

主体的に学習に取り組む児童を育てる理科の授業づくり

—仮説を設定し、検証する活動を通して—

加賀谷 元¹

「理科離れ」が指摘されているなか、児童が主体的に学習に取り組むためには、理科の面白さを感じさせたり、有用性を認識させたりすることが求められている。本研究では、児童の疑問を基に検証する問いをつくったり、思考を整理しながら根拠を表現したりできるようにして、仮説を立てて検証する指導の充実を図った。それにより、主体的に学習に取り組む児童を育てるのに有効な学習指導の在り方を探った。

はじめに

1990年代中頃から児童・生徒の「理科離れ」の実態が広く知られるようになった。この事態を解消すべく、文部科学省は科学好き、理科好きの児童・生徒を増やすために「科学技術・理科大好きプラン」を2002年から開始している(文部科学省 2003)。

しかし、小学生・中学生を対象とした、国際比較教育調査である国際数学・理科教育動向調査(TIMSS 2015)の質問紙の結果では、諸外国と比べて理科を学ぶことに対する関心・意欲や意義・有用性に対する肯定的な意識が、学年が上がる则大きく低下する傾向があることが明らかになっている(文部科学省 2015)。

『小学校学習指導要領(平成29年告示)解説理科編』(以下、『解説理科編』という)では、「生徒自身が観察、実験を中心とした探究の過程を通じて課題を解決したり、新たな課題を発見したりする経験を可能な限り増加させていくことが重要であり、このことが理科の面白さを感じたり、理科の有用性を認識したりすることにつながっていくと考えられる。」(文部科学省 2017 p. 7)とし、教育内容の見直しが求められている。

溝上は、主体的な学習のとらえ方として、課題依存(教材そのものがもつ楽しさ)型の主体的な学習だけではなく、自己調整(考えを深める楽しさや、深まった考えを次の学習や自分の生活にいかす楽しさ)型の主体的な学習を経験させることが学習の深まりにつながるとしている(溝上 2019)。

中学年の理科の学習内容は、「磁石」や「昆虫」等、題材そのものに児童が興味をもちやすいものが多い。一方、高学年になると「ものとりけ方」や「種子の発芽」等、目に見えない現象に関わる法則や原理の理解、条件制御の思考力が重要となり、その難解さから主体的な学習とはなりにくい現状がある。これらのことから、主体的に学習に取り組む児童を育てるためには、題材の魅力に頼った課題依存型の主体的な学習ではな

く、自己調整型の主体的な学習によって、自身で解決方法を考え、物事を明らかにする楽しさを味わう経験が必要であると考えた。

研究の目的

本研究の目的は、小学校の理科の授業において、主体的に学習に取り組む児童を育てるために、有効な学習指導の在り方を明らかにすることである。

研究の内容

1 主体的に学習に取り組む児童を育てる理科の授業づくり

(1) 理科離れの定義

理科離れという言葉は、それぞれの研究者が独自の解釈で用いている。本研究では広義として「科学技術全般に対する認識・態度の低下」、狭義としては「理科に対する関心の低下による、主体的に学習に取り組む姿の減少」と定義する。

(2) 理科離れの現状と要因

科学技術振興機構の小学校理科教育実態調査では、小学校の教師の約7割が、自身の理科の指導法についての知識・技能が「低い」または「やや低い」と回答している(科学技術振興機構国立教育政策研究所 2008)。また、ベネッセ教育総合研究所が行った調査では、力をいれて研究している教科として理科を選んだ教師は4.1%と、他教科と比べて低いことがわかっている(ベネッセ教育総合研究所 2007)。

理科は準備に時間がかかる上に、計画通りに授業が進まないことも多く、日々の忙しさのなかでの負担や自身の力不足を感じる教師が多いものと考えられる。

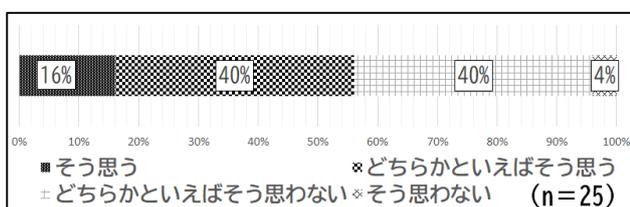
OECD生徒の学習到達度調査(PISA2015)では、「科学の楽しさ」「理科学習に対する道具的な動機付け」「理科学習者としての自己効力感」「科学に関連する活動」の四つの観点について2006年調査との経年比較が可能である。「科学の楽しさ」については、肯定的な回答が有意に減少しており、OECD平均を大

1 小田原市立報徳小学校
研究分野(授業改善推進研究 理科)

きく下回っている(国立教育政策研究所 2015)。また、長沼は「科学技術のブラックボックス化の影響もあり、自然物と人工物を区別できず、これらに関心を示さない、(中略)日常生活の中で理科への関心が補強されることがないため、学年が上がるにつれて、難解となっていく学習の中でかき消されていってしまう。」(長沼 2015)と述べ、技術革新を積極的に推進する我が国において、科学的な好奇心を育てる教育が必要であるとしている。

(3) 事前アンケートから

本研究テーマの検証授業の対象となる報徳小学校5年1組25名への事前アンケートでは、「身の周りの物や自然について『不思議だな』『おもしろいな』と思う。」という質問に対し、44%の児童が否定的な回答をしている(第1図)。



第1図 「身の周りの物や自然について『不思議だな』『おもしろいな』と思う」について

普段何気なく目にする自然現象が題材であった場合、科学的な好奇心が刺激されるような題材との出会い方を工夫する必要がある。

(4) 仮説を立てる

新学習指導要領小学校理科の目標にある、「見通しをもって」について、『解説理科編』では、「『見通しをもつ』とは、児童が自然に親しむことによって見いだした問題に対して、予想や仮説をもち、それらを基にして観察、実験などの解決の方法を発想することである。」(文部科学省 2018 p.14)としている。見いだした問題に対し、仮説をもち、検証する授業の流れは、教師が考えた実験をただやらされているのではなく、児童自身が切実な必要感をもって学習に取り組むことができ、主体的な学習になるのではないかと考えられる。そのためには、児童が「知りたい」「調べたい」と感じたことを基に、仮説が立てられるような問いをつくることや、理科の見方・考え方を働かせ、与えられたものではない「自分の仮説」を立てられるようにすることが重要であると考えられる。

2 研究の仮説

本研究は次のように仮説を立てて、検証を行った。

実験を中心とした理科の授業において、仮説を立てる指導を充実させることで、主体的に学習に取り組む児童を育てることができる。

3 研究の手立て

(1) 仮説につながる問いづくり

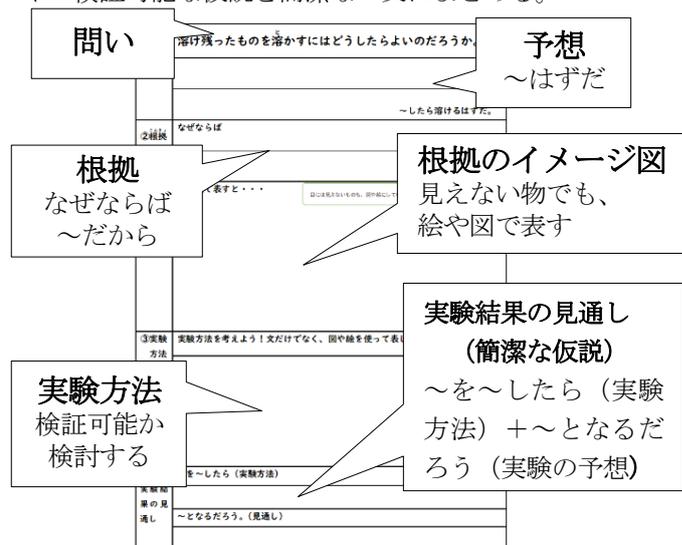
児童が主体的に実験に取り組めるように、次の二つを意識して問いづくりを行った。

- ア 児童の疑問を基に問いをつくる。
- イ 仮説が立てられるような問いをつくる。

(2) 仮説につながるワークシート

明確な根拠を基にした簡潔な仮説が立てられるように、次の二つを意識してワークシートを作成した(第2図)。

- ア 予想の根拠をイメージ図で明確にする。
- イ 検証可能な仮説を簡潔な一文にまとめる。



第2図 仮説につながるワークシート

4 検証方法

検証授業を実施し、次の2点から児童の変容を読み取り、研究の仮説を検証した。

(1) アンケート結果

単元の前後に児童を対象とした事前・事後アンケートを行い、選択式の項目における回答の割合の変容を考察した。『平成30年度 全国学力・学習状況調査』の「理科に関する状況」を参考にした項目を設けた。また、事後アンケートのみ、検証授業を行った単元に関する自作の項目と自由記述の欄を設けた。

(2) ワークシートの記述内容

ワークシートの記述内容から、児童の学習の様子を分析した。

5 検証授業

(1) 検証授業の概要

- 【対象児童】 所属校 第5学年1クラス(25名)
- 【科目】 理科
- 【単元】 もののとけ方
- 【授業時間】 45分×12回
- 【単元目標】

ものが水に溶ける量や様子に着目して、水の温度や量などの条件を制御しながら、ものの溶け方の規則性を調べる活動を通して、それらについての理解を図り、

観察、実験などに関する技能を身に付けるとともに、主に予想や仮説を発想する力や主体的に問題解決しようとする態度を養う。

第1表 単元指導計画（全12時間）

時間	学習内容
1・2	試しの実験から問いづくり
3～5	活動①「とけた食塩はどこにいったのだろうか。」
6～8	活動②「とけ残ったものをとくすにはどうしたらよいのだろうか。」
9・10	活動③「とけたものはどうやったら取り出せるのだろうか。」
11・12	活動④ 個人実験 単元のまとめ

第2表 手立てと関連する時間の詳細(本時の主発問を【 】で、児童の主な学習活動を○で示した。)

第1時	ねらい 試しの実験を通して、「もののとけ方」について問いを見いださせる。
	【問いの材料を集めよう。】 ○食塩やミョウバンが50mLの水に溶けるのか、5gずつ増やしながらか試す。 ○色々なものを水に溶かして観察し、水溶液の定義を知る。 ○6つの問いの視点でワークシートに考えを記入する。 ①ふしぎなこと ②おどろいたこと ③気になること ④おもしろかったこと ⑤わかったこと ⑥調べたいこと
第2時	ねらい 「もののとけ方」について問いを見いださせる。
	【問いの材料から、問いをつくらう。】 ○視点ごとに発表し、関連のあるものをまとめて問いにしていく。 「とけた食塩はどこにいったのだろうか。」 「とけ残ったものをとくすにはどうしたらよいのだろうか。」 「とけたものを取り出すにはどうしたらよいのだろうか。」
第6時	ねらい 溶け残った食塩とミョウバンを溶かす方法について、予想とその根拠を考えさせる。
	【とけ残ったものをとくすにはどうしたらよいか考えよう。】 ○試しの実験の様子を映像で見る。 ○予想、根拠、実験方法を考える。実験の見通しを考える。 ○考えた仮説を発表し、共有する。
第7・8時	ねらい 仮説に合った実験方法を考え、検証させる。
	【とけ残ったものをとくすにはどうしたらよいか、実験をして調べよう。】 ○似ている仮説の人同士でグループになり、個人で考えた実験方法をもとに実験方法を再検討する。必要な実験道具を用意する。 ○計画に沿って実験をする。新たな疑問⇒追加実験をする。 ○実験結果と考察を報告する。 ○明らかになったことを整理し、問いに対する結論をまとめる。

(2) 単元の構想

検証授業における単元の目標を「予想や仮説を発想する力や主体的に問題解決しようとする態度を養うことができるようにする」とした。この目標を達成するために、児童の疑問を基にして問いづくりを行ったり、ワークシートで思考を整理しながら仮説を立てたりした。また、実験後に生まれた新たな疑問や、やり直したい実験があった場合、追加実験を時間の許す限り行うようにした。

ア 第1時～第2時(問いづくり)

この単元では、教科書の流れに沿って実験や学習を

進めるのではなく、児童の疑問から問いをつくることを説明した。普段の生活経験から、問いになりそうな疑問を出し合っても、児童の生活経験には差があり、全員が共感できるような問いをつくるのは難しい。そこで、子どもたちの科学的な好奇心を刺激し、問いづくりの話し合いの足場となる共通体験が必要だと考え、試しの実験を行った(第3表)。

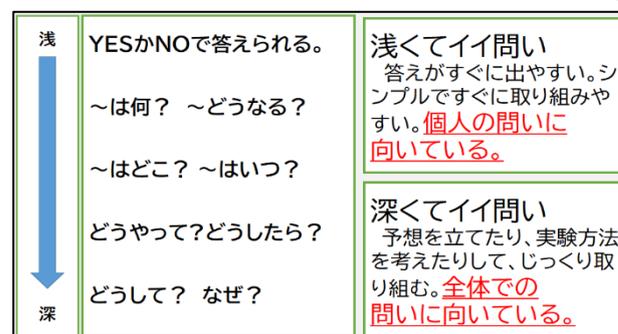
第3表 試しの実験

	実験内容
実験①	食塩とミョウバンを、それぞれ50mLの水に5gずつ溶かしていく。
実験②	食塩、ミョウバン、絵の具、小麦粉、泥を溶かして様子を観察する。

実験中に気付いたことを書き込むワークシートを配付し、その都度記入できるようにした。

実験①では、5gずつ溶かし切る活動の流れによって、溶け残った食塩を「何とかして全部溶かしたい」という気持ちになるようにした。実験①の活動によって、「物が水に溶けても、水と物とを合わせた重さは変わらないこと」「物が水に溶ける量には、限度があること」「物が水に溶ける量は水の温度や量、溶ける物によって違うこと」「この性質を利用して溶けている物を取り出すことができること」の四つの指導事項につながる疑問をもたせることができた。実験②では、水が色々な物を溶かし、濁ったままだったり、時間がたつと沈殿したりする様子を観察し、水溶液の定義を確認した。

第2時は、ワークシートを利用して問いづくりを行った。個人で見いだした問いを出し合い、分類整理した。仮説を立てて取り組める「全体での問い」を、第3図に示した視点を基に、三つ設定した(第4表)。三つの問いに含まれなかったものは、「個人での問い」として、単元の最後の2時間で実験を行うものとした。



第3図 問いづくりの視点

第4表 全体での問いと関連する指導事項

全体での問い	関連する指導事項
とけた食塩はどこにいったのだろうか。	・物が水に溶けても、水と物とを合わせた重さは変わらないこと。
とけ残ったものをとくすにはどうしたらよいのだろうか。	・物が水に溶ける量には、限度があること。

	・物が水に溶ける量は水の温度や量、溶ける物によって違うこと。
とけたものはどうやったら取り出せるのだろうか。	・溶けている物を取り出すことができること。

イ 第6時(仮説を立てる)

試しの実験を行った場面の映像を見せ、食塩やミョウバンを少量の水に溶かし切る実験について想起できるようにした。その後、理科の見方・考え方を働かせ仮説が立てられるように工夫したワークシートを使い、予想と根拠、実験方法、実験の見通しを記入した。

ウ 第7・8時(実験をする)

第6時に記入したワークシートの内容を確認し、似ている仮説を立てていた児童同士でグループをつかった。その後実験方法をグループで相談して決め、実験を行った。実験後、新たな疑問や、やり直したい実験があった場合は追加実験を行った。実験の結果と考察は各グループが黒板にまとめるようにした。その上で、各グループで実験結果や考察を発表し、問いに対して明らかになったことを話し合いでまとめた。

6 研究の手立てにおける結果の分析と考察

(1) 仮説につながる問いづくり

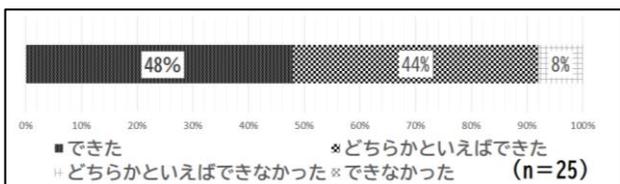
検証授業後に行った事後アンケートの自由記述には、次のような記述が見られた。

- ・同じ問いなのに、ほかのグループがちがう実験をして結果を報告するので、実験結果の報告やまとめが楽しかった。
- ・実験の予想や方法を考え、色々な結果が出て楽しかった。色々なことが分かった。
- ・問いに対して、それぞれがちがうやり方で確かめ、色々な結果が知れて面白かった。

クラスの全員が同じ実験をして、同じ実験結果を求めるのではなく、それぞれのグループが自分の仮説を基に様々な実験を行い、結果と考察を報告して共有した。一つの問いに対して、様々な方向から迫っていく多面的な考え方ができた。

(2) 仮説につながるワークシート

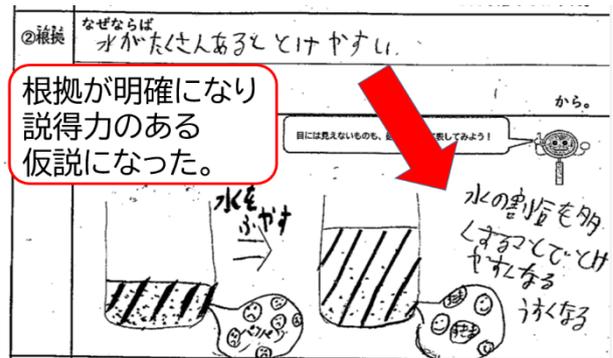
事後アンケート調査では、仮説を立てる場面について、肯定的な回答をした児童が92%いた。授業後のワークシートを確認すると、全員が検証可能な仮説を書き込んでおり、自分の仮説をもった状態で実験ができていた(第4図)。



第4図 問題を解決するために、自分なりの予想を立てることができたかについて

ア 仮説の根拠がより明確で説得力のあるものに

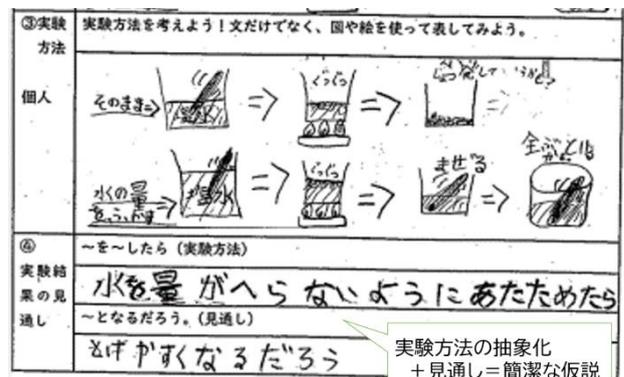
児童Aは「とけ残ったものをとくすにはどうしたらよいのだろうか。」という問いに対し、「水を増やせばとける」と予想した。初めは根拠を書く場所に「水がたくさんあるととけやすい」という一文のみだった。その後、根拠のイメージを図に表すと、「目には見えないが、水溶液の中には食塩が小さな粒のように存在し、『パンパン』であった状態が、水を加えることによって『すきま』が生まれ、溶ける余地ができる」というイメージを表すことができた(第5図)。ワークシートにより、「粒子領域」の理科の見方である「質的・実体的な見方」が働いていることがわかる。ワークシートを使ったことで、理科の見方・考え方を働かせ、より明確で説得力のある根拠をもつことができた。



第5図 児童A ワークシート記入内容

イ 実験の見通し＝簡潔な仮説に

児童Bは溶け残った食塩を溶かすために、「水溶液を温めるととけるだろう」と仮説を立てた。また、「水溶液を温めることで水が蒸発すると、とけるどころか食塩が出てきてしてしまうのではないか」とも考えていた。「実験の見通し」を記入する場所で、自分がこの実験で確かめたいことは「水の量が減らないように温める」ことだと表現し、自身が確かめたいと考えていることが明確になった(第6図)。



第6図 児童B ワークシート記入内容

実験方法をグループで話し合う場面で、仮説に合わせて個人で考えた実験方法の図の中に、温めたときに蒸発して減る分の水を、先に増やしておくという内容の記述があり、仮説に対して実験方法が合っていないのではないかと他の児童に指摘された。「減った分の水を補充すること」よりも「水の量が減らないように

温度を調整し、沸騰させないようにすること」が自分達の仮説に合った実験方法だと考え、改良した方法で実験を行った。

実験方法を「～を～したら」の一文に抽象化することで自分がどのような仮説を立て、どのように調べようとしているのかを簡潔な仮説の形にまとめることができた。結果、児童は常に自分の仮説を意識して、実験方法を見直しながらか実験に臨むことができていた。

7 検証結果の考察

(1) 理科の学び方を身に付ける

授業後の振り返りでは次のような記述があった。

- ・前の自分よりも成長した気がする。根拠をもとに予想できたり、実験方法を自分で考えたりできるようになった。
- ・自分の力で予想をして実験方法を考え、実際に実験を行ってみて謎が解けたことがうれしかった。
- ・実験方法を考えて、その実験をすることが楽しくなった。実験結果が予想と違っていても、悪いことではないということが改めてわかった。

このことから、理科の見方・考え方を働かせて仮説や実験方法を考えるワークシートは、理科の学び方を身に付ける上で、効果があったと考えられる。

(2) 主体的に学習に取り組むことができたか

事後アンケートの自由記述には、次のような記述が見られた。

- ・自分が不思議だと思ったことがわかるとすごく楽しくてわくわくした。
- ・自分の考えをワークシートに書いて実験すればするほど疑問が出てきて、興味深くなった。
- ・予想して実験して…の繰り返し積み重ねるほど、答えが見つかった時に達成感も大きくなって楽しかった。

児童の疑問に基づいた問いづくりや追加実験の流れは、学習に対する児童の意欲向上につながったと考えられる。また、一つの問いに対して、何度も仮説を立て直し、粘り強く学習に取り組む、主体的な学習態度が見られた。

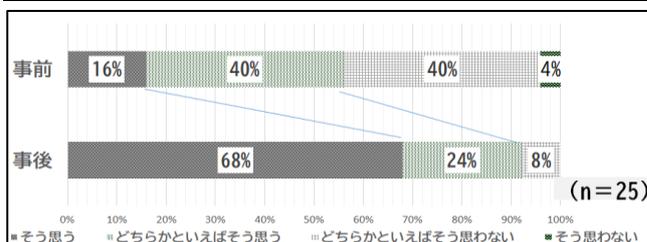
(3) 科学的な好奇心を育てる

事後アンケート結果をみると、「身の周りの物や自然について『不思議だな』『おもしろいな』と思う」という質問に対して肯定的な回答をした児童の割合が増加した(第7図)。

また事後アンケートの自由記述には次のような記述が見られた。

- ・「とけるとはどういうことなのか。どうすればとけるのか。」ということはこれまで考えたことがなかったし、とけるということはどういうことなのかよくわかっていなかったことに気が付いた。

- ・なんとなく当たり前だと思っていたことが、確かめてみたら違っていた。今回の勉強はその連続で実験が楽しみだった。
- ・実験をしているうちに、そもそも水自体が何なのか、不思議に思うようになった。



第7図 身の周りの物や自然について「不思議だな」「おもしろいな」と思うかについて(事前事後比較)

「ものが水に溶ける」という、身近な自然現象を、科学的な視点で捉え直すことによって、科学的な好奇心を育てることにつながったと考えられる。

研究のまとめ

1 研究の成果と課題

(1) 成果

自ら見いだした問いに対して、自分で発想した仮説、実験方法によって検証する活動は、児童自身の活動としての認識をもち、主体的な問題解決の活動となることがわかった。

様々な仮説が立てられる「全体での問い」をつくったことにより、それぞれのグループが自分達の仮説を基に実験を行うことになった。結果、一つひとつの実験が「自分の実験」という意識を生み、主体的な学習態度に結びついた。また、まとめの場面では、様々な実験結果と考察を共有することで、一つの問いに対して様々な方向から迫っていく多面的な考え方ができた。

理科の見方・考え方を働かせながら予想や根拠、実験方法を考えるワークシートを使ったことで、仮説に対して明確で説得力のある根拠をもつことができた。また、実験方法を「～を～したら」の一文にまとめることで、自分がどのような仮説を立てて、どのように調べようとしているのかを、簡潔な一文にまとめることができた。結果、児童は常に自分の仮説を意識して、実験に臨むことができていた。

(2) 課題

全員が同じ実験をして同じ実験結果が出るのではなく、様々な実験を行い、その結果が出るため、まとめの時に何が明らかになったのかが分かりにくかったという児童がいた。理科の考え方である「多面的に考える」に関係することであるため、板書計画を工夫し、

共通点や矛盾点を見つける力を育成していく必要性を感じた。

グループでの追加実験に対して、意欲的に取り組む児童がいる一方で、途中から追加実験についていけなくなり、グループとして何を確かめるためにこの実験をやっているのかの見通しがもてなくなっている児童がいた。教師が学習の状況を整理し、児童が落ち着いて考えられる場面を作る必要があった。

2 今後の展望

評価の観点が3観点となり、「主体的に学習に取り組む態度」の評価について注目されている。「主体的に学習に取り組む態度」の評価は、妥当性や信頼性に裏打ちされた評価方法を定着させ、説明可能なものにしていく必要がある。中央教育審議会の報告では「主体的に学習に取り組む態度」の評価について、「知識及び技能を獲得したり、思考力、判断力、表現力等を身に付けたりするために、自らの学習状況を把握し、学習の進め方について試行錯誤するなど自らの学習を調整しながら、学ぼうとしているかどうかという意思的な側面を評価することが重要である。」(中央教育審議会 2019)とされている。本研究の課題として挙げた「追加実験に対して意欲的に取り組む児童がいる一方、見通しがもてなくなっている児童もいた」という場面は、「主体的に学習に取り組む態度」を評価できる場面と捉えることができる。研究の次の段階として、「主体的に学習に取り組む態度」について、妥当性や信頼性に裏打ちされた評価方法と支援の在り方を研究していく必要があると考える。

主体的に学習に取り組む児童を育成するには、単元全体を見通して、単元目標を達成した児童の具体的な姿を設定する必要がある。主体的に学ぶということは、児童が単元の目標を逸脱してまでも、思いのままに学ぶということではない。児童の思考の流れに沿いつつ、単元目標を達成する道りを見つけ、その流れをつくる事が大切である。

おわりに

本研究の実践を通して、主体的な学習につながるいくつかの具体的な手立てが分かった。主体的に学習に取り組む児童をより一層育て、「理科離れ」を防ぐための授業改善に有効な方法として提案するとともに、今回の成果と課題を多くの教師で共有し、今後の授業づくりにいかしていきたい。

最後に、本研究を進めるにあたり、御協力いただいた小田原市立報徳小学校の校長をはじめ、教職員の皆様に深く感謝申し上げます。

引用文献

- 中央教育審議会 2019 「児童生徒の学習評価の在り方について(報告)」
https://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afieddfile/2019/04/17/1415602_1_1_1.pdf(2020年12月15日取得)
p.10
- 文部科学省 2017 『小学校学習指導要領(平成29年告示)解説 理科編』東洋館出版社
- 長沼祥太郎 2015 「理科離れの動向に関する一考察—実態および原因に焦点を当てて—」(日本科学教育学会『科学教育研究』第39巻2号)p.121

参考文献

- 科学技術振興機構国立教育政策研究所 2008 「平成20年度小学校理科教育実態調査」集計結果(速報)について
<https://www.jst.go.jp/pr/announce/20081120/besshi.html> (2020年12月15日取得)
- 国立教育政策研究所 2016 「OECD生徒の学習到達度調査～2015年国際調査補足資料～(生徒の科学に対する態度・理科の学習環境)」
https://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/pdf/2015/06_supple.pdf (2020年12月15日取得)pp.5-7
- ベネッセ教育総合研究所 2007 「第4回学習指導基本調査報告書」
https://berd.benesse.jp/berd/center/open/report/shidou_kihon/hon/pdf/data00_0.pdf (2020年12月15日取得)
- 文部科学省 2003 「科学技術・理科大好きプランの主な施策」
https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu10/siryu/attach/1335656.htm (2020年12月15日取得)
- 文部科学省 2015 「国際数学・理科教育動向調査(TIMSS2015)のポイント」
https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieddfile/2016/12/27/1379931_1_1_1.pdf (2020年6月2日取得)
- 樋口万太郎 2020 『子どもの問いからはじまる授業! 6つのステップですぐ取り組める!』学陽書房
- 溝上慎一 2019 「主体的な学習とは—そもそも論から『主体的・対話的で深い学び』まで— v2.1」
[http://smizok.net/education/subpages/a00019\(agentic\).html](http://smizok.net/education/subpages/a00019(agentic).html) (2020年12月15日取得)