

中学校の教科書における化学用語と実験内容の補足説明

橋本 典史*

Supplemental Explanation of Chemical Terms and Experimental Contents in Junior High School Textbooks

Norifumi HASHIMOTO

概要

現在の学習指導要領に従って作成された中学校の理科の教科書において、化学用語はかなり刷新された。しかし、依然として誤解を生じる可能性のある化学用語が存在している。取り扱っている実験内容および、その実験結果をまとめた表や図の表記も同様の問題を含んでいる。

この論文では、中学校の理科の教科書において記載されている化学用語の最適化とより安全性の高い実験内容と実験操作方法の提案および実験結果をまとめた表や図の表記を国際標準形に変更することの利点を示す。

その結果、対象の生徒が受ける国際学力調査(TIMSS, PISA)の成績向上に繋がる。

Keywords : 中学校の化学, 化学用語, 化学実験, 新中学校学習指導要領

1. 緒言

学習指導要領解説の第1章総説の1改訂の経緯及び基本方針において、「グローバル化の進展や絶え間ない技術革新等により、社会構造や雇用環境は大きく、また急速に変化しており、予測が困難な時代となっている。」と記載されている¹⁾。生徒がこのような時代に生きていくために、教育内容の継続的な改変は極めて重要である。

現在の学習指導要領に従って作成された中学校の理科の教科書において、化学用語はかなり刷新された。しかし、依然として誤解を生じる可能性のある化学用語が存在している。取り扱っている実験内容および、その実験結果をまとめた表や図の表記も同様の問題を含んでいる^{1),2)}。

この論文では、中学校の理科の教科書において記載されている化学用語の最適化とより安全性の高い実験内容と実験操作方法の提案および実験結果をまとめた

表や図の表記を国際標準形に変更することの利点を示す。

その結果、対象の生徒が受ける国際学力調査(TIMSS, PISA)の成績向上に繋がる。

山内慎也らは、理科の授業における考察の重要性を述べている。しかし、実験結果を表や図にまとめるときに国際的に通用する形でまとめることの重要性は、その論文では述べられていない³⁾。化学用語についても同様な程度の扱いである。

この論文作成において、3社(9冊)の中学校の理科の教科書を検討した⁴⁾⁻¹²⁾。これらに記載されている化学用語と化学実験に関連する内容を取り上げて解説し、改善策を示していく。

2. 1学年で取り扱う化学用語について

体積の単位が「mL」から「cm³」に変更された。高等学校の化学では体積の単位は、まだ変更されていない。

* 香川高等専門学校 一般教育科

周知のとおり、「L」はSI単位系ではない。高等学校も中学校に見習うべきである。

銅、マンガンは遷移元素であるため、これらの化合物は以下のように変更する。

- ・硫酸銅 → 硫酸銅(Ⅱ)
- ・二酸化マンガン → 酸化マンガン(Ⅳ)

これは遷移元素には酸化状態の異なるものが存在するためである。

3. 2学年で取り扱う化学用語について

銀、銅、鉄、コバルトは遷移元素であるため、これらの化合物は以下のように変更する。

- ・酸化銀 → 酸化銀(Ⅰ)
- ・酸化銅 → 酸化銅(Ⅱ)
- ・硫化鉄 → 硫化鉄(Ⅱ)
- ・硫化銅 → 硫化銅(Ⅱ)
- ・塩化銅 → 塩化銅(Ⅱ)
- ・塩化コバルト → 塩化コバルト(Ⅱ)

理由は2.で説明済み。

酸化鉄の鉄の酸化状態は複雑であるため、反応などの記載は削除すべきである。

電気分解は、「電流を流すことによって物質を分解すること」と定義されている。しかし、実際は物質を分解するだけでなく、物質を生成する反応もあるため、「通常進まない化学反応を電気エネルギーを用いて反応を進行させること」と定義すべきである。

4. 3学年で取り扱う化学用語について

原子とイオンの説明は、以下のように訂正する。

- ・+(プラス)の電気をもつ原子核
→ 正の電荷をもつ原子核
- ・-(マイナス)の電気をもつ電子
→ 負の電荷をもつ電子
- ・+(プラス)の電気をもつ陽子
→ 正の電荷をもつ陽子
- ・電気をもたない中性子
→ 電荷をもたない中性子
- ・イオンは+(プラス)や-(マイナス)の電気を帯びた粒子である。
→ イオンは正や負の電荷を帯びた粒子である。

銀、銅、亜鉛は遷移元素であるため、これらのイオン名は以下のように変更する。

- ・銀イオン → 銀(Ⅰ)イオン
- ・銅イオン → 銅(Ⅱ)イオン
- ・亜鉛イオン → 亜鉛(Ⅱ)イオン
- ・銀イオン → 銀(Ⅰ)イオン

鉄イオンとして Fe^{2+} が2価の陽イオンとして記載されているが、鉄イオンには Fe^{3+} も存在するため、これらを区別するため、鉄(Ⅱ)イオン、鉄(Ⅲ)イオンと区別する必要がある。

銀、亜鉛は遷移元素であるため、これらの化合物は以下のように変更する。

- ・硝酸銀 → 硝酸銀(Ⅰ)
- ・硫酸亜鉛 → 硫酸亜鉛(Ⅱ)

原子がイオンになることの説明に関して、陽イオンと陰イオンの例が示されている。図1参照。

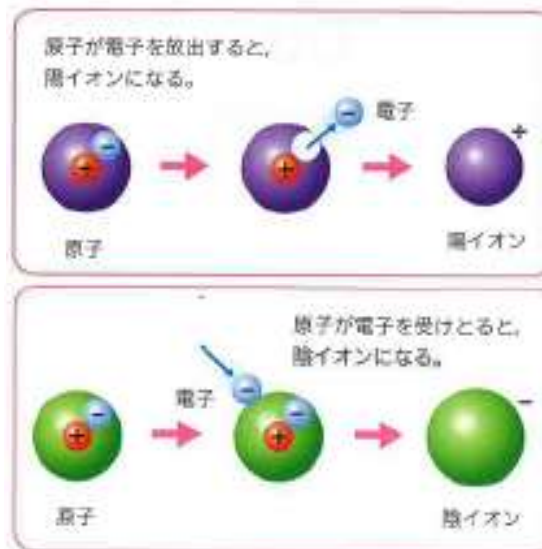


図1 原子がイオンになるときの変化¹³⁾

一方、亜鉛板を硫酸銅(Ⅱ)水溶液に入れた場合の変化が示されている。図2参照。

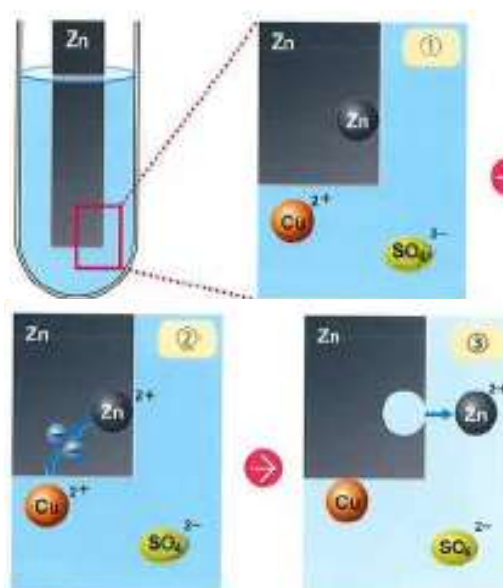


図2 硫酸銅(Ⅱ)水溶液中の亜鉛板の変化¹⁴⁾

図1と図2は、いずれもイオンの形成を説明してい

るが、起こっていることは全く別の現象である。

図1は、陽イオンの形成は「イオン化エネルギー」のことであり、陰イオンの形成は「電子親和力」のこの説明である。

図2の内容は、「標準電極電位」に基づくものである。

この2つの現象の違いを理解して、生徒に説明することが重要である。

電気分解の電極の表記は陰極と陽極とし、電池の電極は正極と負極とすること。

炭酸の化学式として、 H_2CO_3 が示されているが、この化学種が存在しないことは周知の事実である。削除すべき内容である。

5. 化学実験に関連する内容の検討と安全性の向上について

ガスバーナーの使い方

火のつけ方

1 ガス調節ねじと空気調節ねじが閉まっているか確認する。



2 ガスの元栓を開く。コックつきのガスバーナーでは、コックも開く。



3 マッチに火をつけ、ガス調節ねじを少しずつ開き、点火する。



4 ガス調節ねじを回して、炎の大きさを調節する。



5 ガス調節ねじを押さえて、空気調節ねじだけを少しずつ開き、青い炎にする。



図3 ガスバーナーの使い方¹⁵⁾

化学実験において事故を防ぐことは最優先である。当然、火気の使用は可能な限り避けるべきである。

ガラス器具の加熱に用いる器具としてガスバーナーが取り上げられているが、加熱用の器具として、化学実験においてガスバーナーは必須ではない。大学では実験室の安全を考慮して、オイルバスによる加熱や、

近年はアルミ製のブロックを用いる加熱で加熱実験は行われている。

教科書ではガスバーナーの使い方が詳細に記載されていることが不思議である。当然、ガスバーナーの使い方を試験に出すべきものではない。図3参照。



図4 赤ワイン中のエタノールの分離¹⁶⁾

混合物から純物質を取り出す実験として、赤ワインからエタノールを取り出す例が示されているが即座に内容の削除をお願いしたい。図4参照。

この実験で生じる気体は引火性のあるエタノールを多く含んでいる。ガスバーナーの炎は、すぐ近くにあるため非常に危険である。加えて、エタノールを含んだ水溶液を何度蒸留しても純粋なエタノールを取り出すことはできない。共沸という現象をご存知ないのであろうか？

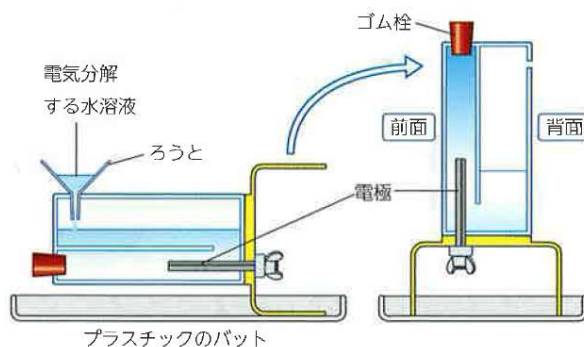


図5 電気分解装置の使い方¹⁷⁾

教科書では電気分解装置の使い方がガスバーナーと同様に詳細に記載されている。電気分解装置は単なる装置に過ぎない。当然、ガスバーナー同様に、この装置の使い方を試験に出すべきものではない。図5参照。

実験結果を表や図にまとめることは重要なことである。現状の教科書では、国際標準に従った表や図の表記が行われていない。表1と図6参照。

表1 金属の質量と化合物の質量の実験結果¹⁸⁾

各班の結果		A	B	C
マグネシウムの質量 [g]	0	0.40	0.50	0.60
酸化マグネシウムの質量 [g]	0	0.66	0.82	0.99
結びついた酸素の質量 [g]	0	0.26	0.32	0.39

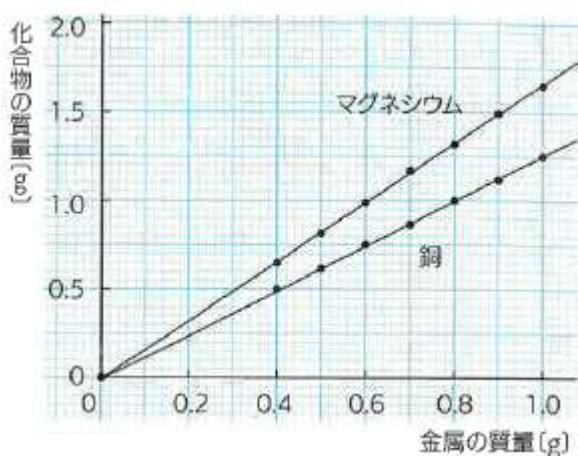


図6 金属の質量と化合物の質量¹⁸⁾

表1では、実験項目に関して、表内の数値には単位を付けないことと実験項目、次に「/」、そして単位とすることで実験項目の物理量が数値と単位の積の形で表記される。つまり、以下ようになる。

マグネシウムの質量 [g] → マグネシウムの質量/g

表1において、A班のマグネシウムの質量は0.40 gであり、「/」は分数の線に該当する。

加えて、0は必要だろうか。原点を通る表やグラフが教科書では多く見られるが、この実験で意味のあるデータは測定されたものとその間で予想されるデータである。データをどこまでも伸ばしてよいことはない。

図6の軸の表記は、以下のように訂正する。

金属の質量 [g] → 金属の質量/g

化合物の質量 [g] → 化合物の質量/g

軸の表記に関して、日本語は縦書きにできるが、英語では縦書きは不可能である。

6. 結言

現在の学習指導要領に従って作成された中学校の理科の教科書において、化学用語はかなり刷新された。この論文では、誤解を生じる可能性のある化学用語の訂正例を示した。

学習指導要領解説の第3章指導計画の作成と内容の取扱いの3事故防止、薬品などの管理及び廃棄物の処理の項目において、「特に事故防止に十分留意すること」が記載されている¹⁾。この論文では、教科書で取り扱っている実験内容について、安全性の面から削除すべき内容を指摘した。

実験結果をまとめた表や図の表記は国際標準形に変更することで国際学力調査(TIMSS, PISA)の成績向上に繋がるはずである。

以上示した内容によって、生徒の化学の学習内容がより国際標準に近づき、加えて、化学実験の危険性が回避でき、実験結果の表記が国際標準化される。

参考文献

- 1) 文部科学省, 中学校学習指導要領(平成29年告示)解説理科編(一部改訂), 2021.
- 2) 文部科学省, 中学校学習指導要領(平成29年告示), 2017.
- 3) 山内慎也, 郡司賀透, 飯田寛志, 後藤頭一, 中学校理科の考察における科学的な表現の育成に関する一考察, 理科教育学研究, 399-479, vol. 63, 2022.
- 4) 梶田隆章他, 新しい科学1, 東京書籍, 72-141, 2022.
- 5) 梶田隆章他, 新しい科学2, 東京書籍, 10-87, 2022.
- 6) 梶田隆章他, 新しい科学3, 東京書籍, 7-73, 2022.
- 7) 有馬朗人他, 理科の世界1, 大日本図書, 72-135, 2022.
- 8) 有馬朗人他, 理科の世界2, 大日本図書, 6-79, 2022.
- 9) 有馬朗人他, 理科の世界3, 大日本図書, 164-223, 2022.
- 10) 大矢禎一他, 未来へひろがるサイエンス1, 啓林館, 138-203, 2022.
- 11) 大矢禎一他, 未来へひろがるサイエンス2, 啓林館, 140-211, 2022.
- 12) 大矢禎一他, 未来へひろがるサイエンス3, 啓林館, 104-173, 2022.
- 13) 有馬朗人他, 理科の世界3, 大日本図書, 179, 2022.
- 14) 有馬朗人他, 理科の世界3, 大日本図書, 185, 2022.
- 15) 有馬朗人他, 理科の世界1, 大日本図書, 79, 2022.
- 16) 梶田隆章他, 新しい科学1, 東京書籍, 130, 2022.
- 17) 大矢禎一他, 未来へひろがるサイエンス2, 啓林館, 152, 2022.
- 18) 梶田隆章他, 新しい科学2, 東京書籍, 71, 2022.