

科学的推論に関する一考察 —モデルベース推論の精緻化を中心として—

○雲財 寛 (広島大学大学院)
松浦 拓也 (広島大学大学院教育学研究科)

本研究は、科学的推論の中でも、近年注目を集めているモデルベース推論に着目し、モデルの適用に関するモデルベース推論を育成する指導法や評価方法の構想のために、モデルベース推論の精緻化を行った。精緻化の観点とは、モデルを適用する際の前提となる「モデルの種類」と、仮説の形成や実験結果の考察などといった「学習場面」の2つである。その結果、「各学習場面において、どういった種類のモデルが効果的に適用できるか」といった学習場面とモデルの種類との観点から、モデルベース推論の精緻化を行うことができた。

キーワード：科学的推論，モデルベース推論，科学的モデル，モデルの種類，学習場面

1. 背景及び目的

科学的に推論する能力を育成することは、理科教育における重要な目標の1つである。そして、近年では、科学的推論の中でも、モデルベース推論と呼ばれる推論に注目が集まってきている(例えば、Lehrer & Schauble, 2006)。モデルベース推論は、「モデルの構築」に関する推論と、「モデルの適用」に関する推論の2種類に大別することができる。モデルの構築に関するモデルベース推論は、モデルの構築、評価、修正といった自然現象を説明するモデルの構築活動における推論である(例えば、Justi & Gilbert, 2002)。一方、モデルの適用に関するモデルベース推論は、既存のモデルを適用し、仮説を形成したり、未知の現象を説明・予測したりするといった、知識の創造や精緻化における推論である(例えば、Nersessian, 1999)。モデルの構築は、自然現象を説明するモデルの構築に主眼を置いているのに対し、モデルの適用は、未知の現象に対する新たな説明や予測を導出することに主眼を置いていることに特徴がある。

このようなモデルベース推論に関する研究を概観すると、モデルの構築に着目した研究は多く見られるものの(例えば、Raghavan & Glaser, 1995)、モデルの適用に着目した研究

はあまり見られないようである。特に、モデルに基づいて科学的な現象を予測、解釈することをどのように教えるのかといった指導法や、その理論的背景についてあまり検討されていない(内ノ倉, 2008)。これらのことから、本研究では、モデルベース推論を育成する指導法や評価方法の構想のために、モデルの適用に関するモデルベース推論の概念を整理し、モデルベース推論を精緻化することを目的とした。

2. 方法及び手順

まず、モデルの適用に関するモデルベース推論を整理するにあたって、どのような視点で整理するのか、整理の視点を設定する。そして、設定した視点をもとに、モデルベース推論の精緻化を行う。

3. モデルベース推論を整理する視点の設定

内ノ倉(2008)は、理科授業における多様なモデルの扱い方について、電気単元を例に、電気単元の各学習過程においてモデルがどのように扱われているのかといった、「モデルの種類」と「学習場面」といった観点から整理を行っている。本研究では、この内ノ倉(2008)の整理を参考に、電気単元に限定することなく、モデルの適用に関するモデルベース推論につ

表1 モデルの種類と学習場面の関係

モデル 学習場面	表象的モデル (化学反応式など)	数学的モデル (グラフなど)	概念的モデル (粒子モデルなど)
(実験前) 問題の認識 仮説の形成 実験の計画	自然現象の特徴や構造を予測することができる	様々な自然現象における従属変数の値を予測することができる	様々な自然現象を予測することができる
(実験後) 実験結果の整理 実験結果の考察	自然現象の特徴や構造を簡潔に説明し、表現することができる	自然現象における数量関係を説明し、表現することができる	自然現象における法則や理論を説明し、表現することができる

いて、モデルの種類と学習場面といった観点から、モデルベース推論の精緻化を試みることにした。

4. モデルの種類

まず、モデルの種類について検討する。研究者によって、モデルの種類の仕方は様々であるものの、実際の理科授業において、子どもや教師が使用するモデルについて体系的、包括的に整理した先行研究の1つに Harrison & Treagust (2000) の研究が挙げることができる。Harrison & Treagust (2000) は、学校科学において用いられている科学的モデルを10種類に整理している。本研究において、モデルの適用といった観点からこのモデルの類型を整理・集約したところ、表象的モデル、数学的モデル、概念的モデルの3種類に大別することができた。表象的モデルとは、模型や記号を用い、言語を媒介として他者と意見を交換するモデルである。次に、数学的モデルとは、記号の中でも特に数学的記号を用い、現象の数量関係を表すモデルである。最後に、概念的モデルとは、記号、図、表などを用い、科学概念や理論を表すモデルである。

5. モデルが適用される学習場面

理科授業においてモデルが適用される学習場面について検討した。学習場面の検討の際には、理科授業において重要視されている問題解決過程を想定することにした。そして、モデル

が適用される学習場面を、実験前(問題の認識、仮説の形成、実験の計画)、実験後(実験結果の整理・考察)の2つに大別した。

6. モデルの種類と学習場面の観点から整理したモデルベース推論の理論的枠組み

上述した3種類のモデル区分と、実験前と実験後の2場面から、モデルベース推論の精緻化を行った結果を表1に示す。表1に示したように、それぞれのモデルが効果的に適用できる学習場面は様々であるといえる。例えば、数学的モデルは、自然現象の数量関係を表すため、従属変数の未知の値を予測したり、変数間の数量関係を説明したり、表現したりすることができる。一方、概念的モデルは、理想化・抽象化された科学概念や理論を表すため、様々な自然現象を予測したり、自然現象における法則や理論を説明したり、表現したりすることができる。

7. 今後の方向性

本研究では、各学習場面において、こういった種類のモデルが効果的に適用できるかについて整理した。今後は、この精緻化をもとに、モデルベース推論を育成する指導法や、モデルベース推論の評価方法について検討していく予定である。

主要参考文献

内ノ倉真吾(2008),「理科授業におけるモデルとモデリング—中学校電気単元を事例にして—」,『日本科学教育学会研究会研究報告』, Vol.22, No.3, pp.17-20