高等学校理科における自律的なモデリングを促す授業デザインに関する研究

教育デザインコース 理科領域
一ノ瀬　友輝

1．問題の所在と研究の目的

高等学校化学では，微視的な事象を扱うことが多いことから，生徒は自分なりの捉えをモデルを用いて表現しながら，科学概念を構築していくことが求められる。本研究では，生徒の自律的な「モデル構築（モデリング）」を促し，その表現過程を通して科学概念を構築していく授業の開発を検討した。

2.理科学習におけるモデルとモデリング

本研究では理科におけるモデルとは，自然事象の原理を要約し単純化した表現であり，また現象を心的に捉える際の道具であると捉えた。モデリングは，①「事象に対する初期モデルの構築」，②「モデルの評価」，③「モデルの修正」，④「事象の説明や予測にモデルを使う」といったモデルの構築，評価・修正および事象解釈への適用を通じて展開されていく（Schwarz et al.，2009）。

3.メタモデリング理論

Schwarz らによれば，メタモデリングとはモデリングに対するメタ認知を意味する。モデリングとメタモデリングの関連について図 1 に示した。

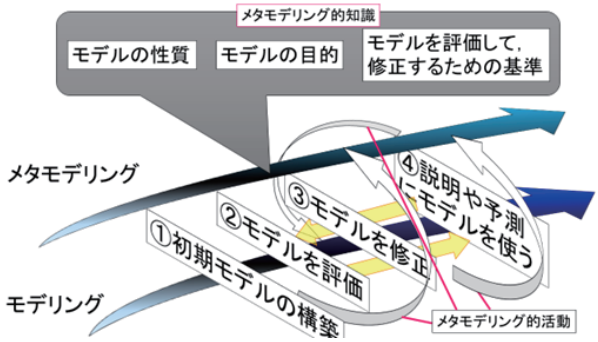

図 1 モデリングとメタモデリングの関連

4.高等学校化学の授業による事例的分析

①の「初期モデルの構築」段階では，はじめにマグネシウムリボンを熱水に入れる実験を行った。生徒は，観察結果による事象把握の内容を描写した。そこで教師は，生徒がモデリングをする際に，絵だけでなく文章での表現もあることを示した。これは，メタモデリング的知識の適用を促した教授であると考えられる。この結果，生徒は化学反応式によるモデルを示した。しかし，化学反応式が成立していなかったため，モデルの評価・修正場面へと移行していった。

次に②，③「モデルの評価･修正」段階において教師は，観察，実験の事実に着目させた。これは「事実をもとにモデリングすること」のメタモデリング的知識の適用を促す教授であると考えられる。さらに，言葉による説明が加わった上で，教師は，試験管内のイメージ図に不足する要素に着目させた。これによって，「必要な要素だけを取り入れる」というメタモデリング的知識の機能が促されたと捉えられる。さらに，これまで構築したイメージ図に基づき，化学反応式を再構築した。これは，イメージ図の情報を再度モニタリングし，化学反応式の修正の判断がなされたためであると考えられる。こうして生徒は，化学反応式，イメージ図，言葉による説明を統合させたモデルの構築を達成した（図 2）。

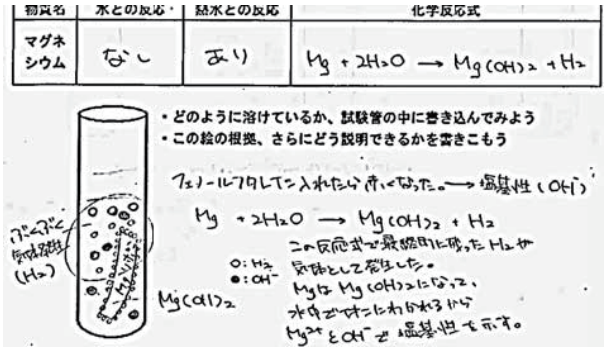

図 2 評価・修正を経て再構築されたモデル

最後に，④「モデルを説明や予測に使う」段階では，これまでのモデリングを基に類似事象である塩化カルシウム水溶液の挙動についてモデリングを遂行することが可能となった。