

理科の研究

鈴木 昭人



🔑 キーワード

科学の有用性

生活とのかかわり

概念の系統性

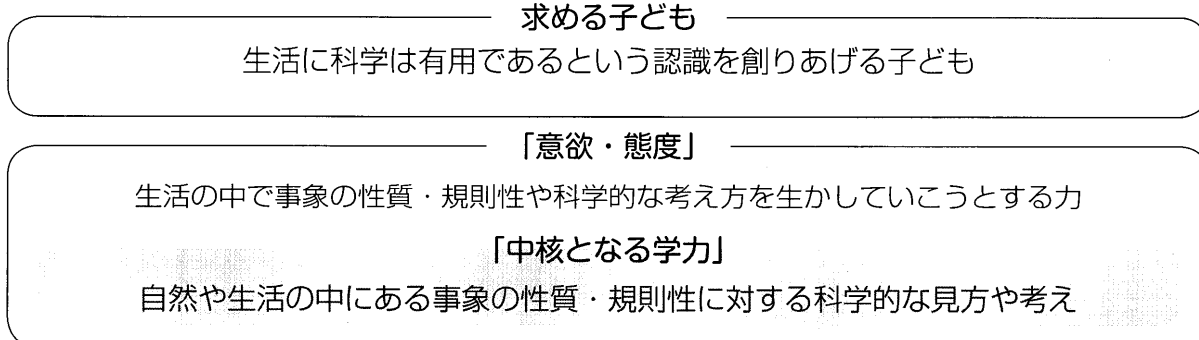
🎯 主張

科学的な見方や考え方を身につけていくことが理科で求められている学力の中核である。それは、科学的な概念と科学的な方法や手続きを含んでいる。この科学的な見方・考え方を身につけていくこと共に、具体的な生活場面、異なる事象に適応して生かしていこうとする意欲・態度が併せもたれることで、生活に科学が有用であるという認識が創りあげられるのである。

この認識を創りあげていくために、個別に見ていた自然の事物・現象の性質・規則性を重なりやずれから見ることで事象の見方を更新し、更新された見方をもとに性質・規則性を整理したり関係づけたりしながら自分の概念モデルとして再構成していくことで、他の事象を理解することに活用できる「納得のいくわかり」に高めていく学びを求めた。

I 生活の中で「科学の有用性」を実感する理科

1. 理科で求める子ども



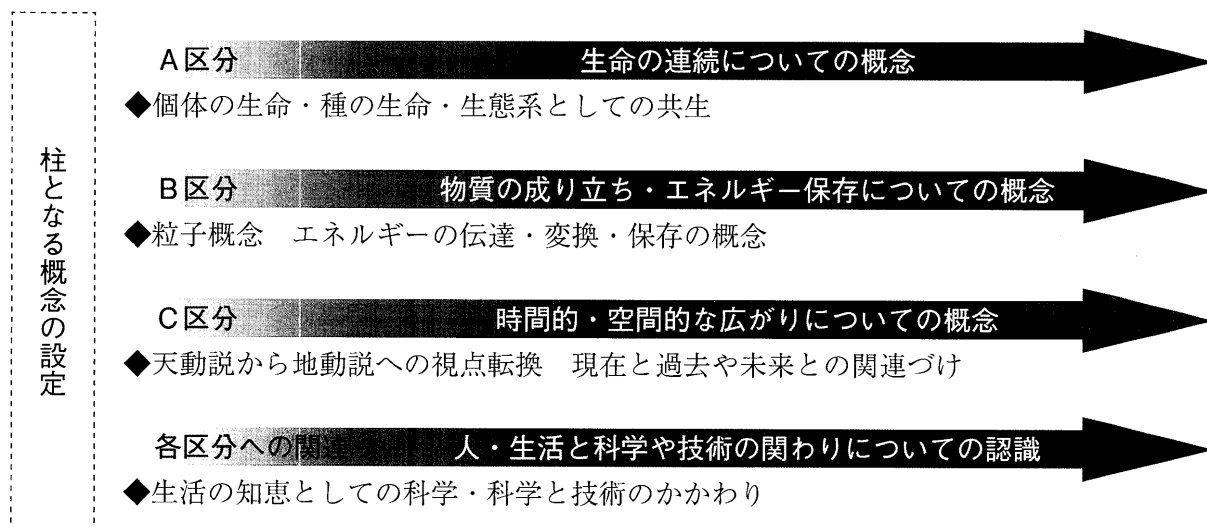
理科では「生活に科学は有用であるという認識を創りあげる子ども」の具現を目指していく。

科学的なリテラシーの涵養が理科教育においても求められている現状を踏まえ、自然の事物・現象の性質や規則性に関わる概念とそれらを探究するための科学的な見方や考え方を身につけるとは不可欠である。しかし、科学的な見方・考え方を身につけているだけでは不十分である。具体的な生活場面、異なる事象に適応して生かしていこうとする意欲・態度が併せもたれることで、科学の有用性が感じられるのである。生活の中の事象と関わらせながら学習を展開していくことで、これからの生活においても積極的に科学的な手続きを踏まえて事象を理解していこうとする態度をはぐくみたい。そのために、個別に見ていた自然の事物現象の性質・規則性を重なりやずれから見ることによって事象の見方を更新し、更新された見方をもとに性質・規則性を整理したり関係づけたりしながら自分の概念モデルとして再構成していくこと、すなわち、他の事象を理解することに活用できる「納得のいくわかり」に高めていく学びを求めた。

2. カリキュラム改善の視点

○柱となる概念の系統的な構築を目指すカリキュラム

第1次研究の成果を生かし、カリキュラムを4本の柱で整理し、それぞれの概念・認識の形成を目指した単元の配列を整理した。



3. 授業改善の方策

〈学習過程〉

<p>〈知識・技能の習得〉</p> <p>事象に浸り込む活動</p> <p>先行経験の持ち出し イメージの表出</p> <p>事象の特徴の網羅的なとらえ</p> <p>↓</p> <p>性質・規則性として習得</p> <p>生活場面 具体的な活用場面の持ち出し</p>	<p>〈教師の働きかけ〉</p> <p>○存分に浸り込む・かかわる</p> <p>○イメージ図を用いた交流の組織</p> <p>○実験や観察の場の設定</p> <p>○関連する事象への着目</p> <p>○事象の重なりやズレの検討</p>
<p>〈知識・技能の活用〉</p> <p>習得された性質・規則性の適応</p> <p>適応できない部分への着目</p> <p>性質・規則性のとらえ直しへの意欲の高まり</p> <p>内容・方法の見通し</p> <p>観察・実験による検証</p> <p>↓</p> <p>重なりやズレから性質・規則性の見方の更新</p> <p>性質・規則性の整理・関係づけ</p> <p>再構成</p>	<p>○生活場面の想起・生活場面にある具体的な事象の提示</p> <p>○実験計画を練り上げる活動の組織</p> <p>○実験や観察の場の設定</p> <p>○結果を交流する活動の組織</p> <p>○イメージ図を用いた交流の組織</p>
<p>〈知識・技能を活用するよさの実感〉</p> <p>性質や規則性の一般化 納得のいくわかり</p> <p>具体場面での性質・規則性の現れ方</p> <p>説明活動 利用</p> <p>別な事象に当てはめて説明する</p> <p>ものづくりで利用する</p>	<p>○性質や規則性を生活とかがわらせてまとめる</p> <p>○パフォーマンス課題による説明する、利用する場の設定</p>

4. 評価方法

○パフォーマンス課題による活用する力の評価

パフォーマンス課題は実際に知識・技能の活用を図る課題として位置付ける。単元の内容を踏まえ発展的な内容を含んだ課題とする。課題解決のため知識・技能が再度活用されることになる。その活用の状況をループリックに照らし評価していく。

また、実際に課題解決において活用されることにより、活用のよさを活用した結果と照らしてどのように自己評価していくのかから、有用性の認識の高まりを評価していく。

II 実践の概要

第3学年 「日なたと日かげ」～日光のパワーを利用しよう～

1. 日光の量の違いから日なたと日陰の温度の違いをとらえ直していく学び

本単元では、日なたと日かげの温度のちがいと光の性質を関連させて内容を構成していく。そのことにより、日なたと日かげの温度の違いといった現象面の比較だけではなく、温度の違いができるのは日なたと日かげに差し込む光の量に違いがあるためだと見方を更新し、日なたと日かげの温度のちがいだけでなく、日光の量に違いがある晴れの日と曇りの日、昼と夜の温度の違いを光の量と関係づけながら整理し、日光の性質をエネルギーをもつものとして再構成していくことを期待した。

日光をエネルギーとしてとらえ、その量を変えていくことにより温度を変えることができるという見方を創りあげていくことにより、生活の中での快適さや太陽光の利用は自分の工夫によってできることから、科学的に事象をとらえていくことの有用性を子どもが実感していくことをねらった。

2. 単元の構想

(1) 単元の目標

日なたと日かげの地面の様子や温度を比較し違いを明らかにしようとする中で、地面の温度の違いはそこに当たる光の量の違いによることを理解し、光の制御によって必要な温度が得られることに気づく。

(2) 追求の構想（9時間）

1次 日なたと日かげのちがいを調べよう 3時間

- 日なたと日かげの違い調べ 温度・湿り気・生物・生活の中での利用の仕方
- ◎日なたと日かげではどのくらい温度が違うのか。

2次 温度に違いが出る原因を調べよう 4時間

- 日かげの中にも地面の温度に違いがある。
- ◎地面の温度のちがいはなぜなのか。
- ・日光の当たっている時間の違い ・日光の当たる角度の違い
- ・光の当たる量の違い ・地面そのもののちがい

3次 太陽のパワーの利用を考えよう 2時間（パフォーマンス課題）

- ◎学習したことを生かして太陽のパワーの利用方法を考えよう。
- ソーラークッキング お湯を沸かそう 家の中を快適にしよう

3. 授業の実際

(1) 日なたと日かげではどのくらい温度がちがうのかな

気温30℃を超える暑い日が続いた。教室に差し込む日光を遮ろうとカーテンを引く。「窓際は暑いからいや」「廊下側は涼しくていいよなあ」と言葉を交わす子どもたち。「どのくらい温度が違うと思う?」と問うと。「5℃くらいかな」「そんなに違わないよ。せいぜい2℃くらいじゃないかな」と口々につぶやく。そこで、日なたと日かげではどの位の違いがあるのか調べてみることから学習がスタートした。

教室の中で調べた後、中庭・グラウンドに温度を調べに向かう子どもたち。比較してわずかな違いにもこだわりながら事象をよく見ようとしてくる光平さんは、中庭に出ているいろいろな場所に日かげができていていること確認した後、順番に温度を計り始めた。校舎日かげ、中庭の日なた、中庭の木の日かげ、体育館の日かげと順に調べ記録をとっていった。教室に戻り記録をもとに



次のようにノートにまとめた。

中庭にもいろいろな種類の日かげがあることが分かって、温度はじゃっかんちがうことがわかりました。

次の時間もいろいろな日かげの温度を計りたいです。

←木の陰の温度を調べる

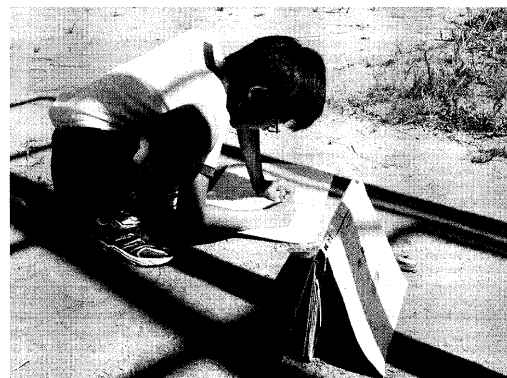
まだ、十分調べることができていないので、場所を変えて温度調べを続けていきたいと言う子どもたち。そこで、温度調べを続けて行うことにした。日なたの中でも砂場と土、コンクリでは何度くらい温度が違うかを調べようとする子。日かげの中でも温度が違うことを調べようとする子など、それぞれの調べたいテーマを決めて調べていくことにした。前の時間、日かげの中のわずかな温度の違いを調べた光平さんは、場所をグラウンドに変えて調べていくことにした。

基準となる日なたの土の温度を調べた後、近くの登り棒の細かいかげに手のひらを当て、「少しぬるいかな」とつぶやきながら温度を計る。続いてそばの倉庫のかげと順に調べていった。

【光平さんの記録】

グラウンド(日なた)	36℃
グラウンド倉庫のつめたいかげ	28℃
グラウンド登り棒のぬるいかげ	32℃

すべて共通していることは、ひかげは太陽が見えているところはぬるくて、あたっていないところはつめたいことがわかりました。



登り棒のかげの温度を調べる

登り棒の日かげのように、太陽が見えている場所の日かげをぬるい日かげ、倉庫のように全くのかげを冷たい日かげと区別して考えている光平さんである。

(2) 日かげの中にも温度の違いがあるのはどうしてだろう

異なる場所で調べてきていたので、結果をそれぞれ発表することにした。次のような発言が続いた。

日なたの地面の方が5℃以上も高かった。

同じ日なたでも、砂場やコンクリートの上は他の日なたよりも温度が高い。

日かげの中でも温度の違いがある。

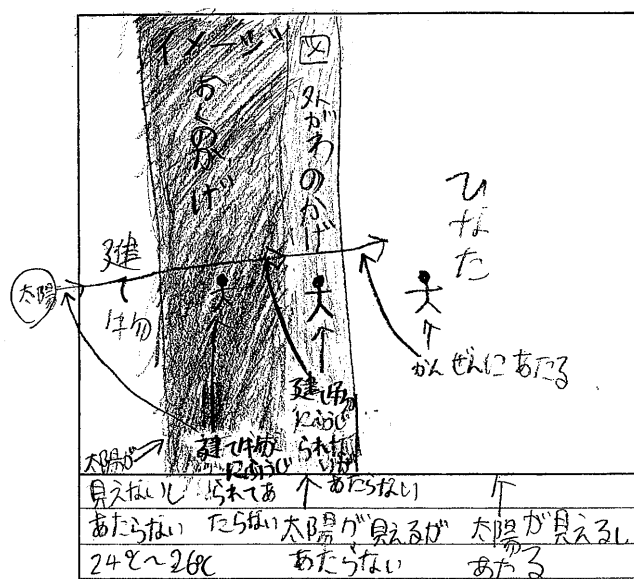
発言をじっと聞いたり、自分の記録を見直したりしながら聞く公平さん。「日かげの中でも温度に違いがある」という発言に、挙手し自分の記録を紹介した。「本当に、日かげの中で温度が違うの？」と反論する仲間に、「違いはあるよ」と言い返す。互いの意見を出し合うものの、はっきりしないと首をかしげる子どもたち。そこで、実際に中庭に出て確認してみようとうながした。一斉に中庭にかけだし、中庭の地面を手のひらで触り始めた。「ここ触ってみてよ」と陰の端を指さす光平さん。校舎の陰を奥の方から日なたに向かって順に触り、温度の違いを比較し、仲間に日かげの中にも温度に違いがあることを確認している。「ほんとだ、ここはぬるいね」と陰のうすい部分に手を置きながらつぶやく仲間にならずき返す。

「温度は違ったの？」と問うと、「違うよ」「こことここ触ってみてよ」と口々に反応する。違いがあることは確認できたものの、「どうしてなのかな」と日かげと日なたの様子を比べる子どもたち。そこで、追求問題を「温度の違いが出るのはなぜか」として、考えていくこととした。教室に戻り、「なぜ温度に違いが出るのか、自分の考えをイメージ図に描いてみてください。」とうながした。

すぐに描き始めた公平さんは下のような図を描いてきた。

かげの濃淡を描き分け、光が「建物に封じられてあたらぬ」「建物に封じられないがあたらぬ」「かんぜんにあたる」と説明を書き加えた。イメージ図を書き終えたところで、互いの考えを発表し合うこととした。

茂夫さんの「光を粒と考えると、日なたは粒が集中していて、かげの奥ほど粒が少なくなり



光平さんの描いたイメージ図

ます。粒の量で温度に違いが出ます」という発言じっと聞き、イメージ図を見つめている。真子さんの「光が上からあたるのと、斜めからあたるかの違いだと思います」という発言に、「それもあつても」とつぶやく。続いて健太さんが「天気は変わるし、かげは動くから、日が当たっている時間の長さの違いだと思います。」と発言すると、首をかしげて「うーん」と小さくつぶやく光平さん。そして、ノートに次のように記述し直してきた。

かげのおくのほうには光のつぶはふっていないで、かげの外の方は光のつぶがこまめにふっていて、日なたのところは光のつぶがたくさんふっていると思います。それで、温度の違いが出ると思います。

光平さんは、自分の「建物に封じられていないが、光が当たらない場所」と考えていた影の薄い場所を、茂夫さんの「光の粒の量」の考え方を基に、「光のつぶがこまめに（まばらに）ふる場所」と置き換え、考えを整理してきた。これは、温度の違いは「日が当たるかあたらないかの違い」という見方から、「光の当たる量の違い」と見方を更新してきている姿である。

他の子どもたちの意見も「光の当たる量のちがひ」「日が当たっていた時間の違い」と分かれた。また、「どっちもある」という考えの子どもも数人いた。どの考え方が良いのかははっきりさせたいという子どもたち。そこで、実験をして調べていくことにした。

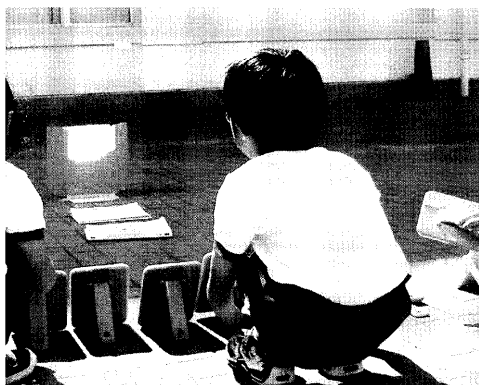
(3) 温度の違いはなぜおきるのかな

実験方法を問うと、光の量を変えるには「ガラスを重ねながら減らしていく」「鏡で照らして変えていく」「虫眼鏡を使う」というアイデアが出された。また、「時間を計って変化を調べるといい」と見通しをもってきたので、実験を始めることにした。

光平さんは、鏡の枚数を増やししながら光の量を変えていく方法で調べていくことにした。



鏡の枚数を徐々に増やししながら、温度を計る。光の集まる場所に手をかざして「熱くなって」と大きな声を上げる。手をかざすと熱いのに「壁の温度は思うように上がらない」と首をかしげる。そこで、「壁だと熱が伝わって逃げているんじゃないの」と助言し、光の的を段ボールに変えて続けてみることにした。



段ボールを後ろからさわって「熱い」と手を引っ込め、もう一度恐る恐る触る。放射温度計で計測すると、場所によって70℃から95℃になっている。さらに鏡を13枚に増やす。光が一番集まっている場所を「この温度を計って下さい。」と指さす光平さん。計ってみると120℃に達している。「うわー120℃だよ」と大声で言う。「光が集まるとすごい温度になる」と仲間と確認し合っていた。

(4) 太陽のパワーはすごいんだな

実験を終えた公平さんは、「太陽のパワーはとてつもないパワーだ」と笑顔で教師に話しかけてきた。結果を交流すると、「やっぱり光の量が関係していた」「光が集まると温度が高くなる。」「時間も関係していて、時間が経つとどんどん熱くなる。」という結果が発表された。

「日なたと日かげの温度も説明できる？」と問うと、「やっぱり、光の当たる量が違うから、日かげの中でも温度の違いができる。」と発言する光平さん。「他の温度の違いも説明できますか」と続けて問うと、「トンネルの中が寒いのもそうだよ」、「洞窟は夏でも氷があるよ」、「夜は究極の日かげだ」という仲間の発言に笑顔で頷く公平さん。温度の違いを「光の量の違い」と見方を更新し、温度の違いと光の働きの関係を再構成して、温度の違いの解釈を深めていった。

単元の終末に、「太陽のパワーを利用すると何ができるか。」をパフォーマンス課題として、記述した。公平さんは焼き肉を焼く「ソーラークッキング」の図を描き、「いつかこれを実行してみたいです」と書き加えた。太陽のエネルギーの大きさを鏡の力でコントロールできると生活にも利用できそうだと、科学の有用性の認識を創りあげてきた姿であると考えた。

Ⅲ 成果と課題

【成果】 科学の有用性への認識につながる、理科における知識・技能の「更新・再構成」の在り方が見えてきた。

本単元において、対象児が温度の違いを「光の量の違い」と見方を更新し、温度の違いと光の働きの関係を再構成して、温度の違いの解釈を深めていったように、どの場所の温度の違いも光の量の違いで説明ができる幅ではないかと問いを焦点化し、実験により確かめられたことで、温度の違いについての「日光のはたらき」を核として見方を更新することで、他の事象における温度の違いも日光の量と関係づけ整理し解釈を創りあげてきたことが再構成の姿であると考えた。このように、核となる見方の更新が図られるよう、比較を軸にした問題解決が大切である。

【課題】 子どもにこだわりに基づいた「更新・再構成」のされかたを保証していく支援の在り方を探る必要がある。

本単元において、「光の量の違い」「光が当たっている時間の違い」と考えてきた子どもは、実験によってその考えを確かめていくことができた。しかし、地面の違い（砂・土・コンクリート）に着目していた子どもの個性的な追求を支えていくことは難しかった。保証すべき学力に照らして、子どものこだわりの多様性をどのように支えていくかが課題である。

〈主な参考文献〉

- | | | | |
|--------------|------|-----------------------------|--------|
| 理科教育研究会 | 2006 | 「未来を展望する理科教育」 | 東洋館出版社 |
| 日置 光久 | 2005 | 「展望 日本型理科教育」 | 東洋館出版社 |
| 日置 光久・星野昌治編著 | 2007 | シリーズ 日本型理科教育2「子どもはどう考えているか」 | |

東洋館出版社