

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

- 小・中学校の系統性を生かした指導計画の開発 -

理科好きな子を育てるためには、「知識・理解」だけでなく、「関心・意欲・態度」や「科学的な思考」、「技能・表現」における基礎的・基本的な内容の確かな習得が必要であると考え。そのために本研究では、まず、評価の4観点における小・中7年間における系統性を明らかにすることから取り組んだ。その上にたって、関連する単元を取り上げ、子ども前提条件を探るために作成したチェックテストや上位学年をも見通した学習プログラムを作成し、小学校と中学校においてそれぞれ実践した。その実践を通して、小学校と中学校との学習の関連性や発展性について検証した結果を報告する。

目 次

はじめに	1	第2節 評価の観点ごとに見た系統性に 基づく学習プログラム	
第1章 理科学習に対する意識の現状と 問題点		(1) 評価の観点における系統性	11
第1節 『理科離れ』の現状		(2) 評価の観点ごとに見た系統性に 基づく学習プログラムの作成	15
(1) 諸調査から見る理科に対する 意識の現状	1	第3章 学習プログラムの内容・分析・考察	
(2) 理科学習における系統性について ..	3	第1節 小学校の実証授業	
第2節 理科好きな子を育てるために		(1) 「生命のつながり 植物の実や種子の でき方」の活動を通して	16
(1) 小学校第3学年から中学校第3学年 までの学習指導要領の内容に見る 系統性	4	(2) 実証授業の分析を通して	21
(2) 主体的に学習する子どもを 育てるために	7	第2節 中学校の実証授業	
第2章 系統性を基にした 理科学習プログラムの構造		(1) 「植物の生活と種類」の活動を通して ..	23
第1節 基礎・基本の確実な習得と系統性		(2) 実証授業の分析を通して	25
(1) 研究の構造	8	第3節 学習プログラムの考察	
(2) 自然事象への関心・意欲・態度	9	(1) 系統性に基いた学習プログラムの 有効性	27
		(2) 事後アンケートの分析	29
		おわりに	30

< 研究担当 > 柴 山 敦 亮 (京都市立永松記念教育センター研究課研究員)

< 研究指導 > 外 川 正 明 (京都市立永松記念教育センター研究課指導主事)

< 研究協力校 > 京都市立朱雀第四小学校
京都市立朱雀中学校

< 研究協力員 > 西 田 均 (京都市立朱雀第四小学校教諭)
米 澤 武 史 (京都市立朱雀中学校教諭)

はじめに

理科の楽しさって何だろう。小指の爪ぐらいのヘチマの種から、10m を超える茎が伸び広がり、葉を広げ、棚一面を覆ってしまう。しかも、黄色い花の咲いたあとには、大きな実が垂れ下がり、すべての実から採れる種を集めてみると数百を超えるほどになる。1つの種が何百倍にも増える不思議さ。この調子で増えていったら、地球はヘチマで覆い尽くされてしまうのでは。と、心配したものの、毎年変わらず、花壇にしかヘチマの姿は見かけられないのも不思議だった。こんな不思議さにワクワクする理科の学習を、苦手だと感じたのはいつからだったのか。嫌いになったのではなかったと思うのだが。

すべての人が、理科を好きになるとは限らないだろうが、近年、マスコミ等で「理科嫌い」、「理科離れ」という言葉が、たびたび話題に上るのはなぜだろう。このきっかけは、1999年にIEAが実施した第3回国際理数調査の結果、「理科が好き」と回答した中学2年生の割合が39カ国中、最下位であったことに端を発する。本当に理科が嫌いになってしまっているのか。文部科学省ではこの結果を受けて小委員会を開き、次代の科学技術の担い手が育たないことに懸念を表明し、理科に対する興味・関心を培うことは重要な課題であるとしている。

「理科離れ」が問題だとされている一方で、生活の中に見られる事象を取り上げて、科学的な実験を行って見せることで高い視聴率をあげた番組がいくつもあった。「裏技」で知られる「伊東家の食卓」や「発掘！あるある大事典」などである。それらの番組の中では、当たり前になっていたことが、科学的なことに裏づけされていることを次々と解明されて、驚かされたり、納得させられたりする。翌日には、それらを話題として話している子どもを見ると、本当に「理科嫌い」ってあるのだろうかとかさえるほどである。実は、嫌いなのではなく好きなんだけど、分からないことがあるなどの理由で、苦手になったと考えるほうが自然ではないだろうか。

中学生になれば勉強の内容が多くなり難しくなるのは、何も今に始まったことではない。だとしたら、中学校での学習を苦手にしてしまう原因を探りだし、解決していかなければならない。中学生の問題だから中学校の教師ががんばればよい、という単純な問題ではないはずである。中学校での学習を理解するための力がついていないとした

ら、それは、小学校の問題になるのである。だとしたら、小学校第3学年から中学校第3学年までの理科学習を確実に習得できるようにすることが、「理科好き」な子どもを育てることの前提になるはずである。

本研究では、理科を学ぶ楽しさを実感させるために、学習指導要領に示された目標や内容などから習得すべき内容を明らかにしたり、小・中学校を見通した学習の系統性を明らかにしたりして、当該学年での学習内容が確実に習得されることを目指した学習プログラムを提示する。そして、小学校と中学校での実践を基にして、主体的に学習に取り組む子どもを育成するためには何が必要かを考察したい。

第1章 理科学習に対する意識の現状と問題点

第1節 『理科離れ』の現状

(1) 諸調査から見る理科に対する意識の現状

近年、若者の「理科離れ」が問題とされているが、それは、国際教育到達度評価学会（IEA）により実施された国際調査の結果に対してマスコミ等が取り上げたことにより、盛んに言われるようになったことである。では、その中身を見てみると、過去3回の理科の成績は、下表1-1のように何れもトップクラスを維持している。(1)

表1-1 IEAの調査による理科の得点の国際比較

	学年	順位	得点・正答率・平均値
第1回	小学5年生	1位/16 国・地域	21.7点/40点満点
	中学3年生	1位/18 国・地域	31.2点/80点満点
第2回	小学5年生	1位/19 国・地域	64.30%
	中学3年生	2位/26 国・地域	67.30%
第3回 TIMSS	小学4年生	2位/26 国・地域	574点(全生徒の平均を500として)
	中学2年生	3位/39 国・地域	571点(全生徒の平均を500として)
TIMSS-R	中学2年生	4位/38 国・地域	550点(全生徒の平均を500として)

表1-2 科学的リテラシーの平均点の国際比較

韓国	552	アイスランド	496
日本	550	ベルギー	496
フィンランド	538	スイス	496
イギリス	532	スペイン	491
カナダ	529	ポーランド	483
ニュージーランド	528	デンマーク	481
オーストラリア	528	イタリア	478
オーストリア	519	リヒテンシュタイン	476
アイルランド	513	ギリシャ	461
スウェーデン	512	ロシア	460
チェコ	511	ラトビア	460
フランス	500	ポルトガル	459
ノルウェー	500	ルクセンブルグ	443
アメリカ	499	メキシコ	422
ハンガリー	496	ブラジル	375

また、前頁の表 1 - 2 で示す OECD の調査においても、わが国の 15 歳児の科学的リテラシー（自然界及び人間の活動によって起こる自然界の変化について理解し、意思決定するために、科学的知識を使用し、課題を明確にし、証拠に基づく結論を導き出す能力）も上位グループに属していることが明らかになっている。（2）

では、何が問題であるのかという理科を学習することに対する意識である。第 3 回国際数学・理科教育調査(TIMSS)における、小学校第 4 学年と 中学校第 2 学年の理科が好きという子の割合を参加国の中で比べたものが表 1 - 3 である。この結果を比較してみると、小学 4 年生の理科好きは、「大好き」と「好き」を含めて約 85 %で国際的に中位の数値であったが、中学 2 年生は約 56% で最下位となっている。（3）

表 1 - 3 理科好きの割合の比較

国/地域	小学校4年	国/地域	中学校2年
イラン	97	イラン	93
クウェート	92	シンガポール	92
シンガポール	91	タイ	90
キプロス	90	クウェート	89
香港	90	スコットランド	78
韓国	88	イギリス	78
タイ	86	キプロス	71
アメリカ	85	アメリカ	71
日本	85	香港	69
ニュージーランド	83	ニュージーランド	68
イスラエル	82	カナダ	68
オーストラリア	82	アイルランド	67
スコットランド	82	ノルウェー	67
イギリス	81	オーストラリア	60
カナダ	80	韓国	59
アイルランド	78	イスラエル	59
ノルウェー	78	日本	56
国際平均値	85	国際平均値	73

TIMSS (1999年) 意識調査より

それから 4 年経ち、(当時の小学 4 年生が 中学 2 年生になっている)平成 11 年に実施された第 2 段階調査(TIMSS - R)での中学 2 年生の理科好きは 55%と更に減り、やはり下位クラスになっている。（4）今度は、TIMSS の調査を基にして小学 4 年生と、中学 2 年生とで学年が進行するにつれて、理科学習への意識が低下するのかどうかを比べてみた。（5）先に述べた理科好きの割合だけでなく、「理科の勉強は楽しい」という項目に「強くそう思う」「そう思う」と回答した割合は、小学 4 年生の 87%に対し中学 2 年生は 52%と低くなっており、「理科はやさしい」には、小学 4 年生の 53%が肯定的に回答したのに対し、中学 2 年生では 14%であった。また、「理科はたいくつだ」と感じている 小学 4 年生の割合は 12%であるが、中学 2 年生は 32%に増えるとい

うことがわかった。このことから、小学生から中学生へと学年が上がっていくにしたがって、理科に対して難しさや苦手意識を感じる子の割合が多くなるといえる。

国際的な調査だけでなく国内においても、平成 13 年に国立教育政策研究所によって「理科学習の重要性に関する中学生の意識の実態」が調査されている。この調査は、中学生が理科を学習することの大切さをどの程度意識しているかの全国的な傾向を明らかにすること、および、それによって、中学生の理科離れの原因の究明と理科離れの改善に資する知見を得る事を目的とし行われている。（6）表 1 - 4 を見ると、「理科を学ぶことは受験に関係なくても重要だ」とする生徒は 53.9%となっており、他の教科と比較してみても、社会(59.8%)より低く、数学(71.5%)国語(77.4%)英語(75.4%)と比べてもかなり低い値になっている。（7）

表 1-4 理科学習の重要性に関する中学生の意識の実態 1

質問項目	肯定的に回答した割合
理科を学ぶことは受験に関係なくても重要だ。	53.9
数学を学ぶことは受験に関係なくても重要だ。	71.5
国語を学ぶことは受験に関係なくても重要だ。	77.4
英語を学ぶことは受験に関係なくても重要だ。	75.4
社会科を学ぶことは受験に関係なくても重要だ。	59.8
理科の勉強がどんなことに重要か、これまで考えたことが無かった。	47.2
社会に出たら、理科は必要なくなる。	33.2

また、この調査により「理科の勉強がどんなことに重要か、これまで考えたことが無かった」「社会に出たら、理科は必要なくなる」などの回答が 1 / 3 から 1 / 2 に達したことも明らかになった。これらの結果をうけて国立教育政策研究所は、理科学習の重要性に関する中学生の意識の全国的な傾向は、青少年の科学技術理解を増進する上で大きな問題があり、今後、理科を学習することに対する価値意識や期待感を高めるための総合的な取組が必要であるとし、以下のような考えを述べている。（8）

理科好きの割合を高めるために理科の楽しさばかり強調しても、子どもが理科学習を重要であると感じていなければ、理科に労力を割いてまで学習を深めるに至るとは考えにくい。

理科好きの割合が国際的な水準に比較して低いことと、理科を学習することが重要でないと思っている子どもが多いことが問題である。

理科を学習することが、そもそも人が備えるべき教養として重要であると感じていない生徒

が多く見られ、基礎的な知識や能力を獲得することの価値意識が十分に育っていない。

理科では学習した内容に関する知識や観察実験技能が身に付くだけでは十分ではない。学習を通して、例えば、事象に追究すべき問題を見出す問題設定力や懐疑的な観察力、科学的に問題事象を追究するための実験計画力、論理的に情報を分析し結論を導くための論理的思考力、確かな情報を基に意思決定するための判断力や批評的態度、事象に働きかけ新たな情報を生み出す創造力や発見力、他人に正しく自分の考えや情報を伝える表現力なども培われることが期待される。

このように、国立教育政策研究所は、中学生の理科学習に対する認識が全般的に低いととらえ警鐘を鳴らしているが、下記の表1-5にまとめた調査結果の中には、必ずしも中学生が理科学習を嫌っている訳ではないことをうかがうことができる項目がいくつか見られる。「理科を学ぶことは受験に関係なくても重要だ」とする生徒の割合は53.9%、「理科の学習は好きだ」と回答した生徒の割合は44.9%である中で、「理科の実験や観察は、好きだ」と回答した生徒が65.5%あることや、「理科でわざわざ実験しなくても、結果を教えてくださいればよい」と回答している生徒が13.8%と少ないことである。この結果から、自分で取り組んで確かめたいとする生徒は少なくないことがわかる。(9)

表1-5 理科学習の重要性に関する中学生の意識の実態 2

質問項目	肯定的に回答した割合(%)
理科の学習は、好きだ。	44.9
数学の学習は、好きだ。	35.7
国語の学習は、好きだ。	38
英語の学習は、好きだ。	41.4
社会科の学習は、好きだ。	46.2
理科の学習は、むずかしい。	55.1
理科の実験や観察は、好きだ。	65.5
理科でわざわざ実験しなくても、結果を教えてくださいればよい。	13.8

また、「理科の学習は好きだ」と回答した生徒の割合は44.9%で、決して高い値ではないが、数学(35.7%)国語(38%)英語(41.4%)より高い値を示している事も見逃せないところである。本当のところは子どもたちは学習への意欲をなくしていると言えないのではないだろうか。むしろ、理科に対する意識が高まっていないのは、子どもを取り巻く学校や社会の環境が子どもの意

識を向上させるように十分働きかけていないことに問題があるのではないかと考えられる。例えば、中学校第1学年での「植物の生活と種類」の単元において、400倍の倍率でプランクトンなどを観察したり、スケッチをしたりするといった顕微鏡の扱い方の学習場面を例として考えてみたい。もし、この学習までに、顕微鏡を適切に扱うことを十分に習得できていないため、操作することを躊躇したり、低い倍率で観察することから練習しなければならなかったとしたら、その生徒は理科学習を好きになっていくだろうか。中学校での指導が、小学校での学習の補習から始めなければならないとしたら、小学校より発展し、より専門的になっている中学校の理科学習において、活動の時間を十分確保することなど困難になってしまうにちがいない。つまり、当該学年で学習すべき内容を、確実に習得させていなければ、子どもの学習意欲を高めることはできないのではないかとということである。

(2) 理科学習における系統性について

前例としてあげた、顕微鏡の操作だけでなく、中学校で学習する理科のほとんどの項目において小学校での理科学習との関連が見られる。そのため、小学校での学習を十分に習得できていないと、中学校での学習が困難に感じるようになるのは明らかである。前述の意識調査(表1-5)の中に、「理科の学習は、むずかしい」と回答した生徒が55.1%もいたことは、中学校での理科学習が急に難しくなったことよりも、小学校での学習が十分に習得されていなかったことによると考える方が妥当であると思われる。子どもが新しい学習内容を習得していくためには、まず、その学習に対して疑問や問題意識を感じる基となる経験や知識をもっていることが大切である。更に、その目的がわかり、内容を捉え、取り組んでいく方法を身に付けていることが必要となる。そこで、小学校第3学年からの学習にはどのような内容があるのかを確かめる必要があると考え、表1-6に

表1-6 学習指導要領 目標(理科)

小学校	自然に親しみ、見通しをもって観察、実験などを行い、問題解決の能力と自然を愛する心情を育てるとともに自然の事物・現象についての理解を図り、科学的な見方や考え方を養う。
中学校	自然に対する関心を高め、目的意識をもって観察、実験などを行い、科学的に調べる能力と態度を育てるとともに自然の事物・現象についての理解を深め、科学的な見方や考え方を養う。

表1 7 小学校・中学校における理科の目標の比較

	小学校	中学校
関心・意欲	自然に親しむ	自然に対する関心を高める
科学的な思考	見通しをもつ	目的意識をもつ
技能・表現	問題解決の能力と自然を愛する心情を育てる	科学的に調べる能力と態度を育てる
知識・理解	理解を図る	理解を深める

小・中学校それぞれの学習指導要領に示されている理科の目標をまとめた。それを見ると、それぞれの段階に即して、興味・関心や思考、技能や、知識・理解の順に記述されていることがわかる。更に、小学校と中学校との目標を、観点ごとに対比した表1 7を見ると、そこには明らかに発展が見られる。ここに表されている目標について、小学校学習指導要領解説理科において以下のように解説されている。

まず、「自然に親しみ」とは、「児童が自然の事物・現象とかがかわることにより、問題を見だしそれを追究していく活動を行うようになること」としている。その際、理科学習における「自然」について、小学校新理科授業の基本用語辞典では、「理科で対象とする自然はもっとずっと範囲が広い。端的にいえば、人工物であろうとなかろうと、子どもを取り巻く有形、無形のものは、見方や考え方によっては全て自然であり、科学の対象である。」(10)と捉えている。次に、「見通しをもって」とは、「児童が無目的に観察、実験などを行うのではなく、問題に対して予想や仮説、構想をもち、それらを基に観察、実験などの方法を工夫し、実際にそれを行うこと」、「問題解決の能力」を習得するためには、「児童が自然の事物現象を観察し、事象に興味・関心をもち、そこに問題を見だし、それを解決する方法を考え、観察、実験などを実行することにより結果を得て、解決過程や結果について相互に話し合う中から、結論として科学的な見方や考え方をもつようになる」過程が必要とし、「理解を図ること」とは、「児童が自ら自然の事物・現象に働きかけ、問題を解決していくことにより、事象の性質、規則性などを把握すること」としている。(11)

一方、中学校学習指導要領解説理科によると、「自然に対する関心を高める」ことは、「理科の学習の出発点であり最終のねらい」であるとし、「目的意識をもって」は、中央教育審議会答申の中で言及されている「生きる力」単に過去の知識を記憶しているということではなく、初めて遭遇するような場面でも、自分で課題を見つけ、自

ら考え、自ら問題を解決していく資質や能力を反映している。目的意識をもつための前提として生徒の既存の知識や考えを生徒自身および教師が知ることが大切である、としている。「科学的に調べる能力」を育てるためには「自然の事象の中に問題を見だし、目的意識をもった主体的で意欲的な観察、実験を行い、課題を解決するなど、問題解決的な学習を進めていくことが重要」とし、「理解を深める」ことには、「生徒が自らの力で知識を獲得し、理解し体系化していくようにすることが重要」としている。(12)

また、小・中学校学習指導要領解説理科によると「自然に親しむ」ことを、「児童が自然の事物・現象とかがかわることにより、問題を見だしそれを追究していく活動を行うようになること」とし、「自然に対する関心を高める」ことは、「理科の学習の出発点であり最終のねらい」であるとしている。「見通しをもつ」ことが「目的意識をもつ」ことに、「問題解決の能力」や「自然を愛する心情」を育てることが「科学的に調べる能力と態度」を育てることへと発展している。そして、「理解を図る」ことは、「理解を深める」ことへと発展している。(13)(14)

つまり、これら小・中学校の目標を比べてみると、それぞれ共通した観点があり、発展した内容がみられることから、小学校から中学校へつながる理科学習には、系統性があることがわかり、小学校での基礎的・基本的な内容の確実な習得が必要になると考えられる。

第2節 理科好きな子を育てるために

(1) 小学校第3学年から中学校第3学年までの学習指導要領の内容に見る系統性

学習指導要領の目標から、小学校と中学校の理科学習には、系統性がみられることを前章で述べた。また、学習指導要領には、理科学習を通して習得すべき基礎的・基本的な内容が示されていることから、中学校でのより専門的な学習にも、進んで取り組もうとする子どもに育てるためには、どのような学習をするのか確かめる必要があると考えた。そこで、各学年の目標を整理するに当たり、小学校学習指導要領では、学習する領域は「生物とその環境」をA区分、「物質とエネルギー」をB区分、「地球と宇宙」をC区分という構成になっていることから、区分ごとにまとめたものが次頁の表1 8である。同様に、中学校学習指導要領の目標も整理することも必要である。

表 1-8 小学校学習指導要領 各区分の目標

第3学年	A区分	身近に見られる動物や植物を比較しながら調べ、見いだした問題を興味・関心をもって追究する活動を通して、生物を愛護する態度を育てるとともに、生物の成長のきまりや体のづくり、生物同士のかかわりについての見方や考え方を養う。
	B区分	光、電気及び磁石を働かせたときの現象を比較しながら調べ、見いだした問題を興味・関心をもって追究したりものづくりをしたりする活動を通して、光、電気及び磁石の性質についての見方や考え方を養う。
	C区分	日なたと日陰の地面を比較しながら調べ、見いだした問題を興味・関心をもって追究する活動を通して、太陽と地面の様子との関係についての見方や考え方を養う。
第4学年	A区分	身近に見られる動物の活動や植物の成長を季節と関係付けながら調べ、見いだした問題を興味・関心をもって追究する活動を通して、生物を愛護する態度を育てるとともに、動物の活動や植物の成長と環境とのかかわりについての見方や考え方を養う。
	B区分	空気や水、物の状態の変化及び電気による現象を力、熱、電気の働きと関係付けながら調べ、見いだした問題を興味・関心をもって追究したりものづくりをしたりする活動を通して、物の性質や働きについての見方や考え方を養う。
	C区分	月や星の位置の変化、空気中の水の変化の様子を時間や水の性質と関係付けながら調べ、見いだした問題を興味・関心をもって追究する活動を通して、月や星の動き、水の変化についての見方や考え方を養う。
第5学年	A区分	植物の発芽から結実までの過程、動物の発生や成長などをそれらにかかわ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養う。
	B区分	物の溶け方、てこ及び物の動きの変化をそれらにかかわ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したりものづくりをしたりする活動を通して、物の変化の規則性についての見方や考え方を養う。
	C区分	天気の変化や流水の様子を時間や水量、自然災害など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、気象現象や流水の働きの規則性についての見方や考え方を養う。
第6学年	A区分	生物の体のつくりと働き及び生物と環境とを関係付けながら調べ、見いだした問題を多面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、生物の体の働き及び生物と環境とのかかわりについての見方や考え方を養う。
	B区分	水溶液、物の燃焼、電磁石の変化や働きをその要因と関係付けながら調べ、見いだした問題を多面的に追究したりものづくりをしたりする活動を通して、物の性質や働きについての見方や考え方を養う。
	C区分	土地のつくりと変化の様子を自然災害などと関係付けながら調べ、見いだした問題を多面的に追究する活動を通して、土地のつくりと変化のきまりについての見方や考え方を養う。

中学校理科の領域は、物理的領域および化学的領域を第1分野とし、生物的領域および地学的領域を第2分野とされている。そこで、中学校学習指導要領を分野ごとにまとめたものが表1-9である。

小・中学校学習指導要領に示されている目標が

表 1-9 中学校学習指導要領 各分野の目標

第1分野	(1) 物質やエネルギーに関する事物・現象に対する関心を高め、その中に問題を見いだし意欲的に探究する活動を通して、規則性を発見したり課題を解決したりする方法を習得させる。
	(2) 物理的な事物・現象についての観察、実験を行い、観察・実験技能を習得させ、観察、実験の結果を考察して自らの考えを導き出し表現する能力を育てるとともに、身近な物理現象、電流とその利用、運動の規則性などについて理解させ、これらの事象に対する科学的な見方や考え方を養う。
	(3) 化学的な事物・現象についての観察、実験を行い、観察・実験技能を習得させ、観察、実験の結果を考察して自らの考えを導き出し表現する能力を育てるとともに、身の回りの物質、化学変化と原子、分子、物質と化学反応の利用などについて理解させ、これらの事象に対する科学的な見方や考え方を養う。
	(4) 物質やエネルギーに関する事物・現象を調べる活動を通して、日常生活と関連付けて科学的に考える態度を養うとともに、自然を総合的に見るができるようにする。
第2分野	(1) 生物とそれを取り巻く自然の事物・現象に対する関心を高め、その中に問題を見いだし意欲的に探究する活動を通して、規則性を発見したり課題を解決したりする方法を習得させる。
	(2) 生物や生物現象についての観察、実験を行い、観察・実験技能を習得させ、観察、実験の結果を考察して自らの考えを導きだし表現する能力を育てるとともに、植物や動物の生活と種類、生物の細胞と生殖などについて理解させ、これらの事象に対する科学的な見方や考え方を養う。
	(3) 地学的な事物・現象についての観察、実験を行い、観察・実験技能を習得させ、観察、実験の結果を考察して自らの考えを導きだし表現する能力を育てるとともに、大地の変化、天気とその変化、地球と宇宙などについて理解させ、これらの事象に対する科学的な見方や考え方を養う。
	(4) 生物とそれを取り巻く自然の事物・現象を調べる活動を行い、自然の調べ方を身に付けるとともに、これらの活動を通して自然環境を保全し、生命を尊重する態度を育て、自然を総合的に見るができるようにする。

ら、学習する内容をそれぞれ学年ごと、そして区分、分野ごとに見ていくと小学校第3学年では、「身近に見られる動物や植物の様子」や「光、電気および磁石を働かせたときの現象」および「日なたと日陰の地面の様子」を比較しながら調べることがわかる。これらの学習は、目で見たり、手で確かめたりするなど具体的な操作によって調べられる内容になっている。小学校第4学年は、季節と関係付けて動物の活動や植物の成長を調べたり、空気や水、物の状態の変化を力や熱と関係付けたりするなど、物の変化についての見方や考え方を養うことを目指している。同様に、小学校第5学年では、自然の事物・現象の変化にかかわる条件について調べることを目指し、小学校第6学年では、自然の事物・現象の変化や働きなどに

いて自然の規則性を見つけていくような学習へと発展していることがわかる。更に、中学校では、小学校の調べ方を受けて、物理的、化学的な事物・現象、生物や生物現象、地学的な事物・現象について調べ、これらについて科学的な見方や考え方を養うことを目指していることがわかる。

次に、科学的な思考にかかわる「見通し」について見てみることにする。小学校第3学年では、比較することによって見つけられる違いについて予想するなど、外面的な変化に対する「見通し」であり、小学校第4学年では、季節の変化など長い時間の変化に対する「見通し」になり、小学校第5学年では、条件に着目した変化に対する「見通し」であり、小学校第6学年では、要因との関係による内面的な変化に対する「見通し」をもって観察・実験を行うとしている。更に、中学校の理科学習では、どのような結果になるかという「目的意識をもって」調べていくことを目指している。

続いて、技能・表現にかかわる「問題解決の能力」を育てることは、小学校第3学年では「比較」しながら興味・関心をもって追究し、小学校第4学年では「関係付け」ながら、興味・関心をも

って追究することを、また、小学校第5学年では「条件に着目して」計画的に、小学校第6学年では「要因と関係付けて」多面的に追究することを目指している。ここでも、具体物の操作から、条件や要因との関係など複雑な操作になっている。更に中学校では、小学校での学習体験を基にしながら、実証したり、再現したりして科学的に調べる能力を身につけることを目指している。

そして、知識・理解にかかわる「理解を図る」の内容を見ると、小学校第3学年では、「生物の成長のきまりや体のつくり」「生物同士のかかわり」「光、電気および磁石の性質」「太陽と地面の様子との関係」、小学校第4学年では、「動物の活

表1 11 学習指導要領 各学年・分野のねらい

学年・分野	学習指導要領目標からねらいとすること	重点的に取り組むこと
第3学年	自然の事物・現象を差異点や共通点という視点から比較しながら調べること。 そこから見いだした問題を興味・関心をもって追究すること。 その活動を通して、自然の事物・現象に見られる共通性や相互のかかわり、物質の性質や特徴、関係などについての見方や考え方を養うこと。	学習の過程において、自然の事物・現象の違いに気付いたり、比較したりする資質・能力を育成すること。
第4学年	自然の事物・現象の変化に着目し、変化とそれにかかわる要因と関係付けながら調べること。 そこから見いだした問題を興味・関心をもって追究すること。 その活動を通して、自然の事物・現象の性質や変化、規則性、関係についての見方や考え方を養うこと。	学習の過程において、自然の事物・現象の変化と関係する要因を抽出する資質・能力を育成すること。
第5学年	自然の事物・現象をそれにかかわる条件に目を向けたり、量的変化や時間的变化に着目したりして調べること。 そこから見いだした問題を興味・関心をもって追究すること。 その活動を通して、生命の連続性や変化の規則性についての見方や考え方を養うことをねらいとしている。	学習の過程において、前学年で培った、変化と関係する要因を抽出する資質・能力に加えて、制御すべき要因と制御しない要因とを区別しながら、観察・実験などを計画的に行っていく資質・能力を育成すること。
第6学年	身近に見られる自然の事物・現象の変化や働きをその要因と関係付けながら調べること。 そこから見いだした問題を多面的に追究すること。 その活動を通して、自然の事物・現象の相互関係や規則性についての見方や考え方を養うこと。	学習の過程において、前学年で培った観察、実験などを計画的に行っていく資質能力に加えて、多面的な視点から観察、実験などを行い、結論を導く資質・能力を育成すること。
第1分野	問題解決能力の育成や、探求的な活動によって得られた結果から規則性を発見する能力を身に付けさせること。 科学的思考力を育成すること。 物理的領域及び化学的領域に関する内容の理解と科学的な見方や考え方を養うこと。 物質やエネルギーに関する事象に関心をもたせ、それらを意欲的に探究する態度を育てるとともに、事象を日常生活と関連付けて考察する態度を養い、自然を総合的に見ること。	
第2分野	生物とそれを取り巻く自然に関する事物・現象に対する生徒の関心を高めるとともに課題を解決する方法を通して、問題解決能力や科学的な思考力を育成すること。 生物的領域及び地学的領域に関する内容の理解と観察・実験の技能、科学的な見方や考え方を養うこと。 自然の理解を通しての科学的な見方や考え方を自然探究の活動まで発展させるとともに、これらの活動を通して、自然環境の保全に対する関心を高めること及び生命を尊重する態度を養い、相互的なもの見方や考え方を育てること。	

小・中学校学習指導要領解説-理科-より

動や植物の成長と環境とのかかわり」「物の性質や働き」「月や星の動き、水の変化」、小学校第5学年では、「生命の連続性」「物の変化の規則性」「気象現象や流水の動きの規則性」、小学校第6学年では、「生物の体の働きおよび生物と環境とのかかわり」「物の性質や働き」「土地のつくりと変化のきまり」を理解することになっている。

また、中学校の第1分野では、「身近な物理現象」「電流とその利用」「動の規則性」「身の回りの物質」「化学変化と原子、分子」「物質と化学反応の利用」、第2分野では、「植物や動物の生活と種類」「生物の細胞と生殖」「土地の変化」「天気とその変化」「地球と宇宙」を理解することになっている。ここでも、自然の様子から自然の規則性を見つけ、理解することへと発展していくことがわかる。

更に、小学校学習指導要領解説や中学校学習指導要領解説において、この目標を分析し、それぞれ学年や分野のねらいとすること(15)(16)について示している。それを前頁の表1-10に整理した。その中では、学年で重点を置いて指導する内容について示している。

小学校第3学年では、学習の過程において、自然の事物・現象の違いに気付いたり、比較したりする資質・能力を育成すること。小学校第4学年では、学習の過程において、自然の事物・現象の変化と関係する要因を抽出する資質・能力を育成すること。小学校第5学年では、学習の過程において、前学年で培った、変化と関係する要因を抽出する資質・能力に加えて、制御すべき要因と制御しない要因とを区別しながら、観察・実験などを計画的に行っていく資質・能力を育成すること。小学校第6学年では、学習の過程において、前学年で培った観察、実験などを計画的に行っていく資質能力に加えて、多面的な視点から観察、実験などを行い、結論を導く資質・能力を育成すること。

また、中学校の第1分野では、問題解決能力の育成や、探求的な活動によって得られた結果から規則性を発見する能力を身に付けさせること。第2分野では、生物とそれを取り巻く自然に関する事物・現象に対する生徒の関心を高めるとともに課題を解決する方法を通して、問題解決能力や科学的な思考力を育成することをめざしている。これらの問題解決にかかわる資質・能力を見ても、子どもの成長に伴って段階的に高い能力を目指しており、系統性が見られることがわかる。

このように、学習指導要領に示されている理科

の学習内容は、小学校第3学年では、具体物を対象として具体的な操作を通して学習することから、学年が上がるにつれてそのしくみや働きを推察するなどして、科学的な概念を形成していくようになっていて、学年の発達に応じた系統性が見られていることがわかる。

(2)主体的に学習する子どもを育てるために

前項では、小学校や中学校の理科学習には内容の系統性が見られることを述べた。そのことから、目的や内容や方法など、それぞれの系統性を踏まえて、小学校第3学年から中学校第3学年までの、7年間を見通した学習計画を立てることは、理科好きな子どもを育てるために重要なことだと考える。しかし、系統性をふまえた指導を行って、既習の内容が当該学年での学習につながるだけでは「知っている。」ことにしかならず、十分な理解につながるとは考えにくい。子どもが十分に理解していくためには、子どもがどれだけ前提となる条件をもっているか確かめることで、子ども自らが学ぶための方法を習得していくようにもしなければならないと考える。ここでは、理科学習における内容の系統性を踏まえながら、理科好きな子どもに育てるために必要だと考えられる授業のポイントを4点述べる。

前提条件を把握すること

すべての子どもが、疑問のもとになる最低限の「知識・理解」をもっているかどうかを事前にチェックするために、まず、当該学年の目標や内容を学習指導要領や教科書などで確かめる。更に、既習の内容も学習指導要領や教科書で確かめ、習得されている力を確認する。このようにして確かめられた内容から、この単元で重点をおいて取り組む内容とかかわることについて、アンケートやテストなどの形式で尋ねる。そして、この結果により不足していると思われるところがあれば、事前に補足したり、学習計画に組み込んだりして習熟を図るようにする。

目的意識を明確にさせること

理科学習において、指導者の指示するとおりに学習しては、自分の問題として解決する楽しさは感じられなくなってしまいうらうし、かといって、子ども主体で活動していたとしても、無目的に学習しては、課題に対し関係のないことを調べていたり、重要な現象に気がつかないで見過ごしてしまうこともある。子どもが、自ら進んで理科学習に取組み、確かな理解を獲得できるようにするためには、学習の目的を意識することが大切だと考える。すなわち、何のために調べればよいのか、何を確か

めるために実験するのか、を分かっていることが大切であると考え。

方法を身につけさせること

前節でも紹介した、国立教育政策研究所が行った、中学生の意識調査(表1-5)(17)の中に、「理科の実験や観察は好きだ。」(65.5%)「理科でわざわざ実験しなくても、結果だけ教えてくれればよい。」(13.8%)にもみられるように、実験や観察を自分で行うことが大事だと考えている生徒は多いことが分かる。けれども、どのようにすれば確かめることができるのか、その方法がわからなければ、正しい結果を得ることもできないのは当然であるし、危険でもある。その上、子ども自らすすんで実験や観察に取り組むようにするためには、方法を理解していることが必要である。そのために、子どもに調べ方や器具の使い方など課題を解決していくための方法を指導した後でも、きちんと理解しているかどうか、把握することも大切であると考え。

記録したり伝えたりする力を育てること

目的や方法がわかり実験ができたら、正しく記録することが大切である。その記録を基にして、考察したり、発表したりすることでより確かな理解につながるからである。正しくといっても、記録する観点は学年の目標によって違ってくる。学年によって、より細かな観点での記録を求められることになる。また、話し合うときの視点も同じで、記録を基にして目標にかかわることを話し合うことになる。

こうした授業を進めるためには、指導者が、この単元でどのようなことを子どもに獲得させるのかという目標を把握しておくことと、他学年の学習とどのような系統性があるのかを、つかんでいなければならぬことは言うまでもない。科学手品のように、見た目に楽しいものもあるが、これは、引き続き自分も取り組んでみようと、関心を高めていくことにはなりにくい。それより、1章1節で紹介した、国立教育政策研究所が「理科学習の重要性に関する中学生の意識の実態」について4点示しているように、理科が好きな子どもを育てるためには、主体的に学習に取り組めるようにすることで、理科を学習する楽しさを伝えていかなければならないと考える。結果が得られるまでの準備は大変であっても、自分の力で順序立てて解き明かしたときの楽しさは、自信にもつながり、次の課題に対する意欲にもつながると考える。

- (1) 三宅征夫『小学校の算数教育・理科教育の国際比較』国立教育研究所 1998 pp.168~169
猿田祐嗣『数学教育・理科教育の国際比較』国立教

育政策研究所 2001 p.88

- (2) http://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/001/index28.htm
- (3) 猿田祐嗣『小学校の算数教育・理科教育の国際比較』国立教育研究所 1998 p.258
三宅征夫『中学校の数学教育・理科教育の国際比較』国立教育研究所 1997 p.203
- (4) 三宅征夫『数学教育・理科教育の国際比較』国立教育政策研究所 2001 pp.123~124
- (5) 三宅征夫『小学校の算数教育・理科教育の国際比較』国立教育研究所 1998 pp.260~261
- (6) 小倉 康『理科大好き支援事業研究セミナー資料集「理科学習の重要性に関する中学生の意識に関する調査研究(調査2)」』国立教育政策研究所 2002 p.173
- (7) 小倉 康『理科学習の重要性に関する中学生の意識に関する調査研究(調査2)」』国立教育政策研究所 2001 pp.31~32
- (8) 前掲 注6 p.178
- (9) 前掲 注7 p.31
- (10) 日置光久『小学校新理科授業の基本用語辞典』明治図書 2000pp.62~63
- (11)『小学校学習指導要領解説理科編』文部省 pp.10~13
- (12)『中学校学習指導要領(平成10年12月)解説-理科編-』文部省 pp.10~12
- (13) 前掲 注11 pp.9~10
- (14) 前掲 注12 pp.10~11
- (15) 前掲 注11 pp.18~19, pp.29~30 pp.41~42, p.57
- (16) 前掲 注12 p.13, p.52
- (17) 前掲 注7 p.31

第2章 系統性を基にした

理科学習プログラムの構造

第1節 基礎・基本の確実な習得と系統性

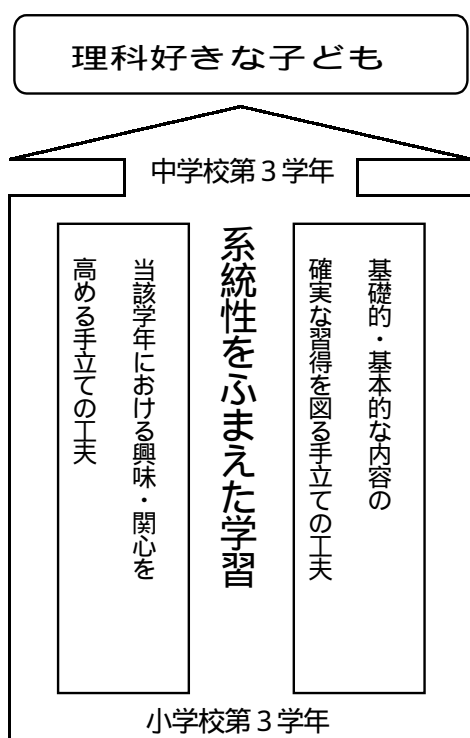
(1) 研究の構造

前章で述べた、理科学習における目的や内容や方法などそれぞれの系統性を踏まえて、小学校第3学年から中学校第3学年までの、7年間を見通した学習計画を立てることは、理科好きな子どもを育てるために重要なことだと考える。言い換えれば、指導者が当該学年での学習で、小学校第3学年から始まる理科学習の系統性から見て、何を習得しなければならないのか、どこまで習得して

いなければならないのか、今までのどのようなことを学んでいて、やがて、どの学年の学習に役立つのかといった見通しをもつことが、子どもたちの十分な理解をはぐくむことにつながるのである。ここでは、理科学習における内容の系統性を踏まえて、理科好きな子どもに育てるために取り組んだ本研究のポイント(図2-1)について述べる。

本研究では、中学生になるにしたがってみられる理科嫌いや理科離れの要因を、学校による働きかけが不十分なのではないかと捉えた。それは、当該学年における、興味・関心を高めるような働きかけの手だてを工夫することや、基礎的・基本的な学習の内容が確実に習得できるようにするための手だての工夫においてである。そのため、上位学年においてそのつながりのある学習にも、十分に活動できなくなるために、興味・関心をもちにくくなったり、学習が十分理解できなくなったり、苦手意識を高めることになったりすることや、少し困難な課題であると解決しようとする意欲がなくなってしまうことによるの

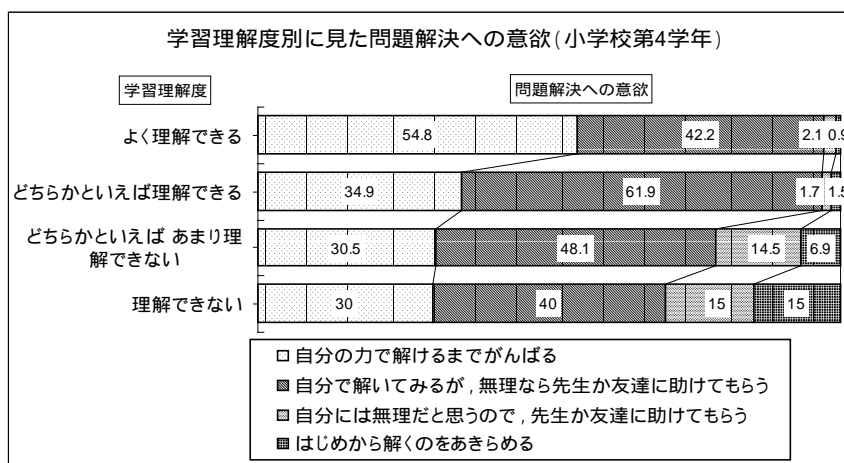
図2-1 研究のポイント



ではないかと考えた。

当センター小嶋研究員による、「主体的な学習を支えるための児童・生徒の学習調査」(18)から、「学校の勉強の内容がよく理解できるか?」という質問に「はい」「どちらかといえば、はい」

図2-2 小学4年生の意識調査



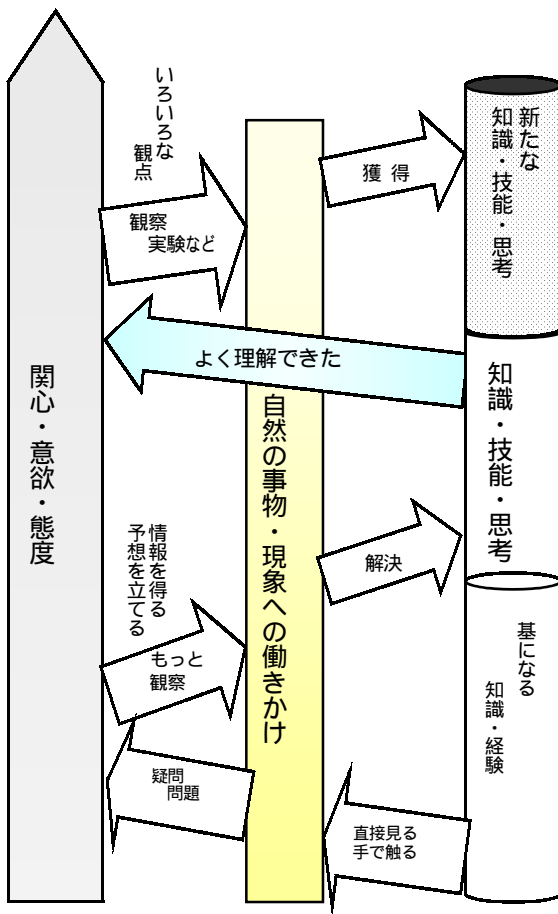
「どちらかといえば、いいえ」や「いいえ」と感じている本市小学校第4学年の児童が、「難しい問題が出たらどうするか」という意欲についてを調べた結果が上図2-2である。この調査結果から、勉強の内容がよく理解できたと感じている児童の95%以上は、難しい問題に対しても、まず自分の力で解いてみようとするのが明らかになっている。このことから、理科の学習においても、よく理解できると思えることが、たとえ少しぐらい難しい課題に対しても、自分の力でがんばってみようとする意欲につながると考えることができる。

前述した小学4年生の意識調査の中で、「よく理解できる」の理解とは、「知識・理解」を獲得するだけではないと思われる。そこで、どのような内容をこの単元において「理解」すればよいのかということや、学習指導要領などで確かめることが大切であると考えた。更に、当該学年で指導する単元と系統性のある内容についても把握し、子どもの前提条件が備わっているかどうかをチェックしたり、基礎的・基本的な内容の確かな習得につながる学び方ができるように工夫したりすることが大切であると考えた。そうすることによって、十分に理解できたと感じ、更に難しい課題に対しても取り組んでいこうとする意欲につながり、理科が好きな子どもに育てることにつながると考えられる。

(2) 自然事象への関心・意欲・態度

前項では、子どもが、興味・関心を高めたり、基礎的・基本的な内容を確実に習得したりできるような手だてを行うことが大切であると述べた。そこでまず、意欲につながる興味・関心について表した図2-3を基に考えていきたいと思う。

図2 - 3 関心・意欲・態度と他の観点とのかかわり



関心とは何かというと、特定の事象に興味をもって注意を払うことであり、ある対象に向けられている積極的選択的な心構え、または感情のことである。また、興味とは、物事にひきつけられること、おもしろいと感じることである。学習の始まりにおいて興味を引くような導入を工夫して学習に対する関心を高めようとするのはそのためである。しかし、興味のあるものを提示し、関心を高めることができるだけでは、本当に楽しく学習することにはつながらない。まして、基礎的、基本的な内容の確実な習得も望めなくなってしまう。せっかく高めた関心も、解決したい問題が見いだされ、その問題を解決していったそ役立つことになると考えられる。

では、これを理科学習での関心として考えてみると、自然の事象・現象に対して、子どもが活動的に働きかけることだと考えられる。子どもは、自然に対して、直接見たり、手で触ったりすることによって、疑問や問題をもつことになる。その問題に対して、子どものもっている経験や知識を基にして解決したいという意欲をもつようになる。問題を解決したいという意欲が起こること

で、再び、自然の事物・現象をより観察しようとして情報を得たり、予想を立てたりして、確かめる方法を考えたり、今までの経験を基にしたりにして実験をし、検証していく。このような過程の中で問題が解決されることになる。問題が解決されたことによって、更に自然事象への関心は高まるとともに、自然事象に対する知識も豊かになっていくことになる。また、問題を解決するための考え方もいろいろな観点から迫れるようになっていくと思われる。つまり、関心をもって見いだした問題や疑問を解決していくためには、知識や技能・表現や科学的な思考を基にしなければならないことがわかる。そうして、問題を解決する過程や結果から、新たな知識や技能や科学的な思考を得ることになる。このようにしてみると、知識や技能および科学的な思考と関心とはともにあっても高まりあう関係であると考えられる。そのため、表面的なおもしろさを工夫しても、知識ばかり覚えるようにさせても、子どもは理科学習に対して意欲的に取り組むことができなくなるため、やがて理科を学習することにまで関心をもたなくなってしまうことも考えられる。

次に、基礎的・基本的な学習の内容について考えていきたいと思う。学習の内容は、前節に提示した学習指導要領の目標(表1 - 6)などに示されている。つまり、小学校では、「自然に親しみ、見通しをもって観察、実験などを行い、問題解決の能力と自然を愛する心情を育てるとともに自然の事物・現象についての理解を図り、科学的な見方や考え方を養う」ことであり、中学校では、「自然に対する関心を高め、目的意識をもって観察、実験などを行い、科学的に調べる能力と態度を育てるとともに自然の事物・現象についての理解を深め、科学的な見方や考え方を養う」ことである。

これらの目標には、前節の表1 - 7にも表したように、知識・理解だけでなく、関心・意欲や科学的な思考、そして、技能・表現にかかわる内容が示されている。つまりそれは、基礎的・基本的な学習の内容を示しているものであると考えられる。更に、学習指導要領には、内容が具体的に示されている。表2 - 1に、小学校第3学年のA区分の目標、内容および内容の取扱いをまとめた。目標として設定されていることは、「植物の育ちと体のつくり」「昆虫の育ちと体のつくり」「植物と昆虫との関係」について比較しながら調べ、「生物の成長のきまりや体のつくり」および「生物同士のかかわり」についての考えをもつように

表2 - 1 学習指導要領の目標と内容 小学校第3学年 A区分

目標 身近に見られる動物や植物を比較しながら調べ、見いだした問題を興味・関心をもって追究する活動を通して、生物を愛護する態度を育てるとともに、生物の成長のきまりや体のづくり、生物同士のかかわりについての見方や考え方を養う	
内容 身近な昆虫や植物を探したり育てたりして、成長の過程や体のづくりを調べ、それらの成長のきまりや体のづくり及び昆虫と植物とのかかわりについての考えをもつようにする。ア 昆虫の育ち方には一定の順序があり、その体は頭、胸及び腹からできていること。 イ 植物の育ち方には一定の順序があり、その体は根、茎及び葉からできていること。 ウ 昆虫には植物を食べたり、それをすみかにしたりして生きているものがあること。	
内容の取扱い	
学習材 ア及びイについては、昆虫及び植物については、それぞれ、2種類又は3種類扱うこと。 アについては、幼虫の体のづくりは扱わないこと。 イの「植物の育ち方」については、夏生一年生の双子葉植物のみを扱うこと。	学習方法 ア及びイについては、飼育、栽培を通して行うこと。 アについては、成虫の体のづくりを調べるとき、人の目などの感覚器官と対比して扱うようにすること。

することがわかる。

次に、内容からは「昆虫や植物の育ちには一定の順序がある」ことや「植物と昆虫との関係について学習することがわかる。

また、内容の取扱いからは昆虫や植物については2、3種類を扱うが、昆虫の幼虫の体のづくりは扱わないこと。植物は夏生一年生の双子葉植物のみを扱うことがわかる。(19)

このように系統性を明らかにして、基礎的・基本的な内容を確実に習得できるように計画したり、興味・関心を高めるような指導をしたりすることで、中学生になっても意欲をもって理科学習に取り組めるようになると考える。

第2節 評価の観点ごとに見た系統性に 基づく学習プログラム

(1) 評価の観点における系統性

前項において、知識、技能および科学的な思考と関心とは、共にあって共に高まりあう関係であるということと、基礎的・基本的な内容について、学習指導要領には、目標や具体的な内容などが示されていることを述べた。また、学習する内容には、学年の進行に伴ってより高度になるという系統性が見られることも述べてきた。

それでは、系統性という観点で関心や意欲について見るとどうなのだろうか。興味や関心というものは、子ども一人ひとりの好き、嫌いや得意、不得意などの個人差との関わりが大きいように思

われる。そのため、学年に応じて段階的に設定することが難しいのではないかと考えられる。そこで、興味・関心の系統性について見るために、より具体的な内容を見ていく必要があると考えた。

そこで、興味・関心や意欲などは評価の観点にもなっていることから、国立教育政策研究所によって作成された、「評価規準の作成、評価方法の工夫改善のための参考資料(小学校・中学校)」を参考にすることができると考えた。国立教育政策研究所では、規準を示したところまで到達した児童を、おおむね満足と評価していることから、学習の到達目標と見ることができる。更に、指導と評価とは一体であることから、この評

価規準を基にして、それぞれの観点における系統性について、探ることにした。そこで、「評価規準の作成、評価方法の工夫改善のための参考資料」における小学校第3学年から中学校第3学年までの評価の観点およびその趣旨を整理したもの(20)(21)が表2-2である。

これによると、自然事象への関心・意欲・態度の観点は、小学校第3・4学年、小学校第5・6学年、とは共通の目標が設定されている。自然に対する意識とのかかわりから、国立教育政策研究所による意識調査の中で「理科を学習すれば、自然や地球環境を破壊しない人になれる。」と回答した中学生が31.3%であったこと(22)から、生物への関心・意欲・態度をみると、愛情をもって接することから生命を尊重すること、そして、人間生活とのかかわりで見ることへと発展している。やはり、学年の進行に伴って高度になっていると思われる。この評価の観点およびその趣旨では、自然事象への関心・意欲・態度は各学年にて

自然事象への関心・意欲・態度	
3年 4年	自然事象に興味・関心をもって追究し、生物を愛護するとともに、見いだした特性を生活に生かそうとする。
5年 6年	自然事象を意欲的に追究し、生命を尊重するとともに、見いだしたきまりを生活に当てはめてみようとする。
中学	自然の事物・現象に関心をもち、意欲的にそれらを探究するとともに、事象を人間生活とのかかわりでみようとする。

評価規準，評価方法などの研究開発(報告) 国立教育政策研究所

はなく2学年にわたって習得するようにされている。そこで、どのような内容で自然事象への関心・意欲・態度の資質・能力を育てようとしているのかを探ることにした。小学校の各学年別の区分や、それぞれの区分とつながる中学校の分野ごとの評価規準を一覧表にしたものが、表2-3である。(23)この表より、小学校第3・4学年の自然事象についてみると、小学校第3学年では、身近に見られる動物や植物の成長のきまりや体のつくり、生物同士のかかわり(生物とその環

境)、光、電気および磁石を働かせたときの現象(物質とエネルギー)、日なたと日陰の地面(地球と宇宙)である。小学校第4学年では、身近に見られる動物の活動や植物の成長と環境との関係(生物とその環境)、空気や水、物の状態変化および電気による現象と力、熱、電気の働きとの関係(物質とエネルギー)、月や星の位置の変化、空気中の水の変化や温度と水の性質との関係(地球と宇宙)となっている。

小学校第3学年では自然そのものの様子や現象

表2-3 小・中学校 評価規準一覧表(自然事象への関心・意欲・態度)

	A 生物とその環境	C 地球と宇宙
3年	身近に見られる動物や植物の成長のきまりや体のつくり、生物同士のかかわりを興味・関心をもって追究し、生物を愛護し育てようとする。	日なたと日陰の地面を興味・関心をもって追究し、見いだした特性を生活に生かそうとする。
4年	身近に見られる動物の活動や植物の成長と環境との関係を興味・関心をもって追究し、生物を愛護し育てようとする。	月や星の位置の変化、空気中の水の変化や温度と水の性質との関係を興味・関心をもって追究し、天体に対する豊かな心情を育てるとともに、見いだした特性を生活に生かそうとする。
5年	植物の発芽から結実までの過程、動物の発生や成長などとそれらにかかわる条件との関係を意欲的に追究し、生命のたくみさや神秘さを感じとり、生命を尊重しようとする。	天気や流水の変化を自然災害などと関係付けながら意欲的に追究し、自然の力の大きさを感じるとともに、見いだしたきまりを生活に当てはめてみようとする。
6年	生物の体のつくりと働き及び生物と環境との関係を意欲的に追究し、生命のたくみさやすばらしさを感じとり、生命を尊重しようとする。	土地のつくりと変化の様子を自然災害などと関係付けながら意欲的に追究し、自然の力の大きさを感じるとともに、見いだしたきまりを生活に当てはめてみようとする。
第2分野	生物の観察や植物の体のつくりと働き、植物の仲間に関する事物・現象に関心をもち、意欲的にそれらを探究するとともに、生命を尊重し自然環境を保全しようとする。動物の体のつくりと働き、動物の仲間に関する事物・現象に関心をもち、意欲的にそれらを探究するとともに、自然環境を保全し生命を尊重しようとする。生物と細胞、生物の殖え方に関する事物・現象に関心をもち、意欲的にそれらを探究するとともに、生命を尊重しようとする。自然と環境、自然と人間に関する事物・現象に関心をもち、意欲的にそれらを探究するとともに、自然環境を保全し生命を尊重しようとする。	地層と過去の様子、火山と地震に関する事物・現象に関心をもち、意欲的にそれらを探究するとともに、自然環境を保全しようとする。気温、湿度、気圧、風向、風力、降水量、天候などの気象現象に関心をもち、継続して観測を行い、観測結果と気象変化との関連を考えようとする。天体の動きと地球の自転・公転、太陽系と惑星に関する事物・現象に関心をもち、意欲的にそれらを探究するとともに、自然環境を保全しようとする。
B 物質とエネルギー		
3年	光、電気及び磁石を働かせたときの現象を興味・関心をもって追究し、見いだした特性を生活に生かそうとする。	
4年	空気や水、物の状態変化及び電気による現象と力、熱、電気の働きとの関係を興味・関心をもって追究し、見いだした特性を生活に生かそうとする。	
5年	物の溶け方、てこ及び物の運動の量的変化についての現象を意欲的に追究し、見いだしたきまりを生活に当てはめてみようとする。	
6年	水溶液、物の燃焼、電磁石の変化や働きとその要因との関係を意欲的に追究し、見いだしたきまりを生活に当てはめてみようとする。	
第1分野	光と音及び力の性質に関する事物・現象に関心をもち、意欲的に観察、実験を行ったり、それらの事象を日常生活と関連付けて考察したりしようとする。身の回りの物質の性質や水溶液に関する事物・現象に関心をもち、意欲的に観察、実験を行ったり、それらの事象を日常生活と関連付けて考察したりしようとする。電流や電流の利用に関する事物・現象に関心をもち、意欲的に観察、実験を行ったり、それらの事象を日常生活と関連付けて考察したりしようとする。化学変化と原子、分子に関する事物・現象に関心をもち、意欲的に観察、実験を行ったり、それらの事象を日常生活と関連付けて考察したりしようとする。運動の規則性に関する事物・現象に関心をもち、意欲的に観察、実験を行ったり、それらの事象を日常生活と関連付けて考察したりしようとする。物質と化学反応に関する事物・現象に関心をもち、意欲的に観察、実験を行ったり、それらの事象を日常生活と関連付けて考察したりしようとする。科学技術と人間のかかわりに関心をもち、意欲的にそれらを調べたり探究しようとする。エネルギーの有効利用や環境との調和に心がけようとする。	

の評価規準から該当するところを抜き出してみると、「月や星の位置の変化、(中略)を興味・関心をもって追究し、天体に対する豊かな心情を育を調べるようになっているが、小学校第4学年では、自然の現象に対してそれにかかわるものとの関係を調べるようになっている。このことから、小学校第3・4学年に設定されている評価の観点の趣旨は同じでも、学年が上がることにより扱う自然事象は少し高度なものを扱うことが分かる。

小学校第5・6学年においても同じことが見られる。小学校第5学年では、自然事象の変化にかかわる条件との関係を調べるようになっているが、小学校第6学年では、変化の様子とその要因との関係を調べるようになっていて、発展していることがわかる。更に、中学校においては小学校で培ってきた関心・意欲・態度を基にして、探究したり考察したりすることが求められている。これらのことから、自然事象への関心・意欲・態度の評価規準においても、系統性が見られることが分かった。

この表から、それぞれの学年の自然事象への関心・意欲・態度に示している自然事象を見てみると、それは、それぞれの学年で獲得すべき知識・理解の内容と重なっているところが多いように思われる。そこで、小学校第4学年C区分の「星や月」の学習における、関心・意欲・態度の評価規準で比べてみることにする。小学校第4学年でるとともに、見いだした特性を生活に生かそうとする。」となる。子どもが関心を向けるところが、「月」や「星そのものに…」ではなく、子どもたちが、月や星の「位置の変化」になっている。この[位置の変化]に対して関心をもって取り組むようにすることは、すなわち、科学的な思考に基づいた調べ方をすることであり、その結果として、月や星の位置が変わることを理解することにつながる。

更に、こうした月や星の学習を通して、また月や星を観察してみようとすることは、「見いだした特性を生活に生かそうとする。」ことになるのである。この単元の知識・理解の評価規準を見てみると「月や星の位置が変化していることなどを理解している。」であることから、前節でも述べたことに加えて、関心・意欲・態度と科学的な思考と知識・理解とは、それぞれ別個のものではなく強く関わり合って、いずれにとっても欠くことのできないものであると考えられる。

関心・意欲・態度と相関関係にあるのは科学的な思考、知識・理解だけではない。小学校第6学

年B区分の目標で見ると、「問題解決に適した方法を工夫し、装置を組み立てたり使ったりして観察、実験やものづくりを行い、その過程や結果を的確に表現する。」とある。「水溶液の性質」の単元で、子どもたちは、リトマス試験紙を使い水溶液が酸性かアルカリ性かを調べる。何種類かの水溶液に対して、関心をもって調べることにより、水溶液の性質について理解すると同時に、リトマス試験紙を使うことによって水溶液の性質を調べるという技能も習得することができるのである。このリトマス試験紙の変化に興味をもち、身近な水溶液(例えば、砂糖水と炭酸飲料水など)をリトマス試験紙で調べ、性質の違いに気づくことは、「見いだしたきまりを生活に当てはめてみようとする。」ことにつながるようになる。つまり、関心・意欲・態度を育てることは、科学的な思考や知識・理解や技能・表現の能力を育てることにつながり、その結果として得られた技能や知識から、更に関心が高まることによって理科を学習する意欲も高まると考えられる。

これらの関心・意欲・態度の能力を育てるには前述したように、その単元における関心・意欲・態度に関する目標を、十分に理解することが必要であると考えられる。そこで、国立教育政策研究所によって作成された「評価規準の作成、評価方法の工夫改善のための参考資料(小学校・中学校)」を参考にして、自然事象への関心・意欲・態度の目標を単元ごとに作成することにした。さらに、関心・意欲・態度だけではなく、それぞれ4観点の評価規準から各単元ごとの一覧表を(24)作成した。

次頁の表2-4は、小学校第3学年の評価規準一覧表である。そこで、この表を基にして、4観点の目標がどのようにつながり、発展していくか見てみることにする。まず、『1植物を育てよう』の4観点の目標について見てみることにする。まず自然事象への関心・意欲・態度は、「身近な植物に興味・関心をもち、進んでそれらの体のつくりや育ち方、かかわりを調べようとする。」ことである。そして、科学的な思考は、「植物同士を比較して、差異点や共通点を見いだす。」ことであり、技能・表現は、「植物を探したり育てたりして、虫眼鏡などの器具を適切に使って特徴を観察し、記録する。」ことである。知識・理解は「植物の育ち方には一定の順序があり、その体は根、茎および葉からできていることを理解する。」ことである。更に、関心・意欲・態度には、「身近な植物に愛情をもって、探した

表2-4 評価規準一覧表（小学校第3学年）

単元名	自然事象への 関心・意欲・態度	科学的な思考	観察・実験の 技能・表現	自然事象についての 知識・理解	関連する学年
植物をそだてよう(1) たねまきをそだてよう(2) *植物をそだてよう(2) そだつようすとからだの つくり *植物をそだてよう(3) 花から実へ *植物をそだてよう(4) じゅくした実	・身近な植物に興味・関心をもち、進んでそれらの体のつくりや育ち方がかわりを調べようとする。 ・身近な植物に愛情をもって、探したり育てたりしようとする。	・植物同士を比較して、差異点や共通点を見いだすことができる。 ・植物が集まる昆虫の様子を比較して、それらがかかわりできることがわかる。	・植物を探したり育てたりして、虫眼鏡などの器具を適切に使って観察し、記録することができる。	・植物の育ち方には一定の順序があり、その体は根、茎及び葉からできていることを理解している。	4年 5年 6年 2分野1章2節 2分野5章3節
チョウをそだてよう こん虫をしらべよう	・身近な昆虫に興味・関心をもち、進んでそれらの体のつくりや育ち方がかわりを調べようとする。 ・身近な昆虫に愛情をもって、探したり育てたりしようとする。	・昆虫同士を比較して、差異点や共通点を見いだすことができる。 ・植物を集まる昆虫の様子を比較して、それらがかかわりできることがわかる。	・昆虫を探したり育てたりして、虫眼鏡などの器具を適切に使って観察し、記録することができる。	・昆虫の育ち方には一定の順序があり、その体は頭、胸及び腹からできていることを理解している。 ・昆虫には植物を食べたり、それをすみかにして生きているものがあることを理解している。	4年 5年 6年 2分野3章2節
太陽の光のはたらきを しらべよう(1) 太陽のうきとかげのう き	・日陰の位置の変化や日なたと日陰の地面の様子の違いに興味・関心をもち、進んで太陽と地面の温度計で測定したりして調べようとする。 ・見いだした太陽と地面との関係で、日常の現象を見直そうとする。	・日なたと日陰の地面の様子を比較して、それらの違いを調べる。 ・日陰の位置の変化と太陽の動きを調べて、それらとの関係がわかる。	・温度計を適切に使って日なたと日陰の地面の様子を調べ、記録することができる。 ・遮光板を適切に使って、安全に太陽の動きを観察し、記録することができる。	・地面は太陽によって暖められ、日なたと日陰では地面の暖かさや湿度に違いがあることを理解している。 ・地面は太陽によって暖められ、日なたと日陰では地面の暖かさや湿度に違いがあることを理解している。	4年 2分野6章1節
太陽の光のはたらきを しらべよう(2) 日なた・日かげと光のは たらき	・見いだした太陽と地面との関係で、日常の現象を見直そうとする。	・光を動かしたときと動かさないときの現象の違いを調べる。 ・光を集めると、物が変わる。 ・光を反射させると、物が変わる。	・平面鏡や虫眼鏡を適切に使って、安全に実験やものづくりをすることができる。 ・光を反射させたり集めたりしたときの明るさや暖かさの違いを調べ、記録することができる。	・日光は集めたり反射させたりできることを理解している。 ・物に日光を当てると、物の明るさや暖かさが変わることを理解している。	1分野1章1節
豆電球にあかりをつけ たり回路につなぐ	・乾電池に豆電球をつなぐ回路に物が入ると、豆電球が点灯することに興味・関心をもち、進んで回路のつなぎ方や回路のつなぐ物や回路の性質を調べようとする。 ・乾電池と豆電球の性質を調べようとする。	・豆電球が点灯するときと点灯しないときの違いを調べる。 ・回路の一部にいろいろな物を入れて、電気が通す物と通さない物に分類することができる。	・乾電池と豆電球を使って回路をつくらせたり、ものづくりをしたりすることができる。 ・回路の一部にいろいろな物を入れたりして、豆電球が点灯するときと点灯しないときの違いを調べ、記録することができる。	・電気を通すつなぎ方と通さないつなぎ方があることを理解している。 ・電気を通す物と通さない物があることを理解している。	4年 6年 1分野3章2節
じしゃくでしらべよう	・磁石に物を付けたり自由に動くようにしたりしたとき、進んで磁石の働きや性質を調べようとする。 ・磁石の働きや性質を使ってものづくりをしようとする。	・磁石に引き付けられる物と引き付けられない物の違いを調べる。 ・磁石同士や磁石に引き付けられる物との間を動かして引き付ける力が働いていることを調べる。	・磁石を使って付く物を調べたり着磁させたり、ものづくりをしたりすることができる。 ・磁石に付く物や磁石の極性を調べ、記録することができる。	・物には、磁石に引き付けられる物と引き付けられない物があることを理解している。 ・磁石に引き付けられる物には、磁石に付ける磁石になる物があることを理解している。 ・磁石の異極は引き合うこと、同極は退け合うことを理解している。	6年 1分野3章3節

り育てたりしようとする。」と、発展することを求めていることがわかる。

次に、この単元で習得した学び方が、次からの単元とどのように発展していくのか系統性を見ることにする。

自然事象への関心・意欲・態度では、身近な植物や昆虫などの動物の体のつくりや育ち方を調べることから、日陰の位置の変化や日なたと日陰の地面の様子の違い、そして豆電球が点灯することや磁石が物を引き付けることに興味をもち、違いや変化を調べたり、ものづくりをしたりするようになる。

科学的な思考では、植物や動物を比較して差異点や共通点を見いだすことから、日なたと日陰や豆電球が点灯する時としない時の違いを考えることへと発展している。

観察・実験の技能・表現では、虫眼鏡、遮光

板、温度計、平面鏡、乾電池と豆電球、そして磁石を使って観察や記録をしたり、ものづくりをしたりすることになる。

知識・理解では、植物や動物の違いから、温度が変化すること、電気を通すものと通さないものがあること、磁石に付く物と付かない物があることを理解することになる。これらから、学年の中でも、具体物の様子の観察から操作をしたときの現象の観察へと発展することになる。

自然事象への関心・意欲・態度と科学的な思考などほかの観点とは互いに強い関係にあること述べているが、小学校第3学年の評価規準の内容を見ても、「植物を育てよう」などにおいて、「進んでそれらの体のつくりや育ち方、かわりを調べようとする」ことが、知識・理解の目標とも関わっているし、「太陽の光の働きを調べよう」では、「日陰の位置の変化や日なたと日陰の地面の様子

違いを調べる」ことが科学的な思考にかかわる調べ方に、「豆電球に明かりをつけよう」や「じしゃくで調べよう」では、「乾電池に豆電球をつないだり、回路に物を入れたりして豆電球が点灯することを調べることが、技能・表現にかかわることになっている。

これらのことから、関心・意欲・態度の規準は、同じ学年内の単元の中でそれ自体独立して達成を目指すものではなく、単元の特性に応じて、それぞれ、3観点のいずれかの規準を達成するように設定されていて、他の観点の基準を達成することで、関心・意欲・態度の規準を達成することになっていることがわかる。

(2) 評価の観点ごとに見た系統性に基づく

学習プログラムの作成

子どもに基礎的・基本的な内容の確実な習得を目指すためには、系統性に基づいた学習計画を立てることが必要だと考え、評価の観点を改めて見つめ直した。その上にたって本稿では、小学校第4学年の「季節と生きもの」を例として、その指導すべき内容についてどのようなことを把握しておけばよいか、小学校学習指導要領や教科書から見てみることにする。

まず、「季節と生き物」はA区分(生物とその環境)の単元であることから、前出の小学校学習指導要領(表1-8)から小学校第4学年のA区分の目標を見てみると、「身近に見られる動物の活動や植物の成長を季節と関係付けながら調べ、見いだした問題を興味・関心をもって追究する活動を通して、生物を愛護する態度を育てるとともに、生物の成長のきまりや体のづくり、生物同士のかかり合いについての見方や考え方を養う。」となっている。(25)

これは、小学校第3学年での「比較しながら調べる」ことを受けており、小学校第5学年での、発生・発芽、成長にかかわる「条件が何であるかに目を向けながら調べる」こと、そして、小学校第6学年での生物と環境とを「関係付けながら調べる」ことへとつながることがわかる。更に、前出の表1-9 中学校学習指導要領から、中学校第1学年の第2分野での、観察・実験技能(規則性を発見したり課題を解決したりする方法)を習得することへと発展的につながっていくことがわかる。

次に、小学校学習指導要領の第4学年A区分の内容の取扱いを見ると、「数種類の動物や植物の成長を、年間を通して観察する」ことや、「植物

は夏生一年生植物を扱う」ことや、「それら(夏生一年生植物)と落葉樹と対比する」ことがわかる。そして、教科書には夏生一年生植物として、ツルレイシやヘチマなどを取り上げているのは、成長が著しく、観察しやすいからであろうと考えられる。夏生一年生植物と落葉樹とは、ともに葉が散ってしまうけれど、夏生一年生植物のほうは種子を作って枯死し、落葉樹のほうは枝に芽が由来していることなどから個体そのものは生きることなどに気づくようにすることが大切である。更に、植物体の死について考えることは、小学校第5学年の「生命のつながり」、小学校第6学年の「生き物と養分」、「生き物のくらしと自然かんきょう」へとつながる。そして、生と死に直面して生命尊重の心情を抱くことで、自然を愛する心情の育成につながると考える。

続いて理科の教科書(大日本図書)を詳細に見ると、具体的な内容が示されている。それらを学習指導要領のA生物とその環境の[内容の取扱い]に述べられていることを整理すると、下記の表2-5のようになる。表の中の、観察カードに記録する内容を比較すると、小学校第3学年では、日付、観察するものの名前、気付いたことなどであることから、ここでも、季節と関係付けて調べるための項目が加えられていることがわかる。また、季節の変化と関係が深い気温の変化を棒温度計で測ることについては、小学校第3学年で地面

表2-5 『きせつと生きもの』における具体的な内容

ねらい	教科書の具体的な内容
動物の活動や植物の成長の違いを季節と関係付けて観察すること。	<ul style="list-style-type: none"> ・ものさしや巻尺などを使って草丈(いちばん新しい葉の付け根から地面までの長さ)を測ること。 ・防音時計を使って、正しく空気温度を測れるようにすること。
1年を通して数種類の動物や植物の成長を観察すること。	<ul style="list-style-type: none"> ・育てているツルレイシ、ヘチマやソメイヨシノなどの変化に気付いたら記録すること。 ・草丈と空気温度は2週間おきに記録すること。 ・カエル、ザリガニ、ツバメ、テントウムシなど身近で危険のない動物を扱うこと。
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・夏生一年生植物と落葉樹を対比すること、及び植物の個体の死についてふれること
観察カードに記録すること。	<ul style="list-style-type: none"> ・場所 ・時刻 ・天気 ・空気温度(気温) ・変化したところ ・感じたこと、考えたこと ・もっと調べてみたいこと

の温度を測ることを学習しているが、この学習において、目盛りの読み方、液の先が目盛りと目盛りの間にあるときの温度の決め方、液だめで温度を測ること、および、液だめに直接日光が当たらないようにしなければ正しく測れないことを理解し、正しく図れるようにしておくことが必要になる。これらの学習内容をふまえて、年間計 29 時間(京都市小学校教育課程指導計画理科 4 年を参照)の計画の中で、学習することによって、小学校第 4 学年の子どもたちは、植物体の死について考えることから、自然を愛する心情をはぐくむとともに、季節ごとの動物の活動や植物の成長の変化などを知識として獲得したり、季節と関係付けて調べることで問題を解決する力を身に付けたり、気温の測り方や草丈の測り方、および、観察カードの記録の仕方などの技能を習得したりすることで、小学校第 4 学年の基礎的・基本的な内容が確実に習得されると考えられる。

- (18) 小嶋忠行「子どもの学習意欲を育む学習指導・学習活動のあり方」『研究紀要 Vol. 1』京都市立永松記念教育センター2003
- (19) 前掲 注 11 pp. 18~21
- (20) 『評価規準の作成，評価方法の工夫改善のための参考資料(小学校) 評価規準，評価方法の研究開発 国立教育政策研究所 2002pp. 99~113
- (21) 『評価規準の作成，評価方法の工夫改善のための参考資料(中学校) 評価規準，評価方法の研究開発 国立教育政策研究所 2002pp. 127~141
- (22) 前掲 注 7 p.31
- (23) 前掲 注 21，注 22
- (24) 前掲 注 21 pp. 99~101
- (25) 前掲 注 11 p.29

第 3 章 学習プログラムの内容・分析・考察

第 1 節 小学校の実証授業

(1) 「生命のつながり 植物の実や種子の

でき方」の活動を通して

本節では、小学校第 5 学年の児童に「興味・関心・態度」も含めた 4 観点にみられる力を確実に習得させるために作成した学習プログラムについて、具体的に述べていく。

系統性を探る

前述したように、小学校第 5 学年の「植物の実や種子のでき方」の学習プログラムを作成するた

めには、まず、今までにどのような内容を学習してきているのかを確かめること。それから、これからのどのような学習の基礎になるのかをつかんでおくこと、が必要である。そこで、小学校第 5 学年と前後する各学年の関連する領域について、指導要領に示されている各学年の内容で比べたものが表 3-1 である。

表 3-1 A 区分の内容及び第 2 分野の内容

身近な昆虫や植物を探したり育てたりして、成長の過程や体のつくりを調べ、それらの成長のきまりや体のつくり及び昆虫と植物とのかかわりについての考えをもつようにする。(小3)
身近な動物や植物を探したり育てたりして、季節ごとの動物の活動や植物の成長を調べ、それらの活動や成長と季節とのかかわりについての考えをもつようにする。(小4)
植物を育て、植物の発芽、成長及び結実の様子を調べ、植物の発芽、成長及び結実とその条件についての考えをもつようにする。(小5)
人及び他の動物を観察したり資料を活用したりして、呼吸、消化、排出及び循環の働きを調べ、人及び他の動物の体のつくりと働きについての考えをもつようにする。(小6)
身近な植物についての観察、実験を通して、生物の調べ方の基礎を身に付けさせるとともに、植物の体のつくりと働きを理解させ、植物の種類やその生活についての認識を深める。(中1)
身近な動物についての観察、実験を通して、動物の体のつくりと働きを理解させるとともに、動物の種類やその生活についての認識を深める。(中2)
生物の細胞と生殖 身近な生物についての観察、実験を通して、細胞のレベルで見た生物の体のつくりと生殖について理解させるとともに、親の形質が子に伝わる現象について認識させる。(中3)

そこでまず、5 年生の目標から見ることにする。この単元では、「植物を育て、植物の結実の様子を調べ、結実とその条件についての考えをもつようにする。」ことにかかわる条件は何であるのかということを追究していく学習であることがわかる。この単元につながる、小学校第 3 学年の内容をみると、「植物同士、比較しながら、その成長の過程や体のつくりを調べること」が、花のつくりを調べていくこととつながり、小学校第 4 学年の内容からは、「季節ごとの植物の成長を調べ、それらの成長を季節とのかかわりについて考えをもつこと」が、植物の結実にかかわる要因を見つけ出すこととつながっている。そして、小学校第 5 学年で「結実するための条件としてめしべ、おしべおよび花粉の働きに着目し、その働きを確かめる方法を考えたり、受粉という条件を制御したりすることによって結実するかどうかを確

表3-2 学年別評価規準表 A区分・第2分野

3年評価規準一覧表

単元名	自然現象への 関心・意欲・態度	科学的な思考	観察・実験の 技能・表現	自然現象についての 知識・理解	関連する学年
植物をそだてよう(1) たねまき *植物をそだてよう(2) そだつようすからだのつくり *植物をそだてよう(3) 花から実へ *植物をそだてよう(4) じゅくした実	・身近な植物に興味・関心をもち、進んでそれらの体のつくりや育ち方、かわりを調べようとする。 ・身近な植物に愛情をもって、探したり育てたりしようとする。	・植物同士を比較して、差異点や共通点を見いだすことができる。 ・植物に集まる昆虫の様子を比較して、それらのかかわりについて考えることができる。	・植物を探したり育てたりして、虫眼鏡などの器具を適切に使用して特徴を観察し、記録することができる。	・植物の育ち方には一定の順序があり、その体は根、茎及び葉からできていることを理解している。	4年 5年 6年 2分野1章2節 2分野5章3節

4年評価規準一覧表

単元名	自然現象への 関心・意欲・態度	科学的な思考	観察・実験の 技能・表現	自然現象についての 知識・理解	関連する学年
季節と生きもの(春) *季節と生きもの(夏) *季節と生きもの(秋) *季節と生きもの(冬)	・身近な動物の活動や植物の成長に興味・関心をもち、進んでそれらの変化と季節とのかかわりを調べようとする。 ・身近な動物や植物に愛情をもって、探したり育てたり、観察したりしようとする。	・身近な動物の活動や植物の成長の変化と季節を関係付けて、変化の要因を見いだすことができる。 ・季節ごとの動物の活動や植物の成長を調べ、それらの変化と季節の気温の変化を関係付けて考えることができる。	・動物や植物を探したり育てたりして、定期的に観察し、記録することができる。	・動物の活動は、暖かい季節、寒い季節などによって違いがあることを理解している。 ・植物の成長は、暖かい季節、寒い季節などによって違いがあることを理解している。	3年 2分野1章1節 2分野5章3節

5年評価規準一覧表

単元名	自然現象への 関心・意欲・態度	科学的な思考	観察・実験の 技能・表現	自然現象についての 知識・理解	関連する学年
生命のつながり(1) 発芽と養分 生命のつながり(2) 植物の成長と肥料・日光 *生命のつながり(2) 植物の成長と肥料・日光 *生命のつながり(4) 物の実や種子のでき方	・植物の発芽や成長、結実の様子に興味・関心をもち、自らそれらの変化にかかわる条件を調べようとする。 ・種子の発芽の様子に生命のたくみさを感じ、種子の内部のつくりと発芽との関係を調べようとする。	・植物の発芽から結実までの変化にかかわる条件を見いだすことができる。 ・植物の発芽、成長、結実について、条件に着目して観察や実験の計画を考えたり結果を考察したりすることができる。	・植物を観察し、ヨウ素液などを適切に使って種子に含まれている養分を調べ、記録することができる。 ・花のつくりや花粉などを、顕微鏡などを適切に操作して観察し、記録することができる。	・植物は、種子の中の養分に基にして発芽することを理解して、植物の発芽には、水、空気及び温度が関係していることを理解している。 ・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。 ・花にはおしべやめしべなどがあり、花粉がめしべの先に付くとめしべのものが実になり、実の中に種子ができることを理解している。	3年 2分野1章2節 2分野1章3節 2分野5章3節

6年評価規準一覧表

単元名	自然現象への 関心・意欲・態度	科学的な思考	観察・実験の 技能・表現	自然現象についての 知識・理解	関連する学年
生き物と養分(1) 植物の葉と日光	・植物がでんぷんをつくりだしていることに興味・関心をもち、自ら植物の葉の働きを調べようとする。	・日光とでんぷんのでき方との関係を調べ、生物と体のつくりとの働きを多面的に考えることができる。	・植物を観察し、ヨウ素液などを適切に使って日光とでんぷんのでき方の比較対照実験を行い、記録することができる。	・植物の葉に日光が当たるとでんぷんができることを理解している。	3年 2分野1章2節 2分野5章3節
6からだのつくりとはたらき	・人や他の動物の呼吸、消化、排出、循環などの働きに興味・関心をもち、自ら体の内部のつくりや働きを調べようとする。 ・人や他の動物の体のつくりや働きに生命のたくみさを感じ、それらの関係を調べようとする。	・人や他の動物の体のつくりや呼吸、消化、排出、循環などの働きを多面的に考えることができる。 ・人や他の動物の体のつくりや呼吸、消化、排出、循環などの働きとのかかわりについて推論することができる。	・人や他の動物を観察し、指示薬や気体検知管、石灰水などを適切に使って呼吸と吸気の違いを調べ、記録することができる。 ・人や他の動物を観察し、映像資料や魚の解剖、模型などを活用して呼吸、消化、排出、循環などの働きを調べ、記録することができる。	・体内に酸素が取り入れられ、体外に二酸化炭素などが出されていることを理解している。 ・食べ物は、口、胃、腸などを通る間に消化、吸収され、吸収されなかった物は排出されることを理解している。 ・血液は、心臓の働きで体内を巡り、養分、酸素及び二酸化炭素を運んでいることを理解している。	2分野3章2節 2分野3章3節 2分野3章4節

2分野 上 評価規準一覧表

単元名	自然現象への 関心・意欲・態度	科学的な思考	観察・実験の 技能・表現	自然現象についての 知識・理解	関連する学年
1章 植物の生活と種類 2節 植物のからだのつくりとはたらき	・いろいろな植物の花、葉、茎、根の特徴、つくりに関心をもち、意欲的にこれらの観察や働きを調べる実験を行うとともに、生命を尊重しようとする。	・植物の花・茎・根の観察を行い、植物の体のつくりの中に規則性を見いだす。 ・観察・実験結果から、植物の体のつくりと光合成、呼吸、蒸散などの働きを関連付けて考察する。	・花の基本的なつくりについて分かり易くまとめたり、光合成、呼吸、蒸散などの働きを調べる観察・実験を行い、基本操作を習得するとともに、論理的で自らの考えを導き出した観察・実験報告書を作成したり発表したりする。	・植物の体のつくりと働きについて理解し、知識を身に付けている。	3年 5年 6年 2分野5章3節

2分野 下 評価規準一覧表

単元名	自然現象への 関心・意欲・態度	科学的な思考	観察・実験の 技能・表現	自然現象についての 知識・理解	関連する学年
5章 細胞と生物のふえ方 3節 生物のふえ方	・身近な生物の殖え方に関心をもち、意欲的にこれを調べ、生命を尊重しようとする。	・身近な生物の殖え方を観察してその特徴を見いだし、その殖え方が有性生殖か無性生殖かを推論する。 ・無性生殖、有性生殖の仕組みの違いを考察する。 ・減数分裂と体細胞分裂の違いを考察する。 ・親の形質が子に伝わるのが染色体にある遺伝子を介して行われることを考察する。	・減数分裂と受精によって、生物の細胞の染色体の数が一定に保たれる仕組みを図で表す。 ・顕微鏡などを使って減数分裂の様子を調べる観察を行い、観察結果から自らの考えを導き出した観察・実験報告書を作成したり発表したりする。	・減数分裂と体細胞分裂の違い、染色体の働き、有性生殖と無性生殖の違いについて理解し、知識を身に付けている。	5年 2分野1章2節

かめること」は、小学校第6学年において、「植物のつくりとその働きについて、多面的に考えること」につながっていき、更に小学校で積み上げたことが、中学校第1学年において、「生物の調べ方の基礎」となっていくことがわかる。

続いて、小学校第3学年から中学校第3学年までの学習内容を比較するために、植物に関係する単元(動物を含む場合もある)の4観点の評価規準をまとめたものが次頁の表3-2である。この表を見ると、植物にかかわる学習は、どの学年に

も配当されており、植物は、小学校第3学年の児童からも扱いやすい学習材であると考えられる。この表の、まず、自然事象への興味・関心・態度を見ると、小学校第5学年では「植物の（発芽や成長）結実の様子に興味・関心をもち、自らそれらの変化にかかわる条件を調べようとする。」ことが目標であることがわかる。それには、1年生の生活科でも育てたことがあるアサガオが、結実したことを観察しやすい学習材として適していると考えられる。

次に、科学的な思考で見ると、小学校第3学年で「比較する」こと、小学校第4学年で「季節と関係付けて変化を観察する」ことを踏まえて、小学校第5学年では、実や種ができるための条件を探り、その条件を制御したものと制御していなかったものとを比較することで、その条件が妥当であるかどうかを考察することが目標となっている。それには、今までにホウセンカ、ヘチマなどを栽培して、花が咲いた後に実や種ができることから、花のつくりと種との関係には気付きやすいと思われる。これらの調べ方が、小学校第6学年において、日光とでんぷんのでき方との関係を調べ、生物と体のつくりとの働きを多面的に考えることができることにつながり、中学校第1学年において、日光とでんぷんのでき方との関係を調べ、生物と体のつくりとの働きを多面的に考えたり、観察・実験結果から、植物の体のつくりと光合成、呼吸、蒸散などの働きを関連付けて考察したりすることにつながることから、基礎的、基本的な内容を確実に習得することが重要になる。

観察・実験の技能・表現として、顕微鏡などを適切に操作して、花のつくりや花粉などを観察することである。小学校第3学年において虫眼鏡を使うことで拡大することを学習している。顕微鏡の操作は小学校第6学年でもメダカの血液の流れを観察するために行うが、時間的な配分は少ないため、小学校第5学年代階で、十分操作に慣れておくようにする必要がある。記録することとしては、観察カードが小学校第3学年から教科書には紹介されており、学年の目標に伴って記録する観点も変わっている。小学校第5学年では、花のつくりや顕微鏡で観察した花粉のスケッチをすることで、大事なところを詳しく写すことや、輪郭を強調し、塗りつぶさないなどの方法を習得しておく必要がある。

自然事象についての知識・理解では、花にはおしべやめしべなどがあること、花粉がめしべの先に付くとめしべのもとが実になること、実の中に

種子ができることを理解することが目標である。中学校第1学年では、柱頭・やくなど花の更には細かな部分の名称や、被子植物だけでなく裸子植物の受粉について、また、中学校第3学年では受精について学習につながるものとして、小学校第5学年において種ができるためには花粉が必要であることを、十分に理解していることが必要である。

前提条件を探る

次に、この単元の導入にあたり、小学校第3・4学年での学習の定着を知るためにポイントチェックを作成することにした。

表3-3 虫眼鏡の使い方(ポイントチェック)

1. 虫めがねの使い方について書かれた次の文で、正しいものには <u>○</u> を、正しくないものには <u>×</u> を、() の中に書き入れましょう。
() 手で、虫めがねをしっかりと持ち、目の近くでささえる。
12人 正答率 48%
(×) 手で、虫めがねをしっかりと持ち、目からできるだけはなしてささえる。
12人 正答率 48%
() 反対の手で持っている観察するものを虫めがねに近づけてきて、はっきり見えるところまでとめる。
15人 正答率 60%
() 観察するものを動かさないときには、虫めがねを自分の近くでささえたまま、からだを近づけて見る。
17人 正答率 68%
() 虫めがねで、ぜったい太陽を見てはいけない。
23人 正答率 92%

まず、顕微鏡での観察につながる学習として虫眼鏡の使い方について尋ねた。(上表3-3)

次に、この単元は花のつくり注目していくことになるので、小学校第4学年で栽培してきたヘチマの雄花と雌花を図で示し、それらについて知っていることを尋ねた。

それから、「生命のつながり」ということをどのようにとらえているのか知るために、「動物や植物は、生命をつなぐためにどんなことをしているのでしょうか。あなたの考えを教えてください。」と、尋ねた。このポイントチェックの結果から次のようなことがいえる。

- (ア) 問1 の結果から、虫眼鏡の扱い方で、太陽を直接見ないことについては、指導が徹底されている。
- (イ) 問1 から の結果からは、虫眼鏡を目の近くでしっかりと持ち、観察するものを動かして見るという扱い方について「手で、虫眼鏡をしっかりと持ち、目の近くで支える。」に肯定的に回答した児童が、「反対の手で持っているものを虫眼鏡に近づけてきて、はっきり見えるところまでとめる。」には否定的に回答していたりするなど、虫眼鏡の扱い方にあまり共通性は見られない。
- (ウ) ヘチマの雄花や雌花の違いについてはほとんどの子どもが認識している。

(エ)ヘチマの実ができるために必要だと思うことについては、愛情をもって水やりなどの世話をすること。(17名/25名)、虫などが花粉をつけること。(7名/25名)、日当たりがよいこと。(1名/25名)という回答が得られた。7割近い児童が、結実することを成長の延長として捉えている。

(オ)動物や植物が生命をつなぐためにどんなことをしていると思うか。について、動物では、子を生子孫を増やすこと。植物では、種を作ること。との回答が多く見られた。1学期に「生命のつながり 生命のたんじょう」の学習でメダカや人のたんじょうについて調べたことが印象強く残っており、メダカの卵や赤ちゃんが生まれることについて回答している子どもがほとんどであった。植物についても、種ができることが条件であると回答している児童が多く、小学校第5学年で種ができる条件について学習することに、引き続き興味をもって取り組むことができるのではないかと考えられる。

指導の重点

これらのことをふまえて、「生命のつながり 植物の実や種のでき方」の学習指導計画を立てるにあたって、小学校第5学年で履修すべき内容を確実に習得するために、以下の3点が大事であると考えた。

- (ア)アサガオの花のつくりを調べたり、おしべやめしべを観察したりすることについては、必ず、一人ひとりの児童が実習できるように十分に材料を用意すること。
- (イ)中学校第1学年でのプランクトンなどの観察とつながる、顕微鏡やピンセットの操作は十分に習熟できるように器具を用意したり、時間を確保したりすること。
- (ウ)結実するための条件を見つけ出すことや、自分が考えた条件が適切であるかどうかを確かめることなど、子ども自身が見通しをもって追究していくことができるように、発問や教材の工夫をしたり、活動する時間を十分に確保したりすること。

(ア)の学習材の確保については、学習の第1時間目をむかえるにあたり、この単元が9月初旬に配当されていることから、春にアサガオの種をまいて育てたのでは、花がほとんど咲き終わってしまうことも考えられるので、種まきを遅らせるなどして、学習材を確保する配慮が必要である。更に、学習する当日に咲いた花では、数が足りなく

なることへの対策として、前日までに咲いた花を収穫しておき、冷蔵庫で保管しておくことは、一人が1つのアサガオの花を観察するために有効な手段である。ところが、第5時間目の学習において、結実するための条件は花粉が関係するのではないかと考えて、花粉を制御する方法を考える場面において、本体についたままのつぼみの段階で、おしべを実際に取り去る練習を全員ですることは数的に困難だと考えられる。だからといってグループで行うとなると、うまく処理できない子どもが出たり、見学だけに終わってしまったりすることが懸念される。そこで、全員が体験できるようにするために、アサガオのつぼみの模型を作ること、1つの方法であると考えられる。(写真)

写真 つぼみの模型を使い、おしべをとる



(イ)の理科器具などの習熟については、第1時間目や第5時間目などに、ピンセットを使う機会があり、第3時間目や第9時間目には顕微鏡を操作して、花粉を観察する機会がある。これらの技能を習得するためには、実物を示しながら説明すること(写真)や、体験する機会が多くなるよう計画することが必要である。また、自校の顕微鏡と他校、特に、進学するであろう中学校の顕

写真 顕微鏡を示しながらの説明



微鏡との仕組や操作の違いなどを調べておいて、仕組の違う顕微鏡もあることを補足しておくことは、顕微鏡が変わっても進んで操作することができるといった、より確かな技能の習得につながると考える。

(ウ)の主体的に学習する能力を育てることについて、国立教育政策研究所による『科学教育改革へ向けた中学校理科教師の意識と活動に実態』の結果の概要の中で、「生徒の特質については、今の子どもたちが、直接体験が不足しており、すぐに答えを求めたり、考えることを嫌がったり、継続的な観察や調査を嫌がるという意見が大勢を占め、理科教師は、こうした理科の学習にとって本質的に重要な基礎的要件を欠いている生徒に対して授業するという困難さを抱えている。」(26)

としていることから、小学校での観察・実験の能力や、計画的、継続的に調べる能力を十分に習得させておくことが重要であると考え。そして、この単元の学習活動では、学習材を一人ひとりに確保するなどの工夫によって子ども自身も課題意識をもちやすくなると考えられる。しかし、自分が学習の計画を立てていくことは、なかなか慣れていない児童が多いと思われるので、机間巡視などによって計画に無理なところがないかを確認、子どものねらいに沿った方法を提示するなどの支援が大切であると考え。そうした上で、子ども自身が見通しをもって追究活動を行うことが重要だと考える。更に、ここでいう、「見通しをもつこと」を、『小学校指導要領解説 理科編』には、「見通しをもつことは、児童が無目的に観

表3-6 学習指導案「植物の実や種子のでき方」

本時の目標 アサガオの種子のできるところを、花を観察して見つける。

既習事項

本時の学習

同学年・上位学年への発展

時	学習内容	主な発問・予想される児童の反応	留意点	系統性・本時の評価		
1	<p>アサガオの花はどんなつくりになっているのか観察する。</p> <p>アサガオの花のつくりを観察してスケッチする。</p>	<p>アサガオの種子のでき方について、どんなことを調べてみるといいでしょう。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・アサガオの実を調べたらいい。 ・アサガオの花が咲いた後を調べたらいい。 <p>実のできたところは、花の咲いていたところであることに気付かせる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ヘチマみたいに花の実のできるところを調べたらいい。 ・アサガオの花にも実(種子)のできるところがあるか調べるといい。 <p>アサガオの花には実になるところがあるのでしょ。アサガオの花びらを縦に切り広げてどのようなつくりになっているか調べてみよう。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・小さく膨らんでるところがあるけど、これが実になるのかなあ。 ・あった。真ん中にちょっと膨らんでるものがある。 <p>おしべやめしべに着目できるようにする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・まわりの細長いのはなんやろ。 ・花びらって実ができるのに役に立つのかなあ。 <p>花のつくりを図に書きましょう。花びらの外にあるものをがく、5本あるものをおしべ、真ん中に1本あって下の方がちょっとふくらんでいるものをめしべといえます。</p> <p>切り開いた花をワークシートや台紙にセロテープやブッカ-などで貼り付けておくようにするなど整理の仕方を教える。</p>	<p>知識・理解 (小4)</p> <p>ヘチマ、キュウリなどを栽培し、実のできる花とそうでない花があることを観察している。</p>	<p>知識・理解 (中1)</p> <p>花にはおしべやめしべなどがあることを理解している。</p> <p>【発表・ワークシート】</p> <p>花のつくりとともに、めしべのもとにふくらみがあることを理解している。</p> <p>花にはおしべやめしべがあることを理解している。</p> <p>おしべやめしべとその名称が一致していない。</p> <p>次時に復習をする。</p>	<p>関心・意欲・態度</p> <p>植物の結実の様子に興味・関心を持ち、自らそれらの変化にかかわる条件を調べようとする。</p> <p>【発表・ワークシート】</p> <p>自分の考えや他の人の考えも参考にすることで、実行できる方法をまとめている。</p> <p>自分の考えた方法を書いている。方法が考え付かない。</p> <p>他の人の方法を参考に考えるようにする。</p>	<p>関心・意欲・態度 (中1)</p> <p>植物の仲間に関する事象・現象に関心を持ち、意欲的にそれらを探究するとともに、生命を尊重し自然環境を保全しようとする。</p>

察，実験などを行うのではなく，問題に対して予想や仮説，構想をもち，それらのもとに観察，実験などの方法を工夫し，実際にそれを行うことである。」(27)としているように，子どもが観察や実験に対して，目的がわかること，自分自身で方法を工夫し行うことが大切であると考え。目的がわかることによって，確かめればよいこと（結果）の予想が立てられる。そのことが，見通しをもつことにもなる。見通しをもてたことにより，どのような方法で確かめることができるのかを考えることができるようになって考えられる。そして，目的がわかれば，確かめる方法について考え，有効な方法をまだ経験していない場合には，一斉指導によって知らせたり，子どもが考えた方法が実験可能かどうかを確かめ，適切に助言したりするなど指導することも必要だと考えられる。この単元において結実するための条件を見つけ出すことやその条件が正しいかどうかを確かめるなどの活動を通して，多面的な追究したり，分析的，総合的に考察したりして課題を解決することの基礎になると考える。

対照実験について

小学校第5学年のこの単元では，結実にかかわる条件について考えることや，その考えを確かめる方法を考え，実験をすることが大切である。しかし，これまでの理科の観察や実験では，結果を理解することが多いように思われる。そこで，対照実験などについては，その方法や有効性などについて機会を見つけて理解を図らなければならないと考える。

学習指導案の作成

5年生児童が，基礎的・基本的な内容を確実に習得するためには，既習事項や発展する内容を明らかにして，系統性をふまえた指導が大切であるとの考えから，学習指導案を作成するにあたって，次の点を工夫した。

- (ア) 本時の目標を基にして，指導する内容や，系統性から見て関連する内容について既習であるのか発展であるのかを示すこと。
- (イ) 小学校第5学年での学習にかかわる，系統性を一目でわかるようにすること。
- (ウ) 本時の目標と4観点の評価規準であらわすこと。

前頁表3-6は，本単元の指導案の1例である。

まず，(ア)について，既習事項や本時の目標および発展する内容は，小学校学習指導要領，教科書，京都市立小学校教育課程指導計画理科およ

び国立教育政策研究所による評価規準の作成，評価方法のための参考資料（小学校）などを参考にして，調べた。(イ)については，指導案の左半分は指導の流れを示し，右半分は，既習事項や本時の目標，そして発展する内容を，それぞれ枠で囲み，つながりを矢印であらわすことによって，一目でわかるように配置した。(ウ)については，本時の目標や発展する学年での指導内容などを，主に評価規準の作成，評価方法のための参考資料（小・中学校）などを参考にして調べた。本時については，目標に加えて，評価をすることを考えて，「十分に満足するもの」と，「おおむね満足するもの」，「努力を要するもの」の基準を示した。この基準は，国立教育政策研究所の評価規準（B基準）を基にしてAとCの基準について付け加えたものである。

(2) 実証授業の分析を通して

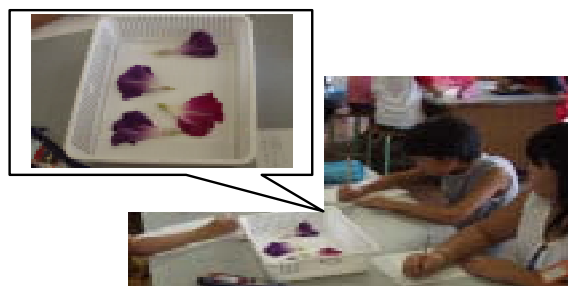
系統性を基にして，小学校第5学年における基礎的・基本的な内容の確実な習得を目指した学習プログラムを実践したことによって，どのような有効性が見られたかを考察する。

第1・2時 知識・理解の系統性

学習のつながりを考えて2時間続きで学習するようにした。この時間で重点をおいたところは，生命のつながりにかかわる条件について考えることと，結実にかかわる条件を探するためにアサガオの花のつくりを調べることである。

まず，生命のつながりとはどういうことだと考えているのかについて尋ねると，「実を落とすこと。」「種が動物の力を借りて，同じ植物になること。」などの発言があり，植物が種を介して，生命をつないでいると考えている児童が多いことがわかる。前項で示したポイントチェックで，ヘチマの実ができるために必要だと思うことについては，多数の児童が成長のための条件を挙げていることから，花粉やおしべの役割に気づくように働きかけることが大切だと考えた。そこで，おしべの働きについては，花のつくりを観察することが

写真 アサガオの花



ら気付かせるために、一人に1つアサガオの花を用意した。(前頁写真)花びらを用心深く開きながら、実物だからこそ観察できるところなども細かく観察していた。下記は、子どもの発表であ

- ・ぼうがいっぱいある。
- ・1本だけ違うぼうがある。
- ・種子らしいものが下についている。
- ・ぼう(おしべ)の先に花粉がついている。
- ・真ん中のぼうみたいなの名前は何か。記録したいので教えてください。

る。事後に行ったチェックテストの結果は、花卉100%，がく100%，おしべ89%，めしべ92%（26人中の正答率）であり、花のつくりについて、よく理解できていることがわかる。

第3時 顕微鏡の操作

生命のつながりの秘密を探るために、めしべに種子ができるために必要なことを尋ねると、おしべやめしべの先に花粉が付くことだとしていたことから、花粉に秘密があるのではないかと考え、顕微鏡で花粉を観察することを知らせた。初めて使う児童もいることから、研究協力校の顕微鏡の扱い方を説明し、更に、教科書に載っている顕微鏡や中学校の顕微鏡の扱い方には違いがあることを説明した。研究協力校の顕微鏡は、ライトが付

写真 顕微鏡で観察する



いている(写真)ので採光の心配が要らない。しかし、逆光になるため花粉の色が黒っぽく見えていることは、学習ノートを点検してみても初めてわかった。そこで、第4時の始めに、明るいほうをバックに写真を撮ると顔など暗く写る事を例にして説明すると、子どもたちも白い花粉が黒く見えたことを不審に思っていたようで、納得している様子が見られた。

第4・5時 科学的な思考の系統性

結実にかかわる条件を見出すために、種子ができる条件は何かについて話し合い、確かめる方法を考えた。しかし、一人ひとりでは考えをなかなか

出し合うことができにくいようで、発表された意見を参考にしながら考えをまとめようとすることも見られた。ここでは、考える時間を十分確保することによって出された条件を基に、今度はそれを制御して、結実するかどうかを確かめる方法を

- ・めしべの下のところは花粉がついて、がくの中で種子ができる。
- ・花粉に栄養があって、それがめしべの下に行って種子になる。
- ・めしべの下タマネギみたいのところから種子ができると思う。
- ・おしべとめしべが受粉してめしべに種子ができると思う。

話し合った。おしべを取ることにについては、考えられていたことに加えて、めしべに花粉がつくこ

- ・おしべを全部取ってしまっても種子が出来るが見る。
- ・おしべを取って、めしべに人工受粉する。めしべに花粉をつけないほうと分ける。
- ・虫とかが花粉とかをつけたらだめだから、袋をかぶせる。

とで結実するかどうかを確かめるために、対照実験を行う必要があることについて説明した。対照実験として、花粉をつけるものとつけないものとして比べる実験をすることについてはわかったようであったが、どちらのおしべも取っておくことが条件をそろえることになるということは、理解しにくいようであった。

- ・花粉がいるか、要らないかを調べるため2つで比べるから。
- ・人工受粉をさせるために、おしべを取るつぼみと、取らないつぼみで2つ用意した。

<第8・9時> 知識・理解の系統性

受粉を制御してから1週間たち、結実しているかどうかを観察し、結実のために必要な条件は花粉であったかどうか考察する。ここでは、1週間たっていることで、子どもの思考が途切れがちなため、学習の振り返りが必要であった。観察をした児童の感想は、以下の通りである。観察をしてわかったことはどんなことかを尋ねると、結実したものとしなかったものがあること、花粉がいることについて答えていた。

小学校第5学年では、結実にかかわる条件を見

- ・人工受粉した方は太くなって、人工受粉しなかった方は細くなった。
- ・受粉してないほうはがくが広がって、受粉した方は守るようにすぼんでいた。
- ・種子を作るには花粉がいることがわかった。
- ・花粉をつけていないほうには種子ができなかったから花粉がなかったらできない。

出し、それを制御して結実するかどうかを確かめることで、自分が考えた条件や方法が正しかったかどうかを確かめるのである。この実験を通して、2つの結果が明らかとなる。1つは、結実にかかわる条件であり、もう1つは、この条件が適当であるかどうか、対照実験を行うことによって確かめられるということである。前者の方は、目標として意識されやすいと思われるが、後者の方は、今までにあまり経験がないということから、対照実験によって実験結果の正当性を示すことについては、これからの学習の中でも、意図的に指導をしていく必要があると考える。

第2節 中学校の実証授業

(1)「植物の生活と種類」の活動を通して

ここでは、中学校第1学年の生徒に「興味・関心・態度」も含めた4観点にみられる力を確実に習得させるための学習プログラムを提示したいと考えている。

系統性を探る

国立教育政策研究所による「理科学習の重要性に関する中学生の意識の実態調査」により、「理科の学習は、むずかしい。」とする生徒が、55.1%と約半数もいること(28)は、前にも述べている。中学校での学習は小学校での学習をふまえて、より専門性の高い内容になっているため、小学校での理科学習における基礎的・基本的な内容を確実に習得することができるよう、系統性をふまえた指導が大切であることを強調してきたが、中学校での学習においても、中学校学習指導要領の目標を達成するために、系統性に基づいた学習計画を立てることが重要であると考えられる。

そこで、中学校第1学年において、「植物の生活と種類」の学習プログラムを作成するために、小学校第3学年からどのような学習の基礎を積み上げてきているかということと、中学校第3学年までの学習にどの様に関連していくのかということをつかんでおくために、小・中学校の学習指導要領の目標を比較してみることにした。中学校第2分野「植物の生活と種類」を含む「生物」にかかわる目標は次の2点が示されている。

- (ア)生物とそれを取り巻く自然の事物・現象に対する関心を高め、その中に問題を見だし意欲的に探究する活動を通して、規則性を発見したり課題を解決したりする方法を習得させる。
- (イ)生物や生物現象についての観察、実験を行い、観察・実験技能を習得させ、観察、実験の

結果を考察して自らの考えを導きだし表現する能力を育てるとともに、植物や動物の生活と種類、生物の細胞と生殖などについて理解させ、これらの事象に対する科学的な見方や考え方を養う。

これらの目標に関連する小学校のA区分の目標を対比してみる。まず、学習の対象として、小学校第3学年での「身近に見られる動物や植物」、小学校第4学年での「身近に見られる動物の活動や植物の成長」、小学校第5学年での「植物の発芽から結実までの過程、動物の発生や成長など」、小学校第6学年での「生物の体のつくりと働きおよび生物と環境」が、第2分野での「生物とそれを取り巻く自然の事物・現象」へと発展してきている。

次に問題を見つけるための方法として、小学校第3学年での「比較しながら調べ」、小学校第4学年での「季節と関係付けながら調べ」、小学校第5学年での「条件に目を向けながら調べ」、小学校第6学年での「関係付けながら調べ」が、第2分野での「その中に問題を見だし」へと発展している。

更に、関心・意欲・態度に関して、小学校第3学年での「興味・関心をもって追究する活動を通して」、小学校第4学年での「興味・関心をもって追究する活動を通して」、小学校第5学年での「計画的に追究する活動を通して」、小学校第6学年での「多面的に追究する活動を通して」が、第2分野での「意欲的に探究する活動を通して」へと発展している。

そして、習得を目指す力に関して、小学校第3学年での「生物を愛護する態度を育てるとともに、生物の成長のきまりや体のつくり、生物同士のかかわりについての見方や考え方を養う」、小学校第4学年での「生物を愛護する態度を育てるとともに、動物の活動や植物の成長と環境とのかかわりについての見方や考え方を養う」、小学校第5学年での「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養う」、小学校第6学年での「生命を尊重する態度を育てるとともに、生物の体の働きおよび生物と環境とのかかわりについての見方や考え方を養う」が、第2分野での「規則性を発見したり課題を解決したりする方法を習得させる」へと発展している。

これらの目標を受けて、「生物や生物現象についての観察、実験を行い、観察・実験技能を習得させ、観察、実験の結果を考察して自らの考えを

導きだし表現する能力を育てる」ことで、「植物や動物の生活と種類，生物の細胞と生殖などについて理解させ，これらの事象に対する科学的な見方や考え方を養う。」ことを目指している。

これらの系統的に発展している目標を把握することに加えて，小学校での学習材や実験器具など具体的な内容も把握しておくことも，有効な手だてにつながると考える。それは，小学校での学習内容や学習材などを話題として投げかけることにより，これから学習する内容と既習の内容とのつながりに気づいたり，学習してきたことを想起したりすることができるし，興味・関心をもって学習に臨むことができるようになるからである。

前提条件を探る

学年の進行に伴い，個々の生徒の習得できている力の差は大きくなっていることも予想されるので，前提条件を探り，不足を補うためにもポイントチェックなどの学習前に行う調査の重要性は更に増すと考えられる。そこで，この単元の導入にあたり，小学校での学習の定着を知るためにポイントチェックを作成することにした。

表3 5 顕微鏡の使い方（ポイントチェック）

1. 顕微鏡の使い方について書かれた次の文で，正しいものには， <u>正しくないものにはxを</u> ，()の中に入れてください。	
正答率 96.3%	() 見るものをのせ台に置き，その近くまでレンズを下げる。
正答率 88.9%	(x) 日光が直接当たる所で見ると，明るくて見やすい。
正答率 100%	() レンズをのぞきながら，調節ねじを回して，はっきり見えるところまでレンズを上げる。
正答率 100%	(x) レンズは，いつも倍率の高いもので見ようとする。
正答率 63.0%	() スケッチするときは，レンズをのぞきながら両目を開けて行うようにする。

まず，顕微鏡の操作について尋ねた。(表3 - 5) ~ については，1 学期末に学習していたこともあり，90%から 100%の生徒が理解を示している。しかし，については 63%であったことから，両目をあけて，一方では顕微鏡のレンズを，もう一方で記録用紙を見ながらスケッチをすることについては指導する必要があるといえる。

次に，蒸散や光合成に関係する，【水蒸気】【酸素】【二酸化炭素】【デンプン】について，その存在を確かめる方法と，どのようになって現れるのかを尋ねたものが表3 - 6である。いずれも，存在を確かめる方法は80%から 100%とよく理解し，よく定着していることがわかる。しかし，水蒸気や酸素などの存在を，どのように表現すればよいかわからない生徒が 30%から 40%いたことは，わかってはいるのだけれどうまく伝えられない，

表3 6 蒸散，光合成にかかわる内容

調べるもの	使うもの	どうなるか
【水蒸気】	ガラスコップ 81.5% (氷とガラスコップ 40.7%) フラスコで水を沸騰させる 7.4% 無答 11.1%	白く曇る(水滴がつく) 51.9% 無答 40.7% 誤答 7.4%
【酸素】	火のついた線香 88.9% (過酸化水素水と二酸化マンガン) 7.4% 無答 11.1%	よく燃える 66.7% (酸素がなくなると消える) 18.5% 無答 25.9% 誤答 7.4%
【二酸化炭素】	石灰水 88.9% 火のついた線香 11.1% (重複回答あり) 無答 3.7%	白くにごる・火が消える 88.9% 火が消える 7.4% 無答 3.7%
【デンプン】	ヨウ素液 100%	青紫色 81.5% むらさき色 3.7% 無答 14.8%

ということについて中学校での学習において，表現する場を工夫する必要があると考えられる。

次に，アブラナで花のつくりを尋ねているが，教科書ではホウセンカやヘチマなどを観察するようになっているため，アブラナの花を観察する機会が少なくなっていることにより，正答率が少し低くなったと考えられる。(図3 - 1)

図3 - 1 アブラナの花のつくり（ポイントチェック）

3. 花の各部分の名を書きましょう

おしべ: 正答率 74.1%, めしべ 7.4%, その他 7.4%, 無答 11.1%

花びら: 正答率 63.0%, 葉 25.9%, 無答 11.1%

がく: 正答率 63.0%, その他 11.1%, 無答 25.9%

めしべ: 正答率 81.9%, その他 7.4%, 無答 11.1%

次に，かぼちゃの雌花が結実するために必要な条件について尋ねた。表3 - 7を見ると，結実のためには花粉がつくこと(受粉すること)が必要としたのは約 1 / 4で，60%以上が成長するため

表3 7 実が育つ条件（ポイントチェック）

4. 同じ株に咲いたA, B 2つの雌花(めしべ)を観察しました。Aのカボチャは1日ごとに大きく育っていきました。Bのカボチャは9日ほどで枯れ落ちてしまいました。Aのカボチャのように，実が育っていくためにはどんなことが必要だと思いますか。

受粉すること 25.9%	日光と肥料と水 40.7%
日光と水 11.1%	水 3.7%
酸素 3.7%	日光 3.7%
無答 11.1%	

の条件である，日光と肥料と水のいずれかが必要としている。このことから，小学校第5学年において，花粉や受粉は結実のために必要な条件として，十分には定着していないように思われる。しかしながら，別の項目で植物が育つために必要な条件について尋ねたところ，日光 85.2%，水 81.5%，肥料 51.9%± 22.2%，世話(草取り)11.1%と，日当たりや水遣りが大切であるとしており，直接育てた経験に基づいていることが伺われる。

このポイントチェックにより明らかになった中学校第1学年の生徒の既習の内容は，知識面や技能面を習得している事がわかる半面で，自分の理解したことを，相手にわかりやすく伝えることは十分とはいえないように思われる。そこで，表現する機会を工夫する必要があると考える。また，栽培した経験によって，技能や知識の定着が見られていることから，中学校第1学年でも，顕微鏡での観察や，蒸散，呼吸，光合成を確かめる実験などを，活動を通して習得できるように学習材や学習機器を用意することが大切だと考えられる。

指導の重点

小学校からの系統的なつながりをふまえて「植物の生活と種類 植物の体のつくりとはたらき」の学習指導案を作成するにあたって，中学校第1学年で学習した内容が確実に習得されるために，以下の3点が大事であると考えた。

- (ア) 顕微鏡の操作に慣れ，十分に習熟できるように器具を用意したり，時間を確保したりすること。
- (イ) 植物のつくりや働きを見出だすことに加えて，植物の仕組みやはたらきの意義について自分なりに考えること。
- (ウ) 光合成や呼吸，蒸散といった植物の働きを，デンプンや二酸化炭素などを手がかりにして確かめる方法を考えることや，自分が考えた方法が適切であるかどうかを確かめながら，生徒自身が見通しをもって追究していくことができるように，発問や教材の工夫をしたり，活動する時間を十分に確保したりすること。
- (ア) の，顕微鏡の操作の習熟することについては，「植物の生活と種類 植物の体のつくりとはたらき」の第5・6・7時間目の学習で植物の根・茎・葉の断面や葉の表皮の気孔などを顕微鏡で観察すること(写真)と，第9時間目に，光合成が行われている場所としてオオカナダモの葉を顕微鏡で観察することになる。これらの観察の機会を通して，プレパラートを作ることや倍率を

写真 ツククサの気孔を観察する。



選択し観察することや，スケッチの仕方などに慣れることが大切であると考えられる。

(イ)については，植物の体のつくりやはたらきを知るだけでなく，生命を維持するとともに，種を保存するための巧みさについても気づくことができるようにし，小学校で学んできている自然を愛する心情から発展して，自然環境を保全し，生命を尊重する態度を育てることが大切であると考えられる。

(ウ)については，小学校学習指導要領，第6学年の目標として「生物の体のつくりと働きを関係付けながら調べ，見いだした問題を多面的に追究する活動を通して」とあるように，植物が養分を作るはたらきや成長するはたらきについて，植物の体のつくりとそのはたらきとを関係付けて調べ，問題を見つけ出し「比較」したり，「関係付け」たり，「条件に着目」したりしながら，生徒自身が見通しをもって追究し，規則性を発見したり，問題を解決したりする方法を修得することが大切だと考えた。ポイントチェックで確かめられたように，デンプンについてはヨウ素液による着色のみであったが，水蒸気や酸素，二酸化炭素についてはいろいろな確かめ方を学習してきていると考えられることから，蒸散や光合成などを確かめる方法など生徒自身が計画していけるようにすることは大切なことだと考える。

系統性からみて，この単元は小学校での学習とのつながりが大きく，興味をもって取り組めると思われる。しかし，ポイントチェックからみた前提条件は知識・理解はよく習得されていると思われるが，別の結果と比較して今の結果を判断しているような回答が少なかったことから，対照実験を行うことなど，調べ方については丁寧に説明する必要があると考えられる。

(2) 実証授業の分析を通して

中学校の理科学習において，小学校からの系統

性を明らかにし、基礎的・基本的な内容の確実な習得を目指した学習プログラムを実践したことによって、どのような有効性が見られたか考察する。

<第1時> 知識・理解の系統性

小学校第5学年では、受粉することは結実するための条件であることを確かめている。ここでは、受粉によって種子ができ、子孫を残すことについて、おしべやめしべなど花のつくりと関係付

・光合成をする。	・受粉をする。
・種を作る。	・花弁がある。
・おしべやめしべがある。	・がくがある。
・花粉を作る。	・球根がある。

けて考察していく。学習の導入で、花が咲かない植物を尋ねたところ、「コメ(イネ)」「ムギ」「ネギ。」などいずれも花を見慣れないと思われる植物を答えていた。それらの答えには、稲やムギなどは目立たないけど花が咲くこと教えた。そして、花が咲かない植物としてワカメやゼンマイなどがあるという説明があった。次に、花が咲く植物に関係があるものを尋ねたところ、以下のような小学校での学習と関連することを答えていた。

光合成については、花が咲く植物だけとは限らないことを説明した。花が咲くことに関係のあるものを発表した後で、中学校では「なぜ?」「何のために?」という、理由を考えていくことまでが大事な学習であるという説明をした。早速、「なぜ、花弁はあるのか。」という問いかけをされた。ここでは小学校第5学年での、生命の連続性について学習してきていることから、受粉や結実につながることで考えられるところであったが、どう答えれば良いのか迷っている様子が伺えた。受粉すると花粉からは花粉管が伸び、受精することを学習した後に、受精して種ができていく仕組みについては、中学校第3学年で発展した学習をすることを知らせた。

第5時 技能の系統性

小学校第5学年で花粉の観察をするために顕微鏡を操作し、100倍の倍率で観察している。小学校第6学年の「からだのつくりとはたらき」においても、フナの腸の内容物や、メダカの血液の流れを観察している。そして、「植物の生活と種類」の1節で400倍までの倍率で、プランクトンなどを観察している。ポイントチェックで確かめたところによると、顕微鏡の操作についてはよく理解していた。

そこでこの単元でも、顕微鏡で観察する機会を多くするように計画した。初めは、吸い上げた水の通り道を確認するために、茎の断片のプレパラートを使った観察である。中学校第1学年の生徒は、準備を手際よく進めていたが、倍率の選択を高倍率のままにしている生徒もいて、低倍率から始めるように助言を受けていた。続いて、ツククサの葉の表皮を剥き、気孔の観察である。自分でプレパラートを作って観察することになる。100倍でも見られるが、400倍でも見るように指導されていた。

第9時 技能・表現の系統性

顕微鏡を使う3回目は、オオカナダモの葉を学習材として使って、葉緑体の観察であった。かなり顕微鏡の扱いにも慣れてきており、はっきりとした粒に見える葉緑体に、歓声を上げていた。このときには倍率を100倍で見たり、400倍で見たりと指示されなくても選ぶようになって来ている。しかし、葉緑体を観察しているのに、葉緑体ではなく細胞をびっしりと記録している生徒や、細かく全てスケッチしようとして時間がかかっている生徒も見られた。スケッチするときの留意点として、見えたとおり全て写すのではなく、不要なところは省いて、大切なところは詳しく写すということを、小学校第3学年の観察記録をするときから説明し、繰り返し練習する必要があると感じた。

第6時 科学的な思考の系統性

植物体の水の通り道 蒸散 についてつきとめるための方法を考える。この学習は、今回の学習指導要領の改訂で、中学校第1学年に移行になった内容であるため、小学校では学習していない。(平成13年度の教科書にはまだ、載っていたので目にしているとは思われる。)ここでは、生徒一人ひとりの考えに基づいた方法で、蒸散について確かめていくことで科学的な思考を育てたいと考えた。色水を吸い上げた植物を観察して、水を写真 葉から蒸散するか確かめる



取り入れていることは分かった。では、どこから出しているのかという質問に、葉から出ていると考えているようであった。教科書に示された実験例で、葉の表や裏にワセリンを塗ったものと塗らなかつたものとの試験管の中の水位がどう変化するかを予想し、葉から出ているのであろうと確信をもって、前頁写真のように、ポリエチレン袋で葉を覆いに行った。葉から出ていることはどうなればわかるかを尋ねると、チェックポイントに答えていたように「中が曇ってくる。」「水がたまるからわかる。」との見通しを答えていた。

第10時 技能の系統性

植物が日光を利用して養分を作り、二酸化炭素を取り入れ、酸素を出していることは、小学校第6学年で学習してきている。このことを基にして、まず、光合成の説明が行われた。そして、タンポポの葉を試験管に詰めた中に息を吹き込んで栓をしたものと、息だけを吹き込んで栓をしたものを用意し、日光のよく当たるところに置いておいた。対照実験は、小学校第5学年での花粉を制御する実験で行っているが、葉を入れたものだけでなく、葉を入れないものも用意することに気付かなかつた生徒も見られた。1つの条件だけを比較して確かめる方法について機会をつくって繰り返し練習することが大切であると考えた。

今回の学習の中で石灰水を作ったことがあるかを尋ねられていたが、作ったことがない様子であった。作り置きしてあるタンクから石灰水の上澄みだけを使っていたことによるものと思われるが、二酸化炭素と混ぜると白濁することは、よく理解できていた。今年度からの学習指導要領の改定に伴い、二酸化炭素の検出方法を石灰水で行うことは、小学校での実験の中で使われていることから、自分達で考えつく方法として選びやすいと思われる。気体検知管を使って、二酸化炭素や酸素を検知することも小学校で学習していることから、中学校の学習においても選択できるようにしておく必要があると思われる。

関心・意欲・態度の系統性

関心・意欲・態度の観点から、「植物の体のつくりと働き、植物の仲間に関する事物・現象の中に問題を見だし、解決方法を考えて観察、実験を行い、事象の生じる要因や仕組みを分析的、総合的に考察し、問題を解決する。」ことを基にして、学習材の選択など指導の工夫を行った。それに対して中学生は、次々と試行錯誤によって検証するばかりでなく、一番適切だと考えられる方法を選択するために考える時間を要していることが

考えられる。しかし中には、何をさせてくれるのかということのを待っているという受動的な姿勢で学習している生徒もいるように感じられた。これは中学生になって見られるようになったものではないと思われる。このことにおいても前述していることであるが、前章第1節の表2-2に示しているような目標を基にして、小学校第3学年から、問題を見だし、解決方法を考え、興味・関心や意欲をもって追究する子を育てていくように系統的な取組を続けることが大切であり、その積み上げによって中学校においても、主体的に理科学習に取り組む、理科好きな子どもを育てることにつながると考える。

第3節 学習プログラムの考察

(1) 系統性に基づいた学習プログラムの有効性
今回作成した学習プログラムに基づいて、小学校第5学年と中学校第1学年での実証授業を行った結果、以下の3点において有効性が認められた。

- (ア) 前後する学年における学習を把握することにより、系統性を基にした学習計画を立てたことで、重点を置いた指導を行えたこと。
- (イ) 事前チェックを行ったことで、学習の前提条件を探り、指導に生かされたこと。
- (ウ) 一人ひとりが活動できるように学習材を用意したことにより、意欲の高まりが見られたこと。

(ア)では、学習計画をたてるために、学習指導要領や指導計画および国立教育政策研究所によって作成された、「評価規準の作成、評価方法の工夫改善のための参考資料(小学校・中学校)」を参考にした。そして、それぞれの学年や単元の目標に見られる系統性や、評価における4観点の内容にも系統性が見られることから、小学校第3学年からの評価規準を基にした系統性一覧表を作成した。これにより、これから学習する単元と、他の単元との系統性が明らかになり、具体的な指導を行うことにつながった。顕微鏡の扱い方を習得するとき、初めに適切な扱い方を理解しておくことや、顕微鏡の種類によってしくみの違いがあり、操作の仕方や注意することなどが変わることなどを知ることは、中学校での学習で違うタイプの顕微鏡を用意されても、戸惑うことなく適切に扱うことができるようになると思われる。小学校では、顕微鏡を扱えることが学習の目的になるが、中学校では動物や植物のつくりや仕組みを調

べるための手段となることをふまえて、操作する機会を増やし、時間を十分確保するというところに重点をおいて指導したことにより、顕微鏡を扱うことの関心・意欲・態度を高めることができていた。それは、事後のアンケートに、「顕微鏡を操作して、もっと他のものも観察してみたい」と思うか、という質問に対し小学校第5学年の児童の77%が「そう思う」と回答し、「少し思う」を含めると、約96%にもなることから伺える。

(イ)について、ポイントチェックによって、子どもが獲得しているであろう知識や、これから学習することへの意識を知ることができたことは、学習計画を立てていく上で有効であった。これまでは、比較したり関係付けたりしながら、様子を観察したり結果を記録したりしたことを基にして知識を獲得していたが、小学校第5学年では、条件に着目して考察していくことになる。そこで、ポイントチェックによって「生命をつなぐ」という単元名から考えられる条件について尋ねたところ、種(種子)だと感じている児童が多くいたことから、種を作るための条件を探ることへと、より具体的な発問を考えることができた。

一方、前述したように中学校第1学年の生徒が回答した、花の部位についての正答率は高くなかった。そのため、花の名称を確かめる機会を設けると共に、学習を通して実物に触れる機会を増やすように計画した。

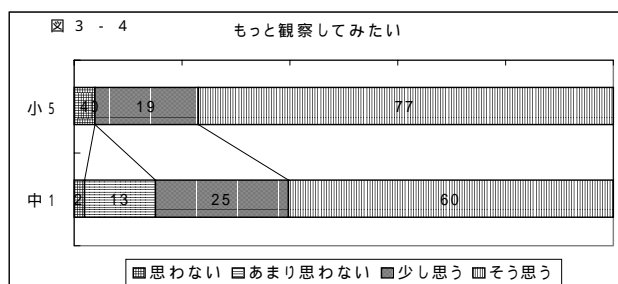
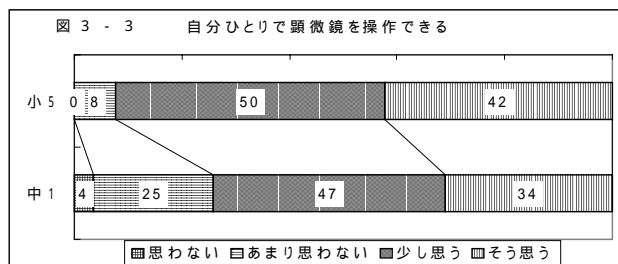
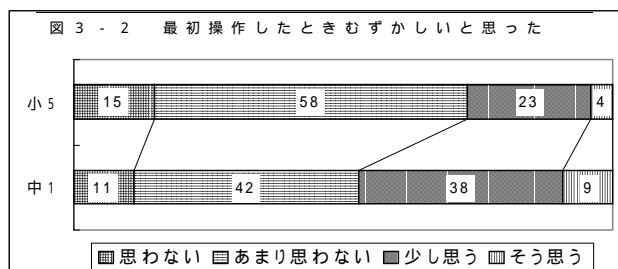
次に、顕微鏡の操作について考察する。小学校第5学年では、初めて顕微鏡を扱うということで説明を繰り返し丁寧に行うと共に、操作する機会を増やしたり、時間を十分に確保したりするようにした。その結果、当初難しいと感じていた顕微鏡の操作についても、一人で扱えると自信を示し、もっと他の花の花粉を観察してみたいと思えるようになった。

中学校第1学年の学習では、小学校で学習していることや、1学期末に学習していることから、顕微鏡の扱い方については、約89%~100%と大変よく理解できていた。そのことから、学習における顕微鏡での観察をできるだけ活用するようにした。その結果、もっと観察したいという意欲を示した中学生は85%もいた。しかし、事後のアンケートで顕微鏡の操作を難しいと感じていた中学生が半数弱いることが分かった。高倍率で観察したことで焦点をあわせにくいことによると考えられ、十分に活動できるように時間を確保する必要があると考える。

(ウ)について、学習材を十分に用意し、一人

ひとりが確実に活動できるようにしたことは、小学生においては特に有効であったと思われる。前述したように、9月になってからアサガオの花を児童数分用意することは、夏季休業中の世話なども含め、計画的に準備されなければならないところである。なぜなら、子ども自身が学習材を扱うことによって、結実に関係する条件に気付く、仮説をたて、検証するための方法を自ら考え、実験することができるからである。事後のアンケートにおいて90%の児童が、違う花や植物を調べたいと回答していることから、学習材を一人ひとりに確保することの重要性を示していると考えられる。

中学生においては、顕微鏡も一人1台とまではいかないが可能な限りたくさんの顕微鏡を使うようにした。更にその観察に関わって、気孔や茎の断面の観察や、呼吸をするかどうかの実験でも、ツククサなどの学習材を十分に用意し、生徒自身が実験を行うようにした。光合成や呼吸についても「オオカナダモ」や「タンポポ」の葉を用意し、活動するための時間も十分に確保した。結果は、天候などの影響もあり、石灰水の白濁など違いの現れ方はわずかではあったが、活動している中学生の様子からは、結果に対する予想の段階や、学習して分かったことの発言をみても自分の考えをもち、表現しようとしていた。



これらのことから、理科学習において、系統性をふまえて学習プログラムをたてること、子どもの前提条件を把握すること、および一人ひとりに観察・実験の機会を保障することは、意欲的に学習するために大切であるといえる。

(2) 事後アンケートの分析

小学校第5学年と中学校第1学年において、系統性を明らかにした学習プログラムを実践した後に、学習したことや理科に対してどのように思っているかアンケートを試みた。その結果から考察したことを述べる。

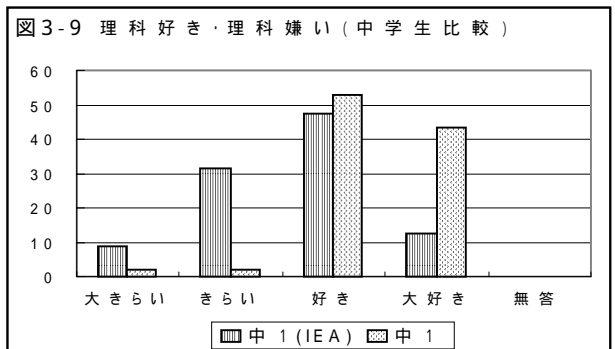
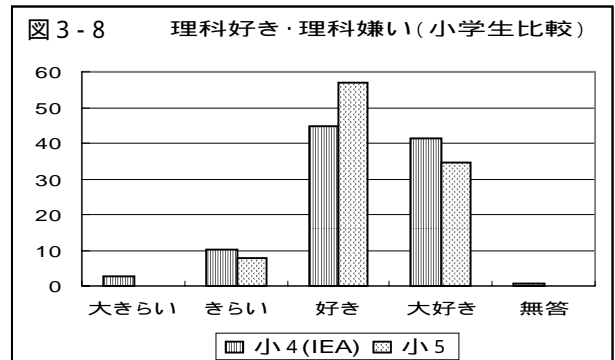
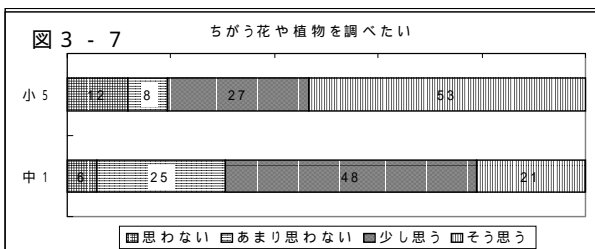
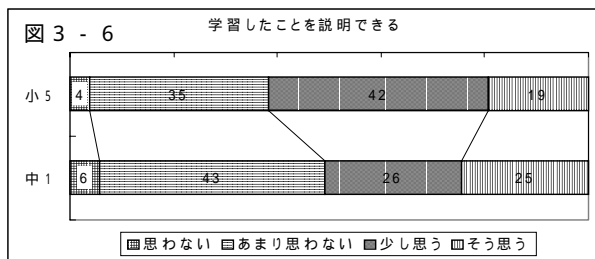
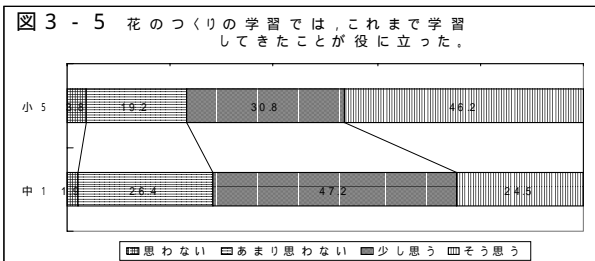
顕微鏡の扱い方

前頁図3-2より、顕微鏡を最初に操作した時には、小学生の27%が難しいと感じ、中学生になってからの、47%も難しいと感じていたことがわかる。それが、顕微鏡の操作の説明を聞いたり、用意された学習材での観察に十分時間を保障されたりしたことなどにより、初めは難しいと感じていた操作の仕方にも慣れてきて、前頁図3-3のように、中学生で「そう思う」と「少し思う」合わせて82%、小学生では92%が自分一人で観察することができると回答している。更に、前頁図3-4では、もっと発展させて他のものを観察したいと感じた中学生が、「少し思う」も合わせて83%おり、小学生に至っては合わせて

96%もいた。これは、指導の工夫により、顕微鏡で観察する機会を多く設定したり、観察の時間を十分確保したりしたことによると考えられる。また、前頁図3-3で自分一人で操作できると感じた子どもがたくさんいたことにも関連して、これは、顕微鏡で観察した学習材が普段見ている姿や形と違うことに、興味・関心をもち意欲的になったことによると考えられる。これは、顕微鏡で観察する技能を習得したことに関連して、関心・意欲・態度も高まりを表したものだと考えられる。

花のつくり

小学校第5学年の学習では、小学校第4学年でのヘチマの栽培が役に立ち、中学校第1学年の「植物の生活と種類」での学習内容は小学校第5・6学年での学習と共通点が多くなっている。それゆえに花のつくりについて、既習の内容が役に立ったということは、それぞれ学習した内容をよく理解できていたことによると考えられる。しかし、図3-6からは、理解ができているにもかかわらず、説明することが難しいと感じている子どもが、小学生にも中学生にも多いことが分かる。小学生の方はというと、種ができるための条件を調べるため、対照実験を行うときに、花粉(おしべ)を制御するためには、実験区と対照区のどちらからも、おしべを取り去ることが必要であることに気付きにくく、それを説明しにくいと感じている様子であった。一方、説明できると回答した中学生は1/2であることから、学習にお



ける，目的をはっきりと理解することと，その目的に添って結果を説明する機会を多く設定することが大切であると考え。学習材については，小学校ではインゲンマメやアサガオ，中学校ではタンポポ，オオカナダモ，マツなど実物を使って実験した。その結果，図3 - 7で示したように，別の植物でも調べたいという子どもの割合が，中学校で70%，小学校では80%と高いことが伺える。これは，一人に1つずつ学習材を用意したり，実習の機会を多くしたり，顕微鏡での観察に時間をかけたりして，子どもが十分理解できたと感じたことにより意欲が高まったと考えられる。

あなたは理科をどのくらい好きですか

前述した IEA による国際調査と同じ質問を，系統性を基にした学習プログラムで学習した研究協力校の児童や生徒にもしてみたところ，前頁の図3 - 8のような結果が得られた。理科が大好きおよび好きと回答した子どもの割合は，IEA の調査では小学校第4学年の児童が86%，研究協力校の小学校第5学年の児童は92%で6ポイント上回っている。更に，IEA の中学校第1学年の生徒が60%，研究協力校の中学校第1学年の生徒では96%と36ポイント上回っていた。これらの結果から考察できることについて述べる。系統性に基づき，前提条件を探ったり，学習プログラムを立てたことにより，基礎的・基本的な内容の確実な習得につながったのではないか。そして，子どもが目的や内容および方法を理解できているか確かめながら取り組ませることで，確かに理解できたと感じられることにつながったのではないか。そのことが，前章第2節(1)図2 - 2において述べているように，新しい課題に対しても意欲をもって取り組もうとすることにつながったのではないかと思われる。

このように，当該学年において学習する内容を確かに習得していくことによって，内容が難しくなっても意欲的に取り組むことができ，理科が好きな子どもを育てることになると考えられる。

(26) 貝太郎『科学教育改革へ向けた中学校理科教師の意識と活動の実態』調査報告書 国立教育政策研究所 2001 p.6

(27) 前掲 注10 p.11

(28) 前掲 注7 p.31

おわりに

指導要領が改訂されていくたびに，スパイラルに学習していた内容が，上位学年へと移行になっ

たり縮減されたりして，今ではもう，小学校で1回，中学校で1回学習するだけという単元も珍しくなくなっている。学習内容が高度であるから，上位学年で学習することになるのは当然であるけれども，その分，それぞれの単元における学習のねらいを，以前にも増して，より確実に達成していくことが求められることになるはずである。学習する機会が少なくなる中で，子どもたちがよく分かったと実感できるようになるために，主体的に学習するための条件を整えていくことが必要だと考える。例えばそれは，子ども一人ひとりが，何を確かめるために学習するのか(目的)，何をどの視点から見つめて考えるのか(内容)，どのようにすれば確かめることができるのか(方法)，ということがわかって取り組めるようにするということである。そのために，指導者は，学習の目標を確かめることや，学習内容の系統性を明らかにすること，および子どもの前提条件を探ることなどに基づいた学習プログラムを作成することが大切であると考え。これらの働きかけを行うことにより，子どもたちは観察や実験をする楽しさを味わうだけではない。すなわち，課題を解決し理解できたと感じることによって，更に追究していく面白さを体験し，理科を学習することが好きになっていくと思われる。

今回の研究にご協力いただいたのは，2学期始まってすぐのまだまだ暑い時であった。それでも，朱雀第四小学校第5学年の児童も，朱雀中学校第1学年の生徒も，1つ1つの課題に対して一生懸命に取り組んでいた。その姿からは，小学校高学年児童や中学生の「理科嫌い」や「理科離れ」なんて本当にあるのだろうか，と思われた。また，実物のアサガオの花や，まつかさを観察するときには，学習材が届くのを身を乗り出して待っている姿に，実物の「自然」によって学習意欲は引き出だされることも実感した。

今回，小学校と中学校のどちらの学習にもかわる機会を得て，小学校での学習における基礎的・基本的な内容の確実な習得がなされていなければ，中学校における発展的な理科学習を十分に行うことが出来ない，ということを改めて痛感した。更に，小学校・中学校それぞれの指導者が連携を図ることも重要なことである。それぞれの学校で，どのような学習形態や指導の工夫がなされているのかを相互に交流し合い，理科学習を通して育てたい子どもの姿を理解し合うことで，小中一体となって系統的に取り組むことが，理科好きな子どもを育てることになると考える。