化学実験教材パックを用いた高等学校における授業実践

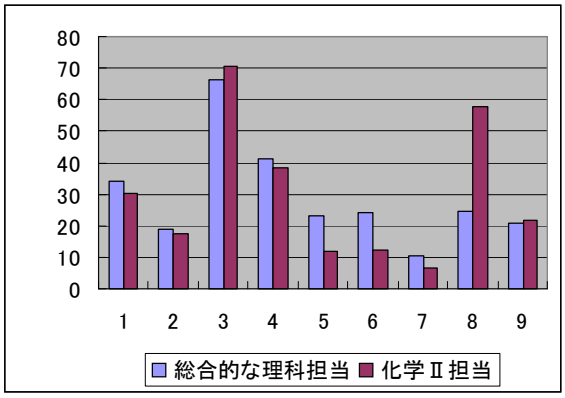
近藤　浩文

教員は多忙であり，準備や後片付けに時間を要する観察・実験や，創意工夫を要する探究活動を行うことが難しい状況にある。本稿では，学習活動における化学実験の有効性を確認するとともに，教員の時間的負担を軽減することを目的として行った，化学実験教材パックを用いた高等学校における授業実践について報告する。

［キーワード］化学実験教材パック　化学実験の有効性　時間的負担の軽減

はじめに

新しい高等学校学習指導要領理科の解説に，化学の特徴は，「観察，実験を通して，物質の構造や性質，反応を調べることにより物質の特徴を理解し，物質に関する原理・法則を見いだすとともに，その知識を生かして物質を利用したり目的にかなった物質をつくり出したりすることである」とあるように，特に化学の学習においては，観察・実験を実施することが重要である。



1　設備備品の不足
2　消耗品の不足
3　授業時間の不足
4　準備や片付けの時間が不足
5　生徒数が多すぎる
6　生徒の授業態度の問
7　実験室の不足
8　大学入試への対応のための指導に時間が取られる
9　実習助手がいない

図１　観察・実験を行うにあたって障害となっていることは何か

しかし，JST と国立教育政策研究所が実施した「平成20年度高等学校理科教員実態調査」の結果（図１）によると，実験を実施するに当たり障害になっている要因として，「授業時間の不足」，「大学入試の対応のための指導に時間を取られる」，「準備や後片付けの時間が不足」など，時間の不足をあげる教員の割合が高いことがわかる。

本研究では，北海道札幌南高等学校の堀川伸教諭に研究協力を依頼し，教員の時間的な負担を軽減するために作製した「実験教材パック」を用いて，実際に授業実践を行っていただくことにより，化学実験の有効性と「実験教材パック」の有用性について検討した。

１　化学実験教材パックの作製

実験教材パックは，次の点に配慮しながら作製した。

(1) 器具等の不足や，適当な実験方法が見つからなかったことなどが原因で，今まで実施できなかった実験について実施を検討する。

(2) 科学的な思考力を育成し，学力を向上するために個人実験が有効[※1)]であることから，教材をマイクロスケール化する。

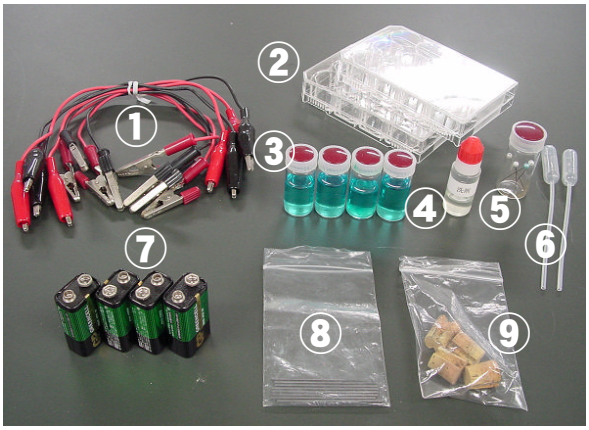
(3) 準備や後片付けの時間の短縮を図る観点から，使用する器具類を可能な限り少なくし，

４人分の教材を１つのケースに収め，教材の配付や回収に要する時間を短縮する。

２　高等学校における授業実践

本研究では，北海道札幌南高等学校の堀川伸教諭に授業実践をしていただくとともに，化学実験教材パックの作製に関する助言，授業実践後の生徒アンケートの実施及び集約，教員の視点に立った教材及び実験に関する評価等にご協力をいただいた。

Ａ　電気分解セットを用いた授業実践



①　リード線　２本×４人分
②　12 ウェルセルプレート　２枚
③　サンプルびん（塩化銅水溶液用）４本
④　プチボトル（シャボン液用）１本
⑤　まち針４本入りサンプルびん　１本
⑥　ピペット　２本
⑦　９Ｖ電池　４個
⑧　ホルダー芯８本入りポリエチレン袋
⑨　電極固定用コルク栓４個入りポリエチレン袋

図２　実験教材パック（電気分解セット）

(1) 教材の特徴

図２の実験教材パックには２種類の教材が入っている。一つは，日本化学会化学教育協議会のマイクロスケール実験ワーキンググループが開発した，「水の電気分解：爆鳴気実験[※2)]」であり，もう一つは，当センター化学研究班が作製した，サンプルびんとコルク栓，ホルダー芯を用いた塩化銅水溶液の電気分解実験教材である。前者は，生徒２人に１セット，後者は生徒１人に１セット用意し，生徒が反応を間近に観察でき，興味・関心に応じて実験を繰り返し行えるように工夫した。

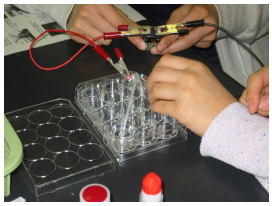


図３　爆鳴気の実験



図４　塩化銅水溶液の電気分解

(2) 生徒の主な感想

○ 電気分解が，教科書のように，こんなに簡単にできるとは思わなかった。
○ 理論通りに電子が移動して，塩素も銅もできたし，電池によって電子が与えられたり，取り出されたりすることを，自分で確認することができた。
○ 硫酸ナトリウムを電気分解すると，本当に教科書通りに，水素と酸素が２：１の割合で生成することが確認できた。

(3) 実験及び教材の評価

この実験教材パックには，必要な材料が全てそろっているので，準備や後片づけに時間をとる必要がない。また，薬品の量や操作の順序が工夫されており，確実に反応が進み結果が得られることは特筆に値する。実験書をつくり配付すると，それを読みながら生徒一人ひとりが自分のペースで実験を進めることができる。生徒は，実験の過程で適度な感動と刺激を得ていた。

Ｂ　テルミット反応セットを用いた授業実践

(1) 教材の特徴

チャック付きポリエチレン袋を活用し，アルミニウムと酸化鉄のそれぞれの粉末の観察や磁石につくかどうかなどの確認がしやすくなるように工夫した。また，両粉末を混ぜ合わせるときには，生徒がアルミニウムの微粉末を吸引しないよう，アルミニウム粉末の入ったポリエチレン袋の中で混合し，混合した粉末は，



図５　テルミット反応の実験

袋の一角をはさみで切ることで取り出せるように工夫した。



① マッフル炉　１個
② 保護めがね　１個
③ 砂皿と砂　　１組
④ ろ紙（大・小）１組
⑤ アルミニウム粉末用ポリエチレン袋１枚
⑥ 酸化鉄粉末用ポリエチレン袋１枚
⑦ マグネシウムリボン用ポリエチレン袋１枚
⑧ 磁石　１本

図６　実験教材パック（テルミット反応セット）

(2) 生徒の感想

○ 初めて見たアルミニウム粉末と酸化鉄の色がきれいだった。これが激しい炎をあげて燃えて本当の鉄が得られるのが不思議だ。
○ 人間は歴史的にも鉄を得るために，危険を冒してでも挑戦してきたことがわかった。

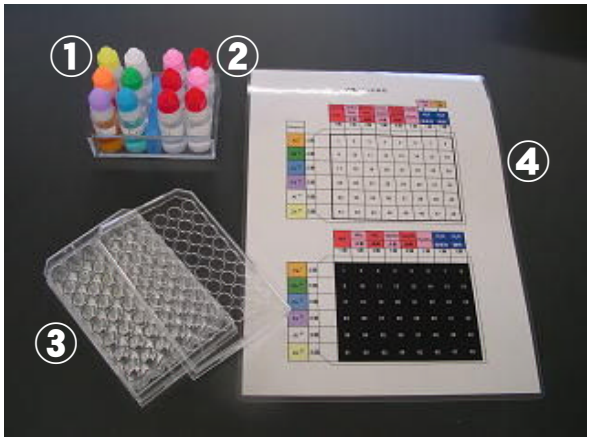
(3) 実験及び教材の評価

生徒が行う際に危険をともなう操作を，チャック付きポリエチレン袋を活用することで安全に行うことができた。また，ポリエチレン袋を用いるとあらかじめ試薬を調整しておける点も時間の短縮となり便利である。混合粉末をマッフルに入れる際にアルミニウム粉末が飛散しないように工夫されているところもよかった。

C　金属イオンの反応セットを用いた授業実践

(1) 教材の特徴

６種類の金属イオンを含む水溶液と塩酸，



① 金属イオン水溶液用プチボトル　６本
② 酸・塩基水溶液用プチボトル　６本
③ 48 ウェルセルプレート　１枚
④ 実験用台紙ラミネート　１枚

図７　実験教材パック（金属イオンの反応セット）

アンモニア水，水酸化ナトリウム水溶液，硫酸，硫化水素水など陰イオンを含む水溶液との48通りの反応を，１枚のセルプレート上で確認することができる。反応させる溶液の組み合わせをわかりやすく表示した台紙の上にセルプレートを載せ，台紙に記載された指示通りに金属イオンを含む水溶液及び陰イオンを含む水溶液を滴下し，色や沈殿の有無などの変化を観察して記録する。アンモニア水と水酸化ナトリウム水溶液については，加える量の少量と過剰について比較することができ，硫化水素水との反応については，酸性と塩基性のそれぞれの条件における反応の違いを観察することができる。

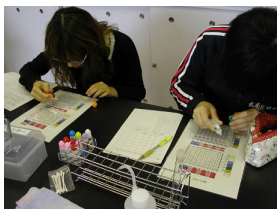


図８　金属イオンの反応実験

(2) 生徒の主な感想

○ それぞれの変化を，一度に見て比べることができてとてもよかった。点眼びんのキャップの色もそれぞれ変えてあったのでやりやすかった。滴下する度に色などが変化するのはおもしろかった。
○ これだけ多い物質の実験を，１時間の授業でこ

んなにスムーズにできるなんて驚いた。後片付けもとてもしやすかった。色の見本がほしかった。化学っぽくてよかった。
○ 間違えずに行うことができたし，わかりやすかった。点眼びんは，溶液が出すぎることもなく適量を出すことができ，使いやすかった。

(3) 実験及び教材の評価

生徒の感想にあるように，誰もが自分で薬品を加えて変化の様子を観察できることに感動し，満足感を得ているようだった。金属イオンの反応は教科書の図だけでは，現実感はうすい。また，試験管を用いてこれだけの種類のイオンを反応させることは，準備や後片付けを考えると難しく，演示実験にせざるを得ない。これを一人ひとりが実際に操作することを可能にしたことは非常に有効である。溶液をきちんと混合できないことやセルプレートの洗浄が難しいなどの課題はあるが，今後の改善に期待したい。

D　エチレンの生成セットを用いた高等学校における授業実践

(1) 教材の特徴

教科書記載のエチレンの製法は，エタノールと濃硫酸の混合物を160℃以上に加熱するという危険な方法である。本実験は，濃硫酸の代わりにH型Yゼオライト JRC-Z-HY5．5（触媒学会参照触媒部会提供）を用いることにより，安全にエチレンを生成できるようにした。この結果，エチレンの付加反応など，重要な実験が可能となった。

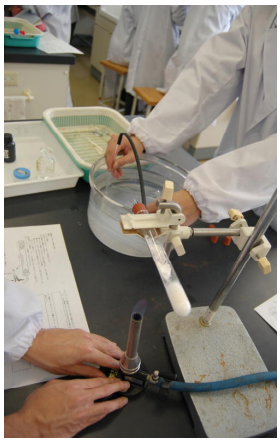


図９　エチレンの生成実験

(2) 生徒の感想

○ ゼオライトが170℃の濃硫酸の代わりをしていることはすごいことだと思う。今まで危険でできなかったことを可能にしてくれた。
○ この実験が，先生方の不断の努力と豊かな発想力によって実現でき，とても嬉しく思う。さらにこの実験を通して化学のおもしろさ，すばらしさ，楽しさ，危なさなど，いつも授業では味わえないような感覚を味わえました。

(3) 実験及び教材の評価

生徒自身がエチレンを実験室で生成することは今まで不可能だと考えていた。この実験が実現できたことは大きな前進である。



① シリコン栓付き気体誘導管　１本
② 脱脂綿入りポリエチレン袋
③ ゼオライト入りサンプルびん　１本
④ 気体捕集用シリコン栓　５個
⑤ 試験管（直径 30mm）
⑥ ケミカルスティック　１本

図10　実験教材パック（エチレンの生成セット）

おわりに

４回の授業実践を通して，堀川教諭から次のようなご意見をいただいた。『実験教材パックによって時間的な負担が非常に軽減できた。全道各地の高校がこの実験教材パックを利用できるようにすることで，有効な実験を組み込んだ化学の授業が展開されることを切に願う。』

次年度も，有効性の高い実験教材の開発と，その教材を用いた高等学校における授業実践を継続し，その成果を掲示板「理セン化学の部屋」（本研究紀要ｐ36）を活用して普及したいと考えている。ご協力いただいた北海道札幌南高等学校の堀川教諭に心から感謝いたします。

参考文献

1）松原静郎他　「高校化学における個人実験導入とその影響に関する調査研究」科学研究費補助金研究資料（課題番号03680256）pp. 22-24　1993
2）日本化学会化学教育協議会マイクロスケール実験 http://science.icu.ac.jp/MCE/MSCJapan.html

（こんどう　ひろぶみ　化学研究班）