

# 科学史研究と仮説実験授業

——板倉先生の科学史研究を再評価する試み——

上田仮説サークル 渡辺規夫

## 仮説実験授業は科学史研究から生まれた

板倉先生は、科学史家としてスタートしました。仮説実験授業はその成果を教育に適用したものです。ですから、仮説実験授業の成立を科学史研究の成果に遡って理解することが仮説実験授業を理解するための有力な方法であると思います。

板倉先生は『科学と方法』（季節社）の後書きで、「私の科学教育研究は従来の認識論と科学史と科学論の試金石になっているのでやめられる筈もありません。」「仮説実験授業の研究はもともと、私の認識論と科学史研究の教育への適用という形ではじめられたものですが、私はこの研究から多くのものを学びました。」

（293 ページ）と書いているように、仮説実験授業の研究は科学史、認識論の研究の成果の具体化だったのです。

これまでも板倉先生は授業書の解説で科学史研究の成果にもとづいた解説をしてきています。そうした解説文を読むだけでなく、そのもとになった科学史研究の成果や科学史上交わされた論争、論文などを検討することが、仮説実験授業のさらなる発展のために非常に重要であると考えます。

## 東大自然弁証法研究会の機関誌『科学と方法』

板倉先生の科学史研究は、東大自然弁証法研究会での討論を通じて進められ、その成果は機関誌『科学と方法』に発表されました。その論文の一部は季節社の『科学と方法』や『科学の形成と論理』に収められています。しかし、季節社という出版社は廃業したため、今後これらの論文を入手することが難しくなりそうです。東大自然弁証法研究会の機関誌『科学と方法』は今日入手が極めて困難です。荒井公毅さんが『科学と方法』の復刻版を出版しましたが、現在入手が難しい状態です。

板倉先生のこの時期の論文は板倉先生の科学史研究の基本的な構想を示しています。

### 『物理学史研究』復刻版

板倉先生は 1958 年に科学史学会物理学史分科会の機関誌として『物理学史研究』を創刊し、1958 年～ 1959 年に多くの論文を発表しました。『物理学史研究』はガリ版刷りの機関誌で、当時の研究の熱気が伝わってきます。板倉先生はこれらの一連の論文で、『科学と方法』の基本構想をさらに具体化したのです。

しかし、その後まもなく (1963 年) 板倉先生は仮説実験授業を提唱し、仮説実験授業の研究に全力を注ぐことになりました。結果的に板倉先生の物理学史の研究は途中で止まってしまいました。板倉先生はこの物理学史の研究についてやり残したことがあるという思いでいたそうです。この研究の成果は科学史学会で発表するような形にならず、仮説実験授業の中で生かされることに

なりました。板倉先生はこれらの論文を活字で出版したいという気持ちを強く持っていたそうです。これらの論文は残念ながら仮説実験授業研究会の中ではほとんど注目されていません。

『物理学史研究』の復刻版は残部があり、荒井公毅さんから入手可能です。

### 「科学史研究と仮説実験授業」研究会の立ち上げ

私たちは、板倉先生の科学史の論文と仮説実験授業との結びつきを明らかにしたいと考え、「科学史研究と仮説実験授業」という研究会を立ち上げました。『物理学史研究』に掲載された板倉先生の若い頃の論文を精読することを通じて、仮説実験授業をより深く理解することができたように思います。

### 全国大会で科学史分科会設立の提唱

仮説実験授業は単なる授業の方法ではありません。仮説実験授業は一つの思想です。その思想の源流の一つは板倉先生の科学史研究です。科学史の研究を通じて、仮説実験授業の思想をより深く理解したいということがこの研究の動機です。この研究を通じて、仮説実験授業のさらなる発展に結びつけることができると思っています。

私は今回、特に板倉先生の29歳の時の論文「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」を精読し検討することを通じて、仮説実験授業の思想に触れることができたと思います。仮説実験授業研究会夏の大会で科

学史分科会設立を提案したいと思います。

これまでの研究で明らかにされたことの一端を紹介します。

### アルキメデスの原理をどう教えるか

板倉先生は、アルキメデス自身にの書いたアルキメデスの原理（浮力の原理）と、中世に改作されたアルキメデスの原理には根本的な違いがあることを明らかにした。

水の中に入れた物体は軽くなったように見える。これをどう説明したらいいだろうか。

アルキメデスは「水中の物体には浮力という上向きの力が作用していて、そのため軽くなっているように見える」と説明した。「軽くなっているわけではない」というのである。

ところが、中世に改作されたアルキメデスの原理では、重さと軽さによってももの浮き沈みを説明している。この説明には浮力という力が出て来ない。一言で言えばアリストテレス的に改作されたアルキメデスの原理になっているのである。

この科学史研究の成果をもとに当時の中学校の教科書で書かれているアルキメデスの原理の説明を調べてみると、その説明は、中世に改作されたアルキメデスの原理であった。水の中では軽くなると説明した後で浮力を導入するという論理にかなっていない説明をしているのである。中学生がアルキメデスの原理をわからないというのも当然である。

板倉さんの構想は、浮力という力を導入して、アルキメデス自

身の説明に戻って教えればよくわかるというものであった。

授業書《浮力と密度》が見事に成功したのは、以上のような科学史研究の成果を生かしているためである。この授業書で「アルキメデスの原理」と言わずに「浮力の原理」と言っているのは浮力という力を把握することが最重要ポイントであるという気持ちの表れであるということも考えられよう。それまで教えられてきた「アルキメデスの原理」は重さと軽さにより説明されていて、浮力という概念は必要なかったのである。

### 力学をどう教えるか

以前の力学教育は、力学を数学的ということと、実証的ということで特徴づける科学論をもとに組み立てられていた。

板倉先生の科学史研究により、ガリレオの出発点はアルキメデスの原理であり、原子論的自然観であることが明らかにされた。原子論的自然観をもとに静力学を教えるとどうなるか。《ばねと力》になるのである。(この点を詳述するのは別の機会にしたい)

動力学はどうだろうか。動力学は実験しようとしても動きが速すぎて見てもわからないという問題点があった。そこで、実験することをあきらめて、もっぱら数学的に展開する授業が主流となった。生徒は物理とは数学の一種だと思っていたのである。

板倉先生は、ガリレオの動力学はアルキメデスの静力学を動力学に適用したものであることを明らかにした。しかし、静力学をそのまま動力学に適用することはできない。そこで、適用する時に方法に変化が生じた。それが、ガリレオのインペトス（勢い）

の理論である。ガリレオは力がインペトス（勢い）を作り出し、そのインペトス（勢い）によって物体が運動すると考えた。この考えによって力を加え続けるとどんどん速くなることが説明できるのである。また、この考えをすることにより、慣性の法則を導くことができた。《力と運動》の授業書で一定の力によって台車がどんどん速くなるという説明は、このガリレオの説明を踏まえたものである。

授業書には科学史研究の成果が生かされているのである。

### 運動学をどう教えるか

ガリレオ・ガリレイ著『新科学対話』には、 $v-t$  グラフから距離を求める問題が出てくる。授業書《速さと距離と時間》で  $v-t$  グラフから距離を求める問題が出てくるが、これは、この問題を取り入れたものである。

また、「速さ＝距離÷時間」という式も、当時の科学者たちにとって自明ではなかった。こうした科学史研究の成果をもとにして授業書が作られてきたのである。

いくつか例を挙げましたが、個々に検討していくと、授業書と科学史研究は非常に深く結びついていることがわかります。今後この研究を進め、仮説実験授業成立史を明らかにしていきたいと思います。

今回は、板倉先生のガリレオ・ガリレイについての研究について報告したいと思います。