

小学校理科における教師の熟達化支援ツールが 学習指導案作成に及ぼす影響

—小学校教員志望学生の理科授業において—

金沢 緑
関西福祉大学発達教育学部

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」が教員志望学生の学習指導案作成への有効性を検証することである。開発したマトリクスは、小学校理科における緻密な学習指導案の作成の基盤となるツールであり、設計マトリクス（能力×学習場面）と、評価マトリクス（能力×評価基準）という2つのマトリクスで構成した。教師は、マトリクス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ることになる。本研究では、授業設計・評価マトリクスを作成する段階に於いて、児童の反応を緻密に想定することが出来るようになるが否かを検討する。授業は、授業設計と評価を学習指導案という計画書を作成して、それに基づき行うものである。授業という実践的な問題解決が、場面や時間、具体的な教科内容児童理解という、その場の状況に埋め込まれ、相互に作用しているというイメージを構築させるため、本マトリクスを用いた。マトリクスを用いると、学生は授業イメージを持ちやすくなり、目標に準拠した評価を考えながら学習指導案を作成することができるようになった。このことから、授業設計・評価マトリクスは、教員志望学生の学習指導案を緻密にする効果が明らかになった。

【キーワード】 教員志望学生 学習指導案 小学校理科, 授業イメージ

1 問題の背景と目的

科学技術振興機構理科教育支援センター(2009)の調査によれば、小学校教員の半数以上が理科の指導に苦手意識を持っており、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。このような状況は以前から問題視されており、北村(1982)は、指導に自信が持てない、自然から学ぶことができないという問題点をあげ、学校での指導および教員養成課程での指導の改善が必要であると述べている。また、三崎(2003)は現職教師の理科授業を分析し、授業改善が必要であると述べているが、教員養成の段階でどのような指導が適切であるかまでは述べられていない。

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、齋藤らは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の研究にまでは至っていない。金沢(2014)は、教師の熟達化促進という点から1時間の授業設計を学習者中心にするツールを開発した。

Hatano & Inagaki(1986)は、定型的熟達者は、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、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。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)を行う必要がある。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初心教員にも容易に書くことが出

来するようにする手立てが必要である。しかし、波多野らの研究は「授業」について述べられたものであり、理科授業について検討されていない。

Hatano & Inagaki (1986) が、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た。しかし、このツールが教員志望の大学生の学習指導案作成に及ぼす影響、教師の適応的熟達化に及ぼす影響についての実証的研究には至っていない。

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、開発した評価マトリクスを用いれば、学習指導に必要な、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すれば、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、提示している評価基準に基づいており、Soloway 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。そこで、開発した評価マトリクスを用いて、理科の複数の単元で学習指導を作成して理科の学習指導案を書いたことがない大学生への効果を検討する。

理科授業において、教師による質問・生徒の回答・教師による説明が授業の 48% を占めていたという研究がある (Bellack et al. 1966)。この授業スタイルでは、教師と、代表して発言する何人かの児童との知識伝達・確認によって進められるため、個々の児童の学びが十分ではないという問題点が指摘されている。この問題を解決するためには、教師が児童の学習の進捗度を把握し、個に応じ

た指導を行うことが涵養である。本研究では、学習指導のイメージを持つことができない学生に、教師がどの場面でどのように指導し、評価をするかといった、授業イメージを促進する効果、および教員志望の大学生が単元の指導過程を設計することができるようになる効果があると考えられる。

3 研究の計画と方法

本研究では、波多野 (2000) の適応的熟達化のプロセスを参考に、熟達化ツールを開発した。このツールを用いて、前述の目的を達成するために、教員志望の学生 31 名を対象に、事前アンケートにより、自分の受けてきた理科授業、理科の授業イメージ、教師イメージ、理科の指導に対する意識について調査する。マトリクス導入の効果を測定するため、学習指導案において、①単元目標が学習者中心の記述となっているか、②単元の学習過程において授業をイメージして時数を決定し、適切な目標を記述しているか、③本時の目標は評価可能な記述になっているか、またその記述は学ぶべき知識を踏まえているか、評価においては、④想定される学習者の反応の記述になっているか、またそのレベルは適当であるかの 4 点についてについて検討する。

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。また、これら 2 点に加えて、評価の視点が必要となる。そこで、本研究ではこれら 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、授業のどの場面で行う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。

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）

| 学習場面 能力 | 課題把握 | 仮説設定 | 実験観察 | 結果交流 | 考察 |
|------------|------|------|------|------|----|
| 比較 (3年) | | | | | |
| 関係付け (4年) | | | | | |
| 条件制御 (5年) | | | | | |
| 推論 (6年) | | | | | |

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。

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の基準を記載 | | | |
| | 各レベルにおいて想定する児童の発話を記入 | | | |

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 | 諸感覚により情緒を得るのみで、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 | 新たな課題を見出し比較しながら追究する段階 |
| 関係付け | 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 | 新たな課題を見出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 | 新たな課題を見出し、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 |

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察する効果を期待した。

また、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。具体的には、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、観察・実験場面ではレベル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。

2) 実施対象者及び内容

教員志望の大学2年生で、理科指導法を履修している男子16名、女子15名、計31名が7班に分かれて実施した。理科が得意と解答した学生は0名ですべての学生が理科は苦手と回答した。

学習指導案を作成した単元は、3年生「風やゴムのはたらき」「電気の通り道」「光の性質」「磁石の性質」

「ものと重さ」「身近な自然の観察」4年生「電気のはたらき」「空気と水の性質」「金属、水、空気と温度」「人の体のつくりと運動」「月と星」5年生「ものの溶け方」6年生「燃焼のしくみ」「水溶液の性質」「月と太陽」である。

3) 内容

全員に理科のマトリクスの構造、使用法、想定する学習者の反応について講義を行った。授業はまず、事前学習としてマトリクスを作成した後、学習指導案を作成して発表し、ディスカッションを行う。事後は改善案を作成し、次時に発表する。次に模擬授業を行って、マトリクスと学習指導案が適切であったか否かを検討する。事後は、改善案を作成し、次時に発表する。本研究では、1回目（講義6回目）と2回目（講義14回目）について、以下の4点を検討した。①単元の学習過程において授業をイメージして時数を決定し、適切な目標を記述しているか、②本時の目標は評価可能な記述になっているか、またその記述は学ぶべき知識を踏まえているか、③本時の目標が学習者中心の記述となっているか、評価においては、④想定される学習者の反応の記述になっているか、またそのレベルは適切であるかである。評価については、マトリクスの内容が学習者をイメージして記述しているか、そのレベルは適切であるかについて検討した。また、1回目と2回目の調査の際には教師の資質・能力について記述させた。

4 結果と考察

1) 単元の学習過程における目標設定の比較

単元の目標における学習者中心の記述、単元の学習過程における授業イメージ、本時の目標における評価の記述、評価マトリクスに記述された、想定される児童の反応の記述とそのレベルを、授業の6回目、14回目で比較し、それぞれ、1回目2回目として分析した。レベルの判定は、現職教師2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。その結果を表4～表12に示す。

表4 評価の記述およびレベルの比較

| | ①単元の学習過程 | ②本時の目標 | ③学習者中心記述 | ④反応レベル想定 |
|-----|----------|---------|----------|----------|
| 1回目 | 8 (26) | 8 (26) | 5 (16) | 4 (13) |
| 1回目 | 23 (73) | 23 (73) | 26 (84) | 27 (87) |
| 2回目 | 27 (87) | 25 (81) | 31 (100) | 25 (81) |
| 2回目 | 4 (13) | 6 (19) | 0 (0) | 6 (19) |

(括弧内は割合)

表5に示す様に、学生は1回目の調査で、①の、目標設定で、学習指導要領に書かれている内容以外には教師の役割を考えられず、73%～87%の学生が「理解させる」、「知る」、「分かる」と、教師の立場で記述している。しかし、2回目になると、80%以上の学生が、「考えを持つことができる」「記録している」「調べてようとしている」「表現する」といった、目標達成した児童の姿で記述する効果が見られた。また、単元目標が学習者中心の記述になっている例として、1回目には、「水や空気は温められると温度が上がることを理解させる」、「金属と水を温めたとき、温まり方が違うことが分かる」「水は冷やすと氷になることを知る」「空気は暖めると上に上がって行くことが分かる」など、学習指導要領に書かれている、指導すべき内容を理解させることが指導であると考えていた。しかし、2回目には、「金属、水、空気を温めたとき、物質によって温まり方が違うことを、温度との関係で整理し、述べるができる」といった4年生で育成すべき、「関連づける」能力育成の目標を書く効果が見られた。

2回目においては、単元の目標を学習者中心の記述にできる学生数が、1回目には26%であったが、87%に増加している。さらに、目標の記述が質的にも深まっているといえる。このように、単元の学習過程だけでなく、本時の目標設定やマトリクスへの記述、想定した児童の反応の記述から、学生の意識の変革を読み取ることができる。

表5 単元の目標の記述の比較

| | 本時の目標 (例) |
|-----|---|
| 1回目 | <ul style="list-style-type: none"> ・物を燃やすと、空気中の酸素が使われ、二酸化炭素が出来ることを理解する。 ・身の周りの生物を調べ、色、形、大きさなどが違っていることを知ることができる。 |
| 2回目 | <ul style="list-style-type: none"> ・燃やす前と燃やした後の空気の組成を調べ、もとの空気との違いを表現することができる。 ・学校の花壇や校庭の植物に集まる虫を調べ、同じ種類の虫は特徴が同じであることに気づき表現することができる。 |

表6 1回目本時の学習過程

| 物を燃やすと、空気中の酸素が使われ、二酸化炭素ができることを理解する。 | | |
|-------------------------------------|---|----------------|
| | 学習活動 | 留意点 |
| 導入 | 本時の目標を確認する | 安全に気をつける |
| | 物を燃やすとどうなるか考えよう | |
| 展開 | 実験 ろうそくを広口瓶の中で燃やして見る 消えた後、石灰水で調べる | 白く濁ったら二酸化炭素がある |
| | まとめ ノートに書いてまとめる | |
| まとめ | | |

2) 本時の目標の記述

表7 本時の目標記述の比較

| | 単元の目標 (例) |
|-----|--|
| 1回目 | <p>「水や空気は温められると温度が上がることを理解させる。」</p> <p>「金属と水を温めたとき、温まり方が違うことが分かる」</p> <p>「水は冷やすと氷になることを知る」</p> <p>「空気は暖めると上に上がって行くことが分かる」</p> |
| 2回目 | <p>「金属、水及び空気を温めたり冷やしたりして、それらの変化の様子を調べ、金属、水及び空気の性質についての考えをもつことができる。」</p> <p>「乾電池に豆電球をつないだり、回路に物を入れたりしたときの現象に興味・関心をもち、進んで電気の回路を調べようとしている。」</p> <p>「豆電球が点灯するときとしないときや、回路の一部にいろいろな物を入れたときを比較して、それらを考察し、自分の考えを表現している」</p> <p>「乾電池と豆電球を使って回路をつくったり、ものづくりをしたりしている。」</p> <p>「回路の一部にいろいろな物を入れて、豆電球が点灯するときとしないときの違いを調べ、その過程や結果を記録している」</p> <p>「電気を通すつなぎ方と通さないつなぎ方があることを理解している。」</p> <p>「金属、水、空気を温めたとき、物質によって温まり方が違うことを、温度との関係で整理し、述べるができる」</p> |

1回目本時の学習指導案(表6)は、本時の目標を「物を燃やすと空気中の酸素が使われ、二酸化炭素ができることを理解する。」「身の周りの生物を調べ、色、形、大きさなどが違っていることを知ることができる。」など、学習指導要領の目標をそのまま記述していた。また、1回目の本時の学習指導過程では、教師の活動を以下の3点しか考える事が出来なかった。「物を燃やすと酸素が使われます。」「物を燃やした後は二酸化炭素ができます。二酸化炭素が出来ることを石灰水で確かめましょう。」「ノートにまとめてください。」であった。学

生の、授業イメージを、目標を達成するためのものとし、教師が知識を教えるというものであった。児童イメージは、教師の言う通り実験を行い、習ったことをノートに書きまとめるというものであった。

表9 2回目の評価マトリクス

表8 1回目の評価マトリクス

| | レベル1 | レベル2 | レベル3 | レベル4 |
|-------|---------------------------------|-------------------------|----------------------------------|--|
| 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 |
| 児童の反応 | 燃えた燃えた | 燃えたらどうなるのかな | 石灰水を入れて白く濁ったら二酸化炭素ができてることがわかるんだね | 他のものを燃やしてみよう |

表7に示した1回目の本時の目標記述の比較と、表8の1回目評価マトリクスを見ると、レベル1と想定した児童の反応が「燃えた、燃えた」レベル2が「燃えたらどうなるのかな」といった、単なる感想程度の反応しか想定していない。

これは、Hatano & Inagaki (1986) がのべる、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、という学習指導の手順を理解していないことに起因することが明らかになった。そこで、このプロセスの復習を促し2回目を行わせた。

2回目には、あらかじめ、単元の学習計画を作成して、評価マトリクスと、本時の学習過程を作成させた。

| | レベル1 | レベル2 | レベル3 | レベル4 |
|-------|---------------------------------|-------------------------|------------------------------|---|
| 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 |
| 児童の反応 | 検でた酸素え 体管つ二炭増 気知計ら化がた。 | 石が濁ると気の二炭発たね | 水くたこ集んに化がした 灰白ってのはび中酸素生ん！ | 燃と中素わ二炭発る！らび中酸素えん 物をす酸酸使て化がすだか気の二炭増たね！ 物や空のがれ酸素生んだ集んの化がてたね！ |

学生は、上記 (a) (b) (c) を確認しながら、表9.10に示すような評価マトリクスと、本時の学習過程を立案した。

表 11 修正指導案

表 10 本時の学習過程 (2 回目)

| 燃やす前と燃やした後の空気の組成を調べ表現することができる | |
|---|--|
| 学習活動と児童の反応 | 留意点 |
| 1 前回の振り返りをする。 2 学習のめあてを確認する。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> 燃やした前と後の空気はどう変化するのだろうか </div> ●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。 3 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。 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。 | ○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) ○実験道具の扱い方を助言する |

表 10 の本時の学習過程は、1 回目比べて具体的に、緻密になっており、授業における教師イメージができたと考えられるが、児童の反応がどこで出現するかは書き込んでおらず、授業における児童イメージができていないと考えられた。

そこで、評価マトリクスにおいて想定した児童の反応が、本時の学習過程のどの部分に出現するかについて考察させて完成したのが、表 11 の修正指導案である。

| 燃やす前と燃やした後の空気の組成を調べ表現することができる | | |
|-------------------------------|---|--|
| | 学習活動と児童の反応 | 留意点 |
| 導入 | 1 前回の振り返りをする。 2 学習のめあてを確認する。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> 燃やした前と後の空気はどう変化するのだろうか </div> ●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！ 3 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。 | ○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) ○実験道具の扱い方を助言する |
| 展開 | 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！ ※火も消えたよ。 レベル 2 | ○実験道具の扱い方を助言する 各実験の比較し結果を推論することができる。 △物の燃 |
| まとめ | | |

| | |
|---|---|
| <p>※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</p> <p>※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、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。</p> <p>4 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。</p> <p>5 次回の予告</p> | <p>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。</p> |
|---|---|

修正指導案においては、想定した児童の反応のレベルも考案されており、教師イメージおよび、児童イメージともに持つことができたと考えられる。

以上のことから、理科に対する苦手意識を持つ教員志望学生において、単元の学習計画を作成して、評価マトリクスと、本時の学習過程を作成させる。次に、授業作りの基礎を確認しながら、評価マトリクスを作成し、教師イメージと児童イメージを確立した後に本時の学習過程を立案するという手順が効果的であることが明らかになった。授業作りの基礎知識、想定する児童の反応と児童レベルを適切に判断するためには、評価マトリクスが有効であったと考えられる。

5. 考察と今後の課題

1) マトリクスの有効性

本研究では、授業設計・評価マトリクスを作成する段階に於いて、児童の反応を緻密に想定することが出来るようになるが否かを検討することを目的とした。そのために、理科授業の経験のない31名の教員志望大学2年生を対象に、評価マトリクスを作成させ、学習指導に必要な、児童の反応を想定して評価項目を作成する過程で、授業イメージを持つことができるか否かを検討した。

マトリクス導入の効果を測定するため、①単元の学習過程において授業をイメージして時数を決定し、適切な目標を記述しているか、②本時の目標は評価可能な記述になっているか、またその記述は学ぶべき知識を踏まえているか、③本時の目標が学習者中心の記述となっているか、評価においては、④想定される学習者の反応の記述になっているか、またそのレベルは適当であるかを検討した。評価については、マトリクスの内容が学習者をイメージして記述しているか、そのレベルは適切であるかについて検討した。

まず、単元の学習過程において、適切な目標を定め記述する効果については、当該授業だけでなく、既習学習と事後学習にどのような授業を行うか、単元の目標を適切に定めるためには、いくつかの下位項目が必要かをイメージするのに効果的であったと考えられる。それによって必要な時間数が認識され、単元全体の学習活動と、本時の学習の位置づけが明らかになった。

次に評価マトリクスを作成する事で、本時の目標は児童がどのような知識を得て、どのように反応するのかをイメージするには、単元内容を加味した評価可能項目となっていることが明らかになった。また、評価マトリクスを、想定する児童の反応として児童の言葉で記述するため、1回目のような教師中心の学習指導案ではなく、学習者中心の指導案になったと考えられる。さらに、想定される児童の反応レベルが適切であるか否かは、基準のマトリクスに照らして検討できるため、学習内容に逸脱や過不足なく指導案を立案することができたと考えられる。

学生は、1回目の調査では、学習指導要領に書かれている目標内容を大まかに捉え、書かれている内容の下位目標を考える事は難しかった。しかし、基準のマトリクスを参考にして、評価マトリクスを自作する過程で、単元目標を達成するためには、下位目標をいくつも達成する必要があることに気づき、適切な時間配分を行うことができたといえる。1時間分の授業では、実験を含め1つの目標を確実に達成することが必要で有り、その1時間分が本時であるという関係性に気がついたのである。

すなわち、授業は、授業設計と評価を学習指導案という計画書を作成して、それに基づき行うもの

であるから、授業という実践的な問題解決が、場面や時間、具体的な教科内容と児童理解という、その場の状況に埋め込まれ、相互に作用しているという教師イメージと児童イメージを構築させるのに有効であった。マトリクスを用いることにより、学生は授業イメージを持ちやすくなり、目標に準拠した評価を考えながら学習指導案を作成する効果が見られた。このことから、授業設計・評価マトリクスは、教員志望学生の学習指導案を緻密にする効果が明らかになった。

2) 教員志望学生の熟達化の質に関する課題

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求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) が述べるような学習者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。しかし、本研究における調査では、教員志望学生が対象であるため、学習指導案を緻密にし、授業イメージを持つことができることへの検討に留まった。また、授業設計段階における初心者から定型的熟達者へと向上した効果は見られたものの、実際の授業場面で、この変化を捉えることはできていない。

そこで、今後は、実習授業に、授業設計・評価マトリクスを導入することによって教員志望の学生の熟達がどのようになされるのかを縦断的に検討する必要がある。マトリクスを用いることによる、授業イメージの獲得、授業設計、授業評価を学習者の学びの変容から捉え、学生の熟達化の支援ツールとして有効であるか否かを縦断的に検討したい。

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第 32 巻 221-232
- 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.
- Gagné, R.M. (1977). *The conditions of learning* (3rded.), 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.
- 波多野誼余夫 (2000) 「適応的熟達化の理論をめぐって」『日本教育心理学会総会発表論文集』(42), s27.
- 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.
- 金沢緑 (2014a) 「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 (2014b) 「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
- 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 巻, 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
- 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.
- 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』第35号, 37-50.
- 文部科学省 (2008) 『小学校学修指導要領解説 理科編』, 6月, 13.
- 大野陽子 (2013) 「日本語教師はどんな発問をするのだろうかー教師の経験年数の違いによる発問の分析ー」『三重大学国際交流センター』第8号, 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』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.
- 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.

Development of a Support Tool for Teachers Proficiency in Elementary School Science
—For Elaboration of the Science Lesson Plan—

Key Word: Teachers aspiring students, Learning teaching plan,
Elementary school science, Class image

Midori KANAZAWA
Kansai University of Social Welfare