

# 日産科学振興財団 理科／環境教育助成 成果報告書

回次：第 3 回 助成期間：平成 18 年 11 月 1 日～平成 19 年 10 月 31 日

テーマ： 観察・実験活動における高校生のメタ認知能力の育成に関する研究

氏名： 草場 実 所属： 高知県立山田高等学校(広島大学大学院教育学研究科院生)

## 1. 課題の主旨

現在、高校生においても、「認知のための知識」、「認知過程のモニタリング」、「認知的活動の調整」といった、所謂「メタ認知能力」の育成が重要な課題となっている。理科授業におけるメタ認知能力の育成には、問題解決過程の文脈である観察・実験活動（以下、実験活動と略す）の果たす役割は大きい。しかし、高等学校では、上級学校に進学するために必要な受験学力の育成も大きな課題であり、実験活動に十分な時間を使えないのが実情である。したがって、実験活動を限られた時間内で終了させる必要性が生じるため、教師が中心となって、実験活動の目的や仮説を設定し、実験方法を計画する傾向にある。しかし、メタ認知能力を育成するためには、生徒たちが、主体的・協同的に観察・実験の目的や仮説を設定し、実験方法を計画・実行するといった過程が重要であると考えられる。

本研究では、上述の仮説のもと、実験活動における高校生のメタ認知の実態に基づき、メタ認知能力の育成に効果的な教授法と観察・実験教材（以下、教材と略す）を開発し、実践研究によって効果を検証することを目的とした。

なお、高等学校理科における実験活動において、メタ認知に焦点をあてた研究は皆無に等しく、本研究で得られる知見は、高等学校の理科授業デザイン研究に寄与されることを確信している。

## 2. 準備

本研究は、調査研究、開発研究、実践研究で構成されている。

- 1) 高校生のメタ認知の実態に関する調査研究：メタ認知尺度、調査対象者（公立高等学校の高校生）
- 2) 高校生のメタ認知能力の育成を目指した教授法および教材に関する開発研究：理科総合A「化学反応式と量的関係」の学習における教材
- 3) 高校生のメタ認知能力の育成に関する実践研究：公立高等学校1年生2クラス（実験群と対照群）

## 3. 指導方法

### 1) 調査研究

高校生のメタ認知を育成するための教授法および教材を開発すべく、メタ認知尺度（観察・実験版）を用いて高校生のメタ認知の実態について調査した。ここで、本研究で調査した「実態」とは、実験活動の各場面（実験前・実験中・実験後）における生徒自身のメタ認知の活性化状態、および生徒自身のメタ認知を活性化させる他者（教師や友人）の状態をさす。なお、質問紙には、木下・松浦・角屋<sup>\*1</sup>が開発したメタ認知尺度 14 項目を用い、調査には、進路実績や設置地域の異なる公立高等学校 4 校 716 名（1 学年 280 名、2 学年 330 名、3 学年 106 名）を対象とした。

## 2) 開発研究

1) の結果をもとに、理科総合A「化学反応式と量的関係」における、高校生のメタ認知能力を育成するための教授法および教材を開発した。なお、報告者は、これまで、本教育プログラムによって、科学的概念を課題解決の手段として位置づけた教授法および教材を開発し、授業実践による効果を検証してきた。本研究では、メタ認知能力育成の観点から、これまで開発した教材の改良を図った実験教材を用いた。

## 3) 実践研究

2) で開発した教授法および教材を用いて、高校生のメタ認知能力の活性化に及ぼす効果について検証した。実験群には、本教材による授業を、対照群には、従来の教材による授業を実施し、メタ認知尺度を用いて、実験場面における生徒自身のメタ認知の活性化状態、および自身のメタ認知を活性化させる他者の状態について分析した。

\*1) 木下博義・松浦拓也・角屋重樹, 理科教育学研究, 46, 1, pp.25 - 31(2005).

## 4. 実践内容

### 1) 参加者

公立高等学校（普通科）1年生2クラスを実験群と対照群に割り当てた。実験群の生徒数35名（男子15名, 女20名）, 対照群の生徒数38名（男子14名, 女24名）であった。

### 2) 授業手続き

本研究の対象となる授業は、理科総合Aの中の小単元「化学反応式と量的関係」の一部である。実験授業では（2.0単位時間）, ①事前テスト（メタ認知尺度）, ②化学反応式と量的関係についての学習, ③チョークの主成分を調べる実験の計画・実行, ④学習のまとめ, ⑤事後テスト（メタ認知尺度）, ⑥授業の感想, の順に実施した。

一方、対照授業（2.0単位時間）では、①②実験群と同じ, ③化学反応式における係数比と物質質量比が同じとなることの検証, ④⑤⑥実験授業と同じ, の順に実施する。

## 5. 成果・効果

### 1) 調査研究

メタ認知尺度14項目に対して因子分析（主因子法・プロマックス回転）を行ったところ、高校生のメタ認知には、「自分自身によるメタ認知」（例、次に何をするのか考えながら、観察や実験をするようにしている）, と「他者との関わりによるメタ認知」（例、グループの話し合いで友だちの意見を聞いて、自分の意見を考え直すことがある）の2つの因子が抽出された（表1）。

表1 メタ認知尺度の因子分析結果（主因子法・プロマックス回転）

項目内容／因子	F1	F2
<b>F1：他者との関わりによるメタ認知（<math>\alpha=0.85</math>）</b>		
先生と話をしているうちに、自分の考えがはっきりしてくることがある（実験中）	<b>.81</b>	-.12
先生の説明を聞いていると、自分の考えがまとまる（実験後）	<b>.68</b>	.05
先生のアドバイスを聞いて、自分の意見を考え直す（実験前）	<b>.65</b>	.09
グループの話し合いで、友だちの意見と自分の意見を比べながら聞くようにしている（実験後）	<b>.65</b>	-.02
グループの話し合いで友だちの意見を聞いて、自分の意見を考え直す（実験前）	<b>.65</b>	-.12
グループで話し合いをしていると、自分の考えがまとまる（実験後）	<b>.57</b>	.07
先生の説明と自分の意見を比べながら聞くようにしている（実験後）	<b>.56</b>	.22
<b>F2：自分自身によるメタ認知（<math>\alpha=0.80</math>）</b>		
大事なことほど、考えるようにしている（実験中）	-.09	<b>.72</b>
自分は何を調べたのか、振り返るようにしている（実験後）	.06	<b>.66</b>
次に何をするのか考えながら、観察や実験をするようにしている（実験中）	-.02	<b>.65</b>
これから何を調べるのか、考えるようにしている（実験前）	-.05	<b>.63</b>
計画通りにできたかどうか、振り返るようにしている（実験後）	.06	<b>.58</b>
今までに習ったことを思い出しながら、予想を立てるようにしている（実験前）	-.01	<b>.52</b>
計画通りに進んでいるかどうか、確認するようにしている（実験中）	.09	<b>.46</b>
	因子間相関	F2 .60

N=716名

## 2) 実践研究

事前テストの結果を統制変量として、事後テストの結果について共分散分析を行ったところ、実験群の「他者との関わりによるメタ認知」の平均値は、対照群のそれより有意に高かった（表2）。

**表2** メタ認知（事後）の下位尺度の平均値（標準偏差）および共分散分析の結果

下位尺度		対照群 N=35	実験群 N=38	F 値 (1,70)
自分自身によるメタ認知	Mean	3.35	3.77	2.62
	SD	(0.61)	(0.72)	
他者との関わりによるメタ認知	Mean	3.34	3.86	6.63*
	SD	(0.71)	(0.90)	

\* $p < .05$

以上の結果から、本研究で提案する教授法によれば、メタ認知の下位尺度である「他者との関わりによるメタ認知」ともに活性化されることが示唆された。

## 6. 所感

この度の理科・環境教育助成によって得られた成果から、高校生のメタ認知を活性化すべく教授法として、実験活動を、学習した科学的原理・法則を生かして、現実的な課題を主体的・協同的に解決する手段として位置づけた方法を提案したい。具体的に、学習する科学的原理・法則が日常的な文脈とどのような関連があるのかを説明した後に、現実的な課題を提示し、生徒たちは、教師の援助を受けながら、グループで課題を解決するための仮説やモデルの設定や実験方法の計画を行い、実行する。さらに、得られた実験結果から導出した科学的知見をクラス全体に共有し、議論する、といった内容である。

## 7. 今後の課題や発展性について

今後の課題は、本研究で提案する教授法にもとづく高等学校理科の実践事例を開発し、実験活動におけるメタ認知の活性化が理科学習に及ぼす効果について実践的に検討することである。

## 8. 発表論文、投稿記事、メディアなどの掲載記事

### 論文

1. 草場実・竹本めぐみ・松下至：高等学校理科におけるフラッシュクロマトグラフィーを教材とする実践的研究—生徒の混合物の分離・精製概念—の学習に及ぼす効果に着目して—、分取クロマトグラフィー研究会誌，1，3，pp.26～32（2007）

### 口頭発表

1. 草場実・竹本めぐみ・松下至：フラッシュクロマトグラフィーを用いた実験教材が生徒の理科実験観の変容に及ぼす効果，第2回分取クロマトグラフィー研究会，倉敷美術館会議室，2007年4月
2. 草場実・湯澤正通：協同的課題解決がメタ認知活性化に及ぼす効果，第57回日本理科教育学会全国大会，愛知教育大学，2007年8月