

『物理学史研究』の研究 覚書き

序説

研究の意義

仮説実験授業と科学史研究の関連を調べる。

ガリレオはなぜ、何のために、何を考えて落下の法則を研究したのか。

このヒントは『ぼくらはガリレオ』にあり。

板倉はなぜ、何のために、何を考えてガリレオの文献を研究したのか。

板倉と他の科学史家との違い。

矛盾論を駆使して科学史を解明という手法は他の科学史家には見られない。

研究の方針

『物理学史研究』に載っている板倉論文を読み解く。

論文の和文和訳。意識。今日の言葉と数式で記述する。

注釈をつくる。

文献学的研究。

板倉の明らかにしようとしたことの達意眼目。一言で言うと。

科学史研究と授業書のつながり

インピータス理論の持つ意義をはっきりさせる。

『物理学史研究』に書かれた論文の板倉の他の論文との関係。

論文発表の年譜を作る。

1. 『物理学史研究』の概要

『物理学史研究』が発行されたのは、1958年5月1日で板倉さんが27歳最後の日である。この日に Vol. 1 No. 1 に発行され、以後1巻5号まで板倉さんの編集で発行された。それ以後の巻は名古屋大学に引き継がれた。4号と5号の間に板倉さんは国立教育研究所に就職したため、この研究誌の編集を続けるのが難しくなったのである。

1958年5月1日『物理学史研究』 Vol. 1 No. 1

1958年10月1日『物理学史研究』 Vol. 1 No. 2

1959年2月15日『物理学史研究』 Vol. 1 No. 3

1959年5月9日『物理学史研究』 Vol. 1 No. 4

1959年10月5日『物理学史研究』 Vol. 1 No. 5

編集後記を見ると、「発行が予定より大幅に遅れた」と書かれている。ということは、1年に4回発行という予定だったのだろうか。編集後記には、廣重氏の論文を少し書き直して『科学史研究』に投稿したところ、「セコ ハンは困る」と言われたという話が出ている。これは二重投稿は困るという意味だと思われる。板倉さんの考えでは『物理学史研究』と『科学史研究』は相並ぶものではなく、『科学史研究』は科学史の統一機関誌として、『物理学史研究』に載った論文でも、科学史研究一般にとって重要なものは『科学史研究』に出すべきであるというものである。この考えは、その後の板倉さんの研究組織論

において、『仮説実験授業研究（1期）』と『ひと』『のびのび』の関係においても同様の方針が進められた。

2. 『物理学史研究』掲載の板倉論文

1958年5月1日『物理学史研究』Vol. 1 No. 1 発行の翌日板倉28歳

「論文「古典力学と電磁気学の成立過程とその比較」のための序文

「アリストテレス力学のなりたち——原典による古典力学史——

1958年10月1日『物理学史研究』Vol. 1 No. 2 板倉28歳

「インピータス理論のなりたち」

「静力学・静水力学と重さ・軽さおよび力の概念のなりたち」上川友好と共訳編

1959年2月15日『物理学史研究』Vol. 1 No. 3 板倉28歳

[原典翻訳] 「ガリレイ力学のなりたち——静力学から動力学へ〈その1〉

1959年5月9日『物理学史研究』Vol. 1 No. 4 板倉29歳

「ガリレオはいかにしてその力学を建設したか

——誰から何を学び何が独創的だったか——」

1959年10月5日『物理学史研究』Vol. 1 No. 5 板倉29歳

「落下法則への道——ガリレイ力学のなりたち〈その2〉——

大きな流れはアリストテレス力学、インピータス理論、ガリレオの力学である。第4号の論文で板倉さんは「ガリレオが古代、中世の力学理論を学んでいることは重要なことなのに重視されていない。」と主張している。

3. 一連の板倉論文の主旨——インピータスは不可欠の概念か

これらの論文の一番の要点は351ページに板倉さんが書いている。

板倉さんは、「ガリレイの力学全体の発展過程とその内容との全面的な比較検討を行った研究はない」ということに気づき、これは「研究するに値するテーマである」と考えたことで研究を始めたのである。その結論は大きく言えば、アルキメデスの静力学をアリストテレスの動力学に結びつけたということになる。その具体的な部分を見ていくと、アルキメデスの方法をインピータスとモメントという概念によって解釈し直し、その概念によって動力学を建設しようとしたということである。

では、このインピータスとモメントという概念は必要不可欠な概念なのだろうか。無駄な回り道なのではないだろうか。この概念を科学教育で活用することができるのだろうか。また、活用することに何かメリットはあるのだろうか。

その答は、一連の論文を精読する中で明らかにしていきたい。

4. 板倉論文の歴史的位置づけ

ここで、『物理学史研究』に掲載された板倉論文の歴史的位置づけについて考察してみよう。

(1) 卒業論文・修士論文・博士論文における矛盾論の研究

(1) 卒業論文

「コペルニクスから何を学ぶか」『科学史研究』第 27 号 1953 年 11 月 23 歳

①1951 年 (20 歳) 東大教養部 2 年生の後半に、モスクワ大学科学史・科学哲学講義要綱を入手し、列挙されているテーマを参考に自然弁証法研究会名目で科学史のテーマを設定した討論会を開始した。その時のテーマの一つが〈コペルニクスは科学的と言えるか〉だったことで研究が始まった。

②議論する中で明らかになったことをもとに『天動説と地動説の歴史的発展の論理構造の分析』という論文を書き上げて、自然弁証法研究会の機関誌の別冊として公表。

この論文は季節社の『科学と方法』に所収されている。

③「コペルニクスから何を学ぶか」『科学史研究』第 27 号 1953 年 11 月 23 歳

この論文は季節社の『科学の形成と論理』に掲載されている。なお、この論文の前に科学史学会で講演した原稿も残されている。③も講演原稿も科学史学会としては異例の激しい、戦闘的な内容である。そして、矛盾論を正面に押し出して、「科学史上の課題は矛盾を正しく分析することによって解決される」と主張している。

(2) 修士論文

1955 年 2 月 (24 歳) 修士論文「物理学と矛盾論」提出

(ただし、提出するときは、「物理学における本質論的理論の発展法則——古典力学・電磁気学・量子力学の歴史的分析」という表題にした。108 ページガリ版刷り)

1955 年 3 月『科学と方法』別冊第 6 号「物理学と矛盾論」掲載。

修士論文として提出したものと同一のものである。『科学の形成と論理』に収録されているのは、この論文のうちの第一部の 37 ページ分のみで、第二部の「電磁気学の形成過程」は収録されていない。この論文の再刊が必要であろう。

(3) 博士論文

1957 年 12 月 (27 歳)

『科学史研究』に「古典力学の成立過程 (1) (2) (3)」を連載開始

1957 年 12 月 (27 歳)

学位論文「古典力学と電磁気学の成立過程とその比較研究」を提出

1958 年 12 月 (28 歳)

理学博士の学位を受け取る。

1959 年 9 月 (29 歳)

『科学史研究』に「古典力学と電磁気学の成立過程と比較研究」掲載

コペルニクス研究において、矛盾論を前面に押し出して論じた板倉聖宣は、修士論文においても矛盾の解明が理論成立の鍵であったと主張し、その主張は博士論文に引き継がれている。科学史学会の中でこのように科学史を捉えようとした論文は他には見かけない。板倉独自の見解と言うべきである。そしてまた、この見解の後継者も科学史学会の中には見当たらないようだ。このような見解は独創的すぎて、後継者が見つからないと考えたらいいのだろうか。それとも、矛盾論を論ずることなしに、科学史は記述できる。矛盾論の立場で研究することは、よけいな回り道であるということなのだろうか。このことへの解答も、板倉論文の精読を通じて明らかになっていくことを期待したい。

矛盾論にもとづく研究の成果は科学史の研究の発展のためよりは、仮説実験授業という授業の発展のために、大いに貢献したと考えられる。板倉さんの科学史研究は「基本的矛

盾の解明が科学的認識の成立にもっとも重要なポイントであった」ということを明らかにした。そして、その科学的認識の成立条件の研究の成果を教育へ適用したが仮説実験授業であると言えるのではないか。

「矛盾を解明する」とはどういうことか。たとえば、PSSSCの物理学では、力学台車に一定の力を加え、テープに打点して、「力と加速度が比例する」「質量と加速度が反比例する」ということを実験を通じて導いている。ここでは矛盾論はどこにも出てこない。「矛盾論など振り回さなくても生徒たちは力と運動の関係を理解するのではないか」とも考えられる。しかし、授業をした教師なら、生徒がこの実験から法則を導くのは至難の業であることを知っている。力と加速度が比例関係にあるということを確認し、生徒も納得したはずなのに、別の問題を考えるときは速さは力に比例すると考えて別におかしいとも感じない生徒が大多数なのである。これほど明快な実験を見てなぜ生徒はわからないのだろうか。

もし、このような実験で力学が教えられるのであれば、仮説実験授業をする必要はないし、板倉聖宣さんの科学史研究も無用の研究ということになる。

実際には、生徒は力と運動を分離して考えていない。運動している物体を見れば、力があると考える。力という言葉を使っている、それは仕事の意味で使っていたり、仕事率の意味で使っていたり、運動量の意味だったり、運動エネルギーの意味だったりする。

そこで、教師は力の意味を限定して使うように指導する。厳密に教えようとする教師は「作用反作用の法則に従うものを力と言う」と教えたりする。その説明に納得したはずの生徒に真上に投げ上げたボールに働く力の矢印を書かせると、ヒッパルコスが残留力の理論や、ビュリダンの勢いの理論に基づく矢印を書く。ボールを投げるとボールには飛んでいく力が働いていると主張する。落ちていく石には落ちていく力が働いていると答える。いくら「作用反作用の法則に従うものを力と言う」と教えても、生徒は力の意味をもっとはるかに広い意味で使っているのである。

生徒のこのような「力」という言葉の使い方に疑問を感じない人もいる。その方が大多数だと言ってよいだろう。いや、それどころか、高校の物理の教師でも、「落ちていく力」などと言って説明をしている人もいるのである。多くの人にとって力と運動は別物ではないのである。

力と運動の法則は式に書くときわめて単純で簡単な法則に思える。ところが、生徒からすると限りなく難しいと感ずるのである。何が難しいのだろうか。

板倉さんの主張によれば、これまでの多くの力学の教え方は力と運動の矛盾を正しく解明していないまま教えているから理解できないのだということになる。生徒にとって力学を勉強するということは、テストに出る問題をどう解くかということではしかない。物理がわからない、物理が大嫌いという生徒が多数出るのは必然と言わなければならない。

力と運動の教え方については多くの試みがなされてきた。しかし、その努力にもかかわらず、その試みは成功したとは言えない。仮説実験授業のみが圧倒的な成果を上げたのは、力と運動の矛盾を解明するように授業書が作られたからである。これが、仮説実験授業と他の工夫された授業との違いである。

(2) 科学組織論の研究

1956年4月頃

2年後輩の江沢洋東京都物理科学学生懇談会を組織。毎日勉強会。

そこでの講演のために科学の社会史の研究を始める。

1956年6月(26歳 大学院ドクター2年)

『科学読売』に「日本の科学と社会の歩み」を連載

1957年3月(26歳 大学院ドクター2年)

『科学史研究』に「理化学研究所における科学研究体制(1)(2)」

1957年5月(27歳)

日本科学史学会の幹事に選ばれる。

1957年5月(27歳 大学院ドクター3年)

武谷三男編『自然科学概論』第3巻に「科学者の自主的な組織」を執筆

1957年9月(27歳 大学院ドクター3年) 『科学史研究』「わが国の物理学の自立過程」

この時期には科学研究の組織についての研究を公表していた。「科学的認識は社会的認識である」というテーゼの提出はこの時期の研究にそのルーツがあると思われる。

(3) 教育との関わり

1956年6月 『科学と方法』に岩城正夫「中学生の浮力問答」掲載

大日本図書のパR雑誌「科学教育ニュース」の編集を通じて小島繁雄と知り合う。

1959年2月(28歳) 『科学教育ニュース』に「こんな実験はぜひやりたい」掲載

1959年6月(29歳) 国立教育研究所の研究員になる。

1959年12月(29歳) 『科学史研究』に

「理科教育におけるアリストテレス・スコラの力学観と原子論的ガリレイ的力学観」掲載

1960年2月?(29歳) 座談会「これからの理科教育の方向」に出席、発言。

1960年3月(29歳) 国立教育研究所紀要23集「学力調査(理科)の補正と分析の方法について——中学理科の真の学力と見かけの学力」

1961年3月(30歳) 国立教育研究所紀要「理科学生の入試成績と在学成績」掲載

1961年7月(31歳) 『科学』に「大学の入学試験と浪人」掲載

1961年12月(31歳) 『科学朝日』

「物理教育を改革する教科書——アメリカのPSSC運動」掲載

1962年3月(31歳) 『科学読売』

「学力検査はゴマカシではいけない——正答率何%という見かけのうそ」掲載

1962年9月(32歳) 『科学読売』座談会「物理教育の革命を語る」江沢洋と企画・実行

1962年10月(32歳) 『科学読売』に「原子論から見た力学入門」連載

1963年2月(32歳) 都立教育研究所で〈物理学史と物理教育〉について講演

上廻昭氏はこの講演を聞き、研究協力者の申し入れをした。

1963年3月(32歳) 国立教育研究所紀要「理科学生の入試成績と教養成績②」掲載

1963年4月(32歳) 『科学読売』に「原子論から見た力学」連載開始

1963年7月25日(33歳) 仮説実験授業の火曜研究会開始

1963年8月(33歳) 科学教育研究協議会で仮説実験授業を提唱

5. 著書・出版

1959年9月(29歳)『玉川百科辞典物理(2)』「物理学の歴史」誠文堂新光社

1960年1月(29歳)『科学大観④』科学史特集号執筆 世界文化社

1960年9月(30歳)『現代物理学の基礎』玉木英彦と共著で出版 東大出版

1961年3月(30歳)『科学革命』に「落下法則の成立史」寄稿

1961年7月(31歳)『科学の歴史』小学館 菅井準一と共著 板倉8割執筆

1963年6月(33歳)『少年少女科学名著全集』企画会議開始

こうしてみると、板倉さんの基本的矛盾を解明する研究(博士論文につながる研究)と、科学の組織論の研究が合流して仮説実験授業が生み出されたように思われる。その中で『物理学史研究』はどのような位置を占めているのだろうか。

板倉さんの博士論文は、内容を圧縮しすぎていて、わかりにくくなっている。これをもっと詳しくわかりやすく書きたい」と板倉さん自身が書いているように、これだけの壮大な大風呂敷の議論をするには紙数が不足である。『物理学史研究』はその博士論文をさらに具体的に論ずるために創刊された学術誌なのではないだろうか。そこで板倉さんはまず、「論文「古典力学と電磁気学の成立過程とその比較」のための序文を掲載することで、この壮大な論文の意義を主張したかったのである。そして、その各論として書かれたのが、『物理学史研究』に載せられた各論文と翻訳だったのである。

5. 『物理学史研究』の研究から何がわかるか

そこで、『物理学史研究』を読むことで次のようなことが発見できるのではないかといい予想が立てられる。

- ①板倉さんの矛盾論の具体的な形を『物理学史研究』の論文から読み取ることができる。
- ②仮説実験授業の考え方のもとになっている考え方を読み取ることができる。
- ③授業書で取り上げられている問題の原型を見いだすことができる。

『物理学史研究』の板倉さんの論文は、大きく言って

アリストテレスの力学 インピータス理論 ガリレオの力学
が書かれている。まずはガリレオの力学から取りかかることにしたい。

6. 今回の研究の焦点

1959年5月発行の『物理学史研究』Vol.1 No.4に掲載された「ガリレオはいかにしてその力学を建設したか」を取り上げる。この論文は、板倉聖宣29歳のときの論文である。この論文の要旨は、

- ①静力学、動力学の豊富なアイデア、経験の3つが揃わなければ、ガリレオの力学は建設されなかった。
- ②ガリレオの偉大さはそれ以前や当時の他の力学研究と対比してみることで、理解しうる偉大さとして認められるだろう。
- ③ガリレオの力学の建設は革命的なことであり、その具体的な成り行きを分析してその意義を確定することが必要である。

これらが「結論」として書かれていることをさらに要約したものである。しかし、この文は、この研究の意義を的確に表現しているようには思えない。これをどう表現すべきかは、この論文を精読した後、改めて考えることにしたい。