

# 学校数学におけるテクノロジーを活用した実験に関する一考察 - 生徒が実験をおこなう教材開発を通じて -

北島 茂樹

## 1. 本研究の意図・目的

教育課程審議会(1998)の答申によれば、子どもの現状として「知識の詰め込みによる受け身の学習になっている」という点が指摘されている。そこで、教育課程の基準の改善のねらいのひとつとして「自ら学び、自ら考える力を育成すること」が述べられた。この答申を受けた、中学校学習指導要領では数学的活動の重視がなされている。そうした数学的活動のひとつに実験がある。数学の学習は、数学的活動を通しての、数学や数学的構造の認識に至るプロセスだと捉えることができ、観察・操作・実験などを通じて、数学的認識を漸次高めていく行為は、生徒が自身の知識を再構成する行為に他ならないのだといえる。また、高等学校学習指導要領でも、理数科における理数数学探求の課題研究で、「数学的実験」という学習方法を示している。こうした数学的実験を体験することで、生徒は、知識や技能の習得だけでなく、見通しをもち筋道を立てて考えたり、知識の獲得の仕方や学び方を習得するのである。このように、知識の再構成や主体的な知識の獲得に深く関わる活動として、「実験」を数学の指導に生かしていく意義は大きいと考えられる。一方で、学校数学においても動的図形ソフトウェアやグラフ電卓、表計算ソフト、数式処理システムなどのテクノロジーは、数学的現象を生徒の目の前に出して実際に観察したり、直接働きかけたり、仮説を試す実験をおこなうことを可能にしている。その意味で、テクノロジーを用いた実験は、思考実験であると同時に現物実験でもあるというシミュレーション的性格をもつものだといえる。つまり、数学的現象を現物のシミュレーションで補うことがテクノロジーの現物実験的側面であり、さらに、それをみていく中に、思考実験的側面があると考えられるからである。そこで本研究では、テクノロジーを、生徒が数学を分かる・探る・解

決するためのプロセスに直接的に貢献する道具として扱い、その中で生徒が実験をするプロセスに焦点をあてていきたいと思う。

## 2. 論文の構成

### 序章

第1章 学校数学における実験の必要性とその役割

第2章 学校数学における実験の概念

第3章 学校数学における実験のプロセス

第4章 実験におけるテクノロジー活用と教材開発

### 終章

## 3. 論文の概要

### 【第1章】

第1章では、学校数学における実験の必要性とその役割について考察した。1.1節では、数学における実験について考察した。1.2節では、人間の思考における実験の役割について考察した。1.3節では、学校数学における実験についての基礎的検討を行った。

### 【第2章】

第2章では、学校数学における実験の概念についての検討を行った。2.1節では、実験の概念についての基礎的検討を行った。その中で、科学における実験・数学における実験・探究における実験について比較検討を行った。2.2節では、学校数学における実験の概念について検討した。その中で、まず、数学における実験に関わる補足をを行い、学校数学における実験は数学的証明と相互補完的であることがわかった。そして、2.1節における検討と2.2節における補足を踏まえ、学校数学における実験の概念についての定義づけを行った。その結果、学校数学における実験とは、次の条件を満たす学習活動であることがわかった。

- ・目的をもった観察であること。
- ・観察に際し、対象に対する何らかのコントロールが行われること。
- ・少なくとも、観察から推測が得られるように行われること。
- ・推測の検証だけが目的ではなく、新たな発見をする可能性をもつこと。
- ・証明と結びつくことで、数学における知識形成がなされるものであること。

これは同時に、教材開発の条件でもある。

### 【第3章】

第3章では、学校数学における実験のプロセスについての検討を行った。3.1節では、実験のプロセスについての検討を行った。その中で、科学における実験のプロセス・数学における実験のプロセス・探究における実験のプロセスについて比較検討を行った。3.2節では、学校数学における実験のプロセスについて検討した。その中で、まず、数学における思考実験のプロセスと学校数学における探究のプロセスについての検討を行った。そして、学校数学における実験のプロセスについての検討を行い、プロセスモデルを作成した。

学校数学における実験のプロセスとは、次の内外二様の構造を備えたものである。

- ・観察から始まり観念作用との相関でなされる内部的機能的構造としての操作のプロセス
- ・問題的場面から始まり数学的証明へとつながる、各諸相からなる外部的過程的構造としての場面変換のプロセス

### 【第4章】

第4章では、学校数学での実験におけるテクノロジー活用についての検討と教材開発を通じた指導法の具体的提案を行った。4.1節では、学校数学における実験とテクノロジー活用に関する基礎的検討を行った。その中で、人間の知識の獲得におけるテクノロジー活用の有効性や、数学における知識の獲得とテクノロジー活用の関わり、学校数学における実験へのテクノロジー活用の役割と有効性についての検討を行った。4.2節においては、テクノロジーを活用した実験の教材についての検討を行った。まず、実験

実測における教材についての検討を行い、次に、テクノロジー活用した実験とは何かについての定義づけと、テクノロジーを活用した実験教材の開発の条件についての検討を行い、さらに、テクノロジーを活用した実験を行う際の、留意点についての検討を行った。4.3節においては、第1章から第3章までの結論と、前節と前項の結果をふまえながら、テクノロジーを活用した、学校数学における実験の教材として数式処理システムを活用した教材と、動的図形ソフトウェアを活用した教材を提案した。また、その中で実験の例証を行った。

### 4. 今後の課題

本研究では研究授業を行っていないため、開発した教材が実際の授業において、いかに機能するかについての検討がなされなかった。また、本研究で定義した実験のプロセスにおける、操作と場面変換のどの部分にどのようにテクノロジーが有効に働くのかについての検討も十分とはいえなかった。そこで、生徒がより効果的な学習活動を行うために、実験のプロセスモデルにどのテクノロジー活用がどのように位置づけられたらよいかも含め、実践の場において、今後検討していく必要がある。

### 5. 主要参考・引用文献

- 飯島康男 (1988). 算数・数学の指導に取り入れる実験の意義, 数学教育学論究, **49**・50, 3-23.
- 倉井庸維 (1998). 数学教育における思考実験に関する研究 マッハ ポリアの思考実験の分析を通して, 筑波大学大学院博士課程教育学研究科中間論文.
- 兵藤申一ら (1997). 科学実験法, 放送大学教育振興会.
- G. Polya (1959). 数学における発見はいかになされるか 1 帰納と類比 (柴垣和三雄 訳), 丸善.
- 牧野宇一郎 (1971). 探求の構造, 東海大学出版会.