

観察・実験を通し、科学的思考力を育む理科の指導と評価の在り方についての研究

－アクティブ・ラーニング型理科授業による学習効果－

須崎市立上分中学校 教諭 山本 清人
高知大学教育学部 講師 草場 実
高知県教育センター指導主事 足達 伸司

本研究の目的は、中学校理科の観察・実験活動において、アクティブ・ラーニング型理科授業が、中学生の実験動機づけ、実験方略及び科学的思考力に及ぼす効果について実践的に検討することであった。この目的を実現するために、中学校理科第1学年「葉・茎・根のつくりと働き」及び「身の回りの物質とその性質」の単元において、課題解決型の学習を開発した。そして、A中学校の第1学年を対象に介入授業を行った。その結果、アクティブ・ラーニング型理科授業は、生徒の実験動機づけ（獲得・利用価値）を高め、実験方略（意味理解的方略）の使用を促進させ、科学的思考力を高めることが示唆された。

<キーワード>

アクティブ・ラーニング型理科授業、実験動機づけ、実験方略、科学的思考力、ルーブリック

1 研究目的

IEA（国際教育到達度評価学会）が平成27年度に実施した、TIMSS 2015（国際数学・理科教育動向調査）の結果において、日本の中学2年生における理科の平均得点の順位は、39ヶ国中2位であり理科の学力は参加国中、上位に位置している。しかし、質問紙調査において「理科を勉強すると日常生活に役に立つ」という項目に、「強くそう思う」、「そう思う」と肯定的に解答した生徒の割合は62%であり、国際平均の85%を大きく下回っていた。このことから、日本の中学生の理科学習の有用性に対する意識は低いことが分かった（文部科学省、2016）。また、平成27年度全国学力・学習状況調査の結果において、実験を計画すること、実験の結果を分析して解釈すること、課題に正対した考察を行うこと、他者の考えを検討し改善すること、日常生活の場面において、知識や技能を活用することなど、「科学的な思考・表現を評価の観点とする問題」に課題が見られた（国立教育政策研究所、2015）。本研究で介入授業を実施したA中学校においても、平成27年度高知県学力定着状況調査（第1・2学年）の結果において、「実験結果から得られた表をもとに、新たな実験を計画すること」や「根拠を基にした説明をすること」など、科学的な思考力や表現力に課題があることが示唆された（高知県教育委員会、2016）。

このような課題に対応するためにはどのような変数に着目すればよいのだろうか。平成27年度全国学力・学習状況調査における質問紙調査の結果において、「観察や実験を行うことが好き」といった観察・実験活動に対する意欲（以下、「実験動機づけ」とする）に関する項目や「予想をもとにして、実験の計画を立てる」といった実験への取り組み方法（以下、「実験方略」とする）に関する項目に対して、肯定的に回答した生徒ほど、平均正答率が高い傾向にあることが示唆された（国立教育政策研究所、2015）。平均正答率が高いほど科学的思考力が高いと考えられることから、科学的な思考力や表現力を育成するためには、「実験動機づけ」や「実験方略」などの変数が重要であると考えられる。

ところで、中央教育審議会の「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）」において、学習指導要領等の改善の方向性としては、「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けて「アクティブ・ラーニング（AL）」の視点からの授業改善を通して、「生きて働く知識・技能の習得など、新しい時代に求められる資質・能力を育成していく

こと」をねらいとしている。理科においては、「主体的な学び」「対話的な学び」「深い学び」の三つの視点から、学習過程を質的に改善していくことが必要とされており（文部科学省、2016）、課題の発見と解決に向けてALを充実させていくことが有効であると考えられる。こうした状況の中、溝上（2016）は、AL型授業を実現させるためには、教員主導型の受動的学習（講義中心型のプレゼンテーションなど）から、生徒主導型の能動的学習（協同学習やジグソー法などの協同学習、発見学習、調べ学習、ディベートなど）への移行が不可欠であるとしている。また、草場ら（2016）は、中学校理科の生物的領域の単元「動物の生活と生物の進化」において、「パイナップルに含まれる酵素について調べる」といった課題を用いて、生徒が課題解決のために、「仮説を立て、実験を計画・実行、結果を考察する」といった内容の生徒主導型の能動的学習（協同・協同学習、調べ学習、発見学習など）を行うことで、理科の科学的思考力が育成されることを実践的に明らかにしている。さらに、鈴木・足達・岡村・草場（2017）は、「実験動機づけ」、「実験方略」及び「理科の学力」を変数とする因果モデルを構成し、構造方程式モデリングを活用して、各変数間の関係を検討している。ここで取り扱う「理科の学力」は、学校教育法第30条2項の「学力」の三要素の定義を参考に、「基礎的・基本的な知識・技能及び、これらを活用して課題を解決するための、思考力・判断力・表現力」と定義している（鈴木ら、2017）。その結果、実験動機づけの高まりが実験方略を促進し、科学的思考力を含む理科の学力を育成する可能性が示唆されている。以上の議論から、AL型理科授業は、生徒の実験動機づけや実験方略及び科学的思考力に対しても影響を与えることが考えられるが、この三つの変数に着目した「実践的な研究」はほとんど見られない。そこで、本研究では、「AL型理科授業による学習指導が、中学生の実験方略、実験動機づけ及び科学的思考力に及ぼす効果について実践的に検討する」ことを目的とした。

2 研究仮説

中学校理科において、AL型理科授業による学習指導は、中学生の実験動機づけを高め、実験方略の使用を促進し、科学的思考力を育成する。本研究では、この仮説を検証するために以下のことを検討する。

- ・中学校理科の観察・実験活動において、AL型理科授業による学習指導事例を開発する。
- ・中学校理科においてAL型理科授業による学習指導（介入授業）を行い、生徒の実験動機づけと実験方略の変容、ならびに科学的思考力の育成する効果について実践的に検討する。

3 研究方法

研究調査協力の得られたA中学校第1学年において、課題解決型の学習を活用したAL型理科授業を開発した。そして、実験動機づけ及び実験方略を測定する項目を準備し、科学的思考力を測定するためのワークシート及びループリックを開発した。

(1) AL型理科授業の開発

ア 事例1（植物は呼吸をしているのだろうか、調べる方法を考えよう）

生物的領域の単元「葉・茎・根のつくりと働き」において、AL型理科授業を開発した。具体的には、「植物は呼吸をしているのだろうか。調べる方法を考えよう。」という課題を設定し、2単位時間の計画で実施した。学習活動としては、①植物が呼吸をしているかどうかについて根拠に基づき予想する、②課題を提示する、③実験方法、準備物、予想される結果について図や文章で表現する、④個人で考えた実験方法を共有し、班で修正・改善する、⑤実験を行い、結果を整理・解釈する、⑥考察を行うとともに、学習活動全体の振り返りを行う。このようなプロセスを通して、実験方法を構想し、実験計画を検討・改善するといった、科学的思考力の育成を目的としている。

イ 事例2（混合物から物質を分けよう）

化学的領域の単元「身の回りの物質とその性質」において、AL型理科授業を開発した。具体的には、「混合物から物質を分けよう」という課題を設定し、2単位時間の計画で実施した。学習活動としては、①これまでの学習を振り返る。②課題を提示する。③砂、鉄線、食塩、発砲スチロール球の混合物をできるだけ効率よく分ける方法を個人で考え、実験計画を立てる。④班で協働して修正した実験計画を作成する。⑤実験を行い、結果を分析・解釈する。⑥考察し、全体で意見を共有し合う。このようなプロセスを通して、既習内容を活用して、科学的な根拠を基に解決方法を構想し、実験計画を検討・改善するといった、課題解決能力の育成を目的としている。

(2) 実験動機づけを測定する項目の準備

実験動機づけの測定には、Ecclesら(1983)、市原ら(2006)の先行研究に基づき、鈴木ら(2017)が作成した項目を準備した。実験動機づけの下位尺度は、「成功期待」4項目、「内発的価値」4項目「獲得・利用価値」4項目から構成されている(表1)。なお、回答方法は、6件法(1:全くあてはまらない、2:あてはまらない、3:あまりあてはまらない、4:少しあてはまる、5:あてはまる、6:非常によくあてはまる)で回答を求め、評定値をそのまま得点とした。

表1 実験動機づけを測定する項目

成功期待

- 項目1 私は、集中して実験に取り組むことができます。
- 項目2 私は、難しいと感じる実験でも進んで取り組むことができます。
- 項目3 私は、実験をすると決めたら、すごくがんばることができます。
- 項目4 私は、実験操作を間違えない自信があります。

内発的価値

- 項目5 私は、実験することが好きです。
- 項目6 私は、実験は楽しいと思います。
- 項目7 私は、実験はおもしろいと思います。
- 項目8 私は、実験をすることはつまらないと思います。(反転項目)

獲得・利用価値

- 項目9 私は、実験ができるようになることは、私の将来に役に立つと思います。
- 項目10 私は、実験がうまくできなくても、将来困ることはないと思います。(反転項目)
- 項目11 私は、実験で身についたことが、ほかの教科の学習にも役立つと思います。
- 項目12 私は、実験で得た知識は、普段の生活でも役に立つと思います。

(3) 実験方略を測定する項目の準備

実験方略の測定には、Ecclesら(1983)、市原ら(2006)の先行研究に基づき、鈴木ら(2017)が作成した項目を準備した。実験方略の下位尺度は、「意味理解的方略」4項目、「反復的方略」3項目から構成されている(表2)。なお、回答方法は、実験動機づけの調査と同様に6件法(1:全くあてはまらない~6:非常によくあてはまる)で回答を求め、評定値をそのまま得点とした。

表2 実験方略を測定する項目

意味理解的方略

- 項目1 私は、実験のまとめかたを工夫するようにしています。
- 項目2 私は、予想と照らし合わせながら考察するようにしています。
- 項目3 私は、今まで習ったことと結びつけながら考察をするようにしています。
- 項目4 私は、実験中に気づいたことをメモするようにしています。

反復的方略

- 項目5 私は、実験が成功するまで何度も繰り返すようにしています。
- 項目6 私は、予想通りの結果になるまで同じ実験操作を繰り返すようにしています。
- 項目7 私は、実験操作がうまくできるまで何度も繰り返すようにしています。

(4) 科学的思考力を測定するためのワークシートルーブリックの準備

ア 事例1のルーブリック

事例1における生徒の科学的思考力の測定は、ワークシートの「予想」、「実験方法」、「考察」を対象に行った。「予想」は3水準（2：理由をともなった予想を記入している、1：理由が誤っているか、理由を記入していない、0：予想ができていない・無記入等）を設定した。「実験方法」は3水準（2：的確な実験方法を記入している、1：調べるための実験方法を記入している、0：調べることができない実験方法を記入している・無記入等）を設定した。「考察」は4水準（3：結果をもとに課題に正対した考察を記入している、2：結果をもとに考察を記入しているが根拠が不十分である、1：結果や結論のみを記入している、0：考察ができていない・無記入等）を設定した。合計得点は0～7点である。

イ 事例2のルーブリック

事例2の科学的思考力の測定は、ワークシートの「予想」、「実験方法」、「考察」を対象に行った。「予想」は3水準（2：的確な実験操作が記述できている。1：必要でない実験操作も記述している。0：無記入等）を設定した。「実験方法」は3水準（2：的確な実験方法を記述している、1：調べるための実験方法を記述している、0：調べることができない実験方法・無記入等）を設定した。「考察」は3水準（2：結果をもとに根拠を持って考察している、1：結果からの考察が不十分である、0：考察ができていない・無記入等）を設定した。合計得点は0～6点である。

(5) 調査協力者及び調査手続き

A中学校の第1学年114名（男子61名、女子53名）を対象とした。介入授業は、2016年6、11月に実施した。

4 結果と考察

分析対象者は、欠損値のあるデータを除いた第1学年63名（男子31名、女子32名）のデータを分析の対象とした。なお、統計解析には、IBM SPSS Statistics23及びIBM SPSS Amos 23を用いた。

(1) 実験動機づけの変容

介入授業前（以下、介入前）と、事例1を実施した一回目の介入授業後（以下、介入後①）と、事例2を実施した二回目の介入授業後（以下、介入後②）における、実験動機づけの構成要素の平均値と標準偏差及び1要因（3水準）の分散分析結果を表3、図1に示した。その結果、実験動機づけの「獲得・利用価値」において有意差が見られた。そこで、多重比較（Bonferroni法）を行ったところ、介入後②の平均値が、介入前と介入後①のそれと比べて有意に高かった。これは、事例2の実験が、身近な混合物に関する知識を活用して課題解決する内容となっており、事例1の実験より「実験の有用性」を感じたためではないかと考えられる。このことより、AL型理科授業によれば、生徒の「実験は役に立つ」といった獲得・利用価値を高める可能性があることが示唆された。

表3 介入前後の実験動機づけの平均値（標準偏差）及び分散分析結果

構成要素		介入前	介入後① N=63	介入後②	F値 (2.124)	多重比較
成功期待	平均値	4.32	4.44	4.52	2.65	
	(標準偏差)	(0.89)	(0.84)	(0.90)		
内発的価値	平均値	4.97	4.90	5.07	1.25	
	(標準偏差)	(1.12)	(1.04)	(1.00)		
獲得・利用価値	平均値	4.06	3.99	4.59	20.9**	介入後②>介入前, 介入後①
	(標準偏差)	(1.04)	(0.82)	(0.91)		

** $p < .01$

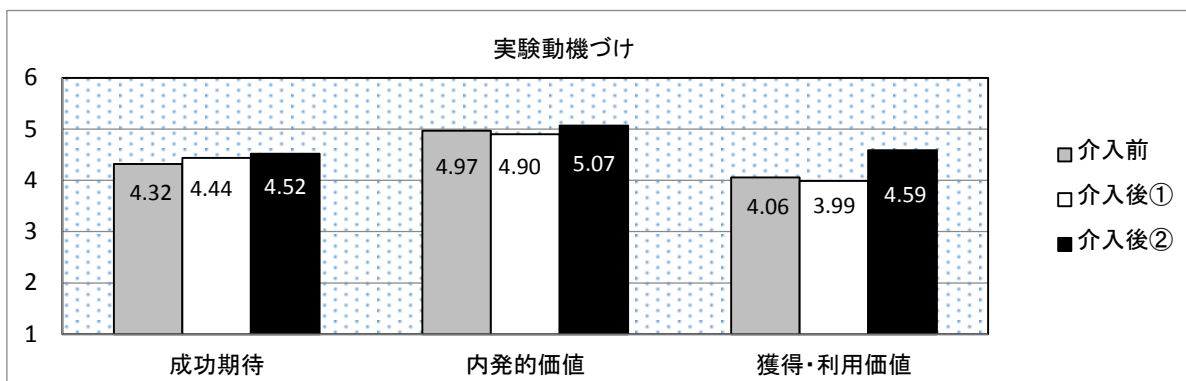


図1 介入授業前後における実験動機づけの変容

(2) 実験方略の変容

介入前と介入後①と介入後②における、実験方略の構成要素の平均値と標準偏差及び1要因（3水準）の分散分析結果を表4、図2に示した。その結果、実験方略の「意味理解的方略」において有意差が見られた。そこで、多重比較（Bonferroni法）を行ったところ、介入後②の平均値が、介入前のそれと比べて有意に高かった。このことより、AL型理科授業によれば、生徒の「予想と照らし合わせながら考察をする」といった意味理解的方略を高める可能性があることが示唆された。

表4 介入前後の実験方略の平均値（標準偏差）及び分散分析結果

構成要素		介入前	介入後①	介入後②	F値 (2.124)	多重比較
意味理解的方略	平均値	4.25	4.42	4.51	4.17*	介入後②>介入前
	(標準偏差)	(1.03)	(0.90)	(0.91)		
反復的方略	平均値	3.82	3.93	3.78	0.78	
	(標準偏差)	(1.18)	(1.14)	(1.17)		

* $p < .05$

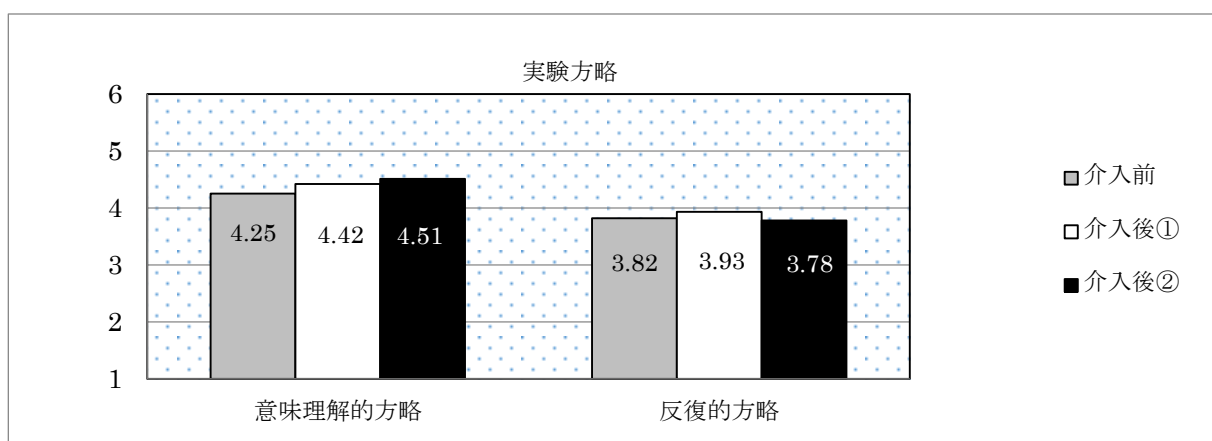


図2 介入授業前後における実験方略の変容

(3) 科学的思考力の変容

ア ワークシートの得点率

介入後①と介入後②における科学的思考力を測定するために、ワークシートの「予想」、「実験方法」、「考察」の各場面についてルーブリックに基づき得点化を図り、得点率を求めたところ、介入後①は52.5%、介入後②は66.2%であった(図3)。

このことから、AL型理科授業を繰り返し行うことによって、生徒の科学的思考力を高める可能性があることが示唆された。

イ 生徒のワークシート【実験方法】の記述から

事例2「混合物を分けよう」において、実験方法について、個人と班での「実験計画」の記述の違いに着目すると、個人思考では不十分であった実験方法や実験操作の手順が、班で他の生徒と協働的に思考する中で、効率のよい実験方法に気づき、実験計画が修正されていることが分かる。さらに、1学期に実施した、事例1「植物は呼吸しているだろうか。調べてみよう。」の授業において学習した際に、実験計画に、準備物と結果の予想も記述していたことから、今回の事例2におけるワークシートには記述する欄が設定されていないにもかかわらず、主体的に記入する生徒が多く見られた(図4)。

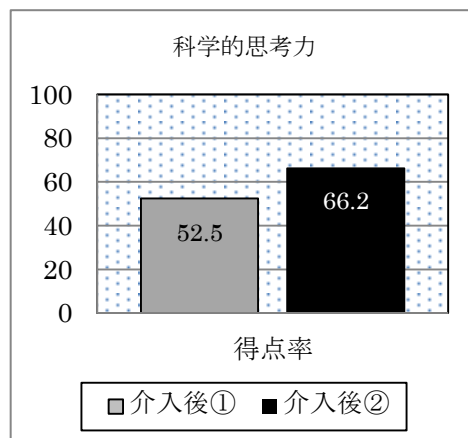


図3 介入授業後の科学的思考力の得点率

実験計画 (1回目) 個人で	実験計画 (2回目) 班で
①おわんを見る → 発泡スチロール球を取り出せる ②磁石を使う → 鉄線を取り出せる ③ろ過する → 砂・食塩が取り出せる	①磁石で鉄線を取り出す → 鉄線を取り出せる ②ザルを使う、砂・食塩と発泡スチロール球を分ける ③砂・食塩を水に溶かし、ろ過する → 砂が取り出せる ④食塩水を蒸発させる → 食塩を取り出せる
	準備物 ・磁石 ・ザル ・ビーカー ・ろ紙 ・ガラス棒 ・ロート台 ・コンロ ・蒸発皿 ・金網 予想 全部を取り出すことができる。

図4 生徒Aのワークシートの記述内容

ウ 生徒のワークシートの「考察」記述から

事例1「植物が呼吸しているか調べよう」と事例2「混合物を分けよう」において、生徒の「考察」の記述について比較した(表5)。その結果、事例1において、実験結果を比較して、根拠を基に説明している記述が多く、思考の深まりが見られた。これは、事例1においては、対照実験の設定を行う必要がある、その方法には複数の変数が考えられ、班で対話的に意見を深めながら実験を計画する必要があったためと思われる。また、学習の「まとめ」において、各班から出される報告と自分たちの結果を比較しながら振り返ることで、さらに思考が深められたと考えられる。これに対して、事例2「混合物を分けよう」の考察内容は、根拠を基にした考察は少なく、思考の深まりが感じられる記述があまり見られなかった。これは、事例2の課題そのものが、思考を深めることが難しい内容であったためと考えられる。

「事例1の介入後①」のワークシートの得点率においては、55.2%と「事例2の介入後②」の66.2%と比較して、低い結果となっているものの、事例1におけるワークシートの考察内容は、事例2と比較しても思考の深まりが感じられる内容であり、事例1のような課題を繰り返して学習することで、科学的思考力が育成されると考えられる。

表5 事例1と事例2の考察の特徴的な記述事例

事例1(植物が呼吸しているか調べよう)の授業	事例2(混合物を分けよう)の授業
<ul style="list-style-type: none"> ・AとCの袋がBの袋より二酸化炭素が多いことから、日光とは関係なく、植物は呼吸していることが分かる。 ・Bの試験官のBTB液が緑→黄になったことから、植物は光が当たっていないときに呼吸をしていると考えられる。 ・日かげ・葉ありは、石灰水が白く濁る。だから日かげでは、植物は呼吸している。 ・日なた、日かげのどちらも、3時間後の酸素が減り、二酸化炭素が増えたので、植物は呼吸していることが分かった。 ・石灰水で実験する時、二酸化炭素がぬけて、上手にいかなかったのだと思う。デジタル気体測定器ではかると日かげと日なたを比べて、日なたの方が少なく、日かげは多かったから、日かげでは呼吸していると思う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・金属、プラスチック、食塩、砂などそれぞれの物質の性質を利用して、それぞれに分けることができる。 ・様々な種類の物質が混じっていても、今まで習ったことを使えば、4つの物質を取り出せる。 ・発泡スチロール球以外の物は全部を取り出すのはかなりの時間かかる。全部を完全に取り出すのは難しい。 ・浮いてきたものは、発砲スチロール、磁石でくっついたのは鉄線、食塩をろ過したら、少し茶色になった。砂はそのまゝろ紙に残った。 ・砂と塩をろ過するのに時間がかかり、砂や泥が、ろ紙の網目につまった感じになって水が出てくるのが遅かった。鉄線を最初に取り出すのが難しかったし、その他でも時間がかかったので、もっと効率のよい方法があると思う。

(4) 実験動機づけ、実験方略、科学的思考力の関係

ア 因果モデルの構成

本研究では、実験動機づけと実験方略及び科学的思考の関係の変容について検討するために、鈴木ら(2017)の因果モデルを参考に、実験動機づけの各構成要素と実験方略の各構成要素及び科学的思考力の因果モデルを構成した。なお、鈴木らと同様に、「意味理解方略」と「反復的方略」の誤差変数間には、相関を仮定した。

イ 介入後①、介入後②における「実験動機づけー実験方略」の関係

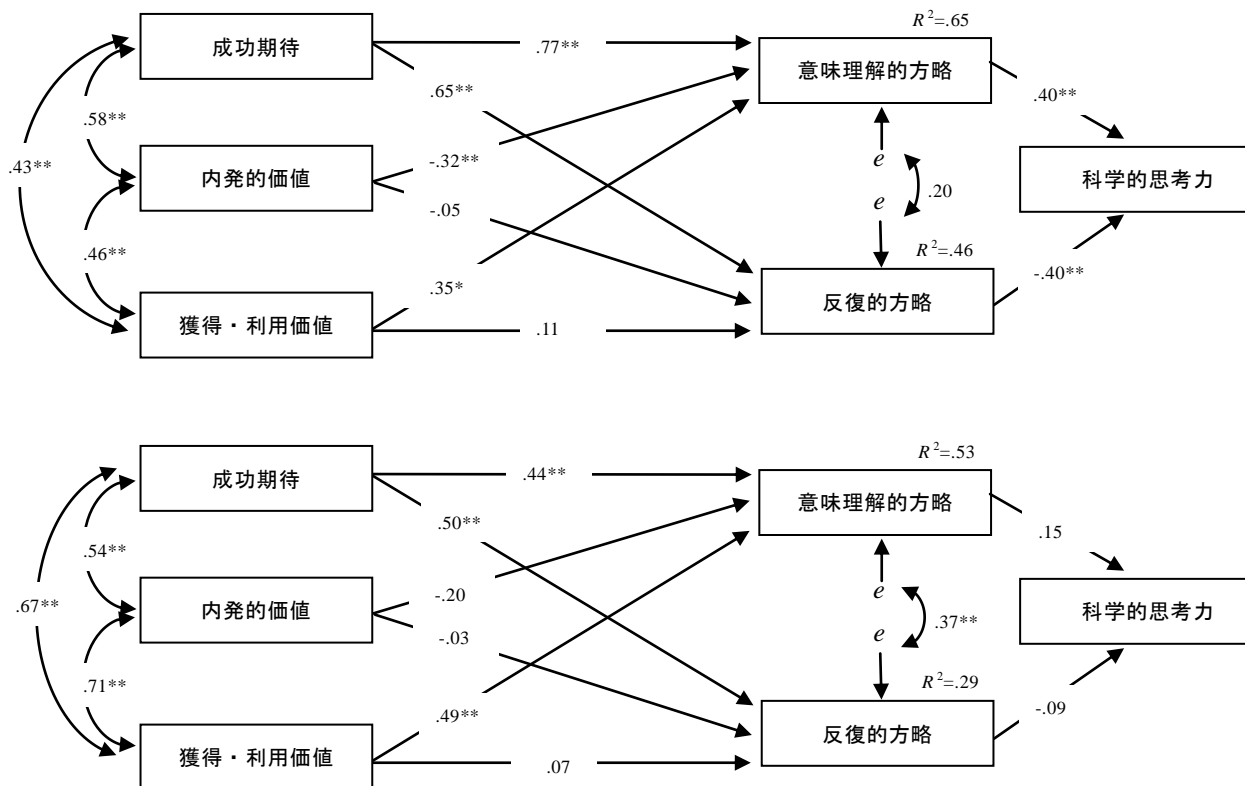
介入後①、介入後②の各構成要素間のパス係数に着目し、「実験動機づけー実験方略」間の関係について、比較検討した(図5)。その結果、介入後①、介入後②のいずれにおいても、実験動機づけの「成功期待」や「獲得・利用価値」から実験方略の「意味理解的方略」に対して、有意な正のパスが見られた。また、介入後①、介入後②のいずれにおいても、実験動機づけの「獲得・利用価値」から実験方略の「意味理解的方略」に対して有意な正のパスが見られた。生徒の自由記述の中に、「今まで習ったことを使えば、物質を取り出すことができる」や「今回の実験は日常生活でも使えることが分かった」などの記述が多く見られたことから、これらの介入授業によって生徒は実験の有用性を実感することができたと考えられる。このことから、「成功期待」や「獲得・利用価値」といった実験動機づけの高まりが「意味理解的方略」を促進させる可能性が示唆された。しかし、介入後①の実験動機づけの「内発的価値」から実験方略の「意味理解的方略」に対して、有意な負のパスが見られた。このことから、AL型理科授業の内容によっては、実験動機づけの「内発的価値」が実験方略の「意味理解的方略」を抑制する可能性が示唆された。つまり、「内発的価値」は、「予想と照らし合わせながら考察する」といった「意味理解的方略」の使用に対してネガティブに影響する可能性があることが示唆された。

ウ 介入後①、介入後②における「実験方略ー科学的思考力」の関係

介入後①、介入後②の各構成要素間のパス係数に着目し、「実験方略ー科学的思考力」間の関係について、比較検討した(図5)。その結果、介入後①において、実験方略の「意味理解的方略」から「科学的思考力」に対して有意な正のパスが見られた。このことから、AL型理科授業が、実験方略の「意味理解的方略」を促進し、「科学的思考力」を育成する可能性が示唆された。これは、一回目の介入授業で実施した事例1の課題の特徴によるものと考えられる。事例1の「植物が呼吸しているのだろうか。調べる方法を考えよう」という課題では、例えば、二酸化炭素の同定に、デジタル気体測定器や石灰水、BTB溶液などの複数の変数を考える必要がある。ほかにも、試験管などの実験に使用する装置や葉の有無や日光の有無など、条件の違いを踏まえた対照実験を考える必要があり、これらの変数を考えることが「意味理解的方略」の使用を促進したと考え

られる。また、それぞれの班の実験方法で導き出された結果を比較検討することで、より科学的思考を深めることができたのではないかと考えられる。一方で、実験方略の「反復的方略」から「科学的思考力」に対して有意な負のパスが見られた。このことから、実験方略の「反復的方略」が「科学的思考力」に対してネガティブに影響している可能性が示唆された。これは、一回目の介入授業で実施した事例1の課題では、1時間の中で呼吸を証明するための実験は1回しか行えず、失敗が許されないため、反復的方略の使用を抑制したと考えられる。

介入後②における「実験方略－科学的思考力」間の関係については、実験動機づけの「獲得・利用価値」が実験方略の「意味理解的方略」に対して有意な正のパスが見られたため、実験方略の「意味理解的方略」から「科学的思考力」に対してもポジティブな影響を期待していたにもかかわらず、有意な結果は見られなかった。これは、二回目の介入授業で実施した、「混合物から物質を分けよう」の課題では、課題を解決するための実験方法が、磁石の使用後、水に溶かし、ろ過を行い、加熱するなど、ある一定の方法に限定されており、容易に考えられる内容であるため、思考の深まりを喚起できなかったことが原因ではないかと考えられる。つまり、AL型理科授業においても、課題解決の内容によっては、「科学的思考力」を十分育成できない可能性が示唆された。



注1) ** $p < .01$

注2) R^2 は重相関係数の平方, e は誤差変数

図5 介入後①(上)と介入後②(下)における「実験動機づけ - 実験方略 - 科学的思考力」の因果モデルのパス解析結果

5 成果と課題

(1) 成果

中学校理科の観察・実験場面において、課題解決型の学習を活用した、AL型理科授業の学習指導によれば、生徒の実験動機づけの「獲得・利用価値」を高めると共に、実験方略の「意味理解的方略」を促進し、「科学的思考力」の育成につながる可能性が示唆された。また、介入後①と介入後

②における「実験動機づけ - 実験方略 - 科学的思考力」の因果モデルのパス解析の結果から、実験動機づけの「成功期待」が「意味理解の方略」や「反復的方略」に対してポジティブな影響を与えることが示唆され、本研究の仮説の基となった鈴木ら（2017）の、先行研究を支持する結果が得られた。また、AL型理科授業の内容によっては、実験動機づけの「表面的に実験が楽しい」といった「内発的価値」が「深く考えて実験を行う」といった「意味理解の方略」に対してネガティブな影響を及ぼす可能性が示唆された。本研究では、そのような知見を実践的に示すことができたことは意味のある成果を得られたと考える。

(2) 課題

本研究の介入授業では、生物的領域と化学的領域を対象としたものであるが、物理的領域や地学的領域などの各領域において、AL型理科授業を開発し実践的に検証を行っていく必要がある。また、AL型理科授業の課題内容が科学的思考力の育成に影響することが十分に推測できるため、AL型理科授業を指導するにあたって、「意味理解の方略を促進できる課題の設定」や「反復的方略の使用が有効となる課題の設定」なども考慮に加えながら、「質の高い思考が得られる課題解決型の学習の開発」が課題となる。

AL型理科授業における科学的思考力の評価方法については、思考力を測定するためのルーブリックの妥当性を慎重に検討していく必要がある。また、今回の介入授業において、ルーブリックによる評価だけでは、介入前後における思考力の変容を判断することが困難であった。今後、生徒のワークシートの内容から科学的思考力を評価できるように、OPPシート等のポートフォリオ評価の導入や調査問題（学力テスト等）による評価方法を行っていくことが課題である。

(3) 今後の取組

本研究では、中学生の科学的な思考力や表現力を育成するために、「実験動機づけ」や「実験方略」といった変数に着目して検討してきた。しかし、これからの社会を生きるためには、21世紀型能力（図6）が必要であり、より主体的・対話的に課題を解決していく力が重視されている。こうした力を身に付けるためには、中核となる思考力が重要であり、その育成のカギになるのが「メタ認知」とされている（久坂 2016）。そこで、今後の研究においては、メタ認知などの変数も含めて、AL型理科授業の効果について実践的に検討していきたい。

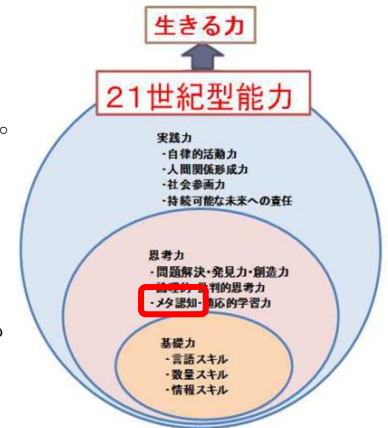


図6 求められる資質・能力の枠組み試案
（国立教育政策研究所 2013）

【参考・引用文献】

国立教育政策研究所（2015）：平成27年度全国学力・学習状況調査 調査結果のポイント

<http://www.nier.go.jp/15chousakekkahoukoku/hilights.pdf>, pp.42 - 47, pp.50 - 58.

国立教育政策研究所（2013）：育成すべき資質・能力を踏まえた教育目標・内容と評価の在り方に関する検討会（第6回）

平成25年6月27日配付資料

文部科学省（2014）：初等中等教育における教育課程の基準等の在り方について（諮問）

http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1353440.htm

文部科学省（2016）：幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等

ついて（答申）（中教審第197号）：http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1380731.htm

文部科学省（2016）：TIMSS2015. 国際数学・理科教育動向調査（TIMSS2015）のポイント

http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afiedfile/2016/12/27/1379931_1_1.pdf

高知県教育委員会（2016）：平成27年度高知県学力定着状況調査結果の概要」高知県教育委員会小中学校課

<http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/310301/kochi-kenban.html>

足達慶暢・岡村華江・鈴木達也・草場実（2017）：理科学習場面における動機づけモデルに関する基礎的研究（Ⅰ）

- メタ認知の調整効果 -, 高知大学教育学部研究報告第77号, pp.71 - 78.

市原学・新井邦二郎（2006）：数学学習場面における動機づけモデルの検討 - メタ認知の調整効果 -, 教育心理学研究,

Vol.54, pp.199 - 210.

井上純一（2015）：中学校理科におけるパフォーマンス課題と効果的な指導法 - 第2分野「生命の連続性」における授業実践を通して -, 広島大学附属中・高等学校中等教育研究紀要 第62号

Eccles - Parsons, J., Adler, T. F., Futterman, R., Goff, S. B., Kaczala, C.M., Meece, J. L., & Midgley, C. (1983) Expectancies, Values, and academic behaviors. In J. T. Spence (Ed.), *Achievement and achievement motivation.*, San Francisco, CA : Freeman. pp.75 - 146.

岡村華江・足達慶暢・鈴木達也・草場実（2017）：理科学習場面における動機づけモデルに関する基礎的研究（Ⅱ）

- 性別差の調整効果 -, 高知大学教育学部研究報告第77号, pp.79 - 86.

草場実・福島啓介・蒲生啓司（2016）：科学的知識を活用した課題解決が中学生のメタ認知活性化と理科の学力の育成に

及ぼす効果 - 中学校理科生物的領域「生命を維持する働き」を事例として -, 高知大学教育学部研究報告第76号, pp.145 - 155.

塩瀬隆之（2015）：教科学習におけるアクティブ・ラーニングの指導と評価に関する実証研究—導入編—ベネッセ教育総合研究所,

http://berd.benesse.jp/feature/focus/14/design_AL/pdf/P01/04.pdf

鈴木達也・足達慶暢・岡村華江・草場実（2017）：理科の観察・実験場面における動機づけモデルに関する基礎的研究（Ⅰ）

- 因果モデルの構成 -, 高知大学教育学部研究報告第77号, pp.87 - 93.

田中耕治（2011）：パフォーマンス評価—思考力・判断力・表現力を育む授業づくり, ぎょうせい

辻本昭彦（2015）：中学校理科の現場から - アクティブ・ラーニング - ニューサポート高校「理科」Vol. 24

西村多久磨・河村茂雄・櫻井茂男（2013）：自律的な学習動機づけとメタ認知の方略が学業成績を予測するプロセス

- 内発的な学習動機づけは学業成績を予測することができるのか? -, 教育心理学研究, Vol.59, pp.77-87.

久坂哲也（2016）：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, Vol.56, pp.397-408.

溝上慎一（2016）：アクティブラーニングと教授学習パラダイムの転換, p.7, 東信堂