

# 仮説実験の情報構造としての四象限モデルと構造組立演習環境の設計・開発

## Four-Quadrant Model of Hypothesis Experiment and Development of Kit-Build Exercise Environment

阿部 誠大\*<sup>1</sup>, 鍵山 貴一郎\*<sup>2</sup>, 平嶋 宗\*<sup>2</sup>, 林 雄介\*<sup>2</sup>

Masahiro ABE, Kiichiro KAGIYAMA, Tsukasa HIRASHIMA, Yusuke HAYASHI

\*<sup>1</sup> 広島大学工学部

\*<sup>1</sup> Faculty of Engineering, Hiroshima University

\*<sup>2</sup> 広島大学工学部工学研究科

\*<sup>2</sup> Graduate School of Engineering, Hiroshima University

Email: abe@lel.hiroshima-u.ac.jp

あらまし：仮説を立て、その仮説に基づいて実験を実施することは理科の学習において重要な役割を果たしている。しかし、仮説を立てることは小学生にとって困難であるとされている。そこで本研究では、仮説立ての手順として知られている4QSをベースとして、(1)仮説は独立変数と従属変数から構成される、(2)仮説には(2-1)検証したい仮説である目標仮説、と(2-2)直接的に実験の対象となる実験仮説、の二つがある、とした仮説実験の四象限モデルを提案する。更に本研究では、その組立を通じた仮説構造の理解を指向する演習環境を提供するシステムを設計・開発し、小学校理科において実践的な利用を行った。

キーワード：仮説、4QS、目標仮説、実験仮説

### 1. はじめに

仮説をもとに観察・実験の計画を立てさせる指導を行った場合、平均正答率が高い傾向が見られることが明らかになっている<sup>(1)</sup>。しかし、小学生に仮説を立てさせる指導は困難であるという実態がある。その原因の一つとして、「児童は自分の持っている仮説をうまく表現することができない」というものが挙げられる<sup>(2)</sup>。これに対し、仮説を立てる手順として4QSを用いた支援が提案されている。4QSとは、Cothron,j.hらが提唱した、「子供の疑問を科学的に検証可能な問題に高めるための指導方略」である「The Four Question Strategy」<sup>(3)</sup>を元に、上智教育大学の小林辰至教授らが開発した指導方略である<sup>(4)</sup>。

本研究では、仮説立ての手順として知られている4QSをベースとして、(1)仮説は独立変数と従属変数から構成される、(2)仮説には(2-1)検証したい仮説である目標仮説、と(2-2)直接的に実験の対象となる実験仮説、の二つがある、とした仮説実験の四象限モデルを提案した。さらに、この構造の理解を促進させるものとしてのシステムを設計・開発し、その実践利用まで行った。

### 2. 研究背景

4QSは次の4段階の手順を辿ることで、仮説立てに必要な要素を書き出し、仮説を立てられるようにする方略であり、STEP1：従属変数を抽出する。STEP2：独立変数を抽出する。STEP3：独立変数の条件設定。STEP4：従属変数の数量化。の4つのステップからなる。

しかし、この方略は実験の構造の辿り方であり、実験の構造自体を明示しているわけではない。そこで本研究では、4QSで辿る実験の構造を明示するモ

デルを作り、構造を組み立てる演習システムの設計・開発を行うことで、仮説が何を意味しているのかの理解を促進させることを目的とする。

### 3. 仮説実験の四象限モデル

4QSの構造において、STEP1とSTEP2で書きだされた変数から「目標となる確かめたい仮説(目標仮説)」,STEP3とSTEP4で書き出された変数から「実験で実際に操作できる仮説(実験仮説)」を作ることができる。これらの二つの仮説は本質的には同一の意味を持つが、それが成り立つのは目標仮説の従属変数(目標従属変数)と実験仮説の従属変数(実験従属変数)の関係、及び目標仮説の独立変数(目標独立変数)と実験仮説の独立変数(実験独立変数)の関係が前提となっている時であり、仮説実験を行う場合には、これらの関係は既習であることが前提となる。

これらをもとに、図1のように、仮説実験を目標従属変数・目標独立変数・実験従属変数・実験独立変数の4種類の変数とし、独立変数と従属変数・目標変数と実験変数の間の関係で構造を定めたモデルを仮説実験の四象限モデルとして定める。

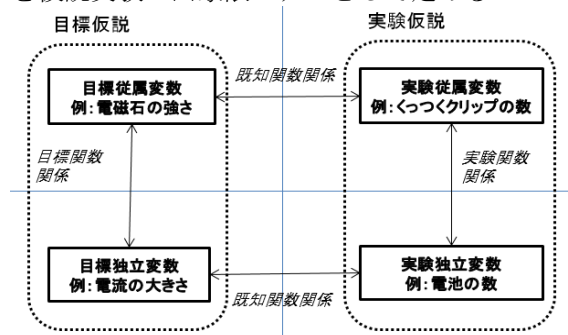


図1：仮説実験の四象限モデル

## 4. システムの設計・開発

本研究で設計・開発したシステムは、概念マップ作りを行わせるシステムであるキットビルドエディタの機能を拡張したものである。

### 4.1 概念マップ

概念マップとは、二つ以上の概念とそれらの関係によって構成された命題の集まりから意味行動を表した図的表現である<sup>(5)</sup>。学習者の知識や理解の外化・整理活動として学習効果があるとされているため、学習者の持つ仮説の表現・整理にも有効であると考えられる。

### 4.2 キットビルドエディタ

キットビルドエディタとは、学習者は概念マップの構成要素であるノード（概念）とリンク（関係）を提供することで概念マップを作ることができるシステムである。作成した概念マップの自己診断やフィードバックを実現しているため、学習者が間違っただけの構造を作った場合も即座に修正できる。

### 4.3 機能概要

システムでは図2のように、調べた量、変えたい量、直接調べる事ができる量、直接変えることができる量、の4つ領域（四象限）と、キット（図2下、ノードとリンク）が与えられる。ここで、これらの言葉は、教師が授業で用いた言葉を用いている。学習者はまず、それぞれのノードがどの領域に属するかを考え、該当する領域に移動させる。移動させるとノードは該当領域の種類に属し、マップを見れば学習者がそれぞれの変数がどのような変数であると考えているのかが分かる。また、4QSでは最初に考えるのは目標従属変数であったが、このシステムではどの変数から考えても良い。次にリンクを繋ぎ、それぞれのノードがどのような関係なのかを表す。すると、図3のようになり、概念マップが完成する。一般的な概念マップは、それぞれの位置関係は関係ないが、この概念マップの場合は、縦の繋がりが仮説、横の繋がりが実験の前提となる既習事項となっている。今回の授業の場合でも、磁力がクリップの数で測ることができること、電池の数で電流の量を変えられることは、既習事項として扱われている。

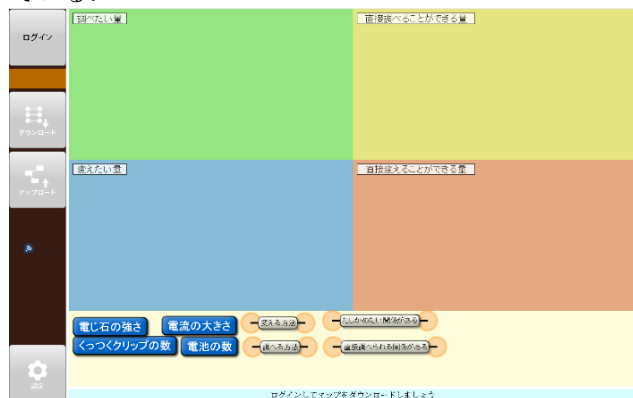


図2：マップ作成前

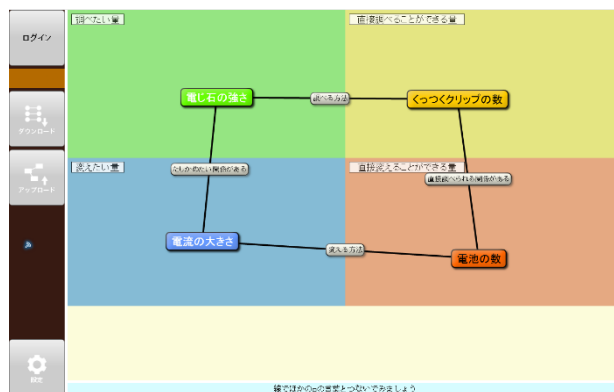


図3：マップ作成後

## 5. 実践利用

実際に小学校の授業内で、システムの使用によって仮説の構造を理解できるか、システムの使用が受け入れられるかを検証するために実践利用を行った。実践の対象者は、A小学校の5年生2クラス(62名)であり、それぞれ2時限行った。内容は「電磁石の強さと電流の大きさ」についてで、対象者は該当分野について既習であり、復習という形でシステムを利用した授業を行った。

授業の流れとしては、最初に該当分野についてプレテストを実施した。その後、「電磁石の強さと電流の大きさ」に関する仮説実験についてシステムを用いながら考えさせる授業を行った。また、これも既習である「ふり子の周期と長さ」について、特に復讐することなく、部品から四象限モデルに基づく実験構造の作成を行わせる活動を行った。最後に、プレテストと同じ内容のテストをポストテストとして実施し、システムが受け入れられるかを確認するためにアンケートを実施した。

## 6. まとめと今後の課題

仮説を立てるための手順である4QSをもとに、仮説実験の四象限モデルを提案し、それを獲得するためのシステムを設計・開発した。さらに、実践利用を行うことで、本システムが実践的に運用可能であることを確認した。今後は、テスト結果やログなどを分析することで、本システム利用の有効性を検証する。

### 参考文献

- (1) 国立教育政策研究所教育課程研究センター：理科の学習指導の改善・充実に向けた調査分析について,pp22,2013
- (2) 三木勝仁：仮説を立てる：体験が支える「言語活動の充実」,pp116,研究紀要第25号(2013)
- (3) Cothron, j. h., Giese, R.N.,& Rezba, R. j. m:Science Experiments and Project for Student, pp.21-35, Kendall/Hunt Publishing Company, 2000.
- (4) 小林辰至:問題解決能力を育てる理科教育,2008
- (5) 山口悦司、稲垣成哲、福井真由美、舟生日出男：“コンセプトマップ:理科教育における研究動向とその現代的意義”,理科教育学研究,43(1),pp.29-51(2002)