

## 27 レニウム (Re)

## 27. レニウム (Re)

### 27.1 マテリアルフロー分析

レニウムは地球上で極めて少なく、レアメタルのなかでも最も希有である。レニウムの原料としては、レニウム単独で含有する鉱石はなく、種々の希土類鉱物、コロンバイト、タンタライト、硫化銅鉱、モリブデナイトなどの鉱石に微量含まれており、回収の主原料である銅—モリブデン浮遊分離によるモリブデナイトの場合で 200~2,000ppm 程度である。

日本では、銅鉱石の溶解炉から蒸発するレニウムを特殊なイオン交換樹脂で、吸着・回収するシステムを開発し、1986年から生産をおこなっていたが、現在は銅精錬からの回収は中止し、中間製品である過レニウム酸アンモニウムを輸入して精製している。生産量は年間 500kg 程度と推定される。

レニウムの主な用途は耐熱 Ni 基スーパーアロイ、ガソリン用アルミナ担持触媒、レニウム化合物等である。高融点、高強度、高耐食性、及びその電気抵抗特性とタングステンへの少量添加による特性改善効果から、国内では主にタングステン・レニウム合金としてフェライト等の電子部品用途やスーパーアロイである。Pt-Re 系接触改質触媒の生産量は減少傾向にある。

ニッケル基スーパーアロイは、1980年代半ばにハフニウム添加の析出硬化型のスーパーアロイに代わって、高温強度に優れるレニウム添加の一方向凝固型（単結晶）の合金が開発されて以来、米国、欧州を中心に需要が伸びているが、国内では火力発電用タービンブレード材の研究等に用いられている段階である。航空機用ジェットエンジン部品やスーパーアロイを、アメリカより技術導入して国内で生産するようになりレニウム消費は増加している。スーパーアロイ向けは 1,000kg 程度と思われる。

最近、超硬工具用のタングステンやモリブデン合金にレニウムを添加して特性向上を図ることが検討されている。

レニウム合金（主にタングステン—レニウム）は、医療用 X線管ターゲット、テレビのカソードヒーターワイヤ線、自動車用特殊耐震電球フィラメント等に使用されている。

日本ではヒーター用耐熱材用に W-Re 合金が生産されていたが、生産の主体が韓国などに移行し国内生産はかなり減少している。そこで、マテリアルフロー図における電子部品材料を 500kg とした。

金属レニウムは、熱的特性を活かして熱交換器等の化学プラント部品等に使用されている。

アルミナ担持触媒は活性アルミナ単体に白金とレニウム（0.2~0.6%）が担持されたものであり、無鉛・高オクタン価ガソリン製造の接触改質のために使用されている。レニウムを使用する接触改質触媒は、1980年代半ばに CCR プロセス（触媒連続再生プロセス）が開発されて以来、レニウムの触媒市場は漸減方向にあり、1980年代、国内全レニウム需要量の 70%を占めていた触媒用途は、現在

かなり減少し、スーパーアロイや電子部品用途に主役の座を奪われている。

レニウム化合物はレニウム粉末・過レニウム酸アンモニウムからハロゲン化物、酸化物等の化合物が実験用に製造されているが量的には少ない。

表1 世界のレニウム生産量 (kg)

|         | 2000年  | 2001年  | 2002年  | 2003年  | 2004年  |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| アルメニア   | 700    | 750    | 800    | 1,000  | 1,000  |
| カナダ     | 1,600  | 1,700  | 1,700  | 1,700  | 1,700  |
| チリ      | 15,200 | 15,900 | 15,100 | 15,800 | 18,100 |
| カザフスタン  | 2,400  | 2,500  | 2,600  | 2,600  | 2,600  |
| ペルー     | 4,800  | 5,000  | 5,000  | 5,000  | 5,000  |
| ロシア     | 1,100  | 1,200  | 1,400  | 1,400  | 1,400  |
| 米国      | 7,200  | 5,500  | 4,000  | 3,900  | 5,900  |
| ウズベキスタン | NA     | NA     | NA     | NA     | NA     |
| その他     | 3,000  | 590    | 1,000  | 1,000  | 1,000  |
| 合計      | 36,000 | 33,100 | 31,600 | 32,400 | 36,700 |

(USGS 2005) NA : Not available

2004年の世界のレニウム生産量は、36.7 tである。2003年は32.4 tであった。最も生産量の多いのはチリで2004年は18.1 tであった。そのあとが米国の5.9 t、ペルーの5 tである。

レニウムが含有されたニッケル基スーパーアロイは世界の消費量の60%である。ボーイング777、ボーイング787、エアバスA380のタービンブレードは、レニウム含有スーパーアロイの単結晶を使用している。クリープ性能に優れているためである。

## 2.7.2 リサイクルの現状と評価

レニウムの応用製品のうち、接触改質用触媒は、石油精製プラントにおいて、無鉛・高オクタン価ガソリン製造用に反応塔に充填して用いられる。使用済みの形態はペレット状で、カーボンや石油成分の沈着がある。量は充填時のほぼ100%が抜き出されるものと思われる。使用済み触媒より、溶解・加水分解等により酸化レニウム、過レニウム酸アンモニウムとしてリサイクルされる。リサイクルされる使用済み触媒は金属の価格によりリサイクル時期は不定期である。

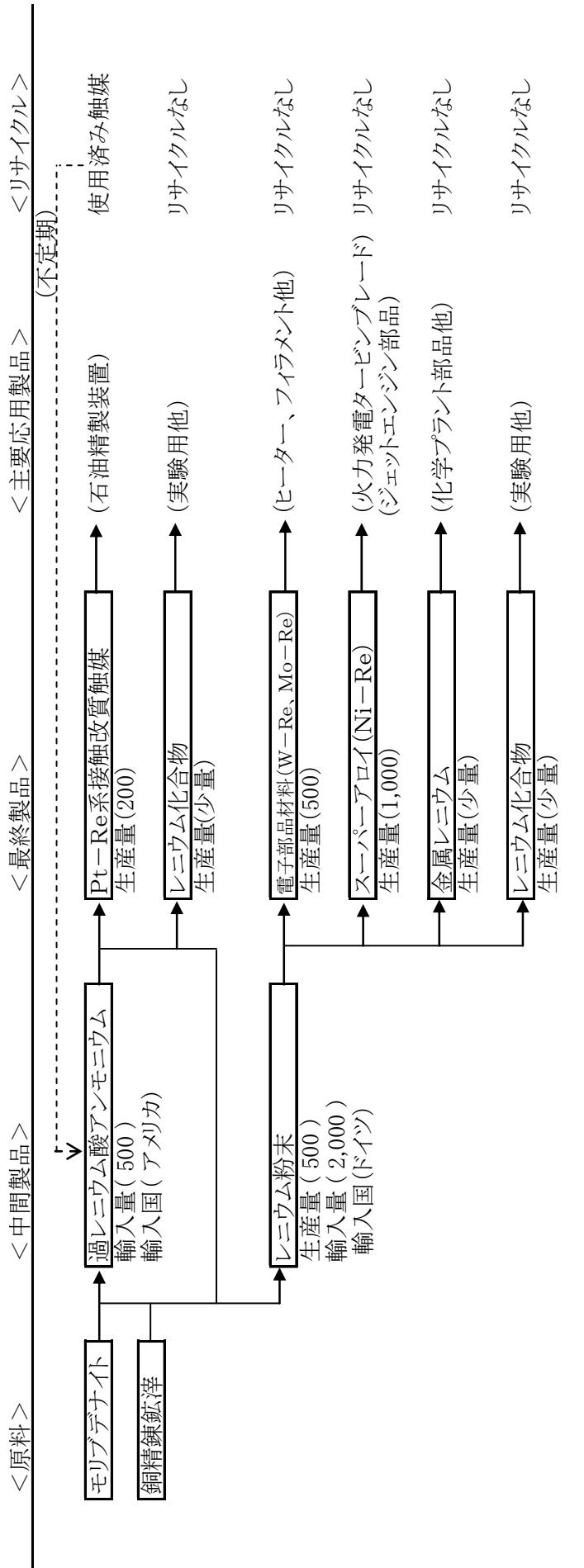
最も使用量の多いスーパーアロイでは、スーパーアロイの合金くずは、工程内リサイクルで回収されていると思われるが、外部で使用された製品の回収量は不明である。電子部品材料については、現在のところリサイクルされていないと思われる。

レニウムの製品使用量としては、Ni-Re合金のスーパーアロイが今後も増加する

と思われる。また W-Re などの電子部品材料も同様である。工程内で発生するスクラップは回収されていよう。

# レニウム(Re)

2004年ベース 量の単位:( )内はRe純分kg  
 その他はマテリアル量kg



1. 埋蔵量 1万t強
2. 可採鉱量 NA
3. 純分換算比率

モリブデナイト<0.2% 銅精錬鉍滓<0.1%  
 NH<sub>4</sub>ReO<sub>4</sub> 69.4%  
 過レニウム酸アンモニウム  
 アルミナ担持触媒  
 合金  
 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Pt-Re 0.3%  
 W-Re <10%

4. 出典 USGS 2004  
 ( )の輸入量、生産量はいずれも推定値

レニウム(Re)

リサイクルの現状

| 主な応用製品 | 利用形態              | 使用済みの存在形態 |               | リサイクル形態  |                    | リサイクルの現状<br>評価(A~G)(注③) | 備考<br>(注④) |
|--------|-------------------|-----------|---------------|----------|--------------------|-------------------------|------------|
|        |                   | 形態        | 量(注①)<br>(kg) | リサイクルの実態 | リサイクルの<br>サイクル(注②) |                         |            |
| 石油精製   | 改質触媒<br>(含有率0.3%) | 使用済み触媒    | (200kg)       | リサイクル業者  | 5年                 | 100%                    | リサイクルに時期差  |
| 火力発電   | タービン              | 塊         | (1,000kg)     | リサイクルなし  |                    | 0%                      |            |
| 電子部品   | W-Re合金            | 塊         | (500kg)       | リサイクルなし  |                    | 0%                      |            |
| 化学プラント | 金属レニウム            | 塊         | (少量)          | リサイクルなし  |                    | 0%                      |            |
| 実験用    | 化合物               | 液他        | (少量)          | リサイクルなし  |                    | 0%                      |            |

注)①の量の単位:  
( )は使用量純分t  
その他は発生量純分t

②サイクル:  
( )内は推定耐用年数  
その他は美リサイクル  
年数

③現状評価  
A.応用製品が消耗品である  
B.添加物として使用されている  
C.リサイクルの流通システムがないG.その他  
D.効果的なリサイクル技術がない

④リサイクルのボトルネック  
と、解決の難易度  
と、毒性、保管の危険性の有無  
等