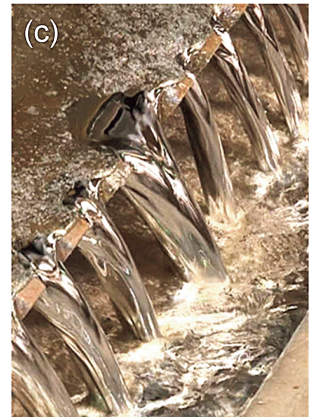
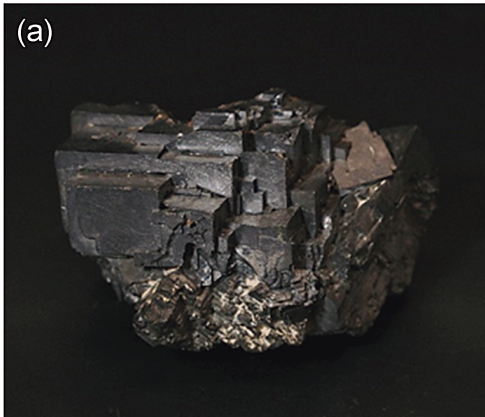


## シリーズ「金属素描」

# No. 30 鉛(Lead)

三井金属鉱業株式会社 太田洋文



元素名：Lead，原子番号：82，原子量：207.21，電子配置： $[\text{Xe}]4f^{14}5d^{10}6s^26p^2$ ，密度： $11.34 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$ (298 K)，結晶構造：面心立方(～融点)，融点：600.6 K，沸点：2028 K<sup>(1)</sup>，地殻存在量： $11 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ <sup>(2)</sup>【写真】(a) 方鉛鉱(若林標本，東京大学総合研究博物館写真提供)，(b) 鉛地金(純度99.99%以上，神岡鉱業株式会社写真提供)，(c) 製錬所での鉛の溶解铸造(神岡鉱業株式会社写真提供)

鉛は古代から身近に使われてきた金属であり，紀元前3000年頃にメソポタミアから出土した銅製の鹿の角が鉛で接合されていた<sup>(3)</sup>．天然での自然鉛の産出がほぼ考えられないことから，この頃には既に方鉛鉱を焙焼還元して鉛を得る技術が確立していたと考えられている．現代の乾式法は焙焼還元して得られた熔融状態の粗鉛から脱銅→柔鉛→脱銀→脱亜鉛→脱ビスマス→仕上げ精製の工程が一般的であるが，鉛の特性を理解するために基礎的な3つの乾式製錬技術を以下に記す．

- (1) 南蛮吹き：銀や不純物を含有した粗銅に鉛を加えて熔融し急冷して得られた合金を銅の融点以下で加熱し，銀やその他不純物を伴った含銀鉛を溶け出させ純度の高い銅を得る技術．
- (2) ISP製錬：亜鉛・鉛主体の溶体を温度低下させ鉛浴中の亜鉛溶解度が低下する原理を利用して亜鉛を回収する技術．
- (3) 灰吹法：含銀鉛をカルシウム主成分の灰の上で加熱し，酸化した鉛や他の卑金属を灰に吸い込み，金と銀を残す乾式製錬法．

筆者は地質屋なので上記製錬技術と対比させて，日本列島の地下でのスカルン鉱床形成プロセスを説明する．橄欖岩質の根源マグマが分化して鉄が分離された鉱液は，かなり窮屈な断層の中を，周辺の母岩と反応し冷却しながら上昇する．鉱液が石灰岩と出会うと中和急冷し，銅が南蛮吹きのように分離する．次に亜鉛と鉛が主体となった鉱液がISP製錬のように冷却過程で亜鉛が絞り出され周辺の母岩と反応し，閃亜鉛鉱となる．最後に残った含金銀鉛は灰吹法のように反応し，鉛が方鉛鉱となって結晶化する．最終的に残った金銀を伴った熱水は更に上昇し冷却され，液中に残存していた石英や方解石成分が脈石状に結晶化して流動性を失い銀や金を伴った鉱脈として固定される．このため一般的なスカルン鉱床での有用金属種の胚胎順序は，下部から上部に向かって，鉄，銅，亜鉛，鉛，銀，金となっていることが多い．

鉛とカルシウムの親和性は脳，神経，腎臓，肝臓，血液，消化管，生殖器など，様々な部分に悪影響を与える．発達中

の神経系は鉛による損傷を最も受けやすいため<sup>(4)</sup>，特に小児は影響を受けやすく注意が必要である．鉛を扱う事業場においては，労働安全衛生法等に沿って鉛を職場で洗い流し，家庭に持ち込まないように安全な労働環境の下で日々の業務を行っている．

鉛は取り扱いに注意が必要だが，他の材料では代替し得ない重要な特性がある．代表的なものはX線等の高エネルギー電磁波の遮蔽効果である．鉛は放射線吸収後において新たな放射線発生源となりにくい．また，二酸化鉛のアノード特性も見逃せない特徴で，白金と同程度の酸素過電圧を有し，安価で最高の電極材料である．二酸化鉛の抵抗率は $1\sim 4 \times 10^{-3} \Omega\cdot\text{cm}$ で，鉛の抵抗率 $2.12 \times 10^{-5} \Omega\cdot\text{cm}$ よりやや大きい程度．この二酸化鉛のアノード特性を最大限に活かしているのが鉛蓄電池である．鉛蓄電池はアノードに二酸化鉛( $\text{PbO}_2$ )，カソードに鉛( $\text{Pb}$ )，電解液に希硫酸という単純な構成である．鉛蓄電池の短所はエネルギー密度が低くて重いことで，ここについては圧倒的にLiBが有利である．ただし，据置型用途での利用価値は十分にあり，SDGs, CE, CNを考慮すると，鉛蓄電池が圧倒的に優位となる．鉛蓄電池の鉛についてだけ考えると日本においては，不正な海外流出防止策も講じられており，回収から再生までのリサイクルネットワークが整備されている．

我々は環境に配慮したクローズドシステムで鉛を活用し続け，鉛の特性を活かした新たな鉛の用途開発も期待しながら，電磁波が飛び交うような宇宙空間での活動の時代が来た時に，全宇宙において材料供給面でも心配のない鉛が主役となることを夢見つつ筆を置くこととする．

## 文 献

- (1) 金属データブック改訂4版：日本金属学会，丸善，(2004)．
- (2) R. L. Rundnick and S. Gao: "The Crust", Elsevier Ltd., (2004), 1-64.
- (3) 中島信久：金属資源レポート(2007), 185-195.
- (4) B. A. Simms and G. W. Zamponi: Neuron, 82(2014), 24-45.

次回！ 金属素描 No. 31 バナジウム