

## 放散虫化石の研究史からみた美濃帯の地質

### The Mino Terrane in the Japanese Islands viewed from the radiolarian biostratigraphy

水谷伸治郎 (MIZUTANI Shinjiro)

〒 465-0086 名古屋市名東区代万町 2 - 21  
2-21, Daiman-cho, Meito-ku, Nagoya City, Aichi, 465-0086, JAPAN

#### Abstract

This paper describes the outline of study of the Mino Terrane, central Japan, principally from the radiolarian biostratigraphic viewpoint. Activities of the cooperative researches related to my study such as IGCP-115 (the siliceous deposits of the circum-Pacific region), IGCP-171 (the circum-Pacific Jurassic), IGCP-224 (Pre-Cretaceous terranes of Japan), Circum Pacific Terrane Conferences, are also reported. After the plate tectonic discussions on the orogenic belts were presented, we were going to discuss the Alaskan geology.

I have met Prof. Pessagno in 1967 at the special meeting of IGCP-114 held at Menlo Park, California, and he taught me the fundamental knowledge and techniques on radiolarian paleontology at University of Texas at Dallas in 1968. After leaving USA, I started the extensive study of Radiolaria with my colleagues at Nagoya. The first paper reporting the finding of Jurassic radiolarians in the so-called “Paleozoic” areas in central Japan was described by a student (M. Sakai) in 1979. The results of these studies in the Mino area was orally reported to Prof. Emeritus Teiichi Kobayashi, who strongly recommended me to write the result and to publish it on *the Proceedings of the Japan Academy* (Mizutani *et al.*, 1981a).

Jones *et al.* (1977; 1980) and Coney *et al.* (1980) pointed out the importance of the tectonostratigraphic terrane as exemplified in the geology of West Canada and Alaska. The Wrangellia terrane, the Chulitna terrane, and the Angayuchan terrane are the examples of the terrane in west North America. We have a special meeting in Japan called the Oji Seminar in 1981 as an activity of DELP (Dynamics and Evolution of Lithosphere Project), where we organized the Circum-Pacific Terrane Conference, which was held thereafter at Sydney in Australia, and at Nanjing in China, and so on.

In Japan, IGCP-224 organized by Prof. K. Ichikawa to restudy the geology of the Japanese Islands based on the radiolarian biostratigraphy, and we published the report entitled the Pre-Cretaceous terranes of Japan.

As for the Japanese Islands, Miyashiro (1967) published his idea on the geology of the Japanese Islands based on various aspects of earth sciences such as i) the fundamental knowledge of metamorphic petrology, ii) the thermodynamic of  $\text{Al}_2\text{SiO}_3$  (sillimanite, alusite and cyanite), iii) classification of metamorphic facies and facies-series, iv) finding two contrasting metamorphism of high-T/low-P and low-T/high-P ones, v) combining the data of deep seismic zone under the Japanese Islands, vi) distribution of Cenozoic volcanoes, vii) geophysical data of whole Japanese Islands, and viii) topological properties of islands and trenches and trough, collaborated with Sugimura and Uyeda, which were really a beautifully summarized to understand the geological

history of our islands. On the other hand, the concept of Heterogen, or the heterogeneous aggregate of the craton and orogenic belts in East Asia, of Kobayashi (1953, 1957) has been approved by the Asian geologists, which may be treated from the collage-tectonic point of view.

Outline of history of the study on the Japanese Islands suggests the new and global trend to understand their geological history. As was discussed at the DELP meeting in Japan, the studies of geologic age determination have been stressed to be much more promoted for all the earth scientists, and they gave us additional data for the study of the intra- and inter-terrane relation. As was treated on the basis of the biostratigraphy of the geologic history, we can extend our discussion to the geohistory on the basis of the chronostratigraphy even if there are plutonic and metamorphic rocks and Precambrian rocks.

It will be discussed on the basis of the P-T-t-path of the old terranes in the Japanese Islands. The complexity of mélangé terrane, or ophiolite terrane will be discussed in detail by biostratigraphically and chronostratigraphically.

In this report I describe the short history of academic exchange program between Nagoya University of Japan and Nanjing University of China, which have been performed under the leadership of the governmental policy of China and also under program of circum-Pacific terrane project. In fact, the geology of the Nadanhata terrane in the Heilongjian Province in northeast China has many traits in common with the Mino Terrane in Japan. I published a paper in *Nagoya Journal of Philosophy* (Mizutani, 2013) on the revolution of science, and I reviewed the paper here, too. Brief history of our studies of the radiolarians in the Mino terrane and in Japan is described here on a basis of many reports published in these fifty years.

#### まえがき

先般、私は雑文を書いた。それは、*Nagoya Journal of Philosophy* という雑誌に掲載していただけていることになっている。そのために、私は沢山の哲学の参考書を読んだ。巷によく知られているのは、Kuhn (1966)、あるいは、その邦訳 (クーン：中山 訳、1971) であろう。この本、とくに、原書は、私が意識して探したがなかなか手に入らなかった。たまたま、機会があつて、カリフォルニアにでかけ、University of California at Berkeley に行ったとき、学生会館の書籍部で見つけて、購入した。それは第3版であった。たかが200頁余の本であるから、すぐに読めると思ったら、大間違い。私には、邦訳を横においてそれを見ながら読んでも、“パラダイム”について、その内容を十分に理解することはできなかった。

しかし、地球科学を専門にしている関係で、Stewart (1990) と LeGrand (1988) は何とか読んだ。この2冊の書は、同じテーマで、20世紀後半に起こった大きな学問的变化について解説している。そのタイトルを並べて記してみよう。

LeGrand, H. E. (1988) *Drifting Continents and Shifting Theories*.

Stewart, J. A. (1990) *Drifting Continents & Colliding Paradigms*.

これらの著者は、それぞれ独立に自分の作品を執筆し、彼らが語るところによると、LeGrand の原稿が先にできあがっていたという。後者は、その原稿を同じ書店に持ち込んで、二人の原稿について、その経緯を知った。結局、前者はイギリスで、後者はアメリカで出版された。これらの題名から明らかなように、彼らは地球科学の近代史を詳しく書き、当時、なお現役として研究活動を行っている人たちからも意見を聞き、もちろん、主要な原書論文には目を通して、作品をまとめている。私は、これらの著書に加えて、Giere (1988) の解説も読んだ。Giere (1988) は科学一般のなかで、とくに、地球科学、つまり、プレート・テクトニクスについて解説したもので、我々が読むと、むし

る物足りないくらいである。LeGrand は、メルボルン大学の科学史の教授である。私は彼が住むメルボルンにでかけたとき、手紙を書いておいて、彼に会った。以前から、私は彼とは文通をしていたから、彼はすぐに返事をくれて、会う約束をしてくれた。いつもそうするように、私は彼にその名前の発音を訊ねた。彼は、米国で育ち、長い間、化学史を勉強していたという。Lavoisier の時代にとくに興味をもっていたらしい。米国で育ったこともあって、彼の名は、「ルグラン」だと発音すると教えてくれた。私がいつも、彼のことをルグランと言うと、語学のできない奴はかわいそうだなという顔をして、フランス系だから、「ルグラン」だろうと、教えてくれる親切な人も少なくない。それを聞いたときに、私は、彼との交際の長い歴史を語るなのであった（水谷，1997）。

その経緯などを上記の作品（水谷，2013）に書いておいた。なお、彼は私との交流の記録として、私を始め多くの日本人が放散虫の研究をしているという歴史を LeGrand and Glen（1993）に書き残しておいてくれた。共著の相手、Glen はアメリカの地質調査所において、放散虫の研究をすすめた古生物学者、David L. Jones との緊密な交流があったと思われる。その Glen 自身も、この学問の動きに大きな関心があり、とくに、岩石磁気学のプレート・テクトニクスへの貢献についての作品（Glen, 1982）は、直接関係者に会い、また、測定機器を検討したりして、1960年代の研究者同志のめまぐるしいつば競り合いを生々しく活写している。Glen は、Berkeley や Stanford の大学研究室、そして、Menlo Park の Geological Survey の地質学者の間を走り回って、その頃の日進月歩の研究の発展過程を追っている。

このように、私は、LeGrand（1988）、Stewart（1990）、Glen（1982）を読んだが、これらの本にはそれぞれ特徴がある。それに対して、Hallam（1973）はどちらかといえば、簡潔にこの学問の歴史を次のような題名をつけて書いた。すなわち、“A Revolution in the Earth Sciences from Continental Drift to Plate Tectonics”であり、彼の本はわずか127頁である。しかし、これだけあれば基礎的な知識をもつ学生なら、十分、プレート・テクトニクスの成り立ちを知ることができると思われる。

これらに加えて、私は、プレート・テクトニクスに関する多数の原著論文を読んでいる。しかし、今回は、さらに、哲学の書籍を読まねばならなかった。その中でも、特に私が力を入れて読んだのは、Laudan（1977）と Hoyningen-Huene（1993）であった。これらの書籍を原語でよむことは大変なエネルギーが要る。私は、LeGrand と哲学の話を、いわゆる英会話で進めたが、それができたのは、私が前もって彼の著書を読み、その一部について、私が質問を用意しておいたからできたのであって、直接、哲学的な問題を議論することはとてもできない。しかし、私は、とくに Hoyningen-Huene（1993）を懸命に読んだ。この本がどのように書かれたかだけを、ここで簡単に、紹介しておこう。

T. S. Kuhn の本が出版されたときは、世界は大変に驚いたらしい。欧州でも、そうであった。なかでも、ヘーゲル哲学の伝統をひくドイツではかなり騒がれたらしい。まずはそのドイツ語訳の出版が考えられた。すなわち、“Die Wissenschaftsphilosophie Thomas S. Kuhns : Rekonstruktion und Grundlagenprobleme”（translated by Alexander T. Levine with a foreword by Thomas S. Kuhn）である。そのドイツ語版をさらに Hoyningen-Huene が英訳し、そして、英語版として出版した。つまり、私は、この書を通して、ドイツ人の思想を英語で読み知ることができるのである、とそう思った。原著者の Kuhn はこの書、Hoyningen-Huene の原著である Levine 版に対して FOREWORD を英語で寄せている。それを詳しく読むと、Kuhn はその英語解説文中に、何度も、“gestalt switch” という語を使っている。“like the duck-rabbit” とわざわざ書いているので、私には、原著者が皮肉

を言っていると思えてならない。彼は、実は“似て非なるもの”と言いたくて仕方がなかったのではなかろうか。Hoyningen-Huene (1993)を開いて、逐語訳的に内容を追ってゆくと、この書は、T. S. Kuhn (原著) ⇒ A. T. Levine (独訳本) ⇒ Hoyningen-Huene という対応がなされて世に出たのではない、ということがわかる。実は、この中には、Kuhn の著作に関して、ドイツ人が批判的に書いた多くのドイツ語の哲学書や哲学論文が引用され、それを紹介しながら、書かれているのである。哲学者なら、そのあたりの事情に詳しく、それらの哲学書や哲学論文を原文、つまり、ドイツ語で読んでいて、全体を客観的に楽しみながら、読むことができるであろう。しかし、私にはそれができない。仮に、物理的にそれらの資料が手元にあっても、私には、とても、彼らの考えをドイツ語で読み、理解する力はない。だから、私は、Hoyningen-Huene (1993) と Khun (1966) と中山 茂訳の3冊を並べて、それらを平等に読みながら、内容の理解に努めた、・・・ということを水谷 (2013) に書いた。それはとてもシンドイ作業であった。そして、世の多くの人にはさも理解したような顔をして、「パラダイムの転換だ」とか、「パラダイムを変えるべきだ」、と言ったような書き方をしているのを私は不思議に感じている。これらの著作の蔭で T.S. Kuhn 氏が皮肉で失笑しながら、我々を眺めているような気がしてならない。つまり、私は、本当に“科学革命の構造”を理解したとはとても語る自信はない。むしろ、都城 (1998) に述べられている Kuhn の解説を読みながら、自分で考えるほうが理解は早く、また、正確な気がしている。

以上が、先般、私が書いた作品の底流に流れている考えである。そのほか、Laudan (1977) に大きく影響を受けた。その相互の類似関係から、私は LeGrand (1966) は Laudan 派であり、Stewart (1990) は Kuhn 派であると、感じている。これだけの前置きを記しておいて、今回のこの小論に入ることにしよう。

### 学生時代から研究者へ

私は、昭和 25 年 (1950)、名古屋大学理学部に入った。教養部で地学の授業が始まったのは、東大から名大に赴任された石岡孝吉先生が来られた 1 年生の後期からであった。地質巡検と講義と実験が行われた。石岡先生の講義を聴いて、私は、大変な興味を覚えて、学部へ行ったら地球科学科へ進もうと決心した。石岡先生の講義は、地質学史の話もあったし、宇宙の話から近代物理学の挿話などにも触れられていた。そして、何よりも、生まれて始めて使った「偏光顕微鏡」を通して知った美しい多色の画像に魅せられてしまったのであった。地質学という学問は、石岡先生の講義を受けて、始めて知った。だから、私にはとても新鮮な刺激であった。石岡先生は、黒部で、日本で最初に“十字石”片岩を発見された研究者であり、名実ともに満ち足りた輝かしい毎日を送っておられた。

教養部から東山の理学部へ進んだとき、これからは本当に勉強しなければならない、と感じた。しかし、地球科学教室はできたばかりであって、松澤先生と小穴先生のお二人の教授がおられて、構造地質学と地球化学を教わった。そして、いくつかの講義を聴き、また、実験や実習を体験するうちに、私は当時、助教授でおられた木村敏雄先生が講義で担当されていた“堆積地質学”を専門に研究しているこうと感ずるようになった。できたばかりの地球科学教室でも、新着雑誌は、図書室には届いていた。それらの中で、もっとも理解しやすい分野がこの堆積地質学でもあった。しかも、その頃、世界で大流行になっていたのが堆積地質学であった。なかでも、オランダの研究者、P. H. Kuenen が言い出した“turbidity current”の研究 (Kuenen and Migliorini, 1950) は世界の注目を浴びていた。その頃、多くの現象がすべてこの“turbidity current”と関係づけて論じられていた。つまり、長い間、謎であった堆積作用とその産物は、turbidity current によって説明されつつあった。結果と



して、その産物である“砂岩”の研究も世界で同時に進んでいた。私もその流れに乗って、砂岩の研究を始めた (Mizutani, 1957)。しかし、私の興味は他の堆積岩に移っていった。それは、次のような考えからであった。砂粒は現在、ほとんどの環境に砂として存在する。しかし、古い地質時代のものはすべて固くなって、砂岩になっている。一方、例えば、岐阜の山地には、チャートと呼ばれる岩石が豊富に出る。ところが、その岩石が固くなる以前には、どのようなものであったかが当時はまるでわからなかった。つまり、チャートの成因を調べるために必要な研究をしてみたいと考えるようになった。それについては、私の先生である Kimura (1954) は、珪質頁岩とチャートの観察に基づいて、極めて優れた推論をされていた。それを私は丹念に読んでみて、自分がやりたい計画を考えた。そして、熱水実験を試みることにした。こうして、私は、シリカ鉱物と珪質堆積岩についての専門家になった (Mizutani, 1966, 1967, 1970; 水谷, 1976)。

よく知られているように、地殻でもマントルでも、 $\text{SiO}_2$  の量はもっとも多い。また、岩石としても、チャートや珪質頁岩などは、普通に見られる岩石である。にもかかわらず、当時、まだ、その成因について定説はなかった。多くの研究者がそれについて関心をもっていた。幸いにも、私は、この問題を抱え、自分の三部作をもって、アメリカへ出かけることにした。その頃、国際的な研究組織が組まれていた。それは International Geological Correlation Program, (略して IGCP) と呼ばれていた。その組織の一つである IGCP 115 は “Siliceous deposits in the Pacific region” と名付けられ、主に、アメリカと日本の研究者がそれに参加していた。アメリカで開催された会合で、私は、偶然に、University of Texas at Dallas (以下、略して、UTD) の Prof. Pessagno に会った。そして、彼が示した放射虫化石のすばらしい走査型電子顕微鏡の写真に驚いた。彼の名前は私は知らなかったが、しかし、私は、彼にすぐ北米に滞在中に UTD に出かけるから、是非、この化石について教えて欲しいと、頼みこんだ。1976 年春のことであった。

その後、私は、UTD へ出かけ、そこで、懇切丁寧な個人指導を受けた。Prof. Pessagno による特別講義であった。こうして私は放射虫研究者になった。帰国してから、すぐに、必要な電子顕微鏡を購入した。幸運にも、私は安価な (しかし、この微化石の研究にとっては十分な拡大率をもっている) 小型の走査型電子顕微鏡 (SEM) JSM-T20 を手に入れることができた。そして、学生や院生たちと一緒に化石の収集と分離、観察に飛び回ったのであった。それ以前から、私は、珪質岩類については多くの薄片を収集していたし、また、放射虫化石を含んだチャートやマンガン・ノジュールも持っていた。学生実験では、堆積岩の顕微鏡観察を教え、成因について解説していた。そのころの “古生層” のどこに行けば、含放射虫チャートや珪質頁岩があるかも知っていた。そして、最初の成果、ジュラ紀放射虫の発見は、4 年生学生の酒井正男君によってなされた。酒井正男君によるジュラ紀放射虫の発見の経緯はいろいろな機会に詳しく書いておいた (水谷ほか, 1998)。

私たちの最も重要な論文は、当時、小林貞一先生の助言に従って、学士院記事に投稿し、出版された (Mizutani *et al.*, 1981a)。同時に、私は、当時、地質調査所に居た柴田 賢氏にお願いして、馬瀬川の珪質頁岩の放射年代を測ってもらった (Shibata and Mizutani, 1980)。私の仕事 (水谷, 1981) ばかりでなく、研究室の連中も次々と報告を出していった。もちろん、国際誌として、IGCP 115 の報告書にも提出して、印刷公表された (Mizutani and Shibata, 1983)。

私たちは外国の研究者を日本に招く計画を立て、IGCP 115 を我が国で開催した。その時 (Aug. 21-27, 1981)、私は、友人と共に、野外巡検の案内役をかって出た (Mizutani *et al.*, 1981b)。野外の事実を前にして、議論することは極めて重要である。それには、会話力がなければできないし、もちろん、知識と体験がないとうまくゆかない。幸いに、私は、日本の友人に助けられ、多くの外国の友人

に囲まれて楽しく、この野外巡検を終わることができた。

私の場合、たまたま UTD で Prof. Pessagno の教えを請うたことがきっかけであったが、世界の他の地域、日本や欧州でも、同じころに、大規模な研究グループの組織化と発展があった。それらについては、すでに述べた（水谷，2013）が、いずれも、地質学的な、とくに、地域地質の新発見として価値ある貢献をしていた。それが短い期間に、突然、起こったこと、そして、年齢の若い研究者が中心となっていることを重視して、それを“革命”と呼ぶことも許されるかもしれない（石垣・八尾，1982）。しかし、私は、“短い期間に、突然、”と考えるか否かは、研究者によって、必ずしも同じではない、という研究例を述べながら、それを“革命”と呼ぶことには賛成できないと論じた（水谷，2013）。

これまで述べてきたように、私はシリカ鉱物の研究論文を抱えて、この IGCP 115 に加わってきた。この研究班にかぎらず、その他の研究テーマもいろいろあって、放散虫の研究から、新しい事実が沢山見つかったという結果を中心課題にして、私は活発に他の研究者と交際するようになった。IGCP 171 もその一つである。このグループは、日本の佐藤 正先生とカナダの McMaster Univ. の Westermann が中心になって呼びかけた“Circum-Pacific Jurassic”と称されている研究グループであった。また、後に生まれた IGCP 224 とされるグループもある。ここでその組織の枠組みを概説しておこう。

世界の関係者の集まりである大きな組織 IUGS = International Union of Geological Sciences 国際地質科学連合がある。地質学に関する国際的な問題を整理・処理するために、活躍している。一方、UNESCO がさらに大きな分野にわたって発言権をもっている。これら両者が連絡をとりながら、その下部組織として、IGCP Board Member があり、そこへ特定の研究者から新しい IGCP の提案が行われる。そこで、その提案が適当であると認められると、わずかであるが、研究費が支給される。そして、一般に、その Grant を seed-money として、研究費を集めることになる。グループが大きければ、研究活動は活発になるが、しかし、それを運営するのに手間がかかる。国際的であればあるほど計画・連絡・実施・報告には大変になるであろう。すでに述べた IGCP 115 では我が国の世話役として、東大の飯島 東教授が活躍された。また、次に述べる IGCP 224 では、大阪市立大の市川浩一郎教授が世話役の責任をもって活躍された。

アメリカの学会（Geological Society of America）には、資産家 Penrose の基金をもとにして運営し、研究会の会合に助成金をだしている“Penrose Conference”がある。まず、小グループで、Penrose Conference を計画し、さらに、IGCP へと発展してゆく例もある。一方、日本では、文部省から支給される科学研究費の配分に関して、とくに、国際的な総合研究のような性格をもつ研究グループには、会議を開いて検討し、特別枠が与えられることもある。後に述べる DELP = Dynamics and Evolution of the Lithosphere Project：国際リソスフェア探査開発計画、がその一例である。

研究計画は、日進月歩である。また、組織としても、あるいは、研究対象としても、さらに、若い研究者の育成のためにも、国際的なスケールで行われることが多い。とくに、最近では、学問の進歩とともに研究活動は文字通り global になりつつある。そして、上述の研究グループとその活動は、研究自体にその発展の要素があり、また、場合によっては、国際的になる必然性もあった。しかし、国際的な交流がすべてそのような経過を経て進展してゆくものではない。その一つとして、中国、とくに、南京大学と名古屋大学との交流を例にして、その経緯を述べることにしよう。その前に、とくに東亜の研究で著名な小林貞一先生のことを記しておかねばならない。

### 小林貞一先生への報告

私たちの研究室で明らかになりつつあった新しい化石による事実を、私は、まず古生物学会で、Mizutani, Okamura and Shibata (1979) の連名で講演した。そこでは関心が薄かったためか、また、私自身が古生物学会で発表したことがなかったためか、出席者の中から特別の質問は無かった。問題はかなり大きなものであることから、私は、1981年4月、東京で地質学会があったとき、その内容を小林貞一先生にお話し、聴いてもらいたいと考えていた。彼は、すでに戦前から弟子と一緒に、放散虫化石の研究を始めていた (Kobayashi and Kimura, 1944)。また、犬山で発見されたアンモナイト (*Perisphinctes* sp.) の化石について、極めて強い関心を持っておられた。私は、学会で会った浜田隆士さんに、小林先生の自宅の地図を書いていただき、電話しておいて、出かけた。Sato (1996) によって詳しく紹介されているように、小林先生は、大へんな知識の持ち主であり、古生物学会や地質学会の重鎮であった。でも、私が訪問したときは、やさしくお宅に招き入れてくださった。私は、地質学の泰斗という印象を感じながら、最近の事実であるがと前置きして、美濃帯でのジュラ紀放散虫化石の発見と分布について話をした。先生は、じっと耳を傾けて聴いておられた。地理的な説明は必要なかった。また、時代論についての議論も不要であった。一般の人に解説する前置きに関する部分はすべて省き、すぐ、詳しい研究の本論と事実の説明に入った。

私が説明を終わると、それまで、ただ黙って聴いておられた先生は、この結果をすぐに学士院記事に書いて出すようにと強く勧められた。そして、投稿規定や投稿の方法などを具体的に教えてくださった。

それが終わってから、私は、先生のお話を聴いた。それは、わかりやすく言えば、地質学の歴史の話であった。彼が若いときから、最近までの地質学の発展や流れについて、私ができるように、話してくださった。私は、院生の時代に、松澤 勲先生から「東亜の先カンブリア系について」という題の勉強をするようにと、言われていて、多くの文献を読んでいた。とくに、小林先生が若い時に研究された“Ozarkian 問題”などについて知っていたから、心から尊敬していた。最近の岩波講座・地球科学のことも話題になり、その昔刊行された最初の岩波講座・地質学古生物学の思い出も話してくださった。おまけに、その時、私に、秋吉の小澤儀明さんの研究結果について、私に次のように質問された。「フズリナの進化と地層の逆転とを同時に説明することは論理的に正しいか?」と。私はその質問の内容をすぐ理解した。そして、その論理の緻密なことに感心した。

先生宅から辞するときには、私は、小林先生にはかなりのことを話しても理解していただけると確信を持つようになっていた。少なくとも、私たちの放散虫化石に関する成果については、十二分に理解していただいたと確信を持って名古屋へ帰ったのであった。このような経過を経て、私たちの研究結果は学士院記事として、出版された (Mizutani *et al.*, 1981a)。小林貞一先生に謝辞が述べてあることもあって、とくに日本の研究者からはよく引用された作品であるが、私個人にとっては、忘れない思い出の論文となった。

私の研究について、中国との関係に移る前に、ここで作品の一つ、水谷 (1982) について記しておかねばならない。私たちは、美濃帯の各地で、保存のよい放散虫化石を見つけ、次々と新しい事実を発見して、その報告をまとめて発表していた。同じような事実、あるいは、似たような産状が日本列島の各地で、次々と明らかになりつつあった。簡潔に言えば、①いわゆる秩父古生層の分布地域の中から、ジュラ紀の年代を示す放散虫化石がみつかったこと、そして、②それまで、化石がないとされていた四万十帯から、ジュラ紀—白亜紀の化石がみつかったことであった。①も②も放散虫化石の SEM 写真と詳しい地図とを添えた論文であった。考えなければならない問題は、そのよ



うな多量な新しい事実は、何を我々に物語っているか、という点に関してであった。私は、微化石の研究と並行して、その問題を絞って、勉強を続けていた。

私がおそのような本質的な問題について筆をとったのは、水谷（1982）がはじめてであった。この作品は、市川浩一郎先生がわざわざ名古屋までこられて、私に執筆を依頼されたものであり、私としては、とても断りきれなくなって、まとめたものであった。それは、その頃動きだしていた DELP の活動の一端として、上田誠也先生が音頭をとられて苦小牧で開かれる“王子セミナー”（Hashimoto and Uyeda, 1983）で発表しようと考えていた内容（Mizutani and Hattori, 1983）であった。それは日本列島の地史をどう考えるかということであり、単なる地方地質誌の書き換えとは違う問題であった。それは“terrane”の問題であった。

すでにアメリカでは、David L. Jones たちが中心になって、Penrose Conference でこの問題を議論し始めていた（Beck *et al.*, 1980）。その人たちが王子セミナーに参加して、我々と一緒に、この問題に絞って議論を始めた。同時に、この問題の大きさや深さを考えて、以降、“Circum-Pacific Terrene Conference”（以下、CP-Terrane Conf.）を開いて行こうということになっていた。これらの経緯などについては、私は水谷（1988）で詳しく紹介した。

### 南京大学との交流

その頃、隣国の中華人民共和国は、紅衛兵を中心にして、大きな内部紛争をおこしていた。それに対して、不安を感じる人も、また、逆に、それを支持する人もいて、要するに我々には、具体的な事情はよくわからなかった。その文化大革命の嵐が過ぎ去り、政権がおちついて鄧小平の時代になり、中国では、開放政策が行われるようになった。大学においても同じであった。あとからわかったことであったが、北京大学は日本の東大と、西安大学は日本の古都にある京大と、そして、中央に位置する南京大学は名古屋大学と積極的に関係を持ち、交流をすること、といったような指令が中国の文部省に相当する教育部から発せられたらしい。

南京大では、当時、学長であった郭 令智教授の代理として、1982年、まず、施 央申教授が来日した。そして、大学の意向を打診しておいて、翌年、郭学長が名大を訪問された。時の名大学長飯島宗一教授と直接面談された。その記録は、学内のニュースとして、各部局に伝達され、報じられた。私が、極めて幸運であったのは、郭学長と私とがその専門が同じ、構造地質であったことだった。会談は順調に進み、南京大学は、私を指名して、集中講義をしてくれと依頼していった。私は、これまで述べたように、放散虫の研究で新しく明らかになった事実を抱えていた。さらに加えて、CP-Terrane Conf. の動きもあり、研究の展望をもっていたので、悦んで承諾した。その頃は、中国の開放政策が始まった当初であったこともあって、帰国してすぐ私はその体験を書くように頼まれて、朝日新聞に記事を書き送った（水谷, 1983）。

その頃の中国の実情を、ここで、記しておこう。中国では、開放政策以前は、学术交流の相手は、専らソ連であった。だから、彼らはロシア語を学び、モスクワの大学に留学した。当然であるが、そこでは反アメリカの風潮が強く、ほとんどの学者は、すでに定着している地球科学の動きであるプレート・テクトニクスに反対であったらしい。だから、そこで学んだ中国の学者も、反プレート・テクトニクスであった。そのような動向は中国全般にわたっていた。かろうじて、一部の人が真剣にプレート・テクトニクスのことを勉強しはじめていた。しかし、中国が欧米と交際をはじめ、南京大学からも、カナダやアメリカへ若手の学者が留学するようになって、多くの人たちは、Dewey and Bird (1970) などを読み、プレート・テクトニクスを受け入れるようになっていた。それが南京大学



では、自慢の一つであった。

私は、その事情を聴きながら、集中講義で何を話すか綿密に検討していた。例えば、私にとっては、大型電子計算機を使う仕事は、もう日常茶飯事になっていた。しかし、中国では、まだそのような研究環境にはなかった。これは若い学生や院生にとってはとても刺激的な話となった。地質学ではどのような問題に計算機を使うのかに若者は大きな関心をもっていた。一方、CP-Terrane Conf. には、南京大学から、中国の代表として、南京大学の施 央申教授が出ていた。私は、しかし、彼が本当にこの議論の内容を理解しているかについて、疑問に思っていた。私は、集中講義の中で、これを一つのテーマにすることに決めた。私たちは、1980年夏、David L. Jones と一緒にアラスカに出かけていたし、また、問題の Chulitna terrane を遠望していた。この Chulitna Terrane については、その後、岩石化学的研究なども進められているが (Gilman *et al.*, 2009), かつて Jones *et al.* (1977, 1980) が記載し、述べたような考えは本質的には変わっていない。南京大学の講義では、これらの事実とそれに基づく考え、そして、国際的な動きを、分かりやすく説明した。もちろん、私は中国語ができないので、講義は英語であった。それを中国語に訳してもらった。しかし、郭 令智教授は、かつてイギリスへ留学した経験もあって、私の英語をほとんど 100%理解されたようであった。そして、それまで、彼が聴いていた CP-Terrane Conf. の報告とは違った印象を受けられたようであった。私の話は、当然、自分の体験と業績が中心であったが、しかし、彼らからみると、私の集中講義は、古生物学であり、岩石学であり、また、構造地質・テクトニクスであり、また、計算機科学であった。その内容の多様さに郭令智教授はすぐに気づかれたようだった。そして、その時まで、南京大学地質系と呼ばれていた大学組織の名称を南京大学地球科学系と改められた。

ただ、実際問題として、日本でも“terrane”という概念は理解が極めて困難な概念であった。私はかなり詳細に、この語について解説したが、“terrain”なる語も実際に使われていた (例えば、Miyashiro, 1967) し、私自身もその語を使ったこともあった (Shibata *et al.*, 1971)。その後、詳しく検討してみたところ、Lawson (1895) が最初に次のように、使っていることが分かった (p. 347)。“The northern area of the Franciscan terrane lies in the triangular section of the peninsula which is situated between Merced valley, the Golden Gate and the bay of San Francisco.”である。すでに述べたように (水谷, 1988), 今日、議論されているような意味でこの語を最初に使ったのは、Irwin (1972) であるが、英語圏の研究者には、あらためて“terrain”と“terrane”の区別を説明する必要はないのであろう。最近の教科書、例えば、Frisch und Meschede (2011) では、“terrane”〈ドイツ語では、“Terran”〉という章を設けて、解説しており、Johnson and Harley (2012) でも実例を挙げて、“terrane”を説明している。

南京大学においても、この新しい考え方を受け入れる風潮が感じられた。同時に、私の講義を聴いた人たちは、この新しい交流によって、確かにそれまでにはない別の動きが世界で動き始めていることを知ったのであろう。私は、その後、当時、まだ副手であった若い研究者である張 慶龍氏を名古屋大学で勉強するように引き受けることになった。彼は私の研究室で勉強をしていった。最後には、私は彼に理学博士の学位を與えることになるが、その課題が、中国大陸の“テレーン解析”であった (張, 1995)。彼は、名古屋大学での勉強を終えた後も、私たちと一緒に黒龍江省那丹哈達地域の現地調査に参加した (Mizutani *et al.*, 1986; 水谷ほか, 1989; Mizutani *et al.*, 1990)。張 慶龍氏は、その体験などを含めて、中国大陸の東部のテレーン解析をまとめたのであった。

## IGCP 224 とその総括

八尾ほか(2001)が指摘しているように、わが国で本格的に放射虫化石の研究が隆盛になったのは、1979年以降である。興味深いことに、O'Dogherty *et al.* (2009c) が類似の方法、すなわち、公表された研究論文数の統計結果から、中生代の放射虫化石の研究は1968年ごろから急激に増えていると述べている。彼らによると、1968年から出版されるようになったDSDP (Deep Sea Drilling Project: 海洋底ボーリング) の報告の影響、さらに、微化石の観察にSEM (Scanning Electron Microscope: 走査型電子顕微鏡) が導入された1970年代からの動きが大きな要素になっているという。

学生のころ、地質学という学問についてほとんど何も知らなかった私には、その頃話題になっている問題の大きさや重要性などはさっぱりわからなかった。その頃、名古屋大学で大きな話題になっていたのは、われわれの一年上の先輩が、野外調査の折に、たまたま知ることになったアンモナイトの化石であった。小学校の少年が、愛知県犬山の山中で偶然、拾ったというアンモナイトが問題の化石であり、九州大学の松本達郎先生にみていただいたところ、ジュラ紀の *Perisphinctes* であろうということであった。この化石は、長い間、研究室に保管されていたが、後に、Sato (1974) によって、正式に検討され *Coffatia (Subgrossouvria)* sp. と記載された。Bathonian 後期から Oxfordian 前期にわたるものという。この化石の存在は、多くの地質学者を悩ませた。なぜなら、岐阜県下の山岳地帯は、各地に点在する石灰岩から紡錘虫が見出されていて、ほとんどはペルム・石炭系と信じられていたからであつた。私が書いた最初の論文 - (Mizutani, 1957) は、その題名を“Permian sandstones in the Mugi area, Gifu Prefecture, Japan” というが、今、考えてみると、その題名からして、そもそも間違っている。

その頃の地質学では、造山運動は、“地向斜”と呼ばれていた巨大な堆積地域に順次地層が堆積していったとされる、とする考えであつた。その概念の具体例を私は、一つはアパラチア山脈で考えられていた例 (Pirsson and Schuchert, 1920) と、もう一つは、日本列島で考えられていたモデル (小林, 1951) を用いて描いた (Mizutani and Kojima, 1992; Fig. 1 & Fig. 2)。日本列島の場合、モデルというまでもなく、その堆積層全体の時代論においても極めて不完全なものであつた。

1954年、木曾川河畔を卒業研究で調査していた愛知学芸大学の井上さんは珪質頁岩に挟まれて産出するマンガン・ノジュールを発見し、その中に極めて保存のよい放射虫化石を見出した (Inoue, 1955; 井上, 1955)。彼の指導教官、林 唯一先生は、東京文理大出身であつたから、この事実を報告 (井上・林, 1956) すると同時に、彼自身の先生、藤本治義教授に報告した。Fujimoto (1953) は三波川変成岩や秩父帯から放射虫化石を見つけていて、次のように述べていた。“Radiolarian remains were discovered in certain parts of the crystalline schists of the Sambagawa. Judging from these Radiolarians, it is certain that the fossiliferous rocks are Mesozoic and possibly Jurassic in age.

(p.273)”。井上さんの試料を見た藤本は、この放射虫化石はジュラ紀であろうと語ったと想像される。

その頃、日本の基盤岩類についての知識や情報は、まだ、今日のように、確定的ではなかつた。本村敏雄先生が名大から東大に移られる前に、私は、この大山の放射虫化石については、注意を怠らないようにと注意を受けていた。彼自身、すでに放射虫の研究をしていたのであつた (Kimura, 1944; Kobayashi and Kimura, 1944)。美濃地域の山地を歩いていた私は、もっぱら、珪質堆積岩の薄片を観察し続けた。チャートは珪質の骨格をもつ化石が集まってできた、というのは実際には、単なる説明にすぎないことが分かってきた。放射虫化石の骨格の真ん中には、明らかに cryptocrystalline chalcedonic quartz があるのによく見ると、骨格もわずかに残っているのが普通であつた。珪酸から

なる骨格が溶けてシリカが供給されたとするならば、骨格は無くなっているはずだ。しかし、骨格の構造が残っていることの方が多い。しかも、かなり細微にいたるまで、それが観察できる場合もあった。また、放散虫化石を含む岩石は、そのほかにも、粘土質物質を多量に含んでいることが多い。鏡下で見る「チャート」の特徴は、その主成分であるシリカの起源と沈殿の過程が問題であることが想像できた。加えて、世界の海洋で試みられていた深海底掘削計画（Deep Sse Drilling Project）でも「チャート」と呼べる岩石が見つかっていないことも問題であった。つまり、「チャート」の源は見つかってはいない、ということも段々分かってきた。そして、私の興味は“チャート化作用”というよう過程に集中していった。そして、一連の実験的研究が始まった。私は、その結果（Mizutani, 1966, 1967, 1970; 水谷, 1976）を論文としてまとめるのに忙しかった。

その頃のわが国における古期岩類についての理解は、松本・勘米（1971）の編集になる“地向斜堆積物の研究”と題する地質学論集第6号にまとめられていて、中・古生層に関する知識の概要がわかる。一方、日本列島の地史が外国人にどのように理解されていたかは、例えば、Schwan（1973）を読むと、よくわかる。この地質論集が出た直後から、わが国の地史についての理解が大きく変わっていった。この論集では、小池ほか（1970）が引用されている。また、その後、先カンブリア時代の岩石を含む上麻生礫岩（Adachi, 1971）の発見で話題になる研究も登場し（足立・水谷, 1971）、さらに、緑色岩の地球化学的研究で注目を浴びる杉崎隆一・田中 剛なども彼らの仕事を寄稿している。事実、Sugisaki *et al.*（1972）の論文が読まれ、さらに、Koike *et al.*（1971）や猪郷（1972）の生層序学的検討が本格的になって、この分野の研究は急激に発展するようになった。

私は化石などには無関心の多くの人たちにも、これら放散虫化石の成果を伝える義務を痛感していた。その頃、岩波の雑誌“科学”の編集部に直接連絡ができたので、論文を、“科学”に出そうと考えて、私が筆をとって、中世古・水谷・八尾（1983）の連名で、紹介論文を書いた。この記事は、すぐさま反響を呼び、その内容の一部が地学の高校教科書にまで引用されるようになった（小川, 1986）。それ以前のことであったが、小川勇二郎さんは、ある日、名古屋大学に来られた。ついでに、私たちのSEMの実験室をご覧になった。そばの壁には、Classification of Radiolaria と題する畳一帖ほどのパネルが掛かっていた。“MIZUTANI & OBASE May 16, 1984”, と記されていた。小川さんは、“これ、写真を撮っていいですか?”と言われ、私が笑って、“どうぞ”というと、カメラを出して撮影して帰られた。紳士的な方だなあと、私は感銘を受けた記憶がある。おそらく当時、この種の Systematic Classification を、試案とはいえ、図示して、多数の化石の図を一緒に並べて展示したものはわが国では、少なかつたであろうと思っている。とにかく、高校地学の教科書に出たということは、放散虫化石は、大学入試の試験問題に登場することにもなる。事実、その後、たびたび放散虫化石は問題に出るようになった。そして、かつての紡錘虫などと同じように、放散虫化石は日本列島の歴史を語る場合には、忘れてはならない重要な化石になったのであった。

### 放散虫化石の研究と総合研究

私は、中世古先生と相談して、総合研究を組むことにした。そして、中・古生層の研究者で、この微化石に関心のある人たちを集めて、情報を交換しながら、研究を進めた。実際、研究を開始すると、費用がかなり要ることが分かる。それを、中世古先生は、いつも自分のお金で、補っておられたらしい。その“ありがた味”がわかってきていたので、私はこの総合研究で配布された金額を均等割りにしないで、重点的に先生に多く分配した。それに対しては、誰一人文句をいう人はいなかった。皆、そこにいたるまでの中世古先生の貢献がいかに大きなものであるかを知っていたからであろう。



この総研の成果は、水谷編（1984）として報告したが、この組織では、全体会議はすべて省略した。私たちには、研究の目的や方法、相互の比較などと言って、集まって議論などしている暇も余力もなかった。ただただ、ひたすら、珪質堆積岩を処理して、放散虫化石を分離し、それが何時の時代の化石であるか、どこからにその岩石を採取したか、その周辺の地質はどのようになっているかを丁寧に分かりやすく記載し、化石の写真を掲載する作業、つまり、論文を書くのに忙しかった。私としては、研究費も欲しかったが、むしろ、もっと、時間が欲しかった。だから、研究分担者の時間を無駄に費やすことは止めた。時間を生み出して、分担者に余裕を与えることも、代表者の責務だと感じていた。型破りのこの総研は、この報告書自体が、主として Collected Papers の形式になっていたことからわかる。会議は一度も開かなかった。その代わり、研究分担者に配布した研究連絡誌と彼らが執筆した別刷りを集めて仮製本した。この報告書自体は、出版直後、多くの人から、欲しいから送ってくれないかと、請求された。その頃の日本の研究者たちは、この総研組織の運営やお金のわけ方などにはあまり関心はなかった。大切なのは、その成果であった。私は、研究代表者として、特に了解をとつたわけではないが、文部省に成果を報告するつもりなどあまり考えていなかった。われわれの成果は、むしろ、わが国の中・古生層研究者の多くの人に知って欲しかった。さらに、研究代表者としては、新しい事実を可及的速やかにまとめ、それを配布したかった。

国内の事情とは、まったく別に、国際共同研究も、平行して、動いていた。先に述べた IGCP 115 “Siliceous deposits in the Pacific Region” がその一つであった。私に関係していたもう一つの国際共同研究グループでは、“CP-Terrane Conf.” が各国、持ち回りで開かれていた。また、大阪市大の市川浩一郎先生が代表を務めておられた IGCP 224 も活動していた。このグループは、1989 年、“Pre-Jurassic Evolution of Eastern Continental Margin of Asia” と称していた。しかし、最後の総まとめにおいてはその名称を “Pre-Cretaceous Terranes” とした (Ichikawa *et al.*, 1990)。すなわち、Coney *et al.* (1980) が使った “terrane” という言葉がだんだん定着するようになってきたようであった。ことに後者の二つの研究グループは、Coney *et al.* (1980) の論文に影響を受けて動き出した新しい視座からの変動帯の検討であった。私自身も、Jones *et al.* (1977) や Coney *et al.* (1980) の論文を読み、勉強していた。

私は、院生のとき、小林貞一先生の “Heterogen” という概念を知った。それを再び思い出していた。Kobayashi (1953) は次のように書いている (p. 256), “The third element is the Chinese heterogen”, the geology of which is complicated by patches of solid massifs such as Ferghana, Tarimia, Tibetia, and so forth. (中略) As complicated above the third element is a heterogeneous aggregate of rigid massifs or minor kratons, plastic geosynclines, and the intermediate quasikratons or subgeosynclines. So name “Chinsese heterogen” in which the microkratons are fused by arcuate orogens convex either to the north or to the south.” (ここで、イタリック表示は、Kobayashi, 1953, による)。私はこの説明文を掲げて、もう少し、水谷 (1988) の中で詳しく書くべきであったといささか悔いている。もう一度、記すと、Kobayashi の言う heterogen とは、水谷ほか (1998: p. 42, 図 4) が解説したいわゆる Collage Tectonics から見た中国大陸の地質構造であり、また、地質構成の解釈だと考えてよいであろう。

この “Terrane” とする語については、注目すべき記述がある。韓国の Prof. Lee, S. M. (1989) は、IGCP 224 の中間報告において、“Precambrian Metamorphic Terranes” と記し、さらに、小林貞一 (1957) を引用して、“Korea-Chinese Heterogen” という語をそのまま使用している。Lee, S. M. は、岩波講座：地球科学第 16 巻「世界の地質」(都城, 1979) で、“コリア半島の地質とテクト

ニクス”を担当して、李 商萬の名で執筆しているが、そのことからわかるように、日本でもその名が知られている優れた地質学者であった（李，1979）。上記の IGCP 224 の中間報告が出版された時点で、彼は新しい動きについて十分理解していたように思われる。このような経過を経て、IGCP 224 の最後のまとめは、Ichikawa *et al.* (1990) によって、“Pre-Cretaceous Terranes of Japan”と名づけられたのであった。

プレート・テクトニクスから、世界各地の地質構造や地史を見直すとすると、我々はやはり放散虫化石生層序学的立場にたつて、複雑な構成を解きほぐし、あるいは、離れた地域の似たものを同定していくことができるであろう。その例として、私は中国大陸黒竜江省の那丹哈達（Nadanhada: 耳で聞くと、ナタハタと聞こえる）地域の放散虫化石を調べた。それが極めて美濃帯のものと似ていることから、これら二つの terranes は かつては同じところに類似の発展過程をたどってできたものだと考えた（Mizutani *et al.*, 1986; Mizutani *et al.*, 1990; 水谷ほか，1989）。この考えは、国際会議でも発表した。幸い、同席した研究者の中には David Jones ら放散虫化石に詳しい研究者もいて、私の考えていることは十分、分かってくれたようであった（Mizutani, 1987）。

その後、私は、日本福祉大学情報社会科学部へ移った。“「情報社会」を科学する”を目的としたこの新学部がたいへん気に入っていた。そこには、私よりもはるかに専門的な知識と技術をもっておられる先生がたが何人も居られた。中でも、磯貝芳徳教授は視野の広い方であり、いつも柔軟な考えでこの情報社会学部の研究・教育に当たっておられた。私は、磯貝先生に、我々の放散虫化石のデータベース構築にあたり助力をお願いした。そして、そのための科学研究費を申請して、動きはじめた。私は、このときから、新しい計算機言語（HTML 言語）を覚えることになった。さらに、永井ひろ美・小嶋 智の二人に応援を頼み、“放散虫化石画像データベース Rad-File (IDB)”を作り始めた。データベースの構築と一言で語るが、内容によってはその作業はたいへんな仕事量になる。しかも、それを公開する方針で出発している。その概要は、水谷ほか(1998)に解説したが、その後、新しく名古屋大学博物館が設立されてからも、初代館長足立守教授の理解ある援助のもとで、今日にいたるまで、改版を続けていて、多くのデータがそこに付け加えられている。

微化石の研究、とくに国際的な研究において、データベースの構築は必須であろう。情報量が多くなるとその論文の収集や整理だけでも、大変な作業量になる。このような動きを反映して、1995年、大きな動きがあった。Baumgartner *et al.* (1995) の出版と刊行である。これは Tethys 地域のジュラ紀中期から白亜紀の放散虫化石に関する総括である。1172 頁にもなる大きな、重い書物であった。しかし、実に便利に編集されていた。主として、欧州において出されたデータを中心として、八尾 昭さんや松岡 篤さんも協力しているので、わが国のデータも含まれていて、放散虫化石の産状・放散虫化石の分類系統・生層序に関する包括的な総集である。考えてみると、国際的といっても、地質時代、つまり時間的な枠、そして、Tethys という空間的な枠、に限って語るだけでも、この本のような膨大な集大成が必要だということであらためて確認したのであった。

### Biostratigraphy and chronostratigraphy

私が最初に Chulitna terrane の存在を知り、さらに、Wrangellia terrane を知り、そして、Lopez Island などの島々の地質を思い出すと、Coney *et al.* (1980) が主張する考えがかなり重要なものだということを認めざるをえないようになってきた。その頃、プレート・テクトニクスは多くの事実を集め、精密な測定を行い、地球の表側と裏側を同時に議論のまな板にのせて、作り上げられていた。中でも、Miyashiro (1967) は、(i) 変成岩岩石学の基礎から、(ii) sillimannite, andalusite,

kyanite (いずれも、化学組成は  $\text{Al}_2\text{SiO}_5$ ) の熱力学的性質から変成岩の生成条件を温度 (T) と圧力 (P) のメモリの中で考察することを考え、(iii) 本における変成岩類の分布とその構成鉱物に基づく分帯を試み、(iv) それらに基づいて、相対的に低温型/高温型 (low-T/high-P) ならびに、高温/低温型 (high-T/low-P) に区分し、(v) 現在、日本列島で知られている深発地震帯の分布、(vi) 第四紀火山の分布、(vii) 日本列島に関する地球物理的データ、(viii) 島弧と海溝の地形、などと結びつけた。それは、変成作用・火山活動・地形・地球物理的特徴などを総合して、一つの明快な説明を与えたもので、全体としては、極めて美しいまとまりのある考えであった。その考えは、世界各地の変動帯の形成史を考える際に、役立っていて、さらにそれは Dewey などによって、まとめられていった。それはあまりにも過去の造山運動説とは、美しさの点で、また、強い説得性を持っていた点で、はるかに優れていた。そのために、世界各地の変動帯はそのモデルで、すべて説明されてしまった、というような印象を与えたところがあった。

それに対して、猛然と問題を投げかけていったのは、CP-Terrane Conf. であった。すでに解説したように (水谷, 1988), 彼らは、作り上げられたプレート・テクトニクス造山論を、“simplistic subduction model” とか “deweygram” と呼んで批判した。事実、アラスカの Chulitna terrane とか、Angayuchan terrane の性質とその近傍の地質を知った

研究者は、俗に exotic terrane と呼ばれている考えに対して、もっと理解を深めようとするようになっていった。

地質学者は、自分の目のまえにある事実を見て、また、手にして、考察するのを常とするが、しかし、地球物理学の一部は、地史の直前と直後の予測を考えながら、議論をする。そのめ、Nur and BenAvraham (1977, 1982) は Coney や Jones たちを支持しつづけた。

日本において、プレート・テクトニクスの受容が自然に認められ、さらに、私が強制したわけではないが、日本列島は複数の terrane に分けられていった。その過程においては、各地域の地質に関する微化石による biostratigraphy が大きな役割を果たした。地史の解析は、化石を産する地層があるとそれを用いて、地質学的事件の順序がつけられる。できればそれに対して、年数のメモリが付けられたら理想的である。しかし、少なくとも、現在では、化石による分帯はものの順序をつけて考えるためには、十分、精度がある。順序がきまれば、場合によっては、その因果関係が決まる。少なくとも、結果を、原因とみなうような間違いは起こらない。

このものの順序を決めるという考えは、地史の研究法の極めて大きな基本的な思想であった。それを明らかにしたのは、イタリヤの医師、ステノであったと言われる。彼の哲学 (ステノ, 山田俊弘訳, 2004) は、野外観察に基づいて、地質現象の順序を正しく決めるという点にあった。それ故、次のように書かれている。“We have already recognized Steno’s important contribution, the law of superposition of strata. (p. 6; Kummel, 1970)”. 地質学者は、お互いの理解のために、その報告は、狭い地域の地質のことから、大きくは世界全体の陸地の特徴まで、それらを地質時代の古さの順に並べる習慣がある。つまり、地質年代表を添えるのである。

ただ、この方法、つまり、化石で地質時代がわかり、その順に従って記載を進めるという方法は、化石をほとんど含まない地層や岩石に対しては、不可能であった。しかし、最近になって、地質時代の年代決定が比較的容易にできるようになり、その結果、化石を含まないような古い岩石や地層、さらに、火成岩や深成岩についても、いわゆる biostratigraphy に基づいて、時代区分ができるようになった。この chronostratigraphy による地方地質史の解明は、地質学の守備範囲を一気に拡大した。一つは、岩石の種類に限らず問題を議論することができるようになったこと、もう一つは、化石が全



くなく、時代があまりにも古いために、その地質時代の比較を諦めていた時代のできごとについても、同じように議論ができるようになったのであった。

世界の変動帯には、調べてみると複雑で、細かくみるとますます複雑に、ものがからみあっており、原因が重なり合っていることが多い。その一例が、melange であり (Wakabayashi and Dilek, 2011), ophiolite complex である (石渡, 2010)。とくに、堆積岩を伴わない火成岩や変成岩が主体となっている ophiolite などでは、biostratigraphy は頼りにできない。むしろ、放射年代測定の結果によらざるをえない。幸いなことに、最近では、多くの放射年代測定が行われるようになってきた。すでに述べた DELP の会議においても、地球科学において、もっと年代測定の技術的な問題や予算的な問題を真剣に議論すべきだと主張された。その結果、柴田 (1985a, 1985b) が報告しているように、それぞれの研究機関で技術的な連絡をとりながら、研究が進められるようになった。とくに、新しく名古屋大学で開発された CHIME 法による年代測定は、大きな話題となっている (Suzuki and Adachi, 1991; Suzuki *et al.*, 1991)。

私は、このような granitic terrane や ophiolite terrane については、できればその中の適当な岩石について、P-T-t-path を知ることが肝要だと述べておいたが (水谷, 1988), これら年代測定が可能になることに並行して、P-T-path と同時に、P-T-t-path も知ることができるようになるであろう。最近では、年代測定のデータを集めて整理することによって、上述したようにいくつかの出来事とその順序を正しく、知ることができるようになってきた。その結果として、複雑な地域地質の記載には、放射年代や CHIME 年代を使って、その地域に産する岩石類の年代表をまず掲げて、本論に入るといふ論旨の進め方が行われるようになってきている (例えば、小沢ほか, 2013)。

Baumgartner *et al.* (1995) が出版されたときに、痛感したように古生物学の研究は文字通り global に広がってゆく。八尾ほか (2001) のような研究の動向分析を国際的に進めたいと企画したとき、その作業は莫大なものになるであろう。しかし、もし、この道の専門家が協力して Baumgartner *et al.* (1995) が試みたように、国際的な視野をもって努力すれば、総まとめは不可能ではないであろう。そして、その要請は、日に日に大きくなるであろう。化石の研究では、文献が大切であることは、講義の ABC で語られる。私自身は余裕がなかったため、参画していないが、Baumgartner *et al.* (1995) も実は、INTERRAD Jurassic-Cretaceous Working Group と称している国際研究グループを組織して、彼らの総まとめを実施したのであった。そして、その結果は、おそらく比類ない貢献として、世界中の研究者に認められたことであろう。

現在、放散虫化石の研究史上で、どこに蓄積があるか、そして、新しい動きが活発にあるか等を考えると、言語の問題ももちろんあるが、やはり欧州グループにお願いすることになるであろう。ありがたいことに、今回は、O'Dogherty *et al.* (2009a) が中心になって、やはり、the Mesozoic Working Group of the International Association of Radiolarian Paleontologists (InterRad) を組織し、2006年のNew Zealandでの会議に続いて、Granada [2006, 2007], Paris [2007, 2008]での会合を経て、Catalogue of Mesozoic radiolarian generaをまとめ上げた。O'Dogherty *et al.* (2009b) に概説されているように、1867年以降、2008年までに出版された論文からの915属についてまとめてある。ICZNの国際規約に従って整理されていると断り書きがもあり、私などにとつては、とても役に立つ便利な出版物となっている。中でも、O'Dogherty *et al.* (2009c) の140年間にわたるこの中生代放散虫化石の研究史は一読に値する。ここで、全く別の見地から指摘しておく必要があるのは、この種の出版物に関して、新しくなりつつある情報交換の方法である。多くの人々が体験されているように、従来のほとんど、そして、現在でも、多くは、専門家の間では、情報交

換の方法として、別刷をお互いに、郵送し合うという方法がとられてきた。しかし、この方法によって、文献を完璧に備えるとなると、情報量の多い分野では、別刷りの整理だけで、めまぐるしいほど作業量があることになる。しかし、最近では、情報化のおかげで、簡単に整理できる。私自身、この O'Dogherty たちの仕事は、メールによる連絡を受けただけであった。そして、実際には、私がついている情報は、[-.pdf] 型で書かれた情報だけであった。しかし、これからは、その方法が多用されるであろう。この種の情報は、自分のペースで処理できる。それを記憶させておくか、または、自分で印刷して読むこともできる。

研究活動が活発になるにしたがって、さらに、多くの仕事が増えるであろう。それをこなすには、新しい考えと新しい方法を取り入れながら、進めていかねばならないであろう。O'Dogherty *et al.* (2009a) によれば、彼らの仕事のあと、できれば Paleozoic と Cenozoic の放散虫化石についても、類似の総括が出ることを望み、期待している。

### 謝 辞

本稿は、名古屋大学博物館の研究報告として、あらためて筆をとり、投稿したものである。印刷になる前に、博物館研究員の東田和弘准教授、ならびに、藤原慎一助教には、粗稿を読んでいただいた。そして、多くの問題点を指摘され、それに従って、原稿を訂正した。両氏には心からお礼を申しあげる。なお、博物館長の吉田英一教授には、投稿に際して、多くの便宜を受けた。彼の好意ある理解があって、本稿の印刷が可能になった。ここに記して、謝意とする。本稿は私の研究史でもあり、この中に登場する研究者は、先生・先輩・後輩を含め、少なからざる数に及ぶが、失礼を承知の上で、それら内外の方々に対する謝意は略させていただいた。残念ながら、他界された方もおられる。それら幽冥境を異にされた方々の冥福を祈り、この謝辞を結ぶ。

### 引用文献

- Adachi, M. (1971) Permian intraformational conglomerate at Kamiao, Gifu Prefecture, central Japan. *The Journal of the Geological Society of Japan*, **77**, 471–482.
- 足立守・水谷伸治郎 (1971) 美濃帯古生層の sole markings と古流系について. *地質論集*, 第 **6** 号, 39–48.
- Baumgartner, P. O., O'Dogherty, L., Gorican, S., Urquhart, E., Pillevuit, A., DeWever, P. (eds.), (1995) Middle Jurassic to Lower Cretaceous Radiolaria of Tethys: Occurrences, Systematics, Biochronology. *Memoires de Geologie (Lausanne)*, No. **23**, 1172pp.
- Beck, M., Cox, A. and Jones, D.L. (1980) Mesozoic and Cenozoic microplate tectonics of western North America (Penrose Conference Report). *Geology*, **8**, 454–456.
- Coney, P. J., Jones, D. L. and Monger, J. W. H. (1980) Cordilleran suspect terranes, *Nature*, **288**, 329–333.
- Dewey, J. F. and Bird, J. M. (1970) Mountain belts and the new global tectonics. *Journal of Geophysical Research*, **75**, 2625–2647.
- Frisch, W. and Meschede, M. (2011) *Plattentektonik: Kontinentverschiebung und Gebirgsbildung*, 4th Durchges. und aktualisierte Aufl., Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, 196pp.
- Fujimoto, H. (1953) The geological age of the Nagatoro system. *Proceedings of the 7th Pacific Science Congress*, **2**, 272–274.
- Giere, R. N. (1988) *Explaining Science: A Cognitive Approach*. The University of Chicago Press, 321pp.
- Gilman, T., Feineman, M. and Fisher, D. (2009) The Chulitna terrane of south-central Alaska: a rifted volcanic arc caught between the Wrangellia composite terrane and the Mesozoic margin of North America. *Geological Society of America Bulletin*, **121**, 979–991.
- Glen, W. (1982) *The Road to Jaramillo: Critical Years of the Revolution in Earth Science*. Stanford University Press, 459pp.

- Hallam, A. (1973) *A Revolution in the Earth Sciences from Continental Drift to Plate Tectonics*. Oxford Clarendon Press, 127pp.
- Hashimoto, M. and Uyeda, S. (eds.) (1983) *Accretion Tectonics in the Circum-Pacific Regions: Proceedings of the Oji International Seminar on Accretion Tectonics, Sept. 1981, Tomakomai, Japan*. Terra Scientific Publishing Company, Tokyo. 358pp.
- Hoyningen-Huene, P. (1993) *Reconstructing Scientific Revolutions. Thomas Kuhn's Philosophy of Science*. The University of Chicago Press, 310pp.
- Ichikawa, K., Mizutani, S., Hara, I., Hada, S. and Yao, A. (eds.) (1990) *Pre-Cretaceous Terranes of Japan*. IGCP 224, Osaka, 413pp.
- 猪郷久義 (1972) 新しい示準化石—コノドント—. *地学雑誌*, **81**, 142–151.
- Inoue, S. (1955) Geological Structure of the Unuma and Adjacent Districts. 愛知学芸大学卒論 (英文:手記), 23pp.
- 井上真一 (1955) 岐阜県鷺沼付近の地質構造. *名古屋地学*, No.7, 23–24.
- 井上慎一・林 唯一 (1956) 岐阜市東部の古期岩層について (講演要旨). *地質学雑誌*, **62**, 363–364.
- Irwin, W. P. (1972) Terranes of the western Paleozoic and Triassic belt in the southern Klamath Mountains, California. *U.S. Geological Survey, Professional Paper*, **800-C**, C103–C111.
- 石垣 忍・八尾 昭 (1982) 放散虫革命—放散虫研究者と現場教師の対話—. *地学教育と科学運動*, No.11, 93–102.
- 石渡 明 (2010) オフィオライト研究の新展開. *地学雑誌*, **119**, 841–851.
- Johnson, M. R. W. and Harley, S. L. (2012) *Orogenesis. The Making of Mountains*. Cambridge University Press, 388pp.
- Jones, D. L., Silbeling, N. J. and Hillhausc, J. (1977) Wrangelia—a displaced terrane in northwestern North America. *Canadian Journal of Earth Sciences*, **14**, 2565–2577.
- Jones, D. L., Silberling, N. J., Csejtey, B., Nelson, W. H. and Blome, C. D. (1980) Age and structural significance of ophiolite and adjoining rocks in the upper Chulitna District, South-Central Alaska. *U. S. Geological Survey, Professional Paper*, **1121-A**, A1–A21.
- Kimura, T. (1944) Some radiolarians in Nippon. *Japanese Journal of Geology and Geography*, **29**, 1–4.
- Kimura, T. (1954) The discovery of a low angle thrust along the Mikabu Line in the eastern Kii Peninsula, West Japan. Description of areal geology and sedimentary rocks. *The Journal of Earth Sciences, Nagoya University*, **2**, 173–190.
- 小林貞一 (1951) 日本地方地質誌, 総論, 朝倉書店, 343pp.
- Kobayashi, T. (1953) The mountain systems on the western side of the Pacific ocean classified from the standpoint of genesis. *Proceedings of the 7th Pacific Science Congress*, **2**, 255–261.
- 小林貞一 (1957) 東亜地質, 朝倉書店, 253pp.
- Kobayashi, T. and Kimura, T. (1944) A study on the radiolarian rocks. *Journal of the Faculty of Science, Imperial University of Tokyo, Section II*, **7**, 75–178.
- 小池敏夫・渡辺耕造・猪郷久治 (1970) 日本産三疊紀コノドントによる新知見. *地質学雑誌*, **76**, 267–269.
- Koike, T., Igo, H., Takizawa, S. and Kinoshita, T. (1971) Contribution to the geological history of the Japanese Islands by the conodont biostratigraphy. Part II, *Journal of the Geological Society of Japan*, **77**, 165–168.
- Kuenen, P. H. and Migliorini, C. I. (1950) Turbidity current as a cause of graded bedding. *Journal of Geology*, **58**, 91–127.
- Kuhn, T. S. (1966) *The Structure of Scientific Revolutions, 3rd edn*. The University of Chicago Press, 212pp.
- クーン, トーマス (中山 茂訳) (1971) 科学革命の構造, みすず書房, 277pp.
- Kummel, B. (1970) *History of the Earth, Second Edition*, W.H. Freeman and Company, 707pp.
- Laudan, L. (1977) *Progress and Its Problems: Towards a Theory of Scientific Growth*. University of California Press, 257pp.
- Lawson, A. C. (1895) A contribution to the geology of the Coast Ranges. *American Geologist*, **15**, 342–356.
- Lee, S. M. (1989) General aspect of Pre-Jurassic metamorphic belt of East Asia. Ichikawa, K. (ed.), *Report*



- No. 4 of the IGCP Project 224: *Pre-Jurassic Evolution of Eastern Asia*, 53–57.
- 李 商萬 (1979) コリア半島の地質とテクトニクス. 都城秋穂 (編) *世界の地質 (岩波講座, 地球科学)*, **16**, 355–384.
- LeGrand, H. E. (1988) *Drifting Continents and Shifting Theories*. Cambridge University Press, 313pp.
- LeGrand, H. E. and Glen, W. (1993) Choke-holds, radiolarian chert, and Davy Jones's locker. *Perspective on Science*, **1**, 24–65.
- 松本達郎・勘米良亀齡編 (1971) 地向斜堆積物の研究. *地質学論集*, 第 6 号, 204pp.
- Miyashiro, A. (1967) Orogeny, regional metamorphism, and magmatism in the Japanese Islands. *Meddelelser fra Dansk Geologisk Forening*, **17**, 390–446.
- 都城秋穂 (編) (1979) *世界の地質 (岩波講座, 地球科学)*, 第 16 卷, 431pp.
- 都城秋穂 (1998) 科学革命とは何か. 岩波書店, 331 + 16pp.
- Mizutani, S. (1957) Permian sandstones in the Mugi area, Gifu Prefecture, Japan. *The Journal of Earth Sciences, Nagoya University*, **5**, 135–151.
- Mizutani, S. (1966) Transformation of silica under hydrothermal conditions. *The Journal of Earth Sciences, Nagoya University*, **14**, 56–88.
- Mizutani, S. (1967) Kinetic aspects of diagenesis of silica in sediments. *The Journal of Earth Sciences, Nagoya University*, **15**, 99–111.
- Mizutani, S. (1970) Silica minerals in the early stage of diagenesis. *Sedimentology*, **15**, 419–436.
- 水谷伸治郎 (1976) ケイ酸鉱物とケイ質堆積物. *科学*, **46**, 420–428.
- 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.
- 水谷伸治郎 (1982) 美濃帯のジュラ系. *月刊地球*, **4**(7), 442–448.
- 水谷伸治郎 (1983) 南京大学での地質学講義. 朝日新聞 (1983年11月26日:夕刊).
- Mizutani, S. (1987) Mesozoic terranes in the Japanese Islands and neighbouring East Asia. E. C. Leitch and W. Scheibner (eds.), *Terrane Accretion and Orogenic Belts, Geodynamite Series*, **19**, American Geophysical Union, 263–273.
- 水谷伸治郎 (1988) テレーン解析とコラージュテクトニクス. *地質学雑誌*, **94**, 977–996.
- 水谷伸治郎 (1997) 科学哲学者のみた地球科学の変貌: Homer LeGrand とその作品. *日本福祉大学情報社会科学論集*, **1**, 59–68.
- 水谷伸治郎 (2013) 私の“科学革命”. *Nagoya Journal of Philosophy*, **10**, 42–97.
- Mizutani, S. and Hattori, I. (1983) Hida and Mino: tectonostratigraphic terranes in Central Japan. Hashimoto, M. and Uyeda, S. (eds.) *Accretion Tectonics in the Circum-Pacific Regions*. Terra Publishing, 169–178.
- 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. *Proceedings of the Japan Academy, Series B*, **57**, 194–199.
- 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., Imoto, N., Yao, A., *et al.* (1981) Triassic bedded chert and associated rocks in the Inuyama area, central Japan. *Guide Book in the Second International Conference on Siliceous Deposite in the Pacific Region (IGCP 115)*, 156–210.
- 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, S. A. and Zhang, Q.-L. (1986) Mesozoic radiolarians from the Nadanhada area, northeast China. *Proceedings of the Japan Academy, Series B*, **62** (9), 337–340.
- Mizutani, S., Okamura, Y. and Shibata, K. (1979) Mesozoic Radiolaria from the Hida-Kanayama area, central Japan. 日本古生物学会, 第 124 回例会, 10月20日午後, 於名古屋大学.
- 水谷伸治郎・召濟安・張慶龍 (1989) 那丹哈達地帯与東亞大陸辺縁中生代構造の関係. *地質学報 (北京)*, **63**, 204–216.

- Mizutani, S., Shao, S. A. and Zhang, Q.-L. (1990) The Nandanhad terrane in relation to Mesozoic tectonics on continental margins of East Asia. *Acta Geologica Sinica*, **3**, 15–29.
- Mizutani, S. and Shibata, K. (1983) Diagenesis of Jurassic siliceous shale in central Japan. In Iijima, A., Hein, J. R. and Siever, R. (eds.) *Siliceous Deposits in the Pacific Region (IGCP 115), Developments in Sedimentology*, Elsevier, 283–297.
- 水谷伸治郎 (編) (1984) 総合研究 (A) 本邦中・古生界の放散虫生層序に関する総合的研究, 昭和 58 年度科学研究費補助金 (総合研究 A). *研究成果報告書*, 190pp.+ collected papers.
- 中世古幸次郎・水谷伸治郎・八尾 昭 (1983) 放散虫化石と日本列島の中生代. *科学*, **53**, 177–183.
- Nur, A. and Ben-Avraham, Z. (1977) Lost Pacifica continent. *Nature*, **270**, 41–43.
- Nur, A. and Ben-Avraham, Z. (1982) Oceanic plateaus, the fragmentation of continents, and mountain building. *Journal of Geophysical Research*, **87**, 3644–3661.
- O'Dogherty, L., DeWever, P. and Gorican, S. (2009a) Forward. Catalogue of Mesozoic Radiolarian genera. *Geodiversitas*, **31**, 189.
- O'Dogherty, L., Carter, E. S., Dumitrica, P., Gorican, S. and DeWever, P. (2009b) An illustrated and revised catalogues of Mesozoic radiolarian genera—objectives, concepts and guide for readers. *Geodiversitas*, **31**, 191–212.
- O'Dogherty, L., DeWever, P. and Gorican, S. (2009c) Historical perspective: 140 years of Mesozoic radiolarian taxonomy. *Geodiversitas*, **31**, 357–369.
- 小川勇二郎 (1986) 力武常次・他 5 名, 高等学校地学, 教研出版, p. 137, 図 87.
- 小沢一仁・前川寛和・石渡 明 (2013) オルドビス記—デボン紀島弧系の復元と発達過程: 岩手県早池峰宮守オフィオライトと母体高圧変成岩類. *地質学雑誌*, **119**, 134–153: 補遺 (巡検案内書, 2013 仙台, CD-ROM 版).
- Pirsson, L. V. and Schuchert, C. (1920) *A Textbook of Geology*. Wiley, N.Y, 1026pp.
- Sakai, M. (1979) *Geology of the Northwestern Part of Kanayama-cho, Mashita-gun, Gifu Prefecture*. Dissertation for Bachelor of Science, Department of Earth Sciences, Nagoya University, T267, 36pp.
- Sato, T. (1974) A Jurassic ammonite from near Inuyama, north of Nagoya. *Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan, New Series*, **96**, 427–432.
- Sato, T. (1996) Memorial to Teiichi Kobayashi, 1901–1996. *Geological Society of America, Memorials*, **27**, 79–81.
- Schwan, W. (1973) Zur geologisch-tektonischen Entwicklung des Japanischen Inselbogens und Meeres. *Zeitschrift Deutschen Geologischen Gesellschaft*, **124**, 343–354.
- Shibata, K., Adachi, M. and Mizutani, S. (1971) Precambrian rocks in Permian conglomerate from central Japan. *The Journal of the Geological Society of Japan*, **77**, 507–514.
- Shibata, K. and Mizutani, S. (1980) Isotopic ages of siliceous shale from Hida-Kanayama, central Japan. *Geochemical Journal*, **14**, 235–241.
- 柴田 賢 (1985a) 地質年代学に関する技術的進歩と日本における年代学研究. *地質学論集*, No. **25**, 391–405.
- 柴田 賢 (1985b) 特集—地質年代測定—緒言. *地学雑誌*, **94**(7), 93–95.
- Stewart, J. A. (1990) *Drifting Continents & Colliding Paradigms. Perspectives on the Geoscience Revolution*. Indiana University Press, 285pp.
- Sugisaki, R., Mizutani, S., Hattori, H., Adachi, M. and Tanaka, T. (1972) Late Paleozoic geosynclinal basalt and tectonism in the Japanese Islands, *Tectonophysics*, **14**, 35–56.
- ステノニコラウス (2004) プロドロムス—固体論, 山田俊弘訳, 東海大学出版会, 208pp.
- Suzuki, K. and Adachi, M. (1991) Precambrian provenance of and Silurian Metamorphism of Tsubonosawa paragneiss in the south-Kitakami terrane Northeast Japan, revealed by the chimecal Th-U-Total Pb isochron ages of monazite, zircon, and xenotime. *Geochemical Journal*, **25**, 357–376.
- Suzuki, K., Adachi, M. and Tanaka, T. (1991) Middle Precambrian provenance of Jurassic Sandstone in the Mino Terrane, central Japan: Th-U-total Pb evidence from an electron microprobe monazite study. *Sedimentary Geology*, **75**, 141–147.
- Wakabayashi, J. and Dilek, Y. (eds.) (2011) *Mélanges: Processes of Formation and Sociatal Significance*,

*Special Papers no. 480, Geological Society of America, 277pp.*

八尾 昭・水谷伸治郎・桑原希世子（2001）日本の放散虫文献データベースからみた放散虫研究の動向. *大阪微生物研究会誌, 特別号, 第 12 号, 375-382.*

張 慶龍（1995）中国東部のテレーン解析と那丹哈達テレーン. 名古屋大学理学研究科博士論文 {(主論文, 55pp.), 副論文：(1)～(7)}.

(2013年10月15日受付)