

平成17年度（第49回）
岩手県教育研究発表会発表資料

理 科

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2年次）

研究協力校
花巻市立桜台小学校

平成18年1月12日
岩手県立総合教育センター
科学産業教育室
香川文宏

目 次

研究目的	1
研究仮説	1
研究の年次計画	1
本年度の研究内容与方法	1
1 研究内容与方法	1
2 研究協力校	1
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	2
(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) B区分「物の燃えかた」における基礎・基本を結び付ける指導過程	8
(3) B区分「物の燃えかた」における観察・実験教材の工夫	9
4 手だての試案に基づく授業実践計画の作成	11
(1) 授業実践計画	11
(2) 授業実践における展開案	11
5 検証計画の作成	13
6 授業実践計画に基づく授業実践と実践結果の分析と考察	13
(1) 授業実践の概要	13
(2) 実践結果の分析と考察	16
7 小学校理科における基礎・基本の定着を図る学習指導にまとめ	20
(1) 成果	20
(2) 課題	20
研究のまとめと今後の課題	20
1 研究のまとめ	20
2 今後の課題	21
【引用文献】	21
【参考文献】	21

研究目的

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・基本にとらえながらも、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。

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。

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）

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

第2年次（平成17年度）

授業実践計画及び検証計画の立案、授業実践及びその結果の分析・考察、研究のまとめ

本年度の研究内容と方法

1 研究内容と方法

- (1) B物質とエネルギー「物の燃えかた」における手だての試案に基づく授業実践計画の立案及び検証計画の立案
- (2) 授業実践計画に基づく授業実践とその分析・考察（授業実践、質問紙法、テスト法）
- (3) 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まとめ

2 研究協力校

花巻市立桜台小学校 6年1組(35名) 2組(36名) 計71名

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』、言い換えると『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、基本は基礎の上に成り立つものと考え、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、児童の既存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、問題解決の活動をとおして観察、実験を行いながら、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。そのためには、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と考えられる。

そこで、本研究では、これらの考えと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。

【表2】理科における基礎・基本

基礎	既存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

(3) 理科において基礎・基本の定着を図ること

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を身に付け、新たに自然事象を認識することとなる。疑問や問題意識を感じる基となる経験や知識とは理科における基礎に当たり、自然事象を理解するために必要な中心的価値とは理科における基本に当たる。つまり、基礎を生かして基本を身に付け、新たな認識をもつのである。その際、基礎・基本を結び付けるのが何らかの自然事象である。その事象に対して自分の一方的な主観で追究するのではなく、客観的に判断する力も必要となる。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。そこで、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。

(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られる。

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

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%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られる。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。しかし、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、繰り返し学習する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。そこで、基礎・基本の定着を図るためには、学習指導要領を基に、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、単位時間ごとの基礎・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、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の単元をとおしての授業における基礎・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)という三つのレベルから成り立つものとして示している。これら三つのレベルの関連については、「『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こととする。本研究では、「単元の柱」を「単元をとお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

【表3】単元構成の要素

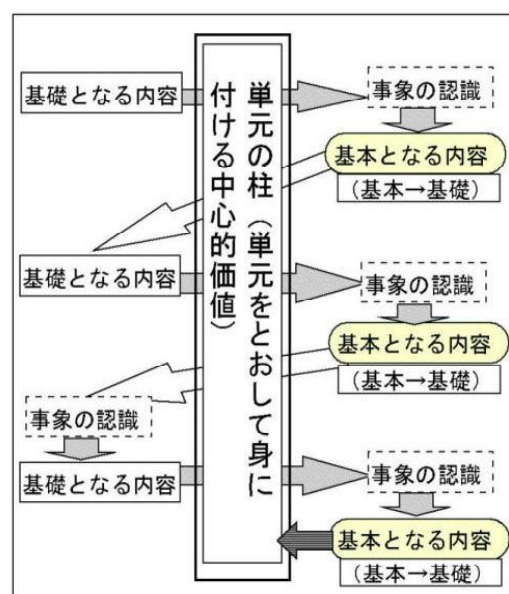
単元の柱	単元全体をとおして身に付ける中心的価値 (単元の各部分で、常にそれを基に考えを進めていく事項)
基本となる内容	単位時間において身に付ける中心的価値
事象の認識	その事象の法則性などを導くための前段階としておさえるべき事項 (規則性や法則性を見出そうとする意識の元になる)
基礎となる内容	単位時間において身に付ける中心的価値の土台

構成の要素としてまとめたものが【表3】である。

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大である。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、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を検討、選定していくことで、明確化できるものとする。

キーワードとは、学習指導要領において単元の内容を構成している中心的な語句で、単元の柱(単元をとおして身に付ける中心的価値)に直接的にかかわるものとする。また、キーワードは、児童が学習内容を身に付ける上で重要であり、単位時間に位置付け、授業展開の中で児童に考えさせたり、活用させたりすることで基礎・基本の定着を図るために有用なものとする。そこで、キーワードを基に「基礎となる内容」、「基本となる内容」を明確化し、それらが自然事象をとおして、結び付くように関係付けた単元構成を作成することが必要である。【図1】に基本的な単元構成を示した。



【図1】基礎・基本を関係付けた単元構成

ウ キーワードの選定

学習指導要領から単元にかかわるキーワードを選定するときの重要な視点は、各学年ごとの「2内容」の各区分に示されている単元の目標とそれを身に付けるために必要な事象及び事象を調べる観察や実験である。単元の目標に含まれている語句を中心に、事象を表現する語句や事象を調べる観察・実験にかかわる語句の中から、単元の目標に直接的にかかわるものをキーワードとして選定していく。このとき、指示や例示で示されている内容、学年に共通な諸注意事項等は間接的なものとする。選定後のキーワードの表現については、児童がキーワードを学習の中で活用することを考え、児童が理解できるよう発達段階に応じて表現を修正することも必要である。

(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、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る。そのためには、「基礎・基本を関係付けた単元構成」の作成によって明確化された基礎・基本を単位時間に位置付け、児童に常に見通しをもった観察・実験を行わせることが必要である。見通しをもつとは、問題に対して予想や仮説、構想をもち、方法を工夫し、観察・実験を行うことである。児童に見通しをもたせるため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大切である。

イメージを図に描き表す活動は、概念の明確化、概念保持に有効に作用する。しかし、図に表すイメージ化だけでは、活動が単調になったり、うまく表せなかったりすることもあるため、言葉によるイメージ化など、様々な形でのイメージ化が必要と考える。

そこで、本研究では、図だけではなく言葉によるイメージ化によって見通しをもたせる。基礎・基本が位置付けられた指導過程の中にキーワードを活用し、課題に対する予想から、実験方法、実験結果の予想までを計画する場面を設定する。自分の考えで見通しをもった学習をすることにより基礎・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ができると考える。これらを踏まえ、【図2】に基礎・基本を結び付ける基本的指導過程を示した。

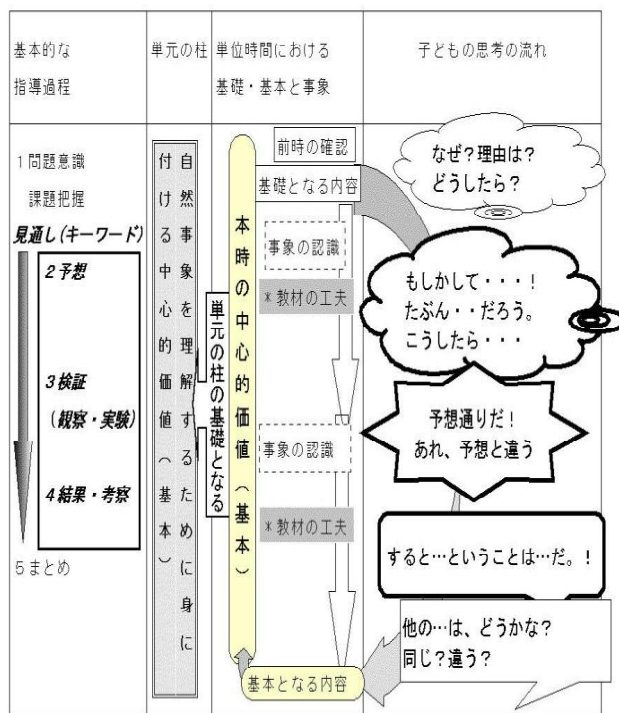
(3) 観察・実験教材の工夫

ア 観察・実験教材の工夫の意義

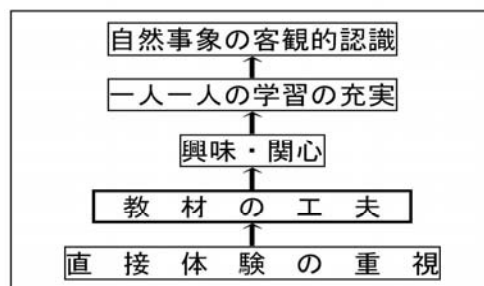
基礎・基本の定着を図るには様々な面から改善・工夫を行うことが必要であり、教材の工夫はその一つである。理科は、自然の事物・現象を対象とした教科であるため、指導改善の一つの方策として、より一層教材の工夫が求められている。これは、理科の指導において、児童一人一人の学習を充実させるために観察・実験などの直接体験が重視されており、特に観察・実験教材の活用は授業の中で大きな比重を占めているからである。しかし、授業時数が削減されている中、教科書の内容を伝えることが中心となりがちな面も否定できない。これでは観察や実験が答えを探すだけの単純な作業となり、興味・関心を高めたり、児童は自然事象を客観的に認識したりす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

イ 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に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。



【図2】基礎・基本を結び付ける基本的指導過程



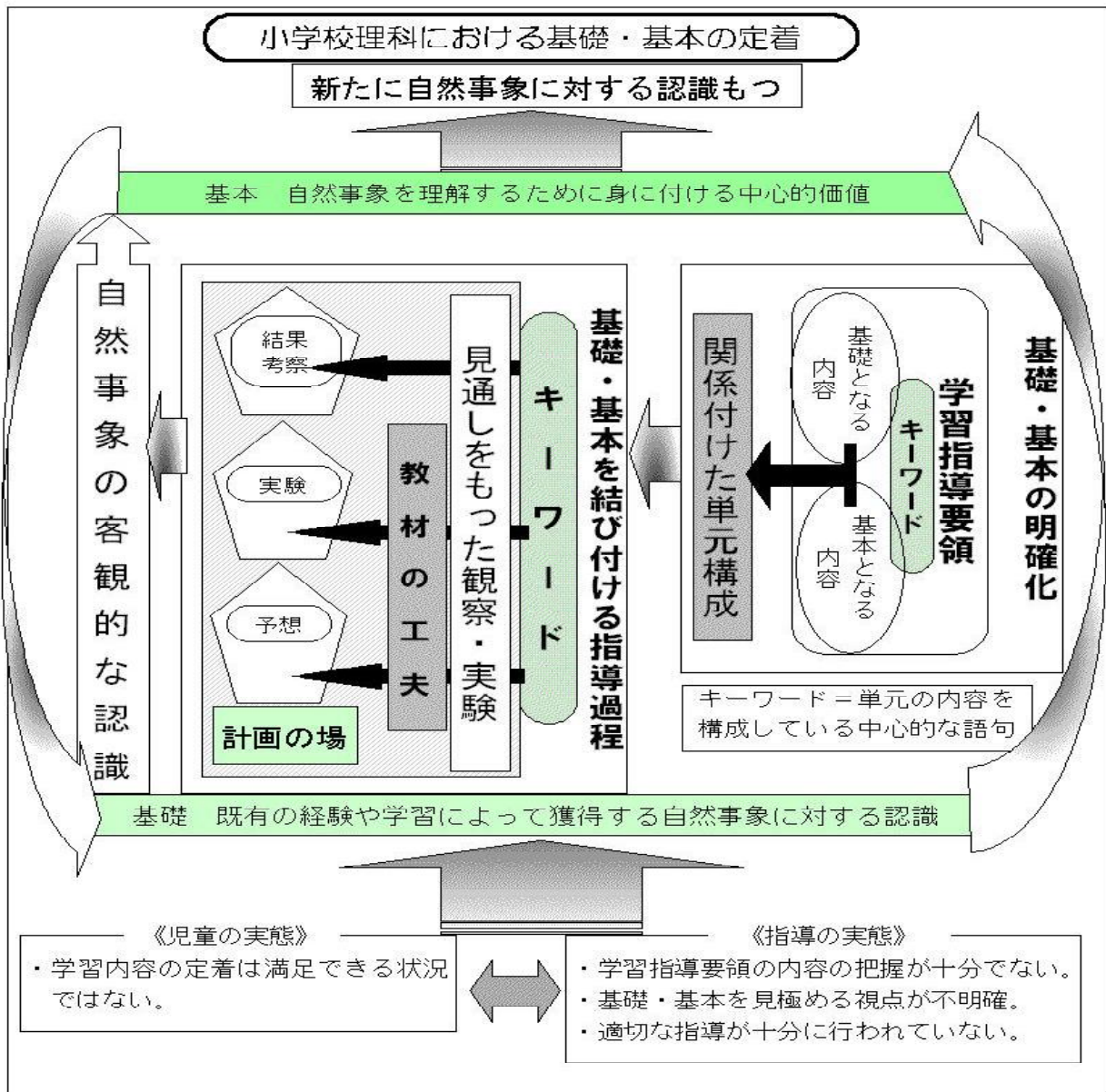
【図3】観察・実験教材の工夫の意義

【表4】観察・実験教材の工夫の視点

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

(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。

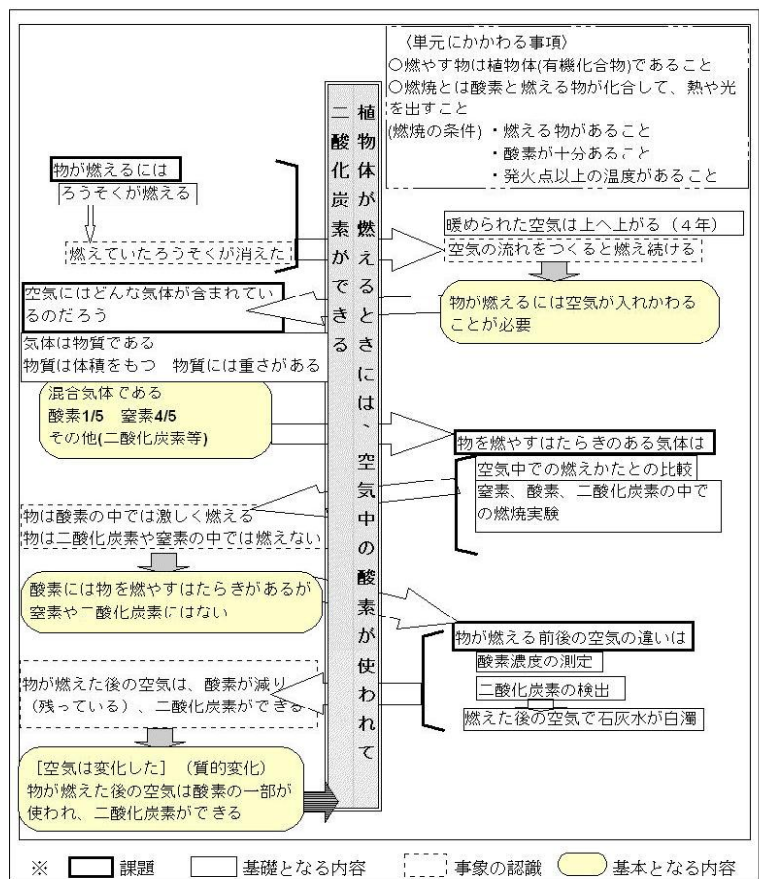
イ B区分「物の燃えかた」における基礎・基本を関係付けた単元構成

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、空气中的酸素が使われて二酸化炭素ができること。」を本単元での単元の柱(単元をとおして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、学習指導要領に基づきキーワードを検討することである。前述した

キーワードの定義、選定の視点に基づきキーワードを検討していくことで「基礎となる内容」、「基本となる内容」を選定し、それらを結び付けるために必要な「事象の認識」を関連させた単元構成を行うことができる。特に本単元では、空気の性質、成分、質的な変化など視覚では確認できない事象が大部分であるため、児童にとってとらえにくい内容が多い。そこで、「基礎となる内容」、「基本となる内容」、「事象の認識」の関係をより明確にし、指導をしていく必要がある。このような考えに基づき単元構成を行うことで、基礎・基本の定着のために指導すべき内容や身に付けるために必要な指導方法も明らかになると考える。

以上のことを踏まえ、学習指導要領に基づき、「物の燃えかた」の基礎・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【図5】に示す。

【本単元のキーワード】
 空気 植物体(もの) 燃える 燃えない 入れかわる
 窒素 酸素 二酸化炭素 燃える前・後 石灰水 白濁 変化



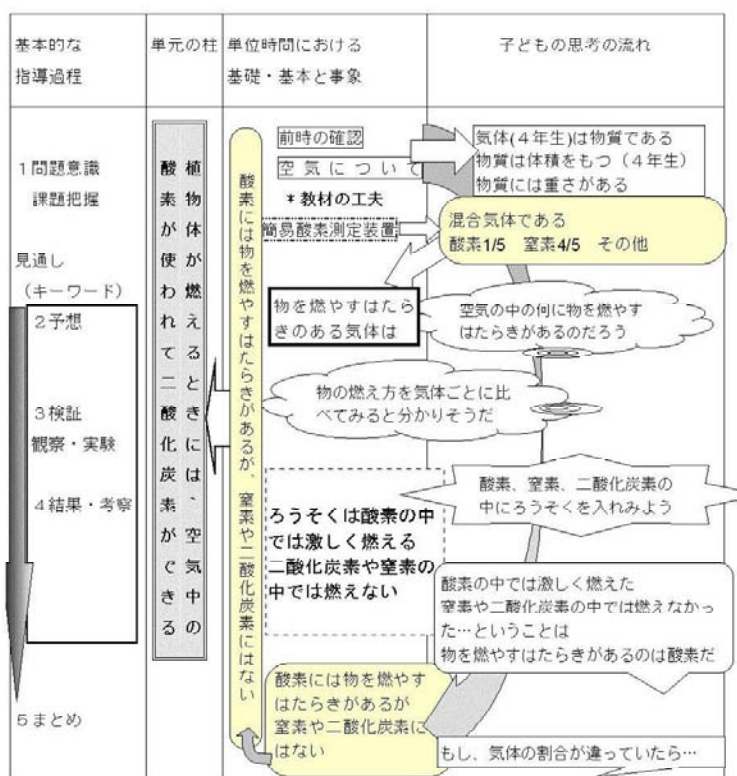
【図5】「物の燃えかた」基礎・基本を関係付けた単元構成

(2) B区分「物の燃えかた」における基礎・基本を結び付ける指導過程

【図6】は、本単元(第5、6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。本時では、空気中のどの気体に燃やすはたらきがあるのかをとらえさせる。前時(第3、4時)の空気の組成を基礎としてしっかり押さえた後、学習の見通しをもたせるために、「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自分の考えで検証計画

を立てさせ、観察、実験をとおして「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。本時では、基礎・基本を結び付ける自然事象は、ろうそく等がそれぞれの気体の中で燃えるかどうかであり、児童一人一人が自分の見通しに基づいて実験を繰り返すことで、空気の組成を基礎に「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」ことをとらえることができる。と考える。

しかし、ここで本単元での「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。」を定着させるには、前時の学



【図6】「物の燃えかた」基礎・基本を結び付ける指導過程

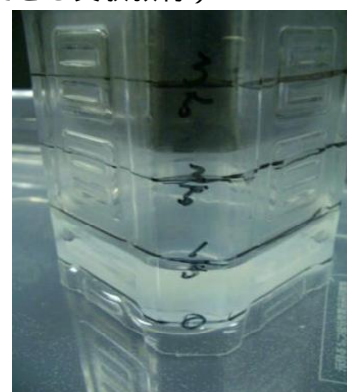
習が非常に大切になる。前時では、空気中の酸素の割合が $\frac{1}{5}$ であることを確認できる工夫した教材や気体検知管を用いて空気の組成を調べるが、その前提として、空気は物質であるということを見通しにしっかりとつかまなければならない。それは、空気は目に見えないため児童にとっては非常にとらえにくいものであるが、空気が物質としての重さや体積があることを確認することにより、空気は物質であるからこそ変化が生じるという単元の中心的価値の認識につながるからである。このような考えに基づき、他の時間においても指導案を作成する。

(3) B区分「物の燃えかた」における観察・実験教材の工夫

ア 簡易酸素測定器 (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) 教材の概要

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、上部を切り取ったペットボトルの中に使い捨てカイロを入れ、水にかぶせると、ペットボトル内の酸素が減る。その酸素が減った分の水面が上昇し、空気中の酸素の割合が $\frac{1}{5}$ であることを確認できる。水面が上がってきた様子を【図7】に、教材の模式図を次頁【図8】に示す。



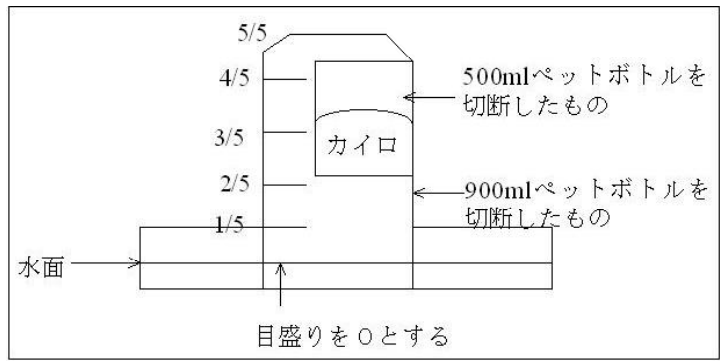
使い捨てカイロを用いて空気中の酸素濃度を測定する方法は、平賀・臼井(1988)や福島県教育センター教科教育チーム(2002)【図7】 $\frac{1}{5}$ まで水が上がってきた様子等の実践はあるが、本研究では、児童が身近な素材を用い、自分たちの手で製作した実験器具によって簡単に酸素濃度を測定することができるように工夫した。

使い捨てカイロが酸素と反応すると発熱し、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。

(1) 製作の手順

900ml ペットボトルの下部約13cmを切り取った容器(約600ml)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。

500ml ペットボトルの下部約6 cmを切り取り、使い捨てカイロの中身を全部入れ、 の計量器内に固定し測定器とする。



【図8】簡易酸素測定器 模式図

測定器を水の入ったトレイにかぶせ、水面の上昇が見られなくなるまで約40分観察を続ける。

イ 簡易酸素測定器 (空気中の酸素の割合を繰り返し測定できる実験教材)

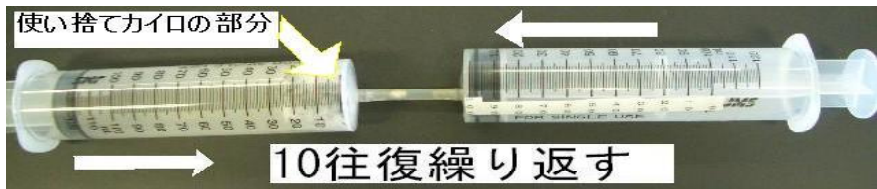
(ア) 教材の概要

本教材は、100ml のプラスチック製シリンジ2本を使用する。お茶パックの袋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る。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ことができる。しかし、プラスチック製シリンジは、ピストンのゴムの部分と筒の内側の摩擦が大きいため気体の弾性により大きな誤差を生じる。そこで、ピストンのゴムの部分にシリコングリースとシリコンオイルを混合させた潤滑剤を塗布することで、摩擦を大きく減らすことができる。また、空気採取用には、元の日盛りとは逆向きに目盛りを付ける。【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。教材の模式図を【図10】に示す。

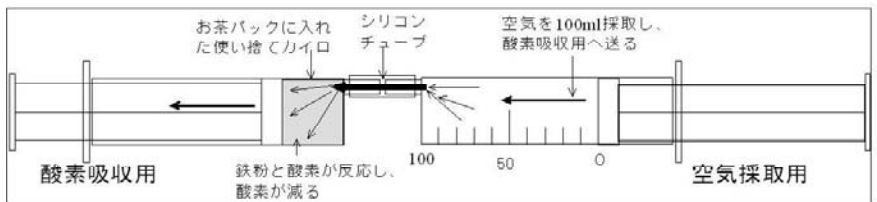
(1) 操作手順

空気採取用で空気を100ml 採取後、【図9】のように2本のシリンジをシリコンチューブで連結する。

空気採取用から酸素吸収用へ空気を送り込む。送られた空気は、



【図9】空気採取用(右)から酸素吸収用(左)へ 空気を送り込む



【図10】簡易酸素測定器 模式図

酸素吸収用の使い捨てカイロを通り、鉄粉と酸素が反応し酸素が減少する。

酸素吸収用から空気採取用へ空気を送り返したとき、再び酸素が減少する。

これを約10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100ml の空気中の全ての酸素が鉄粉の酸化に使われる。

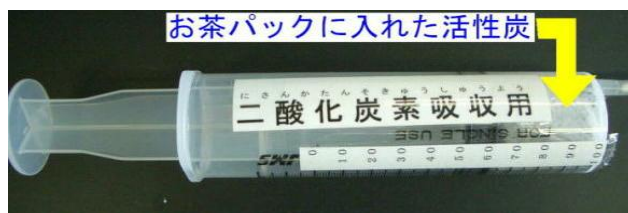
減少した空気の量を見る。減少した分が空気中の酸素の割合となる。

ウ 簡易二酸化炭素測定器 (物の燃焼後の空気中の二酸化炭素の割合を繰り返し測定できる教材)

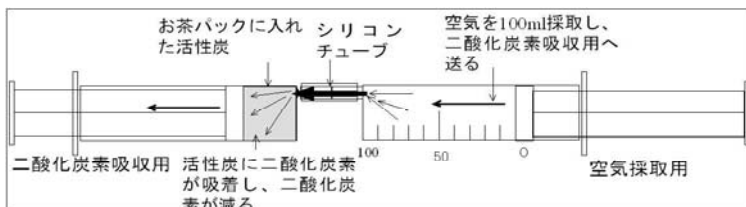
(ア) 教材の概要

簡易酸素測定器 と同様に100ml プラスチック製シリンジを2本使用する。一方にお茶パックの袋に入れた活性炭を密封し二酸化炭素吸収用とし、もう一方を空気採取用とする。空気採取用

で燃焼後の空気を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し、空気採取用から二酸化炭素吸収用（【図11】）へ空気を送り込んだり、戻したりする。このとき、二酸化炭素が活性炭に吸着するので、減少した体積分を二酸化炭素量として計測する。しかし、物の燃焼後の二酸化炭素は3～4%と低いいため、確実な操作が必要である。簡易酸素測定器と同様にピストンのゴムの部分の摩擦を大きく減らすためにシリコングリースとシリコンオイルを混合させた潤滑剤を塗布する。教材の模式図を【図12】に示す。



【図11】二酸化炭素吸収用シリンジ



【図12】簡易二酸化炭素測定器 模式図

しかし、物の燃焼後の二酸化炭素は3～4%と低いいため、確実な操作が必要である。簡易酸素測定器と同様にピストンのゴムの部分の摩擦を大きく減らすためにシリコングリースとシリコンオイルを混合させた潤滑剤を塗布する。教材の模式図を【図12】に示す。

(1) 操作手順

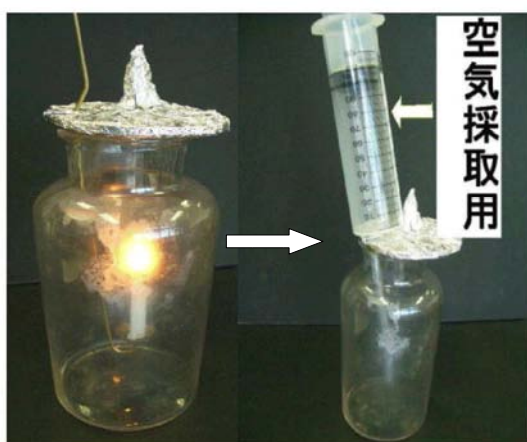
【図13】のように空気採取用で燃焼後の空気を100ml 採取した後、2本のシリンジをシリコンチューブで連結する。

空気採取用から二酸化炭素吸収用へ送られた空気が活性炭を通るとき、二酸化炭素が活性炭に吸着し、減少する。

空気を二酸化炭素吸収用から空気採取用へ送り戻すと、再び二酸化炭素が吸着する。

を約10往復繰り返すことで、燃焼後の空気100ml 中の二酸化炭素が全て吸着する。

空気の量を見る。減少した分が空気中の二酸化炭素の割合となる。



【図13】燃焼後の空気の採取

4 手だての試案に基づく授業実践計画の作成

(1) 授業実践計画

手だての試案に基づく授業実践計画を【表5】に示す。

【表5】授業実践計画

授業実践期間・対象	授業実践の流れ
授業実践期間 平成17年6月13日(月)～6月28日(火) 授業実践対象 花巻市立桜台小学校 6年1組・2組 授業実践時間 各学級10時間 合計20時間 (事前・事後アンケート等含)	<ul style="list-style-type: none"> 事前アンケート及び事前テスト 授業実践 手だての試案に基づいて作成した指導過程、教材を活用し、授業実践を行う 事後アンケート及び事後テスト

(2) 授業実践における展開案

手だての試案に基づき、基礎・基本を結び付ける指導過程を取り入れた展開案を作成した。他の時間についても、これに準じて作成する。次頁【図14】に第3・4時の展開案を示す。

学習指導案 単元名「物の燃え方と空気」(第3・4時/8)
 本時の目標 空気の組成について理解する。
 教材の工夫 空気中の酸素の割合を測定できる実験教材を用い、空気中の酸素の割合を測定できること
 あることを確認する。
 空の実験用気体ボンベやペットボトルを使い、空気や気体の重さを量ることを確認する。
 気体の体積について調べる。

基礎・基本と
キーワードを
位置付ける

過程	段階	学習内容と学習活動	指導上の留意点	基礎・基本 〔キーワード〕
導入	課題把握	1 気体を物質として理解する。 ・ 空気の重さや体積を調べる。 ・ 空気や気体を物質として確認する 2 事象から課題を考える ・ 空気の組成や二酸化炭素の性質について想起する ・ 気体の性質について考える 3 本時の学習課題を確認する 空気の成分について調べよう。	・ ものには体積と重さがあることを確認し、気体にも体積と重さがあることを確認する ・ 空の実験用気体ボンベやペットボトルに空気や気体を詰め込んで重さを量らせる ・ 空気の入った密閉された入れ物に、水を入れる実験をから体積をとらえさせる ・ 空気、酸素、窒素、二酸化炭素を入れたペットボトルを提示し、空気や気体の性質について考える 見通しをもつ場面 「課題に対する予想」 「実験方法」 「実験の結果の予想」	基礎 ・ 気体は物質である ・ 物質は体積と重さをもつ
	予想	4 キーワードや基礎を手がかりに予想し、実験方法、結果について解決の見通しをもつ ・ 空気の組成、気体の性質について振り返る ・ 予想をもとに、実験方法とその結果を見通す	・ 動物や植物のからだのはたらきでの学習を振り返り、空気の組成について確認する	〔窒素〕〔酸素〕〔二酸化炭素〕
実験	実験	5 見通しをもとに実験する ・ 気体検知管や空気中の酸素の割合を測定できる実験教材を使い、空気中の酸素の割合を調べる	・ 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再度確認する ・ 気体検知管の使い方を確認する ・ 気体検知管や空気中の酸素の割合を測定できる実験教材を用い、空気中の酸素の割合が $\frac{1}{5}$ であることを確認する	工夫した教材の活用
	結果考察	6 実験結果について考察する 基本となる内容をとらえる	・ 空気の組成は窒素約 $\frac{4}{5}$ (78%)、酸素約 $\frac{1}{5}$ (21%)、その他約1%(二酸化炭素約0.03%を含む)であることをおさえる	
終末	まとめ	7 課題についてまとめる 空気は、窒素約 $\frac{4}{5}$ 、酸素約 $\frac{1}{5}$ 、その他約1%の混合気体である。	・ 考察から言えることをまとめる	基本 ・ 空気は、窒素約 $\frac{4}{5}$ 、酸素約 $\frac{1}{5}$ 、その他約1%の混合気体である
	深める	8 学習内容を深める ・ 身近に酸素や二酸化炭素が使われていることを知る	・ 酸素系漂白剤から酸素を発生させたり、炭酸飲料から二酸化炭素集めて、気体を身近なものとして実感させる	

基礎となる内容をとらえる活動

見通しをもつ場面
「課題に対する予想」
「実験方法」
「実験の結果の予想」

工夫した教材の活用

基本となる内容をとらえる

【図14】第3・4時の展開案

5 検証計画の作成

小学校理科において基礎・基本の定着を図る学習指導に関して、「基礎・基本の定着の状況（新たな自然事象に対する認識）」、「基礎・基本を結び付ける指導過程の有効性」、「実験教材の有用性」について検証を行う。基礎・基本の定着については、事前・事後テストの結果と学習チェックプリントから定着度の状況进行分析・考察していく。「基礎・基本を結び付ける指導過程の有効性」については、事前・事後アンケート及び学習プリントにより、キーワードの有用性と見通しをもち学習することができたか分析・考察を行う。実験教材の有用性については、児童用事後アンケート及び教師用アンケートにより、空気中の酸素の割合や燃焼後の二酸化炭素の割合を理解することに役立ったかどうかを分析・考察していく。検証計画の概要を【表6】に示す。

【表6】検証計画の概要

検証項目	検証内容	検証方法	処理・解釈の方法
基礎・基本の定着の状況 (新たな自然事象に対する認識)	・燃焼と空気との関連 ・空気の組成と気体の性質 ・燃焼後の空気の変化と調べ方	テスト法 学習チェックプリント	・事前・事後テスト及び毎時間ごと学習チェックプリントにより、正答率、有効度指数の分析・考察を行う
基礎・基本を結び付ける指導過程の有効性	・基礎・基本を位置付けた指導過程について ・キーワードを活用した、予想、実験方法、結果の予想の見通しについて	質問紙法 学習プリント	・事前・事後アンケート及び毎時間ごとの学習プリントにより、キーワードの有用性とキーワードを活用し、見通しをもって学習することができたか分析・考察を行う
工夫した教材の有用性	・空気中の酸素の割合や二酸化炭素の割合を理解することに役立ったか	質問紙法	・児童用事後アンケート及び教師用アンケートにより、実験教材の有用性について分析・考察を行う

6 授業実践計画に基づく授業実践と実践結果の分析と考察

(1) 授業実践の概要

ア 対象 花巻市立桜台小学校 6年1組(35名) 2組(36名) 計71名

イ 実践期間 平成17年6月13日～6月28日 7日間 計20時間

ウ 授業実践の内容

(ア) 基礎となる内容をとらえさせる場面(第3・4時/8)

第3・4時の「空気の成分について調べよう」では、空気には複数の気体が混じり合っていて、その約4/5は窒素で、約1/5は酸素であるという空気の組成をとらえさせることが目標であった。空気は生きていくためには欠かせない存在として自分たちを取り囲み、それを利用し、実際に接しているにもかかわらず、それを実感している児童はほとんどいない。それは、空気が気体であり、目で見ることができないことやあまりに当然のように周りにあるため、実際に触れていることを意識することがないからである。そこで、空気とはどのような

ものか、その組成をしっかりとらえるための基礎となる内容が、空気を物質（もの）として、その存在をとらえることであると考えた。そこで、本時の導入では、空気にも体積や重さがあることを実験をとおして実感させるため、空気を物質（もの）としてとらえる実験を設定し、空気にも体積があることをとらえさせるために、三角フラスコとロートをを使った演示実験を行った。ゴム栓にガラス管、ゴム管、ロートの順番につないだものを三角フラスコの口に入れて栓をした状態にする。ゴム管の部分をピンチコックで止めてからロートに水を入れる。ここで、ピンチコックを外すとどうなるかを問うと、多くの児童はロートの水が三角フラスコの中に入ると答えた。つまり空気の体積を無視した考え方をしていた。しかし実際は、三角フラスコには空気が入っているため、ロートの水は三角フラスコの中には入っていかない。この一見何も入っていないように見える三角フラスコの中を空気が占めているという事実から、児童は空気の体積を確認することができた（【図15】）。

次に、空気にも重さがあることを確かめる実験を行った。生活経験上空気の重さを感じることはほとんどないため、多くの児童は空気には重さがないと考えている。はじめに、空のスプレー缶、または空のペットボトルの重さを電子天秤で量り、次に【図16】のように、それらに空気入れまたは、フィズキーパーで空気を入れる。スプレー缶であれば空気入れが押せなくなる程度、ペットボトルであれば押し固くてへこまなくなる程度入れる。空気を入れたスプレー缶やペットボトルの重さを【図17】のように量ると、約1g～2g増えていた。このことから、児童は空気にも重さがあることをとらえることができた。



【図15】空気にも体積がある



【図16】空気入れでスプレー缶に空気を入れる

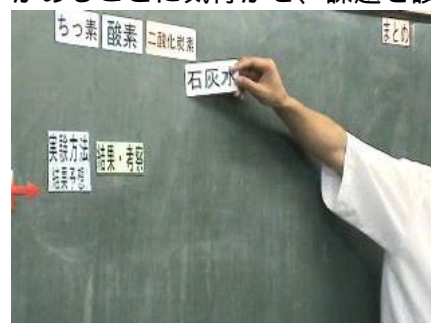


【図17】スプレー缶に入れた空気の重さを量る

(1) キーワードを活用し、見通しをもたせる場面（第7・8時 / 8）

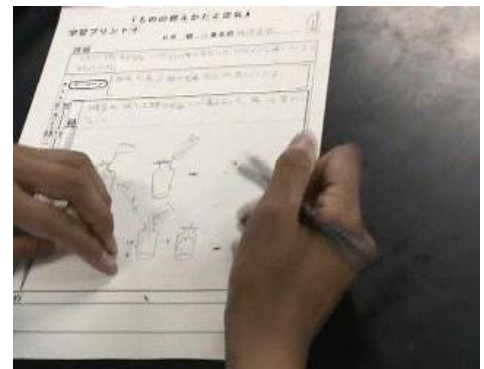
第7・8時の「物が燃える前の空気と燃えた後の空気では、どのような違いがあるのだろうか」では、導入で蓋をした集気びんの中でろうそくを燃やし、炎が消える様子を見せた。児童はこれまでの学習から、ろうそくが燃え続けるためには、空気が入りかわることが必要なことや空気の成分で酸素が物を燃やすはたらきがあることを理解している。そこで、空気が入りかわらないとなぜ消えてしまうのか。ろうそくが燃え続けるためにはなぜ空気が入りかわる必要があるのかという疑問から、物が燃える前の空気と燃えた後の空気では違いがあることに気付かせ、課題を設定した。

そこで、課題解決の話し合いから本時の学習のキーワードを考えさせ、必要なキーワードが出ない場合は教師側から提示し、キーワードの確認をした（【図18】）。授業では学習プリント（次頁【図19】）を使用し、キーワードを手がかりに課題に対する予想、検証するための実験方法、どんな結果になれば予想は正しかったと言えるのかという実験結果の予想



【図18】キーワードの確認

まで、一人一人が計画を立てる時間を設け、見通しをもたせるように学習を進めた。しかし、キーワードの使い方や学習プリントの記述のしかたを含め学習の進め方について説明は行ったが、キーワードやそれを手がかりに見通しをもつという不慣れた学習の進め方にとまどう児童も見られた。第1・2時では自分の見通しをもてなかつたり、記述が不十分になってしまう児童も多く見られたが、学習を進めていくことによって、第7・8時ではほとんどの児童が自分の考えをもち、見通しをもって学習を進めることができるようになった。



【図19】自分の考えで見通しをもつ

(ウ) 工夫した教材（簡易酸素測定器）を活用した実験場面（第3・4時 / 8）

第3・4時の「空気の成分について調べよう」では、気体検知管と簡易酸素測定器で空気中の酸素の割合を調べ、また、二酸化炭素の割合は気体検知管で調べた。気体検知管は酸素用、二酸化炭素用ともに各班に1本ずつ配布し、簡易酸素測定器は、各班に2セットずつ配布した。気体検知管を使った測定は、各班代表の児童が酸素、二酸化炭素についてそれぞれ1回ずつ測定を行った。簡易酸素測定器を使った酸素の割合の測定は、使用法について支援しなければならぬ場面もあったが、多くの児童は何度も測定を繰り返し、空気中の酸素の割合を記録することができた。簡易酸素測定器は一人で操作可能であるが、中には【図20】のように二人で協力して行う児童も見られた。気体検知管の操作を誤ってしまった班もあつたが、測定結果を見ると、簡易酸素測定器を使い何度も測定したことで、多くの児童が空気中の酸素の割合を正確にとらえることができた。



【図20】簡易酸素測定器を活用した空気中の酸素濃度の測定

(I) 工夫した教材（簡易二酸化炭素測定器）を活用した実験場面（第7・8時 / 8）

第7・8時の「物が燃える前の空気と燃えた後の空気では、どのような違いがあるのだろうか」では、物が燃えた後の空気中の酸素と二酸化炭素の割合を気体検知管と簡易二酸化炭素測定器で調べた。気体検知管は第3・4時と同様に、酸素用、二酸化炭素用ともに各班に1本ずつ配布し、簡易二酸化炭素測定器は、各班に2セットずつ配布した。気体検知管を使った測定は、第3・4時同様、各班代表の児童が酸素と二酸化炭素、それぞれ1回ずつの測定を行った。簡易二酸化炭素測定器の操作方法は、簡易酸素測定器とほぼ同様であるので、多くの児童が手際よく繰り返し物が燃えたあとの空気中の二酸化炭素の割合を測定し、記録していた。物の燃焼後の空気中に占める二酸化炭素の割合が3～4%と低いため、確実な操作が必要になる。

【図21】は、簡易二酸化炭素測定器を活用し、二酸化炭素の割合を測定している場面である。

児童は、簡易二酸化炭素測定器を活用し、繰り返し二酸化炭素の割合を測定できたことにより、物が燃えたあとの空気中の二酸化炭素の割合を正確にとらえることができた。



【図21】簡易二酸化炭素測定器を活用した二酸化炭素の測定

(2) 実践結果の分析と考察

ア 基礎・基本の定着の状況について

(ア) 事前・事後テストによる分析と考察

授業実践による、基礎・基本の定着状況について、記述式による事前・事後テストの結果から分析を行った。【表7】は、事前・事後テストの正答率及び有効度指数を示したものである。なお、設問は全部で18あったが、項目ごとに四つのテスト項目に分けて示した。分析の結果、事後テスト全体の正答率は80%、有効度指数は73であった。

テスト項目ごとの結果を見る 【表7】基礎・基本の定着状況（事前・事後テスト結果）N=71

と、テスト項目1「燃焼と空気との関連（対流）」については事後テストの正答率60.2%、有効度指数52と期待した値とはいえない結果であった。設問は、【表8】に示したように、ろうそくが燃えているときの炎の周囲の空気の動きとその理由を問うものであった。小問別に見ると、ろうそくが燃えているときの周囲の空気の動きを問う設問の正答率は65.5%、その理由を問う設問の正答率は54.9%であった。設問は内容的には4年生の学習であり、第1時の導入段階で基礎となる内容として想起させたり、実験をとおして扱ったりした。しかし、設問の図ではろうそくが開放系で示してあるのに対して、実際の実験では閉鎖系で行ったため、その点が結び付かなかったことが一因として考えられる。その他の項目については、正答率は80%以上であり、また、有効度指数については70以上であった。

テスト項目	実施時期	正答率(%)	有効度指数
テスト全体	事前	26.9	73
	事後	80.0	
1 燃焼と空気との関連（対流）	事前	16.9	52
	事後	60.2	
2 燃焼と空気との関連（出入り）	事前	47.5	77
	事後	87.7	
3 空気の組成と気体の性質	事前	26.8	74
	事後	80.8	
4 燃焼後の空気の変化と調べ方	事前	33.1	86
	事後	90.8	

注 1 事前テストは6月13日、事後テストは6月28日に実施した。

2 正答率は、1項目2点配点計36点を100点に換算した。

3 有効度指数算出に用いた計算式は次の通りである。

$$\text{有効度指数} = \frac{(\text{事後テストの正答率}) - (\text{事前テストの正答率})}{100 - (\text{事前テストの正答率})} \times 100$$

【表8】設問別正答率と有効度指数

設問内容	事前 (%)	事後 (%)	有効度指数
1 ろうそくが燃えている時のようすを言葉や図で表してみよう。その時のろうそくのまわりの空気の様子も想像して書こう。	18.3	65.5	58
2 ろうそくが燃えている時、空気が上の図のようになるのはなぜですか。	15.5	54.9	47

(イ) 学習チェックプリントによる分析と考察

基礎・基本の定着状況について、記述式による学習チェックプリントの結果から分析を行った。学習チェックプリントは次時の授業の初めに行い、前時の学習内容の定着状況を調べた。また、学習チェックプリントでは、定着状況を調べると同時に、前時の学習内容を確認しながら再度基礎・基本の定着のための指導にも役立てた。次頁【表9】は、定着状況を四段階に分け、それぞれに該当する児童の割合を示したものである。四段階の基準は、前時の学習の目標に照らし合わせ、図及び言葉で説明できているものを「定着している」、説明に不明確な表現があるものを「だいたい定着している」、説明不足及び誤りがあるものを「あまり定着していない」、説明がなされないものを「定着していない」とした。次頁【図22】に、第3・4時の学習チェックプリントを示した。前時では、「ろうそくを燃え続けさせるには、

空気が入れかわるようにすることが必要である」ことを学習した。このプリントでは、「入れかわる」という言葉は用いてないものの、「暖まった空気は上へ行く」という基礎となる内容を活用し、さらに下から新しい空気が入り、上から古い空気が出るように説明していることから、前時の基本となる内容を身に付けたと判断できる。このような分析の結果、「定着している」「だいたい定着している」を合わせた割合がテスト四項目全てにおいて90%を超える高い値を示した。

以上事前・事後テスト及び学習チェックプリントの結果から、本單元における基礎・基本が定着したと考えられ、手だての試案に基づく授業実践は有効であったと考えられる。しかし、課題として、長期的な定着状況のとらえ方について検討する必要があると考える。

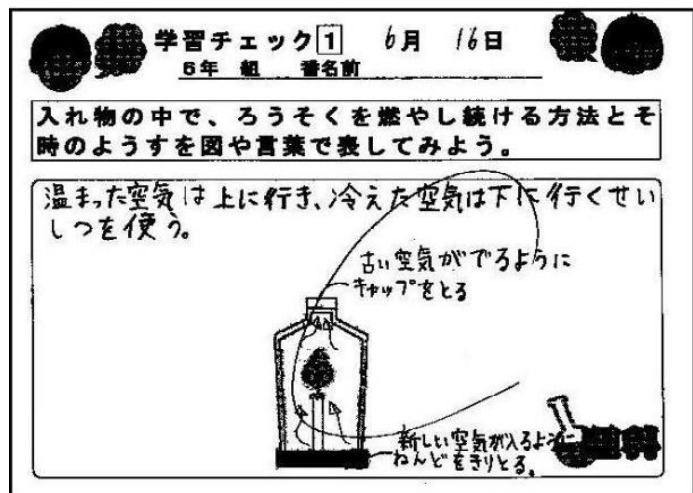
イ 基礎・基本を結び付ける指導過程の有効性について

基礎・基本を結び付ける指導過程の有効性は、毎時間の学習プリントと事前・事後アンケートによって分析・考察を行った。指導過程に基礎・基本を位置付け、キーワードを活用し検証計画を立てる場面を設定することで、自分の考えで見通しをもって、学習し、まとめることができたかについて分析した。

(ア) 学習プリントによる分析と考察

授業実践による、基礎・基本を結び付ける指導過程の有効性について、学習プリントの記述の状況から分析を行った。学習プリントでは、キーワードを活用し、課題についての予想、実験方法を考える、実験結果を予想するまで自分の考えで見通しをもって学習し、まとめることができたかを分析した。【図23】に、全時間の学習プリントの記述状況を示した。キーワードを十分に活用し自分の考えが記述されているものを「できている」、キーワードの活用は十分ではないが自分の考えが記述されているものを「だいたいできている」、キーワードが活用されず自分の考えがあまり記述されないものを「あまりできていない」、自分の考えが記述されていないものを「できていない」とし分析を行った。

学習プリントごとの「できている」「だいたいできている」を合わせた割合は、第1・2時「ろうそくを燃え続けさせる」の60%に対して、第7・8時の「ものが燃えた後の空気の変化」では86%となり、学習が進むにつれてその割合は増えている。また、次頁【図24】第1・2時と【図25】第7・8時を「課題について予想する」から「実験結果を予想する」までの学習段

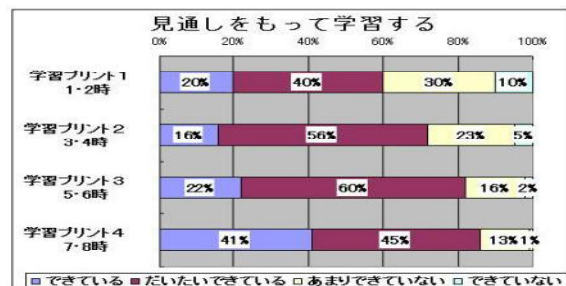


【図22】第3・4時の学習チェックプリント

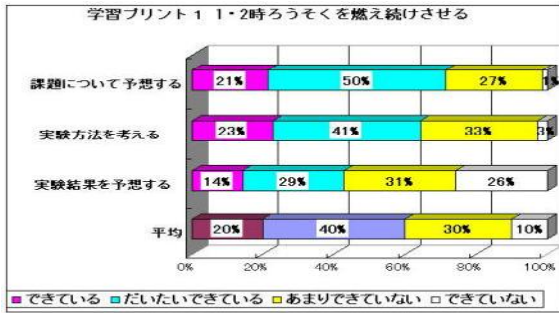
【表9】基礎・基本の定着状況（学習チェックプリント）N=71

テスト項目	定着している(%)	だいたい定着している(%)	あまり定着していない(%)	定着していない(%)
テスト全体	87.9	7.1	5.0	0.0
ろうそくを燃え続けさせる方法	87.1	8.6	4.3	0.0
空気の成分を調べる	91.3	5.8	2.9	0.0
気体の性質を調べる	91.5	4.3	4.2	0.0
燃えた後の空気の変化	81.4	10.0	8.6	0.0

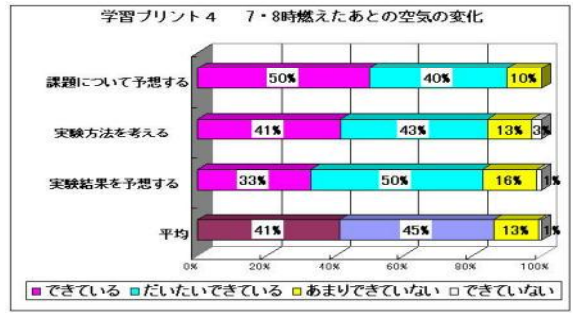
注 1 学習チェックプリントは、次時の授業の最初に実施した。
2 率は、該当する人数/71で算出した。



【図23】学習プリントの記述状況 N=71



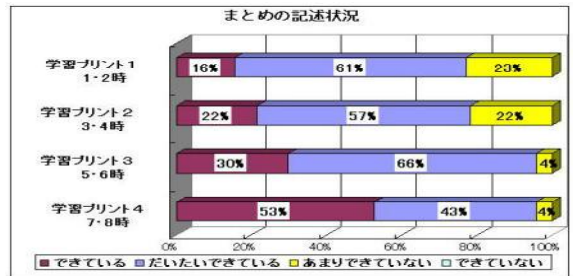
【図24】学習プリント1 第1・2時 N=71



【図25】学習プリント4 第7・8時 N=71

階ごとに比較すると、どの段階においても「できている」「だいたいできている」の割合が増えている。中でも、「実験結果を予想する」については、第1・2時の43%に対して第7・8時では83%と約1.9倍になっている。これは、実験が課題に対する自分の予想を検証するものであり、どのような実験の結果になると自分の予想が正しかったと言えるのか、見通しをもつことができるようになったからと考えられる。また、「できている」の割合を比較すると、全ての段階において約2倍以上の伸びを示している。

【図26】に、学習プリントごとのまとめの記述状況を示した。まとめの記述状況では、単体時間で学習したことを新たな自然事象に対する認識として自分でまとめることができたかを分析した。第1・2時においても「できている」「だいたいできている」を合わせた割合が77%と高い



【図26】学習プリント まとめ記述状況 N=71

が、第7・8時ではさらに96%と高くなっている。児童は見通しをもった学習をとおして、学習したことを新たな自然事象に対する認識としてとらえることができたと考えられる。

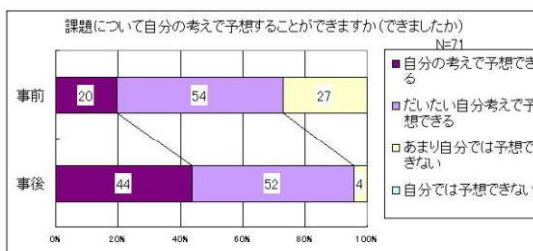
【図27】に、変容が見られた児童の学習プリントの例を示した。第1・2時では、「課題について予想する」の段階では、自分の考えが記述されているが、その他については記述が不十分である。それに対して、第7・8時では、「予想する」から全ての段階において、キーワードを活用し自分の考えが記述されている。

【図27】変容が見られた児童の学習プリントの例

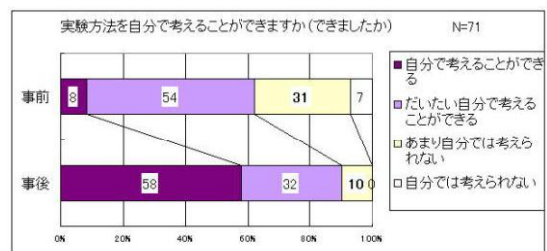
(1) 事前・事後アンケートによる分析と考察

事前・事後アンケートでは、児童が「課題について予想する」から「実験結果を予想する」まで、自分の考えで見通しをもって学習し、「まとめ」をすることができたかの意識の変容とキーワードの有用性について分析を行った。【図28】から【図31】に、自分の考えで学習できたかの事前・事後アンケートの結果を示した。

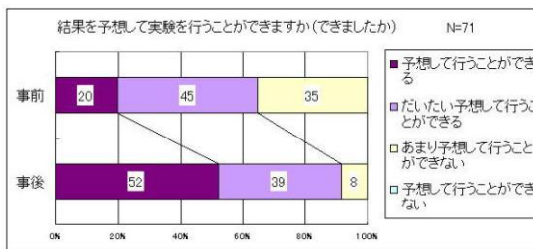
事前アンケートでは、「課題について予想する」から「まとめる」までの全ての学習段階において、「自分でできる」「だいたい自分でできる」ととらえている児童が多く、その割合は62%から74%と高かった。しかし、事後アンケートにおいて、「自分でできる」「だいたい自分でできる」を合わせた割合は、事前よりも22%から28%増えている。また、全ての学習段階において「自分でできた」「だいたい自分でできた」を合わせた割合は90%以上を示す高い値となった。中でも、事後アンケートにおいて「自分でできた」の割合は、全ての学習段階において事前の約2倍以上に増えている。



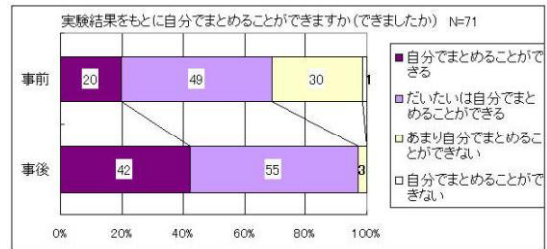
【図28】 課題について予想する



【図29】 実験方法を考える



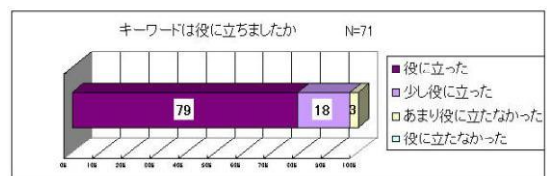
【図30】 実験結果を予想する



【図31】 まとめる

【図32】は、キーワードの有用性に関する事後アンケートの結果である。キーワードについて「役にたった」「少し役に立った」と回答している児童が94%となった。また、児童の感想からは「キーワード使うと、予想や実験方法を考えやすかった。」「キーワードがあったので見通しがもてた。」などの感想を得ることができたことから、キーワードは児童にとって有用であったと考えられる。

以上、学習プリント及び事前・事後アンケートから、児童はキーワードを活用し、見通しをもって学習し、学習したことを新たな自然事象に対する認識をもつことができたと考えられ、基礎・基本を結び付ける指導過程は有効であったと考える。



【図32】 キーワードの有用性に関する事後アンケート

ウ 工夫した教材の有用性

工夫した教材の簡易酸素測定器、及び簡易二酸化炭素測定器の有用性について、事後アンケート及び事後テスト・教師用アンケートから分析を行った。次頁【図33】は、教材の有用性についての事後アンケート結果である。三つの教材について、児童全員から工夫した教材を使った実験が「酸素または、二酸化炭素の割合」を理解する上で「役に立った」「少し役に立った」という回

答を得ることができた。また、参観した教師からも、児童が「酸素または、二酸化炭素の割合」を理解する上で「役に立った」という回答を得ることができたとともに、機能的な面、价格的な面でも好評を得ることができた。

これらのことから、今回工夫した実験教材は児童にとって有用であったと考えられる。また、事後テストでは、空気の

組成と気体の性質の設問の中における空気の組成その性質に限定した設問の正答率は90%以上あり、簡易酸素測定器の有効性もあったと考えられる。

しかし、簡易酸素測定器 において、課題であった燃焼後の空気の酸素濃度を測定した際の3~4ml のずれの原因は、二酸化炭素の活性炭への吸着であると分かったものの解決には至っていないため、改良の必要がある。また、簡易二酸化炭素測定器を含めて、シリンジ同士の結合部分とシリンジのピストンのゴムの部分と筒の内側の摩擦を減少させる工夫をすることで操作性、及び正確性がさらに向上すると考える。

7 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のまとめ

基礎・基本の定着を図るために、指導過程と教材を工夫した本研究の成果と課題は以下のとおりである。

(1) 成果

- ア 小学校理科における基礎・基本を定義し、基礎・基本を見極める視点について示したこと。
- イ 基礎・基本を関係付けた単元構成と基礎・基本を結び付ける基本的な指導過程の有効性が確かめられたこと。
- ウ キーワードを活用し、見通しをもった学習を行うことにより、基礎・基本の定着が図られたこと。
- エ 工夫した教材の有効性が確かめられたこと。

(2) 課題

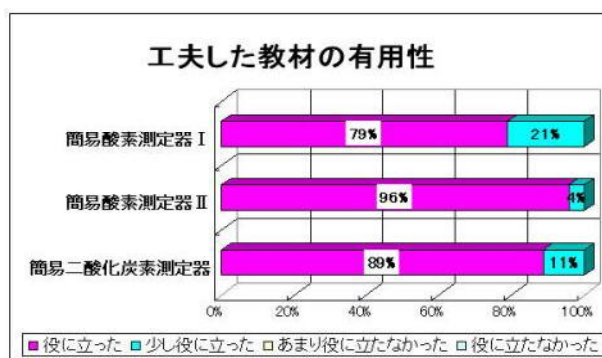
- ア 実験の意義を理解することなど、学習の進め方に対する指導を工夫すること。
- イ 工夫した教材について改良を加え、操作性及び正確性を高めること。

研究のまとめと今後の課題

1 研究のまとめ

本研究は、小学校理科B区分「物の燃えかた」において、基礎・基本の定着に必要な指導過程の作成と工夫した教材を活用した授業実践をとおして、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したものである。

そのために、小学校理科における基礎・基本について定義し、基礎・基本を関係付けた単元構成、基礎・基本を結び付ける基本的な指導過程を作成した。また、空気中の酸素濃度や燃焼後の空中の二酸化炭素濃度を繰り返し測定できる教材を工夫し、それらを指導過程に位置付け、授業実践を行った。そして、基礎・基本の定着状況、指導過程の有効性、教材の有用性について分析・考察を行い、手だての有効性を検討した。



【図33】教材の有用性に関する事後アンケートN=71

その結果、基礎・基本を結び付ける指導過程に見通しをもつ場面と工夫した教材を位置付けた指導は、基礎・基本を定着させることに有効であると考えられる。

2 今後の課題

今後、仮説の有効性を判定するための長期的な定着状況のとらえ方について検討すること、他学年、他単元においても実践をとおして、基礎・基本の定着について検証することが課題であるとする。

おわりに

この研究を進めるに当たって、ご協力いただいた研究協力校の先生方に心から感謝を申し上げます。

【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 - 特に初等教育を中心に - 」,『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 - 理科 - 』,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 - 小・中学校の系統性を生かした指導計画の開発 - 」,『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 - 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 - 」,『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』- 計画・実践・評価のポイント
-, 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/>