

FEBRUARY

2025

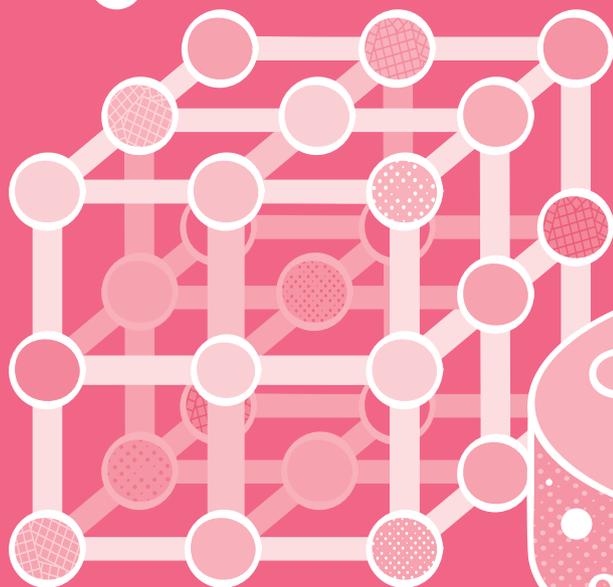
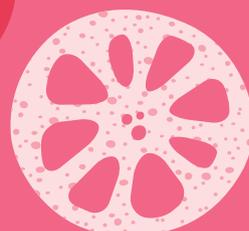
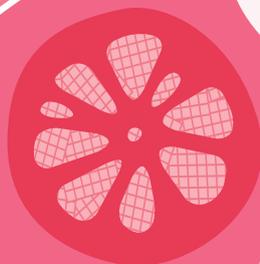
Vol.80

化学

CHEMISTRY 2

特集

切り拓く未来
PCP / MOF が



解説

Wallach 則に逆らう

分子間力から見たキラルな共役分子の可能性

無機化学の効率的な指導法(Part 2)

西村 能一
駿台予備学校化学科

第10回(2025年1月号)では、「無機化学の効率的な指導法」についてお話ししました。今回はそのなかでも「無機化学の指導上の四つのポイント」を詳しく見ていくことにしましょう。筆者が実際に駿台予備学校の夏期講習で指導している「夏からの無機化学」での時間配分や、四つのポイントの解説などをまとめます。

無機化学の指導上の四つのポイント

前回、無機化学を効率的に指導する方法は、「沈殿生成」「気体の製法」「工業的製法」「覚えておこう」の四つのポイントをまず最初に教えることだと述べました。あらためてここで、その四つのポイントと内容を表1

表1 駿台予備学校における無機化学四つのポイント

沈殿生成	気体の製法
<ul style="list-style-type: none"> ・ 錯イオンの形成 ・ H_2S による六属系統分離法 ・ 金属イオンの系統分離 ・ 沈殿再溶解反応 ・ 鉄イオンの検出 ・ クロム酸塩 ・ ハロゲン化銀 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 気体の発生反応 ・ 気体の乾燥 ・ 気体の捕集法 ・ 加熱が必要なとき ・ 濃硫酸の性質 ・ 有色の気体 ・ 気体の発生装置 ・ 気体の検出法
工業的製法	覚えておこう
<ul style="list-style-type: none"> ・ Na_2CO_3 の製法 ・ NH_3 の製法 ・ HNO_3 の製法 ・ H_2SO_4 の製法 ・ $NaOH$ の製法 ・ Al の製法 ・ Fe の製法 ・ Cu の製法 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 合金とめっき ・ 物質の保存法 ・ 鉱物の名称 ・ 地殻中の元素の存在比 ・ 肥料の三要素 ・ 緑青 ・ テルミット反応 ・ ミョウバン ・ Na_2CO_3 と $NaHCO_3$ ・ $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ・ SiO_2 とガラス

に示します。

キーワードは「似たものどうしはまとめて覚える」。教科書のような元素別各論を羅列的に学んでも覚えにくく、また指導も単調になりがちです。そこで、この四つのポイントを先に教え、次に元素別各論をさらに詳しく解説するようにしています。

四つのポイントを教える前に

「夏からの無機化学」は3コマ×4日間(1コマ50分)という構成です。授業進度と授業内容は表2のとおりです。

無機化学で起こる反応を理解するうえで必要な知識は、「酸塩基」と「酸化還元」です。化学反応が起こるのには必ず理由があり、それを理解できれば自力で化学反応式が書けるようになります。化学反応が起こるお

表2 「夏からの無機化学」の時間割

時間割	授業内容
1	酸塩基
2	酸化還元, イオン化傾向
3	錯イオン, H_2S による六属系統分離法, 金属イオンの系統分離
4	その他の沈殿物に関するまとめ
5	気体の製法
6	気体の製法
7	その他の気体に関するまとめ
8	電気分解, 工業的製法
9	工業的製法, 覚えておこう
10	元素別各論(典型金属)
11	元素別各論(遷移金属)
12	元素別各論(非金属)

もな理由となっているのは、「中和反応」「弱酸(弱塩基)遊離反応」「揮発性酸遊離反応」「酸化還元反応」「分解反応」です。

無機化学の講座なのに、初日は化学基礎を学びます。受講生は不安に思うかもしれませんが、ここをしっかり押さえておかないと考える力は養えません。滴定のような計算問題は扱わず、書き込み形式のプリントを用いて2コマで解説します。このプリントは、授業を聞いて書き込んだら入試まで使える、コンパクトにまとめたものです。

それではここから、指導内容を見ていくことにしましょう。

沈殿生成

まず、金属元素について学ぶことのできる「沈殿生成」で教える項目と指導内容を紹介します。扱う項目は七つです。

・**錯イオンの形成** 沈殿生成といっておきながら、最初に学ぶのは水溶性の錯イオンです。錯イオンを覚えれば、錯イオンにならないものは沈殿するともいえます。まず、 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 、 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 、 $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 、 $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$ 、 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ 、 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ 、 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ の七つの錯イオンの化学式、名称、形を説明します。

・**H₂Sによる六属系統分離法** 系統分離法はいくつかありますが、高校課程で学ぶ内容に合っているものはH₂Sを用いた六属系統分離法です。イオン化傾向を軸として、イオン化傾向が小さなものから、① HClaqで沈殿、② 酸性条件下H₂Sで沈殿、③ NH₃aqで沈殿、④ 中・塩基性条件下H₂Sで沈殿、⑤ (NH₄)₂SO₄aqで沈殿、⑥ H₂Sで沈殿しない、に分類することができます(図1)。

・**金属イオンの系統分離** H₂Sによる六属系統分離法に基づいて、金属イオンの系統分離を行います。沈殿

生成を学ぶ前と比べると、スムーズに分離することが実感できるようになります。

・**沈殿再溶解反応** CO₂、NH₃、NaOHを少量加えたときに起こる沈殿生成と、過剰に加えたときの再溶解をまとめます。特徴的な反応なので、物質の区別ができます。またCO₂に関しては鍾乳洞の形成にもつながる反応を紹介します。

・**鉄イオンの検出** 鉄イオンは錯イオンとの反応で、水溶液中にFe²⁺とFe³⁺のどちらが存在するかを特定することができます。また、Fe³⁺とKSCNaqの反応から特定することも可能です。

・**クロム酸塩** PbCrO₄、Ag₂CrO₄、BaCrO₄の沈殿物は色が大事です。また、CrO₄²⁻とCr₂O₇²⁻の違いについても触れます。

・**ハロゲン化銀** AgFの水溶性、それ以外のAgCl、AgBr、AgIが水に難溶な点、またそれぞれの色についてまとめます。

気体の製法

次のポイントは、非金属元素について学ぶための「気体の製法」です。ここで教える八つの項目と指導内容を見てみましょう。

・**気体の発生反応** 気体の発生反応が起こる理由は、大きく分けて四つあります。「弱酸(弱塩基)遊離反応」「揮発性酸遊離反応」「酸化還元反応」「分解反応」です。反応が起こる理由がわからないまま、反応式を暗記させても使い物になりません。

以下にSO₂の製法を説明する際に板書している様子を表します。化学反応式を書けといわれたら黒色のところだけを書けばよいのですが、さらに赤色を書き加えて、反応が起こる理由がわかるようにしています。

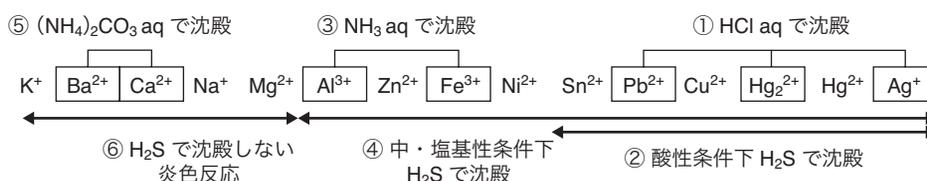
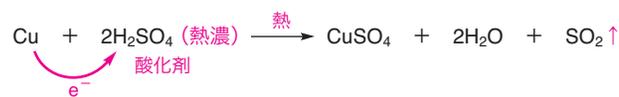


図1 H₂Sによる六属系統分離法



説明する気体は、H₂、Cl₂、HCl、HF、O₂、O₃、SO₂、H₂S、N₂、NH₃、NO、NO₂、CO、CO₂です。

・**気体の乾燥** 気体が発生するとき、多くは水を生じます。それを除去するために乾燥剤が用いられますが、気体の種類によって使える乾燥剤が決まっているので分類します。

・**気体の捕集法** 気体を捕集する際、水上置換、上方置換、下方置換に分けられるので分類します。

・**加熱が必要なとき** 気体の発生装置を選ぶときに、「加熱の有無」が必要な情報になります。加熱が必要な場面は、① 固体どうしの反応のとき、② 濃硫酸を用いるとき、③ MnO₂が酸化剤として働くとき、の三つに分類されます。

・**濃硫酸の性質** 濃硫酸には、① 不揮発性、② 酸化作用、③ 脱水作用、④ 吸湿性の四つの性質があります。また濃硫酸と希硫酸の性質が異なることを明確にします。

・**有色の気体** 有色の気体は、① Cl₂ (黄緑色)、② NO₂ (赤褐色)、③ F₂ (淡黄色)、④ O₃ (淡青色) の四つのみです。

・**気体の発生装置** 器具の分類とともに、使用上の注意を解説します。

・**気体の検出法** 各気体の性質と、その検出法をまとめます。

工業的製法

「工業的製法」は入試の頻出内容です。ここで取り上げる製法と指導内容は次のとおりです。

・**Na₂CO₃の製法** アンモニアソーダ法について説明します。入試では頻出のこの方法は、各反応の起こる理由を説明することで、いろいろな反応について関心を高めることができます。

・**NH₃の製法** ハーバー・ボッシュ法について説明します。ハーバーはドイツの化学者で、第一次世界大戦では毒ガス兵器を開発した責任者であったことや、ノーベル化学賞を受賞したことを話すと、生徒は興味をもってくれます。

・**HNO₃の製法** オストワルト法について説明します。オストワルト法とハーバー・ボッシュ法を組み合わせたら、空気中のN₂から火薬がつけられることを説明します。

・**H₂SO₄の製法** 接触法について説明します。

・**NaOHの製法** イオン交換膜法について説明します。

・**Alの製法** バイヤー法と熔融塩電解について説明します。

・**Feの製法** 鉄鉱石から溶鉱炉で還元する製法について説明します。

・**Cuの製法** 黄銅鉱から溶鉱炉で還元し、電解精錬で純度を高める製法について説明します。

「覚えておこう」と元素別各論

四つめのポイントは「覚えておこう」で、これは筆者がまとめたものです。ここで各論でなく元素を横断してまとめておくことで、より覚えやすくなります。これらの四つのポイントを覚えておくと、元素別各論へと進みます。時間が少ない高校3年生の授業では、元素別各論は自習に任せています。それでも、四つのポイントをしっかり学ぶことで、無機化学に関する出題で高得点を取ることは十分可能です。



無機化学の分野は、もちろん暗記しなければならないことも多くあります。しかし、ひたすら覚えなさいといわれても覚えられないものではありません。反応式を覚えるだけならアルファベットの羅列ですが、反応が起こる理由を考えることで、反応式が生きてきます。「なぜそうなるか」を丁寧に説明することで、生徒の理解が深まり、無機化学の世界に興味を示してくれるようになるのです。



にしむら・よしかず ● 学校法人駿河台学園 駿台予備学校化学科講師、1996年明治大学理工学部工業化学科卒業、＜研究テーマ＞高等学校化学の教授法の研究とその普及、＜趣味＞野球観戦、ランニング