

Ir 資源と酸素発生触媒

1. Ir 資源

2020年10月に、菅内閣総理大臣がカーボンニュートラルを目指すことを宣言して以来、毎日のように新聞やニュースにて「水素」「CO₂還元」の話題を多く見かける。電気化学を用いた水素製造(水電解)や、CO₂還元(共電解や人工光合成を含む)を実現するためには酸素発生(OER)活性が高く、耐久性が高い触媒が求められる。それらを満たす触媒として酸化イリジウム(IrO_x)があげられる。一方、イリジウム(Ir)の地球上の埋蔵量、採掘量は共に少なく、年間に7t程度しか採掘されない[1]。また、産出国も限られており、その70%を南アフリカが占めている。そのため、自動車排ガス触媒に用いられるロジウム(Rh)と同様に、価格変動が激しい。2021年5月には、半年前の2020年11月(約6000円/g)の約4倍の値段である約25000円/gに達した(1\$=110円で計算)[2]。6月以降価格が下落し、20000円/gを下回ったものの、希少で高価な金属であることは間違いない。そのような背景から、IrO_xを代替する、あるいはその含有量を低減するOER触媒の研究が数多くなされており、合金系触媒、複酸化物をそれぞれ利用する2つのアプローチが提案されている。

2. 合金系触媒

Wuらは、Irを6%含むRu-Irナノシート状合金触媒が、高いOER活性を有し、且つ長時

間の耐久性を持つことを示した[3]。1mA/cm²のクロノポテンシオメトリーにおいて、Ir粒子やRu-Ir粒子の電極電位がそれぞれ12時間、1時間で急激に上昇するのに対し、Ru-Irナノシート状合金触媒の過電圧は122時間の間概ね一定であった。ナノシート状にすることで安定な結晶面が多く露出するため、安定性が向上したと説明した。

3. 複酸化物触媒

複酸化物として、パイロクロア型構造を持つ材料やペロブスカイト型構造を持つ材料が提案されている。Hubertらは、Ru系パイロクロア型構造を持つA₂Ru₂O₇のOER活性と安定性について報告した[4]。A₂Ru₂O₇はIrO₂よりも高い初期活性を有するRuO₂と比較して、さらに高い比表面積当たりのOER活性を示し、安定性も高かった。Aサイトの元素が溶解することで触媒表面により酸化状態の高いRuが露出し、OER活性を向上させたことを説明した。

[1] Minke C. et al., Int. J. Hydrogen Energy, (2021) 46, 23581

[2] <http://www.platinum.matthey.com/prices/price-charts>

[3] D. Wu et al., Nat. Commun., (2021) 12, 1145

[4] Hubert, M. A. et al., ACS Catal., (2020), 10, 12182

文責 豊田中研 濱口 豪