

理 科

戸 田 真 実
岩 崎 誠
芝 田 朱 里

1 理科における知識創造とは

知識創造の定義

*1 素朴な見方や考え方は、自然事象に対して、日常生活から得た独自の見方や考え方のこと

*2 実証性とは考えた予想や仮説を観察、実験などによって検証することができるという条件
再現性とは実証するとき時間や場所を変えて複数回行って同一実験条件下では同一の結果が得られるという条件
客観性とは実証性や再現性という条件を満足することにより多くの人々によって承認されるという条件

『小学校学習指導要領解説 理科編』平成20年6月文部科学省 P10より引用

見通しをもつ場面

検証する場面

(実験や観察、資料調べなども含む)

考察する場面

理科における知識創造を次のように定義する。

自然事象に対する素朴な見方や考え方にに基づき 見通しをもって検証 考察する一連の活動を通して 科学的な見方や考え方にいたる営み

新しい自然事象に出会ったとき、人は感動や驚き、疑問などと同時に素朴な見方や考え方*1をもつ。理科では、それらを科学的な見方や考え方(客観性、実証性、再現性など*2の条件を満足するもの)に高めていくことが目標である。

素朴な見方や考え方は、人のもつ知識の総体からその自然事象にかかわる生活経験や既習経験などを含めたスキーマによって構築されている。そのスキーマは特に「見通しをもつ」「検証する」「考察する」3つの場面での知識創造によって再構築される。この3つの場面での知識創造が理科における科学的な見方や考え方にいたる知識創造にとって重要だと考える。なぜ重要なのかは、以下の3つの場面から説明する。

「見通しをもつ」場面では、自分の見通しを他人に説明したり、他人の見通しを聞いたりすることで、自分の主観的な見通しは他人にも認められる客観的な見通しへ変容させていく。

「検証する」場面では、まず自分の見通しを実証または再現するために検証方法を考える。次に再現性の条件を考慮して検証方法を他者と話し合うことで、よりよい検証方法を見つけることができる。その検証方法をもとに検証を行うことによって、実証性や再現性が満たされる。

「考察する」場面では、実験結果の共通点・相違点を基に、個々の見通しを全員で検討することで、客観性のある知識に至ると考える。

このようにして得た知識は、3つの場面によって実証性や再現性、客観性の条件を満たした科学的な知識となり、このような知識創造をくり返すことで、自然事象に対する見方や考え方がより科学的な見方や考え方になると考える。

2 知識創造を育むために

(1) かかわりの「場」のデザイン

*3 研究紀要第60集 理科 P49より引用

既存の科学的なものの見方や考え方を基に自然事象をとらえグループや学級全体とかかわりあっていく営み

(2) かかわりの活性化

こだわりを生む自然事象

予想の根拠

実験や観察の意図

考察に至った経緯

ふりかえり

観点

二年次は「かかわり」の活性化のために、以下の六つの手だてを講じた。

- ・こだわりを生む自然事象の提示をする
- ・予想の根拠を明らかにしてその違いを明確にする
- ・実験や観察の意図を説明する
- ・考察に至った経緯の違いに気付く
- ・他者の考えを意識したふりかえりを設定する
- ・観点を明確にする

これらの結果、課題に直結する導入教材の開発の必要性やイメージを図で表すことが「かかわり」を活性化させる手立ての一つとして有効であった。また、実験方法や事象の解釈の違いに目を向けることによって、素朴な見方や考え方が科学的なものの見方や考え方にいたることが分かってきた。

(3) プロセスの自覚

三年次は「プロセスの自覚」のために、以下の三つの手だてを講じた。

- ・思考を可視化*4し学習前後の思考の変容が子ども自身で分かるようにする

* 4 5 研究紀要第
62集より引用

- ・思考の「よさ」を共有*⁵する場として、予想場面、実験方法や観察の視点を考える場面、考察する場面において、言葉や絵図を使って考えを話し合う
 - ・ノートやワークシートの工夫やふりかえりなどの「よさ」の共有のために授業のデザインを工夫する
- 以上の手だてをとってきた結果、予想や考察の場面でイメージを図で表したり、実験の意図や経緯を可視化したりすることがプロセスの自覚に有効であった。

3 「活用する姿」をめざして

活用する姿とは

- * 6 3年 比較
- 4年 関係付け
- 5年 条件制御
- 6年 推論

『小学校学習指導要領
解説 理科編』文部科
学省 2008年 P12 参照

理科における活用する姿とは、見通しをもつ、検証する、考察するという3つの知識創造の場面において、知識を有効に活かす姿と捉える。活用知識は、様々な生活経験や他教科からの知識などがあるが、特に理科の活用知識を以下の二つに設定する。

一つ目は、理科における問題解決の方法についての知識である。(比較、関係付け、条件制御、推論*⁶ 観察、実験の技能 言語や図に表現して伝える技能なども含む)

二つ目は、それまでの学習で有意義化された自然の事象に関する知識である。

(1) 単元における活用の場の設定

単元において、有意義化された自然事象の見方や考え方が、実際の自然や生活の中で成り立っていることに気付ける場合がある。また、生活の中で役立てられていることを確かめられる場合がある。そのような単元では、実際に気付いたり、確かめたりする学習を設定する。具体的には、有意義化された自然の事象の見方や考え方を使ったものづくりや環境教育、有効性がわかる疑似体験、別の自然事象を解釈・説明する学習などである。

ものづくり、環境教育
疑似体験、解釈説明

(2) 授業における3つの場面のデザイン

見通しをもつ
検証する
考察する

授業において「見通しをもつ」「検証する」「考察する」3つの場面すべてに重点をおくことは時間的に、また、子どもの発達段階の観点から考えても難しい。そこで3つの場面から子どもの発達段階に応じて1、2つの場面を重点としてかかわりの「場」を設定する。そのかかわりの「場」において、子どもの考えを価値づけたり、観点を明確にしたり、話し合いの形態を工夫したり、違いや根拠を明らかにしたりなどの手だてを行う。

(3) 主体的な活用を促す段階設定

主体的な活用をめざすには、3つの段階が必要だと考える。第1段階では、教師が活用する知識を明確にして、単元や授業を設計することである。第2段階では、活用する知識を子どもが使って問題解決の経験をするすることである。こうすることによって、活用する知識が役に立つや有効だという思いを持つことができる。第3段階では、子ども自身が自然の中から見出した問題を、3つの場面で計画を立てて進めることである。この第3段階では、第2段階で有効だと思った知識を活用して問題解決を行う姿が見られると思う。このように、子どもの実態に応じて、段階的に知識を活用することが主体的な活用につながると考える。

* 7 活用の知識化
授業実践部会の論を参照

(4) 見方や考え方の構築を促す表現方法

見通しの根拠
検証の意図
図式化

自然に対する自分の見方や考え方を表現して人に見えるようにすることは、自分の考えを再認識したり、思考の過程を明確化したり、友達と考えの共有をしたりするなど知識創造に有効に働くと考える。そのための表現方法として、ワークシートやノートに見通しの根拠や検証の意図などを言語化することや自分の見方や考え方を図式化することなどが手だてになると考える。

(5) 長期的な取り組み

比較、関係付け
条件制御、推論
活用の知識化

理科における問題解決には、3年は比較、4年は関係付け、5年は条件制御、6年は推論というように重点がある。この各学年の重点を活用知識化するには、その重点に有効な単元を洗い出して、年間計画の中で段階的に位置付けていく必要がある。また、重点が段階的に活用の知識化しているかどうかは、子どもの見とりや思考を可視化したものを記録していき有効であったかどうかを判断していきたい。

4 実践例1 - 3年 -

単元名 植物をそだてよう（ぐんぐんのびろ）

(1) 本単元における知識創造

植物についての素朴な見方や考え方を基に 身近に見られる植物を比較しながら調べ 成長の順序や体のつくりの見方や考え方にいたる営み

子どもは前単元までに植物の成長について、子葉とは形の異なる本葉が生えるという知識を有意味化している。そこで本単元では、ホウセンカを継続観察することによって、植物はさらに成長し、本葉が増え、茎が太く長くなるという知識を獲得する。また、ヒマワリや身の周りの植物をホウセンカと比較観察することで、それぞれの植物には固有の特徴があるが、体のつくりには共通性があるという知識を獲得する。

まず、子どもは、前単元の観察結果と現在のホウセンカを比べることによって、子葉の数は変わらないが、本葉の数が増えてくることに気づく。ホウセンカを植えかえるときには、普段は観察できない根の存在に注目するであろう。そこで、間引きしたときと比べて根を観察することによって、根の数が増えて伸びていることに気づく。これらの気づきを全体で話し合っ共有することで、植物の成長に関する知識を獲得していく。

次に、多種多様な植物の中からホウセンカとヒマワリを見分ける活動を通して、子どもはこれまでに有意味化してきたホウセンカの特徴や植物の成長に関する知識を想起する。ホウセンカを見分けることはできるが、ヒマワリの特徴は明確ではないので見分けにくい。そこで、ホウセンカの特徴に関する知識を基にしてヒマワリを観察する。その結果をクラスで図や表で表出し、共有することによって、ヒマワリの特徴に関する知識を結合し、獲得するとともに、どちらの植物も根・茎・葉をもっていることに気づかせる。他の植物についても調べることで、根・茎・葉は植物に共通している体のつくりであるという知識を獲得する。

(2) 知識創造の力を育むために

① かかわりの「場」のデザイン

植物の観察では、観察の観点を明確にして説明させる場を設定する。班活動の中では、複数のホウセンカを観察し合うことで、ホウセンカの育ちに多少の差があっても共通点を見つけさせるようにする。また、全体での話し合いでは、子どもと教師が図と言葉を使って観察の結果を板書にまとめることで、子どもが結果を共有することができると考える。また、同時期に植えたホウセンカとヒマワリを比較観察させ、それぞれの植物の特徴をつかませたい。

② 「かかわり」の活性化

植物の観察では、根・茎・葉の観点を明確にして子どもどうしを話し合わせることで、かかわりの場を活性化させたい。全体での話し合いでは、図と言葉で観察の結果を板書にまとめる。二次では、ヒマワリ調査を取り入れることによってこだわりを生ませるために根拠を述べさせ、かかわりを活性化させたい。

③ プロセスの自覚

ホウセンカを観察する時には観察カードを用いている。この観察カードにはスケッチ、大きさ、色、形といった項目があり、子どもは、これらの観点で観察することによって成長を実感することができる。また、二次のヒマワリ調査やその他の植物の特徴を調べる活動を通して、その観点のよさを実感することができる。と考える。

(3) 「活用する姿」をめざして

本単元における「活用する姿」とは、植物を、根・茎・葉について色・形・大きさで比べる姿である。そのために一次では、ホウセンカの根・茎・葉について色・形・大きさの観点で観察することで、成長の順序の見方や考え方を培い、同時にホウセンカの特徴をとらえる。二次では一次で培ったホウセンカの見方や考え方を活用して、ヒマワリをはじめいろいろな植物の体のつくりの特徴を調べる活動を設定することで、根・茎・葉に目を向けて特徴をとらえることができる。

(4) 単元計画と子どもの知識創造の流れ（総時数 5 時間）

主な授業デザイン	モード	知識創造の流れ
1 植替え前のホウセンカの成長を観察する ○前の観察結果と比べて観察する ・茎と葉の変化を観察、記録する ・観察結果を話し合っまとめる ○牛乳パックからプランターに植えかえる ・根を観察しホウセンカの体のつくりを知る ○ホウセンカの成長をふりかえる	表出 結合 共有 結合	・ホウセンカは前と比べてずいぶん大きくなったな。何が変わったのかな ・茎は太くなって伸び、葉は大きくなって数も増えてきたな ・根はどうなっているかな ・もっと育つとどうなるかな ・ホウセンカって葉や茎に特徴があるな
2 ヒマワリの体のつくりを観察する ○ヒマワリを観察し、特徴をつかむ(授業Ⅰ) ・茎と葉について観察する ・観察結果をまとめる ○どの植物も根・茎・葉があることを確かめる(授業Ⅱ) ・他の植物の体のつくりを観察し、まとめる	活用 共有 表出 結合	・ヒマワリを観察してみたいな ・ヒマワリはホウセンカと比べると葉が丸い ・ヒマワリはホウセンカと比べると葉が少ない ・ヒマワリは茎が緑色だな ・ヒマワリって葉や茎に特徴があるな ・植物によって根・茎・葉の特徴があるね ・どの植物にも根・茎・葉があるね

(5) 授業の実際と考察

① 二次の知識創造と「活用する姿」

ここでは、植物の体のつくりは根・茎・葉であることを一般化する前段階として、ヒマワリの特徴についての知識を構築するための授業場面を中心に考察する。まず、授業Ⅰでめざす知識創造を以下のように定義した。

ヒマワリを観察することを通して ヒマワリの茎の色や長さ、葉の形や大きさの特徴を図や言葉で表して特徴づける営み

本知識創造のために、授業Ⅰでは 4 つの活動（次ページ「子どもが獲得していく知識の流れ」参照）を設定した。一つ目は多種多様な植物の中からホウセンカを選び出す活動、二つ目は多種多様な植物の中からヒマワリを選び出す活動 A、三つ目はヒマワリを観察して特徴を見つける活動、四つ目は再び多種多様な植物の中からヒマワリを選び出す活動 B である。

また、「活用する姿」を以下のように設定した。

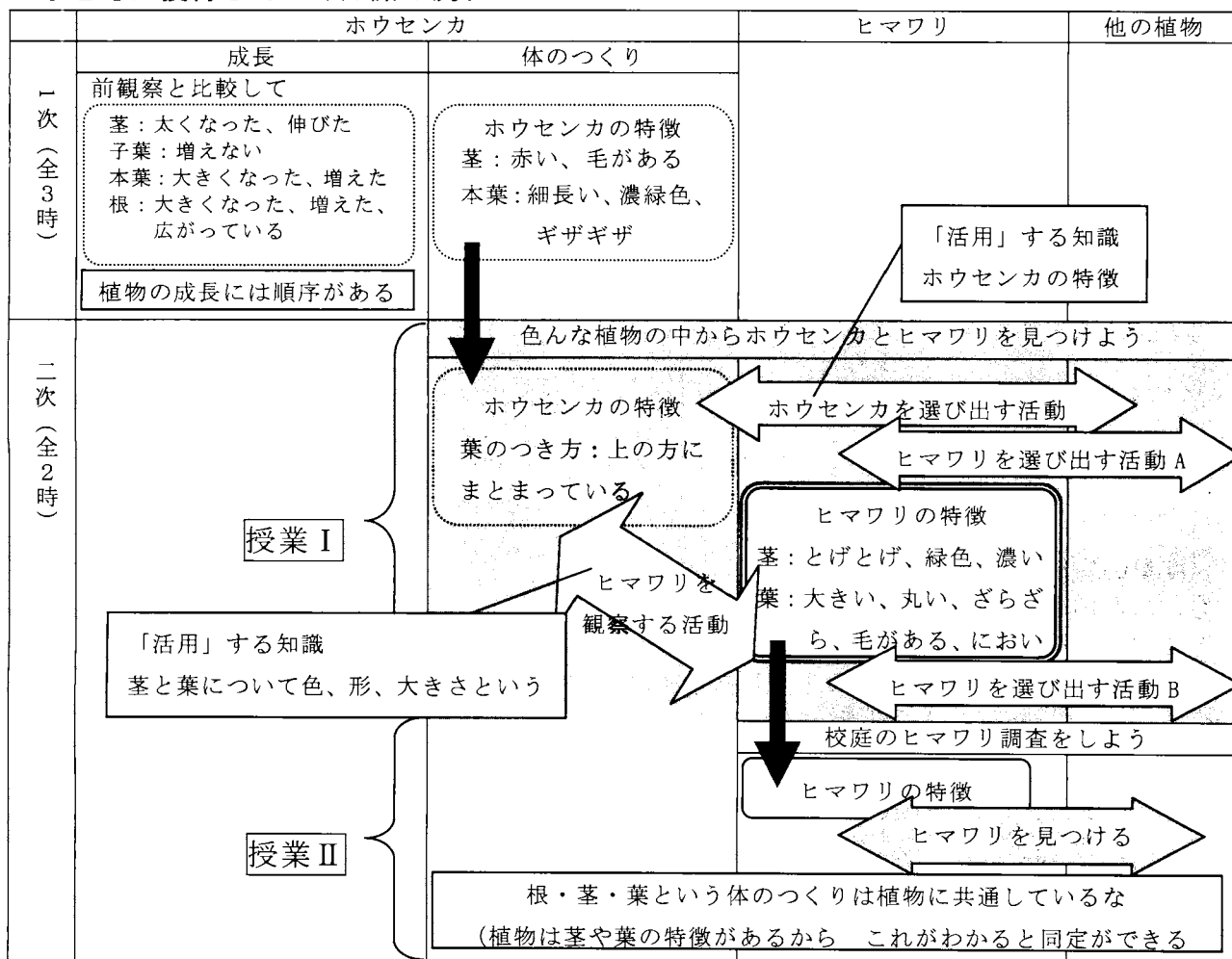
活用する姿 i : 多種多様な植物の中からホウセンカを選び出す活動で ホウセンカの特徴を基に ホウセンカを見つけ出す姿
 活用する姿 ii : ヒマワリを観察して特徴を見つける活動で 観察時に得たホウセンカの特徴と茎や葉の色・形・大きさの観点をを用いて ヒマワリを特徴づける姿

上記の活用する姿について詳しく説明する。活用する姿 i は、ホウセンカを選び出す活動で、一次でのホウセンカを継続観察する中で得てきたホウセンカの特徴を基に、ホウセンカを見つけようとする姿である。活用する姿 ii は、ヒマワリを観察する活動で、一次のホウセンカを継続観察する中で得てきたホウセンカの特徴と観点（茎や葉の色・形・大きさ）を使って、ヒマワリの茎や葉の特徴を見つけようとする姿である。つまり、授業Ⅰでは一次で意味化された知識を「活用」しながら、ヒマワリの特徴についての知識を獲得していく活動を設定した。

さらに、授業Ⅱでは、授業Ⅰで有意義化したヒマワリの特徴を「活用」して、校庭の多種多様な植物の中からヒマワリを見つけ出す活動を設定した。この活動により、授業Ⅰの知識創造で得た新たな知識を評価することができると考えた。よって、植物を同定する際には、茎や葉の色・形・大きさという観点をを用いることが有効であるということを実感することができる考えた。

そして、本単元で子どもが各時間で知識創造しながら得た知識は、第3学年では同じ植物単元の「花が咲くころ」に、また第4学年では「季節の生きもの」でヘチマを観察する際に「活用」することになると考えている。

・子どもが獲得していく知識の流れ



② 授業の手だて

ア 多種多様な植物の中からホウセンカを選び出す活動 ヒマワリを選び出す活動A

これまでに継続観察してきたホウセンカから、ヒマワリという他の植物に視点を移すときに、こだわりをもちながら、かかわることができるように本活動を設定した。本活動では、なぜその植物を選んだのか根拠をもって説明し合う場を設定した。選んだ根拠について言葉や図で示すよう促すことで、子どもの議論が盛んになり、子どものかかわりが活性化することを目指した。子どもは、これまでホウセンカを継続観察してきた経験から、茎や葉の特徴を想起すると考えた。想起する知識があいまいな時には、自分たちが残してきた観察記録を基にホウセンカを見分けることが可能であることを気づかせるようにした。また、前時にホウセンカの特徴について板書でまとめたものを教室に掲示しておき、ホウセンカを観察してきたときの観点が有効であることを示しておいた。

イ ヒマワリを観察して特徴を見つける活動

本活動前に、ホウセンカを選び出す活動を設定することで、ホウセンカを観察するときの観点を使得、他の植物を比較しながら観察を行うことが有効であることに気づかせた。また、授業Ⅰの目標が「植物の体のつくりの共通性をとらえること」であるのと同時に、「外で植物を見たときにヒマワリを同定できるようになること」であるという見通しを持たせた。

ウ 多種多様な植物の中からヒマワリを選び出す活動B

ヒマワリの観察を通して得た茎や葉の特徴を、全体で図や言葉で共有し、再び多種多様な植物の中からヒマワリを選び出した。

③ 授業の実際

ア 多種多様な植物の中からホウセンカを選び出す活動 ヒマワリを選び出す活動 A

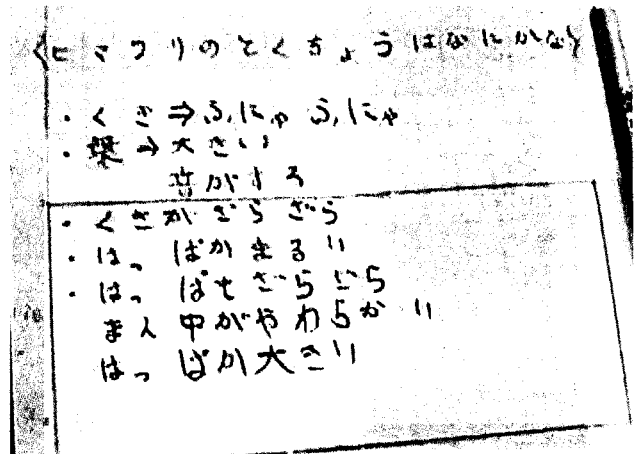
子どもは記憶やノート、ファイルに綴じてある観察記録を基に、ホウセンカの茎と葉の特徴を述べていた。一部の子どもはホウセンカとよく似た別の植物をホウセンカだと主張した。それぞれホウセンカの特徴を根拠に主張し合っていたが、最終的にプランターで育てているホウセンカを見ることで、双方では葉のつき方に違いがあることに気づき、全員がホウセンカを見分けることができた。また、子どもはホウセンカの継続観察をしてきたので、選んだ植物がホウセンカである明確な根拠を述べることができた。一方、ヒマワリは種を植えて以来、授業で取り上げてこなかったため、ヒマワリである明確に根拠を述べることができなかった。

イ ヒマワリを観察して特徴を見つける活動

子どもはヒマワリの茎や葉について、色や形、大きさ、におい、触感の観点を用いて、ヒマワリの特徴がわかるようにノートに記録していた（写真1 資料1）。



写真1 子どもがヒマワリの観察している
ときの様子



資料1 ヒマワリの観察中のノート

ウ 多種多様な植物の中からヒマワリを選び出す活動 B

本活動は図や言葉で共有していく予定だったが、本活動までに時間がかかりすぎため、言葉でしか共有することができなかった。しかし、根拠をもってヒマワリを選び出すことができた（写真2）。

エ 校庭の多種多様な植物の中からヒマワリを見つけ出す活動（授業Ⅱ）

子どもは実際に校庭に出て、ヒマワリがどこにあるのかを調査した。校庭には、3年生が植えたヒマワリ以外にも、別の学年が植えているものやこぼれ種で育っているヒマワリがたくさんある。子どもはこれらのヒマワリを制限時間を決めて班ごとに探した。子どもは意欲的取り組み、前時で得たヒマワリの特徴を基に探していた。また、教師が事前に調査した際には見つけることができなかったような、野草が群生していてとてもわかりにくい場所にあるヒマワリを、子どもは見つけることができた（次々ページ



写真2 色んな植物の中からヒマワリを
見つけている様子

④ 考察

ア 授業Ⅰでの知識創造

授業Ⅱの子どもの様子から、授業Ⅰで「ヒマワリを観察することを通してヒマワリの茎の色や長さ、葉の形の大きさや形の特徴を 図や言葉で表して特徴づける営み」という知識創

造はあったと考えられる。

また、知識創造を促すために教師が設定した2つの「活用する姿」のうち、多様な植物の中からホウセンカを選び出す活動時の活用する姿 i はあったといえる。多様な植物の中からホウセンカを選び出すという有効性がわかる疑似体験を通して、一次で有意義化してきたホウセンカの特徴を根拠に、自分の考えを明確にして活動していたからである。この活動は、子どもが主体的に活動する場面であったと言える。

しかし、ヒマワリの観察時の活用する姿 ii は見られたとは言い難い。なぜならば、子ども全員がホウセンカの特徴と茎や葉の色・形・大きさといった観点を知識として、「活用」していたと断定できないからである。再びヒマワリを選び出す活動 B で、一部の子どもがホウセンカと比較してヒマワリの特徴を見つけたという発言は見られたものの、全員が一次の知識を活用していたかは明確ではなかった（資料2）。活用する姿 ii を見るためには、「活動前にヒマワリの特徴を見つけるときの観点を明確にする」というかかわりの場の重点化が必要であったと考える。この手だてを充実させると、子どもはホウセンカとヒマワリの相違点だけでなく、体のつくりという共通点も見つけることができたのではないだろうか（資料3）。そして、植物についての見方や考え方を深めることができたのではないかと考えている。

T : ヒマワリの特徴は？

A 児: ヒマワリの茎のところのとげとげしている

B 児: A 児さんに付け足しなんですけど、上に行くほどとげが強い

C 児: ホウセンカと比べてみたんだけど、ホウセンカは茎の下が赤色なんだけどヒマワリは緑

D 児: 真ん中の葉っぱがざらざらしていました

E 児: ヒマワリの葉の方がとげというか、茎の方が毛が濃いのに葉っぱの方が音が大きい

F 児: ざらざらしているけど、やすりみたい

G 児: ホウセンカはにおいがしなかったけど、ヒマワリは濃い

理科のじゅぎょうでは、ホウセンカやヒマワリなどのとくちょうを見つけました。ホウセンカは…（略）ヒマワリは…（略）同じしょくぶつなのに、こんなにもちがうのがふしぎです。でもちがうおかげで、すぐに見分けることができます。これでホウセンカとヒマワリのとくちょうはバッチリです。

資料2 ヒマワリの観察を終えて特徴を発表する場面

発言下線部は一次の知識を「活用」していることが明確にわかる

資料3 子どもの日記より

イ 理科における知識創造の力を育むために

本単元は、ホウセンカを主教材として継続観察し、ヒマワリと比べることを通して、植物の成長の順序や体のつくりには共通のきまりがあることを子どもにとらえさせることを目的としている。これらの共通のきまりをとらえさせるに、主教材だけではなく副教材と合わせて比較観察させ、その必要性をとらえさせる必要がある。今回の実践では、主教材をホウセンカ、副教材をヒマワリとしていたが、種子の比較観察や発芽した芽の比較観察といった活動を、授業 I にいたるまで十分に行っていなかった。そのため、子どもたちはホウセンカと比べてヒマワリの茎と葉の特徴を判断することができず、活用する姿 ii に至らなかったと考える。

では、授業 I で子どもは何を基にヒマワリの特徴を獲得していたのか。それはこれまで子どもが目にしたたり、育てたりしてかかわってきた無数の植物であり、それらが、今回子どもが課題に出合った時に想起した知識であると考えられる。その中にはホウセンカの知識も含まれていたであろう。しかし、ホウセンカと比べる必要感には子どもにはなかったため、子どもが基準にしていたものは、一人一人違っていたことになる。

こういった事態を避けるために、教師は「ホウセンカと比べてヒマワリにはどんな特徴があるか」と、子どもに伝える必要があったと考える。また、子どもに主教材と副教材を比較観察させる経験を授業 I 以前や以降に行うことが必要であった。今後、単元計画や授業の仕方を見直していきたい。

① かかわりの「場」のデザイン

一次で、子どもが獲得したのは、茎はのびる、子葉は増えない、本葉は増える等植物の成長の順序に関する知識である。これは継続観察を考察する場面に重点をおき、特に前観察時

と比べることで獲得してきた。

しかし、二次の授業Ⅰでは導入のホウセンカ探しに時間がかかりすぎ、ヒマワリの特徴について予想を話し合うことが十分にできなかった。また、これまでホウセンカと他の植物を比べる経験が少なかったことも既知のホウセンカの特徴を基に予想できなかった一因である。このことから全体で話し合うかかわりの「場」をデザインときには、考察させる見通しをもたせるポイントを絞り、全員が共有している知識を基に話し合うことが必要であると考え。

② 「かかわり」の活性化

授業Ⅰで活用する姿ⅰが見られたのは、子どもがホウセンカの特徴を明確に知識化していたからであると考え。子どもがホウセンカの葉の形や茎の色などの特徴を、言葉や図で明確に知識化していたからである。一次では成長の順序についての知識を獲得したが、このとき、葉の形や茎の色などの特徴を言葉や図で表し掲示物として残した。それが子どもにホウセンカの特徴を明確に知識化させることにつながったと考えられる。以上の子どもの姿から、知識を言葉や図で明確に表わし掲示物などすることで、「活用」しやすくすることは「かかわり」の活性化につながると考える。

また、ホウセンカやヒマワリを探すという活動を設定することも、子どもの意欲を高め、「かかわり」の活性化に寄与した。この活動は目的がはっきりしており、ホウセンカを継続観察してきた子どもにとっては「できそう」と思える難度のものであった。そのため、子どもは自分の考えにこだわりをもって話し合うことができた。このことから、子どもの実態に合わせた難度で、目的がはっきりし、子どもが主体的に取り組める活動を設定することも「かかわり」の活性化につながると考える。また、その後の授業Ⅱでは、子どもは主体的、意欲的にヒマワリを見つけたことができた（写真3）。



写真3 8月の校庭のようす。いたるところにヒマワリが育っている。
(授業実践時期は7月上旬)

③ プロセスの自覚

本単元で、子どもに色・形・大きさなどの観点を使うことのよさを実感させ、これから使ってほしい知識（本研究では技能も知識に含める）はこれらの観点を観察するということがある。4月当初から教師がこの観点を子どもに指導してきた。子どもは生活科で五感を使って植物とふれあい特徴に気づいていくことを知識化しているので、「かかわり」を通してこの観点を知識創造させることもできたと考えられる。そうすれば、今後子どもは3年理科の観察を通して知識創造を積み重ねるごとに、色・形・大きさの観点を観察するよさを一層感じとりながら、有意味化することができる可能性がある。今後は3年理科の導入の指導を工夫したい。

また授業Ⅱでは、子どもは色・形・大きさなどの観点を使ってヒマワリを探し出すことができた。しかし、子どもは半ば無意識のうちにこれらの観点で見ているのかもしれない。これから子どもが観点を意識して観察するようになるためには、ヒマワリを見分けた後に何が役立ったのかをふりかえる必要があったのではないかと考える。そのようなふりかえりをするによって、子どもは単に観察を繰り返すのではなく、観察の度に観点を習得し、観察技能を高めることが期待できるのではないかと考える。

5 実践例2 —4年—

単元名 天気による一日の気温の変化

(1) 本単元における知識創造

一日の気温の変化を時間や気象などに目を向けながら調べ、見出した問題を計画的に追究する活動を通して、気温の変化の規則性についての見方や考え方を獲得していく営み

本単元では、一日の気温の変化を時間や気象などに目を向けながら調べ、晴れの日には気温の変化が大きく、雨の日には小さいなど、天気によって一日の気温の変化の仕方に違いがあるという見方や考え方を獲得していく。本単元では気温の変化を分かりやすくするため折れ線グラフを用いる。そのため本単元に先んじて算数科で折れ線グラフを学習し、グラフをかいたり読み取ったりできるようにしておく。これは算数科だけでなく理科においても身に付けさせたい技能である。

子どもは、一日の気温の変化について話し合う中で、朝より昼頃の方が暖かいこと、晴れより雨の日の方が寒いなどの生活経験を想起、表出する。予想と観察を繰り返しながら一日の気温の変化を調べる活動を通して、子どもは正しい気温の計り方や百葉箱の役割を知るとともに、晴れの日と雨の日の気温の変化の特徴に気づいていく。検証する場面や考察する場面は、気温の変化についての知識の共有、結合が起こりやすい場面であろう。これによって子どもは日光によって空気があたためられると考えるであろう。また、晴れの日気温のグラフが山型になることから、太陽が高くなると気温が上がる、太陽が低くなると気温も下がると考える子がいると思われる。

しかし、太陽が正午に南中するのに対して気温のピークは午後2時頃である。そこで、3次では発展的内容として、気温のピークが正午より遅くなる理由を考える。太陽の動きだけでは説明ができないため、子どもは他に要因があるのではないかと考え始めるとと思われる。気温以外で日光が当たるものの温度にも目を向け、地面の温度の変化も調べることによって、子どもは地面の温度が気温より高くなることや、早く上がることを知る。その理由を考える中で、子どもは透明な空気より地面の方が温まりやすいということに気づいたり、地面が空気を温めているのではないかと考えたりするであろう。このとき、子どもは1、2次や3年時の「かげと太陽」「光を当てよう」で意味化した知識を活用して、気温変化と地面の温度を関係づけるとと思われる。気温より地面の温度が早く上がる理由は気温のピークが遅れる理由の説明にもなり、気温の変化の規則性についての見方や考え方をより深めることができると思われる。

(2) 知識創造の力を育むために

① かかわりの場のデザイン

こだわりを生む事象の提示として、子どもが毎日行っている気温と生き物の様子調べカードの記録を紹介し、同じ日でも時刻によって気温が違うことや、時刻が同じでも日によって気温が違うことに気づかせる。そのわけを話し合うことによって、一日の気温の変化、晴れと雨の日では気温の変化の違いについて、子どもがどのように考えているのかを引き出す。3次では、太陽の動きと気温の変化を同時に撮影したビデオを見せ、最高気温になる時刻に関する考えと、それを調べようとする姿勢を引き出す。

② かかわりの活性化

天気によって一日の気温がどのように変化するか、最高気温になる時刻が正午過ぎになるのはなぜかを予想したり、考察したりするとき、子どもの説明を図やグラフ、言葉で表しながらその根拠を明確にする。

気温の測定、天気観察、グラフの作成は一人ずつ行わせ、実感を伴った理解ができるようにする。その結果を、子どもが客観的に考察できるようにするために、班で話し合わせ、まとめさせる。全体で話し合うときには、黒板に図やグラフをかき、そこに考えを書きこむことで、考えを類別、整理する。

③ プロセスの自覚

気温の変化、天気、そこから考えたことを整理した板書を基に知識創造をふり返らせる。それによって、気温の変化のグラフをかいて読み取るよさ、即ち変化の大きさ、上がり方下がり方の緩急、最高気温やその時刻、天気との関係などに注目して考えるよさに気づかせたい。

(3) 「活用する姿」をめざして

本単元で子どもに活用させる知識は、天気による寒暖の体験と、3年理科「かげと太陽」「光をものにあてたとき」で構築した、太陽の動きに関する知識や光があたったものが温まることに関する知識である。前者は、1日の気温の変化が日によって異なるわけを予想するときにその理由を考えさせることで想起させる。後者は、最高気温になる時刻が南中時刻より遅れるわけを考えるときに想起させたい。そのときには1、2次で有意義化した晴れの1日の気温の特徴も活用できる状態にしておきたい。

また、単元の中で晴れや雨の日の気温の変化などをグラフで表し、それを読み取ることでそれぞれの変化の特徴やその要因について考える方法を習得させる。これも、観察記録の技能として位置づけ、学習を進める中で定着させ、子どもが今後、活用できるようにしていきたい。

(4) 単元計画（総時数 7時間+課外）

主な授業デザイン	モード	知識創造の流れ
1 曇りの日の気温の変化を調べる ○1日の気温の変化を予想する ・日や時刻によって気温が異なるわけを話し合う ・一日の気温の変化の予想をたてる ・一日の気温の変化を調べる計画を立てる ○曇りの一日の気温の変化を調べる ・気温の変化を調べ 折れ線グラフに表す ・グラフを読み取り 曇りの日の気温の変化について話し合う	想起 表出 共有	・毎日気温を調べているけど 天気や時刻によって気温が違うみたいだ ・時間がたつと気温はどう変わるのかな 1時間ごとに調べよう ・朝や夕方は温度が低く昼になるほど高くなるよ グラフはゆるやかな山形になるね ・晴れると気温はどのように変化するのかな 気温が高くなるよ 気温の変化が大きくなるよ
2 晴れの日の気温の変化を調べる ○晴れの一日の気温の変化を調べ 曇りと比べる ・気温の変化を調べ 折れ線グラフに表す ・晴れの日と曇りの日の折れ線グラフを比べ それぞれの気温の変化について話し合う	共有 結合	・曇りの日は 晴れの日より気温の変化が少ないよ ・晴れの日は太陽が出ているから気温が高いんだよ ・太陽の光であたたまっているんだよ ・太陽が出ていると気温が上がり、気温の変化が大きくなるんだ
3 晴れの日の最高気温が正午より遅くなるわけを考察する ○何時頃に気温が最高になるか調べる ・気温が最高になる時刻について予想する ・資料（折れ線グラフ）で気温が最高になる時刻を調べる ○2時頃最高気温になる理由を考える ○地面の温度の変化を予想する ○気温と地面の温度の変化を調べる ・班毎に気温と地温を調べ 折れ線グラフに表す ○測定の結果を考察する ・地温が気温より早く上がるわけを考察する ・気温が2時頃最高気温になるわけを考察する	共有 想起表出 想起表出 共有 活用 結合	・正午かな 太陽が一番高くなるから ・正午すぎかな 前にはかったら2時頃だったよ ・気温が一番高くなるのは2時頃だ ・太陽の光であたたまっているはずなのに なぜかな ・空気はあたたまるのが遅いんじゃないかな 地面はどのようにあたたまるのかなかな ・地面の温度の方が気温より先に上がるんだ ・空気は透明だから黒っぽい地面より温まりにくいんじゃないかな ・まず日光で地面があたたまり、あたたまった地面が空気をあたためているんじゃないかな ・空気が温まるのに時間がかかるから2時頃一番高くなるんじゃないかな

(5) 授業の実際と考察

ここでは特設した3次の実践記録から考察する。3次のねらいは、最高気温を示す時刻が太陽の南中時刻より遅れるわけを、子どもが、3年「かげと太陽」「光をものにあてたとき」や、1、2次で獲得した知識を使って推論することであった。

以下に、実際の授業における知識創造について、かかわりの場のデザイン、かかわりの活性化、プロセスの自覚の側面から考察する。その中で、子どもが活用したと考えられる知識を下線で示し、「活用する姿」をめざした手だてについても考察していく。

① 5/7時<晴れの日気温が一番高くなるのは2時か>

前次までに曇りや雨の日、いろいろな日の気温の変化を調べたが、気温が最も高くなる時刻が正午や午前の場合もあったため、晴れの日気温がもっとも高くなる時刻について子どもの認識がゆれ始めていた。そこ

で、気温が最も高くなる時刻を確認する活動を設定した。

ア かかわりの場のデザイン（見通しを持つ場面の焦点化）

まず、太陽の動きと気温の変化を同時に撮影したビデオを見せ、最高気温になる時刻についてかかわり合いながら予想する場面を焦点化した。ビデオを見せることによって、子どもは、太陽が下がり始めても、気温がしばらく上がっていることに気づいた。そこで、最高気温になるのはいつかと問うと、子どもは、太陽が南中した時刻を正午と考え、最高気温を示した時刻を2時と予想した。（このとき子どもは3年「かげと太陽」で学んだ太陽の南中に関する知識を使っている。）そこで、最高気温を示すのは2時かという課題を設定した。ただ、この課題では、これまで気温の変化を測定して気づいたことをもう一度確かめることにしかならず、知識創造には至らない。

そもそも、気温が最高になる時刻が、太陽が南中する正午より遅くなることに子どもが疑問を持ち、考えようとしなければ、今まで構築した知識を使う必要はない。今回の3次の導入では太陽の動きと気温の変化を撮影したビデオを子どもに見せて、まず何時に最高気温になるかを予想させた。しかし、多くの子どもは、1, 2次の観察結果から2時頃と判断し、発言していた。この時、「太陽は正午に南中するのに、最高気温が2時頃になるのはどうしてか」と問う方が、子どものこだわりをもっと引き出した可能性がある。

イ かかわりの活性化（思考の明確化・長期的な取り組み）

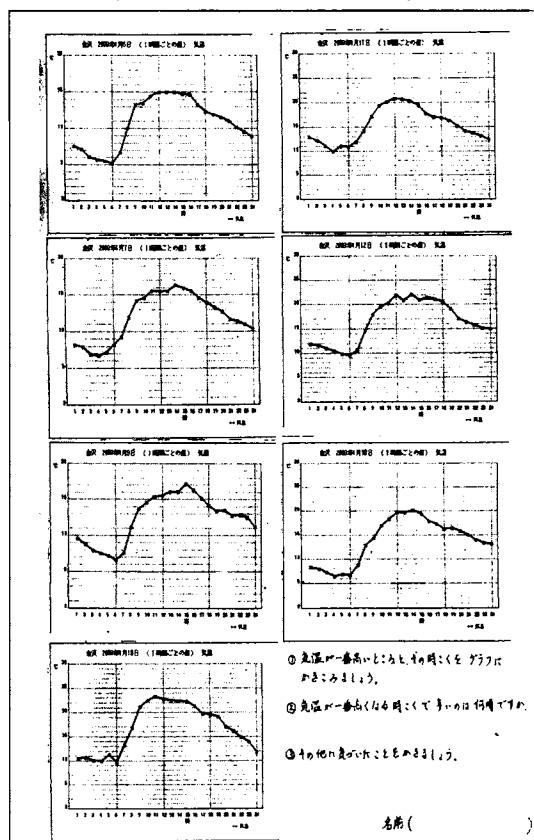
終日晴れ、または晴天だった日の気温の変化を折れ線グラフで表したものを複数示したワークシート（資料1）を一人一人に配布し、班毎に相談しながら何時頃に最高気温になるかを調べた。この折れ線グラフの読み取りは、長期的な取り組みとして子どもに習得させていきたい技能である。そのため、ワークシートには作業の手順を示した。まず、全部の折れ線グラフの最高気温になる部分に印をつけさせる。次に、何時に最高気温になっているかを調べさせ、最後に、最高気温が何時になることが多いかを調べさせるという手順である。これにより子どもは、最高気温になる時刻を判断するまでの思考の流れをワークシートに整理することができた。

子どもは、最高気温の時刻を判断する基準がはっきりしていたため、班や全体の場で自信を持って意見を述べることができ、かかわりの活性化に繋がった。このことから、思考の流れを明確に整理することは、かかわりの活性化にも寄与すると考えられる。全体で確認すると、子どもは晴れの日には12～14時頃、特に14時頃に最高気温になる日が多いと結論づけることができた。

また、ほとんどの子どもが自力で最高気温の時刻を読み取ることができ、班でそれを確認していた。これは、子どもが算数科の学習や1, 2次で、気温の変化等を折れ線グラフでかいたり読み取ったりする経験をしてきたためと考えられる。このことから、長期的な取り組みによって折れ線グラフを使う技能が定着しつつあることがうかがえる。

ウ プロセスの自覚

ふり返りは、ワークシートを拡大掲示した板書を基に、その時間で分かったことと、それが分かるために役に立ったことについて書かせた。ふり返りを書く時間は短かったが、そこからは半数近くの子どもが最高気温になる時刻の認識を修正していたことが読み取れた。このことから、5/7時に知識創造はなかったが、最高気温の時刻に関する認識が揺れていた子どもにとっては、それを確かめる機会にはなったと考えられる。また、数名の子が折れ線グラフの有用性を感じていたことも読み取ることができた。以下に、子どものふり返りの内容（資料2）を示す。



資料1 2009年4月の間、終日晴れまたは快晴だった日の気温の変化を集めたワークシート

このことから、長期的な取り組みによって折れ線グラフを使う技能が定着しつつあることがうかがえる。

1	晴れの日には12～14時ごろ気温が高くなることが分かった。
2	■ 折れ線グラフを見たから分かった。
3	晴れの日には12～14時ごろ気温が高くなることが分かった。
4	晴れの日には12～14時ごろ気温が高くなることが分かった。
5	晴れの日には12～14時ごろ気温が高くなることが分かった。
6	晴れの日には12～14時ごろ気温が高くなることが分かった。
7	やっぱり昼頃 一番気温が高いなと思った。
8	具体的に分かってよかった。
9	○ 最初は10～12時頃気温が高いと思っていたけど、本当は12～14時ごろだと分かった。
10	○ 最初は12時が一番高いと思っていた、でも折れ線グラフを使うと12～14時頃だと分かった。
11	晴れの日には12～14時ごろ気温が高くなることが分かった。
12	晴れの日には12～14時ごろ気温が高くなることが分かった。
13	○ 最初1～2時が気温が高いと予想していた。12～2時と分かってよかった。
14	○ 前と比べて午後2時ごろが高いんだと分かりました。
15	○ 前は正午が高いと思っていた。でも12～14時と分かった。 ■ これかわかるのに重要なのは折れ線グラフ。時間も比べられるから。
16	○ 最初2時が気温が高いと思っていたけど、12時も気温が高いことが分かりました。
17	晴れの日には12～14時ごろ気温が高くなることが分かった。
18	■ 折れ線グラフとビデオが役に立ったと思います。
19	夜が気温が低いと思っていた。朝も低いなんて思った。
20	○ 最初は1時くらいかなと思っていたけど、12～14時までが高いんだと思った。
21	■ 折れ線グラフで表すとよく分かった。
22	○ 前は「昼頃」と範囲が広がったけど、今は「12～14時」と範囲がせまくなり正確になった。 ■ 自記温度計と気象庁のデータが役に立った。
23	○ 前はお昼ごろっていつ?と置いていたけど、12～14時くらいと分かってよかった。
24	○ 最初は昼と言っていたけれど1～2時ぐらいの気温が高くなると分かってよかった。
25	晴れの日には12～14時ごろ気温が高くなることが分かった。
26	■ このまとめがわかったのは、折れ線グラフでいろいろわかったから。
27	晴れの日には12～14時ごろ気温が高くなることが分かった。
28	○ 昼頃だと思っていたけど正確にわかってよかった。■ 役に立ったのは折れ線グラフと百葉箱。
29	晴れの日には12～14時ごろ気温が高くなることが分かった。
30	■ 折れ線グラフで表すとよく分かった。
31	○ 最初は12～14時ごろだと思ったけど、折れ線グラフを見て14時頃だと分かった。
32	○ 範囲が広がって分かった。■ なぜ分かったかは、折れ線グラフをみて班やみんなときちんと話し合えたから。
33	■ この結果が分かったのは百葉箱を1日観たりにしていたから。 ○ 最初は大雑把に昼頃と思っていたけど具体的な時間が分かったのでよかった。
34	○ 発見。だいたい14時ごろ一番気温が高い。

資料2 5/7時のふりかえり

○は最高気温の時刻や時間に関する考えに修正があったもの ■は課題を検証する方法で役立ったことに関するふり返り

② 6/7時くなぜ気温は2時ごろに最高になるのか

ア かかわりの場のデザイン（結果を考察する場面の焦点化・主体的な活用を促す場面の設定）

上の課題は、前時の感想の中にあつた疑問である。太陽の高さによって気温が上下するという子どもの考えと、2時頃に最高気温になるという現象は矛盾している。そこで、教師は、「なぜ気温は2時ごろに最高になるのか」と子ども全体に問いかけた。この問いに対して子どもは積極的に話し合い、いろいろな意見を出してきた。「2時ごろ太陽が傾くので地面に近くなるからかな」「それなら10時頃も気温は高くなるはず」「地面に近いほど気温が高いなら夜明けや日が沈む頃の気温が一番高くなるはずだけどそうじゃないね」このとき子どもは3年「かげと太陽」で学んだ太陽の動きに関する知識を使って説明しようとしていた。

初め、子どもはこの現象を簡単に説明できると思っていたが、話し合ううちに太陽の動きと地面との距離でだけでは説明できないことが分かってきた。この葛藤場面からは答えは出なかったが、何とかして説明したいという意欲を喚起することはできた。また、太陽の動き以外に原因があるのではないかと意識も生まれ始めていた。このことから、追究意欲を喚起するという点で、結果を考察する場面を焦点化したかかわりの場のデザイン、及び主体的な活用を促す葛藤場面の設定は、効果があったと考える。

イ かかわりの活性化（思考の明確化・見通しを持つ場面の焦点化）

そこで、教師は「気温以外のものの温度も、気温のように2時頃が最高になるのかな」と問いかけた。これも前時の感想の中にあつた疑問である。先の話合いでは、黒板に地面も描かれていたため、この疑問について話し合う中で、子どもは地面の温度変化について考え始めた。「気温より低くなるはずだよ」「いや気温より高くなるんじゃないかな」「気温と同じように2時ごろ高くなると思うよ」等、子どもの予想は多岐に

渡っていたので、これを類別して整理するために地面の温度変化を折れ線グラフで表して予想させた。その際、気温の変化の折れ線グラフと重ね、気温と比べてどのように違うのか（同じか）を言葉で説明させた。

グラフを板書させながら発表させると話し合いが盛んになり、全体の間でのかかわりが活性化した。予想をグラフにすることで、自分の考えと友だちの考えの違いが明確にできたためと考えられる。これにより子どもは全員以下（資料3）のように予想をもつことができ、実験方法を考えてようとする意欲にも繋がった。

予想について話し合うときには、友だちの考えを聞いて自分の予想を修正する子も見られた。実験観察による検証はまだだったが、この時点での知識創造はあったと考える。このことから、地面の温度変化の見通しをグラフに表現させることは、子ども一人一人が見通しをもったり、かかわりを活性化させたりする手だてとして有効であると考えられる。

1	A1 気温と同じだと思う。日陰の地面の温度は低い。	A1	A2
2	A5 地面は暗いからちょっと温度が低い。丁度太陽が真上で全部の光が当たるから、正午が一番高くなる。		
3	C3 12時が一番高くなる。	A3	A4
4	D2 7時くらいから上がって、4～5時くらいに下がる。		
5	A1 気温と同じだと思う。日陰の地面の温度は低い。	A5	B
6	A1 気温と同じだと思う。日陰の地面の温度は低い。		
7	A2 地面の下はちょっとしか日光が届かないから変化は小さい。	C1	C2
8	A1 気温と同じで14時くらいが一番高く、気温より低い。地面も同じときに温まると思う。低くなるのは、地面の中だから温まりにくいから。		
9	A1 気温と同じだと思う。日陰の地面の温度は低い。	C3	C4
10	C1 気温と同じだと思う。		
11	B 気温より高い。太陽の光で地面が温くなるから。	D1	D2
12	A1 地面も空気に当たって温度が変化すると思う。		
13	C4 ほとんど同じ。2時は地面の方が高いと思う。		
14	A1 日光が空気といっしょに地面も温めているから。		
15	A2 土は下まで続いているから気温と比べてあまり変わらない。14時は高くなるが気温より低い。		
16	A3 地面の温度はゆっくり上がってゆっくり下がる。最高温度は気温より低い。地面は温まりにくいから。		
17	A1 たぶん気温と同じ。土も太陽で温められているから。		
18	B 直接日光が当たるから気温より高い。		
19	A1 14時の方が地面も空気も温度が高い。でも地面の方が低い。湿り気があるから。		
20	B 地面に日光が当たって温度が変わっていく。最高気温が2時なので、地面の温度も2時がピークになる。		
21	D1 9～11時、15～16時は12時より太陽が地面に近いから。		
22	A1 同じところから日光を当てているから。けど、太陽→気温→地面だから、地面の温度は低くなると思う。（太陽から遠い）		
23	A4 地面の温度は朝と昼が少し低く、温度がしばらくたまった夕方に高くなる。		
24	A5 12時がピークだと思う。丁度太陽が出る（南中する）から。		
25	A1 空気も地面もいっしょに温まっていると思ったから。		
26	B 冬、動物は地面の下で冬眠する。だから地面のほうが高い。でも冬だけかもしれない。		
27	A1 土の中はつめたいから太陽の温度と混ざってぬるくなって、気温の方が高くなると思う。		
28	A2 気温と同じように上がる。地面も空気と同じように太陽に当たったりしているから。		
29	C2 直接地面が温まるから。		
30	C1 気温と同じだと思う。		
31	A1 土の温度の方が気温より低い。太陽から見ると空（空気）の次に地面だから。		
32	A2 地面の方が温度は低いと思う。けれど一番高くなるのは14時だと思う。		
33	B 気温のピークが14時だったから地面も同じ。晴れの日地面をさわったらとてもあつかったので、地面の方が温かいと思った。		
34	B 冬、動物は地面の下で冬眠する。だから地面のほうが高い。		

資料3 気温と比較した地面の温度変化の予想（実線は気温 破線は地面の温度）
Aは気温より低くBは高くなるという考え Cは気温と同じという考え Dはピークが2つあるという考え
地面の温度は気温より低いと考える子が多いことが分かる

③ 課外 <気温と地面の温度の変化を測定しよう>

ア かかわりの場のデザイン (検証する方法を考える場面の焦点化)

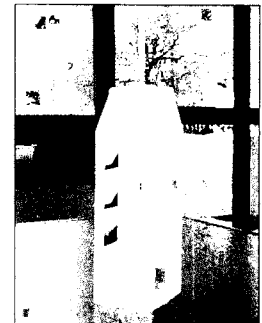
地面の温度を測る方法は、前時から意見が出始めていた。全員で話し合う中で、液だめを地面に埋め、温度計全体には覆いをする方法が出された。これは3年「かげと太陽」で学習した地面の温度の測り方である。

その後、気温の測り方を確認し、天気予報を基に測定する日を決めた。話し合いの時間は15分程度で短かったが、目的がはっきりしていたため、子どもは積極的に意見を出してかかわり合うことができた。

イ かかわりの活性化 (主体的な活動を促す場面の設定)

これまで、気温は百葉箱で測っていたが、今回は地面の温度を測る場所と同じ場所の気温を測る必要がある。そのため、教師から持ち運び可能な簡易百葉箱(資料4)を作って計ることを子どもに提案した。この簡易百葉箱づくりは、その後の学習場面でのかかわりを活性化させる間接的な手だてである。道具を自作させ、調べる意欲を喚起することによって、地面の温度が気温より高くなる事実について話し合うときの気持ちを少しでも高めたいと考えた。

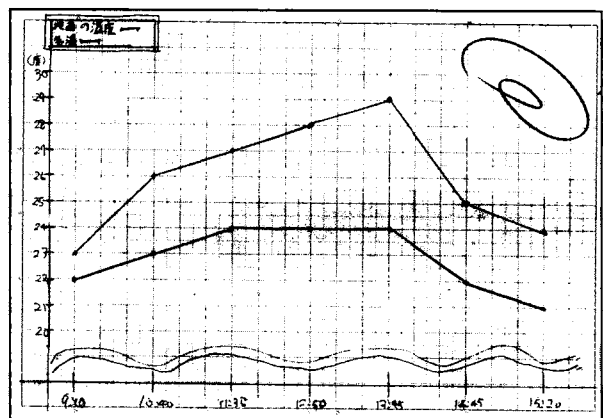
製作には1時間程かかったが、子どもには、自分が作った簡易百葉箱で測ることをとても楽しみにしている様子が見られ、積極的に調べようとする意欲を高めることに繋がった。



資料4 簡易百葉箱

これらの実験道具を用い、9:15から15:15まで約1時間おきに気温と地面の温度を測り、折れ線グラフで表した(資料5)。測定は個人で行ったため値にばらつきがあったが、気温より地面の温度の方が高く、変化が大きいことは全員に共通していた。

この事実は、大方の子どもの予想に反しており、「なぜ」「どうして」という疑問やこだわりを生むのに十分であった。観測中も、友だち同士でこの現象の理由について話し合う姿が見られた。このことから、実験道具を自ら考えたり作ったりする場面を設けることは、実験結果に対する子どもの関心を高め、その後のかかわりの活性化を助けると思われた。



資料5 上の折れ線が地面の温度 下が気温の変化を表している

④ 7/7時くなぜ地面のほうが早くあたたまるのか なぜ気温が最高になるのは2時頃なのか>

ア かかわりの場のデザイン (結果を考察する場面の焦点化)

事実を正しくとらえるために、まず全員で測定結果を話し合う場を設けた。結果を共通理解した後、地面の温度が気温より高くなるのはなぜかと問いかけると、子どもからは、「地面は空気よりあたたまりやすいのではないか」という考えが出された。

上の資料を見ると、地面の温度は確かに急に上がっている。しかし、気温の方が先にピークに達しているようにも見える。測定結果にばらつきがあったこともあり、子どもは、空気より地面の温度が高いことが分かって、どちらが先に温度が上がったのか、あたたまりやすいのかまでは判断できなかった。

そこで、別の日の気温と地面の温度の変化を表した資料を教師から提示した。資料は個人に配布したが、まず班で考察を話し合ってから全員で確認した。それによって子どもは、地面と温度が同じ温度になる時があること、その時刻から始めても地面の温度の方が気温より早く高くなるのが分かり、空気より地面の温度の方が上がりやすいこと、あたたまりやすいことが確認できた。

この事実認識が曖昧であると、その後の考察はできない。7/7時の前半に結果を整理するかかわりの場をデザインすることで、子どもは空気より地面の温度の方が上がりやすいという事実をしっかりとらえることができ、その考察、ひいては最高気温になる時刻が遅れる理由の説明が可能になったと考える。

イ かかわりの活性化 (思考の明確化)

子どもは空気より地面の方が早くあたたまることはわかったが、そのわけの説明は一人では難しかった。しかし、地面が空気より先にあたたまるという事実がはっきりしていたので、子どもは空気と地面の違いを

想起し、そこから考え始めていた。

そこで、まず班でその理由を話し合う場を設けた。教師は各班を回り、地面が早くあたたまる要因についての考えを班の中で共有させた。班の中では、「空気は透明だからあたたまりにくいけど、地面は黒っぽくてがっしりしているからあたたまるんだよ」「地面があたたまるとそこからストーブみたいに熱気が上がって空気があたたまるんじゃないかな」「空気は透明だけど少しずつあたたまるから遅くなるんじゃないかな」等の考察が出された。ここで、使われた知識『透明なものは光を通してあたたまりにくい』『黒いものは温まりやすい』は3年「光をものにあてたとき」に獲得したものである。ときには動作を交えながら班で話し合うことによって、子どもは自分の考えを明確にすることができた。

そのため、全員で話し合うときには、子どもは積極的に考えを述べたり、友だちの考えをノートに書いて取り入れたりすることができた。また、教師が子どもの考えを図と言葉で説明して広めることで、はじめは理由が考えられなかった子も、友だちの意見を聞いて自分の考えがもてるようになった。このことから、子どもの実態に応じて子どもの考えを明確にする場を設け、教師がその考えを広めることが、子どもに知識を活用させ、知識創造を促す一助になったと考える。

ウ プロセスの自覚

最後に、2時頃に最高気温になる理由を説明させた。これは6/7時では説明できなかつた現象であり、この説明をさせることによって、子どもは自分の知識創造をふり返ることができるからである。

子どもからは「地面があたたまるのに時間がかかって、それから地面が空気をあたためるのに時間がかかるから」「透明な空気があたたまるのには時間がかかるから」という考えが出され、以前には説明できなかつた現象が説明できるようになっていた。子ども自身も、気温の上がり方に地面が関係していることがわかったとふり返っていた。このことから、空気のあたたまり方の検証はまだしていないものの、太陽と気温の関係が再構築され、知識創造があつたことがうかがえた。2時頃に最高気温になる理由について、子どもがノートに書いた考察を以下に示す。(資料6)

1	● 空気は透明で地面は色がついているから、地面が先に温まる。
2	◎ 空気は熱を吸収しにくいけど地面は吸収しやすい。だから気温は地面の余熱や地面が反射した熱を吸収するから遅れると思う。
3	12時は太陽がはなれているけど2時は近いのかもれない。
4	地面がはやく温かくなる。
5	● 空気は透明で温まりにくく、地面はがっしりしているから温まりやすい。
6	● 空気は透明で温まりにくく、地面はがっしりしているから温まりやすい。
7	◎ 太陽の光は空気に当たるけど、透明だから先に地面が温まる。地面が光をはね返して空気を温めるのに時間がかかるから。
8	● 空気は透明だから温まりにくいけど、地面はがっしりしているから温まりやすい。地面が温まるにつれて空気も徐々に温まっていく。
9	◎ 太陽が地面を温めて、その温度で気温を高くしていく。それに少し時間がかかるから。
10	● 空気は透明で温まりにくいけど、地面は日光を吸収しやすい色だから地面の方がはやく温まる。
11	太陽が金沢の周りを一周するから。
12	太陽の温かさを地面が反射して、それが気温になると思う。
13	◎ 太陽が真上にくるまでの温かさを地面でためておき、時間をかけて空気に温かさをちょっとずつ送るから。
14	月が関係している？
15	● 空気は透明で温まりにくく、地面はがっしりしているから温まりやすい。地面が温まるにつれて空気も徐々に温まっていく。
16	◎ 12時に太陽が一番上になって、地面が温まって、その熱が空気に伝わるから。
17	◎ お湯が沸くように太陽から熱をもらって温まるのに時間がかかるから。空気は透明だから温まりにくく地面はがっしりして温まりやすい。地面が温まるにつれて空気も温まっていく。
18	少しずつ太陽と地球が近づくから？
19	● 地面は黒や茶色で日光を吸収しやすいけど、空気は透明だから徐々にしか温まらないと思う。
20	◎ 太陽の光で地面が温かくなり、地面から熱気が出てきて気温が高くなる。空はとても広いからすぐに温まらない。ストーブをつけても部屋がすぐに温まらないのと同じ。
21	◎ 太陽が地面に照りつけ、地面が熱をためる。地面は濃い色で温まりやすく、その温かさと空気が温まるから、温まるのに時間がかかる。
22	◎ 空気は温まりにくいけど光を通しやすい？ 太陽が地面を温め、空気は地面と太陽がストーブのように温める。それに時間がかかるから。
23	◎ まず地面からの熱が上がってきて温かくなり、もしかするとそれに加えて正午が一番高くなった太陽の熱もこもるから。空気は透明で温まりにくいから時間がかかる。
24	◎ 空気は透明で地面より温まりにくい。地面が太陽の光で温まるのに時間がかかるから。
25	● 空気は透明で温まりにくく、地面はがっしりしているから温まりやすい。
26	● 空気は透明で重さがなく透き通るから温度が上がるのが遅れる。地面は重さがあるのではやく温まる。
27	● 地面に日光が当たって、その熱気が土の中から上がって気温になると思います。
28	● 空気は透明だから光を吸収しにくいから温まりにくい。地面は土ががっしり集まっているから温まりやすい。
29	● 空気は透明だから温まりにくい。地面は黒っぽく光を吸収して温まり、それが空気に伝わるから。
30	地面がはやく温かくなる。

31	◎ 日光が地面に来て地面から熱気が上がり、気温が上がる。それに時間がかかって少しずつ温かくなるから。
32	● 空気は透明だから温まりにくいけど、地面はがっしりしているから温まりやすい。地面が温まるにつれて空気も徐々に温まっていく。
33	◎ 太陽が地面を温めて、地面が空気を温める。どちらも長く時間がかかってトータルで2時間ぐらいかかると思う。
34	◎ 太陽で地面を温めて、地面の温度で空気を温めている。地面がストロブの役割をしている。

資料6 最高気温になる時刻が2時頃になる理由についての考察

◎は3年に有意化した知識・理解を使って現象を説明できたもの ●は地面が空気より先に温まる理由が説明できたもの

(6) 成果と課題

3次では、子どもは、3年「かげと太陽」「光をものにあてたとき」に有意化した知識を活用して、地面の温度が気温より早く上がる理由、2時頃に最高気温になる理由を説明することができるようになってきた。その説明が本単元で子どもが新たに獲得した知識である。このことから、これまで構築してきた知識を使える課題〈なぜ気温が最高になるのは2時ごろなのか〉を設定し、これを検証できる単元計画を組むこと（地面の温度を測定するという活動を入れること）で、子どもは、知識（太陽の動き、気温や地面の温度の変化）を関係づけて新たな知識を生み出すことができると考えられる。

しかし、2時頃に最高気温になる理由の説明は厳密には推論であり、最終的には実験、観察して検証する必要がある。今後、4年生が行える検証方法を研究したい。また、全体を通して見たとき、6/7時で、2時ごろ最高気温になる理由を考える話し合いと、地面の温度変化を調べる活動がうまくつながっていないと感じた。6/7時では、地面の温度が気温より早く上がることを話し合っていたにもかかわらず、それを使って説明して2時ごろ最高気温になる理由を説明していない子どもが見られたからである。こだわりが強かったのかもしれないが、その子どもに限らず、何のために地面の温度変化を調べるのかという目的意識は弱かった。さらに子どもの意識に沿った単元を計画する必要がある。

① 知識創造の力を育む手だてについて

知識創造を促すかかわりの場のデザインとして大切なのは、まず、何について話し合うのかポイントを絞ることである。その時間は予想をするのか、検証方法を考えるのか、結果を考察するのかを教師が明確に伝えることで、子どもは何について考えればよいか、どんな知識を活用すればよいかを明確になるからである。

かかわりの活性化として大切なのは、子どもの考えを明確にすることと、子どもの追究意欲を喚起する工夫をすることである。自分の考えを明確にもつ場を設定することで、子どもは自分の考えにある程度自信をもつことができる。その上で、自分の考えを他の考えとわかりやすく比べることができる場を設定することによって、かかわりを活性化させることができたからである。子どもの追究意欲を喚起する手立てとしては、葛藤場面の設定、実験器具を考えたり自作したりすることなどが有効であった。これらは子どもの主体性を促し、今まで獲得してきた知識の中から、適切な知識を引き出そうとする意欲にも繋がっていた。

プロセスの自覚として大切なことは、以前の考えと比べて何が変わったのかを振り返らせることである。特に授業前の考えと比べさせたり、以前は説明できなかった事象について説明させたりすることは、自分の考えの変容に気づかせるのに有効であると感じた。ただ、自分が変容するために何が役立ったのかを振り返るところまでには至らなかった。そこまではできるとすれば、その有効な手段をこれからも活用しようとするであろう。今後、ふりかえりの仕方や、ふりかえりをいつ行うかについて検討し、改善していきたい。

② 「活用する姿」をめざすために

今回の実践では、子どもに活用させる知識を教師が想定し、子どもの実態に合わせて単元や授業を計画することで、子どもはその知識を使うことができることが分かってきた。しかし、それだけでは次もその知識を使おうとしたり、その時間に獲得した知識を別の機会に使おうとしたりする姿勢を育てるには十分ではない。教師や子どもが、その知識を他にも使える科学的な知識として評価したり、前に獲得した知識を使うことを評価したりしていくことで、子どもに既知の知識を使うことを意識付けることができると考える。そのような授業、知識創造を積み重ね、知識を活用して新たな知識を生み出す子の育成をめざしたい。

長期的な取り組みとして、折れ線グラフに表したり、読み取ったりする活動を計画的にくり返し行ってきた結果、二つの折れ線グラフを比べて違いの要因を考えたり、自発的に折れ線グラフで表そうとすることができるようになってきた。実際、この後の単元「あたたかくなると」「あつくなると」では、気温の変化を折れ線グラフに表し、ヘチマの伸びと温度の関係を考察している。今後は、単元「すずしくなると」「寒くなると」「水のすがたとゆくえ」で、子どもが自分からこの技能を活用する姿を期待したい。