

日本における石材採掘・加工業の戦後の変遷 - 公的統計資料から - Changes in building stone industry after the second world war in Japan

乾 睦子^{1*}

INUI, Mutsuko^{1*}

¹ 国土館大学理工学部

¹ School of Science and Engineering, Kokushikan University

日本の石材産業が大規模に設備を導入し産業として確立したのは、明治維新後に西洋建築が導入されてからであり、比較的最近のことである。第二次世界大戦で一時期勢いが止まったが、その後急激に原石の輸入を増やし、加工大国となったとされている。さらに1990年代以降は加工を他国に外注したり国内企業が加工拠点を海外に移転したりする動きが盛んとのことである。

このような石材産業の規模・構造の変遷は、業界においては共通認識であるが実際にはまとまった記録が無かった。そこで、貿易統計や鉱業便覧などの公的な統計資料と、一部の関係企業の社史等を紐解いて裏付けを試みたので、それについて報告する。例えば財務省の貿易統計資料と、国土交通省の建設投資推移を重ね合わせてみると、高度成長期からバブル期にかけての「原石輸入・国内加工」というスタイルが主流だった時代と、より最近の「製品輸入」を主体とする時代とが、1990年代前半を境に明確に区切られることが分かった。また資源エネルギー庁の鉱業便覧他資料からは、近年の国内の採掘場数の継続的な減少傾向などが読み取れた。一方、墓石と建築石材が区別されていないことや、品目分類が数年ごとに変わること等、公的統計資料の限界も明らかになった。従って、関係企業の社内記録や、社史・社内報・関係者の自伝などの文献資料で補足することが有用であることが分かった。

キーワード: 石材, 石材産業, 輸入, 貿易統計, 鉱業便覧

Keywords: building stone, tomb stone, import, official data

ユーイングによる円盤記録式地震計について Disk-recording seismographs developed by J. A. Ewing

大迫 正弘^{1*}

OSAKO, Masahiro^{1*}

¹ 国立科学博物館 理工学研究部

¹Division of physical sciences, National museum of nature and science

ユーイング (James Alfred Ewing, 1855-1935) は 1880 年に水平動 2 成分の円盤記録式地震計を完成させ、日本滞在の終わる 1883 年までこれに改良を重ねて観測実験を続けた。一方、早くからグレイ (Thomas Gray, 1850-1908) の考案による上下動地震計の改良案を示したが、帰国するときまでに有効な地震記録を得ることはできなかったようである。ユーイングに始まる円盤記録式地震計は、取り扱い上記録円盤の着脱が面倒で、また円弧上に記録するために読み取りに難があるが、おそらく記録面の平面性がよいということから、その後 20 年あまりにわたって東京 (帝国) 大学において主力の器械として使われた。この地震計が当時として最先端の技術を用いて製作したのでないにしても、今日復元しようとしてもそれほど容易ではない。1880 年代の日本において、どのような者が製作に関わったのであろうか。それぞれの部品のどこまでを国内でまかなえたのであろうか。また、早くから指摘があったにもかかわらず、円盤式地震計に限らず 1880 年代 90 年代の地震計は制振器がついていない。これについては、当時の考えでは地震動に周期の長い成分はないので振り子の周期を少し大きくすればよいとしていた、とも思われる。

キーワード: ユーイング, 初期地震計

Keywords: J.A.Ewing, early seismographs

ヴェーゲナー (1880-1930) とナウマン (1854-1927) A few remarks on Alfred Wegener (1880-1930) and Edmund Naumann (1854-1927)

矢島 道子^{1*}

YAJIMA, Michiko^{1*}

¹ 東京医科歯科大学教養部

¹ Tokyo Medical and Dental University

今年 2012 年はアルフレート・ヴェーゲナー (1880-1930) が大陸移動説を提唱してから 100 年になる。日本では、これを記念する催しはまだないし、主著『大陸と海洋の起源』に日本のことも、フォッサ・マグナのことも議論されていることはあまり知られていない。

フォッサ・マグナを提唱したエドムント・ナウマン (1854-1927) は 1990 年代に山下昇 (1996 など) や安井敏夫 (2004 など) によってナウマンについてはかなり研究されているが、最近、明らかになってきたナウマンに関するいくつかの知見を報告する。

- ・ナウマンはドイツのマイセンで生まれたが、マイセンのどこかは調査中である。
- ・ドレスデンのチョッヘ学校に通った。チョッヘという人の教育理念で創設された学校で、現在も存在する。
- ・チョッヘ学校の後、高等工業学校へ通ったが、その所在地は現在のドレスデン工業大学の位置とは異なる。ドレスデンは第 2 次世界大戦で大きな被害を受けた。
- ・チッテル (Karl Alfred von Zittel, 1839-1904) の生誕 150 年記念誌 (Mayer, 1989) にナウマンは弟子として記載されていない。これは、編集者がナウマンを認識していなかっただけであった。
- ・ギュンベル (Carl von Guembel 1823-1898) の紹介本 (Sperling, 2001) にはナウマンは弟子として記載されている。ナウマンがドイツで認識され始めた結果である。
- ・ナウマンの最初の妻は、ドレスデン高等工業高校を代表するシューベルト (Johan Andreas Schubert 1808-1870) 教授の長女ゾフィー (Sophie Naumann) であった。
- ・ナウマンが日本を去るにあたって、横山又次郎 (1860-1941) などの教え子たちが送別の宴を両国の亀清 (かめせい) で開いた。ナウマンは興に乗ると、四国は宇和島の芸者にならったという踊りを踊った。ナウマンは、この踊りはその昔ケンペルが綱吉將軍の前で踊ったものかもしれないと語ったという (矢島, 2003)。
- ・ナウマンの終焉の地はフランクフルトのクレッテンベルク通りであるが、ここは高級住宅地であった。

引用文献

Mayer, H. 1989. Karl Alfred von Zittel 1839-1904 zum 150. Geburtstag. Mitt. Bayern Staatslg. Palaont. hist. Geol., 29, 7-51.

Sperling, T., 2001. Carl von Gumbel (1823-1868) Leben und Werk des bedeutendsten

Geologen Bayerns. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, Muenchen.

矢島道子, 2003. 横山又次郎著『世界の反響』に描かれたケンペルとナウマン. 化石, 73, 44-45.

安井敏夫, 2004. ナウマン博士による佐川盆地のスケッチ. 不思議の森から, 11, 2-3.

山下 昇訳, 1996. 日本地質の探求? 日本地質の探求? ナウマン論文集?. 東海大学出版会.

キーワード: ナウマン, ヴェーゲナー, フォッサマグナ

Keywords: Naumann, Wegener, Fossa Magna

「断層運動=地震」説は何故拒絶されたか？

Why was the view that faulting causes earthquakes rejected in Japan

泊次郎^{1*}

TOMARI, Jiro^{1*}

¹ 東大地震研

¹ ERI

大部分の地震は断層運動が原因である、との考え方が日本の地球科学者の定説となったのは1963年以降である。それ以前には、「地塊運動」説や「岩漿貫入」説という他の地震原因論が大きな影響力を持った。1930年代初めには現在の定説である、地震は2組の偶力によって起こるというダブルカップル理論が提唱されていたにもかかわらず、この理論は支配的な学説とはならなかった。その大きな理由は、断層運動を引き起こす力はどこから生じるのかという概念的な問題が存在したためではなからうか。

松田時彦(注1)によると、地震・断層の研究史は、明治・大正期(関東大震災まで)の第一期、昭和前期(1923年~1959年頃)の第二期、昭和後期(1960年~1994年)の第三期、阪神大震災以降(1995年~)の第四期の4つに分けられる。

第一期は、多くの地震は断層運動によって起こる、との帝国大学地質学教室の小藤文次郎の説が支配的であった。小藤は1891年の濃尾地震の後、長さ約100 kmにも及び根尾谷断層系が大きく横ずれしていることを発見し、この断層が動いたのが地震の原因である、と主張した。小藤の説は、地球は冷却によって収縮しているため、それに伴い地殻には水平方向の圧力が生じ、これによって断層が生じ地震が起きると説いたオーストリアの地質学者ジュースの地球の冷却・収縮論に従ったものであった。

第二期には1927年の北丹後地震、1930年の北伊豆地震、1943年の鳥取地震、1945年の三河地震など、地表に地震断層が出現した地震が相次いだにもかかわらず、「断層運動」説は支配力を失い、「地塊運動」説や「岩漿貫入」説が大きな影響力を持つ“百家争鳴”の時代になった。放射能の発見によって、「断層運動」説の基礎である地球の冷却・収縮論が捨てられ、断層運動を起こす力をイメージできなくなったことが影響したと考えられる。

「地塊運動」説というのは、地殻は数十キロ程度のスケールを持つブロック状の塊(地塊)がいくつも寄せ集まってできており、これらの地塊がそれぞれ独自に運動しており、地震の原因はこの地塊運動である、というのである。ドイツのヴェゲナーの大陸移動説の影響を受けた東京帝国大学地理学教室の山崎直方によって唱えられた。この説によれば、断層は地塊の境界にすぎず、断層が動くのは地塊運動の結果ということになる。

「岩漿貫入」説は、岩漿(マグマ)が地下深部から急激に地殻に貫入し、地殻に割れ目を生じるのが地震の原因である、と説いた。この説も関東大震災直後に、京都帝国大学地質学教室の小川琢治によって唱えられ、地震研究所の石本巳四雄によって強力に支持された。石本は地塊運動の原因は岩漿の流動である、とも考えた。

「断層運動」説は主に中央気象台の研究者らによって研究が進められた。本多弘吉は1931年、北伊豆地震の地震波を詳しく解析し、南北方向に約30 kmにわたって出現した地震断層は、震源に北西-南東方向の圧力と、北東-南西方向の張力が長年働き、岩石の弾性限界を超えて破壊したため、断層が生じたと解釈すれば、観測された地震波形をよく説明できることを理論的に示した。いわゆるダブルカップル理論である。しかし、新たに発見された深発地震も断層運動によって説明できるのかに関して、議論があった。

“百家争鳴”の時代に終りを告げたのは、1963年である。地震研究所の大学院生であった丸山卓男は、断層が突然食い違い運動を起こした場合に、どのような地震波が観測されるかを理論的に計算し、それはダブルカップル理論と等価であることを示した。従来の地震学史では、これによって「断層運動」説も定説となったとされてきた。

しかし、これによって経験的な問題は解決したとしても、断層運動を引き起こす力は何によって生じるのかという概念的な問題が存在したはずである。東京大学の地震学の教授であった浅田敏は1972年に「海洋底拡大説のおかげで地震はなぜ起こるかという根本的な疑問が解かれることになりそうである」と書いている。海洋底拡大説が米国のディーツやヘスによって唱えられたのは1961年~62年である。これによれば、中央海嶺で誕生した海洋底は、大陸に近づくと、大陸の下に沈み込んでいくために、大陸はいつも圧縮力を受けていることになる。地球の冷却・収縮論の破綻以来、地球科学者を長年悩ました断層運動を引き起こす圧縮力が、海洋底拡大説によって説明できるようになったことも「断層運動」説の受容に大きく影響したと考えられる。

(注) 松田時彦「地質屋の地震・断層の研究史」東京地学協会・地学クラブ講演資料、2012年。

キーワード: 断層地震説, 地塊運動説, 岩漿貫入説, ダブルカップル理論, 海洋底拡大説

Keywords: faulting, block movement, magma, double couple, seafloor spreading

地球科学の現代史研究のための資料収集について Collecting Materials for the Study of Contemporary History of Earth Science in Japan

山田 俊弘^{1*}, 水谷伸治郎², 青木滋之³

YAMADA, Toshihiro^{1*}, Shinjiro Mizutani², Shigeyuki Aoki³

¹千葉県立幕張総合高等学校, ²名古屋大学, ³会津大学

¹Chiba Prefectural Makuhari Sogo High School, ²Nagoya University, ³Aizu University

第二次世界大戦終結後 60 年余りを経て地学の現代史研究の気運が高まってきている(日本地学史編纂委員会 2008-2010, 京大地球物理学研究の百年 2010-2011, Working Group of Japanese INHIGEO Members 2011)。だが, 研究のための資料の組織的な収集・保存が必ずしも意識的に行われているとは言えず, 場合によっては憂慮すべき事態も多々予想される。

こうした状況をふまえてわれわれは地球科学の現代史研究のための歴史資料の収集を開始している。資料には公的記録や会議報告, 講義ノート, さまざまな会合での私的なノート, 手稿, 手紙の類, さらに聞き取り調査による資料などが含まれる。われわれはこれらをとりあえず二つに分けている。一つは大学や研究所など研究施設の設立と歴史に関するもので, 名古屋大学の地球科学科を一例とし, もう一つは個別の科学者に関するもので, ここでは故都城秋穂(1920?2008)関係資料を取り上げる。

名古屋大学は 1949 年に「地球科学」科を設立した。この学科名は旧制国立大学では初めてであった。基本構想は戦中から戦後にかけて理学部の教授達によって議論されていた。新学科における教育プログラムは地質学・地球化学・地球物理学すべての分野を含むもので全く新たに作り出された。しかし半世紀後には科学の新しい動向によってより進歩した研究や教育への対応を余儀なくされ, 1996 年地球惑星科学科となった。この名古屋大学地球科学科に関する資料収集は, 戦後地学史研究に制度史的な意味で一つの座標軸を与えるものと期待される。

一方, 地球科学の学問的な歴史については, 都城教授の仕事に言及する必要がある。都城は 1967 年以降アメリカにいたが, その活動は変成岩岩石学の分野だけでなく, プレートテクトニクスを含むグローバルな地質学の分野で影響力を保持していた。現在収集している関連資料は以下の通りである。a) オールバニーにいた都城と日本の友人達との間で交換された書簡, b) 日本地質学史に関する未刊行原稿, c) 都城の研究室や書斎にあった科学哲学や地質学史などに関する書籍。これらの資料は四つの時期の情報としてグループ分けされる。1) 1980 年前後で全 16 巻の岩波地球科学講座の編集出版に携わっていたときのもの, 2) 「地質学とは何だろうか」という一連のエッセイを執筆していた 1994 年から 96 年のころのもの, 3) 『科学革命とは何か』を出版した 1998 年前後のころのもの, 4) 日本の地質学界の歴史を書いていた最晩年のもの。まだささやかな一歩に過ぎないが, こうした作業によってこの博識な地質学者の生涯と業績を, 勝利者史観を排しつつ, 現代史のなかで理解できるようになると考える。

これらの資料に基づくことによってわれわれは日本の地球科学の現代史を議論できるようになるだろう。昨年 of 地惑連合大会で報告したように(青木・倉本 2011), われわれの形成している研究グループ CHES (Contemporary History of Earth Science) には地質学者, 地球化学者, 地球物理学者, 科学哲学者, 科学史家が集まっており, 将来のこの分野の研究や教育, 社会貢献のための材料を提供できるものと考えている。

キーワード: 地球科学史, 昭和戦後期, 名古屋大学, 都城秋穂, 資料収集

Keywords: history of earth science, Showa post-war period, Nagoya University, Akiho Miyashiro, collecting materials

地球科学史資料のアーカイブ化：坪井誠太郎資料調査からの知見より Archiving Historical Materials of Earth Science: A Case of the Research on Seitaro Tsuboi Materials

栃内 文彦^{1*}

TOCHINAI, Fumihiko^{1*}

¹ 金沢工業大学

¹ Kanazawa Institute of Technology

社会の科学技術への依存の度合いが増すばかりの今日、科学や技術の営みについて研究することが本質的に重要である。なぜならば、それは「高度科学技術社会を支える基盤（すなわち、科学技術）の『健全性』を評価すること」でもあるからだ。それを歴史的視点から行う学問分野として科学史を捉えることができるが、近現代科学史の研究はこの観点から重要性が高いと言える。

科学史研究を進める上で、資料（史料）の収集・調査が必須なのは言うまでもないが、発表者の経験から、近現代の資料の収集・調査には独特の困難があるように思われる。「歴史になりきっていない」ため、当然ながら資料の体系化がなされておらず、量的には膨大なものの、かえって資料の重要さの見極めが困難である。

発表者は、日本の近現代地質学史の研究を行っているが、地質学者 坪井誠太郎（1893-1986年）は、その日本地質学界に与えた影響の大ききから、主要な研究対象の一つ（一人）である¹⁾。誠太郎の父は最初期の日本の人類学者 坪井正五郎（1863-1913年）であり、東京大学大学院情報学環社会情報研究資料センターが「坪井家資料」として膨大な資料を収集し、アーカイブ化している²⁾。坪井誠太郎に関する資料もその中に含まれており、発表者は、2010年に同資料に接する機会を得、2011年より本格的に調査を始め、それまでの研究から得られた知見との対照などを行っている³⁾。

本発表では、上記調査から得られつつある知見などを紹介しつつ、地球科学史資料のアーカイブ化の意義について検討したい。

注

¹⁾1920年代から1950年代にかけて、東京（帝国）大学地質学教室を率いた。物理学的・化学的手法（溶融実験、偏光顕微鏡を用いた光学分析）を用いた火成岩成因研究などを行った。

²⁾その詳細については、研谷紀夫：「高度アーカイブ化事業と研究者資料のアーカイブズ 坪井正五郎と小野秀雄関係資料を中心に」（『研究者資料のアーカイブズ 知の遺産 その継承に向けて』予稿集』, pp. 51-57, 2011）などを参照。

³⁾その成果については、同センター主催のシンポジウム「研究者資料のアーカイブズ 知の遺産 その継承に向けて」（2011年11月26日）にて発表した（栃内文彦：「近現代の科学史研究における資料のアーカイブ化の意義 坪井誠太郎資料調査から得られた知見より」）。本発表の内容は、その発表をベースとしている。

キーワード: 地質学史, アーカイブ, 坪井誠太郎

Keywords: History of Geology, Archive, Seitaro Tsuboi

測地学者を「観測」する？ 地球惑星科学の文化人類学 Observing Geodesists?: Cultural Anthropology on Geoscience

森下 翔^{1*}

MORISHITA, Sho^{1*}

¹ 京都大学大学院・日本学術振興会特別研究員

¹ Kyoto University / JSPS Research Fellow

クーンの科学革命論などを背景に1970年代に登場した「科学の人類学」は、旧来西洋社会によって「未開・野蛮」と規定された社会に限定されていた文化人類学の観察対象を、科学の実験室という近代性を象徴する現場にまで拡張した。この学問領域の究極目標は、科学という独特の実践を理解する方法として、実際に科学の現場に「住み込み」、その実践の構造を精密に記述することを通じて、科学という実践の人間学的意味を問うことにある。

発表者は地球惑星科学の一分科である「測地学」に焦点を当て、2010年6月より、ある測地学研究室においてフィールド調査を行なっている。雑誌会・サマースクールへの参加、講義・研究会の聴講、測地学者へのインタビュー調査などを通じ、測地学という実践の包括的な記述を行い、ひいては測定科学的な科学実践の全体像を捉えることを試みている。

本研究における中心的な問いは、「科学的研究が研究者の個々の関心に依拠して進められながら、総体としての科学が蓄積的に発展することが一体なぜ可能なのか」というものである。科学人類学はこうした問いを規範的に考えるのではなく、実際の科学実践の構造の理解を通じて接近する。

そのような問題意識のもとで、本発表では特に発表者の対象とする「測地学」の実践の根幹をなす、「観測データのインバージョン解析」という実践に焦点を当てる。本発表ではインバージョン解析を、データを取得するまでの過程としての「測定」と、取得したデータを加工する過程としての「操作」という2つのプロセスに分けて吟味する。「測定」とは測定機器を然るべき測定手法によって扱うことにより、数値・波形などのデータを産出する実践であり、「操作」とはそうしたデータを解析することを通じて自然現象を理解しようとする実践である。

「測定」が測定手法に基づき測定機器を操作するという厳密な規範性に基づいて行われる実践であるように思えるのとは対照的に、「操作」は、ルーチン化されている側面も確かに存在するものの、一見するとかかなりの程度測地学者自身の自由な（あるいは恣意的な）裁量に任された実践であるように思える。一見無秩序に思われる「操作」実践を理解するため、発表者は「操作」という実践領域を測定値算出から補正・解析に到る一連の記号操作的シーケンスとして規定する。そしてその上で、このようなシーケンスを創造する測地学者の活動（=研究）として「解釈」という実践を規定する。

本発表の焦点は、測地学における「解釈」という実践の性格を吟味することにある。測地学における「解釈」とは、解釈という言葉の語感から想起されるような「主観的」性格を帯びているのだろうか。あるいは科学が旧来考えられてきたように、測地学者は「解釈」によって世界についての「客観的知識」を生み出しているのだろうか。本発表では、測地学における「解釈」には「測定」によって得られたデータを可視化する過程としての「図化」が本質的に重要な役割を果たしていることを論じ、測地学における「解釈」が測地学者自身の解釈でありながら多くの人にとって妥当性を帯びるものとなる過程について論じる。

以上のような理解を通して、世界についての客観的知識を得るといった営みでもなく、かといって科学者の恣意的な主観性に左右される営みでもない、「解釈」的实践としての測定科学観を提示し、「人間の実践としての科学とは何か」という問いに文化人類学が成しうる寄与を考える。

キーワード: 科学技術人類学, 測地学, 測定科学, 文化人類学, 科学技術社会論, 科学論

Keywords: Anthropology of Science and Technology, Geodesy, Measurement Science, Cultural Anthropology, Science, Technology and Society, Science Studies

高等学校・理科基礎とメタ科学 Senior High School Course "Basic Science" for Learning Meta-science

宮下 敦^{1*}

MIYASHITA, Atsushi^{1*}

¹ 成蹊高等学校

¹ Seikei High School

高等学校・理科基礎は、1998年改訂の学習指導要領から新たに導入された理科の科目で、理科総合A、Bと合わせて三科目のうち一科目以上の履修が義務づけられている。この科目は、物理・化学・生物・地学の各分野の内容を全て含み、「科学と人間生活のかかわり」について科学史を軸に構成するという、これまでの日本の理科教育では見られなかった特徴を持っている。2011年度の教科書需要数によると、この科目の教科書は約9万冊使われているが、2008年改訂の学習指導要領では設置されなかった。理科基礎は、科学史を軸として構成されているため、科学的発見、科学革命、および疑似科学などについて扱い、高校において科学論、科学哲学と関連させた授業展開が可能な科目である。理科基礎のために開発した理科教材を軸に、高校においてメタ科学を扱う可能性について議論したい。

キーワード: 理科基礎, 科学史, メタ科学

Keywords: Basic Science, History of Science, Meta-science

科学哲学から科学の科学へ 地球科学をケーススタディにして From philosophy of science to science of science - A casestudy on earth science

青木 滋之^{1*}, 吉田 茂生²

AOKI, Shigeoyuki^{1*}, YOSHIDA, Shigeo²

¹ 会津大学, ² 九州大学

¹University of Aizu, ²Kyushu University

歴史学のダイナミクスを提唱している Turchin(2003) によると、ある前科学的な分野が科学として成熟するためには、定性的 (言語的) 分析から定量的 (数理的) 分析への成長が必要とされる。ニュートン力学や、進化の総合説などは、そうした成熟科学の例として挙げられるだろう。ここで、地球科学の成立に関する科学哲学を見てみると、いずれも 1960 年代から 1970 年代の新科学哲学の流れに乗った、定性的な分析に終始しているように思える (Frankel 1988, LeGrand 1988, Stewart 1990, Inkpen 2005)。その後、この分野は殆ど停滞しており、試験的にであれもっと新しい試みがなされてしかるべきだろう。

本発表では、「科学哲学の科学化」を標榜した Laudan & Donovan, *Scrutinizing Science: Empirical Studies of Scientific Change*, Kluwer, 1988 を手掛かりにしつつ、これまで言語的にしか語られなかった哲学的テーゼを、どのように数理モデル化し、科学的にテストしていくことができるか、を考察したい。まず、歴史学ダイナミクスとの相違点として気付かされるのは、科学史的データの圧倒的な不足である。例えば、歴史学における帝国領土の拡張/縮小といった手に出来る統計的データと異なり、科学史では統計的データを作成し index を作成することが殆ど試みられていない。

また、何をもちて科学史における成長と見なすことができるのか、という問題もある。差し当たって 1 つの index となるのは、ジャーナル数・論文数の増加であるが、これは科学の中身というよりも外的な分析であり (科学計量学)、科学哲学の科学化とはやはり異なる。有力な仮説として考えられるのは、科学とは問題解決の営みであり、そうした問題解決数の増加により、科学の成長が測れる、というものである。この路線で科学哲学を科学化するときの、諸問題について考察をしたい。

キーワード: 科学哲学, 科学史, 地球惑星科学, 科学の科学

Keywords: philosophy of science, history of science, geoscience, science of science

地球科学から地球惑星科学へ 学際科学としての成立 From earth science to earth and planetary science as multidisciplinary fields

倉本 圭¹, 青木 滋之^{2*}
KURAMOTO, Kiyoshi¹, AOKI, Shigeyuki^{2*}

¹ 北海道大学, ² 会津大学
¹Hokkaido University, ²Aizu University

地球惑星科学の科学哲学の一つの重要なミッションは、地球科学から地球惑星科学が成立した歴史的経緯と、それを促した社会背景や科学思想のダイナミズムの理解にある。この問いは、地球惑星科学とは何か、ひいては地球科学とは何かを明らかにすることだと言いかえることができるかもしれない。たとえば、宇宙開発初期の偉業というべきアポロ有人月探査計画によって従来は天文学の対象であった月の解明に地球科学の手法が応用され、これが大きな転機となり地球惑星科学が確立していった、という標準的シナリオ (Marvin 2002) は一面の真理を捉えてはいる。しかし、ここでいう地球科学は地質学をはじめとするいわゆる固体地球科学が中心であり、総体としての地球科学全体の変化を捉えたものとは言えないのではとの疑問も湧く。

地球惑星科学をなす個々の分野をみると、宇宙開発時代の幕開けよりも数十年あるいはそれ以上前から、月や惑星を地球と同列に研究することが自然に行われていた例はかなり豊富にある。たとえば、地球の地震波速度構造研究のパイオニアとして有名な Jeffreys (1891-1989) は 20 世紀初頭に、地球だけでなく月の内部構造や小惑星の軌道、土星のリングの構造などについて研究を行っていた。地球内部構造論の古典的論文が多く所収されている *Geophysical Journal International* (1922 年創刊) は、英王立天文協会の雑誌から派生しており、当時の少なくない科学者が、地球も一つの天体と捉えて研究していたことを示す。また地球化学分野においても、地球物質の出発点として隕石を位置付けるアイデアが古くから提唱され (Goldschmidt, 1938)、地球化学と宇宙化学を同列に位置付けた専門誌 *Geochimica Cosmochimica Acta* は Space age に先立つ 1950 年に創刊されている。20 世紀初頭までは自然科学が比較的未分化であったことにも注意が必要だが、これらは後の地球惑星科学の素地とみなすことができるかもしれない。

現代の地球惑星科学の成立は、学際科学としての地球科学の定着と密接に関係しているように思われる。Van Allen (1914-2006) の提唱による、固体地球科学から大気海洋学、宇宙空間物理学まで広範なテーマについて国際共同調査を行った国際地球観測年 (International Geophysical Year, 1957-58) の実施は、個別に研究が進められていた諸分野を束ねるきっかけの一つとなった。この計画の背景には飛翔体技術の開発があり、実際にスプートニク 1 号およびエクスポローラー 1 号がこの国際共同観測に供された。

学際科学としての惑星科学が鮮明に意識されたのも同時期である。しかし注意すべき点として、これは飛翔体開発のみならず、星の形成進化理論の確立、地球についての科学知見の集積、分子遺伝学の確立など、周辺分野の著しい発展も意識したものと考えられる。1962 年に米国天文学会から創刊された惑星科学専門誌 *Icarus* には次のような刊行の辞を見出すことができる:「天文学、地質学、地球物理学、気象学、地球化学、プラズマ物理、生物学の共同に、新たな学問のアイデンティティがある」。学際性にこそ新しい学問の意味があることを強く打ち出した内容である。その後続く月惑星探査計画による太陽系天体の解明や惑星形成論・進化論の展開は、60 年前後までに共有されはじめていた新たな学際科学の方向性を、個々に体現したものとみなすことができる。

キーワード: 科学哲学, 科学史, 地球惑星科学, 学際科学

Keywords: philosophy of science, history of science, earth and planetary science, multidisciplinary field

東日本大震災の影響による東京および山梨の夜空の明るさの変化 Decrement of Night-Sky Brightness after the Tohoku Earthquake

野村詩穂¹, 小野間 史樹^{1*}, 渡邊陽一², 岩上洋子², 跡部浩一³, 高橋真理子⁴

NOMURA Shiho¹, ONOMA, Fumiki^{1*}, WATANABE Yoichi², IWAGAMI Hiroko², ATOBE Koichi³, TAKAHASHI Mariko⁴

¹ 星空公団, ² NPO 法人すみだ学習ガーデン, ³ ライトダウン甲府バレー実行委員会, ⁴ 山梨県立科学館

¹Hoshizora Kodan, ²Sumida Study Garden, ³Executive Committee of Light-down Kofu Valley, ⁴Yamanashi Prefectural Science Center

人間活動に伴う照明光が上空に放出され、夜空を不要に明るく照らしている問題は、光害（ひかりがい）と呼ばれており、環境省による「全国星空継続観察」をはじめとした定量的な調査が行われている。我々は山梨県立科学館（山梨県甲府市）に夜空のバックグラウンドを観測するカメラを設置し、2009年10月より夜空の明るさの日変化や時間変化について、市街光との比較を行っている。2年間にわたる調査結果より、夜空の明るさと市街光とは正の強い相関があり、市街光によって夜空が明るくなっていることを直接観測によって明らかにした。また、市街光と夜空の明るさの時間変化は都市の規模や人口密度に依存することが予想されることから、甲府市での観測に加え、2010年11月よりユートリヤ すみだ生涯学習センター（東京都墨田区）の協力のもと、同センターにもカメラを設置して、都心部における明るさの時間変化の観測を行ってきた。

両地点の観測にはデジタル一眼レフカメラを用い、恒星とバックグラウンドのカウント値の比から夜空のバックグラウンド強度を、市街地のデジタル画像から市街光の強度を測定している。両地点のデータとも天候に関係なく夜間に10分から15分周期で測定を行っている。

甲府市に設置されたカメラによって、2011年3月11日に発生した東日本大震災後に甲府市の市街光が約40%減少したことが確認された。夜空の明るさの変化を甲府市および墨田区のデータを用いて比較した結果、2011年3月11日を境として夜空の明るさが大幅に減少していることが明らかとなった。墨田区および甲府市で撮影された2010年11月から2011年5月のデータを比較すると、3月10日以前の夜空の明るさは、ほぼ一定の値を示していた。しかし、3月11日から数日後を境に、20時における夜空の明るさが、いずれの地域でもそれ以前と比較して40%程度減少していた。観測時間帯に停電が行われていなかったことや、甲府市の市街地の画像から屋外の照明が震災後に消されていることが確認されたことから、これらの夜空の明るさの減少は節電の広まりにより屋外照明が大幅に節約されたためであると考えられる。

意図的な場合を除いて、夜空を照らしている照明は本来不要なエネルギーである。夜空の明るさを測定することで、これらの不要なエネルギーがどの程度放出されているかわかり、照明が効果的に使われているかを客観的に評価することができる。しかしながら、夜空の明るさは大気中のエアロゾルなどにより変動する。よって、この評価には長期間の継続観測が重要である。

本発表では震災前後の詳細なデータを紹介し、地震が市街地の明るさに与えた影響に関して議論するとともに、節電などの効果を客観的に示す方法として、夜空の明るさと市街光の継続観察を提案する。

キーワード: 夜空の明るさ, 測光, デジタル一眼レフカメラ, 光害

Keywords: night-sky brightness, photometry, digital camera, light pollution

科学の科学をいかにして始めるか How to launch the Science of Science

戸田山 和久^{1*}, 熊澤 峰夫¹, 吉田 茂生², 渡邊 誠一郎¹

TODAYAMA, Kazuhisa^{1*}, KUMAZAWA, Mineo¹, YOSHIDA, Shigeo², WATANABE, Seiichiro¹

¹名古屋大学, ²九州大学

¹Nagoya University, ²Kyushu University

地球史第七事件としての科学の発生という現象を対象とする科学を「科学の科学」と呼ぶことにしよう。本発表の目的は、こうした科学の科学をどのように具体化するか、その青写真を描くことにある。

もちろん、科学の科学を標榜する萌芽的な研究はすでいくつか立ち上がっている。科学的推論や発見の認知科学あるいは心理学、科学社会学、科学計量学、研究室の人類学等々。また、われわれは科学の現実の展開過程を詳細に記述する学として、科学史学の長い伝統を有する。欠けているのは、これらの研究プログラムを統合し、地球史の中に科学という現象を描き込むためのプラットフォームである。

われわれがそのプラットフォームとして提案するのは、進化的・社会的観点を加味して拡張した「徹底的に自然化されたカント哲学」である。イマニエル・カントの『純粋理性批判』は、科学のタスク分析の書として読むことができる。カントはまず、「感覚の多様」を入力すると、近代科学（具体的にはニュートン力学）を出力するシステムを想定する。これが「主観」である。次いでカントは、主観がこの認知計算を首尾良く遂行するためには、いかなるサブタスクが要求されるかについてのタスク分析にとりかかる。これを、カントは「力」という概念装置を用いて遂行した。

しかしながら、カントのタスク分析は、こうした情報処理システムがどのようにして生じるのかといった進化的視点は完全に欠けている。また、現実の科学は、数多くの科学者と人工物（実験観測機器とさらに学会や査読システムなどの制度も含む）の複合体によって営まれているのに、カントの分析においては、主観をあたかも一人の人間の心（の抽象化モデル）であるかのように扱う点で個人主義的であり、社会的な視点が欠けている。

われわれの課題は、このカントの試みにいかにして進化的・社会的観点を組み込んでいくかにある。それは以下の二段階を踏んで遂行される。

【第一段階】カントの試みを歴史化する

このためには、地球惑星科学の方法を模倣することが有効だろう。かつての博物学的な地質学、古生物学等（natural history）は、地球の現実の出来事の連鎖（actual sequence）を明らかにした。これに対し、地球惑星科学では、例えば惑星形成について複数のシナリオを提供し、しかもそれに、初期状態の違いにより複数のトラジェクトリが生じるようなモデルを貼り込むことによって、現実の出来事連鎖を、ありえたとはいえない連鎖の一つとして位置づけ、可能性のアンサンブルの中に置く。このことにより、natural philosophy すなわち科学としての地球惑星科学は、現実の出来事の連鎖を記述しているように見えながら、より普遍的な科学的説明も与えることに成功している。

われわれのめざす「科学の科学」は、次の比例式のXの位置を占めるものである。

自然史：地球惑星科学 = 科学史：X

したがって、次の2つの手続きが必要になるだろう。

(1) まず、科学のタスク分析を、情報機能システムの進化の歴史（の延長）として描くための「シナリオ」をつくる。すでにダニエル・デネットは心の進化のシナリオとして、遺伝的変異を生み出し、自然選択により環境に適した解を見いだすダーウィンの生物、さまざまな試行を行い、うまくいったものを学習することによって解を見いだすスキナー的生物、世界の表象をもち、試行する前にその表象を使ってどの行動が最適かをシミュレートできるポパー的生物、といった進化のシナリオを描いて見せた。われわれの第一の課題は、こうした情報機能システムの進化のシナリオを科学の発生まで延長することである。

(2) 第二に、描かれたシナリオに、現実の科学の発展史（actual sequence）を描き込む。このようにして、科学の科学は科学史研究の成果を組み込むことになる。

【第二段階】カントの試みを社会化する

ここでわれわれが提案するのは、かつて「主観」と呼ばれたもの、すなわち科学を遂行する主体についての多層モデルである。世界からの入力に対して、科学的知識を出力する情報処理システムは、神経ネットワーク、さまざまな心理学的モジュール、科学者個人、科学者の小集団 + 機器等の人工物、科学者の大集団 + 制度、といったいくつもの層からなるものとしてモデル化される。科学の心理学はこのうち第二、第三の層に焦点を当てており、科学社会学は第四、第五の層に焦点を当てている。

重要なのは、科学のタスク分析の結果とりだされたタスクのそれぞれについて、どの階層が主として働いているのか、それが下層のレベルからどんな制約を受け、上層のレベルに何を創発するのかを明らかにしていくことである。こうして、科学の心理学、科学社会学の知見を統合するプラットフォームが与えられる。

Japan Geoscience Union Meeting 2012

(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



G01-P02

会場:コンベンションホール

時間:5月20日 13:45-15:45

キーワード: 科学の科学, 科学哲学, 自然主義

Keywords: science of science, philosophy of science, naturalism

地球の進化研究の理解から科学哲学における自然な世界観を導くこと A natural view of the World in philosophy of science provided by interpretation of the Earth's evolution history

熊澤 峰夫^{1*}, 戸田山 和久², 吉田 茂生³

KUMAZAWA, Mineo^{1*}, TODAYAMA, Kazuhisa², YOSHIDA, Shigeo³

¹ 名大理, ² 名大情, ³ 九大理

¹School of Science, Nagoya Univ., ²Graduate School of Information Science, Nagoya Univ., ³Graduate School of Science, Kyushu Univ.

全地球史解読研究(1995-1997)において、地球史の概観をしめす指標として、大きな事件を並べた時代区分を提案した。その時代区分では、ヒトが科学を始めて宇宙の摂理を探りはじめた現在を第7大事件の最中にあるとした。この地球史上の第7大事件におけるわれわれの対処すべき課題は、(1)地球環境の人為的変動までを含めた予測と制御の科学・技術の問題から、(2)自然物としてのヒトとその知的活動の「生き継ぎ」継続にむけたわれわれ自身の行動の予測と制御の政策判断・実行実務の問題にまで関わる。名古屋大学の環境学専攻では、社会環境・都市環境・自然環境の三つの分野を統合して、このような問題にすべての側面から対処しようとしていると理解している。

この目的には、自然科学と文系諸学との連携が必要であるが、これが簡単でないことは周知の経験的事実である。それは、両者の間に発生してしまった溝をつなぐ適切なインターフェイスが欠損しているからであろう。テクニカルなインターフェイスは工学が果たしている。しかし、理念的、心理的、社会的な問題についての溝はおおきい。その原因を、科学者の社会リテラシーと文系諸学者の科学リテラシーの欠損に求めるという構図はわかりやすい。しかし、この溝を如何に埋めるかについての方策は明確でない。

科学を対象にする文系の学問である「科学哲学」にこのインターフェイスを期待して、科学者と哲学者の共同研究を過去3年近く継続してきた。その研究の一つの帰結として、「真善美を統合できる世界観の設計試作」を試みることにした。それには、経験的な科学に準拠した形而上学的規範を必要とする。その規範を「宇宙(空間と時間)の摂理を探る知的活動の継続性(われわれが生存を継続する=生き継ぎ)におき、その方法として科学を採用する、の二つとして、逐次接近したいと想定する目標の大枠としての「世界観」の設計を試みる。

これを大風呂敷だと見る批判がある。しかしその批判から生産される知的資産はない。われわれの最も必要としている「共通のリテラシー」として、「有用な世界観」を真面目に追求する地道な積み上げが研究課題である、とわれわれは考えている。

この研究の過程は、科学と哲学の学問的人的交流の自己実験であって、不毛にみえる感情的軋轢や論争をも乗り越えて、概念や用語、発想の違いを理解し、集団知としてのより高度な知的生産手法を探索する体験と知恵の積み上げでもある。その感情的軋轢の中に、倫理や美学にかかわる根源的な問題点を、研究者生態学的、認知科学的にあらわにできると考えられる。

Keywords: philosophy of science, world view, decoding Earth evolution program

科学の起源を探る：認知科学的アプローチ Where and how did science come from? A cognitive approach.

中尾 央^{1*}, 熊澤 峰夫², 吉田 茂生³
NAKAO, Hisashi^{1*}, KUMAZAWA, Mineo², YOSHIDA, Shigeo³

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

¹Department of Systems and Social Informatics, Grad School of Information Science, Nagoya University, ²School of Science, Nagoya University, ³Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Sciences, Kyushu University

科学という営みの開始は地球史の中でも特筆すべき事柄の一つである。地球惑星科学が地球の歴史を明らかにしようという試みであるのなら、「科学がどこから来たのか」という歴史的な問いもまた、地球惑星科学の研究対象の一つになりうるだろう (e.g., 熊澤, 伊藤, 吉田 2002)。

もちろん, 科学の起源や歴史的発展については, 科学史, 科学哲学, 科学社会学といった従来のメタサイエンスの中で膨大な研究が蓄積されてきている。しかし, これらの研究では, あまり注目されてこなかった側面がある。たとえば「科学者は実際にどのように考え, 科学を営んでいるのか」「進化のどの段階で, どのようにして科学的思考は獲得されてきたのか」「どうしてヒト以外の動物は科学を発展させられなかったのか」といった問いがそうだ。地球惑星科学が対象とするような時間規模で科学の誕生を捉えようとするならば, 後者二つの問いなどは特に重要なものである。

こうした問いに関しては, 近年, 認知科学からのアプローチが盛んになされてきており (e.g., Anderson, Barkar, and Chen 2006; Carruthers, Stich, and Siegal 2002; Feist 2006; Giere 1992; Gorman 1992; Holyoak and Thagard 1995; Mithen 1996, 2002; Nersessian 2008; Simonton 2004; Thagard 2012), たとえば, 認知科学の研究と従来のメタサイエンスの研究を結びつけ, 科学が営まれている背後ではどのような思考プロセスが生じているのかが明らかにされてきている。これらの研究から言える事の一つとして (一見当たり前にも見えるが) アナロジーやモデルを用いた抽象的な思考が, 科学における創造的推論において必要不可欠であることが挙げられる。

では, こうした抽象的思考はいつ, どのようにして進化してきたのか? これが, 本発表で扱う問いである。具体的には, Holyoak & Thagard (1995) や Nersessian (2008) など, 科学における抽象的に思考に関するこれまでの議論を抑えた上で, 哲学 (e.g., Carruthers 2006, 2008; Dutton 2009) や認知考古学 (e.g., Coolidge and Wynn 2009), そしてヒトとそれ以外の動物の比較研究 (e.g., Haun and Call 2009; Penn, Holyoak, and Povinelli 2008) におけるより最新の議論の考察を通じ, 従来の見解を検討する。

Keywords: metascience, history of science, philosophy of science, cognitive science of science

地球惑星科学におけるモデル

Model, where earth science and the philosophy of science meets

吉田 茂生^{1*}, 中尾 央², 熊澤 峰夫², 戸田山 和久²

YOSHIDA, Shigeo^{1*}, NAKAO, Hisashi², KUMAZAWA, Mineo², TODAYAMA, Kazuhisa²

¹九州大学, ²名古屋大学

¹Kyushu University, ²Nagoya University

私たちは10年余り前に「全地球史解説」と称した研究運動を行った。「全地球史解説」においては、科学の誕生と発展を地球史第七事件と位置付けたので、その一つの延長としては、科学の地球史的な位置づけをより深く考えるということがある。一方で、科学を人類の知として考える研究分野に科学哲学がある。そこで、私たちは科学と科学哲学との融合を目指す活動を始めた。

しかしながら、実際に地球科学の人々と科学哲学の人々とがつきあってみると、接点を見出すのが困難なことに気付いた。それは、現代的な科学哲学の源流が、数学の論理化や量子力学の誕生にあるために、科学の理論の論理的再構成や物理的対象の存在論などが科学哲学の関心の対象の中心となっていたからであった。このような問題は、地球惑星科学と距離がある。とはいえ、科学哲学の世界も従来路線から大きく転向しつつあり、その中に地球科学との接点がさまざまあることがわかってきた。その一つの問題に「モデル」の問題がある。

モデルは、地球科学における説明の中心的役割を果たしている。一方、科学哲学の世界では「科学理論の意味論的とらえ方」という文脈において、モデルを世界の表象として特徴づけようという試みがなされている。ところが、モデルは多様であるので、特徴づけは一筋縄ではいかないことが明らかにされた(Nakao, 2011)。そこで、私たちは地球科学におけるモデルを題材にして、科学にも科学哲学にも役立つやり方でモデルを分類することを試みた。私たちは、モデルを「現実表象型」「理想化型」「仮説型」の3類型に分類し、さらにそのうちで地球科学で多い「現実表象型」のモデルを「予測型」と「因果的説明型」に分けた。このことによって、モデルの多様性を性格付けることを試み、そのことによって地球科学における説明の特徴づけを試みる。

キーワード: モデル, 分類, 地球惑星科学

Keywords: model, classification, earth and planetary sciences