

金属結合の性質 ～原子半径と密度～

熊本県立熊本北高等学校 化学部

1 研究の目的

固体中の原子は規則正しく配列しており、原子どうしは物質の種類により金属結合、イオン結合などで結合している。単体の原子の融点、沸点、密度、融解熱、蒸発熱、比熱など化学的性質は、原子番号の増加にともなって規則的・周期的に変化することが知られており、金属結合半径は、一般に同族では原子番号の増加とともに増加し、同一周期では原子番号の増加とともに減少する。

私たちは、原子の大きさ（原子半径）と化学的性質との関係に興味を持ち、今回は金属原子について及び原子半径と密度との関係について研究を行った。

2 研究の仮説

金属の原子半径が小さくなると金属の密度は大きくなる。

3 研究の方法・内容

原子半径（金属結合半径、共有結合半径など）及び密度を調べ（化学便覧改訂5版）、金属原子半径と密度について関係をグラフにし、近似直線を引き、近似式を算出する（最小二乗法）。

4 研究の結果

原子半径と密度の関係は右のようになった。典型元素は右上がりの1次式、遷移元素は右下がりの1次式になる。一般に原子間距離が短いほど結合は強固になり、密度や融解熱は大きくなると考えられる。しかし、典型元素は原子間距離が短いほど密度は小さい。

1 族	$Y=0.906249X-0.95354$
2 族	$Y=1.655776X-0.45968$
12 族	$Y=20.25438X-22.2253$
13 族	$Y=18.13656X-18.7218$
14 族	$Y=18.97753X-18.8272$
遷移金属(4周期)	$Y=-15.5036X+32.13978$
遷移金属(5周期)	$Y=-14.9262X+37.60336$

5 研究の考察

(1) 原子間の距離と結晶格子

アルカリ金属はいずれも体心立方格子の構造であるため、原子の配列は同じになる。しかし、原子間距離が短いほど密度が小さい。2族のうち、原子半径が小さいBe、Mgは最も密な構造の六方最密構造である。アルカリ土類金属のCaとSrは六方最密構造と充填率が同じ面心立方格子である。原子半径が大きいBaとRaは疎な構造の体心立方格子である。しかし、原子半径が大きいほど密度が大きい。したがって、結晶格子の形は、密度に関係しないと考えられる。

(2) 原子間の距離と密度

遷移金属については、仮説のとおり、原子半径と密度の間には負の相関関係が成り立った。即ち、原子半径が小さいほど密度は大きい。したがって、一般的に言われているように、原子間距離が短いほど、結合は強固になり、密度が大きくなる。

(3) なぜ、典型元素は原子間の距離が短いほど密度は小さいのか

原子半径が小さく、原子間距離が短い原子は、原子番号が小さく原子核中の陽子数が少ない。つまり、典型元素の密度は、原子核中の正電荷数と関係するのではないかと推測される。

6 今後の課題

金属の密度は、原子半径以外の要因に関係すると思われる。今後研究を深めたい。

7 参考文献

化学(東京書籍) 岩波理化学辞典第5版(岩波書店)