

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」経過報告

調査研究班・領域別研究班・校種別研究班

平成21年度より、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を実施した。本年度の成果を紹介する。

〔キーワード〕 新学習指導要領 教材 指導方法 理科 授業プログラム

1 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」、といった課題があげられている。そのため、これら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する。

2 研究内容

- 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授業プログラムの開発

3 研究方法

- ① 調査研究による課題の把握
- ② 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
- ③ 他都府県、他機関等の先行研究成果の調査
- ④ 過去に開発した教材の改善の必要性の検討
- ⑤ 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授業プログラムの開発

- ⑥ 試料の採集・収集やフィールドの調査
- ⑦ 研修講座テキストや指導資料の作成
- ⑧ 開発した教材及び授業プログラムの実践
- ⑨ 研修講座受講者や協力校による評価
- ⑩ 評価に基づく開発教材の工夫改善
- ⑪ 開発教材に係るデジタルコンテンツの作成
- ⑫ 開発教材や、関連する動植物や岩石等の素材提供と活用支援
- ⑬ 指導資料の配布

4 年次計画（3カ年）

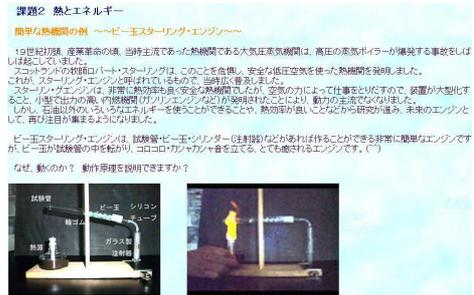
- ① 平成21年度【状況調査，指導方法の研究，教材の開発】
 - ・道内の学校の理科授業において実施されている観察・実験などの実施状況等の調査
 - ・他都府県，他機関等の先行研究成果の調査
 - ・新学習指導要領における，効果的な指導法についての研究，教材や学習プログラムの開発
- ② 平成22年度【実践的検証】
 - ・1年次の研究成果を基にした，教材や学習プログラムの開発
 - ・観察・実験を中心とした指導資料の作成

- と、小・中学校への指導資料の配付
- 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，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
 - ・開発教材を用いた実験・授業案等に係るデジタルコンテンツの作成
 - ・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

- ・観察・実験を中心とした指導資料の作成と，高校への指導資料の配布

5 研究経過

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いるため，必ずしもすべての開発教材等の研究が計画の時系列的に並行して進行するものではない。現在，各領域別研究班（物理・化学・生物・地学）と各校種別研究班が中心となり，研究を進めている。本年度に開発した主な教材や学習プログラムは，下記の通りである。

【開発教材・学習プログラムの名称と概要】	
<p>児童の「気づき」を引き出す実験授業の開発</p> <p>「電流の働き」において，電磁石に関する一連の観察・実験の中で，児童が制御しなければならない条件に気づき，主体的に実験計画を立てる指導法を開発した。また，「電気の利用」において，手回し発電機やコンデンサを用いた一連の実験から，どのようなことが要因となって現象が起こっているのか推論する力を育てる指導法及び教材を開発した。</p>	
<p>インターネットを利用したデジタルコンテンツの開発</p> <p>定時制・通信制課程における授業や自学自習で課題に取り組む際に役立つ，実験・観察の画像や動画を導入したデジタルコンテンツを作成した。</p>	
<p>観察・実験を活用した探究的学習の開発</p> <p>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ことができるよう，CDのピッチの測定と髪の毛の太さの測定を組み合わせた実験学習プログラムを開発した。また，学校現場に対し観察，実験を活用した探究的学習の実施を呼びかけるために，北海道高等学校教育課程研究協議会理科部会においてその具体的方法を紹介し，ワークショップを行った。</p>	
<p>学習内容と生活との関係を図る学習プログラムの開発</p> <p>小学校における水溶液の性質を調べる実験において，ムラサキキャベツの抽出液とクッキングペーパーを用いて作製する試験紙を開発した。</p> <p>また，開発した試験紙を用いて，身の回りにおけるいろいろな水溶液の性質を調べる活動を通して，学習内容と子どもの生活との関連を図る学習プログラムを開発した。</p>	

水の三態変化について実感を伴った理解を図る学習プログラムの開発

沸騰したお湯から出る泡が水蒸気であることをとらえさせる実験を開発した。また、開発した実験を用いて、実感を伴った理解を図ることを目指した学習プログラムを開発した。



電気分解についての理解を促進する実験教材の開発と実験教材パックの作製

塩化銅水溶液の電気分解実験を、生徒が個人実験として効率よく行うことができるよう、サンプルびんとコルク栓、ホルダー芯、9V電池を用いてマイクロスケール実験教材を開発し、生徒40人が一度に実験できる実験教材パックを作製した。

水の電気分解についての理解を促進するための実験教材パックの作製

水の電気分解にともない発生する爆鳴気を集めて点火し、安全に小爆発させる実験について、生徒が個人実験として効率よく行うことができるよう、セルプレート、ピペット等を用いて、生徒40人が一度に実験できる実験教材パックを作製した。

テルミット反応を効果的に行うための実験教材の開発と実験教材パックの作製

酸化鉄とアルミニウム粉の混合を安全に行うことに配慮した実験教材を開発し、生徒10班（1班4人）が一度に実験できる実験教材パックを作製した。

金属イオンの反応を効率よく確認するための実験教材の開発と実験教材パックの作製

6種類の金属イオンの反応を確認する実験を、生徒が個人実験として効率よく行うことができるよう、48ウェルセルプレート、プチボトル等を用いたマイクロスケール実験教材を開発し、生徒40人が一度に実験できる実験教材パックを作製した。

「酸・塩基・塩の識別」に関する探究活動及び言語活動に対応した実験教材及び学習プログラムの開発

「酸と塩基」において、生徒が、単元のまとめから探究活動へとスムーズに移行し、マイクロスケール実験により探究を深め、定型文を利用して効果的に実験レポートを作成するまでの実験教材と学習プログラムを開発した。

「酸化・還元」及び「遷移元素」に関する総合的な探究活動に対応した実験教材及び学習プログラムの開発

鉄板とトタンの食塩水に対する反応性の違いについて対照実験を行い、実験結果を分析・解釈する探究活動を、効果的に行うための実験教材及び学習プログラムを開発した。

実践成果の共有化を図る掲示板システムの構築

当センターと学校との共同研究による授業実践や、当センターの研修講座受講者による授業実践などについて、指導資料・配付資料・生徒の授業評価等の成果を、ホームページの掲示板に集め、教員が、それらを共有し活用できるようにすることにより、学校現場における観察・実験を通じた授業実践を促進するためのシステムを構築した。

軟体動物の「初期発生」、「動物の行動」などの教材化

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、古典的条件づけや二次条件づけ、ブロックングなどの「学習実験」について研究開発を進めた。



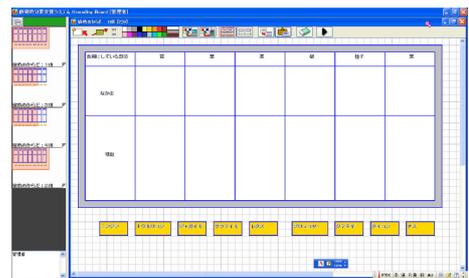
ワラジムシ等の節足動物を用いた科学的な思考力の育成を図る学習プログラムの開発

学校現場で活用できるように、ワラジムシ等の節足動物の飼育法を確立し、それらの外部形態の観察、神経系の観察、迷路を用いた実験について研究開発するとともに、定型文を用いて結果等を表現させる指導法について研究開発を進めた。



Kneading Boardを利用した協調学習支援

小学校の問題解決能力、中学校の言語活動及び高等学校の探究活動の充実を図るため、ICTを活用した学習プログラムを開発した。



ニワトリの手羽の骨格標本

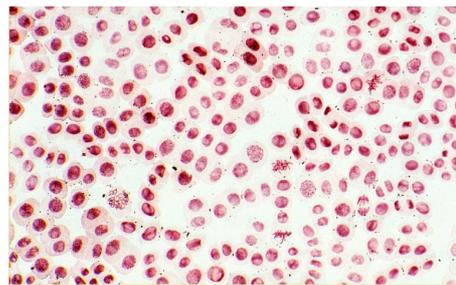
学校現場において、薬局などで簡単に入手できるパイプ洗浄剤を用いて、細部まで詳細に観察できるニワトリの手羽の骨格標本作製する方法を開発した。



体細胞分裂などの観察を通じた探究活動等の取組

タマネギの細胞の細胞周期について、事前に収集した情報をもとに、各期の細胞ごとの数を予想してから観察を行い検証する探究的な学習プログラムを開発した。

また、タマネギの鱗茎を用いて、その成長に伴い細胞や核の大きさがどのように変化するか仮説を設定し、観察結果を統計処理することによって、検証する学習プログラムを開発した。



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、ラミネートした作業用鉱物鑑定シートを作成した。

◆火山灰に含まれる鉱物◆

<p>石英</p> <p>無色透明でコロッシタ形。半透明で輝き、ダイヤモンドのよう。</p>	<p>斜長石</p> <p>無色透明だが、やや白っぽく、タテ筋（割れ目）がある。</p>	<p>黒雲母</p> <p>金色で六角板状。薄く割れており、丸い穴があいていることが多い。</p>
<p>火山ガラス</p> <p>無色透明だが不規則に割れ、塊状（小さな部）が見える。曲がった形が見えることもある。</p>	<p>新緑角閃石</p> <p>黒～緑色で、細長い、やや不透明であり、タテ筋（割れ目）がある。</p>	<p>新緑輝石</p> <p>緑や少な緑色で、透明感があまり無い。塊状でタテ筋（割れ目）がある。</p>
<p>シソ輝石</p>	<p>かんらん石</p>	<p>黒雲母</p>

川原の石の観察

研修講座で観察する野外観察地は河川の蛇行部の川原であり、水の流れと多数の礫が観察される。校種別の、地形と河川との関係を考察したり、礫の種類を調べる学習プログラムを開発した。



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、マンガン方解石等、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光るのかを観察し、光の色と物体の色の関係について考察したり、蛍光を発するメカニズムについて学ぶ学習プログラムを開発した。



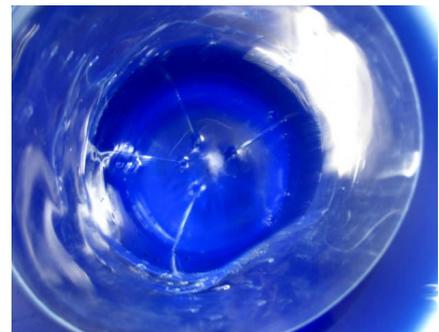
露頭の地層の観察

研修講座で観察する野外観察地の露頭は、火山灰層、礫層、化石を含む砂岩層からなる。校種別の、地層の構造や地層のできた歴史を考察したり、化石を採取して環境を考察したる学習プログラムを開発した。



コリオリのカモデル実験

穴を開けたペットボトルをバケツに固定し、ペットボトルの中に色水を入れ、回転台の上に載せて回転させると、ペットボトルから水が噴き出し、水流は回転力を受けて屈曲し、高気圧の周囲の風が再現される。逆にバケツに水を入れた場合は、水がペットボトルに入り込み、回転させると低気圧周囲の風が再現される。これらについて学ぶ学習プログラムを開発した。



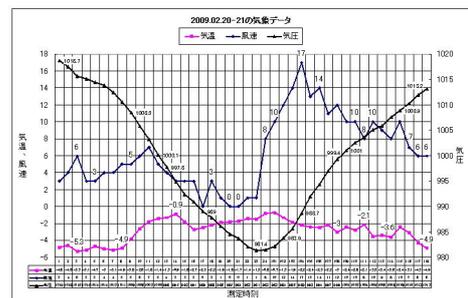
岩石の加熱変化の探究

花崗岩（2種）、斑れい岩、安山岩、玄武岩、砂岩、黒曜石（2種）を用意し、耐火レンガの上でガストーチで加熱し、変化を調べる。崩壊したり、発泡して膨張したり、全く変化しなかったりという差異が生じ、それらの差異の原因について考察するという、探究的な学習プログラムを開発した。



気象データの読解

気象台の各気象要素のデータを用いてグラフを作成し、その日の低気圧の動きについて推定する。また、その日の別の地点ではグラフの概形はどのようになるのかを推定し、実際にグラフを作成して検証を行うという探究的な学習プログラムを開発した。



2月20日～21日にかけての札幌市の気温・風速・気圧の変化
(データは札幌管区気象台HPより)

6 今後の課題

今後は、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・実験を中心と

した指導資料の作成と、小・中学校・高等学校への指導資料の配付など、実践的研究や成果の普及に努めていくつもりである。

(調査研究班・領域別研究班・校種別研究班)