

2020（令和2）年度

共生応用化学コース

エネルギー変換材料化学研究室
第8研究室

研究テーマ

エネルギー変換材料化学研究室（第8研究室）では、光・電子材料としての機能を含め多様で特異な機能性を持った低分子から高分子までの材料の開発（合成法の開発、材料の機能化や機能発現機構の解明）を行っています。

主な研究テーマとしては、下記の内容があります。

- （1）有機金属錯体や低分子の有機化合物からなる発光・ホスト材料の創製と有機ELデバイスへの応用
- （2）3Dプリンターなどに使用可能なフォトポリマーや光開始剤の開発とそれらの反応機構の解明
- （3）精密重合による構造規制された高分子合成
- （4）表面特性が制御された機能性高分子材料の創製

ゼミでは、実験の進捗状況の報告、関連する文献の紹介などを行っています。

研究手法

研究手法としては合成に留まらず、評価や解析までを行っています。

- i) 新規有機分子や高分子の合成
- ii) 吸収, 蛍光, 円偏光二色性, レーザー分光, 時間分解分光, DSC, TG-DTAを用いた物性測定
- iii) NMR, GPC, 動的光散乱, 電子顕微鏡を駆使した構造解析
- iv) 単結晶, X線および中性子散乱解析による分子レベルでの構造解析
- v) 有機EL, 有機デバイス作製

企業や国内外の様々な研究グループとの共同研究を行っています。

当研究室で最先端の材料化学研究を体験してみませんか？
スタッフ, 学生一同, やる気に満ち溢れた人を歓迎します。

分子の設計士と建築士を目指して



実践先行

“Catch the Interesting While Running”

Run whole heartedly and new seeds shall be found.
Practice first! Otherwise, only empty theories are left.

(Prof. Teruaki MUKAIYAMA)

有機化学，高分子化学だけではなく，物理化学，無機化学，界面化学，生化学など学際的なエッセンスを抽出し，組み上げることで，機能美を追求しながら，機能性有機材料・高分子材料を設計，合成，評価することを目標とする。

有機エレクトロニクス

1. OLED (Organic Light Emitting Diode) 有機EL

- a. 蛍光型
 - b. りん光型
 - c. 熱励起遅延蛍光型
- フルカラータイプ
白色照明タイプ
フルカラー(3色混合)
2色混合
白色型

ECL: Electrochemical luminescence

2. 有機太陽電池

- a. 有機薄膜太陽電池
- b. 色素増感型太陽電池 (グレッツェル型太陽電池)

3. 有機トランジスタ

有機エレクトロニクス

1. 有機のメリット

- a. フレキシブルが可能
- b. 製造コスト・エネルギーの低減 塗布法
- c. 大面積化が容易
- d. 軽く薄いデバイスが可能
- e. 微細加工が容易
- f. 廃棄が容易・安全

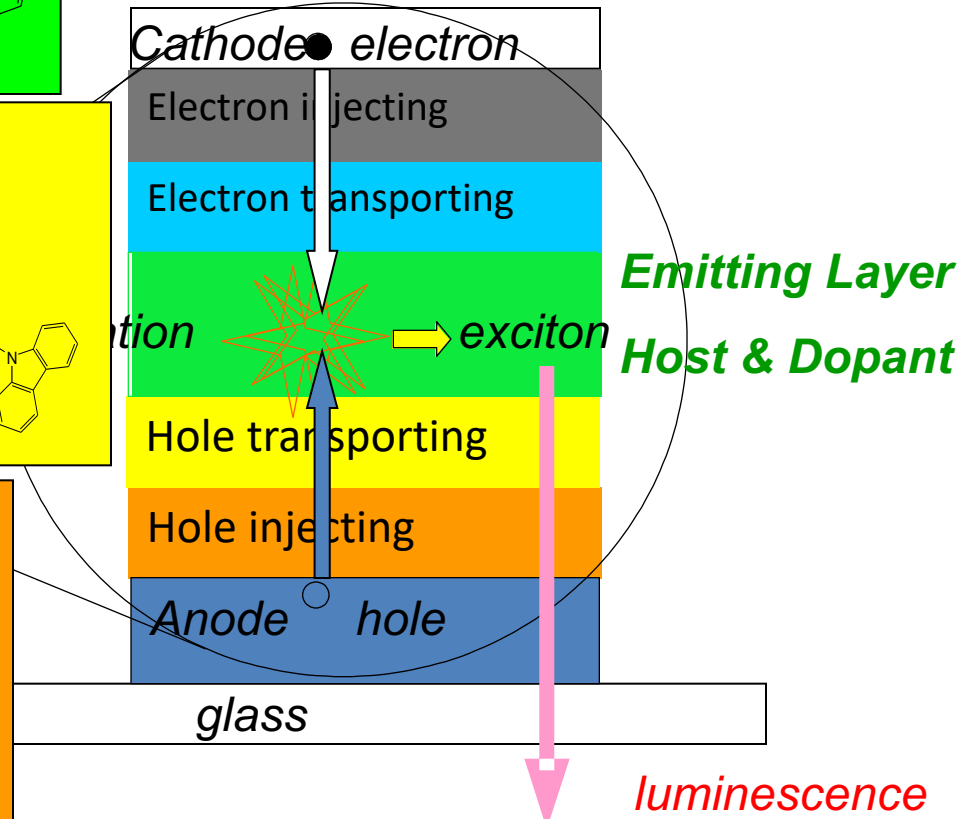
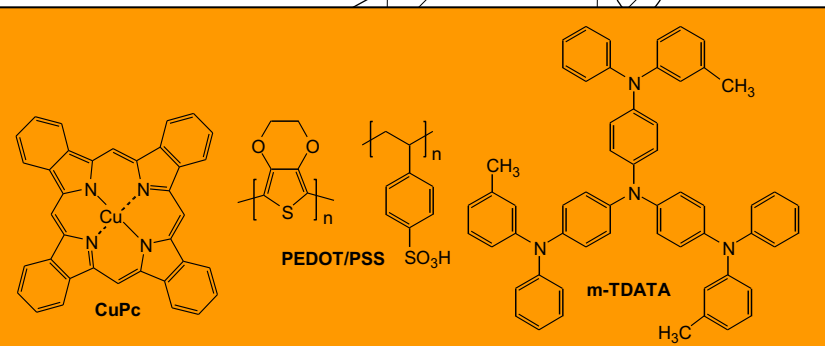
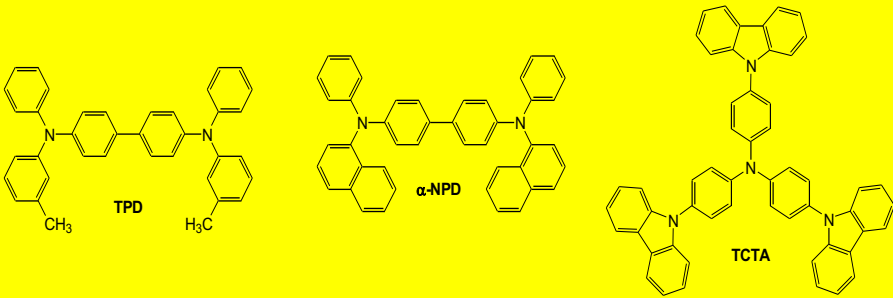
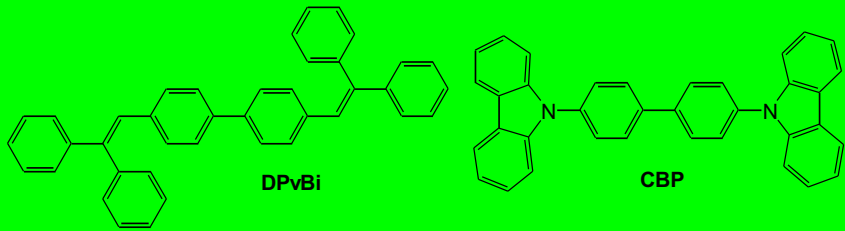
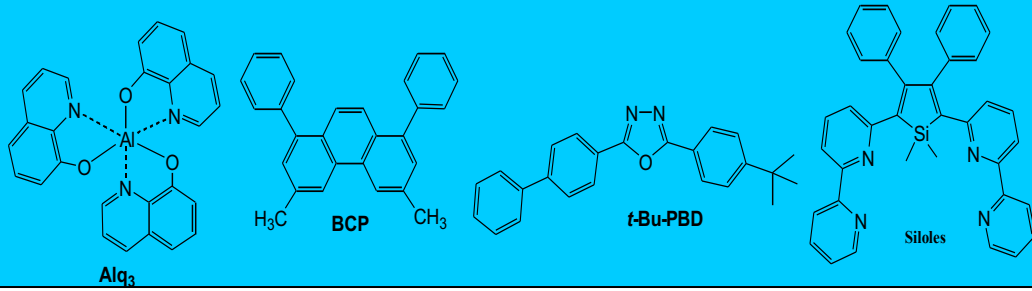
2. デメリット

- a. 電気伝導性が低い
- b. 耐熱性に乏しい
- c. 安定性が低い
- d. 短寿命である

課題に様々な角度から挑戦, 応用のみならず学理の解明をはかる

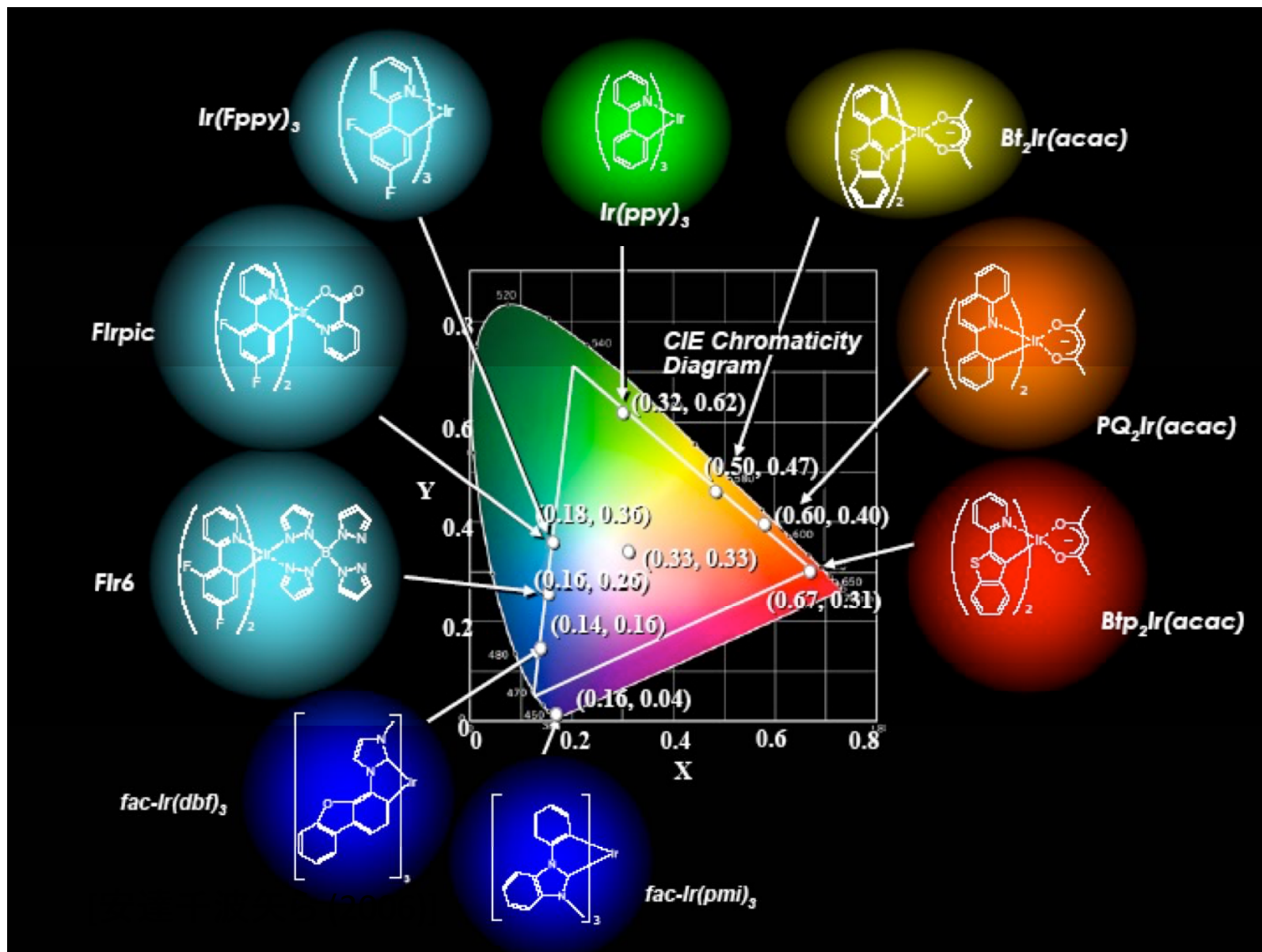
有機ELデバイス

- 速い応答性
- 広い視野角
- 低消費電力
- フレキシブルなデバイス

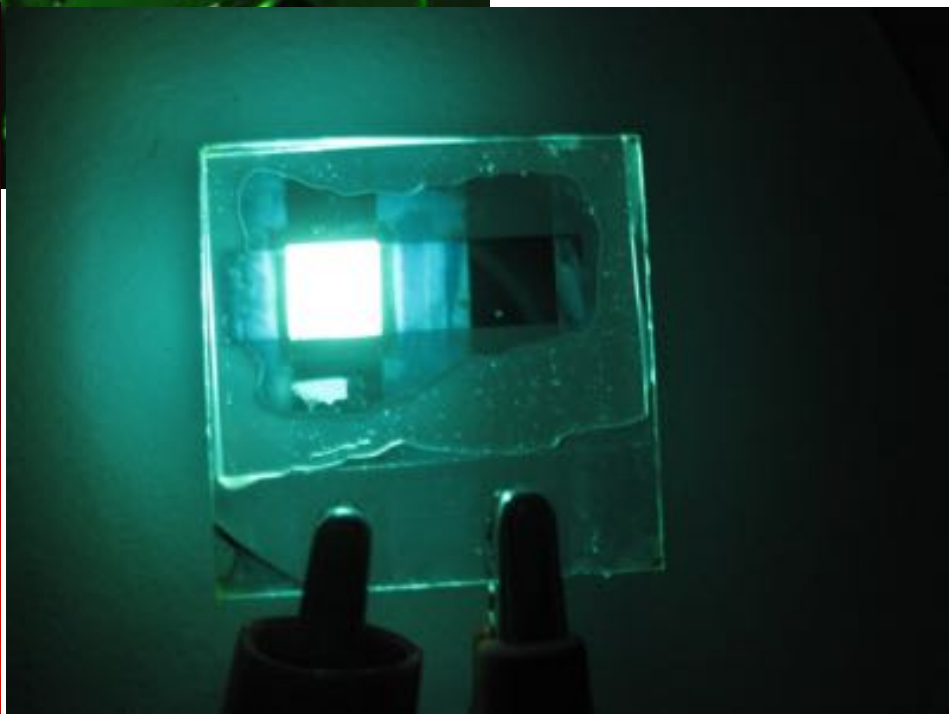
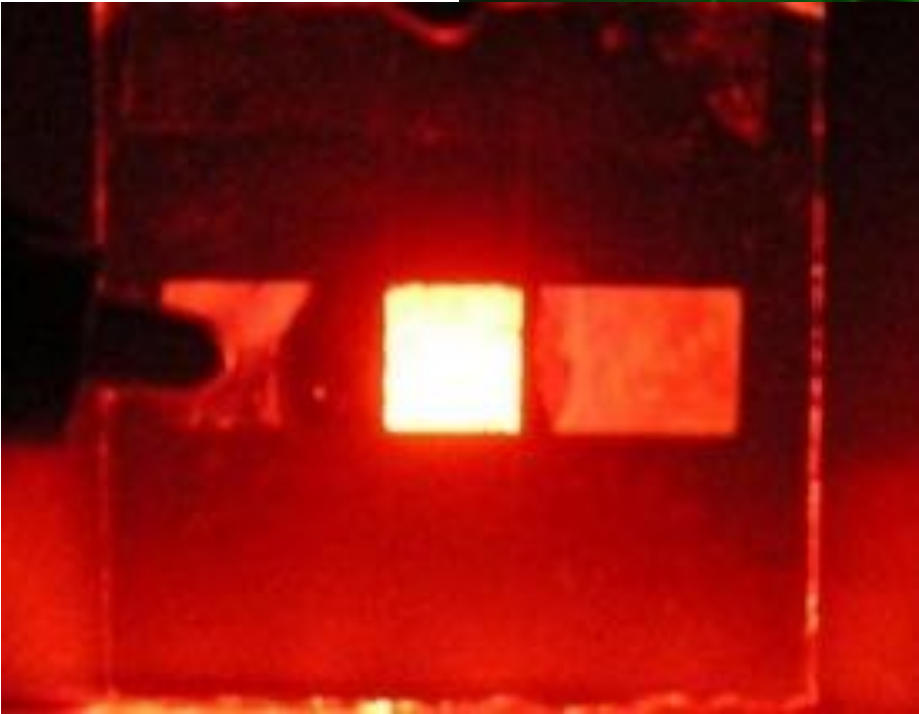
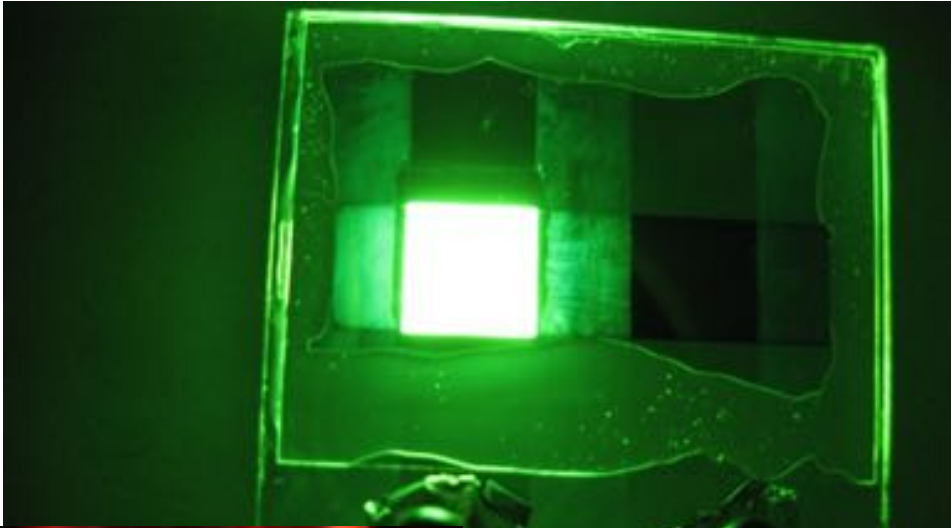


種々の発光色を示すイリジウム錯体

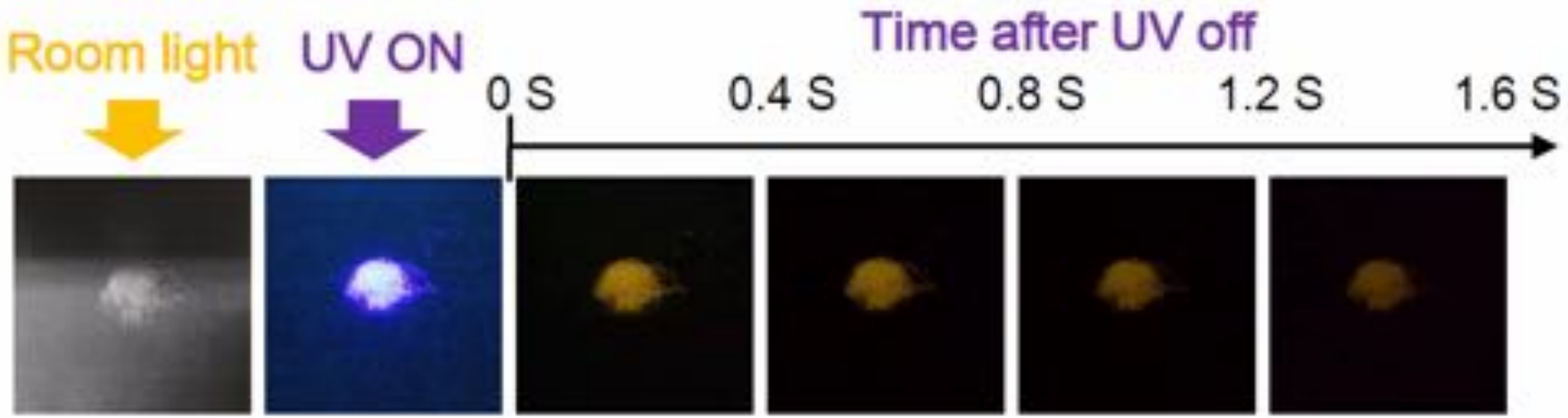
配位子の構造制御 ⇒ 発光色調整



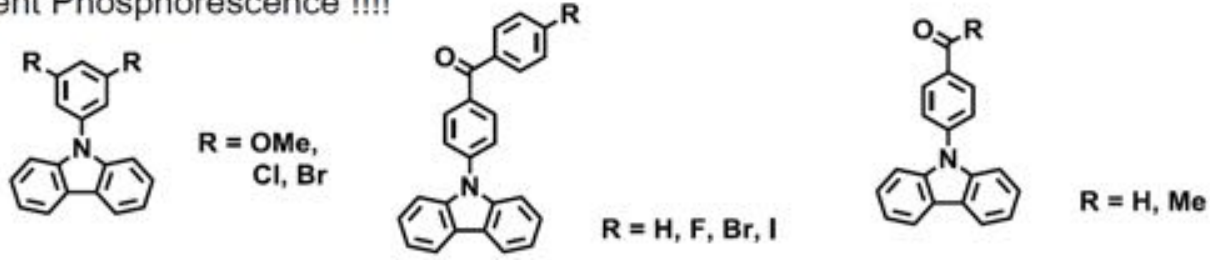
OLED: Organic Light Emitting Diode



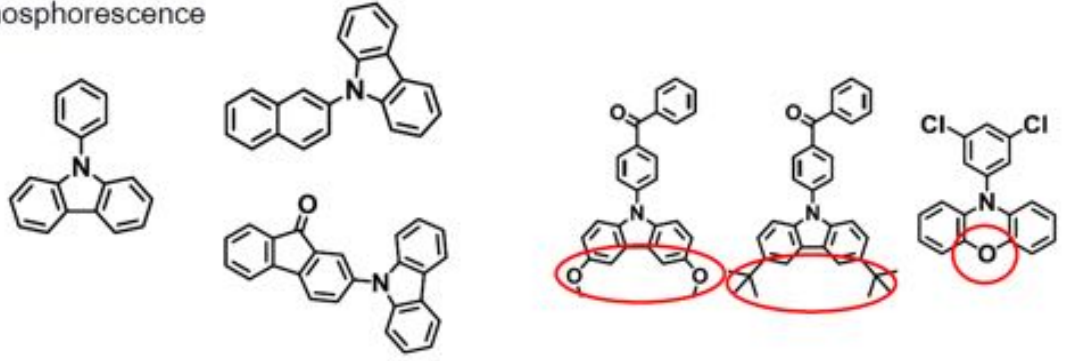
Persistent emission (蓄光)



Persistent Phosphorescence !!!!



No Phosphorescence

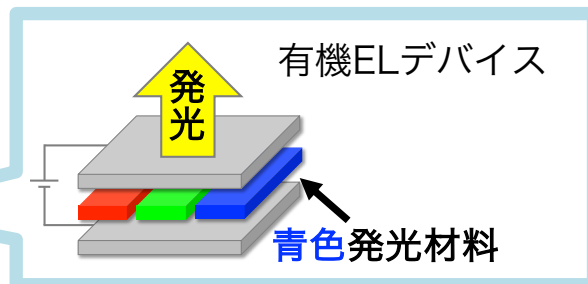


青色発光を示すセリウム錯体の合成

研究背景



有機ELディスプレイ



有機ELデバイスには
青色発光材料が用いられる

青色発光材料に求められること

- ・ 高い発光効率
- ・ 高い発光色の青色純度

<課題点>

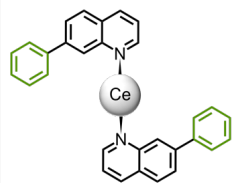
従来の青色発光材料は、発光効率は高いが、
原料が高価かつ青色純度が低い。



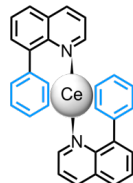
「セリウム錯体」

原料は安価かつ青色純度が高い
新たな青色発光材料として期待される

本研究



Ce(7-PQ)
92%



Ce(8-PQ)
86%

本研究では発光効率(%)が高く、青色純度も高い

新規セリウム錯体の合成に成功した

今後は発光特性の調査及びデバイス化による

応用評価を行っていく予定である

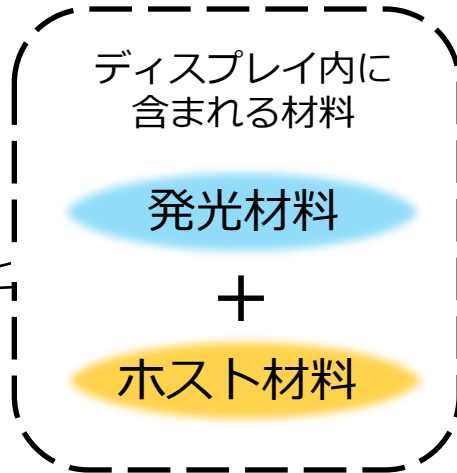
蓄光性を示す有機ELホスト材料

<有機ELディスプレイ>

ex. iPhone



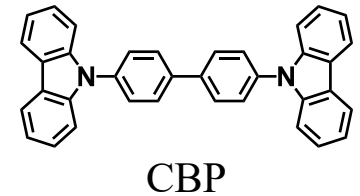
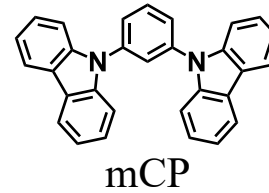
<https://www.apple.com/jp/>



<ホスト材料>

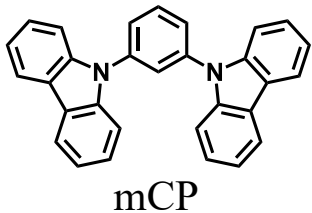
…発光材料をディスプレイ中に均一に分散する材料
普通は発光材料の10~20倍ほど入れる

ex.

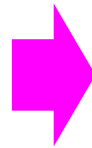


いくつかのホスト材料は蓄光性を示す

<ホスト材料と蓄光性>



UV ON



UV OFF



ディスプレイ上で蓄光性を示すと残光が邪魔をしてディスプレイの発色が悪くなる

ホスト材料が示す蓄光性と有機ELディスプレイの発光効率の相関性を調査

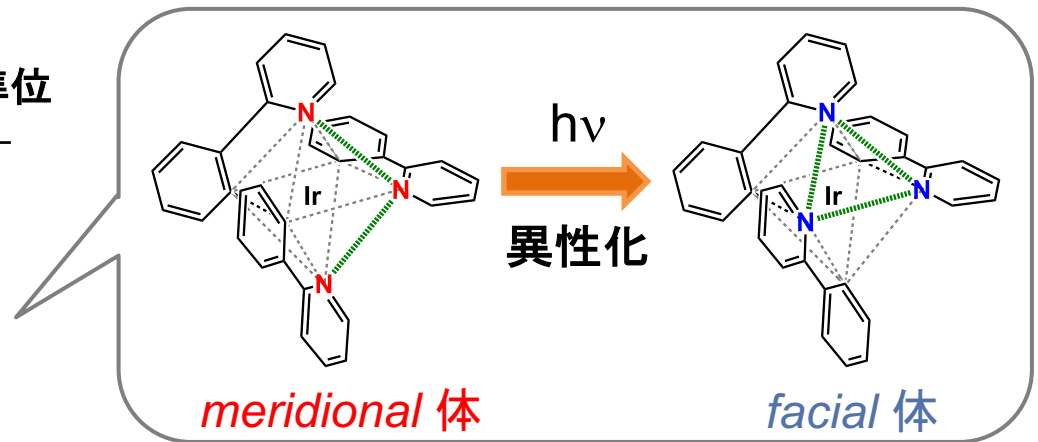
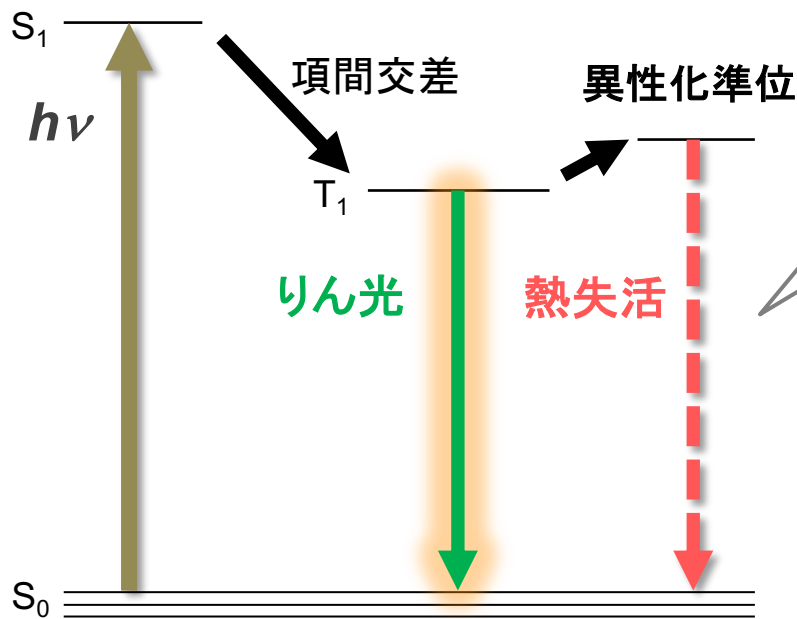
イリジウム錯体の異性化メカニズムの解明

□ イリジウム錯体

有機ELデバイスの発光材料として注目される

- ・室温下において、高効率なりん光発光を示す
- ・配位子を変えることで、りん光発光色を幅広く調節可能

➤ 問題点: 熱失活によりエネルギーロスが生じ、発光効率が低下する



Point

異性化 = 発光を妨げる過程

異性化メカニズムの詳細は未解明

S: 一重項、T: 三重項

工業製品に利用されている高分子分散材料



エマルジョンや微粒子は高付加価値材料としての研究が進んでいる。

工業的に利用される材料開発に係るテーマを設定している

M2

- ・ブロックコポリマーを用いた体外診断薬用ラテックス粒子
- ・表面開始ATRPによる発泡ナノ粒子の作製
- ・高分子ミセルを用いた白金族金属の分離回収
- ・異方性高分子中空微粒子の作製

ブロックコポリマーを用いた体外診断薬用ラテックス粒子

体外診断薬とは...

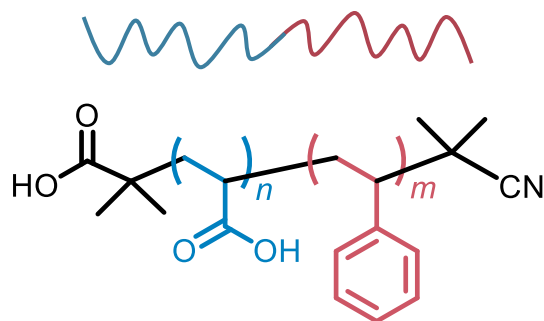
抗体抗原反応により血液や尿から抗原を検出し、病気を判断する医薬品

粒子作製に用いる
ブロックコポリマーの合成

ラテックス粒子の作製

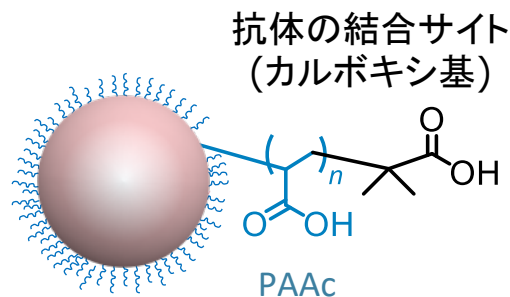
化学結合法による
タンパク質固定化

粒子作製の際に
界面活性剤として利用



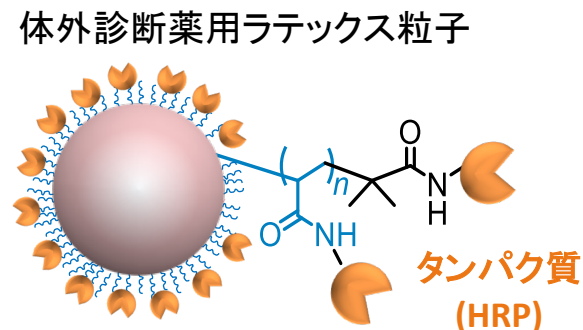
PAAc-*b*-PSt

抗体結合サイトを多数有する
ラテックス粒子の作製



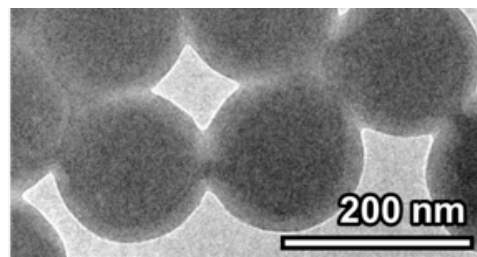
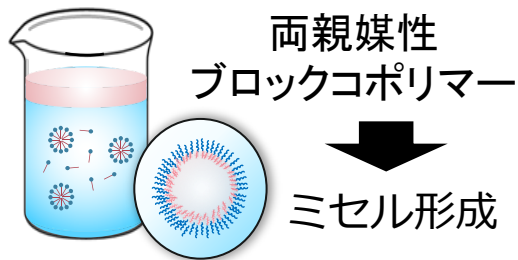
PSt latex particles

カルボキシ基の活性化
によるタンパク質固定化



Protein-binding PSt latex particles

油相
水相



タンパク質
固定化に伴う
呈色反応

TMB



表面開始ATRPによる発泡ナノ粒子の作製

< 発泡材料 >

空気を内包する材料
断熱性や軽量性に優れる



梱包材

<http://matsuyasyokai.shop-pro.jp/?pid=24997571>



自動車材料

<http://www.sekisuiplastics.co.jp/exhibition/14ipf/exhibition.html>

< 発泡材料中の気泡サイズ >

従来の発泡材料 微細化 ナノ気泡の発泡材料

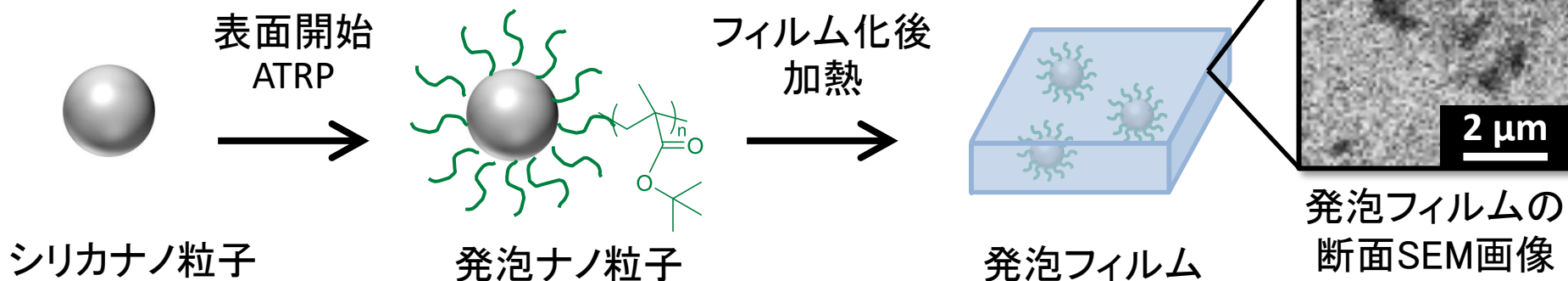
マイクロサイズ以上 ナノサイズ

断熱, 脆弱 高断熱, 強靱, 透明

< ナノ気泡へのアプローチ >

粒子を加えて発泡させることにより気泡が微細化
本研究ではこの効果を高めるために、
シリカナノ粒子表面への発泡ポリマーの導入を試みる

< 実験概要 >

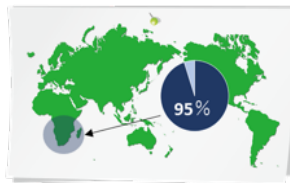


高分子ミセルを用いた白金族金属の分離回収

● 白金族金属・・・Pt, Pd, Rhなどの総称



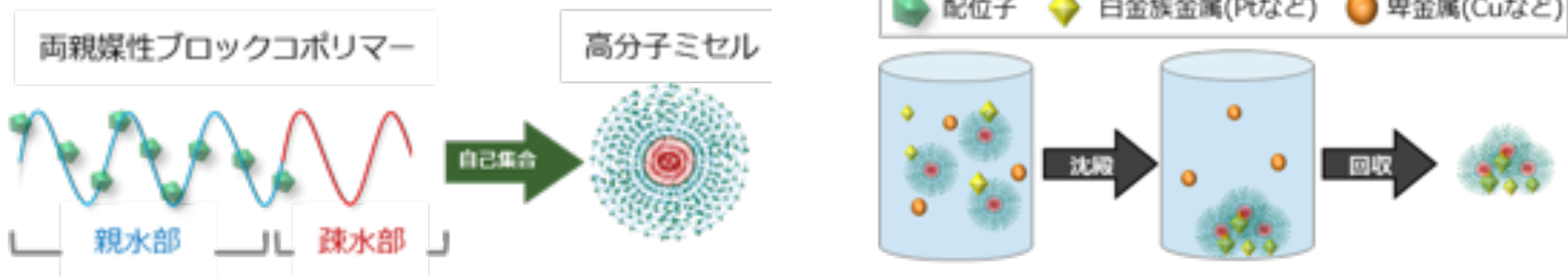
利点 高い触媒活性
自動車の排ガス浄化触媒などに利用



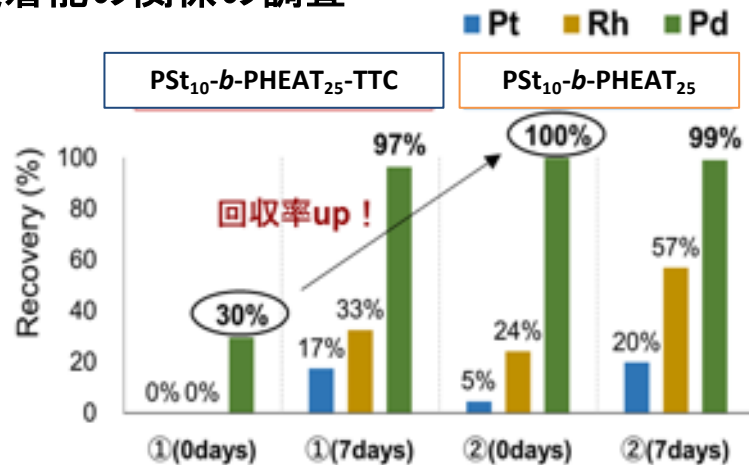
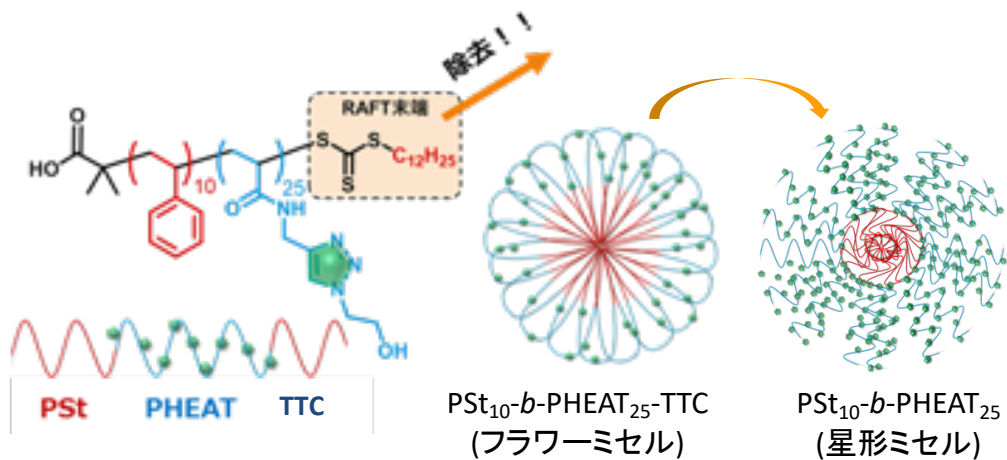
課題 産地が偏在・高価
使用済み製品からのリサイクルが必要

従来の分離回収法において環境負荷などの課題がある

● 高分子ミセルを用いた沈殿分離法 ●●● **解決策**



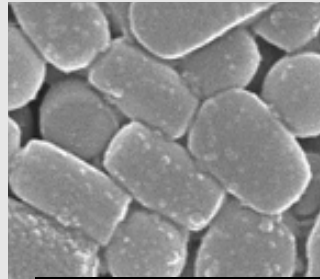
高分子ミセル形態と白金族金属吸着能の関係の調査



異方性高分子中空微粒子の作製

◆ 形状異方性粒子

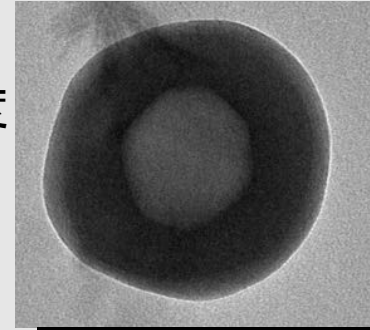
流体力学特性に影響し、**粒子の配向制御**やそれによる構造色の発現などを促す



1 μm

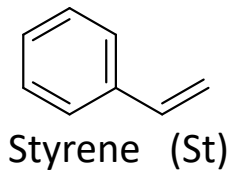
◆ 中空粒子

中実粒子と比較して密度が小さく、**分散性が高い**また、二重界面を持ち、**光を散乱しやすい**



100 nm

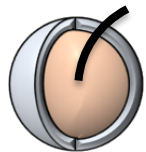
形状異方性かつ中空構造を併せ持つ高分子微粒子の作製



Dispersion polymerization

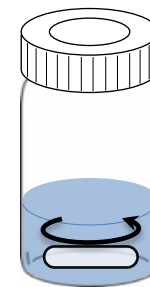
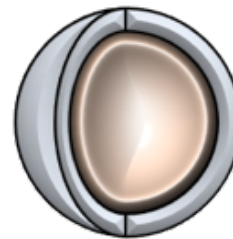


PMAA (MAA : methacrylic acid)



Alkali swelling

pH = 12-13



stirring ⁽¹⁾



Anisotropic hollow particle

Core-shell particle

Hollow particle

(1) Ref. Hideto Minami, et al., *Angew. Chem. Int. Ed.* 2018, 57, 9936–9940