

科学的推論に関する基礎的研究 —中学生と大学生の比較を中心として—

○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、現象の説明・予測を行うモデルを構築したり、既存のモデルを未知の現象に適用し、現象の説明や予測を導いたりする推論であるモデルベース推論に着目し、この推論を有効に機能させる役割を持つメタモデリング知識についての実態調査を、中学生と大学生を対象に行った。また、このメタモデリング知識に加え、学習者の理科における様々なモデルに対する捉え方も合わせて調査した。その結果、中学生や大学生は、理科における様々なモデルを理科の内容的な視点で捉えていること、また、中学生は大学生よりも具体的な枠組みで理科の内容を捉えている傾向にあることが明らかになった。そして、メタモデリング知識については、中学生は大学生と比べ認識が低いことが明らかになった。

キーワード：科学的推論，モデルベース推論，モデル，メタモデリング知識

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、Gilbert, 1991)。モデルベース推論とは、科学理論をモデルと捉え、現象の説明・予測を行うモデルを構築したり、既存のモデルを未知の現象に適用し、現象の説明や予測を導いたりする推論である。このモデルベース推論は、科学の本質の理解などの観点から(例えば、Lehrer & Schauble, 2006)、その育成の重要性が指摘されている。

ここで、モデルベース推論の育成研究に着目すると、モデルベース推論を有効に機能させるためには、メタモデリング知識と呼ばれるモデルを用いることに対するメタ知識を意識させることが重要であることが明らかになっている(Schwarz et al., 2009)。しかし、理科の文脈において、そもそも学習者はモデルなどの表現物をどのように捉え、どのようなメタモデリング知識を有しているのかという基礎的な研究の蓄積は不十分である。そのため、理科における様々なモデルに対する学習者の認

識を明らかにした上で、メタモデリング知識を捉える必要があると考える。さらに、先行研究における調査対象は、単一の校種が多く(例えば、Tregust, 2002)、複数の校種を調査対象とした研究はあまりみられない。校種間で比較することによって、各校種におけるモデルの捉え方やメタモデリング知識の特徴を、より明確に捉えることができると考える。したがって、本研究では、校種間の比較を中心として、学習者のモデルの捉え方や、メタモデリング知識の実態を把握することを目的とした。

2. モデル及びモデルベース推論の理論的検討

Schwarz et al. (2009)などの先行研究をもとに、本研究では、モデルを「自然の事物・現象の重要な特徴を抽象化・単純化した表現物」と捉えた。また、モデルベース推論を、「科学的な現象や事象に対して、説明・予測を行うモデルを構築したり、既存のモデルをもとに、説明や予測を導いたりする推論」と捉えた。

3. アンケートの作成

理科におけるモデルを学習者はどのような枠組みで捉えているのかを明らかにするため

に、①理科における様々な表現物（式やモデルなど）を分類させ、その分類理由を問う問題（「仲間分けに関する問題」とする）を作成した。また、メタモデリング知識の実態を明らかにするために、Schwarz et al. (2009) のメタモデリング知識の規定を参考に、②五件法による質問紙（4 尺度×5 項目＝計 20 項目）を作成した。そして、作成したアンケートを用いて、広島県内の公立中学校第 3 学年 105 名、国立大学の学生 89 名（文系 14 名、理系 75 名）を対象に調査を行った。その結果を以下に示す。

4. 結果及び分析

①仲間分けに関する問題の分析

モデルの捉え方を明らかにするために、まず、作成したグループの分類理由を集計し、その使用比率を算出した。そして、物理、化学、生物、地学といった「理科の内容」に関する分類理由と、グラフや記号といった「モデルの形式」に関する分類理由に大別した。その結果、全体的傾向として、「モデルの形式」に関する分類理由は、「理科の内容」に関する分類理由と比べて使用比率が低いことが明らかになった。また、分類理由を校種で比較したところ、「理科の内容」に関する分類理由について、中学生は電気や原子といった狭い領域の分類理由が多かったのに対し、大学生は物理や化学といった広い領域の分類理由が多かった。このことから、中学生は、大学生よりも具体的な枠組みで、理科の内容を捉えている傾向にあることが明らかになった。

②メタモデリング知識に関する分析

調査で得られた回答について、因子負荷量.350 を規準として、因子分析（主因子法、プロマックス回転）を行った。その結果、メタモデリング知識の因子として、「現象の説明・予測」、「特徴の顕在化」、「限界性」、「暫定性」の 4 因子を抽出した（表 1）。次に、抽出した因子ごとに質問項目の得点を合計し、各因子の平均値（5 点満点）を算出した。全体、及び校種別に整理した結果を示す（表 2）。

表 1 抽出した因子及び因子を構成する質問項目

因子名	因子を構成する質問項目の例
現象の説明・予測	科学では、モデルを用いることで、現象を説明・予測することができる
特徴の顕在化	モデルは現象の特徴を明確に表現することができる
限界性	モデルによる現象の説明には限界がある
暫定性	モデルは現象を説明する仮のものである

表 2 各メタモデリング知識の校種別の平均値

メタモデリング知識	平均値	校種	平均値
現象の説明・予測	3.55	中学生	3.37
		大学生	3.73
特徴の顕在化	4.08	中学生	3.77
		大学生	4.39
限界性	3.82	中学生	3.41
		大学生	4.23
暫定性	3.64	中学生	3.18
		大学生	4.10

そして、これら 4 つの因子の平均値について、校種間に違いがあるかどうかを検討するため、分散分析を行った。分散分析及びその後の検定の結果、全ての因子の平均値について、中学生は、大学生よりも有意に得点が低かった ($F(1,192)=107.369, p<.05$)。このことから、中学生は、大学生と比べ、メタモデリング知識の認識は低いと考えられる。

また、中学生と大学生に共通して、「現象の説明・予測」が「特徴の顕在化」と比べ、有意に得点が低かった。このことから、モデルを未知の現象に適用し、説明や予測を導くといったモデルの適用に関するメタ理解が、現象の特徴を明確に表現するといったモデルの構築に関するメタ理解よりも低いといえる。さらに、中学生は、「限界性」よりも「暫定性」の方が有意に得点は低かったが、大学生はこれら 2 つに有意な差はみられなかった。このことから、説明の限界性やモデルの暫定性といったモデルの性質に関するメタ理解について、校種間で違いがあるといえる。