

ヘテロ金属結合の直接観察

(東工大化生研¹・JST-ERATO²) ○稲津 美紀¹・今岡 享稔^{1,2}・山元 公寿^{1,2}

Direct observation of heterometallic bonding (¹Lab Chem. Life Sci, Tokyo Institute of Technology, ²JST-ERATO) ○Minori Inazu,¹ Takane Imaoka,^{1,2} Kimihisa Yamamoto^{1,2}

The behavior of intermetallic bonds dependent on elements are still unrevealed. For example, a nature of heterometallic dimer, namely element dependence, difference from the bulk, their strength, is not yet known experimentally. This study aims to elucidate the elemental dependence on the formation of heterometallic dimers by the direct observation and analysis of metal dimers using atomic resolution HAADF-STEM imaging. Here we succeeded in visualization of the formation and dissociation dynamics of labile dimers and trimers at atomic resolution with elemental identifications. The video recordings were carried out by combining STEM together with elemental identification based on the Z-contrast principle. This method allows the identification of moving atoms even at low electron doses. Although the observed molecules are labile, we could directly visualize the short-lived molecules that have not been observed.

Keywords : Chemical bond; Metal cluster; Electron microscopy

化学結合は物質の最も根幹をなすものであるにも関わらず、特に金属原子間結合の振る舞いについての多くは未解明である。例えば、最もシンプルな異種金属 2 量体の性質に関してすら、その元素依存性は実験的に明らかにされていない。本研究は原子分解能 HAADF-STEM を用いた金属 2 量体の直接観察と解析を通じてその元素依存性を明らかにすることを目的としている。本手法は X 線回折や EXAFS など得られる全結合の平均ではなく、一つ一つの結合の直接観察による統計的な解析を可能にする新しい試みである。

今回、HAADF-STEM の Z コントラストの原理(輝度 $\propto Z^2$)に基づいた元素識別法を提案した(Fig. 2)。本手法は低線量条件下でも STEM 動画中の動く単原子に適用できるという従来法にはない強みを有する。次に本手法を STEM の動画観察と組み合わせることにより AuAgCu トライマーや Au-Ag ダイマーを例とした様々な組み合わせのヘテロ金属結合の直接観察に初めて成功した。本成果は通常合成や単離ができない安定性に乏しい物質を直接捉えることができたという点及び、結合生成や解離の瞬間、伸縮する様子が観測されたという点で興味深いと考えている。

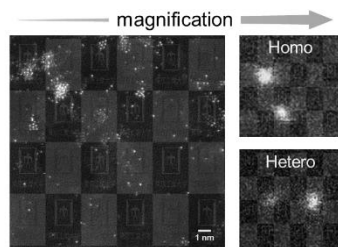


Fig. 1 HAADF-STEM image of hetero-atomic dispersion

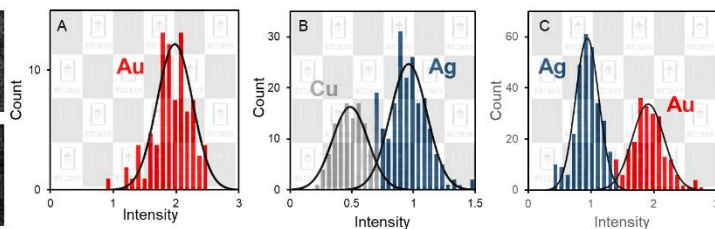


Fig. 2 Histogram of normalized ADF intensity. (A) Au, (B) Ag/Cu, (C) Au/Ag dispersion, respectively.