

平成 21 年 3 月 19 日現在

研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2006～2008
 課題番号：18500653
 研究課題名（和文） 中学校におけるコミュニケーション活動を中心にした科学教育に関する実証的研究
 研究課題名（英文） Empirical Study of Communication Activities in Secondary Level Science
 研究代表者
 氏名（ローマ字）：山下 修一（YAMASHITA SHUICHI）
 所属機関・部局・職：千葉大学・教育学部・准教授
 研究者番号：10272296

研究成果の概要：本研究は、(1) 中等科学教育でのコミュニケーション活動の課題を整理すること、(2) 中学生向けのコミュニケーション活動を開発・評価すること、(3) 小学校から中学校にかけてどのようにコミュニケーション活動をつなげるべきなのかについて検討することを目的として実施された。その結果、(1) 導入が難しいとされている中学校理科教育におけるコミュニケーション活動に残された課題が整理された。(2) 中学生向けに開発したコミュニケーション活動では、コア知識を用いて一貫して説明するようになった生徒は、2ヶ月後の遅延調査でもコミュニケーション活動によって理解が深まったという認識が保たれ、未習課題の正答率も保たれていた。(3) 粒子モデルで一貫して学ぶことにより、小学生でも発展的課題について粒子モデルを用いた一貫した説明ができるようになる効果を実証された。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	900,000	0	900,000
2007年度	700,000	210,000	910,000
2008年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	2,300,000	420,000	2,720,000

研究分野：理科教育

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学，科学教育

キーワード：コミュニケーション活動，科学教育，一貫性

1. 研究開始当初の背景

1990年以前は、科学教育において言語の役割はそれほど重要視されてこなかったが、1990年代になると、生徒はただ受け身で授業を聞くだけではなく、科学的な質問を発したり、答えたりすることが重要であると主張されるようになった。しかし依然として、教室でのコミュニケーション活動の機会不足、コミュニケーション活動に関する教員の教育学的スキル不足が指摘されている。

日本における科学教育でのコミュニケーション活動としては、仮説実験授業の例があげられるが、欧米で行われているように

グループで生徒同士のコミュニケーションを促す方法は、Jigsaw法が一部で取り入れられているにすぎない。特に、言葉数が少なくなる中等教育への導入は、困難だとされている。

しかし、コミュニケーションが苦手だとされている日本の中学生でも、生徒指導・道徳教育などで用いられている構成的グループエンカウンターでは、活発なコミュニケーションを展開している。科学教育においても、構成されたコミュニケーション活動を導入して、コミュニケーションを活性化できないかと考えた。

2. 研究の目的

本研究の目的は、以下の3点であった。

(1) 中等科学教育でのコミュニケーション活動の課題を整理すること

平成12年度から行ってきた一連のコミュニケーション活動に関する研究の最終局面であることから、イギリスのEPPIが行ったシステマティックレビューを参考にして、今一度国内外の中等科学教育でのコミュニケーション活動の課題をレビューして整理する。

(2) 中学生向けのコミュニケーション活動を開発・評価すること

文献レビューにより整理された課題を克服するような中学生向けのコミュニケーション活動の開発をめざした。中学校1年生への試行では、“Is that idea consistent?(その考えは筋が通っていますか?)”のような質問が、一貫して説明できるようにさせるために有効であった。この知見を生かして、中学校3年生の酸化還元の実験で、一貫した説明を促すコミュニケーション活動を開発して、その効果を実証することにした。

(3) 小学校から中学校にかけてどのようにコミュニケーション活動をつなげるべきなのかについて検討すること

平成18年の国立教育政策研究所による調査で、水100gに食塩20gを溶かした時の重さとして120gを選択できたのは、小学校5年生(111校3,284名)の63.2%・中学校2年生(100校3,196名)の59.4%にすぎなかったことから、小学校から中学校へどのように学びをつなげるべきなのか検討すべきであることが伺える。本研究でも、比較的コミュニケーション活動が活発な小学校から中学校へ、どのようにつなげるべきなのかについて検討することにした。しかし、小学校内だけでも、単元を超えてつながりを意識した授業が展開されることはまれであり、まずは小学校内で単元間のつながりを意識することが可能なのかを検討することにした。

3. 研究の方法

3つの研究目的を達成するために、以下の方法で実施した。

(1) コミュニケーション活動に関する文献レビュー

1991年から2005年までに日本国内外の代表的な理科教育誌5誌(Journal of Research in Science Teaching; Research in Science Education; Science Education; 理科教育学研究; 科学教育研究)に掲載された論文のタイトル(サブタイトルを含む)を分析した。分析は、ある程度件数がまとまるように5年ごとに3つのブロックに分けてデータベース化

して比較した。

(2) 中学生向けのコミュニケーション活動の開発・評価

公立中学校3年生3クラスを対象にして、2005年7月中旬に事前調査、2005年10月上旬～下旬に5時間の「酸化還元」の授業(標準配当時数5時間)、授業修了後に事後調査、2005年12月下旬には事前予告なしで遅延調査を実施した。分析には3クラスのうち男女2名ずつの4名で班が編成され、4名がすべての活動に参加し、事前・事後・遅延調査に回答した12グループ48名(男24名・女24名)のデータを用いた。

この単元を取り上げたのは、酸化銅の還元実験で、なぜ炭素を使うのかを教科書レベルの知識では中学生にうまく説明できなかったからである。従来は、「炭素が酸化銅から酸素を奪う」と説明してきたが、なぜ炭素が酸素を奪うのかについては説明がつかなかった。そこで、酸素との化合のしやすさを示す「化合力(Mg>C>Fe>Cu>Ag)」を導入することで、「炭素は銅よりも『化合力』が強いから、銅から酸素を奪い取って二酸化炭素となり、銅が残る」と中学生でも納得する説明が可能であると考えた。そして、5時間の授業を通して生徒の一貫した説明を促し、未習の課題にも「化合力」を用いて一貫した説明ができるようになるのかを検討することにした。

(3) 小学校から中学校にかけてどのようにコミュニケーション活動をつなげるべきなのかについての検討

まずは、小学校で単元間のつながりを意識した授業が展開可能なのかを検討するために、以下の方法で実施した。

2007年1月～2月に東京都内の公立小学校5年生2クラスを対象に、粒子モデルを用いて『もののとけ方』を学習させた。1年後には児童数増により3クラスになった6年生の1クラスで、粒子モデルを用いて『水よう液の性質』の一部を学習させた(一貫モデル群)。6年生の他の2クラスでは、粒子モデルを用いずに通常の授業を展開した(5年モデル群)。また、比較のために粒子モデルを用いていない近隣の小学校2校の6年生1クラスずつの児童から、調査への回答協力を得た(通常授業群)。分析には、事前と事後の調査に回答した一貫モデル群25名・5年モデル群46名・通常授業群62名、計133名の6年生のデータを用いた。

4. 研究成果

本研究では、以下のような成果をあげることができた。

(1) コミュニケーション活動の課題の整理

可能性を秘めながらも導入が難しいとされている中学校理科教育において、コミュニケーション活動に関する残された課題を文献レビューにより整理した。その結果、以下の5点が明らかになった。

①グループサイズについては、3名から5名が適切であると示唆されているが、検証された事例が限られている

②グループ編成については、多くの研究で能力や性による異質グルーピングが支持されているが、成績上位者と男子についての知見が分かれている

③取り組ませる課題については、決まった解決策がない真正な課題に取り組ませることが重要であるが、従来はその重要性があまり指摘されなかった

④コミュニケーション活動の方法については、「役割分担」「書記的方法」「質問例提示」などの導入が試みられているが、役割や決められた言い回しを乗り越えることが重要であるという指摘もある

⑤コミュニケーション活動の効果については、「学習内容の理解が促されたか」「議論に関する知識・スキルが獲得されたか」「メタ認知的知識が獲得されたか」について検討することが考えられるが、コミュニケーション活動により学習内容の理解やメタ認知獲得が促進されたことを示すのは難しい

今後はこれらの課題を踏まえて、より効果的な構成されたコミュニケーション活動の開発が望まれるだろう。また、これらの成果については、風間書房より「中学校理科教育における構成されたグループコミュニケーション」を出版して広く共有することができた。

(2) 中学生向けのコミュニケーション活動の開発・評価

コミュニケーション活動は、広範に適用可能な知識「化合力(Mg>C>Fe>Cu>Ag)」を生徒に獲得させ、お互いに「その考えは筋が通っていますか？」のような質問をさせ、様々な場面での現象について説明させた。

コミュニケーション活動の際には、発言例が記載されたカード(図1)を参考に輪番で役割(発表者・質問者・司会者)を担当し、質問者が「その考えは筋が通っていますか？」などの質問をして、発表者の一貫した説明を促した。

B・C:質問者カード(3人班は1人)

発表者の説明が終わった後、下の「質問の例」を参考にしながら(自分でも質問を作ってください)質問する

- 「まとめると〇〇ということですか？」
- 「〇〇についてももう少し詳しく説明していただけますか？」
- 「その考えはどのような条件で成り立ちますか？」
- 「その考えはスジが通っていますか？」

図1 質問者のカード例

発表者には、図2のようにホワイトボード上でモデル(磁石付き)を操作しながら自分の考えを説明させた。



図2 ホワイトボード上でのモデル操作例

その結果、生徒が一貫して説明するようになり、2ヶ月後の遅延調査でもコミュニケーション活動によって理解が深まったという認識が保たれていた。さらに、未習課題の「たたら製鉄」の説明にも「化合力」を用いて説明できるようになり、2ヶ月後の遅延調査の段階では「化合力」を適用しての説明の割合がさらに増加した。

筋を通して説明するようになった生徒は、酸化還元現象を「化合力」を用いて一貫して説明し、遅延調査の段階でも理解が保持されやすいと考えられる。そこで、遅延調査の質問項目(1)「ものが燃えることに関する学習では『自分の考えにスジを通すようにしている』と思う」に、5(よくあてはまる)または4(ややあてはまる)と回答した29名(男13名・女16名)を一貫群、それ以外の19名(男11名・女8名)を非一貫群に分けて分析した。

その結果、一貫群のように一貫して説明するようになると、様々な事象に一貫して「化合力」を用いて説明するようになり、「課題に対する説明の正答率」や「理解が深化した

という認識」が、遅延調査の段階まで保持されるようになっていた。

研究計画の段階では、生徒個人の詳細なプロファイリング作成して長期間にわたるコミュニケーション活動を展開する予定であったが、個人情報保護の観点から生徒個人の詳細なプロファイリング作成は見送らなければならなかった。しかし、この例以外にもコミュニケーション活動の実践事例（小学校4件・中学校4件）について、大日本図書より「深い理解をめざした理科授業づくりと評価」を出版し、その成果を広く共有することができた。

(3) 小学校から中学校にかけてどのようにコミュニケーション活動をつなげるべきなのかについての検討

事前の段階では、質量保存の理解状態に群間で有意な差は見られなかった。モデル使用については、一貫して粒子モデルで学んだ一貫モデル群は、粒子モデルを用いて水溶液の状態を説明するようになり、5年モデル群では、6年生で学ぶ炭酸水にまで粒子モデルをあてはめる割合は少なくなり、通常授業群では、ほとんど粒子モデルを使用していなかった。

6年生で学ぶ容器がへこむ理由については、粒子モデルを用いていない通常授業群よりも、一貫モデル群・5年モデル群の方がよく説明できていた(図3)。

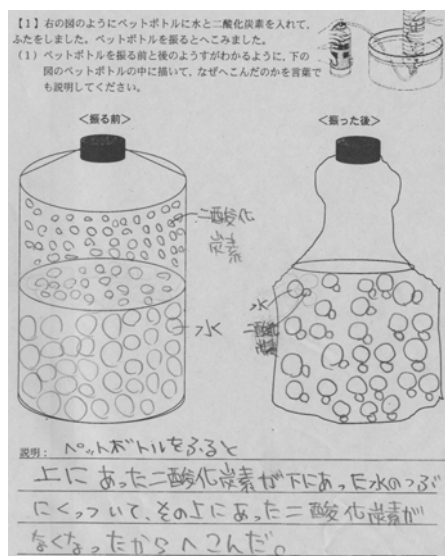


図3 炭酸水についての粒子モデル使用例

発展的課題については、一貫モデル群には容器がつぶれた印象にとらわれずに学んだ知識を活用して推論していた児童が多かった(図4)。

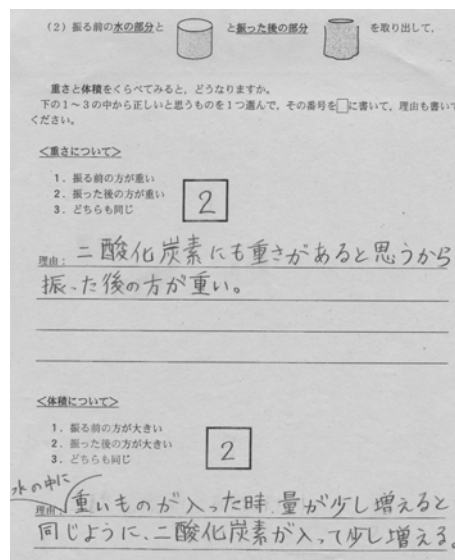


図4 発展的課題の回答例

一貫モデル群と5年モデル群では、授業で扱われた容器がへこむ理由については差がなかったが、発展的課題には有意な差が見られるものもあった。

これらのことから、小学生でも5・6年生で一貫して粒子モデルを用いて学ぶことにより、粒子モデルの使用が促され、発展的課題についても学んだ知識を活用して推論できるようになる効果が、事例を通じて確認されたと言えよう。現在、粒子モデルを用いた溶解の学習を小・中学校とつなげて学ばせる試行授業を展開中で、その成果発表については今後の課題としたい。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計5件)

- ① 山下修一・小野寺千恵, 小学校5・6年の溶解の学習に一貫して粒子モデルを用いた効果, 理科教育学研究, 印刷中, 査読有。
- ② 小野寺千恵・山下修一, 食塩が水に溶ける現象を児童に納得させる授業の開発, 科教研報, Vol. 22, No. 3, pp. 33-33, 2008, 査読無。
- ③ 山下修一, 中等学校理科教育における構成されたグループコミュニケーション活動の課題, 理科教育学研究, Vol. 48, No. 2, pp. 1-11, 2007, 査読有。
- ④ 山下修一・西山宜孝, 「化合力」を導入して一貫した説明を促すコミュニケーション活動の効果, 理科教育学研究, Vol. 47, No. 2, pp. 65-74, 2006, 査読有。
- ⑤ 山下修一, 科学教育におけるグループコミュニケーションの評価, 科学教育研究,

第 31 卷, 第 1 号, pp. 56-57, 2007, 査読有.

〔学会発表〕(計 5 件)

- ① 山下修一・小野寺千恵, 小学校5・6年の溶解の学習に一貫して粒子モデルを用いた効果, 日本理科教育学会第 58 回全国大会, 2008. 9. 14-15, 福井大学.
- ② 平山昌広・山下修一, 2 段階の Jigsaw 法を用いた「脊椎動物の分類」, 日本理科教育学会第 57 回全国大会, 2007. 8. 4-5, 愛知教育大学.
- ③ 土山勇人・山下修一, 小学校 6 年「水溶液の性質」での学習内容関連図を導入した授業の開発, 日本理科教育学会第 57 回全国大会, 2007. 8. 4-5, 愛知教育大学.
- ④ 小野寺千恵・山下修一, 食塩が水に溶ける現象を児童に納得させる授業の開発, 日本理科教育学会第 57 回全国大会, 2007. 8. 4-5, 愛知教育大学.
- ⑤ 山下修一・西山宜孝, 一貫した説明の重要性を認識させて獲得した知識適用を促すコミュニケーション活動ー「化合力」を導入した酸化還元学習を例にしてー, 日本理科教育学会第 56 回全国大会, 2006. 8. 5-6, 奈良教育大学.

〔図書〕(計 2 件)

- ① 山下修一, 風間書房, 中学校理科教育における構成されたグループコミュニケーション, 2008, 全 165 ページ.
- ② 山下修一著者代表, 大日本図書, 深い理解をめざした理科授業づくりと評価, 2007, 全 180 ページ.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山下 修一 (YAMASHITA SHUICHI)

千葉大学・教育学部・准教授

研究者番号: 10272296