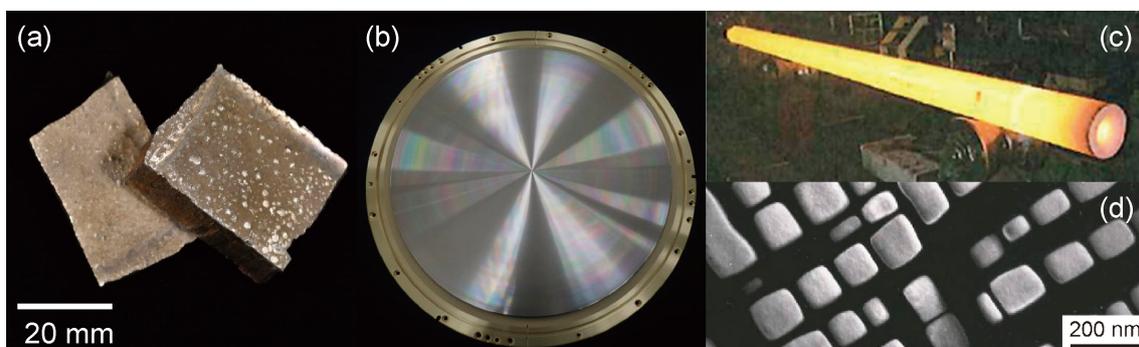


## シリーズ「金属素描」

# No. 4 コバルト (Cobalt)

東北大学 大森俊洋



元素名：Cobalt, 原子番号：27, 質量数：58.93, 電子配置：[Ar] 3d<sup>7</sup> 4s<sup>2</sup>, 密度：8.80 Mg·m<sup>-3</sup> (293 K), 結晶構造： $\alpha$ -Co 六方晶 (室温～690 K),  $\beta$ -Co 立方晶 (690 K～融点), 融点：1765 K, 沸点：3150 K, 地殻存在量：26.6  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  【写真】 (a) 電気 Co, 純度99.99% (著者所有物), (b) Co スパッタリングターゲット, 外径400～500 mm, 純度99.999% (JX 金属 写真提供), (c) Co 基  $\gamma'$  析出型超耐熱合金棒の鍛造の様子 (出典：NEDO 平成21～23年度成果報告書 省エネルギー革新技術開発事業「耐用温度800°C級蒸気タービン用新鍛造材料の開発」), (d) Co-9 at% Al-7.5 at% W 合金の TEM 暗視野像 (出典：J. Sato, T. Omori, K. Oikawa, I. Ohnuma, R. Kainuma and K. Ishida: *Science*, **312** (2006), 90–91)

コバルトは銅やニッケルの副産物として採取されることが多く、コバルトの生産量は銅やニッケルに左右される。地殻中の存在量は約 27 ppm で金属元素中20番目であり、アルミニウムや鉄に比べるとその量は多くはない。しかし、コバルト・アルミニウムの酸化物の深く鮮やかな青色であるコバルトブルーは4千年以上前から顔料として用いられており、現代では、様々な工業製品において欠かせない役割を果たしている。

コバルトの近年の国内最大需要先は、リチウムイオン電池の正極材である。スマートフォンやパソコン、デジタルカメラなどの幅広い電子機器に利用されている。しかし、コバルトは材料コストが高く、さらに電気自動車の普及などで需要が増加すればコバルトの供給が不足してしまう懸念があり、コバルト代替技術の開発も行われている<sup>(1)(2)</sup>。リサイクル技術開発も重要であり、より多くの循環利用が望まれる。

また、コバルトは、構造材料の主要構成元素や添加元素としても従来から用いられている。例えば、高速度鋼などの工具鋼やマルエージング鋼などの特殊鋼の添加元素として利用されている<sup>(3)</sup>。工具や金型などで使用される超硬合金は、炭化タングステン(WC)をバインダーであるコバルトと混合させて焼結したものである。コバルトは、航空機のジェットエンジンや発電機のタービンなどに利用されるニッケル基超合金に添加されるほか、コバルト基超合金も利用されている<sup>(4)(5)</sup>。一般に、コバルト基超合金はニッケル基超合金に比べて高温強度が低いですが、近年、Co<sub>3</sub>(Al,W)- $\gamma'$ 相により強化された材料の開発も行われている。また、耐摩耗性に優れる特徴も有している。コバルトは、690 K (417°C) 付近で高温の FCC 構造から低温の HCP 構造へ同素変態し、これが耐摩耗性や加工性に関係していると考えられている<sup>(5)</sup>。耐摩耗

性に優れる性質に加え、比較的高い濃度のクロムを含み耐食性にも優れることから、人工関節や歯科材料、ステントなど、生体材料としての利用にも発展している<sup>(6)</sup>。

コバルトの特徴のひとつは強磁性元素であることであり、キュリー温度は 1394 K (1121°C) と非常に高く、磁気モーメント 1.7  $\mu_B$  を有する。サマリウムコバルトはキュリー温度が高い優れた永久磁石である。Slater-Pauling 曲線において、Fe-Co 合金の40%Co 付近の組成で最も磁気モーメントが大きくなり、パーメンジュール(Fe-Co-V)として知られている。このように、コバルトは磁性材料としても重要な元素である<sup>(7)</sup>。

その他、顔料、触媒としても利用されており、古代から鮮やかな青色で人々を魅了してきたコバルトは、現代の産業を支え、情報化社会や地球環境技術において注目される元素として存在感を示している。

## 文 献

- (1) 林 克也：エレクトロニクス実装学会誌 **16**(2013), 443–449.
- (2) 田中 保：まてりあ, **38**(1999), 484–487.
- (3) 日本鉄鋼協会編集：鉄鋼材料及合金元素, 日本鉄鋼協会, (2015), 443–452.
- (4) ASM Specialty Handbook: Nickel, Cobalt, and Their Alloys, ASM International, (2000), 68–91.
- (5) ASM Specialty Handbook: Nickel, Cobalt, and Their Alloys, ASM International, (2000), 362–370.
- (6) 浜中人士：まてりあ, **37**(1998), 834–837.
- (7) 近角聡信, 太田恵造, 安達健五, 津屋 昇, 石川義和：磁性体ハンドブック, 朝倉書店(2006).

次号 金属なんでもランキング! No. 4 導電率