

プロジェクト研究「新学習指導要領に対応した理科の教育課程改善に資する教材や指導方法等の開発」における研究経過の概要

調査研究部・領域別研究班・校種別研究班

プロジェクト研究として、当センターでは平成21年度より3カ年の計画で、理科教育の課題の解決を目指し、観察・実験を中心とする新学習指導要領に対応した教材や学習プログラムの開発している。今年度はその2年次に当たり、教材や学習プログラムの開発と一部において実践的検証を行ったので、その研究経過の概要を紹介する。

〔キーワード〕 新学習指導要領 教材 指導方法 理科 学習プログラム

1 本プロジェクト研究の研究目的

国内外の各種調査や当センターが実施した「北海道の理科教育に関する実態調査」から、我が国の理科教育に関して、「理科の大切さが伝わっていない」、「自然体験などが不足している」、「基礎的な知識・理解が十分でない」、「科学的な思考力・表現力が十分でない」、といった課題が指摘されている。本プロジェクト研究は、これら課題を受け、観察・実験を中心とする新学習指導要領に対応した教材や学習プログラムを開発することを研究目的としている。

2 本プロジェクト研究の研究内容

本プロジェクト研究の研究目的を踏まえ、研究内容は次のとおりとした。

- ① 自然の事物・現象に対する関心や探究心を高め、科学と実社会・実生活との関係を重視した教材の開発
- ② 開発した教材を用いた観察・実験等を通して、科学的思考力を育成するための校種別の学習プログラムの開発

3 研究方法

本プロジェクト研究の研究方法は次のとおりである。

- ① 調査研究による課題の掌握
- ② 道内の小学校の理科授業において実施さ

れている観察・実験などの実施状況等の調査・分析

- ③ 他都府県、他機関等の先行研究の調査
- ④ 物理・化学・生物・地学の各領域の、「問題解決能力（小学校）」、「理科の言語活動（中学校）」、「探究活動（高校）」を推進する教材及び学習プログラムの開発
- ⑤ 試料の採集・収集、フィールドの調査
- ⑥ 研修講座テキストや指導資料の作成
- ⑦ 開発した教材及び学習プログラムの実践
- ⑧ 研修講座受講者や協力校による評価
- ⑨ 評価に基づく開発教材の工夫改善
- ⑩ 開発教材に係るデジタルコンテンツの作成
- ⑪ 開発教材や、関連する動植物や岩石等の資料提供と活用支援
- ⑫ 指導資料の配布

4 年次計画（3カ年）

本プロジェクト研究の研究期間は3年であり、年次計画は次のとおりである。

- ① 平成21年度【状況調査、指導方法の研究、教材の開発】
 - ・道内の学校の理科授業において実施されている観察・実験などの実施状況等の調査
 - ・他都府県、他機関等の先行研究の調査
 - ・新学習指導要領における、効果的な指導法

についての研究及び教材や学習プログラムの開発

② 平成22年度【実践的検証】

- ・他都府県，他機関等の先行研究の調査
- ・1年次の研究成果を基にした，教材や学習プログラムの開発
- ・観察・実験を通し問題解決能力の育成を図る小学校における指導資料の作成と，科学的な思考力・表現力の育成に係る中学校における指導資料の作成

③ 平成23年度【成果のまとめと普及】

- ・研究成果報告書の作成及び成果の普及
- ・2年間の研究成果を基に，教材や学習プログラムの工夫改善及び新たな教材の開

発

- ・全校種における指導資料の作成と配布
- ・3年間の研究成果の研究会（所長協等）での発表，Web上での公開，研究紀要への掲載

5 本プロジェクト研究における研究経過の概要

本研究は，校種別または理科の領域別で多くの教材や学習プログラムを開発する内容となっており，現在，校種別研究班や領域別研究班（物理・化学・生物・地学）ごとに，研究を進めている。本年度行った研究経過の概要を次のに示す。

【校種別研究班における研究の進行状況（概要）】

＜初等理科研究班＞「観察・実験を通し問題解決能力の育成を図る，指導方法の研究，学習プログラムや教材の開発」

- ・初等理科教育の観察・実験などの実態についてのアンケート調査を行った。（詳細は本紀要 p 82に掲載）
- ・調査結果，学習指導要領の改訂を踏まえた，指導方法の研究，学習プログラムや領域ごとの教材を開発している。（一部詳細は本紀要 p 79に掲載）
- ・観察・実験を通し問題解決能力の育成を図る指導資料の作成を行っている。（詳細は本紀要 p 88に掲載）

＜中学校研究班＞「科学的な思考力・表現力の育成を図る言語活動の在り方～観察，実験レポート作成における指導の充実～」

- ・研修講座において，科学的な思考力・表現力の育成を図る言語活動の在り方に関する講義を行った。
- ・科学的な思考力・表現力の育成に係る指導資料の作成を行っている。
- ・研究の成果を研究紀要に掲載するとともに，次年度の教材や学習プログラムの開発に反映させる。

＜高等学校研究班＞「物理・化学・生物・地学領域の探究的活動に活用できる教材及び学習プログラムの開発」

- ・学校現場に，開発した教材及び学習プログラムを提供し，評価，検証，改善を行っている。
- ・SSH校への支援の中で，開発した教材及び学習プログラムを提供し，その評価，検証，改善を行っている。
- ・検証の結果を研究紀要へ掲載するとともに，次年度の教材及び学習プログラムの開発に反映させる。

【領域別研究班における研究の進行状況（概要）】

＜物理研究班＞児童の「気づき」を引き出す実験授業の開発（「空気と水の性質」の詳細は本紀要 p 96に掲載）

小学校の「空気と水の性質」、「電気の利用」の単元において、児童の気づきを引き出し、理解の深化を図る指導法及び教材を開発した。なお、この研究は札幌市立山の手南小学校、札幌市立平岸高台小学校と連携して行った。



＜物理研究班＞授業で活用できるデジタルコンテンツの開発とデータベースの構築（詳細は本紀要 p 40に掲載）

実験・観察の画像や動画を導入したデジタルコンテンツの開発と、既存のデジタルコンテンツを効果的に活用するためのデータベースの構築を行っている。

＜物理研究班＞観察・実験を活用した探究的学習の開発

昨年度開発した光の回折と干渉に関する実験を生徒に探究的に取り組ませるため、実験学習プログラムの内容を整理し、学校現場への普及を図っている。

＜化学研究班＞酸素、二酸化炭素センサーを用いた実験の共同研究及び実験教材の開発

小学校の研修講座等において、ものの燃える前後における酸素及び二酸化炭素濃度の測定実験を行い、アンケート調査によりセンサーの有効性を検証した。また、燃えているろうそくが消えるまでの、酸素及び二酸化炭素濃度の変化を測定する実験教材の開発を行った。なお、本研究は次に示す研究の共同研究として行った。



「理科での持続可能な発展に関する教材の開発とそれを用いた科学的表現力の育成」

研究代表者 松原静郎（桐蔭横浜大教授）

共同研究者 高橋三男（東京高専教授）、林誠一（文科省調査官）、後藤顕一（国研総括研究官）ほか

＜化学研究班＞アゾ化合物の合成に関する実験教材の開発（詳細は本紀要 p 138に掲載）

使用する薬品を必要最小限に抑えて安全性に配慮するとともに、器具等をマイクロスケール化することにより、生徒が探究的に取り組める個人実験教材を開発した。また、開発した教材は実験教材パックにし、札幌南高校などと連携して授業で実践し、教材の有効性を検証した。さらに、「理セン化学の部屋」にアップロードして共有化し、普及を図った。

＜化学研究班＞ゼオライトを触媒としたエチレンの生成実験の研究開発と普及（詳細は本紀要 p 130に掲載）

昨年度開発した「H型Yゼオライトを用いたエチレンの生成実験」を、より効率のよいβ型ゼオライトを用いるものに改良し、普及を図った。なお、本研究は、触媒学会及び北海道教育大学函館校の松橋博美教授との共同研究として、苫小牧西高校の伊藤崇由教諭と連携して行った。

＜化学研究班＞化学平衡における探究的な学習プログラムの開発（詳細は本紀要 p 136に掲載）

化学平衡における探究な活動の実験教材パックを作製し、同時に、学習プログラムを開発した。また、その実験教材パックの活用して、探究的な活動を支援するとともに、学校と連携して学習プログラムの有効性を検証した。さらに、学習プログラムなどを「理セン化学の部屋」にアップロードして共有し、普及を図った。なお、この研究は札幌南高校堀川教諭と連携して行った。

＜化学研究班＞「理セン化学の部屋」の普及と発展

当センターと学校との共同研究による授業実践や、道研フリープラン研修における研究成果、当センターの研修講座受講者による受講後の授業実践の成果、各種研究会で発表された優れた実践などについて、授業プラン、児童生徒に配付した資料、生徒の授業評価や授業の様子を撮影した画像等を、当センターのWebページに開設した会員制の掲示板「理セン化学の部屋」にアップロードし、それらを会員が互いに活用できるシステムを構築した。現在、教材数、会員数を増やし、内容やシステムの充実を図っている。

＜生物研究班＞ニワトリの手羽の骨格標本

小学校において、筋肉の動きと骨のつくりを含めた学習プログラムを開発し、フリープラン研修（恵庭小学校）として紹介した。

中学校においては、動物の変遷の内容での学習プログラムを開発した。



＜生物研究班＞Kneading Boardを利用した協調学習支援（詳細は本紀要 p 64に掲載）

Thinking Toolを活用した活動シートを作成し、10年経験者研修、高等学校理科研修講座（科学と人間生活、発展）において、そのシートを用いた協調学習を受講者に体験してもらい、学校現場での活用を検討した。また、その取組のまとめについて第36回全日本教育工学研究協議会全国大会（上越大会）で研究発表を行った。

今後、SSH校での特別授業などにおいて、生徒の学習活動に利用し、検証を行う予定である。なお、本研究は上越教育大学久保田准教授、広島大学工学部舟生准教授と連携して行っている。

＜生物研究班＞QRコードを用いた教材データベースの作成（一部詳細は本紀要 p 60に掲載）

当センター前庭の樹木と当センター周辺に集まるチョウに関するWebによるデータベースを構築するとともに、検索コードにQRコードを用いて野外観察時に携帯電話端末での閲覧が可能なシステムを開発した。

このデータベースの活用を小学校理科講座（中学年、系統別A、系統別B）で行い、また、平成22年度所長協生物分科会にて研究の成果を紙面発表した。今後、さらにデータベースの素材を増やし、これらのシステムを受講者及びSSH校の教員などへ紹介して、研究協力を募る予定である。

＜生物研究班＞酸素－二酸化炭素測定器を用いた、探究的な学習プログラムの開発

酸素－二酸化炭素測定器を活用した、光合成、呼吸、呼吸商などについての探究的な学習プログラムを開発した。

もやしの呼吸による酸素と二酸化炭素の濃度変化を測定する観察・実験を、小学校理科研修講座で行った。

＜生物研究班＞眼球モデル“Keye太郎”を用いた探究活動 各研修会や10年経験者研修にて紹介した。また、教材の有効性を検証するため貸出キットを作製し、函館西高校、大麻高校、とわの森三愛高校などと連携して授業で活用した。
＜生物研究班＞微生物を活用した探究活動等の取組 微生物の働きを活用した教材を用いた観察、実験を受講者に体験してもらい、学校現場での活用について検討した。今後、SSH校の教員などへ紹介して、研究協力を募る予定である。 本研究は、酪農学園大学酪農学部 岡本准教授と連携し、現在も新たな実験内容を開発中である。
＜生物研究班＞ワラジムシ等の節足動物を用いた科学的な思考力の育成を図る授業プログラムの開発（詳細は本紀要 p 54に掲載） ワラジムシの交替性転向反応について、その仕組みを探究するための適切な迷路と、統計処理によるデータ分析を取り入れた学習プログラムの開発を行っている。
＜地学研究班＞火山灰鉱物鑑定シート 火山灰に含まれる代表的な鉱物のカラー写真と、それぞれのわかりやすい説明をA4版1枚の紙に印刷し、ラミネートしたシートを作成した。今後、Webでダウンロードできるようにして、普及を図る予定である。
＜地学研究班＞川原の石の観察（詳細は本紀要 p 79に掲載） 理科研修講座の野外観察における川原の観察を、恵庭市（漁川）で実施した。この川原は、河川の蛇行部にあたり、多数の礫が観察できるため、ここでの野外観察をもとに、地形と河川の関係や、礫の種類を調べる学習プログラムの開発を行った。
＜地学研究班＞露頭の地層の観察 理科研修講座の野外観察における地層の観察を、北広島市島松の露頭で実施した。この露頭は火山灰層、礫層、化石を含む砂岩層からなるため、ここでの野外観察をもとに、地層の構造や地層の形成過程を調べたり、採取した化石から環境を考察させる学習プログラムの開発を行った。
＜地学研究班＞蛍光鉱物の性質を調べる ホタル石、フランクリン鉱、ルビー、マンガン方解石などの代表的な蛍光鉱物が、紫外線や様々な色の光線によってどのように発光するかを観察することによって、光の色と物体の色の関係や発光メカニズムについて考察させることができる。これらを題材にした、岩石・鉱物分野の学習を効果的に進める学習プログラムの検討を行っている。
＜地学研究班＞実験回転系から見た大気・海洋のモデル実験（詳細は本紀要 p 68に掲載） 大気・海洋における大規模な現象には、地球の自転効果が本質的に重要である。しかし、回転系から考察する数理的手法による理解は、中等教育段階では困難である。そこで、回転系から直接観察できる手法を開発し、高・低気圧、偏西風波動等の諸現象を体感的に理解できるモデル実験を開発した。



＜地学研究班＞屋の天文学（ＢＳアンテナを用いた太陽観察）

天体・宇宙分野においては，児童生徒に実際に天体を観測させ，特徴を捉えさせて，考察させることが重要である。しかし，夜間の観測には制約があり，授業の中での実施は困難である。そこで，日中に実施可能な代表的な天体である太陽を対象に，身近にあるパラボラアンテナ（ＢＳアンテナ）等を用いて，電波の波長帯で太陽の表面温度を測定し，可視光線の波長帯で黒点など観察させることにより，太陽表面の特徴を総合的により深く理解させる教材を開発した。

6 今後の課題

今後，これまで２年間の研究成果をもとに，教材や学習プログラムの工夫・改善を図るとともに，小・中学校・高等学校における指導資料の作成し，配布するなど，本研究の最終年度に向けて，成果のまとめと普及に努めていくつもりである。

（調査研究部・領域別研究班・校種別研究班）