

博物館で人類進化を学ぶ —博物館の特性をいかした子ども向け 学習プログラムの作成・実践について—

Museum Educational Program for Schoolchildren: Human Origins and Evolution

広谷浩子¹⁾

Hiroko KUDO-HIROTANI¹⁾

Abstract. The study of human origins and evolution from our ape-like ancestors is one of the most exciting scientific fields for schoolchildren. It is rather difficult to implement the human evolution program in school education because of lack of real paleoanthropological materials. However, the museum of natural history is able to carry out free-form learning using various kinds of replica. The author had given lectures to schoolchildren on human evolution, entitled “From ape to human”. Eventually, using the casts in the collection at the museum of natural history, we are able to follow the evolution of our small branch of the Tree of Life. The author summarized the result of 7-years lectures, and reconfigured a new learning program. This report introduces the process of these educational works and submits some interesting insight about the partnership activities between schools and museums.

Key words: Museum, school education, development of learning materials, human evolution

はじめに

人類がどのような過程を経て現在の姿になったのかという人類進化論は、自分たちのルーツを知るという意味で大変重要であり、知的好奇心を大いに刺激するテーマでもある。学校においても、何らかの形でとりあげるべき学習項目と考えられる。しかし、学校のカリキュラムの中では扱いにくい面が多く、これまで系統だった形で学習されることがあまりなかった。社会科の歴史の授業に入っていたり、理科の「生物の進化」の中でとりあげられたりして、教育課程によって扱いが様々で内容も不十分であるのが現状である（鳩貝，2007；松村，2007；松村ほか，2008；高山・若林，2008）。近年、人類進化の研究はめざましい進歩をとげ、新しい進化の道筋が明らかになっている。しかし、理科教育や教材研究に関して、現場の教師・生徒たちと研究者の間のギャップは大きい。博物館は両者をつなぐ、架け橋としての役割を今こそ発揮しなければならない（樽ほか，2001；石田，2006）。

著者は、神奈川県立生命の星・地球博物館において、

豊富な標本資料を活用することにより、人類進化についての子ども向け講座を実施してきた。本報告では、このような普及事業において行なった学習プログラムの作成と実施結果を、以下の2点についてまとめ、紹介する。

第1に、人類進化についての子ども向け学習プログラムの作成に至る経過をまとめた。博物館の資料を解説用標本として活用し、学習効果をもたらせるよう実践的なプログラムづくりをめざした。

第2に、学習プログラムの特性を学校のカリキュラムとの関わりから見直した。そして、博物館が行う理科教育の可能性と問題点について考察した。

本研究は、財団法人日本科学協会による平成18年度笹川科学研究助成（18-280G）によって行われた。

研究の手順

1. 1999年より2006年までの夏休み期間中に、著者は神奈川県立生命の星・地球博物館（以下、地球博と略す）の子ども向け講座「サルからヒトへの進化を探る」を実施し、小中学生を対象に人類進化を教えてきた。

講座は、サルとヒトとの比較から始まり、現代人の出現までの内容を年ごとに变えて行なった。その概要は、表1の通りである。

この結果をまとめ、学習内容を再構成して、新しい学習プログラムを作った。プログラムはテキスト「サルか

¹⁾ 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
広谷浩子: hirotani@nh.kanagawa-museum.jp

表 1. 講座「サルからヒトへの進化をさぐる」で実施したテーマ、実施テーマとサブ活動についてリスト化した。

章構成	回	年	テーマ	サブ活動
1	1	1999	サルの種類・特徴	CD-ROM「サルのすべて」*1の活用
1	2	2000	サルの分類・特徴	ニホンザルのペーパークラフト
1	3	2001	サルの種類と特徴 ヒトとの相違点	動物バスルづくり(立体)
1	4	2001	ヒトはどのようにしてサルから進化したか	塗り絵 サルの系統
0	5	2002	進化について考えよう	進化のメカニズムを知る切り絵など
2	6	2003	サバンナへの進出、ヒトの誕生	紙粘土でサルをつくる
2	7	2004	ヒト化への道をたどる	塗り絵 ヒトの環境全体
3	8	2005	原人から新人へ	貝ビーズ、オーカーの絵

*1 virtual book どうぶつシリーズ9「サルのすべて」を使用し、学習を行った。

おさらいマンガクイズ (サンプル) (イラストと構成 T. Naguchi)

これまで勉強したことを、クイズをときながらふりかえってみましょう。

問題編

キツネザル編

ワオキツネザルって変わった名前だね。
さて、どうしてこの名前がつけられたのか、見つけた人は
どこを見てこの名前にしたんだろう？あててみて。

どうして
か？

答え編

キツネザル編

これは、しっぽ、しっぽのしめようがあるのよ
うだから、ワオ (編者)、キツネのようにとがった尾をし
てゐるからキツネザル。合わせてワオキツネザルなんだ。

高学年用クイズ (サンプル)

(1) 原猿は生きた化石といわれていますが、なぜですか？




(2) サルとヒトの共通点は、サルがもともとすんでいる場所と
とても関係があります。それはどこですか？

共通のとくちょう _____

すんでいる場所 _____

解答 (1) 原始的な特徴を持つ
(2) 共通の特徴 前肢の指の対向性、目が顔の正面にある
すんでいる場所 木の上

図 1. 講座に用いたテキスト見本。霊長類の体の特徴をクイズから学ばせる内容となっている。

らヒトへ」として編集・印刷した。

2. 小・中学校の理科・社会のカリキュラムの中で、人類進化がどのようにとりあげられているかについて、調査した。1で作成した学習プログラムの導入が可能な分野や単元を知るため、現場教師へのインタビューを行なった。これらの結果をもとに、学習プログラムと学校の教科学習の比較検討を行なって、博物館で学習プログラムを作る意義について考察した。

結果と考察

<1> これまでの講座のまとめと、新しい学習プログラムの作成

講座の概要について

著者はこれまで8年にわたり地球博において、延べ200人以上の子どもたちを対象に、以下のような内容の講座を行ってきた。
*企画：著者と猪尾武達氏（地球博の哺乳類ボランティア）が企画し、テキストの編集や実施内容を決定した。人類の化石が1990年代以降、各地でたくさん発見されたため、人類進化のシナリオは大幅に変更された（諏訪、2006など）。扱う内容は、常にこのような最新のデータにもとづくものとした。

*テキスト：毎回、解説とイラストクイズから成るテキストを作成した（図1）。各回の重要項目については、学習後クイズを解いて、理解度を確認できるようにした。テキスト用のイラスト作成や文章校正は、多くの哺乳類ボランティアからの支援によって進められた。講座は小学生・中学生を対象にしているため、生徒の理解度を考慮して、低学年用と高学年用2種類のテキストを用意したり、解説の方法や解説に用いる材料を変えたりした。

*講座の進め方：各回10から20名の参加者を得て行なわれた。生徒の学年によって、低学年グループと高学年グループに分け、著者を含む2名（参加人数が多い時には3から4名）の講師が各グループを担当した。グループごとにテーブルを囲み、講師の解説を聞き、テキストを読み、クイズを解いて学習を進めた。各講座の学習時間は午前10時から12時までの2時間で、間に10分ほどの休憩をはさんだ（図2）。

講座の解説には、地球博所蔵の標本類を多く用いた。学習テーブルの中央に標本を呈示して、生徒に実際に触れてもらいながら、解説を行なった（図3）。

*サブ活動：午後の2時間は、「サブ活動」として、午前の学習内容に関連する工作等を行なった（表1と図4）。紙粘土のサルフィギュア作り、世界のサルの塗り絵、貝ビーズのアクセサリ作り、オーカー（古代顔料）

を使った絵など内容は多岐にわたった。

当初は、午前中の講座で集中力がとぎれた低学年の生徒をどうにかして学習にむかわせたいと考えた企画であった。しかし、この活動に取り組みながら、テキストだけの学習では進まなかった生徒の理解が進んでいく手ごたえを感じた。以後、講座の重要な部分として企画することになった。午前中はうつむきがちで、講師の質問にもなかなか答えられなかった子どもが、サブ活動では別



図2. 講座実施風景
(左：低学年、
右：高学年)。
保護者はオブザ
ーバーとして、
周辺に着席して
いる。



図3. オナガザルの頭骨を真剣に
見る生徒たち。



図4. サブ活動の実施風景 (左：紙粘土で作ったサル、右：机を囲んで塗り絵を実施中)。

人のように積極的に参加する姿がたびたび観察された。講師が午前中の学習内容について質問すると、答えがスムーズに返ってきたことから、理解が進んでいるのだということもわかった。講座全体の雰囲気ががらりと変わり、初対面の子ども同士が打ち解けてふざけあう姿もみとめられた。

講座のまとめから

7年の間に定着し確立していった講座のスタイルは以下のようにまとめられる。

＊最新データの紹介：講座では、できるかぎり新しい内容を紹介しようとした。人類進化に関する発見は、時々刻々と積み重ねられているため、紹介がむずかしいが、自由度の高いプログラムをすることで、対応が可能になった。

＊地球博の標本資料の活用：解説に用いる資料が豊富なので、生徒は身近に標本資料にふれながら学習し、理解を進めることができる。

＊少人数学習：講座参加者を数人ずつのグループにわけ、常に生徒の反応を確かめながら解説と学習を進めた。

＊年齢に応じた対応：生徒の学年は様々なので、低学年用と高学年の2つのテキストや解説方法を用意して理解を深めさせた。

学習プログラム作成

以上のような講座特性をいかしながら、学校教育との連携もはかれるような新しい教育プログラムを作るために、以下のような点を考慮した。

西垣・布谷（2005）が指摘するように、博物館の講座での学習は特別な単発のイベントであり、学校での日常の学習とはかけ離れてしまいがちである。博物館が学校との連携を進めていくためには、博物館の特性と学校との教育体制の両方が無理なく共存できるようなプログラムを考える必要がある。

著者らが行なってきた講座は、時間も人員も資料も十分に使い手をかけて実施するものであった。しかし、学校で実施する場合には、よりのめをしばって、効果的な学習を進める必要がある。

この点を考慮しながら、3部構成の学習プログラムを作成した（表2）。プログラムを第1部「ヒトはサルの仲間」第2部「ヒトの誕生」第3部「現代人への道」の3部に整理し、学習の要点をまとめて解説を加えたテキスト「サルからヒトへ動物としての人間を知る旅」を作成した。

実施結果から

上記プログラムを地球博で実施した。第1部、第3部とダイジェスト版の3種類の講座を行い、合計76名の

小中学生を対象に人類進化を教えた。講座実施後には、生徒たちにアンケートを実施し、理解度の確認をした。その結果、以下のことが明らかになった。

- ・第1部・3部はそれぞれ1時間程度の授業として実施可能である。
- ・生徒は、小学2年生から中学2年生まで幅広い年齢層に及んでいたが、同じ学習項目でも十分な理解が得られる。特に、低学年では、複数の補助指導者を同席させるTT（チームティーチング）方式を採用して、学習効果が得られた。
- ・ダイジェスト版を2時間程度で試行的に実施したが、生徒の反応は通常の場合と変わらず、興味関心をもって学習に臨んでいた（千葉，2008；澤田，2008）。教材が十分に用意できていれば、ダイジェストでの学習も可能である。

<2> 学校教育との関係について

学校の授業で人類進化はどのようにとりあげられているか

小学校・中学校・高等学校の理科・社会のカリキュラムの中で、人類進化がどのようにとりあげられているか、教科書の内容一覧や文部科学省による学習指導要領の内容をもとに調査し、まとめた。その結果は表3の通りである。

文部科学省の学習指導要領は小学校で平成23年度、中学校で24年度に大幅な改訂が行われる。21年度から23年度は、その移行期間にあたる。改訂によって、理科・社会ともに授業時間数が大幅にふえ、学習項目の追加や前学年への移行（前倒し）が行われる。たとえば、中学校理科では、3年間通しての授業時間数が現行の290時間から385時間になる。本報告は、改訂実施後の内容について検討した結果に基づいている。

人類学が理科・社会の教科書でどのようにとりあげられているかについては、日本人類学会のシンポジウムからの報告がある（鳩貝，2007；松村，2007；松村ほか，2008；高山・若林，2008）。これらは、旧指導要領に基づく分析である。著者は、指導要領の改訂後に、人類学の学習をめぐる何らかの改革があるかについて特に注目した。

小学校では、社会・理科の両教科で、ヒトの進化についての記述はない。ただし、6年生の社会の歴史では、「狩猟・採集」の項で、石器時代の人々について学習する。中学校では、理科の第2分野で、生物の移り変わり（進化）を勉強するが、ヒトについての特別な記述はない。社会では、テーマにそってより掘り下げた内容の学習を学校

表2. 人類進化の学習プログラム、再構成して作成したプログラムの内容（テーマ、標本、サブ活動）を示した。

	テーマ	扱うトピックス	解説用標本	サブ活動
第1部	ヒトはサルの仲間	サルの特徴 サルとヒトの共通点	サルの骨・剥製 ヒトの骨	サルのバタバタバズ
第2部	ヒトの誕生	最古の人類化石/ヒトの直系祖先は？ヒトの特徴を簡単にまとめる	ヒトの骨、化石人類レプリカ	石器づくりと石器体験 ヒトの特徴を実感できるような活動
第3部	現代人への道	最新の人類進化論	石器・古人骨、遺跡資料	石器・ビーズ・壁画で最古の芸術家体験

表 2. 学校で学ぶ人類進化。文部科学省による新しい学習指導要領にもとづいて、人類進化が学校の教科でどのようにとりあげられているのかをまとめた。

社会科		理科	
小学校	6年生歴史分野		
	狩猟・採集／石器時代の人々		
中学校	歴史分野	第2分野	
	人類の出現は「内容の取り扱い」で	生物の移り変わり 人類の進化はなし	
高等学校		理科総合B(2単位)	生物Ⅱ(3単位)
		生物の変遷と多様性 ／人類進化	生物界の変遷／人類の起源と進化

参考にしたサイトは以下のとおりである。

新しい学習指導要領文部科学省：

http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/vourvou/index.htm

教科書ホーム SANSEIDO Co.Ltd: <http://tb.sanseido.co.jp/>

新興出版啓林館：<http://www.shinko-keirin.co.jp/>

大日本図書：<http://www.dainippon-tosho.co.jp/>

教育図書出版第一学習社：<http://www.daiichi-g.co.jp/>

チャート式の教研出版株式会社：<http://www.chart.coi.jp/>

東京書籍株式会社：<http://www.tokyo-shoseki.co.jp/>

の裁量で行なうことができる「内容の取り扱い」において「人類の出現」に触れるよう指導されている。

以上より、小中学校では、人類の起源について社会科の項目で取り上げ、遺跡などとの関連からごく一部を学習するという位置づけになっていることがわかる。

これに対し、高等学校では、人類の起源を理科の学習項目として位置づけている。生物Ⅱ(3単位)の「生物界の変遷」の項で、初期人類の特徴から現代人に至る進化の道筋が解説される。理科総合B(2単位)においても、生物の変遷の項で人類の起源と進化を学習する。年間指導計画の目安では、どちらも約1時間分の授業をするよう示されている。さらに、生物Ⅱでは、地球の歴史と生命の歴史、人類進化、進化のメカニズムが約1ヶ月(12時間)で学習するカリキュラムである。

しかし、生物Ⅱはもともと医歯学部や理学部生物学科、農学系、薬学系などに進学する生徒だけが履修する教科であり、履修率は全生徒の20%以下と考えられる(たとえば、九州大学の平成18年度入学者を対象にした未履修科目のデータ例

http://rche.kyushu-u.ac.jp/investigation/data18unstudy_subject_new.pdf)。同様に理科総合Bの履修率も10%前後になる。

以上より、小・中・高校を通じて、人類進化を学ぶ機会は非常に限られており、内容もごく一部であること、すべての生徒が同じように学んでいるわけではないことがわかった。指導要領改訂以前の調査結果(松村, 2007; 松村ほか, 2008; 高山・若林, 2008)と比べても、授業時間数が増えたにも関わらず、人類進化に関して教育の機会を拡大するような改善は認められていないのである。

教員へのインタビューから

現場の教員は、人類進化を授業でとりあげることにいつどのような感想を持っているか、また、今回作成した新しい学習プログラムの導入が可能な分野や課程はあるのかなどを知るため、現場教師へのインタビューを行なった。対象は、著者が夏休み期間中に2007年から2009年にわたって実施した教員向け講座「標本活用講座：哺乳類学入門」の受講者である。彼らは小学校から高校

までの教師で、担当教科も地学、生物など様々であった。博物館の展示や資料を自分たちの授業に活用したいと考え、熱意を持って講座を受講していた。寄せられた意見は、以下のようであった。

- ・人類化石の発見など新しい動きが多く、学校の授業でとりあげにくい。
- ・人類進化を解説するにあたって、学校で使える資料は化石の写真等にとどまるため、生徒の理解を深めさせることが困難である。
- ・初期人類の学名、地名、系統関係が、たくさん出てきて煩雑である。

上で分析した指導要領にもとづく学習内容によると、学校の授業の中で、人類進化を学ぶことができるのは、高校の生物Ⅱと理科総合Bの履修者だけである。そして、この履修においても、学校での学習には常に困難さが伴うようである。同様の結果は、先に触れた日本人類学会のシンポジウムにおいても報告されている(藤枝, 2007; 平田, 2008)。

以上より、人類進化の学習プログラムを直接学校に導入することは教育体制の上からも、現場教師のおかれている教育環境からも、かなりの困難さを伴うことがわかった。

しかし、我々人間のルーツをたどることは、現在の自分を見つめ、未来へむけての指針を得る上でも重要なことであるという認識に立ち戻れば、学校において子どもたちが人類学を学ぶことの意義は大きい。

数少ない事例ではあるが、学校の現場での人類学教育の実践からは、子どもたちが知的好奇心を大いに刺激される様子が明らかになり、また、人類進化というテーマ自体が理科教材として優れたものであるという報告がある(荒井, 2007; 平田, 2007, 2008; 宮本, 2008)。学校の側から、人類進化を学ぶことへのニーズをはっきりと提出された事例として受け止めたい。

＜3＞学習プログラムの作成と博物館活動(まとめ)

上のようなニーズにこたえるために研究者や博物館がやるべきことを考えてみたい。

日本人類学会は、人類学が学校で学習される機会を失いつつある状況を深刻に受け止め、2006年以来シンポジウムなど(松村・馬場, 2007ほか)を開催して議論を深め、2009年には人類学教育普及委員会を発足させた。また、2008年1月には、「初等中等教育に人類学的観点を導入する必要性についての提言」を文部科学省に提出した(日本人類学会, 2008)。本報告で紹介した教科書調査、教員の意識調査、学校での実践例などは、このような一連の活動と深く関わっている。

本報告で扱った学習プログラムは、主に小学生を対象にしたものである点、博物館での自由な学習形態がもとになっているという点で、上の流れとは趣を異にしている。しかし、人類進化や人類学を学ぶことへのニーズと危機的現状が認識された今、作成した学習プログラムと学校での学習のすり合わせを行う意義は大きい。

そのための第1段階として、本報告の学習プログラムと学校における学習形態を対比させて示し、すり合わ

表 4. 人類進化の学習プログラムと学校の学習形態の比較.
本報告の学習プログラムと学校での学習を学習形態の観点から比較し、すり合わせのための方針も示した.

	本研究のプログラム	すり合わせの方針	学校の学習
生徒の人数	10人程度	小グループと全体を使い分ける	クラス全体30から40人
講師	一人時に複数		原則として一人
学習テーマ	自由に設定する	学習項目との対応づ個別テーマ選択	学習指導要領に基づく
テキスト	独自テキスト 1テーマ1冊	テキストを細分化する 解説のための情報ボックスを充実させる	教科書、理科資料集、 副読本
材料	標本資料	キット化	写真等
時間数	全部で4時間	ダイジェスト化	1時間程度
サブ活動 (体験型)	塗り絵、紙粘土などで工 作をしながら、学んだ内 容を振り返る	トピックスごとに関連す るサブ活動を発見する	特になし

せの方針を模索した (表 4)。今回の学習プログラムは、少人数学習・クイズ形式のテキストや進度などの点で、学校における通常の授業とは大きく異なっている。すり合わせは、対象年齢の引き上げ、生徒の学年にあった個別テーマの抽出やサブ活動分野の開拓などによって可能になってくると思う。

また、イラストクイズやいくつかのサブ活動項目は、すべて生徒の学習意欲を高める効果を持っていた。それ自体でも教材として活用できるよう工夫を重ね、広く宣伝していくことは、博物館の使命と考える (畑田ほか、2008)。

そして、このような教材・標本資料・学習方法の解説をセットとして「人類進化学習キット」が整備できれば、学校側のニーズにこたえていくことも可能となる。学校と研究者をつなぐ架け橋としての博物館の役割を果たすため、学習プログラムのさらなる改良をはかっていきたい。

謝 辞

本論文のもととなった講座「サルからヒトへの進化を学ぶ」の企画・実施にあたっては、常に講座実施をリードしてくださった猪尾武達氏はじめ、神奈川県立生命の星・地球博物館哺乳類ボランティアの頭本昭夫氏、野口友美氏、大滝 緑 氏、安斎節子氏、守野聡子氏、比賀江文子氏他多くの皆さんに多大なご支援をいただいた。ここに記して深く御礼申し上げる。

引用文献

荒井正春, 2007. 小中学校における人類学教育. *Anthropological Science* (Japanese Series), **115**: 42-46.

千葉美津芳, 2008. サルはヒトの祖先なの? てら子屋, **10**: 51-54.

藤枝秀樹, 2007. 高等学校理科における人類学教育の現状. *Anthropological Science* (Japanese Series), **115**: 49-52.

畑田 彩・鈴木まほろ・三橋弘宗, 2008. 博物館と生態学: まとめ, 連載「博物館と生態学」を振り返って. 日本生態学会誌, **58**: 57-61.

鳩 貝 太 郎, 2007. 学 習 指 導 要 領 と 生 物 教 育 の 課 題. *Anthropological Science* (Japanese Series), **115**: 56-60.

平田泰紀, 2007. 中学校・高等学校における理科教育についての人類学. *Anthropological Science* (Japanese Series), **115**: 46-49.

平田泰紀, 2008. 中学・高校における人類学教育のニーズと教育実践. *Anthropological Science* (Japanese Series), **116**: 199-202.

広谷浩子, 2005. 来館者の行動観察をもとにした博物館の利用状況の分析. 神奈川県立博物館研究報告 (自然科学), **43**: 55-60.

広谷浩子, 2008a. 博物館で教える人類進化—教材開発と実践に関する研究—. 全日本博物館学会第 34 回研究大会発表要旨, pp.10-11.

広谷浩子, 2008b. 「てら子屋」の発想とスタンス. てら子屋, **10**: 54.

広谷浩子, 2009. 霊長類学と博物館の接点は?—研究者と市民をつなぐかけ橋としての活動—. 霊長類研究, **24**: 413-420.

石田 惣, 2006. 博物館と生態学 (2) 学校と博物館の連携で展開される生態学教育. 日本生態学会誌, **56**: 212-216.

松村秋芳, 2007. 高校教科書から探る進化生物学と人類学教育. *Anthropological Science* (Japanese Series), **115**: 53-56.

松村秋芳・馬場悠男, 2007. シンポジウム「小・中・高校における人類学教育」. *Anthropological Science* (Japanese Series), **115**: 41.

松村秋芳・高山 博・高橋 裕, 2008. 人類の起源は理科の教科書でどのように扱われてきたか. *Anthropological Science* (Japanese Series), **116**: 202-206.

宮本俊彦, 2008. 中等教育段階の生徒における生物進化に対する認識の現状と進化概念形成への人類学学習の効果. *Anthropological Science* (Japanese Series), **116**: 194-198.

日本人類学会, 2008. 初等中等教育に人類学的観点を導入する必要性についての提言. 4pp.

西垣 亨・布谷知夫, 2005. 学校が行う地域での「博物館」づくり. 博物館学雑誌, **30**(2): 117-128.

澤田美奈子, 2008. 点と線のむすび方. てら子屋, **10**: 46-47.

諏訪 元, 2006. 化石からみた人類の進化. 石川・斎藤・佐藤・長谷川編「シリーズ進化学 5 ヒトの進化」, pp. 13-64, 岩波書店, 東京.

高山 博・若林美由紀, 2008. 高等学校検定済教科書 (日本史・世界史) における人類学記事の時代変化. *Anthropological Science* (Japanese Series), **116**: 207-210.

樽 創・田口公則・大島光春・今村義郎, 2001. 博物館と学校の連携の限界と展望—中間期間設置モデルの提示—. 博物館学雑誌, **26** (2): 1-10.

(受付 2009 年 12 月 2 日 ; 受理 2010 年 1 月 27 日)