

# 科学的な思考力・表現力を育てる理科指導の工夫

## — 問題解決の過程において、表現し考え確かめ合う活動を充実させることを通して —

吳市立莊山田小学校 石原 修

### 研究の要約

本研究は、問題解決の過程において、表現し考え確かめ合う活動を充実させることにより、科学的な思考力・表現力を育てる理科指導について検討したものである。文献研究から、科学的な思考力・表現力を育てるために、問題解決の過程において、児童の思考を顕在化し（表現し）、既存の知識や実験結果を意味付けたり関係付けたりして根拠をもって考え（考え）、他者と考えを交流し確認し合う（確かめ合う）ことが重要であると分かった。そこで、現象どうしや現象と知識との間にズレを生じさせるような事象提示をしたり、仮説と実験結果を比較させ確認か反証かという視点をもって考えさせたり、発表で実物投影機を活用させたりして、表現し考え確かめ合う活動を充実させるための指導の工夫を取り入れた授業モデルを作成した。その授業モデルを用いて授業実践を行った結果、科学的な思考力・表現力を育てるに有効であることが明らかになった。

**キーワード：**科学的な思考力・表現力 問題解決の過程

### I 主題設定の理由

中央教育審議会答申「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について」（平成20年）における理科の改善の基本方針には科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から「観察・実験の結果を整理し考察する学習活動、科学的な概念を使用して考えたり説明したりする学習活動」<sup>1)</sup>の充実が示されている。

平成24年度全国学力・学習状況調査の理科において、「観察・実験の結果を整理し考察すること」「科学的な言葉や概念を使用して考えたり説明したりすること」に課題が見られた。一方、理科の授業で自分の考えをまわりの人に説明したり発表したりしている児童の方が調査における正答率が高い傾向にあることが、児童を対象とした質問紙において示された。このことは、児童が考察し表現する学習活動が、科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から重要なことを示している。

そこで、第6学年「植物の養分と水の通り道」において、仮説を設定したり、実験計画を立てたり、結果を整理し考察したりという問題解決の過程を設定し、表現し考え確かめ合う活動を取り入れた授業モデルを作成する。そのモデルを用いた授業において、事象を提示する際に、児童のもつ既存の知識や経験とズレを感じさせるような具体物を提示し、現

象どうしや現象と知識との違いを出させたり、結論を導く場面で、仮説を基に「確認」か「反証」かを判断させたり、自分の考えをノート等にまとめたものを拡大表示して説明する時に実物投影機を使用したりするなどの工夫により、表現し考え確かめ合う活動を充実させることができると考えた。その結果、問題解決の過程において必要とされる能力が身につき、児童の科学的な思考力・表現力を育てるにつながると考え、本主題を設定した。

### II 研究の基本的な考え方

#### 1 科学的な思考力・表現力とは

##### (1) 科学的な思考力とは

角屋重樹（2011）は、理科における思考力について「思考とは、ある目標のもとに、児童が既存経験をもとに対象に働きかけ種々の情報を獲得し、それらを既存の体系と意味付けたり、関係付けたりして、新しい意味の体系を創りだしていくことと考える。」<sup>2)</sup>と述べている。

山極隆（2007）は、「科学的思考力とは、知識・技能を習得し、探究の過程、問題解決の過程で新しい知識や法則を見いだすまでの一連の能力である。」<sup>3)</sup>と述べている。

石井雅幸（2010）は問題解決の過程を、①問題を

見いだす②見いだした問題に対する仮説を設定する③仮説を確かめる観察・実験方法を計画する④仮説を確かめる観察・実験を行う⑤観察・実験から出された結果と仮説を比較検討して結論を導くと整理している。

これらのことから、本研究における科学的な思考力とは、ある目標のもとに児童が既存経験をもとに対象に働きかけ、問題解決の過程で新しい知識や法則を見いだすために必要な能力とする。本研究における問題解決の過程と各場面における科学的な思考力についてまとめたものを表1に示す。

表1 問題解決の過程と各場面における科学的な思考力

| 問題解決の過程        | 各場面における科学的な思考力           |
|----------------|--------------------------|
| 問題を見いだす場面      | 既存経験を基に問題を見いだす能力         |
| 仮説を設定する場面      | 見いだした問題に対する仮説を設定する能力     |
| 観察・実験方法を計画する場面 | 仮説を確かめるための実験・観察方法を計画する能力 |
| 観察・実験を行う場面     |                          |
| 結論を導く場面        | 結果と仮説を比較検討して結論を導く能力      |

## (2) 科学的な表現力とは

国立教育政策研究所教育課程研究センター「評価規準の作成、評価方法等の工夫改善のための参考資料（小学校理科）」（平成23年）の科学的な思考・表現の観点において「本観点では、児童が、問題解決の過程において、『事象を比較したり』、『関係付けたり』、『条件に着目したり』、『推論したり』しながら追究したことを、児童の発言や記述等から捉える必要がある。特に、観察、実験において結果を表やグラフに整理し、予想や仮説と関係付けながら考察を言語化し、表現することが大切である。」<sup>4)</sup>と示され、問題解決の過程で思考したことと表現する活動とを一体的に評価することと述べている。

村山哲也（2010）は、「子どもが自らの考えを表現する際に、文字や記号として表現するばかりでなく、イメージ図や立体的なモデルを用いて表現することも考えられる。特に、体感を通して得られた認識を表現したり、目に見えない自然の事物・現象について説明したりする際に、モデルを活用することが大切である。」<sup>5)</sup>と述べている。

新保修（2010）は、3年生の基本的な観察図の書き方の指導から始めて、高学年のモデル図やイメージ図の書き方の指導まで、発達や学習内容に合わせて系統立てた表現力の指導が大事であると述べている。

これらのことから、科学的な表現力とは、問題解

決の過程において科学的な思考によって導き出した情報や自らの考えを、言葉・図（イメージ図やモデル図）・表・グラフなどを用いて的確に表す能力とする。

## 2 問題解決の過程において、表現し考え確かめ合う活動について

### (1) 表現し考え確かめ合う活動とは

塚田昭一（2007）は理科授業の導入場面において、児童が「問題の意識化」を行うためには、頭の中にあるイメージを顕在化させる必要があり、個人的なイメージをグループやクラスで出し合い、共有化したものと「仮説」として設定していくようにするとし、この「仮説」は根拠をもった検証可能なものでなければならないと述べている。

角屋（2013）は論理的思考の最も単純な形式は、「自分の考え方や判断」と「根拠」との関係で成り立つとし、「自分の考え方や判断」は仮説や考察であり、「根拠」は既存の知識や経験、観察・実験の結果や事実となると述べている。

矢野英明（2007）は、児童が自然事象に対する見方や考え方を変容させ、自分の知を更新するためには、納得するということが必要であり、『考察し、結論を得る』場面では、観察・実験から得たことをもとに自分の考えを明確にもち、他の意見を聞きながらその時点より妥当だと思われる結論を導き出すことが求められると述べている。

小学校学習指導要領解説理科編（平成20年）に、表やグラフなどを活用しつつ科学的な言葉や概念を使用して考えたり説明したりするなどの学習活動により、考察を深めることができることや、このような学習活動をグループや学級全体での話し合い活動の中で繰り返すことより考察を充実させ、深まらせるように指導することが重要であると示されている。

以上のことから、表現し考え確かめ合う活動とは、児童の思考を顕在化し（表現し）、既存の知識や実験結果を意味付けたり関係付けたりして根拠をもって考え（考え）、他者と考えを交流して確認し合う（確かめ合う）ことであると考える。これらの活動を充実させることでより妥当性の高い、納得のいく考えを導き出すことができると言える。

### (2) 表現し考え確かめ合う活動を充実させる場面について

日置光久（2007）は、子どものもつ『知』は、他の考え方と交流することによって大きく深化し、拡張、更新されることから、他の考え方と交流する場を

意図的に設定することが大切であると述べている。さらに、「解決の過程においては、観察、実験の前後の話し合いがポイントになる。観察、実験の前とは、予想をもち、検証計画を立てる場面である。観察、実験の後とは、結果から結論を導出する場面である。ある問題に対し、予想を立て、すぐに観察、実験に入るのでなく、他との協議を設定することにより、客観性を高めていくのである。予想に基づく観察、実験から得られた検証結果から結論を導く際にも、他との協議を設定することにより、妥当性、論理性を高めていくのである。」<sup>7)</sup>と述べている。

そこで、この日置の論を基に本研究では、表現し考え確かめ合う活動を充実させる場面を、問題解決の過程の「仮説を設定する場面」「観察・実験方法を計画する場面」「結論を導く場面」に設定し、検証していくことにする。

### 3 表現し考え確かめ合う活動を充実させるための指導の工夫について

#### (1) 事象提示における工夫

塚田（2007）は、理科授業においては、具体物を通して「課題」を提示することが重要と述べ、提示する「課題」は「半知半解」という、児童にとって半分知っていて、半分わからないものを与えるようにすると述べている。

角屋（2009）は、問題を見いだす場面における工夫として、児童が観察している現象どうしや、その現象と既知の知識との間に「ズレ」を発生させ、児童が比較や分類などのスキルを適用し観察している現象どうしやその現象と既知の知識との間に違いを見いだすようにさせると述べている。

清田英孝（2012）は、観察するものすべてを見せてしまうのではなく、その一部を見せておくことにより、観察に出かけた際にどこを見てきたらよいか焦点を絞ることができるなど、観察への動機付けをする時にデジタルコンテンツを使用することも有効であると述べている。

そこで、問題を見いだし、その問題に対する仮説を設定する場面では、児童のもつ既存の知識や経験とズレを感じさせるような半知半解の具体物を提示し、児童に比較や分類をさせて違いを見いだすようにさせる。また、長時間の観察内容を短時間で示す時や、具体物を示すことができない自然事象の一部をデジタルコンテンツで提示することも考えられる。このように、事象提示における工夫をすることで、表現し考え確かめ合う活動を充実させることができ

ると考える。

#### (2) 結論を導く場面での工夫

蒲原路明（2007）は、観察、実験を行い、結果と自分の仮説とを照らし合わせて、仮説が正しかったかどうか検証する時に、得られた結果と自分の仮説が一致する場合（確証された場合）、児童は、その仮説を確認したことになる。一方、得られた結果と自分の仮説が一致しない場合（反証された場合）は、最初の仮説、構想を見直したり、検証方法を見直したりして、再び問題解決の活動を行うことになると述べている。

笠井守・毛利澄夫（2000）らは、「確証」と「反証」の実験系列を組み込んだ学習指導で、児童は自分の考えと他者の考えのどちらが妥当なのか実験で確かめる。そして、実験結果を自分だけの視点で考察するのではなく、他者の視点からも考察し、それぞれの考えが「確証」されたのか「反証」されたのか判断を下し、多様な視点からそれぞれの考えを吟味することにより良い考えの構築を目指すと述べている。

そこで結論を導く場面で、仮説と実験結果とを比較させ、自分たちの立てた仮説が確証か反証かという視点をもって考えさせることにより、表現し考え確かめ合う活動を充実させることができると考える。

#### (3) 児童が発表する場面での発表のさせ方の工夫

小学校学習指導要領解説理科編（平成20年）に、観察や実験、栽培や飼育及びものづくりの指導について、指導内容に応じてコンピュータや視聴覚機器などを適切に活用できるようにすることとし、学習を進めていく過程で、児童が相互に情報を交換したり、説明したりする手段として、プロジェクトをはじめとする様々な視聴覚機器を活用することと述べている。

角屋（2009）は、実物投影機は提示事象を見せるだけでなく、児童のノートを映すのにも有効であり、ノートを映すことによって、見ている児童はノートの書き方を参考にしたり、考えを知ったりすることができると述べている。

田中義靖（2010）は実物投影機について、注目してほしい部分をズームインすることで、生徒に印象づける効果や教科書や図録などを拡大して指示するという手法だけでも、授業の中で効果があることが分かっていると述べている。

これらのことから、問題解決の各場面において、児童がノートに書いた考えや情報を説明する際に実物投影機を活用することで、表現し考え確かめ合う活動を充実させることができると考える。

以上（1）から（3）の表現し考え確かめ合う活動を充実させるための指導の工夫を取り入れた授業モデル（三単位時間扱い）を作成し、図1に表す。三単位時間とは、第4学年から第6学年まで年間各105時間（第3学年は90時間）の授業時数を週当たりの授業時数に置き換えたものである。

なお、三単位時間の一単位時間と二単位時間に分けて授業を行う際に、仮説と計画を確認する場面を二単位時間の実験・観察を行う場面の前に設定する。

また、表現し考え確かめ合う活動を充実させる発問例は、角屋式学習指導法<sup>(1)</sup>を参考に作成した。

### III 仮説の設定と検証の視点と方法

#### 1 研究の仮説

小学校第6学年「植物の養分と水の通り道」で、問題解決の過程において、表現し考え確かめ合う活動を充実させれば、新しい知識や法則を見いだすために必要な能力が身に付き、その結果、児童の科学的な思考力・表現力を育てることができるであろう。

#### 2 検証の視点とその方法

検証の視点とその方法を表2に示す。

表2 検証の視点とその方法

| 検証の視点 |  | 検証の方法       |
|-------|--|-------------|
| 1     | 仮説を設定する場面で、表現し考え確かめ合う活動を充実させることができたか。  | ノート<br>授業記録 |
| 2     | 観察・実験方法を計画する場面で、表現し考え確かめ合う活動を充実させることができたか。   | ノート<br>授業記録 |
| 3     | 結論を導く場面で、表現し考え確かめ合う活動を充実させることができたか。  | ノート<br>授業記録 |
| 4     | 科学的な思考力・表現力が身に付いたか。<br>(1)仮説を設定し表現する能力が身に付いたか。<br>(2)観察・実験方法を計画し表現する能力が身に付いたか。<br>(3)結論を導き表現する能力が身に付いたか。 | ノート         |

#### 3 研究授業の計画

- 期 間 平成25年6月19日～平成25年7月5日
- 対 象 所属校第6学年（2学級65人）
- 単元名 「植物の養分と水の通り道」
- 目 標

- ・植物にとって日光はどんなはたらきをしているかということに興味をもち、日光に当た葉と当たなかった葉を調べ、植物の葉に日光が当たるとでんぶんができるなどをとらえることができるようする。
- ・植物の体内における水の行方に興味をもち、植物に着色した水を吸わせて調べ、植物の体内には水の通り道があり、根から吸い上げられた水は、主に葉から水蒸気として排出されることをとらえることができるようする。

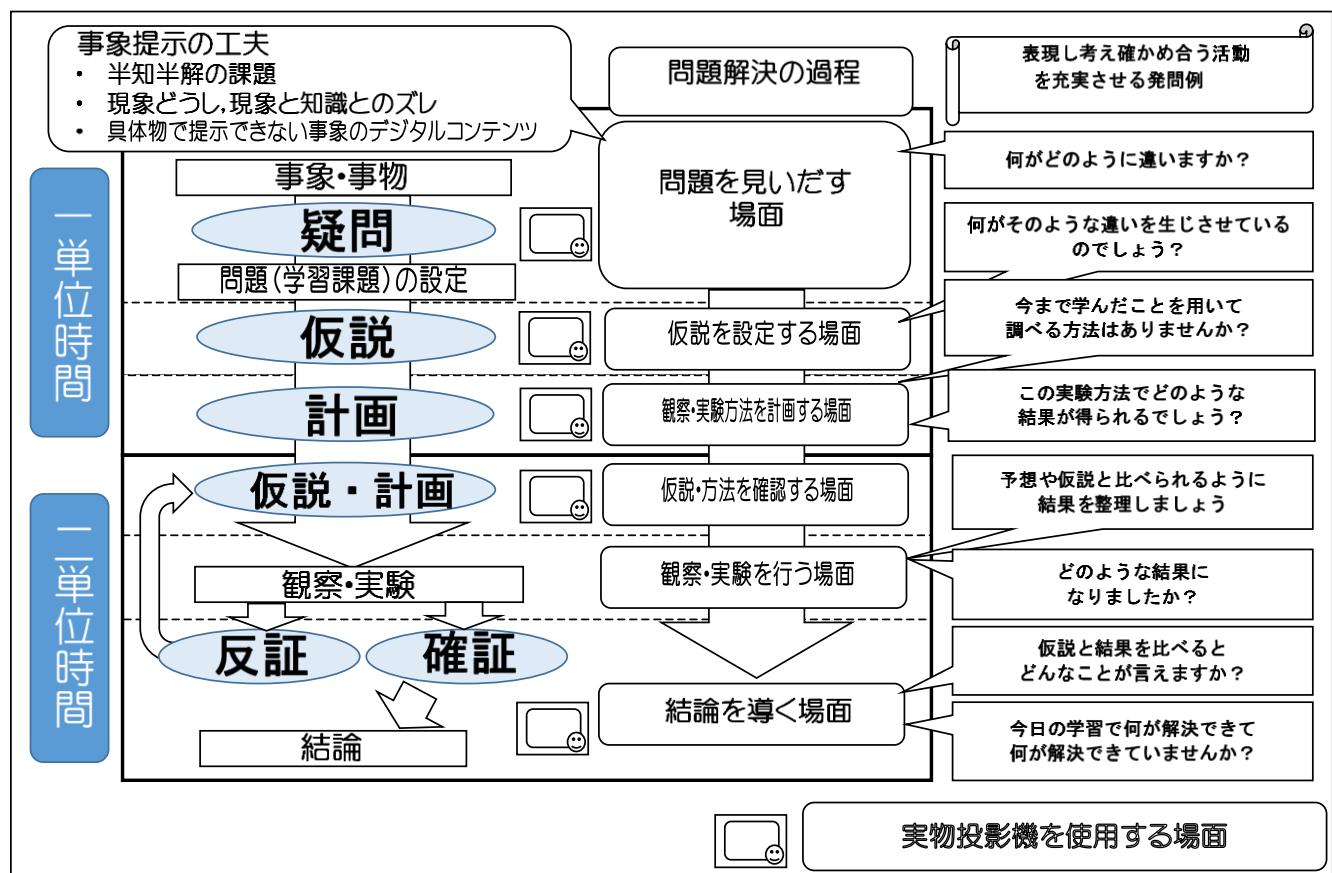


図1 問題解決の過程において、表現し考え確かめ合う活動を充実させる授業モデル

○ 指導計画と指導の工夫 表3に示すとおり。

表3 指導計画と指導の工夫

| 次              | 時 | 学習活動  | 指導の工夫  | 問題解決の過程        |
|----------------|---|---|--|----------------|
| 第一次<br>「植物の養分」 | 1 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○日なたと日陰のジャガイモを比較し、何が原因で違いが出たのかを考える。</li> <li>○日なたで育てたジャガイモには新しいジャガイモができる、その中にでんぶんが含まれることを確認する。</li> <li>○日光が当たる場所は植物のどこかを確認する。</li> </ul>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>○日なたと日陰で育てたジャガイモを提示する。</li> <li>○日なたで育てたジャガイモにできている新しいジャガイモを提示する。</li> <li>○新しいジャガイモの切断面にヨウ素液を垂らし、でんぶんがあることを確かめさせる。</li> </ul>  | 問題を見いだす場面      |
|                | 2 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○仮説を設定する。</li> <li>○仮説を確かめるための実験方法を考える。</li> <li>○実験の準備をする。</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>○問題に対する仮説をノートに書かせ発表させる。</li> <li>○仮説を確かめるための実験方法をノートに書かせ発表させる。<br/><small>(授業後) 提出させたノートの評価をし、実態把握を行う。</small></li> </ul>   | 仮説を設定する場面      |
|                | 3 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○自分の設定した仮説や実験方法を確認し、仮説や実験方法の修正を行う。</li> <li>○日光の当たったジャガイモの葉と当てなかつた葉に、でんぶんがあるかどうか調べる。</li> <li>○結果をまとめ、考察したことを発表する。</li> <li>○結論をまとめること。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○仮説や方法について、十分満足できると思われるノートを書いている児童に、ノートを実物投影機で拡大しながら発表させる。</li> <li>○予想や仮説と比べながら実験をするように声をかける。</li> <li>○予想や仮説と結果の一一致、不一致を判断させ、自分の結論をノートに書かせ発表させる。</li> <li>○発表を基に最終的な結論付けを行う。</li> </ul>                                   | 観察・実験方法を計画する場面 |
|                | 4 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○おれたホウセンカに水を与えると元気になる映像を見て、その理由を考える。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>○おれたホウセンカを提示し水を与える。その後のホウセンカが元気になる様子を映像で提示する。</li> </ul>  | 仮説・方法を確認する場面   |
|                | 5 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○自分の設定した仮説や実験方法を確認し、仮説や実験方法の修正を行う。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ホウセンカ以外に、トウモロコシ、セロリ、アスパラガス、ヒマワリを用意する。</li> <li>○茎の中や葉を水がどのように通るのか絵や言葉でノートに書かせ、ノートに書かせたものを実物投影機で拡大しながら発表させる。<br/><small>(授業後) 提出させたノートの評価をし、実態把握を行う。</small></li> </ul>   | 観察・実験を行いう場面    |
|                | 6 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○色水を浸しておいた植物の水の通り道を調べる。ホウセンカ以外の植物も分担して調べる。</li> <li>○結果をまとめ、考察したことを発表する。</li> <li>○結論をまとめること。</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>○仮説や方法について、十分満足できると思われるノートを書いている児童に、ノートを実物投影機で拡大しながら発表させる。</li> <li>○予想や仮説と比べながら実験をするように声をかける。</li> <li>○実物投影機で茎や葉を拡大しながら確認させる。</li> <li>○予想や仮説と結果の一一致、不一致を判断させ、自分の結論をノートに書かせて発表させる。</li> <li>○発表を基に最終的な結論付けを行う。</li> </ul> | 結論を導く場面        |
|                | 7 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○新たな問題を見いだす。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>○植物の全身に届けられた後の水の行方について、人間と比較することで問題を見いださせるようにする。</li> </ul>   | 問題を見いだす場面      |
|                | 8 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ホウセンカの水の行方の仮説を絵などに表し、仮説を確かめるための実験方法を考える。</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>○問題に対する仮説をノートに書かせ発表させる。</li> <li>○仮説を確かめるための実験方法をノートに書かせ発表させる。<br/><small>(授業後) 提出させたノートの評価をし、実態把握を行う。</small></li> </ul>   | 仮説を設定する場面      |
|                | 9 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○葉から水が出ているか、実験をして調べる。</li> <li>○ツユクサの葉の裏の気孔を観察する。</li> <li>○結果をまとめ、考察したことを発表する。</li> <li>○結論をまとめること。</li> </ul>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>○仮説や方法について、十分満足できると思われるノートを書いている児童に、ノートを実物投影機で拡大しながら発表させる。</li> <li>○葉のあるホウセンカとないホウセンカを用意する。</li> <li>○ツユクサの葉の裏の気孔を顕微鏡で観察させる。</li> <li>○予想や仮説と結果の一一致、不一致を判断させ、自分の結論をノートに書かせて発表させる。</li> <li>○発表を基に最終的な結論付けを行う。</li> </ul>   | 観察・実験を行いう場面    |
| 第二次<br>「水の通り道」 | 7 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○新たな問題を見いだす。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>○植物の全身に届けられた後の水の行方について、人間と比較することで問題を見いださせるようにする。</li> </ul>   | 結論を導く場面        |
|                | 8 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○葉から水が出ているか、実験をして調べる。</li> <li>○ツユクサの葉の裏の気孔を観察する。</li> <li>○結果をまとめ、考察したことを発表する。</li> <li>○結論をまとめること。</li> </ul>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>○問題に対する仮説をノートに書かせ発表させる。</li> <li>○仮説を確かめるための実験方法をノートに書かせ発表させる。<br/><small>(授業後) 提出させたノートの評価をし、実態把握を行う。</small></li> </ul>   | 問題を見いだす場面      |
| 第三次<br>「蒸散」    | 7 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ホウセンカの水の行方の仮説を絵などに表し、仮説を確かめるための実験方法を考える。</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>○仮説を設定する場面</li> </ul>   | 仮説を設定する場面      |
|                | 8 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○葉から水が出ているか、実験をして調べる。</li> <li>○ツユクサの葉の裏の気孔を観察する。</li> <li>○結果をまとめ、考察したことを発表する。</li> <li>○結論をまとめること。</li> </ul>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>○観察・実験方法を計画する場面</li> </ul>  | 観察・実験を行いう場面    |
|                | 9 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○葉から水が出ているか、実験をして調べる。</li> <li>○ツユクサの葉の裏の気孔を観察する。</li> <li>○結果をまとめ、考察したことを発表する。</li> <li>○結論をまとめること。</li> </ul>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>○仮説・方法を確認する場面</li> </ul>  | 結論を導く場面        |

## IV 研究授業の分析と考察

### 1 仮説を設定する場面で、表現し考え確かめ合う活動を充実させることができたか

第1次の児童のノートと授業記録で分析を行った。

問題解決の過程を通して「植物の葉に日光を当てる」とでんぶんができる「ことを捉えさせるために、

まず、日光をよく当たった条件とあまり当たらない条件下で育てた2株のジャガイモを提示し、両株に見られる違いをノートに記述させた。児童が整理した意見を表4に示す。意見交流の中で児童は葉に注目し、「日光が当たったジャガイモの葉はでんぶんをつくるのだろうか」という課題をクラスで見いだした。

表4 事象を比較して出た意見をまとめたもの

|                           |                             |
|---------------------------|-----------------------------|
| 日光をよく当てて育てたジャガイモ          | 日光をあまり当てないで育てたジャガイモ         |
| 葉がつやつやしている                | 葉がしわしわだ                     |
| 葉が緑色                      | 葉が黄色っぽい                     |
| 葉がとても元気そう                 | 葉が枯れているみたい                  |
| 新しいジャガイモがある<br>(でんぶんができる) | 新しいジャガイモがない<br>(でんぶんができるない) |

次に、この課題に対して、根拠をもって仮説を設定するように指示し、ノートに記述させた。その後、仮説の根拠を図で表現している児童のノートを実物投影機で拡大提示しながら説明させ、再び仮説を記述させた。児童による説明の前後の、全児童の記述の変容を要約したものを表5に示す。表5は「日光が当たったジャガイモの葉はでんぶんをつくるであろう」という仮説の根拠として、「日光の照射と葉の状態」「日光の照射と新しいジャガイモの形成」「日光の照射と5年生の既習内容『植物の生長には日光が必要であること』」のそれぞれについて関連付けて記述しているかどうかの視点で整理したものである。

表5 仮説の根拠と人数

| 仮説の根拠   | 説明前(人) | 説明後(人) |
|---|--------|--------|
| (複数の根拠が書かれている)<br>(例) 植物が生長するには日光が必要で、日光が当たった方は葉が元気で、ジャガイモができるいるから。 | 12     | 53     |
| (1つの根拠が書かれている)<br>(例) 日光が当たっている方は新ジャガができるから。                        | 44     | 12     |
| (仮説の根拠が書かれていない)<br>要因のみふれている。説明が不足している。                             | 9      | 0      |

表5から、仮説を設定する時に一つ以上の根拠を記入している児童は56人(86%)であった。事象提示における工夫は、児童に仮説の根拠をもたせるために有効であると考えられる。また、優れた記述をしている児童のノートを実物投影機で拡大提示しながら説明させることによって、児童全員が仮説の根拠を書くことができた。さらに、個々のノートを調べたところ、34人の児童がイメージをふくらませ、新たな図と言葉を加筆することができていた。その例を図2に示す。

| 説明前のA児のノート   |
|--|
| <p>仮説<br/>日光が当たったジャガイモの葉はでんぶんをつくる。</p> <p>理由<br/>Ⓐにはジャガイモができるいた。<br/>Ⓑの葉は元気で日光が当たっている。</p> |

説明後のA児のノート(イメージ図と説明を加筆)

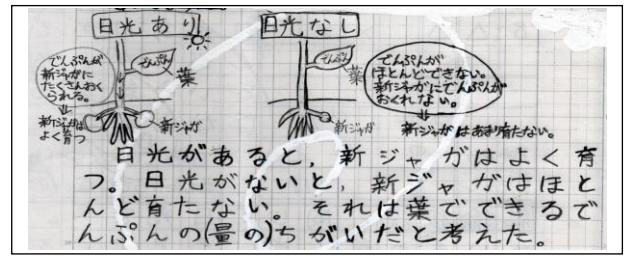


図2 イメージのふくらんだA児のノート

以上のことから、仮説を設定する場面で、児童の思考を顕在化し、根拠をもって考え、他者と考えを交流することができており、表現し考え合う活動を充実させることができたと考える。

## 2 観察・実験方法を計画する場面で、表現し考え確かめ合う活動を充実させることができたか

第1次の児童のノートと授業記録で分析を行った。

クラス全体で設定した仮説「日光が当たったジャガイモの葉はでんぶんをつくるであろう」を検証するための実験方法を各班で計画させ、発表させた。児童が考えた実験方法を整理したものを見ると、児童が考えた実験方法を整理したものを図3に示す。

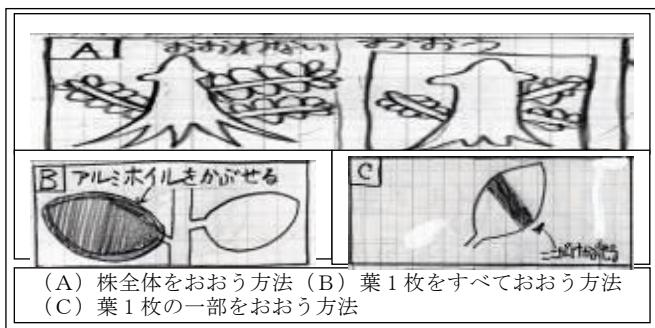


図3 児童の考えた実験方法と発表内容

児童は班ごとに、(A)から(C)のどの方法が優れているかを考え、他の班と意見交換を行った。図4は、「Cの方法だと、葉の先端で作られたでんぶんが、アルミホイルでおおった部分に移動して結果が分からなくなると思う。」という児童の発表によって、実験方法を変更した児童Bのノートの記述である。図4の左は、他児童の意見によって気付いた実験方法の欠点を記したもので、右はその改善案である。この記述より、児童Bはアルミホイルを使って葉の縦半分をおおうことで欠点が克服できると考えており、他者の意見を基に考えを修正するとともに、実験結果を事前に見通していることが読み取れる。この児童Bの変容をクラス全体で共有化することができた。

以上のことから、観察・実験方法を計画する場面

で、児童の思考を顕在化し、仮説と予想される実験結果を関連付けながら考え、他者と考えを交流することができており、表現し考え確かめ合う活動を充実させることができたと考える。

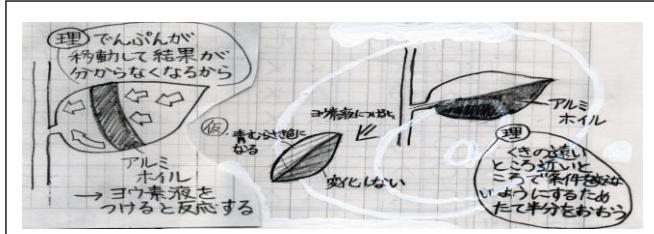


図4 実験方法を改善した児童Bのノート

### 3 結論を導く場面で、表現し考え確かめ合う活動を充実させることができたか

第1次の児童のノートと授業記録で分析を行った。班ごとに計画した実験方法を基に、児童全員に実験をさせた。児童は光を照射した葉と照射していない葉をたたき染め法で処理し、ヨウ素でんぶん反応の有無を調べた。その実験結果をまとめたものが表6である。表6から得られた結論について、多くの児童が記述した例を次に示す。

表6 実験結果

|      | でんぶん<br>あり(枚) | でんぶん<br>なし(枚) |
|------|---------------|---------------|
| 日光あり | 22            | 5             |
| 日光なし | 3             | 27            |

(児童C) みんなの実験結果から、日光ありはでんぶんがあり、日光なしはでんぶんがなかった。だから考えた仮説は当たっていた。(確証だった。) けれど、私達の班では、日光ありでもでんぶんがなかった。仮説の通りにならなかったので、なぜか調べてみたい。

この記述から分かるように、児童たちは「日光が当たったジャガイモの葉はでんぶんをつくるであろう」という仮説が確証であるという結論を導いた。しかし、仮説通りでない実験結果も少数であるが存在したため、その原因についてクラスで話し合いを行った。そこで、次のような意見が出された。

(児童D) 日光が当たっているのにでんぶんができなかつたのは、日光の代わりに蛍光灯で実験したからだと思う。今度日光を当てて実験したらいい。

(児童E) 日光が当たっていないのにでんぶんができるのは、アルミ箔でおおうときにきっちりとおおっていなかつたからだと思う。

本実験の実施時に雨が降り日光を照射することができなかつたため、日光の代わりにOHPや蛍光灯の光をジャガイモの葉に照射して実験を行つた。そのため、十分に光の当たつてない葉があつたと考えられる。児童は実験結果から仮説が確証か反証かを判断し、反証の場合、その原因を「日光ではなく蛍光灯で実験したから」や「アルミ箔でおおうときに

きっちりとおおっていなかつたから」と実験内容を見直すことで探ることができていた。

以上のことから、結論を導く場面において、仮説と実験結果を比較させ確証か反証かという視点をもつて考えさせることで、表現し考え確かめ合う活動を充実させることができたと考える。

### 4 科学的な思考力・表現力が身に付いたか

#### (1) 仮説を設定し表現する能力が身に付いたか

第1次と第3次の仮説を設定する場面において、仮説を設定し表現することができたかを見取るために判断基準を作成し、意見交流する前の児童のノートの記述から判断した結果を表7に示す。

表7 仮説を設定する場面における判断基準と児童数

| 段階  | 判断基準  | 第1次(人) | 第3次(人) |
|-----|---|--------|--------|
| III | 複数の根拠を示したり、根拠のイメージ図を描いたりするなど、根拠を明確にして問題に対する仮説を設定し、表現することができる。 | 12     | 20     |
| II  | 根拠を基に問題に対する仮説を設定し、表現することができる。                                 | 44     | 45     |
| I   | 根拠を基に問題に対する仮説を設定することや表現することができない。                             | 9      | 0      |

根拠を基に仮説を設定し表現することができた段階II・IIIの児童は、第1次で65人中56人(86.2%)、第3次で65人中65人(100%)であった。このことより、第1次から第3次の授業を通して、仮説を設定し表現する能力が高まったと考えられる。

さらに、第1次の段階IIIの児童(例えは図2の説明後の児童)は65人中12人(18.5%)であったが、第3次の段階IIIの児童は65人中20人(30.8%)であった。このことより、仮説を設定する場面において、根拠を明確にすることの大切さを認識した児童が増えたと考えられる。

#### (2) 観察・実験方法を計画し表現する能力が身に付いたか

第1次と第3次の観察・実験方法を計画する場面において、仮説を検証するための方法を計画し表現することができたかを見取るために判断基準を作成し、ノートの記述から判断した結果を表8に示す。

表8 実験方法を計画する場面における判断基準と児童数

| 段階  | 判断基準  | 第1次(人) | 第3次(人) |
|-----|---|--------|--------|
| III | 仮説を検証するための実験方法を計画し、図や言葉で表現することができるとともに、実験結果の見通しをもつことができる。 | 14     | 19     |
| II  | 仮説を検証するための実験方法を計画し、図や言葉で表現することができる。                       | 38     | 44     |
| I   | 仮説を検証するための実験方法を計画することや表現することができない。                        | 13     | 2      |

仮説を設定するための実験方法を計画し表現することができた段階Ⅱ・Ⅲの児童は、第1次で65人中52人(80%)、第3次で65人中63人(96.9%)であった。このことより、仮説を検証するための実験方法を計画し表現する能力が高まったと考えられる。

さらに、第1次の段階Ⅲの児童(例えば図4に示した児童)は65人中14人(21.5%)であったが、第3次の段階Ⅲの児童は65人中19人(29.2%)であった。このことより、観察・実験方法を計画する場面において、実験結果の見通しをもつことの大切さを認識した児童が増えたと考えられる。

### (3) 結論を導き表現する能力が身に付いたか

第1次と第3次の結論を導く場面において、結論を導き表現することができたかを見取るために判断基準を作成し、ノートの記述から判断した結果を表9に示す。

表9 結論を導く場面における判断基準と児童数

| 段階 | 判断基準   | 第1次(人) | 第3次(人) |
|----|--|--------|--------|
| Ⅲ  | 仮説と実験結果を関連付けながら結論を導き、表現している。また、反証の場合に実験計画の見直しをしたり、確証の場合の理由を述べたりしている。 | 9      | 14     |
| Ⅱ  | 仮説と実験結果を関連付けながら結論を導き、表現している。   | 48     | 50     |
| I  | 仮説と実験結果を関連付けながら結論を導くことができない。   | 8      | 1      |

結論を導き表現することができた段階Ⅱ・Ⅲの児童は、第1次で65人中57人(87.7%)、第3次で65人中64人(98.5%)であった。このことより、第1次から第3次の授業を通して、結論を導き表現する能力が高まったと考えられる。

さらに、第1次の段階Ⅲの児童(例えば図5に示した児童)は65人中9人(13.8%)であったが、第3次の段階Ⅲの児童は65人中14人(21.5%)であった。このことより、結論を導く場面において、仮説と実験結果を関連付け、確証であるか反証であるかの視点をもって結論を導くことの大切さを認識した児童が増えたと考えられる。

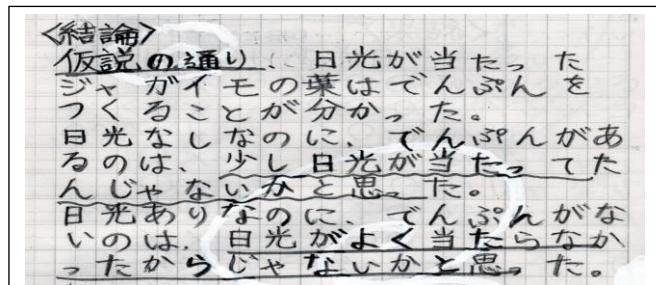


図5 結論の導出で段階Ⅲと判断した児童のノート

以上(1)から(3)より、科学的な思考力・表現力が向上したとみられる児童が増加している。

## V 研究の成果と今後の課題

### 1 研究の成果

小学校第6学年「植物の養分と水の通り道」で、問題解決の過程において、表現し考え確かめ合う活動を充実させる授業を行った結果、新しい知識や法則を見いだすために必要な能力が向上した児童が増加した。よって、問題解決の過程で、表現し考え確かめ合う活動を充実させることは、科学的な思考力・表現力を育てるのに有効であることが分かった。

### 2 今後の課題

問題解決の過程における結論を導く場面で、段階Ⅲと判断された児童の割合が、第3次においても21.5%と少なかったことが課題である。そこで、児童が観察・実験の結果を図や表を用いてきちんと整理し、実験結果と仮説を関係付けながら考察できるような指導の工夫を更に模索していきたい。

また、本研究で提示した授業モデルが他学年や他单元でも活用できるか検証していきたい。

### 【注】

(1) 角屋式学習指導法の詳細は、角屋重樹他(2000)：『新理科の考え方と授業展開』pp. 13-15を参照されたい。

### 【引用文献】

- 1) 文部科学省(平成20年)：『中央教育審議会答申「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について』』p. 88
- 2) 角屋重樹(2011)：『新しい学びを拓く 理科授業の理論と実践—小学校編—』ミネルヴァ書房 p. 48
- 3) 山極隆(2007)：『教育フォーラム第39号 思考力を育てる』金子書房 p. 35
- 4) 国立教育政策研究所教育課程研究センター(平成23年)：『評価規準のための作成、評価方法等の工夫改善のための参考資料』教育出版株式会社 p. 45
- 5) 村山哲也(2010)：『「見えないきまりや法則」を「見える化」する理科授業』明治図書 pp. 7-8
- 6) 矢野英明(2007)：『理科でどんな「力」が育つか』東洋館出版社 pp. 130-131
- 7) 日置光久(2007)：『理科でどんな「力」が育つか』東洋館出版社 p. 156

### 【参考文献】

角屋重樹(2013)：『なぜ、理科を教えるのか 一理科教育がわかる教科書一』文溪堂