

理科

理科部 井上 俊介 関口 雄基 芹澤 嘉彦
研究協力者 益田 裕充

I 理科における「社会に変革を起こす子ども」について

自分の考察の根拠となる観察、実験の結果を伝えて、他者の考察を観察、実験の結果を基にした根拠の確かな考察にできるよう働きかける子ども

本校の学校教育目標「つよく 正しく かしこく」を具現化した児童を育成するためには、各教科等の学習指導要領を基に、本校の児童の実態を踏まえて捉えた資質・能力を育むことが必要である。理科の問題解決的な学習では、「自然の事象・現象を科学的に探究できる資質・能力」を育むことを目指す。この資質・能力と、理科の問題解決的な学習の過程の具体は、以下のとおりである。

自然の事象・現象を科学的に探究できる資質・能力

(1) 知識及び技能

自然の事象・現象の性質や規則性などの理解と、観察、実験などに関する基本的な技能

(2) 思考力・判断力・表現力等

自然の事象・現象の性質や規則性などについての問題を見いだす力、根拠のある予想や仮説を発想する力、予想や仮説を検証できる方法が発想する力、より科学的な考えを導く力

(3) 学びに向かう力、人間性等

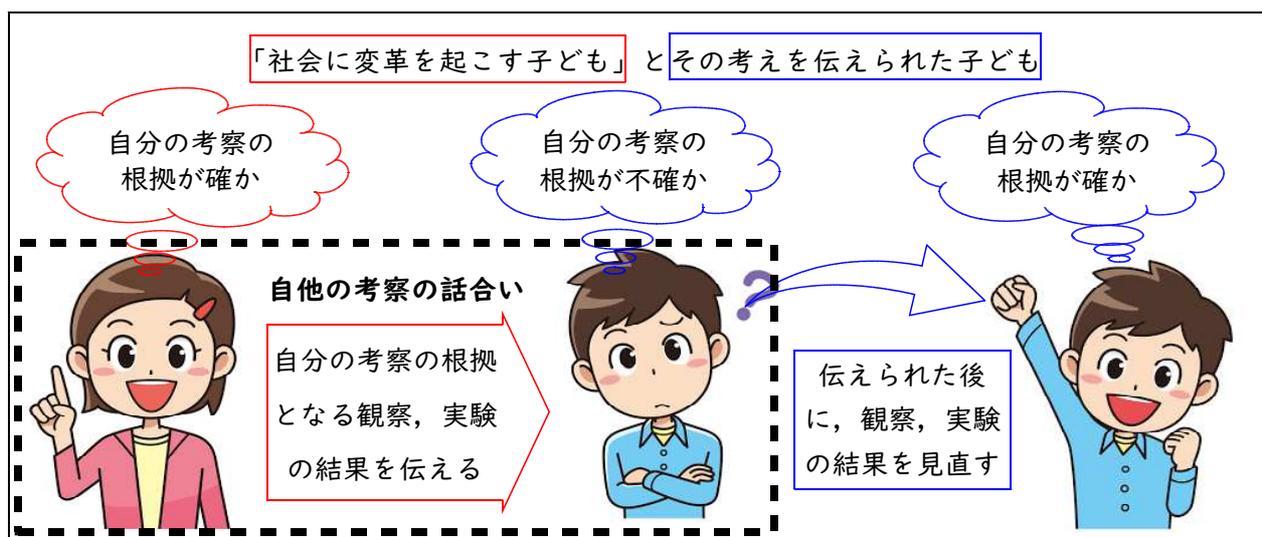
自然に親しみながら、自然の事象・現象の性質や規則性などについての問題を見だし、その解決をしようとする態度

<「自然の事象・現象を科学的に探究できる資質・能力」についての三つの柱>

過程	学習活動
ふれる・つかむ	自然の事象・現象にふれる 単元のめあてをつかむ
追究する	問題を見いだす 根拠のある予想や仮説を発想する 観察、実験の計画を立てる 観察、実験を行い、結果を表現する 考察をし、妥当な結論を導く 問題解決の過程を振り返る
まとめる・生かす	ものづくりや現場学習などを行う ※ものづくりや現場学習などに学んだことを活かして、単元のめあてを達成する

<本校理科の問題解決的な学習の過程>

全体研究を踏まえ、理科における「社会に変革を起こす子ども」を「自分の考察の根拠となる観察、実験の結果を伝えて、他者の考察を観察、実験の結果を基にした根拠の確かな考察にできるよう働きかける子ども」と具体化した。理科の問題解決的な学習において、児童は自然の事物・現象に働きかけ、そこから得た気付きや疑問と既習の内容や生活経験とを照らし合わせて、自然の事物・現象の性質や規則性などについての問題を見いだす。次に、自他の予想や仮説を話し合う中で、既習の内容や生活経験を基に、自他の予想や仮説の根拠を明確にする。そして、予想や仮説を検証するための計画に沿って観察、実験を行い、結果を記録する。その後、観察、実験の結果を基に考察し、自他の考察を話し合う中で、自他の考察の根拠を明確にする。最後に、問題に正対する結論を導く。このような学習を通して、児童は、予想や仮説、考察といった自分の考えを少しずつ科学的な考えに変容させていく。特に「考察をし、妥当な結論を導く」場面において、考察の根拠として、友達から結果を伝えられた児童の多くは、うなづきながら自分の考察を見直し、結果を基に、自分なりに不確かだった自分の考察の根拠を修正して、自分の考察の根拠を明確にすることができていた。これは、予想や仮説の根拠となる既習の内容や生活経験以上に、考察の根拠となる観察、実験の結果には、実証性・再現性・客観性などの条件を伴うため、自他が納得できる考察をもつことができるためである。そして、このような姿が繰り返し現れることで、児童は、自他ともに納得して問題解決をしていた。この姿は、理科における「社会に変革を起こす子ども」に相当する姿だと考えた。



＜本研究で捉えた「社会に変革を起こす子ども」と、その考えを伝えられた子どもとの関係＞

また、本研究で捉えた「自分の考察の根拠となる観察、実験の結果を伝えて、他者の考察を観察、実験の結果を基にした根拠の確かな考察にできるよう働きかける子ども」の姿は、資質・能力の三つの柱を相互に関係し合うことを活性化している姿であり、理科の問題解決的な学習の中で、上記のような姿が現れることを繰り返すことで、本校理科が捉えた資質・能力を育成することができる。

2 理科における「社会に変革を起こす子ども」の姿が現れるための学習指導の工夫

これまで、本校理科の研究や実践の中で、「自分の考察の根拠となる観察、実験の結果を伝えて、他者の考察を観察、実験の結果を基にした根拠の確かな考察にできるよう働きかける子ども」に相当する児童は、「既習の内容」「自然の事物・現象に働きかけた体験」「自然の事物・現象に触れた生活経験」「学級全体の観察、実験の結果」(以下、「理科の情報」)の活用 に長けていた。特に「考察し、妥当な結論を導く」場面において、以下のように、「理科の情報」を活用する姿が見られた。

- ・「学級全体の観察，実験の結果」から，自分の予想や仮説が正しいときや正しくなかったときの結果を見付けていた。【情報の収集・吟味】
- ・自分の予想や仮説が正しいときや正しくなかったときの結果から，自分の考察をしていた。【情報の関係付け】
- ・自分の考察の根拠となる自分の予想や仮説が正しいときや正しくなかったときの結果を友達に伝えていた。【情報の処理，表現】

＜「理科の情報」を活用する児童の姿＞

上記のような児童は，自他の考察を比較した際に，自分の考察の根拠なる観察，実験の結果を伝えて，他者が観察，実験の結果を見直すきっかけをつくっていた。一方で，以下のように，「理科の情報」を十分に活用できない児童の姿も見られた。

- ・自分の予想や仮説が正しいときの結果だけに目を向けていた。【情報の収集・吟味】
- ・学級全体の観察，実験の結果の分析が不十分だった。【情報の関係付け】

＜「理科の情報」を十分に活用できない児童の姿＞

以上を踏まえて，本年度は，理科の資質・能力の育成に向け，情報活用の視点を基に，ICTを活用した学習指導の面から授業改善を行う研究を進めていくことにした。そして，「自分の考察の根拠となる観察，実験の結果を伝えて，他者の考察を観察，実験の結果を基にした根拠の確かな考察にできるよう働きかける子ども」の姿が現れるように，以下の学習指導の工夫を行うこととした。

ICT機器の機能で「理科の見方」に着目する観察，実験の結果の記録

「考察し，妥当な結論を導く」場面において，「自分の考察の根拠となる観察，実験の結果を伝えて，他者の考察を観察，実験の結果を基にした根拠の確かな考察にできるよう働きかける子ども」の姿が現れるためには，観察，実験の結果から自分の予想や仮説が正しいときや正しくなかったときの結果を見付けることが欠かせない。そこで，ICT機器の機能を用いて観察，実験の結果の記録をする。この学習指導の工夫は，「理科の見方」に応じた記録の方法や留意点を踏まえて，児童が撮影したり記録したりする。これにより，児童は，学級全体の観察，実験の結果の比較の仕方を明確にできる。なお，児童の発達段階に応じて事前指導をし，児童主体にしていく。また，記録の仕方や留意点は領域の特性に応じた主なものであり，問題に応じて変えたり組み合わせたりするとよい。

領域	エネルギー	粒子	生命	地球
理科の見方	量的・関係的	質的・実体的	共通性・多様性	時間的・空間的
記録の方法	重さ，長さ，時間等の数値の相関を表やグラフにする	自然の事物・現象に近づいた定点画像や映像にする	複数の自然の事物・現象をNアップ画像にする	自然の事物・現象を捉えたコマ数調整動画にする
記録をする際の留意点	数値の正確に記録すること	画像や映像に観察，実験中の気付きを書き込むこと	色や形，大きさなどの観点を明示すること	時刻と方位を明示すること
基本の条件や，変化させた条件を明示すること 繰り返し記録して，平均をとること				

3 学年「風とゴムの力のはたらき」領域：エネルギー（主として量的・関係的な見方）



強さ	写真	1回目	2回目
弱	 2回目 ↓ ↑ 1回目	3m 35cm	3m 35.5cm
中	 2回目 ↓ ↑ 1回目	3m 41.2cm	3m 40.4cm
強	 2回目 ↓ ↑ 1回目	4m 1cm	5m 45.3cm

<観察, 実験を行う子ども>

風の強さと車の進んだ

距離の相関を表にする

基本の条件：風の強さを中にする

平均をとる：2つの距離の間をとる

<車の進んだ距離を記録した観察, 実験の結果>

ICT機器を用いた考察のポイントの活用

「考察し、妥当な結論を導く」場面において、「自分の考察の根拠となる観察、実験の結果を伝えて、他者の考察を観察、実験の結果を根拠とするよう働きかける子ども」の姿が現れるためには、児童が、学級全体の観察、実験の結果を分析することが欠かせない。そこで、ICT機器を用いた考察のポイントの活用をする。この学習指導の工夫では、各学習活動で、児童が、自分の予想や仮説を検証するために観察、実験の結果を用いることへの意識を持続することが大切である。具体的には、「観察、実験の計画を立てる」場面において、考察のポイントを画像にしたり、「観察、実験を行う」場面において、大型モニターで提示したりする。また、「問題解決の過程を振り返る」場面において、子どもが振り返りをする視点としても活用することもできる。なお、考察のポイントは、児童と話し合いながら具体化していくことで、児童が、各学習活動のつながりを自覚したり、自然の事物・現象を科学的に探究する手続きの意義を実感したりすることになる。作成時の留意点と考察のポイント、ICT機器を用いた活用の例を以下に示す。

作成時の留意点	予想や仮説の検証に必要な観察、実験の結果の使い方を具体化すること
考察のポイントの例	自分の予想の正否を考える 自他の観察、実験の結果の共通点や差異点を見付ける 自分の予想が正しいときの正しくないときの結果を見付ける ※子どもの実態に応じて、変化したり、追加されたりすることがある。
ICT機器を用いた活用の例	学級全体の観察、実験の結果の一覧に、考察のポイントを入れる 自他の班の観察、実験の結果を比較する際に、考察のポイントを常時提示する

<観察，実験を行う子ども>

<観察のポイント>

目指すこと
問題の答え = 結論

友達が納得できる

確か
問題の証明は正しいか？
他の班と同じ(確か) → 理由
「ちがう」 → ほんとうは？ 本当は正しいのは？

考察
○予想は比べた
○結果を証拠におき
○同じちがう理由は
○経験と結びつける

<考察のポイントと観察，実験の結果の一覧を見る子ども>

加熱すると、どの班の結果もビニル袋が膨らんだから、泡の正体は空気かな。(泡が空気であることの根拠が不確か)

確かに、泡の正体は空気だけとは言えないな。空気と水が混ざったものかもしれないな。(泡が空気だけとは言えないことの根拠が確か)

泡の正体が水なら「ビニル袋の中に水滴ができきる」空気なら「ビニル袋が膨らむ」だったね。曇ったのは、小さな水滴がついたからだし、加熱をやめると、ビニル袋は縮んでしまったから、泡の正体は水だと思うよ。(泡の正体が水であることの根拠が確か)

<自他の考察を話し合う子ども>

3 成果と課題

本校理科では、「考察し、妥当な結論を導く」場面において、「自分の考察の根拠となる観察，実験の結果を伝えて、他者の考察を観察，実験の結果を根拠とするよう働きかける子ども」の姿が現れるよう、その授業における具体的姿や学習指導の工夫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

自然の事物・現象についての問題解決に向けて、児童は、学級全体の観察，実験の結果を比較したり関係付けたりして、自他の予想や仮説が正しいときや正しくないときの結果を見付けていた。そして、考察を話し合う中で、自分の考察の根拠となる学級全体の観察，実験の結果を伝えたり、友達の考察の根拠となる観察，実験の結果を問いかけたりした。そのような働きかけをされた友達は、学級全体の観察，実験の結果を見直し、自他の予想や仮説が正しいときや正しくなかったときの結果の有無を自覚したことにより、学級全体の結果を根拠として、自分の考察を改善することができた。

これらの姿は、理科では、「自分の考察の根拠となる観察、実験の結果を伝えて、他者の考察を観察、実験の結果を根拠とするよう働きかける子ども」の姿である。これは、姿が現れるための学習指導の工夫により、児童が、自分の予想や仮説が正しいときや正しくなかったときの結果を見付けたり、学級全体の観察、実験の結果を根拠として、自他の考察を明確にしたりすることができたためであると言える。

○課題

児童は、考察を実証性・再現性・客観性を伴う考えに変容することができた一方で、各班の結果とそれらが現れた原因を関係付けていなかったり、基本の条件を曖昧に記憶していたりするなど、「理科の考え方」を意識的に働かせてない児童の姿も見られた。今後は、児童が、「理科の考え方」を意識的に働かせながら、より科学的な考えをもつことができるようにしていきたい。そのため、児童が理科の問題解決の過程で働かせた「理科の考え方」をポートフォリオなどに記録し、今後の問題解決に活用できるようにするなど、学びの自覚を促す学習指導の工夫を行っていきたい。

【参考文献】

- ・文部科学省『小学校学習指導要領解説 理科編』平成30年2月，東洋館出版。
- ・益田裕充【編著】『なぜ大学生は4本足のニワトリを描くのか』，上毛新聞社，2014年4月。
- ・益田裕充【編著】『知性を高め未来を創る理科授業』，上毛新聞社，2019年4月。
- ・鳴川哲也【編著】『理科の授業を形づくるもの』，東洋館出版社，2020年4月。
- ・一般財団法人日本理科教育学会編『理科の教育』令和2年10月号，11月号，東洋館出版社。