

## 日本の地質調査所の創設 The beginning of the Geological Survey of Japan

矢島 道子<sup>1\*</sup>  
Michiko Yajima<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 東京医科歯科大学教養部  
<sup>1</sup> Tokyo Medical and Dental University

エドムント・ナウマンの業績を調査している中で、明治初期に創設された地質調査所は、現在の地質調査所とずいぶん異なっているもののように理解される。地質調査所は東京市赤坂区葵町（東京・赤坂の現在ホテルオークラの大倉集古館のあたり）に明治11年から大正14年まで同じ場所にあったが、その名称や帰属はめまぐるしく変わった。

1878 (M11) 内務省地理局の地質課。  
1880 (M13) 地質課は内務省勸農局  
1881 (M14) 地質課は農商務省農務局  
1882 (M15) 地質課を廃し、  
1882 (M15) 地質調査所を創立 (2月13日)。農商務省に帰属。

また、地質調査所には地質部、地形部、土性部などがあり、ナウマン、リーブシャー、シュット、フェスカなど多くの外国人技術者がいた。特にフェスカは長期間、地質調査所にいた。1890年には原田豊吉の著作“ Die japanischen Inseln. Eine topographische-geologische Übersicht ”とともに、フェスカの“ Beitrage zur Kenntnis der japanischen Landwirtschaft ”が出版された。フェスカのこの大著は前年に出版された「大日本帝国地産要覧図」の説明書として出版されたもので、その翌年の1891年には「日本地産論通編」という表題で和訳された。日本の農政の基本となり、特に戦時中に再翻訳された。

この奇妙な歴史的変遷の裏には何があったか考察してみたい。

キーワード: 地質調査所, エドムント・ナウマン, 原田豊吉, フェスカ  
Keywords: Geological Survey, Edmund Naumann, Toyokichi Harada, M. Fesca

## 日本地震学会が設立されたのは1880年3月11日である The Seismological Society of Japan was established on March 11th 1880

泊 次郎<sup>1\*</sup>

Jiro Tomari<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 東大地震研究所

<sup>1</sup> ERI

世界で最初の地震学会ともいわれる日本地震学会 (The Seismological Society of Japan) が設立されたのは、これまでの地震学史では1880年4月26日とされてきた。ところが、お雇い外国人たちを中心にして日本地震学会が設立されたのは同年3月11日であることを明記した当時の史料が見つかった。地震学会設立の話し合いは、設立のきっかけになったといわれる横浜地震 (同年2月22日) の1年ほど前から進んでいたことも、これらの史料は物語っている。

日本地震学会の設立日について、先行研究はどのように記述しているかを簡単に見ておこう。宇佐美龍夫・浜松音蔵「日本の地震および地震学の歴史」(『地震』第2輯20巻「日本の地震学の概観」特集号、1967年)には「当時お雇教師として日本に来ていた外国の科学者、技術者に〔横浜地震が〕多大の刺激を与え、同年4月26日、日本地震学会が設立された」(4頁)とある。藤井陽一郎『日本の地震学』(1967年)には、「地震のあったのは2月22日であったが、3月31日には早くも第1回の会合が行われた。ついで4月26日月曜日、地震学会の会員は開成学校の講義室に集まり総会を開いた」(33頁)と書かれている。萩原尊禮『地震学百年』(1982年)にも「第1回の会合は早くもこの年の4月末に開かれた」(5頁)とある。2007年に出版された金凡性『明治・大正の日本の地震学』にも「1880年4月26日に開かれた日本地震学会の第1回の総会で...」(29頁)との記述が見える。

日本地震学会の設立を1880年4月26日とした典拠は、いずれの文献にも示されていないが、日本地震学会が発行した雑誌 Transactions of the Seismological Society of Japan の第1巻の巻頭に掲載されている「1880年4月26日月曜日、会員は開成学校の講義室で総会を開いた」で始まる記事がその根拠になっている、と考えられる。しかしながら、この記事を読み進めていくと疑問も湧いてくる。総会の最初に、公務多忙を理由に地震学会の会長就任を断る工部卿の山尾庸三の3月27日付の手紙(幹事のW.S. Chaplin宛)が読み上げられているからである。山尾の辞退を認めた後で新しい会長選挙に移るが、会長候補に推薦されたJ. Milneは「私は副会長の席を占めているので、もし私が会長になれば、新たに副会長の選挙が必要になる」と発言している。これによって、会長や副会長、幹事の選出は3月27日以前に行われていたのではないかと、この疑いが浮上する。

疑問を抱いて史料を見てゆくうちに、Transactions of the Seismological Society of Japan の第6巻(1883年)40頁に“Annual Reports of the Committee of the Seismological Society of Japan ”という見出しの記事を見つけた。この記事の冒頭には「日本地震学会は1880年3月11日東京大学で、東京と横浜の在住者の多くが集まった会において設立された」と明記されている。さらにその後には「この会の詳しい報告は1880年3月12日のThe Japan Gazetteを見れば分る」とも書かれている。設立してから3年も経ってから設立の経緯に触れているのは、新しく加わった会員にそれを知らせるためであることがその後の文脈から推察できる。

3月12日のThe Japan Gazetteには“ The Formation of a Seismological Society in Tokio ”との見出しで長文の記事が掲載されている。この記事によると、11日の会合にはEwing、Gray、Knipping、Lyman、Milneら約60人が出席し、米国総領事のVan Burenが議長を務めた。Chaplinによって15条からなる会則の原案が読み上げられ、逐条審議の結果、原案を一部修正の上、会則が決まった。そして役員を選出に移った。会長にはKnippingがMilneによって推薦されたが、Knippingは固辞した。最終的には山尾とChaplinの2人の中での投票になり、山尾が選ばれた。副会長、幹事もやはり選挙の結果、それぞれMilneとChaplinが就任することが決まったことなどが書かれている。こうした議事次第からすれば、この会合を「設立総会」と呼ぶ他はない。

3月11日前後に日本で発行された他の英字新聞を調べてみると、3月3日のThe Japan Daily Heraldや3月6日のThe Japan Weekly Mailには、地震学会設立の必要性を訴える論説が掲載されている。これらの記事を読むと、日本に住む外国人の間では約1年前から地震学会設立の議論が進んでおり、横浜地震が起らなくても、地震学会はやがては設立される状況になっていたことも分る。

キーワード: 日本地震学会, 地震学史, 山尾庸三, ミルン, チャップリン, クニッピング

Keywords: The Seismological Society of Japan, histories of seismology

## Magnetotelluric 法の源流 ; 平山 操の業績

## Misao Hirayama's achievement as a pioneer in magnetotellurics

水野 浩雄<sup>1\*</sup>Hiroo Mizuno<sup>1\*</sup><sup>1</sup> 元香川大学<sup>1</sup> Kagawa University ret.

Magnetotelluric 法は、地電位差及び地磁気の短周期変化の観測から、地球内部の電気伝導度を求める方法である。それは Cagniard (1953) に始まると考えられてきた。ところが最近、その原型が平山 操 (1934) にあることが、Zhdanov(2010) により指摘された。平山は 1932 年に中央気象台附属の技術官養成所を修了し、岡田武松の要請で樺太の豊原地磁気観測所に赴任した。第二回極年 (1932 年 8 月 ~ 1933 年 8 月) には日本は積極的に参加した。豊原観測所はその一環として設立された。地磁気の時間変化から地球内部の電気伝導度を求める研究は Lamb(1883) に遡る。しかし地磁気だけではなく地電流をも加えた解析は例がなかった。豊原は地磁気の観測が主な目的であったが、地電流の観測も行った。平山は地磁気と地電流の変化が互に対応して起こる有様を観察し、両者をともに用いて解析する方法を開拓した。平山 操 (1934) は地表面を無限に広い平面と考え、x 軸を北に、y 軸を東に、z 軸を鉛直下方にとる直交座標系によりマクスウエルの方程式を書いた。それは寺田寅彦 (1917) に倣ったのであった。寺田は震災予防調査会の事業で行われた油壺における地磁気観測を解析するために、この方程式を用いた。しかし寺田には地電流のデータはなかった。彼はもっぱら地磁気のデータにより、地磁気短周期変化をもたらすと考えられた上層大気中の電流の議論を展開した。それに対して平山の関心は、地磁気の変動と地電流のそれとを組み合わせることにあった。その結果、平山はそれらの間の重要な関係性を導いた。

$$E_y/H_x = \{(\mu q)/(4\sigma)\}^{1/2}$$

ただし、E は電場、H は磁場、 $\mu$  は permeability、 $q$  は変動の角周波数、 $\sigma$  は地球内部の電気伝導度である。磁場の变化の振幅  $H\{x\}$  に対する電場の变化の振幅  $E\{y\}$  の比が得られれば、その周波数に対応する電気伝導度が求められる。この式は単純ながら Magnetotelluric 法の核心をよく表現している。その解説書の導入部には今でも必ず記されている。平山はこの式を世界で最初に導いた。大きな業績である。しかしそれは、その後の戦争の時期で隔てられ、平山の論文が日本語で書かれていたこともあり、忘れられていたのである。Magnetotelluric 法の先導者の地位を不動のものにしている Cagniard にちなんで、この式は Cagniard の MT formula と呼ばれてきた。しかしそれは、Cagniard よりも約 20 年前に、平山が導いていたのである。平山は豊原で取得した地磁気と地電流の記録から、周期が数分から数十分の変化を選び出し、上記の振幅の比を求めた。そしてそれが、ほぼ、周波数の 1/2 乗に比例することを確認した。すなわちここに、Magnetotelluric 法が実質的に成立をみたのであった。

Zhdanov が今日、平山の論文の存在に気づいたのはいささか驚きである。欧米の研究者が、自らの研究領域の歴史について、並々ではない努力をはらっていることの現れである。歴史は彼らの研究と不可分に結びついていると思われる。しかし Zhdanov が平山を次のように見ているのには一言を要するであろう。Zhdanov(2010) は、「すでに 1934 年に、平山が電場と磁場の比を与える式を見出したことは興味深い。しかし、MT 法の solid physical and mathematical foundation の構築は、Tikhonov や Cagniard に帰すべきである」と述べている。どんな場合にも、一つの体系をより詳細に、より深く、正確に構築した者の貢献は言うまでもない。それとともに、たとえ荒削りでも、自然の新しい切り口を開いたことの意義は、それに劣ることなく絶大である。平山は豊原地磁気観測所に勤務しながら、この仕事を進めた。極寒の地であって、観測のル - チンワ - クのかたわら研究にも力を注いだ。どんな荒天の日にも絶対観測はしなければならず、変化計の印画紙は取り替えなければならない。いまでは想像もできない過酷な勤務である。そうしたなかで、科学の研究に実をあげた努力と業績に思いをいたすべきである。また、それを可能にした当時の中央気象台のあり方にも目を向ける必要がある。技術官庁でありながら、純粹の理学研究を受け入れるだけの余地を保っていた。このことは日本の大学や研究機関の昨今の状況に照らして、極めて重要な事柄である。

## 引用文献 (年代順)

Lamb, H.(1883), Phil. Trans. Roy. Soc., 174,519?549

Terada, T.(1917), J. College. Sci., Tokyo Imperial Univ. Vol. 37, Art.9, pp56-84.

平山 操 (1934), 気象集誌, 第 2 輯, 第 12 巻, 第 1 号, pp16-22.

Cagniard, L.(1953); Geophysics, 18, 3, pp605-635.

Zhdanov, M.S.(2010), Geophysics, 75, pp.75A49-75A66.

# Japan Geoscience Union Meeting 2013

(May 19-24 2013 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2013. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



MZZ41-03

会場:102A

時間:5月19日 11:30-11:45

キーワード: 地球電磁気学, 地電流, 電気伝導度, Magnetotelluric 法, 電磁誘導, 豊原地磁気観測所

Keywords: Geomagnetism, Magnetotellurics, Telluric current, Electrical conductivity, Toyohara Magnetic Observatory, Electromagnetic induction



## 過去の業界紙と貿易統計データから見る日本の石材産業構造の変遷

### Change in building stone industry structure of Japan interpreted from business paper back issues and trade statistics

大畑 裕美子<sup>1</sup>, 乾 睦子<sup>1\*</sup>

Yumiko Ohata<sup>1</sup>, Mutsuko Inui<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 国土館大学理工学部

<sup>1</sup> School of Science and Engineering

日本列島には全国に石材産地が点在しており、その多種多様な石材は戦前から様々な建築物に利用されてきた。しかし今や国産石材が扱われることはめったになく、国内の石材産業は空洞化している。ものづくり大国である日本にとって、国内産業の空洞化は深刻な問題であり、その典型的な事例のひとつとして、石材産業が空洞化に至った要因を明らかにすることは極めて重要である。本研究ではまず産地での石材産業の動向をヒヤリングした。次に日本石材工業新聞、石材産業年鑑を閲読し、貿易統計データと合わせて考察した。これらを通して、石材産業の構造を明らかにし、石材業界が歴史の流れにどう影響されどのように発展してきたかを整理した。次に貿易統計や業界紙の広告欄の移り変わりから、実際に産業構造が変化した時期に関する裏づけを得た。

全国的なネットワークを持つ石材加工業が成立したのは戦前(乾,2012)で、当時は国内の石材が著名な建築物に多く使用されていた。例えば、銀座和光ビルには岡山県の万成石が、明治生命館には同県の北木石が使用されている。また国会議事堂には、日本全国から集められた42種類もの国産石材が使用されている。戦後になると、墓石や慰霊碑の需要が増加し、建築石材とは別の市場を形成し発展した。石材業界は原石を加工する採石業とそれを加工し製品にする加工業とに分けることができる。1950年代後半から始まった機械化により採石業界も加工業界も著しく発展したが1960年代後半から原石の輸入の増加からまず採石業界が影響を受けた。価格競争に加え公害が問題になり採石規制の強化が行われたことなども追い打ちとなり採石を続けられなくなった業者も出始めた。国産石材の良材が枯渇したなどの影響も受けて石材産業の空洞化が進行していった。一方加工業界も1985年ごろから加工済み製品の輸入量が多くなったことで影響を受け始める。製品輸入の増加につれ、従来の採石加工墓石小売店という流通システムは崩壊し、採石業界も加工業界も独自に小売店を持ち、直接中国から買い付けて売るといった新しい流通構造が形成された。さらに、中国でも機械化が進み、複雑な内容も発注できる様になったことで加工業界も空洞化が進行していった。

ヒヤリングによれば、採石業界の全盛期は昭和30年代、加工業界の全盛期は昭和40年代であったらしいがその時期について客観的根拠が得られなかった。そこで貿易統計データからその時期を明らかにしようと試みた。1995年を境に原石と製品の輸出量が逆転し、原石輸入加工の時代から製品輸入の時代に転換している(乾,2012)。1953年から2010年の原石輸入量の最も多かった中国と韓国の花崗岩の原石輸入量の推移を見ると、1989年を境にして韓国と中国の輸入量が逆転している。これは1988年に行われたソウルオリンピックを機に、韓国国内の人件費が高騰し、輸入元が中国へとシフトしていったのだと考えられる。また1951年~2011年までの加工品の輸出推移によると、1966年に急激に従来の4倍にまで輸出量が増えていることが分かった。これは加工業界の全盛期が昭和40年代であったという関係者の談話と一致している。

石材工業新聞の1953年から1966年の11月の記事に載っていた広告を加工機械、採石業界、石材店、その他に分けて、各年毎に広告内容の推移を測った。採石機械の広告が1960年前半をピークに以降減少している。これは採石業界のピークが昭和30年代であったことの裏付けになっていると考えられる。一方加工機械の広告は昭和40年代に増えていることから採石業界のピークと加工業界のピークが広告統計からも裏付けされた。

石材業界の盛衰に影響を及ぼした時代の流れを構造的につかむことができた。また、産業構造の変化は高度経済成長の際、オリンピック、またバブル時など社会情勢に大きく影響されていることが分かった。

#### 参考文献

日本石材工業新聞(1953~1975) 石材工業新聞社

石材産業年鑑(1991,1995,1997) 石文社

乾睦子(2012) 国土館大学理工学部紀要,5,74-80

貿易統計 財務省

キーワード: 石材, 採石場, 産業構造, 墓石

Keywords: building stone, quarry, industrial structure, headstone, tombstone

## 科学計量学的手法を援用した内核研究史 The history of the study on the Earth's inner core with the aid of a scientometric method

吉田 茂生<sup>1\*</sup>  
Shigeo Yoshida<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>九州大学理学研究院  
<sup>1</sup>Faculty of Sciences, Kyushu University

内核の研究史を例として、現代科学史を科学計量学的手法を援用して研究することを試みた。近年、科学のあらゆる分野で論文数が増えてきたので、関連論文をすべて読んで科学史を作るのは困難になってきた。一方で、Science Citation Indexを始めとして論文データベースが整備されてきているので、科学計量学的手法の助けを借りて科学史を作っていくのが有用であると考えた。そこで、内核の研究史の場合に、論文数の推移を見ることで研究史を見てゆくことを試みた。

私は、Web of Scienceを用いて、内核研究の諸分野の論文数の推移を調べた。内核に関する論文数全体の推移を見ると、1990年代に内核に関する論文が増えていることが分かる。それが地震波の異方性に関連する論文の数の推移と同じ形で推移していることから、異方性の研究が内核研究の中心的な課題であることが見て取れる。1990年代の論文の増加の背景にはコンピュータやネットワークの発展があることが示唆される。地震学においては、ネットワークと計算機の発達に伴い、世界中の地震計の大量のデータを誰でも容易に解析できるようになった。このことが異方性の発見につながった。一方、異方性は、高压下の物性計算をするモチベーションとなった。ほぼ同時期にコンピュータで第一原理計算ができるようになったため、2000年代以降理論物性計算が盛んになった。1996年には内核の差動回転の発見が報告され、その追試が2000年ころ盛んに行われた。その後も差動回転とダイナモ計算との関連が議論されている。ダイナモ計算も、コンピュータの計算能力の増大を背景にして1990年代後半から可能になったものである。

キーワード: 科学計量学, 科学史, 論文数, 内核  
Keywords: scientometrics, history of science, number of papers, inner core

## 地球惑星科学史をどう書くか -ウィッグ史観の功罪-

## How to write the history of geoscience -right and wrong of Whig interpretation of history-

青木 滋之<sup>1\*</sup>, 山田 俊弘<sup>2</sup>, 矢島 道子<sup>3</sup>, 吉田 茂生<sup>4</sup>

Shigeyuki Aoki<sup>1\*</sup>, Toshihiro Yamada<sup>2</sup>, Michiko Yajima<sup>3</sup>, Shigeo Yoshida<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 会津大学, <sup>2</sup> 千葉県立幕張総合高等学校, <sup>3</sup> 東京医科歯科大学教養部, <sup>4</sup> 九州大学

<sup>1</sup>University of Aizu, <sup>2</sup>Chiba Prefectural Makuhari Sogo High School, <sup>3</sup>Tokyo Medical and Dental University, <sup>4</sup>Kyushu University

地球惑星科学の形成史をたどり記述していくにあたっては、どのような「史観」を持つかが重要なファクターとなってくる。例えば、三巻本の惑星科学史(1996)を著しているスティーブン・ブラッシュは、ウィッグ史観(Whig interpretation of history)を論じたBrush(1995)において、ウィッグ史観を完全に排除するのは困難であるとしているが、実際に彼の惑星科学史(1996)を見てみると、そこで扱われているトピックは、惑星形成論から地球内核、地球の年代の研究といった、現在の我々の関心から選択されたものが多い。こうして、少なくとも問いの立て方においては、歴史記述は現在の我々の関心と相対的になされることは不可避である。しかし他方、現代の知識や方法論などを過去の科学者に過度に読み込もうとするようなアナクロニズムや、ハットンの斉一説を当代での名声以上に評価するようなタイプのウィッグ史観は、同時代の実態を捉えた客観的歴史記述とはとても言えない。こうして、記述内容に関して言えば、当該科学者の生きた時代の知見や背景などを考慮した同時代的な歴史記述が必要である。

しかし、もっと深いレベルの話になると、話はそう単純ではない。例えば、こうしたウィッグ史観批判そのものが、現代の我々の視点から成り立つものであり、ある種のウィッグ史観を前提としたものだというOldroyd(1985)の指摘はもっともであろう。また現代史のように、現存する地球惑星科学者のオーラル・ヒストリーをまとめる場合(青木2013)には、「事実」の語りの中に不可避免的にウィッグ史観が入ってくるかもしれないが、それまで排除することが可能/望ましいことなのだろうか。また他にも問題なのは、どのような「史観」を取るかは文脈(目的)に相対的であり、さらに著作は往々にして文脈横断的である、ということである(伊勢田2013)。科学史家は、客観的記述を目指す。しかし、一般向けの科学史や、科学教育のための科学史は、むしろ適度な単純化・理想化(=ウィッグ史観の持ち込み)をした方が場合によってはフィクションの方が 目的に合う、と言われることもある。現代史には、科学者が過去を回顧しつつ書かれるものである、という側面もある。

こうして、現代地球惑星科学史の構築には、様々な立場の融合が可能かという問題も浮上してくる。以上のようなウィッグ史観にまつわる諸問題を、本発表では提起し論じたい。

キーワード: 科学史, 科学哲学, 地球惑星科学史, 地球科学史, ウィッグ史観

Keywords: history of science, philosophy of science, history of geoscience, history of earth science, Whig interpretation of history

## 『地球の科学』(1946-1950)にみる戦後日本の地学教育の発進過程 The Emergence Process of Post-war Geoscience Education in Japan

山田 俊弘<sup>1\*</sup>

Toshihiro Yamada<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 千葉県立幕張総合高等学校

<sup>1</sup> Chiba Prefectural Makuhari Sogo High School

ポスト 3.11 の状況下でどのような科学リテラシーが要請されるのか、養成すべきなのか？ この議論を組み立てるうえで、戦後の地学教育の歴史をふり返ることは不可欠である。特に、その出発点における経緯を知っておくことは、当初の理念に対してその成果がどうであったのか点検するだけでなく、今後の制度構築の教訓とするためにも必要であろう。本発表では、敗戦後の占領下で新学制がスタートするまでの混沌とした時期に、どのような試みがどのような人々によってなされていたのかを、一雑誌の内容を分析することによって明らかにしたい。

『地球の科学』は、1946年11月より4年間、東京の目黒書店より刊行された。当初月刊を目指したが、季刊に変わり、合計14号を出して終刊した。編集者は東大地質の小林貞一と東京文理大の藤本治義で、「国民一般の地学知識」が「他の自然科学関係諸学科のそれに比べて極めて見劣り」がする状況を克服するため、「主として地学に関する小論文、雑録、教材の研究等を集録して中等学校卒業程度の教養ある一般人士に提供し、国民一般への地学普及」を目的としていた(加藤武夫による「創刊の辞」、1-1, 1946, p. 1)。

ここで「地学」とはどのような科学分野を含んでいたのだろうか。第1号の「地学とは何ぞや」という記事で小林は、従来の用語法に対して、それは「地球の科学 (Earth Sciences) の事である」と宣言し、古今書院の地学辞典(1935)や旧制高校の地学の内容を例に、地質学を主体としつつ地球物理や測地、地球化学、天文気象、気候、海洋、湖沼等の分野を掲げている(1-1, 1946, p. 17)。一方、旧制中学の科目編成については、「物象と云う変なものが出て物理・化学・地学を一括して生物学だけを分離してしまったが... 此四科目は理科として一括するか、さもなければ各々独立す可きもの」と批判した(同, p. 19)。

戦後の「地学教育振興運動」は、すでに終戦の年から準備が始められたようだが、1946年に入って文部省への陳情や諸会合が活発化し、「地学教育の科学的研究をなすため」日本学術振興会に第93小委員会が設置され6月に第1回研究会が持たれた。この研究は3年計画で、初等中等学校・高等学校・大学地質鉱物科・専門学校(大学工農学部を含む)・社会教育の5班に分かれて推進されるもので、いわば包括的な地学教育学の基礎を築こうとするものであった(1-1, 1946, p. 20)。

以降、一方で1947年4月の新制高校教科課程に関する通達から翌年1月の学習指導要領(物化生地)の発行を経て新制高校が発足し、他方で1948年1月の大学設置委員会の設置と一般教育研究委員会の発足(自然科学部門東京地区委員会小委員に小林と気象学の正野重方の名あり)から大学の教養課程における地学の「コースプラン」についての検討を経て1949年新制大学がスタートする。小林は、大学一般教育としての地学は「即地質学と云う様な狭いものでもなければ、又専攻学究の予備知識としての現代地学の摘要でもない。文科理科の別なく一般教養としての地学である」とその教育上の意義を強調した(3-4, 1948, p. 122)。

雑誌『地球の科学』は、教育のカテゴリーとして認知度の低い、再定義された「地学」を、一般に向けて積極的に売り出し関心を喚起しようという役割を与えられていたことが分かる。と同時に、旧制度から新制度に移行する期間の研究成果や議論の過程を公開し、ドキュメントとして残したものと評価できる。この試みは地学教育研究会(1948年6月発足)を経て日本地学教育学会に引き継がれる。自然災害や環境の問題を含めて「地学」を新たなカテゴリーとして鍛え直し新生させる際に、出発時の経緯を確認しておくことは重要に違いない。

キーワード: 科学教育史, 昭和戦後期, 地学教育史, 地学の普及, 地球の科学, 小林貞一

Keywords: history of science education, Showa Post-war Period, history of geoscience education, popularization of geoscience, EARTH SCIENCE, Teiichi Kobayashi



## 島津康男の高校地学教科書と地学の再編

### Shimazu's textbook in earth science for high school students, and reorganization of earth science(Chigaku)

山賀 進<sup>1\*</sup>

Susumu Yamaga<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 麻布中学校・高等学校

<sup>1</sup> Azabu High School

#### 島津康男の高校地学教科書と地学の再編

##### (1) 島津康男と「縫い目のない地球」

名古屋大学理学部地球科学科は、1949年に創設された。その特徴は、地質系の研究室と地物系・地化系の研究室が併存していたことだった。

当時27歳だった島津康男は、1953年に地球物理研究室の助教授として赴任した。彼は地球科学科という名に惹かれて名古屋に来た。

彼は、地球は縫い目のない織物のようなものであると考えた。そして彼はSMLESという目標を掲げ、彼のグループの研究指針とした。

##### (2) 島津康男の高校地学 I

島津康男は、1970年代に高校地学の教科書(\*1)を執筆している。島津教科書は、SMLESの精神を背景にしている。彼の地学の教科書は、従来のものとも、同時代のものとも大きく異なっている。その教科書の特徴は、手法として物理的なものが多く使われていること、あるいは化学的手法も紹介されているということである。内容的には当時はまだ斬新であったプレート説(大陸移動説)が含まれていて、逆に地向斜という概念は出てこない。

(\*1) 高等学校地学 I、学校図書(学図)、昭和47年(1972年、改訂版は1975年)、総ページ数216、執筆者:島津康男(名古屋大学教授)、杉本大一郎(東京大学助教授)、牧野融(慶応大学助教授)、平瀬志富(都立戸山高校)、斎藤邦三(宮城県立岩ヶ崎高校)

##### (3) 麻布での地学

1973年に名古屋大学理学部地球科学科を卒業した私は、そのまま麻布中学校・高等学校(\*2)に理科の教員として就職した。私は麻布で初めての地学専門の教員であった。だから私は、自由に教科書を選べた。そこで、高校地学の教科書として島津の教科書を採用した。私が島津の教科書を選んだ理由は、私が名古屋大学卒業生だったので、使いやすいものであったことである(\*3)。

全国的には、島津の教科書はあまり使われなかったようだ。そのためであろうか、1980年代になると島津の教科書は出版されなくなった。そこで私は、教科書を使わず授業をするようになった。

授業の内容としては、なるべく地学のある分野に偏らないように考えた。その際に、島津教科書は大変に参考になった。また私のウェブサイトは、中学・高校での授業が元になっている。私の2冊の著作も同じである。

(\*2) 東京都港区にある私立の中高一貫男子校(創設1895年)、生徒数300名/学年×6学年=1800名、「自由闊達」を校風とする。詳しくは学校のホームページ参照

<http://www.azabu-jh.ed.jp/>

(\*3) 大学時、地球物理の講義で使われた教科書が島津康男の「地球の物理」(裳華房、昭和46年(1971年)、総ページ数228で、この本の雰囲気と、島津高校教科書の雰囲気が同じだった。

##### (4) 今後の展望

いま、高校地学は「絶滅危惧種」といわれている。原因はいろいろあると思う。だがなによりも、地学という科目の内容と目的が、高校生や高校の教員に理解されてこなかったことが一番大きな原因だろう。

今後、地学という科目が理解されるためには、地学は誰もが根源的に持つ疑問「我々は何者か」ということに直接答える科目であること、内容的には宇宙と地球、物質と生命の仕組みを解読して宇宙の全歴史を組み立てる、その中で人類の位置を確認する科目であることを前面に出すことが必要であろう。また日本は、自然災害を避けられない所に位置しているということから、そうしたものに対応する内容を組み込むことも必要であろう。

こうしたことを踏まえ、「地学」という名称も変えることも必要だろうし、またその科目を担当する(担当できる)教員をどう確保するかということも考えていく必要があるだろう。それは、後期中等教育の目的をとらえ直し、その中で理科、さらには地学の位置を再確認することでもある。

# Japan Geoscience Union Meeting 2013

(May 19-24 2013 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2013. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



MZZ41-08

会場:102A

時間:5月19日 14:30-14:45

## 参照

SMLES 憲章

[http://www.selis.hyarc.nagoya-u.ac.jp/21coe-selis/limit/dvd/pdf/2007/15\\_open\\_symposium\\_resume\\_Kumazawa.pdf](http://www.selis.hyarc.nagoya-u.ac.jp/21coe-selis/limit/dvd/pdf/2007/15_open_symposium_resume_Kumazawa.pdf)

戦後の理科教育制度の歴史

<http://homepage3.nifty.com/kkam12/khennsenn.pdf>

<http://www.osaka-c.ed.jp/kak/karikenweb/webpdf/webcur/wc10rika/wc1007.pdf>

キーワード: 地学, 島津康男, 高校, 地球科学, 教科書, 再編

Keywords: chigaku, Shimadu Yasuo, highschool, earth science, text book, reorganization

## 初等中等理科教育と地球惑星科学の連携

## Collaboration of Elementary Science Education with Earth and Planetary Sciences

川上 紳一<sup>1\*</sup>

Shin-ichi Kawakami<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 岐阜大学教育学部

<sup>1</sup> Faculty of Education, Gifu University

初等中等教育における理科教育・科学教育の目標は、宇宙的空間スケール、宇宙史・地球史的時間スケールにおける現在を捉え、地球に生息する多様な生物種の一つとしての人間という視点で、自分の存在を見つめなおすことではないだろうか。宇宙的空間スケール、時間スケールで環境問題を学ぶのは、高等学校の地学分野の履修が不可欠であるが、現状では多くの高校生が地学を履修していない。大学の教養教育でも地学分野の教育が軽視されており、現代人の科学リテラシーについて、ポスト 3.11 という社会情勢のなかで、再考すべき時期にきているように思われる。

演者は、小中学校の理科の教員養成・教員研修に過去 10 年間にわたり関わってきた。小中学校での理科教育では、自然に親しみ、観察や実験を通じて、科学的に探究する態度を育むとともに、実感を伴った理解を通じて、科学的な見方や考え方を学ぶことが求められている。こうした目標を実現するには、教員の教材研究や指導計画の立案と、授業実践の能力を高めるなど、教員の資質向上が重要である。とりわけ、教員の大量退職時代を向かえ、実践力のある若手教員の育成が緊急の課題となっている。

具体的取り組みでは、学校現場で使用できるデジタルコンテンツを開発し、web サイト教材「理科教材データベース」の構築を進めてきた。また、それらを授業で有効に活用するための実践的な研究を現職教員と連携して進めてきており、活用事例研究データベースの構築もあわせて構築してきている。さらに、ICT 活用だけでなく、化石や岩石、鉱物、隕石などの実物標本を多く集め、実物標本と ICT 活用の融合による魅力的な理科授業開発を進めてきた。

一方、こうした実績を踏まえ、岐阜県教育委員会と岐阜大学の連携による、コアサイエンスティーチャー養成プログラムを開発し、学校現場との組織的連携を進めてきた。こうした取り組みによって、授業研究や教材研究を巡って、共同で研究するパートナーとなる教員を大量に見つけ、日常的に連携するしくみを構築することができるようになった。指導力・実践力のある理科教員を多数育成することで、学習者に地球惑星科学を学ぶ魅力や意義をボトムアップ的に広げようというわけである。

こうした取り組みが実現した背景には、地球惑星科学の専門家という立場を超えて学校現場に出向き、子どもの世界、教員の世界を深く理解し、学校現場の教員の立場に立って、魅力的な教材を開発することを通じて、学校現場で活躍する教員を支援してきたこと、大学などの公開講座を多数開講し、学習者である小中学生に接して、興味・関心の所在や先行知識などを調査してきたことが挙げられる。ここでは、地球惑星科学と理科教育の連携に基づく、具体的実践として、天体望遠鏡の製作と月の継続観察、およびクレーター形成実験や、アンモナイト化石の分類を通じた示準化石の学習プログラムなどを紹介する。

一方、地球惑星科学を学び、科学リテラシーを現代人が高める必要性は何か。世界人口が 70 億人を超え、地球温暖化などの環境問題や、水資源、地下資源問題、食糧問題などのほか、貧富の拡大など、さまざまな問題が取り上げられるようになってきている。世界のすべての人々の生活の質を向上させつつ、持続可能な発展を進めていくにはどうしたらよいか。それには教育が重要ということで、国際連合・UNESCO が中心になって、持続可能な発展のための教育 (ESD) が、地域レベルで取り組まれている。演者らは、ESD の地域拠点のひとつである中部 ESD 拠点の活動に参加し、岐阜大学を中核に岐阜ブランチを組織し、地域の NPO 法人や自治体などと連携して、自然体験や環境保全活動に参加する場を設け、大学生と、小中学生がいっしょに活動しながら、体験を通じて問題の本質を探り、解決のための活動を継続して行っていくなかで、価値観を共有したり、異なる考え方もつ集団がどのように合意形成していくのかを学ぶことが重要であることがわかってきた。

現代人はなぜ地球惑星科学を学ぶ必要があるのか、地球惑星科学は人類の繁栄に必要なのか、学術的フロンティアとそれを探究する魅力は何か。こうした問いに、しっかりと答えを出し、若手研究者の量的・質的育成をしていかなければ、地球惑星科学自体が持続可能でなくなるのではないかと。これらの問いに対し、科学論、科学哲学、科学史などの分野からの視座と、地球惑星科学の研究の現場、さらに、理科教育や科学教育などの教育現場からの視点を総合して、現状と課題を整理することがまず必要ではないだろうか。

キーワード: 理科教育, 科学教育, アウトリーチ, 地球惑星科学, ESD, 科学リテラシー

Keywords: science education, outreach, earth and planetary sciences, ESD, scientific literacy

## 地球科学における研究管理:ケーススタディ Case study: research management in geosciences

村上 祐子<sup>1\*</sup>  
Yuko Murakami<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 東北大学  
<sup>1</sup>Tohoku University

Research activities significantly differ by areas. Analysis of interviews with principal investigators of big projects in geosciences will give insights on practical reason during the activities. The main focus of the analysis is cast on (1) roles of technicians and other research assistants; (2) effects of background change of higher education system on training of researchers and technicians. Findings include the observation that a weaker personnel system of technicians is inevitable. Technicians were strategically trained under some project investigators before 1980s; they were scouted at very young ages, mainly in night programs of high schools to become artisans of experimental equipments. Most technicians of the age has been retired by now, and replacement has not work well because of disappearance of such career paths.

キーワード: 科学社会論, 研究管理  
Keywords: STS, research management



## リスクと科学哲学の中心問題

### Risk and the central problems of philosophy of science

戸田山 和久<sup>1\*</sup>

Kazuhisa Todayama<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 名古屋大学情報科学研究科

<sup>1</sup> Nagoya University

震災後 2011 年 8 月 19 日に閣議決定された第四期科学技術基本計画にも見られるとおり、科学技術政策への市民参加という流れが明確になってきた。公共的なリスク判断と管理もその例外ではない。そうすると、公共的リスク判断の descriptive な側面に要求される科学的たれという要求と、prescriptive な側面に要求される倫理的・民主的たれという要求をどのように両立させて制度設計するかが課題となる。

本発表の目的は、科学哲学の三大問題についての新しい知見が上記の問題とその解決にどのような relevance を持つかを明らかにすることである。科学哲学の三大問題とは次のものを指す。

(1) 科学的实在論の問題 科学理論に現れる理論的対象は実在するか、それとも現象を救うためのフィクションにすぎないのか

(2) 合理主義と相対主義の問題 科学の目的 (= 価値) を合理的に議論できるか、それともそれらはパラダイムに相対的か

(3) 線引き問題 科学と非科学 (疑似科学) とを区別する基準は何か

Shrader-Frechette も指摘するように、リスク評価にはあらゆるレベルで価値についての判断が暗黙裏に含まれる。例えば、本当のリスクと素人のリスク認知のバイアスの区別をするときがそれだ。しかし、そもそも「本当のリスク」なるものが実在し、認知されたリスクはその歪んだ写し、と考えて良いのだろうか。この論点には科学的实在論の問題がかかわってくる。筆者の結論は、リスクについては实在論的な立場をとることはできないというものになる。

しかしながら、価値負荷的だからといって、リスク評価が客観的・科学的でなくなるとは限らない。リスク評価への2つの極端な考え方、すなわち、どんなリスクも正しく評価することのできる唯一の、中立的・没価値的で、客観的・科学的な方法論があるとする素朴実証主義と、どんなリスク評価も立場に相対的な社会的構築にすぎないという相対主義をとともに乗り越える科学観が現れてきている。ポスト・クーンの科学哲学のポイントの一つは、科学に価値判断が含まれるとしても、相対主義には陥らず、価値の判断も合理的・科学的にできることを示した点にある。たとえば Larry Laudan の reticular model では、価値・方法・事実は互いに他を制約しているがどれも合理的議論によって変更可能としている。

さてそもそも、「リスク評価は科学的であるべし」とはいかなる要求なのか。ここで、リスク評価と線引き問題との接点が生じる。リスク評価を「科学的にやろう」と言うとき期待されているものは、不可謬性、答えの確定性ではありえない。むしろ反証可能性がリスク評価の科学性の根幹にあると思われる。一方、方法論的反証主義によれば反証可能性は手続きの問題である。そのように考えると、科学的合理性を手続きの持つ性質としてとらえ、それを制度として実装するにはどうしたらよいかを考える、Shrader-Frechette の方法論的手続き主義に一定の支持が与えられることになる。

キーワード: 科学哲学, リスク論, 科学政策, 实在論, 線引き問題, 相対主義

Keywords: philosophy of science, risk analysis, scientific policy, realism, demarcation problem, relativism

## 科学の動態のモデル：科学のロバストネスの説明 The model of scientific activity: why science is so robust?

野内 玲<sup>1\*</sup>, 熊澤 峰夫<sup>2</sup>

Rei Nouchi<sup>1\*</sup>, Mineo Kumazawa<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 名古屋大学情報文化学部, <sup>2</sup> 名古屋大学理学部

<sup>1</sup>school of informatics and sciences, nagoya university, <sup>2</sup>School of Science, Nagoya University

本発表では科学のロバストネスという概念を軸にして、科学の動態についてのモデルを検証・考察する。

科学の目的は真理なる理論の産出なのか。この問題は科学哲学の分野において様々な仕方で論じられてきた。その中でも科学的実在論という立場は、科学が真理を捉えているとみなさないと科学が成功していることを説明できないと主張する。しかし、この見解は実際の科学の歴史を理由として批判にさらされることになる。すなわち、科学においては「正しい」とみなされる事柄が常に変動しており、理論の一时的な受容はその理論の真理性の保証にならないのである。

この問題は、科学における認識論的問題だとも言い換えることができる。われわれは何をもって科学の結果を正しいとみなす or 信じる or 受け入れる or 信頼するのか。その根拠は何なのか。つまり、科学的知識の正当性を支えるものは何なのか。この問いに対する答えとして、科学哲学では真理性 (truth) からロバストネス (robustness) へという動きが生じている (Wimsatt 1981 and 2012; Soler 2012; Boon 2012, etc)。すなわち、科学理論と自然世界の対応で真偽を考えていた枠組みを捨て去り、観測手法の開発・データのモデル化・現象の再現性等の全体的なロバストネスが科学の産物に対する信頼性を生むという見解への移行である。

一方、熊澤峰夫らが科学の方法として提案する「2つのフィードバックループ付きの演算子モデル (dual-Feedback-Loop-Operator model: 以下、dFLO モデル)」は、科学が自然世界の写像としての理論 (= 科学的知識) を作り出すという素朴な理解を科学の現場に即した形へと改良させる。このモデルは、科学の活動を「観測する」と「モデル化 (理論化) する」という下位活動に分け (さらなる下位区分もある)、科学はそれぞれの下位活動での産物を常に互いに参照し合い、世界の写像を逐次刷新を継続する活動であることを示す。したがって、科学による自然世界の最善の理解とは常に進化変遷しうるものであることが示されている。

本発表では、dFLO モデルの背景にあるのは「ロバストネス」の追求であることを指摘し、科学哲学的観点からこのモデルの意義を検討する。ただし、科学哲学において「ロバストネス」という概念の分析があらゆる科学分野を対象としてなされているとは言い難い (概念的な次の課題)、dFLO モデルに基づいた科学の方法があらゆる科学に通用する一般的な手法であるとも言い切れない (実証的な次の課題)。後者については、本発表の後に続く永井・大谷らの報告で構造解析の順逆解析問題の扱いを説明し、このモデルの具体的適用事例を紹介する。

キーワード: 科学哲学, 科学的知識, 科学技術社会論, 集団知

Keywords: philosophy of science, scientific knowledge, STS, collective intelligence

## 現代人的行動の進化と科学の進化

### The evolution of behavioral modernity and the evolution of science

中尾 央<sup>1\*</sup>, 太田陽<sup>2</sup>, 熊澤 峰夫<sup>3</sup>, 吉田 茂生<sup>4</sup>

Hisashi Nakao<sup>1\*</sup>, Akira Ota<sup>2</sup>, Mineo Kumazawa<sup>3</sup>, Shigeo Yoshida<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 名古屋大学情報科学研究科, <sup>2</sup> 名古屋大学情報科学研究科, <sup>3</sup> 名古屋大学理学部, <sup>4</sup> 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門

<sup>1</sup>Graduate School of Informatics, Nagoya University, <sup>2</sup>Graduate School of Informatics, Nagoya University, <sup>3</sup>School of Science, Nagoya University, <sup>4</sup>Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Sciences, Kyushu University

ある研究分野の研究者人口が増加すれば, 論文数が増加して, さらには研究の進展速度が増加する, というのは科学史を見れば実にありふれた現象である. さらに, ある科学研究コミュニティでは数十年に渡って様々な実験が行われる一方, その実験結果や実験設定がうまく引き継がれることなく, 知見がうまく蓄積されていないという状況が見られる(太田 2013). これはもしかすると研究者コミュニティ・サイズが原因かもしれない. 実際, このコミュニティはもちろんきちんとした査読 journal を持ち, 知見の蓄積に必要な要素はある程度備えているものの, 他の分野に比べるとコミュニティ・サイズがそれほど小さくなく, それが知見の正確な蓄積と改善を妨げる一つの要因になっている可能性がある.

しかし, こうした見解は自明の理と見なされることが多いものの, これまであまりきちんとした裏付けが与えられてこなかった. 本発表では, 科学の進化にとってコミュニティ・サイズが重要であることを, 以下のような現代人的行動 (behavioral modernity) の進化という歴史的事実から裏付ける. 現代人的行動の進化は考古学・古人類学上の難題の一つである. 記号の使用などを含む現代人的行動は, これまで約 5 万年前頃の上部石器時代に突如として進化したものだと考えられ, その急速な進化を説明するため, 認知能力の進化を想定した仮説がいくつか提唱されてきた (e.g., Kellin 1999; Mithen 1996; Cochrane and Harpending 2009). しかし, 近年ではこうした現代人的行動も萌芽的なものがより古い時代 (たとえば中部石器時代) などでみられることがわかっているうえ, 考古学的記録を見れば, 現代人的行動が一旦進化したにも関わらず, 後にそれが消えてしまったように解釈できるという議論もあり (e.g., Allen and O'Connell 2008), 現代人的行動はおそらく認知の進化によって説明できるものではない可能性が指摘されている (認知の進化で説明できるのなら, 一旦現代人的行動が登場すれば, その認知能力が失われなくなる限り, 現代人的行動はその後消えてしまうようなことはないはずである). その代案として提出されているのが個体群動態仮説である (Henrich 2004; Powell et al. 2009; Sterelny 2012). ある程度個体群サイズが大きくなって密度も高くなると, 新規な文化や技術が失われにくくなるさまざまなメカニズム (たとえば学習モデルの剰余性など) が進化する. こうしたメカニズムのおかげで, 偶然生じたかもしれない新規な文化や技術が保持・改良されていき, 現代人的行動も定着するようになったのだ, という仮説である.

こうした現代人的行動の進化に関する個体群動態仮説を踏まえて科学の進化を考えると, 科学の世界においても新規な見解は重要であるが, それが確実に蓄積されていくには, 現代人的行動と同様に, やはりコミュニティ・サイズが重要であるという見解が裏付けできるだろう.

キーワード: 科学の進化, 科学の科学, 科学哲学

Keywords: The evolution of science, science of science, philosophy of science

## 瀬戸内海沿岸の石材産地における産業構造の変遷

### History and present of the building stones and the quarries around the Seto Inland Sea, southwest Japan

乾 睦子<sup>1\*</sup>

Mutsuko Inui<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 国土館大学理工学部

<sup>1</sup>School of Science and Engineering, Kokushikan University

日本列島の基盤となっている岩石は、地域の自然を構成する重要な要素であると同時に、石材や地下資源として地域の産業を支えてきた面もある。たとえば瀬戸内海沿岸には多くの花崗岩体が分布しているため、花崗岩石材の採掘場が集中する大産地である。西洋建築が導入された明治、大正、昭和初期にかけては首都圏の主要な建築物に多くの美しい石材を供給してきた。しかし、現在は安価な輸入製品に圧倒され、少なくとも建材としてはほとんど市場で国産石材を見ることができなくなっている。そこで本研究ではまず、瀬戸内海沿岸に分布する石材産地と、その産地の石材がどの建造物に用いられたか、今どこで見ることができるかをなるべく多く情報収集した。次に、それらの産地のいくつかを訪問してヒヤリング中心の調査を行い、瀬戸内海沿岸部と島々の地理的な条件も含めて石材産地の歴史と現状を明らかにした。

産地調査は主に、現在も墓石や灯籠用の石材を産出し続けている花崗岩の産地で行った。石材採掘・加工業者数は大幅に減少している産地が多いが、瀬戸内海沿岸部には墓石や灯籠、彫刻材料として花崗岩を採掘している採石場がまだ多く残っているからである。それらの産地の中には、当初から墓石灯籠等を主に生産していた産地と、もともとは建材を主に生産していたが建材需要の減少により墓石を主とするようになった産地とがあった。日本の石材産業が縮小した経緯として、単純に海外製品が安価であったというだけではなく、日本の石材産業全体が海外に加工拠点を移したことによって国内の産業構造が変化したことなどが分かった。また、岩石の石材としての性質（色その他の見た目など）以外にも、採掘する際の都合（キズの多さ、目の方向など）、社会的要因（市街地からの距離、土地の所有者と採掘業者との関係など）が産地間の違いを生む要因となっていることが分かった。

キーワード: 石材, 花崗岩, 瀬戸内海, 採石場, 墓石, 産業構造

Keywords: building stone, granite, Seto Inland Sea, quarry, tombstone, headstone



## 日本におけるプレートテクトニクスを受容と「日本沈没」 Acceptance of plate tectonics in Japan and "Sinking of Japan"

芝崎 美世子<sup>1\*</sup>

Miyoko Shibazaki<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 大阪市立大学

<sup>1</sup>Osaka City University

1973年に発表された小松左京の長編「日本沈没」は、空前の大ベストセラーとなり、同年12月公開の映画「日本沈没」も、翌年の興行収入第一位(邦画部門)を記録して大ヒットとなった。このような自然災害を扱ったSFパニック映画では、リアルな現実描写や地球科学についての最新理論が用いられる一方で、しばしば奇想天外な「IF」設定が挿入される。例えば、2004年公開の「デイ・アフター・トゥモロー」では、地球温暖化によって海流に変化が起き、急激に氷河期がやってくるが、海洋大循環などの地球科学が詳しく語られる一方で、物語の進行に伴って環境変化はきわめて急速になり、結局、寒波はわずか数十時間で襲ってくる。「日本沈没」では、プレート運動によって日本列島はわずか一年で失われてしまう。このような急展開や架空設定は、ドラマの盛り上がりには貢献するが、そこで描かれる地球科学理論は、こうした空想仮説も含めて一般社会への理解と認知を進めていく。「日本沈没」の大ヒットは、プレートテクトニクス一般への普及を進めたと言われている。

一方、科学コミュニティにおける新しい理論の導入は、科学的な実証研究と議論を必要とする。地質学におけるプレートテクトニクス理論の導入は、1969年に世界的に始まり、日本でも1970年代前半から日本列島の地質構造史を再構築する動きが始まって、1980年代以降の“放散虫革命”と呼ばれる爆発的な研究の進展へとつながったが、こうした議論や研究は、あまりに専門的すぎるためにしばしば外部からは見えにくい。日本におけるプレートテクトニクスは、SF映画のヒットや雑誌の特集などによって、急速に一般社会で認知されていたが、その一方で、複雑な付加体や日本海拡大などの実証的な研究が必要であった地質学では、その受容が相対的に遅れて見える傾向にあった。これは、導入期における議論に見られるように、「まだ仮説である」という「認識のずれ」としても表れている。しかし、個々のコミュニティにおいて、新しい科学理論がどのように「仮説」から「定説」へと進んだのかを考察することはたいへん重要であり、今後こうした社会的な背景による影響も含めて、詳しく検討する必要があると思われる。

キーワード: プレートテクトニクス, 科学史, 映画, 「日本沈没」

Keywords: plate tectonics, science history, movie, Nihon Chinbotsu

## 現代科学とその営みのモデル：dual Feedback Loop Operator (dFLO) A model of modern science and its working: Dual Feedback-Loop Operator

熊澤 峰夫<sup>1\*</sup>, 中尾 央<sup>2</sup>, 上野 ふき<sup>2</sup>, 平理 一郎<sup>3</sup>, 吉田 茂生<sup>4</sup>, 野内 玲<sup>2</sup>, 戸田山 和久<sup>2</sup>

Mineo Kumazawa<sup>1\*</sup>, Hisashi Nakao<sup>2</sup>, Fuki Ueno<sup>2</sup>, Riichiro Hira<sup>3</sup>, Shigeo Yoshida<sup>4</sup>, Rei Nouchi<sup>2</sup>, Kazuhisa Todayama<sup>2</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学理学部, <sup>2</sup>名古屋大学大学院情報科学研究科, <sup>3</sup>東京大学大学院医学研究科, <sup>4</sup>九州大学大学院理学研究科

<sup>1</sup>School of Science, Nagoya University, <sup>2</sup>Graduate School of Information Science, Nagoya University, <sup>3</sup>Graduate School of Medicine, University of Tokyo, <sup>4</sup>Graduate School of Science, Kyushu University

昨年(2012)のこのセッションでは、地球の進化研究の理解から導いた科学哲学における自然な世界観を提示した。それでは、科学とは、自然の情報をわれわれの理解空間に写像する操作として理解すると好都合であり、また、将来の科学では、自己実験までを情報取得に含めることになる、という科学観を示した。本年は、前報のモデルにさらに検討を加えて、科学の営みの現象論的マクロモデルを提案する。このモデルでは、科学を、集団知形成をめざして二つのフィードバックループを備えた情報機能をもつ演算子 'dual Feedback-Loop Operator' とみて、dFLO とアクロニムで呼ぶことにする。このd FLOによって、われわれは「自然世界 W」の「人間集団の理解空間への写像 M」を得る。簡単な表示は、 $M = d FLO \cdot W$ 、ただし、 $W$ =入力、 $M$ =出力。

現代の科学は著しく専門分化して、一見蛸壺にみえる極めて多数の分野の科学が相互にかなり強い相互作用をしながら、前例にない速度で、わが宇宙の摂理をわれわれの理解空間に写像しはじめた(地球史上の重大事件)、といえよう。群生動物であるわれわれ人間集団の認識論的な機能を考える。科学研究を社会の重要な資質と位置づけている社会集団では、特段に科学の専門教育を受けていない市民まで、この宇宙が137億年前に突然発生して膨張し、星ができてその一つの星のまわりの小さな星の上に発生した自己複製分子の末裔がわれわれ自身だ、と思っている。理屈は知らないPCRとか呼ぶ装置を使い、内部仕様は知らないタッチパネル操作で、AとBはどのくらい昔に系統分化したのか研究できる。われわれはこういう「科学現象」をいかに理解するとよいのか検討してきた。

このレベルにおける現象の要素還元論の極限は、脳神経系を構成するネットワークの相互作用によってわれわれの認識を生み出すニューロンの活動とその分子レベルでのメカニズム研究であろう。一方、その対極にある総合的なマクロ現象論としては、多数職能人間集団と各種の観測・分析・計算ツール群などの情報機能をもつ演算子群ネットワークシステムであると見る。このシステムが人間社会と共進化変遷したものが現在の科学(分科した機能を持つ学)である。このモデルでは、人間の限られた脳機能を専門分化させて節約し、分化した脳、分科した方法をツールキットとして統合する情報集団知形成システムが科学だ。十全な科学では、この情報機能演算子に「観測ループ」(OBL:世界の情報を観測的に取得する)と「モデリングループ」(WHL:作業仮説をつくって、その観測可能な帰結を導く)という二つのフィードバック経路が機能的に組み込まれている。これは仮説演繹法と似ているが、このモデルでは、OBLとWHLの両者の共刷新が本質的だ、という主張を明示したものである。科学はすべての自然現象に対峙するので、個別研究対象と方法は際限なく小さな分科をしてゆく。これは脳やツールの機能節約を分担(分科)という方法の導入の結果である。多細胞生物では異なる機能を持つように分化した細胞と組織がリンクした全体が、さまざまな高度な機能と適応能力をもつが、科学もこれと似ているのは、多分共通の原理が働いているからであろう。

今回の学会発表では、この科学モデルの科学哲学としての位置付けを野内らが、また、現実の個別的な研究分野の具体的問題適用事例については、大谷らが報告する。個別の研究や知識が社会集団の集団知として統合され発展していく過程は、人工生命の研究分野で扱われている。そこで扱われる構成論的方法は、WHLの重要な要素であり、その具体的な研究例については、次に上野らが報告する。

キーワード: 科学哲学, 科学のモデル

Keywords: philosophy of science

## 2 経路フィードバック演算子 dFLO のケース・スタディ - 構造推定における観測データ取得手法と逆解析手法の最適設計

### A case study of the dFLO - Optimal designing of the data acquisition and the inverse problem on the structure estimation

大谷 隆浩<sup>1</sup>, 永井 亨<sup>2\*</sup>, 熊澤 峰夫<sup>3</sup>, 石井 克哉<sup>2</sup>

Takahiro Otani<sup>1</sup>, Toru Nagai<sup>2\*</sup>, Mineo Kumazawa<sup>3</sup>, Katsuya Ishii<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 名古屋大学大学院情報科学研究科, <sup>2</sup> 名古屋大学情報基盤センター, <sup>3</sup> 名古屋大学理学部

<sup>1</sup>Graduate School of Information Science, Nagoya University, <sup>2</sup>Information Technology Center, Nagoya University, <sup>3</sup>School of Science, Nagoya University

地殻の構造解析や人工構造物の耐震・安全性評価などでは、加振応答としての観測データの逆解析から、対象の構造あるいは構造パラメータを正確に決定したい。これは、地震予測、防災、減災の研究にとって重要な課題だが、質的にも量的にも十分な観測データが得られていない上に、まっとうな解析方法が確立しているとは言えない。

観測技術については、周波数領域における伝達関数を取得する「周波数コム計測 by アクロス」が提案されて、一部ではすでに稼働しているが、取得情報の持つ情報量が、推定したい構造情報にくらべて、まだ小さいのが現状である。しかも、限られた条件のもとで、どのような仕様の観測データをどのように取得すると、逆解析に有効か、という観測戦略（観測デザイン）の的確な体系的な研究は未開拓である。

一方、逆解析手法もまださまざまな未開発問題をかかえている。順問題計算のアルゴリズムは、地震学では、通常有限要素法あるいは有限差分法による波動伝搬の時間積分である。しかし、精度の高い観測データが周波数領域で得られるので、観測とデータ解析が統合的にデザインされているわけではない。また、構造物の場合には、周波数領域でデータを得る合理的な理由があるが、的確なモード同定をして、それに整合する順逆問題の解析戦略とそれを支える方法は、まだ素朴な段階にある。

本研究では、周波数領域データの取得技術自体は既得であることを前提に、その観測運用戦略と順逆問題解決戦略の相互関係を基本的なところから詰める研究を報告する。それは、この目的にむけた2経路フィードバック演算子(dFLO)の最適設計の問題である。このdFLOは、基本的に観測データとモデル計算結果の差を表現する目的関数のデザインの問題であり、観測データを構造パラメータに変換する演算子である。そのフィードバック回路中で観測データの取得仕様とモデリングにおけるパラメータ選択設定のすべてを、逐次刷新する。それによって、目的関数のデザインも刷新される。

キーワード: 科学哲学, 構造推定

Keywords: philosophy of science, structure estimation

## レビュー：Collective Intelligence（集合知，集団知）の諸研究 A review of recent studies on "Collective Intelligence"

上野 ふき<sup>1\*</sup>, 有田隆也<sup>1</sup>, 熊澤 峰夫<sup>2</sup>  
Fuki Ueno<sup>1\*</sup>, Takaya Arita<sup>1</sup>, Mineo Kumazawa<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 名古屋大学大学院情報科学研究科, <sup>2</sup> 名古屋大学理学部

<sup>1</sup>Graduate School of Information Science Nagoya University, <sup>2</sup>School of Science Nagoya University

地球の歴史を概観すると、自己複製分子から単細胞のバクテリアを經由して多細胞の多様な種が形成され、論理思考を行う多細胞の群棲動物まで進化してきたことがわかる。この群棲動物の代表がヒトである。さらに、ヒトが科学を始めた事と科学の爆発的進化は地球史上の大事件として、第7事件と呼ばれている（熊澤: 2002）。現在、爆発的進化を遂げた科学は多くの生命を操作する事ができるまでになっており、科学者、専門家の社会的役割や責任は年々重くなっている。如何に科学技術が進歩したとしても、それを利用する人間自身の思考と行動の制御ができなければヒトが絶滅する可能性も高い。本研究では、社会性の高い群棲動物が有している Collective Intelligence（集合知，集団知）と呼ばれる機能に焦点をあてる。

現在、情報化社会の実現によって人間社会のあり方は急速に変化している。情報（知識，知恵，アイデア）を資源ととらえ、上手に活用するグループが競争力を高め、新しいアイデアや技術を生み出している。その理由の1つに、一般的な人々の集団による予測が数人の専門家の答えより優れている事が判明したことがあげられる（Page: 2004, Surowiecki: 2005）。これは Collective Intelligence と呼ばれ、その概念はデータマイニングなどのシステムで活用され、私たちの判断に影響を与えている。例えば、グーグル検索システム、Wikipedia、株価予測、最適解の発見方法、クラスタリングなどがある。一人の指導者や専門家、天才の判断より、一般市民の知的な共同作業から作られる Collective Intelligence が社会の方向性を決める時代になったと言っても良いだろう。

しかし一方で、多くの人間が集まったとき、空気や常識のようなものが生まれ、より良い判断ができなくなる事も分かっている（Darley and Latane: 1968）。それらは群集心理、傍観者効果、全体主義のエゴ等と呼ばれている。

以上の事から、これまでの蓄積的な知識としての情報を活用するだけではなく、リアルタイムで Collective Intelligence を引き出し、かつ、群集心理に陥らない状態が理想である事がわかる。“知識，多様性，破壊”の3つに重点を置いて、群集心理を抑えた上での Collective Intelligence 活用を実践し始めている企業もある（Lesser, Ransom, Shah and Pulve: 2012）。

このように、Collective Intelligence の重要性は認識されているものの、その概念や仕組みについてはまだ議論の段階であり用語も様々である。本研究では、近年の人工生命・人工知能研究における集団知形成モデル、特に人間に特化したモデルの諸研究をレビューし、科学を営むヒトについて考察する。

キーワード: 集団知（集合知），群集心理, 人工生命, 人工知能

Keywords: Collective Intelligence, Crowd Psychology, Artificial Life, Artificial Intelligence



## 地震災害に関する新聞報道のフレーミング Framing of Japanese newspaper in reporting issues of seismic disaster

山田 耕<sup>1\*</sup>  
Kou Yamada<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 早稲田大学大学院政治学研究科

<sup>1</sup> Graduate School of Political Science, Waseda University

Mass-media is an important tool for the transfer of scientific and technological information, concepts, and ideas to public. Generally, there are two types of scientific and technological knowledge; One is strongly linked to political issues and the building of social infrastructure, and the other is fundamental researches leading to the cultural enrichment. In Earth and Planetary Sciences, the former is mainly risk information of natural disasters, such as global warming, earthquake and volcano. Various kinds of information in Earth and Planetary Sciences are delivered via mass-media to public and they make a contribution to the public understanding of Earth and Planetary Sciences and the improvement of social life. Here, this study examines how the scientific knowledge of seismic disasters is pictured by mass-media with use of the content analysis.

To prevent the seismic disaster, it is essential to improving disaster preparedness and management in peacetime. Seismological researches have been indeed powerfully promoted at universities and others in the earthquake-prone country, Japan and some laws have been created on the base of many seismological results. Because these laws significantly control the social living through the disaster prevention education, public works, and so on, efforts to rank each law in order of importance have to proceed under the national consensus. Then, it requires public to have primary seismological knowledge to some extent when advancing countermeasures to prevent the seismic disaster. As the prime means of communication between government agencies, seismologist, and the general population, mass-media plays an important role in the process that the public perceives a potential seismic risk. From this view point, it is crucial to comprehend how seismological knowledge is portrayed and covered in mass-media coverage.

In this study, in order to reveal how Japanese mass-media frame scientific information about conceivable seismic risk, this study focuses on seismic disasters which occur in foreign countries. The reason why the coverage of Japanese mass-media for seismic disasters in foreign countries is adopted as the subject of research in this study is explained by following three points:

(1) Because there are few political issues which Japanese government should deal with, it may be easier to find out the media framing of seismological information.

(2) There may be enough time to constitute what people have opinions about Japanese insufficient strategies by checking foreign responses for seismic disasters through mass-media.

(3) The seismic disaster which is one of most important issues in Japan is of considerable concern in Japanese mass-media.

Here, the content analysis of newspaper coverage for the Sumatra Earthquake in late 2004 is performed. Various questionnaire results pointed out that the most popular mass-media for a whole generation of people is the television and newspaper. All articles published in newspapers are recorded, classified and indexed separately. Moreover, the reproducible result can be obtained because the database of Japanese newspapers is exhaustively complete. The typical national newspapers in Japan are Asahi Shimbun, Mainichi Shimbun, and Yomiuri Shimbun, which are called three major newspapers, and they have a circulation of several million. Hence, it is thought that the nature of newspaper coverage of the seismological knowledge can be significantly outlined by the content analysis for three major newspapers. In this study, both qualitative and quantitative studies are used. In the quantitative study, the articles are categorized by the Self-Organizing Maps method. In this presentation, the author introduces the findings from the content analysis and discusses which kinds of issue newspapers are likely to select.

キーワード: 新聞報道, 地震災害, 科学コミュニケーション, フレーミング, リスクコミュニケーション, 内容分析

Keywords: newspaper, seismic disaster, science communication, framing, risk communication, content analysis