

提 案 者 竹田裕孝（ユニチカ株式会社）
テ ー マ 名 3d 遷移金属と貴金属の完全固溶体ハイエントロピー合金触媒の研究

○研究の背景

ハイエントロピー合金は、従来の合金より超高強度、超高耐熱などの特性を有することから構造物への応用研究が主流であったが、近年、多元素重畳効果による革新的な触媒創出が期待されている。例えば、オール貴金属のハイエントロピー合金の触媒性は、ハイエントロピー合金化により各貴金属の触媒性よりも向上したことが広く知られている。また、燃料電池や水素生成の分野においても、数世代先を見据えた触媒開発の中で、ドライプロセスによるハイエントロピー合金の触媒モデルの検証が始まっており、高い性能を示す結果も得られている。特に、貴金属と3d遷移金属の合金は酸素還元特性などが大幅に増強されることが知られており、貴金属のPtと3d遷移金属（Cr、Mn、Fe、Co、Niなど）のハイエントロピー合金は、燃料電池や水素生成用の触媒電極の性能、耐久性、コストを飛躍的に向上させる触媒候補として期待されている。しかし、金属と3d遷移金属では比重や原子半径が大きく異なるため、重力や対流の影響で分離しやすく、STEM（Fig.1,2）などで微小領域を観察すると貴金属の分離、不均一化が見られ、完全に各元素がランダムに配置する完全固溶体のハイエントロピー合金の合成は非常に難しい課題となっている。提案者らは、現在までに貴金属と3d遷移金属のハイエントロピー合金から貴金属の析出を2 nmサイズまで抑制することに成功しており、これを前駆体として、微小重力下において「きぼう」の静電浮遊炉（ELF）により融解することで、物理的に金属を混合した前駆体よりも完全固溶体の生成が容易になることが推測できることから、そのメカニズム解析の成功が期待できる。

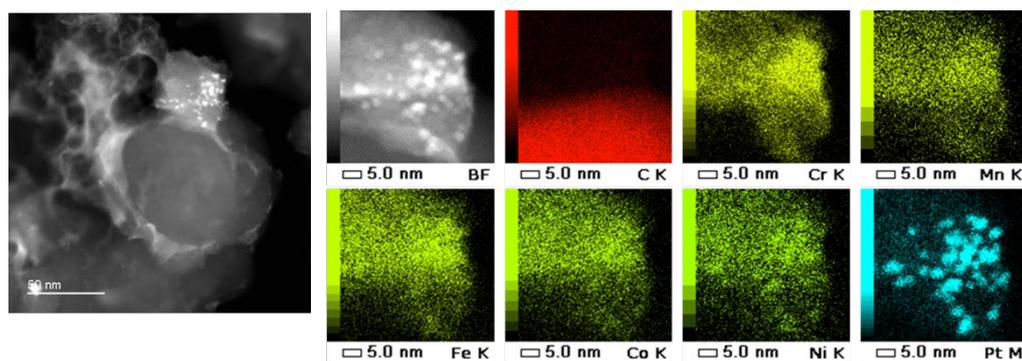


Fig.1 CrMnFeCoNiPt組成物のSTEM及びSTEM-EDX

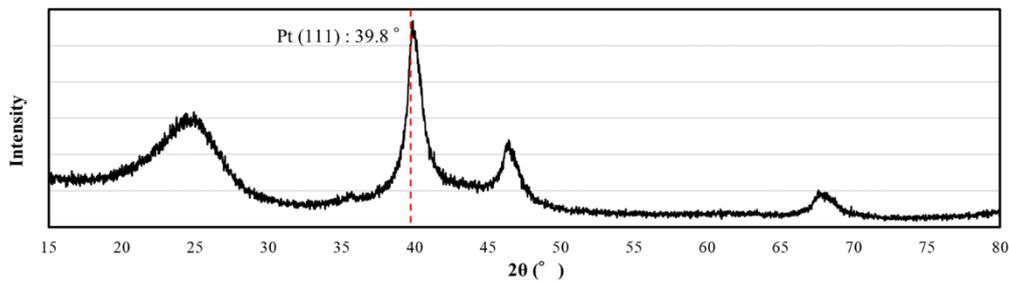


Fig.2 CrMnFeCoNiPt組成物のXRDパターン

○研究の目的

地上と微小重力下での ELF による溶解～冷却実験の結果を比較することにより、混ざりにくい貴金属と 3d 遷移金属の完全固溶体の生成メカニズムを評価し、合成法や組成の最適化に活用する。

○研究の意義

現在、提案者らが開発している、貴金属と 3d 遷移金属のハイエントロピー合金の量産向け合成技術は、他社や他機関のオール貴金属やオール卑金属（3d 遷移金属）の量産技術の開発とは異なるものである。貴金属と 3d 遷移金属の完全固溶体のハイエントロピーの合成メカニズムが解明できれば、特に次世代エネルギーとして期待される水素利用の分野において、燃料電池や水素生成の電極触媒の高効率、高耐久、低コストを飛躍的に向上させる可能性がある。また、提案者らの合成技術は 100 m²/g 以上の非常に高い比表面積を有するハイエントロピー合金に加工できるため、燃料電池や水素生成の触媒電極に必要なガス拡散性を備えたものになり、数世代先の、世界をリードできる革新的な燃料電池、水素生成装置の創出につながることを期待できる。