

4. 理科論文

自ら学び続ける授業の創造Ⅲ

科学する楽しさを味わう理科授業の創造Ⅲ
～見通しをもって追究し、学びのよさを味わう学習指導～



I 本年度研究の立場	51
1 研究の歩み	51
2 本年度の研究の方向	51
II 本年度の研究内容	52
1 見通しをもって追究し、学びのよさを味わうとは	52
2 見通しをもって追究し、学びのよさを味わう学習指導とは	53
3 見通しをもって追究し、学びのよさを味わう学習指導の具体化	54
(1) 見通しをもって追究し、学びのよさを味わう学習内容	54
(2) 見通しをもって追究し、学びのよさを味わう指導方法	55
III 授業プラン 第5学年「気温の変化と天気」	57
IV 研究の成果と課題	61
1 研究の成果	61
2 研究の課題	61

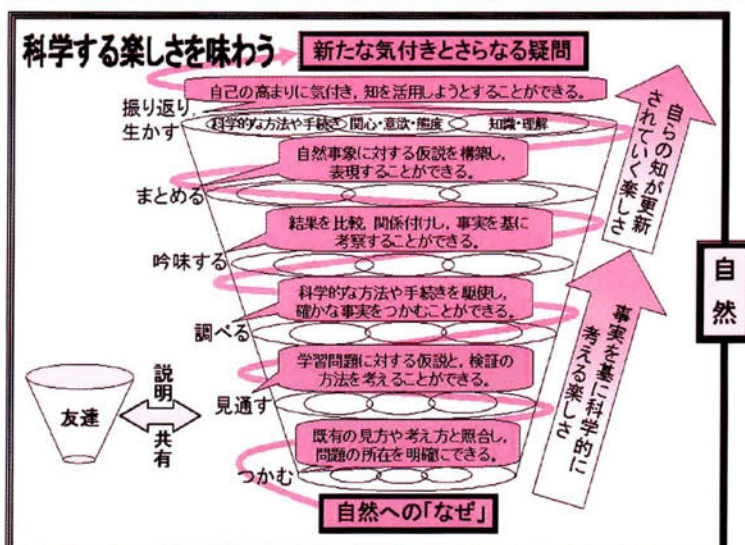
I 研究の立場

1 研究の歩み

本校では、一昨年度から、研究主題を「科学する楽しさを味わう理科授業の創造」とし、子ども自らが学ぶ意欲をもち自然への「なぜ」を科学的に追究していく楽しさを味わうことのできる理科授業を目指し、研究を進めているところである。

1年次研究では、図1のように、三つの培う力を発揮しながら「科学する楽しさ」を味わう子どもの姿を明らかにした。

2年次研究では、「振り返り、生かす」過程において、主体的に知を活用することを通して自己の高まりや学習内容と実社会や実生活とのつながりに気づき、学びのよさを味わうことができるようにするために、「知を活用し、学びのよさを味わう学習内容」を設定した。また、子どもの学びの状況を確認に見取り、個に応じた指導に生かすために、自然事象への関心・意欲・態度を見取る視点を設定した。



【図1 科学する楽しさを味わう子どもの姿】

2 研究の方向

昨年度の学習内容設定により、「振り返り、生かす」過程において自らの知の更新を自覚し、学ぶことに喜びを感じている子どもが多く見られた。このような子どもは、学ぶ意欲の高まりにつながるような学びのよさを味わいながら、三つの培いたい力をよりよく発揮する中で科学的な概念を自ら構築できていることが感想等からも読み取れる。(表1参照)

【表1 学びのよさを味わい、科学的な概念を構築できている子どもの感想】

区分	科学的な概念のカテゴリー	「振り返り、生かす」過程における、学びのよさを味わう姿
A	生命概念	<ul style="list-style-type: none"> 植物にもやっぱり命があるんだなあと改めて実感した。受粉して新しい命をつくり出すところは人間と似ているなあと思った。(5年) 人や動物の体の仕組みを知って「自分の体ってよくできているなあ。だから、大切にしないでいけない。」と思った。脳の仕組みなども調べたい。(6年)
B	物質・エネルギー概念	<ul style="list-style-type: none"> 電気を通すつなぎ方や電気を通す物が分かったから、コンセントや扇風機の仕組みがどうなっているか予想がついてきた。(3年) 空気はバランスが整っているんだ。なぜなら、窒素、酸素、二酸化炭素のバランスがきちんと整っていて生活しやすいから。(6年)
C	時間・空間概念	<ul style="list-style-type: none"> 水は、温度によって姿を変えられるなんてすごいなあ。洗濯物が乾いたり、雨が降ったりする理由も分かったので、この学習をしてよかった。(4年) いつもテレビや新聞でしか分からないと思っていた天気を自分で予想できるようになって楽しかった。毎朝、西の空を見て傘がいるか決めたい。(5年)

一方、昨年度の研究の課題として、「振り返り、生かす」過程にいたるまでの各学習過程においては、どのような学びのよさを味わうことが学ぶ意欲の高まりや三つの培う力の確かな発揮へとつながるのか明らかにし、指導方法をより具体化していく必要があることが挙げられた。

また、平成20年1月の中央教育審議会の答申では、目的意識を明確にした観察、実験を行うことにより、科学的な概念の理解等、基礎的・基本的な知識・技能の確実な定着や科

学的な思考力・表現力の育成を図ることが求められている。このためには、目標分析によって構築させたい概念を明確にし、子どもが追究の見通しをもちながら、その概念へ迫ることのできる学習内容の設定や指導方法の具体化が必要であると考え。

そこで、研究のまとめとなる本年度は、各学習過程において味わわせたい学びのよさを明確にし、その視点から目指す子どもの姿を再確認していく。そして、目標-学習内容-指導方法が一体的に構造化され、具体化された学習指導を展開するために、学習内容の見直しを継続すると共に、指導方法の具体化を図っていく。

以上のことから、研究主題を次のように設定した。

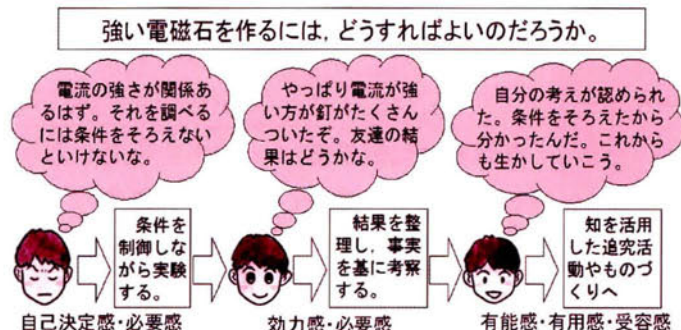
科学する楽しさを味わう理科授業の創造Ⅲ ～見通しをもって追究し、学びのよさを味わう学習指導～

Ⅱ 本年度の研究内容

1 見通しをもって追究し、学びのよさを味わうとは

子どもが学びのよさを味わいながら学習を進めていくためには、確かな問題意識を基に仮説を立て、その検証に向けて演繹的に活動していくことが必要である。具体的には、「○○なのは、きっと○○だからだろう」といった問題に対する予想や仮説、構想を立て、「こうすればきっと確かめられるだろう」と検証のための観察の視点や実験の方法を明らかにしていく。そうすることで、自然事象に対する興味・関心がより明確に方向付けられるために学習が主体的なものとなる。そして、主体的に学習を進める中で、「問題解決に向けて進んで取り組むことができた。」「自分は○○が分かるようになった。」というような自己の学びに対する肯定的な感覚を感じることができると考える。

6年「電流の働き」を例に挙げると、図2のように、見通しをもつ過程において条件を制御して調べることへの自己決定感や必要感を抱くことができた子どもは、能動的に科学的な方法や手続きを発揮しようとする。そして、「これなら、問題が解決できそうだ」といった効力感が高まり、わくわくしながら事実を得ようとする。さらに事実を基に考察し結論を導く中で自己の学びが成立したことへの有能感や、集団の中で自己を発揮できたことへの有用感、自分の方法や考えが認められたことへの受容感などを感じることができると考える。



【図2 見通しをもつことによって感じる感覚】

このような感覚を感じることが、「学びのよさを味わう」ことにつながる。そして、自然の「なぜ」を自ら科学的に追究しようとしたり、学んだ知識や技能を新たな学習や実生活・実社会へ活用しようとしたりする学ぶ意欲の高まりへつながっていくものであると考える。

すなわち、「見通しをもって追究し、学びのよさを味わう」とは、問題に対する予想や仮説、構想を立て、その検証のための方法を工夫しながら追究する中で、主体的な追究活動を情意面から支える感覚を子ども自身が感じ、学ぶ意欲を高めることである。



【図3 見通しをもって追究し、学びのよさを味わう子ども】

2 見通しをもって追究し、学びのよさを味わう学習指導とは

三つの培いたい力を発揮しながら科学的な概念を自ら構築している子どもは、各学習過程において次のような学びのよさを味わい、学ぶ意欲を高めていると考える。

【表2 各学習過程において味わわせたい、学びのよさにつながる感覚】

学習過程	目指す子どもの姿	学びのよさにつながる感覚
つかむ	既存の見方や考え方と照合し、問題の所在を明確にすることができる。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自らが見いだした問題であるという自己決定感 ・ 自らが見いだした問題がクラス全体で共有されたという受容感 ・ 自己の目的を達成したり、よりよく生活したりするために解決したいという必要感
見通す	学習問題に対する仮説と、検証の方法を考えることができる。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自己の仮説を検証するためには、このような科学的な方法や手続きを習得したり、駆使したりしなくてはならないという必要感 ・ 自己の仮説に基づき、追究方法を自ら決定したという自己決定感 ・ 自分なりの方法で追究し、解決できそうだと感じる効力感
調べる	科学的な方法や手続きを駆使し、確かな事実をつかむことができる。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 根気強く観察、実験に取り組み、確かな事実をつかむことができたという有能感 ・ 友達と役割を分担したり、意見を交換したりしながら目的を達成していく際に感じる効力感や受容感
吟味する	結果を比較、関係付けし、事実を基に考察することができる。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 予想が検証できたか、自分が得た結果は客観的であるかを判断するために、予想と結果を比較したり、自分と友達の結果を比較・関係付けたりすることへの必要感 ・ 自分の仮説がより科学的なものへと高まり、問題が解決の方向へ向かっていくと感じる効力感
まとめる	自然事象に対する仮説を構築し、表現することができる。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自らの仮説をより客観的なものにするために、言葉等で表現することへの必要感 ・ 自分なりに表現した仮説が、承認や支持を受けた時に感じる有用感や受容感
振り返り、生かす	自己の高まりに付き、知を活用しようとすることができる。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 学習問題に対して自力解決ができたという有能感 ・ 友達との協力によって問題解決ができたという学級集団に対する有用感や受容感 ・ 学びを基に新たな問題へ取り組もうとしたり、生活へ生かそうとしたりする際に感じる自己決定感

授業設計の段階においては、このような感覚を感じることができるよう学習内容や指導方法を具体化し、位置付けていく必要がある。また授業中においても、このような視点から子どもの姿を見取り、個に応じた働きかけに生かすとともに、状況に応じて学習内容や指導方法を柔軟に改善していくことが大切である。

すなわち、見通しをもって追究し、学びのよさを味わう学習指導とは、表2に示すような学びのよさにつながる感覚を味わわせ、三つの培う力を確かに発揮させるための子どもの実態に応じた学習内容や指導方法のことである。

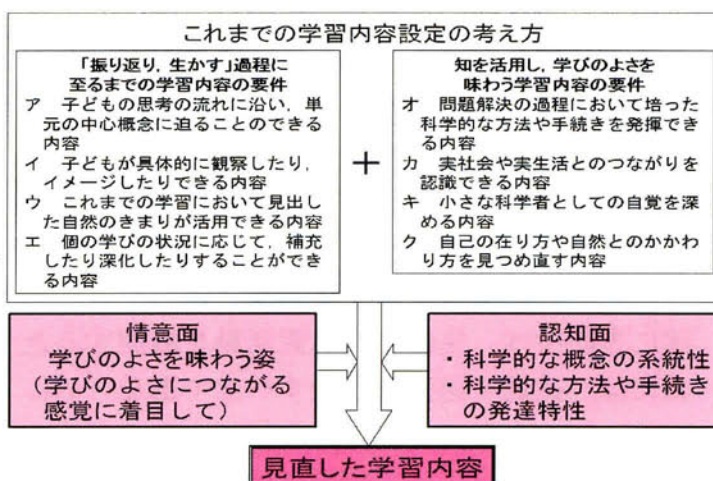
3 見通しをもって追究し、学びのよさを味わう学習指導の具体化

見通しをもって追究し、学びのよさを味わう学習指導を展開するためには、科学的な方法や手続きを発揮しながら、科学的な概念を系統的に構築していく必要がある。なぜなら、科学的な概念を構築することができれば、問題解決への見通しをもちやすく、仮説検証のための演繹的な追究活動がより可能となると考えるからである。そこで、教師は中心概念の系統性を踏まえながら、そこへ迫ることができる学習内容を設定し、その確かな定着のために指導方法を具体化することが必要である。

(1) 見通しをもって追究し、学びのよさを味わう学習内容

学習内容の設定に当たっては、図4のようにこれまでの考え方を踏まえながら、表2に示すような学びのよさにつながる感覚を感じられるように見直しを行っていく。その際、見通しをより確かにもたせるために、中心概念の系統性を明らかにし学習内容の設定へ生かしていく。

例えば、「地球と宇宙」の区分の中心概念は時間・空間概念であるが、その構築の過程には表3のような系統性があると考えられる。



【図4 学習内容の見直しの視点】

【表3 時間・空間概念構築の系統性】 ※色は、5年「気温の変化と天気」の部分を示す

概念	内容	太陽と地面の様子	月と星、水の循環	天気の変化、流水の働きと土地の変化	土地のつくりと変化
自然は長い年月や広い空間の中で刻々と変化している。	時間の長さ	短い ・昼間の現時点～数時間の変化	・夜間を含む数時間～数日間の変化	・1日～数日間の変化	長い
	空間の広がり	地球の表面と天体の変化(天体) 1対1(自分と太陽や月)の関係→1対多(自分と星)の関係		・長大な時間の中での緩やかな変化 ・短時間における急激な変化(自然災害)	
		地球の表面の変化(気象) 地上観測→宇宙から地球を観測		地球の表面と内部の変化(地質) 浅い・狭い(川の周辺) ← → 広い・深い(大地)	

例えば、5年「気温の変化と天気」の学習内容設定に当たっては、雲の動きと天気の変化を関係付けるために、観測の視点を地上から宇宙へと転換する必要性に気付かせることが大切である。そこで、図5のように、子どもにとって解決の必要性を感じる問題意識を基に地上からの気象観測を数日間続けさせる。そして、「雲の動きにはきまりがありそうだが、もっとはっきりと分かる情報が必要だ。」「ずっと先の天気を予想するには、



【図5 5年「気温の変化と天気」の学習内容】

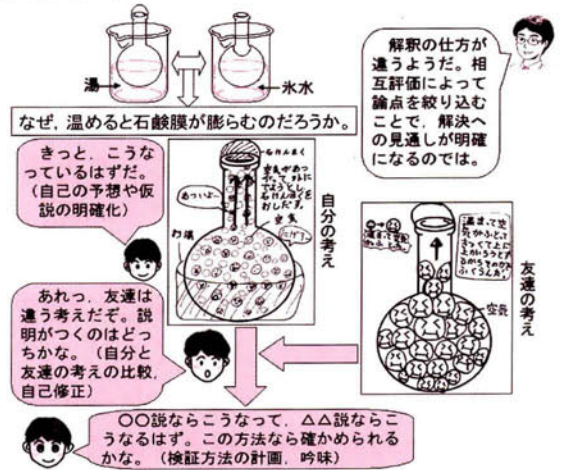
もっと遠くの空を見なければいけない。」といった見通しがもてたところで、気象衛星からの情報を基にして雲の動きや天気の変化の規則性を読み取る学習内容を設定する。そうすることで、子どもは有能感や効力感を感じながら、様々な気象情報を用いて、天気の変化を推論する楽しさを味わうことができるものとする。

このように、子どもの思考の流れに沿って、P3表2に示すような感覚を味わわせながら中心概念へと迫らせていくことのできる学習内容の設定が大切である。

(2) 見通しをもって追究し、学びのよさを味わう指導方法

子どもが見通しをもって追究し、学びのよさを味わうことができるようにするために、学習過程、学習活動、学習形態、学習の場、教師の具体的な働きかけ、評価方法といった視点から指導方法の具体化を図り、その要件を表4のようにまとめた。

特に、自然事象に対する興味・関心をより明確に方向付け、主体的な追究活動を展開するためには、見通す過程を重視すべきである。ここでは、図6の例のように、まずは自分の考えをイメージ図等によって表出させることで自己の



【図6 4年「温度と物のかさ」での見通しのもとせ方】



【写真1 付箋紙を使った相互評価の例】

予想や仮説を明確にさせることが、友達のと比較するための前提となる。そして、友達と互いの考えを比較し合う中でその根拠や可能性を吟味し、検証計画を立てていくことが必要である。したがって、教師は「なぜ、そう思うの。」「何からそう考えたの。」と問うことで個々の考えの根拠を明らかにさせたり、「この考えについては、どう思うかな。」と問うことでその妥当性を比較・検討させたりする必要がある。特に、友達の予想や仮説、検証方法を吟味する際には、互いの科学的な思考についての相互評価がより活発に、また客観的に行われるように、仮説や検証方法を類型化した上で「どの説なら説明がつきそうか」、「どの方法なら確かめられそうか」という視点で意見を交流させることが大切である。その際は、写真1のように、相互に意見やアドバイスを記入した付箋紙を貼るなど考えが明確に伝わるようにすることが自己評価、自己修正をより客観的に行うことにつながると考える。

このような学び合いの中で問題解決への見通しを明確にする過程を経ることは、効力感や自己決定感を感じながら観察、実験に取り組むことにつながる。そして、予想や仮説に照らし合わせながら事実を基に考察し結論を出す中で有能感や有用感、受容感などを感じることができるものとする。

ただし、特に中学年の児童の見通しや考えの修正は、行動の中に潜在し実際に観察、実験を行う中で具体化されることも多いので、教師は実験の意図や考え等を個に応じて問い、価値付けることによって顕在化させていくことが大切である。また、実験を中心とした学習内容と観察を中心とした学習内容では、子どもの学び方に違いがあることも考慮しながら、学年の発達段階や単元の特性に応じて柔軟に進めることが大切である。

このような基本的な考え方を基に、指導方法の要件を次のように明らかにした。

【表4 見通しをもって追求し、学びのよさを味わう指導方法の要件】

過程	目指す子ども像	学習活動と子どもの意識	学習形態	学習の場	教師の具体的な働きかけ 発問、板書	評価 ○十分 △不十分
つかむ	既有的な見方や考え方の存在を明確にすることができる。	<p>自然現象との出会い</p> <p>既有的な見方や考え方の照合</p> <p>観察・自由試行</p> <p>気付きの交流</p> <p>問題の焦点化</p> <p>問題の言語化</p> <p>自分と友達の気付きや考えの比較</p> <p>確かな問題意識と共有化</p> <p>知的好奇心・探究心の高まり</p>	全体 ↓ 個、G ↓ 全体、G ↓ 個 ↓ 全体	<p>【観察】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 諸感覚を發揮しながら観察できる <p>【実験】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 十分な自由試行を可能とする 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 子どもに出会わせる自然現象と子どもの生活経験や学習経験との関連性の把握 ○ 既有的な見方や考え方のズレに気付かせる事象提示 ○ 事象提示により起きた現象の確認 発「何が起きたの。」板 事実の整理 ○ 問題となる背景を整理し、問題の焦点化を図る。 発「問題になっていることは何かな。」 「どうして、それが問題なの。」 板 問題成立の背景と共有化された問題（何と何を比較したから、問題が焦点化されたのか。） 	<p>【学習前】 素朴概念や既習経験・生活経験について実態調査（質問紙、イメージ図、聞き取り）を行い、学習内容、事象提示、個に応じた支援を決定。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 問題の所在を明らかにする。 ○ 価値付け、紹介 △ ①既習経験や生活経験を問う。②観察の視点を与える。③自由試行で得た情報を明確にする。
見通す	学習問題に対する仮説と検証の方法を考えることができる。	<p>自己の予想や仮説の明確化</p> <p>予想や仮説の吟味</p> <p>検証方法の計画</p> <p>検証方法の吟味</p> <p>問題と既有的な見方や考え方の照合</p> <p>自分と友達の考えの比較、自己修正</p> <p>自分の仮説と既有的な科学的な方法や手続きとの照合、実験結果の予想</p> <p>自分と友達の方法の比較、方法の再検討</p>	個 ↓ 全体 ↓ 個、G ↓ 全体	<ul style="list-style-type: none"> ・ 予想や仮説を表出し吟味し合う場 【観察】 <ul style="list-style-type: none"> ・ 観察の視点を焦点化する 【実験】 <ul style="list-style-type: none"> ・ 比較対照実験や条件制御の必要性に気付かせる 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 予想や仮説を表出させ、その根拠となる経験や考えを問う。 発「なぜ、そう思うの。」「何からそう考えたの。」 ○ 話し合いやイメージ図を通して個々の予想や考えを表出させ、話し合いによりその妥当性について吟味させる。 発「この考えについては、どう思うかな。」 「自分はどの考えと似ているかな。」 板 仮説を比較、検討できるように類型化 ○ 予想や仮説を基に検証、反証の見通しをもたせる。 発「予想を確かめるには、どうすればいいのかな。」 「その結果、どうなると思うの。」 「なぜ、そうなると思うの。」 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 予想や仮説を立てる。 ○ 実験方法を問う。 △ ①変化の原因や変化後の様子等を尋ねる。②経験を想起させる。③友達の考えを参考にさせる。 発「なぜ、そうなったのかな。」 「どうなると思うの。」「～は～なのかな。」「何と何を比べたいの。」 △ 条件制御の必要性に気付いていない子ども → 比較の対象を明確にする。 発「何と何を比べるといいのかな。」
調べる	科学的な方法や手続きを駆使し、確かかな事実をつかむことができる。	<p>観察・実験準備 操作技能の習得 (図表によるモデル化を行う)</p> <p>観察・実験、記録 (備忘録、観察記録、実験記録)</p> <p>事実の把握</p> <p>再観察・再実験</p> <p>実験器具名、用途、使い方の想起・習得、計画・安全性の確認</p> <p>役割分担、記録の学年・内容に応じた条件制御</p> <p>予想との照合、方法の見直し</p>	観察・実験の目的及び内容に応じて、個、ペア、グループ、全体を判断	<ul style="list-style-type: none"> ・ 事象の魅力に浸れる場 ・ 十分な追究活動を保障する ・ 結果や方法に関する情報交換の場 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 事実をとらえる観点について意識させる。 発「何をしているの。」「なぜ、そうするの。」 ○ 得られた事実の記録の仕方や処理の仕方を吟味させる。 発「結果はどうだったの。」「結果をどう整理するときにやりやすいかな。」 ○ 客観的な事実を確かにつかせる。 【実験】 実験の意図を確認した上で、繰り返しの実験や多様な実験方法を認める。 【観察】 その場で事実確認を十分にさせ、確実に記録させる。 	<ul style="list-style-type: none"> △ 操作方法や安全性に問題がある子ども → 操作手順等の意図を確認 ○ 観察・実験や記録が停滞している子ども → 実験の意図や記録方法を確認。 △ 結果に満足していない子ども → ①予想や実験方法を確認し、再観察・再実験を促す。②情報交換を促す。
吟味する	結果を比較、関係付けし、事実を基に考察することができる。	<p>観察・実験結果の整理 (図表化、グラフ化)</p> <p>考察 (問題に対する自己の予想や仮説の検討)</p> <p>考察した結果の吟味</p> <p>観察・実験結果の傾向のとりえやすさの吟味、結果の共有化</p> <p>結果の比較、関係付け、自分の予想や仮説との照合</p> <p>友達の考えとの比較</p>	個・G ↓ 全体 ↓ 個 ↓ (G) ↓ 全体	<ul style="list-style-type: none"> ・ 結果を視覚的にとらえやすくなる必要に気付かせる ・ 事実を基に吟味し合う 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 観察・実験の結果は可能な限りグラフ化させ、その傾向を読み取らせる。 ○ 問題・予想や仮説に対しての考えとその根拠を明らかにさせる。 発「どんなことが分かったの。」「どの結果から分かったの。」「自分の予想と比べてどうだったの。」 ○ 問題・予想に対してどんな事実が得られたのか、事実と考えを明確に分ける。 板 事実と考えの構造化 (比べて表示、図表化・グラフ化して表示) 【実験】 意図的につくり出した状況の有効性について吟味する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 記録の整理 ○ 分りやすく表現させる。 △ 友達のまとめ方のよさに着目させる。 発「この整理の仕方は、どんなところがいいかな。」 ・ 事実を基にした考察 ○ 分りやすく表現させる。 △ 予想や実験の意図を振り返らせる。 発「どうして、この実験をしたのかな。」「どうなると思っていたのかな。」
まとめる	自然現象に対する仮説を構築し、表現することができる。	<p>問題に対する仮説の構築</p> <p>仮説の一般化</p> <p>新たな問題の確認</p> <p>問題との整合性の検討、科学的な妥当性の吟味</p> <p>言葉による表出と文章的確さの吟味</p> <p>解決できたこととできなかったことの種類</p>	個 ↓ ペア、G ↓ 全体 ↓ 個 ↓ 全体	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自分なりの言葉で表現した仮説を吟味し合う 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 事実を基にした問題に対する仮説を立てることができるように、自分なりの表現でノートに記述させる。最終的には、書き言葉として表出させ、知識の定着を図る。 板 説明に必要なキーワードの板書 (事実と考えの関係性が視覚的にとらえられるように構造化する。) ○ 観察・実験でははっきりしなかったことや新たな疑問について焦点化し、全員で追究していくのか、各自の問題とするのかを確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自分の考えをまとめ、分りやすく表現させる。 △ ①問題や観察・実験で得た事実を確認。②話し言葉で表出させる。③キーワードやリード文を示す。 発「どうして、〇〇な観察(実験)をしたのかな。」「今、先生に話したことをノートに書いてごらん。」
振り返り、生かす	自己の高まりに気付く、知を活用しようとする	<p>つくり出した仮説の適用や転用</p> <p>自己評価</p> <p>相互評価</p> <p>生活経験と学習内容との照合</p> <p>自己の取組の振り返り、自然現象の魅力や科学的な方法や手続きの価値の想起</p> <p>友達のよさの再認識</p>	個 ↓ 全体 ↓ 個 ↓ 全体	<ul style="list-style-type: none"> ・ 実社会や実生活との関連性に気付かせる ・ 自己の高まりや友達のよさに気付かせる 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 学習したことが、日常生活のどんな場で生かせようのかを考えさせたり、仮説を適用できる自然現象を提示したりする。 ○ 自己評価カードやノートへの記述を通してどんな科学的な方法や手続きを用いたことが問題の解決に役立ったのか、どんなところに対象となる自然現象の面白さを感じたのか振り返らせる。そして、話し合いによって価値の共有化を図り、友達の気付きのよさや取組のよさを価値付ける。 ○ 失敗したことやうまくいかなかったときに、どのようなことが効果的だったのかを振り返らせる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自己の振り返り ○ 感想等の紹介 △ 問題解決過程の想起 発「どんなところが印象的だったかな。それは、どうしてかな。」 △ 自然現象の魅力や科学的な方法や手続きの価値に気付けない子ども → 友達の感想から共感できる点を挙げさせる。

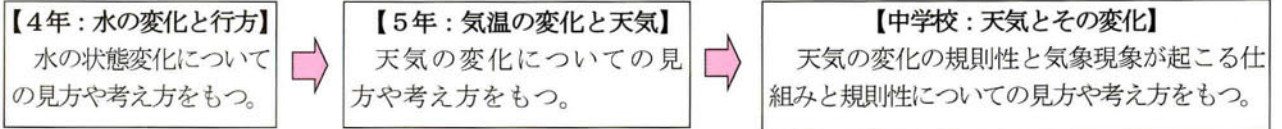
※【観察】は観察を中心とした学習内容、【実験】は実験を中心とした学習内容において特に重視する内容。

Ⅲ 授業プラン例

第5学年「気温の変化と天気」

1 単元の目標の設定

(1) 単元の位置とねらい



(2) 教材の特性

【気温】

- 気温を最も左右する要因は太陽熱であり、昼間の太陽高度が高い時ほど気温の上昇が高くなる。
- 気温は風、雲、雨によって左右され、特に、雨の日は雲によって太陽光が遮断されたり、気化熱により地表の熱が奪われたりするため、気温が上昇しにくくなるとともに、湿度が上昇する。

【雲の発生と移動】

- 太陽光等によって温められた空気は軽くなって上昇気流となり、上空で冷やされた空気は重くなって下降気流となる。上昇気流では気圧が低くなり（低気圧）、下降気流では気圧が高くなる（高気圧）ため、空気は高気圧から低気圧へと流れ、風が起こる。
- 上昇気流は、地表の水分を上空に運び雲をつくるため、低気圧では雨が降りやすくなる。
- 赤道付近で空気が温められることによって起こる空気の流れ（風）や、地球の自転にともなって発生する偏西風の影響を受け、日本付近では高気圧や低気圧が西から東へと移動するため、天気も西から東へと移り変わっていく。

【高気圧と低気圧の仕組み】

【気象観測】

- 地上気象観測→全国 150 箇所の気象台・測候所で気温・湿度・風などを観測
- アメダス→全国 1300 カ所に機械を設置し、雨量、気温、風向、風速、積雪量などを観測
- 気象衛星観測→高度 36,000km 上にある静止気象衛星による雲画像、温度、水蒸気分布の観測（現在は、ひまわり 6 号及び 7 号が運用されている。）
- その他→観測機器をのせた風船を飛ばし、高度30kmまでの気象観測を行う高層気象観測、海洋気象観測船、船舶、海面に浮かせたブイロボットによる観測

(3) 単元の評価規準

観点	自然現象への 関心・意欲・態度	科学的な方法や手続き		自然現象についての知識・理解
		科学的な思考	観察・実験の技能・表現	
目標	気温や天気の変化について、興味・関心を持ち、意欲的に調べ、気温と天気、天気の変化の規則性について分かるようになった自分に気付くことができる。	気温の変化の仕方と天気とを関係付けたり、天気の変化と雲の動きとを関係付けたりすることができる。	気温と天気の関係、雲の動きと天気の変化を計画的に調べ、表やグラフに表すことができる。 天気の変化や台風について調べるための情報を収集することができる。	一日の気温の変化は天気によって異なり、その天気による日射量で気温は変化する。 天気はおおよそ西から東へと変化する規則性があること、複数の気象情報によって天気は予想できることを説明することができる。 台風は不規則に進路が変化し、短時間に風雨が増すことを説明することができる。
見取る視点	○ 追究活動への取組 ○ 自然を見つめ直そうとする思いや態度 ○ 学びのよさにつながる感覚	○ 気温の変化と天気との関係付け ○ 雲の動きから天気の変化を予想	○ 実験器具の操作 ○ テレビや新聞、インターネットの気象情報の活用 ○ 表やグラフのまとめ方	○ 気温と天気の関係、雲の動きと天気の変化との関係、台風の進路と天気の変化の特徴
方法	・行動観察 ・問いかけ ・ノート ・描画法 ・ペーパーテスト ・自己評価カード			

(4) 本単元の中心概念

広い空間を移動する雲とともに天気は変化する。

(5) 本単元の科学する楽しさ

- 時間の経過とともに広い空間の中で移動する雲の動きと天気の変化とを関係付け、天気の変化のきまりを見出す楽しさ。
- 複数の気象情報を収集し、その情報を組み合わせながら、天気を予想する楽しさ。

2 子どもの実態の傾向 【調査人数 40 人, 質問紙法, 重複回答含む, 主な項のみ掲載, 数字は人数】

表1 天気についての興味・関心

天気が変わる理由	21
天気の予想の仕方	19
台風について	7
雲の種類	5
その他(気圧)	5

表2 天気の変化の要因

雲(雲量, 種類, 動き)	18
水の蒸発	9
気温	2
気圧	2
分からない	9

表3 晴れの日と雨の日の違い

雲(種類, 雲量)	23
気温	15
明るさ	22
湿度	12
その他(風速, におい)	2

表4 天気を予想する方法

インターネット, テレビ, 新聞の天気予報	36
雲(種類, 動き)	5
西の空の様子	3
観天望気(夕焼け空, 夜の星, 桜島にかかる雲)	3
その他(気圧)	5

天気の変化する要因や天気を予想するための方法に興味・関心をもっている子どもは多い。また, これまでの学習経験や生活経験から, 水が蒸発して雲が発生し, その雲が天気の変化に関係していると考える子どももいる。しかし, 大陸間をまたぐ程の広範囲な雲の移動によって天気が移り変わると考える子どもは少ない。また, 天気が知りたい場合でも, メディアによる天気予報を判断材料としていることが多く, 自分の目的に応じてテレビや新聞, インターネットなどの気象衛星画像等を収集し, 活用しようとする子どもは少ない。

3 学習内容設定と指導方法改善のポイント

これまでの単元実施の状況分析による問題点

天気予想のためには, 頭上の雲だけでなく, もっと遠くにある空の情報が必要であるといった見通しをもたないまま, 気象衛星画像だけで天気の変化の規則性を見出そうとするため, 諸感覚を働かせながら, 天気を予想する楽しさを味わうことができない。

天気の変化の規則性を見出す際, 気象衛星画像による雲の動きだけを活用している場合が多く, 雲とその動きが天気と関係しているという見方や考え方まで高めることができない。

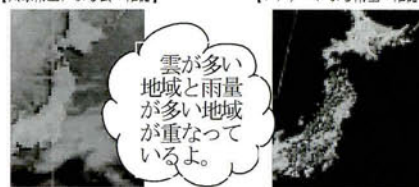
教育課程実施状況調査-教師の回答「子どもは理解しやすいが, 興味はもちにくい単元である。」(H13-48.6%, H15-42.7%)

学習内容の設定と指導方法の改善のポイント

- ① 天気を予想することへの必要感をもたせるために, 「学校に行く前に傘が必要かどうか決めるために, 天気を予想するにはどうすればよいだろう。」といった問題意識をもたせ, 天気の変化の規則性についての追究意欲を高めていく。
- ② 諸感覚を働かせながら, 天気の変化の規則性を見出す楽しさを味わわせるために, 単元の導入時に, 頭上の雲の種類や雲量, 動きをじっくりと観察する場を設定し, 上空の雲はおおよそ西から東へ移動していることに気付かせていく。
- ③ 天気の変化の規則性について考える時の枠組みを広げるために, 先の天気を予想するためには, より西の空にある雲の情報を入手しなければならないといった必要感をもたせ, 観測の視点を地上から宇宙へと転換していく。

【気象衛星による雲の確認】

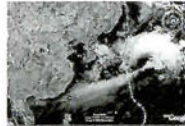
【アメダスによる雨量の確認】



気象衛星画像による雲画像と雨量(アメダス)の両面から天気を判断させるとともに, 雲画像と雨量を時系列で連続させることで, 雲の動きによって天気の変化していることをとらえさせる。

【気象情報の入手先】

- ヤフージャパン <http://www.yahoo.co.jp/> → 気象衛星画像, アメダス情報, 雨雲の動き, 台風情報など多種の気象情報を入手できる。
- Google Earth(グーグルアース, フリーソフト) → <http://earth.google.com/intl/ja/> 衛星航空写真, 地図, 地形や 3D モデルなどを組み合わせて, 世界中の地理空間情報, リアルタイムの雲画像, 星空情報を入手できる。



地上から宇宙へとズームアウトすることができ, 縦方向へと視点を転換させるための手だてとなる。

実生活・実社会とのつながりや学びのよさを味わわせるために, 単元の終末において, 天気予想に必要な気象情報を入手し, 取捨選択しながら天気を予想させたり, 観天望気を検証させたりする学習内容を設定する。

- 天気の変化のきまりを基に, 天気を予想しよう。
- 観天望気を使って天気を予想しよう。
- 雲-「星が出ると晴れ」, 「夕方空が赤く染まると晴れ」
- 気温-「朝暖かく感じると雨」, 「蒸し暑いと雨」
- 風向き-「桜島の煙が北に流れると雨」



4 指導計画 全12時間(※「第1次 気温の変化と天気」、「第3次 台風と天気」は省略)

次	主な学習活動	教師の具体的な働きかけ(番号は右頁と対応)
二次 天気の変化(六時間)	<p>今日は雨が降るかな。傘を持っていくほうがいいかな。</p> <p>1 天気と雲の関係について調べる。(①②③)</p> <p>これからの天気を予想するには、どうすればよいだろうか。</p> <p>(1) 予想を基に見通しをもって調べる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 空の雲の様子を見れば分かると思うよ。 ○ 晴れや曇り・雨の日の上空を観察すれば、晴れになったり、曇りや雨になったりする時のきまりがあるかもしれないよ。 ○ 晴れの日と雨の日の雲などの様子を続けて観察してみよう。 <p>【晴れの日】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・雲量(0~1) ・すじ雲やうろこ雲 ・およそ西から東へ ・地面から高く感じる ・とても明るい ・からっとしている ・風が心地よい <p>【雲量】</p> <ul style="list-style-type: none"> 【雲の種類】 【雲の動き】 【雲までの高さ】 【空の明るさ】 【湿度】 【その他】 <p>【雨の日】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・雲量10 ・雨雲 ・およそ西から東へ ・雲までの高さが低い ・薄暗い ・じめじめ ・温かく感じる <p>天気予想ポイント表(1班)</p> <p>種類 △ 11月30日に雲量が多い雲は種類が(何人か)変わって天気も変化している(何人か)。</p> <p>量 ⊙ 量によって天気が変わると思っている。</p> <p>動き ⊖ 雲が動いたら量が変化するから天気も変わるから。</p> <p>晴れの日には雲量が少なく、すじ雲がよく見られるなあ。雲の動きはいつも同じだな。雲の動きが天気予想の一番有効なポイントになりそうだな。</p> <p>(2) 調べたことを発表し合い、どうすれば天気を予想することができるかについて話し合う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 空が曇り、雲量が多くなると雨が近いと思うよ。 ○ すじ雲やうろこ雲がうっすらと空にかかっていると晴れになる可能性が高い。 ○ 雲はいつもおよそ西から東へと動いているのだから、西の空の様子が分かるといいと思うよ。 ○ 雲は動いているのだから、現在ある上空の雲の様子(雲量、種類)だけでは数時間先までは予想できない。 <p>西の空にある雲の量や種類が分かれば、天気を予想することができる。</p> <p>どれくらい先の西の雲が分かれば、天気を予想できるかな。</p> <p>2 天気の変化の規則性について調べる。(④⑤⑥)</p> <p>数時間後の天気を予想するには、どうすればよいだろうか。</p> <p>(1) 予想を基に見通しをもって調べる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 屋上など高い所から西の雲を見るといいよ。 ○ 鹿児島県全体や、もっと広い地域の西の雲の様子が分かるといいな。 <p>気象衛星画像・アメダス</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> インターネット <input type="checkbox"/> 新聞の切り抜き <input type="checkbox"/> テレビの気象番組 <p>日本の周りの雲が観測できるといいな。これは役立つぞ。</p> <p>(2) 調べたことを話し合い、まとめる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 九州の雲は関西、関東、東北の方へ動いた。 ○ 中国や韓国の方から九州に雲が流れてきた。 ○ 雲の動きと一緒に天気も変わっていった。 <p>雲はおおよそ西から東へ移動し、同様に天気もおおよそ西から東へ変化していく。</p> <p>朝、家を出るときは、西の空を見上げてみよう。</p> <p>これからも雲の様子や気象衛星画像で、天気を予想していこう。</p> <p>鹿児島の西の方に厚い雲があるぞ。天気は曇りや雨になりそうだな。</p>	<p>1 雲の様子へ着目させるために、空を見上げながら、天気を予想するためのポイントは何かについて話し合い、雲の種類や雲量、雲の動きへと観察の観点をもたせていく。</p> <p>その際、自然に浸りながら諸感覚を働かせて観察を行わせるために、雲の形や色、動きなどをじっくりと観察する場を設定し、風の心地よさや澄んだ空気なども感じられるようにする。</p> <p>2 天気と雲の関係をとらえさせるために晴れの日だけでなく、雲の多い日や雨の日を選んで観察させる。その際、空や雲の感じの違いを諸感覚を働かせてとらえるように助言する。</p> <p>3 雲の動きと天気の移り変わりの関係について問題意識を高めるために、雲の動きを透明シートに写し取らせたり、空の様子を撮影し提示したりする。</p> <p>4 天気による雲の違いを客観的に話し合わせていくために、雲量による天気判断の仕方や代表的な雲の種類(すじ雲、雨雲など)について紹介する。</p> <p>5 天気の変化には何が関係すると考えているのかを明確にさせるために、観察結果を基にした天気予想のポイントとそう考えた理由を話し合わせ、表に毎日記録させ掲示する。</p> <p>6 考えの根拠を明確にさせるために、観察記録や天気予想ポイント表を基に、何が天気を予想する上で有効で、なぜそう考えるのか話し合わせ、記録を基に説明させる。</p> <p>7 雲の動きと天気の移り変わりの関係について追究意欲を高めていくために、天気に関係なく、雲は桜島の方角(東)へ動いているという共通性に気付かせ、西から東へと流れていく雲の動きを観察すれば、天気を予想することができるのではないかという見通しをもたせる。</p> <p>8 頭上の雲から周囲の雲へと視点を横方向へ移動させるために、どれくらい西の方の雲が分かれば天気を予想できるのか、学校→鹿児島市内→鹿児島県→九州地方→日本全国地図を用いて説明させる。</p> <p>9 衛星から見た雲へと視点を縦方向へと転換させるために、気象衛星までの距離を地球儀などを使って縮尺してとらえさせていく。</p> <p>10 雲量と雨量の関係についてとらえさせるために、気象衛星画像とアメダスの二つの情報から雲量が多い地域ほど雨量も多いことに気付かせるとともに、気象衛星画像とアメダス情報を数日間継続して入手させる。</p> <p>11 雲の動きによって天気が移り変わっていくことをとらえさせるために、入手したデータを時系列に並べ、きまりを見いださせていく。</p> <p>12 様々な気象情報から情報を選択して活用する能力を高めるために、天気の移り変わりのきまりを基に、数時間後の天気や明日の天気を予想させていく。</p> <p>13 空や雲への愛着心を高め、気象情報を活用しようとする態度を育てるために、天気を予想することができれば、より快適に便利に生活することができることに気付かせていく。</p>

教師の具体的な働きかけ 発:発問 板:板書 教:教材 形:形態 場:場の設定

1, 2, 3→場:【諸感覚を働かせ自然に浸る場の設定】



～子どもの感想～
とても空気がおいしかった。雲はいろいろな場所にあり、色や形もそれぞれ異なっていた。雲の動きはゆっくりだったが、動いているのが分かった。

評価→雲の観察から何を感じとったか。
【発言、表情、ノート】

6, 7→板:【雲の動きと天気の変化との関係付け】

目標せ!天気予報士
～○○の天気を予想しよう～

問題 午後の天気を予想するために どうすればよくなる?

天気予報のポイントは?

予想	事実	10:00	11:00	12:00	13:00
方法	雲量	9~3	0	0~1	6~7
	雲の種類	わたうろこ		わたすじ	
	雲の動き	おん西へ東		おん西へ東	
予想		0, 1	0, 1	0, 1	0, 雨

雲の種類: 1, 2, 5, 6, 7, 4, 9, 3, 8, 10

雲量: ①, ②, ③, ④, ⑤, ⑥, ⑦, ⑧, ⑨, ⑩

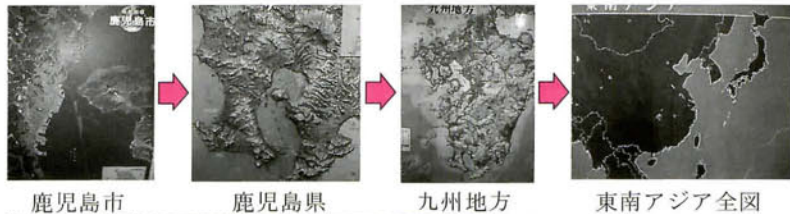
雲の動き: ①, ②, ③, ④, ⑤, ⑥, ⑦, ⑧, ⑨, ⑩

変量: 種類 → 今から1時間の天気予報できる
数時間後は1はす方がよい (予報より)

西の方向空の様子に分かるよ!

空の様子について継続観察した結果を比較させ、天気に関係なく、雲はおおよそ同じ方向へ動いていることに気付かせていく。
評価→雲の動きを基に、天気の変化のきまりについて見通しをもつことができたか。【発言、ノート】

8, 9→発, 教:【横空間と縦空間への視点移動】



鹿児島市 鹿児島県 九州地方 東南アジア全図

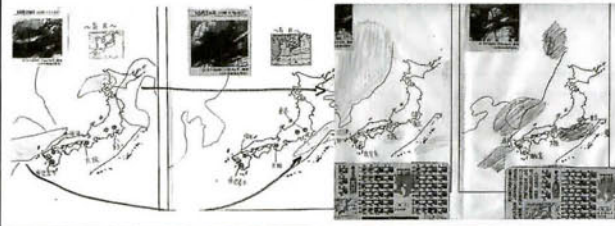
ひまわり7号 (3700km上空から撮影)

気象衛星画像 (雲の広がりを見ることができる)

一視覚覚機器などを活用し、横空間の広がりをとらえさせたり、地球儀を使って、気象衛星までの高さを縮尺してとらえさせたりすることを通して、縦空間への視点移動を図る。

(頭上の雲がおおよそ西から東へと動いている事実を基に)
C1: 西の空の雲が見えると天気が予想できるよ。
T: どれくらい先の西の空のことを言っているのかな? (鹿児島市の地図で学校を示す。)
C2: 鹿児島市より、もっと先の海の方の雲が分かれば、数日後の天気予想ができると思うよ。だって、4年生で学習したように海の上で雲は多く発生するから。
T: なるほど、これくらいかな。(県→九州→日本全国順に示す。)
C3: そうそう、このような所の雲の様子が分かるといいよね。

11→教, 場, 形:【雲の動きと天気の移り変わりの記録のさせ方】



雲画像と実際の天気の二つを数日間連続させて記録させる。雨雲が発生している日の記録がとれば、より明確にきまりを見いださせることができる。
また、きまりを見いださせる際には、記録を日にち毎に時系列で並べ、ペア、グループで雲のかたまりを一つ決め、どのように雲が動き、天気がどう移り変わっているかを話し合わせる。
評価→天気の変化のきまりを見出すことができたか。
【情報収集、ノート、発言】

10→教, 場:【雲の動きと天気の移り変わりのきまり】



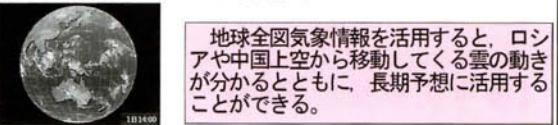
雲画像とアメダスの二つを照らし合わせることで、雲の多い地域に雨が降りやすいことに気づかせる。
数時間毎の雲の動きと天気の移り変わりについて全員で話し合うために、雲画像等をA2サイズに拡大し提示する。(雨の日の情報を利用すると、きまりを見いださせやすい。)

12→教:【天気予想のさせ方】

いつの天気を予想するために、どんな情報が欲しいのか理由を明確にするとともに、入手した情報からそのように天気を予想した理由についても説明させる。

自然教室の日の天気を予想しよう!

11/1 (日)	11/1 (日)	11/2 (月)
天気予報	① ② ③	④
天気予報	少し、うしろの雲が近づいてきた	雲が近づいてきた



地球全図気象情報を活用すると、ロシアや中国上空から移動してくる雲の動きが分かるとともに、長期予想に活用することができる。
評価→情報を選択して活用し、天気を予想することができたか。【情報収集、ノート】

IV 研究の成果と課題

1 研究の成果

本年度の研究の成果は次のとおりである。

- 見通しをもって追究し、学びのよさを味わう指導方法の視点を設定し、その要件を学習過程に沿って明らかにしたことで、どの単元においても目標に迫るための学習指導の展開の仕方を確立することができた。
- 問題解決の過程において味わわせたい学びのよさを自己の学びに対する感覚から明確にしたことで、子どもの姿を見取る際の視点が明確になり、学習内容の見直しや指導方法の具体化に生かすことができた。その結果、科学する楽しさを味わう子どもの姿がより多く見られるようになった。
- 中心概念の系統性を明確にしたことで、科学的な方法や手続きの発達特性と中心概念の系統性の両面から学習内容の妥当性を検討し、見直しを図ることができた。その結果、各学年における子どもの思考の流れをより具体的に想起し、学習内容を設定することができた。

3年間の本研究シリーズの成果は次のとおりである。

- 科学する楽しさを味わう子どもの姿を設定したことで、明確なねらいをもって学習内容や指導方法の要件を明らかにすることができ、子どもの実態から学習内容や指導方法を見直す際の指針とすることができた。
- 各単元においては、中心概念と教材の特性から子どもにとっての学びの価値や楽しさを「本単元における科学する楽しさ」として設定したことで、ねらいが明確になり、子どもの思考の流れに沿った授業展開がなされるようになった。
- 理科の授業において活動欲求の面の楽しさだけでなく、知的好奇心の面での楽しさを感じる子どもの姿や、授業での学びを日常生活や自由研究に生かそうとする姿がより多く見られるようになった。

2 研究の課題

- 科学する楽しさを味わい、学ぶ意欲の高まった子ども同士が集団としてより高まるためには、観察、実験の計画を立てたり、結果を考察したりする際に、より一層友達とかかわり合い考えを交流し合うことのできる手立てを充実していく必要がある。
- 子どもを取り巻く生活環境の変化により、理科学習の基盤となる自然体験や生活体験の不足も指摘されている。このような現代の子どもの感性を豊かにはぐくみながら、科学的な知識や概念の定着を図るための探究的な活動や体験的な活動の在り方について、さらに研究していく必要がある。
- 新学習指導要領の実施に向けて、新内容についての教材開発や中学校の内容との系統性も十分考慮した教育課程編成を進めていく必要がある。

【参考文献及び資料】

- 文部省 「小学校学習指導要領解説 理科編」 (東洋館出版社 平成11年)
- 日置光久他編著 「シリーズ 日本型理科教育 1～5」 (東洋館出版社 2007年)
- 日本理科教育学会編 「キーワードから探るこれからの理科教育」(東洋館出版社 1998年)