

放散虫化石試料の保存と管理 — Rad-File (IDB) ver. 5.56 を例にして —

Radiolaria Image Database, Rad-File (IDB) ver. 5.56,
— an example of database including depository data of radiolarian fossils —

水谷伸治郎 (MIZUTANI Shinjiro)¹⁾・磯貝 芳徳 (ISOGAI Yoshinori)²⁾・
永井ひろ美 (NAGAI Hiromi)³⁾・小嶋 智 (KOJIMA Satoru)⁴⁾

1) 名古屋市名東区代万町 2-21

2-21, Daiman-cho, Meito-ku, Nagoya

2) 日本福祉大学情報社会科学部

Faculty of Social and Information Sciences, Nihon Fukushi University, Handa

3) 中部大学工学部

College of Engineering, Chubu University, Kasugai

4) 岐阜大学工学部

Faculty of Engineering, Gifu University, Gifu

Abstract

An image database has been constructed for the radiolarian fossils which have been studied by the staff members and students of Nagoya University in these decades. Of more than sixty thousands registered samples of SEM pictures in the Nagoya University Museum, 2596 samples were selected and grouped according to the localities of the fossils. The latest version of the database includes depository data, which show the place where the fossil bodies are stored in the museum, and give us the way to access them. An original fossil body is placed on a stub for the SEM observation; the stub is stored within a plastic case, which is collectively stored in a cabinet. The depository system dealing with the fossil bodies, the original negative film, plastic case and cabinet in the museum, is briefly described together with several display pages of Rad-File (IDB), version 5.56.

まえがき

私たちは先般、放散虫化石画像データベースの最新版をまとめて公開した (Mizutani *et al.*, 2004)。名古屋大学博物館のホームページで、誰でも自由に見ることができる。パソコンのブラウザ(たとえば、Internet Explorer)を使って、次のウェブサイト、すなわち

<http://www.num.nagoya-u.ac.jp/database/palaeont/rad1/START.HTM>

を開くと、このデータベースの最初のページ(図1)が現れ、その内容を見ることができる。

この最新版の内容は旧版とは大きく異なっている。これまでの版は、放散虫化石の走査型電子顕微鏡写真をデータベース化したもので、画像を調べ、比較・検討できるようにまとめたものであった。その主たる目的は言うまでもなく放散虫化石の研究にあったが、「博物館には何が保管されているか?」という質問に答えるためでもあった。画像データベースとは、博物館に所蔵され、保管されている標本や試料の全体(もしくは一部)を撮影し、その写真をデータベース化して、公開するものである。私たちの画像データベースは以前に水谷ほか(1998, pp.4-5)で紹介したことでもあるが、学術審議会の報告(平成7年7月)に応えたものでもあった。その報告には、いわゆるユニバーシティ・ミュージアムで

は、博物館が収蔵する各種標本のデータベース化に努め、“多方面の利用者が活用できるよう画像データベース化を図ることが望ましい”と述べられている。

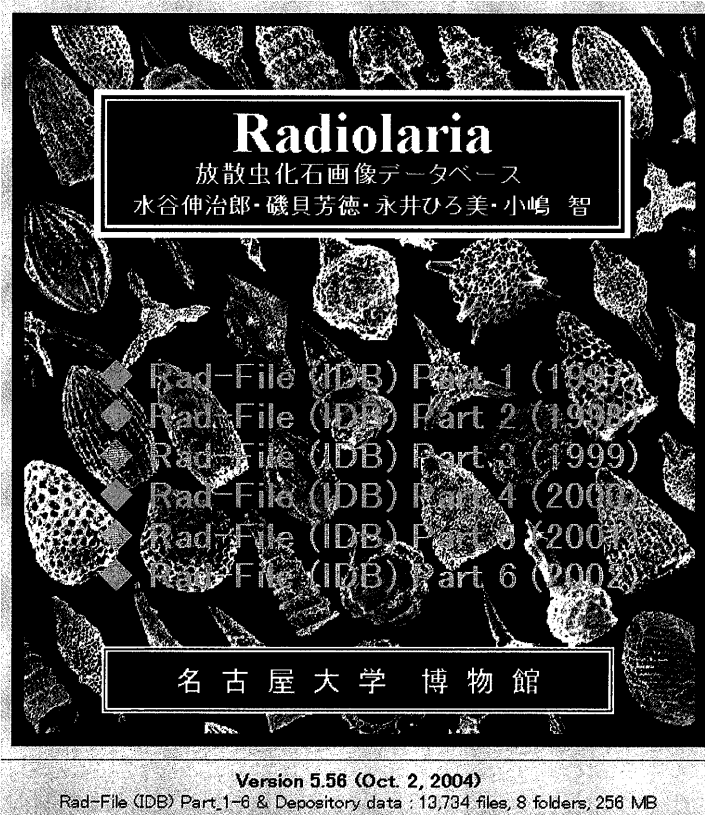


図1 放射虫化石画像データベースの表紙：博物館のHPを開くと、この画面が現れる。Part 1, 2, . . . 6をクリックすると、それぞれのPartの内容を見ることができる。下端に記してあるように、このデータベース (Version 5.56) は2004年10月2日に出来上がった。サイズが256 MBとかなり大きいのは画像がたくさん含まれているからである。

博物館は所蔵している標本・試料に関する情報をまず提供しなければならない。このことは最も重要なことであろう。その要求に応えることは技術的には難しいことではない。最近の情報通信分野の進歩や発展はめざましく、ごく普通のパソコン中のブラウザを用い、インターネットを介して情報を交換することは日常のこととなった。画像作成の操作も、また、ホームページの編集についても、高度で使いやすいソフトの開発によって、作業は大衆化され、画像データベースやそれを含んだホームページの作成と公開は一般化されてきている。単調な作業に耐え、その量の多さを我慢して、仕事を続けてゆけば多量のデータを含むデータベースが出来上がるであろう。

しかし、詳細な画像データベースがあればそれで十分であろうか。考えてみると、そのような仕事を続けてゆけば、その結果は多量の compact disc (CD) が出来上がる。そして、書籍を集めて整理し、その利用を公にしている図書館がつくられているように、多量のCDを集めて、いわばCD館とでも呼ぶべき施設ができることになる。それでよいであろうか。ユニバーシティ・ミュージアムはそれとは違うと私たちは思う。ユニバーシティ・ミュージアムと図書館やCD館との差は、研究のために使われた、また、使われつつある (そして、将来、使われる) 実体のある“モノ”がそこに存在するか否かにある。研究に使われた原試料がそこに存在すれば、それを再度調査し、検討することができる。新しい視点に立って、何度も検討ができる。このような原試料が“どこにあるか”、つまり、その“所在情報”も明確に、分かり易い形で残しておく必要がある。

今回、私たちが公開した放射虫化石画像データベースの最新版は、これまでの画像データベースに、原試料の所在情報を加えたものである。「それはここにあり、このように保管されている」というデー

タ (depository data) を加えたものである。所在情報と一口に言っても、標本や試料には、さまざまなサイズ、形態、保存状態がある。今回のデータベースを私たちが所在情報を含む一例としてわざわざ解説する目的は、この放散虫化石試料のようにサイズがあまりにも小さい、あるいは、細かな物体をいかに整理し、保管しているかを説明することにある。ここで取り扱った放散虫化石の個体のサイズは約 0.1 mm ~ 0.2 mm である。このような小さなサイズの“モノ”に対して、大きな標本の例として、恐竜の化石をあげることができるであろう。巨大な大きさをもつ標本については、その所在についてあらためて語る必要はない。看板に恐竜展示室とでも記しておけば十分で、一目見ればわかる。わざわざ“所在情報”について考える必要はない。一方、たとえば、小さな鳥の骨格標本などはどう記録したらよいであろうか。まず、1羽の鳥の骨格としてまとめ、小さな骨の一つひとつに番号を付しておくべきであろう。上述のような例を参考にすると、放散虫化石についてはまた別の保管法とその表記法を考えねばならないことがわかる。私たちが考え、名古屋大学博物館で試みた保存と管理、そして、所在情報の記録は、一般に、博物館におけるこの種の標本や試料の保管の例として参考になるであろう。

この報告は、私たちの画像データベースと所在情報の内容について、その概要を解説することを目的として書かれた。放散虫化石自体の問題やこの化石に関係した地球科学的な諸問題について論ずることは別の機会にゆずり、このデータベースに直接関係のあることがらに限り、以下、試料の所在と保管について、略述することにする。

私たちがこのデータベースの構想をたてて研究をはじめたのは 1979 年であり、今回のこの報告にいたるまでの経過や内容については、すでにいくつかの報文 (小嶋・水谷, 1982; 小嶋ほか, 1989; 水谷ほか, 1998; 安藤ほか, 1998; Isogai and Mizutani, 1998) で解説し、報告した。その頃の考え方や取り扱い方についてはこれらの報文を参照していただきたい。

放散虫化石試料の観察と保管

微化石の観察と保管

化石は過去の生物の遺骸であり、また、その活動記録でもある。化石のもつ学問的意義についてはあらためてここで強調するまでもない。化石の研究は、まず、手にとって肉眼で調べられるものを主な対象として研究されてきた。しかし、生物には脊椎動物から微生物までさまざまなサイズがあるように、化石にも恐竜のような大きなものから、顕微鏡で観察しなければその特徴をとらえることができないような小さなものまでである。そのような小さな化石 (微化石) の研究は、光学顕微鏡や偏光顕微鏡ばかりでなく、走査型電子顕微鏡を使用するようになって、著しく進歩した。ここでは、微化石の一種、放散虫化石を具体的な研究対象として、その研究の手法について述べるが、作業の大部分は、他の微化石を研究する場合についても似ていて、類似のことがいえるであろう。

研究試料としての微化石は、一般に、a) 微化石を含む岩石試料が多産すること、また、b) その試料の中に多数の化石個体が含まれている、という点に特徴がある。数の多少は研究結果に直接関係する。含まれる個体数が少ない岩石試料は見逃され、あるいは、無視される。一方、多数の個体を含んでいる岩石試料でも、種 (species) や属 (genus) の数が多いものは歓迎される。多いか少ないかは程度問題であるが、放散虫化石の場合、一度に取り扱う化石母集団の個体数は一般に、数千、あるいは、数万、時には、数十万個の数にもものぼる。そして、その中から、とくに保存の良いと思われるもの、あるいは、特徴的な形態をもっているものを選び出し、それらについて、研究が進められる。

化石およびそれを含む岩石の産出状態の観察、記載、採取等は野外研究に関することなので、詳細な説明はここでは省略する。しかし、採集時にとくに注意しなければならないのは、化石を含む岩石試料

自体とその周囲の地層との関係である。さらに、微化石を含む岩石試料の岩石学的特徴にもあわせて注意しなければならない。

一般に、微化石の研究では、それを含んでいる岩石試料から化石体を分離しなければならない。それは、化石体を焦点深度の深い走査型電子顕微鏡観察によって3次元的に調べることができるようになって、とくに必要になってきた。その分離方法にはさまざまな工夫がなされているが、放散虫化石の場合、岩石を適当に細かく砕いた後、弗酸や塩酸などを用いた化学処理が行われる。つづいて、不溶物を濾過して集め、粉体状の残滓から、実体顕微鏡下で、面相筆などを使って、保存の良いもの、あるいは、特徴が明確な化石体を他のものと選別して取り出す。化石の観察は実体顕微鏡はじめ、各種の拡大装置を使って行われ、その結果が写真として記録される。多数のデータが集まると、それらを整理し、内外から報告されている類似の化石と比較し、まとめられ、研究成果となって報告される。その報告を読んだ他の研究者は、その内容を理解し、自分の仕事に役立てようとする。また、その研究結果をまとめた著者自身も、自分の作品を参考にしながら、次の仕事に進む。こうして研究された試料は、設備の整った安全な場所、たとえば、博物館に、保管される。

このような段階を踏んで進められる微化石の研究は、ほかの化石の研究や岩石・鉱物の研究とそれほど変りはない。研究のほとんどはまったく同じ段階を通るであろう。

しかし、微化石の場合、それがあまりにも小さい物体であること、そして、その数がきわめて多数であることのため、別の方法を考えなければならない。その点、いわゆるhand specimenと呼ばれ、自分の手を使って整理する試料とは扱い方が根本的に違う。ここで取り上げる放散虫化石の場合、そのサイズはおおよそ0.1 mm~0.2 mmくらいの物体と思えば良い。それはゴミのようなものである。それが何千匹も何万匹も調べられ、保管されている。それは「その試料はこの博物館にあります」という記述だけでは、探し出すことは難しい。それ以上に詳しく、明確に示されていなければならないであろう。それには、具体的に、化石体の一つひとつを識別し、それを正確に、簡単に、見つけ出すことができるようにしておかねばならない。一般に、自然科学においてその研究成果が客観的に認められるためには、同じ方法で第三者が試してみても、同じ結果が出ることが要求される。この再現性(repeatability, replicability; Collins, 1992)は、物理実験や化学実験では必須のことである。しかし、地質学の研究にはそのままあてはめることは出来ない。化石の研究の場合、この種の要求に応えるためには、対象とした化石試料自体が出来る限りそのまま保存され、いかなる時においても、もう一度、調べたり確かめたりすることができるように用意しておくべきであろう。すなわち、このゴミのような小さな物体を、第三者が、保管されている建物の中から、迷わず正しく探し出すことができるようにしておかねばならない。この所在位置を記録し、検索できるように、公開しておくこと、すなわち、所在情報を整理した結果も、また、微化石のデータベースに含まれていなければならないであろう。これまで公開されてきた私たちの画像データベースは、この所在情報については、何も触れていなかった。所在情報を記す前に、とりあえず目標とした放散虫化石の画像をデータベース化しなければならないからであった。

今回、私たちは、所在情報の重要性を考え、これまでの放散虫化石の画像データに、それぞれの化石試料の所在情報を加えることにした。すでに述べたように、この種の試料については、たとえば「それは博物館に保管されている」といったような表現では、迷わず正しくその試料を手にし、再検討するためには不十分である。もっと詳細に、また、10年後も、20年後にも、ほとんど間違いなく特定の目的の放散虫化石試料に到達できるような説明を付しておかねばならない。以下、その表示内容について述べることにする。そのためには、私たちがどのように放散虫化石の研究をしているかを解説しておく必要がある。

放散虫化石の観察と記録

放散虫化石の観察は、化学的処理をした後の残滓から、実体顕微鏡下で化石体を選び出すところからはじまる。この時、研究者の意思や主観が大きく働く。対象とする化石体の数が少ない場合は、鑑定に耐えうるものを実体顕微鏡下で探し出さねばならない。また、化石体の数が多い場合は、その中から目的にあったものを取捨選択することになる。

選ばれた化石体は、用意された試料台上に、たとえば、両面テープを貼って、並べられる。普通、この試料台には真鍮あるいはアルミニウムなどでできた小さな円筒形の走査型電子顕微鏡用の試料ホルダー(stub)を使う。化石体は一般に縦横の格子状に並べられる。放散虫化石でも、個体のサイズが小さな *Eucyrtidiellum* (Nagai and Mizutani, 1990) のようなものは数多く、大型の *Mirifusus* (足立, 1982) のようなものは、当然、並べられる数は少なくなる。試料ホルダー(stub)上に並べられた化石体の位置を示すためには、一般に、行列表示(m,n)を使っている。たとえば、(1,7)は第1行の第7列目にある化石体を意味する。小さな化石を手先の器用な人が拾い出して並べると、この試料ホルダー上に総計100個以上、行列表示にすると(10,10)、以上の化石体が並ぶ。

こうして並べた化石は、走査型電子顕微鏡下で明瞭な画像として観察できるように、試料ホルダーに載せたまま金の蒸着(Au sputtering)を行う。この真鍮製の試料ホルダーは、いくつかまとめてプラスチックのケースに並べて整理・保管される。プラスチックケース(Case)の内部には縦にA, B, C, D, 横に1, 2, 3, 4, 5の番号が付けられていて、それぞれの試料ホルダーを識別できるようになっている。ケース内の位置(Position)は、たとえば、(B3)というように記録される。そして、そのケースにも、番号(たとえば、Case No. = 150)、ならびに、記号(たとえば、SKOJ07)が付されている。

このプラスチックのケースは、乾燥剤を入れた番号付きキャビネット(たとえば、Cabinet-2)に番号順に収納される。このキャビネットは、岩石試料を入れた標本箱とともに、博物館に保管されている。

実際の観察と記録の作業について、具体的に説明しよう。実体顕微鏡下で拾い出され、金の蒸着を施した化石体は、走査型電子顕微鏡で観察され、注目を惹いた化石体はすぐ写真撮影される。しかし、拾い出されたすべての化石体が撮影されるわけではない。ゴミを化石と間違えて拾ってしまうこともある。また、不完全な化石体の場合や一部が壊れたり、欠けたりしているものは観察だけして、撮影されることはない。しかし、一部が壊れたために、気が付かなかった内部構造が観察されるものもある(たとえば、永井, 1985)。あるいは、外殻の一部をわざわざ壊した上で、内部観察用に準備された化石体などもある。それらは走査型電子顕微鏡で観察するまでは、研究に適した試料か否かは分からないことが多い。一方、保存の良い化石体が見つかった時は、それを左右の斜めから、あるいは、別方向に傾けて上下から、何枚も撮影を試みる。細部の特徴を明らかにするために、その一部を拡大して、観察し、記録することもよくある(たとえば、Mizutani and Kido, 1983)。

こうして観察・撮影されたネガ・フィルムとそれを焼いた陽画は必ずしもすべてが満足できるものではない。焦点がボケていたり、コントラストが強すぎて特徴がよくつかめなかったり、やむを得ず捨ててしまうものも少なくない。しかし、とにかく化石を含む岩石の採集からはじまり、写真となって手にし、特徴を識別することができるようになった化石の実体、それはネガ・フィルムであり、焼き付けられた陽画である。それらはすべて通し番号順に、博物館に登録される。このとき、登録番号(Register No.)が与えられ(たとえば、41479)、その化石体を含んでいた岩石の試料番号(たとえば、1429)も決められる。これらのデータは小嶋・水谷(1982)および安藤ほか(1998)が述べたように、あるものはコード化され、alphanumeric dataとして記録される。

私たちの放散虫化石画像データベースは、この登録された写真(総計、6万点を超える)の中から、

選び出して作られた。そこには、(A)論文として公表され、図版として実際に掲載された写真画像 2,465 点 (Rad-File (IDB) Part 1, 2, 3, 4, 5 and 6), ならびに、(B) 名古屋大学理学部地球科学教室の修士論文に報告・掲載された放散虫化石のうちの一部, 131 点 (Rad-File (IDB) Part 6) が含まれている。このデータベースで扱ったこれらの画像には、あらためて次のような識別番号が与えられた。すなわち、

Rad-File (IDB) Part 1 : ID 0001 から ID 0480 まで,
 Rad-File (IDB) Part 2 : ID 0481 から ID 0960 まで,
 Rad-File (IDB) Part 3 : ID 0961 から ID 1440 まで,
 Rad-File (IDB) Part 4 : ID 1441 から ID 1920 まで,
 Rad-File (IDB) Part 5 : ID 1921 から ID 2400 まで,
 Rad-File (IDB) Part 6 : ID 2401 から ID 2596 まで。

このように、現在、合計 2596 点の画像がデータベースとしてまとめられている。

この識別番号 (ID No.) は、最も手近なデータとして、その画像の登録番号 (Register No.) とその化石を含んだ岩石試料の番号 (JMP No.) と共に示されることが多い。通常、私たちは、約束によって、これらを 422, 41479/1429 のような形で示すことにしている。画像の中にもこれら識別番号、登録番号 / 岩石試料番号が記入されている (図 2)。

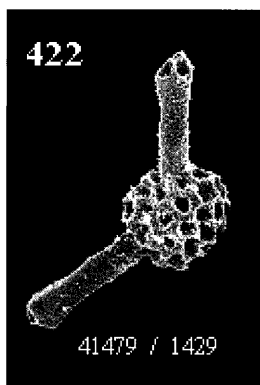


図 2 Rad-File (IDB) Part 1 の gallery に並べられている放散虫画像 : 左上の数値 (422) は、このデータベース内の識別番号 (ID No.) である。下に分数の形で記されている数値 (41479/1429) は、博物館に登録されている写真画像の登録番号 (Register No.) / 岩石試料番号 (JMP No.) である。この図 2 は、このデータベースにおいて、次の順序に従って進むと、画面上に現れる。すなわち、図 1 の最上段から始まって、

◆Rad-File (IDB) Part 1 (1997) ⇒

Galleries : All Specimens ⇒ Gallery 9 ⇒ 3.

この図から、さらに次に進んで、スケールの入った画像 (Q422s.jpg : 本文の図 7 の左半分) など見ることができる。

以上のように記載されたデータによって、問題の化石体は、実際に観察、撮影、記録等の作業過程を思い出しながら、どこに納められているか探し出すことができるであろう。すなわち、

- ・その化石体はどのキャビネットの中にあるか? (Cabinet-2)
- ・その化石体はそのキャビネット中の何番のプラスチックケースにあるか? (Case No.= 150)
- ・そのプラスチックケースには何という名がついているか? (Case Name = SKOJ07)
- ・その化石体はそのプラスチックケース内のどこにある試料ホルダー (stub) 上にあるか? (Position = B3)
- ・その化石体はその試料ホルダー (stub) のどの位置におかれているか? (m,n = 1,7)

を調べて、見出すことができるであろう。

放散虫化石試料の所在情報

放散虫化石の画像データベースの最新版 (図 1) には、上に述べてきたように、新しく所在情報が加えられた。その内容を具体的に、事例を示しながら、説明しよう。全体のデータ構造は、本質的には変っ

ていない。これまで公開してきた古い版と同じであり、画像を中心に示したデータベースの本体は、次のような項目にしたがって配列してある。

- (1) スタートページから、Part 1, Part 2, Part 3, Part 4, Part 5, Part 6 を選ぶ。
 - (1-1) それぞれの Part の第 1 ページからも、また、別の Part へ跳ぶことができる。
 - (1-2) このデータベース作成の仕事に携わった関係者名 (Research Group) を示すページへもつながる。
- (2) 各 Part の第 1 ページには、まず、試料の採取地点が地図で示される。
 - (2-1) その採取地点を選び、そこで得られた代表的な放射虫化石を知ることができる。
- (3) 各 Part の第 1 ページから、次の各項目を選択することができる。
 - (3-1) その Part に含まれる画像データが記された文献 (Data Source)
 - (3-2) その Part に含まれる全画像の一覧 (Galleries > All specimens)
 - (3-3) その Part に含まれる全画像データの検索用の一覧表 (Tables)

スタートページから、Part 1 を選択した場合の例を図 3 に示す。もちろん、上記のほかに、この画像データベース内で用いられている記号や略号についての説明 (Explanation of Image data)、地質時代別の代表種一覧 (Geologic age)、新種 (New species) 等などについても、知ることができるようになっている。

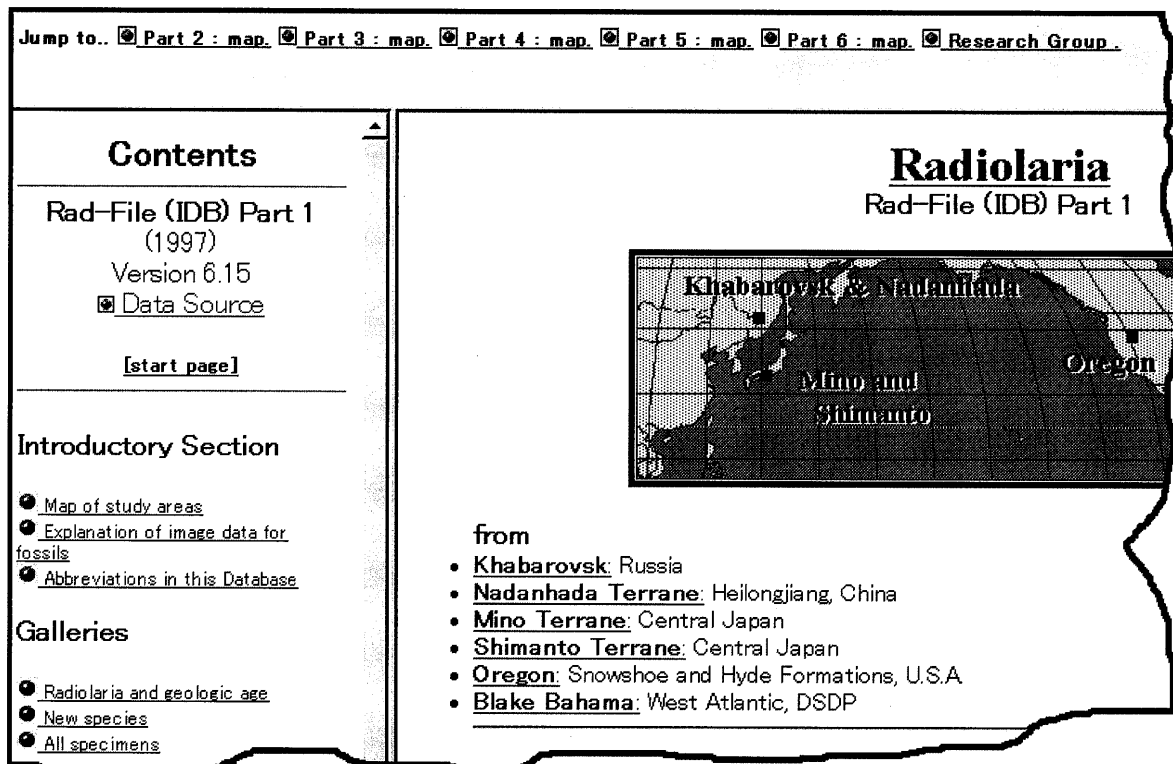


図 3 Part 1 の最初のページ：スタートページ(図 1)から、Part 1 を選択すると、上のような画面が現れる。ここから、右欄の地図や地名を使って、その地域に産出する放射虫化石の概要を知ることができる。また、左欄のそれぞれの項目を選択することによって、参考になる情報を知ることができる。最も頻繁に使うのは左欄の Galleries > All specimens で、Part 1 で扱われた全化石画像が識別番号 (ID No.) 順に並べてある。

今回、新しく加えた部分は、所在情報に関するデータ (Depository Data) である。これは従来の画像データベースに、次のような形で所在情報を加えた。実例として、Part 3 を選んだ場合についての

画面を図4に示しておく。とくに所在情報を知りたいと思ったときには、各Partを選んだ後、その第1ページの左枠の下方にある Depository を選ぶ。もし所在情報に関心がなければ、この項には触れないで、ただ画像情報だけを対象に検索作業をつづければよい。

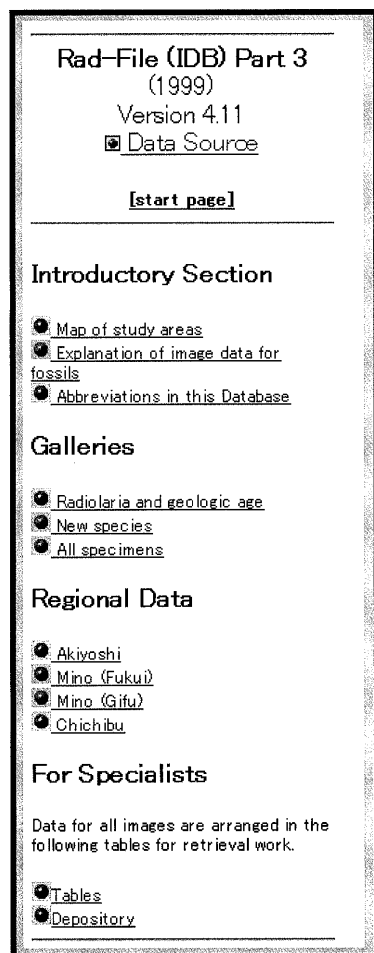
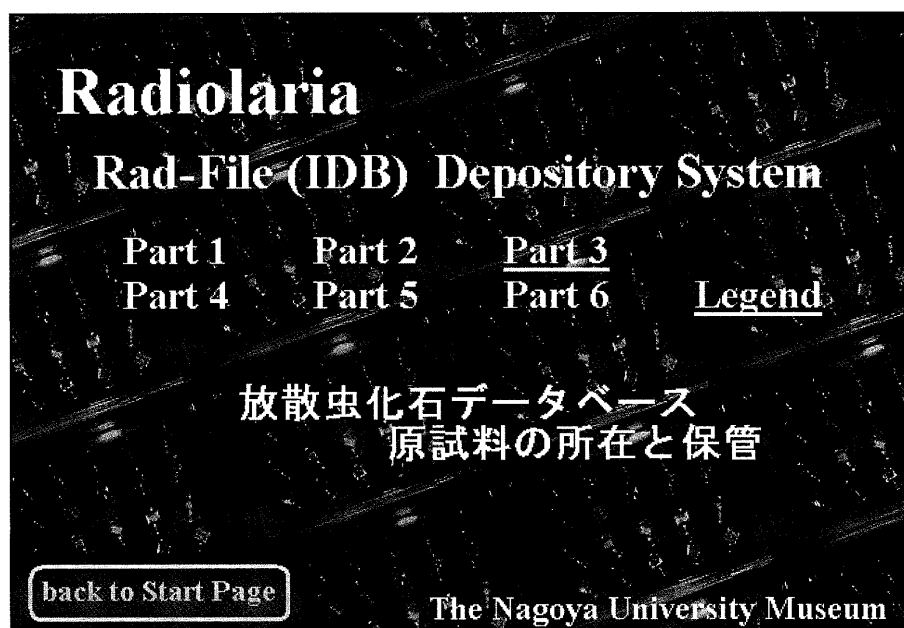


図4 (左図) Part 3の最初のページの左欄：ここからそれぞれの項目を選択すれば、このPartで扱われた放射虫化石に関係する諸データを見ることができる。今回、改訂された最新版で新しく付け加えられたのは、この図の最下段に示してある Depository である。この項目を選ぶと、図5のような所在情報についての最初のページが現れる。なお、図4の最上段は、このデータベースの第3部がこの部分に含まれていることを示す。それは1999年度に構築された。その原図や記載が掲載されている文献は、Data Sourceの項をクリックすることによって、知ることができる。Introductory Sectionは、初めてこのデータベースを見る人に対して準備されたもので、産地、凡例、ならびに、この中で使われている略号等が解説されている。Galleriesでは、代表的な放射虫化石が地質時代別 (Geologic age) に示されたり、あるいは、Part 3の全放射虫化石画像が一覧できるように表示されている。一般的な検索作業には、全化石が識別番号 (ID No.) 順に配列されているこの All specimensの項目を利用するのが最も便利である。Regional Dataの項目では、地域別に、そこに産出する代表的な化石画像が集められている。ここでは、便宜上、秋吉地域、美濃帯の福井県地域、美濃帯の岐阜県地域、秩父帯の4地域にまとめられている。For Specialistsの項は、専門家の検索用に準備されたものであって、各化石についての諸データ (属種名、その化石を含んでいた岩石試料の番号など) がいくつかの表としてまとめられている。

図5 (下図) 所在情報を示す最初のページ：Part 3の最初のページ (図4：左図) の最下段の Depository を選ぶと、この図が現れる。Legendを選んで、どのような情報がどのように表現されているかを知るか、あるいは、Part 3を選んで、ここに含まれる放射虫化石の所在情報を知るか、のどちらかを選択する。



このDepositoryの内容は、(a) 各Partごとに作られた所在情報、ならびに、(b) Depositoryの凡例(Legend) の二つの部分からなっている。たとえば、Part 3を開き、そこでDepositoryを選ぶと、画面に図5のような絵が現れる。ここでは、(a) Part 3を選択し、このPartで取り扱った放射虫化石の所在情報について調べるか、もしくは、(b) Legendを選び、所在情報としていかなるデータがどのように記されているかを調べる。順番としては、まず、b) Legendを開いてみるのがよいであろう。そこには所在情報として最も重要な8つの項目が表示されている(図6)。

Legend		Example for [422]		back to Start Page		
ID no.	Reg.no.	Cabinet-no.	Case no. = name	Position	m,n	JMP
[1]	44246	Cabinet-3	207 = HNHK05	B4	5,2	1543
[2]	44245	Cabinet-3	207 = HNHK05	B4	5,2	1543
[3]	44132	Cabinet-3	207 = HNHK05	B1	3,5	1540
[4]	44131	Cabinet-3	207 = HNHK05	B1	3,5	1540
[419]	33372	Cabinet-2	107 = SMYK15	A2	3,2	1299
[420]	41950	Cabinet-2	151 = SKOJ08	A2	6,6	1369
[421]	38929	Cabinet-2	107 = SMYK15	A2	3,2	1299
[422]	41479	Cabinet-2	150 = SKOJ07	B3	1,7	1429
[423]	41480	Cabinet-2	150 = SKOJ07	B3	2,1	1429

ID no.	<u>[422]</u>	ID no. of the radiolarian fossil in this database
Reg.no.	<u>41479</u>	Serial number of the radiolarian fossil registered in NUM
Cabinet-no.	<u>Cabinet-2</u>	Cabinet no. in which radiolarian fossils are stored
Case no.	<u>150</u>	No. of plastic case in which stubs for SEM are stored
Case name	<u>SKOJ07</u>	Name of the plastic case
Position	<u>B3</u>	Position within the plastic case where the stub is placed
m,n	<u>1,7</u>	Spot on the stub surface designated in a matrix form
JMP	<u>1429</u>	No. of the rock specimen from which the fossil was extracted

図6 所在情報の内容を示す一覧表：それぞれのPartに含まれている放射虫化石画像ごとに、その保管場所と位置がalphanumeric dataで示されている。この図は、Part 1の最初のページからDepositoryを選び、現れた画面からPart 1を選択して得られた表の一部に説明を加えたものである。

それらの項目はすでに述べたように、その化石体の収納場所を示したものである。理解しやすいように、1つの放射虫化石画像について8つの項目を、1行にまとめてある。左から右に、

- ①この画像データベース内の化石画像の識別番号 (ID no.)
- ②名古屋大学博物館に登録されている化石画像の登録番号 (Reg. no.)
- ③この化石体が入っているキャビネット番号 (Cabinet no.)
- ④試料ホルダーが入っているプラスチックケースの番号 (Case no.)
- ⑤同じく、プラスチックケースの名称 (Case name)
- ⑥このプラスチックケース内に収めてある試料ホルダー (stub) の位置 (Position)
- ⑦試料ホルダー上の化石体の位置 (m,n)
- ⑧化石体を含んでいる岩石試料の番号 (JMP)

の8項目である。

それらの各々について見てみよう。上記のうち、①と②、および⑧の3項目はいずれも数値型データである。それらを登録する際に、二重登録したり、通し番号を間違えて空白ができたりしないように、注意する必要があるが、それが正しく登録され、記載されておれば問題はない。所在情報に直接関係するのは、残りの項目である。これは実際に名古屋大学で実験を行っている者にとっては、日常的な作業であり、先輩の仕事を見様見真似で覚えることができるし、ごく普通の手順であり、ほとんど問題は起こらない。しかし、もし、博物館の外部から来訪者があって、この所在情報を手がかりに、問題の化石体を探すとなると、もう少し説明が要るであろう。この Legendはそのような研究者のために準備されている。

まず、この図6の422の放散虫化石画像を選ぶことにしよう。[422]はこのデータベースで与えられた識別番号である。これを選ぶと、その画像データとして図7が現れる。すなわち、このデータベースには、この放散虫化石が中国東北部黒龍江省那丹哈達で採取され、Kojima and Mizutani (1987) で報告された *Capnodoce traversi* Pessagno であることが画像とともに記されている。

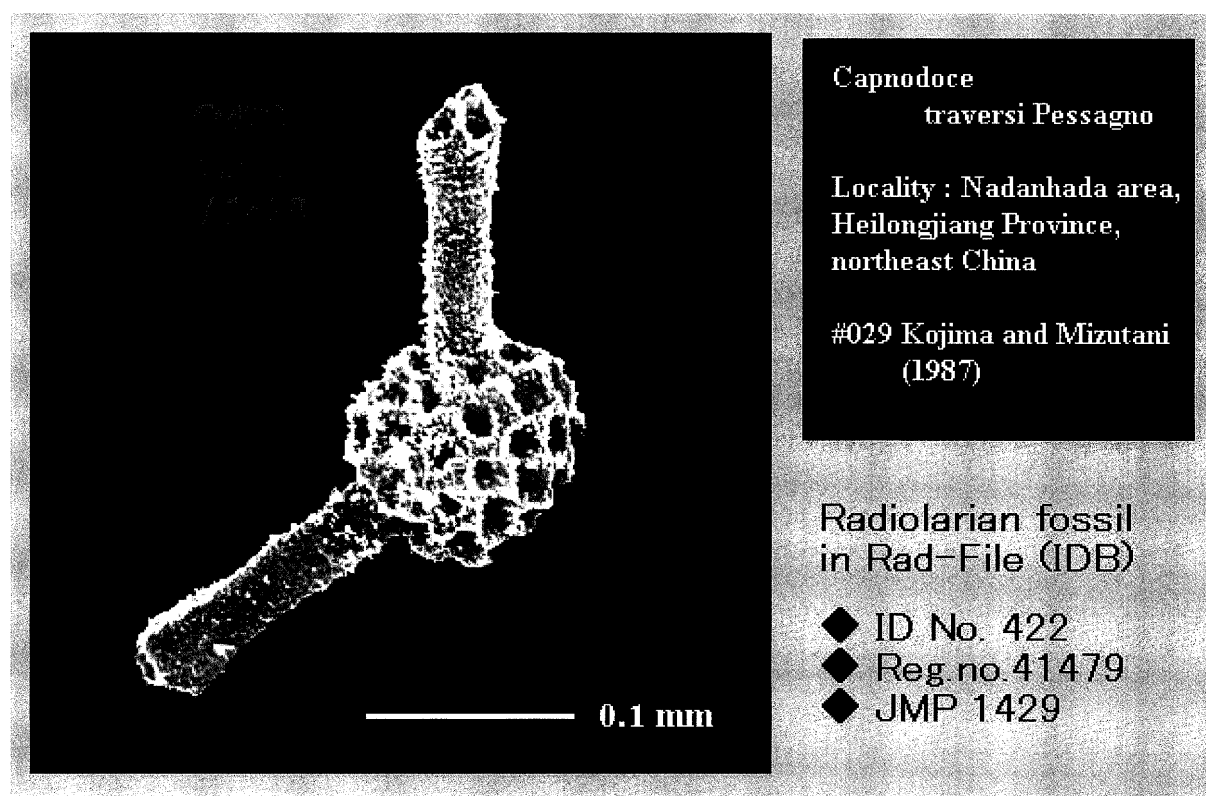


図7 所在情報一覧表(図6)から、識別番号[422]を選択して得られる放散虫化石の画像：ここには、同時に、422とか、41479とか、1429といった数字が何を意味しているかが説明されている。すなわち、これらの数字は、それぞれ識別番号、登録番号、岩石試料番号である。

誤解のないように記しておくが、図7およびこれ以後の図は、すべて、この所在情報の各項目の内容を説明するために用意されたLegend用の図と説明である。このデータベースRad-File (IDB) の中のすべての化石画像データについて、同種の図が示されているわけではない。

次に、図6の表内の41479を選んで、クリックする。すると図8が現れる。この数字は博物館内に保管されているこの化石の登録番号である。

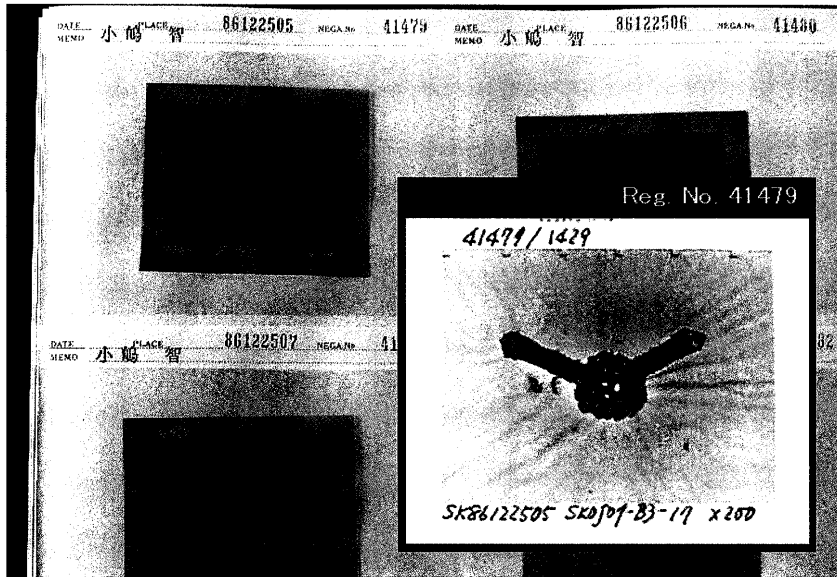


図8 博物館に保管され、登録番号が付けられた放射虫化石の走査型電子顕微鏡写真(ネガフィルム)：Reg. No. 41479がフィルムに記入されている。

次に、Cabine-2を選んでみる。すると、図9が現れる。このキャビネットにはプラスチックケースが入っている。平成16年4月現在、3個のキャビネットに240個のケースが登録され、収納されている。

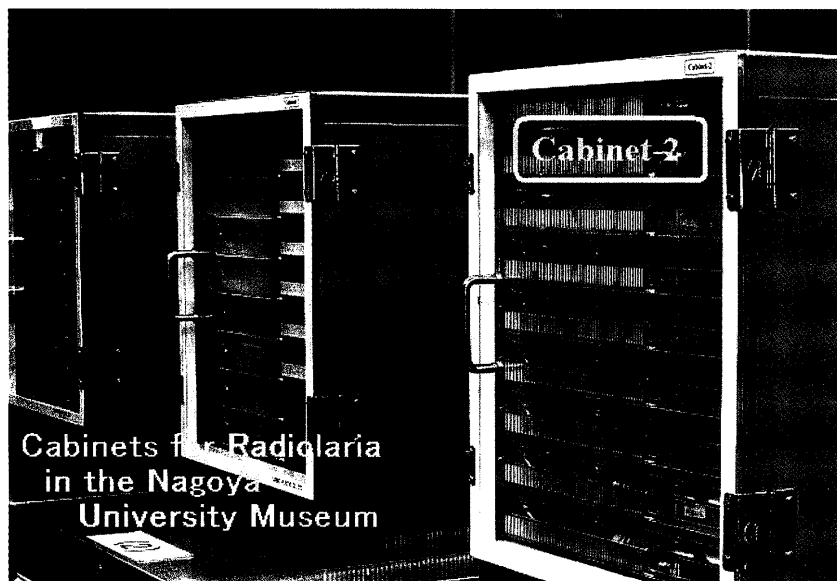


図9 化石が保管されているキャビネット：この中には、次の図のようにプラスチックケースが収納されている。

次にCase no.およびCase nameを調べてみよう。図6のこの項目を選択すると、図10が現れる。このプラスチックケースには、通し番号が付けられていると同時に、簡単な記号で名前が付けられている。それは、そのケースを使っている研究者が誰であるかがわかるように便宜的に付されたものである。このようにしてキャビネットがわかり、さらに、ケース番号がわかると、問題の化石試料がどのケースに保管されているかを知ることができる。

ただし、全部のケースの中にぎっしり試料ホルダー(stub)が詰まっているわけではない。それぞれのケースは、作業中は、研究者個人の所有になっている。そのため、ケースの内容は作業終了時まで増えつづける。そのケースには、あらかじめ登録番号が与えられているが、研究に区切りをつけることができた時点で、番号順にキャビネットに収められる。

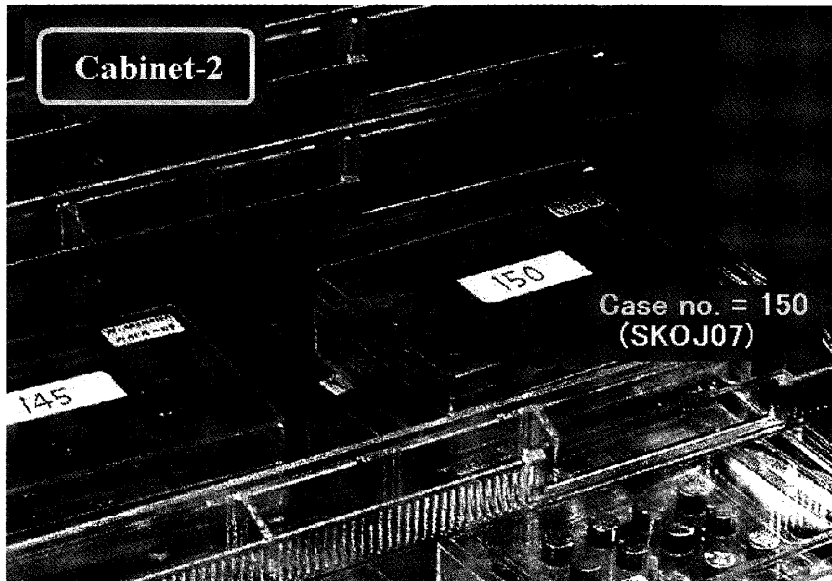


図10 キャビネットの内部：プラスチックケースが番号順に収納されている。

ケースの中には、20個の試料ホルダー (stub) が入るようになっている。これらの試料ホルダーのうち、どれが問題の化石体を載せた試料ホルダーであるかがわかると便利であろう。それはPositionにより示されていて、図6のPositionを選択すると、図11が現れる。つまり、ケース内の位置、この例では、B3が示されている。

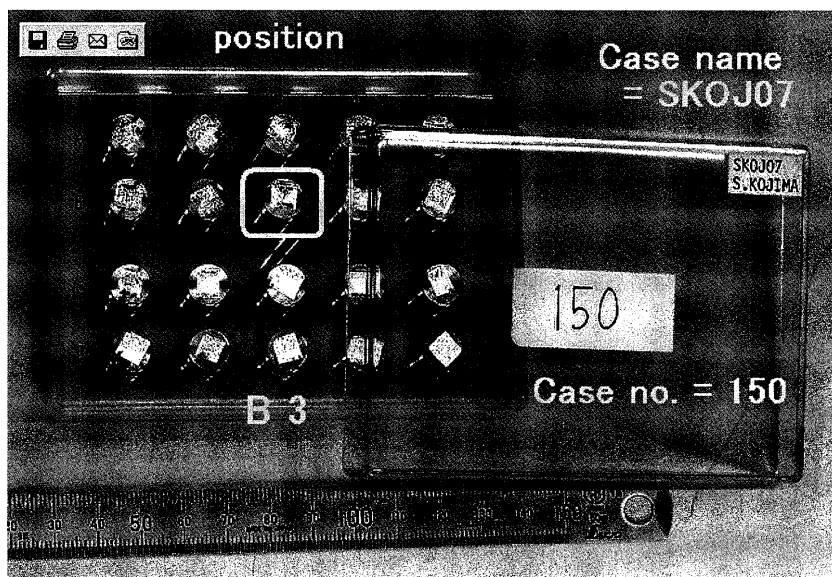


図11 化石体が載っている試料ホルダー (stub) の位置 (position, B3) : ケース内のどこに納めてあるかを示している。

最後にその試料ホルダー (stub) 上の化石体の場所が (m,n) で示される。図6からこの項目を選ぶと、図12が現れる。そして、(1,7)、すなわち探している化石体は第1列の7番目にあることがわかる。これが 422, 41479/1429 (図2) なのである。

所在情報をまとめた図6の最後の項、すなわち、JMP とある項は、いま対象としている放散虫化石を含んでいた岩石試料がどのように保管されているかを示したものである (図13)。その概要については、すでに水谷ほか (1998) で紹介した。

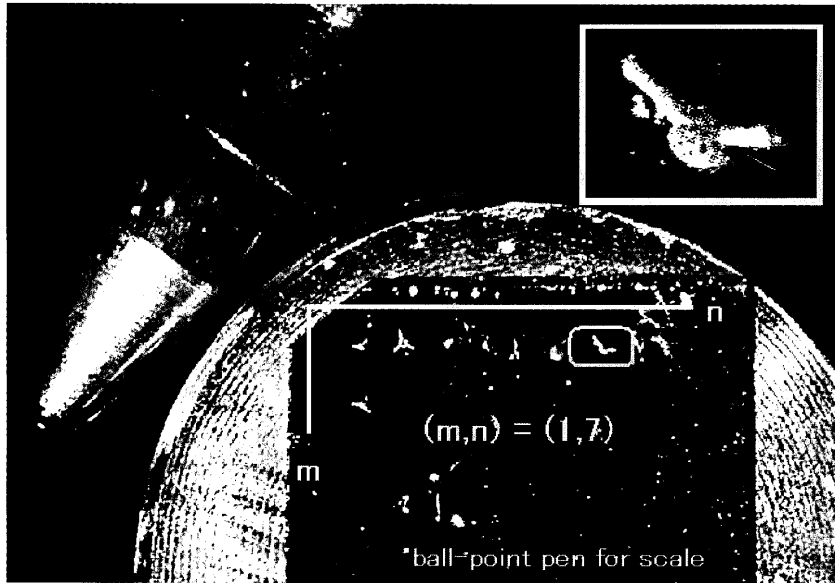


図12 化石体が載っている試料ホルダー(stub)の実体顕微鏡写真：その位置が(1,7)で示されている。右上の挿入図はその拡大図。この化石体をホルダーのまま回転して走査型電子顕微鏡で観察し、写真を撮ったものが図2(または図7)である。

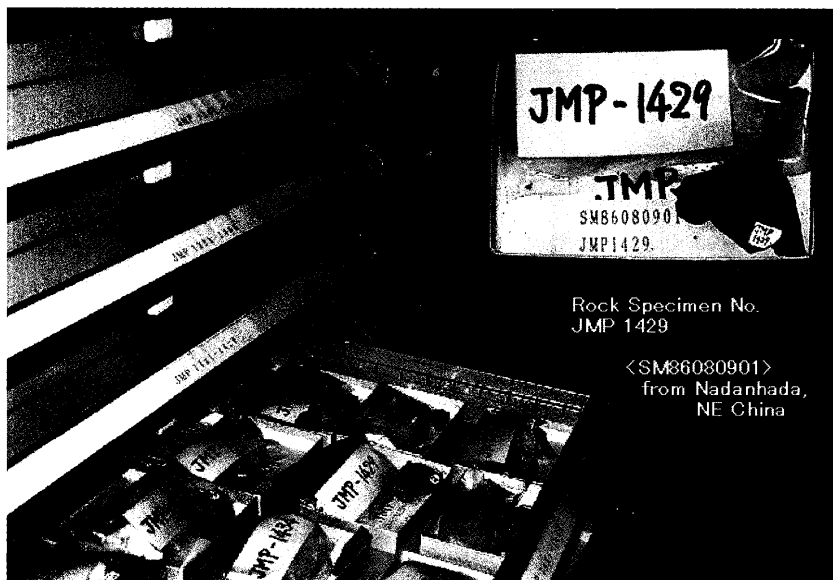


図13 放散虫化石が含まれている岩石試料の保管状況：試料番号(JMPをつけた通し番号)順に登録し、化学的処理を施した残りと一緒に標本箱に整理されている。試料の採取者、採取日など(SM86080901)もメモとして残されている。

所在情報の基礎データ

現在、私たちは3個のキャビネットに240個のプラスチックケースを納めて、保管している。そして、それぞれのプラスチックケースには、 $4 \times 5 = 20$ 個の試料ホルダー(stub)を並べることができる空間が用意してある。計算を分かり易くするために、試料ホルダーには 10×10 の化石体が並べられていると仮定しよう。すると、キャビネット全体では $100 \times 20 \times 240$ 個、すなわち、合計して480,000個の化石体が収納できることになる。実際にはこの48万個の用意された席をすべて化石体が占めているわけではない。研究者個人による諸事情のため、プラスチックケースのごく一部しか使用していない場合もあり、また、すべての試料ホルダー上に100個体が並んでいるわけでもない。実際に概算してみると、ここでは、放散虫の化石体を保存し保管するために用意された空間のほぼ3分の1だけが使われているに過ぎない。中には、放散虫化石以外の試料もあり、また、化石個体ではなく、化学的処理を施した岩片を直接観察している場合もあって、それが試料ホルダー上に接着剤で貼り付けてある例もある。そして、何よりも、実体顕微鏡下で拾い出した化石体をすべて写真撮影して残してあるわけではな

い. 実際には, 実体顕微鏡の下で観察しながら拾い出した化石体でも, 走査型電子顕微鏡で調べてみると, とても写真撮影する価値がないものもあることはすでに述べた. さらに, こうして撮影し, 登録して, アルバムに納めた化石でも, いざ論文に記載するとなると, それほど特徴的な骨格ではないと判断され, 取り上げられない画像もかなりある. このことをまとめると, 実際に研究の過程で記録され, 残される試料の数量は次のようになる.

ある地点の岩石試料の数 (数個~数十個)

各岩石試料のそれぞれの中に含まれる化石体母集団の数 (おそらく数万個以上)

> 選び出され, 拾い出された化石体の数 (多くの場合, 数千個くらい)

> 撮影された化石体の数 (数千個くらい)

> 登録された化石の写真画像の数 (Reg.N = 1000 ~ 2000 個)

> 論文に記載された化石の写真画像の数 (Pub.N = 50 ~ 100 個)

私たちの放散虫化石画像データベースは, これまですでに論文に書かれ, 図版に掲載されたものを中心として整理し作られた. したがって, 現在まで, すなわち Rad-File (IDB) ver.5.56 までの Pub.N = 2596 個である. ただし, データベースの中では, 同一画像を 3 つの異なった倍率にして, 大・中・小と 3 種を使用しているため, 含まれる画像の数は $2596 \times 3 = 7788$ 種ある.

取り扱った化石体の数や撮影した走査型電子顕微鏡写真の数量について, 具体的に記述されている例を紹介しよう. 水谷(1981)は, 美濃帯においてジュラ紀後期の放散虫群集の産出を報告したが, その論文の中で, 馬瀬川層から化石体を多数選び出し, そのうちの 2076 個について合計 2222 枚の走査型電子顕微鏡写真を撮ったと記している. それらの写真を仔細に検討して, その中から 68 枚を選び, これを図版に掲載した. また, Mizutani *et al.* (1982) は紀伊半島の四万十帯を中心にして, 放散虫化石に基づく生層序学的研究を行い, 2754 枚の走査型電子顕微鏡写真を撮った. その中から 84 枚を精選し, これらを論文に掲載した.

この結果を眺めると, 極めて能率の悪い仕事をしているように見える. しかし, 私たちが本格的に研究をはじめた頃, すなわち, Sakai (1979) が卒業研究をしていた頃は, 日本では化石の走査型電子顕微鏡写真は少なかった. 比較する放散虫化石の実例が少なかった. そのため, 自分たちが観察した化石体と思われるものをすべて撮影して残した. これらの研究の初期における一連のデータは実に貴重である. 報告された化石以外に, 私たちは未発表の多くのデータをもっている. そして, それらの化石は比較検討用の材料として今日でも有効に利用されている.

上の例では, 水谷 (1981) の 2222 枚の写真, Mizutani *et al.* (1982) の 2754 枚の写真は博物館に登録されて番号が付されている. これら登録された化石については, 小嶋・水谷(1982)や安藤ほか(1998)に従って, その所在情報はじめ重要なデータを付して, 記録が残されている. これらの記録は, 前者では名古屋大学大型計算機センター (NUCC: Nagoya University Computation Center) に“1レコード”を IBM card 2 枚の形で記録され, 保管された. 一方, 後者では, File Maker と呼ばれているソフトを用いて整理され, パソコンの記憶媒体に残されている. 便宜上, 前者を放散虫化石に関する NUCC-data, そして, 後者を FANK-data (File Maker を用いて, 安藤・永井・小嶋が開発したもの) と呼ぶことにする. 現在, 両者は改変され, パソコンに移され保管されている. 私たちは, これまで放散虫化石のデータを画像データベースとして公開してきた. しかし, この NUCC-data と FANK-data は公開されていない. 公開することによって, 万一, その内容が壊れたり, 無意識的と意識的とを問わず, 改変されたりすることを避けるためである. 換言すれば NUCC-data や FANK-data はいわば私たちの“元帳”である. この最も大切な“元帳”と写真, および, 化石試料自体とを残しておけば, 今後, 公

開されたデータのミスを訂正したり、別の目的のために全画像を組替えたりすることも自由にできる。つまり、これらは基礎資料である。

以上をまとめると次のようになる。Rad-File (IDB), version 5.56は、画像として登録・保管されている走査型電子顕微鏡の写真とそれに付随している所在情報などの重要なデータ (NUCC-data ならびに FANK-data) を整理し、画像データベースとして構築したものである。

データベース構築の問題点

文字型データと画像データ

私たちは、かつて、Rad-Fileと名づけたデータベースを作った(小嶋・水谷, 1982)。今回NUCC-dataと名づけたもので、その内容はすべてalphanumeric、つまり文字型データの集まりであった。これは画像データベースではない。その後、画像データベースの必要性を考えて、画像データベースを作り始めた。それを区別するために、後に (IDB) を付し、Rad-File (IDB) とした。これはImage Databaseの意味である。データベースのサイズや検索方法についてみると、文字型データの場合は、その配列に注意する以外はほとんど問題はなかった。そのため特有の検索プログラムを自分たちで開発し、また、それを自由に都合のよいように改良できた。

それに対して、画像データベースは、取り扱う対象が画像という点だけを考えても、大変に手間がかかる。なぜなら、画像の良し悪しはかなり主観が入った判断である。好みによって、わずかではあるが修正したくなる。また、作りあげた結果はデザインのうえからも評価されるかもしれない。これはセンスの問題であるから、正解などはない。絵画の素養のある人や凝り性の人は時間をたっぷりかけて丹念に仕事をするであろう。結局は、出来上がった画像を眺めて、常識的な判断から、まあ、これでよらうと仕事を進めることになる。

さらに、私たちは、化石のサイズが分かるように、スケールを写真の中に書き込んだ。これもかなり手間を要する作業であった。画像を含んだデータベースのデータ構造についての検討、技術や手法についての検討、ソフトの利用法等などについてもかなりの時間を費やした。多数のデータについて、これらの作業を行い、データを蓄積していった。ここまでまとめるには、想像以上に時間と手間がかかった。最初は科学研究費の交付を受けて経済的には恵まれていたが、しかし、この種のデータベースの構築は、ほとんどすべて研究者が自分自身でやらねばならなかった。蓄積のための労苦は決して少なくなかった。「データベース」に関しては、作る側とそれを使う側とでは、立場が大きく違う。私たちのデータベースを開いてご覧になった方々は多くの不満や不便を感じられたことであろう。しかし、この種のデータベースについては前例とすべき作品がないため、いささか独善であったかもしれないが、自分たちで作ったという記録を残す意味もあって、現在のスタイルのまま蓄積を続けている。

データベース内の識別番号

この画像データベースの中で、それぞれの化石画像には、識別番号が与えられている。それは作業の順番を示す通し番号である。その順番は特別な意味をもっているわけではない。最初は、とにかく画像データベースを作るということを第一の目的にして作業をはじめたのであった。何をどのような順に手をつけるかということに熟慮を重ねたわけではなかった。仕事が進むにしたがって、とにかく手当たり次第でもかまわないから、重要なデータをまず画像データベースという枠内に入れ込むことが最も大切だということが分かってきた。実際には、身近にある論文を適当に集め、図版を整理して、画像データの数を増やしていった。ここまでデータベース化しておけば、その後の加工(例えば、時代的な分類、

地域的な分類、古生物学的類縁関係の検討等など)は楽にできるであろう。さらに、初学者に教育的な材料として提供するために、全体を再度、組替えることもできる。何のためにそのデータベースを作るかという議論をするよりも、少しでも使いやすい基礎的なデータをとにかくデータベース化することが先決であると強く感じている。

基礎データとしての“元帳”

データベース化するためには、元になる基礎データが必要である。今回の所在情報を整理するに際しては、上述した“元帳”に相当する NUCC-data と FANK-data がその基礎データとして役立った。“元帳”は、学生や院生を含め、研究者が真剣になって自分で意欲的に作ったものである。しかし、人間の作業である限り、ミスは避けられない。文字型データでは複数のデータが残されている場合、比較整合(matching)を行って、データを確認する。その結果、いくつかのミス、すなわち、不一致が見つかった。パソコンを使うようになって、ミスタッチ、あるいは文字の誤読、誤記などがわずかに増えたような気もする。また、“51405”と“50405”などは片方が正しいと思っても、この数字の並びだけではどちらが正しいかは決められない。“7116”が“71!6”に変わっていたという例もあった。この場合、前者が正しいと判断できたが、なぜそのようなミスが起こったかは分からない。

比較するデータが2つあるとすると、不一致した両データのどちらが正しいかをどのようにして決めるかが問題になる。多くの場合、研究者の名前、産地、岩石試料番号、登録時期などを手がかりにして、相互の関係から一方が他方よりも正しいだろうと推定した。そして、“元帳”はそのままにしておいて、データベースの上で、できるものは手直した。“元帳”をつくりあげるためには、おそらく、フィールド・ノートから、実験ノート、あるいは、論文の原稿等などから“元帳”の原稿へと書き写す作業が行われているであろう。1文字のミスでも場合によっては、大きな誤解を生む原因になる。この種の研究に限らず、データの記録や記入には細心の注意が必要であると痛感する。

あとがき

放散虫化石の研究は日本列島の成り立ちを知るために、きわめて重要である。1970年代後半から、1980年代にかけて、そのことが理解され、数多くの研究報告が全国の大学・研究所から公表された。また、古生物学者や中・古生層の研究者を組織して、総合研究が組まれた。その頃の重要な研究の目標の一つはわが国の各地に分布する古い基盤をなす地層の地質時代を決めることであった。幸いにもわが国には、この化石の研究に必要な走査型電子顕微鏡はほとんどの研究室に設置されていた。また、採取された岩石試料も多く、研究に耐えうる十分に保存のよい化石もたくさん含まれていた。新しい事実が次々と見出され、データがどんどんと蓄積されていった。日本におけるこの分野の研究の質と量は、アメリカなどに比して一歩遅れていたとはいえ、高いレベルで世界をリードしていた。その頃、放散虫化石についてまとめた Baumgartner (1984) は、その引用文献の中に世界の論文を 164編掲げているが、その 25%はわが国の業績であった。

放散虫化石が地質年代を決めるのに役立つか否かという素朴な疑問に対しても、生層序学的にも、放射年代学的にも、堆積地質学的にも議論された (Mizutani, 1983; Mizutani and Shibata, 1983; Shibata and Mizutani, 1980, 1982)。さらに、この化石が注目を浴びたのは、プレートのいわゆる収束地域にあたる変動帯の地層群の解析に注目すべき成果を上げたからであった (Mizutani *et al.*, 1986, 1990; Mizutani and Kojima, 1992)。これも、年代があやふやであったこの化石を含む地層の年代を確定的に決定できることが分かったからである。しかも、この放散虫化石は世界の各地で知られていて、私たち

のこのデータベースにも、日本列島はいうまでもなく (Mizutani *et al.*, 1981; 足立, 1982; 服部・吉村, 1982; Adachi and Kojima, 1983; 吉田, 1985), 諸外国, たとえば, パキスタン (Kojima *et al.*, 1994), ジャワ (Okamoto *et al.*, 1994), 中国 (Mizutani *et al.*, 1986; Kojima and Mizutani, 1987; Nagai and Zhu, 1992), シホタアリン (Kojima *et al.*, 1991; Wakita *et al.*, 1992), 北米 (永井・水谷, 1992), 大西洋海底 (Yamamoto *et al.*, 1985) など, 広範な地域のデータが含まれている。今後も, これらのデータは増え, 蓄積されていくであろう。最近, この世界の各所で見出される放散虫の化石群集から, 三畳紀やジュラ紀の古生物地理学的検討を試みようとする動きがある。そのためには, 実際に報告された化石群集について, 統計的処理をする必要がある (Marquez, 2003)。化石母集団相互の類似の程度を調べるためである。数理的な取り扱いをするには, 対象となるもとのデータもそれ相応な数理的に記述されている必要がある。ここで述べた放散虫化石群がその要求に応えるだけの十分なデータを備えているとはいえないが, 基礎データをあらためて検討することによって, 期待に応える研究を進めることができるであろう。

最後に, 私たちの経験に基づいて, 大学博物館の特質について触れておく。すでに述べたように, 大学における研究試料は, その専門分野に関係なく, 常に公にされ, また, 適切に保管されなければならない。しかし, その要求に応えるには, 少なくともそれら「モノ」の収蔵場所が必要である。しかし, その場所は単なる空間であってはならない。貴重な研究試料の保管場所とするには, それら試料に直接関係した研究者が自ら手を下して整理する必要がある。周知のこの必要性に対して, 満足に応えることのできる施設や組織はきわめて少ない。鎮西(2004)も述べているように, 博物館におけるこのcuratingやそれを主たる仕事とするcuratorについては, どの大学においても深刻な問題を抱えている。その場所さえ得られない研究機関においては, 問題はさらに大きい。すべてのデータをカードに記録して, それを座右に置いて研究を続けていた時代からみれば, パソコンを使いながら研究する時代になったことは大きな進歩と言えるであろうが, 博物館のもつ本質的な問題点の解決には, まだかなりの努力が必要であると痛感する。

謝 辞

画像データベースを作る必要がある, と私たちが考えて仕事をはじめたのは1996年であった。その中に修士論文のデータを加えて, 昨年, ようやくこの仕事にも一区切りがついた。そしてこれまでの仕事を振り返りながら, 私たちの取り扱ってきた放散虫化石が博物館の試料であることを再認識して, 今回, 所在情報を加えて, Rad-File (IDB) の新しい版をつくりあげた。ここにいたるまで, 名古屋大学博物館の館長, 足立 守教授にはいろいろな面でお世話になった。本文を書くにあたって, 力強い声援と暖かい励ましを受けた。あらためてお礼を申し上げる。

今回, 所在情報を整理するにあたり, 本文でも述べたNUCC-dataとFANK-dataなど“元帳”は実に役立った。このデータがあったからこそ, 今回の仕事が出来たと言えよう。放散虫化石の研究をはじめた20年以上も前から, この基礎データを作るためにこつこつと努力をされた多数の学生・院生の諸君と研究者の諸氏に感謝の意を表す。データを眺めながら, その助力を今, ありがたく思い出している。

放散虫化石の研究は, 何人かの研究者が, 何年にもわたって, 継続的に続けられている。長期にわたる継続的な研究を支えるためには, 残滓の整理からコンピュータ・プログラムの開発に至るまで, 細かな仕事を注意深く続けてやらなければならない。この陰の, しかし, 極めて重要な仕事を責任もってやってくださっている與語美千代さんに, 最後に, 心から感謝したい。

引用文献

- 足立 守 (1982) 美濃帯の *Mirifusus baileyi* 群集についての一考察. 大阪微化石研究会誌, 特別号, no.5, 211-225.
- Adachi, M. and Kojima, S. (1983) Geology of the Mt. Hikagedaira area, east of Takayama, Gifu Prefecture, central Japan. *Jour. Earth Sci., Nagoya Univ.*, **31**, 37-67.
- 安藤暁史・永井ひろ美・小嶋 智 (1998) 名古屋大学古川総合研究資料館における放散虫化石データ入力法 - Macintosh 版の構築とその利用 - 名古屋大学古川総合研究資料館報告 特別号 No.8, 115-129.
- Baumgartner, P.O. (1984) A Middle Jurassic - Early Cretaceous low-latitude radiolarian zonation based on unitary associations and age of Tethyan radiolarites. *Ecol. Geol. Helv.*, **77**, 729-837.
- 鎮西清高 (2004) 大学博物館について. 化石, 76, 134-137.
- Collins, H.M. (1992) *Changing Order. Replication and Induction in Scientific Practice*. The University of Chicago Press, 199pp.
- 服部 勇・吉村美由紀 (1982) 福井県南条山地における主要岩相分布と放散虫化石. 大阪微化石研究会誌, 特別号, no.5, 103-116.
- Isogai, Y. and Mizutani, S. (1998) An attempt to construct a database of photographic data of radiolarian fossils with the Hypertext Markup Language. *Jour. Social and Information Sciences, Nihon Fukushi Univ.*, **2**, 1-8.
- 小嶋 智・水谷伸治郎 (1982) 放散虫化石データの管理と活用. 大阪微化石研究会誌 特別号 No.5, 457-467.
- Kojima, S. and Mizutani, S. (1987) Triassic and Jurassic Radiolaria from the Nadanhada range, northeast China. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N.S.*, No.148, 256-275.
- 小嶋 智・水谷伸治郎・永井ひろ美・斎藤 眞・塚本 斉・興語美千代 (1989) 名古屋大学総合研究資料館 (古川資料館) における放散虫化石データベースの構築とその利用. 名古屋大学総合研究資料館報告 特別号, No.1, 1-192.
- Kojima, S., Naka, T., Kimura, K., Mengal, J.M., Siddiqui, M.R.H. and Bakht, M.S. (1994) Mesozoic radiolarians from the Bagh Complex in the Muslim Bagh area, Pakistan: Their significance in reconstructing the geologic history of ophiolites along the Neo-Tethys suture zone. *Bull. Geol. Surv. Japan*, **45**, 63-97.
- Kojima, S., Wakita, K., Okamura, Y., Natal'in, B.A., Zyabrev, S.V., Zhang, Q.L. and Shao J.A. (1991) Mesozoic radiolarians from the Khabarovsk complex, eastern USSR: their significance in relation to the Mino terrane, central Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **97**, 549-551.
- Marquez, E.J. (2003) Longitudinal distribution of Radiolarians within Tethys. Ph.D. Thesis, Hong Kong University, 473pp.
- 水谷伸治郎 (1981) 飛騨金山のジュラ紀層について. 瑞浪市化石博物館研究報告, No.8, 147-190.
- Mizutani, S. (1983) Duration of chemical diagenesis. *Jour. Earth Sci., Nagoya Univ.*, **31**, 17-35.
- 水谷伸治郎・磯貝芳徳・永井ひろ美・小嶋 智 (1998) 放散虫化石画像データベース Rad-File (IDB) について. 名古屋大学古川総合研究資料館報告, 特別号, No.8, 1-114.
- Mizutani, S., Hattori, I., Adachi, M., Wakita, K., Okamura, Y., Kido, S., Kawaguchi, I. and Kojima, S. (1981) Jurassic formations in the Mino area, central Japan. *Proc. Japan Academy*, **57**, Ser.B, No.6, 194-199.
- Mizutani, S., Isogai, Y., Nagai, H. and Kojima, S. (2004) Rad-File (IDB), version 5.56, (Oct. 2, 2004), Part 1-6 and depository data: 13,734 files, 8 folders, 256 MB.
- Mizutani, S. and Kido, S. (1983) Radiolarians in middle Jurassic siliceous shale from Kamiaso, Gifu Prefecture, central Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N.S.*, No.132, 253-262.
- Mizutani, S. and Kojima, S. (1992) Mesozoic radiolarian biostratigraphy of Japan and collage tectonics along the eastern continental margin of Asia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **96**, 3-22.
- Mizutani, S., Kojima, S., Shao, J.A. and Zhang, Q.L. (1986) Mesozoic radiolarians from the Nadanhada area, northeast China. *Proc. Japan Academy*, **62**, Ser.B, No.9, 337-340.
- Mizutani, S., Nishiyama, H. and Ito, T. (1982) Radiolarian biostratigraphic study of the Shimanto Group in the Nanto-Nansei area, Mie Prefecture, Kii Peninsula, central Japan. *Jour. Earth Sci., Nagoya Univ.*, **30**, 31-107.

- Mizutani, S., Shao, J.A. and Zhang, Q.L. (1990) The Nandan terrane in relation to Mesozoic tectonics on continental margins of East Asia. *Acta Geol. Sinica*, **3**, 15-29.
- Mizutani, S. and Shibata, K. (1983) Diagenesis of Jurassic siliceous shale in central Japan. Iijima, A., Hein, J.R. & Siever, R., eds., *Siliceous Deposits in the Pacific Region*. Developments in Sedimentology, Elsevier, 283-297.
- 永井ひろ美 (1985) ジュラ紀中期の Hagiastriidae および Patulibracchiidae (放射虫) の脚構造. 名古屋大学総合研究資料館報告, 1, 1-13.
- Nagai, H. and Mizutani, S. (1990) Jurassic *Eucyrtidiellum* (Radiolaria) in the Mino terrane. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan*, N.S., No.159, 587-602.
- 永井ひろ美・水谷伸治郎 (1992) Snowshoe Formation のジュラ紀 (Bathonian) 放射虫. 大阪微化石研究会誌 特別号 No.8, 47-61.
- Nagai, H. and Zhu, S. (1992) Permian Radiolaria from the Gufeng formation of Anhui Province and the Dalong formation of the Nanjing area, China. *Bull. Nagoya Univ. Furukawa Museum*, no.8, 1-11.
- Okamoto, S., Kojima, S., Suparka, S. and Supriyanto, J. (1994) Campanian (upper Cretaceous) radiolarians from a shale clast in the Paleogene of central Java, Indonesia. *Jour. SE Asian Earth Sci.*, **9**, 45-50.
- Sakai, M. (1979) Geology of the northwestern part of Kanayama-cho, Mashita-gun, Gifu Prefecture. B. Sci. Dissert., Dept. Earth Sci., Nagoya Univ., T267, 36pp.
- Shibata, K. and Mizutani, S. (1980) Isotopic ages of siliceous shale from Hida-Kanayama, central Japan. *Geoch. J.*, **14**, 235-241.
- Shibata, K. and Mizutani, S. (1982) Isotopic ages of Jurassic siliceous shale and Triassic bedded chert in Unuma, central Japan. *Geoch. J.*, **16**, 213-223.
- Wakita, K., Kojima, S., Okamura, Y., Natal'in, B.A. and Zyabrev, S.V. (1992) Triassic and Jurassic Radiolaria from the Khabarovsk complex, eastern Russia. *News of Osaka Micropaleontologists*, Spec. Vol., no.8, 9-19.
- Yamamoto, H., Mizutani, S. and Kagami, H. (1985) Middle Jurassic radiolarians from Blake Bahama Basin, west Atlantic Ocean. *Bull. Nagoya Univ. Museum*, No.1, 25-49.
- 吉田英一 (1985) 大分県佐伯市北東部の地質および仏像構造線の再検討. 地質学雑誌, 91, 867-877.

(2004年10月14日受付)