

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
- 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 -

「理科大好き」という子を育成するためには、基礎的・基本的な内容の確実な習得を図ることが前提であることから、昨年度より小学校第3学年から7年間を見通した学習活動の在り方を探ってきた。本年度は、科学的な思考力の育成に焦点をあて、内容のつながる単元を小中を貫いた大単元とし、「見通し」をもつことで、主体的に追究できる力を育てていくことをめざして作成した「電気」「力」についての学習プログラム例を報告する。

目 次

はじめに	1	第3章 学習プログラムの内容・分析・考察	
第1章 理科学習に対する意識の現状と問題点		第1節 大単元「電気」における実証授業	
第1節 調査からみた『理科学習』に対する意識の現状		(1) 大単元「電気」にみる単元のつながり	18
(1) 理科学習に対する諸調査より	1	(2) 学習プログラムの分析・考察	19
(2) 調査からみた問題点	4	第2節 大単元「力・エネルギー」における実証授業	
第2節 理科学習における観察，実験の重要性		(1) 大単元「力・エネルギー」にみる単元のつながり	23
(1) 実験，観察を通して育成したい能力・	5	(2) 学習プログラムの分析・考察	24
(2) 実験，観察における系統性	6	第4章 研究の実践から得られたもの	
第2章 小・中を貫く学習指導を進めるために		第1節 小中一貫した学習プログラムの有効性	
第1節 小中一貫した学習プログラムの重要性		(1) 学習プログラムの有効性	26
(1) 小中一貫した学習プログラム	9	(2) 理科実験に対する意識の変容	27
(2) 系統的な単元のつながり	10	第2節 小・中連携のこれからの課題	
第2節 科学的な見方・考え方を育成する学習プログラムの開発		(1) 「理科が大好き」という子どもを育てるために ...	28
(1) 共通テーマごとの単元のつながり ...	11	(2) 理科学習の改善と理科学習環境の整備 ...	29
(2) 理科と日常生活との関連性	17	おわりに	30

< 研究担当 > 柴 山 敦 亮 (京都市総合教育センター研究課研究員)

< 研究指導 > 外 川 正 明 (京都市総合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)
百々宏太郎 (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

相手の顔を見ながら話すことができるようになってきた。いわゆる、テレビ電話である。しかも、携帯できるサイズで、場所も選ばない。21世紀になって、科学が私たちの暮らしにもたらしたものは、一昔前なら空想の産物でしかなかったものである。それが次々と現実のものになっていることに科学の進歩を感じずにいられない。しかしながら、生活が便利になる一方で、理科学習に対する意識は低下しているという調査の結果に、マスコミは、次代を担う子どもたちの『理科離れ』を問題として取り上げている。新学習指導要領が実施され、学校週5日制が完全実施された中で、学力の低下を懸念する声に対して、文部科学省は、子どもたちがこれからの変化の激しい社会を生き抜いていくために、学校を出た後も生涯学び続けていく上で基礎となる力[生きる力]をはぐくむことをめざしていることを強調し、中央教育審議会答申においても、「子どもたちに基礎・基本を徹底し[生きる力]をはぐくむことを基本的なねらいとする新学習指導要領の更なる定着を進め、そのねらいの一層の実現を引き続き図ることが必要である」としている。このことを理科学習に当てはめると、知識を詰め込み、試験で得点が取れるといったことだけに陥ってしまうことなく、知識や技能に加えて、理科を学ぶに当たっての関心、意欲や思考力、表現力も含めた学力を獲得することととらえなければならない。

昨年度の研究において、国際教育到達度評価学会(IEA)やOECDによって行われた国際調査や、国立教育政策研究所による中学生の理科学習に対する意識についての調査を基にして、理科を学習することに対する関心や意欲は、中学生になることで低くなるのではなく、より専門的になる中学校での理科を学習するための基礎的・基本的な内容の確実な習得がなされていなかったからではないかと考えた。そこで、以下の3点のことに重点を置いて研究に取り組んだ。

- ・小・中学校7年間の学習指導要領の内容に見られる理科学習の系統性を明らかにしたこと。
- ・その系統性を踏まえて前提条件を探ったり、目的意識を明確にさせたりすることで、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を工夫したこと。
- ・自然の事物・現象に働きかけることを通して、当該学年における興味・関心を高める工夫をしたこと。

これらの考えに基づいて実証授業をした後に、研究協力校の小学生と中学生に、IEAの理数調査と同じ項目で理科を学習することに対する意識と理解度を尋ねたところ、どちらもIEAによる本調査よりも高かった。しかし、学習してわかったことを説明することが難しいと感じた児童生徒が少なくないことに課題が残った。

そこで本研究では、第一に、小・中学生が理科を学習することに対する意識や理解度についての現状から、現時点における課題について改めて検討する。

第二に、中学生の理科学習の重要性に対する意識や理解度を高めるための、小中一貫した学習プログラムの重要性を踏まえ、内容の共通した単元を大単元としてとらえ、その系統的な単元のつながりについて、観察、実験などを行うという視点から述べていく。

第三に、作成した学習プログラムを実証した結果から、その有効性について考察し、小中一貫した学習プログラムに基づいて指導を行うために小・中連携の必要性を述べるとともに、取組の実践例を紹介する。

第1章 理科学習に対する意識の現状と問題点

第1節 調査からみた

『理科学習』に対する意識の現状

(1) 理科学習に対する諸調査より

今年度の研究を進めるに当たって、昨年度、国立教育政策研究所によって発表された教育課程実施状況調査の結果から、学習指導要領の目標、内容に照らした学習の実現状況を、学年別に設定通過率と比較したものが表1-1である。「設定通過率」とは、「学習指導要領に示された内容について、

表1-1 学年別にみた設定通過率との比較

区分		設定通過率(%)	通過率(%)
小学校 理科	第5学年	72	73.6
	第6学年	65.7	75
中学校 理科	第1学年	63.5	55.7
	第2学年	61.4	56.2
	第3学年	61.1	62.2

太字は設定通過率を上回ると考えられるもの

■ は設定通過率を下回るもの

標準的な時間をかけ、学習指導要領作成時に想定された学習活動が行われた場合、個々の問題ごとに、正答、準正答の割合の合計である通過率がどの程度になるかということを示した数値である。

この設定通過率を中心に上下5%の幅を設定し、この幅に収まっているものを「設定通過率と同程度と考えられるもの」として、その幅を超えておれば「設定通過率を上回っていると考えられるもの」、その幅に達しなければ「設定通過率を下回るもの」としている。

この調査の結果に対して国立教育政策研究所は、小学校高学年や中学校第3学年では設定通過率を「上回ると考えられるもの」又は「同程度と考えられるもの」の問題数合計が全体の問題数の半分以上を占め、おおむね良好と考えられるとしている。

しかしながら、中学校第1、2学年では、設定通過率を「上回ると考えられるもの」又は「同程度と考えられるもの」の問題数合計が全体の問題数の半数未満であり、おおむね良好とはいえないと考えられるとしている。

確かに、中学校第1、2学年の通過率は他の学年より、大きく落ち込んでいることがわかる。この通過率が低いことをより詳しく見るために、各学年の内容、領域ごとに比較したものが表1-2である。

表1-2 内容、領域別にみた問題ごとの通過率比較

区分		設定通過率 (%)	通過率 (%)
第5学年	生物とその環境	74.3	74.8
	物質とエネルギー	71.1	71.1
	地球と宇宙	70.5	77.1
第6学年	生物とその環境	67.6	78.1
	物質とエネルギー	63.6	68.5
	地球と宇宙	65.7	79.3
第1学年	身の回りの物質とその変化	64	54.8
	身の回りの物理現象	61.9	60.1
	植物の生活と種類	64.1	55.8
	大地の変化と地球	64	50.9
第2学年	化学変化と原子、分子	60	52.2
	電流	60.4	51.8
	動物の生活と種類	62.2	61.7
	天気とその変化	62	55.5
第3学年	化学変化とイオン	60	60.6
	運動とエネルギー	60.9	61.6
	生物のつながり	64	65.3
	大地の変化と地球	59.1	60.9

太字は設定通過率を上回ると考えられるもの  は設定通過率を下回るもの

この表を見ると、中学校第1学年の「身の回りの物理現象」と中学校第2学年の「動物の生活と種類」での通過率が同程度と見ることができ、
「身の回りの物質とその利用」「植物の生活と種類」および「大地の変化と地球」や「化学変化と原子、分子」「電流」および「天気とその変化」については大きく下回っていることがわかる。

さらに、中学校第1学年の内容ごとの具体的な問題について詳細に見ると、以下に示したように通過率が15ポイント以上高い問題も見られた。

- 設定通過率よりも通過率が高い問題
- 中学校第1学年
- 「身の回りの物理現象」
 - ・鏡ではね返した光の道すじを推定すること(思)
 - ・屈折という現象を理解すること(理)
 - ・音はものが振動して発生すること(技)
 - ・音は空気中を伝わっていくこと(思)
 - ・つり合っている力のはたらきを指摘できる(思)
- 「身の回りの物質とその利用」
 - ・メスシリンダーの目盛の読み方(技)
- 「植物の生活と種類」
 - ・植物の特徴をとらえ、観察記録を作成すること(関・技)
 - ・花のつくりとはたらきについて理解すること(理)
 - ・人工受粉の方法を推定すること(思)
- 「大地の変化と地球」
 - ・成層火山として富士山の構造を知っている(関・理)
 - ・野外観察を安全に行うための注意事項を説明できること(関・技)
 - ・サンゴの化石が見つかる地層は暖かい海であったことを理解していること(理)
 - ・路頭観察、実験などで必要な道具の使い方(関・技)

これらの問題から共通点をみると、「メスシリンダーの目盛の読み方」「花のつくりとはたらきについて理解すること」など小学校でも学習していると考えられる問題であることや、「屈折という現象を理解していること」のように中学校で実験を行って学習した内容の中で、知識・理解を尋ねる問題において、設定通過率より高い傾向が見られるように思われる。

一方、中学校第1学年の結果から、通過率が設定通過率より15ポイント以上低い問題についてまとめてみると、次頁のようになる。これらの問題を見て、まず気づくのは「逆流を防ぐ実験技能」や「身近な物質から二酸化炭素を発生させる方法」など、小学校では学習していない内容だということである。それから、「震源からの距離と初期微動継続時間の関係」「化石を手がかりに地層の堆積した次代を推論できる」など、中学校の学習の中で、実際に実験を行って確かめたりすることが難しいと思われる内容について尋ねている問題において

設定通過率よりも通過率が低い問題

中学校第1学年

「身の回りの物理現象」

- ・半円形のレンズ中に進む光の屈折の規則性(思)
- ・自分の全身を写すのに必要な鏡の大きさを理解(思)
- ・ばねののびの大きさをグラフから読み取ること(思)

「身の回りの物質とその利用」

- ・逆流を防ぐ実験技能が身についていること(技)
- ・物質は状態変化しても質量は変化しないこと(理)
- ・身近な物質から二酸化炭素を発生させる方法(関・思)

「植物の生活と種類」

- ・身近な植物の開花時期を知っていること(関・理)
- ・タンポポの花と呼ばれる部分は多くの花の集まりであることを知っていること(関・理)
- ・光合成における葉緑体の必要性を推論すること(思)
- ・蒸散の量を調べる実験でガラス管を使用する理由を説明すること(技)
- ・葉による蒸散の対照実験を計画することができること(技)
- ・呼吸と光合成との関係を二酸化炭素濃度の変化と関係付けて推定すること(思)
- ・気孔の立体構造を把握するのに必要な顕微鏡のスケッチを推定すること(思)
- ・道管を残し篩管を切断したとき葉がしおれなかったことから、その理由を推定すること(理)
- ・アブラナの特徴を理解していること(理)

「大地の変化と地球」

- ・溶岩の性質や溶岩の粘性と火山の形状の違いとの関係を理解していること(理)
- ・溶岩にあって穴を火山ガスの抜けたあとだと推定できること(関・思)
- ・ルーペによる岩石の観察方法を習得していること(技)
- ・火山灰中の鉱物を調べるのに適した顕微鏡を選択できること(技)
- ・火山灰の積もり方から火山を見出すことができる(思)
- ・火山灰の積もり方から、火山灰が降ったときの風向きを推定できる(思)
- ・プレートの動きと震源の関係を理解していること(関・理)
- ・震源からの距離と初期微動継続時間の関係(理)
- ・化石を手がかりに地層の堆積した次代を推論できる(思)

表1-3 評価の観点別の通過率

区分		設定通過率(%)	通過率(%)
第5学年	自然事象への関心・意欲・態度	76	78.4
	科学的な思考	69.3	70
	観察・実験の技能・表現	71.4	73.5
	自然事象についての知識・理解	76.2	77.9
第6学年	自然事象への関心・意欲・態度	62.5	72.5
	科学的な思考	65	74.8
	観察・実験の技能・表現	63.1	72.6
	自然事象についての知識・理解	68.5	77.1
第1学年	自然事象への関心・意欲・態度	62.5	50.9
	科学的な思考	60.9	51.8
	観察・実験の技能・表現	66.8	61.8
	自然事象についての知識・理解	64.6	57.7
第2学年	自然事象への関心・意欲・態度	62.3	63.9
	科学的な思考	59.9	50.2
	観察・実験の技能・表現	61.4	56.5
	自然事象についての知識・理解	62.9	60.9
第3学年	自然事象への関心・意欲・態度	60.9	59.6
	科学的な思考	59.8	61
	観察・実験の技能・表現	61.7	63.2
	自然事象についての知識・理解	62.6	62.7

太字は設定通過率を上回ると考えられるもの  は設定通過率を下回るもの

べてにおいて設定通過率より下回っており、中学校第2学年では、「科学的な思考」「観察・実験の技能・表現」で設定通過率より下回っている。また、多くの学年で「科学的な思考」を尋ねた問題の通過率は、他の観点の通過率より低いという傾向が見られる。

これらのことから、小学校の学習では、観察、実験などを行い、具体的に操作することによって確かめていくのに対し、中学校の学習では、観察や実験の結果を基にして考察し、規則性を見出すだけでなく、直接目に見えないような自然の事物・現象を追究し自然の規則性を見出したりしていくことが求められるようになるため、難しいと感じるのではないかと考えられる。それは、物質の性質を調べたり、分子・原子のレベルで化学変化や物質の質量を調べたりする化学的な領域の通過率が低い傾向にあることからもうかがうことが

も通過率が低いことから、この学年では、具体物にふれる機会が少ない学習において低い通過率を示すことが多いように思われる。

中学校第1学年について、設定通過率との差が大きい問題を具体的にみてきたが、さらにそれぞれの問題の観点についてみると、通過率が高い問題は、「知識・理解」や「技能・表現」にかかわる設問が多いこと、通過率が低い問題は、科学的な思考にかかわる設問が多いように思われた。

そこで、評価の観点別の通過率を比較するためにまとめた表1-3を見ると、小学校第6学年に比べて、中学校第1学年においては、4観点のす

できる。しかしながら、「科学的な思考」を尋ねた問題の通過率が他の観点より低い傾向にあることは、中学生だけではなく小学生においてもみられていることから、中学生になって理科の学習が難しいと感じるようになるのは、中学校での学習に取り組むための基礎的・基本的な内容、とりわけ「科学的な思考」の能力が確実に習得されていないからではないかと考えられる。もちろん、小学校において、観察、実験などを通して子ども一人ひとりが確かめるようにしていることが、「技能・表現」や「知識・理解」の低下をわずかなものにとどめているものの、小学校第3学年から「関心・意欲・態度」を高め、「科学的な思考」の能力を系統的に育成するよう取り組むことが大切であると考えられる。

(2) 調査からみた問題点

次に、児童生徒の理科学習に対する意識についてであるが、昨年度は IEA の国際調査から次の4点について明らかにした。

- ・日本の小学生も中学生も得点が高いが、理科を学習することが重要だとする意識は得点の順位に比べて低いこと。
- ・中位グループに属していた小学4年生が、中学生になった4年後に行われた追跡調査で、理科を学習することが重要だとする意識は、下位グループに下がっていること。
- ・中学生の理科を学ぶことは大切だとする意識の割合は、他の教科と比べて低い値になっていること。
- ・「理科の学習は好きだ」より「理科の観察や実験は、好きだ」と回答した生徒の割合が高いことなどから、観察、実験を自分で取り組みたいとする生徒が多いこと。

今回、同じ観点から教育課程実施状況調査の結果をまとめたものが右上の表1-4である。この表から「勉強は大切だ」という質問に「そう思う」「どちらかといえばそう思う」と肯定的に回答した子どもの割合を見ると、小学校高学年で86%以

表1-4 勉強に対する意識調査

質問項目	肯定的に回答した割合(%)				
	5年	6年	中1	中2	中3
勉強は大切だ	86.4	87	82.5	82.1	83.2
理科の勉強は大切だ	72.2	66.7	58.3	57.6	57.3
勉強は受験に関係なくても重要だ	78.3	79.1	70.8	68.8	74.1
理科を学ぶことは受験に関係なくても重要だ	63.6	58.9	51.4	49.6	49
勉強が好きだ	39.8	33.7	18.8	16	17.8
理科の学習は、好きだ	71.9	65	56.4	53.3	55

上、中学校でも82%以上であった。それに対して、「理科の勉強は大切だ」とする子どもの割合を見ると、小学校第5学年で約72%であるが、中学校第2学年では約58%とかなり低くなり、5教科の中で比べると一番低い割合になっている。

次に、「勉強は受験に関係なくても重要だ」と肯定的に回答した子どもの割合は、小学校高学年で80%弱、中学校ではおよそ70%前後であった。しかし、「理科を学ぶことは受験に関係なくても重要だ」と肯定的に回答した子どもの割合を見ると、小学校第5学年で約64%、中学校では50%前後と低く、さらに5教科の中で比べても一番低い割合になっている。

一方、「勉強が好きだ」と肯定的に回答した子どもの割合は、小学校第5学年の約40%を最高に、中学生においては20%に満たない割合になっている。それに対して、「理科の学習は、好きだ」と肯定的に回答した子どもの割合は、小学校第5学年で約72%、中学校第3学年で約55%であり、どの学年においても、「勉強が好きだ」と回答した子どもの割合より30%以上上回っていることがわかる。

このように、理科を勉強することを大切であると考えている子どもは少ないにもかかわらず、理科を学習することが好きだと考えている子どもが多いことから、理科の学習には他の教科にはない魅力があると考えられる。

そのことは、観察、実験に対する意識調査からもうかがうことができる。理科学習における観察、実験について、どのように考えているかを尋ねた調査の結果をまとめたものが表1-5である。

表1-5 実験、観察に対する意識調査

児童、生徒に対する質問項目	肯定的に回答した割合(%)				
	5年	6年	中1	中2	中3
理科の勉強で、実験や観察をすることが好きですか	78.8	74.5	73.1	68.1	71.2
自分の考えで、予想をして実験や観察をしていますか	62.5	56.5	44.0	40.3	42.1
理科の勉強で、実験や観察の進め方や考え方を友達と協力して決めるようにしていますか	70.1	69.2	60.4	59.6	65.0
理科の勉強で、実験や観察の進め方や考え方が間違っていないかをふり返って考えようとしていますか	53.3	48.8	39.5	39.1	42.4
理科の勉強に關することで、分からないことや興味・関心をもったことについて自分から調べようとしていますか	46.6	41.5	35.7	35.2	40.7

「理科の勉強で、観察や実験をすることは好きですか」という質問に対し、小学校第5学年で約79%、中学校第3学年で約71%と、どの学年においても「理科の学習は好きだ」と肯定的に回答している子どもの割合よりさらに高い割合を示している。このことは、IEAでの調査と同じ傾向を示していることから、観察、実験を行うことが、理

科学習を好きだと感じさせる大きな要因であると考えられる。

しかし、理科学習の内容にかかわる質問として、「自分の考えで、予想をして観察や実験をしていますか」に肯定的に回答した子どもの割合は、小学校第5学年で60%強、中学校第3学年では40%強と「理科の学習は、好きだ」と回答した子どもの割合より低くなっている。また、「理科の勉強で、観察や実験の進め方や考え方を友達と協力して決めるようにしていますか」にも10～15%、「理科の勉強で、観察や実験の進め方や考え方が間違っていないかを振り返って考えようとしていますか」や「理科の勉強に関することで、わからないことや興味・関心をもったことについて自分から調べようとしていますか」などの質問に対しても肯定的に回答した子どもの割合は、10～15%以上低い割合になっている。

これらのことから、子どもが好きだとしている理科学習は、自然の事物・現象に見られる規則性を追究するという本質的な部分よりも、観察や実験によって未知の現象を再現したり、自然の様子を確認したりする、どちらかと言えば表面的な部分であるように思われる。

一方、教員に対しても理科指導についての状況や意識について尋ねているが、その中で理科指導において小・中学校の80%以上の教員が、「観察や実験を積極的に取り入れて授業を行っている」と回答している。しかし、「発展的な課題を取り入れた授業を行っていますか」に対して肯定的に回答しているのは、小学校第3学年を担当する教員で4割弱、一番高い中学校第3学年の担当する教員でも4割強とあまり多くないことがわかる。このことから、理科学習にいくら実験、観察などを取り入れていても、子どもの実態に応じて工夫されているのかということが危惧されるのである。

これらの教育課程実施状況調査において、理科学習に対する意識を調べた結果から、「理科の勉強で、観察、実験をすることが好きだ」と回答した子どもの割合が高いことや、観察、実験などを積極的に取り入れた授業を行っている教員も多いことから、観察や実験は理科の学習において重要な活動であるということをうかがうことができる。

また、科学的に実証することが求められる理科の学習において、観察、実験などが果たす役割も大きいことから、子ども自身が観察、実験などを行う時間を十分に確保したり、発展的な課題にもっと取り組めるようにしたりすることが大切であると考える。

第2節 理科学習における観察、実験の重要性

(1) 観察、実験を通して育成したい能力

前項では、観察、実験などについて子ども自身の活動をもっと重視することが大切ではないかと指摘した。そこで、観察、実験を行うことでどのような力の育成をめざしているかということについて、初めて明記された学習指導要領から確かめてみることにした。

表1-6に示した1977年版小学校学習指導要領理科の目標には、「観察、実験などを通して、自然を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図り、自然を愛する豊かな心情を培う」と、明記されるようになり、自然についての直接経験を重視することを目標に示されるようになった。

この時の小学校指導書理科編では、「観察、実験などを通して」とは、理科における学習活動はできる限り、自然の事物・現象についての直接経験を通して展開しなければならないことを意味している(1)と解説している。つまり、この改訂までの理科学習においては観察や実験の進め方は決まっていて、示された順序によって予定された結果を出すものと考えられていたことを指摘し、この改訂からは、子ども自らが考えながら進めることが大切であることを強調しているのである。

1988年版の小学校学習指導要領理科の目標にも「観察、実験などを行い」と示されており、この時の小学校指導書理科編では、「理科の学習活動は、自然の事物・現象に直接働き掛けることを前提にして展開しなければならないこと、しかも自

表1-6 学習指導要領における目標の比較

年度	小学校学習指導要領 理科の目標
1977年	観察、実験などを通して、自然を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図り、自然を愛する豊かな心情を培う。
1988年	自然に親しみ、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。
1999年	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。

然へ働き掛けるということから考えても、児童が自ら目的をもって事物・現象を観察したり操作したりして、客観的な事実や関係を見いだしていく活動が大切であるということである」(2)と解説している。

1999年の改訂では、これまでの学習指導要領において子どもが主体的に観察、実験などを進めるように示されていても、ややもすると子どもは与えられた観察、実験をその手順に従って行っているという状態に陥りやすい傾向があると指摘し、小学校では「見通しをもって」、中学校では「目的意識をもって」観察、実験などを行うことを強調している。「見通しをもつ」ことについて、小学校学習指導要領解説 - 理科編 - では、「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。」(3)と解説している。「目的意識をもって」を強調されていることについて、中学校学習指導要領(平成10年12月)解説 - 理科編 - では、「これは中央教育審議会答申の中で言及されている『生きる力』を反映している。 - 中略 - その育成のためには、学習に際して生徒が目的意識をもつことが重要であると考えられる。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方を生徒自身および教員が知ることが大切である。」(4)と解説している。

つまり、子どもが、「見通し」や「目的意識」をもって観察、実験などを行うことの大切さは、その単元で解決すべき課題を意識して取り組むことができ、確かな理解につながるということだと考える。そうすることで、次に何を行うのか指示を待つのではなく、自分で主体的に活動することができるようになる。そして、自分の考え(観察、実験などの結果から得た結論)に対して、自信や確信をもって発表することができるようになり、問題を解決する楽しさや満足感を味わったりすることにつながると考えられる。

しかしながら、前掲の表1-5より、観察、実験などの進め方や考え方を友達と協力して決めたり、自分で調べたりしていこうとする子どもの割合は小学校第5学年では約70%、中学校第1学年では約60%とあまり高くないことから、目的を十分理解できないで観察、実験などを行うことによって、印象に残った結果だけをわかったこととして覚えてしまい、その現象によって確かめるはずの自然の性質などを正しく理解することができなくなっているのではないかと考えられる。それは、

小学校第3学年の「電池と豆電球」の学習で、豆電球を点灯させることに意欲的に活動するだけでは、電気が回路を流れているということを理解することにはつながらないというようにである。

このような現象や結果を覚えるだけの学習を積み重ねていたのでは、知識を尋ねられるテストの成績は良くても、中学校での理科学習において専門的な知識を学習するようになるとだんだん理解することが難しくなる。そのため、実験は好きだけど学習は苦手という生徒が多くなり、「理科が好きだ」と言える子の割合が低くなると考えられる。

これらのことから、子どもが好きだと考えている観察、実験などをただ行うだけでは、目的意識を見失ってしまうこともあると思われる。そのため学習のめあての効果的な掲示の工夫やめあてを意識できるように振り返らせることが必要である。小学校第4学年での「空気や水の性質」の学習でみると、空気がつぼみの玉が、大きな音とともに勢いよく飛び出すことに驚き、次々と玉を飛ばすことに意欲的になった子どもに、学習のめあてに気づかせ、自分もつた見通しと比べながら実験することで、空気には圧すと縮む性質があること、基に戻ろうとするはたらきによって前玉が押し返されることなどに気づき、空気のはたらきとして理解できるようになるということである。

このように「見通し」や「目的意識」をもって行う観察、実験などの活動を通して、自分で働きかけて見出した結果を考察して導き出した結論に自信をもって交流することが、確かな理解を獲得することにつながり、理科学習に対して主体的に学習する能力を育成することになると考える。

(2) 観察、実験における系統性

昨年度の研究では、A区分の「植物」にかかわる単元について系統性を明らかにし、それを踏まえて前提となる知識を探ったり、学習することにつながる既習の内容を提示したりすることで、興味・関心を高めるとともに、確かな理解を獲得することができる学習プログラムを作成した。それを使って、実証授業を行った結果、学習に対する意欲が向上することが確かめられた。

今年度は、観点を変えて、理科学習において科学的な見方や考え方を養う上で重要であると考えた「見通し」や「目的意識」をもって観察、実験などを行うことについて、学習指導要領に示されている目標を比べてみることで、どのように発展しているのかみることにした。

まず、B区分、第1分野(物理、化学領域)の

表 1 - 7 学習指導要領目標（B区分，第1分野）

B区分	
3年	光，電気及び磁石を動かさ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。
4年	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。
5年	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。
6年	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。
第1分野	(1) 物質やエネルギーに関する事象・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) 物理的な事象・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) 化学的な事象・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象・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。

目標を学年，領域ごとにまとめたものが表 1 - 7 である。この表を見ると，中学校では，「物理的，化学的な事象・現象についての観察，実験を行い」と，観察，実験などを行うものとして示されている。その上で，新たな観察，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，物理的領域および化学的領域に関する内容を理解させること，そして，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標としている。

さらに，この科学的な見方や考え方を養うことを受けて，物質やエネルギーに関する事象に興味・関心をもたせること，その中の問題を意欲的に探究するなどの活動を通して，日常生活と関連付けて考える態度を養うこと，そして，自然を総合的に見るができるようにすることが重要であることが述べられている。

この中学校での目標を達成する上で重要となる，観察，実験などを行う能力と，小学校で習得すべき資質，能力とのつながりをみるために，学

習指導要領の各学年の目標を比較してみることにした。

小学校第3学年の目標には，比較しながら調べること，そして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ことが示されている。比較するためには，関係する条件に気づくことが重要である。この比較しながら調べることは，中学校においても観察，実験などを行うために重要な資質・能力であることから，この学年において習得していくことは必要である。

ここでいう「比較しながら」調べることを，例えば「太陽の光のはたらきをしらべよう」では，鏡などを使い，光の進み方や物に光が当たったときの明るさや暖かさを調べる実験を行い，平面鏡で日光をはね返したり，虫眼鏡で日光を集めたりする活動を通して，反射した日光を重ねたり，集めた日光を物に当てたりしたときの現象を比較しながらものの明るさや暖かさに違いがあることをとらえている。

小学校第4学年の目標には，関係付けながら調べること，そして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ことが示されている。小学校第3学年で，事象の違いを見つけ比較する資質，能力を習得したことに加えて，事象の変化を引き起こした条件を見つけ出して関係付けることが重要になる。

ここでいう「関係付けながら」調べることを，「ものの温度とかさ」でみると，金属球を熱したり，水や空気を温めたりすると，物のかさが変化することから，温度が高くなることと物のかさが増えることを関係付けて物には熱に対する性質の違いがあるという見方や考え方をもちようとしている。

小学校第5学年の目標には，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ことが示されている。この学年では，条件がいくつかあり，そのいづれかを計画的に制御することで事象の変化にかかわる条件と関係付けて調べることが重要になる。

ここでいう「条件に目を向けながら調べる」ことを，「もののとけ方」でみると，砂糖，食塩，ホウ酸といった物が水に溶けることを調べる実験で，水の温度と量という2つの条件のうちどちらかを制御することで，物が水に溶ける量が変わることを調べたり，溶けるものの種類が変わると物の溶ける量が変わることを調べたりする。また，物が水に溶ける量には限度があることや，物が水に溶けても全体の重さは変わらないことを定量的

に調べるようにすることが重要になる。

小学校第6学年の目標には、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ことが示されている。

ここでいう「その要因と関係付けながら」調べることを、「水溶液の性質」でみると、水溶液の性質を指示薬による変化で調べることで酸性、中性、アルカリ性に仲間分けをしている。これで、水溶液の性質を調べ終わるのではなく、そのままでは安定している水溶液を、加熱したり金属と触れさせたりなどして泡の発生や金属の変化を調べ、水溶液には気体が溶けているものがあることや、金属を変化させるものがあることをとらえるようにすることが重要になる。

小学校での観察、実験などを行うための資質・能力とのつながりを考えながら、中学校第2学年での「電流とその利用」でみると、静電気の性質や静電気と電流の関係（関係付ける - 小4）を調べる方法を考え、観察、実験などを行い規則性（要因と関係付ける - 小6）を見いだしたり、簡単な直列回路や並列回路における電流や電圧の規則性（条件に目を向けながら - 小5）、金属線の電気抵抗などを調べる方法（条件に目を向ける - 小5）を考え、観察、実験などを行い規則性を見いだしたり、磁石や電流による磁界の観察（比較する - 小3）、磁界から電流が受ける力、電流による熱や光の発生などを調べる方法（関係付ける - 小4）を考え、観察、実験などを行い規則性（要因と関係付ける - 小6）を見いだしたりすることになる。

このように、「比較する」「関係付ける」「条件に目を向ける」「要因と関係付ける」資質、能力に基づいて観察、実験が行われていることがわかる。

次に、昨年度まとめたA区分と第2分野や、C区分と第2分野についてみると、表1-8にまとめているように、B区分と第1分野との関係と同様につながっていることがわかる。すなわち、小学校第3学年では、日なた（日光の当たっている所）と日陰（日光の当たっていない所）の地面の様子を観察して違いを見つけ、明るさや暖かさおよび湿り気を比較しながら調べたり、平面鏡ではね返した光を重ね、鏡1枚分の時の暖かさと、2枚分や3枚分の時の暖かさを比較しながら調べた

表1-8 学習指導要領目標 A, C区分, 第2分野

	A区分	C区分
3年	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。	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。
4年	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。	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。
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。	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。
6年	生物の体のづ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。	土地のづ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、土地のづくりと変化のきまりについての見方や考え方を養う。
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。	

り、明るさについても平面鏡1枚分の時と、2枚分や3枚分の時とで比較しながら調べたりしている。そして、その違いから、太陽の光のはたらきに気づくようにすることが重要になる。

小学校第4学年では、動物や植物を観察し、その成長を季節と関係付けながら調べている。

小学校第5学年では、地面を流れる水の働きを、流れる水の速さと量という2つの条件に目を向けながら調べることが重要になる。

小学校第6学年では、私たちが生きていくために呼吸、食物の消化、排出や循環のはたらきについて要因と関係付けながら多面的に調べている。

中学校第2学年での「動物の生活と種類」では、身近な動物の観察（比較する - 小3）を行い、その観察記録に基づいて動物の体のづくりと働きの関連（要因と関係付ける - 小6）を見出すことや、動物が外界の刺激に反応している様子について観察や

実験（関係付ける - 小4）を行い，その仕組みを感覚器官，神経系，運動器官のつくりと関連付けて（要因と関係付ける - 小6）考察する。また，消化・呼吸・血液循環についての観察・実験（条件に目を向けながら - 小5）を行い，必要な物質を取り入れて運搬し不要な物質を排出する仕組みを考察したり動物の分類の観点を明らかにしながら，動物をいくつかのグループに分類し，自分にとって未知な動物がどのグループに入るかを推論したりすることを通して，自然界に生きる動物についての総合的な見方や考え方を養うことをめざしている。

この単元の学習を進めるに当たって，改めてみると小学校での調べ方の資質，能力に基づいていることから，小学校第3学年からの資質，能力を確実に習得することが大切であるといえる。

- (1) 『小学校指導書理科編』1978年 文部省 p.7
- (2) 『小学校指導書理科編』1989年 文部省 p.10
- (3) 『小学校指導書理科編』1999年 文部省 p.11
- (4) 『中学校学習指導要領(平成10年12月)解説理科編』1999年 文部省 p.11

第2章 小・中を貫く学習指導を進めるために

第1節 小中一貫した学習プログラムの重要性

(1) 小中一貫した学習プログラム

前章において，教育課程実施状況調査から，特に中学校第1学年と中学校第2学年において通過率が設定通過率より低い問題が多くなることや理科を学習する重要性の認識が低くなることを指摘してきた。その中であって，小学校で学習してきたと思われる内容や，「知識・理解」に関わる内容については設定通過率を上回る問題が多いが，中学校で求められる科学的な思考に関わる問題については下回る傾向がみられた。

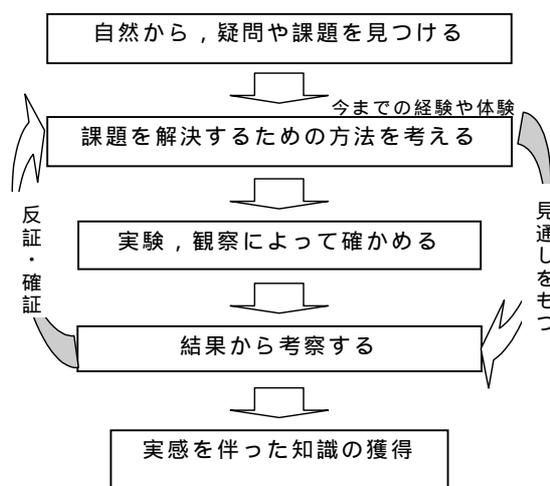
また，科学的な思考を育成する上で重要な活動である実験，観察などについて，小・中学校の学習指導要領の目標を比較してみると，極めて系統性が高いことからそれまでの学習の積み上げが大切であることを述べてきた。

こうしたことを踏まえて，本研究では，小・中を通してテーマの共通した単元の集まりを大単位としてとらえ，その中の「科学的な思考」，「技能・表現」および「知識・理解」の系統的なつながりを踏まえて指導計画をたて，実践することが，中学生になって基礎的・基本的な学習の内容を確実に

に習得するためには大切であると考えた。その際，中学生が目的意識をもって学習していくことが重要であり，そのためには，小学校から見通しをもって観察，実験などを行う能力を育成していくことが必要であり，それを教員が認識して指導することが大切である。

そこで，問題解決の能力や科学的に調べる能力を育成する観察，実験などの活動に，どの場面で見通しをもつのかということを示す図2-1を示してみた。

図2-1 見通しをもった実験の流れ



すなわち，出会った自然に対して問題意識をもち，疑問や課題を見つけたり，今までの経験や体験そして知識を基にして，課題を解決するための方法を考えたり，この方法で実験，観察などすればどんな結果になるかという予想をもたせたりすることで，見通しをもった実験，観察を行うことになるだろう。さらに，予想していた結果と実験から得られた結果とを比べて考察する。このとき，計画的，多面的に追究するために，確証や反証を行うことでより確かな結果を得られることを指導しておくことが大切になる。そして，初めにもった問題意識に対して，結論を導き出すのである。そのようにして導き出された結論は，実感を伴った知識として確実に習得できるものと考えられる。この見通しをもって観察，実験などを行うことを基礎として，中学校で，目的意識をもって観察，実験などを行うことができ，科学的に調べる能力を育成していくことができると考える。これらのことから，小・中学校を見通した学習プログラムに基づいた指導は，それぞれの学年で，確実に取り組まれることが大切であると考えられる。

今回，学習指導要領の一部改正が行われ，「内容の範囲や程度等を示す事項は，すべての児童に対

して指導するものとする内容の範囲や程度等を示したものであり、学校において特に必要がある場合には、この事項にかかわらず指導することができること」(5)と示された。このことは、例えば小学校の学習に中学校の内容を取り入れてよい、という可能性を示している。そのためには、小・中学校の教員が連携することがより重要になることも考えられる。なぜなら、中学校での難しい学習にも、小学校で学習した経験をもっていることで、より意欲的に取り組むことができるようになるということでもある。

例えば、中学校第2学年で学習する「電流とその利用」の直列回路や並列回路のつなぎ方をより理解させるための方法として、その一部を小学校での学習に位置づけることが考えられる。小学校第4学年では、乾電池を2個に豆電球1個で、直列回路や並列回路をつなぐことや回路に流れる電流の強さを比べて確かめる学習を行うが、中学校第2学年での学習の先行として、乾電池を1個と豆電球を2個使った直列回路や並列回路につなぐという発展的な活動を取り入れることで、中学校での学習までに、直列回路や並列回路は組めるようにしておく、というようなことである。

また、2校以上の小学校の児童が進学することになる中学校でも、それぞれの学年で扱う内容や教材について、同じ地域の小・中学校の教員が共通理解しておくことや、中学校区の小学校間においても、例えば、連絡会を立ち上げるなどして、内容や教材について連携を図って指導することは、中学校での学習の前提条件がそろうという点で重要なことだと考えられる。

すなわち、小中一貫した学習プログラムを小・中学校の教員が連携して取り組むことは、小学生が中学校へと進学した時に、小学校で学習した内容とつながりのある学習であることを知るだけでも、子どもがとまどうことが少なくなると考えられ、理科を学習することが好きになる子どもが多くなると考えられる。そのためにも、小・中学校の教員がお互いの授業を参観したり、話し合ったりする機会を設定することが大切であり、児童、生徒理解のためだけでなく、学習指導の充実のためにも必要だと考える。

(2) 系統的な単元のつながり

前章第2節で、学習指導要領を基にして観察、実験の重要性と育成したい能力について、その能力には学年ごとの発展性がみられることについて述べた。理科学習には大きく分けて物理的領域、

化学的領域、生物的領域、地学的領域の4つの領域に分けられる。小学校では、物理的領域と化学的領域をB(物質とエネルギー)区分、中学校では第1分野として学習する。また、生物的領域をA(生物とその環境)区分、地学的領域をC(地球と宇宙)区分とし、この2つを併せて中学校では第2分野として学習する。

小学校学習指導要領解説理科編によると、以下のことについての指導に重点を置いた内容の構成となっている。

「生物とその環境」

児童が動植物の生活の実際や成長に関する諸現象を、観察、実験を通して追究すること。

「物質とエネルギー」

児童が物質の性質や状態の変化について観察、実験を通して追究したり、物質の性質などを活用してものづくりをしたりすること。

「地球と宇宙」

児童が地表、大気圏および天体に見られる諸現象について観察したり、地表、大気圏の諸現象を自然災害などの視点と関連付けて追究したりすること。

昨年度の研究では、A区分、第2分野の植物にかかわる単元を通して、評価の4観点の系統性を明らかにすることで、基礎的・基本的な内容の確実な習得をめざした学習プログラムの作成に取り組んだ。

1947年以降、学習指導要領に示されている理科の学習内容はいくつもの学年にわたって繰り返し学習するスパイラルなカリキュラム編成になっている。そして、理科を学習する学年が、学習指導要領の改訂によって小学校第3学年からになったり、学習内容を精選するために、上位学年に移行されたりして繰り返し学習することは少なくなっただけであるが、それでも、小中7年間を見通すと既習の内容を踏まえながら発展した内容を学習していることがわかる。このことから理科の学習では、既習の内容を理解しているかを把握することや、上位学年での学習にどのようにつながるのかという系統性を明らかにして指導することが大切になると考える。

そこで、系統性を明らかにするための方法として、昨年度は、国立教育政策研究所による、「評価規準作成 評価方法の工夫改善のための参考資料」を基にして、「植物」に関連する単元の評価規準一覧表を作成した。この評価規準一覧表を基にして、単元ごとの4観点の評価規準を知り、それを参考

にして4観点の習得につながる学習目標を設定することができた。更に、小学校だけでなく中学校までを見通して、学習内容のつながりがみられる単元とその学年も明記したことで、系統性を踏まえた学習計画に基づいた学習を行うことができるようになった。

ここで、改めてそれぞれの学年で1年間に学習する理科の内容をみると、1つの単元を学習した後には、領域の違う単元を学習していることがわかる。そして、教員もその都度、実験、観察などに取り組みめるように準備していることで、子どもは興味や関心を高め、新しい学習に取り組むことができている。しかし、それぞれの単元ごとに完結して、断片的な知識を獲得するのではなく、子どもには、既習の内容と新しく獲得した知識とのつながりに気づくようにすることが大切ではないかと考えた。

第2節 科学的な見方・考え方を育成する 学習プログラムの開発

(1) 共通テーマごとの単元のつながり

当該学年でいろいろな単元の学習を通して基礎的・基本的な内容の確実な習得をめざすことが横のつながりとすれば、小学校から中学校へと発展する学習において、内容の共通した単元にみられる系統性を踏まえて基礎的・基本的な内容の確実な習得をめざすことは縦のつながりであると考えられる。

そこで、各学年で学習する単元に含まれるテーマを取り上げ、系統性が見られるものを1つの大単元としてとらえることにした。そして、大単元を基にしてそれぞれの学年で獲得すべき力を明らかにすることで、基礎的・基本的な内容の確実な習得をめざす小・中をつなぐプログラムを作成することができるのではないかと考えた。

そこで、小学校第3学年から中学校第3学年までに学習する単元について、テーマとつながりの見られる単元をまとめたものが表2-1である。ここでは、小・中学校理科の学習を見通して、領域ごとに関連するテーマを検討し、生物的領域として、「植物」「動物」、化学的領域として、「物質のすがた」、物理的領域として、「電気、磁石」「光」「音」「力、エネルギー」、地学的領域として、「気象」「天文」「大地」および総合的な領域として「自然、環境」の11テーマを設定した。

それぞれのテーマごとに学習する学年とのつながりをみると、「植物」「動物」「自然・環境」は、小学校では毎学年において学習しているし、「物質のすがた」「電気、磁石」「力、エネルギー」も比較的連続して学習するといえる。

一方、「気象」「天文」「大地」は、学習する学年が少なかったり、学習する学年が離れていたりして、獲得した知識や技能を活用しにくいことも考えられる。特に、「天文」などは小学校第3学年、小学校第4学年で太陽の1日の動きや月、星の観察したことを基にしてその特徴や動きについて理解したことは、次に、中学校第3学年で地球と宇

表2-1 テーマ別単元一覧表

小学校	A区分		B区分					C区分			A区分・C区分
中学校	第2分野		第1分野					第2分野			
テーマ	植物	動物	物質のすがた	電気、磁石	光	音	力 エネルギー	気象	天文	大地	自然・環境
3年	植物の育ち方	動物の育ち方		電池と豆電球 磁石の働き	光の性質				日なたと日陰		植物を育てよう こん虫を調べよう 空き缶の分別
4年	季節と生き物	季節と生き物	(水の変化) 温度と物の性質	電気の働き			空気や水の性質	水の変化	月の動き 星の動き		季節と植物
5年	植物の発芽と成長 植物の受粉と結実	動物の発生と成長 (課題選択)	物の溶け方				てこの働き 物の運動 (課題選択)	天気の変化		流水の働き	台風と天気 流水の働き
6年	植物の葉の働き	生き物と養分 体のつくりと働き	物の燃え方 水溶液の性質	電流の働き (電磁石)						土地のつくりと変化 土地の変化 (課題選択)	植物の葉の働き 動物の食べ物 酸性雨 大気の汚れ 土地の変化(火山・地震) 生き物のくらしと環境
中1	植物の生活と種類		物質の性質 物質の状態変化		光の性質	音	力と圧力	大気圧		大地の変化	植物の生活と種類 水溶液の性質(水の汚染) 気体の性質(CO ₂ 濃度) 物質のすがた 火山と地震
中2		動物の種類と生活	化学変化と分子、原子 化学変化と物質の質量	電流			(電気力)	天気と その変化			動物の種類と生活
中3	生物と細胞	生物と細胞	物質と化学反応の利用	(科学技術と人間)			運動とエネルギー 化学変化とエネルギー 科学技術と人間	自然と人間	地球と宇宙		自然と人間

宙について学習するまで4年間も関連した単元がない。

更に、「光」「音」については、学習する機会が少なくなり「音」は中学校からしか学習しないようになっている。

また、複数のテーマとのつながりがみられる単元もある。例えば、「水の変化」は、学習指導要領では小学校第4学年のC区分として示され、水が蒸発して水蒸気になったり、水蒸気が冷やされて水滴になったりする三態変化を学習することになる。それは、中学校第2学年での、「気象」の中の雲と雨がどのようにしてできるのかという学習につながっている。それとは別に、中学校第1学年での「物質のすがた」の学習で、固体、液体、気体という物質の状態変化にかかわる学習にもつながっているということである。そのため、小学校第4学年で「水の変化」の指導を行うときには、「気象」だけでなく、「物質のすがた」へのつながりを考えた指導も必要になるといえる。

前節で述べたように、中学校の学習に対してその重要性の認識が低くなっていることから、ここでは、テーマごとに学習する内容にどのような系統的なつながりがあるかということ、中学校第3学年からみたつながりで表すことにする。

植物にかかわる単元のつながり

植物については、小学校第3、4、5、6学年と中学校第1、3学年において、学習することになる。

中学校第3学年では、「細胞と生物のふえ方」の学習において、小学校第3学年の成長や、小学校第5学年の結実のための条件を基にして、細胞のレベルでみた生物の体のつくりと植物や動物の有性生殖、遺伝および無性生殖について学習する。

中学校第1学年では、「植物の生活と種類」の学習において、小学校第5学年での成長、結実の条件や、小学校第6学年での葉ででんぷんを作ること、受粉、光合成および呼吸・蒸散について学習する。

小学校第6学年では、小学校第4学年の暖かい季節と植物の成長との関係や、小学校第5学年の成長のための条件を基にして、植物の葉に日光が当たるとでんぷんができることについて学習する。

小学校第5学年では、小学校第3学年や小学校第4学年で植物を育ててきた経験や学習したことを基にして、発芽、成長および結実について観察、実験などを通してその条件について学習する。

小学校第4学年では、植物を観察し、成長の違いを季節の変化の特に気温と関係付けて考える学習を行う。

小学校第3学年では、植物の育ち方には一定の順序があり、植物の体は根、茎および葉からできていることを学習する。

動物にかかわる単元のつながり

動物については、小学校第3、4、5、6学年と中学校第2、3学年において、学習することになる。

中学校第3学年では、「細胞と生物のふえ方」の学習において、小学校第3学年の成長や、小学校第5学年の結実のための条件を基にして、細胞のレベルでみた生物の体のつくりと植物や動物の有性生殖、遺伝および無性生殖について学習する。

中学校第2学年では、小学校第6学年で学習した、人および他の動物の体のつくりと働きを基にして、脊椎動物の各器官の働きを中心に学習する。

小学校第6学年では、人および他の動物の呼吸、消化、排出および循環の働きを調べ、人および他の動物の体のつくりと働きについて考えをもつようにする。

小学校第5学年では、魚には雌雄があり、生まれた卵は日がたつにつれて中の様子の変化してかえること、または、人は母体内で成長して生まれることのいずれかを選択して学習する。

小学校第4学年では、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という考えをもつ学習を行う。

小学校第3学年では、昆虫の育ち方には一定の順序があり、その体は頭、胸および腹からできていることを学習し、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ことを学習する。

物質のすがたにかかわる単元のつながり

物質のすがたにかかわる単元では、小学校第4、5、6学年と中学校第1、2、3学年において、学習することになる。

中学校第3学年で「物質と化学反応の利用」の学習には、小学校第6学年で、物が燃えるときには酸素が減り、二酸化炭素が増えることや、中学校第1学年で、物質を加熱したときの金属の様子や気体の変化などを調べることで、更に、中学校第2学年で空気中の酸素と化合した物の質量が変化することなどの学習を基にして、酸化や還元、化学変化とエネルギーといった物質と化学反応に関

する事象の観察，実験を行うことになる。その中で，さまざまな物質や化学反応が利用されていることを理解させ，学習したことを日常生活と関連付けて科学的な見方や考え方を養うことが主なねらいとなる。

中学校第2学年で「化学変化と分子，原子」の学習には，以下のことが主なねらいとなる。

小学校第6学年での水溶液と金属の変化や植物体の燃焼，中学校第1学年でのいろいろな物質の状態変化，水溶液の性質などの学習を基にして，化合や分解などの化学変化における物質や質量の変化を調べ，物質の変化やその量的な関係について理解させること。また，これらの事象を原子，分子のモデルと関連付けてみる微視的な見方や考え方を養うこと。

小学校第5学年で水に溶かして見えなくなった食塩水などの重さが，水と溶かした物の質量の和になるという結果を基にして，分解などの化学変化によって新しい物質ができるのは，物質は「分子」「原子」によってできているためであることを知り，化合する2種類の質量の間には一定の関係があることと，分解（化学変化），化合が起こっても，反応物質と生成物質の質量には変化がないことを理解すること。

中学校第1学年では，物質の性質および物質の変化の様子についての観察，実験を通して理解させるとともに物質を調べるための実験器具の操作や，観察，実験結果の記録や表現の仕方などの技能を習得させることおよび物質をその性質に基づいて分類したり分離したりする能力を育てることが主なねらいとなる。「物質のすがた」で，水溶液の中では溶質が均一に分散していることや水溶液から溶質を取り出すことができることを理解するためには，小学校第5学年で，水に食塩やホウ酸を溶かして溶ける量には限界があること，食塩とホウ酸を比べて溶け方に違いがあることを確かめ，水を蒸発させたり温度を下げたりして再結晶させることができることを理解していることが重要になる。また，酸，アルカリの水溶液の性質を理解したり，酸とアルカリの水溶液を混ぜると中和して塩が生成されることを理解したりするためには，小学校第6学年で，リトマス紙などの試薬を用いて水溶液の性質を確かめていることが重要になる。

小学校第6学年では，いろいろな水溶液の性質や変化についてリトマスなどの指示薬を用いて酸性，中性，アルカリ性の3種類に仲間分けができることを調べている。また，水溶液を加熱したり

金属と触れさせたりなどして泡の発生や金属の変化を調べる活動を通して，水溶液の性質とその働きについての見方や考え方をもつようにするとともに，水溶液の性質や働きを多面的に追究する能力や，日常生活に見られる水溶液を興味・関心をもって見直す態度を育てることがねらいとなる。

また，植物体を空気中で燃やして，空気の性質とその変化を調べる活動を通して，物の燃焼と空気の変化を関係付け，物の燃焼についての見方や考え方をもつようにするとともに，物の質的变化に興味・関心をもち，その要因を多面的に追究する能力を育てることがねらいとなる。

小学校第5学年では，物が水に溶ける量には限度があることや，水の温度や量，溶けるものの種類が変わるとものの溶ける量が変わることおよび物が水に溶けても全体の重さは変わらないことを定量的にとらえるようにする。これらの活動を通して，ものが水に溶けるときの規則性についての見方や考え方をもつようにすることがねらいとなる。

小学校第4学年では，金属，水および空気を温めたり，冷やしたりして，それぞれのかさの変化や変化の大きさの違いをとらえたり，金属，水および空気を熱し，それぞれの温まり方の特徴をとらえるようにする。そして，これらの活動を通して，金属，水および空気の温度変化とかさの変化を関係付けたり，金属，水および空気の性質と温まり方を関係付けたりして，物には熱に対する性質の違いがあるという見方や考え方をもつようにすることがねらいとなる。

また，水の状態変化については，C区分の天気にかかわるところでもあるが，水は温度を100近くにあげると水蒸気になり，0に下げると氷に変わることをとらえるようにする。また，身の回りの水の様子から水が蒸発して空気中に含まれていくことや，結露して再び水となって現れることをとらえるようにする。そして，これらの活動を通して，水は温度によって状態が変化するという見方や考え方をもつようにすることがねらいとなる。

電気にかかわる単元のつながり

次に，電気にかかわる単位では，小学校第3，4，6学年と中学校第2学年において学習することになる。中学校第2学年で学習する「電流とその利用」では，以下の3点についての関係や規則性を見いだすことをねらいとしている。

1点目は，静電気は，帯電した物体間では空間

を隔てて力が働くこと。静電気と電流とは関係があること。2点目は、電流と電圧の性質を理解させること。電流と電圧の関係について規則性を見いださせること。また、これらの観察、実験を通して、回路の作成の仕方、電流計などの扱い方に習熟させること。3点目として、電流の利用については、観察や実験を通して電流と次回の相互作用について初歩的な見方や考え方を養うこと。また、電流から熱や光などを取り出すことおよび電力の違いによって発生する熱や光などの量の違いがあることを見いださせること。

この単元の学習では、観察、実験を通して得られた結果を、日常生活と関連付けて初歩的な理解を図ることが主なねらいとなる。以下に示しているこの単元で行われる実験の内容で、下線を引いたところは、小学校での既習の内容とつながりの見られるところである。

- ・静電気の働きを調べる。
- ・直列回路、並列回路を流れる電流を計る。
(小学校第4, 6学年)
- ・直列回路、並列回路のいろいろな区間の電圧を測る。
- ・電源装置を使って、電熱線にかかる電圧を変えて、電流の変化を調べる。
- ・コイルのまわりの性質を調べる。(小学校第6学年)
- ・電気ブランコなどで、電流が磁界の中で受ける力を調べる。(小学校第6学年)
- ・磁石とコイルで電流を生み出す。
- ・電流の大きさと器具のはたらきの関係を調べる。

中学生になって、これらの実験を進んで行うための基礎として、小学校第3学年では、回路のつなぎ方を習得していることが重要である。引き続いて小学校第4学年では、乾電池2個を、直列や並列につないだ回路を作ることができ、そのつなぎ方によって回路を流れる電流の強さが変わることや豆電球の明るさやモーターの回る速さによって確かめるだけでなく、更に、検流計をつないで、回路を流れる電流の強さが変わることや確かめることができるようにすることも重要である。

一方、磁力についてみると、小学校第3学年では、磁石の学習において磁石に引き付けられる物と引き付けられない物とを比較してその違いを考えること。磁石同士や磁石に引き付けられる物との間を空けていても引き付けられていると考えること。磁石につけると磁石になるものがあること。そして、磁石には極があり、異極は引き付けあい、同極は退け合うことなどを理解することが重要で

ある。これらの電流の働きと磁石の働きを基にして、小学校第6学年では、電磁石は磁石と共通した性質をもっていることに加え、電流が流れているときだけ磁石になり、電流の流れる向きが変わると極も変わること。電磁石の強さは、電磁石に流れる電流の強さや導線の巻き数によって変わることや理解することが重要である。更に、検流計または電流計を用いて電磁石に流れる電流の強さを定量的に調べ、電磁石の強さと関係付けて考えることは、中学校での学習とのつながりから見て有効である。

中学校において、静電気や電流、電圧の規則性を見いだすためには、小学校からの科学的な思考の積み上げが大切であると考えられる。そこで、関連する単元における科学的な思考にかかわるところを見ることにする。

小学校第6学年では、鉄心に巻いた導線(コイル)に電流を流すと、鉄心が磁化されることや、電磁石の強さや極は、電流の流れる強さや向きによって変わることや多面的に調べることである。この調べたことを通して、電流は磁力を発生させるという見方や考え方をもちようようにすることをねらいとしている。

小学校第4学年では、回路を流れる電流の強さと豆電球の明るさやモーターの回り方などを関係付けてとらえたり、光の強さと光電池の電流の強さを関係付けてとらえたりして、電気のはたらきについての見方や考え方をもちようようにすることをねらいとしている。

小学校第3学年では、乾電池と豆電球と導線を使い、豆電球が点灯するつなぎ方と点灯しないつなぎ方とを比較し、豆電球が点灯するのは回路ができて電気が通っていることをとらえる。また、回路の一部に物を入れて豆電球が点灯するときとしないときとを比較することで、物には、電気を通す物と、通さない物とがあることをとらえる。そして、これらの活動を通して、回路を確実につなぐことができるようにすることや、回路につなぐ物についての見方や考え方をもちようようにすることをねらいとしている。

また、身の周りのいろいろなものに磁石を近づけ、磁石に引き付けられる物と引き付けられない物とを比較しながら調べ、引き付けられる物には磁石になるものがあることをとらえるようにすることや二つの磁石を近づけると、引き合ったり退けあったりすることを調べて、磁石の極の働きや性質についての見方や考え方をもちようようにすることもねらいとしている。

光にかかわる単元のつながり

光にかかわる単元では、小学校第3学年と中学校第1学年において、学習することになる。ここでは、光の性質を日常の現象と関連付けて理解させることがねらいとなる。

中学校第1学年で、光と関連した身近な事象に関する観察、実験を行い、光が水やガラスなどの物質の境界面で反射、屈折するときの規則性を見いだしたり、凸レンズの働きについて物体の位置と像の位置および像の大きさとの関係を見いだしたりすることがねらいとなる。

小学校第3学年では、平面鏡で日光を反射させたり、虫眼鏡で日光を集めたりして調べ、日光の進み方をとらえるようにする。また、反射した日光を重ねたり、集めた日光を物に当てたりしたときの現象を比較して、ものの明るさや暖かさに違いがあることをとらえるようにする。

これらの活動を通して、平面鏡や虫眼鏡を用いたときの光の進み方や、物に日光を当てたときの明るさや暖かさに変化にかかわる光の性質についての見方や考え方もつよようにする。また、物に光が当たったときの様子を比較して追究する能力を育てるとともに、平面鏡や虫眼鏡を利用したものづくりや活動などを通して光の性質について興味・関心をもって追究する態度を育てることがねらいとなる。

音にかかわる単元のつながり

音にかかわる単元では、中学校第1学年で初めて学習することになるため、小学校で学習する単元と直接のつながりは見られない。しかし、音を伝えるものとして空気や水、木などと真空中とを比較しながら音が伝わるかどうかを調べることは、小学校第3学年での学習とつながる。また、音が伝わるものは震えていることと関係付けて、音が物体の振動によって生じることを確かめることは、小学校第4学年での学習とつながっている。また、音源の振動と音の大きさや高さの関係について制御する条件と制御しない条件とを明らかにして調べることは、小学校第5学年での学習とつながっている。

力、エネルギーにかかわる単元のつながり

力、エネルギーにかかわる単元では、小学校第4学年において圧力にかかわる単元として「空気や水の性質」を学習する。小学校第5学年では、力に関する単元として、まず「てこの働き」を学習し、次に、「物の運動」で、振り子の周期か、物

の衝突のいずれかを選択し、その条件を調べる学習をする。そして、中学校第1学年では、「力と圧力」について力に関する実験を通して、物体に対する力の働きや物体に働く2力から力が釣り合うときの条件を見いだす。

また、圧力に関する実験を通して、圧力は力の大きさと面積に関係があることを見いだしたり、空気には重さがあることを調べ、その結果を大気圧と関連付けてとらえたりする学習をする。

中学校第2学年では、小学校第3学年の「磁石」、小学校第6学年の「電磁石」とかかわって、モーターや発電機などの働きを調べるとともに、電流によって熱や光などを発生させる実験を行い、電流から根雨や光などを取り出せること、および電力の違いによって発生する熱や光などに違いがあることを見出す学習を行う。

そして、中学校第3学年では、運動には速さと向きがあることや、力がはたらく運動では物体の速さなどが変わり、力がはたらかない運動では物体は等速直線運動をすることを見いだす。また、エネルギーには運動エネルギー、位置エネルギー、電気、熱や光などさまざまなものがあることや、エネルギーが相互に変換されることおよびエネルギーが保存されることを知る。ここでは、力がはたらく運動とかかわる斜面上の落下運動と、力学的エネルギーの保存を確かめる振り子の運動は、小学校第5学年でどちらかを課題選択しているため実験していない生徒がいるということを留意しておかなければならない。

また、大単元「物質のすがた」とつながって「化学変化とエネルギー」では、化学変化にはエネルギーの変化が伴うことを学習する。更に、「科学技術と人間の生活」では、エネルギー資源にはどのようなものがあり、どのように利用されているかを理解するとともに、エネルギー利用の問題点から環境を守る技術を調べる活動などを通して、環境との調和の大切さを学習する。

気象にかかわる単元のつながり

気象については小学校第4、5学年と中学校第1、2学年において、学習することになる。

中学校第2学年では、「天気とその変化」の学習において、気温、湿度、気圧、風など身近な気象の観測を通して、天気の変化との関係について考えたり、霧や雲の発生と気圧、気温、湿度との関係を理解したりする。

まず、身近な気象の観測には、小学校第3学年において、日なたと日陰の湿り気の違いや暖かさ

の違いを、直接触ったり棒温度計で測ったりして比べたことや、小学校第5学年において、天気と1日の気温の変化との関係を理解したり、気象情報を活用したり、気温の測り方を習得したりしていることが重要になる。

また、霧や雲の発生とのかかわりでは、小学校第4学年において水の蒸発や凝結と温度との関係を理解していることや中学校第1学年での大気圧について理解していることが重要になる。

小学校第5学年では、「天気の変化」の学習において、天気によって1日の気温の変化の仕方に違いがあることや、天気の変化は映像などの気象情報を用いて、ある程度予想できることを学習する。気温の変化について適切な測り方を習得することについて、小学校第3学年において棒温度計に直接日光を当てないなど適切な使い方を習得していることが必要になる。

小学校第4学年では、「水の変化」の学習において、小学校第3学年において日なたと日陰を比べて、日なたの方が地面も乾いていることを暖かいことと関係付けて理解していることを基にして、水が水蒸気や氷になる様子を観察し、温度と水の変化との関係について学習する。

天文にかかわる単元のつながり

天文にかかわる単元については、小学校第3、4学年と中学校第3学年において、学習することになる。

中学校第3学年では、星や太陽の日周運動から地球の自転を、星座や太陽の季節による見え方や高度の変化から地球の公転を理解したり、太陽の表面の様子を観察し、太陽や太陽系の惑星および太陽系の外の様子について理解することなどを学習する。

まず、地球の自転を理解するために、小学校第3学年で太陽の位置を遮光板による観察や日光によってできる影の見える位置の記録などから確かめたり、小学校第4学年で月を観察して、見える位置が太陽の動きと同じように変わること理解していることが大切である。

次に、地球の公転を理解するために、小学校第4学年で、夏と冬では違う星座が見えることに気づいていることが大切である。また、月の満ち欠けを観察していることで、太陽と地球と月の位置関係を理解することにつながる。

小学校第4学年では、空には、明るさや色の違う星があることを調べたり、月の観察をしたり、月の位置を調べたりすること、そして星の並び方

は変わらないが見える位置は変わることなどを学習する。月の観察は2～3時間程度になることから、月の動きを理解するために、小学校第3学年での、太陽の1日の動きを観察し理解していることが重要になる。

小学校第3学年では、日陰のでき方や太陽の動きと影の向き調べ、太陽の位置と日陰の関係について学習する。

大地にかかわる単元のつながり

大地にかかわる単元では、小学校第5、6学年と中学校第1学年において、学習することになる。

中学校第1学年では、地層のでき方を考察し、地層の広がりや重なり方の規則性を見いだしたり、堆積岩とそこに含まれる化石から過去の環境や年代を推定できることを理解する。火山の形、活動の様子およびその噴出物を調べ、地下のマグマと関連づけてとらえたり、火山岩と深成岩の組成の違いを成因と関連づけてとらえたりする。また地震を地球内部のはたらきと関連づけてとらえ、地震に伴う土地の変化の様子を理解する。

地層のでき方を理解するためには、小学校第5学年で、流れる水には削ったり運んだり積もらせたりする働きがあることを理解していることや、小学校第6学年で、地層について知ったり、地層は流れる水の働きや火山の噴火によってできることを理解していることが必要である。さらに、化石が含まれていることと地層のでき方とを関連づけて理解することは、示準化石や示相化石を理解することにつながる。

また、小学校第6学年において、土地の変化について火山の噴火によって、溶岩が流れ出したり、新しい山や島ができたり、火山灰が積もったりすることを学習するか、大きな地震によって土地がずれたり崩れたりすることのいずれかを選択して学習している。

小学校第6学年では、土地のつくりや土地のでき方を調べ土地のつくりと変化について学習する。地層や地層のでき方を理解するためには、小学校第5学年で学習した、流れる水が土地を侵食することや、削った土を運搬、堆積するという働きを理解していることが大切である。

小学校第5学年では、流れる水の速さや量による浸食、運搬、堆積といった働きの違いを調べ、流れる水の働きと土地の変化について学習する。

自然・環境にかかわる単元のつながり

自然・環境にかかわる単元については、小学校

第3学年から中学校第3学年まで全ての学年において学習することになる。

中学校第3学年では、微生物の働きや自然環境を調べ、自然界における生物相互の関係や自然界のつり合いについて理解し、自然と人間のかかわり方について総合的に見たり考えたりする学習を行う。

自然と人間とのつながりを理解するためには、小学校第6学年での生き物が生きていくために、水、空気、食べ物を通したつながりについて学習したことを基にして、まず、食物連鎖では中学校第1学年で、植物には自ら養分を作り出す光合成のはたらきがあることと、中学校第2学年で、植物を食料とする草食動物と他の動物を食料とする肉食動物についての学習が関連している。次に、身近な自然環境の水については、小学校第6学年や中学校第1学年で、指示薬を用いて、水溶液の性質が酸性なのかアルカリ性なのか分けることができること。

身近な自然環境の水の性質について学習するためには、小学校第6学年や中学校第1学年で、水の性質として酸性なのかアルカリ性なのか調べる方法があることを理解していることが重要である。大気汚染について学習するためには、小学校第6学年で石灰水や気体検知管などを用いることで二酸化炭素を検出する方法があることや物を燃やすと二酸化炭素が出ることを理解していることが重要である。

「自然環境と人間の生活」については、第1分野の「科学技術とわたしたちの暮らし」のいずれかを選択して学習する。その中で、自然災害について学習していくために、小学校第5学年で流れる水には土地を削る働きがあることと台風によって大雨が降ることもあること、また小学校第6学年や中学校第1学年で火山や地震によって土地が変化することがあることを理解していることが重要である。

これらのA区分と第2分野、C区分と第2分野およびB区分と第1分野のテーマ別のつながりをみて、児童、生徒が学習する単元は、それぞれ1つずつ単独のものではなく、学年をまたがって学習していく大単位だと考えられる。そこで、中学校での学習までを見通した指導計画をたてることが重要であると考えられる。小学校第3学年から習得をめざしている基礎的・基本的な内容に基づいて観察、実験などを行うことで、自然の事物・現象についての理解を図ることができるようになると考えられる。

(2) 理科と日常生活との関連性

前項で、小学校から中学校までの一貫した学習プログラムを作成し、小・中学校の教員が連携して指導することは、子どもが理科を学習し理解していくことに重要だと考えていることを述べた。

しかしながら、昨年度の研究でも取り上げたが、中学生になって理科を学習することの重要性の認識が低くなることは国立教育政策研究所の調査から報告されていることに留意しておかなければならない。その中でも、理科学習と生活とのかかわりについて中学生の意識を見ると、表2-2に示したように、「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なかった」に肯定的に回答した中学生は、47.2%で、「学校で理科を学ばなくても、生きていくのには困らない」には、44.6%の中学生が肯定的に回答している。

表2-2 理科の重要性に関する中学生の意識

質問項目	肯定的に回答した割合(%)
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なかった。	47.2
学校で理科を学ばなくても、生きていくのには困らない。	44.6

この結果に対して、国立教育政策研究所は、理科好きの割合を高めるために、理科の楽しさばかりを強調しても、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とは考えにくいとし、また、現在の小・中学校の理科教育の中で科学や科学技術の有益性や生活上の必要性が子どもに十分理解されていないことを示唆している(6)と述べている。このことから、理科で学習することはもっと身近なところでも役に立っており、私たちの生活とも深くかかわっていることを理解させることが重要だと考える。

このような日常生活との関連について、小学校学習指導要領の指導計画の作成と各学年にわたる内容の取扱いの中で、「個々の児童が主体的に問題解決活動を進めるとともに、学習の成果を日常生活で見られる自然事象の理解に生かすようにする」(7)としており、学習内容を日常生活と一層関連づけて実感を伴った理解を図るために、物質の性質などを活用してものづくりをすることを示している。もちろん、ものづくりを行うことの意味は、学習を通して理解したことを活用することであり、図工的な観点で作品を評価してはならないということはいふまでもない。

次頁の写真は、光電池に光をあてると、モー

写真 ものづくり
(ソーラー扇風機)



ターが回ることを学習し、光ではたらく『ソーラー扇風機』を作っているところである。

この活動を通して、光電池は光が当たると電気が流れること、電気が流れるとモーターが回ること気がついた。

中学校学習指導要領には、ものづくりをすることに

ついて扱われている場面は少ない。それは、中学校での理科学習の内容が、学年進行に応じて、直接的な体験・観察、実験などに基づく学習から、分析的、総合的なものの見方を育てる学習へと発展するように改善されている(8)からである。

つまり、ものづくりという実践的活動を行うまでもなく、科学的な見方や考え方などを養うことができるようにするということである。具体的な作業を伴わなくても、日常生活と関連付けることで、科学的な見方や考え方などを養うことをめざしているのである。

このことから、中学校での理科学習では、具体的に操作できるものが少なくなり、結果を分析することによって物質の性質を理解することができる能力の獲得が求められていることがわかる。しかし、実際に物を扱わずに、物質の性質を理解することは容易ではないと思われる。そのためには小学校におけるものづくりの活動に対して、学習した物質の性質についてはもちろんのこと、身近な生活とかかわりのあることにもっとこだわるなど、理解したことを確かめ活用する能力の育成についても、小中を見通して取り組むことができる、小中一貫した学習プログラムを作成することが大切であると考え、本研究では、小・中学校の「電気」の単元において試みることにした。

(5)『小学校学習指導要領』2003年一部改正 文部科学省 p.60

(6)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)」『理科大好き支援事業研究セミナー資料』国立教育政策研究所 2002年 p.173

(7)前掲 注(5) p.61

(8)前掲 注(4) p.4

第3章 学習プログラムの内容・分析・考察

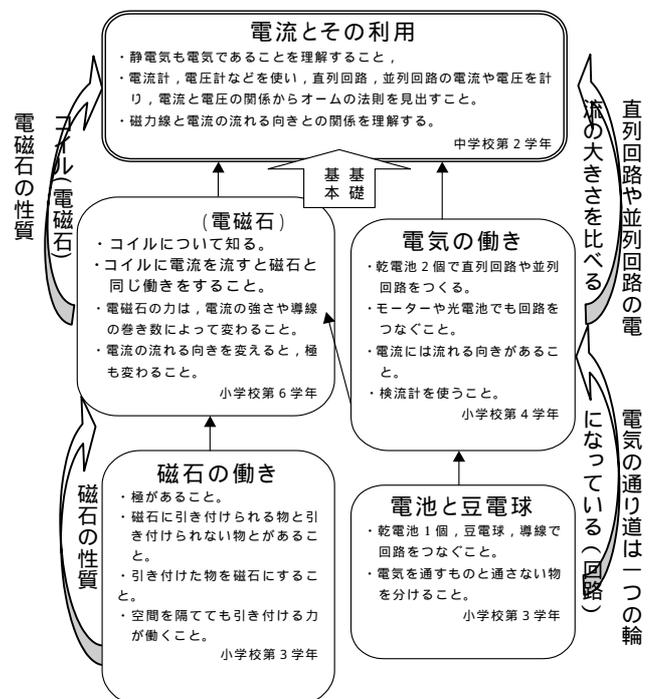
第1節 大単元「電気」における実証授業

(1) 大単元「電気」にみる単元のつながり

本研究では、大単元「電気」のつながりの中で小学校第4学年の「電池のはたらき」と中学校第2学年での「電流とその利用」の学習を選択し、それぞれの学習の内容におけるつながりを明らかにするとともに、主体的に問題解決学習を行う能力の育成をめざした学習プログラムを作成した。

小学校第3学年から中学校第2学年までの大単元「電気」においてつながりのある内容をまとめたものが図3-1である。

図3-1 大単元「電気」のつながり



この図から、中学校第2学年をみると、学習指導要領では「電流とその利用」の学習で、観察、実験を通して電流と電圧との関係及び電流の働きについて理解することをねらいとしていることがわかる。その中で、この単元で行われる実験の内容に対して、以下の3点において小学校での既習の内容とのつながりがある。

1点目は、直列回路、並列回路を流れる電流の大きさを比べていること。(小学校3, 4, 6年)

2点目は、コイル(小学校6年)を製作していること。

3点目は、電流が磁界の中で受ける力を利用し

て、コイルや電磁石が回転することを教科書の記述を見たりして知っていること。(小学校6年)

1点目について、小学校第3学年では乾電池1個の働きを調べている。小学校第4学年では、乾電池を2個使って、直列と並列につなぐ回路について学習する。直列つなぎは、1個多くつなぐことで豆電球が明るく点灯することを、活動している中で見つける子どもが多いと思われるが、並列つなぎについては、教員が意図的に紹介するなどして全員につなぐことができるようにすることが大切である。また、直列回路や並列回路のつなぎ方について、その形を覚えさせるのではなく、直列つなぎは乾電池の異極と異極をつなぎ、並列つなぎは同極どうしつないでいることや、直列つなぎは電気の通り道が1つで、その中に乾電池が2つあること。並列つなぎは電気の通り道が2つあり、それぞれに乾電池が1つずつあることを理解させるようにしなければならない。

また、回路に流れる電流の強さを確かめる方法として、豆電球の明るさやモーターの軸が回転する速さで比べることができるが、小学校第4学年では、検流計を使って定量的に調べることができるようにしなければならない。そのため、一人ひとりが検流計をつなぎ、乾電池を直列や並列につないだ回路で電流の大きさを比べる活動を行うことができるように、時間を十分に保障することが大切であると考えられる。

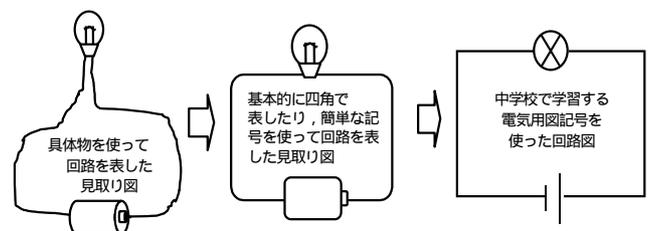
2, 3点目の磁力についてみると、小学校第3学年では、磁石の性質について学習する。小学校第6学年では、電磁石は磁石と共通した性質をもっていることに加え、電流が流れているときだけ磁石になり、電流の流れる向きが変わると極も変わる。電磁石の強さは、電磁石に流れる電流の強さと導線の巻き数との関係を、検流計や電流計を用いて確かめていることなどを基にして磁界や磁力線について知り、それと電流との関係について学習する。

中学校第2学年において、静電気や電流、電圧の規則性を科学的に探究するためには、小学校からの科学的な思考の積み上げも大切であると考えられる。それは、小学校第3学年では、乾電池と豆電球と導線を使い、豆電球が点灯するつなぎ方と点灯しないつなぎ方などを比較しながら調べること。小学校第4学年では、回路を流れる電流の強さと豆電球の明るさやモーターの回り方や光の強さと光電池の電流の強さなどを関係付けて調べること。小学校第5学年には直接電気にかかわる単元はないが、制御する要因と制御しない要因と

を区別しながら計画的に調べる。そして、小学校第6学年では、鉄心に巻いた導線(コイル)に電流を流すと、鉄心が磁化されることや、電磁石の強さや極は、電流の流れる強さや向きによって変わることを要因と関係付けながら、多面的に調べることである。しかしながら、これらの比較することや、関係付けながら調べることなどはもちろん、電気の単元だけで習得できるものではなく年間を通して育成を図る必要がある。

また、電流と電圧の関係について調べる実験を行っていくための技能も必要である。電気用図記号を用いた回路図をかいたり、四角い線図で表された回路図から電流の向きを考えながら電流計や電圧計などを正しく配線したりすることは容易ではないと考えられる。回路を絵図に表したり、絵図を見て回路を組んだりすることは小学校第4学年の教科書でも紹介されており、小学校第3学年でも具体物を使うなどした見取り図を教員から提示されることも多いように思われる。そこで、図3-2に示したように、小学校において見取り図で表す時から回路図を意識して、基本的に四角で表したり、乾電池を図の下にかくと決めたり、豆電球や乾電池を簡単な記号で表すことを決めたりしていくことが大切であると考えられる。

図3-2 回路図を意識した見取り図例



(2) 学習プログラムの分析・考察

ここでは、実施した中学校第2学年の「電流とその利用」と小学校第4学年の「電池のはたらき」の学習の様子を、「回路とつなぎ方」「検流計と電流計」および「見通しと目的意識」というポイントから述べる。

回路とつなぎ方

中学校第2学年の「電流とその利用」の5時間目に電流はどのように流れるかを、流れる電流の向き、直列回路や並列回路について学習する。中学生は、電流には流れる向きが決まっていることについて、小学校第3学年の学習では、乾電池に

は+極と-極があること、小学校第4学年の学習では、モーターを接続して乾電池の向きを変えるとモーターの軸が反対方向に回転すること、小学校第6学年の学習では、乾電池の向きを変えると電磁石の極が変わることを学習し、理解している。これらのことを話題として投げかけたり、身近な乾電池の使われ方を話し合ったりしたことで、電流には流れる向きがあることを知っていることがわかった。

しかし、中学校第2学年における直列回路や並列回路については、小学校第4学年で乾電池2個と豆電球1個を使った「直列つなぎ、並列つなぎ」の学習をしていることで、乾電池1個に対して豆電球2個を直列につなぐことは容易にできていたが、並列につなぐことにとまどう様子がみられた。そこで、それぞれのパーツの模型とワニ口クリップ付導線を使って、提示して見せたり、生徒の代

写真 模型による直列回路、並列回路の提示



表につなごせたりして、周知を図った。(写真)

このように具体物を使って提示の仕方を工夫することは、小学校では行われることが多いと思われるが、中学校においても確実に理解できるようにするための手だてとして有効であると考え。それは生徒たちが、豆電球やワニ口クリップ付導線、電源装置を受け取るとすぐに手順よくつなぎ始めた様子からもうかがうことができる。生徒はそれぞれに豆電球を点灯させながらも、他の生徒の豆電球の明るさと比べたりしながら、つなぎ方によって豆電球の明るさが違うことから、また違うつなぎ方を試

写真 直列回路をつくる



そうするとともに、意欲的に直列回路か並列回路かを確かめようとしていた。(写真)

この時、生徒が進んで実験に

取り組めたのは、一つには提示の工夫により実験の方法が良く理解できたことや、全員が活動できるように、教材や教具が十分用意されていたこと。特に、次々と回路をつなぎかえようとしていたことは、ワニ口クリップ付導線を十分に用意しておいたことにもよると考えられる。

一方、直列回路や並列回路の学習は、小学校第4学年において「電池のはたらき」の単元で行っている。この単元の学習までに、小学校第3学年において1個の乾電池と豆電球をつないだ回路を作り、電気の通るつなぎ方と通らないつなぎ方を見つけたり、回路の途中に物を入れ、電気を通す物と通さない物に分けたりしている。

小学校第3学年に続いて小学校第4学年の「電池のはたらき」の学習では、乾電池を2個使って1個の時と比較し、回路を流れる電流の強さと豆電球の明るさやモーターの回り方などを関係付けてとらえることがねらいとなる。そこで、乾

写真 直列につなぐ



電池を2個つなぐと豆電球の明るさが変わるか調べようというめあてに、子どもたちは関心をもち、意欲的に取り組む姿が見られた。そして、豆電球やソケット、ワニ口クリップ付導線と乾電池、乾電池ボックス各2個などを受け取って、児童は早速、つなぎ始めた。(写真)まず、1個で豆電球が点灯することを確かめてから、2個目の乾電池を接続している姿も見られた。前述しているが、直列につなぐことは、ほとんどの児童ができており、豆電球の明るさを比べてその違いに驚く様子も見られた。

児童が前半の活動からわかったことを学習ノ

- ・予想通り、電池をたてに2個つないだら明るくなった。
- ・乾電池と乾電池の間、導線をつないでソケットにつないだ。予想は、豆電球の明るさは変わらないと思ったけれど、明るくなった。
- ・+極と+極をつなぐと豆電球がつかなかった。
- ・+極と+極、-極と-極をつないで、それぞれに豆電球をつなぐと、(乾電池が)1個のときと同じ明るさになった。

トの記述からみると、直列につないで明るくなって驚いている感想が多くみられた。さらに、予想と比べた結果を発表している児童も見られた。

また、豆電球が明るくなるつなぎ方だけでなく、明かりがつかないつなぎ方についての発表や、乾電池1個のときと変わらないつなぎ方を発表する児童も見られた。

写真 並列のつなぎ方を説明する



この並列回路を試した児童に乾電池1個のときと変わらないつなぎ方について、黒板に見取り図をかき、それを基にして説明させた。

(写真)この説明を聞いて後半の活動では、他の児童も、乾電池2個を並列につないで、豆電球の明るさを1個のときと比べて変わりがないことを確かめていた。

しかし、実際につなぐとなるととてこずるであろうことが予想されることから、導線の一方が二又になっている並列つなぎ用のワニ口クリップ付導線を用意しておき、確実に配線できるように配慮した。(写真)

写真 並列につなぐ

これによって、乾電池を2個つないだときに、1個の時よりも明るくなるのは、たてにつないだつなぎ方(直列つなぎ)で、1個の時と同じ明るさになるのは、同じ極どうしつな



いだつなぎ方(並列つなぎ)であることを確かめた。この実験をしながら、自分が試したつなぎ方を記録している学習ノートを見ると、児童によっては乾電池ボックスまで書き写していたり、豆電球とソケットをていねいに写したりしているなど、不要なところに時間がかかっていることがわかった。そこで、理科の実験の記録で大事なところとして、導線のつながり方がわかるように写せばよいことや乾電池や豆電球およびソケットなどは簡単な絵や図にすると良いことを指導した。これは、中学校第2学年での記号化した回路図をかくことにつながると考えられる。

検流計と電流計

中学校第2学年の「電流とその利用」の7時間目は、「回路を流れる電流を調べる」学習である。本時では、回路の豆電球の前と後とを比べて、電流が減ってしまうのかどうかを調べることが必要になる。それには正確な値を示す電流計を使うことが必要になる。

そこで、電流計の説明をするに当たって、小学校で使ったことがある検流計を思い出させ、電流計と検流計との違いについて説明している。すなわち、+端子、-端子があり、つなぎ方が決まっていること。-端子は3つあり、大きな側から小さな方へ選びかえること。選択した-端子に合わせた目盛を読むことの3点である。

また、共通点として、回路に直列につなぐことや乾電池に直接つながないことなどを、模型で示しながら説明した。検流計の使い方と比べて電流計の使い方を聞いたことで、よく理解して活動することができたように思われる。(写真)また、

写真 電流計を接続する



ワニ口クリップ付導線を十分に用意したことで、接続が容易になり、手際よく組替えながら回路に接続するとともに、電流計の目盛を読み記録していた。

中学校第2学年での電流計の使い方につながる検流計を使う学習は、小学校第4学年での「電池のはたらき」で行う。この単元の4時間目に、検流計を使って電流が流れていることを確かめる学習を行う。

まず、乾電池2個をつないだ時、豆電球の明るさのちがいはどうして起こるのかを考え、豆電球が明るく点灯したのは、電気のはたらきが強くなったからではないだろうかとの考えに基づき、それを確かめる道具として検流計を使って調べた。

写真 検流計ではかる



はじめに、検流計の名称や扱い方について説明を受け、次に乾電池2個と豆電球、そして検流計を直列につないで回路を組み、(写真)

検流計の針が示す数値を記録していた。このとき、教員は、小学校第3学年で学習している調べ方に基づいて、乾電池1個の時の電流の大きさと比べることが大切であることを確認している。

その結果、1個の乾電池をつないだ時の電流の大きさは、2個の乾電池を直列につないだ時と比べて半分ほど小さくなっていることがわかった。ここでは、検流計を扱う時間を多くすることは大切ではあるが、検流計の数が限られていることから、機会を多く設定することで、一人ひとりが十分に確かめるようにした。

すなわち、乾電池の並列つなぎの回路に流れる電流を調べるときや、光電池が、光を受けて発電しているかどうかを調べたりするときなどに、検流計を使って確かめるようにした。(写真)

写真 発電しているか検流計で確かめる



このように、検流計を接続したり目盛を読んで電流の大きさを測ることに習熟しておくことは、中学校第2学年において電流計を扱うことにつながると考えられる。さらに、電流計の扱い方につ

ながることとして、大きな電流を測る側、すなわち電磁石側に合わせて使い始めることを意識させるようにすることも大切であると考え。

見通し、目的意識をもつ

中学校学習指導要領理科の目標には、「目的意識をもって」観察、実験などを行うことが示されている。「電流とその利用」で学習する内容をみると、電流、電圧から磁力、磁界、さらに電流が磁力に及ぼす力といった抽象的な概念について考察していくために「目的意識をもって」観察、実験などを行うということになる。

新しい課題を解決するときには、基礎となる知識や技能を獲得してから、主体的に問題解決のための学習を行うのであるが、中学2年生の学習への姿勢をみると、聞くこと、教えてもらうことを待つという姿勢を見せる生徒が多く見られたように思われる。教員は、指導しなければならない内容と、生徒が主体的に取り組んで解決する内容を区別して学習を計画することが大切になる。例えばそれは、豆電球2個の直列回路を流れる電流を調べるために、直列回路のつなぎ方や電流計の

使い方を知らせた後で、電流の大きさについて予想させたり、実験の見通しをもたせたりして、学習の目的

をもって主体的に取り組めるようにするというようなことである。(写真)

そうすることによって、生徒は、基礎的・基本的な内容を確実に習得するとともに、理科で学習する新しい課題を自分が解決しているという主体性をもつことにつながり、理科を学習することが好きだといえる子どもを育てることにつながると考えられる。

中学生になって、目的意識をもって観察、実験などを行うことができるようにするためには、小学校の理科学習において、活動の見通しをもてるようにしておくことが大切となる。そのことは、小学校学習指導要領理科の目標に「見通しをもって」実験、観察などを行うことが示されていることからもうかがえる。

しかし、重要であるけれども留意しなければならないことを、小学校学習指導要領解説で示している。それは、「児童が見通しをもった観察、実験などを行うことが大切であるからといって、必ずしも、児童がもつ見通しを授業の中で発表させるような形式的な問題解決の活動は行うべきではない。特に、中学年の児童では、彼らの見通しは行動の中に潜在している場合が多い。したがって、教員は行動の中から児童のもつ見通しを読み取るようにすることが大切である」(9)ということである。

そこで、形式的にならないように配慮しながら、今単元の学習にあたっては、「見通しをもつ」ことに重点をおいていることから、学習の始まりとまめには、「見通し」について考えを促すようにした。小学校第4学年の児童に限らないと思われるが、子どもは見通しを意識していなくても、次々と実験に取り掛かろうとする。だからこそ、教員は、実験するとどうなるか自分の予想をたてておくように指示し、見通しをもつことの重要性に気づかせることが重要になる。

写真 目的意識をもつ



乾電池 2 個の直列回路につないだ豆電球の明るさがどうなるか、考えるよう指示したことで、多くの児童が、乾電池が 1 個増えるからという理由で豆電球が明るくなると予想していたが、変わらないと予想する児童もいた。この予想をたてたことで、実験を行い、得られた結果と予想とを比べて考察することができていた。

それでも、これまでの学習において「豆電球につなぐ乾電池を 2 個にすると、明るさはどうか」「乾電池 1 個の時の電流と比べて、乾電池 2 個を直列つなぎにした回路の電流はどうなっているか」という課題に対する「見通し」をもつことが予想をたてるだけになっていた。そのため、戸惑いを感じた児童もみられた。

ここで考えている「見通しをもつ」こととは、学習ノートにたてた予想を基に「見通し」をもって実験、観察などに取り組む流れをもつことであり、実験の結果と予想したことを比べながら共通点や相違点を見つけることが重要なのであることを指導していく必要を感じた。

第 2 節 大単元「力・エネルギー」における 実証授業

(1) 大単元「力・エネルギー」にみる

単元のつながり

前節の大単元「電気」に続き、大単元「力・エネルギー」においても、小・中の学習の内容におけるつながりを明らかにするとともに、見通しをもって実験することで主体的に問題解決学習を行う能力の育成をめざした学習プログラムを作成した。今回は、小学校第 4 学年の「とじこめられた空気と水」を選択し、中学校第 1 学年での「力と圧力」へのつながりを考えた実証授業を行った。

まず、これらの単元のつながりとかかわって中学校での目的意識をもって実験、観察などを行うこととのつながりを考え、「とじこめられた空気と水」の単元の取組において、重点をおいた以下の 3 点について述べる。

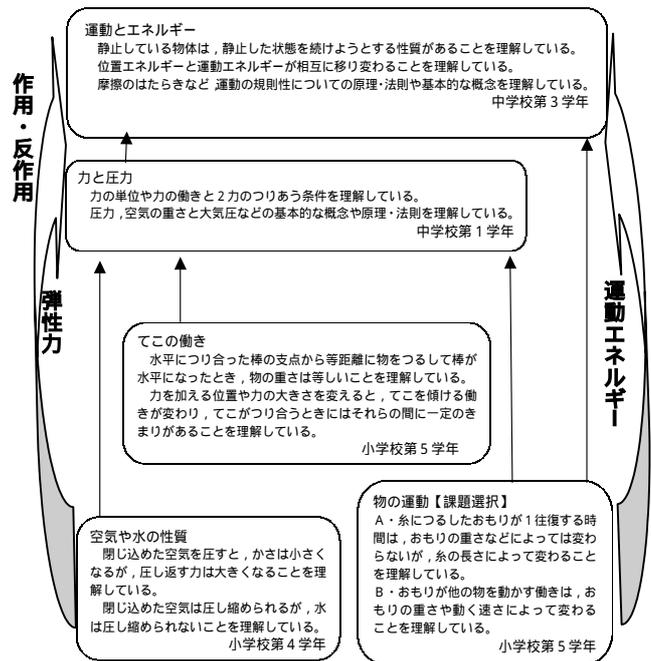
1 点目は、大単元「力・エネルギー」の 1 つとして、小・中学校における学習内容の系統性を考えた学習計画をたてること。

2 点目は、目的意識をもつことへのつながりとして、結果を予想し、その結果にいたるまでの活動の見通しをもち、予想したことと比べて考察するための時間を十分にとること。

3 点目として、実験を行うに当たって、一人ひとりの活動を十分保障すること。

1 点目の大単元「力・エネルギー」の学習計画

図 3 - 3 大単元「力・エネルギー」のつながり



についてみると、図 3 - 3 に表したように、中学校第 3 学年で「運動とエネルギー」、中学校第 1 学年で「力と圧力」、小学校第 5 学年で「てこの働き」「物の運動」、そして小学校第 4 学年での「空気や水の性質」の学習を通して、運動の規則性やエネルギーの基礎について日常生活と関連づけて基礎的な理解を図ることをねらいとしている。その中の、中学校第 1 学年での「力と圧力」において学習する、押し縮められたものがもとにもどろうとする弾性力を理解することには、小学校第 4 学年での、とじこめた空気を押す手ごたえと押すのを止めたときにもとにもどろうとする様子とを観察していることがつながることから、手ごたえを大切に学習を計画した。

2 点目の見通しや考察の時間を確保することについては、前節での、「電池のはたらき」の学習から引き続き継続して、見通しをもって実験を行うことに焦点を当てた指導案を作成した。1 授業時間の中での学習活動が多くならないようにし、どんな結果になるか予想をたて、予想と比べながら考察する時間を十分確保することに配慮した。

3 点目として、一人ひとりの活動を重視することについては、空気や水の変化と、形は見えないけれど手ごたえは感じられる「力」とを関係付けて空気や水の性質を調べるためには、子ども一人ひとりが、実際の活動を通して体験したことを基にして学習することが大切だと考えた。

ここでこの3点の中でも、2点目の見通しをもつことについては、「電池のはたらき」での取組から発展させた点について改めて述べておきたい。

「電池のはたらき」の単元を指導するに当たって見通しをもって実験に取り組めるように工夫したことは、前項において述べたとおりである。実験、観察などを行うに当たって、結果を予想し、その予想と実験結果とを比べながら考察するという活動をできるだけ取り入れようとしたことに対し、小学4年生の児童は、新しい学習スタイルで慣れていないことに、初めのうちとまどいを感じていた。しかし、回数を重ねるに従って予想することにも慣れるようになってきた。

そこで、この学習スタイルに対して継続して取り組むことが必要であると考えた。また、知る 予想する 活動する 考えるという学習を行う時間的なゆとりももてるように工夫した。

また、「見通しをもつ」こととは、学習の課題に対して予想をたて、予想と比べて考察することとして取り組むことであるととらえ、見通しをもちやすくするための工夫として、学習ノートの見通しを書く欄を工夫したりや活動の流れを明らかにしたりして、知る 予想する 実験する 考察するといったそれぞれの活動の時間が十分にとれるようにした。

これらの点を重視することで見通しをもって取り組むことに慣れ、問題を解決する学習が好きになることは、目的意識をもって観察、実験などを行う能力を育成することにつながると考えた。

(2) 学習プログラムの分析・考察

そこで、小学校第4学年の「とじこめた空気と水」の学習が、中学校第1学年での学習において求められる目的意識をもって実験することに向けて、見通しをもって実験を行うように工夫した学習プログラムを実践したことでどのような有効性が見られたかを考察する。

見通しをもつ(第1時)

空気と水の性質を調べるに当たって、まず空気を触るための方法を考えた。そこで、今までに空気を触ったり、空気について気づいていることについて尋ねたところ、「触ったことがない」とか「持てない」といった反応があった。

そこで、「空気を集めて、空気で遊ぼう」という学習のめあてを知らせ、「空気はどのようにするとさわることができるでしょう」ということについて予想することにした。すると、児童から、走っ

て感じたらいいという考えや、浮き袋やボ-ルなどから、袋に入れたらよいという考えが出された。そして、袋に入れた空気を、圧したり、たたいたり、上に乗ったりすることで空気を確かめてみたいと考えた。さらに、圧すとやわらかいだろう。

たたいても壊れないだろう。上に乗るとへこむのではないかなど、結果について予想もしていることから、用意しておいた袋などを使って実験に取りかからせた。袋の口を手で握りながら空気を押し

ている児童が(写真)、**「(思っていたより)かたい」と感じたのに対し、「ふわふわ」「やわらかい」と感じていた児童もいた。**また、空気をたたくとどうなるか調べたかった児童は、力いっぱいたたいて、「なんぼたたいてもそのまま」という結果をまとめていた。活動が進むにつれ、遊びに夢中になってしまう姿も見られたことから、自分の予想した手ごたえと比べてどうであるかを尋ねることによって、実験の結果と予想したことを比べて考察できるようにした。

写真 空気を圧す



この学習を通して、空気は袋などにとじこめると触ったり圧したりすることができること。空気は柔らかくてふわふわしているが、全部押しつぶすことはできないこと。空気は軽くてやわらかいけど、上に乗ってもつぶれないほど強いことなどを見つけ発表することができていた。

第1時から、結果を予想すること、見通しをもって実験することに取り組ませるようにした。前回の「電池のはたらき」でも取り組んできていることもあってスムーズに取り組んでいるように感じられた。ただ、活動に熱中してしまうと、目的を見失ってしまうことになるので、よく観察し適切な指導が必要であると感じた。

予想と検証(第3, 5時)

前時に、第1時の活動からわかったことを交流し、袋に入れたのでは空気の性質なのか袋が動いてやわらかく感じているのかがはっきりわからな

いと考え、固い筒を使うことにした。そこで、「プラスチックのつもとじこめた空気をおすとどうなるか調べよう」という第3時のめあてに対して、プラスチックの筒の両端に栓をして空気を閉じ込め、棒で栓をおすとどうなるか予想させた。すべての児童が、押し縮めることができ

ると考えているが、押し縮められる程度については、ほんの少し、約半分、ほとんどすべてと違いがみられた。第1時の活動で、思ったよりも固い手ごたえを感じた児童は、空気の縮み方を少なく予想していた。

学習ノートには、圧することができる程度をことばであらわすのは難しいと考え、3本の筒を示し、1本目には圧す前の栓の位置、2本目には1本目と比較して、予想した栓の位置をかけるようにし、(写真)3本目には、実験した結果を記録できるように工夫した。

空気を圧したらどうなるかという見通しをもち、実際の筒にとじこめた空気を圧して検証したことにより、思っていたよりも、押し始めの手ごたえは柔らかく、途中から大変固くなることに驚いている児童が少なくなかった。この活動の後の考察では、多くの児童が自分の予想していたこと

写真 予想する(学習ノート)



と結果とを比べてわかったこととしてまとめることができていた。

空気に続いて、第5時では水の性質を調べる実験を行った。「プラスチックのつつにとじこめた水をおすとどうなるか調べよう」というめあて

に対して、プラスチックの筒の一方にしっかりと栓をして水を閉じ込め、上から棒で栓をおすとどうなるか予想させた。すると、空気の結果を基にして同じ結果になると考える児童と、違う結果になると考える児童とに分かれた。さらに、空気と同じだから、全く同じように押し縮められると考える児童(9名/22名)と、空気よりは縮みにくいと考える児童(4名/22名)とがみられた。

一方、空気と違う結果になると考える児童の中にも、全くちぢまないと考える児童(2名/22名)と、少しは縮むと考える児童(3名/22名)とが見られた。その他、空気と違って押し返してこないや水が漏れてしまうとする児童もみられた。このように予想して実験を行った結果、右上のような記述がみられた。

空気は押し縮められることから、押し返してくる手ごたえがはっきり感じられるが、水は全くといっていいほど押し返さないため、硬いと思えず、押し返してこないと考える児童も多くみられた。

(空気と同じ、と予想)

・水は押し返すと思ったけど、押し返さなくてとても固かった。
・(水の)かさが減ると思っていたけど、全然減りませんでした。

(空気と違う、と予想)

・予想が当たった。手ごたえはとても固く押し返さなかった。
・手ごたえはとても固く、思い切り力を入れても押し返さなかった。空気は押し返してきたけど、水はもともと押し返さず、押し返さなかった。

(空気と同じだが押し返してこない、と予想)

・私はちょっとでも動くだろうと思っていたけど、全然動きませんでした。

実験する前に結果を予想することについて、これまでに学習したことと比較したり、知っている知識を付け加えたりして、根拠となる事柄を示すことができるようになったことは、中学校において目的意識をもって実験、観察などを行うことにつながる重要な能力であると考えられる。

活動の保障(第1, 3, 4, 5時)

児童一人ひとりが、それぞれ活動してこそ主体的に考察していくことができると考え、実験に当たっては教材を十分用意するとともに、活動する時間を十分に保障するように計画した。さらに、結果を予想しておくことで、学習の目的を見失わないように留意した。

第1時は、空気を集めて手ごたえを調べるに当たって、大きな袋を使って活動する前に、まず小さいポリエチレン袋を全員に配り手ごたえを確かめさせるようにした。また、子どもが空気を入れるものとして選択することを考えペットボトルも用意した。

第3時は、1人1本ずつプラスチックの筒を使って空気を圧した時の手ごたえを調べた。ここでは、実験の結果は、割合早くわかると予想されることから、結果を予想することに重点をおくようにした。

第4時は、空気てっぼうの前玉が飛び出すわけを、空気の性質と関係付けて調べる実験を行った。この実験は繰り返し確かめることやじっくりと観察することが必要であるので、活動の時間を長く設定した。その際、前玉が飛びぶことに夢中になってしまう児童には、どんな予想をたてたか尋ねたり、玉が飛び出す前の手ごたえはどうであるか尋ねたりして、目的を達成できるように指導した。第5時は、空気の性質と比較しながら、水を圧した時の性質を調べた。グループごとに水槽を用意

して、筒の中に空気が残らないように水を充填できるようにするなど場の工夫を行った。この活動も、繰り返し確かめることが必要になると考えられたので、活動の時間を長く設定した。

その結果として、初めの内、水を押し縮めることができないため、水の入れ方を間違っただのではと考え、水を入れ替えている児童が見られた。また、口までいっぱい水を満たしている児童は、溢れ出た分だけ寄せたと感じていることも見られたりしたが、何度も確かめているうちに、水は押し縮めることができないことを実感することができていた。

(9)前掲 注(3) P. 12

第4章 研究の実践から得られたもの

第1節 小中一貫した学習プログラムの有効性

(1) 学習プログラムの有効性

今回の試みについて、小学校や中学校で実践した小中一貫の学習プログラムとして作成した学習指導案において、既習の内容や発展する内容を本時の観点と関わって示したこと、本時の学習目標と評価基準を示したことおよび児童、生徒が見通しや目的意識をもって観察、実験などに取り組むようにしたこと、の3点から考察した。

まず、1点目の既習の内容や発展する内容を本時の観点と関わって示したことについてみることにする。右表4-1に示したように、小学校第4学年「電池のはたらき」の学習指導案において、小学校第3学年で関連すると考えられる学習内容を観点ごとの評価基準で示した。さらに、本時の観点と関わる、小学校第3学年での評価基準と小学校第6学年、中学校第2学年での発展する内容の評価基準とを示した。それにより、本時に重点をおいた内容を指導することはもちろんのこと、学習を振り返るために既習事項を確認したり、発展する学習内容とのつながりを把握したりした上で、指導者はもちろん、参観した小中の教員にも、明確に授業のポイントを把握することができた。

2点目として、本時の学習目標に基づいて評価基準を示したことで、教員は本時の到達すべき目標を意識し、児童生徒が活動

する楽しさだけに関心を高め、本来の学習目標から外れていきそうになったときに、軌道修正を加えたり、的確な助言を与えたりすることによって、子どもが最後まで課題を追究し続けられるようにすることに有効であったと考えられる。

最後に、3点目の児童、生徒が見通しや目的意識をもって観察、実験などに取り組むようにしたことについてみることにする。

今回、重点をおいて指導した「見通し」をもつことについては、学習のめあてを示した後で、そのめあてに対してどんな結果になるか予想することであるということを示した。しかしながら、予想するだけで、主体的に活動することにつながる場面では、戸惑いをしめすこともみられた。見通しをもつことの重要性は、予想したことを基に見通しをもって実験、観察などに取り組むことであると考えられる。そのため、初めは予想をたてたり、結果と比較したりしやすい場面において取り入れるなどして、子どもにも、見通しをもつことの良さや重要性が実感できるようにすることが必要であると感じた。

本研究の実証授業にあたって、この小中一貫の学習プログラムを実践していただいた、教員から

表4-1 学習指導案例「電池のはたらき」(小学校4年)

		既習事項	本時の学習	第3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	体系的・本時の評価
1	乾電池に豆電球やモーターをつないで回路を作り、学習への意欲をもつ。	電池は身の回りのどこに使われているでしょうか。 ・時計、リモコン、ゲーム、おもちゃ 乾電池と豆電球とワニ口クリップをつないだらどうなるでしょうか。 ・点灯する。 ・点灯しない。 古い電池と新しい電池とを比べて、点灯するわけを話し合う。 ・古い電池は電気がないからつかない。 ・電池は新しくないと電気が流れない。 ・新しい乾電池と豆電球とワニ口クリップが輪になっているからついた。		知識・理解 (小3) 用語 電気、かん電池、豆電球、どう線、+、-、きょく、まそく、スイッチ、電気の通り道が1つの輪になったとき、導線を通して、乾電池から豆電球に電気が流れ、明かりがつく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。
	電気について学習する目当てを考えよう			技能・表現 (小3) 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。 科学的な思考 (小3) 豆電球が点灯するときとしないときを比較して、それの違いを考えることができる。
	学習の見通しについて話し合う。	豆電球を点灯させたのは何の働きが考えよう。 ・電池のはたらき。 ・電池の中の電気のはたらき。 豆電球の他に電気を使うものにはどんなものがあるか発表する。 豆電球やモーターは何のために使うと思いますか。 ・電気が通ったかどうか分かる。 ・乾電池の数を多くすると、豆電球が明るくなるか。 ・乾電池の数を多くすると、モーターが速く動くか。		技能・表現 (小3) 乾電池と豆電球を使って回路をつくり、電気を通すものはさんだときに明かりがつく通電ステアを作っている。
	学習の見通しをもつ。	この単元「電池のはたらき」では学習を通して何について調べていけばいいでしょうか。 ・電気について調べたい。 ・電池の働きについて調べたい。 ・電気の働きについて調べたい。 ・豆電球を使って電気の働きについて調べたい。		関心・意欲・態度 豆電球やモーターへの電気の働きを見通しをもって進んで調べていこうとする。 【発展・ワークシート】 豆電球がモーターを使って、電気の働きを調べていくことに気づいている。 豆電球が点灯したりやモーターが回転したりすることを調べようとしている。 次時から機会あるごとに、電気の働きについて調べていくことを意識できるようにする。
	豆電球やモーターに乾電池をつないで電気の働きについて調べる			関心・意欲・態度 (6年) 「電磁石の導線に電気を流したときに起こる現象に興味・関心をもち、自ら電流の働きを調べようとする。」(中2) 電流回路の規則性などに関する観察・実験を連ねて行うとする。

- ・中学生にも、結果を予想させるなど見通しをもたせたことは、有効であると感じられた。
- ・これまで、小学校でどんな学習を受けてきているか、みえてこなかったが、小・中連携してみてもわかるようになった。
- ・中学校の先生と話した時に、こんな力をつけておいてほしいという声を聞いたことがあったが、中学校の勉強を見通して、ここまでしておかないといけなそうくなった。
- ・小・中を見通した学習プログラムを実践してみて、これまでは目の前の子どもの力に目が向きやすかったが、将来的な子どもの力を見通して、取り組むことも大切だと思った。
- ・単元のつながりを意識するようになった。そのため、この単元で、これをやっておかないといけなそうということを意識して取り組めた。

次のような声が聞かれた。

中学校での指導では、実験の結果やデータを示し、それから何が言えるかを考察するという学習活動が多かったが、中学生にも結果を予想させたことで、意欲的に活動する姿も見られたということは、子どもの学習意欲に関わって有効であったと感じたことがうかがえる。

また、小学校でどんな学習を受けてきているか、小・中連携してみてもわかるようになったことは、学習してきた環境を理解することについて小・中連携が有効であると感じたことがうかがえる。

そして、中学校の勉強を見通して、ここまでしておかないといけなそうなくなったことや、将来的な子どもの力を見通して、取り組むことも大切だと思ったこと、単元のつながりを意識するようになったことなどカリキュラムを見通すことに関わって有効であったと感じたことがうかがえる。

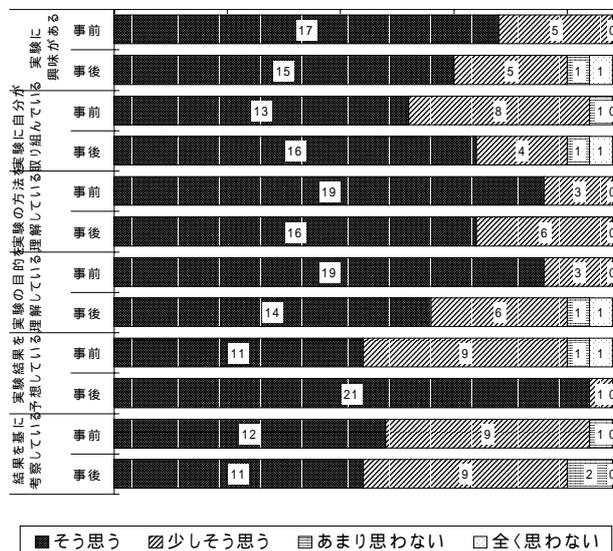
これらの感想からは、小・中学校の教員の側からみた指導の改善として、共通の認識のもとに小中一貫した学習プログラムを作成することは有効であり、見通しをもって実験、観察などを行う学習プログラムを、実践することの重要性が高いと感じていることをうかがうことができる。

(2) 理科実験に対する意識の変容

本研究において、科学的な思考をはぐくむために、観察、実験が重要な位置をしめることに着目し、見通しや目的意識をもって実験、観察することに重点をおいた学習プログラムの前後で実験に対する意識を調査した。その結果を基に、児童生徒の意識の変容をみている。

「とじこめた空気と水」の学習プログラムを実施するに当たって、学習の前後に、理科実験に対する意識を調査したものが図4-2である。

この結果から、「実験結果を予想している」に対
図4-2 理科実験に対する意識（小学校第4学年）



して、事前と比べて事後の方が肯定的に回答している人数が増加している。さらに、肯定的に回答している児童の内でも「そう思う」と強く肯定している児童の数が10名もふえていることから、「見通しをもつ」ことを、学習の課題に対して予想をたて、予想と比べて考察することとして取り組んだことや、見通しをもちやすくするために学習ノートを工夫したことおよび活動の流れを明らかにしたことが有効であったと考えられる。

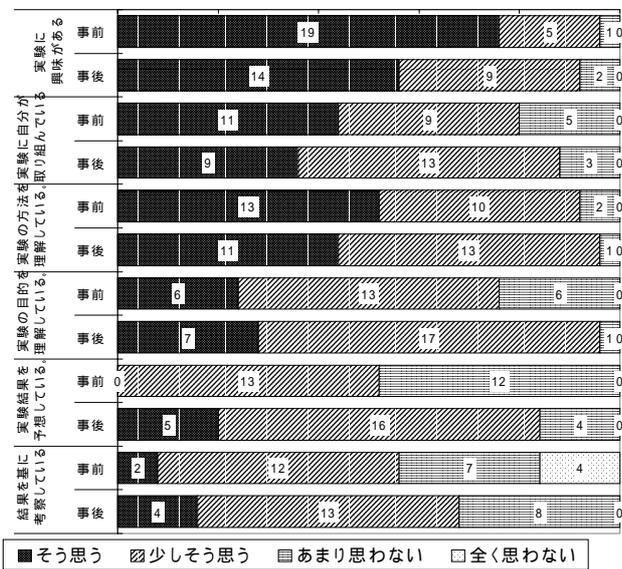
また、「実験に自分が取り組んでいる」に対して、「そう思う」と強く肯定している児童の数が増えていることは、一人ひとりが活動できるように、大小のビニル袋、丈夫なビニル袋、プラスチックの筒などを十分に用意したことと、学習のめあてを明らかにし、実験に取り組む時間を十分に確保したことによる。

しかし、「実験に興味がある」「実験の目的を理解している」「結果を基に考察している」など人数がわずかに減少している項目が見られたことについて、児童が今まで好きだとしていたのは、実験するということ、または自然の変化を確認するという活動するということであって、今回のような予想をたて、予想を基にした見通しをもち、予想したことと結果とを比べて考察するという学習活動に対して、難しいと感じたのではないかと考えられる。それでも、9割以上の児童が肯定的に回答していることから、必ずしも実験、観察などに

ついて意欲が低下したわけではないと考えられる。小学校第4学年の児童に、実験の目的に気づかせ、結果の予想をたてたり、予想に基づいて見通しをもって活動したり、予想したことと結果とを比べて考察することなどの活動を積み重ねていくことが必要だと考えられる。さらに、この結果をもとにして考察するという活動は、中学校での学習には必要であることから、小学校第4学年の学習から、このような科学的な思考を伴う活動を継続していくことが重要であると考えられる。

次に、中学校第2学年の「電流とその利用」の学習の前後に理科の実験を行うことについての意識を調査した結果が図4-3である。

図4-3 理科実験に対する意識（中学校第2学年）



この調査結果から、6項目中5項目において、事前より事後の方が肯定的に回答している人数が増えていることがわかる。

「実験に自分が取り組んでいる」や「実験の方法を理解している」については、2名で交代し合って実験できるように材料を用意したり、黒板に模型を提示して直列回路や並列回路のつなぎ方を練習させたりしたことが、肯定的に回答した生徒の人数が増えたことにつながったと考えられる。

また、目的意識をもって実験、観察などを行うことにつながる「実験の目的を理解している」について、肯定的に回答した生徒は25名中24名に増えていることから、学習のめあてが明瞭に示されたことがうかがえる。

さらに、見通しをもって実験するために大切であると考えられる「実験結果を予想している」について、8名も増加したことから、活動への関心の高さこれまでの既習の内容から予想しやすい

こと、さらに予想することで結果と比べることができ考察することにも有効であることを理解できたからではないかと考えられる。

「結果を基に考察している」については、事前の調査では、否定的に回答していた生徒は「そう思わない」と回答した4名を含む11名であったが、事後には「そう思わない」と回答した生徒は一人もみられず「あまり思わない」が8名で、肯定的に回答している生徒が3名増えている。このことは、予想をたて活動を見通して、結果と比べて考察することが、それまで、考察することを苦手だと感じていた生徒にも、わかりやすくなったと考えられる。

一方、「実験に興味がある」は、事前と比べて事後の方が「そう思う」と強く肯定している生徒の人数が減少していることは、小学4年生においても同様の傾向が見られた。やはり、中学生においても、興味があるのは、問題を解決していく活動としての実験というよりも、いろいろな教材、教具を使って実験することだと感じている生徒がいると考えられる。

今回のように、目的意識をもって実験、観察などを行うために、あえて学習活動を絞り込んで全員に等しく問題を解決する方法などを指導することは必要であり、それによって、子どもが新たな発見をしたり、より確かな知識を習得したりして、理科を学習することに対して興味・関心を深めることにつながると考える。そのためにも、小学校から見通しをもって実験、観察などを行うことが大切であると考えた。

第2節 小・中連携のこれからの課題

(1) 「理科が大好き」という子どもを

育てるために

IEAの国際教育課程実施状況調査や教育課程実施状況調査などから、中学生になると理科を学習することを大切だと思う気持ちが低下する傾向が見られたことに対して、小学校第3学年における理科の学習指導から、系統性に基づいた指導が必要であること、そして、その系統性は小学校や中学校という枠の中ではなく、義務教育である小中7年間を見通したものでなければならぬと考えていることを述べてきた。

学習指導要領の目標を比較してみて、中学生が、自然に対する関心を高めるということは、直接触れることのできない自然に対しても不思議に思うことや課題を見いだすことである。そのためには、

小学校の理科学習では直接見たり触ったりできる対象を選び、十分に見たり触ったりして、見つけた不思議について、解決したい問題を見つける機会をもつことや、命を大切にしたり身近な自然を愛したりする心情を育てることが重要であること。また、目的意識をもって観察、実験などを行うようにするためには、小学校から解決する方法を考えたり、その方法でどんな結果になるか予想したりして、結論に至るまでの見通しをもって観察、実験などをおこなう能力を習得していることが必要である。見通しをもつことができるようになるまでは、強く意識させるなど教員の意図的な指導も必要であると考え。また、問題を見つけ、解決していくための資質、能力などについても学年に応じて習得させるように計画をたてることや、適切な観察、実験などの技能・表現を習得していることなど、基礎的・基本的な内容を確実に習得して、中学校でのより発展した観察、実験などにも、主体的に取り組むことができるようになることが大切であると考え。

このように、小・中学校の理科に見られる学習内容のつながりを、小・中学校の教員が、当該の単元を指導するに当たって、関連する単元の学習内容も含めて教材研究を行うことが「理科大好き」という子どもを育てるために小・中連携の一つの形であると考えられる。しかし、小学校や中学校で、それぞれが単独に学習プログラムを作成するのではなく、同一地域内の小学校と中学校の教員が連携して一貫した学習プログラムを実施して初めて、小・中連携することになると考える。

一方、小・中連携の取組として、小学生と中学生が合同で学習する方法が見られる。佐藤学が、ロバート・スレヴィンの調査研究を紹介する中で「協同学習」の有効性について、「能力や習熟度の差異は学びの契機と発展の基礎となる」(10)と述べているように、異学年や小学生と中学生が連携して学びの協同と協力を行うことにおいて効果があると考えられる。そのためには、最低でも、協力し合う児童、生徒のつながりがもてるような時間や回数が、必要であると考え。

(2) 理科学習の改善と理科学習環境の整備

今回、研究の協力をいただいている京都市立朱雀第四小学校(以下朱雀第四小学校)と京都市立朱雀中学校(以下朱雀中学校)では、8年以上も前から、子どもの主体的な理科学習能力の育成をめざして小・中で継続して話し合いを続けてこられている。この両校の取組を紹介する中で、話し

合いを継続することの重要性について述べる。

両校は、同一地域にある小・中学校で、朱雀中学校がフロンティア・スクールの指定を受けた時に、朱雀第四小学校と、京都市立堀川高等学校(以下堀川高校)の3校とで合同で企画したのがリンケージ「ミニ『青少年のための科学の祭典』」である。これは、自然に親しむ子どもを育てることをねらいとした小中高の連携として始められ、当初は堀川高校を会場に、小学校から高校までの幅広い領域の中から選択された実験を、児童、生徒たちやその保護者および地域からの参加者に体験できるようにした取組である。

<p>小・中理科教育連携(リンケージ) 自然に親しむ子どもを育てるための小中高の連携</p> <p><ミニ「青少年のための科学の祭典」></p> <ul style="list-style-type: none"> ・京都市立3校(朱雀第四小学校・朱雀中学校・堀川高等学校)の合同企画・・・今年で7回目(平成9年度より実施) 各校より複数のブースを出展 ・中学生や高校生による、児童、生徒や保護者、地域の参加者への演示実験、楽しい科学のものづくり <p><理科チャレンジスクール></p> <ul style="list-style-type: none"> ・京都市立3校(朱雀第四小学校・朱雀中学校・堀川高等学校)の合同企画・・・今年で8回目(平成8年度より実施) 夏休み、冬休みにおける自由研究優秀作品の発表 高校生や高校の先生による理科の話と楽しい実験教室 <p>京都市立朱雀第四小学校</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自然に親しみ、自然を大切に育てていく(具体物に触れる経験、体験を重視) ・実験を教えてくれた中学生、高校生のように、理科が得意になり、自分も教えられようになりたい(将来への展望) <p>京都市立朱雀中学校</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自校生徒の科学する心と態度、または地域の児童生徒の科学への興味・関心を高める。 ・自然の多くのなぞを解き明かし、今世紀の地球を豊かで住みやすくする大きな力になる。
--

このリンケージのねらいとして、まず、朱雀第四小学校は、自然の具体物に触れる経験、体験を重視し、自然を大切に育てていくことや、実験を教えてくれた中学生や高校生を見て、自分も教えられようになりたいというような将来への展望をもつことであるとしている。

また、朱雀中学校では、自校生徒の科学する心と態度、また地域の児童生徒の科学への興味・関心を高めることや自然の多くのなぞを解き明かし、今世紀の地球を豊かで住みやすくする大きな力になることを期待している。

このリンケージの取組を通して、小学生の多くは、毎年、違う実験ができることを楽しみにし、自分も中学生になったらブースで教える人になることに意欲的である。また、中学生や高校生は、学習してわかっていたつもりでも、小学生にわかりやすく教えられようと、より詳しく勉強し直したり準備したりしたことで理解が深まったと

感じているようであった。一方、教員からは、『理科』に対して、以前より興味、関心をもってくれるようになったことや、中学校ではどんな勉強をするのかと期待感をもって入学してくれる生徒が増えたことで、中学校での発展的な学習の導入にもスムーズに進められるとの声が出ている。

また、朱雀第四小学校、朱雀中学校の両校の児童、生徒は、長期休業中などを利用した自由研究に取り組んでいる。中学生もそうだが、とりわけ、小学生には、自分で自由研究を進めていけるように、早期から相談会を設けるなど、適切なアドバイスが受けられるようにしている。

「理科チャレンジスクール」は、こうして児童、生徒によって取り組まれた自由研究を発表する場として始められた。この場を通して、児童や生徒が、それぞれ研究した成果を交流し合うとともに、優秀な自由研究の進め方やレポートのまとめ方について知ることができる機会となっている。

この自由研究への取組を継続してきたことで、教員は、小学生が、実験の結果だけに注目するのではなく、この実験から何がわかるかを考えたり、表現したりすることを楽しむ子が多く見られるようになってきているようだと感じている。それは、普通の理科の授業においても、発表や学習ノートなどからもうかがうことができる。

このリンケージを運営することは容易なことではないにもかかわらず、小・中・高の担当者が、FAX を駆使するなどして連絡を取り合い実施してきている。それは、子どもが理科を大好きになるためには、継続して自然に十分触れ、体験することが大切だという理念に従っているところで、実践している意義は大きいと考える。

しかし、両校とも小・中学生の交流を中心としたこのリンケージだけで、主体的に学習に取り組む子どもを育成できるとは考えていない。あくまでも児童、生徒の理科を学習する環境の一つとして受け止めており、それは、普通の学習を通して育成するものであるとの認識で一致している。その姿勢が、本研究のめざしている学習計画を中心とした小・中連携に、積極的に協力していただけたことにつながっていると思われる。

改めて、理科を学習することが好きだといえる子どもを小中7年間を通して育成するために、以下の3点が大切であると考えます。

理科学習における基礎的・基本的な学習の内容を確実に習得できるようにすること。

理科は、系統性の高い学習であることから、学習内容の系統性にに基づき、小・中を見通した学

習計画をたてること。

小・中学校の教員が、合同会議を立ち上げるなど、共通の認識で作成した小中一貫の学習プログラムを実践すること。

これら、小中一貫の取組を小・中連携して行うことで、子どもたちは小学校で学習したことを中学校でも生かしながら学習することができるようになり、そのことは、理科好きな子どもをはぐくむことにつながると考える。

(10)佐藤 学 「習熟度別指導の何が問題か」

岩波書店 2004 p.52

おわりに

21世紀の「理科」を考える京都市民会議の中間報告の中では、理科離れ・科学離れではなく、「学び離れ」の状態ではないかとの指摘を受けて、「ものごと疑問を感じ、不思議と思ひ、それを解きほぐしていく楽しさや喜び」を大切にすることや、子どもは「自ら育つ」という信念をもち、その風土づくりに努めることが大切であることを述べている。

本研究で取り組んだ、「見通し」をもって実験を行うことも、子ども自らが結果を予想し、その予想に対して実験の見通しをもつことで、活動を見直したり、結果と予想とを比較したことをもとに考察したりする活動は、まさに問題解決の楽しさや喜びを味わうことであり、見通しをもって実験、観察などを行うことで、主体的に取り組む、基礎的・基本的な内容を確実に習得できるようにすることは、子どもが自ら育つことだといえるのではないだろうか。

本研究では、「理科大好き」という子どもを育てる一つの試みとして、子どもが見通しをもつことの必要性を述べてきた。しかし同時に教員も、当該学年の学習にだけ目を向けていれば良いのではなく、小・中7年間の学習の見通しをもつことが必要であると考えます。見通しをもつとは、小中一貫した学習プログラムを作成することであり、教員がそれぞれ単独に作成するのではなく、小・中学校の教員が共通の認識のもとに連携して作成することで、子どもが獲得した能力を十分発揮できるようになり、「理科大好き」という子どもを育てることにつながると考える。

昨年度に引き続き、朱雀第四小学校と朱雀中学校には、当研究のために惜しみなくご協力をいただいたことに、この報告をもって、感謝の意を表したいと思う。