

小学校理科における自分事の問題解決を目指す 理科授業設計マトリックスの開発

浪越 一浩

奈良教育大学大学院教育学研究科教職開発専攻

A Development of Matrix to Design Science Lessons to Promote Problem Solving by
Students Themselves

Kazuhiro Namikoshi

School of Professional Development in Education, Nara University of Education

〈あらまし〉 文部科学省（2017）は、新学習指導要領において、問題解決の過程を通じた学習活動をより一層重視し、主体的・対話的で深い学びの3つの視点に立って授業の改善を行い、資質・能力の育成を図ることを示した。

本研究では、学習者が学習課題を自分事として捉え、主体的に問題解決に取り組む授業（自分事の問題解決）を設計するためのツール（理科授業設計マトリックス）を開発した。これは、問題解決の能力を中心とした資質・能力を育成するために、学習者の実態を把握し、問題解決のプロセスのどこに支援の力点を入れるか判断しながら、学習者主体の活動と教師の介入のバランスについて考えるためのものである。そのために、問題解決の各プロセスにおける目標（身に付けさせたい資質・能力）、自分事の問題解決の前提となるもの、教師の支援の内容を先行研究や学習指導要領改訂の動向から明らかにし、マトリックスに整理した。本稿では、その開発の過程について述べている。

〈キーワード〉 自分事の問題解決 問題解決能力 授業改善 授業設計 構成主義

1. 小学校理科教育における課題

清原（2012）は、文部科学省が理数教育を充実する方針を打ち出した背景として、こどもの自然体験などの不足や理科学習に対する意識の低下などの状況を踏まえて、科学に関する基本的な見方や概念の定着、科学的な思考力・表現力の育成、科学への関心の向上などがあることを示した。さらに、文部科学省（2017）は、次期学習指導要領解説理科編において、各学年で身に付けさせたい問題解決の能力を具体的に示した。これは、系統的にその能力を育成することを重視していると考えられる。

田村（2006）は、柏原市・八尾市の小学校教員にアンケート調査を行い、理科指導を否定的に捉えている教員が2割程度存在し、その背景には、教員自身の理科への関心の低さ、実験・観察指導に自信

がないこと、準備時間不足、教育効果の上がる指導方法がわからないことなどがあることを示している。また、山本（2014）は、奈良県の抽出校の小学校教員に質問紙調査を行い、奈良県でも同様の傾向があることを示した上で、理系の教員が少ないことや指導経験の少なさが要因として考えられることを指摘している。

教員の多忙や理科における専門的知識・指導力不足の現状がある中で、こどもの問題解決の能力の育成を図るためには、これらの課題をクリアし、理科授業の質の向上と学校全体で系統的に取り組む文化の構築が求められる。

2. 本研究の目的

本研究は上記を踏まえ、学習指導要領改訂に向け

ての動向や先行研究に注目し、筆者の教職経験をもとにして、問題解決の能力を中心とした資質・能力の育成を目指す理科授業設計のためのツールを探索的に開発するものである。また、学校全体で取り組むために、それを活用し、学年と単元、身に付けさせたい資質・能力の関係を示すマトリックスを開発することを目的としている。

3. 理科授業設計マトリックスの開発

資質・能力を育成するためには、学びの量とともに学びの質（広がり・深まり）が重要であり、主体的・対話的で深い学びの実現に向けて授業を設計・実施・評価・改善を行うことが求められる。学習者が主体的に問題解決を進める授業を設計するとき、指導者は、指導者の介入と学習者が主体となる活動のバランスについて考える必要がある。

寺本ら（2016）は、小学校段階では、授業の大部分が「指導段階」「支援段階」であり、「自立した活動」ができるようにするために知識や各種能力を育成するという視点に立って、あらゆる場面においてどのようにすれば主体的・対話的で深い学びになるかを検討する必要があると指摘している。

大前（2013）は、理科授業において、「経験不足かつ知識・技能・態度が育っていない段階では、小学生段階の子どもたちが、自分で課題を設定できるかといえば、難しい。また、子どもたちが自分で実験方法や観察方法を考えて実行できるかといえば、これも難しいといわざるをえない。さらに、検証も、子どもたちだけでは難しい。」と述べている。そして、その要因を、「探求学習が成立しにくいのは、探求学習を進める基礎となる力を子どもに培っていないためであり、授業に工夫がないため」とし、授業を通して「姿勢」と「方法」を育てる必要があることを強調している。

堀（1998）は、学習者の問題解決の能力を育成するために、指導者が学習者の実態を把握し、適切な指導を行うことが重要であることを示している。これは、指導者の介入（指導や支援）と学習者の主体的な活動のバランスを考える際、学習者に「前提となるもの」がどの程度身に付いているのかを把握する必要性について述べていると捉えることができる。それが豊かであれば、学習者に学習を任せたりそれを引き出したりする支援を行い、それが乏しければ、教えたり理解させたりする支援を行うことが求められる。

これらをまとめると、学習者が主体的に問題解決を行い、資質・能

力を向上させたり獲得したりすること（今後これを「自分事の問題解決」とする）を目標とし、その達成のために、教師が学習者の「前提となるもの」を把握し、適切な「指導・支援」を行うことが重要であるということである。では、理科授業における「目標」・「前提となるもの」・「教師の支援」とはどのようなものなのか。次節より、それを明らかにしていく。

3. 1. 問題解決10のプロセス

村山（2013）は、「問題解決8つのステップ」（図1左）を示し、その8つのステップを、「子どもが価値ある問い・見通しを見出す場面」、「結果を整理し、問い・見通しとつないだ考察場面」の2つにまとめている。また、文部科学省（2016）は、審議の取りまとめで、「資質・能力を育成するために重視すべき学習過程のイメージ」を示し、8つの学習過程を「課題の把握（発見）」「課題の探求（追求）」「課題の解決」の3つにまとめている（図1中）。図1右は、これらを参考にしながら筆者が作成した10の問題解決のプロセスである。まず、作成の過程について述べる。

図1左・図1中の2番目のプロセスは、「問題の把握・設定」・「課題の設定」である。広辞苑第6版（岩波書店）によると、問題は「研究・論議して解決すべき事柄」、課題は、「課された題・問題」と定義付けされている。これを、課題は問題に内包されているものと解釈すると、理科では、学習者が事象と出会う際に得た気づきや疑問を問題とし、それを集約・類型化する中で学習者が追求可能な形に変えたものを課題とするということになる。そして、課題を繰り返し解決していくことで問題の解決に至る。村山（2013）は「自分事の問題解決」においてこの過程が非常に重要であることを指摘しており、それを強調するために、「事象と出会う」のプロセスの後を「問題を把握する」「課題を設定する」とした。

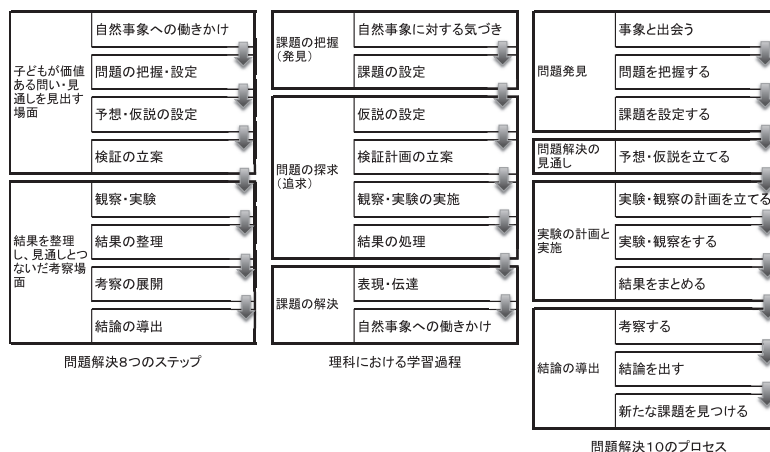


図1 問題解決のプロセス

図1左・図1中の最後のプロセスは、「結論の導出」・「自然事象への働きかけ」である。考察したことを伝達し合い、客観性・実証性・再現性を満たした結論を得る活動は、資質・能力育成に重要なプロセスである。また、自然事象への働きかけを行い、得た知識と生活の関係について考える活動などを通して、知識の一般化・科学概念の構築を図ることも重要である。学習者は結論を導出する際、自身の立てた予想と比べて考える。生活経験や既有知識と新たに得た知識とを比べたり、それをもう一度自然事象と関係付けたりすることで誤概念の修正や、体系的な概念の構築が実現する。そのため筆者は、「自然事象への働きかけ」は「結論を導出する」ための条件であると考え、「自然事象への働きかけ」のプロセスがもつ意味を「結論を導出する」のプロセスに含めることにした。

そして、最後のプロセスに、「新たな課題を見つける」を加えた。学習者は、課題解決のプロセスの中で新たな気づきや疑問をもつ。それらを整理し、次時の課題とする場を設定することで学習者の思考が連続し、学習課題を自分事として受け入れ、主体的に課題解決に取り組むことができるようになると考えたからである。そのためには、学習者が新たな課題を見つけたり、次時の課題を強く意識したりしながら課題解決を進められるように、指導者が支援を行うことが求められる。

また、「学習者が取り組む学習」というニュアンスをより強めるために、各プロセスの主語を学習者とし、文で表現した。

このようにして問題解決10のプロセス(図1右)を作成した。これらの問題解決10のプロセスは、全授業で実施するわけではない。例えば、問題を把握する過程は単元の導入にだけ行い、そこでいくつかの学習課題を明確にした後、それらの課題を解決していくことで問題解決を行うようなケースである。

次に、問題解決10のプロセスを、文部科学省(2016)が示した各学年で付けたい4つの問題解決

の能力の例をもとにして、4つのステージにわけた。さらに、ステージごとの活動の中心について考え、ステージ1は問題発見、ステージ2は問題解決の見通し、ステージ3は実験の計画と実施、ステージ4は結論の導出とした。表1にその関係性を示す。

3.2. 学習者の前提となるもの

大前(2013)は、小学校段階での探求学習の成立は、子どもの能力(知識・技能・態度)が育っていないため困難であるとしている。また、探求学習を子どもだけで進めるには、3つの過程(問題を自分で見つける、問題を自分で解決する、検証する)において、「姿勢」「方法」を身に付けさせなければならぬと指摘している。

堀・西岡(2010)は、子どもたちは日常生活の中で素朴概念を身に付けており、学年段階が進めば、前の学年までに学んだことと関連付けながら、学んでいくことが求められるとし、構成主義学習論に基づいた授業の重要性を示している。

学習者が自分事として問題解決を進めるためには、既習の知識や技能の習得、素朴概念の形成、関心・意欲・態度の高まりが前提になる。そこで、筆者がそれらを、知識、技能、学びに向かう力の3つに整理し、それぞれについて下位項目を定めた。表2は各プロセスにおいて学習者が自分事の問題解決を行うために必要となる前提となるものについて整理したマトリックスである。

まず、知識の下位項目を生活経験・既習事項・素朴概念とした。事象と出会う、問題を把握する、課題を設定する、予想・仮説を立てるプロセスでは、学習者が事象と自身の生活経験、既習事項と素朴概念を関係付ける思考が重要になる。また、結論を出すプロセスでは、以前の知識と新たに獲得した知識を比べ、その妥当性を検証しながら、知識の一般化・概念の再構築を図る活動の充実が求められる。

次に、技能の下位項目を計画・操作・記録・分析・表現とした。計画・操作・記録する力は、学習

表1 4つの問題解決の能力と、ステージ・プロセスの関係

学年	問題解決の能力の例	ステージ	プロセス
3	差異点や共通点に気づき問題を見いだす力	1. 問題発見	事象と出会う
			問題を把握する
			課題を設定する
4	既習事項や生活経験を基に根拠のある予想や仮説を構想する力	2. 問題解決の見通し	予想・仮説を立てる
5	質的变化や量的変化、時間的变化に着目して解決の方法を発想する力	3. 実験の計画と実施	実験・観察の計画を立てる
			実験・観察をする
			結果をまとめる
6	要因や規則性、関係を多面的に分析し、より妥当な考えを作りだす力	4. 結論の導出	考察する
			結論を出す
			次時への課題を見つける

表2 各プロセスにおける自分事の問題解決の前提となるもの

問題解決のプロセス		自分事の問題解決の前提となるもの											
ステージ	プロセス	知識			技能					学びに向かう力			
		生活 経験	既習 事項	素朴 概念	計画	操作	記録	分析	表現	関心	意欲	態度	
1	問題発見	事象と出会う											
		問題を把握する											
		課題を設定する											
2	問題解決の見通し	予想・仮説を立てる											
3	実験の計画と実施	実験・観察の計画を立てる											
		実験・観察をする											
		結果をまとめる											
4	結論の導出	考察する											
		結論を出す											
		新たな課題を見つける											

者が実験や観察を計画・実施するために必要であり、主にステージ3に関わる。また、事象との出会いのプロセスにおいて学習者が実験・観察を行う場合は、ステージ1においても必要となる。分析する力は実験・観察の結果から考察したり、多様な意見を協議・集約・類型化したりする過程で必要となる技能であり、主にステージ4に関わるが、知識と同様にステージ1にも必要となることがある。表現する力は、考えたことを発言したりノートに記述したりする際に必要な力である。これは、図やグラフ・表を正しく描く力だけでなく、結果をわかりやすく伝えるためにそれらを選択する力も含む。主に、ステージ1の事象との出会いのプロセスにおいて、気付きや疑問などを記述する際、ステージ2の予想や仮説を立てるプロセス、ステージ3の実験・観察の計画を立てたり、結果をまとめたりするプロセス、ステージ4の考察したり、新たな課題を見つけたりするプロセスで必要となる。

最後に学びに向かう力の下位項目に関心・意欲・態度とした。関心には、理科学習への好感度や、教材と生活との結びつき、問題発見・課題設定の経験が関係している。理科が好きであること、教材が学習者にとって身近であること、問題発見から課題設定までの手続きを理解していることが、自分事の問題解決を始めるエネルギーとなる。そのため、関心は主にステージ1から2にかけて必要になると考えられる。意欲は、広辞苑第6版（岩波書店）によると、「積極的に何かをしようとする気持ち」「種々の動機の中から一つを選択してこれを目標とする能動的意思活動」と定義付けられている。これは、課題を設定し、その解決に積極的に取り組むことと解釈することができる。課題解決に積極的に取り組むとは、自身の予想や仮説を検証するために、探求するということである。そのため、意欲は主にステージ2から3にかけて必要となる。関心が十分に高まっ

ていること、前提となる実験計画や実施に関わる技能の習得、実験への自信が課題解決を続けるエネルギーとなる。態度は、広辞苑第6版（岩波書店）によると、「状況に対応して自己の感情や意志を外形に表したものと定義づけられている。意欲の高まりが続くと、自身の考えを積極的に発信したり、他者と自身の実験や結果・考察を比較したりしたいと考えるようになる。また、実験前と実験後の自身の考えの変容や新たに生まれた気付きや疑問から、未解決の課題や新規の課題を立て、明らかにしたいと考えるようになる。これが、関心・意欲が高まり、それらが態度化された姿であると考えられる。これらのことから態度は、主にステージ4において必要になる。よりよい解を求めて他者と協働したり、振り返ったりすることに価値を見だし、関心・意欲が高まり態度化されるかは、それまでの学習経験によるものが大きいと考えられるが、ステージ1～3においてどれだけ学習者の関心や意欲を高められたかも関与すると考えられる。

なお、色がついている項目は、各プロセスにおいて学習者が自分事の問題解決を進めるために必要であると筆者自身の教職経験から判断した項目である。

3.3. 教師の支援と目標

文部科学省（2016）は、審議の取りまとめで、理科における資質・能力の例と理科における資質・能力の評価場面の例を示した。これらを参考にして、問題解決4つのステージで身に付けさせたい資質・能力を明確にし、それを「目標（評価）」として設定した。また、その目標を達成させるための教師の支援について、理科における資質・能力の例と理科における資質・能力の評価場面の例を参考にしながら、不足分は筆者が補い、「教師の支援」として具体的に示し、まとめた。（表3）

なお、理科授業設計マトリックスの、自分事の間

表3 各ステージにおける目標と教師の支援

目標 (評価)	教師の支援
身に付けさせたい資質・能力	うながす・引き出す・教える
1. 関心を持って事象と関わるができる。 2. 事象との関わりを通して、気づきや疑問、やってみようことを表現することができる。 3. 気づきや疑問を交流する中で課題を設定し、学習の見通しをもつことができる。	A. 単元の特徴・学習者の好みやレディネスにあった事象との出会いを演出する。(実験・観察・体験・遊び・資料・話し合い) B. 学習者の関心を学習内容に引きつける。 C. 学習者が考えることを予め予想しておく。 D. 事象との出会いで思考のズレを作り、葛藤を与える。 E. 多様な意見を認めながら目指す学習課題へと目を向けさせる。 F. 意見を集約・類型化し、学習者の関心を課題につなげる。
4. 生活経験や既習事項、ステージ1での事象との出会いをもとにして自分なりの仮説を表現することができる。	G. 仮説を立てさせるために、前提となるものを想起させる。 H. 仮説の根拠を明らかにさせる。 I. 多様な仮説を認め、検証したいという意欲をもたせる。
5. 仮説を証明するための実験方法を質的・量的・時間的変化に着目して考えることができる。 6. 複数の実験方法を考え、その中からより良い方法を選ぶことができる。 7. 立てた計画について説明することができる(使用するもの・条件制御・回数・結果の予想) 8. 正しい方法で観察・実験をすることができる。 9. 複数の実験方法を試したり、何度も実験をしたりして結果の妥当性を追求することができる。 10. グラフ・表・図などを用いてわかりやすく結果をまとめることができる。	J. 変えるものと変えないものを意識させ、実験方法を考えさせる。 K. 複数の実験方法を考えさせ、交流させる中でその妥当性について検証させる。 L. 実験・観察の視点を明らかにさせ、見通しをもたせる。 M. 実験器具の使い方を指導する。または、選択させる。 N. 学習意欲や実験・観察技能を高めるため、学習形態を工夫する。 O. 正しく実験ができているか確認する。 P. 実験時間を設定し、様々な実験方法を試させたり繰り返し実験させたりする。 Q. 結果のまとめ方を指導する。または、選択させる。
11. 自分の観察・実験結果からわかったこと・自分の考えや気づきをまとめることができる。 12. 要因や規則性、関係を多面的に分析して結論を得ることができる。 13. 次時への疑問やさらに深めたいことなどを考え、新たな課題を見つけることができる。	R. 課題・仮説に立ち返ってまとめさせる。 S. 結果とわかったことを接続語でつなげて書かせる。 T. 実験中の気づき・疑問・やってみようことについて書かせる、または発表させる。 U. 考察(結果)を交流し、結論に導くようにする。 V. 知識の日常化一般化を図り科学概念を構築させる。 W. ものづくり活動やレポート課題など追求させる活動、パフォーマンス課題を入れるようにする。 X. 未解決・新規の疑問から次の課題を明らかにするようにする。

題解決の前提となるもの、教師の支援と目標は、大学教員2名、現職の教職大学院生2名と共に協議し、その妥当性とわかりやすさの観点から修正を行った。

3. 4. 学習者の前提と教師の支援についてのマトリックス

表6は、3年生単元ものの重さの理科授業設計マトリックスである。まず、筆者の経験をもとにして、本単元における自分事の問題解決の前提となるものについて考えた。「ものの重さ」の学習前に、粒子領域の学習は未習であるが、算数で重さの学習を行っており、その知識を活用させることが望ましいと考え、既習事項の項目は、変更を加えないこととした。

マトリックスの右上部に学習課題(学習活動)を記述し、その学習におけるそれぞれの問題解決のプロセスについて、前提が豊かで学習者の主体性が発揮されると判断したプロセスを網掛けで、目標達成のために教師の強い支援が必要と判断したプロセスを塗りつぶして示している。(表4) また、色の濃淡は前提となるものや支援のレベルを表しており、濃い網掛けは強い主体性が発揮されるプロセス、濃い塗りつぶしはより強い支援が必要なプロセスを意味している。さらに、教師の支援には、指導者がどの支援を行うのかがわかるように、対応するアルファベットを入れた。

表5は、学習者の前提の豊かさと教師の支援のマトリックスの組合せが示す意味をまとめたものであ

表4 パターンが示す意味

パターン	パターンの意味
前提	学習者の強い主体性が発揮されるプロセス
	学習者の主体性が発揮されるプロセス
支援	指導者の支援を強く必要とするプロセス
	指導者の支援を必要とするプロセス
その他	前提や支援について意識しないプロセス
	指導しないプロセス

表5 マトリックスの組合せの意味

組合せ		組合せの意味
前提	支援	
1	濃い網掛け	指導者が、学習者の前提となるものを引き出す支援を行う。
2	濃い塗りつぶし	指導者が、知識や技能を教えたり、学習の見通しを持たせたりするなどの支援を行う。
3	薄い網掛け	学習者が、指導者の指示や説明を聞きながら、学習を進める。
4	薄い塗りつぶし	学習者が、前提となるものを活用しながら、学習を進められるように促す。

る。4つの組合せ(1. 学習者の前提があり、教師の支援を要する組合せ、2. 学習者の前提がなく教師の支援を要する組合せ、3. 学習者の前提や教師の支援が必要ない、もしくは明らかでない組合せ 4. 学習者の前提があり、支援が必要でない組合せ)における支援や指導を示している。なお、学習課題については、啓林館の「わくわく理科」を参考している。

4. 問題解決能力育成マトリックスの開発

堀・西岡（2010）は、「英米に比べて一つひとつの単元サイズが小さい日本において、複雑な課題を毎単元で与えるのは非現実的であり、個々の要素を確実に習得させるという観点からも、最初は、それぞれの単元で身に付けさせるべき科学的探究のプロセスの要素をしぼったほうが効果的だと考えられる。しかし、たとえば卒業時までには、ある程度まとまった探究プロセスを実施できる力を身に付けさせるという見通しも、一方で持っておく事が重要である。」とし、「長期的な見通しをもてば、複数の単元で知識やスキルを繰り返し評価し、育成するための学力評価計画を立てることも可能になるだろう」と述べている。この考え方を小学校理科に適用すれば、どの学年の、どの単元で、どのような探求のプロセスを実施する力を身に付けさせれば良いか明らかにする必要があるということになる。

文部科学省（2017）は、新学習指導要領において各学年で重視すべき問題解決の能力の例を示している。（表2）これらは、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。また、内容区分や単元の特性によって扱い方が異なることや、中学校における学習につなげていくことにも留意する必要があるとし、問題解決の能力を積み上げていくことで育成することを強調している。しかし、学習内容によっては、問題解決の能力が上記の通り当てはまらなかったり、その他の資質・能力の育成を目指すことが求められたりすることも考えられる。それらを明らかにし、3年生から6年生の4年間という長期的な見通しをもって、問題解決を通して身に付けさせたい資質・能力を育成する計画を立てる必要がある。

4.1. 自分事の問題解決を目指す単元の選定

大前（2013）は、探求しやすい単元とそうでない単元があるとし、探求しやすい単元の例として以下の3つを示している。

- (1) いろいろな疑問が生じる単元
- (2) 子どもだけで解決しやすい単元
- (3) 試行錯誤ができるものを用意できる単元

これは、事象提示により、多様な気づきや疑問が生まれ、学習課題を学習者自身で立てやすい単元、学習者の前提となるものが豊かであり、それが学習者の予想や仮説に生かされやすい単元、多様な実験方法が学習者から得られ、それらを繰り返すことと課題解決できる単元などと解釈することができる。

中山・猿田（2015）は、小学校理科の教科書において、内容領域と教科書に書かれている「問い」の違

いを比較し、「エネルギー」「粒子」の領域では、対象とする自然現象の要因が単純で、明快な規則性で説明できるものが多いのに対して、「生命」「地球」では、多様な要因が絡み合った総合的なシステムとして成立する事象を対象とするため、「はい・いいえ」で回答できるような単純明快な問いよりも、「どんな」「どのように」の後に「育つ」「変化」「関係」などの言葉を補ってできあがる「問い」が高い割合で用いられることになる」と述べている。また、これを踏まえて、「エネルギー」「粒子」領域では、事象提示から学習課題の設定のプロセスが、「生命」「地球」領域では、考察し結論を得てから知識の一般化を図るプロセスが重視される傾向があると指摘している。

単元を通して「自分事の問題解決」を行うためには、学習者自身の気づきや疑問から課題を設定することが重要であることから、「エネルギー」「粒子」領域の単元が適していると考えられる。また、筆者の経験では、実験が豊富な単元や、新しい実験器具を使用したり、実験器具を学習者自身で選択したりする単元については、学習者の意欲が向上し主体的に問題解決に取り組む様子がよくみられた。一方で、新しい実験器具を使用する際、教師の丁寧な指導が求められ、教師の介入が大きくなる。これは、大前（2013）の「子供だけで解決しやすい単元」と相反している。そこで、ここでは、学習課題が学習者自身の気づきや疑問から設定されることが重要であり、実験回数や実験器具の使用などはあくまでその補助的な扱いであると考え、こととする。

これらを踏まえて、エネルギー・粒子の単元を中心に、大前（2013）の3つの視点と筆者の経験をもとにして単元の選定を行った。選定した単元を表7の上部に示す。選定外の単元についても、学習者の実態や教師の指導力によっては「自分事の問題解決」の実現が可能であることが考えられる。また、資質・能力は「自分事の問題解決」においてのみ向上・獲得されるものではないため、今後明らかにする必要がある。

4.2. 理科授業設計マトリックスの作成

筆者が選定した全22単元（3年生6単元、4年生6単元、5年生5単元、6年生5単元）において、理科授業設計マトリックスを作成した。はじめに、その単元の各プロセスにおいて必要であると筆者が判断した前提となるものについて示し、その有無やレベルについては、学習指導要領が示す内容区分や教科書、筆者の指導経験をもとにして判断し、マトリックス上に示した。

次に、教師の支援について、前提となるものの有無やレベルを踏まえて、目標（評価）達成に向けて

どの支援がどの程度必要かを判断し、マトリックス上に示した。例として、3年生単元「ものの重さ」の理科授業設計マトリックス（表6）を示す。

4.3. 理科授業設計マトリックスと問題解決能力育成マトリックスの関係

上述したように、筆者が選定した単元において、理科授業設計マトリックス上に、学習者の主体性が発揮されるプロセスと、教師の強い支援が求められるプロセスを明らかにした。次に教師の支援が求められるプロセスが多いステージに目を向けた。ここでは、教師の強い支援が求められるため、そのステージで身に付けさせたい資質・能力が、その単元で特に重視して付けさせたい資質・能力となる。そこで、選定した単元において、教師の支援が求められるプロセスが多いステージを調べ、問題解決能力育成マトリックス（表7）を作成した。教師の支援が多く求められると判断したプロセスを塗りつぶして表しており、その色の濃淡で支援のレベルを示している。

4.4. 問題解決能力育成マトリックスからの考察

各学年に目を向けると、3年生はステージ1に、4年生はステージ2に、5年生はステージ3に、6年生はステージ4に教師の支援が求められるプロセスが多いことがわかる。これは、問題解決の能力に注目すると、3年生では、ステージ1において、主に比較することで差異点や共通点に気づかせ、問題を発見する力を、4年生では、ステージ2において、主に課題と既習事項や生活経験を関係付けて根拠のある予想や仮説を発想する力を、5年生では、ステージ3において、主に実験方法を考えるときに、質・量・時間などの条件に注目して、それらを制御する力を、6年生では、ステージ4において、主に実験結果から、自然の事物・現象についての要因や規則性、関係を多面的に分析し、より妥当な考えを作り出す力を重視して育成することを示していると考えられる。

また、3・4・5年生の学年の後半に実施する単元において、次の学年で身に付けさせたい資質・能力に関係するステージに教師の支援が求められるプロセスが多い。そのため、次の学年で身に付けさせたい資質・能力の育成を目指して授業設計を行う必要がある。

さらに、高学年は、既習事項が増え科学的概念の構築が進んでいることや、知識や技能の定着が見込まれるため、前提となるものが豊かになっていることが期待される。そのため、多くのプロセスで主体性が発揮されると予想され、それを引き出す支援を行うことによって、学習課題を自分事として受け止

めさせ、主体的に問題解決を行わせることが重要であると考えられる。これらは、文部科学省が学習指導要領（2017）で示した各学年で身に付けさせる問題解決の能力や考え方と概ね一致していると言える。

5. 得られた成果と今後の展望

本研究では、探索的に、問題解決の能力を中心とした資質・能力の育成を目指す授業設計のツールと、学校全体で資質・能力の育成を図るために、学年と単元、身に付けさせたい資質・能力の関係を示すツールの開発を行った。

今後、これらのツールを活用して実践を行い、学習者の自分事の問題解決の促進、学習者の問題解決能力の向上・獲得の視点で評価し、その有用性について検討する必要がある。

以下に、実践に向けての理科授業設計マトリックスの活用手順と実践を評価するために開発した質問紙について示す。

5.1. 活用の手順

理科授業設計マトリックスを以下の手順で活用して授業設計を行う。

(1) 実践の見通しをもつ。

主に、教材研究や学習者の前提となるものの把握を行う。

- ・学習指導要領の確認
- ・教材研究
- ・レディネステスト・質問紙の作成
- ・レディネステスト・質問紙の実施

(2) 学習者の実態を把握する。

主に、レディネステスト・質問紙の結果を分析し、前提となるものの豊かさについて判断し、理科授業設計マトリックスに反映させる。

- ・レディネス・自分事の問題解決への意識を分析
- ・前提の豊かさについて判断し、マトリックス上に反映

(3) 指導の具体について検討する。

主に指導案の作成を行う。

- ・単元計画の作成
- ・教師の支援の力点について判断し、マトリックスに反映
- ・指導案の作成

5.2. 質問紙の開発

学習者の自分事の問題解決への意識・態度の変容や学習者の問題解決能力を中心とした資質・能力の向上・獲得について測るために実践前後に質問紙調査を行う。

質問紙の質問項目は、国立教育政策研究所（2007）による、平成17年度特定の課題に関する調

表8 児童質問紙

	質問項目	カテゴリー
1	理科の勉強が好きですか。	意欲
2	理科の授業でものを作るのは好きですか。	意欲
3	理科の授業で様々な道具を使うのは好きですか。	意欲
4	理科の授業で、疑問に思ったことから調べたいことを考えることができますか。	S1
5	課題に対して、自分で予想や仮説を立てるのは楽しいですか。	S2
6	予想や仮説が正しいかどうかを調べるため、観察や実験の方法を自分で考えるのは楽しいですか。	S3
7	理科の時間に、友達の見解と自分の意見を比べて聞いていますか。	対話
8	理科の時間に、友達の見解や自分の意見が正しいかどうか考えながら聞いていますか。	対話
9	理科の時間に、自分の考えたことを伝えるのは楽しいですか。	対話
10	観察や実験中に、すすめ方や考え方が間違っていないかを振り返って考えるようにしていますか。	S3
11	実験をする時は、一回ではなく何回も行っていますか。	S3
12	実験をする時は、同じ方法だけでなく、違う方法を試していますか。	S3
13	結果を表やグラフを用いながら自分でまとめていますか。	S3
14	観察や実験の結果を基にしてわかったことを自分でまとめていますか。	S4
15	予想と結果が違った時は、なぜか考えていますか。	S4
16	観察や実験の結果から、さらに疑問が出てくることがありますか。	S4
17	理科の時間に、振り返りを書くのが楽しい。	満足感
18	理科の勉強に関することで、わからないことについて自分から調べようとしていますか。	追求
19	理科の勉強に関することで、興味を持ったことについて自分から調べようとしていますか。	追求
20	理科学習が終わった後に、自分は深く考えられたと実感できていますか。	達成感

査報告(理科)や国立教育政策研究所(2015)による、全国学力・学習状況調査質問紙調査報告書学習に対する関心・意欲・態度(理科)を参考にして作成した。不足分については筆者が新たに追加し、7カテゴリーにおける20項目の質問紙(表8)とした。その上で大学教員2名、現職の教職大学院生2名と共に協議し、理科授業設計マトリックスとの対応と学習者の回答のしやすさの観点から修正を行った。

学習者の関心・意欲・態度、学習への満足感や達成感のカテゴリーの質問は、学習者の意識や態度の変容を把握するためだけではなく、他の質問項目との関係について分析・把握するために設定している。なお質問項目は、実施学年や単元などによって随時修正を行いながら用いるものとする。

謝辞

本研究にあたり、奈良教育大学教職大学院の小柳和喜雄先生、山本吉延先生、ご指導いただいた先生方に心より感謝申し上げます。また、実践研究に対し、ご理解ご協力を賜りました置籍校の校長先生をはじめ先生方に心より御礼申し上げます。

参考・引用文献

大前暁政(2013)小学校理科における探求学習の成立に必要な諸条件の検討。心理社会的支援研究, No.4, pp.70-78
清原洋一(2012)学習指導要領の改訂と今後の理

科教育方向性

http://www.yonden.co.jp/life/kids/teacher/seminar/pdf/matsuyama_kiyohara.pdf (参照日 2016.6.23)

国立教育政策研究所(2007)平成17年度特定の課題に関する調査報告(理科)

http://www.nier.go.jp/kaihatsu/tokutei_rika/ (参照日 2016.9.20)

国立教育政策研究所(2015)平成27年度全国学力・学習状況調査質問紙調査報告書 学習に対する関心・意欲・態度(理科)

http://www.nier.go.jp/kaihatsu/tokutei_rika/index.htm (参照日 2017.9.7)

国立教育政策研究所(2016)ライブラリー資質・能力理論編。東洋館出版

鈴木克明(2011)授業設計マニュアル—教師のためのインストラクショナルデザイナー—. 北大路書房

田村知子(2014)カリキュラムマネジメント—学力向上へのアクションプラン—. 日本標準, 11

田村美奈, 西脇永敏, 有賀正裕(2006)化学を市民のものにするために: 小学校教員の実験嫌いについて考える: アンケートを通して(ヘッドライン: 化学を学習する意識-市民として必要な基礎・基本の化学II). 科学と教育, Vol.54, No.4, pp.186-189

寺本貴啓, 後藤頭一, 藤江康彦(2016)“ダメ事例”から授業が変わる! 小学校のアクティブ・ラー

- ニング入門—資質・能力が育つ“主体的・対話的な深い学び”。文溪堂
- 中山迅, 猿田祐嗣 (2015) 小学校理科教科書における「問い」の現状と理科授業への示唆. 理科教育学研究. Vol.56, No:4, pp.47-58
- 西岡加名恵 (2003) 教科と総合に生かすポートフォリオ評価法. 図書文化
- 堀哲夫 (1998) 問題解決能力を育てる理科授業のストラテジー—素朴概念をふまえて (授業への挑戦)—. 明治図書出版
- 堀哲夫, 西岡加名恵 (2010) 授業と評価をデザインする 理科—質の高い学力を保障するために—. 日本標準
- 松下佳代 (2015) ディープアクティブラーニング. 勁草書房
- 村山哲哉 (2013) 自分事の問題解決を目指す理科授業. 図書文化社
- 森本信也 (2013) 考える力が身につく対話的な理科授業. 東洋館出版社
- 文部科学省 (2016) 理科ワーキンググループにおける審議の取りまとめについて (報告)
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/060/sonota/_icsFiles/afieldfile/2016/09/12/1376994.pdf (参照日 2017.1.31)
- 文部科学省 (2017) 小学校学習指導要領
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/_icsFiles/afieldfile/2015/03/26/1356250_1.pdf (参照日 2018.1.9)
- 山本剛 (2014) 小学校教員の理科教育に関する意識について. 平成 26 年度奈良県立教育研究所研究指導主事研究紀要, pp2-8