

【授業研究4】 高等学校化学「化学反応と熱」

(1) 取り上げた内容の解説

「化学反応と熱」の単元は、平成6年度から導入される学習指導要領の中で「化学ⅠB」に位置付けられている。その取扱いでは「反応において発生又は吸収する熱量と物質質量との関係を扱い、溶解熱にも触れること。」と述べられている。化学反応に伴う熱の発生と関連するものとしては、中学校理科で「物質の燃焼」や「金属の酸化」などが既習事項である。したがって、「化学反応と熱」の単元は、中学校理科との関連を図る意味でも重要な位置を占めている。

現行の学習指導要領の「化学」における「化学反応と熱」の指導の流れは、導入段階で発熱反応と吸熱反応を説明したり、演示実験を行ったりした。そして、「反応熱の種類」、「熱化学方程式」、「ヘスの法則」、「結合エネルギー」を展開し、「ヘスの法則」の検証を生徒実験として行ってきた。最近では生徒の生活体験も極めて乏しくなり、導入段階における説明も生徒にとって理解が困難になりつつある。

高等学校理科の化学の学習においては、観察・実験を行い、生徒が興味と関心をもって自然の事物・現象を化学的に考察する能力と態度を身に付けさせるようにし、物質の化学的な見方と取扱い方及び物質に接する際の判断力を養うようにすることが大切である。

このようなことから、今回は単元の導入段階で生徒実験を行い、発熱反応や吸熱反応の実験を通して「化学反応と熱」の学習に対する興味・関心が高まることをねらいとした。

(2) 興味・関心が高まる指導の手だて

① 観察・実験の教材の精選

今回取り上げる教材としては、後に学習する「酸と塩基の反応」との関連を図るため、代表的な塩酸と水酸化ナトリウムの中和熱を考えた。さらに、「理科Ⅰ」の「物質の構成と変化」との関連から、無水硫酸銅の水和熱を取り上げた。また、意外性をもたせるための吸熱反応として、取扱いが容易で比較的大きな温度差が得られる硝酸カリウムの溶解熱や水酸化バリウムと硝酸アンモニウムの反応熱を教材として取り上げた。

② 個を生かす工夫

学習形態を小グループ(2～4人編成)にし、前述した発熱反応2種類、吸熱反応2種類を用意して、それぞれ自由に選択できるようにした。ねらいは生徒の興味・関心に基づく主体的な活動を促すこととした。

③ 活動時間の保障

生徒用実験プリントの実験操作を空欄にして、生徒自身が実験方法を考えられるようにし、実験報告書の作成までを含めて活動時間を十分とれるように2時間扱いとした。

(3) 事前調査とその結果の考察

① 事前調査

単元「化学反応と熱」の指導に先立ち、平成5年9月、県立A、B高等学校第2学年の生徒260人を対象に「化学の観察・実験に対する興味・関心についてのアンケート」を行った。その結果を表5に示す。

② 調査結果と考察

化学の観察・実験に関しては、その中で感じた疑問や問題を自分で調べてみたいという意欲をもっている生徒が少ない。

表5 化学の観察・実験に対する興味・関心についての事前アンケート (%)

一方、実験器具の扱い方ができるようになると観察実験が楽しくなると答えた生徒が多いことや、観察・実験に積極的に参加したい生徒が多いことは、観察・実験に対して関心をもっているものと思われる。

内 容	a	b	c
1 観察・実験のとき、自分で考えるより、プリントの手順によって行うのがよいと思う。	44	40	16
2 観察・実験の中で、感じた疑問や問題を自分で調べてみたいと思います。	38	42	20
3 実験器具の扱い方ができるようになると観察・実験が楽しくなります。	64	28	8
4 観察・実験の結果をグラフ化するときは、全体の傾向を読み取ってグラフの線を引きます。	45	31	24
5 観察・実験には積極的に参加したいと思っています。	66	30	4
6 観察・実験の結果を次の授業の参考にしています。	5	38	57

しかし、観察・実験の操作の手順

※ aは「はい」、bは「どちらでもない」、cは「いいえ」を示す。

については、プリントに従って行う方がよいと答えた生徒が40%以上いた。また、結果をグラフ化することにも抵抗を感じる生徒が少なくない。これらのことから、観察・実験における生徒の主体的な活動を期待するには、活動時間が不足していたと思われる。

(4) 授業の実践

① 単元名 「化学反応と熱」

② 指導計画 (6時間取扱い)

- ・発熱反応と吸熱反応(生徒実験) …………… 2時間(本時)
- ・反応熱の種類・熱化学方程式 …………… 1時間
- ・ヘスの法則 …………… 1時間
- ・問題演習 …………… 1時間
- ・結合エネルギーとその問題演習 …………… 1時間

③ 本時の指導

ア 目標

- (ア) 身近な物質の反応熱を測定し、発熱反応と吸熱反応があることが分かる。
- (イ) 発生(または吸収)する熱量は、反応物質の物質質量に比例することが分かる。

イ 準備

- 器具 サーモカップ(200ml)、温度計、ガラス棒、メスシリンダー(100ml)
スターラー、回転子、ストップウォッチ(または腕時計)、電子天秤
- 試薬 塩酸、水酸化ナトリウム、無水硫酸銅、硝酸カリウム、硝酸アンモニウム
水酸化バリウム

ウ 展開及び生徒用実験プリント

学習過程	学 習 活 動	指導上の留意点
問題把握	○ 本時の学習について話し合う。 <div style="border: 1px dashed black; padding: 2px;">化学反応に伴う熱は、どのように変化するだろうか。</div>	<ul style="list-style-type: none"> ・実験の趣旨を把握させる。 ・机間巡視をしながら、誤った操作を指示・訂正させる。 ・菜さじ1杯分の質量を表示しておく。
実験計画	○ 実験の目的・内容を理解し、実験の手順を考える。	
観察・実験	○ A・Bより1組選択, C・Dより1組選択し、各班とも2組実験する。 ○ それぞれ濃度を変えて3種類測定する。	
結果の処理	○ 測定結果をグラフに表し、そのグラフより濃度と発生(吸収)する熱量の関係を導く。 ○ 反応熱を計算して求める。 ○ 班の結果(反応熱)を黒板の表に記入し、他の班と比較する。 ○ 観察・実験の結果を確認する。	
まとめ	<div style="border: 1px dashed black; padding: 2px;">化学反応では、発熱と吸熱の反応がある。</div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 2px;">熱量は反応物質の物質(濃度)に比例する。</div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 2px;">反応熱は反応物質1mol当りで表す。</div>	
		<ul style="list-style-type: none"> ・反応熱は、反応物質1mol当りで表すことを知らせる。

2年 化学実験 反応熱の測定

1 目的 馴染みのある物質の反応熱を測定し、発熱反応と吸熱反応があることを理解する。

2 準備

器具 サーマカップ(200mℓ), 温度計, ガラス棒, メスシリンダー(100mℓ), スターラー, 回転子, ストップウォッチ(または腕時計)

試薬 A: 希塩酸(1.0, 2.0, 3.0mol/ℓ), NaOH水溶液(1.0, 2.0, 3.0mol/ℓ)

B: CuSO₄[固](2, 4, 6g), 純水100mℓ

C: KNO₃[固](2, 4, 6g), 純水100mℓ

D: NH₄NO₃[固](1, 2, 3g), Ba(OH)₂·8H₂O[固](2, 4, 6g), 純水100mℓ

3 操作

各班で実験(1){A, Bより1組選択}と実験(2){C, Dより1組選択}を行う。

実験(1)

A・ 1.0mol/ℓ希塩酸50mℓをサーモカップに入れ、スターラーにかけて温度を測る。

・ 1.0mol/ℓNaOH水溶液を50mℓメスシリンダーに取り、その温度を測る。

・ NaOH水溶液をサーモカップに加えてから、10~30秒ごとに3分間液温を測る。同様な操作を、濃度を変えて3種類測定する。

B・ 純水100mℓをサーモカップに入れ、スターラーにかけて温度を測る。約2gのCuSO₄を正確に測って混合し10~30秒ごとに3分間液温を測る。同様な操作を、質量を変えて3種類測定する。

実験(2)

C・ 純水100mℓをサーモカップに入れ、スターラーにかけて温度を測る。約2gのKNO₃を正確に測って混合し、10~30秒ごとに3分間液温を測る。同様な操作を、質量を変えて3種類測定する。

D・ 純水100mℓをサーモカップに入れ、スターラーにかけて温度を測る。1.0gのNH₄NO₃と2.0gのBa(OH)₂·8H₂Oを同時に投入し、10~30秒ごとに3分間液温を測る。同様な操作を、それぞれの質量を変えて3種類測る。

4 結果

結果を下の表に書き入れ、それぞれのグラフを描きなさい。

実験(1) A or B

(単位: ℃)

(秒)	前	10	20	30	40	50	60	90	120	150	180
濃度または質量①											
濃度または質量②											
濃度または質量③											

④ 授業の分析と考察

ア 興味・関心の高まりについて

(ア) 生徒の活動の様子から

ほとんどの生徒は、化学変化によって液温が変化することを想定し、自分たちが実験するために必要な器具を準備し始めた。実験の操作では、互いに操作の手順を話し合いながら合理的な方法を考えていた。このようなことから、実験操作を空欄にしたことは、生徒の主體的な活動を促すことができたと考える。



図10 生徒の活動の様子

実験する物質の選択でも、それぞれのグループごとに相談し、調べてみたいと思う物質の組合せを選んで手際よくそれらの質量を測っていた。反応熱の測定に入ると、時間を測る生徒、温度計の目盛りを読んで記録をとる生徒、それぞれ熱心に活動していた。反応液の温度が降下する吸熱反応では、意外性も手伝い、驚きは顕著であり関心の高さが現れていたと思われる。時間に余裕のあったグループは、物質の選択幅を広げて別な組合せについても調べ、興味の高まりがうかがえる。まとめる段階になると、A高校では、多くのグループが時間の中で反応熱を計算し、それぞれの結果を発表し合って比較していた。

(イ) 実験報告書から

熱化学方程式の熱量をグラフから求めることは、過去に同様の定量実験を行っているかどうかによるが、A高校では、ほとんどの生徒が熱化学方程式まで完成させていた。B高校では計算が困難な生徒も多かった。A高校での実験操作をblankにしたことについては、「他の班と違う方法で実験できてよかった。」と書いた生徒もいた。



図11 実験報告書作成の様子

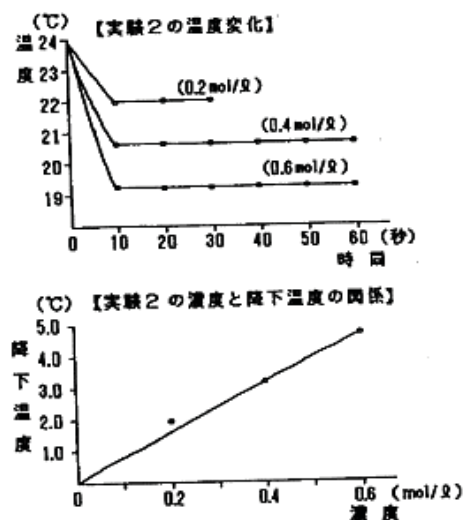


図12 実験報告書の一部

イ 事後調査の結果と考察

(ア) 化学の観察・実験に関するアンケートについて

平成5年10月、県立A、B高等学校第2学年の生徒249人を対象に、今回実施した発熱反応と吸熱反応の観察・実験における「化学の観察・実験に関するアンケート」を行った。その結果を表6に示す。

観察・実験の操作につ 表6 化学の観察・実験に関するアンケート (%)

内 容	a b c		
	1 今回の観察・実験の目的が分かりましたか。	53	32
2 観察・実験の操作の手順は、自分で考えてできましたか。	72	14	14
3 観察・実験のとき、器具の扱い方が分かりましたか。	83	13	4
4 観察・実験の結果をグラフ化することができましたか。	69	20	11
5 観察・実験をするとき、操作を考える時間は十分ありましたか。	68	21	11
6 観察・実験の結果を次の授業の参考にしようと思いますか。	37	53	10

※ aは「はい」、bは「どちらでもない」、cは「いいえ」を示す。

いては、事前のアンケートで「手順が示されていた方がよい。」と答えていた生徒が比較的多かったが、今回は「観察・実験の操作の手順は、自分たちで考えることができた。」と答えている生徒が7割を越えた。また、器具の扱い方が分かった生徒も80%を越える結果となった。実験の結果を

グラフに表すことに抵抗を示していた生徒も、今回の観察・実験では、およそ70%の者がグラフ化することが出来たとしている。

さらに、観察・実験の結果を次の学習の参考にしようと思っている生徒が30ポイントも増えたことは、化学の観察・実験に対する興味・関心が高まった現れであり、単元の学習を進めていく過程において、生徒の反応が期待できるものとする。

(イ) 知識・理解について

B高校では、観察・実験を実施した後に学習した「熱化学方程式」で、知識・理解についても調査した。この結果から、観察・実験での学習内容を理解し、知識として次時の学習で応用している生徒が増えている様子が分かる(表7)。

表7 「化学反応と熱」に関する知識・理解の変容 (%)

設 問 の 内 容	正 解 率	
	事前	事後
1 化学反応式を書く。	5	79
2 1gの物質の変化による熱量から1molの物質の変化による熱量を求める。	44	56
3 熱化学反応式を書く。	1	41

(対象 219人)

(5) ま と め

今回、単元の学習内容に対する生徒の興味・関心が高まることをねらいに観察・実験の指導の在り方について研究を進めてきたが、次のことが分かった。

- ① 観察・実験に用いる教材はできるだけ精選し、単元相互の関連が図れるものを選ぶ。
- ② 観察・実験では、生徒の実態を十分把握し、生徒自身が考えられるように簡便な操作にする。
- ③ 生徒が興味・関心をもって主体的に活動するためには、十分な時間を確保する必要がある。