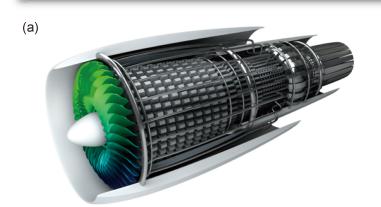


シリーズ「金属素猫」

No. 24 レニウム (Rhenium)

東京大学 生産技術研究所 八 木 平 良





元素名:Rhenium,原子番号:75,原子量:186.2,電子配置:[Xe] 4f¹⁴5d⁵6s²,密度:21.023 Mg·m⁻³(299 K),結晶構造:最 密六方晶,融点:3453 K,沸点:5900 K⁽¹⁾,地殻存在量:0.188 ng·g^{-1 (2)}【写真】(a) レニウムを含むニッケル基超合金を使用 したジェットタービン概略図, (b) レニウムペレット(Umicore S.A. 提供).

ドイツの Walter Noddack と Ida Tacke および Otto Berg は1925年に75番元素の発見を報告し、ライン河(ドイツ語: Rhein) にちなみレニウム (Rhenium, Re) と命名した⁽³⁾. レ ニウムの発見以降,種々の鉱石からの製錬法が開発された が、現在では、モリブデン精鉱の酸化焙焼工程において発生 する炉排ガスの洗浄液からレニウムを回収・精製し、過レニ ウム酸アンモニウム(APR)として晶析させ、水素還元して 金属レニウムを得る手法が最も工業利用されている(4).

レニウムの融点は 3453 K で金属元素の中ではタングステ ン(3653 K)の次に高い. また,密度も21.0 g·cm⁻³と大き く、オスミウム、イリジウム、白金に次いで高い、室温での 弾性率も 465 GPa と大きく,温度による延性-脆性遷移を起 こさず、また、高温でも強度と延性を失わない点も特徴であ る(3)(4). 高い融点と高温耐久性で知られるレニウムである が、金属レニウムは高温酸化雰囲気において酸化し、生成し た Re₂O₇ や ReO₃ などの酸化物は 1000 K 以下でも容易に揮 発するため、高温で優れた機械的強度を発揮させるには金属 やセラミックスでのコーティング処理が必要となる.

レニウムは地殻中存在量が 0.2 mass ppb 以下の極めて稀 少な金属であり, 近年の鉱石からのレニウムの生産量はわず か年間約50tである. さらに、レニウムは銅やモリブデン の副産物として限られた量しか生産されず、産出国はチリや アメリカなどの特定の国に大きく偏っている.このため,レ ニウムは需要に応じて供給を調整することが難しく, 供給障 害や価格高騰のリスクを常に有している(4).

世界では年間約75tのレニウムが消費されおり(2018 年), その約80%は, ニッケル基超合金の添加元素として用 いられる(5). ニッケル基超合金は高温における優れた耐酸化 性および機械的強度を有し、航空機のジェットエンジンや発 電所のガスタービンの高圧タービンブレードなどに用いられ ている. 超合金には種々の元素が添加されているが、それら の中でもレニウムの添加は,超合金母相を固溶強化し高温強 度を高める効果があり、現在のタービン用超合金製造に欠か せないものとなっている.

アルミナ担体に白金とレニウムをそれぞれ0.3 mass%程度 担持した触媒は高オクタン価ガソリン製造用の石油改質に用 いられる. 触媒表面に炭素が一定量付着しても触媒能が劣化 しないという性質を持ち、触媒を反応塔に装填後、3~4年 は触媒活性を維持できる. 現在, レニウムの年間需要の約 10%がこの改質触媒に用いられている.

また,一般的に展延性が低く,加工が難しいとされるタン グステンやモリブデンの単体あるいは合金にレニウムを添加 すると, 低温での延性と高温での強度およびクリープ特性が 向上する(レニウム効果). このため、レニウム添加合金は、 超高温用の温度測定プローブや特殊耐震電球フィラメントな どに使用されている.

以上のように、航空機向け材料用途を中心に高温での耐久 性を要求される様々な合金や触媒の添加元素としてレニウム は用いられている. レニウム資源の稀少かつ地域偏在性の高 い性質から、代替材料の開発も進められているが、レニウム 含有材料の高温性能は極めて高く、現時点ではレニウム含有 材料に代わる材料は見つかっていない. このため, レニウム の需要は今後も増大すると予測されており、代替材料の開発 と並行して、製錬・リサイクル技術開発を加速させ、稀少な 資源であるレニウムの供給能力強化が望まれる.

文

- (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) F. Habashi: Discovery of rhenium and its consequences, Rhenium: Properties, Uses and Occurrence, Nova Science Publishers, NY, (2016).
- (4) 八木良平, 岡部徹:日本金属学会誌, 80(2016), 341-349.
- (5) Roskill Information Services Ltd.: Markets Outlook to 2029, 11th Edition, (2019).

次回! 金属素描 No. 25 亜鉛