

指導資料



鹿児島県総合教育センター

理科 第268号

- 高等学校，特別支援学校対象 -

平成20年10月発行

小・中学校の系統性を踏まえた無機化学分野の学習指導法の工夫

- アンモニアソーダ法の実験を通して -

化学の「無機物質」において，実験室的製法は生徒実験等でよく取り扱っている。しかし，工業的製法を生徒実験等で取り扱うことはほとんどない。『高等学校学習指導要領解説 理科編 理数編』では，「接触法による硫酸の製造，ハーバー法によるアンモニアの合成，オストワルト法による硝酸の製造，アンモニアソーダ法による炭酸ナトリウムの製造など工業的製法の原理を探究させることも考えられる」としている。このことから，工業的製法においても，できるだけ観察，実験を行い，探究する能力を育成すべきであると考えられる。

そこで本稿では，小学校や中学校の系統性を踏まえながら，工業的製法であるアンモニアソーダ法の実験を通して，無機化学分野の学習指導の工夫について述べる。

1 無機化学分野の位置づけ

化学の「無機物質」では，第3周期までの元素や日常生活とかかわりの深い元素が関係する単体や化合物の性質や反応を観察，実験を通して理解させることが

ねらいである。また，化学の基本的な概念や原理・法則を日常生活と関連付けて考察したり，応用する能力を育成することが大切であるとしている。

「探究活動」は，国立教育政策研究所が発表している評価規準，評価方法において，特に「観察・実験の技能・表現」を重視する活動であり，観察，実験の基本操作，過程及び結果から自らの考えを導き出し，的確に表現できることが望まれる。

2 小学校・中学校との関連

(1) 小学校での取扱い

小学校第5学年の「もののとけ方」では，物を水に溶かし，水の温度や量による溶け方の違いを調べ，物の溶け方の規則性について考察するように指導している。ここでの学習（実験）では，液量計やはかり，ろ過器具，加熱器具，温度計などを使用し，これらの適切な操作や安全な使い方を習得する。具体的には，メスシリンダーの目盛りの読み方や駒込ピペットの持ち方などの器具の取扱い方などである。

小学校第6学年「水よう液の性質とはたらき」では、水溶液には固体だけではなく、気体が溶けているものもあることを学習する。また、水溶液には、金属を入れると気体が発生したり、金属と触れ合うと金属の表面を変化させたりするものがあることも学習する。具体的には、鉄やアルミ箔に薄めた塩酸を注ぐと、気体が発生することや薄めた塩酸に溶けた金属がどのように変化するか等を観察する。

(2) 中学校での取扱い

中学校の第1分野「身の回りの物質」では、物質には固有の性質と共通の性質があることを見いだすとともに、実験器具の操作、記録の仕方などの技能を身に付ける。また、気体の種類による特性を見いだすとともに気体が発生させる方法や捕集法などの技能を身に付ける。すなわち、実験の技能を習得させること及び物質の性質に基づいて分類したり分離する能力を育てることが主なねらいである。実験の基本操作は、上皿てんびんやガスバーナーの使い方、気体の調べ方、発生方法及び捕集方法、ろ過の仕方、メスシリンダーや駒込ピペットの使い方などが出ている。いくつかは、小学校で学習した内容が再び出ており、小学校の復習をすることになる。

「化学変化と原子、分子」の観察、実験では、「身の回りの物質」で学習した物質の調べ方や物質の性質を活用できるようにする。なお、化合や分解実

験の基本操作を習得させる。ここでは、実験の基本操作として、電気分解装置の使い方などを学習する。

「物質と化学反応の利用」では、様々な物質や化学反応が利用されていることを理解させ、日常生活と関連付けて科学的な見方や考え方を養うことが主なねらいである。

3 「物質の種類と性質」の系統図

下図に「物質の種類と性質」に関する学習内容の系統図を示した。小学校や中学校の系統性を踏まえ、実験の基本操作や学習内容の理解度を確認をする。理解が不十分な場合、小学校や中学校の復習をすることより、高等学校の学習にスムーズに入れる。

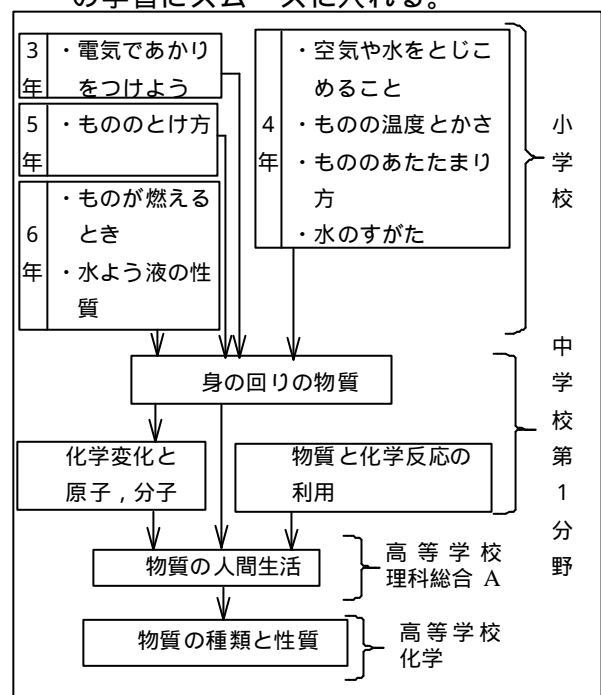


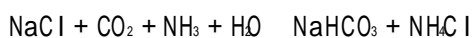
図 「物質の種類と性質」に関する学習内容の系統図

4 アンモニアソーダ法

アンモニアソーダ法は、ガラスの原料で

ある炭酸ナトリウムの工業的製法である。アンモニアと二酸化炭素を回収し再利用できるという特徴を持っている。1861年にベルギーの化学者ソルベーが考案した。

原理は、飽和塩化ナトリウム水溶液中にアンモニアを溶かした後、二酸化炭素を過剰に循環させ、比較的溶解度の小さい炭酸水素ナトリウムを沈殿させる。この反応は、塩化ナトリウムから工業的に作られるため、授業中に実験室で行うことはほとんどない。



さらに炭酸水素ナトリウムを加熱して炭酸ナトリウムを得る。この反応は、中学校第1分野「物質の変化」で学習している内容である。



アンモニアソーダ法の中には、二酸化炭素の工業的製法、すなわち炭酸カルシウムの熱分解〔 $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$ 〕やアンモニアの実験室的製法〔 $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_3$ 〕が含まれ、多面的に学習（中学校の復習）することができる。また、炭酸ナトリウムと炭酸水素ナトリウムとの比較では、炭酸水素ナトリウムが熱分解されやすく、加熱により二酸化炭素が発生することなどを学習する。

5 アンモニアソーダ法の工夫

アンモニアソーダ法は、アンモニアと二酸化炭素の2つの気体を用いる。気体の溶解度は、温度が低いほど大きくなることに注目し、氷で冷やしながら実験を行う工夫をした。なお、0 と20 の溶解度は、二酸化炭素で約1.9倍、アンモニアで1.7倍

違う。（下表）

表 気体の水に対する溶解度

物質	0	20
二酸化炭素	1.71	0.88
アンモニア	1176	702

($1.01 \times 10^5 \text{Pa}$ の気体が水 1cm^3 中に溶解するときの容積を、0 , $1.01 \times 10^5 \text{Pa}$ の時の容積に換算した値。単位は cm^3 とする)

- (1) 塩化ナトリウムの0 の溶解度が35.7 であることや濃アンモニア水(密度 0.90g/cm^3 , 濃度28%)を加えることを考慮して、塩化ナトリウム7.8 gを蒸留水15mL



写真1 平底フラスコを氷で冷やしている様子

とともに200mLの平底フラスコに入れる。マグネチックスターラーにより、できるだけ塩化ナトリウムを溶かす。その後、濃アンモニア水を12mL加え、平底フラスコにゴム栓をして、塩化ナトリウムを完全に溶かす。

- (2) 平底フラスコを氷で冷やしながらか二酸化炭素を吹き込む。この際、アンモニアや二酸化炭素ができるだけ漏れないように、アルミ箔とセロハンテープで蓋をする。二酸化炭素の生成は、炭酸カルシウム20gに3.0mol/L塩酸100mLを二酸化炭素が発生しなくなるまで、安全ロートを使い、時間をかけて発生



写真2 平底フラスコの口の部分

させる(30~40分かけて発生させる)。

なお、二酸化炭素の生成は、キップの装置を用いてもよい。

- (3) 二酸化炭素の発生終了時には、平底フラスコに大きな変化は見られないが、しばらく常温に放置しておくると多くの白色沈殿が見られる。



写真3 CO₂発生の様子

- (4) これをろ過し、乾燥させる。ろ過は、漏斗を使うより、吸引ろ過器を使った方がよい。



写真4 生成したNaHCO₃

- (5) 得られた白色沈殿を確認するために加熱する。このとき発生した気体を石灰水中に通し、溶液が白濁することより、二酸化炭素であると確認され、白色沈殿が炭酸水素ナトリウムであると確認できる。これは、化学反応式に関する反応である。



写真5 実験装置全体

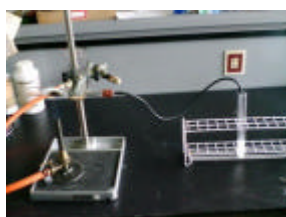


写真6 NaHCO₃の熱分解により発生したCO₂の検出

6 まとめ

無機化学分野は、生徒実験等を多く実施することで生徒の「興味・関心」を喚起

させたい分野である。そして、生徒実験等を通して「観察・実験の技能・表現」を向上させながら、「知識・理解」の定着を図ることが大切である。そこで、工業的製法も様々な工夫をすることで生徒実験等に取り組みせ、生徒の「興味・関心」を高め、「知識・理解」の定着を図ることができる。このことを通して、工業的製法の原理を探究する能力の育成、基本的な概念や原理・法則の理解につながると思われる。

工業的製法であるアンモニアソーダ法を実験室で行うことで、二酸化炭素の工業的製法、アンモニアの実験室的製法、気体の溶解度、炭酸水素ナトリウムの熱分解および溶解度など、他の分野の復習や関連した学習を行うことができる。このような学習を繰り返し行うことが、「知識・理解」の定着につながると考える。加えて、ガスバーナーの使い方、気体の発生方法や捕集方法、二酸化炭素の検出、メスシリンダーの使い方、駒込ピペットの使い方など小学校や中学校での学習内容の系統性を踏まえて指導することにより、更に生徒の理解が深まると思われる。

【参考文献】

文部科学省『高等学校学習指導要領解説 理科編・理数編』平成11年12月発行

大日本図書

文部科学省『中学校学習指導要領解説 理科編』平成11年9月発行 大日本図書

文部科学省『小学校学習指導要領解説 理科編』平成11年5月発行 東洋館出版社

文部科学省国立天文台編『理科年表』平成16年 丸善

平成19年度鹿児島県総合教育センター 調査研究発表会 田中良也

(教科教育研修課)