

[理 科]

児童のリフレクションを基にした授業展開の構築

—小学校第6学年「てこ」の実践を通して—

彦坂 知道*

1 はじめに

小学校学習指導要領（平成29年告示）解説理科編において、「児童が観察、実験などの結果を整理し、考察、表現する活動を行い、学んだことを生活とのかかわりの中で見直し、自然の事物・現象についての実感を伴った理解を図る学習活動」が重視されている。また、理科の改訂の要旨でも「児童の科学的な見方や考え方が一層深まるように、観察・実験の結果を整理し、考察し、表現する学習活動」が強調されている。これらを実現するためには、実験や観察を通じた体験活動が不可欠であり、児童が意欲的に探究できるような課題設定や支援が求められている。

さらに、体験活動における問題や疑問点を科学的な視点で捉え、表現することで、児童の科学的な見方や考え方を深めることができると考える。ショーン（2007）は、行為の中で省察することが重要であると述べており、その過程での「驚き」の経験が、学習の深化に寄与することを指摘している。この「行為の中の省察」を通じて、児童は直感的に生じた疑問や不思議さに気づき、そこから深い学びへと導かれるのである。

探究的な学習では、①課題の設定、②情報の収集、③情報の整理・分析、④成果や気づきのまとめ・表現という4つのプロセスが重要視される。しかし、これまでの実践においては、特に③と④の部分に十分な取り組みがなされていなかったという指摘がある（文部科学省、2021）。佐伯（2022）は、リフレクションにより対象に向けての行為を傍観者的観察者としてメタ認知を高めることができるとしている。そこで、本研究では、これらのプロセスに「リフレクション（省察）」の要素を取り入れることで、児童が観察・実験の結果を深く整理・分析し、実感を伴った理解を促進する学習活動を提案する。リフレクションを通じて、児童は自らの思いや疑問を基に課題を設定し、実験を通じてその解決に取り組む意欲を高めることができる。また、リフレクションによって児童の学びを言語化することにより、次なる課題の発見や学習の深化が図られ、最終的には児童の科学的な視点の育成に繋がることを目指す。

2 研究の内容及方法

(1) 研究実践対象 新潟県公立小学校第6学年児童21名

(2) 研究実践期間 令和5年5月～7月

(3) 研究実践方法

① リフレクションの記述の分析と考察

授業の終末5分間において、教師が設定したその時間の学習内容に関するテーマについて、児童がタブレットを用いて自由に記述するリフレクション活動を行う。リフレクションには、その時間に考えたことや感じたこと、次の学習で取り組みたいことなどを記述し、自分や班で行った実験・観察内容を振り返りながら、思考を整理する。この活動を通して、児童のメタ認知力を高めるとともに、後から読み返すことで自己の学習に対する変容を自覚させることを目的とする。教師は、児童のリフレクションに対してフィードバックを行い、児童の科学的な視点による気づきを評価する。また、記述内容によっては、児童が再考を促されるような質問を投げかけ、誤認識が見られた場合には適切に修正できるよう指導を行う。

本研究では、学習の理解度は高くないが、他者との対話や活動によって理解を深めていく児童Aの記述の変容を個別に分析するとともに、樋口耕一氏が開発したテキスト型データの計量的な内容分析ツール「KH Coder」を用いて、全員分のタブレットで記述したリフレクションの一覧から頻出語を抽出し、学級全体の学習の理解度や考えを把握すると

*長岡市立表町小学校

ともに学習内容の再構築を図る。

② 学習内容の組み換え

児童が課題意識をもって取り組むよういくつかの活動を想定し、その中でリフレクションで記述された活動を取り入れながら単元を構成していく。前時で記述されたリフレクションの頻出語や具体的な記述の一部を授業の初めに紹介し、その時間の学習内容を児童と決めていく。児童が抱く疑問を実験や観察を通じて検証することで、学習意欲を高めるとともに、児童が主体的な問題解決に向けて学習に取り組む姿勢を育むことを目指す。

3 研究の実際

(1) 学習の概要とリフレクションのテーマ

表1 リフレクションのテーマ

時間	学習内容	リフレクションのテーマ	文字数	異なる語数
1	てこでおもりを上げる	「てこ」の実験の結果	3315	243
2	てこを作り、砂袋を上げる	てこでおもりの上げ方のコツ（てこの作り方）	3847	280
3	てこを作り、砂袋を上げる②	てこでおもりの上げ方のコツ②	3759	292
4	てこで車を持ちあげる	てこで車を持ち上げた感想	4664	366
5	実験用てこでのつり合い	てこのつり合い	4501	340
6	にんじんを分けた時のつり合い	つり合うものの重さについて	4692	324
7	身近なてこの利用	自分が調べたてこのまとめ	4290	293
8	身近なてこの利用②	身の回りにあるてこのまとめ	3738	285
単元の合計			32806	994

学習の概要とリフレクションのテーマは、表1に示すとおりである。てこの単元における8時間分の全32,806文字、異なる語数994文字の21人分のリフレクションを分析する。

(2) 授業の様子

① 1時間目 てこでおもりを上げる

授業の導入として、「てこ」という言葉とその道具の使い方を紹介した。多くの子どもたちが「てこを使うと重いものを簡単に持ち上げられる」という知識を持っていたが、実際にてこを使ったことがある子どもはいなかった。そのため、てこの仕組みや用語について説明し、実際にてこを用いた実験を行った。子どもたちからも「実際にやってみたい」という声が上ががり、全員がまず5kgのおもりを、てこを使わずに持ち上げる体験をした。その後、てこを使って砂袋を持ち上げる実験を行った。

この実験では、砂袋の位置（作用点）を固定した場合、支点から力を入れる場所（力点）を遠くにすると軽く感じることに、逆に力点を固定し支点と作用点の距離が遠くなると重く感じることを子どもたちは経験した。当初、多くの子どもたちは「てこを使えば常に軽くなる」と考えていたが、力点や作用点の位置によっては、逆に重く感じることもあることを実際に体験し、驚きや疑問の声が多く見られた。

リフレクションでは、「位置」「作用」「関係」といった言葉を使う子どもは少なく、多くの子どもが「重い」「軽い」といった感覚的な表現を使っていた。その中でも、「重い」「軽い」の後に「変わる」「近い」「感じる」といった言葉を共起させている子どもが多く、A児のように体験を通しててこの仕組みに興味を持ち、意外性を感じた様子が伺えた。また、「次に〇〇を実験したい」というように、次の実験への興味を示す子どもが多く見られた。特に、「5kgよりも重いおもりを持ち上げたい」という意見が多かったため、次の授業ではさらに重いおもりを使った実験を取り入れることにした。

A児のリフレクション

最初はてこってなんだろうなと思っていたけど、実験であの形がてこだと知りました。一番不思議に思ったのは、棒の長さを変えると重さが変わることです。すべて同じ5キロなのに持つ場所を変えるだけで重たくなるのは、すごく不思議に思いました。力点、支点、作用点などの場所があって、それぞれの位置が変わると重さが変わると思いました。次はおもりの位置やもっと重いものをやってみたいです。

表2 1時間目のリフレクションの頻出語

品詞	単語	出現回数
名詞	位置	7
	作用	3
	関係	2
動詞	変わる	10
	感じる	7
形容詞	重い	28
	軽い	11
	長い	11
	近い	8

② 2時間目 てこを作り、砂袋を上げる

学校にあるてこの実験セットでは5kg以上のおもりがなかったため、グラウンドで約30kgの砂袋を使った実験を行った。2人がかりでないと持ち上げられないほどの重さを、てこを使えば簡単に持ち上げられるかを確認するため、ブロックや廃棄予定のハードル、木、支柱などグラウンドや用具室にある道具を使い、試行錯誤を重ねながら実験を進めた。子どもたちは、てこに必要な長い棒や支点となる物を探し出し、独自の実験セットを作り上げた。実験では、作用点や力点の位置によっては全く持ち上がらなかったり、片手で簡単に持ち上げられたりするなど、5kgのおもりの時よりも大きな手応えの違いがあった。そのため、子どもたちは支点からの距離が作用の大きさに与える影響を実感していた。

リフレクションでは、引き続き「重い」「軽い」といった感覚的な表現が多かったものの、1時間目と比べて「近い」「遠い」といった言葉を多く用いて実験結果を記述する児童が増えてきた。A児は「作用点が支点に近いと軽く、支点から遠いと重く感じる」と支点からの距離に着目しててこの仕組みについて感じたことを記述した。

A児のリフレクション

作用点が遠いと重くなって作用点が近いと軽いという実験結果になりました。力点では、作用点のときと逆で遠いと軽くて近いと重くなりました。こんな感じでシーソーなどの色々なものにてこが使われているのだなと思いました。

なお、実験道具の設置に時間がかかり、十分な実験時間を確保できなかったため、支点と力点を変える実験までには至らなかった。次の授業でも引き続き約30kgのおもりを使った実験を行うことにした。

③ 3時間目 てこを作り、砂袋を上げる②

2時間目と同じ実験セットを用意した。今回は、作用点（砂袋の位置）を固定している班や支点や力点を同時に変えながら実験をしている班が多かった。また、てこの棒に乗って、自分の体重でちょうど持ち上げる力点の位置を探している班もあったため、作用点を固定して力点を変えたり、力点を固定して作用点を変えたりして、自分の体重で持ち上げる場所を探すなど、条件を整理しながら実験を行うようにした。作用点が遠いと自分の体重では、全く持ち上がらないが、作用点を近くすると同じ場所でも持ち上げることができることなど、変える条件を1つにすることで、支点からの距離に目を向けながら実験を行っている様子が多くなった。

リフレクションの記述では、「重い」「軽い」という言葉がさらに減り、「反対」「位置」という名詞を使う児童が増えてきた。てこの仕組みとして、作用点や力点の位置に着目したり、手ごたえが軽くなったりするのは、作用点と力点の距離は反対になるといった説明を記述するなど、てこについて感覚的な理解とともに、科学的な理解が深まったことが分かる。全体の傾向では、特に次は「車」を持ち上げたいと半数近くの児童が記述するなど、より重いものを持ち上げたいという気持ちが高まった。A児の記述は、何度も実験を繰り返すことで、支点からの作用点の距離や力点の距離の関係性を捉えていた。また、30kgほどのおもりで十分に実験し、てこをうまく使うことで簡単に持ち上げることができたという経験からもっと重いものを持ち上げたいという思いがさらに高まった。

A児のリフレクション

わかったことは、作用点と力点は反対になりました。実際に外で、みんなで協力して重いおもりを実験でわかりました。次は、もっと重いものを持ち上げたいと思いました。

④ 4時間目 てこで車を持ちあげる

リフレクションに記述のあった車（約1200kg）を持ち上げる実験を行うことにした。てこを使い、車両の片側だけを持ち上げる方法を提案し、実際に持ち上げることができるかどうかを授業前にアンケートをとった。持ち上がると考えていた児童は5人のみで、16人は持ち上げることができないと考えていた。また、持ち上がると予想していた5人の

表3 2時間目のリフレクションの頻出語

品詞	単語	出現回数
名詞	作用	15
	力点	11
	支点	8
動詞	考える	10
	持ち上げる	10
	変える	6
形容詞	重い	19
	軽い	17
	近い	14
	遠い	13

表4 3時間目のリフレクションの頻出語

品詞	単語	出現回数
名詞	作用	10
	反対	9
	力点	9
	車	9
	位置	8
	場所	5
動詞	持ち上げる	16
	考える	7
	釣り合う	7
形容詞	重い	10
	遠い	8
	近い	7
	軽い	3

うち、必要な人数については、20人が3人、10人が2人と、多くの児童が複数の人数が必要と予想していた。

実験を行うと、後輪側を5人ほどで持ち上げることでタイヤが少し浮くことを確認できた。さらに前輪側も同時に持ち上げると、10人で簡単に車を持ち上げることができた。支点をより車に近づけ、支点から作用点までの距離を短くすることで、前後3人ずつの計6人でも十分に車を持ち上げることができた。子どもたちは、6人で1200kgの車の片側を浮かせたことに驚き、実験に熱中している様子が見られた。

リフレクションの記述量は、前回に比べて2割以上増加した。子どもたちにとって、「てこを使って車を持ち上げたい」という思いが実現したこと、そして多くの予想に反して車を持ち上げることができたという経験により、実験の省察に対する意欲が高まったことが伺えた。さらに、動詞では「持ち上げる」「持ち上がる」「持てる」という表現が合計72回出現しており、「持ち上げた」という経験に対する感想を「びっくり」「楽しい」「嬉しい」といった言葉で全ての子どもが記述していた。

また、数人の子どもたちは「6人で約1200kgのものが持ち上がったので、一人あたり200kgを持ち上げた」という記述や「何kgまで持ち上げることができるのか知りたい」という感想を述べていた。実際には片輪のみを持ち上げたため、正確には6人で約600kgを持ち上げたことを個別に返答したが、A児のように「次はどれくらい重いものを持ち上げることができるのか」といった次の実験への意欲を示す子どもも多く見られた。

A児のリフレクション

今日のでこの実験では、車を持ち上げました。左右3人ずつやれば持ち上がりました。石のブロックみたいなのを支点にして車を持ち上げることができました。一人200kgぐらい持ち上げられる力持ちになったみたいで楽しかったです。一人で何キロまで上げるかやってみたいです。

⑤ 5時間目 実験用てこでのつり合い

車を持ち上げた実験では、「6人で1200kgを持ち上げた」という誤解が生じる可能性があったため、片輪を持ち上げるために必要な力は約半分であり、実際には600kgほどを持ち上げたことになると最初に確認した。それでも、通常では持ち上げられない重さを持ち上げたことに対して不思議に思う児童もいた。そこで、実際にはどれほどの重さまで持ち上げることができるかを、実験用てこを使って考えることにした。車を持ち上げた際の写真を見ながら、支点・力点・作用点の長さや重さの比率を用い、児童たちがどれだけの力を入れていたのかを計算することにした。

実験用てこを使って検証したところ、1目盛目にある60gと4目盛目に15gが釣り合うことを発見した。これをもとに、車の実験では6人で150kg、1人あたり約25kg相当の力を入れていたことが算出できた。実験用てこで重さを数値化し、計算することで、力点が遠くにあるほど簡単に持ち上げることができると理解した。また、車と同じ実験セットで21人全員が25kg分の力を入れた場合、約2100kgの物を持ち上げることができると考えたり、支点から力点までの距離を3mにした場合、100kgを16kg程度の力で持ち上げられると計算する児童もいた。こうして、車を持ち上げる経験を繰り返す中で、てこの原理を実感しながら、実験用てこの実験を生活に結びつけ、計算で確かめる姿が見られた。これまで行ってきた実験や児童たちの考えを、おもりの重さや支点からの距離といった数値で表すことができたのである。

リフレクションでは、「釣り合い」という言葉が多く見られた。「釣り合い」「条件」といった言葉に加えて、「左右」「探す」といった表現も共起していたことから、実験用てこを使いながら左右の釣り合いを探すために試行錯誤していた様子が伺える。釣り合いの原理を経験しているものの、A児のように実験用てこで重さを数値化することで、左右の重さが異なっても支点からの距離によって釣り合うことを改めて実感する児童もいた。



表5 4時間目のリフレクションの頻出語

品詞	単語	出現回数
名詞	位置	7
	反対	7
	力点	9
	車	9
	場所	5
	作用	3
動詞	持ち上げる	49
	持ち上がる	17
	持てる	6
形容詞	重い	14
	高い	6
	楽しい	4
	嬉しい	3
	軽い	2

表6 5時間目のリフレクションの頻出語

品詞	単語	出現回数
サ変名詞	実験	34
	左右	30
	びっくり	3
	合計	3
名詞	釣り合い	15
	最初	5
	条件	5
動詞	思う	19
	つり合う	13
	考える	10
	探す	9
形容詞	重い	16
	長い	3
	難しい	3

A児のリフレクション

実験用てこを使っておもりの位置や条件を変えてやりました。左は1つ目に60gをつけたら右は何をつけたら釣り合うのかをしました。最初は重さがわからなかったけど、おもりを少しずつのせていくうちにだんだん釣り合う重さがわかりました。また、左右の長さとおもりを計算すれば、どれだけの重さを持ち上げることができるのかを探ることができるようになりました。

⑥ 6時間目 にんじんを分けた時の釣り合い

前時では、「重さが違っても釣り合う」ことを実験で確かめたが、リフレクションの記述の中には「どんなものでも釣り合いがとれるのか」と疑問を持つ子どもの意見が見られた。6時間目の前に、身近にあった筆と鉛筆の釣り合いを試し、左右非対称の物でも釣り合いをとれることを確認したが、どんなものでも釣り合いがとれるのかと興味を持つ児童もいた。そこで、本時の前にフォームを用いて「どんなものでも釣り合いがとれるか」と「釣り合いを確かめてみたいもの」の2点についてアンケートを実施した。子どもたちのアンケート結果では、「釣り合いがとれないものがある」が17人、「どんなものでも釣り合いは取れる」が4人であった。また、釣り合いを確かめてみたいものとして「にんじん」「リコーダー」などが挙げられた。

このため、子どもたちの意見から選ばれたにんじんを使って釣り合いの実験を行った。子どもたちは左右のバランスを取りながら釣り合う場所を見つけ、ひもで釣り上げることで左右の釣り合いを確かめた。すべての子どもたちが、にんじんのような非対称物でも釣り合いが取れることを確認した。次に、そのにんじんを釣り合う支点で半分に切り、両方の重さを計って比較した。上の太い方は100～120g、先の細い方は80～90gで、太く短い方が重く、細く長い方が軽いことがわかった。切って重さを測る前は、形や長さが違うにんじんでも、16人が同じ重さだと予想していた。A児のように、なぜ太い方が重いのかを考察する際に、前時の支点からの重さの距離に着目し、長いものは支点から遠くにおもりがあることに似ていることから、支点からの距離が長い長い方が軽く、短い方が重いと記述する姿が見られた。

リフレクションでは、「太い」「細い」「長い」「短い」「軽い」といった言葉を用いて重さが違う理由を説明しようとする児童が多く見られた。また、「釣り合う」「思う」「考える」「測る」といった記述が多く、試行錯誤を行いながら自分の考えを導き出そうとする姿が読み取れた。

A児のリフレクション

にんじんの釣り合う実験では、支点のところを切ったら、同じ重さになるのかなと予想で考えていました。半分に切ったら、にんじんの太いほうが重くて、細いほうが軽かったです。細く長い方ににんじんの方が遠くにあるので軽くて釣り合うと分かりました。このことから、釣り合っても重さは違うということがわかりました。他のものでも釣り合いを探してみたいと思います。

⑦ 7, 8時間目 身近なてこの利用

砂袋の実験の際、「シーソーみたい」という言葉があったため、シーソーを例にとり、支点、力点、作用点を図示しながらこの働きを説明した。子どもたちも、自分の知っているてこや調べたてこをまとめる活動を行った。8時間目は自分のてこをまとめる時間とし、9時間目には紹介する交流の時間とした。シーソーやくぎ抜きのように長い1つの棒だけでなく、ハサミや爪切りといった2つ以上のてこを用いた道具もあることを調べながらまとめた。蛇口やドアノブもてこであると紹介する子どももおり、てこについてより身近に捉えていた。

リフレクションでは、「支点」「力点」という記述をすべての子どもたちが使い、それぞれの道具について記述している。また、「簡単」「可能」「便利」「楽」といった言葉を用いながらまとめることで、てこの仕組みが身の回りの生活に大きく役立っていることを再認識していた。



表7 6時間目のリフレクションの頻出語

品詞	単語	出現回数
サ変名詞	実験	36
	びっくり	5
	予想	5
	合計	3
名詞	人参	33
	支点	10
	理由	6
動詞	釣り合う	26
	思う	25
	考える	23
	つり合う	13
	測る	10
形容詞	重い	48
	太い	24
	細い	11
	長い	11
	短い	6
	軽い	5

A児のリフレクション

はさみとスコップのてこについてまとめました。はさみは持つところが力点、切れるところが作用点、真ん中が支点なので、固いものは刃の根本で切ればよいと分かりました。

いろいろなものにてこが使われているというのは前の実験でわかったのだけれども、みんなのカードを見てみてここが支点や作用点なんだと知りました。これからは、どんなところにてこが使われてて、どこが支点、力点、作用点なのかを考えてみたいです。

4 おわりに

リフレクションを通じて子どもの思いや願いを知ることができ、子どもの思いに沿った学習活動を展開していく中で、以下の成果と課題が挙げられた。

(1) リフレクションの記述の分析と考察について

てこの導入では、A児はてこの実験結果を「軽い」「重い」といった感覚的な表現をしていたが、次第に「支点」「力点」という科学的な言葉を用いた記述に変容した。学級全体のリフレクション抽出した頻出語でも同様に「支点」「力点」「作用点」「近い」「遠い」といった言葉が次第に多く見られ、科学的な見方や考え方から記述している様子が伺える。最初は感覚的な記述が多かったが、「作用点を支点からの距離が近くすると軽い」といったように、支点から作用点や力点までの距離と手応えの関係性を整理する表現が見られるなど、リフレクションの記述よりてこの仕組みについての理解が深まっていることがわかる。

次の授業でしてみたいことには抽象的な表現があったり、実現不可能なものも見られたりしたが、実験を繰り返すことで実現可能な具体的なことに集約されていった。1時間目では「もっと重いもの」を持ち上げたいという抽象的な記述が多く、2時間目には「自動車」や「校舎」「木」など実現が難しい記述も見受けられた。しかし、3時間目の記述では「どれくらいの重さが持ち上げられるのか」といった実験を通してわかったことや、実験後に感じた疑問を確かめたいという記述が多くなった。子どもたちはてこの働きについて見通しを持ち、「これくらいならできそう」「これはできないのか」と、実験における問題点や疑問点を科学的な視点で考えることができた。

(2) 学習内容の組み換えについて

リフレクションに記述された実験対象や疑問に基づいて学習内容を組み換えながら学習を進めることで、子どもたちが自らの疑問点を確かめようと意欲的に繰り返し実験に取り組む姿が見られた。2時間目の砂袋を持ち上げる実験では、班でてこの実験の環境を整え、さまざまな距離で試行錯誤しながら実験で確かめようとしていた。何度も実験を行うことで実感を伴った理解を深めるとともに、はさみでは作用点を支点から近くにするとういものも切りやすいと考えるなど、身近な生活経験と関連させた知識が定着していた。

本単元では身近な仕組みであるてこを扱っており、子どもたちも見通しを持って実験を行ったり、実験を通じて実感を得たりしながら学習に取り組むことができた。しかし、子どもたちの思いを実験で確かめることが難しい単元も存在する。子どもたちの考えを広げながら学びにつなげるための系統性を明らかにし、研究を進めていきたい。

引用・参考文献

- 1) 佐伯胖「リフレクションと『問いづくり』」『教育研究12号』図書文化 2022
- 2) ドナルド・A・ショーン『省察的实践とは何か プロフェッショナルの行為と思考』（柳沢昌一・三輪建二訳）鳳書房 2007
- 3) 文部科学省『小学校学習指導要領（平成29年告示）解説 理科編』日本文教出版 2018
- 4) 飯塚佳乃「授業のめあてに即した振り返りが児童の学習意欲や学習内容の理解に及ぼす影響」日本教育工学会論文誌 2018

表8 7, 8時間目のリフレクションの頻出語

時間	7時間目		8時間目	
品詞	単語	出現回数	単語	出現回数
名詞	支点	16	力点	22
	力点	13	支点	19
	ハサミ	8	蛇口	19
形容動詞	簡単	4	便利	5
動詞	思う	20	思う	25
	使う	13	考える	20
	調べる	11	使う	10
	見つける	10	書く	6
形容詞	良い	4	長い	5
	難しい	2	良い	4