

学 位 論 文

「授業設計・評価マトリクス」および
「発話モデル」が教師の熟達化に及ぼす影響
—小学校理科授業を中心に—

広島大学大学院教育学研究科

学習開発専攻博士課程後期

金 沢 緑

論文構成

第 1 章 本研究の背景と目的

第 1 節 我が国の理科教育の現代的課題

第 2 節 小学校教師の理科授業における課題

第 3 節 本研究の目的

第 2 章 小学校理科授業改善ツールの開発

第 1 節 授業設計の必要性

第 2 節 授業設計・評価マトリクスの枠組み

第 3 節 授業設計・評価マトリクスの使い方

第 4 節 発話モデルの必要性

第 5 節 発話モデルの開発

第 6 節 発話モデルの使い方

第 3 章 「授業設計・評価マトリクス」が理科学習指導案に 及ぼす影響（研究 1）

第 1 節 研究の目的

第 2 節 研究の方法

第 3 節 結果

第 4 節 考察と今後の課題

第 4 章 「授業設計・評価マトリクス」が教師の理科学習指 導に及ぼす影響（研究 2）

第 1 節 研究の目的

第 2 節 研究の方法

第 3 節 結果

第 4 節 考察と今後の課題

第 5 章 「発話モデル」が教師の熟達化に及ぼす影響

(研究 3)

第 1 節 発話モデルの枠組み

第 2 節 研究の目的

第 3 節 研究の方法

第 4 節 結果

第 5 節 考察と今後の課題

第 6 章 総合考察

第 1 節 本研究で得られた知見

第 2 節 本研究の教育的意義

第 3 節 今後の課題

謝辞

引用文献

第 1 章 本研究の背景と目的

第 1 節 我が国の理科教育の現状と課題

現在，我が国は 2 つの国際学力調査に参加している。その一つは，小学校 4 年生と中学校 2 年生が対象の国際数学・理科教育調査 TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) で，もう一つは OECD が実施する高校 1 年生を対象とした国際学習到達度調査 PISA (Program for International Student Assessment) である。

前者の TIMSS では，日本は世界順位を落とし，回復傾向が見られなかったことや，理科学習の楽しさや有用性への意識が低かったことから，理科教師の授業のあり方が問題とされた。一方，後者の PISA (Program for International Student Assessment) 調査でも順位を落とす結果となり，文部科学省 (2009) は，この結果を踏まえ，教育に対する見直しを行った。

そこで，2007 年，文部科学省は 1961 年から 4 年間実施されていた全国学力テストを，学力調査として復活させ，さらに 2012 年には算数・数学と国語に理科を追加した。理科が追加された理由は，児童・生徒の「理科離れ現象」が指摘されていること，国際的な学習到達度調査である TIMSS と PISA が「理科」，及び「科学的リテラシー」を調査内容としていることから，我が国の理数教育の国際的通用性が問われていること，科学技術の土台である理数教育の充実が求められてい

ることからである。(文部科学省 全国的な学力調査の在り方等の検討に関する専門家会議 第6回配付資料 全国学力・学習状況調査における対象教科の追加について、www.nier.go.jp/12chousa/12kaisetsu_shou_rika.pdf)。

PISA 2012 (国立教育政策研究所 2013)における「科学的リテラシー」の定義は、「疑問を認識し、新しい知識を獲得し、科学的な事象を説明し、科学が関連する諸問題について。証拠に基づいた結論を導き出すための科学的知識とその活用」「科学の特徴的な諸側面を人間の知識と探求の一形態として理解すること」「科学とテクノロジーが我々の物質的、知的、文化的環境をいかに作っているかを認識すること」「思慮深い一市民として科学的な考え方をもち、科学が関連する諸問題に、自ら進んで関わること」とされ、2012年の科学的リテラシー国際比較で第4位となっている。TIMSS 2011 (国立教育政策研究所 2012)では、小学校4年生の学力は有意に向上しているが、中学校2年生では、現状維持であった。日本では、学年が上がるにつれて、児童の「理科離れ」が指摘されていることは大きな課題である。TIMSS 2011による、小学校4年生と中学校2年生に理科の勉強が楽しいかを4つの選択肢(「強くそう思う」、「そう思う」、「そう思わない」及び「まったくそう思わない」)で尋ねた設問について、「強くそう思う」と答えた小学生の割合が56パーセントであり、国際平均値の64パーセントとほぼ同程度であるが、中学校2年生では、「強くそう思う」と答えた生徒の割合が20パーセントであり、国際平均値の45パーセントよりも25ポイント下回っており、

2007年とほぼ同様の割合となっている。また、文部科学省が2012年4月に行った「全国学力・学習状況調査」において、小学校6年生の82%が「理科の勉強は好き」、86%が「授業の内容はよく分かる」と答えているのに対して、中学校3年生ではともに62%、65%へと減少していることが明らかになった。また、「将来、理科や科学技術に関係する職業に就きたいと思う」児童の割合は29%にとどまっており、理科好きであること、授業内容をよく理解できることが、将来の目標とは必ずしも強い結びつきを持っているわけではないことも明らかにされている。

このように、学年が上がるにつれて「理科ぎらい」や「理科ばなれ」の割合が上がるのが指摘されているが、これらを解決するという課題は残されたままである。この課題は、中学校、高等学校と学年が上がるにつれてさらに意欲が低下する傾向が見られる。なかでも「理科の学習が社会生活で役に立つ」、「将来自分が望む仕事につくために、理科で良い成績をとる必要がある」、「理科を使うことが含まれる職業につきたい」と答えた生徒は国際平均値をかなり下回っている。また、PISAの科学的リテラシー調査（2012）では、日本は、OECDの平均値は上回るものの、上位国と比べると低レベル児童の割合が高く、高レベル児童の割合が低い。これは、記述問題に無回答が多く見られたり、最後まで問題を読まずに回答したりするといった、解答への意欲、粘り強さ、根気の不足や論理的思考の未熟さから起こっていると分析されている（国立教育政策研究所 2013）が、高いレベルを目指すこ

となしに、これ以上の向上を望むことできないのではないだろうか。

第2節 小学校教師の理科学習指導における課題

日本の教師の学習指導における熟達化意識のうち、教職経験を重ねるにつれて明らかに高くなる教科は、算数があげられ、5年目以下では71.8%、31年目以上では、ほぼ90%となっている。さらに国語では、5年目以下では40.9%、31年目以上では77.1%となっており、指導経験や知識・技術の蓄積が、教科指導に対する意識に結びついていると考えられる。このように、教職経験年数を重ねるにつれて、熟達化意識が高まる教科は、道徳、総合的な学習の時間、社会があげられる。しかし、理科は5年目以下で38.9%、31年目以上になっても40.5%であり、理科指導への自信は教職経験年数に比例して高まっていない。TIMSS 2011による国際的な比較調査の結果から、児童が、理科はわかりやすいと回答している割合が、81%であり、国際平均の90%を下回っていることから、わかりやすく教える教師側の課題が浮き彫りになった。

ベネッセ（2007）の調査結果は、北村（1982）の、理科を得意と感じている教師は調査当時でさえ1割程度であり量的な調査では30年が経過した現在と変わらない様相であったという調査と一致する。また、小・中学校教師は、すべての分野に非熟達意識が見られ、生物に於いてやや高い（清水

2002)という結果が示された。また、清水は、教師における子どもの実態把握の不足について、①子どもの見方考え方の把握不足、②子どもの知的技能（弁別、分類、計算、表現力など）の把握不足、③子どもの操作技能（観察・実験技能、運動技能）の把握不足、④子どもの生活体験の把握不足、⑤生活の中で獲得しているであろうと考える日常的な知識の把握不足、⑥既習事項の定着への把握不足、⑦子どもの理解の仕方の把握不足、⑧教師の指示を子どもがどう理解するか把握不足の8点をあげている。このような子どもの実態を招いているのは、教師の指導力不足が招いた結果であると考えられる。教師自身が指導上困難を感じる点として、①教材内容の知識の不足、②観察・実験の技能の不足、③指導力の不足、④予備実験や予備調査などの準備不足を挙げているが、これらの不足意識を補う方略については明らかにされていない。

また、尾竹（2008）は小学校新規採用教員を対象に「1.理科の有用感」、「2.探究的態度」、「3.学究的態度」、「4.理科指導の楽しさ」、「5.観察・実験技能に対する自信」、「6.理科指導に対する自信」に関する実態を明らかにすることを目的としてアンケート調査を行った結果、理科の学習の有用感については、新規採用教員の90%以上が日常生活や環境保全等の実利的な側面に関する項目で肯定的に回答し、約7割が自分で観察・実験をして確かめたり自然の事象を要因と関連づけて考えたりする方だと捉えていた。一方、仮説にもとづいて観察・実験の計画を立てるといった探究における最も重要なプロセスについて自分の姿勢を肯定的に回答したのは約5割であり、

科学に関する本を読んだり博物館・科学館に出かけたりする教員は2～3%と少なく、自ら科学的な知識を積極的に得ようとする姿勢の乏しいことが示された。さらに、新規採用教員の約95%が観察・実験を通して子どもたちに新しい発見をさせることは楽しいと肯定的に回答し、アルコールランプの使用等初歩的な実験器具の操作を習得していると感じているにもかかわらず、その他の理科指導については、約4～6割が自信をもっていなかったという結果を得ている。このことは、初任教員の実験技能や探究プロセスの姿勢の未熟さが、子どもの理科指導に反映され、教師経験年数を重ねても熟達意識の向上が見られないまま理科指導を行い、児童の理科ばなれが解消しないという結果を裏付けていると考えられる。

平成20年1月の中央教育審議会答申で、理数教育の一層の充実が提言され、授業時数の増加、指導内容の充実、教師の専門性や資質の向上などがその具体として示された。しかし、上述のように、小学校教師の半数以上が理科の指導に非熟達意識を持っており、理科に関する知識・理解や技能等の低さを自覚しているという現状（科学技術振興機構理科教育支援センター，2009）がある。公立小学校における理科授業の調査（三崎，2003）により、問題解決の授業になっていない、児童の実態及び変容を把握していない、時間配分に問題がある、教師主導で教科書に示された観察・実験をそのまま行う、児童が観察・実験の必然性を意識していない等の教師の問題があげられたが、その解決には至っていない。さらに桐生・久保田・水落・西川（2009）は、学校現場における授業研究

会で活発に意見交換されるのは教授方法と教材についてであり、児童の学びが検討されていないことを明らかにしている。このように、理科という教科の熟達を、教材への深い理解、実験技能、教授法の課題という観点から、児童の学びへの課題という観点から捉え直す必要に迫られている。

このような状況において、実際の授業における、児童の学びに着目した齋藤・黒田・森本（2009）は、Vygotsky（1986）による発達の最近接領域（Zone of Proximal Development）の考え方を取り入れた理科授業を分析し、科学概念の構築プロセスを自覚化させる理科授業のデザインは、子どもの学習の自律化促進に有効であったとしている。しかし、齋藤らの研究は問題解決学習を単元全体の中に組み込んでいるため、理科に非熟達意識を持つ教師には参考にして実践することが難しいと考えられる。そのため、このような非熟達意識を持つ教師には、1 単位時間における問題解決学習の授業づくりを支援するための具体的な手立てが必要であると考えられる。

さらに、授業づくりを、児童の学びという文脈における熟達化の研究（佐藤・岩川・秋田，1990）では、熟達化を果たした教師を熟練教師とし、初任教师との比較において、授業をみる視点から分析を行っている。佐藤らは、教師の知識領域、「学問内容の知識」（content knowledge）「教材の知識」（pedagogical content knowledge）「授業技術の知識」（pedagogical knowledge）など、7 領域の構成で、学問内容から授業を想定した教材への翻案（transformation）過程を軸とする循環的な教師の思考活動の研究を（Shulman, 1986, 1987）

をもとに、熟練教師の思考過程を明らかにした。しかし、その研究方法は、他者の授業のビデオ記録を視聴し、再生を中断しないまま教師の思考の発話プロトコルを記録するモニタリングと授業のビデオ記録の観察直後に簡単な授業の診断と感想のレポートを書くモニタリングを併用する方法であるため、熟練教師の実践的思考様式は、①実践場面における即興的思考、②状況に対する積極的で熟考的な関与、③多元的な視点からの認識の総合、④文脈化された思考、⑤発見的反省的な問題構成の方略であったという知見が、実際の授業場面では活用しにくいという問題がある。そこで、実際の授業場面での教師の思考を検討する必要があると考えられる。教師の熟達は、経験年数に由来するといふとらえ方がある一方、理科に対する意識のように、教師経験年数は長くても、熟達意識を持ってない教師が存在し、その総称はない。そこで、本研究では、「熟達」に達していない状態を「非熟達」と規定し、そのような教師を対象として、熟達化を図る研究を始めることとした。

第3節 本研究の目的

3.1. 教師の熟達化研究の動向

佐藤・秋田・岩川・吉村（1991）は、教師の得た知識を再構築して授業を立案し、実際の授業で教師の思考がどのように変容していくのかとの研究の中で、質問紙調査を行って、熟練教師が成長の過程で、2つの変容の契機があることを明らかにした。その一つは、自分が行ったり見てきた授業とは全く異なった質の授業を参観したり、そういう授業観をもった教師に出会ったりしたことであり、もう一つは、自分の行ってきた授業形式では子どもが思ったように動かない、行き詰まってしまうという経験に対する反省を持ったときであるという。自分と全く違う授業を参観したり、そういう授業観を持つ教師との出会いを意図的に行ったりすることは難しいが、自分の行ってきた授業形式を可視化し、反省を持つことは可能である。すなわち、自分の授業を可視化し、授業を行って反省を持つことで教師の熟達化を進めることができると考えられる。

また、Shulman は、「翻案」の段階においては、生徒の特性や発達などの観点から、教育内容を構造化し、それと照らし合わせて教材を作成する。また教えたい概念を生徒の既有知識や経験と関連させて理解させるために、アナロジーやメタファーなどを考案する。そして「指導」を行い、教科内容についての生徒の理解を「評価」する。これらの活動を踏ま

えて、自分自身の教えについて「省察」することによって、教育目標・教科内容・生徒・自己について「新しい理解」がもたらされるという（八田 2008）。

中学校理科教師の PCK と教材化に関する実態調査で、教職経験年数による思考様式の相違を調査した結果では、中堅以上の教師は留意しなくても出来るが、初任教員は意図的に行わなければならない段階であることは、「素材の準備」「生徒の学習状況の把握」「教授方略の選択」であることが示唆された（磯崎・米田・中條・磯崎・平野・丹沢 2007）。中学校教師に育成する PCK とその効果についての研究（古屋 2012）があるが、これらは小学校教師も同様であると考えられる。すなわち、Shulman のいう、「翻案」過程に組み込まれた生徒の学習状況を把握する具体的な手立てを考案する必要があると考える。

さらに、Schon (1983, 1987) は、「技術熟達者」(technical expert) と「反省的実践家」(reflective practitioner) という 2 種類の概念を提示し、授業での教師の思考や判断過程を解明した。教師の判断過程は授業後だけではなく、熟達者は授業中にも、児童の反応を見取って、1 度立案した学習指導案を臨機応変に翻案しているという。

一方、Hatano & Inagaki (1986) は、教師の熟達化を定型的熟達 (routine expertise) と適応的熟達 (adaptive expertise) に分類した。その一つは、定型的熟達者で、ある領域のことについて効率的に仕事をこなすことができるが、その知識や理解は、他の領域に転移することはない。これに対して適応

的熟達者は、効率よく仕事をこなすことができるだけでなく、その知識や技能を他の領域の問題解決にも援用することができるとしている。また、波多野（2000）は、教師に限らず適応的熟達者が持つ知識として次の3つを提案している。第1は、手続きの各ステップに意味を付与し、可能な選択肢から適切なものを選ぶ基準を提供する、詳細で正確なメンタルモデルないしその構築を可能にする知識。第2は、知識の結束性、特に手続き的知識と概念的知識の間の緊密な結合としての知識。第3はメタ水準の知識である。特にメタ知識により適応的熟達者を特徴づけとしており、これが現状に満足することなく、絶えず向上を目指す基礎になると想定している。授業における児童の変容を的確に見取り、適切な指導を行う、学習指導案を翻案する等の教師の思考過程の熟達化は、理科授業の教材理解や、実験技術の向上と合わせてさらに進めていくため、理科に非熟達意識を持つ教師が気軽に使用できるツールが必要である。

3.2. 小学校理科における教師の熟達化

従来、学習指導案の作成や授業研究における討議に際しては、教材、安全管理、教師の発問など、教授内容などに関する概念的知識を中心に指導・検討されてきた。しかし、児童の学びの深化に応じた指導方法を記述するための手法は十分

検討されてこなかった。そのため、子どもの学びに着目した指導案を作成するための手続き的知識については、検討されたことが少なかった。そのため、教師の理科指導の熟達化が起こりにくい状況であったと言える。

熟達教師は、授業における児童の反応の的確な把握、個々の児童の理解に合わせた適切な指導や支援を、それほど意識せずに行っている。非熟達教師が、熟達教師の授業を参観したとしても、どのようにしたら児童の理解度を把握できるのか、どのような指導をしたら児童の変容を導き出せるのかを見いだすことは難しい。

理科に非熟達意識を持つ教師の熟達化を支援するためには、波多野(2000)が言う適応的熟達者が持つこのような知識を、授業設計に必用な簡便な知識として具体化することが求められていると考えられる。このため、本研究では、教師が授業を行う際の手続きの各ステップを、①単元全体の学習過程の設計、②学習指導案作成、③時間配分、④授業における児童の反応想定、⑤教師の発話準備、⑥学習指導案に基づく授業、⑦省察とした。まず、②の学習指導案立案にあたって、③、④といった各ステップを詳細に設計するために、筆者は「授業設計・評価マトリクス」を。また、④を引き出すために有効な教師の発話⑤を準備するため、「発話モデル」を開発した。次に、開発したマトリクスを用いて作成した学習指導案をもとに授業を行い、マトリクス導入前後における児童の反応の量と質を検討する。さらに、先に開発した授業設計・評価マトリクスと同時に用いる授業改善ツールとして「発話モデル」

を開発し，マトリクス導入前後における授業で，出現した教師の発話数と質，児童の発話数及び発話の質を比較し，教師の熟達化に及ぼす影響を検討する。

第 2 章

小学校理科学習指導案作成ツールの開発

第 1 節 授業設計の必要性

21 世紀を生きる児童の育成にあたって、我々が目指すことは、児童が実生活の中で感じ取る実感を伴った理解をもって、自然と調和して生きる方略を自ら打ち立てていく、そんな人間を育成することである。他の教科が人間社会内での約束事を学ぶものであるのに対し、理科は人間と自然の関わりを子どもたちに直接理解させる唯一の科目であり、本来子どもたちが本能的に興味を持ち、楽しいと感じるものであるとともに、地球上の生物の一つとして「生きる」ことの大切さと知恵を体得できる科目である。(理科教育支援検討タスクフォース小学校分科会 2008)

さらに、教師の力量を向上させることは理科教育充実への最重要課題である。2004 年の国立教育政策研究所による理数定点調査「子どもの学習への教師の影響」は小・中学生理科の学習に与える教師の指導法を明らかにすることを目的に、1990 年前後及び 2000 年代に入ってから二つの集団を対象に行われた。その結果、小学校では教科書中心、板書やノート中心といった従来型学習形態から生徒実験、野外観察、演示実験への移行が見られ始めている事が明かにされた。

1.1. 従来型学習指導案の課題

Berliner (1988) は、授業設計とは、学習要求と目的を分析し、その要求に適合する伝達システムを開発する全過程であるとし、教師が同じ授業設計で授業を行ったとして、同じものになるほど定型的な作業ではないとしている。学習指導案に必要なことは、① 授業の目標が、授業後に期待される生徒の行動形態で明確に記述されていること、② その授業が対象として想定している児童の実態が明確に記述されていること、③ 狭義の教授活動（説明、発問、授業中の教師の判断、フィードバックの方法等）が時系列に従って具体的に記述されていること、④ 授業を評価する方法が具体的に記述されていることである。この授業目標を明確化する方法として「授業後に期待される、生徒の外部から観察可能な行動」として記述することである。それは、教師は観察可能な形で形成的評価を行うことができる形での、① 学習者が目標行動を行うことが期待されている状況、② 学習者に期待されている外部から観察できる反応または行動、③ 学習者が目標に到達したと認められる基準（反応の質、量、速さ等）である。このように、授業目標を目標行動の記述にすると、授業後に児童がその行動を「できる」ようになっているか、「する」ようになったかを外部から観察できるようにできるのである。従って、授業設計のためには、児童の特性を把握しておく必要がある。益子（2006）は、児童の特性に合わせて授業目標を分析して、下位目標行動を学習させる順序を決定し、目標

の決定と下位目標行動を洗い出す事が必要であるとした。下位目標行動が洗い出されたら、どのような順序で学習させるか下位行動目標の相互の形成関係をつくり、下位のものから学習させる。次に下位目標を学習させるための最適な刺激状態（環境）を選択し、それを操作する情報提示、反応喚起、フィードバック、など具体的な授業・学習活動をどのように展開するかを選択する。授業が始まったら、評価とそれに基づく設計の修正を行う。第一に問題にするのは、「授業目標達成の度合い」である。目標と評価は表裏一体であるからと述べている。本研究も目標と評価は表裏一体であるという考え方に同調するものであるため、開発するツールは、目標設計にも評価にも用いられるよう進めていくこととする。

1.2. 新しい授業設計

そこで課題となる事項の一つとして、学習指導案を取り上げる。学習指導案の質を向上させ授業改善を図るためには、どのような力を児童に付けたいのか、付けたい力を身につけた児童の姿が明確に記述されたような、綿密な学習指導案を作成することが大切であると言われている。(文部科学省答申教師指導力)しかし、綿密な学習指導案を作成するための手法については、教師の経験や、校内研修に頼っているところがある。

吉崎（1984）は、単元構成レベルで教師が重視する要因の検討を合科的な単元、教科の単元の各々のケースについて調査を行い、比較検討を行っている。まず先行研究に基づき、①施設・設備の状態、②子どもの実態（既有知識や関心・態度など）、③学習形態（個別、小集団、一斉など）、④単元の目標、⑤評価の時期と方法、⑥授業者の特性（教育観や指導力量など）、⑦教材の特徴（学習素材を含む）、⑧学習指導法、⑨学習活動の内容、⑩学習時間、というそれぞれの要因を抽出し、アンケートを実施した。合科、教科、双方の単元を経験済みの小学校教師140名のデータを分析したところ、単元構成に影響を及ぼす要因は、合科、教科の場合ともに6位までが、①単元の目標、②教材の特徴、③学習活動の内容、④子どもの実態、⑤学習指導法、⑥授業者の特性、の順序で重要と判定されていたという。授業設計プロセスにおいても、これらの要因が考慮されていると考えられる。さらに萩原（1998）は理科の授業設計において考慮されるべき諸要素を、①子どもの日常生活から形成される概念、②子どもの理科学習へのイメージ、③学習過程における自己評価の傾向の3点から検討を行っている。これは個々の知識を結びつけるイメージをもたせる場等を学習過程に位置づける必要性を指摘したもので、授業設計における自己の意義づけを図る場の重要性を述べているものであるが学習指導案をどのように変革するのかなど具体的なことまでは言及していない。このように授業設計には児童の意識、教材、意欲づけ、学習動機などを探っているものは散見されるが、理科学習指導案を児童の側

から述べたものはほとんど無い。では、学習指導案を教師の企画書にとどまらず、学習科学の観点からの授業設計書とするとはどういう事なのであろうか。

アメリカでは、授業デザイン研究が盛んに行われている（たとえば、Linn, Davis & Bell, 2004, Gagnié, 1977）が、社会教育一般に適用するものが多く、学校教育に特化して開発されたものは少ない。日本では、教育内容研究は多いが、理科授業についての研究は十分とは言えない状況である（たとえば、益子, 2006 松下, 1977）。それは調査の対象が教師や児童・生徒であること、教育における研究は常にシングルケーススタディーであり、同じ集団に繰り返し同じ調査や実験を行うことは時間的制約、倫理的制約上できないという特殊性があるからである。このような特殊性から、教師や児童生徒を対象としての授業を改善する営みが、量的な検証にはそぐわないという特質をも併せ持っている。これまでに行われたアンケート調査などの結果を用いた論文では、多くの研究者が、授業設計と評価は教授と学習を一体として研究する必要があると述べている（たとえば、鈴木 1989）が、どのようにすればよいのかについては、経験を積んだ教師の教を請うといった研修しか共有していないのが現状である。

Vygotsky (2001) は、授業を学習者と教師の営みと捉え、彼らが単独でできる事柄と、大人などの助け（スキヤホールディング：scaffolding（＝足場掛け））を借りてようやくできる事柄があり、その間には発達する可能性の秘められた発達の最近接領域（zone of proximal development）という領域

が存在する。つまり，周囲の人々との相互作用から子どもは新しい能力を獲得し，その結果，ZPDの水準が引き上げられて発達が起きる，というのが彼の主張である。これは「状況に埋め込まれた学習（Lave, J. & Wenger, E. 1991）」の翻訳とともに日本でも活発に議論が行われるようになってきた。

「正統的周辺参加」論は，学校以前からの徒弟制において，熟達者から初心者に技が伝承していく様子を観察した研究がもとになっている。Brownら（1989）は，認知的徒弟制（cognitive apprenticeship）を提唱し，学校における認知的な学習についても，徒弟制のよさを取り入れることが可能であるとした。その骨子は，①学習目標について，今何を学んでおけば先に何ができるようになるか，因果的な関係を学習者自身が分かるような工夫をする。②学習すべきことから学習者が既に知っていることやできることに結びつけ，次に何をすればいいかを学習者の目からも見えやすくする。③できるかできないかをテストするのではなく，できたらなぜそれのできるのか，それができると次はどんなことができるはずかを考えるような習慣を持ち込む。④一人ではできないことには手助けを与え，まずできるようにしてから，その後それを一人でもできるように導くのである。認知的徒弟制では，次の段階を踏んで教えていく，①モデリング：師匠は，徒弟に自分の技を観察させる。②コーチング：師匠は，徒弟に学んだ技を使わせてみる。そしてその様子を観察し，アドバイスを与える。③スキヤフオールディング（Scaffolding：足場づくり）徒弟が行っている作業が実行困難な場合に師匠は一

時的支援（足場づくり）を行い，④上達に伴って支援を徐々に取り除く（フェーディング）があるが，これらは教師が師匠となって学習をリードしていく従来型科学習指導を想定しているが，①②については共同学習で子ども同士の学びの中で実現している姿を見ることが多い。

この様な授業設計を行うためには教育現場で使いやすく，実際の学習指導とリンクするツールが必要であるとの仮説に立ち，教師と学習者が対峙して相互に発達を促し合う最小の単位としての授業を取り上げ，その授業設計に授業の目標を達成した児童の姿を想定した授業を設定することとした。すなわち小学校教師の課題を解決するための手だてとして，学習指導案を綿密に作成するため，「授業設計・評価マトリクス」というツールを開発して効果を検証することとした。鈴木（1989）の研究でも明らかにされているが，授業設計と評価は表裏一体の関係にあり，その効果は，①授業設計の善し悪しを自分自身に問う省察，②授業展開において臨機応変に対応するための企画，③予想される児童の反応を見取る評価基準，④授業における教師の働きかけ予測に用いることができる等の効果が期待されるからである。

第 2 節 「授業設計・評価マトリクス」の枠組み

授業設計については、教育心理学、認知心理学、理科教育などの学会論文を概観すると「授業研究・理科」をキーワードとする研究は 504 件見いだされた。しかし、「授業づくり」を追加すると 6 件、授業設計では 1 件しか見いだされなかった (CiNii Articles 国立情報学研究所)。授業と研究とは次元が違うものなのであろうか。日本教育心理学会(2004)の自主シンポジウム「授業介入の新たな可能性」(企画者 森・村山)で話題提供者・秋田は、授業介入研究という語に抵抗を覚えると述べている。それは授業の主体や教師の専門性に対して研究者優位の考え方や学校との関係、位置どりを象徴してきた語だからである。介入研究の方法は、研究者コミュニティや心理学には貢献してきたが、歴史的に教育実践に示唆を与えるものではなかった。短期介入研究の多くは個別独自の存在としての教師や子どもを捨象、学級での協同学習過程の無視、教育の営みが政治や制度により力動的に変動するシステムの視点を持っていない。第三者の研究者がデザインした短期介入による教授法や学習法略実験は認知心理学や心理学の知見には貢献するし、研究者の業績論文づくりには役立つ。だが、学校や教師の授業実践に長期的にみて寄与しえない。と述べている。この問題を越えるには二つの方法があると秋田は言う。その一つは研究者自身が実践者として授業や学習の「場」を作り出す方向と、共同で授業の「場」を作り出すアクションリサーチの方向である。本研究では、第一の

方向を志向し，授業実践者が研究者のように学習の「場」をつくる方向を提案する。それが，教師による「授業設計・評価マトリクス」の作成による授業実践である。

近年学習科学に関する研究がなされるようになり，子どもの学びの質的な向上のために教師が授業を通して与える影響を詳細に研究するようになった。Barry.J.Fishman，Elizabeth A.Davis（2006）は，質の高い教師教育や専門性開発での経験に関わることが，教師の信念や知識に変化をもたらし，その変化がその後の教室での実践に影響し，究極的には生徒の学習改善を導くと指摘している。桐生ら（2009）が公立小学校教師の授業研究に密着して理科授業検討会のプロトコルを分析した結果，「教材・教授・学習者・教材と教授・教材と学習者・教授と学習者・そのすべて」の7カテゴリに分類できたが，各カテゴリの割合は，教師として持ち合わせている共有しやすい知識である教材や教授中心に協議が行われていることが明らかになった。また，話し合いケースの分析では「無関心・強制・安易な合意・経験交換」の4カテゴリに分類し，一度も発言しない，他の意見との関連性のない無関係な発言が6割を占め，意見交換ではなく自己の意見陳述傾向が高いという事を指摘した。分析されたプロトコルでは，子どもの姿で語り合うというコンセプトにも関わらず，発言者自らの実体験や疑問を多く語っており，子どもの発言を捉えて教材の妥当性を語るなど学習者の理解度などを見取る発言や深い省察などは見られなかった。これは，理科という教科において育成すべき資質・能力に着目せず，単元固有

の知識や技能に着目して書かれた学習指導案によって評価し討議するからである。授業を評価する方法が「授業後に期待される生徒の外部から観察可能な行動」として記述されている学習指導案を持つことによって改善されるものと考えられる。

「授業後に期待される生徒の外部から観察可能な行動」とは具体的な児童の反応と言うことであり、その発言、記述によって可視化することができるものである。学習の評価方略を定めないまま授業設計を行い、学習指導を行うことは、教科の特殊性、専門性の高い教科、非熟達意識の故に自ら開発しこなかった領域であるため、科学的な見方や考え方を教授—学習—評価する授業設計ではなく、表面的理解に注目して授業設計してしまうことになると推察される。

そこで、理科の学習指導に欠かせない学習指導案立案のために開発したツール、「授業設計・評価マトリクス」では、小学校理科における問題解決能力の発達段階をレベルとして用いた。すなわち、第3学年では身近な自然の事物・現象を比較しながら調べること、第4学年では自然の事物・現象を働きや時間などと関係付けながら調べること、第5学年では自然の事物・現象の変化や働きをそれらにかかわる条件に目を向けながら調べること、第6学年では、自然の事物・現象についての要因や規則性、関係を推論しながら調べることである。これらの問題解決の能力は、その学年で中心的に育成するものであるが、下の学年の問題解決の能力は上の学年の問題解決の能力の基盤となるものであることに留意する必要があるため、下学年においては発達段階のレベルをさらに細分

化して示すこととした。また，最高レベルについては，近接学年以上の能力を加味した自律的に探究するようなレベルの高い児童の発達も保障する様考慮した。（表 1，表 2）

表 1 設計マトリクス（能力×学習場面）

学習場面 能力	課題把握	仮設定	実験観察	結果交流	考察
比較（3年）					
関係づけ（4年）					
条件制御（5年）					
推論（6年）					

表 2 評価マトリクス（能力×評価基準）

	レベル 1	レベル 2	レベル 3	レベル 4
能力		学年に応じて，表 3 の基準を参考に記入		
想定される児童の反応		各レベルに想定される児童の反応において想定する児童の反応を記入		

2.1. 授業設計マトリクス

設計マトリクスは、学習指導要領で規定された、当該学年において育成すべき能力を、授業のどの場面をつけるかといった授業展開の設計に用いる。一方、評価マトリクスは、児童の能力レベルに応じてどのような指導をするかといった個々の児童に応じた指導の設計に用いる。これらの詳細を以下に述べる。まず、設計マトリクスにおける学習場面とは、課題把握、仮説設定、観察・実験、結果交流、考察といった問題解決学習の各過程に基づくものであり、能力とは小学校学習指導要領解説理科編（文部科学省，2008）に示された理科で育成すべき、比較、関係付け、条件制御、推論という問題解決の能力である。学習場面の区分に際しては、小学校学習指導要領解説理科編において示された、以下の問題解決の能力が育成される過程を参考にした。『児童が自然の事物・現象に親しむ中で興味・関心をもち、そこから問題を見だし、予想や仮説の基に観察、実験などを行い、結果を整理し、相互に話し合う中から結論として科学的な見方や考え方をもちようになる』（文部科学省，2008: p.8）具体的には、児童が自然の事物・現象に親しむ中で興味・関心をもち、そこから問題を見いだす場面を「課題把握場面」、予想や仮説を持つ場面を「仮説設定場面」、観察、実験などを行う場面を「観察・実験場面」、結果を整理し、相互に話し合う場面を「結果交流場面」、結論として科学的な見方や考え方をもちようになる場面を「考察場面」とした。

2.2. 授業評価マトリクス

また、評価マトリクスは、当該学年における能力に対して4段階のレベルを設定することにより、個々の児童に応じた指導の設計に用いることを想定している。これまで、評価において複数のレベルを設定した研究としては、Galperin (1966), Gagné (1977), 松下 (2012) などがある。しかし、日本における初等教育にそのまま転用することは困難である。そこで、本研究では、日本の小学校教師が既に用いている観点別学習状況の評価（国立教育政策研究所，2002）を基盤とすることにした。この観点別学習状況の評価は、学習指導要領で求められている到達目標に対して「努力を要する」状況、「おおむね満足できる」状況、「十分満足できる」状況の3段階で整理されており、「十分満足できる」状況を上回る高度なレベルは区分されていない。一方、本研究で想定する適応的熟達者としての教師は、学習者中心型の学習を通して自律的で探究的な学びをする児童が育成できる教師であり、「十分満足できる」状況を上回る高度なレベルを追加すべきであると考えた。そこで、3段階で整理された観点別学習状況の評価を拡張し、レベル1からレベル4の4段階として設定した。具体的には、レベル3の「本時の目標に到達している段階」を基準として、レベル4を「本時の学習をさらに拡張、

追究することができる高度な段階」，レベル 2 を「不十分ではあるが，本時の目標におおむね到達している段階」レベル 1 を「本時の目標に到達していない段階」とした。

第 3 節 授業設計・評価マトリクスの使い方

このような枠組みに基づき，表 3 に示すように能力ごとに 4 段階の評価基準を設定し，評価マトリクスの作成に際して参照することにした。実際に学習指導案を作成する際には，教師は表 1 の形式に基づき，時間配分を勘案しながら，学習場面毎にどのレベルの児童を中心に指導するかを決定してレベルを記入する。例えば，課題把握場面ではレベル 1～2 の児童，実験・観察場面ではレベル 2～3 の児童，結果交流場面ではレベル 3 の児童，考察場面ではレベル 2 とレベル 4 の児童を中心に関わる等，時間内にすべての児童を指導する効果を期待した。

このように、授業設計における基礎的な要素をマトリクスとして構造化することにより、適応的熟達者が持つ知識として波多野（2000）が提案している‘手続きの各ステップに意味を付与し、可能な選択肢から適切なものを選ぶ基準を提供する詳細で正確なメンタルモデルないしその構築を可能にする知識’にもつながると考えた。すなわち、設計マトリクスや評価マトリクスを作成するという手続きに際し、各マトリクスに示した枠組みと往還しながら実際の児童の反応を想定するというステップを設定することにより、学習者中心型の学習指導案を作成する際に重要となる事項の意味を、教師自身に考えさせる枠組みを提供することになると考える。そして、学習者中心型の学習指導案とは児童の反応を想定・考慮した学習指導案であるという、モデルを構築させることにつながると考えた。

表 3 評価マトリクス作成における基準

	レベル 1	レベル 2	レベル 3	レベル 4
比較	諸感覚により情報を得るのみで、比較することができない段階	得られた情報を比較できるが、整理が不十分な段階	課題に則した視点から得られた情報を比較できる段階	新たな課題を見いだし比較しながら追究する段階
関係づけ	事象の変化に気付くが、要因には気付かない段階	変化に気付くが、要因との関係把握は不十分な段階	変化の要因を見付け課題との関係に気付く段階	新たな課題を見いだし変化の要因との関係を追究する段階
条件制御	観察や実験を計画通りできず、条件に気がつかない段階	計画通り実験や観察をするが、条件制御が不十分な段階	条件を制御し計画的に実験や観察ができる段階	新たな課題を見いだし、条件制御しながら追究する段階
推論	結果について事実を述べることはできるが、推論まではできない段階	得られた結果から原因を推論するが、不十分な段階	得られた結果から条件制御の理由や原因を推論できる段階	複数の推論をし、モデル化したり、新たな問題を見出したりして課題を追究する段階

第 4 節 発話モデルの必要性

授業とは、教師が学習者との相互作用を通して変化する状況に対応しながら目標に向かう過程（秋田 1998）であり、教師と学習者は対話を通して学習内容への理解を深めていくものであるが、そこでやりとりされる教師と学習者の対話は、教師のガイドに沿って学習者が発言し、まとめに至るといった一問一答の展開が散見される。1 時間の授業で、教師による質問、生徒の返答、教師による説明という一問一答のやりとりが授業の 48% を占めていたという研究（Bellack et al.,1966）がある。現在の理科授業でも、同じ傾向が見られ、学習内容の知識や理解を得ることが授業の目的になっている。このため、得られた理科の知識を用いて、さらに探究的に思考するような学習者の育成には至っていない。

本研究では、学習の結果、得られた知識や理解を用いてさらに探究を自ら行う学習者の育成ができるような教師の熟達化を支援するツール開発を目的とするので、学習者の探究活動や思考を助長するような教師に発話についてのモデルを示し、授業で使用することによって、熟達化を図る。授業設計・評価マトリクスを用いることにより、学習者の反応レベルを想定し、評価しながら授業を行うことができるようになった場合でも、学習者が自律的に追究する段階のレベル 4 がどのような反応で、どのような教師の発話を行えばよいのかは、これまで、教師個人的熟達化の領域であるとされており、明

確ではない。

そこで、本研究では、「発話モデル」を開発して可視化し、授業設計時や実践授業、授業後の省察時に提示することによってその効果を検討する。

第 5 節 発話モデルの開発

授業における教師の発話や発問については、大野（2013）、假屋園ら（2012）のように国語科や道徳の授業での研究は多数実施されているものの、理科での発話分析研究はまだ少ない。そこで、表 4 に示した。假屋園ら（2012）の教師の指導的発問 26 分類を援用して、研究 1、研究 2 に参加した教師の発話分析を行い、知識や理解を促進する「指示的発話」と、探究的態度を促進する「支援的発話」に再分類し表 5 に示した。すなわち、教師が想定する正解に導くような閉じた発話を「指示的発話」、学習者自身の考えを求め、探究的態度を促進するような開いた発話を、「支援的発話」と定義して分類・整理した。さらに、假屋園の 26 分類に、教師の発話の具体例を抽出してモデル化した。モデル作成に当たっては、22 名の教師の授業における教師と学習者の全プロトコルから、教師の発話後の学習者の反応の質の変容を手がかりに、発話モデル I および、発話モデル II を作成した。

発話モデル I は、教師の支援的発話の種類がほとんど「見

童の言葉の受け止め」であった教師グループの発話を収集してモデル化したものであり，発話モデルⅡは，支援的発話が「次の段階への糸口」「むすびつけ発話」「課題へのつなげ発話」「児童の言葉の受け止め」「焦点化への問いかけ」「理由・根拠の掘り下げ」「内容への掘り下げ」など多様に用いている教師グループの発話を収集してモデル化した。詳細は研究3で述べる。

表 4 教師の発問 26 分類（假屋園ら，2012）

1	発話の促し	11	次の段階への糸口	21	理由・根拠の掘り下げ
2	他の視点の促し	12	むすびつけ発話	22	内容への問いかけ
3	意見の確認	13	課題へのつなげ発話	23	誘導型導き発話
4	課題の確認	14	ひと言での言い換え	24	提示型導き発話
5	方針の確認	15	課題についてかみ砕いた言い換え	25	連結型まとめ発話
6	論理の表現と確認	16	児童の言葉の受け止め	26	まとめ促し発話
7	現在の話題と確認	17	軌道修正		
8	疑義に基づく念押し	18	対象への問いかけ		
9	課題についての具体例の提示	19	焦点化への問いかけ		
10	課題について考える視点の提示	20	児童の意見への反証		

表 5 発話の再分類

再分類名	分類番号	假屋園の分類名
指示的 発話	1	発話の促し
	2	他の視点の促し
	3	意見の確認
	4	課題の確認
	5	方針の確認
	6	論理の表現と確認

	7	現在の話題と確認
	8	疑義に基づく念押し
	9	課題についての具体例の提示
	10	課題について考える視点の提示
	14	ひと言での言い換え
	15	課題についてかみ砕いた言い換え
	17	軌道修正
	18	対象への問いかけ
	20	児童の意見への反証
	23	誘導型導き発話
	24	提示型導き発話
	25	連結型まとめ発話
	26	まとめ促し発話
	支援的 発話	11
12		むすびつけ発話
13		課題へのつなげ発話
16		児童の言葉の受け止め
19		焦点化への問いかけ
21		理由・根拠の掘り下げ
22		内容への問いかけ

第6節 発話モデルの使い方

教師は、学習指導案を立案する際、学習者の反応を想定し、その反応を引き出すための発問を準備する。一般的に、教師は授業の進行を司るための指示や学習者への質問を多く行い、授業の方向付けを行っている場合が多い。本研究の参加者は、マトリクスを用いることにより、学習者の反応を想定してい

るため、教師の指示や支援を用意しておくことができる。発話モデルの効果を検証するために、1回目はモデルを示さずに授業を行い、授業後の省察時に自分の発話とモデルを比較する。多くの教師は、指示的発話が多い傾向にあるため、モデルⅠに似通っているという実態を把握する。次に、モデルⅡを示して、このような発話を用いることによってどうなるかを考えさせ、2回目授業を行う。すなわち、発話モデルを用いない場合と、発話モデルを用いた場合では、児童の反応の質の変化を検討する。

第 3 章

「授業設計・評価マトリクス」が理科学習指導案 に及ぼす影響（研究 1）

第 1 節 研究の目的

理数教育の一層の充実が提言されてはいるが，小学校教師の半数以上が理科の指導に非熟達意識を持っており，理科に関する知識・理解や技能等の低さを自覚しているという現状がある（科学技術振興機構理科教育支援センター，2009）。このような教師に，熟達の過程を可視化して，指導力が向上したことを実感させれば，非熟達意識を払拭し，理科学習指導に意欲を持つのではないかと考えた。

そこで，Hatano & Inagaki（1986）がいう，教師の熟達化を促すツールとして「授業設計・評価マトリクス」を用いて教師の熟達化を促す効果を測定する。学習指導の各ステップに提供された選択肢から適切なものを選び，学習内容に合わせて授業を設計する知識，理科の学習内容を児童の理解の様子に合わせて再構築する知識，これらの授業設計により，児童の理解が深まり，思考力と表現力を高めることが出来るというメタ水準の知識を獲得することが出来る考えた。すなわち，① 手続きの各ステップに意味を付与しモデルの構築を可能にする知識は，基準のマトリクスをモデルとして1時間の学習の展開のマトリクスを児童の思考・表現のレベルに合わ

せて表現する知識に対応し、② 手続き的知識と概念的知識の間を結合する知識は、1時間の学習の展開の目標である科学的概念とそれを身につけさせる手続き的知識に対応し、③ メタ知識は、得られた知識や概念を用いて自律的に探究するための知識に対応すると考えられる。ところが従来型の学習指導案によく書かれている評価規準は、国立教育政策研究所が作成、提示している評価規準の参考資料に基づいており、メタ知識を用いて探究し自律的に学ばせるレベルの設定はしていない。このため、理科の単元の目標を達成するために、教師が科学概念を伝達する授業が多く行われてきた。このスタイルは効率良く知識を伝達できる反面、あらかじめ設定した目標に向かい展開される予定調和の授業となりやすく、波多野（2000）が言う適応的熟達者を育成することは難しい。従来型の学習指導から脱却し、自律的で探究的な学びをする児童を育成するためには、学習者中心の学習指導（Soloway, E., Guzdial, M., & Hay, K. E.1994）を行う必要がある、そのためには、認知的徒弟制の4段階を導入することが考えられる。すなわち、①学習目標について、今何を学んでおけば先に何ができるようになるか、因果的な関係を学習者自身ができるような工夫をする。②学習すべきことがらを学習者が既に知っていることやできることに結びつけ、次に何をすればいいかを学習者の目からも見えやすくする。③できるかできないかをテストするのではなく、できたらなぜそれでできるのか、それができると次はどんなことができるはずかを考えるような習慣を持ち込む。④一人ではできないことには手助けを与

え、まずできるようにしてから、その後それを一人でもできるように導くのである。① ②は学習指導案，③ ④は学習指導の実際に関わる事項である。

波多野（2000）が言うように，学習指導案を従来型から学習者中心型に変容させ，それを可視化して学習指導案を書いたことがないような教師にも容易に書くことが出来るようにする手立てが必要である。従来，学習指導案の作成に際しては，教材，安全管理，教師の発問など，教授内容などに関する概念的知識を中心に検討されることが多く，子どもの学びに着目した指導案を作成するための手続き的知識については検討されることが少なかったため，上述の問題意識に基づき，小学校理科の学習指導案の作成時に使用するツールとして，授業設計・評価マトリクス（以後，マトリクスと表記）を開発した。本マトリクスは，学習中に出現する児童の反応を想定し，設定した目標を達成させ，さらに自律的に学ぶ児童の育成を目指す授業設計と指導のあり方をサポートするためのツールである。すなわち，このマトリクスが学習指導案の緻密化を促進し，教師の熟達化を支援するための有効なツールとなり得るかを検証することが本研究の目的である。

第 2 節 研究の方法

理科の単元目標を達成するためには、目標達成までの授業の見通しを持って計画を立てる必要があるが、理科に非熟達意識を持つ教師にとっては、理科の教科内容の専門的知識を得ることへの負担感が多く、児童の学びの意欲に即した学習指導案を立案できない実態がある。そこで、授業の計画を立案するツールを用いて学習指導案を立案し、従来型との違いを比較することによってその効果を検証した。

2.1. 研究協力者

マトリクスの有効性検証は、理科の授業を担当している小学校教師 20 名の協力を得て実施した。実施においては、マトリクス使用の実験群 10 名（教職経験 6 年～30 年，平均 13.6 年）と、マトリクス不使用の統制群 10 名（教職経験 7 年～28 年，平均 13.8 年）に分かれて学習指導案を作成し授業を行った。マトリクスの有効性を検証するため、両群の教師に従前に作成した同学年，同単元の学習指導案の提出を求めた。その詳細を以下に述べる。

実験群，統制群は，調査年において理科を担当している教師経験年数 6 年から 30 年の教師の中から，調査者の意図が入らないよう配慮してランダムに抽出し，各群の人数を 10 名とした。教師の経験年数には，理科を担当しなかった年数を含

んでいるので、等質性を担保するため、理科経験年数の平均がほぼ等しくなるように振り分けを行った。すわなち、実験群は、10年以内2名、20年以内5名、30年以内3名、平均経験年数13.6年、統制群は、10年以内2名、20年以内4名、30年以内4名、平均経験年数13.8年であった。

2.2. 調査時期及び調査手順

協力者が学習指導案を作成した時期は、平成21年6月から平成22年8月で、理科の授業を行う機会に合わせて実施した。また、従前に作成した学習指導案の提出を求めたところ、作成時期は、実験群は平成20年5月から平成22年2月、統制群は平成19年4月から平成21年3月であった。

実験群の教師は、マトリクスの意味、作成方法について説明を受けた後、設計マトリクスと評価マトリクスを作成した。なお、評価マトリクスの説明時には、表3に示した基準を提示し、具体的なイメージの共有化を図ったが、学習指導案の形式を指示したり予想される児童の反応を書いたりするように等の指示は行わず、調査者の意図が入らないよう配慮した。そして、このマトリクスをもとに学習指導案（2回目）を作成し授業を行った。一方、統制群の教師は、マトリクスの提示や説明は受けない。予想する児童の反応を想定して記述するよう指示を受けた後、学習指導案を作成し授業を行った。

また、両群とも授業後に省察を行い談話を記録した。なお、

マトリクス導入前の学習指導案（1回目）は、各教師に提出を求めた従前に作成した学習指導案を位置づけた。

表 6 学習指導案

本時の学習過程に記述された児童の反応例

	学 習 活 動	予想される児童の反応（○） と支援（☆）
課題把握	1 学習のめあてを確認する	☆目的意識をもって実験するために、前時に課題に対する予想と実験結果の予想をもたせておく。
仮説設定	2 課題に対する予想とそう考えた理由、実験結果の予想を発表する	○試験管の水をあたためたとき、何かがゆらゆらと上がっているように見えました。だから、水が上に動いていると思います。 ○試験管の水をあたためたときには上の方からあたたまりましたが、ビーカーのような大きな入れ物に入れると、火に近いところからあたたまるのではないかと思います。
実験	3 グループで実験する	☆加熱器具などを安全に操作するために、器具の扱い方を掲示する。

流	<ul style="list-style-type: none"> ・あたためたときの水の動きを調べる（お茶の葉，おがくずを入れる） 	<p>☆湯が高温になるので，突沸などの危険防止に気をつけるよう沸騰石を入れる。</p> <p>○火が当たっているところからおがくずが上に上がっていくよ。</p>
	<p>4 実験結果を，各自でワークシートに記入する</p> <p>5 実験結果を交流する</p> <p>6 グループで実験する</p> <ul style="list-style-type: none"> ・あたためたときの水の温度変化を調べる（サーモインクを入れる） <p>7 実験結果を，各自でワークシートに記入する</p> <p>8 実験結果を交流する</p> <p>9 考察を各自でワークシートにまとめる</p> <p>10 考察を発表する</p>	<p>○あたためているところから上に上がっているようだ。</p> <p>☆ビーカーの中の水の動きを図とことばでかかせるよう，ワークシートを工夫する。</p> <p>○お茶の葉が上に動いて，その後全体にぐるぐる回った。やっぱり水は動いている。</p> <p>○ピンク色の水が上に上がっていった。</p> <p>○やっぱりあたためているところから上に上がっているようだ。</p> <p>○お茶の葉とサーモインクのピンクの色は，動きが似ていました。</p> <p>☆課題を再度確認し，課題に立ち返って考察を書けるようにする。</p> <p>○二つの実験から，あたたかい水が上にいき，ぐるぐる回りながら全体があたたまると考えられる。</p>
	<p>11 次時の課題をもつ</p>	<p>☆次時は空気のあたたまり方を調べることを知らせ，次時への期待をもたせる。</p>

第 3 節 結果及び分析

マトリクス導入の効果を検証するために、まず、学習指導案に記述された児童の反応の記述数を集計した。また、学習指導案に記述された児童の反応のレベル分けを授業展開の場面別に実施し、質的な変容の検討をおこなった。これらの詳細を以下に述べる。なお、レベルの判定は、現職教師 3 名、大学院生 1 名と筆者とで行い、意見が分かれたときには協議のうえ、決定した。

3.1. 児童の反応についての記述の量的変化

小学校教師 20 名による、2 回分の学習指導案の「本時の学習過程」欄より、具体的な児童の反応の記述を抽出し、その数を集計した。児童の反応の記述抽出については、例えば表 6 に示した学習指導案の場合、「本時の学習過程」の右側の欄に記述された「予想される児童の反応 (○)」の数を、授業展開の場面別に集計した。すべての学習指導案に「予想される児童の反応」欄が設けられていたわけではないため、児童の反応の記述は「学習過程」や「指導上の留意点」の欄からも抽出した。このようにして、全ての教師の学習指導案を分析し、実験群と統制群ごとに合計した結果を表 7 に示す。

表 7 学習指導案に記述された想定した児童の反応の変化

	課題把握		仮説設定		実験観察		結果交流		考察						
	1回	2回	1回	2回	1回	2回	1回	2回	1回	2回					
	目	目	目	目	目	目	目	目	目	目					
統制群	9	10	n.s.	14	10	n.s.	11	10	n.s.	4	6	n.s.	2	5	n.s.
実験群	9	12	n.s.	15	29	*	15	44	**	10	48	**	6	68	**

注 1) 数値は各群における記述数の合計値，
 注 2) *: $p < .05$, **: $p < .01$ (符号付き順位検定)

表 7 に示したように，どの授業場面においても実験群の 2 回目の記述数が多い傾向にある。そこで，この結果を統計的に検討するために，作成時期（1 回目・2 回目）の違いによる記述数の違いについて，実験群と統制群それぞれにおいて，授業展開の 5 場面ですべてにおいて有意確率が 5% 水準を超えており，児童の反応についての記述数の有意な変化は見られなかった。

① 統制群：5 つの場面すべてにおいて有意確率が 5% 水準を超えており，児童の反応についての記述数の有意な変化は見られなかった。

② 実験群：課題把握場面では有意確率が 5% 水準を超えており，児童の反応についての記述数の有意な変化は見られなかった。一方，仮説設定場面，観察・実験場面，結果交流場面，考察場面の 4 場面においては，有意確率が 5% 水準を

下回っており，児童の反応についての記述数が有意に増加しているといえる。以上の分析結果より，課題把握場面を除く4場面（仮説設定場面，観察・実験場面，結果交流場面，考察場面）において，実験群のみ1回目から2回目にかけて学習指導案に記述された予想される児童の反応の記述数が有意に増加することが明らかとなった。このことから，学習指導案作成時にマトリクスを導入することにより，多くの授業場面において児童の反応を想定し，記述できるようになったと考えられる。

3.2 学習指導案への記述の変化

マトリクスを導入することにより，学習指導案における具体的な児童の反応数を増加させる効果があることが明らかになった。しかし，記述の質を高める効果があるかどうかは明らかではない。そこで，学習指導案への記述内容をレベル1～レベル4の評価基準に基づいて判定し，実験群と統制群のレベル別記述数を授業展開の場面別に比較した。分析例として，A教師（実験群，経験年数16年）の1回目，2回目の学習指導案への記述を筆者が整理したものを表8に，研究協力者の作成したものを表9に示す。

表 8 1 回目の学習指導案に記述された予想される児童の反応例（実験群 A 教師，4 年生「ものの温まり方」）

	課題把握	仮説設定	観察実験	結果交流	考察
レベル 1	・課題を確認し、意欲的に取り組む		・器具を正しく使って金属の方記暖を調べ、記録する		
レベル 2				・実験の結果を予想と比べて説明する	
レベル 3					
レベル 4					

まず，表 8 に示したように，マトリクス不使用の 1 回目では，「課題を確認し意欲的に取り組む」「実験の結果を予想と比べて説明する」など，教師が児童にさせようとしていることを記述しているが授業中の主な活動に就いてしか記述していない。

表 9 2 回目の学習指導案に記述された予想される児童の反応（実験群 A 教師，4 年生「ものの温まり方」）

	課題設定	仮説設定	観察実験	結果交流	考察
レベル 1	・課題を見出している	・やかんでお湯を沸かしたときと比較している	・事前の注意を守って実験を行っている ・ガスコンロでやけどをしないよう注意している		・他の事象と関係付けて表を読み取って述べている
レベル 2		・金属も温度によって体積が変わるのだろうか		・金属の温度変化と体積変化とを関係づけている	・水の温度変化とかさの関係づけて述べている
レベル 3				・金属もあたためると体積が大きくなり、冷やすと体積が小さくなる ・その変化は、空気や水とくらべるととても小さい	・金属は、暖めたり冷やしたりするとその体積が変わるが、その変化は空気や水より小さい
レベル 4			・関係付けてさらに、粘り強く調べる		・体積変化と温度変化を関係づけた図を描く 図を書いてから説明する

一方，表 9 に示したように，マトリクスを使用した 2 回目では，「金属もあたためると体積が大きくなり，冷やすと体積が小さくなる。その変化は，空気や水とくらべるととても小さい」など，具体的な児童の発話を想定して記述している。すなわち，教師 A は，1 回目の学習指導案には，「調べ，記録する」「予想と比べて説明する」など，どのような科学概念をどのように記録したり，説明したりするのかといった具体的

記述は行わなかったが、マトリクスを用いた 2 回目の学習指導案では単元固有の理科の知識についての具体的記述を行っている。

他の 19 名の教師についても同様の分析を行い、学習指導案に記述された児童の反応をレベル別に集計した(表 10 記述された児童の反応レベルの変化)。

統制群における記述数を表 10 の上段に、実験群における記述数を表 10 の下段にそれぞれ示す。

表 10 記述された児童の反応レベルの変化

上段：統制群 下段：実験群		レベル 1	レベル 2	レベル 3	レベル 4
課題把握	1 回目	5 9	4 0	0 0	0 0
	2 回目	8 5	2 4	0 3	0 0
仮説設定	1 回目	5 6	9 4	0 5	0 0
	2 回目	3 4	5 6	2 13	0 6
実験・観察	1 回目	3 12	5 3	3 0	0 0
	2 回目	1 13	6 9	3 15	0 7
結果交流	1 回目	1 8	3 2	0 0	0 0
	2 回目	2 5	2 9	2 19	0 15
考察	1 回目	0 5	2 1	0 0	0 0
	2 回目	0 3	5 9	0 20	0 36

この表 10 より、1 回目から 2 回目にかけて実験群の記述数が有意に増加していた 4 場面（仮説設定場面、観察・実験場面、結果交流場面、考察場面）では、レベル 3 やレベル 4 の

記述が増加する傾向にあることが読み取れる。また、2回目の指導案に基づく授業実施後に、授業を実施した教師に対してインタビューを行った。その結果、統制群（10名）の教師は、「理科の授業はやはり難しいと感じる」（8名）、「教師が意図する発言を引き出すのが困難である」（7名）、「時間内に終了できなかった」（2名）、「児童の反応にどのように対応していいかわからない」（2名）と述べていた。さらに、8名の教師は、2回目の指導案を作成する際に依頼した「具体的な児童の反応の記述」はできておらず、従来通りの教授型授業を行ったと述べていた。

このため、理科の授業に対する意識変化は見られなかったと考える。一方、実験群（10名）の教師は、「育成すべき能力を児童の反応としてイメージしておくことが理解できた」（9名）、「マトリクスを用いた授業では児童の反応を想定し、それにどう対応するかを考え準備することができた」（7名）、「理科の授業イメージを持つことができた」（6名）、「マトリクスを作成する中で、レベル別児童の理解度を認識することができた」（8名）等と述べていた。また、「児童の反応を想定するのが困難で、教師のすることと同じ記述になってしまった」（4名）、「マトリクスを書き慣れるには時間がかかる」（5名）と述べる一方で、「予想した通りの児童の反応に接することができ、教師として理科の授業を楽しいと感じた」（2名）という意見も見られた。

第 4 節 考察と課題

本研究では，佐藤（2009）が述べるような，授業における教師と生徒の発言や振る舞いを子細に記述する授業のシナリオとして学習指導案を捉え，小学校理科の学習指導案の作成を支援するツールとして，授業設計・評価マトリクスを開発した。そして，このマトリクスを用いることによって学習指導のねらいを明確化し，学習者の反応を引き出して考えさせるといった授業の質の向上が見られるか否かを，①マトリクス使用，不使用の2群の教師が学習指導案に記述した児童の反応数の1回目と2回目の比較，②2群の教師が学習指導案に記述した児童の反応の質の比較を通して検討した。その結果，①については，マトリクス使用の実験群の記述数が有意に増加することが明らかとなった。また，②については，統制群では1回目，2回目ともに記述のレベルは1または2が多かった。一方，実験群では，1回目は記述の多くがレベル1～2であったのに対し，2回目はレベル1～4と多様であった。これらの結果より，本研究において開発したマトリクスは，小学校理科の学習指導案の作成において，特に，児童の反応を想定して授業を構成する際の支援ツールとして有効であると考えられる。

また，田中（2002）や三橋・山崎（2002）が，教師の成長を分析する際に着目している，「児童（生徒）の反応を推測する」「児童（生徒）を意識化する」という観点は，重要ではあ

るものの曖昧さを含んでいた。このため、具体的にどのようなことを実施すれば、児童（生徒）の反応を推測し、意識化することに繋がるのか、具体的な手立てまでは示されていない。よって、小学校理科という限られた範囲ではあるものの、児童（生徒）の反応を推測、意識化する際の具体的な手立てを示すことができた点が、本研究の特色となると考える。

本研究により、開発したマトリクスを用いることによって小学校理科の学習指導案が質的に向上すること示した。しかし、このような学習指導案の変容が、実際の理科の授業や教師の熟達化に対してどのような影響を及ぼすのかについては、まだ十分な検証ができていない。このため、今後は実際の授業においてマトリクスの効果を検証する必要がある。

第4章

「授業設計・評価マトリクス」が教師の理科学習指導に及ぼす影響（研究2）

第1節 研究の目的

研究1で開発した「授業設計・評価マトリクス」を用いて学習指導案を立案すると、学習中の児童の反応を予測し、理科における学習過程において児童の反応の質を向上させる可能性を示唆した。そこで、本研究では、マトリクスを用いた授業を行うことによって、定型的熟達者や適応的熟達者（Hatano & Inagaki, 1986）を育てることができるのかを検討する。すなわち、マトリクスを導入することによって定型的熟達教師と定型的熟達学習者を、適応的熟達教師と適応的熟達学習者はどのように熟達するのか、教師の熟達過程にはどのような熟達の道筋があるのかを検討する。

定型的熟達教師は、本時の目標である知識内容を、児童に効率的に獲得させることができるが、得られた知識や理解は、他の領域に転移することはない。これに対して適応的熟達教師は、知識内容を児童に効率よく獲得させることができるだけでなく、それを用いて自律的に学ぶ、探究的な児童を育成することができる教師であると考えられる。

そこで、従来型の学習指導から脱却し、学習者が何を学ぶ

のか，教師はどのように教えるのかを考える学習指導（Soloway et al. 1994）を行う授業をつくるために授業設計・評価マトリクスを開発した。このマトリクスを用いれば，学習指導案に記述したような児童の反応を，初心教師であっても容易に引き出すことが出来るのか，教師経験年数の長い教師はどのように変容するのかを検証することが，本研究の目的である。

第 2 節 研究の方法

マトリクスの有効性の検証のため，理科の授業の経験年数と非熟達意識が異なる 2 名の教師を対象に，マトリクス導入前後における学習指導案，及びその授業の分析を通して実施した。その詳細を以下に述べる。

2.1. 実施協力者及び調査時期

マトリクスの導入が，経験年数や理科への非熟達意識に違いのある教師に及ぼす効果を調べるために，異なる公立小学校において，4 年生の理科を担当している 2 名の教師に協力を依頼した。教師 A は教師経験年数 13 年，理科の授業経験年数は 10 年で，理科の指導に非熟達意識を持つ教師である。

教師 B は教師経験年数 26 年で、すべての期間で理科を担当しており、理科の指導に非熟達意識はない。マトリクス導入の効果は、教師のレディネスによっても異なる可能性があるため、本調査においては理科の指導に対する非熟達意識の異なる教師を対象とし、導入前後の違いについても併せて検討する。

教師 A 及び教師 B が担任している小学 4 年生の学級において、マトリクス導入前後の 2 回の授業実践を調査対象とした。1 回目のマトリクス導入前授業は、単元「季節と生き物」（平成 22 年 5 月）における 1 時間の授業であり、2 回目のマトリクス導入後の授業は、単元「ものの温まりかた」（平成 23 年 2 月）における 1 時間の授業であった。なお、教師 A、B それぞれの学級は、どちらも平均的な公立の小学校 4 年生の学級であり、児童数は 18 人（教師 A）及び 20 人（教師 B）とほぼ同数である。

2.2. 授業概要と分析の方法

マトリクスを使用しない 1 回目は、教師 A、B それぞれが日頃の手順で「季節と生き物」における学習指導案を作成した。一方、マトリクスを使用する 2 回目は、学習指導案の作成前にマトリクスの構造とその使用方法について、筆者が説明した。その後、教師 A、B それぞれが「ものの温まりかた」の指導におけるマトリクスを作成した。そして、作成したマ

トリクスを参考にしながら，授業展開を検討すると共に，各学習場面において想定される児童の反応を書き込んで学習指導案を完成させた。

マトリクス導入前の「季節と生き物」では，生物が生息している場所（教師 A は海，教師 B は川）で環境と生き物の関係を調査する内容であり，仮説を持って実験をし，結果交流の後，考察するという展開であった。また，マトリクス導入後の「ものの温まりかた」では，金属，空気，水はどのように温まるかを調べる内容であり，（教師 A は金属，教師 B は水）課題を把握した後，どのように温まるかを予想して実験を行い，結果を交流して既習事項と関連づけながら考察する授業であった。両教師とも本時の課題を把握させ，仮説を設定した後に実験を行い，結果を交流して考察させるという展開であり，いずれの授業においても問題解決過程の 5 場面すべてが見られた。

マトリクス導入前後の学習指導案について，本時の展開に記入されている，想定される児童の反応を整理した。また，マトリクス導入前後の 2 回の授業について，ビデオカメラとマイクを用いて教師および，教師の関わった児童の全反応を収録した。そして，収録した教師および，教師の関わった児童の反応に基づき，逐語記録を作成した。分析においては，次の 3 点について比較した。①学習指導案に書かれた場面別の想定する児童の反応数とレベル，②実践授業で出現した場面別の児童の反応数とレベル，③実践授業における場面別の教師の発話数と質。

第 3 節 結果

3.1 マトリクスと学習指導案

まず，教師 A は，マトリクス導入前の学習指導案では，実験場面に 1 例，結果交流場面と考察場面に 1 例の合計 3 例の想定した児童の反応を想定していた。マトリクス導入後では，課題把握場面に 4 例，仮説設定場面に 2 例，実験場面に 2 例，結果交流場面に 3 例，考察場面に 8 例記述されており，マトリクスを用いることにより，学習者の反応を予想した緻密な学習指導案を立案することができたと考えられる。教師 B が作成した評価マトリクスを表 11 に，マトリクス導入後の学習指導案を表 12 に示す。

表 11 教師 B が作成した評価マトリクス（一部抜粋）

	レベル 1	レベル 2	レベル 3	レベル 4
関係づけ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 事象の変化に気付くが，要因には気付かない段階 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 変化に気付くが要因との関係把握は不十分な段階 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 変化の要因を見付け課題との関係に気付く段階 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 新たな課題を見だし変化の要因との関係を追究する段階
想定する児童の反応	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水は下から温まる ・ 温まると色が変わる 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水が上の方からだんだん温まってくる。 ・ 温めたところから色が変わる 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水が動くのは温めている所からで，ぐるぐる回るから。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ あたたかい水がうごいて，熱を伝えながら全体が温まる。 ・ 金属の温まり方と違うのはなぜだろう。

表 12 教師 B の 2 回目学習指導案（一部省略）

（L1～L4 のレベル分けは筆者）

	学習活動	予想される反応（☆）と教師の支援（・）
課題	1 水はどのように温まるのだろう	<ul style="list-style-type: none"> ・本時の課題を確認する。 ・図に熱源の場所を印刷して意識させる
把握	2 水の動き方を予想し、イメージ図に描く。	<ul style="list-style-type: none"> ☆水は下から温まるだろう（L1） ・生活経験や既習事項からくる意味づけを大切にす。
仮説		<ul style="list-style-type: none"> ☆温めたところから色が変わるだろう（L2） ☆温かくなった水が動くだろうからサーモインクを使おう（L3）
設定	3 確かめ方を話し合い、解決方法別のグループで実験する。	<ul style="list-style-type: none"> ・温まり方を視覚的にとらえさせ、温度との関係を見付けるよう、温度計・おがくず・サーモインク、アルコールランプ・実験用コンロ、電熱線を用意しておく
実	4 全体交流により実験結果をまとめる。	<ul style="list-style-type: none"> ☆温めると下から上へ色が変わってきた（L2） ☆温めたところから動き始めた。（L3） ☆加熱方法が違って同じだった（L3） ☆動くのは熱が伝わっているからだろう（L3）
結果	5 話し合いから共通点を明らかにし	<ul style="list-style-type: none"> ☆金属の温まり方と違うのはなぜだろう。（L4）
考察	考察する。	

3.2 教師が想定し，学習指導案に記述した 児童の反応数の比較

教師は，授業を行う際，単元全体の学習過程の設計をし，学習指導案を作成する。さらに時間配分や，授業における児童の反応を想定して，教師の発話や教材を準備する。しかる後に学習指導案に基づく授業を行う。まず，学習指導案立案にあたって，「授業設計・評価マトリクス」を作成し，児童の反応を引き出すために有効な教師の発話や教材を準備する。この過程で，教師の熟達化が図られるか否かを検討するため，学習指導案に記述された，児童反応数を比較し，次に，実際の授業で出現した児童の反応数及びそのレベルを検討する必要がある。学習指導案に記述された，想定される児童の反応の数とそのレベルを，マトリクス導入前の1回目，導入後の2回目で整理し比較した。その結果を表13，表14に示す。

表 13 マトリクス導入前後の学習指導案における
想定される児童の反応数の比較（教師 A）

場面	レベル1		レベル2		レベル3		レベル4	
	前	後	前	後	前	後	前	後
課題把握	3	0	0	1	0	3	0	0
仮説設定	0	0	0	2	0	0	0	0
観察実験	0	0	0	1	0	1	0	0
結果交流	0	0	1	1	1	2	0	0
考 察	0	1	0	1	0	3	0	3
合 計	3	1	1	6	1	9	0	3

レベルの判定は、現職教師 3 名、大学院生 1 名と筆者とで行い、意見が分かれたときには協議の上決定した。

まず、教師 A の学習指導案では、表 13 に示したようにマトリクス導入前はレベル 1 が 3 記述、レベル 2 及びレベル 3 が各 1 記述、レベル 4 は記述無しであり、総数は 5 記述であった。また、想定されている学習場面は課題把握、結果交流の 2 場面のみであった。一方、マトリクス導入後では、レベル 1 が 1 記述、レベル 2 が 6 記述、レベル 3 が 9 記述、レベル 4 が 3 記述であり、総数は 19 記述であった。

また、想定されている学習場面は、全 5 場面に拡がっている。このように、マトリクス導入後においては、予想される児童の反応の数が増加している。さらに、想定される学習場面の増加や、想定される発話レベルの向上など、質的にも深まっている。

さらに、教師 B の指導案では、表 14 に示したようにマトリクス導入前は、レベル 1 が 4 記述、レベル 2 が 4 記述、レ

レベル 3 が 1 記述，レベル 4 は記述無しであり，総数は 9 記述であった。一方，マトリクス導入後では，レベル 1 が 4 記述，レベル 2 が 12 記述，レベル 3 が 12 記述，レベル 4 が 9 記述であり，総数は 37 記述であった。このように，マトリクス導入後においては，予想される児童の反応の数が増加している。さらに，想定される発話レベルも高くなっている。なお，想定されている学習場面は，導入前後ともに全 5 場面であった。以上のことから，理科に対する非熟達意識が異なる 2 名の教師双方において，マトリクス導入後は，学習指導案において想定される児童の反応の数が増加するといえる。また，想定される発話レベルも高くなる傾向にある。

**表 14 マトリクス導入前後の学習指導案における
想定される児童の反応数の比較（教師 B）**

場面	レベル 1		レベル 2		レベル 3		レベル 4	
	前	後	前	後	前	後	前	後
課題把握	3	0	0	3	0	0	0	0
仮説設定	1	0	1	3	1	4	0	1
観察実験	0	1	1	2	0	2	0	0
結果交流	0	0	1	0	0	2	0	4
考察	0	3	1	4	0	4	0	4
合計	4	4	4	12	1	12	0	9

3.3 実践授業

マトリクス導入前後において、教師の発話および児童の反応の変容の有無を検討するために、教師および、教師の関わった児童の全反応を収録し、収録したすべての発話の逐語記録を作成した。この際、1つとカウントする発話は1文を最長とし、発話者が文の途中で1回言葉を切った場合は、2つの発話とカウントした。授業における教師と子どものやりとりでは、途中で、「聞いている？」と注意を促したり、「前の時間に○○君が言ったこと覚えている？」と既習体験の確認がされたりするなど、区切って話しているケースが多い。このような区切られた発話であっても、児童の理解を図ったり、考えを深めさせたり、意味を持たせながら発話しているときには、その都度1発話とカウントすることにした。このようにして整理した発話について、まず、児童の反応数とそのレベルを学習場面別に集計した。その結果を表15、表16に示す。

まず、教師Aの実践授業では、表15に示したようにマトリクス導入前はレベル1が36回、レベル2が26回、レベル3が4回、レベル4が0回であり、総数は66回であった。一方、マトリクス導入後では、レベル1が24回、レベル2が55回、レベル3が56回、レベル4が2回であり、総数は137回であった。このように、マトリクス導入後においては、児童の反応数が増加している。さらに、マトリクス導入前には確認できなかったレベル4の発話が、マトリクス導入後は2回確認された。

表 15 実践授業における児童の反応数の比較（教師 A）

場面	レベル 1		レベル 2		レベル 3		レベル 4	
	前	後	前	後	前	後	前	後
課題把握	11	3	7	6	1	2	0	0
仮説設定	2	12	2	10	0	11	0	0
観察実験	17	9	4	32	1	25	0	0
結果交流	3	0	11	4	1	12	0	0
考察	3	0	2	3	1	6	0	2
合計	36	24	26	55	4	56	0	2

表 16 実践授業における児童の反応数の比較（教師 B）

場面	レベル 1		レベル 2		レベル 3		レベル 4	
	前	後	前	後	前	後	前	後
課題把握	7	3	2	3	2	8	0	0
仮説設定	8	3	7	6	7	14	0	1
観察実験	18	7	30	15	23	30	0	7
結果交流	20	8	25	16	21	25	0	6
考察	10	6	6	23	13	32	1	11
合計	63	27	70	63	66	109	1	25

また、教師 B の実践授業での児童の反応数は、表 16 に示したようにマトリクス導入前はレベル 1 が 63 回、レベル 2 が 70 回、レベル 3 が 66 回、レベル 4 が 1 回であり、総数は 200 回であった。一方、マトリクス導入後では、レベル 1 が 27

回，レベル 2 が 63 回，レベル 3 が 109 回，レベル 4 が 25 回であり，総数は 224 回であった。

この結果，マトリクス導入後においては，児童の反応数微増であった。これは，レベル 3 やレベル 4 の増加分を大幅に上回る数でレベル 1 やレベル 2 の発話が減少していることに起因していると考えられる。

マトリクス導入後の教師の発話数は，教教師 A が，課題把握場面で 16 (31)，仮説設定場面で 26 (8)，観察実験場面で 66 (36)，結果交流場面で 27 (18)，考察場面で 12 (7) であるのに対して，教師 B は，課題把握場面で 14 (15)，仮説設定場面で 26 (8)，観察実験場面で 52 (42)，結果交流場面で 52 (58)，考察場面で 73 (55) であった（括弧内はマトリクス導入前授業における発話数）。

発話数の比較から，教師 A はマトリクス導入後には，課題把握場面に時間をかけることなく，効率的に授業を行ったことがうかがえる。一方，教師 B は，両授業の，どの学習場面においても発話数が多い傾向にあるが，特にマトリクス導入後の結果交流・考察場面で多く発話を行い，児童のレベルを向上させている。これは，結果交流場面で行った班活動の児童の議論を踏まえて，考察場面においても，教師が一方的にまとめるのではなく，班ごとに児童に議論をさせてから学級全体で集約するという展開にしていることが一つの要因と考えられる。このように，班ごとの活動場面においても児童の反応数を増加させ，反応のレベルを向上させていることから，マトリクスの導入に伴い，教師が想定した児童の反応をもと

に、個別に適切な指導をすることができたからではないかと考える。

次に、2回の実践授業で出現した児童の反応数をレベル別に整理して図1～図4に示した。

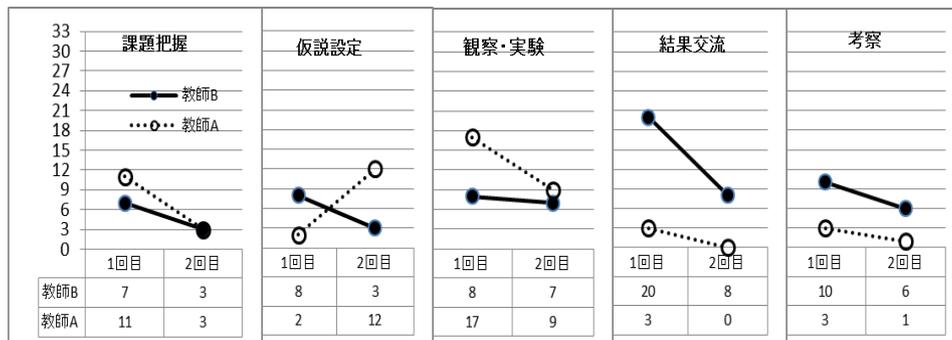


図1 実践授業における児童のレベル1の反応数の比較

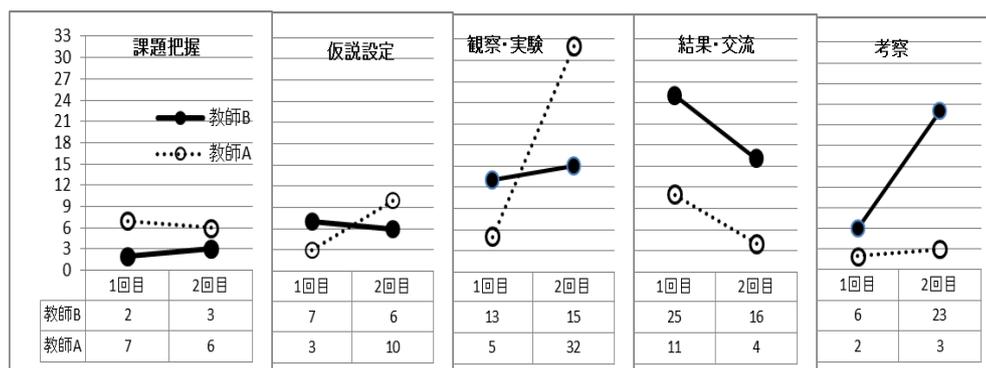


図2 実践授業における児童のレベル2の反応数の比較

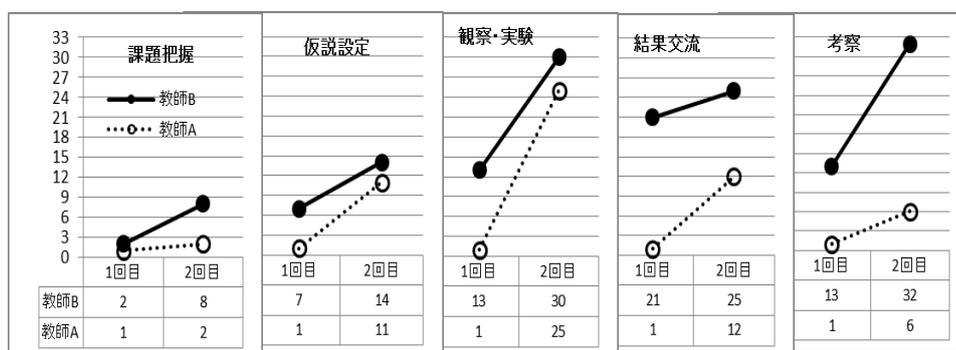


図3 実践授業における児童のレベル3の反応数の比較

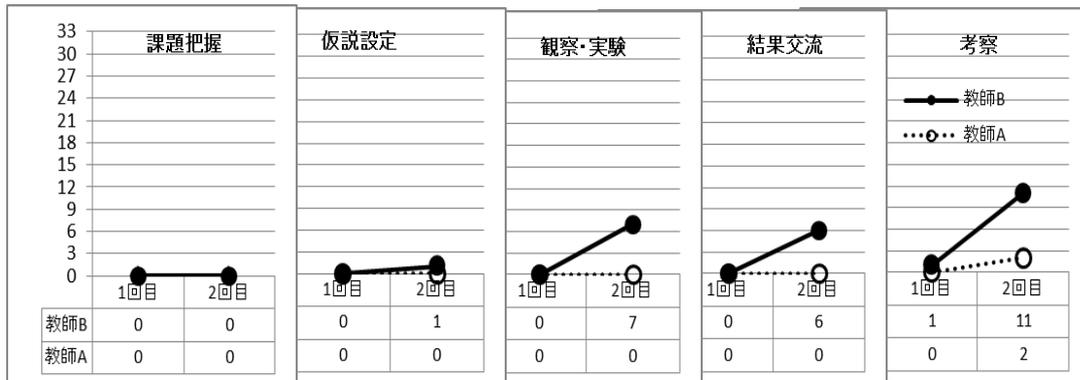


図 4 実践授業における児童のレベル 4 の反応数の比較

教師 A・B の授業ともにレベル 3 の反応が 2 回目に増加している (図 3)。特に教師 B の授業ではレベル 2 が減少し、レベル 4 が増加しているという特徴が見られる (図 1, 図 4)。教師 A の授業では、すべてのレベルで反応数が増加し、特にレベル 3 の反応が増加している。このように、教師が想定したレベル 3 の児童の反応を増加させていることから、マトリクスの導入に伴い、教師が想定した児童の反応をもとに、個別に適切な指導をすることができたからではないかと考える。

以上のことから、マトリクス導入後は、授業における児童の反応レベルが向上する傾向にあるものの、理科に対する苦手意識が異なる 2 名の教師の発話には、質的な違いがあると考えられる。具体的には、マトリクス導入後は、教師 A の授業ではレベル 2 とレベル 3 の児童の反応の増加が結果交流場面で顕著であるのに対して、教師 B の授業ではレベル 3 とレベル 4 の児童の反応の増加が考察場面で顕著であるという違いで

ある。以上のことから、マトリクス導入後は、授業における児童の反応レベルが向上する傾向にあるものの、理科に対する非熟達意識が異なる2名の教師の発話には、質的な違いがあると考えられる。具体的には、マトリクス導入後は、教師Aの授業ではレベル2とレベル3の児童の反応の増加が顕著であるのに対して、教師Bの授業ではレベル3とレベル4の児童の反応の増加が顕著という違いである。

3.4. 教師による発話の比較

前項までは、主にマトリクス導入前後における児童の反応レベルの違いを比較した。一方で、両教師の授業を場面ごとに比較すると、次のような相違点が見られた。それは、教師Aの授業では、観察・実験場面で児童の反応数が増加しており、教師Bの授業では、結果交流や考察場面で、レベル1の児童の反応が減少し、レベル3、レベル4の児童の反応が増加している点である（表、表11）。そこで、このような違いが生じた要因を検討するため、児童の反応レベルが向上した学習場面における教師の発話に着目して分析を行った。

授業における教師の発話や発問については、大野（2013）、假屋園ら（2012）のように国語科や道徳の授業での研究は多数実施されているものの、理科での教師の発話分析の研究はまだ少ない。そこで、假屋園ら（2012）の教師の指導的発問

26 分類（巻末資料 1）を援用して分析を行うことにした。授業中の教師の発話を，この 26 分類に従って整理したところ，17 種類の発話が見られた。しかし，假屋園らの分類のままでは教師の発話を特徴づけることができなかつたため，17 種類の発話を，「指示的発話」「支援的発話」，假屋崎らの分類にないものを「その他」として整理した。指示的発話とは，正解が一つの閉じた発問とし，「発話の促し」「他の視点の促し」「意見の確認」「論理の表現と確認」「現在の話題の確認」「疑義に基づく念押し」「課題について考える視点の提示」「軌道修正」「誘導型導き発話」「連結型まとめ発話」の 10 種類を位置づけた。また，支援的発話としては，児童自身の考えを求める開いた発問とし，「次の段階への糸口」「むすびつけ発話」「課題へのつなげ発話」「児童の言葉の受け止め」「焦点化への問いかけ」「理由・根拠の掘り下げ」「内容への掘り下げ」の 7 種類を位置づけた。また，学級経営におけるルールの確認や注意喚起，学習規律遵守への注意など，假屋園らの分類に当てはまらない発話を「その他」とした。このような視点によって分類した，両教師の授業中の発話の集計結果を表 17，表 18 に示す。

まず，教師 A では，表 17 に示したようにマトリクス導入前は指示的発話 42 回，支援的発話 7 回，その他の発話 51 回であった。一方，マトリクス導入後は，指示的発話 85 回，支援的発話 11 回，その他の発話 51 回であった。このように，教師 A は，マトリクス導入前・後の 2 回とも，教師の意図した内容に誘導する等の指示的発話と，その他の発話が多く見

られた。

表 17 実践授業における教師の発話の変容（教師 A）

場面	指示的		支援的		その他	
	前	後	前	後	前	後
課題把握	18	5	1	1	12	10
仮説設定	2	10	0	3	6	13
観察実験	10	43	3	3	23	20
結果交流	8	16	2	3	8	8
考察	4	11	1	1	2	0
合計	42	85	7	11	51	51

特に、指示的発話については、「発話の促し」、「他の視点の促し」、「意見の確認」、「現在の話題の確認」、「疑義に基づく念押し」、「軌道修正」などが確認され、マトリクス導入後の増加が顕著である。これに対し、支援的発話はマトリクス導入の有無に関わらず少ない。また、確認された支援的発話は、「よくできた」「よく知っているね」などの知識や記憶に対する賞賛や、「それでいい」「そうだね」など、教師が想定している内容を言い当てたことに対する「児童の言葉の受けとめ」がほとんどである。その他の発話は、「こっちを向いて集中」「早く来て」など学級経営に関わる発話や、学習のルールに関わる注意喚起の発話であった。

場面	指示的		支援的		その他	
	前	後	前	後	前	後
課題把握	9	12	2	2	4	0
仮説設定	3	9	2	15	3	2
観察実験	15	19	26	30	2	3
結果交流	25	19	30	30	3	3
考察	27	27	27	45	1	1
合計	79	86	87	122	13	9

表 18 実践授業における教師の発話の変容（教師 B）

次に，教師 B では，表に示したようにマトリクス導入前は指示的発話 79 回，支援的発話 87 回，その他の発話 13 回であった。一方，マトリクス導入後は，指示的発話 86 回，支援的発話 122 回，その他の発話 9 回であった。このように，教師 B は，支援的発話を多く用いており，その具体は，「その方法であなたの仮説が確かめられますか（理由・根拠の掘り下げ）」「友達にもっと聞いてみたいことはないですか（むすびつけ発話）」など，児童相互の発話を交流させるような後押し発言や，さらなる発言の奨励などであった。しかし，支援的発話ばかり用いているわけではなく，指示的発話も多く用いている。その具体は，「仮説の結果を予想してください（論理の表現と確認）」「そのことは何とどのように関係しているの（課題について考える視点の提示）」など，比較や関係づけ

を促す発話や、「今まで学んだことと関係はないかな（誘導型導き）」「人の発表を聞いて考えてください（連結型まとめ促し）」等，児童の反応を詳しくさせたり，他者との関わりを促したりするような発話である。これらの発話は，教師 A の授業において多く出現する，教師があらかじめ想定している正解に導く指示的発話とは異なり，児童の思考を深める意図を持って指示されていることがうかがえる。

第 4 節 考察と今後の課題

4-1 授業設計・評価マトリクスの有効性

本研究では，開発した授業設計・評価マトリクスの有効性を検証するために，理科の授業の経験年数や非熟達意識が異なる 2 名の教師の授業を対象に，①学習指導案に書かれた学習場面別の想定する児童の反応数とレベル，②実践授業で出現した場面別の児童の反応数とレベル，③実践授業における場面別の教師の発話数と質，という 3 つの視点を用いてマトリクス導入前後で比較・分析した。これらの結果について，2 名の教師における共通の傾向と，差異点に分けて検討する。

まず，2 名の教師における共通の傾向として，マトリクスを導入することにより，学習指導案に書かれた想定する児童の反応数が増加し，そのレベルが向上することが明らかとな

った。北村（1982）が指摘した，理科に関する知識・理解や技能等の低さは，「評価マトリクス作成に用いる基準一覧」を参考にしながら児童の反応を想定したため，自ずと児童に身につけさせるべき科学概念の内容項目についての知識・理解を深めたと考えられる。また，三崎（2003）が，問題解決の授業になっていない，児童の実態及び変容を把握していない，時間配分に問題があるとした課題は，設計マトリクスを作成する過程で，問題解決の学習過程と時間配分を自分なりに設計して授業を行ったと考えられる。よって，両教師ともマトリクスを用いることにより，児童の学びを想定した学習指導へと変容したと考える。また，マトリクスを導入することにより，実際の授業における児童の反応のレベルが向上することが明らかとなった。マトリクスを用いて得られた教師の熟達は，① 能力レベルに段階をつけ，それに合わせて児童の反応を想定したため，教師は児童の反応を想定し，的確に見取ることができるようになった。② 本時の目標である科学的概念を児童の能力レベル3と設定し，それを身につけさせるため，教材への配慮，児童の反応を想定して，教師の発話の準備などを盛り込んだ緻密な指導案立案とそれに基づいた授業を行うという，手続き的知識を獲得することができた。③ 本時の目標を達成して，自律的に探究を始めるような，従来型授業では想定していないレベル4の児童を想定し指導できるようになったことであると考えられる。すなわち，児童の学びを熟慮した緻密な指導案を作成することによって，実際の授業における児童の学びの質を向上させていると考える。

一方で、2名の教師における差異点としては、マトリクス導入後における児童の想定発話のレベルの違いが挙げられる。理科の授業経験年数が10年で、理科の指導に非熟達意識を持つ教師Aにおいては、マトリクス導入後も想定する児童の反応レベルは、不十分な段階であるレベル2と、おおむね満足できる段階であるレベル3が中心である。しかし、理科の授業経験年数が26年で、理科の指導に非熟達意識の無い教師Bにおいては、マトリクス導入後の想定する児童の反応レベルは、レベル2とレベル3に加えて、本時の学習をさらに追究することができる高度な段階であるレベル4が多く出現するようになっている。Hatano & Inagaki (1986) による、教師の熟達化分類によれば、教師Aは児童を目標達成レベルに引き上げており、定型的熟達 (routine expertise) 化傾向が見られ、教師Bは自律的で探究的なレベルの児童を多く育成しており適応的熟達 (adaptive expertise) 化傾向があると考えられる。

以上のことから、授業設計・評価マトリクスは、教師の熟達度によって効果の程度は異なるものの、小学校理科における教師の熟達化の支援に有効なツールであることが明らかになったと考える。

4.2 教師の熟達化に関する課題

マトリクス導入後における教師自身の発話において、教師

Aは指示的発話が多いものの、支援的発話も増加傾向にある。児童の反応レベルでは、レベル1を減少させ、レベル2、レベル3の児童を増加させているが、レベル4に向上させるには至っていない。一方、教師Bは、指示的発話と支援的発話の両者が増加しており、レベル1、レベル2を減少させ、レベル3とレベル4の児童を向上させている。このことから、教師の発話が指示的なものだけではなく、指示的発話と支援的発話のバランスや、どのような発話であれば、児童の自律性を高め、探究的な学習者を多く育成する適応的熟達化が図れるのかは明らかになっていない。

Schwartz, Bransford & Sears (2005)は、熟達化のプロセスを具体的に検討する中で、定型的熟達者は効率性を追究することを重視するが、適応的熟達者は効率性と革新性の2軸において、高次に位置していると捉えている。革新性とは、波多野(2000)が述べるような児童の状況を的確に把握し、臨機応変に授業を組み立て直す知識を持つ力量と捉えることができる。今後は、教師の発話が指示的なものだけではなく、指示的発話と支援的発話のバランスや、どのような発話であれば、児童の自律性を高め、探究的な学習者を多く育成する適応的熟達化が図れるのかを明らかにする必要がある。

第5章 「発話モデル」が教師の熟達化に及ぼす影響

—小学校理科授業を対象にして— (研究3)

本研究の目的は、小学校理科授業における児童の発話レベル向上を支援するツールとして開発した、「発話モデル」の有効性を検証することである。開発したモデルは、小学校理科における学習指導を、学習者中心に改善するため、先に開発した授業設計・評価マトリクス（金沢，2013）と同時に用いる授業改善ツールである。発話モデルの有効性の検証は、理科に非熟達意識がある6名の教師を対象に、モデル導入前後における授業の発話分析を通して実施する。モデル使用・不使用の条件で授業を行い、出現した教師の発話数と質、児童の反応数及び反応のレベルを分析し、モデル導入後の授業における教師の発話の質的变化、児童の反応数とそのレベルの変化を検討する。

第1節 「発話モデル」の位置づけ

研究2では、授業設計・評価マトリクスを用いることにより、教師は、学習者の反応レベルを想定し、評価しながら授業を行う効果が確認された。しかし、教師のどのような発話であれば、児童の自律性を高め、探究的な学習者を多く育成できるのかは明らかになっていない。すなわち、授業設計・評価マトリクスは、児童の反応を想定して準備しておくツールであるが、さらに教師の反応を想定するツールとしての発

話モデルと一対にする必要があると考えられる。

授業とは、教師が学習者との相互作用を通して変化する状況に対応しながら目標に向かう過程（秋田 1998）であり、教師と学習者は対話を通して学習内容への理解を深めていくものであるが、そこでやりとりされる教師と学習者の対話は、あらかじめ児童の反応を想定しておく評価マトリクスと、教

	課題把握	仮説設定	観察実験	結果交流	考察
--	------	------	------	------	----

師の発話モデルとの組み合わせで、一律な褒め言葉や、誘導的指示によって、教師が正しいと考える回答に到達させることを目標とするのではなく、教師は臨機応変な対応によって、自律的で探究的な児童の反応を引き出すことができると考えた。

1 時間の授業で、教師による質問、生徒の返答、教師による説明という一問一等のやりとりが授業の 48% を占めていたという研究（Bellack et al.,1966）がある。現在の理科非熟達教師の授業でも、同じ傾の向が見られ、本研究 1 および 2 に参加した教師には発問の数や質を検討した経験は少ないという。しかし、授業設計・評価マトリクスを用いて児童の反応レベルを想定し、評価しながら授業を行うが、児童が自律的に追究する段階のレベル 4 がどのような反応で、どのように引き出せば良いのか分からないと述べている。そこで、研究 2 で行った発話に着目し、「発話モデル」を開発して可視化し、授業省察時や授業時に提示し、その効果を検証した。

指示的発話	<ul style="list-style-type: none"> ・よく見てごらん（軌道修正） ・知っている人はいますか（他の視点の促し） ・どちらがよく分かれますか。（現在の話題の確認） 	<ul style="list-style-type: none"> ・予想は2種類ですね。どちらだと思いますか（意見の確認） ・予想してください。どんなことが言えますか。（発話の促し） 	<ul style="list-style-type: none"> ・予想のとおりですね（疑義に基づく念押し） ・変化に係っているものを探してください。（軌道修正）押し） 	<ul style="list-style-type: none"> ・実験の結果みんなの考えは大体同じだね（疑義に基づく念押し） ・本当は～になるんだけどね教科書を見てごらん（現在の話題の確認）念押し） 	<ul style="list-style-type: none"> ・あなたの考えはみんなと同じですね（現在の話題の確認）念押し） ・みなさんもそう考えましたね（疑義に基づく念押し）題の確認）
支援的発話	<ul style="list-style-type: none"> ・よく覚えていたね（児童の言葉の受け止め） ・よく知っているね（児童の言葉の受け止め） 	<ul style="list-style-type: none"> ・いいこと言ってくれたね（児童の言葉の受け止め） ・よくできたね（児童のこなことの受け止め） 	<ul style="list-style-type: none"> ・そのとおりですね（児童の言葉の受け止め） ・頑張ったね（児童の態度の受け止め） 	<ul style="list-style-type: none"> ・すごいすごい（児童の言葉の受け止め） ・結果をわかりやすくまとめましたね（児童の言葉の受け止め） 	<ul style="list-style-type: none"> ・さすがだね（児童の言葉の受け止め）

発話モデルⅠは、理科非熟達意識を持つ教師、発話モデルⅡは理科熟達教師の授業を分析し、假屋園ら（2012）を援用して指示的発話と、支援的発話の類型に分類し、その代表的な発話を示した表である。

表 19 発話モデルⅠ

指示的発話とは、教師が想定している正しい答えに導くような、閉じた発問とし、「話の促し」「他の視点の促し」「意見の確認」「論理の表現と確認」「現在の話題の確認」「疑義に基

づく念押し」「課題について考える視点の提示」「軌道修正」
「誘導型導き発話」「連結型まとめ発話」の10種類を位置づ
けた。

また、支援的発話とは、児童自身の考えを求める開いた発
問とし、「次の段階への糸口」「むすびつけ発話」「課題へのつ
なげ発話」「児童の言葉の受け止め」「焦点化への問いかけ」
「理由・根拠の掘り下げ」「内容への掘り下げ」の7種類を位
置づけた。(表19, 表20) 支援的発話は、教師の知識と思
考に関する研究動向の中で、授業を、教師が学習者との相互
作用を通して変化する状況に対応しながら目標に向かう過程
(秋田1998)であり、学習者の理解に合わせて力動的に対
応することが要求される高度な発話とした。

教師は、日頃行う学習指導で、教師が教えた内容を中心
に展開し、児童の反応を想定するといった習慣はないのが通
常である。しかし、授業は、教師の発話と児童の反応といっ
た、やりとりによって展開されていく。本研究では、これま
で取り上げる機会の少なかった教師の発話の質と、児童の反
応レベルの関係を明らかにするために、発話モデルを用いて
授業を行い、分析検討する。

表 20 教師の発話モデルⅡ

	課題把握	仮説設定	観察実験	結果交流	考察
指示的 発話	<ul style="list-style-type: none"> ・あなたの予想と予想の結果を發表してください(発話の促し) ・今まで学んだことと関係はないかな(誘導型導き) 	<ul style="list-style-type: none"> ・あなたの仮説を証明するにはどんなものが必要ですか。(考える視点の提供) ・仮説の結果を予想してください(論理の表現と確認) 	<ul style="list-style-type: none"> ・その意見でいいですか自分のと比べてみてください(軌道修正) ・このことは何とどのように関係しているの(考える視点の提供) 	<ul style="list-style-type: none"> ・あなたの予想と予想の結果を發表してください(次の段階への糸口) ・今まで学んだことと関係はないかな(誘導型導き) 	<ul style="list-style-type: none"> ・あなたの仮説を証明するにはどんなものが必要ですか(誘導型導き) ・人の發表を聞いて考えてください(連結型まとめ促し)
支援的 発話	<ul style="list-style-type: none"> ・その予想は面白いね(児童の発言の受け止め) ・そのことはどんなことと関係していると考えますか(むすびつけ) 	<ul style="list-style-type: none"> ・自分で確かめながら言ってみよう(焦点化への問いかけ) ・どんなことが確かめられますか(焦点化への問いかけ) 	<ul style="list-style-type: none"> ・その方法であなたの仮説が確かめられますか(理由・根拠の掘り下げ) ・あなたは何を確かめるためにこの実験をしているの(理由・根拠の掘り下げ) 	<ul style="list-style-type: none"> ・自分の仮説と結果を友達と比べてください(焦点化への問いかけ) ・友達にもっと聞いてみたいことないですか(むすびつけ) 	<ul style="list-style-type: none"> ・自分で確かめる方法を言ってください(課題へのつなげ) ・もっと確かめたいことが見つかりましたか(内容への問いかけ)

発話モデルを用いた授業では、児童の反応レベルに変化があるのか、教師の意識はどのように変化するのかを検討するため、発話モデルを使用しない1回目は、マトリクスの構造とその使い方の説明を行い、学習指導案を作成、授業を実施

した。一方，発話モデルを使用する2回目は，1回目授業の省察時に，発話モデルⅠおよびⅡを導入し，マトリクス作成時に手元に置いておけるよう可視化し，教師の発話についても意識するよう促した。

理科授業における教師の熟達化は，授業で児童の反応レベルの変容を実感させることが有効である。「児童の発言を多く引き出した」「目標を達成した児童を多く出現させる授業ができた」「想定していない児童の反応に臨機応変に対応できた。」等，児童の変容から達成感が生まれ，授業省察時に可視化できたとき，非熟達意識を払拭して教師の熟達意識が上がると考えられる。理科に非熟達意識の高い教師であっても，

想定した児童の反応を引き出した。児童の反応の質が高まったという実感を持たせることが可能である。児童の反応に対応した授業を可視化し，発話モデルⅡと照らし合わせることで，熟達化を自己認識しやすいと考えられる。

第2節． 研究の目的

本研究の目的は，小学校理科授業における児童の発話レベル向上を支援するツールとして開発した，「発話モデル」の有効性を検証することである。開発したモデルは，小学校理科における学習指導を，学習者中心に改善するため，先に開発した授業設計・評価マトリクス（金沢，2013）と同時に用いる授業改善ツールである。発話モデルの有効性の検証は，理科に非熟達意識がある6名の教師を対象に，モデル導入前後

における授業の発話分析を通して実施する。モデル使用・不使用の条件で授業を行い，出現した教師の発話数と質，児童の反応数及び反応のレベルを分析し，モデル導入後の授業における教師の発話の質的变化，児童の反応数とそのレベルの変化を検討することが目的である。

第 3 節 研究の方法

3.1. 発話の質及び児童の反応レベル

発話モデルの有効性の検証は，理科に非熟達意識がある教師を対象に，発話モデル導入前・後における授業の発話分析を通して実施した。発話モデル使用・不使用の条件で授業を行い，出現した教師の発話数と質，児童の反応数及び反応のレベルを分析した。研究に参加したのは，理科の授業を担当している公立小学校教師 6 名であった。参加者は，経験年数 2 年から 3 年を初期教師，15 年から 17 年を中期教師，25 年から 27 年を後期教師として各 2 名が参加して，同一学年，同一単元の授業を，1 回目は学年前期，2 回目は学年後期に行った。

実施においては，授業設計・評価マトリクスを用いて学習指導案を立案し，実践授業を 2 回行った。1 回目は発話モデルを導入せず通常の授業を行い，2 回目は発話モデルを導入した。導入の時期は，1 回目の授業分析後である。授業のすべてを，ビデオカメラを用いて録画し，教師と児童の発話を

書き起こした後，発話モデルに照らして分類した。すなわち，得られた発話とその類型を，支援的発話と指示的発話に再分析し，次の2点について比較した。①実践授業における場面別教師の発話数と質，②実践授業で出現した場面別児童の発話数とレベル。ビデオカメラに録画された，教師の発話数と質，児童の反応数及び，そのレベルは，発話モデル導入前の1回目，導入後の2回目で整理し比較した。レベルの判定は，現職教師6名と筆者とで行い，意見が分かれたときには協議の上決定した。

3.2. 研究協力者及び実施時期

発話モデルの導入が，経験年数に違いのある教師に及ぼす効果を調べるために，異なる公立小学校において，5年生の理科を担当している2名の経験年数2年から5年の教師，4年生を担当している経験年数15年から17年の中期教師，6年生を担当している経験年数25年から27年の後期教師に協力を依頼した。6名は全員理科に非熟達意識を持っており，理科専科の経験はない。

6人は，1回目の授業を行う前に「授業設計・評価マトリクス」について説明を受け，マトリクスを用いて学習指導案を立案後，1回目と2回目の授業を行った。1回目の授業後の省察時に，発話モデル1・Ⅱを導入し，発話モデルの説明を

行った。発話モデルの効果は、教師のレディネスによっても異なる可能性があるため、本研究においては理科の指導に対する非熟達意識を有する初期、中期、後期の教師を対象とし、導入前後の違いについて検討した。

初期教師の教師 A 及び教師 B が担任している小学 5 年生、中期教師の教師 C, D が担任している小学校 4 年生、後期教師の教師 E, F が担任している小学校 6 年生の学級において、発話モデル導入前・後に行った 2 回の授業実践を調査対象とした。児童の反応レベルを比較するため、2 回の授業は、理科における同一区分の授業内容とした。

実施時期は、平成 24 年 4 月から平成 25 年 3 月の間で、研究参加者の理科授業日程に合わせて行った。1 回目は、5 月から 7 月に行い、夏季休業中に 1 回目授業の省察を行った際に発話マトリクス I および II を導入した。2 回目授業は、9 月から 12 月に行った。

表 21 研究協力者一覧

		性別	年代	経験年数	担任学年	学級人数
初期	教師 A	女性	20 代	2 年	5 年	34
	教師 B	男性	20 代	3 年	5 年	35
中期	教師 C	男性	30 代	15 年	4 年	34
	教師 D	女性	30 代	17 年	4 年	33
後期	教師 E	男性	40 代	25 年	6 年	27
	教師 F	女性	40 代	27 年	6 年	30

3.3. 授業の概要と調査の内容

6人は、1回目の授業前に「授業設計・評価マトリクス」について説明を受け、マトリクスを作成して児童の反応を想定した学習指導案を立案し、授業を行った。ビデオ撮影は、教師と児童の関わりのすべてを録画し、授業後に教師と児童の全プロトコルを書き起こした。1回目の授業後の省察時に、授業を行った教師と筆者とで、授業プロトコルを確認しながら、教師の発話を、指示的発話、支援的発話に分類し、児童の反応レベル及び発話モデルⅠ・Ⅱを提示し対比させた。その後、発話モデルⅠは非熟達教師モデル、発話モデルⅡは熟達教師モデルであることを明かして、2回目授業時には、発話モデルを手元に置いて、マトリクスを作成し授業を行うよう指示した。授業後に省察を行い、教師の談話を収集した。

同一区分の教師は、同一学年、同一単元の授業のうち、問題解決過程の5場面が見られる授業時間を選定した。すなわち、初期教師は、「植物の発芽と成長」、「花から実へ」、中期教師は、「閉じ込めた空気や水」「物のあたたまり方」、後期教師は、「物の燃え方と空気」、「水溶液の性質とはたらき」の単元で行った。6名は、教師経験年数に違いがあるものの、理科授業に非熟達意識を持っている点が共通している。

授業設計・評価マトリクスの説明は、筆者が6名同時に行い、授業は各自の学校年間指導計画に沿って個別に行った。授業後の省察と発話モデルの導入は筆者と参加者が個別に行い、2回の授業後の教師談話も合わせて収集した。

授業分析は、教師と児童の発話をビデオカメラに録画し、すべての発話を書き起こした。1発話は、一文を最長とし、発話者が言葉を切ったら、一発話とした。それは、授業における教師と子どものやりとりでは、途中で注意を促したり、既習体験の確認などを挿入したり、区切って話しながら、児童の理解を図ったり、考えを深めさせるよう黒板を指さしたりして、動作に意味を持たせながら発話している場合は、短い発話もその都度1発話とカウントした。

第4節．結果

4.1. 経験年数別教師の発話数と質および、出現した児童の反応比較

6人の教師を教師経験2年から3年の初期教師A,B, 15年から17年の中期教師C,D, 25年から27年の後期教師E,Fにわけ、指示的発話と支援的発話の数とその増減を表に整理し(表4, 表5, 表6), 発話の質の増減と出現した児童の反応数とレベルの変化の視点で整理した。

まず、初期教師A・Bは、「生命と地球」区分の、「植物の発芽と成長」、「花から実へ」の授業を行った。5年生の本区分授業は、生物単元であるが、条件を制御して実験・観察を行うであり、結果交流では、結果についての話し合いに時間を多くとった授業であった。

4.2. 初期教師グループの発話数と質および，出現した児童の反応比較

初期教師は，教師経験2年と3年で「生命と地球」区分の，「植物の発芽と成長」，「花から実へ」の授業を行い，発話モデル導入前後の授業に出現した児童の反応レベルを整理した。（表22）

表22 発話モデル導入前・後の授業に出現した初期教師の発話の質と変化

		指示的発話		支援的発話		指示	支援
		前	後	前	後	増	減
教師A	課題把握	19	1	17	5	-2	4
	仮説設定	16	5	12	10	-4	5
	観察実験	38	5	25	12	-13	7
	結果交流	10	1	18	6	7	5
	考察	16	1	14	7	-2	6
教師B	課題把握	22	0	29	1	7	1
	仮説設定	19	0	19	8	0	8
	観察実験	10	0	10	5	0	5
	結果交流	15	0	20	6	5	6
	考察	22	0	25	10	3	10

教師Aは，発話モデル導入前の指示的発話数99，支援的発話数86であったが，モデル導入後は，指示的発話13，支援的発話41であった。教師Bにおいても，指示的発話88，支援的発話103であったが，発話モデル導入後には，指示的発話0，支援的発話30と，両教師とも発話数が減少した。

教師Aは，発話モデル導入前の1回目授業では，授業のす

すべての場面で指示的発話の、「軌道修正」、「念押し」、「児童の言葉の受け止め」を用いていた。発話モデル導入後の2回目授業では、指示的発話が増え、支援的発話が増えているが、発話内容は、モデル1型の「軌道修正」「児童の言葉の受け入れ」が大半を占めた。しかし、「考える視点の提供」も見られた。また、導入後授業では、両教師とも指示的発話が増えた。これは、指示的発話を用いないように意図した結果であると述べていた。教師Bは、発話モデル導入前授業では、授業のすべての場面で「発話の促し」「議題の確認」「軌道修正」といった指示的発話が多く、支援的発話は見られなかった。発話モデル導入後の2回目授業では、支援的発話が見られるようになったが、モデル1型の「児童の言葉の受け止め」ばかりであった。初期教師の授業に出現した児童の反応数とそのレベルを、発話モデル導入前・後で整理し、比較した。その結果を表23,24に示す。

表 23 発話モデル導入前後に教師Aの授業に出現した児童の反応数とそのレベル

場面	レベル1		レベル2		レベル3		レベル4	
	前	後	前	後	前	後	前	後
課題把握	8	6	0	1	0	7	0	0
仮説設定	9	7	2	2	0	6	0	0
実験観察	11	7	2	8	0	5	0	0
結果交流	11	7	5	5	0	5	0	0
考察	12	9	5	3	0	8	0	0
合計	51	36	14	19	0	31	0	0

教師 A の授業に出現した児童の反応数とそのレベルは，表 23 に示したように発話モデル導入前はレベル 1 が 51，レベル 2 が 14，レベル 3，レベル 4 は 0 で，総数は 55 であった。一方，発話モデル導入後では，レベル 1 が 36，レベル 2 が 19，レベル 3 が 31，レベル 4 が 0 で，総数は 86 であった。モデル導入後は，導入前には見られなかったレベル 3 が出現するなど児童の反応レベルの向上傾向は見られたものの，質的に高まるなどの大きな変容は見られなかった。

表 24 発話モデル導入前後に教師 B の授業に出現した児童の反応数とそのレベル

場面	レベル1		レベル2		レベル3		レベル4	
	前	後	前	後	前	後	前	後
課題把握	7	11	3	2	0	1	0	0
仮説設定	8	12	2	3	0	3	0	0
実験観察	11	12	1	8	0	2	0	0
結果交流	11	11	2	5	0	2	0	0
考察	12	10	3	3	0	2	0	0
合計	49	56	11	21	0	10	0	0

教師 B の授業では，表 24 に示したように，発話モデル導入前はレベル 1 が 49，レベル 2 が 11，レベル 3，レベル 4 は 0 で，総数は 60 であった。一方，発話モデル導入後では，レベル 1 が 56，レベル 2 が 21，レベル 3 が 10，レベル 4 が 0 で，総数は 87 であった。発話モデル導入後においては，児童の反応数が増加し，導入前には見られなかったレベル 3 が出現するなど，教師 A と同様に児童の反応レベルの向上傾向は見ら

れるものの、質的にも高まっているとは言えない結果となった。

以上のことから、初期教師双方において、発話モデル導入後は、授業に出現する児童の反応の数が増加し、発話レベルも高くなる傾向にあったが、教師が発話モデルを用いることに意を用いすぎた結果、児童の反応の質的、量的変容は見られなかった。そこで、両教師の授業での指示的発話と支援的発話の増減と、出現した児童の反応数とレベルを合わせて見ると、教師 A では、支援的発話が増加した 2 回目授業で、児童の反応レベル 3 が 0 から 20 に増加している。教師 B は、大きな変化は見られないが、1 回目には 0 であったレベル 3 の反応が 10 に増加していることが明らかになった。(図 5, 図 6)

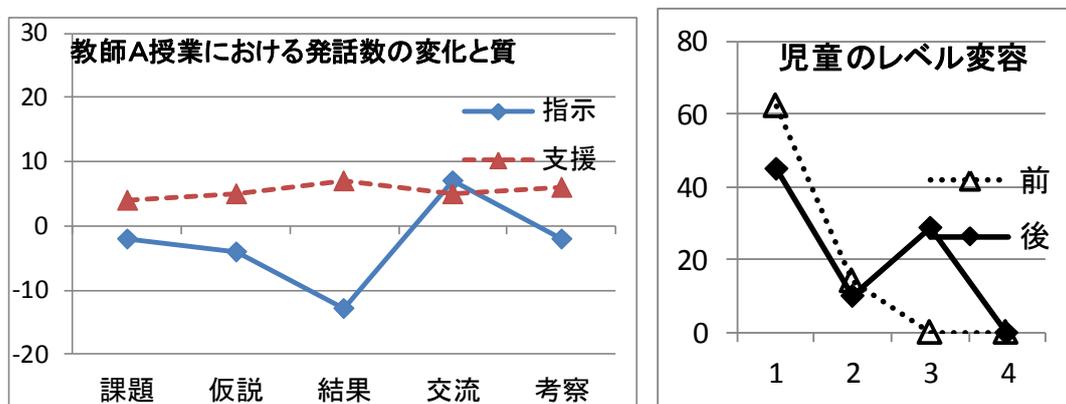


図 5 教師 A の授業における教師の発話数と質及び児童の発話レベルと数の変化

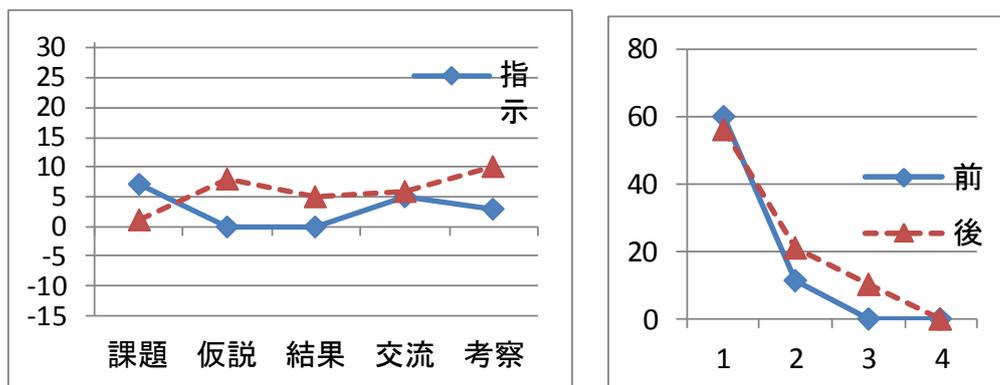


図6 教師Bの授業における教師の発話数と質及び児童の発話レベルと数の変化

両教師とも出現した児童の反応のうち、レベル1が減少して、レベル3が増加しており、定型的熟達レベルに近づく傾向にあると言える。しかし、授業後の談話で、教師A・Bともに、発話モデルIに表された発話が多いことに気がついて、モデルIIの様な発話を用いようとする余り、教師の発話が減少したり、いくつかは気付いたが、どこで用いれば良いのか分からなくなったりしたと話しており、児童の反応に切り返す発話の使い方については未熟な状態であった。

4.3. 中期教師グループの発話数と質および、出現した児童の反応比較

中期教師C・Dは、4年生の担任であり、「物質とエネルギー」区分の「閉じ込めた空気や水」「物のあたたまり方」の授業を行い、発話モデル導入前後の授業に出現した児童の反応

レベルを整理した。(表 25)

表 25 発話モデル導入前・後の授業に出現した
中期教師の発話の質と変化

		指示的発話		支援的発話		指示	支援
		前	後	前	後	増減	
教師 C	課題把握	10	2	4	2	-6	0
	仮説設定	3	1	9	15	6	14
	観察実験	29	15	23	30	-6	15
	結果交流	25	13	17	30	-8	17
	考 察	17	7	24	25	7	18
教師 D	課題把握	12	2	5	8	-7	6
	仮説設定	19	3	5	8	-14	5
	観察実験	28	7	20	9	-8	2
	結果交流	13	6	23	16	10	10
	考 察	12	4	13	20	1	16

教師 C は、発話モデル導入前の指示的発話数 84, 支援的発話数 22 であったが、モデル導入後は、指示的発話 38, 支援的発話 102 であった。教師 B は、指示的発話 84, 支援的発話 22 であったが、発話モデル導入後には、指示的発話 66, 支援的発話 61 と、両教師とも指示的発話が減少し、支援的発話が増加している。教師 C は、1 回目授業では、課題把握場面で総発話数は 14 から 4 に減少しており、仮説設定、実験、交流、考察場面では、指示的発話が減少して支援的発話が増加している。また、課題把握場面で、発話数が大きく減少し、授業の後半に支援的発話を多く用いている。また、教師 C は 1 回目授業では、指示的発話では「念押し」「軌道修正」を多く用いていたが、2 回目では、「考える視点の提供」「誘導型導き」

を多く用いるようになった。支援的発話の、「児童の言葉の受け止め」を教師の評価を交えながら、リボイシングにより多く行っていたが、2回目では発話の種類が増え、「児童の言葉の受け止め」の後に、「結びつけ」「内容への問いかけ」が見られるようになった。これは、発話モデルⅡの類型を多く使用するようになったことで、児童の反応に対応しているからであると考えられる。

また、中期教師の授業に出現した児童の反応数とそのレベルを、発話モデル導入前・後で整理し比較した。その結果を表 26, 27 に示す。

表 26 発話モデル導入前後に教師 C の授業に出現した児童の反応数とそのレベル

場面	レベル1		レベル2		レベル3		レベル4	
	前	後	前	後	前	後	前	後
課題把握	11	3	7	6	1	2	0	0
仮説設定	2	12	3	10	1	11	0	0
実験観察	17	9	5	32	1	15	0	0
結果交流	3	0	11	4	1	12	0	0
考察	3	1	2	3	1	6	0	2
合計	36	25	28	55	5	46	0	2

教師 C の授業に出現した児童の反応数とそのレベルは、表 26 に示したように発話モデル導入前はレベル 1 が 36、レベル 2 が 28、レベル 3 が 5、レベル 4 は 0 で、総数は 69 であった。一方、発話モデル導入後では、レベル 1 が 25、レベル 2 が 55、レベル 3 が 46、レベル 4 が 2 で、総数は 128 であった。このように、発話モデル導入後においては、児童の反応数が増加

している。さらに、導入前には5であったレベル3の反応数が46に増加し、見られなかったレベル4が出現するなど児童の反応レベル数が増加し、質の向上がみられた。

表 27 発話モデル導入前後に教師Dの授業に出現した児童の反応数とそのレベル

場面	レベル1		レベル2		レベル3		レベル4	
	前	後	前	後	前	後	前	後
課題把握	2	4	1	2	0	3	0	0
仮説設定	3	3	1	3	0	3	0	0
実験観察	12	7	2	3	1	4	0	0
結果交流	12	10	2	8	2	6	0	3
考 察	13	5	3	7	2	8	0	3
合 計	42	29	9	23	5	24	0	6

教師Dの授業に出現した児童の反応数とそのレベルは、表27に示したように発話モデル導入前はレベル1が42、レベル2が9、レベル3が5、レベル4は0で、総数は56であった。一方、発話モデル導入後では、レベル1が29、レベル2が23、レベル3が24、レベル4が6で、総数は82であった。このように、発話モデル導入後において、児童の反応数が増加している。さらに、導入前には0であったレベル4の反応数が6に増加し、結果交流、考察場面で、これまで見られなかったレベル4が出現するなど児童の反応レベル数は増加傾向で、質の向上がみられた。

両教師の授業での指示的発話と支援的発話の増減と、出現した児童の反応数とレベルを合わせて図7、図8に示す。

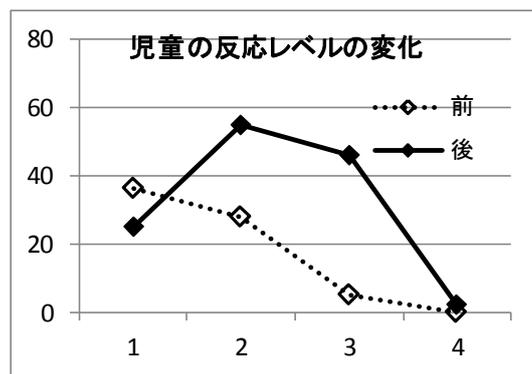
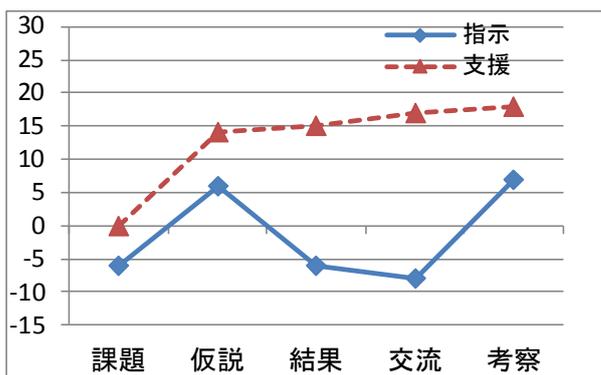


図 7 教師 C の授業における
教師の発話数と質及び児童の発話レベルと数の変化

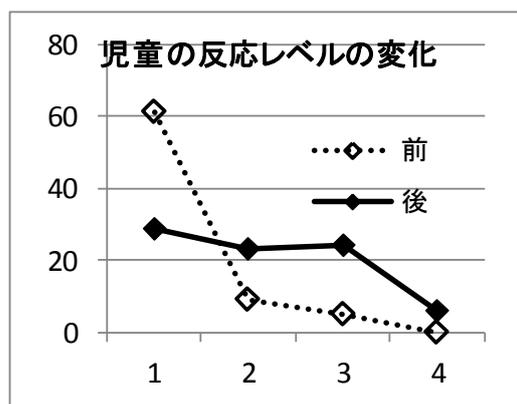
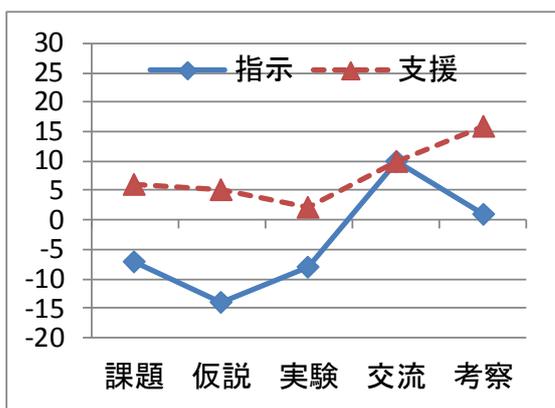


図 8 教師 D の授業における
教師の発話数と質及び児童の発話レベルと数の変化

教師 C では、支援的発話が授業後半に多く出現しており、それに伴って、児童の反応レベル 3 が増加している。教師 D は、実験場面までは指示的発話が減少し、支援的発話が増加している。特に考察場面で、指示的発話の減少と支援的発話の増加が顕著である。その結果、レベル 1 の児童の反応が減少し、レベル 2、レベル 3 の反応が増加している。さらに、1 回目では 0 であったレベル 4 の児童の反応が見られるよう

になっている。

両教師とも、児童の反応レベル3を多く出現させるような変容が見られ、児童を定型的熟達レベルに引き上げたと考えられる。

4.4. 後期教師グループの発話数と質および、出現した児童の反応比較

後期教師E・Fは、6年生の担任であり、「物質とエネルギー」区分の「物の燃え方と空気」「水溶液の性質とはたらき」の授業を行った。燃焼、水溶液の性質の現象についての要因や規則性を推論しながら調べ、見いだした問題を計画的に追究する活動を通して、物の性質や規則性についての見方や考え方を養う授業において、発話モデル導入前後の授業に出現した児童の反応レベルを整理した。(表28)

教師Eは、発話モデル導入前の指示的発話数86, 支援的発話数70であったが、モデル導入後は、指示的発話29, 支援的発話74であった。教師Fは、指示的発話112, 支援的発話82であったが、発話モデル導入後には、指示的発話57, 支援的発話116と、両教師とも指示的発話が減少し、支援的発話が増加している。教師E, Fともに、結果交流、考察場面で多く発話をしている。

表 28 発話モデル導入前・後の授業に出現した
後期教師の発話の質と変化

		指示的発話		支援的発話		指示	支援
		前	後	前	後	増減	
教師 E	課題把握	13	2	5	12	-8	10
	仮説設定	18	7	5	12	-13	5
	観察実験	25	7	20	19	-5	12
	結果交流	15	6	20	22	-5	12
	考 察	15	7	20	20	5	13
教師 F	課題把握	12	2	8	6	-4	4
	仮説設定	13	2	9	15	-4	13
	観察実験	15	26	9	30	-6	4
	結果交流	25	20	19	30	-6	10
	考 察	47	7	37	35	-10	28

後期教師は、指示的発話では、発話モデルⅡの「根拠の掘り下げ」「論理の表現と確認」「連結型まとめ」「誘導型導き」が児童に合わせて発話されており支援的発話では、「焦点化への問いかけ」「内容への問いかけ」「結びつけ」「理由・根拠の掘り下げ」と多様であった。後期教師は、発話モデル導入前では、すべての場面で指示的発話を多く用いているが、支援的発話も授業の後半に多く用いていた。

表 29 発話モデル導入前後に教師 E の授業に出現した
児童の反応数とそのレベル

場面	レベル1		レベル2		レベル3		レベル4	
	前	後	前	後	前	後	前	後
課題把握	2	2	1	2	0	3	0	3
仮説設定	3	1	1	3	0	5	0	2
実験観察	12	2	2	3	1	14	0	6
結果交流	12	5	2	8	5	14	1	5
考 察	13	2	3	7	5	18	1	5
合 計	42	12	9	23	11	54	2	21

教師 E の授業に出現した児童の反応数とそのレベルは，表 29 に示したように発話モデル導入前はレベル 1 が 42，レベル 2 が 9，レベル 3 が 11，レベル 4 は 2 で，総数は 64 であった。一方，発話モデル導入後では，レベル 1 が 12，レベル 2 が 23，レベル 3 が 54，レベル 4 が 21 で，総数は 110 であった。教師 E は，発話モデル導入後において，レベル 3，レベル 4 の児童の反応を多く引き出している。授業後の談話で，発話モデルは，レベル 3 の児童を変容させる効果があることを発見したと述べており。熟達化傾向が見られた。

表 30 発話モデル導入前後に教師 F の授業に出現した児童の反応数とそのレベル

場面	レベル1		レベル2		レベル3		レベル4	
	前	後	前	後	前	後	前	後
課題把握	7	3	2	3	2	8	0	0
仮説設定	8	3	7	6	7	9	2	1
実験観察	8	7	13	7	8	12	0	7
結果交流	14	8	10	9	11	15	0	6
考察	10	6	16	9	7	20	1	11
合計	47	27	48	34	35	64	3	25

教師 F の授業に出現した児童の反応数とそのレベルは，表 30 に示したように発話モデル導入前はレベル 1 が 47，レベル 2 が 48，レベル 3 が 35，レベル 4 は 3 で，総数は 133 であった。一方，発話モデル導入後では，レベル 1 が 27，レベル 2

が 34, レベル 3 が 64, レベル 4 が 25 で, 総数は 150 であった。教師 F においては, 発話モデル導入前後とも発話数が多いが, その内容は大きく変化している。結果交流, 考察場面で多くのレベル 3, レベル 4 の反応を引き出しており, 熟達化に効果が見られた。このように, 発話モデル導入後において, 児童の反応数が増加している。

両教師の特徴は, 発話モデルを使いこなしており, 初期教師のように発話モデルを用いようとする余り, かえって教師の発話数が減少したのに対して, モデル導入前よりさらに多く発話して児童のレベルを向上させた。

さらに, 両教師の授業での指示的発話と支援的発話の増減と, 出現した児童の反応数とレベルを合わせて図 9, 図 10 に示す。

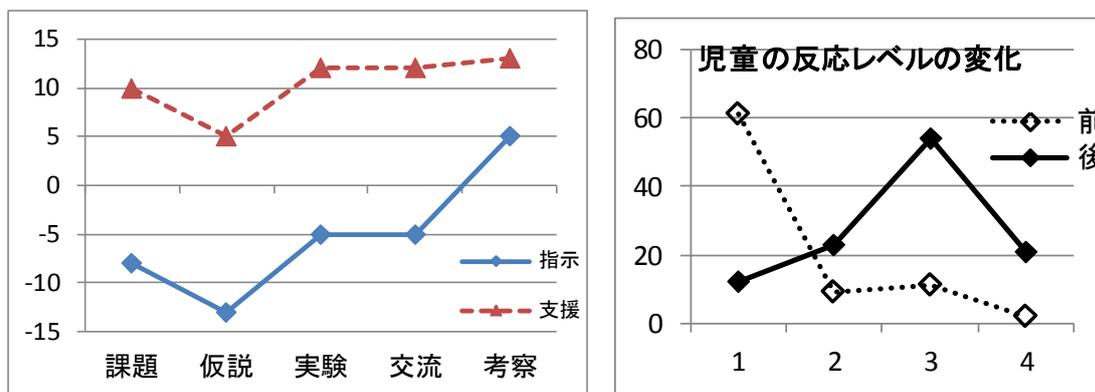


図 9 教師 E の授業における
教師の発話数と質及び児童の発話レベルと数の変化

教師 E の授業に出現した児童の反応レベルは，レベル 1 が減少して，レベル 3 が他の 2 グループに比べて大きく増加し，さらにレベル 4 の出現数が，2 から 21 に増加している。

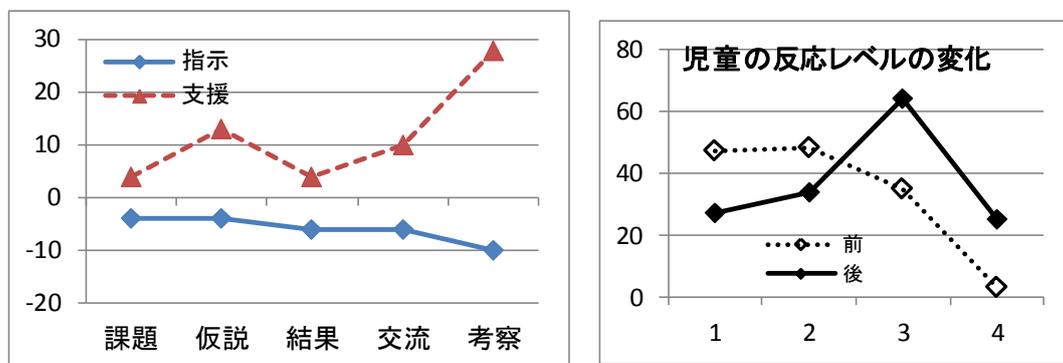


図 10 教師 F の授業における

教師の発話数と質及び児童の発話レベルと数の変化

教師 F の授業も，教師 E と同様に，授業に出現した児童の反応レベルは，レベル 1 が減少して，レベル 3 が他の 2 グループに比べて大きく増加し，さらにレベル 4 の出現数が，3 から 25 に増加している。特に教師 F においては，レベル 1 とレベル 2 が減少して，レベル 3 やレベル 4 が顕著に増加している。

第5節 考察と今後の課題

本研究では、開発した発話モデルの有効性を検証するために、理科の授業の経験年数が異なる6名の教師の授業を対象に、マトリクスを用いた授業を行い、①学習場面別の教師の発話数と質、②実践授業で出現した場面別の児童の反応数とレベルという視点を用いて、発話モデル導入前後で比較・分析した。これらの結果について、6名の教師の経験年数グループにおける共通の傾向と、差異点に分けて検討する。

まず、6名の教師における共通の傾向として、発話モデルを導入することにより、児童の総反応数が増加し、レベルが向上することが明らかとなった。すなわち、レベル1やレベル2の反応数が減少し、レベル3、レベル4が増加する傾向が見られた。児童の反応数が増加していることにより、教師は「根拠の掘り下げ」「論理の表現と確認」「連結型まとめ」「誘導型導き」といった、正解が一つの閉じた発話から、一つの発話に複数の児童の反応が見られる開いた発話へと、発話の質を変換させたと考えられる。また、教師には発問の質を検討した経験が少なかったため、発話モデルⅠ、発話モデルⅡを導入したことによって発話の質を意識するようになり、授業で用いることができたからであると考えられる。

さらに、Hatano & Inagaki (1986) の指摘による、定型的熟達領域に留まる教師や、初心のまま年数を重ねる危険性は、初期教師の授業における児童の反応レベルが向上したこと、中期教師では、学習者の反応を見取って理解に合わせた発話

に変容したことで、児童の反応レベルを、目標達成レベルに向上させたことから発話モデル導入の効果が見られ、教師の熟達化傾向を促されたと考えられ、危険性は回避できると考えられる。

発話モデルを用いて得られた教師の熟達は、① 教師が想定した一つの答えに導くような閉じた発話から、児童の創造的な考えを児童自身の言葉で引き出し、友達との結びつきを促すなどの、開いた発話を多く用いるようになった。② 本時の目標達成レベルであるレベル3児童の反応を多く引き出すことが出来た。③ 本時の目標を達成して、自律的に探究を始めるような、従来型授業では想定していないレベル4の児童の出現数が増加したことであると考えられる。すなわち、児童の反応を想定した支援的な発話を多様に用いることで、実際の授業における児童の学びの質を向上させていると考えられる。

一方で、6名の教師の熟達には差異点が見られる。それは、発話モデル導入後における児童の反応のレベルの違いが挙げられる。初期教師AおよびBにおいては、発話モデル導入後も出現した児童の反応レベルは、目標達成段階であるレベル3の増加がみられるものの、不十分な段階であるレベル1が多く、本時の学習をさらに追究することができる高度な段階であるレベル4は出現していない。

中期教師グループでは、目標達成段階であるレベル3を多く引き出し、レベル4の班のも増加させたが、後期教師グループほどではなかった。後期教師グループでは、レベル3に

加えて、本時の学習をさらに追究することができる高度な段階であるレベル4が多く出現するようになっている。

教師の熟達化分類によれば、初期教師グループの教師は、児童を目標達成レベルに引き上げてはいるものの、レベル1が多数出現しているため定型的熟達化傾向ではあるが、十分ではない段階と言える。しかし、後期教師グループの教師は自律的で探究的なレベル4の児童を多く出現させており、適応的熟達化傾向があると考えられる。

以上のことから、理科に対する非熟達意識を有する教師のうち、最もその効果が顕著だったのは後期教師グループであったものの、中期教師グループ、初期教師グループとも、出現した児童のレベルを向上させたことから、発話モデルの効果は検証されたと考えられる。

しかし、以下の2点については、継続して研究を行い、新たな知見を得る必要がある。① 本件研究では、中期・後期教師は「物質とエネルギー」分野での授業を行ったが、初期教師は「生命と地球」分野の授業を行った。そのため、初期教師においても、「物質とエネルギー」分野での授業における効果を検討する必要がある。② 本研究では、1年間に2回の授業を検討しその効果を検討したが、初期教師や中期教師が熟達する期間はどれくらいかを見極める必要がある。

第6章 総合考察

第1節 本研究で得られた知見

6.1. 研究Ⅰにより見いだされた知見

佐藤（2009）が述べるような，授業における教師と生徒の発言や振る舞いを子細に記述する授業のシナリオとして学習指導案を捉えるならば，教育現場で使いやすく，実際の学習指導とリンクする学習指導案作成ツールが必要である。そこで，教師と学習者が相互に発達を促し合う授業の設計に，授業の目標を達成した児童の姿を想定する必要がある。その手だてとしての一つとして，学習指導案を綿密に作成するための授業設計のツールとして「授業設計・評価マトリクス」を開発した。授業設計と評価は表裏一体の関係にあり，鈴木（1989）は，①授業設計における省察，②授業展開において臨機応変に対応する発話，③予想される児童の反応を見取り，指示的発話，支援的発話を適切に用い，児童の反応レベルを向上させる効果が期待できる。

すなわち，研究Ⅰでは，公立学校の教師20名を抽出し，マトリクスを用いる実験群と，用いない統制群に分けて学習指導案を立案し，開発したマトリクスを用いることによって学習指導のねらいを明確化し，学習者の反応を引き出して考えさせるといった授業の質の向上が見られるか否かを，検討した結果，①については，マトリクス使用の実験群の記述数

が有意に増加することが明らかとなった。また、②については、統制群では1回目、2回目ともに記述のレベルは1または2が多かった。一方、実験群では、1回目は記述の多くがレベル1～2であったのに対し、2回目はレベル1～4と多様であった。これらの結果より、本研究において開発したマトリクスは、小学校理科の学習指導案の作成において、特に、児童の反応を想定して授業を構成する際の支援ツールとして有効であることが示唆された。また、田中（2002）や三橋・山崎（2002）が、教師の成長を分析する際に着目している、「児童の反応を推測する」という観点は、重要ではあるものの「推測する」という曖昧さを含んでおり、どのようなことを実施すれば、児童の反応を推測し、意識化することに繋がるのか、具体的な手立てまでは示されていなかった。本研究により、小学校理科という限られた範囲ではあるものの、児童の反応を推測、意識化する際の具体的な手立てが示唆された。

6.2. 研究2により見いだされた知見

研究2では、理科の授業の経験年数や非熟達意識が異なる2名の教師の授業を対象に、①学習指導案に書かれた学習場面別の想定する児童の反応数とレベル、②実践授業で出現した場面別の児童の反応数とレベル、③実践授業における場面別の教師の発話数と質、という3つの視点を用いてマトリク

導入前後で比較・分析した。これらの結果について、2名の教師における共通の傾向と、差異点に分けて検討した。

北村（1982）が指摘した、理科に関する知識・理解や技能等の低さは、「評価マトリクス作成に用いる基準一覧」を参考にしながら児童の反応を想定したため、自ずと児童に身につけさせるべき科学概念の内容項目についての知識・理解を深めた。また、三崎（2003）が、問題解決の授業になっていない、児童の実態及び変容を把握していない、時間配分に問題があるとした課題は、設計マトリクスを作成する過程で、問題解決の学習過程と時間配分を自分なりに設計して授業を行ったと考えられる。よって、マトリクスを用いることにより、授業が、児童の学びを想定した学習指導へと変容したと考えられる。すなわち、マトリクスを導入して学習指導案を作成し、それに基づいて授業を行うことにより、児童の反応数が増加し、そのレベルが向上することが明らかになった。

マトリクスを用いて得られた教師の熟達は、① 能力レベルに段階をつけ、それに合わせて児童の反応を想定したため、教師は児童の反応を想定し、的確に見取ることができるようになった。② 本時の目標である科学的概念とそれを身につけさせる手続き的知識を獲得することができた。③ 本時の目標を達成して、自律的に探究を始めるような、従来型授業では想定していないレベル4の児童を想定し指導できるようになったことであると考えられる。すなわち、児童の学びを熟慮した緻密な指導案を作成することによって、実際の授業における児童の学びの質を向上させていることが示唆された。

6.3. 研究 3 により見いだされた知見

研究 1 および研究 2 により，授業設計・評価マトリクスが，教師の授業における定型的熟達化への有効性が示唆されたが，教師の熟達化には，波多野（2000）が述べるような児童の状況を的確に把握し，臨機応変に授業を組み立て直す知識を持つ力量と捉えることが重要である。そこで，教師の発話が学習指導に及ぼす影響について検討した結果，発話モデルⅠ及びⅡを開発した。

発話モデルⅠは理科非熟達意識を持つ教師，発話モデルⅡは理科熟達教師の授業におけるプロトコルを分析し，指示的発話と，支援的発話の 2 類型に分類し，その代表的な発話を示した表である。

指示的発話とは，教師が想定している正しい答えに導く閉じた発問とし，「話の促し」「他の視点の促し」「意見の確認」「論理の表現と確認」「現在の話題の確認」「疑義に基づく念押し」「課題について考える視点の提示」「軌道修正」「誘導型導き発話」「連結型まとめ発話」の 10 種類を位置づけた。また，支援的発話としては，児童自身の考えを求める開いた発問とし，「次の段階への糸口」「むすびつけ発話」「課題へのつなげ発話」「児童の言葉の受け止め」「焦点化への問いかけ」「理由・根拠の掘り下げ」「内容への掘り下げ」の 7 種類を位置づけた。支援的発話は，教師の知識と思考に関する研究動向の中で，授業を，教師が学習者との相互作用を通して変化する状況に対応しながら目標に向かう過程であり，学習者の

理解に合わせて力動的に対応することが要求される高度な段階とした。

教師は、日頃行う学習指導で、教師が教えたい内容を中心に展開し、児童の反応を想定するといった習慣はないのが通常である。しかし、授業は、教師の発話と児童の反応といった、やりとりによって展開されていく。本研究では、これまで取り上げる機会の少なかった教師の発話の質と、児童の反応レベルの関係を明らかにし、発話モデルの効果を、初期教師2名、中期教師2名、後期教師2名の計6名を対象に検討した。

その結果、理科に対する非熟達意識を有する教師のうち、最もその効果が顕著だったのは後期教師であったものの、中期教師、初期教師とも、出現した児童のレベルを向上させたことから、発話モデルを、授業設計評価マトリクスと同時に用いることの効果が示唆された。

第2節 本研究の教育的意義

本研究により示唆された知見は、小学校教師の半数以上が理科の指導に非熟達意識を持っており、理科に関する知識・理解や技能等の低さを自覚しているという現状を解消し、熟達化に導く過程で、教科書を教えるだけで指導に自信が持てない教師から、児童の反応を想定して記述した緻密な学習指導案を作成し、児童の反応に臨機応変に対応して児童の反応レベルを向上させる教師の熟達化について3点の示唆が提

供できる。

1点目は、「授業設計・評価マトリクス」は、理科の学習指導案を書いたことがないような初心教師，教師を志す学生，教師経験年数に比して理科の授業を担当した経験の少ない教師の学習指導案作成を作成する能力を向上させる示唆である。このことは，Vygotsky（1986）による発達の最近接領域（Zone of Proximal Development）の考え方を取り入れており，授業設計に見通しが持ちにくい理科に非熟達意識を持つ教師には，授業設計をサポートする具体的なツールとして活用できるであろう。

教師が学習者との相互作用を通して変化する状況に対応しながら目標に向かう過程（秋田 1998）であり，教師と学習者は対話を通して学習内容への理解を深めていくものである。そこでやりとりされる教師と学習者の対話は，あらかじめ児童の反応を想定しておく評価マトリクスと，教師の発話モデルとの組み合わせで，一律な褒め言葉や，誘導的指示によって，教師が正しいと考える回答に到達させることを目標とするのではなく，臨機応変な対応によって，自律的で探究的な児童の反応を引き出すことが示唆された。

このツールは，佐藤ら（1991）により明らかにされた，授業を可視化し，教師の熟達化を進めることで，教師の「専門的力量」を育成するツールとしても有効であることが示唆された。さらに，授業設計マトリクスは，一般的モデルがある

わけではなく、基準表を用いて自作するもので、学級児童の実態に応じて作成されるものであり、発話モデルは、それを用いて、自分の発話に自分で意味を付与して用いるものであるため、すでに熟達の域に達した教師が、経験や勘に頼った授業から、マトリクや発話モデルを評価に用いて、熟達教師として向上していくことへの示唆である。

2点目は、「授業設計・評価マトリクス」は、理科の学習指導に非熟達意識のある教師経験の長い教師に自信を回復させる示唆である。マトリクスを用いて、想定した児童の反応が認められたり、実験や観察に時間をかけ過ぎて考察できなかつたりする理科授業から、時間内に考察まで行い、得られた児童の反応レベルが向上する喜びを味わわせることができるため、初期教師のみならず、後期教師を定型的熟達教師に変容させる効果があるため、理科の研究を行う学校や、教師教育のツールとして活用できるという示唆である。

3点目は、「発話モデル」により、児童の反応レベルを向上させる教師の発話の質への示唆である。

「発話モデル」は、授業に必要な、教師と学習者の実際の発話から抽出して分類・整理したモデルであり、教師の発話を可視化することで、教師は手軽に自分の授業や同僚の授業を見る視点を持つことができる。本発話モデルⅠ及びⅡは十分な力量形成が行われて来なかった理科教師の熟達化ツールとして学校現場で用いることが可能である。このモデルを用いることにより、Hatano & Inagaki (1986) がいう、教師経験が長くても、定型的熟達領域に留まる教師や。定型的熟達領域

にも至らず，初心のままの教師が減少する効果が予測でき，理科大好きな児童の育成を通じて，児童の理科離れが教師に起因している現代的課題を克服できる可能性が示唆された。

第 3 節 今後の課題

以上，開発した「授業設計・評価マトリクス」と「発話モデル」が教師の理科授業に及ぼす影響について，学習指導案レベル，実践授業レベル，授業における教師の発話と児童の反応レベルについて検討してきた。開発した授業設計・評価マトリクスは，理科授業に非熟達意識のある教師経験年数の少ない教師だけではなく経験年数の多い教師にも有効であったが，以下の 4 点についてはさらなる検討が必要である。

第 1 には，被験者数が少なく，般化できるのかという点である。今後，理科の単元毎に同様の調査を行い，般化できるようにする必要がある。

第 2 には，「授業設計・評価マトリクス」は，児童を目標レベルまで向上させることのできる定型的熟達教師にまでは変容の自己判断は容易であるが，適応的熟達教師に変容したか否かの判断が難しい点である。非熟達教師には，レベル 4 の児童が想定しにくいために，児童にそのレベルが現れていても，見取ることが出来ないケースである。さらに事例を収集し，単元毎にレベル 4 の児童の反応を抽出する必要がある。

第 3 には，「発話モデル」が顕著に有効であったのは，本研

究における教師経験年数 25 年から 27 年の、後期教師であった。この時期の教師は強い信念を持っており、なかなか自己変化することができないといわれているが、さらに多くの後期教師を調査し、適応的に変容した要因を研究する必要がある。同じく、初期教師は、2 回目の授業でもレベル 1 の児童が多く出現していた。初期教師をさらに調査し、レベル 1 の児童の出現が減少しない要因と、さらに定型的熟達レベルに向かう要因を調査する必要がある。

第 4 には、「授業設計・評価マトリクス」「発話モデル」は他の教科においても有効かという点である。

今後、他の教科においても調査研究を行う必要がある。

以上 4 点を今後の課題として今後も検討していきたい。

引用文献

- 秋田喜代美 (1992) 「教師の知識と思考に関する研究動向」『東京大学 教育学部紀要』 32, 221-232
- Bellack, A. A., Kliebard, H. M., Hyman, R. T., & Smith, F. L., Jr. (1966). *The Language of classroom*. New York : Teacher's College Press.
- ベネッセ教育総合研究所初等中等教育研究室 「教員生活に関する意識, 指導の得意苦手」『第4回学習指導基本調査2007』 122-125
- Berliner, D, C. (1988), *The Development of Expertise in Pedagogy*. Washington : AACET Pub.
- 中央教育審議会 (2008) 『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について (答申)』
- Fishman, B., & Davis, E. A. (2006). Teacher learning research and the learning sciences. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* 535-550. New York: Cambridge University Press.
- 古屋光一 (2012) 「PCKを育成する教師教育プログラムの開発とその効果－「化学変化とイオン」を題材にして－」『理科教育学研究』 54 (1) 105-121
- Galperin, P. Y. (1966). *A method, facts and theories in the psychology of mental action and concept formation*, In XVII the International Congress of Psychology. 24

- symposium. Moscow. 守屋慶子（訳）『ソビエト教育科学』27, 明治図書, 89-94.
- Gagnié, R. M. (1977). *The conditions of learning* (3rd ed.), NY: Holt, Rinehart and Winston. 鈴木克之・岩崎信（監訳）(2007)『インストラクショナルデザインの原理』北大路書房, 71-84.
- Hatano, G. & Inagaki, K. (1986). *Two courses of expertise*. In H. Stevenson, H. Azuma & K. hakuta (Eds.) *Child development and education in Japan*, 262-272, New York, NY: Freeman & Co.
- 波多野誼余夫（2000）「適応的熟達化の理論をめざして」『日本教育心理学会総会発表論文集』（42）, s27.
- 八田幸恵（2008）「リー・ショーマンの PCK 概念に関する一考察—教育学的推論と活動モデルに依拠した改善プロジェクトの展開を通して—」『京都大学大学院教育学紀要』 54, 180-192.
- 磯崎哲夫・米田典夫・中條和光・磯崎尚子・平野俊英・丹沢哲郎（2007）「教師の持つ教材化の知識に関する理論的・実証的研究—中学校理科教師の場合—」『理科教育学研究』49(4) ,195-209.
- 科学技術振興機構理科教育支援センター（2009）「小学校理科教育実態調査及び中学校理科教師実態調査に関する報告書」 Retrieved from http://rikashien.jst.go.jp/investigation/cpse_report_006.pdf.

- 假屋園昭彦・永里智広・坂上弥生（2012）「児童の対話学習における教師の発問方法と評価規準の開発(1)―対話展開の予測もとづく教師の中心発問と対話への評価規準の開発―」『鹿児島大学教育学部教育実践研究紀要』第 22 卷, 101-115.
- 北村文治（1982）「公立小学校における理科教育の問題点をさぐる」『科学教育研究』 Vol. 6 (3), 6-11.
- 桐生徹・久保田善彦・水落芳明・西川純（2009）「学校現場における授業研究での理科授業検討会の研究」『理科教育学研究』 Vol.49 (3), 33-43
- 国立教育政策研究所（2002）『評価規準の作成, 評価方法の工夫改善のための参考資料（小学校）』 Retrieved from <http://www.nier.go.jp/kaihatsu>
- 国立教育政策研究所（2013）『OECD 生徒の学習到達度調査 2012 年調査国際結果の要約』 Retrieved from http://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/pdf/pisa2012_result_outline.pdf
- 国立教育政策研究所（2011）『国際数学・理科教育動向調査の 2011 年調査 (TIMSS 2011) 国際調査結果報告 (概要)』 Retrieved from http://www.nier.go.jp/timss/2011/T11_gaiyou.pdf
- Lampert, M. (2001) *Teaching Problems and the Problems in Teaching*. New Haven, CT : Yale University Press.
- 益子典文（2005）「授業設計プロセスにおける教師のリソース・マネジメントに関する一考察」『岐阜大学教育学部研

- 究報告 教育実践研究』7, 293-301
- 松下佳代 (2012) 「パフォーマンス評価による学習の質の評価—学習評価の分析にもとづいて—」『京都大学高等教育研究』18, 75-114.
- 三橋功一・山崎正吉 (2002) 「授業設計の手がかりに関する因子分析による教師と実習生の特徴」『日本教育工学雑誌』26(3), 129-142.
- 三崎隆 (2003) 「学校における理科授業の現状と課題—新潟県下越地方における小学校への計画訪問を例に—」『北海道教育大学釧路港研究紀要』35, 37-50.
- 文部科学省 (2008) 『小学校学修指導要領解説 理科編』, 6, 13.
- 西岡加名恵 (2003), 「小学校理科におけるルーブリックの開発—研究者の視点からの協同研究報告—」, 『日本科学教育学会年会論文集』27, 221-222, 2003
- 大野陽子 (2013) 「日本語教師はどんな発問をするのだろうか—教師の経験年数の違いによる発問の分析—」『三重大学国際交流センター』8, 55-62
- 齋藤裕一郎・黒田篤志・森本信也 (2009) 「子どもの科学発達概念構築に寄与する「発達の最近接領域」の理科授業における機能に関する考察」『理科教育学研究』50(2), 51-67
- 猿田祐嗣 (2004), 「子どもの学習への教師の影響—理数定点調査より— (2) 主成分分析から見た理科指導方の経年変化—」, 国立教育政策研究所理数調査報告書, 2004

- 佐藤英治（2009）「授業作りを教える方法としてのシナリオ作成の意義」『教員養成学研究』50, 19-28.
- Schwartz, D. L., Bransford, J. D. & Sears, D. (2005). *Efficiency and innovation in transfer*. In J. Mestre (Ed.). *Transfer of Learning: Research and Perspectives*. Information Age publishing.
- 佐藤学・岩川直樹・秋田喜代美（1990）「教師の実践的思考様式に関する研究（1）－熟達教師と担任教師のモニタリングの比較を中心に－」『東京大学大学院教育学研究科紀要』30, 177－198.
- 佐藤学・秋田喜代美・岩川直樹・吉村敏之（1991）「教師の実践的思考様式に関する研究（2）－思考過程の質的検討を中心に－」『東京大学大学院教育学研究科紀要』31, 183-200.
- 清水誠（2002）, 「新学習指導要領「理科」実施上の課題－小・中学校教師が指導上困難を感じる事項の調査から－」, 『科学教育研究』26(2), 144-152,
- Soloway, E. , Guzdial, M. , & Hay, K. E. (1994). *Learner - Centered design : The challenge for HCI in the 21th century . Interactions , 1 , 36 , - 48.*
- 鈴木克明（1989）「米国における授業設計モデル研究の動向」『日本教育工学雑誌』13(1),1-14
- 田中美也子（2002）「第9章 初任教師の成長と発達課題」無藤隆・澤本和子・寺崎千秋（編著）『学びを育てる授業デザイン』ぎょうせい.

Vygotsky, L.S. (1932). *Thought and language* (A. Kozulin, Trans.) Cambridge : MIT Press. 柴田義松 (訳) (1986) 『思考と言語 (新訳版)』, 新読書社.

謝 辞

本論文は広島大学大学院教育学研究科学習開発専攻での研究の成果をまとめたものです。同専攻教授 森 敏昭先生には主任指導教官として本研究実施の機会を与えていただき、その遂行にあたって終始ご指導を賜りました。ここに深く感謝の意を表します。同専攻教授 柴 一実先生、同専攻教授 岡直樹先生には副指導教官としてご助言をいただくとともに本論文の細部にわたりご指導を賜りました。また、広く高い見識で常にご指導いただいた学習開発学講座のすべての先生方にも深く感謝の意を表します。本研究の調査にあたり研究に参加・協力してくださった、各地の公立小学校・校長・教頭・教諭の先生方に感謝の意を表します。

