

理 科

理 科 部 吉田 和気 茂木 幹生 井上 俊介
研究協力者 益田 裕充

1 理科における「教科本質的な学び」について

既にもっている自然の事物・現象についての考えを科学的な考えにする学び

理科の本質的な意義の中核をなす見方・考え方は、自然の事物・現象を、エネルギーを柱とする領域では、主として量的・関係的、粒子を柱とする領域では、主として質的・実体的、生命を柱とする領域では、主として共通性・多様性、地球を柱とする領域では、主として時間的・空間的な視点で捉えることと、比較、関係付け、条件制御、多面的に考えることである。この見方・考え方を踏まえ、理科における「教科本質的な学び」を「既にもっている自然の事物・現象についての考えを科学的な考えにする学び」とした。本校では、共によりよい生活を創造する子どもの育成を目指している。共によりよい生活を創造する子どもを育成するためには、理科における「教科本質的な学び」が欠かせない。なぜなら、この学びを繰り返していくことで、子どもは、現在の生活の中にある自然の事物・現象同士を比較したり、既習の内容や生活経験と関係付けたりしながら、観察、実験を行うことなどを通して、見いだした自然の事物・現象についての問題を解決できるようになる。そして、生命を尊重することの重要性や自然の事物・現象の性質や規則性などの有用性に気づき、自ら自他と周囲の自然環境との関係を見直すという営みを行うようになったり、理科の問題解決の過程を生かして日常生活で問題解決を行うようになったりするからである。



〈図1 理科における「教科本質的な学び」〉

2 研究の方向

理科における「教科本質的な学び」において、他者と協働して問題解決を行うことは、他者から自分の考えに賛同を得たり、他者の考えを自分の考えに取り入れたりすることで、自分の考えを変容させながら問題解決を行うことにより、実証性、再現性を満たし、客観性を伴う考えを導くことができるという意味をもつ。まず、予想や仮説を発想する場面において、自分の予想や仮説に賛同を得たり、異なる視点から新たな根拠を関係付けたりして、自分の予想や仮説に自信をもつことができる。また、他者の予想や仮説の根拠に納得したり、他者の予想や仮説に対する妥当性の高まりを感じたりして変容させた自分の予想や仮説に自信をもつことができる。次に、観察、実験の計画を立てる場面において、特定の要因を制御すべきと判断した根拠に賛同を得たり、他者の考える観察、実験の道具や方法に対する妥当性の高まりを感じたりして、解決したい問題に照らして自他に必要な解決の方法を発想することができる。このように、観察、実験の計画を立てる場面までの問題解決の過程を通して、予想や仮説が観察、実験などによって検討することができるという条件（実証性）と、人や時間や場所を変えて複数回行って同一の実験条件下では、同一の結果が得ることができるという条件（再現性）を満たすことになる。そして、結果を基に考察し、結論を導く場面において、観察、実験の結果を基に、特定の予想や仮説の正否を確かめられたことに賛同を得たり、自他の予想や仮説とそれらを基にした解決の方法の妥当性に対する再検討の必要性を感じた

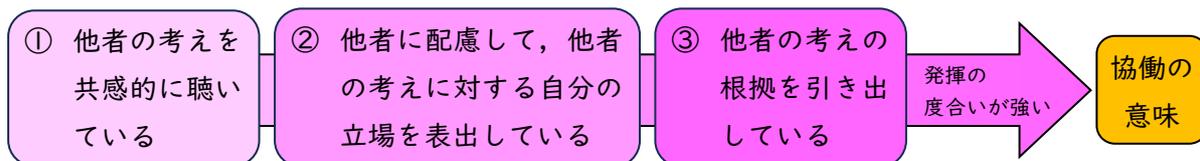
りして、現状で確かになったことを判断することができる。このように、結果を基に考察し、結論を導く場面までの問題解決の過程を通して、多くの人によって承認されるという条件（客観性）を伴う考えを導くことができる。したがって、理科における「他者と協働する力」は、自他の考えを基に、実証性、再現性を満たし、客観性を伴う考えを導くことに向かって発揮される。

ここで、理科の教科特性に着目すると、結果を基に考察し、結論を導く場面において、自分が行った観察、実験を基に、自分の予想や仮説が正しいときの結果を基に自分なりの考察をもつと、他者の考察との相違点に気付いたとしても、自分なりの考察を主張し続ける子どもの姿が現れることがある。この姿が現れるのは、子どもが、自分の問題解決に対して、実証性、再現性を満たしていると感じると、他者の考察を求めて、自分の考察の客観性を十分に検討する必要感が小さくなるからだと考えられる。このような理科ならではの困難さを解消するには、子どもたちが、自分の考えと同じくらい他者の考えを大切にしたいという思いを高める必要があると考えた。

そこで、理科における「教科本質的な学び」において、子どもたちが、自分の考えと同じくらい他者の考えを大切にしたいという思いを高め、自他の考えを基に、実証性、再現性を満たし、客観性を伴う考えを導くことに向かって「他者と協働する力」を発揮する子どもの姿がさらに現れるように、研究を進めていくこととした。

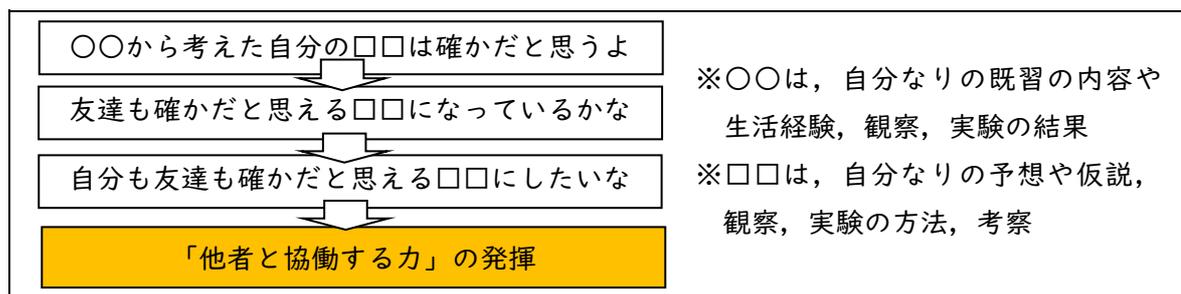
3 研究内容

(1) 「他者と協働する力」が発揮された姿



①の姿は、他者が考えを伝える際に、頷いたり、相槌をうったりする姿である。これらは、自分の考えと同じくらい他者の考えを大切にしたいという思いをもっているため、他者の考えを受け止めると考えられる。②の姿は、他者の考えに対して、温かい言葉遣いで賛同していることを伝えたり、すぐに否定せずに疑問を口にしたりする姿である。これらは、自分の考えと同じくらい他者の考えを大切にしたいという思いが高いため、他者の考えを尊重しながら自分の考えを伝えると考えられる。③の姿は、自分から他者の考えの根拠を問いかけたり、再度他者の考えとその根拠の結び付きを説明するよう求めたりする姿である。これらは、自分の考えと同じくらい他者の考えを大切にしたいという思いが十分高いため、他者の考えとその根拠の結び付きを知ろうとすると考えられる。なお、協働して問題解決を行う経験を重ねるほど、②と③の姿は、発揮の度合いが逆転したり、交互に現れたりするようになると考える。

(2) 学びのプロセス



(3) 学びのデザイン

①教科本質的な学び

理科における「教科本質的な学び」を踏まえ、子どもたちと、協働して理科を学ぶよさを【ふれる・つかむ】過程で共有する。この際、学習支援アプリなどを用いて、協働して理科を学ぶよさと前単元の各学習場面の写真や動画とを照らし合わせることで、協働して理科を学ぶよさを意識した話合いを行い、科学的な問題解決につながったことを具体的に称賛する。また、このよさは、【追究する】過程で再提示する。具体的には、予想や仮説を発想する、観察、実験の計画を立てる、考察し、結論を導くという各学習場面の導入で再提示することにより、問題解決の過程を通して、協働して理科を学ぶよさを意識し続けられるようにする。そして、【まとめる・生かす】過程で振り返りを行う。この際、協働して理科を学ぶよさと自分の問題解決の過程とを照らし合せながら、単元の学習を振り返ることができるようにする。ここで、理科を学ぶ意義を、子どもたちと自然の事物・現象についての自分や友達の既にもっている考えを、みんなが納得できる考えにできることとし、各学習場面における学習方略を、以下のように捉えた。

各学習場面	学習方略
予想や仮説を発想する	予想や仮説の共通点や相違点を明らかにすること 予想や仮説の根拠を明らかにすること
観察、実験の計画を立てる	観察、実験の方法の共通点や相違点を明らかにすること 観察、実験の結果の見通しを明らかにすること
考察し、結論を導く	観察、実験の結果の共通点や相違点を明らかにすること 観察、実験の結果が表れた理由（原因）を明らかにすること

そして、理科における協働して問題解決を行う意味を、自分と友達の考えが、みんなで納得できるかどうかを話し合いながら問題解決を行うことで、各学習場面でみんなが確かだと思える考えを見付け、みんなが納得できる結論を出すことにつながることで位置付けた。

【予想・仮説を発想する場面】

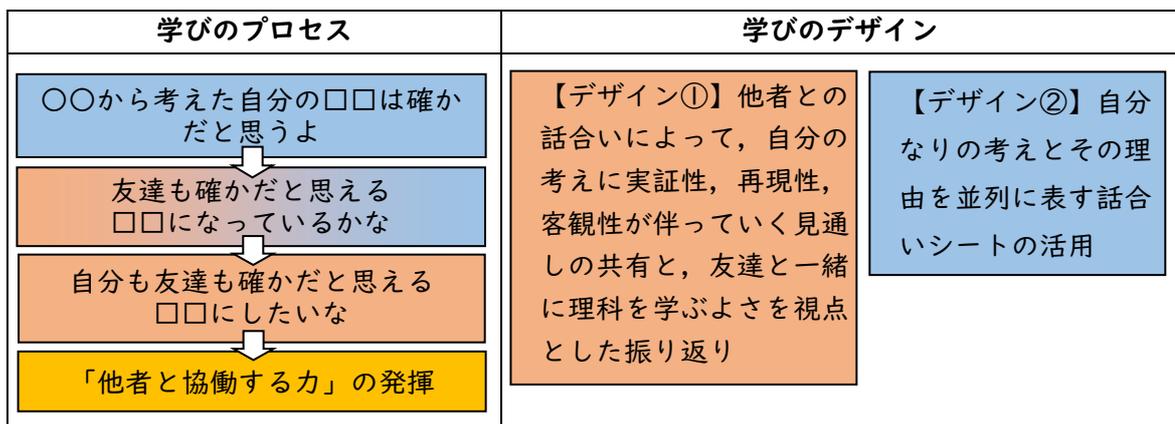
【観察、実験の計画を立てる場面】

【考察し、結論を導く場面】



<図2 各学習場面における協働して理科を学ぶよさ>

②プロセスを基にした学びのデザイン



【デザイン①】他者との話し合いによって、自分の考えに実証性、再現性、客観性が伴っていく見通しの共有と、友達と一緒に理科を学ぶよさを視点とした振り返り

子どもたちが、自分の考えと同じくらい他者の考えを大切にしたいという思いを高めるためには、自分と友達の考えを基に、科学的かどうかを話し合いながら問題解決を行うことが、みんなで納得できる結論を出すことにつながることを自覚する必要がある。そこで、予想や仮説を発想する、観察、実験の計画を立てる、考察し、結論を導くという各学習場面において、自分なりの考えをもった後に、協働して理科を学ぶよさを再提示し、科学的な問題解決の過程を行うには、学習方略を意識した話し合いが有効であることを共有する。また、それらのよさを意識した話し合いによって、「実際に確かめられる」「繰り返し確かめられる」「みんなで納得できる」という視点を重視した問題解決の過程になることを伝えていく。問題解決後には、協働して理科を学ぶよさに、各学習場面で得た考えを当てはめた図を作成する。そして、「自分たちの問題解決に、協働して理科を学ぶよさが有効であったか」という視点で、自分の問題解決の過程を振り返る機会を設定する。

【デザイン②】自分なりの考えとその理由を並列に表す話し合いシートの活用

子どもたちが、自分の考えと同じくらい他者の考えを大切にしたいという思いを高めるためには、自他の考えとそれらの根拠との結び付きを自覚することが必要である。そこで、「自分なりの考え（予想や仮説、方法、考察）」「考えの理由（既習の内容や生活経験、予想や仮説、観察、実験の結果）」を並列に表す話し合いシートを各自が作成し、話し合いの場面で活用できるようにする。この際、記述する内容を簡素化できるとよい。例えば、「自分は、～～です。なぜなら□□だからです。」のような文型で記述するように促したり、自分なりの考えに色付けをしたりすることなどが考えられる。

4 成果と課題

本校理科における問題解決的な学習の中で、「共によりよい生活を創造する子ども」の育成に向けて、「他者と協働する力」を発揮する学びのデザインについて研究を進めてきた。その結果、次のような成果と課題が明らかになった。

○成果

学びのデザイン①により、子どもたちは、他者と協働して問題解決を行うことは、他者から自分の考えに賛同を得たり、他者の考えを自分の考えに取り入れたりして、自分の考えを変容しながら問題解決を行うことだと自覚できたと言える。また、他者と協働して問題解決を行う意味は、実証性、再現性を満たし、客観性を伴う考えを導くことができることという自覚が定着しつつあると考えられる。子どもたちが、このような問題解決の過程を経験することは、各学習場面のつながりを捉えられるようになることにつながる。そして、他者と協働して科学的な問題解決を行えたことに対して自信を深め、今後も、他者と協働して問題解決を行いたいという思いを高めることが期待できる。

学びのデザイン②により、子どもたちは、自分なりの考察と観察、実験の結果との結び付きを自覚することができた。また、自他の考察を円滑に共有できたことで、自分なりの考察に満足せず、みんなが納得できる考察を求めようとする思いを高めたと言える。すなわち、理科における「他者と協働する力」を発揮することを促したと言える。

○課題

考察し、結論を導く場面において、一部の子どもから、未習の内容に着目したまま問題解決を行ったため、ブクブクの正体が空気か水蒸気かという考察の話し合いを行う際に、自他の考察とそれらの根拠の結び付きを検討できない姿が見られた。これは、予想や仮説を発想する場面において、追究した

い内容にずれが生じたことにより、自分なりの予想や仮説の妥当性を検討できなかつたためだと考えられる。この追究のずれは、沸騰するまでの水の様子を観察する共通の体験の際に、教師が、子どもたちに、水に対して既にもっている考えを自由に想起させたことにより、教師が想定した水の状態変化に着目した問題解決の過程を経ることができなかつたと考えられる。つまり、追究すべき自然の事物・現象の性質や規則性などを焦点化して、子どもたちが互いに同じ問題解決を行えるような単元構想をすることが重要であったと考えられる。今後は、子どもたち一人一人の考えを尊重しつつ、追究すべき自然の事物・現象の性質や規則性などに焦点化できる共通の体験を設定することや、複数の予想や仮説が生まれる問題の設定を構想する必要があると考えられる。

【参考文献】

- ・益田裕充（2019）『知性を高め未来を創る理科授業』上毛新聞社。
- ・田中保樹・益田裕充・小倉恭彦・後藤文博（2021）『資質・能力を育成する科学的な探究と学習評価（中学校理科）指導と評価の一体化を通して』東洋館出版社。
- ・鳴川哲也（2020）『理科の授業を形づくるもの』東洋館出版社。