

## 概要

科学者と哲学者で用法がズレる・概念が異なるように思われる言葉を洗い出していき、違い・共通点をまとめてみる、「断層研究会」第二回。

今回は「理論」という語、そして関連する語として「法則」の科学哲学での用法を戸田山さんが紹介した。科学者側からは渡邊さんによる「ミランコビッチ理論」の紹介が、熊澤さんによる理論(を含む科学の営み全体)についての概念図の説明があった。

## ○Philosophical conceptions of theories & laws [by 戸田山]

### ●1 theory

#### 1-1 哲学系辞典等での記述

(1)『岩波 哲学・思想事典』(岩波書店1998)の「理論」の項目

- ・科学において、観察可能な現象や、経験法則(経験・観察に基づいてその成立を確かめることができる法則)に対して、説明を与えるような法則の体系
- ・語源は「テオリア」、プラクシスと対比。

[戸:よく見ることと手を動かす実践との対比]

- ・しかし現代では、理論は、基本的には経験・観察と対比される。

[戸:17世紀～、経験主義者の影響]

- ・経験法則よりも普遍性が高い(ケプラーの法則、ガリレオの法則に対する、ニュートン力学の関係)
- ・単純で統一的
- ・理論と観察・経験との対比① 観察不可能な「理論的存在者」(電子、クォーク、等々)が含まれている→科学的事実論
- ・理論と観察・経験との対比② 理論を構成する個々の法則は単独で経験的テストにかけられない→デュエム・クワイン・テーゼ、決定不全性
- ・観察の理論負荷性

※この項目の著者はクワイニアン(Quine)の丹治氏

(2) Stathis Psillos, *Philosophy of Science A-Z*, Edinburgh University Press 2007

- ・theoryの単独の項目はない
- ・terms, observational and theoreticalの項目がある
- ・観察語の例「テーブル」「赤い」など→意味を直接に経験から得ている語、と定義
- ・They (=observational terms) were contrasted to theoretical terms that were supposed to get their meaning via theory.

[戸:定義になっていない。理論語については様々な立場があるからはっきりと書けない]

・ 経験主義者のプロジェクト Many empiricists took theoretical terms to be semantically suspect and got involved in a number of projects aiming to account for their meaning on the basis of the meaning of observational ones.

[戸:理論は観察との対比においてとらえられているのではなく、見たものをどう語るか、なぜそうなっているのか、その背後にある論理性をくみ出す作業のような気がする。

戸:そこが(経験主義の伝統の上にある)哲学者と working scientist とで大きくズレるところ]

・ この区別は、観察の理論負荷性によって疑われることになった

(3) Robert Audi, The Cambridge Dictionary of Philosophy, Cambridge University Press 1995, 99

・ theory の単独の項目はない

・ theoretical term の項目と theory-laden の項目がある

・ a term occurring in a scientific theory that purports to make reference to an unobservable entity (e.g., electron), property (e.g., the monatomicity of a molecule), or relation (greater electrical resistance).

[戸: purports to とあるのが大事。本当に指しているのかどうか議論があるから]

・ このあとすぐに、道具主義と科学的实在論の話

・ 観察可能なものと不可能なものとの区別をどうつけるかについての論争がある  
望遠鏡、顕微鏡、霧箱、ニュートリノ検出器(あるということだけ指摘)

[渡: こういうのを聞くと目に飛び込んでくるもの、

われわれが見ているもののほとんどは電子なのに、と言いたくなる。

経験主義者の言う「観察」はプリミティブに思える

戸:「見る」ということがどういうことか考え出すと理論が必要になってくる。

そうならないために「観察語」という語彙のレベルの話にした]

・ 第二の意味。理論は次の語を含む。①論理・数学の語、②日常言語や他の理論と共通の語(体積、圧力)、③その理論に特有の語(温度、熱、エントロピー)。この③のものを理論語と呼ぶこともある。そのときは、observable であっても良い。温度は観測可能。

・ 理論語の意味は何、という論争がある。操作的定義、陰伏的定義

・ theoretical entity は観察不可能なものを指すために使われるが、それはミスリーディング[著者の意見]。Jean Perrin の実験(ブラウン運動の実証)に使われた樹脂の球(直径10-6m)。

[戸: この球は見えないけど理論的存在ではないだろう、理論的であるために重要なのは見えないことではなく抽象的であることではないか、ということ。

渡: 水の流れは目に見えるが「流体」は理論的に定義される]

※著者はおそらくサモン

## 1-2 特徴

- (1) 法則の集まり。仮説→法則→理論
- (2) 普遍性
- (3) 観察との対比 観察可能なものと不可能なもの(=理論的存在者)
- (4) 経験主義、科学実在論論争との関係で語られることが多い
- (5) 語レベルでの話にされること多い。観察語と理論語

[鈴：モデルの話は出てこないのか

(Semantic conception of theories については、[第21回\(2010/2/26\)](#)

「科学におけるモデルの科学哲学的分析3」の議事録を参照。)

戸：Routledgeには載っていたが、著者がGiereなので(モデル論の支持者)あまり普通の言葉づかいを反映していないと思い紹介しなかった。

現役の科学哲学者がここに紹介したような言葉づかいをするかという

そうではない。(論理実証主義の影響のもとでの話で古い、80s以前)

私自身違った意見を持っている。だが辞書は古いのを読むために使う人もいるので最新のものを書けばいいというものではない。

熊：つくる会では「われわれは今までと違いこう使う」ということも書きたい]

## ●2 natural law

### 2-1 哲学系辞典等での記述

(1)『岩波 哲学・思想事典』(岩波書店 1998)の「法則」の項目

- ・現象の起こり方を表すものを法則という。特に自然現象の場合には自然法則と言われる。
  - ・法則はまず「仮説」として立てられる。仮説は直接検証不可能なので、実験・観察可能な命題を導いて、その実験・観察を通して、仮説が間違いでないことを確認。そうすると仮説は「法則」に格上げ
  - ・一定の領域でさまざまな法則が確認され、諸法則が体系をなしてくると、その法則の体系を「理論」と呼ぶ
  - ・法則は、普遍量化された条件文の形をとる。その量化の range[「すべての」の範囲]はあらかじめ決まっておらず、ときとともに拡大していく。法則(方程式)と range は別にしておくべき。「有効範囲が書き込まれていない周遊券」(Toulmin)
- ※この項目の著者は黒崎宏。後半は彼独自の考えが展開されてしまうのでカット。

(2) "laws of nature" in Stathis Psillos, *Philosophy of Science A-Z*, Edinburgh University Press 2007

- Principles that govern the workings of nature.

[戸：この定義にはシロスの立場が出ている。法則についての实在論。

(1)の岩波の項目では法則は科学者の側にあるものだが、

ここでは法則は自然界の側にあるもの。

法則は世界の側で成り立っていて、それをわれわれが発見していく、という考え]

- 自然法則とは何か、は科学哲学の大問題。法則は、因果と説明に関係しているから。

そこまでは認めるが、法則とは何かということについては意見が異なる。

- ① the regularity view
- ② the epistemic view
- ③ the inference-ticket view
- ④ the web-of-laws view
- ⑤ the necessitation view

[これについてはまた別の機会にやるということでカット]

(3) Robert Audi, The Cambridge Dictionary of Philosophy, Cambridge University Press  
1995, 99

- なし

## 2-2 特徴

(1) 普遍量化された条件文、という規定から出発

(2) でも、偶然的一般化と区別される

[戸：「宇宙には 10kg 以上の金塊はない」と「宇宙には 10kg 以上のウラン 258 の塊はない」。前者はたまたまだが、後者は法則っぽい。その+ $\alpha$ は？]

(3) 必然性、規範性と結びつく。それを lawlikeness と呼ぶ。

lawlikeness の分析が課題になる

(4) 因果、説明と関係する概念

○渡邊さんによる「ミランコビッチ理論」の紹介

- ミランコビッチ理論とは[渡邊さんのメモの「概要」より]

惑星摂動や月・太陽の重力トルクによって、地球の軌道や自転軸の向きが変化することによって日射量の季節変動や緯度分布に変化が生じ、それによって地球の長期（1万年～数十万年）気候変動に大きな影響を与えるとする理論。セルビアの地球物理学者 Multin Milankovic が 1920～30 年代に提唱した。

これを選んだ理由

- ・全地球史解説において重要な役割を果たしているから
- ・天体力学という物理学と、地球の過去の気候変動という歴史構築型科学の融合（あるいは軋轢）の好例であるから
- ・理論と観測、理論とシミュレーションという関係がよく見られるから

渡：日射量が気候変動にどう影響するのかはミランコビッチの時代にはきちんと解ける問題ではなかったが、過去の堆積物のデータからある程度予測可能だった。

その後氷床の水の水素・酸素同位体比などから、気候の情報が読みだせることが分かり、それらと対比するとミランコビッチの予測と合う。

現在では、日射量の変化で大きな気候変動が起こるのは氷床の拡大・縮小による増幅効果によるのではないかとされている。

またミランコビッチサイクルにない 10 万年周期の卓越性の説明も問題になっていて、非線形応答によるのではないかと、盛んにシミュレーションが行われている。

渡：[古気候指標（プロキシ）の図による説明あり]

時間の目盛りはどう入れるのか、という問題があつて、氷床コアにしる海底の堆積物にしる、堆積物が一定で 1000 年で何ミリ積もるか、ということに依存する。

それに照らしてミランコビッチ理論が正しそうだとなると、今度はミランコビッチ理論に合うように目盛りをうちなおす作業をしていくということが起こる[基準が逆転する]。

それは観測と理論の対比で「引き込み効果」と言われていて、それによってさらに「よく合う」ようになる[が循環の気配がある]という面があるので注意する必要がある。

戸：これはどこまでが「理論」なのだろうか

渡：そのへんを分析してもらいたいと思って題材を提供した。

さきほどの定義ではいろいろとうまくいかないと思う。

ミランコビッチ理論の肝は日射量ではない。それは 19c の天体力学で確立している。

そこから地球科学に関係してきて、氷期・間氷期サイクルに影響を与えるというのが核心的な部分。

さきほどの「仮説→法則→理論」というのもあてはまらないのでは。

戸：むしろさまざまな仮説の塊のように思える。

何かが法則に格上げされるのではなくて、それらが互いに強め合っている。

その強めあった仮説の塊を理論と呼んでいる。

そして証拠と仮説がぐるぐるまわり、それらが入れ替わったりする。

渡：この理論は観察と切り離してしまうとまったく成り立たない。

理論の中にも観測や実験的なものが入らざるを得ないと思う。

戸：この例では科学哲学で言う「観察不可能なもの」があまり入っていない、あるいは

重要な役割を果たしていない、というのが面白い。

渡：地球科学ではミランコビッチ理論が特別変わった例というわけでもない。

・後日熊澤さんによる補足

全地球史解読計画構築のコンテクトでのミランコビッチ理論

1-1. 月と地球の角運動量保存と、日長の異なる二つの時計(一日の長さ)と潮の満ち引きの周期(地球自転周期と月公転周期)に一元的な相互依存性があることを指摘

1-2. 惑星の公転運動と自転運動の相互作用(ミランコビッチ理論)の時計と上の二つの時計の間に相互依存性がある。(IKダイアグラム)

1-3. この三つの時計の刻みは、環境変動を通じて堆積物縞模様として地層に残り、広い分野が関係する物事を「観測可能な状態に変換」できる。その研究を律速する物証確保とその分析手段確保から始める、などのプログラムができた。

1-4. 物理系の研究者も支援し、地質学者とも分野を超えて連携のとれる新領域が開ける、と確信できる現実的な研究計画が起動した。(こういうアプローチには、1980年ごろから多数の研究者と広範な探索をしてきて、1990年頃になってやっと論理的説得力のある研究計画の形にできたという経緯があった。)

2-1. 異分野連携の目標(具体的展望)と基本的道具(具体的な道筋と方法論)を供給

2-2. 地球外部環境の天体力学的、天体物理的な課題とのリンク

2-3. 地球上の環境(気候)変動の歴史とメカニズム解読とのリンク

2-4. その他、内部変動や生命の進化研究や第7事件にまで波及。

つくる会の起動にまでも、、、

○熊澤さんによる理論(を含む科学の営み全体)についての概念図の説明

「科学研究の現場(科学をつくる場)と評論の現場(つくった科学を研究する場)

とのリンクにむけたメモ」に基づいて話がなされた。

具体例を挙げて説明することが熊澤さんに宿題として出された。

[ということでそのうちにpower upバージョンができて、議論がされると思われるので今回は詳しい説明はカットさせていただきます]

次の「断層研究会3」(8月を予定)はlawlikenessの分析ということになった。