

## 理 科

# 新たな科学観に基づいた授業づくりのポイントと授業の事例

—合意形成を志向したコミュニケーション活動に焦点をあてて—

三 田 幸 司

### 1 問題の所在と研究の目的

理科教育においては科学的な見方や考え方を育むことの重要性が以前から語られているが、科学に対する認識が近年大きく変化してきた。小学校学習指導要領解説理科編では、平成11年度版において「科学」についてのとらえ方を問い直していると思われる記述が見られる。すなわち、「科学の理論や法則は科学者という人間と無関係に成立する、絶対的・普遍的なものであるという考え方から、科学の理論や法則は科学者という人間が創造したものであるという考え方に転換してきている」<sup>1)</sup>と述べられている。また、「科学はその時代に生きた科学者という人間が公認し共有したものの」<sup>2)</sup>というとらえも示されている。

これらの新たな科学観に基づけば、小学校理科の学びにおいては、子どもたちが観察・実験を通して個々の考えや観察・実験の結果について他者とともに話し合う活動が繰り返し展開され、集団として合意できる見方や考え方を子ども自らが創造していくという姿が求められることになる。加藤(2000)は、このような学びを「能動的なコミュニケーションによって教師と子どもが協同の作業(Collaboration)として、新たな知を「創り上げる」過程」<sup>3)</sup>と位置づけ、教師が与えた知識や概念を子どもはただ消費するがごとく記憶していくという従来の授業と区別している。また、丸野・松尾(2008)は、「子どもが学びの主体になり、学習状況へ積極的に参加し、考えの異なる他者との相互作用の中に“新たな認識の起源”や“意味発生の場”を求め、自分なりに納得できるまで対話を繰り返す授業実践」<sup>4)</sup>の必要性を主張している。

しかし実際の理科授業においては、子ども同士の合意形成を志向したコミュニケーション活動が成立していない場合が少なくない。例えば、観察や実験の結果について考察させるためにグループで話し合うように教師が指示しても、子どもたちは個別にノートまとめをしていたり発展性のない言い合いになったりしていることがある。また、教師が教室全体場で各グループの観察・実験の結果や考えたことについて意見交換させようとしても、グループでの話し合い活動の時よりも発言する子どもが減ってしまい、数人の発言だけで話し合いが進むことがある。さらに、指名された子どもは、教師の方を向いて、観察・実験の結果や考えたことが教師の意図するものであるかどうか、お伺いを立てているかのように発言することがある。

これらのことからすれば、子どもたち自身が学習課題を設定して共に問題解決を進める中で、お互いが納得できる結論を導き出すことができる学びづくりがこれまで以上に求められると考えられる。そこで本研究では、子ども同士が合意形成を志向したコミュニケーション活動を行うことができるようにすることに焦点をあて、授業づくりのポイントについて論じるとともに、授業の事例を報告する。

### 2 授業づくりのポイントと授業の実際

子ども同士が合意形成を志向してコミュニケーション活動を行うことができるようになるための授業づくりのポイントとして、本研究では次の5つを挙げる。

- 学習課題への接近・学習課題の設定
- 実験グループ
- 交流グループ
- フリータイム
- グループの結論・学級の結論

また、これらの授業づくりのポイントを採り入れて、小学校第5学年の「振り子の運動」の単元で実践を行う。なお、授業計画は次のとおりであり、本稿では第1次から第3次前半までについて述べる。

- ・第1次 1秒振り子と測定方法（2時間）
- ・第2次 周期を長くしていくことができる条件調べ（4時間）
- ・第3次 実験結果の交流と2秒振り子作り（2時間）
- ・第4次 確かめの実験とまとめ（2時間）

#### (1) 学習課題への接近・学習課題の設定

学習課題は、単なる教師からの問いかけとは異なり、課題解決する必要性を子どもが感じていることが重要である。また、本校で言う学習課題は、子どもが課題解決へ向けての手順や方法などの見通しをもっていることが必要となる<sup>5)</sup>。これらのことから本校では、学習課題の設定の前に、学習課題への接近という学びのプロセスを設けている。理科における学習課題への接近としては、自由試行や観察において自然事象と子どもを出合わせたり、教師が演示実験を行ったりすることで、子どもが問題を発見できるようにしている。そして、その問題が学級全体で共有されて初めて学習課題と呼べるものになる。他方、1時間の授業の終末を次時への発展ととらえて、授業の終わりには、理科係の子どもが中心となって次時の学習課題を設定することになっている。

今回実践した単元「振り子の運動」での学習課題への接近は以下のとおりであった。まず、教師が振り子時計の振り子をもとに作った振り子を提示し、周期が本当に1秒になっているかを子どもたちに確かめさせた。各グループ1名ずつの子どもにストップウォッチを渡し、教師が振り子のおもりを放してから1往復後におもりの動きを止め

るまでの時間を計らせると、子どもたちは、「おもりをいつ放すか分からないから難しい」、「時間が短すぎてストップウォッチのボタンを押すのが難しい」など、測定方法の工夫につながる発言を行ってきた。これらの発言を採り上げることで、おもりを放して最初の1往復目は0往復として計時せずに、2往復目から数えればよいことや、10往復分の時間を計って10で割ればよいことなど、測定のきまりを導き出すことができた。さらに、測定する子どもを交代させながらそれぞれの測定結果を板書していき、全員が測定した後で見直すことをとおして、子どもたちは、一つの振り子を測定しても結果が異なることや、時間の差はほとんどの場合0.1秒程度であることに気づくことができた。そこで、最低3回測定して平均を出す必要性と、振り子の周期の測定では0.1秒程度の誤差が出る場合があることをおさえた。ここまでする本単元の学習課題の接近にあたる。授業時間に1時間を要するが、測定方法の工夫やきまり、平均を出す意義、測定誤差を学ばせておくだけでなく、子どもたち全員を振り子と出合わせて、何かの概念をもたせておくことができると考える。このような学びのプロセスが、後の問題解決へ向けて手順や方法などの見通しをもつことができるようにすることにもつながる。

次に学習課題の設定であるが、当初は、教師が作った振り子の周期が1秒であることを全体で確認した後、「1往復の時間が2秒の振り子は作ることができるか？」と問いかける予定であった。ところが、学習課題への接近の終盤に、ある子どもが「おもりを放す位置で時間が変わるのでは？」と発言した。これは、学習課題への接近において振り子の運動を観察させた成果であると考えられる。この子どもの発言を採り上げ、本当に周期は変えることができるのか、おもりを放す位置以外でも変えることができるのかについて子どもたちとともに意見交流を行っていき、周期が2秒の振り子（以下、2秒振り子）を作ることを単元全体の学習目標として設定した。一方、子どもたちからは、周期を変えることができそうな方法として

次の6つの考えが出されていた。

- ・おもりの材質をかえる
- ・おもりの重さをかえる
- ・ひもの材質をかえる
- ・ひもの太さをかえる
- ・振り子の長さをかえる
- ・振れ幅をかえる

これらのことから、まずは周期を変化させることができる方法があるのかどうかを確かめていき、その結果を検討して2秒振り子を作るという学習計画を立てた。

本校の学習課題づくりには、単位時間ごとに学習課題をつくっていくタイプである「単位時間つみあげ型」と、単元全体を見通して学習計画を立てて学習課題をつくるタイプである「単元見通し型」がある<sup>6)</sup>。本単元は「単元見通し型」の学習課題づくりを行っている。最終的な学習課題は2秒振り子を作ることであるが、そこまでのスモールステップとして、まずは第2次で周期を長くすることができる条件を明らかにすることを学習課題とし、それを解決したうえで第3次において2秒振り子作りを行うという学習計画である。

## (2) 実験グループ

同じ自然事象に出合ったとしてもすべての子どもが同じ見方・考え方をするとは限らないため、実験の方法はそれぞれの見方・考え方に応じて複数になる場合がある。また、子どもには子どもなりの理解の仕方があることから、実験方法は子どもたち自身が考えることを基本としている。そこで、同じ考えをもつ子どもたちで実験グループを構成し、グループごとに実験の方法を決めさせて実験を行わせる。各実験グループの人数は基本5人までとしており、同様の考えをもつ子どもが6人以上いる場合は、ほぼ同じ人数になるように複数のグループに分けることにしている。これは、子どもにとって他者一人ひとりを同じ実験グループのメンバーとして認識できるのは5人が限度なのではないかと考えたからである<sup>7)</sup>。逆に、同様の考えをもつ子どもの人数が5人未満でも、実験が可能であれば1つのグループとしている。

本単元の第2次では、学習課題は周期を長くすることができる条件があるのかどうかを確かめることであった。子どもたちの考えをもとに、先の6つの方法のうち、おもりの重さやひもの太さ、振り子の長さ、振れ幅については、それぞれを個別に増やしていくグループと減らしていくグループに分けることにした。実験グループの数は10であり、それぞれのグループが決めた実験の内容は表1のとおりであった。

表1 実験グループごとの実験内容

No.	実験の内容
1	おもりの材質をかえる 粘土, 土, 消しゴム, 水
2	おもりを重くしていく 35, 40, 45, 50, 55, 60(g)
3	おもりを軽くしていく 30, 25, 20, 15, 10, 5(g)
4	ひもの材質をかえる 毛糸, 釣糸, レース糸, 針金, モール
5	ひもを太くしていく 1.2, 1.4, 2.2, 2.8(mm)
6	ひもを細くしていく 1.2, 1.0, 0.8(mm)
7	ふりこを長くしていく 10, 20, 30, 40, 50, 60(cm)
8	ふりこを短くしていく 20, 15, 12, 10, 8, 6(cm)
9	ふれはばを大きくしていく 30, 35, 40, 45, 50, 55(度)
10	ふれはばを小さくしていく 30, 25, 20, 15, 10, 5(度)

各実験グループは子どもたちの考えに基づいて構成した小集団であったため、子どもたちは実験の目的と意義を理解しており、正確に周期を測定したり平均を出す計算を行ったりしていた。実験結果の整理を終え、実験グループ内で結論を出した子どもたちの中には、他のグループの実験の様子を見に行く姿があり、すでにこの段階において他の実験グループの実験結果に関心が高い子どもがいることが分かった。

## (3) 交流グループ

交流グループは、観察・実験の方法が多岐にわたったり、子どもたちが教室全体の場でそれらの結果すべてを一度に検討することが難しいと判断した

場合に用いる。一グループあたり人数は、先の実験グループの場合と同じ考えから4または5人としており、異なる実験グループの子どもたちが集まるようにメンバー構成を行う。グループの構成方法はアロンソンら（1975）のジグソー学習法<sup>8)</sup>に近いが、各実験グループの人数が同じになるとは限らないため、ジグソー学習法のように子どもたちを機械的に振り分けることはできない。

本單元における各交流グループのメンバー構成は表2のとおりである。表1に示した実験グループNo. 2とNo. 3（おもりの重さ）やNo. 5とNo. 6（ひもの太さ）、No. 7とNo. 8（振り子の長さ）、No. 9とNo. 10（振れ幅）については、それぞれ同じ条件について実験していることから、同じ交流グループに入らないように分けている。また、交流グループごとにメンバー構成のパターンが異なるように組み合わせた。

表2 各交流グループのメンバー構成

No.	個々が所属していた実験グループ No.
I	1, 3, 6, 7, 9
II	3, 4, 8, 10
III	1, 2, 6, 7, 9
IV	1, 3, 5, 9
V	1, 3, 6, 7, 10
VI	2, 4, 8, 9
VII	1, 4, 7, 9
VIII	2, 5, 8, 10
IX	2, 4, 7, 10

子どもたちは、実験結果の記録を机上に並べて見合ったり、一人ずつ実験グループの結論を述べたりしながら、メンバー全員の実験結果や考えを共有し、検討を行うことができていた。

#### (4) フリータイム

実験グループごと、または、交流グループごとにグループの結論を導き出していき、学習課題が学級全体で設定されていることからすれば、最終的な合意形成は学級全体において行われることになる。以前の理科学習においては、図1に示したとおり、観察・実験の結果を考察するのは主にグループでの時間に、そして、各グループの結果

や考察を交流して結論を出す過程は学級全体での時間に分けて行っていた。

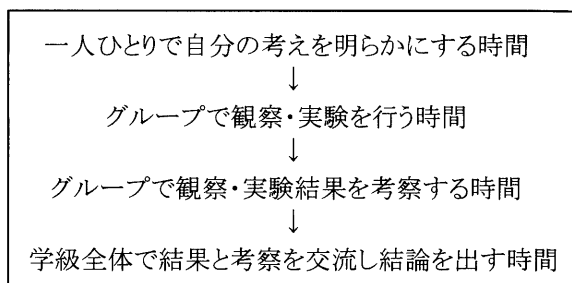


図1 これまでの学習の流れ

しかしこの流れでは、グループや学級全体での場において様々な課題があることが明らかになっている。例えばグループで観察・実験結果を考察する時間においては、グループ内で一緒に実験した子どもたちであっても、実験結果に対する考察は全員が同じであるとは限らないために、他者から否定的な発言を受ける場合があることが、事前に行った会話分析研究から分かっている。また、グループは固定された少人数の場であるために、個々の見方・考え方の相違を解決する糸口が見つかり難いことがきっかけとなり、話し合いに消極的になる子どもがいることも分かっている。他方、学級全体での場においても、挙手して自らの意見を語る子どもは学年が上がるにつれて減るという指摘<sup>9)</sup>や、「公的発話が活発になるほど、それが得意でない子どもは、発話ができないことへのフラストレーションを募らせていることも事実」<sup>10)</sup>であるとの指摘がある。これらのことからすれば、個々の子どもが他グループの子どもたちとも少人数でコミュニケーション活動を行うことができる場を設定することが方略の一つとして考えられる。

そこで、各グループの観察・実験結果と考察を交流して結論を出す過程に、図2の二重線内にあるとおり、小集団と教室全体をつなぐ新たなコミュニケーション活動の場である「フリータイム」を導入する。「フリータイム」とは、グループでのコミュニケーション活動をベースにしながらも、それぞれの子どもが必要に応じて席を離れて教室全体を移動し、グループという枠を越えて少人数

でコミュニケーション活動を行うことを可能にする学び合いの場である。

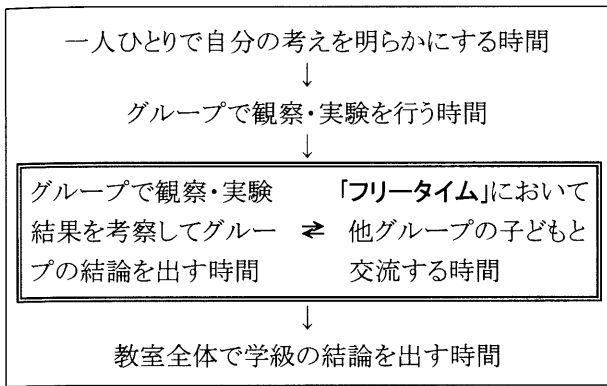


図2 「フリータイム」を導入した学習の流れ

「フリータイム」を導入することで、グループ内で結論を導き出した子どもたちは、他グループの子ともと互いの考えを検討することができ、学級全体の結論へと近づいていく。一方、グループ内では結論が出なかった子どもたちは、他のグループがどのようなことを話し合っているのか尋ねに行くことができるようになる。たとえグループ内では話がまとまらなくても、メンバーそれぞれが他のグループへ行って相談してくれば、後に戻って来てからの話し合い活動は、それ以前と比べてよりお互いに納得し合えるものになると考えられる。このように、「フリータイム」では、少人数でのコミュニケーション活動を、メンバーを変えながら教室全体へと広げていくことが期待できる。本研究の対象とした子どもには、「フリータイム」を第4学年の後半から理科授業において導入している。

本単元のここまでの学習において、子どもは交流グループ内でメンバー全員の実験結果や考察を共有し、どの条件なら周期を長くすることができるのかを検討しているが、全ての実験グループの結果や考察を聞くことができているわけではない。交流グループで学習した時間の終わりに次時の学習課題を設定する際、理科係の子どもが「フリータイム」を使って学級全体の結論出しを行うことを提案し、他の子どもたちも同意していたことから、子どもたちはすべての実験グループの結果を

聞く必要があると感じていることが分かった。

実際の「フリータイム」においては、事前に、それぞれの子どもが所属していた実験グループの実験内容や、どの交流グループにいるのかをまとめた表を配布しておいた。振り子の長さについて実験を行った子どもが唯一いなかった No. IVの交流グループは、メンバーの実験結果だけでは「1往復の時間は変えられない」という結論になるころであったが、配布された表をチェックして、まずはメンバーにいない実験グループの子どものところへ結果や考察を確認しに行っていた。また、他の交流グループについても No. IVの交流グループと同様の活動をしていたが、自グループ内で結論を出せていたとしても他の交流グループが同じ結論を出していなければ学級全体の結論を出せないことから、全ての交流グループの結論を尋ねに行った子どもたちもいた。

#### (5) グループの結論・学級の結論

本稿の冒頭で述べたとおり、新しい科学観に基づいた小学校理科授業に求められることの一つに、子どもたち全員が納得できる結論を子どもたち自身が導き出すことがあると考える。この考えをもとに、理科室には板書用に「学級の結論」と書いたマグネットプレートを準備している。これは、学級の全員が納得できたときにのみ使うことを子どもと約束した物で、教師が一方向的に用いる物ではないことを説明している。また、学級の結論を出す前の段階で、各グループ内でメンバー全員が納得できたものについては「グループの結論」として同じくマグネットプレートを準備している。子どもたちは、学習課題を設定した後、自分たちが導き出したグループの結論の文章に「学級の結論」のプレートを張り付けることができるようにするために、1～数時間かけて問題解決を行っていく。グループの結論については無理にまとめる必要はなく、意見が分かれた場合は学級の結論を出す際に学級全体で議論すればよいことを子どもに知らせてある。

本実践で学級の結論を出す場面においては、まず、周期を長くしていけば2秒振り子を作ること

ができるというグループの結論が発言され、数グループの子どもが同意していた。しかし、別のグループの数人の子どもたちが挙手して、振り子を短くしていった No. 6 の実験グループの結果に触れ、「時間が変化しなかったところがあるから学級の結論とは言えないのではないかと指摘した。すると、No. 6 の実験グループのメンバー以外の子どもたちから、「10cm と 8 cm では 2 cm しか短くなっていないからで、No. 7 の実験グループのように 10cm 変化させれば時間の差が出るはず」という意見が出された。この意見に全員が納得したことから、最初に発言されたグループの結論を学級の結論とすることにまとまった。

○ ふりこの長さ						
変えない条件：おもりの重さ 30 g、ふりはば 40 個						
長さ (cm)	20	15	12	10	8	6
1往復の時間 (秒)	0.9	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5
短縮的に変化するか?	→	→	→	→	→	→

写真 1 実験グループ No. 6 の実験結果

これらの発言から、子どもたちは安易に合意することなく、交流グループやフリータイムによって全実験結果を自らが確認し、他の実験グループが行った実験結果についても議論することができることが明らかになった。

### 3 まとめ

本研究では、5つの授業づくりのポイントを採り入れて授業を行った。その結果、子どもたちは自ら学級の結論を導き出すために、他者と合意形成を志向したコミュニケーション活動を行うことが検証された。加えて、新たな科学観に基づいた授業をつくるためには、特に、子どもが自ら学びを進めることができるようにすることと、共に学ぶという意識を高めることが重要であると推察されることから、どの単元においても学習課題への接近・学習課題の設定と学級の結論を重視する必要があると考える。

一方、実験グループや交流グループ、フリータ

イム、グループの結論については、学習内容によって採り入れるかどうかについて教師の判断が必要になるが、これらを学びに採り入れた後においては、子どもに判断させる場を設けて学び方の選択肢を増やしていくことが必要であると考えられる。

### <注および引用文献>

- 1) 文部省：「小学校学習指導要領解説 理科編」, p. 14, 1999, 東洋館出版社.
- 2) 前掲書 1)
- 3) 加藤圭司：「豊かな認識の世界を共に創り上げる理科の学習」, 理科の教育, Vol. 49, No. 2, pp. 4-7, 2000.
- 4) 丸野俊一・松尾剛：「対話を通じた教師の対話と学習」: 秋田喜代美・キャサリン・ルイス編著：「授業の研究 教師の学習」, pp. 69-97, 2008, 明石書店.
- 5) 広島大学附属三原小学校：「一人ひとりの発想・思考が生きる授業—創造性を育む(2年次)—」, 研究紀要, 第 27 集, p. 8, 1994.
- 6) 広島大学附属三原小学校理科教育研究部：「理科学習の個性化と学習課題づくり」, pp. 23-24, 1986, 明治図書出版.
- 7) 本校の研究では、集団を意識しながら活動することについて子どもの習熟度が後期に該当する場合、小集団の人数は 4~6 人が適当であるとしている。  
 広島大学附属三原小学校：「自己実現をめざす授業—個性と授業集団に着目して—」, pp. 36-41, 1989, 明治図書出版.
- 8) Aronson, E., Blaney, N., Sikes, J., Stephan, C. & Snapp, M.: Busing and racial tension: The jigsaw route to learning and liking, *Psychology today*, February, pp. 43-59, 1975.
- 9) 秋田喜代美：「子どもを育む授業づくり」, 2000, 岩波書店.
- 10) 久保田善彦・西川純：「公的発話とローカル発話の関連—ローカル発話による認知的葛藤の解消を中心に—」, 日本教科教育学会誌, Vol. 27, No. 1, pp. 1-10, 2004.