

# 高等学校の不適切な有機化学実験の訂正

橋本 典史\*

## Correction of Inappropriate Experiments of Organic Chemistry in High School Norifumi HASHIMOTO

### Abstract

There are a lot of inappropriate experiments of organic chemistry in high school. They are not safe and clean for the environment. This paper shows appropriate organic chemical experiments.

Keywords: Organic Chemical Experiment

### 1. 緒言

高等学校の化学の教科書には多くの実験が記載されている<sup>1)~7)</sup>。しかしながら、その多くは時代遅れなものが多い。特に、有機化学実験には不適切なものが多く存在する。この論文では、高等学校の化学の有機化学実験の不適切な内容を指摘し、現状の有機化学の内容を取り入れた解説を行った。取り扱った有機化学実験の内容を以下に示す<sup>8)~9)</sup>。

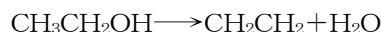
- ①メタン、②エチレンとジエチルエーテル、
- ③アセチレン、④ホルムアルデヒド、
- ⑤アセトアルデヒド、⑥アセトン

### 2. メタンの実験室的製法



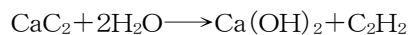
原料の固体の酢酸ナトリウムと固体の水酸化ナトリウムを混合し、試験管に入れ、ガスバーナーで加熱する図が教科書には記載されている。この実験は極めて危険である。その理由は、発生するメタンは可燃性ガスであるため、火気が近くにあると爆発の恐れがあるからである。メタンは、実験室で必要なときに、その場所で合成する物質ではない。メタンは、メタンが入ったボンベを購入し、適切な環境の下で、そのボンベのバルブを調整することで必要量を取り出す。工業的には、メタンは主に天然ガスから供給される物質であることは言うまでもない。以上のことから、メタンの実験室的製法は、教科書から即刻削除すべきである。

### 3. エチレンとジエチルエーテルの実験室的製法



教科書には、原料の液体のエタノールに濃硫酸を加えると、170 °Cのときエチレンが発生し、140 °Cのときジエチルエーテルが発生すると記載されている。エチレンの発生条件では、副生成物として、ジエチルエーテルが生成する。一種類だけが選択的に生成することはない。加えて、反応後の廃液は硫酸酸性であるため、処理問題が発生する。エチレンやジエチルエーテルは、必要ときに実験室で合成する物質ではない。現在、エチレンは石油から製造されていることは周知の事実である。エチレンは、メタン同様にエチレンが入ったボンベを購入し、適切な環境の下で、そのボンベのバルブを調整することで必要量を取り出す。一方、ジエチルエーテルは、消防法の特種引火物に分類され、危険性はガソリンを上回る物質である。更に、空気中の酸素と反応して過酸化物を生成する危険な物質である。通常、ジエチルエーテルは試薬瓶に入った状態で購入する。ジエチルエーテルは、エチレンの水和反応などの副産物であり、回収精製後に製品にする。上記の反応は、危険性や反応条件の不備もあるため、教科書から削除すべき内容である。

### 4. アセチレンの実験室的製法



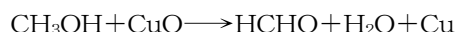
アセチレンの実験室的製法には、危険な点は見当たらないが、アセチレンは可燃性ガスであるので注意が必

\*香川高等専門学校 高松キャンパス 一般教育科

要である。実験でアセチレンが必要な場合は、メタン同様にアセチレンが入ったボンベを購入し、適切な環境の下で、そのボンベのバルブを調整することで必要量を取り出す。アセチレンの工業的製法は、メタン、軽油、重油などの炭化水素の熱分解である。

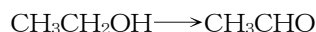
また、以前報告したように、現在の有機化学は、石油由来の化学である。言い換えれば、オレフィンの化学である。アセチレンに重きを置く化学ではないことに注意すべきである<sup>10)</sup>。

#### 5. ホルムアルデヒドの実験室的製法



ホルムアルデヒドは、国際がん研究機関によって、グループ1の化学物質に指定され、発癌性があると警告されている物質である。ホルムアルデヒドの約30%水溶液のホルマリンは、毒劇法で医薬用外劇物に指定されている。原料のメタノールは劇物であり、この製法で生成するホルムアルデヒドは高い毒性を示す。ホルムアルデヒドの工業的製法は、メタノールを金属触媒によって酸化する方法である。ホルムアルデヒドの実験室的製法を学生に演示する必要性はまったくない。

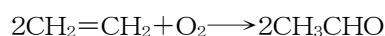
#### 6. アセトアルデヒドの実験室的製法



硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液によるエタノールの酸化反応によって、アセトアルデヒドの実験室的製造法が教科書に記載されている。このアセトアルデヒドもまた、必要なときに実験室で合成する物質ではない。加えて、反応後の廃液は硫酸酸性であり、毒性の強い重金属のクロムを含んでいるため、処理に多くの問題が伴う。

現在の化学は、グリーンケミストリー(または、グリーンサスティナブルケミストリー)の考えに基づいて、種々の物質が合成されている。グリーンケミストリーとは、環境に優しいものづくりの化学である。最先端の化学では、教科書に記載されているような環境負荷の大きい重金属を用いたアルコールの酸化反応は行われていない。

現在、アセトアルデヒドの主要な製造方法は、Wacker-Hoechst社が開発した、エチレンの直接酸化法である。



この方法で用いる触媒はPdCl<sub>2</sub>とCuCl<sub>2</sub>である。

現在、アセトアルデヒドの世界の生産能力の85%は、このWacker-Hoechst法である。以上のことから、教科書に記載する理由は見当たらない。

#### 7. アセトンの実験室的製法



教科書には、原料の固体の酢酸カルシウムを試験管に入れ、ガスバーナーで加熱する図が記載されている。この実験は細心の注意を要する。その理由は、発生するアセトンは消防法で規定されている可燃性の危険物であり、極めて揮発しやすい液体である。そのため、火気が近くにあると爆発の恐れがある。アセトンもジエチルエーテルと同様に、必要なときに実験室で合成する物質ではない。アセトンはクメン法によるフェノール合成の副産物として得られる物質である。この実験を教科書に記載する意味はない。

#### 8. 結言

この論文において、高等学校の化学の教科書に記載されている不適切な有機化学実験内容を指摘し、現状の有機化学の内容を取り入れた解説を行った。

現状の工業有機化学の内容を無視して、大学受験だけに通用する知識を詰め込む教育は抜本的に改めるべきである。具体的には、教科書から上記の不適切な化学実験を完全に抹消すべきである。この理由は、教科書に、これらの化学反応式が、参考などの囲み記事で残ってしまうと入試問題で出題されかねないためである。

今後も、化学の教科書の誤りを正していきたい。

#### 参考文献

- 1) 竹内敬人(代表), 化学, 東京書籍, 平成24年.
- 2) 竹内敬人(代表), 新編化学, 東京書籍, 平成24年.
- 3) 井口洋夫(代表), 化学, 実教出版, 平成24年.
- 4) 井口洋夫(代表), 新版化学, 実教出版, 平成24年.
- 5) 齋藤烈(代表), 化学, 啓林館, 平成24年.
- 6) 辰巳敬(代表), 化学, 数研出版, 平成24年.
- 7) 山内薫(代表), 高等学校 化学, 第一学習社, 平成24年.
- 8) K. Weissermel, H. -J. Arpe, 向山光昭 監訳, 工業有機化学—主要原料と中間体— 第5版, 東京化学同人, 平成16年.
- 9) (社)石油学会, 石油化学プロセス, 講談社サイエンティフィック, 平成13年.
- 10) 橋本典史, 高等学校の有機化学の誤りを正す アセチレンからエチレンへ, 香川高等専門学校紀要, vol. 7, 59-60, 平成28年.