

Title	科学者の誠実さとはなにか
Author(s)	森田, 邦久
Citation	待兼山論叢. 哲学篇. 39 P.21-P.31
Issue Date	2005-12
Text Version	publisher
URL	<a href="http://hdl.handle.net/11094/7680">http://hdl.handle.net/11094/7680</a>
DOI	
rights	本文データはCiNiiから複製したものである
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

# 科学者の誠実さとはなにか

森 田 邦 久

## 一、聖なる単純化

現在科学技術は、たとえば国の政策の上でも科学研究に対して莫大な予算が組まれたりするほど、われわれの生活に大きな影響を与えるほどになった。しかし、科学とは確実ななにかをわれわれに提供するものなのだろうか。F. Nietzsche はその著作『善悪の彼岸』のなかで次のように言う。

おお、(聖なる単純 Sancta Simplicitas) よ、……何とまあ最上の学問までがわれわれを御親切極まりなくもこの単純化された、全く技巧的な、うまく捏造され、然るべく偽造された世界に勾留しようとしていることか！  
(ニーチェ一九七〇、四五―四六頁)

21 本論考では、ニーチェの言うように、科学(ここで「最上の学問」を近代科学と解釈する)は、単純化し捏造された世界を作り上げるものであることを示す。そしてそうであるならば、科学者が社会的に大きな影響を与えるよ

うな（科学的）発言をするとき、どのようなことに気をつけるべきかを考察する。具体的には地球温暖化問題を例にとつて議論する。結論としては、科学者の誠実さとは、自分の科学的発言の基となる実験結果や計算結果は自然現象を完全に捉えたものではなく、あくまで自然を単純化したモデルに理論を適用したものに過ぎないことを明言し、どのようなモデルを用いたのか、そしてそのモデルにはどのような限界や問題点があるのかも非専門家にもわかりやすく明確にすることであるとする。

科学理論というものは、現実世界にそのまま適用されるものではなく、目的に応じて現実世界からわずかなパラメータを抽出することにより単純化された「モデル」に適用される (Suppe 1977/Giere 1997)。たとえば、化学反応をミクロに研究する場合、通常、原子の最外殻電子と呼ばれるものの反応のみ考慮し、そのほかの細かな内部構造は無視される。このように、実際の研究対象を単純化もしくは理想化したものがモデルである。

西洋形而上学の伝統において、物事の本質を理解するために「純粹」という概念が重要視され続けてきた。「純粹」という言葉を冠した哲学术語だけでも、「純粹理性」「純粹悟性概念」「純粹論理学」「純粹経験」「純粹持続」など枚挙に暇がない。「純粹」とは、いま研究の対象としているものと相互作用するあらゆるものを除外した後に見え出るものである。そして、このような「純粹」を重視する伝統を形而上学から受け継いだのが近代科学である。たとえば、物質に及ぼされる外力がすべて除かれたらどうなるのか。そのような思考実験によって打ち出されたものが近代科学の基礎を支える「慣性の法則」である。そしてそのほかの「科学法則」と呼ばれるものもすべてそのような思想のもとに生み出されたものなのだ。しかし現実にはこのような状態はまずありえない。その「ありえない状態」を基盤にして組み立てられたものが科学であるということをわれわれはよく念頭に入れておく必要があるだろう。

う。

## 二、いかにして物理法則は嘘をつくか

N. Cartwright は、「真実は多くを説明しな<sup>ら</sup> Truth doesn't explain much」と云々 (Cartwright 1983, p. 54)。これはどういうことであろうか。これは、科学者が説明に用いる科学法則というものは「普遍的に成り立つ」というイメージがあるが、序論で述べたように、実はかなり限定されたものであり、つまり、「真実」ではないということである。たとえば、熱力学に気体の状態方程式 (P=RT) というものがあるが、これは理想気体と呼ばれる、大きなない互いに相互作用を及ぼさない粒子からなる現実には存在しない気体にしか当てはまらない方程式である。同様に、惑星の運動について述べたケプラーの法則も、ふたつの天体だけが存在し、それらの間でのみ重力相互作用があるとしたときのみ成り立つ、やはり現実にはありえない状態を想定している法則であるし、そのほかの科学法則もほとんどは厳密には成り立っていないか理想化された状態でしか成り立たないものである。しかしこのような法則は実際にわれわれが世界を理解するために重要な役割を果たす。ここで「現象を説明する」とはどういうことを考えてみよう。

私はそれを「その現象の本質を説明すること」とであると主張する (Morita 2005)。これはつまりこういうことだ。いま、ある惑星 A の運動を考えているとしよう。Newton の重力理論を二体モデルに適用することによって (このときに成り立つのがケプラーの法則である)、ほぼ実際の惑星 A の運動のデータを再現できるとする。次に別の惑星 B を考えよう。この惑星 B の運動は、二体モデルでは再現できずに、さらにほかの惑星からの重力を考慮したモデ

ルを組み立てはじめて観測データを理論的に再現できたでしょう。

さて、これらの惑星AもBもどちらも、はじめからすべての惑星の重力の寄与を取り入れたような（ただし近似的にしか可能ではないが）モデルを組み立てても運動のデータを再現できたはずである。だが、それでは「記述」はできても「説明」はできない。つまり、このようななるべく単純なモデルを用いたために、「惑星Bの運動の不規則性はほかの惑星の重力の寄与によって引き起こされる」という説明が可能になるわけである。そして、その「ほかの惑星からの重力の寄与」はまた、この惑星Bの運動の不規則性の本質でもあるのだ。このように、「単純化」はわれわれが世界を理解するのに重要な役割を果たすのである。

### 三、現象の創造

さて、前節までは理論について見てきたが、実験はどうだろうか。ここでもやはり「聖なる単純化」を見ることができると。つまり、科学者は理論上世界を単純化するだけでなく、実験室で単純化された世界を創造しているのである。

たとえば、I Hacking はホール効果 Hall effect という物理現象の例を挙げている (Hacking 1983, Ch. 13)。ホール効果とは、磁場に垂直に置かれた導体中を電流が流れると、磁場と電流に垂直な電位差が生じる現象である。この現象に対して Hacking は次のように言う。

磁場に直角な導体を通り抜ける電流は、自然のどこであろうと電位差を作り出すのではないのか。そうであり、

かつそうではない。自然のどこであろうとそのような配置があつて、じやまをする原因がなければ、ホール効果は生起する。しかし実験室の外ではどこにもそうした純粹な配置は存在していない (*ibid.*, p. 226)

つまり、ホール効果は自然には存在しない現象であり、このような科学実験のひとつの側面を Hacking は「現象の創造 the creation of phenomena」と呼んでいる。そして、このような現象の創造は科学研究においては頻繁に行われている。たとえば、極低温化で分子運動を極力抑えて、物質の性質を調べたりする実験などがそうである。

ところで、既存の理論およびモデルで説明できない実験・観測結果が現れたとき、以下のような段階を踏んで理論的研究は進行する (森田 二〇〇四)。

- 一、モデルと世界の近似を修正する。
- 二、未知の要素を仮定する。
- 三、基礎的理論を修正する。

そして調べられている現象が、上記のような実験室内での現象ではなく、自然に生起する現象である場合、実験室内に単純化された状況が作り出され理論がチェックされることがある (近年では実験室内だけではなく、コンピュータシミュレーションも用いられることが多い)。

だが、自然にはありえない現象の創造は、科学の発展には役に立っても、現実の単純化されていない自然に生じる現象を完全に説明することにはどれほど役に立つのであろうか。このことについて次節では地球温暖化と二酸化

#### 四、沈黙の春

まず、地球温暖化と人工的に排出された二酸化炭素との相関を強く支持する論者の主張とそれに懐疑的な論者の主張を、「伊勢田 二〇〇五」にしたがって簡単にまとめてみよう。

まず IPCC (気候変動に関する政府間パネル Intergovernmental Panel on Climate Change) の第三次報告書によると、地球の平均地上気温は二〇世紀の間に〇・六度C上昇し、現在の気温はおそらく過去一〇〇〇年間で最高値である。<sup>(1)</sup> この気温上昇の原因として、報告書では、二酸化炭素、メタンなどのいわゆる「温暖化ガス」の大気中での増加を挙げている。根拠として、まず、二酸化炭素濃度はこの二五〇年で三〇パーセント増えており、この値はおそらく過去四十二万年の間で最高値になっているということ、温暖化ガスの温暖化能力についてはよく調査されており、ほかの自然要因の見積もりより大きいこと、人為起源の気温上昇強制力によるシミュレーションは現実の気温上昇とうまく一致することなどが挙げられている。<sup>(2)</sup> 日本政府の温暖化に関する見解や京都議定書もこうした事実認識をベースとして、二酸化炭素排出削減の政策を進めている。<sup>(3)</sup>

さて、このような IPCC の報告書に対して、デンマークの統計学者ロンボルグは「ロンボルグ 二〇〇三」で批判的に検討している。ロンボルグは温暖化ガスの排出が実際に温暖化を促進する働きをもつこと、そしておそらく人為的な温暖化がある程度は生じていることを否定はしない。しかし問題なのは、人為的な温暖化の影響が IPCC の見積もりよりもはるかに小さい可能性があるということなのである。

統計的な問題として、脚注(2)で挙げた図が正しいのか、つまり、本当に過去一〇〇〇年間でいまが一番暑いのかということに疑う余地もあるが、ここではモデルに限ってロンボルクの意見を要約しよう。

まず、一四〇〇年から一九〇〇年あたりまでは「小氷河期」と呼ばれ、現在よりも寒冷であったことは有名である。さらに、一〇〇〇年から一二〇〇〇年は「中世温暖期」と呼ばれ、これは比較的暖かな時期であったこともよく知られている。そして、過去十四万年ではこの小氷河期や中世温暖期のような気候サイクルが一五〇〇年周期で起きているようであり、それゆえ一〇〇〇年というデータ期間では、いまの気温が人為的なものなのか単に小氷河期を抜け出つつあるための現象なのかわからないのである。

しかし、IPCCは現在の気温上昇が人為的な温暖化ガス排出が原因であるという仮定のもと、既存のデータを再現するようなモデルで将来の気温上昇予測を行っているので、信頼できるとはいえない。実際、このモデルでの予測は二〇〇〇年の実測値より高めであったので、やはり人為起源の二酸化炭素による温暖化効果を高く見積もり過ぎていると言えよう。

現実には冷却効果をもつ微粒子(エアロゾル)や雲、そして水蒸気によるフィードバックの影響も考慮に入れないければならないし、ロンボルクによると、地球の気温の計算には、おおざっぱに言って、大気・海・地表面・水層・地球の生物活動の五つの基本要素があるが、これらの相互作用は非常に複雑で重要なメカニズムはいまだにわからないか、あるいは科学文献の中でもあまりきちんと記述されていないという。それゆえ、地球上の気温変化を完全な形で計算したり、実験的に再現したりするのは不可能に近いのである。

ところで、環境省のウェブサイトによると二〇〇四年の十一月に国立大学法人東京大学気候システム研究センタ



1 (CCSR)、独立行政法人国立環境研究所 (NIES)、独立行政法人海洋研究開発機構地球環境フロンティア研究センター (FRCGC) の合同研究チームがエアロゾルまで考慮に入れたコンピュータシミュレーションを行い、二〇世紀の気候再現実験を行うことが可能になった、としている。<sup>(4)</sup> だが、上記のように複雑な自然を再現するのは困難であり、それゆえ、ある意味、このように既存のデータをあまりに忠実に再現するのは、シミュレーションの際にパラメータを人為的に操作している疑いも出てくるので、この実験に用いられたモデルが真に適切なものであるかは予測が実測値と適合するかどうかにかかっているだろう。

そうすると、この時点で「近年の温暖化傾向は人間活動に伴う気候変動に起因することが強く示唆された」とするのはやはり言い過ぎであり、このようなシミュレーションにより、政府の政策などが決定されることを考えると、もう少し慎重に発言すべきであるといえる。少なくとも自身のモデルによる将来的な気候変動予測が実測地と一致することが確認できてから結論を出すべきであろう。

日本ではあまり見られないが、欧米では今回話題にした「二酸化炭素がどれほど地球環境に影響を与えるのか」という議論は盛んである。<sup>(5)</sup> このことはすなわち、まだ専門家の間でコンセンサスが得られていないということであり、日本で考えられているように、温暖化の原因がはっきり確定されたというわけではないということである。

##### 五、科学者の誠実さとはなにか

以上、科学は理論的にも実験的にも自然現象を直接的に扱うものではなく、モデルという形で自然を単純化して扱うものであることを見てきた。そして、それゆえ、科学者は、社会的に影響を与えるような科学的な発言をする

際には、自身のモデルがどのように自然を単純化したものであるかを明確に述べ、その欠点（限界）もしっかりと非専門家にもわかるように示すべきであり、それが科学者の誠実さであるといえよう。もちろん、前文の前半部分は、非専門家にも、単に結果だけでなくどういう過程でそのような結果が導き出されたのかをわかるように説明しなければならぬということである。本論で取り上げたロンボルクの功績は彼の議論の正しさにあるというよりも、一般にわかりやすい形で、しかし結果だけでなくデータとともに、議論を示した点にある。

彼の議論もまた、「環境問題はそれほど大騒ぎするほどのものではない」という前提の下に進められているという欠点はあるが、すでにそのころには「環境問題は一刻も早く解決するべき問題である」という科学者の意見が大勢を占めていたので、そういう意味では彼の議論によってバランスが取れたとも言える。重要なことは、繰り返しになるが、科学者側からの天下りの一方的な結果のみの提示ではなく、反対者との議論も含め、非専門家にも理解できる形で提示するべきだということである。

## 注

- (1) 過去一〇〇〇年間の平均地上気温の変移のグラフはIPCCのウェブサイトで閲覧することができる  
→ <http://www.ipcc.ch/present/graphics/2001syr/large/05.16.jpg>。
- (2) <http://www.ipcc.ch/present/graphics/2001syr/large/05.18.jpg> 参照。
- (3) 政府の地球温暖化に対する政策は環境省のウェブサイトで見ることができ  
→ <http://www.env.go.jp/earth/index.htm#ondanka>。

- (4) <http://www.envy.go.jp/earth/kiko-model/index.html> 参照。
- (5) たとえば日経サイエンス二〇〇二年七月号(日経サイエンス社発行)を参照。

参考文献

- Cartwright, N. (1983) *How the Laws of Physics Lie*, Oxford, Clarendon Press.
- Giere, N. R. (1999) *Science without Laws*, Chicago and London, The University of Chicago Press.
- Hacking, I. (1983) *Representing and Intervening*, Cambridge, Cambridge UP.
- Morita, K. (2005) Scientific Explanation and Nature of Physical Phenomenon, *Philosophy of Science*: submitting.
- Suppe, F. (1977) *The Structure of Scientific Theories*, Urbana and Chicago, University of Illinois Press, 2nd ed.
- 伊勢田哲治(二〇〇五)『哲学思考「レーニン」』ちくま新書。
- ニーチェ(一九七〇)『善悪の彼岸』, 木場深定訳, 岩波文庫。
- ロンボルグ(二〇〇三)『環境危機をおおってはいけない』, 山形浩生訳, 文藝春秋社。
- 森田邦久(二〇〇四)『科学理論の意味論的概念による物理学的方法論的分析』, 『科学哲学』三七―二号, 東京, 日本科学哲学会。

(大学院後期課程学生・日本学術振興会特別研究員)

## SUMMARY

**What Is the Sincerity of Scientists?**

Kunihisa MORITA

In this essay, the sincerity of scientists is discussed. For this purpose, scientific methodology is analyzed. Both in the theoretical and experimental research, scientists always use models which consist of elements taken out from the real world. This means that scientists simplify the real world and they never investigate the real world itself. From this point it cannot be said that science can exactly capture the truth of our world. Therefore, scientists, I insist, must show the civilians their approximate way and how reliable that way is when they make an important suggestion for society.

キーワード : scientific law, scientific explanation, model, simplification