

神奈川県立博物館  
研究報告  
自然科学30号

神奈川県立 生命の星・地球博物館

平成13年3月

## 目 次

### 総説

小出良幸：自然史における情報科学とメディア .....	1
-----------------------------	---

### 原著論文

新井田秀一・小出良幸・平田大二：視覚障害者と健常者における聴覚と環境認識との関係 .....	27
平田大二・小出良幸：視覚障害者と健常者による触覚を用いた岩石の観察 .....	33
山下浩之・田口公則・小出良幸： アンモナイトを利用した化石の触覚実験とその地球科学教育学的意義 .....	41

### 短報

今永 勇：箱根火山古期外輪山東斜面の海底地形 .....	49
------------------------------	----

### 資料

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・地球博物館のトーキングサイン・ガイドシステムの拡充について— .....	53
---	----

## CONTENTS

### Review

Yoshiyuki KOIDE: Information Science and Media in Natural History .....	1
---	---

### Original Article

Shuichi NIIDA, Yoshiyuki KOIDE & Daiji HIRATA:

Environmental Recognition by Auditory Sense for Ordinary and Visually Impaired Persons .....	27
--	----

Daiji HIRATA & Yoshiyuki KOIDE:

Observation on Rocks Using Touch Sensation by the Visually Impaired and the Ordinary Persons .....	33
--	----

Hiroyuki YAMASHITA, Kiminori TAGUCHI & Yoshiyuki KOIDE:

A Test of Touch Sensation Using Ammonite Fossils and Its Implication in Earth Science Education .....	41
---	----

### Short Article

Isamu IMANAGA: A Topographical Study on the Submarine Slope of the Hakone Old Somma Volcano .....	49
---	----

### Note

Kayoko OKUNO:

A Preliminary Study on Museum Management in the Kanagawa Prefectural Museum of Natural History to Achieve the Universalization of Museum —Expansion of Talking Sign Guide Systems for the Museum— .....	53
---	----

## 自然史における情報科学とメディア

### Information Science and Media in Natural History

小出良幸

Yoshiyuki KOIDE

**Abstract.** In this paper, scientific and information technologies are reconsidered. Development of scientific and information technologies should change relationship between nature and human. The ability, mechanism, history, and importance of computers, which represent one of the modern tools as visible technology, are described. Information technology is the modern invisible technology. Information is reviewed as viewpoints of definition, semiology, development from analogue to digital, information recognition, and information flows. Media, which transmits information, is reported as viewpoints of definition, variation, history, and social phenomena. Internet, which is the modern media on information circulation, is evaluated on communication, history, mechanism, ability, and problems. Progress of these scientific and information technologies should be an important factor of research, education and philosophy on natural history.

**Key words:** information science, technology, media, internet, computer, natural history

#### 1 はじめに

現代社会の発展は、科学技術や情報技術の進歩に負うところが大きい。科学の進歩も科学技術や情報技術の進歩によって促進され、科学の進歩が社会の発展を導く。例えば、鉱物学におけるX線回折装置や電子線微小部分X線分析装置、最新のSPring 8、岩石学における蛍光X線分析装置や質量分析計、原子炉を使った放射化分析などは、技術が科学の進歩をもたらした好例である。鉱物学や岩石学の進歩が、鉱床探査や土木技術向上に寄与した。情報の生成、伝達、流通の技術においても進歩し、革命的な情報化時代を迎えつつある。例えば、分析装置を自動化するコンピュータや研究者間の連絡のためのインターネットなどの情報技術が、研究を支えている。逆に、研究者の更なる要求を満たすために、情報技術の向上が図られる。そして、情報技術の進歩が、社会の発展に繋がる。

科学の一分野である自然史の進歩も、科学技術や情報技術の進歩によって促される。

学問の細分化が進み、要素還元主義的科学によって、

現代文明は発展を続けてきた。しかし、人間社会や人間生活を、全地球・地球史の広い視点で見た場合、さまざまな支障を生じてきた(小出, 1999a)。還元的科学でなく、総合的・学際的科学を担う自然史の重要性が唱えられている(小出, 2000b)。

科学技術や情報技術の進歩は、自然史における研究方法(科学)、伝える方法(教育)、および考え方(哲学)において、重要な要因となるはずである。本稿では、自然史において、重要なキーワードになるコンピュータ、情報、メディア、インターネットとは何かを確認し、自然と人間と科学について考える。

著者の活動に理解をいただき協力を頂いた石井政道さん、五島政一さん、小林真由美さん、佐藤武宏さん、佐藤良幸さん、杉之間伸男さん、鈴木拓也さん、鈴木美紗緒さん、田口公則さん、高橋司さん、長山高子さん、新井田秀一さん、平田大二さん、広谷浩子さん、古屋潔子さん、山崎丞さん、山下浩之さんに感謝申し上げる。本研究は、日本学術振興会科学研究費(課題番号10480032、11480044)の援助を受けた。

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

#### 2 コンピュータとは:情報の道具

技術は、目に見えるものと、目に見えないものとに別けることが可能である。目に見える技術としては、従来から使われているいわゆる道具である。目に見えない技

術としては、情報操作がある。ここでは、道具としてコンピュータを取り上げる。コンピュータは情報操作と密接な関係がある。

コンピュータは格段に進歩を見せている。インフレーションのすすむ現代日本において、コンピュータだけが、値段は据え置きで、機能は上昇する一方である。これは、他の物価上昇傾向を考えると、画期的なことだと考えられる。コンピュータは、高機能になっている。処理スピードが上がることによって、画像や音、動画なども扱えるようになってきた。ますます、コンピュータの利用範囲は広がってきている。コンピュータの進歩は、現在も続いている。

#### i 道具としてのコンピュータ

今では、コンピュータを便利な筆記具として使っている人が多い。ある人は表計算や伝票整理に、ある人は図や文章の清書用道具として使っている。コンピュータなら一台ですべての機能を持つことが可能である。今やノートサイズのコンピュータが普及している。

しかし、コンピュータには、もっと別の利用方法がある。一個人の能力を越え、コンピュータでしかできない仕事が開拓されつつある（齋藤, 1999）。

#### (1) 制御能力

各種の機械の制御能力はコンピュータなしには不可能である。機械を、正確に、あきず、ムラなく、連続的に、長期にわたって制御する能力は、コンピュータが、人間より遥かに優れている。

分析装置や製造機械は、非常に複雑な作業プロセスを、無駄なく正確に繰り返し実行する。そして、分析データに複雑な補正や処理計算をおこなって、最終的には人間の欲する値として提示される。製造製品の品質管理もコンピュータを用いた装置がプログラムに基づいておこなっている。その工程は、無人による24時間運転も可能である。

生産業全体がオートメーションあるいは無人化され、安く性能のいい製品が手に入るようになった。今や、一つの装置で多様なデザインや作業をこなせるような「かしこい」装置、あるいは「職人」のような装置が活躍している。トフラーのいう新しい技術体系といえるものである。このような製造装置は、コンピュータなしではありえない。

各部分の状態を管理し相互の調整をおこなうことで、機械が全体として協調のとれた動作を行わなければならない。情報を検出し、伝達し、制御をおこなわなければならない。このような制御の思想は、産業革命初期のワットの蒸気機関において、運転速度を自動調整する機構で実現されていた（甘利, 1998）。今日の高度に発展した自動制御系の原形がすでにここにみられる。自動制御の理論は1920年代に数学的に整備され始める（甘利, 1998）。

#### (2) 記憶能力

今や明らかなことだが、コンピュータは人間の記憶能力を多くの点で上回っている。大量のデータ、たとえば分析値や標本リスト、収蔵リスト、文献リストなど、すべて記憶している人はいない。人の記憶にも限界がある。ところが、コンピュータは記憶容量の障害さえ乗り

越えれば（たとえば、ハードディスクの増設や、CD-ROM、DVDの利用など）、原理的にはいくらかでも記憶量を増やすことができる。そして、人は忘れるが、コンピュータのハードディスクに書かれた記憶は、装置が壊れない限り忘れ去られることはない。どの情報も同等に、いつでも、いくらかでも利用することが可能である。

#### (3) 計算能力

古くから人間は数をかぞえ、計算を行ってきた。今や単純計算といえども道具なしで実行するには限界がある。人間は筆算を発明し、そろばんなどの簡単な道具を利用した。17世紀に入ると計算を機械で実現する自動計算の工夫が行われ、19世紀には今日のコンピュータにみるような計算手順まで含めた自動化が試みられ、計算機械のアイデアが生まれてきた（甘利, 1998）。

ライバル同士の企業が電卓（電子卓上計算機）をめぐって、開発・販売競争をした。その結果、電卓の技術は、格段の進歩があった。競争の激しい時は、毎月のように新製品がでて、安くなりながら高機能になり、高機能になりながら軽薄短小を実現していった。今やどこにもある電卓は、このような技術進歩の賜物である。

その反面、多くの人には計算能力を衰えさせた。たとえば、4桁の数字の掛算や、割算を手計算でする人がいるだろうか。家計簿を電卓なしでつけている人がいるだろうか。研究者でも、 $\sin$ 、 $\cos$ 、 $\tan$ 、 $\sqrt{\quad}$ 、2乗、3乗など、関数表を使ったり、手計算でやっている人はいないであろう。近年、関数表はほとんど見かけなくなった。

特に、科学技術では、人間にはもはや複雑すぎてできない計算や、時間がかかりすぎてできない計算など、コンピュータの計算能力の助けを借りなければ不可能な時代となっている。今や、コンピュータの計算能力は、ほぼ完全に人間の計算能力を肩代わりしたといえる。

#### (4) 不足能力の補填

制御能力や、記憶能力、計算能力も、人間の不足能力を補うものである。健常者の能力を補填するだけでなく、ハンディキャップを持つ人が、コンピュータのおかげで能力を補填することが可能である。

宇宙論における一線級の科学者ホーキングは、筋ジストロフィーという難病で、動くことはもちろんしゃべることもできない。しかし、彼は少し動く指先を使って、コンピュータに文字を入力し、その文字をコンピュータに読ませて、研究はもちろん、講義や講演会までこなす。ホーキングは、研究者として果たすべきことは、一人前にこなし、研究者としても超一流のレベルである。

コンピュータの助力によって、芸術や個人の能力において、健常者より優れた才能を発揮する障害者はよく見かけられるようになった。

#### (5) 使用者の能力を超える

複雑な計算、大量の記憶をコンピュータに頼り、その結果を研究者が利用して、研究成果とすることがある。このような研究では、コンピュータが研究の主要な道具となっている。つまりコンピュータは、独創的なアイ

ディアを生み出すこともある。実際には、プログラムを組んだり、コンピュータに計算させたり、その成果を読み取り、重要性を発見するのは研究者である。かつては、研究者が全ての工程をおこなっていたが、今では一番労力のいるところを、コンピュータがやってくれている。

各種のシミュレーション、たとえば複雑な数学計算、流体力学による空力特性の計算、熱力学に基づいた結晶形成の計算、マントル対流の計算、ニュートン力学による天文学的計算などに、最新の高性能のコンピュータが使われている。今やコンピュータの性能が、研究成果のスピードに反映する時代になって来ている。また、人工生命 (A-Life と呼ばれている) をコンピュータ内に飼って増殖した生物から、生命の特性や、生物進化についての理論を作ることがある。コンピュータが考え、研究しているような状況になりつつある。カオスや複雑系などの研究分野はコンピュータの存在によって開拓された分野である。

## ii コンピュータの仕組み

コンピュータは、2進法で演算をしている。2進法を電子回路として表現することによってコンピュータは動作する。コンピュータの基本構成は、ハードウェアとソフトウェアから構成されている。ハードウェアは、中央処理装置 (central processing unit, CPU) と入出力装置 (input-output unit)、記憶装置 (storage unit) に大きく分けられる。ソフトウェアはプログラム言語で表される。ここでは、コンピュータの原理を概観する。

### (1) 2進法

コンピュータの内部では、0と1の2値のデジタル方式で処理をおこなっている。2進数 (binary digit) とよばれ、0と1で表現される。デジタル・データの最小の情報量の単位を、ビット (bit) という。1bitは、データ値の1桁を表す。 $2^{10}$ は1024で1000に近いので1K、 $2^{20}$ は1048576で100万に近いので1M、 $2^{30}$ は1073741824で、10億に近いので1G、同様に $2^{40}$ は1Tと呼ばれる。

一度で処理する単位を4桁、あるいは8桁、16桁、32桁を1バイト (byte) と呼ぶ。8 bitでは10進法でいえば255、16 bitは65,535までの整数を表すことができる。

2ビットでは、(0,0)、(0,1)、(1,0)、(1,1)の4通りの状態を表現でき、nビットでは2のn乗の状態を表現できる。

負の数は、一番上の桁を符号ビット (sing bit) として利用して表される。正の数は最上位ビットが0、負の数は1である。

コンピュータでは2値のデジタル数値を扱うので、2進法の演算をおこなっている。

コンピュータのすべての演算は、足し算を基本にしている (南谷, 2000)。2進法の足し算は、

$$0 + 0 = 0$$

$$0 + 1 = 1$$

$$1 + 0 = 1$$

$$1 + 1 = 10$$

の4つの組み合わせですべての演算処理をおこなっている。

情報科学では、補数 (complement) という概念を用いる。補数には、1の補数と2の補数がある。2の補数は、1

の補数に1を加えたものである (稲垣, 1998)。負の数や引き算は、補数によって表現される。引き算は、2の補数を用いると、足し算に変換することができる (南谷, 2000)。つまり、

$$A - B = A + (-B)$$

という考えで引き算を足し算にするのである。ただし、繰り上がりは無視することになる。

2進法で、

$$0001 - 0001$$

の計算をするとき、0001の補数1111を加えればよい。

$$0001 + 1111 = 10000$$

となり、一番上の繰り上りは無視すれば、0000という答えが得られる。同様に、

$$1111 - 1000 = 1111 + 1000 = (1)0111$$

というようになる。

補数表現を使っても、正負を表す最上位ビットの値は保存される。

補数表現を用いると、足し算も引き算も同じ回路で実行できる (稲垣, 1996)。掛け算は、足し算を何度も繰り返しおこなうものである。割り算は、引き算を何度もおこなうものである。このようにすれば、足し算だけの演算で四則演算をおこなうことができる。

コンピュータでは、2進法に変換すれば、数値を扱うことができる。文字データは直接2進法にすることができない。そのため、コード化 (coding) をおこなう。8ビットでは、256個のコードを利用できる。英数字は8ビットで充分だが、日本語や中国語など漢字を用いる国では少なすぎる。そのため、2バイトで1文字を表すことにしている。8ビットの2乗なので、65,536個のコードが利用できる。

文字コードはISO (International Standardization for Organization、国際標準化機構) によってコード系が規定されている。8ビットの最上位は各国語に対応するビットとして、あとの7ビットでコードを決めている。代表的なものでは、ASCII (American Standard Code for Information Interchange、アメリカ情報交換標準コード) や、UNIX用のAT&T社が決めたEUC (Extended UNIX Code) などがある。日本語のコードは、JISコード (Japan Industrial Standard code) がある。JISコードのX0208では、よく使われる漢字2965個はJIS第1水準、その他の漢字3390個はJIS第2水準としてコード化されている。

### (2) 論理回路

論理関数を実現する回路を論理回路 (logical circuit) という。コンピュータの論理回路は、AND (論理積) 回路、OR (論理和) 回路、NOT (否定) 回路の3つが基本で、基本論理回路 (basic logical circuit) である (南谷, 2000)。基本論理回路は、論理ゲート (logic gate)、あるいは単にゲートという。論理回路は、真理値があり、等価の電子回路で表現することができる (図1)。

AND回路は、2つの入力AとBがあるとき、両者とも1 (yes) のとき、出力信号Xが、1となり、それ以外のときは0 (no) となる。OR回路は、2つの入力AとBがあるとき、両者とも1 (yes) あるいはどちらかが1のとき、出力信号Xが、1となり、両者とも0のときは0 (no)

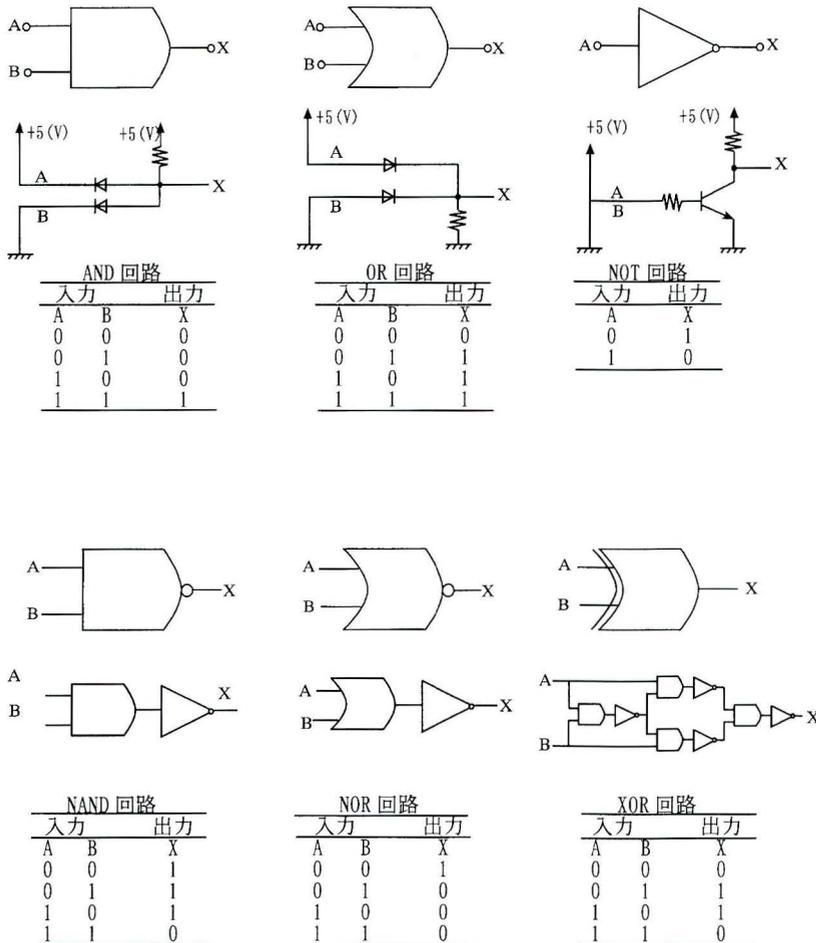


図1. 論理回路. 上3つが基本論理回路で, その略号と電子回路および真理表を示した. 下3つは基本論理回路以外の基本回路で, その略号と基本論理回路による表記とその真理表を示した.

となる。NOT回路は、入力Aが1 (yes) なら出力Xは0 (no) を、入力が0なら出力は1となる。

基本論理回路の他に、XOR (排他的論理和、exclusive OR) と NOR (否定論理和)、NAND (否定論理積) などの論理回路がある。このような論理回路は、基本論理回路で表現できる。2変数論理関数は、NOT、ORの組み合わせ、またはNOT、ANDの組み合わせで表現でき、NANDとNORは、NOTとANDの機能を持っているので、すべての2変数論理関数を表現することができる (赤間, 1998)。

原理的には一番単純な3つの基本論理回路を用いて、組み合わせ回路 (combinational logic circuit) と順序回路 (sequential logic circuit) などができあがる。しかし、その他の論理回路をうまく組み合わせると、より簡単な回路として設計することができる。

組み合わせ回路とは、入力によって出力が決まる回路で、演算などに利用される。順序回路は過去の入力状態に依存して出力が決定される回路で、記憶回路のことで、フリップフロップ (flip-flop) や、レジスタ (register)、カウンタ (counter) などがある (赤間, 1998)。組み合わせ回路に比べて、順序回路のほうが複雑になる。

ここでは、3つの基本論理回路を用いて、組み合わせ回路である足し算の回路ができることを示す (図2)。足し算の回路は加算器 (adder) という。一番単純な加算器は半加

算器で、下位からの繰り上がりのない場合である。半加算器で (half adder) は、2つの入力A、Bに対し、出力として、足し算の結果Sと、次の桁への繰り上がりCの2つの信号を出す (南谷, 2000)。半加算器2つのOR回路の組み合わせで、入力A、Bと下位からの繰り上がりの入力信号を処理して、和の出力Sと上位への繰り上がりの信号Cも処理できる全加算器 (full adder) ができる (南谷, 2000)。全加算器を8ビットでは8個つなげればよい。

フリップフロップは、双安定回路と訳されるが、一般にはカタカナ書きもしくは英語 (FFと訳す) で用いることが多い (中村, 1988)。JISでは、用語として採用されていないが、デジタル回路として重要なものである。セット端子の信号によって1を記憶させ、リセット端子の信号によって0に戻すことができる回路である。フリップフロップは、外部入力状態が変化しない限り、0か1の安定した出力状態を保持できる論理回路である。したがって、1ビットのデータを記憶する回路である (南谷, 2000)。図3では、RS フリップフロップ (reset flip-flop) の回路を示した。

1と0をyesとnoに読み替えて考えてきたが、逆に1と0をnoとyesに読み替える表し方もある。それぞれ正論理と負論理と呼ばれる。正論理でも負論理でも、2つのNANDから構成される (中村, 1988)。NORで構成された等価回路ができる。ただし、真理表は反転した状態となる。

### (3) CPU

CPU (central processing unit) は、プロセッサや中央処理装置とも呼ばれる。CPU内では、記憶装置 (メモリ) 内に収められた命令やデータにさまざまな処理を施して出力をするものである。CPUは、コンピュータシステム全体を制御する制御装置 (control unite) と、記憶装置に蓄えられているデータの演算をおこなう演算装置 (arithmetic unit) に分けられる。

CPUでは、メモリ内に保存されたプログラムを、命令レジスタ (instruction resister) に順番に読みこみ、命令を解読 (デコード、decode) し、解読された命令を実行する、というサイクルを繰り返す (南谷, 2000)。

レジスタは、高速動作可能な主記憶装置である。命令の順番は、一つずつ増えていくプログラムカウンタ (program counter) というレジスタに、次の命令のアドレス (address) が記憶されている。このようなプログラムカウンタのような順序制御機構を持つことによって、複雑な

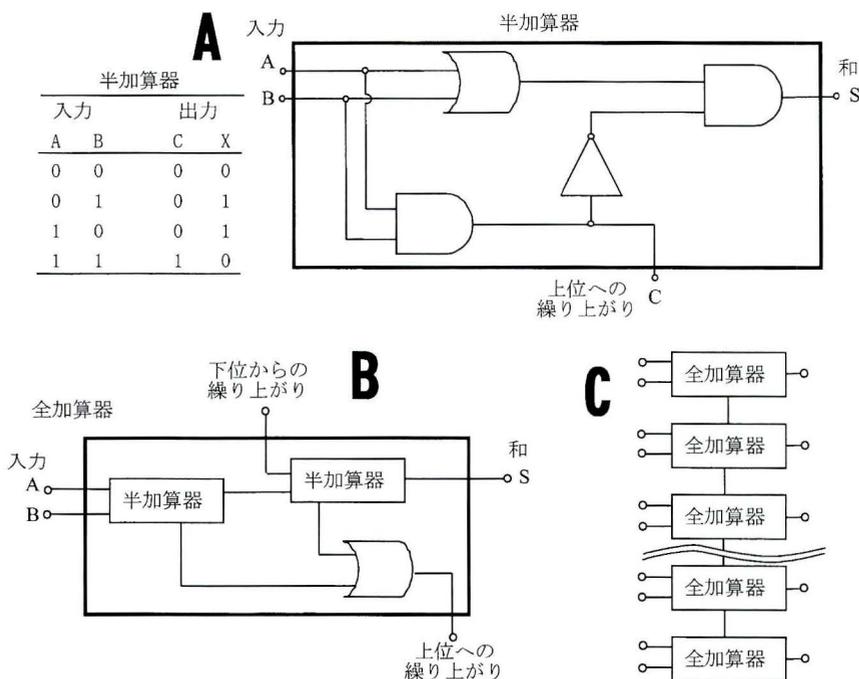


図2. 加算器の原理. A: 基本論理回路を用いた半加算器の回路と真理表を示した. B: 半加算器を用いた全加算器の回路を示した. C: 全加算器を用いた多ビット用の足し算用回路を示した.

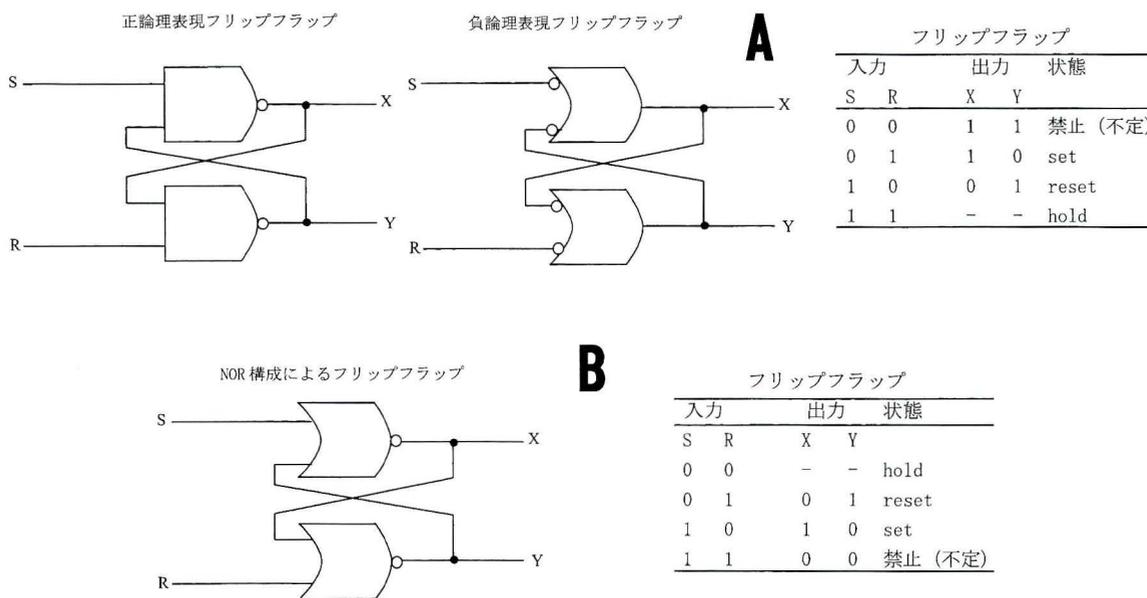


図3. フリップフラップ. A: 正論理表現によるフリップフラップ回路と負論理表現によるもので、その真理表も示した. B: NOR 構成によるフリップフラップと真理表を示した.

作業や条件を要求する環境に対応できるようになった。

機械語命令は、命令の種類を示す命令コード (operation code) と、実行時に必要なデータのアドレスを示すオペランド (operand) から構成される (赤間, 1998)。演算命令、ロード/ストア命令 (メモリ参照命令)、ジャンプ命令 (分岐命令)、その他に、停止 (HALT) 命令、印刷 (PRINT) 命令などがある。

演算命令とは、四則演算、論理演算、固定小数点演算命令、浮動小数点演算命令などがある。

四則演算は、ADD、SUBTRACT、MULTIPLY、DIVIDE という命令で実行される。演算命令は、レジスタ R1 の値とレジスタ R2 に加えたり引いたりなどの演算をし、

その結果をレジスタ R3 に格納するというようなものである。四則演算などの基本演算は、高速処理をおこなうために、回路化されていることが多い。演算専用のレジスタはアキュムレータ (accumulator) と呼ばれる。

ロード (LOAD) / ストア (STORE) 命令 (メモリ参照命令) とは、メモリのアドレス A にあるデータをレジスタ R1 にとってきたり (ロード)、レジスタからメモリに保存 (ストア) するための命令である。

ジャンプ (JUMP) 命令 (分岐命令) とは、プログラムは、順番に一つずつ実行されているが、その順番を変える場合、ジャンプ命令が使われる。アドレス A の命令に飛べという命令が実行される。プログラムカウンタは一つずつ

命令を実行していくが、ジャンプ命令によって別のアドレスにプログラムの流れが変わっていく（南谷, 2000）。

ジャンプ命令の一つに「割り込み」というものがある。実行しているプログラムより優先すべき事態、例えば入力やエラーなどが起きたときである。その割り込みの原因が特定された場合、その割り込みの内容に応じて、それに対応するプログラムを実行する。

#### (4) 記憶装置

記憶装置は、プログラムやデータを保存する装置である。記憶装置には、コンピュータ内部にある主記憶装置（メインメモリ）と、コンピュータの外に置かれた外部記憶装置に分かれる。主記憶装置は、メモリとも呼ばれ、プログラムやデータを保存する装置である。外部記憶装置は、すぐに実行しないプログラムや使わないデータを保管する。

記憶装置には、アドレスと呼ばれる住所や番地にあたるものが付けられている。

記憶方法として、電気、磁気、光などを利用したものがある。記憶装置でのデータの読み取り速度（アクセススピード）は、電気、磁気、光の順で遅くなっている。記憶量では、逆の順で大きく、したがって安価になっている。記憶装置は、目的に応じて使い分けられている。

現在のパソコンでは、電気を利用した半導体の記憶装置が使われる。外部では、電気（メモリスティック、メモリカード、スマートメディアなど）、磁気（ハードディスク、フロッピーディスク、磁気テープ）や光（CD-ROM、CD-R、DVD、DVD-R）、あるいは両者（光磁気（MO）ディスク）などが主として利用されている。

高速性を重視するため、CPU内にキャッシュメモリ（cache memory）と呼ばれる記憶装置がある。キャッシュメモリは、容量は少ないが一番高速でアクセスできる場所におかれ、最近ではCPU内部に組み込まれることも多い。

電気を利用した半導体の記憶装置として、ROM（read only memory）とRAM（random access memory）がある。ROMは読み出し専用で、RAMは読み書きができる記憶装置である。ROMにはマスクROM（masked ROM）、PROM（programmable ROM）、EPROM（erasable programmable ROM）がある。マスクROMは、製造時に内容が決まっているROMである。PROMは特殊な装置によって書き込み可能であるがその回数などに制限がある。EPROMは何度も書き換え可能なROMである。RAMは読み書き可能だが、電源を切るとデータが消えてしまう揮発性（volatile）の記憶素子である。RAMには、ダイナミックRAM（dynamic RAM）とスタティックRAM（static RAM）がある。ダイナミックRAMは一定時間ごとに内容が書き直される。スタティックRAMはフリップフロップ回路により情報を記憶するもので、書き直しの必要はない。

#### (5) 入出力装置

コンピュータは0と1のデジタル信号しか扱えない。そのため、コンピュータに仕事をさせるために、仕事内容や情報をデジタル化しなければならない。人間が扱っている情報は必ずしも定量化されているわけではない。視覚、聴覚などに関する情報はかなり定量化が進んでい

るが、味覚、嗅覚、および触覚などの体性感覚はいまだに定量化は遅れている。

コンピュータと人との間には、何らかの入出力関係によって連絡がとられる。このような関係は、人とコンピュータのインタラクション（interaction、相互作用）と呼ぶ。情報科学では、インタラクションは複数の情報処理システム（人間や機器）において、あるシステムの入力によって別のシステムの状態が変化することをいう（安西・神岡, 1999）。

定量化されたデータはデジタル情報として扱える。アナログ情報でも電気化あるいは電子化することができれば、デジタル化が可能である。コンピュータ処理された結果は、人間に分かる形で提示あるいは表現できるようにしなければならない。ディスプレイやプリンタ、あるいは音で表現しなければならない。つまり、デジタル信号をアナログ信号に変換しなければならない。このような変換をA/D変換という。

コンピュータが高度化するにつれて、入出力が複雑になる。しかし、高度化のひとつの原因は、このような人とコンピュータの入出力をいかに人に馴染みやすくするかである。つまりヒューマン・インターフェイス（human interface）、ユーザー・インターフェイス（user interface）、あるいは単にインターフェイス（interface）というものである。文字情報だけでなく、聴覚や触覚、動作などを加えたより多様なインターフェイスを、マルチメディア・インターフェイス（multimedia interface）あるいはマルチモーダル・インターフェイス（multimodal interface）という（安西・神岡, 1999）。

使う側のわかりやすさや操作のしやすさ、使いやすさをユーザビリティ（userability）とよび、良いユーザビリティを備えたものをユーザフレンドリ（user-friendly）という。ユーザビリティの基準として、学習可能性（learnability）、柔軟性（flexibility）、処理能力（throughput）が挙げられている（安西・神岡, 1999）。マルチメディア・インターフェイスをもつ機器の特徴として、携帯性（モバイル性）、環境への埋め込み、仮想性、協調作業性、エンタテインメント性が挙げられている（安西・神岡, 1999）。

入力装置として、キーボードやマウス、トラックボール、ジョイスティック、タッチパネル、イメージスキャナ、デジタルカメラなどがある。出力装置としては、ディスプレイ、プリンタなどがある。

#### (6) プログラム言語

ソフトウェア（software）は、制御プログラム（control program）と処理プログラム（process program）の2つのプログラム群（コンポーネント）から構成される。基本ソフトウェアとユーザソフトウェアの2つのプログラム群（コンポーネント）に分類される。

制御プログラムは、ハードウェアを効率的に管理するものである。制御プログラムは、基本ソフトウェア、システムソフトウェア（system software）とかオペレーティングシステム（operating system: OS）、制御プログラム（control program）とも呼ばれる。制御プログラムは、ジョブ管理（job management）、タスク管理（task management）、データ管理（data management）、ハードウェア管理（hardware

management)、通信管理 (communication management) からなる。今日ではコンピュータシステムの一部である。MS-DOSやWindows、UNIXなどが代表的なものである。広義のOSは、制御プログラムと処理プログラムの言語処理プログラム、ユーティリティプログラムをいうことがある。

処理プログラムは、言語処理プログラム (language processing program)、ユーティリティプログラム (utility program)、アプリケーションプログラム (application program)、ユーザプログラム (user program) から構成される。

制御プログラムの上で処理プログラムが動いている。そのため、ハードウェアの違いがあっても、制御プログラムの上でその違いを吸収していれば、共通の処理プログラムが動かすことができる。

CPUへの命令は、マシン語 (machine language) でなされる。マシン語は、機械にわかる0と1の言葉で書かれたものである。しかし、人間には非常に分かりにくい言葉なので、少しは分かりやすくした言葉として、アセンブリ言語 (assembly language) が使われる。アセンブリ言語はマシン語の命令に対応する記号であるニモニックコード (mnemonic code) に置き換えたものである (南谷, 2000)。アセンブリ言語は、マシン語の非常に近い言葉である。

マシン語に次いでより人間に理解しやすいアセンブリ言語であるが、まだ人間の言語ではない。また、複雑な作業を記述するには特別な訓練を受けないと難しい。このような問題を解決するために、より人間の言語に近い高級言語 (high-level language) が開発された。代表的なものとして、FORTRANやCOBOL、PASCAL、C、BASIC言語などがある。このような高級言語をマシン語に翻訳するプログラムを言語プロセッサという。アセンブリ言語の言語プロセッサをアセンブラ、高級言語の言語プロセッサをコンパイラ (compiler) という。

FORTRAN (Formula Translating System) は、1957年に、IBM社で開発され、IBM704型の普及に伴って、最初に普及したコンパイラタイプの高級言語である (橋本, 2000)。その後多くのコンピュータに移植された。

コンパイラは、高級言語を構文解析をおこない、マシン語より高水準、つまり人間により理解しやすいが、よりマシン語に近い中間言語のコードに出力する。中間言語はマシン語に変換したとき一番効率のよいように最適化されたコードを生成するように設計されている。しかし、コンパイラの性能によって、構文解析や中間言語の変換に差が生じ、最終的にはマシン語の処理速度に大きな差が生じる (南谷, 2000)。

コンパイルに時間がかかることやプログラムの欠陥 (バグ) を修正するためにコンパイラは煩雑である。そのため、中間言語のまま実行する言語プロセッサとしてインタプリタ (interpreter) がある。処理速度は遅いがデバッグ (debug: 誤りをとり除くという意味) の時間が短縮されというメリットがある。最近では、インタプリタとコンパイラを組み合わせられて使われることがある。

### iii コンピュータの歴史

最初のコンピュータ、ENIAC (Electric Numerical

Integrator and Computer) は1946年に完成した。ENIACは電子式数値積分計算機と記される (橋本, 2000)。ENIACは、10進法を採用し、真空管2本からなるフリップフロップ回路を10個並べ、1桁分の計算をした。1回の足し算0.8ミリ秒、掛け算2.8ミリ秒、割り算24ミリ秒でおこなった (橋本, 2000)。ENIACは、真空管18,000本、高さ3m、幅30m、140m<sup>2</sup>の部屋を占領、使用電力150kWという大変大規模なものであった (橋本, 2000)。

ENIACは、プログラムを内蔵していなかった。そのため、現在のコンピュータの定義では、プログラムとデータとを同一の記憶装置に持つプログラム内蔵式コンピュータであったEDVAC (Electric Discrete Variable Automatic Computer: 電子式離散変数自動計算機) が、最初のコンピュータとみなされることもある (橋本, 2000)。

プログラム可変の内蔵方式のコンピュータ、EDSAC (Electric Delay Storage Automatic Calculator) が、1949年に完成する (橋本, 2000)。

コンピュータ発展は電子回路の集積技術によって支えられていた。電子回路の集積技術は、トランジスタ (transistor)、IC (集積回路: Integrated Circuit)、LSI (大規模集積回路: Large Scale Integration) の順に進歩してきた。

1948年にブラッテン (W. Brattain) が、Geの表面でトランジスタ作用の発見した。1949年には、ショックリー (W. Shockley) が接合型トランジスタのアイデアを出した。そして、1951年にショックリーらによって実用的トランジスタの誕生した。1958年には早くも、IBM製のIBM7070でトランジスタの採用され、第2世代のコンピュータが誕生した。

1959年、キルビー (J. S. Kilby) がトランジスタを改良していくことでICを開発した。半導体表面に別種の半導体薄膜を何度も蒸着させることによって結線不要の集積回路ができあがる。その後、写真焼付けの光学技術によって集積度が上げられていった。1964年には、CPUにICを採用した最初のコンピュータIBM製のIBM360が発売され、爆発的な需要があった。ICはメモリにも採用され、宇宙開発と冷戦の時期にあたりNASAや国防省など宇宙、軍事関連の製品に大量に利用された。ICは、1個当たり、トランジスタの数が1000個までをいう。ICを採用したコンピュータを第3世代のコンピュータという。

1966年に、LSIが登場した。LSIは、1個当たり、トランジスタの数が1000から10万個までをいう。LSIを採用したコンピュータを第4世代のコンピュータという。今日、LSIの集積度は、演算処理LSIで1000万トランジスタ、メモリーLSIでは10億トランジスタを超えている。

現在のコンピュータはノイマン型コンピュータであるが、非ノイマン型コンピュータ (non von Neumann computer) もある。非ノイマン型コンピュータは、人間の知識機能をコンピュータプログラムとは違う方式で機械化しようというものである (稲垣, 1996)。光コンピュータ (optical computer)、バイオコンピュータ (biocomputer)、ニューロコンピュータ (neuro-computer) などがある。

光コンピュータは、光学的な結像、回折、散乱などを利用して、人工網膜のような素子を作ろうというものである。バイオコンピュータは、トランジスタよりもつ

と小さなタンパク質による素子を作ったり、脳の研究から生体に近い知的メカニズムを考えるものである。

ニューロコンピュータは、バイオコンピュータの一種で生体の神経系のメカニズムを真似て動作するものである。生物、特に人間の脳は情報処理システムあるいは記号システムとしても重要な規範となりうる (Simon, 1996)。自然物の極致として脳、人工物の極致としてコンピュータが対置できる。ニューロコンピュータの作動原理は、人間の脳を再構築しようというものである。

#### iv コンピュータの存在意味

コンピュータの導入によって、科学自体のあり方を変えてきた。そして、コンピュータの能力によって、あらたな科学体系が形成されつつある (齋藤, 1999)。このような革命的な現象を、デジタル・パラダイムと呼び、ポストモダン科学革命を起こしつつあるといわれている (中山, 2000)。

黒崎 (1997) は、コンピュータの存在意味を、他者としてのコンピュータ、環境としてのコンピュータ、内在化されたコンピュータ、という3つの位相変化つまり「コンピュータと我々との距離」として捉えた。これは、コンピュータサイエンスの視点からは、人工知能問題、電子テキスト問題、ヴァーチャル・リアリティ問題となり、哲学的視点からは、人間の認識の逆照射、著者性の問題、実在 (リアリティ) とはなにか、という読み替えが可能としている。また、黒崎 (1998) は、コンピュータの出現は、知能とは何か、最終的には「人間とは何か」問い直すことであるとした。このような問題を解くことは、哲学として正統な考察であると考えている。著者も同感である。

技術の進歩によって、新たな文化が生まれ、新たな文化によって人間のあり方を問い直すこと、この繰り返しが人間の知的進歩をもたらすのではないだろうか。

### 3 情報とは

情報科学が成立する以前から、人間は情報を利用してきた (甘利, 1998)。にもかかわらず、情報の定義は困難である。情報の語源は、辞書を調べることによって知ることができるが、定義のためのキーワードとなる言葉は、事実 (fact)、メッセージ (message)、概念 (concept)、データ (data)、コミュニケーション (communication)、知識 (knowledge) などである (立花, 2000a)。

ここでは、情報の語源と一般的な定義を考え、記号論の立場から情報をどう捉えているかをまとめ、アナログからデジタルへどのような歴史を持って変換されていったのかを見ていく。そして、情報の認知のプロセスと情報の流れを考えていく。

#### i 語源と定義

情報とは、information の訳で、動詞 inform の名詞である。英語の information は、中期英語では、「教授、教育、精神形成」という意味を持ち、中世ラテン語やラテン語では「概念、考案」という意味であった。動詞 inform はラテン語 informare から由来し、informare は「形成する」という意味で、接頭語 in と「形作る」という意味の formare があわさってできたものである。

情報という語は、広義にはニュースや知識を指すが、厳密には、人間を離れて客観的に伝達・処理ができるようになった段階のものをいう (坂本, 1998)。その伝達や処理は元来は人間が担っていたが、技術発達の過程で、通信技術やコンピュータや自動制御の発達の結果、新しく情報の概念が形成された (坂本, 1998)。

現代的意味での情報の特徴は、その表現形式と意味内容が分離されうることである。数学や工学では、情報の意味内容は一般的な扱いができないので、表現形式のみ切り離し、符号 (コード) のみを扱う。このような情報を「技術的情報」という。技術的情報は符号の組合せで「パターン」である。情報伝達 (通信) や情報処理で扱われる情報はこのパターンで、量的に規定される (坂本, 1998)。

20 世紀後半の科学技術を支える基本理念は、物質 (material)、エネルギー (energy) と情報 (information) として表すことができる (松井, 1975)。物質とは相対性理論の  $E=mc^2$  という方程式で、エネルギーと等価であることが示された。したがって、現在の現実の実体というのは、物質 (=エネルギー) に集約される (立花, 2000b)。人間はそれを情報としてとらえる。人間の意識の中では、物質は情報に転換され、人のありかた生き方を決定的に変化させる。システムとして整合のとれた動作を行うためには、情報の活用が不可欠である (甘利, 1998)。人間活動もシステムによって制御されているので、情報は不可欠となる。

#### ii 記号論

Inglis (1990) によれば、記号論 (semiotics) とは、意味作用を行う記号の中にはどのような組織があるのかを調べることである。つまり、言語全体を解体し、どのように一体化して構造を形成しているかの理論構築を目標とする。平たく言えば、記号論とは、送信された情報がどのように受信者によって受け取られ、解釈されるかを知るための学問 (長尾, 1999a) ともいえる。

長尾 (1999a) は、記号論において、対象、概念 (ものの意味)、記号 (名称) の3つの要素があるとした。

記号論ではフレーゲ (F. L. G. Frege) とパース (C. S. Peirce) が中心人物である。

パースは、プラグマティズムの始祖と現代記号学 (記号に関する一般理論) の創設者で、また記号論理学における先駆者のひとりである (米盛, 1998)。記号の基本的単位の同定と、構成要素のすべてを再統合してひとつの構造を作るという意味作用体系の構造記述をおこなった (Inglis, 1990)。

フレーゲは、算術を論理から導く論理主義の立場で、論理主義実現のために論理学自体の再検討が必要とし、アリストテレスの論理を超える論理学を「概念記法」(1879)として、現代の命題計算、一階述語計算のほぼ完全な体系を独立で構成した (土屋, 1998)。また、数の概念の哲学的考察をまとめた「算術の基礎」(1884)で、カントを批判して算術の真理を分析的なものとし、悟性に直接与えられる客観的な対象として数を定義する方法を探った (土屋, 1998)。

しかし、この体系は、1902年のラッセル (B. A. W. Russell) の指摘によって、「ラッセルのパラドックス」を含むことから、フレーゲは論理主義の放棄を強いられ

た。晩年には算術の真理を総合的なものとする立場から再度基礎づけを試みた(土屋, 1998)。

ウィトゲンシュタイン(L. Wittgenstein)の思索は、フレーゲの圧倒的な影響下にあった(土屋, 1998)。ウィトゲンシュタインは、手近な実際の例、人々が現実に行ったことから出発する(Ingliš, 1990)手法をとった。

ソシュール(F. de Saussure)は言語を記号と見なし、記号表記と記号内容との統合体と定義し、記号を能記(signifiant、意味するもの)と所記(signifie、意味されるもの)に区別した(坂本, 1998)。言語とは自己指示的閉鎖体系であり、言語は言語としてのみ分析可能であると主張した。そして、言語の意味は「差異の原理」に照らして初めて分かり、言語の本質に刻まれており、語彙群を横断している基底にあるとした(Ingliš, 1990)。

### iii アナログからデジタルへ

パスとフレーゲなどによって、言語や用語を含めて、論理的な思考はすべて、記号論理学の表現に置き換えることができるようになった。

数学では、三段論法などの論理的命題(propositional logic)の真偽関係が、ブール代数(Boolean algebra)を用いて代数的に演算形式で表現できることを明らかになった。

ブール代数は、1864年にブール(G. Boole)によって創られた。ブール代数は、ブール束(Boole lattice)または論理代数(logic algebra)とも呼ばれる。集合論(set theory)もブール代数として形式化できる(赤間, 1998)。

推論を研究する論理学(logic)のうち、最も基本的な論理システムは、命題論理(propositional logic)である。論理命題は、形式言語(formal language)を用いた形式システム(formal system)として理論化され、意味を研究するモデル理論(model theory)と証明の方法を研究する証明理論(proof theory)の2つの考えがある(赤間, 1998)。命題(proposition)とは、真(true)か偽(false)かがはっきりした文のことである。真か偽かは真理値(truth-value)と呼ばれ、2進法の1と0に対応させることによって代数的な取り扱いをすることが可能となる。このような論理演算(logical operation)あるいは論理計算をブール代数といい、論理学と代数学が結びついた(橋本, 2000)。

論理代数の集合とは一致する(稲垣, 1996)。論理代数の演算である論理積(AND)、論理和(OR)、論理否定(NOT)は、積集合、和集合、補集合という集合論での用語に変換できる。ブール代数は、ベン図(Venn diagram)によって図的にも解釈することができる。ただし、ベン図は簡易の不完全な表現法である。

1937年にシャノン(C. E. Shannon)によって、ブール代数の公理系が電子回路で表現できることが示された。つまり、人間の論理思考がコンピュータで再現できることが、理論上明らかになったのである。計算と論理演算を一体化して機械的に実現する見通しが開けた。このような理論と機会の結合が、理論回路への道を開いた(甘利, 1998)。

数学の世界では数学基礎論の一環としてアルゴリズム(algorithm)に興味が集まった。アルゴリズムとは計算や論理演算を機械的に実行する手順のことで、算法とも呼ばれる。良いアルゴリズムとは、正しい答えを出すこと

と計算を有限に終了することである(赤間, 1998)。正しい答えを出すことは説明するまでもないが、計算が有限の時間で終わるという保証がなければ、プログラムする意味がない。後者を計算可能性(computability)と呼ぶ。このような計算の概念を理論的な研究をする分野は計算理論という。計算理論として、チューリング機械(Turing machine)、ラムダ計算( $\lambda$ -calculus)、マルコフ・アルゴリズム(Markov algorithm)、フローチャートプログラム(flowchart program)などが主なものである(赤間, 1998)。

コンピュータの記憶回路がとる値を状態(state)と考え、コンピュータはさまざまな状態を取りうる状態機械(state machine)とみなすことが可能である。状態の変化を数学的モデルにしたものをオートマトン(automaton)と総称する(稲垣, 1996)。1930年代にチューリング(A. A. Turing)は、状態機械という見方による数学モデルで、仮想的な機械を考えた。チューリングのオートマトンは、今日、チューリング機械(Turing machine)と呼ばれる。チューリングは、コンピュータが誕生する以前に、一定の手続きに従って実行可能な論理演算(数値計算を含む)は、すべて万能チューリング機械(universal Turing machine)で計算できることを示した。同時に彼は機械では原理的に計算できない関数の存在も示したのである。

ラムダ計算は、カリー(H. B. Curry)とチャーチ(A. Church)により適用と抽象化の理論である(萩野, 1998)。ラムダ式は関数の概念を抽象化したものであり、変数と関数抽象と関数適用によって構成されている。ギリシア文字のラムダを記号として使うので、この名前が付けられている。人工知能用のプログラミング言語、LISPの基礎的な理論となっている。その他、マルコフ・アルゴリズムやフローチャートプログラムの計算理論は、理論的には同等であることが知られている(赤間, 1998)。

ノイマン(J. L. von Neumann)は、コンピュータの原理を考えた。ノイマンの考えは現在も生きており、ほとんどすべてのコンピュータはノイマンの定義に当てはまるものとなっている。そのため、ノイマン型コンピュータと呼ばれる。ノイマン型コンピュータとは、データとプログラムを同一の記憶装置に入れたもので、読み書き可能なプログラム可変内蔵方式で、メモリは全体として一つの機構として扱い、記憶装置にアドレス(番地)が振り当てられたものをいう(橋本, 2000)。それぞれの機構が可能な限り互換性があるようにされなければならない。

1948年にウィーナー(N. Wiener)はサイバネティクスという新しい学問を提唱し、通信と制御を中心に両者に共通の情報原理を考察した。これは従来の対象別個別の研究の枠を超えて、生体から機械まで情報を主体として統一的に捉える新しい情報科学の成立を宣言する哲学であった(甘利, 1998)。

1948年にシャノン(C. E. Shannon)は通信の本質を探究する中で、情報伝達の本質構造を数学理論として認識し、情報理論として体系化した(甘利, 1998)。情報を受けとることにより知識の不確かさの度合の減少する量をエントロピー(entropy)減少量と定義し、その単位をビットと名付けた。基本的には熱力学のエントロピーと情報量とは同じ概念である。情報科学に高度の理論的基

礎を与えた。また、情報源の符号化と冗長さの問題を取り扱うとともに、通信路の伝送容量に上限が存在すること（シャノンの定理）を指摘した（高橋, 1998）。

1940年代の後半、サイバネティックスの提唱、情報理論の成立、コンピュータ技術の確立によって、情報科学が成立した。情報理論は符号理論や暗号理論、アルゴリズム論、データ圧縮技法などへと発展し、制御理論は統計学、時系列解析や計量経済学とも結びつき、サイバネティックスは思想として影響を及ぼした（甘利, 1998）。

情報処理機械であるコンピュータは、本体であるハードウェアの技術的基盤と利用技術であるソフトウェアの理論的基礎が整備され、1940年代にその誕生を迎える。

1940年代のコンピュータ発明から今日に至るまで、コンピュータは驚異的な進歩を重ね続けている。

#### iv 情報の認知

情報の認知の過程は、さまざまなメディアを用いておこなわれ、情報は感覚器官を通じて発信、受信される（表1）。そして、その情報を利用して芸術や技術が展開されることがある。情報は、送り手と受け手があり、両者の間が伝達経路となる（津田編, 1990）。情報の送り手においても受け手においても、認知過程がある。情報の認知の過程は、現実、観察、抽出、伝達、受信、解釈が考えられる（図4）。

現実とは、対象のものや現象である。観察とは、感覚

器官を通じて現実の情報の一部が脳に送り込まれることである。抽出とは、脳で現実の必要な部分だけが抽出されることである。伝達とは、伝達するために、情報が言葉や行為に変換されることである。受信とは、発信者の抽象化された情報を受信することである。解釈とは、発信者の意図を推定し理解することである。

このような情報の認知過程を経るたびに、あるいは情報に何らかの関与があるたびに、情報の質は劣化する。

ある人が博物館で恐竜の化石を見たとき。展示場という環境の中で化石を見、説明を読み、展示のための効果音響や照明を感じて、全体として、その化石を観察する。観察した情報を脳に入れ、必要なものだけを抽出して、解釈し、理解し、記憶する。そして第三者に伝えるとき、記憶に基づき、言葉や身振りで情報を伝達する。伝えたい程度により、表情や身振りが大きく激しく、繰り返し加わる。受信者は、送信者の発信を受信する。言葉を文字という普遍的な記号にして認識できる情報を論理認識という。まず、論理情報をえる。そのとき同時に、送信者の言葉、身振り、表情などを感じて、解釈をして理解する。受信までに変化した情報の劣化を補うために、受信者は、発信者の雰囲気、表情、動作や文章のニュアンスなどから解釈をする。雰囲気、表情、動作や文章のニュアンスなどの暗示的な情報を感性情報という。

感性情報は、受信者の一方的な解釈が入り、送信者が

表1 情報の構成

メディア	感覚器官	肉体		情報	芸術・技術
		発信	受信		
声	聴覚	口	耳	言語	歌・アナウンス
表情・動作・仕草	聴覚	表情	目	視覚	感情 映画・舞踏
文字・記号・図形・数式	視覚	手・目	目	文字・文法・論理	文学・哲学・科学
絵	視覚	手・目	目	画像・色	絵画・デザイン
食物	味覚	手・舌	口・舌	味	料理・カクテル
匂	嗅覚	体	鼻	匂	香道・香水・アロマセラピー
リズム・音・音声・間	視覚・聴覚	動作・口	目・耳	音楽・動作	音楽・演劇・能・手話
握手・点字	触覚	体・手	手・体	点字・抱擁・愛撫	点字

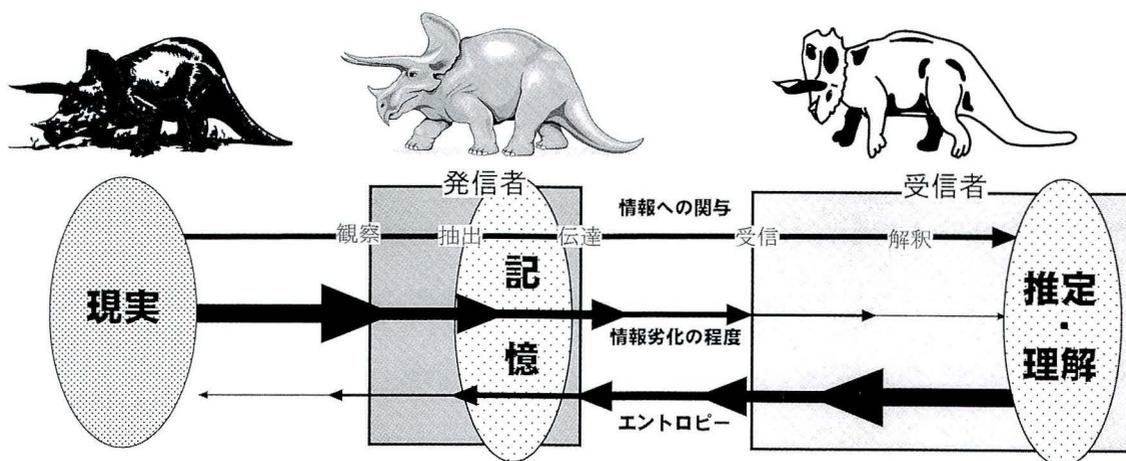


図4. 情報の認識過程。現実が発信者を経て受信者に理解されるまでに情報への関与のしかたと、それに伴う情報劣化の程度とエントロピーの減少量を概念的に示した。

表2 ワード換算比価

情報形態	分類	細分	計測単位	換算比価
記号情報	書き言葉	かな文	字	0.22
		漢字かな文	字	0.3
パターン情報	話し言葉		分	71
			分	120
	音楽		分	120
			分	120
	静止画	白黒	枚	80
		カラー	枚	120
動画	カラー	直視	分	1200
		TV	分	672
		HDTV	分	1032
		映画	分	1032

郵政省編（2000）による

意図していなかった情報も受信することがある。受信者が恐竜を見たことがなければ、とんでもなく大きく恐ろしいものに解釈したり、小さいものしか見た記憶しかなければ、より小さなものしか理解しないかもしれない。

一方、文字のように抽象的な記号に変換されている場合、その変換過程に劣化がおきるが、いったん文字にしてからは、情報の劣化は少ない。少々誤字や脱字があっても、文脈から補うことが可能である。言語体系が異なっても、変換技術さえあれば、大部分は伝達可能となる。

#### v 情報の流れ

情報といっても、非常に漠然としていて捉えどころがない。しかし、前述のように、私たちは、情報にたよって生活している。誰でも情報を扱っている。子供から老人まで、昔と比べれば、現在の情報量は比較にならないほど膨大である。日々の暮らしの中で、情報の多さを嘆きながら、私たちは生活している。

情報の基本的な性質として、新しさ、自分しか知らないという希少性、他の多くの人にとっても興味がある内容というものが挙げられている（長尾, 1999a）。人が知らない情報は、話題として他人に知らすことに興味を覚えている。昔でいえば井戸端会議のレベルだが、今や話題が世界に広がっている。

情報の流れを、定量的に計る一つの方法としてある単一の単位に換算する方法がある。郵政省の通信白書では、統一された定量的単位に換算することによって統計処理をおこなっている（表2）。通信白書では、流通している各種の情報（文章、言葉、音楽、静止画、動画）をword（単語）に換算している。

郵政省編（2000）の通信白書では、情報流通を、原発信情報量、発信情報量と選択可能情報量、消費情報量、情報ストック量に5区分している。

原発信情報量とは、各メディアを通じて流通した情報のうち、該当メディアとしての複製や繰り返しを除いたオリジナルな部分の1年間に送り出した情報総量を計測したものである。発信情報量とは、各メディアの情報発信者が1年間に送り出した情報の総量を計測したものである。複製を行って発信した場合及び同一の情報を繰り返し発信した場合も含む。選択可能情報量とは、各メディアの情報受信

点において、1年間に情報消費者が選択可能なかたちで提供された情報の総量を計測したものである。消費情報量とは、各メディアを通じて、1年間に情報の消費者が実際に受け取り、消費した情報の総数を計測したものである。情報ストック量とは、各メディアで過去に情報流通過程に乗った情報のうち、情報の保存及び将来的な再利用を目的として、情報の発信側若しくは受信側で保存されている情報の総量を計測したものである。

漠然と捉えていたのでは、情報の本質は見えてこない。安田（2000）は、情報システムを、運ぶ、つくる、使う、ためる、アセスメントの5つの側面にとらえた。情報の仕組みを知るために、ここでは、通信白書などの情報を参考にしながら、情報の流れを単純化してみる。すると、情報の流れは、いくつかの素過程に分けることができる。「情報」の流れあるいは処理過程には、「情報の生成」、「情報の収集」、「情報の加工」、「情報の提示」、「情報の利用」の5つの素過程があると考えられる。以下では、順に少し詳しく見ていく。

#### (1) 情報の生成

情報の生成とは、どういう情報を生み出すかということである。人が何かをおこない、その結果として何か変化を生じた時、そこには必ず情報が発生する。人は、その出来事を記録し、情報を保存する。

出来事の記録といっても多様である。記録の手段として、記憶、文字、絵などの昔からある馴染みのあるものから、テープ（音声、音）、写真（画像）、映像（動画）あるいは特殊なセンサーによって得られた情報などもある。

保存された情報には、人間全体として必要となるような人間の知的遺産というべきような情報もある。書画骨董などの美術品や芸術品、自然史などの限りなくアナログ的なものから、文学作品やニュース（新聞・雑誌）、書籍など、紙メディアとして図書館に置かれているものまでである。どれも、無限に耐久性のあるものではない。寿命がある。その点デジタルコンテンツとしてデジタル化すれば、劣化することなく保存できる。

アナログ的なものをいかにデジタル化するかということ、そして何を重要としてデジタル化するかが問題である。

現代では多くの場合、情報はデジタル化可能である。一次の素材はデジタル化不可能でも、記憶媒体としてメディアを利用する限り、情報になった段階でデジタル化は可能である。あるいは、メディア自体がデジタルの場合も多々ある。しかし、デジタル化のための機材が、豊富になり安価になったために、誰でもデジタルコンテンツ作りが可能になった。デジタルコンテンツは今とて、利用価値の高いものからほとんどないものまで玉石混淆の状態となっている。

現代の情報は、かなりデジタル化できる。あるいは、すでにされている。しかし、問題は、過去の莫大な人間の知的遺産というべきアナログ情報を、誰がデジタル化するかということである。

目的があれば、誰かがおこなう。画集などを作る時、絵画は高精度のデジタル画像として印刷される。しかし、そのデータは印刷が終わると消えていく。ある情報を消してしまうことによって、他の情報（この場合商品である画集）の価値を増すことになる。コピーは再生できるが、オリジナルは消えると再生できない。オリジナルには、素材の寿命があるので、無限の寿命を持たせることはできない。いずれは朽ち果ててしまう。オリジナルが減びても、完全に近いコピーがとれば、あるいは、後世で必要とするであろう情報をコピーすれば保存可能であろう。コピーの素材が朽ち果てる前に再度、コピーを繰り返せばよいのである。しかし、これは、あくまでもコピーとしての保存となる。

## (2) 情報の収集

情報を生成する側、とくに最近では労力なくデジタル化ができる。しかし、収集する側からすると、大変な労力が必要なことがある。情報が一つのところにたまってあれば、それを収集すればいいのだが、どこにあるかわからない時、各所に分散している時、あるいは所在は明らかなのだが情報の規格がバラバラな場合、それを一つのデータベースにするのは容易ではない。

どこにあるのかわからない場合、インターネット上でデジタル情報になっていれば、インターネットの検索方法の問題だけである。今やこれも専門家が重要な時代になりつつある。問題は、情報の生成のときと同様に、デジタル化されてない情報である。しかし、これは、情報収集の方法論だけの問題ではなく、従来から多くの人がやっている探し物の方法論となる。どうしても欲しい情

報があつてお金を出してもいいというニーズがたくさんあれば、需要と供給の関係から、そこに専門家集団が生まれるはずである。そのようなサービスは始まりつつあり、専門家が生まれつつある。

## (3) 情報の加工

情報の加工においては、電子化技術が重要となる。

情報の加工において問題にすべきは、デジタル化における規格の統一をいかにおこなうかということである。これは今やかなりの合意が作られつつある。たとえば、文字はText形式、画像はTiff、PDF、EPS、JPEG、GIF形式などのいくつかの流通しているフォーマットがある。音、音声や動画、MPEG、AVI、WAVなどの形式がある。とくに大きなサイズのファイルになりそうなものは、圧縮の技術が進んでいる。このようなフォーマットはより良いものへと規格が変化していく可能性がある。しかし、コンピュータや関連のデジタル化器機の高性能化が進んでいるので、現状でもほぼ対処可能である。ただし、そのスピードにはまだまだ問題がある。しかし、オリジナル情報の生成の時に充分なクオリティーを持ってデジタル化しておけば、後に圧縮したり、加工したりは簡単である。

35mmのポジフィルムの画像でいえば、35mmの精度の限界を超えるところまで情報のデジタル化がおこなわれている。動画では、ハイビジョンがその一つの到達点を示しているのではないであろうか。テレビサイズであればDVDで充分対応可能となっている。

情報の加工においての問題の第2は、どこまで加工するかということである。絵画をとってみると、昔の製作時のものに比べると、現在の作品には、色の変化が起こっている。現状どおりにデジタル化することも可能だし、製作時の状態にもどすことも可能である。しかし、製作時のものに戻すと、現在の実物とは別のものとなる。製作時のものがわからない時は、加工者の判断が入ってくる。すると、

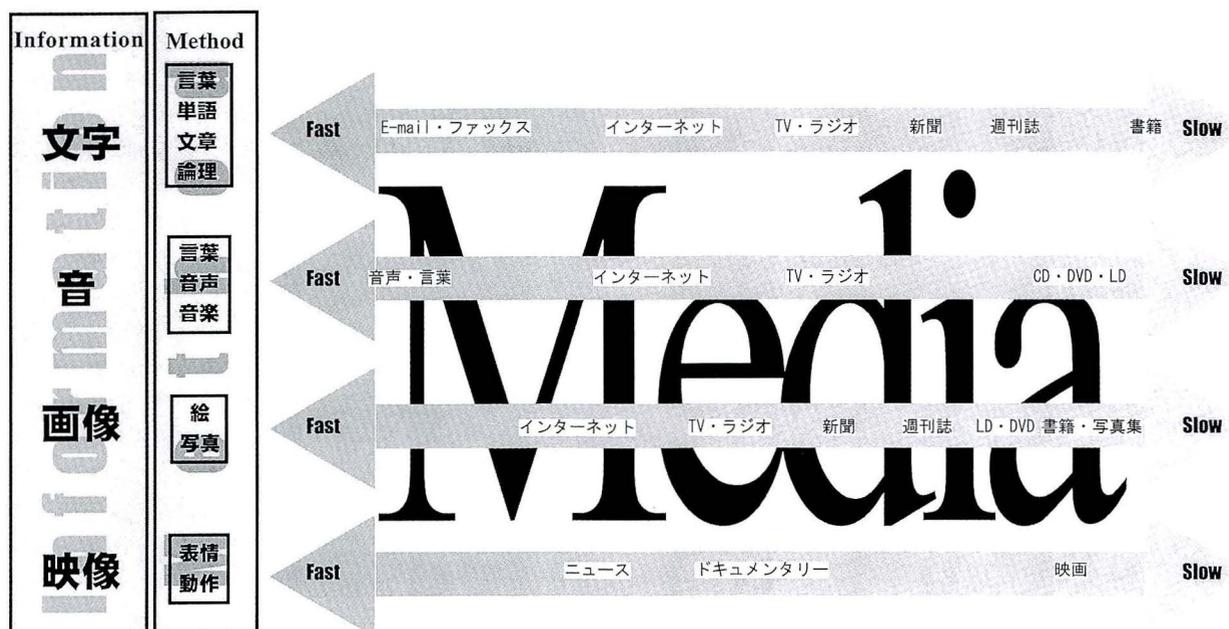


図5. 情報とメディアと伝達スピード. 情報を文字、音、画像、映像に区分し、その伝達手法を示した。情報の伝達の媒体による伝達スピードを定性的に示した。

加工者のセンスやオリジナリティが入ってくる。もはや製作時と同じといえない矛盾を含んだものとなる。

古い映画フィルムなどは、デジタル処理によって色が再生されて、鮮やかな色彩でテレビ放映されている。最近では、古い映画でも「雨降り状態」は、ほとんどなくなった。これは、名もなき技術者集団が、商売としておこなっているのである。

遺跡などの文化財や考古学的資料、古生物学的資料は、部分しか残らないことが多い。そのような残った部分以外のものを模造として再生すべきなのか、残った部分だけを提示すべきなのか、判断に迷うところであろう。

過去に存在していたが今はないもの、例えば恐竜の復元模型や古い時代の植生の復元、環境の復元などは、部分ではなく、全体として再生される。つまり部分の情報から全体を作っていくのである。これは研究者の仕事である。そして、今までにないものを復元した時、つまり加工にもオリジナリティが発生しうるのである。

#### (4) 情報の伝達

情報の伝達手段として、アナログ (analog) 方式とデジタル (digital) 方式の2種がある。

アナログ方式は波形化された信号をできるだけ忠実に送るということに努力がはらわれている。伝達中、信号は減衰し、雑音の付加によって、受信時に増幅しても、情報が劣化し、ものの情報を再現できない (長尾, 1999a)。一方、デジタル方式では、送信側の信号が0か1のパルス波形になっており、伝達中の減衰や雑音に対しても、受信側で2値化増幅によって、もとの信号と同等のパルス波形を得ることができる。

コンピュータの高機能化とインターネットの高速化によってデジタル情報の提示法は多様化しつつある。しかし、提示過程において今一番のボトルネックは、インターネットの通信スピードである。大きな画像や動画などのファイルは、日本の一般的な通信スピードであるISDNの64 kbpsでは、遅くて、転送にはストレスが溜まる。人は便利さに対しては貪欲なので、インターネット

やコンピュータのスピードに関しても、もっと速いものを望んでいる。著者が始めた頃のパソコン通信の転送速度は、600～1200 bps (bit per second, bit 毎秒) であった。当時はそれでもテキストや小さなソフトは充分転送可能だった。今やスピードは100倍になった。

デジタル方式ではデータ圧縮 (data compression) が可能になる。その効率は、静止画の代表的なJPEG (joint photographic expert group) では、通常1/10～1/20の最高では1/50の圧縮率が、動画のMPEG (moving picture expert group) 2では通常1/25～1/40に圧縮率が得られる (長尾, 1999b)。これくらいの圧縮率になると、現在のテレビのデータ転送速度100 Mbpsを4 Mbpsまで圧縮でき、ハイビジョンテレビの1.2 Gbpsも20 Mbpsまでに圧縮できる。

社会で利用されている情報は各種のスピードで流れている (図5)。E-mailやファックスのようにタイムロスなく流れる情報から、書籍や映画など配信から伝達まで数ヶ月から数年かかるものまで、メディアの種類によって、さまざまなスピードで情報は社会を流れている。現在社会において、早い情報だけが利用されているわけではない。早い情報には、間引かれて「軽い」情報として配信されることが多い。そのため、より濃度の濃い、「重い」情報も需要がある。現代社会ではこのような情報の使い分けがおこなわれている。

#### (5) 情報の提示

情報の加工が終われば、それをいかに見やすく提示するかという問題がある。誰に提示するかによって、加工過程まで遡っていかなくてはならない。子供に向かって詳細な情報を示す必要はない。パソコンのディスプレイで見ると高精細の画像は不要である。インターネットのホームページで使うためなら72 dpi (dot per inch) で充分なはずである。誰が使うか、何に使うかによって、提示方法は変化させなければならない。

#### (6) 情報の利用

情報量は、すべての面で増加している (表3)。おおも

表3 日本の情報流通

計測量 単位	原発信情報量 ワード	発信情報量 ワード	選択可能情報量 ワード	消費可能情報量 ワード	消費情報量 ワード	情報ストック量 ワード
62	$3.87 \cdot 10^{15}$	$6.14 \cdot 10^{15}$	$2.30 \cdot 10^{17}$	$5.22 \cdot 10^{16}$	$1.48 \cdot 10^{16}$	$8.85 \cdot 10^{14}$
63	$4.51 \cdot 10^{15}$	$6.97 \cdot 10^{15}$	$2.57 \cdot 10^{17}$	$5.66 \cdot 10^{16}$	$1.57 \cdot 10^{16}$	$9.31 \cdot 10^{14}$
H1	$5.09 \cdot 10^{15}$	$7.75 \cdot 10^{15}$	$2.74 \cdot 10^{17}$	$5.98 \cdot 10^{16}$	$1.67 \cdot 10^{16}$	$9.95 \cdot 10^{14}$
H2	$5.78 \cdot 10^{15}$	$8.61 \cdot 10^{15}$	$2.96 \cdot 10^{17}$	$6.36 \cdot 10^{16}$	$1.76 \cdot 10^{16}$	$1.05 \cdot 10^{15}$
H3	$6.16 \cdot 10^{15}$	$9.10 \cdot 10^{15}$	$3.16 \cdot 10^{17}$	$6.70 \cdot 10^{16}$	$1.81 \cdot 10^{16}$	$1.20 \cdot 10^{15}$
H4	$6.55 \cdot 10^{15}$	$9.44 \cdot 10^{15}$	$3.31 \cdot 10^{17}$	$6.99 \cdot 10^{16}$	$1.85 \cdot 10^{16}$	$1.22 \cdot 10^{15}$
H5	$7.09 \cdot 10^{15}$	$9.97 \cdot 10^{15}$	$3.50 \cdot 10^{17}$	$7.25 \cdot 10^{16}$	$1.93 \cdot 10^{16}$	$1.29 \cdot 10^{15}$
H6	$7.86 \cdot 10^{15}$	$1.08 \cdot 10^{16}$	$3.66 \cdot 10^{17}$	$7.38 \cdot 10^{16}$	$2.01 \cdot 10^{16}$	$1.23 \cdot 10^{15}$
H7	$1.02 \cdot 10^{16}$	$1.32 \cdot 10^{16}$	$3.93 \cdot 10^{17}$	$7.93 \cdot 10^{16}$	$2.31 \cdot 10^{16}$	$1.23 \cdot 10^{15}$
H8	$1.42 \cdot 10^{16}$	$1.74 \cdot 10^{16}$	$4.33 \cdot 10^{17}$	$8.62 \cdot 10^{16}$	$2.70 \cdot 10^{16}$	$1.29 \cdot 10^{15}$
H9	$1.78 \cdot 10^{16}$	$2.10 \cdot 10^{16}$	$5.09 \cdot 10^{17}$	$9.16 \cdot 10^{16}$	$3.09 \cdot 10^{16}$	$1.31 \cdot 10^{15}$
H10	$2.16 \cdot 10^{16}$	$2.49 \cdot 10^{16}$	$5.69 \cdot 10^{17}$	$9.86 \cdot 10^{16}$	$3.50 \cdot 10^{16}$	$1.36 \cdot 10^{15}$

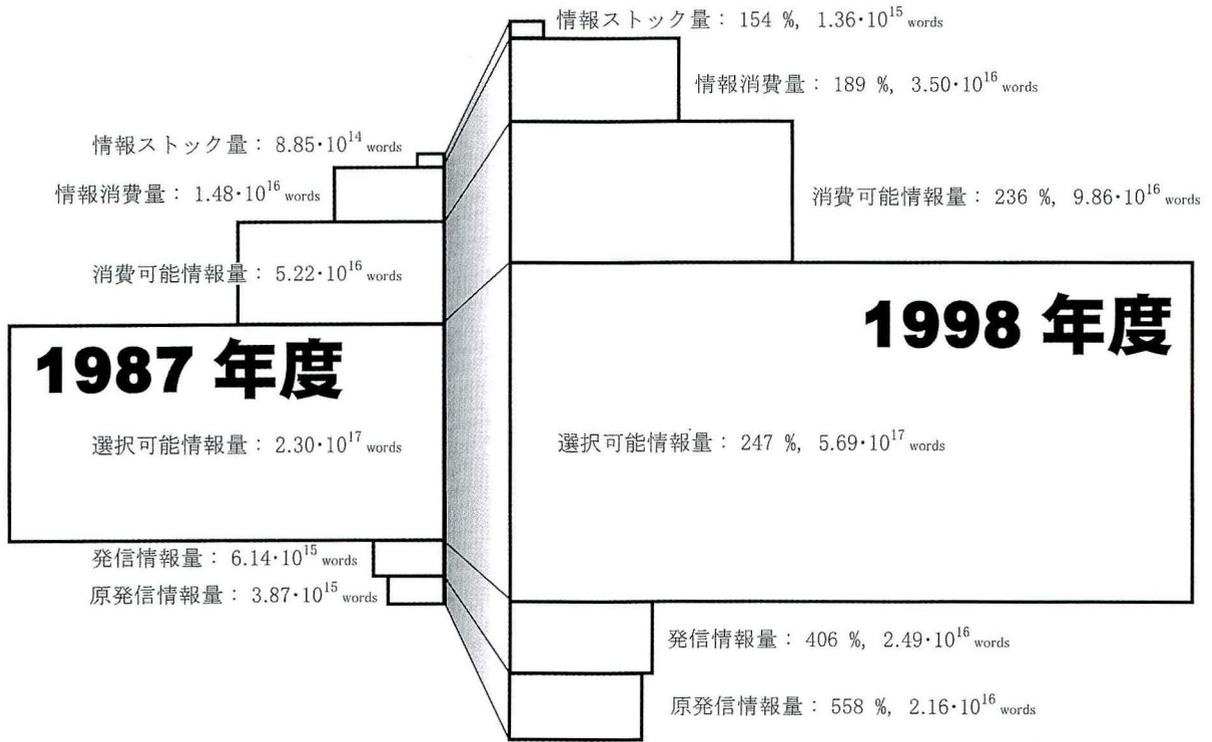


図6. 11年間の情報量の変化. 各種の情報を1987年度の値を100%とした時の1998年の値を面積として表現とした. データは郵政省編(1998)による.

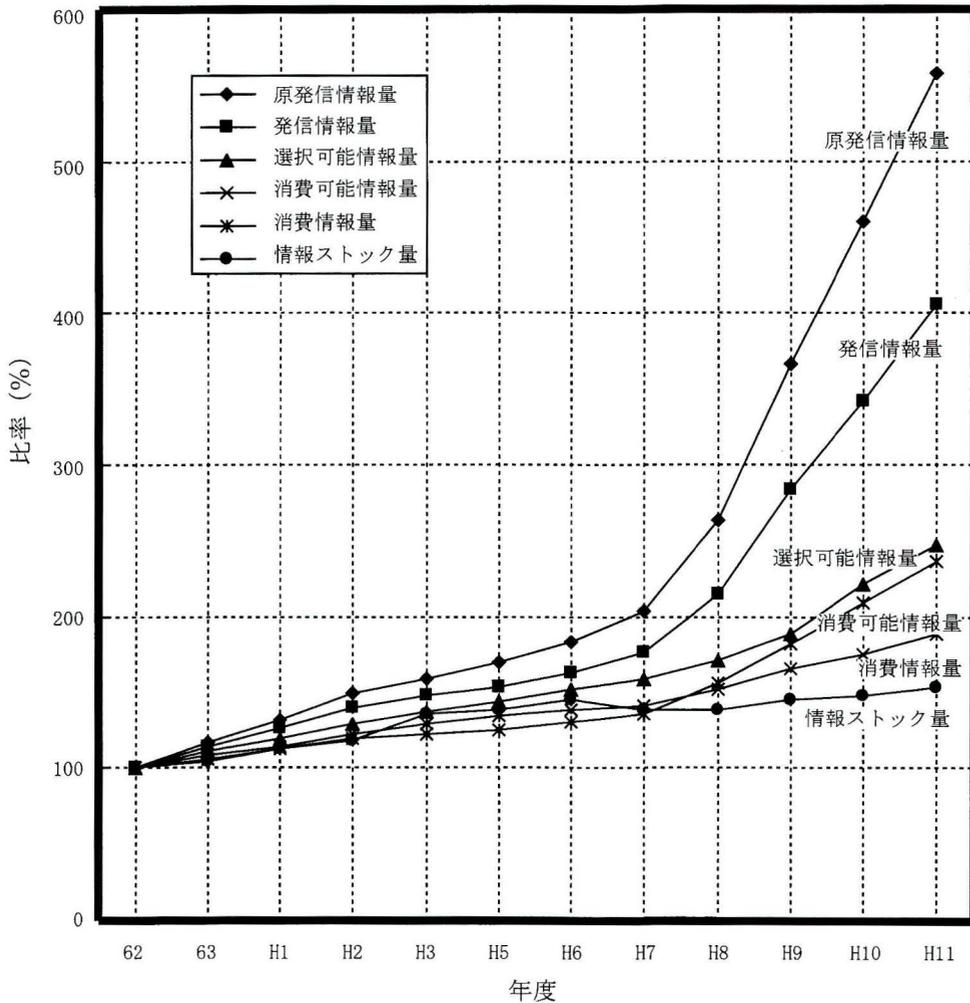


図7. 情報量の変化. 昭和62年度から平成11年度までの各年度の情報流通を, 原発信情報量, 発信情報量と選択可能情報量, 消費可能情報量, 消費情報量, 情報ストック量に区分して示した. 縦軸は, 昭和62年度を100%としたときの, 各年度, 各情報量の比率を示した.

との情報（原発信情報）は10年間で5倍以上、実際に発信されている情報では4倍になっている（図6）。このような情報の増加の仕方は、毎年着実に増えているのだが、ここ数年の増加には著しいものがある（図7）。しかし、実際に一個人が、消費できる情報は2倍ほどで、ストックされている情報は1.5倍になっている。いかに、さっと通り過ぎていく情報が多くなってきたかがわかるし、いかに情報が間引かれてストックされているかがわかる。

デジタル化された情報が増え、使いやすくなった情報源をどう利用するかということが問題である。人によっては、パソコンの前に座れば、欲しい情報はすべての手に入るかもしれない。今でも新聞やテレビはパソコンで利用可能だし、近い将来は映画や買物、金融などもパソコン画面で利用できるようになるであろう。

欲しい情報が欲しい人のところにうまく届くためには、情報の流通システムがまだ充分ではない。アメリカ合衆国の推進しようとしている情報ハイウェイ構想が、それにあたるかもしれないが、まだ不十分である。利用する側のニーズが、情報、生成、収集、加工、提示側に伝わる仕組みも不十分である。

#### 4 メディアとは:情報の伝達

情報は、メディアつまり媒体によって伝達される。メディアの語源と定義、種類、歴史、メディアの変遷による社会現象をまとめる。

##### i 語源と定義

メディア (media) は人間と神との媒介者である霊媒の英語名 *medium*、さらにその複数形の *media* に由来する (稲葉, 1998)。人間が神や霊魂など意思を交流するためには、特別の資質や才能をもった仲介者、シャーマン (*shaman*)、呪医 (*magic-doctor*)、巫女、古代中国の天子、あるいは殷の時代に亀甲を焼いて天意を占った卜人などが超自然的コミュニケーションのメディアであった (稲葉, 1998)。

メディアは英語の *media* をそのまま使っている。*media* は *medium* の複数形である。*media* は単数形としても使われる。*medium* は、ラテン語の「中央の」*medius* の中性形名詞用法である。*media* という英語は、多くの場合、媒体あるいは媒介するものと訳されている。メディアとは伝達の手段のことで、メッセージを運ぶ、または仲介する (Inglis, 1990) ものである。

現代では、身ぶりや音声ばかりでなく、文字とさらにその担体である印刷物や電波など、その幅はきわめて広がっており、そのうち新聞、雑誌、ラジオ、テレビなど、マス・コミュニケーションの媒体をマス・メディアという (稲葉, 1998)。Inglis (1990) は、メディアとは「体験を知識に変換するもの」つまり「日常生活の出来事に意味を付与する記号を提供」し、「そのような記号体系のすべて」を含むとした。

メディアとは、科学技術を包含する社会的視点で捉える必要がある。メディアは、自分自身の社会的身体を拡張させ、社会的コミュニケーションの枠組みとして機能し、人間の知識を流通・蓄積・組替えていくネットワークとして存在し、近代国家の基礎となるイデオロギー装

置であり、世界の総体を商品化するシステムとして存在する (吉見・水越, 1997)。

##### ii 各種のメディア

メディアは、人間の5感を通じて作用する。目の見える人は視覚情報が一番情報量が多いが、その他の聴覚や触覚なども重要な役割を果たす (小出, 2000a)。

発信者から受信者までに情報は、メディアの変換を受ける。メディアの分類のための指標として、抽象性、空間性、時間性、媒体、変形というキーワードがある (長尾, 1999a)。そして、抽象性は自然物、抽象化、記号化に細分され、空間性は点・単一対象、線・列、2次元の広がり、3次元的広がりに細分され、時間性は時間性なし、瞬時、連続時間、順序時間に細分され、媒体は視覚、聴覚、嗅覚、触覚、行動に細分され、変形は変形なしと変形ありに細分される (表4)。

このようなメディア変換の実際の技術は、コンピュータの世界ではさまざまな試みがなされ、あるものは実用化がおこなわれている。デジタル技術では、文字から記号へ (文字認識技術)、音声から記号 (文字へ) (音声自動認識)、記号 (文字) から音声へ (音声合成)、文字から文字へ (フォント変換、字体変換、日本語変換)、文章から文章へ (自動翻訳)、音声から音声へ (音高、音調、音質変換)、楽譜から音楽へ (自動演奏)、音楽から楽譜へ (自動採譜)、画像から線図形へ (輪郭線抽出)、画像から記号へ (指紋認識、顔認識、網膜認識、医学画像解析)、線図形から画像へ (3DCG、アニメーション、モデリング、テキストチャー)、画像から画像へ (デフォルメ、色調変換) などの変換がおこなわれている (長尾, 1999a)。このような変換には、変換のための情報抽出がおこなわれ、情報の削減や付加がおこなわれる。したがって、変換を施すと、もはや元にはもどれない不可逆性が生じることがある。変換を重ねるたびに不可逆性は大きくなる。

井上 (1998) は、技術的發展による軸とメディアの形態による軸の2次元で分類できるとした。技術的發展による軸は、コミュニケーションをおこなう場合もメディアと考え「空間系」、紙に代表される「ハードコピー系」、電子技術やデジタル技術に支えられた「ソフトコピー系」に細分され、メディアの形態による軸は、それ自体で完結する「単体系」、無線による離れた場所でのコミュニケーションの「無線系」、有線による離れた場所でのコミュニケーションの「有線系」のメディアに細分されている。

メディアミックスとは、種々のメディアを混合して表現することである (長尾, 1999a)。デジタル伝送が普及する以前に作られた言葉で、今では使われていない。現在では、マルチメディア (*multimedia*) という語が使われている。

マルチメディアとは、一つの伝達手段あるいはテーマで、さまざま手法を用いて提示するものである。例えば、CD-ROMでは、文字、音声、音楽、写真、絵、アニメーション、実写、CD動画などさまざまな手法で、一つのテーマが表現される。あるいは、基本的には、メディアミックスもマルチメディアも違いはない。時代背景の違いであるといえる。現在では、マルチメディアと

表4 メディアの分類

	抽象性		
	自然物	抽象化	記号化
空間性			
点・単一対象	写真	スポーツ標識、CG画像	文字、シンボル
線・列	フィルム	漫画、絵巻物	文章
2次元的広がり	展開写真、パノラマ写真	地図	組織図、書物の1ページ
3次元的広がり	3D画像、仮想現実空間	透視図、遠近図	立体的アイコン、書物
時間性			
時間性なし	写真		
瞬時	フラッシュの瞬間、爆音	稲妻の図	チャイム、コンピュータの警告
連続時間	映画、テレビ、ざわめき	アニメ、ゲーム機の音	電光ニュース、サイレン
順序時間	劇、能	漫画、紙芝居	ネオンサインの変化
媒体			
視覚	写真、テレビ		文字、書物
聴覚	演説、ラジオ	音楽	警報
嗅覚	フェロモン	香水	ガスの匂い
触覚	愛撫、キス		点字の読み取り
行動	表情、握手	パントマイム、能	手旗信号
変形			
変形なし	普通の写真	写真の枠取り、写真のぼかし	
変形あり	—	ゆがめた図形、色調の誇張	

Davenport (1998) と長尾 (1999a) を改変

は、デジタル伝達の情報に限られて使われることも多い。マルチメディアは、コンピュータ、通信、映像の3つの技術の総合と考えられる(赤間, 1998)。

デジタル化されている感覚は、視覚と聴覚である。コンピュータへの入力のためのキーボードマウス、ジョイスティックなどは触覚メディアと呼ぶべきものかもしれない。しかし、触覚メディアが目指すものはもっと洗練されていくべきものであると考えられている(中島, 1999)。

マスメディアとは、情報を受け取る側が不特定多数の情報伝達媒体を指し、さらに関係する企業あるいは産業を指す場合も多い。後者をマスコミ(mass communication)と呼ぶこともある。

### iii メディアの歴史

Poster (1990) は、情報モードの段階として、シンボルの照応、記号の再現(=表象)、情報的なシミュレーション、という3つの時代に区分できるとした。シンボルの照応とは、対面し声に媒介された交換、つまり口頭による会話の時代である。記号の再現(=表象)とは、印刷物によって媒介される書き言葉による交換、つまり書物の時代である。情報的なシミュレーションとは、電子メディアによる交換、つまりコンピュータやインターネットの時代である。マス・コミュニケーションをメディアの革命と挙げる人もいる(稲葉, 1998)。

言語体系という視点で見れば、口頭言語(oral language)、文字言語(writing language)、電子言語(electric language)へと発展し、歴史的にはそれぞれの及ぶ空間を増大させ、時間を短縮してきた。口頭言語では、話す人と聞く人の空間と時間は連結されていた。文字言語で

は、紙や書物に固定されていた。文字には筆記的(chirographic)と活字的(typographic)段階に分かれる(吉見・水谷, 1997)。しかし、電子言語に至っては、空間-時間という座標系自体が崩壊している(黒崎, 1997)。言語体系は文化体系とも読み替えることができる。口頭言語は口頭文化(オーラル・カルチャー: oral culture)に、文字言語は文字文化(writing culture)あるいは活字文化(printing culture)に、電子言語は、電子文化(electric culture)と読み替えることができる。

#### (1) 言葉

古代から中世末にいたるまで社会的コミュニケーションの主軸は、オーラル・コミュニケーションであった。複雑な伝承、慣行、物語などは、人間の記憶に貯蔵され、必要ときに「語られ」ることによって、十分その社会的な機能を果たしていた(香内, 1998)。いわばメディアは、人間の内部にセットされているのである。「説教」や「演説」などの不特定多数への口頭コミュニケーションが、現在のマス・メディアと同じような役割を果たした(香内, 1998)。

#### (2) 文字

そして、最初のメディアに革命を起こしたのは、文字の発明であった。

紀元前4000年ともいわれるメソポタミア古シュメールでは、粘土板に刻みをつけていた。紀元前3000年には楔形文字(cuneiform)が生まれた(齋藤, 1999)。この頃の文字は、絵文字(pictogram)と呼ばれ、象形文字であった。粘土板を細い棒でひっかいて干し固めたものである。その後は、石、パピルス、木、竹、羊皮紙、紙

などが、文字を書きしるすメディアとして用いられた。ロゼッタストーン (Rosetta stone) には、エジプト語 (ヒエログリフ、hieroglyph、とその草書体デモティック文字)、ギリシア語石に刻まれた最初の辞書とも言える。

文字の発明により、メディアの革命が始まる。文字の発明によって、知識の長期間にわたる保存が可能になった。それまでは、伝承による蓄積、つまり人の記憶によっていた知識が、文字を用いることによって長期間保存できるようになったわけである。文字を記録する媒体さえ選べば、半永久的に情報を保存することが可能になった。つまり、情報の時間伝達可能領域の拡大ができるようになった。また、文字によって、情報の空間的伝達可能領域も広がった。持ち運び可能な媒体に文字によって情報を記入すれば、その情報は、遠くまで運ぶことが可能である。情報を書いた媒体を運ぶのは、人あるいは動物 (馬、鳩など) などなんでもよく、情報の中身を理解していなくともよい。また、複数の媒体を用いれば、より伝達空間を広げることが可能である。

### (3) 印刷

メディアの第2の革命は、印刷術の発明である。

1450年ごろのJ. ゲーテンベルクの印刷術の発明から始まる。ヨーロッパでは、ほぼ同時に紙の生産方法も進歩したので、紙に活字で印刷した書籍、雑誌、新聞などのマス・メディアが大量に普及し、識字率の向上とあいまって人間の文明の急速な発展をもたらした。

印刷文化によって、新たな環境を創り出した。国民 (nation) や読書界 (public) が生まれた (McLuhan, 1962)。書物という性格上、テキストが固定され、耐久性を持ち、読者の反論は反映されず「著者の絶対的権威」が成立した (Ong, 1982)。

17世紀のイギリスでは、パンフレット、新聞など活字媒体がかなり出まわっていたにもかかわらず、ピューリタン革命において、民衆に最も大きな影響をあたえたメディアは、口頭の「説教」であった (香内, 1998)。文字が「文書」というメディアとなっても、口頭文化とともに近代のある時期まで並行共存していた (香内, 1998)。

印刷技術の成立によって、マス・メディアが形成される。16世紀後半、ヨーロッパでは、活版印刷術が普及し定期的にニュースを供給する媒体は、17世紀に定着した。活字メディアの読者層を社会下層に拡大し始めるのは、産業革命以降である (香内, 1998)。新聞社が大企業としてあらわれたのは19世紀の90年代で、先進諸国における文盲が、減少していく時期にあたる。100万部を超える巨大新聞、大衆紙が登場した。アメリカ、ヨーロッパでは、電波媒体であるラジオが出現したのは1920年代前半で、第2次大戦後から1960年代にかけて、テレビジョンが普及した (香内, 1998)。

日本における近代的マス・メディアの始まりは、16世紀末である。1590年、天正遣欧使節をともなって帰国したイエズス会巡察使バリエーノは、活版印刷機と技術者をつれ、九州各地で活字本キリシタン版を生産している。同じ時期、豊臣秀吉の朝鮮侵略のとき持ってこられた銅活字によって、「文禄勅版」の印刷がおこなわれた

(香内, 1998)。しかし、金属活字技術は発展せず、木版が幕末まで行われた。江戸時代のマス・メディアは、市民のための「瓦版」に限られていた。江戸や都市における識字率は高く、読書層の広がり、すでに近代的メディアを支えるに十分なほど成熟していた (香内, 1998)。日本におけるマス・コミュニケーションの成立は、1920年代の前半である (香内, 1998)。1924年、大量生産、大量販売の体制をととのえた「大阪朝日新聞」「大阪毎日新聞」の両紙がともに100万部を超え、講談社の「キング」が創刊 (創刊号74万部、翌新年号150万部) された。この頃が日本のマス・コミュニケーションの草創期である。

19世紀末から20世紀初頭にかけて、現在活躍しているさまざまなマス・メディアと、メディアの大量生産技術が、あいついで発明された (稲葉, 1998)。マス・コミュニケーションの登場と発展である。

### (4) コンピュータ

第3のメディア革命は、コンピュータの発明から始まる。コンピュータの発明により、情報化社会を現出した。メディアはふたたび飛躍的に発展し、コンピュータとインターネットの結びつきによる大量情報高速処理技術、いわゆる「ニューメディア」の実用化に社会の関心と期待が集まっている。

電子テキストの性格は、書物とは違って、「意味、構造、視覚的表示の要素が根本的に不安定になった」 (Bolter, 1991)。電子テキストの成立は、書物という「知的共同体を支えてきた不動のテキストから、紙とインクという物質性が剥奪されることで、伝統的文化はある終焉を迎えつつあるのかもしれない」 (黒崎, 1997)。電子メディアは、「人間という主体」という発想を切り崩していく可能性をも含んでいる。

1960年代に始まるメディアの「技術革新」は、活字と電波との技術を接近させている。現在、衛星放送、ケーブルテレビ、ファクシミリ新聞などメディアの数と種類は飛躍的に多くなり、インターネットとコンピュータの普及がさらに進めば、メディアが世界を変えることもありうるであろう (香内, 1998)。

井上 (1998) は、これからのニューメディアとして、多メディア・多チャンネル、メディアの融合、ユーザー主導型、グローバルイズムとローカリズムという変容が起こるであろうとした。

### iv メディア変遷にともなう現象

電卓が普及したとき計算する能力が低下するとか、ワープロによって漢字が書けなくなるとか、電子メディアに対して今までの文化を破壊するという批判があった。いつの時代でも、新しいメディアが出現すると、そのメディアに対して批判が出るのは歴史が示している。

例えば、文字文化が定着した時代では、記憶力の低下という批判があった。

ギリシア時代から記憶術があり、ソフィストのヒッピアス (Hippias) やシモニデス (Simonides) が教えていたといわれている (清水, 1998)。プラトンは「パイロドス」のなかで、ソクラテスに、文字を学ぶと記憶力の訓練がな

おざりにされ、忘れっぽくなるということを語らせている (Bolter, 1991)。「ギリシア人の弁論術」では、あらかじめ知っている場所(トポス)に、記憶すべきものを配置すれば、場所との関連性を手がかりとして思い出せるという場所的記憶術ともいわれるものであった(清水, 1998)。

しかし、文字の文化は定着し、文字なしには記録として残らなくなり、文字を読むことが文化人や宗教人の証にまでなった。

そして、次の印刷文化が起こった14世紀から16世紀にかけて、ヨーロッパでは記憶術が流行していた(清水, 1998)。当時、さまざまな記憶術書が著され、ルルス(Lullus)やラウエンナトゥス(Ravennatus)が有名である。そして、印刷文化がおこれば記憶術は不必要になった(黒田, 1997)。

新しいメディアの出現によって、その受容形態が変容していく(黒崎監修, 1999)。その変容は単にメディアにとどまらず、社会や人間自身にも影響を与える。メディアの電子化によって、脱場所化、主体の脱中心化がおこるが、再文脈化が起こる(嘉田・花田, 1996)。いかなるジェンダー(gender)や階級などをめぐる権力、ヘゲモニーをめぐる闘争の中からメディアの変貌が生まれる(吉見, 1996)。

新しいメディアが定着すれば、それは文化と呼べるものである。デジタルあるいはインターネットは、文化にまでなりそうなメディアである。

## 5 インターネットとは:情報の流通

技術のうち、目に見える技術である「道具」に対して、目に見えない技術として「情報」というものがある。近年、この情報が非常に重要な役割を持つようになってきた。情報量が少ないうちは、問題ではなかったが、今のように大量の情報が流通するようになると、情報は新聞紙の折り込みチラシのような受動的な「情報」ではなく、今まで以上に「情報」自体が意味を持つようになる。「情報」を単に受動的に受けるものではなく、インターラクティブになり「情報」により能動化し「情報」を発信することになる。

インターネットを利用した商売や、金融、情報自体を商売の材料にすることも可能である。第二次世界大戦は、制空権が勝負を決定しただけでなく、情報戦が勝負に重要な影響を与えるまでになっていた。現代では、軍事偵察衛星などは、その最たるものである。運動会会場のピンポイントの天気予報も、お弁当屋さんや屋台の人には重要な情報である。気候予測も穀物の先物買いのような投機的ビジネスには重要な情報である。

情報自体が価値を持つ以上、情報をよりよく知るための学問体系も必要となる(岡本, 2000)。最近では、大学で情報学部を持ち、専門家を育てている。しかし、現状は、まだ人材不足である。2002年度から始まる文部省の新カリキュラムでは「情報教育」が始まる。現有の教員の異動や流用で、満足な情報教育ができないであろう。体系だった情報教育をできる人の養成が、まずは急務である。

### i コミュニケーション

コミュニケーションは英語の名詞 communication で、動詞 communicate から派生している。辞書によると、英

語の communicate の語源は、ラテン語の「伝える、共通のものにする」を意味する communicare の過去分詞 communicatus に由来する。ラテン語の communicare は、「共通の」という意味の communis に由来すると考えられている。communication に相当する日本語はなく、使われている状況に応じて用語が選ばれる。

コミュニケーションとは、「もともとは、ある所(の生物や無生物)から別の所(の生物や無生物)へエネルギー、物体、生物、情報などが移動し、その移動を通じて移動の両端に、ある種の共通性、等質性が生じること」(稲葉, 1998)をいう。しかし、「人(送り手)から人(受け手)への情報の移動」、あるいは「その移動の結果生じたく心のふれ合い」<共通理解><共同関係>などを指す(稲葉, 1998)とされる。

言語によるコミュニケーションを言語的コミュニケーション(verbal communication)といい、言語以外のコミュニケーションを非言語的コミュニケーション(nonverbal communication)という。記号論では、非言語的コミュニケーションにおける情報もすべて言語であると擬似的にみなし、言語同様の扱いをしようとする立場がある(長尾, 1999a)。つまり「表現はすべて言語である」ということである。さらに、非言語的コミュニケーションは表情、身ぶりなどの身体的記号を用いるものから、ものによる象徴、さらには音楽、図像などの複雑な象徴の結合を含むものに細分でき、言語的コミュニケーションは音声によるものと、文字や図式という複雑な記号体系を用いるものに細分することができる(稲葉, 1998)。

コミュニケーションの形態としては、直接と間接、全体的と文節的、双方向的(two-way)と一方的(one-way)、閉鎖的と開放的、共時的(synchronic)と通時的(diachronic)、現実世界(natural)と超越的存在(supernatural)、道具的(instrumental)と完結的(consummatory)なものなどいろいろに分別される(稲葉, 1998; 井上, 1998)。

直接とは、メディアを介さないでコミュニケーションをすることで、間接とはメディアを介するものである。全体的とは、自己の感覚器官すべてを動員しておこなうコミュニケーションで、文節的とは感覚器官の一部しか使わないものである。双方向的とは電話のようなメディアを利用した一部の間接コミュニケーションおよび直接コミュニケーションのことである。情報が送り手と受け手との間を往復する双方向の場合、会話、討論などが使われ、その結果生まれる共通理解や合意、ふれ合いなどもコミュニケーションの一つと考えられる。一方的とは間接コミュニケーションの大部分で、マスメディアはその代表的なものである。情報の移動が送り手から受け手への一方的の場合、報告、通報、通信、伝達が使われる。閉鎖的とは、特定の人、グループにだけコミュニケーションする秘密保持ができるメディアを介した電話、手紙、個人当てのメールなどで、開放的とは、不特定多数の相手にしたマスメディアなどのことである。通時的コミュニケーションとは、歴史記録や文化継承などで、超越的存在とはコミュニケーションが現実世界内のものではなく神や祖先の霊などとの間のもので、道具的コミュニケーションなものは天気予報など、完結的コミュニケー

ションとはその場かぎりの寄席、漫才などを意味する。

情報の送り手と受け手の数によって、1対1（対話など）、1対多（学校授業やマスコミなど）、多対1（国王への請願など）、またそれらの複合としての多対多（団体交渉など）に分けられる（稲葉, 1998）。

安西・神岡（1999）は、コミュニケーションの機能として、道具的コミュニケーションと充足的コミュニケーションがありとした。道具的コミュニケーションの機能として、情報伝達と交換の機能、統制機能、社会集団維持機能、社会的関係制御機能が重要である。道具的コミュニケーションとは目標達成するためのもので、充足的コミュニケーションとは心理的緊張を和らげたり、満足感を得るためのものである。

ある言葉や表情がなにを意味するかを解読するには、「意味」と「ものや事象」とを関係づけるコード（code）、あるいは「取決め」が必要である。言語的記号については、一般的な意味が辞書や文法書に記されているが、その他の形式の場合には明示されておらず、社会的に共有され、経験を通じて暗黙にその存在が認められているものである（稲葉, 1998）。正しく解読（decode）するためには、両者の関係やコンテキスト（context、文脈）や場面状況が考慮に入れられなくてはならない。コミュニケーションが成立するには、コンテキストや場面状況を考慮に入れた意味解読のコードが存在するという暗黙の了解がある（稲葉, 1998）。

コミュニケーションがうまくいかないと、誤解やコミュニケーション途絶（breakdown）をひき起こす。そ

の原因は、送り手の言い違いや受け手の聞き違い、移動の過程で発生する雑音（noise）、情報の多義性や難解さ、情報の不足や過剰や、送り手と受け手の間に教養、体験、関心などの違いでコードにずれがあったり、憎悪や不信が挙げられる（稲葉, 1998）。

## ii インターネットの歴史

以下に、インターネットの歴史を紹介するが、主として情報は、情報処理学会編（1997）、橋本（2000）、Postel, et al.（2000）、Zakon（2000）によった。

1957年、旧ソ連のスプートニク（Sputnik）の打ち上げによって、宇宙からあるいは大陸弾道による核攻撃の可能性にアメリカ合衆国は危機感を持った。核戦争によって都市が破壊されても通信が生き残るようなシステムが必要と考えられた。

スプートニク・ショックによって、国防省内にThe Advanced Research Projects Agency（ARPA、高等研究企画庁）が即座にもうけられ、情報技術の研究開発を目指した。ARPAは、すぐにDefense Advanced Research Projects Agency（DARPA）と呼ばれる組織になった。

ARPAは、全米の大学に研究資金を出し、ARPANETと呼ばれる各大学間のコンピュータネットワークを目指し、1969年に立ち上がった。

初期のネットワークはそれほど使いやすいものではなかった。一番良く利用されたのは、当時はネットノートと呼ばれた電子メールであった。

$\times 10^6$

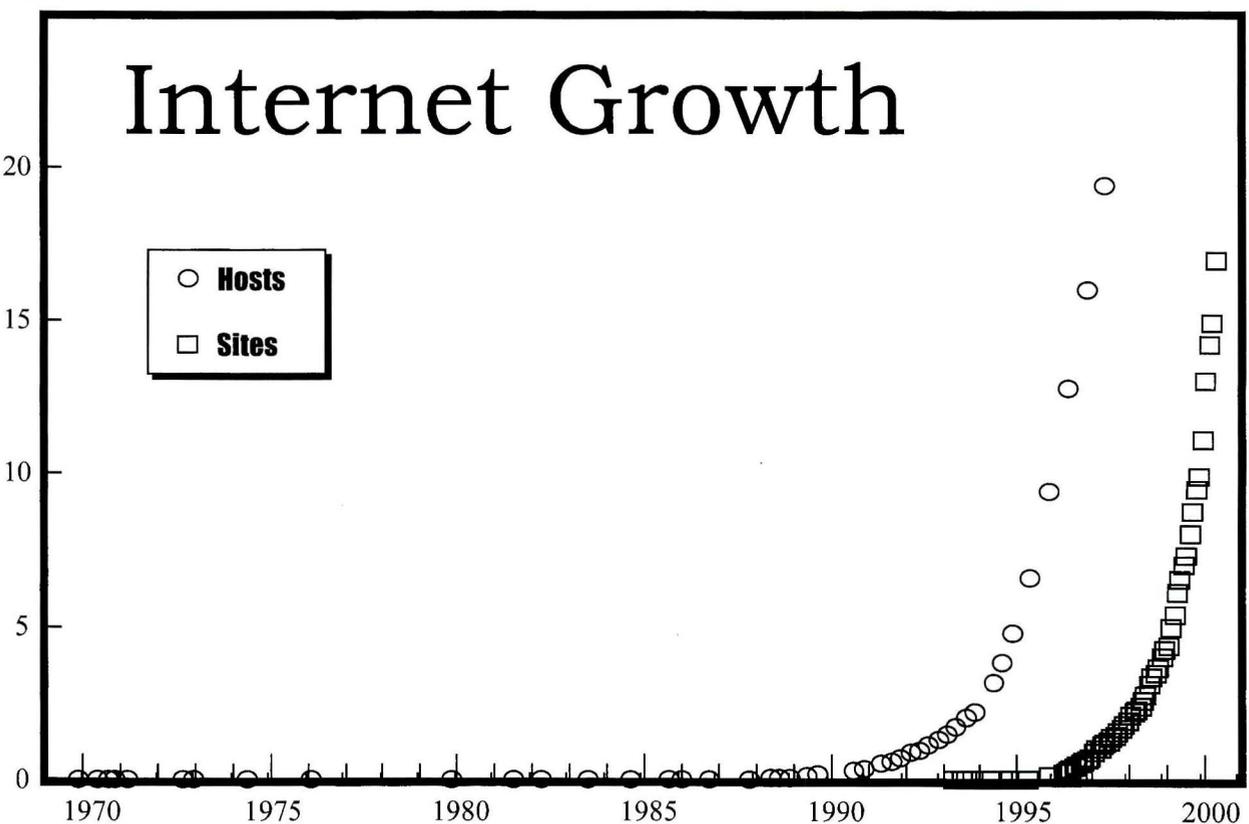


図8. インターネットの成長. インターネットの成長をホストとサイトの数で表した. データはPostel et al.（2000）、Zakon（2000）によった.

ローカルネットワークをつなげるために、Ethernetが開発され、Ethernetとネットワークを繋げるためにTCP/IPという通信プロトコルが開発された。国防省がARPANETのプロトコルにTCP/IPを採用したため、ARPANET利用者は強制的にTCP/IPに移行させられた。

ネットワークの拡大に伴って、メールの配信が混乱をするようになってきたため、国や組織によるドメインという区別を持つようになった。国のドメインは、アドレスの最後にドット (.) で区切り、日本ではjp、イギリスではukの2文字がつく。組織によるドメインは、国の前につく2文字の略号で、大学研究機関ではac (アメリカ合衆国では国のドメインはなく3文字のedu)、政府機関ではgo (gov)、軍ではmil、企業ではco (com)、法人ではor (org)、ネットワーク関係組織ではne (net) が与えられる。

日本で最初のコンピュータネットワークであるJUNETは1984年に発足した。

ARPANETは、1986年に発足したNSFによるNSFNETに取って代わられた。NSFNETも、1987年から民営化され、1988年に発足したIAB (Internet Activities Board、インターネット活動評議会) が、NSFにかわって指導的組織となった。1992年には、国際的な管理のためにインターネット協会 (Internet Society) が設立された。

1980年代後半から、インターネットは急激に普及した。そのきっかけとなったのは、1991年にCERN (欧州核研究センター) からリリースされたWWW (World Wide Web) であった。WWWはリンクを張られたテキストで、ハイパーテキストと呼ばれる。その後、テキストだけでなく画像も含むハイパーテキストとなり、MosaicやNetscape、Exploraなどのブラウザソフトが出てきた。

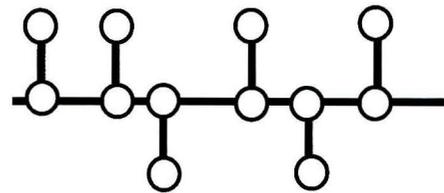
現在、インターネットは急速に増加している (図8)。ホスト (host) の数で見ると1995年あたりから急増し、サイト (site) の数は1999年ころから急増している。ここでいうホストとは、IPアドレスを持つコンピュータシステムである。サイトとは、WEBサーバーのことで、一つのサイトに対し、複数のサイトがありうる。これは、現在進行中の現象で、今後、どう変化していくかはわからない。急増する利用者やサイトによって、多くのホームページのなかから目的のものを見つけることが困難になってきた。そのような問題を解決するため、ホームページ検索のための検索エンジンというソフトあるいはサイトが開発された。

### iii インターネットの仕組み

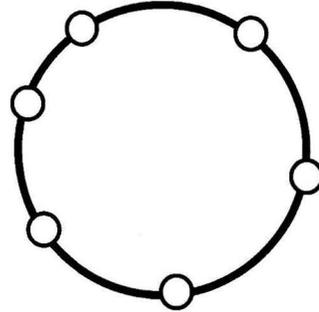
インターネット (Internet) とは、ネットワーク間のネットワークという意味である。コンピュータ・ネットワークには、バス (bass) 型やリング (ring) 型、スター (star) 型、メッシュ (mesh) 型がある (赤間, 1998)。

バス型ネットワークは、単一の回線に複数の端末を接続したものである (図9)。リング型ネットワークは、ネットワークを通じてほかのコンピュータが利用可能な接続である、双方向のデータ送信も可能である。

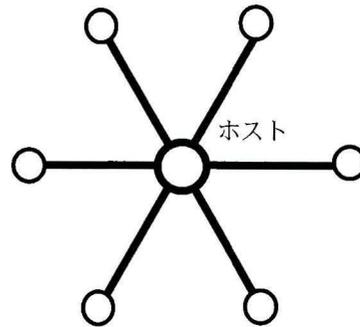
スター型ネットワークはホストと呼ばれる中央コンピュータから、中継点を経ながら端末コンピュータに繋がるトップダウンの1本の通路を通るネットワークである。最も単純なネットワークといえる。管理しやすく、不



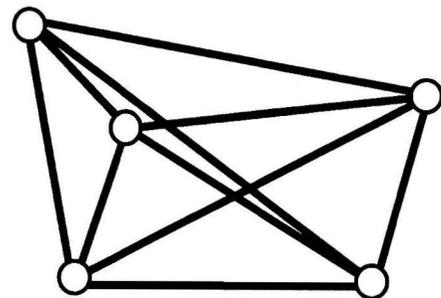
バス型ネットワーク



リング型ネットワーク



スター型ネットワーク



メッシュ型ネットワーク

図9. ネットワークの種類。4つのコンピュータネットワークの違いを概念図で示した。実践は回線を意味し、丸は中継点から端末コンピュータを意味する。そして、スター型ネットワークの中央の大きな丸はホストコンピュータを意味する。

都合があればその箇所が特定しやすく、維持もしやすい。しかし、欠点として、故障があるとその回線は迂回路がないため使用不可能となる。とくに、ホストが故障 (ダウン) すると、そのネットワークは動かない。また、中央集権的なので、ネットワーク全体が支配者や管理者の統制下におかれ、独裁的に利用される危険性もある。従来のパソコン通信と呼ばれたものが、このタイプである。メッシュ型ネットワークとは、スター型の欠点を補う

ために、複数のスター型ネットワークを、端末や中継点で結んだものである。このタイプでは単一のホストという考え方をなくし、多くのホストが存在することになる。そして、各所で高度にネットワークを広げて、多数の迂回や中継点をもつことになりネットワークの信頼性がある。そしてなんとといっても、ホストの集権性が減り、ホスト自体もネットワークに関する負担が減る。インターネットは高度にメッシュ化されたネットワークである。

インターネットは、多数の中継装置（ルータ）と端末から成り立っている。端末からルータを通して別の端末にデータが転送される。ルータ自身は中継するのみで、データ管理や送受信の管理は端末がおこなう。

コンピュータで通信する場合の通信手順（プロトコル、protocol）を厳密に定義しておかないと、情報のやり取りはできない。インターネットのように国際的な通信には、国際的なプロトコルが必要である。そのような国際基準を決める機関としてISO（International Organization for Standardization）がある。しかし、民間企業が集まって標準プロトコルを作ったり、どこかの企業が使い始めたプロトコルが業界の実質標準（de facto standard）として定着することもある。インターネットは実質標準の例である。

ISOでは、OSI（開放型システム相互接続、Open System Interconnection）参照モデルとして、下位から物理層、データリンク層、ネットワーク層、トランスポート層、セッション層、プレゼンテーション層、アプリケーション層の7階層が規定されている。このような階層化は、開発環境の整備として、省力化を図るものである。

インターネットでは、TCP/IPというプロトコルを使ってネットワークがおこなわれている。TCP/IPとは、TCP（トランスポートプロトコルのことで他にUDPなどがある）やIP（インターネットプロトコルで他にICMPやARPなどがある）、経路制御プロトコル（RIP、OSPF、BGPなどがある）、アプリケーションプロトコル（HTTP、SMTP、FTP、TELNET、SNMPなどがある）を含むプロトコル群である。TCP/IPは、ISOの標準にはなっていないが、インターネットはこれを使っておこなっているため、事実上の国際標準といえる。

インターネットでは、データの転送は小さなまとまり（パケット、小包）にして送るパケット交換型通信方式をとっている。パケット交換では、通信回線が1本しかなくても、一つの通信が回線を占有することなく、効率よく回線を利用できる。大きなデータは、いくつかのパケットに分割して送られる。それぞれのパケットにはあて先と通し番号がつけられて送られる。送信中に他のパケットが入り込んでくることもある。また、パケットによってはそれぞれが別のルートを通して届くこともある。受信側で行方不明になったパケットがあるとすると、送信側に再度、届いてないパケットの送信を請求する。迷子になったパケットは、ある一定以上のルータを通ると消滅させるという寿命にあたるカウンターがつけられている。これによってネットワーク内はパケットのゴミで溢れることはない。

インターネットは、信頼度が100%ではなく、1度で届かなければ再度送りなおすという80%や90%の達成度を狙った通信である。100%の効率あるいは達成度を求める

と、コストが急激にかかるようになる。一方、80%や90%であれば、比較的低コストで達成される。このような方式をベストエフォート（best effort）型通信と呼ばれる。

### iii インターネットは道具を越えた

インターネットは、オープンなコンピュータネットワークのことである。だから、インターネットは、コンピュータの存在の上に成り立っている世界である。

インターネットの優れた能力は、いくつもあるが、記憶能力、検索能力、通信能力において優れていること、不特定多数のコンピュータと繋がっていることなどであろう。

インターネットは、単なる通信道具だけではなく、情報源として、一番大きなりザーバーとなっている。ただ、デジタルコンテンツという観点で考えると、従来のアナログデータの情報量を越えるほどはない。しかし、現在デジタル情報も多く、量の不足を補って余るほどのメリットもある。

個人のコンピュータ以上にインターネットは、大きな記憶を持っている。それは、個人の持つ蔵書と図書館の蔵書を比べたようなものである。インターネット図書館は1つ1つが小さな図書館でも、世界中の図書館がネットワークで繋がっているのである。

実際の図書館とは、いくつかの点で大いに違っている。実際の図書館では、自分で行くか電話や手紙、近くの図書館経由の連絡によって貸し出しの手続きをし、その後自分の手に情報が届く。そして、借りたものは同じ手続きで返却しなければならない。インターネットの情報は、デジタルコンテンツとなっているため、世界のどこからでも、閉館時間もなく、瞬時に、クオリティの劣化なしに、情報が手にはいる。また、NASAの最新情報などは、マスコミに流れるのと同時にインターネットのホームページにその情報が流れる。この即時性は、お金に変えられないメリットがある。

そして、個人レベルの情報も、世界に向けて発信することができる。そのため、世界に10人しか専門家がいないとしても、その情報は、どこからでも入手することが可能なのである。

人間にせよ動物にせよ、個体間で情報を伝達しながら生活している（甘利, 1998）。また、機械の内部でも人間の内部でも、各部分が他の部分に情報を伝え、これを利用して調和のとれた動作を実現している（甘利, 1998）。情報の伝達、すなわち通信は、人間の場合は言語と文字の発明によって驚くほど強力なものになった。19世紀に入ると電気技術の助けにより通信に大きな転機が訪れる。まず電線を用いた有線通信が、ついで20世紀初頭には無線通信が実用化され、通信の範囲が飛躍的に拡大した。

通信能力については、電話やファックスでもインターネットと同じことができる。しかし、電話は相手の時間を奪う。ファックスなら相手の時間を奪わないが、情報がいったんアナログになり、デジタル化には再度の労力が必要である。ファックスの元のデータはデジタルになっているとしても、アナログ化してしまう。

その点インターネットは、情報を劣化あるいは変質させることなく、相手に送ることが可能である。また、

メールは、相手の時間を最低限しか奪わない。また、不在や時間帯を気にせずメッセージを送ることができる。

これほどインターネットが普及すると、皆が頻繁にメールを確認しているという前提でものごとを進めることができる。数時間あるいは数日のうちに相手が確実にそのメールを読んでいるという前提で、次のステップに進める。また、お互いのメッセージやデータをやり取りすれば、劣化・変質することなく共存できる。このメリットは、おおいなる省エネルギーといえる。その反動として、ますます忙しくなっていくのかもしれない。

インターネットの魅力の一つは、検索能力であろう。何かを調べたい時、検索エンジンに目的の言葉を入れるだけで、欲しい情報のありかを探ることができる。

欲しい情報があっても、自分には不要な情報も大量にあるため、必要な情報にたどり着くのが難しい。そのうち、図書館の司書のように、インターネットの情報探しの専門家が出てくるかもしれない。

不特定多数のコンピュータと繋がっているために、危険がある。セキュリティはしっかりしておかないと、思わぬ事故がおこる。しかし、多数の人がアクセス可能であることから、距離や時差に影響されることなく、新しい人間関係が生まれたり、今まで思いもしない分野の新しい情報が得られたりすることもある。これは危険を差し引いてもプラスになることであろう。

「ホームページ」の単に不特定多数に対しての情報公開だけでなく、会議や連絡に使っている「メーリングリスト」も、データベースも、データベースに対する反応を寄せられる「電子掲示板」あるいはBBS (bulletin board system) も、コンピュータを介したインターネットに依存している。今後このようなインターネットの機能を活用した組織形態が増加していくであろう。

#### iv インターネットの問題点

インターネットは、非常に便利である。しかし、現状は必ずしも満足できるものではなく、いくつかの問題点を抱えている。その最大の問題点は

- ・ 通信スピード
- ・ 破壊行為とセキュリティ
- ・ 著作権とオープンソース

であろう。以下にその概要を示す。

##### (1) 通信スピード

通信スピードとは、現在の転送速度は64Kbである。テキストを送受信するには十分であるが、画像や動画の転送をするには遅い。これは、技術開発の重点課題として多くの人が取り組んでいる。行政的にも全国のIT (Information Technology) 基盤の充実を図るために、回線の光ファイバー化が目指されている。光ファイバー以外にも、ケーブルテレビ (CATV、128Kbから64Kbの常時接続)、64Kbの常時接続 (NTTのフレッツISDN)、人工衛星を利用した方法 (StarMedia、10Mbのデータ受信能力)、ADSL (普通回線による1Mbのデータ送受信能力) などが実用化されつつある。一番の解決策は、政府がおこなおうとしている光ファイバーによる通信網の充実であろう。

##### (2) 破壊行為とセキュリティ

インターネットの普及により、不正アクセスやコンピュータウイルスのような不正なプログラムの進入の危険性が増加した。このようなコンピュータを用いた犯罪 (コンピュータ犯罪、computer crime、cyber crime) や、不正アクセスや破壊行為から、情報 (データ) システムを守るセキュリティが必要になる。

不正アクセスとは、システムを利用する者が、与えられた権限以外の行為をネットワークを介して意図的に行うことである。つまり、侵入者 (イントルーダー、intruder) や攻撃者 (アタッカー、attacker) が、企業、団体、個人などのシステムを不正に利用したり、運用を妨害したり、破壊 (crack) したりすることである。このような行為を行うものを総称してクラッカー (cracker) という。

不正プログラムによる破壊行為は、ウイルス (computer virus)、ワーム (computer worm)、トロイの木馬 (Trojan horse)、論理爆弾 (logic bomb) などがある (鈴木, 1998)。コンピュータウイルスは、他のプログラムに伝染し、増殖を繰り返すようなプログラムである。ウイルスの構造自体は複雑ではなく、一つのタイプから亜種を発生させることが容易なため、新しいウイルスが次から次へと現れる (鈴木, 1998)。コンピュータワームはウイルスとは違い、他のプログラムに寄生しなくても動作できるプログラムである (鈴木, 1998)。一見変哲もないプログラムに仕掛けが組み込まれていて、利用者が使用したときに、本来の罠が実行されるようなプログラムをトロイの木馬という。プログラム内部に破壊を目的とした機能が入っていて、それがなんらかの条件のときに作動するようなプログラムを、論理爆弾という (鈴木, 1998)。

インターネットのようなネットワークでは、自分自身で情報を保護しなければならない。情報保護の方法として、外界との入り口の防御線や暗号化などがある (鈴木, 1998)。

暗号化の技術としては、暗号化メール (encrypted e-mail) やデジタル署名 (digital signature) などがある (鈴木, 1998)。インターネット上の電子メールは、第三者に悪意があるなしに関わらず、内容を見られてしまう危険性がある。電子メールの内容を暗号化し内容を保護する暗号化メール (encrypted e-mail) がある。署名を行うための鍵 (秘匿鍵) を使い署名し、ペアとなっている署名を確認する鍵 (公開鍵) を使用し署名の確認を行うデジタル署名 (digital signature) がある。

##### (3) 著作権とオープンソース

著作権とは、著作権のような権利ではなく、もっと抽象化された概念である。端的に言えば、だれが書いたかを問題にするものである (黒崎, 1997)。

印刷文化時代は、著作権はテキストと共に保存された。しかし、デジタル時代になると、著作権は簡単に消すことができる。あるいは、別の著作権を付加することも簡単である。つまり、ある人が書いた文章を細工することによって他人の書いた文章のように見せることや、他人の書いた文章にちょっとプラスして自分が書いたようにしてしまうことも可能である。

悪意ではなく善意によって著作権性が消えていくと、テキストの公共性がでてきて、より洗練されてものが出てくる(竹村, 1998)。このようなことは、インターネット上のプログラムの配布でおこりつつある。古くはUNIXのシステムがソースから公開されたり(オープンソース)、近年でもパソコン用のLinuxというシステムやサーバープログラムなどがある。PDS (public domain software) やFreesoftなどと呼ばれるソフトウェアなども著作権性が薄くなっている。

つまり、デジタル時代と印刷時代との文化の違いの一つとして、著作権が薄れることがあげられるのではないだろうか。これは、「ただ」や「無料」、あるいは「ボランティア精神」を前面に出した世界が出現しつつあるのかもしれない。そして、「ただ」や「ボランティア」をサポートすること、あるいは薄利多売、広告媒体として利用する新たな経済システムが出現しつつある。

## 6 自然、人間、科学

人間は自然の中に誕生し、道具や技術を持つことによって自然からの乖離が始まった。科学というものを手に入れて自然と相対する存在になりつつあるように見えてきた。本当にそうであろうか。ここでは、自然と人間、科学の現状について考える。

### i 自然と人間

現代社会において、自然と人間との関係はどのようになっているであろうか。自然から離れていくように見える人間と、それでも自然から離れられない人間とが見えてくる。

#### (1) 自然から離れる人間

文明社会あるいは都会生活において、自然とは、人間と相対するものになってきた。人間の行為が、自然に反するようになったのはいつ頃からなのであろうか。人間は、かつて自然と共存していた。もっと以前は、人間は自然の一部だった。自然の恵みのみによって生きていた。人間はある時から、道具を作り、使い、技術を持ち、コミュニケーションによって集団生活をおこなうことによって、自然から一歩外に出て、歩み始めた。やがてその道具やコミュニケーションは、自然との共存のためではなく、自然から資源や利益を搾取するために使用されるようになってきた。

自然と共存していた時代、地球は十分に広く大きかったので、人間の加える危害は小さく、そのダメージは無視できるか、あるいは目をつぶれるか、別のところへ移動すればよかった。しかし、人間が増え、全地球に進出することによって、人間の行為が、人間自身に跳ね返ってくることを知った。イギリスの産業革命による公害や、日本の1960年代の公害、現在の中国・東南アジアの河川、海洋、大気汚染が、その例である。現在、人間の環境破壊は地球規模で、全人類の生存あるいは他の多くの生物種の生存までに影響を与えるまでになった。

このように見ていくと、技術の進歩は、自然との敵対関係を助長しているように思える。「自然」に対して、「人工」があり、「自然」に対して「工業」あるいは「工

学」があり、「自然」に対して「科学技術」があり、つきつめれば、「自然」に対して「人間」あるいは「文明」があるという図式になる。

しかし、これは半面しか見ていない。人間が生物である限り、まったくの人工環境の中では孤立して生存できない。人間も自然の一部である。そして、人間が生み出した文明も、自然を基盤にして成り立っている。

#### (2) 自然から離れられない人間

バイオスフェア2という実験が、アメリカ合衆国のアリゾナ砂漠の中で行われた(Alling and Nelson, 1996)。8名の研究者が、2年にわたって、完全に外部と孤立した生活をした。外部と完全に遮断された閉鎖系のドームの中で、人間が生活できるかどうかという実験であった。この実験は、生活の基礎となる原料や水、空気、動・植物、土壌は、あらかじめ周到に用意された。そして、太陽光はそのまま利用して、閉鎖系の生態系サイクルにおいて、現代的な生活を始めた。

生活に必要な「自然」をあらかじめ用意し、太陽光の庇護のもとにおこなわれた閉鎖的システムの生活は、予定の期間は乗り切った。しかし、人間関係の乱れや酸素不足などの問題がおこり、研究者はかなりの肉体的・精神的消耗を強いられた。このような実験をみると、人間は閉鎖的自然の中で生活することは難しいようだ。

国際協力による宇宙ステーションで人間は宇宙で生活を始めた。それに先立って、旧ソ連とロシアの宇宙ステーション・ミールでは、何年にもわたって人間が宇宙に常駐していた。1年以上に連続して宇宙で生活をした宇宙飛行士もいる。人間は宇宙においてかなり経験を積んできた。しかし、現在のところ、宇宙は訓練された人間が短期間しか滞在できない過酷な環境である。

今後、更なる技術によってよりすごしやすい「自然」を造って地球以外の宇宙でも居住可能になっているかもしれない。精神的ダメージの少ない環境が作れるかもしれない。あるいは、目的意識が強ければ、長期間、苛酷な環境に耐えられるかもしれない。そうなれば、大航海時代のように、人間は新世界である「宇宙」を目指して、最小限の「自然」を持ち歩きながら、地球の外に出ていくかもしれない。それはまだ夢物語だが、不可能な夢ではないのかもしれない。

### ii 自然と科学の狭間で

私たち人間は、まだ自然を充分理解していない。複雑な相互作用や、精巧なメカニズム、多様なシステムによって、自然が成り立っていることに、やっと気づいた。人間は科学技術によって、自然をよりよく知ることができるようになった。いや、今や科学技術がなければ、さらなる自然理解には到達できない。自然理解には科学技術は不可欠である。

人間の肉体にもともと備わった能力だけでは限界がある。例えば小さいものを覗く道具として、虫メガネから、顕微鏡、電子顕微鏡、走査型トンネル顕微鏡へと、その道具は進歩してきた。その目的に応じて道具を使い分けてきた。道具で人間の能力を補った状態で新しい自

然像を見ているのである。

### (1) 科学による自然と人間との共存

自然と人間を切り離したのは、科学である。しかし、自然と人間をつないでいるのも、今や科学技術である。普通では人間が住めない深海、高山、極地、砂漠などにも人間は進出することが可能になった。それは、科学技術のサポートによるものである。科学技術によって、人間はよりさまざまな自然を、あるいは自然をよりよく知ることができるようになった。自然の深淵は、科学を介して覗けるようになってきた。

科学によって、自然の深部への接触は以前より増してきたかもしれないが、自然との共存の程度は小さくなってきた。江戸時代の生活様式と現代のものを比べると、その差は瞭然であろう。しかし、江戸時代のような生活様式では、現在生活は成り立たない。現代型の自然との共存を模索すべきである。

トフラー (Alvin Toffler) は、その著書「第三の波」(1980)の中で、現代は大きな変換の時期にきていると分析した。トフラーのいう第一の波とは農業革命の段階で、第二の波は産業革命の段階、第三の波が現在起こりつつある変化である。

第三の波を一言でいうと、新しい技術体系と新しい情報体系の出現によって、生産構造の変化が起こることであり、やがて新しい社会体系が生まれるという予測を含んでいる。新しい技術体系とは、再生可能な資源と分散型、多様化したエネルギーシステムを基盤にした、環境規制の下に出現したコンピュータやエレクトロニクス、遺伝子産業などの省スペース・省エネルギー型の高度な技術群のことである。新しい情報体系とは、エレクトロニクスやコンピュータ等の新しい技術体系に裏打ちされた「活性化された社会的記憶」と「非マス化したメディア」によって形作られる情報環境のことである。新しい技術体系と新しい情報体系は、脱規格化した需要に応じた物質代謝型生産システムへと変化している。生産構造の変化により、労働の家庭化や機械化などの新しい生活様式を生み、やがては新しい社会体系を生じるというものである。

約20年前のトフラーの予測はある面では正しかった。新しい技術体系と新しい情報体系は生まれている。エレクトロニクスは、軽薄短小を目指し、そして実現してきた。現在もこの方向に沿って技術の進歩は続いている。エレクトロニクスの集大成として、コンピュータがある。コンピュータは、日本では非常にポピュラーな装置となった。最近の家電装置にはごく当たり前前にコンピュータが利用されている。コンピュータは、今まで手作業でしていた定型業務を迅速簡便化してきた。人間の能力の一部を有能に肩代わりしてきた。

今まで、コンピュータだけではなにも生まれることはなく、便利な箱の域を越えないとされてきた。しかし、インターネットの出現によって、コンピュータに新しい局面が形成された。それは、インターネットによる膨大な情報空間の形成である。情報空間の入り口がコンピュータである。コンピュータなしではインターネットは成り立たない。家庭においては、既存の電話網を利用

しながら、電話以上の価値を持つようになった。インターネットは、大衆に受け入れられ、各種の規模での情報発信、受信がおこなわれている。立花(1997)は、インターネットのデジタル空間を頭脳と見立て、「グローバル・ブレイン」と呼んだ。

トフラーのいう大衆を巻きこんだ新しい情報体系が出現しつつある。新しい社会体系はまだ出現していないが、旧ソ連などの社会主義国家の崩壊や東西ドイツの合併、南北朝鮮の歩みよりなど、新しい時代の到来が予感させられる。現在の潮流からすれば、新しい社会では、厳しい環境規制の下での無駄のない生活様式にならざるを得ないのであろう。それが、理想の社会でないかもしれないが、現在目指せる自然と共存の程度の高い目標といえるものであろう。

### (2) 新しい技術と研究者

地球科学のうち、岩石学の一般的な研究手法は、野外調査によって岩石のかたや関係(産状)を調べ、資料を採取する。室内で薄片を作って、岩石用の偏光顕微鏡を見て、岩石組織や鉱物種類、組み合わせ、量比を調べる。代表的な岩石の元素組成や同位体組成などを化学分析によって求める。以上のデータに基づいて、その岩石が、なにかから(起源物質)、どのようにして(成因)できたのかを知り、形成されてからどのような変遷をへて現在に至ったか(履歴)を知る。最終的には、多くの岩石についてのこのような記載から、大地の生い立ち、つまり自然史を知ることになる。

このような自然史における研究は、自然物を相手にしているが、その研究手法は科学技術に拠るところが大きい。観測機器や、分析装置、コンピュータ、インターネットを道具として利用している。岩石薄片は電動ダイヤモンドカッターや研磨器で製作される。岩石の化学分析は、コンピュータでコントロールされた分析装置を用い、分析データは、コンピュータで整理して解析する。論文を書く時には、コンピュータは筆記用具となる。論文に載せる図や表は、コンピュータで作成する。研究者同士の連絡や情報交換あるいは研究の資料調べは、インターネットが不可欠である。

つまり、科学技術に直接かかわる研究ではなくても、科学技術は不可欠な道具となっている。このような状況は、研究者などの特殊な職種だけでなく、一般市民にも広く普及してきた。コンピュータの普及はいうに及ばず、携帯電話の*i mode*の普及により、若年層にもインターネットや*e-mail*が浸透してきた。いまや、市民の生活においても、コンピュータやインターネットは不可欠の道具となりつつある。

### (3) 夢をかなえる技術

新しい技術とは、夢を実現させるものである。夢がつかない限り、技術は進歩するはずである。あるいは、技術が進歩する限り、新しい夢を見ることが出来る。

夢を見つづける限り、新技術には注意しておく必要がある。ある技術は、ある夢をかなえているはずである。あるいは、かなえるかもしれない。コンピュータやイン

ターネットの時のように大きな波として、否応なく押し寄せてくる技術革新もあるが、ゆっくりと知らないうちに通る過ぎる技術もある。気づいたら誰もがすでに使っているかもしれない。その道具をもっと早く使っていたら、もっと早く簡単に夢が実現したかもしれない。

コンピュータやインターネットを、苦勞して便利な誰でも使える道具にした先人達がいる。新しい技術に対して、逃げ腰になるのではなく、思い切って利用してみればいいのである。新しい利用法を開発したり、新しい機能を加えたりすることができるはずである。ユーザーとして新しい技術を利用すれば、新しいアイデアも生まれるかもしれない。夢がかなうかもしれないのである。

## 7 さいごに:自然史の重要性

要素還元主義によって遂行されてきた科学によって、自然と人間、教育と科学の乖離と行き詰りという問題が顕在化してきた(小出, 1999b)。これを解消するために、総合的・学際的の学問である自然史の必要性が認識されてきた(小出, 2000b)。

自然史博物館でおこなわれている研究活動は、すべて自然史である。従来の博物学が記載を中心とした学問であるのに対し、ここでいう自然史とは、記載だけでなく、より総合的で学際的な学問体系を目指すものである。

自然史の目指すべき方向は、自然をありのままに見、さまざまな視点で捕らえ、長い歴史の結果として現在の自然があることを理解し、より高次の規則性や原理、法則を見出そうというものである。

「自然をありのままに」とは、地域の自然や実物などの記載に基づく「自然への回帰」への動機付けを意味する。「さまざまな視点で捕らえ」とは、人間と生命と地球の関係を学際的視点で見る全地球という自然観(全地球観)である。「長い歴史の結果として現在の自然があることを理解」するとは、地球の歴史観(地球史観)を持つことである。「より高次の規則性や原理、法則を見出す」とは、人間、生命、地球や宇宙などを総合的に捉える視点(現代自然哲学)である(小出, 2000b)。これが、著者の考えている「自然史」の体系である。

自然史は、人間の知的体系への新たな視点を導入するための基礎的視座を提供する。それは、自然史の特徴として、純粋学問(自然科学)と、その学問に対する哲学(現代自然哲学)、実践的教育(自然史教育)という側面を持つからである(小出, 2000b)。学問と哲学、教育の必要性は、今まで自然史を実践してきた博物館がその側面を持っていたことと、そして今後自然史が現代科学の行き詰まりという同じ轍を踏まないためである。

自然史は、博物館が中心となっておこなうのが最適であると考えられる。その理由は、大量の実物コンテンツとそれに関連する自然史ドキュメントが蓄積されているからである。

自然史に関する研究をおこなうための科学技術や情報技術は進歩し続けている。このような進歩に遅れることなく、自然史の研究や教育に応用していく必要がある。現代の科学や教育がそのような方法をとっているからである。自然史の総合性や学際性という特徴から考えて、科学技術や情報科学の導入は非常に有効であろう。

自然史を今までにないものとする一つ的手段として、デジタルやコンピューター、インターネットなどの新しいメディアの導入がある。今まで学芸員は、無意識に新しいメディアを利用してきた。歴史の潮流は、このようなメディアによる革命的な時代が到来しているを示している。革命的な時代の到来は、多くの識者がすでに指摘していることである。このような潮流にいち早く反応することが、今後の自然史の発展に繋がるであろう。本稿では、専門外であるメディアや情報、インターネット、コンピュータについてレビューしたが、これも自然史の発展に繋がると考えてのことである。

## 引用文献

- 赤間世紀, 1998. コンピュータ時代の基礎知識. 155 pp. コロナ社, 東京.
- Alling, A. & M. Nelson., 1996. Life under Glass. The Inside Story of Biosphere 2. 平田明隆訳, 1996. バイオスフェア実験生活. 294+7 pp. 講談社ブルーバックス B-1147, 東京.
- 甘利俊一, 1998. 情報科学. 世界大百科事典第2版ベーシック版 CD-ROM. 日立デジタル平凡社, 東京.
- 安西祐一郎・神岡太郎, 1999. マルチメディア情報とインタラクティブ. 岩波講座マルチメディア情報学1 マルチメディア情報学の基礎. pp. 131-186. 岩波書店, 東京.
- Bolter, J.B., 1991. Writing Space: Computer, Hypertext and the History of Writing. 黒崎 政男訳, 1994. ライティング スペース—電子テキスト時代のエクリチュール. 452 pp. 産業図書, 東京.
- Davenport, G., 1998. Defining multimedia. IEEE MultiMedia, Jan-Feb. 8-15.
- 橋本毅彦, 2000. コンピュータの歴史. pp. 143-193. 新世紀デジタル講義. 新潮社, 東京.
- 稲葉三千男, 1998. コミュニケーション. 世界大百科事典第2版ベーシック版 CD-ROM. 日立デジタル平凡社, 東京.
- 稲垣耕作, 1996. コンピュータ科学の基礎. 216 pp. コロナ社, 東京.
- Inglis, F., 1990. Media Theory. 伊藤誓・磯山甚一訳, 1992. メディアの理論. 363 pp. 法政大学出版局, 東京.
- 井上 宏, 1998. 現代メディアとコミュニケーション. 266 pp. 世界思想社, 東京.
- 情報処理学会編, 1997. コンパクト版情報処理ハンドブック. 2000 pp. オーム社, 東京.
- 嘉田由紀子・大西行雄, 1996. ミニコミとしてのパソコン通信とインターネット. 井上俊ほか編, メディアと情報化の社会学. pp. 215-238. 岩波書店, 東京.
- 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 I—. 地学教育, 52(4): 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 II—. 地学教育, 52(5): 169-176.
- 小出良幸, 2000a. 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.
- 小出良幸, 2000b. 自然史学の重要性と現代自然哲学の必要性. 地学教育, 53(4): 141-158.
- 香内三郎, 1998. マス・コミュニケーション. 世界大百科事典第2版ベーシック版 CD-ROM. 日立デジタル平凡社, 東京.
- 黒崎政男, 1997. カオス系の暗礁めぐる哲学の魚. 280 pp. NTT 出版, 東京.
- 黒崎政男, 1998. 哲学者クラサキの憂鬱 とのりのアンドロイド. 230 pp. NHK 出版, 東京.
- 黒崎政男・下野正俊・伊古田理訳, 1994. ライティング スペース—

- 電子テキスト時代のエクリチュール. 452 pp. 産業図書, 東京.  
 黒崎政男監修, 1999. 情報の空間学 メディアの受容と変容. 301 pp. NTT 出版, 東京.  
 松井宗彦, 1975. 情報科学入門. 221+16 pp. 公論社, 東京.  
 McLuhan, M., 1962. *The Gutenberg Galaxy: Making of Typographic Man*. 森常次訳, 1986. グーテンベルグの銀河系. 486+24 pp. みすず書房, 東京.  
 室井 尚・吉岡 洋訳, 1991. 情報様式論. 303+3 pp. 岩波書店, 東京.  
 長尾 真, 1999a. 人間と情報. 岩波講座マルチメディア情報学 1 マルチメディア情報学の基礎. pp. 1-60. 岩波書店, 東京.  
 長尾 真, 1999b. マルチメディアの形成. 岩波講座マルチメディア情報学 1 マルチメディア情報学の基礎. pp. 61-130. 岩波書店, 東京.  
 中島誠一, 1999. 触覚メディア. 237 pp. インプレス, 東京.  
 中村次男, 1988. 電子回路(2)デジタル編. 236 pp. コロナ社, 東京.  
 南谷 崇, 2000. コンピュータのしくみ. 新世紀デジタル講義. pp. 103-142. 新潮社, 東京.  
 中山 茂, 2000. 20・21世紀科学史. 280+vi pp. NTT 出版, 東京.  
 萩野達也, 1998. 計算モデル. 世界大百科事典第2版ベーシック版 CD-ROM. 日立デジタル平凡社, 東京.  
 岡本敏雄編, 2000. インターネット時代の教育情報工学 1. 247 pp. 森北出版, 東京.  
 Ong, W., 1982. *Orality and Literacy: Technologizing of the Word*. 桜井直文訳, 1991. 声の文化と文字の文化. 405 pp. 藤原書店, 東京.  
 Postel, J., L. G. Roberts & S. Wolff, 2000. *A Brief History of the Internet*. [引用: 2000.8.16]. Available from internet: <<http://www.isoc.org/internet/history/brief.html>>.  
 Poster, M., 1990. *The Mode of Information: Poststructuralism and Context*. 179 pp. University of Chicago Press, Chicago.  
 坂本賢三, 1998. 情報. 世界大百科事典第2版ベーシック版 CD-ROM. 日立デジタル平凡社, 東京.  
 齋藤嘉博, 1999. メディアの技術史—洞窟画からインターネットへ—. 216 pp. 東京電機大学出版, 東京.  
 清水純一, 1998. 記憶術. 世界大百科事典第2版ベーシック版 CD-ROM. 日立デジタル平凡社, 東京.  
 Simon, H. A., 1996. *The Sciences of the Artificial*. Third Edition. 稲葉元吉・吉原英樹・稲葉洋平訳, 1999. システムの科学. 第3版. 331 pp. パーソナルメディア, 東京.  
 鈴木裕信, 1998. 情報セキュリティ. 世界大百科事典第2版ベーシック版 CD-ROM. 日立デジタル平凡社, 東京.  
 立花 隆, 1997. インターネットはグローバル・ブレイン. 365 pp. 講談社, 東京.  
 立花 隆, 2000a. サイバーユニバーシティの試み. 新世紀デジタル講義. pp. 17-58. 新潮社, 東京.  
 立花 隆, 2000b. 情報原論. 新世紀デジタル講義. pp. 59-101. 新潮社, 東京.  
 高橋雄造, 1998. シヤノン. 世界大百科事典第2版ベーシック版 CD-ROM. 日立デジタル平凡社, 東京.  
 竹村真一, 1998. 呼吸するネットワーク. 219 pp. 岩波書店, 東京.  
 土屋 俊, 1998. フレーグ. 世界大百科事典第2版ベーシック版 CD-ROM. 日立デジタル平凡社, 東京.  
 Toffler, A., 1980. 徳岡孝夫監訳, 1982. 第三の波. 588 pp. 中央公論社 中公文庫 23, 東京.  
 津田良成編, 1990. 図書館・情報学概論第二版. 240 pp. 勁草書房, 東京.  
 安田 浩, 2000. ネットワーク社会の将来. 新世紀デジタル講義. pp. 225-280. 新潮社, 東京.  
 吉見俊哉, 1996. 電子情報化とテクノロジーの政治学. 井上俊ほか編, メディアと情報化の社会学. pp. 7-46. 岩波書店, 東京.  
 米盛裕二, 1998. パース. 世界大百科事典第2版ベーシック版 CD-ROM. 日立デジタル平凡社, 東京.  
 吉見俊哉・水越 伸, 1997. メディア論. 226 pp. 放送大学教育振興会, 東京.  
 郵政省編, 1997. 平成9年度版通信白書. 500 pp. 大蔵省印刷局, 東京.  
 郵政省編, 1998. 平成10年度版通信白書. 502 pp. 大蔵省印刷局, 東京.  
 郵政省編, 1999. 平成11年度版通信白書. 348+8 pp. ぎょうせい, 東京.  
 郵政省編, 2000. 平成12年度版通信白書. 367+8 pp. ぎょうせい, 東京.  
 Zakon, R. H., 2000. *Hobbes' Internet Timeline v5.1*. [引用: 2000.8.16]. Available from internet: <<http://www.isoc.org/guest/zakon/Internet/History/HIT.html>>.

## 摘 要

小出良幸, 2001. 自然史における情報科学とメディア. 神奈川県立博物館研究報告 (自然科学), (30): 1-26. (Y. Koide, 2001. *Information Science and Media in Natural History*. *Bull. Kanagawa prefect. Mus. (Nat. Sci.)*, (30): 1-26.)

科学技術や情報技術の進歩は、自然史における研究手法 (科学)、伝える方法 (教育)、および考え方 (哲学) において、重要な要因となるはずである。科学技術や情報技術について詳細なレビューをおこなった。目に見える技術として道具があり、現代を象徴する道具としてコンピュータが位置付けられる。コンピュータの能力、仕組み、歴史、存在意義をまとめた。目に見えない技術として情報技術がある。情報の語源と定義を考え、記号論的見方とデジタルからアナログへの論理的展開と情報の認知と流れをまとめた。情報の伝達手段としてのメディアを概観するとともに、現代メディアとして重要なインターネットについて考察した。そのようなレビューから、自然と人間、科学の現状をまとめ、自然史における科学技術や情報技術の必要性をまとめた。

(受付: 2000年11月1日; 受理 2001年2月1日.)

## 視覚障害者と健常者における聴覚と環境認識との関係

### Environmental Recognition by Auditory Sense for Ordinary and Visually Impaired Persons

新井田秀一・小出良幸・平田大二

Shuichi NIIDA, Yoshiyuki KOIDE & Daiji HIRATA

**Abstract.** We reevaluated auditory sense at environmental recognition. We examined auditory sense for ordinary and visually impaired persons. The examination was performed using the sounds, which were sampled from four locations of river and three of coast. The memory of environmental information should be formed mainly by vision for ordinary persons, and auditory for visually impaired ones. The sampled sounds recalled many memories to impaired persons. The auditory information should play an important role of environmental recognition. Efficient usage of auditory sense could contribute to the development of earth science education.

**Key words:** auditory, visually impaired, auditory scene analysis, earth science education, new perspective

#### 1. はじめに

これからの生涯学習施設としての博物館を考えたとき、時間的・物理的制限のある人、あるいは障害者など、来館が困難な人でも利用できるような均等な機会を提供する必要がある。そのためには、現在の博物館の各種機能を根本的に見直し、再構成しなくてはならない。著者らは学芸員有志による PAC Geo という研究グループで「いつでも、どこでも、だれでも、いくらでも」利用できる博物館を目指して、様々な検討を始めている（小出ほか、1998）。

さらに著者らは、博物館学芸員だけでなく外部の協力者を含めた EPACS という研究組織において、1998 年からデジタル情報という新しい道具を用い、ニューメソッドを開発してきた（小出ほか、1999）。そして現在は、新しい観点「ニューパースペクティブ」について検討し始めた。これは、人間のもつ五感（視覚・触覚・聴覚・味覚・嗅覚）を通じ、別の見方を探し出すものである。視覚は、普段から物事を理解するために重要な役割を果た

している。従来型の博物館では、「標本を展示する」という、視覚を中心とした展開が多い。そこで本稿では、視覚以外の感覚として聴覚に注目し、新しい観点で取り組みを行った。

空間を「聞く」ことから構築する、あるいは「音」によって周辺の状態を推測することは、認知の過程のひとつである（小出、2000）。どのくらいの音を聞き分けることができるか、また、聞いた音からその音の発生した環境を表現すること（本稿ではこれを環境再現と呼ぶ）ができるかは、人によって差があると考えられる。特に、視覚障害者の場合には日常生活において聴覚に頼る場面は多いはずであり、健常者よりもその感覚が研ぎ澄まされていると予想される。そこで両者の聴覚と環境認識状況との関係について検討する。

#### 2. 聴覚の実験

##### 2.1 実験用音源の作成

健常者と視覚障害者との間の環境再現に対する違いを調べるため、自然環境から発生する音を録音し、被験者に聞かせる実験を行った。実験用の音源を録音するための自然環境の選定に際しては以下の3点を考慮した。

- ・発生する音量が大きい。
- ・工場等、人工的に音が発生するようなものが多く立地する場所は除外する。
- ・環境を構成する素材の差が音に現れやすい。

今回の実験のために作成したものは、河川4種類と海

新井田秀一 (Shuichi Niida)  
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  
GFH01253@nifty.ne.jp  
小出良幸 (Yoshiyuki Koide)  
神奈川県立生命の星・地球博物館  
平田大二 (Daiji Hirata)  
神奈川県立生命の星・地球博物館

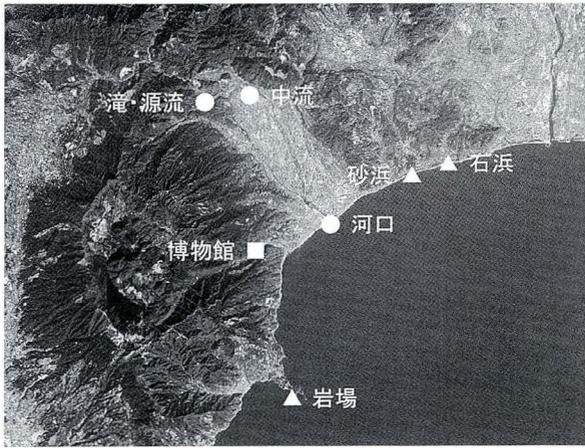


図1. 実験用音源のサンプリングマップ。  
(●: 酒匂川、▲: 海岸、■: 当館を示す.)

岸3種類である。これらの場所を図1に示す。

河川の場合には地形の影響によって流速が異なるため、それぞれの場所で音色（水音）が異なっている。海岸の場合には浜を構成する材質（砂、小石、岩場）によって発生する波音が異なっている。表1は、音源の周囲の景観およびどのような音がするかをまとめたものである。なお、この収録日は台風の接近により波が高い上に曇天であったため、海岸については音がこもっている印象を受ける。

録音は、Hi-8ビデオカメラを三脚に固定し、指向性マイクを接続し、音の発生する方向へ向けて行った。編集は、パーソナルコンピュータ（SONY VAIO PCV-R70）にてA/D変換して行った。実験用音源は、動画（MPEG形式）と音声のみ（WAVE形式）の2種類として、30秒程度に編集・作成した。

## 2.2 実験の手順

実験は、音を被験者に聞かせてどのような環境を思い浮かべたか聞き取り調査として行った。被験者は、視覚障害者2名と健常者6名の計8名である。視覚障害者a

は、先天全盲者である。視覚障害者bは、中途失明者で中心部分の視界がない中心暗点である。

実験用音源の再生には、パーソナルコンピュータに接続したヘッドホンを使用した。これにより実験に使用した場所（研究室など）での雑音を排除することができ、音を聞くことに集中できる。

まずはじめに音のみを聞かせ、どのような環境・場所・様子か、各自の表現で説明してもらった。河川4種類および海岸3種類について、それぞれ聞き取り調査を行った。その後、健常者には音と共に映像を見せ、視覚障害者には場所の説明を行い、あらためて感想を聞き取った。

## 3. 実験結果

実験結果を表2にまとめた。

視覚障害者は、聞いた音からその録音された環境を説明することができた。視覚障害者a、bとも河川で録音された4種類のうち、滝をのぞいては正確に環境を再現している。しかし滝について、aは噴水と表現し、環境再現はできなかった。海岸について、bは環境再現できているが、aは川の音としている。

健常者の場合には、録音された環境を説明できない場合がみられた。特に今回使用したすべての音源に関して被験者に共通にみられたのが、雨音と表現するものであった。海岸での音に対しては健常者eがわからないと答えたものや、dやgのように川の音と環境を再現するものもあった。また、自然環境からの音ではないと判断して、酒匂川中流での音に対して「天ぶらを揚げる音」、滝での音に対して「ホワイトノイズ（放送終了後のテレビ・ラジオの雑音）」、砂浜での音に対して「飛行機の爆音」とする表現もあった。しかし、正確に環境再現している場合もみられ、再現の程度にはばらつきがみられた。

## 4. 考察

### 4.1 健常者と視覚障害者に差はあるのか

今回の実験では、以下のように予測した。健常者の場

表1 実験用音源のサンプリング場所一覧

サンプリング場所		どんな場所か	どんな音がするか	
音1	酒匂川 河口	小田原市酒匂西湘大橋付近	川の流れば緩やか握りこぶし大の礫 波のように打ち寄せる音（水のはねる音も波打つ） 遠くを車が走り抜ける	
音2	中流	開成町金井島文命提付近	枕サイズの岩が多い放水口近くのため水量が多い	勢いのある水音 岩に水があたって跳ね返るような音
音3	源流	山北町平山洒水の滝付近	岩の割れ目からの湧き水	金属音的な甲高い音 誰かの話声
音4	滝	山北町平山洒水の滝滝壺	一の滝 落差 69.3メートル	甲高い音 滝壺から水の溢れ出す音
音5	海岸 砂浜	二宮町袖ヶ浦	台風接近のためうねりがある砂浜	激しく打ち寄せるような波音
音6	石浜	大磯町西小磯	台風接近のためうねりがある直径1~2センチの礫	小石によって泡立つ波音
音7	岩場	真鶴半島真鶴町番場浦	岩場	岩を叩く音 岩の隙間を流れる水音

表2 実験結果

	酒 匂 川				海 岸			
	河口	中流	源流	滝	砂浜	石浜	岩場	
視覚障害者	a	小川かと思ったが海のような感じ	川・急流	小さな滝のよう	噴水?	噴火の音とは違う 普段聞きなれない音	大きな川 大きな岩に打ち付けている	左と似ている 流れが結構激しい
	b	流れの少ない川	流れの速い川	水の滴る音	滝	砂の海岸	海岸	泡立つ音がする 岩場のような
健常者	c	風が吹いている 砂浜 or 海岸	激しい雨	金属的な音で鉄板が回っている感じ	いやな音	洪水のように流れている 激しい雨	川というより雨	激しくて、泡立っている
	d	激しくなる直前の雨音 増水している川	台風の接近しているときの雨音 滝壺の水が渦巻いている音 天ぷらを揚げて音(180°C)	放水の音	電波 (放送終了後の音)	大きな河川で岩がぶつかりながら流れている	蛇行している川、岸の木に水があたっているよう 雨ではない	葉を叩く川か雨の音 滝壺ではない
	e	海かな?	急な川か滝	川	そんなに大きくない川	聞いたことのない音	わからない	わからない
	f	水が足元までであるところ もしかしたら海みたいなどころ	テレビの砂嵐、または激しい雨 (台風のイメージ)	チャブチャブ水の音がする 人の声も	テレビの音 (放送終了後の音)	羽田空港の屋上で飛行機を見ている	海(ちゃんと泡の出るような大きい波) もしかしたら国府津の海	逗子や葉山の岩場みたい
	g	海岸の波の音	水量の多い川 流れが速い 岩にぶつかって飛び散る水音	そんなに大きくない滝	夕立のようになり強い雨 風は吹いていない	中流あたり。堰を越える水の水音、岩にあたり飛び散っている	かなり川幅の狭いところを多量の水が勢い良く流れる	川の下流
	h	風の吹いている 中での水の音	風で木がざわめいている 土砂降りの大雨	雨	雨 (左とは異なる音)	飛行機の飛んでいる音	波打ち際	波打ち際 (粒の粗い感じ)

合、五感の中でも視覚が優先され、音を聞いただけではその音の発生した環境を推定することは難しい。これに対し視覚障害者は、聴覚が研ぎ澄まされており、音からその環境を容易に思い浮かべるであろう。したがって、健常者と視覚障害者の間では異なる結果が得られるはずである。

実験の結果、予測に反して視覚障害者が聞いた音に対して環境を表現できない事例や、健常者でも表現できる事例があった。今回の実験は、聞いた音から環境を再現するものでいわば「場所当てクイズ」のようなものである。音の発生した環境を回答するためには、その環境の音をどの程度記憶しているかということが重要になる。そのため、視覚障害者と健常者とはかわらず個人差が生じたものと考えられる。

ただし、砂浜の音は、台風接近のため通常とは異なるため難問であった。この音に対しては、健常者は正しい場所を再現できなかったが視覚障害者は再現できた。これは、視覚障害者は音から呼び起こされる記憶が、環境再現に関しては健常者より優れている可能性を示している。これは今後、被験者を増やし検討すべき課題である。

#### 4.2 体験の重要性

今回の実験結果ではじめに注目したのは、健常者 e の回答に出てくる「わからない」という回答であった。e は海岸の3種の音すべてに対して、「聞いたことがない、わからない」と回答している。この表現は、知

らない音であることを示している。実験後の聞き取りにおいて、e は海で遊んだ体験が少ないとの回答を得た。そのため、この音が発生している環境が思い浮かばないのである。

さらに滝の場合には、「ホワイトノイズ」や「心理的に不快な音」と表現する回答が健常者 c、d、f に見られる。高い周波数の音は不快に感じるらしい。この場合、映像と共に音を聞かせたところ、同じ音であるにもかかわらず滝の音として認識された。さらに、映像があれば不快ではないという感想も得られた。

視覚障害者 a (先天全盲) の場合には、河川で録音された音はその環境を再現できたが海岸での音は再現することができなかった。実験後の聞き取りでは、日常生活ではたびたび川原でのキャンプを行うため、河川の音は聞きなれている、とのことであった。一方、海岸での音に対しては海での体験が少ないため、「普段聞きなれない音」と表現していた。

視覚障害者 b (途中失明) の場合には、7種の場所についてかなり正確に環境を再現することができている。実験後の聞き取りによれば、b はかなり行動的である。失明する以前だけでなく失明後もいろいろな場所へ出かけ、野外体験をしている。そのために音から環境を思い浮かべることができたものと考えられる。これらのことから視覚障害者の場合でも、体験の少ない場合には、その環境を再現することができないことがわかる。

健常者が音から環境再現できないのは、聴覚による体験を詳細に記憶していないからである。健常者は、視覚

が優先され、視覚的に体験して、記憶していることが多い。このことは、滝の音の実験でホワイトノイズなどと再現したことが証明している。体験と音が結びついた場合、もとの環境が思い浮かべられている。

視覚障害者は音に対して研ぎ澄まされていると予測していた。しかし、体験したことの無い音の発生する環境は再現できなかった。健常者と視覚障害者のいずれの場合も、体験を伴わない音はイメージを励起させていない。

これらのことから、音からその発生した環境を思い浮かべる際には、体験が重要な役割を果たしていると言える。

### 4.3 聴覚の錯覚

健常者の回答の中に「飛行機の爆音」というものがあった。被験者fやhは、砂浜での音に対してこのような回答をしている。これは、収録日は波が高く、さらに天候が曇りであったために波音が反響してしまい、自分が経験している音とは受け取り方が大きく異なってしまった。そのため、異なった環境を思い浮かべてしまったものと考えられる。これは聴覚におけるある種の錯覚であるといえる。

聴覚の一般的な利用として、効果音が挙げられる。放送など使用される効果音は、誰が聞いてもその環境を思い浮かべることができる音である。しかし、その音は実際にその場所で収録されたものとは限らない。たとえば波の音は、竹かごの中で小豆を転がしたものが多く使われている。このように違う素材から作られた音でも、音質が同じようであればもっともらしく聞えてしまうのである。

この逆の例と考えられるのが、健常者dが回答した河川中流域の音である。水音であることも表現していたが、それ以外にも「天ぶらを揚げる音」とも表現していた。

私たちは何の、どこの「音」を考える場合、今回のように「音」から環境再現する場合、記憶にある「音」と照らし合わせている。その記憶に残っているものは、いろいろなパターンの中から典型的なものだけを選択している。波の音でも、台風のとときや風がないときなどさまざまな気象条件で異なるはずであるが、健常者はその応用があまりなされていない。これは「音」が視覚と切り離された場合、もっと顕著になるはずである。だから、視覚にだまされることになる。

自然の画像と同時にもっともらしい合成音を再生した場合、自然の音に聞えるはずである。このことを応用すれば、実際の現場まで行かなくても、音と画像を組み合わせることによって、よりもっともらしい演出することが可能になる。さらに視覚がうまく誘導していけば、まったく存在しない音（例えば、宇宙の効果音）でも、もっともらしく聞かせることが可能になる。

### 4.4 聴覚の情景分析

聴覚と空間認識を結びつけた研究は、「聴覚の情景分

析(auditory scene analysis)」と呼ばれている (Bregman, 1994)。私たちの耳にはさまざまな音が同時に入ってくるため、音が混合しているはずである。しかし、私たちはそれを聞き分けている。聴覚の情景分析とは簡単に言うところ「どんな音が、どこで、どんな風に鳴っているかだけでなく、他の音との関係はどうなっているのか」を把握する働きのことである。

今回の実験では、録音時に指向性マイクを使うなど音を単純化している。そのため他の音との関係などといった情景分析については、ここでは詳細に検討することができない。しかし、健常者fは、砂浜の音に対して「羽田空港」のように場所まで特定した環境再現をしている。その理由を問うと、爆音が近く聴こえるためだという。「成田空港」ならば、滑走路が離れているためにもっと遠くから爆音が聞えてくるはずだそうだ。これは、音の発生する空間を立体的に捉え、空間認識を行っている例であろう。今後、音源の作成など実験方法の改良を検討したい。

### 5. おわりに

音から環境をイメージするためには、事前の体験あるいは音の記憶が重要であることが判明した。また、聴覚は空間の広がりを感じさせることができる。聴覚の錯覚を利用して視覚とうまく組み合わせることができれば、聴覚を利用する可能性はさらに広がる。この方法は、今後さらに研究を進めることで、最終目標である「地球科学を理解するためのアプローチ」となるのではないだろうか。

### 謝辞

今回、聴覚をテーマに本研究をまとめるにあたり、EPACSのメンバーには討論会などで貴重なご意見をいただいた。また、今回の実験を行うにあたって被験者としてもEPACSのメンバーおよび神奈川県立生命の星・地球博物館地学ボランティアの皆さんにご協力いただいた。ここに記して感謝の意を表す。なお、本研究を進めるにあたり、神奈川県立生命の星・地球博物館総合研究費および日本学術振興会科学研究費補助金（課題番号：1048003および11480044）の一部を使用した。

### 引用文献

- Bregman, S.A., 1994. Auditory Scene Analysis. MIT press, 792pp. 127illus. Cambridge, MA, USA.
- 小出良幸, 2000. 認知心理学の博物館活動への応用をめざして—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.
- 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(6): 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, 1999. 博物館での新しい取り組み—博物館の新しい地球科学教育を目指して—. 地学教育, 52(6): 213-222.

**摘 要**

新井田秀一・小出良幸・平田大二, 2001. 視覚障害者と健常者における聴覚と環境認識との関係. 神奈川県立博物館研究報告 (自然科学), (30): 29-33. (S. Niida, Y. Koide & D. Hirata, 2001. Environmental Recognition by Auditory Sense for Ordinary and Visually Impaired Persons. *Bull. Kanagawa prefect. Mus. (Nat. Sci.)*, (30): 27-31.)

人間の五感といわれる感覚の中で特に聴覚に注目した。聞いた音からその録音された環境をイメージできるかという実験を健常者と視覚障害者に対して行った。この結果、聞いた音と自分自身の体験とを照らし合わせてイメージしていることがわかった。このように音を伴う体験が重要であることから、聴覚を活用した新しい地球科学普及法の開発に期待できる。

(受付：2000年11月30日；受理2001年2月8日。)

## 視覚障害者と健常者とによる触覚を用いた岩石の観察

### Observation on Rocks Using Touch Sensation by the Visually Impaired and the Ordinary Persons

平田大二・小出良幸

Daiji HIRATA & Yoshiyuki KOIDE

**Abstract.** It is necessary that the new perspectives are introduced and the new designs are constructed for new educational method of earth science in museums. Generally, observation of materials has been operated by using the sense of sight in museums. Using the other senses, we will take new perspectives, which can be learned from the impaired persons. We have operated to the visually impaired and the ordinary persons the examination of observation on rocks using touch sensation in order to introduce new perspectives, as a case study of new educational method of earth science in museums. They could recognize similarly about form, surface shape, quality, weight and temperature of rocks by the observation using touch sensation. The visually impaired persons have sometimes express what they feel by sensitive words.

**Key words:** new perspective, touch sensation, visually impaired person, educational method of earth science, museum

#### 1.はじめに

社会情勢の変化が著しい現代において、われわれは常識にとらわれることなく、情勢の変化に対応した新しいものの見方を常にする必要がある(小出, 1999a)。このことは、個人のレベルだけでなく、生涯学習社会における博物館などの活動においても同様である。

小出(1999b)は博物館における地球科学教育の現状分析を行い、博物館が今後目指すべき方向性について検討した。その結果として、博物館における新しい地球科学教育を展開するために、「新しい道具(ニューツール)の導入と新しい手法(ニューメソッド)の確立」、「新しい観点(ニューパースペクティブ)の導入と新しい体系(ニューデザイン)の構築」の2つのアプローチを示した。筆者らの研究グループでは、この2つのアプローチをキーワードにして、博物館における新しい地球科学普及法の開発を目指して活動している(小出ほか, 1999a; b)。

博物館の大きな特徴のひとつとして、利用者が資料に

接して各種の情報を取得できることがある。しかし、従来の資料に接する方法は、人間がもつ感覚のうち、視覚を中心に据えたものがほとんどである(小出ほか, 1999a; b; 山本, 1999)。視覚による観察では、「百聞は一見にしかず」、あるいは「一目瞭然」といわれるように、すばやく全体を把握することができ、認識できる。しかし、その素早さの反面、見落してしまう情報もある。視覚だけに頼らず、いわゆる「五感」の他の感覚である触覚、聴覚、味覚、嗅覚なども活用することにより、さらに資料についての情報を取得することができるはずである。また、従来とは異なる観点を導入することにより、新しい世界が開けると考えられる。このことを検証するためには、各種の感覚の障害を持ちながらも、それを補う別の感覚を生かして活動している障害者から学ぶことが最適である。鳥山(1999)は、視覚障害児の学習事例から、触れることにより新しい視点が生れ、思いがけない発見に出会うことの可能性を指摘している。障害者の研ぎ澄まされた集中力、優れた吸収力、豊かな想像力、高い体感度、常に新しい出会いに対する感動などに、学ぶべきことは多い(濱田, 1999)。

そこで筆者らは、視覚障害者が触覚により岩石の観察を行う場合、観察の過程と結果において健常者とのような違いが認められるかを検証するために実験を行った。この実験は、博物館における地球科学分野の新しい

平田大二 (Daiji Hirata)  
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  
hirata@pat-net.ne.jp  
小出良幸 (Yoshiyuki Koide)  
神奈川県立生命の星・地球博物館

表1. 感覚系と岩石の観察項目 (松田, 2000 に一部加筆)

感覚の種類	感覚器官部位	通常の適刺激	感覚の性質	岩石の観察項目
視覚	眼	光(可視光)	明暗(白黒)や、赤、青、黄、緑などの色	形、色、模様(組織・構造)
聴覚	耳	空気の粗密波(音波)	調音(純音、周期的複合音)や雑音などの音	音
皮膚感覚(表面感覚)	皮膚(指先、手のひらなど)	機械的刺激、温度刺激、侵害性刺激など	触・圧、擦、温・熱、冷、痛、痒など	外形、表面形状、温度
嗅覚	鼻腔の嗅粘膜	揮発性の物質	薬味、花、果実、樹脂、腐敗などの匂い	匂い
味覚	舌、一部の口腔内部位	溶解性の物質	甘、鹹(塩味)、酸、苦などの味	味
深部感覚(固有感覚)	骨格筋、腱、関節	筋・腱・関節に加わる機械的な刺激など	四肢の位置や運動の方向・速度、力(抵抗・重さ)、圧、痛など	重量

表2. 被験者

階層	視覚障害度	岩石についての学習度
小学6年生(4名)	全盲	まだ授業の中で石について学習していない。 河原や自宅の庭などで石に触った経験のある子もいる。
中学3年生(1名)	全盲	小学生時代に道端の石で遊んだ経験がある。 神奈川県立生命の星・地球博物館に見学に行ったことがある。
高校2年生(2名)	全盲	野外で石や地層の学習をしたことがある。 神奈川県立生命の星・地球博物館に見学に行ったことがある。
盲学校教員(1名)	中心暗点	岩石について一般常識的な知識はあるが、専門的な学習は受けていない。 今回の調査の目的、テストの内容を理解している。
社会人(1名)	全盲	針・指圧マッサージ師。自然に興味関心がある。 野外で岩石に触れた経験はある。
博物館ボランティア(5名)	晴眼	20代から50代の主婦。 岩石について一般常識的な知識はあるが、専門的な学習は受けていない。

普及法を開発するためのケース・スタディである。本稿ではこの実験内容と結果について報告する。

なお、本報告の一部は日本地学教育学会第53回全国大会ならびに日本地質学会第107年学術大会にて発表した(平田・小出, 1999; 2000)。

## 2. 感覚の種類と岩石の観察項目

人間の感覚の種類には、視覚、聴覚、皮膚感覚、嗅覚、味覚、深部感覚、内臓感覚、前庭機能などがある。これらの感覚は、体の各所にある感覚器官部位にそれぞれ感受されるエネルギー(適刺激)が感受されて認識される。触覚は皮膚感覚(表面感覚)に含まれる感覚の性質のひとつである。機械的エネルギーや熱エネルギーが皮膚で感受され、触覚、圧覚、痛覚、温覚、冷覚などの皮膚感覚を生む。触覚とは物が皮膚に触れたときに生起する一過性の感覚体験である。圧覚とは皮膚に圧力が継続的に

加えられているときに生起する一種の圧迫感覚である。これらはいずれも皮膚表面への機械的刺激により引き起こされ、混在して体験される感覚であるため、まとめて触覚と呼んだり、触・圧覚あるいは機械的感覚と呼ばれる。痛覚は生体の外部や内部からの侵害性の刺激によって生じる感覚である。温覚と冷覚は温度刺激により起こる感覚である。(松田, 2000)。

岩石の観察と感覚系との関係は表1のとおりである。従来、岩石の観察は当然のことながら視覚中心に行われてきた。しかし、他の感覚によっても認識されてきた項目もある。視覚による観察では、岩石の形、色、模様(組織や構造)を認識できる。聴覚では、岩石を叩いた場合に生じる衝撃音や破壊音を認識できる。皮膚感覚では、外形や表面の形状、温度を認識できる。嗅覚では匂い、味覚では味を認識できる。そして、筋や腱、関節などに加わる機械的な刺激を感受する深部感



図 1-1. 実験標本 A：花崗岩



図 1-2. 実験標本 B：玄武岩

ものである(図 1-1)。標本 B の玄武岩としたものは、富士山の玄武岩質溶岩である。黒色の地の中に、白色柱状の斜長石の結晶が点在するものである。溶岩に含まれていた揮発成分が抜けた穴が多数あいていて、多孔質となっている。標本の大きさは 10cm 大である。岩石をハンマーで割った面(割断面)と、岩石カッターで切断し研磨剤で磨いた面(研磨面)が現れているものである(図 1-2)。

覚では重量を認識できる。

### 3. 実験の内容

#### 3-1. 被験者

実験は、視覚障害者と健常者の協力をえて実施した。視覚障害をもつ被験者は、盲学校の小学生 4 名、中学生 1 名、高校生 2 名、教員 1 名と、社会人 1 名である。また、健常者は博物館のボランティアである。健常者は目隠し着用で実験を行った。被験者の階層、障害度、岩石についての学習度を表 2 に示す。

#### 3-2. 実験岩石標本

実験用の標本として、以下の火成岩 2 種を選択した。選択した理由は、色や組織・構造の違いが顕著で判別が簡単であること、身近に存在する岩石で多くの人が接した体験があること、などである。

標本 A の花崗岩としたものは、丹沢山地に産するトーナラル岩である。黒色の輝石と角閃石、白色の斜長石と無色透明の石英のほぼ同じ大きさの結晶が、モザイク状にいくんだ組織をしており、視覚的にはゴマ塩状にみえる岩石である。標本の大きさは 10cm 大である。標本の表面は、岩石をハンマーで割った面(割断面)と、岩石カッターで切断し研磨剤で磨いた面(研磨面)が現れている

た面(割断面)と、岩石カッターで切断し研磨剤で磨いた面(研磨面)が現れているものである(図 1-2)。

#### 3-3. 実験手順

被験者の手前にある机の上に、右手側に花崗岩(標本 A)、左手側に玄武岩(標本 B)をおく。

[質問 1] 花崗岩と玄武岩、それぞれの割断面を触った感触を表現してもらおう(図 2-1、2-2)。

[質問 2] 花崗岩と玄武岩について、割断面の感触の違いを表現してもらおう(図 2-3)。

[質問 3] 花崗岩と玄武岩、それぞれの研磨面の感触を表現してもらおう(図 2-4)。

[質問 4] 花崗岩と玄武岩を動かしたり、持ち上げたりしてみた感触を表現してもらおう(図 2-5)。

質問終了後に、それぞれの標本について説明するとともに被験者の感想を聞く。

### 4. 実験結果

各質問の結果は表 3 に示す。また、結果のまとめを以下に記す。

#### 4-1. 質問 1 割断面の感触について

被験者のほぼ全員が、標本の大きさや外形について表現した。表面の形状や質感については、階層を問わず花崗

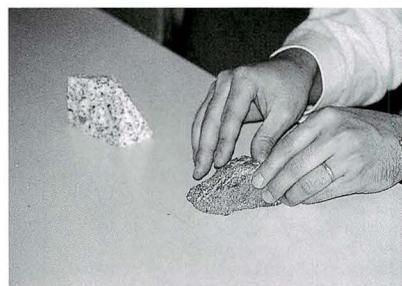
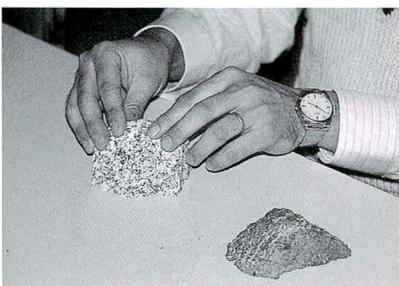


図 2-1 (上段左). 標本 A: 花崗岩の割断面を触っている様子。

図 2-2 (上段中). 標本 B: 玄武岩の割断面を触っている様子。

図 2-3 (上段右). 割断面の感触の違いを確かめている様子。

図 2-4 (下段左). 研磨面の感触を確かめている様子。

図 2-5 (下段中). 標本を持ち上げたときの感触を確かめている様子。

表 3. 実験結果の概要

被験者	質問 1 および 2 断面の感触と両者の違い		質問 3 研磨面の感触	質問 4 持ったときの感触
	標本A：花崗岩	標本B：玄武岩		
小学生 (視覚障害者)	ゴツゴツしている、ザラザラしている 尖っている あったかい ねちゃっとしている	四角い 上のほうが尖っている 花崗岩よりギザギザしている 痛い	花崗岩のほうがツルツル 花崗岩のほうが暖かい 玄武岩には穴があいている	花崗岩のほうが重たい
中学生 (視覚障害者)	格好の悪い四角い形 普通の石(砂利)より大きい ゴツゴツしているから何かあるように思える きめが細かい 全然穴があいていない 模様っぽいものがある	形は格好の悪い三角形 凹みがあり何個もの石がつながっている感じ ゴツゴツ、ガサガサしている きめが粗い 穴があいている 模様はよくわからない	花崗岩はツルツルで模様はわからない 花崗岩はガラスみたいで自然面とは別物のよう 玄武岩はガサガサしていて汚ない感じ 玄武岩はポコポコへこみがある 玄武岩の穴のつながりが文字ように感じる	花崗岩のほうが重たい 花崗岩のほうが冷たい
高校生 (視覚障害者)	ザラザラ、ゴツゴツしている 細かくザラザラして、大きな石を割ったよう 地面を掘ったときにでてきた感じ 重たそうな気がする	花崗岩に比べて大きくて、形が平たい 小さくてゴツゴツ 空洞があり、隕石のよう 博物館のアンモナイトが埋まっている石みたい	花崗岩のほうがツルツル 玄武岩は磨いた面もザラザラ	花崗岩のほうが重く感じる 花崗岩のほうが冷たい感じ 石の大きさをそろえたら玄武岩が軽いと思う
教師 (視覚障害者)	一つの大きな塊で、壊れにくい感じ 尖っている、硬い→硬いから尖っている 表面に細かいものが集まり硬く、凸凹がある 密度が大きくなった感じがする →じゃんけんのグーのイメージ きめ細かくてひんやりする→石の床面の感じ	わずかに痛みを感じるが、鋭さはない 壊れそうな脆さを感じる 溶けたという感じ→じゃんけんのパーのイメージ 穴に入った空気のせいか空気の暖かさを感じる	花崗岩は大変滑らかで、まるで墓石のよう 玄武岩は穴があるのでポツポツ、デコボコ 玄武岩は別なものが集まって凸凹がある感じ 花崗岩はヤスリでいうと細かくて高いもの 玄武岩はヤスリでいうと粗くて安いもの 花崗岩は床や壁のひんやりしたイメージ 玄武岩は空気の温かみを感じる	花崗岩は密度が大きく、しっかりしている 玄武岩はしっかりしてない感じ 花崗岩は叩くと高い音がするので硬い
社会人 (視覚障害者)	形がいびつである 男っぽい、たくましいイメージ	花崗岩よりゴツゴツ、硬い、角張っている 形からみると、川の上流の岩というイメージ 石がガサガサしている感じ 花崗岩よりたくましさ、野生的な魅力を感じる 穴が大小小様々で、その違いに興味を感じる 穴の様子から本当の自然の姿、個性を感じる	花崗岩は手触りがよく、優しい感じがする 花崗岩は上品、八方美人、建前で化粧した感じ 玄武岩の穴の大きさや形に興味を沸く 研磨面は特徴を捉えにくい。 研磨面は感触はよいが疑問は湧いてこない。 自然面のほうが見やすく、認識しやすい。	花崗岩のほうが重い 両方とも角が魅力的 それぞれの面の表面形状が気になる
健常者	形は三角形、角が鋭く尖っている 断面がすっきりしていて割れやすい気がする 表面はデコボコして粗く、肌触りはザラザラ きめ細かくて手に粉が付くような感じ 痛い感じ ひんやりする 指でたたくと鈍い音がする(玄武岩より鈍い) 匂いはない イメージは黒	石の形が平べったく、丸みを帯びた感じ 穴があいている 花崗岩より砕けやすく、やわらかい感じ 割れ口が鋭く手を切りそうな感じ 細かい凸凹はあるが、ゴツゴツ感はない 花崗岩よりザラザラして粒子が粗い 細かい粒が混ざっているのが良くわかる 花崗岩に比べてあったかい感じ 指でたたくと鈍い音がする 匂いはない なんとなく黒を連想する	花崗岩のほうがきめが細かい 花崗岩のほうが冷たい感じ 花崗岩は時間を完璧に磨き上げた感じ 花崗岩は平らで引っかかりがない 玄武岩には傷口があり、引っかかりがある 玄武岩はモソモソという感じが残る 玄武岩は穴があいているようで、凸凹がある	花崗岩のほうが重たい 花崗岩は密度が大きいような重さを感じる 玄武岩は軽くて粗い感じ たたいた音は両方とも同じ

岩、玄武岩ともに同様な表現となっている。ザラザラ感、凹凸感、きめの細かさなどが表現されたが、鉱物の組織や構造は表現されなかった。表面形状の鋭さによる痛みや、岩石表面の暖かさや冷たさなどが表現された。健常者のなかには、色を想像した被験者がいた。岩石の硬さを表現した被験者はわずかであった。高校生や社会人は、岩石が産出した場所を想像した表現があった。健常者のなかには、石を叩いて音を確かめる行為も見られた。

#### 4-2. 質問 2 切断面の感触の違いについて

階層にかかわらず、2種類の標本間の表面形状について違いが認識され、表現された。玄武岩の穴については、ほとんどの被験者が認識した。しかし、穴ではなく小さな塊が集合した中の隙間と感じた被験者もいた。中学生は、花崗岩の凹凸感から模様を感じ取っていた。教師は岩石表面の形状と質感から2種の岩石の違いを感じ取り、花崗岩はしまった感じがするのでジャンケンのゲーに、玄武岩は溶けだした感じがすることからパーに比喻した。社会人は人間の風貌や性質に例えた表現をしている。

#### 4-3. 質問 3 研磨面の感触について

視覚障害者と健常者、また階層にかかわらず、研磨面の特徴の違いについて、ほぼ同様な表現がされた。切断面とは大きく感触が異なることを表現する被験者もいた。温度感については、花崗岩は冷たい、玄武岩は暖かいという感触がほぼ共通している。研磨面が一様な形状なため、かえって岩石の特徴がとらえにくいという意見もあった。

#### 4-4. 質問 4 持ったときの感触について

被験者のいずれもが花崗岩のほうを重たく感じたが、大きさによる重さの比較ではなく、密度による感触が表現された。この場面で、あらためて粒度や温度の違いを感じた被験者もいた。なかには標本をたたいて音の違いを確認する被験者もあった(図3)。

## 5. 考察

以上の実験結果をもとに、視覚に頼らない触覚を中心とした岩石の観察について考察する。

### 5-1. 表現する言葉

触ることによって感じたことを表現する言葉は、階層により異なった。小学生の表現の少なさは、まだ表現する言葉の持ち合わせが少ないこと、岩石についての学習



図3. 標本を持ち上げ、叩いて確かめている様子

経験や知識の少なさが反映されていると考えられる。中・高校生になると自分の経験を通して岩石を認識し、触感を表現できるようになる。実験終了後の解説を聞き、自分の記憶と重ね合わせて納得していた。いろいろな学習経験や知識が増えれば、表現する言葉も豊かになるであろう。ただし、表現の差異については、被験者個々の個性による場合も考えられる。教師の場合は、障害を持つ前の経験や教師という職業によるためか、ジャンケンに例えたりヤスリに例えたり多様な表現がされた。社会人は、岩石の触感を人間の風貌や性格に例えた感性的な表現をしている。さらに、触感だけでなく岩石の由来を推測したり、広く自然全体まで思いをはせている。このような感性に訴えた言い方や、モノの環境までを推測するような表現は、視覚障害者の特徴と考えられる。それに対して健常者は、視覚的な表現が多い。これは、健常者が視覚による観察の経験をもとに表現していると考えられる。なお健常者からは、サメ肌など実際には経験した事がないものを比喻として使ってしまうなど、触感を表現することの難しさが指摘された。

### 5-2. モノの識別

手探りでモノを識別しようとする動作は、自分で手を動かして触る「能動的触」を含めて「触的探索」と呼ばれる(松田, 2000)。触的探索における手の動きは、識別に必要な表面の粗密、温度、硬さ、重さ、大きさ、形などの情報を必要に応じて認識するように、規則的な系列でおきるという(Lederman and Kratzky, 1987; 1990)。

今回、岩石の切断面の観察でも、被験者の障害度や階層にかかわらず、2種類の岩石標本について、それぞれの形態、表面形状、温度感、重量感についてほぼ同様な認識がされ、2種の岩石の違いが識別された。触ることによってわかることは、形や大きさよりも、モノの表面の様子や、モノの柔らかさ、質感の印象に強い特色がある(鳥山, 1999)と言われるが、今回の場合は岩石の大きさや形状が先に意識されていた。これは、観察対象の大きさによって対応の違いが生じるのであろう。手のひらに収まる大きさのものは、まず形状が気になるようである。視覚障害者は、鉱物の組織や模様まで認識できるのではないかと予測したが、結果においては認識できなかった。これは、微細なものの認識が困難ということもあるが、岩石についての知識や経験の不足が理由と考えられる。知識と経験の蓄積があれば、微細な組織や構造も認識可能となるであろう。

視覚障害者も健常者も研磨面の感触については、ほとんど同じような表現をしている。また、温度感についてもほぼ同じである。研磨面の微妙な差異について、視覚障害者は認識できるのではないかと予測していたが、実際には困難な様子であった。これは、被験者の指摘のとおり、研磨面の一様な状態の特徴が掴みづらく、情報を得るのが難しいのであろう。岩石の特徴が現れている切断面が認識しやすいこと、自然の風化面や研磨面とは明らかに感触が違うであろうことが指摘された。岩石の特徴が良く現れていれば、好奇心がわき、疑問がわいてくるであろう。通常、触感を表現する場合ザラザラ、ポツポツ、ゴツゴツなど定性的な表現がされる場合が多い。

数値をとまなう定量的な表現にできれば、識別を行う場合に便利になるであろう。

持ち上げたときの感触については、標本の大きさによる重さの違いを指摘すると思われたが、密度の違いによる重さの違いを指摘した。重量については、深部感覚によって本質的な重さを感じ取れるのかもしれない。手のひらに持つことにより、あらためて表面の形状や温度の違いを認識した被験者もいた。指先とは感覚の種類が異なることによるものである。

色や音、痛み、匂いによる認識や岩石の産状についての想像などは予測していなかった。視覚に頼らない分、他の感覚を使おうとしたり、想像力を膨らませたりしようとする行為に及ぶのであろう。生井(1999)は、いん石の匂いが、その起源や地球への衝突場面を想像させることに重要な役割を果たしたことをあげ、触覚だけでなく他の感覚をあわせた観察の重要性をあげている。

### 5-3. 観察の過程とその応用

視覚障害者の触覚による観察は、指先や手のひらを使って部分をさわって、それが全体のどの部分であるかを確認することを繰り返しながら、頭の中に全体像を作り上げていくという複雑な過程である(青松, 1999)。部分から全体像の認識という作業は時間と労力がかかるが、ひとつひとつの情報をゆっくり確認しながら進めることができるという特性がある(鳥山, 1999)。

この作業過程は、地球科学の普及法を考える上で大きなヒントとなる。触ることによってモノを認識し、部分の認識から全体像を作り上げていく作業は、部分の認識からそれができたときの様子、できてから現在にいたるまでの様子を推測する地球科学の思考スタイルに近いものがある。触覚による観察手法は、モノの全体像を構築していくことに有効な手立てであろう。視覚による観察に比べ、情報を読み取ろうとする集中力と吸収力が発達し、資料の本質的な性質を読み取ることができるかもしれない。

## 6. まとめ

- ア. 触覚を中心にした岩石の観察では、視覚障害者も健常者も、岩石の全体の形状、表面の形状、重量感、温度感など大差なく識別できる。しかし、表現において、視覚障害者は感性に訴えた表現がみられるのに対し、健常者の視覚経験による表現にとどまる傾向がある。
- イ. 各階層の表現の違いは、学習や経験による知識習得度の差もある。小学生は、触覚による体験を表現する言葉が少ない。中・高生になるとやや多くなり、教師や健常者は表現する言葉が多くなる。多種多様な学習経験や知識の習得により、触覚による表現がより豊かになるのであろう。
- ウ. 触覚による岩石の特徴を表現する言葉は、ゴツゴツやザラザラなど定性的なものが多い。これを数値が伴う定量的な用語で、普遍的に表現できれば、岩石の識別に活用でき新しい普及法に利用できるであろう。
- エ. 視覚障害者が視覚以外の感覚を使ってモノを観察する過程は、複雑な作業であり時間と労力がかかる。しかし、ひとつひとつの情報をゆっくり確認しながら進める

ことができるという特性もある。この特性は、地球科学の事象を理解するうえで有効な方法と考えられる。

## 謝辞

本研究を進めるにあたっては、神奈川県立生命の星・地球博物館総合研究「博物館での新しい地学教育」研究費および日本学術振興会科学研究費補助金(課題番号: 10480032、研究代表者: 小出良幸、課題番号: 11480044 研究代表者: 平田大二)の一部を使用した。神奈川県立平塚盲学校の生徒さんと鈴木卓也教諭、佐藤良幸さん、都筑鳩枝さん、福田恭子さん、石川敦子さん、古屋潔子さん、小林真由美さんには被験者になっていただいた。また、EPACSのメンバーである石井政道さん、五島政一さん、佐藤武宏さん、鈴木美紗緒さん、杉之間伸男さん、田口公則さん、長山高子さん、新井田秀一さん、広谷浩子さん、山崎丞さん、山下浩之さんには貴重なご意見をいただいた。以上の機関ならびに方々に、この場を借りてお礼申し上げる。

## 引用文献

- 青松敏明, 1999. 誰でも楽しめるユニバーサルな博物館～視覚障害者の立場から. ユニバーサル・ミュージアムをめざしてー視覚障害者と博物館ー. 生命の星・地球博物館三周年記念論集, pp.55-63. 神奈川県立生命の星・地球博物館, 小田原.
- 濱田隆士, 1999. 博物館五感論. ユニバーサル・ミュージアムをめざしてー視覚障害者と博物館ー. 生命の星・地球博物館三周年記念論集, pp.7-14. 神奈川県立生命の星・地球博物館, 小田原.
- 平田大二・小出良幸, 1999. 触覚による岩石識別の可能性. 日本地学教育学会第53回全国大会講演要旨, pp.58-59, 広島大学, 広島.
- 平田大二・小出良幸, 2000. 触覚による岩石の観察ー博物館における新しい地球科学普及法の開発ー. 日本地質学会第107年学術大会講演要旨, p.200, 鳥根大学, 松江.
- 小出良幸, 1999a. 地球科学と教育を取り巻く現状分析ー博物館の新しい地球科学教育を目指して1ー. 地学教育, 52(4):127-147.
- 小出良幸, 1999b. 博物館の現状分析とその目標ー博物館の新しい地球科学教育を目指して2ー. 地学教育, 52(5):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. 博物館での新しい取り組みー博物館の新しい地球科学教育を目指して3ー. 地学教育, 52(6):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. 地球科学の新しい教育法試案ー博物館における新しい地球科学教育の刷新へのケーススタディーー. 神奈川県立博物館研究報告(自然), (28):29-55, 神奈川県立生命の星・地球博物館.
- Lederman, S. J., and R. L. Klatzky, 1987. Hand movement: A window into haptic object recognition. *Cognitive Psychology*, 19, 342-348.
- Lederman, S. J., and R. L. Klatzky, 1990. Haptic classification of common objects: Knowledge-driven exploration. *Cognitive Psychology*, 22, 421-459.
- 松田隆夫, 2000. 知覚心理学の基礎. 294pp, 培風館, 東京.
- 生井良一, 1999. 生命の星・地球博物館を利用した視覚障害者の感想と要望. ユニバーサル・ミュージアムをめざしてー視覚障害者と博物館ー. 生命の星・地球博物館三周年記念論集, pp.47-54, 神奈川県立生命の星・地球博物館, 小田原.
- 鳥山由子, 1999. 触ることの意義と触るための教育. ユニバーサル・ミュージアムをめざしてー視覚障害者と博物館ー. 生命の星・地球博物館三周年記念論集, pp.73-81, 神奈川県立生命の星・地球博物館, 小田原.

山本哲也, 1999. 博物館のより良きバリアフリー施策を目指して.  
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—生命の星・地球博物館三周年記念論集, pp.65-72, 神奈川県立生命の星・地球博物館, 小田原.

## 摘 要

平田大二・小出良幸, 2001. 視覚障害者と健常者による触覚を用いた岩石の観察. 神奈川県立博物館研究報告(自然科学), (30): 33-39. (D. Hirata & Y. Koide, 2001. Observation on Rocks Using Touch Sensation by the Visually Impaired and the Ordinary Persons. *Bull. Kanagawa prefect. Mus. (Nat. Sci.)*, (30): 33-39.)

博物館における新しい地球科学普及法を開発するためには、新しい観点の導入と新しい体系の確立が必要である。新しい観点の導入のケーススタディとして、触覚による岩石の観察実験をおこなった。触覚による岩石の観察では、視覚障害者も健常者も階層にかかわらず、形、表面形状、質感、重量感、温度感などが認識された。しかし、表現方法において、視覚障害者は完成に訴えた表現が、健常者は視覚経験に基づいた具象的な表現が特徴である。視覚障害者による部分の認識から全体像の把握を行うという触覚による観察過程は、博物館における地球科学の普及法を開発する上で有効と考えられる。

(受付：2000年12月7日；受理2001年2月8日.)

# アンモナイトを利用した化石の触覚実験とその地球科学教育学的意義

## A Test of Touch Sensation Using Ammonite Fossils and Its Implication in Earth Science Education

山下浩之・田口公則・小出良幸

Hiroyuki YAMASHITA, Kiminori TAGUCHI & Yoshiyuki KOIDE

**Abstract.** We investigated the sense of touch for ordinary persons and visually impaired ones using four specimens of ammonite fossils. Two kinds of tests were carried out to describe differences among specimens and to classify them.

There was no distinct difference in the touch sensation between the ordinary and the visually impaired persons. However, the ways of touching were different between them. The visually impaired persons often tried to strike the fossils by fingers or put one upon another to compare their sizes.

Most of the subjects classified the specimens by size and weight. They could classify the specimens by form under the concept of biological species, and recognized the difference between ammonites and gastropods. We found out the importance of touch method for the purpose of recognition of three dimensional shape.

**Key words:** touch sensation, earth science education, fossil, new perspective, recognition of shape

### I.はじめに

平成14年度から小・中学校において、「総合的な学習の時間」が新設される。既に平成13年度から移行措置を行っており、これに伴い博物館の利用が増えつつある。教育施設としての博物館のニーズは、今後ますます高まると考えられる。

博物館が社会的に求められる中で、神奈川県立生命の星・地球博物館では、学芸員の有志により、「いつでも、どこでも、だれでも、いくらでも」利用できる博物館を目指したプロジェクトを行なっている（小出ほか、1998）。さらにこの活動は、博物館の学芸員のみならず、教員やプロバイダーもメンバーに含めたプロジェクトに発展している。それは、「いつでも、どこでも、だれでも、いくらでも」のスローガンを達成するための、今までにない普及方法（ニューツールと呼ぶ）、今までにな

い普及活動の実践方法（ニューメソッドと呼ぶ）、視覚以外の感覚を利用した新しい観点（ニューパースペクティブと呼ぶ）を開発するためである（小出ほか、1999a, b）。ニューパースペクティブについては、触覚、聴覚、味覚、嗅覚で地球科学的な材料を認識あるいは識別する実験を行なっている段階である。

著者らは、ニューパースペクティブの開発のため、触覚に注目し、健常者と視覚障害者に化石の実物標本を触らせ、触り方の観察や聞き取り調査を行なった。本論では、その結果について論じる。

### II.触覚実験の目的

通常、モノは、まず視覚で全体的な形態を観察し、その後細部を観察することにより識別される。そして、必要に応じて、モノを手に取り、触感や質感を確認する。器官別にもう少し細かく見ると、視覚では、色、形（形態）、模様（表面情報）などが観察される。さらに、必要に応じて、叩いたときや割ったときの音（聴覚）、モノの持つ匂い（嗅覚）、モノの持つ味（味覚）、そして表面形状や表面温度、質感、形（形態）、重さ（触覚）などの情報を得る。しかし、視覚障害者は、視覚を使わずにモノの識別を行なう。このことは、視覚以外の感覚で、モノの識別ができることを意味する。

山下浩之 (Hiroyuki Yamashita)  
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  
yama@pat-net.ne.jp  
田口公則 (Kiminori Taguchi)  
神奈川県立生命の星・地球博物館  
小出良幸 (Yoshiyuki Koide)  
神奈川県立生命の星・地球博物館

視覚を使わずに、触覚、聴覚、味覚、嗅覚でモノを認識することが可能ならば、その認識方法を整理することで、新しいモノの観察方法が開発できるはずである。また、視覚以外の感覚のほうがモノを認識するのに優位な点も発見できるはずである。この新しいモノの観察方法や視覚以外の感覚のほうがモノを認識するのに優位な点こそが、ニューパースペクティブに相当する。

ニューパースペクティブの開発・発見は、それだけでも意味のあるものである。ニューパースペクティブと視覚をあわせてモノを観察すれば、よりモノに対する理解が深まるはずである。また、展示や講座等の普及活動を行なう情報発信側の学芸員の立場からすれば、ニューパースペクティブを考慮することで、より効果的なモノの認識が期待できる。これは、近年の博物館にハンズ・オン型の展示が増えている例からも明らかである。

### III. 触察実験の方法

#### 1. 実験材料の選定

触察実験の材料には、アンモナイトを使用した。アンモナイトを材料に選んだ理由は、形態がはっきりしており、種の分類には、表面形状や形（形態）が基準となるからである。同定の基準となる表面形状や形（形態）は、触察により十分に認識できる。また、知名度が高いことも理由である。

触察実験の報告例は、触図形による形態認識試験の報告 (Kwok, 1999) などがあるだけである。天然物を材料にした触察実験は少ない。岩石を材料にした実験の報告には、平田・小出 (2000) がある。形態のはっきりした化石を材料に触察実験を行なうことは、重要な報告例となる。

実験材料には、4種類のアンモナイトを用意した。その理由は、健常者と視覚障害者で触察に違いがあらわれることを調査するためである。健常者は、触覚による識

別が不慣れで、細部の違いがわからず、似た個体を区別できないことが予測される。一方、視覚障害者は、触察に慣れており、似た個体の違いが区別できると予測される。また、実物とそのレプリカを使用することによって、健常者と視覚障害者がどのように認識するかを調べることができる。さらに、レプリカを展示物として利用した時の効果も考える材料にできると考えられる。また、全くの相似形であることが、触察で識別できるかどうかとも検討できるはずである。以上の条件を満たすため、大きさの異なる同種（あるいは同属）の2個体と、形の似た別種（あるいは別属）の1個体、およびレプリカを用意した。

#### 2. 実験材料の特徴

触察実験の材料に用いたアンモナイトは、大型アンモナイト (*Stephanoceras* sp. 1) (以後大型個体と呼ぶ)、小型アンモナイト (*Stephanoceras* sp. 2) (小型個体)、別属のアンモナイト (*Macrocephalites* sp.) (別属個体)、大型個体 (*Stephanoceras* sp. 1) のレプリカの計4個体である (図1)。

大型個体と比較したときの、各個体の相対的な特徴を示す。

小型個体は、大型個体とほぼ相似形である。しかし、小さいために軽く感じる。また、内側から外側にかけての螺環の勾配がきつい (図1の断面の太い線参照)。大型個体と属 (*Stephanoceras*) は同じであるが、別種である。

別属個体は、巻きがきつく、巻数が少なく、重い。直径に比して螺環の幅が広い。

レプリカは、材質が石膏のために軽い。大型個体とは大きさ、形態などまったく同じである。

すべての標本において、巻の方向に対して垂直方向に発達する凹凸、すなわち肋がはっきりしているのが特徴である。大型個体の裏側は、未クリーニング状態のた

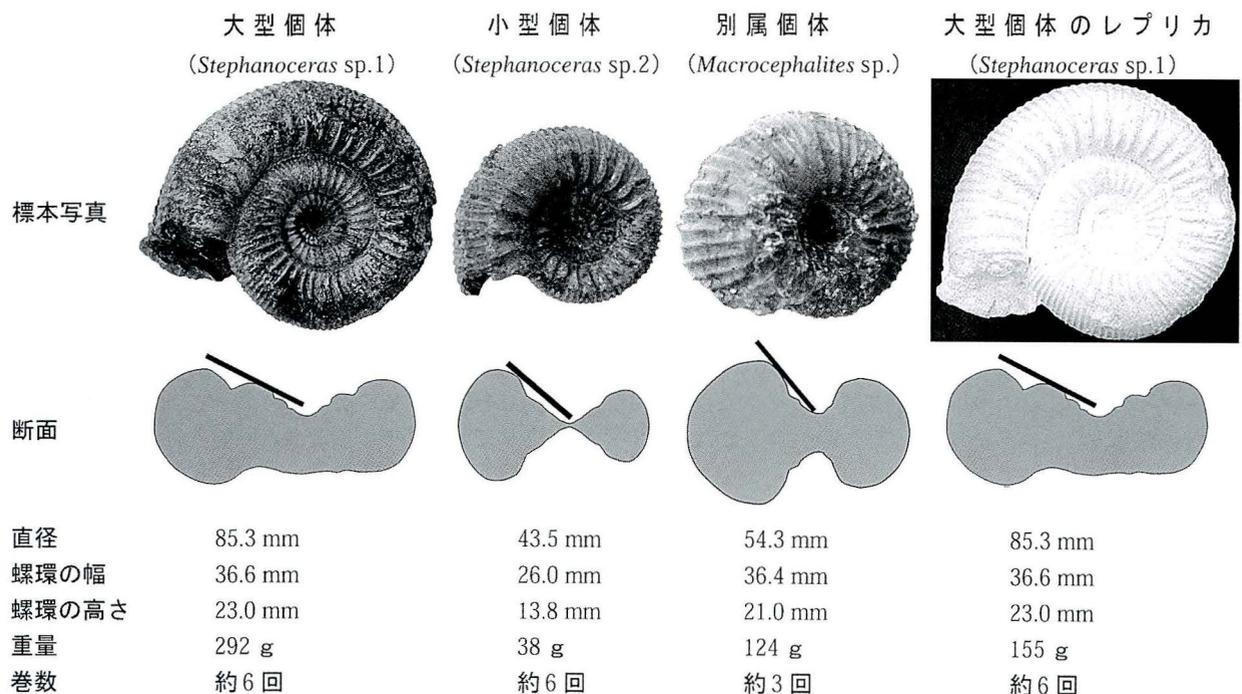


図1. 触察実験に用いたアンモナイト。断面図の太い線は、中心から螺環への勾配を示している。

め、母岩（石）が付着している。レプリカの裏面も、当然ふさがった状態にある。

### 3. 触察実験の対象

触察実験は、先入観や知識をあまり持たない、健常者と視覚障害者を対象に行なった。非専門家による触察実験は、専門家が見落としていた、化石を識別する新しい観点を発見する可能性がある。

健常者の見方は、視覚情報から構築されているため、視覚障害者が触れるときの見方こそが、ニューパースペクティブにつながると考えられる。鳥山（1999）は、視覚障害者と一緒に自然観察をすると、思いがけない発見にわくわくすると記している。

視覚障害者は、触覚による識別が発達しており、より細部まで確実に触りわけることが予測される。その触り方も注目すべきである。健常者による触察は、一度は目にしたことがあるアンモナイトを、触覚だけでどのように識別するか視覚障害者と比較するために必要である。

今回の実験の被験者数は20名であった。ニューパースペクティブを開発・発見するには適当な数であると判断した。たとえ数人であっても、被験者からニューパースペクティブを開発・発見すれば、この実験は有効なものとなるからである。

### 4. 触察実験の手順

触察実験は、各アンモナイトを触った感想と大型個体との相違点を聞き取る実験（触感実験と呼ぶ）、および、それぞれの個体を分類する実験（分類実験と呼ぶ）の2つを行なった。

各実験の手順は以下の通りである。

#### 触感実験

1. 被験者は、目隠しをする。（視覚障害者はしない）
2. 大型個体を触らせ感想を聞く。感想を聞いた後でアンモナイトであることを教える。
3. 小型個体を触らせ感想を聞く。感想を聞いた後に大型個体との相違点を尋ねる。
4. 別属個体、レプリカについても同様に質問する。

#### 分類実験（触感実験から引き続き）

1. 触覚をもとに自由な基準で4個体を分類してもらう。分類の根拠も尋ねる。
2. アンモナイトには生物種としての分類方法が適応されることを説明し、“生物種”という概念で分類してもらう。分類の根拠も尋ねる。

3. 健常者は目隠しを外し、視覚で分類してもらう。

触察実験の様子を図2に示す。実験結果は、個々のアンモナイトを触った時の感想および大型個体を基準に触り比べた時の感想（表1）と、分類実験の結果（図3）を分けて示した。

## IV. 実験結果

### 1. 触感実験の結果

大型個体の触察では、ほとんどの被験者が、巻数が約5回であることや、中央に向かってへこんでいること、肋の形などを理解した。また、現生の生物ではなく、岩石であることも識別している。これらはすべて、アンモナイト化石の特徴である。大部分の被験者が触察だけでアンモナイトの特徴をとらえた。アンモナイトの特徴とは異なるが、形状に巻貝と答えた被験者が20人中8人いた。「これが何か」という問いに対しては、健常者の9人中7人までがアンモナイトであると答えた。視覚障害者では、11人中10人がアンモナイトであると答えた。

小型個体を触った時の感想・相違点は、健常者および視覚障害者とも、「小さくて軽い」という意見がもっとも多かった。ほとんどの被験者が、「渦巻き状ですじがある」（肋がある）、「形はそっくりだが小さくて軽い」、「大型個体よりも、中央に向かって薄くなる傾向が大きい」ことを感想にあげている。視覚障害者の感想で特筆すべきものは、殻口（巻きの終わり）の形や触感の違いが異なること、兩個体を比較した場合にほぼ相似形で、その比率は4:1くらいである」などがあつた。健常者にも、中心部の厚みが数ミリまで薄くなっているところまで気が付いた被験者がいた。また、相違点の中に、“右巻き”と“左巻き”という意見もあつた。

別属個体を触った時の感想・相違点は、健常者および視覚障害者とも、「巻き数が少ない」、あるいは「巻いていることがわからない」、「巻いてない」、「重い」、「大きさの割に重く、ずっしりとしている」、「すじ（肋）が少ない」、あるいは「すじがわかりにくい」、「極端に外側が太い（厚みがある）」、「内側が薄いため急激に中心に向かってくぼむ」などであつた。触察では、健常者と視覚障害者とも差が見られなかった。健常者では、別種個体を、石ころと認識した被験者がいた。視覚障害者では、螺環の断面が大型個体よりもより湾曲していることまで認識した被験者がいた。

レプリカを触った時の感想・相違点は、健常者および視覚障害者とも渦巻き状ですじ（肋）があることを確認



図2. 触察実験の様子。左：聞き取り調査風景；中央：小型個体を触察しているところ；右：仲間分けを行なうところ。

表1 アンモナイトを触った時の感想および大型個体を基準に触り比べた時の感想

	健常者だけの結果	共通の結果	視覚障害者だけの結果
大型個体を触って感じたこと	岩石みたい	アンモナイト 健常者(7/9人)、障害者(10/11人) 巻貝みたい 健常者(2/9人)、障害者(6/11人) 渦巻き状で中央がくぼんでいる 巻きと垂直方向に肋がある	
小型個体を触って感じたこと 大型個体と比較した相違点	小さい割に厚みがある	渦巻き状で肋がある 大型個体と形は似ているが 小さくて軽い 中央が急激に薄くなっている	殻口がわかりやすい 螺環の断面の形が異なる
別属個体を触って感じたこと 大型個体と比較した相違点	石ころのよう	巻きが少ない。わかりにくい 渦巻き状で急激に真中がくぼむ 重い。ずっしりとしている 肋がない(少ない)、おおまか 殻口の手触りが違う 厚みがあるり、特に外側が太い	別属個体は螺環の断面がより湾曲している
レプリカを触って感じたこと 大型個体と比較した相違点		形(大きさ)が似ている(同じ)が軽い 渦巻き状で肋がある 手触りが異なる	たたくと音が違う

パターン	凡例				最初の分類 健 視 計	種で分類 健 視 計	視覚で分類 健 計	分類根拠
	 1 = 大型個体	 2 = 小型個体	 3 = 別種個体	 4 = レプリカ				
A					3 4 7	0 0 0	0 0	重さで区別
B					3 2 5	2 3 5	2 2	大きさで区別
C					1 2 3	0 3 3	1 1	形と大きさで区別
D					1 1 2	0 1 1	0 0	大まかに大きさ
E					1 0 1	0 0 0	6 6	形と材質で区別
F					0 1 1	0 0 0	0 0	大きさと材質で区別
G					0 1 1	2 1 3	3 3	形と材質(形>材質)
H					0 0 0	1 0 1	1 1	材質のみで区別
I					0 0 0	0 2 2	0 0	重さと材質で区別
J					0 0 0	0 0 0	1 1	形で区別
				計	9 11 20	5 10 15	14 14	

図3. 分類実験の結果. 健: 健常者; 視: 視覚障害者. 視覚で分類は, 複数解答を含む.

のうえ、「大きさを含めた形がそっくり」、あるいは「同じである」、「軽く手触りは異なる」などをあげている。大半の被験者が、「大きさを含めた形がそっくり、あるいは同じである」と答えながらも、レプリカであることは気付かなかった。視覚障害者は、大型個体との比較の際、両者を叩き、その音を比較している。その音に違いがあることは気付いたものの、「どちらがどうか？」という問いに対しては答えがなかった。また、両個体を重ね合わせて、大きさも比較していた。

## 2. 分類実験の結果

分類実験の結果を図3に示す。触感をもとに直感的に分類をした結果が、図3の「最初の分類」にあたる。

もっとも多かったのは、大型個体と別属個体、小型個体とレプリカに分類するパターンAであった。この分類の判断基準は、重さであった。次いで多かったのが、大型個体とレプリカ、小型個体と別属個体に分類するパターンBであった。この分類の判断基準は、大きさであった。いずれも形は基準とならなかった。触感実験では、各標本の形態の違いを的確に答えていたのに対し、分類を行なうとそれが反映されなかった。

生物種を意識した分類では、全員が大型個体と別属個体が別種であることを認識した。大型個体とレプリカ、小型個体と別属個体に分類するパターンBの例が最も多く、次いで、大型個体とレプリカ、小型個体、別属個体の3つに分類するパターンC、大型個体と小型個体とレプリカ、別属個体に分類するパターンGとなった。

パターンBが最も多いのは、「最初の分類」と変わらないが、分類の基準に大きさに加え、形の類似性という理由も加わっている。それ以外の例でも、大型個体と別属個体が別種であることが認識されている。注目すべきは、大型個体とレプリカ、小型個体、別属個体の3つに分類するパターンCで、これは視覚障害者だけが行なった分類である。

健常者の視覚による分類では、大型個体と小型個体、別属個体、レプリカの3つに分類するパターンEが多く見られた。これは、色、形態、材質などの違いが分類基準となった。次いで多かったのが、大型個体と小型個体とレプリカ、別属個体に分類するパターンGで、形態のみが反映された結果となった。

## V. 考察

### 1. 化石の触察について

被験者には、健常者および視覚障害者とも中学生から主婦、社会人まで様々な階層が含まれていたが、階層による触察の差は見られなかった。表現方法は、岩石による触察実験(平田・小出, 2000)などと比べ、はるかに具体的、明確な表現がされている。岩石の場合、表現の方法が難しく、非常に抽象的な表現になっている。アンモナイトの場合は、肋のことを「ギザギザ」や「縞模様」と答え、巻のことを「かたつむり」や「巻貝」と表現していることから伺える。

経験による解答の違いは見られた。最初の触察でいきなり「アンモナイトみたい」と答えるケースがあった。

逆に、「岩石」、「渦巻いている」、「巻きの方向と垂直に縞がある(肋)」、「化石(または貝)」などと答えてから、「アンモナイト」にたどり着く答えもあった。これは、まず化石を触ったときに、「岩石」という材質を認識し、次いで「渦巻いている」という形態を認識、さらに、「巻きの方向と垂直に縞がある(肋)」という細かな形態を認識する。そして、そこから「化石」である(場合によっては巻貝)と判断し、最終的にアンモナイトであると考えられる。いきなり「アンモナイト」と答えた場合も、認識の過程は同じであるが、最終的な返答だけをしており、途中のプロセスを省略しただけと思われる。

当初、健常者と視覚障害者では、触察に違いが表れることを予測した。健常者は、大型個体と小型個体が同じ種類であることはわかるが、触覚による識別が不慣れで、細部の違いがわからず、別属個体を区別できないと予測される。一方、視覚障害者は、触察に慣れており、大型個体と別属個体の違いが区別でき、大型個体と小型個体も別属に分類してしまう可能性があるとして予測されることである。しかし、著者らの予想に反して、触感実験では健常者と視覚障害者との間に差が見られなかった。

著者らの予想以上に、健常者の触覚の能力は高かったためである。大型個体の触察では、現生の生物ではなく、石(化石)であることを識別している。また、肋の有無、肋の間隔や溝の深さなども的確に答えて、大多数の被験者が触察だけでアンモナイトの形態や表面形状などを認識した。

大型個体の巻数は、図1で示した通り約6回である。健常者による触察実験では、約5回と肉眼で判断するのと同じくらいの解答を得ている。小型個体に関しても、小さいために、細部が判断できなくなっているが、螺環から中心への勾配が、大型個体よりも急になっている点などを的確に答えている。表面の状態についても、材質の状態を判断し的確に答えを出している。

健常者と視覚障害者では、触感実験において違いが表れなかったが、触り方に関しては違いが見られた。視覚障害者は、化石を触る際に、叩いたり、重ね合わせたりした。このような触り方は、視覚障害者が経験もしくは訓練によって得られたものであり、視覚障害者を被験者にすれば必然的に得られた成果とも考えられる。また、これは新しいモノの見方の開発にもつながる。

### 2. 触察による分類について

図3に分類の基準となったものをまとめた。図3の分類基準をもとにさらに、被験者が何を基準に分類したのかをまとめたものが図4である。

予測では、「最初の分類」で、生物種による分類が行なわれることが期待された。しかし、健常者および視覚障害者とも、大きさや重さなど、形態と全く関係ない基準で分類を行なった。これは、被験者の分類の基準に生物の種という概念が無かったためと考えられる。それを確認するために、生物種を基準とした分類実験も行なった。

「最初の分類」では、生物種以外の基準で分類されたことが興味深い。「最初の分類」では重さや大きさが、優位な分類の基準となっている。パターンAでは、大型個体

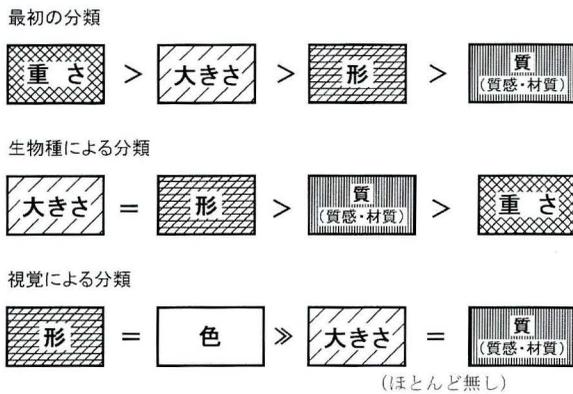


図4. 仲間分けの基準となったもの。図3から、仲間分け、生物種による分類、視覚による分類ごとに、仲間分けの基準をまとめた。

と別属個体を同じ仲間分類しているが、その根拠は両者とも比重が大きく、重く感じたためである。次に多かったパターンBは、大型個体とレプリカがともに大きかったためである。化石の材質についても、触察ではかなり細かな表現をしていたものの、分類には全く反映されていない。触察により形態を意識している視覚障害者ですら、分類基準が重さと大きさが優位にはたらく要因となった。重さや大きさは、形態よりも触覚により得られる情報として印象が大きいということを反映している。形態を重視する化石のような標本を触察させる場合は、重さや大きさととらわれない触らせ方をする必要がある。

生物種に基づいた分類では、大型個体と小型個体、別属個体、レプリカの3つに分類するパターンEや、大型個体と小型個体とレプリカ、別属個体の2つに分類するパターンG、あるいは大型個体とレプリカ、小型個体、別属個体の3つに分類するパターンCのどれかになるはずである。

実際に、アンモナイトは生物であり、生物種としての分類方法が適用されることを説明して分類をすると、「最初の分類」と比較して、大型個体とレプリカを同じにする、パターンCとパターンGが多くなった。生物種を理解すると、重さが分類基準から外される。その結果、重さを基準にしていた大型個体と別属個体とが、別々に分類され、「最初の分類」では最も多かったパターンAがなくなった。

健常者と視覚障害者をあわせて最も多かったパターンBは、大きさと形態を理由に、大型個体とレプリカが同じであることを判断している。しかし、小型個体と別属個体が同じ分類パターンになった理由は、両者を形態による触察では識別できなかったこと、あるいは両者が比較的小さいことからである。

生物種による分類で注目すべきは、パターンCとパターンIである。

パターンCは、視覚障害者にのみ見られた。パターンCでは、各個体を識別する際に、螺環から中心への勾配の違いを分類基準にしたケースがあった。この結果は、視覚障害者は、触察に慣れており、触覚が発達しているために、大型個体と別属個体の違いが区別でき、大型個

体と小型個体も別属に分類してしまうという、標本を選出した時の著者らの予測通りになった。

パターンIは、視覚障害者が生物種で分類した時にだけ見られた。この分類の根拠は、重さと材質のほかに、大型個体と別属個体の肋が似ていることであった。各部の情報を確認しながら全体像を組み立てる、視覚障害者ならではの、視覚上ではなかなか意識できない小さな凹凸を読みとる触角の特性を発揮したと考えられる。生物種による分類とは一致しないが、触覚により肋を観察する方法は有効である。

このように、視覚障害者の中には、詳細な形態に基づいた分類が見られた。視覚のみの観察では、三次元的な構造はなかなか理解しづらい。立体感を考慮しながら行なう分類方法は、化石のように形態で分類されるものにとっては非常に重要である。化石の観察では、触覚による三次元的な観察をすることが有効であることがわかった。

健常者における視覚による分類では、圧倒的に大型個体と小型個体、別属個体、レプリカを区分するパターンEが多くなる。この分類の根拠は、まず、色が異なるレプリカを別属とし、その後、形態で大型個体と小型個体、別属個体に分類したことによる。色は、視覚による印象がもっとも強く、優位な分類の基準となっていたのであろう。

### 3. 触察の意義

今回の被験者は、化石に関する知識はあまり持っていなかった。しかし、20人中の17人がアンモナイトを知っており、最初の触察でアンモナイトと解答している。アンモナイトと答えなかった被験者に対して、最初の触察の後、アンモナイトであることを告げると、アンモナイトを知らない被験者は一人もいなかった。被験者との実験後の雑談でアンモナイトを知る理由を尋ねたところ、学校教育や図鑑、博物館でアンモナイトを見たためであった。

アンモナイトを知りながらも、最初の触察で、形状が巻貝と答えた被験者が20人中8人もいた。アンモナイトも巻貝も、巻いていることは似ているが、アンモナイトは平巻きに、巻貝は螺旋に巻く点で基本的に異なる。図鑑や見るだけの展示では、アンモナイトが平巻きに巻いていることに気付かないのである。今回の触察で、アンモナイトの中央部がくぼんでいることや立体感を、触覚により初めて（あるいは改めて）認識したケースがかなりあった。触らないよりは触ったほうが、理解が深まる。今回の触察実験でも、この触察の重要性を見出した。

## VI. まとめ

- ・アンモナイトを触り、感想および相違点を聞き取る触感実験では、健常者と視覚障害者の間で大差は見られなかった。
- ・視覚障害者の触り方は異なり、叩いたり、重ね合わせたりして各個体の識別を行なった。この方法は健常者が触察する時にも利用すべきであり、ニューパースパクティブの開発につながる。
- ・触覚により4個体を分類する実験では、重さや大きさを基準とした分類がなされた。形態を重視する化石の

ような標本を触察する場合は、重さや大きさにとらわれない方法にする必要がある。

- ・生物種に基づいた分類では、健常者と視覚障害者とも形態を基準とした分類がなされた。
- ・アンモナイトの形状が平巻きであることを、認識あるいは再認識した。触覚は立体的なものを認識するには重要であることが判明した。

## 謝辞

地学ボランティアの中村千恵さん、小林真由美さん、鈴木照子さん、原田宏さん、金子早智子さん、長谷川洋子さん、前田信さん、中村裕子さん、筑波大学付属盲学校の生徒さんと先生方、神奈川県立平塚盲学校の鈴木拓也さんには、触察実験の被験者となっていただいた。また、岩石の触察実験を行なっている平田大二さん（神奈川県立生命の星・地球博物館）には、議論とアドバイスをいただいた。ここに記して感謝の意を表す。なお、本研究を進めるにあたっては、神奈川県立生命の星・地球博物館総合研究費および日本学術振興会科学研究費補助金（課題番号：1048003、および課題番号：11480044）の一部を使用した。

## 摘 要

山下浩之・田口公則・小出良幸, 2001. アンモナイトを利用した化石の触覚実験とその地球科学教育学的意義. 神奈川県立博物館研究報告(自然科学), (30): 41-47. (H. Yamashita, K. Taguchi & Y. Koide, 2001. A Test of Touch Sensation Using Ammonite Fossils and Its Implication in Earth Science Education. *Bull. Kanagawa prefect. Mus. (Nat. Sci.)*, (30): 41-47.)

4種類のアンモナイトを材料に、健常者と視覚障害者に化石の触察実験を行なった。触察実験は、アンモナイトを触り感想及び相違点を聞き取る触感実験と、4つのアンモナイトを触覚のみで分類する分類実験である。触感実験では、健常者と視覚障害者とは有意な差が見られなかった。しかし、触察の方法は異なり、視覚障害者の触察の方法は、標本を触察する際の参考となる。分類実験では、重さや大きさによる分類がなされたが、生物種を理解すると、健常者と視覚障害者とも形態を基準とした分類がなされた。触覚はアンモナイトの巻き方のように、立体的なものを認識するために有効な手段である。

## 引用文献

- 平田大二・小出良幸, 2000. 触覚による岩石の観察—博物館における新しい地球科学普及法の開発—. 日本地質学会第107年学術大会講演要旨, p200, 松江.
- 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**(6): 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ー—. 神奈川県立博物館研究報告(自然科学), (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—博物館の新しい地球教育を目指して3—. 地学教育, (263): 213-222.
- Kwok, M. G., 1999. 触図形に関する実験と提案—視覚障害者と健常者の触覚による図形知覚に注目して—. [引用: 2000.11.28]. Available from internet: <<http://buri.sfc.keio.ac.jp/access/research/rep99/kwok/kwok.html>>.
- 鳥山由子, 1999. 触ることの意義と触るための教育. 博物館検討シリーズ (II) —生命の星・地球博物館三周年記念論集—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—, pp.73-81.

(受付：2000年11月30日；受理2001年2月14日.)

## 箱根火山古期外輪山東斜面の海底地形

### A Topographical Study on the Submarine Slope of the Hakone Old Somma Volcano

今永 勇

Isamu IMANAGA

**Abstract.** The model of the West Sagami Bay Fracture was proposed by Ishibashi (1988) based on seismic data, and the fracture was expected to be the fault which caused the Odawara Earthquake.

I studied the slope of the Hakone Old Somma Volcano in the sea of the western Sagami Bay by using the bathymetric chart (Maritime Safety Agency, 1992).

A north-to-south lineation was found on the slope where the trace of the West Sagami Bay Fracture was supposed to be. There is a possibility that the lineation is the trace of the fault.

**Key words:** West Sagami Bay Fracture, Hakone Old Somma,

小田原市を中心に大きな被害を与えたマグニチュード7クラスの地震が、歴史時代に繰り返されている(都司, 1985)。1633年寛永小田原地震の震源域は小田原から真鶴の付近で津波を伴ったし、1782年天明小田原地震の震源域は小田原から山北付近で津波を伴わず、1853年嘉永小田原地震は、震源域が小田原から関本付近で津波をともなったことが明らかにされている(石橋, 1988, 1994)。また1923年関東地震では早川河口付近を境に上下の変動があったことが水準測量からわかっている(多田, 1993)。石橋(1988)は、これらの地震の震源断層について北米プレート下に沈み込む伊豆外弧と沈み込めずに本州弧に衝突している伊豆内弧との間に、高角度の西側上がりの断層(逆断層)を想定し、西相模湾断層と命名した。石橋(1988)の想定した西相模湾断層の地表トレースの位置は、小田原と初島沖を結んだ線であり、真鶴から早川にかけての海の中を通っている。

神奈川県(1992)は、神奈川県西部地震被害想定のためにマグニチュード7.0、小田原付近を通り北北西に伸びる長さ20.0km、幅12.0km、上端深さ2.0~8.0km、傾斜角80.0度西の地震断層モデルを策定している。

小山(1995)は、西相模湾断層の存在を認めた上で、平山・丹那構造線と西相模湾断層に挟まれた長方形の真鶴マイクロプレートが年に0.5-1.5cmの割合で北北東に動いているとし、西相模湾断層は、真鶴マイクロプレートの下に入り地表に現れないか、現れても顕著な断層ではないとした。

海上保安庁水路部はマルチチャンネル音波探査を熱海沖から真鶴半島南部を通り、相模トラフを横切り片瀬海底谷に至る測線で行った(図1)。この測線では、西相模湾断層の存在を示す証拠はないとされた(岩淵ほか, 1991)。

箱根火山の基盤は、箱根火山の東斜面で海面より低い位置にある。小田原市根府川の温泉ボーリングによれば箱根火山溶岩の基底は、海拔-217mで下位の早川凝灰角礫岩の上に乗る。小田原市風祭では、箱根火山基盤高度が-300m前後である(Kuno *et al.*, 1970)。南足柄市三竹のボーリングでは、陸上堆積型の箱根火山溶岩層が、海拔-200m以深まで達しているため、箱根火山東斜面は沈降していると考えられ、箱根火山溶岩の基部が海底に現れていると推定される。

海上保安庁水路部発行の5万分の1「相模湾西部海底地形図」を用いて箱根火山古期外輪山東斜面の海底を調べると、箱根古期外輪山斜面の尾根と谷は、海底のリッジとチャンネルとなり東へ伸びる。足柄平野から南東に伸びる相模トラフは、酒匂川から運ばれた土砂が堆積してできた滑らかな堆積面であり(大塚, 1985)、箱根火山古期外輪山から東に伸びるリッジとチャンネルは、この

今永 勇 (Isamu Imanaga)  
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  
imanaga@pat-net.ne.jp

滑らかな堆積面の下に埋もれる。

陸上の尾根の部分と海底のリッジを、古期外輪山の傾斜方向-東西方向-の垂直面に投影してみた(図1, 2)。投影する尾根とリッジの測線の位置を図1にB~Fで示し、海岸線を起点とした測線B~Fの東西方向の垂直面への投影図を図2に示す(図中の1目盛りは、100m)。また図1の測線Aは、酒匂川の平野から相模トラフ軸の伸びる方向の測線であり、測線Aの海底地形をトラフ軸方向の垂直面に投影し図2Aに示す。

箱根火山東斜面の尾根の勾配を見ると、およそ1/5(約12度)で、海面下のリッジの勾配はおよそ1/6(約10度)であり、海面下の方がややなだらかな傾きを示す。

これらの海底のリッジの東西方向への垂直投影図(図2)から、水深100m~150mと350mの水深に平坦な地形が読みとれる。まず水深100m~150mは陸棚の平坦面である。早川以南の南北方向の箱根火山溶岩による岩石海岸は、水深50m~150mの深さまで陸棚が広がっている。水深350mは、真鶴半島の南側に際だって広がる

平坦面である。

江の浦の東方海底を沖に向かう線D2に水深750mの高まりがあり、海底の地滑りにより形成されたマウンドと考えられる。

リッジの地形変化を見ると、急傾斜から緩傾斜に変わっている傾斜の変換点がある。図1・図2に変換点を○印で示した。線Bでは-250m、線Cでは-350m、線D2では-450m、線Eでは-550m、線Fで-400mに変換点がある。これらの変換点は、図1に示すように直線的に配置していることがわかった。これらの変換点は、箱根火山の溶岩と基盤岩との境界である可能性が考えられるが、ほぼ直線的に並ぶこと、水深が一定していないこと、またこの線に調和して、陸棚の幅が南から北に徐々に狭まっていることなどから、この位置は、石橋のいう西相模湾断裂の地表トレースである可能性が考えられる。変換点を境にして傾斜が変わることは、傾斜移動断層の証拠になるとは言えないが、ただ線構造があり、関東地震時に小田原を境に垂直変位が見られたことと調和

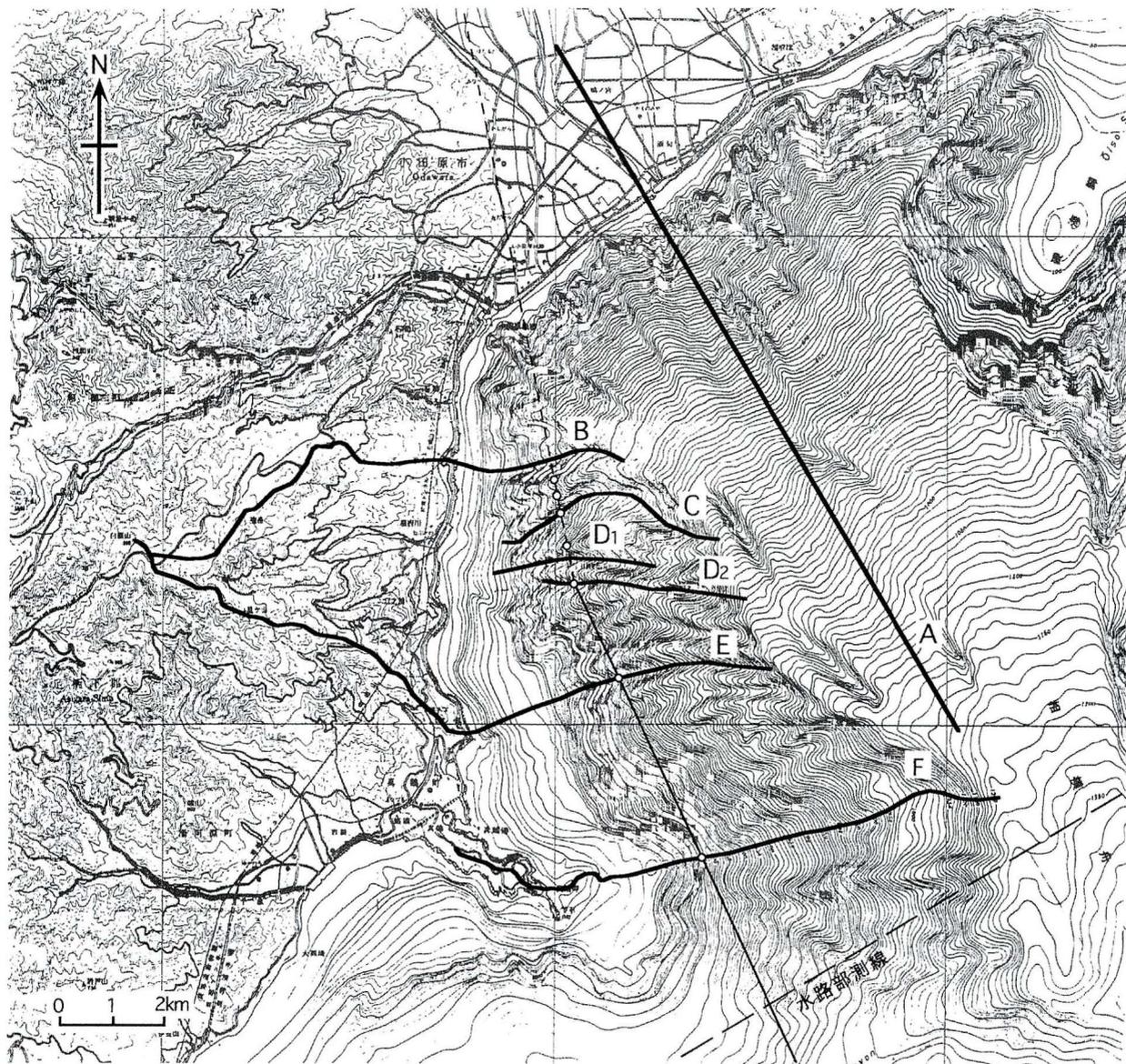


図1. 相模湾西岸の海底地形図と投影図の測線。

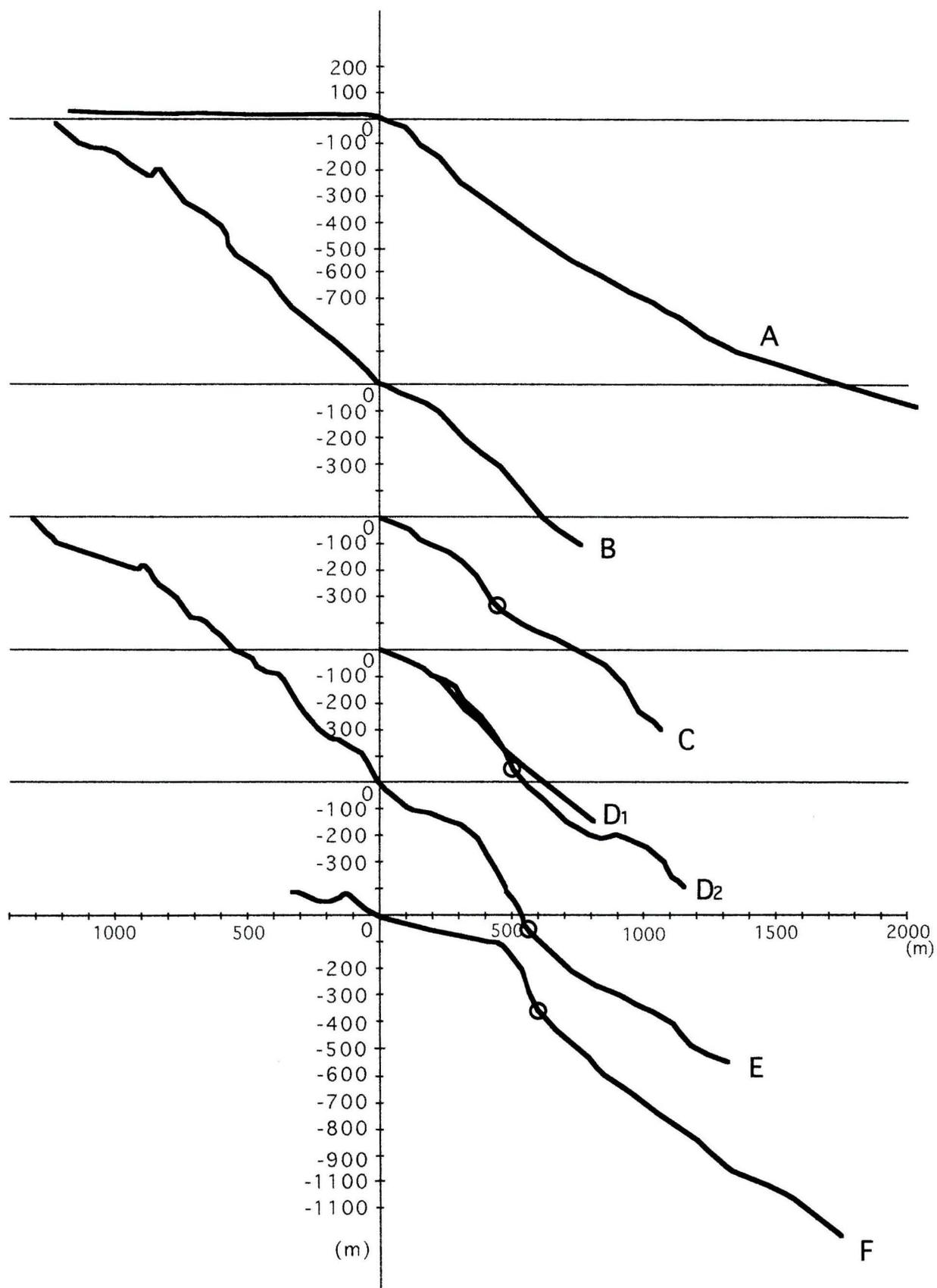


図2. 測線A-Fの垂直面への投影図.

的である。これらのことをふまえて、今後この線を横切る探査が行われるか採石がなされることが期待される。

本研究にあたり海上保安庁水路部加藤 茂博士に文献海図資料について教示いただいた、記して謝意を表す。

## 引用文献

- 石橋克彦, 1988. “神奈川県西部地震”と地震予知. 科学, 58: 527-547, 772-780.
- 石橋克彦, 1994. 大地動乱の時代. 岩波新書. 234pp., 東京.
- 岩淵 洋・加藤幸弘・浜本文隆・近藤 忠・進林一彦, 1991. 相模湾におけるマルチ・チャンネル反射法音波探査. 海洋調査技術, 3(2): 39-51.
- 海上保安庁水路部, 1990. 1:50,000 相模湾西部海底地形図., 東京.

- 神奈川県, 1992. 神奈川県西部地震被害想定調査—地質地盤等分科会(中間報告)—概要版. 26pp.
- 小山真人, 1995. 西相模湾断裂の再検討と相模湾北西部の地震テクトニクス. 地学雑誌, 104: 45-68.
- Kuno H., Y. Oki, K. Oginio & S. Hirota, 1970. Structure of Hakone caldera and revealed by drilling. *Bull. Volcanol.*, 34: 713-725.
- 大塚謙一, 1985. 活動的トラフの埋積過程と堆積相—相模トラフ北端域の上部第四系—. 静岡大学地球科学研究報告, (11): 57-117.
- 多田 堯, 1993. 神奈川県西部地域の地殻変動とその地学的意味. 地学雑誌, 102: 418-426.
- 都司嘉宣, 1985. 小田原を襲った歴史地震について. 月刊地球, 7: 431-436.

(受付: 2000年12月21日; 受理2001年2月1日.)

## 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・地球博物館のトーキングサイン・ガイドシステムの拡充について—

### A Preliminary Study on Museum Management in the Kanagawa Prefectural Museum of Natural History to Achieve the Universalization of Museum —Expansion of Talking Sign Guide Systems for the Museum—

奥野花代子

Kayoko OKUNO

**Key words:** museum management, barrier free, universalization of museum, talking sign guide systems

#### I. はじめに

神奈川県立生命の星・地球博物館は、開館当初から、“開かれた博物館”を目標として、障害をもつ人にも等しく利用できる「バリアフリーからユニバーサルに向けて」の取り組みを進めてきている（濱田, 1999; 濱田, 2000a, b; 濱田, 2001; 濱田ほか, 2000; 奥野, 1998a, b, c; 1999a, b, c; 奥野・濱田, 2000）。とくに、当館は「触ることのできる展示物」があることや「誘導・案内ボランティア」による活動を行っていることなどから、視覚に障害をもつ人の利用も増えてきている。

そこで、視覚に障害をもつ人が単独で施設を利用しやすいよう赤外線と電波を併用した音声歩行案内・解説システムの「トーキングサイン・ガイドシステム」を1998年度に開発・導入した（濱田・奥野, 2000）。

本稿ではその「トーキングサイン・ガイドシステム」についてさらに拡充をはかり、すべての人に優しい案内や解説をめざした取り組みを試行したので、その経過と結果を報告する。

なお、当システムの導入は、1997年度から1999年度にかけて文部省委嘱事業の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」の中で取り組んだものである（南関東地

域科学系博物館ネットワーク推進協議会, 2000）。

#### II. 「トーキングサイン・ガイドシステム」の導入と拡充について

##### 1. 「トーキングサイン・ガイドシステム」とは

導入した「トーキングサイン・ガイドシステム」とは三菱プレジジョン株式会社が開発してきた「トーキングサイン」（畠山他, 1998a, b）を基本にして、当館に相応しいものに改良・開発したものである。本格的使用に供されたのは当館が日本で初めてで、1999年3月から始動している。

その後、この「トーキングサイン」は、ミュージアムパーク・茨城県自然博物館や岐阜県可児市の川合考古資料館を含むミュージアム関係施設に5カ所、神奈川県立七沢ライトホームなどの公共の福祉関係施設に9カ所、神奈川県横浜市磯子区総合庁舎や横浜市中区役所などの行政施設に3カ所、教育研究機関に3カ所設置されているほか、病院や大型百貨店等5カ所にも導入され（2000年9月末時点）、全国的に広く普及し始めている。

ところで、この「トーキングサイン」の仕組みは「発光装置」と利用者が持つ「受信機」（レシーバ）からなり、「発光装置」は人の目につく「発光部」（電子ラベル）と人の目に触れない場所に設置する「音声記憶部」とで構成されている。赤外線の特徴である指向性を活かし、目標位置に設置した「発光部」から赤外線を音声案内にかえて発信させ、利用者が持つ「受信機」でキャッチするとその目標位置や方向が判るというものである。

奥野花代子 (Kayoko Okuno)  
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

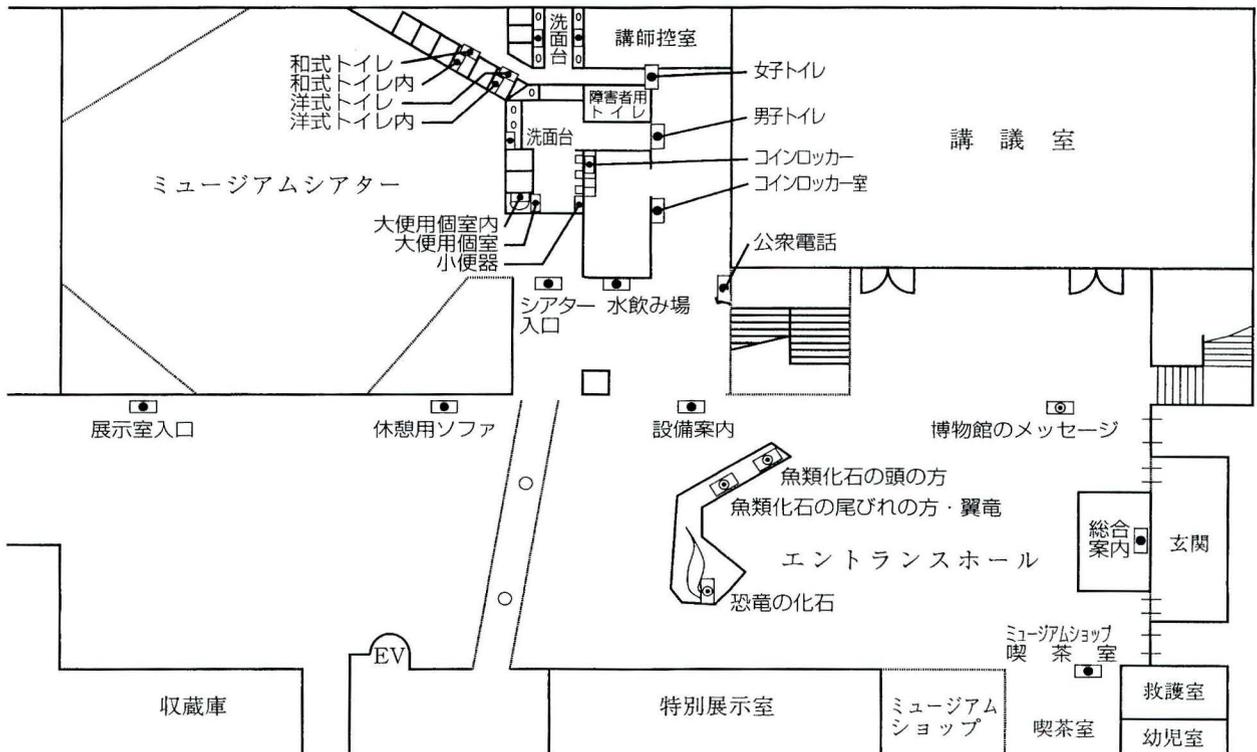


図1. エントランスホールの「トーキングサイン・ガイドシステム」の配備図.



図2. 男子トイレ内の天井に設置された「発光部」.



図3. トイレ内のペーパーの傍に取り付けられた「発光部」.

当館ではこの「トーキングサイン」に、さらに電波による解説と赤外線を利用して定められたメロディが送信できる「解説機」(送信機)を開発(カルガモシステムと愛称)し、併せて「トーキングサイン・ガイドシステム」として運用している。とくに、「解説機」からメロディを送信し、「受信機」でそれをキャッチすることにより、「解説機」を持って先導している案内人の位置や方向が確認できるというものである。

## 2. 「トーキングサイン・ガイドシステム」の設置箇所について

「トーキングサイン・ガイドシステム」の「発光部」は、導入時はエントランスホールの天井や壁面の12カ所に設置し、翌1999年度にさらに同ホールの11カ所に増設をはかった。それに伴い、「音声記憶部」の装置を元の位置にも追加し、集中管理している。さらには、エントランスホールのシンボル展示の3カ所に「発光部」を設

置し、新たに展示解説機能を加えた試みを実施した。この「音声記憶部」の装置は、シンボル展示台内に独立して設け、管理している。

なお、シンボル展示への試行の過程と変更した内容・音声案内等については、別項で「新たな試み」として後述するが、現在「トーキングサイン・ガイドシステム」の「発光部」は、図1に示すとおり26カ所に設置されている。以下に拡充した具体的な取り組みを述べる。

### 1) 「発光部」の増設

前述したように、1998年度に朱肉入れとほぼ似た大きさの丸い「発光部」をエントランスホールに設置した。その後、システム利用者から「一カ所の説明が長い」、「方向を示す案内と説明を分けた方がよい」等の要

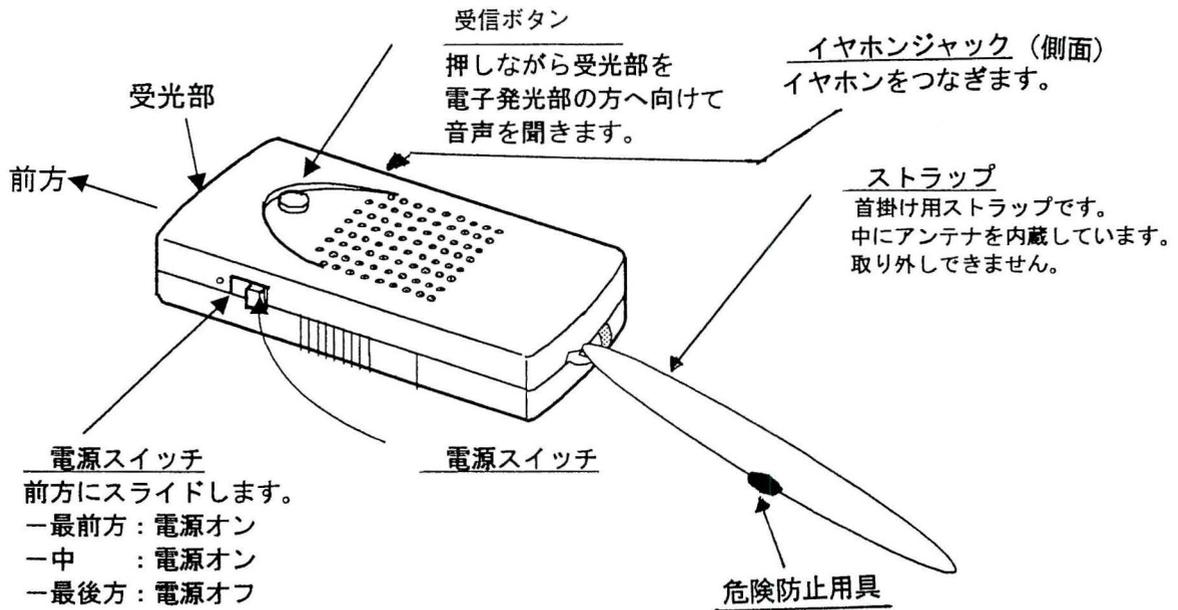


図4. 「受信機」(タイプ1).

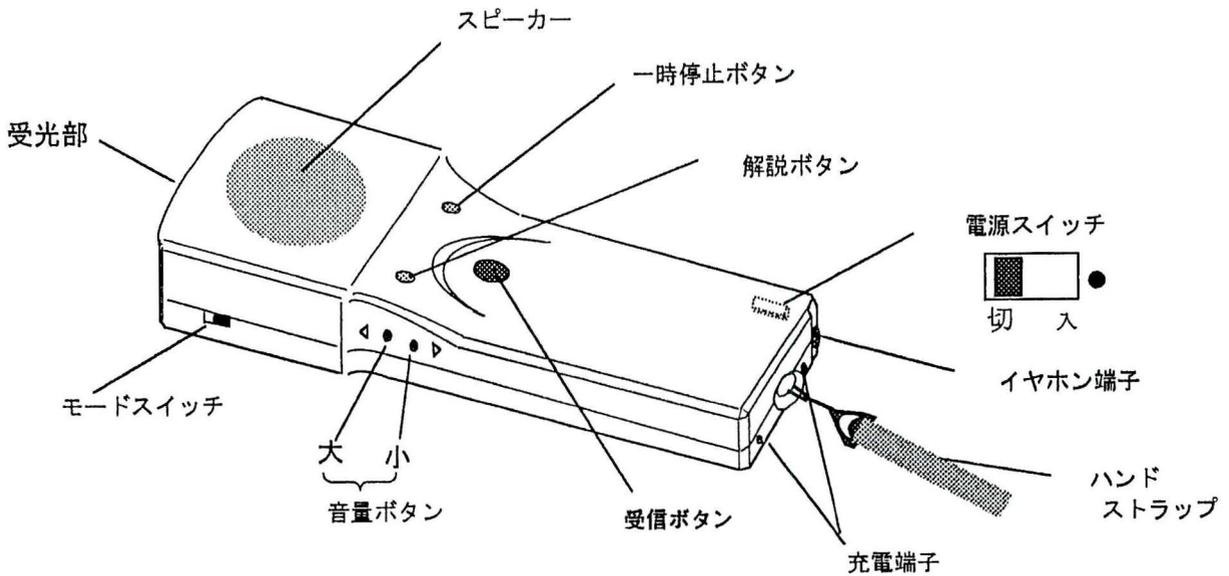


図5. 「受信機」(タイプ3).

望と単独で利用するトイレの利便性を考慮して、1999年度に「発光部」を増設した。とくに、男子トイレの中(図2)や洗面台に4カ所、同様に女子トイレ(図3)に6カ所のほか、コインロッカー室内に1カ所の計11カ所に取り付けた。これに合わせ、位置・方向を示す案内表現を短くして目的の場所を探しやすくした。

2) 新機種の「受信機」及び「解説機」の補充

当初に導入した「受信機」のタイプ1(図4)は、「発光部」からの案内をキャッチするためには、受信ボタンを押し続けながら目的の方向を選択しなければならず、また、途中から音声案内が入る場合があり、解説には不向きな点があった。さらに、「受信機」及び「解説機」の電池の交換や充電に手間がかかり、その改良もはかっていた。

その後、「位置方向の案内と長い解説」にも対応できる携帯電話を少し大きくした充電式「受信機」のタイプ3

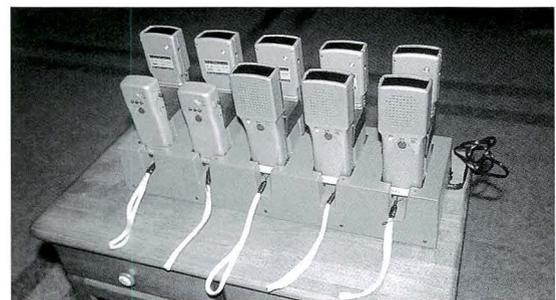


図6. 「充電器」に「受信機」を立て(接続して)保管。左2機は「解説機」。

(図5)が開発されたので、1999年度になって10機補充した。「解説機」も新機種に対応したものを2機補充し、「充電器」に立て(接続して)管理している(図6)。

新「受信機」は、従来のものと同様に目的の方向を選択するには受信ボタンを押し続けるが、解説を聞く時には一度その解説をキャッチし、解説が始まれば解説ボタ

ンから手を放してもそのまま聞くことができるものである。また、電源スイッチを入れると機器の取り扱い説明が入り、利用者に使いやすく配慮されている。さらに、当館としては未だ一般解説の1種類の対応ではあるが、外国語や子ども向けの解説など、あらかじめ用意されたメモリカードを入れ換えることにより3種類の説明可能なモードも付加されている。

これまでの「受信機」(タイプ1)は首からさげて使用していたが、ハンズ・オン動作に不都合を生じることを防ぐため、新機種(タイプ3)にはウエストポーチを用意し、収納できるようにした(図7)。

利用にあたって、位置や方向の案内をキャッチするには両方の「受信機」とも可能であるが、解説を聞くには新機種を用いている。参考までに、「受信機」の違いとタイプ3の機種の取り扱い説明を表1に示しておく。

なお当館では採用していないが、タイプ2と呼ばれる「受信機」もある。「発光部」とセットで用いられ、いずれも乾電池式なので、工事の必要もなく、短い期間のイベントや個人で使用するには便利なものと思われる。

### III. 新たな試み

#### 1. 「受信機」による展示物の大きさの把握を求めて

これまで展示を案内していて、視覚に障害をもつ人々から「恐竜の大きさや広がりやを把握したり実感したい」との強い要望が寄せられていた。

筑波大学の鳥山由子助教授によると、「恐竜の頭と尾の部位から直接音を出すことができれば、視覚障害者の中にはその大きさが把握できる人もいる。」としている(鳥山, 1996, 2000; 奥野, 1998a)。

そこで、展示されている「恐竜」の胸と足と尾の3カ所の支柱に「発光部」を取り付けた場合、直接「音」を出さなくても「受信機」を通して、その大きさや広がりやどの程度把握できるかどうか、視覚に障害をもつ人の協力を得て探究・調査することにした。また一方では、「受信機」による解説機能の効果も求められていた。



図7. ウエストポーチに収納された「受信機」(タイプ3)。

#### 1) 展示物側への「発光部」の取り付けにあたって

まず、「発光部」の取り付けが貴重な展示物の側であることや展示の演出を考慮し、事前に電話による聞き取りを行った。あわせて、解説機能についても質問した。以下にそのやりとりの内容を記す。

Q 「発光部」を恐竜に取り付けることによって、その大きさや広がりやが「受信機」で把握できるかどうか。

A 恐竜の大きさや広がりやを「受信機」で理解できるかどうかは体験してみないと判らないが、可能性はあると思うし、試みとしては面白いので、ぜひ、取り付けて欲しい(20代男性・全盲)。

Q 「受信機」による展示解説機能についてはどうか。

A 博物館で人に説明を読んでもらうが、理解するまで何度か読んでもらうのに悪いと思ってしまうことがある。「発光部」からの解説を自分が持つ「受信機」でキャッチして何度も聞くことができれば嬉しい(30代男性・全盲)。

Q 展示の演出を考えると、位置を示すあるいは展示解説を送信する「発光部」は1カ所でも良いかどうか。

A 「発光部」は1カ所でも良いのではないかとのことであるが、体験してみないと判らないが、1カ所より2カ所に付いている方が情報量が多くなるので2カ所に付ける意味がある。2カ所に付けることで、その大きさが理解でき、実感できる。ぜひ、体験してみたい(60代男性・中途失明)。

Q 「発光部」からの展示解説の受信と「受信機」の使用についてどうか。

A 視覚障害者にとって、必要な情報をきちんと与えることが大切である。「受信機」の使い方などを指導した上で利用してもらうことが大事。試行しながら良い方法を見つけ出すことに意味がある。今取り組まなかったら、今後、難しくなると思われる(50代女性・盲学校の教師)。

また、展示物側への「発光部」の取り付けにあたり、展示担当分野の学芸員との話し合いの中で、「盲学校の広場等で複数の人を対象に体験してもらってはどうか」という案も出たが、「視覚障害者は何か基準とするものがないと動けない。やたらに受信機を振り回して探すのは無理。」との盲学校教師の意見があった。さらに「建物の反響の問題等があり、同条件で行わないと違った結果が出てしまう。」とのメーカーからの指摘もあった。

#### 2) 「受信機」による大きさの把握の実証実験

上記のことをふまえ、当館で同じ条件になるよう整えて、視覚に障害をもつ人に体験してもらうことにした。その概要を次に記す。

実施日：平成12年2月9日(水)14時～16時30分  
実施場所：

当館エントランスホール、シンボル展示前

対象展示物：

1. 恐竜「チンタオサウルス」の大きさと高

表1. 「受信機」(レシーバ)タイプ別の比較等

項目	「受信機」タイプ1 (平成10年度 20機導入)	「受信機」タイプ3 (平成11年度 10機導入)	
赤外線受光距離	「発光部」(電子ラベル)から最大20m	左記同様	
赤外線受光角度	「発光部」(電子ラベル)から約40度	〃	
電波受信距離	「解説機」(送信機)から10m以内(微弱電波)	〃	
受信機能	「発光部」から送信されている赤外線の音声を受信し、イヤホンで聞きとる。	「発光部」から送信されている赤外線の音声を受信し、スピーカーまたはイヤホンで聞きとる。	
	「解説機」から電波で送信される音声や赤外線によるメロディをイヤホンで聞きとる。 (愛称: カルガモシステム)	「解説機」から電波で送信される音声や赤外線によるメロディをスピーカーまたはイヤホンで聞きとる。(愛称: カルガモシステム)	
外形寸法	幅 55mm × 奥行き 115mm × 高さ 22mm	幅 60mm × 奥行き 185mm × 高さ 33mm	
質量	約 150g (電池含む 本体 110g)	約 300g	
電池	ニッケル・水素蓄電池(充電式 8.4V 120mAh) 77- 東芝製 6TH22	リチウムイオン充電式電池(内蔵)	
電池持続時間	イヤホン時	スピーカー時	イヤホン時
	約6時間	約4時間	約8時間
充電	電池交換による(充電ボックス)	充電器による	
アンテナ線	本体の紐に巻き込まれている。	本体のストラップに巻き込まれている。	
使用	本体に紐が装着されており、首からさげて使用する。紐の繋ぎ部分に危険防止の用具が取り付けられている。	手に持って使用し、使用しない時にはウエストポーチに収納しておく。	
付属品	イヤホン	イヤホン及びウエストポーチ	

## 「受信機」(タイプ3)の使用法

このレシーバ(受信機)は、発信機(発光部)からの信号を受けて、場所を探したり展示物の解説を聞くものです。これから使い方をご説明します。どれかボタンを押すと説明を止めます。もう一度聞く場合は電源スイッチを入れなおしてください。音量は左側面の小さな二つのボタンで調節します。手前のボタンで小さくなり、向こう側のボタンで大きくなります。場所を探すときはレシーバをやや上に向け、中央の大きなボタンを押しながら、左右にゆっくり振ってください。発信機の位置はやや上の方です。レシーバが発信機の方向に真っ直ぐ向いたときに場所の案内がはっきりと聞こえます。なお、発信機に近づきすぎたり、通りすぎてしまうと、場所の案内が聞こえなくなります。その時は少し戻ってみてください。解説を聞く時は、展示物に近づいてから、レシーバを発信機の方に向けて、左の小さなボタンを押し続けてください。聞こえない場合はレシーバをゆっくり左右に振ってみてください。聞こえだしたら、ボタンを放しても最後まで解説が流れます。解説中に一時停止したい時は右の小さなボタンを押します。説明が止まります。もう一度押すと続きが始まります。解説を最初から聞き直すときは、この一時停止ボタンを押し続けてください。

さの把握

2. 魚類化石「クシファクチヌス」の頭から尾までの体長の把握

- 方法：
1. 恐竜の胸、足元、尾の3カ所に「発光部」を設置することにした。まず、恐竜の胸の支柱に沿わせて、取り付け希望の高さと同じ位置になるよう三脚に「発光部」を取り付けた。尾の部分は尾を支えている柱の側に、そして足元に「発光部」を置いた。
  2. 魚類化石の「クシファクチヌス」は、展示額の左右両端の上部に「発光部」を置いた。

体験者：20代 男性1名（全盲）

実施にあたって：

建物の反響や既存の「発光部」からの混信を避け作動中の「発光部」を停止し、予備知識として先に次の事項を説明した。

1. 恐竜は、床から60cm位の展示台の上に2足で立っている（4足で立っていたと思われていた）。恐竜の胸を支えている柱の同位置と足元及び尾の部分の支柱の側に「発光部」が取り付けられている。その垂直方向と横の広がりを「受信機」で体感し、その把握

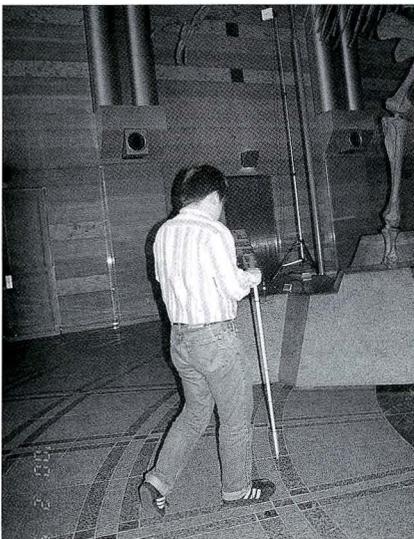


図8.「受信機」による体感中の体験者。

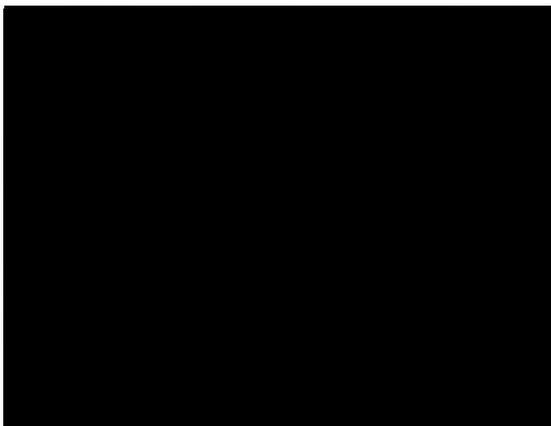


図9. 体験者とメーカーの技術者及び学芸員との意見交換。

の可能性を聞きたいと依頼した。

2. 魚類化石は大きな額に収まって展示されており、その額の左右両端上部に「発光部」が置いてあるのでその大きさを把握して欲しい。

体験者の感想：

体験（図8）後、学芸員やメーカーの技術者が集まり、体験者から感想を聞いた（図9）

1. 「恐竜」について

- ・「受信機」を持つ手首の上下の角度で、ある程度の高さは把握できる。
- ・歩くスタートの位置を決め、そこから胸の方と尾の方へ近づいて行くと「受信機」の左右の振り具合で、その大きさが把握できる。

2. 「魚類化石」について

- ・歩きだしの位置を決め、「受信機」を左右に動かして移動すると、その振り具合と展示台に沿って白杖を動かして移動することで横の広がりや大きさが実感できる
- ・1カ所よりも、2カ所付いている方が情報量が増えるので理解しやすい。

3. 「恐竜」と「魚類化石」について、共通して感じられたこと

- ・人にいくら説明されても実感として体感できない。複数箇所を自己の力で確認することで実感できるので、複数箇所からの案内や説明の効果はあると思う。
- ・2カ所の解説は両方で1分以内そして片方は解説無しで、目標物の案内だけでもよい。
- ・解説はその物の特徴や環境を示して欲しい。大きさの説明には比較できるものを明示して欲しい。
- ・こうした試みは世界でも初めてなので、是非実施して欲しい。今、付かなかつたら今後、取り付く見込みがないと思うし、付けてもらって、その効果を全国に発信して欲しい。

結果： 想像する以上に、展示物に取り付けた「発光部」の上下の位置や左右の広がりが確認できることが判った。また、白杖をともに使用することにより、さらに明確に認識されることが判明した。解説についても複数箇所からの情報提供により理解が深められ、効果があることが判った。

3) シンボル展示側への「発光部」設置と試行

これまで検討してきたことをふまえて、エントランスホールのシンボル展示「恐竜の足元」に1カ所（図10）と「魚類化石の両端」（図11）2カ所に「発光部」を取り付け試行することにした。なお、「恐竜」展示の3カ所に設置する予定であったが、実証実験例が少ないことや展示の演出を考慮して3カ所への取り付けは先送り

し、今回は1カ所とした。また、展示の意匠性を損なわないよう十分考慮し、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、配線カバーも展示台と同様の仕上げにした。

試行段階ではあるが、利用された人々からは、「目標位置に行け、同時に解説が聞けて、展示への理解が深まった。」「魚類化石の大きさが理解できて楽しめた。できれば、恐竜の頭と尾からの情報も欲しい。」「わかりやすく役にたつので他にも取り付けて欲しい。」「受信機がもう少し小さく、軽くなると使いやすい。」などの感想が寄せられている。さらに、多くの利用者の体験や意見・要望を得て、最良の方策を訴求していく予定である。

#### 4) 音声案内・展示解説原稿の作成

音声案内・展示解説原稿は、当館で用意したものを基にして、アナウンサーが視覚に障害をもつ人とともに実際の場所で、わかりやすいよう訂正を加えながら作成した(図12)。これは「発光部」の増設に伴い、また、新しく解説機能を加えたことによるもので、その変更内容は表2のとおりである。

#### IV. 今後の展望

現在設置されている丸い型の「発光部」(直径80mm, 厚さ31mm)に比べ、赤外線強度は落ちるが、最近小型(縦20mm×横30mm×高さ10mm)のものも開発さ



図10. 「恐竜」の足元に試行的に取り付けられた「発光部」。

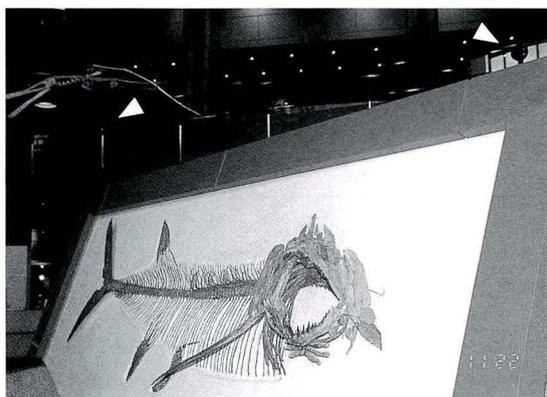


図11. 「魚類化石」の展示額の上に試行的に取り付けられた「発光部」。

れ、近い将来、展示室への導入も容易になってきたと思われる。さらに、「受信機」が広く普及している携帯電話並みの大きさと軽量化が進み、各システムの性能がいっそう開発された時には、既存の「音声ガイド」との一体化が望ましくユニバーサルに使用できるものになるであろう。まだ、当館のこれらのシステムは試行段階であるが、音声歩行案内や展示解説システム等、同様の検討を進めている博物館や関連施設等に、これまでの開発・導入が少しでも参考になれば幸いである。

#### V. おわりに

「バリアフリー」とは、建築分野の方面から進められてきた。1994年には「ハートビル法」が制定され、多くの人が利用する施設では出入口や廊下、階段、エレベータ、トイレなど、障害をもたれる人や高齢者が使いやすいよう整備が求められた。博物館等においてもその対策や整備がはかられつつある(山本, 1996, 2000)。

2000年5月には、「高齢者、身体障害者等の公共交通機関を利用した移動の円滑化の促進に関する法律」(通称「交通バリアフリー法」)が公布され、11月に施行された。これにより、交通機関や道路のバリアフリー化がいっそう進むことになった(日本道路協会編, 2000)。

その一つを支える音声歩行案内「トーキングサイン」を応用した PICS-A (Pedestrian Information and Communication Systems-A) システムが、横浜市磯子区総合庁舎周辺の信号機にも取り付けられ、警察庁や関連団体による実証実験(遠藤, 2000; 新倉, 2000)が行われ、歩行者に対する新たな交通安全システムとしての整備も進められている。将来的には視覚に障害をもつ人が「受信機」を持っていれば、安心して何処でも利用できる社会が期待できる。

縣市町村においても“人にやさしい街づくり”や“道づくり”など、バリアフリーに向けた指導が行われている(神奈川県福祉部福祉課, 1998)。今後、時代の要請により物理的なバリアは徐々に少なくなってくるであろう。しかし、いくらハード面が整備されても、人々の心の中にバリアがあってはなるまい。東京都東大和市立中央公民館講座「こんなまちに暮らしたい」の参加者により、ビデオ映画「もう一歩～バリアフリーなまちをめざ

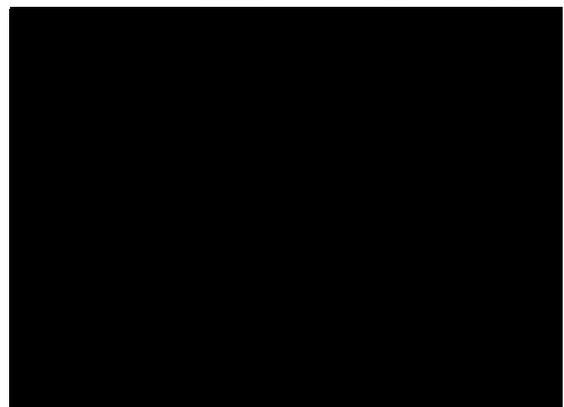


図12. 吹き込み原稿をチェックするアナウンサーと視覚障害者及びメーカー担当者。

表2 「トーキングサイン」の音声案内及び解説原稿の変更内容

	設置箇所	平成10年度の音声案内及び解説原稿	変更内容	平成11年度の音声案内及び解説原稿
1	総合案内	総合案内です。出入口が一番近い所です。お持ちのレシーバーを左右に動かして、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、このレシーバーをお返しください。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。	案内を簡潔にした。	総合案内です。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。このまわりにはミュージアムショップ、恐竜や魚の化石などがありますので、レシーバーで位置をご確認ください。
2	メッセージ	(館長の声による) 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おと、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、匂いを嗅ぎ、よくながめ、い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。(日本語と英語の両方を用意)	他と同様アナウンサーによるメッセージにし、解説機能を採用した。	博物館のメッセージ  (解説機能の導入) ようこそいらっしゃいました。このエントランスホールの高さ16メートルもある天井には水の惑星をイメージした地球と波の絵が描かれています。そして、このエントランスホールの中央の島にはシンボル展示があります。シンボル展示とは「空」「陸」「海」を表し、それを特徴づける意味で、今からおおよそ1億年前の中生代白亜紀後期の骨格標本を展示しています。空を代表する翼竜「アンハングエラ」、陸を代表する恐竜「チンタオサウルス」、そして、海を代表する大きな魚「クシファクチメス」です。絶滅する少し前の恐竜が一番栄えていた頃の姿です。それぞれの位置を確認して説明を聞いてみてください。
3	シンボル展示	ここは、広いホールに中生代白亜紀の骨格化石標本を展示しています。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ーを左右に振って「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。	新たな取り組みとして、別表に示す。	
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玩具などがあります。通路が狭く棚にぶつかりやすいのでご注意ください。喫茶室は奥まった所にあります。なお、お食事は3階レストランをご利用ください。	案内を簡潔にした。	つきあたりが喫茶室です。右側にミュージアム・ショップがあります。ここには、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本やおもちゃなどがあります。通路が狭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	この付近にはミュージアムシアター入口、水飲み場、公衆電話、コインロッカー、男性用、女性用、車椅子トイレがあります。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。	案内を簡潔にした。	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。それぞれに音声案内がっています。
6	水飲み場	水飲み場です。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。2台の冷水機があり、背の高さがそれぞれ違います。	案内を簡潔にした。	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。	案内を簡潔にした。	公衆電話が2台あります。10円、100円、テレホンカードが使えます。

表2(続き)「トーキングサイン」の音声案内及び解説原稿の変更内容(続き)

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円玉が必要ですが、使用後は戻ります。どうぞお忘れなく。	目標位置を示す発光部をコインロッカー室内に増設した。また、案内に解説機能を採用した。	コインロッカー室です。 コイントロッカーです。 (解説機能を導入) 鍵のすぐ左上にコイン投入口があります。扉を開けてから、100円玉を入れてください。後で戻ります。戻る場所は鍵のすぐ左側です。
9	男子トイレ	男性用トイレです。入ってすぐに小便器が4つあり、自動水洗です。右奥には大使用個室が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。洗面台は入ってつきあたり、3つ並んであり、手をさしだすと自動で水が出ます。	目標位置を示す「発光部」を洗面台、小便器、大使用個室トイレ、大使用個室内の4箇所に増設し、案内を簡潔なものにした。	男性用トイレです。 洗面台です。3つ並んでいて、手をさしだすと自動で水が出ます。蛇口の左側に水石鹸があります。 小便器です。自動水洗です。 大使用個室トイレで、手前1つが和式、奥2つが洋式です。一番奥の洋式トイレには音声案内があります。 座って左横にトイレトペーパーがあります。右後ろに洗浄レバーがあり、下に押すタイプです。
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出ます。トイレはここに入って真っ直ぐ進み、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。	目標位置を示す「発光部」を洗面台(2箇所)、洋式トイレ、洋式トイレ内、和式トイレ、和式トイレ内の6箇所に増設して案内を簡潔なものにした。	女性用トイレです。入って右側に洗面台があります。 洗面台です。左右に3つずつあります。手をさしだすと自動で水が出ます。蛇口の左側に水石鹸があります。 手前から1つ目が洋式、次4つが和式、奥2つが洋式です。音声案内は手前の1つ目の洋式と一つおいた和式についています。 座って左横にトイレトペーパーがあります。右後ろに洗浄レバーがあり、下に押すタイプです。 和式トイレで、右向きです。 正面に洗浄レバーとトイレトペーパーがあります。レバーは下に押すタイプです。
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。	変更なし。	左記同様
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。	案内を丁寧にした。	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」が借りられますので、ご希望の方はお申し出ください。1号機は1階の展示物を、2号機では1階昆虫コーナーから3階の展示物を初代濱田館長の解説でお楽しみいただけます。それぞれ45分弱の内容です。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。
増	休憩用ソファ		増設	休憩用ソファです。

表2 (続き) 新たな取り組みとしてのシンボル展示案内及び解説原稿

新	シンボル展示	(魚類化石の骨格標本の頭の方) 大きな魚、「クシファクチヌス」の化石です。ここが頭の部分です。
		(解説機能) これは、今からおおよそ 8,500 万年前の中生代白亜紀後期に生きていた「クシファクチヌス」という魚の化石です。アメリカのカンザス州から発見されました。頭から尾っぽまで約 4 メートル 80 センチあります。絶滅した種類ですが、今生きている魚の中ではアロワナに近いと言われています。鋭く長い歯を持っているので、肉食と考えられています。多分、魚のほかアンモナイトやオウムガイなど、現在のイカやタコの仲間を主食していたのでしょう。左方向に尾ビレがあります。そこにも解説があります。
		(魚類化石の骨格標本の尾ビレの方) 大きな魚、「クシファクチヌス」の化石です。ここが尾ビレの部分です。
		(解説機能) 「クシファクチヌス」の尾ビレの長さは 80 センチメートルほどあります。また、尻ビレが長いのが特徴です。右方向に頭があります。そこにも解説があります。この魚の上の方には同じ時代に空を飛んでいた翼竜の「アンハングエラ」の骨格標本が吊るされています。ブラジル・セアラ州から発見されました。翼を広げると約 4 メートルもあります。頭は胴体と同じ位大きくて、5～60 センチメートルはあります。顎には細長い歯がたくさん生えていて、この歯で水中の魚を引っかけて捕らえていたようです。
		(恐竜の骨格標本の足の部分) 恐竜「チンタオサウルス」の化石です。
		(解説機能) この恐竜は「チンタオサウルス」といって、おおよそ 1 億年前から 6,500 万年前の中生代白亜紀後期に生きていたと考えられています。この恐竜の生きていた時代は、様々な恐竜が多く現れ、最も栄えた時代と言われています。中国のチンタオで発見され、この名前が付けられました。2 本足で立っていて、頭の部分は展示台からおおよそ 5 メートルのところにあります。この恐竜の特徴は頭の上に刀の形をした 1 本のトサカのようなものが。恐竜の尾っぽは展示台に接していて、頭から尾っぽの先までの長さはおおよそ 9 メートルです。植物を食べていたと考えられています。

して」(副読本付き、2000年9月)が制作された。その中で、当館の取り組みも紹介されているが、建物や道路などの「物理的なバリア」、目が見えなかったり、耳が聞こえないことによる「情報のバリア」、さらに、障害をもつ人に対する偏見などの「心のバリア」を取り除く思いが込められていて、皆が「もう一歩」ふみ出すようにとの願いが切実なものとして語られている。

今後、当館も含め、博物館界にバリアフリーからユニバーサルをめざした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てやまない。

最後に、日頃からユニバーサルな取り組みについて、ご指導・ご助言いただいている筑波大学の鳥山由子助教、福井県立恐竜博物館の濱田隆士館長(神奈川県立生命の星・地球博物館前館長)、フリーアナウンサーの高山久美子さん、そして視覚に障害をもち、いつも貴重な意見を寄せていただいている嘉悦女子短期大学の生井良一教授、青松利明さん、中根雅文さん、福井哲也さん、福澤範一郎さん、藤原晴美さんの各氏をはじめ視覚に障害をもたれる方々、無理難題を聞き入れて取り組んでくださった三菱プレジジョン株式会社の方々はこの場をかりて厚くお礼申しあげる。

なお、これらの活動は日本科学協会笹川科学研究助成(1997年度・1998年度)及び文部科学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 1998～2000年度)による調査・研究を基にしたものである。

また、1999年度及び2000年度放送大学「自然史のハ

ズ・オン学習の研究」(研究代表者・濱田隆士)による研究分担ともなるものである。

#### IV. 引用文献

- 遠藤健二, 2000. 警察における交通バリアフリー法. 道路, 713: 21-24.
- 濱田隆士, 1999. 博物館五感論. 神奈川県立生命の星・地球博物館編, 県立生命の星・地球博物館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—, 7-14. 神奈川県立生命の星・地球博物館, 小田原.
- 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. 21世紀は「ユニバーサル」の概念によって新たな文化革命が起こる世紀. カルチペイト, (12): 4-11.
- 濱田隆士, 2001. 21世紀博物館新時代の社会的背景—激動と不安のミレニアム初頭を読む—. 博物館研究, 38(3):4-9.
- 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.
- 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.
- 島山卓朗・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.
- 島山卓朗・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回シンポジウム Human Interface. 577-582.
- 神奈川県福祉部福祉課, 1998. 福祉の街づくり整備ガイドブック. 116pp. 神奈川県, 横浜.

- 新倉 聡, 2000. バリアフリーに向けた交通警察における新たな取り組み. 道路, 713: 37-41.
- 南関東地域科学系博物館ネットワーク推進協議会, 2000. 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報告書. XXpp.
- 日本道路協会編, 2000. 特集 人にやさしい道づくりーバリアフリー法の制定によせてー. 道路, 713: 4-66.
- 奥野花代子, 1998a. 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, (333): 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 (自然科学), (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ー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. 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 (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ー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ー. 神奈川県立生命の星・地球博物館編, 県立生命の星・地球博物館3周年記念論集 ユニバーサル・ミュージアムをめざしてー視覚障害者と博物館ー, 15-21. 神奈川県立生命の星・地球博物館, 小田原.
- 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ウム要旨集, 5-7.
- 奥野花代子, 2000. 人と人とのつながりやミュージアムどうしのネットワークから創造される感動体験. カルチペイト, (12): 26-33.
- 奥野花代子・濱田隆士, 2000. 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. 博物館学雑誌, 25(2): 17-32.
- 鳥山由子, 1996. 骨格標本を活用した盲学校の生物授業. モンキー, (273): 13-17.
- 鳥山由子, 2000. 視覚障害児童・生徒に対する動物の観察指導に関する一研究ー哺乳類を中心としてー. 心身障害研究, (24): 137-158.
- 山本哲也, 1996. 博物館のバリアフリー計画. 国学院大学博物館学紀要, (21): 151-222.
- 山本哲也, 2000. 理想は高く柔軟な発想で、多様化するニーズに応えるミュージアムづくりを. カルチペイト, (12): 12-19.

(受付: 2000年12月5日; 受理 2001年2月8日.)

## 編集委員会

編集委員長

編集委員

編集事務担当

青木淳一 (館長; ダニ学)

三浦 修 (副館長)・今永 勇 (学芸部長; 地質学)・高桑正敏 (昆虫分類学)・平田大二 (岩石学)・田中徳久 (植物生態学)・樽 創 (古脊椎動物学)・青木房雄 (管理部長)・青木達雄 (企画情報部長)

佐藤武宏 (無脊椎動物学)

## Editorial Board

Editor-in-chief

Jun-ichi Aoki (President; Acarology)

Editors

Osamu Miura (Vice President), Isamu Imanaga (Head Curator; Geology), Masatoshi Takakuwa (Entomology), Daiji Hirata (Petrology), Norihisa Tanaka (Plant Ecology), Hajime Taru (Vertebrate Paleontology), Fusao Aoki (Manager of Administration) & Tatsuo Aoki (Manager of Planning & Information)

Editorial Secretary

Takehiro Sato (Invertebrate Zoology)

---

神奈川県立博物館研究報告 (自然科学) 30 号

[神奈川県立博物館 (自然) 30 号]

発行者 神奈川県立生命の星・地球博物館

館長 青木淳一

発行日 2001 年 3 月 25 日

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

電話 (0465) 21-1515

FAX (0465) 23-8846

e-mail: [plan@pat-net.ne.jp](mailto:plan@pat-net.ne.jp)

URL: <http://www.city.odawara.kanagawa.jp/museum/g.html>

印刷所 協和印刷株式会社

---

Bulletin of the Kanagawa Prefectural Museum (Natural Science), no. 30

[Bull. Kanagawa prefect. Mus. (nat. Sci.), no. 30]

Published by Kanagawa Prefectural Museum of Natural History

Published on 25 Mar. 2001

All correspondence concerning the editorial content of this bulletin should be addressed to:

Kanagawa Prefectural Museum of Natural History

499 Iryuda, Odawara, Kanagawa 250-0031, JAPAN

Facsimile: +81-(0)465-23-8846

e-mail: [plan@pat-net.ne.jp](mailto:plan@pat-net.ne.jp)

URL: <http://www.city.odawara.kanagawa.jp/museum/g.html>

Printed in Japan

---

**BULLETIN OF  
THE KANAGAWA  
PREFECT. MUSEUM  
Natural Science No.30**

Kanagawa Prefectural Museum of Natural History  
Odawara Kanagawa JAPAN  
Mar. 2001