

原子ダイナミクスの直接観察による金属サブナノ粒子の動的構造解明

(東工大化生研¹) ○大黒 諒¹・赤田 雄治¹・吉田将隆¹・今岡 享稔¹・山元 公寿¹
 Elucidation of the dynamic structure of metal clusters by direct observation of atomic dynamics
 (¹Laboratory for chemistry and life science institute of innovative research, *Tokyo Institute of Technology*) ○Ryo Oguro,¹ Yuji Akada,¹ Masataka Yoshida¹, Takane Imaoka,¹ Kimihisa Yamamoto¹

Sub-nano scale (about 1 nm in diameter) metallic particles exhibit unique properties that differ from those of metal nanoparticles and bulk metals. For example, significant changes in the catalytic activity and other physical properties are induced by the slight differences in the atomicity and elements (cluster composition). However, conventional structural analysis methods, such as X-ray absorption spectroscopy (XAS) and diffraction (XRD), are insufficient because of the dynamic atomic coordinate of metallic sub-nano particles.

In this study, we directly observed the atomic coordinate structure of metal sub-nano particles in real-time using an annular dark-field scanning transmission electron microscope (ADF-STEM) with atomic resolution to explore their structural properties. We have successfully performed ADF-STEM observations of graphene-supported Au_n and Pt_n ($n = 3\sim 6$) and classified the atomic coordinate structures to indicate the differences in each elemental species. In the present report, we will report the development of an image analysis method for the elucidation of the dynamic atomic coordination structure. The differences in the structural distributions by cluster compositions are discussed using a dimensionality reduction analysis.

Keywords : Electron microscopy, metal clusters, structural analysis

サブナノスケール(粒径 1 nm 程度)の微小な金属材料、いわゆる金属サブナノ粒子は、原子数や組成のわずかな違いで触媒活性等の物性が大きく変化するなど、ナノ粒子やバルク金属とは異なる独特の性質を示す。金属サブナノ粒子は、次々と変化する動的な原子配列構造を持つことから、分光や回折を用いる X 線回折等の構造解析手法が適用できず、その原子配列構造については未だに解明されていないことが多い。

本研究では、原子分解能を有する環状暗視野走査型透過電子顕微鏡(ADF-STEM)を用いて金属サブナノ粒子の原子配列構造を直接・リアルタイムに観察し、その構造的特性の探索を行う。これまでに、グラフェン担持 Au_n , Pt_n ($n = 3\sim 6$) の ADF-STEM 観察を行い(Fig.)、原子配列構造の分類を行うことで元素種毎の構造分布の違いについての示唆を得ることに成功してきた。今回の報告では、次元削減を導入した原子配列構造分布の可視化手法を構築し、原子数と元素種等による共通点と相違点を報告する。

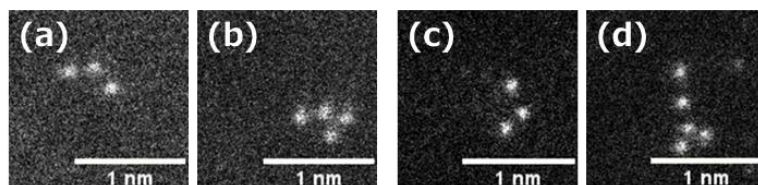


Fig. ADF-STEM images of (a), (b) Au_n and (c), (d) Pt_n