

「実験」の意味と理科教育における役割について

北林 雅洋

KITABAYASHI Masahiro

香川大学教育学部

キーワード：仮説の検証、機能、発見、感覚、アルキメデス、戸坂潤

1. はじめに

本報告は、自然科学における実験について、その機能という点からではなく、それが何であるのかという点から検討を加え、それをふまえて理科教育における実験の役割について、従来あまり意識されてこなかった側面を位置づけようとする試みである。また、川原寄人「実験は条件コントロールと同義語か？」（『日本理科教育学会四国支部会報』第22号、2003年11月、pp.17-18）に触発されたものでもある。

川原は辞（事）典における実験の説明について分析・整理したうえで、大きく分類すると「仮説の検証を説明の中心とするもの」がある一方、「条件コントロールを説明の中心とするもの」もあり、後者が理科教育関係者の著したものに多く見られることを指摘し、後者には何のための条件コントロールかの説明がない点に疑問を投げかけた。そして川原は、教師にとって望ましい実験の理解として「仮説を検証するために条件コントロールして事象の事実や関係を把握しやすくすること」というとらえ方を提起していた。

たしかに「仮説の検証」は実験の重要な機能ではあるが、それ以外の機能も実験にはある。例えば次のように説明する辞典もある。

実際に試み、考え方の正否を調べること。特に自然科学で、特定の現象や関係を研究するため、人工的な一定の条件を設定し現象を起こさせて、観察し測定するこ

と。仮説や理論を検証し、新しい現象を探し出すために行われる。（大辞林 第二版、松村明編、三省堂、1999年）

新しい現象を探し出す、すなわち「発見」も実験の重要な機能といえる。実験がなぜ、「仮説の検証」や「発見」等の機能を果たしうるのか、そのような機能を果たしうる実験とは何であるのか、その点が説明されなければ、意味を持つ「条件コントロール」というものも明らかにはならない。

そこで以下では、「アルキメデスと王冠」の実験を例として、実験が何であるのかを検討し、そのことに示唆を与えるものとして戸坂潤の実験のとらえ方の変化を確認する。その上で、理科における実験の役割について「発見」も位置づけた整理を試みる。

2. アルキメデスと王冠

アルキメデスと王冠の話は、これまで教科書にもたびたび取り上げられていて有名である。例えば、学校図書より1997年発行の中学理科1分野（上）には「読み物」として掲載され（p.20）、あふれ出る水の量を調べて実験したと説明されている。理科教材の販売カタログに「アルキメデスの実験器」なるものが掲載されたこともあった。通史的な科学史の文献においても、そのような方法で調べたと記述するものが多い。しかし一部には、別の方法で調べたと記述するものもある。

あふれる水の量で調べたという話の起源に

については、田中実『教師のための自然科学概論』（新生出版、1981年）に、古代ローマのウィトルウィウスがA.D.25年頃に著した『建築書』の記述が紹介されている（pp.76-77）。

他方、大沼正則『科学の歴史』（青木書店、1978年）では、天秤はかりでつり合った状態にあるものをそのまま水の中に入れることによって調べた、と紹介されている（p.35）。

あふれる水の量で調べる方法は、原理としては間違いではないが、当時において多くの人が仮説の検証として明確にとらえられるものとは言いがたい。天秤の方は、結果が一目瞭然であり、当時においても実験として機能しうるものだったといえる。

通常感覚ではとらえがたい現象を、さまざまな装置や条件コントロールを通して、感覚的にとらえられる現象に変換して再現するからこそ、それは仮説の検証として機能しうるのである。また、通常感覚でとらえられるようになるからこそ、新しい現象の「発見」も可能になるのである。

3. 戸坂潤の実験のとらえ方の変化

日本で最初に「科学論」と題する本を著した戸坂潤は、以下のように、1930年代には実験を主に「実践」として把握していたが、1941年には「物の生産」としてとらえるようになった。

(1) 「技術と実験」（1933年11月）

実験を「認識態度乃至生活態度」として「広範な意味」においてとらえ、「政治活動や生産活動・人間の社会的な生活経験等々」が「実験の性格を担っている」ことを示す。「実験は、社会的実践の一つの代表的な場合」であり、「実践の世界に於て」「一定の必然的な位置を占めているもの」だと論じる。

(2) 『科学論』（1935年）

「経験を検証し蓄積し予見していくことこそ、実験の一般的な性質だった」、「実験とは、実践の最も要素的な形態に他ならず、

やがて社会に於ける産業・政治活動にまで発展する要素だった」。

(3) 「実験をめぐる問題」（1936年5月）

実験の「認識論上の機能」に着目して、それが「認識の過程に於ける実践の役割（単なる実践ではなくて認識のプロセスの内に横たわる実践の役割）に他ならない」ことを強調し、社会科学も「実験的特色を有つ」と、従来の主張をくり返していた。

(4) 「技術と科学との概念」（1941年6月）

キュリー夫妻によるラジウムの発見が純度の高いラジウムの製造・生産であったことを例にしながら、「派生的な実験はとに角として、実験とは原則として」「物の生産ではないだろうか」、「認識がなり立つ時は、すでに物の一定の生産が行なわれている時」であり、「科学的認識はつまり科学的な『物の生産』の一結果に他ならぬ」と論じる。

4. 理科教育における実験の役割

近代以降、自然科学の基本的な方法として位置づいてきた実験は、一般的な「物の生産」から相対的に分離した特殊な「物の生産」であり、通常感覚でとらえられる形で現象を再現するものといえる。そうするために必要なものとしてさまざまな装置がある。通常感覚でとらえられるからこそ検証として機能する。新発見や新たな疑問を見出すことも可能になる。

そのような実験は理科教育において、仮説の検証のためだけではなく、疑問を共有するためにも機能し得る。またモノづくりについても、一種の実験として位置づけ、仮説の検証や新たな疑問の発見に結びつけることも可能になる。