ISSN 0453－1906

神奈川県立博物館
研究報告
自然科学 29 号

神奈川県立 生命の星・地球博物館

平成 12 年 3 月

目　次

総説

小出良幸：認知心理学の博物館活動への応用を目指して—自然史教育心理学への序章— 1

濱田隆士・高橋俊雄・松島義章・奥野花代子：博物館と社会的機能 33

論説

高桑正敏：ハナノミ科ハリオオビハナノミ亜属の分類学的研究 53

小出良幸・山下浩之・川手新一・平田大二：蛍光X線分析装置による岩石主要元素の分析精度の検証 107

資料

濱田隆士・奥野花代子：ユニバーサル・ミュージアムをめざして—神奈川県立生命の星・地球博物館の取り組みとトーキングサイン・ガイドシステムの開発・導入について— 127

CONTENTS

Review

Yoshiyuki KOIDE: Aim to Cognition Psychology Applied to Museum Activity —Introduction to Educational Psychology of Natural History— 1

Takashi HAMADA, Toshio TAKAHASHI, Yoshiaki MATSUSHIMA & Kayoko OKUNO: Museums and Their Social Functions in Japan 33

Original Article

Masatoshi TAKAKUWA: A Taxonomic Study of the Mordellid Subgenus *Stenoglipa* (Coleoptera, Mordellidae) 53

Yoshiyuki KOIDE, Hiroyuki YAMASHITA, Shin'ichi KAWATE & Daiji HIRATA: Examination of Analytical Accuracy of Rock Major Element Using X-ray Fluorescence Spectrometry 107

Note

Takashi HAMADA & Kayoko OKUNO: A Preliminary Study on Museum Management in the Kanagawa Prefectural Museum of Natural History to Achieve the Universal Museum —Introducing Talking Signs Guide Sustem for the Museum— 127

Bull. Kanagawa prefect. Mus. (Nat. Sci.), no. 29, pp. 1-31, Mar. 2000

総　説

認知心理学の博物館活動への応用を目指して —自然史教育心理学への序章—

Aim to Cognition Psychology Applied to Museum Activity —Introduction to Educational Psychology of Natural History—

小出良幸

Yoshiyuki KOIDE

Abstract. Literacy in museums of natural history achieves the activities of science education and exhibition. These activities are constructed by the reorganization of interaction between human and material. In this paper, I compile sensory physiology and psychology. The sensations are vision, audition, olfaction, gustation, soma and time. I review, furthermore, psychological applications of artists. The reason why I compile is cognition psychology reveals the mechanism of the interaction of human and material. When the results of cognition psychology would be applied to science education and exhibition in the museums, we should establish 'educational psychology of natural history'.

Key words: Educational psychology of natural history, Natural history museum, Science education, Science literacy, Exhibition, Sensation, Perception, Cognition, Psychology

I　はじめに：なぜ、認知心理学なのか

心理学とは、「こころの科学」である。そして、科学的に「こころ」、つまり人の本質を分析しようというものである。心理学は、非常に多様な内容を含んでいる学問分野である。心理学の一部に、知ることや認識するという「こころ」の作用を研究する分野として、知覚心理学や認知心理学がある。以下では、両者を併せて、認知心理学と呼ぶ。認知心理学では、人がものごとのどのような刺激を受け取り、その刺激をどのように感じ、どのように知覚・認知し、そして行動するのかを系統的に解析していく学問である。したがって、認知心理学はものごとと人とのかかわりを科学的解明している学問とも言える。

認知心理学は、非常に多岐にわたった研究がおこなわれている。認知心理学がカバーしている領域は広い。教育の分野では教育心理学として認知心理学の成果が取り入れられているが、他の領域で充分取り入れられているわけではない。たとえば、自然史教育心理学などは誰も考えていないし、体系化されてもいない。

博物館においても、認知心理学の成果は非常に重要な情報や方法論をもたらすはずである。なぜなら、博物館特に自然史博物館での科学普及や展示は、実物資料との接触を通じて、自然をわかりやすく市民に伝えるものだからである。その伝達手段として、認知心理学の成果が役に立つと考えられる。

しかし、認知心理学的視点をもって、自然史博物館の科学教育や展示がおこなわれているわけではない。主に学芸員の個人的能力の範疇で、科学教育や展示がおこなわれている。つまり、一種の職人芸として、教育や展示がおこなわれているのである。才能のある人は、無意識に認知心理学的効果を利用しているはずである。しかし、すべての学芸員が優れた職人とは限らない。また、そのような学芸員の技術や経験が、教科書として体系化されているわけではないため、教科書から学ぶわけにはいかない。芸術家が直感的に作品を制作していくときに、無意識に認知心理学の効果を利用しているように、学芸員も認知心理学の効果を使っているのである。

小出良幸 (Yoshiyuki Koide)
神奈川県立生命の星・地球博物館
〒250-0031 神奈川県小田原市入生田 499
Kanagawa Prefectural Museum of Natural History
499, Iryuda, Odawara, Kanagawa 250-0031, Japan
koide@pat-net.ne.jp

学芸員養成のための一つのコースとして、博物館学講座がある。教員養成のようにカリキュラムにのっとって実習や学習をしても、一定の技量を身につけているかどうかの検定や判断する仕組みはない。また、教育する側の博物館の学芸員が、身に付けるべき技能の体系化をしているわけでもない。

博物館独自の科学教育の方法論として「自然史教育心理学」が完成するまで、とりあえず、認知心理学の成果をダイレクトに利用することが、体系化のための一番の近道かもしれない。この論文は、そのための第一歩として、認知心理学の体系において、自然史博物館の科学普及や展示に関係しそうな部分を基礎知識としてまとめたものである。そして、技能の極致として芸術家たちの認知心理学の応用や試みにおける成功例を示す。このような総説が博物館に従事する学芸員の知の体系化のための一助となれば幸いである。

本研究は、文部省科学研究費と文部省南関東博物館ネットワーク事業、神奈川県生命の星・地球博物館の調査研究費の援助を受けている。

II 感覚とは

ものごとを感覚し、知覚し、認知するには、それなりのメカニズム（生理学）がある。各感覚には、特徴（心理学）があり、感覚の仕組み（精神物理学）があり、錯覚も起こすのである。以下では、その概要をまとめる。

1 感覚・知覚・認知：定義

「感覚（sensation）」とは、「外界の物理化学的エネルギーを感覚器官で感知することである」（松田, 1995）。人と外界の環境との最初の接点が感覚となる。「感じる」のは、外界の刺激に反応して、体内の機能を調節して、恒常的に維持するためである。感覚とは、初歩的で要素的、主観的であるといえる。

「知覚（perception）」とは、「現存する外界の事物や事象、ないしはそれらの時間・空間的な状態・変化を各種の感性過程を通して、直接知ること」（鳥居, 1982）と定義される。知覚は、感覚より高次な働きで、総合的、客観的であるといえる。

「認知（cognition）」とは、「知ること（knowing）の行為と能力を意味する」（大山, 1990）。認知の概念は、知覚より広義で、多義である。最近では、学習や記憶、思考、意味や概念の理解などのより高次の精神機能も含めて認知と総称されることがある。

2 感じるメカニズム：生理学

感じる仕組みは、ある程度解明されている（図 1）。感じるメカニズムは、その機能によっていくつかの系に分けられる。入力系、感覚系、中枢系そして出力系である。ここでは、出力系以外の系において重要と考えられる内容をまとめる。刺激と受容器は入力系として、受容器とニューロンは感覚系として、脳、ニューロン、脳、記憶は中枢系として位置付けられる。

i 刺激

外界からの情報収集は、物理化学的エネルギーによっている。感受できる外界のエネルギーとして、光エネルギーと音エネルギー、熱エネルギー、化学的エネル

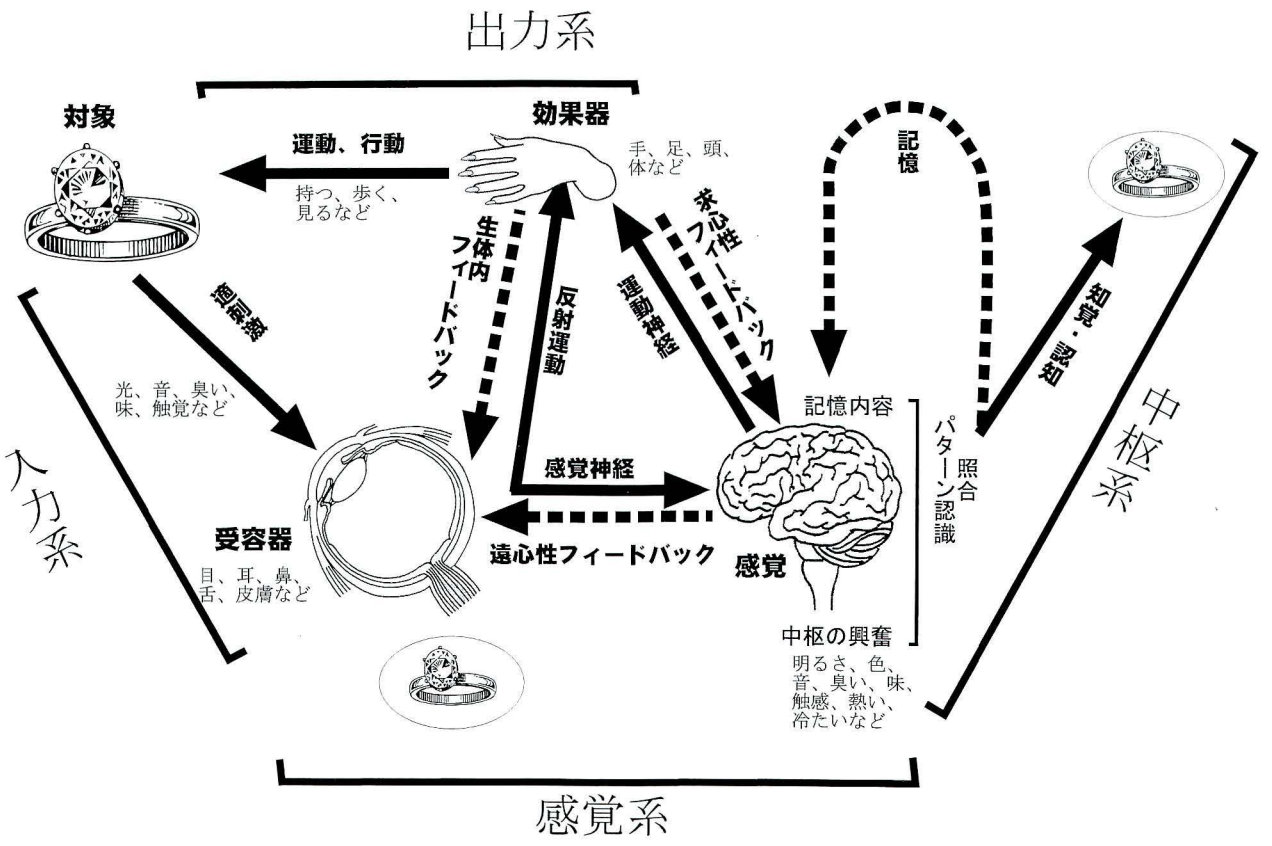


図 1. 対象の認知と運動の過程．人は，対象（もの，できごと）からの刺激を受け入れ（入力系），感じ（感覚系），認知し（中枢系），運動や行動に移す（出力系）．このような過程を概念的にまとめた．

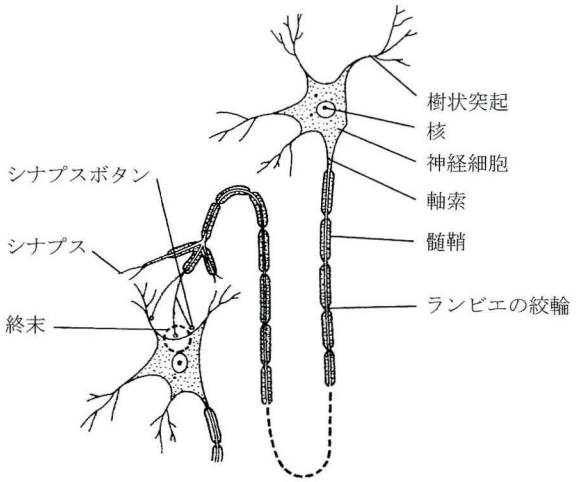


図 2. ニューロン（神経細胞）. 図は、山下（1988）を改変.

ギー、機械的エネルギーがある。

しかし、エネルギーのすべてが感受されるわけではない。例えば、人が感受できるのは、光エネルギーでは、電磁波（electromagnetic spectrum）と総称されるもののうち、可視光（visible spectrum）と呼ばれる波長を持つ範囲のものだけである。

心理学では、人の感覚器官に感受されるエネルギーまたはエネルギーの変化を刺激（stimulus）という。刺激は、人の感覚機能との関わりで定義される。

ii　受容器

外界の刺激を感覚受容器（sensory receptor）で感知する。感覚受容器は、ニューロンの一部分で、ニューロンに活動電位を発生させることのできる特殊な細胞である。受容器は、神経終末が特殊化したものと、独自の細胞によるものとがある。受容器は、数ある刺激のうち、ある特定の刺激にのみに鋭敏に反応する。受容器毎に鋭敏に反応する刺激を、適刺激（adequate stimulus）と呼ぶ。

受容器は、刺激のエネルギーを電気的変化に変換する役目をもっている。生体の電気特性は、電流密度が小さい範囲（1 mA/cm^{2}程度以下）では、興奮現象が生じない。線形な電気材料（導電・誘電材料）と同じ受動的性質を持つ。電流密度が大きくなると、神経細胞や筋細胞が興奮する。非線形な跳躍現象がおきる電気的等価回路ような能動的性質を持つ。

細胞膜での能動輸送は、ポンプ作用により、外側にはNa^+が多く、内側にはK^+が多い。受容器に刺激が加わると、その大きさに比例して、細胞膜に脱分極（depolarization）が生じる。電気的に細胞の外側が陽性、内側が陰性となる。この電位差は、膜電位（depolarization potential）、発動機電位（generator potential）あるいは受容器電位（receptor potential）と呼ばれる。

静止状態での膜電位は、静止電位と呼ばれ、約-70～90 mVである。興奮により発生する膜電位は、活動電位と呼ばれ、約+40 mVで、数msec程度持続する。興奮を起こす最小の刺激（閾値、しきい値）は、限界刺激と呼ばれる。活動電位は、伝達された信号には関係なく、一定である。ただし、信号が強い場合や持続する場合は、発生頻度が高くなる。信号がなくても、自発性活動を行う細胞もある。

跳躍現象（脱分極）は、電位が増加すると、透過性が増加し、Na^+イオン流入し、結果として、再度電位が増加する。そして、感覚神経線維にインパルス（impulse）を発生する。跳躍現象は、一種の正帰還作用である。しかし、数msecでK^+イオンが流出して、元の電位に戻る（再分極）。

興奮部は、非興奮部に対して外側が陰性なので、興奮部に電流が流れ込む。この局所電流により非興奮部が刺激され興奮する。これにより興奮が周囲に伝導し、広がることになる。

iii　ニューロン

脳や神経系は、神経細胞（ニューロン、neuron）が基本的単位として構成されている（図 2）。核のある神経細胞体には、多くの樹状突起（dendrite）が広がり、他の神経細胞の樹状突起と接している。神経細胞からは、長い軸索（axon）が伸びており、軸索の多くは電気抵抗の高い皮膜である髄鞘（myelin sheath）に覆われている。軸鞘は1～3 mmおきぐらいに途切れており、電気抵抗の低い細胞膜が露出しており、ランビエの絞輪（Ranvier's node）と呼ばれる。軸索の先端にシナプス（synapse）があり、他の樹状突起と接している。1個のニューロンには、数千のシナプスと連絡している。シナプスの終末部はシナプスボタン（小頭）となり、シナプス後神経細胞に密着している。しかし、直接は接触せず、電気的に絶縁されている。

軸索の中は、閾値以上の刺激が伝わるとパルス（pulse）状の信号が伝達される。シナプスと軸索の間にはわずかな隙間があり、シナプスの末端から伝達物質（transmitter substance）が放出される。伝達物質には、興奮性（excitatory）と抑制性（inhibitory）の2種類の

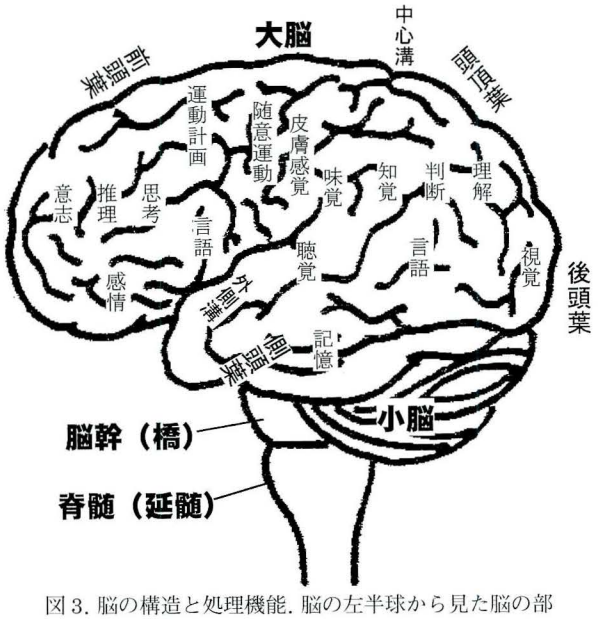


図 3. 脳の構造と処理機能. 脳の左半球から見た脳の部位と処理機能の概略を示した. 脊髄は内部に延髄を持ち, 脳幹には橋から中脳に続く. 中脳は視床に接する.

表 1. 記憶.

	記憶期間	容量	分類		特徴
長期記憶	長期	無制限			複雑で高次の知識構造をもつ
			宣言型		学習に関する記憶
				意味記憶	名称や抽象的なものに関する記憶
				エピソード記憶	特定の出来事に関する記憶
			手続き型		動作に関する記憶
				技能	学習による運動
				条件反射	繰り返しによる無意識の運動
短期記憶	数分	少量			符号化・暗号化がおこなわれる
		5-9 chank	機械的リハーサル		単純な繰り返し
			精緻化リハーサル		語呂合わせ、長期記憶化
感覚記憶	一瞬	少量			イメージとして記憶

ものがある。神経細胞が持つ多数のシナプスの興奮性および抑制性の電位が、時間的、空間的に加え合わされたものが、閾値を越えると、活動電位が発生、他に伝達される。つまり、多数のシナプスから受け取った信号は、総和によって決まる。興奮信号が多ければニューロンは興奮のパルスを、少なければ抑制信号をシナプスに送る。

ニューロン同士のネットワークは複雑である。ニューロンのモデルは、空間的加算と閾値処理だけに単純化したもので、計算能力は汎用計算機と同等である。

ニューロンの結合の形成には、3つの時期がある。生まれながら備わっている反射的なもの、誕生後きわめて初期に形成される初期学習に関するもの、そしてその後の成長過程で形成され学習・経験に関するものがある（八木, 1997）。

神経回路網のモデルは、ニューロンに対応した多数のユニットを結合させ、ネットワークを構成するものである。フィードバック結合を含むか含まないか、さらには、階層的であるか、相互結合的であるか、などにより、分類される。

iv　脳

受容器で感知した適刺激は、それに連なる感覚神経（sensory fiber）で、符号化された情報として、中枢へ送られる。脳で情報処理をして知覚される（八重嶋ほか, 1986）。刺激の情報が脳に達して初めて、感覚が知覚される。そして、刺激を受けた部位での知覚と認知される（感覚の投影）。

生命維持に必要な基本的な活動を下位の脳で、高度の精神活動は上位の脳でおこなっている。脳（図 3）は、大脳、間脳、中脳、延髄そして小脳の5つに分かれている。

脊髄は内部に延髄を持ち、脳幹には橋から中脳に続く。中脳は視床に接する。間脳は、視床と視床下部に分けられる。大脳は新皮質が発達しており、その一番下部は縁辺系と呼ばれ、情動だけでなく、記憶にも関連している。新皮質では、もっとも高度の心理活動がおこなわれる。

脳は、左右に分かれており、身体の左側の機能は右脳が、右側は左脳で処理されている。認知的な作用は、左右の皮質で大きく異なっており、大脳半球の機能的非対称性（functional asymmetry）と呼ばれている。右脳は、空間の構成、非言語材料の識別、情動の理解、形態処理、全体的処理、並列処理、心像性操作をおこない、左脳は発語、言語材料の識別、意味の理解、音韻処理、分析的処理、系列的処理、言語性操作をおこなっている（八木, 1997）。

大脳は、中心溝を境に、前後に分かれる。中心溝より前側では、運動中枢はじめ、意思的行動や運動のプログラム出力の制御がおこなわれている。中心溝より後側では、刺激に対する知覚がおこなわれている。

v　記憶

記憶の機能は、方法を覚えこむ記銘（memorization）と覚えておく保持（retention）、そして思い出す想起（remembering）である。取り出しの機能には、再生（recall）、再認（recognition）、再構成（reconstruction）がある。

記憶の保持には、感覚記憶（sensory memory）と短期記憶（short-term memory）、長期記憶（long-term memory）の3種がある（表 1）。

感覚記憶は、電話番号や数字を瞬間的に記憶するものである。感覚器官から入ってきた情報を、認識するまでの保持される記憶である。Sperling（1960）は、部分報告法（partial report technique）という手法を用いて、感覚記憶の存在を示した。感覚記憶の特徴は、保存時間がごく短いこと、イメージとして保存されること、情報の符号化や置き換えがなされないこと、かなり鮮明に保存されることである。残像もこの感覚記憶である。

短期記憶は、1次記憶（primary memory）、作業記憶（working memory）、直接記憶（immediate memory）などとも呼ばれる。感覚記憶に入った情報の一部は、パターン認識で符号化され、短期記憶となる。

短期記憶の特徴は、保存時間が短いこと、何らかの符号化・暗号化がおこなわれていること、記憶容量に限界があること、何らかの見出しとともに保存されること、役割が終わると記憶は消えることなどが挙げられる。

短期記憶で覚えていられるのは、5 ～ 9 チャンク（chunk）といわれている。チャンクとは一塊になった情報のことである。

短期記憶は、リハーサルという過程によって、繰り返し循環され、短期記憶に長く保持できる。リハーサルには、単に繰り返すだけの機械的リハーサルと意味づけし

たり語呂合わせしたりする精緻化リハーサルがある。精緻化リハーサルによって長期記憶へと変更できる。

長期記憶は、宣言型記憶（declarative memory）と手続き型記憶（procedural memory）の2つに大別される。宣言型記憶は、主に言語にかかわる記憶であり、手続き型記憶は動作にかかわる記憶である。宣言型記憶は、意味記憶（semantic memory）とエピソード記憶（episodic memory）に、手続き型記憶は技能（skill）と条件反射（conditioned response）に細分される。

宣言型記憶のうち意味記憶は、名称の記憶で、数式や概念の抽象的なもの含まれる。エピソード記憶は、特定の出来事の記憶で、出来事に関連する日時や場所、事柄を含む。思い出というものは、すべてエピソード記憶である。

手続き型記憶は、主に学習というテーマで研究されている（八木, 1997）。技能は、運動や楽器演奏など、練習によって運動能力が向上することである。宣言型記憶が1回の試行で覚えられるのに対し、技能は段階的に覚えていくものである。条件反射は、訓練や繰り返しによって意識せずに運動するものである。パブロフの条件反射は有名である。

長期記憶は、複雑な高次の知識構造をもっていると考えられている。このような構造のことを、スキーマ（schema）、あるいはフレーム（frame）、スクリプト（script）と呼ばれる。スキーマとは、過去の経験や環境についての構造化された知識である。スキーマは、下位（サブスキーマ）から上位のスキーマまで、複雑な階層性構造を持つ。

3　感覚の種類

人の感覚は、古くから、5感あるいは5官と呼ばれてきた。アリストテレス以来、視覚、聴覚、味覚、臭覚、触覚の5感が、一般的な感覚とされている（苧阪, 1969）。その後、触覚は単一感覚ではなく、温感、冷感、触感（圧感）、痛感などが複合したものであることがわかった。また5感以外にもさまざまな感覚が加えられた。感覚の分類は、今でも定まらない。

本稿では、視覚、聴覚、嗅覚、味覚、体性感覚、時間感覚の6つに大別する（表2）。

体性感覚は、皮膚感覚と深部感覚、平衡感覚に分けられる。皮膚感覚は、さらに触感（圧感）、温感、冷感、痛感、振動感覚などに細分される。深部感覚は、運動感覚（自己受容感覚）と内臓感覚などに細分される（鹿取・杉本, 1996）。　それぞれの感覚についての詳細は、後述する。

4　感覚の特徴：心理学

ものごとを認知するとは、ものごとの属性を体験することである。ものごとは、さまざまな感覚を通して、「属性の集合体」として統合されて認知される（鹿取・杉本, 1996）。そこには、さまざまな特徴や特異性が生まれる。

i　視覚優位

ある対象物を認知するとき、一般には適刺激が何種類もあり、さまざまな受容器で感知されることがある。ひとつの対象からの多様な刺激に対して、各受容器間に相互作用が生じる。受容器ごとにそれぞれの役割分担がおこなわれており（丸山, 1969）、総合して認知作業がおこなわれる。

表2. 感覚の種類.

種類	適刺激	受容器	中枢	感覚
視覚	光 (約380-780 nmの電磁波)	網膜内の桿体と錐体	後頭葉の視覚領野	明るさ、色
聴覚	音 (約15-20000Hzの音波)	内耳蝸牛の基底幕	側頭葉の聴覚領野	音
嗅覚	揮発性物質 (刺激源からの気体や微粒子)	嗅腔内の臭細胞	嗅皮質 (嗅脳)	臭い(腐敗臭、花香性、果実性、焦嗅性、薬味性、樹脂性など)
味覚	水溶性 (唾液に溶ける物質)	舌の味蕾にある味細胞	前頭葉中心後回の体性感覚領野	味(甘、酸、苦、塩など)
体性感覚				
皮膚感覚				
触(圧)感	皮膚に加えられる機械圧	皮膚下の各種細胞の小体 (ルフィニ終末、パチニ小体、マイスナー小体、メルケル触覚盤など)	前頭葉中心後回の体性感覚領野	触感、圧感
温感	温度刺激、電磁波の熱線部	皮膚下のルフィニ小体	体性感覚領野	暖かさ、熱(ものの温度)
冷感	温度刺激、電磁波の熱線部	皮膚下のルフィニ小体	体性感覚領野	冷たさ
痛感	強い機械圧、化学薬品、電流など	皮膚下の自由神経終末など	体性感覚領野	痛み
振動感覚	連続した機械圧	皮膚下の各種細胞の小体	体性感覚領	連続した圧感
深部感覚				
運動感覚	筋、腱、関節部の緊張変化 (自己受容感覚)	筋、腱内の受容体	前頭葉中心後回の体性感覚領野	身体運動状態、手足の位置(緊張感、弛緩感)、身体全体や部分感じ
内臓感覚	内臓諸器官の内部生理的バランスの変化	自律神経	前頭葉中心後回の体性感覚領野	身体内部の痛みや諸器官の状態
平衡感覚	身体の傾き、全身の加速運動	内耳前庭器官	不明 (または多部位)	重力に対する身体の位置や全身運動の感じ
時間感覚	刺激の変化	不明	不明	生体のリズム、体内時計

表 3. 注意の分類.

活動様式	
末梢的	肉体的行動を伴う
中枢的	認知的活動を伴う
支配的要因	
内的	瞬間的心理状態を反映する
外的	刺激や環境の影響を受ける
	強度、大きさ、対比、反復、運動、新奇性

感覚の中で感覚器ごとの情報がくい違うとき、視覚からの情報が優先される。このような情報処理の方式を、視覚優位、あるいは視覚優先と呼ばれる。これは、人が視覚情報に頼って生きていることを示している。

視覚以外の感覚が正しい情報を送っていても、間違った視覚情報が優先されることがある。このような情報処理の方式によって、錯覚が発生する。

ii　選択的知覚

刺激を感知していても、すべての刺激に対して同じ反応するのではなく、一部の刺激にのみに反応することが多い。このような選択的知覚を「注意（attention）」という（表 3）。

注意によって、知覚する刺激の焦点と、刺激の周辺部が形成される。注意されるものは、周辺から際立つ。注意における焦点と周辺部は、後述の図と地に対応する。

注意には、その活動様式において、末梢的注意活動と中枢的注意活動の 2 つに区分される（村田, 1987）。末梢的注意活動とは、肉体的行動を伴うもので、ものを見比べたり、目的のものに顔を向けたりする行動である。中枢的注意活動とは、ものの色だけに注目したり、位置だけに注目したりする認識的活動である。

注意を支配する要因には、内的要因と外的要因がある。

内的要因とは、瞬間的な内的状態（心理状態）によって、知覚が影響を受けることである。ロールシャッハ検査は、この原理を利用している。

外的要因とは、刺激や環境に左右されるものである。強度と大きさ、対比、反復、運動、新奇性などが挙げられる（村田, 1987）。「強度と大きさ」とは、色彩が強烈なものや、大きいものが注意を引くことである。「対比」とは、周囲のものとは区別できるようなものが注意を引くことである。「反復」とは、何度も連呼されたり、反復されたりすると注意を引くことである。「運動」とは、静止しているものより運動しているもののほうが注意を引くことである。「新奇性」とは、ギョッとすることや型破りなことが注意を引くことである。

iii　まとまり：図と地、主観的輪郭、群化

まとまりを持って、際立って見える部分を図（figure）、その背後に切れ目がなく拡がっているように見える部分を地（ground）という。境界線によって、領域が分離することを図・地分化という。これによって形の知覚が成立する（今井, 1986）。図として見る時、その領域はひきしまり、より近くにあるように見える（鹿取・杉本, 1996）。



図 4. 多義図形. ルビンの反転図形は, 図と地が入れ替わる多義図形としてよく知られる. 黒のテーブルが, 見方を変えると, 向き合った人の顔に見える. このように見方によって別の図形に見えるものを多義図形と呼ぶ.

図と地の分化は一義的なものではなく、反転が起こる。図と地が、一通りではなく、いく通りかに知覚されるものを多義図形と呼ばれる。ルビンの反転図形（図 4）が多義図形として、有名である。

知覚の作用によって、実際にはないものが見えることがある。このような知覚作用に、主観的輪郭というものがある。主観的輪郭（subjective contour）とは、物理的には存在しない境界線が、あたかもあるように見えることである（図 5）。主観的輪郭は、経験や知識に依存せず、刺激の特徴によって自動的に働く知覚である。

視野の中のものは、バラバラのものとしてではなく、まとまりをもったもの、体系化されたものとして知覚さ

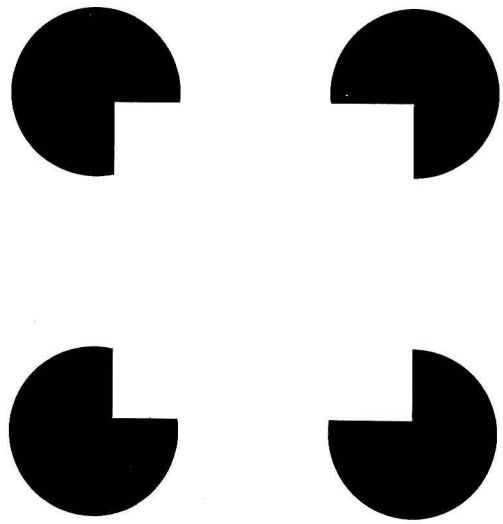


図 5. 主観的輪郭. 4つの黒い丸の上に白い四角が乗っているように見える. この時, 知覚のレベルで, ないはずの輪郭をあるとみなして四角形が見えているのである. このようにないはずの輪郭が見えることを主観的輪郭と呼ぶ.

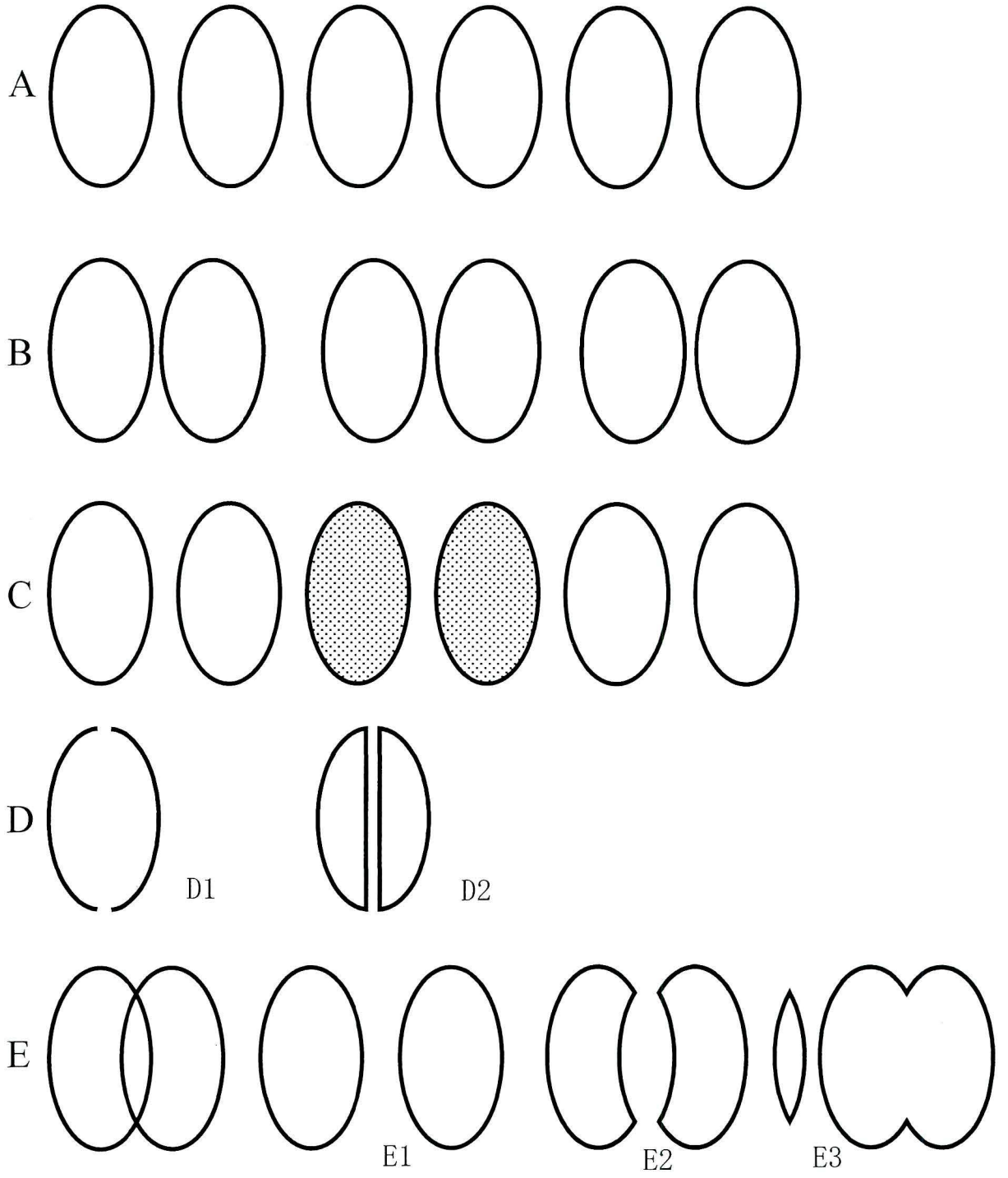


図 6. 群化. 等間隔におかれた図形 (A) は, すべて独立の 5 個の楕円に見える. 2 個が近付く (B) と, 2 個ずつの楕円が 3 つのグループになっているように見える (近接の要因). 等間隔でも色のついた2個 (C) は, グループをつくって見える (類同の要因). 開いた空間より閉じた空間 (D) の方がまとまって見える (閉合の要因). E の図は, E1, E2, E3 の 3 通りの解釈が可能であるが, E1 の 2 つの楕円が重なったものとみなしてしまう (よい形の要因). このような群れをつくりやすい傾向を群化という.

れる (鹿取・杉本, 1996)。このような知覚の作用を、群化 (clustering) と呼ぶ。

群化の決定要因は、Wertheimer (1923) が研究した。群化の要因として、近接 (ｐｒｏｘｉｍｉｔｙ)、類同 (similarity)、対称 (symmetry)、閉合 (closure)、よい形 (good figure)、よい連続 (good continuation) がある (Wade, 1982)。

近接の要因とは、図 6のAのような楕円の集合があるとき、空間的に接近しているものはまとまりやすいというものである (図 6のB)。類同の要因とは、形は色・大きさなどが類似しているものはまとまるというものである (図 6の C)。対称の要因とは、類同の原理とともに働き、近接の原理とは相反している。対称的なものはセットとして見やすい。閉合の要因とは、閉じた空間が



図7. パターン認識の情報処理．2文字目と5文字目は同じ文字だが，AともHとも解釈できる．データ駆動型情報処理では，2，5文字目は同じと判断して，EARTAまたはEHRTHとなり，意味不明の英単語となる．概念駆動型情報処理では，あらかじめEARTHではないかと考え2文字目がA，5文字目がHと読めると判断するものである．

ある方（図6のD2）が、開いた空間より（図6のD1）まとまる傾向を示すというものである。よい形のもの集まりのほうが、いびつな形のものより、まとまって知覚されやすい。図6のEは、E1、E2、E3などの部品の組み合わせと見ることができる。しかし、2つの楕円の組み合わせたもの（E1）と考える。良い連続の要因とは、なめらかに連続しているものはまとまりやすいというものである。

群化の作用によって、別の図形が隠れた見なくなることがある。このような図形を埋没図形（embedded figure）という。埋没図形の性質を利用することによって、かくし絵を描くことができる。

iv　知覚の恒常性

外界の刺激がわれわれの受容器に作用して生ずる興奮は、時々刻々変化する。ところが受容器に作用する刺激の本体が一定である限り、われわれは不変のものとして認識する。知覚は、無限の微細な変化を無視して、比較的恒常性のある環境像を生み出すことにより、適応を円滑にしている。

強い刺激（近刺激）より弱い刺激（遠刺激）に忠実に、という原則に従った現象は、知覚の恒常性（perceptual constancy）と呼ばれる（村田, 1987）。知覚の恒常性は錯覚の一種ではあるが、極めて顕著である。知覚の恒常性は、視覚において顕著に見られる。1つの物体が、視覚を通して知覚される位置、大きさ、形、色、明るさなどの情報は、状況や環境が異なると、網膜には違って映っているのにもかかわらず、知覚としては同じと判断されることがある。

同じ物体でも近くのものは大きく、遠くのものは小さくなる。しかし、同じ物体と判断することができる（鹿取・杉本, 1996）。このような作用には、形の恒常性と大きさの恒常性が働いている。青い光の中でもりんごは赤く感じ、白い紙が暗いところでも白く見えるのは、視覚の恒常性に依るものである。それぞれ、色の恒常性と明るさ（白さ）の恒常性と呼ばれる。

v　パターン認識

知覚された複雑な情報が何かという判断をするために、パターン認識（patterns recognition）がおこなわれる。パターン認識には、鋳型照合モード（template mode）と特徴分析モード（analytical mode）の2つがある（今井, 1986）。

鋳型照合モードは、以前のパターンが鋳型として記憶されており、鋳型と今見ているものの情報が照合されて、同じと認識されるのである。例えば、ティラノザウルスの化石骨格標本が、前から見ても、横から見ても、ティラノザウルスと判別できるのは、鋳型照合モードである。

特徴分析モードというのは、パターンを分析して、要素の集合として照合を試みるものである。例えば、はじめて訪れた山でも、それを火山と認識することができたとする。これは、今まで見た火山のいくつもの特徴を抽出して作成した定義と照合して、今見ている山とが一致した結果、火山と判定できるのである。

パターン認識の情報処理には、データ駆動型（data-driven processing）と概念駆動型情報処理（concept-driven processing）の2つがある（今井, 1986）。

データ駆動型情報処理には、判断するまでは、予断や仮定をせず情報処理をするものである。例えば、図7の英単語は、2文字目と5文字目は同じ文字である。そしてHかAと判断できる。したがってこの英単語はEHRTHもしくはEARTAという読み方をするしかない。最終的には意味不明の単語と判断される。つまり、データ駆動型処理とは、データに忠実に情報処理をおこなってパターン認識をおこない、判断することである。データ駆動型処理は、データ推進型処理とかボトム・アップ型（bottom-up）処理とも呼ばれる。

概念駆動型情報処理は、図7の単語を見た時、まず意味は何かと考え、EARTHという予断をする。その予断のもとに、2文字目をA、5文字目をHと読めるかどうか判断して、その予断が正しいと認知する。このような不確定なパターン認識のもとに情報処理をおこなうことを、概念駆動型という。概念駆動型処理は、トップ・ダウン型（top-down）処理とも呼ばれる。

5　感じる仕組み：精神物理学

感覚を生じさせるために必要な最小の物理・化学的刺激強度を、閾値（threshold）または絶対閾値（absolute threshold）という。外界に刺激が存在することを検出する限界であるので、検知閾とも呼ばれる。閾値は刺激変化の方向（漸増・漸減など）によって、確率的なバラツキはあるが、平均値が用いられる。異なると認められる最小の刺激差異を、弁別閾（differential threshold）または識別閾という。通常、刺激の強い方への変化が弱い方への変化よりやや大きいが、その平均値を弁別閾とする。

感覚の強度に目盛りを打つことを、感覚尺度（sensory scales）の構成という。感覚という主観的なものを数量化することは不可能という哲学上の立場もあったが、今では可能とされ各種の方法が考案されている。

ある大きさの刺激強度（R）と識別できる刺激強度（R' = R + ∂R）の間には、∂RはRが大きくなるにしたがって、増加するという規則的な関係がある。ここで、∂Rは絶対識別閾（absolute threshold）と呼ばれる。この規則的な関係は、

$$\partial R/R = c$$

と表される。cは、ウェーバー比（E. H. Weber ratio）あるいは相対識別閾（relative threshold）と呼ばれる。

上の2つの刺激強度（RとR'）に対する感覚を、EとE'とする。感覚の差∂E（∂E = E' - E）は、感覚の強

さにかかわらず一定と仮定すれば、

$$\partial E = K(\partial R/R)$$

となる。ここでKは定数である。両辺を積分すると、

$$E = K \log R + C$$

となる。ここで、Cは積分定数である。この式から、感覚は刺激の対数に比例することがわかる。この関係は、フェヒナー（G. T. Fechner）が、ウェーバーの式から導いたもので、ウェーバー・フェヒナーの精神物理法則と呼ばれる。

フェヒナー以後、感覚尺度には3つの三系統の試みがおこなわれた。

第一は、刺激閾から数えて弁別閾何個分上であるかによって、強弱を数量化しようとする考え方で、jnd尺度と呼ばれる。

第二は、サーストン（L. L. Thurstone）の提案に基づき、感覚のバラツキ度を単位にした相対量で数値化を試みる。感覚の差の判断に基づく方法である。

第三は、スチーブンス（S. S. Stevens）の提案に基づく、感覚量の直接評定である。標準刺激に対する感覚強度を10、100などと定義する時、任意の刺激の起こす感覚強度が、その何倍かまたは何分の一かという比の判断に基づく。

ウェーバー・フェニナーの精神物理法則は、現在では、べき関数（power function）の方がより正確であるとされている。感覚の強さは（S）は、刺激の強さ（I）に対して

$$S = k \cdot I^n$$

または、

$$\log S = n \cdot \log I + k'$$

という関係がある。nは物質によって異なる。この経験則に基づく関係式は、べき関数の法則と呼ばれる。Stevens（1959）によって始められたマグニチュード推定法に由来しているため、スチーブンスの法則と呼ばれることもある。

食品、化粧品、医療品などの品質を主観的に評価する時に、上記の計量心理学的手続きは重要な役割を演ずる。

6　誤った感覚：錯覚

錯覚（illusion）とは、外界のものごとを、その客観的性質とは違って知覚・認知することをいう。心理学でいう錯覚とは、感情的要因によって影響されるものではなく、通常の常態で誰にでも生じる現象である。

注意すれば間違わないというようなものや、夜の枯れ尾花を幽霊と見誤るのは、心理学では錯覚とはいわない。刺激のないのに知覚する幻覚（hallucination）や異常な心理・肉体状態での知覚の妄想（delusion）とは区別される。

以下では、視覚における錯覚と、聴覚における錯覚、触覚における錯覚、運動感覚における錯覚、時間感覚における錯覚について述べる。

i　錯覚のいろいろ

錯覚はいろいろな感覚において起こっているのだが、視覚における錯覚の研究が一番進んでいる。

視覚における錯覚を、錯視（optical illusion、visual illusion）と呼ぶ。錯視には、以下のようなものがある（今井, 1984）。

・月の錯視（moon illusion）
・逆理図形（不可能図形、矛盾図形）による錯視（impossible figure、paradoxical figure）
・対比錯視（illusion of contrast）
・勾配の錯覚（gradient illusion）
・方向付けの錯視（directive illusion）
・幾何学的錯視（geometrical optical figure）
・多義図形（曖昧図形）による錯視（ambiguous figure）

このうち月の錯視は古くから知られる。中天に月があると小さく見えて、地平線に近いと大きく見える現象である。これは、誤った奥行き情報が付加されるためである（鹿取・杉本, 1996）。水平線近くの月は他のものも目に入り近く感じ、中天では他のものが目に入らないため遠く感じるのである。

逆理図形による錯視は、奥行きの特徴を持つ2次元図形の各部分をみると解釈可能だが、全体としてみると、3次元的には不可能な図形である。このような逆理図形が示されたとき、空間的に誤って解釈される場合（Penroseの三角形）と矛盾した奥行きの特徴をもつ場合（干草かきと呼ばれる図）がある。

対比錯視とは、明るさの対比や色の対比、図形の大きさの対比、湾曲の対比などによって錯覚が起こる現象である。

勾配の錯覚とは、下り坂なのに上りに見えたり、ゆるい上りがけわしく見えたりする現象である。坂道における交通事故の原因となることがある。

方向付けの錯視とは、空間や位置が誤って知覚されることである。正しい方向と逆だったり、90度違ったりすることがある。

幾何学的錯視と多義図形による錯視は多くのことが知られているので、以下で詳細に述べる。

ii　幾何学的錯視

線分や図形の幾何学的配置により、図形の特性の距離、面積、湾曲、方向などが、実際とは違って知覚されることがある。このような錯視を、幾何学的錯視という。

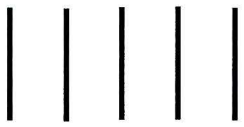
Oppelが1855年に分割距離過大視の研究（図8のA）をして以来、多くの幾何学的錯視の研究がなされてきた。ほとんどは1900年頃、遅くとも1930年代に幾何学的錯視のほとんどが発見された（大山, 1970）。幾何学的錯視は、発見者や考案者の名前が付けられることが多い。

幾何学的錯視の合理的な分類はまだ確立されていない（今井, 1982）。以下では、便宜的な分類を示す。

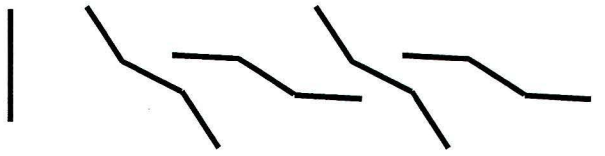
鋭角を過大視し鈍角を過小視する錯視として、Zollnerの図形（図8のB）、Hereingの図形（図8のC）、Poggendorffの図形（図8のD）、Wundの図形（図8のE）などがある。

周囲との同化による大きさの錯視として、Muller-Lyerの図形（図8のF）、Delnoeufの図形（図8のG）、Sanderの図形、Lippsの図形（図8のH）などがある。

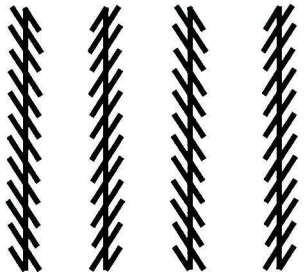
周囲との対比による錯視として、Ponzoの図形（図8のI）、Ebbinghausの図形（図8のJ）、Jastrowの図形（図8のK）、Fraserの図形（図7の8）などがある。



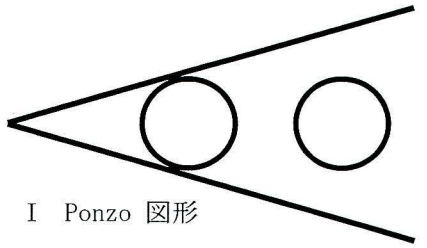
A Oppel-Kundt 図形



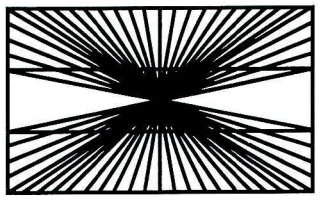
H Lipps 図形



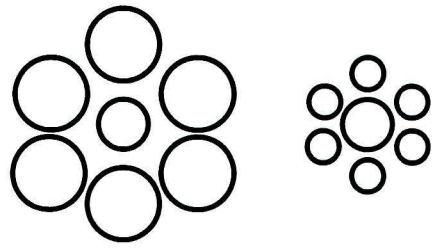
B Zollner 図形



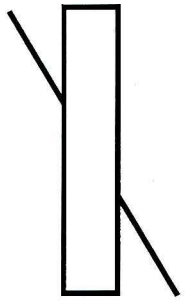
I Ponzo 図形



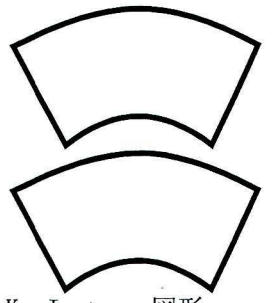
C Hereing 図形



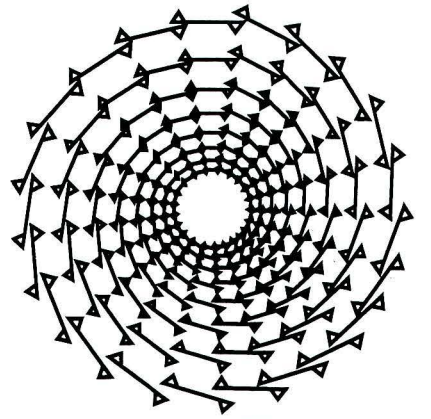
J Ebbighaus-Titchenet 図形



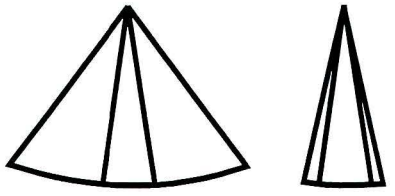
D Poggendorff 図形



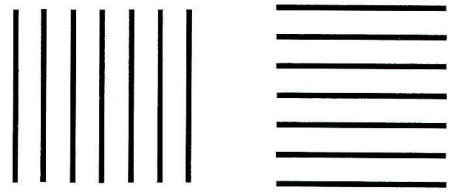
K Jastrow 図形



L Fraser 図形



E Wundt 図形



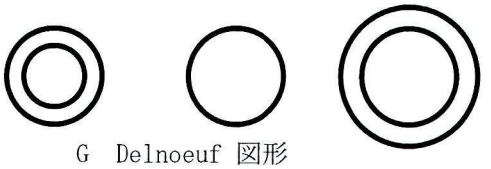
M Helmholtz 図形



F Muller-Lyer 図形

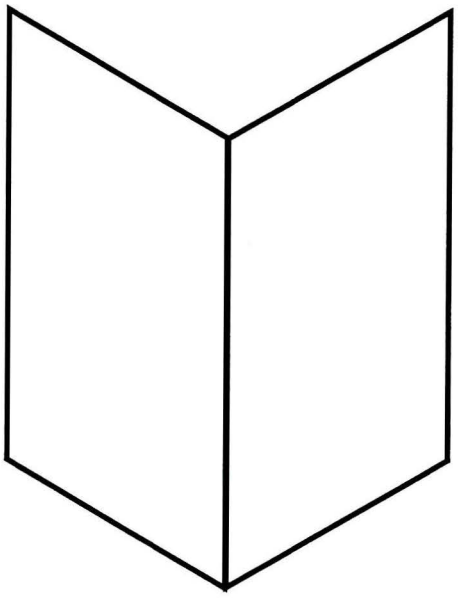


N 水平垂直錯視図形

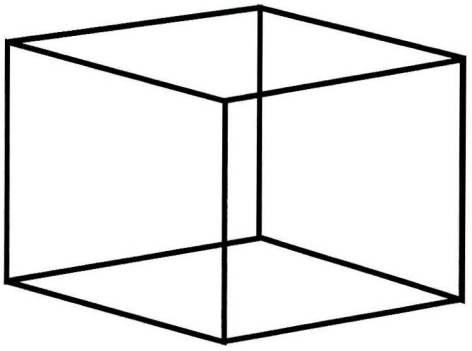


G Delnoeuf 図形

図 8. 幾何学的錯視．心理学の研究史上，有名な幾何学的錯視の例を示した．詳しくは本文参照のこと．



A　Mach の本



B　Necher の立方体

図 9. 多義図形の錯視. 平面図が立体的に見える図形では, 空間的位置が視点によって変化する多義図形がある. Aは開いている本の中がこちらを向いているように見えたり, 表紙・背表紙がこちらを向いているように見えたり変化する. Bでは, 立体の奥行きが変化する例で, 上面が見えているようにも, 底面が見えているようにも変化する.

分割距離の過大視傾向による錯視として、Helmholtの図形（図８のM）が有名である。

このような幾何学的錯視は、注意すればだまされないというものではなく、誰でもそう見えてしまうのである。このような錯視の研究から視覚の原理を探る手がかりとされている。

われわれの空間知覚には、異方性がある。図８のNでは同じ長さの垂直と水平の線分のうち、垂直の線分の方が長く見える。このような垂直水平錯覚は、異方性によるものである。また、顔の写真を上下逆さまにすると表情が変化したり、見分けられなかったりする。これも空間知覚の異方性である（八重嶋ほか, 1986）。

平面に書かれた単純な図形でも、知覚・認知の段階で、立体にも見えることがある（図 9）。

iii　多義図形（曖昧図形）による錯視

図・地が反転したり、図・地がいく通りかに知覚されたりするものを、多義図形と呼ぶ。

多義図形の図として分化が起こる要因として、刺激の構造的要因と経験的要因が存在する（今井, 1986）。

刺激の構造的要因とは、パターンの良さの要因と閉合の要因、面積の要因などが考えられる。パターンの良さの要因とは、図として知覚されやすいのは、色の濃いもの、規則性が高いもの、対称性がよいもの、単純なものほど、まとまって見える傾向にある。ルビン（E. J. Rubin）の反転図形は、色の濃い部分が図として知覚されやすいものである。バーンゼンの図・地の反転図形は対称性と非対称性によって知覚される図が反転されるものである。このような法則は、プレグナンツの法則と呼

表 4. 奥行き知覚.

要因	分類	内容
生理的（肉体的）		
	水晶体の調節	ピントを合わせるために水晶体のふくらみを変える（約２メートルまで）
	輻輳	輻輳角をつくるための動眼筋の緊張の度合い（約20メートルまで）
	両眼視差	右目と左目の視差を利用、実体鏡はこの効果を利用
	運動視差（流れ勾配）	観察者が横に移動しているとき、凝視点より遠いものは進行方向に、近いものは後方に動いて見える
心理的（物理的）		
	相対位置	並んだ図形で相対的位置の違いによって遠くに見えることがある
	大きさ	小さいものは遠くに見える
	きめの勾配	きめが細かくなるほど遠くに見える
	遠近法	２次元で３次元的空間を表現する手法
	重なり	重なり隠されたほうが遠くに見える
	陰影	影によって立体感を感じる
	濃淡の勾配	濃淡が系統的に変化することによって立体感を感じる
	色合い	色合いの鮮やかなものが手前に感じる
	濃淡	濃度の濃いものが薄いものより近くに見える

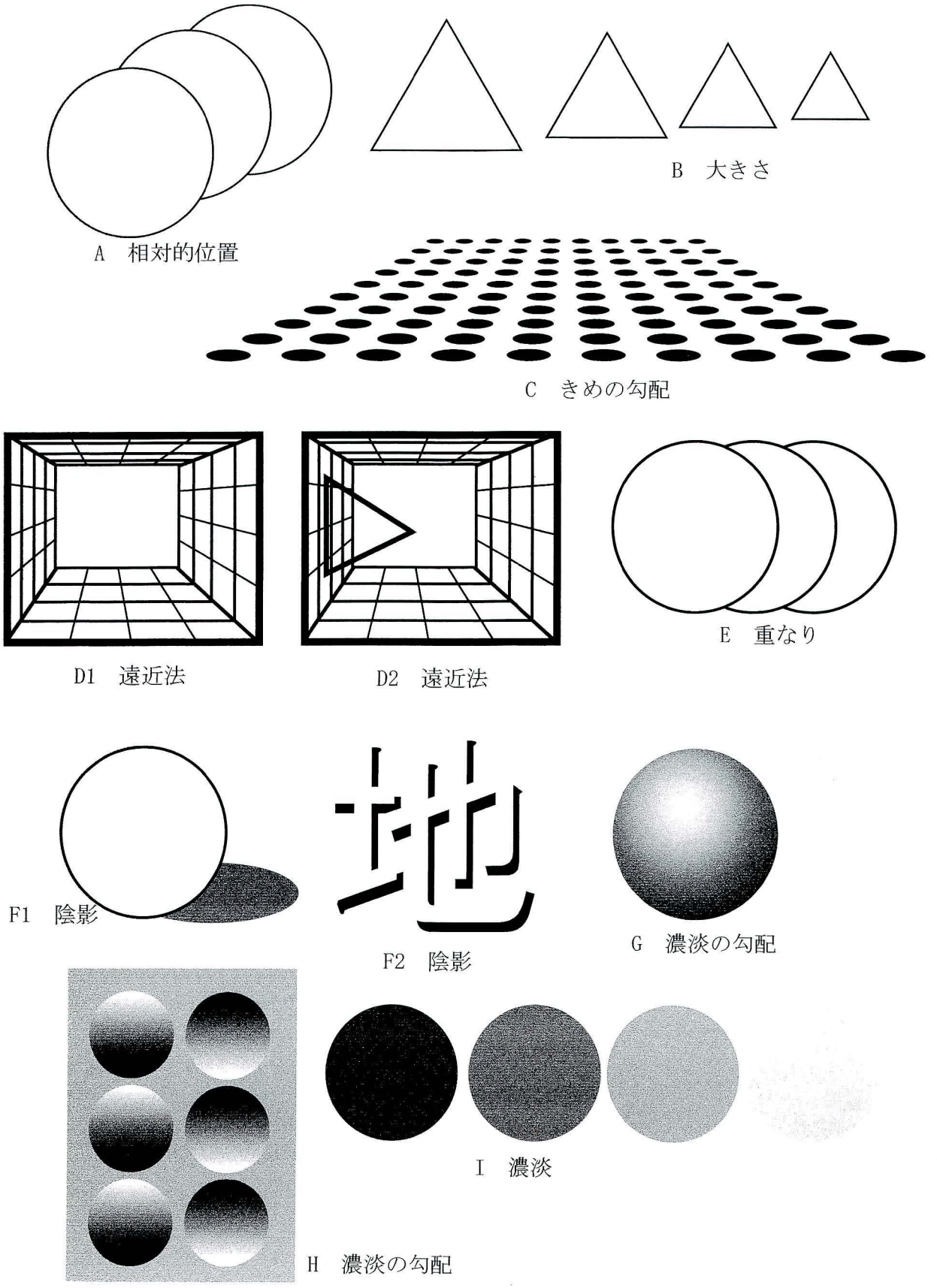


図 10. 奥行き知覚の心理的要因．奥行き知覚を生じる心理的要因の例として，AとBは相対位置，Cはきめ勾配，Dは遠近法，Eは重なり，Fは陰影，GとHは濃度の勾配，Iは濃淡の例を示した．

ばれる。閉合の要因とは、囲まれている領域は図になりやすいということである。面積の要因とは、小さな領域は図になりやすいというものである。Machの本（図9のA）やNecherの立方体（図9のB）、シュレーダーの階段は、遠近がどちらでも解釈され、立体感が変化するものである。

経験的要因とは、事前の経験によって見えるものと、別の経験によって見えるものが違うというものである。ボーリングの若い婦人と老婦人の図は有名である。

iv　奥行き知覚

網膜の像と知覚との間には1次関数的な1対1の対応関係ではなく、複雑な関係がある。奥行き知覚（depth perception）とは、網膜が2次元の像を映しているのに、空間的な広がりを知覚する。つまり、奥行きとは、知覚の上でつくられていることになる。

奥行きの規定要因は、大きく分けると、生理的要因および心理的要因がある。

生理的要因は、肉体的要因とも呼ばれ、水晶体の調節、輻輳、両眼視差、運動視差がある（表4）。

網膜上の像の焦点を合わせるために水晶体のふくらみを変える。水晶体の調節とは、この調節作用を感知して奥行きの知覚とするものである。この要因は、2メートルぐらいまで有効である。

対象物を見るとき、両眼の視線はその対象物で交わる。対象物が近いほど視線がはさむ角（輻輳角）は大きくなる。輻輳角をつくるため、動眼筋の緊張の程度が、奥行き知覚の手がかりとなる。輻輳による奥行きは、20メートルぐらいまでである。

両眼視差は、右目と左目の像の違いから奥行きを知覚するものである。この要因を利用して立体視をさせる道具が実験鏡である。

乗り物に乗って景色を見ると流れているように見える。この時、近くの景色は後方に流れ、離れるにつれて遅くなり、ある点から列車と一緒に動いているように見える。このような要因は、運動視差または流れ勾配ともいわれる。

心理的要因として、相対位置、大きさ、きめの勾配、遠近法、重なり、陰影、濃淡の勾配、色合い、濃淡などがある（図10）。

相対位置は、視点が上からだと下に書いたものは遠くに、視点が下からだと上に書いたものが遠くに見える（図10のA）。小さいものは遠く、大きいものは近くに見える（図10のB）。

きめの勾配（図10のC）とは、きめの細かいテクスチャーの方が遠くに見えることである。

遠近法とは、2次元で3次元的空間を表現する手法である（図10のD1）。そのためには、平面に重なり大きさ、きめ勾配の要因を利用し、平行線が収束するという効果が加えられている。これは透視法と呼ばれ、視点と消点、視錯面（45°～60°程度）などを変えることによって作画することができる。1点、2点、3点透視あるいは線状透視図法がある（Ching, 1985; 1987）。遠近法の背景に置かれた図形は、遠近法の効果によって歪んで見える（図10のD2）。

重なり（図10のE）とは、重なり隠されたほうが遠くに見えることである。

陰影（図10のF1）とは、影によって立体感を感じることである。図と地の区分にも関係する例だが、図10のF2は、「地」文字は実際には書かれていないが、陰影による図と地の分化が起こり、文字が見え、奥行き知覚が生じてくる。

濃淡の勾配（図10のG）とは、濃淡が系統的に変化することによって立体感を感じることである。図10のHは、天地を逆にすれば、凹凸が逆になる。

色合いとは、色合いの鮮やかなものが手前に感じることである。

濃淡（図10のI）とは、濃度の濃いものが薄いものより近くに見えることである。

v　聴覚における錯覚

音の錯覚として、オーボエの音が常に実際に鳴っている位置より遠くに聴こえることや、高い音は低い音より約7センチ高い位置で鳴っているように聴こえることが、古くから知られている（鈴木, 1997）。近年では、音の錯覚として、無限音階の存在が明らかになった（Shepard, 1964）。無限音階とは、無限に上昇する感覚を生じさせる音である。

西村（http://adlib.rsch.tuis.ac.jp/~akira/demo/circular.html）は、無限音階の作成法を紹介している。

Shepard（1964）は、オクターブ間隔の成分音で構成される調波複合音のピッチを120セント（cent）ごとに上昇させ、無限音階を作成した。Shepardはこのようなピッチ感覚をもたらす要因として、それぞれの部分音の周波数が近付く方法に複合音のピッチの動きを感じる、という近接の要因が働いているとした。また、このような音は、音の音色的な高さ（tone height）を一定に保ち、音の調性的な高さ（tone chroma）の円環に沿ってピッチがオクターブで循環することをあらわしている、と指摘している。

一方、Burns（1981）は、成分音の間隔がオクターブでない非調波複合音を用いても、Shepard Toneと同様な知覚内容をつくり出すことができることを示した。つまり、オクターブの等価性やtone chromaの円環は、このような音の知覚の説明には不必要であり、分析的な聴取態度によって、聞き取る成分音のピッチにおける近接の要因が、重要であることを示唆している。また、このような音に慣れることにより、上昇し続けるピッチが途中で急に下がるように聞こえやすくなり、その手がかりには個人差が大きいことも示している。

西村ほか（1994）は、成分音のピッチに近接の要因が働かないような調波複合音でも、ピッチが上昇し続けるように聞こえる音を作成している。このことは、物理的には存在しない複合音の基本音の高さにも、近接の要因が働くことを示している。

vi　触覚における錯覚

触覚における錯覚として有名なものとして、アリストテレスの錯覚とよばれるものがある。これは、人差し指と中指を交差させ、その間に細い棒をはさむと、1本の棒が2本に感じられる現象である（今井, 1984）。

2点同時に皮膚を刺激するとき、2点が近いとき2点の中間に刺激が加えられたと感じる（岩村, 1982）。この時に刺激は1点のときより強く生じる。漏斗現象（funneling）と呼ばれるものである。2点にちょうど識別できる距離の感覚は1点のみの刺激より小さく感じる。これは隠蔽効果（masking）という。

vii　運動感覚における錯覚

運動感覚にも錯覚は起こる。大きさや重さの錯覚はよく知られており、シャルパンティエの錯覚（Charpentier's illusion）と呼ばれている。同じ重さのものでも、体積の大きいものは重く感じられる現象である（今井, 1984）。

弛緩下筋に100 Hzの振動刺激を与えると、動いたような錯覚が起こる。関節をおおう皮膚も関節の動きを感知している。したがって、運動感覚は、関節や筋、皮膚の受容器が複合して発生し、脳の記憶も重要な働きをしているらしい。

運動しているものに対して、あるいは動きに対しても錯覚が生じる。実際運動（real movement）、仮現運動（apparent movement）、ベータ運動（beta movement）、誘導運動（induced movement）、自動運動（autokinetic movement）、運動残効（motion aftereffect）、車輪の錯視（wagonwheel illusion）などがある。

実際に動いている物体は、周囲の状況によって著しく変化する（八重嶋ほか, 1986）。周囲の枠組みが大きくなるほど物体の速度が遅く感じる。このような現象を、実際運動という。枠組みを10倍大きくすると、もとと同じ速度を感じるには6.8倍にしなければならない。

仮現運動とは、実際には動いていないものが動いているように見える錯覚である。踏み切りの点滅信号機のように離れた2つの光点が適切な間隔で点滅すると、1つの光点が往復しているように見える現象である。アニメーションや映画、テレビ画面のように、静止画がすこしづつ動くことによって連続したみかけの運動に見えるものを、ベータ運動あるいはシネマ性運動と呼ばれ、仮現運動の典型的なものである（八重嶋ほか, 1986）。刺激の強度、空間感覚、提示時間、時間間隔などによってかなり規則的に変化するがわかっている。

誘導運動は、実際には動いてないものが動いて見える現象である。流れる雲が月にかかると、月の方が動いて見える（今井, 1986）。隣の電車が動いているのに、自分の乗った電車が動き出したと思うことがある。また、橋の上に立って流れを見つめていると、自分が上流に向かっていくように感じることがある。背景を動かして、前の人が動いているように見せる動画もこのような誘導運動の効果を利用している（八重嶋ほか, 1986）。このように、枠組みとなるものが動くと、実際には動いてない対象物が動いているように見えることがある。

自動運動は、枠組みがない場合、対象物がふらふらと動いて見える現象である。例えば、暗闇で1個の小さな光を見つめていると、その光点がふらふらと動いているように見える（八重嶋ほか, 1986）。眼球運動との関連が予想されるが、複雑な関係だと考えられている（田中, 1988）。

運動残効とは、運動するものをじっと見ていたあと、静止した部分を見ても、動いているように見える。運動残効は、運動残像（movement afterimage）とも呼ばれ、滝の錯覚（fall illusion）やうずまき残効（spiral aftereffect）などがある。滝の錯覚とは、滝をじっと見た後、別の静止面が滝と反対方向に動くように見える現象である。うずまき残効とは、回転するらせん模様を見つめたあとで、静止した円盤が膨張したり収縮したりする現象である。

車輪の錯視は、馬車の車輪、現在では車のタイヤの方が一般的だが、進行方向とは逆に回転しているように見える現象である。

viii　時間感覚における錯覚

ある一定時間でも、その時間内に注目すべき現象が少ないと短く、多いと長く感じる。このような効果にカッパ効果（κ-effect）とタウ効果（τ-effect）と呼ばれるものがある（相場, 1997）。

カッパ効果（κ-effect）とは、空間が主観的時間に影響を与えるものである。同じ時間間隔で点滅する3つの明かりが、違った間隔で置かれると、空間距離の長いほうが長く感じる現象である。空間の広がりと同じ方向に時間も延びていくことである。

タウ効果（τ-effect）は、カッパ効果の反対で、時間が主観的空間への影響である。等間隔におかれた3つの明かりが、それぞれ違った時間間隔で点滅するとき、点滅の間隔が短いほうが空間的に近く感じ、時間が長いほうが離れて感じる。

III　認知心理学とはどんな学問か

認知心理学がどんな学問か知るために、以下では心理学の起源とその発展、認知心理学にいたる流れをまとめる。さらに、認知心理学のカバーする分野を整理する。

1　心理学の歴史

心理学の起源は、ギリシア時代の自然哲学までさかのぼる。アリストテレスの「霊魂論」は最古の体系立った心理学書であるとされている。最初に今日のような心理学という用語を用いたのは、18世紀のヴォルフ（C. Wolff）である（今井, 1986）。

19世紀の欧米では、実証主義の気運が起こり、科学が活性化した。そのなかに、生物の身体的構造だけでなく、動物の行動をも実証科学的に研究をおこなう風潮がおこった。G. J. RomanesやC. R. Darwinなどがその先駆者となる（鹿取・杉本, 1996）。

現代心理学の源流として4つの流れがあり、19世紀後半にヴント（W. M. Wundt）が科学的心理学として体系立て、今日にいたっている（今井, 1986）。

4つの流れの1つ目は、イギリス経験論である。イギリスの経験論は、ロック（J. Locke）から、ヒューム（D. Hume）、ミル（J. S. Mill）を経て、スペンサー（H. Spencer）までの200年間にわたって連想心理学（association psychology）として発展してきた。連想心理学とは、観念と感覚の連想による組み合わせで、複雑で高等な精神現象である。かなり機械論的な連合主義の一種である。元来は内観法だけを武器としたが、後には実験法と結び付く。認識の起源とその成立過程を解明しようとするものである。この流れがヴントによる実験心理学の体系につながる。

現代では連想心理学は、連想概念そのものの見直しが行われ、われわれが比較的少数の単語しか知らなくて

も、かなり複雑な推理が可能な状況を模した「連想機能を持つコンピューター」の開発まで企てられている。

2つ目の潮流は、神経生理学に由来するものである。実験生理学の父ミュラー（J. Muller）が1833から7年をかけて書き上げた著書「人体生理学提要」は、感覚と生理学を結びつける重要な役割を果たした。19世紀後半になると、神経や脳の研究あるいは観測手法の発展により、感覚の生理学は大きく進歩した。

第3の潮流は、フェヒナー（G. T. Fechner）による1860年出版の「精神物理学」で集成された研究である。その内容は感覚の測定で、実験心理学の確立に重要なものとなった。フェヒナーによって、精神物理学が創設された（鹿取・杉本, 1996）。

第4の潮流として、個人差の研究がある。天文学者のベッセル（F. W. Bessel）が先鞭をつけた。反応速度には個人差があり、精神能力の差が計測できるのではないかと考えられた。個人差の測定とその統計的分析法は、やがて能力の相関や、因子分析法、そして計量心理学あるいは数理心理学となり、現在のコンピューター科学や数理科学へとつながる。

このような潮流は、ニュートン物理学の力学的自然観に強く影響を受けている。還元主義的科学の風潮の中に心理学もあったわけである。

19世紀後半に、ヴントは「生理学的心理学綱要」を体系化し、心理学実験室を開設し、心理学の専門誌を刊行した。さらに、生理学的心理学の範囲を超える人の高次精神過程について、1900年から20年を要して出版された「民族心理学」で、心理学の独立と体系化を達成した。

ヴント心理学は、経験科学として、従来の形而上学的な観念を排除した。自然科学が経験内容を経験主体から切り離して考える間接的経験の学問とすれば、心理学は経験の全内容を主体との直接関わりとして考える直接経験の学問と意義付けた。そして「意識ー内観」と「要素ー連合」の理論を確立した。

ヴント心理学は、ブレンターノ（F. Brentano）の作用心理学、エビングハウス(E. Ebbinghaus)やミュラー（G. E. Muller）の実験心理学、ヴュルツブルグ大学のキュルペ（O. Kulpe）を中心とするヴュルツブルグ学派などに多大な影響を与えた（鹿取・杉本, 1996）。

その後、ヴント心理学における要素ー連合主義の批判の中心となったのが、ベルリン学派のゲシュタルト心理学である。ウェルトハイマー（M. Wertheimer）の仮現運動がその始まりである（1912）。

ゲシュタルト心理学（Gestalt psychology）とは、精神現象を、概念と感覚という要素の結合ではなく、全体は部分の総和以上のものとなるとし、その全体を直接記述することから出発すべきだと主張するものである。ゲシュタルト学派は、視覚に知識や認知的推論とは独立におこる現象があり、知覚固有の現象の法則を見出そうとした（鹿取・杉本, 1996）。ちなみにゲシュタルトとは、ドイツ語のGestaltで、形態やまとまりある構造を持ったものという意味である。

その成果が最も顕著だったのは、知覚過程の現象学的記述だが、この派のケーラー（W. Kohler）やコフカ（K. Koffka）たちは、記憶、思考などにもこの原理を適用し、連合派の枠組みからは達成できなかったいろいろな事実を解明した。また、どの学派も十分に取り扱えなかった意志行動については、集団力学を唱えたレビン（K. Lewin）が実験的に貢献をした。このゲシュタルトも条件発生的究明が、実験現象学へとつながる。

ヴント心理学の意識ー内観主義の批判を中心となったのは、エンジェル（J. R. Angell）のシカゴ学派である。彼の考えは、生活体と適応活動における心の機能や効能を重視する機能主義であった。機能主義から意識面を抜き去れば「行動主義」となり、認識論へいけばプラグマティズムとなる。

行動主義とは、ワトソン（J. B. Watson）によって、心理学は純粋に客観的な自然科学の一部となるべきだと考えられた。刺激ー反応という単位で複雑な行動を分析されなければならない。彼の理論は、「S-R心理」とも呼ばれる。

1930年頃には、新行動主義あるいは操作的行動主義とも呼ばれる「S-O-R心理学」へと移行した。S-O-R心理学とは、生活体の内的諸過程を媒介変数として、独立・従属変数から操作的に概念化することである。スチーブンス（S. S. Stevens）は、「心理学と科学の科学で物理学で生じた操作主義を心理学へと持ち込んだものである。

現在、新行動主義の流れは、学際的な行動科学へとなり、行動療法などの利用がなされている。

20世紀初頭のフランスでは、フロイト（S. Freud）を中心に無意識の重視という「意識なき心理学」が提唱され、精神分析学の基礎となった。結果として、ヴントの意識ー内観主義を批判することとなった。フロイトの説は、当初臨床治療の技法を用いたが、しだいに臨床を離れて、一般的なパーソナリティー理論となり、現代の人間観を代表する学説の一つにまでなった。

フロイト派はその後、アドラー（A. Adler）の個人心理学やユング（C. G. Jung）の分析心理学、フロム（E. Fromm）の新フロイト派、マスロー（A. H. Maslow）の人間主義心理学へと発展していった（今井, 1986）。

1960年代になると、新行動主義やゲシュタルト学派の流れである実験現象学は認知心理学へとなる。その背景には、コンピューターの急速な進歩と情報理論の発達があった（今井, 1986）。

2　認知心理学

認知心理学（cognition psychology）は、認知に関する心理学と認知論の立場に立つ心理学の2通りの意味を持つ（大山, 1990）。前者には知覚心理学や学習心理学などと並ぶような心理学となり、後者はゲシュタルト心理学や行動心理学と並ぶものである。本稿では、前者の意味で用いている。

認知心理学とは、内部過程を客観的方法で解明することが特徴づけられる。各種実験的方法が開発され、現象の規定因の解明を目指している。近年では仮説的理論モデルを示し、その有効性を実験的に検証しようという方向性で研究が進められている。これは、コンピューターの発達により進んでいる。このような仮説

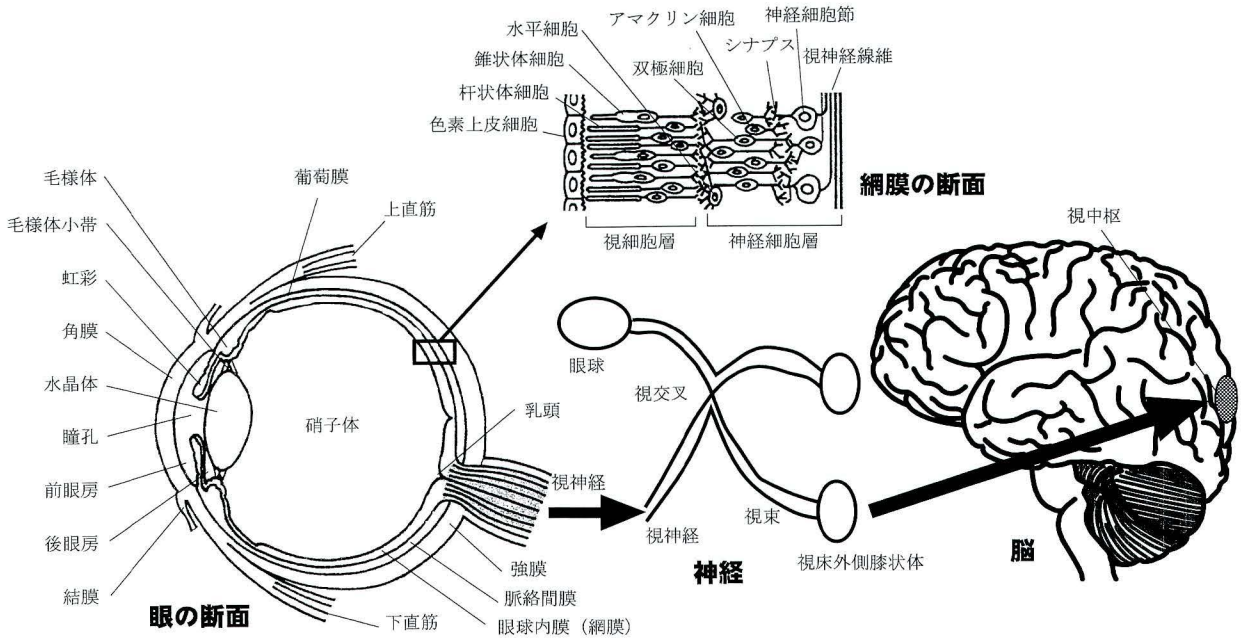


図 11. 視覚の情報処理システム．図は，Zilli（1981）を基に作成した．

→実証というプロセスを加えることによって、実験的方法だけでは難しい理論モデルを補うことが可能になった（大山, 1990）。

ただし、このような複雑なプロセスを経た研究は、どこまでが実証的事実で、どこからが仮説的モデルかを区別して評価していく必要がある。

感覚および知覚についての知識を実用的応用する技術および科学を知覚的工学（perceptual engineering）あるいは知覚工学、応用知覚心理学と呼ぶ（秋田, 1989）。認知心理学の応用分野として、教育心理学、産業心理学、臨床心理学、交通心理学、環境心理学、老人心理学などがある（大山, 1990）。

特に、教育心理学は、著者の着目するところである。しかし、教育心理学の目指すところは、知識の獲得と問題解決のメカニズムや、教科や教室での適用過程に重点が置かれている（Gagne, 1985）。

実際に知覚工学の応用として、色彩感覚は、色彩環境として都市計画や建築室内のインテリアへ応用されている。（柳瀬, 1989）。また、明るさ感覚は、照明工学として、灯や照明の仕方、背景や雰囲気のつくり方などに利用されている（河合, 1989）。音響工学では、音感を音楽や音響装置、あるいは騒音対策などに利用している（難波, 1989）。空間知覚は、都市設計、建築室内設計などの建築の分野に応用されている（乾, 1989; 中村, 1989; 近藤, 1989; 白石, 1989）。また、嗅覚はアロマセラピー（aromatherapy）に（外池, 1989）、味覚はうま味調味料などの食品開発に（山口, 1989）、触覚は織物の風合いの決定に（熨斗, 1989）、温感は暖房の設計（花岡, 1989）などに利用されている。

IV　視覚

ものの形や色、外界の明暗など、光による情報を感じる感覚を視覚という。ここでは、視覚の概要をまとめる。

1　見えるということ：生理学

視覚には、光が必要である。ここでいう光とは、電磁波を意味する。視覚の主要器官は眼である（図 11）。瞳孔から入った光は、水晶体を通り、網膜に達する。光が網膜に到達すると、視細胞の光化学的変化が起こり、生物物理化学的な一連の過程を経て、信号として中枢に送られる。脳はこの信号を解読して、知覚し、認知する（秋田, 1982）。

眼球は、重量約 7.43 g、前後径約 24.2 mm のほぼ球形をしている。頭蓋骨の骨性眼窩内にあり、前方は眼瞼、周囲は眼窩脂肪体に包まれている。眼球は、外側から、強膜、脈絡膜、眼球内膜の3層の壁からなる。このうち、眼球内膜が網膜となっている。眼球内部は、硝子体（晶子体）と呼ばれるゼラチン様物質で満たされている。

脈絡膜は、眼球の前方では、肥厚して毛様体となり、その内側では、虹彩となっている。虹彩の中央部には円孔があり、瞳孔となる。瞳孔の後方には水晶体があり、毛様体小帯によって支えられている。

光は、虹彩によって光量が調整され、瞳孔を通って入ってくる。水晶体によって屈折され、網膜に結像する。

視覚の光受容器は、網膜の中の視細胞と呼ばれ、約1億2000万個の桿体と約6000万個の錐体の2種類がある。錐体は中心窩に集中し、逆に桿体は周辺部に多い。視細胞には感光物質が含まれている。感光物質は、光を吸収することにより、その物質の構造が変化し、視細胞の Na^+ 透過性が減少し、過分極（受容体電位）が生じる（小林, 1992a）。

錐体は、明所で機能し、空間分解能と時間分解能が高く、色識別機能を持っている。錐体には、光の吸収度の異なる3種類の感光物質があり、それぞれ別の錐体に含まれている。サイアレノーブは440～450 nm の青の光を吸収する色素で、クロロレーブは525～535 nm の緑の光を吸収する色素、エリスローブは555～565 nm の

赤の光を吸収する色素である。この中で抽出されているのは、562 nmの最大吸収波長をもつ、ヨドプシンである。ヨドプシンは、レオナールとオプシンの結合物である。錐体が3種の光を区別することから、色覚に関与していると考えられている。

桿体は、暗所でも機能し、感度が高く、分光速度の最大値は505mmの波長にある。桿体にある感光物質は、ロドプシン（視紅）と呼ばれるものである。ロドプシンは、レチナールとオプシンとの結合物で、ロドプシンに光があたると、2つの結合が切断される。

視細胞で受けた情報は、視神経に伝達されて、視交差を経て、視床外側膝状体に達する。外側膝状体のニューロンの軸策を通り、後頭葉内側面の線条野に達する。線条野からさらに周囲の視覚連合野（視中枢）に伝わって高次の処理を受ける（鹿取・杉本, 1996）。

2　光とは

光とは、電磁波の一種で、一般に人が知覚できるものを可視光と呼ぶ。視覚を刺激する範囲の電磁波の波長は、380～780 nmである。

光の物理的な基本的特性として、波長（wavelength）、強度（intensity）、純度（purity）の3つがある。波長（λ）とは、ある瞬間における媒質の各点の変異を連ねた曲線（波形）の山と山や谷と谷の距離をいう。波長は、光速（c; 3.00×10^8 m/s）を振動数（f; Hz）で割って求められる。波形の山もしくは谷の高さを、強度あるいは振幅という。純度とは、主波長に混入している他の波長の比率で表される。

心理学では、光の性質を記述するにあたり、いくつかの物理量が用いられている。電磁波の単位時間当りの放射エネルギー（W）を放射束という物理量で表す。光の単位時間当りの光量（lm、ルーメン）を光束という心理物理量で表す。光に対する視覚の感度は波長によって異なるという特性があり、視感度曲線K（λ）で表す。人の視覚の最大感度波長555 nmでKを規格化したものを比視感度曲線V（λ）と呼び、

$$K(\lambda) = K_m \cdot V(\lambda)$$

で表される。ここでK_mは、683 lm/Wという定数である。電磁波から光束への変換は、

光束（lm）＝放射束（W）×K（λ）

という関係式でおこなえる。

3　色覚とは

光の物理的特性だけを人は感じているのではない。色は人の付帯的体験である（大山, 1994）。もちろん、色と光には密接な関係があり、色は光の特性に依存しているが、それだけではない。

色の感覚は、色相（hue）と、飽和度（saturation）、明るさ（brightness）の3つの属性で記述できる（松田, 1995）。このような3つを色の基本的属性と呼ぶ。

色相は、色名によって定義される光の性質で、色調とも呼ばれる。色相は、色の見え方の質的な違いを表しており、色の心理学的属性の代表的なものである。色相の違いは、網膜に達する光の主波長（dominant wavelength）によって決まる。

主波長の純度は落ちると、視覚的には色相の鮮やかさの程度が低下する。このように心理的次元で変化する色の属性を飽和度という。飽和度は、彩度（chromatic value）とも呼ばれる。彩度は、物質の色に対して用いられることが多く、無彩色に比べてその色相をどの程度含んでいるかという、色の純粋さの程度をあらわす用語である。

光の輝度が変わると、色相は変わらないまま明るさが変化する。明るさとは、光の知覚された強さである。色の強度に相当するもので、明るいから暗いにわたる変化である。物質の色の場合は、物質の反射率（reflectance）が、色相の明るさを決め、明度（lightness）とも呼ばれる。

人が受光できるもっとも感度のよいところでは、2 nmほど離れた2つの光を区別できる。したがって約150種の色相が区別できるうえに、150の色相における明るさと飽和度の差を区別できるので、人は膨大な色の区別が可能である。

波長の異なった2種類以上の色が同時に見えると、別の色と認識される。異なったスペクトル光を加えてつくった混色であることから、加法混色と呼ばれる。一般に3つの十分隔たった波長によって、どのような色の混色をつくることができる。

絵の具や色素の混合によっても異なった色をつくることができる。色素とは吸収特性の違いによるものであるので、混色は2重の吸収を受けた後の色で、減法混色と呼ばれる。

混色によって白色になる2つの色を、互いに補色関係にあるという。補色に近い色を接して置くと、互いに飽和度を強め、鮮やかさを増す。このような関係を同時対比という。ある色を見た後、補色関係にある色を見ても対比現象が起き、継時対比と呼ばれる。

強い光を受けた後、光がなくなっても像が網膜に残ることがある。このような現象を残像という。残像には、同じ色の像が短時間出現する陽性残像と、その後補色の像が出現する陰性残像がある。

色覚は、分光感度の異なる2種類以上の錐体の存在によって、始めて認知される。通常、人には3種類の錐体が備わっていると考えられている。しかし、18世紀末のダルトン（J. Dalton）以来、3色型、2色型、1色型の個人差があることが知られており、色盲と呼ばれる。

4　明暗

明るいところから暗いところに行くと、しばらく見えなくなるが、そのうち見えるようになる。このような現象を暗順応（dark adaptation）という。暗順応は、約8分間に急速な順応（第1相）と、その後30分～1時間要するゆっくりとした順応（第2相）に分かれる。この暗順応曲線の屈曲点をKohlrausch曲点という。

急速な暗順応は錐体におけるヨドプシン合成により、ゆっくりとした暗順応は桿体におけるロドプシンの合成によるものである。桿体にロドプシンが多く合成されると、網膜の光感度は明所での1万倍良くなる。

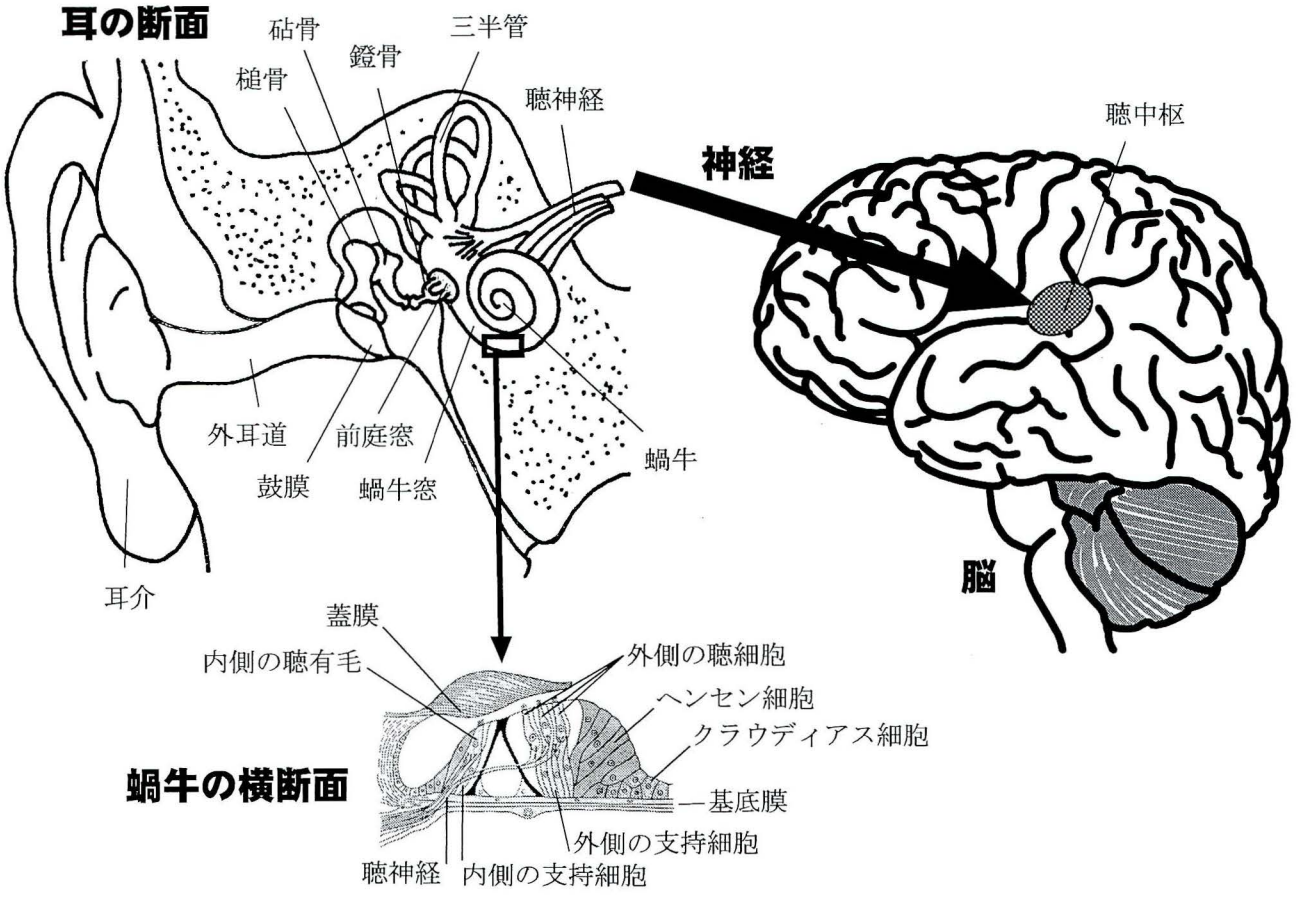


図 12. 聴覚の情報処理システム．図は，Zilli（1981）と小林（1992）を基に作成した．

急激に明るいところに行くと、まぶしく感じるが、しだいに普通に見えるようになってくる。これを明順応（light adaptation）と呼ぶ。明順応では、ロドプシンやヨドプシンの分解によるもので、両物質の量が減少すると網膜の光感受性が低下する。明順応は、30 秒～1 分で完了する。

5　芸術家達の挑戦

心理学発展より以前から、芸術家や建築家は、人の視知覚と錯覚を応用していた。

B.C.2～3世紀のギリシア建築、例えば、パルテノン宮殿は柱の線が錯覚で少し曲がって見えるので、わざと反対側に曲げて、まっすぐに見えるようにつくられている。

15～17世紀のルネサンス後期には、ミケランジェロやボッロミーニなどのローマの画家や建築家は、奥行きや大きさを大きくする遠近法の錯覚を利用していた。

17世紀のオランダの画家は、「遠近法観」や「覗きからくり」と呼ばれる箱の内壁に絵を描いた（Shepard, 1990）。片目で覗き穴を通して見える3次元的光景が、箱の大きさよりははるかに大きく見えるものである。

ルネッサンス以降、画家は線遠近法、大気遠近法、あるいはわざと逸脱するなどの手法を発展させた。

Shepard（1990）は、だまし絵の効果的手法として、線遠近法、大気遠近法、隠蔽、地平線に対する近さがあるとした。クボヴィー（Kubovy, 1986）は、遠近法による作品が立体的見えるためには、次のような、注意点が必要であるとした。

絵の面自体のきめがわからない程度に離れてみること、両眼視差による違いから無視できるほど離れること、あるいは片目で見ること、運動視差が生じないように静止してみること、観察位置が遠近法の距離と向きが同じであること、絵の縁が見えないこと、絵の中の明暗は照明と合致することである。

これは、まさに博物館におけるジオラマの作成における注意点とも、読み替えることができる。

印象派、点描派、キュービズム、シュールレアリズム、抽象表現主義、オップアートなども人の視覚への実験的挑戦とみなせる。特にオップアート（Op Art）と呼ばれるものは、芸術と科学の融合したものである。オップアートは、1960年代初期に、バサリー（Victor Vasarely）によって始められたオプティカル・アート（Optical Art）を省略したものである。心理学的効果を非常によく利用している（Wade, 1982）。

絵画における代表的な実験者として、レオナルド・ダ・ヴィンチ、ウィリアム・ホガース、パブロ・ピカソ、サルヴァドール・ダリ、パヴェル・チェリチェフ、ジョセフ・アルバース、ヴィクトール・ヴァザルリ、ブリジット・ライリーなどが挙げられる。なかでも、オランダのモーリッツ・エッシャーとベルギーのシュールレアリズム画家ルネ・マグリットは、視覚トリックを意図して利用した作品を数多く発表した。

最近では、ホログラフやコンピューターを使ったバー

チャルリアリティー（Virtual reality、仮想現実）、3D映像なども利用されてきている。

V　聴覚

空気中の振動を感じる知覚を聴覚という。ここでは、聴覚の概略をまとめる。

1　聞こえるということ：生理学

聴覚には、その機能から、音刺激を受容器まで伝える伝音系と、受容器と神経系および中枢を合わせた感音系に大別することができる。

伝音系は、外耳、中耳、そして内耳からなっている（図12）。外耳は耳介、外耳道および鼓膜から、中耳は鼓室と耳小骨から、内耳は前庭三半規管と蝸牛からなっている。

外耳の耳介は、集音機能を持つ。外耳道は約35 mmの長さがあり、音圧を減衰させることなく鼓膜まで伝える。鼓幕は、外耳と中耳の境界にある薄い膜である。鼓膜は中央部分で内側に凹の形態をしており、音によって鼓膜が振動する仕組みになっている。中耳では、鼓膜の振動を耳小骨と総称される槌骨、砧骨そして鐙骨の3つの小さな骨が音を伝達する。ここで音圧は、元の音の約15倍に増幅される。

耳小骨の振動は、内耳の前庭の前庭窓から、三半規管と蝸牛に伝わる。三半規管は音知覚ではなく、主として平衡感覚に関与している。蝸牛は2.75回巻かれた約3 cmの巻貝状の管である。蝸牛の横断面は、前庭膜と基底膜によって3つの階に分けられている。上から前庭階、蝸牛階、鼓室階になる。前庭階と鼓室階は外リンパで、蝸牛階は内リンパで満たされている。前庭窓の振動は、外リンパを振動させ、蝸牛頂まで至り、蝸牛孔をとおり、鼓室階に伝わる。そして、蝸牛窓から基底膜にある有毛細胞（聴細胞）に伝わり、聴神経（蝸牛神経）への刺激となり、音が受容される。

聴細胞からの音の伝達は、感音系となる。有毛の聴細胞は、内側有毛細胞（約3,500個）と外側有毛細胞（約12,000個）からなり、頂部を覆うように蓋膜がある。このような一連の器官を、コルチ器という。

聴有毛には、長短2種の線維がある。短い線維は高い周波数の音に、長い線維は低い音に反応する（八重嶋ほか, 1986）。基底膜上の聴細胞によって信号に変換され、聴神経（蝸牛神経）を通して聴覚中枢に送られる。

外リンパの振動によって、基底膜が振動して、コルチ器も振動する。コルチ器の振動は、聴有毛と蓋幕との摩擦によって、聴有毛の方向が変化する。その後、聴有毛の方向によって受容器電位が生じる。

受容器電位は、シナプスを通じて聴神経に伝わり、蝸牛神経核に至る。その後、第二次ニューロンから上オリーブ核、第三次、第四次のニューロンを経て、大脳皮質側頭葉聴野に伝わる。

このような一連の音の伝達経路以外に、2,000 Hz以上の高周波の音は、その一部が頭蓋骨から直接内耳に伝わる。あるいは、耳小骨を振動させて、内耳に伝わる。このように音の伝達を骨伝導と呼ぶ（小林, 1992b）。

2　音とは

音とは空気の振動で、振動とは空気の粗密による密度変化である。その変化は、2×10^{-7} ～ 10^{-8} Pa程度で、毎秒20 ～ 20,000回（Hz）変動している。

JIS-Z 8106の音響用語（一般）では、音または音響とは、「(1) 弾性波で、正常な聴力を持つ人に、聴覚的感覚を起こす周波数範囲のもの、(2) 上の弾性波によって起こされる聴覚的感覚」と定義されている。(1) を音刺激、(2) を音感覚と呼ぶ。

音刺激と音感覚に対応している音の属性は、高さ（pitch）と大きさ（loudness）、音色（timbre）である（八木, 1997）。強さ（amplitude）と回数（time）だけが、あらゆる音の基本要素であるという考えもある（鈴木, 1997）。ここでは、音を高さ・大きさ・音色の3つ要素で考える。

音に関するこの知覚は、大きく分けて二つの現象として起こる（鈴木, 1997）。一つは現実の音知覚で、実際に聴こえる音に対する聴感覚の能力である。もう一つは内的音知覚と呼ばれるイメージとしての音の知覚、認知である。音知覚あるいは音楽的知覚には、音高知覚、音程知覚、音色知覚、音長知覚、音量知覚、協和知覚、音数知覚、空間知覚、音構造知覚などが知られているが、それらは個々の能力ではなくゲシュタルトとしての音に対するその時その時に有機的かつ総合的に生ずる能力である（鈴木, 1997）。

聴覚の精神物理学的研究は定常音が用いられてきた。定常音とは、刺激を与えている時、時間的変化を伴わない音である。定常音による実験によって、1930年代にすでに高さ、大きさの弁別閾、等価値、可聴範囲、空間定位、マスキングなどの基礎的研究がなされた（難波, 1982）。

i　音の高さ

音の高さ（音高）とは、振動の周波数（振動数、Hz）の違いである。周波数fと波長λ（m）には、

$$v = f \cdot \lambda$$

という関係がある。ここで、vは音速（m/s）である。音楽においては、周波数が2倍になるとオクターブ高くなるという。

音の高さは、音楽の世界ではピッチ感覚（pitch following）と呼ばれる。楽器のチューニングする時などに必要とされる能力である。音高知覚には、感覚的な「絶対音感」と、認知的な「相対音感」がある。絶対音感による音の高さの知覚は単純な聴覚訓練によるものであり、相対音感による音の高さの知覚は音程認知による知的認知の領域である（鈴木, 1997）。

絶対音感をもつ者は、特定の基準音に依存することなく、その高さを言い当て、イメージすることができる。絶対音感にはいくつかの種類がある。例えば、特定の楽器などの音だけに働くもの、特定の音域（周波数帯）だけに働くもの、特定の音の高さだけに働くものなどである。会話に用いる音声は、それぞれの人によって異なる音色と基準音があり、誰が話しているのかは眼を閉じていてもわかる。したがって、ある種の絶対音感は、誰にでも備わっている能力でもある。

音階による音高認識は、後天的学習により、音楽的経験を通して、少しずつスキーマを形成している。音高認識のメカニズムは、聴覚刺激を自分の持つ音高テーブルと照合して何の音が鳴ったと認知している。

オーケストラの演奏のような場面では厳密なピッチを出している楽器など殆どなく、それぞれが微妙にずれることから起こるコーラス効果の方がむしろ心地よく聞こえる（鈴木, 1997）。

二つの音高の差を音程という。音程は、基準となるピッチに基づいて識別される。明るく力強い印象を与える会話は、単語のピッチ変化の幅が通常の会話より大きく、アクセントも強調される。葬儀の挨拶のような場合は、逆に縮小される傾向がある。その表現が気持ちとして相手に伝わるのが、ニュアンスと呼ばれるものである。悲しみを表すニュアンスの場合、音程の幅は通常より縮められる。このような音程で構成される音階を短音階と呼ぶ。

音階は、自然倍音による協和音程によってつくられている。同時に複数のピッチが発生する場合、協和する音程とそうでないものがある。協和する音程による完全四度や完全五度のような完全協和音程がえられ、その組み合わせだけでできる音階を純正調音階と呼ぶ。この調律方法は、ピタゴラス音階が有名であるが、近年はあらゆる調で演奏できる平均律が用いられている。

純粋倍音による響きには透明感があり美しいが、和音が和音としてではなく音色の一種のように聞こえてしまう欠点がある。最悪の場合、あまりに融け合いすぎて、必要な音がマスキングされて聞こえなくなることも起こる（鈴木, 1997）。

ii　音の大きさ

音の大きさは、音量あるいは音圧と呼ばれる。Paの単位では、人が聞き取れる大きな音は、小さな音の105倍ほどの値となる。対数を使って音圧を表わすと、人の聞き取れる音は、0～120（dB）の範囲と表わすことができる。

正常な可聴周波数は16～20,000 Hzである。音量として、100 dBを超えると不快感が生じ、140 dBが最大の可聴域となる。140 dBを超えると、痛覚が生じる。

日常生活における騒音は、一部の例外を除いて、複雑な周波数構造、時間構造を持つ。大きい音は、騒音になりやすい。JIS-Z 8106の音響用語（一般）では、騒音は、「望ましくない音。例えば音声、音楽などの伝達を妨害したり、耳に苦痛、傷害を与えたりする音」としている。

年齢の増加に伴って、高音の可聴限界は低下する。つまり、年をとると「耳が遠くなる」。聴力が、加齢のためではなく、著しく低下していると、難聴という疾患となる。

音の大きさは、基底膜の振幅の違いが、インパルスの頻度の違いとして現される。音の大きさとインパルスの頻度は、1対1という対応をするわけではなく、聴覚中枢で興奮するニューロン数によっても識別されている可能性がある（小林, 1992b）。

音量知覚には、絶対音量知覚と相対音量知覚の二種類がある（鈴木, 1997）。

絶対音量知覚とは、dB等の単位で表される絶対的な音量に関する知覚である。聴覚の感度の個体差にもよるが、ほぼ0 dBから120 dBまでの音量における任意の音量を特定できる能力である。3 dBごとに音のエネルギーは2倍になるので、音楽家でなくても、12 dB刻み程度なら識別できる。

相対音量知覚とは比較対象となる基準音量との差を認知する能力である。この差の識別精度がスペクトルの識別能力と大きく関わっている。相対音量知覚は同時にいくつか聞こえる音同士の比較だけでなく、クレッシェンド等の時系列変化に対しても作用する相対音量知覚は極めて認知的であると言える。

iii　音色

音色は、JIS-Z 8109　音響用語（音声聴・音楽）において、「聴覚状の音の性質の一つで、二音の大きさおよび高さがともに等しくてもその二音が異なった感じを与える時、その相違に対応する性質」と定義される。さらに「音色は音のスペクトル、波形、音圧およびそれらの時間変化などに関係がある」としている。この定義では、大きさおよび高さ以外は、すべて音色に含まれる。

音色の要因として、基本周波数と振幅エンベロープが重要であり、部分音構造は知覚空間の上では重要でないとされる（難波, 1982）。ヘルムホルツ（Helmholtz）は、音色の相違が音刺激の波形の相違によるものと考え、波形は、音のスペクトル構造（部分音構造）、音の時間的成長と減衰のパターン（時間的エンベロープ）、随伴雑音、位相などによって規定されるとした。またヘルムホルツは、複合音（楽音）の音色は、部分音の数と部分音の相対的強さのみに規定され、位相の差は無関係であるとした。この結論は「位相の法則」と呼ばれる。

音色とは基本波と倍音の含まれかた、つまりスペクトラル（spectral）によって決まる。この基本波に対する倍音の含まれかたは、それぞれの倍音の音量で決まる。

人は、多くの音の特徴を、その鳴り始め（アタック、attack）の瞬間的な音色や音量変化によって区別している。その時間はわずか1000分の1秒とも言われるが、その時間内に識別が完了しない場合もわからない音として処理される（鈴木, 1997）。アタック時における各倍音の音量の時系列変化をアタックのエンベロープという。スペクトラルは、含まれる倍音の音量の違いである。倍音の次数が増えていくと音色は明るくなる（大山, 1990）。音色は、主としてアタックのエンベロープ（envelope）とスペクトラルの2要因で決定される。

本来聴覚は、総合的な倍音の合成結果としての音と、実際に「ド・ミ・ソ」等の複数の音による複合音は区別しない。しかし、スキーマが形成されると、一見同じように聞こえる合成音と複合音も区別されるようになる。このようなパターン認識を伴う聴覚は、認知的である（鈴木, 1997）。

「～のような音」という言い方は音色に対してしばしば用いられるが、この「～のような」という部分こそがその音色を認知するスキーマを代表したものである（鈴木, 1997）。音色に関する知覚は、聴いたことのある音を元にした鋳型照合モードによるパターン認識である。

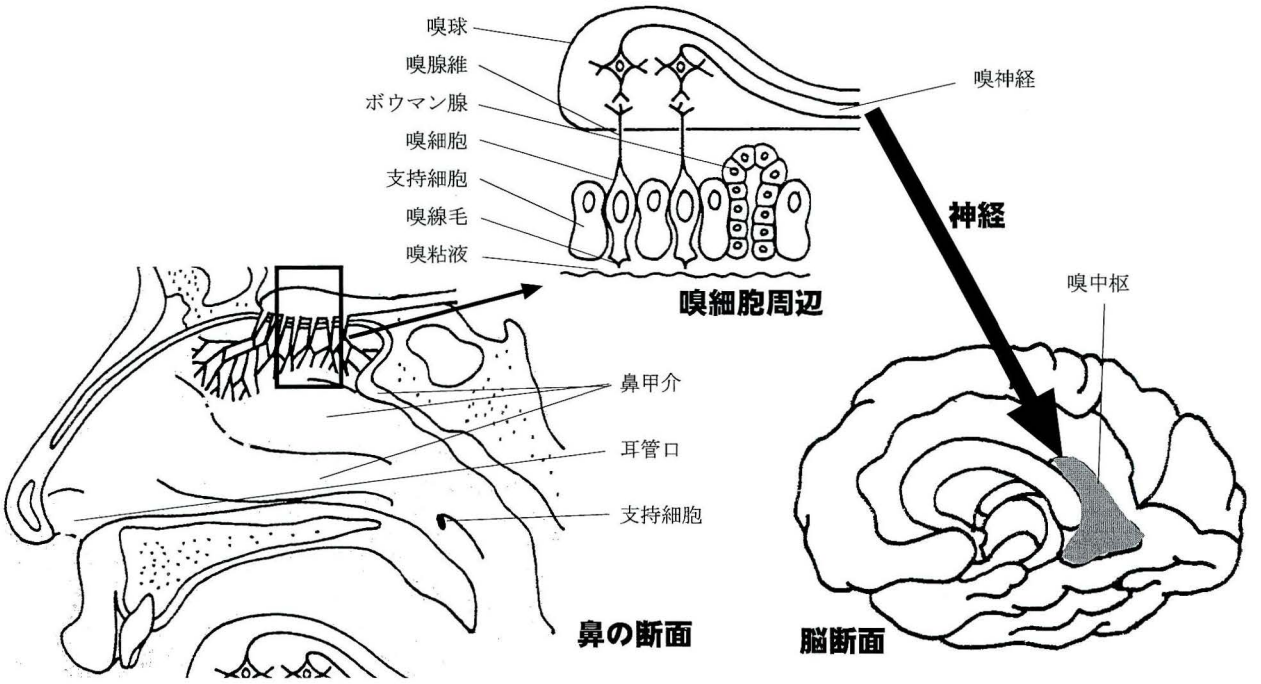


図 13. 嗅覚の情報処理システム．図は，Zilli（1981）を基に作成した．

音色知覚のベースとなるのは音高知覚である。なぜなら、スペクトルの違いが音色の違いであり、そのスペクトルに含まれるあらゆる音の高さを知覚できなければならないからである（鈴木, 1997）。

3　音による空間知覚

音が空間のどこで鳴っているかを知覚するには、以下の3つの手がかりが必要である（村田, 1987）。

・両耳に達する音波の時間差
・両耳に働く音の周波数の位相差
・両耳の受ける刺激の強度差

これら3つの情報は、日常生活では同時に与えられる。

視覚障害者が、エコーだけで、詳細に周囲の状況を把握する時に用いる能力を、定位感覚という。方向と距離の要素を含む空間を音場（アコースティック、acoustic）と呼ぶ。このアコースティックな音は、反射音を含む空間の様々な情報を含んでいる。認知的聴覚は、このアコースティックな音のイメージを仮想の空間として再現する能力である。

4　音楽家の挑戦

バッハ（J. S. Bach）は、前述の無限音階の原理を気づいていたらしく、彼の楽曲には、無限音階の効果が利用されている（Hofstadter, 1979）。例えば、幻想曲とフーガ　イ短調「大フーガ」（BWV. 593）の中ほどの楽節に、無限音階の部分がある。

現在の音楽家も、無限音階を取り入れている。現代の音楽家の例として、YMO と Pink Floyd を示す。

YMO（Yellow Magic Orchestra）の「BGM」というアルバム（CD）に「来たるべきもの（L00M）」という曲がある（http://www2s.biglobe.ne.jp/~n_isago/kizaimemo.ht）。この曲をステージ演奏では、無限音階発生器をシンセサイザーにつけて使われた。この機材は可聴帯域のほとんどをカバーするオクターブの分周器である。オシレータの鋸歯状波を使ってピッチを動かし、ちょうど1オクターブで波形がターンして変わるような変調をかけると、上向きの鋸歯状波だと永遠に上昇していく音が、逆に下向きの波形で変調すると永遠に奈落の底に落ちていく音が得られる。音程の上昇や下降のスピードや、気になりやすい可聴帯域の上側と下側はコンソール卓のハイカットとローカット・フィルターで切って取り除くことができる。

Pink Floyd のアルバム「Meddle（1971）」の Echos という曲のスタジオ盤にも、無限音階と思われる部分があることが知られている（http://www2u.biglobe.ne.jp/~harehare/pinkfloyd/pinkfloyd.htm）。

VI　嗅覚

現代生活では、視聴覚の働きがきわめて大きく、嗅覚の占める割合は小さくなっている。嗅覚は、原始的生活では死活にかかわる重要な役割を果たしてきたが、生活が豊かになると、芸術や精神面での活用が重要になっている。例えば、香料や香水、日本の香道など生活に潤いを与える役目をはたしているし（高木, 1982）、匂いが精神を静め安らぎを与えるような効果があることも知られている。

1　臭うということ：生理学

人の臭いの受容器は、鼻腔天蓋部および鼻中隔にある嗅粘膜（嗅上皮）にある嗅細胞である（図 13）。

嗅細胞と支持細胞、基底細胞および嗅腺（ボウマン腺）などから嗅上皮は構成されている。支持細胞は7～8角形の断面を持ちその頂点に嗅細胞がある。嗅上皮は片側で約 250 mm2 の面積があり、1,000 万～2,000 万

個の嗅細胞がある。嗅細胞は嗅上皮から1 μmほど突出し、数本の嗅線毛が出ている。この嗅線毛が臭いの受容器である。嗅線毛はボウマン腺から分泌された粘液中にある。臭いの刺激物質は、気化するかエアロゾルとして嗅上皮に達する。そして、粘膜上で粘液に溶け込み、嗅線毛に達する。

嗅細胞から出る嗅神経は、篩骨を通り頭蓋腔に入り嗅球に終わる。これを第1次嗅中枢という。

嗅球は大脳前頭葉の下にある。嗅球に入った嗅神経は、糸球（嗅糸状体）に入る。糸球から僧帽細胞や房飾細胞の主樹状突起がからまりあって栗のいが状になった組織である。嗅細胞からの情報は僧帽細胞と房飾細胞へと伝わる。

嗅球から出る求心性線維は、一つが嗅索として梨状嚢や扁桃核をへて前頭葉や海馬などに達し、他方は前交連を経て反対側の嗅球やその他の核にいたる。

その他に補助的嗅神経として、三叉神経、舌咽神経および迷走神経がある。補助的嗅神経である三叉神経は、鼻腔の前部、外側部と鼻孔部で臭いを感じる。舌咽神経は咽頭上部で、迷走神経は咽頭下部の喉頭蓋で臭いを感じる（Henkin, 1967）。

2　臭いの種類

臭いは、原臭（基本臭ともいう）から組み立てられているのであろうか。古くから議論されているが決着はみていない（Engen, 1982）。

古くは、日本では貝原益軒が、香（かうばし）、くさし、焦（こげくさし）、腥（なまぐさし）、腐（くちくさし）の5種を分類している。

西洋ではリンネ（Linnaeus）が1756年に7種（芳香性、香気高い、神々しい妙なる、ニンニク、ヤギ、いやな、催嘔性）に分けている。Henning（1924）は、三角柱状のプリズムの6頂点に原臭があるとした。6個の原臭は、花臭（ジャスミンが代表的）、果実臭（オレンジ）、悪臭（腐敗臭）、薬味臭(コショウ)、樹脂臭（松脂）、焦臭（コールタール）である。心理的秩序では、匂いは5面のどこかに位置付けられ、プリズム内に入る匂いはないと仮定された。

近年ではAmoore（1962）の立体化学説による7種がある。Amooreの7種は、電子顕微鏡で実証できないので否定されている。Amoore（1979）は、嗅盲の研究から、8種の原臭を候補にあげられている。

有機工学では、有機化合物200万種のうち2割に臭いがあるとされており、40万種程度の種類があると推定されている。非常に多様は臭いが、原臭によって組み立てられているのかどうかもわかっていない。

このように、原臭については古くから議論されているが、決着はみていない。臨床的に嗅覚テストに用いられる匂いは、花臭、果実臭、汗臭、焦臭、糞臭、樟脳臭、麝香、石炭酸臭、酢臭、にんにく臭の10種である。

3　臭いの閾値

嗅覚には閾値（刺激閾）がある。閾値は臭い物質の最小量である。嗅覚の閾値は、体調、天候、温度、湿度などによって変動する。人がもっとも敏感なのは、スカトール（4×10^{-10} mg/l）やメルカプタン（4×10^{-8}～10^{-10} mg/l）、麝香（5×10^{-6} mg/l）などの臭いである。人は低濃度の弁別能力は低く、約30％の濃度変化がなければ弁別できない。犬の嗅覚は人のものより8～6桁ほど鋭感である。

嗅覚は非常に順応しやすく、同じ臭いもしばらく嗅いでいると感じなくなる。臭いの順応、同一の臭いに対する選択的疲労とされ、他の臭いに対する感受性は変化しない（栗原, 1992a）。

嗅覚の感受性は、個人差のほかに、生理的、心理的条件によっても変化する。また、感受性の異常として、嗅覚過敏症、嗅覚減衰症、嗅覚幻覚などがある。色に対して色盲や色弱があるように、臭いにも嗅盲や嗅弱がある（高木, 1982）。刺激性の臭いに対する涙やくしゃみは、鼻粘膜にある痛覚神経の刺激により、嘔吐は嗅脳基底部の刺激によって生じる。

4　匂いの芸術

人は匂いを、珍重してきた。香水や香木などの例のように、匂いを芸術にまで高めてきた。日本では香道がある。

香道は、香をたいて楽しむ芸道である。香合（こうあわせ）・薫物合（たきものあわせ）・継（たきつぎ）香などの香遊びは、室町末期から茶道の成立と重なりながら、文学と結び付いた組香中心の香道に成長した。香道で薫物（たきもの）に用いる香木は、竜脳・沈香・白檀・伽羅などがある。

西洋でも、ハーブ（herb）として、香りが楽しまれてきた。ハーブは、固有の香りや色、味と薬効などを持つ植物のことで、民間薬的な使い方がなされることもある。ハーブの語源はラテン語の緑の草“herba”といわれる。ラベンダー、コリアンダー、カモミール、バジル、セージ、ローズマリー、タイム、ペパーミント、チャービル、チコリ、レモンバーム、ナスタチウムなどがよく用いられている。シソ、セリ、ヨモギ、タデなどは日本のハーブである。

スパイスとは、主に熱帯地方に育つ植物の実や根、木の皮、種などを乾燥保存したものである。温帯でも育つものとして、八角茴香や山椒の実、サフラン（花のめしべ）、陳皮（みかんの皮）、月桂樹の葉などがある。

匂いの心理的効果を利用したものにアロマセラピー（aromatherapy）がある。アロマセラピーとは、aromadbch（芳香）とtherapy（療法）からなる用語で、芳香性物質を利用した病気の治療法である。古くは、宗教的な目的で使用された焚香料や化粧料などに、その起源をたどることができる。アロマセラピーは、嗅覚を刺激することによる外用法を主体とするものである。芳香性生薬中の精油や味覚刺激物質、ハーブ類の香味成分などを、外用薬として治療に利用した。これらの芳香性物質の効能として、覚醒、催眠、鎮静作用がある。心理的感応効果が大きく、特にストレスに伴う心身症に有効な治療法としても注目されている。

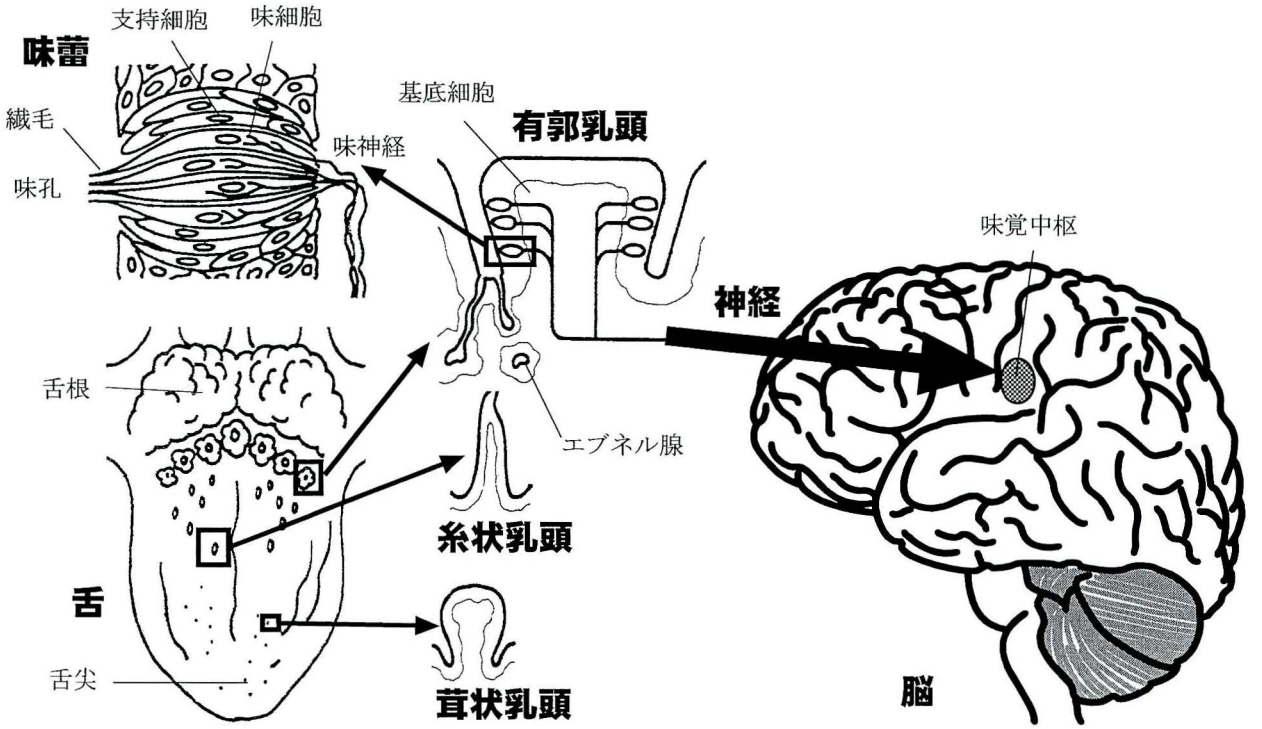


図 14. 味覚の情報処理システム．図は，Zilli（1981）を基に作成した．

VII　味覚

食生活が豊かになった現代、多くの味覚を味わうことが可能になった。しかし、その基本となる味は、たった4つで、その混合によって多様な味がつくられている。ここでは、味覚の概要を示す。

1　味わうとは：生理学

食物を食べたとき、嗅覚、温度感覚、触・圧覚、痛覚などが複合して生じる口腔内感覚を、フレーバー（flavor）と呼ぶ。フレーバーは総合的な感覚で、味覚はその一部で区別しなければならない（佐藤, 1982）。

味覚の受容器は、口腔内にある味蕾にある（図 14）。味蕾は、舌の表面にある有郭乳頭、糸状乳頭（葉状乳頭）、茸状乳頭に多く分布する。味蕾の数は、約10,000個あるが、舌の中央部にはない。

味蕾は、支持細胞、味細胞、基底細胞より構成されている。一つの味蕾には、約40～50個の味細胞があり、その先端に小突起（繊毛）が、味孔に突出している。この繊毛が受容器である。

味の刺激物質は、水溶液として味孔を通り、繊毛に達する。繊毛は刺激によって、脱分極性の電位変化（受容器電位）が生じる。受容器電位は、水洗いによって、すぐに消失する。そのため、刺激物質と繊毛との結合はそれほど強くないと考えられている（小林, 1992c）。

味覚は、舌全体で生じるものだが、舌の部位により、その感受性は異なる。甘味は、舌の前方（舌尖）、塩味は舌尖と外側縁（舌縁）、酸味は絶縁、苦味は舌の後方（舌根）において敏感である。これは、各味に対する反応性の異なる味細胞があり、4つの味ごとに反応の良い味細胞が集中していることによる。

味覚の受容器は、一つの基本味にのみ選択的に反応するのではなく、一つの受容器は2種類以上の基本味に反応することが知られている。だたし、一つの味に対しては強く反応するが、他の味に対しては、反応がにぶいという感受性の違いを持っている。

味細胞で受けた刺激は、舌の前の2/3では鼓索神経、後の1/3では舌咽神経と迷走神経を経て、延髄の弧束核に至り、ニューロンを交替する。第二ニューロンは交叉して、対側の内側毛帯を経て、視床腹側核で第三ニューロンと交替する。第三ニューロンが大脳皮質の体性感覚野の最下部にある味覚中枢に達する。ただし、人の場合。大脳皮質には味覚のみを感じる味覚野はないとされている（小林, 1992c）。

2　味の種類

味の基本味は、19世紀末にドイツの心理学者Kiesow（1896）が、塩味、酸味、甘味、苦味をあげた。その後、4基本味を頂点とした味四面体を考え、その混合によってすべての味が構成されているとされた（Skramlik,1926）。その後、McBurney（1974）は4つの基本味であるという証拠を11個あげた（佐藤, 1982）。

現在では、基本味を純粋に示す物質として、塩味は食塩、酸味は塩酸（またはクエン酸、酒石酸）、甘味はショ糖、苦味は塩酸キニーネ（または硫酸キニーネ、カフェイン）が用いられている（佐藤, 1982）。

3　味覚と刺激

基本味に対する感受性について不明な点も多いが、一つの味刺激に対して、味覚は温度、作用面積、作用時間により強さが左右される。

味覚の閾値は、物質によって異なる。一般に味覚の閾値は、臭いのものほど、より高い。閾値上の刺激は、4

つの基礎的な味に共通の尺度として、比を判断する「ガスト尺度」と、差を判断する「ダウ尺度」がある。

味覚の閾値は、個人差や一個人でも1日の間や体調などによって変動がある。味盲もあり、劣性だが遺伝することが知られている。

味覚には2種の閾値がある。溶液の濃度を上げていくとき、水と味が区別できる最小濃度（検知閾値）と溶液自身の味が判別できる最小濃度（認知閾値）がある。通常、後者は前者の2.0～3.5倍の濃度である。

味覚の強さは、溶液濃度を増せば大きくなる。しかし、濃度増大と味覚強度の増大の程度は物質によって異なる。基準物質たとえばショ糖濃度と測定物質の濃度を比較して、基準物質の濃度（等価濃度）で相対的に示される。等価濃度Sと基準物質濃度Cは一般に

$$S = k \cdot C^n$$

で示される。nとkは定数で、nは物質依存のものである。このような効果を利用したものが、サッカリンなどの甘味料である（小林, 1992c）。サッカリンはnが1.7で、ショ糖より5倍ほどの甘味がある。

温度による閾値の変化は22～32℃に最大の感受性を持つように変化する。しかし、味覚の強さと濃度の関係には温度は影響しない（佐藤, 1982）。

味覚は順応しやすい。同じ味を感じるには、濃度が高くならなければならない。

味覚の刺激面積（A）と味覚閾値（C）の間には

$$C \cdot A^m = k$$

の関係がある（佐藤, 1982）。mとkは定数で、mは物質依存のものである。つまり、m＞1の時、面積が増加すると味覚の閾値も増加するということである。

刺激時間（t）と味覚閾値には

$$t \cdot C^n = k$$

の関係がある（佐藤, 1982）。nとkは定数で、nは物質依存のものである。刺激時間が短いと味を感じるには高濃度を必要とするということである。

舌の片側に与えられた刺激と反対側に与えられた刺激によって増加されることがある（佐藤, 1982）。これは対比あるいは同時的対比と呼ばれる現象である。時には弱い方の刺激を隠蔽する効果も見つかっている。

味覚には、後味といわれる現象がある。味のもととなる物質を口から取り出しても、同じ味が持続する。通常は1、2秒で消えるが、甘味タンパク質（モネリン）には1時間以上も持続するものもある。

異質の味を混合すると、多くの場合、それぞれの味の抑制が起こるが、それぞれの味は保存される。2種の味のうち、一方もしくは両方の濃度が低い時、味の増強が起こる。料理における甘味を増すために加えられる塩は味の増強の効果が利用されている。

味覚の閾値は、3歳から6～20歳までは減少し、50歳まで不変でわずかに上昇する程度だが、60歳以上になると急激に上昇する（佐藤, 1982）。

VIII　体性感覚：皮膚感覚

体性感覚とは、皮膚や体内の深部組織にある受容器から起こるさまざまな感覚の総称である（岩村, 1982）。体性感覚は、皮膚感覚と深部感覚とに分けることができる。これは、受容器の存在する部位による分類である。

1　感じるということ：生理学

触感、冷感、温感、痛感などの感覚には、特に鋭いところが小さな点状に独立して分布しており、これらを感覚点と呼ぶ。触点や痛点は密に分布しており、温点や冷点はまばらに分布している（岩村, 1982）。感覚点は、直下まではその近くに受容器の神経網があって効率よく刺激を感受している。

皮膚は、体毛におおわれた有毛部と、体毛のない無毛部からなる（図15）。有毛部は外部からの刺激を受けるだけだが、指や手掌のような無毛部は積極的な触感作用を営む。そのため無毛部の皮膚は鋭敏な感受性を持つ。

無毛部の皮膚には、表皮が真皮に出たところに、メルケル（Merkel）盤が、逆に真皮が表皮に突出したところにマイスナー（Meissner）小体がある。真皮より深部の皮下組織にルフィニ（Ruffini）小体、（ファーター）・パチニ（Vater-Pacini）小体がある。これら4つの受容器は、皮膚の機械的刺激つまり接触、圧迫、振動に反応する。

有毛部の皮膚は、毛根近くにピンクス（Pinkus）の毛盤と呼ばれる構造の下に複数のメルケル盤が集まっている。毛根の変化を感知できるようになっている。非常に感度のよい受容器がある。外耳道、鼻部、顔面、肛門、外生殖器のまわりの毛は、特に感受性が高い。

その他に、皮膚には自由神経終末が多数存在する。自由神経終末は、強い機械刺激や、化学物質、温熱などの刺激に反応する。

自律神経を除く、すべての末梢神経を含む言葉として体性神経ということがある（岩村, 1982）。

人体には、約400個の骨格筋からなる。筋の種類としては、骨格筋、心筋（横紋筋）、そして内臓筋（平滑筋）がある。骨格筋は、骨に付着し、関節の屈伸をさせる。心筋は、心臓を形作る。内臓筋は、内蔵、血管、皮膚などを構成する。屈筋が収縮すれば、関節が屈曲し、伸筋が収縮すれば関節が伸展する。拮抗筋は、互いに拮抗的に働く筋である。

筋線維は、アクチン（細い線維）とミオシン（太い線維）からなる。筋の収縮は、運動神経系の命令により、アクチンがミオシンに沿って滑走することによっておこる。

筋は多数の横紋筋線維からなり、脊髄前角運動細胞の軸索によって支配されている。筋線維（錘外筋線維）中に筋紡錘と呼ばれる受容器が存在する。

筋紡錘は、筋の伸張で刺激を受け、収縮によって活動が弱まる。筋紡錘は、筋の収縮・弛緩の状態を脊髄前角細胞に知らせ、反射的に筋の収縮をおこなう。

骨格筋にはその他にも、自由神経終末で圧迫やつねり、痛みを感じ、パチニ小体では振動刺激を感じる。骨格筋の両端にある腱の中に、腱紡錘という神経終末がある。腱紡錘は、筋の収縮と伸張の両方を感知する。

関節を含む関節嚢や靭帯には、ルフィニ終末とパチニ小体、ゴルジ・マッツォニ小体がそれぞれある。また、痛感を伝える自由神経終末がある。パチニ小体は、速順

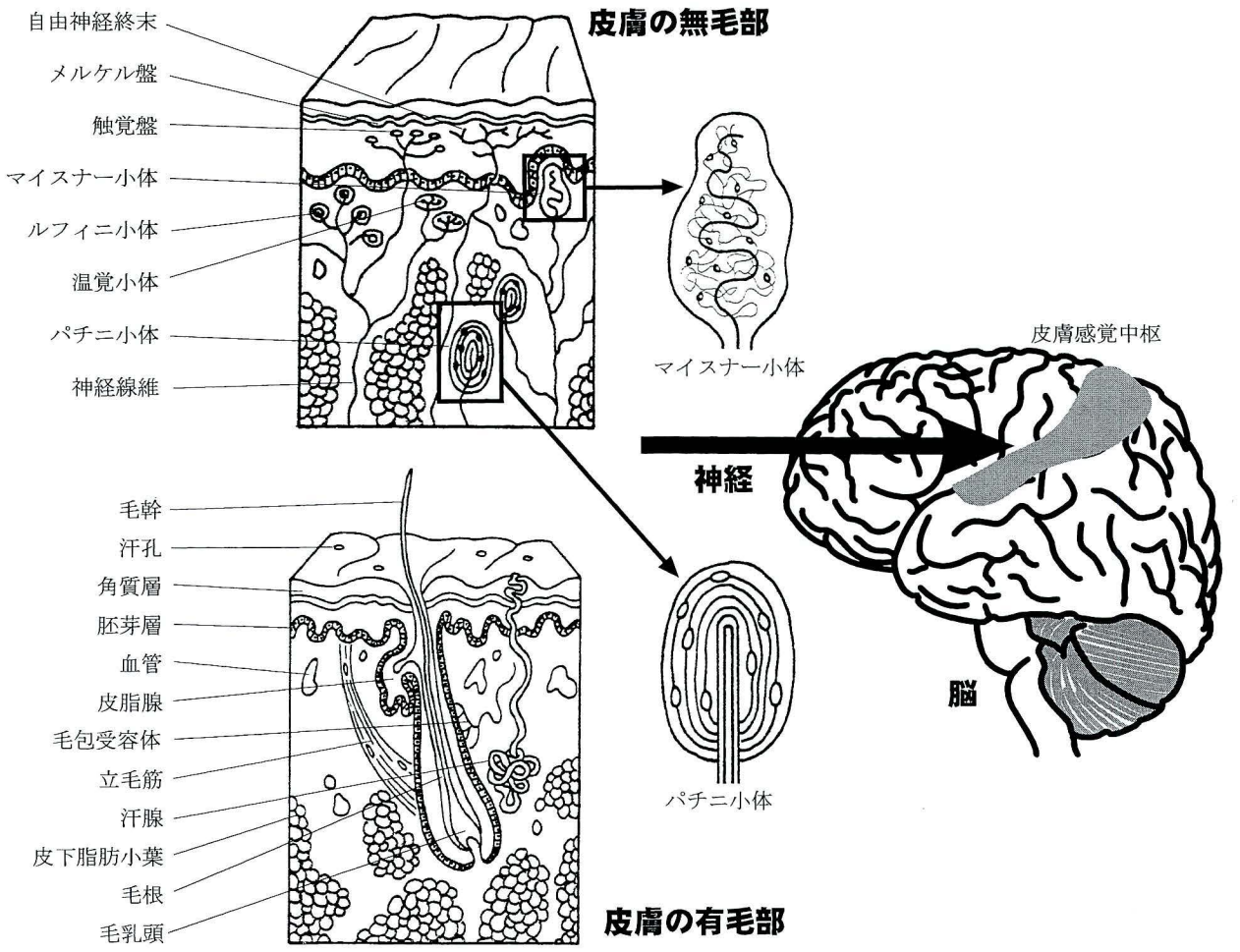


図 15. 皮膚感覚の情報処理システム．図は，Zilli（1981）を基に作成した．

応型で、関節の動きの速さを感じる。ゴルジの終末も、速順応型で、関節の動きの方向と速さを感じる。ルフィニ終末は、遅順応型で、関節の動き、その方向、速さ、角度、位置の情報を伝える。

受容器の順応（なれ）の遅いものは、メルケル盤やルフィニ小体で、速いものは、パチニ小体、マイスナー小体、体毛受容器である。触・圧覚が繰り返されると振動感覚が起こる。順応の速い受容器は、刺激の強さが変化している時のみ変化し、変化がなくなると馴れてしまって応答しない。しかし、振動刺激に忠実に反応することができる。

速順応型の受容器の方が遅順応型受容器より多くなっている。生物によって刺激の強さや持続を知るより、刺激の有無を知ることの方が重要であるからであろう（岩村，1982）。

同一タイプの受容器の興奮が複数集まって末梢神経に入る。自由神経終末や末梢神経などの一次性求心線維は感覚神経として、後根から脊髄に入るか、脳神経を介して脳幹に入る。脊髄に入った一次性求心性線維は運動のために介在ニューロンにも情報を伝える。そのため、脳を経ずに反射的に運動することができる。

温感と痛感に関する線維は、外側延髄視床路を通る。そして、視床の特殊感覚中継核に終わる。特殊感覚中継核は、大脳の中心後回にある体性感覚野Ⅰ（SI）と大脳外側溝の壁にある体性感覚野Ⅱ（SII）とに連絡しており、刺激は最終的に大脳に伝わる。

関節受容器は、位置について記憶が働き、遅い順応速度を持つ。しかし、その受容器の正体は不明である。筋受容器のまた特定されていない。

体性感覚は、各種の受容器から入った信号は、末梢神経、脊髄後根から脊髄に入り、後索や脊髄視床路の伝導路を経て、大脳皮質、体性感覚野に伝えられる。体性感覚野は頭頂葉、中心後部（第１体性感覚野）にある。その前方には、中心溝をはさんで、運動野と後方には頭頂連合野があり、頭頂連合野の外側部に第２体性感覚野がある。両体性感覚野とも視床腹後側核からの投射を受ける。

2　温感

温度刺激に対する受容器は、冷受容器（cold receptor、冷点）と、温受容器（warm receptor、温点）がある。冷点の方が温点より密度が大きく、4～10倍ある（栗原，1992b）。冷点は口唇、胸、腹に多く、温点は顔面や指に多い。

温度受容器は、無髄神経終末で、皮膚の絶対温度を感じる。温度感覚の求心性線維はAδ線維とC線維である。Aδ線維は冷神経線維でC線維は温神経線維である。これらの神経線維は、外側脊髄視床路と視床放線を

経て、中心後回に至る。

皮膚の温度感覚は、皮膚の絶対温度、その変化の速さ、刺激される皮膚の広さによって決まる。温度感覚には、体験的に微温、温い、熱い、熱痛、涼しい、冷たい、冷痛の諸段階がある（岩村, 1982）。32～33℃程度では冷温感は生じないが、冷感は26～30℃で、温感は37～47℃が最大に興奮する。刺激が強すぎる時は痛みや不快感を起こす。温度感覚は、温度が上昇していくときには温かさが起こり、下降していくときには冷たい感覚が起こる。また、冷神経線維には45℃以上でも興奮するものがあり、冷感を生じることがある。これを逆説的冷感覚あるいは矛盾冷覚と呼ぶ。

3　痛感

痛感は、生体に対する危険信号である。急激な痛感刺激には、反射的に逃避行動がとられる。

痛感は独立した感覚で、無髄神経自由終末で、体のほとんどの部位に存在する。皮膚や粘膜の表面に生じるものを表面痛（superficial pain）という。

痛感には、速い痛覚伝導路と遅い痛覚伝導路がある。一つの刺激に対し、まず刺すような痛みが生じ、1秒後くらいに鈍いうずくような痛みが生じる。速い痛感はAδ線維が、遅い痛覚はC線維が伝達すると考えられている（栗原, 1992b）.

4　運動感覚

自分の四肢の状態を感知しているか、自己受容感覚あるいは運動感覚と呼ばれる。運動感覚は、位置、動き、力、重さの感覚に区分される。（岩村, 1982）

運動には、反射（運動）と随意運動がある。

反射は、学習によるものではなく生得的なもので、刺激によって起こる。反射は、一定の様式で起こり、予測可能ではあるが、意識は直接関与しない不随意な応答である。生存に必要な恒常性を維持するために、反射は必要な機能である。

反射の経路として反射弓がある。反射の受容器は、感覚刺激を神経インパルスに置き換える。求心性ニューロンは、神経インパルスを反射中枢へ伝える。反射中枢は、運動行動を起こす神経インパルスに変換する。遠心性ニューロンは、反射中枢からの神経インパルスを効果器に伝える。効果器は、神経インパルスに従って応答運動を起こす。

反射中枢による分類として、脊髄反射、延随・橋の関与する反射、中脳と視床の関与する反射、大脳皮質の関与する反射の4つがある。

脊髄反射には、伸張反射と屈曲反射がある。伸張反射とは、筋を引き伸ばしたとき、その筋を動かす運動ニューロンが興奮して筋を収縮させるものである。屈曲反射とは、四肢の皮膚への傷害性刺激により、その肢が屈曲して体幹に引き寄せられることである。

延随・橋の関与する反射は、静的姿勢制御の反射である。中脳と視床の関与する反射は、立ち直り反射である。大脳皮質の関与する反射は、種々の感覚情報を統合し、複雑な反応をおこす。

随意運動の特徴は、意思による精神的刺激への反応で、それ自体に目的があり、自覚しておこなわれる。姿勢保持機構と比較して連続的でない。

運動を司る中枢神経として、大脳連合野と前運動野、運動野（運動皮質）、基底核、小脳での働きがある。

大脳連合野は、意図する運動が円滑に達せられるような運動パターンの選択する。前運動野は、多くの筋の協調的活動に関与する。運動野は、対側身体部位の筋収縮を起こす機能局在がある。基底核は、自動的運動、リズム運動、四肢の共同運動などに関与し、運動の意思を運動プログラムに変換する。小脳は、随意運動の誤差の調整機能（フィードバック制御）と運動の計画・プログラミング（フィードフォワード制御）をおこなう。

運動に関する研究の成果は、制御工学的なモデルとして利用されている。制御工学的なモデルは、基本的には、フィードバック制御系である。しかし、時間的にフィードバックの働く余地がない、あるいは、フィードバックを待っていては制御が間に合わない場合には、フィードフォワード制御が必要である。システムの出力を観測することなく、あらかじめ諸条件を考慮して綿密なる計算のもとに制御を行う。

5　内臓感覚

内臓感覚として、渇き、食欲、性欲、尿意、便意、嘔気などがある。内臓には、温度受容器と圧受容器はない。痛感受容器は見られが、皮膚より数は少ない。内臓感覚は、内臓に分布している求心性神経が刺激されて生じる。

皮下深部組織のものを深部痛という。また、内臓器官や胸、腹膜などの刺激によるものを内臓痛（visceral pain）という。内臓の異常が支配領域の同じ皮膚分節に痛みが投射されて、連関痛が生じる。

管腔臓器（腸管、尿管など）では壁の伸展で感受性が高くなり、脳の狭窄や尿管結石では強い仙痛が、内臓の炎症では激痛が生じる。内臓痛によって、その臓器を支配している自律神経によって、嘔吐や吐気などが生じる。

深部痛のうち、骨膜における機械的刺激に対する閾値は、最も低くい。筋の閾値は高い。筋痛は、血行障害や持続的筋収縮の際に生じる。筋痛を起こす物質は、P因子（pain factor）と呼ばれ、カリュウムと考えられているが、実体は明らかでない。

内臓痛のうち、胸や腹部の情報は、交感神経系と、第1胸神経から第2腰神経に至るまでの脊髄後根を介して、中枢に伝わる。食道と気管、咽頭の痛みは、迷走神経を通じて、骨盤の内臓痛は仙部副交感神経を通じて伝わる。

6　平衡感覚

姿勢が崩れようとする時、正しい姿勢を保つ反射が起こる。姿勢を正しくする仕組は、多数の反射の複合感覚である（福田, 1969）。

姿勢反射は身体が静止している時の体位反射、運動時の姿勢の反射的変化を運動反射、一方向に動く視刺激によって起こる視機性運動反射の3つに分けられる。

体位反射は、姿勢に及ぼす頭部反射、代償性眼偏位の反射、立ち直り反射に区分され、それぞれもっと詳しく

検討・分類されている。運動反射には、回転反射、直線運動反射、交叉性伸展反射がある。

前庭器官では、直進運動を感じる。有毛細胞に平衡砂があり、その慣性によって感知する。三半規管は、回転運動を感じる。3つの半規管が互いに直角に配置されている。半規管内のリンパの慣性によって感知する。

7　芸術家の挑戦

芸術家は古くから、平衡感覚や運動感覚の様子を直感で捉え、作品に残している。

古代ギリシア彫刻には体位反射の位置反射一つである頸反射が表現されている。ギリシア彫刻ミロンの円盤投げの像には、運動反射における緊張性頸反射が刻まれている。日本でも、仁王像などの仏像彫刻や俵屋宗達の雷神図には運動反射による緊張性頸反射が現されている。

芸術家は、このような反射状態にある肢体を示すことによって、緊張感を表現できることを示した。

IX　時間感覚

時間を感じる受容器はいまのところ知られていない。しかし、生体時計とか体内時計というもので呼ばれているが、その存在は、生理学的・生化学的方法によって確かめられている（Sunders, 1977）。ここでは、時間に関する感覚についてまとめる。

1　時間とは：物理学

「時間とは何か」という根本的問題は、哲学でも物理学でも心理学でもまだ一致を見ていない。ここでは、まず、物理的時間についてまとめる。

ニュートン力学では、時間とは外界の事象と関連せず一様に流れるという概念が導入された。相対性理論では、ミンコフスキー時空の1つの次元として組み込まれた。ミンコフスキー時空は、ローレンツ変換に対して対称であるから、時間は3次元空間と対等なものとみなされる。しかし、物理学において、時間はその反転に対して、対称でないという不可逆性が認められる。エントロピー増大の法則や素粒子の相互作用での時間反転性の破れ、素粒子力学の測定過程、膨張宇宙での時空構造の起源など、時間は空間と対等でない面がある（長倉ほか編, 1998）。

現在、物理的な時間間隔の単位「秒」は、1967年10月パリの第13回国際度量衡総会において「秒は、セシウム133の原子の基底状態における2つの超微細準位間の遷移に対する放射の9,192,631,770周期の継続時間とする」と決められた（国立天文台編, 1998）。この基準による時間を、原子時と呼ぶ。太陽や地球の動きで、現代の科学が必要とする精度が、正確に定義できないために、原子時を使うようになった。恒星時における1秒に合わせて、原子時は定義されている。

2　時の流れ：心理学

時間を直接感じる受容器は知られていない。今のところ、時間そのものが知覚されるのではなく、事象が連続的に順序だって起こることから、認知的に知覚していると考えられる。

時間の知覚の特徴は、周期的事象のあることと非対称性である（松田ほか編, 1996）。

時間の周期的事象とは、規則的に繰り返しが起こることである。歴史や文化、個人、民族を超えた共通の認知レベルで周期的事象が起こる。生物時計は、一般に周期的事象を示すものと考えられる。

時間の非対称性とは、事象の空間的な順番は入れ替えが不可能であるということである。物理学的時間の不可逆性は、この非対称性に通じる。このような不可逆性が、心理学的時間に、過去・現在・未来という区分をもたらす。心理学的時間は、記憶と密接な関係がある。物理的時間や事象の変化によって区切りをもたらされるが、心理的時間は今知覚している事象の変化だけでなく、記憶されている事象の変化も認知する。

心理学でいう時間知覚は、心理学的時間のうち、心理的現在（psychological present）を中心とした短い時間範囲を対象としている。視覚、聴覚、触覚のいずれにおいても、30～40 msecの時間が、順番の同定には必要である（Poppel, 1985）。この時間間隔は、脳内の認知のために必要な最低時間である。脳内の認知メカニズムでは、約3秒の限界内で一つの単位に統合している。

時間は知覚の影響を受けやすい。ある時間の中にいくつもの要素が含まれていると長く、含まれてないと短く感じる。例えば、純音を3秒聞くと長く感じ、高低が変化する音を3秒聞くと短く感じる。

心理的現在を越えた長い心理的時間は、時間評価（time estimation）として扱われる。時間評価は、数10分、数時間、数日、長いときは数年がその研究対象となる。時間知覚では、判断すべき内容があらかじめ知っている（prospective）場合がほとんどだが、時間評価では、あらかじめ知らないこと（retrospective）も扱う必要がある。両者では、心理学的時間の構成において、注意や記憶のかかわり方が大きく異なる。

時間評価のモデルはさまざまなものがある（松田ほか編, 1996）。内的時計を想定するモデル、情報処理と関連づけたモデル、内的時計と情報処理の両方を取り入れたモデルなどあるが、まだ決定的モデルはない。

時間知覚におけるモデルとして、感覚的処理モデル（sensory processing model）と認知的処理モデル（cognitive processing model）の2つに大別される。

感覚的処理モデルは、何らかの内的タイマー（internal timer）あるいは内的時計（internal clock）、ペースメーカー（pacemaker）を人が持っているという仮定のもとにつくられている。この内的タイマーにより、刺激の時間の長さが測定され、時間知覚をもたらすということである。この内的タイマーは、発するパルスの数を数えるというモデルと、時間量子（time quantum）と呼ばれる単位時間の数によるというモデルの2つがある。

認知的処理モデルでは、時間の中に含まれている時間（nontemporal）とは無関係な情報処理によって、時間が知覚されるというものである。時間が長ければ、その中に含まれる情報が増え、処理時間も必要となる。この長さが時間の長さに対応する。もし、この情報の中に、

不要の情報が少なく時間の情報のみで構成されている場合、時間は短く認知される。このような現象を、充実時間程錯覚（filled-duration illusion）と呼ばれる。このモデルでは、時間と無関係な情報の量によって長く感じるという「記憶－蓄積モデル」（memory-storage model）と、時間経過の中で無関係な情報の変化をどの程度意識できたかという「記憶－変化モデル」（memory-change model）の2つがある。

さらに、両モデルの両方が時間知覚には関与しているという考えがあり、注意モデル（attention model）や容量モデル（capacity model）、統合モデル（integrative model）などと呼ばれている。このようなモデルでは、感覚処理過程としてタイマーと、認知的処理過程として時間と無関係な情報を処理をする情報処理系の2つの処理過程から心理的時間が構成されると仮定されている。

3　リズムとテンポ、タイミング、間（ま）

行動には、単発で終わってしまうもの以外に、連続した動作がある。このような連続動作には、リズムやテンポが存在する。

生体内のリズムには、自然界の周期（図16）に共鳴していると考えられるものが多い。このような外界のリズムから隔離されると、生物固有の生体リズム、つまり自由継続リズムが出現する。逆に自由継続リズムにもかかわらず、生体が外界のリズムに共鳴すれば、同調化因子によっていると考えられる（相場, 1982）。同調化因子は、明、暗、温度、湿度、干満などがある。自由継続リズム自体も自然界のリズムと大きくずれることはない。

人の体温、睡眠、覚醒、摂食、排摂は日周期、月経、排卵は月周期、血圧の年周期、ある種の精神病に見られる数年の周期などが見られ、原因は定かでないが体内時間の存在が考えられる。

生体時間は、日、月、年などの比較的長い周期に対応していたが、もっと短い時間間隔を私たちは持っている可能性がある。その一つの例が、音長感覚である。

リズムより、行動に密接な時間感覚を、体内テンポという。ある長さの音を聴いた後、正確にその長さを模倣することができるのもこの体内テンポのおかげである。その誤差は音楽家の場合、ほとんどない。10分の1秒程度の誤差では、専門家でなくても判断できる。音楽では、これを絶対音長知覚と呼ぶ（鈴木, 1997）。

体内テンポには、体と個人を取り巻く生理的最適状態が深くかかわっている。生理的最適状態とは、歩行などのスピードが、環境に束縛されずに一人で歩いているとき、個人特有のテンポを持つことである。音楽では、人をリラックスさせるリズムやテンポがある。このテンポが極度に乱された状態が長く続くとストレスを生じる。

タイミング（timing control）とは、反応のために最も有効な時間間隔の条件をつくり出すことである（Conrad, 1955）。単に与えられた効率的な時間利用法ではなく、外在するリズムやテンポに、意識的にうまく合わせる作用である。タイミングは、過去の心理的時間と予期する未来の心理学的時間、しかも両時間はそれほど離れてない時間間隔であることが重要な条件となる。

タイミングが合わないと、間（ま、pause）が生じる。間とは、不都合なずれや無駄な空白だけでなく、適度の間は快適さを生じる。技芸では、間は、休止期に配慮を続け、緊張を持続した状態をいう。それを日本の伝統芸

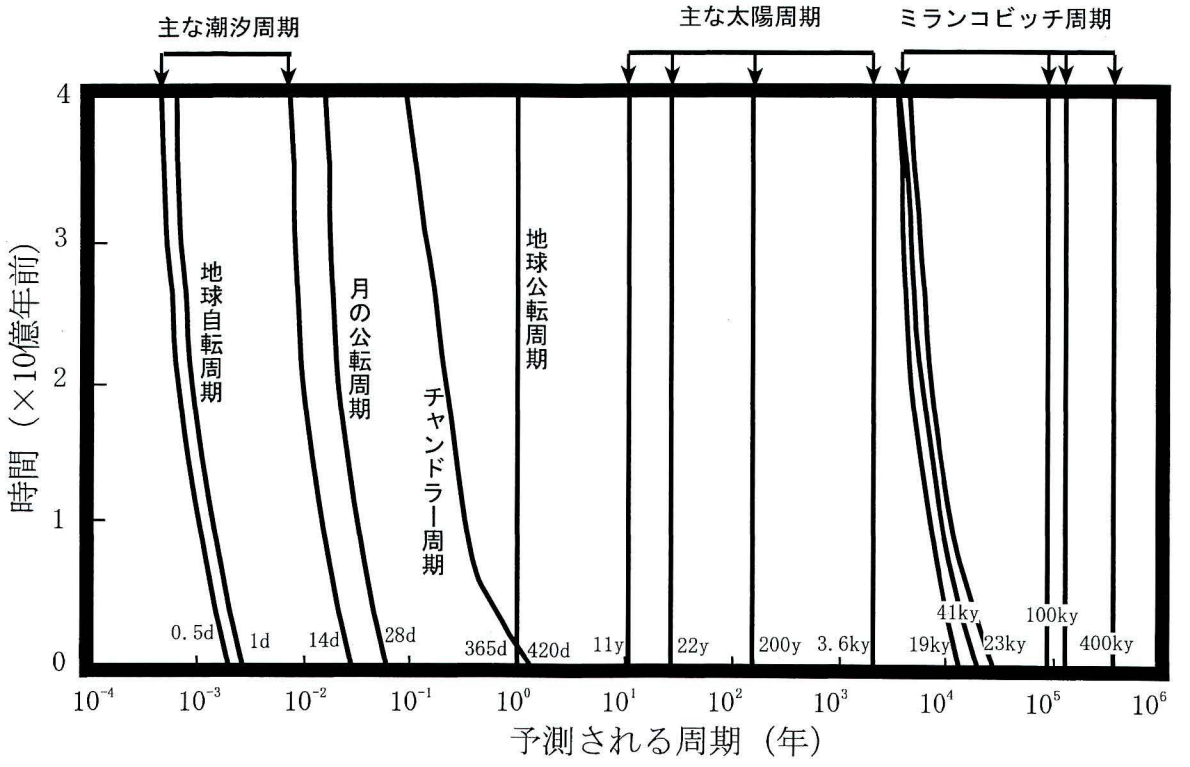


図16. 自然界のリズム. 天文学的に生じるリズムを, 予測される周期（年）と地球の力学的扁平率と関係で示した（伊藤（1993）を改変）. 各リズムにつけられた名称も示した. 地球の力学的扁平率とは, 時代とともに変化する値で, 値が大きいほど古い時代を示し, 小さいとの新しい時代を示す. 現在は一番下の横軸上である.

能では「せぬひま」と呼ばれる（塩沢, 1986）。感情的表現である間は、技の訓練を通じて時間や空間のなかに具体的につくり出される。間は、非常に主観的で多義的であるが、最終的には外的刺激から離脱した個人の自由意志による時間感覚による活動であり、それが他の人にも共感を得るものである（松田ほか編, 1996）。

タイミングや間は、訓練によって習得され、熟練していく。タイミングや間が合うと、質の高い効果が生じる。良いタイミングや間を生み出す熟練者には、筋緊張の減少、多重課題の遂行、注意の分散、運動要素間の協応（coordination）、行為の自動化、柔軟性、即興（improvisation）などがおこなえる。

4　芸術家の挑戦

音楽のリズムは、まさに人の時間感覚に訴えている。一定のテンポからずれるのだが、不快感がなく心地よさを生じるテンポがある。音楽家や歌手は、このようなテンポの勘所をうまくつき、感動を与える。

音楽のリズムに必要なのは、相対音長知覚である（鈴木, 1997）。相対的音長知覚は、複数の音符の長さを比較して、それぞれの音の音価を認知する能力である。テンポ・クロックの自己生成は、一定の単位時間の中に自分の体内時計を合致させることによって成立する。音楽家は、このような能力を、訓練や才能によって会得している。

クラシック音楽にはしばしばフェルマータが登場するが、演奏中このフェルマータが出現すると、拍を数えることのなく、間の一種と考えられる。フェルマータは、楽曲に余韻や区切りを与える。

日本の伝統芸能でよく使われる間は、テンポ・クロックを利用した感覚である。良い間で進行する演劇や芸能は、視聴者が心地よく舞台にのめり込ませる作用を生じる。日本の伝統芸能では、間に関する美意思が特徴の一つになっている。「人の心、精神による時間の破砕・断絶が、すなわち“間”なのである」（武智, 1979）。

間のモデルとして、「守ー破ー離」という階層性がある。これは、古くから日本舞踊の基本的な間といわれているものである。音楽のリズムに乗る常間（定間）が「守」のレベルで、次にいかに間を破るかという「破」というレベルになり、最後に間から離れる「離」というレベルに達する。このような階層性は、熟練（expert）過程と似ている。「守」のレベルは、外的事象（刺激）への同期で、「破」のレベルは外的事象の予期し意図的にずらす能力の習得て、「離」のレベルは外的事象に依存しない独創的な即興がおこなえる能力である。

即興とは、限られた時間内である結果を生み出すための数多くの手続きや方法が、ただちに利用できる状態である。

X　さいごに

科学教育とは、科学の成果を広く一般市民に伝えるためのシステムである。システムを展開する機関として、学校や図書館、教育センター、博物館、そして観察会やシンポジュウム、講演会などを催す各種団体、組織などがある。各種のシステムがあることにより、市民の多様な学習の機会を増やし、生涯学習を社会全体として構築することになる。

自然史系博物館も科学教育システムの一つであり、科学教育において果たす役割は大きい（小出ほか, 1999a）。小出（1999b）は、博物館の特徴を、実物資料中心になっていること、実物資料に附随する専門的情報が学芸員によって収集されていること、対象とする階層が多様で限定できないことをあげている。このような特徴を持つ博物館では、独自の科学教育に対する考え方が生まれ、体系化されようとしている（小出, 1999b; 小出ほか, 1999b）。

博物館では、展示という手法が、実物資料と人とが接触するとき重要である。人は実物資料を見たり、触ったりして、その実物を感じて、知ることになる。さらに、ラベル解説、他の資料や展示ストーリーなどの附随情報から、より深く実物資料の持つ科学的意味を認識する。

実物資料を人に「見せ」、科学的意味を「伝える」ためには、様々な工夫をこらさなければならない。そのためには、人がものごとをどう認知するかを考える認知心理学の本稿でまとめたような成果を利用する必要がある。

偉大な音楽家や芸術家は、直感的・本能的に知覚や認知の本質あるいは盲点を見抜いて、作品として表現してきた。そして、このような作品が成功すると、人々に感動や驚き、神秘性などの人間的な感情をわきおこしてきた。

人にものごと伝える新しい手法を開発するために、認知心理学の成果を応用すれば、よりよく伝えることができるはずである。自然史博物館の科学教育でも、偉大な音楽家や芸術家にはおよばないが、新しい可能性が拓けるであろう。長い博物館活動から、多くの経験と知識が蓄えられているはずである。それを認知心理学的見地に基づいて体系化すれば、最終的には、認知心理学から独立し、教育心理学とは全く違う、博物館独自の科学教育の方法論が体系化できるであろう。そして最終的な目標として「自然史教育心理学」の体系化へと繋がるはずである。

文献

相場覚, 1982. 時間. 相場覚編, 現代基礎心理学知覚Ⅰ. 東大出版会, 東京, 231-262.

相場覚, 1997. 時間知覚. 相場覚・鳥居修晃編, 知覚心理学. 放送大学教育振興会, 東京, 178-198.

秋田宗平, 1982. 視覚現象の基礎ー変容域ー. 相場覚編, 現代基礎心理学知学Ⅰ. 東大出版会, 東京, 11-46.

秋田宗平, 1989. 知覚工学とは何か. 大山正・秋田宗平編, 応用心理学講座7知学工学. 福村出版, 東京, 1-4.

Amoore, J.E., 1962. The stereochemical theory of olfaction. *Proc. Sci. Sec. Toilet Goods Ass.*, **37**: 1-23.

Amoore, J.E., 1979. Divectious for Preparing aqueous solutions of primary odorants to diagnose eight types of specific anosmia. *Chem. Senses and Flavour*, **4**: 153-161.

Burns, E. M., 1981. Circularity in relative pitch judgments for inharmonic complex tones: The Shepard demonstration revisited, again. *Perception and*

Psychophysics, **30**: 467-472.
Ching, F. D. K,. 1985. Architectural Graphics. 太田邦夫訳, 1993. 建築製図の基本と描きかた. 107 p., 彰国社, 東京.
Ching, F. D. K. 1987. Drawing A creative Process. 太田邦夫訳, 1994. 建築ドローイングの技法. 111 p., 彰国社, 東京.
Conrad, R., 1955. Timing. *Occupational Psychology*, **29**: 173-181.
Engen, T., 1982. The Perception of Odors. Academic Press, New York. 吉田正昭訳, 1990. 匂いの心理学. 220 p., 西村書店, 新潟.
福田精, 1969. 姿勢反射. 苧阪良二編, 講座心理学感覚. 東大出版会, 東京, 203-222.
Gagne, E. D., 1985. The Cognitive Psychology of School Learning. Foresman, Glenview. 赤堀侃司・岸学訳, 1989. 学習指導と認知心理学. 527 p., パーソナルメディア, 東京.
花岡利昌, 1989. 床暖房の温感. 大山正・秋田宗平編, 応用心理学講座 7 知覚工学. 福村出版, 東京, 196-223.
Henkin, R. I., 1967. The definition of primary and accessory areas of olfaction as the basis for a classification of decreased olfactory acuity. *In* T. Hayashi ed., *Olfaction and Taste. 2.* Pergamon Press. 235-252.
Henning, H., 1927. Der Geruch. 100 p., Leipzig, Barth.
Hofstadter, D. R., 1979. Godel, Escher, Bach. Basic Book Inc., New York. 野崎昭弘・はやしはじめ・柳瀬尚紀訳, 1985. ゲーデル、エッシャー、バッハ. 766 p., 白洋社, 東京.
今井四郎, 1986. 知覚の世界. 北尾倫彦・小嶋秀夫編, 心理学への招待. 有斐閣, 東京. 83-97.
今井省吾, 1982. 因子分析法による幾何学的錯視の分類. 都立大人文学報, **152**: 1-18.
今井省吾, 1984. 錯視図形ー見え方の心理学ー. 245 p., サイエンス社, 東京.
乾政男, 1989. 空間環境. 大山正・秋田宗平編, 応用心理学講座 7 知覚工学. 福村出版, 東京, 139-154.
乾敏郎, 1995. 知覚と運動. 乾敏郎編, 認知心理学 I. 知覚と運動. 東大出版会, 東京, 1-13.
熨斗秀夫, 1989. 織物の風合い. 大山正・秋田宗平編, 応用心理学講座 7 知覚工学. 福村出版, 東京, 184-195.
伊藤孝士, 1993. ミランコビッチクロックの進化. 月刊地球, **15**: 316-323.
岩村吉晃, 1982. 体性感覚. 相場覚編, 現代心理学知覚 I. 東大出版会, 東京, 107-134.
鹿取廣人・杉本敏夫編, 1996. 心理学. 296 p., 東京大学出版会, 東京.
河合悟, 1989. 照明環境. 大山正・秋田宗平編, 応用心理学講座 7 知覚工学. 福村出版, 東京, 99-115.
Kiesow, F. 1896. Beitrage zur physiologischen Psychologie des Geschmacksinnes. *Philosophische Studien*, **12**: 255-278
小林啓三, 1992a. 視覚. 中野昭一・重田定義, 図説からだの事典. 朝倉書店, 東京, 66-73.
小林啓三, 1992b. 聴覚. 中野昭一・重田定義, 図説からだの事典. 朝倉書店, 東京, 74-77.
小林啓三, 1992c. 味覚. 中野昭一・重田定義, 図説からだの事典. 朝倉書店, 東京, 78-79.
小出良幸, 1999a. 地球科学と教育を取り巻く現状分析—博物館の新しい地学教育を目指して 1—. 地学教育, **261**: 127-147.
小出良幸, 1999b. 博物館の現状分析と目標—博物館の新しい地学教育を目指して 2—. 地学教育, **262**: 169-176.
小出良幸・平田大二・山下浩之・新井田秀一・佐藤武宏・田口公則, 1999a. 地球科学の新しい教育法試案—博物館における地球科学教育の刷新へのケーススタディ—. 神奈川県立博物館研究報告, (28): 29-55.
小出良幸・平田大二・山下浩之・新井田秀一・佐藤武宏・田口公則, 1999b. 博物館での新しい取り組み—博物館の新しい地学教育を目指して 3—. 地学教育, **263**: 213-222.
国立天文台編, 1998. 理科年表. 1058 p., 丸善, 東京.
近藤公夫, 1989. 庭園・景観. 大山正・秋田宗平編, 応用心理学講座 7 知覚工学. 福村出版, 東京, 235-245.
Kubovy, M.., 1986. The Psychology of Perspective and Renaissance Art. 100 p., Cambridge Univ. Press, Cambridge.
栗原敏, 1992a. 嗅覚. 中野昭一・重田定義, 図説からだの事典. 朝倉書店, 東京, 80-81.
栗原敏, 1992b. 体性感覚. 中野昭一・重田定義, 図説からだの事典. 朝倉書店, 東京, 58-65.
丸山欣哉, 1969. 感覚間相互作用. 苧阪良二編, 講座心理学感覚. 東大出版会, 東京, 267-297.
松田文子・調枝孝次・甲村和三・神宮英夫・山崎勝之・平伸二編, 1996. 心理学的時間ーその広くて深いなぞ. 551 p., 北大路書房, 京都.
松田隆夫, 1995. 視知覚. 270 p., 培風館, 東京.
McBurney, D. H., 1974. Are there primary tastes for man? *Chemical Senses and Flavor*, **I**: 17-28.
長倉三郎・井口洋夫・江沢洋・岩倉秀・佐藤文隆・久保亮五編, 1998. 理化学辞典第 5 版. 1854 p., 岩波書店, 東京.
西村明・津村尚志・中島祥好, 1994. 高次の倍音でつくられる複合音のピッチの循環性について. 聴覚研究会資料, H-94-7.
村田孝次, 1987. 教養の心理学. 206 p., 培風館, 東京.
中村昌生, 1989. 和風建築. 大山正・秋田宗平編, 応用心理学講座 7 知覚工学. 福村出版, 東京, 224-234.
難波精一郎, 1982. 聴覚. 相場覚編, 現代基礎心理学知覚 I. 東大出版会, 東京, 75-105.
難波精一郎, 1989. 音響環境. 大山正・秋田宗平編, 応用心理学講座 7 知覚工学. 福村出版, 東京, 116-138.
大山正, 1970. 視知覚の基本体制. 大山正編, 講座心理学知覚. 東大出版会, 東京, 25-138.
大山正, 1990. 現代の心理学. 大山正ほか, 新版心理学のあゆみ. 有斐閣新書, 東京, 183-205.
大山正, 1994. 色彩心理学入門. 235 p., 中央公論社中公新書 1169, 東京.
苧阪良二, 1969. 序論. 苧阪良二編, 講座心理学感覚. 東大出版会, 東京, 1-18.
Oppel, J. J., 1855. Uber geometrich-optisch Tauschungen. Jahresbericht des Frankfurter Vereins, 37-47.
Poppel, E., 1985. Grenzen des Bewusstseins. Uber Wirklichkeit und Welterfahrung. Stuugart, Germany. Deutche Verlag-Anstalt Gmbh. 田山忠行・尾形敬次訳, 1995. 意識の中の時間. 264 p., 岩波書店, 東京.
Sunders, D. S., 1977. An introduction to biological rhythms. Bishop Briggs. 宇尾淳子訳, 1978. 生物リズム学入門. 196 p., 理工学社, 東京.
佐藤尚康, 1982. 味覚. 相場覚編, 現代基礎心理学知覚 I. 東大出版会, 東京, 166 − 188.
Shepard, R. N., 1964. Circularity in judgements of relative pitch. *Jour. Acoustical Soc. Amer.*, **36**: 2346-2353.
Shepard, R. N., 1990. Mind sights. 鈴木光太郎・芳賀康郎訳, 1993. 視覚のトリック. 221 p., 新曜社, 東京.
塩沢邦彦, 1986. 間の哲学. 146 p., リーベル出版, 東京.
白石成人, 1989. 橋. 大山正・秋田宗平編, 応用心理学講座 7

知覚工学．福村出版，東京，246-264.
Skramlik, E. von, 1926. Handuch der physiologie der Niedern Sinne. Georg Thieme. (quoted by D. H. McBurney, 1978).
外池光雄，1989. 香り．大山正・秋田宗平編，応用心理学講座7知覚工学．福村出版，東京，156-170.
Sperling, G., 1960. The information available in brief visual presentations. *Psychological Mon.*, **74**: 129.
鈴木寛，1997. S．M．L．の音楽科教育(Ⅱ)．兵庫大学鈴木ゼミ研究紀要，**7**: 83-94.
Stevens, S. S., 1959. The quantification of sensation. *Daedalus*, **88**: 606-621.
武智鉄二，1979. 間．現代のエスプリ，**141**: 142-152.
高木貞敬，1982. 嗅覚．相場覚編，現代基礎心理学知覚Ⅰ．東大出版会，東京，135-165.
田中平八，1988. 感覚・知覚．田中平八編，現代心理学用語事典．垣内出版，東京，2-33.
鳥居修晃，1982. 知覚・認知の機能．鳥居修晃編，現代基礎心理学知覚Ⅱ．東大出版会，東京，1-12.
八重島建二・鈴木正彌・小嶋秀夫・後藤倬男・木田光郎・伊藤義美・辻敬一郎・斉藤洋典・長田雅喜・田畑浩，1986. 現代心理学．274 p.，培風館，東京．
八木昭宏，1997. 知覚と認知．147 p.，培風館，東京．
山口静子，1989. うま味．大山正・秋田宗平編，応用心理学講座7知覚工学．福村出版，東京，171-183.
山下利之，1988. 生理学的基礎．田中平八編，現代心理学用語事典．垣内出版，東京，236-259.
柳瀬徹夫，1989. 色彩環境．大山正・秋田宗平編，応用心理学講座7知覚工学．福村出版，東京，76-98.
Wade, N., 1982. The art and science of visual illusion. 近藤倫明・原口雅浩・柳田多聞訳，1989. ビジュアル・イリュージョン―芸術と心理学の融合．301 p.，誠信書房，東京．
Wertheimer, M., 1912. Experimentelle Studien uber das Sehen von Bewegung. *Zeitschrift fur Psychologie*, **61**: 161-278.
Wertheimer, M., 1923. Untersuchungen zur Lehre von der Gestalt, II. *Psychologische Forschung*, **4**: 301-350.
Zilli, A., 1981. Alla Scoperta Del Corpo Umano. 稲垣洋子訳，1982. すばらしい人間の体11　私たちは感覚器です．24 p.，リブリオ出版，東京．

摘　　要

小出良幸，2000. 認知心理学の博物館活動への応用を目指して―自然史教育心理学への序章―．神奈川県立博物館研究報告（自然科学），(29): 1-31.（Y. Koide, 2000. Aim to Cognition Psychology Applied to Museum Activity —Introduction to Educational Psychology of Natural History—. *Bull. Kanagawa prefect. Mus.* (*Nat. Sci.*), (29): 1-31.）

自然系博物館では科学教育がおこなわれている。博物館の科学教育は、普及活動や展示などの手法が中心となっている。このような手法は、人の実物資料の接触を通じて、自然をより良く理解するためにおこなわれる。しかし、その手法は、体系化されていない。認知心理学は人ともとの相互作用を解明する学問である。認知心理学の成果を博物館の科学教育に応用すれば、今までにない体系だった成果が得られる可能性がある。この論文では、その最初のステップとして、博物館の科学教育に利用できそうな、認知心理学の成果と、芸術家の認知心理学的効果の利用例を総括する。

（受付：1999年10月15日；受理2000年1月20日.）

Bull. Kanagawa prefect. Mus. (Nat. Sci.), no. 29, pp. 33-52, Mar. 2000

総　説

博物館と社会的機能

Museums and Their Social Functions in Japan

濱田隆士・高橋俊雄・松島義章・奥野花代子

Takashi HAMADA, Toshio TAKAHASHI, Yoshiaki MATSUSHIMA & Kayoko OKUNO

Abstract. Developmental history and the current aspect of the Japanese museums in relation to the social functions are summerized to point out the special recognition of the role of the museums as an imported culture from abroad in the early stages. The original situation in the dawn age of the Japanese museums is strongly affected by an intention to show the national dignity to the foreign countries all over the world. After that the museums became popular in this country and evolved to play an important role to promote the social condition, *i. e.* social education, life-long education and informal education.

The natural history museums are much concerned with the nature conservation in the modern world. Collection of the museum items to be studied and also to be displayed have been severely restricted in natural materials. Therefore, introduction of the technical innovation of plastic replicas seems to become one of the main motion of museum management. Nothing to say that the museums have to be opend to the public in a wide sense. Visual presentation has, however, been too much applied to the museum display. Nowadays we must care about this situation to prevent an inconvenience of the people who bears some handicapped conditions.

Barrier-free policy has, then, became popular in the society via hands-on method, a sort of normalization, and is evolving to the universal presentation to all the people who are interested in the museum items and activities. Here, we call this social trend as the B-N-U evolutionary series of the museum management concept.

Generally speaking, museum management stays still in an insufficient status in Japan. The financial difficulties to keep enough staff and collection of specimens may be the most severe condition. This is mainly caused by a certain poor system in the social education of the country on one hand, and partly by a great diversity of the museum situation on the other. Natural history museums have to contribute not only to the local society in various ways of life-long education but also to promote better understanding of our planet, the earth.

The museum services to the society in a wide sense must therefore be much developed in the forthcoming 21 century to satisfy the cultural function for the society.

Key words: Museum development, museum items, barrier-free, normalization, universal, social function, museum management, plastic replicas, B-N-U series, museum services.

濱田隆士（Takashi Hamada）
神奈川県立生命の星・地球博物館
〒250-0031 神奈川県小田原市入生田 499
Kanagawa Prefectural Museum of Natural History
499, Iryuda, Odawara, Kanagawa 250-0031, Japan
高橋俊雄（Toshio Takahashi）
神奈川県立生命の星・地球博物館
松島義章（Yoshiaki Matsushima）
神奈川県立生命の星・地球博物館
奥野花代子（Kayoko Okuno）
神奈川県立生命の星・地球博物館

I. まえがき

神奈川県立生命の星・地球博物館は、1995年3月20日の開館以来、本年度で丸5年を経過しようとしている。歴史ある神奈川県立博物館の再編整備により、歴史博物館と自然史博物館的性格の当館の2館が県立博物館として併存することになった。再編整備計画は、その時点より約8年前からの長年月をかけて慎重に練り上げられ（神奈川県教育委員会, 1988, 神奈川県立博物館整備構想懇談会, 1988）、わが国における博物館建設ラッシュの中、準備室による作業は日本の代表的自然史型博物館であることを目指すと同時に、“開かれた”近代的博物館として社会との関係をどのように保ち、いかに貢献できるかをターゲットとして計画が進められた。

結果として、バブル経済がはじけ、財政的に低迷期の真最中にオープンすることになったが、理念は貫き通し、“開かれた博物館”であり、グローバル視座をもった地域博物館であるべく努力がさらに重ねられてきた。

日本の博物館は、明治開化期での産物として輸入学、輸入文化としての色彩を濃く有してきたものであるから、その近代化はただ単なる展示手法や技法のメカニカルな変更にとどまるのではなく、高度情報化社会、生涯学習時代という二つの大きな流れを受け、それをいかに有効に消化し、博物館の独自性を発揮できるかが鍵となった。

そもそもわが国における自然史学は、いわば変則的な発展の道をたどってきており、中国からの本草学の移入、文明開化時における諸外国からの博物学の導入、そうして、追いつけ、追い越せの背伸び型文化高揚策の中に位置づけられたのである。ところが、近代科学の激しい学問分野の分化・深化の流れの中にあって、どちらかといえば保守的な分類学を代表とする博物学は、博物館でだけ生き延びる運命となり、大学や教育・研究機関との緊密な連携は急速に薄れていった。

社会的には戦後の図鑑ブームが、実は一般人の心の底に潜在的に残っていた自然史型発想を強く刺激し、その延長線上に近年のアウトドアライフ、ダイビングブーム、RV車全盛等が位置づけられ、ついに水族館人気時代に至る。数千～万トン級展示水槽とその水質管理システムの発達が火付け役ではあるが、支える側としての一般大衆の意識の向上や管理社会での生活からの逃避としての自然を求める深層心理がこれに活性を与えるという機能を果していると見てよい。

さらに最近では、学校教育制度のかかえるいろいろな問題点が顕在化し、家庭内での子どもたちの成長過程にも陰を落とすようになり、“教育”よりもっとゆるやかな“学習”の有効性が認識されるようにもなって、いわば学校外、教室外学習にかなりの重さをかける方策がとられ始めていて、その中に、“自由にメニューを選べる”体感学習の場としての博物館の存在価値・利用価値が認められるようになってきた。学習からさらに進んで、“楽修”（エデュテインメント）のあり方も幅広く受けとめられる今日、一方ではパソコンゲーム、他方では虫探しという“大人の世界”では大きく乖離したと考えられがちな子どもたちの好奇心発揚形態が重視されねばならない時代といえる。

子どもたちの“理科嫌い”、大学生の“科学離れ”現象は、彼らの世界を外から眺めた“結果の心配”から事態を皮相的に捉える大人や“関係者”の偏向的観測であるとさえ極言されてもしかたない。この大切な時代の子どもの学習環境を提供し、かつまたいつでもどこでも誰でもが楽しく過ごせる生涯学習時代の、旧くて新しいメディア役として博物館が現代社会でいかに機能すべきか、神奈川県立生命の星・地球博物館発足5ヵ年の成長過程を軸にしながら論じてみたい。

II. 博物館成立背後略史

1. 輸入文化としてのパイオニア性

わが国における博物館界の開闢やその後の展開の詳細については、いくつもの専門的な記述が公表されているので、ここにそれを繰り返すつもりはない。本章で扱いたいのは、いわば博物館のコンセプトあるいは考え方、視点の遷り変わりである。

そもそもわが国に自然史（誌）学が存在していたのかどうか、という議論も必要かもしれない。一般には中国伝来の「本草学」が一つの形として成り立っていたとし、それは薬石から愛玩石、奇石の類まで幅広い対象をもつので、いわゆる自然科学のジャンルではなく、むしろ物産学として解されてきた。神社・仏閣の“宝物殿”が珍奇物品の収集・保管に大きな役割を果たしているのは寺社史に明らかな通りであり、しばしば化石・鉱物類のコレクションを含む。これらには後世に至って分類学的な注釈が与えられることが多く、したがって、発足当初は“自然科学的”資料とは評し難い事情にあったと考えられる。

これらに対して明治の文明開化期に設立された“帝室”を冠した博物館・美術館類は、国の威信をかけての大上段に降りかぶったショウアップ施策であったと断じてよかろう。博物館先進国としての諸外国の例を見るにつけ、歴史の重みを先達は感じたに違いない。その結果、“国宝級”というファーストランクの物件を中心に博物館事業が進められたことは想像に難くない。したがって、館収蔵品の主体は逸品揃いとして、とり敢えず諸外国に自慢できるものになった一方、日常の生活文化を支えるアイテムについては、ほとんど陽が当たらない結果を生むに至ったといえる（木村, 1985; 小泉, 1943, 白井, 1908）。

そうした経緯の中にあって、ナウマン（Edmund Naumann）以前に在日し、森鴎外らに進化論を講じたり、市場や盛り場での市販品を集めて自然科学的記載を進めていたドイツ人ヒルゲンドルフ（Franz Hilgendorf）の存在は注目に値しよう。立場によってやや議論はあるものの、ヒルゲンドルフがわが国の魚類学、漁業学のパイオニアであったことについては大きな異論はあるまい。矢島道子（1998）が個人的な学史発掘研究を故阿部宗明博士から引き継いでの日本初の個人提案企画を、当館を含む複数博物館の深い理解と協力のうえ持ち回り特別展（ヒルゲンドルフ展企画実行委員会,



図1. ヒルゲンドルフ展を御観覧中の天皇, 皇后両陛下（1998. 3. 30）.

1997）にまで展開させ得たのは、博物館史と共にわが国の自然史学に対しても有益であったと思われる（図1）。

ヒルゲンドルフのコレクションの範囲はすこぶる広く、ミズムシから魚、カワウソ、カモシカ、毛髪に及び、解剖学者、古生物学者としての面目躍如である。そうした収集標本類を確実に整理・保管する“場”をもたなかった彼は、大半をベルリンへ持ち帰って、それらと日本からベルリン産業博覧会に出品された魚類標本などと共に、今日まで立派に保存しておけたという経緯そのものが、博物館の有無、研究者の有無という点からみてわが国自然史出発時の彼我両国の文化的力量差をよく表している。

シーボルト（Philipp Franz von Siebold）の『Fauna Japonica』や『Flora Japonica』の成立などにも、おそらく全くよく似た事情が背景にあったと考えてよかろう。今日においても多くの模式標本がヨーロッパ各地の博物館に散在保管されていることがそれを物語っている。日本産の生物・古生物が外国研究者によって多数記載されたにもかかわらず、標本を確実に収蔵する発想も施設も保有しなかった日本の立場はまさにわが国のプレ博物館時代の悲しい特性と考えてよい（ヒルゲンドルフ展企画実行委員会, 1997）。

自然史研究、さらには自然史博物館の発展に直接結びつく多彩な標本収集活動が、多くの外国人研究者によって進められてきたことは、どれほど強調してもし足りないくらいである。とりわけ、海洋生物に関しての調査船による各大洋での組織的採集活動が、後々に分類学上のみならず、生物分布学、生物地理学の発展に寄与するものであったことは、大きく評価されねばならない。

このような流れの中で異彩を放っているのは、日本の地図学の真の開祖として近年一層の光を当てられている伊能忠敬の業績である。彼は1800年（寛政12）にすでに北海道の測量を行い、立派な地図を作っている。ベンジャミン・ライマン（Benjamin Lyman）が1876年に北海道の地質図を出しているが、その原図は伊能のものである。1868年が明治元年であるから、伊能の実力がいかに素晴らしかったか、現代の「地図」の情報論的性格付けから明らかなように、地図は地質学を育て、自然界の様々な要素をプロットするベースに他ならないのであるから、ここでは、敢えて自然史基礎を打ち立てた純国産パイオニアとしての伊能忠敬のみに言及しておく。

なお、先進諸国での歴史をみれば明らかなように、自然史（誌）博物館の設立・発展と各種の細密画やそれによるモノグラフ・図鑑類の隆盛は、影となり日向となって、互いに効果的に影響を及ぼし合っている。もちろん、スタートは木版や石版であり、その技術的レベルの高さが支えになっている。それに比して、わが国では戦後、別の次元で生態的図鑑、カラー写真図鑑の市井における高揚期を迎え、今の博物館界の発展にやや先行していた現象となっていることは生活文化史上注目すべきことと指摘できよう。

2. キャッチアップ精神の時代

博物館が存立するためには、言うまでもなく、容れ物と資・試料（標本類等）とがなければならない。しかし、その前提として、人と組織とを用意しなければならないのが文明開化直後の日本の自然誌研究界の内情であった。もちろん、当時は自然史（誌）という捉え方ではなく、いわゆる博物学の範疇であった。

“ひと”つまり研究者、ひいては初めての高等教育の責を負う人物の養成には、他の分野と同じく、外国の先進的な空気を吸うために留学というプロセスを挟むことになった。その一断面として、地質学分野での略史をたどってみよう。先ずは、先輩国での修業からキャッチアップの動きが始まった。そしてそれは、国内の官庁や開発・研究組織の設立、翻訳を中心とする学問体系そのものの輸入・移植から後続の人材育成へとつながっていった。開闢時を含め、継時的に主要人物と項目とを並べてみよう。約100年をかけて外国人教師から地質学の世界が日本人教師に引き継がれる様子が手にとるようにわかる（表1）。

高等教育の場での日本人研究者の位置づけは、こうした“国産化”の流れを形成したものの、研究内容は結局のところ、大局的にはヨーロッパの亜流から逃れることはできなかったとみてよい。いわゆる教科書に当たるものは全て翻訳物であり、結果として輸入学の消化第一歩が印されたことになる。杉田玄白「蘭学事始」に代表される医学の世界に比べると大幅なおくれと言えよう。ダーウィン（Charles Darwin）の進化論は、“生物学者・解剖学者・古生物学者”としてのヒルゲンドルフによって、東京帝国大学の前身である東京医学校において講じられ、森鴎外が受講している。西欧文明キャッチアップの当時の最前線の様子がライブに伝わってくる。

一方、地球自然環境の各要素やあり方は、自然誌という観点から捉えられるので、自然史（誌）科学の近代的な位置づけが大切である。要素還元型発想での分野別ではなく、総合的に自然を見る眼が基本になるから、自然史科学はホリスティックであり、これをいまや新しい総合的枠組みとしての自然史システム科学と捉えることにより、地球環境科学の基本的な切り口が見えてくることになる。自然史科学は本質的に自然史博物館活動の根底をなすものであるから、自然史博物館の資質が、地球環境理解を促進する要因となることは間違いない。

表 1. 明治開化期事情（地質学分野をめぐって）

西暦	年号	外国人	日本人	事項
1800	寛政12		伊能忠敬	北海道地図
1821	文政 4		伊能忠敬	日本全国測量完了
1823	文政 6	シーボルト来日		
1840		シーボルト		伊能図を西欧に紹介
1867	慶応 3	コワニエ来日		薩摩・生野の金山を近代化
1868	明治 元			
1872	明治 5	ライマン来日		北海道開拓仮学校
1873	明治 6	ヒルゲンドルフ来日		（後の札幌農業学校、北海道大学）
1874	明治 7		（森鷗外、ﾋﾙｹﾞﾝﾄﾞﾙﾌ の進化論講義を受ける）	内務省に地理班（後の地理局）
1875	明治 8	ナウマン来日		
1876	明治 9	ライマン ミルン来日		200万分の1の北海道地質図（伊能図をベース）
1878	明治11	モース（進化論講義） ナウマン	和田維四郎	東京帝国大学設立 東京帝国大学地質学初代教授 東京帝国大学地質学助教授
1880	明治13	万国漁業博覧会(Ber)	小藤文次郎	東京帝国大学第1期卒業生、内務省地質課に入る
1881	明治14	ミルン主宰		日本地震学会発足
1882	明治15		和田維四郎	農商務省に地質調査所、初代所長
1883	明治16		原田豊吉	ドイツより帰国、地質調査所にへ入所
1884	明治17		原田豊吉 小藤文次郎	東京帝国大学地質学教授（日本人初） ドイツより帰国、東京帝国大学講師
1885	明治18	ナウマン帰国	小藤文次郎	東京帝国大学教授 東京帝国大学に地震観測所（後に地球物理学教室） 日本の地質についての論文
1889	明治22		横山又次郎	ドイツより帰国、東京帝国大学へ
1890	明治23		原田豊吉	日本の地体構造図
1893	明治26	ナウマン		日本地体構造図（フォッサマグナ、中央構造線）
1894	明治27		原田豊吉（37歳没） 横山又次郎	東京帝国大学の教授となる
1900	明治33			

＊主として放送大学教材「日本列島の地球科学」(1999)第15章より引用

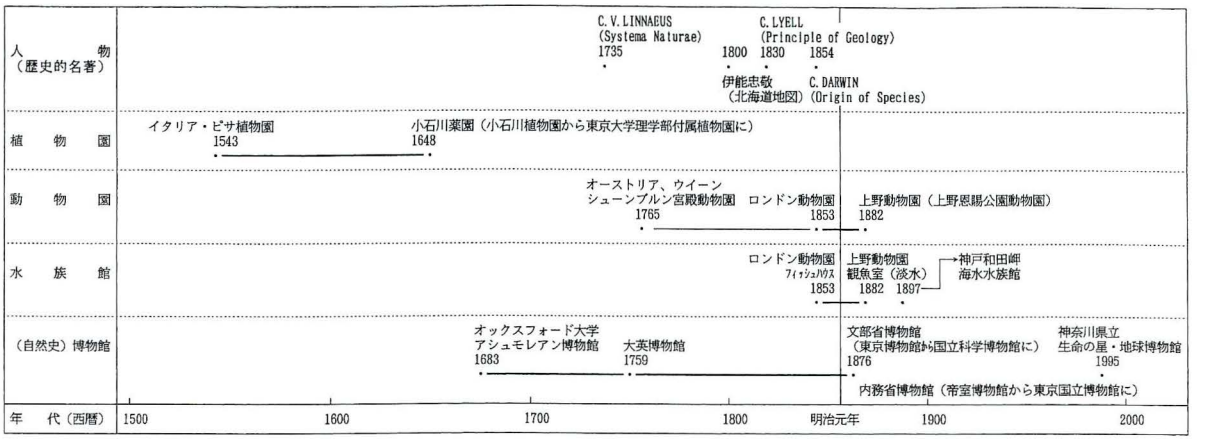


図 2. 各種文化水準事項の発祥時間差（日本と先進諸国との較差）.

ここで、日本の博物館界がそのキャッチアップに、どのように貢献し、いかなる役割を果たしたか通覧しておこう。

図2は、博物館界とそれに関連の深いいくつかの項目について、先進諸国でのスタートとわが国での発祥の時期とのずれを示したものである。文化の後進性というより、まさに輸入学問や輸入制度の導入にいかに努力したか、明治の文明開化時の動きと捉えたい。注目されるのは、自然史関係の分野としては、植物学界のもつ著しい先行性である。植物園の歴史は桁違いに古く、イタリアのピサ植物園は16世紀半ばにすでに存在し、わが国でさえ、小石川御薬園、つまり後の小石川植物園そして現在の東京大学理学部附属植物園となった施設がほぼ1世紀おくれの17世紀半ばには発足していて、動物園、水族館と約3世紀のズレが見られるのである。

生物の細密画が、どのジャンルにおいても常に館・園や大学の創立に先行しているのは万国共通の興味ある現象であるが、日本の植物についてもチュンベリー（Thunbery）の業績は、『Flora Japonica』としてシーボルトらの『Fauna Japonica』にほぼ70年の先行性が示されている。植物の栽培や採集、分類は、自然史資料としては確かに最も手近な日常的存在であり、とりわけ高級な設備や装置がなくても研究が進められたことによる事態であろう。

その意味において、施設の先行性、あるいは印刷物の出版期の違いという観点からは、水族館＜動物園＜植物園の不等式で表わされる発足のタイムラグが顕著である。英国において水族館が最初動物園の一部に併設の形でスタートしている事情は表に示してはいないが、ドイツのベルリンでは、恐竜もこの“水族館”で扱っているのが面白い。

日本の水族館の歴史を上記に照らしてみると、そのキャッチアップ事情が濃く滲み出ていて興味深い。ロンドン動物園の中に「Fish House」として位置づけられた体制そのものが、上野動物園内併設の淡水水族館に採用され、名称も「観魚室」となっている。わが国で海水水族館の発祥が循環装置の開発と時期的に一致しているのは、まさに装置開発すなわち飼育のための水質管理が前提となるという植物界との大きな違いを如実に物語っているのである。

こうして世界の博物館界の大局的な流れを通観してみると、前記の不等式は、自然史博物館での事情、つまり生（なま）物でなく、剥製、骨格、鉱物、岩石、化石や貝殻等のドライ物中心に施設ができることを反映して、設立や発展時代の早期性について、次のように拡張することができる。水族館＜動物園＜自然史博物館＜植物園。そして、この不等式を現在に至るその後のわが国内部でのそれぞれの施設の展開事情と比較して、大変面白い現象に気付く。それは、施設の発展は技術革新に全く依存しているので、館園の“近代化”や“普及・人気度”という観点ではほぼ逆転してしまう点である。巨大水槽、循環・浄化施設、熱交換器等の急速な発達改良が、現在の「水族館ブーム」の原動力となっていることをこのような眼で見るのは意義深い。戦後の経済成長や技術革新とその応用意欲の発現として博物館界の社会的背景がよく覗える事例といえよう。

III. 自然史博物館資料のあり方

1. 収集標本の抱える課題

自然史博物館は、その存立主旨に沿うために可能な限り多種多様の標本類やそれに関連する資料を質量共に高く保有していることが望ましい。しかしながら、自然条件や経済条件、あるいは人社会の倫理条件に照らして自ずと制約を受け、限度があることは当然である。博物館法には、館の存立に必要な資料等を持つように定めているが、「・・・してはならない」型の禁止条項がないから、限度は館自体の判断や制約条件のもとに決まることになる。

神奈川県立生命の星・地球博物館が発足した際のキャッチコピー、「つまり、ミニ地球ってことなんです！」は上記のセンスに裏付けられた短文であって、小型の地球を置いてありますというダイレクトな意味ではない。「地球」を理解し「地域」の特性を示すのに必要と考えられる素材をいろいろ取り揃えてあります、と解されればよい（濱田, 1996）。

言うまでもないことではあるが、博物館の保有する資料にはそれなりの価値がなければならない。もっとも端

的に表現されるのが“館の目玉展示”という評価であろう。しかしながら、それは館のイメージアップアイテムであるから“貴重なもの”、“珍しいもの”“高価なもの”などの価値観に支えられた「館側の」主張誇示である。生命の星・地球博物館としては「開かれた博物館」故に、オープン当初から「目玉標本」の定義を別の観点から捉えようとしてきた。それは入館者自身が展示を一周り観た後、「あれは素晴らしかった！」とか「あの展示が心に残った」という強い印象を持ってもらえたとすれば、それこそが「この館で、その人にとっての」“目玉”と理解すればよい、というコンセプトである。主観から客観への評価主体の転換といってよかろう。

展示標本の本質は一つには何かの状態を示すのに“典型的”であることが必須である。もちろん、そのバリエーションの広がりを示すことができれば尚更よい。したがって、試・資料の収集にその視点を常に堅持することが大切である。その意味において質が高く、欠陥ができるだけ少ないもの、という収集・選定時の基準が価格や経費等との兼ね合いで決まることになる。しかしながら、良い展示の裏付けとして研究という立場を念頭に置くならば、たとえ部分的に不十分であったり、欠損が明確であっても、“補完資料”としての価値を与えることができるものであれば，それは館の収蔵品として十分に意義があるもの、と判断して良かろう。分類学的観念に立てば完模式標本の価値はもちろんであるが、多くの比較標本、集団標本があればさらに良い、という事情に比すことができる。

博物館標本の一つの特性として“大型のもの”という性格を認めることは、展示効果からも妥当化されてよい。岩石にしても化石にしても、あるいは樹幹、昆虫標本にしても、「大きいことは良いこと」の通念は、容れ物・置き場所の条件が与えられ、費用の保証さえ得られれば、標本収集時点での一つの資格に加えて差し支えない。野外博物館的発想が伴われていれば、問題点はさらに少なくなる。ライブな展示を主体とする動・植物園、水族館ではそのサイズをもたらすに至った個体年齢と共に高い評価対象となる場合が多い。

成長限界を有しない岩石、地層の標本については、少し異なった視点が必要となる。巨大岩盤の展示には、そのための採集・搬送という手間を必然的に伴う。生命の星・地球博物館には二通りの巨大岩盤標本展示がある。それは組立時の手法の違いによっている。収集時には当然移送可能なサイズでのユニット化が考えられ、展示の際にどう組み上げるかで差異が生じる。スラブやチップまで寄せて原状態に近くして展示したのが、“岩の壁”コーナーであり、巨大柱状節理、枕状溶岩、リップルマーク（漣痕）、褶曲ストロマトライト、ストロマトライト、BIF（縞状鉄鉱層）の6アイテムが、高さ13 mの垂直壁に仕立てられている（図3）。安全性を考慮し、上方の約10 m部分は強化プラスチック製であり、標本自体は最下部約3 mまでが実物であるとしても、展示効果あるいは展示場の雰囲気を盛り上げる演出効果としては極めて高い評価を得ている。もう一つの大型岩盤例は、“アンモナイトの壁”である（図4）。現地では傾斜

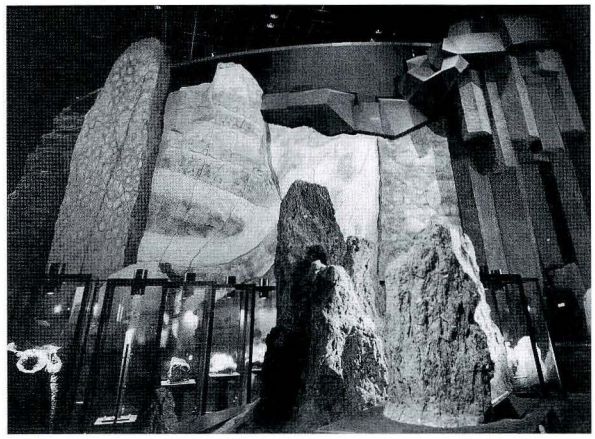


図3．岩石の大壁．

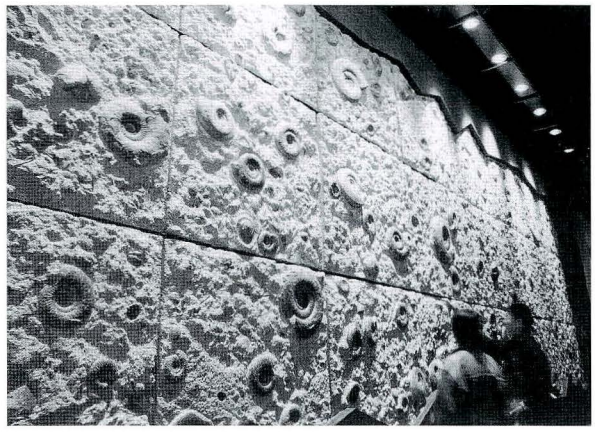


図4．アンモナイトの壁．

した化石層をコードラート的な区割りでカッター処理し、組立時にそのユニット境界を敢えて残したままにして、垂直壁展示として床面積利用の効率を高めてある。これら二件の大型岩盤“実物”標本展示の何よりの価値は、“臨場感”の演出効果とハンズ・オン学習による質感・存在感・認識への貢献であると評価できる。

近年の「型どり技法」の急速な進展により、型どりレプリカや“剥ぎとり”による大型地層展示が費用・労力の面でも大きく改善されてきている。1980年に設置されたつくば市にある通産省工業技術院地質調査所の地質標本館ホール正面を飾る褶曲地層レプリカがその先鞭をつけたものと言えよう。最近ではこの手法も随分ポピュラーになってきて、サイズもさらに大型化できるように改良されてきた。とりわけ、恐竜の足跡（歩行跡）化石岩盤のように、広さそのものに第一義的な重要性をもつものにその有効性が発揮されている（岐阜県博物館、福井県立博物館、富山県大山町教育委員会施設等）。

“剥ぎとり”標本は、しばしば軟弱地層断面標本として、考古学や地質学用の大型展示に活用され、さらに崩れ易く保存に難の多い地層露頭の永久保存、室内展示として一層深い意味を持つ時代となった。ユニット化して作成されるが、接合技術の向上により、実物の地層とその広がりを来館者に現場理解やハンズ・オン体験をしてもらうのに多大な貢献をしている。伊豆大島火山博物館で、二階展示場の壁全面にセットされた3.0m×20.5mの火山灰層断面剥ぎとり標本（1990年設置）はこの手

法の早期の作品として評判が良い。この地層の露頭は、「地層大切断面」として島の観光マップにも記入されている「島の目玉」露頭であるが、海岸という条件のために風化・劣化・植生被覆が早く進むため、今後何度も表面整形による“若返り”の手続きが必須であることは言うまでもない。その度に地層の断面部位が少しづつずれるから、初期の“剥ぎとり”標本は、重要な非再生型「遺物」として保管されるべきものとなった。

生命の星・地球博物館での生命展示室における昆虫展示手法は極めてユニークである。全体として小型標本が卓越する昆虫世界は、その代わりに美麗標本を擁しているメリットがあり、その上手な活用が展示に大きな影響力を持つことになる。通常はどうしても分類群をまとめて示すことに努力することになるのであるが、並べ方一つにしても　アートセンスを発揮し、標本を美の素材としても認識する姿勢があれば、展示コーナーの雰囲気は見違えるように活性化される。「ドイツ箱をキャンバスに、虫を絵具に」のセンスは、ある面では邪道との批判を受けようが、一般来館者にとっては、ムシの嫌いな人にさえ、ある種のインパクトを与えるものである、と評価できる。

2. 地球自然保全とのかかわり

自然史博物館の主題に用いられている自然誌素材は、再生可資源であろうと非再生型資源であろうと、かけがえのないもので占められている。そのため、その収集時における地球自然やその環境への配慮が不可欠であることは言うまでもない。これは、前述のような巨大標本や集団標本についてだけ語られるべきものでなく、当然、一個一個の標本に対しても考慮されるべきであろう。

博物館活動の一環として蒐集行為をする場合は、自らの意識によって、十分抑制機能が発揮されるに違いあるまい。業者等への委託事業もほぼその枠内で収まるべきであろう。研究に資するための標本採集活動は、博物館独自の行為ではない。大学や研究所等による広い局面でも行われるものであるから、当事者の認識とか倫理観の問題に帰すことになるのが通例といってよい。

法律的な規制による標本・資料収集は、国内・国際両面ですでにその枠内で進められてきている場合が多い。生き物に関しては、季節性や地域性を考慮した様々の採集局面が考えられ、実行される。しかし、一般的に考えて、道理をわきまえないアマチュアやもぐり業者を除けば、問題は限定されてくる。むしろ、研究実行上、たとえ定点観測点をもっていても、連続観察とか定期採集の手法には限度があり、生態学的には実態からかけ離れたデータしか入手できない場合の方が多い。これまでもトータルな生態系とか、周年変化の定量把握とか、長期にわたる継年観測記録等については、不十分性が極めて高かったことを認めざるを得ない。

映像情報の取得や処理・交流に飛躍的な進歩がみられる現代の高度情報化社会に対応した研究・展示手法として、とりわけ自然環境にできるだけ人為のインパクトを与えずに、資料を入手する方策が模索されるのは当然である。博物館活動ではないが、わが国の海洋科学技術センター（JAMSTEC）が、相模湾の初島沖の深度約1200mの海底に1993年に設置した長期観測ステーションのモニターからの映像などがホームページに公開されている例はリモート環境へのアクセスとしても大変意義がある。近い将来に、関連する博物館や水族館のモニターに接続し、より多くの方々に見てもらえる状態になることが強く望まれるところである。

規模や対象に違いはあるが、いくつかの火山博物館に設置されている“火口カメラ”からのモニター映像は、来館者には「一過性」データの印象を与えるであろう。しかし、実際にはデータ保存さえできれば、次の火山噴火活動にまでわたる立派な継続観察であり、見かけ以上の有効性があることを高く評価する必要がある。

「標本中心」の博物館コンセプトはこれからも変わることはないと思われるが、映像資料の価値を情報学として正しく捉えるならば、「標本＝実物＋映像」の考え方が、今後、ますます大きくなり、写真は写真、実物は実物というセパレート型認識は次第に後退せざるを得ないであろう。「かたち」の研究で、長らく固定観念化してきた形態学は一面的であったことを、館野（1992）がタコやイカなど“定形”を定義し難い軟体動物の形と機能について動形態学（dynamic morphology）なるコンセプトを提唱し、「実物＋動画像」の在り方を学術的に意義付けした功績は大きい。生体や原形に損傷を与えない諸手法を活用し、無侵襲・非破壊的に内部構造やその運動機能まで提示するのであるから、今後、博物館界において生き物や事象の解説・展示に大いに活用されることが期待されよう。ただ単なる外観上の生態映像とは格段の違いがあることがより深く意識されるべきである。

映像をより積極的に“標本化”していこうとする新しい試みが、神奈川県立生命の星・地球博物館の研究活動で進められている。瀬能は、伊豆一帯をメインフィールドとして、その魚類相の経年変化を捉える手法として一般ダイバーの撮った魚影の提供を広く求め、それを登録番号付きの“標本”として活用し、従来では考えられなかった多彩な魚類相解明に成功している（古瀬・瀬能他, 1996; 瀬能・御宿他, 1997; 瀬能・牧内他, 1998）。専門家の目によれば、たとえ多少ピントがずれていたりブレがある画像であっても、極めて参照価値は高いという。生態学的非破壊研究手法として今後の発展が期待される。世界の海でダイバー、海中施設、観光船等の急増による自然環境破壊が進む中、この発想の転換は高く評価されるべきものであり、自然史博物館の活動として今後事例が増えることが大いに期待される。

植物を代表とする、いかなる再生可資源といえども、貴重種は貴重種であり、常に新鮮な展示を計画することなどできない。したがって、高価にはつくが、プラスチックスによる復元レプリカ生態標本の価値は高い。季節性を超えて展示できるメリットもあり、自然を荒らさないためにも、今後さらに多彩な精細高級レプリカ製作のノウハウが蓄積されていくことが切に望まれる。

自然環境を壊さない標本採集活動に努力する傍ら、他方では採集された資料をいかに有効に使用するかについて吟味することも極めて大事である。クリーニング時に

生じる破片であっても、場合によっては、来館者へのサービスとして無料配付素材化する工夫がなされて然るべきであろう。

博物館標本は、元来もれなく記帳・登録されるべきものであることは言うまでもない。しかし消耗品的素材として処理されてよいアイテムもかなり存在する筈である。外国例であるが、オスローの博物館では入口ホールの中央に山のように石屑が積み上げてあって、「ご自由にお持ちください」と掲示が出ている。よく見ると、オルドビス紀の各種筆石類が含まれる岩片なのである。聞いてみると、館を建設した時、基礎岩盤の整形作業で出た岩屑なのだという。日本では見られる場すら稀有の事態であるから、研究用・お土産用にポケットをふくらませた記憶が鮮烈である。当然、これらは登録されていない素材であるが、その有効利用の意義と果たす役割には計り知れないものがある。

このように大量の頒布標本でなくても、相当量の余剰標本が生じる見込みさえ立つならば、準登録扱いとして、自由な用途を開発することも考えられてよい。アウトリーチ活動の一環で子どもたちにローンキットを提供する場合、生命の星・地球博物館ですでに先行事例があり、人気を集めている（化石ローンキットグループ, 1998; 田口・大島他, 1999）。このときの素材は、新生代中津層化石発掘事業（神奈川県立博物館, 1991）時に得られた含化石礫岩中の貝類化石が中心であるが、今後、各地で類似の事例が増加することが期待されよう。恐竜化石発掘に伴って出る植物や貝を含むスラブなど、いかに破片であっても子どもたちに“化石クリーニング”体験を楽しんでもらえるだけでなく、地球過去の“宝物”として夢をふくらませてもらえる絶好の記念「土産物」候補たるものの一つである。ただし、このプロジェクトには特色として価値の高い標本が含まれていた場合、その資料には作業をした個人の名前を記録したうえ、館の登録番号が付される、という手続きが待っている。

生命の星・地球博物館では“コレクション・オブ・コレクション”と愛称している標本収集と保管・登録の実績を重ねている。最近では故 酒井　恒・横浜国立大学教授のカニ類標本（神奈川県立生命の星・地球博物館, 1998, 1999）、故 鹿間時夫・横浜国立大学教授の貝類標本、故 櫻井欽一博士の鉱物・岩石・化石標本（神奈川県立生命の星・地球博物館, 1997）、故 尾崎公彦横浜国立大学助手の植物化石標本（Ozaki, 1991）等、貴重な自然史資料コレクションをご家族等関係者の方々の深いご理解のもとに一括して“コレクション”登録し、目録制作、特別展開催、ジャンボブック展示などに広く活用させていただいている。

熱心なコレクターがその収集に注いだエネルギーは莫大であると同時に、貴重なアーカイブとしてかけがえのない自然史素材を構成しているのでその一括収蔵の意義は大きい。国外における著名なコレクターのコレクションも、購入等により館蔵品化している（例. サメの歯化石のケースコレクション: 図5; 神奈川県立博物館, 1992, 1994）。“コレクション”は別の観点からすると、極めて個性の高い「作品」でもある。そのため、ニュートラルで総華的に流れ易い博物館一般収蔵品と違った風格や意味を持つユニークな存在である。“コレクション”は数や量、分類群に占める意義、標本の質などの要素以外に、自然保全にも間接的ながら大きく貢献する「コレクション学」としても改めて評価する姿勢が大切であろう。

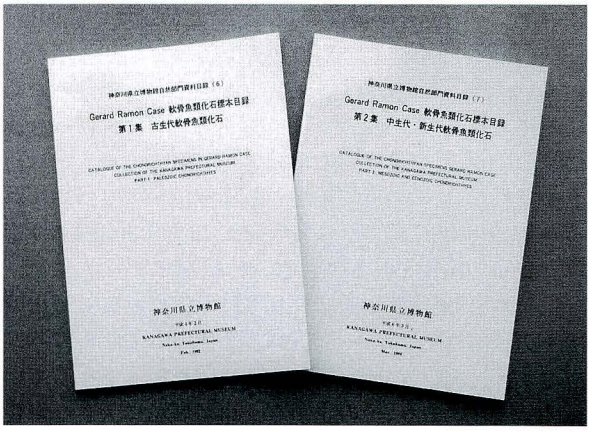


図5. ケースコレクション化石標本目録.

IV. 開かれた博物館への道

1. 生涯学習と博物館活用

生涯学習と博物館との関係についてここ数年の間に大きな変化が起ころうとしている。これまでは、初期の“物見遊山”的来館者に対して、社会動向の反映とは見なさず、個人レベルでの意識に基づく行動として、統計的資料の中に埋没させられてしまうことが殆どであった。ところが、本格的な“長寿福祉”社会が現実化した今日、博物館は“余生”を有効に過ごし、さらなる知的好奇心を満足してもらう“場”の一つと位置づけられ、カルチャーセンター的存在と考えられ始めた。けれども、間もなく年老いた人々のためのものだけというより、より幅広い年齢、身分、職業の人々が、一般常識として自らをブラシュアップする意味での生涯学習のための手頃なメディアとして機能すべきだとする見方が強まってきた。

加えて、2002年に完全実施が予定されている学校週5日制が話題になり始めた頃から、あるいは偶然であろうか、学級崩壊、校内暴力、家庭内暴力等々“非行”青少年の激増が心配され始め、博物館を教室外教育の場として活用したら、とする期待が高まってきたいきさつが見られる。しかし、制度教育の不備や力不足を博物館で補うという発想には本質的に無理があるため、次は休みとなった2日間の“ゆとり”の学習に博物館を活用したらという考えに移ってきたのである。「子どもたちと遊んでいますか？」という問いは、親にも教師にも耳の痛い問いかけであろうが、その問題のブレイクスルーとして本当に生涯のスパンで、生涯学習の一環にその2日間を当てるという発想が大きく台頭してきたのである。

文部省では生涯学習局が筆頭局になってからは、専ら後段に記したような方向性が強く打ち出され、さまざまな博物館支援施策が次々と講じられるようになってき

た。例えば、1997年度にスタートした科学系博物館活用ネットワーク推進事業がある。これは、一種のモデルづくりの委嘱事業である。この事業の委嘱先は、「博物館地域ネットワーク推進協議会」であるため、生命の星・地球博物館が協議会設立の呼びかけ人となり、江ノ島水族館をはじめ、神奈川県、東京都、静岡県内の博物館と市町の教育委員会、青少年指導員協議会、母親クラブ連絡会及び学識者の協力を得て、1997年度に「南関東地域科学系博物館ネットワーク推進協議会」を立ちあげた。事業の実行グループとしては、参加の7つの博物館を「大地系」と「水系」に分け、生命の星・地球博物館と江ノ島水族館がそれぞれのコア館となり、7館が各館の特性を反映させた24の事業に3カ年計画で取り組んでいる。その組織と運営の概略を図6に示しておこう。

具体的な事業活動としては、非常に多様性が高く、親と子、先生と子どもたち、親と先生方といった自由なつながりの場を創出し、野外体験、観察会等のハンズ・オン型事業を実施している。学校のカリキュラムとは切離した、学校教育と直接のつながりのない自由なエデュテインメント学習を繰り広げている。この活動の詳細は他に譲るとして、これまでのわが国の文部省にはなかった自由度の高い生涯学習方式を模索しているその姿勢は高く評価されてよいであろう（濱田, 2000b）。

生命の星・地球博物館ではこのような事業に先行して、1995年の発足時から学芸員のアウトリーチ活動として週5日制対応プログラムを置き、その他の学習支援活動も多彩な局面で実行している。それらを列挙してみよう（表2）。関連して文部省科学研究費や財団からの助成研究等にもプロジェクトがあり、全体として館の目的とする開かれた博物館への道を着実に歩んでいる。

博物館での生涯学習は必ずしも一般来館者がメリットを受けるだけではない。例えば、友の会に参加しているメンバーが参加すること自体が、立派な生涯学習効果になっているケースであろう。なかんづく、ボランティアとして登録している人々にとっては、ボランティアの立場での学習を可能な範囲で努めあげ、自己の教養を高めようとしているのであり、そのような理解こそが博物館ボランティアの現代的意義を発揮するものであると言えよう。

生涯学習時代とは言うものの、かなりの関係者に生涯教育という考えから脱却できない人々がいる。つまり「教育」は制度でなくともあり得るという“家庭教育”的発想である。本来親子のコミュニケーションが子どもの心身の成長に大きな役割を果たしていることは言うまでもないが、「制度教育」（フォーマル・エデュケイション）が確立されてからは“他人”に“知の拡大”を任せ、しかも“カリキュラム”というプログラム化された順序立ての中で育てられるようになり、“家庭教育”というより“家庭訓育”とか“しつけ”といった表現による、よりスキンシップ型ケアの役割が忘れられがちになって混乱が始まったと言えよう。ちなみに、「教育」の主旨により“専門教育”、“職業教育”という考え方や制度は堂々と成立する。

真の生涯学習は、年齢、職業、地位等についてバリアフリーであり、当人の自由度が非常に高いものであり、周辺（図書館、カルチャーセンター、博物館等）はその支援で、多彩なメニューを用意し、可能な指示を与えるという、ゆるいシステムが本質であろう。とりわけ博物

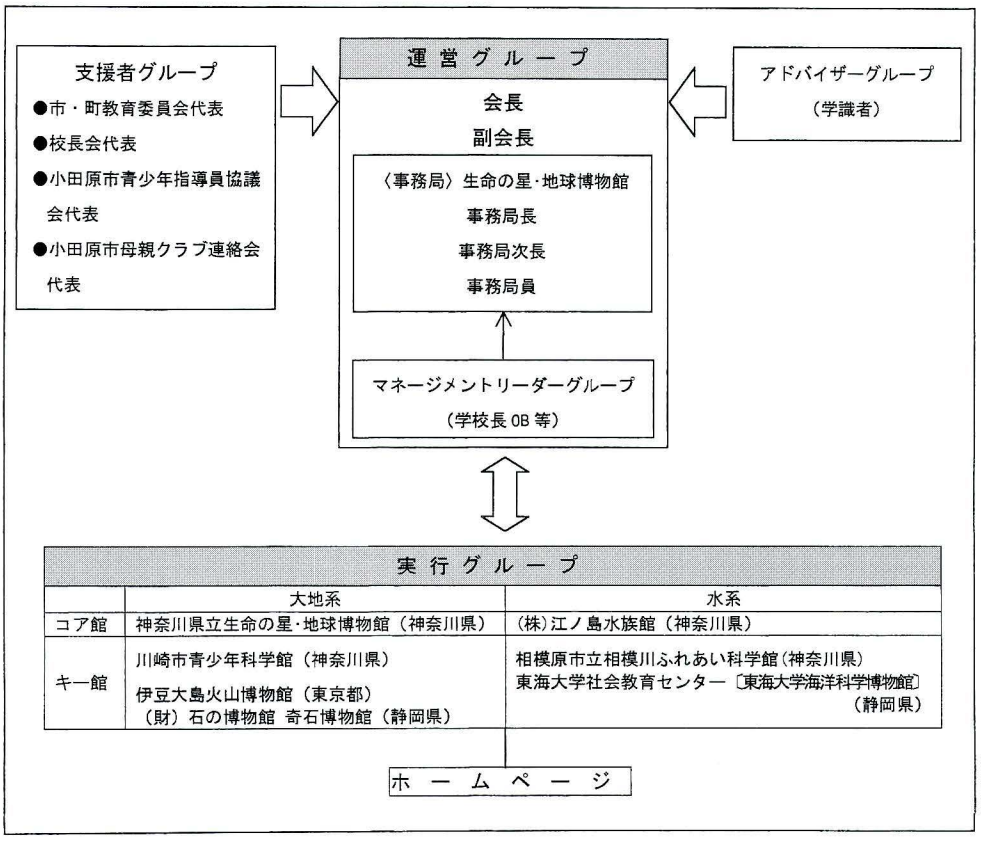


図6. 南関東地域科学系博物館ネットワーク推進協議会組織図.

表 2. 学習支援事業（1998 年度，神奈川県立生命の星・地球博物館年報より）

自然科学講演会

事業名	開催日／場所	参加者
特別展連続講座	9月6・13・20日	200名
特別展講演会	2月21日 3月21日	124名

研究テクニック講座

事業名	開催日／場所	参加者
地形ウォーキング	5月 3日 小田原市国府津	雨天中止
図鑑を作ろう－魚編－	5月10・18日 実習実験室	8名
スゲ属植物分類	6月 3日 実習実験室	34名
化石研究テクニック	7月29・30・31日 実習実験室	10名
箱根の植物群落	9月11日 箱根町駒ヶ岳	50名
くだものと野菜観察	9月26日 実習実験室	13名
地形ウォーキング	10月10日 松田町松田山	34名
化石採取と観察	10月17日 大磯町西小磯	雨天中止
図鑑を作ろう－魚編－	11月8・15日 実習実験室	10名
大地の生い立ちを探る 大地の時の流れ	12月12・13・26・27日 大磯町西小磯・山北町谷峨・実習実験室	30名
図鑑を作ろう－魚編－	1月18・25日 実習実験室	5名
冬芽の観察	2月14日 長興山・風祭	22名
鉱物研究講座	2月20・21日 実習実験室・千葉県鋸南町勝山	34名

身近な自然発見講座

事業名	開催日／場所	参加者
第1回	4月15日	雨天中止
第2回	5月20日　博物館～妙力寺～長寿園	32名
第3回	6月17日　博物館内	32名
第4回	7月15日　博物館～一夜城公園	18名
第5回	10月21日　博物館～辻村植物園	26名
第6回	11月18日　博物館～一夜城公園	14名
第7回	12月16日　博物館～吾性沢～長寿園	29名
第8回	1月20日　博物館～長興山	27名
第9回	2月17日　博物館～小田原城址公園～小田原駅	18名
第10回	3月17日　博物館～長興山～風祭	41名

学校５日制対応講座

事業名	開催日／場所	参加者
雑木林ウォッチング	4月11日 秦野市弘法山	11名
水辺の動物ウォッチング	5月9日 松田町川音川	41名
磯の動物ウォッチング	5月23日 真鶴町三つ石海岸	57名
水辺の昆虫ウォッチング	9月12日 愛川町八菅山	46名
きのこウォッチング	10月17日 大磯町湘南平	37名
鳥ウォッチング	11月14日 小田原城址公園	25名

博物館スクール

事業名	開催日／場所	参加者
ちょっと大きくしてみよう	7月25日 実習実験室	18名
夜の昆虫探検隊	7月26・27日 山北町中川温泉	48名
オオカミってどんな動物	8月8日 博物館内	60名
化石教室	8月20日 実習実験室	38名
博物館探検隊	8月26日 博物館内	43名
動物の行動観察	3月25・26日 実習実験室 小田原城址公園	5名
博物館探検隊	3月28日 博物館内	27名

神奈川オープンカレッジ

事業名	開催日／場所	参加者
植物分類学講座	11月3・21・29日 12月20日 実習実験室	46名

教員のための博物館講座

事業名	開催日／場所	参加者
15年次教員研修	8月 4日 博物館内	37名

企画普及講座

事業名	開催日／場所	参加者
植物画講座	4月29日 箱根町仙石原高原	31名
植物画講座	5月9日 駒ヶ岳を予定したが雨天のため実習実験室	22名

※ 神奈川県立生命の星・地球博物館年報第 4 号（1998 年度）より引用

館はそうした機能に最も適した公共性の高いメディア型機関であり、これからの時代の中軸を占める立場にあることを深く意識しなければなるまい。

2. B-N-U進化シリーズの意義
（バリアフリー（B）からノーマライゼイション（N）そしてユニバーサル（U）へ）

社会に言うバリアフリー対策は、最初建築界にあって各種身体障害を持つ人々にできるだけ不自由を感じさせないためのハード施策として登場したとされる。ポピュラーな例としては、要所要所への手すり配置、階段の代わりのゆるいスロープ道設置、路面への誘導ブロック敷設等であろう。

とはいえ、バリアフリー（barrier-free）という言葉自体もわが国では未だにポピュラーになったわけではないし、多くの公共施設にあってその普及が大幅に遅れている事態は残念である。近年、交通機関の施設を中心に身体的弱者用としてエスカレーターが多様されるようになったのは喜ばしいが、元気な人々の運動意欲を衰えさせることにむしろ大きな影響力があり、トータルにみれば決して手放しで喜んでばかりはいられない。

また、折角設置された路面の誘導ブロックの意味や役割を理解しない向きが多く、その上に自転車やバイクを止めたり、デザイン上の邪魔物扱いを公言するデザイナーもいるなど、社会的認知度をより一層高める必要が大きい。博物館施設についてのバリアフリー対応ハードもまた現時点では奥野（1998b, 1999b, c）の調査が示すように、かなり低調であることは残念である。

“モノ”をビジュアルに見せることを目的として誕生し発展してきた博物館界には、視覚障害を持つ人々への便宜を考える余裕が、その長い歴史の中にはなかったかの印象すらある。近年は、とくにCRT利用の動画像系の採択も多くなり、ますます格差が広がってきているとみることさえできる。

生命の星・地球博物館は、“開かれた”博物館を目ざすポリシーから、レシーバタイプの「音声ガイド」や赤外線利用のトーキングサインシステムの導入を段階的に進めている（図7）。また視覚障害者、視覚障害者教育担当者、誘導・案内ボランティア、学芸員、館職員が一体となった研修会や検討会を頻繁に開催し、改善・普及に力を注いでいる（奥野, 1998a, 1999a）。



図7. ユニバーサルのデバイス例.

バリアには多くの局面が存在し、身体的障害にとどまらないものであることは言うまでもない。言語や文字、考え方等の文化的バリアの存在も決して無視はできまい。このような諸般のバリア解消手段として正規化、一般化（ノーマライゼイション, normalization）があり、多くの対応が必要となる。しかしながら、一方では個性や特色を無にしては博物館の所期の目的を壊すことにもなりかねず、安直な平均化・均一化、あるいは規格化は謹まねばならないことも大切である。

このような様々な要素を勘案しながら、できるだけ多くの人々が博物館を利用し愉しんでもらえるユニバーサル（universal）化への道が模索されることになる。したがって、万人をターゲットにした理想的な開かれた博物館への途はB-N-U進化シリーズとして、意識され努力されることが肝要であろう。安易なグローバリズム発想で地域特性を失うようであってはなるまい（奥野・濱田, 印刷中）。

ユニバーサル志向の一つとして、五官を使った体感・体験学習を推進するのは、博物館のもつ特性発揮に期待されるところが大きい。“実物を”という主張に原点を置く従来の考え方と電子媒体を駆使した“バーチャル”世界を導入してのニューツール政策（小出, 1999a, b; 小出ほか, 1998, 1999a, b）とは共存的・補完的であっても基本的に対立すべきものではない。

わが国の教育界では、初等・中等教育から大学院教育まで、近年とみに実物に当たる実験・実習の機会が減っており、体験無しのバーチャル世界や頭の中での理解に頼ることが圧倒的に多くなってきた。加えて、低年齢時から“労働”という体験・学習の場が失われたままで、成人・社会人となってしまうパターンが定着してしまった。したがって、経験から応用へと実行場面での工夫力に欠け、改良・発明等の独創性も低くなり、マニュアル依存症候群が顕著に現れている事態が目立つ。それ故に、ヒューマン・エラーに結びつくことも多くなろう。

3. ハンズ・オン思潮

英語に、「触れるな！」の意で“hands-off”という表現があるが、これの対意語とするような新しい用語として、いま欧米の博物館・園では“hands-on”（ハンズ・オン）という考え方が普遍的になりつつある。原意からすれば、「触って」とか「手を触れて」という単純な事柄に違いないが、hands-offの持つ命令的、かつ否定的ニュアンスと全く対置されるべき、という発想からであろうが、もっと幅を広げて、「手を出してみよう！」「やってみよう！」から「実物に当たってみよう！」「原体験をしてみよう！」といった抽象的な呼びかけ語として通用するようになっている。

わが国ではもともと博物館展示や園施設において「立ち入り禁止」、「柵を越えるな」「撮影禁止」、「触れるべからず」等々、やたらと制限あるいは禁止令的な注意書きが多い特徴がある。“国宝級”とか、“稀少物”、“貴重品”等の「開陳」には、どうしても「・・・すべからず」の規制が不可欠だったからであろうと推察される。

このようなわが国の博物館・園の一般事情が長らく続いていたので、戦後、「恐竜展」などで、限定品ながら「触れてみてください！」という実物骨格化石に関して、「タッチ・カード」発行などのPR手法がとられた時は、そこに長い列ができるなど大人気を得たのである。水族館での様々なスタイルの“タッチ・プール”も同様に大きな集客効果を持った経緯があり注目される。ハンズ・オンの考えが“輸入”されるより前のことである。

生命の星・地球博物館では地域の子どもたちの学習環境を支援することを目的として、博物館探検隊やアウトリーチ活動としての野外観察、野外体験実習プログラムを数多く実施している。これらの活動のコンセプトは、一つには“開かれた博物館”であり、一つには“五官で体感を”というところにあり、基本的にはハンズ・オン発想の具体的局面である（濱田, 1994, 1997）。

「手で触れて・・」から始まり、「体験してみよう」にまで拡張されたこのハンズ・オン発想は、決して子どもたちの世界だけに適用されるものとして出されたものではない。あらゆる年齢、職業、地位に共通する体験学習のすすめ、つまり、ユニバーサル思潮をまさに実行する事業であり、生涯学習の時代要請にぴったりの一つの望ましい学習支援活動といってよい（濱田, 1999c; 奥野・濱田, 印刷中）。

このようなハンズ・オン思潮は、時代の流れとして社会現象とみる場合、その及ぶところは、別に博物館活動に限られる必要は全くない。いうところのアウト・ドア・ライフを志向する世間一般の人々の日常でのレジャー動向にあって、少しでもエデュテインメント要素がからめば大変好ましいハンズ・オンの自主活動にはじまり、ユニバーサル思考に至る指導者なしの自発的学習方式として、今後ますます広がっていくことが期待される。とりわけ、一般市民の自然史楽修における重要かつ有効な地球自然理解への導入、突破口につながることは確かである。

ハンズ・オンの発想は、欧米の博物館界ですでに半世紀近く前に出ていたし、わが国でも生身の手を使うことが大切な知的要素につながっていると評価されてはきた。しかし、余りにも効率を追い求め、無駄を排する機運が急激に増大し、あまつさえ“至便の”電子機器類が登場するに至って、旧来のハンズ・オン体験は影をひそめるようになってきた。

ごく最近になって、このハンズ・オン発想が博物館界で復権の兆しを見せている。それは前述のようにニューツールとのバランスの問題を背景に、例えば、自然史理解に体験が不可欠であるという再認識の時代に到達したからと考えてよい。とりわけ、知的吸収力の強い幼児期・少年期の学習にとって、ハンズ・オン手法は発達心理学的にも極めて妥当性が高いからである。

アメリカの博物館界で、この30年間にチルドレン・ミュージアム系が飛躍的発展をとげた原動力は、このハンズ・オン展示手法の普及にあったことを見逃してはなるまい。ハンズ・オン展示業界が大きくのびて、経済界にも一石を投じたとされる。わが国では、ハンズ・オン発想での最終活動や解剖学習あるいは野外活動がいろいろの要件に妨げられ衰退の一途を辿ってきたことを、この際深く反省しなければなるまい。ハンズ・オン発想の展開こそが、青少年の“理科嫌い”や“科学離れ”の打開に道を拓くものであろうから、フォーマル・エデュケーションでの不備・不足を、体験型博物館活動とその延長の中で、ハンズ・オン学習を主役に立たせることが、高度情報化時代なるが故にいかに意義深いかを改めて確認すべき情勢になったと考えたい（濱田, 1999a, b, c, d）。

V. 博物館運営の諸問題

1. 学芸員・館長の抱える課題

この問題は、極めて“日本的”情況下においての議論になる。日本の博物館で、とくに学芸員問題が深刻に受け止められているのは、公立、とりわけ県立博物館レベルが代表的もしくは典型的な例であると思われるので、これを念頭に置くことにする。

いわゆる“県博”はまぎれもなく県という地方自治体の一つの組織、機関であるから、人事も予算も方針の大綱も条例等によって拘束されているのが当たり前である。それだけに一度流れができると、それは固定的になるケースが多く、問題発生の種となってきた。

いま少し具体的に論じてみよう。学芸員は県の採用試験を受け、ある程度その専門性を評価され採用される。採用基準は時代により県によって多少の差があり、30年程昔（1960年代）には、高校卒の人を学芸員補として採用した例もみられるが、現在はほとんどが大学卒を条件としている。職についてから学芸員資格を得ることも可能であるが、また同時に、博士号取得をできるだけ早く、というプレッシャーもかかる。

問題は2つに大きく分かれる。一つは“研究者と学芸員とは両立するか”という、かなり言い古されたテーマである。博物館は一般に研究用のハードを備えていないから、デスクワークだけの仕事内容の専門は別として、実験時間や学会員との専門討議の機会は、学芸員としての勤務時間外に自らの判断で産み出さなければならない。基本的には、現行の博物館法に定められている学芸員の職務内容に「研究」という項目はなく、「その他」に入るものと解して運用されているところに根深い問題がある。

もちろん、理念的には、良い展示・解説は、良い研究に支えられる、という図式が成立するから、研究をしなくてよいという論旨はあり得ない。しかしながら、大学で専攻してきたジャンルを学芸員になってからもストレートに追おうとすると、場合によってはたちまち行き詰まってしまうこともあり得よう。厳密に言って、学芸員は個人的な専門分野と博物館の仕事としての専門分野の二つの顔が持てる人物でなければ勤めぬけない、という表現は間違いなかろう。両者がたまたま一致している人は幸せである。

ところが、博物館の仕事として、という部分にもう一つのボトルネックがある。館の事情や人事との関係もあって、この部分は一定せず、大まかなしかも、かなり幅のある“専門性”とならざるを得ないのである。「学芸員とは雑芸員なり」という皮肉な表現は、この辺りに

由来する。館によっては学芸員が専ら展示場解説に当たるし、所によっては全く展示場での現場対応をさせず、企画・展示業務のみを受け持つこともある。

第二に、昇任の件である。これは、後述の館長問題とも関連がある。大勢の学芸員の中からたった一人の学芸部長が生まれ、その人物の在職年数次第で、次のジェネレーションの人（人々）は、決定的に頭打ちとなる。仮に、学芸部長から副館長や館長への途が一般的に開かれているシステムがあれば、問題はぐっと軽減されるが、昇任にあたっての評価の困難さもある。専門分野が全く異なり、館活動の分担も違う学芸員の“業績”や“貢献度”を適正に評価するのは至難の業である。全く違った観点からの相対評価が優先するケースも出てこよう。となると、何のための専門業績？という疑念も当然湧いてくる。

一方で、館長問題はまた条件の違う人事として考えられねばならない。一般論ではあるが、博物館は教育委員会の所管となっているので、そのカテゴリーの適当な人物がいれば専門性どころか、博物館と全く無縁の者であっても年齢等のタイミングなどで、館長として任命されるケースもあろう。“天下って”くるという表現はラディカル過ぎるかもしれないが、残念ながらセンスとしてはそのようなうわさも聞こえてくる。

館長職にも、当然学芸員並みの専門性が期待されてよい筈であるが、現状では専門職より管理職の重みをカウントすることが多いであろうから、事務系の人物でも、手腕さえあれば外部からであっても構わない、とする人事姿勢ができあがる。しかし、“仕事理解”の局面では学芸員と事務系館長との間には溝ができ易いので、学芸員側の意識としては学芸員の中からの昇進か、せめて外部からでも学芸員への理解が期待される“学術の人”なら、ということになるのであろう。仮に、タイミングよく専門家で適当な人が探せれば、非常勤として来てもらう、というケースもある。

1980年代から、わが国でのいわゆる“博物館建設ラッシュ”が起こると、たちまちこの館長問題が各所で浮上してきた。その結果、“研究者館長”あるいは“学術系館長”とでも言える人物の“非常勤”での就任が相継いだ。となると、普通、学芸部長より高年齢の人ということで、館長の平均年齢は相当なものとなり、このまま事態が推移するならば、今後ますます“高齢化館長システム”がはびこることになろう。

ここで、一寸視点を変え、事務系職員に焦点を当ててみよう。この世界は諸般の事情から人事異動が多く、2～3年を原則としての異動が定着している。人事交流の場がほとんどない現在の学芸員の“固定制”と強いコントラストがあり、なかなか打ちとけるところまで付き合えない間に、転勤というパターンが続き、館の運営上、いささかの負の要素になると考えられる。新設の館や再編整備で再出発の館では、全体に活気があり、共通の仕事に追われることも多いので、事務と学芸のバリアは比較的低い。しかし、いずれ制度や体制が落ち着き、ルティーンな経営期に入ると人事サイクルの短い事務系とほとんど動かない学芸員との間は、不仲とまでいかなくてもビジネスだけの付き合い的な冷めた関係に終始し易いという欠陥がみえてくるおそれが大きい。

こうした不整合事態を何とか早期に解決できないものであろうか？といった要求は、学芸員からの注文としても声が高くなる。直接的な解決策はどこにも見当たらないが、「責任を持てない発言」を前提として、次のような方策が考えられよう。

- 学芸員の圏域をこえ、諸般の文化バリアを超えて異動・交流するシステムを考える。一時出向型でも構わない。
- 学芸員の身分にかかわる職階制をもっと細かく刻んで、昇進意欲のもてる制度を検討し、少しでも学芸員の“固定・沈着”化ムードを緩和する。
- 学芸員から副館長・館長へのルートを開拓し、せめて、「学術系館長＋事務系副館長」と「事務系館長＋学術系副館長」のような交互制を模索する。
- 事務系館長の頻度を可能な限り少なくし、“外来”でも“非常勤”でも、できるだけ学術系館長を推載し、固定化しやすい学芸員とのマッチングを図る。
- 元・前等、旧学術系館長を“顧問”格として位置づけ、実質的に学芸系と事務系との調整役を果たさせる。

いずれにせよ行革の余波として、“県博”レベルの民活化・民営方式化が動き始めたことを考えると、博物館マネージメントの最大の課題となる学芸員、館長の立場問題は、今の段階からもっと活発に各地で論じられてよいのではなかろうか。それには県立博物館とは全く異なった運営コンセプトとシステムですでに稼動してきている多くの博物館・園類の事例を参考にした幅広い論議が、もっと積極的に求められるべきであろう。とりわけ開かれた博物館として、社会に貢献するという基本的な立場をどのようなシステムで受け止めてゆくのがよいのか、少しでも早く考えを巡らせておくのがよい。

望ましい館長の状態の一つとして、自分の博物館論を外に向けて発信できる、ということを考えてみよう。館長としての在職年数が長くても、また博物館とのかかわりの深い事務系館長であってもこれはなかなか実現し難いことであろう。逆に言えば、それが可能な館長の立場をいかにして確保できるかということが、今の日本の博物館界の最大の難題と言えるかもしれない。館長を置きながら、実質的に“館長不在”に近い状態で運営されている例が多々見られること自体、先進諸国からみれば大変不自然な社会構造、文化構造であると言わざるを得ないのである。

2. 提供メニューの多彩化

現代型博物館の果たすべき役割は、生涯学習時代へ向けての深い社会的認識と、学校週5日制の完全実施、そして、その子どもたちへの良い学習環境の提供という三つの大きな流れを受けて、権威誇示、上意下達型の“見て行け”博物館の、高級ではあるが単調なメニュー提示で済んでいた時代とはすっかり変わってきた。極端には、展示にくどくどしい説明はなくても子どもたちの感性だけでアプローチでき、理屈なしに体感的に“知”の獲得へのイントロダクション、手助けになるような、いわゆる「edutainment」方式に徹する博物館が成立し得

る世の中になってきている。

かつては、公園とか遊園地、あるいはエキスポのパビリオンやゲームセンターでのアイテムと決めつけられていた遊具タイプ設備に代表される体験型“遊び”の思想が、昨今では、はっきりと博物館展示から体験コーナーの目的に取り入れられ、館の重要、かつポピュラーな考え方にまで伸びてきた。児童館や児童科学館型の、ターゲットを明確に低年齢層に合わせた立派な大型施設が各所に誕生しつつあるのは何よりの証拠である（例：福井県立児童科学館、佐賀県立宇宙科学館）。

クラシックな“分類学的”陳列、しかも原理優先として地味なアイテムもとり込み、その体系の完全さを売り物にし、レベルの高さの裏付けとしてきた博物館展示は知識の押しつけになり易い。大学での教育目的の資料館では、それは今でも必要な方式であると捉えられるべきではあろうが、科学や自然への楽しい誘導を目的にする一般博物館では、同じ鉱物の展示コーナーでも珍奇性や美しさを軸にした目立つ展示とするか（例：財石の博物館　奇石博物館）、マグマのもたらす地球の恵みとしてストーリー性の中に位置づけ、大型標本や結晶標本を陳列する（例：神奈川県立生命の星・地球博物館）ようなケースも増えてきている。

展示コンセプトのうち、目立たないが着実に変革が起こっている点は、立派な個別標本の見事さを強調する立場から、生態的な意味がそれとなく感じとれる全体標本、あるいは集団標本を重視する手法が卓越してきたことである。魚のレプリカ一匹を置くよりも、魚化石一体づつを並べるよりも、“群れている”という動物の特性が誰にでも直感的に受け止められるような多数個体展示の方がより有効、とする認識が強くなってきているのである（例：奥出雲多根自然博物館）。

博物館展示や解説、ビデオを主体とした映像展示のあらゆる局面に、このような認識の広がりが浸透してきているので、従来ならば“無駄”と批判されるような、無声のバックグラウンド動画像も、雰囲気演出の大切なアイテムと認めるようになっている。展示心理学からもこれは十分に有効性が証されている。場合によってはムード音楽をともに流す展示場もあり得よう。火山コーナーで、地鳴りや爆発音の疑似体験用効果音と大差ない扱いであり、両側からもその評価が接近してきているのである（濱田, 1994）。

このように、社会動向全般の流れと、それに沿ったコンセプトの発展に加えて、展示技術の高度化・多様化が、博物館展示のみならず、博物館が果たす全体機能に大きな変化を生ぜしめてきたことは疑いもない。さらに、ユーザー側の年齢、職業、来館目的の多様化がからんで、博物館は仮に主展示アイテムが限定された単科的展開をしているのであっても、館のトータルな在り方は、総合博物館と似たりよったりのオムニバス対応にならざるを得なくなっているのである。

展示だけでなく、いわゆるサービス機能としてのミュージアムショップや飲食・休憩施設にもこうした全体性に果たす役割があることは言うまでもない（図8）。とりわけ、館にかかわるユーザー主導の立場が強く発揮

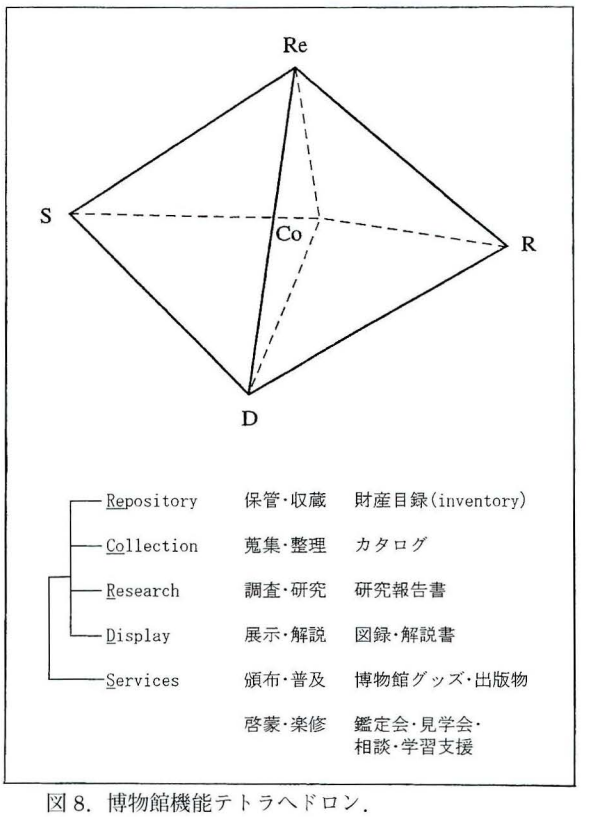


図8. 博物館機能テトラヘドロン.

されるべき場として、その環境メニューの多彩化は、いわば不可欠と言えよう。その意味ではわが国博物館での対応の遅れは否めない。例えば、来館者の多くにとって、博物館を“見てまわる”以外の“お土産探し”を楽しむ“ミュージアム　ショッピング　ムード”をもっと大切に受け止めるべきであろう。この点は水族館関連施設に多少の先進性が出ており、かなり参考になろう。

知的サービス機能としてのメニューの多様化も当然である。電子機器類による情報提供はもちろん、face to face での指導や Q & A 対話サービスが大きな意味を占めるのは当然である。展示ガイドにその意義が集約されるわけであり、専門学芸員でなくても、コンパニオンやボランティアの館内ガイドツアーが持つ、館全体機能への貢献度は著しく高い（奥野, 1998a, b, 1999a, b, c）。

アウトリーチとしての館活動による地域サービス、学習支援サービスの多様化は、いわゆる現代型博物館の大きな特性と言って差し支えない。自然史関係で言うと、ハンズ・オン思潮の延長としての野外観察、野外実習、出前指導、ローンキット、講演、相談等々、広い活動範囲があり、これは学芸員の専門性がフルに発揮されなければならない局面であるだけに、これまで自己の研究に打ち込んでいた時間をどうしてもその方面にさくことになり、学芸員側にとってみれば負担過重の意識も生じようが、一つの大きな社会的要請であるから、これからはずれることはできまい。生命の星・地球博物館ではこのような事情に応じて「館員の活動の及ぶ範囲が博物館」という位置づけを行い、館全体業績向上にその多様なメニュー提供が大きな役割を果たすことをを全員で認知する方策をとっている。

VI. グローバリゼーションと地域意識

1. 地球環境理解への指針

言葉だけからすると、「地球環境理解」には二つの局面が存在する。一つには、現在、世界中で全ての人々の重大関心事となってきている地球環境問題について理解する、という立場である。人類がその文明化に伴って気付かぬうちに周辺の地球環境に大きなインパクトを与え続けてきた結果、その人類自身にとって深刻な環境悪化がもたらされており、事態が一向に改善される気配が見えない状況がある。そうした原因がヒトの社会的行為にあることを考えると、地球環境問題とは、事象そのものは自然科学的な要素を多々持ってはいるが、実は、政治・経済問題にはじまり、日常生活様式に至る全ての人間活動の複合的課題と認識されねばならないものと断定できよう（道家・新飯田, 1999）。

一方では「地球環境理解」が、地球の過去から現在までの長い歴史をふまえた環境変遷史の理解である、という地球科学での主題として古くから存在し、論じられてきている。ところが、この局面はむしろ人類の関与とかけ離れた自然界の問題として位置づけられてきたきらいがあり、あまり世間では認知されていない。もちろん、本来はこの方の歴史的地球環境研究があって、初めて正しく「問題」の本質が理解できるのであるから、第2の視点を忘れてはならず、両者のバランスが重要な方針決定に関与しなければならない。

グローバル時代であるから情報の量や流れのシステムは整備されてはきているものの、生涯学習のように自らの意志と手法で自己啓発・自己発展を目ざす人にとっては、地球環境についてより深く知りたいという欲求が満たされない状態に置かれているのが現状だと言えそうである。学習の場も機会もほとんど整備されていないからである。いくつかの大学の公開講座とかカルチャーセンター講演、散発的に催される個別のシンポジウムや講演会等はあり、また、放送大学にも講義科目もあるのではあるが、ニーズに応えきれていない。それには問題が巨大であり、正真正銘の複雑系だからという理由もあろう。

その点、博物館とりわけ自然史型の博物館には望みがある、と言ってよかろう。もちろん、網羅的あるいシステム的な学習を期待することはできないが、多彩な素材アイテムやメニューが用意され得るから、好きなアプローチからの切り込み、独自の地球観、生命観を得て、地球環境変遷史や地球環境問題の理解へのきっかけづくりとすることが十分に可能な場であり、メディアであるからである（小出, 1997a, b）。

地球規模での環境理解は、単科的な学習ルートでは見えてこない。旧来の専門分野を超え、発想の異なる考え方、歴史慣習、宗教等の要因にも関心を抱くことが第一歩とも言える。地球環境問題への現在の対応、対策をみても、具体的には対症療法的な手段しかとり得ておらず、政治的な動きとか流れは“地球環境サミット”から伝わってくるものの、一向に効果が見えてこないことが事の困難さをよく示している。

欲求達成にパワーを持ち、欲求水準を下げるための“歯止め装置”を失った人類にとって、確かに危機的状況が生まれている。しかし、人類自らの生活へのデメリットと受けとめる風潮には大きな問題点が含まれている。すなわち、「人類のための」環境についての課題という、極めてエゴイスティックな捉え方に偏していて、他の圧倒的に大きな地球環境構成員である生物群に対してほとんど配慮しない状態を長らく続けてきたからである。ヒトは、“地球生物”を外れてしまっているという感すらある。生態的に食物網を形成せず、経済行為という不思議な手段で自らの摂飼行為を失ったあげく、ポピュレーションの維持にも失敗した「反地球型」生物になり下ってしまった、という事態の認識こそが、地球環境や地球環境問題を考える大前提とされなければならない。

このような“人間観”、“社会観”、“地球観”は、従来の学問分野の上に成り立つ教育の流れの中からはなかなか育ちにくい。もっと地球を知り、地球を理屈からでなく、体感的に知るプロセスを大切にしなければならないことは言うまでもなく、そこに自然史博物館のもつ役割が見えてくるのである。あくまで問題解決型でないとしても、問題認識のためのきっかけづくりとしての博物館の重要性を指摘できよう。この件は、ユーザーとしての来館者の意識の向上の問題と共に、館サイドの深い理解と目的意識・問題意識のレベルアップがなければ達成できないものであることも言うまでもない（濱田・小林, 1999）。

「ヒト社会と地球」という課題は、非常に多彩な局面を持つのが当然で、“公害”的にヒトの被害意識のみを強調する姿勢では到底カバーしきれないし、本質をつかみ得ない。地球環境の問題は、確かにグローバルな視点・視座に立って考え、扱う必要があると共により具体性をもった一つ一つの生きものの生息条件、地形・植生の変化、大気・水の循環事情などをトータルに眺め、しかも反省を込めたヒト側の発想と対応が不可欠であろう。

博物館は環境問題のシンクタンクでもなく、アセスメント企業でもないし、もちろん、対策機関でもない。そして、社会的に考えると、“教育的機能”からすれば、生涯学習という自由度の高い知的向上のための唯一のメディアであると言ってよい。そうした視点からの博物館論では、情報集約機能一つをとってもこれからのグローバリゼイション時代にあって、一般社会人のための中枢的な機関として作用しなければならないという近代的な指針に到達すべきものと考えられるのである。

ちなみに、グローバリゼイションというコンセプトと、すでに広く通用している国際化という捉え方との間には、事態の広がりという点では、ほぼ共通していると見て差し支えあるまいが、どちらかと言えば、前者は意識のレベルでの問題であり、後者はより具体的な行為にまで及ぶものと考えてよかろう。したがって、前者には強制的・制度的なニュアンスはあまりなく、後者には評価や方針を含めた方向性を示すニュアンスが強い、という理解が成り立つものと考えられる。拡張すれば、国際化はグローバリゼイションの手法であり、方針であり、流れの一部を表すものとしてよかろう。

グローバルという表現に関連して、「神奈川県立生命の星・地球博物館」の名称の意義について一言ふれておこ

う。この館のスタートは神奈川県立博物館の名で始まり、再編整備構想が進展して、人文系部分を旧来の横浜市に残し、新しい自然史系博物館を目ざして小田原市に設立された際に決定されたものである。英名では継承性を重んじ、Kanagawa Prefectural Museum をそのまま使い、その後に Natural History としてある。日本語表記での「神奈川県立生命の星・地球博物館」は、条例に定められた正式機関名ではあるが、その直接翻訳の英名はない。

このような中間的な名称取扱上の措置には、いくつか先例がある。例えば、かつて「東京大学総合研究資料館」の英名を (Tokyo) University Museum としたのは、当時の法制上国立大学には博物館と名乗る施設は置けなかったという事情による。とはいえ、実質上に世界の大学・研究所に対してひけをとらない博物館的内容と機能を有している以上、対外的には Museum であるべき、とする大学の意向を表明したいからである。

「神奈川県立生命の星・地球博物館」の名称は、"地球・生命"をコンセプトとした自然系博物館構想を踏まえ、博物館開設準備室において種々検討した結果、最終的に「神奈川県立の博物館条例」により定められたものである。開館してからも内部でこの名称の使い勝手に関して非公式の議論があり、長すぎる、奇をてらったとみられるのでは、地球時代におもねた命名と言われないか、といった意見も出た。開館5年を経た今日、社会的にこの館名の意義を客観として捉えてみるのも良いことと考えられる。

展示の流れや館のコンセプトは、間違いなく「生命を育んだ惑星ー地球」におかれているから、館名はまさにぴったりであり、第三者に時に語順や用語を間違えられる不具合はおこるが、なべて好評をいただき、時に「時代の先取りでしたね。素晴らしいです。」というほめ言葉もいただく。地球環境問題の時代といえば暗いイメージがあるが、グローバル、生命、地球環境の話にはそうした影はない。この現代的なグローバリゼイション時代、しかも地球環境へ熱い眼差しが向けられているこの時、確かに「神奈川県立生命の星・地球博物館」の名称は整合性、時代性に秀れていると思われる。

館内常設展のストーリー展開は、とりわけその導入部において、NHK スペシャル「地球大紀行」のシナリオ的映像情報が多く採択されていることもあり、かつては NHK 頼りの企画ではないかという軽い批判も出たようであるが、時期的にも「地球大紀行」製作時からかなり経過し、その後の学説の進歩やデータの増加をフルに採り入れているので、ニュアンスとしては「地球大紀行」発展版という印象を持たれても構わない。

世界の博物館を見渡して、未だに他に「地球」を名乗り、その生い立ちやそこでの生命活動をまともにとり上げ、しかも地球環境問題にまで普及したものは他にない。その意味で、できることならば、愛称としてでもこの英訳を用意し、もっと積極的に世に問うことが文化史的にも意義が大きいかと思われる。ちなみに仮に英名をとるとすれば、Museum of Life Planet - the Earth - とか、 Museum of the Earth - our Planet with Life - といったところであろうか。館スタート時のキャッチコピー「つまり、ミニ地球ってことなんです！」の主旨を伝えたいものである（図9）。



図 9. 生命の星・地球博物館シンボルマーク.

2. 地域社会への浸透

博物館は当然地域に向かってできる限り広く門戸を開放していることが望ましい。生命の星・地球博物館は、設立時の経緯からしても小田原市と神奈川県との協調事業としての立場にあるので、非常に広い接触面積を有している。県や市の集合で少しでも地球、自然や環境に関連するものであれば、館として積極的に共催あるいは後援という措置をとっている。

文化事業についても開かれており、チェコスロバキアの少年少女合唱団と小田原市の少年少女合唱団との合同演奏会は、館入口のホールを舞台に展開され、高く評価された例もあるし、「風と土のサロン」「サロン・ド・小田原」と愛称される交流会や周年記念コンサート等にはいつも地元の方々が多数集う。これらの会の前提として、地球環境や教育・観光政策等をテーマにした講演や対談が組まれていることは、地域博物館としての責務でもあり、貢献でもあり得ると自認している。

ちなみに、小田原市側からの積極的な協力姿勢の表れとして、館長の濱田には「小田原城下町大使」の任を付与して下さり、折りにふれて館の立場を各方面に紹介していただけると共に、小田原市のホームページに当館のページを用意していただいている。結果として、地域との大切なパイプの役目が果たせていると思われる。

博物館は本質的に地域社会に立脚しているものであり、地域を無視して存立するわけはない。その地域依存性を考える時、当然、行政的局面と地理的ないし生物地理的局面の二つがあることを、バランスよく考慮しなければなるまい。行政的な関係のみに偏して、上述のような地域交流に重点を置いても、あるいは地域地質や地域生物相についていかに貢献しようともその一方だけでは博物館の機能が発揮されているとは言えない。加えて、近年のグローバリズムの大河の中に存在する以上、よく言われるように、Think globally, act locally の思潮、立場もまた大いに尊重しそれに整合的な汎地球的視野を持つことも必須である。追ってもう一つのフレーズ and perceive individually を加えるのがよい。この三者のバランスのどれ一つが欠けても、本当に開かれた近代型博物館の資格はない、と断じられても仕方あるまい。

地域的な現象を常設展に配し、特別展にも地域的な色合いの濃いテーマを度々選ぶのも博物館活動の大切な館運営方針である。館独自のイベント以外にも、類似の立場

を鮮明に打ち出すことが十分に可能である。その一例を、生命の星・地球博物館がとりまとめている“ミュージアム・リレー”なる活動につながった、愛称ウエスカムズ(WESKAMS; 神奈川県西部地域ミュージアムズ連絡会)という団体について紹介しておこう(濱田, 1999e, f, g)。

生命の星・地球博物館が発足した翌年、小田原市のみならず関係の深い箱根町を含めて数多く存在する西部地域の博物館や相当施設と連絡をとりあい、互いに情報交換することによって少しでも広い博物館活動につなげよう、と呼びかけたことに始まった。最初は、情報交換を主とした館園長会議的な位置づけが強かったが、具体的に活動もやってみようという発想から持ちまわりで各館園で行事を、という方針に移行していった。やがて“ミュージアム・リレー”という名称の毎月の行事として定着し、最近では1年先の予定まで埋まってしまう過熱ぶりである。参加館園も46にまで増加し、その所在も神奈川県に限定されることなく静岡県にも浸透している。複数館園共催のケースもあり、非常に自由度の高い内容で展開されている。参加者は博物館関係者やその周辺の“定期的メンバー”だけでなく、公募による一般参加者も加わるので、時間差をとったグループ・ツアーないしは“ハンズ・オン ツーリズム”型案内となることも珍しくない(濱田, 1999b)。

こうした“非公式”・“自前型”のイベントに対し、地域社会対応性という点で、思わぬ局面が発現した。それは、いわゆる「不登校生」が彼らを世話しているフリースクールタイプの学園が授業の一環として集団参加することになり、それがすっかり定着してしまったことである。普通は1学年、時には全学年160名近くが訪れることもあり、別に時間差・帯を設けて案内、という嬉しい事態への展開となったのである。彼らの愉しげな態度や節度に周辺の参加者は「不登校生」などとは夢にも思わないに違いない。事実、館園の立場から見ても、社会がどうして彼らを“問題生”扱いするかに疑問と戸惑いを感じざるを得ない事情がずっと続いている。

ウエスカムズの立場としては地域社会、生涯学習といったキーワードをほとんど意識しないままに発生したこの素晴らしい人と人との触れ合いの場の提供に自信と誇りを抱くに至っているのが嬉しい。国費も県費も館自体の負担も全くない、主催者も参加者も任意のイベントが結果として最も望ましい“ゆるやかなつながり”の“切れない”関係を創り出したことは、旧来の博物館の在り方の常識をはるかに超える事態であり、普遍性にまではつながらないとしても、貴重な一石を投じることとなったと考えている(奥野他, 2000)。

先にも述べたが、生命の星・地球博物館では上記とは別の異なった立場として、文部省からの委嘱事業「科学系博物館活用ネットワーク推進事業」の一端を担いながら地域社会での子どもを中心とした親・先生・館園の協力によるプロジェクトに参画している。一種のモデルづくり事業として、全国で8ブロックが指定され、そのうちの「南関東地域科学系博物館ネットワーク推進事業」におけるコア館の一つとして機能している。

この事業の狙いの一つには、博物館事業に関わる国費の配分を科学研究費的に県境をはずし、大学枠・研究室枠等の制約から解放して、直接「ネットワーク推進協議会」に対して行なう、というところにもある。3か年で計1億6,360万余円が投入され、コア館の他の一つの江ノ島水族館を中心とした“水系”と、生命の星・地球博物館が世話する“大地系”の二つの流れで24の個別事業に力を注いでいる。これは言うまでもなく学校週5日制対応への一つの模索行為であり、成果をまとめて文部省に報告し、提案も行なうことになる(濱田, 2000b)。



図10. みなかんネットワーク大会. a: 落ち葉, 木の実, スコリアで工作. b: 小さな鉱物の顕微鏡観察.

このような事業は、当然のことながら館園の特性と地域特性とを十分に活用し、学校外学習支援にある程度の普遍性を有することが期待されると共にテスト期間のみならず、将来にわたっても継続可能なネットワークづくりを目ざすのが本来の姿であろう。ネットワークの定義や理解は様々であろうが、普遍的手段としてのホームページをはじめとする電子情報ネットワークと共に地域の特定の人々の face to face, from hands to hands を原則とするネットワークを活性化し、そのバランスを図ることが大切となろう(図10)。

野外活動や実験・実習は、またとないハンズ・オン学習のチャンスであり、先生や親と子どもたちが一体となって五官を使った体感経験を積む場を用意する口火を各博物館がきるのであり、古くから企画や行事にやや孤立性の強さが指摘されていた博物館・園の在り方にとって、良い刺激となっていて、近代型の開かれた博物館コンセプトを豊かにすることにつながっている。さらに自然学習にあっては、教師は先生や親、学芸員、ボラン

ティアの人達だけではなく、「自然そのもの」が偉大なる教師、という受け止め方に誘うことができ、まさに博物館の学習支援の方針に添うものとなるに違いない。

将来は、自然科学系、科学系博物館のネットワークだけでなく、もっと幅広く美術館や動・植物園を巻き込んだ、ゆるやかで愉しい学習支援体制が全国に多発することが期待されよう。企業体や自治体の理解が深まれば、さらに幅のある活動に展開できよう。そのような場合、子どもたちの関心のきっかけづくりが大きな鍵となることは言うまでもなく、その志向に効用の高いエデュテインメント要素を十分にとり込んだプロジェクトが展開されるところとなるにちがいない（濱田, 1999a, 2000a）。

VII. あとがき

21世紀での博物館がいかにあるべきか、という問いには、理念的かつ定式的に発生しては消えてゆく世紀末から新世紀初頭での問題意識という冷めた捉え方もある。日本での事情をよく眺めてみると、社会的課題があまりにも多くて、一般人にとってみれば、博物館の運営方式がどうなろうと、博物館界の考えがいかに先進的であろうと、殆ど意識に留まらない事柄であるに違いあるまい。結果として、愉しく生涯学習に役立つ機能が見えてくれば、それを大いに利用するという現実的な立場が貫かれるであろう。

目前の大問題として公的博物館のエージェンシー化という流れがある。行政改革のあおりを受けてのことであるが、形式的に省力化、簡素化、官制比重低下等を目的に実施するデスクワーク的な発想が根底にあるとすれば、組織替わりといった単純な問題ではなくなる。本来、博物館のレベルの高さは国の文化レベルの反映とされるのが“先進諸国”の社会的常識である。そのレベル向上には、物質的生産性が殆どない博物館界をどう育て上げるかという社会のバックアップ体制と深い理解に加え強い意欲がなければなるまい。

大学教育に対する政治のイージーな考えも軌を一にしている。人員削減が大学にとっていかなる意味をもち、企業体のリストラ、合理化策といかに異なったものであるかを吟味する前に処置が進行してゆく。博物館界にも同じ種類の“リストラ”風が吹き流れるであろうが、独立採算の見込み薄の性格を本来持っているこの世界には、“効率”だけしか頭にない人々には、「入館者の少なさ」＝「館の魅力のなさ」＝「社会的有用性の低さ」という等式が成り立ち、“自滅”的経過がシナリオとなろう。1999年4月6日付け朝日新聞夕刊の文化欄での網野善彦氏の指摘「博物館等の独立行政法人化転換期こそ長い目で」は正鵠を得ている。

博物館界が真の生涯学習の力強いメディアとなり得るポテンシャルを有することは随所に述べてきた。たしかに「容れ物」造りに熱中した部分もなかったわけではないが、これからの博物館界がそのリベラリズムをフルに発揮し、制度教育の不備を補い、さらにその枠をはるかに超えて子どもたちに愉しい学習環境を提供するものとして「博物館楽修」方式を樹立し、その地域社会に貢献する立場をとるならば、それこそが本当の博物館界生き残りの道であるといえよう。要は生活文化に根ざした知の世界の涵養・構築にかかわるユニークネスとパブリックサービス機能とが21世紀を担うフレッシュ・ミュージアム実現の鍵となる（濱田, 1999a, 2000a; 濱田・奥野, 2000）。

国内だけでの独りよがりな博物館のあり方は、グローバリズムの今日、発展性を欠くであろう。国際的文化水準の向上とはよその国の類似を求めてのことではない。日本のオリジナルな独自性をグローバルに伝えることの方がむしろ主体となるべきであろう。博物館界あげての人材交流や地球規模巡回展を目ざすのもよかろう。「博物館の文化レベルは国の文化レベル」という表現はそのままにおくとしても、その内容は国の権威での、ではなく、大衆の文化レベルでの、と読みとられるようになりたいものである。

VIII. 文献

道家達将・新飯田宏, 1999. 地球環境を考える. 放送大学教材28027-1-9911, 日本放送出版協会.

古瀬浩司・瀬能　宏・加藤昌一・菊地　健, 1996. 魚類写真資料データベース (KPM-NR) に登録された水中写真に基づく八丈島産魚類目録. 神奈川自然誌資料, (17): 49-62.

濱田隆士, 1994. マルチメディアとエデュテインメントCG教育最前線 NICOGRAHPH, 94. 第2回CG教育シンポジュウム The Electronic School プロシーディングス, 19-23.

濱田隆士, 1996. 近代自然史（誌）博物館の特性と将来像. これからの自然史（誌）博物館－生命の星・地球博物館1周年記念論集－, 29-52. オールプランナー, 小田原.

濱田隆士, 1997. 情報化時代の自然史博物館. 神奈川県立博物館研究報告（自然科学）, (26): 27-35.

濱田隆士, 1999a. 21世紀博物館を読む. 博物館シリーズ1, 博物館概論特論2, pp. 179-190. 樹村房.

濱田隆士, 1999b. ハンズ・オンツーリズムへの展開－生涯学習時代における記念物活用の一方途. 文化庁月報, (11): 7.

濱田隆士, 1999c. 博物館での自然史学習－ハンズ・オン思潮を基本に. 自然史学会連合・日本学術会議50周年記念・合同シンポジュウム「博物館の21世紀－ナチュラルヒストリーの未来」講演要旨集, 17-21.

濱田隆士, 1999d. 開かれた博物館への更なる努力を. 神奈川県立生命の星・地球博物館年報, (4): 1-2.

濱田隆士, 1999e. 巻頭言「発刊によせて」. *WESKAMS*, **1**(1): 1.

濱田隆士, 1999f. 博物館・園とニュー・ツーリズム. *WESKAMS*, **1**(2): 1.

濱田隆士, 1999g. 平坦でない“開かれた”博物館への道. *WESKAMS*, **1**(3): 1.

濱田隆士, 2000a. ユニバーサル・ミュージアムへの志向と試行. 神奈川県博物館協会会報, (71): 3-14.

濱田隆士, 2000b. エデュテインメント性豊かな学習プログラムの構築－南関東地域での事例－. 第7回全国科学博物館協議会研究発表大会〔国際シンポジウム〕（名古屋市科学館）資料, 15-18.

濱田隆士・小林達雄, 1999. どのくらい館に寄与してますか？大地球を感じさせるリーダーシップ. 小林達雄対談集, ミュージアムの思想, pp177-188. ミュゼ.

濱田隆士・奥野花代子, 2000. ユニバーサル・ミュージアムをめざして—神奈川県立生命の星・地球博物館の取り組みとトーキングサイン・ガイドシステムの開発・導入について—. 神奈川県立博物館研究報告（自然科学）, (29): 127-136.

ヒルゲンドルフ展企画実行委員会, 1997. 図録日本の魚学・水

産学事始め フランツ・ヒルゲンドルフ展．73pp．ヒルゲンドルフ展企画実行委員会．
神奈川県教育委員会，1988．県立博物館整備構想調査報告．241pp．
神奈川県立博物館，1991．鮮新統中津層の古生物．神奈川県立博物館調査報告（自然科学），(6): 170pp．
神奈川県立博物館，1992．Garard Ramon Case 軟骨魚類化石標本目録第1集 古生代軟骨魚類化石．神奈川県立博物館資料目録（自然科学），(6): 112pp．
神奈川県立博物館，1994．Garard Ramon Case 軟骨魚類化石標本目録第2集中生代・新生代軟骨魚類化石．神奈川県立博物館資料目録（自然科学），(7): 136pp．
神奈川県立博物館整備構想懇談会，1988．神奈川県立博物館整備構想に関する提言－自然系博物館・人文系博物館の基本的な考え方－．17pp．
神奈川県立生命の星・地球博物館，1997．櫻井欽一コレクション標本目録第1集化石．神奈川県立博物館資料目録（自然科学），(10): 106pp．
神奈川県立生命の星・地球博物館，1998．酒井　恒博士寄贈カニ類標本目録．神奈川県立博館資料目録（自然科学），(11): 67pp．
神奈川県立生命の星・地球博物館，1999a．特別展図録カニの姿－酒井コレクションから－．64pp．
神奈川県立生命の星・地球博物館，1999b．神奈川県立生命の星・地球博物館年報．(4): 76pp．
神奈川県立生命の星・地球博物館化石ローンキットグループ，1998．中津層の化石をしらべる～中津層産化石資料の教材化～．神奈川県立生命の星・地球博物館，48pp．
小出良幸，1999a．地球科学と教育を取り巻く現状分析－博物館の新しい地球科学教育を目指して1－．地学教育，**52**: 127-147．
小出良幸，1999b．地球科学と教育を取り巻く現状分析－博物館の新しい地球科学教育を目指して2－．地学教育，**52**: 169-176．
小出良幸・平田大二・山下浩之・新井田秀一・佐藤武宏・田口公則，1998．新しい地球科学の普及をめざして－だれでも使える博物館－．地学雑誌，(107): 844-855．
小出良幸・平田大二・山下浩之・新井田秀一・佐藤武宏・田口公則，1999a．地球科学と教育を取り巻く現状分析－博物館の新しい地球科学教育を目指して3－．地学教育，**52**: 213-222．
小出良幸・平田大二・山下浩之・新井田秀一・佐藤武宏・田口公則，1999b．インターネットのリンク・データベース－自然史博物館，理科教育，地球環境，障害者，地球科学に関するリンク集－．神奈川県立博物館研究報告（自然科学），(28): 109-126．
木村陽二郎，1985．白井光太郎著作集第1巻－本草学史研究－．科学書院．434pp．
小泉　丹，1943．日本科学史私攷．岩波書店．497 + 5 + 11 pp．
奥野花代子，1998a．座談会目の不自由な人のための優しい博物館のありかたを求めて．博物館研究，(33): 20-23．
奥野花代子，1998b．全国の博物館園における視覚障者の対応に関するアンケート調査結果報告．神奈川県立博物館研究報告書自然科学，(27): 95-106．
奥野花代子，1999a．全国の盲学校の博物館利用に関するアンケート調査．神奈川県立博物館研究報告（自然科学），(28): 127-136．
奥野花代子，1999b．博物館における視覚障害者への対応について－全国の主な博物館園のアンケート調査結果及び当館の事例－．ユニバーサル・ミュージアムをめざして－視覚障害者と博物館－県立生命の星・地球博物館3周年記念論集，15-21．神奈川県立生命の星・地球博物館．
奥野花代子，1999c．多様な要請に応えうる魅力ある展示づくりを求めて．全国博物館大会シンポジュウム要旨集，5-7．日本博物館協会．
奥野花代子・青木達雄・町田達哉・濱田隆士，2000．地域博物館ネットワーク運用の一形態－ミュージアム・リレーの2年間より．日本ミュージアム・マネージメント学会紀要，4: 23-37．
奥野花代子・濱田隆士．（印刷中）．バリアフリー博物館からユニバーサル・ミュージアムへの過程．博物館學雑誌．
Ozaki, K., 1991. Late Miocene and Pliocene Floras in Central Honshu, Japan. *Bull. Kanagawa pref. Mus. (nat. Sci.).* Special Issue, 244pp.
瀬能　宏・御宿昭彦・反田健児・野村智之・松沢陽二，1997．魚類写真資料データベース（KPM-NR）に登録された水中写真に基づく伊豆半島大瀬崎産魚類目録．神奈川自然誌資料，(18): 83-98．
瀬能　宏・牧内　元・武谷　洋，1998．魚類写真資料データベース（KPM-NR）に登録された水中写真に基づく熱海産魚類目録．神奈川自然誌資料，(19): 19-28．
白井光太郎，1908．増訂日本博物館学年表．丸善．220 + 36 pp．
田口公則・大島光春・樽　　創・今村義郎，1999．博物館と学校の連携による化石資料のインタラクティブ活用．博物館學雑誌，(25): 35-39．
舘野聡子，1992．画像による生物体内外の流れの可視化．月刊海洋，**24**(8): 512-519．
矢島道子，1998．フランツ・ヒルゲンドルフ展を終わって－巡回展の試み－．地学雑誌，(107): 872-878．

摘　　要

濱田隆士・高橋俊雄・松島義章・奥野花代子, 2000. 博物館と社会的機能. 神奈川県立博物館研究報告（自然科学）, (29): 33-52. (T. Hamada, T. Takahashi, Y. Matsushima & K. Okuno, 2000. Museums and Their Social Function in Japan. *Bull. Kanagawa prefect. Mus.* (*Nat. Sci.*), (29): 33-52.)

神奈川県立生命の星・地球博物館は、2000年3月20日をもって開館満5周年を迎える。旧神奈川県立博物館を再編整備し、自然史博物館の性格を明確にした近代博物館として、基本的に“開かれた博物館”を目指して運営されてきた。この“開かれた”という言葉の持つ意味の重みと深みをここで今一度吟味し、社会と博物館との関係を明確に意識することを目的とした。本論では博物館の在り方を一般論議を背景にしながら、収集標本の抱える諸問題、地球自然史保全とのかかわり、生涯学習と博物館活用、バリアフリー施策からユニバーサル思想への進化、ハンズ・オン思潮について、当館発足以来の足跡をたどりながら述べた。さらに学芸員・館長が抱えるわが国の博物館界の課題にもふれ、今後の活動のあるべき姿として多彩なメニューの提供、つまり社会に対する博物館の知的サービス機能、グローバリゼーションと地域社会の問題としての地球環境理解への指針、博物館理念とその地域への浸透などの諸局面についても記した。博物館のもつ社会的機能と同時に博物館を支える社会の役割に関して、これまでの反省を込めながら、ミュージアム・マネージメント意識の高揚と斯界の今後の発展を期すべく立場の異なる4名で論述した。

（受付：2000年1月10日；受理2000年1月20日.）

Bull. Kanagawa prefect. Mus. (Nat. Sci.), no. 29, pp. 53-105, Mar. 2000

Original Article

A Taxonomic Study of the Mordellid Subgenus *Stenoglipa* (Coleoptera, Mordellidae)

Masatoshi TAKAKUWA

Abstract. The subgenus *Stenoglipa* Franciscolo is taxonomically reviewed and revised on the basis of a number of specimens from the Oriento-Australian Regions. Two supergroups, 4 groups, 3 subgroups, 26 species and 8 subspecies are recognized. Descriptions or redescriptions are given to all these taxa, with illustrations of species and subspecies and keys to these taxa. The status of the subgenus is newly defined. Sixteen new species and 7 new subspecies are described, a new synonym is proposed, a species is newly raised to an independent species from subspecific rank, and a species is newly transferred from other genus.

Phylogenetic relationships of groups and species, and patterns of distribution are also analysed on the basis of careful comparative study of morphological key characters.

Key words: *Stenoglipa*, Mordellidae, taxonomy, new taxa, new synonym.

Introduction

The genus *Glipa* LeConte, which contains about 105 known species at present, is widely distributed in the tropical and subtropical regions of the world, and is particularly diverse in the Oriental Region. They are closely related to broadleaved forests, many species inhabit natural forests, and some are known as noxious pests for pine forestry. It is very important to clarify their diversity and behaviour, though such studies have not advanced as yet. The genus is sometimes divided into three subgenera, *Glipa*, *Macroglipa* Franciscolo and *Stenoglipa* Franciscolo.

Stenoglipa Franciscolo was originally established as a subgenus of *Neoglipa* Franciscolo which has been regarded as a junior synonym of *Glipa* LeConte since Ermisch (1965). However, *Glipa malaccana* Pic, the type species of *Stenoglipa*, bears some unique features in the genus *Glipa*, as follows: broadly isosceles-triangular terminal segment of maxillary palpus, hairless eye, thin and long antenna with only feebly serrate 5-10th segments, slender pygidium with acutely pointed apex, transverse eighth abdominal sternite in male with projected apical angles and slender and simply shaped parameres. Moreover, *Glipa malaccana* Pic and the allies apparently differ in their habit from other species of the genus *Glipa*. Thus, *Stenoglipa* seems to be considered a good subgenus.

At present, 6 species and 2 subspecies of the subgenus *Stenoglipa* have been known from the Oriental Region and two species from New Guinea: *G. annulata* (Redtenbacher, 1868) (= senior synonym of *malaccana* Pic) from Southeast Asia and New Guinea, *G. ishigakiana* Kôno, 1932 from the southern Ryukyus and South China, *G. rectefasciata* Pic, 1941 from northern Vietnam, *G. azumai* Nakane, 1950 from Southwest Japan and South China, *G. griseopubens* (Franciscolo, 1952) from New Guinea, *G. nipponica* Nomura, 1957 from Southwest Japan and Hainan Is., *G. malaccana gracilis* (Chûjô, 1964) from Thailand, *G. ishigakiana kotoensis* Nomura, 1967 from Lan Yu Is. and the Philippines, and *G. kurosawai* Takakuwa, 1985 from the Ogasawara Islands. However, many more species should actually occur in this faunal region !

More than 20 years ago, I came across a strange

Masatoshi Takakuwa（高桑正敏）
Kanagawa Prefectural Museum of Natural History
499 Iryuda, Odawara, Kanagawa 250-0031, Japan
神奈川県立生命の星・地球博物館
〒250-0031 神奈川県小田原市入生田 499
takakuwa@pat-net.ne.jp

species belonging to the subgenus *Stenoglipa* from the northern Ryukyus (Takakuwa, 1976b). At a glance, it is closely allied to *G. malaccana* Pic (= *hatayamai* sp. nov. in the present paper), but doubtless different from that species in having densely hairy eyes, stouter and longer pygidium and stout parameres. In fact, it soon became clear that the species in question was *Glipa malaccana nipponica* Nomura, 1957, the type series of which included two different species, *malaccana* Pic and *nipponica* Nomura. Therefore, *nipponica* has been treated as an independent species since Takakuwa (1985b).

Continuously, in assembling many specimens of the subgenus *Stenoglipa*, I noticed that they included many unknown species. They are often quite similar in the external characters with the species previously known, for example, body coloration, maculate pattern and slender pygidium, though showing apparent differentiations in the eighth abdominal sternite of the male, parameres and some other details. At the same time, I was convinced that *Ophthalmoglipa australis* Franciscolo, 1952 from New Guinea should actually belong to the subgenus *Stenoglipa*. This beautiful species decisively differs from Oriental *Stenoglipa* in the elytral maculate pattern which resembles that of the type species of *Ophthalmoglipa* Franciscolo from Africa, but exactly agrees with *Stenoglipa* in almost all characters. Moreover, some unknown species of the subgenus *Stenoglipa* from New Guinea and its adjecent regions also have similar coloration and maculation to *G. australis*. Thus, close morphological convergence occurs in the subgenus *Stenoglipa*, and makes the taxonomy difficult and troublesome.

In this paper, I am going to revise the subgenus *Stenoglipa* from taxonomical viewpoint. First, a renewed definition will be given of the subgenus *Stenoglipa*. Secondly, species-groups and lower taxa will be described. And lastly, phylogenetic relationship and distributional pattern will be analysed.

The present paper is a partially revised and reset version of the doctoral dissertation to the Tokyo University of Agriculture.

Acknowledgement

First of all, I should express my heartfelt thanks to Prof. Dr. Yasuaki Watanabe of the Laboratory of Entomology, Tokyo University of Agriculture, for his constant guidance and encouragement extended to me in the course of the present study, and to Dr. Shun-Ichi Uéno of the National Science Museum (Nat. Hist.), Tokyo, for his kindly reading and criticizing the manuscript of this paper.

I am especially grateful to Associate Prof. Dr. Shuji Okajima of the Laboratory of Entomology, Tokyo University of Agriculture, Dr. Yoshihiko Kurosawa and the late Dr. Takehiko Nakane formerly of the National Science Museum (Nat. Hist.), Tokyo, ret. and the late Mr. Sizumu Nomura of Tokyo, for their kind help, and to Mr. Takeichiro Hatayama of Osaka, Mr. Haruki Karube of the Kanagawa Prefectural Museum of Natural History, and Mrs. Sachiyo Karube-Nirasawa of Odawara for their helpful cooperation given to my studies of mordellid beetles.

It is a pleasure to acknowledge my thanks to many entomologists of Japan: Drs. Y. Arita, Y. Joki, Y. Komiya, the late M. Kubota, S. Ohmomo, K. Matsumoto, A. Saito, M. Satô, T. Senoh and W. Suzuki, Miss R. Muramoto, and Messrs. H. Akiyama, the late K. Akiyama, T. Endo, S. Fujioka, H. Fujita, T. Hanatani, T. Hattori, S. Imasaka, H. Irie, M. Ito, T. Kamakari, H. Kamezawa, M. Kamisaka, N. Kanie, N. Kashiwai, K. Kishi, N. Kobayashi, T. Kobayashi, J. Komiya, M. Kubota, K. Kume, H. Makihara, K. Maruyama, H. Matsuka, T. Mikage, H. Miura, T. Mizunuma, S. Moriya, H. Nakamura, S. Nakamura, N. Nishikawa, Y. Nishiyama, Y. Notsu, the late Y. Oda, K. Sakai, T. Seino, T. Shimomura, S. Shiyake, Y. Takanami, M. Tao, S. Tsuyuki, T. Ueno, A. Yagishita, R. Yakita and T. Yasuda for supplying me with a number of valuable material and information used in this study, and for the same reason to Mr. Arbaimon of Indonesia and Mr. K. La of Taiwan.

My great appreciation is also due to Dr. R. Poggi of the Museo Civico di Storia Naturale "Giacomo Doria", Genova, to Dr. J. J. Munier of the Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, to Dr. S. Nomura of the National Science Museum (Nat. Hist.), Tokyo, and to Associate Prof. Dr. M. Sakai of the Entomological Laboratory, College of Agriculture, Ehime University, Matsuyama, who kindly loaned or permitted me to examine type specimens and/or very important specimens under their care for the present study.

Lastly, I would like to express my hearty thanks to the Executive Director, Prof. Dr. Takashi Hamada, and all the colleagues of the Kanagawa Prefectural Museum of Natural History, Odawara for their cooperation of various ways.

Taxonomic Studies of the Subgenus *Stenoglipa*

1) Materials and methods

About 1700 specimens of the subgenus *Stenoglipa* were examined in dry condition. Of these, the greater

part was collected as the private collection of mine, some parts as Mr. T. Hatayama's private collection (HPC), and a few specimens were borrowed from the Museo Civico di Storia Naturale "Giacomo Doria", Genova (MCSN), the National Science Museum (Nat. Hist.), Tokyo (NSMT), and the Entomological Laboratory, College of Agriculture, Ehime University, Matsuyama (CAEU). Mr. Hatayama's collection and mine are mainly composed of specimens collected by themselves and by many other entomologists.

All the specimens, including two holotypes newly designated in this paper, borrowed from the above two museums and a university will be returned. The remaining holotypes designated in this paper are deposited in the Kanagawa Prefectural Museum of Natural History, Odawara. Many specimens including paratypes of my collection used in this paper will be deposited in the collection of the same museum. The remainder will be sent to the above museums of Genova, Paris and Tokyo, or to a few coleopterists studying mordellids. Mr. Hatayama's collection will be returned to him.

Many materials were mounted in a style as similar as possible, so as to make their comparison easy. Male genital organs of some specimens were taken out, carefully divided into individual parts, and pasted on a small card with each specimen. Eighth abdominal sternite of male was spread out and glued to a card with the outer face above.

Habitus of photographs are fundamentally taken in the same magnification. Figures of anttenae, pygidia, 8th abdominal sternites of males and parameres are also shown in the same magnification.

Body length means the value from the apex of labrum to elytral apices (excl. pygidium). Length of pygidium means from the apex to the posterior margin of the 6th abdominal tergite. Ratio of length and width of anal sternite is measured as shown in Fig. 1. Lengths of pygidium and anal sternite are measured as in Fig. 2. The other body parts are measured in a usual way.

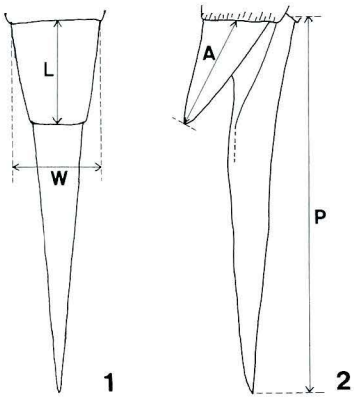


Fig. 1. Length (L) and width (W) of anal sternite.
Fig. 2. Lengths of pygidium (P) and anal sternite (A).

2) General morphology of the subgenus *Stenoglipa* Franciscolo

Morphological characteristics

Subgenus *Stenoglipa* Franciscolo, 1952

Neoglipa (*Stenoglipa*) Franciscolo, 1952, Annali Mus. civ. Stor. nat. Giacomo Doria, **65**: 331, 344 (type species: *Glipa malaccana* Pic, 1911); Nakane, 1956, Ent. Rev. Japan, **7**: 17.

Glipa (*Stenoglipa*): Nakane, 1956, Ent. Rev. Japan, **8**: 51; Nomura, 1967, Ent. Rev. Japan, **19**: 7; Horák, 1994, Folia Heyrovskyana, **2**: 101.

Glipa: Nomura, 1963, Icon. ins. japon. Col. nat. ed., **2**: 247; Nomura, 1966, Ent. Rev. Japan, **18**: 47; Nomura, 1957, Ent. Rev. Japan, **8**: 40; Takakuwa, 1985, Coleoptera Japan Col. Osaka, **3**: 379; Fan & Yang, 1993, Mem. Beijing nat. Hist. Mus., (53): 45.

Neoglipa: Nakane, 1957, Shin-Konchû, Tokyo, **10**(1): 52.

Ophthalmoglipa: Franciscolo, 1952b, Annali Mus. civ. Stor. nat. Giacomo Doria, **65**: 332,353. (Part.).

Body relatively large, 7.3-14.5mm in length, slender, black, usually with yellow to yellowish brown mouth-parts, reddish brown basal 4 segments of antennae and fore femora, and blackish red claws and spurs; head decorated with fuscous to dark brownish pubescence on vertex; eye entirely hairless or scarcely haired, though sometimes densely hairy; maxillary palpus slender, with terminal segment shaped like a broad isosceles triangle; male antenna long and slender, always longer than the width of head and sometimes so than the pronotal width, weakly or indistinctly serrate usually in 5-10th segments, each of which is distinctly longer than wide, with terminal segment fusiform to elongate-fusiform often with excavated inner side; female antenna apparently shorter and broader than in male, often shorter than the width of head and always so than the pronotal width, clearly serrate in 5-10th segments, each of which is more or less longer than wide, with terminal segment usually apparently shorter than in male; pronotum arcuate at sides, strongly so basad, usually with 3-4 black spots, a pair of laterals and a median longitudinal one which is often separated before and behind; scutellum densely clothed with whitish hairs usually; elytra long, more than 2.15 times as long as the widest part, strongly, straightly or excavatedly attenuate posteriad, with fuscous to purplish brown fine pubescence at humeri and the posterior parts to them, with 3 deep golden or yellowish to whitish maculations, one fundamentally *XX*-shaped, second usually biannular (*X*-shaped) and sometimes transversely fasciate at or behind middle, and the last always whitish and crescent or semicircular at each apex or just before each apex; pygidium evidently long,

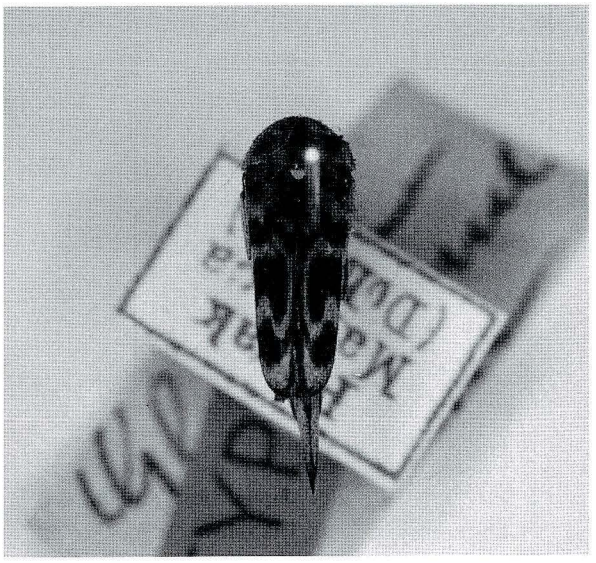


Fig. 3. Habitus of the type specimen of *Glipa malaccana* Pic, the type species of *Stenoglipa* Franciscolo.

more than 0.44 times as long as elytra, more than 0.96 times as long as elytral width, more than 2.2 times as long as anal sternite, strongly attenuate towards apex which is usually pointed in dorsal view, and often with acutely carinate dorsum; anal sternite longer than wide, almost flattened in ventral aspect in the male, transversely truncate or slightly projected apicad at apex; dorsal ridge on hind tibia present or indistinct; hind tarsus nearly without dorsal ridge; eighth abdominal sternite of male variable in shape, bell-shaped or shovel-shaped or triangular with distinct apico-median projection, and sometimes provided with a pair of apico-lateral projections; parameres of male genitalia slender, relatively simple in shape, with basal parts small, with left paramere usually longer and rarely shorter than the right which is devoid of a wing-shaped projection at basal part and usually provided with a rather thin ventral sclerotized branch.

This subgenus is very closely similar to the African genus *Ophthalmoglipa* Franciscolo, 1952 in general appearance, but differs from it in the next two important character states: 1) elytral maculate pattern as follows: basal one barely exceeding basal 1/3, middle to post-middle one *X*-shaped or transversely fasciate, and apical or preapical band always narrower than the preceding one (in *Ophthalmoglipa*, basal one exceeding basal 2/5, 2 pairs of small marks on middle, and posterior band distinctly wider than the preceding one); 2) parameres with the left one shallowly and longitudinally concave at the inner part (rather swollen in *Ophthalmoglipa*), with the right smooth at the base of membranous branch (with a distinct projection in *Ophthalmoglipa*). Also it is quite different from the other groups of the genus *Glipa* and its related genera above all in the following points: eyes hardly haired though sometimes densely hairy; terminal segment of maxillary palpus shaped like a broad isosceles triangle; pygidium distinctly long, strongly attenuate towards apex which is usually pointed in dorsal view, often with acutely carinate dorsum; fore tibia thin, usually straight, almost with neither inner longitudinal cicatrix nor inner long setae; parameres of male genitalia slender, relatively simple in shape, small at basal parts; right paramere without a wing-shaped projection at the basal part, usually with a rather thin ventral sclerotized branch.

Ecological characteristics

Almost all the species inhabit natural forests. Adults actively move about in the sun, and are often found on certain growths under trees, especially on ferns or *Alocasia* G. Don (family Araceae), in the vicinities of such small spaces as those along small streams or forest trails which are not always sunny. They dive to the leaves from above, then sometimes minutely play just like a dance there, or soon remove to other leaves one after another as if enjoy skipping or suddenly jump up. Foods of adults have hitherto been unknown except Franciscolo (1982); however, they doubtless eat fern spores, because they are usually and amply found in their intestines. Larvae have been totally unknown, though they certainly feed on dead trees, because adults sometimes emerge from them. Once, I observed a female of *G.* (*S.*) *hatayamai izuinsulana* subsp. nov. laying eggs into the fine split of the cutting face of a trunk of *Machilus Thunbergii* Sieb. et Zucc. (family Lauraceae) on Miyake Is. of the Izu Islands, central Japan. The log seemed to have been cut several days before.

Distributional characteristics

The members of the subgenus *Stenoglipa* are distributed in the tropics and subtropics of the Asia-Australasian Region. Twenty-one species hitherto known are concentrically distributed in the Oriental Region from Wallacea to Japan and are mostly numerous in the Sundalands, four species occur in the Australian Region, and one species on the Palau Islands of Micronesia. The northern limit of distribution is marked by the Izu Islands of Japan, the western limit at the India Peninsula, and the eastern limit at Banuatu of Melanesia.

3) Descriptions of individual taxa

The subgenus *Stenoglipa* Franciscolo can be roughly divided into two large groups which are considered as

being monophyletic, respectively. The two groups are called as supergroups in the present paper.

Key to supergroups

1. Gena distinctly projected outwards at the middle; eyes densely hairy; fore tibia of male more or less curved inwards; 8th abdominal sternite of male stout, apparently longer than wide, bell-shaped; parameres relatively stout, with ventral sclerotized branch of the right excavated at apex, and with the left distinctly projected as a wing at the left margin ····· Supergroup of *G. nipponica*.
— Gena usually very narrow, indistinctly projected outwards at the middle; eyes almost hairless or more sparsely haired usually; fore tibia of male usually straight; 8th abdominal sternite of male thinner, wider than long or slightly longer than wide, shovel-shaped or triangular often with apico-lateral projections; parameres slenderer, with ventral sclerotized branch of the right not excavated at apex, and with the left not so projected, often excavated at the left margin ····· Supergroup of *G. annulata*.

Supergroup of *G. nipponica*

Body large, 9.5-14.5mm in length, slender; gena apparently projected outwards at the middle; eyes densely hairy; terminal segment of maxillary pulpus relatively narrow; antenna stout, relatively short; apical black mark of pronotum obsolete or fused with basal median one; elytra usually with yellowish basal maculation which is *W*-shaped at the bottom, with a pair of middle longitudinal annular ones, with preapical band not reaching each apex; mesosternal process relatively broad, truncate at apex; abdominal sternites 3-7 decorated with fuscous fine pubescence on each apex; pygidium very long, gently attenuate apicad, extremely narrowly rounded or truncate at apex in dorsal view, dully pointed or narrowly truncate in lateral view, with dorsal aspect gently but highly carinate; fore tibia of male more or less curved inwards; 8th abdominal sternite of male relatively stout, bell-shaped with apex bilobed at the middle, apparently longer than wide; parameres relatively stout, more or less darkened in apical portions, with ventral sclerotized branch of the right paramere excavated at the apex, and with the left distinctly projected as a wing at the left margin.

This supergroup comprises the following four species. They are allopatrically destributed in East Asia and the Sundalands.

Key to the Species

1. Body stouter; antennal last segment of male almost quadrate, or fusiform with inner margin more or less excavated before and behind; pronotum without apical black maculation; middle annular maculations of elytra zigzag before and behind; pygidium less than 0.65 times as long as elytra; fore tibia of male distinctly curved inwards, with long inner setae before base ····· 2.
— Body slenderer; antennal last segment of male fusiform; pronotum with clear apical black maculation; middle annular maculations of elytra gentle before and acutely zigzag behind; pygidium more than 0.65 times as long as elytra; fore tibia of male slightly curved inwards, without long inner setae ····· 3.
2. Eye not reaching hind margin of gena; antennal last segment of male fusiform with inner margin more or less excavated before and behind; pygidium of male whitish in more than basal half of laterals, shorter, 1.4 times as long as elytral width, 2.8 times as long as anal sternite; 8th abdominal sternite of male longer; left paramere carinate at the right margin; right paramere not so stout ····· *G. nipponica* Nomura.
— Eye reaching hind margin of gena; antennal last segment of male almost quadrate; pygidium of male black except for base, longer, 1.53 times as long as elytral width, 3.2 times as long as anal sternite; 8th abdominal sternite of male shorter; left paramere almost not carinate at the right margin; right paramere evidently stouter ····· *G. rectefasciata* Pic.
3. Head, pronotum and base of elytra decorated with yellowish pubescence; antenna broader, 2.8 times as long as wide in terminal segment of male, with 3rd segment distinctly shorter than 5th; apical bilobed projection of 8th abdominal sternite larger ····· *G. tricolor* (Wiedemann).
— Upper surface decorated with whitish pubescence; antenna narrower, 3.3 times as long as wide in terminal segment of male, with 3rd segment slightly shorter than 5th; apical bilobed projection of 8th abdominal sternite smaller ··· *G. gracillima* sp. nov.

Glipa (*Stenoglipa*) *nipponica* Nomura, 1957

(Fig. 4A-G)

Glipa malaccana nipponica Nomura, 1957, Ent. Rev. Japan, **8**: 40 (partim: Okinawa Is., Yaku-shima Is.); Nomura, 1963, Icon. ins. japon. Col. nat. ed., **2**: 247 (partim: ditto); Kiyoyama, 1974, Beetles, Osaka, **3**: 19 (Yaku-shima Is.).

Glipa nipponica: Takakuwa, 1985, Coleopt. Japan Col. Osaka, **3**: 379, pl. 65, no. 21 (Goto Isls., N. & C. Ryukyus); Fan & Yang, 1993, Mem. Beijing nat. Hist. Mus., (53): 47, 59 (Hainan Is.).

Glipa (*Stenoglipa*) *malaccana nipponica*?: Ejima et al., 1981, Natural History of the Goto Islands, Japan, p. 299, pl. 17, no. 17-b (Goto Isls.).

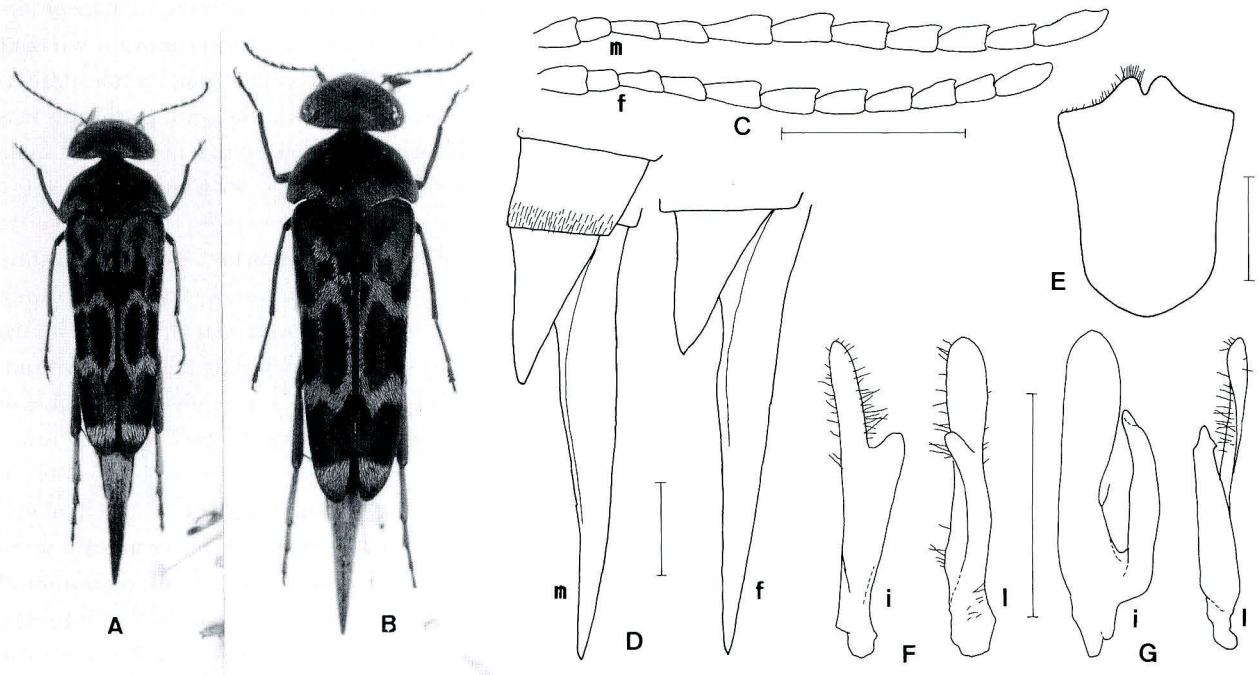


Fig. 4. *G.* (*S.*) *nipponica* Nomura. —A, ♂; B, ♀; C, right antenna; D, m: sternites 6 with condition of fuscous hairs on apex, 7 and pygidium, lateral view; f: anal sternite and pygidium, same; E, 8th abdominal sternite of male; F, left paramere; G, right paramere. —m, male; f, female; i, inner view; l, lateral view. (Scales: 1mm.)

Glipa sp.: Takakuwa, 1976, Coleopt. News, Tokyo, (34): 6 (Kumage Isls.).

Male. Body robust and thick in the group; dorsum decorated with golden yellow pubescence on head, pronotum, scutellum and basal area of elytra, with whitish one in the remaining parts. Head weakly convex, about 1.19-1.2 times as wide as long; gena distinctly, rectangularly projected with rounded apex at the middle, visible from above; eyes elliptical, not reaching hind margin of gena, densely clothed with erect hairs all over. Antenna relatively short, a little longer than the width of head (1.08: 1), fairly shorter than pronotal width (0.86: 1), very wide in the subgenus, especially in 5-7 segments, 2.2 times as long as wide in 10th segment, serrate at 5-10th; terminal segment 3.0 times as long as wide, 1.64 times as long as the penultimate, with inner margin more or less excavated before and behind. Pronotum 1.26 times as wide as head, usually with 3 black basal spots (apical one usually absent), the middle being sometimes vague and small, a pair of laterals each a little wider than long, obcordate. Elytra 2.3-2.55 times as long as wide, attenuate posteriad with slightly excavated sides; each basal maculation tending to be separated on either side by a longitudinal black line; middle annular maculations strongly zigzag near suture in front, moderately zigzag behind; preapical fascia slightly oblique. Pygidium about 0.6 times as long as elytra, 1.4 times as long as elytral width, 2.8 times as long as anal sternite, straightly convergent to apex which is extremely narrowly truncate in dorsal view, curved downwards and dully pointed at apex in lateral view, clothed with whitish pubescence in about basal 1/2; dorsal aspect with median longitudinal cicatrix at apical 1/2. Eighth abdominal sternite 1.38 times as long as wide, widely bilobed at apex. Parameres as figured; left paramere slightly longer than the right, stout especially at base, straight at the right margin which is carinate; right paramere stout for a member of the subgenus, with basal part rather flat.

Female. Yellowish pubescence on body paler. Antenna shorter, about as long as width of head, 1.64 times as long as wide at 10th segment, 2.5 times so at terminal one which is 1.5 times as long as the penultimate. Elytral middle annular maculations more elongate, rarely connected with basal ones. Pygidium about 3.2 times as long as anal sternite, clothed with whitish pubescence all over, without dorsal cicatrix.

Length: 10.3-13.4mm.

Specimens examined. Holotype (♂, Izumi, Okinawa Is., Ryukyus, 1-VII-1952, K. Sato col.) (NSMT); SW Japan: 1 ♀, Mt. Sannohzan, Nakadohri Is., Goto Isls., off NW Kyushu, 4-VIII-1979, T. Shimamoto leg. (HPC); Yaku Is., N. Ryukyus: 1 ♂, Miyanoura, 30-VII-1971, M. Kamisaka leg.; 1 ♀, same, 23-VII-1975, H. Akiyama leg.; 1 ♂, Ohkawarindo, 9-VII-1994, S. Nirasawa leg.; 1 ♀, Nagakubo, 11-VII-1997, Y. Notsu leg.; 1 ♂, Kurio, 12-VII-1997, Y. Notsu leg.; Amami-oshima Is., C. Ryukyus: 1 ♀,

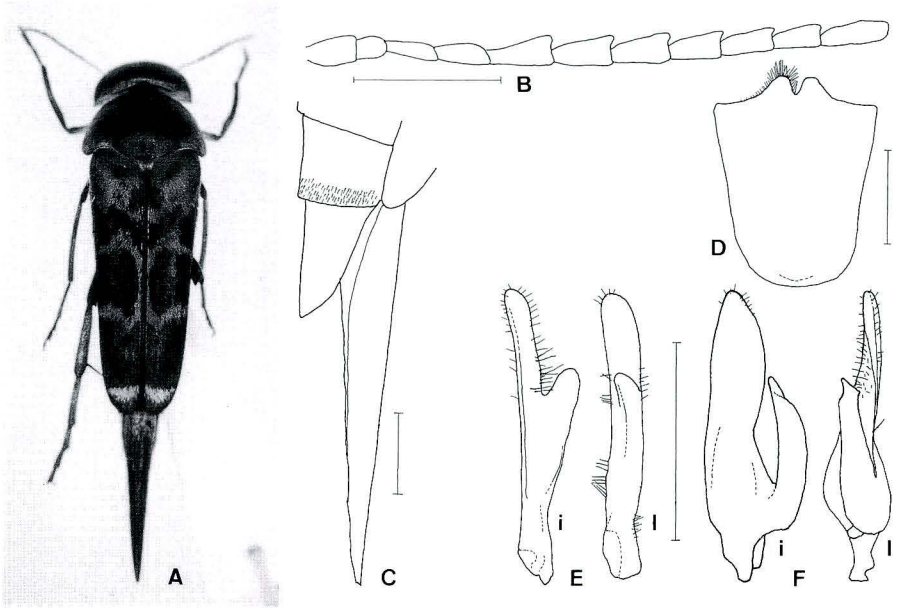


Fig. 5. *G.* (*S.*) *rectefasciata* Pic, ♂. —A, habitus; B, right antenna; C, sternites 6 with condition of fuscous hairs on apex, 7 and pygidium, lateral view; D, 8th abdominal sternite of male; E, left paramere; F, right paramere. —i, inner view; l, lateral view. (Scales: 1mm.)

24-VI-1973, T. Kita leg.; 6 ♂♂ 2 ♀♀, Kamiya, 1 ~ 3-VII-1999, M. Takakuwa leg.; 5 ♂♂ 1 ♀, Mt. Akatsuchi, 2-VII-1999, M. Takakuwa leg.; Okinawa Is., C. Ryukyus: 1 ♀, Yamashiro, Ishikawa-shi, 25-VI-1995, R. Yakita leg.; 2 ♂♂, Yona, 15-VI-1997, R. Yakita leg.; 1♂1♀, same, 28~29-VI-1997, R. Yakita leg.; 1 ♀, same, 12-VII-1997, R. Yakita leg.

Distribution. Goto Isls. and N. & C. Ryukyus (SW Japan), Hainan Is. (S. China)?.

This large species was originally described as a subspecies of *G. malaccana* (= *annulata*), and the allotype belongs to quite different species, *G.* (*S.*) *hatayamai* sp. nov. (which has been considered until now conspecific with the former). At a glance, *G. nipponica* resembles *hatayamai* sp. nov. in general appearance, though they belong to two different species-groups as mentioned elsewhere. It seems most probable that the record from Hainan Is. by Fan & Yang (1993) was misidentified to the following species.

Glipa (*Stenoglipa*) *rectefasciata* Pic, 1941

(Fig. 5A-F)

Glipa rectefasciata Pic, 1941, Échange, (3): 3 (Tonkin).

Glipa (*Stenoglipa*) *rectefasciata*: Horák, 1994, Folia Heyrovskyana, **2**: 102 (N. Vietnam).

Male. General appearance just as in the preceding species. Head weakly convex, about 1.4 times as wide as long; gena somewhat rectangularly projected with widely rounded apex at the middle, visible from above; eyes elliptical, rather widely reaching hind margin of gena, densely clothed with erect hairs all over. Antenna 1.12 times as long as the width of head, apparently shorter than pronotal width (0.93: 1), very wide in the subgenus, especially in 5-7 segments, 2.14 times as long as wide in 10th segment, serrate at 5-10th; terminal segment rather elongate-quadrate with inner margin enlarged before middle, 2.92 times as long as wide, 1.4 times as long as the penultimate. Pronotum 1.2 times as wide as head, usually with 3 black basal spots (apical one absent), the middle being vague and very small, a pair of laterals each relatively small, circular. Elytra 2.46 times as long as wide, attenuate posteriad with slightly excavated sides; each basal maculation as in the preceding species though consisting of whitish pubescence on the bottom; middle annular maculations weakly zigzag in front and behind; preapical fasciae each semicircular. Pygidium about 0.62 times as long as elytra, 1.53 times as long as elytral width, 3.2 times as long as anal sternite, straightly convergent to apex which is extremely narrowly truncate in dorsal view and obliquely, narrowly truncate at apex in lateral view, clothed with whitish pubescence in about basal 1/5 - 1/6; dorsal aspect with median longitudinal cicatrix at apical 1/2. Eighth abdominal sternite 1.29 times as long as wide, widely bilobed at apex. Parameres as figured; left paramere slightly longer than the right, straight at the right margin which is gently carinate; right paramere very stout for a member of the subgenus, with basal part distinctly, longitudinally concave and distinctly elevated at the left side, with ventral sclerotized branch evidently thickened.

Female. Unknown.

Length: 10.5mm.

Specimen examined. 1♂, Mt. Tam Dao, Vinh Phu Prov., N. Vietnam, 29-31. V. 1999, native collector.

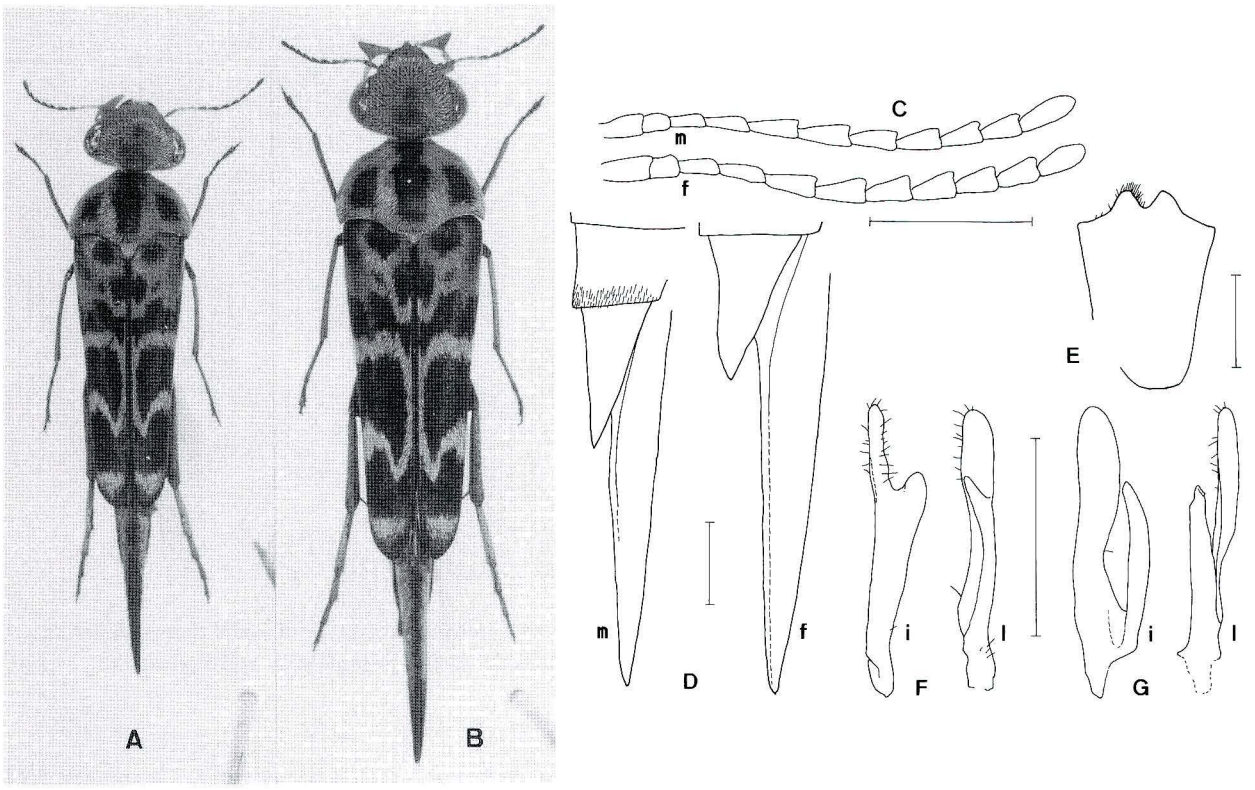


Fig. 6. *G.* (*S.*) *tricolor* (Wiedemann). —A, ♂; B, ♀; C, right antenna; D, m: sternites 6 with condition of fuscous hairs on apex, 7 and pygidium, lateral view; f: anal sternite and pygidium, same; E, 8th abdominal sternite of male; F, left paramere; G, right paramere. —m, male; f, female; i, inner view; l, lateral view. (Scales: 1mm.)

Distribution. Northern Vietnam.

This species is very closely related to the preceding Japanese species as Horák (1994) noted, but certainly differs from it especially in the distinctly stout parameres.

Glipa (*Stenoglipa*) *tricolor* (Wiedemann, 1823)

(Figs. 6A-G, 7A, B)

Mordella tricolor Wiedemann, 1823, Zool. Mag. Kiel, **2**(1): 81 (Java).

Glipa tricolor: Blair, 1940, Occ. Pap. Bernice P. Bishop Mus., **16**: 147; Chûjô, 1942, Mushi, Fukuoka, **14**: 83 (Caroline Isls.).

Male. Body thin and slender; upper surface decorated with golden to light yellow pubescence on head, pronotum and basal area of elytra, with whitish one in the remaining parts. Head weakly convex, about 1.2 times as wide as long; gena roundly projected at the middle, barely visible from above; eyes oval, barely reaching hind margin of gena, densely clothed with erect hairs except for antero-dorsal part. Antenna relatively short, a little longer than the width of head (1.1: 1), apparently shorter than pronotal width (0.92: 1), fairly wide in the subgenus, 2.0 times as long as wide in 10th segment, serrate in 5-10th; 3rd segment distinctly shorter than 5th (1: 1.3); terminal segment 2.8 times as long as wide, 1.5 times as long as the penultimate. Pronotum 1.15 times as wide as head,

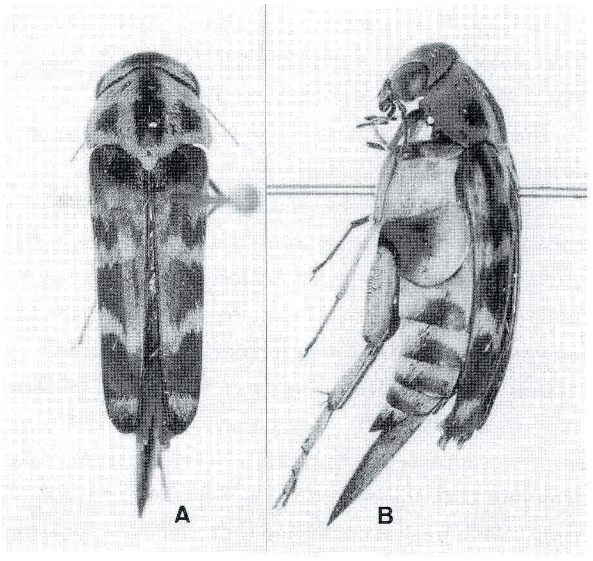


Fig. 7. Habitus of the type specimen of *Mordella tricolor* Wiedemann. —A, dorsal view; B, lateral view. (Photographed by H. Karube.)

with 3 black maculations, the middle being longitudinal from apex to before base, a pair of laterals being nearly circular. Elytra 2.55 times as long as wide, attenuate posteriad with slightly excavated sides; each basal maculation enlarged, with *W*-shaped part of the bottom consisting of whitish yellow pubescence; middle annular maculations hardly zigzag before, acutely zigzag behind. Pygidium 0.65 times as long as elytra, 1.57 times as long as elytral width,

about 2.8 times as long as anal sternite, straightly convergent to apex which is extremely narrowly truncate in dorsal view, dully pointed at apex in lateral view, clothed with whitish pubescence in about basal 1/2 of laterals; dorsal aspect without median cicatrix. Eighth abdominal sternite 1.4 times as long as wide, widely bilobed at apex. Parameres as figured; left paramere slender for a member of the group, as long as the right, weakly excavated at the right margin, distinctly projected as a wing at the left margin; right paramere slenderer than in the preceding two species.

Female. Head rather flat, about 1.17 times as wide as long; gena rectangularly projected with rounded apex, visible from above. Antenna broader, slightly shorter than the width of head; terminal segment 2.2 times as long as wide, 1.2 times as long as the penultimate. Pronotum 1.23 times as wide as head. Pygidium 1.52 times as long as elytral width, about 3.3 times as long as anal sternite.

Length: 10.5mm (♂), 14.5mm (♀).

Specimens examined. 1 ♂ 1 ♀, Sibolga, 450-600m in alt., N. Sumatera, 29 ~ 30-IV-1994, M. Takakuwa leg.

Distribution. Java, N. Sumatera (Indonesia), Caroline Isls.? (Micronesia).

This species is closely related to *G.* (*S.*) *nipponica* from Japan especially in the characters of the 8th abdominal sternite and male genitalia, though it has different maculate pattern, oval eye, longer pygidium and male fore tibia without long inner setae.

Notes. This species was originally described as a member of the genus *Mordella* from Java. So far as photographs of the type specimen were scrutinized by the present author, it is apparently the same species as the above specimens from Sumatera though slightly differing from them in the middle annular maculations of the elytra which are more internally waved on both front and behind. The type specimen is a female and is deposited in the Rijksmuseum van Natuurlijke Historie, Leiden (Fig. 7).

Blair (1940) and Chûjô (1942) recorded the present species from the Caroline Islands of Micronesia, but it is most probably different species judging from the locality.

Glipa (*Stenoglipa*) *gracillima* sp. nov.

(Fig. 8A-F)

Male. Body thin and slender; upper surface decorated with whitish pubescence. Head rather flat, about 1.2 times as wide as long; gena fairly, roundly projected at the middle, visible from above; eyes oval, barely not reaching hind margin of gena, densely clothed with erect hairs except for antero-dorsal part. Antenna slender for a member of the group, longer than the width of head (1.14: 1), a little shorter than pronotal width (0.95: 1), 2.4 times as long as wide in 10th segment, rather weakly serrate in 5-10th; 3rd segment slightly shorter than 5th (1: 1.05); terminal segment 3.3 times as long as wide, 1.42 times as long as the penultimate. Pronotum 1.16 times as wide as head, with 3 black maculations, the middle being longitudinal from apex to before base, a

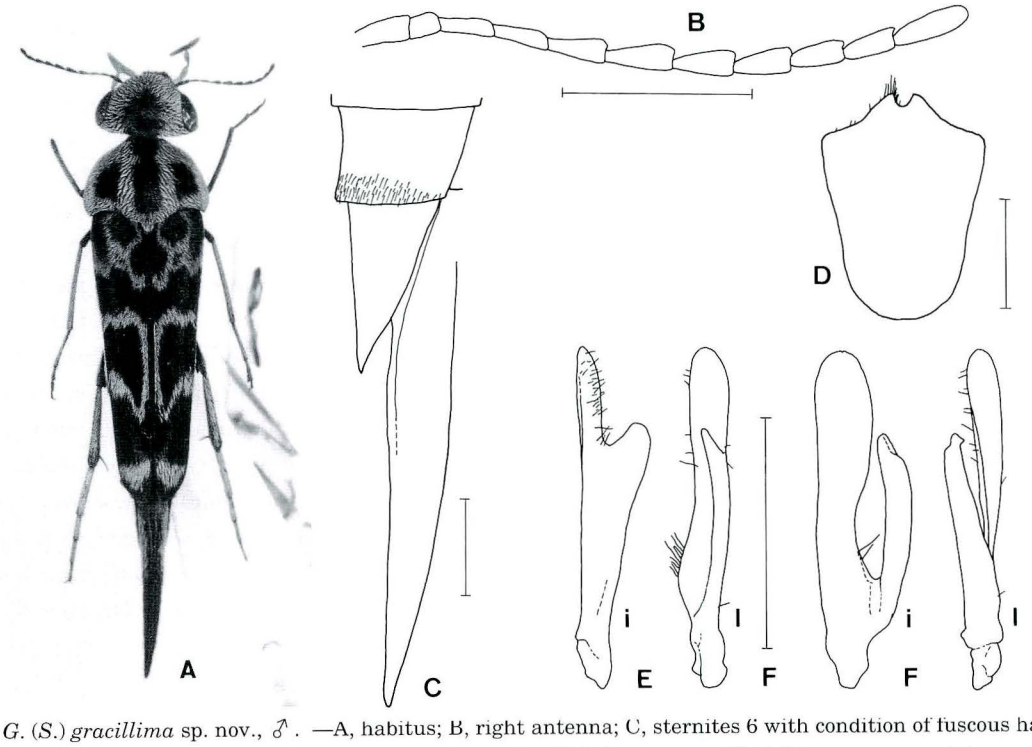


Fig. 8. *G.* (*S.*) *gracillima* sp. nov., ♂. —A, habitus; B, right antenna; C, sternites 6 with condition of fuscous hairs on apex, 7 and pygidium, lateral view; D, 8th abdominal sternite; E, left paramere; F, right paramere. —i, inner view; l, lateral view. (Scales: 1mm.)

pair of laterals quadrate. Elytra 2.56 times as long as wide, rather straightly attenuate posteriad; each basal maculation thin, not touching scutellum; middle annular maculations slightly zigzag before, acutely zigzag behind. Pygidium 0.68 times as long as elytra, 1.64 times as long as elytral width, about 3.1 times as long as anal sternite, straightly convergent to apex which is extremely narrowly truncate in dorsal view, dully pointed in lateral view, clothed with whitish pubescence in about basal 1/2 of laterals; dorsal aspect with indistinct median longitudinal cicatrix near the middle. Eighth abdominal sternite 1.37 times as long as wide, narrowly bilobed at apex. Parameres as figured, similar in shape to those of the preceding species though somewhat stouter.

Female. Unknown.

Length: 12.0-12.3mm.

Type series. Holotype, ♂, Mt. Bawang, W. Kalimantan, Borneo, IV-1990, N. Nishikawa leg. Paratype: 1 ♂, same data as the holotype.

Distribution. SW Borneo (Indonesia).

This new species is doubtless most closely related to the preceding species, especially in the character of parameres, but should be regarded as a good species mainly because of the following respects: upper surface decorated with whitish pubescence; antenna slenderer, with 3rd segment slightly shorter than 5th; elytral basal maculation thinner, not touching to scutellum.

Supergroup of *G. annulata*

Body small to moderarely large, 7.3-13.6mm in length; gena hardly or a little projected outwards at the middle; eye usually hairless though sometimes haired; terminal segment of maxillary pulpus very broad; apical black spot of pronotum apparent or fused with basal median one; elytral maculations variable; mesosternal process relatively narrow, broadly arcuate at apex; abdominal sternites 3-7 without pubescence or sometimes decorated with fine fuscous pubescence on each apex; pygidium relatively short to very long, usually abruptly attenuate apicad, almost pointed at apex in dorsal view, acutely pointed or narrowly truncate in lateral view, usually with dorsal cicatrix; fore tibia of male usually almost straight; 8th abdominal sternite distinctly membranous, shovel-shaped or triangular often with apico-lateral projections, a little longer than wide or wider than long; parameres usually fairly slender, transparently yellowish in apical portions, with sclerotized branch of the right not excavated at apex, and with the left not projected as a wing at the left margin.

This supergroup is very variable in morphology and classified into four groups as shown below. They are either allopatrical or sympatrical, widely distributed in East and Southeast Asia and New Guinea and their neighbouring areas.

Key to Species-groups

1. Elytra with yellowish transverse band just behind middle; anal sternite clothed with fuscous pubescence almost all over; 8th abdominal sternite of male longer than wide or as long as wide, shovel-shaped with distinct apico-lateral projections; ventral sclerotized branch of right paramere distinctly arcuate inwards ..... Group of *G. australis*.
— Elytra with yellowish to whitish annular maculations near middle; anal sternite clothed with whitish pubescence at base and lateral parts; 8th abdominal sternite of male longer than wide or wider than long, shovel-shaped or triangular sometimes with apico-lateral projections; ventral sclerotized branch of right paramere nearly straight or slightly arcuate ..... 2.
2. Pygidium longer, more than 0.65 times in male, 0.58 times in female as long as elytra, more than 1.5 times in male, 1.3 times in female as long as elytral width; 8th abdominal sternite of male shovel-shaped with distinct apico-lateral projections; ventral sclerotized branch of right paramere reflexed outwards at apex ..... Group of *G. longispinosa*.
— Pygidium relatively short, less than 0.63 times in male, 0.56 times in female as long as elytra, less than 1.46 times in male, 1.3 times in female as long as elytral width; 8th abdominal sternite of male shovel-shaped usually without distinct apico-lateral projections or triangular; ventral sclerotized branch of right paramere not reflexed outwards ..... 3.
3. Eyes often clearly haired though sometimes not hairy; antenna more or less shorter and broader; pygidium often shorter, usually very narrowly rounded or dully pointed at apex in dorsal view, often narrowly truncate or dully pointed at apex in lateral view; sclerotized branch of left paramere always divergent from the middle of base of dorsal membranous branch ..... Group of *G. azumai*.
— Eyes almost not hairy though often with a few hairs on postero-lateral parts; antenna usually slenderer; pygidium often longer, usually acutely pointed at apex in dorsal and lateral views; sclerotized branch of left paramere always divergent from the right margin of the base of dorsal membranous branch ..
..... Group of *G. annulata*.

Group of *G. australis*

Body moderate in shape; gena narrow, barely visible from above; eyes not so convex, broadly oval,

hairless though sometimes with extremely minute sparse hairs; pronotum decorated with 3 black spots, median longitudinal one and a pair of lateral ones; elytra with yellowish basal maculations variable in pattern, with yellowish transverse band just behind middle, each with preapical whitish lunate mark hardly reaching apex which is moderately rounded; pygidium stout, straightly attenuate apicad, acutely or dully pointed at apex; mesosternal process relatively broad, truncate or very gently arcuate at apex; abdominal sternites 3-6 each with black band which bears fuscous hairs; anal sternite clothed with fuscous pubescence almost all over; 8th abdominal sternite of male longer than wide or as long as wide, shovel-shaped with distinct apico-lateral projections; left paramere rather stout, slightly narrowed basad in inner view; right paramere with ventral sclerotized branch flattened, distinctly arcuate inwards.

Key to Species

1. Eyes narrowly reaching hind margins of genae; elytral basal maculation *W*-shaped, broken into pieces on disc; pygidium without median dorsal cicatrix; anal sternite decorated with whitish pubescence on middle of base ..... *G. franciscoloi* sp. nov.
— Eyes widely reaching hind margins of genae; elytral basal maculation not *W*-shaped; pygidium with distinct median dorsal cicatrix; anal sternite without whitish pubescence ..... 2.
2. Elytral basal maculation longitudinally fasciate; anal sternite 1.5 times as long as wide ..... 3.
— Elytral basal maculation *XX*-shaped; anal sternite 1.37 times as long as wide ..... 4.
3. Body above decorated with golden yellow pubescence; eyes almost hairless; middle fascia of elytra thicker, reaching sutures; pygidium shorter, less than 0.61 times as long as elytra, less than 1.39 times as long as elytral width; ventral sclerotized branch of right paramere straight in lateral view .. *G. australis* (Franciscolo).
— Body above decorated with yellowish white pubescence; eyes rather densely clothed with minute erect hairs on lower parts; middle fascia of elytra distinctly thinner, hardly reaching sutures; pygidium longer, 0.63 times as long as elytra, 1.45 times as long as elytral width; ventral sclerotized branch of right paramere reflexed near apex in lateral view ..... *G. subflava* sp. nov.
4. Head and pronotum decorated with yellowish pubescence; antenna longer than the width of head in female; basal maculation of elytra far apart from middle fascia which is thinner .. *G. komiyai* sp. nov.
— Head and pronotum decorated with silvery pubescence; antenna shorter than the width of head in female; basal maculation of elytra connected with middle fascia which is distinctly thicker ..... *G.* sp.

Glipa (*Stenoglipa*) *franciscoloi* sp. nov.

(Fig. 9A-C)

Ophthalmoglipa australis: Franciscolo, 1952, Annali Mus. civ. Stor. nat. Giacomo Doria, **65**: 332, 354, figs.A, no.3; C, nos.1,4,7,8; D, no.1 (partim) (New Guinea).

Male. Unknown.

Female. Head strongly convex, about 1.21 times as wide as long, clothed with light yellow pubescence; gena relatively wide, roundedly projected at the middle; eye broadly oval, about 1.22 times as long as wide, narrowly reaching hind margin of gena. Antenna slightly longer than width of head (1.03: 1), 2.26 times as long as wide in 5th segment, 2.2 times in 10th; terminal segment 2.55 times as long as wide, 1.27 times as long as the penultimate, excavated behind apex of inner margin. Pronotum 1.22 times as wide as head, decorated with yellow pubescence. Elytra 2.4 times as long as wide, strongly and slightly excavatedly attenuate posteriad; basal golden yellow maculation *W*-shaped, broken into pieces on disc, reaching basal 2/9; middle fascia vivid golden yellow, 0.17 times as long as elytra, faintly waved at front and hind margins. Pygidium rather stout, 0.52 times as long as elytra, 1.26 times as long as elytral width, 2.84 times as long as anal sternite, straightly and strongly convergent to apex which is dully pointed in dorsal view and narrowly, obliquely truncate in lateral view, clothed with whitish pubescence beyond basal 3/7; dorsal

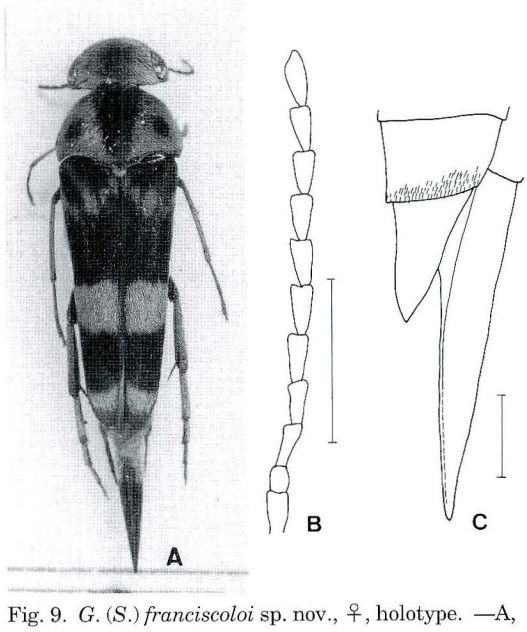


Fig. 9. *G.* (*S.*) *franciscoloi* sp. nov., ♀, holotype. —A, habitus; B, right antenna; C, sternites 6 with condition of fuscous hairs on apex, 7 and pygidium, lateral view. (Scales: 1mm.)

aspect acutely carinate though without median cicatrix. Anal sternite transversely truncate at apex, convex in ventral aspect, provided with whitish pubescence on middle of base.

Length: 11.4mm.

Holotype. ♀, Paumomu Riv., SE Papua New Guinea, IX ~ XII-1892, Loria leg. (MCSN) (a cotype of *Ophthalmoglipa australis* Franciscolo, 1952).

Distribution. SE Papua New Guinea.

This new species is somewhat peculiar in the species-group as mentioned above.

The holotype is labelled "N. Guinea S. E., Paumomu riv., LORIA, IX-XII 92", "Co-Typus", "Museo Civico di Genova", "♂", "*Glipa australis*", "♀, det. Takakuwa, M."

Glipa (*Stenoglipa*) *australis* (Franciscolo, 1952), comb. nov.

(Fig. 10A-G)

Ophthalmoglipa australis Franciscolo, 1952, Annali Mus. civ. Stor. nat. Giacomo Doria, **65**: 332, 354, figs.A, no.3; C, nos.1,4,7,8; D, no.1 (partim) (New Guinea); 1982, Nat. Hist. Rennell Is., p.52.

Male. Head rather strongly convex, about 1.23 times as wide as long, clothed with golden yellow pubescence; gena very narrow, hardly projected at the middle; eye broadly oval, about 1.17 times as long as wide, widely reaching hind margin of gena. Antenna 1.22 times as long as width of head, longer than pronotal width (1.04: 1), 2.75 times as long as wide in 5th segment, 2.45 times in 10th; terminal segment 3.77 times as long as wide, 1.44 times as long as the penultimate, with inner margin excavated anteriad. Pronotum 1.17 times as wide as head, clothed with golden yellowish pubescence, with a pair of lateral black spots rather small and circular. Elytra 2.28 times as long as wide, strongly and straightly attenuate behind the middle; each basal discal golden yellow maculation longitudinally fasciate from base to basal 1/3, connected with lateral oblique fascia running from just behind humerus to the apex; middle band vivid golden yellow, usually waved at front and hind margins. Pygidium 0.55-0.61 times as long as elytra, 1.34-1.39 times as long as elytral width, about 2.36 times as long as anal sternite, straightly and strongly convergent to apex which is acutely pointed, clothed with whitish pubescence in about basal 1/3-2/5 of lateral parts; dorsal aspect very acutely carinate, with distinct median cicatrix. Anal sternite 1.5 times as long as basal width, roundedly projected at apex, faintly concave longitudinally at apical 1/2 of ventral aspect. Eighth abdominal sternite 1.12 times as long as wide, with apical median projection bilobed at apex, with apical angles parabolically projected. Fore tibia curved in apical 1/2. Parameres stout; dorsal membranous branch of the left one short; ventral sclerotized branch of the right one bent at middle.

Female. Body somewhat robuster, with more or less paler pubescence on head and pronotum. Antenna 1.05 times as long as width of head, twice as long as wide at each of 5th and 10th segment, 2.6 times as long as wide at terminal one which is 1.3 times as long as the penultimate. Pygidium shorter, 0.53 times as long as elytra. Anal sternite about 1.2 times as long as wide, convex in ventral aspect, nearly truncate at apex.

Length: 8.7-11.4mm.

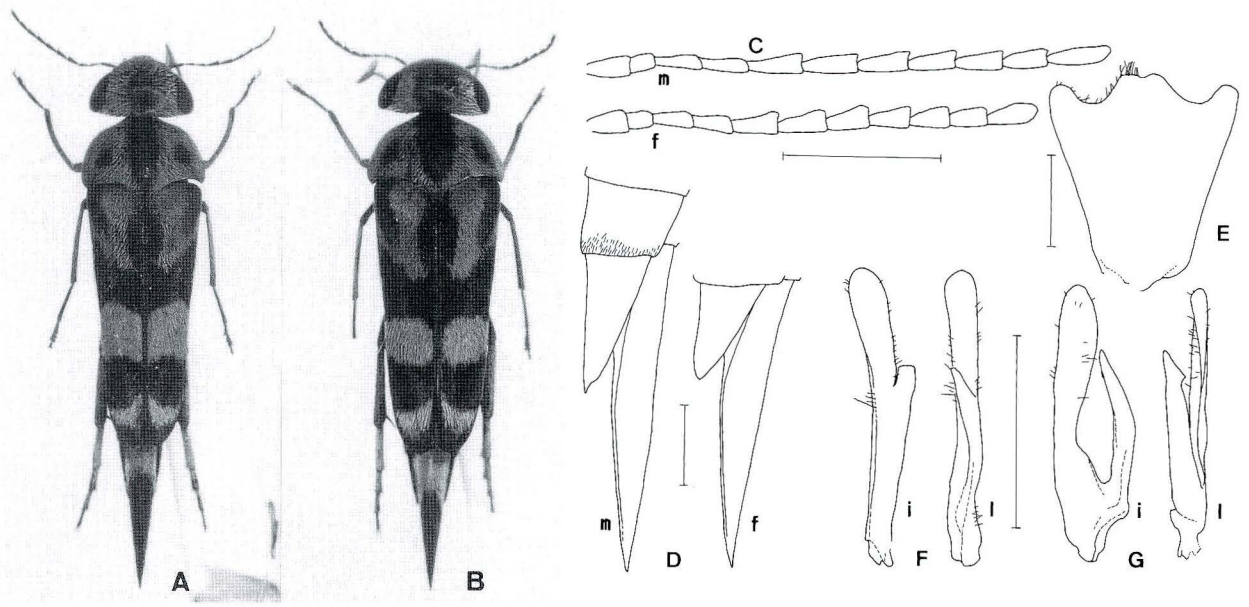


Fig. 10. *G.* (*S.*) *australis* (Franciscolo). —A, ♂; B, ♀; C, right antenna; D, m: sternites 6 with condition of fuscous hairs on apex, 7 and pygidium, lateral view; f: anal sternite and pygidium, same; E, 8th abdominal sternite of male; F, left paramere; G, right paramere. —m, male; f, female; i, inner view; l, lateral view. (Scales: 1mm.)

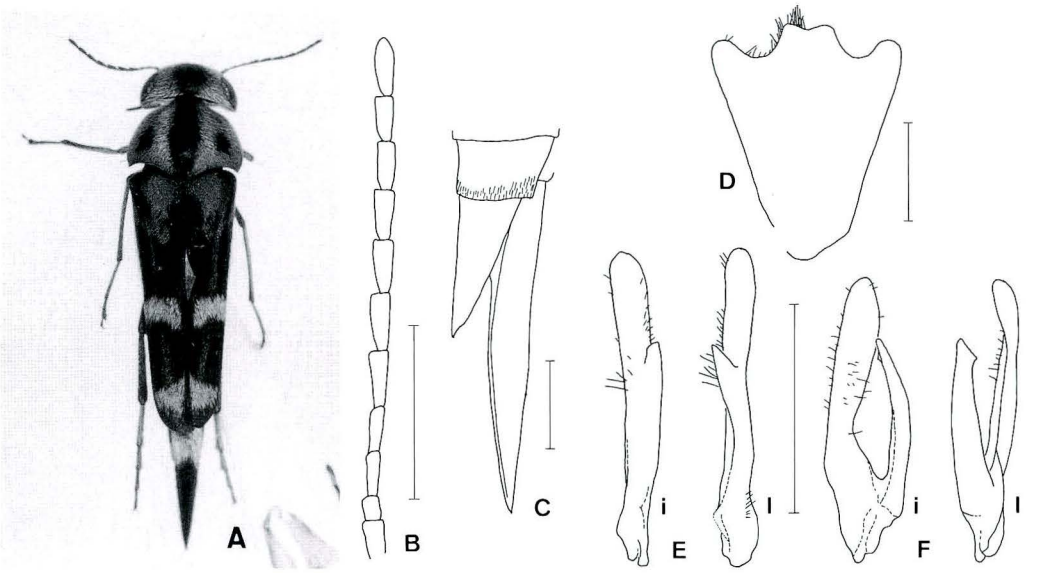


Fig. 11. *G.* (*S.*) *subflava* sp. nov., ♂, holotype. —A, habitus; B, right antenna; C, sternites 6 with condition of fuscous hairs on apex, 7 and pygidium, lateral view; D, 8th abdominal sternite; E, left paramere; F, right paramere. —i, inner view; l, lateral view. (Scales: 1mm.)

Specimens examined. E. Papua New Guinea: 4 ♂♂, Afore, 700m in alt., Oro Prov., 18-III-1994, H. Matsuka leg.; 2 ♂♂, Lae, 27-XII-1978, M. Takakuwa leg.; 1 ♂ 1 ♀, Posheka, nr. Lae, Morobe Prov., 19-I-1983, Y. Komiya leg.; 1 ♂ 1 ♀, Popondetta, 1-I-1979, M. Takakuwa leg.; 1 ♂, same, 19-II-1990, H. Matsuka leg.; 1 ♀, Bulolo, 800m in alt., Morobe Prov., 25-XII-1981, Y. Komiya leg.; Wau, 1200m in alt., Morobe Prov., Y. Komiya leg.: 5 ♂♂ 1 ♀, 5-I-1982; 3 ♂♂, 6-I-1982; 9 ♂♂, 14-I-1982; 1 ♂ 2 ♀♀, Espiritu Santo Is., New Hebrides Isls., Banuatu, 6-III-1998, M. Ito leg.

Distribution. Kai Isls. (E. Indonesia), New Guinea, Bismarck Is. (Papua New Guinea), Rennell Is. (S. Solomon), Espiritu Santo Is. (Banuatu).

Dr. Roberto Poggi of the Museo Civico di Storia Naturale "Giacomo Doria", Genova kindly taught me that the type series of *Ophthalmoglipa australis* Franciscolo contain three maculate patterns and what pattern is the holotype. The remainder two patterns are newly described under the names of *G. franciscoloi* sp. nov. and *G. komiyai* sp. nov. in the present paper, respectively.

Adults are usually found on leaves of growths under trees, and are considered actually to eat fern spores though Franciscolo (1982) noted as "adults feed on nectar".

Glipa (*Stenoglipa*) *subflava* sp. nov.

(Fig. 11A-F)

Very closely allied to the preceding species, but apparently differs from it in the following characters.

Male. Body above clothed with yellowish white pubescence instead of golden yellow one. Eyes subcircular, 1.19 times as long as wide, rather densely clothed with minute erect hairs on lower parts. Elytra 2.3 times as long as wide, more strongly attenuate apicad; basal longitudinal fascia shorter, prolonged a little beyond basal 1/4; middle fascia distinctly narrow, hardly reaching sutures. Pygidium stouter and longer, 0.63 times as long as elytra, 1.45 times as long as elytral width, about 2.32 times as long as anal sternite, clothed with whitish pubescence in more than basal 2/5. Anal sternite 1.67 times as long as basal width. Eighth abdominal sternite 1.24 times as long as wide. Legs brownish; fore tibiae arcuate inwards. Ventral sclerotized branch of right paramere arcuate inwards in inner view, reflexed near apex in lateral view.

Female. Unknown.

Length: 8.4-9.1mm.

Type series. Holotype, ♂, Malkiyoku, Palau Isls., Micronesia, 31-VIII-1940, S. Nagasawa leg. (NSMT). Paratypes: 2 ♂♂, same data as the holotype (NSMT).

Distribution. Palau Isls. (Micronesia).

Glipa (*Stenoglipa*) *komiyai* sp. nov.

(Fig. 12A-G)

Ophthalmoglipa australis: Franciscolo, 1952, Annali Mus. civ. Stor. nat. Giacomo Doria, **65**: 332, 354, figs.A, no.3; C, nos.1,4,7,8; D, no.1 (partim) (New Guinea).

Male. Head rather strongly convex, about 1.2 times as wide as long, clothed with whitish yellow to golden yellow pubescence; gena rather narrow, roundly projected at the middle; eyes broadly oval, about 1.22 times as long as wide, widely reaching hind margins of genae. Antenna 1.3 times as long as width of head, longer than pronotal width (1.08: 1), 2.6 times as long as wide in 5th segment, 3.4 times in 10th; terminal segment slender, 3.9 times as long as wide, 1.23 times

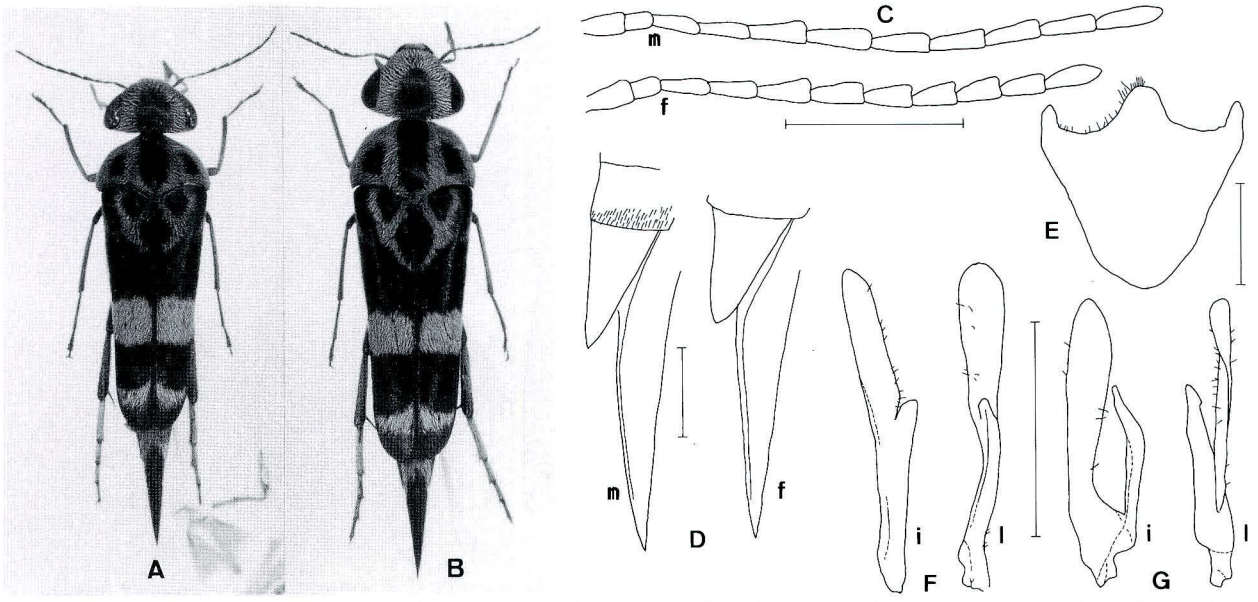


Fig. 12. *G.(S.) komiyai* sp. nov. —A, ♂, holotype; B, ♀, paratype; C, right antenna; D, m: sternites 6 with condition of fuscous hairs on apex, 7 and pygidium, lateral view; f: anal sternite and pygidium, same; E, 8th abdominal sternite of male; F, left paramere; G, right paramere. —m, male; f, female; i, inner view; l, lateral view. (Scales: 1mm.)

as long as the penultimate. Pronotum 1.2 times as wide as head, decorated with the same pubescence as on head, with a pair of lateral black spots rather large and a little longitudinal. Elytra 2.39 times as long as wide, strongly and straightly attenuate behind the middle, then parallel-sided towards apical 1/6; each basal discal golden yellow maculation distortedly *X*-shaped, reaching basal 1/4-1/3, often not connected with lateral line running from just below humerus to the cross point; middle band vivid golden yellow, usually weakly waved at front and hind margins. Pygidium rather slender, 0.54-0.57 times as long as elytra, 1.3-1.35 times as long as elytral width, about 2.22 times as long as anal sternite, straightly and strongly convergent to apex which is acutely pointed, clothed with whitish pubescence in about basal 1/3-2/5 of lateral parts; dorsal aspect very acutely carinate, with distinct median cicatrix. Anal sternite 1.37 times as long as basal width, roundedly or widely triangularly projected at apex, flat at apical 1/2 of ventral aspect. Eighth abdominal sternite about as long as wide, with apical median projection parabolical, with apical angles appendiculately projected. Fore tibiae straight. Parameres slender; left one distinctly excavated at the left margin behind middle; ventral sclerotized branch of right one bent before middle.

Female. Body somewhat stouter. Antenna 1.05 times as long as width of head, 2.23 times as long as wide in 5th segment, 2.25 times in 10th, 2.8 times in terminal one which is 1.29 times as long as the penultimate. Pygidium shorter, 0.51 times as long as elytra, 1.2 times so elytral width, about 2.96 times so anal sternite. Anal sternite about 1.1 times as long as wide, slightly convex at ventral aspect, nearly truncate at apex.

Length: 7.8-11.6mm.

Type series. Holotype, ♂, Wau, 1200m in alt., Morobe Prov., E. Papua New Guinea, 5-I-1982, Y. Komiya leg. Paratypes: E. Papua New Guinea: same locality and collector as the holotype: 3 ♂♂, 2-I-1982; 2 ♂♂, 5-I-1982; 2 ♂♂, 6-I-1982; 2 ♂♂1 ♀, 14-I-1982; Popondetta: 1 ♂, 1-I-1979, M. Takakuwa leg.; 1 ♀, 19-II-1990, H. Matsuka leg.; 1 ♀, 7-IX-1991, H. Matsuka leg.; 1 ♀, Sogeri, 20-XII-1981, A. Yagishita leg.; 1 ♂, Posheka, nr. Lae, Morobe Prov., 19-I-1983, Y. Komiya leg.; 4 ♂♂, Afore, 700m in alt., Oro Prov., 18-III-1994, H. Matsuka leg.; 1 ♀, Regina Creek, 900m in alt., Morobe Prov., 21-XII-1981, Y. Komiya leg.

Additional specimen examined. 1 ♂, Bokondini, W. Irian, New Guinea, 30-VIII-1974, S. Takizawa leg. (HPC)

Distribution. New Guinea (Papua New Guinea, Irian Jaya).

This beautiful new species may be somewhat allied to *G. (S.) australis* in the coloration, but apparently differs from that mainly in having the characters of a pair of distorted *X*-maculations on elytral bases, slenderer pygidium, straight tarsi of male, parabolical median projection and appendiculate lateral ones of the apex of the 8th abdominal male sternite and deeply excavated left margin of left paramere.

Glipa (*Stenoglipa*) sp.

(Fig. 13A-C)

Male. Unknown.

Female. Head rather strongly convex, about 1.26

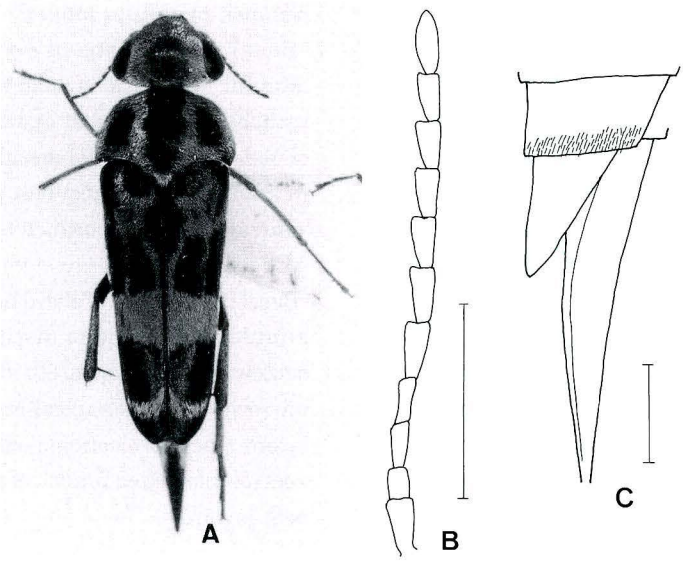


Fig. 13. *G.*(*S.*) sp., ♀. —A, habitus; B, right antenna; C, sternites 6 with condition of fuscous hairs on apex, 7 and pygidium, lateral view. (Scales: 1mm.)

times as wide as long, clothed with silvery white pubescence; gena narrow, roundly projected at the middle; eyes broadly oval, about 1.17 times as long as wide, widely reaching hind margins of genae. Antenna shorter than width of head (0.94: 1), 2.36 times as long as wide in 5th segment, 2.13 times in 10th; terminal segment acute at apex, 2.89 times as long as wide, 1.3 times as long as the penultimate. Pronotum 1.23 times as wide as head, decorated with the same pubescence as on head and golden one at the surroundings of the former one, with a pair of lateral black spots very large. Elytra 2.26 times as long as wide, rather strongly and straightly attenuate behind the middle; basal golden yellow maculation as combined *W*-line and *V*-line, the later of which reaches sutures at basal 1/3 and is also prolonged to the middle fascia along sutures; middle fascia vivid golden yellow, 0.19 times as long as elytra, weakly waved at front and hind margins. Pygidium rather slender, straightly and strongly narrowed to apex which is broken in the single specimen examined, clothed with whitish pubescence in basal part; dorsal aspect very acutely carinate, with distinct median cicatrix. Anal sternite slightly longer than basal width, transversely truncate at apex, convex at ventral aspect.

Length: 11.7mm.

Specimen examined. 1 ♀, Obi Is., Moluccas Isls., Indonesia, 15-V-1974, T. Mizunuma leg. (HPC)

Distribution. Obi Is. of the Moluccas Isls. (Indonesia).

This undetermined beetle is closely related to the preceding new species in general appearance, but readily distinguishable from it by the following points: head and pronotum decorated with silvery pubescence; antenna shorter than the width of head; basal maculation of elytra connected with middle fascia which is distinctly thicker.

Group of *G. azumai*

Body robust or rather flattened; gena roundly projected at the middle, visible from above; eyes oval, often clearly haired though sometimes not hairy; antenna more or less relatively short, broad or at least not so slender, serrate in segments 5-10, with 5th about as long as 6th and usually slightly shorter than the terminal one; mesosternal process moderately arcuate or rather triangular at the apical part; anal sternite more or less short for a species-group of the supergroup; pygidium short for the supergroup, very narrowly rounded or dully or acutely pointed at apex in dorsal view, often narrowly truncate or dully pointed at apex in lateral view; 8th abdominal sternite variable in shape; parameres stout in the subgenus; left paramere usually thickened at base, with sclerotized branch divergent from the middle of base of dorsal membranous branch; right paramere usually excavated at inner side of dorsal membranous branch.

This species-group can be classified into 3 subgroups which comprise 8 species distributed in East and Southeast Asia, the Sundalands and their adjacent areas.

Key to Subgroups and Species

1. Body clothed with rather fine purplish fuscous or whitish pubescence almost on all parts; pronotum immaculate; scutellum clothed with fine fuscous pubescence; fore tibiae curved downwards; (*kurosawai* subgroup) ····· *G. kurosawai* Takakuwa.
— Body clothed with blackish fuscous or whitish pubescence almost on all parts; pronotum clearly

maculate; scutellum clothed with whitish pubescence; fore tibiae almost straight ..... 2.

2. Eyes usually hairy at least on the postero-lateral parts; female antenna longer, slightly shorter or longer than the width of head; middle annular maculations of elytra gently zigzag or not just near suture at the posterior lines; pygidium shorter, not acutely pointed at apex; 8th abdominal sternite of male slightly or not projected at apical angles; (*azumai* subgroup) ..... 3.

— Eyes not hairy though sometimes with a few minute hairs on the postero-lateral parts; female antenna shorter, distinctly so than the width of head; middle annular maculations of elytra acutely zigzag just near suture at the hind lines; pygidium slenderer; 8th abdominal sternite of male distinctly thin, remarkably projected at apical angles; (*acutimaculata* subgroup) ..... 7.

3. Basal maculation of elytra without *W*-shaped part at the bottom; eyes densely haired all over or except for upper-posterior parts ..... 4.

— Basal maculation of elytra with *W*-shaped part at the bottom; eyes barely or sparsely haired on lower parts ..... 5.

4. Body smaller; antenna longer than pronotum; middle annular maculations of elytra not zigzag before and behind; pygidium slenderer; abdominal sternites 3-5 with fuscous hairs at apices; 8th abdominal sternite of male roundly projected at apical angles; left paramere slenderer ..... *G. azumai* Nakane.

— Body larger; antenna shorter than pronotum; middle annular maculations of elytra more or less zigzag before and behind; pygidium thicker; abdominal sternites 3-5 almost lacking fuscous hairs; 8th abdominal sternite of male broadly rounded at apical angles; left paramere wider ··· *G. watanabei* sp. nov.

5. Middle annular maculations of elytra acutely zigzag near suture at the posterior lines; pygidium stouter; parameres distinctly stouter; mandibles of female surprisingly stouter ..... *G. maruyamai* sp. nov.

— Middle annular maculations of elytra moderately zigzag or not near suture at the hind lines; pygidium slenderer; parameres slenderer; mandibles of female moderate in shape ..... 6.

6. Eyes haired on lower part, widely oval, shorter; 3rd antennal segment longer than 4th; elytral basal margin with or without a few hairs; basal maculation of elytra reduced, with the outer lines not reaching at base; pygidium shorter ..... *G. ohmomoi* sp. nov.

— Eyes hardly haired, elliptical, longer; 3rd antennal segment almost equal in length to 4th; elytral basal margin commonly with yellowish hairs; basal maculation of elytra developed, *XX*-shaped, with the outer lines reaching bases inside humeri; pygidium longer ..... *G. sachiyoae* sp. nov.

7. Basal maculations of elytra shortened; middle annular maculations moderate in length; pygidium rather dully pointed at apex; 8th abdominal sternite of male wider at medio-apical projection, claw-shaped in latero-apical projections; parameres stouter, with ventral sclerotized branch of right paramere gently curved inwards ..... *G. inexpectata* sp. nov.

— Basal maculations of elytra moderate in length; middle annular maculations distinctly longer; pygidium acutely pointed at apex; 8th abdominal sternite of male narrower at medio-apical projection, semicircular in latero-apical projections; parameres slenderer, with ventral sclerotized branch of right paramere suddenly bent inwards ..... *G. acutimaculata* sp. nov.

Subgroup of *G. kurosawai*

Body thick and robust, abruptly narrowed posteriad, clothed with rather fine purplish fuscous or whitish pubescence almost on all parts; eyes very densely haired all over; antenna distinctly short and broad, with segments 5-10 fully serrate and 5th as long as the terminal; pronotum immaculate; basal maculations obsolete; pygidium short, very narrowly rounded at apex in dorsal view, slightly reflexed upwards and obliquely truncate at apex in lateral view; abdomen clothed with rather fine dark pubescence at antero-lateral parts of 3th and 7th and apical parts of 4-6th; anal segment relatively short; fore tibia of male curved downwards; 8th abdominal sternite of male longer than wide, distinctly projected at the middle of apex; parameres stout, with basal tubercle of the right indistinct.

Glipa (*Stenoglipa*) *kurosawai* Takakuwa, 1985

(Fig. 14A-F)

Glipa kurosawai Takakuwa, 1985, Gekkan-Mushi, Tokyo, (176): 5,9, pl.2, no.4; Takakuwa, 1985, Coleopt. Japan Col. Osaka, **3**: 379, pl.65, no.20.

Male. Head rather strongly convex, about 1.22 times as wide as long, clothed with yellowish pubescence on frons; gena somewhat rectangularly projected at the middle with widely rounded apex; eyes elliptical, about 1.2 times as long as wide, not reaching hind margins of genae. Antenna 1.08 times as long as width of head, a little shorter than pronotal width (0.96: 1), very wide for a member of the subgenus, about twice as long as wide in 5th segment, 1.8 times in 10th; terminal segment 2.4 times as long as wide, 1.4 times as long as the penultimate, with inner margin slightly excavated before. Pronotum 1.21 times as wide as head. Elytra 2.17 times as long as wide, strongly attenuate to the middle from behind bases with slightly excavated sides, then attenuate posteriad with slightly curving sides; basal maculation tending

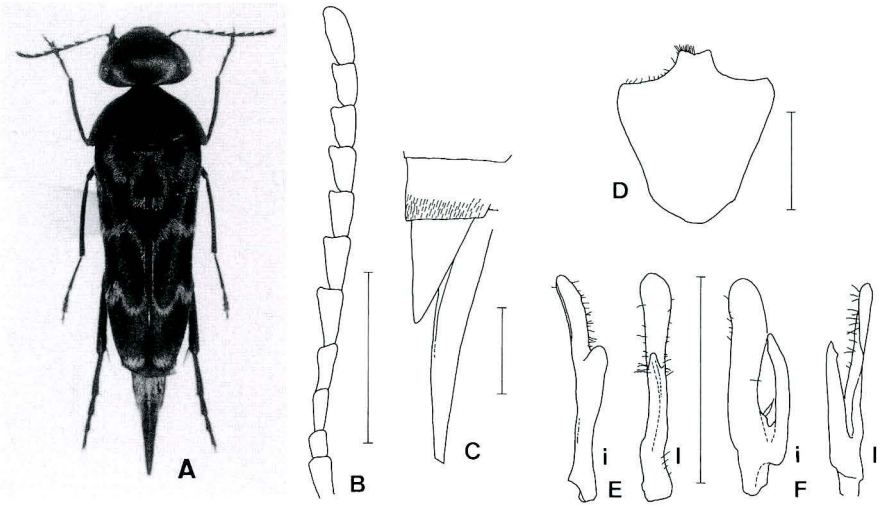


Fig. 14. *G.(S.) kurosawai* Takakuwa, ♂, paratype. —A, habitus; B, right antenna; C, sternites 6 with condition of fuscous hairs on apex, 7 and pygidium, lateral view; D, 8th abdominal sternite; E, left paramere; F, right paramere. —i, inner view; l, lateral view. (Scales: 1mm.)

to obsolete, with a slender *W*-shape one at the bottom; middle annular maculations anteriorly zigzag somewhat apart from suture, moderately zigzag posteriorly though rounded near suture; apical fascia not reaching sides, barely reaching each apex. Pygidium 0.48 times as long as elytra, 1.04 times as long as elytral width, about 2.4 times as long as anal sternite, excavatedly narrowed to apex, clothed with whitish pubescence in about basal 1/2; dorsal aspect gently carinate, with median longitudinal cicatrix at apical 1/3. Anal sternite 1.27 times as long as basal width, slightly and angularly projected at apex. Eighth abdominal sternite 1.1 times as long as wide, with apical projection shallowly, angulately emarginate. Parameres as figured; right paramere very broad at the base of dorsal membranous branch, with thin ventral sclerotized branch.

Female. Unknown.

Length: 8.3-9.2mm.

Specimens examined. Holotype(♂, Hahajima Is., Ogasawara Isls., 26-VI-1976, M. Takakuwa leg.) (NSMT) and 3 paratypes (same locality, 26 ~ 27-VI-1976, same collector).

Distribution. Ogasawara Isls. (S. Japan).

This blackish species is very unique in having the peculiarities shown in the key and the obliquely, rather broadly truncate pygidium in lateral view.

Subgroup of *G. azumai*

Body often rather flattened in male, decorated with whitish to yellowish pubescence almost on all parts; mandible stout, dully shining; eyes densely hairy or partly so; antenna long for a member of this group, moderately serrate in segments 5-10, with 5th shorter than the terminal one, nearly equal in length to 6; pronotum decorated with 3-4 black spots; scutellum clothed with whitish pubescence; elytra with basal whitish to yellowish maculations which are not so prolonged posteriorly, usually with middle ones almost annulate (not so waved); mesosternal process gently or strongly arcuate at apex; abdomen largely bearing whitish pubescence except in postero-lateral areas of 3rd and 4th; anal segment rather long; pygidium short, abruptly attenuate apicad, bluntly pointed or extremely narrowly rounded at apex in dorsal view, usually without dorsal cicatrix; 8th abdominal sternite of male wider than long or nearly as long as wide; parameres stout, with distinct basal tubercle in the right.

Glipa (Stenoglipa) maruyamai sp. nov.

(Fig. 15A-H)

Male. Head not so convex, about 1.21 times as wide as long, clothed with light yellow pubescence; gena projected at the middle with widely rounded apex; eyes moderately convex, scarcely haired, elliptical, about 1.28 times as long as wide, broadly reaching hind margin of gena. Antenna 1.13 times as long as width of head, a little shorter than pronotal width (0.95: 1), narrow for a member of the subgroup, 2.84 times as long as wide in 5th segment, 2.3 times in 10th; terminal segment somewhat elongate quadrate, 3.48 times as long as wide, 1.4 times as long as the penultimate. Pronotum 1.2 times as wide as head, decorated with light yellow pubescence, with 4 clear black spots. Elytra 2.39 times as long as wide, rather abruptly attenuate near the middle with slightly excavated sides; basal *XX*-shaped maculation (consisting of light yellow pubescence) with the outer lines not quite reaching base, reduced at basal margin; middle annular whitish maculations long, gentle before, acutely zigzag near suture behind; each apical maculation semi-elliptical, not reaching apex.

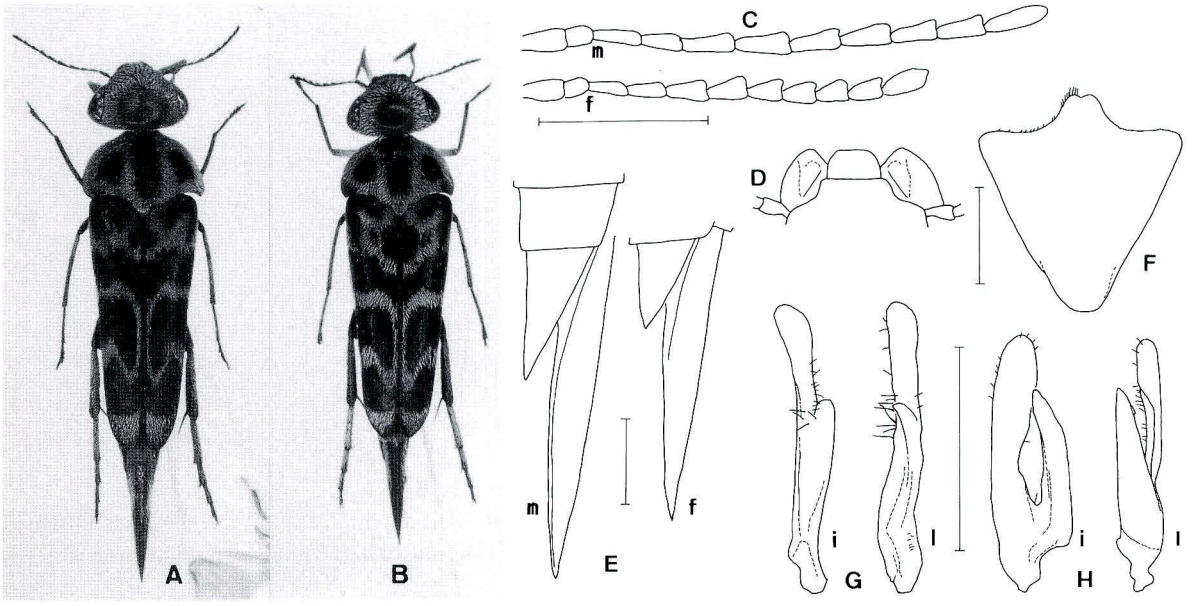


Fig. 15. *G.(S.) maruyamai* sp. nov. —A, ♂, holotype; B, ♀, paratype; C, right antenna; D, mandibles of female; E, m: sternites 6 with condition of fuscous hairs on apex, 7 and pygidium, lateral view; f: anal sternite and pygidium, same; F, 8th abdominal sternite of male; G, left paramere; H, right paramere. —m, male; f, female; i, inner view; l, lateral view. (Scales: 1mm.)

Pygidium stout, 0.58 times as long as elytra, 1.39 times as long as elytral width, about 2.5 times as long as anal sternite, almost straightly narrowed to apex which is rather thin and dully pointed in dorsal and lateral views, clothed with whitish pubescence in basal 1/2; dorsal aspect acutely carinate, with median cicatrix in apical 1/3. Abdomen just as in the Indochina and the Malay Peninsular species, *G. ohmomoi* sp. nov. and *G. sachiyoae* sp. nov. Anal sternite longitudinally concave in ventral aspect, 1.42 times as long as basal width, broadly rounded at apex. Eighth abdominal sternite slightly longer than wide (1.06: 1), with apical median projection bilobed, with apical angles rounded, closely similar to those of *G. ohmomoi* sp. nov. and *G. sachiyoae* sp. nov. Parameres as figured, similar to those of the following 4 species though distinctly stout.

Female. Body somewhat robuster, with yellowish pubescence paler. Head clothed with whitish yellow pubescence; mandible surprisingly stout, with rounded apex. Antenna much shorter, a little shorter than width of head (0.95: 1), very similar to those of the following 2 species. Pygidium 0.53 times as long as elytra, 1.2 times as long as elytral width, about 3.35 times as long as anal sternite. Anal sternite 1.21 times as long as basal width, slightly emarginate at apex.

Length: 10.1-10.5mm.

Type series. Holotype, ♂, Poring, Sabah, N. Borneo, 22-II-1993, K. Maruyama leg. Paratype: 1 ♀, 800m in alt., nr. Ranau, Sabah, 9-VIII-1989, K. Maruyama leg.

Distribution. N. Borneo (E. Malaysia).

This is a strange species within the subgroup because of the distinctly stout parameres, acutely zigzag maculation of elytra and surprisingly stout mandibles of female, but doubtless most closely related to the next 4 species, especially to *sachiyoae* sp. nov. from the Malay Peninsula in view of some important characters mentioned above. It also resembles *acutimaculata* sp. nov. from the Sundalands at first sight, especially in female, but is distinguished from that species by the characters of mandibles, middle annular maculations of elytra, pygidium, 8th abdominal sternite and parameres.

Glipa (*Stenoglipa*) *azumai* Nakane, 1950

(Fig. 16A-G)

Glipa azumai Nakane, 1950, Trans. Kansai ent. Soc., **15**: 21 (S. Kyushu); Nomura, 1963, Icon. Ins. japon. Col. nat. ed., **2**: 247, pl.124, no.3; Takakuwa, 1976, Coleopt. News, Tokyo, (34): 6 (Kumage Isls.); Takakuwa, 1985, Coleopt. Japan Col. Osaka, **3**: 379, pl.65, no.19 (part: S. Kyushu, N. Ryukyus); Fan & Yang, 1993, Mem. Beijing nat. Hist. Mus., (53): 47,59 (Hainan Is., Guangdong, S. China); Tanabe & Sugimura, 1996, Ins. of Shimanto, Shikoku, p.110, Fig. (SE Shikoku).

Glipa (*Stenoglipa*) *azumai*: Nakane, 1956, Ent. Rev. Japan, **8**: 51.

Neoglipa azumai: Nakane, 1957, Shin-Konchû, Tokyo, **10**(1): 52.

Neoglipa (*Stenoglipa*) *azumai*: Nakane, 1956, Ent. Rev. Japan, **7**: 17, pl.4, no.1.

Male. Head rather strongly convex, about 1.2 times as wide as long, clothed with golden yellow pubescence; gena somewhat rectangularly projected at the middle with widely rounded apex; eyes not so convex, broadly oval, about 1.25 times as long as wide, not reaching

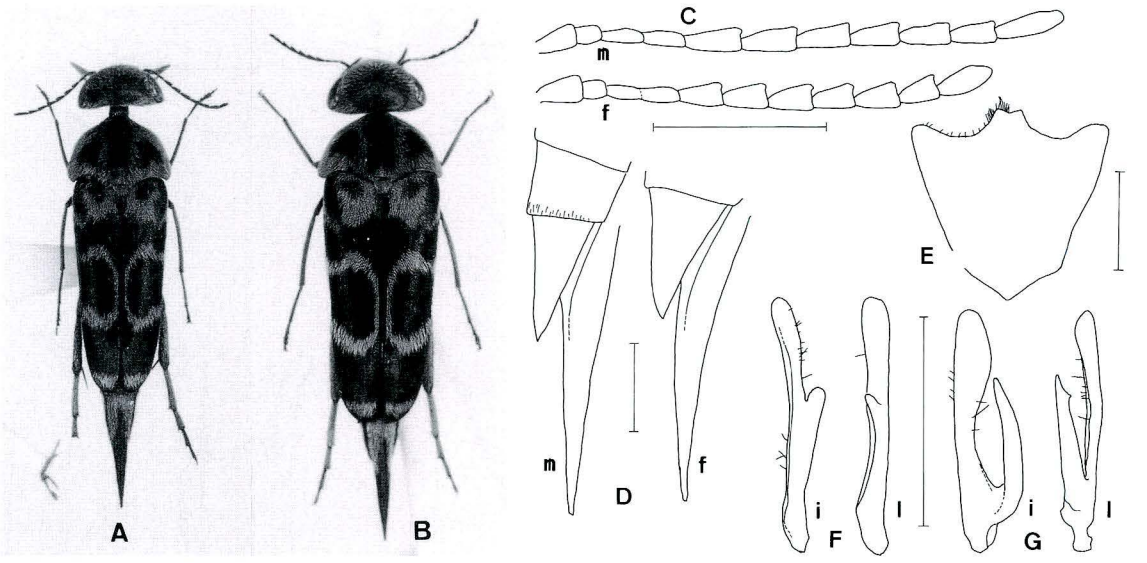


Fig. 16. *G.* (*S.*) *azumai* Nakane. —A, ♂; B, ♀; C, right antenna; D, m: sternites 6 with condition of fuscous hairs on apex, 7 and pygidium, lateral view; f: anal sternite and pygidium, same; E, 8th abdominal sternite of male; F, left paramere; G, right paramere. —m, male; f, female; i, inner view; l, lateral view. (Scales: 1mm.)

hind margin of gena. Antenna 1.27 times as long as width of head, longer than pronotal width (1.08: 1), rather wide for a member of the subgroup, 2.25 times as long as wide in 5th segment, about twice in 10th; terminal segment 3.35 times as long as wide, 1.6 times as long as the penultimate, with inner margin slightly excavated before. Pronotum 1.18 times as wide as head, clothed with yellowish pubescence, with 4 black maculations, the apical one being vague and small, and a pair of laterals each being obcordate. Elytra 2.25 times as long as wide, gently attenuate posteriad with sides faintly excavated before the middle, decorated with whitish pubescence; basal maculation lacking *W*-shaped one at the bottom; middle annular maculations gentle, hardly waved; apical fascia small, barely reaching apex. Pygidium 0.57 times as long as elytra, 1.2 times as long as elytral width, about 2.4 times as long as anal sternite, almost straightly narrowed to apex which is extremely narrowly rounded in dorsal view and obliquely, extremely narrowly truncate in lateral view, clothed with whitish pubescence in about basal 1/2 of lateral parts; dorsal aspect gently carinate, without median cicatrix. Abdomen with fine fuscous hairs on apical margins of 4-6th segments and on ventral disc of anal sternite except for the base, and with a pair of blackish spots on each apex near lateral margins of 3-5th segments. Anal segment 1.39 times as long as basal width, parabolically projected at apex. Eighth abdominal sternite slightly wider than long, with apical median projection same as in *G. kurosawai*, with apical angles obliquely parabolically projected. Parameres as figured, relatively slender.

Female. Body somewhat larger and robuster, with evidently paler pubescence on head and pronotum. Head clothed with whitish pubescence except for vertex where is clothed with fine fuscous one. Antenna about as long as width of head, 1.61 times as long as wide in 10th segment, 2.38 times as long as wide in the terminal one, which is 1.4 times as long as the penultimate. Pygidium 0.49 times as long as elytra, 1.15 times as long as elytral width. Anal sternite about 1.23 times as long as wide, slightly emarginate at apex.

Length: 7.9-10.7mm.

Specimens examined. N. Ryukyus, SW Japan: 1 ♂, Nagata Cape, Yaku Is., 5-VIII-1982, T. Hatayama leg. (HPC); 1 ♀, Nagakubo, Yaku Is., 11-VII-1997, Y. Notsu leg.; 6 ♂♂ 1 ♀, Kurio, Yaku Is., 12-VII-1997, Y. Notsu leg.; 1 ♂, Kuroshima Is., 25-VII-1975, H. Makihara leg., N. Vietnam: 1 ♂, Cuc Phuong, Ninh Binh Prov., 10-IX-1998, H. Nakamura leg.; 1 ♂, Mt. Tam Dao, Vinh Phu Prov., 29-31. V. 1999, native collector.

Distribution. SW Shikoku, S. Kyushu & N. Ryukyus (SW Japan), Guangdong & Hainan Is. (S. China), N. Vietnam (Vietnam).

***Glipa* (*Stenoglipa*) *watanabei* sp. nov.**

(Fig. 17A-G)

Glipa azumai: Takakuwa, 1976, Elytra, Tokyo, **3**: 16, pl.3, no.1 (Yaeyama Isls.); Takakuwa, 1985, Coleopt. Japan Col. Osaka, **3**: 379 (part.: S. Ryukyus, Taiwan).

Male. Head rather strongly convex, about 1.34 times as wide as long, clothed with golden yellow pubescence; gena projected at the middle with widely rounded apex; eyes rather sparsely haired, not so convex, broadly oval, about 1.27 times as long as wide, not reaching hind margins of genae. Antenna 1.16 times as long as width of head, slightly shorter than pronotal width (0.96: 1), moderately wide for a member

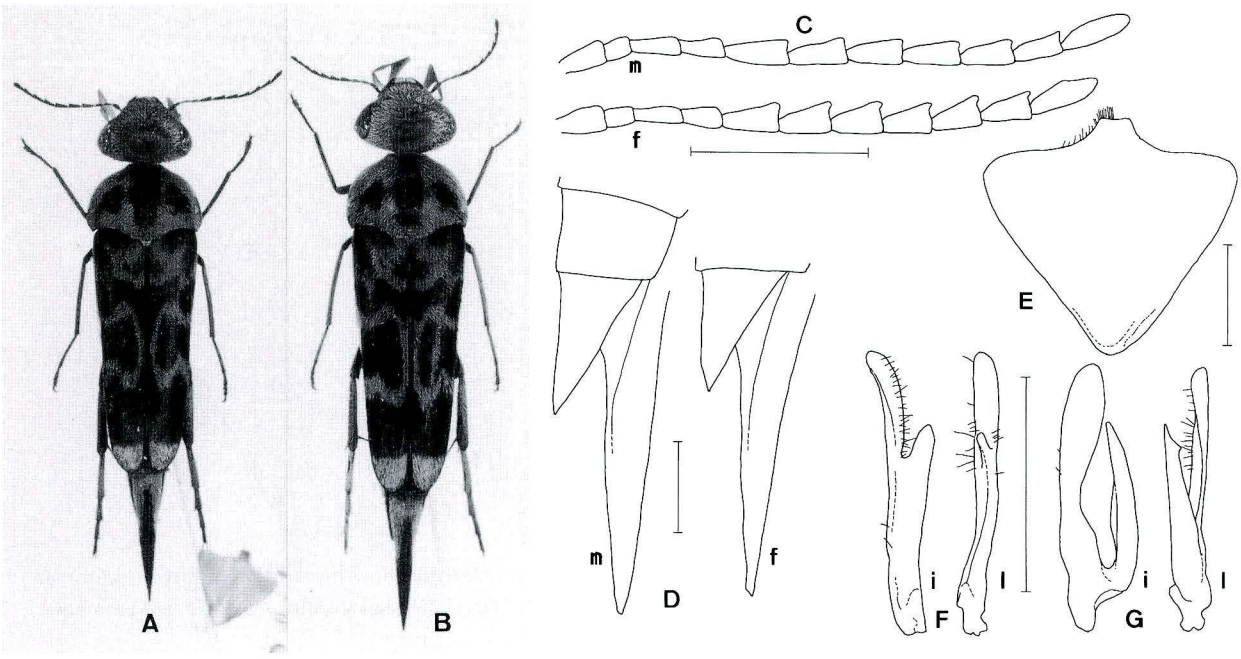


Fig. 17. *G.* (*S.*) *watanabei* sp. nov. —A, ♂, holotype; B, ♀, paratype; C, right antenna; D, m: sternites 6 with condition of fuscous hairs on apex, 7 and pygidium, lateral view; f: anal sternite and pygidium, same; E, 8th abdominal sternite of male; F, left paramere; G, right paramere. —m, male; f, female; i, inner view; l, lateral view. (Scales: 1mm.)

of the subgroup, 2.9 times as long as wide in 5th segment, about 2.3 times in 10th; terminal segment somewhat elongate quadrate, 3.38 times as long as wide, 1.47 times as long as the penultimate. Pronotum 1.21 times as wide as head, decorated with yellowish pubescence, with 3-4 black spots, the apical one being vague and reduced, sometimes evanescent, and a pair of laterals almost triangular. Elytra 2.24 times as long as wide, straightly attenuate towards the middle from behind humeri, parallel-sided posteriad from there, roundly narrowed apicad, decorated with whitish to yellowish pubescence; basal maculation just as in the preceding species though partially bearing yellowish hairs; middle annular maculations more or less zigzag before and behind; each apical maculation semicircular, arrived at apex. Pygidium thick, 0.53-0.55 times as long as elytra, 1.25 times as long as elytral width, about 2.4 times as long as anal sternite, slightly excavatedly attenuate towards apex which is just as in the preceding species, clothed with whitish pubescence in about basal 1/2 or more than that of lateral parts; dorsal aspect gently carinate, without median cicatrix or with short one near apex. Abdomen with a few fine fuscous hairs on apical margin of 6th segment besides ventral disc of anal sternite, and with a pair of blackish spots on each apex near lateral margin of 3-5th segments though the pair on the 5th segment is reduced. Anal sternite 1.27 times as long as basal width, gently rounded at apex. Eighth abdominal sternite slightly wider than long (1.07: 1), with apical median projection weakly emarginate at apex, with apical angles broadly rounded. Parameres as figured, similar to those of the preceding species though the left paramere is wider and the right one differs in basal part.

Female. Body somewhat larger and robuster, with considerably paler pubescence on head and pronotum. Head clothed with whitish to light yellow pubescence except for vertex which is clothed with dark yellow one. Antenna shorter, slightly longer than width of head, 1.94 times as long as wide in 10th segment, about 3 times as long as wide in terminal one which is 1.38 times as long as the penultimate. Pygidium shorter, 0.46 times as long as elytra, 1.11 times as long as elytral width, about 2.7 times as long as anal sternite. Anal sternite 1.15 times as long as basal width, slightly emarginate at apex.

Length: 9.4-12.5mm.

Type series. Holotype, ♂, Kanbire, Iriomote Is., S. Ryukyus, 17 ~ 18-VI-1994, M. Takakuwa leg. Paratypes: Ishigaki Is., S. Ryukyus: 2♀♀, Mt. Omoto, 29 ~ 31-V-1997, M. Takakuwa leg., Iriomote Is., S. Ryukyus: 1♂, Hidori, 2-VI-1974, M. Takakuwa leg.; 2♂♂ 2♀♀, 6 ~ 7-VI-1974, M. Takakuwa leg.; 1♂, Urauchi, 24 ~ 25-V-1997, S. Nakamura leg.; 1♂, Shirahama, 1-VI-1974, M. Takakuwa leg.; 2♂♂, Shirahama-rindo, 25-V-1997, S. Nakamura leg.; Ohtomi, 1♂, 13 ~ 14-V-1973, S. Ueda leg.; Ohtomi-rindo: 1♂ 2♀♀, 9-VII-1990, H. Karube leg.; 2♂♂ 1♀, 17 ~ 18-V-1991, H. Karube leg.; 5♂♂ 2♀♀, 14-V-1992, H. Karube leg.; 14♂♂ 3♀♀, 6 ~ 7-VI-1993, M. Takakuwa leg.; 1♂, 3-VII-1993, R. Yakita leg.

Additional specimens examined. C. Taiwan: 1♂, Nanshanchi, Nantou Hsien, 31-V-1975, S. Imasaka

leg. (HPC); 2 ♂♂ 1 ♀, same loc., 3-VI-1995, M. Takakuwa leg.; 3 ♂♂, Shihtzutou, Nantou Hsien, 4-VI-1995, M. Takakuwa leg.; 1 ♂, Sun-moon Lake, Nantou Hsien, 19-VI-1976, M. Kubota leg.

Distribution. S. Ryukyus (SW Japan), C. Taiwan (Taiwan).

This new species is closely related to *G. azumai* Nakane from Southwest Japan, but apparently differs from it mainly in the following characteristics: antenna shorter, shorter than pronotal width; middle annular maculations of elytra more or less zigzag before and behind; pygidium thicker; abdominal sternites 3-5 almost lacking fuscous hairs; 8th abdominal sternite of male broadly rounded at apical angles; left paramere wider.

Glipa (*Stenoglipa*) *ohmomoi* sp. nov.

(Figs. 18, 19)

Male. Head rather strongly convex, about 1.19 times as wide as long, clothed with golden yellow pubescence; gena projected at the middle with widely rounded apex; eyes rather sparsely haired on postero-lateral parts, moderately convex, broadly oval, about 1.27 times as long as wide, barely reaching hind margin of gena. Antenna 1.31 times as long as width of head, clearly longer than pronotal width (1.16: 1), moderately wide for a member of the subgroup, 2.95 times as long as wide in 5th segment, about 2.4 times in 10th; 4th apparently shorter than 3rd; terminal segment somewhat elongate quadrate, 3.27 times as long as wide, 1.33 times as long as the penultimate. Pronotum 1.2 times as wide as head, decorated with yellowish pale pubescence, with 3-4 clear black spots, the apical one being often separated from median one, a pair of lateral ones being triangular or circular. Elytra 2.3 times as long as wide, gently attenuate near the middle with slightly excavated sides, decorated with whitish to yellowish pale pubescence; basal maculation (reduced at basal margin) *XX*-shaped with the outer lines not or barely reaching base, often composed of yellowish pale hairs; middle annular maculations more or less zigzag before and behind; each apical maculation semi-elliptical, entirely reaching apex. Pygidium thick, 0.55 times as long as elytra, 1.31 times as long as elytral width, about 2.58 times as long as anal sternite, almost straightly attenuate towards apex which is very thin and dully pointed in dorsal view and extremely narrowly, obliquely truncate in lateral view, clothed with whitish pubescence in more than basal 1/2 of lateral parts; dorsal aspect relatively gently carinate, with rather indistinct median cicatrix in apical half. Abdomen without fine fuscous hairs on 3-6th segments, with a pair of blackish spots on each apex near lateral margins of 3-4th. Anal sternite 1.35 times as long as basal width, parabolically rounded at apex. Eighth abdominal sternite slightly wider than long (1.06: 1), similar to that of the preceding species. Parameres as figured, similar to those of the preceding species though slenderer.

Female. Body somewhat larger, with considerably paler pubescence on head and pronotum. Head clothed with whitish to yellowish pale pubescence except for vertex which is clothed with dark yellow to fuscous one. Antenna shorter, a little longer than width of head (1.07: 1), 2.2 times as long as wide in 10th segment, about 3

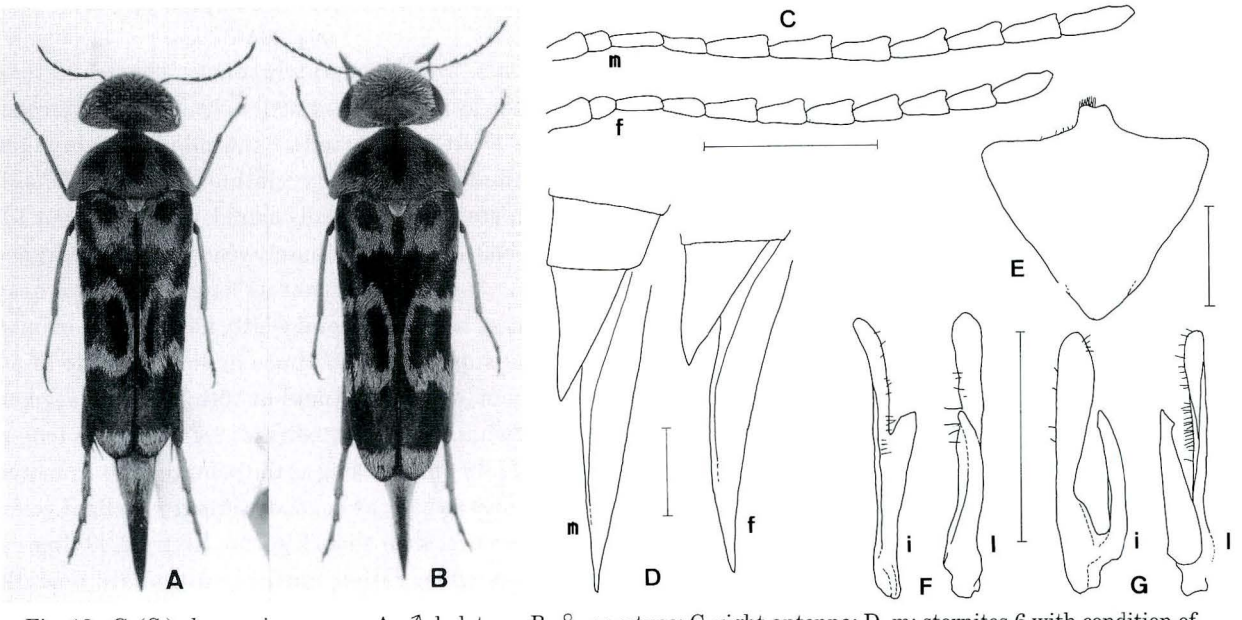


Fig. 18. *G.* (*S.*) *ohmomoi* sp. nov. —A, ♂, holotype; B, ♀, paratype; C, right antenna; D, m: sternites 6 with condition of fuscous hairs on apex, 7 and pygidium, lateral view; f: anal sternite and pygidium, same; E, 8th abdominal sternite of male; F, left paramere; G, right paramere. —m, male; f, female; i, inner view; l, lateral view. (Scales: 1mm.)

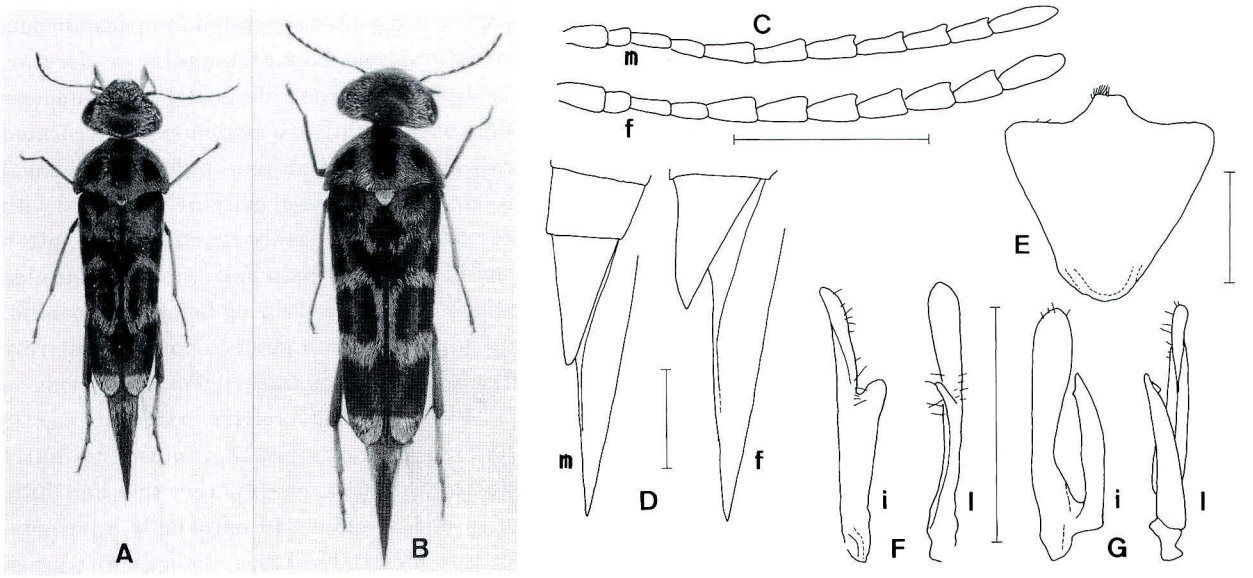


Fig. 19. *G.* (*S.*) *ohmomoi inemarginata* subsp. nov. —A, ♂, holotype; B, ♀, paratype; C, right antenna; D, m: sternites 6 with condition of fuscous hairs on apex, 7 and pygidium, lateral view; f: anal sternite and pygidium, same; E, 8th abdominal sternite of male; F, left paramere; G, right paramere. —m, male; f, female; i, inner view; l, lateral view. (Scales: 1mm.)

times in terminal one which is 1.36 times as long as the penultimate. Pygidium 0.52 times as long as elytra, 1.22 times as long as elytral width, about 2.7 times as long as anal sternite. Anal sternite 1.17 times as long as basal width, slightly bisinuate at apex.

Length: 9.1-11.4mm.

Type series. Holotype, ♂, Wang Chin, Phrae Pref., N. Thailand, 2-V-1997, M. Takakuwa leg. Paratypes: nr. Chiang Mai, N. Thailand: 1 ♂, Doi Suthep, 5-V-1980, Y. Komiya leg.; 1 ♀, same loc., 9-V-1980, T. Senoh leg.; 1 ♀, same loc., 27-V-1980, M. Tao leg. (HPC); 1 ♂1 ♀, Doi Pui, 25～28-V-1983, S. Ohmomo leg.; 1 ♀, Chiang Dao, 2～3-V-1980, Y. Komiya leg.; 1 ♂, same loc., 1-V-1984, M. Takakuwa leg.

Distribution. N. Thailand (Thailand), S. Vietnam (Vietnam).

This new species is very closely related to *G. watanabei* sp. nov. from the Ryukyus and Taiwan, but clearly differs from that species especially in the following characteristics: eyes more strongly convex, more sparsely haired; antenna longer, longer than pronotum; yellowish pubescence on dorsum paler; basal maculation of elytra reduced at basal margin, *XX*-shaped, the inner posterior lines connected with each other at suture; pygidium apparently thinner at apex; parameres slenderer.

Two subspecies are recognized.

Glipa (*Stenoglipa*) *ohmomoi ohmomoi* s. str.

(Fig. 18A-G)

As described under the species.

Distribution. N. Thailand (Thailand).

Glipa (*Stenoglipa*) *ohmomoi inemarginata* subsp. nov.

(Fig. 19A-G)

Middle annular maculations of elytra not zigzag in both anterior and posterior lines; 8th abdominal sternite of male as long as wide, with apical median projection larger.

Length: 8.4-10.4mm.

Type series. Holotype, ♂, Bao Loc, Lam Dong, S. Vietnam, 19-V-1992, T. Endo leg. Paratypes: 1♀, same data as the holotype; 1 ♂, 18km south from Bao Lok to Hochiminh, S. Vietnam, 6-V-1997, H. Karube leg.

Distribution. S. Vietnam (Vietnam).

Glipa (*Stenoglipa*) *sachiyoae* sp. nov.

(Fig. 20A-F)

Male. Head moderately convex, about 1.23 times as wide as long, clothed with light yellow pubescence; gena a little projected at the middle with widely rounded apex, barely visible from above; eyes moderately convex, hardly haired, elliptical, about 1.31 times as long as wide, barely reaching hind margin of gena. Antenna 1.2 times as long as width of head, about as long as pronotal width, narrow for a member of the subgroup, 2.77 times as long as wide in 5th segment, about 2.33 times in 10th; terminal segment somewhat elongate quadrate, 3.44 times as long as wide, 1.48 times as long as the penultimate. Pronotum 1.2 times as wide as head, decorated with light yellow pubescence, with 4 black spots. Elytra 2.38 times as long as wide, rather abruptly attenuate near the middle with slightly excavated sides; basal maculation (consisting of light yellow pubescence) developed, *XX*-shaped with the outer lines reaching base; middle

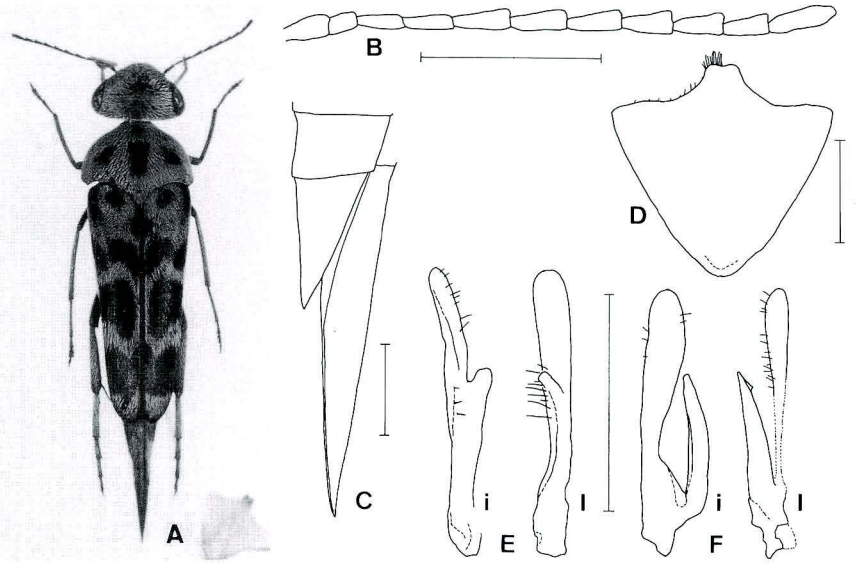


Fig. 20. *G.* (*S.*) *sachiyoae* sp. nov., ♂, holotype. —A, habitus; B, right antenna; C, sternites 6 with condition of fuscous hairs on apex, 7 and pygidium, lateral view; D, 8th abdominal sternite; E, left paramere; F, right paramere. —i, inner view; l, lateral view. (Scales: 1mm.)

annular whitish maculations more or less zigzag before and behind; each apical maculation semi-elliptical, entirely reaching apex. Pygidium 0.59 times as long as elytra, 1.4 times as long as elytral width, about 2.7 times as long as anal sternite, almost straightly attenuate towards apex which is very thin and dully pointed in dorsal and lateral views, clothed with whitish pubescence in more than basal 1/2 of lateral parts; dorsal aspect acutely carinate, with long median cicatrix. Abdomen just as in the preceding species. Anal sternite shallowly concave in ventral aspect, 1.4 times as long as basal width, moderately rounded at apex. Eighth abdominal sternite slightly wider than long (1.06: 1), similar to that of the preceding species. Parameres as figured, very similar to those of the preceding species.

Female. Unknown.

Length: 9.3-9.9mm.

Type series. Holotype, ♂, Cameron Highlands, 19 miles point from Tapah, Malay Peninsula, 25-IV-1993, S. Nirasawa leg. Paratypes: 1 ♂, same data as the holotype; 1 ♂, same locality as the holotype, IV-1990, native collector leg.

Distribution. Malay Peninsula (W. Malaysia).

This new species is very closely related to the preceding species especially in having very similar 8th abdominal sternite in male and parameres, but should be regarded as a good species because of having the following important differences: eyes moderately convex, hardly haired, elliptical, longer; 3rd antennal segment almost equal in length to 4th; elytra rather abruptly attenuate posteriad, with basal maculation (commonly emerged at basal margin) developed, *XX*-shaped with the outer lines reaching base, and consisting of light yellow pubescence; pygidium longer, with dorsal aspect acutely carinate.

Subgroup of *G. acutimaculata*

Body rather flattened in male, strongly attenuate posteriad, clothed with blackish or whitish to light yellowish pubescence almost on all parts; gena moderately projected at the middle; mandible acute at apex, strongly shining; eyes moderately convex, widely oval, not hairy though sometimes with a very few minute hairs on the postero-lateral parts, broadly reaching hind margin of gena; male antenna rather short, not so slender, a little shorter than pronotal width, serrate in segments 5-10, with 5th slightly shorter than 6th, with last segment not so slender; female antenna short, distinctly shorter than the width of head; pronotum decorated with 4 large and clear black spots; scutellum clothed with whitish pubescence; elytra rather abruptly attenuate near the middle with slightly excavated sides; elytral maculations almost uniformly whitish to light yellowish, reduced at basal margin, with basal *XX*-shaped maculation with the outer lines not reaching base inside humeri, with middle annular ones gentle or weakly waved in front and acutely zigzag behind just near suture, with apical maculations crescent or semi-elliptical, barely reaching apex; pygidium slenderest in the species-group, almost straightly attenuate towards apex, acutely carinate in dorsal aspect, with indistinct median cicatrix in less than apical 1/2; mesosternal process moderately arcuate or rather triangular at each apex; abdomen largely clothed with whitish pubescence, with a blackish spot in each postero-lateral area of 3rd and 4th; anal

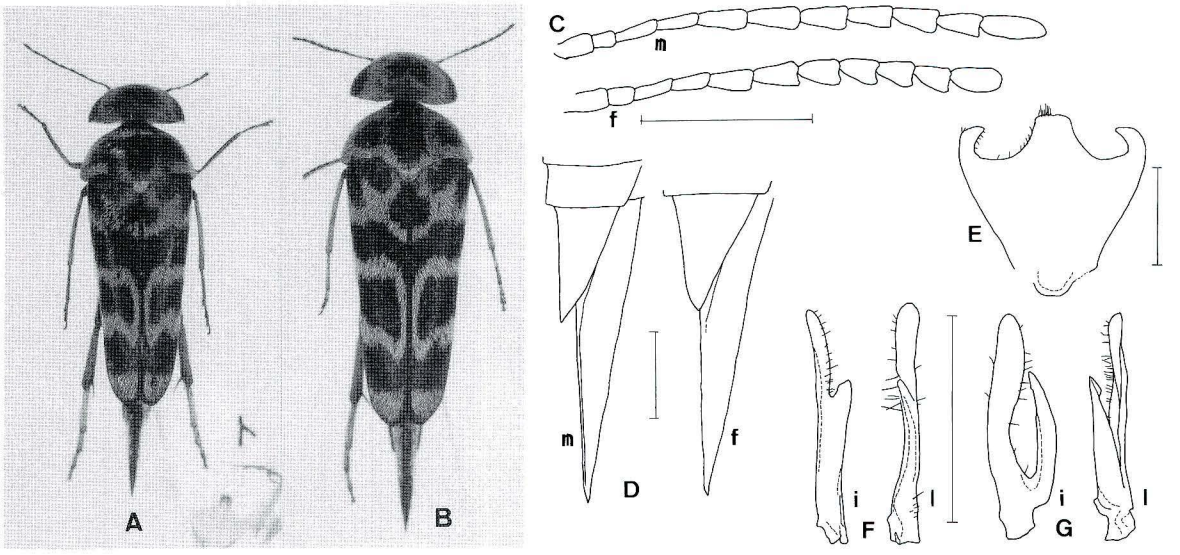


Fig. 21. *G.* (*S.*) *inexpectata* sp. nov. —A, ♂, holotype; B, ♀, paratype; C, left antenna; D, m: sternites 6 with condition of fuscous hairs on apex, 7 and pygidium, lateral view; f: anal sternite and pygidium, same; E, 8th abdominal sternite of male; F, left paramere; G, right paramere. —m, male; f, female; i, inner view; l, lateral view. (Scales: 1mm.)

sternite rather long, flat in ventral aspect, broadly rounded in male and transversely truncate in female at apex; 8th abdominal sternite of male very thinly membranous, slightly wider than long, with apical angles conspicuously projecting; parameres somewhat slender; left paramere broadly emarginate at the left margin; right paramere with a distinct basal tubercle.

Glipa (*Stenoglipa*) *inexpectata* sp. nov.

(Fig. 21A-G)

Male. Body decorated with whitish pubescence. Head somewhat strongly convex, about 1.31 times as wide as long; eye about 1.18 times as long as wide. Antenna 1.09 times as long as width of head, a little shorter than pronotal width (0.93: 1), 2.4 times as long as wide in 5th segment, 1.9 times in 10th; terminal segment 2.83 times as long as wide, 1.43 times as long as the penultimate, with apex widely rounded. Pronotum 1.18 times as wide as head, with apical black spot large and tending to fuse with basal median one, with a pair of laterals subquadrate. Elytra 2.28 times as long as wide; basal *XX*-shaped maculation considerably shortened; annular whitish maculations broad. Pygidium 0.55 times as long as elytra, 1.25 times as long as elytral width, about 2.67 times as long as anal sternite, dully pointed in dorsal and lateral views, clothed with whitish pubescence in basal 2/3. Anal sternite 1.4 times as long as basal width. Eighth abdominal sternite with median projection broad and hardly emarginate at apex, and with apico-lateral ones claw-shaped. Parameres as figured, stouter than in the next species; right paramere hardly emarginate at the right margin; sclerotized branch of left paramere gently curved inwards.

Female. Body considerably robuster. Antenna shorter than width of head (0.87: 1), very wide; 10th segment 1.5 times as long as wide; terminal one truncate at apex, about twice as long as wide, 1.36 times as long as the penultimate. Pygidium about 2.76 times as long as anal sternite. Anal sternite 1.1 times as long as basal width.

Length: 9.1-10.7mm.

Type series. Holotype, ♂, Palolo, 700m in alt., Palu, C. Sulawesi, II-1989, native collector leg. Paratypes: 1♀, same data as the holotype; 1♂, same locality as the holotype, IX-1990, native collector leg.

Distribution. C. Sulawesi (Indonesia).

This new species resembles *G. albannulata* sp. nov. from Sulawesi in the maculate pattern, but doubtlessly belongs to a different group.

Glipa (*Stenoglipa*) *acutimaculata* sp. nov.

(Fig. 22A-G)

Male. Head not so convex, about 1.18 times as wide as long, clothed with whitish to yellowish white pubescence except for vertex; eyes about 1.23 times as long as wide. Antenna 1.1 times as long as width of head, a little shorter than pronotal width (0.94: 1), 2.29 times as long as wide in 5th segment, 1.9 times in 10th; terminal segment 2.85 times as long as wide, 1.46 times as long as the penultimate, with apex narrowly rounded. Pronotum 1.2 times as wide as head, decorated with whitish to light yellow pubescence, with apical black spot usually large, with a pair of laterals quadrate or hemicircular. Elytra 2.35 times as long as wide; basal maculation consisting of whitish or light yellow pubescence; whitish annular maculations remarkably long, with hind acute reflections distinct. Pygidium 0.59 times as long as elytra, 1.38 times as long as elytral width, about 2.6 times as long as anal sternite, very

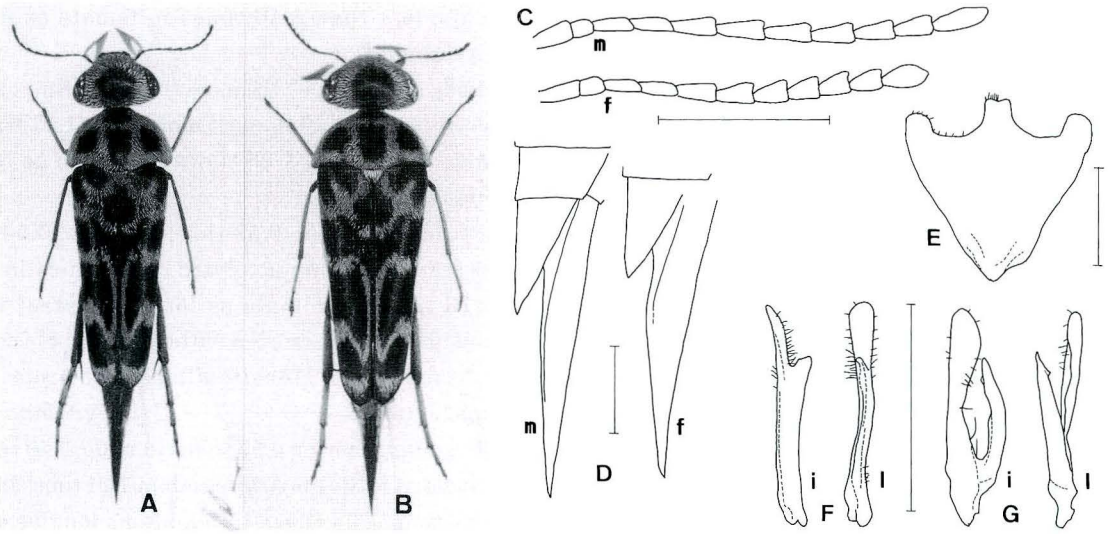


Fig. 22. *G. (S.) acutimaculata* sp. nov. —A, ♂, holotype; B, ♀, paratype; C, right antenna; D, m: sternites 6 with condition of fuscous hairs on apex, 7 and pygidium, lateral view; f: anal sternite and pygidium, same; E, 8th abdominal sternite of male; F, left paramere; G, right paramere. —m, male; f, female; i, inner view; l, lateral view. (Scales: 1mm.)

thin and acutely pointed in dorsal view and obliquely, faintly truncate in lateral view at apex, clothed with whitish pubescence in more than basal 1/2. Anal sternite 1.53 times as long as basal width. Eighth abdominal sternite with median projection narrow and emarginate at apex, with apico-lateral ones semicircular. Parameres as figured, slenderer than in the preceding species; right paramere gently emarginate at the right margin; left paramere distinctly bent inwards near the middle of sclerotized branch.

Female. Body somewhat robuster. Antenna shorter than width of head (0.86: 1), very similar in shape to the preceding species. Pygidium about 3.08 times as long as anal sternite. Anal sternite 1.15 times as long as basal width.

Length: 7.9-10.7mm.

Type series. Holotype, ♂, Matang, Sarawak, N. Borneo, 27-II-1993, A. Yagishita leg. Paratypes: 1 ♂, same locality and date as the holotype, K. Maruyama leg.; 2 ♂♂, same locality as the holotype, 4-VI-1994, K. Maruyama leg.; 2 ♂♂, 800m in alt., nr. Ranau, Sabah, 9-VIII-1989, K. Maruyama leg.; 4 ♂♂ 2 ♀♀, Poring, Sabah, 4 ~ 11-VI-1992, M. Takakuwa leg.; 1 ♀, Mt. Bawang, W. Kalimantan, VI-1991, N. Nishikawa leg.

Additional specimens examined. W. Malaysia: 1 ♂, Cameron Highlands, 19 miles point from Tapah, Malay Peninsula, 25-IV-1993, S. Nirasawa leg.; 4 ♂♂1♀, Templer Park, nr. Kuala Lumpur, 28-III-1977, T. Mizunuma leg. (HPC), Singapore: 1 ♂ 1 ♀, Macrichie Reservoir, 11-XII-1975, H. Yokoyama leg. (HPC), N. Sumatera: 1 ♂, Matang, 17-III-1995, K. Maruyama leg.; 1 ♂ 1 ♀, E. Ache, VI-1995, native collector leg.

Distribution. Borneo (E. Malaysia & Indonesia), W. Malaysia, Singapore, N. Sumatera (Indonesia).

This new species is unique in the middle annular maculations which are very long and acutely reflexed near sutures at the hind lines, and is distinguishable at first sight from all the species of the subgenus. However, it is closely related to the preceding species especially in the characters of antenna, maculate pattern, 8th abdominal sternite of male and parameres.

Group of *G. annulata*

Body moderate in size, often robust; male antenna slender, rather indistinctly serrate in 5-10th segments, with segment 5 more or less longer than 4, slightly shorter than or nearly equal in length to 6, with last segment elongate-fusiform or elongate-quadrate; female antenna serrate in 5-10th segments; pronotum decorated with 4 black spots; scutellum clothed with whitish pubescence; elytral maculations with basal *XX*-shaped one reaching both basal margin and suture at basal 1/4 - 2/7, with a pair of middle annular ones usually white, gently waved in front and strongly zigzag behind in general, and with apical or preapical ones crescent to semi-elliptical with emarginate front margins, usually not reaching apices; pygidium strongly, straightly attenuate towards apex which is acutely pointed; mesosternal process arcuate at apex; abdominal sternites 3-4 each always with a pair of large blackish spots, sometimes 5 or 6 each with a pair of small or indistinct blackish spots in postero-lateral areas; 8th abdominal sternite fundamentally shovel-shaped or triangular, sometimes with apico-lateral projections; parameres slender; left paramere distinctly excavated at the left margin, with sclerotized branch divergent from the right margin of the base of

dorsal membranous branch.

This group is widely distributed in the Oriental Region west of Weber's Line. Two subgroups are recognized and 7 species are known as shown below.

Key to Subgroups and Species

1. Eyes with erect hairs on lower parts; pronotum always decorated with golden yellow pubescence, with black marks relatively small and usually indistinctly margined; pygidium long, usually with dorsal median cicatrix; parameres somewhat longer; right paramere excavated at base of dorsal membranous branch, with ventral sclerotized branch thin; (*hatayamai* subgroup) ..... 2.
— Eyes without erect hairs though sometimes with a few minute ones near lateral margins; pronotum often decorated with whitish to light yellow pubescence though rarely with golden yellow pubescence, with black spots large and distinctly margined; pygidium shorter, often with dorsal cicatrix in less than apical 1/2; parameres somewhat shorter; right paramere not so excavated at base of dorsal membranous branch, with ventral sclerotized branch thickened; (*annulata* subgroup) ..... 3.
2. Body gently attenuate apicad; elytra with basal maculation more reduced, golden yellow at lateral parts and whitish inside, with middle annular ones strongly waved, widely rounded at apex; pygidium not so slender; right paramere strongly excavated at base of dorsal membranous branch, with ventral sclerotized branch gently attenuate apicad in lateral view ..... *G. hatayamai* sp. nov.
— Body strongly attenuate apicad; elytra with basal maculation enlarged, golden yellow, with middle annular ones gently waved especially in female, very narrowly rounded at apex; pygidium distinctly slender; right paramere slightly excavated at base of dorsal membranous branch, with ventral sclerotized branch strongly thinned apicad in lateral view ..... *G. basiaurea* sp. nov.
3. Head, pronotum and basal maculation of elytra decorated with deep golden yellow pubescence in male, which is deeper on pronotum than on head; antenna very slender, distinctly excavated at inner margins of 5-10 segments; black apical spot of pronotum very small and indistinct ..... *G. kashiwaii* sp. nov.
— Head, pronotum and basal maculation of elytra decorated with yellowish to whitish pubescence in male, which is equal in color on pronotum to or lighter than that on head; antenna slender, slightly or not excavated at inner margins of 5-10 segments; black apical spot of pronotum usually large and distinct ..... 4.
4. Body stouter; elytra less than 2.24 times as long as wide; pygidium shorter, less than 1.3 times in male, less than 1.16 times in female as long as elytral width ..... 5.
— Body slenderer; elytra more than 2.27 times as long as wide; pygidium longer, more than 1.43 times in male, more than 1.25 times in female as long as elytral width ..... 6.
5. Pygidium longer, 0.59 times in male, 0.54 times in female as long as elytra, 1.29 times in male, 1.16 times in female as long as elytral width; abdominal sternites 5-6 without apical black band; 8th abdominal sternite almost not projected at apical angles ..... *G. ishigakiana* Kôno.
— Pygidium shorter, 0.55 times in male, 0.49 times in female as long as elytra, less than 1.24 times in male, less than 1.08 times in female as long as elytral width; abdominal sternites 5-6 with apical black bands; 8th abdominal sternite with distinct apico-lateral projections ..... *G. matsukai* sp. nov.
6. Elytral maculations thicker, with middle annular one longer, 0.42-0.45 times as long as elytra, with apical one usually semi-elliptical, prolonged anteriad along suture ..... *G. annulata* (Redtenbacher).
— Elytral maculations distinctly thinner, with each basal one often divided into two, anterior *U*-shaped mark and posterior transverse waved line, though connected with two longitudinal lines, with middle annular one shorter, 0.34 times as long as elytra, with apical one crescent ..... *G. gracilis* (Chûjô).

Subgroup of *G. hatayamai*

Body more or less slender especially in male, always decorated with golden yellow pubescence on head, pronotum and basal portion of elytra; head moderately convex; eyes widely oval, rather sparsely haired on lower parts; pronotal black spots relatively small, usually indistinctly margined; elytra with basal maculations golden yellow though often whitish in middle, with a pair of middle annular ones usually small and usually, rather strongly waved posteriad, with apical ones usually developed; epipleuron rather wide posteriorly; pygidium long, usually with dorsal median cicatrix; 8th abdominal sternite campanulate, with apico-median projection bilobed or emarginate at apex, without apico-lateral projections; parameres relatively long; right paramere excavated at base of dorsal membranous branch, with thin ventral sclerotized branch.

This subgroup is widely distributed in India via Indochina to Japan and the Sundalands, and may show the allopatric or parapatric distribution to next subgroup though sympatrically distributed in Thailand, the Malay Peninsula, Sumatera and Java.

Glipa (*Stenoglipa*) *hatayamai* sp. nov.

(Figs. 23-26)

Glipa malaccana: Chûjô, 1935, Sylvia, **6**: 77 (partim: Formosa); Kôno, 1936, Fauna Nipponica, **10**(8-1): 16, Fig. 8 (partim: Taiwan); Nakane & Nomura, 1950, Trans. Kansai ent. Soc., **15**: 4 (ditto); Ermisch, 1940, Ent. Bl., **36**: 168 (partim: Formosa); Nakane, 1950, Trans. Kansai ent. Soc., **15**: 22 (ditto); Nakane, 1956, Ent. Rev. Japan, **7**: 17 (partim); Nomura, 1957, Ent. Rev. Japan, **8**: 40 (partim: Izu Isls.); Nakane, 1957, Shin-Konchû, Tokyo, **10**(1): 52 (partim: Taiwan); Nomura, 1963, Icon. ins. japon. Col. nat. ed., **2**: 247, pl. 124, no. 2 (partim: Izu Isls., Yaku Is.); Nomura, 1966, Ent. Rev. Japan, **18**: 47 (partim: Izu Isls., N. Ryukyus); Nomura, 1967, Ent. Rev. Japan, **19**: 7 (partim: Formosa); Takakuwa, 1985, Coleopt. Japan Col. Osaka, **3**: 379 (partim: Izu Isls., N. & C. Ryukyus, Taiwan, Yunnan, Indochina); Fan & Yang, 1993, Mem. Beijing nat. Hist. Mus., (53): 47, 59 (Hainan Is., Guangxi Zhuangzu Zizhiqu, S. China).

Male. Head about 1.12 times as wide as long; eyes about 1.3 times as long as wide. Antenna 1.23 times as long as width of head, a little shorter than pronotal width (0.97-0.94: 1), 1.96 times as long as wide in 5th segment, 2.37 times in 10th; terminal segment emarginate before apex at inner margin, 3.3 times as long as wide, 1.55 times as long as the penultimate. Pronotum 1.26 times as wide as head; apical black spot usually small; a pair of laterals usually obcordate. Elytra 2.33 times as long as wide, widely rounded at apex; each basal whitish *X*-mark almost rectangularly connected with each other on suture at basal 1/4; each middle whitish mark about 0.38-0.41 times as long as elytra, with the front reflection lying just the middle of elytron in dorsal view and outside of the hind reflection; each apical whitish mark semicircular with anterior margin more or less emarginate, somewhat prolonged anteriorly along suture. Pygidium 0.54 times as long as elytra, 1.26 times as long as elytral width, about 2.59 times as long as anal sternite, clothed with whitish pubescence except only for apex. Abdominal sternite 6 with neither black lateral spots nor fuscous apical hairs. Anal sternite about 1.25 times as long as basal width, longitudinally concave in ventral aspect. Eighth abdominal sternite slightly longer than wide (1.06: 1), very broadly rounded at apical angles. Right paramere strongly excavated at base of dorsal membranous branch, with ventral sclerotized branch gently attenuate apicad in lateral view.

Female. Body considerably robuster, with yellowish pubescence faintly paler. Antenna as long as or slightly longer than width of head, wider, 1.72 times as long as wide in 5th segment, 1.84 times in 10th; terminal segment 2.33 times as long as wide, 1.33 times as long as the penultimate. Pygidium 0.52 times as long as elytra, 1.21 times as long as elytral width, about 3.36 times as long as anal sternite, clothed with whitish pubescence all over. Anal sternite 1.24 times as long as basal width, flat, faintly bisinuate at apex.

Length: 9.1-12.8mm.

Type series. Holotype, ♂, Hijigawa, N. Okinawa Is., C. Ryukyus, 26-V-1997, M. Takakuwa leg. Paratypes: 2 ♂♂, same data as the holotype; Yona, N. Okinawa Is.: 1 ♀, 23-VI-1996, R. Yakita leg.; 2 ♀♀, 26-VI-1996, R. Yakita leg.; 18 ♂♂8 ♀♀, 24～27-V-1997, M. Takakuwa leg.; 4 ♂♂, 15-VI-1997, R. Yakita leg.; 3 ♂♂7 ♀♀, 28～29-VI-1997, R. Yakita leg.; 4 ♀♀, Mt. Yonaha, N. Okinawa Is., 26-VI-1996, R. Yakita leg.; 1 ♂1 ♀, Makiyagawa, Nago-shi, C. Okinawa Is., 28-VI-1997, R. Yakita leg.; 1♀, Oku, N. Okinawa Is., 23-VI-1975, N. Kanie leg.

Distribution. Izu Isls., Ryukyus, Taiwan, S. China, Vietnam, Thailand, Laos, NE & S. India.

This new species has hitherto been regarded as *G. malaccana* Pic (= *annulata* (Redtenbacher)) or *G. ishigakiana* Kôno, both of which are included in the next subgroup, but is clearly different from them as shown in the above key. This beautiful species is widely distributed from India to Japan, and shows allopatric or parapatric distribution to the species of the next subgroup. Four subspecies are recognized.

Key to Subspecies

1. Body stouter; golden yellow pubescence deep; basal *X*-mark of elytron almost rectangularly connected with each other on suture; each front reflection of elytral middle mark situated just at the middle of elytron in dorsal view and outside of the hind reflection; abdominal sternite 6 decorated with neither black lateral bands (occasionally with spots) nor fuscous apical hairs; anal sternite concave in ventral aspect in male, flat in female; 8th abdominal sternite of male broadly rounded at apical angles ····· 2.
— Body slenderer; golden yellow pubescence relatively light; basal *X*-mark of elytron connected with each other as a broad *U*-shape on suture; each front reflection of elytral middle mark situated at inside of elytron in dorsal view and on same line or faint outside of hind reflection; abdominal sternites 5-6 each decorated with a pair of black lateral bands and fuscous apical hairs in general; anal sternite flat in ventral aspect in male, rather convex in female; 8th abdominal sternite of male somewhat angulate at apical angles ····· 3.
2. Antenna 1.23 times as long as width of head in male, a little shorter than pronotal width; pygidium clothed with whitish pubescence except only for apex (male) or all over (female); abdominal sternite 6 without black lateral spots ····· *G. hatayamai hatayamai*.
— Antenna 1.45 times as long as width of head in male, a little longer than pronotal width; pygidium clothed

with whitish pubescence in about basal 1/2 of lateral parts and only at base (male) or in more than basal 4/7 (female) on dorsum; abdominal sternites 5-6 decorated with black lateral spots ..... *G. hatayamai izuinsulana* subsp. nov.

3. Body slenderer; elytral middle *X*-mark shorter, not so waved before; pygidium clothed with whitish pubescence in basal 1/2 of lateral parts (male) or more than basal 1/2 of lateral parts (female) ..... *G. hatayamai tamdaoensis* subsp. nov.

— Body stouter; elytral middle *X*-mark longer, strongly waved before and behind; pygidium clothed with whitish pubescence in less than basal 1/2 of lateral parts ..... *G. hatayamai sejuncta* subsp. nov.

Glipa (*Stenoglipa*) *hatayamai hatayamai* s. str.

(Fig. 23A-G)

Glipa malaccana nipponica: Takakuwa, 1976, Coleopt. News, Tokyo, (34): **7** (Tokara Isls.).

Glipa malaccana: Takakuwa, 1985, Coleopt. Japan Col. Osaka, **3**: 379 (partim: Tokara Isls., C. Ryukyus).

Additional specimens examined. Nakano-shima Is., Tokara Isls., N. Ryukyus: 1 ♂, 27-VI-1973, H. Irie leg.; 1 ♂ 2 ♀♀, 30-VI-1973, H. Irie leg.; 5 ♂♂ 2 ♀♀, 12 ~ 15-VI-1974, T. Seino leg.; 1 ♂ 1 ♀, 12 ~ 26-VII-1997, T. Hattori leg.

Distribution. Okinawa Is. & Nakano-shima Is. of the Ryukyus (SW Japan).

Glipa (*Stenoglipa*) *hatayamai izuinsulana* subsp. nov.

(Fig. 24A-G)

Glipa malaccana: Chûjô, 1935, Sylvia, **6**: 77 (partim: Formosa); Kôno, 1936, Fauna Nipponica, **10**(8-1): 16, Fig. 8 (partim: Taiwan); Nakane & Nomura, 1950, Trans. Kansai ent. Soc., **15**: 4 (partim: Formosa); Ermisch, 1940, Ent. Bl., **36**: 168 (ditto); Nakane, 1950, Trans. Kansai ent. Soc., **15**: 22 (ditto); Takakuwa, 1985, Coleopt. Japan Col. Osaka, **3**: 379 (partim: Izu Isls., N. & C. Ryukyus, Taiwan); Fan & Yang, 1993, Mem. Beijing nat. Hist. Mus., (53): 47, 59 (Hainan Is., Guangxi Zhuangzu Zizhiqu, S. China).

Glipa malaccana nipponica: Nomura, 1957, Ent. Rev. Japan, **8**: 40 (partim: Izu Isls.); Nomura, 1963, Icon. ins. japon. Col. nat. ed., **2**: 247, pl. 124, no. 2 (partim: Izu Isls., Yaku Is.); Nomura, 1966, Ent. Rev. Japan, **18**: 47 (partim: Izu Isls., N. Ryukyus); Takakuwa, 1976, Coleopt. News, Tokyo, (34): 6 (Kumage Isls.).

Glipa (*Stenoglipa*) *malaccana malaccana*: Nomura, 1967, Ent. Rev. Japan, **19**: 7 (partim: Formosa).

Neoglipa malaccana: Nakane, 1957, Shin-Konchû, Tokyo, **10**(1): 52 (partim: Taiwan).

Neoglipa (*Stenoglipa*) *malaccana*: Nakane, 1956, Ent. Rev. Japan, **7**: 17 (partim).

Male. Head about 1.14 times as wide as long; eyes about 1.27 times as long as wide. Antenna 1.45 times as long as width of head, a little longer than pronotal width (1.07: 1), 2.29 times as long as wide in 5th segment, 2.39 times in 10th; terminal segment somewhat parallel-sided with inner margin emarginate before apex, 3.47 times as long as wide, 1.45 times as long as the penultimate. Pronotum 1.35 times as wide as head. Elytra 2.28 times as long as wide; each middle whitish mark about 0.38 times as

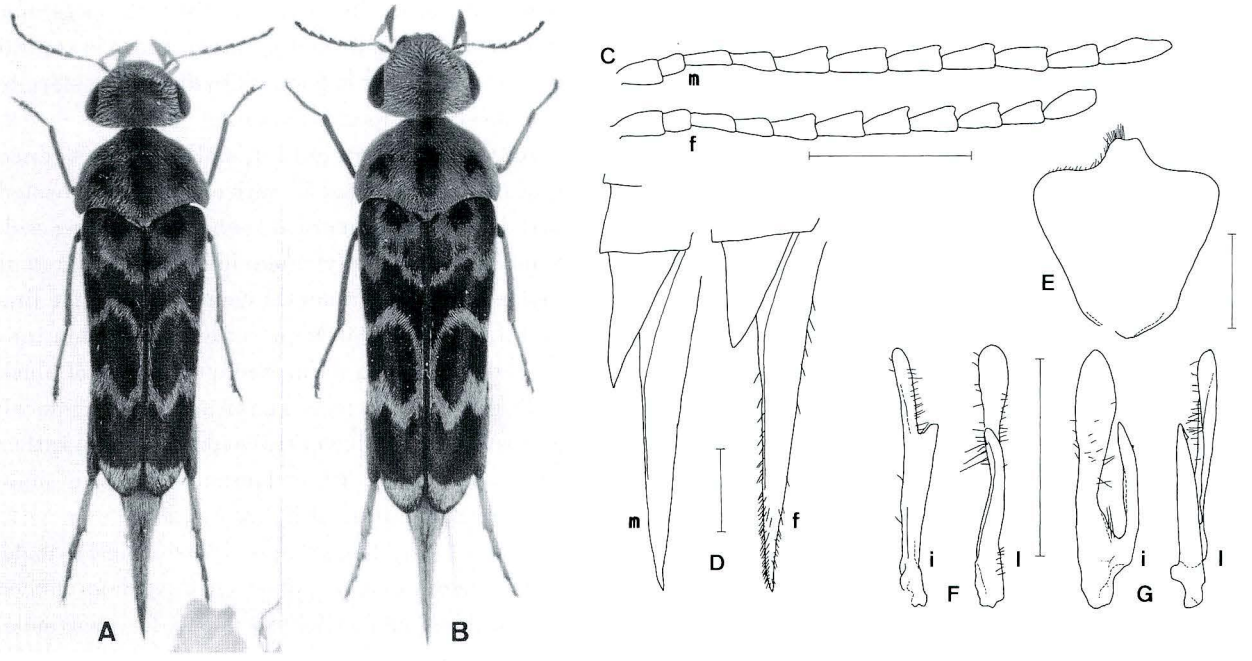


Fig. 23. *G.* (*S.*) *hatayamai* sp. nov. —A, ♂, holotype; B, ♀, paratype; C, right antenna; D, m: sternites 6 with condition of fuscous hairs on apex, 7 and pygidium, lateral view; f: anal sternite with condition of black setae and pygidium, same; E, 8th abdominal sternite of male; F, left paramere; G, right paramere. —m, male; f, female; i, inner view; l, lateral view. (Scales: 1mm.)

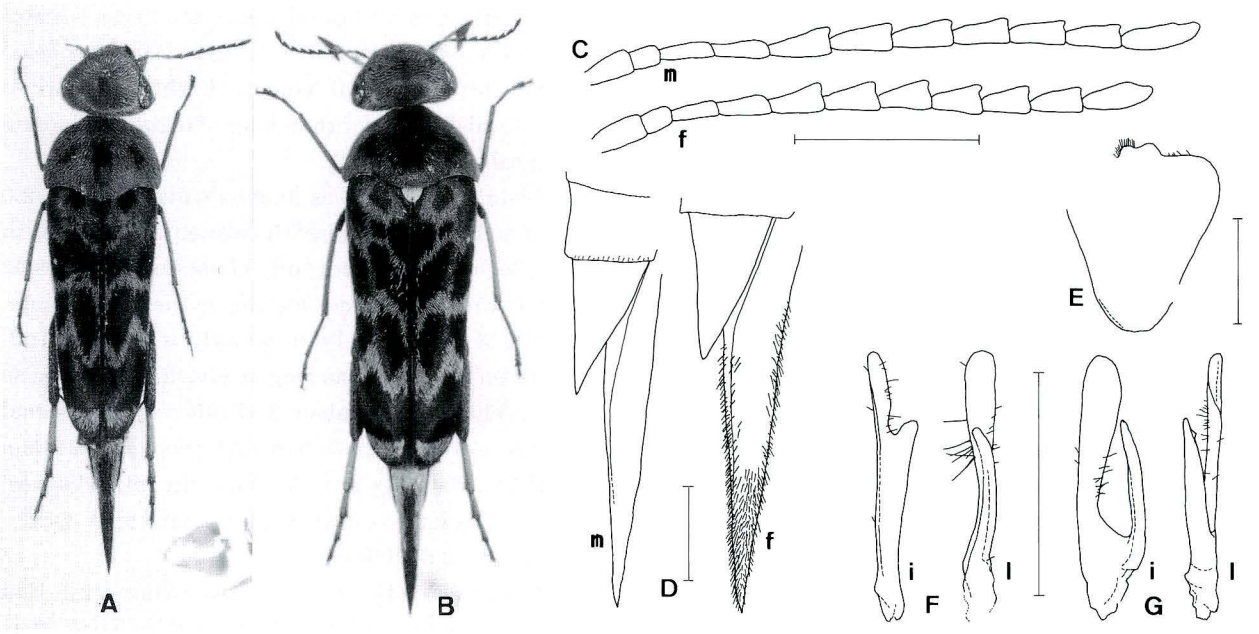


Fig. 24. *G.* (*S.*) *hatayamai izuinsulana* subsp. nov. —A, ♂, holotype; B, ♀, paratype; C, right antenna; D, m: sternites 6 with condition of fuscous hairs on apex, 7 and pygidium, lateral view; f: anal sternite with condition of black setae and pygidium, same; E, 8th abdominal sternite of male; F, left paramere; G, right paramere. —m, male; f, female; i, inner view; l, lateral view. (Scales: 1mm.)

long as elytra. Pygidium 0.57 times as long as elytra, 1.31 times as long as elytral width, about 2.58 times as long as anal sternite, clothed with whitish pubescence in about basal 1/2 of lateral parts and only at base on dorsum. Abdominal sternites 5-6 each decorated with a pair of black transverse lateral spots. Eighth abdominal sternite longer than wide (1.1: 1).

Female. Antenna as long as or slightly shorter than width of head, 1.9 times as long as wide in 5th segment, 2.27 times in 10th; terminal segment 2.87 times as long as wide, 1.26 times as long as the penultimate. Pygidium 0.54 times as long as elytra, 1.24 times as long as elytral width, about 2.77 times as long as anal sternite, clothed with whitish pubescence in more than basal 4/7.

Length: 9.1-13.6mm.

Type series. Holotype, ♂, Tairo-ike, Miyake Is., C. Izu Isls., C. Japan, 21-VII-1974, M. Takakuwa leg. Paratypes: same locality as the holotype: 1♀, 20-VII-1977, M. Takakuwa leg.; 3 ♀♀, 24-VII-1982, M. Takakuwa leg. (HPC); 1 ♀, 26-VII-1982, M. Takakuwa leg.; 1♂, Sato, Mikura Is., C. Izu Isls., 18-VII-1974, W. Suzuki leg.

Additional specimens examined. 1 ♂, Mikura Is., C. Izu Isls., 26-VIII-1950, Is. Fujiyama leg. (NSMT) (allotype of *Glipa malaccana nipponica* Nomura); Ohsumi Isls., N. Ryukyus: 1♀, Kuro-shima Is., 24-VII-1975, H. Makihara leg.; Yaku-shima Is., N. Ryukyus: 1 ♀, Shiratani, 18-VII-1974, H. Irie leg.; 1♀, same loc., 22-VII-1986, H. Kamezawa leg.; 1 ♂ 2 ♀♀, Ohkawa, 18-VII-1992, H. Karube leg.; 2 ♂♂, same loc., 7-VII-1994, S. Nirasawa leg.; 1 ♂ 1 ♀, Cape Nagata, 5-VIII-1982, T. Hatayama leg. (HPC); Amami-oshima Is., C. Ryukyus: 1 ♂, Hatsuno, 20-VI-1969, S. Moriya leg.; 5 ♂♂ 1 ♀, Kamiya, 1～3-VII-1999, M. Takakuwa leg.; 1 ♂, Mt. Yuwan, 3-VII-1999, N. Kobayashi leg.; Taiwan: 1 ♂, Wulai, Taipei Hsien, 16-VII-1969, T. Okadome leg.; 1 ♀, Mt. Lalashan, Taoyuan Hsien, 9-VIII-1985, K. La leg.; 1 ♀, Lushan, 24-VI-1976, M. Kubota leg.; 1 ♂, Lushan Spa, Nantou Hsien, 21-V-1976, T. Shimomura leg.; 1 ♂, Nanshanchi, Nantou Hsien, 31-V-1975, S. Imasaka leg.; 1 ♂, same loc., 4-VI-1979, M. Ito leg.; 6♂♂1♀, same loc., 28-VIII-1988, K. La leg.; 2 ♂♂ 6 ♀♀, same loc., 3-VI-1995, M. Takakuwa leg.; 1♂, Mt. Kuwantou, Nantou Hsien, 14-VII-1988, Y. Ueda leg.; 2 ♂♂ 1 ♀, SE foot of Mt. Kuwantou, Nantou Hsien, 2-VI-1995, M. Takakuwa leg.; 3 ♂♂ 1 ♀, Shihtzutou, Nantou Hsien, 4-VI-1995, M. Takakuwa leg.; 9 ♂♂ 2 ♀♀, Tokkasha, Nantou Hsien, 20-VI-1979, T. Mikage leg. (HPC); 1 ♂, nr. Liukuei, Kao Hsiung Hsien, 26-V-1981, H. Miura leg.; 1♀, Juisui, Hua Lien Hsien, 25-V-1975, S. Takeda leg. (HPC); 1 ♂, Mizuho, Hua Lien Hsien, 20-VI-1972; 1 ♂1♀, Kenting Park, Pingtum Hsien, 14～17-V-1978, T. Senoh leg.; SW China: 1 ♂, nr. Jinghong, SW Yunnan, 6-V-1982, M. Takakuwa leg.

Distribution. Miyake Is. & Mikura Is. of the Izu Isls., Ohsumi Isls., Amami Is. of the C. Ryukyus (C. & SW Japan), Taiwan, Yunnan, Guangxi Zhuangzu Zizhiqu, Hainan Is. (S. China).

Variation. The Taiwanese specimens are provided with the following characters of elytral maculations:

each basal *X*-mark connected with each other at an angle of more than 120 degrees; middle mark about 0.35 times as long as elytra. The Chinese specimen has longer middle maculation of elytra, which is 0.37 times as long as elytra and approaches to basal maculation, though only one male is available for this study.

Glipa (*Stenoglipa*) *hatayamai tamdaoensis* subsp. nov.

(Fig. 25A-G)

Male. Head about 1.12 times as wide as long; eyes about 1.27 times as long as wide. Antenna 1.31 times as long as width of head, a little longer than pronotal width (1.08: 1), 2.26 times as long as wide in 5th segment, 2.47 times in 10th; terminal segment 3.4 times as long as wide, 1.35 times as long as the penultimate. Pronotum 1.22 times as wide as head. Elytra 2.35 times as long as wide; each basal whitish *X*-mark connected with each other as a broad *U*-shape on suture at basal 1/4; each middle whitish mark about 0.35 times as long as elytra, not so waved in front, with the front reflection situated at the inside of elytron in dorsal view and on the same line as or faintly outside of hind reflection; each apical whitish mark semicircular with anterior margin slightly emarginate, hardly prolonged anteriad along suture. Pygidium 0.57 times as long as elytra, 1.46 times as long as elytral width, about 3.04 times as long as anal sternite, clothed with whitish pubescence in basal 1/2 of lateral parts. Abdominal sternites 5-6 each usually decorated with a pair of black lateral bands and fuscous apical hairs. Anal sternite about 1.34 times as long as basal width, flat in ventral aspect. Eighth abdominal sternite slightly wider than long, somewhat angulate at apical angles.

Female. Antenna as long as width of head, 2.0 times as long as wide in 5th segment, 2.12 times in 10th; terminal segment fully elongate, 3.2 times as long as wide, 1.45 times as long as the penultimate. Middle *X*-mark of elytra weakly waved behind. Pygidium 0.54 times as long as elytra, 1.24 times as long as elytral width, about 2.97 times as long as anal sternite, clothed with whitish pubescence in more than basal 1/2 of lateral parts. Anal sternite rather convex, slightly bisinuate or transversely truncate at apex.

Length: 9.6-12.5mm.

Type series. Holotype, ♂, Tam Dao, Vinh Phu Prov., N. Vietnam, 29-V ~ 4-VI-1993, M. Kubota leg. Paratypes: 1♀, same data as the holotype; 1♀, same locality as the holotype, 3-VIII-1997, T. Senoh leg.; 1♀, 1 ~ 3-VI-1997, Y. Arita leg.; Cuc Phuong, Ninh Binh Prov., N. Vietnam: 1♂ 2♀♀, 30-IV-1994, S. Nirasawa leg.; 1♀, 9-VIII-1997, T. Senoh leg.; 1♂ 2♀♀, 1-XI-1997, Y. Arita leg.

Distribution. N. Vietnam (Vietnam).

Glipa (*Stenoglipa*) *hatayamai sejuncta* subsp. nov.

(Fig. 26A-G)

Glipa malaccana: Takakuwa, 1985, Coleopt. Japan Col. Osaka, **3**: 379 (partim: Indochina).

Male. Head about 1.15 times as wide as long; eyes

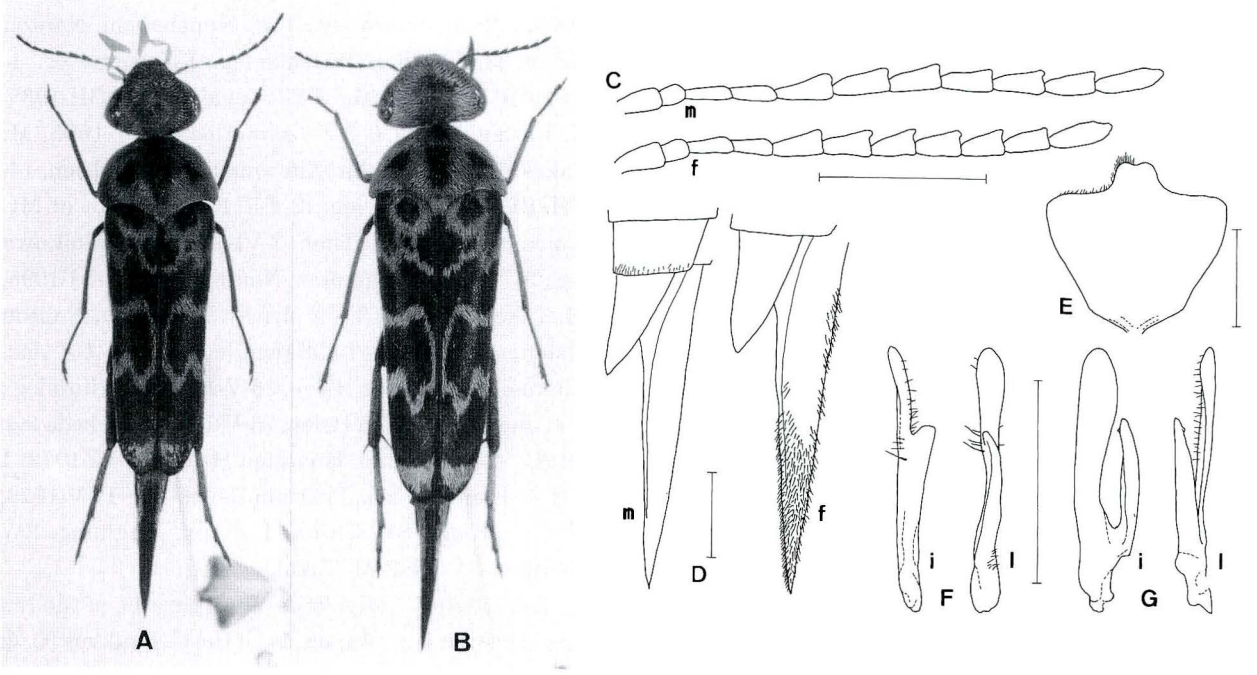


Fig. 25. *G.* (*S.*) *hatayamai tamdaoensis* subsp. nov. —A, ♂, holotype; B, ♀, paratype; C, right antenna; D, m: sternites 6 with condition of fuscous hairs on apex, 7 and pygidium, lateral view; f: anal sternite with condition of black setae and pygidium, same; E, 8th abdominal sternite of male; F, left paramere; G, right paramere. —m, male; f, female; i, inner view; l, lateral view. (Scales: 1mm.)

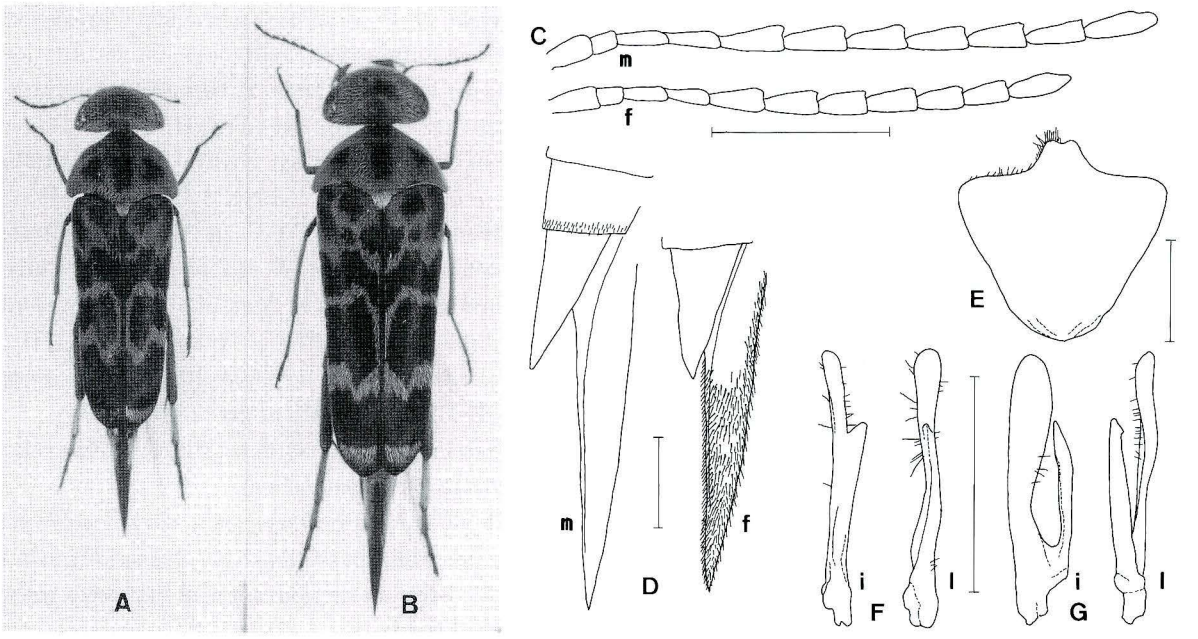


Fig. 26. *G.* (*S.*) *hatayamai sejuncta* subsp. nov. —A, ♂, holotype; B, ♀, paratype; C, right antenna; D, m: sternites 6 with condition of fuscous hairs on apex, 7 and pygidium, lateral view; f: anal sternite with condition of black setae and pygidium, same; E, 8th abdominal sternite of male; F, left paramere; G, right paramere. —m, male; f, female; i, inner view; l, lateral view. (Scales: 1mm.)

about 1.2 times as long as wide. Antenna 1.33 times as long as width of head, a little longer than pronotal width (1.08: 1), 2.5 times as long as wide in 5th segment, 2.76 times in 10th; terminal segment 3.27 times as long as wide, 1.26 times as long as the penultimate. Pronotum 1.23 times as wide as head. Elytra 2.48 times as long as wide; each basal whitish *X*-mark connected with each other as a broad *U*-shape on suture at basal 1/4; each middle whitish mark about 0.39 times as long as elytra, strongly waved before and behind, with the front reflection situated at the inside of elytron in dorsal view and almost on the same line as hind reflection; each apical whitish mark semicircular with anterior margin slightly emarginate, hardly prolonged anteriad along suture. Pygidium 0.6 times as long as elytra, 1.48 times as long as elytral width, about 2.67 times as long as anal sternite, clothed with whitish pubescence in less than basal 1/2 of lateral parts. Abdominal sternites 5-8 just as in the preceding subspecies.

Female. Antenna slightly longer than width of head (1.05: 1), 2.5 times as long as wide in 5th segment, 2.1 times in 10th; terminal segment fully elongate, 2.9 times as long as wide, 1.38 times as long as the penultimate. Pygidium 0.56 times as long as elytra, 1.37 times as long as elytral width, about 2.7 times as long as anal sternite. Anal sternite rather convex, slightly bisinuate or transversely truncate at apex.

Length: 8.6-12.5mm.

Type series. Holotype, ♂, Wieng Papao, Chiang Rai Pref., N. Thailand, 1-V-1997, M. Takakuwa leg. Paratypes: 6 ♂♂ 4 ♀♀, same data as the holotype, Thailand: 1♀, Khao Chamao, 400m in alt., nr. Chanta Buri, 28 ~ 29-IV-1997, M. Takakuwa leg.; 3 ♂♂ 1 ♀, Wang Chin, Phrae Pref., 2-V-1997, M. Takakuwa leg.; Chiang Dao, nr. Chiang Mai: 1♀, 9~12-VI-1979, W. Suzuki leg.; 6 ♂♂ 6 ♀♀, 2 ~ 3-V-1980, Y. Komiya leg.; 1 ♀, 2-V-1980, S. Tsuyuki leg.; 5 ♂♂, 1-V-1984, M. Takakuwa leg.; Doi Suthep, nr. Chiang Mai: 1 ♀, 2-VI-1978, K. & H. Akiyama leg.; 1 ♂, 30-IV-1980, Y. Komiya leg.; 2♂♂4♀♀, 29-IV-1980, S. Tsuyuki leg.; 1 ♂ 2 ♀♀, 3-V-1980, Y. Komiya leg.; 1 ♂ 3 ♀♀, V-1980, Y. Oda leg.; 1 ♀, 2-VI-1980, M. Tao leg. (HPC); 2 ♂♂, 6-VIII-1980, K. Sugino leg. (HPC); 1 ♀, Fang, N. Thailand, 1-V-1976, S. Takeda leg. (HPC).

Additional specimens examined. S. Vietnam: 5 ♂♂2♀♀, Bao Loc, Lam Dong, 19-V-1992, T. Endo leg.; 1♂1♀, Datanla Fall, Dalat, 26-V-1991, T. Endo leg.; 17♂♂21♀♀, 18km from Bao La, 7-VI-1991, T. Endo leg.; 2 ♂♂ 1 ♀, 18km south from Bao Lok to Hochiminh, 6-V-1997, H. Karube leg.; 1 ♂, 15km south from Bao Lok to Hochiminh, 5-V-1997, H. Karube leg., 1 ♀, Ranong, S. Thailand, 6-VIII-1980, K. Sugino leg. (HPC); Laos: 3 ♂♂ 2 ♀♀, 3-V-1995, S. Nakamura leg.; N. India: 1 ♂, Manjitar, nr. Derjeeling, 4-V-1981, M. Ito leg.; S. India: 1 ♂, Anamalai Hills, Cinchona, IX-1967, T. R. S. Nathan leg. (CAEU).

Distribution. S. Vietnam, Thailand, Laos, NE India, S. India.

Glipa (*Stenoglipa*) *basiaurea* sp. nov.

(Figs. 27, 28)

Neoglipa (*Stenoglipa*) *malaccana*: Franciscolo, 1952, Annali Mus. civ. Stor. nat. Giacomo Doria, **65**: 331, 344, figs. C, no. 17; D, no. 3 (New Guinea).

Glipa malaccana: Takakuwa, 1985, Coleopt. Japan Col. Osaka, **3**: 379 (partim: W. Malaysia).

Male. Body distinctly slender, attenuate posteriorly with excavated sides; dorsum decorated with golden yellow pubescence on head, pronotum and elytral base, with white one on scutellum, middle annular maculations and apical ones of elytra, and base and basal 1/2 of laterals of pygidium. Head about 1.14 times as wide as long; eye subcircular, about 1.14-1.23 times as long as wide. Antenna 1.25 times as long as width of head, as long as pronotal width, 2.56 times as long as wide in 5th segment, 2.44 times in 10th; terminal segment very slender, 3.7 times as long as wide, 1.48 times as long as the penultimate. Pronotum 1.24 times as wide as head; apical black spot usually small; a pair of lateral spots triangular or quadrate. Elytra 2.42 times as long as wide, very narrowly rounded at apex; each basal *X*-mark developed, varying in shape of postero-inner line which reaches suture near basal 1/4; each middle mark about 0.36 times as long as elytra, gently rounded or weakly waved in front and moderately zigzag behind, with the front reflection situated just outside of hind reflection; each apical mark semicircular with anterior margin emarginate, slightly prolonged anteriad along suture. Pygidium 0.6 times as long as elytra, 1.46 times as long as elytral width, about 2.86 times as long as anal sternite. Abdominal sternites 5-6 each with a pair of black lateral fasciae at apex. Anal sternite about 1.42 times as long as basal width, almost flat in ventral aspect, and moderately rounded at apex. Eighth abdominal sternite slightly longer than wide (1.05: 1), broadly rounded at apical angles. Right paramere weakly excavated at base of dorsal membranous branch, with ventral sclerotized branch abruptly attenuate near apex in lateral view.

Female. Body considerably robuster. Antenna as long as width of head, wider, 2.46 times as long as wide in 5th segment, 1.82 times in 10th; terminal segment 2.5 times as long as wide, 1.5 times as long as the penultimate. Elytra 2.4-2.45 times as long as basal width; apical marks crescent, far apart from apices. Pygidium 0.51 times as long as elytra, 1.25 times as long as elytral width, about 3.11 times as long as anal sternite. Anal sternite 1.21 times as long as basal width, somewhat convex, slightly bisinuate at apex.

Length: 8.9-11.8mm.

Type series. Holotype, ♂, Cameron Highlands, 19 miles Point from Tapah, Malay Peninsula, W. Malaysia, 25-IV-1992, H. Karube leg. Paratypes: 2 ♂ ♂, same data as the holotype; same locality as the holotype: 1 ♂, 28-II-1974, T. Hatayama leg. (HPC); 1 ♂, 18-V-1979, S. Imasaka leg. (HPC); 1 ♂, 18 ~ 19-V-1979, T. Hatayama leg. (HPC); 1 ♂, 29-IV-1989, K. Matsumoto leg.; 1 ♀, V-1991; 6 ♂ ♂ 1 ♀, 25-IV-1993, S. Nirasawa leg.; 2 ♂ ♂ 1 ♀, 28-IV-1993, S. Nirasawa leg.; Malay Peninsula, W. Malaysia: 2 ♂ ♂, Cameron Lowlands, 9-X-1989, H. Matsuka leg.; 1 ♂, Genting Highlands, 22-XII-1975, H. Yokoyama leg. (HPC); 2 ♀ ♀, same loc., 9-IV-1979, M. Ito leg.; 1 ♀, Fraser's Hill, 30-III-1977, T. Mizunuma leg. (HPC).

Distribution. Malay Peninsula (W. Malaysia), N. Sumatera, Java (Indonesia).

This beautiful new species is very closely related to the preceding, but differs from it especially in having slender body and pygidium and narrowly rounded apices of elytra.

Two subspecies are recognized as follow:

1. Body stouter; elytra 2.42 times as long as basal width in male, 2.4-2.45 times in female; elytral annular maculations usually not so waved at the hind lines; pygidium 1.46 times as long as elytral basal width in male, 1.25 times in female ..... *G. basiaurea basiaurea*.
— Body slenderer; elytra 2.55-2.58 times as long as basal width in male, 2.53-2.57 times in female; elytral annular maculations distinctly zigzag at the hind lines; pygidium 1.56 times as long as elytral width in male, 1.39 times in female ..... *G. basiaurea sumateraensis* subsp. nov.

Glipa (*Stenoglipa*) *basiaurea basiaurea* s. str.

(Fig. 27A-G)

Glipa malaccana: Takakuwa, 1985, Coleopt. Japan Col. Osaka, **3**: 379 (partim: W. Malaysia).

Distribution. Malay Peninsula (W. Malaysia).

Glipa (*Stenoglipa*) *basiaurea sumateraensis* subsp. nov.

(Fig. 28A-G)

Neoglipa (*Stenoglipa*) *malaccana*: Franciscolo, 1952, Annali Mus. civ. Stor. nat. Giacomo Doria, **65**: 331, 344, figs. C, no. 17; D, no. 3 (New Guinea).

Closely similar to the nominotypical subspecies, but distinguished with certainty from it by the key given above.

Length: 9.5-12.1mm.

Type series. Holotype, ♂, Bandar Baru, 800m in alt., Sibolangit, N. Sumatera, 5 ~ 6-V-1994, M. Takakuwa leg. Paratypes: 1 ♂ 1 ♀, same data as the holotype; same locality as the holotype: 1 ♂ 1 ♀, 30-IV-1989, K. Maruyama leg.; 2 ♂ ♂ 3 ♀ ♀, S. Nirasawa leg.; 4 ♂ ♂ 1 ♀, 19-IV-1993, S. Nirasawa leg.; 5 ♂ 2

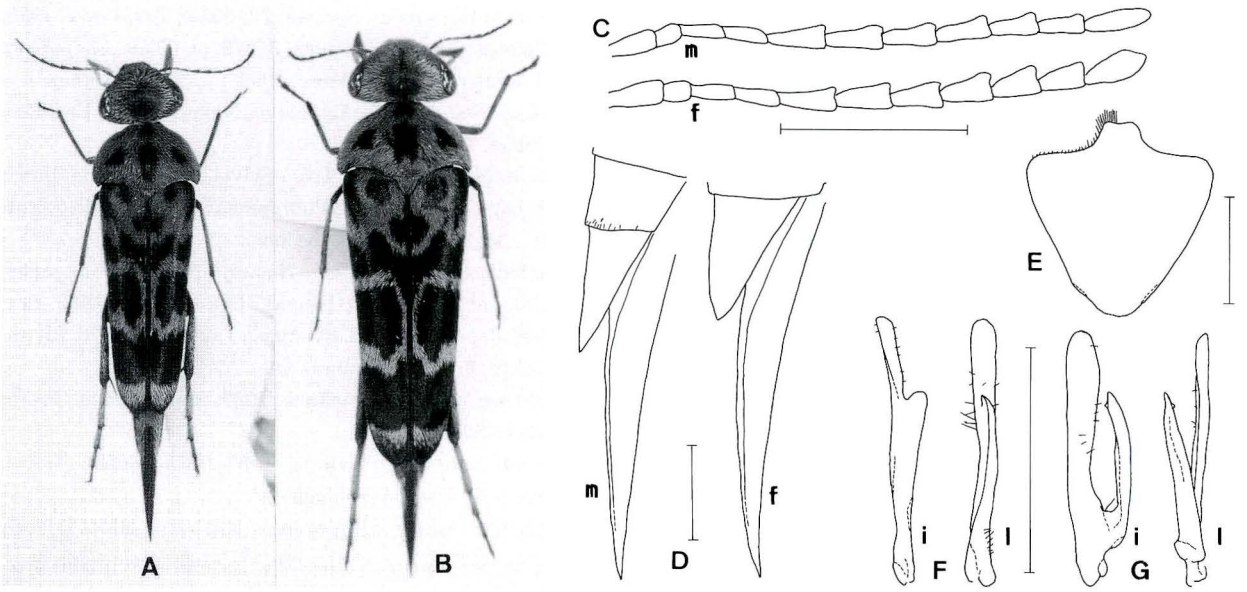


Fig. 27. *G.* (*S.*) *basiaurea* sp. nov. —A, ♂, holotype; B, ♀, paratype; C, right antenna; D, m: sternites 6 with condition of fuscous hairs on apex, 7 and pygidium, lateral view; f: anal sternite and pygidium, same; E, 8th abdominal sternite of male; F, left paramere; G, right paramere. —m, male; f, female; i, inner view; l, lateral view. (Scales: 1mm.)

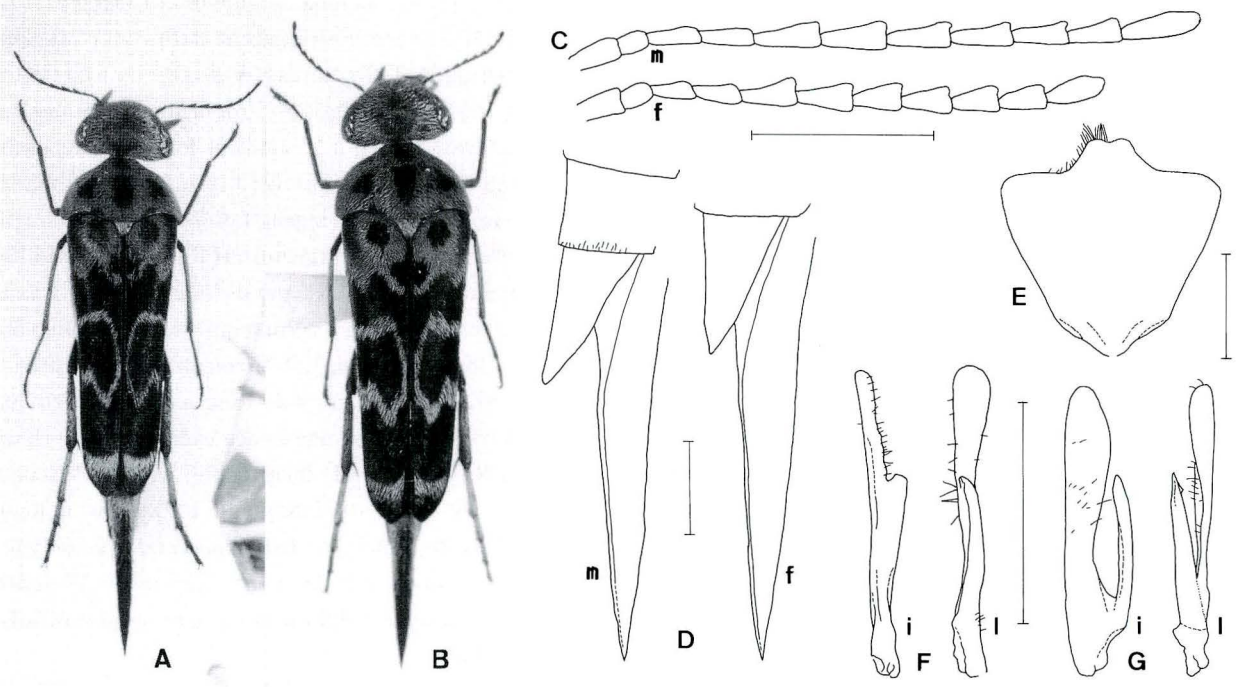


Fig. 28. *G.* (*S.*) *basiaurea sumateraensis* subsp. nov. —A, ♂, holotype; B, ♀, paratype; C, right antenna; D, m: sternites 6 with condition of fuscous hairs on apex, 7 and pygidium, lateral view; f: anal sternite and pygidium, same; E, 8th abdominal sternite of male; F, left paramere; G, right paramere. —m, male; f, female; i, inner view; l, lateral view. (Scales: 1mm.)

♀♀, 21-IV-1993, S. Nirasawa leg.; 4♂♂1♀, 22-IV-1993, S. Nirasawa leg.; 3♂♂3♀♀, VII-1993; 8♂♂4♀♀, 1-I-1995; N. Sumatera: 2♂♂, Sibolangit, IV-1993, K. Kume leg.; 7♂♂, same loc., 15-III-1995, K. Maruyama leg.; 2♀♀, Brastagi, 25-III-1990; 13♂♂5♀♀, nr. Brastagi, IV-1995; 4♂♂3♀♀, same loc., VI-1995; 1♀, 11-VII-1976, R. Fujimoto leg. (HPC); 1♂, Susuk, 750m in alt., 11-III-1995, K. Maruyama leg.; 2♂♂, same loc., 27-III-1996, K. Maruyama leg.; 1♂, Sibolga, 450～600m in alt., 29～30-IV-1994, M. Takakuwa leg.

Additional specimens examined. 1♀, Mt. Argo, Puro, E. Java, 1993; 1♂, Kapakapa, S. New Guinea, V～VI-1891, L. Loria leg. (MCSN) (Franciscolo, 1952).

Distribution. N. Sumatera, Java (Indonesia), New Guinea?

Notes. Franciscolo (1952) recorded this species from New Guinea as *malaccana* Pic, but it is most probably an error of locality data because no available differences are found between the specimen in question and the present subspecies.

Subgroup of *G. annulata*

Body more or less robust especially in female, usually clothed with whitish to light yellow, rarely golden yellow pubescence on head, pronotum and basal parts of elytra; gena narrow, roundedly projected at the middle, barely or not visible from above; eyes rather elliptical or broadly oval, very broadly reaching hind margin of gena, not hairy though often with a few hairs on postero-lateral parts; antennal last segment elongate-fusiform; female antenna short, usually slightly longer than the width of head, with segments 7-10 more or less projected apically at inner apex; 4 black spots on pronotum usually large, distinctly margined, with basal median one rather widely quadrate, with a pair of laterals usually subquadrate; elytra not slender, attenuate apicad with curving sides though slightly excavated before middle, moderately rounded at apices; basal maculations of elytra uniformly whitish to yellow in general and reduced at basal margins, rectangularly or arcuately connected with each other on suture at basal 1/4; each middle annular one moderate in size, indistinctly or weakly waved anteriad, rather strongly so posteriad, with the front reflection situated at the outside of hind reflection; each apical one usually semicircular or crescent with anterior margin considerably emarginate, barely or not reaching apex, more or less prolonged along suture; epipleuron rather narrow posteriorly; pygidium moderate in length, often with dorsal cicatrix in less than apical 1/2; abdominal sternites 3-4 with black spots at latero-apical portions; 8th abdominal sternite of male fairly thin, shovel-shaped, with apico-median projection bilobed or nearly truncate at apex, often with apico-lateral projections; parameres somewhat short; right paramere not so excavated at base of dorsal membranous branch, with ventral sclerotized branch thickened.

This subgroup is widely distributed in the Sundalands, Wallacea, the Philippines and their neighbourhoods, showing an allopatric or parapatric distributional pattern to the preceding subgroup though sympatrically occurring in Thailand, the Malay Peninsula, Sumatera and Java. Five species are known; two of them are widely distributed in the Sundalands and the Philippines, respectively, and the remainders have narrow distribution in their surroundings.

Glipa (*Stenoglipa*) *ishigakiana* Kôno, 1932

(Figs. 29, 30)

Glipa ishigakiana Kôno, 1932, Trans. Sapporo nat. Hist. Soc., **12**: 152, pl. 4, no. 1 (Ishigaki Is.); Kôno, 1936, Fauna Nipponica, **10**(8-1): 16, Fig. 7 (ditto); Nakane & Nomura, 1950, Trans. Kansai ent. Soc., **15**: 4 (ditto); Nakane, 1950, Trans. Kansai ent. Soc., **15**: 22 (ditto); Takakuwa, 1985, Coleopt. Japan Col. Osaka, **3**: 379, pl. 65, no. 23 (partim: S. Ryukyus); Fan & Yang, 1993, pp.47, 59 (Yunnan).

Neoglipa (*Stenoglipa*) *ishigakiana*: Nakane, 1956, Ent. Rev. Japan, **7**: 17.

Glipa malaccana: Chûjô, 1935, Sylvia, **6**: 77 (partim: Botel-Tobago Is., Loo-Choo, Philippines); Ermisch, 1940, Ent. Bl., **36**: 168 (partim: Loo-Choo).

Glipa malaccana ishigakiana: Nomura, 1963, Icon. ins. japon. Col. nat. ed., **2**: 247 (Ishigaki Is.); Nomura, 1966, Ent. Rev. Japan, **18**: 46 (S. Ryukyus); Takakuwa, 1976, Elytra, Tokyo, **3**: 15 (Yaeyama Isls.).

Neoglipa ishigakiana: Nakane, 1957, Shin-Konchû, Tokyo, **10**(1): 52.

Neoglipa malaccana: Nakane, 1957, Shin-Konchû, Tokyo, **10**(1): 52 (partim: Iriomote Is.).

Male. Body above maculated with whitish pubescence, rarely yellowish instead of whitish one. Head about 1.22 times as wide as long; eyes about 1.3 times as long as wide. Antenna 1.21 times as long as width of head, slightly shorter than pronotal width (0.96: 1), 2.5 times as long as wide in 5th segment, 2.4 times in 10th; terminal segment with inner margin nearly straight, 3.37 times as long as wide, 1.24 times as long as the penultimate. Pronotum 1.26 times as wide as head. Elytra 2.17 times as long as wide; each basal maculation often divided into *U*-shaped mark at base and transverse zigzag line posteriorly though connected with two longitudinal lines; each middle whitish mark about 0.35 times as long as elytra; a pair of apical marks barely reaching apices. Pygidium 0.59 times as long as elytra, 1.29 times as long as width of elytra, about 2.73 times as long as anal sternite, clothed with whitish pubescence except for less than apical 1/3. Abdominal sternites 5-6 without fuscous apical hairs. Anal sternite about 1.26 times as long as basal width, flat in ventral aspect, transversely or slightly triangularly truncate at apex. Ventral sclerotized branch of right paramere reflexed upwards in apical half.

Female. Antenna slightly longer than width of head, a little wider, 2.19 times as long as wide in 5th segment, 2.1 times in 10th; terminal segment 2.73 times as long as wide, 1.19 times as long as the penultimate. Pygidium 0.54 times as long as elytra, 1.16 times as long as elytral width, about 3 times as long as anal sternite, clothed with whitish pubescence all over or with black hairs only at apex. Anal sternite about 1.07 times as long as basal width, convex, arcuately emarginate at apex.

Length: 8.8-13.3mm.

Distribution. Yaeyama Isls. (S. Ryukyus), Lan Yu Is. (Taiwan), Phillippines, Yunnan (SW China)?

This silver-maculate species is widely and commonly distributed in the Philippines to the

Ryukyus and divided into two subspecies, though one of them has some local variations in the Philippines. The record from Yunnan by Fan & Yang (1993) is probably based on a different species.

Key to Subspecies

1. Body stouter; pubescence of pronotum and basal maculation of elytra faintly yellowish; middle annular marks of elytra of female nearly similar to those of male; pygidium of female clothed with whitish hairs all over; 8th abdominal sternite of male rather angulate at apico-lateral angles; ventral sclerotized branch of right paramere slenderer ····· ····· *G. ishigakiana ishigakiana* s. str.
— Body slenderer; pubescence of pronotum and basal maculation of elytra quite whitish; middle annular marks of elytra of female usually longer than in male; pygidium of female clothed with black hairs at apex; 8th abdominal sternite of male roundedly projecting at apico-lateral angles; ventral sclerotized branch of right paramere stouter ····· ····· *G. ishigakiana kotoensis* Nomura.

Glipa (*Stenoglipa*) *ishigakiana ishigakiana* Kôno, 1932

(Fig. 29A-G)

Glipa ishigakiana Kôno, 1932, Trans. Sapporo nat. Hist. Soc., **12**: 152, pl. 4, no. 1 (Ishigaki Is.); Kôno, 1936, Fauna Nipponica, **10**(8-1): 16, Fig. 7 (ditto); Nakane & Nomura, 1950, Trans. Kansai ent. Soc., **15**: 4 (ditto); Nakane, 1950, Trans. Kansai ent. Soc., **15**: 22 (ditto); Takakuwa, 1985, Coleopt. Japan Col. Osaka, **3**: 379, pl. 65, no. 23 (partim: S. Ryukyus); Fan & Yang, 1993, pp.47, 59 (Yunnan).

Neoglipa (*Stenoglipa*) *ishigakiana*: Nakane, 1956, Ent. Rev. Japan, **7**: 17.

Glipa malaccana: Miwa, 1933, Trans. nat. Hist. Soc. Formosa, **23**: 4 (Iriomote Is.); Kôno, 1933, Trans. Sapporo nat. Hist. Soc., **13**: 29 (partim: Iriomote Is.); Chûjô, 1935, Sylvia, **6**: 77 (partim: Loo-Choo); Ermisch, 1940, Ent. Bl., **36**: 168 (same).

Glipa malaccana ishigakiana: Nomura, 1963, Icon. ins. japon. Col. nat. ed., **2**: 247, pl. 124, no. 2 (Ishigaki Is.); Nomura, 1966, Ent. Rev. Japan, **18**: 46 (S. Ryukyus); Takakuwa, 1976, Elytra, Tokyo, **3**: 15 (Yaeyama Isls.).

Neoglipa ishigakiana: Nakane, 1957, Shin-Konchû, Tokyo, **10**(1): 52.

Neoglipa malaccana: Nakane, 1957, Shin-Konchû, Tokyo, **10**(1): 52 (partim: Iriomote Is.).

Specimens examined. Ishigaki Is., Yaeyama Isls.: 2 ♂♂ 1 ♀, Hirakubo, 30-V-1997, M. Takakuwa leg.; 1 ♀, Sakieda, 31-V-1997, S. Nakamura leg.; 1 ♂ 2 ♀♀, Yonehara, 4-VI-1973, K. Akiyama leg.; 1 ♂, same loc., 16-VI-1973, J. Komiya leg.; 1 ♂, same loc., 19-VI-1973, K. Akiyama leg.; 4 ♂♂ 2 ♀♀, Arakawa, 30-V-1997, M. Takakuwa leg.; 3 ♂♂, Yoshihara, 30-V-1997, M. Takakuwa leg.; 1 ♀, Omoto, 25-VI-1969, H. Fujita leg.; 1 ♀, Mt. Omoto, 1-VI-1972, H. Fujita leg.; 1 ♂, same loc., 4-VI-1972, S. Okajima leg.; 1 ♂, same loc., 9-VI-1974, T. Seino leg.; 1 ♂, Takeda-rindo, 15-V-1992, T. Hanatani leg.; 8 ♂♂ 10 ♀♀, Ohtake, 21-V-1994, T. Hanatani leg.; 5 ♂♂ 3 ♀♀, same loc., 4-VI-1994, T. Hanatani leg.; Iriomote Is., Yaeyama Isls.: 1 ♂, Funaura, 25-V-1997, S. Nakamura leg.; 8 ♂♂ 2 ♀♀, Urauchi, 24 ~ 25-V-1997, S. Nakamura leg.; 1 ♂, Mt.

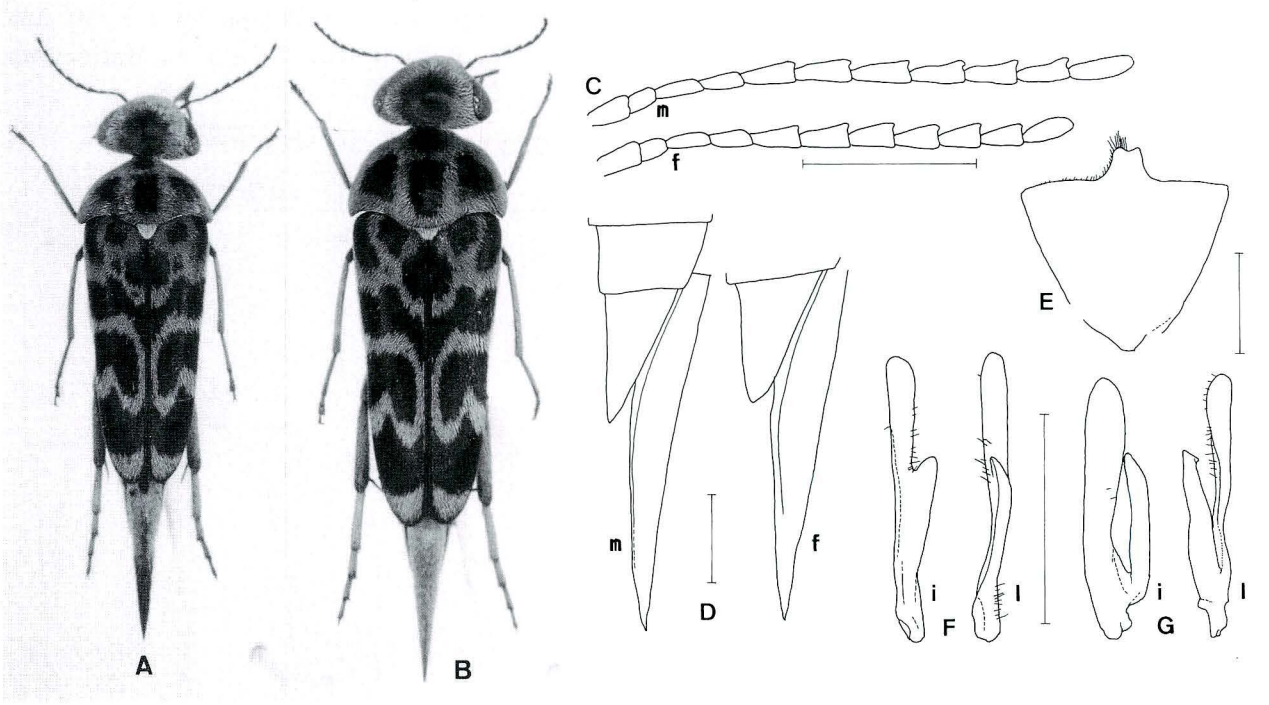


Fig. 29. *G.* (*S.*) *ishigakiana ishigakiana* Kôno. —A, ♂; B, ♀; C, right antenna; D, m: sternites 6 with condition of fuscous hairs on apex, 7 and pygidium, lateral view; f: anal sternite and pygidium, same; E, 8th abdominal sternite of male; F, left paramere; G, right paramere. —m, male; f, female; i, inner view; l, lateral view. (Scales: 1mm.)

Sonai, 7-VI-1974, M. Takakuwa leg.; 1 ♀, Kanpira(= Kanbire), 17 ~ 18-VI-1994, M. Takakuwa leg.; 1 ♂, same loc., 27-V-1997, H. Karube leg.; 1 ♂ 1 ♀, Shirahama-rindo, 25-V-1997, S. Nakamura leg.; 1 ♀, same loc., 27-V-1997, H. Karube leg.; 1 ♂ 1 ♀, Hidori, 9-VI-1973, K. Akiyama leg.; 3 ♂ ♂ 3 ♀ ♀, same loc., 4-VI-1974, M. Takakuwa leg.; 1 ♀, Komi, 30-V-1973, N. Kashiwai leg.; 1 ♂, Ohara ~ Ohtomi, 30 ~ 31-V-1974, M. Satô leg.; 1 ♂, Ohtomi ~ Ohtomi-rindo, 9-VII-1990, H. Karube leg.; 2 ♂ ♂ 2 ♀ ♀, same loc., 17 ~ 18-V-1991, H. Karube leg.; 4 ♂ ♂ 3 ♀ ♀, same, 14-V-1992, H. Karube leg.; 1 ♀, same, 24-IX-1992, R. Yakita leg.; 1 ♂, same loc., 25-IX-1992, R. Yakita leg.; 15 ♂ ♂ 4 ♀ ♀, 6 ~ 7-VI-1993, M. Takakuwa leg.; Yonaguni Is., Yaeyama Isls.: 3 ♂ ♂, Tokorono, 9-V-1974, H. Irie leg.; 1 ♂ 1 ♀, same loc., 13-V-1974, H. Irie leg.

Distribution. Ishigaki Is., Iriomote Is. & Yonaguni Is., Yaeyama Isls. of S. Ryukyus (SW Japan).

Glipa (Stenoglipa) ishigakiana kotoensis Nomura, 1967

(Fig. 30A-G)

Glipa malaccana kotoensis Nomura, 1967, Ent. Rev. Japan, **19**: 7 (Kotosho = Lan Yu Is.)

Glipa malaccana: Kano, 1930, Kontyû, Tokyo, **4**: 51, Fig. 1 (Lan Yu Is.); Ray, 1930, Coleopt. Contr., **1**: 147 (Luzon, Samar); Chûjô, 1935, Sylvia, **6**: 77 (partim: Lan Yu Is., Philippines); Kôno, 1936, Fauna Nipponica, **10**(8-1): 16, Fig. 8 (partim: Lan Yu Is.); Ermisch, 1940, Ent. Bl., **36**: 168 (partim: Botel-Tobago= Lan Yu Is., Philippines).

Glipa malaccana subsp.: Nomura, 1963, Icon. ins. japon. Col. nat. ed., **2**: 247 (Lan Yu Is., Philippines)

Neoglipa malaccana: Nakane, 1957, Shin-Konchû, Tokyo, **10**(1): 52 (partim: Lan Yu Is., Philippines).

Glipa ishigakiana: Takakuwa, 1985, Coleopt. Japan Col. Osaka, **3**: 379 (partim: Lan Yu Is., Philippines).

Length: 8.5-12.0mm.

Specimens examined. Lan Yu Is., off S. Taiwan: 1 ♂(holotype), 1-V-1934 (NSMT); 1 ♀, 9-V-1971, K. Sakai leg., Luzon Is., N. Philippines: 7 ♂ ♂ 2 ♀ ♀, Quezon National Park, Quezon, 17-IX-1976, N. Kashiwai leg.; 1 ♂ 1 ♀, Atimonan National Forest Park, Quezon, 18-III-1978, N. Kashiwai leg.; 1 ♂, Callao Cave, Cagayan, 23-VIII-1982, N. Kashiwai leg.; 1 ♂, Bicol National Park, 23km south of Daet, 12-VII-1980, T. Senoh leg.; 1 ♂, same loc., 25 ~ 30-V-1983, M. Tao leg. (HPC); 1 ♂, Los Banos, 10-VII-1970, T. Okadome leg.; Lubang Is., N. Philippines: 1 ♀, Ugatpajo, Tilik, 16-VIII-1980, N. Kashiwai leg.; Mindoro Is., N. Philippines: 1 ♂, nr. Puertogalera, 21-III-1980, N. Kashiwai leg.; Sibuyan Is., N. Philippines: 1 ♀, Saoyang, Espana, 20-VIII-1981, N. Kashiwai leg.; Panay Is., C. Philippines: 1 ♂ 2 ♀ ♀, Inca Lambunao, Iloilo, 25-III-1978, N. Kashiwai leg.; Negros Is., C. Philippines: 1 ♂, Amlan, 17 ~ 18-VII-1970, T. Okadome leg.; 1 ♀, VI ~ VII-1990, Bohol Is., C. Philippines: 1 ♀, Bilar, 22-VII-1970, T. Okadome leg.; 1 ♂, same loc., 23-VII-1970, T. Okadome leg.; 1 ♂, Duawngon, Zamora, 3-V-1980, N. Kashiwai leg.; Leyte Is., C. Philippines: 1 ♀, Lake Imelda, 8 ~ 10-VIII-1982, K. Sugino leg. (HPC); 2 ♂ ♂, Babatngon, 14-VIII-1982, S. Takeda leg. (HPC); Romblon Is., C. Philippines: 1 ♂, Casayogan, nr. Romblon, 24-VIII-1981, N. Kashiwai leg.; Samar Is., C. Philippines: 1 ♂, Bungko River, 200 ~ 300m in alt., 80km from Mondragon, 4-VIII-1981, N. Kashiwai leg.; 1 ♂, Lagging road, nr. Lawis, 6 ~ 7-VI-1983, M. Tao leg. (HPC); Mindanao Is., S. Philippines: 1 ♀, Mt. Apo, IX-1976, T. Endo leg.; 7 ♂ ♂ 1 ♀, Maligatong,

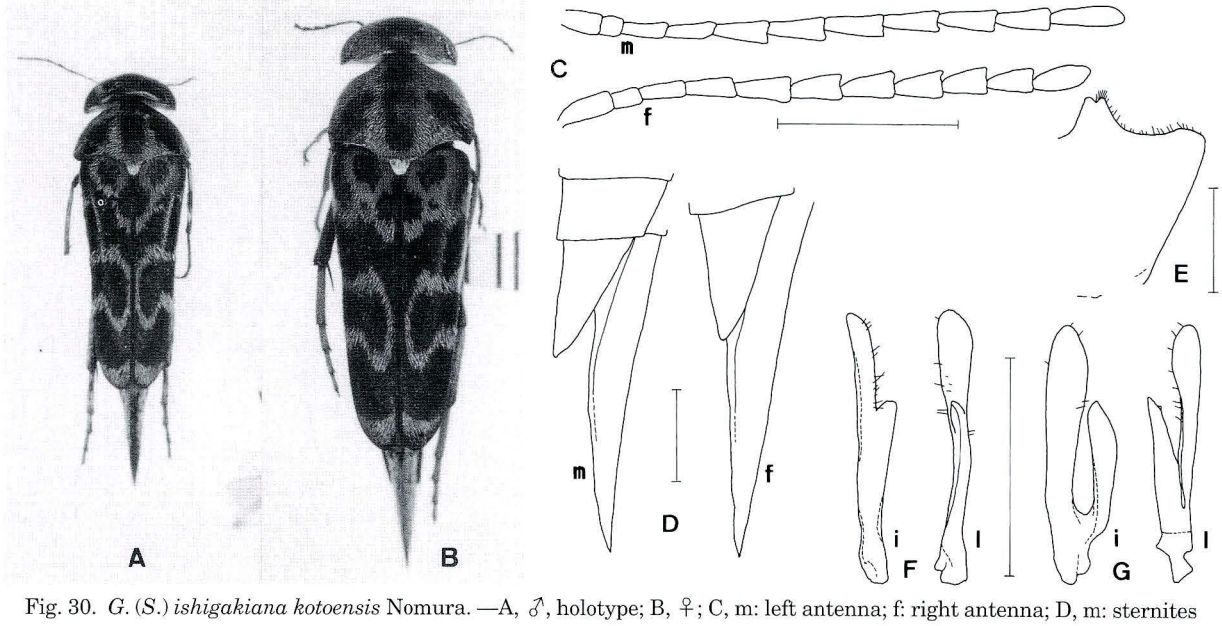


Fig. 30. *G. (S.) ishigakiana kotoensis* Nomura. —A, ♂, holotype; B, ♀; C, m: left antenna; f: right antenna; D, m: sternites 6 with condition of fuscous hairs on apex, 7 and pygidium, lateral view; f: anal sternite and pygidium, same; E, 8th abdominal sternite of male; F, left paramere; G, right paramere. —m, male; f, female; i, inner view; l, lateral view. (Scales: 1mm.)

Calinan, 12-II-1979, Y. Komiya leg.; 2 ♂♂, Kidapawan, N. Kotabato, 28-II-1978, N. Kashiwai leg.; 3 ♀♀, Ilumabis, Mt. Apo, 5-V-1983, T. Endo leg.

Distribution. Lan Yu Is. (Taiwan), Luzon Is., Lubang Is., Mindoro Is., Sibuyan Is., Panay Is., Negros Is., Bohol Is., Leyte Is., Romblon Is., Samar Is. & Mindanao Is. (Philippines).

This subspecies seems to be split up into some geographical races. For example, specimens of the Philippines may be distinguished from those of Lan Yu Is. by the more strongly bent ventral sclerotized branch of right paramere and longer middle annular marks of elytra in female, and also specimens of Mindanao Is. differ from those of Luzon Is. in the apical maculations of elytra fully prolonged anteriad and pygidium with enlarged whitish area. However, it is not necessary to recognize subspecies for them since the differences are not always stable.

Glipa (*Stenoglipa*) *kashiwaii* sp. nov.

(Fig. 31A-G)

Male. Body above maculated with golden yellow and whitish pubescence. Head about 1.18 times as wide as long, clothed with golden yellow pubescence; eyes about 1.3 times as long as wide. Antenna slender, distinctly excavated at inner margins of 5-11 segments, 1.22 times as long as width of head, slightly shorter than pronotal width (0.97: 1), 2.55 times as long as wide in 5th segment, 2.65 times in 10th; terminal segment with inner margin excavated behind middle, 3.7 times as long as wide, 1.26 times as long as the penultimate. Pronotum 1.26 times as wide as head, decorated with deeper pubescence than on head; black spots relatively small, especially indistinct in apical one. Elytra 2.17 times as long as wide; basal maculation decorated with golden yellow pubescence and whitish yellow one at lateral portions and bottom, the latter of which is widely *U*-shaped; each middle whitish mark about 0.38 times as long as elytra; a pair of apical marks barely reaching apices. Pygidium 0.57 times as long as elytra, 1.23 times as long as width of elytra, about 2.83 times as long as anal sternite, clothed with whitish pubescence except for the tip. Abdominal sternites 5-6 without fuscous apical hairs. Anal sternite about 1.16 times as long as basal width, flat in ventral aspect, slightly, triangularly truncate at apex. Eighth abdominal sternite wider than long (1.18: 1), slightly projected at apico-lateral angles. Ventral scrlotized branch of right paramere stout, slightly reflexed in apical half, obliquely truncate at apex in inner view.

Female. Yellowish pubescence a little paler. Antenna slightly longer than width of head, a little wider, 2.11 times as long as wide in 5th segment, 2.39 times in 10th; terminal segment 3.02 times as long as wide, 1.24 times as long as the penultimate. Pygidium 0.52 times as long as elytra, 1.11 times as long as width of elytra, about 3 times as long as anal sternite. Anal sternite about 1.14 times as long as basal width, medially emarginate at apex.

Length: 9.0-11.1mm.

Type series. Holotype, ♂, Linturan, nr. Lirung, Salebanu Is., Talaud Isls., 24-VII-1979, N. Kashiwai leg. Paratypes: 4 ♂♂ 2 ♀♀, same data as the holotype.

Distribution. Salebanu Is. of the Talaud Isls. (Indonesia).

This beautiful new species is somewhat isolated

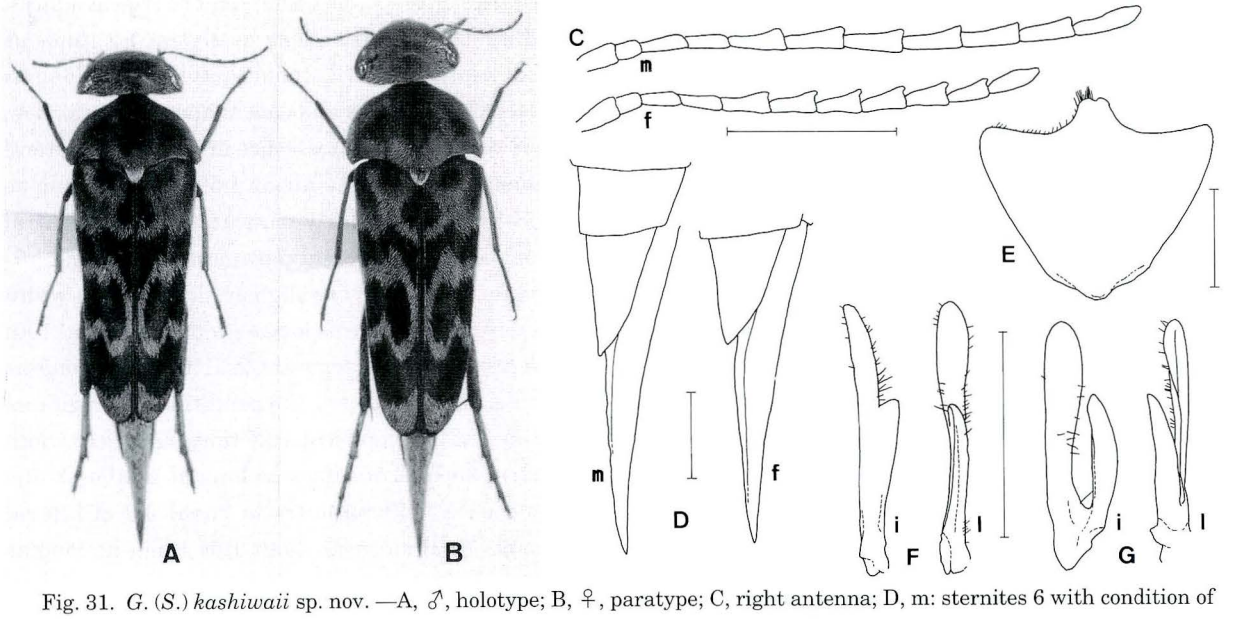


Fig. 31. *G.* (*S.*) *kashiwaii* sp. nov. —A, ♂, holotype; B, ♀, paratype; C, right antenna; D, m: sternites 6 with condition of fuscous hairs on apex, 7 and pygidium, lateral view; f: anal sternite and pygidium, same; E, 8th abdominal sternite of male; F, left paramere; G, right paramere. —m, male; f, female; i, inner view; l, lateral view. (Scales: 1mm.)

in the subgroup in having the following characters; head, pronotum and basal maculation of elytra consisting of deep golden yellow pubescence in male, which is deeper on the pronotum than on the head; antenna very slender, distinctly excavated at inner margins of 5-10 segments; black apical spot of pronotum very small and indistinct.

Glipa (*Stenoglipa*) *matsukai* sp. nov.

(Figs. 32, 33)

Male. Body above maculated with pale yellowish white and/or whitish pubescence. Head about 1.26 times as wide as long, clothed with whitish to pale yellowish white pubescence; eyes about 1.19 times as long as wide. Antenna slender, 1.24 times as long as width of head, slightly longer than pronotal width (1.02: 1), 2.75 times as long as wide in 5th segment, 2.6 times in 10th; terminal segment with inner margin excavated before apex and behind middle, 3.64 times as long as wide, 1.42 times as long as the penultimate. Pronotum 1.22 times as wide as head, decorated with faintly deeper pubescence than on head. Elytra 2.24 times as long as wide; basal maculation consisting of whitish or pale yellowish white pubescence; each middle whitish mark about 0.38 times as long as elytra; a pair of apical marks clearly not reaching apices, considerably prolonged anteriad along suture. Pygidium 0.55 times as long as elytra, 1.24 times as long as width of elytra, about 2.53 times as long as anal sternite, dully pointed at apex in dorsal view, clothed with whitish pubescence in basal 3/5 of laterals. Abdominal sternites 5-6 each with blackish apex which is clothed with fuscous fine hairs. Anal sternite about 1.34 times as long as basal width, slightly longitudinally concave in ventral aspect, widely roundedly truncate at apex. Eighth abdominal sternite wider than long (1.11: 1), distinctly, roundedly projected at apico-lateral angles, with apico-median projection hardly emarginate at apex. Ventral screlotized branch of right paramere stout, flat on inner surface, narrowly rounded at apex in inner view.

Female. Yellowish white pubescence paler. Antenna shorter than width of head (0.93: 1), fairly wide, 2.11 times as long as wide in 5th segment, 1.83 times in 10th; terminal segment 2.24 times as long as wide, 1.13 times as long as the penultimate. Pygidium 0.49 times as long as elytra, 1.08 times as long as width of elytra, about 2.82 times as long as anal sternite. Anal sternite about 1.06 times as long as basal width, convex in ventral aspect, slightly, medially emarginate at apex.

Length: 8.7-11.3mm.

Type series. Holotype, ♂, Kulawi, N. Sulawesi, 14-VIII-1979, H. Matsuka leg. Paratypes: C. Sulawesi: 1♂, Paredean, 11-VI-1974, T. Mizunuma leg. (HPC); 1♀, Parana, 4-II-1982, H. Matsuka leg.; 1♀, Toarco Jaya, Traja, 14-VI-1982, M. Tao leg. (HPC); 1♂, Karaenta, Maros～Camba, 4-VIII-1990, N. Kashiwai leg.; 1♀, Gantong, 700m in alt., Majannang, Kec, Tinggi Muncong, Gowa, 14-VIII-1990, N. Kashiwai leg.; 1♂, Bontopanno, Layah, Camba, 23-VIII-1990, N. Kashiwai leg.; 1♀, Tudera, Bontopanno, Layah, Camba, 24-VIII-1990, N. Kashiwai leg.; 5♂♂5♀♀, Palolo, 700m in alt., Palu, C. Sulawesi, IX-1990, native collector; 4♂♂1♀, same loc., XII-1990, native collector; S. Sulawesi: 4♂♂, Bantimurung, 4-V-1993, H. Matsuka leg.

Distribution. Sulawesi Is., Siau Is. of the Sangihe Isls. (Indonesia).

This new species is divided into two subspecies as follows:

1. Body above decorated with nearly whitish pubescence; pygidium moderate in length, acutely pointed at apex in lateral view; anal sternite of male shorter, widely roundedly truncate at apex .... *G. matsukai matsukai* s. str.
— Body above decorated with yellowish pubescence; pygidium very short, shorter than width of elytra in female, obliquely truncate at apex in lateral view; anal sternite of male longer, triangularly truncate at apex ..... *G. matsukai siauensis* subsp. nov.

Glipa (*Stenoglipa*) *matsukai matsukai* s. str.

(Fig. 32A-G)

Distribution. Sulawesi Is. (Indonesia).

Glipa (*Stenoglipa*) *matsukai siauensis* subsp. nov.

(Fig. 33A-G)

Male. Body above maculated with yellowish to pale yellowish white pubescence. Elytra decorated with the pubescence of the same colour, paler towards apices. Pygidium 0.54 times as long as elytra, 1.2 times as long as width of elytra, about 2.69 times as long as anal sternite, obliquely truncate at apex in lateral view, clothed with whitish pubescence in basal 1/2 of lateral portions. Anal sternite about 1.59 times as long as basal width, triangularly truncate at apex. Ventral screlotized branch of right paramere not so stout.

Female. Antenna very slightly shorter than width of head (0.99: 1), twice as long as wide in 5th and 10th segments; terminal segment 2.71 times as long as wide, 1.3 times as long as the penultimate. Pygidium 0.44 times as long as elytra, 0.96 times as long as width of elytra, about 2.55 times as long as anal sternite, clothed with whitish hairs in basal 2/3 of lateral portions. Anal sternite about 1.04 times as long as basal width, convex in ventral aspect, nearly straightly truncate at apex.

Length: 8.9-10.9mm.

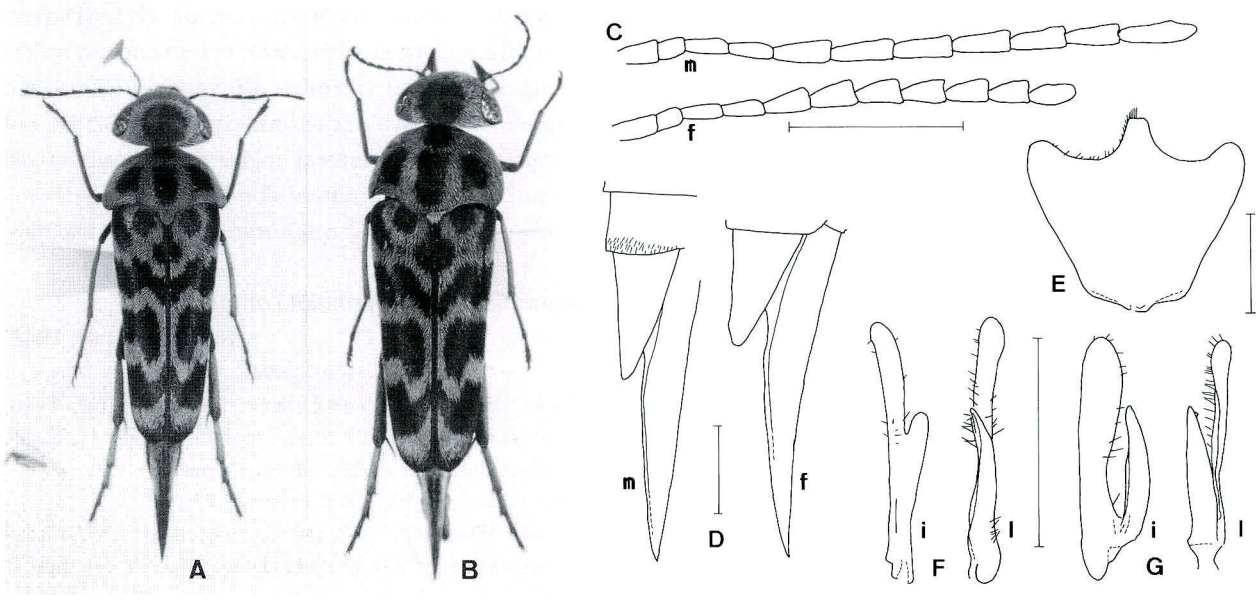


Fig. 32. *G.* (*S.*) *matsukai* sp. nov. —A, ♂, holotype; B, ♀, paratype; C, right antenna; D, m: sternites 6 with condition of fuscous hairs on apex, 7 and pygidium, lateral view; f: anal sternite and pygidium, same; E, 8th abdominal sternite of male; F, left paramere; G, right paramere. —m, male; f, female; i, inner view; l, lateral view. (Scales: 1mm.)

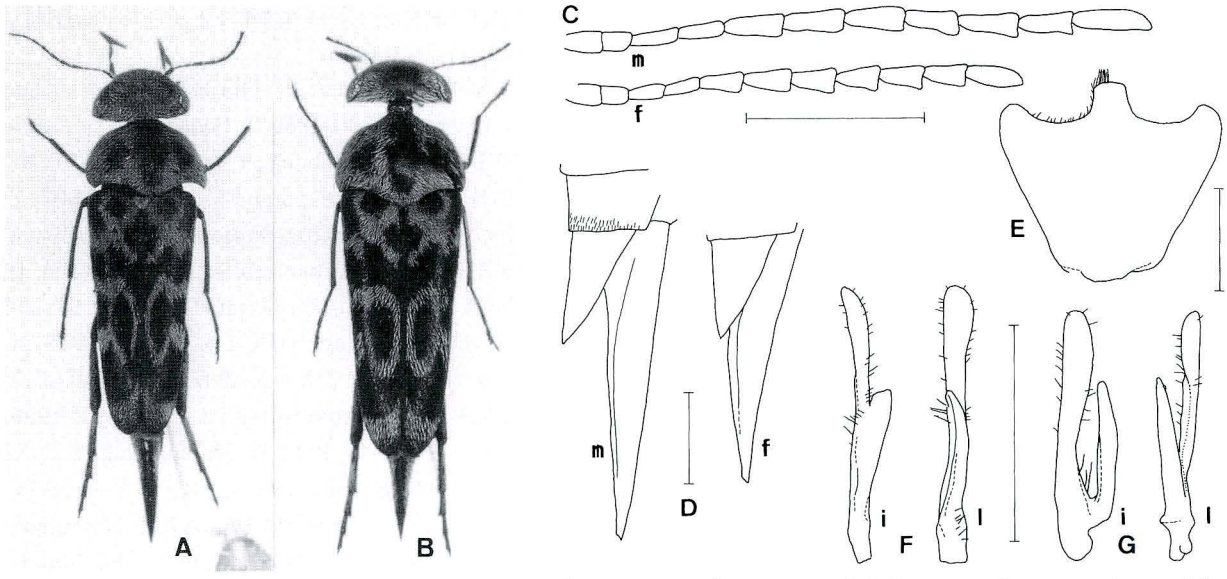


Fig. 33. *G.* (*S.*) *matsukai siauensis* subsp. nov. —A, ♂, holotype; B, ♀, paratype; C, left antenna; D, m: sternites 6 with condition of fuscous hairs on apex, 7 and pygidium, lateral view; f: anal sternite and pygidium, same; E, 8th abdominal sternite of male; F, left paramere; G, right paramere. —m, male; f, female; i, inner view; l, lateral view. (Scales: 1mm.)

Type series. Holotype, ♂, Akesimbeka, nr. Hulu, Siau Is., Sangihe Isls., 14-VIII-1979, N. Kashiwai leg. Paratypes: 1 ♂ 2 ♀♀, same data as the holotype; 1 ♂, same locality as the holotype, 10-VIII-1979, N. Kashiwai leg.

Distribution. Siau Is. of the Sangihe Isls. (Indonesia).

Glipa (*Stenoglipa*) *annulata* (Redtenbacher, 1868)

(Fig. 34-36)

Mordella annulata Redtenbacher, 1868, Reise Fregatte Novara, Zool., **2**, 1(A)1, p.140 (Novara= G. Nicobar Is.).

Glipa (*Stenoglipa*) *annulata*: Horák, 1994, Folia Heyrovskyana, **2**: 101, figs.1-6 (Nicobar Is., Nepal, Thailand, Vietnam, Java, Sumatera, Borneo).

Glipa malaccana Pic, 1911, Échange, **27**: 190.

Neoglipa (*Stenoglipa*) *griseopubens* Franciscolo, 1952, Annali Mus. civ. Stor. nat. Giacomo Doria, **65**: 331, 345, figs. B, no. 4, C, nos .6, 8, D, no. 4 (New Guinea). *Syn. nov.*

Male (lowland of the Malay Peninsula). Body above maculated with yellowish to pale yellowish and/or whitish pubescence. Head about 1.2 times as wide as long, clothed with yellowish pubescence; eyes about 1.28 times as long as wide. Antenna slender, 1.28 times as long as width of head, slightly longer than pronotal width (1.06: 1), 2.56 times as long as wide in 5th segment, 3.24 times in 10th; terminal segment 4.25 times as long as wide, 1.42 times as long as the penultimate. Pronotum 1.21 times as wide as head,

decorated with faintly deeper pubescence than on head. Elytra 2.3 times as long as wide; basal maculation consisting of the pubescence of the same colour as on pronotum, *U*-shaped at the bottom which reaches near basal 3/10; each middle mark about 0.42-0.45 times as long as elytra, approximated to basal maculation, consisting of pale yellowish white pubescence; a pair of apical marks clearly not reaching apices, usually, fully prolonged anteriad along suture and approximated to middle maculation, consisting of the same pubescence as middle maculation. Pygidium 0.62 times as long as elytra, 1.43 times as long as width of elytra, about 2.69 times as long as anal sternite, acutely pointed at apex, clothed with whitish pubescence except for the tip. Abdominal sternites 5-6 without blackish apical band. Anal sternite about 1.3 times as long as basal width, slightly longitudinally concave in ventral aspect, widely roundedly truncate at apex. Eighth abdominal sternite wider than long (1.23: 1), distinctly, roundedly projected at apico-lateral angles, with apico-median projection bilobed at apex. Ventral scrlotized branch of right paramere stout, flat on inner surface, obliquely truncate at apex in inner view.

Female (ditto). Antenna shorter than width of head (0.92: 1), fairly wide, 2.11 times as long as wide in 5th segment, 2.07 times in 10th; terminal segment 2.62 times as long as wide, 1.29 times as long as the penultimate. Pygidium 0.56 times as long as elytra, 1.25 times as long as width of elytra, about 2.7 times as long as anal sternite. Anal sternite about 1.24 times as long as basal width, convex in ventral aspect, slightly bisinuate at apex.

Length: 6.6-11.3mm.

Distribution. Nicobar Isls. (India), S. Thailand, Vietnam?, W. Malaysia, Palawan Is. (Philippines), Borneo (E. Malaysia & Indonesia), Sumatera, Bali Is., Java Is., Lombok Is. (Indonesia), New Guinea?, Nepal?

It is most probable that the record from Nepal and Vietnam by Horák (1994) is based on other different species. Two subspecies are recognized as follows:

1. Last segment of male antenna slenderer; middle *X*-mark of elytra longer, about 0.42-0.45 times as long as elytra; apical whitish maculation of each elytron approximated to elytral apex; pygidium clothed with whitish pubescence except for the tip; abdominal sternites 5-6 without blackish apical band; 8th abdominal sternite of male more or less projected roundedly at apico-lateral angles; ventral sclerotized branch of right paramere thicker ..... *G. annulata annulata* s. str.

— Last segment of male antenna shorter and broader; middle *X*-mark of elytra shorter, about 0.35 times as long as elytra; apical whitish maculation of each elytron apparently distant from elytral apex; pygidium clothed with black pubescence in apical half; abdominal sternites 5-6 each with blackish apical band; 8th abdominal sternite of male not projected at apico-lateral angles; ventral sclerotized branch of right paramere slenderer ..... *G. annulata baliensis* subsp. nov.

Glipa (*Stenoglipa*) *annulata annulata* (Redtenbacher, 1868)

(Fig. 34A-G)

Glipa (*Stenoglipa*) *annulata*: Horák, 1994, Folia Heyrovskyana, **2**: 101, figs.1-6 (partim: Nicobar Is., Nepal, Thailand, Vietnam, Sumatera, Borneo).

Glipa malaccana Pic, 1911, Échange, **27**: 190.

Neoglipa (*Stenoglipa*) *griseopubens* Franciscolo, 1952, Annali Mus. civ. Stor. nat. Giacomo Doria, **65**: 331, 345, figs. B, no. 4, C, nos. 6, 8, D, no. 4.

Glipa malaccana: Ermisch, 1940, Ent. Bl., **36**: 168 (partim: Malacca).

Neoglipa (*Stenoglipa*) *malaccana malaccana*: Chûjô, 1964, Nat. Life SE Asia, Kyoto, **3**: 238, Fig. 30 (Thailand).

Length: 7.7-11.3mm.

Specimens examined. S. Thailand: 2 ♀♀, Khao Chong, nr. Trang, 15-VI-1980, T. Senoh leg.; 1♀, same loc., 17-VI-1980, T. Senoh leg.; 1 ♀, same loc., 6-VIII-1993, T. Senoh leg.; 1 ♀, same loc., 7-VIII-1993, T. Senoh leg.; 1♂1♀, Banlang National Park, nr. Than, 25 ~ 29-XII-1994, Y. Takanami leg., W. Malaysia: 19 miles Point from Tapah, Cameron Highlands: 1♂, 29-III-1979, S. Takeda leg. (HPC); 1 ♂, 1-IV-1979, K. Sugino leg. (HPC); 1 ♀, IX ~ X-1987, native coll.; 1 ♂, 14-III-1989, K. Matsumoto leg.; 1 ♂ 1 ♀, IV-1990, native coll.; 1 ♂, 25-IV-1992, H. Matsuka leg.; 5 ♂♂2 ♀♀, 25-IV-1993, S. Nirasawa leg.; 3 ♂♂1 ♀, 28-IV-1993, S. Nirasawa leg.; 1♂, 14-IV-1997, K. Matsumoto leg.; 10 miles Point from Tapah, Cameron Highlands: 1 ♂, 31-III-1979, K. Sugino leg. (HPC); 9 miles Point from Tapah, Cameron Highlands: 2 ♂♂1 ♀, 1-IV-1979, S. Takeda leg. (HPC); 1 ♂, Genting Highlands, 9-IV-1979, M. Ito leg.; Templer Park, nr. Kuala Lumpur: 1 ♀, 12-VII-1976, R. Fujimoto leg. (HPC); 1 ♂, 28-III-1977, T. Mizunuma leg. (HPC); 1 ♀, 14-V-1979, S. Imasaka leg. (HPC); 1♂1♀, 21-V-1979, T. Hatayama leg. (HPC); 1 ♀, 23-XII-1983, M. Takakuwa leg.; 21 ♂♂9 ♀♀, Tioman Is., 21 ~ 24-III-1997, K. Maruyama leg.; S. Palawan Is., Philippines: 1♂, nr. Bayok, 750m in alt., nr. Brook's Point, 13-IV-1980, N. Kashiwai leg.; 1♀, Anibong~Kuta, 900m in alt., Mt. Mantalingajan, 4-IV-1980, N. Kashiwai leg., Saba, N. Borneo: 1 ♀, Ranau, 16-V-1979, N. Nishikawa leg.; 1♂, 800m in alt., nr. Ranau, 9-VIII-1989, K. Maruyama leg.; 1♂, Moyog, 6-VIII-1989, K. Maruyama leg.; 2 ♂♂, Sandakan, 20-VI-1976, R. Fujimoto leg. (HPC); 2♂♂, Mamut, 800m in alt., 23-II-1993, K. Maruyama leg.; Poring: 6 ♂♂3

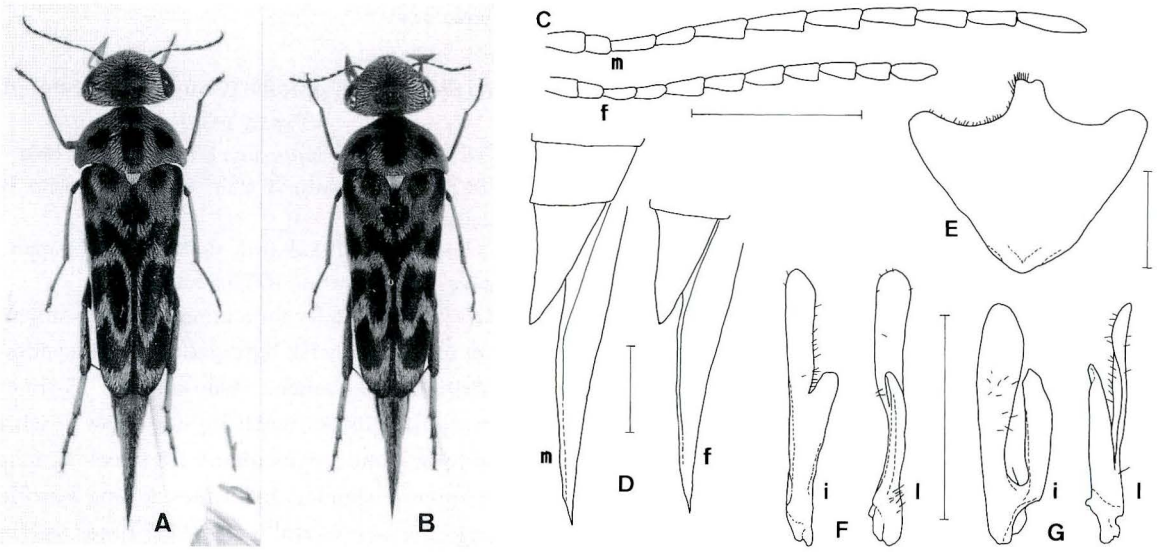


Fig. 34. *G.* (*S.*) *annulata* (Redtenbacher) in lowland of the Malay Peninsula. —A, ♂; B, ♀; C, left antenna; D, m: sternites 6 with condition of fuscous hairs on apex, 7 and pygidium, lateral view; f: anal sternite and pygidium, same; E, 8th abdominal sternite of male; F, left paramere; G, right paramere. —m, male; f, female; i, inner view; l, lateral view. (Scales: 1mm.)

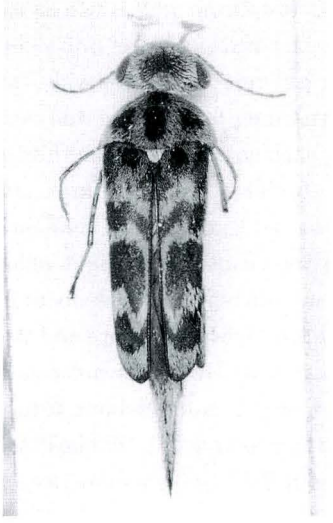


Fig. 35. Habitus of the holotype of *Neoglipa* (*Stenoglipa*) *griseopubens* Franciscolo. (Photographed by H. Karube.)

♀♀, 18-VIII-1981, H. Matsuka leg.; 9 ♂♂ 6 ♀♀, 4 ~11-VI-1992, M. Takakuwa leg.; 1 ♂, Sepilok, 7-VIII-1981, T. Yasuda leg.; 1 ♀, nr. Mt. Arab, 1200m in alt., 15-VIII-1987, K. Maruyama leg.; 1 ♂, Keningau, 21-VI-1973, T. Kobayashi leg.; 1 ♀, same loc., 22-V-1984, N. Kobayashi leg.; 2 ♂♂ 1 ♀, Liawan, Keningau, 1-III-1977, N. Kashiwai leg.; 1 ♂, Trus Madi, nr. Keningau, V-1994, local coll.; Sarawak, N. Borneo: 5♀♀, Tundong, 1-I-1987, K. Maruyama leg.; Teng Bukap: 1 ♂ 1 ♀, 30-XII-1987, K. Maruyama leg.; 2 ♂♂ 1 ♀, 11-IX-1988, K. Maruyama leg.; 1 ♂, 25-II-1993, K. Maruyama leg.; 4 ♂♂ 1 ♀, Matang, 27-II-1993, K. Maruyama leg.; 3 ♀♀, Kanpong Segu, nr. Kuching, 14-V-1983, M. Tao leg. (HPC); Mt. Bawang, W. Kalimantan, S. Borneo: 2 ♂♂, VI-1991, N. Nishikawa leg.; 1 ♀, VII-1991, N. Nishikawa leg.; 1 ♀, X-1991, N. Nishikawa leg.; N. Sumatera: 1♀, Kualas, Simpang, E. Ache, VIII-1990, native coll.; 18 ♂♂ 11 ♀♀, E. Ache, VI-1995, native coll.; 2 ♂♂, Subulussalum, 50m in alt., S. Ache, 2-V-1994, M. Takakuwa leg.; 1 ♂, Kutacane, Ache, 27-IV-1997, K. Maruyama leg.; 1 ♂ 1 ♀, Siburagi, 9-VIII-1976, R. Fujimoto leg. (HPC); 3 ♂♂, Bandar Baru, 15-IV-1993, S. Nirasawa leg.; 1 ♂ 1 ♀, same loc., 21-IV-1993, S. Nirasawa leg.; 1 ♂, same loc., 22-IV-1993, S. Nirasawa leg.; 1 ♂, same loc., VII-1993; 1 ♂, same loc., 1-I-1995; 1 ♂ 1 ♀, nr. Brastagi, VII-1995, native coll.; 1 ♀, Sibolangit, 6-V-1990, K. Matsumoto leg.; 1♂, same loc., IV-1993, K. Kume leg.; 1♀, Sukamakmur, 4-V-1988, A. Saito leg.; 1♂, Pasar Baru, 28-III-1996, K. Maruyama leg.; 1♂, Matang, 17-III-1995, K. Maruyama leg.; 1♂, Susuk, Kalo Hills, 1-V-1997, K. Maruyama leg.; 1♀, Silalahi, 1600m in alt., nr. Toba Lake, 30-IV-1997, K. Maruyama leg.; Harau, W. Sumatera: 14 ♂♂ 8 ♀♀, 1995, native coll.; 1 ♂ 3 ♀♀, VIII-1996, native coll.; Ranau, S. Sumatera: 1 ♀, 22-IV-1979, M. Ito leg.; 1 ♂, 23-IV-1979, M. Ito leg.; 3 ♂♂ 3 ♀♀, 26-IV-1979, M. Ito leg.; 1 ♀, 27-IV-1979, M. Ito leg.

Distribution. G. Nicobar Is. of the Nicobar Isls. (India), S. Thailand, Vietnam?, W. Malaysia, Palawan Is. (Philippines), Borneo (E. Malaysia & Indonesia), Sumatera (Indonesia), New Guinea?, Nepal?

This subspecies is widely and commonly distributed in the Sundalands, and shows some individual and geographical variations. For example, specimens of Borneo usually have the following characters: yellowish dorsal pubescence paler; elytra decorated with nearly uniform-coloured maculations; 8th abdominal sternite slightly projected at apico-lateral angles; on the other hand, those of Sumatera are as follows: yellowish dorsal pubescence paler, with

elytral basal maculation deeper than in middle and apical ones; 8th abdominal sternite of male provided with more projected apico-lateral angles than in the specimens of Borneo. Individual variations are recognized in the body shape, coloration, elytral maculation, antennal shape and length, genitalic features, and so on.

Franciscolo (1952) described *Neoglipa* (*Stenoglipa*) *griseopubens* from New Guinea, but the original description and photographs of the holotype (Fig. 35) deposited in the Museo Civico di Storia Naturale "G. Doria" , Genova perfectly agree with the present subspecies. It seems most probable that Franciscolo's holotype must bear a wrong locality label.

Glipa (*Stenoglipa*) *annulata baliensis* subsp. nov.

(Fig. 36A-G)

Glipa (*Stenoglipa*) *annulata*: Horák, 1994, Folia Heyrovskyana, **2**: 101, figs.1-6 (partim: Java).

Length: 6.6-10.5mm.

Type series. Holotype, ♂, Negara, Bali Is., 27-VI-1988, K. Kishi leg. Paratypes: 1 ♂, same data as the holotype; 5 ♂♂ 1 ♀, Airsumbul, Bali Is., 1-VII-1988, K. Kishi leg.

Additional specimens examined. Pulau, Melah, Java Is.: 2 ♂♂, 19-V-1982, M. Tao leg. (HPC); 2 ♂♂ 1 ♀, 20-V-1982, M. Tao leg. (HPC); 1 ♂ 2 ♀♀, 29-V-1982, M. Tao leg. (HPC), Lombok Is.: 3 ♂♂, 1995, no further data.

Distribution. Bali Is., Java Is., Lombok Is. (Indonesia).

The present new subspecies may be closely similar to the specimens of the Malay Peninsula of the nominotypical subspecies because of the similar coloration, but has apparent differences as shown in the above key.

Glipa (*Stenoglipa*) *gracilis* (Chûjô, 1964), stat. nov.

(Fig. 37A-G)

Neoglipa (*Stenoglipa*) *malaccana gracilis* Chûjô, 1964, Nat. Life SE Asia, Kyoto, **3**: 238, Fig. 31 (Chanta Buri, Thailand).

Glipa ishigakiana: Takakuwa, 1985, Coleopt. Japan Col. Osaka, **3**: 379 (partim: N. Thailand).

Male. Body slender for a member of the subgroup; dorsum maculated with light yellow to pale yellowish and whitish pubescence. Head about 1.15 times as wide as long, clothed with light yellow to whitish yellow pubescence; eyes about 1.3 times as long as wide. Antenna slender, 1.22 times as long as width of head, as long as pronotal width, 2.35 times as long as wide in 5th segment, 2.39 times in 10th; terminal segment excavated behind apex of inner margin, 4 times as long as wide, 1.41 times as long as the penultimate. Pronotum 1.22 times as wide as head, decorated with faintly deeper pubescence than on head. Elytra 2.27 times as long as wide, rather rapidly, straightly attenuate from before middle, then gently so posteriad; each basal maculation thin, often divided into two, anterior *U*-shaped mark and posterior transverse waved line, though connected with two longitudinal lines, consisting of light yellow to whitish pubescence; middle whitish mark about 0.34 times as long as elytra, gently waved before and strongly zigzag behind; apical whitish marks not reaching apices, somewhat prolonged anteriad along suture. Pygidium 0.63 times as long as elytra, 1.46 times as long as width of elytra, about 2.95 times as long as anal sternite, acutely pointed at apex, clothed with whitish pubescence in basal 1/2 of lateral parts. Abdominal

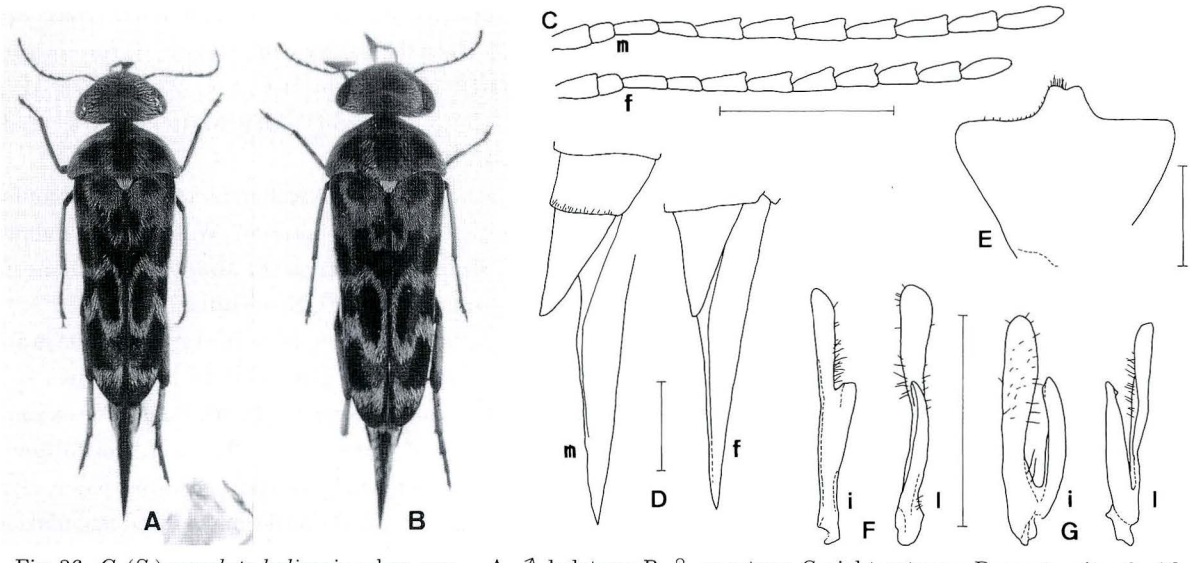


Fig. 36. *G.* (*S.*) *annulata baliensis* subsp. nov. —A, ♂, holotype; B, ♀, paratype; C, right antenna; D, m: sternites 6 with condition of fuscous hairs on apex, 7 and pygidium, lateral view; f: anal sternite and pygidium, same; E, 8th abdominal sternite of male; F, left paramere; G, right paramere. —m, male; f, female; i, inner view; l, lateral view. (Scales: 1mm.)

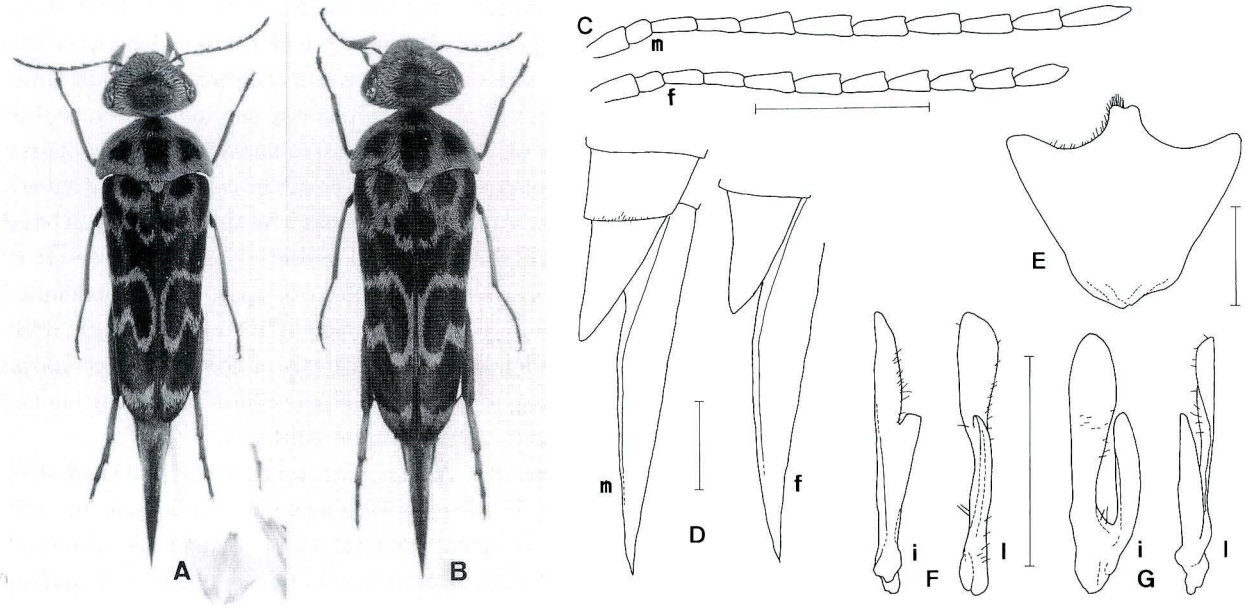


Fig. 37. *G. (S.) gracilis* (Chûjo). —A, ♂; B, ♀; C, right antenna; D, m: sternites 6 with condition of fuscous hairs on apex, 7 and pygidium, lateral view; f: anal sternite and pygidium, same; E, 8th abdominal sternite of male; F, left paramere; G, right paramere. —m, male; f, female; i, inner view; l, lateral view. (Scales: 1mm.)

sternites 5-6 almost lacking in blackish apical band. Anal sternite about 1.26 times as long as basal width, flat at ventral aspect, nearly transversely truncate at apex. Eighth abdominal sternite wider than long (1.14: 1), straightly broadened apicad, somewhat projected at apico-lateral angles, with apico-median projection bilobed at apex. Parameres just as in the preceding species though the left paramere is attenuate before the basal part.

Female. Antenna almost as long as width of head, slightly wide, 2.4 times as long as wide in 5th segment, 2.04 times in 10th; terminal segment 2.89 times as long as wide, 1.3 times as long as the penultimate. Pygidium 0.56 times as long as elytra, 1.29 times as long as width of elytra, about 3 times as long as anal sternite. Anal sternite slightly convex in ventral aspect, very slightly emarginate at apex.

Length: 7.8-11.1mm.

Specimens examined. N. Thailand: Chiang Dao, nr. Chiang Mai: 4 ♂♂, 2-V-1980, S. Tsuyuki leg.; 15 ♂♂ 11 ♀♀, 2 ~ 3-V-1980, Y. Komiya leg.; 1 ♂, 11-IV-1983, T. Shimomura leg.; 4 ♂♂ 1 ♀, 1-V-1984, M. Takakuwa leg; 2 ♂♂ 2 ♀♀, Doi Suthep, nr. Chiang Mai, 2-V-1980, Y. Komiya leg.; 19 ♂♂ 7 ♀♀, Wang Chin, Phrae Pref., 2-V-1997, M. Takakuwa leg.; C. Thailand: 2 ♂♂, Khao Chamao, 400m in alt., nr. Chantha Buri, 28 ~ 29-IV-1997, M. Takakuwa leg.

Distribution. C. & N. Thailand.

This species is closely allied to *ishigakiana* Kôno from the Ryukyus and the Philippines in general feature, but is easily distinguished from it by the following points: body slenderer; elytral maculations distinctly thinner, with middle annular one strongly zigzag behind; pygidium longer; 8th abdominal sternite of male more projected at apico-lateral angles.

Group of *G. longispinosa*

Body somewhat slender, moderate or large in size; male antenna not so slender, with segment 5 apparently longer than 4th and 6th, with last segment elongate-fusiform; female antenna serrate in 5-10th segments; pronotum decorated with 4 black spots; scutellum clothed with whitish pubescence; apical whitish semicircular band of each elytron emarginated at front margin and not arrived at apex; pygidium evidently long, straightly attenuate towards apex which is acutely pointed; mesosternal process arcuate at apex; abdominal sternites 5-6 each with a pair of blackish spots or fasciae at apex; anal sternite flat in male and convex in female in ventral aspect, slightly arcuate in male and slightly emarginate in female at apex; 8th abdominal sternite shovel-shaped with apico-lateral projections; left paramere with sclerotized branch divergent from the right margin of base of dorsal membranous branch; right paramere distinctly reflexed near the base of the left side of dorsal membranous branch, slightly excavated at right side of dorsal membranous branch, with ventral sclerotized branch slender and reflexed outwards at apex.

Two species of this group are distributed in the Sundalands and Sulawesi, respectively.

Key to Species

1. Body above maculated with white pubescence; each

basal maculation of elytra consisting of transversely waved fascia and oblique line running from scutellum to that fascia; middle annular marks of elytra gently waved behind; abdominal sternites 5-6 each with blackish apical band ····· *G. albannulata* sp. nov.

— Body above maculated with whitish and yellowish pubescence in male; each basal maculation of elytra *X*-shaped; middle annular marks of elytra distinctly zigzag behind; abdominal sternites 5-6 each with a pair of blackish spots in apico-lateral areas ····· ····· *G. longispinosa* sp. nov.

Glipa (*Stenoglipa*) *albannulata* sp. nov.

(Fig. 38A-G)

Male. Body rather stout; dorsum decorated with entirely white pubescence. Head about 1.23 times as wide as long; eyes about 1.24 times as long as wide. Antenna slender, 1.2 times as long as width of head, as long as or slightly shorter than pronotal width, 3.04 times as long as wide in 5th segment, 2.54 times in 10th; terminal segment 3.43 times as long as wide, 1.38 times as long as the penultimate. Pronotum 1.22 times as wide as head. Elytra 2.36 times as long as wide, rather gently, straightly attenuate from before middle, then very gently so posteriad; each basal maculation consisting of transversely waved fascia and oblique line running from scutellum to that fascia which hardly reaches basal 1/4; middle *X*-mark about 0.36 times as long as elytra, gently waved before and behind; apical marks semicircular with excavated anterior parts, not reaching apices, somewhat prolonged anteriad along suture. Pygidium stout, gently attenuate apicad, 0.68 times as long as elytra, 1.61 times as long as width of elytra, about 3.06 times as long as anal sternite, dully pointed at apex, clothed with whitish pubescence in basal 2/3 of lateral parts. Abdominal sternites 5-6 with broad black band at each apex. Anal sternite about 1.44 times as long as basal width, flat in ventral aspect, nearly transversely or widely roundedly truncate at apex. Eighth abdominal sternite wider than long (1.19: 1), rather arcuately broadened apicad, distinctly projected at apico-lateral angles, with apico-median projection slightly bilobed at apex. Right paramere broad.

Female. Antenna shorter than width of head (0.93: 1), 2.55 times as long as wide in 5th segment, 1.64 times in 10th; terminal segment 2.65 times as long as wide, 1.54 times as long as the penultimate. Pygidium 0.58 times as long as elytra, 1.3 times as long as width of elytra, about 3.52 times as long as anal sternite. Anal sternite 1.21 times as long as basal width.

Length: 10.2-12.5mm.

Type series. Holotype, ♂, Palolo, 700m in alt., Palu, C. Sulawesi, IX-1990, native collector. Paratypes: 6 ♂♂ 12 ♀♀, same data as the holotype; same locality as the holotype: 1 ♀, I-1988, native collector; 1 ♀, VIII-1990, native collector; 1 ♀, X-1990, native collector; 3 ♂♂ 2 ♀♀, XII-1990, native collector; C. Sulawesi: 1 ♂, Tohjambu, 400 ~ 1000m in alt., nr Palolo, 12-V-1985, N. Kobayashi leg.; 1 ♀, Palu, VIII-1990, native collector; 1♀, Puncak, Palopo,

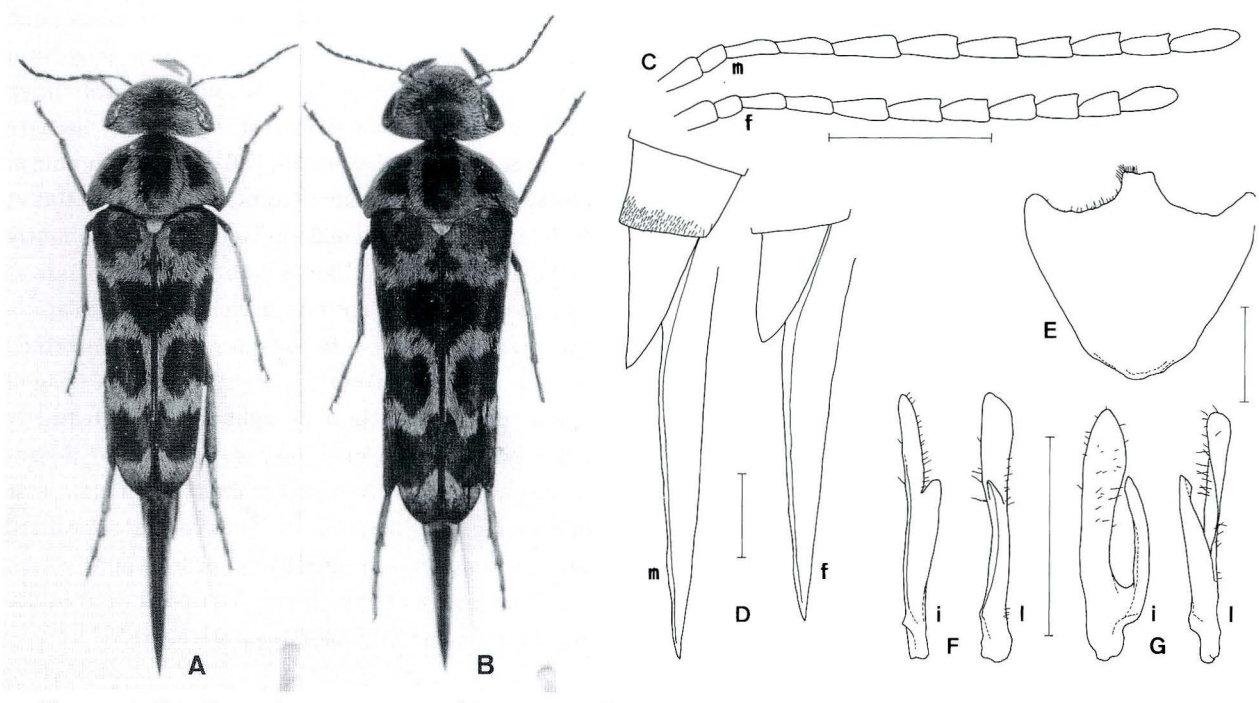


Fig. 38. *G.* (*S.*) *albannulata* sp. nov. —A, ♂, holotype; B, ♀, paratype; C, right antenna; D, m: sternites 6 with condition of fuscous hairs on apex, 7 and pygidium, lateral view; f: anal sternite and pygidium, same; E, 8th abdominal sternite of male; F, left paramere; G, right paramere. —m, male; f, female; i, inner view; l, lateral view. (Scales: 1mm.)

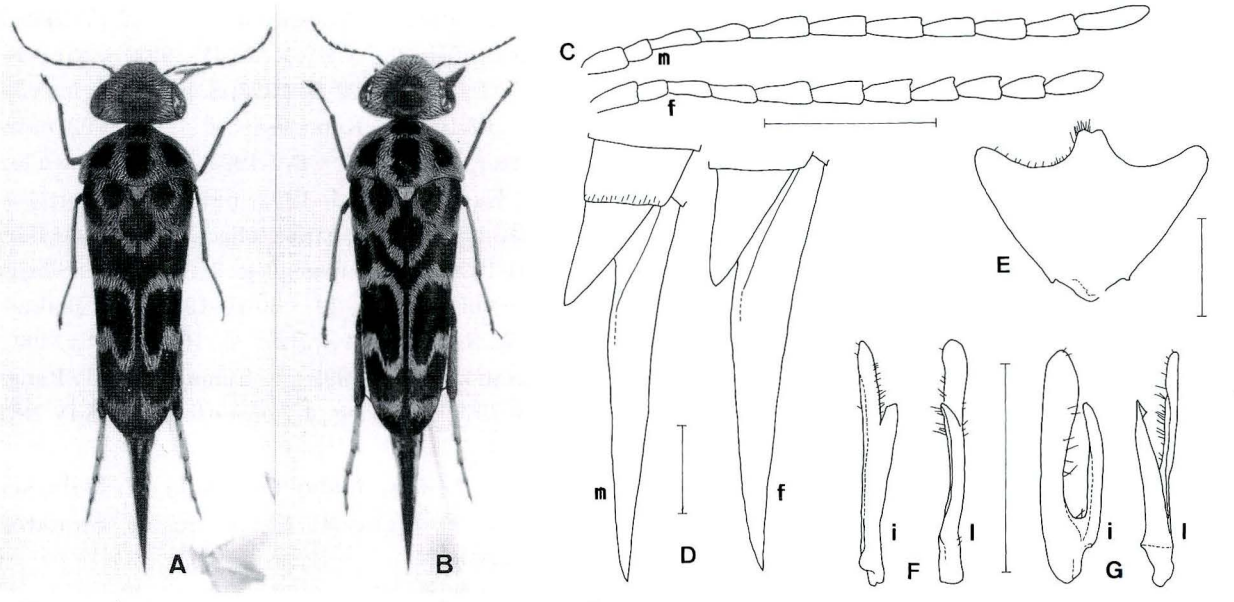


Fig. 39. *G.* (*S.*) *longispinosa* sp. nov. —A, ♂, holotype; B, ♀, paratype; C, right antenna; D, m: sternites 6 with condition of fuscous hairs on apex, 7 and pygidium, lateral view; f: anal sternite and pygidium, same; E, 8th abdominal sternite of male; F, left paramere; G, right paramere. —m, male; f, female; i, inner view; l, lateral view. (Scales: 1mm.)

VI-1990, native collector.

Additional specimens examined. Many ♂♂♀♀, same locality as the holotype, 1988-1991.

Distribution. C. Sulawesi (Indonesia).

This new species is distinguishable from the other species of this subgenus in having the characteristic elytral basal maculation which consists of transversely waved fascia and oblique line running from the scutellum to that fascia.

***Glipa* (*Stenoglipa*) *longispinosa* sp. nov.**

(Fig. 39A-G)

Male. Body slender; dorsum maculated with yellow to pale yellowish and whitish pubescence. Head about 1.21 times as wide as long, clothed with yellow to light yellow pubescence; eyes fully convex, about 1.22 times as long as wide. Antenna slender, 1.27 times as long as width of head, 1.05 times as long as pronotal width, 2.86 times as long as wide in 5th segment, 2.48 times in 10th; terminal segment with inner margin slightly waved, 3.75 times as long as wide, 1.45 times as long as the penultimate. Pronotum 1.22 times as wide as head, decorated with same colored or slightly deeper pubescence than on head. Elytra 2.31 times as long as wide, rather rapidly, straightly attenuate before middle, then gently so posteriad; each basal maculation thin, *U*-shaped at the bottom which extends beyond basal 1/4, consisting of similar pubescence on pronotum; middle *X*-mark about 0.37 times as long as elytra, hardly waved before and strongly zigzag behind, consisting of yellow to pale yellowish white pubescence; apical whitish marks rather crescent, not reaching apices, somewhat prolonged anteriad along sutures. Pygidium 0.65 times as long as elytra, 1.5 times as long as width of elytra, about 3.2 times as long as anal sternite, acutely pointed at apex, clothed with whitish pubescence in basal 1/2 of lateral parts. Abdominal sternites 5-6 with black spots in apico-lateral areas, usually with fuscous hairs at apex of 6. Anal sternite about 1.44 times as long as basal width, flat in ventral aspect, nearly transversely or widely triangularly truncate at apex. Eighth abdominal sternite wider than long (1.33: 1), straightly broadened apicad, somewhat projected at apico-lateral angles, with apico-median projection bilobed at apex. Parameres slender for a member of the group.

Female. Antenna slightly longer than width of head (1.06: 1), 2.36 times as long as wide in 5th segment, 1.82 times in 10th; terminal segment 2.9 times as long as wide, 1.45 times as long as the penultimate. Pygidium 0.6 times as long as elytra, 1.42 times as long as width of elytra, about 3.45 times as long as anal sternite. Anal sternite 1.3 times as long as basal width.

Length: 7.3-11.8mm.

Type series. Holotype, ♂, Poring, Sabah, N. Borneo, 16-VIII-1989, K. Maruyama leg. Paratypes: same locality as the holotype: 1♂3♀♀, 15-VI-1976, T. Mizunuma leg. (HPC); 1♂, 1-IV-1980, K. Sugino leg. (HPC); 1♀, 11-V-1981, M. Tao leg. (HPC); 1♂, 16-VIII-1981, Y. Joki leg.; 1♂2♀♀, 18-VIII-1981, H. Matsuka leg.; 2♀♀, 2-V-1988, K. Maruyama leg.; 11♂♂6♀♀, 4～11-VI-1992, M. Takakuwa leg.; 1♂1♀, 22-II-1993, K. Maruyama leg.; Sabah, N. Borneo: 1♂, Headquarters of Kinabalu National Park, 26-VI-1976, T. Mizunuma leg. (HPC); 1♂, Sayap, 900m in alt., Mt. Kinabalu, 11-II-1993, K.

Maruyama leg.; 1♀, same, 12-II-1993, K. Maruyama leg.; 2 ♀♀, Mamut, 800m in alt., Mt. Kinabalu, 23-II-1993, K. Maruyama leg.; 1 ♀, Kundasang, 25-III-1989, K. Matsumoto leg.; 3 ♂♂ 1 ♀, Moyog, 6-VIII-1989, K. Maruyama leg.; 3 ♂♂, 800m in alt., nr. Ranau, 9-VIII-1989, K. Maruyama leg.; 1♀, Kimanis Road, 4-V-1981, M. Tao leg. (HPC); 1 ♀, same, 11-V-1981, M. Tao leg. (HPC); 1 ♂ 1 ♀, same, 15 ~ 23-V-1983, M. Tao leg. (HPC); 1 ♂, Keningau, 21-IV-1973, T. Kobayashi leg.; 4 ♂♂ 1 ♀, Liawan, nr. Keningau, 1-VIII-1973, N. Kashiwai leg.; 1♂, Trus Madi, Sabah, N. Borneo, 1-IV-1992, H. Ohishi leg. (HPC).

Additional specimens examined. W. Malaysia: Cameron Highlands, 19 miles Point: 1 ♀, 28-II-1974, Y. Kiyoyama leg. (HPC); 1 ♂, 29-III-1979, S. Takeda leg. (HPC); 1 ♂ 1 ♀, 1-IV-1979, K. Sugino leg. (HPC); 1♀, 19-V-1979, S. Imasaka leg. (HPC); 1♂, IV-1987, native collector; 1 ♂, 29-IV-1990, K. Matsumoto leg.; 6 ♂♂ 2 ♀♀, 23-IV-1992, H. Karube leg.; 1 ♂, 25-IV-1992, H. Karube leg.; 11 ♂♂ 4 ♀♀, 25-IV-1993, S. Nirasawa leg.; 1 ♂, 28-IV-1993, S. Nirasawa leg.; Cameron Lowlands: 1 ♀, 9-X-1988, H. Matsuka leg.; Templer Park, nr. Kuala Lumpur: 1 ♂ 1 ♀, 12-VII-1976, R. Fujimoto leg. (HPC); 2 ♂♂, 28-III-1977, T. Mizunuma leg. (HPC); 1 ♂, IV-1997, K. Matsumoto leg.; Sarawak, N. Borneo: 1 ♀, Teng Bukap, 25-II-1993, K. Maruyama leg.; 2 ♂♂, Matang, 1-IV-1996, K. Maruyama leg.; Mt. Bawang, W. Kalimantan: 2 ♂♂, IV-1990, N. Nishikawa leg.; 1 ♂, III-1991, N. Nishikawa leg.; 1 ♀, V-1991, N. Nishikawa leg.; 5 ♂♂ 4 ♀♀, VI-1991, N. Nishikawa leg.; 2 ♂♂ 3 ♀♀, VII-1991, N. Nishikawa leg.; 8 ♂♂ 1 ♀, VIII ~ IX-1991, N. Nishikawa leg.; N. Sumatera: 16 ♂♂, E. Aceh, VI-1995, native collector; 4 ♂♂ 2 ♀♀, Subulussalum, 50m in alt., S. Aceh, 2-V-1994, M. Takakuwa leg.; 1 ♂, Sibolangit, IV-1993, K. Kume leg.; 1 ♂, same, 15-III-1995, K. Maruyama leg.; 1 ♂, same, 3-V-1997, K. Maruyama leg.; 7 ♂♂, nr. Brastagi, VI-1995, native collector; Bandar Baru: 3 ♂♂, 15-IV-1993, S. Nirasawa leg.; 1 ♂, 19-IV-1993, S. Nirasawa leg.; 2 ♂♂ 2 ♀♀, 21-IV-1993, S. Nirasawa leg.; 3 ♂♂ 5 ♀♀, 22-IV-1993, S. Nirasawa leg.; 3 ♂♂ 1♀, IV-1993, K. Kume leg.; 3♂♂, VII-1993, native collector; 1 ♂ 1 ♀, 5 ~ 6-V-1994, M. Takakuwa leg.; 1 ♀, Katacane, 12-X-1992, native collector; 1 ♀, Bukittinggi, V-1992, native collector; 1♀, Pasar Baru, 23-III-1996, K. Maruyama leg.; 1♂2♀♀, nr. Sibolga, 450 ~ 600m in alt., 29 ~ 30-IV-1994, M. Takakuwa leg., W. Sumatera: 4 ♂♂ 2 ♀♀, Harau Vally, 400 ~ 500m in alt., VIII-1992, , S. Sumatera: 1 ♂, Ranau, 23-IV-1979, M. Ito leg.; 1♂, same locality, 26-IV-1979, M. Ito leg.

Distribution. Malay Peninsula (W. Malaysia), Borneo (E. Malaysia & Indonesia), Sumatera (Indonesia).

This new species is very closely similar to *G. annulata* (Redtenbacher) in general appearance, but is easily distinguished from it by the longer and blackish pygidium.

4) Phylogenetic relationships of groups and species in the subgenus *Stenoglipa*

Result of phylogenetic investigation on key characters in the subgenus *Stenoglipa* is shown in Table 1. They were fundamentally determined by relative investigation among the genera *Glipa* LeConte, *Ophthalmoglipa* Franciscolo, *Glipidiomorpha* Franciscolo and *Cephaloglipa* Franciscolo, which form a definite group as a rank of supergenus, and also among the other genera included in the tribe Mordellini. The primitive characters are not only common in the "supergenus" except in *Ophthalmoglipa* from Africa, but also are often or always recognized in the other genera, except for the character of shape of last segment of maxillary pulpus which is quite peculiar in the tribe. The derivative characters are more or less peculiar,

Table 1. Phylogenetic investigation on the key characters in the subgenus *Stenoglipa*.

	Primitive	Derivative
eye	densely haired	nearly hairless
maxil. palpus*	moderately isosceles-triangular	very widely isosceles-triangular
male antenna	short, wide	slender, weakly serrate
elytra	broad; gradually attenuate posteriad	slender; abruptly attenuate posteriad
pygidium	short, stout; gently carinate; gradually attenuate posteriad; not pointed at apex	long; steeply carinate with dorsal cicatrix; abruptly attenuate; acutely pointed at apex
male protibia	curved with long setae at base	thinly straight without basal setae
male 8th sternite	small, thick; simple-shaped; longer than wide	large, thin; complex-shaped; wider than long
parameres	short, broad	slender

*. Shape of last segment of maxillary palpus.

usually not found in the other subgenera of *Glipa*, the genera *Glipidiomorpha* and *Cephaloglipa*, and hardly or only sometimes found in the other genera. They evidently characterize the subgenus *Stenoglipa* and the genus *Ophthalmoglipa*, a close similarity of which is regarded as a parallelism. Fundamentally evolutionary specialization in the subgenus *Stenoglipa* among the group of *Glipa* and its related genera may have been advanced as shown in Table 1. It is commonly considered that the groups or species having more derivative characters are phylogenetically more derivative.

The subgenus *Stenoglipa* is divided into two supergroups.

The supergroup of *G. nipponica* is apparently more primitive than the supergroup of *G. annulata* in maintaining all the primitive characters, whereas the latter has almost all the derivative characters. *Glipa nipponica* Nomura from Southwest Japan is doubtless the most primitive in the supergroup by lacking almost all the distinct derivative characters. To the contrary, *G. gracillima* sp. nov. from Borneo may be the most derivative for the reason of having such derivative characters as the slender antennae and elytra, and long and rather steeply carinate pygidium.

The supergroup of *G. annulata* is divided into four groups.

Of these, the group of *G. australis* consisting of five species distributed to the east of Weber's Line, New Guinea and its related regions, is peculiar in having variable basal maculations on the elytra instead of nearly stable *XX*-shaped ones, and yellowish transverse band near the middle instead of whitish *X*-shaped annular maculation. This is considered clearly derivative in the supergroup. However, the group of *G. australis* is provided with certain primitive characters as follows, though they occur in only a part of species: male protibiae curved inwards with basal setae; pygidium stout, narrowly truncated at the apex in lateral view; 8th abdominal sternite of male rather thick, longer than wide; left paramere stout. Therefore, there is a possibility that the group of *G. australis* is the most primitive in the supergroup.

In species relationship, it is certain that *G. komiyai* sp. nov. from New Guinea is the most derivative except an unnamed species from the Molucca Islands, especially in having the slender antenna, straight protibia, fully broadened 8th abdominal sternite of male and slender left paramere. To the contrary, *G. franciscoloi* sp. nov. from New Guinea may be the most primitive, since it is characterized by the stout and dully pointed pygidium without dorsal cicatrix, though males are unknown. The remaining two similar species, *G. australis* (Franciscolo) from New Guinea to Banuatu and *G. subflava* sp. nov. from the Palau Islands, which commonly have an important primitive character, the protibiae curved inwards with basal setae, may be situated between the previous two.

The group of *G. azumai* is so diverse in morphological characters as can be divided into three subgroups. Of these, the monotypical subgroup of *G. kurosawai* from the Ogasawara Islands is doubtless the most primitive, and provided with immaculate pronotum which is peculiar in the genus *Glipa* and its allies. The subgroup is provided with important primitive characters as follows: eyes densely haired; pygidium short, truncated at apex in lateral view; 8th abdominal sternite of male longer than wide. To the contrary, the subgroup of *G. acutimaculata*, which consists of two species from the Sundalands and Sulawesi, is doubtless the most derivative for the reason of having almost all the more derivative characters in the group, for example, almost hairless eyes, acutely pointed pygidium, and thin and complex-shaped 8th abdominal sternite of male, and *G. acutimaculata* sp. nov. from the former area is certainly more derivative than *G. inexpectata* sp. nov. from the latter, because of having slenderer antennae, elytra and male genitalia, and pointed apex of pygidium. The subgroup of *G. azumai*, which contains five species distributed from the Sundalands to Southwest Japan, more or less has both primitive and derivative characters. Of these, the phylogenetical situation of *G. maruyamai* sp. nov. from Borneo is not apparent, since it has such derivative characters as almost hairless eyes and slender antennae and pygidium as well as such primitive characters as the long 8th abdominal sternite of male and distinctly stout parameres. However, this species may be the most primitive in the subgroup, if the genital organ is considered to furnish the most significant character. Of the other members of this subgroup, *G. azumai* Nakane from Southwest Japan, South China and northern Vietnam is probably the most primitive because of the densely hairy eyes, the widest antennae of female, and the shortest pygidium which is narrowly rounded at apex. Of the remaining three members, which have close relationship with one another, *G. watanabei* sp. nov. from the southern Ryukyus and Taiwan is the most primitive because of having hairy eyes, relatively wide antennae, broad elytra, and truncate apex of pygidium, *G. sachiyoae* sp. nov. from the Malay Peninsula is the most derivative because of almost hairless eyes, slender antennae, and the slenderest elytra and pygidium, the latter of which is steeply carinate, and *G. ohmomoi* sp. nov. is intermediate in having the following combination of characters: eyes rather sparsely haired on postero-lateral parts, and slender antennae, elytra and pygidium, the last one of which is relatively gently

carinate.

It is very difficult to decide which is more primitive, the group of *G. australis* or that of *G. azumai*. The former has rather thick, fairly long and not broadened 8th abdominal sternite of male, and curved protibiae with basal setae. On the other hand, the latter has the primitive characters as in *G. kurosawai* Takakuwa, for example, densely hairy eyes, truncated pygidium at apex, and stouter right paramere. However, I consider the group of *G. australis* more primitive, because two primitive characters appear together with the most primitive supergroup of *G. nipponica*, whereas these characters never appear in the other derivative groups including the group of *G. azumai*. To the contrary, the primitive characters of the group of *G. azumai* are not always exclusive to this species-group and the supergroup of *G. nipponica*, for instance, the hairy eyes often occur on the postero-lateral parts in the groups of *G. australis* and of *G. annulata*, the dully pointed pygidium appears in the group of *G. australis*, and the stout right paramere is shared with the group of *G. annulata*.

The group of *G. annulata*, which is widely distributed in the Oriental Region, is apparently more derivative than the previous two groups, because of the usual absence of the distinct primitive characters. It is divided into two subgroups, that of *G. hatayamai* and that of *G. annulata*. The former consisting of two known species may be more primitive than the latter consisting of five species, because more primitive characters of eyes, antennae and 8th abdominal sternite of male are found in the former. Between the two species belonging to the subgroup of *G. hatayamai*, *G. hatayamai* sp. nov. from Southwest Japan, Taiwan and Southeast Asian Continent and *G. basiaurea* sp. nov. from the Sundalands, the latter is apparently more derivative for the reason of having evidently slender elytra and antennae. Among five species of the subgroup of *G. annulata*, *G. ishigakiana* Kôno from the southern Ryukyus, S. China? and the Philippines may be the most primitive in having the stout body, relatively broad antennae and simply shaped 8th abdominal sternite of male. To the contrary, either *G. gracilis* (Chûjô) from Thailand or *G. annulata* (Redtenbacher) from the Sundalands and its neighbourhood is probably the most derivative, because of having the slender body and antennae, fully broadened 8th abdominal sternite with distinct apico-lateral projections of male, and evidently excavated left paramere. The remaining two species, *G. kashiwaii* sp. nov. from Talaud Islands and *G. matsukai* sp. nov. from Sulawesi, are considered to occupy an intermediate situation between the two previous species, because of possessing intermediate characters between them.

The group of *G. longispinosa*, which contains two species from the Sundalands and Sulawesi (just as in the distributional pattern of the subgroup of *G. acutimaculata* of the group of *G. azumai*), will be the most derivative in the supergroup of *G. annulata*. This group is unique in having very specialized long pygidium. In the species relationship, it is undoubted that *G. longispinosa* sp. nov. from the former locality is more derivative than *G. albannulata* sp. nov. from the latter, for example, in the fully broadened 8th abdominal sternite of male and slenderer parameres.

5) Notes on the distribution

Distributional informations

More primitive supergroup of *G. nipponica* is rather sporadically known from the Sundalands, northern Vietnam, Hainan Is. and Southwest Japan up to the present. The most primitive species in the supergroup, *G. nipponica* Nomura, is distributed in Southwest Japan and Hainan Is.?, and the most derivative species, *G. gracillima* sp. nov., is distributed in Borneo of the Sundalands. The remaining two species, phylogenetically intermediate between the preceding two, are distributed in northern Vietnam, and Sumatera and Java, respectively.

More derivative supergroup of *G. annulata* is widely distributed in the Oriento-Australian Regions, and divided into four groups. The most primitive group is known only from the Australian Region east of Weber's Line and the Palau Islands of Micronesia. Both of the most primitive and most derivative species occur in New Guinea. The distributional pattern of the secondary primitive group of *G. azumai* somewhat resembles that of the supergroup of *G. nipponica*. The most primitive species (= subgroup), *G. kurosawai* Takakuwa, occurs solely on the Ogasawara Islands. On the other hand, the most derivative subgroup of *G. actimaculata* occurs in the Sundalands and Sulawesi, the former of which harbours more derivative species than the latter. Of the subgroup of *G. azumai*, the most primitive species *G. maruyamai* sp. nov. is distributed in Borneo of the Sundalands or *G. azumai* Nakane occurs in Southwest Japan, South China and northern Vietnam. The other members are ranged in the following order from the primitive one: *G. watanabei* sp. nov. from the southern Ryukyus and Taiwan; *G. ohmomoi* sp. nov. from Indochina; *G. sachiyoae* sp. nov. from the Malay Peninsula. The group of *G. annulata* is the most widely distributed in the Oriental Region. The relatively primitive species, *G. hatayamai* sp. nov. and *G. ishigakiana* Kôno inhabit the northern part of the range, whereas more

derivative species inhabit the Sundalands and its neighborhood. The most derivative group of *G. longispinosa* is known only from the Sundalands and Sulawesi, the former of which harbours the more derivative species than the latter.

Viewed from the faunal diversity, the Sundalands maintain the largest number of species: 5 in West Malaysia, Sumatera, and Borneo, respectively, and 8 in total. Secondarily, 4 species occur in South China. Next, 3 species occur in Java of the Sundalands, northern Thailand, northern Vietnam, Hainan Is., northern Ryukyus, Sulawesi and New Guinea, respectively, and 2 species in North India, southern Vietnam, Taiwan, the southern Ryukyus and the central Ryukyus, respectively. Only one species is known from South India, the Izu Islands, the Ogasawara Islands, the Palau Islands, the Philippines and their neighbours, the Lesser Sundas east of Lombok, and the Molucca Islands. It is clear that the *Stenoglipa* fauna except that of New Guinea is the most diverse in the Sundalands, second in South China, Indochina, the northern Ryukyus and Sulawesi, and least at the peripheries of the range, the Philippines, etc.

Barrier for dispersal

There is very conspicuous faunal difference between the Oriental and Australian Regions, that is, the latter is inhabited only by the group of *G. australis* but the former harbours all the groups except for the *australis* group. This means that Weber's Line running between Sulawesi and the Molucca Islands seems to be very important as serving a barrier against the dispersal of the subgenus *Stenoglipa*.

To the contrary, Wallace's Line running between Bali and Lombok and between Borneo and Sulawesi has not been so important, since the same species occurs on both Bali Island and Lombok Island, and since all the groups occurring in Sulawesi are common to the western area. It attracts our attention that only one subgroup occurs in the Philippines, but that 4 subgroups of the *annulata* supergroup and the *nipponica* supergroup occur in Borneo, and that the northern boundary of new Wallace's Line runs between the two areas. The well-known zoogeographical line is significant at the northern part, but not so at the southern part. This may reflect the direction of the ocean current that may have affected the dispersal of the wood boring subgenus *Stenoglipa*.

Distribution pattern

Some interesting patterns of distribution are recognized in the members of the subgenus *Stenoglipa*. First, there exists great difference in distributional patterns between the *G. australis* group and others. Three species occur sympatrically in New Guinea in the former group, whereas the latter have a tendency to show allopatric speciation in each group.

At the level of supergroups and groups, occurrence of their species is entirely sympatrical. At the subgroup level, however, the situation is somewhat different. Subgroups of the group of *G. azumai* generally show allopatric distribution, though the subgroups of *G. azumai* and of *G. acutimaculata* are sympatrically distributed in Borneo and the Malay Peninsula. Subgroups of the group of *G. annulata* are parapatrically distributed in the northern areas, but sympatrically so in Thailand and the Sundalands including the Malay Peninsula. These facts suggest that the more different groups can inhabit together, whereas it is difficult for the members of the more closely related groups to live sympatrically, and that the diversifying capacity is higher in the Sundalands and its adjacent areas than in the northern areas.

In each supergroup or group, species usually occur allopatrically or parapatrically except for two cases just described above, each of which belongs to different subgroups. This means that the species included in the same subgroup are always allopatric or parapatric, and that it may be difficult for the more closely related species to occur sympatrically in the same limited area.

Dispersal and Speciation

All the groups except for the group of *G. australis* are distributed in the Sundalands, where occur many species and the most derivative species in each group. On the other hand, a few species and the most primitive species (except *G. maruyamai* sp. nov. from Borneo) are distributed in Japan and its neighbourhood, that is, the northernmost area of the distributional range. Moreover, the remainders to be considered intermediate between the primitive and derivative species mainly occur in the area from Indochina to the southern Ryukyus, just between the Sundalands and northernmost areas, or in Wallacea, the easternmost part of the distributional range. These will present a very important distributional pattern, and will suggest that a centre of secondary speciation of the subgenus *Stenoglipa* was in the Sundalands, as described below.

An ancestral species of the subgenus *Stenoglipa*, which should be related to *G. nipponica* Nomura, may have arisen in South China or Indochina judging from the distribution of the most closely related group, *G. laosensis* Pic and its allies belonging to the subgenus *Macroglipa*, which are mainly distributed from Southeast to East Asia and are the most numerous in Indochina. The ancestral species should have first

speciated there, and spread towards Southwest Japan, where survives *G. nipponica* Nomura maintaining many primitive characters up to the present. A species of later speciation in South China or Indochina, now represented by *G. rectefasciata* Pic, dispersed towards the Sundalands. There is a possibility that an ancestral species invaded into the Sundalands made a secondary speciation there, leaving the more primitive species like *G. tricolor* (Wiedemann) on Sumatera and Java, and more derivative one like *G. gracillima* sp. nov. on Borneo.

It is considered that the ancestral species of the group of *G. azumai* emerged in Indochina or South China like as the supergroup of *G. nipponica*. A descendant of that species dispersed northeastwards to Southeast Japan, and has left *G. kurosawai* Takakuwa on the Ogasawara Islands. It must have reached there from the Ryukyus by the influence of the Kuroshio Current. A second ancestral species of the same group spread out from Indochina or South China to the direction of Southwest Japan and also to the Sundalands, and became differentiated into *G. azumai* Nakane in the northern Ryukyus and Kyushu of the former, and into *G. maruyamai* sp. nov. in Borneo of the latter, though the latter became acquired some distinct derivative characters. A third descendant species of the group also originating in Indochina or South China made dispersal towards the Ryukyus and Taiwan. This became differentiated into *G. watanabei* sp. nov. of the present, eliminated the former occupant *G. azumai* Nakane from there. A still later descendant represented by *G. ohmomoi* sp. nov. in the continent spread towards the Sundalands, where *G. sachiyoae* sp. nov. remains on the Malay Peninsula with some newly acquired derivative characters. Then a secondary speciation took place in the Sundalands, yielding the subgroup of *G. acutimaculata* which reached Sulawesi.

Of the group of *G. annulata*, an ancestral species of the subgroup of *G. hatayamai* also arose in Indochina or South China. The primitive type has remained at the eastern part of the Asian Continent as *G. hatayamai* sp. nov., and the derivative one in the Sundalands as *G. basiaurea* sp. nov. A high possibility is that the more derivative subgroup of *G. annulata* became differentiated in the Sundalands or the neighborhood. The most primitive species of the subgroup, *G. ishigakiana* Kôno, may have dispersed from there by influence of the Kuroshio Current, reached the southern Ryukyus via the Philippines, and drove away a former occupant of the same group, *G. hatayamai* sp. nov. It is probably for this reason that the present distribution of *G. hatayamai* sp. nov. from the continent to the Ryukyus has a blank in the Yaeyama Islands of the southern Ryukyus. The most derivative species in the subgroup, *G. annulata* (Redtenbacher) or *G. gracilis* (Chûjô), seem to have originated in the Sundalands or the neighborhood, and also eliminated the former occupant species, *G. ishigakiana* Kôno, from there. The phylogenetically intermediate species of the subgroup, *G. kashiwaii* sp. nov. and *G. matsukai* sp. nov., may have become speciated from the ancestral type of *G. ishigakiana* Kôno.

The most derivative group of *G. longispinosa* doubtless first arose in the Sundalands or Sulawesi, because it is distributed only there. I infer that more derivative species, *G. longispinosa* sp. nov. of the Sundalands, may have driven more ancestral species, *G. inexpectata* sp. nov. which remains now in Sulawesi.

The primary centre of speciation of the subgenus *Stenoglipa* must have been in Indochina or South China, and a secondary speciation must have taken place in the Sundalands, as described above. The derivative forms occurring in each region must have dispersed one after another to the neighbouring areas. In this process, more descendant species always eliminated more ancestral species of the same groups or subgroups, since any two or more species belonging to the same group or subgroup could not coexist in the same habitat as delineated before. Species of ancestral type survive now in the areas into which the succeeding descendants could not invade. It is probably for this reason that the primitive species of *Stenoglipa* are mostly found in the northernmost areas of the ranges of each group. Of course, old forms have often specialized themselves, for example, *G. kurosawai* Takakuwa with immaculate pronotum.

The speciation of the group of *G. australis* was not taken place in the Asian Continent or the Sundalands. It must have occurred in New Guinea. It is most probable that an ancestral species arrived at New Guinea from the Sundalands via Wallacea and successfully radiated there.

References

Blair, K. G., 1940. *Occ. Pap. Bernice P. Bishop Mus.*, **16**: 147. (Unread.)

Chûjô, M., 1935. A systematic catalogue of Formosan Mordellidae (Coleoptera). *Sylvia, Taihoku*, **6**: 75-86.

Chûjô, M., 1942. Coleoptera of Micronesia (1). *Mushi, Fukuoka*, **14**: 81-83.

Chûjô, M., 1964. Family Mordellidae. *Nat. Life SE Asia, Kyoto*, **3**: 238-242.

Csiki, E., 1915. *In* Schenkling, S. (ed.), *Coleopt. Cat.*, (63): 1-84.

Ejima, M., *et al.*, 1981. List of Insects from Goto Isls. *In*: *Natural History of the Goto Islands, Japan*. pp.247-332. Nagasaki Biological Society, Nagasaki. (In Japanese.)

Ermisch, K., 1940. Revision der Ostasiatischen *Glipa*-Arten

(Col. Mord.). *Ent. Bl.*, **36**: 161-173.
Ermisch, K., 1962. Beitrag zur Kenntnis der Mordelliden Australiens (Coleopt. Heterom. Mordellidae). *Ent. Arb. Mus. Frey*, **13**: 338-370.
Fan, X. & C.-K. Yang, 1993. Revision of the genus *Glipa* of China (Coleoptera: Mordellidae). *Mem. Beijing nat. Hist. Mus.*, (53): 45-68. (In Chinese with English description.)
Franciscolo, M., 1952a. Sulla posizione sistematica delle *Glipa* Americane ed Africane. *Doriana, Genova*, **1**(23): 1-8.
Franciscolo, M., 1952b. Le *Neoglipa* generi vicini della Nuova Guinea. *Annali Mus. civ. Stor. nat. Giacomo Doria*, **65**: 33.
Franciscolo, M., 1982. Mordellidae (Coleoptera Heteromera) from Rennell and Bellona Islands (Solomons). *In*: *The Natural History of Rennell Island, British Solomon Islands*, pp.49-72. Copenhagen.
Horák, J., 1994. Description of *Glipa* (*Macroglipa*) *thoracica* sp.n. and revision of some species of the genus *Glipa* Leconte from the Oriental Region (Coleoptera, Mordellidae). *Folia Heyrovskyana*, **2**: 101-110.
Kano, T., 1930. Two unrecorded species of Mordellidae from the Japanese Empire. *Kontyû, Tokyo*, **4**: 51-52.
Kiyoyama, 1974. Records of Mordellidae from Yaku-shima Is. *Beetles, Osaka*, **3**: 19-21. (In Japanese.)
Kôno, H., 1932. Die Mordelliden Japans (Col.) (Dritter Nachtrag). *Trans. Sapporo nat. Hist. Soc.*, **12**: 152-160, pl.4.
Kôno H., 1933. Die Mordelliden Japans (Col.) (Vierter Nachtrag). *Trans. Sapporo nat. Hist. Soc.*, **13**: 29-31.
Kôno H., 1936. Family Mordellidae. *In* Okada, Y., *et al.*(eds.), *Fauna Nipponica*, **10**(8-1): i+1-4+1-79. Sanseido, Tokyo. (In Japanese.)
Lea, A. M., 1902. List of the Australian and Tasmanian Mordellidae, with descriptions of new species. *Trans. ent. Soc. London*, **1902**: 1-9, pls.1,2.
Miwa, Y., 1933. An enumeration of Coleoptera from the Island Iriomote in Loochoo, with descriptions of new species. *Trans. nat. Hist. Soc. Formosa*, **23**: 4-15.
Nakane, T., 1950. New or little known Coleoptera from Japan and its adjacent regions, 5. *Trans. Kansai ent. Soc.*, **15**: 20-24.
Nakane, T., 1956. Einige Bemerkungen über die japanischen Mordelliden(1). *Ent. Rev. Japan*, **7**: 16-18, pl.4. (In Japanese with German summary.)
Nakane, T., 1957a. Einige Bemerkungen über die japanischen Mordelliden(2). *Ent. Rev. Japan*, **8**: 51-52, pl.8. (In Japanese with German title.)
Nakane, T., 1957b. The Japanese Beetle(33): Mordellidae. *Shin-Konchû, Tokyo*, **10**(1): 50-55. (In Japanese.)
Nakane, T. & S. Nomura, 1950. New or little known Coleoptera from Japan and its adjacent regions, 1. *Trans. Kansai ent. Soc.*, **15**: 1-17.
Nomura, S., 1957. Mordellid- and elmid-beetles of Yakushima (Coleoptera). *Ent. Rev. Japan*, **8**: 40-44.
Nomura, S., 1963. Family Mordellidae. *In* Nakane, T., *et al.*(eds.), *Icon. ins. japon. Col. nat. ed.*, **2**: 247-255, pls.124-128. (In Japanese.)
Nomura, S., 1966. Mordellid-fauna of the Loocho Islands, with descriptions of some new forms. *Ent. Rev. Japan*, **18**: 41-53.
Nomura, S., 1967. The Mordellidae from Formosa. *Ent. Rev. Japan*, **19**: 5-34.
Pic, M., 1911. Coleopteres exotiques nouveux ou peu connus. (Suite). *Échange*, **27**: 197.
Pic, M., 1941. *Opus. mart.*, (3): 1-16.
Redtenbacher, L., 1868. Coleopteren. *Reise Fregatta Novara, Zool.*, **2**, 1(A)1: 1-249.
Takakuwa, M., 1976a. List of the tribe Mordellini from Yaeyama Islands(Japan). *Elytra, Tokyo*, **3**: 15-17, pl.3. (In Japanese with English summary.)
Takakuwa, M., 1976b. Records of Mordellidae from the Kumage Isls. *Coleopt. News, Tokyo*, (34): 6. (In Japanese.)
Takakuwa, M., 1976c. On the genus *Glipa* from the Tokara Isls. *Coleopt. News, Tokyo*, (34): 7. (In Japanese.)
Takakuwa, M., 1985a. Notes on the tribe Mordellini from the Ogasawara Islands, with description of three new species. *Gekkan-Mushi, Tokyo*, (176): 4-11, pl.2 (In Japanese with English description.).
Takakuwa, M., 1985b. Tribe Mordellini. *In* Kurosawa, Y., *et al.*(eds.), *Coleoptera of Japan in Color*, **3**: 376-388. Hoikusha, Osaka. (In Japanese.)
Takakuwa, M., 1992a. Mordellid-beetles never visiting flowers. *Kanagawa-Chuhou, Yokohama*, (99): 22-31. (In Japanese.)
Takakuwa, M., 1992b. *Glipa ishigakiana* collected in the autumn season. *Coleopt. News, Tokyo*, (100): 26. (In Japanese.)
Tanabe, H. & M. Sugimura, 1996. Insects of Shimanto, Shikoku. i+215pp. Kochi-shinbunsha, Kochi. (In Japanese.)

摘　　要

M. Takakuwa, 2000. A Taxonomic Study of the Mordellid Subgenus *Stenoglipa* (Coleoptera, Mordellidae). *Bull. Kanagawa prefect. Mus.* (*Nat. Sci.*), (29): 53-105.（高桑正敏, 2000. ハナノミ科ハリオオビハナノミ亜属の分類学的研究. 神奈川県立博物館研究報告（自然科学）, (29): 53-105.）

オビハナノミ属 genus *Glipa* LeConte は世界の熱帯と亜熱帯、とくに東洋熱帯に多く分布し、これまでに約 105 種が知られてきた。本属のものは常緑広葉樹林に密接に関係し、多くの種類が自然林に限って生息するが、いくつかの種類はマツを加害する害虫として報告されている。一方、この属は形態的な収斂が著しく、これまでの分類学的な研究は不十分なままであった。本論文では、本属の中のハリオオビハナノミ亜属（新称）subgenus *Stenoglipa* Franciscolo について、各地の多数の標本を基に分類学的な視点から再検討・再構築する

とともに、その系統や種分化について考察を加えたものである。

1．［**亜属の再構築**］ハリオオビハナノミ亜属を分類学的に新たに定義した。本亜属に生ずる顕著な特徴としては次が挙げられる。複眼に毛をほとんどもたない；小顎肢の末端節は非常に幅広い二等辺三角形状；触角は細長く、雄では第5節以降10節までの各節が弱い鋸歯状、雌でも各節が幅より長い；鞘翅は長く、直線状に細まり、基部と中央、端に紋をもつ；尾節板は細長くて端は尖り、背面は急峻な竜骨状；雄の前脛節は直線状；雄第8腹板は大きく、横に広がり、しばしば両先端が前方に突出する；雄交尾器の側片は大きく、細くて長い。

2．［**分類学的な研究結果**］東洋熱帯とオーストラリア区から2 supergroups（うち1つは4 groupsに分けられる）、26種8亜種を認めた。これらすべての分類単位について分類学的な記載を行うとともに、種と亜種を図示し、検索表を提示した。新種は16で、*G. gracillima*, *G. franciscoloi*, *G. subflava*, *G. komiyai*, *G. watanabei*, *G. ohmomoi*, *G. sachiyoae*, *G. maruyamai*, *G. inexpectata*, *G. acutimaculata*, *G. hatayamai*, *G. basiaurea*, *G. kashiwaii*, *G. matsukai*, *G. albannulata*, *G. longispinosa*、新亜種は7で *G. ohmomoi inemerginata*, *G. hatayamai izuinsulana*, *G. hatayamai tamdaoensis*, *G. hatayamai sejuncta*, *G. basiaurea sumateraensis*, *G. matsukai siauensis*, *G. annulata baliensis* の新名を与えた。また、*G. griseopubens* Franciscolo は *G. annulata* (Redtenbacher) の二次シノニムとして、*G. malaccana gracilis* Chûjô は独立種として扱った。さらに、*Ophthalmoglipa australis* Franciscolo を本亜属に移した。

3．［**グループ・種間の系統関係**］オビハナノミ属の他2亜属、ならびに本属とともに1つの単系統群を形成すると考えられる近縁3属、さらにこの群が所属するハナノミ族の他各属との間で形態を比較検討することによって、祖先形質と派生形質を決定した。祖先形質は次のとおりである。複眼に毛を密生する；小顎肢の末端節は適度な二等辺三角形状；触角は太短く、第5節以降10節までの各節が鋸歯状；鞘翅は幅広く、後方にゆるやかに狭まる；尾節板は短くて端は尖らず、背面はゆるやかな竜骨状；雄の前脛節は内へ湾曲する；雄第8腹板は小さく厚く、鐘状で縦長；雄交尾器の側片は短くて幅広い。これに対し、派生形質は次のとおりである。複眼にほとんど毛をもたない；小顎肢の末端節は非常に幅広い二等辺三角形状；触角は細長く、雄では第5節以降10節までの各節が弱い鋸歯状；鞘翅は長く、直線状に強く細まる；尾節板は細長くて端は尖り、背面は急峻な尾根状；雄の前脛節は直線状；雄第8腹板は薄くて大きく、横に広がり、両先端が前方に突出する；雄交尾器の側片は大きく、細くて長い。

以上の形質の有無に基づき、本亜属中の各グループならびに各種間の系統関係を論じた。なお、いくつかの派生形質はハナノミ族の中にあって本亜属とアフリカ産 *Ophthalmoglipa* Franciscolo にほぼ固有（両者の形態的収斂は平行進化によると考えられる）であり、本亜属を顕著に特徴づけている。

(1) より原始的な *G. nipponica* supergroup は祖先形質のほとんどを備える。4種から成り、スンダランドから南西日本にかけて散発的に分布する。この中で、もっとも原始的な種は南西日本に分布し、派生形質の多くを欠く。また、もっとも派生的な種はボルネオに分布し、より細い触角と鞘翅、尾板節をもつなどのより派生的な形質を備える。

(2) より派生的と考えられる *G. annulata* supergroup は派生形質のほとんどを備え、4 groupsから成る。このうち、厚くて縦長の雄第8腹板と、湾曲した雄前脛節を備える点でもっとも原始的と考えられる *G. australis* group は、ウェーバー線の東の地域に限って5種が分布する。ただし、鞘翅の基部紋は変化に富み、また中央紋は金色帯を呈するなど特異な斑紋パタンを示し、派生的な形質を併せ持つ。

(3) 次に原始的な *G. azumai* group は多様な形態を示し、3 subgroupsに分けられる。この中で、小笠原諸島の1種から成る subgroup は、複眼に毛を密生し、尾板節は短くて先端が広く切断状などの顕著な祖先形質を備える点で、もっとも原始的である。また、もっとも派生的な subgroup は複眼にほとんど毛を欠き、尾節板は細長く、雄第8腹板は薄くて横に広がり、両先端が前方に突出するなどの派生形質をもち、スンダランドとスラウェシの各1種から成る。中間の subgroup は5種を含み、スンダランドから南西日本にかけて分布する。このうち、頑強で幅広い雄交尾器をもつ点でもっとも原始的と判断した種がボルネオに分布し、以下、複眼の毛の状態や尾節板の状態などから判断して、より原始的な順に南西日本と中国南部～北ベトナム、琉球列島南部と台湾、インドシナ、マレー半島に4種が分布する。

(4) その次に原始的と考えられる *G. annulata* group は顕著な祖先形質をほとんど欠き、広く東洋熱帯に2 subgroupsをもつ。このうち、複眼、触角、雄第8腹板などの点でより原始的な subgroup は2種から成り、より原始的な種が東南アジアの大陸部から琉球列島、伊豆諸島にかけて、またより細い鞘翅と触角をもつ点でより派生的な種がスンダランド一帯に分布する。一方、より派生的な subgroup はインドシナ半島と、スンダランドからウォレシア、フィリッピン、さらに八重山諸島にかけて5種が分布する。その中で、頑強な体、より幅広い触角、単純な形の雄第8腹板をもつ点などから、もっとも原始的と考えられる種はフィリッピンと八重山諸島に、逆にもっとも派生的と考えられる種がインドシナ半島またはスンダランド周辺に分布する。

(5) もっとも派生的な *G. longispinosa* group は 2 種から成り、より原始的な種がスラウェシに、また雄第 8 腹板が横に広がり、雄交尾器の側片がより細長い点で、より派生的な種がスンダランドに分布する。この group は非常に長くて細い尾節板をもつ点で特異である。

4．［地域的な分布傾向］ 地域における種数は、スンダランドで多く、ボルネオ、西マレーシア、スマトラでそれぞれ 5 種、合計 8 種が分布する。次いで中国南部で 4 種、琉球列島北部、北ベトナム、タイ北部、ジャワ、スラウェシ、ニューギニアで 3 種、琉球列島中部と南部、台湾、南ベトナムで 2 種が分布する。これに対し、分布の周辺部やフィリッピン群島では 1 種程度しか知られていない。

5．［分布境界］ モルッカ海峡を隔てて、共通して分布する group は 1 つもない。このことから、ウェーバー線はバリアとしての重要性が非常に高い。また、スラウェシに分布する groups はすべてスンダランドに分布する一方、ボルネオには 5 種が分布するのに、隣接するフィリッピン群島には 1 種しか分布していない。このことから、ウォーレス線はその南部でバリアとしての重要性はそれほど高くない一方で、北部ではきわめて重要である。

6．［分布の同所・異所性］ ウェーバー線より東に分布する *G. australis* group は、ニューギニアにおいて 3 種が同所的に分布する。しかし、東洋熱帯の種は同一 group 内にあっては通常異所的ないし側所的な分布傾向にあり、subgroup 内にあっては常に異所的ないし側所的である。

7．［種分化］ 本亜属の分化の中心はインドシナ半島か中国南部にあったはずで、そこから主に南西日本方向とスンダランド方向に分布を拡散していったと考えられる。また、*G. longispinosa* group のようにスンダランドで二次的な分化を生じたものもあったと判断される。これらは周辺域に分布域を拡大していく中で、同一の group あるいは subgroup 内にあっては、先住のより原始的な種を駆逐していったらしい。より原始的な種が分布の周縁部に残っているのは、こうした理由からであろう。さらに、ウェーバー線より東に分布する *G. australis* group は、ニューギニアに到達した後で二次的な種分化を生じたものと考えられる。

(Received: 30 Nov. 1999; Accepted: 13 Jan. 2000.)

Bull. Kanagawa prefect. Mus. (Nat. Sci.), no. 29, pp. 107-125, Mar. 2000

論　　説

蛍光X線分析装置による岩石主要元素の分析精度の検証

Examination of Analytical Accuracy of Rock Major Element Using X-ray Fluorescence Spectrometry

小出良幸・山下浩之・川手新一・平田大二

Yoshiyuki KOIDE, Hiroyuki YAMASHITA, Shin-ichi KAWATE & Daiji HIRATA

Abstract. We describe the major element analyses using X-ray fluorescence spectrometry of Shimazu XRF-1500, which is introduced to the Kanagawa Prefectural Museum of Natural History. We use clashed rock samples and flux, which are prepared a certain procedure, and the standard rock samples of Geological Survey of Japan. The analyzed glass beads are diluted by low ratio (1 : 2) of rock to flux (mixture of $Li_2B_4O_7$ and $LiBO_2$). Using the low diluted glass beads, we obtain high intensity of secondary X-ray fluorescence and high resolution. We adapt the calibration line method for raw data. We examine analytical accuracy of the calibrated data. In conclusively, accuracy of our chemical data can be assured enough to correlate and to discuss others.

Key words: X-ray fluorescence analyzer, Chemical analyses, GSJ standard analyses

I　はじめに

現代の岩石学や鉱物学では、化学組成が不可欠な情報となっている。蛍光X線装置は、岩石や鉱物の主要元素や微量元素の化学組成の分析に広く利用されている。蛍光X線装置による分析手法的は、検量線法が主流として確立されている。検量線法では、装置毎に定期的に検量線を引く必要があり、その分析精度は研究室毎にあるいは検量線毎に違う。それは装置自体の性能にも依るが、主として検量線を引いた研究者の能力にも大きく依存する。装置の能力が同じとすると、検量線の精度は、研究者の試行錯誤、分析手順の工夫や試料の調整法の厳格さによって高めることができる。

本報告では、神奈川県立生命の星・地球博物館に導入された蛍光X線分析装置を用いた検量線法による分析方法を示す。ここで使用された分析方法は、後述の文献による分析法を組み合わせたものである。その組み合わせは多岐に渡り、手順も簡便なものから煩雑なものまである。本報告では、分析精度が一番よくなる方法を採用したため、一部煩雑な手順を踏まなければならない。しかしこの分析手順をいかに再現性良くおこなうかが、研究室の分析精度となる。本稿で述べた分析法による標準試料やワーキング・スタンダードを用いた定量分析をおこない、分析精度を検討する。そして、他の研究室との比較をおこない、分析値が充分科学的議論に耐えられることを示す。

本研究において、小林真由美さんと神奈川県温泉地学研究所の萬年一剛さんの助力をいただいた。感謝申し上げる。

II　試料調製

分析用試料は、山田ほか（1995）、樋口・堀（1996）、堀・樋口（1996）、Kimura and Yamada（1996）、木村

小出良幸（Yoshiyuki Koide）
神奈川県立生命の星・地球博物館
〒250-0031 神奈川県小田原市入生田 499
Kanagawa Prefectural Museum of Natural History
499, Iryuda, Odawara, Kanagawa 250-0031, Japan
koide@pat-net.ne.jp
山下浩之（Hiroyuki Yamashita）
神奈川県立生命の星・地球博物館
川手新一（Shin-ichi Kawate）
武蔵高等学校
〒176-0011 東京都練馬区豊玉上 1-26-1
Musashi High School
1-26-1, Toyotamaue, Nerima, Tokyo 176-0011, Japan
平田大二（Daiji Hirata）
神奈川県立生命の星・地球博物館

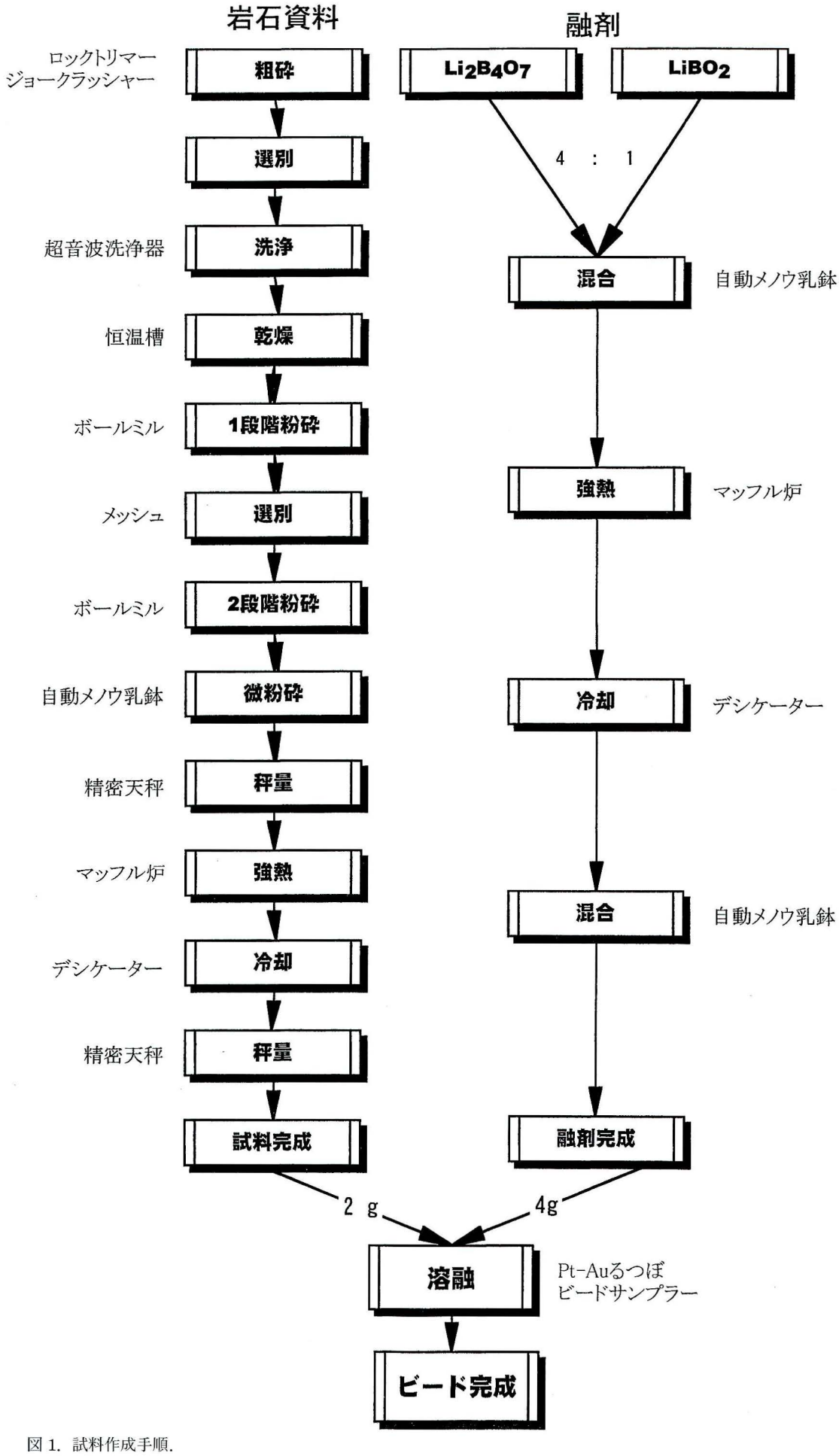

岩石資料
融剤
ロックトリマー
ジョークラッシャー
粗砕
$Li_2B_4O_7$
$LiBO_2$
選別
4 : 1
超音波洗浄器
洗浄
混合
自動メノウ乳鉢
恒温槽
乾燥
ボールミル
1段階粉砕
強熱
マッフル炉
メッシュ
選別
ボールミル
2段階粉砕
自動メノウ乳鉢
微粉砕
冷却
デシケーター
精密天秤
秤量
マッフル炉
強熱
混合
自動メノウ乳鉢
デシケーター
冷却
精密天秤
秤量
試料完成
融剤完成
2 g
4g
溶融
Pt-Auるつぼ
ビードサンプラー
ビード完成

図 1. 試料作成手順.

表 1. 測定条件.

	Radiation		Soparation			Dotoctor		Anglo(2)			Counting timo(s)	
	kV	mA	slit	att	crystal	det	PHA	peak	BG+	BG-	peak	BG
SiO_2	50	50	Std	OFF	PET	FPC	32-135	108.88	105.9	111.48	40	20
TiO_2	50	50	Std	OFF	LiF	SC	17-100	86.16	85.6	86.52	40	20
Al_2O_3	50	50	Std	OFF	PET	FPC	38-138	144.62	143.1	147	40	20
Fe_2O_3	50	50	Std	OFF	LiF	SC	14-94	57.52	56.2	58.84	40	20
MnO	50	50	Std	OFF	LiF	SC	24-86	62.98	62.2	63.6	40	20
MgO	50	50	Std	OFF	TAP	FPC	28-114	45.16	43.28	47.02	40	20
CaO	50	50	Std	OFF	LiF	FPC	36-126	113.12	111	115	40	20
Na_2O	50	50	Std	OFF	TAP	FPC	26-102	55.1	53.25	56.8	40	20
K_2O	50	50	Std	OFF	LiF	FPC	36-124	136.68	134.4	139.4	40	20
P_2O_5	50	50	Std	OFF	Ge	FPC	28-136	141.1	139.4	143.16	40	20

ほか（1996）、吉崎ほか（1996）を参考にして作成した。その手順は図1に示した。なお今後本装置を使っての全岩化学組成の分析には、この手順を使うものとする。もしこの手順を変更する場合は、分析精度に変化が生じる可能性があるので、その旨を銘記し、分析精度に変化がないか、あればその精度を示さなければならない。

分析用岩石試料は、ロックトリマーで数センチメートルの破片に砕き、ジョー・クラッシャー（吉田製作所製2002-EX）を用いて粗砕する。粗砕した岩石片のうち、数mm程度の新鮮で細脈のないものを選別する。選別した試料は水がにごらなくなるまで洗浄し、超音波洗浄器で10分ほど洗浄した。その後、蒸留水で何度か洗浄し、再度超音波洗浄を10分ほどおこなう。洗浄後、100℃の恒温槽の中で乾燥させる。途中でかき混ぜながら、2時間ほどかけて完全に乾燥させる。

乾燥させた試料は、遊星ポッド型ボールミル（伊藤製作所製LA-PO 4）で二段階の粉砕する。ボールミルは、石英（国産化学株式会社製10～15 mesh）を入れ、5分ほど粉砕しながら「洗い」を2回繰り返し、試料を5分ほど粉砕して「共洗い」する。試料の粉砕は、洗浄したボールミルで2,000 rpmで10分間ほどおこなう。一段階目の粉砕は、大型の焼結酸化アルミニウム製ミル（500 ml）と大型の焼結酸化アルミニウムのボール（直径21 mm）を用いて粉砕する。粉砕後、1 mmメッシュをかけ、粗い岩石片は取りのぞく。二段階目の粉砕は、小型の焼結酸化アルミニウム製ミル（80 ml）に焼結酸化アルミニウムのボール（直径10 mm）用いて粉砕する。粉砕の条件は一段目と同じである。

粉砕した試料は、自動メノウ乳鉢（日本地科学社製）で、ネットリするほど（30分程度）細かく微粉砕する。微粉砕された試料は、プラスティック・ボトルに入れて、デシケーターで保存する。

ビードは、珪酸塩岩石を融剤で溶融しガラス化をおこなったものである。融剤の比率が多いほど、岩石は溶けやすくなるが、成分元素の濃度は薄まる。したがって、融剤の量は、岩石が溶融する範囲でできるだけ少ない方がよい。岩石と融剤の重量比は、1：10、1：5（Tsuchiya *et al.*, 1989）、1：3（山田ほか, 1997）、1：2（山田ほか, 1995; 1998）などの比率が採用されている。1：2を試し、希望の組成範囲で均質なビードが形成できることを確認した。したがって、本研究では、一番成分元素の濃度の高い、1：2を採用した。

ビード作成のために、約2.5gを精密天秤（Zartorius製RC210P）で秤量する。事前に1000℃で20分間から焼いて、デシケーターで15分間冷却した磁性ルツボに、秤量した試料を入れる。マッフル炉（いすず製作所製

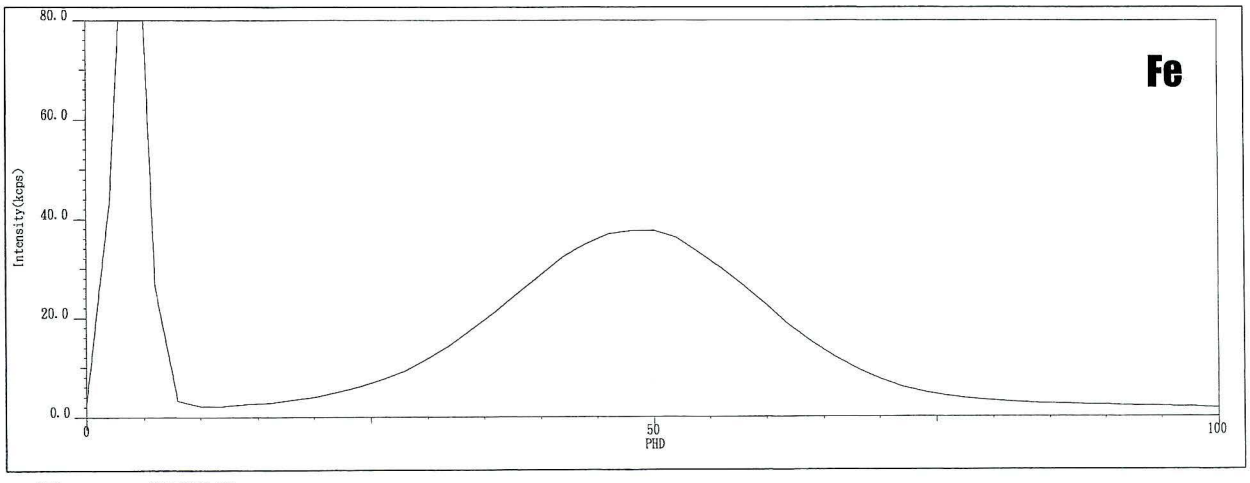


図 2. Feの波高分析.

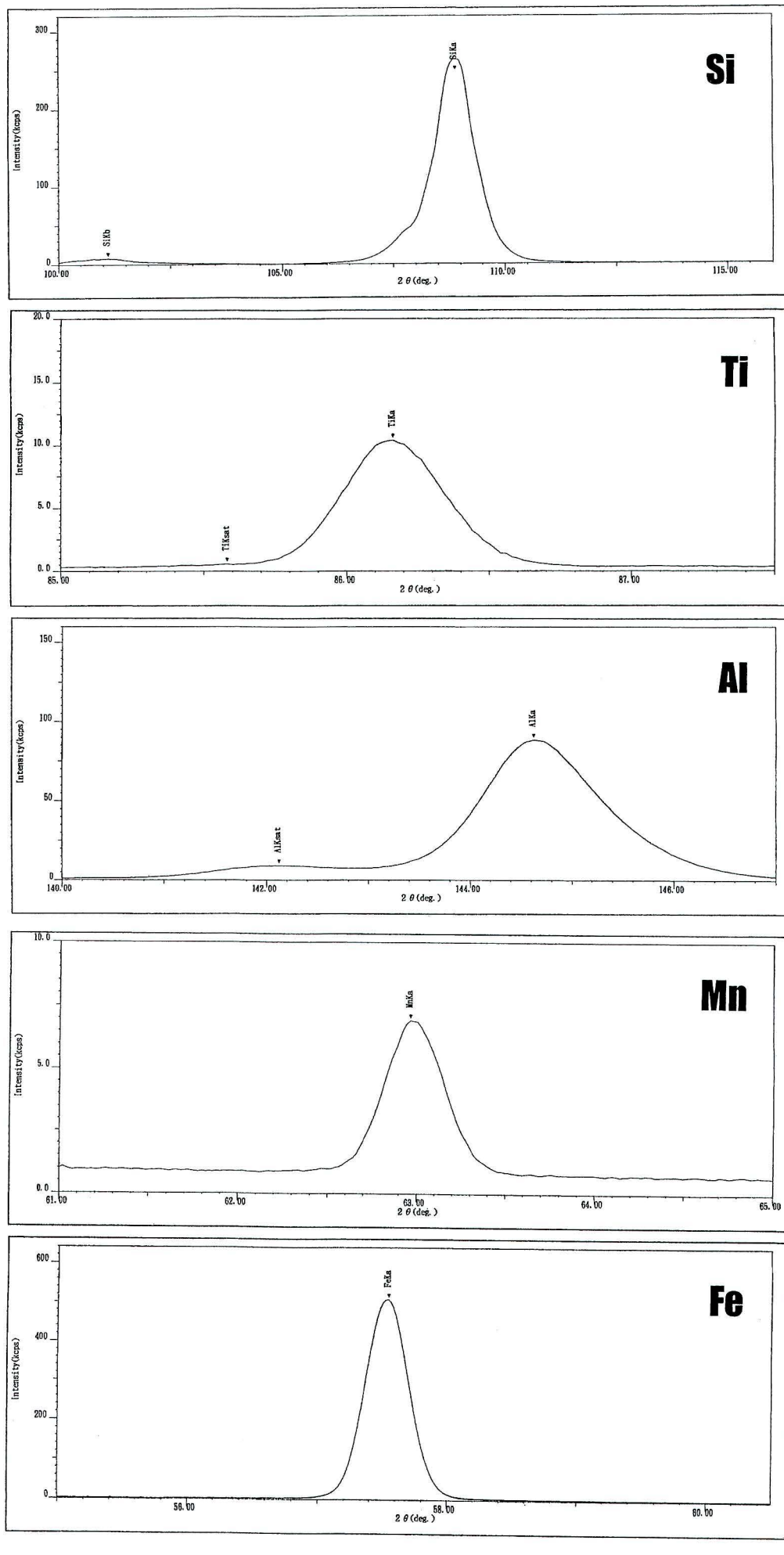


図 3．元素ごとの測定角度 (2θ) と 2 次 X 線強度 (kcps).

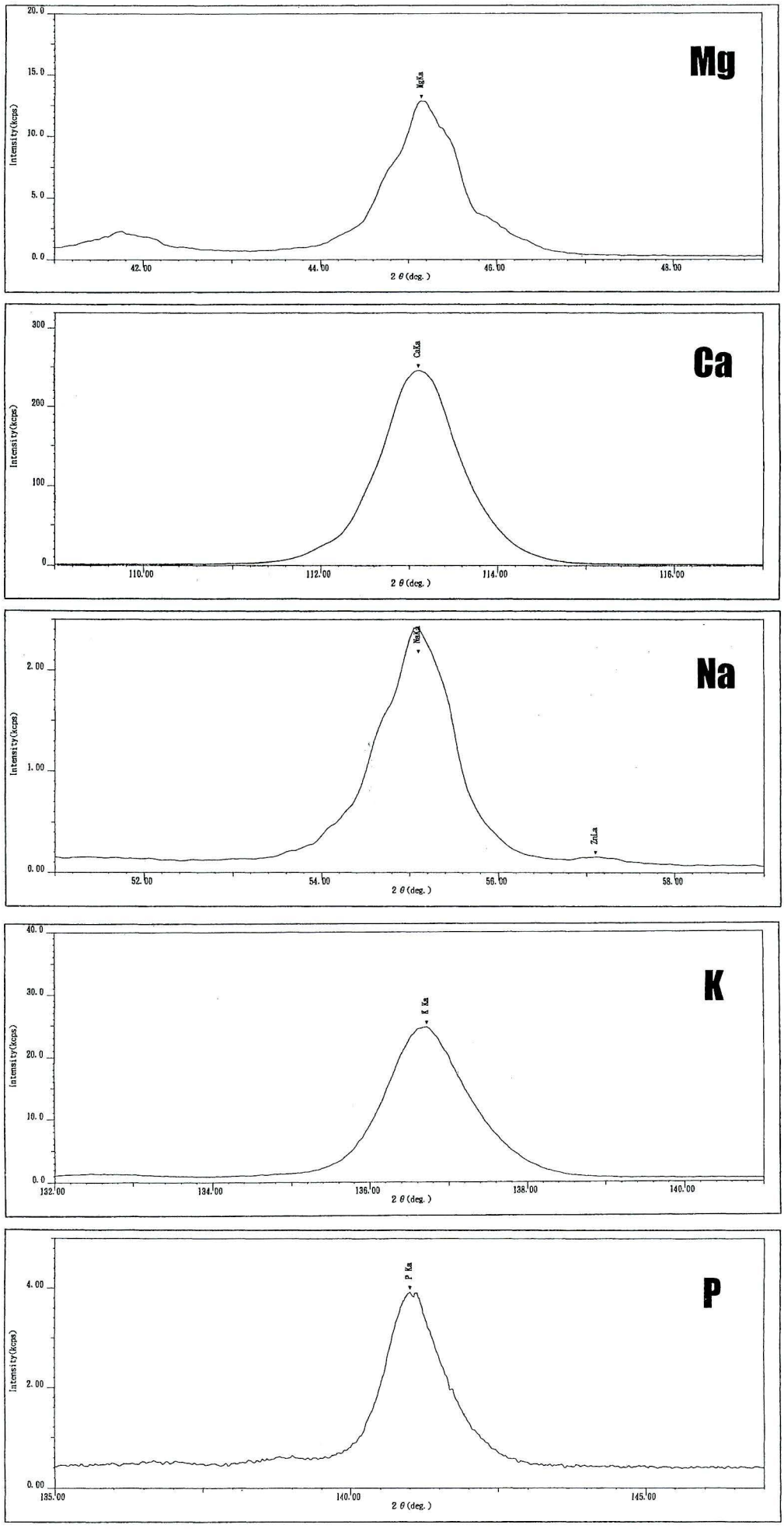


図 3（つづき）. 元素ごとの測定角度（2θ）と 2 次 X 線強度（kcps）.

表 2. 標準試料の化学組成と組成範囲.

Sample	JB-1b	JB-2	JB-3	JA-2	JA-3	JR-1	JR-2	JR-3	JP-1
SiO_2	51.11	53.25	50.96	56.42	62.27	75.45	75.69	72.48	42.38
TiO_2	1.26	1.19	1.44	0.66	0.7	0.11	0.07	0.21	0.006
Al_2O_3	14.38	14.64	17.20	15.41	15.56	12.83	12.72	12.10	0.66
Fe_2O_3	3.29	3.33	3.20	2.16	1.15	0.35	0.27	2.63	1.98
FeO	5.16	9.98	7.85	3.69	4.83	0.49	0.44	1.91	5.99
MnO	0.147	0.218	0.177	0.108	0.104	0.099	0.112	0.085	0.121
MgO	8.14	4.62	5.19	7.60	3.72	0.12	0.04	0.05	44.60
CaO	9.60	9.82	9.79	6.29	6.24	0.67	0.50	0.09	0.55
Na_2O	2.63	2.04	2.73	3.11	3.19	4.02	3.99	4.68	0.021
K_2O	1.32	0.42	0.78	1.81	1.41	4.41	4.45	4.33	0.003
P_2O_5	0.256	0.101	0.294	0.146	0.116	0.021	0.012	0.009	0.002
H_2O+	1.53	0.25	0.18	1.12	0.20	1.16	1.19	0.83	2.39
H_2O-	1.06	0.13	0.07	1.25	0.11	0.20	0.22	0.32	0.44
sum	99.883	99.989	99.861	99.774	99.6	99.93	99.704	99.724	99.143
Normalized									
SiO_2	52.226	52.959	50.767	57.710	62.326	76.506	76.957	73.372	43.820
TiO_2	1.288	1.184	1.435	0.675	0.701	0.112	0.071	0.213	0.006
Al_2O_3	14.694	14.560	17.135	15.762	15.574	13.010	12.933	12.249	0.682
Fe_2O_3*	9.217	14.172	11.775	6.352	6.606	0.902	0.783	4.808	8.654
MnO	0.150	0.217	0.176	0.110	0.104	0.100	0.114	0.086	0.125
MgO	8.318	4.595	5.170	7.774	3.723	0.122	0.041	0.051	46.116
CaO	9.810	9.766	9.753	6.434	6.246	0.679	0.508	0.091	0.569
Na_2O	2.687	2.029	2.720	3.181	3.193	4.076	4.057	4.738	0.022
K_2O	1.349	0.418	0.777	1.851	1.411	4.472	4.524	4.383	0.003
P_2O_5	0.262	0.100	0.293	0.149	0.116	0.021	0.012	0.009	0.002

	JH-1	JGb-1	JGb-2	JG-1a	JG-2	JG-3	JSy-1	JF-1
SiO_2	48.48	43.66	46.68	72.30	76.83	67.29	60.14	66.69
TiO_2	0.67	1.60	0.58	0.25	0.044	0.48	<0.005	0.005
Al_2O_3	5.56	17.49	23.32	14.30	12.47	15.48	23.45	18.08
Fe_2O_3	1.01	4.79	0.60	0.51	0.33	1.62	-	0.06
FeO	8.39	9.43	5.62	1.36	0.57	1.83	-	<0.04*
MnO	0.186	0.189	0.127	0.057	0.016	0.071	0.0024	0.001
MgO	17.12	7.85	6.24	0.69	0.037	1.79	0.02	0.006
CaO	15.02	11.90	14.20	2.13	0.70	3.69	0.24	0.93
Na_2O	0.72	1.20	0.92	3.39	3.54	3.96	10.74	3.37
K_2O	0.52	0.24	0.06	3.96	4.71	2.64	4.83	9.99
P_2O_5	0.11	0.056	0.007	0.083	0.002	0.122	<0.01	0.01
H_2O+	1.82	1.28	1.36	0.59	0.33	0.67	0.27	0.23
H_2O-	0.23	0.13	0.16	0.12	0.12	0.17	0.11	0.13
sum	99.836	99.815	99.874	99.74	99.699	99.813	99.802	99.502
Normalized								
SiO_2	49.111	43.992	47.159	72.912	77.357	67.824	60.435	67.254
TiO_2	0.679	1.612	0.586	0.252	0.044	0.484	-	0.005
Al_2O_3	5.632	17.623	23.559	14.421	12.556	15.603	23.565	18.233
Fe_2O_3*	10.464	15.175	6.920	2.017	0.977	3.719	0.090	0.081
MnO	0.188	0.190	0.128	0.057	0.016	0.072	0.002	0.001
MgO	17.343	7.910	6.304	0.696	0.037	1.804	0.020	0.006
CaO	15.215	11.991	14.346	2.148	0.705	3.719	0.241	0.938
Na_2O	0.729	1.209	0.929	3.419	3.564	3.991	10.793	3.398
K_2O	0.527	0.242	0.061	3.994	4.742	2.661	4.854	10.074
P_2O_5	0.111	0.056	0.007	0.084	0.002	0.123	-	0.010

normalized とは H_2O+ と H_2O- を取り，Fe をすべて 3 価（Fe_2O_3*）として、100 wt% になるように計算したもの.

AT-S13）で、1000℃で2時間強熱し、デシケーター内で20分間冷却する。そして秤量し、重量変化を強熱減少（Loss on Ignition）とする。強熱減少後、試料が固まった場合は、メノウ乳鉢で砕く。

融剤は、Merck 製無水四ホウ酸リチム（$Li_2B_4O_7$）と Merck 製リチウムメタボレイト（$LiBO_2$）を4：1の比率に混合し、500℃で4時間強熱し、デシケーター内で冷却する。その後自動メノウ乳鉢で10分間砕く。融剤はポリエチレン・ボトルに入れ、デシケーター内に保存する。

焼いた試料2gを正確に秤量し、混合融剤も4gを秤量して混合する。試料を白金ルツボ（Pt 95%、Au 5%の合金）に入れ、少量の（～100 μ m）のヨウ化リチウム（LiI）を加える。自動高周波加熱機のビードサンプラー（東京科学株式会社製NT－2100）を用いて自動溶融する。溶融プロセスは、1200℃で3.5分間熱し、その後5分間45℃の振動と回転をして均質に混合しながら溶かす。白金ルツボを水平にして約600℃くらいになるまで自然冷却させて後、装置からおろし、ビードサンプラーについている空冷スタンドで冷却する。完成したビードはビニール袋に入れデシケーターで保存する。

表3. マトリックス補正による検量線の変化.

	Non corrected		
	Accuracy	**b**	**c**
SiO_2	0.6277	0.154323	9.942837
TiO_2	0.0216	0.175632	0.003246
Al_2O_3	0.5188	0.191698	0.253002
Fe_2O_3	0.5482	0.024450	-0.241421
MnO	0.0067	0.031546	-0.005525
MgO	0.2589	0.407101	0.192765
CaO	0.1084	0.039115	0.091573
Na_2O	0.0992	1.048423	0.043028
K_2O	0.0605	0.036134	-0.078706
P_2O_5	0.0048	0.090467	0.001865
	All elements corrected		
	Accuracy	**b**	**c**
SiO_2	0.1450	0.165972	-5.335075
TiO_2	0.0021	3.187289	0.019409
Al_2O_3	0.0799	0.166311	0.003543
Fe_2O_3	0.0381	0.014807	-0.020172
MnO	0.0012	1.127248	-0.014589
MgO	0.0064	0.204684	0.017906
CaO	0.0203	0.031590	-0.002690
Na_2O	0.0677	1.809468	-0.148661
K_2O	0.0332	0.072828	0.045444
P_2O_5	0.0028	-0.490575	-0.000989
	5 elements corrected		
	Accuracy	**b**	**c**
SiO_2	0.2913	0.163971	-2.022827
Al_2O_3	0.1326	0.202239	0.001858
Fe_2O_3	0.0528	0.031330	0.022927
MgO	0.0540	0.364302	0.052956
CaO	0.0549	0.040956	0.0031597
	7 elements corrected		
	Accuracy	**b**	**c**
SiO_2	0.1775	0.164172	-2.430597
Al_2O_3	0.0848	0.171252	-0.021929
Fe_2O_3	0.0456	0.032159	-0.008974
MgO	0.0318	0.302039	0.033423
CaO	0.0263	0.042288	-0.005019
Na_2O	0.0697	1.088394	-0.128538
K_2O	0.0446	0.042635	-0.010206

ワーキング・スタンダードと未知試料は、この手順でビードまで作成する。ただし、地質調査所が配布している標準試料は粉末状態であるため、強熱からの手順より始めた。

III 分析と検量線作成

分析に必要な装置の概要、分析条件、標準資料、検量線についてまとめた。

1 装置

蛍光X線装置は、一次X線を試料に照射して、試料から反射した二次X線（蛍光X線）から、試料の化学的性質を調べるものである。蛍光X線は元素に固有の波長をもち、試料に含まれる元素濃度に応じた強度となる。蛍光X線のスペクトルは各元素の濃度に応じたスペクトルが積分されたものであるため、目的元素のスペクトルのみに分離しなければならない。このような処理をした後の蛍光X線の強度から、濃度の定量が可能となる。

館に導入された装置は、島津製作所製のXRF-1500である。4 kWのX線を発生できるRhのターゲットのX線管を持ち、Al、Ti、Ni、Zrの4種類の一次X線フィルターが装備されている。X線の絞りはϕ 30mmである。試料は一度に8個まで装着できる。試料と分光結晶の間には、三種（高分解能／標準／高感度）の第一スリットが装備されている。分光結晶は、LiF (200)、Ge、TAP、PETが装着されている。検出器はシンチレーションカウンター（SC）とガス・フロー型比例計数管（FPC）が装備されている。

本装置は、一般的な蛍光X線分析装置である。本装置の特徴は4 kWの一次X線出力をもつことだが、主要元

表4. マトリックス補正係数.

	All element corrected									
	SiO_2	**TiO_2**	**Al_2O_3**	**Fe_2O_3**	**MnO**	**MgO**	**CaO**	**Na_2O**	**K_2O**	**P_2O_5**
SiO_2	-	0.029660	0.008899	0.005362	0.037673	0.008403	0.001101	0.004591	0.000873	-0.087335
TiO_2	-0.009326	-	-0.009858	-0.011361	0.042286	-0.009869	-0.008560	-0.010230	-0.010026	-0.022719
Al_2O_3	0.001222	0.021534	-	0.004788	0.011041	0.006084	0.001827	0.006944	0.000450	-0.014563
Fe_2O_3	0.005480	0.084970	0.002376	-	0.412174	0.000837	0.019700	-0.033954	0.028150	0.010758
MnO	-0.009834	-0.009158	-0.009794	-0.009875	-	-0.009690	-0.009329	-0.008620	-0.009478	-0.014950
MgO	0.017355	-0.202390	0.006670	0.068654	-3.059045	-	0.011657	-0.070716	-0.020200	0.788109
CaO	0.003795	0.050582	0.002754	-0.008034	0.272727	0.002016	-	-0.014548	0.020745	-0.006867
Na_2O	0.012490	-0.265599	0.025149	0.029249	1.603019	0.021112	0.021044	-	0.033725	0.580270
K_2O	-0.004944	0.070203	-0.008476	-0.010869	-0.095338	0.000618	-0.016608	-0.001219	-	0.148185
P_2O_5	-0.013335	0-.033911	-0.013094	-0.001325	-0.491831	-0.010382	-0.011433	0.013522	-0.003898	-

	5 element corrected				
	SiO_2	**Al_2O_3**	**Fe_2O_3**	**MgO**	**CaO**
SiO_2	-	0.007850	0.005842	0.005825	-0.000807
Al_2O_3	-0.000972	-	0.004710	0.004868	-0.003505
Fe_2O_3	-0.003744	-0.004154	-	-0.004438	0.006214
MgO	0.001251	-0.000611	0.006565	-	0.003290
CaO	0.000463	-0.000883	-0.003301	-0.001652	-

	7 element corrected						
	SiO_2	**Al_2O_3**	**Fe_2O_3**	**MgO**	**CaO**	**Na_2O**	**K_2O**
SiO_2	-	0.007214	0.005877	0.006051	0.000237	0.003326	-0.000156
Al_2O_3	0.000915	-	0.006623	0.006316	0.000684	0.005981	-0.000091
Fe_2O_3	-0.003947	-0.003975	-	-0.004570	0.005758	-0.005182	0.007136
MgO	0.006132	-0.000452	0.008399	-	0.003569	0.001329	-0.039940
CaO	-0.000702	-0.000232	-0.002774	-0.001112	-	0.000094	0.017526
Na_2O	-0.000012	-0.002665	0.000438	0.004187	0.007513	-	0.006752
K_2O	-0.001646	-0.001022	-0.003820	0.002569	-0.009929	-0.003990	-

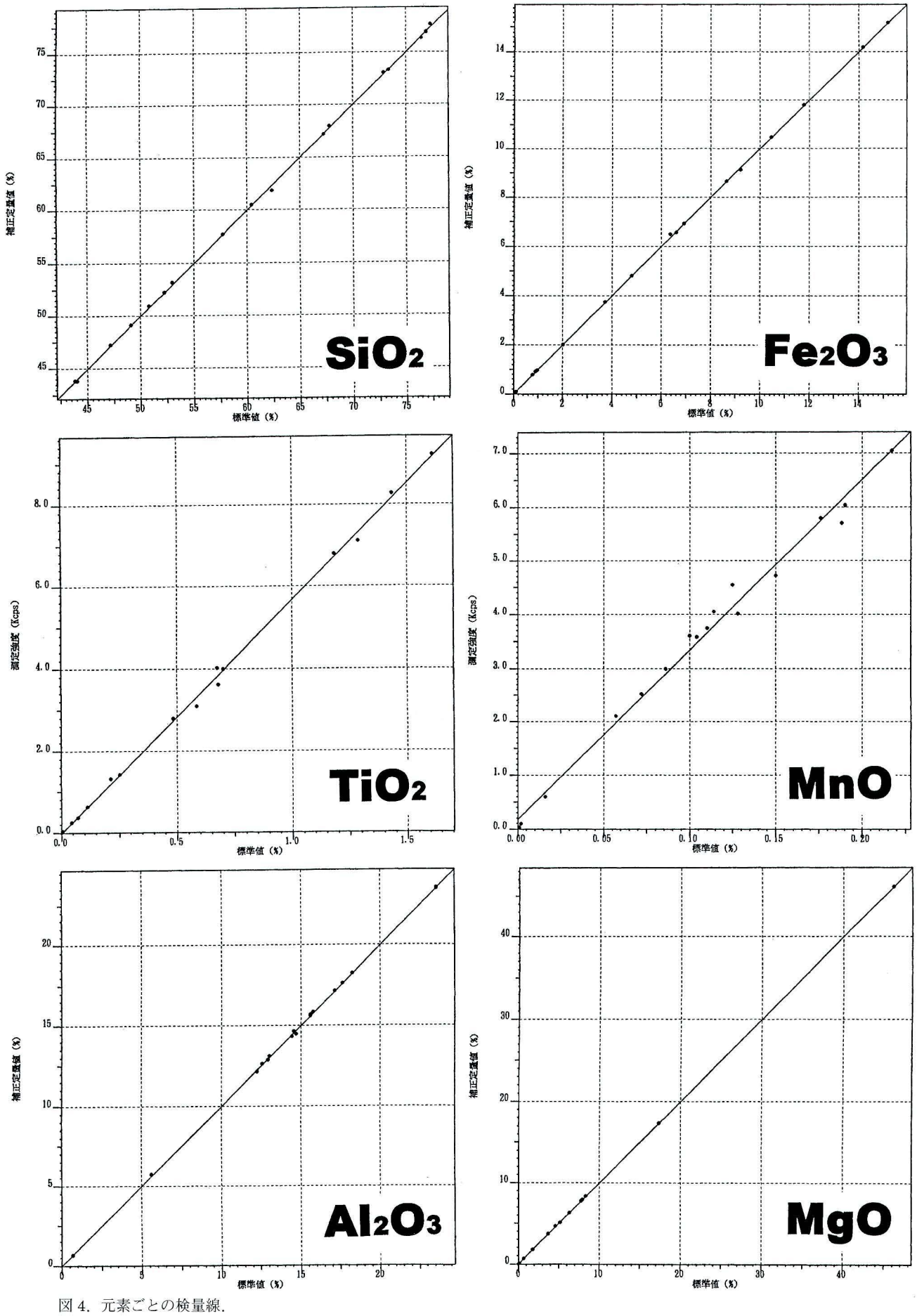

SiO2
補正定量値（%）
標準値（%）
Fe2O3
補正定量値（%）
標準値（%）
TiO2
測定強度（Kcps）
標準値（%）
MnO
測定強度（Kcps）
標準値（%）
Al2O3
補正定量値（%）
標準値（%）
MgO
補正定量値（%）
標準値（%）

図 4. 元素ごとの検量線.

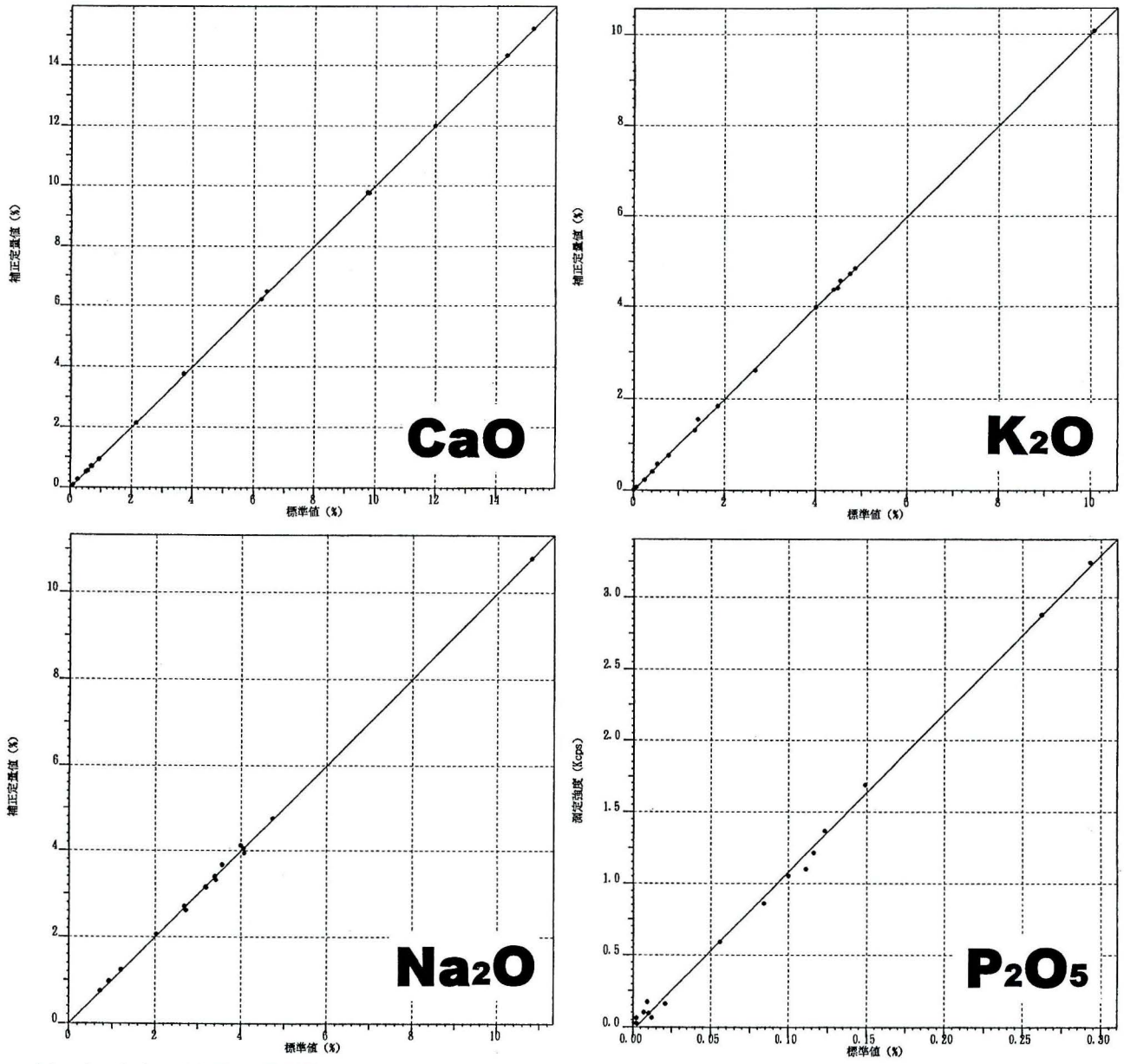


図4（つづき）．元素ごとの検量線．

表5．保証組成範囲と検出限界．

	Chemical Range		Lower Limit of Detection				S/N
	Max (wt%)	Min (wt%)	C-BG (counts)	C-LLD (%)	M-BG (kcps)	M-LLD (%)	BEC (%)
SiO_2	77.357	43.992	436083	0.008213	0.9360	0.0160	1.80790
TiO_2	1.612	0.005	669	0.000325	0.2607	0.0085	-0.00281
Al_2O_3	23.565	0.682	7558	0.001180	0.3408	0.0076	0.03420
Fe_2O_3*	15.175	0.081	10876	0.000248	1.1066	0.0223	0.00863
MnO	0.217	0.001	7320	0.000201	0.7046	0.0104	0.00574
MgO	17.343	0.006	4058	0.001497	0.3441	0.0082	-0.03180
CaO	15.215	0.091	889	0.000100	0.8393	0.0285	0.00100
Na_2O	10.793	0.022	4588	0.004546	0.1475	0.0079	0.10265
K_2O	10.074	0.003	10537	0.000330	0.6144	0.0158	0.01130
P_2O_5	0.293	0.002	1142	0.000229	0.3594	0.0093	-0.00258

素の化学組成分析より、微量元素の分析でその効力を発揮するはずである。微量元素の分析ついては別の機会に報告する予定である。

2 分析条件

館に導入したXRF-1500は、4 kWの出力能力がある。しかし、主要元素成分ではX線の出力は50 kV、50 mAでも充分な蛍光X線の強度が得られるので、このような設定で分析をおこなうことにした。岩石の主要元素として、Si、Ti、Al、Fe、Mn、Mg、Na、K、Pの分析をおこなった。岩石の状態ではすべて酸化物と考えられるので、測定値は酸化物で示した。Feに関しては強熱とビード作成過程によってすべてFe^{3+}になっているものとしてFe_2O_3で表示することにした。

測定雰囲気は25 Paの真空状態でおこなった。各元素ごとの測定は、表1のような分光結晶、検出器、波高分析器（PHA）の条件を用いておこなった。PHAの設定の一例として、Feの条件を図2に示した。2θのピーク位置とバックグランドは、2θのスキャンマップを見て決定した。図3に全元素の2θのスキャンマップとピーク位置を示した。

3 標準試料

標準試料は通商産業省工業技術院地質調査所のものを使った。主要成分では一般の岩石の分析においては充分な組成範囲があると考え、試薬の添加はおこなわなかった。

標準試料として使用したのは、火山岩類のJB-1b, JB-2, JB-3, JA-2, JA-3, JR-1, JR-2, JR-3と深成岩類のJP-1, JH-1, JGb-1, JGb-2, JG-1a, JG-2, JG-3, JSy-1そして鉱物のJF-1である。その公表値は表2に示した。データは通産省工業技術院日本地質調査所の1999年2月23日に、ホームページ（http://www.aist.go.jp/RIODB/geostand/welcomej.html）よりダウンロードしたものを引用した。

4 検量線

岩石の定量値を、蛍光X線装置を用いて得るためには、元素ごとのX線強度と濃度の一義的に決定できる関係を求めなければならない。

この関係を

$I = F(w)$

という関数で示す。ここで、Iは蛍光X線強度（kcps）で、wは含有量（wt%）である。

F（w）は双曲線に近いといわれているが、含有量範囲が狭ければ一次式あるいは二次式で近似できる。つまり

$w = b \cdot I + c$

あるいは、

$w = a \cdot I^2 + b \cdot I + c$

となる。ここで、a、bは勾配（wt%/kcps^2、wt%/kcps）を、cは切片（wt%）を示す。

このような近似式の係数を標準試料から事前に決定しておき、標準試料とマトリックスの近い未知試料の分析に用いることができる。この近似式を検量線という。

実際の測定において、蛍光X線強度はスペクトル処理として、計数の数え落し（dead time）の補正とバックグランド補正をおこなわなければならない。また、目的の元素以外の共存する元素の種類や濃度によって蛍光X線強度は変化する。このような共存元素の吸収作用による効果をマトリックス効果といい、マトリックス補正もおこなう必要がある。また、元素のスペクトルが重なり、目的元素のスペクトルの妨害を与えるときは、重なり補正をおこなわなければならない。

したがって、ある目的元素の蛍光X線強度（I）から、一次式の検量線の場合には、濃度（W、wt%）は、

$W = (b \cdot (I - I_{BG} - \Sigma l_j \cdot I_j) + c) \cdot (1 + \Sigma d_j \cdot W_j)$

となる。ここでbは検量線の勾配（wt%/kcps）、I_{BG}はバックグランド強度、l_jは重なっている元素jの重なり補正係数、I_jは共存元素濃度（kcps）、cは検量線の切片（wt%）、d_jは共存元素jのマトリックス効果の補正係数、W_jは共存元素jの濃度（wt%）、l_jは妨害元素jの重なり補正係数である。

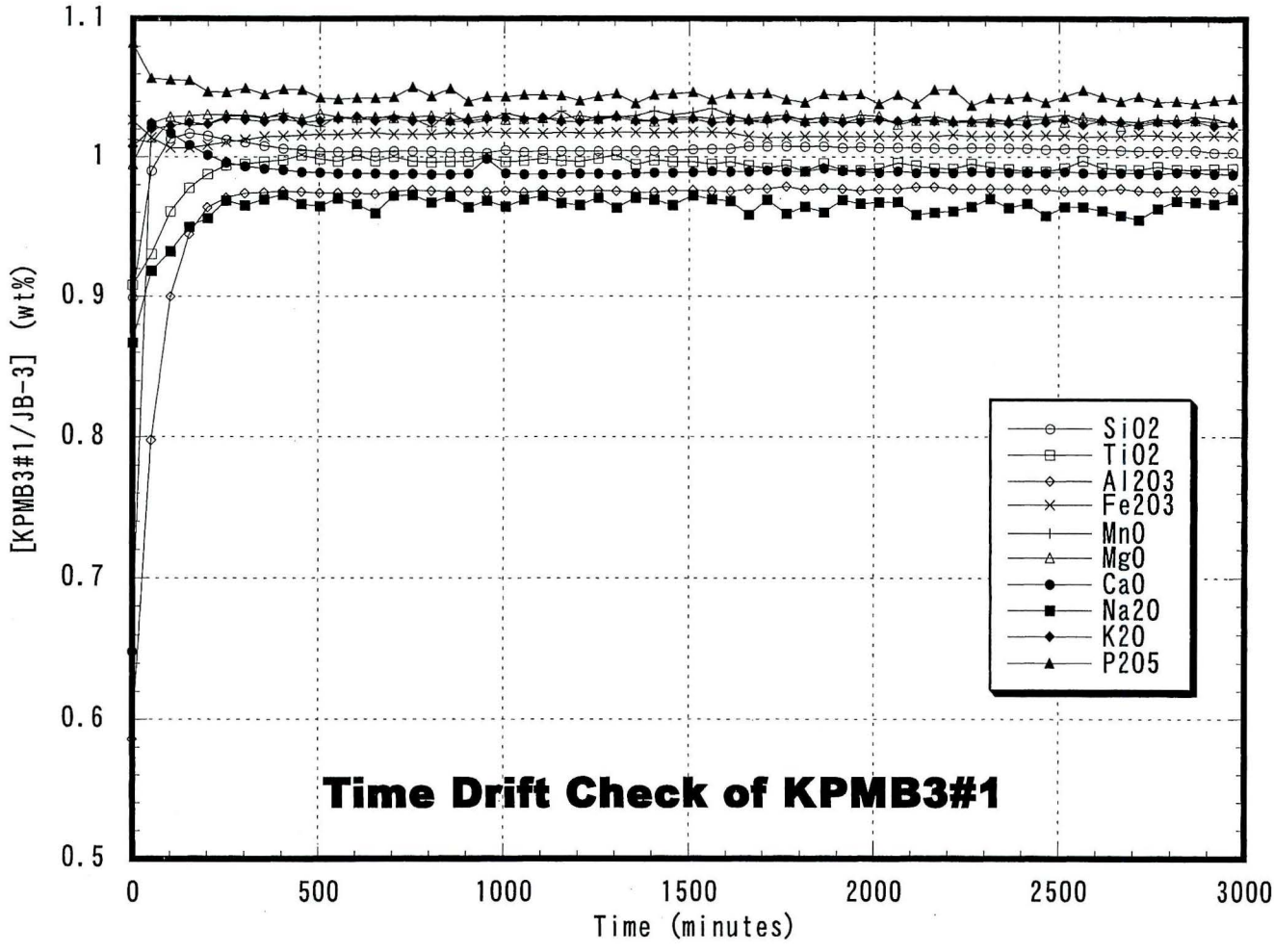
このような手順をふんで検量線を求めることになる。マトリックス補正にはいくつかの方法があるが、今回は一般的なdj法を用いた。dj法はJIS G 1256にも記載されている。方法は、多元素の系を2元素系に近似して求める。基元素（base）中に目的元素が含まれているという推定をおこなう。

検量線を求めるにあたり、多数の検量試料を用いて、係数（a、b、c）と補正係数djを同時に計算する、重回帰法を用いた。重回帰法によるdj法では、いくつかの条件に気をつける必要がある。(1) dj法を用いる元素は、定量元素も共存元素も含有量範囲は、1 wt%以上であること。(2) djの補正係数の絶対値が0.1以下であること。(3) 補正は標準試料数まで可能であるが、標準試料数の1/3 ～ 1/5個程度の元素数で補正をおこなうと信頼性が向上する。(4) また著者らの判断として、補正後の検量線の勾配が補正前ものと比べて2倍以上や1/2以下に変化するものは信頼性が低い。

このような観点でマトリックス補正をおこなった結果を示す。表3には検量線の精確さ（accuracy）と勾配（b）と切片（c）を、マトリックス補正しないもの（non corrected）と全元素での補正をしたもの（all elements corrected）、SiO_2、Al_2O_3、Fe_2O_3、MgO、CaOの5元素で補正したもの（5 elements corrected）、5元素にNa_2O、K_2Oを加えた7元素で補正したもの（7 elements corrected）の結果を示した。表4にはマトリックス補正係数を示した。

前述のdj法の条件から検量線を得るための条件を決定する。まず、マトリックス補正をしない検量線の精確

図5. 装置の立ち上がり時におけるX線強度の時間変化（右ページ）. 上の図はKPMB3全元素の時間による強度変化を重量%によるJB-3で規格化した値で比べた. 下の図は, KPMB3, KPMA2, KPMR12のSiO_2の濃度変化を時間ごとに示したものである.


1.1
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
[KPMB3#1/JB-3] (wt%)
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
Time (minutes)
SiO2
TiO2
Al2O3
Fe2O3
MnO
MgO
CaO
Na2O
K2O
P2O5
Time Drift Check of KPMB3#1

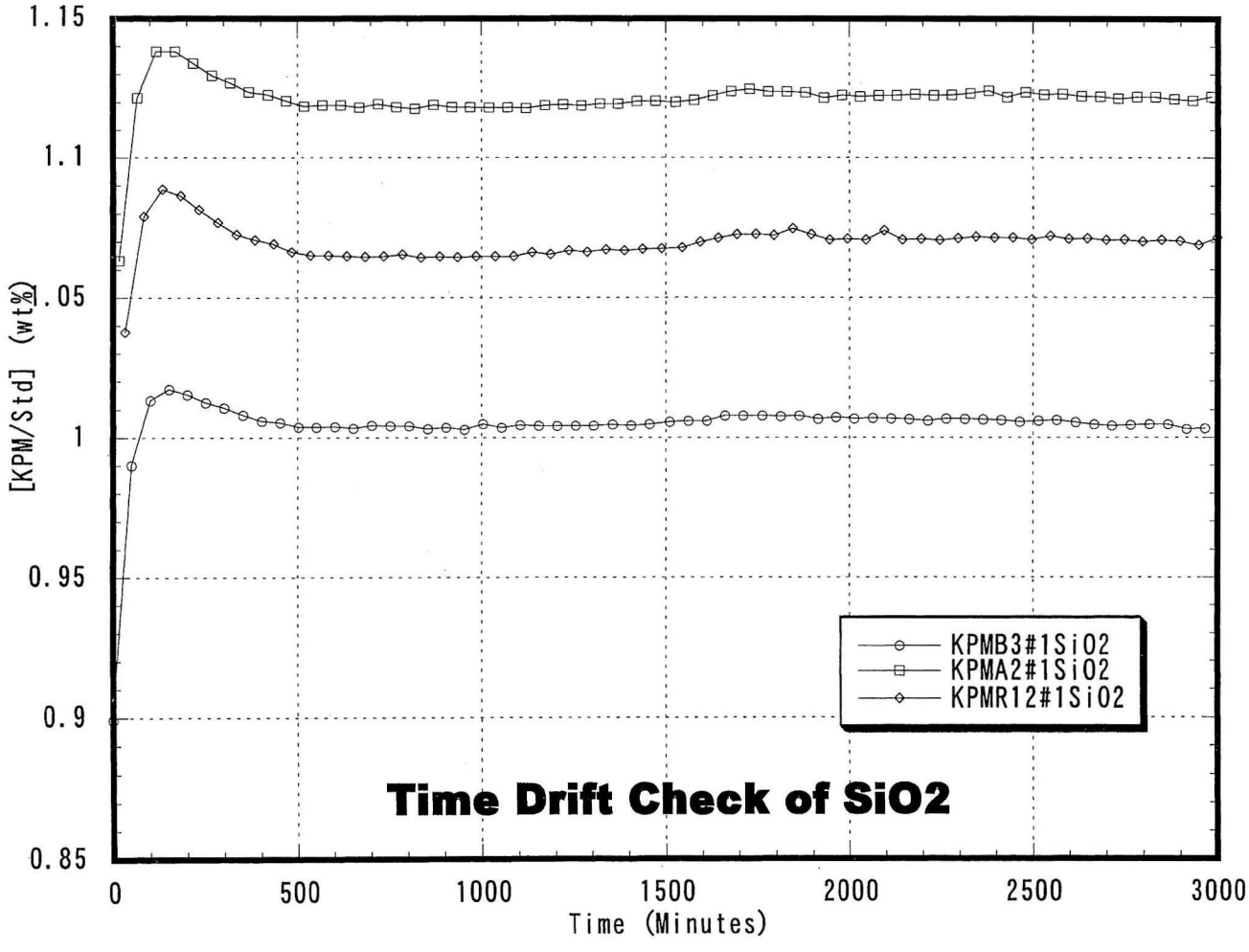

1.15
1.1
1.05
1
0.95
0.9
0.85
[KPM/Std] (wt%)
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
Time (Minutes)
KPMB3#1SiO2
KPMA2#1SiO2
KPMR12#1SiO2
Time Drift Check of SiO2

表 6. 装置安定性・精確さ・再現性テスト.

No	日付	試料数	測定法	測定回数	目的
Test 1	5/19 ～ 20	3	ダイナミック	60	時間ドリフト
Test 2	5/26	8	スタティック	10	単純繰り返し測定 1、日間再現性 1
Test 3	6/2 ～ 6/4	17	スタティック	10	精確さ
Test 4	6/4 ～ 6/5	8	ダイナミック	10	出し入れ再現性 1
Test 5	6/5 ～ 6/6	8	スタティック	10	日間再現性 2
Test 6	6/10 ～ 6/11	8	スタティック	10	単純繰り返し測定 2、日間再現性 3
Test 7	6/11 ～ 6/12	8	ダイナミック	10	出し入れ再現性 2
Test 8	6/16 ～ 6/17	8	スタティック	10	日間再現性 4
Test 9	6/24 ～ 6/25	8	スタティック	10	日間再現性 5

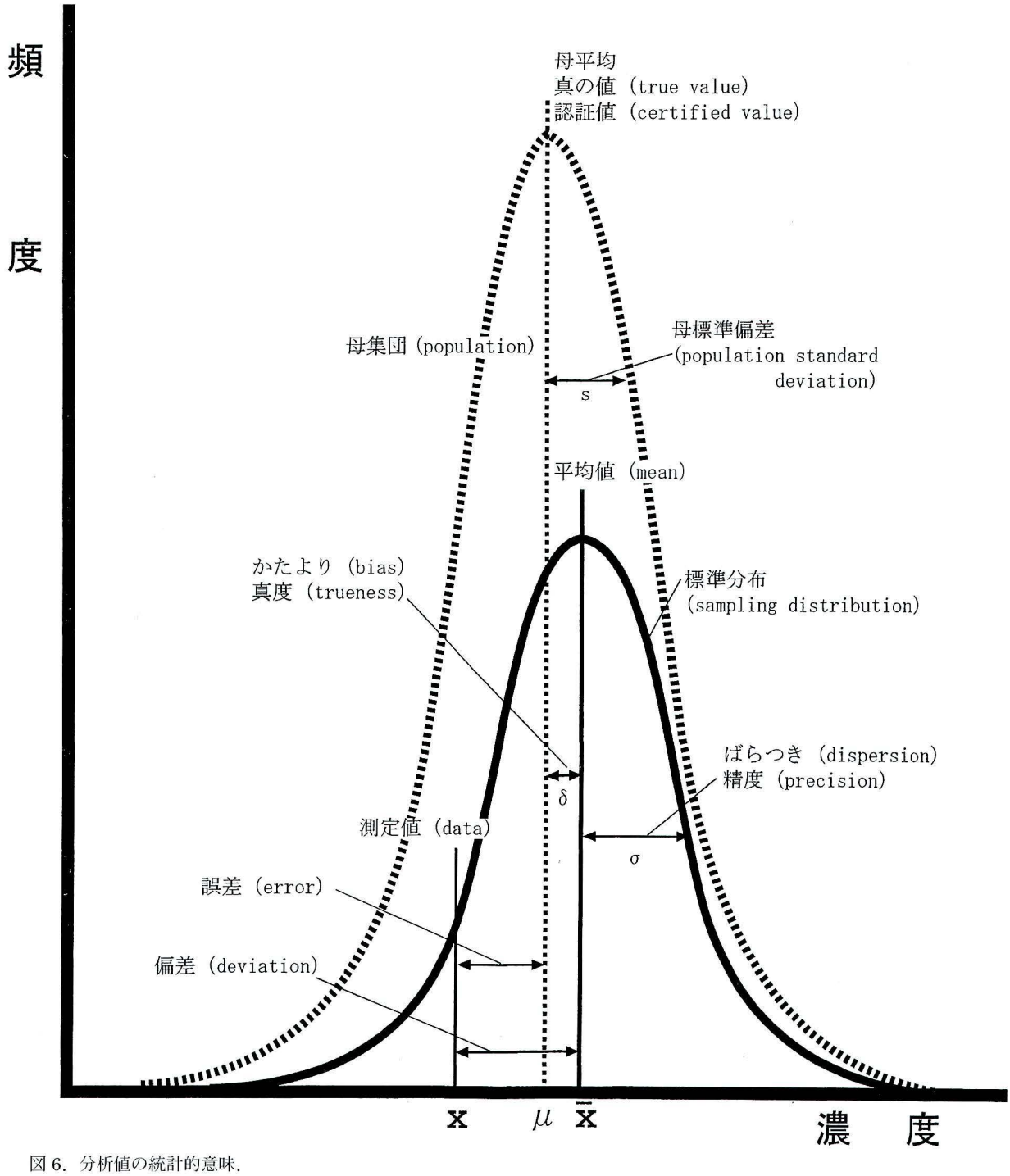


図 6. 分析値の統計的意味.

表 7．併行実験結果.

	Static Mode				Dynamic Mode			
	Test 2		Test 6		Test 4		Test 7	
JB-2	**Ave**	**Std Dev**	**Ave**	**Std Dev**	**Ave**	**Std Dev**	**Ave**	**Std Dev**
SiO_2	53.307	0.0560	53.391	0.0483	53.142	0.2168	53.481	0.0863
TiO_2	1.184	0.0054	1.119	0.0032	1.099	0.0062	1.102	0.0046
Al_2O_3	14.667	0.0114	14.674	0.0173	14.649	0.0354	14.685	0.0136
Fe_2O_3	14.027	0.0092	13.856	0.0146	13.697	0.0155	13.823	0.0145
MnO	0.216	0.0006	0.213	0.0005	0.210	0.0006	0.213	0.0007
MgO	4.684	0.0092	4.681	0.0071	4.668	0.0191	4.683	0.0075
CaO	9.731	0.0031	9.705	0.0080	9.672	0.0309	9.706	0.0118
Na_2O	1.924	0.0066	1.938	0.0082	1.929	0.0086	1.938	0.0100
K_2O	0.408	0.0007	0.407	0.0005	0.407	0.0008	0.407	0.0006
P_2O_5	0.096	0.0006	0.096	0.0004	0.096	0.0004	0.096	0.0008
JA-2	**Ave**	**Std Dev**	**Ave**	**Std Dev**	**Ave**	**Std Dev**	**Ave**	**Std Dev**
SiO_2	57.962	0.0385	58.109	0.0267	57.842	0.1184	58.081	0.1090
TiO_2	0.703	0.0018	0.664	0.0016	0.652	0.0025	0.653	0.0038
Al_2O_3	15.869	0.0106	15.883	0.0106	15.839	0.0186	15.868	0.0190
Fe_2O_3	6.436	0.0026	6.367	0.0017	6.287	0.0040	6.348	0.0066
MnO	0.112	0.0004	0.111	0.0002	0.110	0.0003	0.111	0.0002
MgO	7.803	0.0071	7.809	0.0146	7.809	0.0089	7.808	0.0111
CaO	6.478	0.0030	6.460	0.0023	6.441	0.0053	6.452	0.0049
Na_2O	3.184	0.0090	3.185	0.0129	3.192	0.0101	3.184	0.0082
K_2O	1.879	0.0014	1.874	0.0012	1.872	0.0016	1.871	0.0014
P_2O_5	0.154	0.0009	0.153	0.0006	0.154	0.0005	0.154	0.0010
KPMB3#1	**Ave**	**Std Dev**	**Ave**	**Std Dev**	**Ave**	**Std Dev**	**Ave**	**Std Dev**
SiO_2	50.787	0.0368	50.900	0.0143	50.694	0.0831	50.868	0.0747
TiO_2	1.486	0.0029	1.409	0.0034	1.382	0.0050	1.384	0.0093
Al_2O_3	16.691	0.0143	16.709	0.0103	16.652	0.0196	16.673	0.0171
Fe_2O_3	12.099	0.0056	11.962	0.0040	11.816	0.0087	11.931	0.0124
MnO	0.182	0.0005	0.180	0.0005	0.178	0.0006	0.180	0.0004
MgO	5.290	0.0076	5.290	0.0093	5.287	0.0096	5.290	0.0078
CaO	9.629	0.0040	9.610	0.0035	9.582	0.0122	9.601	0.0101
Na_2O	2.584	0.0103	2.601	0.0081	2.597	0.0086	2.601	0.0106
K_2O	0.804	0.0010	0.802	0.0011	0.802	0.0008	0.802	0.0008
P_2O_5	0.304	0.0012	0.303	0.0007	0.305	0.0011	0.303	0.0009
KPMB3#2	**Ave**	**Std Dev**	**Ave**	**Std Dev**	**Ave**	**Std Dev**	**Ave**	**Std Dev**
SiO_2	50.898	0.0217	50.944	0.0627	50.782	0.0871	50.952	0.0786
TiO_2	1.487	0.0033	1.410	0.0028	1.382	0.0051	1.386	0.0068
Al_2O_3	16.714	0.0065	16.728	0.0134	16.673	0.0125	16.698	0.0220
Fe_2O_3	12.093	0.0052	11.968	0.0081	11.818	0.0088	11.935	0.0114
MnO	0.182	0.0004	0.180	0.0003	0.178	0.0006	0.180	0.0004
MgO	5.297	0.0055	5.296	0.0056	5.296	0.0073	5.298	0.0094
CaO	9.628	0.0035	9.599	0.0082	9.579	0.0128	9.593	0.0115
Na_2O	2.602	0.0068	2.609	0.0095	2.604	0.0043	2.599	0.0074
K_2O	0.778	0.0008	0.777	0.0009	0.776	0.0008	0.776	0.0007
P_2O_5	0.305	0.0010	0.303	0.0013	0.305	0.0011	0.303	0.0011
KPMA2#1	**Ave**	**Std Dev**	**Ave**	**Std Dev**	**Ave**	**Std Dev**	**Ave**	**Std Dev**
SiO_2	64.394	0.0519	64.209	0.0262	64.136	0.1687	64.382	0.1418
TiO_2	0.907	0.0030	0.859	0.0025	0.844	0.0043	0.846	0.0041
Al_2O_3	15.813	0.0071	15.793	0.0099	15.764	0.0210	15.786	0.0137
Fe_2O_3	7.081	0.0032	7.025	0.0024	6.930	0.0048	6.998	0.0049
MnO	0.168	0.0004	0.167	0.0004	0.164	0.0006	0.166	0.0005
MgO	1.695	0.0038	1.692	0.0046	1.692	0.0047	1.694	0.0025
CaO	5.879	0.0034	5.859	0.0040	5.848	0.0040	5.858	0.0045
Na_2O	3.843	0.0112	3.852	0.0123	3.858	0.0086	3.850	0.0080
K_2O	0.771	0.0008	0.771	0.0012	0.769	0.0006	0.769	0.0008
P_2O_5	0.163	0.0005	0.162	0.0006	0.163	0.0004	0.162	0.0006
KPMA2#2	**Ave**	**Std Dev**	**Ave**	**Std Dev**	**Ave**	**Std Dev**	**Ave**	**Std Dev**
SiO_2	64.270	0.0330	64.194	0.0187	64.065	0.1355	64.299	0.1188
TiO_2	0.904	0.0031	0.855	0.0030	0.841	0.0046	0.845	0.0049
Al_2O_3	15.781	0.0126	15.771	0.0118	15.752	0.0184	15.768	0.0135
Fe_2O_3	7.089	0.0034	7.023	0.0020	6.931	0.0045	7.002	0.0084
MnO	0.169	0.0007	0.166	0.0005	0.164	0.0004	0.166	0.0004
MgO	1.689	0.0043	1.690	0.0036	1.691	0.0043	1.689	0.0058
CaO	5.876	0.0037	5.855	0.0036	5.847	0.0058	5.856	0.0056
Na_2O	3.832	0.0099	3.838	0.0099	3.848	0.0086	3.844	0.0084
K_2O	0.766	0.0010	0.765	0.0008	0.764	0.0007	0.764	0.0005
P_2O_5	0.162	0.0006	0.161	0.0009	0.162	0.0006	0.161	0.0007
KPMR12#1	**Ave**	**Std Dev**	**Ave**	**Std Dev**	**Ave**	**Std Dev**	**Ave**	**Std Dev**
SiO_2	81.285	0.0873	81.270	0.0350	81.131	0.2600	81.369	0.1976
TiO_2	0.100	0.0013	0.095	0.0010	0.093	0.0009	0.093	0.0008
Al_2O_3	14.083	0.0074	14.095	0.0070	14.081	0.0176	14.092	0.0206
Fe_2O_3	0.795	0.0006	0.788	0.0005	0.777	0.0015	0.787	0.0015
MnO	0.070	0.0003	0.069	0.0004	0.068	0.0004	0.069	0.0003
MgO	0.068	0.0025	0.070	0.0019	0.069	0.0024	0.068	0.0020
CaO	0.377	0.0006	0.376	0.0005	0.375	0.0007	0.376	0.0008
Na_2O	3.244	0.0070	3.245	0.0112	3.240	0.0113	3.246	0.0065
K_2O	4.945	0.0029	4.921	0.0020	4.915	0.0038	4.919	0.0052
P_2O_5	0.009	0.0005	0.009	0.0004	0.008	0.0004	0.009	0.0003
KPMR12#2	**Ave**	**Std Dev**	**Ave**	**Std Dev**	**Ave**	**Std Dev**	**Ave**	**Std Dev**
SiO_2	80.927	0.0829	80.907	0.0359	80.688	0.2196	81.101	0.1962
TiO_2	0.099	0.0009	0.094	0.0012	0.093	0.0008	0.093	0.0006
Al_2O_3	13.945	0.0099	13.949	0.0106	13.926	0.0153	13.952	0.0197
Fe_2O_3	0.794	0.0008	0.788	0.0007	0.779	0.0012	0.786	0.0014
MnO	0.070	0.0003	0.069	0.0003	0.069	0.0004	0.069	0.0004
MgO	0.069	0.0025	0.070	0.0017	0.069	0.0021	0.069	0.0020
CaO	0.377	0.0007	0.376	0.0006	0.376	0.0004	0.375	0.0005
Na_2O	3.238	0.0073	3.275	0.0106	3.264	0.0106	3.273	0.0069
K_2O	4.963	0.0024	4.942	0.0031	4.940	0.0036	4.941	0.0033
P_2O_5	0.008	0.0003	0.009	0.0004	0.008	0.0005	0.008	0.0006

さは、マトリックス補正をしたものに比べて明らかに劣っている。そのためマトリックス補正は必要であることがわかる。次にマトリックス補正をおこなう元素とその数であるが、全元素でおこなう場合、TiO_2、MnO、P_2O_5など1 wt %より低濃度のものを含み、補正係数の絶対値も0.1を越えるものがある。そのため、全元素によるマトリックス補正は適切ではない。

今回用意した標準元素は17個であるので、6元素前後の元素でのマトリックス補正が有効であることになる。そこで、濃度の多いものから5元素と7元素でのマトリックス補正の結果を比べると、7元素による補正の結果がすべての元素において、5元素の補正のものより勝っている。また、補正係数の絶対値も0.1を越えないし、補正後の勾配も著しく変わるものもなかった。

表 8. 長期繰り返し実験結果.

	Test 2		Test 5		Test 6		Test 8		Test 9	
JB-2	Ave	StdDev	Ave	StdDev	Ave	StdDev	Ave	StdDev	Ave	StdDev
SiO_2	53.307	0.056	52.775	0.038	53.391	0.048	53.529	0.026	53.474	0.057
TiO_2	1.184	0.005	1.086	0.003	1.119	0.003	1.071	0.003	1.007	0.003
Al_2O_3	14.667	0.011	14.570	0.013	14.674	0.017	14.686	0.014	14.686	0.004
$Fe_2O_3^*$	14.027	0.009	13.644	0.009	13.856	0.015	13.649	0.013	13.380	0.003
MnO	0.216	0.001	0.209	0.000	0.213	0.000	0.210	0.000	0.206	0.000
MgO	4.684	0.009	4.636	0.008	4.681	0.007	4.679	0.008	4.662	0.005
CaO	9.731	0.003	9.618	0.006	9.705	0.008	9.698	0.005	9.666	0.007
Na_2O	1.924	0.007	1.926	0.008	1.938	0.008	1.941	0.006	1.941	0.012
K_2O	0.408	0.001	0.405	0.001	0.407	0.001	0.407	0.001	0.406	0.001
P_2O_5	0.096	0.001	0.096	0.001	0.096	0.000	0.096	0.000	0.096	0.001
JA-2	Ave	StdDev	Ave	StdDev	Ave	StdDev	Ave	StdDev	Ave	StdDev
SiO_2	57.962	0.038	57.900	0.044	58.109	0.027	58.128	0.051	58.107	0.062
TiO_2	0.703	0.002	0.643	0.003	0.664	0.002	0.635	0.002	0.594	0.00
Al_2O_3	15.869	0.011	15.837	0.012	15.883	0.011	15.879	0.010	15.877	0.009
$Fe_2O_3^*$	6.436	0.003	6.262	0.003	6.367	0.002	6.272	0.004	6.136	0.004
MnO	0.112	0.000	0.109	0.000	0.111	0.000	0.110	0.000	0.107	0.000
MgO	7.803	0.007	7.806	0.013	7.809	0.015	7.805	0.011	7.792	0.010
CaO	6.478	0.003	6.440	0.002	6.460	0.002	6.441	0.004	6.411	0.005
Na_2O	3.184	0.009	3.192	0.007	3.185	0.013	3.193	0.010	3.193	0.009
K_2O	1.879	0.001	1.870	0.002	1.874	0.001	1.869	0.002	1.861	0.001
P_2O_5	0.154	0.001	0.155	0.001	0.153	0.001	0.154	0.001	0.153	0.001
KPMB3#1	Ave	StdDev	Ave	StdDev	Ave	StdDev	Ave	StdDev	Ave	StdDev
SiO_2	50.787	0.037	50.738	0.060	50.900	0.014	50.839	0.022	50.903	0.021
TiO_2	1.486	0.003	1.365	0.003	1.409	0.003	1.344	0.002	1.262	0.003
Al_2O_3	16.691	0.014	16.668	0.014	16.709	0.010	16.691	0.010	16.692	0.009
$Fe_2O_3^*$	12.099	0.006	11.772	0.006	11.962	0.004	11.790	0.004	11.538	0.005
MnO	0.182	0.001	0.177	0.000	0.180	0.000	0.178	0.000	0.174	0.00
MgO	5.290	0.008	5.289	0.008	5.290	0.009	5.283	0.008	5.276	0.00
CaO	9.629	0.004	9.585	0.010	9.610	0.004	9.581	0.005	9.559	0.005
Na_2O	2.584	0.010	2.597	0.007	2.601	0.008	2.607	0.008	2.598	0.010
K_2O	0.804	0.001	0.802	0.001	0.802	0.001	0.801	0.001	0.798	0.001
P_2O_5	0.304	0.001	0.305	0.001	0.303	0.001	0.304	0.001	0.302	0.001
KPMB3#2	Ave	StdDev	Ave	StdDev	Ave	StdDev	Ave	StdDev	Ave	StdDev
SiO_2	50.898	0.022	50.748	0.030	50.944	0.063	50.951	0.030	51.054	0.021
TiO_2	1.487	0.003	1.364	0.002	1.410	0.003	1.343	0.003	1.261	0.003
Al_2O_3	16.714	0.006	16.674	0.012	16.728	0.013	16.704	0.009	16.710	0.009
$Fe_2O_3^*$	12.093	0.005	11.777	0.003	11.968	0.008	11.790	0.004	11.538	0.006
MnO	0.182	0.000	0.177	0.000	0.180	0.000	0.178	0.001	0.174	0.000
MgO	5.297	0.005	5.290	0.013	5.296	0.006	5.296	0.008	5.279	0.008
CaO	9.628	0.003	9.571	0.006	9.599	0.008	9.575	0.007	9.562	0.003
Na_2O	2.602	0.007	2.604	0.006	2.609	0.010	2.599	0.008	2.590	0.010
K_2O	0.778	0.001	0.775	0.001	0.777	0.001	0.775	0.001	0.771	0.001
P_2O_5	0.305	0.001	0.305	0.001	0.303	0.001	0.304	0.001	0.303	0.00
KPMA2#1	Ave	StdDev	Ave	StdDev	Ave	StdDev	Ave	StdDev	Ave	StdDev
SiO_2	64.394	0.052	64.089	0.041	64.209	0.026	64.407	0.033	64.571	0.023
TiO_2	0.907	0.003	0.832	0.003	0.859	0.003	0.818	0.003	0.768	0.003
Al_2O_3	15.813	0.007	15.765	0.011	15.793	0.010	15.797	0.011	15.805	0.009
$Fe_2O_3^*$	7.081	0.003	6.906	0.004	7.025	0.002	6.912	0.003	6.750	0.002
MnO	0.168	0.000	0.164	0.001	0.167	0.000	0.164	0.000	0.161	0.000
MgO	1.695	0.004	1.691	0.007	1.692	0.005	1.692	0.003	1.691	0.004
CaO	5.879	0.003	5.841	0.003	5.859	0.004	5.844	0.003	5.825	0.002
Na_2O	3.843	0.011	3.855	0.017	3.852	0.012	3.865	0.007	3.871	0.014
K_2O	0.771	0.001	0.769	0.001	0.771	0.001	0.768	0.001	0.765	0.001
P_2O_5	0.163	0.001	0.164	0.001	0.162	0.001	0.163	0.001	0.162	0.001
KPMA2#2	Ave	StdDev	Ave	StdDev	Ave	StdDev	Ave	StdDev	Ave	StdDev
SiO_2	64.270	0.033	63.968	0.025	64.194	0.019	64.362	0.039	64.587	0.062
TiO_2	0.904	0.003	0.828	0.003	0.855	0.003	0.815	0.004	0.766	0.003
Al_2O_3	15.781	0.013	15.732	0.011	15.771	0.012	15.778	0.008	15.801	0.009
$Fe_2O_3^*$	7.089	0.003	6.908	0.003	7.023	0.002	6.913	0.003	6.752	0.004
MnO	0.169	0.001	0.164	0.001	0.166	0.000	0.164	0.000	0.161	0.000
MgO	1.689	0.004	1.691	0.006	1.690	0.004	1.688	0.004	1.689	0.004
CaO	5.876	0.004	5.840	0.003	5.855	0.004	5.839	0.004	5.824	0.003
Na_2O	3.832	0.010	3.850	0.011	3.838	0.010	3.850	0.010	3.856	0.011
K_2O	0.766	0.001	0.763	0.001	0.765	0.001	0.763	0.001	0.760	0.001
P_2O_5	0.162	0.001	0.163	0.000	0.161	0.001	0.162	0.001	0.161	0.001
KPMR12#1	Ave	StdDev	Ave	StdDev	Ave	StdDev	Ave	StdDev	Ave	StdDev
SiO_2	81.285	0.087	80.975	0.066	81.270	0.035	81.583	0.090	82.076	0.137
TiO_2	0.100	0.001	0.091	0.001	0.095	0.001	0.091	0.001	0.085	0.001
Al_2O_3	14.083	0.007	14.055	0.012	14.095	0.007	14.113	0.013	14.143	0.009
$Fe_2O_3^*$	0.795	0.001	0.775	0.001	0.788	0.001	0.776	0.001	0.755	0.001
MnO	0.070	0.000	0.068	0.000	0.069	0.000	0.068	0.000	0.067	0.000
MgO	0.068	0.003	0.070	0.001	0.070	0.002	0.067	0.001	0.068	0.001
CaO	0.377	0.001	0.374	0.001	0.376	0.000	0.374	0.000	0.373	0.001
Na_2O	3.244	0.007	3.233	0.007	3.245	0.011	3.258	0.011	3.266	0.007
K_2O	4.945	0.003	4.909	0.003	4.921	0.002	4.906	0.003	4.885	0.003
P_2O_5	0.009	0.000	0.009	0.000	0.009	0.000	0.008	0.000	0.008	0.000
KPMR12#2	Ave	StdDev	Ave	StdDev	Ave	StdDev	Ave	StdDev	Ave	StdDev
SiO_2	80.927	0.083	80.595	0.125	80.907	0.036	81.658	0.045	81.546	0.114
TiO_2	0.099	0.001	0.091	0.001	0.094	0.001	0.089	0.001	0.084	0.001
Al_2O_3	13.945	0.010	13.913	0.014	13.949	0.011	14.013	0.010	13.980	0.007
$Fe_2O_3^*$	0.794	0.001	0.775	0.001	0.788	0.001	0.773	0.001	0.756	0.001
MnO	0.070	0.000	0.068	0.000	0.069	0.000	0.068	0.000	0.067	0.000
MgO	0.069	0.002	0.134	0.201	0.070	0.002	0.068	0.002	0.070	0.002
CaO	0.377	0.001	0.375	0.001	0.376	0.001	0.373	0.001	0.374	0.001
Na_2O	3.238	0.007	3.263	0.007	3.275	0.011	3.280	0.008	3.290	0.011
K_2O	4.963	0.002	4.888	0.139	4.942	0.003	4.919	0.002	4.908	0.002
P_2O_5	0.008	0.000	0.009	0.000	0.009	0.000	0.008	0.000	0.008	0.000

表 9. 標準試料の繰り返し測定結果.

	JB-1b			JB-2			JB-3		
	Ave	StdDev	Acc	Ave	StdDev	Acc	Ave	StdDev	Acc
SiO_2	52.464	0.0368	1.0046	53.180	0.0225	1.0042	50.810	0.0460	1.0009
TiO_2	1.201	0.0032	0.9331	1.134	0.0030	0.9581	1.374	0.0033	0.9576
Al_2O_3	14.473	0.0112	0.9849	14.617	0.0111	1.0039	17.123	0.0097	0.9993
Fe_2O_3*	8.915	0.0064	0.9672	13.812	0.0055	0.9746	11.513	0.0039	0.9777
MnO	0.141	0.0005	0.9356	0.212	0.0003	0.9792	0.173	0.0004	0.9805
MgO	8.377	0.0040	1.0071	4.657	0.0096	1.0135	5.096	0.0110	0.9857
CaO	9.755	0.0035	0.9944	9.727	0.0052	0.9959	9.738	0.0046	0.9985
Na_2O	2.717	0.0099	1.0112	2.073	0.0071	1.0216	2.613	0.0069	0.9607
K2O	1.300	0.0011	0.9642	0.400	0.0003	0.9579	0.749	0.0009	0.9635
P_2O_5	0.262	0.0006	1.0026	0.097	0.0005	0.9654	0.295	0.0010	1.0072
sum	99.606			99.908			99.484		

	JA-2			JA-3			JR-1		
	Ave	StdDev	Acc	Ave	StdDev	Acc	Ave	StdDev	Acc
SiO_2	57.789	0.0460	1.0014	61.866	0.0402	0.9926	76.835	0.0440	1.0043
TiO_2	0.672	0.0022	0.9959	0.666	0.0019	0.9510	0.109	0.0006	0.9784
Al_2O_3	15.832	0.0100	1.0044	15.567	0.0119	0.9996	13.120	0.0088	1.0085
Fe_2O_3*	6.326	0.0042	0.9959	6.432	0.0033	0.9737	0.896	0.0011	0.9932
MnO	0.110	0.0003	0.9981	0.105	0.0003	1.0096	0.106	0.0004	1.0595
MgO	7.780	0.0121	1.0008	3.673	0.0103	0.9865	0.133	0.0014	1.0928
CaO	6.431	0.0035	0.9995	6.201	0.0019	0.9929	0.698	0.0010	1.0279
Na_2O	3.155	0.0105	0.9916	3.156	0.0077	0.9886	3.961	0.0111	0.9718
K_2O	1.829	0.0012	0.9877	1.547	0.0008	1.0960	4.410	0.0014	0.9861
P_2O_5	0.154	0.0004	1.0321	0.112	0.0007	0.9636	0.016	0.0004	0.7566
sum	100.078			99.327			100.285		

	JR-2			JR-3			JP-1		
	Ave	StdDev	Acc	Ave	StdDev	Acc	Ave	StdDev	Acc
SiO_2	76.495	0.0568	0.9940	73.352	0.0697	0.9997	43.653	0.0302	0.9962
TiO_2	0.063	0.0009	0.8872	0.222	0.0016	1.0447	0.007	0.0005	1.1735
Al_2O_3	12.859	0.0082	0.9943	12.124	0.0123	0.9898	0.654	0.0031	0.9589
Fe_2O_3*	0.765	0.0011	0.9777	4.676	0.0027	0.9724	8.446	0.0055	0.9759
MnO	0.119	0.0004	1.0488	0.087	0.0003	1.0093	0.136	0.0003	1.0854
MgO	0.060	0.0014	1.4704	0.053	0.0019	1.0554	45.978	0.0227	0.9970
CaO	0.508	0.0006	1.0002	0.084	0.0005	0.9246	0.540	0.0012	0.9487
Na_2O	4.053	0.0124	0.9990	4.763	0.0079	1.0053	-0.021	0.0037	-0.9570
K_2O	4.548	0.0022	1.0053	4.366	0.0022	0.9961	0.006	0.0003	1.9472
P_2O_5	0.008	0.0005	0.6196	0.017	0.0004	1.8857	0.004	0.0004	2.0793
sum	99.479			99.745			99.404		

	JH-1			JGb-1			JGb-2		
	Ave	StdDev	Acc	Ave	StdDev	Acc	Ave	StdDev	Acc
SiO_2	49.109	0.0472	1.0000	43.845	0.0234	0.9966	47.311	0.0224	1.0032
TiO_2	0.604	0.0022	0.8906	1.523	0.0029	0.9445	0.511	0.0019	0.8723
Al_2O_3	5.730	0.0075	1.0174	17.608	0.0107	0.9991	23.589	0.0092	1.0013
Fe_2O_3*	10.222	0.0050	0.9769	14.798	0.0049	0.9752	6.712	0.0028	0.9699
MnO	0.171	0.0002	0.9068	0.180	0.0003	0.9457	0.118	0.0003	0.9214
MgO	17.314	0.0262	0.9983	7.869	0.0080	0.9948	6.313	0.0087	1.0014
CaO	15.182	0.0121	0.9978	11.980	0.0088	0.9991	14.330	0.0093	0.9989
Na_2O	0.747	0.0048	1.0239	1.235	0.0079	1.0216	0.954	0.0074	1.0264
K_2O	0.558	0.0005	1.0583	0.221	0.0004	0.9154	0.062	0.0003	1.0185
P_2O_5	0.101	0.0007	0.9069	0.055	0.0005	0.9800	0.011	0.0005	1.5512
sum	99.738			99.314			99.911		

	JG-1a			JG-2			JG-3		
	Ave	StdDev	Acc	Ave	StdDev	Acc	Ave	StdDev	Acc
SiO_2	73.353	0.0233	1.0060	77.831	0.0693	1.0061	68.000	0.0400	1.0026
TiO_2	0.238	0.0012	0.9446	0.045	0.0011	1.0110	0.462	0.0019	0.9559
Al_2O_3	14.338	0.0088	0.9942	12.617	0.0068	1.0049	15.680	0.0141	1.0049
Fe_2O_3*	1.951	0.0007	0.9674	0.930	0.0006	0.9526	3.629	0.0019	0.9758
MnO	0.059	0.0004	1.0321	0.013	0.0003	0.8045	0.072	0.0002	1.0044
MgO	0.677	0.0022	0.9735	0.052	0.0009	1.3899	1.777	0.0045	0.9851
CaO	2.129	0.0011	0.9912	0.677	0.0007	0.9599	3.732	0.0022	1.0033
Na_2O	3.337	0.0108	0.9760	3.672	0.0074	1.0302	4.116	0.0155	1.0313
K_2O	3.970	0.0013	0.9940	4.703	0.0024	0.9917	2.590	0.0016	0.9733
P_2O_5	0.079	0.0003	0.9489	0.007	0.0003	3.7046	0.126	0.0006	1.0237
sum	100.132			100.547			100.185		

	Jsy-1			JF-1		
	Ave	StdDev	Acc	Ave	StdDev	Acc
SiO_2	60.535	0.0315	1.0017	67.354	0.0128	1.0015
TiO_2	0.004	0.0008	-	0.009	0.0007	1.8226
Al_2O_3	23.594	0.0089	1.0012	18.257	0.0079	1.0013
Fe_2O_3*	0.061	0.0366	0.6800	0.083	0.0004	1.0325
MnO	-0.002	0.0002	-1.0324	-0.005	0.0001	-4.4722
MgO	0.027	0.0015	1.3409	0.010	0.0015	1.6659
CaO	0.259	0.0006	1.0756	0.928	0.0012	0.9892
Na_2O	10.808	0.0084	1.0014	3.417	0.0083	1.0055
K_2O	4.825	0.0026	0.9941	10.030	0.0046	0.9956
P_2O_5	0.005	0.0005	-	0.010	0.0005	1.0124
sum	100.116			100.094		

以上のことから、今回はSiO_2、Al_2O_3、Fe_2O_3、MgO、CaO、Na_2O、K_2Oについてはd_i法の重回帰法によるマトリックス補正をおこなった検量線を、それ以外のTiO_2、MnO、P_2O_5についてはマトリックス補正をおこなわない検量線を用いることにする。各元素の検量線は、図4に示した。

IV 分析結果とその検討

上記の方法で決めた分析条件および検量線を用いて、実際の測定の適用範囲と測定値の評価をおこなった。

1 検量線の適用範囲

検量線はすべての組成の岩石に適応可能かというと、そうではない。検量線法は、似たマトリックを持つ試料に対する分析法であるから、マトリックがあまりに違うものには適応できない。検量線の性質上、低濃度側は0 wt%まで、高濃度側は使用した標準試料の組成範囲である。

表5に標準試料の各成分の最大値と最小値を示す。最大値を越える未知試料については、検量線の保証外で、新たにその未知試料に類似する標準試料を用いて作成する必要がある。

低濃度側は、実際には微量元素用の検量線を用意する

表 10. 標準試料の測定結果の比較.

	JB-1b	JB-2				JB-3				JA-2			
	TW	TW	K	Yo	Ya	TW	K	Yo	Ya	TW	K	Yo	Ya
SiO_2	1.0046	1.0042	0.9949	0.9975	1.0002	1.0009	0.9963	0.9994	1.0014	1.0014	0.9960	1.0045	1.0009
TiO_2	0.9331	0.9581	1.0000	1.0085	0.9832	0.9576	1.0000	1.0000	0.9931	0.9959	1.0145	1.0147	1.0303
Al_2O_3	0.9849	1.0039	0.9979	0.9918	0.9918	0.9993	1.0178	0.9959	0.9965	1.0044	1.0153	0.9918	1.0045
Fe_2O_3*	0.9672	0.9746	1.0064	1.0064	0.9986	0.9777	1.0085	1.0008	0.9983	0.9959	1.0497	1.0047	1.0193
MnO	0.9356	0.9792	1.0500	1.0046	1.0000	0.9805	1.0625	0.9886	1.0056	0.9981	1.0000	1.0091	0.9907
MgO	1.0071	1.0135	1.0130	1.0065	0.9913	0.9857	1.0096	1.0058	0.9865	1.0008	1.0076	0.9961	1.0132
CaO	0.9944	0.9959	0.9939	1.0010	0.9990	0.9985	1.0010	1.0010	1.0082	0.9995	0.9849	0.9953	1.0032
Na_2O	1.0112	1.0216	0.9539	1.0296	0.9853	0.9607	1.0000	1.0221	1.0037	0.9916	0.9937	1.0031	0.9904
K_2O	0.9642	0.9579	1.0000	1.0238	1.0476	0.9635	1.0000	1.0000	1.0000	0.9877	1.0054	1.0000	0.9724
P_2O_5	1.0026	0.9654	0.9000	1.0100	0.9406	1.0072	1.0000	1.0000	1.0068	1.0321	1.0667	1.0268	1.0822
	JA-3					JR-1				JR-2			
	TW	T	K	Yo	Ya	TW	K	Yo	Ya	TW	K	Yo	Ya
SiO_2	0.9926	0.9909	0.9982	0.9992	0.9973	1.0043	0.9995	0.9992	0.9995	0.9940	1.0009	1.0006	0.9997
TiO_2	0.9510	1.0000	1.0147	0.9857	0.9857	0.9784	1.1000	1.0000	1.0000	0.8872	0.7778	0.8571	0.8571
Al_2O_3	0.9996	1.0032	1.0141	0.9955	1.0051	1.0085	0.9969	1.0023	0.9953	0.9943	0.9915	0.9977	0.9929
Fe_2O_3*	0.9737	1.0000	1.0305	0.9924	1.0000	0.9932	0.9063	1.0000	0.9775	0.9777	0.8391	1.0000	0.9610
MnO	1.0096	1.0377	1.0000	1.0192	1.0096	1.0595	1.1000	0.9900	1.0000	1.0488	1.0909	0.9912	0.9911
MgO	0.9865	1.0137	1.0246	1.0215	0.9839	1.0928	1.0000	1.0833	1.2500	1.4704	0.2000	1.2500	1.7500
CaO	0.9929	1.0095	1.0111	0.9984	1.0064	1.0279	1.1094	1.0294	1.0448	1.0002	1.1087	1.0196	1.0400
Na_2O	0.9886	1.0032	1.0220	0.9937	0.9781	0.9718	0.9880	0.9975	0.9876	0.9990	1.0024	1.0025	1.0075
K_2O	1.0960	1.0140	1.0071	0.9858	1.0071	0.9861	1.0067	1.0067	1.0000	1.0053	1.0044	0.9978	1.0022
P_2O_5	0.9636	1.0000	1.0000	0.9569	0.9914	0.7566	1.0000	0.8095	0.8571	0.6196	1.0000	0.5833	0.5833
	JR-3		JP-1				JH-1	JGb-1				JGb-2	
	TW	K	TW	K	Yo	Ya	TW	TW	K	Yo	Ya	TW	K
SiO_2	0.9997	1.0038	0.9962	0.9975	0.9881	0.9972	1.0000	0.9966	1.0107	1.0043	0.9995	1.0032	0.9934
TiO_2	1.0447	1.0349	1.1735	-	1.0000	1.6667	0.8906	0.9445	1.0061	1.0000	1.0000	0.8723	1.0240
Al_2O_3	0.9898	0.9552	0.9589	1.0313	0.9265	25.0000	1.0174	0.9991	0.9871	0.9574	0.9954	1.0013	1.0068
Fe_2O_3*	0.9724	0.9650	0.9759	0.9380	1.0035	0.9988	0.9769	0.9752	0.9954	1.0046	1.0007	0.9699	1.0216
MnO	1.0093	0.9297	1.0854	0.9167	1.0000	0.9752	0.9068	0.9457	1.0588	1.0053	0.9947	0.9214	1.0912
MgO	1.0554	0.1976	0.9970	1.0037	1.0108	1.0004	0.9983	0.9948	1.0279	1.0076	0.9936	1.0014	0.9883
CaO	0.9246	0.6586	0.9487	0.9483	0.9825	0.9818	0.9978	0.9991	1.0008	0.9958	1.0000	0.9989	1.0128
Na_2O	1.0053	1.0195	-	0.5000	3.0000	1.0000	1.0239	1.0216	1.0161	1.0165	1.0500	1.0264	0.9898
K_2O	0.9961	0.9764	1.9472	-	-	6.6667	1.0583	0.9154	1.0000	1.0000	1.0417	1.0185	1.3198
P_2O_5	1.8857	1.0976	2.0793	-	2.0000	1.5000	0.9069	0.9800	1.0000	1.0536	0.9464	1.5512	1.4141
	JG-1a				JG-2				JG-3				
	TW	K	Yo	Ya	TW	K	Yo	Ya	TW	T	K	Yo	Ya
SiO_2	1.0060	1.0151	1.0008	1.0032	1.0061	1.0003	1.0010	1.0017	1.0026	0.9945	1.0009	0.9976	0.9967
TiO_2	0.9446	1.0000	1.0000	0.9615	1.0110	1.2500	1.2500	1.1364	0.9559	0.9792	1.0000	1.0000	1.0000
Al_2O_3	0.9942	1.0085	0.9903	0.9923	1.0049	1.0096	1.0072	0.9936	1.0049	0.9955	1.0000	1.0000	1.0013
Fe_2O_3*	0.9674	0.8160	0.9950	1.0000	0.9526	0.9894	0.9796	0.9794	0.9758	1.0882	1.0187	1.0161	1.0108
MnO	1.0321	1.0000	1.0175	1.0351	0.8045	1.0000	1.0625	1.0625	1.0044	0.9589	1.0000	0.9722	1.0141
MgO	0.9735	0.9130	1.0000	360.00	1.3899	0.2500	0.7500	1.6216	0.9851	1.0111	0.9722	1.0056	1.0056
CaO	0.9912	1.0283	0.9907	0.9953	0.9599	0.8625	0.9714	0.9857	1.0033	0.9868	1.0026	1.0188	1.0054
Na_2O	0.9760	1.0088	1.0058	0.9882	1.0302	1.0056	1.0000	0.9915	1.0313	0.9926	1.0025	0.9975	1.0303
K_2O	0.9940	1.0050	1.0075	1.0000	0.9917	0.9937	0.9979	0.9915	0.9733	1.0113	1.0038	0.9962	0.9962
P_2O_5	0.9489	1.0125	0.9524	0.9759	3.7046	-	2.0000	3.0000	1.0237	1.0000	1.0000	1.0163	1.0410
	JSy-1	JF-1		Average									
	TW	TW	Yo	TW	others								
SiO_2	1.0017	1.0015	1.0015	0.9996	1.0011								
TiO_2	-	1.8226	1.0000	1.0252	1.0764								
Al_2O_3	1.0012	1.0013	0.9923	1.6276	2.4450								
Fe_2O_3*	0.6800	1.0325	1.0000	0.9900	0.9944								
MnO	-	-	1.0000	1.0115	1.0153								
MgO	1.3409	1.6659	2.0000	10.4570	22.7061								
CaO	1.0756	0.9892	0.9787	0.9940	0.9889								
Na_2O	1.0014	1.0055	1.0029	1.0416	1.0082								
K_2O	0.9941	0.9956	0.9990	1.1691	1.3647								
P_2O_5	-	1.0124	1.1000	1.1090	1.2576								

標準試料の測定結果の比較は真度（δ）で示した．$\delta = x/\mu$ で求めた．x は得られた測定値で，μ は各論文で示された認証値（示されてない場合は、表 2 の値）である．TW: This Work, T: Tsuchiya *et al.*, 1989; K: Kimura *et al.*, 1996; Yo: 吉崎ほか, 1996; Ya: 山田ほか, 1998.

予定であるが、ここでは、実測による検出限界（Lower Limit of Detection以下LLDと略）と理論的に計算されるLLDを表5に示しておく。

実測によるLLDは、標準試料17個のうち最も低濃度の試料によるバックグランドの10回の繰り返し測定によるカウント数を用いて計算した。このLLDの値は、10回測定による標準偏差の3倍をLLDとしている。実際には濃度0 wt%のもので測定しなければならないが、今回は、この条件でおこなった。ピークのすそ野でのカウント数なので高いLLDとなっている。それを考慮しても、検量線の精確さ（accuracy）の値を下まわっているので、充分に低い値とみなせる。

理論計算によるLLDは、以下の式で検量線から求められる。

$$LLD = 3 \cdot b \cdot (I_{BG})^{1/2} / (t \cdot 1000)$$

ここで

$$BG = -c/(b \cdot 1000 \cdot t)$$

である。

I_{BG} とは検量線から計算によって求めたバックグランド（kcps）で、bは検量線の勾配（wt%/kcps）、cは検量線の切片（wt%）、tは測定時間（sec）である。LLDは、検量線の精確さより、2桁小さいので、充分低いと考えられる。

信号とノイズの強度比も検討しておかなければならない。ピーク強度（S）とバックグランド強度（N）との比率として、一般にS/Nと呼ばれる。S/N比を

background equivalency of concentration（以下BECと略）として評価できる。BECは、

BEC = − c

で求められる。ここでcは検量線の切片（wt%）である。本装置のBEC（wt%）は表6に示した。BECは充分小さく、S/Nは良いと評価できる。

2 装置の始動

本装置は分析の安定化をはかるために、各種の工夫がなされている。たとえば冷却水の温度チェック、装置内温度の安定化、PRガスの流量調整、分光室と試料室の真空管理が自動的になされている。しかし、X線の出力を目的の電流·電圧にして、すぐに測定はできない。安定したX線照射になるのを待ってから測定する必要がある。

X線照射からどれほどでX線が安定して照射されるかを、分析値の変化で判断することにした。X線照射のからKPMB3#1とKPMA2#1、KPMR12#1、3個を繰り返し測定した（Test 1）。その結果を図5に示した。

図5の上にはKPMB3#1の全元素の組成変化を示した。下は3つの試料におけるSiO_2の濃度の変化を示した。縦軸は、基準となる標準試料の濃度でKPMの値を割ったもので示した。これは、変動の程度を規格化して比較するためである。

図5より、X線照射の初めには、変動が激しいことがわかる。一定時間を経ると安定した値となる。SiO_2の組成変化でみると、最初は低く、100～200分ほどで急激に増え、200～500分では減少し、500分以上たつと安定した値となる。他の元素についても似たような結果となる。ただ、元素によって変化傾向は違う。

このような検討より、X線は、500分（8時間ほど）以上測定条件の電流電圧に保持した後、測定を開始しなければならないことが判明した。

3 評価の方法

上述のような手順で決定した検量線を用いて分析をおこなうことになるのだが、未知試料の分析をおこなう前に、分析の精確さ（accuracy）を知る必要がある。

一つ試料を繰り返し測定して真の値を求める場合を考える。ある測定値（data）xは、図6に示したような統計的関係を背景に持つ（加藤, 1998）。測定値（x）と真の値（true value）とは、誤差（error）を持っており、より良い測定値を得るために繰り返し測定をすることがおこなわれる。測定値を繰り返し測定すれば、ばらつきを持ちながらもある一定の値に収斂するはずである。このような測定値による分布曲線は、一般に正規分布（ガウス分布ともいう）となる。もし正規分布でない分布曲線になれば、測定値を得る手順のどこかにミスや系統的変化が起こっていると考えられる。地質調査所の認証値（certified value）を真の値と見なすと、標本分布の平均値（x）は、一般に真の値と一致するとは限らず、かたより（bias)がある。かたよりの程度を真度（trueness）と呼びδで表わす。また、標本の分布曲線自体のばらつき（dispersion）の程度を精度（precision）と呼び、標準偏差（σ）などで表わす。真度や精度より判断して、測定値の精確さ（accuracy）という。

本稿では、精確さを調べるためにいくつかの再現性（reproducibility）のチェックをおこなった（石川ほか, 1990）。併行条件（repeatability condition）での再現性実験、室内再現条件（within laboratory reproducibility condition）での実験をおこなった。そして標準試料の繰り返し測定よる精度と真度のチェックから、本装置による検量線の精確さを検討した。

再現性をチェックするための8個の試料を用意した。地質調査所の標準試料としてJB-2とJA-2を用いた。また、JB-3（富士山）とJA-2（箱根外輪山溶岩）、JR-1とJR-2（和田峠）と同じ産地の試料を、博物館で独自に調整したものをそれぞれKPMB3、KPMA2、KPMR12として再現実験用のワーキング・スタンダードとした。8個のビードを毎回測定に使用することにした。

以下では、本装置の性能や安定性、検量線の精確さや再現性を検討する。検討したテスト内容の一覧を表6に示した。

4 併行再現性実験：装置の安定性

同じ条件で、1つのビードを繰り返し測定することで、併行条件とみなせる。試料を出し入れすることなく、測定位置に設置したまま、同じ電流·電圧で一定にしたX線を照射し続けながら、10回連続して、各元素の蛍光X線強度を測定した。単純な繰り返しによる再現性をみるもので、短時間における装装置の安定性に対する評価となる。本装置ではスタティックな繰り返し測定と呼ばれる。スタティックな併行再現実験をワーキング・スタンダードでおこなった（Test 2、6）。

また同じワーキング·スタンダードを使って、試料を一度装置の外に出して再度試料を入れて測定する、ダイナミックな繰り返し測定もおこなった（Test 4、7）。スタティックによる再現実験に近いが、駆動部を含めた装置の安定性の評価となる。

両再現実験の結果を表7に示した。両テストによって、ダイナミック測定のほうがスタティック測定によるものより明らかに精度が悪い。これは、試料を出し入れすることにより、分析装置の条件が変化し、測定精度を落としているものと考えられる。同一試料の統計的データを取るには、スタティック測定のほうが良いことが判明した。また、ダイナミック測定は試料を一度外に出し入れをするため、時間のロスが生じ、機械的な故障を生じる可能を加えることになる。したがって試料の繰り返し測定は、スタティック測定でおこなうことにする。

5 再現性1：長期間繰り返し測定

長期間における装置の安定性を確認するために、一週間毎に、JB-2とJA-2およびワーキング·スタンダードのKPMB3（2個）、KPMA2（2個）、KPMR12（2個）の5種8個を5週にわたって測定した。測定は10時間以上かけて装置を安定化した後、スタティックによる10回繰り返し測定をおこなった（Test 2、5、6、8、9）。その結果を、平均値（Ave）と標準偏差（StdDev）として表8に示した。

各回の測定は、標準偏差でみると、大差はなく、誤差範囲で一致しているとみなせる。安定性はもっと長期にわたって変化していく可能性がある。今後定期的にワーキング・スタンダードを用いてモニターしていく。ただし、今後装置に大きな変更、たとえばPRガス取り替え、検出器やマイラ膜の取り替えなど変更があれば、検量線の引き直しが必要であろう。

6 再現性2：標準試料の繰り返し測定

本装置の精確さを知るために標準試料の繰り返し測定をおこなった（Test 3）。スタティックで10回の測定をおこない、その結果を表9に示した。

精度を標準偏差（σ）で見ると、SiO_2は0.0128～0.0697平均0.0389、TiO_2は0.0005～0.0032平均0.0018、Al_2O_3は0.0031～0.0141平均0.0094、Fe_2O_3は0.0004～0.0366平均0.0051、MnOは0.0002～0.0005平均0.0003、MgOは0.0009～0.0262平均0.0075、CaOは0.0005～0.0121平均0.0034、Na_2Oは0.0048～0.0155平均0.0090、K_2Oは0.0003～0.0046平均0.0014、P_2O_5は0.0003～0.0010平均0.0005、となった。

真度（δ）は、認証値（μ）と平均値（x）との比

$$\delta = x/\mu$$

で表すことができる。真度でみると、SiO_2は0.9926～1.0061平均1.0009、TiO_2は0.8723～1.8226平均1.0201、Al_2O_3は0.9589～1.0174平均0.9981、Fe_2O_3は0.6800～1.0325平均0.9611、MnOは0.8045～1.0854平均0.9814、MgOは0.9735～1.6659平均1.1152、CaOは0.9246～1.0756平均0.9940、Na_2Oは0.9607～1.0313平均1.0041、K_2Oは0.9154～1.9472平均1.0497、P_2O_5は0.6196～3.7046平均1.2024となった。

精度および真度から、本検量線の精確さが決定できた。今後、本検量線で岩石・鉱物の化学組成を検討するときには、上述の精確さに基づいて議論する必要がある。

いくつかの研究室の値を比べる（表10）。基準としている標準試料の値（認証値：δ）が研究室毎で違うために、真度（δ）で比べる。真度による比較では、CaOとNa_2Oで他の研究室の平均を下まわったが、他の元素ではすべて上まわる結果を得た。

V さいごに

本検量線の精確さ、つまり室間再現性は、標準偏差と変動変数でみると大差はなく誤差範囲内である。したがって本検量線による、岩石・鉱物の化学組成を他の化学組成と比較することが可能となる。

蛍光X分析装置は、多くの研究室で利用さている。岩石学や鉱物学にたずさわる研究者にとっては、X線回折装置や電子線微小部分分析装置（EPMA）と同じほど、普及している装置である。そのため、維持管理が十分おこなわれている研究室では、しかるべき手順にしたがって分析すれば、装置や分析内容を知らないものでも、誰でも一定の精度の分析値が得られる。しかし、よく起こる間違いとして、分析精度の無視した議論がおこなわれることがある。装置や得られた分析値についての有効数字や誤算、精度を考慮しないと、このような間違い犯すことがある。化学分析値を扱うときは、充分な配慮が必要である。

分析精度を高めることは重要なことである。分析値が、より広い適用範囲をもてば、より詳細な現象の記述ができるようになるからである。分析精度を高めるには、誤差のボトルネックがどこに存在するかを知っておくことが必要である。本装置の場合のボトルネックは、一つは装置の再現性で、もう一つは人為的誤差と考えられる。

装置の再現性による誤差は、スタティック測定とダイナッミク測定による分析で、判断できる。スタティック測定は、試料を装置に入れたまま繰り返し測定をすることで、ダイナッミク測定は1回の分析が終了するといったん試料を装置外に出し再度測定するというものである。ダイナッミク測定の方が、スタティック測定より分析精度が劣ることからわかる。また、再現実験で1週間ごとに分析を繰り返すと、明らかに平均値はある統計的変動としてばらつく。これは、装置の安定性による誤差といえる。

もう一つの人為的誤差とは、ビード作成時による誤差である。検量線法では、標準試料と未知試料を同じ工程でビードを作成する。計り取りの誤差は、有効数字の上では無視できる。分析値の精度は、有効数字が3桁から4桁であるのに対し、計り取りの誤差は有効数字5桁もしくは6桁でおこなわれている。岩石試料の場合、成分や鉱物組成によって溶けやすいものから溶けにくいものまである。したがって、一定のビード作成手順でおこなったとしても、ビード自体にムラができる可能性がある。

以上のような誤差によって、分析値の精度が左右されていると考えられる。今後、より精度を上げる努力をするとともに、より微量成分やマトリックスの違った岩石・鉱物の分析も可能になるように調整したい。

文献

樋口靖・堀利栄, 1996. 蛍光X線による微量成分分析のための珪質岩石試料の調整. 愛媛大学理学部紀要, **2**: 1-14.

堀利栄・樋口靖, 1996. Rh管球を用いた蛍光X線による岩石中の微量成分の定量. 愛媛大学理学部紀要, **2**: 27-36.

石川馨・久米均・藤森利美, 1990. 化学者および化学技術者のための統計的方法（第2版）. 315 p. 東京化学同人, 東京.

加藤誠軌, 1998. X線分光分析. 349 p. 内田老鶴圃, 東京.

Kimura, J. & Y. Yamada, 1996. Evaluation of major and trace element XRF analyses using a flux to sample ration of two to one glass beads. *Jour. Min. Petr. Econ. Geol.*, **91**: 62-72.

木村純一・吉田武義・石川賢一, 1996. 韓国標準岩石試料の主成分および微量元素組成. 岩鉱, **91**: 102-108.

Tsuchiya, N., T. Shibata, Y. Koide, M. Owada, E. Takazawa, Y. Goto, J. H. Choi, S. Terada & Y. Hariya, 1989. Major element analysis of rock samples by X-ray fluorescence spectrometry, using Scandium anode tube. *Jour. Fac. Sci. Hokkaido Univ.*, **22**: 489-502.

山田康治朗・河野久征・村田守, 1995. 低希釈率ガラスビード法による岩石中の主成分と微量成分分析. X線分析の進歩, **26**: 33-44.

山田康治朗・大場司・村田守, 1997. 低希釈率ガラスビード法による高珪石質等の微量成分分析. X線分析の進歩, **28**:

133-144.
山田康治朗・河野久征・白木敬一・永尾隆志・角縁進・大場司・川手新一・村田守, 1998. Rh/W デュアルX線管を用いた低希釈率ガラスビード法による岩石中の主成分、微量成分および希土類の分析. X線分析の進歩, **29**: 47-70.
吉崎正・田村洋子・佐野栄・堀利栄・小松正幸, 1996. 蛍光X線分析法による珪酸塩岩石の主要元素の分析. 愛媛大学理学部紀要, **2**: 15-25.

摘　　要

小出良幸・山下浩之・川手新一・平田大二, 2000. 蛍光X線分析装置による岩石主要元素の分析. 神奈川県立博物館研究報告（自然科学）, (29): 107-125. (Y. Koide, H. Yamashita, S. Kawate & D. Hirata, 2000. Rock Major Element Anmalyses Using X-ray Fluorescence Spectrometry. *Bull. Kanagawa prefect. Mus.* (*Nat. Sci.*), (29): 107-125.)

神奈川県立生命の星・地球博物館に導入された島津製作所のXRF-1500型蛍光X線分析装置を用いた岩石主要成分の元素分析のための方法を示した。1：2の低希釈率ガラスビードをもちいた検量線法による分析で、その精度の検討をおこなった。その結果、本装置での主要化学組成は、他の研究室との比較検討可能な精度をもつことが明らかになった。

（受付：1999年11月18日；受理2000年1月20日.）

Bull. Kanagawa prefect. Mus. (Nat. Sci.), no. 29, pp. 127-136, Mar. 2000

資　　料

ユニバーサル・ミュージアムをめざして
—神奈川県立生命の星・地球博物館の取り組みと トーキングサイン・ガイドシステムの開発・導入について—

A Preliminary Study on Museum Management in the Kanagawa Prefectural Museum of Natural History to Achieve the Universal Museum —Introducing Talking Signs Guide Sustem for the Museum—

濱田隆士・奥野花代子

Takashi HAMADA & Kayoko OKUNO

Key words: Museum management, barrier free, universal museum, talking sign guide

1．はじめに

神奈川県立生命の星・地球博物館は、平成12(2000)年3月20日に開館5周年を迎えるが、2000年半ばまでには開館以来の来館者が200万人に達する見込みであり、障害者を含む多くの方々に利用していただいている。

当館は建設計画段階からバリアフリー精神を考慮し、エレベーターや障害者用トイレ、障害者用駐車スペース等を設けている。またガラスケースや柵をできるだけなくし、展示台を低くして来館者により近づけた展示を行い(図1, 2)、触ることのできる展示物も多くした（図3, 4)。エントランスホールに設置されているガイダンス映像には、手話による説明も組み込まれている。館内は写真撮影も自由で、"開かれた博物館"を基本としている。とくに、平成10(1998)年の年頭には「ユニバーサル化元年」を打ち出し、バリアフリーからユニバーサルに向けての取り組みをさらに深め、すべての人に優しい博物館をなお一層目指すことにした（濱田, 1998, 1999f)。

しかし、全国的にみるとこのような対策はまだまだ不十分である（奥野, 1998b, c)。平成11(1999)年11月15日から16日にかけて福岡市で開催された「第47回全国博物館大会」(日本博物館協会, 1999）において、「博物館の情報化やバリアフリーの要請に対応できる設備への助成



図1．来館者に近づけた「地球」展示室.

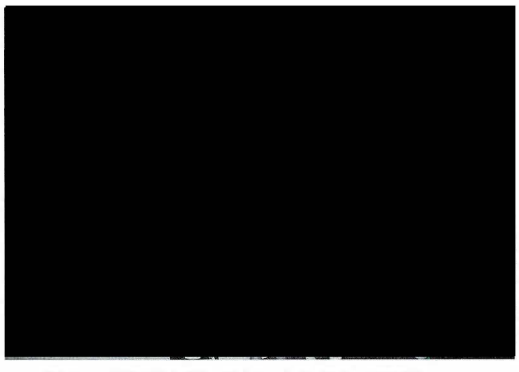


図2．来館者に近づけた「生命」展示室.

濱田隆士（Takashi Hamada）
神奈川県立生命の星・地球博物館
〒250-0031 神奈川県小田原市入生田499
Kanagawa Prefectural Museum of Natural History
499, Iryuda, Odawara, Kanagawa 250-0031, Japan
奥野花代子（Kayoko Okuno）
神奈川県立生命の星・地球博物館

の拡充」が「大会決議」の一項目として提案され採択された。一方、参加者の中から「バリアフリーとはどういうことか」の質問が出るなど、バリアフリー対策はまだまだこれからという感をより強くした。そこで当館でのバリアフリーからユニバーサルに向けての取り組みや活動を紹介しながら今後のありかたをともに考えてみたい。そして、この取り組みや導入が、現在同様の検討を進めている博物館・園に少しでも参考になれば幸いである。

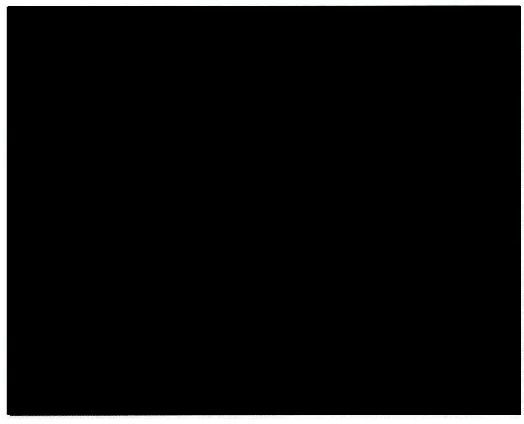


図3.「リップルマーク（さざなみの化石）」に触る.

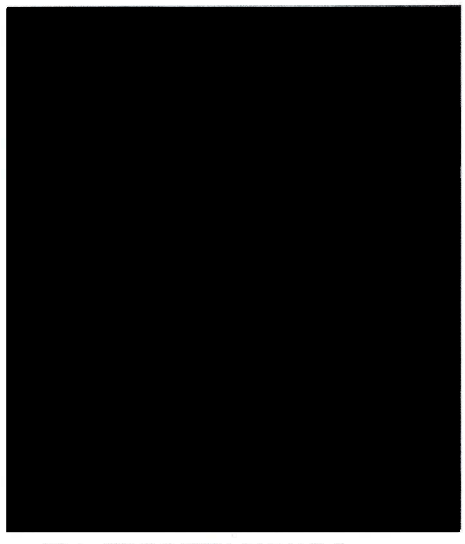


図4.「恐竜の足跡」展示に触る.

II. ユニバーサル化活動理念

英語で「ユニバーサル」と聞いて、一般の人々は何を思い浮かべるであろうか？ユニバーサル・スタジオのことを思い出す人もあれば、そこでの制作になるユニバーサル映画のタイトルの思い出を持つ人もいるだろう。特殊なユニバーサル・ステージという計測装置を知っている人は少ないと思われる。特定名詞ではなく、むしろ、「宇宙の」とか「宇宙的」といった形容詞を頭に浮かべる人の方が圧倒的に多いと想像される。

さて、バリアフリーという言葉は建築分野のみならず博物館界でも用いられ、様々な障害者への不便解消のための方策の代名詞となり、それぞれに考えられつつある（山本, 1996）。しかし、こと博物館のような開かれた公共機関にとってみれば、わざわざ「障害者のために」と断っての手当てよりも、結果として「誰にとっても優しく、便利な施策」をもっていた方がはるかに良いし、障害者と健常者を対置するような偏見につながる恐れもない。そうした“万人のための”と言える方策を称して「ユニバーサル」と表現するようになったというのが由来である（濱田, 1999b, 2000; 奥野, 1999b）。

はじめに、で述べたように、当館では発足当時から“開かれた博物館”を基本としているが、その活動を模索・試行するなかで、当然のことながら、バリアフリー発想を経由し、ユニバーサル思考へと発展させてきた（濱田他, 2000; 奥野・濱田, 印刷中）。それは「障害」ではなく「個性」として捉え、障害者、健常者という用語は廃止すべきだ、と主張する医療関係者の提案主旨に納得・賛同してのことである。

開館以来、バリアフリーからユニバーサルへ向けての取り組みを段階的に進めてきた（濱田・小林, 1999）。最初は展示物の「音声ガイド」機器を用意し、次に「誘導・案内ボランティア」を導入するという、いわゆる“バリアフリー”方式に加えて、その後、赤外線と電波を併用した「音声歩行案内・解説システム」の開発に力を注ぎ込むことになった。この案内には英語案内も手薄であったことへの対策も含め、エントランスホールの一箇所には英語でのウェルカムメッセージを入れることにしてユニバーサル化第一歩の実行とした。これは今のところ装置や機器も含めて、まだ不十分な点も多く、逐次、改善・改良しながら充実させていく計画である。遠からず有効・有益なものになると考えている。

いずれにせよ、日本ではバリアフリー発想での対策でさえ、博物館にとって施行例が極めて少ない（奥野, 1998b, c, 1999a）という状況の中で、アメリカでの「Eye Research Laboratory」指導下に開発された「TALKING SIGNS」技法を、当館に相応しいものへとさらに改善しようとする研究開発事業である。いろいろな付加機能を充実させることによって、かなりの効用が期待できるものと確信している。システム開発と導入までの詳細については、以下にいくつかの他の取り組みとともに紹介する。

III. 取り組み

表1が、当館において平成9（1997）年度からのバリアフリーからユニバーサルに向けての主な取り組み事項である。ここでは、この中からとくに「音声ガイド」と「誘導・案内ボランティアの導入」、「トーキングサイン・ガイドシステムの開発と導入」について紹介するが、この活動に加えて、先に「共同開催展示」について解説しておく。

(1) 「共同開催展示」について

平成9（1997）年5月23日から6月22日の一箇月間にわたり、「小田原アートフォーラム・トライ21」という地元のグループと「触れる彫刻100展」を開催した。「地球に触れる感動、アートに触れる感動」をテーマに、触ることのできる素材である石、木、土、金属などを用いて造られた彫刻作品で、なおかつ神奈川県立生命の星・地球博物館の景観や内容に調和した作品であることを前

表1. ユニバーサルに向けた取り組みの主な事項（平成9～11年度）.

	平成9年度	平成10年度	平成11年度
展示補完 誘導・案内	・音声ガイド2号機の製作（昆虫～神奈川展示） ＊1号機は8年度製作（地球～生命展示） ・ペアイヤホンを取付	・誘導・案内ボランティアの導入 ・誘導・案内ボランティア講座の開催 ・誘導・案内ボランティア研修 ・「トーキングサイン・ガイドシステム」の開発と導入	・誘導・案内ボランティアの研修 ・「トーキングサイン・ガイドシステム」の改良と充実
交流会や学習活動等の事業	・視覚障害者との交流会の開催 ・3周年記念行事シンポジウム「ユニバーサル・ミュージアムをめざして－視覚障害者と博物館－」の開催 ・座談会「目の不自由な人のための優しい博物館のありかたを求めて」の開催	・盲導犬への理解のための講演とデモンストレーションの開催(150万人記念行事) ・視覚障害者との交流会の開催 ・盲学校の先生方との座談会等の開催 ・盲学校の生徒への学習活動の開催 ・盲学校の博物館利用についてアンケート調査の実施 ・3周年記念論集「ユニバーサル・ミュージアムをめざして－視覚障害者と博物館－」の刊行 ・化石資料、貝類標本、頭骨、骨格標本、動物の毛皮等、触れる資料の収集 →平成12年度までの3年間 ・視覚障害者に関する図書・文献等の収集 →継続 ・拡大読書機、立体コピー機の導入	・視覚障害者等とのブレーンストーミングの開催 ・視覚障害者と誘導・案内ボランティアとの意見や情報交換会の開催

提に全国から優れた作品が寄せられ、展示された。

翌平成10(1998)年にも同一グループによる共催展示が計画され、10月24日から11月23日にかけて「触れる彫刻 Part 2 －地球の心を彫る！」と題して実施された。当館の主題である“地球・生命・共生”を統一テーマとして「手や指で触る感動」を誘う作品56点が展示された。この展覧会には視覚障害者芸術活動推進委員会の後援もあり、多くの視覚障害者が作品に触れることができ、芸術作品とともにその素材の理解も深めることにつながった。また、期間中にはワークショップ「石膏で顔をつくろう」も開催され、参加者から好評を得た。

自然系博物館でこのような美術展の開催に疑問を持たれる向きもある点を承知しているが、「触る感動を大事にする」という当館の基本方針を重く受け止めての行事である。

なお、当館では平成11(1999)年度から21世紀の新しい博物館活動をふまえて、「触る」ことを意識して展示や学習支援事業に「ハンズ・オン」活動をとり入れ、その拡大と充実をはかっている（濱田, 1999a, c, d, e, g; 奥野, 1999c; 奥野他, 2000)。

(2) 「音声ガイド」について

当館は、博物館構想段階から展示の案内を「人」対応として計画を進めていたが、開館時の財政悪化により、「人」対応が困難となり、展示解説においては不親切な博物館としてオープンする運びとなってしまった。そこで、開館1周年をきっかけに「音声ガイド」(1号機）を制作し（図5)、展示を補完することになった。

このガイド機器は、携帯電話を大きくした形で、1階エントランスホールのシンボル展示から地球と生命展示



図5. 肩から下げているのが「音声ガイド」機器.

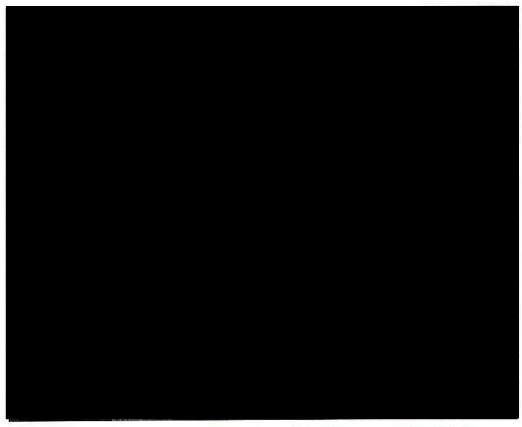


図 6. 右下の番号表示が「音声ガイド」番号.

の 13 箇所を説明している。

説明・案内はＮＨＫラジオ放送で視覚障害者向け番組を担当している女性アナウンサーから館長への質問形式の会話型になっている。展示や展示物とも対話しながら「驚き」や「感動」を表現し、匂いを嗅いだり、嘗めてみたりすることを誘い、想像を膨らませて、五官（感）を使って展示を理解するよう導いていて親しみやすく、わかりやすいものにできている。

この「音声ガイド」は利用者に好評で、続きの展示ガイド希望も多く寄せられ、翌平成 9 (1997) 年に「音声ガイド 2 号機」を試作した。1 号機の後を受けて、1 階の昆虫展示から 3 階神奈川展示までの 14 箇所を説明し、1 号機と同じく 45 分の内容となっている。2 号機で解説している展示室には触る展示物が少ないので、とくに、視覚障害者の方を意識した説明・案内方法をとっている。例えば、現在位置を案内したり、展示室の状況を説明したり、次の順路を説明の前後に入れるなどしながら、詳しい展示物の説明に入るように工夫した。

しかし、この「音声ガイド」の計画は始めからは予定されていなかったために、展示ガイド場所や番号表示位置（図 6）がさまざまであり、視覚障害者が独りでこの機器を使いながら展示を観るには困難があり、誘導・案内ボランティアに協力を求める必要が生じた。

(3) 「誘導・案内ボランティアの導入」について

当館では開館の翌年から学芸関係のボランティア活動を生涯学習の一環として学習支援事業に位置づけ（新井他, 1998; 田中, 1998）、受け入れている（図 7）。ボランティアに活動の場を広く提供し、資料整理や標本作成（図 8）、データー入力、調査研究等への協力を仰いでいる。学芸員はその恩恵を受けると同時に、その活動を支援している（図 9）。ボランティアは活動において、学芸員の知識や博物館の資料等を活用し、自己学習の向上へと発展させる（奥野・永野, 1999）。このような「博物館とボランティア」が結びついた活動はすでに積極的に行われているので、この活動のほかに「博物館と利用者」を結びつけるボランティア活動が求められていた。

そこで、平成 10 (1998) 年度に「誘導・案内ボランティア」の導入を図り、主に視覚障害者の利用の際に協力してもらうことにした。「音声ガイド」の使い方の説明や

図 7. 神奈川県立生命の星・地球博物館ボランティアのシステム図.

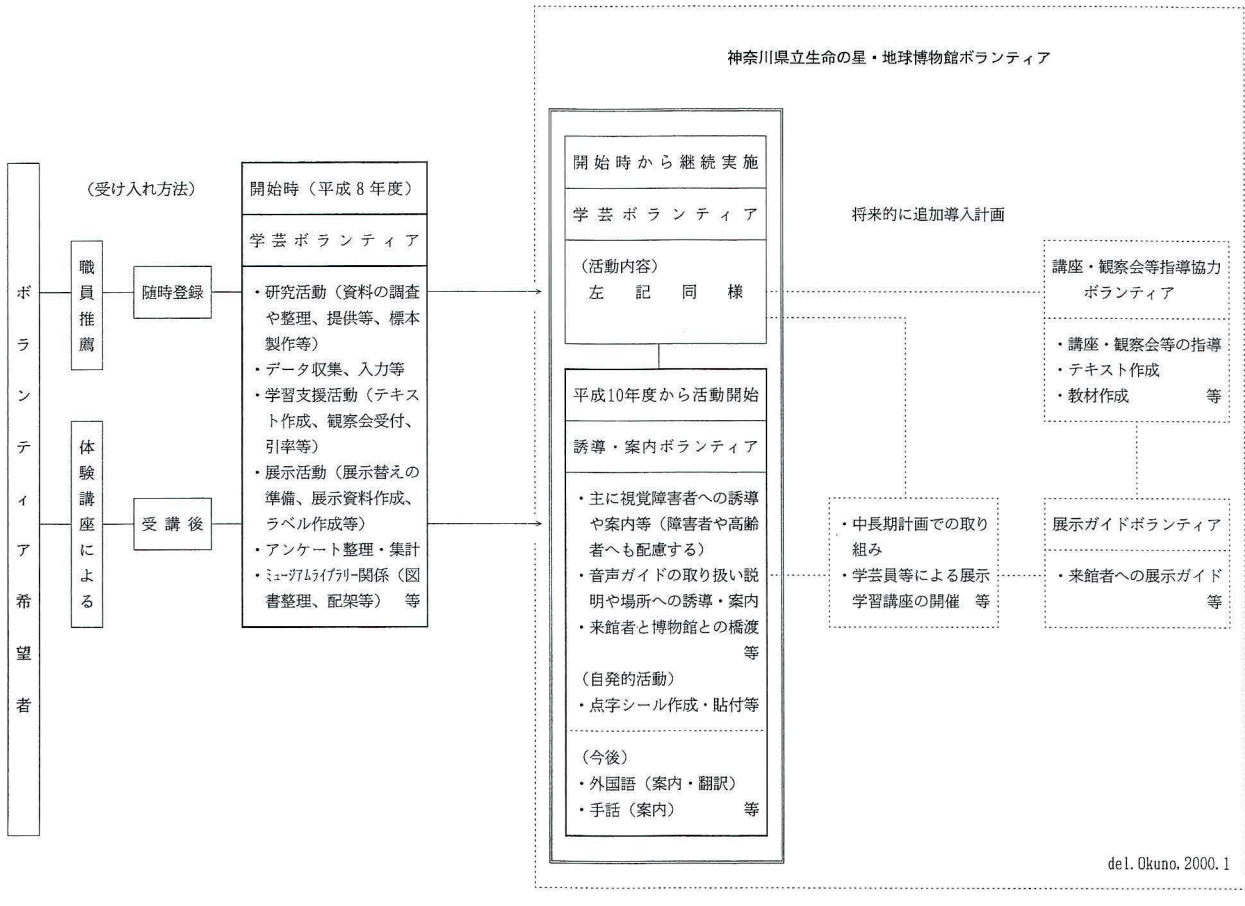


表 2. 視覚障害者に関する当館利用例（平成 11 年 1 月～ 12 月）.

利用日	時　間	利　用	利　用　数	主な対応者	内　容（備考）
1／31（日）	9：30～13：40	東京視力障害者の生活と権利を守る会	障害者　20名 引率者　9名	誘導ﾎﾞﾗﾝﾃｨｱ（7名）	音声ガイド使用
2／23（火）	13：00～16：00	新潟県加茂暁星高校長井先生	障害者　1名 引率者　1名	担当職員	音声ガイド使用
2／26（金）	13：00～14：40	県立平塚盲学校高等部	生　徒　13名 先　生　11名	誘導ﾎﾞﾗﾝﾃｨｱ（10名）	音声ガイド使用 広谷学芸員による資料説明
3／20（祝）	13：00～17：00	開館記念行事	障害者　10名 その他　多数	誘導ﾎﾞﾗﾝﾃｨｱ（10名）	ﾄｰｷﾝｸﾞｻｲﾝ・ｶﾞｲﾄﾞｼｽﾃﾑ 発表会
4／25（日）	13：30～15：30	個人	障害者　1名 弱視者　1名	担当職員（急）	ﾄｰｷﾝｸﾞｻｲﾝ・ｶﾞｲﾄﾞｼｽﾃﾑ 使用 音声ガイド使用
5／4（祝）	10：30～12：30	関東各県視力障害者の会	障害者　5名	担当職員（急）	ﾄｰｷﾝｸﾞｻｲﾝ・ｶﾞｲﾄﾞｼｽﾃﾑ 使用 音声ガイド使用
5／5（祝）	10：30～12：30	神奈川県視力障害者の生活を守る会	障害者　13名	誘導ﾎﾞﾗﾝﾃｨｱ（12名）	ﾄｰｷﾝｸﾞｻｲﾝ・ｶﾞｲﾄﾞｼｽﾃﾑ 使用 音声ガイド使用
5／7（金）	11：00～13：30	横浜市立盲学校	生　徒　11名 先　生　10名	——	雨天中止
5／14（金）	10：30～13：00	七沢ライトホーム	障害者　20名 引率者　15名	誘導ﾎﾞﾗﾝﾃｨｱ（7名）	ﾄｰｷﾝｸﾞｻｲﾝ・ｶﾞｲﾄﾞｼｽﾃﾑ 使用 音声ガイド使用
5／22（土）	10：50～12：20	日本盲人職業能率開発センター	障害者　15名 引率者　15名	誘導ﾎﾞﾗﾝﾃｨｱ（7名）	ﾄｰｷﾝｸﾞｻｲﾝ・ｶﾞｲﾄﾞｼｽﾃﾑ 使用 音声ガイド使用
5／30（日）	9：40～16：00	当館行事 ブレーンストーミング	障害者　10名 その他　13名	誘導ﾎﾞﾗﾝﾃｨｱ（8名）	ﾄｰｷﾝｸﾞｻｲﾝ・ｶﾞｲﾄﾞｼｽﾃﾑ 使用 音声ガイド使用・話合い
6／15（火）	10：30～12：30	都立八王子盲学校中等部	障害者　17名 引率者　14名	誘導ﾎﾞﾗﾝﾃｨｱ（6名）	ﾄｰｷﾝｸﾞｻｲﾝ・ｶﾞｲﾄﾞｼｽﾃﾑ 使用 音声ガイド使用
7／3（土）	13：30～15：30	広島県視覚障害者協議会（個人）	障害者　2名	誘導ﾎﾞﾗﾝﾃｨｱ（1名）	ﾄｰｷﾝｸﾞｻｲﾝ・ｶﾞｲﾄﾞｼｽﾃﾑ 使用 音声ガイド使用
7／20（火）	9：30～12：00	個人（東京都）	障害者　2名 引率者　2名	誘導ﾎﾞﾗﾝﾃｨｱ（3名）	ﾄｰｷﾝｸﾞｻｲﾝ・ｶﾞｲﾄﾞｼｽﾃﾑ 使用 音声ガイド使用
7／30（金）	15：00～16：30	個人（北海道）	障害者　1名 引率者　1名	担当職員	ﾄｰｷﾝｸﾞｻｲﾝ・ｶﾞｲﾄﾞｼｽﾃﾑ 使用 音声ガイド使用
8／6（木）	11：00～15：00	個人（東京都）	障害者　1名	誘導ﾎﾞﾗﾝﾃｨｱ（1名）	ﾄｰｷﾝｸﾞｻｲﾝ・ｶﾞｲﾄﾞｼｽﾃﾑ 使用 音声ガイド使用
8／17（火）	10：00～16：30	個人（東京都）	障害者　1名 引率者　1名	担当職員	ﾄｰｷﾝｸﾞｻｲﾝ・ｶﾞｲﾄﾞｼｽﾃﾑ 使用 音声ガイド使用
8／19	10：00～	放送大学「ハンズ・オン学習」での利用	障害者　1名 その他　4名	濱田館長 担当職員	ﾄｰｷﾝｸﾞｻｲﾝ・ｶﾞｲﾄﾞｼｽﾃﾑ 使用 音声ガイド使用 誘導ﾎﾞﾗﾝﾃｨｱ　4名参加
9／28（火）	13：00～15：30	神奈川県ライトセンター	障害者　6名 その他　8名	誘導ﾎﾞﾗﾝﾃｨｱ（4名）	ﾄｰｷﾝｸﾞｻｲﾝ・ｶﾞｲﾄﾞｼｽﾃﾑ 使用 音声ガイド使用
10／24（火）	11：00～15：30	当館行事「視覚障害者との意見交換会」	障害者　7名 その他　5名	誘導ﾎﾞﾗﾝﾃｨｱ（6名）	ﾄｰｷﾝｸﾞｻｲﾝ・ｶﾞｲﾄﾞｼｽﾃﾑ 使用 音声ガイド使用
11／13（火）	10：00～12：00	長野県松本盲学校	障害者　7名 その他　27名	誘導ﾎﾞﾗﾝﾃｨｱ（4名）	ﾄｰｷﾝｸﾞｻｲﾝ・ｶﾞｲﾄﾞｼｽﾃﾑ 使用 音声ガイド使用
12／4（土）	10：30～12：00	東京都墨田区障害者連合会	障害者　5名 その他　25名	誘導ﾎﾞﾗﾝﾃｨｱ（5名）	ﾄｰｷﾝｸﾞｻｲﾝ・ｶﾞｲﾄﾞｼｽﾃﾑ 使用 音声ガイド使用

音声ガイド場所への誘導、説明部分への案内などである(図10)。この「音声ガイド」機器にペアイヤホン(図11)を付けたことで、誘導する人にとっては一層案内しやすくなった。

誘導・案内ボランティアの方々は、「音声ガイド」の内容や学芸員の展示説明を録音テープから文字に起こしたりしながら、自己学習の向上とより良い案内のために努めている。また、当館のミュージアムシアターの椅子席やコインロッカー、傘立てなどの番号に点字シールを貼る作業、立体コピー機による点字平面図作りにとりかかるなど、自主的に活動の輪を広げている。視覚障害者から、当館への最寄り駅の「入生田」からの送迎の要望があれば、その対応も時にはある。

表2に平成11年1月から12月までの視覚障害者に関する当館利用例について紹介しておく。なお、掲載のものは前もって申込みのあった利用である。

博物館としては、ボランティアの協力なしでは対応が不可能になってきているのが現状である。これからもボランティアへの研修の機会を増やすなどして、活動内容をより充実させていく必要がある。多くの方々に協力していただくことは博物館の活性化にもつながり、今後もボランティアを積極的に受け入れていく方向である。また、ボランティア活動を希望する人々の意思に応えていくことは、生涯学習の推進拠点である博物館として当然である。



図8. 資料整理や標本作成のボランティア活動.

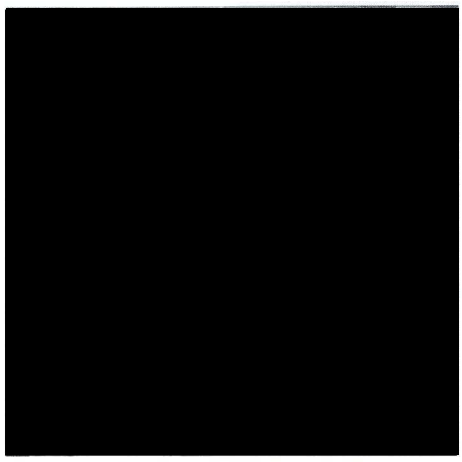


図9. 学芸員がボランティア活動を支援.

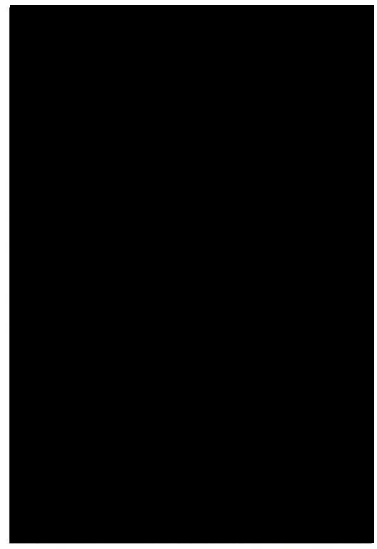


図10. 誘導・案内ボランティアによる説明箇所への案内.

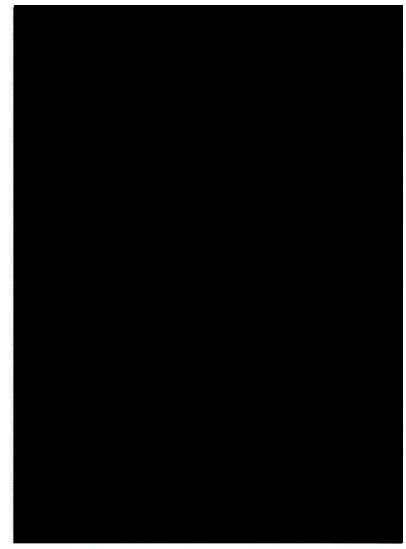


図11. ペアイヤホンによる説明箇所への案内.

IV.「トーキングサイン・ガイドシステム」の開発・導入について

1. システムの導入にあたって

すでに何度も述べているように、当館は「触ることのできる展示物」があることや、「音声ガイド」を用意したこと、そして「誘導・案内ボランティア」による活動が行われていることなどから視覚障害者にも好まれ、中には二度三度と来館される方々もでてきている。そこで視覚障害者のリピーターやボランティアに頼らずに視覚障害者が個人で施設を利用したいという希望を考慮したシステムを開発・導入することを計画した。

この計画時期と時を同じくして、当館では平成9(1997)年度から11(1999)年度にかけて文部省の委嘱事業である南関東地域科学系博物館ネットワーク推進事業「誰にでもやさしい博物館活動〜バリアフリー計画〜」を進めており、この事業の一環としても取り組むことにした。そのような状況の中、平成10(1998)年2月、横浜市総合リハビリテーション事業団の横浜市障害者スポーツ文化センター「横浜ラポール」に、「音声による歩行案内システム」が試験的に取り付けられたというニュースや新聞記事等の情報を得ることができ、当館への導入の参考としながら、音声による歩行案内・解説システム開発の準備を進めた。

それは、三菱プレシジョン株式会社が、財団法人テクノエイド協会(厚生省指定法人)の福祉用具開発助成対象事業で開発した「非接触電子ラベル式情報案内システム」(畠山他, 1998a, b)で「トーキングサイン」と呼ばれるものであった。これを基本にして、当館に相応しいシステムを三菱プレシジョン株式会社と共同、研究・開発し、導入・試行する計画とした。

なお、「TALKING SIGNS」とは米国のTalking Signs社の商標登録であり、三菱プレシジョン株式会社が日米同じ名前にして協調し、国際標準化を目指しているものである。

「トーキングサイン」は、神奈川県内では最近、区役

所や大規模商業施設等に導入されつつあるが、当館への導入以前に日本では試験的に取り付けられたことはあっても本格的に導入、設置された例はなく、博物館や美術館においては当館への導入が世界で初めてである。

2.「トーキングサイン」の特色

「トーキングサイン」と呼ばれるシステムは、赤外線信号を発信する「発光部」(電子ラベル)と、視覚障害者が持つ「受信機」(レシーバ)から成る。

要所の壁や天井に取り付けられた発光部から赤外線ビーコンにのせて、常に音声によるメッセージが送られている。それを視覚障害者は手元の受信機の受信ボタンを押しながら左右にゆっくり動かして、メッセージが最も良く聞こえる方向を探索し、その方向に歩みを進めると目標に到着できる仕組みである。

受信機の受信角度は利用者が情報探索するとき、情報を見逃さず取得でき、かつ発光部の方向を特定できるように設定されている。

発光部からの赤外線と受信機の受光素子の中心軸が一致したとき最も明瞭な音声として聞こえ、中心軸が外れるに従い、音声信号のノイズ成分が増すようになっている。このことにより、赤外線ビームの特徴である指向性が十分に活かされ、場所や行き先方向を明確に示していることが理解できる。

赤外線の長所を活かしたこのシステムは、とくに位置や案内に適し、場所の確認には非常に便利である。しかし、解説などの長い時間を要する場合には、発光部の方向に受信機を向け続けなければならなくて不便な点がある。また、音声はエンドレステープのように連続して聞こえるため、発光部の方向に受信機を向けた場合に、途中から解説が入ってしまうこともあり、長時間の解説には不向きである。しかしながら、最近、この方向探索用の音声提供に加えて、解説も最初から聞くことのできるタイプのものも開発されてきている。その一例として、平成11(1999)年11月にミュージアムパーク・茨城県自然博物館にこの機種が導入され、運用が開始された。

3. 当館でのシステム開発、設置について

当館ではこれまでの調査・研究を基に視覚障害者との意見交換や座談会を度々行い(奥野, 1998a)、盲学校の先生方や視覚障害の来館者からの意見や情報提供など、多くを参考にしながら取り組みを進めた。

その結果、この「トーキングサイン」に新たに電波による解説機能と赤外線による引率機能を組み込んだものを開発し、これを「トーキングサイン・ガイドシステム」と名付け、平成11(1999)年3月20日からすでに利用を開始している。

そこで、これまでの当館でのシステム開発、機器の設置等について紹介する。

(1)「発光部」(電子ラベル)について

まず「トーキングサイン」の電子ラベル(121mm×126 mm、厚さ65mmの四方型)をモデルチェンジし、人の目につく「発光部」と人の目に触れない場所に設置する「音声記憶部」とに分割した。発光部は博物館の意匠性を損なわないように小型化して、直径80mm、厚さ31mmの朱肉入れとほぼ似た大きさの丸い装置にして、1階エントランスホールの天井(図12)や壁面の12箇所に設置(図13)した。取り付けにあたっては大理石の壁を十分考慮した仕様とし、配線等をできるだけ目立たせず、表に出さないよう工夫し、配線カバーも壁面と同様の仕上げにした。



図12. 天井に付けられた「トーキングサイン・ガイドシステム」の発光部.

発光部から受信機への信号到達距離は最大20mで、赤外線放射角度は最大180度である。それぞれの箇所で混信しないよう赤外線の放射方向、強度を調整した。

発光部の音声収録時間は、従来の16秒から最大2分まで可能としたが、音質と音声収録時間には相関があり、今回は音質を重視し、最大1分以内にしている。とくに音声コンテンツについては、常にメッセージが発信されているため、途中のどの部分から聞いても理解できるよう簡潔な説明と親切な案内に心がけた。

このメッセージは、「音声記憶部」(制御部)に管理されており、いつでも簡単に変更ができるようになっている。参考までにそのメッセージを紹介しておく。

1 総合案内

総合案内です。出入口に一番近い所です。お持ちのレシーバを左右に動かして、ホール内の施設の利用案内をご確認ください。お帰りの時は、このレシーバをお返しください。困ったことがありましたら、ここ総合案内にご相談ください。

2 館長メッセージ(英語も用意してある)

ようこそいらっしゃいました。ここは、小田原にある神奈川県立生命の星・地球博物館です。私は館長の濱田隆士です。入口は、1階から4階までの広い空間です。この博物館にはその名前のとおり、地球の物語がたくさん詰まっています。"つまり、ミニ地球ってことなんです。"手で触ることのできる資料や標本がたくさんあります。鉱物、岩石、化石そして地球の上に生きてきたたくさんの生きものたちが陳列されています。

是非とも手で触り、においを嗅ぎ、よくながめ、い

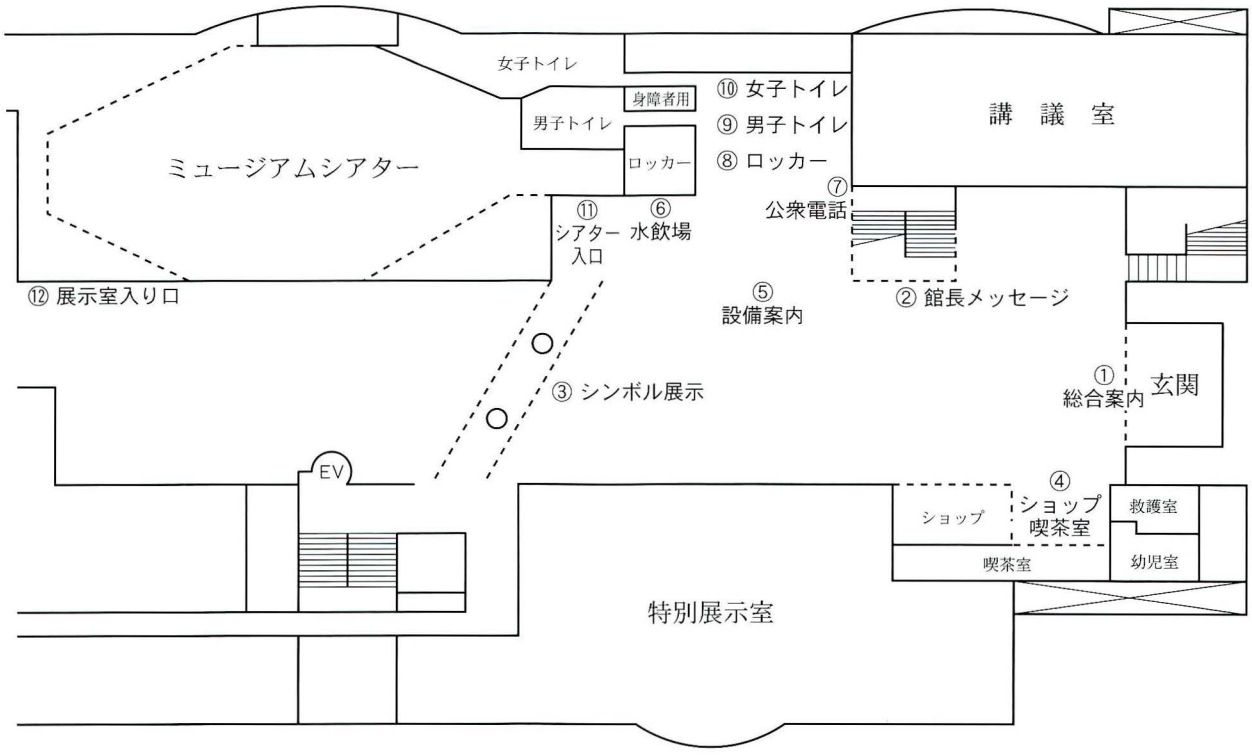


図 13. エントランスホールの「トーキングサイン・ガイドシステム」配置図.

ろいろと身体で感じて楽しんでください。

それでは、どうぞ、中へお進みください。

3 シンボル展示

ここは、広いホールに中生代白亜紀の化石骨格標本をを展示しています。博物館のシンボルとして陸の世界の「恐竜」、空の「翼竜」、水の「魚類」です。展示室に入る場合は、レシーバを左右にふって「館長の話」が聞こえる方向を確かめてそこからスタートしてください。

4 ミュージアムショップと喫茶室

右側にミュージアムショップ、左奥は喫茶室です。ショップには博物館のオリジナルグッズや解説書のほか、自然科学に関連した書籍やおもちゃなどがあります。通路が狭く、棚にぶつかりやすいのでご注意ください。なお、お食事は3階レストランをご利用ください。

5 設備案内

この付近には水飲み場、公衆電話、コインロッカー、トイレがあります。ご利用の場合は、音声案内で目的の場所へお進みください。

6 水飲み場

水飲み場です。右側に高い冷水機、左側に低い冷水機があります。左右の淵についている「ボタン」を押すと冷たい水がでます。

7 公衆電話

公衆電話です。2台あり台の高さがそれぞれ違います。10円、100円、テレホンカードが使えます。2台の電話機の真ん中に荷物を置く台があります。

8 コインロッカー

コインロッカーです。左奥の上、1番から始まり下に向かって5番までです。次の列が6番から始まり10番まで、同じように12列あります。使う時には先に100円玉を入れてください。後で戻ります。

9 男子トイレ

男性用トイレです。入って左側に小便器が4つあり自動水洗です。右奥には大便用個室が3つあり、1番手前が和式、奥2つが洋式です。流し方は、いずれもレバーを押すタイプです。洗面台は入って突きあたりに3つ並んでおり、手をさしだすと自動で水が出ます。

10 女子トイレ

女性用トイレです。入ってすぐ右側には洗面台が6つあります。3つずつ並んで2列あります。洗面台に手をさしだすと水がでます。トイレはここを入ってまっすぐ進み、突きあたった所から右奥の方へと7室あります。和式と洋式とがあり、真ん中4つが和式、一番手前と右奥2つが洋式です。流し方はいずれもレバーを押すタイプです。

11 ミュージアムシアター

ミュージアムシアターです。「奇跡の旅立ち」、「生命の輪舞」の各15分とインタラクティブクイズの20分を決まった時間に上映しています。上映の際には館内にアナウンスされます。クイズ映像の「怪人ネイチャーランドの挑戦」にも参加してみてください。

12 展示室入口

展示室の入口です。右側にチケットカウンターがあります。このカウンターで「音声ガイド」を借りて、展示室をご利用ください。なお、この「音声ガイド」には1号機と2号機があり、それぞれ45分の内容で、館長の解説が聞けます。困ったことがありましたら、どうぞ遠慮なくこのカウンターまで、ご相談ください。

(2) 「受信機」(レシーバ) について

「受信機」には利用者が首からさげて使用するよう紐が着けてあり、紐にはアンテナ線が埋め込まれている。また、引っ張られる、挟まれるなどの危険が生じた時には途中の繋ぎ部分の用具がはずれるようになっている。受信機の中央についている受信ボタンを押しながら、ゆっくり左右に動かして操作する (図 14)。受信機は発光部と正対した時に音声が最も明瞭に聞こえ、目的の方向を定めることができる。受信角度は約40度である。視覚障害者は前記で紹介した案内情報を受信することにより方向および内容が確認でき、その場所に行くことや利用が可能となる。

首からさげて使用することから、従来の受信機のスピーカ部分を取り除いて軽くし、また、周囲の状況やプライバシーを考え「イヤホン」型にして気兼ねなく利用できるようにした。イヤホンのコード部分に音量の調節機能がある。イヤホン型にしたことから従来の機器 (W60mm×H117 mm×D25mm, 160g) よりさらに小型化・軽量化 (W55mm×H115 mm×D22mm, 110g) が達成された。しかし、視覚障害者の中からは「耳が塞がれると歩きにくい」という声もあり、スピーカから直接聞こえる機種と両方を用意する必要が出てきており。今後の課題となっている。現在は「イヤホン」型を20台用意してある。

(3) 「解説機」(ガイドシステム) について

利用者が説明を受ける時には、受信機の保持形態に拘わらず運用できる点で、解説用には電波を使用する方法が適しており、電波を使用したシステムは、既にガイド機器として美術館や博物館等で解説や案内に使われている。電波と赤外線の長所を活かして研究・開発したのが当館独自の「解説機」であり、2台用意している。

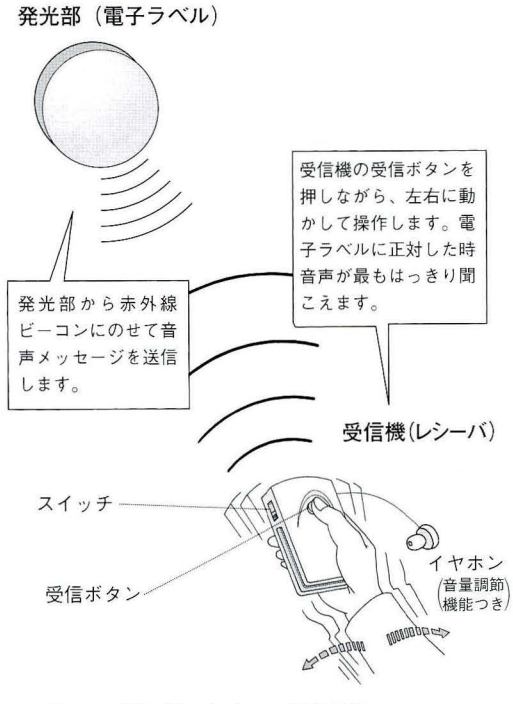


図 14. 発光部へ向けての受信操作.



図 15. 解説者のもつ解説機から赤外線により音楽が流れ, それをキャッチすることにより, その方向が確認できる.

まず、解説機の内蔵マイクから学芸員や職員による解説や案内を電波により同時に各々の受信機に送信する。操作方法は、解説機の解説ボタンを押しながらマイク部分に向かって話すという簡単なものである。

また、解説機に赤外線の発光部を内蔵させて発光部が設置されていない場所での位置表示と引率を可能としたのが大きな特徴である。解説機側面のボタンを押すと赤外線を発信し、視覚障害者が持つ受信機に音楽が送信できる。視覚障害者は音楽が明瞭に聞こえる方向に手元の受信機を合わせ、その方向に移動することで解説機保持者の位置が確認でき、その方向へ歩くことができる (図15)。この機能を用いることで、解説機保持者は複数の人々の引率と同時に解説が可能となり、これを“カルガモシステム”という愛称で呼ぶことにした。

なお、現在改善・改良等を進めている点は、受信機および解説機の電源保守を容易にする事である。この両機とも充電池を本体から取り出し、充電作業を行っていることから、単3乾電池対応にするか、または携帯電話のような充電機能にするかの検討を行っている。さらに、トイレ内や手洗い場等の必要箇所に発光部の数を増やすなどの配慮をし、より親切な対応と充実に心がける取り組みを平成12 (2000) 年3月を目途に進めている。また、機器のより一層の小型・軽量化とコードレスイヤホンの使用、ハンズフリー化等も考慮中である。

さらには、当館に既にある音声ガイドとの一体化を図ることにより、ユニバーサル化施策として有効な「音声案内・解説」機器として確実なものとなり得るよう研究・開発を重ねていきたいと考えている。

V. おわりに

神奈川県立生命の星・地球博物館での前記のようなユニバーサル思潮の積極的な具現化のハードは、開館時に充分にはインストールされていなかった、というハンディを克服するための、いわば後追い施策であるから、本当の理想的な事態にはどうしても手が届きにくい。本来ならば、館の設計段階からユニバーサル発想で諸般の施設設計に当たるべきであり、今後、新設あるいは再編

整備を目指しているミュージアムがあれば、是非ともその方向での努力がなされるよう望みたいところである。

これまでの指摘は、博物館におけるユニバーサルの発想の主にハードに関するものである。当然のことながらユニバーサル思潮はハードとソフトの両面でのバランスのとれた施策によって、初めて本当の価値が認められることになるべきであろう。その面での当館のとった方策は、開館時の博物館ポリシーでの一つの大きな柱とした「触ってよい」展示のキャンペーンである。もちろん、全ての展示品に触って良いというわけではなく、そのアイテムについての選別や指定に不十分性が残ったことは今後の反省材料となった。

今後、当館も含め博物館界にユニバーサル思考とそれによる対応がますます広がっていくことを期待したい。

最後に、日頃からユニバーサルな取り組みについて、ご助言いただいている筑波大学の鳥山由子助教授と神奈川県立平塚盲学校の小川正裕教諭、そして視覚障害者に関する情報を提供してくださる高山久美子フリーアナウンサー、熱心に活動・協力してくださる誘導・案内ボランティアをはじめとする博物館ボランティア、「音声ガイド」の制作に関わった有限会社音訳サービス・J及び株式会社オーセンティック、また、「トーキングサイン・ガイドシステム」の開発と導入に取り組んでくださっている三菱プレシジョン株式会社の皆様に、この場をかりて厚くお礼申しあげる。

なお、これらの研究および活動は当館の事業とともに、平成9(1997)年度と10(1998)年度財団法人日本科学協会の笹川科学研究助成、平成10(1998)年から12(2000)年度文部省科学研究費萌芽的研究「視覚障害者のための博物館における学習活動の展開と学習教材の開発に関する調査研究」(課題番号:10878026, 研究代表者・奥野花代子)の調査研究を基に、文部省委嘱事業「南関東地域科学系博物館ネットワーク推進事業」の一つ、「誰にもやさしい(バリアフリー)博物館活動」の中で取り組んだものである。あわせて、平成10(1998)年度放送大学「自然史のハンズ・オン学習の研究」(研究代表者・濱田隆士)の実施となるものである。

VI. 文献

新井一政・勝山輝男・田中徳久・奥野花代子, 1998. 博物館ボランティア活性化に関する調査研究. 平成7～9年度文部省科学研究費補助金(基盤研究(c)(2))研究成果報告書, pp.7-19.

濱田隆士, 1998. 開館1000日を過ぎて思うこと. 全科協ニュース, **28**(6): 1-5.

濱田隆士, 1999a. 自ら見て・触れて・試して・考えよう(占部浩一郎との対談). 教育委員会月報, 1月号臨時増刊, **50**(11)(通巻588), **69**: 72.

濱田隆士, 1999b. 博物館五感論. ユニバーサル・ミュージアムをめざして—視覚障害者と博物館—, 県立生命の星・地球博物館3周年記念論集, 7-14.

濱田隆士, 1999c. 21世紀博物館を読む. 博物館シリーズ1, 博物館概論 特論2, 樹村房, 179-190.

濱田隆士, 1999d. ハンズ・オン再考の機, ミラクルプラネットに生きる54, 世界と人口, (307): 66-6

濱田隆士, 1999e. ハンズ・オン ツーリズムへの展開—生涯学習時代における記念物活用の一方途. 文化庁月報, **11**: 7.

濱田隆士, 1999f. 開かれた博物館へのさらなる努力を. 神奈川県立生命の星・地球博物館年報, (4): 1-2.

濱田隆士, 1999g. 博物館での自然史学習—ハンズ・オン 思潮を基本に. 自然史学会連合・日本学術会議50周年記念・合同シンポジュウム「博物館の21世紀—ナチュラルヒストリーの未来」講演要旨集, 17-21.

濱田隆士, 2000. ユニバーサル・ミュージアムへの志向と試行. 神奈川県博物館協会会報, 71: 3-14.

濱田隆士・小林達雄, 1999. どのくらい館に寄与してますか？大地球を感じさせるリーダーシップ. ミュージアムの思想, 小林達雄対談集, 177-188. ミュゼ

濱田隆士・高橋俊雄・松島義章・奥野花代子, 2000. 博物館と社会的機能, 神奈川県立博物館研究報告, (29): 33-52.

畠山卓朗・伊藤啓二・白鳥哲夫・城口光也・久良知國雄・春日正男, 1998a. 音声歩行案内システムの開発. 第13回リハ工学カンファレンス, 349-354.

畠山卓朗・伊藤啓二・白鳥哲夫・城口光也・久良知國雄・春日正男, 1998b. 音声歩行案内システム. 第14回シンポジュウム Human Interface, 577-582.

日本博物館協会, 1999. 第47回全国博物館大会資料.

奥野花代子, 1998a. 座談会 目の不自由な人のための優しい博物館のありかたを求めて. 博物館研究, **33**: 20-23.

奥野花代子, 1998b. 全国の博物館園における視覚障害者の対応に関するアンケート調査結果報告. 神奈川県立博物館研究報告, (27): 95-106.

奥野花代子, 1998c. 目の不自由な人のための優しい博物館のありかたを求めて—博物館における視覚障害者の対応についてのアンケートおよび訪問調査から, 月刊『ミュゼ』, **30**: 12-13.

奥野花代子, 1999a. 全国の盲学校の博物館利用に関するアンケート調査. 神奈川県立博物館研究報告, (28): 127-136.

奥野花代子, 1999b. 博物館における視覚障害者への対応について—全国の主な博物館園のアンケート調査結果及び当館の事例—. ユニバーサル・ミュージアムをめざして—視覚障害者と博物館—, 県立生命の星・地球博物館3周年記念論集, 15-21.

奥野花代子, 1999c. 多様な要請に応えうる魅力ある展示づくりを求めて. 全国博物館大会シンポジュウム要旨集, 5-7.

奥野花代子・青木達雄・町田達哉・濱田隆士, 2000. 地域博物館ネットワーク運用の一形態—ミュージアム・リレーの2年間より. 日本ミュージアム・マネージメント学会研究紀要, **4**: 23-37.

奥野花代子・濱田隆士. (印刷中). バリアフリー博物館からユニバーサル・ミュージアムへの過程. 博物館學雑誌.

奥野花代子・永野文子, 1999. 高校1年生の博物館への意識・関心度調査. 自然科学のとびら, **5**(4): 28-29.

田中徳久, 1998. 生命の星・地球博物館の博物館ボランティア. 神奈川県博物館協会会報, (69): 53-66.

山本哲也, 1996. 博物館のバリアフリー計画. 国學院大學博物館學紀要, (21): 151-222.

(受付2000年1月10日；受理2000年1月20日.)

神奈川県立生命の星・地球博物館
神奈川県立博物館研究報告（自然科学）編集委員会　（1999 年度）

委員長　濱田　隆士（館長）
委　員　高橋　俊雄（副館長）
　　青木　房雄（管理部長）
　　青木　達雄（企画情報部長）
　　中村　一恵（学芸部長）
　　高桑　正敏（動物・植物チームリーダー）
　　平田　大二（古生物・地球環境チームリーダー）
　　田中　徳久（植物）
　　樽　　創（古生物）

編集事務担当
　　佐藤　武宏

神奈川県立博物館研究報告（自然科学）29 号
2000 年 3 月 15 日印刷
2000 年 3 月 20 日発行
発行所　神奈川県立生命の星・地球博物館
館長　濱田　隆士
〒250-0031 神奈川県小田原市入生田 499
電話　(0465) 21-1515
FAX　(0465) 23-8846
e-mail　plan@pat-net.ne.jp
印刷所　有限会社 あしがら印刷

BULLETIN OF THE KANAGAWA PREFECT. MUSEUM Natural Science No.29

Kanagawa Prefectural Museum of Natural History
Odawara Kanagawa JAPAN
Mar.2000