

5. 理科論文

夢や目標をもち、共にみがき高め合う子どもの育成Ⅱ

自然と対話する喜びを実感する子どもの育成 ～自然・科学・生活とのかかわりを重視した理科カリキュラムの創造～



I	研究の目的	61
1	研究の背景	61
2	研究の方向	61
II	研究内容	62
1	自然と対話する喜びを実感する子ども	62
2	自然・科学・生活とのかかわりを重視した理科カリキュラムの創造の基本的な考え方	63
3	自然・科学・生活とのかかわりを重視した理科カリキュラムの全体構想	64
(1)	理科カリキュラム全体構想	64
(2)	問題解決の能力や概念を系統的に育成する理科年間指導計画の作成	64
(3)	自然体験や科学的な体験，言語活動の位置付け	65
(4)	実社会や実生活との関連を重視した内容の位置付け	65
4	自然・科学・生活とのかかわりを重視した単元構成	66
(1)	理科年間指導計画の具体化に当たって	66
(2)	自然体験や科学的な体験，言語活動の位置付け	67
(3)	実社会や実生活との関連を重視した単元構成	67
III	研究の実際	68
1	実践の立場	68
2	実践結果と考察 第6学年「電気の利用」	69
IV	研究の成果と課題	72
1	研究の成果	72
2	研究の課題	72

【学校教育目標】

夢や目標をもち、共にみがき高め合う子どもの育成 【校訓】 まことの子・ちからの子・のぞみの子

【目指す子ども像】

(知) 互いの考えに学び合う子ども

(徳) 心と心がひびき合う子ども

(体) 心と体をきたえ合う子ども

【本校の主な教育課題】

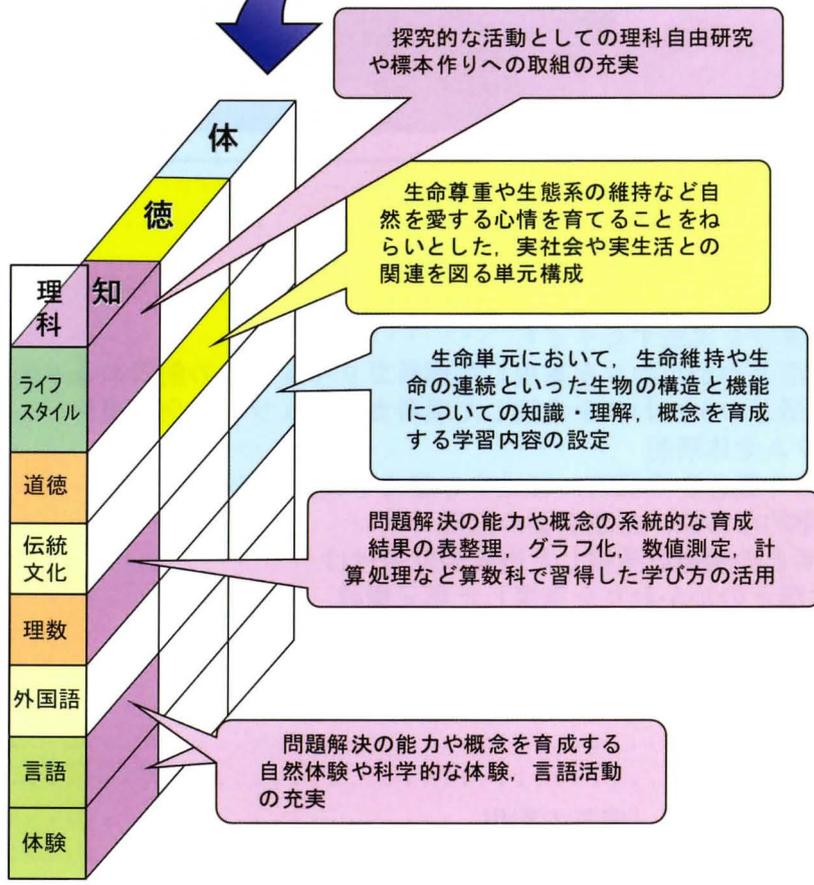
確かな学力の面から
 ○論理的な思考 ○伝え合う方法の習得
 ○学ぶ喜びや楽しさの実感

豊かな心の面から
 ○人間関係(他者意識) ○自己の発揮の仕方
 ○多様な体験

健やかな体の面から
 ○基礎体力 ○生活習慣 ○健康・安全

【確かな学力、豊かな心、健やかな体を調和的にはぐくむカリキュラム】

		健やかな体をはぐくむ観点(体)			豊かな心をはぐくむ観点(徳)			確かな学力をはぐくむ観点(知)														
		基礎体力	生活習慣	健康・安全	人間関係	自己の発揮	多様な体験	国語	社会	算数	理科	生活	音楽	図工	家庭	体育	道徳	外国活動	総合	特活	複式	
カリキュラム創造の視点	枠組	学校のライフスタイルの見直し																				
	内容	道徳教育の充実																				
		伝統や文化に関する教育の充実																				
		理数教育の充実																				
		外国語教育の充実																				
	方法	言語活動の充実																				
体験活動の充実																						



I 研究の目的

1 研究の背景

知識基盤社会化やグローバル化が進む21世紀をたくましく生き抜くために、確かな学力、豊かな心、健やかな体の調和を重視する「生きる力」をはぐくむことを目指して、学習指導要領が改訂された。理科においては、実生活における活用や論理的な思考力の基盤として必要となる基礎的・基本的な知識・技能の確かな習得や科学的な思考力や表現力の育成、理科を学ぶことの意義や有用性の実感を図る観点から改訂が行われ、「実感を伴った理解」を図ることが目標に位置付けられた。

そこで、本校においては昨年度、新しい学習指導要領の理念を踏まえた新たな学校教育目標を設定するとともに、各教科等においては今回の改訂に対応した新しいカリキュラムを創造するための研究をスタートした。理科においては、前研究シリーズ「科学する楽しさを味わう理科授業の創造」の研究成果を生かしながら、問題解決の能力を発揮させ、科学的な概念の系統的な構築を図る学習内容の設定について新内容も含めながら取り組んだ。その結果、次のような成果と課題を得ることができた。

- 問題解決の能力をよりよく発揮させるために、その能力を「試行錯誤しながら発揮することのできる学習内容」と「様々な場面で意図的、計画的に発揮することのできる学習内容」として整理し、年間指導計画に重点化して位置付けることができた。
- 概念を系統的に構築する学習内容設定の在り方について新内容も含めて検討し、教材や単元構成の具体化を図ることができた。
- 新しい学校教育目標の具現化を図るために、理科において育成する子ども像を明確にするとともに、それを実現するためのカリキュラムの研究を進めていく必要がある。

2 研究の方向

そこで本年度は、新たな学校教育目標の具現化を図るために、理科における目指す子ども像を新たに設定するとともに、そこに迫る新しいカリキュラムの創造を行っていく。その際、私たちは次のような基本的な姿勢を大切にしていきたい。

理科は自然の事物・現象を対象として、そこから問題を見だし、その問題に対して科学的な方法や手続きを駆使しながら解決を図り、その過程を通して自らの知を更新していく喜びを味わう教科である。そのため、理科で実感を伴った理解を図るためには、自然との直接的なかかわりや科学的なかかわりを重視するとともに、自己の学びを生活とのかかわりの中で見つめ直していくことが大切である。また、持続可能な社会の構築が求められている現在、私たちは、子どもたちに自然によりよくアプローチするための方法や考え方を身に付けさせていくとともに、人間は自然とどのように向き合っていくべきなのかを考えさせることが大切であると考え。そのためには、小学校6年間を通して自然・科学・生活とのかかわりを豊かにもたせていくことができるカリキュラムの創造が必要である。

よって、本年度は、次のような研究主題及び副題の下に研究を進めていくことにした。

自然と対話する喜びを実感する子どもの育成

～自然・科学・生活とのかかわりを重視した理科カリキュラムの創造～

II 研究内容

1 自然と対話する喜びを実感する子ども

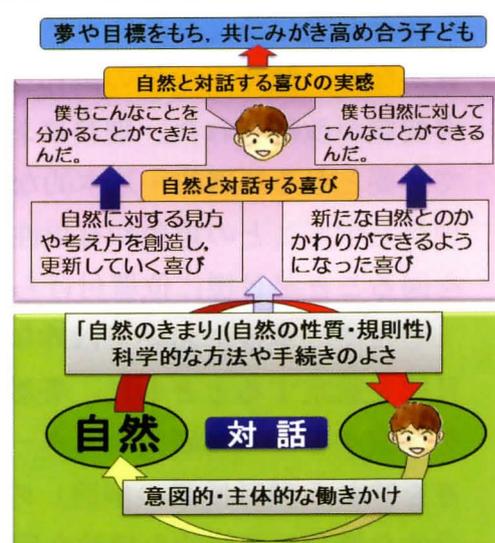
表紙写真は、「池には、メダカの食べ物となる小さな生き物がいるはずだ。」という予想を確かめるために、一見何も見えない池の水を注意深く観察し、微生物を発見することができた子どもの喜びの表情である。このように子どもは本来、自然に対する豊かな感性や知的な好奇心をもった存在であり、自然事象のおもしろさや不思議さに目を見張り、夢中になって活動したり、自らが見いだした問題や仮説に対して納得するまでこだわりをもって追究したりすることに喜びを感じることでできる存在であると考え。そこで、私たちは、図1のような自然と対話する喜びを実感する子どもを育てたいと考えた。

自然と対話するとは、自然に対して意図的、主体的に働きかけ、自然の性質や規則性などの「自然のきまり」を見いだしたり、科学的な方法や手続きを学びとったりしていく姿である。自然と対話することを通して、子どもは「自然のきまり」や科学的な方法や手続きのよさを見いだす喜びや、見いだしたそれらを活用して、新たに出合った自然事象を解釈したり、自然とかかわったりすることのできる喜びを実感することができる。このように、自然と対話する喜びを実感することで、子どもは自然の偉大さや豊かさなどを感じ、自然に対する興味・関心を高めるとともに、自然の中に生きる一人として自然との共生について考え、主体的に判断し心豊かに未来を拓いていこうとすると考える。また、それは、学校教育目標で目指す子ども像の具現化へと迫るものであると考える。

そのためには、自然への「なぜ」を入り口とした確かな問題意識の基に、科学的な方法や手続きといった問題解決の能力を駆使しながら、こだわりをもって主体的に自然に働きかけることができる力を培っていくことが大切である。そこで、目指す子どもの姿を理科において培いたい三つの力から次のように設定し、評価規準とした。

【表1 目指す子どもの姿】

培いたい力	目指す子どもの姿（評価規準）
自然事象への関心・意欲・態度	<ul style="list-style-type: none"> ・自然事象に対して不思議さや神秘さ、疑問を感じ、それらに対するこだわりをもって主体的に問題を解決しようとする子ども ・見いだした「自然のきまり」や科学的な方法や手続きのよさを活用して考えようとしたり、自然とのかかわりに生かそうとしたりする子ども ・友達と学び合うことのよさを感じ、協同的に問題を解決しようとする子ども
科学的な方法や手続き	<ul style="list-style-type: none"> ・問題に対する追究の見通しをもち、観察、実験を通して確かな事実をつかむことのできる子ども ・獲得した事実や自分と友達の考えを比較、関係付けながら考察し、自分なりの仮説や概念をつくり、表現することができる子ども ・状況に応じて必要な科学的な方法や手続きを発揮できる子ども
自然事象についての知識・理解	<ul style="list-style-type: none"> ・見いだした「自然のきまり」について他者へ分かるように説明できる子ども ・見いだした「自然のきまり」を状況に応じて適切に活用できる子ども



【図1 自然と対話する喜びを実感する子ども】

2 自然・科学・生活とのかかわりを重視した理科カリキュラム創造の基本的な考え方

自然と対話する喜びを実感する子どもを育てるためには、表1に示した培いたい三つの力を身に付けさせることが大切である。そのためには、理科授業の改善を図るとともに、理科授業と関連するその他の教育活動をより一層充実させることが必要であると考えた。そこで、理科カリキュラム全体の見直しを図ることにした。

理科カリキュラムにおいては、具体的な体験を通して自然とかかわることを繰り返させることや、自然を対象として自然を科学的に追究する学習活動を展開させること、また、その学習経験を生活とのつながりの中で意識することができるようにすることが重要であると考えた。そこで、自然・科学・生活とのかかわりを重視した理科カリキュラムを構想した。

具体的には、図2のように、理科授業を核として、自然に対する豊かな感性といった理科学習の素地をはぐくむために、諸感覚を發揮して自然に直接的にかかわり、自然に触れ、親しむ、自然とのかかわりを重視する。次に、自然との直接的なかかわりを通して見いだした問題を、問題解決の能力を駆使しながら解決していく、自然との科学的なかかわりを重視する。さらに、自然と科学的にかかわることの価値を実感させるために、見いだした「自然のきまり」を実社会や実生活とのつながりの中でとらえ適用することができるような生活とのかかわりを重視していく。

このような三つのかかわりを重視した理科カリキュラムを創造するために、次のような視点からカリキュラムを創造していくことにした。

視点1・・・問題解決の能力や概念の系統性の具体化

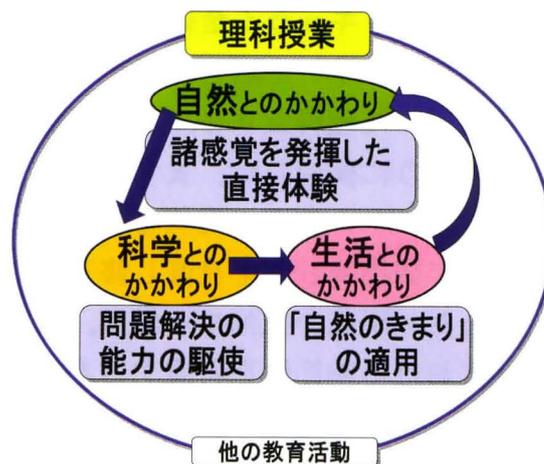
実生活における活用や論理的な思考力の基盤となる基礎的・基本的な知識・技能である問題解決の能力や概念を、単元間のつながりの中で系統的に育成するために、各単元で培いたい問題解決の能力や概念を具体化する。また、具体化した問題解決の能力や概念を育てるための学習内容を設定する。

視点2・・・自然体験や科学的な体験、言語活動の位置付け

問題解決の能力や概念を培うために、子どもが諸感覚を發揮して自然と触れ合う自然体験や、科学的な方法や手続きを駆使して「自然のきまり」を見いだす科学的な体験を充実させる。また、明確な目的意識をもった観察、実験を通して得た事実を基に、表やグラフに整理して考察したり、学習したことを科学的な用語や概念を使って子ども同士が説明し合ったりする言語活動を重視する。

視点3・・・実社会や実生活との関連を重視した単元構成

理科を学ぶことの意義や有用性の実感を図り、科学に対する関心を高めるために、見いだした「自然のきまり」の価値を実社会や実生活とのかかわりの中でとらえ、自分の在り方を見つめ直す学習活動を重視する。その際、特に、生命の尊重、生態系の維持、環境への負荷の軽減といった環境を保全する態度を育てることをねらいとして単元を構成していく。

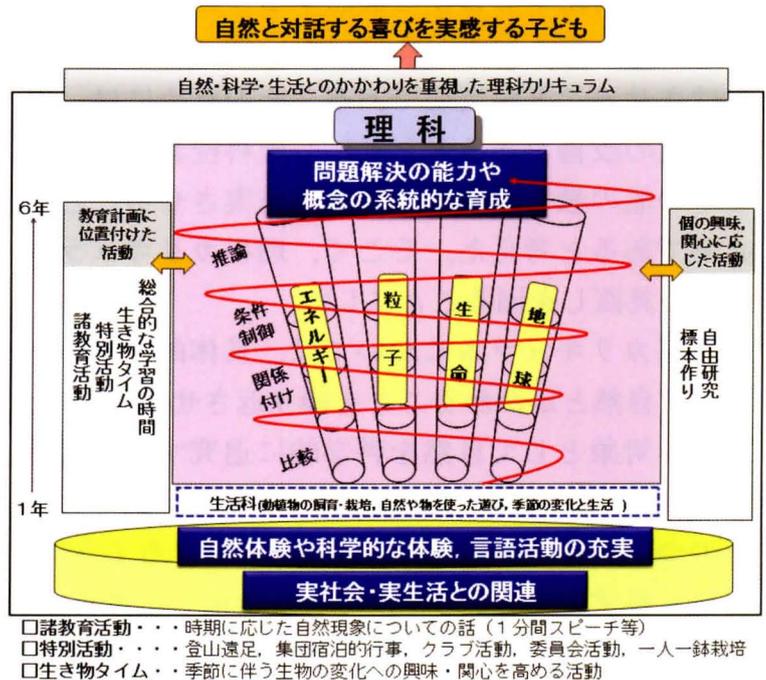


【図2 理科カリキュラムの基本的な考え方】

3 自然・科学・生活とのかかわりを重視した理科カリキュラムの全体構想

(1) 理科カリキュラム全体構想

自然・科学・生活とのかかわりを重視した理科カリキュラムを図3のように構想した。まず、理科カリキュラム創造の視点を基に、理科年間指導計画を見直し修正を図った。単元を配列する際は、内容における季節性を考慮するとともに、他教科等との関連や理数教育の充実といった観点から、特に算数科で培った表やグラフの作成などの知識・技能を理科においても活用することができるように、算数科の年間指導計画を考慮した。そして、理科学習を通して培



【図3 理科カリキュラム全体構想図】

った問題解決の能力や概念といった基礎的・基本的な知識・技能の習得と活用を図るといった観点から、諸教育活動や特別活動、「生き物タイム」(朝の活動)を内容面と方法面から見直し、関係性を明らかにして理科年間指導計画に組み入れていった。また、問題の設定→情報の収集→整理・分析→まとめ・表現といった問題解決的な活動が発展的に繰り返されるように、探究的な学習活動としての理科自由研究や標本作りの指導を充実させたり、総合的な学習の時間と理科授業との関連を図ったりして、思考力・判断力・表現力の育成や学習意欲向上のより一層の充実を図ることにした。

(2) 問題解決の能力や概念を系統的に育成する理科年間指導計画の作成(視点1)

新学習指導要領では、「エネルギー」、「粒子」、「生命」、「地球」といった科学の基本的な見方や概念を柱とした四つの上位概念と、それらを構成するいくつかの下位概念の系統が示された。また、各学年で重点的に育成する問題解決の能力として3年「比較」、4年「関係付け」、5年「条件制御」、6年「推論」が置かれた。例えば図4のように、3年から6年の電気単元においては、下位概念である「エネルギーの変換と保存」、「エネルギーの有効利用」といった概念を育て、最終的に上位概念である「エネルギー」概念を構築させなけれ

生活科(子どもの気づき)	
【さんぽ】 風が吹くと葉が落ちるよ。日なたは温かいよ。 【おもちゃランド】 磁石で魚釣りができるよ。ストローに詰めたティッシュを押すと玉が飛ばよ。ゴムがはじいてカエルさんが跳ねるよ。	
エネルギー	は中心概念
エネルギーの見方	エネルギーの変換と保存
	エネルギー資源の有効利用
3年	【電気】の働き 問題解決の能力・・・電気を通すつなぎ方と通さないつなぎ方の比較, 電気を通す物と通さない物との比較による分類 回路ができると電気が流れる 金属は電気を通す
4年	【4年 電気の働き】 問題解決の能力・・・直列回路と並列回路の電流の大きさ比較と働きの関係付け 電流には向きがある, 電流の強さと働きは変えることができる 光は電気に変わる
5年	【振り子の運動】 【5年 電流の働き】 問題解決の能力・・・電流の強さ, 導線の巻き数などの条件制御と磁力の強さとの関係付け 電気は磁力に変わる
6年	【この規則性】 【6年 電気の利用】 問題解決の能力・・・モーターによる発電の仕組みの推論, 電熱線の太さと発熱の程度との関係付け, 発光ダイオードと豆電球の点灯時間の比較 電気はつくりだしたり蓄えたりすることができる 電気は光や熱, 音に変えることができる
小学校期に培いたいエネルギー概念(電気単元を中心に)	
電気は仕事をするときのエネルギーになる, 電気はつくりだしたり蓄えたりことができ, 他のエネルギーに変わる。	

【図4 エネルギー概念の系統】

ばならない。そこで、私たちは下位概念の構築につながる中心概念を各單元ごとに設定するとともに、それに応じて学習内容の見直しを図ったり、学習内容や発達の特性に応じた発揮させる問題解決の能力を重点化したりして理科年間指導計画に位置付けていった。その際、生活科における学習経験や他單元とのつながりも考慮し、問題解決の能力や概念が系統的に育成されるようにした。

(3) 自然体験や科学的な体験、言語活動の位置付け(視点2)

生物・土地などの内容区分B單元においては、活動の目的や観察の観点を明確にもたせ、学校周辺や地域の自然に直接触れ、自然に浸りながら諸感覚を通した様々な発見を促す自然体験の場を各單元ごとに具体化した。また、電気や磁石などの内容区分A單元においては、「自然のきまり」を生かしたおもちゃづくりや、身の回りにある製品の仕組みの解明へとつながるものづくりなどの科学的な体験を具体化し、單元の中に積極的に位置付けていった。

また、科学的な思考力を発揮させながら自分の考えを説明したり、結果を表に整理し、グラフ化したり、モデル化したりしながら考察する言語活動については、諸感覚を発揮して自然事象に直接触れる体験を基に展開することができるように、体験的な活動と言語活動を関連させた学習活動の具体化を図った。その際、科学的な思考力や表現力、判断力をより発揮させる場として、問題を見いだしたり、解決への見通しをもたせたりする過程や事実を基に考察したりする過程にその重点を置くなど言語活動を行う場面の明確化を図った。

さらに、諸教育活動や特別活動、「生き物タイム」などにおいて、子どもが実際に自然とかかわった体験を理科の各單元とどのように関連させ経験へと昇華させていくのか内容面と方法面から見直すとともに、単元のねらいと照らし合わせながらその関連を明確にし理科年間指導計画に組み入れていった。

(4) 実社会や実生活との関連を重視した單元構成(視点3)

理科授業を通して見いだした「自然のきまり」や科学的な方法や手続きのよさを実感したり、自然と共生していくために自然の中での自己の在り方を見つめ直したりすることができるようにするためには、学んだことを実社会や実生活の中でとらえ直すことが重要である。そこで、次のような考え方を基に、単元の特性に応じた單元構成を行った。

- 私たち人間が自然事象を科学的に追究することを通して見いだした「自然のきまり」を生かし、科学技術を発展させ駆使することで、自分たちの生活を豊かにしてきた営みを感じることができるようにする。
 - ア 科学技術の発展と豊かな生活 (内容区分A「粒子」「エネルギー」の單元を中心に)
- 豊かな生活を追い求め続けた結果、異常気象等、自分たちの生命や生活に影響を与える環境問題が深刻化していることから、その原因について理解し、自然との共生を図りながら豊かな生活を維持していくために、自分にできることを積み重ねていこうとする態度をもつことができるようにする。
 - ア 動植物や人間の生命の尊重、生活への影響 (内容区分B「生命」の單元を中心に)
 - イ 環境破壊 (内容区分B「地球」の單元を中心に)
 - ウ 環境破壊の背景や原因 (内容区分A「粒子」「エネルギー」の單元を中心に)
 - エ 環境保全に対する取組 (内容区分A「粒子」「エネルギー」の單元を中心に)

4 自然・科学・生活とのかかわりを重視した理科カリキュラムの具体化

(1) 理科年間指導計画の具体化に当たって

三つのカリキュラム創造の視点を基に、図5のような理科年間指導計画を作成した。

学期	前 期					8	9	9-10
月	4・5	5	6・7	8	9	9-10	9-10	
単元名	植物の発芽と成長	天気の変化	命のつながり	自由研究	植物の結実	流れる水の動き		
科学の基本的な見方や概念	生命の連続性	地球の表面	生命の連続性		生命の連続性	地球の表面 地球の内部		
重点化して発揮させる問題解決の能力	○温度、水、空気など発芽や成長の条件を抽出するための計画的な観察、実験 ○発芽前後の種子の養分の有無と発芽との関係付け ○種子の養分の行方についての推論	○雲の動きと天気の変化との関係付け ○天気の変化の規則性を基にした天気予想	○魚の卵の計画的な観察、実験 ○魚の卵の変化と人の母体内での成長比較 ○魚や人の成長過程における推論 ○魚の雌雄の形態の比較		○雄花と雌花の比較 ○結実までの計画的な観察、実験 ○結実過程における推論	○流水の働きと土地の変化との関係付け ○土地の傾きと流量との関係についてのモデル化と川の成り立ちの推論		
中心概念	植物は養分を使い適当な環境の下でのみ発芽し成長することで生命をつなぐ。	広い空間を移動する雲とともに天気は変化する。	魚や人は受精して誕生し養分を使って成長して生命をつなぐ。		植物は受精し結実することで生命をつなぐ。	土地は長い時間や広大な空間の中で起こる流水の働きによって変化する。		
重点化する視点及び具体的内容	自然体験や科学的な体験	○散策による春の植物観察(視点:気温の上昇, 種子の発芽, 葉の新芽) ○インゲンマメの栽培活動と継続した成長記録	○学校上空の観察(視点:雲の種類, 動き, 雲量, 風の強さ, 向き, 感触) ○雲の動きの継続観察 ○新聞やインターネットなどによる気象情報の収集	○魚の住む池の観察(視点:周囲の環境, 池の中の様子)	○ヘチマやニガウリなどの栽培と観察(視点:花や実の形, 色, 大きさ, つくりなど)	○川の野外観察(視点:上流・中流・下流の周りの様子, 川幅, 水深, 流れの速さ)		
	言語活動	○発芽や成長の条件を抽出するための観察・実験企画の話合い ○結果を基にした発芽や成長の条件についての考察 ○描画による種子の養分の行方について説明する活動	○雲の継続観察を通した, 天気の変化の要因についての話合い ○雲の動きと天気の変化を関係付け, 天気の変化の規則性について説明する活動	○魚や人の成長と養分とのかかわりを体のつくりと関係付けて説明する活動 ○人やメダカの誕生レポート	○結実の過程を雌雄の花のつくりのと違いと関係付けて説明する活動	○流水の働きと土地の変化とを関係付けて説明する活動 ○流水実験や地図を用いて天降川の成り立ちを説明する活動		
	社会や家庭生活との関連	○観察, 実験で使用した植物は, 実験結果が分かった時点ですぐに植え替える。 ○インゲンマメ以外の植物も, 適当な環境の下でのみ成長し, 種子を残すことに気付ける資料提示	○午後や明日の天気天気予想 ○気象観測技術の気象衛星の運用について)	○生命の誕生について感じたこと, 考えたこととの交流	○植物の結実までの過程について感じたこと, 考えたこととの交流	○川の氾濫等によって起こる生活への影響を最小限におさえるための川の防災対策づくり		
	理数教育の充実	○茎の長さや葉の枚数などの成長変化の表整理とグラフ化						
	諸教育活動, 特別活動, 生き物タイムとの関連	○成長の条件を生かした一人一鉢栽培活動 ○生き物タイムにおいて, 校内にある草花の発芽や樹木の芽吹きなどの写真資料を提示		○観察池, インセクタリウムにいる生き物の紹介 ○委員会との連携による動物との触れあい	○ヘチマやニガウリ, 枝豆などの栽培活動の紹介 ○校内の草花の花と実の紹介	○春の一日遠足の事前資料作成(周辺地図の確認, 山の成り立ち, 標高など)		
	季節による特性	○春の植物観察は, 植物の発芽新芽の息吹が見られる4月に当初に行う。 ○インゲンマメは春から夏にかけて成長する。	○雲の変化に伴う天気の変化が明確になるように, 晴れや雨の日が断続的に続く梅雨入り前が適当である。	○メダカは6月中旬からよく産卵する。	○ヘチマやニガウリなどは7月~9月中旬までによく結実する。	○川の観察や川の内側, 外側の流れを体験させるため, 秋や冬は避ける。		

【図5 第5学年理科年間指導計画(一部)】

学年を通して問題解決の能力と概念を系統的に育成するために、単元を配列する際は、表2に示したことを考慮し配列した。まず、各単元の中心概念を構築させるための学習内容を設定し、生命の誕生から次の世代へと子孫を残す過程を踏みながら生命の連続性をとらえることができるようにした。次に、学習内容に応じて重点化して発揮させる問題解決の能力についても、継続的・段階的に発揮させることができるようにした。なお、インゲンマメやヘチマ、メダカなど教材となる生物の季節に伴う生態についても考慮した。

【表2 第5学年 内容区分B「生命」についての単元配列の考え方】

視点	単元	生命のつながり		植物の結実
		植物の発芽と成長	メダカの誕生 人の誕生	
科学の基本的な見方や概念	生命の連続性			
学習内容	発芽と成長 ・種子の養分と発芽 ・発芽や成長の条件	受精, 誕生, 成長 ・成長のための養分 ・魚の雌雄と卵の変化 ・人の母体内の成長と誕生	→	受粉, 結実 ・花のつくり(おしべ, めしべ等) ・受粉による結実
問題解決の能力	計画的な観察, 実験: 継続, 要因の増加			→
	推論: 見えるものから見えないものへ			→
季節性	インゲンマメは春から夏に成長する	メダカは6月中旬から産卵を始める		ヘチマやニガウリは7月~9月に結実する

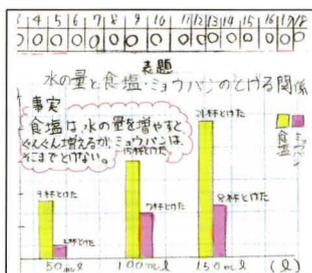
(2) 自然体験や科学的な体験、言語活動の位置付け

各単元において設定した問題解決の能力や概念をよりよく育成するためには、自然体験や科学的な体験と言語活動を関連させながら重点化して位置付けていくことが重要であると考え。具体的には、写真1のように、解決への見通しをもつ場面においては、諸感覚を發揮しながら観察したり、自由に試行したりする場を確保することを重視する。そして、そこでの気づきを基に、疑問や予想を図や言葉で個別に表出させた上で考えの交流を行い、問題を明確にすることを重視し、確かな目的意識の下に観察、実験を行うことができるようにする。



【写真1 体験的な活動の言語化】

また、観察、実験の際は、写真2のように、時間、温度、物の様子などといった観点に沿って記録させる。特に、事実を表に整理したり、グラフ化したりする際は、そこから読み取れる変化や関係性を言葉によって表出させるために、話し合ったり、書いたりする活動を一層重視する。さらに、事実を基に考察する場面においても、子ども同士が会話しながら互いの考えを説明し合う中で、科学的な妥当性を吟味しながら考えを練り上げ、最終的には一人一人に自分の考えを記述できるように働きかけていくことを重視する。



【写真2 グラフの傾向についての言語化】



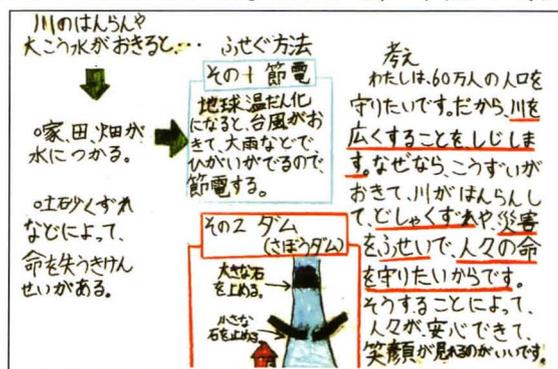
【写真3 会話を通した考えの練り上げ】

また、問題解決を通して習得した知識・技能を活用する場面では、学習したことを生かすことで生活とのかかわりを実感できるような問題解決やものづくりなどを積極的に位置付けることで、科学的な体験を充実させていく。また、その際も学習した科学的な用語や概念を用いながら説明し合う活動を重視し、理解を深めることを大切にしていく。

(3) 実社会や実生活との関連を重視した単元構成

II-3-(4)の考え方を基に単元構成を行う際は、単元のねらいや学習内容、発達の特性に応じて、「自然界や実社会・実生活における現状把握」→「追究問題の設定」→「要因や原因の解明」→「解決に向けた取組」の流れを基本とした問題解決的な学習を展開させる。

例えば、5年「流れる水の働き」では、削る、運ぶ、積もらせるといった流れる水の働きと土地の変化の関係についてとらえさせることをねらいとしている。そこで、単元の導入において、環境被害といった観点からその要因や解決策を見いだすことに問題を焦点化し、流れる水の働きを追究していく。そして、終末において、図6のように、川の氾濫の原因や、それに伴う生活への影響について考えさせ、科学技術をつかって被害を最小限におさえる方策や普段の生活の中で自分にできることを考えさせ、生態系を維持し、環境を保全していこうとする態度を育てていく。



【図6 自己の在り方を見つめ直す学習内容】

Ⅲ 研究の実際

1 実践の立場

ここでは、「電気の利用」における自然と対話する喜びを実感する子どもの姿を想定し、設定した問題解決の能力や概念、科学的な体験、言語活動、実社会・実生活との関連を重視した単元構成といった視点を基に授業実践を行う。そして、子どもの姿の分析を通して子どもが自然と対話する喜びを実感することができたか評価し、検証していく。

(1) 実践の視点

- ・ 推論の能力やエネルギーの変換と保存、エネルギー資源の有効利用といった概念を育成する科学的な体験、言語活動
- ・ 電気の有効利用の点から、自己の在り方を見つめ直す単元構成及び学習内容の設定

(2) 実践の評価と見取る方法

- 自然と対話する喜びを実感させ、三つの培いたい力を育成することができたか。
- 発言・行動記録、ノート記述、テスト、学習後の実態などで見取っていく。

2 理科 第6学年 年間指導計画

第6学年の年間指導計画の作成に当たっては、次のような単元配列の考え方を基にして年間指導計画を作成し、各単元ごとに主な目標や重点内容を設定した。以下は、6年A区分「電気の利用」の例である。

単元	物の燃え方と空気	てこの働き	水溶液の性質	電気の利用
科学の基本的な見方や概念	粒子の存在 粒子の結合	エネルギーの見方	粒子の保存性 粒子の結合	エネルギーの変換と保存 エネルギー資源の有効利用
学習内容	燃焼の仕組み ・ 燃焼前後の空気の性質の変化	てこの規則性 ・ てこの仕組みと傾ける働き ・ てこの規則性を利用した道具	水溶液の性質と働き ・ 水溶液の液性 ・ 気体の溶解 ・ 金属の変化	電気の性質と働き ・ 発電・蓄電 ・ 電気の変換 ・ 電熱線の太さと発熱の関係 ・ ものづくり
問題解決の能力	推論：関係付ける要因の増加 推論：物理的変化		推論：質的変化	

月	4・5	5・6	6・7	7・8	8・9・10	10・11・12	12	12・1・2	2	2・3
単元名	人や動物の体の仕組み	植物のつくりと働き	物の燃え方と空気	自由研究に挑戦	てこの働き	水溶液の性質	月と太陽	土地のつくりとでき	生き物どうしのかか	電気の利用

単元名	時数	科学の基本的な見方や概念	重点化して発揮させる問題解決の能力	中心概念	重点化する視点及び具体的内容		
					自然体験や科学的な体験	言語活動	実社会や実生活との関連
電気の利用	11	エネルギーの変換と保存、エネルギー資源の有効利用	○発電の仕組みや蓄電についての推論 ○身近にある電気を利用した道具の性質や働きについての推論	電気は光や音などに移り変わる。	○モーターを使った発電、手回し発電機・コンデンサを使った蓄電 ○モーターによる発電やLEDを使ったものづくり	○風力発電で体験したことから、モーターの回転により、電子メロディが鳴ったことなどの現象面の事実を基にエネルギーの変換と保存について説明したり、図に表現したりする活動	○生活で使われている電化製品の消費電力調べ ○日本の発電の種類割合についての資料提示 ○電気の有効利用を基に節電を意識した生活の見つめ直し

3 実践結果と考察 第6学年「電気の利用」

(1) 単元の目標の設定

ア 単元の系統

単元	【3年 電気の通り道】	【4年 電気の働き】	【5年 電流の働き】
中心概念	回路ができると電気が流れる。金属は電気を通す。	電流には向きがあり、電流の強さと働きは変えることができる。	電気は磁力に変わる。
問題解決の能力	電気を通すつなぎ方と通さないつなぎ方の比較	直列回路と並列回路の電流の大きさ比較と働きの関係付け	電流の強さ、導線の巻き数などの条件制御と磁力の強さとの関係付け

単元	【6年 電気の利用】
中心概念	電気は光や音などに変えることができる。
問題解決の能力	発電の仕組みや蓄電についての推論，電気を利用した道具の性質や働きについての推論

イ 単元の目標

自然事象への関心・意欲・態度	科学的な方法や手続き	自然事象についての知識・理解
<ul style="list-style-type: none"> 電気の性質について疑問を感じ、それらに対するこだわりをもって主体的に問題を解決することができる。 見いだした電気の性質や働きを活用して、身の回りにある製品の仕組みを調べようとする。 	<ul style="list-style-type: none"> 電気の性質や働きについて推論しながら調べることができる。 電気の性質や働きに関する仮説や概念を自他の考えと比較、関係付けながら考察し、表現することができる。 	<ul style="list-style-type: none"> 電気はつくりだしたり、蓄えたり、また、光、音、熱などに変換したりすることができ、それらの性質や働きを利用した道具があることを説明できる。 見いだした電気の性質や働きを活用したもののづくりを計画し、製作することができる。

(2) 本単元における自然と対話する喜びを実感する子どもの姿

- 発電や蓄電の仕組みを推論し、電気の性質や働きについて見方・考え方を更新していくよさを味わう喜び
- エネルギーの変換と保存の視点から電気を使った道具を見直すことのできる喜び
- 電気の有効利用の視点から自分の生活を見直すことのできる喜び

(3) 本単元の指導計画（全11時間）

次	自然と対話する喜びを実感するために必要な学習内容	自然と対話する子どもの姿
1 発電 ②	<p>自然と対話する喜びを実感するために必要な学習内容</p> <ul style="list-style-type: none"> 発泡スチロールカッターを使ってみたい。 電熱線を使って発泡スチロールを切ってみよう① スムーズに切れるようにする方法を調べたい。 電流の強さや電熱線の太さを変えてみたいなあ。 電熱線の発熱の仕方を変えるにはどうすればいいだろうか。② 基本形をつくって調べていく必要があるね。 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 電池の数 電池の数 3個 電熱線 0.2mm </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 基本形 電池の数 1個 電熱線 0.2mm </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 電熱線の太さ 電池の数 1個 電熱線 0.4mm </div> </div> <p>発熱の仕方は電流の強さや電熱線の太さによって変えることができる。</p>	 <p>電熱線の太さや電熱線の太さで発熱する程度を変えることができるんだ。</p>
2 発電・蓄電 ④	<p>電気はどのようにしてつくられるのだろうか。③④</p> <p>光電池 風力発電 火力発電 水力発電 【光→LED点灯】 【モーターの回転→LED点灯】</p> <p>モーターを回転させることで電気をつくることのできる。</p> <p>電気をためるにはどうすればよいだろうか。⑤⑥</p> <p>手回し発電機→コンデンサ→豆電球・LED・電子メロディ・光電池モーター</p> <p>コンデンサにつないで音が鳴ったり、LEDが光ったりするのか調べよう。</p> <p>コンデンサに電気をためることができる。</p>	 <p>モーターの回転が電気が変わることが分かったよ。モーターってとっても不思議だなあ。</p> <p>つくった電気をためることで電気を有効に利用することができるね。</p>
3 電気の消費量 ②	<p>つなげる物によって電気を使える時間が異なるのはどうしてだろうか。⑦⑧</p> <p>【豆電球】 【発行ダイオード】 【電子メロディ】 【光電池モーター】</p> <p>流れる電流の強さが異なるので電気を使える時間が異なる。</p> <p>家のテレビや冷蔵庫はどれぐらいの強さの電流が流れているのかな。</p>	<p>物によってコンデンサの電気を消費する電気の量が違うね。</p> <p>エコ製品と呼ばれる物は、使う電気が少なくすすむんだよ。</p>
4 有効利用 ③	<p>未来の環境やエネルギー資源を守るために、自分たちができることを考えよう。⑨⑩⑪</p> <p>家で使えるLEDライトをつくろう。</p> <p>LEDは長持ちするから環境に優しいな。</p> <p>太陽光発電をもっと増やせば、二酸化炭素が減っていくと思うよ。</p>	<p>消費電力を抑えた製品がこんなにもあるんだ。</p> <p>ドライヤーやラジオは電気を熱、音に変えて使っているんだね。</p>

(4) 実践の結果

ア 推論の能力やエネルギーの変換と保存概念を育成する科学的な体験と言語活動

光 ↓ 電気	光電池の仕組み	風力発電 風がふく→モーターが回転する→LEDが光る, 電子メロディが鳴るなど ※言語活動を通して現象面の事実を基にエネルギーの変換と保存概念を構築させる。 風→回転→電気→音など	水力発電の仕組み 火力発電の仕組み	推論 水力発電 水→回転→電気→音など 火力発電 蒸気→回転→電気→音など
	光が電気に変わるといった概念を基に発電の仕組みを推論			
電気→音など	4年時までの学習	① 光電池による発電方法を基に風力発電の仕組みを推論しながら調べさせる。 ② 風力発電によって電子メロディが鳴ったなどの現象面の事実を確認する。 ③ 現象面の事実を基に風力発電の仕組みを推論 (モーターの回転が電気に変わる) ④ ③を基に, 水力・火力発電の仕組みを推論		

〈第二次 発電・蓄電③④〉

① 発電の方法について考える。

光電池で電気をつくることができたね。



水力発電, 風力発電, 火力発電, 原子力発電などで電気をつくっているよね。



電気がつくられたかどうか目にはみえないから, 豆電球やモーター, 電流計などにつないでみよう。

いろいろな発電はどんな仕組みなんだろう。



【発電に問題意識を焦点化する場面設定】

無人島に漂着し, 電気の必要性に迫られた場面を設定した。その際, 普段使用している電気はどのようにしてつくられているのかと発問することで, 生活とつなげて考えさせることができた。

【エネルギーの変換元に着目させるための話し合い】

- T どうして豆電球の明かりがついたり, モーターが回転したりするのかな。
 C 回路に乾電池の中の電気が流れたからだよ。
 T そうだね。光電池の電気のもとは何かな。
 C 光だよ。
 T 光が光電池に当たるとどうなるの。
 C 光によって電気がうまれたんだよ。
 T では, 風力発電の電気のもとは何なのだろうね。

② 風力発電の仕組みを調べる。



風の中でプロペラが回ると一緒にモーターが回転してLEDが光った。電子メロディも鳴ったよ。

モーターが回転することで電気がつくられるなんてすごいなあ。

【モーターの回転をとらえさせる科学的体験】

電気をつくることができることを体験的に理解させるために, 風力発電の装置にLEDや電子メロディなど複数準備したことで十分な活動を行わせることができた。その際, 物による電気の消費量の違いに気付かせるために電流計を使用することで単元を通して電流の強さを意識することができた。また風力発電・火力発電・水力発電においてモーターの回転といった共通点に気付かせることができた。

③ 火力・水力発電の仕組みを調べる。



【火力発電について】
 コンロなどを使って火力を強くし, ガラス管の先を細くすると蒸気が勢いよく出て, タービンが回転し, モーターが回転する。

【水力・火力発電の仕組みについての推論】

水力・火力発電の仕組みを問うことで, 風力発電の仕組みを基に, モーターの回転によって電気がつくられることを推論することができた。このように風力発電, 水力発電, 火力発電を行ったことで, 日常生活で使用している電気は, モーターの回転によってつくられていることを実感することができた。



予想通り火力発電は蒸気力でモーターを回転させていたよ。



風力や水の力, 蒸気力でプロペラが回り, モーターが回転することで電気はつくられるんだね。モーターってすごいね。

【概念を育成するための言語活動】

風力発電などの実験において電子メロディが鳴ったなどの現象面の事実を基に, 電気はモーターの回転によってつくられることをとらえることができ, エネルギー変換について図にまとめることができた。図に表現させることで現時点のエネルギーの変換と保存についての概念を明らかにできた。

風力発電や水力発電, 火力発電はどれも仕組みはモーターの回転と同じなんてびっくりしたよ。

つくった電気で豆電球が光ったり, モーターが回転したりするから逆向きの矢印も引けるよね。



〈第二次 発電・蓄電⑤⑥〉

④ 蓄電の方法について調べる。

DS や携帯電話などは電気をためて使っているね。



電気を必要なときにいつでもつかえるようにためて使いたいな。



コンデンサにつなげるとモーターが回ったよ。

手回し発電機が勝手に回ったよ。

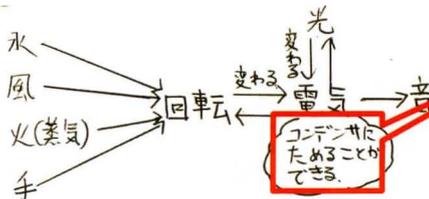
手回し発電機が勝手に動き出すのはためた電気が流れてきているからだよ。



繰り返して電気をためることができるコンデンサはとっても環境に優しいね。



コンデンサ
2.3V4.7F



【蓄電に問題意識を焦点化する場面設定】

電気をためる必要性を感じさせるために、風力発電では風が吹かずにモーターが回転していないときには発電できないため、電気を使えないことに気付かせた。

【コンデンサを使った科学的な体験】

コンセントにつないで充電しなくても電気をためることができることに気付かせるために、手回しラジオを紹介し、中にコンデンサが入っていることを説明した。その際、手回し発電機についても紹介し、回す回数などの安全指導を行い、電気をためる体験的な活動の場を十分に設けた。

【実験の事実と気付いたことについての話し合い】

電子メロディの音が鳴ったといった現象面についての事実を比較しながら話し合うことで、コンデンサにつなげるものによって電気を使える時間が異なることを、子どもたち自身が気付くことができた。

【概念を育成するための言語活動】

発電の授業で完成させたエネルギーの変換と保存の考え方の図に、電気をためることができるという蓄電について書き加えることで、新たな概念が構築されていく様子を明らかにすることができた。

イ 電気の有効利用について自分の生活を見つめ直す学習内容

電気を有効に利用しようとする態度を育てるために、豆電球や発光ダイオードなどの使用できる時間を比較させる学習内容を位置付け、電流の強さによって、消費量が異なることに気付かせていった。また、生活の様々な場面で発光ダイオードが使われてきていることや年々消費電力が少ない製品が誕生していることを紹介した。

〈第三次 電気の消費量⑦⑧〉

⑤ 電気の消費量について調べる。



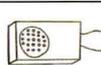
コンデンサにためた電気の量は同じだから、消費量が違うはず。つまり、一度に流れる電流の強さが違うはずだよ。



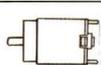
40秒



3分以上



3分以上



3分以上

電流計を使えば電流の強さを調べることができるから、電気の消費量が分かるよ。



電球	電流の強さ		
豆電球	LED	電子メロディ	モーター
250mA	8mA	1mA以下	6mA

【蓄電に問題意識を焦点化する場面設定】

コンデンサに電気をためて豆電球や発光ダイオードなどにつなげて気付いたことを話し合わせることで電気の消費量の違いに問題意識を焦点化することができた。

【共通した事実を基にした問題設定】

コンデンサにためる電気の量をそろえる必要性に気付くことができた。つなげる物による使用時間の違いについて再実験することで、電気を可以使用できる時間に差があるという共通した事実をとらえることができた。

【学習したことを生活とつなげる場面設定】

電気の消費量を少なくするための取組が広がっていることに気付かせるために、テレビなどの電化製品の消費電力が減ってきていることを示したり、信号機に発光ダイオードが使われていることを紹介したりすることで、学んだことを日常生活と結び付けることができた。

乾電池は電気が無くなるとごみになるけど、コンデンサは繰り返し使えるから環境にやさしいね。



将来はソーラーパネルを家の屋根に付けて環境に優しい発電をしていきたいなあ。



【電気の有効利用について生活を見直す場面設定】

身近な生活で電気を有効利用していることを紹介した後に、自分の生活を見直す場面を設定し、すぐに取り組んでいきたいことや、すぐにはできないが今後取り組んでいきたいものについて紹介し合う場を設けた。

(5) 実践の考察

ア 推論の能力やエネルギーの変換と保存概念を育成する科学的な体験と言語活動

- 電子メロディが鳴った等の現象面の事実を基に、風力発電の仕組みについて話し合う場を設定し、図に表現させたことがモーターの回転が電気に変わるといったエネルギーの変換と保存の概念を構築させるのに有効であった。
- 風力発電の仕組みを基に水力発電・火力発電の仕組みを推論する姿が見られた。
- 発電から蓄電へと単元を構成することで、光や回転運動などが電気に変わり電気がつくられ、その電気が光や回転運動に変わるといったエネルギーの変換と保存の概念が更新されていった。

イ 電気の有効利用について自分の生活を見つめ直す学習内容

- 電気の消費量の学習において、コンデンサにつなげる物によって電気の消費量が異なることを身近な生活の場面とつなげるために、電化製品によって消費電力が異なることを調べることで電気の有効利用の観点から節電に対して積極的に取り組もうとする姿が見られた。

IV 研究の成果と課題

1 研究の成果

- 「自然のきまり」や科学的な方法や手続きのよさを見いだす喜び、見いだしたそれらを活用して、新たに出合った自然事象を解釈したり、自然とかかわったりすることのできる喜びを実感する子どもが増えてきた。
- 学校教育目標を具現化するための理科における目指す子ども像を設定することができた。また、理科カリキュラム創造の考え方を明らかにすることができた。
- 理科年間指導計画において、問題解決の能力や概念を系統的に育成するための考え方や、自然体験や科学的な体験、言語活動の位置付け方、実社会や実生活との関連を重視した単元構成の在り方を明らかにすることができた。
- 理科カリキュラムの全体像を構想することで、一単位時間の授業のねらいを系統的にとらえて、指導のポイントを明確にした指導を行うことができた。

2 研究の課題

- 本年度作成した理科カリキュラムを子どもにとってよりよいものへ高め、理科の目指す子ども像を具現化していくために、指導と評価の一体化を図り、カリキュラムを実証しながらカリキュラムの改善を図っていく必要がある。その際、理科との接続といった点から、特に1・2年時に経験させたい直接体験について明らかにしていく。
- 単元の特性や発達の特性に応じた効果的な自然体験や科学的な体験、言語活動の位置付け方、実社会や実生活との関連を重視した単元構成の在り方をより具体化していく。
- カリキュラム創造の視点を具体化した新しい理科年間指導計画を作成していく。

【主な参考文献】

- 文部科学省 「小学校学習指導要領解説 理科編」 (大日本図書 平成20年)
- 日置光久著 「日本型理科教育」 (東洋館出版社 平成19年)
- 日置光久著 「シリーズ日本型理科教育1～5」 (東洋館出版社 平成19年)
- 角屋重樹・石井雅幸編著 「小学校学習指導要領の解説と展開 理科編」 (教育出版 平成20年)