

理科

向江 正也・古石 卓也・龍岡 寛幸

1 研究主題との関連について

(1)「教科等本来の魅力」について

広島大学附属東雲小学校・東雲中学校では、令和元年度から令和3年度まで「教科等本来の魅力と学びのつながり」を中心に、児童・生徒に「グローバル時代をきりひらく資質・能力」を育むための学びを豊かにする授業を、小学校・中学校教員が協働して研究および授業実践を行い、深化させてきた。その中で、「教科等本来の魅力」の具体を検討するとともに、教科等本来の魅力に迫る授業づくりを行ってきた。本校理科部では、「理科本来の魅力」をこれまで提案してきた「学びを豊かにする授業」とほぼ合致すると考え、以下のように設定した。

理科本来の魅力

既習の科学的概念や知識を活用して子どもが発見したり教師が与えたりする問題に、発達の段階に応じて、子どもが考案した観察・実験に取り組み、そこで得られた結果を考察する過程で問題を解決して、新たな問いを発見すること

具体的な実践研究を積み重ねる中で、理科本来の魅力に迫るための授業を構想・実践するためには、以下の4点が重要であることが明らかとなった。

理科本来の魅力に迫るための授業構想・実践のポイント

- ① 児童・生徒にとって学ぶ必然性のあるリアルな文脈の問いの設定
- ② 科学的探究活動における内化と外化の往還を促す教師の立ち振る舞い
- ③ 既習の知識・技能の活用を促す、科学的探究活動における内化と外化の往還場面の設定
- ④ 実社会や実生活の文脈と科学的知識や技能との関連付け

(2) 理科本来の魅力に迫るための教師の資質・能力

昨年度規定した「理科本来の魅力に迫るための教師の資質能力」の内容を、授業実践の検証結果を基に吟味した結果を表1に示す。なお、「授業構想力」は主として授業前、「授業実践力」は主として授業中、そして「授業分析・評価力」は主として授業後に焦点化される。下線部は、これまでの研究で有効性が示唆された授業・実践のポイントである。

表1 理科本来の魅力に迫るための教師の資質能力

資質能力	理科が考える「教師の資質能力」の具体
授業構想力	<ul style="list-style-type: none">・ <u>児童・生徒にとって学ぶ必然性のあるリアルな文脈の問いの設定</u>〔目標設定〕・ 評価規準を達成した具体的な児童・生徒の姿の想定（ループリック）〔目標設定〕・ <u>学習内容に関する児童・生徒の素朴な考えの想定</u>〔目標設定〕・ 予備実験に基づいた実験時における具体的な児童・生徒の姿の想定〔目標設定〕・ <u>既習の知識・技能の活用を促す、科学的探究活動における内化と外化の往還場面の設定</u>〔教材研究〕・ <u>実社会や実生活の文脈と科学的知識や技能との関連付け</u>〔教材研究〕・ 児童・生徒の実態や素材の特性を踏まえ、素材を教材化する視点〔教材研究〕

	<ul style="list-style-type: none"> ・分野（領域）の特性に応じた科学的探究活動の設定〔教材研究〕 ・各実験器具の性能や再現性，測定装置の誤差についての理解〔教材研究〕
授業実践力	<ul style="list-style-type: none"> ・科学的探究活動における内化と外化の往還を促す教師の立ち振る舞い ・児童・生徒全員が授業に参加できるように促す教師の立ち振る舞い
授業分析・評価力	<ul style="list-style-type: none"> ・授業前に想定した，評価規準を達成した具体的な児童の姿に基づき，児童・生徒に対する形成的評価を行う視点（ループリック） ・長期的に児童・生徒の変容を見取り，授業へフィードバックを行う視点

以下に、「理科本来の魅力に迫るための教師の資質能力」の表1下線部についての具体を示す。

はじめに、「児童・生徒にとって学ぶ必然性のあるリアルな文脈の問いの設定」と「学習内容に関する児童・生徒の素朴な考えの想定」について検討する。「学ぶ必然性のあるリアルな文脈の問い」を設定することは、既習事項や、これまでの学びの文脈、日常生活の文脈、児童・生徒の実態等を総合的に判断し、児童・生徒が必然性をもって学習に取り組むことができる問題を設定する力と捉えることができる。また、多様な結果の解釈が生じるような問題設定や、単元を通した学びの文脈を踏まえた単元設計も有効であることが、これまでの実践研究で明らかになった。「学習内容に関する児童・生徒の素朴な考えの想定」は、逆向き設計の第1段階である「求められている結果を明確にすること」に直結することであり、児童・生徒の素朴な考えや実態を踏まえて、適切な目標設定を行う力だと捉えることができる。よって、先述した2つの資質能力は、「授業構想力」のうち、「目標設定」に含まれる教師の資質能力だといえる。

次に、「既習の知識・技能の活用を促す，科学的探究活動における内化と外化の往還場面の設定」と「実社会や実生活の文脈と科学的知識や技能との関連付け」について検討する。既習の知識・技能の活用を促すために、内化と外化の往還場面を設定することは、具体的な授業場面で考えると、「個人思考（内化）→グループ思考（外化）→再個人思考（内化）→全体思考（外化）→振り返り（内化）」のように1授業における学習形態や活動の流れを構成することと捉えることができる。また、児童・生徒の考えを広げたり深めたりするためには、グループや学級全体等、多様な外化場面を設定することにより、様々な他者の視点を基に自身の考えを吟味する場面を設定することが重要であることが、これまでの研究で明らかになった。さらに、実社会や実生活の文脈と科学的知識や技能との関連付けを行うことは、先述した「リアルな文脈の問い」の設定に大きく関連することであり、日常の文脈に基づく児童・生徒の素朴な考えと、科学の文脈に基づく学習内容を関連付けながら学習を進めることで、児童・生徒が必然性をもって学習に取り組むことができると考えられる。さらに、実社会や実生活の文脈と科学的知識や技能との関連付けを行うためには、授業構想段階で、学習内容と実社会や実生活との関連を検討し、そこに起因する児童・生徒の素朴な考えを踏まえながら素材の選定や、教材開発を行うことが重要となる。以上のことより、「既習の知識・技能の活用を促す，科学的探究活動における内化と外化の往還場面の設定」と「実社会や実生活の文脈と科学的知識や技能との関連付け」は、授業構想時に重要な教師の資質能力と捉えることができ、かつ、授業の具体を検討する際に重要である視点と考えられるため、「教材研究（開発）」に含まれるといえる。

次に、「科学的探究活動における内化と外化の往還を促す教師の立ち振る舞い」と「児童・生徒全員が授業に参加できるように促す教師の立ち振る舞い」について検討する。先述したように、既習の知識・技能の活用を促すために、内化と外化の往還場面を設定することは、「授業構想力」のうち「教材研究（開発）」の視点に位置付けられる。しかし、そのような学習形態を設定するだけでは、児童・生徒が既習の知識・技能を活用できるようにするためには不十分であり、そこに教師の授業場面における教育的

介入が必要となる。個人思考場面やグループ思考場面、全体思考場面それぞれにおいて、児童・生徒の考えを見取り、実態に合わせて、児童・生徒の考えの視点を広げたり、焦点化したりできるように促すことが、授業場面に必要な教師の資質能力だと考えられる。しかし、実際の授業では、自分の考えを明確にもつことができる児童・生徒ばかりではなく、自分の考えに自信をもつことができない児童・生徒や、考えをもつことができず悩んでいる児童・生徒等、多様な実態が想定される。その際、多様な児童・生徒の実態を踏まえ全員が授業に参加することができるような、教師の立ち振る舞いは必要不可欠な教師の資質能力だと考えられる。よって、「科学的探究活動における内化と外化の往還を促す教師の立ち振る舞い」と「児童・生徒全員が授業に参加できるような教師の立ち振る舞い」は「授業実践力」に含まれる資質能力であるといえる。

2 本年度の研究計画

(1) 研究の目的

今年度も引き続き、「理科本来の魅力に迫るための教師の資質能力」(表 1)に基づいた授業構想、実践を行うことにより、「①児童・生徒が理科本来の魅力を支えた目標を達成することができたか ②規定した資質能力は妥当であるか」の 2 点について検証することを目的とする。

(2) 研究の方法

本研究では、はじめに、小・中学校それぞれで、「学びのつながり」を意識して、規定した資質能力に基づいた授業を構想・実践する。次に、実践した授業を児童・生徒の発話や記述を基に分析することにより、「①児童・生徒が理科本来の魅力を支えた目標を達成することができたか ②規定した資質能力は妥当であるか」の 2 点について検証する。なお、授業構想を行う際には、逆向き設計論(主題説明参照)に基づき、まずは理科本来の魅力を支えた目標を達成することができた児童・生徒の具体的な姿を想定する。次に、発達の段階に応じたルーブリックを活用することにより、児童・生徒の多様な考えをイメージする。表 2 に、本校理科部で作成した発達の段階に応じたルーブリックを示す。このルーブリックでは、本校が平成 26 年度までの研究で提案(東雲教育研究会, 2014)してきた、児童・生徒の発達の段階、学び方、わかり方の進行に着目して 9 年間で区分した、Ⅰ期(小学校 1～4 年生、ただし、理科の場合は小学校 3～4 年生)、Ⅱ期(小学校 5 年生～中学校 1 年生)、Ⅲ期(中学校 2, 3 年生)をもとに作成した。それぞれの区分のもっとも高い基準を、次の区分の標準的な基準としてつなげることで、児童・生徒の発達の段階のつながりをより意識したルーブリックとした。このルーブリックは、中段をそれぞれの標準的な基準として作成した。このルーブリックをもとに、学習内容や児童・生徒の実態によって各授業の中でねらいを明確にすることで、理科におけるめざす子ども像に迫っていけるように教師が授業を計画する。また、表 2 をもとに本校理科部が既定する理科本来の魅力の中で、「観察・実験」と「結果・考察」に着目して作成したルーブリックを表 3 に示す。このルーブリックは、「観察・実験」と「結果・考察」に関して、基礎的な手法を学習する段階からそれらを活用して発展的に学んでいける児童・生徒を目指せるように構成した。最後に、想定した多様な考えや、9 年間の学びのつながりを踏まえ、指導方法の検討を行う。何よりも重要なのは、小学校の教師と中学校の理科教師が、児童・生徒の理科の学びに関する情報を共有することである。授業分析を行う際には、児童・生徒の量的・質的な変容を根拠に授業効果を検証していく。

表2 児童・生徒の発達の段階に応じたルーブリック

		既習の科学的概念や知識を活用して子どもが発見したり教師が与えた問題に対して、子どもが考案または提示された観察・実験に取り組み、結果から考察過程で問題を解決し、新たな問いを発見できる
	既習の科学的概念や知識を活用して子どもが発見したり教師が与えた問題に対して、子どもが考案または提示された観察・実験に取り組み、結果から考察する過程で問題を解決できる	既習の科学的概念や知識を活用して子どもが発見したり教師が与えた問題に対して、子どもが考案または提示された観察・実験に取り組み、結果から考察する過程で問題を解決できる
教師が与えた問題に対して、提示された観察・実験に取り組み、結果から考察することができる	教師が与えた問題に対して、提示された観察・実験に取り組み、結果から考察することができる	教師が与えた問題に対して、提示された観察・実験に取り組み、結果から考察することができる
教師が与えた問題に対して、提示された観察・実験に取り組み、結果をまとめることができる	教師が与えた問題に対して、提示された観察・実験に取り組み、結果をまとめることができる	
教師が与えた問題に対して、提示された観察・実験に取り組むことができる	小5～中1	中2・3
小3・4		

表3 理科本来の魅力に着目したルーブリック例

観察・実験の構想計画力	結果・考察による分析力
既習の科学的概念や知識を活用して、観察・実験を構想計画して、その観察・実験に取り組むことができる	観察・実験の結果を、既習の科学的概念や知識を活用して多面的に考察して、結論をまとめることができる
既習の科学的概念や知識を活用して、観察・実験を構想計画することができる	観察・実験の結果から考察して、結論のまとめることができる
提示された観察・実験に取り組むことができる	観察・実験の結果をまとめることができる

3 参考（これまでの研究概要）

本校では、平成27年度より、「『グローバル時代をきりひらく資質・能力』を培う教育の創造」をテーマに設定し実践研究を進めてきていた。先行研究や先進校の取り組み、本校の教育目標の分析から、「グローバル時代をきりひらく資質・能力」として主体性・協働性・多様性という3つをキー・コンセプトとして抽出した。

また、本校では、「グローバル時代をきりひらく資質・能力」を「さまざまな文化や価値観を理解し認め合いながら、自分の考えを明確にして問題を解決する力」と定義し、子どもたちの主体性・協働性・多様性を実現させることが、子どもたちの「グローバル時代をきりひらく資質・能力」が育った姿であると捉えた。その主体性・協働性・多様性を育成する学習方略として、協働的問題解決を取り上げ、理科授業を通して協働的問題解決を効果的に遂行するための方法を明らかにした。具体的には、習得した知識を活用する場面を設定して繰り返すこと、観察・実験の計画において、各班で考案した観察・実験の内容を交流させて実験の意味を議論させることの2点が、協働的問題解決を生起させる授業の展開例として挙げられる。

平成 29 年度からは各教科で小学校から中学校の教育を通して、めざす子ども像を具体的に設定し、「学びを豊かにする授業」をキーワードとして、指導方法および学習内容について研究を続けてきた。なお、本校がめざす「学びの豊かさ」とは、「子どもたちの主体性・協働性・多様性が相互に影響しながらめざす子ども像に迫っていく状態」と定義した。本校理科部で設定した、めざす子ども像を以下に示す。

理科におけるめざす子ども像
<ul style="list-style-type: none"> ・自然事象についての理解が深まっており、科学的概念が形成されている子ども。 ・多様な事象に対して、科学的概念を総合的に活用して協働的に問題を解決できる子ども。 ・自然事象について科学的に探究する能力・意欲がある子ども。 ・主体的にかつ科学的視点をもって新たな問題を見つける子ども。

これらのめざす子ども像は、「グローバル時代をきりひらく資質・能力」である主体性・協働性・多様性と、平成 29 年改訂の学習指導要領で示された資質・能力（知識・技能、思考力・判断力・表現力等、学びに向かう力・人間性等）を基に設定した。

	知識・技能	思考力・判断力・表現力等	学びに向かう力・人間性等
	自然の事物・現象に対する概念や原理・法則の理解、科学的探究や問題解決に必要な観察・実験等の技能等	科学的な探究能力や問題解決能力等	主体的に探究しようとしたり、問題解決しようとしたりする態度など
中学校	<ul style="list-style-type: none"> ○概念や原理・法則の基本的な理解 ○科学的探究の基本的な理解 ○探究に必要な観察・実験等の基礎的な技能 	<ul style="list-style-type: none"> ○問題を見いだし課題や仮説を設定する力 ○計画を立て、観察・実験する力 ○結果を分析、解釈する等科学的に探究する力や根拠を基に表現する力 ○妥当性を検討するなど総合的に振り返る力 	<ul style="list-style-type: none"> ○自然を敬い、進んでかかわる態度 ○粘り強く挑戦する態度 ○日常生活との関連、科学の面白さや有用性の気づき ○科学的根拠に基づき判断する態度 ○問題解決の力等を活用しようとする態度
小学校	<ul style="list-style-type: none"> ○概念や性質・規則性の理解 ○理科を学ぶ意義の理解 ○問題解決に必要な観察・実験等の基礎的な技能 	<ul style="list-style-type: none"> 6 年…多面的に分析し考察して、より妥当な考えをつくり出す力 5 年…予想や仮説をもとに解決の方法を発想する力 4 年…既習事項や生活経験をもとに根拠のある予想や仮説を発想する力 3 年…差異点や共通点に気づき問題を見いだす力 	<ul style="list-style-type: none"> ○自然に親しみ、生命を尊重する態度 ○くじけずに挑戦する態度 ○科学の面白さに気づく ○根拠に基づき判断する態度 ○妥当性を検討する態度 ○知識・技能を日常生活等に適用する態度 ○多面的、総合的な視点から自分の考えを改善する態度

また、本校理科部では、「学びを豊かにする授業」を以下のように設定した。

理科における学びを豊かにする授業
既習の科学的概念や知識を活用して子どもが自分で発見したり、また教師が与えたりする問題に取り組み、解決して、新たな問いを発見する授業

この「学びを豊かにする授業」に関する実践例を増やし、東雲教育研究会を通して提案してきた。その中で、「学びを豊かにする授業」には、学習内容（主発問）が児童・生徒にとって学ぶ必然性があるリアルな文脈の問いになっていることが大切であること、また、習得した知識・技能を活用させるために

は、内化と外化の往還を行い、最後に内化を行わせる指導方法が有効であることが見いだされた。

令和元年度からは、これまでの成果をふまえながら、小・中学校理科の学習内容のつながりを重視した提案をしていくために、科学の基本的な見方や概念を柱として構成された「エネルギー」の内容を中心に、「学びを豊かにする授業」について、それぞれの発達の段階でどのような手立てを講じていけばよいか、学習内容の系統性を重視して模索し、提案してきた。また、「学びを豊かにするための授業」の創造に向けて、より具体的な「めざす子ども像」や「教科等本来の魅力と学びのつながり」に着目して、「教科等本来の魅力と学びのつながりの深化」をめざした研究を行ってきた。なお、「理科本来の魅力」は、これまで提案してきた「学びを豊かにする授業」とほぼ合致すると考え、以下のように設定した。

理科本来の魅力

既習の科学的概念や知識を活用して子どもが発見したり教師が与えたりする問題に、発達の段階に応じて、子どもが考案した観察・実験に取り組み、そこで得られた結果を考察する過程で問題を解決して、新たな問いを発見すること

具体的な実践研究を積み重ねる中で、理科本来の魅力に迫るための授業を構想・実践するためには、以下の4点が重要であることが明らかとなった。

理科本来の魅力に迫るための授業構想・実践のポイント

- ① 児童・生徒にとって学ぶ必然性のあるリアルな文脈の問いの設定
- ② 科学的探究活動における内化と外化の往還を促す教師の立ち振る舞い
- ③ 既習の知識・技能の活用を促す、科学的探究活動における内化と外化の往還場面の設定
- ④ 実社会や実生活の文脈と科学的知識や技能との関連付け

このように、平成27年度～令和3年度まで、本校理科部では「グローバル時代をきりひらく資質・能力」の育成を目指し研究を積み重ねてきた。

昨年度は、これまで本校理科部で追求してきた「理科本来の魅力に迫る授業」を、「理科本来の魅力に迫るための教師の資質能力」という視点で整理した。その視点に基づいて教師が授業を構想、実践することにより、「①児童・生徒が理科本来の魅力に迫ることができたか ②そのための教師の手立てが有効であったかどうか」の2点について検証した。授業実践の結果、「児童・生徒にとって学ぶ必然性のあるリアルな文脈の問いの設定」や「学習内容に関する児童・生徒の素朴な考えの想定」の有効性が示唆された。一方で、発達段階や児童・生徒の実態を踏まえた「科学的探究活動における内化と外化の往還を促す教師の立ち振る舞い」に関する、さらなる検討の必要性が見いだされた。

【引用・参考文献】

文部科学省(2017),『小学校学習指導要領解説 理科編』,東洋館出版社

文部科学省(2017)『中学校学習指導要領解説 理科編』,学校図書

広島大学附属東雲小・中学校 (2014),『東雲教育研究会実施要項』