

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」における研究の概要

調査研究部・領域別研究班・校種別研究班

当センターでは平成21年度より3カ年の計画で、プロジェクト研究として、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を開発している。今年度はその最終年次に当たり、教材や学習プログラムの開発状況と研究連携校において実践的検証を行ったので、その研究の概要を紹介する。

〔キーワード〕 新学習指導要領 理科 教材 学習プログラム 指導方法

1 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 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

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 研修講座受講者や研究連携校による評価
- 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 指導資料の発信と普及

4 年次計画（3カ年）

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
- ・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、校種別研究班（小学校，中学校，高等学校）や領域別研究班（物理・化学・生物・地学）ごとに、研究を進めた。3年間で行った研究の概要を次に示す。

【校種別研究班における研究（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，理科教育のための，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（詳細は研究紀要第23号 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開発（詳細は p 46に掲載）
- ・小学校との連携協力による授業実践による検証（詳細は p 28に掲載）
- ・指導資料の作成（詳細は研究紀要第23号 p 88に掲載）

＜中学校研究班＞「科学的な思考力・表現力の育成をはかる言語活動の在り方～観察・実験のレポート作成の指導の充実～」

- ・研修講座による活用
- ・中学校との連携協力による授業実践による検証（詳細は p 124及び p 128に掲載）
- ・研究の成果を研究紀要へ掲載するとともに，指導資料を作成（詳細は p 88に掲載）

＜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」

- ・学校現場において，開発した教材及び学習プログラムの実践・評価，改善を行う。
- ・SSH校への支援を通し，開発した教材及び学習プログラムの実践・評価を図る。（詳細は p 26に掲載）
- ・学校と大学等との協力関係をコーディネートし，その中で開発した教材及び学習プログラムの実践・評価，改善を行う。（詳細は p 56に掲載）
- ・研究の成果を研究紀要へ掲載するとともに，指導資料を作成する。（詳細は p 90に掲載）

【領域別研究班における研究（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」の詳細は研究紀要第23号 p 96に掲載）

小学校の「空気と水の性質」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、その効果を児童に対する事前・事後アンケートにより検証した。なお、この研究は札幌市立山の手南小学校と連携して行った。



＜物理研究班＞児童の心に残る実験授業の開発（「電気の利用」の詳細は p 94に掲載）

新学習指導要領で新しく登場した小学校の「電気の利用」の単元において、学校現場と連携し、ものづくりなどを効果的に取り入れたり、さまざまな体験をさせることで、より児童の心に残る実験を中心とした学習プログラムの開発を行った。なお、この研究は札幌市立平岸高台小学校と連携して行った。



＜物理研究班＞「理セン物理の部屋」の普及と発展 （詳細は p 34に掲載）

当センターの物理研究班では、Webページに掲示板を開設し、日本物理教育学会北海道支部、北海道高等学校理科学研究会と連携し、物理を専門としない先生にも授業にすぐに活用できるような生徒実験や演示実験、授業の進め方などのアイデアを収集し、理科教育センターWebページで広く公開した。



＜物理研究班＞観察・実験を活用した探究的学習の開発

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。この研究は札幌啓成高等学校と連携して行った。

＜物理研究班＞モーターのモデルを使った教材及び学習プログラムの開発 （詳細は p 128に掲載）

中学校理科の「モーターのしくみ」の単元において、科学的に探究する学習活動を充実させるための学習プログラム及びモデル教材を開発した。なお、この研究は江別市立大麻中学校と連携して行った。



＜物理研究班＞抵抗ブラックボックスを使った教材及び学習プログラムの開発（詳細はp124に掲載）

中学校理科の「電流とその利用」の単元において、科学的に探究する学習活動を充実させるための学習プログラム及び教材を開発するとともに、実際の中学校の授業で実践し、検証してもらった。なお、この研究は岩見沢市立東光中学校と連携して行った。



＜化学研究班＞酸素・二酸化炭素センサーを用いた実験教材及び学習プログラムの研究開発

ものの燃焼による酸素、二酸化炭素の濃度変化を測定する開発教材を、さらに発展させ、センサーの音声機能を活用した盲学校の児童生徒を対象とした実験装置と学習プログラムを開発した。また、小学校教員との連携により、ヒト、昆虫及び植物の呼吸による酸素、二酸化炭素の濃度変化を測定する実験装置と学習プログラムを研究開発し、授業実践により検証を行った。（詳細はp50及びp110に掲載）



- ・研究連携校：札幌盲学校、旭川盲学校、千歳市立千歳小学校

この研究開発は、次の研究会と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＞高等学校化学の授業に有効な実験教材の開発と普及

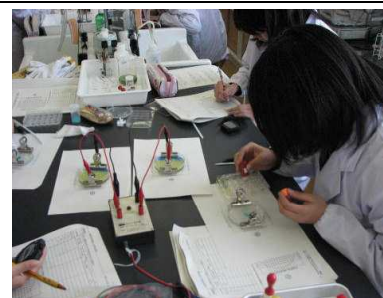
1年目は、実験教材パック（①電気分解に関するマイクロスケール実験教材（2種類）、②安全に行うためのテルミット反応実験教材、③金属イオンの反応に関するマイクロスケール実験教材、④ゼオライトを用いたエチレンの生成実験教材）を開発し高等学校における授業実践を行った。（詳細は研究紀要第22号p32に掲載）2年目は、実験教材パック（①メチルオレンジの合成実験に関するマイクロスケール実験教材、②化学平衡における探究活動のための実験教材）を開発し高等学校における授業実践を行った。（詳細は研究紀要第23号p136及びp138に掲載）3年目は、金属イオンの系統分離やハロゲンの単体（塩素）の性質に関するマイクロスケール実験など、高等学校化学の授業に有効な実験教材の開発を行い、研修講座、10年経験者研修等で紹介普及に努めたほか、前年度までの開発教材を継続的に活用し、研究連携校における授業実践を行った。実践成果は、「理セン化学の部屋」にアップロードし、さらに普及を図った。（詳細はp36に掲載）

- ・研究連携校：札幌南高等学校

＜化学研究班＞観察・実験を活用した探究的学習活動の開発

生徒に探究的に取り組ませる観察・実験に関する教材及び学習プログラムを開発し、授業実践により検証した。

- ・研究連携校：札幌啓成高等学校



＜化学研究班＞環境プログラムの開発と普及

小中高のそれぞれに対応した、水質及び大気の調査に関する学習プログラムについて、環境科学研究センターとの共同研究を行い、「環境教育研修講座」等を通して普及を図った。

- ・研究連携校：千歳北陽高等学校
- ・共同研究機関：北海道立総合研究機構 環境・地質研究本部 環境科学研究センター

＜化学研究班＞ゼオライトを用いたエチレンの生成実験の研究と普及

触媒学会との共同研究により開発した「ゼオライトを用いたエチレンの生成実験」は、実験室における安全で簡易なエチレン生成を可能にした。初年度に用いたH型Yゼオライトを、2年目から、より効率のよいβゼオライトに変更し、高等学校の教員との連携により実験方法及び学習プログラムを確立した。（詳細は研究紀要第23号p130に掲載）高等学校との連携による授業実践の成果を「理セン化学の部屋」から発信し、当センターの理科研修講座、及び北海道高等学校理科研究会において普及に努めた。道内における授業実践校は10校を超え、さらに拡大している。

- ・共同研究者：北海道教育大学函館校 松橋博美教授（触媒学会）



＜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連携による授業実践や、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学習プリント、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「理セン化学の部屋」にアップロードし、利用者が活用できるようにした。会員数、教材数を増やし、内容やシステムの一層の充実を図った結果、会員数189名（初度末28名）教材数108本（初年度末20本）となった。（詳細は研究紀要第22号p36に掲載）



＜生物研究班＞ニワトリの手羽の骨格標本（詳細はp114に掲載）

小学校・・・筋肉の動きと骨のつくりを含めた学習プログラムの開発

中学校・・・動物の変遷の内容での学習プログラムの開発

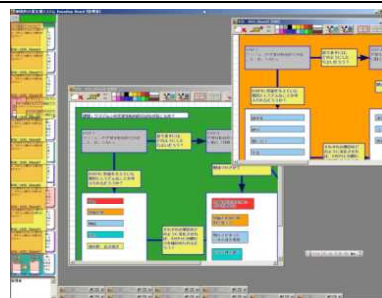
上記の開発を通して、新しいハンズオン教材「筋肉モデル筋二くん」を開発した。



＜生物研究班＞仮説設定シート4QSと協調学習支援システムKneading Board

を用いた探究活動（詳細はp56に掲載）

S S H校札幌啓成高等学校の学校設定科目KSIにおける特別科学授業に活用し、検証した結果の分析を行った。



＜生物研究班＞QRコードを用いた教材データベースの作成（詳細は研究紀要第23号 p 60に掲載）

QRコードを用いた携帯端末への動画配信システムを開発・構築し、指導資料からのリンクを通して、動画教材を配信する（パナソニック研究助成）。

＜生物研究班＞眼球モデルを用いた探究活動

感覚器官が刺激を受け入れるつくりになっていることを理解させるための教材として活用した（千歳市立北斗中学校，札幌市立北野台中学校，当別町立弁華別中学校）。

刺激を受容する受容器の仕組みを理解させるための教材として活用した（大麻高等学校，岩見沢東校等学校，釧路東高等学校，函館西高等学校，とわの森三愛高等学校）。



＜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

「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））と共同で，酸素・二酸化炭素センサーを活用して光合成についての探究的な学習プログラムの開発を試みた。上富良野町立上富良野中学校の北村裕美教諭の協力により測定装置及び測定方法を開発した。

＜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探究的な学習プログラムの開発（詳細はp56，研究紀要23号 p 54に掲載）

ワラジムシの交替性転向反応について，その仕組みを探究できる適切な迷路と，統計処理によるデータ分析の手法を取り入れた学習プログラムを開発した。

教材提供校・・・札幌啓成高等学校

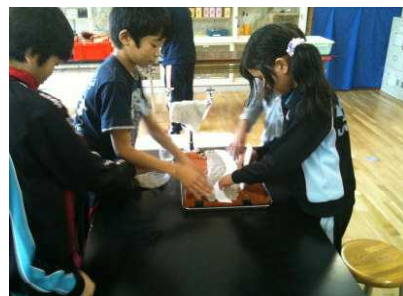


＜生物研究班＞軟体動物の「初期発生」，「動物の行動」などの教材化（詳細は研究紀要22号 p 48に掲載）

学校現場で活用できるように，軟体動物（モノアラガイやナメクジ）の飼育法を確立し，それらの外部形態の観察，初期発生の観察，古典的条件付け二次条件付け，ブロッキングなどの「学習実験」について研究開発をした。

＜地学研究班＞大地の成り立ちと変化に関する探究的な学習活動

流水のはたらきについて調べ，モデル実験を通して河川の成り立ちについて探究的に学ぶことができる教材と学習プログラムを開発した。なお，この研究開発は江別市立江別第二小学校との共同研究にて行った。開発した学習プログラムは，江別第二小学校の5年生の学習において実践し，「大変わかりやすく，楽しかった。」と児童の感想があった。また，小学校理科研修講座（系統別B）において紹介し，「これまで実験に苦労していたが，この装置を使った学習ならば児童全員が実験に取り組みながら考察することができる。」と好評であった。



＜地学研究班＞火山灰鉱物鑑定シート

当センターで所有する火山灰標本を用いて、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。



＜地学研究班＞川原の石の観察（詳細は研究紀要第23号p 79に掲載）

野外観察における川原の観察において、恵庭市（漁川）の川原での観察を実施した。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。河原の礫の調査方法を研修したり、礫種から上流の地質を推測する活動などを行うことができた。引き続き、この河川での学習活動を例とした、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継続する。

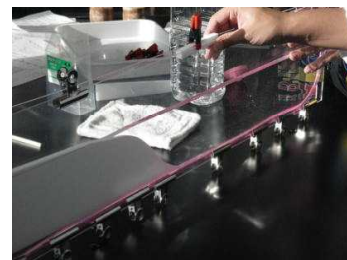
＜地学研究班＞露頭の地層の観察

野外観察における地層の観察について、北広島市島松の露頭観察を実施した。地層の堆積構造や地層の形成過程を調べたり、採取した化石等から環境を考察させることができた。野外における地層観察の学習プログラムを開発をさらに進める。



＜地学研究班＞地震による自然現象に関する実験（詳細はp 76に掲載）

地震災害の成因やメカニズムの理解が進むような実験を開発・検証し、系統立てて学ぶことができる学習プログラムを開発した。開発した教材は津波の波の特徴を学ぶ実験装置、液状化による噴砂現象を学ぶ装置、火山噴火に伴う火砕流の発生原理を学ぶ装置である。これらは、理科特別研修講座の中学校講座Ⅱにおいて紹介した。



＜地学研究班＞回転系から見た大気・海洋のモデル実験（詳細はp 68に掲載）

デジタル四次元地球儀DagikEarthの活用を図ることで回転系から高気圧や低気圧、特に台風を観察し、台風の構造や発生場所等を体感的に理解できるモデル実験・学習プログラムを開発した。この研究は京都大学、札幌啓成高等学校と連携して行った。



＜地学研究班＞天文分野における空間認識の形成に関する学習プログラムの開発（詳細はp 72に掲載）

小・中・高校を通じて天文分野の空間認識を高めるため、小学校では「月の満ち欠け」、中学校では「金星の満ち欠け」、「食現象」、高校では「惑星の視運動」等に関する系統的な学習プログラムを開発・実践中である。今年度は、空間認識に関する概念調査、ならびにカリキュラムの研究、及び、「月の満ち欠け」における授業実践を、旭川市立神居東小学校と共同で実施した。

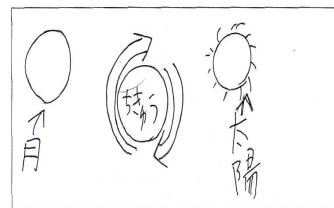


＜地学研究班＞素朴概念（学習者が該当の授業を受ける前に有する概念）を生かした授業方略の開発

（詳細はp 72に掲載）

児童・生徒が持つ素朴概念を質問紙，ならびに面接等でプレテストとして調査した。その結果を授業者が十分に把握でき，授業に生かせる授業方略

（教授者，学習者が学習効果を高めることを目指して行う，意図的な操作・活動）を開発中である。今年度は，小学生向けに天体運動に関する概念調査の実施，ならびに講座に参加した先生方と，児童・生徒が持つ素朴概念について，その概要と調査方法，調査結果・傾向，および授業方略について話し合いを持った。



＜化学研究班・生物研究班・地学研究班＞タブレット端末を活用したデジタル教材

（詳細はp 60に掲載）

当センターが開発してきた観察・実験に関するデジタル教材は，タブレット端末による授業展開を想定しておらず，その機能を十分に生かせるものとなってはいなかったことから，今年度は，千歳市立富丘中学校と連携のもと，タブレット端末の機能を生かした観察・実験に関わるデジタル教材を開発し，その検証を行った。



6 まとめ

今後は，3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を作成し，研修講座での活用，Webページでの公開など，様々な機会を通じて，成果と普及を図ることとしている。

（調査研究部・領域別研究班・校種別研究班）