

論文

教師の熟達化支援ツールが模擬授業に及ぼす影響 —小学校教員志望学生の理科授業において—

Influence of a Teacher Mastery of Support Tool on Elementary School Teachers Aspiration Student
— In Science Class of Elementary School —

金沢 緑*¹

要約：本研究の目的は、小学校理科における教師の熟達化を支援するツールとして開発した「授業設計・評価マトリクス」が教員志望学生の模擬授業における有効性を検証することである。本マトリクスは、学習者中心の学習指導を行う際、評価の基盤となるツールであり、教師は、評価マトリクス（能力×評価基準）を作成する過程において、学級児童の発達や個に応じた指導の案や指導の手立てを想定し授業の案を練り、授業を実施する。本研究では、授業設計・評価マトリクスが教員志望学生の理科授業熟達化の有効性を検証することを目的とする。調査対象の学生は1年次に小学校理科教育内容論を受けてきたが、2年次の調査時期ではまだ授業観察、模擬授業などの体験が不十分である。そこで、理科の学習内指導を理解する過程で評価マトリクスを導入し、授業イメージの変容を調査するため、教師のPCK（Pedagogical Content Knowledge）の変容を分析した。その結果、学習指導に必要な、教材の知識、教授法の知識、児童に関する知識についての変容が見られ、教員志望学生の授業イメージが高まること明らかになった。このことから、「授業設計・評価マトリクス」は、小学校教員志望の理科模擬授業における熟達化支援ツールとして有効であることが明らかとなった。

Key Words：小学校理科、学習指導、模擬授業、評価マトリクス、熟達化

1 問題の背景と目的

物理学者の杉本（2002）は、21世紀に自然科学が向かおうとしている『原因が結果をもたらす』というデカルト的思考から、相互作用のような関係性の思考へという方向性が見られるとした。生物学の研究で博士号を取得した後、乳児の観察に基づいた三部作（Piaget, 1936/1978, 1937, 1945）によって理論的基礎をつかったピアジェは、ダーウインの影響を受けて知能を分類するのではなく、動的プロセスから知る見方へと変革した。（Bruner, 1990/1999；Josselson & Lieblich, 1993；Sugiman, Gergen, Wagner, & Yamada, 2007）。エリクソン（Erikson, 1950/1980；Erikson, 1982/1989）やレヴィンソン（Levinson, 1978/1980）など生涯発達を視野にいたれた多くの発達理論家は、ライフサイクルということばを用いながら、サイクル（循環）ではなく、階段型に上昇していく図式を描いてきた。エリクソンの図式は、フロイトの発達段階論を引き継ぎながら社会的文脈

を入れた織物状に交差するモデルであり、老年期に知恵（wisdom）という、もっとも高い価値がおかれた上昇モデルである。これに対して、Yamada（2011）は、成人の発達を「生成的ライフサイクルモデル（GLCM）」として提案した（図1）。

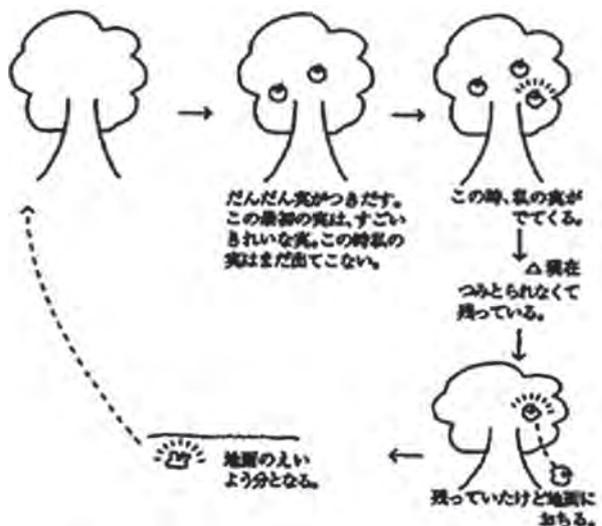


図1 生成的ライフサイクルモデル（GLCM）
（やまだ2010）

2016年1月6日受付／2016年2月17日受理

*¹ Midori KANAZAWA
関西福祉大学 発達教育学部

この果実モデルは人間の一生をイメージしているだけでなく、それぞれの時間的ステージ（高校生、大学生、教師）での熟達サイクルであるとも言えるのではないだろうか。すなわち、図中の「私の実が出てくる段階」と「摘み取られず残っている段階」の間に「その実が熟する段階」が存在し、各時間軸ステージの熟達が次の時間軸ステージの養分になる構図を示唆している。

金沢（2015）は、教員志望の学生の理科の科目履修レディネスは理科学習指導案作成の熟達に影響を及ぼさないという結果を得たが、模擬授業の熟達への影響については調査を行っていない。

授業という実践的な問題解決は、場面や時間、具体的な教科内容や担当した子どもの理解というその場の状況に依存しており、状況に埋め込まれた相互作用的なものである。授業において使用する知識の特徴は、教師経験に伴い、教材の知識が状況化された知識になっていくことが挙げられる。ある教材をどのように教えたらいいかという、授業を想定した教材内容についての知識（Pedagogical content knowledge（以下 PCK））が、教師固有の専門知識として重要である。Shulman (1987) による PCK の定義は「教育内容と教授方法が結合したもので、教師の専門的理解にみられる独特の形態である。PCK は教材についての知識それ自体の範囲に取まらずに、授業を想定した教材についての知識という次元に至るものであり、他人に理解できるように教育内容を表現し、定式化する形態を含み、学習者が誤った先行概念を持っている場合、学習者の理解を再構成するのに最も有効な方略についての知識も含むものである」としている。（図2）

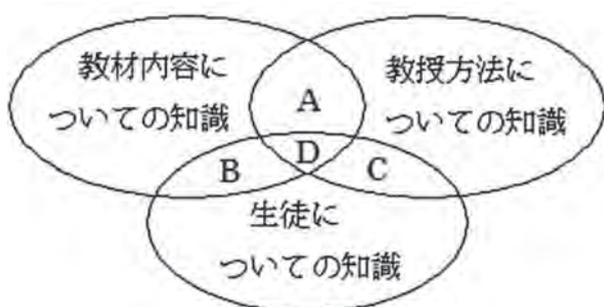


図2 Shulman (1987) によるPCK

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、問題解決学習を単元全体の中に組み込んで

いるため、1時間の授業設計に見通しが持ちにくく、そのため理科に苦手意識を持つ教師には、授業設計をサポートするための具体的な手立てとなっていない。金沢（2014b）はこの研究における学習者の自律化促進という点から1時間の授業設計に資するツールを開発し、GLCMの熟達サイクルを補完し教員志望学生のPCKを促進するため本研究の模擬授業時に使用した。

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 et al. 1994）を行う必要があり、そのためには、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員志望学生にも容易に書くことが出来るようにする手立てを準備し、模擬授業で用いてみる必要がある。

Hatano & Inagaki (1986) は、学習者中心の学習指導をするためには、(a) 児童の反応を想定して評価項目を作成し、児童の学びを可視化する、(b) それに基づいた授業を行う、(c) 実際の児童の反応と、想定した児童の反応とを比較して省察を行う、(d) 目標に到達した児童の自律的な学びを想定し支援が必要であるとしている。しかし、教員志望学生の熟達化を支援するため、適応的熟達者が持つ上記のような知識を、授業設計に必要な知識として具体化することまでは述べられていない。そこで、金沢（2014）は、教師主導の学習指導を、学習者中心の学習指導に変容させるに、当該学年に育成すべき能力の知識を得るための定型的熟達ツールを開発し、学習指導案を作成する段階では有効であるとの結果を得た。しかし、このツールを用いて作成した学習指導案が教員志望学生の模擬授業に及ぼす影響についての実証的研究は行われていない。

2 研究の目的

上記の問題意識に基づき、本研究では、教員志望学生を対象に、開発した評価ツールを用いて学習指導案を作成し、模擬授業を行えば、教師に必要な、上記 (a) : 児童の反応を想定して評価項目を作成し、児童の学びを可視化し、それによって授業イメージを持つことができるのかについて検討する。

従来型の学習指導案の評価基準は、国立教育政策研究所が作成、提示している評価規準に基づいており、Soloway (1994) らがいう、メタ知識を用いて探究し自律的に学ばせる基準の設定はしていない。本研究を行う

ことにより、学習指導のイメージを持つことができない学生に、授業では、教師がどの場面でどのように指導と評価をするかを可視化することによって、授業イメージを促進する効果、理科の模擬授業を行ったことのない学生が授業を行うことができるようになる効果があると考えられる。そこで、教員志望学生が、本評価ツールを用いて模擬授業を行い、改善案を作成する過程で、本ツールが教員志望学生に及ぼす影響を検討する。

3 研究の計画と方法

本研究では、金沢（2014a）の授業設計・評価マトリクスを用いて、前述の目的を達成するために、教員志望の学生39名を対象に聞き取り調査を行い、自分の受けてきた理科授業イメージ、理科指導のPCKに対する意識について調査する。ツール導入の効果を測定するため、教師のPCKを、模擬授業実施前・後を比較することにより検討する。

1) マトリクスの構造

理科における問題解決の授業は、育成したい知識や能力などの目標と、課題把握、仮説設定、観察・実験、結果交流、考察といった学習場面によって構成される。さらに、これら2点に加えて、評価の視点が必要となる。そこで、本研究では、目標、学習場面、評価の観点の3つを授業設計における基礎的な要素ととらえることにした。目標については、単元の目標と本時の目標を示し、学習場面は、単元における学習過程と本時の学習過程とし、評価については、本時の目標のうち、単元内容に依存する知識をふまえた学習者の反応とした。基準とするのは、単元毎に異なる教科内容ではなく、能力に着目することにした。能力とは、比較、関係付け、条件制御と計画的な実験観察そして推論である。本研究では、能力、学習場面、評価の3つを軸として設定し、後述する授業設計・評価マトリクスを開発した。

授業設計・評価マトリクスは、表1に示す設計マトリクス（能力×学習場面）と、表2に示す評価マトリクス（能力×評価基準）とで構成した。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』につながると考えた。

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、授業のどの場面で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。評価基準の段階については、Galperin（1966）は5段階、Gagné（1977）は4段階の評価基準のレベルを見出している。本研究の評価マトリクスにおいては、問題解決学習の過程を重視する立場から、松下（2012）における「能力をベースにしたカリキュラムの枠組み」の問題解決のレベルを参考に、レベル1からレベル4の4段階に設定した。具体的には、レベル1は育成すべき能力に達していない段階、レベル2は不十分な段階、レベル3はおおむね満足できる段階、レベル4は本時の学習をさらに追究することができる高度な段階とした。

表1 設計マトリクス（能力×学習場面）

能力	学習場面	課題把握	仮説設定	実験観察	結果交流	考察
比較（3年）						
関係付（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			
本時の目標における能力	本時の目標内容における能力			
児童の反応	各レベルにおいて想定する児童の反応			

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ながら追及する段階

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

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。具体的には、教師は表2の形式に基づき、学級の児童を思い浮かべながら想定する児童の発話を記述する。教師は児童の発話を想定することによって、その発話を期待し、そのような発話を引き出すためにはどのような手立てが必要であるかを併せて考案する効果を期待した。

また、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、能力とは学習指導要領解説書 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。

2) 実施協力者

教員志望の大学2年次生、男子23名、女子16名、計39名を対象に実施した。

理科の履修状況は、物理1名、化学5名、生物10名、地学0名、理科総合23名であった。また、理科が得意な学生は0名、すべての学生が理科は苦手と回答している。

3) 調査内容

学生を6名一組の班にわけ、班で協同して理科のマトリクスを用いた学習指導案を立案し、1班が模擬授業を行った。残りの班も同様に学習指導案を立案し、模擬授業では児童役を担った。授業後にはアクティブリフレクションを行い、学生相互の意見交換を行った。これらはVTRを用いて記録した後、授業記録を作成した。学生は、VTR視聴やリフレクション時のディスカッションを参考に、改善案を作成し提出した。模擬授業は8回行い、第1回目および、8回目の模擬授業後の改善学習指

導案を比較し、PCKの変容について検討した。調査した内容は、小学校理科「物質とエネルギー」領域とし、「生命と地球」領域は扱っていない。「物質とエネルギー」領域は、問題解決型授業構成が明確で、各単元には実験が計画されており、事前アンケートで教員志望学生が理科授業をイメージしやすいと解答したためである。

調査・分析は、以下の3点について行った。①教材内容についての知識(本時の目標、教材は適切だったか)、②教授方法についての知識(単元構成、問題解決の過程をふんでいたか)、③児童についての知識(想定した児童の反応は適切だったか)。また、模擬授業を行った班への聞き取りを行い、事前、事後の取り組みに対する考察を収集した。

4 結果及び分析

教員志望学生は、模擬授業終了後に学習指導案を改善した。1回の改善学習指導案と、8回目の改善学習指導案を比較し、学習指導案に記述された児童の反応の記述数と記述の質を検討した。また、学習指導案に記述された単元構成についての検討を行い、学生が模擬授業を通して熟達する過程を分析した。

①教員志望学生39名による、2回の学習指導案の「本時の学習活動」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数については、表3に示した1回目の改善学習指導案の場合、「本時の学習活動」欄に記述された「想定される児童の反応(○)」の数を、ディスカッションで明らかにしたレベルに分類して表4に集計し、児童に関する知識を分析した。

②2回目の改善学習指導案を表5に示した。1回目の学習指導案表3と比較して教授方法について分析する。

③単元構成は表6、表7に示した。その変容から教員志望学生の教材解釈について分析する。

表3 1回目学習指導案例(3年電気の通り道)

	本時の学習活動	教師の支援・指導と評価(評)
導入	1 前回の授業で出てきた身の回りの電気機器について振り返る。	自分たちでだした意見をしっかりと思い出させる。 ソケットの説明を入れる。 事前に準備物が正常な状態を確認しておく。(ソケット、電池など)
展	2 体を使い簡単な回路の仕組みをみんなで考える。 3 豆電球を実際に乾電池につなぐ。	明かりはどのようにすればつくのだろうか。 (声かけ) 1~2 「どんなつなぎ方をしてもつくのかな?」

開	○つなぎ方によってつくとときとつかない時があるよ。 ○乾電池の+極と豆電球、-極を導線で輪のようにつないだら明りがついたぞ。	2～3 「じゃあ、どんなつなぎ方をしたらつくなかな？」 (評) 自分や友達の実験の予想と実験の結果からワークシートに書き込み、回路について理解することができる。 ワークシートは回路が複数書けるものを準備する。
	4 結果について全体で話し合い、各自で考察する。 ○輪の一部に身の回りの物をつなげてあかりはつくのかな	
まとめ	6 本時の学習をまとめる。	実験結果をまとめ、理解を深めさせる。 (評) 実験の結果を自分なりに考え自分の言葉でまとめることができる。

表4 学習指導案に記述された児童の反応数

レベル1		レベル2		レベル3		レベル4	
1回目	2回目	1回目	2回目	1回目	2回目	1回目	2回目
45	43	30	66	25	77	0	5

表5 2回目学習指導案(6年 もの燃え方)

導入	学習活動 ※予想される反応	○教師の支援 △評価 □ 教師の声かけ
	1 前回の振り返りをする。 2 学習のめあてを確認する。 物を燃やす前と燃やした後の気体はどう変化するのだろうか。	○活動に必要な道具を準備しておく。 ○前回の授業で実験した結果をしっかりと思い出させる。
	●石灰水を使い導入を行う ①集気びんに1～2分目まで石灰水を入れる。 ②火のついたろうそくを集気びんにいれ、蓋をする。 ③ろうそくの火が消えたら、ろうそくを取り出して、再度蓋をし、集気びんを振り、石灰水の変化を調べる。 ※石灰水は二酸化炭素で反応して白くにごるんやで! 3 実験をするときの注意事項 4 実験道具の用意	○石灰水を使うとどの気体でどんな反応を起こすかを思い出させる。 (5年次で導入済み) □ そうだね、ちゃんと習ったこと使えたね。 ○実験をスムーズに行えるように気体検知管を机の上に用意しておく。 ○気体検知管をもって行く際や使用する際に割れやすいものであることや使用方法を間違えると危険であることを助言する。

展開	5 実験をする。 ●気体検知管を使う場合 ①集気びんの中の気体の割合を気体検知管で調べる。 (先生) ②火のついたろうそくを集気びんに入れ火が消えたら取り出して蓋をする。 ③火が消えた後の集気びんの気体の割合を、気体検知管を使ってしらべる。 レベル1 ※気体検知管で計ったら二酸化炭素が増えた。酸素は減っていたよ ※石灰水が白く濁ったことは集気びんの中に二酸化炭素が発生したんだね! ※火も消えた。 レベル2 ※物を燃やしたから二酸化炭素が増え白く濁ったんだね。 レベル3 ※二酸化炭素が増えたということは物が燃えたということ、だから物が燃えるということは酸素が使われているということだから酸素が減ったんだね レベル4 ※集気ビンの中でろうそくを燃やし続けたら酸素が使われて二酸化炭素が発生して酸素がなくなったら火は消えちゃうってことだね! てことは燃やし続けるにはどうしたらいいのかな?	○実験道具の扱い方を助言する レベル1→2 □ どうして二酸化炭素が発生したのかな? レベル2→3 □ ほかの気体はどうなったのかな? レベル3→4 □ じゃあ、燃えるためにはなにが必要? なのかな? △各実験の比較し結果を推論することができる。 △物の燃焼と空気の関係について、自ら行った実験の結果と予想や仮説を照らし合わせて推論し、自分の考えを絵や図、文でワークシートに表現することができる。 △実験の意味を理解し、実験に使用する道具などを正しく使用することができる。 △積極的に実験に参加しようとする。 ○検知管の先端を折ると先がとがり危険なので必ずカバーゴムを使用するように助言する。
	6 結果を整理し、考察する。 ・各班で考察したことを発表し合い整理する。 7 次回の予告	△実験で得た結果を元に考察し文で表したり進んで発表することができる。 ・実験結果をまとめ理解を深める。 ○次回も実験するので、実験にふさわしい格好で来るように助言する。
	まとめ	

表6 事前単元構成(6年 もの燃え方)

次(時間)	学習内容(時数)	○目標
第一次(3)	○導入 ・空気中の気体について考える。(1)	○穴が開いている場所によって、割りばしの燃え方が変わることが分かる。また、燃え続けるためには空気が入れ替わる必要があることが分かる。

第二次 (3)	・物を燃やす働きのある気体について予想し、実験する	○酸素は物を激しく燃やす働きがあるが、二酸化炭素と窒素は物を燃やす働きがないことが分かる。
第三次 (3)	・物が燃える前と後の空気の変化を確かめる。(1) ・物を燃やし続けるにはどうしたらいいのだろうか。(2)	○物を燃やすと、酸素が減り、二酸化炭素が増えることから、物が燃えるには酸素が使われていることが分かる。
第四次 (2)	○発展物が燃えることと環境とのかかわりを考えることができる。(2)	○地球温暖化などの身近な環境問題について考える。

表7 事後単元構成 (6年 もの燃え方)

次	学習内容(時数)	○目標 △評価
第一次 ③	○導入 ・空気中の気体()について考える。(1) ・穴をあけたペットボトルの中で割り箸を燃やす方法を考える。 ・物が燃えるとき何が関係しているかを考える。(2)	○空気中には、窒素・酸素・二酸化炭素がどれくらいの割合で含まれているか分かる。 ○穴が開いている場所によって、割りばしの燃え方が変わることが分かる。また、燃え続けるためには空気が入れ替わる必要があることが分かる。 △物が燃え続けるためには、空気が入れ替わることが必要であることを理解し表現することができる。 △物の燃焼の仕組みについて予想や仮説を持ち表現することができる。
第二次 ③	・物を燃やす働きのある気体について予想する。(1) ・物を燃やす働きのある気体について確かめる。(2)	○酸素は物を激しく燃やす働きがあるが、二酸化炭素と窒素は物を燃やす働きがないことが分かる。 △物の燃焼と空気の入れ替わりを関係付けながら物の燃焼の仕組みについて考えを持ち表現することができる。 △酸素には物を燃やす働きがあり、窒素や二酸化炭素には働きがないことを理解し表現することができる。

第三次 ③	・物が燃える前と後の空気の変化を確かめる。本時(1) ・物を燃やし続けるにはどうしたらいいのだろうか。(2)	○物を燃やすと、酸素が減り、二酸化炭素が増えることから、物が燃えるには酸素が使われていることが分かる。 △気体検知管や石灰水などを適切に使って安全に実験することができる。 △物の燃焼と空気の変化について、自ら行った実験の結果と予想を照らし合わせて推論することができる。 △植物体が燃えるときには、空気中の酸素が使われて二酸化炭素ができることを理解し表現することができる。 △物を燃やす前と燃やした後の空気の変化についてモデル化して表すことができる。
第四次 ②	○発展物が燃えることと環境とのかかわりを考えることができる。(2)	○地球温暖化などの身近な環境問題について考える。 △物の燃焼の仕組みを適用し、身の回りの現象を見直そうとしている。

5 分析および考察

Shulman, L.S. (1987) は教材についての知識 (content knowledge), 教授方法についての知識 (general pedagogical knowledge), カリキュラムについての知識 (curriculum knowledge), 内容と教授方法についての知識 (Pedagogical Content knowledge), 学習者と学習者特性についての知識 (knowledge of learners and their characteristics), 教育的文脈についての知識 (knowledge of educational contexts), 教育的目標・価値とそれらの哲学的・歴史的根拠についての知識 (knowledge of educational ends, purposes, and values, and their philosophical and historical grounds), の7つのカテゴリを提唱し、内容と教授方法についての知識を特に強調している。そこで、考察では、教材内容、教授方法、学習者に関する知識の変容について考察する。

①教材内容に関する知識について、

教材についての知識は、本時の目標、教材への理解の深まりについて1回目と2回目の授業に出現した教材に関する知識の記述を比較した。さらに模擬授業を行った班への聞き取りを行い、事前、事後の取り組みに対する考察を収集、分析した。

表8 学習指導案に記述された教材内容数

	1回目	2回目
1班	5	8
2班	6	11
3班	4	10
4班	5	9
5班	4	8
6班	5	8
7班	2	10
8班	3	7
計	31	71

表8に示すように1回目は8班の合計が31記述であるが、2回目は71回出現している。学生の事後考察には「教師が教材内容を理解しておかないと、マトリクスに記述すべき児童の反応を想定することが難しい。」「教材内容を理解させるには、教科書の知識以上の知識が必要であることがわかった。」といった教材の内容への意識が高まった記述が多くあり、理科の教科内容理解の不足を実感したと述べている。学生は2回目の改善学習指導案では、内容理解を深めるため、教科書、参考書、Web情報を活用して、学習内容をより多く盛り込むようになった。さらに、資料1、2に示す様に、評価マトリクスの「本時の目標レベル」の記述が、1回目は、「持った感じと量った重さを整理して認識でき形が変わっても重さが変わらないと説明できる段階」であったが、2回目は、「実感をもとに様々な物を、上皿てんびんで計測して数値化し、形が変わっても物の重さに変化がないことを比較してまとめることができる段階。」としている。想定する児童の反応では、1回目は「手で持った感じから重さは変わると予想した。形を変えた粘土ともの形の粘土を上皿てんびんに置くと水平になった。このことから物は形が変わっても重さは変わらないことがわかった。」であったが、2回目には、「丸めた粘土と伸ばした粘土が同じ重さだった。他の人も僕と同じ結果だった。アルミ箔でも一枚のものと同切ったものの重さは同じだったから形は重さに関係がないことがわかったよ。」と、複数想定しており、内容は粘土とアルミ箔の実験を踏まえて、具体的な様子になっている。このように、評価マトリクスを作成して模擬授業を行うことにより、児童の反応を想定した、緻密な展開に変容させた。以上のことから評価マトリクスを作成して模擬授業を行くことによって理科授業の評価を教材内容面からとらえられるようになったと考えられる。

②教授方法に関する知識について

教授方法についての知識は、単元構成、問題解決の過程について1回目と2回目の授業に出現した問題解決の場面数、2回目授業前・後の学習指導案に記述した単元構成を比較し、教授方法に関する知識の変容を分析した。さらに模擬授業を行った班への聞き取りを行い、事前、事後の取り組みに対する考察を収集した。

表9 学習指導案に記述された問題解決場面

	1回目	2回目
1班	3	3
2班	5	5
3班	4	5
4班	3	3
5班	4	5
6班	4	5
7班	3	3
8班	3	3
平均	3.6	4

表9に示すよう1回目、2回目とも導入、展開、まとめの3場面と区分しており、問題解決の5場面を想定して記述したのは4班に留まり、評価マトリクスを用いた学習指導案立案では問題解決型学習の知識を定着させることはできなかった。単元構成の変容については、表6、表7に示したように、事前の単元構成では、1次から4次を、3時間、3時間、4時間、2時間と計画し、複数時間の学習計画をひとまとまりとして構成しているが、事後の学習指導案に記述した単元構成では、各時間後との目標と内容を1時間分の学習を想定して記述している。これは、マトリクスが、本時1時間分の評価に用いることを理解したからである。6年生「ものの燃え方」の単元においては、物を燃やし、植物体が燃えるときには、空気中の酸素が使われて二酸化炭素ができることを理解させることを目標としている。そのため、物や空気の変化を調べ、燃焼の仕組みについての考えをもつことができるようにするという指導過程をとる。目標は、学習指導要領では、1文で示されているため、下位目標をどのように設定してよいかわからない1回目では、ひとくくりに、「物が燃える前と後の空気の変化を確かめる(3時間)」と記述している。しかしマトリクスを用いて、模擬授業を行った後では、「本時の目標」を設定し、授業評価を考える方法では、表8に示したように「物を燃やす働きのある気体について予想する(1時間)」「物を燃やし続けるにはどうしたらいいのだろうか。(2時

間)」「物が燃える前と後の空気の変化を確かめる(1時間)」のように、きめ細かく学習過程を想定することができるようになり、マトリクスの有効性が示唆された。

③学習者に関する知識について

学習者についての知識は、想定した児童の反応数と質について検討した。また、模擬授業を行った班への聞き取りを行い、事前、事後の取り組みに対する考察を収集した(資料1, 資料2)。

資料1および資料2はともに模擬授業前・後の学習指導案に記述されたものである。模擬授業前では、レベルに対応した学習者の反応を想定できず、レベル1では「天秤が水平になっているよ。手で持った感じは同じ重さを感じるよ。」レベル2では「大きい方が重くて小さい方が軽いよ。小さいのを2つもつと大きいと同じくらいだよ。」レベル3で「物は形が変わっても重さは変わらないよ。」と、目標とすべき知識について記述している。しかし、模擬授業後には、レベル1で、「大きい方が重くて小さい方が軽いよ。小さいのを2つもつと大きいと同じくらいだよ。」レベル2では「僕のは、丸めた粘土と伸ばした粘土は同じ重さだったよ。もともとは同じ形で同じ重さだったからな。」レベル3では「丸めた粘土と伸ばした粘土が同じ重さだったよ。他の人も僕と同じ結果だったよ。アルミ箔でも一枚のものと同切ったものの重さは同じだったから形は重さに関係がないことがわかったよ。」のように学習者をイメージしてより具体的な記述に変容している。学生は、「模擬授業の際、具体的な児童の反応を想定し、1時間ごとの目標を想定して、単元全体を見通し、身につけるべき知識や、資質・能力が見られる言動について実感を伴って理解できたからである」と述べている。模擬授業では、教師役が作成した学習指導案を児童役が、観察実習やVTRでみた児童の反応を思い出しながら役割を果たした。その過程で児童の考えや反応を具体的にイメージすることが出来たという。

また、1回目と2回目のレベル別児童の反応数の記

述数を表4に示した。レベル1では、1回目2回目とも45程度で差はなかったが、レベル2では、30が66に、レベル3では25が77に増加している。さらにレベル4は0が5になっている。これは、模擬授業の授業イメージが希薄なことに起因すると考えられる。学生は、学習者の反応を引き出して理解度を測ったり、話し合わせたりするイメージが持てず、教師役の学生は長時間の説明

をして、「分かりましたか。」と念を押すという授業になってしまったのである。その後のディスカッションで、「模擬授業をやってみて分かりました。」「学習者に本時の内容を理解させるためには何をすれば良いかを考える必要があります。」と話し合わせ、改善案を作成した。改善案は個別で作成させたことが効果的であったと考えられる。

5. 考察と今後の課題

本研究では、マトリクスを用いて学習指導案を立案した後に模擬授業を行い、結果を基に教員志望学生の熟達レベルを調査した。学生は成人への熟達初期段階ととらえると、生成的ライフサイクルモデル(Yamada, 2002)

のそれぞれの時間的ステージ(高校生, 大学生, 教師)での熟達サイクルのうち、「私の実が出てくる段階」と「摘み取られず残っている段階」の間に大学生の発達位置すると考えた。金沢(2015)は、教員志望の学生の理科の科目履修レディネスは理科学習指導案作成の熟達に影響を及ぼさないという結果を得たが、上記の研究において、模擬授業の熟達は成人の熟達サイクルにおける大学生の熟達サイクルに位置することが示唆された。

しかし、模擬授業後の聞き取り調査で、教師役生の説明的発話が長く、「もっと早く実験をさせて欲しい。」という意見が多く見られた。学習指導案には、「明かりはどうやってつけなければいいでしょう。」と、発問する計画になっているが、「このソケットと、乾電池を用いてつけてみてください」と言った後、「電池ホルダーを使うとうまくいくよ。」とか、「ソケットを外して試したい人ははずしてもいいです。」「はずす場合はどこに導線をつけたらいいか考えてください。」「導線の先の方はビニールがかかっていないでしょう。それはね・・・」と、徐々に説明しており、児童役の学生は「点いた」「点かない」と発言する余地しか残されなかった。このことから、授業設計・評価マトリクスは、学習指導案を立案するには有効であったが、教師の発話の質を改善する効果は検討されていないことが明らかになった。

現職教員の熟達過程においても、教師の的確で、洗練された発話が必要であることが秋田(1992)等の研究で明らかである。今後は、さらに模擬授業を繰り返しながら教師役学生が、児童の反応を引き出すためには、どのような発話があるかを検討したい。

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
- Bruner, . (1999). Acts of meaning. Cambridge, MA : Harvard University Press.)
- 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.), New York, 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. A. H. Stevenson, & K. hakuta (Eds.) *Child development and education in Japan*, 262-272, New York, NY: Freeman.
- 波多野諠余夫 (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.
- Josselson, R. & Lieblich, A. (Eds.). (1993) *The narrative study of lives*. Thousand Oaks, CA : Sage.
- 金沢緑 (2014a) 「小学校理科における熟達化支援ツールの開発」『広島大学大学院教育学研究科紀要第一部』第 63 号 19-28
- 金沢緑 (2014b) 「小学校理科学習指導案作成ツール “授業設計・評価マトリクス” の開発」『日本教科教育学会誌』第 37 巻 第 3 号 61-69
- 金沢緑 (2015) 「「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
- Levinson, DJ. (1978) *The seasons of man's life*, New York : Knoph.)
- 文部科学省 (2008) 『小学校学修指導要領解説 理科編』, 6 月, 13.
- 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』第 18 号, 75-114.
- Piaget, J. (1936) *La naissance de L'intelligence chez l'enfant*. Neuchatel : Delachux & Niestle.
- Piaget, J. (1937) *La construction du reel chez l'enfant*. Neuchatel : Delachux & Niestle.
- Piaget, J. (1945) *La formation du symbole chez l'enfant*. Neuchatel : Delachux & Niestle.
- 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』Vol. 50 (2), 51-67
- 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.
- Shulman, L.S. (1987), *Knowledge and teaching: Foundation of the new reform*, Harvard Educational Review, V5Z 1, 1 – 22.
- Sugiman, T., Gergen, K. J., Wagner, W., & Yamada, Y. (Eds.). (2007 .) *Meaning in action : Constructions, narratives, and representations*. Tokyo : Springer.
- 杉本大一郎 (2002). 宇宙や星はなぜ進化するか：時間の流れと構造の形成. 広中平祐・金子努・井上慎一 (編), 時間と時：今日を豊かにするために, 202 – 215. 東京：学会出版センター.
- やまだようこ (2010). 時間の流れは不可逆のか? : ビジュアル・ナラティブ「人生のイメージ地図」にみる, 前進する, 循環する, 居るイメージ. 質的心理学研究, 9, 43-65
- 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.

資料1 1回目評価マトリクス

	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4
3年 基準	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ながら追究する段階
本時の目標レベル	見た目や、手に持った重さにより重さの違いを認識し、形が変わっても重さが変わらないという比較はできない段階.	計って重さを認識することはできるが、見た目や持った感じとの関係を誠意することができない段階.	持った感じと量った重さを整理して認識でき形が変わっても重さが変わらないと説明できる段階	実感をもとに粘土以外の物でも形が変わっても重さが変わらないという子に気づき次の段階である体積との関係にも気づくような段階.
児童の反応	天秤が水平になっているよ. 手で持った感じ同じ重さに感じるよ.	物は形が変わっても重さは変わらないよ.	手で持った感じから重さは変わると予想したので、形を変えた粘土もとの形の粘土を上皿てんびんに置くと水平になった.このことから物は形が変わっても重さは変わらないことがわかった.	粘土以外のものでも形を変えたと重さは変わらないのかな.

資料2 2回目評価マトリクス

	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4
3年基準	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.	得られた情報を比較できるが、整理が不十分な段階.	課題に即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ながら追求する段階.
本時の目標レベル	実感をもとに、どちらの物がどれくらい重いかの認識はできるが、形が変わっても重さが変わらないという比較はできない段階.	形が変わっても物の重さに変化がないことの比較はできるが、他の子から得た情報を自分の情報と比較できない.	実感をもとに様々な物を上皿てんびんを使って数値化し、形が変わっても物の重さに変化がないことが比較して、まとめることができる段階.	実感をもとに粘土以外の物でも形が変わっても重さが変わらないという子に気づき次の段階である体積との関係にも気づくような段階.
想定される児童の反応	大きい方が重くて小さい方が軽いよ. 小さいのを2つもつと大きいと同じくらいだよ.	僕のは丸めた粘土と伸ばした粘土は同じ重さだったよ. もともとは同じ形で同じ重さだったからな.	丸めた粘土と伸ばした粘土が同じ重さだったよ. 他の人も僕と同じ結果だったよ. アルミ箔でも一枚のものと切ったものの重さは同じだったから形は重さに関係がないことがわかったよ.	粘土やアルミ箔では形が同じでも違っていても重さは同じだったけど、同じ大きさの鉄球とスーパースポーツボールは全然重さが違うよ. 大きさや形だけが重さを決めているのではないのかもしれないな.