

環境ホルモン・重金属イオンを 検出する発光センサー

北海道大学 大学院地球環境科学研究所
教授 小西 克明

研究背景

化学センサー:

ターゲットとの相互作用、反応を通じて生じる物質固有の特性変化(色や蛍光など)を利用したセンサー。

化学物質の計測のための基盤技術

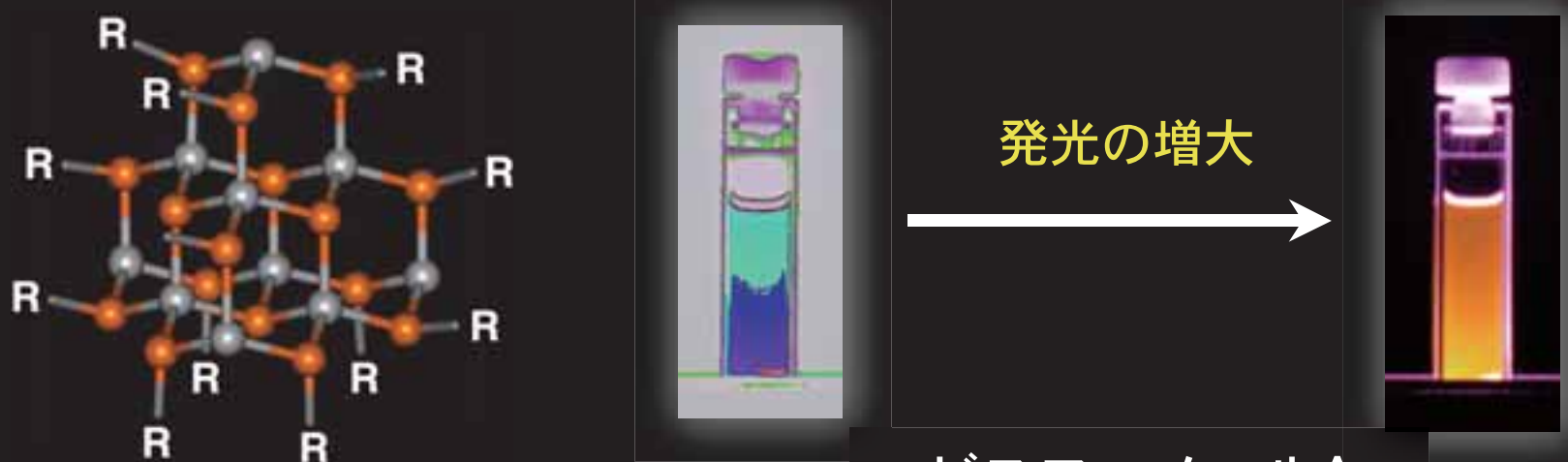
化学、生化学、医学、環境などの分野で、基礎から応用のすべてにおいて不可欠な技術要素

新技術の基となる研究成果・技術

特異な光化学特性を示す金属ナノ粒子、半導体ナノ粒子など無機系の発色、発光色素の開発

- ★ 合成法および表面修飾法の開発
- ★ 無機表面での外部ゲスト物質との相互作用・反応に関する基礎研究
- ★ 化学センサーとしての応用に向けた光化学応答系の探索、およびメカニズムの解明

環境ホルモン・重金属イオンを検出する発光センサー

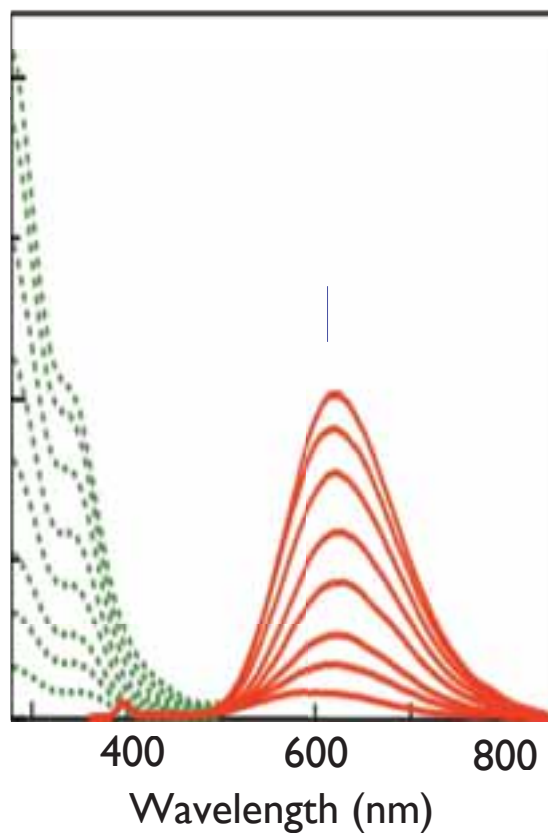


The diagram illustrates the structure and function of a fluorescence sensor. On the left, a 3D ball-and-stick model of a Cd₁₀S₄(SR)₁₂ cluster is shown, with orange spheres representing Cd atoms, grey spheres representing S atoms, and 'R' groups representing organic ligands. Below the model is the chemical formula $Cd_{10}S_4(SR)_{12}$. In the center, a test tube shows a color change from blue to orange, with a white arrow pointing to the right labeled '発光の増大' (Increase in fluorescence). Below the arrow, two bullet points indicate the detection targets: ❖ ビスフェノールA (Bisphenol A) and ❖ Cuイオン (Cu ions).

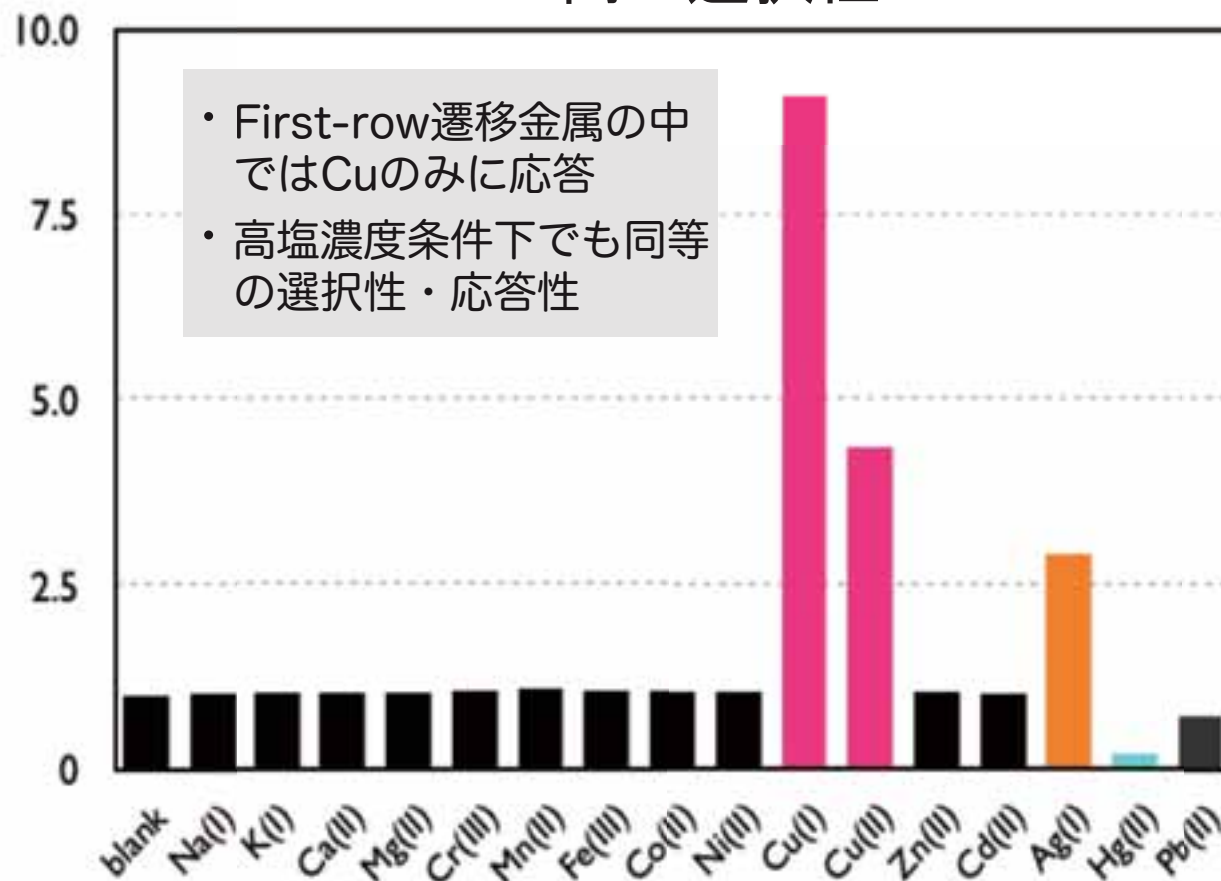
- 無機発光(蛍光)色素: 半導体性CdSクラスター
(「量子ドット」として知られるものと同じ原理の発光)
- 高い選択性 ・水中で機能 ・正の応答
(表面修飾した有機部位の種類によって特異性が発現)

Cuイオンを高感度に検出できる発光センサー

発光スペクトル

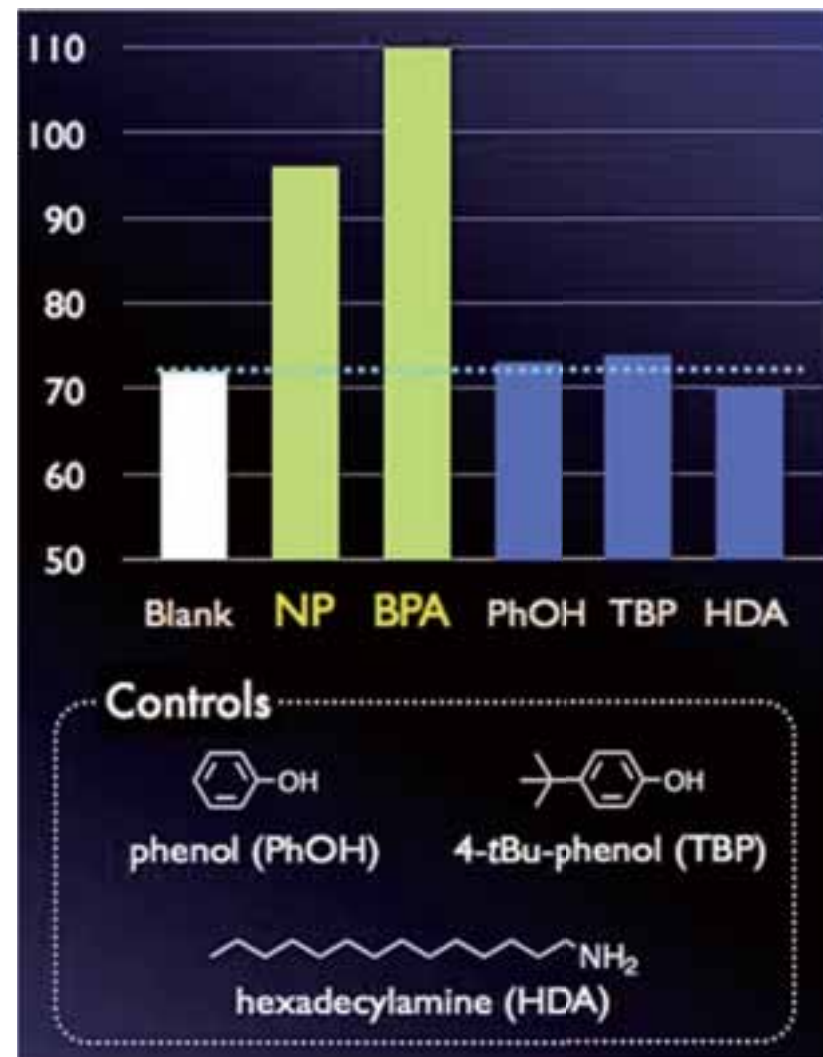
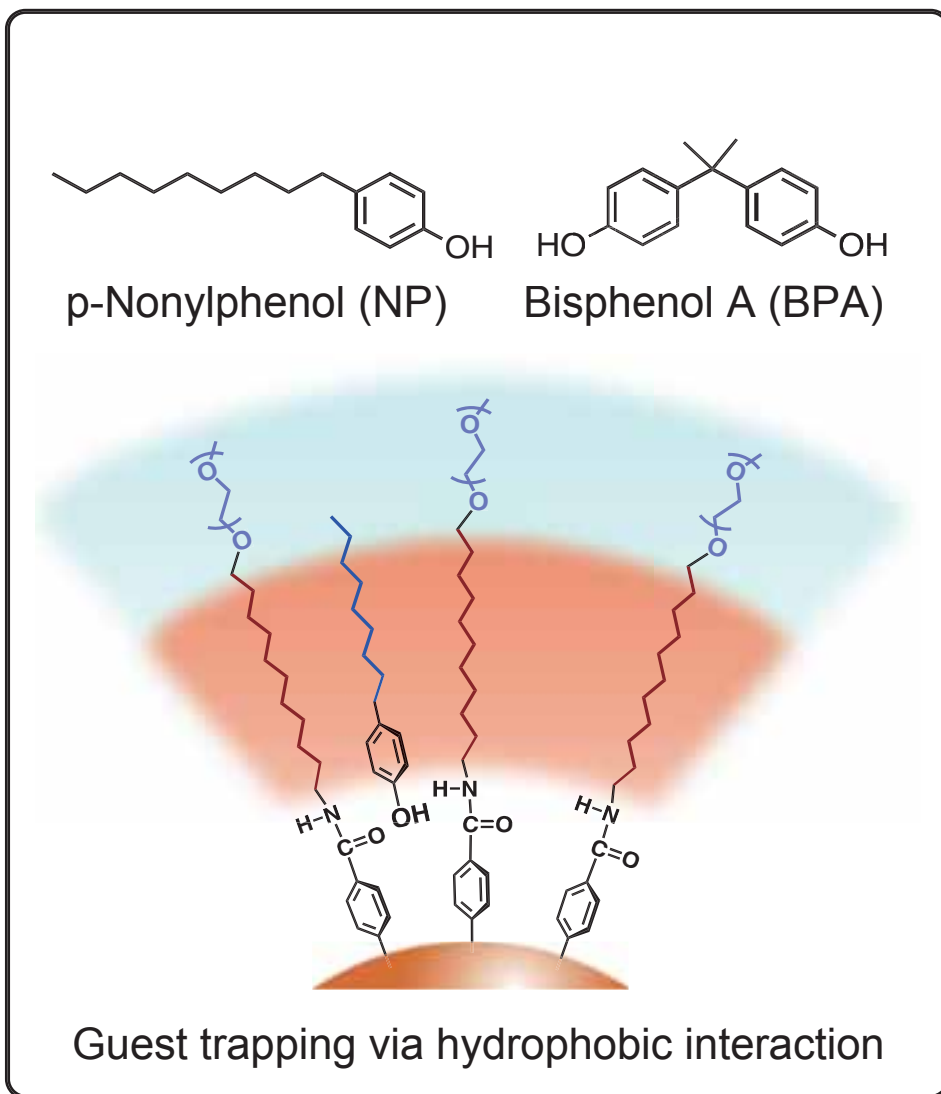


高い選択性



中性水溶液中で高い感度を示す (detection limit: 70 nM ~ 4 ppb)

環境ホルモン性フェノールの検出



疎水性フェノールに対して高い選択性

従来技術とその問題点

重金属イオンや環境ホルモン系有機物の分析

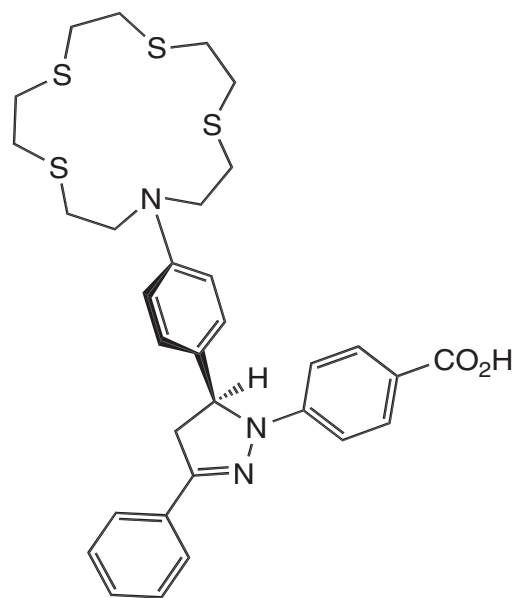
- クロマトグラフィー、質量分析等が主流
 - 高価かつ大掛かりな分析装置が必要
 - 高塩濃度では使用できない場合がある
- 等の問題がある

吸収スペクトルや蛍光スペクトルなどの分光学的手法を用いた「化学センサー」は、簡便で原理的には小型化も可能である

→ただし選択性、特異性が要求される

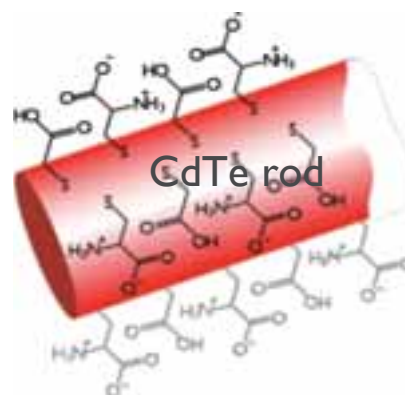
銅イオン検出用蛍光センサー(これまでの例)

有機系色素

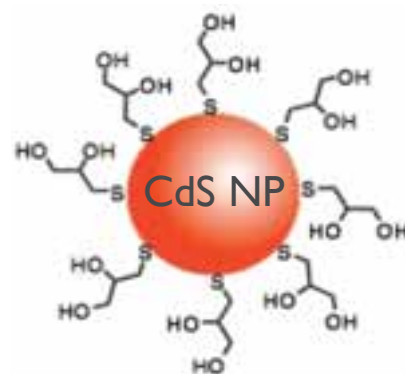


PNAS, 2005, 102, 11179

無機半導体系



Chem. Commun., 2005, 4184



Anal. Chem., 2002, 74, 5132



Chem. Commun., 2003, 4184

発光消光
(クエンチング)

新技術の特徴・従来技術との比較

吸収スペクトルや発光スペクトルなどの分光学的手法を用いた化学センサー

従来の化学センサー	当該新技術
有機系色素 (光退色性など安定性に問題あり)	無機系色素の利用(高い安定性)
選択性が高くない	特定のターゲットに対する 高い選択性
負の応答を示す場合が多い (夾雑物の影響を受けやすい)	著しい正の応答
有機溶媒を用いる必要がある場合が多い 共存塩の影響を受けやすい	水溶液系で利用可能、緩衝液も可

想定される用途

- 環境水、海水サンプルなどの分析を想定して、
 - 多サンプルの一括スクリーニング
 - 定点観測
 - オンサイト分析
- 生体中での銅イオン(アルツハイマーとの関連が指摘されている)の分布状況を調べるためのプローブとしての医学的応用

想定される業界

- 利用者・対象

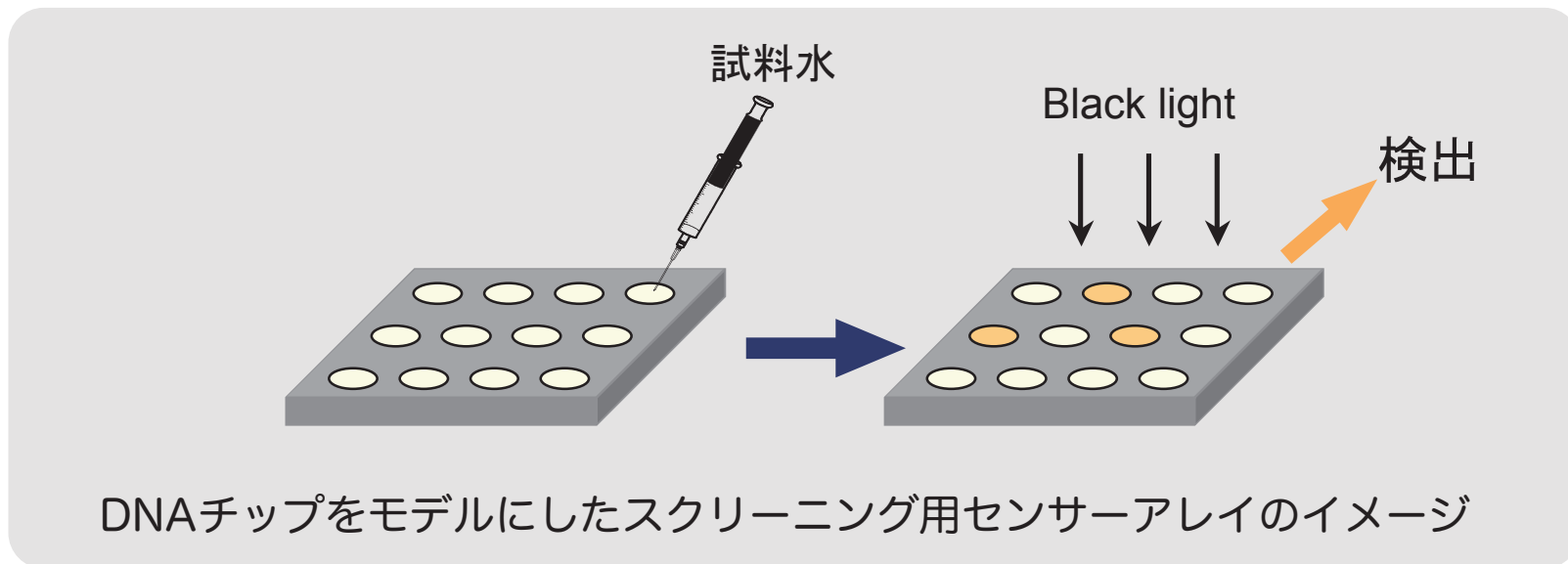
環境モニタリングを請け負う研究所、企業等
金属を扱う製造工場での簡易検査
JICA（途上国向けの検査キット）

実用化に向けた課題

- 基礎研究レベルで溶液中での安定性に問題が無いところは確認済み。
- 銅イオンについては、通常の実験では問題ないレベルであるが、銀や水銀イオンと競合する。この点の解決を目指している。
- ビスフェノールについては、応答性能(感度)が決して高くないので、今後分子設計を工夫して、より性能が高い系を探索中

企業への期待

- DNAチップのようなキット化ができるとより簡便で有効なシステムが組みあげられると期待している
- できるだけ外部に暴露しないクローズドなシステムを構築したい



小型分析キットなどの技術をもつ企業との共同研究を希望

本技術に関する知的財産権

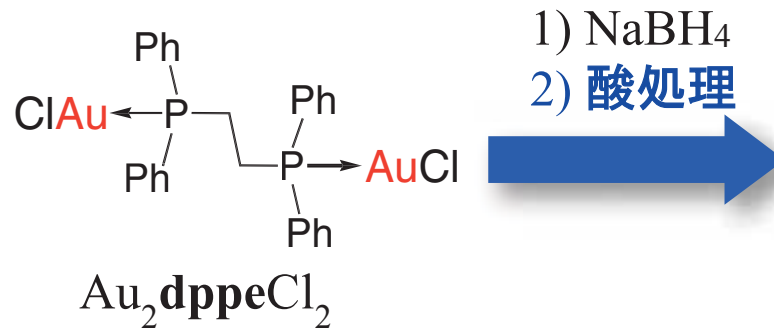
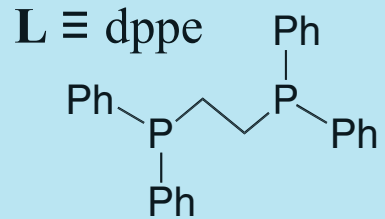
- 発明の名称： ナノ粒子化合物、この化合物を用いる金属イオンの検出方法及び除去方法
- 出願番号： 特開2007-238558
- 出願人： 北海道大学
- 発明者： 小西克明

新技術の基となる研究成果・技術

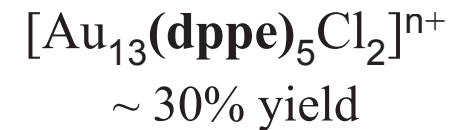
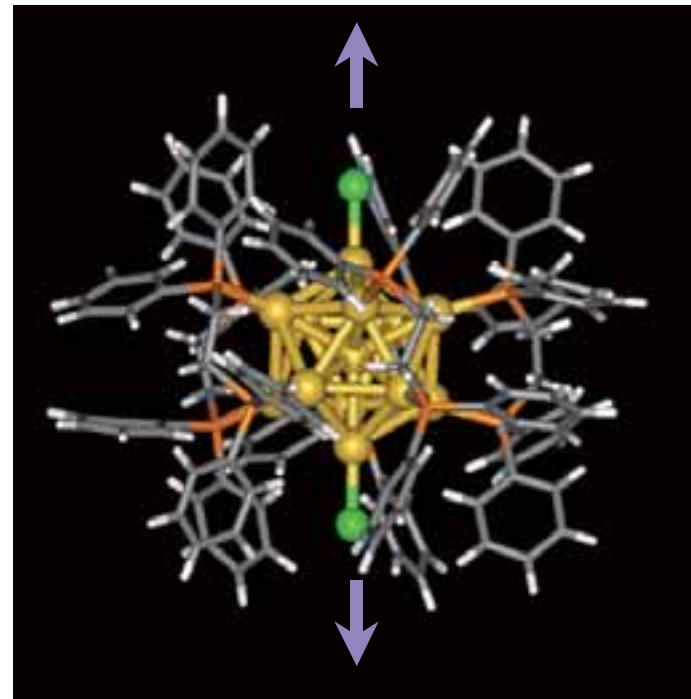
特異な光化学特性を示す金属ナノ粒子、半導体ナノ粒子など無機系の発色、発光色素の開発

- ★ 合成法および表面修飾法の開発
- ★ 無機表面での外部ゲスト物質との相互作用・反応に関する基礎研究
- ★ 化学センサーとしての応用に向けた光化学応答系の探索、およびメカニズムの解明

Au₁₃クラスターの簡便合成方法

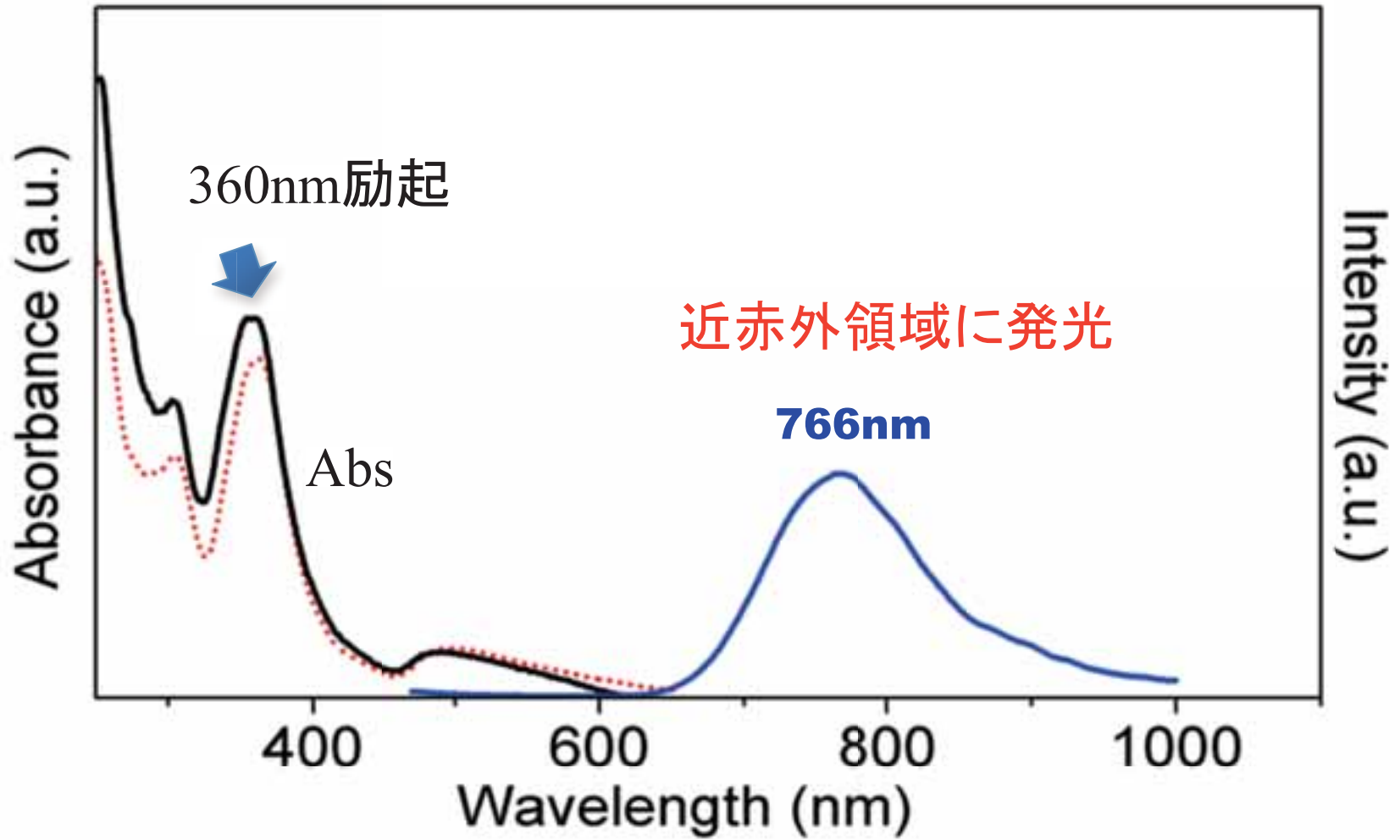


- ・触媒への応用
- ・光物性の利用



特願2009-074237

Au₁₃ クラスターの光物性



本技術に関する知的財産権

- 発明の名称： Au_{13} クラスタ及び金クラスタの製造方法
- 出願番号： 特願2009-074237
- 出願人： 北海道大学
- 発明者： 小西克明

お問い合わせ先

北海道大学 産学連携本部

産学連携マネージャー 城野 理佳子

TEL 011-706-9559

FAX 011-706-9550

e-mail kino@mcip.hokudai.ac.jp