

文理連接研究会 2023 年度第 6 回 (2023/11/24)

「科学は作られている」ということについての話題提供 (荒金直人)

- I. 科学を考える三つの視点
- II. クーン『科学革命の構造』
- III. ラトウール『科学が作られているとき』

I. 科学を考える三つの視点 (※参考文献、野家啓一『科学哲学への招待』2015 年、筑摩書房)

視点 1. 科学史

視点 2. 科学哲学

視点 3. 科学社会学

科学史の視点から例えば何が語られるのか

【例 1】アリストテレス的自然観の破壊と近代科学の成立

アリストテレス的自然観

- ・ 古代ギリシアの自然哲学者たちの思索は、アリストテレス (前 384-322 年) によって集大成された。
天文学のセントラル・ドグマ

- ①天上と地上の根本的な区別
- ②天体の動力としての天球の存在
- ③天体の自然運動は一様な円運動である

※変則事象として、地球と惑星の距離の変化、惑星の不規則な運動

運動論のセントラル・ドグマ

- ①自然運動の原因としての自然的傾向の存在
- ②強制運動としての接触による作用
- ③物体の速度は動力に比例して媒質の抵抗に反比例するという考え

※変則事象として、「投射運動」や「落体運動の加速度」

科学革命 ①コスモスの崩壊

- ・ 科学革命とは、著作の出版年を目印にするなら、コペルニクスの『天球回転論』(1543 年)からニュートンの『自然哲学の数学的原理(プリンキピア)』(1687 年)までの時期を指すと考えることができる。
- ・ コペルニクスは、古代天文学のドグマである②「天球の存在」と③「一様な円運動」に忠実であろうとして、結果的に天動説から地動説(太陽中心説)への転換を図り、①「天と地の区別」を大胆に再解釈することになった。
- ・ その後、コペルニクスがなおも守ろうとしていた②と③のドグマを最終的に打ち破ったのはケプラーである。彼は、ティコ=ブラーエから託された膨大な観測データを引き継ぎ、『新天文学』(1609 年)の中で、「楕円軌道の法則」(ケプラーの第一法則)と「面積速度一定の法則」(第二法則)を公表した。

科学革命 ②自然の数学化

- ・ 地上の物体の運動に関しては、ガリレオが近代力学の基礎を築いた。彼は、『新科学対話』(1638年)の中で、思考実験によって、物体の重さと落下速度が無関係であることを論証した。また、斜面に球を転がして通過距離と時間を測る実験を行い、落体の法則を確立した。同時に、思考実験によって、「慣性の法則」を確認した。
- ・ 実験に当たってガリレオは、研究対象となる物理量を変数として分離し、それ以外の全ての条件が一定に保持されるように工夫した。つまり、日常経験を追認するのではなく、理想化することで、法則的秩序を探究した。
- ・ 落体の法則や慣性の法則の確立によって、アリストテレス運動論における「自然的傾向」や「自然的場所」は不要になった。運動を記述する枠組みが、物体の自然本性に基づく「質的空間」から、数学的に規定された「量的空間」へ転換された。

科学革命 ③天文学と運動論の統一

- ・ 古代天文学のセントラル・ドグマはケプラーによって、古代運動論のそれはガリレオによって破壊された。
- ・ 残された課題は、天上の運動と地上の運動を同じ法則によって統一することである。これは、ニュートンの『自然哲学の数学的原理』(1687年)において表明された「万有引力の法則」によって完成した。リンゴが木から落下する運動と、月が地球の周りを回転する運動は、どちらも同じ万有引力の法則によって説明できる。

科学革命 ④機械論的自然観

- ・ 近代科学成立の背景には、自然観の根本的な転回があった。
- ・ 古代・中世を支配したアリストテレス的自然観は、宇宙全体を一つの有機体になぞらえる「有機体的自然観」である。アリストテレスにとっての自然(ピュシス)とは、第一に「自分自身のうちに運動の原因を持つもの」である。ここでの「運動」とは、生成消滅、量と質の変化、動植物の生命現象を含む、広範な概念であり、「可能態」から「現実態」への移行、「質料」と「形相」の合成として理解された。
- ・ これに対してデカルトは、『省察』(1641年)などの中で、「物心二元論」に基づく新たな世界観と学問的方法を提起した。自然は一個の巨大な機械であり、物体の運動は因果必然的な数学的法則に従うとされた。精神を持たない動物もまた、時計のような自動機械と見做される。人間のみが身体と精神を共に備えているとされた。

【例2】科学の制度化

- ・ 近代科学は、17世紀の科学革命を通じて方法論が確立され、「知的制度」としての仕組みが整えられた。次に、それが「社会制度」の中に組み込まれるのは、19世紀半ばのことである。
- ・ 19世紀になるとヨーロッパでは、技術者を求める社会的要請を背景として、「職業としての科学」が成立し始め、「科学者」と呼ばれる人々が社会階層として出現した。
- ・ 大学教育においても次第に自然科学が積極的に取り入れられ、大学内に実験施設が置かれるようになる。また、科学者集団による新たな学会組織が形成されるようになり、研究成果公開の原則や査読制度が導入され、研究水準の品質管理が行われるようになる。

科学哲学の視点から例えば何が語られるのか

【例 1】仮説演繹法

- ・ 近代科学は、ギリシア科学の論証精神(演繹的方法)とアラビア科学の実験精神(帰納的方法)とが結び付いたところに成立した。両者の統合が「仮説演繹法」である。
- ・ 「演繹法」は、普遍的命題から個別的命題を論理的に導き出す方法であり、前提が正しければ結論は必ず正しいが、結論は前提に予め含まれていたものの明示化に過ぎないので、これによって新しい知識を獲得することはできない。
- ・ 「帰納法」は、個別的命題から普遍的命題を導き出す方法であり、これによって知識を拡張することはできるが、有限個の事例に当てはまる命題から無限個の事例に当てはまる命題を導出することには飛躍があるので、前提と結論の関係は必然的ではなく蓋然的なものに留まる。
- ・ 演繹法と帰納法の長所を生かして短所を補おうとするのが仮説演繹法である。
 - ①観察に基づいて問題を発見する
 - ②問題を解決するために帰納的に仮説を提起する
 - ③仮説からテスト命題(予測)を演繹する
 - ④テスト命題を実験的に検証する
 - ⑤テストの結果に基づいて仮説を受容、修正または放棄する
- ・ この方法によって帰納法の持つ不確実性はある程度まで補正される。しかし、有限回のテストによって仮説を確立する方法を採る限り、これによって得られる一般法則が蓋然性を免れることはない。その意味で、科学的理論や科学的法則は永遠に「仮説」の身分に留まると言える。

【例 2】反証可能性

- ・ カール・ポパー(1902-1994)は、『科学的発見の論理』(ドイツ語版 1934 年、英訳 1959 年)の中で、帰納法を否定して演繹的な手続きだけで科学の方法論を定式化しようとした。そして、「検証」に代わる「反証」という概念の使用を提起した。
- ・ 「検証」とは、ある仮説から導出される命題の正しさを実験的証拠に基づいて示すことで仮説の正しさを論証する手続きであるが、これは推論としては正しくない。
- ・ 「反証」とは、ある仮説から導出される命題が偽であることを実験的証拠によって示すことで仮説の正しさを否定する手続きであり、これは推論としては正しい。
- ・ 科学の本質は、推測によって大胆な仮説を提起し、その仮説をあらゆる科学的手段に訴えて反駁しようとする、推測と反駁の繰り返しにある、というのがポパーの考えである(『推測と反駁』1963 年)。
- ・ ポパーは、「反証可能性」こそが科学理論の最大の特徴であると考え、この概念に訴えて科学と非科学の境界設定を行おうとした。反証可能性とは、「当の仮説と矛盾する観察命題が論理的に可能であること」を意味する。この反証可能性が高ければ高いほど、その仮説は内容が豊かであり、より科学的であるとされる。
- ・ 真に科学的な理論や仮説は、反証されるリスクを冒して大胆な予測をする。この考えは、我々の知識は常に誤る可能性を持つという「可謬主義」に基づいている。

- ・ ポパーの「反証主義」と「可謬主義」の立場からすれば、科学的仮説は完全に正しい理論として確立されることはなく、常に「暫定的仮説」の身分に留まる。しかし、現在受け入れられている科学的仮説は、数々の反証をかいぐって来たという点で優れた価値を持つ。このような科学観は、進化論的認識論と呼ばれる。

【例 3】パラダイム論

- ・ 科学哲学者ハンソンは、『科学的発見のパターン』(1958年)の中で「観察の理論負荷性」という考えを提起し、観察と理論の二分法、すなわち観察言語と理論言語の区別を批判した。
- ・ 観察は理論に依存しており、理論を検証または反証するための中立的な基盤とはなりえない。
・・・では、理論は何によって否定されるのか。
- ・ トーマス・クーン(1922-1996)は、他の理論によってであると答える。彼は、『科学革命の構造』(1962年)の中でこれを「パラダイム転換」と呼び、この視点から科学史を捉え直した。⇒後ほど詳述

科学社会学の視点から例えば何が語られるのか

【例 1】科学知識の社会学

- ・ クーンのパラダイム論をきっかけに、1980年代から、科学社会学の重要性が改めて認識されるようになった。ただしそれ以前も、科学理論の成立と発展を社会・経済・文化などの外的条件との相互作用の観点から分析しようとする「外的科学史」は存在していた。
- ・ その時代の科学社会学は、科学者の社会的な行動様式を制度的な観点から分析するもので、「**科学者の社会学**」と呼ぶことができる。それに対してクーン以後の科学社会学は、社会的条件が科学者の行動だけでなく科学知識そのものにも影響を及ぼすと考えるので、「**科学知識の社会学**」と呼ばれる。
- ・ 当初「科学知識の社会学」は大きな支持を得たが、次第に相対主義的な立場を鮮明にして行ったため、科学知識の確実性と普遍性を断固守ろうとする科学者の側からの激しい批判を招き、1990年代には、「サイエンス・ウォーズ」と呼ばれる一連の論争が起こった。

【例 2】科学の体制化

- ・ 18世紀後半の「産業革命」は、大学教育とは無関係の技術者や起業家によって担われた。
- ・ 科学と技術が融合し始めるのは1920～30年代、すなわち両世界大戦間である。この頃から、国家が主導する形で軍事技術の開発が推進されるようになった(戦闘機、潜水艦、戦車、毒ガスなど)。
- ・ 特に大きな成果を上げたのは、第二次世界大戦中のアメリカの「マンハッタン計画」だった。ナチスよりも先に原爆を開発するという目的の下、多くの科学者が動員され、潤沢な資金が投入された。これが、戦後各国で盛んに行われるようになるプロジェクト達成型の科学研究や多数の科学者による共同研究の原型である。
- ・ このような形態の科学研究が一般化する過程こそが、科学と技術の融合としての「科学技術」が実現する過程である。19世紀の「科学の制度化」に続くこの動きを、「科学の体制化」と呼ぶことができる。

【例 3】科学技術の倫理

- ・ 20 世紀後半以降の科学技術は、「自然界の真理の探究」から「人工物の製作」へと大きく傾斜した。科学が純粋な理論的研究に留まらず、政治や経済など他の領域と交差することにより、「トランス・サイエンス」的な問題、つまり科学によって提起されるが科学には答えることのできない問題の領域が拡大している。環境問題、公衆衛生、健康問題、原発の安全性などがその例である。
- ・ このような状況の中で、科学的に因果関係が証明されていなくても人間の健康や環境に悪影響を及ぼす恐れのある場合は予防措置が取られるべきであるとする「予防原則」が提唱されている。
- ・ 他方で、人間は現存世代だけでなく将来世代の生存に対しても責任を負わなければならないとする「世代間倫理」の原則も提唱されている。
- ・ また、科学技術においては、専門家が全てを決定するという「専門家支配」の時代はすでに終わっており、環境問題や原発事故において明らかなように、非専門家も当事者と見做される。そのため、専門家と非専門家が同じテーブルで議論し合う「コンセンサス会議」のような試みも始まっている。これは、科学的合理性だけでなく、社会的合理性にも基づいた公正な判断を下し、それを政策に反映させようという方向性である。

前半のまとめ

科学を考える「三つの視点」(科学史、科学哲学、科学社会学)について、具体例を挙げながら簡単に紹介した。ここから何が言えるのか？

⇒ **科学は、歴史的・哲学的・社会的な存在である。**

非歴史的・非哲学的・非社会的な「純粋な」科学というものには存在しない。科学は、歴史的・哲学的・社会的に「作られている」。

II. クーン『科学革命の構造』

Thomas S. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions*, 1962.

クーン(1922-1996)によれば、科学の歴史は、パラダイム(模範となる業績や研究方法)の形成と再形成の繰り返しとして展開する。



- 前科学 →パラダイムの形成
- 通常科学 (パラダイムに基づいた知識の累積)
 - 変則事例の出現
 - 危機、異常科学
 - 科学革命 (パラダイム転換、非累積的な発展)
 - 新パラダイムの形成
 - 通常科学…

- ・ クーンは、「自然に関する一つの完全で客観的で真なる説明が存在し、科学的業績を測る尺度は、それが我々をその究極目的へ近づける度合いに他ならない」という、目的論的な科学像を否定する。
- ・ 曰く、「進歩が明白で確実なものに見えるのは、通常科学の期間内においてだけである。」「パラダイムの変化が科学者や彼らから学ぶ人たちを真理へますます接近させるという考えを、放棄しなければならないだろう。」
- ・ クーンは、「我々が知りたいことへの進化」という観点に代えて、「我々が知っていることからの進化」という観点から、科学的知識の発展を記述することを提案する。
- ・ ダーウィンが提起した進化論が「～への」進化を「～からの」進化に置き換えたのと同様に、クーンも、目的論的な進化観を放棄した上で、科学的認識の進化論を提唱する。科学的発展の全過程は、生物学的進化がそうであると同様に、「定められた目標、永遠に固定された科学的真理、の恩恵を受けずとも、起こりえた」からである。

III. ラトゥール『科学が作られているとき』

Bruno Latour, *Science in action*, 1987.

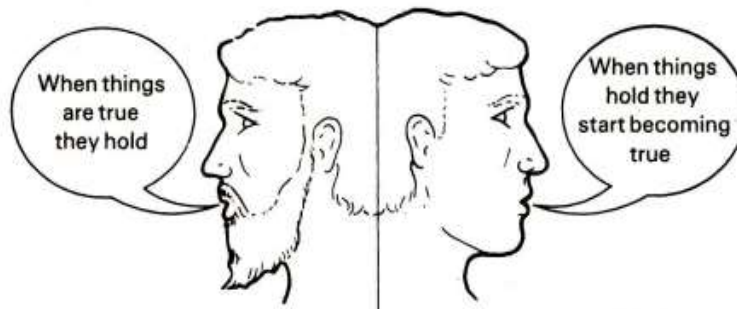
「科学者の社会学」は、科学の内容に立ち入らない。「科学知識の社会学」は、科学の内容を社会の側から規定しようとする。

ラトゥール(1947-2022)の「科学人類学」は、科学の内側と外側の区別を前提とせず、諸関係の中で科学を理解しようとする。



ラトゥールは、科学的認識の被構築性、つまり科学的な知識が作られたものであることを強調する。科学とは、どこかに予め存在する客観的知識なり世界の真の姿なりを言い当てる営みではなく、具体的な作業の連鎖によって客観的な知識を構築する営みである。知識は、その知識の確かさの根拠となる具体的な諸要因の連鎖が作る説得性の分だけ確かなのであり、その具体的な連鎖から離れたところで「確かである」という性質を持っているわけではない。この立場から否定されるのは構築の手続きを無視した絶対的な真理性であり、逆に言えば、科学的認識は自らの真理性を絶対的なものと見做して暴走しない限りは基本的に肯定される。(前回の荒金の中間発表より)

- ・ ラトゥールの主張によれば、科学的な仮説があらゆる反証・反論を退けて事実として人々に認められるのは、「それが事実だから」ではない。その仮説があらゆる反証・反論を退けるから、それは「事実」と見做されるのである。
- ・ このことは、それが「事実」と見做されることが間違いであることを意味しているのではなく、「事実」が事後的な概念であること、「事実」の構成過程にも目を向けるべきであることを意味している。



後ろを向く事後的な視点

前を向く研究者の視点

「ヤヌスの顔」

(ローマ神話で門の守護神、物事の始まりの神)

二つの視点が可能!

「論争の決着は、自然の安定的な表象の原因であり、結果ではないので、我々は決して、なぜ、いかにして論争が終結したのかを説明するために、その結果である自然の状態を用いることはできない。」

- ・ ラトウールの考えに従うならば、正当性と真実性は等価である。「正当化された」ということは「正しい」ということであり、「正しい」ということは「正当化された」ということである。

(仮に正当性と真実性を区別して、真実を正当化より更に先にあるものと見做したとしても、その真実が何であるかを確定するには、我々はそれを正当化する以外のことではできない。我々が全力で正当化できること、それが「我々にとっての」真実である。そして、「我々にとっての」真実でないような真実は存在しない。)

⇒ 事実・真実は正当化の作業によって作られている。

⇒ 科学的に確認された知識には、それが「正当化された」ということ以上の価値はないが、「正当化された」ということと同じだけの価値はある。これは、科学的な知識の否定ではなく、むしろ肯定である。ここで否定されるのは、「正当化されない真実」の可能性のみである。

- ・ ラトウールは「クラッチ」の比喻を用いることもある。車が加速しながらギア(変速機)の段階を上げるように、人間が構築した科学的認識が、人間の介入なしで機能するようになる。つまり人間の介入なしで機能するようになるように人間が構築するのである。(そして、そうすることで人間の方も構築される…。)

後半のまとめ

II. クーンによれば、科学的認識の進化の到達点はあらかじめ決まっていない。

(目的論的な進化観を否定した、科学的認識の進化論)

III. ラトウールによれば、正しい科学的認識が何であるかはあらかじめ決まっていない。

(正当性と真実性は等価である)

⇒ 科学は作られるものであり、作るものである。何が作られるかはあらかじめ決まっていない。

(以上)