

金属結晶構造の学習教材の開発

○和田 敬行 大橋淳史

WADA Takayuki OHASHI Atsushi

愛媛大学教育学部

【キーワード】教材研究、スーパーボール、水

1. はじめに

平成 24 年度から学習指導要領の改訂により、化学Ⅱで学習していた金属結晶構造の内容が化学基礎に移行した。これにより、ほぼすべての生徒が金属結晶構造の学習をすることになった。これまでの金属結晶の学習方法は、受験対策としての暗記が主体であった。そのため、暗記をすることで問題は解けるが、金属結晶構造についての理解は本質的なものではなかった。よって教科書に記載されている 2 次元の図から結晶中の原子の立体配置を想像することは難しかった。しかし、金属結晶は原子を「球」として捉え、その並び方であると理解できれば、決して暗記すべきものではない。そこで、本研究では金属結晶構造について生徒自身の手にとって考え、実感を伴った理解を得られる教材の開発を計画した。

2. 金属結晶モデルの作成

本研究では、金属結晶の市販教材を参考に、安価で生徒に扱わせることができる教材を以下の 3 段階で行うこととした。

- (1) 原子の素材の選定
- (2) 生徒が自身で組み立てることのできる金属結晶格子
- (3) 生徒が実験的に空間充填率を決めることのできる金属結晶格子

(1) について

原子の素材として本研究では、スーパーボールに注目した。スーパーボールは現在金属結晶の作成に用いられている発泡スチロール球に

比べて 3 つの利点がある。1 つ目は破損しにくいという点である。発泡スチロール球は成型がしやすいという利点があるが、一方でやわらかく壊れやすいという問題があった。そのため教員の演示用として用い、生徒に触らせないという運用にならざるを得ない。そこで頑丈なスーパーボールを使用することで生徒に扱わせることが可能となる。2 つ目はすでに着色されていて、金属結晶構造を視覚的にとらえやすくすることができる点である。発泡スチロール球は白色であり、着色するのに手間がかかるため市販教材もほとんどは白色のままである。一方で、スーパーボールは、赤・青・黄・白・黒の通常の元素の色として必要な色が始めから着色されているので視覚的理解しやすい構造を提示することができる。3 つ目は素材がゴムである点だ。発泡スチロール球は、前述の通りやわらかいため、結晶構造を組み立てる際にゆがませてしまいやすい。一方ではスーパーボールは頑丈であるため、多少手荒に結晶構造を組んでも、ゆがみだけで破損しない点が優れている。

(2) について

次に、スーパーボールを用いて、金属結晶格子の作成を行った。スーパーボールは大きさによって値段が異なり、直径 27 mm が 1 個 11 円、38 mm が 1 個 41 円である。そこで、27 mm のスーパーボールと 1 mm 厚の変性 PET 板を用いて金属結晶格子を作成した。スーパーボールの切断には、ダンボールカッターを利用すると、切傷などの怪我を予防できる。金属結晶格

子は、中にスーパーボールの原子を組み入れることができるため、結晶格子に何個の原子が入っているかは、実際に取り出して確認することができる。また、それ以外の原子の入りがないうことも、これによって確認できることを明らかにした。

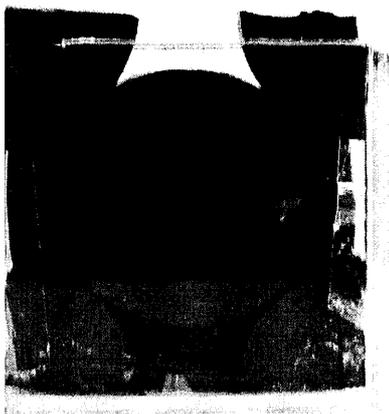


図1：面心立方格子



図2：体心立方格子

(3)について

この金属結晶格子モデルを使って、空間充填率を実験的に決定する方法を検討した。具体的には水を使って結晶格子の空隙率を計算し、それを100%から差し引くことで実験的に空間充填率を決定することができる。そこで空間充填率の実験的決定の予備実験は以下のように行った。

- ア. 変性PET板の結晶格子の質量を測定する(箱ブランク)。
- イ. 変性PET板の結晶格子に水を入れ質量を測定する(箱の質量)。

ウ. 結晶格子にスーパーボールを組み入れ質量を測定する(格子ブランク)。

エ. ウに水を入れ質量を測定する(格子の質量)。空間充填率の求め方

$$100\% - \frac{\text{格子の質量} - \text{格子ブランク}}{\text{格子の質量} - \text{箱ブランク}} \times 100$$

この手法を用いて、実験的に空間充填率を決定した。その結果、27 mmのスーパーボールでは結晶格子が小さく、工作精度が実験結果に大きな影響を与えることが明らかとなった。そこで、スーパーボールを直径38 mmに変更した。コストは上がるが工作精度の許容範囲が大きくなること、また大きい方が見やすいことから、自作する場合は38 mmが適していると判断した。38 mmで作成した結晶格子で空間充填率を決定した結果は以下の通りである。

表. 面心立方格子における空間充填率

理論値	実験値	相対誤差
74%	70.4%	5%

3回測定して、最接近値72.5%、平均値は70.4%であり、相対誤差は5%であった。以上の結果より実験的に空間充填率を決定することがわかった。

3. おわりに

本研究ではスーパーボールを素材とした、金属結晶格子モデルの作成に成功した。生徒が自分自身で組み立てるモデルは既に実用できる段階である。空間充填率の実験的決定法では、スーパーボールの直径が結果に与える影響が大きいことを明らかにした。これは許容誤差の問題であり、直径27 mmのスーパーボールを利用するためには、工作精度を上げる方法を考案する必要がある。今後は、体心立方格子、六方最密格子を作成し、空間充填率の実験値を比較し、学校現場での実践で改良を行っていく予定である。