

実験グループの人数が理科学習に与える影響

清水 誠*
 大山 亨**
 中村 友之***

【 要 約 】

本研究は、理科実験をグループ実験と個別実験で行う実験方法の違いが、科学的な概念の獲得や生徒同士の相互作用に与える影響を明らかにすることを目的とした。結果は、2人組実験群の方が個別実験群に比べ実験を早く終了することができる、実験結果を科学的に解釈できる生徒が多い、長期に実験方法を記憶している生徒が多いということであった。また、2人組実験群が個別実験群に比べ、実験中に多くの話し合いをしており、発話内容も実験に関する発話が多いことや相互作用の強い発話が多く見られることが分かった。

I. 問題の所在

理科授業における生徒実験は、個別実験、グループ実験やクラスの代表者が実験する実験方法に大きく分類することができる。こうした実験方法に対し、学校では、実験は児童・生徒中心に行うべきであり、一人一人が取り組むことこそ主体的な学習となり、実験の技能も身につくと考え、理想としては個別実験が望ましいとする傾向にある。東・大橋・戸田ら¹⁾も、理科の実験は理想的には個別実験であるとし、グループ実験は実験計画や結果の解釈の場面での討論を生かせるならば積極的な価値をもって来るが、ただ単に、理科の実験と言えばグループ実験だというような固定概念は厳に戒めなければならないとする。しかしながら、現実には清水・吉澤²⁾の質問紙調査の結果に見られるように、多くの理科教師は実験器具や施設の不足を補うため小グループを編成して実験をしている。

理科授業における実験について取り上げたこれまでの研究を見ると、児童・生徒が実験をすることの成果を調べた研究と実験時のグループ内の児童・生徒の役割や取り組みについて調べた研究に大きく分けることができる。前者の研究には、戸北・鈴木³⁾が実験を取り入れたクラスと実験を取り入れないクラスを比較した結果、実験を取り入れたクラスは多様な気づきが見られるとする研究がある。また、木下・松浦・角屋⁴⁾が観察・実験と

メタ認知の関係を調査し、観察・実験の前では他者との関わりによるメタ認知の働きが高く、観察・実験中は自分自身によるメタ認知の働きが高いが、実験後はどちらも十分ではないとする研究を見ることができる。後者の研究には、相原・西川⁵⁾が理科の実験時のグループ内で自発的に発生した役割を分析し、通常の授業に全員参加の話し合い活動を取り入れることが協同的学習を活性化することを明らかにした研究がある。また、西川⁶⁾により、実験内容に関らずグループ内の実験役、モニター役、傍観者役が固定しており、実験役の子どもを集めてグループを編成しても3ヶ月後には実験役、モニター役、傍観者役が発生すること、グループ編成の仕方を変えても役割の比率はほぼ一致していること、傍観者は実験に関わろうとしているにも関わらず無視されることによって発生すること等を報告した研究を見ることができる。さらには、湯本・西川⁷⁾による女子児童が実験に積極的に参加しにくい実態と男子児童が女子児童の行動を阻害しているのみならず、女子児童自身が実験を放棄している実態を明らかにした研究などを見ることができる。しかし、個別に実験することとグループで実験することの効果を比較し、実験方法の定着や概念の獲得に与える影響、他者との相互作用に与える影響等について調べた研究は、清水ら⁸⁾が小学校5年生を対象に調査を行った小グループで実験を行う方が児童相互の関わりを活性化するという報告を除くと、日本理科教育学会の研究紀要「理科教育学研究」や科学教育学会の研究紀要「科学教育研究」には見られない。

グループで実験することの効果について調べたものではないが、仲間と学習することの効果調べた研究を見ると、Crook⁹⁾は仲間と協同することはアイデアの明

* 埼玉大学教育学部

** 栗橋町立栗橋南小学校

*** さいたま市立大砂土小学校

確化、葛藤、協同による説明構築といった過程であるため、認知的な効果をもたらすとしている。理科教育の研究においても、仲間との協同が学習の効果を上げることが多くの先行研究¹⁰⁾で明らかにされてきた。一方で、亀田^{11) 12)}は、グループの協同問題解決場面では、手抜きをして他のメンバーの努力にただ乗りしようとする誘因が生じやすくなったり、新規の情報の発掘ではなく既存の情報の再確認に終わってしまう等の問題が生じ、協同の効果は期待されにくいとする。

そこで、本研究では、生徒が理科実験を行う際に、グループで行う実験方法と個別で行う実験方法といった実験時の人数の違いが、理科学習における科学的な概念の獲得や生徒同士の相互作用に与える影響を明らかにすることを目的とした。

II. 研究の方法

1. 調査対象及び時期

埼玉県内の公立K中学校の2年生 125 人を対象とした。対象の被験者を、実験を行う際に2人組で実験を行う群（以下、2人組実験群と呼ぶ）と1人で実験を行う群（以下、個別実験群と呼ぶ）に分けた。2人組実験群の被験者は、2学級の合計 62 人（31 グループ）である。また、個別実験群の被験者は、2学級の合計 63 人である。

2人組で実験グループをつくった理由は、Johnson ら¹³⁾が「たとえ小さなグループであっても、それを効果的に機能させるのに必要な社会的技能をもつ生徒はそれほどたくさんいるわけではなく、大きいグループほど難しくなるためまずペアではじめることである」に従ったものである。なお、両実験群ともに、実験は4人がけの実験機で行った。

調査は、2006年9月に実施した。

2. 授業の概要

調査の対象となる授業は、2人組実験群、個別実験群ともに「消化と吸収」についての学習を共同研究者の大山が50分で行った。2人組実験群の授業の概要をまとめると次のア～オのようである。

ア. 前時の学習内容「だ液がデンプンを糖に変えること」を確認した。

イ. 学習課題「なぜ、だ液はデンプンを糖に変えるのか」を提示し、課題に対する個人の予想をワークシートに記述させ、各自の予想についてグループで話し合いをさせた。その後、学級全体に学習課題に対する予想を発表させ、多くの生徒の予想である「腸で吸収しやすくするため」といった考えに注目させた。

ウ. 予想を検証するための実験方法を教師が提示し、2人で1つの実験道具と材料を使って実験を行った。実験内容は、袋状にした豚の腸にデンプンと糖の入った混合液を入れ、腸の膜を通過する物質を調べるものである。グループは、ホームルームの生活グループを理科室の実験機に機械的に着席させた男女別の2人で編成した。実験時のグループ内の役割は、特に設けずに「協力して進めるように」とだけ指示をした。

エ. 実験結果をもとに、個人で考察をさせ、考察したことをワークシートに記述させた。

オ. 各自の考察を発表させ、学級全体での話し合いを通して教師が授業のまとめを行った。

2人組実験群、個別実験群の授業の違いは、個別実験群が、予想を検証するための実験を1人に1つの実験道具と材料で行ったことである。それ以外の条件は、両群ともに同じである。なお、個別実験群も3～4人の生徒が同じ実験機で実験を行った。

3. 研究の方法

(1) 2人組実験群・個別実験群の等質性

両群の等質性を調べるため、実験授業を行う前に小学校での既習内容である消化の働きについての知識及び実験技能について質問紙調査を実施した。質問紙の内容は、図1のとおりである。

- | |
|--|
| <p>① 消化とはどのようなことですか。説明してください。</p> <p>② 小学校で「だ液の働き」を調べる実験をしました。実験方法を書いてください。</p> <p>③ 消化された食べ物は、どこから吸収されますか。次のア～エから選んでください。</p> <p>ア. 胃 イ. 腸 ウ. 心臓 エ. その他 ()</p> |
|--|

図1 既習内容について調べた質問紙の内容

(2) 実験にかかる時間

2人組実験群、個別実験群の実験効率を調べるため、実験にかかる時間を調べた。実験にかかる時間の記録は、5人の授業参観者により行った。記録の正確さを図るため、生徒には実験が終わったら挙手をするよう授業者が促した。

(3) 実験結果の解釈と他者との相互作用

ア. ワークシートの記述による調査

実験を行った生徒が、結果をもとに正しい解釈ができるかを調べるため、考察時の考えをワークシートに記述させた。

イ. 質問紙による調査

実験方法が定着しているかを調べるため、実験授業が終わった2ヶ月後に質問紙を使って調査した。質問の内容は、「デンプンと糖では、どちらが小腸で吸収しやすいかを調べる実験方法を記述しなさい。図を使って、記述してもかまいません。」というものである。

ウ. 他者との相互作用

実験中にグループ内に自然発生的に生じる発話をステレオマイクのついたMDレコーダーで記録した。なお、他者と会話することを両群ともに制限をしていない。MDレコーダーは、2人組実験群、個別実験群ともに各実験机に1台設置した。なお、各実験机にいる生徒を便宜的に通常の理科授業と同じように1班から9班と呼称し、2人組実験群の生徒は2グループずつ1～8班と名前をふった各実験机に、個別実験群の生徒は3～4人ごとに1～9班と名前をふった各実験机に着席している。

記録された発話は、学習内容に関する発話と相互作用に関する発話の2つの観点から分析を行った。

学習内容に関する発話は、「次はデンプンを入れるんだよね」といった実験方法に関する発話、「緑って言うか、深緑って感じだね」といったヨウ素液や糖試験紙の色の変化など実験結果に関する発話、「変化がないってことはデンプンが通過していない」といった実験結果を考察する発話、「気持ち悪い」などといったその他の発話の4つに分類した。

相互作用についての分析は、発話を末吉(1983)の6つのコミュニケーション分析カテゴリーの一部を改変した次の図2に示す分析カテゴリーにより行った。なお、発話プロトコルの分析は、授業の際にグループに参加者が立ち会えた2人組実験群、個別実験群の各1クラス(2人組実験群28人、個別実験群29人)について行った。

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. 独り言、つぶやき等、受け手のない単なる発話 2. 相手の発話を受け止めた積極的な発話 3. 相手の発話に対する簡単な応答 4. 自分の発話に何らかの関係はあるが、それをはっきりと受け止めていない発話 5. 実験の進行等を含む、話し合いの進行を調節する発話 6. 意見を否定したり阻害する発話 |
|---|

図2 コミュニケーション分析カテゴリー

Ⅲ. 結果とその分析

1. 両群の等質性

質問紙の質問①の回答内容は、次の5つに分類できた。
分類1. 小腸で物質を吸収しやすいようにすること。

食べた物質を小さな粒に分解していくこと。

分類2. だろだろにとかすこと。(曖昧な表現)

分類3. 体に必要なものと不要なものに分けること。

分類4. 消化とは小腸で吸収すること。(消化と吸収を混同した表現)

分類5. その他

分類1にあたる記述内容を正答とし、正答と誤答(正答以外を誤答と呼ぶ)の割合を、研究者3人の合意の上分類した結果が表1である。

表1 消化についての知識

	正答	誤答
2人組実験群 (N=62)	11	51
個別実験群 (N=63)	12	51

注. 単位は、人数。

質問②の回答内容は、次の4つに分類できた。

分類1. 「デンプン」「だ液」「ヨウ素液」の3つの用語を使い、実験方法を説明している。

分類2. 「デンプン」「だ液」「ヨウ素液」の3つの用語のうちいずれかが不足し、実験方法を説明している。

分類3. だ液の採取についてのみ記述しているもの。

分類4. その他

分類1にあたる記述内容を正答とし、正答と誤答(正答以外を誤答と呼ぶ)の割合を、研究者3人の合意の上分類した結果が表2である。

表2 実験方法に関する知識

	正答	誤答
2人組実験群 (N=62)	8	54
個別実験群 (N=63)	8	55

注. 単位は、人数。

質問③の正答は、これまでの学習からは選択肢イ. 腸である。正答と誤答の割合は、表3のようであった。

表3 栄養を吸収する器官

	正答	誤答
2人組実験群 (N=62)	40	22
個別実験群 (N=63)	39	24

注. 単位は、人数。

質問①～③について、正答である生徒と誤答である生徒数について、直接確率計算 2×2 で比べてみると、いずれも両側検定の結果は $p=0.999$ となり、両群の間に有意な差はない。

2. 実験にかかる時間

2人組実験群及び個別実験群の生徒が実験にかかった時間を示したものが表4である。

表4 実験にかかった時間

実験時間	2人組実験群 (N=31グループ)	個別実験群 (N=63人)
5分～	1	4
6分～	11	6
7分～	4	3
8分～	8	5
9分～	3	10
10分～	2	10
11分～	1	15
12分～	1	7
13分～	0	3

注. 単位は、2人組実験群がグループ数。
個別実験群は人。

実験にかかった時間の平均は、2人組実験群が478秒(SD=96)、個別実験群が597秒(SD=136)であった。2人組実験群では、最も早く実験を終えたグループが339秒、最も遅く実験を終えたグループは720秒であった。個別実験群では、最も早く実験を終えた生徒が300秒、最も遅く実験を終えた生徒は839秒であった。最も遅く終わった生徒は、個別実験群が2人組実験群に比べ2分ほど多くかかっていることが分かる。2人組実験群は、実験開始後9分には約8割の生徒が実験が終了していることが分かる。それに対し、個別実験群では2人組実験群より3分ほどたってから約8割の生徒が実験を終了していることが分かる。2人組実験群の方が、個別実験群より実験を早く終了する生徒が多いと言える。

3. ワークシートの記述

学習課題「なぜ、だ液はデンプンを糖に変えるのか」を解決するために行った実験結果が正しく考察できているかを調べたワークシートの記述は、次のように分類することができた。なお、実験は豚の腸の膜の中にデンプンと糖の混合液を入れ、腸の膜を通過する物質は、「デンプン」「糖」どちらなのかを調べるものである。生徒は、糖試験紙とヨウ素液を用いて色の変化を確認している。

- 分類1. 豚の腸の膜を通過した物質と腸での吸収の関係を、「デンプン」「糖」の物質の性質を推論した記述。
- 分類2. 豚の腸を通過した物質と腸での吸収の関係を説明した記述。
- 分類3. 糖試験紙とヨウ素液の色の変化といった、実験

結果のみしか書かれていない記述。

分類4. 「糖は腸で吸収されやすい」など具体的な理由付けがない記述。

分類5. その他

この分類に基づき、生徒の記述を研究者3人の合意の上分類した結果が表5である。

表5 ワークシートに見られた考察時の記述

	2人組実験群 (N=62)	個別実験群 (N=63)
分類1を記述	15(24.2)	1(1.6)
分類2を記述	11(17.7)	13(20.6)
分類3を記述	20(32.3)	20(31.7)
分類4を記述	8(12.9)	25(39.7)
分類5を記述	8(12.9)	4(6.3)

注. 単位は、人数。()内の数字は%。

分類1と分類2を記述した生徒が、実験結果をもとに正しい解釈ができた生徒とし、これ以外の記述をした生徒数とについて直接確率計算 2×2 で比べてみた。両側検定の結果は、 $p=0.022$ ($p<.05$)となった。2人組実験群が個別実験群に比べ、実験の結果をもとに科学的な解釈ができた生徒が有意に多いと言える。

4. 2ヶ月後の質問紙調査の結果

実験方法の定着の様子を調べるため、実験授業が終わった2ヶ月後に実施した質問紙調査の記述は、次のように3つに分類することができた。

分類1. 「腸」「デンプン・糖」「ヨウ素液」「糖試験紙」などの用語を用い、適切に実験方法が書かれているもの。

分類2. 「腸」「デンプン・糖」「ヨウ素液」「糖試験紙」などの用語の一部が書かれているが、曖昧な記述。

分類3. その他意味が不明な記述(未記入を含む)。

この分類に基づき、生徒の記述を研究者3人の合意の上分類した結果が表6である。

分類1を記述した生徒が実験方法を正しく記述できたとし、これ以外の記述をした生徒数とについて直接確率計算 2×2 で比べてみた。両側検定の結果は、 $p=0.074$

表6 2ヶ月後の実験方法の記述

	2人組実験群 (N=62)	個別実験群 (N=63)
分類1を記述	38(61.3)	28(44.4)
分類2を記述	6(9.7)	9(14.3)
分類3を記述	18(29.0)	26(41.3)

注. 単位は、人数。()内の数字は%。

(.05<p<1.0), 片側検定で p=0.044 (p<.05) となった。2人組実験群が個別実験群に比べ、より多くの生徒が実験方法を記憶していることが分かる。

5. 他者との相互作用

(1) 発話時間

分析の対象としたクラスの実験時間（ここでは、最後に実験を終えた生徒を教師が確認し、実験の終了を学級の生徒全員に指示するまでの時間）は、2人組実験群が767秒、個別実験群が853秒であった。実験時間の違いは、生徒全員が実験を終了したことを教師が確認した上で実験を終了したためである。なお、MDレコーダーに不具合があり、実験機8班の記録がとれなかった。2人組実験群と個別実験群の各実験時間中の生徒の発話時間は表7、表8のようであった。

表7 2人組実験群 (N=28)の生徒の発話時間

	生徒A	生徒B	生徒C	生徒D	平均
1班	76	84	78	190	107.0
2班	88	115	73	26	76.5
3班	78	105	90	76	87.3
4班	131	93	20	6	62.5
5班	88	171	83	102	111.0
6班	110	83	105	85	95.8
7班	65	65	82	98	77.5

注. 単位は、秒。生徒Aと生徒B、生徒Cと生徒Dが実験グループをつくっている。

表8 個別実験群 (N=29)の生徒の発話時間

	生徒A	生徒B	生徒C	生徒D	平均
1班	67	47	26		46.7
2班	30	74	140	46	72.5
3班	122	62	101	153	109.5
4班	83	18	129	63	73.3
5班	40	35	85		53.3
6班	91	0	14	41	36.5
7班	74	68	85	173	100.0
9班	29	3	21		17.7

注. 単位は、秒。

2人組実験群では、生徒1人あたりの発話時間の平均は88.1秒。個別実験群では、生徒1人あたりの発話時間の平均は66.2秒である。実験時間では個別実験群の方が2人組実験群に比べ86秒も長いにもかかわらず、発話時間では、3班や7班の実験機のように多くの発話が見られる班もあるが、全体的には2人組実験群に比べ発話時間が短く、話し合いがなされていないことが分か

る。個々人の発話時間を分析すると、2人組実験群では、4班の実験機の生徒Cと生徒Dの実験グループ以外は多くの発話をしていることが分かる。個別実験群では、全く発話をしない生徒が存在しているが、2人組実験群では、存在しない。また、個別実験群の方が発話をしている生徒としていない生徒のばらつきが大きい。

(2) 発話内容

実験中の発話を、実験方法に関する発話、実験結果に関する発話、結果を考察する発話、その他の発話の4つの分類に基づき発話時間と発話数を分析した結果が表9である。なお、発話内容を分析した時間は2人組実験群が767秒、個別実験群が853秒である。

表9 発話内容と発話時間・発話数

	2人組実験群 (N=28)	個別実験群 (N=29)
実験方法	1152(586)	962(470)
実験結果	474(246)	251(133)
結果を考察	159(68)	74(33)
その他	681(423)	634(374)
合計	2466(1323)	1921(1010)

注. 単位は、秒。()内の数字は発話数。

2人組実験群が個別実験群に比べ実験時間が短いにもかかわらず、実験に関する発話は2人組実験群が発話時間1785秒、発話数900個と個別実験群の発話時間1287秒、発話数636個に比べ多いことが分かる。なかでも、実験結果や結果を考察する発話に大きな差が見られることが分かる。なお、個別実験群に比べグループ実験群に実験方法や実験結果の解釈に関する発話が多く見ることができるとは、清水ら¹⁴⁾の調査結果と同じであった。

(3) 相互作用

6つのコミュニケーション分析カテゴリーに基づき発話時間と発話数を分析した結果が表10である。なお、発話内容を分析した時間は2人組実験群が767秒、個別実験群が853秒である。

表10 各カテゴリーごとの発話時間・発話数

	2人組実験群 (N=28)	個別実験群 (N=29)
カテゴリー1	395(226)	494(246)
カテゴリー2	1806(957)	1233(640)
カテゴリー3	47(45)	11(11)
カテゴリー4	89(67)	96(69)
カテゴリー5	107(42)	77(35)
カテゴリー6	26(16)	15(9)

注. 単位は、秒。()内の数字は発話数。

相手の発話を受け止め積極的に他者に応答するカテゴリー2及び話し合いの進行を調節するカテゴリー5を相互作用の強い発話として合計した。結果は、2人組実験群では発話時間 1913 秒、発話数 999 個、個別実験群では発話時間 1310 秒、発話数 675 個である。2人組実験群が個別実験群に比べ、実験時間が短いにもかかわらず発話時間、発話数ともに多いことが分かる。

IV. 考察

本研究からは、2人組実験群の方が個別実験群に比べ、実験を早く終了することができる、結果を考察する際に科学的な解釈ができる生徒が多い、2ヶ月後においても実験方法を記憶している生徒が多いことが分かった。

実験が早く終了できたり、実験方法を記憶している生徒が多い理由は、2人組実験群に実験方法に関する発話や相互作用の強いとした発話が発話時間、発話数ともに多く見ることができたことから説明できよう。その発話例として、2人組実験群2班の生徒AとBの話し合いの一部を取り上げると次のようであった。

50A 結構、いいんじゃない？

51B これぐらいでいいのかなあ。

52A もうちょっと。あ、それぐらい、それぐらい。

53B ふふ。

54A それで。

2人組実験群には、2班の発話例に見るような51B「これぐらいでいいのかなあ。」、52A「もうちょっと。あ、それぐらい、それぐらい。」といったカテゴリー2の相手の発話を受け止め積極的に他者に応答したり、カテゴリー5の実験の進行を調節する発話が数多く見られたとすることである。2人で道具を共有して行うことで、生徒達は、互いに話し合いながら協同して実験方法を確認したり、実験方法についての知識や技能の不十分な部分を補うことができたと言える。その結果、実験時間の短縮や実験方法の記憶の差が生まれたものと考えられる。

また、考察時のワークシートの記述において、2人組実験群が個別実験群に比べ科学的な解釈ができた生徒が多く見られた理由は、実験中の発話に実験結果や結果を考察する発話が多いということから考えることができよう。その発話例として、2人組実験群4班の生徒AとBの話し合いの一部を取り上げると次のようであった。

87B 豚の中、豚の中に全部あるってことは通過していないんじゃない。

88A いや、通過すんだよ。そそ、この実験は、するもんじゃないの？

89B そうか。

90A じゃ、ちょっと考えてその・・・

91B んじゃ通過するでいいんじゃないね。

92A ほら、こっちがわに・・・でてんじゃん。

Bは87Bで豚の腸膜の中にあるブドウ糖の存在のみを見て、糖が腸膜から外に出ていないのではないかと考えたが、Aは88Aで実験の予想から「通過すんだよ・・・この実験は」と述べている。Bは91Bで「んじゃ通過するでいいんじゃないね。」と受けている。このことを確認するため、Aは92Aで腸の膜の外側の液が糖試験紙に反応した結果をもとに「ほら、こっちがわに・・・でてんじゃん。」と補足していることが分かる。2人組実験群が、相互に関わりながらカテゴリー2にあたる相手の発言を受け止めた積極的な話し合いを個別実験群に比べ数多くしていることが実験結果を科学的に解釈できる生徒が多いという結果になったものと考えられる。さらに、2人組実験群の方が個別実験群に比べ実験を早く終了することができたグループが多いことも影響していると考えられる。2人組実験群では実験開始後9分に約8割の生徒が実験を終了しているが、個別実験群では約8割の生徒が実験を終了した時間は実験開始後12分であった。一方、教師が実験に確保した時間は、2人組実験群が767秒(12.8分)、個別実験群が853秒(14.2分)であった。2人組実験群の生徒の方が実験を早く終えることで、実験結果をふり返り解釈する時間が実質的に多くとれたことも原因の1つと考えることができる。

V. まとめと今後の課題

本研究では、グループ実験と個別実験という実験時の人数の違いが、科学的な概念の獲得や生徒同士の相互作用に与える影響を明らかにすることを目的とした。消化と吸収の学習の結果から、本実験授業の範囲内という限定つきではあるが、生徒がグループで行う実験方法は、互いの関わりが強く生まれ、実験を早く終了することができる、実験結果を科学的に解釈できる生徒が多い、実験方法を長期に記憶しているという点で効果があると言える。

しかしながら、本研究からは生徒が個別に実験するメリットについては検証できていない。個別実験、グループで実験をすることのそれぞれのメリットを明らかにし今後の理科学習への提案をしていくことを今後の課題としたい。また、本研究では、2人組で協力させるよう指示をしたことや複数の参観者がいたためか、亀田が指摘するただ乗りや情報の再確認にのみ終わってしまう発話は見られなかったが、今後検討していく必要がある。

付記

本研究を進めるにあたり、授業の実施にご快諾をいただいた栗橋町立栗橋西中学校の鈴木佐一校長先生、データの収集に協力していただいた蓮田南中学校の安田修一先生、与野本町小学校の紺野雅弘先生、さいたま市立大成小学校の豊田由香先生、上尾市立上尾小学校の石井都先生、清水研究室の学生達に心から感謝申し上げます。

なお、本研究は、平成17-19年度科学研究費補助金・基盤研究(C) (課題番号：17500574、研究代表：清水誠)の助成を受けて行われた。また、本稿は、日本理科教育学会第45回関東支部大会(2006)に発表した内容をもとに、さらに研究を深め、大幅に加筆・修正したものである。

註及び引用文献

- 1) 東洋・大橋秀雄・戸田盛和編：「理科教育事典」, 大日本図書, 1991.
- 2) 清水誠・吉澤勲：「コーオペレーティブ学習の導入に向けた理科グループ学習の見直し」, 埼玉大学教育実践研究指導センター紀要, 12, 61-69, 1999.
- 3) 戸北凱惟・鈴木久米男：「子どもの学びの検証としての観察, 実験の位置づけ」, 日本理科教育学会編, 『これからの理科授業実践への提案』, 128-131, 東洋館出版社, 2002.
- 4) 木下博義・松浦拓也・角屋重樹：「観察・実験活動における生徒のメタ認知の実態に関する研究－質問紙による調査を通して－」, 理科教育学研究, 46(1), 25-34, 2005.
- 5) 相原豊・西川純：「理科におけるグループ構成と協同的学習の研究－生徒の傍観者傾向に対する効果的の方策－」, 日本教科教育学会誌, 23(1), 57-65, 2000.
- 6) 西川純：「協同場面における学びの人間関係－不真面目になりたい生徒はいない－」, 『これからの理科授業実践への提案』, 日本理科教育学会編, 78-81, 東洋館出版社, 2002.
- 7) 湯本文洋・西川純：「理科実験における学習者の相互行為の実態と変容に関する研究」, 理科教育学研究, 44(2), 83-93, 2004.
- 8) 清水誠・中村友之・大山亨：「道具の数の違いが概念獲得に与える影響」, 日本理科教育学会第56回全国大会発表論文集, 94, 2006.
- 9) Crook, C. : On resourcing a concern for collaboration within peer interaction., *Cognition and Instruction*, 13(4), 541-548, 1995.
- 10) 仲間との協同が学習の効果を挙げるることについて調べた研究には、次に示す研究等多くの研究がある。
Blumenfeld, P.C., Marx, R.W., Soloway, E. and Krajcik, J., *Learning with peers : From small group cooperation to collaborative communities*, *Educational Researcher*, 25(8), 37-40, 1996.
Carol K.K. Chan : *Problem-centred inquiry in collaborative science learning*, *認知科学*, 3(4), 44-62, 1996.
山口悦司・稲垣成哲・野上智行：「理科授業におけるインタラクションに関する研究；コンセプトマップを表現のリソースとして使用した協同的な学習を事例にして」, 日本理科教育学会研究紀要, 37(3), 1-14, 1997.
清水誠・佐國勝：「理科授業におけるスモールグループでの話し合いの効果」, 埼玉大学紀要教育学部(教育科学), 52(2), 17-25, 2003.
高垣マユミ：「協同的な理科学習を通じた電気回路における衝突モデル克服のプロセスの事例」, 科学教育研究, 28(3), 197-205, 2004.
清水誠・石井都・海津恵子・島田直也：「小グループで話し合い, 考えを外化することが概念変化に及ぼす効果－お湯の中から出る泡の正体の学習を事例に－」, 理科教育学研究, 46(1), 53-60, 2005.
- 11) 亀田達也：「合議の知を求めて－グループの意思決定－」, 共立出版, 1997.
- 12) 亀田達也：「協同行為と相互作用－構造的視点による検討」『植田一博・岡田猛編著：協同の知を探る－創造的コラボレーションの認知科学』, 共立出版, 50-69, 2000.
- 13) Johanson D.W., Johanson R.T., Holubec E.J. : *Circles of Learning, Cooperation in Classroom, Interaction Book Co.*, 1984 (杉江修治・石田裕久・伊藤康児・伊藤篤訳：学習の輪－アメリカの協同学習入門－, 60-62, 二瓶社, 1998)
- 14) 前掲書 8)

(2007年11月8日受付, 2008年1月15日受理)

SUMMARY

The Influence of the Number of Experiment Participants in Science Study Experiments

Faculty of Education, Saitama University

Makoto SHIMIZU

Kurihasiminami Elementary School

Tooru OYAMA

Oosato Elementary School

Tomoyuki NAKAMURA

This goal of this study was to illustrate how students gain acquisition of scientific concepts and how the nature of the interaction between students is influenced by whether an experiment is carried out by a group of students or by an individual student. The results indicated that students working in pairs could complete experiments faster than those working alone. The results also indicated that student experimenters working in pairs could remember the experiment methodology for longer periods. Students working in pairs demonstrated much more communication during the experiments than students working alone.