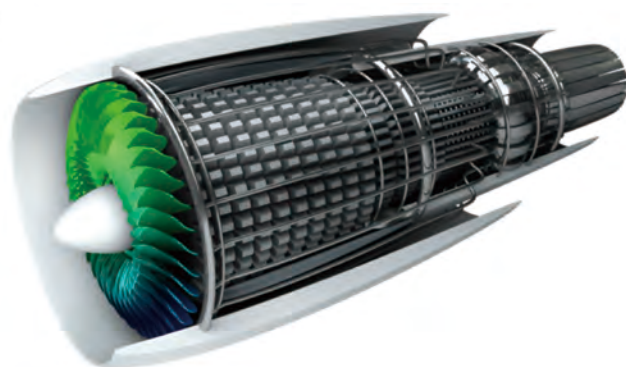


シリーズ「金属素描」

No. 24 レニウム (Rhenium)

東京大学 生産技術研究所 八木良平

(a)



(b)



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。

レニウムは地殻中含量が 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 50 t 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 75 t のレニウムが消費されており(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 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) 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