問題解決の力を高める理科学習
～自己調整学習による問題解決を通して～

教職実践応用領域　授業づくり履修モデル
池田　純也

Ⅰ　研究主題の設定と経緯、背景等

1　小学校理科教育の課題

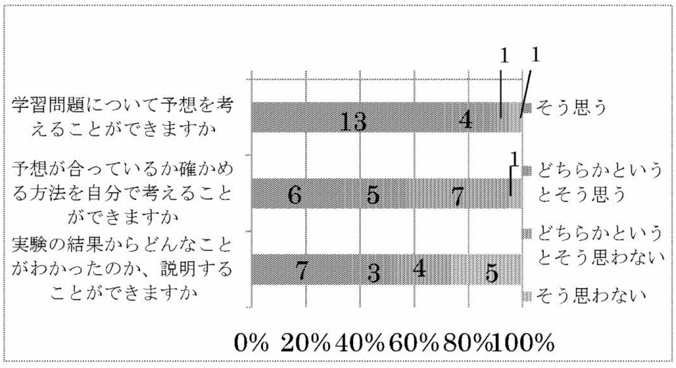
新学習指導要領解説編理科の総説では、学校教育を通じて子どもたちが様々な変化に積極的に向き合い、他者と協働して課題を解決していくことが求められているとしている。また、小学校理科の目標を「自然に親しみ、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察・実験を行うことなどを通して、自然の事物・現象についての問題を科学的に解決すること」としており、そのために必要な資質・能力の思考力・判断力・表現力等として「観察、実験などを行い、問題解決の力を養う」ことを挙げている。

小学校理科では、現行の学習指導要領においても「問題解決の能力や態度を育成する学習活動」に重点が置かれてきた。一方で平成27年度全国学力・学習状況調査では、予想が一致した場合に得られる結果を見通して実験を構想したり、実験結果を基に自分の考えを改善したりすることに課題があることが明らかになった。理科においては、これらの課題に適切に対応できるよう改善を図っていくことが必要である。

2　勤務校の実態

本校には、「先生、今日はどんな実験しますか」「どうやってやればいいのですか」と聞いてくる児童がおり、自ら問題を解決していく見通しをもつことができていないと感じていた。

資料１は2017年4月に実施した質問紙による意識調査の結果の一部である。



【資料１　４月質問紙による調査】

結果を見ると、「学習問題について予想を考えることができますか」の質問で、「そう思う」「どちらかというとそう思う」と答えた児童は約９割いるのに対し、「予想が合っているか確かめる方法を自分で考えることができますか」「実験の結果からどんなことがわかったのか、説明することができますか」の質問では、約５割しかいない。私はこの結果を、児童は予想が合っているか検証するために実験を行うという意識が低く、単なる作業として行っているのだと捉えている。だからこそ、予想が合っているか検証をするための計画が立てられず、実験の結果から結論を出すことができないのだと考えた。

このような児童の現状を、常に教師に頼って学習を進行しており、理科における問題解決の過程を自覚することができておらず、それぞれの過程間の関係を意識することができないのだと捉えている。それ故、身に付けるべき問題解決の力が身に付いていない現状にある。

予想、仮説を基に見通しをもって実験を構想すること、実験結果を基に、自分が考えた予想を改善し、結論を導き出すことに課題があることは、平成27年度全国学力・学習状況調査で指摘された課題と一致し、勤務校においても、これらの課題に対応できるよう改善を図っていく必要がある。

3　研究主題設定

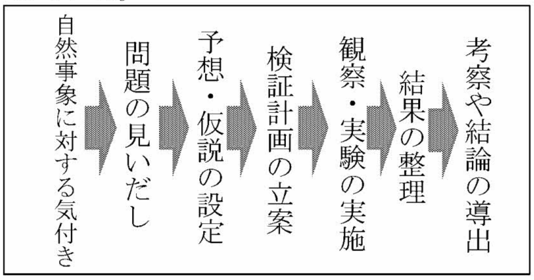
小林(2008)は「科学的な問題解決能力を育成するためには教師の制御のきいた学習環境とともに、子ども自身が課題をみつけ、仮説を設定し、実験計画を立てて実験を行い、得られたデータをグラフにまとめたりする自由度の高い学習も合わせて行うことが必要である」と述べている。つまり、児童自身が自らの力で問題解決を進めていく過程が必要であると言える。自らの力で問題解決を進めていくためには、問題解決の過程一つひとつの意味を理解してそれぞれの過程間の関係を意識することが必要になるからである。そこで、教師や他の児童の助けを得ながら児童自身が自らの力で問題解決をしていくことを自律的な問題解決とし、自律的に問題解決をする環境を整えることが問題解決の力を高めることにつながると考えた。

学習者の自律をうながす一つの手立てとして、自己調整学習がある。本研究では、理科における問題解決に自己調整学習を組み入れ、自律的に問題解決を図らせることで、問題解決の力を高めさせたい。

Ⅱ　研究の理論

1　小学校理科で育成する問題解決の力とは

理科における問題解決とは、ある自然事象から問題を見いだし、予想・仮説を立て、検証計画を立案し、観察・実験を行い、その結果から、問題に対する結論を導出する過程を通して、自然事象についての概念を形成、更新していくことである。文部科学省は、問題解決の過程を資質・能力を育成するために重視すべき学習過程等の例として資料２のように示している。



【資料２　文部科学省が示す学習過程の例】

角屋(2008)は、「『問題解決能力』とは、自ら問題を発見し、思考をめぐらせて解決し、それを論理的に説明するなど、幅広い能力」としており資料２のような問題解決を進めていく上で必要な、総合的な力と捉えることができる。

新学習指導要領では小学校４年生で育成すべき問題解決の力として「既習事項や生活経験を基に根拠のある予想や仮説を発想する力」を挙げている。

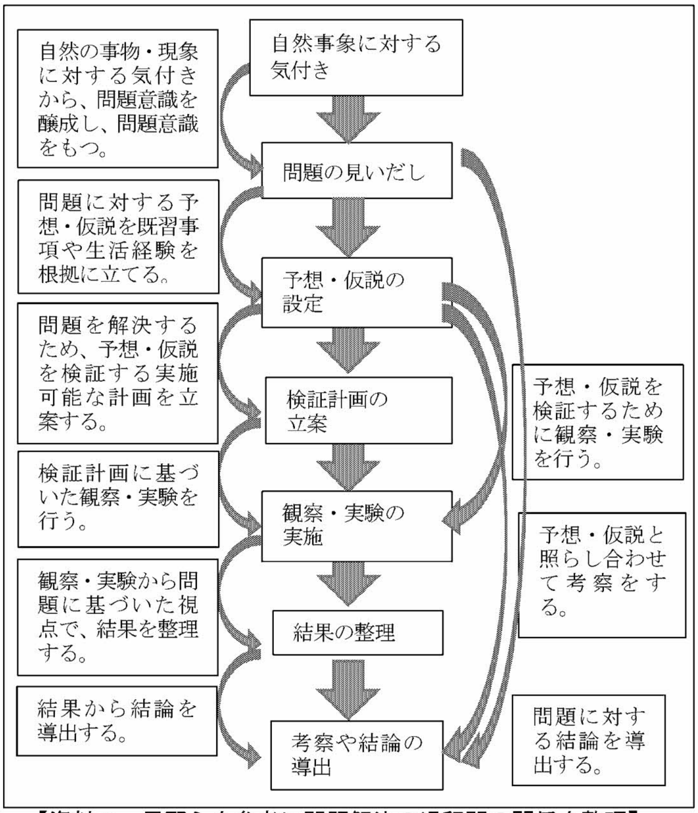
2　問題解決の力を育成させるためには

問題解決の力を、問題解決の過程において発揮できるようにするためには、児童が問題解決の過程を自覚していることが前提にある。星野ら(2015)は、問題解決の過程を児童に自覚させるために、理科授業の構造化を行っている。その中で、問題解決の過程間の関係付けを行っている。

星野ら(2015)の研究を参考に、文部科学省が示している学習過程の例にあてはめて、資料３のように問題解決の過程間の関係を整理した。問題解決の過程の場面においては、他の過程との関係を意識しながら活動をする必要がある。例えば、「検証計画の立案」の場面では、予想・仮説を検証するための計画であることが意識されてなければならない。また、その先の観察・実験を見据えて、実施可能な計画を立てる必要がある。このように、問題解決の力を育成するためには、児童が問題解決の過程を自覚し、問題解決の過程間の関係を意識することができるような手立てが必要となる。

また、資料３から、問題解決を進める上で、「予想・仮説の設定」が重要であることが分かる。その後の「検証計画の立案」「観察・実験の実施」「考察や結論の導出」の過程において、常に自身が立てた予想・仮説を意識しながら進めていかなければいけないからである。「既習事項や生活経験を基に根拠のある予想や仮説を発想する力」を育成していくことは、本研究においても重点を置く。

以上のことから、本研究で高める問題解決の力を「既習事項や生活経験を基に根拠のある予想や仮説を発想する力」「問題解決の過程を自覚し、問題解決の過程間の関係を意識しながら学習を進める力」とする。



【資料３　星野らを参考に問題解決の過程間の関係を整理】

3　自己調整学習とは

(1)　自己調整学習の定義

森本ら（2013）は、「自己調整学習とは、学習者が自ら学習計画を立て、常に自己の学習状況を振り返り、方略を修正・改善しながら問題解決を図る、自律的な学習である」としている。

森本ら（2012）は、ハドウィンらが自己調整学習の諸研究を俯瞰し、その定義についておおよそコンセンサスが得られている内容として指摘している３つの点について説明している。

①　自己調整学習は意図的であり、目標の明確な自覚化によりなされる。つまり、学習目標は学習者が学習課題や評価規準について彼らなりに捉えることにより自覚化されながら進められる。

②　自己調整学習はメタ認知である。ここで求められるメタ認知は、学習の計画、進捗状況のモニタリング、学習過程のコントロールである。

③ 学習者が行動、認知、学習にかかわる動機を調整することである。つまり、目標へ到達するために、学習者自身が考え方や方法について常にコントロールする。

上述の①～③における自己調整学習には重なる部分があり、森本ら（2012）は資料４のように整理して模式化した。それによると、自己調整学習には、見通しをもった学習計画、学習過程のモニタリング、学習成果についての自己評価、学習全般の調整の４つの活動が必要であることがわかる。

自己調整学習
学習者が自ら学習計画を立て、常に自己の学習状況を振り返り、方略を修正・改善しながら問題解決を図る、自律的な学習である。

見通しをもった学習計画　学習過程のモニタリング
学習についての自己評価　学習全般の調整

【資料４　森本(2012)による自己調整学習の定義】

理科にあてはめて考えると、見通しをもった学習計画とは、予想や仮説を立て、その検証のために、問題解決の技能を考慮した、実現可能な観察・実験を計画することである。学習過程のモニタリングとは、現在の学習状況へ子どもの目を常に向けさせることである。具体的には、観察・実験が予想・仮説の検証を目的としてなされていることや、観察・実験結果と予想・仮説を照合して考察がされていることなどを振り返らせることが必要である。このようにして、学習が問題解決の過程に沿って進められていることを常に児童に自覚させることである。学習成果についての自己評価とは、観察・実験結果と予想・仮説との照合を吟味し、それぞれが問題に対する結論を表現し、コンセンサスを得ることである。学習全般の調整とは、問題解決の過程を振り返り、問題を解決していく上での課題や次に解決すべく問題を見いだし、その問題解決につなげていくことである。

このような過程を経ることで、児童は問題解決の過程を自覚し、問題解決の過程間の関係を意識することができると考える。これが、本研究で自己調整学習を取り入れる理由である。

(2) 自己調整学習の先行研究

和田ら（2011）は、理科における自己調整学習の成立過程の分析を行っている。その中で、自己調整学習は、メタ認知的モニタリングとコントロールを中核として成立していると分析している。また、自己調整学習は対話を基調とした協同学習を通じて、メタ認知的機能を活性化させるための教師による足場づくりの提供によって一層促進されるとしている。

また、和田ら（2012）は、ジマーマンとシャンクが提起する自己調整の発達レベルを、単元に当てはめて授業実践を行っている。ジマーマンとシャンクは、自己調整は、観察的レベル、模倣的レベル、自己制御されたレベル、自己調整されたレベルの４つのレベルに沿って発達していくものとしており、和田ら(2012)はこれらを理科の立場から捉え直している。それによると、観察的レベルとは、教師や有能な他者による言葉やモデルによる説明などを通じて、科学的な思考を稼働させるための知識や技能について学習する段階である。模倣的レベルとは、具体的課題を通じて学習した知識・技能を適用させ、それらの課題解決を遂行する段階である。自己制御されたレベルとは、知識・技能を子どもが独立して類似課題に適用できる段階である。そして、自己調整されたレベルとは、知識・技能あるいは、方略を新規の課題解決に対して利用可能かを判断し、自己の学習目標の達成に向けて学習活動を推進させることが可能になる段階である。和田ら(2012)は研究を通して、自己調整学習の促進のためには、戦略的な足場づくりが必須であるとし、特に、観察的レベル、模倣的レベルにおいては、教師による意図的な足場づくりが不可欠であるとしている。

高井ら（2013）は、理科授業における自己調整学習の構想をしている。その中で、高井ら(2013)は、ハドウィンらが主張している２つの協同的に学習する活動を取り入れている。

一つ目は、子どもたちが創発的相互利用（互いに意見を交流させ、新しい考えを生み出したり、自分たちの考えをより妥当なものへと更新したりする過程）を行い、多様な視点から問題を捉え、より深い理解を図る活動である。協同的に行われる学習の調整を通じ、互いの考えを吟味し合うことで、それぞれの子どもが自らの考えを見つめ直し、より妥当なものへと考えを更新していく。また、他者の考えを専有化、つまり、自分自身の考えとして咀嚼し直すことで、自らの考えの幅を広げたり、より深い概念を構築したりすることが可能になるとしている。

二つ目は、創発された考えを収斂させることで、科学概念を構築する活動である。考えを拡散させたままではなく、それらを収斂させていくことで、一つの学習成果を科学概念として結実させることができる。集団で学習成果を共有しつつ、子どもたち一人ひとりの成果として還元することが重要となる。つまり、他者との相互作用を通じて、より妥当なものへと考えを精錬させ、コンセンサス

を得ながら概念を構築していく過程である。

これらの協同的な学習の過程を経ることで、他者との相互作用の中で自己調整学習が一層促進され、より深い科学概念が構築されるとしている。

(3) 先行研究分析

先行研究では、理科における自己調整学習の成立要因が分析され、それを基に授業実践が行われてきた。その結果、自己調整学習を成立させるためには、協同的な学習を取り入れることによるメタ認知的モニタリングとコントロールの活性化、自己調整の発達レベルを意識した教師による足場づくりなどが必要不可欠であることが明らかになった。また、先行研究の多くが、自己調整学習と科学概念構築との関係性を検証しており、問題解決の力の向上との関係について検証している研究は見当たらない。

以上のことから本研究では、問題解決の力を向上させる視点から手立てを考案し、自己調整学習の成立を通して、問題解決の力の向上を目指す。

3 メタ認知的モニタリングとコントロールとは

メタ認知について三宮(2008)は、メタ認知的知識とメタ認知的活動の２つに分類している。メタ認知的知識とは、課題に対する知識、方略に対する知識など、知識の面から捉えている。メタ認知的活動とは、認知についての気付き、予想、点検、評価といったメタ認知的モニタリング及び、認知についての目標設定、計画、修正といったメタ認知的コントロールといった側面から捉えている。

また、三宮(2008)は「メタ認知的知識に基づいて、メタ認知的活動が行われる」と指摘している。理科の問題解決におけるメタ認知的知識とは、問題解決の過程についての知識だと考えられる。つまり、問題解決の過程を自覚することである。

問題解決の過程を自覚した上で、自分の行動や考えに矛盾がないかモニタリングし、その矛盾を分析して修正する計画を立てるコントロールを行うことが自己調整学習の実現に必要になると考える。

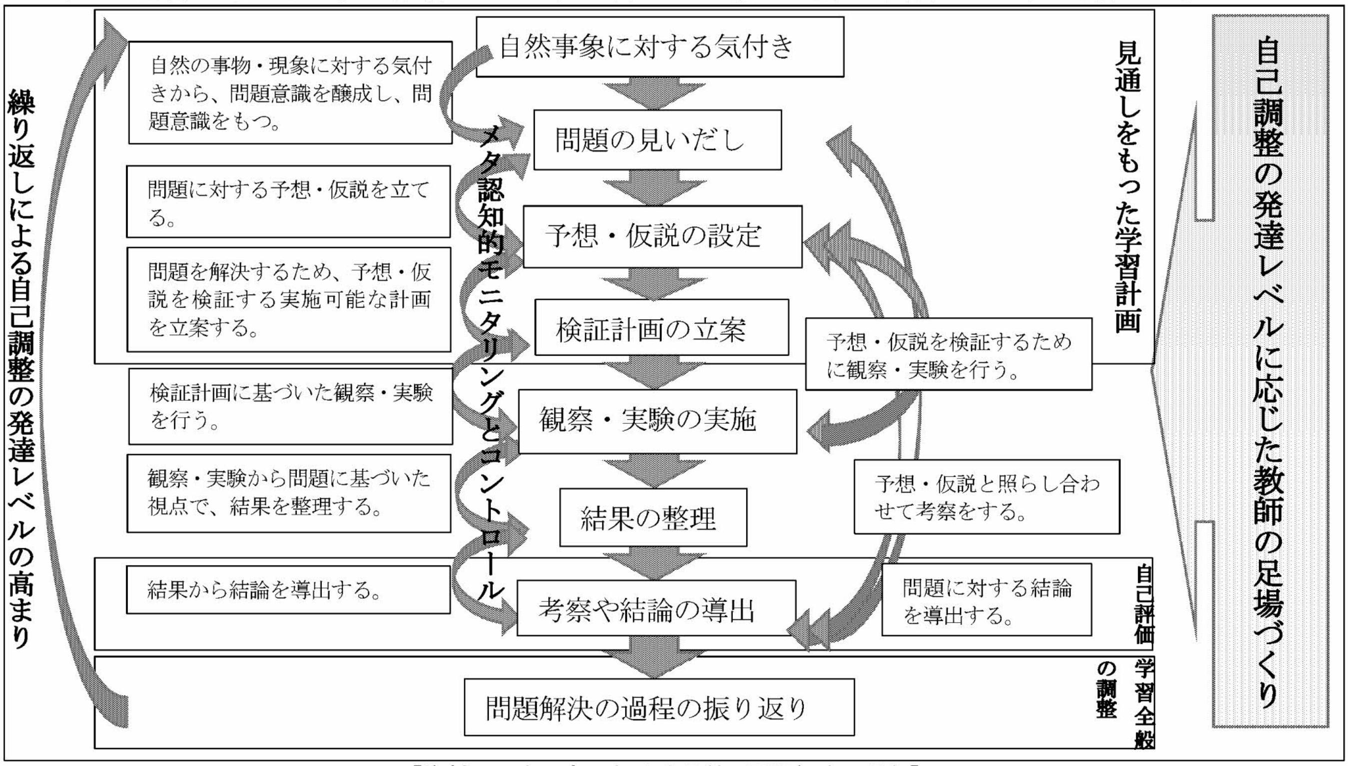
4 自己調整学習の実現に必要な足場づくりとは

足場づくりとは、児童が新しい理解・概念・能力を発達させせようとするとき、教師が行う一時的な支援のことを指す。教師は、学習者の発達レベルに合わせて徐々に支援を減らしていき、最終的には自律的な問題解決ができるようにしていくことを目指して行うものである。

和田(2011)は、自己調整学習の立場から足場づくりの説明を試みるとき、ブルーアーの指摘が極めて有用であるとしている。それは、「足場づくりとは、教師によるモデリングとコントロールから子どもによるコントロールへの移行期間」という主張である。つまり、観察的レベル及び発達的レベルにおいては、教師による足場づくりが必要であり、自己調整されたレベルに向かうにつれて、足場は徐々に取り払われていくものだと解釈することができる。発達レベルが進むにつれて教師の支援から離れ、自力での解決が進まなければならない観点から、教師による支援も直接的なものから間接的なものへと移行していく必要があると考える。

5 自己調整学習の理論を踏まえた問題解決の過程

研究の理論を踏まえ、本研究における理科の問題解決の過程を資料５のように構成した。



【資料５　本研究における理科の問題解決の過程】

Ⅲ　研究の内容と方法

１　研究の目的

理科における問題解決において、段階を経て自己調整の発達レベルを高めていくことで、問題解決の過程を自覚し、問題解決の過程間の関係を意識しながら問題解決を進め、問題解決の力を高めていくことができることを検証する。

２　目指す児童像

【既習事項や生活経験を基に根拠のある予想や仮説を発想する力の育成】

予想場面において既習事項や生活経験を基に根拠のある予想や仮説を発想することができる。

【問題解決の過程間を意識しながら学習を進める力の育成】

問題解決の過程を自覚し、問題解決の過程間の関係を意識しながら学習を進めることができる。

３　検証計画

授業記録分析、意識調査の分析を行い、結果はノンパラメトリック検定によって解析を行う。

(1)　授業の記録分析

①　既習事項や生活経験を基に根拠のある予想や仮説を発想する力の高まりを検証する。記述内容を分析し、以下の基準で評価する。

予想	A	既習事項や生活経験を基に予想の理由を書くことができる。
	B	予想した理由を書くことができている。
	C	予想を書くことができる。

②　問題解決の過程間の関係を意識することができているか検証する。検証計画の立案、考察・結論の導出の過程における記述内容を以下の基準で評価する。

検証計画立案	A	予想を検証するための計画になっており、予想を検証するために、実験・観察を通して何を調べるのかが明確になっている。
	B	予想を検証するための計画になっている。
	C	予想を検証するための計画になっていない。
考察結論	S	実験結果をもとにし、予想と照らし合わせて考察し、結果からわかったことをまとめ、学習問題に対する結論を出すことができる。
	A	実験結果をもとにし、結果からわかったことをまとめ、学習問題に対する結論を出すことができる。
	B	実験結果をもとにし、結果から分かったことを書くことができる。
	C	実験結果をもとにし、結果から分かったことを書くことができない。

(2)　児童の意識調査の実施とその分析

実践前と実践後に、児童への質問紙法による意識調査を実施し、分析を行う。

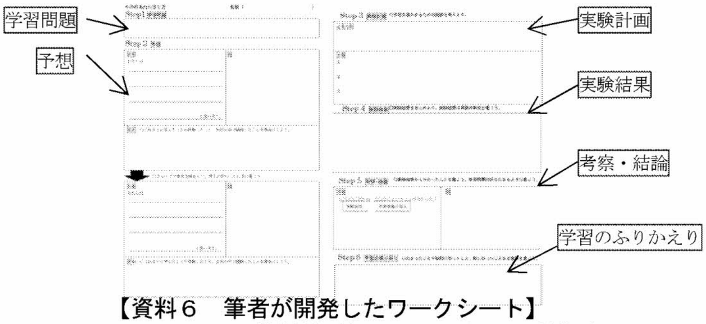
４　自己調整学習の導入に際する手立て

(1)　発達レベルに応じた教師の足場づくり

自己調整の発達レベルの４つのレベル、観察的レベル、模倣的レベル、自己制御レベル、自己調整レベルを、段階的に単元構想に組み込む。そして、自己調整の発達レベルに応じて、教師による足場づくりを行う（別添資料１、２を参照）。足場は、発達レベルが進むにつれて減らしていく。

(2)　モニタリング・コントロールする場の設定

自身の考えが妥当かどうか、問題解決の過程に沿っているかなど、メタ認知的モニタリングをする場を設定する。具体的には、考えを、発話、書き言葉、表、グラフ、絵や図として表出し、それを協同的に吟味する場を設定する。協同的に吟味することで、それぞれの子どもが自らの考えを見つめ直し（モニタリング）、今行っている問題解決において妥当なものか再考し、より妥当なものへと考えを更新していく（コントロール）ことができる。また、問題解決の過程間の関係を意識できるワークシートを作成する（資料６）。



【資料６　筆者が開発したワークシート】

ワークシートは問題解決のそれぞれの過程を、１枚のシートに記述できるようにしてあり、他の過程の記述を見ながら学習を進めることができるようにした。このようにすることで、問題の解決に向かっているか判断したり、他の過程の記述を見ながら考えたりすることができるようにした。

Ⅳ　検証実践１

１　調査対象：名古屋市立Ｈ小学校第４学年
１９名（男子１２名　女子７名）

２　調査時期：２０１７年６月～７月

３　単元名：電池のはたらき

４　実践の内容

単元を自己調整の発達レベルにあてはめて実践を行った。なお、教師が行った足場づくりをＴ１、Ｔ２…と抜粋して表記した（別添資料１を参照）。

(1)　観察的レベル
教師や有能な他者による言葉やモデルによる説明などを通じて、科学的な思考を稼働させるための知識や技能について学習する段階

① 児童の気付きを取り上げ、問題を設定

まず、ミニ扇風機作りを通して、３年生で学んだ「電気の通り道が１つの輪になるように回路を作れば豆電球がつく」ことを押さえた(T1)。そして、回路を流れる電気を電流ということを教えた(T2)。「プロペラの回る向きが逆だ」と気付く児童がおり、これを取り上げ(T3)「モーターの回る向きをかえるには、どうしたらよいだろうか」という学習問題を設定した。

② 自身の予想を他者に説明し、考えを深める

予想の場面では、学習問題に対する予想を立てること、既習事項や生活経験を根拠にして予想を立てることを教えた(T4)。また、電池を使っている身近な物を提示し、考える上での参考にさせた(T5)。予想を図に表させ、その図を基に、３、４人のグループで意見を交流する時間を設定した(T6)。すると、図を見せながら、ワークシートには書くことができなかったことを話す児童が多くいた。

③ 教師の説明により、知識・技能を確実に習得

その後、検証方法を計画する場面では、銅線のつなぎ方や正しい回路のつなぎ方などを教師が見せて説明をしながら、順序立てて計画を立てることを確認した(T7)。教師が予想を確かめるための実験になっているか、実現可能かなど評価していき、できるよう指導した(T8)。

銅線のつなぎ方を確認しながら(T9)実験を行い、考察の場面では、学習問題の答えが結論となるよう教えた(T10)。

(2)　模倣的レベル
具体的課題を通じて学習した知識・技能を適用させ、それらの課題解決を遂行する段階

① 学習問題を意識しながら予想することを確認

児童の気付きを取り上げ(T1)「電池を反対にすると、どうしてモーターの回る向きが変わるのだろうか」と学習問題を立てた。

予想の場面では､観察レベルで習得した｢電流｣という言葉を使って予想をすることができていた児童が多くいた。意見交流では、学習問題に対する予想になっているか互いに確認し、あらためて学習問題を認識していた。

② 実験を見据えて意見交流する児童

予想場面でそれぞれがかいた図について、グループで説明する中で、児童は、電流の向きを調べる必要があることに気付くことができていた。

検証計画を計画する場面では、簡易検流計の使い方を教師と共に確認した(T2)。既に実験をイメージすることができており、手を止めることなく手順を書くことができていた。

③ 学習問題を意識して考察する児童

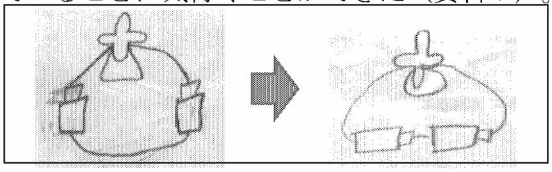
考察の場面では､観察的レベルで押さえた､｢学習問題の答えを書く」ことについて、１９人全員の児童ができていた。

(3)　自己制御レベル
知識・技能を子どもが独立して類似課題に適用できる段階

① 交流の中で、自分で予想を修正する児童

「高速扇風機」を提示し、自分達が作った扇風機と比べさせることで、どうしたら速く回せるのかという疑問を抱かせた。「モーターをもっと速く回すためにはどうしたらよいだろうか」と学習問題を設定した。

予想では、全ての児童が「かん電池を増やせばよい」と予想することができた。また、半数を超える児童が「電流」という言葉を根拠の中で使えており、「かん電池を増やすと、電流が大きくなる」と、乾電池の数と電流の大きさを関連付けることができている児童もいた。また、電池を２個使っている身近な物との関連もできている児童もいた。電流の流れる向きを意識して、つなぎ方を考えることができた児童が多かった一方で、同じ極同士をつないでいる図をかいている児童もいた。その後の意見交流で、電池を同じ極同士でつないでいたＡ児は、説明の途中で電流がぶつかってしまうことに気付き、自分の回路のつなぎ方が間違っていることに気付くことができた（資料７）。



【資料７　説明することで回路を修正したＡ児】

また、交流の中で、他者とのつなぎ方の違いに気づいた児童がいた。ここでは、直列つなぎや並列つなぎの違いについて、確実に押さえる必要があったため児童が考えたつなぎ方を直列つなぎと並列つなぎに全体で分類していった(T1)。

② 何を検証するのか意識して計画を立てる児童

その後、検証方法計画の場面では、教師が説明することなく、児童に考えさせた。資料８は児童が立てた検証計画を抜粋したものである。多くの児童が「速さを調べる」と記述しており、実験を通して何を検証するのかが明確になっていた。

実験では、直列つなぎと並列つなぎのつなぎ方は教師が確認しつつ（T2）、これまでに身に付けた技能を活用しながら自分で回路をつなぎ実験を進める様子が見られた。

- 直列つなぎで回路を作り、速さを調べる。
- 直列に電池をつなぎ、１本の時とモーターが回る速さを比べる。
- 並列つなぎで回路をつくり、１本の時、直列つなぎの時とプロペラの回る速さを比べる。

【資料８　児童が立てた計画の一部】

③ 予想から知識を更新し、結論を出す児童

予想の場面では、直列つなぎ、並列つなぎという言葉は知らなかったため「電池を増やせばよい」と予想していたが、結論の場面では、電池を２個にすることだけでなくつなぎ方にまで言及することができた。

(4)　自己調整レベル
知識・技能あるいは、方略を新規の課題解決に対して利用可能かを判断し、自己の学習目標の達成に向けて学習活動を推進させることが可能になる段階

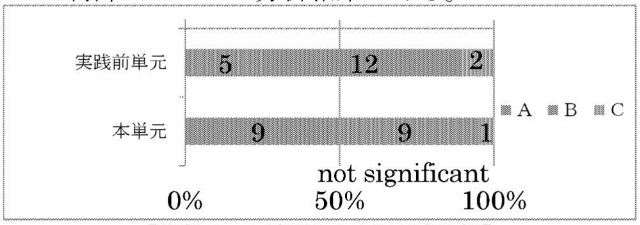
ここでは、問題解決の過程の流れに沿って学習を進めなかったため、検証することはできないが、児童の自己調整レベルが発達していることは確認することができた。

５　結果と考察

(1)　授業記録の分析

①　既習事項や生活経験を基に根拠のある予想や仮説を発想する力の育成

資料９は、実践前に行った「とじこめた空気と水」の単元での終末の小単元での分析結果と、自己制御レベルでの分析結果である。



【資料９　予想場面での記述分析】

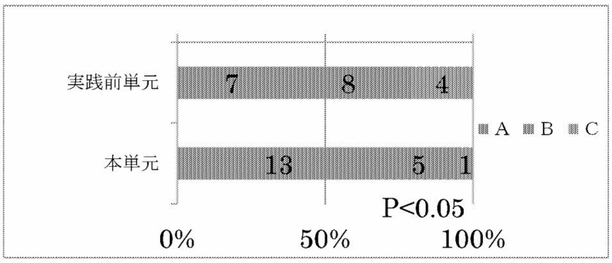
Ａ評価の児童が若干数増えた。これは、観察的レベル、模倣的レベルにおいて、知識を確実に習得したからだと考える。

また、図に表したり他者との交流をしたりすることにより、自分の考えをモニタリングすることができた。それにより、根拠を付け足したり、修正したりすることができた。

一方、Ｂ評価の児童が一定数見られる。これは、前の問題解決とのつながりが児童の中で意識できていないことが原因に挙げられる。前の問題解決とのつながりを意識させられるようにしたい。

②　問題解決の過程間の関係を意識することができているか検証する

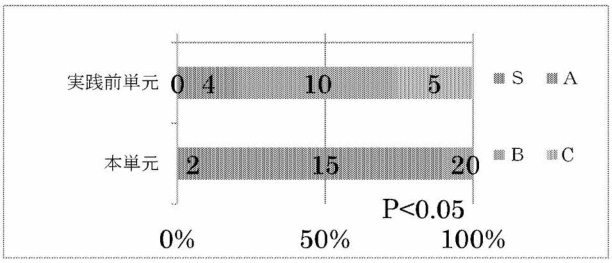
資料１０は、検証計画の立案の過程における記述内容の分析結果である。



【資料１０　検証計画立案場面での記述分析】

Ａ評価の児童が大幅に増えた。自己制御レベルでは、これまでの学習を基に、児童が独立して学習を進めていく段階である。教師による介入はほとんどしなかった。検証計画を立案するために、児童は、学習問題、予想を意識せざるを得ない。発達レベルに応じて足場を減らしていくことが有効だったと考える。

資料１１は、考察・結論の導出の過程における記述内容の分析結果である。



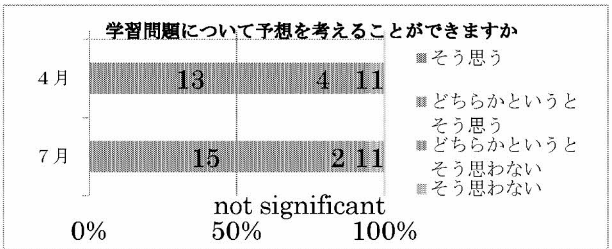
【資料１１　考察・結論の導出の過程における記述分析】

Ａ評価の児童が大幅に増えた。これまでは教師と共に考察をしてきており、自分一人では考察することができなかった児童が、自己調整レベルを上げ、一人で考察する経験を積んできたことで、学習問題や実験結果との関係を意識できるようになったと考えられる。

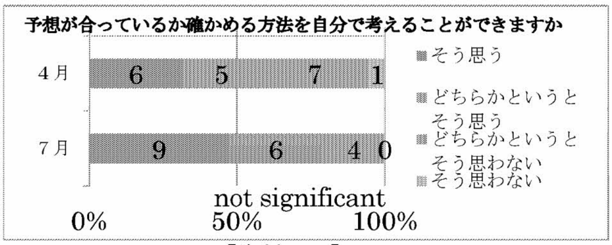
一方で、予想との関係まで意識して考察した児童は少なかった。予想から、どのように考えが変容したか言及できるようにしていきたい。

(2)　児童の意識調査の実施とその分析

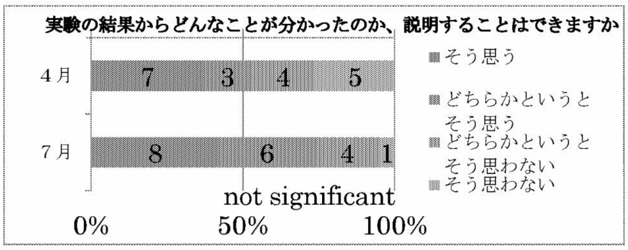
資料１２、１３、１４は、４月と７月の質問紙の結果である。



【資料１２】



【資料１３】



【資料１４】

結果を見ると、４月に比べ、全体的に意識の高まりが見られる。しかし、「予想が合っているか確かめる方法を自分で考えることができますか」「実験の結果からどんなことが分かったのか、説明することはできますか」の項目については、「どちらかというとそう思わない」と答えた児童が多くいた。記述ではA評価の児童でも、意識面では、「そう思わない」と答えている児童もいる。実践を続けることで、意識面での改善も見られてくると考える。

６　実践２に向けた改善点

- これまでの問題解決とのつながりを意識することができなかった児童がいたことから、問題解決の導入の授業では、これまでの問題解決で学んだことについてふりかえりを行う。

Ⅴ　検証実践２

１　調査対象：名古屋市立H小学校第４学年 １９名（男子１２名　女子７名）

２　調査時期：２０１７年１０月～１１月

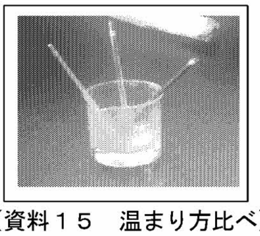
３　単元名：もののあたたまり方

４　実践の内容

単元を自己調整の発達レベルにあてはめて実践を行った（別添資料２を参照）。

(1)　観察的レベル
教師や有能な他者による言葉やモデルによる説明などを通じて、科学的な思考を稼働させるための知識や技能について学習する段階

①　本単元で必要な知識・技能について確実に習得



【資料１５　温まり方比べ】

まず、金属、木、ガラスのそれぞれの棒の温まり方を比べた。金属の棒はお湯に浸かっていない先の方まで温まっていることに気付かせることで、「金属棒はどのようにあたたまっていくだろうか」という問題を見いださせた(T1)。予想の場面では、温まっていく様子を図に表す方法として矢印を使うことを教えた(T2)。これは、単元を通して、自分のイメージを他者に伝える手段になっていく。また、根拠のある予想を立てることを確認した(T3)。さらに、意見交流で疑問に思うことを指摘すること、学習問題に対する予想になっているかを確認することを押さえた(T4)。

検証計画を立てる場面では、使う物、調べ方、手順に分けて書くことを教えた(T5)。また、教師が一人一人の検証計画を見て、予想を確かめるための実験になっているか、実現可能な実験か、などを評価していき、指導していった(T6)。

実験の場面では、ガスコンロの使い方、スタンドの使い方等、実験の技能面について入念に指導した(T7)。

②　予想と照らし合わせて考察する

考察の場面では、予想と同様に矢印で温まり方を表させ、予想と照らし合わせて記述させ(T8)、金属棒は、熱せられた部分から順に温まっていくことを理解させた(T9)。

(2)　模倣的レベル
具体的課題を通じて学習した知識・技能を適用させ、それらの課題解決を遂行する段階

①　前の問題解決を想起し、予想する児童

前時までの学習のふりかえりをした後、フライパンを提示することで、棒状以外の金属の温まり方に着目させ、「金属板はどのようにあたたまっていくだろうか」という学習問題を設定した(T1)。

予想の場面では、１８人の児童が、自分のイメージについて矢印を使って表現することができていた。また金属の棒の温まり方を根拠に、熱したところから順に広がっていくと予想することができた。形は違うが、同じ金属であり、前の問題解決を想起して考えることができた。C児だけ、矢印ではなく、円をかき、円状にあたたまっていくことを表現していた。フライパンを使った経験を思い出し、イメージを図に表したのだ。このような表現を認め、意見交流において、周りの児童に広げていった。

検証計画を立てる場面においては、円状に広がることを確かめるために金属の板にろうを塗る方法があることを教えた(T2)。

②　問題解決を通して、知識を習得した児童

考察の場面では、学習問題を意識しながら、熱したところから順に広がっていくことをまとめることができた。C児は、他の児童の予想を聞いたり、実験で温まっていく様子を見たりすることで、温まっていく方向を表現するために、円だけでなく、矢印を付け加えることができた。

(3)　自己制御レベル
知識・技能を子どもが独立して類似課題に適用できる段階

①　根拠にする知識を選別しながら予想する児童

水の入った試験管にサーモテープを入れ、下の方を熱し、サーモテープの色が、熱したところから遠い方から変わっていく様子を見せた(T1)。この

ように、水の温まり方について問題を見いださせ、「水はどのように動き、全体があたたまっていくだろうか。」と学習問題を設定した。

水は動くことを全体で確認し(T2)、予想をさせた。金属の温まり方との違いが明らかになっており、金属の温まり方は根拠にはできないことに気付き、ここでは、導入場面で見せたサーモテープの色の変化から、温まり方を予想することができた。

② 自分が考えた検証方法で問題を解決する児童

検証計画立案の場面では、どの児童も水の動きを見るための実験を考えることができていた。

その後、児童が考えた実験を実施するために必要な物を用意し(T3)、自分で考えた実験方法で実験をさせた。水の動きを見ることができなかった児童は、試行錯誤しながら、実験方法を修正していった。最終的には、削り節、サーモ—テープなどを使って、どの児童も調べることができた。

考察の場面では、予想の場面と照らし合わせる記述は少なかったが、自分の予想と実験結果を照らし合わせ、図を修正することができた児童が多くいた。

(4) 自己調整レベル

知識・技能あるいは、方略を新規の課題解決に対して利用可能かを判断し、自己の学習目標の達成に向けて学習活動を推進させることが可能になる段階

① 水の温まり方を想起して予想する児童

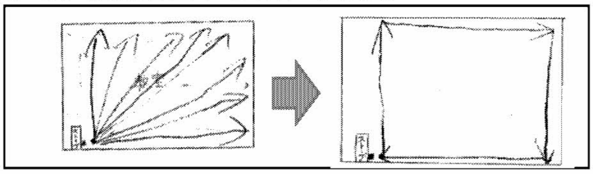
教室でストーブをつけると、児童から「空気の温まり方はどうなっているのか」という疑問が出たため、「空気はどのように動き、全体が温まっていくだろうか」と学習問題を設定した。

金属と水の温まり方をふりかえってから予想をすると、空気は水と同じで動くことができることから、水の温まり方を根拠に予想をした児童が多くいた。また、ストーブはどの児童も使った経験があり、その経験から予想をしていた児童もいた。予想を確かめるために、空気の動きを見る必要があることに気付き、検証計画を立てることにした。

② 自分で問題解決を進めていく児童

自己制御レベルのときと同様に、どの児童も空気の動きを見るための実験を考えることができた。しかし、児童にとって、空気の動きを見る方法を考えることは難しく、実験をしても結果が得られずにいた。そこで、教師から線香のけむりを使うことを提示し、再度、実験方法を考えさせた。すると、ほぼ全ての児童が、予想が合っているか確かめるための実験を考えることができた。このように、使う物から手順まで、全て児童が考えていくことは難しく、使う物は教師から提示する必要性がある。使う物さえ提示すれば、自分で検証方法を立てることができるようになってきたことが分かった。

その後の考察においては、自己制御レベルのときと同様に、資料１６のように自分の予想を修正しながら、結論を出すことができた。



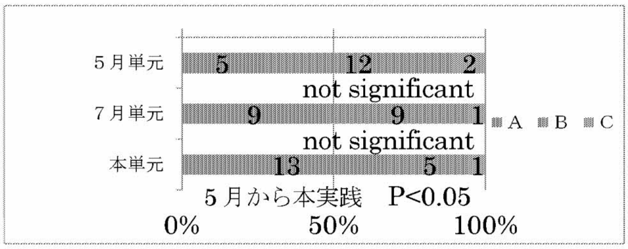
【資料１６　予想から考えを修正したＣ児】

５　結果と考察

(1) 授業記録の分析

① 既習事項や生活経験を基に根拠のある予想や仮説を発想する力の高まりを検証

資料１７は、５月に行った「とじこめた空気と水」の単元での終末の小単元での分析結果、７月に行った「電池のはたらき」の単元での終末の小単元での分析結果と、本実践における自己調整レベルでの分析結果である。

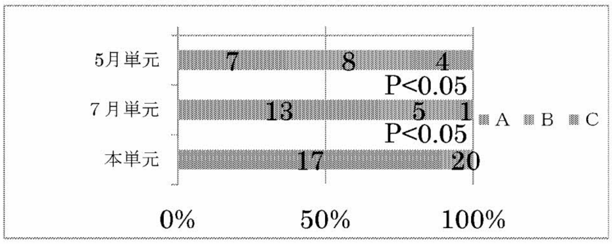


【資料１７　　予想場面での記述分析】

７月実践時より、さらにＡ評価の児童が増えた。問題解決の導入の場面で前の問題解決のふりかえりを行うことは、問題解決間のつながりを意識することができ、既習事項を根拠にする上で有効であった。自己調整学習を繰り返すことで既習事項や生活経験を基に根拠のある予想や仮説を発想する力の高まっていくことが分かった。

② 問題解決の過程間の関係を意識することができているか検証

資料１８は、検証計画の立案の過程における記述内容の分析結果である。

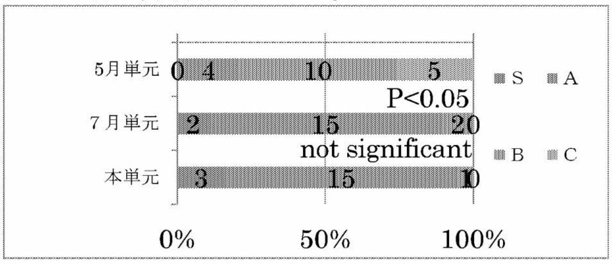


【資料１８　検証計画立案場面での記述分析】

７月実践時より、さらにＡ評価の児童が増えた。自己調整学習を繰り返すことで、他の問題解決の過程を意識しながら検証計画を立てることができ

るようになったことが分かる。

資料１９は、考察・結論の導出の過程における記述内容の分析結果である。

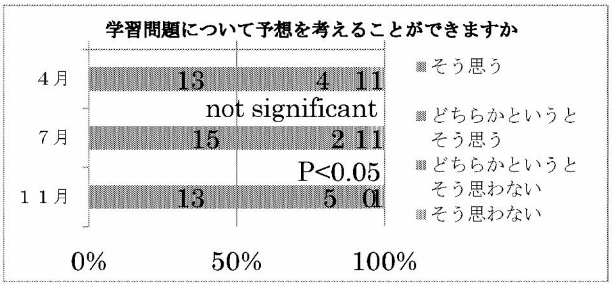


【資料１９考察・結論の導出の過程における記述分析】

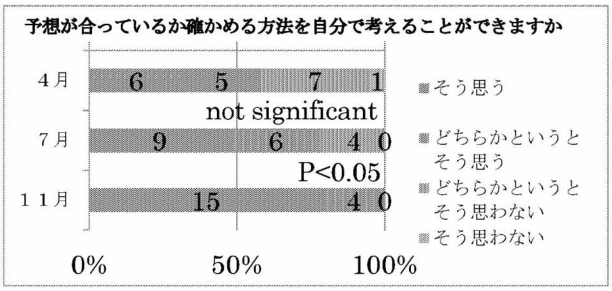
７月実践時と変わらず、学習問題や実験結果との関係を意識することができた。一方で、予想と照らし合わせて考察した記述はあまり見られなかった。しかし、図を見ると、予想から考えを修正することができている。今後、学年が上がるにつれて、記述にも表れるようになると考える。

(2) 児童の意識調査の実施とその分析

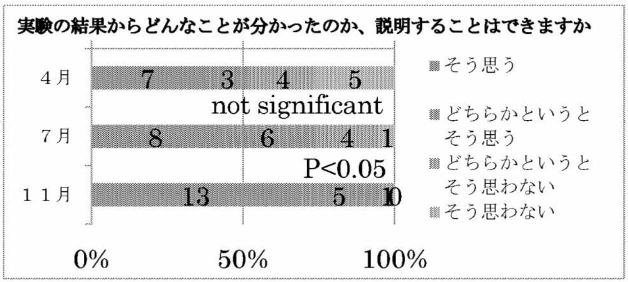
資料２０、２１、２２は、４月と７月と１１月の質問紙の結果である。



【資料２０】



【資料２１】



【資料２２】

１１月の結果では、「予想が合っているか確かめる方法を自分で考えることができますか」「実験の結果からどんなことが分かったのか、説明することができますか」の質問で「そう思う」と答えた児童が大幅に増え、３つの質問項目の比率がほぼ同じになっている。これは、児童の中で予想と実験、結論がつながってきたと考えることができる。つまり、それぞれの過程間の関係を意識しながら学習を進めることができるようになってきたと判断できる。

Ⅵ　研究のまとめ

授業記録の分析、意識調査の結果から、既習事項や生活経験を基に根拠のある予想や仮説を発想する力、問題解決の過程間を意識しながら学習を進める力の高まりが見られた。このように、本研究を通して、理科における問題解決において、段階を経て自己調整の発達レベルを高めていくことで、問題解決の過程を自覚し、問題解決の過程間の関係を意識しながら問題解決を進め、問題解決の力を高めていくことができることを検証することができた。

しかし、一部の児童においては、力の高まりが見られなかった。これらの児童は、最後まで教師の支援を必要とし、自分で学習を進める過程をつくることができなかった。つまり、自己調整の発達レベルを高めることができなかったと言える。今後は、全体のための足場づくりだけでなく、個に対応する足場づくりを行い、自己調整の発達レベルを高め、問題解決の力を高めることにつなげていきたい。

主な参考文献の一部

1　国立教育政策研究所　教育課程研究センター　「平成 27 年度全国学力・学習状況調査　調査結果のポイント」（2015）
2　小林辰至　「問題解決能力を育てる理科学習―原体験から仮説設定まで―」梓出版社（2008）
3　角屋重樹　「問題解決能力を高める理科指導」『ＶＩＥＷ２１』（2008）
4　和田一郎　「理科教育における自己調整学習の成立要件に関する考察」（2011）
5　和田一郎・小野瀬倫也・森本信也　「理科における自己調整学習と表象機能の相互連関に関する事例研究」（2012）
6　高井英俊・長沼武志・森本信也「理科授業における自己調整学習の構想」『教育デザイン研究４号』横浜国立大学デザインセンター（2013）
7　森本信也　『考える力が身に付く対話的な理科授業』東洋館出版社（2013）
8　日本理科教育学会編著　森本信也　『今こそ理科の学力を問う　新しい学力を問う視点』「自己調整学習のもとでの科学概念変換」（2012）
9　星野沙織・益田裕充・半田良廣　「理科授業の構造化と主体的な問題解決を支えるメタ認知の育成に関する研究」（2015）
10　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（2008）
8　本谷彰弘　「科学的探究の能力を育てる理科授業の在り方―探究の過程の逆向きに設計する授業づくりを通して―」（2016）

付記

教職大学院における学びの場を与えてくださった、愛知県教育委員会、名古屋市教育委員会にお礼を申し上げると共に、校長先生をはじめとする勤務校職員の皆様には研修にご理解いただき、心より感謝申し上げます。

また、研究を進めるにあたりご指導をいただいた村上洋先生、大鹿聖公先生をはじめ、教職大学院の先生方にお礼申し上げます。

教職大学院での学びを、愛知県、名古屋市の教育に還元できるように、今後も研究を進めて参ります。