

# 理 科

中川 隆博  
戸田 真実  
増田 慎一郎

## 1 理科における「創発の学び」とは

### 自然事象との かかわり

\* 1 解析的に見るのは、物事を解き分けて、理論的に研究することである。

\* 2 『小学校学習指導要領解説 理科編』文部省 1999 年 P11 より引用

### 創発の学び

私たちを取り巻く自然事象は、一見複雑で、一言で説明することが難しく感じる。しかし、ある事象について解析的に見てみると(\*1)、実はそれが簡単な規則性の上に成り立っており、いくつかの規則性がさらにある規則性の上に成り立っていることが分かる。

また、ヒトだけでなくあらゆる動物は、それぞれが生きていくために巧みなつくりを持っている。そして、それらは周囲の環境の影響を受け、その循環システムのなかで有機的にはたらき、生命を維持している。

しかしながら、この「巧みなつくりや簡単な規則性」言い換えれば「自然の特性」は、人間と無関係に自然の中に存在するのではなく、人間がそれを見通しとして発想し、観察、実験などにより検討し承認したものである。つまり、「自然の特性は人間の創造の産物である」(\*2)ととらえるべきものである。

このことは、理科の学びが一人一人にとって極めて自由なものであり、一人一人の創造性の上に成立するものであることを示している。ただし、この自由さは、あくまでも独りよがりのものであってはならない。客観的な事実の積み上げの上に立ち、実証性や再現性を重視しながら、既存のイメージや概念の変容を促し、自然に関する新たな意味の体系を構築していく過程と結果が理科の学びである。

このようにして自然事象の中の簡単な規則性や巧みなつくりを、自分なりに追究しようとする一人一人が集まり、協力して追究することができれば、他の子の自然事象に対する価値観にも触れることができ、より自然認識が深まることが期待できる。その営みを、理科における「創発の学び」と考え、以下のように設定した。

**自然事象を自分なりに追究しようとする一人一人が 協力して追究することにより 自然に関する新たな意味の体系を構築していく営み**

## 2 理科における「学びを深めようとする思い」とは

上述の理科における「創発の学び」を深めるために、次の「学びを深めようとする思い」を大切にしたい。

- ① 科学的に課題を解決しようとする思い
- ② 自然の特性を見いだそうとする思い

### 科学的に問題を解決しようとする思い

「科学的に課題を解決しようとする思い」とは、課題解決の見通しを持って客観的な実験・観察を行い、その結果から考察しようとする思いである。この思いは、個人で追究するより、問題解決の過程で子どもが科学的なものの見方や考え方でかかわり合うことによって、より育てられると私たちは考える。話し合う場面では、自他の思考を実験・観察の結果に基づいて筋道立てて表現し、伝え合うとする思いである。また、他者の発言（表現）から、その科学的な意味を読み取り、自らの考えと比べながら、共通点や差異点を注意深く見ていこうとする思いである。この思いは、集団で学ぶ授業場面で次のように現れると考えた。

- ・誰が見ても課題がはっきりわかる実験・観察をしようとする。
- ・繰り返し実験・観察し、いつ誰が行っても同じ結果が出ることを確かめようとする。

- ・図表や言葉、実物を用いて、誰が見てもわかるように、事象や現象、実験・観察の結果や考察を説明しようとする。
- ・他者の表現から、科学的な意味を読み取ろうとする。
- ・自他の考えを比較し、そのつながりに目を向け補ったり、批判的に思考したりする。

#### 自然の特性を見いだそうとする思い

\* 3 自然の特性は、実際は人間が創造したものであるが、子どもの感覚は「創る」より「見つける」に近いと思われるので、自然事象から見つけるという意味で「見いだす」という言葉を用了た。

\* 4 「こだわり」は、ある自然事象を自分なりに解釈し、解決しようとする時の、新しい意味の体系づくりのスタートとなるべき意識の状態である。また、追究意欲を喚起するものである。

「自然の特性を見いだそうとする思い」(\*3)とは、ヒトやヒトを取り巻く自然事象に興味、関心を持ち、そこにひそむ巧みなつくりや簡単な規則性を見つけようとする思いである。また、自然の特性を日常生活に生かそうとする思いもこれに含める。自然の特性を見いだそうとするとき、子どもは既にしていた「素朴なものの見方や考え方」をもとに、客観的な検証を考え、その結果から自然事象を自分なりに解釈しようとする。この時、追究意欲を喚起する意識の状態として「こだわり」(\*4)を持たせたいと考える。この思いは、授業場面では次のように現れると考えた。

- ・対峙する自然事象を解釈、説明しようとする。  
(既習との関連、実験・観察の結果に基づいて論理的に)
- ・自然事象の中の巧みなつくりや簡単な規則性を追究しようとする。
- ・一つの検証方法だけでなく、他の方法でも自分の考えを確かめようとする。
- ・自然事象の中の巧みなつくりや簡単な規則性について一般化しようとする。
- ・巧みなつくりや簡単な規則性を日常生活と結びつけて考えたり応用したりしようとする。

このような「学びを深めようとする思い」を育むことによって、子どもは実験・観察の技能・表現についても、その根柢となる科学的な見方・考え方を意識させることができるのでないか、と考える。そして、その科学的な見方・考え方は、日常生活の中での問題解決に対処できる「力」として内面化し、その有用性を実感することを期待する。そのようにして培った見方・考え方が理科・自然科学の学びをより大きな意味の体系として構築しながら、問題を追究していく資質となり、生涯を通じた学びを支えていくと考える。

### 3 「学びを深めようとする思い」を育むために

これらの「学びを深めようとする思い」を育むために、集団で学ぶよさを生かして、子どもが自ら科学的なものの見方や考え方でかかわり合う場、即ち科学的な「かかわり合い」を生み出す場を設定した。特に話し合いの場面では、子どもが科学的に「かかわり合い」、学びを深めるための教師の働きが重要であると考えた。

#### (1) 科学的な「かかわり合い」を生み出す場を設定する

「こだわり」を持たせる

科学的に「かかわり合う」場をつくるために、まず、一人一人に「こだわり」をもたせるようにしたい。子どもの「こだわり」を生み、それを生かす事象の提示の仕方の吟味や工夫をしたい。

課題を共有する

そして、一人一人の「こだわり」を出し合う中で、共通点を探り、課題をつくりあげていく。これは、集団としての課題の共有を図ることである。この時、一人一人の「こだわり」を集団に広げることで、問題意識をはっきりさせたり、追究意欲に発展させたりすることができる。

予想を立て  
追究方法を考える

予想を立てたり、追究方法を考えたりする活動では、一つの問題に対して、さまざまな視点から考えをめぐらし、多様な予想や追究の方法を引き出す場を位置づける。そして、子どもらしい考え方や追究の方法を尊重しながら、一人一人の予想を検証する場を設ける。例えば、一人一人の予想を調べるのに適切な実験方法をみんなで話し合ったり、場合によっては問題別追究グループや予想別、方法別グループで追究できる場を位置づけたりすることによって、一人一人が活動へ

自分なりに  
問題を追究する

追究過程や事実  
獲得した考えを  
交流する

の願いや問題意識を持ち続け、追究できるようにする。

自分なりに問題を追究していく過程では、実験・観察などを通して新しい事実が得られる。新しい事実と既得の知識や経験を比べ、共通点や差異点を見いだし、結びつけることで、対峙している自然事象についての自分なりの解釈が行われるだろう。グループ内で教え合ったり、助け合ったりする活動がこの中では、自然と行えるように留意したい。

次に、互いの追究過程や事実、獲得した考え方などの情報を交流することになる。自分が経験しなかった他者の追究過程やその過程から生み出された考えを知ることができる。それらを自分のものと比べることにより、自分の追究過程と解釈の両方について妥当であったかどうか検討することができる。また互いの追究過程や獲得した考え方を結びつけたり、受け入れたりすることで、自分の考えがより確かにになったり、自信を持ったりすることができる。

交流の仕方については、いろいろなケースが考えられるが、理科では、教室の形態、学習内容から考えると、小集団での交流が大切な場になる。また、一人一人の見方や考え方をグループ内で修正し、さらに学級全体の場へ広げ吟味し直すことによって、教え合ったり、助け合ったりする活動が生まれ、繰り返し働き続ける場が生じると考える。

こうした追究過程を経て、得られた結果をよりわかりやすく表現し、工夫して発表し交流する場を設けることによって、子どもはさらに新たな事象へと関心を広げていくだろう。

## (2) コミュニケーション場面での教師の働きかけ

教師はそれぞれの子どものよさや可能性が十分に發揮できるように支援する必要がある。それぞれの考え方の共通点や差異点を明確に示したり、類型化してお互いに認め合えるようにしたりすることによって、交流活動を活性化することを常に心がけたい。子どもの力だけで分かち合い共有することが困難であれば、子どもの説明を図や実験結果と結びつけたり、演示したりする場合がある。時には表現・表記を教師から提示する場合もある。これは、子ども相互の科学的な見方・考え方を橋渡しするという点において重要であると考える。

## (3) 「学びを深めようとする思い」の評価の在り方

授業場面での  
フィードバック

授業場面で、教師は子どもの反応を肯定的に捉え、その思いを見取って評価し、その場でフィードバックすることを心がけたい。

また、自分が何にこだわって追究しているのか、自分は問題解決の道筋のなかで、今どの段階にいるのか、最初に考えていたことがどう変わってきたのかを子ども自身がはっきりと意識できるように、自己評価を取り入れていく。

具体的には、単元を通す一つのテーマについて、分かったこと、分からなかったこと、次に調べたいことなどを言葉や絵図で表したり、単元によってはイメージ図や概念地図などで、自分の思いをはっきりさせたりすることが考えられる。教師はそれをもとに「学びを深めようとする思い」を認め、コメントを返したり、次時の冒頭で学級の全員にフィードバックしたりして、その価値や有用性を広げていく場をつくっていく。

友達のよかつたところについても、授業の最後に紹介したり、コメントを書いて渡したりすることによって、お互いの取り組み方をふり返るとともに、「学びを深めようとする思い」を育てることができると考える。

これらの評価活動を通して、自然についての新しい知識や技能を獲得している自分、主体的に疑問を解決しようとした自分、集団の中で変容してきた自分などに気づかせ、次への意欲や見通し、「学びを深めようとする思い」を持たせるようにしたい。

自己評価

相互評価

## 4 実践例 －5年－

(1) 単元名 種子の発芽と成長

(2) 目 標 植物の発芽から成長していく過程を、それらにかかる条件に目を向けながら調べ、見いだした問題を計画的に追究する活動を通して、生命を尊重する態度を育てるとともに、生命の連続性についての見方や考え方を育てる。

(3) 指導にあたって

① 教材のとらえ

本単元は、植物（インゲンマメ）の発芽から成長していく過程を、それらにかかる条件に目を向けながら調べ、見いだした問題を計画的に追究する学習である。子どもは、これまでの理科学習や生活経験上、土に種を蒔いて水を与えると発芽することや、植物には日光や肥料が必要だということを知っている。しかし、植物の発芽と成長の条件を混同してとらえていると思われる。

そこで、本単元を通して、発芽の条件には「水・空気・適当な温度」が必要であり、種子の中には発芽のために必要な養分が蓄えられている、発芽後は「日光や肥料」を使って成長していくことを学習する。本単元では、それらを比較実験で調べる。比較実験は調べる条件だけを変えて、他の条件を全て揃えることで、結果がはっきりと分かる実験である。植物の発芽の条件・成長の条件を比較実験で調べていくことで、子どもは比較実験のよさに気づき、より客観的なものの見方・考え方ができるようになると思われる。

種子の観察では必要な数だけ種子を使うことにし、発芽や成長の実験後、教材園に植え替える予定である。このように、命あるものを無駄にしないことによって、生命尊重の態度を育むことができると思われる。さらに、一粒の小さな種子が発芽し、大きく成長し、多くの実を結ぶことから、子どもは生命の連続性を感じ取ることであろう。子どもは、漠然と考えている植物の発芽と成長の条件を、自ら考えた方法で実験することによって条件制御の必要性や生命の不思議さを感じると思われる。

② 本単元における「学びを深めようとする思い」

ア 科学的に課題を解決しようとする思い

・条件を制御し実験をしようとする思い

イ 自然の特性を見いだそうとする思い

・生命の連続性や成長の仕組みをとらえようとする思い

③ 「学びを深めようとする思い」を育むために

ア 科学的に課題を解決しようとする思い

【比較実験の流れ】 調べる条件→確かめる方法（条件制御）→実験計画・予想結果→結果から分かったこと

本単元では比較実験（上記）をすることが中心であるが、班だけで実験方法を考えた場合、条件の制御に見落としがあるかも知れない。そこで、自分たちの班で実験方法を考えた後、他の班に自分たちの実験方法を説明し、予想した結果からどのようなことが分かるかを発表する場を設けた。そうすることで、自分たちの班と他の班との実験方法の違いや、実験方法の修正点が見つかり、より充実した活動になるであろう。実験方法が不十分であれば、意見交換することにより、クラス全員で改善できると考える。

比較実験は「発芽」と「成長」の二度行う。自分なりの実験方法を試み、実験結果が分かりにくい場合はどんなふうに実験したらよかつたか、ふり返ることでより深い思考ができるようにしたい。さらに、実験結果発表会を開き、班の考察をクラス全体に広め、学習したことを共有できる場を設定する。

## イ 自然の特性を見いだそうとする思い

子どもの考える発芽の状態は「土から芽が出た状態」であり、土の中での発芽の様子は見たことがないだろう。そこで、透明なプラカップを用意し、土から発芽する様子や根の伸び方が観察できると考えた。小さな種子から長い茎や根が伸びる様子を観察することによって、「種子の中がどうなっているのか調べてみたい」という思いを持つであろう。そこから、子どもは「種子の中に発芽するための養分が蓄えられている」と考え、さらに子葉が落ちた後の成長にも興味・関心を持って調べようとすることができると思われる。

インゲンマメは発芽から大きく成長し結実する。教材園に植え替えたインゲンマメを収穫する際、わずかに実を残しておき、その種子を発芽させるところまで学習したい。それによって、子どもは結実が最終ではなく、連続性があることをとらえるであろう。このように「学びを深めようとする思い」を持たせ、引き出す場を工夫する。

### (4) 単元計画（総時数 12 時間）

主な活動と内容	評価のポイント
1 種子が発芽する条件を調べる ○種子はどんなときに発芽するのか これまでの経験などをもとに予想してみよう ・暖かい春 ・水を与えたとき ・人間と同じで空気が必要 ・肥料をあげたとき ・日光にあてたとき ・土に埋めたとき ○実験の計画を立てよう ・調べたい条件を与えて 発芽するかしないかを観察しよう ・調べたい条件を与えるものと 与えないものを比べたほうがはっきりするよ ・他の条件は全部そろえると 実験としてふさわしいね ○実験計画をもとに、発芽の条件を調べよう ・冷蔵庫の中に入れた種子は発芽しなかったよ ・水を与えない やっぱり発芽しなかった ・水に沈めた種子は空気に触れず腐ってしまった ・他の実験では両方とも発芽したよ ・種子が発芽する条件は「水・空気・適当な温度」だ ・肥料がなくても発芽するなんてすごい	種子の発芽に興味・関心をもち 意欲的に発芽の条件を調べる 実験計画を立てようとする
2 種子のつくりと養分を調べる ○種子の中はどうなっているのか 根や芽のもとになるものがあるのか 調べよう ・種子の中に根や葉になる部分が入っている ・種子のほとんどが子葉になった部分だ ○種子はどうななしくみで発芽するのだろう ・子葉がしほんできたから子葉の中に養分が入っているのではないか ・発芽前の種子にヨウ素液をつけると青紫色になった ・種子の子葉になる部分にでんぶんという養分が含まれているんだ ○でんぶんのつぶを見よう ・でんぶんは丸い形をしているつぶだ	種子の発芽の条件をこれまでの経験に基づいて推測することができる
3 植物の成長に必要な条件を調べる ○発芽したインゲンマメを観察しよう ・発芽前と比べてみると子葉に含まれるでんぶんが少ないぞ ○インゲンマメの成長に必要な条件を調べよう ・子葉がとれて養分がなくなっているから 養分が必要だと思う ・花を育てるときは 日当たりのいいところで育てたよ ○実験方法を考えよう ・「肥料」と「日光」が成長に必要な条件だろう ・「水・空気・適当な温度」も生きていくために必要な条件だと思うよ ・一つだけ条件を変えて 他は全部そろえよう ○実験方法を発表しよう ・肥料を与えるもの 肥料を与えないものの比較 他の条件は全て揃える ・日光を当てるもの 日光を当てないものの比較 他の条件は全て揃える ○実験計画を立てよう ・他の班の実験方法をきくと修正点が見つかったね ・自分たちの班の実験方法は評判がいいぞ 自信がついたね ○日光と肥料について調べた実験結果をまとめよう ・日陰で育てたものは葉の色が薄い 茎が細くて弱々しい ・日光に当て肥料も与えたものが葉の数が多く茎も太い ・肥料を与えた方は日光だけでそこそこ育った	種子の発芽の実験計画を立てるとともに必要な器具や材料を準備することができる
4 植物の発芽と成長の条件をまとめる	発芽したインゲンマメの種子を観察して種子のつくりを調べたり ヨウ素液を使って種子の中には発芽のために使われる養分が含まれていることを調べたりすることができる
	植物の成長を確かめる実験を行う際に 自分の予想した成長にかかる条件に着目し 他の条件をそろえて実験の計画を立てることができる
	日光と肥料の条件を変えて植物の育ち方を比較する実験を行うことができる
	植物は種子の中の養分を基にして発芽し「水・空気・温度」が発芽に関係していることを理解している また植物の成長には日光や肥料などが関係していることを理解している

## (5) 本単元における授業の実際と考察

本単元は大きく3つに分けられる。「種子が発芽するための条件」「種子のつくりと養分」「植物がより大きく成長するための条件」である。発芽や成長の条件を調べるためにには、条件を制御し観察・実験を進めていくことになる。実験ではインゲンマメの種子を扱うこととする。「学びを深めようとする思い」を育むための教師の手立てや子どもの活動の様子を本単元の評価ポイントに照らし合わせて検証し進めていく。

### ① 種子が発芽する条件を調べる

種子の発芽に興味・関心を持ち意欲的に発芽の条件を調べる実験計画を立てようとする種子の発芽の条件をこれまでの経験に基づいて推測することができる

まず、種子はどのようなときに発芽するかをクラス全員で考えた。その際、植物の種のことを「種子」、種子から芽が出ることを「発芽」という言葉をおさえた。子どもが考えた発芽の条件の予想を整理したものが資料1である。

資料1のア～エは生活科の学習や日常経験から出たものである。オは冬の寒い季節に発芽する様子がみられないことからの推測である。カは植物もヒトや動物と同じように空気がないと生きていけないという理由からの予想である。

発芽に必要な条件の予想を整理するとき「日なた」と「暖かさ」を同じものと考える子どもがいた。その理由は「日光がよく当たる日なたは暖かいから」ということであった。子どもには「光」と「温度」を区別して実験してほしい願いもあり、「光」と「温度」の違いに気づくように、予想を整理する話し合いの中で板書を工夫した。日光がよく当たっている植物、日光があまり当たらない植物の図を板書し、「春・夏・秋・冬」の季節を限定できるか子どもに投げかけた。それを受けた子どもは「日なた」と「暖かさ」の違いについて話し合いを進め、「日なた」と「日かけ」、「暖かさ」と「寒さ」といった言葉を交えながら意欲的な話し合いができた。話し合いの結果、「光」と「温度」は分けて調べることになった。植物の図を板書で提示することによって、子どもの「日なた」や「日かけ」のイメージが膨らみ、「光」と「温度」の違いに気づいたのではないかと推察する。この様子から、「光」と「暖かさ」の話し合いは条件をはっきり分けて実験を進めていきたい思いが表出した場面であったと考える。

予想した発芽の条件全てを一人で調べることは困難である。そのため、個人が調べたい条件ごとに集まり、実験方法や調べ方を話し合うことから始めることにした。

- ア 土にうめたとき
- イ 水をあげたとき
- ウ 肥料が必要だと思う
- エ 日なたで育てたとき
- オ 春から夏のように暖かいとき
- カ 動物と同じように空気がいる

資料1 どのようなときに発芽するかの予想

種子の発芽の実験計画を立てるとともに必要な器具や材料を準備することができる

発芽に必要な条件を調べる方法を話し合った。話し合いは調べたい条件ごとのグループで行った。意欲的な話し合いの場になるよう、話し合いの際に、種子や透明なプラカップ、バーミキュライトなど具体物を用意しておき、いつでも扱えるようにした。グループでの話し合いでは、クラス全員で話し合うときより、発言が活発なように感じた。きっと、児童にとっては、少人数であるため話し手と聴き手の距離が近く感じているのではないかと思われる。さらに具体物を扱いながら計画をすると、考えがより伝わりやすかったのではないかと思われる。

発芽の条件を調べるには、条件を制御する中で比較実験をしなければならない。各グループの話し合いは活発であったが、このまま実験を進めると満足のいく結果が見込めないグループがあった。その中には、条件の一つである肥料を与えないようにして観察を続け、肥料を与えないものだけで判断する方法、調べたい条件以外も条件を変えて、結果がはつ

きり出てきそうにないもの（資料2・3）などがあった。そのため、実験方法を見直す場を設定するため、実験計画の中間発表会を開くことにした。実験方法の見直しには教師の助言だけではなく、子どもが情報交換しあうことで解決できないかと考えた。中間発表会を設定したことにより、他のグループから客観的に見た意見を交換し合うことができた。話し合う中で、他グループの実験方法を参考にする、悩みが解消でき自信を持って実験の準備をするなど効果があった。どのグループも実験準備に取りかかる前に実験方法を修正することができた。他の実験計画の検討を児童がお互いにすることで、より学びが深まる場を設定できた。

クラス全員に発表することにより、誰が見ても発芽の条件と言えるか、言えないか分かる実験にせまれるようにした。

【肥料グループ・発表の様子】	【肥料グループの発表での見取り】
<p>A児：種子を肥料が含まれていない土にうめます。</p> <p>B児：毎日水やりをして、もし発芽したら、発芽に肥料は必要ないことが分かります。</p> <p>他児：肥料をあげた場合は調べないんですか？肥料をあげるあげないで比べると分かりやすくなると思います。</p> <p>A児：その通りですね。</p> <p>B児：もう一度計画を立て直します。</p>	<p>肥料グループはインゲンマメに肥料を与えない。さらに、比較実験をしない方法で発芽の条件を調べようとしていた。</p> <p>他グループと意見交流したことにより、肥料グループは実験方法を見直すきっかけをつかめた。他児の意見ははっきりとした結果を出したいといった思いが表出した場面であったと考える。</p>

資料2 肥料グループ中間発表

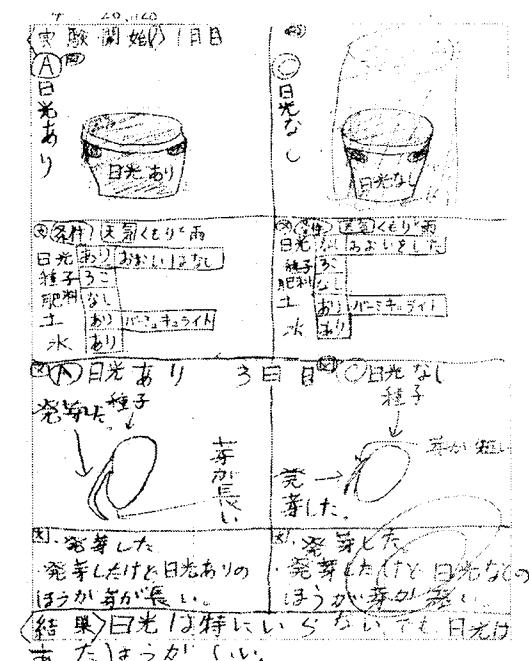
【適温グループ・発表の様子】	【適温グループの発表での見取り】
<p>A児：日なたに置いた鉢Aと冷蔵庫に入れた鉢Bを実験して結果を比べます。</p> <p>他A：この実験だと冷蔵庫の中は寒いし暗いので、日光と温度の二つがちがっていて結果が分かりにくいくらいです。</p> <p>他B：鉢Aを日かけに置くといいと思います。</p> <p>B児：どちらも日光に当てないようにするということですね。</p>	<p>日なたと冷蔵庫の中に鉢を置き実験をすると、温度以外に日光の条件も変わってくる。発表した子どもはそのことに気づいていなかった。</p> <p>意見交流の場を設定したことにより、適温グループのメンバーだけではなく、クラス全体で実験方法を見直すことができた。</p>

資料3 適温グループ中間発表

実験計画を立てた後に、種子がどのようになら発芽したことにするかを話し合い、実験結果の判断基準を決めた。このような場を設定したわけは、実験中に種子が割れたり、腐ったりしたときにも判断できるようにということからである。話し合いの結果、「種子から何かが1mmでも出たら発芽した。」ということにした。子どもは最初に種子から出てくるものは葉なのか根なのか知らないため「何か」ということになった。

毎日観察し、種子に変化が現れた様子を記録するようにした（資料4）。

土に埋めても発芽の状態が分かるように透明なプラカップを用意した。しかし、いち早く発芽の結果を見極めたいという思いからか、水を含ませた脱脂綿を使うグループが多く見られた。



資料4 発芽の条件「日光」グループ観察記録

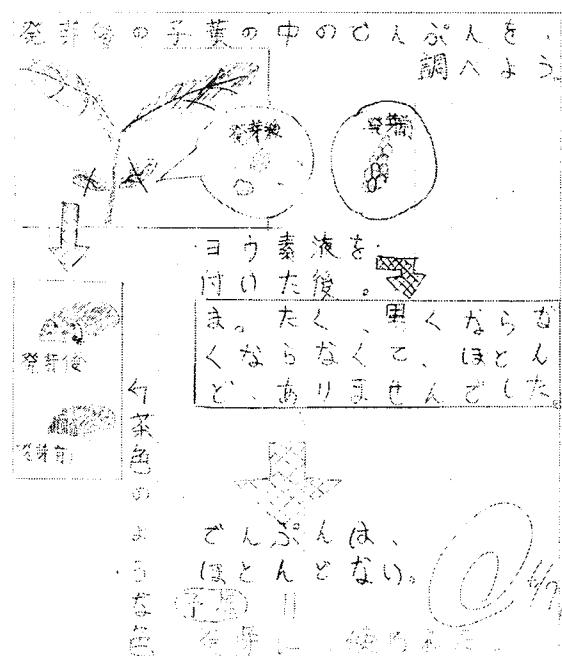
## ② 種子のつくりと養分を調べる

発芽したインゲンマメの種子を観察して種子のつくりを調べたり ヨウ素液を使って種子の中には発芽のために使われる養分が含まれていることを調べたりすることができる

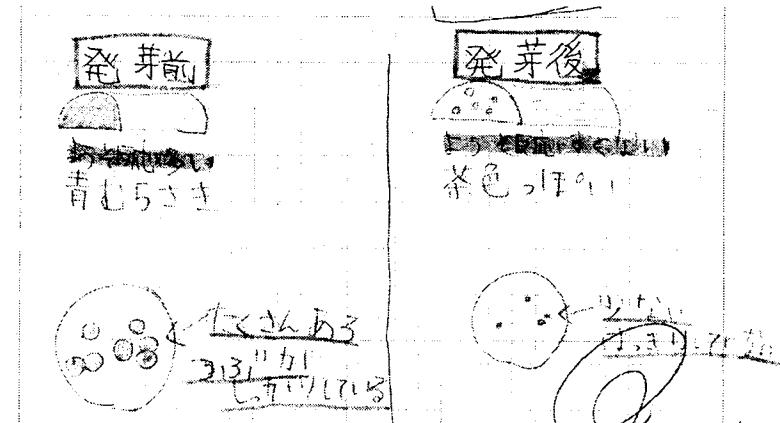
「水・空気・適温」が発芽に必要な条件であるが、子どもは肥料がなくても発芽することに驚いていた。子どものイメージでは、そもそも土の中に養分が含まれているので、土の中の養分を利用していると考えていたようである。そのため、種子のつくりを調べる活動はスムーズに入ることができた。発芽の条件調べの結果を受けて、ほとんどの児童は種子の中に肥料のようなものがあるに違いないといった予想を立てていた。

子葉の中でのんぶん調べでは、ヨウ素液を使って熱心に調べ、児童は予想通りの結果に満足そうであった（写真1）。

発芽前と後の子葉を使って、子葉に含まれるでんぶん量を比較する実験をした。実験方法は「発芽前と後の子葉に直接ヨウ素液をかけてでんぶん反応を見る」「顕微鏡を使ってでんぶんのつぶを観察する」である。この実験から、子どもは子葉に含まれているでんぶんが発芽に使われたことを確認でき（資料5）、発芽後の成長に肥料などの養分が必要だという予想をするであろう。子どもはヨウ素液の反応の違いや、顕微鏡で観察したでんぶんの粒の大きさの違いなどを理由に（資料6）、発芽の際に子葉の中でのんぶんが使われたようだと考え説明した（資料7）。



資料5 子葉にふくまれる  
でんぶん調べの記録



資料6 発芽前・後の子葉にふくまれるでんぶん調べ  
の記録（上・ルーペ 下・顕微鏡使用）

今日の学習を終えて…  
なせ子葉がされたのか、理由は  
発芽する力にデンプンが必要だ、  
たから、今大きく成長している苗  
にはいらないからされた。  
大きく成長したら、デンプンが必要なくなるのか？

資料7 子葉でのんぶん調べふりかえり

### ③ 植物の成長に必要な条件を調べる

- ・植物の成長を確かめる実験を行う際に自分の予想した成長にかかわる条件に着目し他の条件をそろえて実験の計画を立てることができる
  - ・日光と肥料の条件を変えて植物の育ち方を比較する実験を行うことができる

発芽の条件調べと同じく、より大きく成長したか判断する基準を話し合った。その結果、資料8の判断基準を設定した。その際、実物のインゲンマメを提示すると子どもがイメージしやすいと考えた。また、色々な条件を調べるためにたくさんのインゲンマメの苗が必要である。そこで、インゲンマメの苗を約100鉢用意し、子どもがその中から選びとれるようにした。実験で使用するインゲンマメは教師が鉢で育てたものを使用した。

草丈 葉の枚数 葉の大きさ  
茎の太さ 葉の色  
その結果…花が咲く 実がなる

## 資料8 インゲンマメの成長 の判断基準

成長の条件を予想する際、ほとんどの子どもが「肥料」をあげていた。その訳として、発芽後の子葉にはでんぶんが少ないと、自然に茎から子葉が取れている苗が見受けられたことを述べていた。「肥料」の他には「日光」「水を多く与える」「適温」があった。「水を多く与える」の考えは、水を与えなければインゲンマメは枯れるが、水を多く与えるとより大きく育つのではないかと考えた。「適温」は寒いと育ちが小さく、暖かいと育ちが大きいのではないかという考え方である。

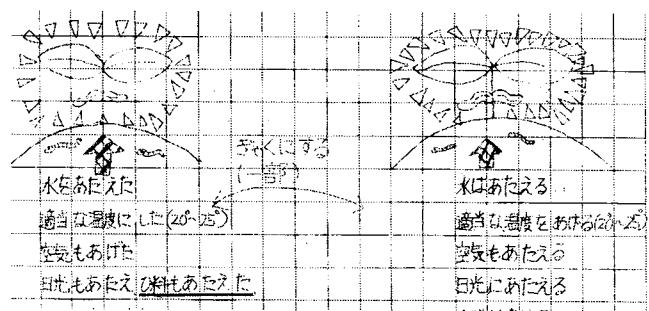
話し合いの様子	見取り
A児：肥料を調べるとしたら、肥料をあげるのとあげないので分けて育てると肥料が必要かが分かる。	・A児は比較実験をすると条件が分かることを説明したかったのであろう。
B児：あと、他の条件を全て同じにします。	・B児は条件制御するためにA児の説明に付け加えをしている。
C児：肥料の条件を調べるときも、この間調べた発芽の条件を加えないと成長しないと思います。	・C児は既習を生かし、発芽の条件を例に出し、「水・空気・適温」は生きていくために必要なのではないかと予想していた。 ・話し合いの中、子どもは意見をうなづきながら聞きあっていった。既習を生かし、実験をしようといった思いが見取れた。

### 資料9 実験計画を立てる話し合いの様子

実験計画を立てることは発芽の条件調べの実験経験から、比較実験しようという様子が見て取れた。調べる条件だけを変えて、他の条件は全てそろえることは発芽の条件調べの学習で身についたようだ。子どもの考える中には、鉢選びの段階で同じ大きさのインゲンマメを選ぼうとする姿や、与える水・液肥の量を同じ量ずつにしようとする姿が多く見られた。この様子からも条件をできるだけ揃えようという考えが伺える。

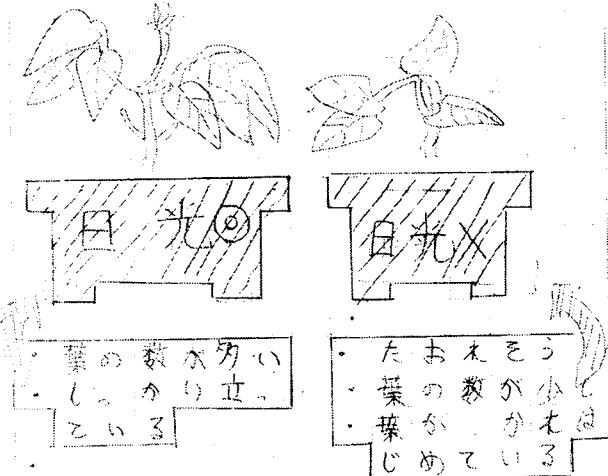
成長の条件調べの方法を考えた。ワークシートに調べる方法の考えを書くよう促したところ、多くの子どもは調べる方法を図や文にして表していた（資料9）。

話し合ったことを板書する際、与える条件は○、与えない条件は×で表した。しかし、項目が多くて複雑になった。教師が成長の条件、生存の条件などに分けて条件を整理すると、子どもの思考が整理され、「肥料と日光」の実験に焦点を当てられたのではないかと思われる。



### 資料1.0 比較実験しようとする子どもの姿

それぞれのグループで一週間成長の記録をとった結果をまとめた。「定規で草丈や葉の大きさを測る」「葉の枚数を数える」「葉の色を確認する」など色々な方法で調べた。それらは、以前に話し合った判断基準である。(写真2)。



資料1-1 日光グループの実験結果記録



写真2 成長記録をとる子どもの様子

インゲンマメに小さな花が咲いたり、実をつけたりしていることを判断材料として話し合うグループもあった。特に子どもは日光が成長に大きくかかわる条件であることに気づいた。その理由として葉が黄色くなるから伺えることを理由にあげていた(資料1-1)。

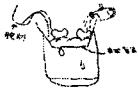
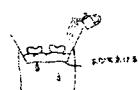
#### (6) 単元を終えて

本単元を通して児童は条件を制御し比較実験をすることによって、結果が明確に現れることが理解できたと思われる。しかし、実験計画が充分であっても、インゲンマメが腐ってしまう、差がはっきり出ないなど不可抗力もあった。そのときは、「実験方法は間違つていなかつたけど、生物実験は難しいね。」と子どもを励まし、学びを深める思いがつぶれないように支えた。

成長の条件調べの学習時期に合わせ、インゲンマメを計画的に栽培したが、予定通りの大きさまで育たなかった。生物の単元であるため、活動時期や実験の準備など充分な計画を立てておく必要がある。また、どのような段階の苗を学習に扱うと効果的か検討が必要である。

発芽や成長の条件を調べる実験は条件ごとにグループになり実験をした。実験結果や分かったことをグループごとに発表するだけでなく、ワークシートに結果をまとめ(資料1-2)、理科室に掲示した。常に掲示してあるため、クラスを超えて、多くの子どもが様々な実験結果をいつでも確認することができた。掲示された実験方法を見て、クラスごとに実験方法にアイデアがあふれていることを話し合う子もいた。掲示物が子どもの「学びを深めようとする思い」を育む場に生かせたように思われる。

発芽や成長の条件を調べる実験計画を立てる際、少人数、クラス全体と、話し合いの場を何度も設定した。その結果、子ども同士、教え合ったり、助け合ったりする活動を繰り返し続けることができ、より分かりやすく説明しようとする姿も見取れた。

種子の発芽の条件調べ		肥料	
条件	発芽する	条件	発芽しない
そうえる条件	日光の当たりよくいい水をあたかる量だ。しめんにうえる	日光の当たりよくいい水をあげる量だ。しめんにうえる	
図やコメント	 5月、発芽した。 その後、ぐいぐい大きくなって 5月には、土壌以上にならね。	 5月、肥料なしで発芽していない。 5月少し発芽した。 5月半ば、土壌が下へ。	
結果 肥料なしは発芽に必要な 発芽するには肥料は必ずありません。 しかし、肥料をあげた方が2日早く発芽しました。			

資料1-2 肥料グループの実験結果記録