

概要

科学におけるモデルについて科学哲学の側から話をする第一回です。

戸田山さんが<2006.1.14 UTCP 若手研究者研究会

「科学における metaphor と embodiment」>で発表されたときのネタ、

「モデル=メタファーの構築作業としての科学」で話をされました。

今回は、「科学哲学の最近の動向—公理論的アプローチの没落」の途中までです。

(資料として DATA BANK にある

[file28.ppt] Model=Metaphor の構築作業としての科学、P1~6 を参照下さい。

また『科学哲学の冒険』の方に詳しく書いてあるところもあります。)

<P2>

公理論的アプローチ

- (1) 科学理論=公理系 ととらえる
- (2) 科学のいろんな活動 (検証・反証・仮説演繹法・決定実験・説明・理論間還元・予測) を、公理系における演繹 (もしくは統計的推論) の一種としてとらえる…

モデル論以前。

20 世紀初頭、マッハの影響を受けた元物理学者たちが科学哲学をはじめた。

科学をモデル化するのに、当時勃興していた数理論理学を使った。

論理実証主義、1930 年代。

厳密に科学哲学をできるようになった点ではよかったが、あらがでてきた。

公理系は、公理、推論規則、定理から成る。

科学は文の集まりとしてとらえられる。そこで公理にあたるのは基本法則 (方程式)。

(現実の物体に適用するために補助仮説をつけ加える。)

実際に、相対性理論を公理化したりした。

公理系は固まったものではなく、検証や反証によって書き換えられていく。

<P3>

公理論的アプローチはどこがダメか [適用限界]

- (1) 理論間還元をとらえる仕方が貧弱
翻訳的還元だけ

レベル間での相互の **constraint** を受け入れる余地がなくなる

→ (翻訳)

自然数論 (ペアノ)	公理	公理的集合論 (ツェルメロ・フランク)
+、×、S [次]、0	理論語	Φ [空集合]、 \in [要素]

← (演繹)

左 (特殊) が右 (より広い) に還元される。

これが自然科学の還元にも使えろと考えた。

典型的には熱力学の統計力学への還元、化学の量子力学への還元、など
しかしうまくいかなかった。

熱力学には第二法則が入っている。統計力学は時間可逆。

これを還元と考えると実際の科学で還元とされているものが扱えなくなる。

$T1 \rightarrow T2$

↓ ↓

$T1' \rightarrow T2'$ (変種の間翻訳的還元を考える、などした)

論理実証主義者たちは統一科学の理念をもっていた。

物理学への還元。社会科学→心理学→脳科学→生物学→化学→物理学
そのピラミッドにのらないもの、フロイトの精神分析・マルクス主義、
を疑似科学としてはじきたかった。

そこでは二つの還元主義が区別されていなかった (50年代以降区別されるようになる)

存在論的還元主義と認識論的還元主義

存在論的還元主義…何があるかについての還元主義。

あるのはもの (物理学がとらえる対象) だけ

認識論的還元主義…知り得ることについての還元主義。

物理学が分かれば全部分かる

認識論的還元主義の方が強い主張

生気のような、物理的対象を超えたものは存在しないということ

(存在論的還元主義) はほとんどの人が認めるだろうが、

物理学が分かれば生物のことが分かるということ (認識論的還元主義)

に同意する人は少ない。

認識論的還元主義によれば物理学以外の科学は暫定的にあるに過ぎない

かつて発生学が形態形成場とか言っているのに対して、分子生物学がそれは生氣論だと言って非難していた。

認識論的問題と存在論的問題がごっちゃになっている

<P4>

公理的アプローチはどこがダメか

(2) そもそも基本法則をもたない分野の方が多い

ある機能がどのように実現されているのかを調べる「メカニズム探求型」の分野には基本法則と呼べるようなものがない

そもそもそれらの分野はその分野に固有の基本法則を求めることを目的としていない
[道具として物理を使ったりすることはあるにしても]

少数の基本法則から論理的に出てくる形でその分野の知識を整理することができるのは理論物理のごく一部に限られる

メカニズム探求型：心理学、脳科学、生物学など。浸透圧がどうか進化してできたシステムを扱っている。

偶然の積み重ねで基本法則にのっっているわけではない
地球科学もメカニズム探求型

Q 物理学もはじめから基本法則を探求していたわけではない。

その意味ではメカニズム探求型とも言えるのでは？

A ここでの「メカニズム」はシナリオに似ている。時間に沿って展開する「仕掛け」。ナトリウムポンプ、惑星形成など。

これがこうなってこうなって…、(それを離れて見ると)これが実現している。

[機能を分解してそれがどのように実現されているかを説明する]

<P5>

公理的アプローチはどこがダメか

(3) 科学的説明の重要な2類型がうまく扱えない

公理的アプローチに親和的な nomological deductive [法則的・演繹的] model は、ニュートンの2法則によるケプラーの法則の「説明」にはうまく当てはまる。

しかし、因果的メカニズムの特定による説明や

実現メカニズムの特定による説明、をうまく扱うのは困難

ヘンペルの DN モデル

: 科学的説明 = 初期条件と一般法則から被説明項を演繹すること

フィギュアスケートの選手が回転しているときに腕を上げると加速する

←最初まわっていた+角運動量の保存則

ニュートンの法則→ケプラーの法則、などにも使える

しかし例えば、寝タバコしたから火事になった、隕石が落ちたから恐竜が滅んだ、
という因果的説明はそこに法則がなくても説明と言える

(ある程度の規則性はあるが)

さきほどの「メカニズム」による説明、どのように免疫機能が実現されるか、
などもそう。

[法則、因果、メカニズムの違いはそれほどはっきりしたものではない]

<P6>

公理的アプローチはどこがダメか

(4) 科学で **abstraction** と **idealization** [抽象化と理想化] の果たす役割を
うまく組み込めない

[抽象化: 重要なポイントだけを取り出してそれに注目すること

理想化: ある条件が仮に成り立っていたらどうかを考えること]

理論は文字通り受け取るなら偽である

How the laws of physics lie. (Cartwright)

公理的アプローチだと世界と理論 (公理系) の二項関係で考える。

[理論 = 文 (統語論的対象) と考えるので統語論的アプローチとも言う]

理論は抽象化を含んでいるので、世界にある対象にはそのままでは当てはまらない。

例えば、質点などはこの世には存在しない。

つまり、理論は文字通りとると偽になることに。

公理的アプローチの人たちもそういったことは知っていて、
近似的真理などと言ってさまざまな理論をつくったが、うまくいかなかった。
抽象化や理想化が科学において果たす役割を軽視していたと言える。

セマンティック・コンセプション（意味論的捉え方）だと
世界・理論（モデル）・表象（文など）の三項で考えられる。

[理論＝モデル（意味論的対象）と考えるので意味論的アプローチ]
文などは抽象化されたモデルに当てはまると言える。
抽象化などは世界とモデルという対象同士の関係として考えられる。
（類似とかも。文と世界の二項関係では扱づらい）

公理的のアブ

セマ・コン

理論（公理系）

文などの表象

|

|

世界

理論（モデル） — 世界

抽象化など