

## 1. これまでの本校理科研究のあゆみ

本校では、「生徒の素朴概念から立ち上げた授業の工夫」という主題で、①授業の過程を構成する、②指導計画の工夫をする、③OPP（1枚ポートフォリオ）を用いた評価という3点に焦点を当てH23～H25の3年間研究を行ってきた<sup>1)2)3)</sup>。理科の学習において大切なことは、「生徒それぞれが自分の生活体験などによって得られた素朴概念を科学的概念へと変容・再構成をすること」である。話し合い活動や討論を行うことで素朴概念を表出させ、科学的概念を構築する。実際に研究を進めていくと素朴概念を科学的概念へ変容・再構成させることは容易ではなかった。なぜならば、生徒が持つ素朴概念は、全く根拠がないものではなく、実体験から得た知識を彼らなりに理解し、認識したものであるからだと考える。

以下にこれまで本校が用いてきた概念規定を一部修正して示す<sup>1)2)3)</sup>。

- ・素朴概念…自然事象に対して、生活経験等から得た彼らなりの根拠を持った知識や考え
- ・科学的概念…「科学概念」獲得の導入となる知識や考え方
- ・科学概念…現地点で、科学者集団によって支持されている概念

また、H26～H28の研究では、前年までの3か年研究を踏まえ、研究主題「実感をともなった理解をさせる授業の創造」というテーマを立ち上げた<sup>4)5)6)</sup>。本研究では、特に①授業の過程の構成の部分に注目し、その中で「深く考える場面（①予想を自分なりに論理的に精緻化された仮説まで作り上げる、②観察・実験結果の解釈から自分の仮説の検証を行い、自然現象を追求する）」を設定し、視点を変える活動（①話し合い活動の場面設定、②観察・実験の効果的活用、③教材・教具の提示）を取り入れた授業を実践した。実感をともなった理解をさせるためには、「深く考える」・「外化」・「共有」を授業過程で取り入れることが不可欠である。

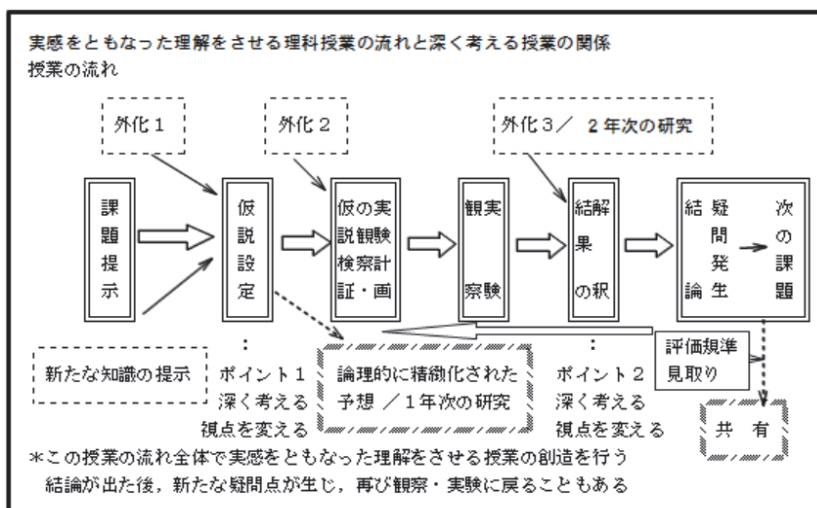


図1 実感をともなった理解をさせる理科授業の流れと深く考える授業の関係

研究を通して、生徒は授業を通して「なぜそうなるのか」ということを考えて自然事象をとらえることができるようになった。これは、生徒の中で実感をともなった理解が得られたこととなり、大きな成果といえる。しかし、研究を進める中で、社会や日常生活、理科以外の教科、理科の他分野、学習したはずの知識とのつながりを見いだすことに課題が見られた。図1に実感をともなった理解をさせる理科授業の流れと深く考える授業の関係について示す。

「実感をともなった理解をさせる授業の創造を目指すことは、生徒が持つ素朴概念を科学的概念へと変容させていくうえで有効なアプローチ」となる。

## 2. 研究主題設定の理由

### (1) 学習指導要領（2008）の成果と課題

学習指導要領（2008）の成果について、新学習指導要領解説理科編（2017）では、『PISA2015では、科学的リテラシーの平均得点は国際的にみると高く、TIMSS2015では、1995年以降の調査において最も良好な結果になっていると述べられている。また、TIMSS2015において、理科を学ぶことに対する関心・意欲や意義・有用性に対する認識について改善が見られる一方で、諸外国と比べると肯定的な回答の割合が低い状況にあることや、「観察・実験の結果などを整理・分析した上で、解釈・考察し、説明すること」などの資質・能力に課題が見られる。』とし

ている<sup>7)</sup>。PISA2015において、述べられている科学的リテラシーについては、次のように定義されている<sup>8)</sup>。

<p>科学的リテラシーとは、思慮深い市民として、科学的な考えを持ち、科学に関する諸問題に関与する能力である。科学的リテラシーを身に付けた人は、科学やテクノロジーに関する筋の通った議論に自ら進んで携わり、それには以下の能力（コンピテンシー）を必要とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○現象を科学的に説明する：自然やテクノロジーの領域にわたり、現象についての説明を認識し、提案し、評価する。</li> <li>○科学的探究を評価して計画する：科学的な調査を説明し、評価し、科学的に問いに取り組む方法を提案する。</li> <li>○データと証拠を科学的に解釈する：様々な表現の中で、データ、主張、論（アーギュメント）を分析し、評価し、適切な科学的結論を導き出す（注：アーギュメントとは、事実と理由付けを提示しながら、自らの主張を相手に伝える過程を指す）</li> </ul>
---

## (2) 学習指導要領（2008）改訂の背景

学習指導要領（2008）改訂の背景には、東京オリンピック・パラリンピック競技大会が実施される「その10年後の2030年ごろまでの間、子供たちの学びを支える重要な役割を担うことになる」として、予測困難な時代を生きる子供たちに必要な資質・能力を育てる学校教育の実現を目指すということがある。

予測困難な時代とは一例をあげると、人工知能の進化により人間が活躍できる職業がなくなるのではないかと、今日の学校教育で学んでいる内容は時代の変化とともに通用しなくなるのではないかとということが考えられる。しかしながら、新学習指導要領（2017）においては子供たちに情報化やグローバル化など急激な社会変化の中でも、未来の創り手となるために必要な資質・能力を確実に備えることができる学校教育の実現を目指している。つまり、これからの予測困難な時代を生き抜く上で必要となる資質・能力を育成することが、理科教育においても重要なポイントとなるのである。

今回の改訂により、中央教育審議会答申で小学校、中学校、高等学校それぞれの学校教育において、理科の学習を通して育成を目指す資質・能力の全体像が明確化された。中でも中学校理科において育成を目指す資質・能力について表1に示す<sup>9)</sup>。

表1 理科において育成を目指す資質・能力の整理

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
<ul style="list-style-type: none"> <li>○自然事象に対する概念や原理・法則の基本的な理解</li> <li>○科学的探究についての基本的な理解</li> <li>○探究のために必要な観察・実験等の基礎的な技能（安全への配慮、器具などの操作、測定の方法、データの記録・処理等）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○自然事象の中に問題を見いだして見通しをもって課題を設定する力</li> <li>○計画を立て、観察・実験する力</li> <li>○得られた結果を分析して解釈するなど、科学的に探究する力と科学的な根拠を基に表現する力、探究の過程における妥当性を検討するなど総合的に振り返る力</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○自然を敬い、自然事象にすすんでかかわる態度</li> <li>○粘り強く挑戦する態度</li> <li>○日常生活との関連、科学することの面白さや有用性の気付き</li> <li>○科学的根拠に基づき的確に判断する態度</li> <li>○小学校で身に付けた問題解決の力などを活用しようとする態度</li> </ul>

また、学習指導要領（2008）の改訂にあたり、中央教育審議会答申において高等学校の理科教育が「基礎」「応用」「発展」と分けられていることからより段階的に科学的リテラシーを育成していくことを意識しているといえる。明確化された資質・能力が、それぞれの学校段階で付けさせたい科学的リテラシーであるといえるだろう。この中学校段階で科学的リテラシーが完成するわけではなく、段階的に育成していく必要があると考えられる。

## (3) 「資質・能力の育成のための学習過程について」

学習指導要領（2008）での理科の目標では、「科学的な見方・考え方を養う」という観点からその指導の充実を図ってきた。しかし、新学習指導要領（2017）では、理科において育成を目指す資質・能力がより具体的なものに示された。そのため、資質・能力を育成するうえで理科における「見方・考え方」を改めて検討し、それらを働かせた授業の実践が求められる。図2に、授業（学習過程）の例を示す<sup>10)</sup>。中でも、注目するのは、学習過程の中で行われる「見通し」と「振り返り」である。「見通し」と「振り返り」は、理科の授業における「見方・考え方」を働かせた授業の構築をするうえで欠かすことのできないものであると本校理科部会では考える。しかしながら、図2の学習過程の中で謳われている一連の活動は、すでに本校においても研究・実践が行われてきたものである。それらの蓄積された知見も生かす中で、今年度の教科研究を行っていく。

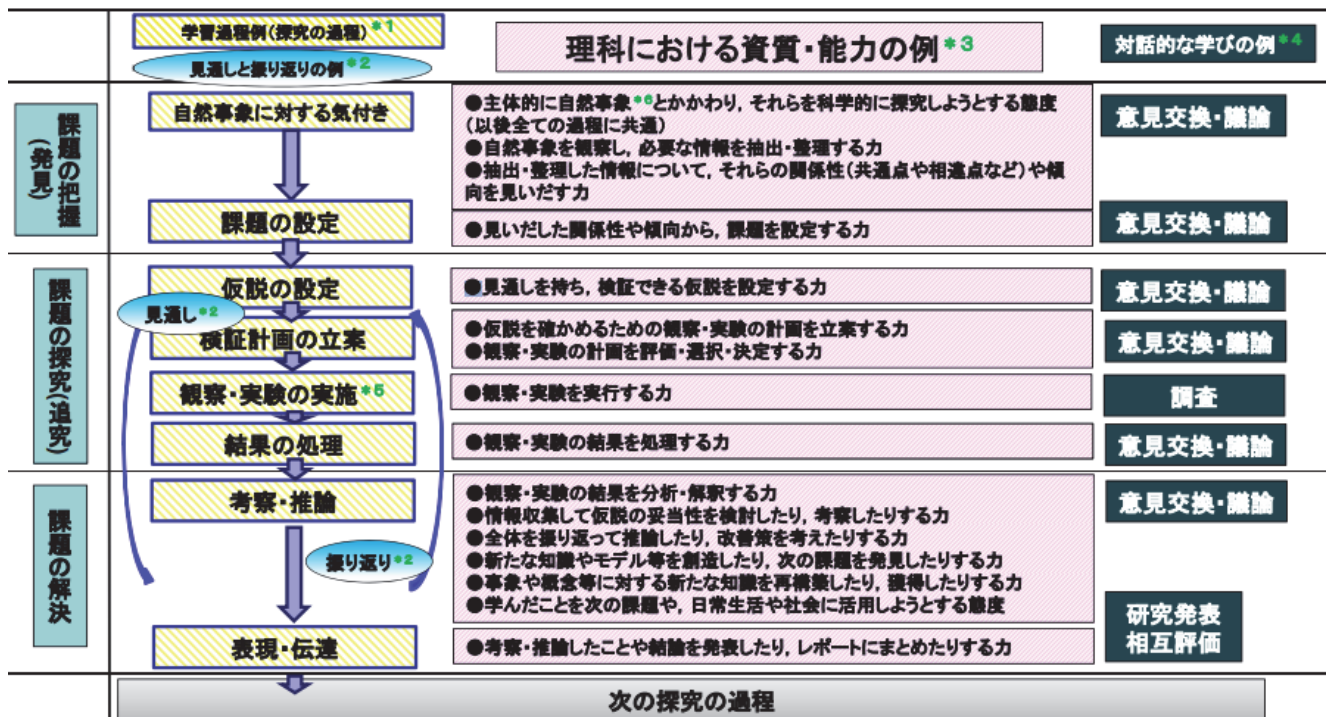


図2 資質・能力の育成のために重視すべき学習過程の例

(4) 実感をともなった理解とは

昨年度までの本校の研究において、実感をともなった理解をさせる授業とは、以下のように考えている。

生徒自身が科学的な言葉を使用して自然の事物・現象を説明することができるようにしていく授業を構築していくこと。

本年度からの理科研究主題は、昨年度までの研究を深化させたものである。研究を進めるにあたり、実感をともなった理解とはどういうことか本校による概念規定を示す。

実感をともなった理解とは  
その授業における課題に対する結論を、根拠をもって他者に理解できるように自分の言葉で説明するだけにとどまらず、これまでの日常的な経験や事象に関わらせながら「なるほど」「わかった」と理解すること。

### 3. 理科研究主題と全体研究との関わり

全体研究主題は、本年度から『新たな世界を主体的に創造する生徒の育成～「見方・考え方」を働かせた学びを通して～』となる。この研究主題のもと、3年計画で研究を行っていく。この全体研究主題は、学習指導要領(2008)の改訂が平成30年度より移行期間に入り、平成33年度から完全実施となることを見据えたものである。

今年度から全体研究では、各教科における見方・考え方を働かせた授業づくりを行うこととなった。それを受け、本校理科部会では、「生徒が見通し、振り返り、実感をともなった理解を促す理科授業の構築」という研究主題を設定した。この研究主題の中にある「見通し」、「振り返り」という活動は、中央教育審議会理科ワーキンググループにおいて、育成を目指す資質・能力と深い関係があると位置づけられている<sup>10)</sup>。つまり、「見通し」、「振り返り」学習活動を行うことは、全体研究主題における見方・考え方を働かせた学びの一部分を担っており、理科において目指す資質・能力の育成にもつながるのである。一見すると見方・考え方を働かせた授業とはどのような新しい授業なのかと思ってしまうかもしれないが、理科の授業における主たる目的が、「科学的概念の構築」にあるということをお忘れしてはならない。科学的概念の構築のためには、以下に示す3つの活動が大切になってくる。

- ①自分の意見を発表し、他人の意見と比較する
- ②他人の考え・意見を受け入れる
- ③他人の意見や自分の考えを踏まえ、課題を解決しようと努力する

しかし、科学的概念を構築する学習過程において、今まで自分が正しいと信じてきた概念が覆され、正しい概念とは何なのかという葛藤が生じるかもしれない。そのような葛藤を通して、理科の奥深さや楽しさを実感し、真実

にたどり着く喜びを実感することで理科が好きな生徒が育つと考えられる。

#### (1) 資質・能力を育成するための理科における「見方・考え方」について

新学習指導要領（2017）において、「理科の見方・考え方」を働かせて、必要な資質・能力を育成することが目標とされている。この資質・能力を育成するうえで、重視すべき学習過程（探究過程）のイメージは図2に示される。このように、育成を目指す資質・能力の全体像を明らかにした上で、新学習指導要領（2017）中学校理科の目標も以下の通り変更が加えられた<sup>11)</sup>。

自然の事物・現象に関わり、理科の見方・考え方を働かせ、見通しを持って観察、実験を行うことなどを通して、自然の事物・現象を科学的に探究するために必要な資質・能力を次の通り育成することを目指す。

- (1) 自然の事物・現象についての理解を深め、科学的に探究するために必要な観察、実験などに関する基本的な技能を身に付けるようにする。
- (2) 観察、実験などを行い、科学的に探究する力を養う。
- (3) 自然の事物・現象に進んで関わり、科学的に探究しようとする態度を養う。

中学校理科の目標の変更について、中学校学習指導要領理科編（2017）では、『従来、理科においては「科学的な見方や考え方」の育成を目標として位置付け、資質・能力を包括するものとして示してきた。今回の改訂では「見方・考え方」は、資質・能力を育成する過程で働く、物事を捉える視点や考え方として全教科等を通して整理されたことを踏まえて示すようにする。』としている。理科における「見方・考え方」について、中央教育審議会答申では、以下のように示している<sup>12)</sup>。

理科における「見方・考え方」（中央教育審議会答申）

自然の事物・現象を、質的・量的な関係や時間的・空間的な関係などの科学的な視点で捉え、比較したり、関係付けたりするなどの科学的に探究する方法を用いて、多面的に考えること。

中央教育審議会の答申において、「見方」と「考え方」は区別されたものとなっている。これらを受けて、研究を進めるにあたり本校理科部会における「見方・考え方」を以下のように概念規定する。

本校理科部会で身につけさせたい「見方・考え方」

「自然の事物・現象の中に課題を見出した時、解決するために何に着目するか（見方）。見出した課題を解決するための方法を用いて考え、解決するための方法で見出した課題について考えること（考え方）。

#### (2) 「見方・考え方を働かせた理科授業とは」

「見方・考え方」をどのように働かせるのか。本校理科部会が考える「見方・考え方を働かせた学び」について以下に示す。まず、生徒は見方・考え方を働かせることによって資質・能力を育むことができると考える。また、この資質・能力は、探究の一連の過程を通して育まれるものであり、教師は、生徒に身につけさせたい資質・能力を育むために重視すべき場面を授業の中に設定する必要がある。

全体総論において、見方・考え方を働かせた3つの場面が述べられており、理科授業の学習過程のどの場面においてどう関わってくるのかについて「考察、推論」の過程を例に挙げて考えてみることにする。

- ①「自己と対象世界との対話」は、実験の結果を考察する際に、自分の中で結果を分析して解釈をすることで自分なりの考えを形成することができると考えられる。
- ②「自己と他者との対話」は、実験結果の解釈の場面で自分の考えを発表したり、他者の考えを受け入れたり共有することで共通性や相違点に気づくと考えられる。
- ③「自己内対話」は、①と②の活動を経て、実験の結果を再度自分の中で分析して解釈をすることで自分の考えが形成することができると考えられる。

実際の授業で生徒がどのような「見方・考え方」を働かせているのか、昨年度の実践例<sup>6)</sup>をもとに考えてみる。課題と向き合い、最初に仮説を立てた段階では、質量や重力、体積に目を向けている生徒は量的な視点を働かせていることになる。実際に生徒の中には、生活経験等（ガリレオの実験）から重力に関連づけた見方を働かせて振り子の例を元にして仮説を立てている様子も見られた。しかし、生徒の中には間違いが含まれている中で立てた仮説もあった。この仮説を立てる段階で生徒は、自分なりの科学的な見方で事物・現象を捉えていることがわかる。言い換えれば、これは①自己と対象世界との対話であると考えられる。

次に、理科の「考え方」について考えてみる。生徒の多くは、課題に対して鉄球と木球を「比較」し、落下という現象を質量の大きさや重力の大きさと「関係付ける」ことによって説明している。しかし、これらの「考え方」

が正しく適切なものかどうかは疑問が残る。そのために深く考える活動が行われた。深く考えるとは、仮説の検証を行い、自然の事物・現象を追究することである。その手立てとして、班の中で意見を交流したり、班で出された意見をクラス内で共有したりする場面（視点を変える活動）を設定した。そのような場面を設定することで、一人一人が持つ素朴概念が再構成され、最終的にクラス内で自由落下について以下に示す考えに収束していった。

「重い物体を動かすときは大きな力が必要で、軽い物体を動かすときは少ない力で済む。結果的に質量100gの物体を動かすには1.0Nの力が、質量10gの物体を動かすには0.1Nの力が必要だけど、両方の物体の質量1.0gの物体を動かすには0.01Nの力になるから、質量1.0gに対する重力の大きさは等しいから、同時に落ちる。」

このような場面を設定することは、②自己と他者との対話によって考え方を働かせていると考えられる。そして、最後に課題に対して再度向き合い、自分なりの言葉で自然の事物・現象について解釈、理解し概念の再構成をする。これは、③自己内対話であると考えられる。

以上のことから、「見方・考え方」を働かせた理科授業を考えるうえで、生徒の学びの過程に注目することが重要であるといえる。実際、「どのように学ぶか」について、「主体的・対話的で深い学び（「アクティブ・ラーニング」）の視点からの学習過程の改善が図られている。理科の「見方・考え方」と「深い学び」について答申では以下のよう記述されている<sup>13)</sup>。

理科においては、自然の事物・現象について、「理科の見方・考え方」を働かせて、探究の過程を通して学ぶことにより、資質・能力を獲得するとともに、「見方・考え方」も豊かで確かなものとなると考えられる。さらに、次の学習や日常生活などにおける問題発見・解決の場面において、獲得した資質・能力に支えられた「見方・考え方」を働かせることによって「深い学び」につながっていくものと考えられる。

深い学びを実現するには、生徒が学習過程に主体的に取り組まなければならない。そのためには、生徒自身が自らの意識をもって自然の事物・事象に向き合い、探究的に取り組む姿勢が必要になる。そのためには、生徒自身が学習を見通したり、自らの学習を振り返ったりすることが大切である。

このように、「主体的な学び」「対話的な学び」「深い学び」は相互に関連し合うものである。つまり、理科の「見方・考え方」を働かせた学びは、「主体的・対話的で深い学び」の中に位置づけられると言える。このことから、理科の「見方・考え方」を働かせた学びは、主体的でなければならない。

(3)「見方・考え方」を働かせた学びを通して、理科で目指す具体的な生徒の姿  
前述のことから、「見方・考え方」を働かせた学びを通して、理科で目指す具体的な生徒の姿を以下のように考えている。

- 自然の事物・現象について、協働しながら科学的な根拠をもとに論理的な説明を構成できる生徒。
- 自然の事物・現象を、既存の知識、他の単元、他の教科、社会と関連付けて捉え、科学を学ぶことの面白さや有用性を実感し、実生活に生かそうとする生徒。

#### 4. 研究の仮説

課題設定をする過程で、日常的な経験や既習内容との関連付けを行い、解決するのに新たな見方・考え方を働かせる必要性に迫られる展開を工夫し、見通しを持つ場面を設定すると、振り返りの場面における実感をもとになった理解につながるであろう。

#### 5. 研究計画の見通し

全体研究を受けて、1年目は、理科における見方・考え方を働かせた授業実践を行う。2年目は、見方・考え方を働かせた授業の評価・見取りについての研究を行う。3年目は、これまでの研究を受けての総括と研究のさらなる深化を目指す。以下に本校理科部会が考える「生徒が見通し、振り返り、実感をもとになった理解を促す理科授業」の流れを図3に示す。

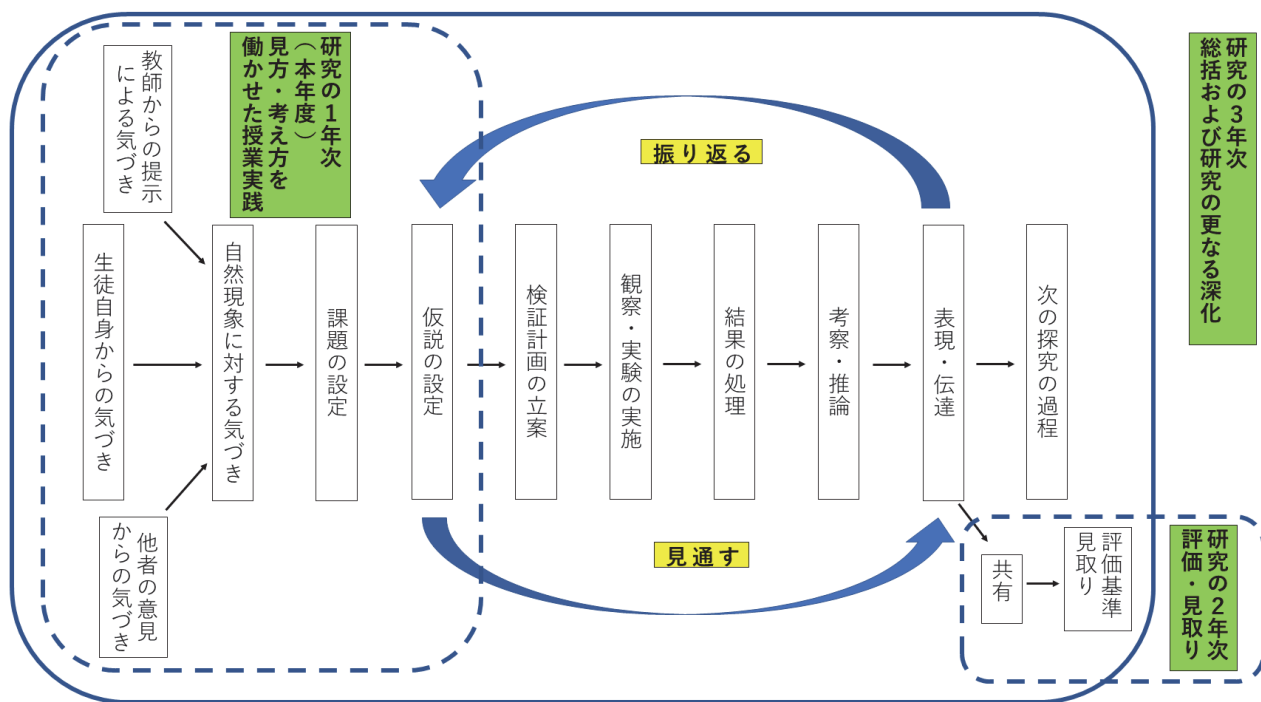


図3 本校理科部会が考える「生徒が見通し，振り返り，実感をともなった理解を促す理科授業」の流れ

## 6. 研究テーマ

「生徒が見通し，振り返り，実感をともなった理解を促す理科授業の構築」のために，本年度は，

理科において重視される資質・能力を育成せるための学習過程を通して，見方・考え方を働かせた理科授業の実践を行う。

## 7. 参考文献

- 1) 山梨大学教育人間科学部附属中学校 平成23年度 研究紀要 pp. 51-63
- 2) 山梨大学教育人間科学部附属中学校 平成24年度 研究紀要 pp. 51-64
- 3) 山梨大学教育人間科学部附属中学校 平成25年度 研究紀要 pp. 45-50
- 4) 山梨大学教育人間科学部附属中学校 平成26年度 研究紀要 pp. 41-52
- 5) 山梨大学教育人間科学部附属中学校 平成27年度 研究紀要 pp. 46-56
- 6) 山梨大学教育学部附属中学校 平成28年度 研究紀要 pp. 49-59
- 7) 中学校学習指導要領解説 理科編 文部科学省 平成29年6月 p. 6
- 8) OECD生徒の学習到達度調査 (PISA) OECD生徒の学習到達度調査 (PISA2015) PISA2015年調査\_パンフレット
- 9) 中央教育審議会 教育課程部会 理科ワーキンググループ (第8回) 配付資料 資料1-4 小・中・高を通じて理科において育成すべき資質・能力
- 10) 中央教育審議会 教育課程部会 理科ワーキンググループ (第8回) 配付資料 資料1-4 小・中・高を通じて理科において育成すべき資質・能力
- 11) 中学校学習指導要領解説 理科編 文部科学省 平成29年6月 第2章 理科の目標及び内容 第1節 教科の目標 p. 27
- 12) 中央教育審議会 教育課程部会 理科ワーキンググループ (第8回) 配付資料 資料1-2 理科における見方・考え方について
- 13) 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及び必要な方策等について (答申) 平成28年12月21日 中央教育審議会 p. 152