

群 教 セ	G04 - 03
	平20.240集

中学校理科における科学的に探究する能力 の基礎を育成する指導の工夫

— 化学領域における探究能力育成プログラムの活用を通して —

長期研修Ⅱ 研修員 二宮 一浩

《研究の概要》

本研究では「科学的に探究する能力の基礎」を育成するために必要な「科学的に探究する活動」を構成する要素（ベーシックスキル）を整理し、系統的・計画的に指導計画に配置し、授業実践を行った。その際、ワークシートとチェックリストを組み合わせた探究能力育成プログラム「サイエンスレンジャーへの道」を活用し、生徒にベーシックスキルを効果的に習得させることを通して「科学的に探究する能力の基礎」の育成に迫った。

キーワード 【中学校理科 1分野 科学的な探究 プログラム】

I 主題設定の理由

中教審答申(平成20年1月)の中には、学習指導要領改訂のポイントが七つ示されている。そしてその一つが「思考力・判断力・表現力等の育成」である。この背景として、子どもたちの学力に関する各種の調査の結果において、いずれも知識・技能の活用など思考力・判断力・表現力等に課題が示されていることが挙げられる。

これらを受け中学校学習指導要領理科(平成20年3月公示)では、科学的な思考力・判断力・表現力の育成を図る観点から、科学的に探究する学習を一層重視して改善を図るとしている。ここでは、従前の「調べる能力」を「探究する能力の基礎」ととらえ直し、目的意識をもって観察、実験などを行うことに加え、観察、実験の結果を分析して解釈する能力や、導き出した自らの考えを表現する能力の育成に重点を置くこととしている。

また、国立教育政策研究所は「特定の課題に関する調査(理科)」(平成18年2月)において中学校2年生を対象として、観察、実験への学習状況について調べている。その結果「問題を解決するための実験方法を考えること」「観察、実験の結果や提示されたデータに基づいて考察すること」「実験器具の正しい使い方や測定器具の目盛りの読み取り」などを改善することが課題として挙げられている。この調査からも探究する能力の育成が中学校理科の課題の一つであることが分かる。

上記を踏まえ、協力校の中学校1年生2クラス(67名)で実態調査を行った。その結果「実験をするとき自分の力で仮説を設定できる」生徒は15%程度であり、「仮説を基に問題を解決する方法を

考えたり、観察、実験の結果から考察したりできる」生徒はさらに少ない状況であった。また、生徒は自身の既有知識や先行経験と関連付けをしながら推論するなどの思考面も苦手とする場合が多く、改善が望まれる。このことから「科学的に探究する能力の基礎」に視点をあて、指導の充実を図ることは意義のあることであると考えられる。本研究で迫る「科学的に探究する能力の基礎」は、自然の事象から問題を見出すことから、結果を分析して結論を導き出すまでの一連の活動、いわゆる「科学的に探究する活動」を通して育成することができる。したがって、まず「科学的に探究する活動」を教師の立場からより具体的にとらえ、系統性を踏まえて指導計画に明確に位置付ける事が大切である。そして、それを基に日々の授業の充実を図ることで「科学的に探究する能力の基礎」の育成に迫ることができると考える。

中学校理科で育成する「科学的に探究する能力の基礎」は、高等学校での「科学的に探究する能力」へと系統的につながる。理科離れが叫ばれる中、「科学的に探究する能力の基礎」という土台を確実に身に付けさせる事は科学的な見方や考え方ができる生徒を育てるために重要であると考え、本主題を設定した。

II 研究のねらい

「科学的に探究する活動」の充実に必要な要素を整理し、系統的・計画的に学習指導に位置付けた探究能力育成プログラムを活用することは、「科学的に探究する能力の基礎」を育成するうえで有効であったか、実践を通して明らかにする。

Ⅲ 研究の見通し

1 目指す生徒像

「科学的に探究する能力の基礎」が育成された生徒は次のような生徒と考える。

目的意識をもって観察、実験を行い、自らの力で結論を導き出すことができる生徒

2 研究の仮説

「科学的に探究する活動」を構成する具体的な要素を整理し、それらを系統的・計画的に組み込んだプログラムを学習指導に取り入れれば、「科学的に探究する活動」が充実し、「科学的に探究する能力の基礎」の育成に迫ることができるであろう。

Ⅳ 研究の内容と方法

1 基本的な考え方

(1) 「科学的に探究する能力の基礎」について

中学校学習指導要領解説理科編によれば、「科学的に探究する能力の基礎」とは、「問題の把握、仮説の設定、資料の収集、実験による検証、結果の分析と解釈、結論の導出」などの「科学的に探究する活動」を通して育成される能力とされる。このことから、科学的に探究する能力は一挙に獲得できるものではなく、生徒が具体的な問題に取り組み、それらを解決していく活動を通して身に付けていくものであると言える。したがって目的意識をもって観察、実験を行ったり、得られたデータを分析して解釈したりといった経験を系統的・計画的にさせることが重要となる。その際、観察、実験の結果をどのように分析すればよいのか

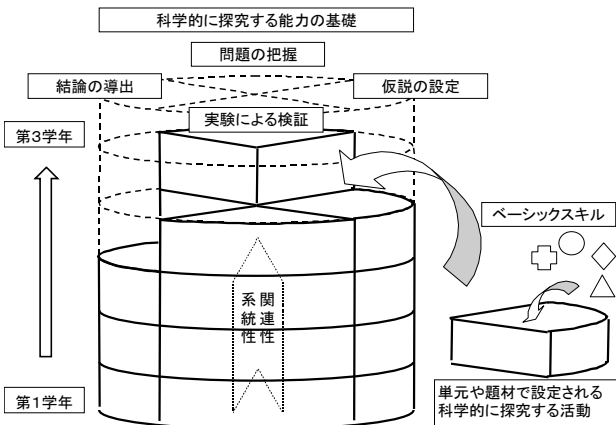


図1 「科学的に探究する能力の基礎」育成の概念

などといった「科学的に探究する活動」を構成する具体的な要素（以降ベーシックスキル）を確実に身に付けさせることが大切である。本研究では、まず、「科学的に探究する能力の基礎」の育成に迫るための「科学的に探究する活動」及び、それらの具体的な要素であるベーシックスキルを整理することから研究のねらいに迫っていく（図1）。

(2) 「科学的に探究する活動」と「ベーシックスキル」について

「科学的に探究する能力の基礎」を育成するためには、それに迫るための「科学的に探究する活動」をより具体的に把握し、それらを日常の学習指導に組み込む必要がある。そこで、学習指導要領に基づき、本研究のねらいに迫るために「科学的に探究する活動」を押さえるとともに、それらを構成する具体的な要素を「ベーシックスキル」とし、表1のように整理した。

表1 科学的に探究する活動とベーシックスキル

	科学的に探究する活動	ベーシックスキル
科学的に探究する能力の基礎	問題の把握	<ul style="list-style-type: none"> ・比較し、共通点や違いを見いだす ・問題から調査すべき疑問を見いだす
	仮説の設定	<ul style="list-style-type: none"> ・知識や経験から推論する ・観察で気付いたパターンによって予測する ・重要な変数を考え、その変数を制御する ・検証可能な形式で表現する
	資料の収集	<ul style="list-style-type: none"> ・収集方法を選択する ・資料から情報を収集する ・情報の有用性を評価する
	実験による検証	<ul style="list-style-type: none"> ・結果を予想し実験を計画する ・素材や器具、装置を選択する ・器具を正確かつ安全に操作する(操作スキル) ・条件を制御して実験する
	結果の分析や解釈	<ul style="list-style-type: none"> ・1単語、箇条書き、センテンス、簡単な図表などを用いて記録する ・結果を表にまとめ整理する ・誤差を適正に処理する ・グラフ化する ・モデル化する ・分類する ・記録やグラフを読み取る ・データ中のパターンや傾向を読み取る ・ある変数の理論値を計算する ・記号化する ・関連図に表す ・模式図に表す ・分かりやすい用語と言葉を用いて記述する ・推論したことを説明する
	結論の導出	<ul style="list-style-type: none"> ・観察、実験の結果から推定、推論する ・観察、実験の結果の関係性・規則性を発見する ・発見をどのように応用できるかを考える ・日常生活や社会と関連付ける

これらのベーシックスキルを系統的・計画的に学習指導に組み込むことにより「科学的に探究する活動」が充実し、「科学的に探究する能力の基礎」の育成に迫ることができると考える。

(3) 系統的・計画的なベーシックスキルの扱い

整理したベーシックスキルを学習指導に効果的に組み込むためには、その系統性を把握しておくことが大切である。本研究では、中学校3年間の指導内容を踏まえ、表2のようにとらえていく。例えば、「モデル化する」というベーシックスキルを考えたときに、第1学年と第3学年では具体的なもののモデル化から、より抽象的なもののモデル化へと変化していくため、この系統性を踏まえて学習指導に組み込むことが大切となる。

表2 ベーシックスキルの学年間の系統(化学領域)

1年	2年	3年
物質のすがた ベーシックスキル	物質のなりたち ベーシックスキル	水溶液とイオン ベーシックスキル
・比較し、共通点や違いを見い出す	・比較し、共通点や違いを見い出す	・比較し、共通点や違いを見い出す
・知識や経験から推論する	・知識や経験から推論する	・知識や経験から推論する
・検証可能な形式で表現する	・観察で気付いたパターンから予測する	・観察で気付いたパターンから予測する
・情報を収集する	・メディアを選択する	・情報の有用性を評価する
・実験を計画する	・実験を計画する	・条件を制御して実験する
・素材や器具を選択する	・器具を正確かつ安全に操作する	・器具を正確かつ安全に操作する
・結果を表にまとめ整理する		
・誤差を処理する		
・モデル化する(溶解、状態変化)	・モデル化する(原子・分子)	・モデル化する(イオン)
・分類する	・記号化する	・記号化する
・グラフ化する(沸点)	・グラフ化する(定比例)	
・グラフを読み取る(溶解度曲線)	・グラフを読み取る(定比例)	
・結果から推定する	・関係性を発見する	
・日常生活や社会と関連付ける(金属の性質、原油の蒸留)	・日常生活や社会と関連付ける(カイロ、ベーキングパウダー)	・日常生活や社会と関連付ける(河川の中和、電池)

また、系統性を踏まえたベーシックスキルを計画的に学習指導に組み込むことが大切である。表3は中学校理科1年「身のまわりの物質」においてベーシックスキルを四つの学習場面(ステップ1から4)に計画的に組み込んだ例である。○は各ステップで活用するベーシックスキルを表し、◎は特に生徒に習得させたいベーシックスキルを表している。中学校3年間の学習指導に、このように計画的にベーシックスキルを組み込むことで、効果的にベーシックスキルを生徒に習得させ

ることが可能になると考える。

表3 「身のまわりの物質」におけるベーシックスキル習得計画表

科学的に探究する活動	単元で生徒に習得させたいベーシックスキル	ステップ1	ステップ2	ステップ3	ステップ4
		○	○	○	○
問題の把握 仮説の設定	比較し、共通点や違いを見い出す 知識や経験から推論する 検証可能な形式で表現する	◎	○	○	○
資料の収集 実験による	情報を収集する 素材や器具、装置を選択する	○	◎	○	○
検証 結果の分析 や解釈	器具を正確かつ安全に操作する 情報を収集する 結果を表にまとめ整理する 誤差を適正に処理する 分類する	○	○	◎	○
結論の導出	結果から推定、推論する 関係性・規則性を発見する 日常生活や社会と関連付ける	○	○	○	◎

2 具体的な手だて

(1) 探究能力育成プログラム「サイエンスレンジャーへの道」の考え方

ベーシックスキルを生徒に習得させていくには「科学的に探究する活動」を行わせるなかで、系統的・計画的にベーシックスキルを学習指導に組み込むことが大切と考える。ここでは、中学校理科の学習内容にベーシックスキルを位置付けることにより、探究能力育成プログラムとして学習指導に取り入れていく。このプログラムは、学習内容に沿って作成したワークシートにベーシックスキルを計画的に位置付け、生徒に意識させながら「科学的に探究する活動」を行わせるとともに、チェックリストにより学習したベーシックスキルを振り返らせることにより定着を図れるように構成する(図2)。

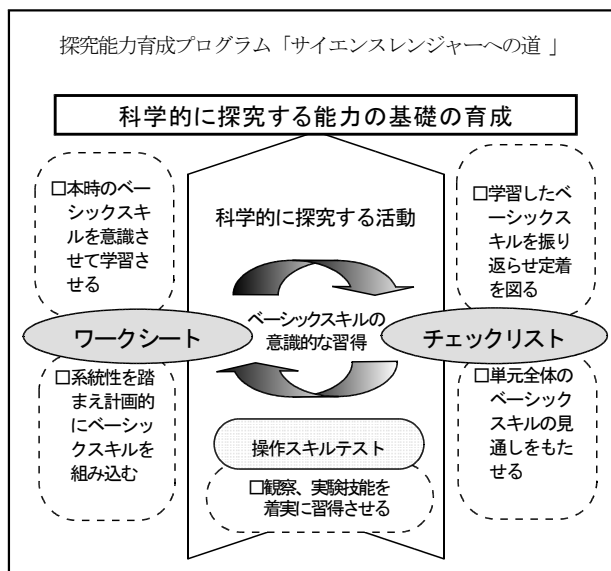


図2 探究能力育成プログラムの構成

また、ワークシートやチェックリストの他に、観察、実験技能の着実な習得のため、必要に応じて操作スキルテストを取り入れる。さらに、このプログラムを生徒に効果的に行わせるには、動機付けと目的意識を高める工夫が必要となる。そこでこのプログラムを「サイエンスレンジャーへの道」と名付け、サイエンスレンジャーを目指すというテーマ性をもたせることにする(図3)。サイエンスレンジャーは、ベーシックスキルを確実に習得し、科学的に探究する能力の基礎を高めた生徒が得ることができる称号である。そして、生徒自らの力で「科学的に探究する活動」を行わせながら目的意識を高めさせていく。



図3 生徒向けパンフレット

(2) 探究能力育成プログラムの構成内容について
探究能力育成プログラムは「ワークシート」「チェックリスト」「操作スキルテスト」の三つで構成する。以下にそれらの役割及び位置付けを示していく。

① 「ワークシート」

ワークシート(図4)は仮説検証型を基本の構



図4 ワークシートの例

造としつつ、学習内容に合わせ作成する。その際、系統的・計画的に本時に身に付けさせたいベーシックスキルをワークシートの文頭に明記するとともに、該当部分を点線で囲むなどして生徒が意識して学習できるようにする。

② 「チェックリスト」

単元の学習内容に照らして必要となるベーシックスキル(前述表1)を確認し、「チェックリスト」として一覧表(図5)にする。この「チェックリスト」は単元の開始時に生徒に配付する。そうすることで、この単元の学習の中でどのようなベーシックスキルを活用するのか意識させるようにする。また、達成感を「自分の力でできた」「友だちの考えを参考にできた」「教えてもらったり手伝ってもらったりしてできた」の3段階として自己評価ができるようにする。自己評価により身に付いたベーシックスキルを視覚的に把握させ達成感を味わわせたり、自分に不足しているスキルを把握させたりして次の学習への課題意識につなげさせていく。

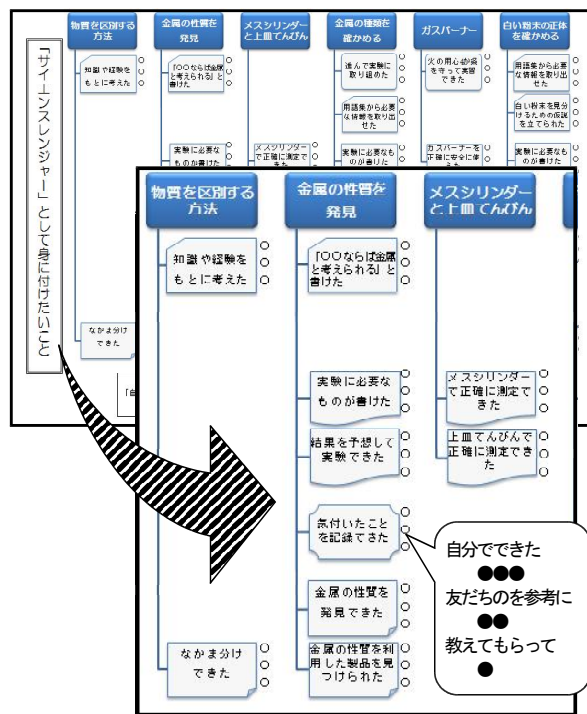


図5 ベーシックスキルの「チェックリスト」

③ 「操作スキルテスト」

操作スキルは「科学的に探究する活動」を支える重要なベーシックスキルである。そこで必要に応じて、生徒一人一人が着実に操作スキルを習得できるように指導計画に操作スキルテストを組み込む。本研究では操作スキルテストを効率的に実施するため、各班の代表1名が教師のテストを受け、

その生徒がリーダーとなって班内で操作スキルテストを行い、全員が協力して着実に操作スキルを身に付けることができるように工夫する。

(3) 「サイエンスレンジャーへの道」について

探究能力育成プログラムは、中学校理科の目標を踏まえた上で行う必要がある。「サイエンスレンジャーへの道」ではその点を踏まえ、自ら学ぶ意欲や目的意識を高めることを重視しつつ「科学的に探究する能力の基礎」の育成に迫るものとする。そのためには、自分の力で課題を解決しなければならない状況をつくりだすことが効果的である。生徒の自力解決を促すために、教師は必要に応じてファシリテーター的存在（探究活動の進行役）となり、ベーシックスキルの習得を支援していく。また、「科学的に探究する活動」を経て得られた事実をもとにして、自然の事象についての理解を深めるために、日常生活や社会と関連付けて考えさせる活動も取り入れていく。

V 研究の展開

1 授業実践計画

教科	理科
対象	中学校1年 1組34名 2組35名 計69名
単元	身のまわりの物質（第1分野）
期間	平成20年11月（6時間）
授業者	長期研修員 二宮 一浩

2 指導計画

時	主な学習内容	評価項目（評価方法）	支援および留意点
1	身のまわりのものの分類 物質を区別する方法を考える	知識や経験を基に分類したり予想したりできる。〈思〉行動観察、WS、CL	○サイエンスレンジャーへの道を説明する。 ・ベーシックスキルを身に付け、科学的に探究する能力を高めていくこと ○固体の区別について、自ら予想を立てることで見通しをもたせる。
2	金属と非金属の区別 金属に共通する性質を発見する	金属に共通する性質を理解できる。〈知〉日常生活と関連付けることができる。〈関〉WS、CL	○第1時で立てた仮説を班の他の人のものと比較検討させる。 ○実験では調べられなかった性質については用語集を活用して調べさせる。
3	操作スキルテスト① 上皿てんびんとメスシリンダーの使い方	器具を正確かつ安全に操作できる。〈技〉スキルテスト、CL	○第1時で予想した方法を検討し、単位体積あたりの質量を比べるために測定技能を習得させる。 ○何度でも挑戦可能とし全員の技能習得を目指す。
4	金属の区別 密度の測定により金属を同定する	測定値から密度計算し金属を同定できる。〈思〉結果を表にまとめ、数値を処理できる。〈技〉WS、CL	○表にすることで、結果を見やすくまとめることができることに気付かせる。 ○誤差の扱いを指導する。
5	操作スキルテスト② ガスバーナーの使い方	器具を正確かつ安全に操作できる。〈技〉スキルテスト、CL	○第1時で予想した方法を検討し、加熱に必要な技能を習得させる。 ○何度でも挑戦可能とし全員の技能習得を目指す。
6	粉末の区別 粉末を同定する	実験の結果を解釈し、白い粉末を同定できる。〈思〉行動観察、WS、CL	○前時までに習得したベーシックスキルを活用し、自ら探究活動を行わせる。 ○実験の結果を解釈し、根拠を示して粉末の正体を結論付けさせる。

注：WSはワークシート、CLはチェックリストの略

3 検証のための授業実践の単元について

本研究では、1年生の化学分野の単元「身のまわりの物質」において授業実践を行い、効果を検証していく。この単元の特徴は以下の三つである。

- 中学校理科で学習する最初の化学領域の単元であるため、観察、実験の基礎的・基本的事項を確認させながら学習させるのに適している。
- 身近な物質を扱うことで、生徒の既有知識や先行経験を生かした仮説の設定や実験の計画づくりを行うのに適している。
- 2年生で学習する「化学変化と原子・分子」や3年生で学習する「化学変化とイオン」へとつながるよう実験結果を分析する力など基本的な探究能力の育成に適している。

4 検証計画

検証の観点	検証の方法	処理と解釈
系統的・計画的にベーシックスキルを組み込んだ探究能力育成プログラムを学習指導に取り入れたことは科学的に探究する活動を充実させるのに有効であったか。	学習活動の観察 ワークシートやチェックリスト（自己評価）の内容分析 アンケートや感想の分析	チェックリストの達成度、アンケート結果の数値処理と生徒の感想、教師の観察などからベーシックスキルの習得状況を見取る。

5 授業実践

授業実践では、四つの学習場面（ステップ1から4）と2回の操作スキルテストを設定した。それぞれの活動のなかにベーシックスキルテストを設定し、生徒が意識して習得できるようにした。ステップ4は、それまでに習得してきたベーシックスキルを活用して、自らの力で結論まで導き出す場面とした（図6）。

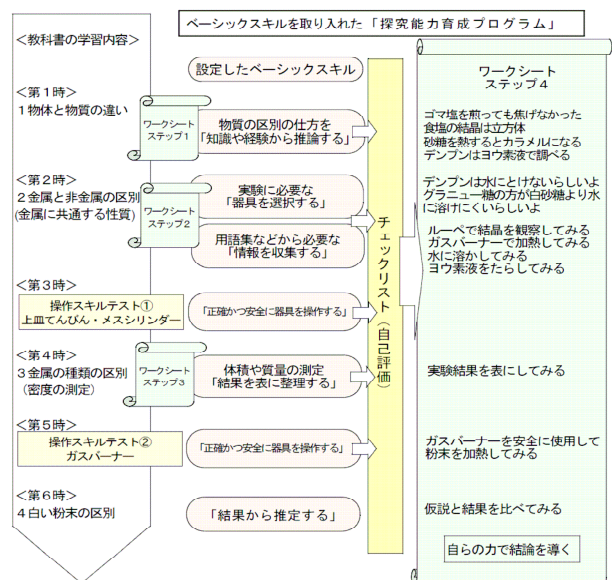


図6 「探究能力育成プログラム」を取り入れた単元構成

以下に授業実践（6時間）の概要を示す。

第1時（ステップ1）

テーマ「物質を区別する方法を考える」

○主な学習活動 ベーシックスキル	▽教師の指示 ☆教師の支援 生徒の反応
○物質を区別する方法を考える	☆「サイエンスレンジャーへの道」の説明をして、とチェックリストとワークシートを配付する。
知識や経験から推論する	▽物質を区別する方法を思いつくだけ書きましょう。 初めはなかなか思い浮かばずワークシートに記述できない生徒が多かった。
①金属と非金属を区別する方法 ②金属の種類を区別する方法 ③白い粉末を区別する方法	☆ワークシートに示したベーシックスキルの説明をした。 ☆教師が用意したスプーンやグラス、10円硬貨、アルミニウムはく、ペトボトル、デンプンなどを手に取らせた。
	①磁石にくっつく、電気を通す、水の中に入れる、音を聞く ②色や重さ、かたさを調べる ③ヨウ素液をたらす、水に溶かす、粒の形をみるなどの方法を記述できた生徒が増えた。

第2時（ステップ2）

テーマ「金属とそうでないものを区別する」

○主な学習活動 ベーシックスキル	▽教師の指示 ☆教師の支援 生徒の反応
○金属の性質の仮説を立てる 検証可能な形式で表現する	☆仮説を記入する欄に「定型文」を示した。 ほとんどの生徒が定型文にしたがって仮説を設定することができた。
○実験を計画し実施する 器具を選択する	☆実験に必要な器具を自分のワークシートに書かせ、さらに班で相談させた。 仮説の検証に必要な器具を記入していた生徒もいたが、班での相談で修正していた。
○実験で確かめた以外の性質を調べる 情報を収集する	☆用語集を各班に配付した。 初めて渡された用語集で使い方がよく分からない様子だった。班に1冊しかなかったので手に取らない生徒もいた。
○チェックリストに記入する	自分のワークシートを見直して自己評価している様子が見られた。

第3時（操作スキルテスト1）

テーマ「上皿てんびん、メスシリンダーの使い方」

○主な学習活動 ベーシックスキル	▽教師の指示 ☆教師の支援 生徒の反応
○使い方を確認する	☆操作スキル用のワークシートで使い方を確認させた。
○上皿てんびんとメスシリンダーの操作スキルテストをする 器具を正確かつ安全に操作する	☆各班の代表生徒を集め、教師による操作スキルテストを行い、リーダーとした。 上皿てんびんはおおむね正確に操作できた。メスシリンダーの目盛りを読むのに苦労した生徒が多かった。正確に操作できた生徒の感想には「自信がついた」とあった。

第4時（ステップ3）

テーマ「金属の正体をさぐる」

○主な学習活動 ベーシックスキル	▽教師の指示 ☆教師の支援 生徒の反応
○金属A～Cの正体を予想する 知識や経験から推論する	☆3種類の金属を各班に配付した。 ▽金属A～Cの正体（種類）を予想しその理由も書きましょう。 アルミニウムは鉄などより軽いという知識や経験、硬貨やメダルの色との比較から予想した生徒が多かった。
○主な金属の密度を調べる 情報を収集する	調べ方の分からない生徒は他の班員に索引の見方などを教わる姿がみられた。 ☆全員が測定できるような器具を2セットずつ用意した。
○金属の体積と質量を測定する 器具を正確かつ安全に操作する	試料の金属が立方体であったので3辺の長さから計算で体積を求め、メスシリンダーでの体積の測定結果と比較していた班もいくつか見られた。
○測定結果から密度を計算する 結果を表にまとめ整理する	調べた項目を自分で記入して測定結果を整理できていた。 ☆記入できない生徒には友だちの考えを参考にさせたり、個別に支援したりした。

第5時（操作スキルテスト2）

テーマ「ガスバーナーの使い方」

○主な学習活動 ベーシックスキル	▽教師の指示 ☆教師の支援 生徒の反応
○使い方を確認する	☆操作スキル用のワークシートで使い方を確認させた。
○ガスバーナーの操作スキルテストをする 器具を正確かつ安全に操作する	☆各班のリーダーを決め、教師による操作スキルテストを行い、班員に指導させた。 班員の操作を見守り、助言する姿が見られた。火に恐怖心をもつ生徒も数名いたが練習後はほぼ全員がガスバーナーを操作できた。

第6時（ステップ4）

テーマ「白い粉末の正体をさぐる」

○主な学習活動 ベーシックスキル	▽教師の指示 ☆教師の支援 生徒の反応
○白砂糖、グラニュー糖、デンプン、食塩の特徴から仮説を設定する 知識や経験から推論する 情報を収集する	☆生徒自らの力で活動できるように、教師は裏方になり機間支援を行った。 食塩はフライパンで煎ってもこげなかった、グラニュー糖は白砂糖よりさらさらしていたなどの経験から特徴を挙げる生徒が多かった。また自ら用語集を活用し食塩やデンプンなどの特徴を調べる生徒も増えてきた。
○実験により検証する 器具を選択する 器具を正確かつ安全に操作する	☆粉末を加熱する際のアルミの容器の作り方を説明した。
○結果を分析する 結果を表にまとめ整理する	☆実験の記録については、反応の速さや途中の様子も記録するよう助言した。 自分なりの言葉で工夫して記録できた生徒が多く見られた。
○結論を導く 結果から推定する	仮説と結果を比較しながら判断の根拠を示し推定できていた。自分の力で結論が出せたことを喜ぶ感想が多く見られた。

VI 結果と考察

系統的・計画的にベーシックスキルを組み込んだ探究能力育成プログラムを学習指導に取り入れたことは、科学的に探究する活動を充実させるのに有効であったか。

科学的に探究する活動を充実させるために探究能力育成プログラムを活用したことの有効性を「ワークシート」「チェックリスト」「操作スキルテスト」「プログラム全体」から考察する。

(1) ワークシート

ワークシートを用いて「科学的に探究する活動」を行わせた効果は、主に次の二つが確認できた。

一つ目は、ベーシックスキルをワークシートに明記したことで、生徒は「科学的に探究する活動」を行うための具体的な考え方や方法を把握することができたことである。第1時（ステップ1）では初め、ベーシックスキルに触れずに物質を区別する方法を考えさせたが、なかなか方法が思い浮かばない様子が見られた。そこでワークシートに示したベーシックスキルに注目させ、小学校で学んだ「知識や経験から推論」させた。すると「金属とそうでないものを区別する方法」では、磁石にくっつく、電気を通す、水の中に入れるなどの方法が出てきた。「金属の種類を見分ける方法」では、1円や10円硬貨を思い浮かべ、色や重さ、かたさで区別するという考え方を示す生徒が多かった。「いくつかの粉末を区別する方法」では、ヨウ素液をたらし、水に溶かすなどの方法が出てきた。ベーシックスキルを意識することで生徒は「科学的に探究する活動」を行うための具体的な考え方や方法を把握することができたと言える。

二つ目は、ベーシックスキルを習得させるのに、生徒の実態に合わせた支援策を適宜用いることができたことである。第2時（ステップ2）では検証可能な形式で疑問を表現させるために、ワークシートに「〇〇ならば金属と考えられる」といった定型文を示した。また第4時（ステップ3）で結果を表に整理する際には、罫線と項目の一部を示した。そうした支援により、ほとんどの生徒が仮説を立てたり、結果を表にまとめたりできるようになった。このように生徒の実態に合わせた支援が行えたことにより、生徒の成功体験および自信につながったと考えられる。

<生徒の感想より>

「ワークシートにそって学習をすすめることで、自分たちで考え、自分たちで調べることができた。」

生徒の感想からは上記のような記述も見られ、「科学的に探究する活動」が充実できた。

(2) チェックリスト

単元の導入時に生徒に配付し、プログラムの進捗に合わせて、授業の終了時に自己評価させた。生徒は、自分のワークシートを見直したり、自分の活動の様子を振り返ったりしながら「チェックリスト」を記入していた。生徒が記入した「チェックリスト」を見返すと、感想にもあるように自己評価が向上している生徒の記録を見ることができた。

<生徒の感想より>

「次は自分で考えられるようにしたい。」
「前より自分で考えられた部分が多かったの
でよかったと思う。」

このような感想からも「チェックリスト」での自己評価により、ベーシックスキルを意識して取り組んでいたことが分かる。

実践後のアンケートでは、「チェックリストは、自分の取組を確かめるのに役立ったか」という問いに対して、

とてもそう思う	59%
そう思う	40%

という結果が出た。

このような結果から、自分の取り組みや努力の跡を視覚的にとらえることができる「チェックリスト」を活用したことは、生徒にとってベーシックスキルを習得していく励みとなったと考えられる。また、3段階の自己評価とし、評価の基準も分かりやすく設定したので迷わずチェックできていた。

(3) 操作スキルテスト

操作スキルテストを実施したことで、技能の習得に専念できる時間を設けることができた。また、班ごとにテストを実施したことで、班内で助け合いながら操作方法を確認する姿が見られた。このような活動を通して、操作スキルの習得のみならず、班で協力して実験を進めていく態度が芽生えていく様子も見られた。

<生徒の感想より>

「上皿てんびんがうまく使えるようになったので、少し理科に自信がついた。」

「測定した密度が、用語集で調べた値とほぼぴったり合っていて、手応えを感じた。」

「ガスバーナーのスキルテストは難しかったけれど、実験ではうまく使えたのでうれしかった。」

生徒の感想からは、操作スキルのような「できた、できない」がはっきりするような学習内容において、着実に成功体験を積み重ねることの大切さを読み取ることができる。そしてその体験が生徒の学習意欲や自信につながることを示している。

実践後のアンケートでは「操作スキルテストを行ったことで実験器具が使えるようになったか」という問いに対して、

とてもそう思う	46%
そう思う	50%

という結果が出た。「とてもそう思う」が46%という値は高くないようにも見えるが、自信をもって「できる」と言っているのか生徒の判断の迷いが含まれていると思われる。実際にはガスバーナーの操作スキルテストでは、ほぼ全員が合格できた(図7)。また、ステップ4でガスバーナーを使用した際に、操作スキルテストに一番最後に合格した生徒が率先してガスバーナーの操作をしている姿も見られた。

これらのことから、操作スキルテストを計画的に学習活動に組み込んだことで、生徒は器具の操作スキルを着実に習得でき、実験による検証をスムーズに進めることができたと考えられる。



図7 操作スキルテストでのリーダーと班員の様子

(4) プログラム全体を通して

「チェックリスト」の中から「本時のベーシックスキル」に対する自己評価のみを抽出してまとめてみると次のような結果がでた(表4)。

表4 本時のベーシックスキルの達成率

時(プログラム)	本時のベーシックスキル	達成率
1(ステップ1)	知識や経験から推論する	70%
2(ステップ2)	器具を選択する 情報を収集する	73%
3(スキルテスト)	器具の正確かつ安全に操作する	74%
4(ステップ3)	結果を表にまとめ整理する	62%
5(スキルテスト)	器具の正確かつ安全に操作する	79%
6(ステップ4)	結果から推定する	77%

第4時(ステップ3)では、体積の測定に多くの時間を費やしてしまったために達成率が低めになっているものの、「本時のベーシックスキル」全体では70%を超える達成率を示した。実際の学習活動の様子でも、ベーシックスキルを習得した生徒が徐々に目的意識をもって取り組むようになる様子が見て取れた。

<生徒の感想より>

「初めはすごく難しそうで戸惑って大変だったけれど、だんだん進めるうちに、仮説を立てて実験して正体をさぐるのが楽しくなった。」

「今までは、分からないことはすぐ教科書を見ていたけれど、今回は全然(教科書に)たよらなくて少し困ったときもあった。けれど、自分たちで実験を実際にやって解決していくことで、その時の喜びや分かった実感が得られたと思う。」

プログラム実施後の「科学的に探究する活動」に対する生徒の意識の変化は次のような結果であった(図8、次頁図9)。

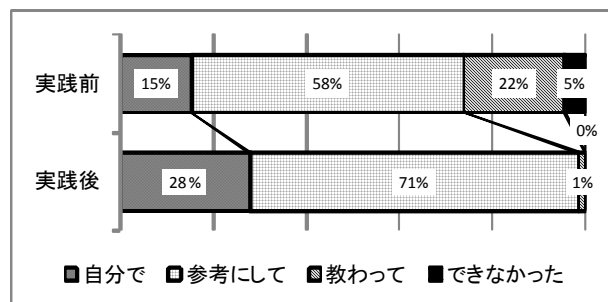


図8 「仮説の設定」ができた割合

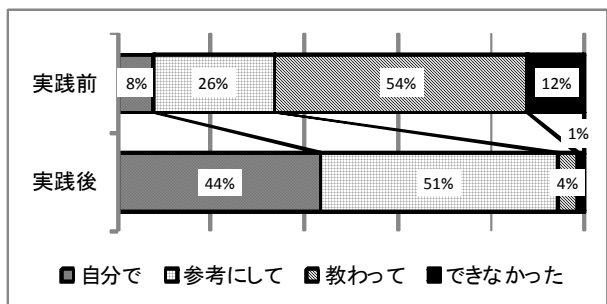


図9 「結果の分析や解釈」ができた割合

これらの結果から、プログラムを通して系統的・計画的にベーシックスキルを身に付けさせたことで「科学的に探究する活動」に対する自信が向上している様子が伺える。

ステップ1から3で習得したベーシックスキルを活用し、第6時（ステップ4）では自らの力で結論を導き出せた生徒の割合は93%であった。この結果からプログラムを学習指導に取り入れたことで「科学的に探究する能力の基礎」の育成に迫れたと考えられる（図10）。



図10 結果を分析して結論を導く生徒の様子

さらに、「プログラムの実施を通して、学習内容が分かったという実感がもてたか」という問いでは次のような変容が見られた（図11）。

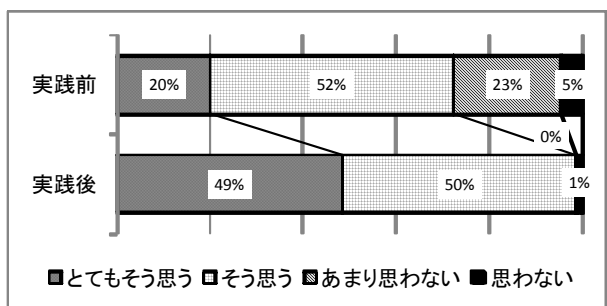


図11 分かったという実感があつた割合

このことから、ベーシックスキルを身に付け、「科学的に探究する活動」が充実すると、分かったという実感を伴った内容理解にもつながることが分かる。生徒の感想にも示されているが、「自分たちで実際に実験をやった」目的意識が高められた状態で学習に取り組めた結果の現れと考えられる。

(5) 生徒の学習意欲や学び合いの変容

本研究のねらいと合わせ、さらに次のような効果も確認できた。

① 生徒の学習意欲に関する効果

「授業に意欲的に取り組めたか」という質問では次のような変容が見られた（図12）。

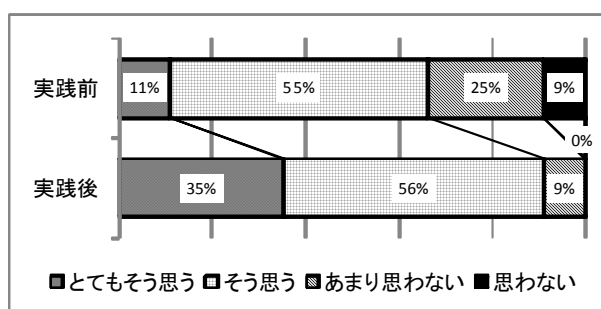


図12 理科の授業に意欲的に取り組むことができた割合

ベーシックスキルの達成や生徒の自力解決的な授業のすすめ方により、探究能力の基礎の育成においては前提となる学習意欲をより一層向上させることができた（図13）。



図13 真剣に白い粉末の正体をさぐる生徒の様子

② 学び合いの効果

「班で話し合ったり、協力したりして実験できたか」という質問では次のような変容が見られた（次頁図14）。

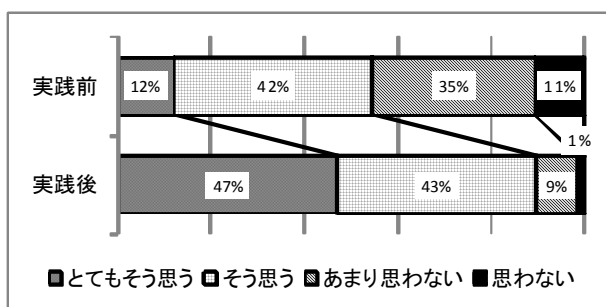


図14 班で話し合ったり、協力したりできた割合

これらのことから、班で行った操作スキルテストや自力解決的な授業のすすめ方により、生徒間の学び合いが起こったことが分かる。

Ⅶ 研究のまとめ

1 成果

系統的・計画的にベーシックスキルを組み込んだ探究能力育成プログラムを学習に取り入れたことにより、次のような成果が得られたと考えられる。

- ・系統的・計画的にベーシックスキルを指導計画に組み込み、プログラムとして活用することにより、生徒に効果的にベーシックスキルを身に付けさせることができた。
- ・身に付けさせたいベーシックスキルを生徒自身に明確に意識させて学習に臨ませ、「できた」という成功体験を味わわせることで達成感を感じさせることができた。
- ・ベーシックスキルを整理することにより、生徒は、具体的にどのような考え方や方法を用いれば科学的に探究できるのかが明確になり、「科学的に探究する活動」を充実させることができた。
- ・教師主導ではなく生徒自身の力で取り組むプログラムは、時間はかかるものの生徒の探究心を引き出し、「科学的に探究する活動」を通して課題解決が図られ、学習内容の理解についても深まるなどの効果が見られた。

2 課題

- ・化学領域以外でもベーシックスキルを明らかにし、プログラムに組み込み、実践を重ねていくことが必要である。その際、ベーシックスキルの系統性については実践を通してさらに改善していく必要がある。

- ・このプログラムを各学校で活用する際には、校内の理科部会等で各学年のベーシックスキルを生徒の実態に合わせて見直す必要がある。生徒の実態にあったベーシックスキルを設定したプログラムを活用することで、生徒の科学的に探究する能力の向上を図ることができると考えられる。

平成21年度から移行措置が始まる学習指導要領では、理科の授業時数が増加する。この時間増を単に知識の補充のためだけに使うのではなく、科学的に探究する能力の基礎などの資質・能力の向上のために使うなど指導バランスを見直すことが大切であるとする。真の科学の楽しさ、有用さを実感させることで生徒の学習意欲を高め、さらなる資質・能力の向上へとつながる相乗効果を生み出していきたい。

<参考文献>

- ・『英国における科学的探究能力育成のカリキュラムに関する調査』
研究代表者 小倉 康
国立教育政策研究所（2004）
- ・『科学的探究能力の育成を軸としたカリキュラムにおける評価法の開発』
研究代表者 小倉 康
国立教育政策研究所（2007）
- ・千葉和義、仲矢史雄、真島秀行 編著
『サイエンス コミュニケーション』
科学を伝える5つの技法
日本評論社（2007）