

平成16年度岩手県立総合教育センター

小学校理科における基礎・基本の定着を図る  
学習指導に関する研究  
－ B 物質とエネルギー「物の燃えかた」の指導過程と  
教材の工夫をとおして－

(第1報)

研究協力校

花巻市立桜台小学校

科学産業教育室  
香川文宏

## 目 次

I	研究の目的	1
II	研究仮説	1
III	研究の年次計画	1
IV	本年度の研究内容与方法	1
1	研究の目標	1
2	研究の内容	2
3	研究の方法	2
4	研究協力校	2
V	研究結果の分析と考察	2
1	小学校理科における基礎・基本の定着を図る学習指導についての基本的な考え方	2
(1)	学習指導における基礎・基本	2
(2)	理科における基礎・基本	3
(3)	理科において基礎・基本の定着を図ること	3
(4)	基礎・基本を明確にした学習指導	3
2	小学校理科における基礎・基本の定着を図る学習指導についての基本構想	4
(1)	基礎・基本の明確化	4
(2)	基礎・基本を結び付ける指導過程の工夫	5
(3)	観察・実験教材の工夫	6
(4)	基礎・基本の定着を図る学習指導に関する基本構想図	7
3	基本構想に基づくB区分「物の燃えかた」における学習指導	7
(1)	B区分「物の燃えかた」における基礎・基本の明確化	7
(2)	基礎・基本を結び付ける指導過程	9
(3)	観察・実験教材の工夫	9
(4)	基本構想に基づく手立ての試案	12
VI	研究のまとめと今後の課題	12
1	研究のまとめ	12
(1)	小学校理科における基礎・基本の定着を図る学習指導の基本構想についての検討	13
(2)	基本構想に基づくB区分「物の燃えかた」における学習指導についての検討	13
2	今後の課題	13
	【引用文献】	13
	【参考文献】	13

## I 研究の目的

学習指導要領の改訂の方針では、「ゆとりのある教育活動を展開する中で、基礎・基本の確実な定着を図り、個性を生かす教育を充実すること」と提言されている。また、基礎・基本の確実な定着は、県の教育方針の重点項目ともなっている。小学校理科においても、一層の学力向上を目指し、児童一人一人に基礎・基本の確実な定着を図る指導が必要となる。

これまでも基礎・基本の定着を図るための指導は展開されているものの、本県の学習定着度状況調査（平成15年度）の結果においては、学習内容の定着は必ずしも満足できる状況とはいえない。これは、学習指導要領を基礎・基本ととらえながらも、その内容の把握が十分でないため、学習内容の基礎・基本を見極める視点が不明確となり、適切な指導が十分に行われていないことによるものと考えられる。

このような状況を改善していくためには、学習指導要領に基づき、単元や単位時間における学習内容を理科の系統性から検討し、基礎・基本を見極める視点について明らかにする必要がある。具体的には、学習内容の定着が不十分なB区分の中から「物の燃えかた」において、基礎・基本となる根拠を基に学習内容を選定し、その定着に必要な指導過程の検討と教材の工夫をとおした授業実践で示すものとする。

そこで、この研究は、B区分「物の燃えかた」において基礎・基本の視点に立った実践をとおして、基礎・基本の定着を図る学習指導について明らかにし、小学校理科の指導改善に役立てようとするものである。

## II 研究仮説

小学校理科において、学習指導要領に基づいて基礎・基本を明確にし、基礎・基本を結び付ける指導過程を作成し、見通しをもつ場面と工夫した教材を位置付けた指導を行えば、基礎・基本の定着を図ることができるであろう。

## III 研究の年次計画

この研究は、平成16年度から平成17年度にわたる2年次研究である。

### 第1年次（平成16年度）

基本構想の立案、小学校理科の基礎・基本に関する文献研究、指導過程の検討と教材の工夫、手立ての試案の作成

### 第2年次（平成17年度）

授業実践計画及び検証計画の立案、授業実践による指導過程と教材の有効性についての検討、研究のまとめ

## IV 本年度の研究内容与方法

### 1 研究の目標

基礎・基本の定着を図る学習指導に関して、学習指導要領に基づき、B区分「物の燃えかた」の学習内容を理科の系統性から検討を行い、基礎・基本を見極める視点について明らかにし、基礎・基本の定着に必要な指導過程の検討と教材の工夫をとおした指導改善のための基本構想を立案し、それに基づいた手立ての試案の作成を行う。

## 2 研究の内容

- (1) 小学校理科における基礎・基本の定着を図る学習指導の基本構想の立案
- (2) B区分「物の燃えかた」における学習内容の検討
- (3) B区分「物の燃えかた」における指導過程の検討と教材の工夫
- (4) B区分「物の燃えかた」における手立ての試案の作成

## 3 研究の方法

- (1) 文献法

## 4 研究協力校

花巻市立桜台小学校

## V 研究結果の分析と考察

### 1 小学校理科における基礎・基本の定着を図る学習指導についての基本的な考え方

- (1) 学習指導における基礎・基本

基礎・基本は、人間が人間的・社会的に成長を図っていく上で不可欠な資質にかかわるものである。しかし、基礎・基本という用語は日常的に多くの場面で用いられ、また、その意味は一般的に理解されていると考えられているため、定義については深く吟味されずに使われることが少なくない。様々な文献等においても、使われることが多いが、明確な定義が述べられているものは多くはない。それは、基礎・基本とは、何に対しても容易に用いることができる用語であるためではないかと考えられる。基礎・基本の定義を考えるには、何に対しての基礎・基本であるのかが明確にされていることが大切である。

教育課程における基礎・基本は、教育の中核的な内容を定めている学習指導要領に示されているととらえることができる。しかし、具体的な学習指導においては学習指導要領を基礎・基本と受け止めるだけでは、児童に基礎・基本の定着を図ることはできないと考える。指導者が、基礎・基本の定義をおさえた上で学習指導要領に示された目標や内容を十分に把握し、児童に身に付けさせるものとして基礎・基本を見極める必要がある。

学習指導における基礎・基本の定義については、研究者等において様々な立場から論じられており、多様なとらえ方がある。これまでの研究・実践等から、基礎・基本を連ねて一つの用語とする考え方と基礎と基本を分ける考え方の二つに大別することができる。ここで、基礎と基本のそれぞれの語義は、「広辞苑」によると、基礎は「それを前提として事物全体が成り立つような、もとい。地形・礎石・土台。」とあり、基本は「物事がそれに基づいて成り立つような根本。」とある。また、用語としての使われ方においては、それぞれの言葉を互いに置き換えられないものが多くあり、基礎と基本は、酷似してはいるが同一のものではないと考えられる。そこで、基礎・基本を一つの用語としてとらえるのではなく、基礎と基本を区別する必要があるのではないかと考える。例えば、金子(2001)は、「基礎はその上に物事を積み上げることができ、物事の一番基底に位置するものであるのに対して、基本はどの段階においても中心をなし、軸をなし、必要とされるものであり発展するものである。」と述べている。また、谷川(2000)は、「基礎は学習のベースになるもの。基本とは、ある一定の学習内容の中で中核的な位置にある内容。」としている。さらに、森(2000)は、「教科の『基本』とは、『本質的で、共通の原典的な教科内容』、いいかえると『学習によってしだいに統一されるべき“まとまり”をもった価値ある内容であり、その教科の全体的骨格となるもの』である。そして、『この基

本をとらえさせるための土台となり、肉付けすべき具体的教科内容』が、教科の『基礎』と考える。」としている。そこで、本研究では基礎と基本を区別し、学習指導における基礎・基本を【表1】のようにとらえる。

【表1】学習指導における基礎・基本

基礎	学習を支える基になるもの	経験や既習事項
基本	学習内容の中心的価値	

(2) 理科における基礎・基本

理科の学習は、児童の既習している自然についてのさまざまな素朴な見方や考え方を、問題解決の活動を通して観察、実験などを行いながら、少しずつ科学的なものに変容させていくものである。この基本的な考えは学習指導要領の目標や内容に示されており、学習指導においては、各学年ごとに示された内容を児童に確実に身に付けさせ目標を達成することが大切である。そのため、各単元ごと、単位時間ごとに身に付けさせたい内容を基礎・基本の視点から明確にして指導する必要がある。

理科の基礎・基本については、多くの研究や実践がある。例えば、能條(2002)は、『基礎』とは、科学的な自然観を身に付けるためのベースになるものであるから、それは主として『経験的』に得られる自然に対する認知である。『基本』とは、『自然事象を理解するための中心となる考え方』で、基礎から導かれるものである。」としている。また、筑波大学附属小学校・理科教育研究部(2002)は、「先行する『経験』を当面の問題解決の活動に対して『基礎』といい、問題解決を推し進めている中心的な価値を『基本』と呼ぶ」としている。これらの考えは、本研究における前述の基礎・基本の定義と同様に基礎と基本を区別し、基礎が基本の基になっていることを示している

【表2】理科における基礎・基本

基礎	既習の経験や学習によって獲得する自然事象に対する認識
基本	自然事象を理解するために身に付ける中心的価値

考える。そこで、本研究では、学習指導における基礎・基本

を踏まえ、理科における基礎・基本を【表2】のようにとらえる。

(3) 理科において基礎・基本の定着を図ること

本研究において、「基礎・基本の定着を図る」とは、児童がもっている素朴な見方や考え方を科学的なものに変容させていくために、学習活動をとおして基礎・基本を結び付け、新たに自然事象に対する認識をもつこととらえる。児童は、自然事象に対して疑問や問題意識を感じる基となる経験や知識を生かして新しい学習に取り組み、繰り返していくことで自然事象を理解するために必要な中心的価値が身に付き、自然事象を認識することになると考える。そこで、基礎・基本を結び付けるには、児童が問題解決の活動を行う中で、基礎・基本を結び付ける自然事象を客観的に認識できることが大切であり、そのためには、常に児童に見通しをもたせた観察・実験を行わせる必要があると考える。

(4) 基礎・基本を明確にした学習指導

理科の指導において、児童が基礎・基本を結び付ける自然事象を客観的に認識できるようになるには、指導者が基礎・基本となる内容を学習指導要領に基づき、理科の系統性を踏まえて、明確にとらえていることが必要である。学習内容の系統性を十分に探り、今までの学習を確かめ、今の学習が次にどのような学習の基礎になるのかを把握した上で、児童に身に付けさせたい学習内容を明確にする。その際、「基礎となる内容」を単なる既習事項としてとらえるのではなく、既習の内容や経験によって得られた児童がもっている自然事象に対する認識としてとらえること

が大切である。指導に当たっても、このことを十分意識することが基礎・基本の定着にもつながっていくものと考ええる。

しかし、国際教育到達度評価学会(IEA)の「第3回国際数学・理科教育調査(TIMSS1995)」において、教師を対象とした「文部省発行の理科指導書にどのくらい精通していますか」という設問に対して日本では、「精通していない」と回答した割合が34%もある。これは、国際平均の20%に対して14%も上回っている。反対に、「とても精通している」という割合は5%にとどまり、国際平均の33%を大きく下回っている。これは、基礎・基本を明確にした学習指導の重要性に対する認識不足を表していると考ええる。このような状況の下では、基礎・基本の定着は難しく、この結果について猿田(2004)は、「教師が指導書に重きを置いていなかったことで、本来の職務を遂行する上で支障を生じないか」と危惧している。そこで、「現行の指導要領についても、その趣旨を十分理解し、授業を行う姿勢が望まれる」としている。

学習指導要領の改訂によって、理科の時数が削減されたり、学習内容が上の学年へ移行したり、縮減されたりしているため、スパイラル学習の線は細くなり、中には一度しか学習しない単元も見られるようになってきている。今後はより一層、基礎・基本となる学習内容を明確にとらえて指導を行う必要があると考える。

## 2 小学校理科における基礎・基本の定着を図る学習指導についての基本構想

### (1) 基礎・基本の明確化

#### ア 単元構成の要素

基礎・基本の定着を図るには、単元ごとに基礎・基本を見極め、児童の思考の流れが連続的・系統的になるような単元構成を行い、

それを基に計画を立て、指導することが必要である。県の「平成12年度授業改善方策実践事例集第15集」の理科において、学習内容を系統的に理解させるため、単元をとおしての授業の組み立てにおける基礎・基本を、「単元の柱」(単元全体を貫く中心となる事項)、「事象の認識」

(その事象の法則性などを導くための前段階としておさえるべき事項)、「個々の内容」(一般的に知識・理解として定着が求められる事項)という3つのレベルから成り立つものとして示している。また、これら3つのレベルの関連について、『単元の柱』を重視することで、『事象の認識』や『個々の内容』についてその背景とともに理解されることになる。」とし、これにより基礎・基本の長期的な定着が図られるとしている。ここでは、基礎・基本を区別していないが、児童が身に付けるべき基礎・基本を系統的・分析的にとらえて単元構成を行っている。

そこで、この単元構成の考えを参考にし、本研究における理科の基礎・基本に対する考えを組み入れ、基礎・基本を関係付けた単元構成を行う。本研究では、「単元の柱」を「単元を通して身に付ける中心的価値」とし、「個々の内容」は知識・理解にとどまらない「単位時間や小単元において身に付ける中心的価値(基本となる内容)」とする。さらに、「基本となる内容」の土台になるものを「基礎となる内容」とする。また、「基礎となる内容」と「基本となる内容」を結び付け、身に付けるために必要な事項を「事象の認識」とし、これらを単元構成の要素としてまとめたものが【表3】である。

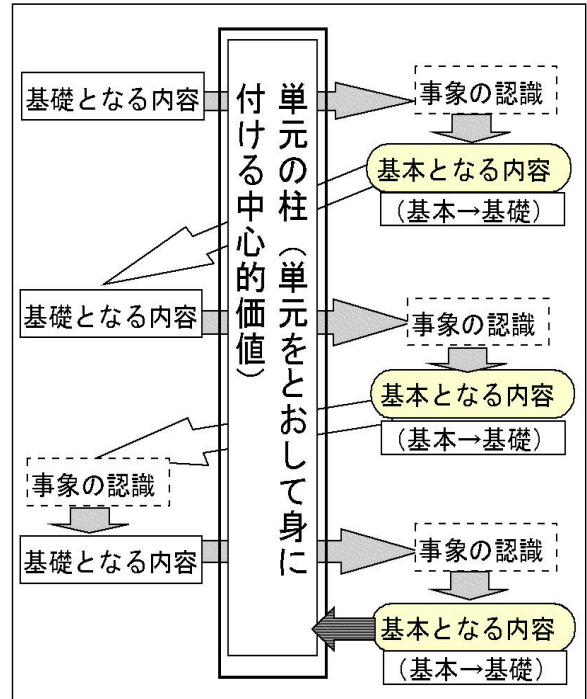
【表3】単元構成の要素

単元の柱	単元全体をとおして身に付ける中心的価値 (単元の各部分で、常にそれをもとに考えを進めていく事項)
基本となる内容	単位時間において身に付ける中心的価値
事象の認識	その事象の法則性などを導くための前段階としておさえるべき事項 (規則性や法則性を見出そうとする意識の元になる)
基礎となる内容	単位時間において身に付ける中心的価値の土台

イ 基礎・基本を関係付けた単元構成

単元構成を行うには、単元構成の要素を踏まえ、児童の思考の流れが連続的・系統的になるように基礎・基本を関係付けることが必要である。これまでの指導における単元構成は、学習スタイル等様々な内容が盛りこまれ多様化する傾向がある。また、学習内容のとらえかたについても単に既習内容と新しく学習する内容としてしまう場合が多く、「基本となる内容」やそれを支える「基礎となる内容」の関係付けがはっきりしていなかったと考える。そこで、児童の思考の流れを連続的・系統的にとらえることができるような単元構成を作成するためには、単元構成の要素にしぼり、それらを【図1】に示したように、常に単元の柱を意識できるように基礎・基本を関係付けて構成することが必要である。単元構成の要素のそれぞれの具体的な内容は、学習指導要領に基づき、理科の系統性を踏まえて各単元の内容を構成しているキーワードについて検討していくことで、明確化できるものとする。キーワードとは、その単元の内容を構成している中心的な語句で、児童が学習内容を身に付ける上で重要な語句にとらえる。このように単元構成を作成するには、「基礎となる内容」、「基本となる内容」を明確に選定し、関係付けることが大切であると考える。

- (2) 基礎・基本を結び付ける指導過程の工夫  
 児童が基礎・基本を結び付けるには、先述したように、問題解決の活動を行う中で、自然事象を客観的に認識できることが大切であり、そのためには、常に見通しをもった観察・実験を行わせる必要がある。問題解決の活動とは、自然事象に直接接触れ、その中で既存の経験や学習によって獲得された認識を基に、問題を発見し、確かめ、問題を解決していく活動である。これは、児童自身が学習内容を学びとっていく主体的な学習の流れである。また、見通しをもつとは、無目的に観察・実験を行うのではなく、問題に対して予想や仮説、構想をもち、それらを基に観察・実験の方法を工夫し、



【図1】基礎・基本を関係付けた単元構成

基本的な指導過程	単元の柱	単位時間における基礎・基本と事象	子どもの思考の流れ
1 問題意識 課題把握	付ける自然事象を中心的価値とするために身に付ける	前時の確認	
2 見通し (キーワード)		基礎となる内容	
3 検証 観察・実験		事象の認識 *教材の工夫 基礎の定着	
4 結果・考察 (修正)		事象の認識 *教材の工夫	
5 まとめ		基礎の定着	

【図2】基礎・基本を結び付ける基本的指導過程

それを行うことである。しかし、学習内容を安易に問題解決の過程に当てはめるだけでは、観察・実験の目的が明確ではなく、結果や考察は形式だけの過程となってしまう。

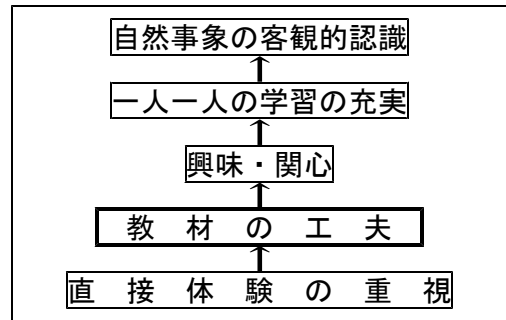
そこで、児童に見通しをもたせるには自然事象の原因の予想やその検証方法、検証の結果までをはっきりとイメージ化させることが必要である。そのためには、指導過程の中にキーワードを活用し計画を立てる場面を位置付ける必要があると考える。また、観察・実験の結果と計画との間にずれがあった場合は、修正を考える場面を設定することも必要となる。これらを踏まえ、前頁【図2】に基礎・基本を結び付ける基本的指導過程を示した。

(3) 観察・実験教材の工夫

ア 観察・実験教材の工夫の意義

基礎・基本の定着を図るには様々な面から改善・工夫を行うことが必要であり、教材の工夫はその一つである。理科は、自然の事物・現象を対象とした教科であるため、指導改善の一つの方策として、より一層教材の工夫が求められている。これは、理科の指導において、児童一人一人の学習を充実させるために観察・実験などの直接体験が重視されており、特に観察・実験教材の活用は授業の中で大きな比重を占めているからである。しかし、授業時数が削減されている中、教科書の内容を伝えることが中心となりがちな面も否定できない。これでは観察や実験が答えを探すだけの単純な作業となり、興味・関心を高めたり、児童は自然事象を客観的に認識したりすることもできない。

【図3】観察・実験教材の工夫の意義



児童一人一人の学習を充実させ、自然事象を客観的に認識させるために、個々の児童が様々な自然事象の直接体験等を行うことが可能となるよう教材を工夫することが大切である。児童の興味・関心を高め、一人一人の活動が活発になるとともに、それが自然事象を客観的に認識することにつながっていくものとする。また、その際、工夫した教材を意図的・計画的に指導過程に位置付けて活用していくことで、さらに一人一人の学習を充実させることができると考える。

イ 観察・実験教材の工夫の視点

【表4】観察・実験教材の工夫の視点

観察・実験教材は授業の中で、児童の活動が十分行えるよう工夫することが大切である。【表4】に観察・実験教材を工夫する際の視点を五つ示した。この五つの視点は常にすべて取り入れるのではなく、いくつかの視点から観察・実験教材を工夫することによって、より効果的な観察・実験教材になると考える。

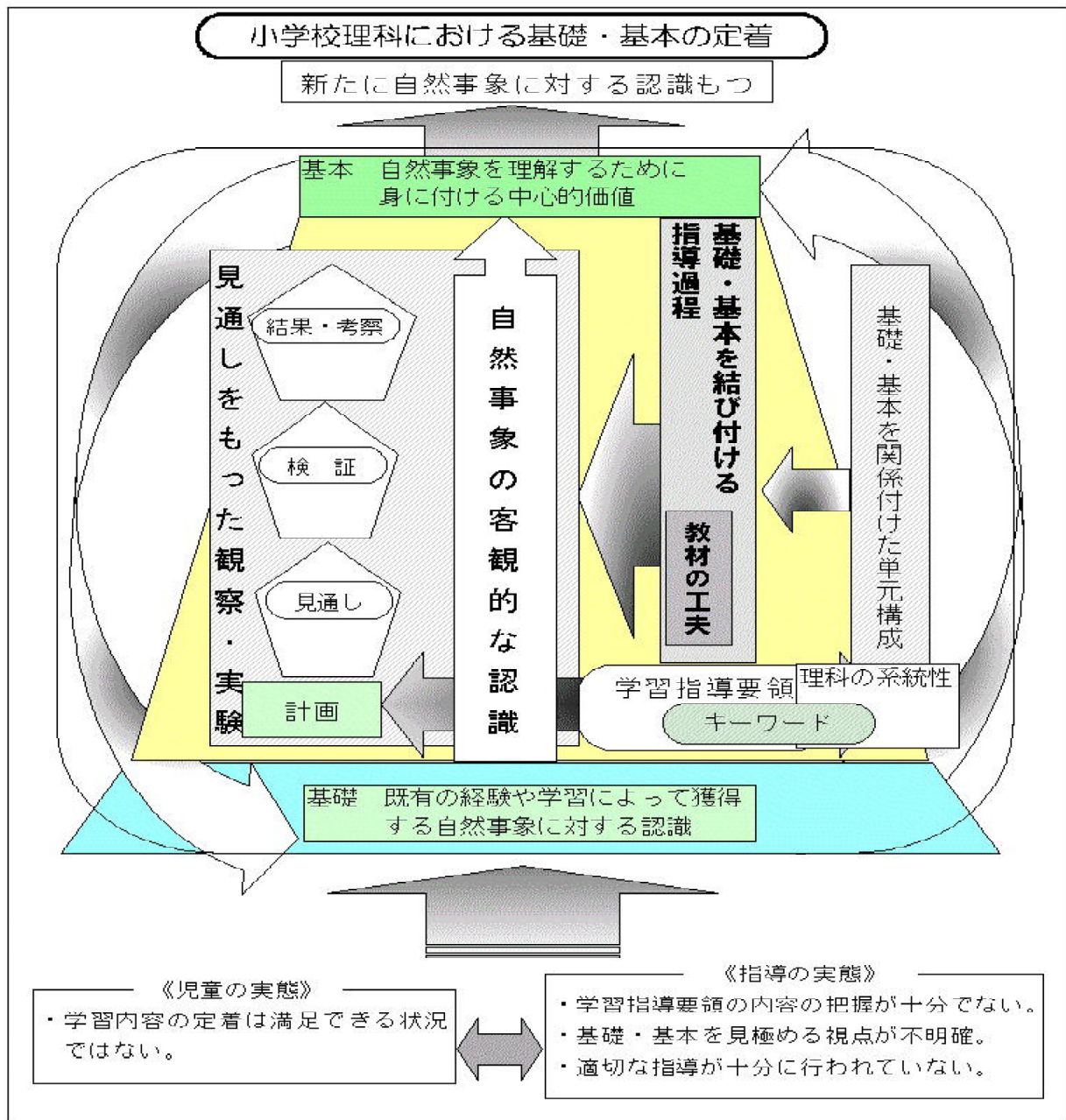
1	現象が明確である
2	疑問・問題意識をもたせ、学習意欲を高める
3	何度でも試すことができる
4	正確な結果が得られる
5	多くの児童の具体操作が可能である

具体操作については、児童の発達段階から中学年を中心ととらえられることが多い。しかし、発達心理学において高学年の児童は「具体操作」後期として位置付けられており、「形式操作」の段階とは異なる。抽象的思考ができない児童も具体操作を伴うことによって論理的な思考ができ、理解が深まるとされている。このことから、具体操作は高学年の児童においても大切であり、こうした児童の発達段階は、観察・実験教材の工夫の前提であるとする。



(4) 基礎・基本の定着を図る学習指導に関する基本構想図

小学校理科における基礎・基本の定着を図る学習指導に関する基本構想図を【図4】に示す。



【図4】小学校理科における基礎・基本の定着を図る学習指導に関する基本構想図

3 基本構想に基づくB区分「物の燃えかた」における学習指導

(1) B区分「物の燃えかた」における基礎・基本の明確化

ア B区分「物の燃えかた」における学習内容

B区分「物の燃えかた」の学習内容について、小学校学習指導要領解説理科編では、

2 内容 B 物質とエネルギー

(2) 物を燃やし、物や空気の変化を調べ、燃焼の仕組みについての考えをもつようにする。  
ア植物体が燃えるときには、空気中の酸素が使われて二酸化炭素ができること。

ここでは、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、物が燃えるときには酸素が使われ、後に二酸化炭素ができることをとらえるようにする。

と示されている。また、「ア植物体が燃えるときには、空気中の酸素が使われて二酸化炭素ができること。」にかかわっては、次のように示されている。

植物体を空气中で燃やすと、空気の入れ替わるところでは燃えるが、入れ替わらないところでは燃えなくなってしまう。植物体が燃える前後の空気の性質を調べると、燃える前の空気は物を燃やす働きがあり石灰水を白濁させないが、燃えた後の空気は燃やす働きがなく石灰水を白濁させる。例えば、気体検知管を使って物が燃える前と燃えた後の空気の性質を調べると、酸素や二酸化炭素の割合が変化していることが分かる。また、燃える前と後の植物体の様子も同時に変化していることも分かる。

#### イ 基礎・基本を関係付けた単元構成

本研究では、学習指導要領に示されている「(2)ア植物体が燃えるときには、空気中の酸素が使われて二酸化炭素ができること。」を本単元での「身に付ける中心的価値」ととらえ、基礎・基本を関係付けた単元構成を行う。その際、基礎・基本を見極める一つの視点となるのは、理科の系統性を踏まえ、学習指導要領から単元の内容を構成しているキーワードを検討することである。キーワードを検討していくことで基礎・基本が明確になり、それを基に「基礎となる内容」、「基本となる内容」を選定し、それを結び付けるために必要な事項「事象の認識」を関連させて単元構成を行う。ここで、本単元でのキーワードを次のようにとらえ、基礎・基本を関係付けた単元構成に位置付けていく。

[本単元のキーワード]

物 植物体 ろうそく 燃える 消える 燃えない 燃える前・後 空気 入れ替わる  
 酸素 二酸化炭素 窒素 石灰水 白濁 (白く濁る) 変化

また、基礎・基本を関係付けた単元構成を行う場合、単元にかかわる系統性と内容も必要な要素となる。【表5】は、本単元にかかわる系統性と内容を示したものである。例えば、「植物体が空气中で燃えるには、空気が入れ替わることが必要である。」ことをとらえさせる場合、4年生「もののあたたまりかた」で学習した、「空気は暖められると上へ動く」も基礎となる内容であり、指導の際、定着状況を把握しておく必要がある。また、本単元の学習が後の学習の基礎になることを視野に入れ、今後の単元との関連も把握しておく必要がある。このように本単元にかかわる系統性と内容について把握

【表5】「物の燃えかた」にかかわる系統性と内容

学習内容と学年	本単元の内容	今後の関連単元と学習内容
空気は暖められると上へ動く (4年)	植物体が空气中で燃えるには、空気が入れ替わることが必要	人と動物の体(呼吸) 水溶液の性質とはたらき (気体の溶けている水溶液)
水は液体、固体、気体に変化する (4年)	空気は酸素、窒素、二酸化炭素などの混合気体である 植物体が燃えるときには、空気中の酸素が使われて二酸化炭素ができる。	人とかんきょう(人と空気との関わり) (中学校) 身のまわりの物質とその性質(気体を区別する) 物質のすがたと状態変化(物質は温度によってすがたを変える) 物質どうしの化学変化(燃焼とは物質が酸素と熱や光を出しながら化合すること)

しておくことは基礎・基本の定着を図る上で重要なことと考える。以上のことを踏まえ、学習指導要領に基づき、キーワードを基におさえた基礎・基本とそれらを結び付ける事象とを関係付けた単元構成を次頁【図5】に示す。

(2) 基礎・基本を結び付ける指導過程

【図6】は、基礎・基本を関係付けた単元構成を基に、本単元（第3時、第4時）における基礎・基本を結び付ける指導過程を示したものである。

この時間では、空気の組成をとらえさせるとき、空気中の酸素の割合が $\frac{1}{5}$ であることを確認できる観察・実験教材を用いて、「基礎となる内容」の定着を図る。また、「空気・気体・酸素・窒素・二酸化炭素・燃える・燃えない」をキーワードとして計画を立てさせ、「酸素には燃やすはたらきがあるが、窒素や二酸化炭素にはない」ことをとらえさせていく。

その際、基礎・基本を結び付ける自然事象は、ろうそくがそれぞれの気体の中で燃えるかどうかであり、一人一人が何度も実験を繰り返し確かめることができる。しかし、本単元での「身に付ける中心的価値」である「植物体が燃えるときには、空気中の酸素が使われて二酸化炭素ができる。」をしっかりとらえさせるためには、空気は物質であるということも重要になってくる。目に見えないものであるからこそ、児童にとっては非常にとらえにくいのが、空気は物質であるからこそ変化が生じるという認識につながると考える。

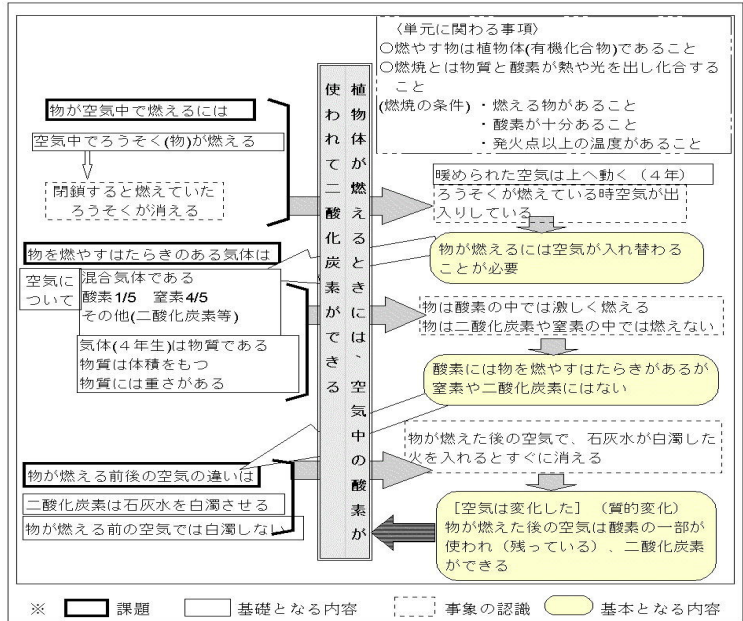
(3) 観察・実験教材の工夫

ア 簡易酸素測定器 I（空気中の酸素の割合が $\frac{1}{5}$ であることを確認できる実験教材）

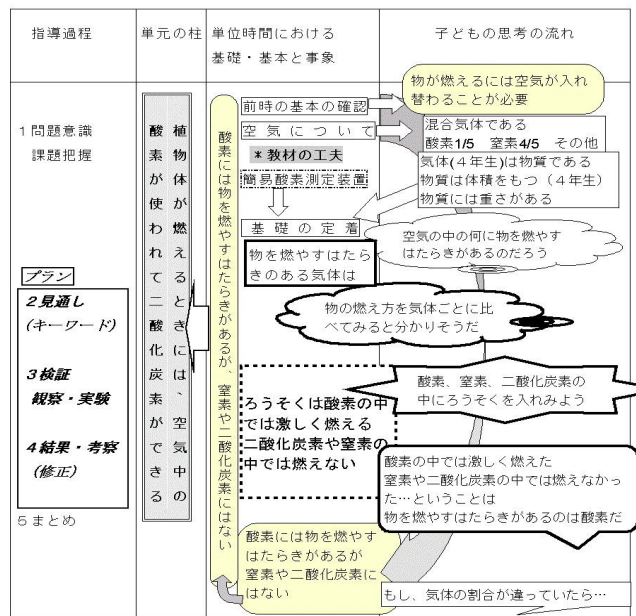
(ア) 教材の工夫のねらい

空気を構成する気体の割合は、窒素78%、酸素21%、アルゴンや二酸化炭素及びその他の気体1%である。この空気の組成を指導する場合、空気の組成を直接観察することはできないため、これまでの指導では、組成の割合をグラフで示すことにとどまることが多く、児童の理解も短期的なものとなることが多かった。また、空気中の酸素濃度を測定する場合、指導要領の例では気体検知管が示されている。しかし、新しく学ぶ内容に、さらに新しく見る測定器具を使用することは、児童の理解を難しくすると考える。

そこで、身近な素材を用いた実験器具を自分たちの手で製作・操作し、空気中の酸素の割合を見て確認することができれば、空気中の酸素の割合は $\frac{1}{5}$ であるという基礎的な内容が定着すると考え、本教材を製作した。



【図5】「物の燃えかた」基礎・基本を関係付けた単元構成



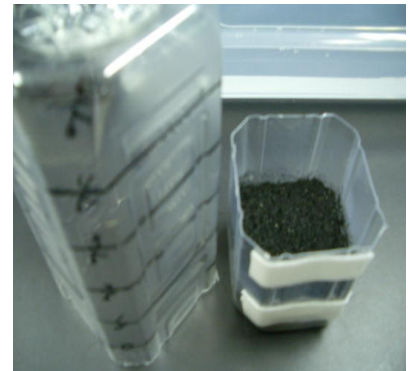
【図6】「物の燃えかた」基礎・基本を結び付ける指導過程

#### (イ) 教材の概要

使い捨てカイロを用いて空気中の酸素濃度を測定する方法は、平賀・臼井(1988)や福島県教育センター教科教育チーム(2002)等の実践はあるが、本研究では、児童が身近な素材を用い、自分たちの手で製作した実験器具によって簡単に酸素濃度を測定することができるように工夫した。

〈製作の手順〉

- ① 900ml ペットボトルの上部を切り取った容器(約500ml)にメスシリンダーで100ml ずつ水を入れ、五つ目盛りを付け計量器とする。
- ② 500ml ペットボトルの上部を切り取り、使い捨てカイロの中身を全部入れ、①の計量器内に固定し、水の入ったトレイにかぶせる。【図7】は、使い捨てカイロを入れた容器と計量器である。

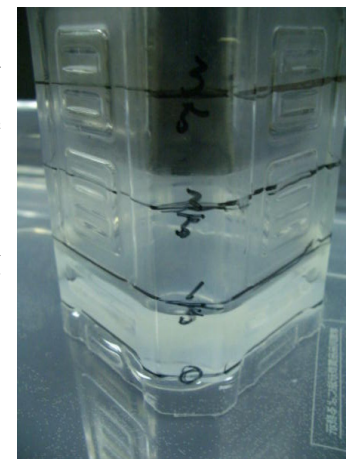


【図7】カイロを入れた容器と計量器

- ③ 水面の上昇がみられなくなるまで観察を続ける。(約40分間)

使い捨てカイロは、その中に含まれている鉄粉が空気中の酸素と反応し、発熱する。その時、ペットボトル内の酸素が減り、その分計量器内の水面が上昇し、空気中の酸素の割合が $\frac{1}{5}$ であることが見て確認できる。鉄粉が酸化され、ペットボトル内の酸素が減り、その量の水面が上がってきた様子を【図8】に示す。

使い捨てカイロが酸素と反応すると当然発熱し、その熱による空気の膨張の影響が考えられるが、ペットボトル内の温度上昇は5℃以内であり、発熱による気体の体積に与える影響はほとんどない。これは、平賀・臼井(1988)によっても検証されている。



【図8】 $\frac{1}{5}$ まで水が上がってきた様子

#### (ウ) 教材の材料及び器具

ペットボトル(900ml 1本・500ml 1本)、メスシリンダー(100ml)、使い捨てカイロ1個、スポンジ両面テープ、トレイ、カッター、ペン

#### イ 簡易酸素測定器Ⅱ (空気中の酸素の割合を繰り返し測定できる実験教材)

#### (ア) 教材の工夫のねらい

物が燃える前後の空気中の酸素濃度を測定する場合、前述したように指導要領の例では気体検知管が示されており、7社の教科書でも気体検知管が紹介され、使用方法も示されている。しかし、物が燃える前後の空気中の酸素濃度を繰り返し測定する場合、気体検知管は価格の点と使い捨てという点で大量に使用することが制限されることがあり、児童に十分な活動をさせられない状況がある。児童の十分な活動を保障することは、一人一人の理科学習の充実に必要である。そこで、酸素濃度を繰り返し測定することが可能になるように、使い捨てカイロを用いて酸素濃度を測定する教材を製作した。1個の使い捨てカイロの酸素吸収量は2 l 以上あり、1回の測定で100ml の空気を採取するとその中に含まれる酸素は20ml となり、本教材で酸素濃度の測定は100回以上は行えることとなり、児童に十分な活動をさせられるものである。

#### (イ) 教材の概要

本教材は、100ml のプラスチック製シリンジ2本を使用する。お茶パックに入れた使い捨てカイロの中身を密封したシリンジを酸素吸収用とし、もう一方は空気採取用とする。空気採取

用シリンジで100mlの空気を採取し、それを連結した酸素吸収用シリンジに送るとその中に密封された使い捨てカイロに酸素が吸収され、そこで減少した酸素量により空気中の酸素の割合を計測するものである。空気採取用には、元の日盛りとは逆に日盛りを付ける。【図9】は、製作した酸素吸収用シリンジと空気採取用シリンジである。

〈操作手順〉

- ① 【図10】のように空気採取用で物が燃えた後の空気を100ml採取した後、2本のシリンジをシリコンチューブで連結する。
- ② 空気採取用から酸素吸収用へ空気を送り込む。ここで、送られた空気は、酸素吸収用の中の使い捨てカイロを通り、酸素が吸収される。【図11】は、空気採取用(右)から酸素吸収用(左)へ空気を送り込んだところである。
- ③ 空気を酸素吸収用から空気採取用へ送り戻す。この時にも使い捨てカイロを通り、酸素が吸収される。
- ④ これを5往復繰り返す。一度に吸収される酸素量が少ないため、繰り返すことで空気100ml中の酸素を全て吸収することができる。
- ⑤ 減少した空気の量を見る。(減少した分が空気中の酸素の割合となる。)

(ウ) 教材の材料及び器具

使い捨てカイロ1個、お茶パック2枚、ピンチコック、100mlプラスチック製シリンジ2本、シリコンチューブ30mm(外径8mm、内径6mm)

(エ) 改善点

本教材で空気中の酸素濃度を測定すると、物が燃える前の空気では体積が約20ml減少し、空気中の酸素濃度が約20%であることを示す。しかし、物が燃えた後の空気中の酸素濃度を測定すると理論値による空気の体積の減少は約16~17mlになるところが、燃える前と同じ約20mlとなり、理論値と約3~4mlのずれが生じた。

この原因について分析したところ、物が燃えた後に発生した約3mlの二酸化炭素が使い捨てカイロに含まれている活性炭に吸着するためであることが分かった。このことについては、さらに分析を重ねて改善し、本教材の完成を目指す。

ウ 方法や手順の工夫

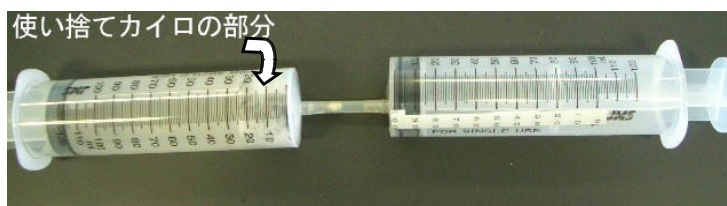
指導においては、製作した観察・実験教材だけではなく、単位時間や課題ごとに方法や手順を工夫していくことで児童の興味・関心を高め、一人一人の活動が活発になるとともに、それが自然現象を客観的に認識することにつながっていくものとする。



【図9】上 酸素吸収用  
下 空気採取用



【図10】 燃焼後の  
空気の採取



【図11】 空気採取用(右)から酸素吸収用(左)へ空気を送り込んだところ

(4) 基本構想に基づく手立ての試案

基本構想に基づく手立ての試案を【表6】に示す。

【表6】基本構想に基づく手立ての試案

時	学習活動	観察・実験教材の工夫	指導上の留意点
1 2	○物が燃えるために必要な条件を調べる。 ・ <u>1二つの容器にろうそくを入れ、燃えかたの違いの原因を考え、見通しをもつ</u> 2ろうそくを二つの容器に入れ、一方にはふたをして、燃えかたを比べる。 3 <u>燃え続けている方は、空気の入りがあ</u> <u>ることを確かめる。</u> 4物が燃えるためには、空気が入り替わることをとらえる。	・ふたをした容器と開放した容器二つの容器にろうそくを入れ燃えかたを比較させる。	・ろうそくが燃えているのは、空気中であること、ふたをするとろうそくが消えることから空気との関連に気付かせる。 ・暖められた空気は上へ動くことを想起させる。
3 4	○空気の成分の中で物を燃やすはたらきのある気体について調べる。 ・ 4 1空気の組成についてとらえる。 2 <u>どの気体に燃やすはたらきがあるか見通しをもつ</u> 3どの気体に物を燃やすはたらきがあるか調べる。 4 <u>酸素の中では激しく燃え、窒素や二酸化炭素の中では消えてしまうことを確かめる</u> 5酸素には燃やすはたらきがあるが、窒素や二酸化炭素にはないことをとらえる。	・簡易酸素測定器Ⅰ（空気中の酸素の割合が $\frac{1}{5}$ であることを確認できる実験教材） ・空気とそれぞれの気体の燃えかたを比較させる。	・空気は混合気体であること、気体は物質であり、体積や重さがあることをとらえさせる。 ・単に燃える、消えるだけではなく、空気との比較でとらえさせる。
5 6 7	○物が燃える前後の空気の違いについて調べる。 ・ 6 1 <u>前時の気体の性質を基に、物が燃える前後の空気の变化について見通しをもつ</u> ・ 7 2石灰水や簡易酸素測定装置Ⅱや気体検知管など用い、空気の变化について調べる。 3 <u>燃えた後の空気では石灰水が白濁することや測定器具による結果を確かめる。</u> 4物が燃えた後の空気は、酸素が減り、二酸化炭素ができていることをとらえる。	・簡易酸素測定器Ⅱ（空気中の酸素の割合を繰り返し測定できる実験教材）	・前時の酸素、窒素、二酸化炭素の性質をとらえさせる。 ・物の燃焼を酸素との関連でとらえさせる。ろうそくが消えるのは、二酸化炭素ができたからではないことを確認させる。

\*~~~~~は手立てとの関連

## VI 研究のまとめと今後の課題

### 1 研究のまとめ

本研究では、2年次研究の第1年次として、基礎・基本の定着を図る学習指導に関して、学習指導要領に基づき、B区分「物の燃えかた」の学習内容を理科の系統性から検討を行い、基礎・基本を見極める視点について明らかにし、基礎・基本の定着に必要な指導過程の検討と教材の工夫をとおした学習指導改善のための基本構想を立案し、それに基づいた手立ての試案の作成することが目標であった。研究の成果として次の点があげられる。

(1) 小学校理科における基礎・基本の定着を図る学習指導の基本構想についての検討

基礎・基本に関する文献研究により、理科における基礎・基本を定義し、基礎・基本を関係付けた単元構成や基礎・基本を結び付ける基本的な指導過程を作成した。それらに基づき小学校理科における基礎・基本の定着を図る学習指導についての基本構想を立案した。

(2) 基本構想に基づくB区分「物の燃えかた」における学習指導についての検討

B区分「物の燃えかた」の学習内容を理科の系統性から検討し、基礎・基本を見極める視点について示した。それを基に基礎・基本を関係付けた単元構成、基礎・基本を結び付ける指導過程を作成することができた。

## 2 今後の課題

今後、基本構想に基づき、基礎・基本を見極める視点についてさらに検討し、基礎・基本を関係付けた単元構成と結び付ける指導過程を一層充実したものにする。また、教材についても検討を加え、B区分「物の燃えかた」における実践を通して小学校理科における基礎・基本の定着を図る学習指導について明らかにしていく。

### 【引用文献】

岩手県教育委員会(2000),「基礎的・基本的内容の定着を図る指導」,『平成12年度授業改善方策実践事例集第15集』,岩手県教育委員会事務局指導課, pp. 33-35

金子 守(2001),「学力における基礎・基本」,『平成12年度研究紀要第30号』,財団法人日本教材文化研究財団, pp. 19-24

新村 出(1994),『広辞苑第四版』,岩波書店, p. 624, p. 642

猿田祐嗣(2004),「国際的な教育調査の状況からー特に初等教育を中心にー」,『初等理科教育』,社団法人農山漁村文化協会, pp7-9

谷川彰英(2000),「各教科等における基礎・基本と内容の厳選／現状の診断と対策 生活」,『基礎・基本の徹底』高田喜久司編集,教育開発研究所, pp. 76-79

筑波大学附属小学校・理科研究部(2002),『これだけは教えたい基礎・基本ー理科ー』,図書文化社, pp8-9

森 一夫(2001),「学力における基礎・基本／理科における基礎・基本(2)」,『平成12年度研究紀要第30号』,財団法人日本教材文化研究財団, pp. 49-54

文部省(1999),『小学校指導要領解説 理科編』,東洋館出版社, pp. 65-66

引用Webページ

能條 歩(2002) 北海道教育大学岩見沢校 “理科の基礎・基本と教育課程”

<http://www.iwa.hokkyodai.ac.jp/~nojo/ind2/free/kisokihon.pdf>

### 【参考文献】

安彦忠彦(2001),「学力における基礎・基本／基礎・基本の概念(2)」,『平成12年度研究紀要第30号』,財団法人日本教材文化研究財団

佐賀県教育センター理科研究委員会(2003),「基礎・基本の定着を図る小・中学校理科指導」,『平成15年度研究紀要第28集』,佐賀県教育センター

- 柴田義松(2002),『理科の基礎・基本の学び方』, 明治図書
- 柴山敦亮(2002),「主体的に問題を解決する子の育成をめざした理科教育の在り方ー小・中学校の系統性を生かした指導計画の開発ー」,『平成14年度京都市総合教育センター研究紀要』, 京都市総合教育センター
- 柴山敦亮(2003),「主体的に問題を解決する子の育成をめざした理科教育の在り方Ⅱー科学的な見方・考え方を育成する小中一貫した学習プログラムの開発ー」,『平成15年度京都市総合教育センター研究紀要』, 京都市総合教育センター
- 日置光久(2002),『小学校理科 基礎・基本と学習指導の実際』ー計画・実践・評価のポイントー, 東洋館出版社
- 平賀伸夫・臼井豊和(1988),「使い捨てカイロを用いた空気中の酸素の簡便定量法」,『化学と教育』, 日本化学会化学教育協議会
- 福岡市教育センター理科研究室(2002),「理科の基礎・基本を確かに身につける教育課程の展開」,『平成14年度研究報告書』, 福岡市教育センター
- 福岡市教育センター理科研究室(2003),「主体的な問題解決活動を通して, 科学知の構築を目指す学習の展開」,『平成15年度研究報告書』, 福岡市教育センター
- 星野昌治(2004),『小学校理科 基礎・基本定着の指導技法』, 明治図書
- 参考Webページ
- 福島県教育センター教科教育チーム“研究資料・教材紹介” <http://www.center.fks.ed.jp/>