

エドムント・ナウマン(1854-1927)と富士山 Edmund Naumann (1854-1927) and Mt Fuji

矢島 道子^{1*}
YAJIMA, Michiko^{1*}

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

エドムント・ナウマン(1854-1927)と富士山
矢島道子

富士山は高さ 3776 m で、日本で 1 番高い山であり、2013 年に世界文化遺産に認定された。日本人は古くから宗教的な理由で、老若男女を問わず、登山していたが、富士山の科学的研究は明治時代になって、欧米の研究者がお雇い教師として日本に来てから、始まった。

エドムント・ナウマンは 1875 年から 1885 年まで日本におり、東京大学の最初の地質学准教授となり、その後、日本の地質調査所を創立し、その技師長として、日本の地質図製作を開始した。当時、欧米からの来日は船であり、日本に近づくと、美しい富士が眺望でき、どの外国人もその魅力にとらわれた。ナウマンもその一人であり、彼の研究は富士山をめぐる行われたともいえる。外国人は競って富士山に登山した。ナウマンは 1883 年に、富士山に登頂できた。ナウマンは富士山の高さの測定をめぐる歴史を明らかにし、富士山の噴火の歴史を明らかにし、富士山が日本の地質構造上でもっとも重要なフォッサマグナの成因に関係すると議論した。帰独後、日本に古くからある物語で、富士山の噴火に関係している竹取物語のオペラのシナリオまで作成した。

キーワード: ナウマン, 富士山, フォッサマグナ
Keywords: Naumann, Mt Fuji, Fossa Magna

坪井誠太郎資料調査から得られた知見：遺された手紙類を読み解く The Research on Seitaro Tsuboi Materials: Interpreting his Correspondence

栃内 文彦^{1*}

TOCHINAI, Fumihiko^{1*}

¹ 金沢工業大学

¹ Kanazawa Institute of Technology

発表者は、JpGU2012年大会にて発表したように、東京大学大学院情報学環社会情報研究資料センターに収められている地質学者 坪井誠太郎（1893-1986年）に関する大量の資料（以下、「誠太郎資料」）の調査を、2010年から進めている¹⁾。坪井は、1920年代から1950年代にかけて、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を行なった。多くの地質学者が、肯定的であれ否定的であれ、彼の研究に惹きつけられた。東京（帝国）大学地質学教室教授として当時の日本地質学界のいわば「頂点」にいたこともあって、日本の地球科学の動向に大きな影響を与えた。

「誠太郎資料」の調査を始める前に発表者が得ていた知見では、坪井の日本地質学界への影響力は、坪井が1954年に停年によって東大地質学教室から退いた後は、急速に減少したことが窺われた。ところが、「誠太郎資料」として遺されている彼の著作に関して出版社と交わされた手紙や、印税額の通知書類などを分析した結果、坪井が行なった研究は1980年ごろになっても、相当な関心を集めていたことが分かった。

本発表では、「誠太郎資料」から得られた上記の新知見を、資料を実際に紹介しながら具体的に論じてみたい。

注

¹⁾ 栃内文彦：「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」（2012年5月20日）。これまでの調査の概要は、栃内文彦：「坪井誠太郎資料」の意義 一同資料の概要調査から得られた知見一、『東京大学大学院情報学環社会情報研究資料センターニュース』23号、2013年3月、pp. 1-6。なお、2012年度以降の調査・研究は（本発表も含めて）、JSPS 科研費（課題番号 24650583）の助成を受けて行われている。

キーワード: 科学史, 日本地質学史, 坪井誠太郎, アーカイブ

Keywords: History of Science, History of Geology in Japan, Seitaro Tsuboi, Archive

プレートテクトニクス理論の「パズル解き」の例 The Examples of the "puzzle-solving" in the Plate Tectonics Theory

千葉 淳一^{1*}

CHIBA, Jun'ichi^{1*}

¹ 大原法律公務員専門学校横浜校

¹ Yokohama School, O-hara Business College

プレートテクトニクス理論は固体地球科学の世界でパラダイムになっているとされる(たとえば都城, 1998など)。実際、著者が大学院時代に房総半島の地質の記載的研究に従事していたとき、観察事実の解釈にプレートテクトニクス理論のサブ理論である付加体理論の用語を用いていたし、フィールド調査の最中にも、目の前の露頭について、「これは付加体でいうと、どの部分に当たるのか?」と自問していることがあった。これは新たな観察事実を付加体理論の枠組みに納める作業で、ある意味トーマス・クーンの言うところの通常科学における「パズル解き」であったと言える。

プレートテクトニクス理論の日本地球科学界への受容について、当事者の回顧録以外のものとしては泊(2008)がある。泊は、地球物理学・地震学界が比較的スムーズにプレートテクトニクス理論を受容したのに対して、地質学の世界は10年遅れたとし、これを「失われた10年」と表現した。その原因として泊は、地質学者が物理学・化学の応用(現在主義)よりも造山運動理論による個々の地域地質の記述に興味を持っていたということ(歴史法則主義)、当時地質学会においてマジョリティであった地学団体研究会の指導的立場にある地質学者が強硬にプレートテクトニクス理論を批判していたことなどを挙げた。これに対し、芝崎(2011)は、1970年代後期~1980年代初期には、特に放散虫化石を用いて生層序学の研究をしていた地質学者は、付加体理論で地域地質の問題点-特にブロック・イン・マトリックス構造の年代決定の問題点を説明することに成功するなど(放散虫革命)、プレートテクトニクス理論の地質学界への受容を牽引しており、地域地質の研究に従事しているからこそグローバルな変動に関する理論に寄与できたと述べ、日本の地質学界のプレートテクトニクス理論の受容は決して遅くなかった、と反論した。また、この放散虫革命に寄与した多くの若手研究者は地学団体研究会に所属していたことから、地学団体研究会の指導的立場の研究者が反プレートテクトニクス理論であったことには間違いないものの、その影響力は限定的であったとした。その上で芝崎は、より統合的な科学史研究が必要であるとした。

著者はこの問題に関して、地質学の各分野(地域地質学のほか、構造地質学、層序学、火山岩岩石学、変成岩岩石学、鉱物学等)において、プレートテクトニクスの「パズル解き」に当たる研究がいつ頃から始まっているか、をレビューすることが有効であろうと考える。ある研究成果がプレートテクトニクスの「パズル解き」であるかどうかは、論理構造からある程度決定することが可能であるし、それこそがプレートテクトニクスがパラダイムとして機能をしていることを示すものだからである。本発表では地質学分野で、プレートテクトニクス理論の「パズル解き」を行っている研究のいくつかの例を紹介する。

引用文献

都城秋穂, 『科学革命とは何か』, 岩波書店, 1998年

泊 次郎, 『プレートテクトニクスの拒絶と受容-戦後日本の地球科学史』, 東京大学出版会, 2008年

芝崎美世子 『日本におけるプレートテクトニクス受容の「空白の十年」と地質維新: 転換期の技術革新と学会批判の構造』, 地球惑星科学連合2011年大会予稿集, 2011年

キーワード: プレートテクトニクス, パズル解き, 科学史, 地質学

Keywords: plate tectonics, puzzle-solving, history of science, geology

ドイツにおける鉱山・鉱物・地質学の歴史を文学作品にみる ー科学と思想の隙間ー A history of mining, mineralogy and geology in the German literature

上野 ふき^{1*}
UENO, Fuki^{1*}

¹ 名古屋大学大学院情報科学研究科
¹ Graduate School of Information Science, Nagoya University

古代ギリシアから中世まで、鉱物が有機体であるか無機物であるかという議論が絶えず行われてきた。タレスやピュタゴラス学派は石が靈魂を有すると考え、初期プラトンやアリストテレスは鉱物に神的、靈的な性質を見て取った。ローマの自然観では、鉱山はしばらく放置しておくとし生産性が上がると考えられた。中世になると、鉱物と魔術の関係が論じられるようになり、石には靈性が、宝石には魔力が備わるとされた。その考え方は錬金術師らに受け継がれ、鉱物、宝石の知識は魔術にとって不可欠なものとなった。

このような石が持つ超自然的な力についてのアイデアは、文学作品の中に散見される。特に 18、19 世紀のドイツ文学ではその傾向が顕著である。当時の作家の多くは鉱山研究をするか、もしくはそれに関わる職に就いており、鉱物や鉱山のモチーフを物語に取り入れた。彼らの作品の中では常に鉱物が神秘的役割を持つ。この傾向は 18、19 世紀に留まらず、20 世紀の作家にまで及んでいる。それを受けてドイツでは鉱山が魂の象徴となった。

しかし、このように鉱物に神秘性をもたらした石の靈魂含有説は、13 世紀にはアルベルトゥス・マグヌスによって否定され、その後、16 世紀にはアグリコラによって具体的な採鉱冶金技術が記され、17 世紀にはライプニッツによって聖書に準拠しない至極、機械的（現実的）な地球生成論が記されている。ライプニッツの哲学は生氣論の部類に入れられ、ロマン主義の文学者たちに莫大な影響を与えたにもかかわらず。

哲学書や文学作品には聖書の思想や古代の幻想が 20 世紀ごろまで残っているのに対し、地質学や地球生成論を真面目に論じるとなると、時代が中世であっても機械論的になるという傾向が見受けられる。それが、個人の思想家の中でも、思想と現実の大きなずれとして現れているように思われる。本発表では、鉱山を作品に用いた文学者（ゲーテやロマン主義作家）や哲学者（ライプニッツ）の作品と現実の活動を紹介しつつ、地球をありのままに観察した“現実”と彼らが理想とする形而上学的思想との間にある隙間を考察する。

日本と中国の地理学史における王謨の役割 Wang Mo's role in the history of Japanese and Chinese geography

柴田 陽一^{1*}

SHIBATA, Yoichi^{1*}

¹ 京都大学人文科学研究所

¹Institute for Research in Humanities, Kyoto University

16人のシニア地理学者へのインタビュー集である『地理学を学ぶ』に、1942年にある中国人の来日に合わせて集まった東京帝国大学理学部地理学科の卒業生たちの写真が収められている。中国人の名は王謨（字は献蜀）、同学科を卒業した初めての中国人であった。

日本の地理学は、他分野と比べて高等教育機関における制度化が遅かった。初めての地理学講座は、明治末期の1907年に京都帝国大学文科大学史学科に設置された（初代教授は小川琢治、1911年に第1回卒業生を輩出）。つづいて、1911年に東京帝国大学理科大学地質学科に地理学講座（初代教授は山崎直方）が置かれたものの、あくまで地質学の一部にすぎず講座として卒業生を輩出することはなかった。ところが、第一次世界大戦後の1919年になると、「地理学は世界の大勢を明らかにし、その応用分野が少なくない」などの理由から、上述の地理学科が新設されることになったのである（1921年に第1回卒業生を輩出）。学協会の設立をみると、京都の地球学会が1924年、東京の日本地理学会が1925年に創設され、それぞれ雑誌『地球』・『地理学評論』を刊行し始めた。

以上のことから、日本の地理学が制度化されたのは1920年代前半であり、王謨はちょうどこの時期に日本で学び、その知識を中国に持ち帰った人物と位置づけることができる。そこで本報告では、彼の生涯をたどることを通じて、日本と中国における地理学の交流の一端について考えてみる。

王謨は1895年に四川省儀隴県に生まれた。来日時期は定かではないが、1915年には東京高等師範学校に入学したと考えられる。同校理科で地質学・鉱物学を専攻した後、1919年から東京帝国大学で地理学を学んだ（1922年卒業）。帰国後は、武昌師範学校地学系の初代教授に就任（同校は北伐により1926年閉鎖）。1928年には北平師範大学地理系を設立し、主任となった。これは、1921年に南京に設立された東南大学地学系（主任は竺可楨、後に中央大学地理系）に次ぐ、中国で二番目の大学地理系であった。また、1909年に張相文らによって設立された中国地学会（1910年に『地学雑誌』を創刊するも1924年に停刊）の復興に尽力した。北伐軍が北京を占領した直後の1928年9月、王謨は地質調査所の翁文灏（後に中国地理学会初代会長）・章鴻釗（東京帝国大学地質学科を1911年卒業）らと共に同誌を復刊している。こうした経歴からみて、王謨が当時の中国地理学界において重要な位置にあったことはうなずけよう。

ところが、王謨の研究業績はそれほど秀でたものであったようには思えない（報告者の調査不足のせいかもしれない）。故郷の四川や新疆・チベットに関するいくつかの論文、松山基範（京都帝国大学地質学鉱物学教室教授）の『地球』（地人書館の地理学講座）の翻訳、教科書『初中外国地理教科書』・『復興高級中学教科書自然地理』が目を引き程度である。例えば、彼と同年に東京帝国大学地質学科を卒業し、地理学・地質学関連の数多くの著書・翻訳書を著した張資平と比べた時、彼の業績は見劣りがするといわざるを得ない。彼はむしろ、日中文化交流および教育の分野で活躍していくことになる。

1937年の日中戦争開始に伴い、北京に在住の中国知識人の多くは、西南へと逃れる道を選択した。しかし、王謨は日本が樹立した傀儡政権である中華民国臨時政府（後の華北政務委員会）下の北京にとどまることを決める。この決断は政治的な意味合いをもつものであった。彼は外務省文化事業部と臨時政府の協力の下に1938年に誕生した東亜文化協議会の中国側委員となり、何度か来日するなど積極的に活動した。また、同年成立した中華民国教育総会でも常務委員を務め、同会の機関紙上で地理教育の改革や、精神訓練や思想的統一などの重要性を訴えた。さらに、華北政務委員会では、1943年11月から教育総署督弁（文部科学大臣に相当、周作人も同職に就任）兼常務委員を務めた。冒頭で触れた写真は、こうした文化活動の一貫として来日した際に撮られたものであろう。また彼は日本地理学会創設時の同人の一人であり、日本の地理学者も彼の元を何度も訪問して交流を深めている。だが、こうした活動の結果として、日本敗戦後に王謨は漢奸として逮捕されることになった（その後消息不明）。

以上みてきたように、王謨が日本と中国における地理学の交流に果たした役割は、地理学書の翻訳を通じたものであったとはいえない。彼の役割はむしろ、中国の大学に地理系を設立して学生を教育したり、帰国後も日本の地理学者とのフェイス・トゥ・フェイスの交流を続けたことにある。そのため彼の営為を学説史上に位置づけるのは難しく、ほとんど忘れられた存在となっている。だが、当時の中国地理学界の多様性、そして現在の国家の枠組みにとらわれない東アジアの地理学史を描く上では、銘記されてしかるべき人物ではないだろうか。

キーワード: 地理学の制度化, 地理学思想の伝播, 中国人日本留学生, 地理学史

Keywords: institutionalization of geography, diffusion of geographical thought, Chinese international students in Japan, history of geography

科学における理論変化 —太陽系形成論をケースに Theory Change in Science - Case Study on the Solar System Formation

青木 滋之^{1*}
AOKI, Shigeyuki^{1*}

¹ 会津大学
¹University of Aizu

現在の科学哲学は、科学の専門化と同じように個別化が進んでいるが、地球(惑星)科学に関する科学哲学の研究は、1960年代のプレートテクトニクス革命を取り上げたものが1980-90年代に多く見られた後、活気を欠いてきているように見える。最近の科学哲学についてのアンソロジー (Curd & Psillos 2013) を見ても、生物学、化学、認知科学、経済学、心理学、社会科学などが個別科学哲学で挙げられる中で、地球科学は抜け落ちている。上記のプレートテクトニクス革命をテーマとした科学哲学の諸成果は、すでにデータとして1960年代の地球科学を対象とした科学史研究が蓄積されていたことが前提にあった。対照的に、地球惑星科学の哲学においては、地球科学と惑星科学の融合過程が未だ詳らかにされていないことから、その史的データを発掘していくことも必要である。

本論では、Brush(1996)による惑星科学史を手掛かりとしながら、太陽系の起源・進化をめぐる20世紀初頭から中葉までの理論の流れを俯瞰し、この過程を説明するモデルとしてどのようなものが適切であるかを考察したい。

キーワード: 科学哲学, 科学史, 科学論

Keywords: Philosophy of Science, History of Science, Science Studies

人為起源気候変化とその対策とくに気候工学の位置づけに関する根本的考察 A rudimentary consideration on anthropogenic climate change and countermeasures to it, "geoengineering" in particular

増田 耕一^{1*}

MASUDA, Kooiti^{1*}

¹ 海洋研究開発機構

¹JAMSTEC

地球温暖化あるいは anthropogenic climate change (人為起源の気候変化) と呼ばれる問題と、社会がそれに対処するのにどのような活動を必要とするかについて、考えの発達をふりかえり、根本的なところから組み立てなおしてみる。

ここでいう地球温暖化とは、人間の産業活動によって、大気中の二酸化炭素などの濃度が増加し、大気の温室効果を強化することによる、全球平均地表温度の上昇を特徴とする気候の変化である。これは海面上昇や乾湿の変化を伴い、人間社会に影響を与える。影響は、地域間や世代間で不公平に生じる。

1988年のIPCC(気候変動に関する政府間パネル)発足以来、地球温暖化の対策は、緩和策(mitigation)と適応策(adaptation)とに分けて論じられてきた。2013-14年のIPCC第5次評価報告書(AR5)では、気候工学(geoengineering、日本語表現は杉山昌広氏に従った)が加えられた。この3分類はこれまでの議論のいきさつを負ったものであり必ずしも合理的ではなく、組みかえも提案されている(たとえば Boucher ほか, 2014, WIREs Climate Change)が、ここではひとまずこれに従う。

人間社会は環境の制約を受けながら環境に適応して発達してきた。変動を含む気候も環境の部分であり、それへの適応は人間社会の基本的機能である。ただし、農業開始以来の人間社会は、第四紀の中でも変動が異常に小さい完新世の気候だけを経験しているという特殊性がある。また、近代の世界は、国境と土地所有権を明確にするようになり、しかも化石燃料利用を含む科学技術の発達によって人口がふえたので、かつてはふつうであった移住による適応が困難になっている。さらに、現代は、民族間平等や人道思想が普及し、多くの人々が不慮の死をとげるような事態を避けたいという価値観が強まった。人間社会の適応は、生物の適者生存とは違った課題となっている。

20世紀なかばには、科学技術によって気候を人間社会につごうのよいように制御することへの期待もあった。しかし、気候に関する科学的知見が発達するにつれて、一方で、気候は複雑なシステムであり非線形性や観測困難による不確かさが大きいことがわかり、他方で、化石燃料燃焼による二酸化炭素排出が気候システムのエネルギー収支を偏らせる強制作用として重要であることがわかった。そこで、気候システムへの積極的介入ではなく、人間活動がすでに起こしている強制作用を弱めることによって

気候変化を小さく食い止めるという消極的介入が、主要な対策として考えられるようになった。これが慣用的に地球温暖化の「緩和策」と呼ばれる。

緩和策の基本は化石燃料使用を減らすことであるが、経済発展に対してエネルギー資源があまりにも大きな役割を果たしているため、気候変動枠組条約締結(1992年)以来20年を経ても、緩和策に関する国際的意志決定はあまり進んでいない。

そこで、技術的に気候を制御すること、つまり「気候工学」への期待がふたたび高まっている。ただし、その困難は依然として大きい。それには技術が未完成であることも含まれるが、効果と副作用および費用に関する知見の不確かさもある。

気候工学のすべてをカバーはしないが主要な分類として二酸化炭素除去(CDR)と太陽放射管理(SRM)がある。

CDRは、大気に対する強制作用を減らす効果については緩和策と同等だが、除去された二酸化炭素の行き先である地層、土壌、海などの環境を改変する。また、隔離が破れる事故の可能性もないとはいえない。どの程度の環境改変と事故を許容するかが、社会的意志決定の問題となる。ただし、陸上や領海で行なわれる場合は、国内の政策決定ですむかもしれない。

SRMは、温室効果強化を平均としては打ち消すことができても、緯度別・季節別の強制作用については、強めてしまうこともある。それが世界の各地域の気候におよぼす影響は、地域別の温暖化の予測と同等に困難である。しかも、意

MZZ45-07

会場:422

時間:4月29日 15:45-16:00

図的な行為であるから、損害が生じた場合の責任は重大なものになりうる。また、SRMのうちでも技術的実現可能性が高いと考えられる成層圏エアロゾル注入が継続運用された末に急に中止されたとすれば、約2年以内にSRMの効果は消え温暖化が急激に再開する。これは適応策に対してSRMを実施しない場合よりも深刻な困難をもたらさう。したがって、SRMを政策オプションに含めるためには、技術的実現可能性のほかに、現在の気候変動枠組み条約よりもはるかに強力な国際的ガバナンス体制が必要である。

キーワード: 人為的気候変化, 地球温暖化, 気候工学, 気候変動適応策, 地球温暖化緩和策, 太陽放射管理

Keywords: anthropogenic climate change, global warming, geoengineering, adaptation to climate change, mitigation of climate change, solar radiation management

部分的な共役可能性：固体地球物理学における複数の観測システム間の翻訳について Partial Commensurability: Translations between Multiple Observational Systems in Solid-Earth Physics

森下 翔^{1*}
MORISHITA, Sho^{1*}

¹ 京都大学/日本学術振興会
¹ Kyoto University / JSPS

共役不可能性のテーゼは、1960年代にクーンとファイヤアーベントによって科学哲学へと導入された。この概念は当初複数のパラダイムや概念枠組みの間の翻訳にかかわる問題として議論されてきたが、90年代に科学哲学者のハッキングによって、実験系に代表される閉じたシステム（理論-物質系）間の関係にかかわる概念として拡張された [Hacking 1992]。

その主張を観測科学の文脈に引き直すならば、大略以下のようなになるだろう。各々の観測装置は閉じたシステムを形成している。すなわちその観測装置に固有の観測手順を持ち、観測装置の構造に応じた測定原理を持つ。生み出されたデータは固有の視覚的表示の形式によって可視化され、固有の補正手法を通じて解析される。つまり観測装置が異なれば観測手順、観測対象、解析手法、視覚的表示の形式やその分節化の在り方は全く異なり、それら一連の関係によって構成される特定の観測システムからもたらされる結果を、他の観測システムの結果へと翻訳することは原理的に困難である。

このような共役不可能性のテーゼは、「異なる観測システムからもたらされる結果の比較がいかにして達成されうるのか」という問題を提起する。本発表ではこのような比較の試みを「部分的共役」と呼び、固体地球物理学からジョイント・インバージョンを始めとするいくつかの事例を示し、その具体的な位相について検討する。

キーワード: 共約不可能性, 観測システム, 翻訳

Keywords: Incommensurability, Observational Systems, Translation

時系列データダイナミックプレビュー用 Web アプリケーションの科学史への応用 A Web-application of Dynamic Time-Scale Previewer and its Application for Historical Geoscience Studies

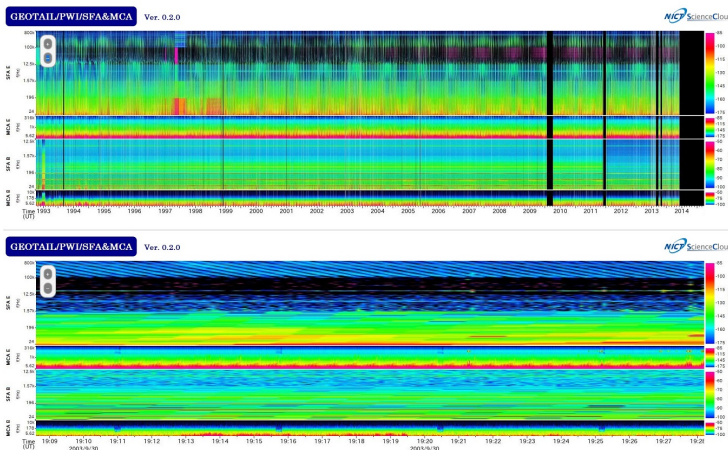
村田 健史^{1*}
MURATA, Ken T.^{1*}

¹ 情報通信研究機構
¹ NICT

本研究では、NICTサイエンスクラウド上で開発した時系列データ表示ツール（開発名：STARS touch）について紹介する。これまでの多くの時系列データ表示用科学データ Web アプリケーションは、Web アプリ用のミドルウェアなどによりデータの読み込みと画像表示を行ってきた。その多くは、日時やデータ選択を行う手間やデータ処理を行う処理時間がユーザビリティを下げていた。STARS touch はクラウド上のデータ収集システム（NICTY/DLA および WONM システム）により収集した科学データを Gfarm/Pwrake 等により並列処理することで画像化した時系列画像データを用いる。また、Ajax やキャッシュプログラムにより閲覧しているデータに近いデータを優先的に読み込む非同期処理を導入することでユーザビリティを上げている。

発表では、STARS touch のデモを行い、異なる時系列データを Web アプリケーション上で表示する有効性について議論する。現在の実装では数 10 年から数十年までの現象を連続的に閲覧することができる。これにより、マクロ時間スケールな現象や長期トレンドでの興味深い事象・現象を発見し、それをミクロ時間スケールで確認・解析することができる。このツールを数世紀から数年という時間レンジに改良することが科学史研究にとって有効であるかどうかの議論を行う。

キーワード: STARS touch, NICT サイエンスクラウド, Web アプリケーション
Keywords: STARS touch, NICT Science Cloud, Web Application



災害に抗する科学 1960-1993——自然災害科学は災害を克服できたか？ Science against Natural Hazard 1960-1993: Has the Natural Disaster Science Overcome the Disasters?

山田 俊弘^{1*}
YAMADA, Toshihiro^{1*}

¹ 東京大学大学院教育学研究員

¹ Post-doctoral Fellow of Pedagogy, University of Tokyo

日本の地球科学の歴史には自然災害が色濃く反映されている。災害を予想し未然に防ぎ、あるいは軽減するために、研究を積み重ね知識を蓄積してきたという一面をもっている。だがそうした自己了解の一方、そもそも災害を科学するとはどういうことなのか、実際に災害を防ぐ科学技術体系とは何なのか、災害を防ぐ最適な方法を評価する手段はあるのか、といった基本的な問題に関する議論は弱いように見える。本稿は、戦後、地球科学者が主唱してつくられた「自然災害科学」という領域の成り立ちをたどることによって、これらの問題を考える機会にするとともに、この領域のもつ現代地球科学史にとっての意味を考察する。

敗戦直後の地球科学にとって実際上の大きな課題は、資源の問題であったが、ほどなくして自然災害対策が浮上してくる。大きなきっかけとなったのは1959年9月の伊勢湾台風による被害であった。戦後復興後の国民生活と経済を災害から守ることは政治的社会的な課題となり、災害対策基本法の制定をみた(1961年)。この機をとらえ、全国の大学研究者を糾合して自然災害の総合的研究を呼びかけたのが、福井大学の学長であった地球物理学者の長谷川万吉(1894-1970)であった(災害科学総合研究班, 1977)。

長谷川は災害研究の必要を1959年秋の国立大学協会場で訴え、翌年には80万円の文部省科学研究費を得て「災害科学総合研究班」という研究連絡組織を発足させる。当初の研究分担者は30名ほどであったが、63年に特定研究のなかに領域が設定されるにおよんで、65年までの3年間に120件の研究が行われる規模になった。この特定研究は三期9年間を経るあいだに、研究分担者は800名を数え、研究費総額は1億円を超えるようになる(1971年度)。さらに72年からはガン研究と同等の扱いの特別研究として遂行されるようになった(自然災害科学総合研究班, 1972)。

自然災害科学研究の目標は「自然災害を軽減あるいは防止して生活の向上、福祉の増進に貢献するための学術的基礎を与えること」とされ(自然災害科学総合研究班, 1972: 71)、研究組織は、気象、河川、海洋、地震、火山、雪氷、農林など10ないし11の専門部会と、北海道、東北、関東、中部、関西、西部の6つの地区に分けられ、それぞれに責任者が置かれた。こうした整然とした組織づくりと運営をひきうけたのが、のちに「災害科学のドン」と呼ばれるようになる名古屋大学の地質学者松澤勲(1906-1990)であった。松澤は戦中大陸の資源探査に携わり、戦後は新設された名古屋大学地球科学科の構造地質学の教授となっていた。

この1960年代から始まった自然災害科学研究の流れは、戦後地球科学史研究のうえで次の3つの観点から注目される。

第一に、地球科学分野における軍民転換論における意味である。水谷(MS, 2013)の示唆するところによると、当時長谷川は研究費の確保に心を砕いており、地球科学者の社会的貢献と研究資金の獲得のために、公衆にアピールする災害対策に思いを致したと推定される。そうであるとすれば、広重(1973/2003)や松本(1998/2012)の指摘する戦中から戦後にかけての軍民転換のこの分野における例として、その問題点を含めて検討の価値がある。

第二に、地球科学の諸専門分野が連携する基盤としての意味である。特に2大ディシプリンともいえる地質学と地球物理学間には、教育・研究上越えがたい溝が存在したが、1990年代に地球惑星科学として統合されていくにあたって、プレートテクトニクスのような理論的發展とは別に、災害科学領域という活動の場が分野の形成に資するところがあったのではないかと。

第三に、人文社会科学分野との関係を開拓した意味である。当初、理工農の研究者主体で始まったプロジェクトであるが、問題の性質上「災害の自然科学的研究のみならず広く社会文化的研究や公害に対する研究などとともに幅広い研究体制」を確立する必要があった(自然災害科学総合研究班, 1972: 3)。この趣旨は1980年代に向け、防災教育や社会学的な見地を包含する方向に発展していくことになる(自然災害科学総合研究班, 1989: 88-95)。

キーワード: 自然災害科学, 現代地球科学史, 軍民転換, 学際領域, 長谷川万吉, 松澤 勲

Keywords: Natural Disaster Science, contemporary history of earth sciences, defense conversion, interdisciplinary domain, Hasegawa Mankichi, Matsuzawa Isao

大川小学校遭難事故をなぜ防げなかったのか?理科教育と地球惑星科学の責任・役割 The reasons why we couldn't avoid the Okawa Elementary School disaster

林 衛^{1*}
HAYASHI, Mamoru^{1*}

¹ 富山大学人間発達科学部
¹ University of TOYAMA

「天災は忘れた頃にやってくる」(寺田寅彦)は、低頻度災害の発生間隔の長さを指摘しただけにはとどまらない。地球惑星科学は進展したものの、明治の大森・今村論争以来の大問題は、解決するどころか、深刻化しているともいえる。

大川小学校大津波被災はハザードマップから想定できた

2011年3月11日、東北地方太平洋沖地震発生から50分後、巨大津波が石巻市立大川小学校を襲った。学校にいた大川小児童74名、同教員10名、迎えにきていた大川中生徒3名、人数が把握できていない大川地区住人が犠牲となった。現場生存者は児童4名、教員1名であった。明治の学制発布以来、学校管理下での最悪級の事故である。

3月9日の三陸沖地震(マグニチュード7.3、結果的に3月11日東北地方太平洋沖地震の一連の前震の一つであった)よりも激しい揺れが長時間(およそ2分半)続いたこと、1960年チリ津波を経験した祖父のこぼなど根拠に、高学年児童を中心に、授業や遊びの場であった学校裏山へ避難しようの声があがっていたにもかかわらず、「冷静に、落ち着いて」と教師がいさめてしまい、高台への避難がされないまま被災してしまった。

校長が現場を離れていたものの、大津波警報、避難を呼びかけるラジオ、広報車、保護者らからの情報も届き、教頭、教務主任、安全主任の少なくとも教員3名が安全確保のためには学校裏山へ登るのが有効だと判断をしていたのだが、裏山避難をする決断に至れなかったのだ。下流側に向け児童を乗せ出発する予定だったスクールバスは、バックして校庭に入り、上流方向に出発できるよう待機していた。

「想定外」と語られた巨大津波ではあったが、宮城県が想定した宮城県沖地震(連動型、マグニチュード8)にもとづく津波浸水予測では、北上川河口から4kmに位置する大川小学校の手前500m迫る津波浸水が想定されていた。避難が必要な大規模な津波陸上遡上は、石巻市発行のハザードマップにも明瞭に示されていた。マグニチュード8の宮城県沖地震にたいして大川小被災は想定外であったとしても、それを越えるマグニチュード9の超巨大地震では、想定を越える津波に襲われるとの想定は可能であり、現に小学生も教員も津波の難を避けるために裏山へ登る提案をしていたのだ。

「天災は忘れた頃にやってくる」人間・社会要因に向き合う責任・役割

石巻市が5700万円の予算を計上し、文部科学省と宮城県教育委員会の指導・監視によって進められた大川小学校事故検証委員会(室崎益輝委員長、事務局社会安全研究所)は、最終報告案(2014年1月20日提示)に至っても、事実がいまいになるばかりで、情報、手段、判断があったのに、なぜ避難の決断ができなかったか、その原因究明には至っていない(本予稿投稿後の2月23日に公表予定の最終報告書を分析する)。

地震という自然現象が、自然現象に留まらず、自然災害となる原因は、今村明恒や寺田寅彦が指摘するとおり、人間・社会の側にあるとみるべきだろう。想定どおりであればマニュアルが直接役に立つが、事前の想定、マニュアルをやや越えた、想定可能な「想定外」の事態のもとで判断、決断をもとめられたときに、多くの自然災害が発生している。大森房吉が「浮説」として排除し「想定外」に置いてしまった今村の想定のはずしは、大正関東地震によって検証された。

直下地震の恐れありと1970年代に神戸市自ら報告書を出版、中学校理科教科書にも図入りで解説されていた六甲、神戸・阪神間の活断層研究の成果は、阪神・淡路大震災の軽減にほとんど役に立たなかった。1980年代の神戸市地域防災計画の際、震度6か5かで専門家の意見が割れた際に、震度5強の想定が選ばれ、公共施設や防火水槽の耐震化がされなかったどころか、震度6や7が発生する活断層地帯であるとの知識の共有がされなかった。世界で最も進んでいた近畿地方における活断層研究が、いかせなかったのだ。

マグニチュード7ならば強震動発生は10秒、同8ならば1分、同9ならば2分半といった半定量的で防災に役立つ断層すべりモデルにもとづくマグニチュードの理解も、科学者や高校理科教員にすらほとんど及んでいないため、世界で最も進んでいたはずの日本海溝沿いの地震、津波発生機構の研究もまた、震災軽減をもたらさなかったのだ。

大問題解決向け、理科教育と地球惑星科学の責任・役割を再検討する。

キーワード: 東日本大震災, 津波ハザードマップ, 強震動発生, 断層すべりモデル, 阪神・淡路大震災, 中学校理科

日本の近代花崗岩石材産業の特徴と産地による違いの考察 Characteristics of the modern stone industry and the regional context in each granite production areas 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

日本で石材が広く一般の建築物に利用され始めたのは、明治維新後に西洋建築が導入されてからである。このため、日本の各地の石材産業は、産業が興った時期と、機械化され近代産業として成立した時期とが非常に近いという歴史的経緯がある。すなわち、当初から産業的採掘の意図をもって資源が探索され、採掘が始まった産地が多くある。そのため、石材利用の歴史が長い欧米諸国には見られない特徴的な石材産業が成立したが、その全体像はあまり知られていない。また、1980年代後半以降は国産石材の市場が急激に縮小したが、その理由は一般には安価な輸入材の増加のためとしか語られることがなく、産地それぞれの事情に踏み込んだ記述は少ない。しかし石材という地質資源が日本の産業が発展する中でどのような役割を果たして来たかを知っておくことは重要である。本稿では、国内のいくつかの花崗岩（みかげ石）石材産地への訪問・聞き取り調査の結果から、まず日本の石材産業の成り立ちと日本特有の事情を記述し、次に地域ごとに異なる構造が成立した要因と、その構造が時代とともに変遷した経緯を考察したものである。

日本の石材産業の特徴は、特に建築石材としては、構造材として使用する習慣がなかったために当初から装飾・化粧材として利用が広まった点であると考えられる。その結果、石材の高級感やデザイン性が重視され、色柄や縞模様を方向を細部まで計画して貼る日本独特の石貼り仕上げの作法が発達した。その結果、デザイン上好ましくない斑点模様を「キズ」として避けるなど、色柄に完璧を求め過ぎる風潮につながり、採掘の効率（歩留まり）を落とすことにつながったとも言える。また、第二次世界大戦後には墓石として石材（とくに花崗岩石材）を用いる習慣が広がった。ちょうど花崗岩の加工が機械化によって容易になった時期と重なったことも追い風となって墓石の国内市場が確立した。本磨き（鏡面研磨）の花崗岩を大量に使う墓石の形態も日本に特有のものである。この経緯によって、日本では建築石材と墓石材の二つが異なる市場を形成し流通することとなった。その後、輸入材や海外加工品に押されて石材産業が大幅に縮小し、とくに建築石材は価格の影響が大きいと壊滅的な打撃を受けた。これによって大理石産地のほとんどが閉山したが、花崗岩の産地では墓石や灯籠、寺社建築に国産品の需要が保たれたため、産地や業者の数は減ったものの継続して稼働している。

産地間の違いを生む要因として、まず石材そのものの品質と用途が挙げられる。石材の材質は、もともと建築石材と墓石材のどちらが主になるかを決定していたと思われる（ただし、建築石材を主に産出していた産地の多くが現在は墓石にシフトしている）。建築石材か墓石材かを決めていた大きな要因は大きな材が採れるか否かである。建築用には、同じ色目で同じ形状・サイズの材を数多く加工する必要があるため、キズの無い大きなブロックで採掘できることが望ましい。大材が採れるのは粗粒の花崗岩の産地に多く、首都圏の建築物に最初に用いられ始めた花崗岩も瀬戸内海のそのような産地（小豆島、北木島など）の石材であった。クラックが多い、目（特徴的に割れやすい方向）の方向が複雑、などの理由から大きな材が採れない産地は、特徴的に墓石用材を主に産出してきた（例：庵治、大島、岡崎）が、細粒の花崗岩が採られている地域が多い。細粒で繊細な外観が彫文字を美しく見せ、日本の墓石に向いていたということも大きいと思われる。

石質以外の社会的要因としては、採石場の立地の違いがある。瀬戸内海の島は、露出がよいと採掘しやすく海運による運搬が有利であったが、道路輸送が主力となってからはその立地が不利に変わった。反対に、本州や四国の本土にある採石場の中には、拡大してきた市街地と近接した立地になってしまい、騒音対策のため採掘の手段が限られるという事情が生じていた。自然破壊が問題視されるようになってからは、観光客の視線が届く場所での採掘は控える必要が出て来た。産地によって地権者・採掘者・加工者の関係が異なることも異なる産業構造を生んでいた。採掘と加工が共存している産地もあったが、採掘のみの産地もあった。大きな地権者の存在の元、複数の業者が稼働する産地は、採掘・加工ともに共同体意識が強く醸成され、それが産地としての求心力・ブランド力強化の動きにつながっているように思われた。

現在まで、日本の石材産業は外圧（西洋建築の導入）によって成立し、外圧（安価な輸入材）によって縮小した側面しか捉えられていなかったが、日本独特の石材産業の作法や、各産地の事情に応じた産業構造がその産業史の中で一定の役割を果たしたことが分かってきた。

キーワード: 石材産業, 建築石材, 墓石, 花崗岩, 採石場, 近代産業史

Keywords: building stone, tombstone, headstone, granite, quarry, modern industrial history

山口県美祢産の様々な大理石とその採掘の歴史について History of marble mining in Mine, Yamaguchi Prefecture, Japan, and its use in historic buildings

乾 睦子^{1*}

INUI, Mutsuko^{1*}

¹ 国土館大学理工学部

¹School of Science and Engineering, Kokushikan University

山口県の美祢地区はカルスト台地として知られ、秋芳洞は全国的に名を知られる鍾乳洞である。この石灰岩台地は、現在も工業用材料としての石灰岩の産地であるが、以前は建築用の大理石の採掘も行われており、国内最大の大理石産地であった。産業的採掘が始まったのは明治末期からとされ、すべて国内産の材料を用いた国会議事堂（1936）建設時には内装材や暖炉などに美祢産大理石が多く用いられた。その後、第二次世界大戦を挟み昭和 40 年代頃までは大きな産業として成り立っていたと考えられるが、安価な輸入大理石に価格と供給スピードの面で太刀打ちできなくなって国産大理石市場は急激に縮小した。現在ではほとんど建築材としての採掘は行われていないばかりか、多様な色・柄の大理石がそれぞれどの採石場でどの時期に採掘されていたかも確かな記録がなかなか見つからない状況である。

地質資源のひとつである大理石が、明治～昭和初期の日本の工業化の中でどのような役割を果たしたかを記録しておくことは大変重要であると考えられる。それだけでなく、建物側でも大理石の産地銘柄が記録されていないことが多いため、このような記録は近代の歴史的建築物の価値を正しく評価するために今後ますます必要になると思われる。そこで、文献と現地調査とからできるだけ多くの大理石の種類・銘柄名と、それらが採掘されていた採石場、またそれらの大理石を現在も残している場所（主に歴史的建築物）とを現在までに分かる範囲で整理したので紹介したい。

キーワード: 大理石, 美祢, 山口県, 石材産業, 採石場, 歴史的建築物

Keywords: marble, Mine district, Japan, stone industry, quarry, historic building

地球惑星科学と科学哲学の連携自己実験のレビュー Review of self-experiments on the cooperative study between EPS and philosophy of science since 2008

熊澤 峰夫^{1*}; 上野 ふき¹

KUMAZAWA, Mineo^{1*}; UENO, Fuki¹

¹ 名古屋大学, ² 名古屋大学

¹ Nagoya University, ² Nagoya University

【地球史と科学哲学の関係】 全地球史解説「重点領域研究 (1996-1998)」の立案において、丸山茂徳らと熊澤は、地球の歴史をその形成から現代まで、同じスケールの時間分解能で把握するにはどうするか検討した。それで地球史の時間軸上にいくつかの事件を設定して、それぞれの位置付けや意味を整理してみた。そのとき「現在」を「ヒトが科学を始めて地球・宇宙の歴史と摂理を探りはじめた地球史上の第7大事件」と設定した。当然、ヒトとは何か? 科学とは? 摂理とは? など科学では簡単に答えられそうにないが、われわれが多大な関心をもつ問いに波及する。このような問は大抵 IP(ill-posed = 不良設定) 問題であって、科学者は積極的に棚上げするが、科学とは何かという問いには答えられなければならないと思う。しかし「真理の探究だ」などという素朴な説明には、「その真理とは何か?」と聞かれて的確に答えられる科学者は多くはない。これはうれしいことではない。また、科学の発展が、人間の生存をおびやかす可能性も指摘されているので、これにも対処したい。

科学をその外から理解しようとするのがメタ科学、あるいは科学哲学 (philosophy of science) とされる。しかし、地球惑星科学~全地球史解説の立場からすると、ヒトは地球環境と生命現象の共進化の産物であり、科学現象 (つまり、科学と言う自然認識の方法やその意味) は科学で理解したい。つまり「科学の科学」である。そこで都城秋穂逝去の 2008 以来、こういう問題を科学哲学者の戸田山和久と検討を開始し、2009 からは戸田山スクール (彼とその周辺の科学哲学者たち) と地球科学者の連携共同研究を企画した。こうして 2010 年の JpGU 以来、科学史と科学論にかかわる学会発表を継続してきた。2011 からは、JSPS 科学研究補助金「地球惑星科学の哲学の基盤構築」(基盤研究 B 人文学・青木滋之代表) を得て文理連携の活動を試行した。その具体的研究成果の一部は、Nagoya Journal of Philosophy という実質和文の学術誌の vol.10 に、特集「地球惑星科学の科学史」として出版済みである。科学論に関わる成果は次の特集号 2 巻で刊行予定である。

【現状認識】 個別研究の個別成果はそれでよい。本質的な問題は、この「科学の科学」、すなわち、世界が世界を認識する自己言及系としての科学の意味の理解は、将来のヒトの「生き継ぎ」に関わる実務的要素までを含む喫緊究極の課題である。何千年にも亘る哲学の伝統や宗教の教義が生きている現代社会において、統一的な結論が出せるとは思えない。事実、共同研究の最中では、些細なことから本質的と思える重大課題まで、意見の激しい背反、対立を体験した。和気あいあいとよい共同研究ができました、と言うのは欺瞞である。むしろこの体験を通じて知った分野間の不整合性こそが、「最重要の研究課題」であり、かつ「ヒトが自然を知り生き継いで行く基礎資源」であると確信できたのである。このような報告に「客観性」を期待することは、現時点では IP (ill-posed) 問題だ。しかし研究を支える多様な異質の人格の相互作用と連携が「集団知~swarm intelligence」としてただよって進化変遷する状態にあることは、望ましいこととして広く知られており、その状態確保には積極的な意義があると考え。とりわけ現在のヒトは、自己責任において己の生き継ぎに向けて、予測設計制御の試行錯誤で対処する時代にはいつていることに留意する。本研究によって、上記の認識に確信を深めたことが成果の一つである。これを「現実の環境問題への現実的対処の実務としての研究」とうまく接続させることが望ましいと考える。

本研究を通じて得た具体的な方策を提案する。それは、大学院教育における人文社会系と理工系をまたぐ「副専攻制の普及と充実」である。副専攻制に反対する教員もいる。しかし、これは全分野の学門が現実社会に敬意と実益の両方の期待をもって積極的に受け入れられて、知的な役割を果たせるための積極的な提案である。

【この報告の意図】 地球惑星科学 (の限られた分野だが) と科学哲学の連携模索のマネジメントを担当したわれわれ 2 名が、この異分野交流の共同自己実験について、「主観を承知で」そのポジティブな意義を率直に報告しておくべきだと考えた。このような趣旨で、過去数年間の研究の推移とその「主観的」理解を報告し、将来のためにポスターセッションの場でこの問題に関心のある諸氏と議論の機会をもちたい。

キーワード: 全地球史, 科学現象の科学, 科学の科学, 科学哲学, 将来設計

Keywords: Science of Science Phenomena, Meta-Science, Philosophy of Science, Normative Science