

新しい学力観に基づく理科指導の展開と教材の開発

足利市立北中学校 吉川 政雄

1. はじめに

本年度、現学習指導要領の実施4年目に当たるが、理科教育では科学的思考力や問題解決能力が重視され、問題解決の過程を段階的に経験させながら、科学的な見方や考え方が伸長することが期待されている。

また、中学校理科における改訂の基本方針は主に以下をねらいとしている。

- (1) 実験、観察を一層重視し、主体的な探究活動を行い自然を探究する能力や態度を育てる。
- (2) 基礎的、基本的な内容定着を目指し、具体的な事物、現象や日常生活にかかわる内容を取り上げる。
- (3) 課題研究的な学習など発展的、応用的な学習活動を多様に展開する。

これらの趣旨を十分踏まえ、個のよさを生かし、自ら学ぶ意欲を高め、科学的な思考力、判断力、表現力などを身につけ、社会の変化に主体的に対応できる生徒の育成に努力していきたい。このための、指導、評価（選択理科を中心とする）と教材開発について取り組んでみた。

2. 研究の内容

(1) 必修理科と選択理科の意義、関連について

必修理科ではすべての生徒を対象とし基礎、基本の定着を確実に図り、また実験、観察などを重視し自然に対する興味、関心を深め問題解決能力を身につけることに主眼をおいている。

選択理科では生徒の特性に応じ、個人の興味、関心を生かした学習テーマを設定し、自分で学習を進め、調べたいことをまとめ、発表する力を養うことをねらいとした。つまり、「楽しい」「やったぞ」「おもしろい」といった気持ちを持たせ、自ら学習を進める力を伸ばしていくことである。

(2) 選択理科への取り組みについての研究

選択教科については個性を生かす教育の推進の観点から選択履修幅が拡大され新しい学力観に立った教育の具現化の一つとして取り上げられている。今までの現場での反省を踏まえ、選択理科としての指導法、評価法について研究した。

① 今までの反省から

- ・課題設定に手間がかかりすぎる。
- ・必修理科では教師主導の学習が中心だったため選択理科で主体的に活動させようと思ってもむずかしい。
- ・基礎的、基本的内容の定着が不足している。
- ・多様な問題解決学習が不足している。

② 選択理科の指導方法

実施期間を基礎コース、応用コースの2期に分ける。

【基礎コース】

〈1〉選択理科ガイダンス（資料－1）

〈2〉実験、観察基礎操作についての復習

選択理科ガイダンス

(1) 選択理科のねらい
実験や観察の技能を高め、興味、関心などに応じ、自分のよさを生かし自分で学習を進める力、調べ力、確かめる力、考える力、まとめる力、発表する力をつけることをねらいとしています。そのため先生に援助してもらいながら、自分で学習テーマを選び計画、方法を考え学習を進めています。

(2) 選択理科を進めるにあたっての具体的な目標
①必修理科での学習を生かし自分たちの興味、関心に応じた学習コース選択を行い、学習テーマを決定する。
②学習テーマを解決するための方法を考え、学習計画を立てる。
③計画に基づき、自分で協力して実験、観察、調査などをする。
④観察、実験、調査などから得られたデータをもとに考察、まとめ、発表をする。
⑤自分自身の学習過程を適切に評価する。

(3) 学習の予定

段階	時間	内容
1	1	選択理科ガイダンス
2	1	実験・観察の操作についての復習
3	1・4	【基礎コース】 教科書などより、3テーマ程度実践 1 テーマ設定 2 学習計画 3 解決活動 4 まとめ 5 発表会、反省
4	1・6	【応用コース】 自分自身で設定し、2テーマ程度実践 1 テーマ設定 2 学習計画 3 解決活動（実験、観察、 製作、調査） 4 まとめ 5 発表会、反省

4) 学習の進め方
選択理科は半年間で(1)のねらい達成に向けて学習していきます。前半は基礎コースということで教科書(1、2分野上、下)を参考にして、テーマ設定を行い課題研究を進めています。後半は応用コースということで今までの学習成果、技術を十分に生かし、発展的内容として身近な課題を中心に「自分でやってみよう」「ためしてみよう」「しらべてみたい」といった自分で興味、関心の強いテーマについて取り組んでいます。
・本時の学習の目的をきちんとつかんでから取り組む。(お互いの班で目的について始めに発表し合う。)
・必要な器具、薬品、実験操作を含め、わからない点は積極的に先生に相談する。
・実験、観察の記録については細かくメモしていく。
・薬品等は実験に使用せず、あまったら必ずもどす。
・器具を壊したり、薬品をこぼしたような時には必ず先生の指示を受ける。
・授業終了10分前頃に実験、観察を終了し片付けをし2時間を振り返り自己評価カードを記入する。
・記録結果をもとに、わかりやすいレポートづくりも大切な学習になります。
・発表会ではゆっくりと大きな声でわかりやすく説明をしてください。

資料－1 選択理科ガイダンス指導資料

〈3〉必修理科で学習した内容に関する研究

(学習指導上の留意点)

- ・どこに目を向ければ深まりが出るか。
- ・実験，観察の技術向上。
- ・常に活動用紙に記入させる。(資料省略)
- ・レポートのまとめかたへの工夫。(資料省略)

【応用コース】

基礎コースでの成果を生かし，学習計画を大切にし，生徒自身で課題例などを参考に自由に計画し，課題研究を実施する。

③ 選択理科の評価法

〈自己評価について〉

選択理科は自分の責任で計画を立て実行し，どれだけ探求の過程を踏むことができ，情意面についても絶えずチェックし，自己評価能力を養う大切な場である。このため学習過程に応じた自己評価を考えた。(資料-2)

- ・計画づくり，レポート作成時の自己評価
- ・実験，観察時の自己評価
- ・課題研究を終えた時の自己評価

今日の学習を終えて	今日の実験・観察を終えて	課題研究を終えて
<p>組 番 氏名</p> <p>1 はっきりとした課題をもってとりくむことができたか。 できた 5 4 3 2 1 できなかった</p> <p>2 興味や関心をもって取り組むことができたか。 できた 5 4 3 2 1 できなかった</p> <p>3 意欲をもって活動ができたか。 できた 5 4 3 2 1 できなかった</p> <p>4 粘り強く活動できたか。 できた 5 4 3 2 1 できなかった</p> <p>5 新しい知識の習得や発見があったか。 たくさんあった 5 4 3 2 1 なかった</p> <p>6 グループで協力したり，先生と相談しながら自主的に学習が進められたか。 進められた 5 4 3 2 1 進められなかった</p>	<p>組 番 氏名</p> <p>1 実験・観察の予想はできたか。 できた 5 4 3 2 1 できなかった</p> <p>2 はっきりとした課題をもって取り組むことができたか。 できた 5 4 3 2 1 できなかった</p> <p>3 実験・観察の準備はできたか。 できた 5 4 3 2 1 できなかった</p> <p>4 興味や関心をもって実験・観察に取り組むことができたか。 できた 5 4 3 2 1 できなかった</p> <p>5 実験・観察はスムーズにできたか。 できた 5 4 3 2 1 できなかった</p> <p>6 実験・観察の記録はきちんととれたか。 できた 5 4 3 2 1 できなかった</p> <p>7 新しい知識の習得や発見があったか。 できた 5 4 3 2 1 できなかった</p> <p>8 後かたづけはしっかりできたか。 できた 5 4 3 2 1 できなかった</p>	<p>組 番 氏名</p> <p>1 課題は自分にとって満足できたか。 できた 5 4 3 2 1 できなかった</p> <p>2 課題研究は進んでできたか。 できた 5 4 3 2 1 できなかった</p> <p>3 課題研究は楽しかったか。 楽しかったか 5 4 3 2 1 つまらなかった</p> <p>4 記録は進んでとったか。 よくとった 5 4 3 2 1 とらなかった</p> <p>5 結果は予想通りだったか。 予想通りだった 5 4 3 2 1 予想に反した</p> <p>6 課題は解決したか。 解決した 5 4 3 2 1 解決しなかった</p> <p>7 レポートのまとめはうまくできたか。 できた 5 4 3 2 1 できなかった</p> <p>(研究を終えての感想を簡単に書いて下さい。)</p>

資料-2 場面に応じた自己評価

〈相互評価について〉

課題研究の発表会の際，お互い認め励まし合いながら意欲を育てるための評価を実施する。

(資料省略)

〈教師による評価について〉

記録用紙にコメントを入れたり授業中に援助指導しながら生徒の学習に対する努力を認め励まし，意欲を育てる指導のための評価を実践する。また，生徒一人ひとりの良さや可能性を伸ばすための評価は「絶対評価」であり，このため評価計画に従った評価規準を設けた。(資料-3)

選択理科評価補助簿

観 点	課題研究への意欲、態度	科学的な探究方法	表 現 力
評価規準 A 十分に満足できる B-おおむね満足できる C 努力を要す	・計画作成時または実験観察時、レポート作成時に進んで取り組み、熱心な活動が見られる。(A) ・グループ内でアドバイスを受けながら活動が見られる。(B) ・計画作成、実験・観察活動、レポート作成に参加しようとする。(C)	・テーマを設定し、科学的な探究に基づいた計画づくりが見られる。もしくは、実験結果に基づききちんとまとめ、考察ができる。(A) ・おおむね計画づくりが見られる。もしくは結果を写し取ることができるが考察が不明確。(B) ・取り組むようすが見られない。(C)	・わかりやすいレポート作成や発表ができる。(A) ・グループ内でアドバイスを受けながら、レポート作成や発表が見られる。(B) ・レポートにまとめることができない。または発表ができない。(C)
氏 名	/ / / /	/ / / /	/ / / /
評価計画	テーマ設定、計画作成時 実験、観察活動時 レポート作成時	テーマ設定、計画作成時 レポート作成時 レポート点検時	レポート点検時 発表活動時

資料-3 評価計画と評価補助簿

(3) 必修理科における課題選択学習について

選択理科において生徒自身が課題を見つけ計画が立てられるようになるまでは繰り返しの経験が必要である。必修理科において、いろいろな手だてが考えられるが課題選択学習を位置づけてみた。

課題選択学習はある単元の中の項目について複数の課題を用意し、生徒に一つの課題を選択させ、その課題を追求する学習である。一般的には単元の中の基本実験では全員が同じ課題に取り組み、発展的内容を学習する場合、自分の手で選択した課題に取り組むことになると思う。

各学年でいくつか考えられるが「電池をつくろう」をテーマとして課題選択学習を行う場合、どのような電池が考えられるか実験を行った。(資料-4)

課題例	実 験 を 行 っ て の 特 記 事 項
ダニエル電池	ビーカー内でセロハンチューブを用いて簡単に作ることができる。電極表面に水素が発生せず、減極剤は不要。硫酸亜鉛 1mol/l、硫酸銅 1mol/l で約 1.2v の電圧が得られ、約 15 時間保たれた。
活性炭電池	活性炭、アルミホイル、ろ紙、食塩水でできる。約 0.8v の電圧が得られる。
寒天電池	寒天濃度約 1% 程度がよい。極板が固定され、安定している。水溶液の場合と電圧値はほとんど変わらない。極板の面積、距離、電解質濃度の違いなどによる条件設定の実験が安定した状態で行える。
バケツ電池	小さなバケツ、炭素電極、減極剤-硝酸でできる。電解質として塩化カリウム 10% で行った場合、約 2.2v の電圧が得られた。
フィルムケースでの乾電池	安定した電圧(約 1.5v) が長時間にわたって得られた。
鉛蓄電池	ビーカー内に気硫酸を入れ、2枚の鉛板を電極とする。何度でも充電、放電が可能である。充電時間を変えて、豆球の点灯時間等の関係を調べるとよい。

・ボルタの電池、食塩水電池、果物・野菜電池も課題例として考えられる。
 ・電圧値の測定以外にも太陽電池用モーター、電子ブザー、電子オルゴール、液晶電卓、液晶時計などの作動チェックを行うと、生徒の興味、関心が高まると思う。

資料-4 課題選択学習のための電池に関する素材研究

(4) 新しい学力観に基づく学習指導に役立つ教材の開発

① イオンの移動

「イオン」は化学の基本概念として大切なものである。直接、目に見えないので存在を具体的に実感できない。生徒の思考でイメージづくりをすることが大変、重要になってくる。

具体的には、塩化銅などの電気分解からイオンのモデル化へと学習を進めていくが、イオンが電気を帯びた微視的粒子であることを視覚的にとらえさせたい。特に塩化銅の電気分解を行った後、銅イオンが陰極へ、塩化物イオンが陽極へ移動していくことを視覚で確認することは科学的思考を高めるのに大変、重

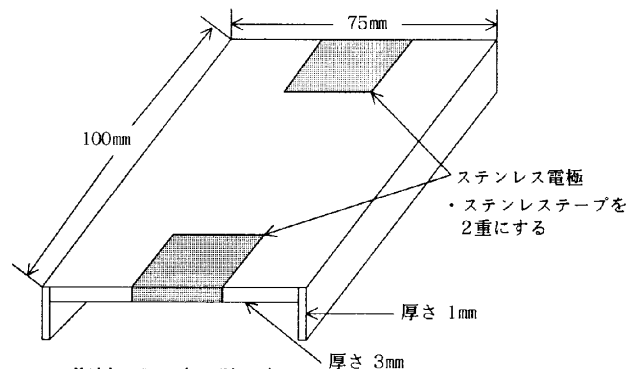
要である。

従来、イオンの移動はろ紙を支持体とし電極に目玉クリップを使った装置で行ったが、電圧を大きくしてもよい結果が得られなかった。

そこで塩化銅、塩酸についてろ紙以外の支持体を使って、手軽にイオンが移動を起こす最適条件を探求した。

〈1〉実験台と電極、支持体

- ・実験台はアクリル材で製作（資料-5）
- ・電極は2重にしたステンレス粘着テープ
- ・支持体は寒天（ゼラチン、デンプンのりでも行ってみたが支持電解質を加えても移動しなかったり、熱で溶けてしまったり大変不都合である。寒天が一番よい。）



〈2〉実験方法（概略）

（塩化銅の場合）

- ① 支持電解質を溶かした寒天（長さ6cm×幅2.5cm×高さ0.5cm）を用意し実験台にのせる。
- ② 寒天の中央に深さ約3mmの溝をつくる。
- ③ アルコール等で防水オイルをぬいた約2.5cmの白い毛糸を塩化銅の飽和水溶液に浸す。
- ④ ③の白い毛糸を寒天の上の溝に置く。
- ⑤ 条件を変え、時間ごとの移動距離を測定する。

（塩酸の場合）

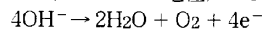
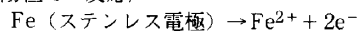
- ① 支持電解質を溶かしたpH7に近いBTB溶液で青色にした寒天（長さ7cm×幅2.5cm×高さ0.5cm）を用意し、実験台にのせる。
- ② 寒天の中央に塩酸をしみこませた細い紙をのせる。
- ③ 塩化銅の時と同様、条件を変え時間ごとの移動距離を測定する。

なお、研究の過程で寒天濃度は1%、電極間の距離は塩化銅では4cm、塩酸では5cmがよいことを確かめた。この実験を行う場合、〈3〉に示したように両極での電気分解の影響が避けられない。生徒にとってより興味深い実験にするため、移動距離が長い、速い動き、電気分解の影響をできるだけ受けないといった目標に迫るための最適条件を求めていった。支持電解質は主に硝酸カリウム、硫酸ナトリウム、塩化ナトリウムを使った。支持電解質の濃度は0.05mol/lから0.6mol/l、電圧は5vから20vで実施した。

〈3〉両極での電気分解について

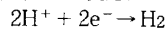
[塩化銅の場合]（支持電解質Na₂SO₄、KNO₃を使用した時）

〈陽極での反応〉



- ・極が黄色になり、酸素発生

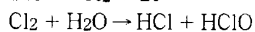
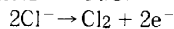
〈陰極での反応〉



- ・水素発生

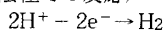
[塩酸の場合]（支持電解質NaCl、Na₂SO₄を使用した時）

〈陽極での反応〉



- ・酸性を示す。

〈陰極での反応〉



H⁺が減少、OH⁻が残る。

- ・アルカリ性を示す。

〈4〉実験結果とまとめ

文献調査（ムーア新物理化学）によると水素イオンの移動度（易動度）は比較的速く，銅イオンの移動度は遅く水素イオンの1/10以下である。

【塩化銅における銅イオンの移動最適条件】

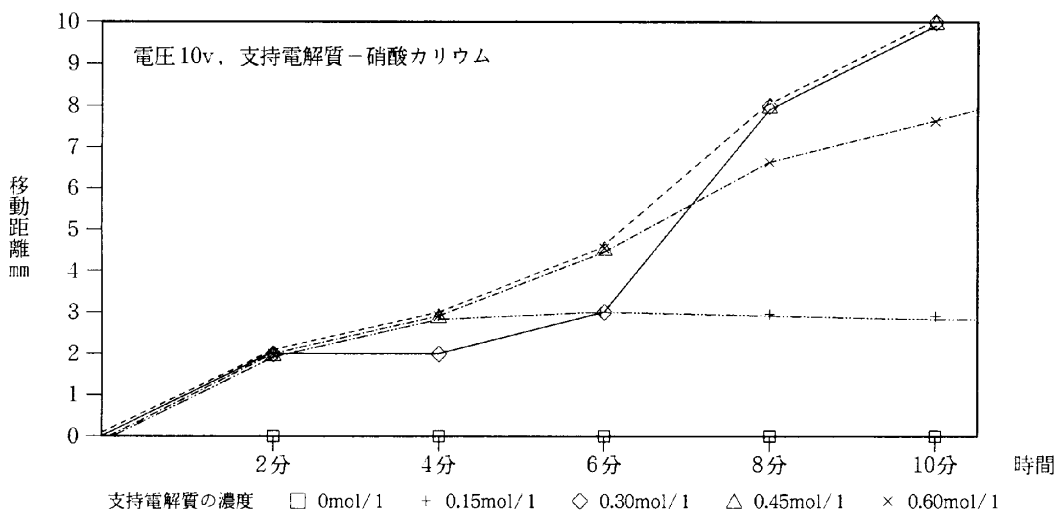
支持電解質－硝酸カリウム（他の物質では移動が遅く，本実験では向かない。）

支持電解質の濃度－0.3mol/lから0.6mol/l

電圧－10v程度（15 vを越えると，分解反応が激しく，また熱のため寒天が溶けだしてしまう。）

（資料－5）

- ・青色の銅イオンが陰極に移動するのが明確にわかる。
- ・移動した塩化物イオンは硝酸銀溶液を滴下し，生成した塩化銀により確認できる。



資料－5 銅イオン移動の最適条件付近のグラフ

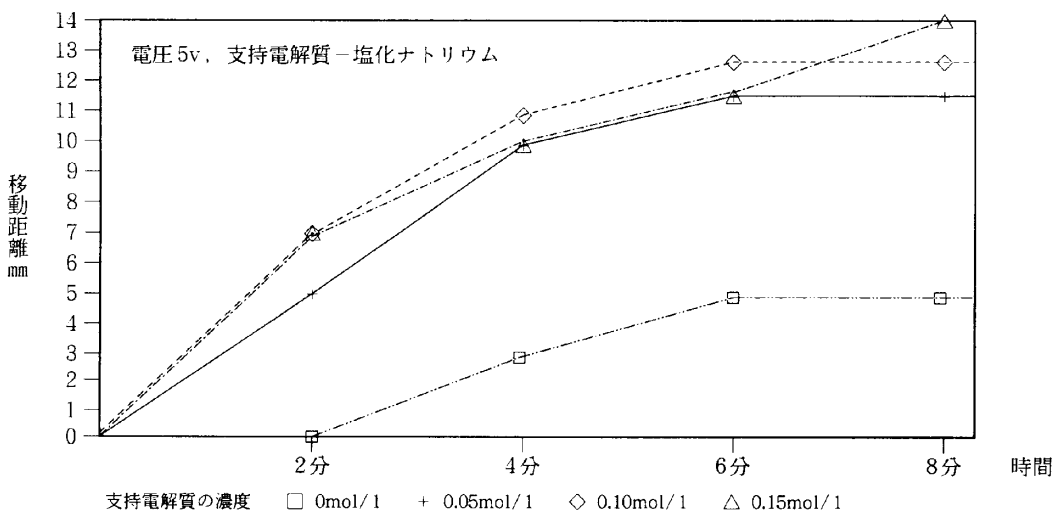
【塩酸における水素イオンの移動最適条件】

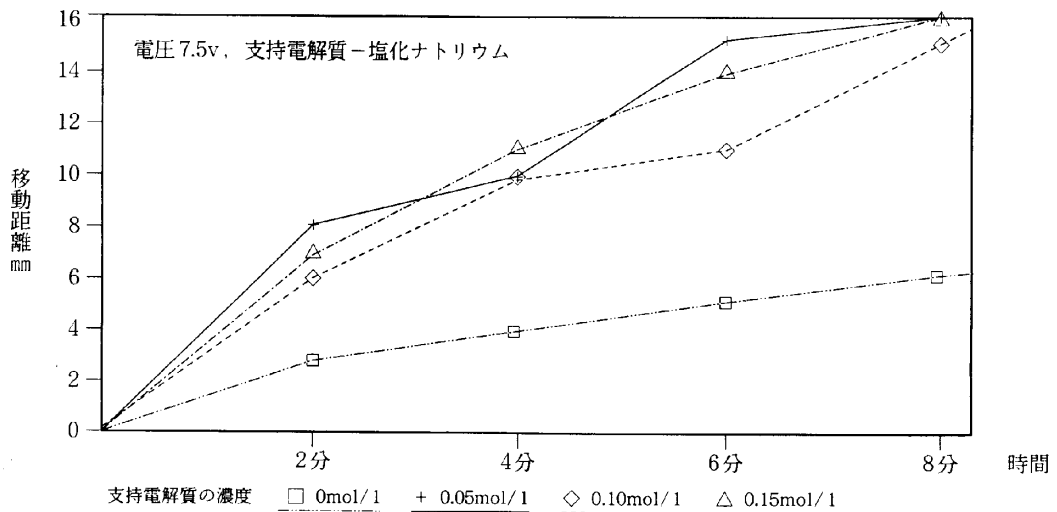
支持電解質－塩化ナトリウム（硫酸ナトリウムでは移動が遅く，硝酸カリウムでは電気分解が激しく，本実験では向かない。）

支持電解質の濃度－0.05mol/lから0.1mol/l

電圧－5vから7.5v（資料－6）

- ・水素イオンが移動しBTB溶液で着色した寒天が黄色になっていくのが明確にわかる。



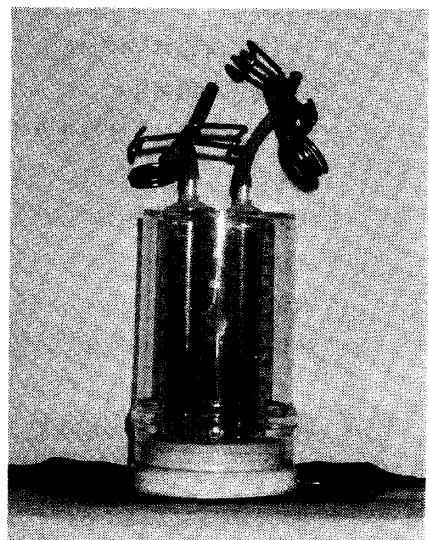


資料-6 水素イオン移動の最適条件付近のグラフ

② 倒れてもこぼれない水の電気分解装置

H管を使用しグループ実験を行ってきたが操作が面倒で扱いにくい。直接、水酸化ナトリウム水溶液に触れることなく、また間違っても倒れてもこぼれることなく、短時間で繰り返し個別実験ができる装置を考えた。材料はスチロール棒びん(径52mm×高さ95mm)、プラスチック注射器等で出来る。(資料-7)

水酸化ナトリウム水溶液も30CC入れるだけで済み、電源も6V程度でよい。塩酸の電気分解にも十分使える。なお、本実験を個別化実験として行う場合のために、簡単な電源分配器も製作した。



資料-7 装置写真

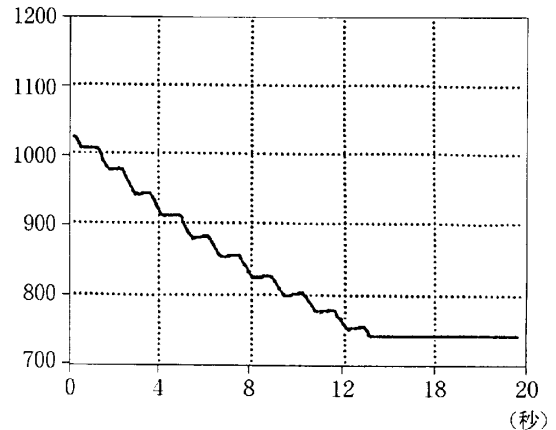
③ 自作の簡易真空ポンプを使った断熱変化のコンピュータ計測

フラスコ内の空気を大型注射器で引いたり、押ししたりして、膨張、圧縮を繰り返すことにより雲の発生、消滅が確認できるが、気圧低下が約100hpa程度なので温度降下も測定できず雲の発生が弱く瞬間的な確認で終わってしまう。そこで気圧の差を大きくし、定量性をはっきり出し、気圧と温度のコンピュータ計測を行った。

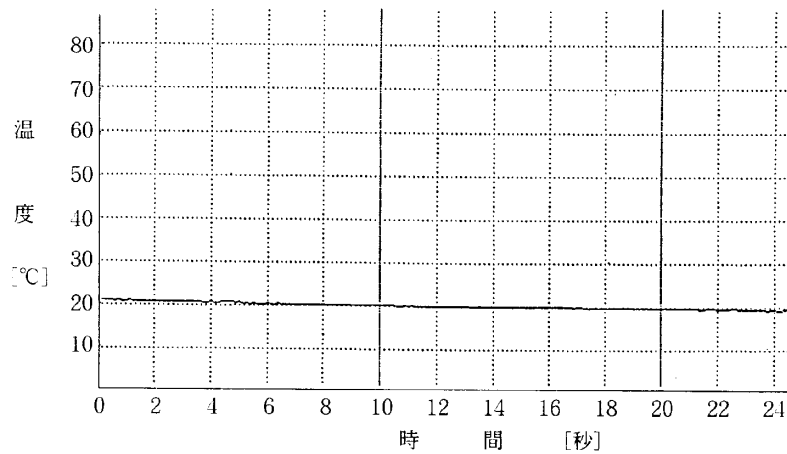
装置として自作による簡易真空ポンプ、温度測定に計測センサー(LM35D)とRS232C用ADコンバーター、また圧力測定には圧力キューブセンサー一式(SUZUKI 教育ソフト製)等。

この装置で実験を行うと気圧が約700hpaまで低下し、とぐろを巻くように雲が少しずつ発生し、はっきり見ることが出来、消えることはない。気圧低下が大きいのでしぼんだフウセンを入れると膨らむ様子もはっきりわかる。また、気圧を上げるとゆっくりと雲が消えていく様子がわかる。コンピュータ計測による気圧と温度降下のグラフ(資料-8, 9)を示した。

chl: 気圧 2(hPa)
(hPa)▲



資料-8 気圧降下のグラフ



資料-9 温度降下のグラフ

④ 中和反応による水の生成確認の実験法

中和反応は通常、水溶液中で起こるので生成した水の確認が困難である。中和反応は熱を伴う激しい反応であることを調べるとともにその場で水が生成したことを確認する方法を考えた。

- 〈1〉 無水塩化コバルトもしくは無水硫酸銅をエタノールに溶かし、約3%のエタノール溶液を準備する。
- 〈2〉 無水酢酸の中に〈1〉の溶液を加える。
- 〈3〉 乳鉢で砕いた水酸化カリウムを〈2〉の中へ加える。

結果として、非常に激しい勢いで中和反応が起こり、発熱も激しく70℃を越える。無水の塩化コバルトのエタノール溶液では青色からうすい桃色に、また無水硫酸銅においても無色から青色に変わり水の生成が確認できる。他のアルカリでも生成した水の確認ができるが発熱を伴った激しい反応であることの確認が困難である。

⑤ 簡易ビュレットの製作（説明略）

⑥ 「課題研究ヒント集」FCAIソフトの作成

選択理科における課題研究は生徒自らが課題を設定し、その解決に向けて意欲を大切にされた主体的学習活動である。生徒自らが課題を見つけてくるのが理想であるが、いろいろな制約から困難をきわめる場合が多い。そこで生徒たちにとって課題を決める際の手がかりになるようデータベース形式の「課題研究ヒント集」ソフトを作成した。物理、化学、生物、地学の4つの分野からなり、合計で60テーマ用意した。研究テーマと研究概要の2つからなり、研究の方向づけを考える資料として活用させたい。資料-10としてFCAIソフトプログラムの抜粋を示す。

```

!フレーム 10 !提示
>座標塗, 274, 399, 8, 7
>イメージ部品 'SYASIN. HGR', 8, 160, 1 >線種 1
>4倍角' 選択理科の研究課題', 48, 80, 15 >線種 2
>3倍角' ヒント集', 216, 200, 13
>2倍角' 課題を決めるときの参考にして下さい。', 16, 328, 0
>1倍角' *リターンキーを押す', 192, 376, 2
>イメージ部品' BI-KA-. PCK', 448, 152, 1
!入力 !分岐 = 20
!フレーム 20 !提示
>座標塗, 413, 177, 5, 7
>3倍角' 研究課題分野', 176, 40, 9
>2倍角' (1) 物 理', 200, 136, 6
>2倍角' (2) 化 学', 200, 200, 6
>2倍角' (3) 生 物', 200, 256, 6
>2倍角' (4) 地 学', 200, 320, 6
>1倍角' *番号を入れてリターンキー', 232, 376, 2
>イメージ部品' UAZARA. PCK', 0, 184, 1
>イメージ部品' HAYAKUYO. PCK', 432, 160, 1
!入力 !分岐
N'1'= 100 N'2'= 200 N'3'= 300 N'4'= 400 = 20

```

! フレーム 302
 ! 提示
 > 座標塗, 414, 179, 6, 6
 > 2 倍角' (3) 生物', 32, 32, 0
 > 2 倍角' 課題2 カエルの骨格標本をつくろう', 16, 88, 0
 > 2 倍角' (研究の概要)', 48, 128, 0
 > 2 倍角' カエルに麻酔をかけ, 体色が変わるまで湯', 0, 168, 0
 > 2 倍角' の中で煮る。皮膚, 内蔵をていねいに取り出', 0, 208, 0
 > 2 倍角' し陰干しで乾燥させる。', 0, 248, 0
 > 1 倍角' * 次のページ, リターンキーを押す。', 48, 328, 2
 > 1 倍角' * 分野ページに戻りたいときは1のキーを押してからリターンキー', 48, 376, 3
 > 1 倍角' * 前のページに戻りたいときは2のキーを押してからリターンキーを押す。', 48, 352, 2
 ! 入力 360, 376, 7
 ! 分岐
 N'1' = 20
 N'2' = 300
 = 304

資料-10 選択理科課題研究ヒント集 FCAI ソフトプログラム抜粋

3. 研究の成果

- (1) 新しい学力観に基づく指導のあり方について文献研究し, 理解することができた。
- (2) 選択理科への取り組みについて研究することができた。
- (3) 課題選択学習について教材研究ができた。
- (4) 新しい学力観に基づく学習指導に役立つ教材の開発を行った。

4. 今後の課題

- (1) 新しい学力観に基づいた理科指導のあり方について, 学校現場での反省をもとに研究してきた。今後, 実践の中でさらに研究を進め生徒の立場に立ち, 個のよさを生かした指導, 評価の工夫を進めていきたい。
- (2) 生徒にとって学ぶ楽しさや成就感を体験できる教材の工夫をさらにはかり, 生徒自身の自ら学ぶ意欲を高めるよう努力したい。

5. 参考文献

- ・中学校指導書 教育課程一般編並びに理科編 (文部省)
- ・理科における学習指導と評価の工夫, 改善 (文部省)
- ・指導計画の作成と学習指導の工夫 (文部省)
- ・身近な素材を生かした化学教材の研究 (東洋館出版社)
- ・選択履修の実践と評価 (宇都宮大学付属中学校)
- ・観察, 実験を生かした授業展開 (東京書籍)
- ・理化学辞典 (岩波書店) ・化学大辞典 (共立出版)
- ・中学校, 高等学校理科教育に関する研究 (新潟県立教育センター)
- ・中学校理科の課題研究100 (東洋館出版)
- ・新しい学力観に立つ理科の学習指導, 評価に関する研究 (愛知県)

評

生徒自らが考え、主体的に判断し、行動できる資質や能力の育成がこれからの学校教育で期待されている中で、理科の学習にあっても、自ら学ぶ意欲を高め、自らの問題解決の活動を通して、科学的な思考力や判断力及び表現力を育成する方向で教育内容や指導方法の改善、充実を図る必要があります。

このようなとき、本研究は、課題選択学習を取り入れ複数の課題の中から自分に合った一つの課題を選択させ、その課題を追及していく必須教科と生徒の主体的な探求活動と一人一人の能力や特性に応じた多様な学習活動が展開される選択理科との関連を重視した指導の工夫改善、生徒の自己解決への援助を基本とし、生徒が主体的に取り組めるように、実験計画の十分な時間の確保や生徒の発想を生かし、自分たちの計画に従って学習を進めていけるような指導の工夫改善にも努めております。

また、化学分野での目にみえない存在を実感できるようなものや生徒の思考のイメージづくりができるような教材を開発することにより、生徒が学ぶ楽しさ、成就感を体得し、生徒自身が自ら学ぶ意欲を高めることができるような指導方法にも努めております。

本研究における数々の成果が各学校において大いに活用されることを期待しております。