

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交流的自己実験であって、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