

# 高等学校理科「課題研究」における話し合いを重視した実践

—メタ認知を促し仮説設定力を高める研究プロセス—

高橋 信幸\*, \*\*, 松本 伸示\*\*\*

(平成29年6月13日受付, 平成29年9月7日受理)

## Discussion-emphasized Practice of "Science Project Studies" in Upper Secondary School : Research process to encourage meta-cognition and enhance hypothesis setting ability

TAKAHASHI Nobuyuki \*, \*\*, MATSUMOTO Shinji \*\*\*

In this research, "Science Project Studies" in upper secondary school were performed with an emphasis on discussion. In order to promote meta-cognition of identification and control of experimental variables and research processes through discussion, the three items, "emphasis on problem determination and hypothesis setting stages", "emphasis on discussion in group," and "adoption of themes creating awareness of variable control" were determined as instruction strategies. Investigation of learning effects using TIPS II indicates that science process skills are significantly improved. Another investigation also revealed that 90% of students were able to describe research hypotheses and to meta-cognize research processes. These findings suggest that science process skills were developed by the teaching strategies in the "Science Project Studies" of this research.

Key Words : Science Project Study, Student Negotiation, Science Process Skills, TIPS II, meta-cognition

### 1. 問題の所在

平成21年改訂の高等学校学習指導要領では、高等学校理科は目標に「自然の事物・現象に対する関心や探究心を高め」、「科学的に探究する能力と態度を育てる」ことが掲げられており、各科目の探究活動や課題研究の単元における探究的な活動の実践が期待されている。中でも理科課題研究は科学的に探究する能力と態度の育成と創造性の基礎を培うことを主とする科目である。スーパーサイエンスハイスクール（以下SSHと略す）を中心に10年以上にわたる実践が積み重ねられ、その成果を受けて次期学習指導要領では教科「理数」の科目「理数探究」の導入が検討されている。

一方、先行研究では理科課題研究や問題解決学習における指導の課題が指摘されている。五島（2013）は、従来の問題解決学習における仮説設定の前段階としての問題把握に必要な発想を育成する活動の軽視を指摘した。稲田（2014）は、理科実験における実験をデザインする活動の不足を指摘し、自然科学研究の模擬体験学習の有効性と議論を促すしくみの必要性を指摘した。稲守（2015）は高校3年生に1単位で行う「SSH理科課題研究」の取

り組みで、研究活動に意欲的に取り組む反面、テーマがなかなか設定できなかつたり、途中でテーマを変更したりするなど課題設定の能力が低いことを指摘した。倉口（2015）は課題研究における問題発見の部分がほぼ教師に委ねられており、問題発見能力を育成する取り組みとなっていない現状を指摘し、改善のため3段階の課題研究カリキュラムを実践したが、論証可能性の高い問いの設定に課題が残ったことを報告した。稲垣（2015）は高校2年生で実施する課題研究が1年生での課題研究を踏まえることで実験や発表の準備の手際がよくなるが、自由テーマにおける課題の発見や仮説の設定が依然不十分な状況を報告した。

これらの先行研究から、課題を発見し、論証可能な問いを設定し、仮説を設定する能力の不足が課題研究活動を進めるにあたって課題となっていることがわかる。適切な問いや仮説の設定に基づいて実験をデザインできなければ、その後の課題研究活動が円滑に進行せず、テーマの変更や適切な結果を得られない状況になる可能性が高まる。そこで、本格的な課題研究に入る前段階として、これらの能力を高める活動を行うことが考えられる。

\* 兵庫教育大学大学院連合学校教育学研究科学生 (Doctoral program student of the Joint Graduate School in Science of School Education, Hyogo University of Teacher Education)

\*\* 京都府立桃山高等学校 (Kyoto Prefectural MOMOYAMA Senior High School)

\*\*\* 兵庫教育大学 (Hyogo University of Teacher Education)

課題の発見、論証可能な問いの設定、仮説設定の能力を高める指導方法としては次の先行研究がある。

宮本（2014）は、中学校理科における仮説設定型授業において、個人で設定した仮説をグループやクラスで共有化し、因果関係を踏まえて洗練化することが「仮説の設定」と「結果の分析と解釈」の能力により影響を与えることを示した。坂本、山口、村山、中新、山本、村津、神山、稲垣（2016）は、科学的探究のプロセスにおける科学的原理・法則に基づいた問いの生成を支援する指導方法として、科学的原理・法則のメタ理解を獲得させる理科授業と質問生成への介入が有効であることを示した。小林（2003）は実験活動への「教師による思考の方向づけと話し合いの導入」によって活動を制御するメタ認知の働きが促され、効果的な実験活動が行えたことを示した。

しかし、これらは小・中学校の小単元規模での授業実践を想定し、検証されたものである。数ヶ月～1年の期間での実践となる高等学校の理科課題研究に援用した研究は管見の限り出でおらず、課題研究の進行状況に沿って実践可能な指導方略の開発と実践が待たれる。

また、課題研究は数ヶ月にわたる研究計画を生徒自らが立案し研究を遂行していく活動であり、動機、方法、時間、物理的環境、社会的環境の要因に応じて学習を自己調整する能力が必要となる。三宮（2010）は、このような活動においてメタ認知を促すような支援が教師や仲間から与えられると、生徒は効果的な方略を用いることができるようになることを述べ（Palincsar & Brown, 1984）、メタ認知を促す学習支援法として、他者への教授、メタ認知の手がかりの提示、文脈化や脱文脈化、意見の異なる他者との討論などを挙げている。

高等学校における課題研究の指導においては、このようなメタ認知を促す学習支援の導入も検討する必要があると思われる。

さらに、課題研究はキー・コンピテンシーに照らし、協同的な問題解決によって科学概念を構築し表現する能力を育成することを目指しているとするならば、構成主義による学習環境デザインの導入は有効であろう。Taylor, Fraser, Fisher（1997）は、構成主義による学習環境の尺度として、個人的関連性（Personal Relevance）、不確実性（Uncertainty）、批判的な意見（Critical Voice）、共有された調整（Shared Control）、話し合い（Student Negotiation）の5つを挙げ、グループでの話し合いの重要性を示した。課題研究にグループ活動を導入し、このような学習環境を整備することは有効であると思われる。

## 2. 目的

本研究は、高等学校の理科課題研究において、グループでの話し合いを重視し、実験における変数の同定と制御や研究プロセスのメタ認知を促す実践を行い、研究プロセスや変数の認識、仮説設定への影響を考察することを目的とする。

## 3. 指導方略

本研究では次のような指導方略を試行する。

### (1) 問題把握と仮説設定の段階の重視

与えられた課題に対して予備的な実験を行い、問題の把握や仮説の設定に至る段階を重視した時間配分を採用する。

### (2) グループでの話し合いの重視

授業の始めと終わりにグループでの話し合いの時間を確保し、個人で考えを整理し、グループで議論して、課題研究活動をメタ認知する活動の促進を図る。そのためのツールとして個人ノートを採用し、活動内容や思考内容を記述させる。

### (3) 変数制御を意識させるテーマの採用

課題研究のテーマとして、複数の従属変数をもつものを採用し、独立変数の制御や従属変数の数値化を意識させ、仮説の設定と検証実験にあたらせる。

## 4. 方法

### 4.1. 授業実践

SSHの公立高等学校2年生280名を対象として、平成28年4月～7月の期間に週2時間の課題研究活動を本研究の指導方略により実施した。テーマは「画用紙をできるだけゆっくりと狙った位置に正確に落下させる」とし、すべての班で共通とした。3人～4人で班を構成し、班毎にこのテーマで課題研究を行う様子を観察した。表1のように時間の割り振りをを行い、仮説設定に至る段階を重視した。授業は2時間連続とし、授業の流れは表2のようにした。

授業の始めに班で話し合う時間を15分間確保し、今までの活動の振り返りと今日のめあて、計画の立案、作業内容や役割分担などの確認を行い、個人ノートに記入するよう指導した。同様に授業の終わりに班で話し合う時間を20分間確保し、まとめと結果の議論、ノートに記入する活動を指導した。

なお、本研究ではグループでの話し合いを重視せず、研究プロセスについてのメタ認知を促さない等、指導方略を適用しない対照群を設定していない。このような条件下では教育効果が劣ることが予想され、教育現場で実施する研究としては倫理に反するためである。

表1 課題研究の流れ

Step1 「事前学習」	2時間×2回	課題に取り組むにあたって必要となる知識や概念について学ぶ。
Step2 「基礎実習」	2時間×2回	課題についての基本的な実験や実習を行い、探究のテーマを探る。
Step3 「探究実習」	2時間×3回	課題について自ら設定したテーマでの探究の実験・実習を行う。
Step4 「考察と表現」	2時間×2回	探究の実験・実習の結果を分析・解釈して、自らの考えを導き出し表現する。
Step5 「まとめと発表」	2時間×2回	課題研究活動全体をまとめて、壁新聞などで発表する。

表2 授業の流れ (2時間連続, 休憩10分を挟む)

はじめのメタ認知的な活動	((1) 出欠の確認, 道具の準備, ノートの返却, 前回の活動のふりかえり 5分 ((2) 今日の活動の方針と内容の協議 →ノートに「今日の目標」を記入 5分 ((3) 活動内容と役割分担を協議 →ノートに「活動内容と役割分担」を記入 5分
研究活動	(4) 今日の研究活動 60分
おわりのメタ認知的な活動	(5) データをノートに記録する (全員が写し合う) 5分 (6) 班で協議する時間 10分 「何が分かったか, 何が分からなかったか, 次に何をすればよいか」 (7) ノートにまとめる時間 5分 (8) ノート提出とかたづけ 5分

4.2. 教師の指導

本研究の指導方略を授業担当者全員(24人)で確認した。特に、次の点について共通認識を図った。

- ・グループでの話し合いでは教師は生徒どうしの活発な議論を作り出す努力を行う。必要であれば教師は議論を活発にするために積極的に関わる。
- ・課題研究では、研究成果を見つけ出すことの教育的意義よりも、研究過程でメタ認知的な能力をトレーニングすることの教育的意義を重視する。
- ・生徒が求める支援には注意深くヒントを与えるような関わり方を行い、生徒が困らないように先回りして支援しない。
- ・十分に時間をとって課題研究ノートを丁寧に記入する

ことにより生徒はメタ認知を要求されることになる。不十分なノートの記述については、しっかりと仲間と議論して書き足すように指導する。

4.3. 評価の方法

TIPS II<sup>(注1)</sup>(The Test of Integrated Process Skills II)はジョセフらによって開発された中高生 (middle and high school) のサイエンスプロセス・スキルを測定するテストである (Joseph C. Burns, James R. Okey, Kevin C. Wise, 1985) このテストは、変数の識別, 操作の定義, 仮説の選別, 図・グラフの解釈, 実験の設計の5つの要素を測定する。本研究で注目する研究プロセスや変数の認識, 仮説設定への影響との関連が現有するテストの中で特に深く、本研究での指標として採用することとした。

活動の前に TIPS II を用いた調査を行い、サイエンスプロセス・スキルを測定した。これは授業内で最初のガイダンスの際に実施し、問題・解答用紙とともに終了後回収を行う形式で277名(欠席3名)を対象に3回に分けて実施した。また、活動の後で TIPS II の一部を用いた調査を行いサイエンスプロセス・スキルの変化を確認した。TIPS II の全部での調査を行わなかったのは、担当教員との協議により7クラス同時実施の課題研究に対するテストの中での実施となり、研究目的のテストに時間を割き過ぎないための教育的配慮による。

さらに、活動後に課題研究の過程で分かったことや、課題研究で設定した仮説を記述させた。また、活動の流れを生徒が選んだ2つの要素を変数として2軸平面に順序を付記した点で表現する方法で記述させて確認した(図1)。このとき、図の描き方として「あなたの班が、ゆっくり正確に落とすことを研究するとき、どのような活動の経過をたどったかを平面に点を打って表現しなさい」と表現し、例として独立変数と従属変数からなる図を描いていた。

併せて、課題研究を振り返っての自由記述を求めた。生徒の記述した課題研究ノートの内容についても調査した。課題研究ノートは一人1冊とし、前回の活動のふり

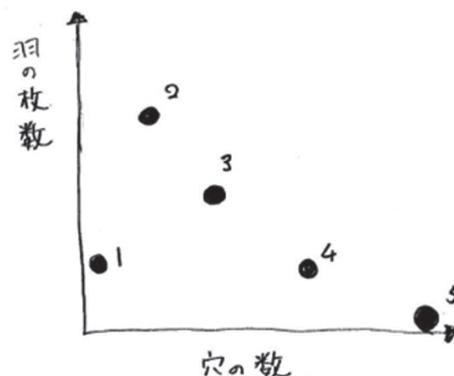


図1 生徒が課題研究の流れを表現した例

かえり、今日の目標、活動内容、役割分担、実験の結果、成果と課題、感想等を書くこととした。授業の終わりに提出させ、コメントを記入して、次の授業の初めに返却した。

これらの調査から活動の過程における思考やサイエンスプロセス・スキルの変化を確認した。

## 5. 結果及び考察

### 5.1. TIPS II の調査結果

表3は活動前に行ったTIPS IIによる調査を正答率で表記した記述統計である。表4は1983年に行われたアメリカの中高生 (middle and high school) Grade 7～12 に対する同様の記述統計である (Joseph, James, Kevin, 1985)。

表3 活動前の TIPS II 調査の記述統計

N=277	M	SD	Min	Max
変数の識別	0.536	0.169	0.000	0.917
操作の定義	0.703	0.233	0.000	1.000
仮説の選別	0.765	0.168	0.000	1.000
図の解釈	0.885	0.152	0.200	1.000
実験の設計	0.886	0.184	0.250	1.000
総合計	0.720	0.111	0.214	0.972

表4 アメリカの中等教育段階の生徒の TIPS II 調査の記述統計 (注2)

Grade	N	M	SD
7	128	0.442	0.170
8	124	0.539	0.147
9	134	0.541	0.184
10-12	73	0.702	0.141
TOTAL	459	0.531	0.193

比較すると Grade10-12 の同年代の生徒と同程度のサイエンスプロセス・スキルを有することが分かる。項目別に見ると、変数の識別に関する能力が他に比べて低くなっている。

これは、独立変数や制御変数、応答変数といった変数の分類に関する学習が学校教育の中で行われていないことが影響している可能性が考えられる。次いで操作の定義に関する能力がやや低い状況にある。これは、実験計画を立てる経験が少なく、ある変数の測定のためにどのような操作を行うとよいかといった問題を考える経験が少ないことが影響している可能性を考えることができる。

図 (グラフ) の解釈や実験の設計に関する能力は比較的高い状況にある。仮説の選別に関する能力は平均程度となっている。これは、与えられた手順通りに実験を行い、データを収集してグラフに表す作業には慣れているが、

実験計画から結果を予測して仮説を設定するような思考には不慣れな状況が影響している可能性が考えられる。

TIPS II を用いた活動前の調査で正答率の低かった問題を7問抽出し、活動後に再び調査した。7問の内訳は、変数の識別についての3問、操作の定義についての1問、仮説の選別についての3問である。表5は活動後に行ったTIPS IIによる調査の記述統計 (7点満点) を活動前と比較したものである。

表5 活動後の TIPS II 調査の記述統計

N=274	活動後		活動前	
	M	SD	M	SD
合計	5.54	1.12	4.24	1.20

活動前と活動後の得点について分散分析を行ったところ、有意確率  $p < .01$  で群の効果が有意であった ( $F(1,274) = 168.49, p < .01$ )。よって活動の効果があったといえる。

図2は講座毎のTIPS II調査の結果を事前と事後で比較したものである。講座毎の合計点の増加分にはばらつきがあることがわかる。講座は1人の担当教師が受け持っている3～4人で構成される3つの班からなる。講座の活動内容は基本的に担当教師がコントロールしている状況にある。

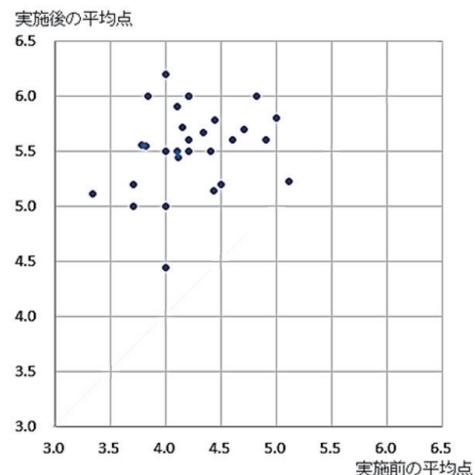


図2 班毎の TIPS II 調査の比較

このばらつきの原因を調べるため、事後に28講座の各担当教師にアンケート調査を実施し、授業の始めに班で話し合ってからノートに記入する時間と、授業の終わりにまとめと結果の議論を行いノートに記入する時間をどの程

表6 時間配分アンケート調査の質問内容

活動前期 (準備)	活動中期 (本実験)	活動終期 (まとめ)
1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
少 標準 多	少 標準 多	少 標準 多

度とったかについて調査した。時期によって活動内容が違うので時間配分が異なる可能性があることに対応するために、表6のように課題研究の活動前期、中期、終期の3区間について、それぞれ7段階での回答を求めた。

予定通りの時間を費やした場合を4、それより多い場合を5～7、それより少ない場合を1～3とする7段階での回答を求めた。26講座分の有効回答を得、その平均値を求めた。平均値の度数分布は表7のとおりである。

表7 平均値の度数分布

平均値	講座数
6以上7未満	0
5以上6未満	0
4以上5未満	8
3以上4未満	7
2以上3未満	10
1以上2未満	2

アンケート結果を踏まえ、平均値が4以上の8講座(71名)を十分に話し合いとノート記入の活動を行った長時間群、3未満の12講座(105名)を短時間群として抽出した。それぞれのTIPS IIによる調査の記述統計(7点満点)は表8のとおりであった。

表8 長時間群と短時間群のTIPS II調査の記述統計

N=274	活動前		活動後	
	M	SD	M	SD
長時間群	4.06	1.29	5.72	0.92
短時間群	4.33	1.13	5.41	1.14

学習法(2)×活動前後(2)により分散分析を行った結果、交互作用が有意であった( $F(1,174)=5.34, p<.05$ )。そこで、活動前活動後別に学習法の単純主効果を検定したところ、活動前のTIPS IIによる調査では有意でなかったが( $F(1,174)=2.25, ns$ )、活動後のTIPS IIによる調査では有意傾向が見られた( $F(1,174)=3.59, p<.10$ )。また、学習法別に活動前後の単純主効果を検定したところ、長時間群、短時間群ともに1%水準で有意であった(長時間群: $F(1,174)=36.07$ , 短時間群: $F(1,174)=86.03$ )。したがって、長時間群、短時間群ともにサイエンスプロセス・スキルを高める効果があるが、長時間群が短時間群より有意にサイエンスプロセス・スキルを高める効果が大きいといえる。即ち、授業の始めと終わりに話し合いやノート記入の活動を積極的に行う方が、サイエンスプロセス・スキルが高まると考えられる。ただし、この分析は事後に行ったアンケート調査に基づくものであることを、考慮に入れて考察する必要がある。

## 5.2. 活動のパフォーマンス

課題研究では各班が創意工夫して四つ切り画用紙を加工し、2mの高さから「的にできるだけ正確に落下させる」と「できるだけゆっくりと落下させる」ことを両立できる条件を研究した。この相反する2つの条件を両立させるための工夫は多様性があることが予想されたが、84班すべてが円錐、プロペラ、平面、回転、大小等独自の視点で工夫を行なう様子が観察できた。図3は、生徒が研究活動で作成したポスターに記載された落下物の例である。

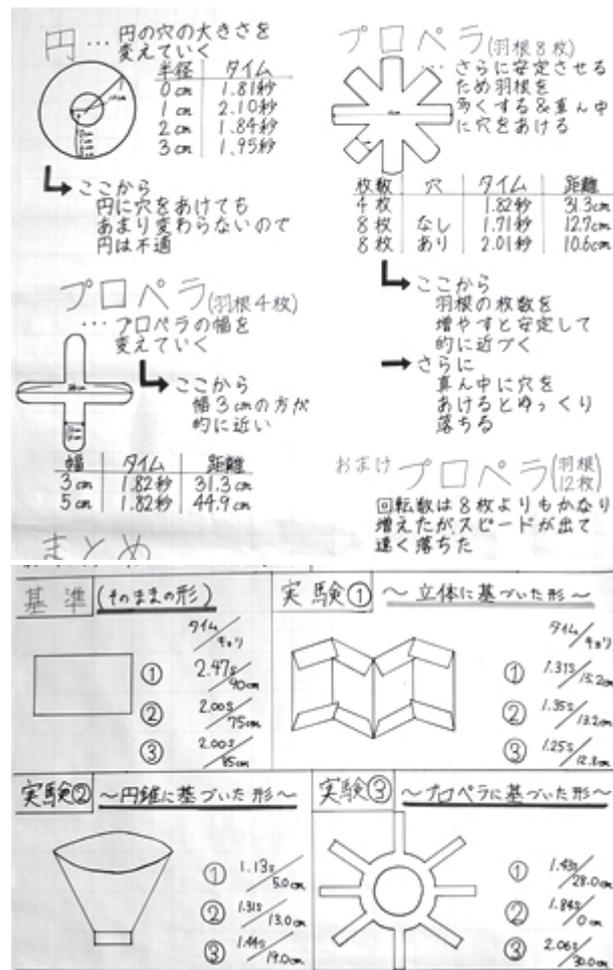


図3 ポスターに記載された落下物の例

## 5.3. 仮説の記述

活動後に研究活動で確認した仮説と明らかになった内容について記述させた(N=269)。

例えば生徒Aは、仮説を「円錐の角度は小さければ小さいほど空気抵抗を受けてゆっくり正確に落ちる」と記述し、明らかになった内容を「円錐がゆっくり正確に落ちること。円錐の中でも紙が重なっている角度によって結果も変わり1番良かったのは20°の円錐だった。」と記述するなど、90.3%の生徒が的確に仮説を記述し、それに対応して明らかになった内容を記述できていた。よって、課題研究の過程で最終的には9割の生徒は自らの研究の

仮説を設定することができたといえる。

一方で1割の生徒は仮説を「落下時間と正確さの関係調べる」(生徒C)、「空気抵抗にはゆっくり落ちる効果とゆらぎの効果がある」(生徒D)などと記述し、仮説としての表現になっていない状況にあることがわかった。そのうちの8割は記述内容からどのようなことを仮説としていたかを想像できる状況にあり、このような生徒に対しては表現能力の支援を行うことで改善できる可能性がある。

#### 5.4. 自由記述にみる研究過程のメタ認知

活動後に研究活動の感想を自由記述させたところ(N=269)、64.7%の生徒が考えたことに関わる記述を行った。例えば、生徒Eは「最初はアイデアが浮かばなくて苦労したが、実験していく中で少しずついろんな形のアイデアが思いつくようになって楽しかった。」と記述するなど、9.7%の生徒がアイデアを考えることが楽しかったと記述した。

また、生徒Fは「班の人と意見を言い合っていく中で、自分では考えつかなかったような考えを聞くことができるとても楽しかった」と記述するなど、23.0%の生徒が班での話し合いから異なった考え方に触れて考えの幅が広がったことを記述した。

また、生徒Gは「試行錯誤をする中で、また新しいアイデアが浮かんできたりして発想力も豊かになったと思う」と記述し、生徒Hは「アイデアが出なくて大変だったけどしだいにできるようになりました」と記述するなど、14.1%の生徒が発想の広がりや深まりがあったことを記述した。

さらに、生徒Iは「上手くいなくて悩んでいたときにダメ元で改良したらすごく上手くいって、ダメ元でもあきらめずにやってみることが成功を生むのだなと思った」と記述し、生徒Jは「とにかく考えて挑戦してみる。そしてそこから出た結果からまたとにかく考えて挑戦する。このサイクルによって(中略)成功することよりも、失敗することの大切さを知りました。」と記述するなど、20.2%の生徒が課題研究の過程をメタ認知した内容を記述していた。

これらの記述の関係性を図4に示した。総合すると、研究活動の感想を自由記述した内容であるが、6割の生徒が課題研究活動の中で「考えたこと」に関わる記述を行い、そのうち2割の生徒が研究過程を振り返ってメタ認知した記述を行ったことになる。これは、本研究の指導方略である話し合いの時間の確保によって、考えの整理や議論、課題研究活動をメタ認知する活動が行われた状況の程度と関連していると思われる。

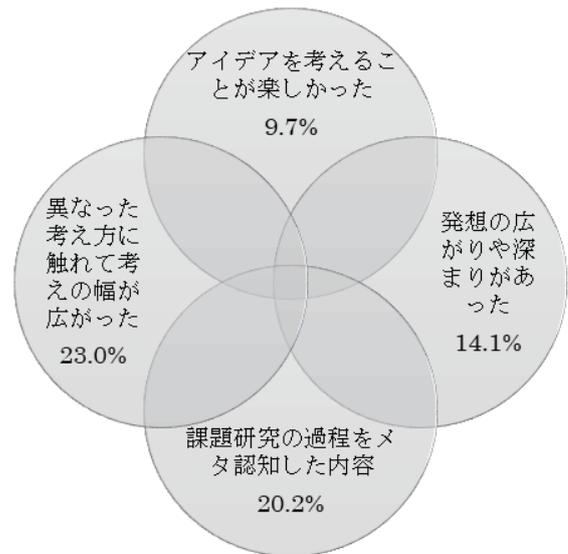


図4 自由記述における考えたことに関わる記述

#### 5.5. 研究の過程を2軸平面に表現した図

活動後に活動の流れを生徒が選んだ2つの要素を変数として2軸平面に順序を付記した点で表現する方法で記述させた。図5はこれらの図の例である。

結果を分析したところ(N=269)、縦軸と横軸にそれぞれ独立変数を記載した図を1つ描いた生徒が24.9%、縦軸と横軸が独立変数と従属変数からなる図を2つ以上描いた生徒が14.1%、縦軸と横軸が独立変数と従属変数からなる図を1つ描いた生徒が57.6%、不適切な図を描いた生徒が3.3%であった。図の描き方を示す例が独立変数と従属変数であったにもかかわらず、2つの独立変数を縦軸と横軸に設定したり、図を2つ描いたりした生徒は、異なる二つの視点から課題研究の流れをメタ認知できていたといえる。これらの生徒は39.0%であり、約4割の生徒がこの段階のメタ認知が行っていたことになる。独立変数と従属変数からなる図を描いた生徒も含めると96.7%であり、約97%程度の生徒が課題研究の流れを少なくとも1つの視点からメタ認知できていたと考えることができよう。

この方法はメタ認知の程度を確認するツールとしての機能を果たしたと思われるが、生徒が表現手法に不慣れで戸惑ってしまった可能性も考えられる。課題研究活動のなかで日常的に活動の流れを表現するツールとして用いて、表現方法への理解と定着を図り、メタ認知を促進する手法として用いることもできると思われる。一方で、順序を付すことの必要性やグラフの軸の単位や目盛りをどうするか等については工夫の余地がある。

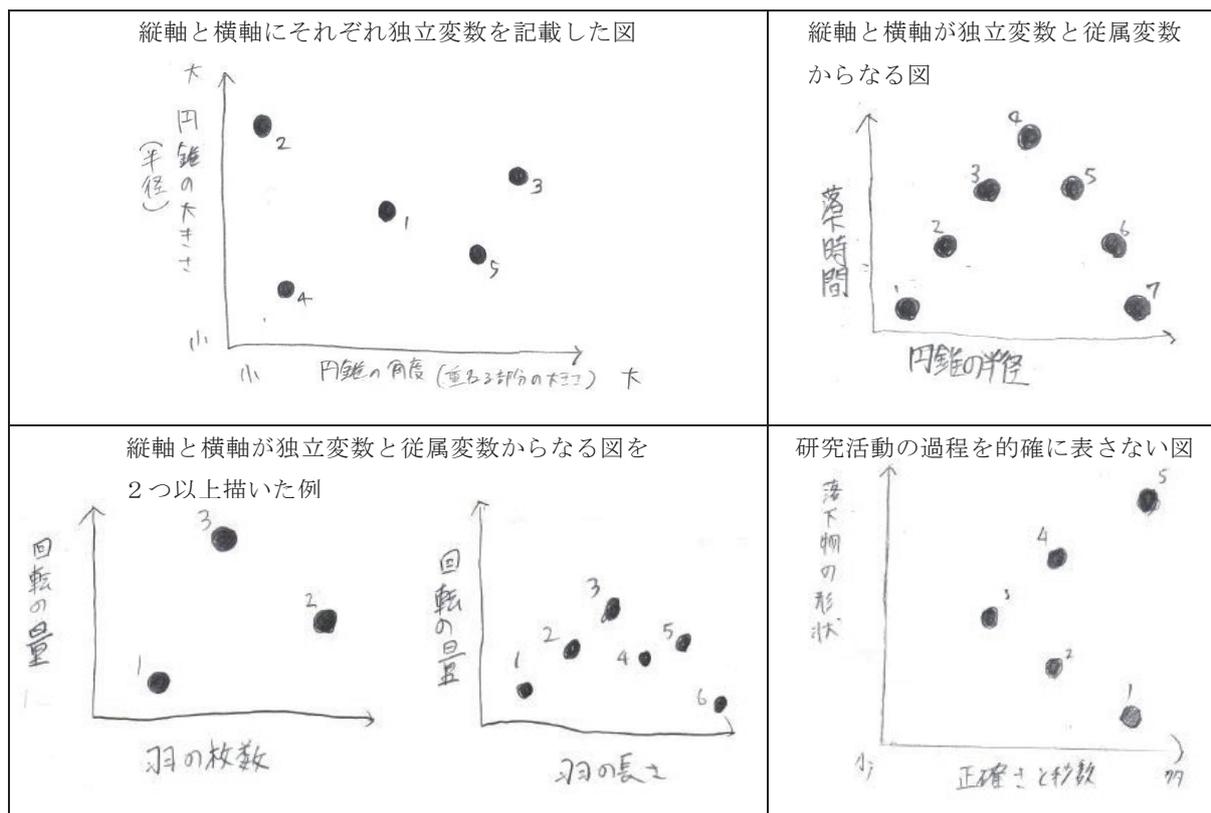


図5 2軸平面に順序を付記した点で表現する方法で記述させた図の例

## 6. まとめ

本研究では、高等学校の理科課題研究において、グループでの話し合いを重視し、実験における変数の同定と制御や研究プロセスのメタ認知を促すため、「問題把握と仮説設定の段階の重視」、「グループでの話し合いの重視」、「変数制御を意識させるテーマの採用」の3点を指導方略とする実践を行った。その結果、次の5つの知見が得られた。

- ・サイエンスプロセス・スキルが有意に向上したこと。
- ・9割の生徒が事後に研究活動で設定した仮説を記述できたこと。
- ・9割を超える生徒が1つの視点から課題研究をメタ認知し、4割の生徒が2つの異なる視点から課題研究をメタ認知したこと。
- ・9割を超える生徒が制御した変数を意識して課題研究の過程を捉えることができたこと。
- ・課題研究を振り返っての自由記述に、6割の生徒が課題研究活動の中で「考えたこと」に関わる記述を行い、そのうちの2割の生徒が研究過程を振り返ってメタ認知した記述を行ったこと。

総じて、グループでの話し合いを重視した本研究の指導方略による課題研究活動は、サイエンスプロセス・スキルを有意に向上させ、少なくとも9割の生徒に変数の認識や研究プロセスについてのメタ認知を形成したことが認められる。

このことから、理科課題研究においてグループでの話

し合いを重視した本研究の指導方略による活動を行うことが、サイエンスプロセス・スキルを高め、研究の過程についてのメタ認知を促す可能性があることが示唆されたといえる。

なお、本研究で行った実践は高等学校における1事例のみであり、他の校種や研究テーマにおける事例においても検討を行いたい。また、サイエンスプロセス・スキルの変化については、統制群を設けていないこと、事後テストの問題数が限られていること等の課題があり、さらなる研究が待たれる。

### — 注 —

- 1 TIPS II は1985年にTIPS(Integrated Process Skill Test)を改良して開発された統合的サイエンスプロセス・スキルを測定するためのペーパーテストである。変数の識別、操作の定義、仮説の選別、図・グラフの解釈、実験の設計の各能力を測る5つのサブテストからなる36問の4択式問題で構成されている。
- 2 Burns, J. C., and J. Okey. C., & Wise, KC (1985). "Development of an Integrated Process Skill Test: TIPS II" *Journal of Research in Science Teaching* 22.2, p.173に記載のデータを筆者が得点率に直して引用したものである。

### — 付 記 —

本研究は、日本教科教育学会第43回全国大会(鳴門大会)における研究発表の内容を加筆修正したものである。

一文 献一

- (1) Burns, J. C., and J. Okey. C., Wise, KC, "Development of an Integrated Process Skill Test: TIPS II" *Journal of Research in Science Teaching* 22.2: pp.169-177, 1985
- (2) 榎阪昭則, 廣木義久, 大仲政憲, 「課題研究における高校生の満足度調査と満足度を高めるための指導モデルの開発: スーパーサイエンスハイスクールにおける分析から」『理科教育学研究』52 (3), pp.33-41, 2012
- (3) 藤原和人, 大高泉, 「理科教育における仮説設定を促進する指導方略の開発: 生徒が持つ予想の根拠に着目して」『日本理科教育学会関東支部大会研究発表要旨集』(53), p.31, 2014
- (4) 後藤頭一, 松原憲治, 「主体的・協働的な学びを育成する理科授業研究の在り方に関する一考察〜カリキュラムマネジメントに基づく理科授業研究モデルの構想〜」『理科教育学研究』56 (1) 特集号 理科授業研究の今を問う, pp.17-32, 2015
- (5) 五島政一, 『問題解決能力を育成するアースシステム教育とその教師教育プログラムの開発に関する実践的研究』東洋館出版社, pp.2-10, 2013
- (6) 稲田彦彦, 「科学的に探究する能力の育成のために自然科学研究の手順の模擬体験を取り入れた高等学校理科科用授業プログラムの開発」『岡山大学教師教育開発センター紀要』3, pp.98-106, 2013
- (7) 稲垣貴也, 新海徳則, 「愛知県立岡崎高等学校における探究力を育てるためのSSHの取組」『日本理科教育学会全国大会要項』(65), p.119, 2015
- (8) 稲守将基, 「愛知県立一宮高校における理科課題研究の現状と課題」『日本理科教育学会全国大会要項』(65), p.118, 2015
- (9) 小林寛子, 「理科教育における実験活動の指導: 思考の方向づけと話し合い導入の効果」『日本教育心理学会総会発表論文集』(45), p.404, 2003
- (10) 倉口哲, 筒井康隆, 「全校で課題研究を実施するにあたっての工夫と課題」『日本理科教育学会全国大会要項』(65), p.120, 2015
- (11) 久坂哲也, 「我が国の理科教育におけるメタ認知の研究動向」『理科教育学研究』56 (4), pp.397-408, 2015
- (12) Lawson A. E., "Basic Inferences of Scientific Reasoning, Argumentation, and Discovery", *Science Education*, 94 (2), pp.336-364, 2010
- (13) 宮本直樹, 「中学校理科における仮説設定とデータ解釈との関連一因果関係を踏まえた仮説の共有化, 洗練化に着目して一」『理科教育学研究』55 (3), pp.341-350, 2014
- (14) 宮本直樹, 「小・中学校理科におけるデータ解釈能力を育成するための指導法一サイエンスプロセス・スキルに着目して一」『科学教育研究』39 (2), pp.176-185, 2015
- (15) 村上忠幸, 「理科の探究学習の新展開 -messing about とコミュニケーション」『教育実践研究紀要』(10), 京都教育大学附属教育実践総合センター, pp.91-100, 2010
- (16) 坂本美紀, 山口悦司, 村山功, 中新沙紀子, 山本智一, 村津啓太, 神山真一, 稲垣成哲, 「科学的な問いの生成を支援する理科授業」『教育心理学研究』64 (1), pp.105-117, 2016
- (17) 三宮真智子, 「学習におけるメタ認知と知能」三宮真智子『メタ認知 学習力を支える高次認知機能』北大路書房, pp.17-37, 2008
- (18) Taylor, P.C., Fraser, B.J., Fisher, D.L., "Monitoring constructivist classroom learning environment", *International Journal of Educational Research*, 27 (4), pp.293-302, 1997
- (19) 渡辺理文, 森本信也, 小湊清隆, 「理科授業における資質・能力の育成を促す学習環境のデザインの分析」『理科教育学研究』56 (4), pp.469-480, 2016
- (20) 山口真人, 田中保樹, 小林辰至, 「科学的な問題解決において児童・生徒に仮説を設定させる指導の方略:一 The Four Question Strategy (4QS) における推論の過程に関する一考察一」『理科教育学研究』55 (4), pp.437-443, 2015