

# 化学修飾金超原子：ナノスケールの人工元素

(東京大学理学系研究科) 佃 達哉

tsukuda@chem.s.u-tokyo.ac.jp

数個から百個程度の金原子からなる金クラスターは、その離散的な電子構造と非最密充填構造に起因した特異的な物性を示すことから、新規機能性材料の構成単位として注目されている。化学合成法・単結晶 X 線構造解析・理論計算の最近の進展により、配位子で保護された金クラスターが、原子に類似した電子殻構造を持つことが明らかになった。例えば、正二十面体構造の Au<sub>13</sub> クラスターは、希ガスと同様の閉殻電子配置(1S)<sup>2</sup>(1P)<sup>6</sup> を取ることで特異的な安定性を示す。我々は、配位子保護金クラスターを「化学修飾された金超原子」[1] と見なし、その基礎特性と多彩な構造因子（構成原子の数・組成・形状・表面修飾など）との相関を明らかにすることで[2, 3]、ナノスケールの人工元素として体系化することを目指している。本講演では、以下の内容について最近の進展を紹介する。

(1) 配位子保護金超原子[4–10]、ポリマー保護金超原子[11, 12]、担持金超原子[13]の原子精度合成と構造・特性評価

(2) 超原子の融合による擬似分子（超原子分子）の合成と結合様式 [14–16]

- [1] T. Omoda, S. Takano, T. Tsukuda, *Small* **17**, 2001439 (2021).
- [2] H. Hirai, S. Ito, S. Takano, K. Koyasu, T. Tsukuda, *Chem. Sci.* **11**, 12233 (2020).
- [3] S. Takano, T. Tsukuda, *J. Am. Chem. Soc.* **143**, 1683 (2021).
- [4] H. Hirai, S. Takano, T. Nakashima, T. Iwasa, T. Taketsugu, T. Tsukuda, *Angew. Chem., Int. Ed.* **61**, e202207290 (2022).
- [5] S. Ito, Y. Tasaka, K. Nakamura, Y. Fujiwara, K. Hirata, K. Koyasu, T. Tsukuda, *J. Phys. Chem. Lett.* **13**, 5049 (2022).
- [6] V. K. Kulkarni, B. N. Khiara, S. Takano, S. Malola, E. L. Albright, T. I. Levchenko, C.-T. Dinh, T. Tsukuda, H. Häkkinen, C. M. Crudden, *J. Am. Chem. Soc.* **144**, 9000 (2022).
- [7] P. A. Lummis, K. M. Osten, T. I. Levchenko, M. S. A. Hazer, S. Malola, B. Owens-Baird, A. J. Veinot, E. L. Albright, G. Schatte, S. Takano, K. Kovnir, K. G. Stamplecoskie, T. Tsukuda, H. Häkkinen, M. Nambo, C. M. Crudden, *JACS Au* **2**, 875 (2022).
- [8] R. W. Y. Man, H. Yi, S. Malola, S. Takano, T. Tsukuda, H. Häkkinen, M. Nambo, C. M. Crudden, *J. Am. Chem. Soc.* **144**, 2056 (2022).
- [9] T. Shigeta, S. Takano, T. Tsukuda, *Angew. Chem., Int. Ed.* **61**, e202113275 (2022).
- [10] S. Takano, H. Hirai, T. Nakashima, T. Iwasa, T. Taketsugu, T. Tsukuda, *J. Am. Chem. Soc.* **143**, 10560 (2021).
- [11] S. Hasegawa, S. Masuda, S. Takano, K. Harano, T. Tsukuda, *ACS Catal.* **12**, 6550 (2022).
- [12] S. Hasegawa, S. Takano, K. Harano, T. Tsukuda, *JACS Au* **1**, 660 (2021).
- [13] S. Masuda, S. Takano, S. Yamazoe, T. Tsukuda, *Nanoscale* **14**, 3031 (2022).
- [14] S. Takano, S. Hasegawa, M. Suyama, T. Tsukuda, *T. Acc. Chem. Res.* **51**, 3074 (2018).
- [15] E. Ito, S. Takano, T. Nakamura, T. Tsukuda, *Angew. Chem., Int. Ed.* **60**, 645 (2021).
- [16] E. Ito, S. Ito, S. Takano, T. Nakamura, T. Tsukuda, *JACS Au* **2**, 2627–2634 (2022).