

CREST「未踏探索空間における革新的物質の開発」

研究統括

北川 宏 Hiroshi Kitagawa

京都大学 大学院理学研究科



世の中には、水と油の関係のように、どう工夫しても混ざらない組み合わせがある。例えば、鉄と銅は原子レベルでは混じり合わない元素同士である。実は社会で使用されている合金触媒の大部分は混じり合わない元素同士で構成されており、異なる金属元素間の相乗効果を最大限には引き出していない。安定な金属元素は60種程度あるため、その組み合わせは2元系合金で1,700程度存在する。そのうち任意の割合で原子レベルで混ぜられるのは(全率固溶合金)3割以下であり、実は7割以上の合金の組み合わせを人類ははまだ活用できていないことになる。

水と油の関係にある金属元素同士を原子レベルで混ぜ合わせ、新しい物質をつくり出す研究を推進している。

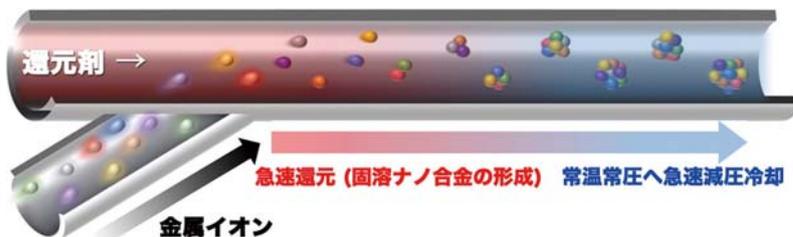
その研究戦略には、構成元素が原子レベルでランダムに一樣に混じりあう合金(固溶合金)では、その組成比により連続的に電子状態、つまり、機能・物性を連続的に

制御することが可能なことがあげられる。そのため、あらゆる元素を自在に混合して操る技術を構築できれば、目的の元素を他の元素の組み合わせで既存の元素を凌駕する新しい元素を生み出すことが可能となる。最近では、独自に開発した連続フロー型ソルボサーマル非平衡ナノ合金ブ

ロセスにより、任意の元素を任意の割合で混ぜる多元素ナノ合金(図参照)の開発が実現化されようとしている。当該科学技術を基盤に、材料創製インフォマティクスとハイスループットスクリーニング(HTS)により、未踏探索空間における革新的物質の開発が可能になりつつある。

連続フロー型亜臨界/超臨界ソルボサーマル法の開発

瞬間的に非平衡状態を生成し、瞬時に常温・常圧へ



- ・ 世界初のナノ合金作製法 → 固溶合金作製に威力を発揮
- ・ 非平衡合成法 (瞬時に高温・高圧へ加熱・加圧、瞬時に室温へ冷却)
- ・ 亜臨界、超臨界までの加圧・加熱可能 (50 MPa、500 °C)
- ・ 低沸点溶媒でも高温まで還元剤として使用可
- ・ 安価で安定な量産化プロセス

特願2018-031138 (京大単願)
特願2019-118840 (企業共願)
J. Phys. Chem. C, 2020 (Invited)

参考文献

- [1] K. Kusada & H. Kitagawa, Continuous-Flow Syntheses of Alloy Nanoparticles, Materials Horizon, in press.
[2] K. Kusada et al., Highly Stable and Active Solid-Solution-Alloy Three-Way Catalyst by Utilizing Configurational-Entropy Effect, Advanced Materials, 33, 2005206 (2021).
[3] D. Wu, et al., Platinum-Group-Metal High-Entropy-Alloy Nanoparticles, J. Am. Chem. Soc., 142, 13833-13838 (2020).

関連 WEB

https://www.jst.go.jp/kisoken/crest/research_area/ongoing/bunya2021-4.html
<http://kuchem.kyoto-u.ac.jp/osscc/index.html>