

# 前期中等教育理科における化学カリキュラムの現代化

## 第3報 中学化学カリキュラム現代化の具体案(1)

戸 荊 進

**要旨** 第2報に詳述した角度からの、高校化学現代化との関連を深く考慮した中学化学カリキュラム現代化の具体案を、実施した体験に基づき、塩基、塩、沈澱の生成、酸化・還元各単位についてその展開例として示した。

の裏づけも第1, 2報で既報のとおりである。

### 2. 本年度の研究結果

昨年度は、中学化学カリキュラム現代化の具体案としては、**酸**の単位についてのみ報告したが、本年度は、**塩基**および**塩**の単位についても若干の修正を加えて成案を得、8月の全付連東海地区研究協議会で発表した。さらに、それに加えて、今年度からは、CHEMSのみでなく Nuffield Project も参考にして中学3年の単位にも手をのばしていたので、それについての一応の原案を、**沈澱の生成**、**酸化・還元**、**気体の発生・性質**について、まとめ上げ、11月末の、本校での研究協議会に発表した。

本年度は研究協議会も持たれた為に、予算の制約から紀要の頁数も大巾に節減されたため、本報には残念ながら、カリキュラム実施結果などについての資料はすべて省略し、さらに**気体の発生・性質**についても、明年度廻しにせざるを得ないことになったことを、お許し頂きたい。

なお本研究に関しては、本学教育学部の広岡亮蔵教授の御指導・御助言を頂いていること、および本年度文部省科学研究奨励金を交付されたことを書きそえて感謝の微意を表したいと思う。

### 1. はじめに

昨年の第2報<sup>1)</sup>に詳述したように、現行の中学理科における化学のカリキュラムには、現代的観点から見ると、いろいろの問題点が感じられる。その主なものは

- (1) 仮説を意識した発展性の期待できる実験
- (2) 仮説を生み出す触媒となる科学的モデル
- (3) 実験を自然そのものの一断面として観ること
- (4) 中学の実験の半定量化
- (5) 反応速度の概念の重視
- (6) カリキュラム自体に、その展開の潜在エネルギーを持たせること

などである。

これらの諸要請に応えると共に、従来の筆者の高校化学カリキュラム現代化のための研究<sup>2)</sup>の結論として、現在の中学および高校の教科過程の中に与えられている時間の枠の中では、高校化学カリキュラム現代化のためには、是非とも中学の段階での、現代化が必要であり、またこれは方法によっては十分可能であると

「塩基」の単元の展開例 (⇒は各時限のまとめの方向であり、同時に次の時限への導入となる中心点)

主題	時限	展	開
うすいアルカリ液	1	実験1：おもなアルカリ水溶液の感觸・フェノールフタレインとの反応 [NaOH・NH <sub>4</sub> OH・KOH・Ca(OH) <sub>2</sub> のうすい水溶液について] 討議：アルカリの通性 ⇒ 酸と同様、化学式の共通性と関係があるに違いない。 デモ1：MOHのタイプの化合物は、みなアルカリか？ (Ba(OH) <sub>2</sub> , Al(OH) <sub>3</sub> , Zn(OH) <sub>2</sub> について、フェノールフタレイン液との反応) 水溶性塩基(アルカリ)と、非水溶性塩基。 ⇒ アルカリ性は、濃い場合には強くなるだろうか？	
	2	討議：濃いアルカリ水溶液は酸の場合のように、その働きが弱まるだろうか？ 実験2：濃いアルカリ水溶液の性質 ( 6モル/ℓのNaOH, 6モル/ℓのNH <sub>4</sub> OH (同体積中に同数のNaOH, NH <sub>4</sub> OH) 粒子の存在を強調)を2ccずつ4本の試験管にとり、原液, 2倍, 4倍, 8倍にう	

前期中等教育理科における化学カリキュラムの現代化

濃 い ア ル カ リ 液		<p>しすめたものに、同じようにフェノールフタレイン液を加えて比較          討議：NH<sub>4</sub>OHでは、濃いほど色も濃くなるのに、NaOHでは逆になるのは何故だろう？          強アルカリと弱アルカリ          ⇨ NaOH水溶液の、色のうすいのを、水でうすめたらどうなるだろうか？          実験3：NaOH水溶液を、うすめたもののフェノールフタレインによる発色の変化          [ 実験2の8倍にうすめたものについて、それを2分し、一方を水で倍にうすめ、数分後に比較 ]          討議：実験3のまとめ          ⇨ アンモニア水だけは、強い臭いがするのは何故だろうか？          実験4：フェノールフタレインで呈色したアンモニア水の加熱          [ 実験2の原液にフェノールフタレイン液を加え呈色させたものを加熱。色が消えたら臭いをたしかめる。その後で少量の6モル/l NH<sub>4</sub>OHを加えてみる。 ]          揮発性アルカリと不揮発性アルカリ          ⇨ アルカリ水溶液には、以上の外、どんな性質があるだろうか？</p>
	3	<p>実験5：アルカリ水溶液とせんい・油          [ 6モル/lのNaOH, NH<sub>4</sub>OHと、動物性せんい・植物性せんい・油脂 ]          動物性せんいの加水分解、油脂の乳化。          デモ2：こいNaOH水溶液と動物性せんい。(試験管ブラシをとかす)          デモ3：NaOH水溶液によるCO<sub>2</sub>の吸収。          (CO<sub>2</sub>の入った集気びん中で、NaOH液の入ったアンプルを倒す)          ⇨ デモ3のNaOHをCa(OH)<sub>2</sub>にしたらどうなるだろうか？</p>
中 和	4	<p>実験6：Ca(OH)<sub>2</sub>水溶液とCO<sub>2</sub>          (フェノールフタレイン液を加え、呈色させた石灰水に呼気を吹き込みつづける。)          討議：実験6のまとめ。酸とアルカリの反応。          実験7：中和          [ NaOHとHClで、中和点での味、液をスライドグラス上で蒸発させて鏡検 ]          中和。 <math display="block">\text{H}_3\text{O}^+ + \text{X}^- + \text{M}^+ + \text{OH}^- = \underbrace{2\text{H}_2\text{O}}_{\text{中性}} + \underbrace{\text{M}^+ + \text{X}^-}_{\text{煮つめればM}^+\text{X}^- \text{になる。}}</math></p>

「塩」の単元の展開例

主題	時限	展 開
塩 の 生 成	1	<p>討議：M<sup>+</sup>X<sup>-</sup>型の化合物(塩)は、中和反応の外に、作り方はないだろうか？  <math display="block">\text{M} + 2\text{HX} = \text{H}_2 + \text{MX}_2 \quad , \quad \text{MO} + 2\text{HX} = \text{H}_2\text{O} + \text{MX}_2</math>  <math display="block">\text{M} + \text{X}' = \text{MX} \quad , \quad \text{MX}' + \text{M}'\text{X} = \text{MX} + \text{M}'\text{X}'</math>  <math display="block">\text{M}'\text{X} + \text{M} = \text{MX} + \text{M}' \quad \text{など}</math>          実験1：塩の生成          [ <math>\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{H}_2 + \text{ZnSO}_4</math>のZnSO<sub>4</sub>を鏡検。また <math>2\text{AgNO}_3 + \text{Cu} = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Ag}</math>の反応より推測。 ]          討議：実験1のまとめ          デモ1：塩の合成 (Cl<sub>2</sub>+2Na=2NaClにより)          塩の名称、塩の分類。          ⇨ 塩の水溶液は中性だろうか？</p>
	2	<p>実験2：塩の水溶液の性質          [ Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>・7H<sub>2</sub>O, CuSO<sub>4</sub>・5H<sub>2</sub>O, FeCl<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>と、ユニバーサルpH試験紙 ]          による</p>

塩 の 性 質		<p>塩の加水解離。 <math>\text{Na}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons (\overline{2\text{Na}^+}) + (\overline{\text{CO}_3^{2-}})</math></p> $  \begin{array}{c}  + \quad + \\  (\overline{4\text{H}_2\text{O}}) \rightleftharpoons (\overline{2\text{OH}^-}) + 2\text{H}_3\text{O}^+ \\  \downarrow \quad \downarrow \\  2\text{NaOH} \quad (\overline{\text{H}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}})  \end{array}  $ <p style="text-align: right;"><math>\therefore [\text{OH}^-] &gt; [\text{H}_3\text{O}^+]</math></p> <p>⇒ 塩には無色のものも、有色のものもあるか？</p>
	3	<p>実験3・・色のある塩</p> <p>[ <math>\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}</math>, <math>\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}</math>, <math>\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}</math>, <math>\text{FeCl}_3</math>の結晶, および, うすい水溶液についての色の比較。NaOH水溶液との反応の比較 ]</p> <p>討議：実験3のまとめ 色のある塩(実物呈示)。有色塩の場合は、<math>\text{M}^+</math>かまたは<math>\text{X}^-</math>の中心原子がb 亜族元素。</p> <p>デモ2：炎色反応 ( <math>\text{NaCl}</math>, <math>\text{KCl}</math>, <math>\text{CaCl}_2</math>, <math>\text{BaCl}_2</math>, <math>\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}</math>などについて。NaOH, KOH, <math>\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}</math>も。 )</p> <p>炎色反応。I a, II aおよびCuについて見られる。塩に限らない。</p>
	4	<p>酸・塩基・塩の関係。</p> $  \begin{array}{l}  \text{X}' + \text{O} = \text{X}'\text{O} \\  \text{X}'\text{O} + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{X}'\text{O}(=\text{H}_2\text{X}) \cdots \cdots \text{酸} \\  \text{M} + \text{O} = \text{MO} \\  \text{MO} + \text{H}_2\text{O} = \text{M}(\text{OH})_2 \cdots \cdots \text{塩基} \\  \text{MOH} + \text{HX} = \text{H}_2\text{O} + \text{MX} \cdots \cdots \text{塩}  \end{array}  $

「沈殿の生成」の単元の展開例

主題	時限	展	開
水にとける塩ととけにくい塩	1	<p>デモ1：<math>\text{AgCl}</math>, <math>\text{Ag}_2\text{CO}_3</math>の沈殿の生成 (<math>\text{HCl}</math>, <math>\text{NaCl}</math>, <math>\text{Na}_2\text{CO}_3</math>, <math>\text{K}_2\text{CO}_3</math>の各水溶液と<math>\text{AgNO}_3</math>水溶液との反応) 水にとける塩と、とけにくい塩。水の分子の構造と極性。電解質の水溶液の状態。</p> <p>デモ2：試薬棚の無機塩類の観察 (Na塩, K塩, <math>\text{NH}_4</math>塩および<math>\text{NO}_3</math>塩の多いことの確認) ⇒ 沈殿の生成は、反応させる試薬の量の多少と、どんな関係があるだろう？</p>	
	2	<p>実験1：<math>\text{AgCl}</math>の沈殿の生成について</p> <p>[ <math>\text{NaCl}</math>水溶液に、少量の<math>\text{AgNO}_3</math>水溶液を加え、生成した沈殿を除いた母液を2分し、それぞれに<math>\text{NaCl}</math>水溶液, <math>\text{AgNO}_3</math>水溶液を加えてみる。逆に<math>\text{AgNO}_3</math>水溶液に少量の<math>\text{NaCl}</math>水溶液を加えたものについても、同様に試みる。 ]</p> <p>討議：<math>\text{NaCl}</math>水溶液に少量の<math>\text{AgNO}_3</math>水溶液を加えた時の上澄みの中の各イオンの量。 <math>\text{Na}^+ + \text{Cl}^- + \text{Ag}^+ + \text{NO}_3^- \longrightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^- + \text{AgCl} \downarrow + \text{NO}_3^-</math> またその反対の場合についても。 ⇒ 一定量の<math>\text{NaCl}</math>水溶液に、少量から多量まで、各段階の<math>\text{AgNO}_3</math>水溶液を加えていったものについて、生成する沈殿量はどうか？</p>	
	3	<p>デモ3：<math>\text{NaCl} + \text{AgNO}_3</math>の反応による定比例の法則</p> <p>[ 0.1モル/ℓ <math>\text{NaCl}</math>水溶液の10ccに、0.1モル/ℓ <math>\text{AgNO}_3</math>の2, 4, 6, 8, 10, 12, 14ccの水溶液を加えたものの沈殿量の比較 ]</p> <p>討議：<math>\text{AgNO}_3</math>水溶液2～8ccまでは、沈殿が増加、10cc以上では一定になる。 ⇒ 8ccを加えたのでは、上澄みに<math>\text{NaCl}</math>, <math>\text{AgNO}_3</math>のどちらを加えたら沈殿が生じる</p>	

前期中等教育理科における化学カリキュラムの現代化

		か？また12ccのでは？ 化合量の法則（定比例の法則）と、沈殿生成のイオン反応式の意味。
イ オ ン の 検 出	4	<p>実験2：CaCO<sub>3</sub>、BaCO<sub>3</sub>、BaSO<sub>4</sub>の沈殿の生成</p> <p>〔 CaCl<sub>2</sub>、Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>、BaCl<sub>2</sub>の各水溶液にNa<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>、Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>の各水溶液を加え、その結果から、反応式を考える。 〕</p> <p>討議：反応式を整理すると、Ca<sup>++</sup>+CO<sub>3</sub><sup>=</sup>=CaCO<sub>3</sub>、Ba<sup>++</sup>+CO<sub>3</sub><sup>=</sup>=BaCO<sub>3</sub>、Ba<sup>++</sup>+SO<sub>4</sub><sup>=</sup>=BaSO<sub>4</sub>の三種にまとめられることの確認。</p> <p>イオンの検出。</p> <p>⇒ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、AgNO<sub>3</sub>のどちらを加えても、白色沈殿の生じるのは、今迄使ったものの中のどれか？</p> <p>実験3：BaSO<sub>4</sub>とAgClの沈殿の比較〔BaCl<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、BaCl<sub>2</sub>+AgNO<sub>3</sub>による〕</p> <p>討議：実験3のまとめ。</p>

「酸化・還元」の単元の展開例

主題	時限	展 開
金 属 の 酸 化	1	<p>デモ1：金属の酸化（Mgリボン、Fe、Cu、Ag線をバーナーで熱した時の変化の差）</p> <p>討議：もえるもの、表面だけさびるもの、変化しないものなど。酸化されると重くなること。</p> <p>⇒ 酸化の起る条件は、温度と酸素だけだろうか？</p> <p>実験1：スチールウールの酸化</p> <p>〔 スチールウールの少量を、乾いたのと、湿ったのと二本の試験管に入れ、ガラス管を通したゴム栓をはめ、水の入ったビーカー内に倒立させておく。 〕</p>
金 属 酸 化 物 の 還 元	2	<p>討議：実験1のまとめ。酸化における水のはたらき。</p> <p>⇒ さびた金属を元にもどすことは、できないだろうか？</p> <p>実験2：CuOの還元</p> <p>〔 加熱し、表面をCuOにした銅線を①水でうすめたメタノールの中に入れる。②底に小孔のあいた試験管（Nuffield Project でよく使う）により、都市ガスで還元。 〕</p> <p>討議：CuO+CH<sub>3</sub>OH=Cu+HCHO+H<sub>2</sub>O、CuO+CO=CO<sub>2</sub>+Cu（主として）</p> <p>⇒ 還元すれば、元の重さになるだろうか？</p>
酸 化 ・ 還 元 反 応	3	<p>デモ2：Cu線の酸化と還元による重さの変化</p> <p>（ コイルに巻いた細いCu線の目方を、直視天秤で示し、バーナーで酸化、重さの増加を確認。更に加熱してメタノールにひたして還元、乾かして目方を前とくらべる。 ）</p> <p>酸化と還元。Cu⇌Cu<sub>2</sub>O⇌CuO⇌O<sub>2</sub>の比較から、2Cu+O<sub>2</sub>=2CuOの反応はCuのO<sub>2</sub>による酸化であると同時に、O<sub>2</sub>のCuによる還元でもあること。酸化・還元は同時に起る反応であることを確認。他の数例について一般化。</p> <p>デモ3：酸化炎と還元炎によるCu板の変化</p> <p>（ 酸化炎でCuOになったCu板の表面が、還元炎に入れると赤熱される以前に、もとの輝いたCuになることを示す。 ）</p> <p>酸化炎と還元炎</p>

(注) (1) 戸 莉 進 中学化学教材現代化のための提案——酸・塩基・塩の単元を例として——

本紀要 12. P170~175

(2) " 第1報 ろうそくの観察 本紀要 12. P169の(注)参照