

修士論文 中学生における化学変化のイメージに関する研究

金沢大学大学院 教育学研究科 理科教育専攻 (能美市立辰口中学校) 中村 公一

はじめに

生徒の化学反応の理解については、物質を原子や分子でとらえることが重要となる。原子や分子のように物質を粒子として認識することについて、子どもの実態をとらえた研究に森本らの研究¹⁾があげられる。森本らは、中学生の保持する粒子観は多様であるという結果を得ている。また、アンダーソンら²⁾は、化学反応の理解について調査を行い、化学を専攻するほとんどの生徒においても、化学反応について、化学者と同じような理解には至らないという結果を得ている。さらに、ベンジヴィラ³⁾は、15歳の生徒達の多くは、化学反応を相互作用モデルよりも付加作用モデルとして捉えている、という結果を得ている。

以上の研究から、化学反応について、粒子的な生徒のとらえ方は明らかにされているが、お互いに変化するといった意味をともなった理解をしているかについては、その実態は十分に明らかにされていない。

研究の目的

本研究では、化学変化における粒子モデルの認識と変化することの意味づけについて、生徒の実態を明らかにすることを目的とした。また、化学変化に関わる事象間の関連についての生徒の実態を明らかにすることにより、化学変化の学習のありかたについて考察することを目的とした。

研究方法

調査は、問1～問5よりなる質問紙調査で、各問は次のような内容である。

- ・問1：具体的な物質（マグネシウム）の化学変化のイメージ。
- ・問2：いろいろな物質の変化について、どれが化学変化かの特定。
- ・問3：化学変化についての粒子モデルの理解。
- ・問4：化学変化で変化するもの。
- ・問5：化学変化に関するイメージ。

調査は、平成16年2月上旬に、石川県の公立中学校で3年生4クラス（149名）を対象に行った。

結果

各問の分析においては、自由記述での内容の割合および選択肢での回答の割合を求めた。また、正誤パターンからIRS分析⁴⁾を行うとともに、選択肢の回答パターンから、ニューラルネットワークによる想起のシミュレーションを行った。

1. 化学変化のイメージに関する調査結果

問1より、マグネシウムの化学変化の具体的なイメージとして、あげられるものは酸化が最も多く、続いて硫黄の付加反応、酸との反応の順番であった。

問2より、化学変化であると考えられるものは、自分で実験をしたものが多かった。しかし、実験をしたにもかかわらずパルミチン酸の融解は、誤答が多かった。また、各生徒の問題の正誤パターンからIRS分析を行い、問題の理解の順序性を求め、順序性係数が0.5以上のものを関連があるものとして、有効グラフに示したものが、図1である。このIRSグラフは、グラフの縦軸の下ほど正答率が高く、矢印の先の問題が理解できることを意味している。このことから、次のような理解の順序性が明らかになった。「鉄と硫黄の化合」「鉄が錆びる」「水の凝固」「ゴミの燃焼」。また、「鉄と硫黄の化合」が、その他の化学変化の基礎になっていることもわかった。

問3より、粒子モデルについて次の から の3段階に分類できた。 誤答(無記入)、モデルを

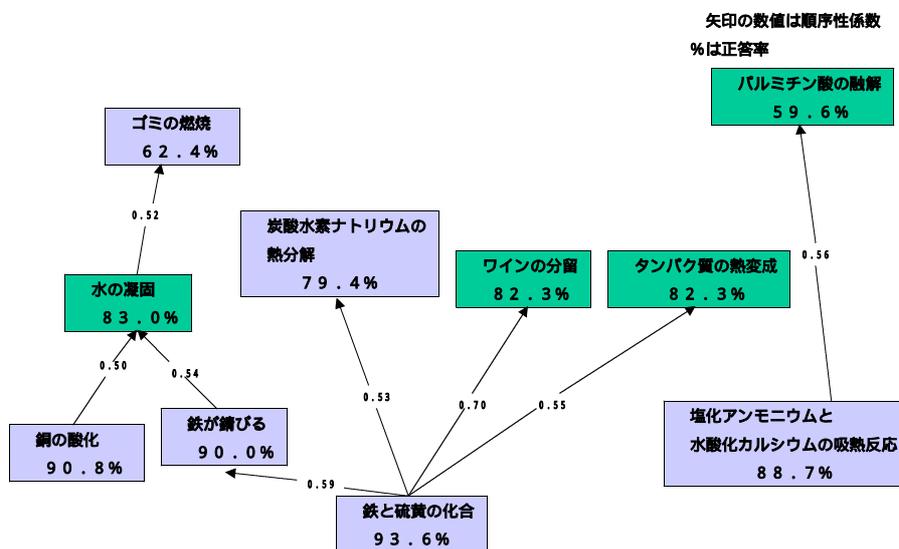


図1 問2のIRS分析の有効グラフ

使って化学反応式を表現する、に加え、文章で説明するなど、他の方法でも書かれている。このうち分けは、34.8%、34.0%、31.2%となった。

問4については、固体の反応は、正答率が高く、気体の反応に関しては、正答率が低かった。しかし、気体の反応でも、反応の割合まで学んだものについては、正答率が高かった。液体の反応に関しては、正答率が低かった。また、各生徒の問題の正誤パターンからIRS分析を行い、有効グラフに示したものが、図2である。このことから、次のような理解の順序性が明らかになった。「鉄と硫黄の反応」と「水素と酸素の反応」が基礎となって、「銅と酸素の反応」が理解されることがわかった。

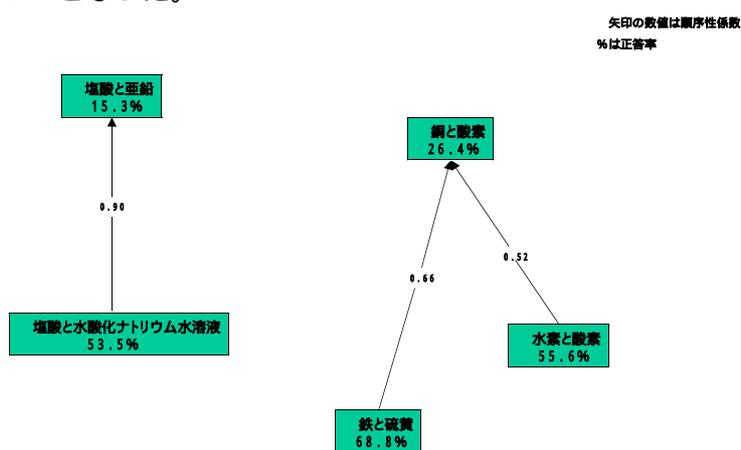


図2 問4のIRS分析の有効グラフ

問5について、回答の回数から刺激語に対して関連のある項目について明らかにすると、「A. 化学変化」の刺激語に対して、酸化(94%)、化合(93%)、還元(90%)の項目に関連があることが明らかになった。

「B. 原子分子モデル」の刺激語に対して、分子(94%)、原子(93%)、化学式(92%)、化学反応(90%)の項目に関連があることが明らかになった。

「C. 質量保存」の刺激語に対しては、質量(97%)の項目に、「D. エネルギー」の刺激語に対しては、電池(88%)の項目に、「E. 状態変化」の刺激語に対しては、沸点(88%)、融点(85%)の項目に関連があることが明らかになった。

また、複数の項目から化学変化に関する状況を設定した場合、どのような項目を関連して想起するか、ニューラルネットワーク(教師なし学習)⁵⁾のモデルを作成し、シミュレーションを行うと、「A. 化学変化」の刺激語に関して、「分解」と「原子」の項目と関連して想起するものを調べると、「分解、原子、分子、化合、化学式、電気分解、純粋な物質」が想起されることがわかった。また、「分解」と「還元」の項目と関連して想起するものを調べると、「分解、電気分解、化合、酸化、還元、燃焼」を想起されることがわかった。ほかに、「分子」と「酸化」の項目と関連して想起するものを調べると、「還元、酸化、燃焼」が想起されることがわかった。

「B. 原子分子モデル」の刺激語に関して、「化学反応」と「分解」の項目と関連して想起されるものは、「化学反応、分解」であった。

2. 各問の結果より関連を調べる

生徒の粒子モデルの理解の違いによって、各問いの得点に違いがあるかどうか分散分析を行った。その結果、問1・問2については、有意差が認められ($p < 0.05$)、粒子のとらえ方の違いによって、化学変化のイメージや、どれが化学変化かの特定に違いが生じることがわかった。一方、問4との間では、有意差が認められず($p > 0.05$)、粒子のとらえ方の違いによって化学変化で変化する部分のとらえ方に違いは生じないことがわかった。すなわち、この結果から、粒子モデルを理解することで、『具体的な化学変化』や、『どれが化学変化か』についての理解も深まることが明らかになった。

まとめと今後の課題

本研究により、粒子の理解が、化学変化の概念や化学変化に関連した項目の整理に役立つことが明らかになった。そして、化学変化でお互いが変化していることと、粒子のモデル理解とは有意な関係はなく、何が変化するととらえているのか、今後、より詳しく調べられる質問紙調査や個人面接法を取り入れた分析が必要であると考えられた。また、化学反応の学習については、粒子モデルを用いて行われるのが一般的であるが、その際に何が変化するのかといった生徒の考えや教師の説明を工夫した授業内容や授業方法について、検討していく必要があると考えられた。

- 1) 森本信也・森藤義孝：「中学生における粒子概念の習得に関する基礎研究」日本理科教育学会研究紀要、Vol.29, No.2, 1988.11.
- 2) Andersson, B.: "Pupils' Explanations of Some Aspects of Chemical Reactions." Science Education, 70(5), pp.549-563, 1986.
- 3) J.ステパンス著 武村重和監訳：「理科学習の心理学」東洋館出版、pp.135-140.
- 4) 竹谷 誠：「新・テスト理論」早稲田大学出版部、pp.175-197, 1991.
- 5) 守 一雄・都築誉史・楠見 孝 編著：「コネクショニストモデルと心理学」北大路書房、pp.68-80, pp.134-148, 2001.