

準サブナノ領域を活用した超多元素混合微粒子の合成と評価

(東工大化生研¹・JST-さがけ²・JST-ERATO³) ○塚本 孝政^{1,2,3}・吉田 希生¹・森合 達也¹・神戸 徹也^{1,3}・山元 公寿^{1,3}

Synthesis and Evaluation of Hyper-multinary Compound by Utilizing Quasi-sub-nanoparticle (¹Laboratory for Chemistry and Life Science, Tokyo Institute of Technology, ²PRESTO, JST, ³ERATO, JST) ○Takamasa Tsukamoto,^{1,2,3} Nozomi Yoshida,¹ Tatsuya Moriai,¹ Tetsuya Kambe,^{1,3} Kimihisa Yamamoto^{1,3}

Multinary compounds composed of multiple elements have attracted worldwide attention due to their unique properties not found in conventional alloys or compounds. However, the synthesis of such materials has been extremely difficult because of the thermodynamic limitation. In this study, we newly investigated the synthesis of hyper-multinary compounds by utilizing spontaneous amorphization behavior of ultrasmall structures in quasi-sub-nanometer range (2-3 nm). By applying the template synthetic method of alloy clusters using macromolecular capsules¹⁻⁴⁾, a hyper-multinary quasi-sub-nanomaterial composed of 56 elements was successfully synthesized (Fig.1). This material had an amorphous structure with 2-3 nm particle size and exhibited properties unique to hyper-multinary systems such as liquid-like fluidity under STEM observation and an unusual air-oxidation behavior.

Keywords : Hyper-multinary Compound; Quasi-sub-nano Region; Amorphous; Nanoparticle; Cluster

多数の元素から構成された多元化合物は、従来の合金や化合物には見られない特異な性質を示すことから世界的に注目されている。しかしながら、元素混合における熱力学的な制限により、このような物質の合成はこれまで困難とされていた。本研究では、準サブナノメートル (2~3 nm) の極小構造が示す自発的なアモルファス化挙動を利用することで、この制限を克服した超多元素混合物質の合成を目指した。高分子カプセルを利用した多元合金クラスターの鋳型合成法¹⁻⁴⁾の応用し、56種類の元素から構成される多元素混合微粒子の合成に初めて成功した (Fig.1)。この超多元微粒子は粒径 2~3 nm のアモルファス構造を持ち、電子顕微鏡観察下において液体のような流動性を示した。加えて、通常の単体のバルクやナノ粒子には見られない特殊な空気酸化挙動など、多元素混合微粒子に特有の物性が明らかになった。

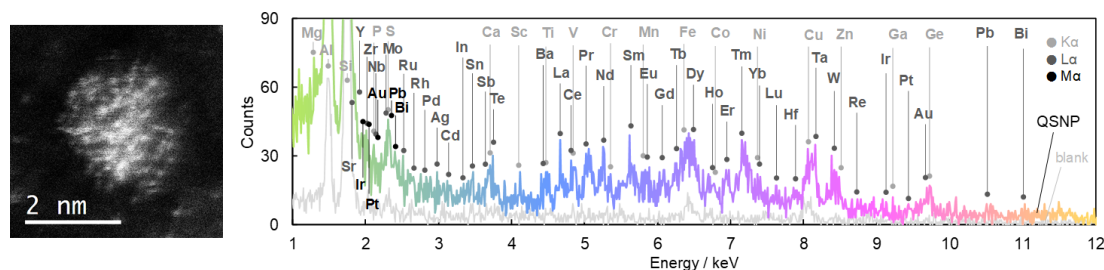


Fig. 1 STEM image and EDS spectra of the hyper-multinary quasi-sub-nanomaterial.

[1] T. Tsukamoto et al., *Nat. Commun.* **2018**, 9, 3873. [2] T. Tsukamoto et al., *Nat. Rev. Chem.* **2021**, 5, 338. [3] T. Tsukamoto et al., *Acc. Chem. Res.* **2021**, 54, 4486. [4] T. Tsukamoto et al., *Angew. Chem. Int. Ed.* **2022**, in press.