



「認識化合物の設計および化学センサの開発」 「 ^1H 核磁気緩和時間を利用する物性評価法の確立」

体内では、人間が生きていくうえで欠かすことのできない重要な役割を、金属イオンが果たしています。そのため、金属イオンを測定しバランスの崩れを調べて体内の障害を診断することが、生体機能を見守るために重要であると言われるようになってきました。当研究室では、「目的のイオン・分子だけを認識・識別する分子道具」を設計・合成しています。つまり、特定イオン・分子を捕まえるピンセット・ディスク・タコを分子レベルで作っています。また、光・熱や試薬などによる刺激を外部から与えることによって機能が変化する分子道具の創製にも取り組んでいます。そして、実用的な化学センサとしての活用を目指し、実際に化学センサとして汎用されているイオン選択性電極や蛍光プローブとしての性能評価を行っています。

一方で、センサ部分の物性評価にも精力的に取り組んでいて、MRI にも使われている ^1H 核磁気緩和時間を利用する物性評価法の確立を目指しています。これにより、これまで視覚的には分かっていた違いを数値評価できるようになってきています。

センシング機能分子(ケミカルプローブ)の設計と合成を研究の核とし、その評価、デバイス化までの総合的な研究を展開しています。社会の求める実用的センサ開発を目指し、原理・機能・応用を追求するため、有機化学・分析化学・配位化学・計算化学・電気化学・ナノテクノロジー・高分子化学・物性化学などにまたがる分野融合型の研究を行っています。

環境・医療計測用イオンプローブ

生体膜において特定のイオンの透過性を増加させる能力を持つ脂溶性分子(主に抗生物質)=イオノフォアは、環境・医療分野でイオン選択性電極および生化学自動分析装置用イオンプローブとして着目されています。バリマイシンやナカチン(環状抗生物質)などの天然イオノフォアに対し、クラウンエーテルは人工イオノフォアの代表例です。私は分子軌道計算を用いて配位空間を設計することにより、簡易な構造ながら天然イオノフォアを上回る機能を発揮させることに成功しています。

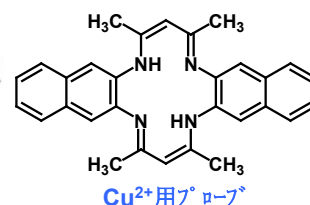
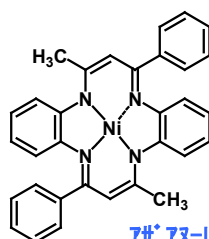
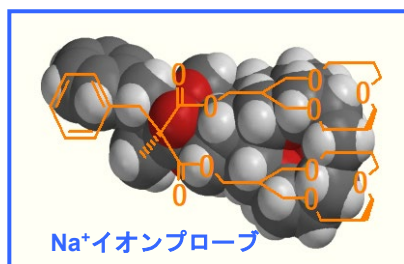


イオン選択性電極



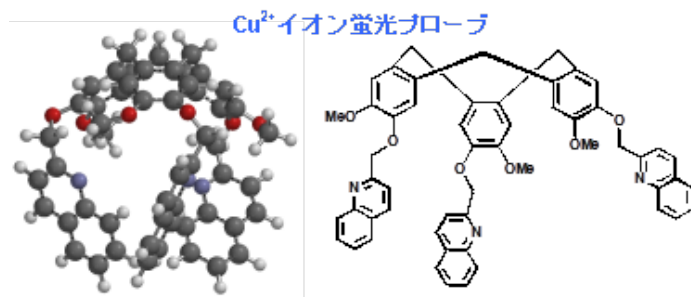
生化学自動分析装置

例えば、開発した下左図 Na^+ イオンプローブは、生化学自動分析装置での血液などの生体試料測定に使用可能です。また、「宝石箱」や「蝶」のような身の回りのモノを分子レベルで創製しています。下右図「蝶」分子は、イオン選択性電極用 Cu^{2+} イオンプローブ(特許 2008 年 4 月 18 日取得)として機能するだけでなく、その Ni 錯体(下中央図)はアニオン用プローブとして使用できます。



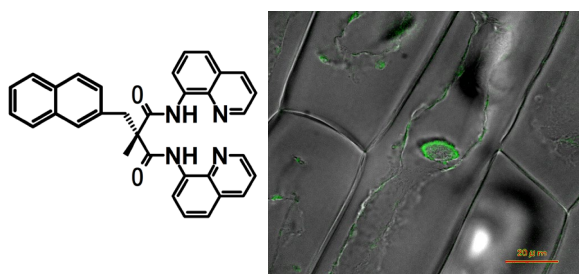
蛍光プローブ（認識プローブ）

センシング化学の分野では、適切な構造空間を設計し、目的とする分子・イオンを捕捉するばかりでなく、光や電気といった応答性の検出をも可能としています。しかし、そのほとんどは、高濃度の目的分子・イオン存在下で初めて応答します



私はイオンを包含するための剛直な構造と鋭敏性を発現する柔軟な構造を併せ持つ適切な構造空間を設計し、感度良くイオンを認識する左図のようなCTV誘導体と呼ばれるタコ分子を、蛍光プローブとして創製しています。このCTV誘導体は最近注目され始めていて、今後、新たな機能性材料としての利用が期待される分子です。

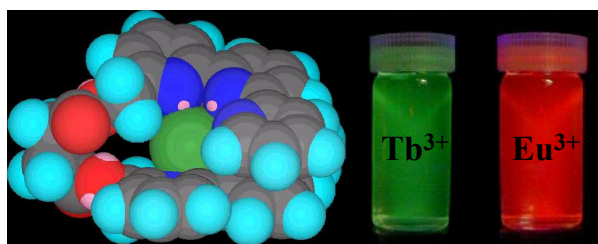
食物用 Zn²⁺センサー（蛍光顕微鏡図）



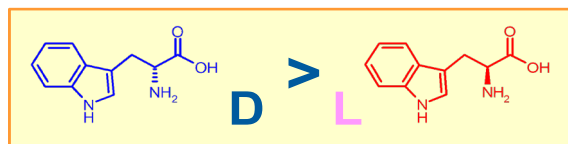
さらに、置換基による微少な構造空間変化を識別能調節に利用した高性能な蛍光プローブの開発も目指しています。例えば、左図のマロナミドは、イオン捕捉による微少な構造空間変化を応答信号として検出し、人間にとって摂取が不可欠な亜鉛イオンの食物細胞中の存在を可視化できる蛍光プローブです。

視覚化蛍光プローブ

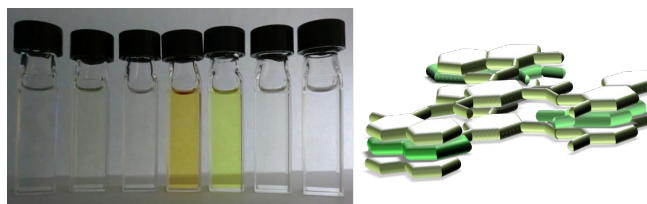
また、右図のような目視でイオン検出できる発蛍光型蛍光プローブの開発にも成功しています。さらには、最近、AIE特性を有する下図のような発色型分子認識化合物の創製にも成功し、医薬品の抗生物質に多用されているアミノキノリンを識別できるのみならず、アミノ酸のキラル認識も可能であることを見つけています。



アミノキノリン認識



キラル認識

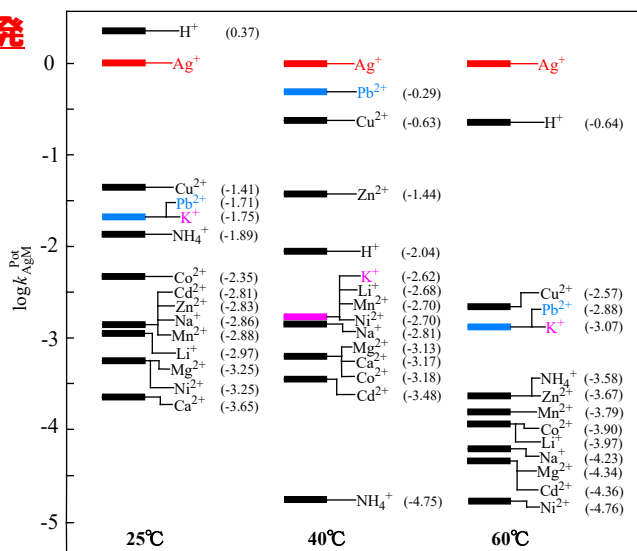


生体機能模倣型(温度可変型)デバイスの開発

一方で、液晶の分子配向性変化をセンシング機能変革に利用した温度可変型デバイスの開発という、非常に独創的なセンシングマテリアルも展開してきました。サモロビツク液晶の「温度可変型分子配向性変化」という特性を、実用的なイオン選択性電極（ISE）の感応物質に付与し、センシング膜中でこの特性が発現できることを初めて実証しました。（許権 2006 年 10 月 6 日取得）

この化学センサーは、35℃前後で認識するイオンがスイッチするという生体機能模倣型デバイスです。

温度によるイオン識別能変化



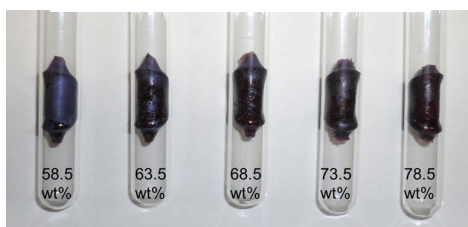
¹H 核磁気緩和時間を利用する新規物性評価法の確立

＜平成 25 年度～平成 27 年度科学研究費助成事業 基盤研究(C) 研究課題番号 25410155＞

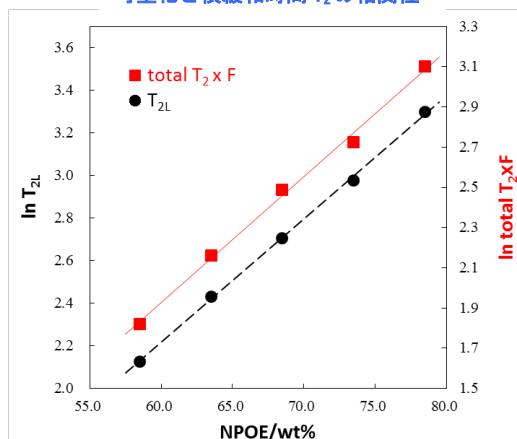
上記のような認識化合物を用いる化学センサーを開発する時の問題点の 1 つは、センシング材料中でのセンシング能の発現です。これは、センシング材料中で、認識化合物あるいはその他の物質が凝集体を形成したり相互作用することによって予期せぬ性能を発現するためです。つまり、デバイス化の研究において、構成成分の個別の物性評価だけでなく、センシング材料中での各構成成分の物性評価は必須と言えます。

パルス NMR は、パルスに対する応答信号を検出し、物質の ¹H 核磁気緩和時間を測定することができる分析装置です。私はパルス NMR を用いて柔剛性と相関がある横緩和時間 T_2 を測定することにより、従来手法では説明できなかった液膜型イオン選択性電極膜(下図)の可塑化や柔剛性の数値評価(右図)を実現しました。

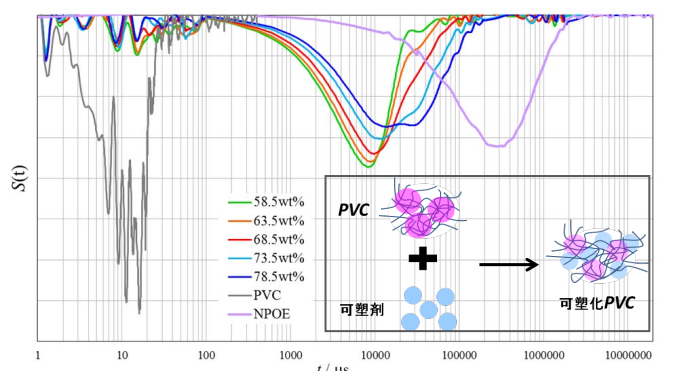
可塑化の異なるイオン選択性電極膜



可塑化と横緩和時間 T_2 の相関性



イオン選択性電極膜の正規化微分スペクトル



さらに、浦濱圭淋氏(兵庫県立大学大学院工学研究科 連携客員教授)と共に、左図のように、FID シグナルから正規化微分スペクトルを得るという数値処理により、構成成分間の相互作用の可視化にも成功しています。このような手法は世界的に報告例がなく、様々な材料への適用も含め、評価法の早期の確立が望まれています。

また、別の研究では、下部臨界溶解温度を示す PIPA ポリマーを用いた電極膜の物性変化の数値化も実現していて、この評価法の様々な材料への応用性が期待されています。

特許出願

- (1) 「**液晶分散型簡易イオン選択性電極センサならびにそれを用いた素子**」 2001 年 11 月 16 日出願
- (2) 「**アザアヌーレン誘導体からなるイオノフォア、感応膜、およびそれを用いたイオンセンサ**」
2003 年 5 月 9 日出願
- (3) 「**イオン感応物質およびそれを用いる方法**」 2003 年 12 月 25 日出願

特許取得

- (1) 「**液晶分散型簡易イオン選択性電極センサならびにそれを用いた素子**」 2006 年 10 月 6 日取得
- (2) 「**アザアヌーレン誘導体からなるイオノフォア、感応膜、およびそれを用いたイオンセンサ**」
2008 年 4 月 18 日取得

【 略歴 】

1991 年大阪大学工学部応用精密化学科卒業
1993 年大阪大学大学院工学研究科博士課程応用精密化学専攻前期課程修了
1996 年 〃 後期課程修了，博士(工学)の学位取得
 (1993-1996 年日本学術振興会 特別研究員)
1996 年大阪工業大学工学部応用化学科 講師
2002 年大阪工業大学工学部応用化学科 助教授
2007 年大阪工業大学工学部応用化学科 准教授
2017 年大阪工業大学工学部応用化学科 教授
2021 年 11 月 大阪工業大学教育センター長 (兼務)
現在に至る

大阪工業大学工学部応用化学科森内教授室
〒535-8585 大阪市旭区大宮 5-16-1
Tel : 06-6954-4279 ←変更になりました
Fax : 06-6957-2135

森内隆代准教授の研究室 認識化学・物性解析研究室を紹介します！

更新日 2024. 8. 29.

私達は「認識化合物の設計および
化学センサの開発」に取り組んでいます！



2023 年度メンバーです！

2024 年度は、卒業生も活躍です。

2024. 8. 25. 2004 年院卒帯田美奈子氏が 大宮キャンパスのオープンキャンパスにて
フリーアナウンサー八木早希(客員教授)と森内教授の3名で
OIT Girl's Talk 女子トークセッションを実施しました！（盛況でした）



2023 年度は、ようやくコロナがあげ、以前の研究室が少し戻ってきた 1 年でした。

2023. 11. 13, 15. 応用化学科ソフトボール大会復活！ 見事、準優勝しました。



過去の先輩方の活躍

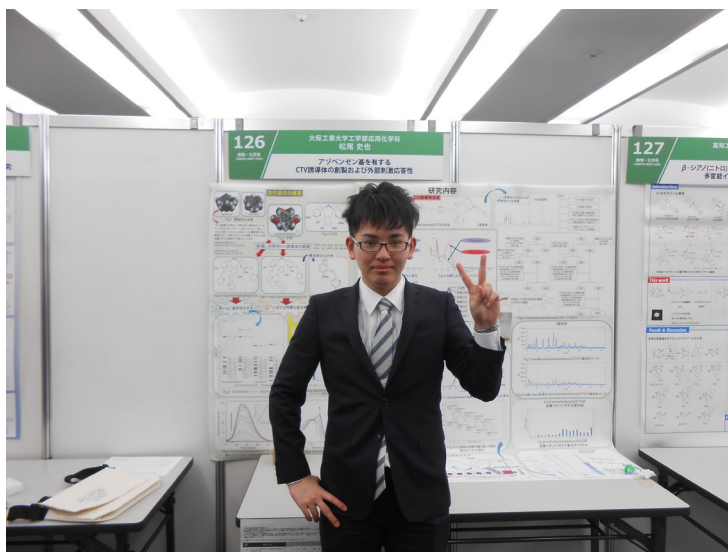
2017 年度のメンバーの活躍です。

2017. 12. 8. M1 東角彰久君が 2017 年度第 1 回工学部長表彰にて学芸賞を受賞しました！



2015 年度のメンバーの活躍です。

2016. 3. 5. B4 松尾史也 君が 第 5 回サイエンスインカレ本選に出場し、卒業研究部門で
ポスター発表を行いました！

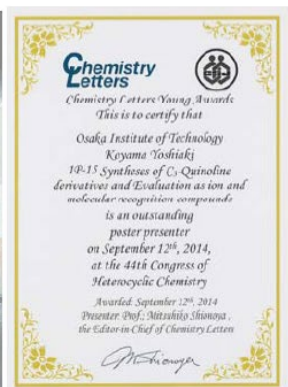


2014 年度のメンバーの活躍です。

2015. 2. 28. B4 國光葵さんが 第 4 回サイエンスインカレ本選に出場し、卒業研究部門で
ポスター発表を行いました！



2014. 9. 12. M2 小山孔明君が 第 44 回複素環化学討論会にて優秀発表賞である
Chemistry Letters Young Awards を受賞しました！



2014年9月10日
第44回複素環化学討論会にて
Chemistry Letters Young Awards賞

2014年12月1日
2014年度第1回学長表彰にて
学芸賞(個人)