



山元・今岡研究室

金属・合金サブナノ粒子の精密合成

ハイブリッドマテリアル研究ユニット
化学生命科学研究所 分子機能化学領域

<http://www.res.titech.ac.jp/~inorg/>

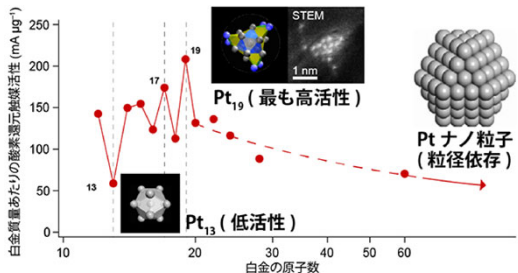
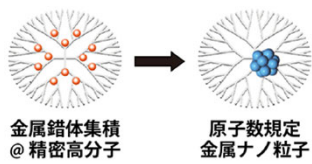
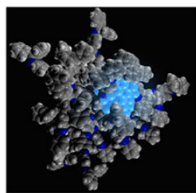
- ・金属サブナノ粒子の構成原子数をプログラム
- ・多元金属サブナノ粒子の精密化学合成
- ・サブナノ粒子（クラスター）触媒の創成
- ・ナノ⇒サブナノ領域における新機能の探索

触媒、センサー、光学材料等に幅広く用いられる金属ナノ粒子の極限形態として、粒径が1nmを切るようなサブナノ粒子の特異的な機能・物性が注目されています。当研究室ではサブナノ粒子の精密自在合成法の開発から、原子レベルでの観察・分析手法、触媒等の機能材料としての応用まで幅広く行っており、これに関わる材料や最先端の分析技術等が提供できます。

新物質群 ライブラリの創出…金属・合金・酸化物・窒化物・半導体
革新的な機能の実現へ

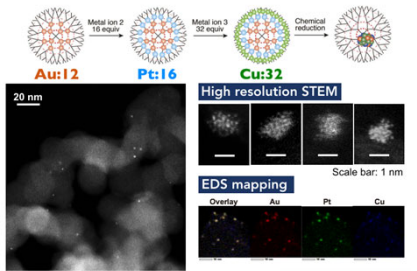
アトムハイブリッド法 元素の選択・原子総数・比率・配列…
自在かつ精密に合成

原子 90種以上の元素



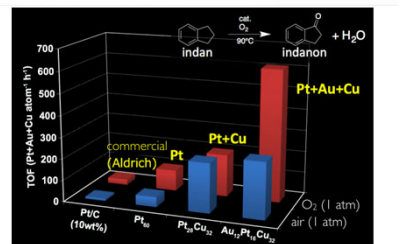
アトムハイブリッド法
様々な元素を混ぜた新元素の創製

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | |
| H | | | | | | | | | | | | | | | | | | He |
| Li | Be | | | | | | | | B | C | N | O | F | Ne | | | | |
| Na | Mg | | | | | | | | Al | Si | P | S | Cl | Ar | | | | |
| K | Ca | Sr | Ti | V | Cr | Fe | Co | Cu | Zn | Ge | As | Se | Br | Kr | | | | |
| Rb | Sr | Zr | Nb | Mo | Tc | Ru | Rh | Pd | Ag | Cd | Sn | Sb | Te | I | Xe | | | |
| Cs | Ba | Hf | Ta | Re | Os | Ir | Pt | Hg | Tl | Pb | Bi | Po | At | Rn | | | | |
| Fr | Ra | Rf | Db | Sg | Bh | Hs | Mt | Ds | Rg | Cn | Nh | Fl | Mc | Lv | Ts | Og | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| La | Ce | Pr | Nd | Pm | Sm | Eu | Gd | Tb | Dy | Ho | Er | Tm | Yb | Lu | | | | |
| Ac | Th | Pa | U | Np | Pu | Am | Cm | Bk | Cf | Es | Fm | Md | No | Lr | | | | |



異種金属の精密配合

| 2元素 | 3元素 |
|---|---|
| In ₂ Sn, In ₃ Sn, In ₄ Sn, In ₅ Sn, Sn ₂ In, Sn ₃ In, Sn ₄ In, Sn ₅ In, In ₂ Sn ₂ , In ₃ Sn ₂ , In ₄ Sn ₂ , In ₅ Sn ₂ , In ₂ Sn ₃ , In ₃ Sn ₃ , In ₄ Sn ₃ , In ₅ Sn ₃ , In ₂ Sn ₄ , In ₃ Sn ₄ , In ₄ Sn ₄ , In ₅ Sn ₄ , Sn ₂ In ₂ , Sn ₃ In ₂ , Sn ₄ In ₂ , Sn ₅ In ₂ , Sn ₂ In ₃ , Sn ₃ In ₃ , Sn ₄ In ₃ , Sn ₅ In ₃ , Sn ₂ In ₄ , Sn ₃ In ₄ , Sn ₄ In ₄ , Sn ₅ In ₄ | Ga ₂ In, Ga ₃ In, Cu ₂ Zn, Cu ₃ Zn, In ₂ Sn, In ₃ Sn, In ₄ Sn, In ₅ Sn, Ga ₂ In ₂ , Ga ₃ In ₂ , Ga ₄ In ₂ , Ga ₅ In ₂ , Ga ₂ In ₃ , Ga ₃ In ₃ , Ga ₄ In ₃ , Ga ₅ In ₃ , Ga ₂ In ₄ , Ga ₃ In ₄ , Ga ₄ In ₄ , Ga ₅ In ₄ , Cu ₂ Zn ₂ , Cu ₃ Zn ₂ , Cu ₄ Zn ₂ , Cu ₅ Zn ₂ , In ₂ Au, In ₃ Au, In ₄ Au, In ₅ Au, Ga ₂ InAu, Ga ₃ InAu, Ga ₄ InAu, Ga ₅ InAu, In ₂ Au ₂ , In ₃ Au ₂ , In ₄ Au ₂ , In ₅ Au ₂ , In ₂ Au ₃ , In ₃ Au ₃ , In ₄ Au ₃ , In ₅ Au ₃ , In ₂ Au ₄ , In ₃ Au ₄ , In ₄ Au ₄ , In ₅ Au ₄ , Au ₂ In, Au ₃ In, Au ₄ In, Au ₅ In, Ga ₂ InAu ₂ , Ga ₃ InAu ₂ , Ga ₄ InAu ₂ , Ga ₅ InAu ₂ , Ga ₂ InAu ₃ , Ga ₃ InAu ₃ , Ga ₄ InAu ₃ , Ga ₅ InAu ₃ , Ga ₂ InAu ₄ , Ga ₃ InAu ₄ , Ga ₄ InAu ₄ , Ga ₅ InAu ₄ |
| 4元素 | 5元素 |
| In ₂ AuBi, In ₃ AuBi, In ₄ AuBi, In ₅ AuBi, In ₂ AuSn, In ₃ AuSn, In ₄ AuSn, In ₅ AuSn, In ₂ AuBiSn, In ₃ AuBiSn, In ₄ AuBiSn, In ₅ AuBiSn, In ₂ AuSnBi, In ₃ AuSnBi, In ₄ AuSnBi, In ₅ AuSnBi, In ₂ AuBi ₂ , In ₃ AuBi ₂ , In ₄ AuBi ₂ , In ₅ AuBi ₂ , In ₂ AuSn ₂ , In ₃ AuSn ₂ , In ₄ AuSn ₂ , In ₅ AuSn ₂ , In ₂ AuBiSn ₂ , In ₃ AuBiSn ₂ , In ₄ AuBiSn ₂ , In ₅ AuBiSn ₂ , In ₂ AuSn ₃ , In ₃ AuSn ₃ , In ₄ AuSn ₃ , In ₅ AuSn ₃ | Ga ₂ InAu, Ga ₃ InAu, Ga ₄ InAu, Ga ₅ InAu, Ga ₂ InAu ₂ , Ga ₃ InAu ₂ , Ga ₄ InAu ₂ , Ga ₅ InAu ₂ , Ga ₂ InAu ₃ , Ga ₃ InAu ₃ , Ga ₄ InAu ₃ , Ga ₅ InAu ₃ , Ga ₂ InAu ₄ , Ga ₃ InAu ₄ , Ga ₄ InAu ₄ , Ga ₅ InAu ₄ , Ga ₂ InAu ₂ Sn, Ga ₃ InAu ₂ Sn, Ga ₄ InAu ₂ Sn, Ga ₅ InAu ₂ Sn, Ga ₂ InAu ₃ Sn, Ga ₃ InAu ₃ Sn, Ga ₄ InAu ₃ Sn, Ga ₅ InAu ₃ Sn, Ga ₂ InAu ₄ Sn, Ga ₃ InAu ₄ Sn, Ga ₄ InAu ₄ Sn, Ga ₅ InAu ₄ Sn, Pd ₂ In, Pd ₃ In, Pd ₄ In, Pd ₅ In, Fe ₂ Ga, Fe ₃ Ga, Fe ₄ Ga, Fe ₅ Ga, Fe ₂ Ga ₂ , Fe ₃ Ga ₂ , Fe ₄ Ga ₂ , Fe ₅ Ga ₂ , Fe ₂ Ga ₃ , Fe ₃ Ga ₃ , Fe ₄ Ga ₃ , Fe ₅ Ga ₃ , Fe ₂ Ga ₄ , Fe ₃ Ga ₄ , Fe ₄ Ga ₄ , Fe ₅ Ga ₄ |
| 6元素 | 7元素 |
| Ga ₂ InAu ₂ Sn ₂ , Ga ₃ InAu ₂ Sn ₂ , Ga ₄ InAu ₂ Sn ₂ , Ga ₅ InAu ₂ Sn ₂ , Ga ₂ InAu ₃ Sn ₂ , Ga ₃ InAu ₃ Sn ₂ , Ga ₄ InAu ₃ Sn ₂ , Ga ₅ InAu ₃ Sn ₂ , Ga ₂ InAu ₄ Sn ₂ , Ga ₃ InAu ₄ Sn ₂ , Ga ₄ InAu ₄ Sn ₂ , Ga ₅ InAu ₄ Sn ₂ , Pt ₂ Ga, Pt ₃ Ga, Pt ₄ Ga, Pt ₅ Ga, Pt ₂ Ga ₂ , Pt ₃ Ga ₂ , Pt ₄ Ga ₂ , Pt ₅ Ga ₂ , Pt ₂ Ga ₃ , Pt ₃ Ga ₃ , Pt ₄ Ga ₃ , Pt ₅ Ga ₃ , Pt ₂ Ga ₄ , Pt ₃ Ga ₄ , Pt ₄ Ga ₄ , Pt ₅ Ga ₄ | Ga ₂ InAu ₂ Sn ₂ Pt, Ga ₃ InAu ₂ Sn ₂ Pt, Ga ₄ InAu ₂ Sn ₂ Pt, Ga ₅ InAu ₂ Sn ₂ Pt, Ga ₂ InAu ₃ Sn ₂ Pt, Ga ₃ InAu ₃ Sn ₂ Pt, Ga ₄ InAu ₃ Sn ₂ Pt, Ga ₅ InAu ₃ Sn ₂ Pt, Ga ₂ InAu ₄ Sn ₂ Pt, Ga ₃ InAu ₄ Sn ₂ Pt, Ga ₄ InAu ₄ Sn ₂ Pt, Ga ₅ InAu ₄ Sn ₂ Pt, Pt ₂ Ga ₂ Sn, Pt ₃ Ga ₂ Sn, Pt ₄ Ga ₂ Sn, Pt ₅ Ga ₂ Sn, Pt ₂ Ga ₃ Sn, Pt ₃ Ga ₃ Sn, Pt ₄ Ga ₃ Sn, Pt ₅ Ga ₃ Sn, Pt ₂ Ga ₄ Sn, Pt ₃ Ga ₄ Sn, Pt ₄ Ga ₄ Sn, Pt ₅ Ga ₄ Sn |



原子19個の白金粒子が最高の触媒活性

- ・原子レベルで精密な新規合成法
- ・燃料電池反応に対し最も高い質量活性
- ・原子数わずか1個で触媒活性が大きく変化

様々な金属サブナノ粒子の合成

- ・単一元素で35種類のサブナノ粒子の合成に成功
- ・100以上の金属元素組み合わせの集積パターンに成功

3種の金属を1nm粒子に合金化

- ・精密合金クラスターの新合成法
- ・Cu, Pt, Auの合金化で酸化反応に対する活性が大幅に向上