

# 小学校・中学校間連携による理科に関する研究

—中間報告—

穂坂明範<sup>1</sup>

義務教育のあり方が見直されようとしている現状にあつて、教科指導のより一層の改善が求められている。本研究では、小学校3年から中学校までの7年間の理科の系統性を明らかにし、そこから関連する単元について、連携を視野に入れた指導計画を作成し検証をおこなった。今年度は「水溶液」に関する学習と「生物」に関する学習に焦点を当て研究を進めた。2年計画の1年目であるので、これまでの研究成果を中間報告する。

## はじめに

中高一貫教育の必要性が指摘され、各地で中等教育学校をはじめとする中高一貫型の教育が広がりをみせている。また、いわゆる「中一ギャップ」と呼ばれる中学校進学時に不登校が増加する問題から、小中学校の円滑な接続が課題となってきている。

こうした状況のなかで、学校教育において最も多くの時間を割いている教科指導について、小中の連携を考えていくことは、意義のあることである。

一般的に、小学校の教師で中学校のカリキュラムを詳しく理解している人は少ない。中学校の教師も小学校のカリキュラムを詳しく理解せず、日頃の指導に当たっている場合が多い。

近年「理科嫌い」「理科離れ」という言葉もマスコミ等で取り上げられるようになってきている。そこで、小中学校における連携を視野に入れた理科のカリキュラム開発について研究を進めることとした。

## 研究の内容

現行の小学校学習指導要領では、改定前の内容から削減されたものもあるが、特に、中学校の教師の多くは小学校の内容のどの部分がどの程度削減されたかについて詳しくは理解していないと思われる。そこで、従来は小学校で学習していた内容を改訂後の現在でも同じように学習していると思い込んで中学校での理科の授業を進めているケースがある。

小学校3年からの中学3年までの7年間を系統立てて、科学的な知識や概念の指導が行われることが必要である。また、限られた授業時数を有効に利用して、基礎的・基本的な内容の確実な習得が目指されなければならない。そのために、次の4つを視点として研究を進めることとした。

### ①系統立てた指導

## 1 研究開発課 研修指導主事

- ②限られた授業時数を有効に活用できる教材配列
- ③条件さえ整えば、どの学校でも実施することができる研究内容
- ④現状の学習指導要領の指導配列にはこだわらない内容の組み替え
- ④のポイントについては、現行の中学校学習指導要領「内容の取扱い」のなかで、「内容の(1)から(7)については、この順序で取り扱うものとする。」という一文がある。しかし、小中連携を意識した理科の研究を推進してく上で、効果が期待される場合には内容の入れ替えも視野に入れ、そのなかで、水溶液に関する学習と生物に関する学習について検討をおこなった。

## I 水溶液に関する学習

小学校6年では、次の3点について学習する。

- ①水溶液には、酸性、アルカリ性及び中性のものがあること
  - ②水溶液には、気体が溶けているものがあること
  - ③水溶液には、金属を変化させるものがあること
- また、中学校1年での指導内容は、
- ①酸、アルカリに共通した性質を見出させる
  - ②酸とアルカリを混ぜると、互いの性質を打ち消し、中和で塩が生じることを見出させる
- という2点である。

### 1 小学6年「水溶液の性質」

#### (1) 単元の目標

○いろいろな水溶液を使い、その性質や金属を変化させる様子を調べ、水溶液の性質や働きについての考えをもつようにする。

- ・水溶液には、酸性、アルカリ性、中性のものがあること
- ・水溶液には、気体が溶けているものがあること
- ・水溶液には金属を変化させるものがあること

#### (2) 単元の指導計画(全11時間)

第1次 水溶液の仲間分け

- ①薬品の使い方を知ろう(○数字は時数を示す)
- ②酸性雨について調べたいことをまとめよう

- ③食塩水、炭酸水、塩酸、石灰水の性質をリトマス紙を使って調べよう
- ④⑤雨水や池や川の水をBTB液で調べよう
- ⑥ムラサキキャベツの汁を使って身の回りの水溶液の性質を調べよう

#### 第2次 水溶液と金属

- ⑦いろいろな水溶液に金属を入れてみよう
- ⑧塩酸に溶けた金属はどこにいったのか調べてみよう

#### 第3次 気体の溶けている水溶液

- ⑨炭酸水には何が溶けているのか調べよう
- ⑩炭酸水を作ってみよう

#### 第4次 まとめ

- ⑪酸性雨についてまとめよう

### (3) 指導について

多面的な見方を育てるという観点から、単元導入時に酸性雨を扱った。しかし、児童にとって、酸性雨は、要素が多すぎた、漠然としたイメージしかもっていなかったという2点で、身近な教材とはいえなかった。

児童がもっとも驚き、興味をもったものは、ムラサキキャベツの汁であった。スーパーや食卓で目にしている身近なもので pH の測定ができるということに大きな感動が生まれた。リトマス紙では、酸かアルカリかという判定のみにとどまるが、ムラサキキャベツでは、呈色により pH の度合いまで知ることができる。「ムラサキキャベツはすごい。リトマス紙は怠け者だ」という児童のつぶやきからもムラサキキャベツを指示薬として高く評価していることがうかがえた。

また、金属を水溶液に入れると気体が発生するということから、金属が溶けていると考えた児童が多かった。しかし、「泡が出たことと溶けることは違う」という発言が出されたため、さらに確かめてみることにした。ビーカーの口にくぼみがつくようにアルミ箔を張り、少量の希塩酸を滴下し、静置した。話し合いを続けしばらくした後、アルミ箔を観察すると、穴が開いていたことから、金属が溶けることについて児童は納得することができた。

## 2 中学1年「酸とアルカリ」

### (1) 単元の目標

- 酸、アルカリを用いた実験を行い、酸、アルカリの性質を見いだすとともに、酸とアルカリを中和して塩が生成することを見いだす。
- ・酸、アルカリ、中和などに関する事象・現象に関心を持ち、観察・実験を行うとともにそれらの事象を日常生活と関連づけて考察しようとする。
- ・酸、アルカリ、中和などについて調べる方法を考えて観察・実験を行い、それらの事象を科学的に考察する。
- ・酸、アルカリ、中和などに関する観察・実験を行い、器具の基本操作や記録の仕方を習得するとともに、自らの考えを加えた観察・実験報告書を作成したりノートにまとめたり発表したりする。

もに、自らの考えを加えた観察・実験報告書を作成したりノートにまとめたり発表したりする。

- ・酸、アルカリにはそれぞれ共通の性質があり、酸とアルカリを混ぜると中和してそれぞれの性質が打ち消されて塩が生成することなどを理解する。

### (2) 単元の指導計画(全5時間)

#### 第1次 酸・アルカリの性質

- ①水溶液の性質を調べよう
- ②酸の性質、アルカリの性質

#### 第2次 酸とアルカリを混ぜる

- ③酸とアルカリを混ぜる
- ④前時の結果を整理し、そこからわかる様々な結果や疑問点について考える
- ⑤中和反応について理解する

### (3) 指導について

小学校での学習内容を十分に踏まえながら、また生徒の実態を踏まえながら中学校では酸、アルカリの性質を扱った。留意したのは次の2点である。

1 点目として小学校で扱ったムラサキキャベツ液を指示薬として、酸・アルカリを判別する手段として発展的に扱った。

2 点目として小学校で扱っていない中和反応については、正しく認識しているものは事前のアンケートによると約25%、その中で理由とともに認識している生徒は9%にとどまり、酸とアルカリを混ぜるとさらに何らかの強い性質を持つ物質ができると考えている生徒が多かった。教師側としては、「酸とアルカリを混ぜると互いの性質を弱めあう」ということを大部分の生徒が認識しているであろうという前提で学習指導を進めている面があり、実態に即していない指導を行っていたことに気づかされた。また、粒子概念を扱わずに実験結果をそのまま整理して性質を扱っている。そこで、酸性、アルカリ性、中性のさまざまなpHの液を混ぜ合わせ、実際にどのようなときにどのような性質の水溶液ができるかを確認するためにムラサキキャベツの微妙な色の変化を利用して課題に対処した。



第1図 実験の様子

生徒には、12種類のpHの異なる液体を塩酸や水酸化ナトリウムという化学薬品だけでなく、石鹼水や各種清涼飲料水など身近なものを用意させ、pHの順に並べ

させた（第1図）。カラフルな水溶液はそれだけで生徒の意欲を高めることができた。pHの異なる液体を自由に混ぜ合わせる活動から、「必ず2つの間の色になる」ことに気づかせることができ、中和へとスムーズに導くことができた。

## II 生物に関する学習

小学校で扱う内容

- 3年 ①動物・植物の育ち方
- 4年 ①季節と生き物
- 5年 ①植物の発芽と成長
  - ②植物の受粉と結実
  - ③動物の発生と成長（課題選択）
- 6年 ①植物の葉の働き
  - ②生き物と養分
  - ③体のつくりと働き

中学校で扱う内容

- 1年 ①植物の生活と種類
- 2年 ①動物の種類と生活
- 3年 ①生物と細胞

### 1 小学5年「植物の実や種子のでき方」

#### (1) 単元の目標

○アサガオ等の植物を育て、植物の結実の様子を調べ、植物の結実とその条件についての考えを持つようにする。

- ・花にはおしべやめしべがあること
- ・花粉がめしべの先に付くとめしべのもとが実になり、実の中に種子ができること

#### (2) 単元の指導計画（全9時間）

第1次 おしべとめしべ

- ①アサガオの花のつくり
- ②おしべのつくりと花粉
- ③花粉のつくり
- ④めしべのつくりと花粉

第2次 花粉のはたらき

- ⑤⑥花粉のはたらき
- ⑦⑧実のでき方
- ⑨花粉管の観察

#### (3) 指導について

本単元では、アサガオを素材にした観察や実験をすることにより、植物は、花粉がめしべの先につくと結実して種子ができるという見方や考え方ができるようにすることがねらいである。

はじめに、アサガオのどの部分が実になるのかを考えさせるために、アサガオの花のつくりを調べさせた。そこで、おしべやめしべ、花粉の存在に気づかせ、おしべには花粉が入っている袋があることやめしべの先はねばねばしていること、開いていない花のめしべには花粉がついていないことなどから、受粉と結実の関係を推論できるようにさせた。また、同時に生命の不

思議さやすばらしさに感動し、生命を尊重しようとする態度を育てることをめざした。

5年生の本単元ではじめて児童は顕微鏡の操作を体験する。その使い方についての学習はするが、現状では、3～4人に1台の配当しかなく、全員に使い方を定着させることは物的にも人的にも困難である。さらに、本単元以降、顕微鏡は中学1年まで扱わないことを考えると、本単元でしっかりと顕微鏡の使い方を定着させ中学校での学習に接続することが大切であると考える。そのために、小・中学校間で時間割り等の調整をおこない、児童1人につき1台の光源装置を含めた顕微鏡の確保と小学校の担任と中学の理科担当という複数の教員で指導する体制を整えた。

また、本単元では、「受粉」と「結実」については扱うが、「その花粉が柱頭について、実はそこから離れた子房内部にできる」ことには着目させていない。そこで、ここでは、小学校では扱っていない「花粉管の観察」を扱った。中学では「花粉管の観察」の実験はごく普通におこなわれているものである。小学生の段階であるので、内容的に深い扱いはさけた。顕微鏡の操作を通して、「めしべの先についた花粉から花粉管がめしべのもとまでのび、そこで実になる」という程度のおさえであれば、内容として難しくなく、興味をもって取り組めるのではないかと考えた。花粉の種類によって、花粉管の伸びるスピードに差があるので、できるだけ速いものを見せる方が効果的である（アフリカインパチェンスが適している）。しかし、授業の実施時期と花の時期の関係もあるので、いろいろな花の実験データを集めることも必要である（第1表）。

第1表 花粉管の発芽時間

植物名	発芽までの時間	花期
ツバキ	60～80分	2～4月
テッポウユリ	60～180分	5～7月
ムラサキツユクサ	10～15分	5～7月
ホウセンカ	2～5分	6～7月
トウモロコシ	10分	7～8月

#### ○花粉管の観察について

<材料・用具>花粉（ホウセンカ、インパチェンス、ニューギニアインパチェンス、ムラサキツユクサなど）、砂糖（またはブドウ糖）、ビーカー（200ml）、ガラス棒、絵筆、こまごめピペット、ペトリ皿、シャーレ、割りばし、スライドガラス、顕微鏡、ガーゼ、葉包紙  
<観察の手順>

- ①花期が盛りの花のめしべの先端を絵筆で軽くこすり、花粉を葉包紙などに集める。
- ②ビーカーに水を100ml入れ、砂糖8g（またはブドウ糖4g）を加えて、ガラス棒でかき混ぜて溶かす。  
※砂糖水の濃度は、ホウセンカでは2～8%、インパチェンスでは8～10%、ニューギニアインパチ

エンスでは4～6%、ムラサキツユクサでは2～6%が適している。

③砂糖が完全に溶けたら、こまごめピペットでスライドガラスの上に1滴落とす。

※観察する際に、顕微鏡のステージの上に砂糖水がこぼれないよう、多く取りすぎないようにする。

用意できればホールスライドガラスが望ましい。

④採集した花粉を絵筆に取り、砂糖水の上でかるくたたいて花粉がまばらになるように落とす。花粉を落とした時刻を記録しておく。

⑤浅く水を入れたペトリ皿に割りばしを2本置き、この上にプレパラートをのせて、シャーレでふたをしてしばらく置く。

⑥3～5分後、プレパラートを取り出し、裏側がぬれている場合はガーゼなどでふき取ってから顕微鏡で観察する。最初は低倍率(4×15または7×10倍)で観察し、花粉管がのびているところを見つけたら、視野の中央に移動させて倍率を上げ(10×15倍)で観察するとよい。

⑦2～3分おきに花粉管ののびを確認し、スケッチする。その他気づいたことを記録する。

## 2 中学3年「生物は子孫を殖やす」

### (1) 単元の目標

○有性生殖では、生殖細胞(精細胞と卵細胞、精子と卵)の核が合体する受精によって新しい個体が誕生することを理解する。また、ウニの受精の様子を観察し、生命の誕生の不思議さ、神秘を感じ、表現ができるようにする。

### (2) 単元の指導計画(全4時間)

①被子植物における受粉から種子ができるまでの過程を理解し、有性生殖のしくみを具体的に理解する。

②動物の発生も植物と同様に、受精により始まり、細胞分裂をくり返して複雑な個体となることを理解する。

③④ウニの受精の様子を観察し、成長の過程の記録を残すなどして、生命誕生と発生の過程を理解する。

### (3) 指導について

本来、高校の教科書などで扱われている実験である。

何よりも、生命が自分の顕微鏡のステージ上で形成されていくのを目の当たりにすることほど神秘的なことはない。細胞の分裂を目前で観察でき、受精後約24時間で「ふ化」した生体が、海水中を泳いでいるさまを観察できる体験は、「生命の神秘・偉大さ」を感じさせる教材である。

また、特に思春期の生徒にとっては、自らの「生殖」の意味を具体的に考える材料として、科学教育の範囲を超えて、人間教育の見地からも重要な内容である。

ウニは卵が透けて見え、入手も手ごろなことから、発生の実験材料に最も適している。ウニの入手方法や、

水槽でウニを飼育し実験まで環境を整えることは、動物実験の中では、比較的扱いやすいものである。もちろん、多少手間とはなるが、海に面する神奈川県だからこそ実施可能な授業であるといえる。

### おわりに

小・中学校間連携による理科の指導に関する研究を進めた結果、同じ義務教育でありながら、小学校と中学校で指導する内容について互いの理解が十分でないという現状が明らかになった。

今年度は、「水溶液の性質」と「生物」分野についてカリキュラムの開発と検証をおこなった。小学校の教師と中学校の教師が教科指導について互いに共通理解を図りながら指導計画を立案し、さらに授業についても協力しておこなうことは、意義のあることである。児童・生徒指導に関する連携は各校で推進され、事例が数多く報告されているが、教科指導については、その意義は感じつつも実際には時間の確保などの問題からほとんどおこなわれていないのが実状である。

学習指導要領を検討していくと、今年度に扱った内容のほかにも、「天体」、「溶解」、「電流(電磁石)」などについて検討の余地があるように思われる。これらに関する指導についても次年度にカリキュラムの開発と授業による検証をおこなっていききたい。

義務教育に携わる教師として同じ子どものよりよい育ちを願うという共通の立場をふまえ、教科指導に関する内容のトレースに終始することなく、子どもの学びを同じ視線で見守りながら連携を図っていくという気持ちも大切にしていきたいものである。

#### [調査研究協力員]

三浦市立初声小学校	石橋 央
小田原市立町田小学校	鈴木 一彦
三浦市立初声中学校	沖山 聡
小田原市立白山中学校	和田 育実

#### [助言者]

横浜国立大学教授	森本 信也
----------	-------

### 参考文献

文部省 1999 『小学校学習指導要領解説理科編』

文部省 1999 『中学校学習指導要領解説理科編』

京都市立永松記念教育センター 2002 「主体的に問題を解決する子の育成をめざした理科教育の在り方Ⅰ—小・中学校の系統性を生かした指導計画の開発—」(『平成14年度研究紀要』)

京都市総合教育センター 2003 「主体的に問題を解決する子の育成をめざした理科教育の在り方Ⅱ—科学的な見方・考え方を育成する小中一貫した学習プログラムの開発—」(『平成15年度研究紀要』)