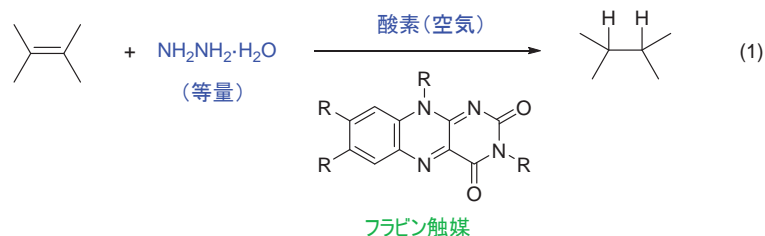




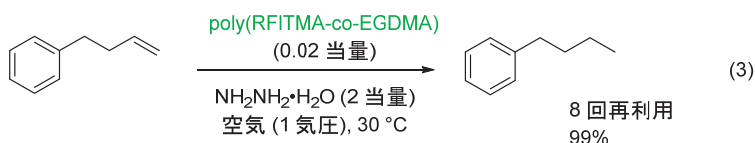
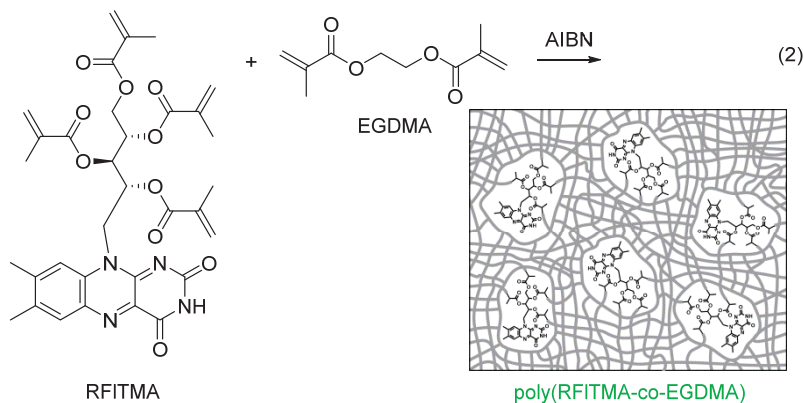
Faculty of Engineering  
Tokushima University

# 酸素酸化有機分子触媒の開発

[キーワード: 有機分子触媒, 酸素酸化反応, 高分子担持触媒] 教授 今田泰嗣



Org. Lett. **2010**, 12, 32; Chem. Eur. J. **2011**, 17, 5908;  
特許第 5076103 号 (20120907)



内容:

「有機分子触媒」は、生体触媒、金属触媒に次ぐ第三の触媒として、近年注目を集めている。医薬品や機能性材料を地球環境に配慮しながら大量かつ安全に効率よく生産するという社会のニーズに応えるためには、より高い触媒活性、取扱いの容易さ、高い立体選択性などの優れた特性を備えた「有機分子触媒」の開発が急務となっている。

我々は単純な有機分子であるフラビン分子を触媒とする環境調和型の酸素酸化反応を開発している。たとえば、フラビン触媒の存在下、抱水ヒドラジン(NH<sub>2</sub>NH<sub>2</sub>·H<sub>2</sub>O)とオレフィンとを空气中で反応させることにより、反応系中で生成するジイミド(HN=NH)を利用する新形式のオレフィンの水素化が行える(式 1)。この反応は水素ガスや遷移金属触媒を必要としない実用的なオレフィンの水素化手法である。

この手法の実用性をさらに高めるために、「多孔性フラビン高分子触媒」を設計・合成して、その機能評価を行っている。たとえば、メタクリル酸由来のpoly(RFITMA-co-EGDMA)(式 2)は効率の良いオレフィンの水素化触媒であり、8回の回収・再利用においてもその触媒活性は低下しない(式 3)。

これらの結果は、フラビン触媒のみならず、広範な「有機分子触媒」の高分子固定化に応用可能である。

分野: 合成化学

専門: 有機合成化学

E-mail: imada@chem.tokushima-u.ac.jp

Tel: 088-656-7407

Fax: 088-656-7407



# NMR分光法とクロマトグラフィーによる高分子分析の研究と その成果を応用した高分子合成

[キーワード: 重合, 高分子反応, 共重合モノマー連鎖] 教授 右手 浩一

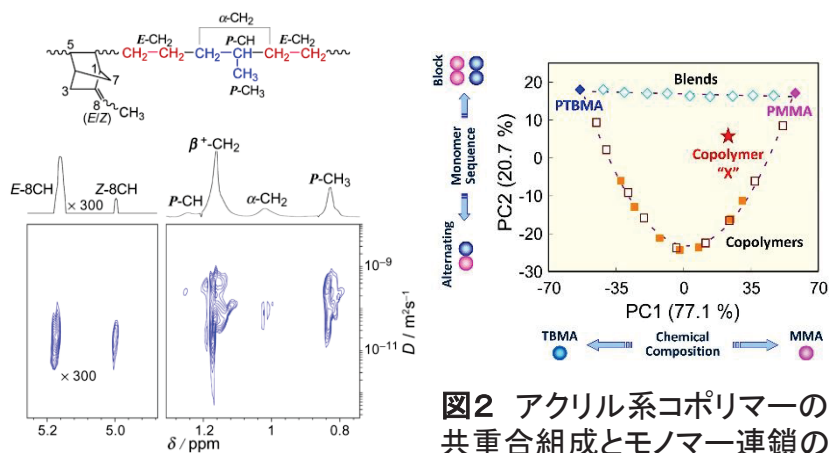


図1 エチレン-プロピレン  
コポリマーの共重合組成の  
分子量依存性を示す  
DOSYスペクトルの例

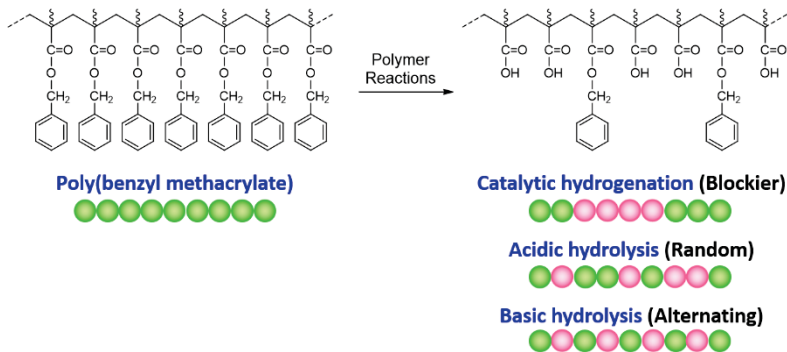
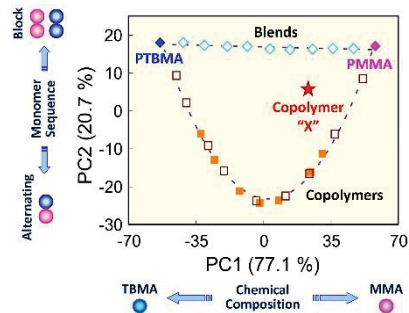


図3 単独重合体の部分的な高分子反応(接触還元, 酸・塩基  
加水分解など)によってモノマー連鎖の傾向が変化する

図2 アクリル系コポリマーの  
共重合組成とモノマー連鎖の  
傾向を示すプロットの例  
(モデル試料群と未知試料★  
のNMRスペクトルを多変量解  
析することによって得られる)



内容:

プラスチックやゴム, 繊維などの汎用高分子のほか, 光・電子・医療などに用いられる機能性高分子の研究開発には, 分子構造の高精度解析が不可欠である。

私の研究は, 核磁気共鳴分光法 (NMR) や液体クロマトグラフィー (LC) の新しいアプローチによって, 合成高分子の分子構造パラメータ (分子量, 共重合組成, 立体規則性など) を測定する方法を開発し, 従来の測定法では容易に得られない高分子特性を明らかにすることを目的としている。また, この分析によって得られた構造情報を高分子の合成にフィードバックさせ, **目的の分子構造が規制された新規高分子材料の創出**をめざしている。

- (1) 合成高分子は, 分子量や化学構造の異なる多数の分子種の混合物なので, 分子構造パラメータの平均値だけでなく分布を知る必要がある。DOSY (パルス磁場勾配を利用する2次元NMR) は, **高分子の構造パラメータの分子量依存性**を測定できる方法として有用である (図1)。
- (2) コポリマーのNMRスペクトルは一般に複雑なため解析が困難だが, モデル試料を利用した統計的手法を応用すると, 必要な情報が容易に得られる (図2)。この方法を利用すれば, **重合や高分子反応の機構**がわかる (図3)。

分野: 高分子化学

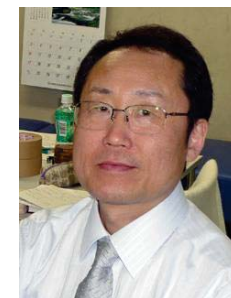
専門: 高分子合成, 高分子特性解析

E-mail: ute@tokushima-u.ac.jp

Tel. 088-656-7402

Fax: 088-656-7404

HP: <http://poly.chem.tokushima-u.ac.jp/>

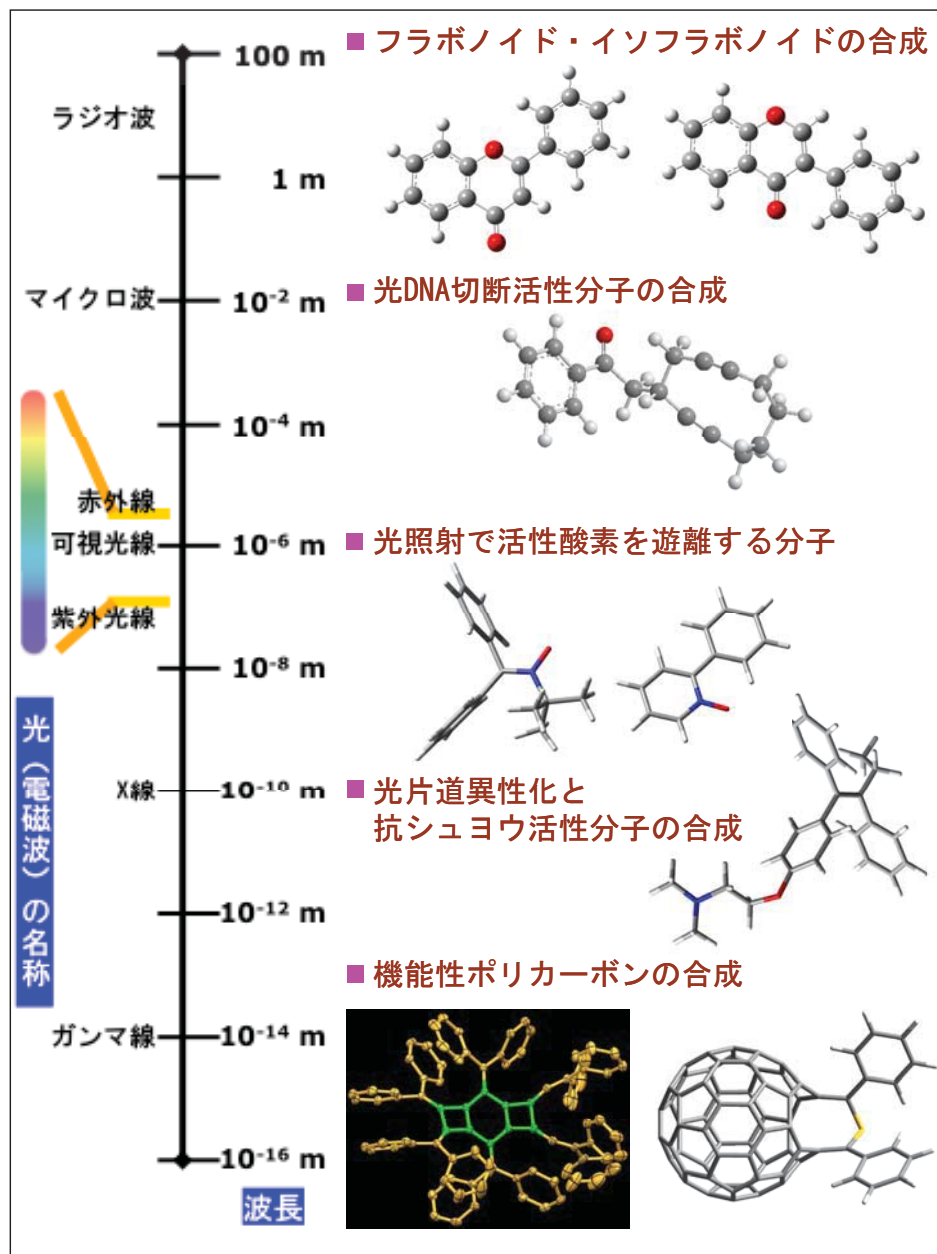




Faculty of Engineering  
Tokushima University

# 電磁波照射による有用物質変換と反応中間体に関する研究

[キーワード: 光化学反応, 反応性中間体, 機能性分子] 教授 河村 保彦



内容:

紫外線・可視光等の光からマイクロ波まで、幅広い波長の電磁波と有機分子の相互作用で生成する活性分子の構造と反応性について検討している。さらに、これらの反応で生成する新たな分子を機能性分子として利用することを狙いとしている。例えば、医薬基本分子の創出やより簡便な合成法の開拓、化学修飾フラーレン材料やグラフェン材料等の開発に取り組んでいる。

光は電磁波の一種であり、「クリーンで大きさのない試薬」と云われる。本研究テーマでは、光(光子)を電磁波の一種と捉え、有機分子に照射して、電磁波でしかなし得ない特異的な化学変換の実現と機能発現を目指す。それとともに、光反応や電磁波化学反応、電子移動反応等で生成する反応中間体の化学を研究することで、化学反応の中身を明らかにする。この知見をもとに、普遍性の高い有用かつ力量ある化学変換過程を創出することを目標としている。

分野: 化学

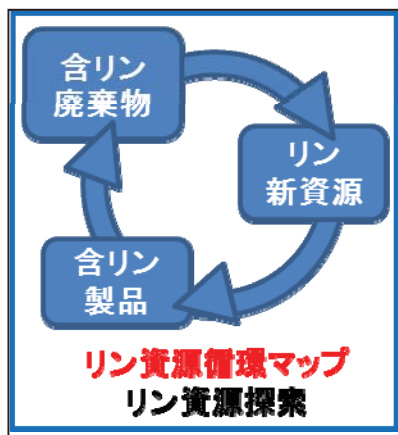
専門: 基礎化学

E-mail: kawamura@chem.tokushima-u.ac.jp

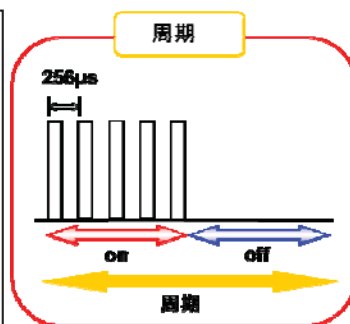
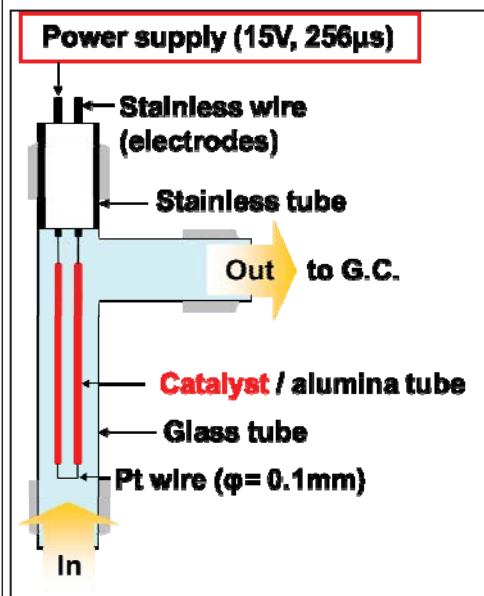
Tel. 088-656-7401

Fax: 088-655-7025





(a)リン資源サイクル



(b)気相接触反应用  
マイクロリアクタと  
ヒーター出力概念図

On: 反応+脱離  
Off: 吸着

内容:

a.リン資源開発

リンは食物生産に不可欠であるとともに、先端材料の構成元素である。リンの原料はリン鉱石である。我が国はリン鉱石を外国からの輸入のみに頼っている上に、この原料となる高品位リン鉱石は枯渇の危機にある。資源リサイクルの観点から、代替リン鉱石となるリン含有廃棄物を探索し、それぞれの候補資源から、安価で容易な手法により、リンを回収する技術を開発している。

b.触媒反応系の開発

高活性触媒を開発するには、触媒のみに注目する場合と触媒・反応装置など反応場およびプロセスの統合に注目する場合がある。我々の研究室では、後者の立場に立って、できるだけシンプルな触媒を用いて、その触媒の最大活性を与える反応場や反応プロセスなどを開発している。例えば、アルカンの酸化脱水素反応は工業的には重要であるが、高難度酸化と言われている。しかし、右図のようなマイクロリアクタを用いると従来報告されていない高活性が発現されることを明らかにしている。

分野: 反応工学・プロセスシステム

専門: 触媒反応工学

E-mail: sugiyama@chem.tokushima-u.ac.jp

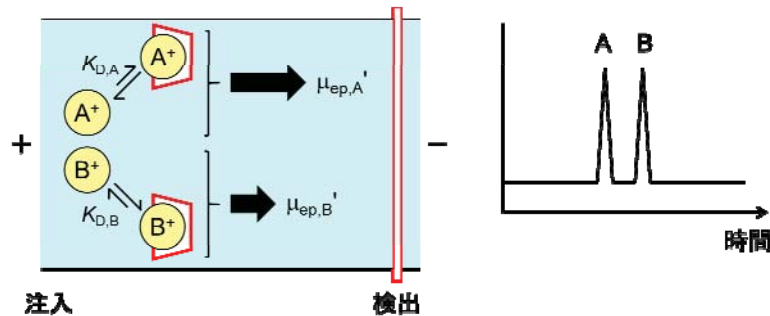
Tel. 088-656-7432

Fax: 088-656-7432

HP: <http://www.chem.tokushima-u.ac.jp/C3/>







(a) 平衡論に基づく分子認識 (b) 観測されるクロマトグラム  
図1 アフィニティー相互作用に基づく分離分析の改善

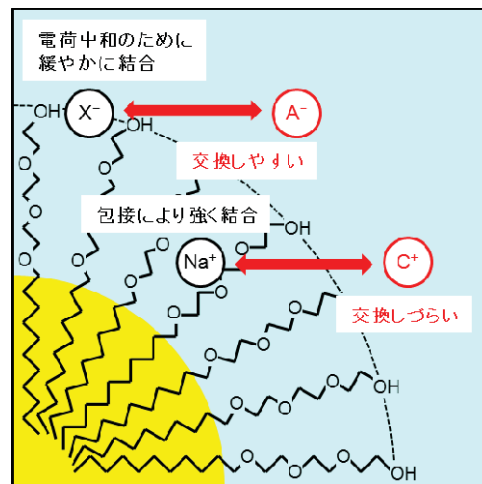


図2 非イオン界面活性剤ミセルへのイオン分配の選択性

内容:

ナノサイズの分子集合体である界面活性剤ミセル, ベシクル, マイクロエマルジョン, 高分子ゲルは疎水的環境を有し, その比表面積はバルクの水-疎水性有機溶媒の界面と比較して格段に大きい。この特徴的な疎水環境を用いる抽出分離は有害な有機溶媒を用いずに擬均一系水溶液で発現し, 二相の混合が不要, 迅速な抽出速度, イオン性物質の抽出選択性等の特長を有する。選択性の高い分離法, 高感度な分析法を実現するために, 機能性ミセル, マイクロエマルジョン, 疎水性マトリックスの開発を進めている。

水溶液内での平衡論, 速度論を基礎として, 分子認識作用を有するアフィニティー試薬の開発, アフィニティー相互作用の解析, 選択性発現因子の解明を進めている。一例として, イオン種の電気泳動移動度の解析から導かれた, イオン交換モデルに基づくポリエーテル系非イオン界面活性剤に対するイオン種の結合/分配の選択性を図2に示す。

分野: 分析化学

専門: 分離分析

E-mail: takayana@tokushima-u.ac.jp

Tel. 088-656-7409

Fax: 088-656-7409

HP : <http://www.chem.tokushima-u.ac.jp/B1/index.html>





Faculty of Engineering  
Tokushima University

# 化学組成の制御による酸窒化物の光学特性の最適化

[キーワード:ペロブスカイト型酸窒化物, 酸窒化物蛍光体]

教授 森賀俊広

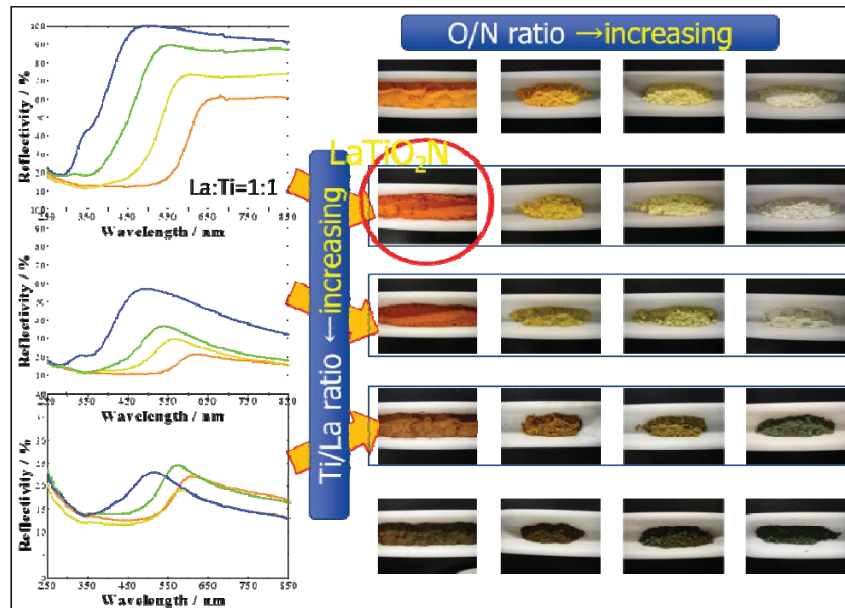


Fig. 1 Color tuning in  $\text{LaTiO}_2\text{N}$  via control of anion and cation stoichiometries.

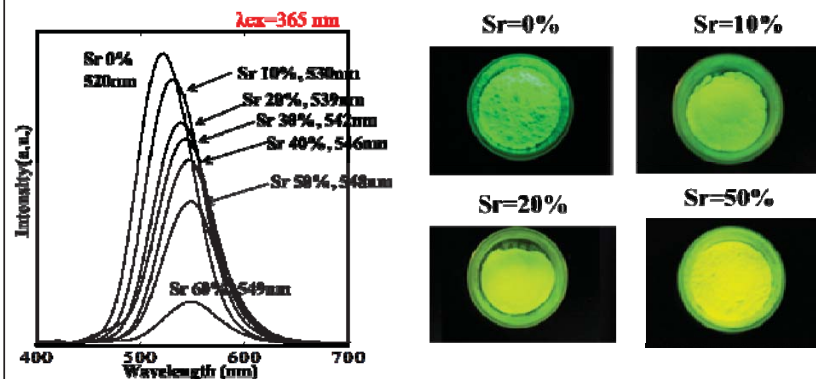


Fig. 2 Redshift of emission for  $\text{Ba}_3\text{Si}_6\text{O}_{12}\text{N}_2:\text{Eu}$ -type phosphors by substitution of Ba by Sr.

内容:

複数のアニオンから構成される複合アニオン化合物は、アニオンの電気陰性度の違いからイオン結合、共有結合等の多様な結合性を内包し、層状などの特異な構造を形成する。また複合アニオン化合物は、価数の異なるアニオンを複合させることで当該物質内の電荷制御を行うことも可能であり、有意な材料の創製と新規で高度な機能の発現に寄与するものと期待される。

ペロブスカイト型 $\text{LaTiO}_2\text{N}$ において、O/N比の制御により試料の色調を決めることが可能となり、更にTi/La比の制御により色の明暗の調整が可能となった。特に、Ti/La>1の場合、Laの一部をSrに置換すると、基礎吸収端直後の波長領域の反射率は向上させるが、赤色領域の反射率は低下させる特徴があることを見いだした。以上のLa-Sr-Ti-O-N系酸窒化物の特徴を利用して、3原色顔料を作製することに成功した。

また、賦活剤として $\text{Eu}^{2+}$ をドープした緑色蛍光体 $\text{Ba}_3\text{Si}_6\text{O}_{12}\text{N}_2$ のBaの一部をSrに置換し、発光波長をレッドシフトさせ黄色蛍光体にすることに成功した。この蛍光体は青色LEDと組み合わせて白色LEDに使用されるYAG: $\text{Ce}^{3+}$ 蛍光体に勝るとも劣らない発光特性・温度特性を示すことが明らかになった。

分野:無機工業化学

専門:無機材料化学

E-mail: [moriga@chem.tokushima-u.ac.jp](mailto:moriga@chem.tokushima-u.ac.jp)

Tel. 088-656-7423

Fax: 088-655-7025

HP : <http://www.chem.tokushima-u.ac.jp/>



# 水蒸気吸着材の評価法の開発

[キーワード: 吸脱着速度, 赤外分光法] 准教授 加藤 雅裕



Fig. 1 水蒸気の吸脱着速度を自動測定可能な定容型吸着量測定装置..



Fig. 2 専用IRセル

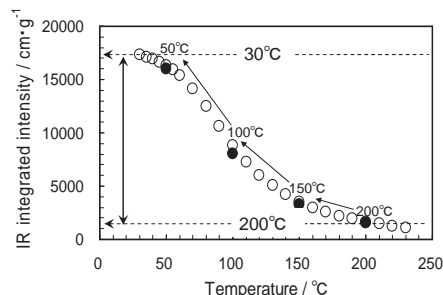


Fig. 3 水蒸気吸着量に相当するIR測定で得られた積分強度から得られるNaYゼオライトへの水蒸気吸着量の温度依存性, ○: 自然放冷で得られたデータ, ●: 平衡データ

## 内容:

エネルギーの有効利用が叫ばれる中、工場等で排出される低温排熱の利用技術が検討されている。工場から排出される100℃以下の低温排熱の利用技術としては、デシカント空調システムや吸着式ヒートポンプがある。これら装置に組み込まれる水蒸気吸着材には、下記の2つの性能が求められる。(1)早い吸脱着速度、(2)低温で再生可能で、操作範囲における吸着量差が大きい。

これら性能を簡便に評価可能な手法の開発を行っている。現在、我々が有している評価法としては、以下の2つがある。(1)水蒸気の吸脱着速度を自動で測定可能な定容型吸着測定装置(Fig. 1)。

(2)専用のIRセル(Fig. 2)を用い、赤外分光法により、水蒸気吸着量に対応する水蒸気のOH変角振動の積分強度を測定。その温度挙動を追跡することで、室温から、一般にゼオライトの再生に使われる250℃程度までの温度プロファイル(Fig. 3)を簡便に取得。

この測定では、吸着材を厚さ50μm程度の薄片に成形することで、吸着材を目的温度へ迅速に誘導する。前処理温度250℃付近からの自然放冷により、各温度における吸着平衡データを取得可能(Fig. 3)。

分野: 化工物性・移動操作・単位操作

専門: 吸着・膜分離

E-mail: [kato@chem.tokushima-u.ac.jp](mailto:kato@chem.tokushima-u.ac.jp)

Tel. 088-656-7429

Fax: 088-656-7429

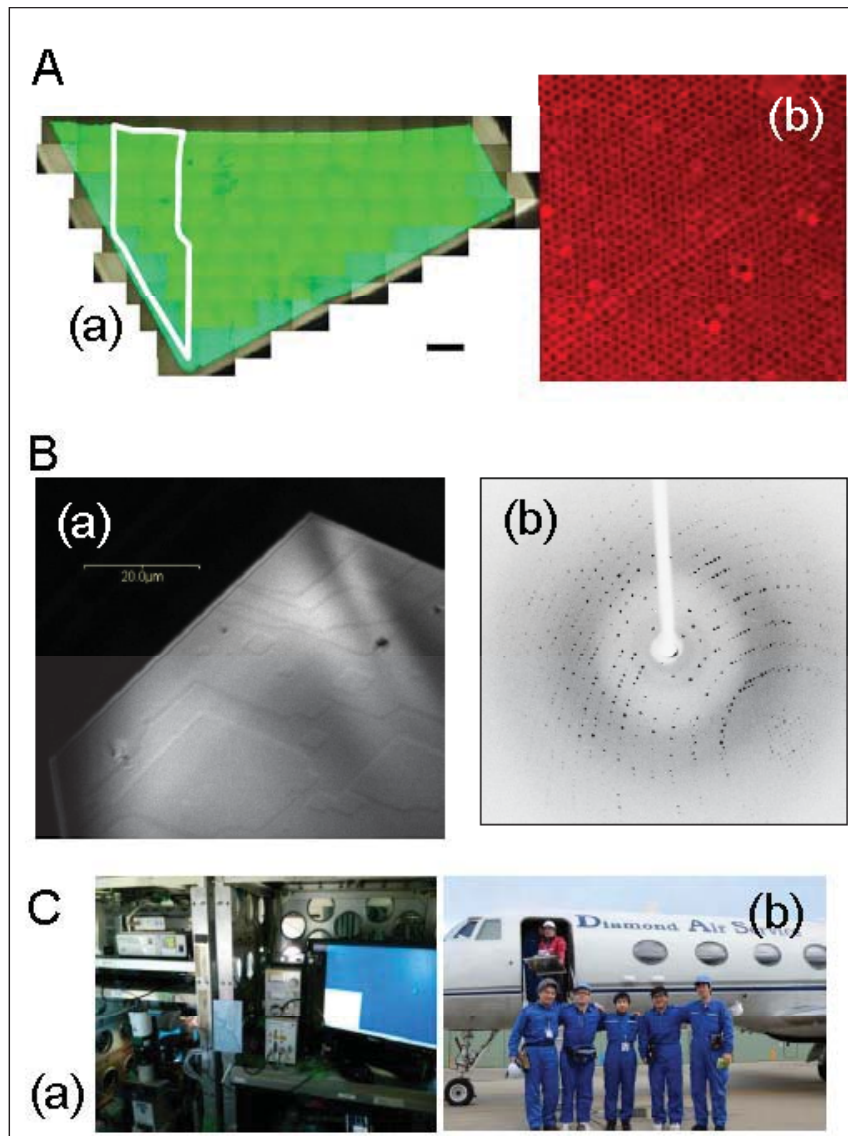
HP : <http://www.chem.tokushima-u.ac.jp/C3/>





# ナノ～サブミクロン粒子の結晶成長

[キーワード:タンパク質結晶, コロイド結晶] 准教授 鈴木良尚



内容:

- A. **外場中におけるコロイド結晶化:** コロイド結晶は光回路および将来の光コンピュータ材料として有望な材料である。我々は、遠心沈降法で、密充填のバルク結晶(世界最大級の最大グレインサイズ $\sim 6.1 \text{ mm}^3$ )の作製に成功した((a))。また、光トラッピング法を用いて、コロイド結晶の核生成の制御に成功した((b))。
- B. **タンパク質結晶表面の分子ステップのその場観察および新規タンパク質結晶化法の開発:** タンパク質結晶化機構の基礎的な解明および新規結晶化法の開発は、ゲノム創薬に不可欠な高品質結晶を得るために必要不可欠である。我々は、結晶表面の分子ステップの振る舞いを速度論的に解明しつつある((a))。また、最近世界で初めて、沈殿剤を一切使わない新規結晶化法を開発し、高品質な結晶を得ることに成功した((b))。
- C. **微小重力下におけるタンパク質結晶化プロセスの詳細な解明:** 宇宙実験で得られるタンパク質結晶は、地上で得られるものよりも高品質であることが多いことが知られているが、なぜそうなるのかはまだ明らかではない。昨年度参画した国際宇宙ステーション実験Nanostepではじめて、不純物による成長阻害の抑制が示唆された。現在、その一般化のプロジェクトNanostep2を、我々を中心としたチームで実現すべく、航空機実験等で準備を進めている((a) and (b))。

分野: 結晶工学・応用物性

専門: 結晶成長

E-mail: [suzuki@chem.tokushima-u.ac.jp](mailto:suzuki@chem.tokushima-u.ac.jp)

Tel. 088-656-7415

Fax: 088-655-7025

HP :

<http://www.chem.tokushima-u.ac.jp/B2/TamuraLab/TamuraLab>





# 表面機能化ナノシート触媒の開発

[キーワード: ナノ構造, 界面活性剤, 層状化合物, 光触媒] 講師 中川 敬三

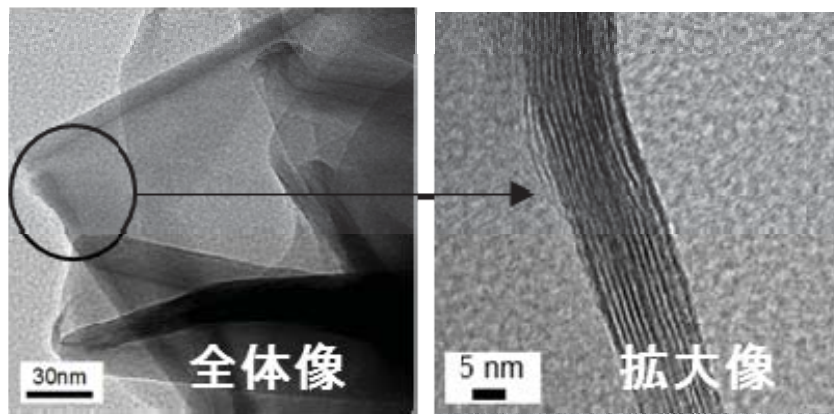


図1.層状チタン酸ナノシートの電子顕微鏡像

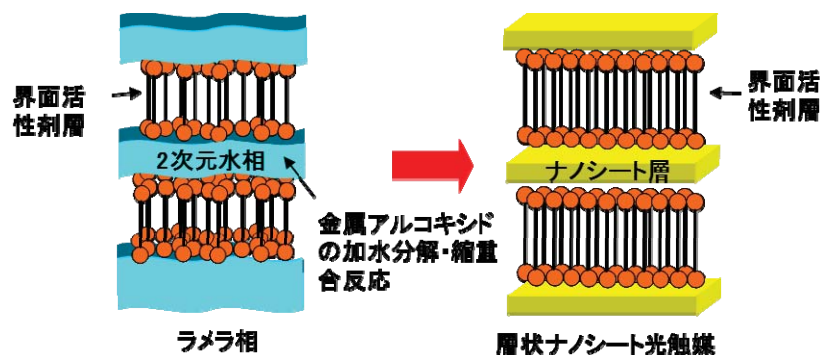


図2. ラメラ相鑄型を利用して調製した層状ナノシートのイメージ図

内容:

“ナノシート”は分子サイズの厚みを有する特異な二次元異方性ナノ粒子であり, 高比表面積, 酸点, 電荷分離効果などの物理化学的特徴を有するため, 触媒化学分野において固体酸触媒や光触媒, 電極触媒など様々な触媒分野で応用され注目を集めている。

しかしながら, 従来法では層状化合物の高温焼成や剥離処理, 酸処理など複数の合成ステップが必要であり大量合成には不向きである。

我々は界面活性剤分子集合体であるラメラ相を鑄型とし, 界面活性剤層とナノシート層が交互に積層した層状ナノシート複合体を開発した。

以下に得られた試料の特徴を挙げる。

- ・ワンステップ・低温・短期間(3-4日)の省エネルギー合成
- ・ナノシートへの界面活性剤修飾効果による可視光吸収
- ・疎水性, カチオン性有機物に対する高い吸着特性
- ・市販酸化チタンよりも高い光触媒活性(可視光照射下)

分野: 触媒・資源化学プロセス

専門: 無機材料合成, 触媒反応工学

E-mail: [knakagaw@chem.tokushima-u.ac.jp](mailto:knakagaw@chem.tokushima-u.ac.jp)

Tel. 088-656-7430

Fax: 088-656-7430

HP: <http://www.chem.tokushima-u.ac.jp/C3>



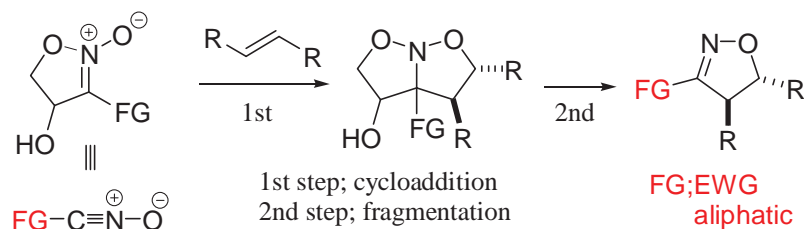


Faculty of Engineering  
Tokushima University

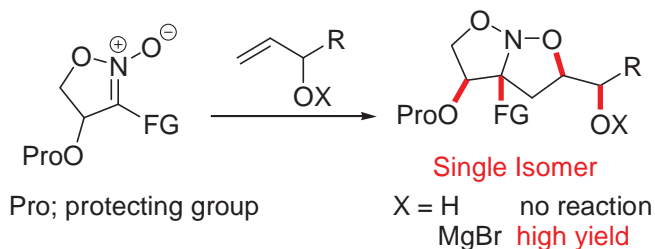
# 多官能基化複素環化合物の効率的合成法の開発

[キーワード: 複素環合成, 1,3-双極性環状付加反応, 不斉合成] 講師 西内 優騎

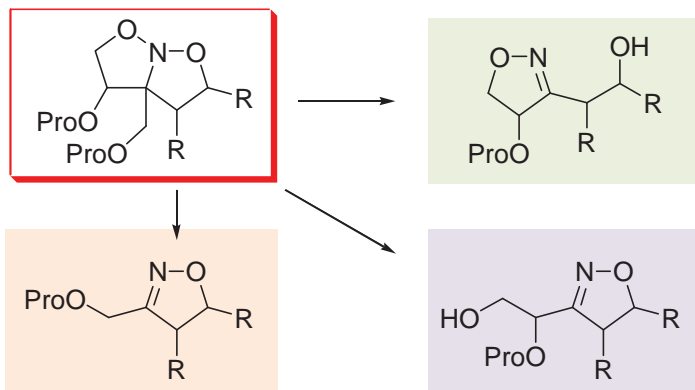
官能基化ニトリルオキシド等価体としてのニトロナート双極子



立体選択的環状付加反応と環状付加反応の活性化



レジオ選択的フラグメンテーションによる二環性イソキサゾリジンからの2-イソキサゾリンへの変換



内容:

複素環化合物は医薬、農薬等の生理活性物質や有機機能性材料のコア構造に多く含まれる重要な化合物群であり、複数の官能基を含む合成中間体としても有用である。一方で、有機合成による入手容易な原料から目的化合物を生産する場合、その構造がより複雑に従い、有機化合物の骨格をなす炭素、つまり、炭素-炭素結合段階は避けて通れない。さらに、最適な生理活性物質や有機機能性材料の探索過程において、基礎となるコア構造への立体・位置選択的に様々な官能基の導入による評価の繰返し工程が必要となる。

そこで、我々は炭素-炭素結合を伴う複素環化合物合成として1,3-双極性環状付加反応を主な研究分野として、以下の項目について研究開発を行っている。

- 1) 新規な1,3-双極子の開発
- 2) 1,3-双極性環状付加反応の活性化方法の開発
- 3) 立体・レジオ選択的1,3-双極性環状付加反応の開発

近年、官能基化ニトリルオキシド合成等価体としてのニトロナート双極子の開発を行い、これまで困難であった2-イソキサゾリン 3位への電子吸引性基の導入を容易にした。

分野: 化学

専門: 有機化学

E-mail: nishiuch@chem.tokushima-u.ac.jp

Tel. 088-656-7400

Fax: 088-655-7025

HP: [http://www.chem.tokushima-u.ac.jp/lab\\_a.html#ttl01](http://www.chem.tokushima-u.ac.jp/lab_a.html#ttl01)



## 1. 温度応答性高分子水溶液の加熱による物理ゲル形成 ・分子構造や溶液条件で温度応答・ゲル化を制御

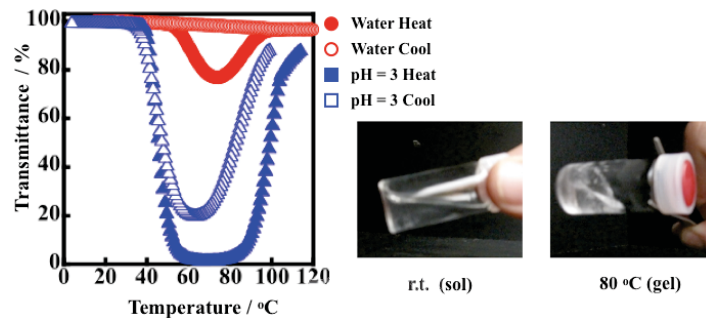
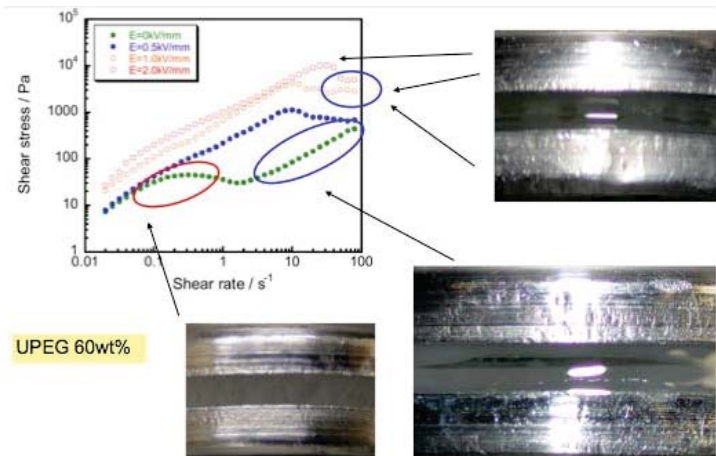


Fig. Temperature-transmittance curves of 0.5 wt% of P(NnPAM125-co-AA75) solution, without Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (1 °C/min)

## 2. 電場下で固化、無電場で流動する分散系ER流体 ・分散質粒子/液体の種類と電場で固さ・粘度を制御



### 内容:

#### 1. 温度応答性高分子

温度変化に反応して水への可溶/不溶の相転移を示す高分子を種々合成している。当研究室で合成した一群の高分子は、従来の温度応答性高分子とは異なり、昇温/降温への反応に大きなヒステリシスを示す。共重合で異種モノマー単位を導入すると、相転移温度やヒステリシスの温度幅の制御に加え、温度とpHへの二重応答機能を持たせることが可能である。可溶/不溶/可溶の二重相転移の発現およびそれに伴う物理ゲル形成や制御可能なヒステリシスなど、多様な性質を示す材料を合成している。

#### 2. エレクトロロロジー流体 (ER流体)

電場に反応してレオロジー特性が可逆的に変化するER流体の調製とその物性評価を行っている。ポリエチレングリコール (PEG) の末端を修飾した誘導体を種々合成し、得られた固体粒子または粘性液体をシリコンオイルなどの絶縁性液体と混合することによって、多様な応答性を示すER流体を調製できる。電場によって構造が可逆的に変化するを利用して粘弾性を任意に制御することが可能である。レオロジー的性質以外の物性変化も利用できる可能性がある。たとえば、光の透過性制御を微粒子分散系の電場刺激応答によって行うことも可能である。

分野: 高分子・繊維材料

専門: 高分子材料化学

E-mail: minagawakeiji@tokushima-u.ac.jp

Tel. 088-656-9153

Fax: 088-655-7025







Faculty of Engineering  
Tokushima University

# 多糖類からの有用物質生成のNMRその場観測

[キーワード: 糖類, その場観測NMR法, 5-HMF]

講師 吉田 健

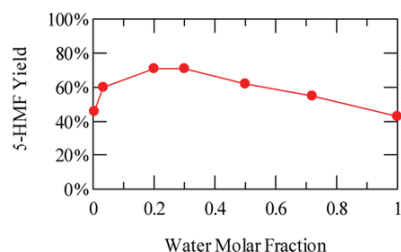
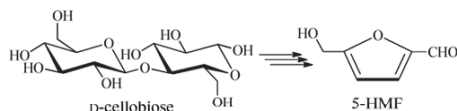


図1. DMSO/水混合溶媒中におけるセロビオースの分解反応と5-HMFの収率.

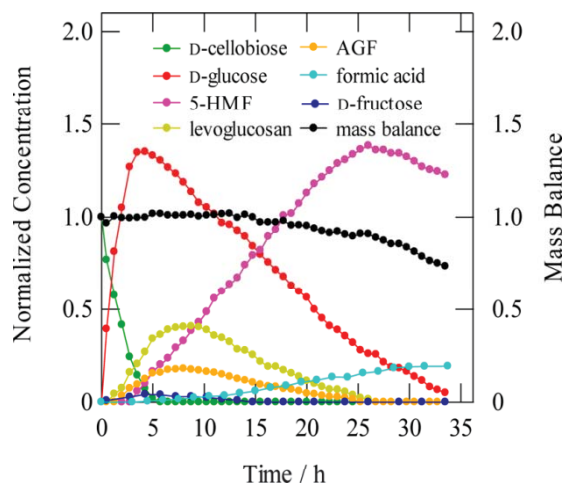


図2. その場観測<sup>13</sup>C NMR法によって得られたセロビオース分解の反応の生成物および反応物の経時変化.

## 内容:

多糖類は再生可能バイオ資源として注目を集めている。我々は最近、溶液NMRによるその場観測法を駆使し、セルロースと同じ構造を持つ二糖であるセロビオースから、5-ヒドロキシメチル-2-フルアルデヒド(5-HMF)を5-HMFを高収率で得ることに成功した(H. Kimura et al., J. Phys. Chem. A, 117, 10987 (2013); 図1)。5-HMFはバイオ燃料やポリマー原料として極めて広い用途があるものの、安価な合成法が確立していないため、高付加価値の化合物である。

糖類の分解反応においては、異性体、互変異体、反応前駆体が生成するため、反応物を捉えるには溶液NMR法が事実上唯一の手法である。我々は、その場観測<sup>13</sup>C NMR法を用いる。<sup>13</sup>C化学シフトは結合環境に敏感であるため、異性体や複数の生成物が混在する複雑な系において、化学種の区別・同定を可能にする。立体構造にも敏感に反応するので、オリゴ糖のグルコースユニットの区別も可能である。その場観測法により、生成する化学種を漏れなく正確に捉え、物質収支を確認しながら、定量的な速度論解析を実現する。図2に示したような質と量の両方に優れたデータが一度に入手でき、反応の最適条件、物理化学的見地からの速度論的解析の開拓が可能である。

分野: 物理化学

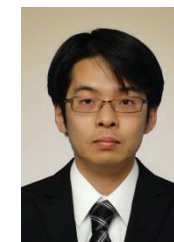
専門: 溶液物理化学

E-mail: yoshida@chem.tokushima-u.ac.jp

Tel. 088-656-7669

Fax: 088-655-7025

HP: <http://www.chem.tokushima-u.ac.jp/B2/>



# イオン性有機分子触媒の固定化と応用

[キーワード: 固定化触媒, 有機分子触媒, 酸素酸化, フローシステム]

助教 荒川 幸弘

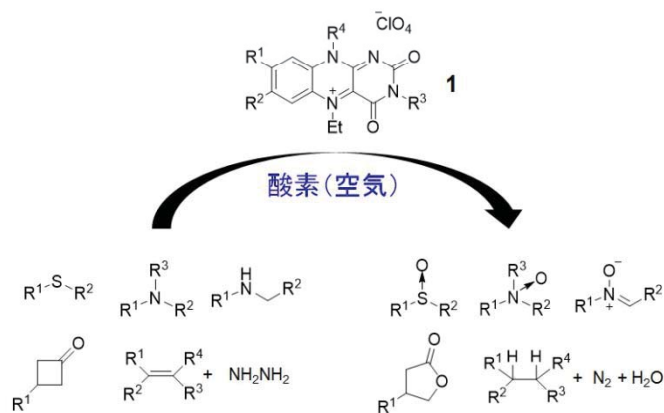


図1 フラビン分子触媒による酸素酸化分子変換システム

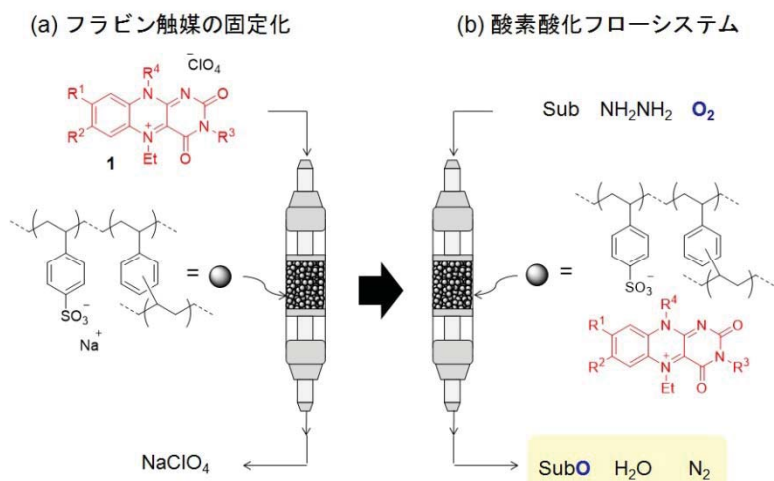


図2 本研究で開発中のフラビン触媒の固定化と酸素酸化フローシステム

内容:

有機合成で重宝される各種触媒はいずれも反応中は必須成分であるが、反応後は不純物となる。均一系触媒と生成物の分離操作はしばしば困難を伴うため、溶媒に溶けずに機能する不均一系触媒の開発が望まれる。触媒を不溶化させるためには有機高分子等の担体に固定化する手段が有効であり、これは触媒の回収・再利用性の向上に加え、フロー合成への応用や、高分子反応場に特異な触媒機能の発現などが期待される。特に近年では希少・枯渇資源である金属原子を含まない、いわゆる有機分子触媒の実用化に向けて、その固定化と効率的利用が急務となっている。

このような背景から筆者らは以前、不斉触媒作用を示す第四級アンモニウムカチオンをスルホン酸塩型アニオン性ポリマーに静電的に固定化する手法を報告した(*Angew. Chem. Int. Ed.* **2008**, *47*, 8232)。一方、筆者が現在所属する研究グループでは、安価で安全性の高いカチオン性フラビン分子触媒(1)を用いる各種酸素酸化反応の開発に成功している(図1)。我々はこれら酸素酸化反応の実用性をさらに高めるべく、スルホン酸塩型アニオン性ポリマーへの1の固定化、ならびにこれを利用した酸素酸化フローシステムを現在開発中である(図2)。重金属塩や過酸化物を用いず、副生成物は水と窒素のみという極めてグリーンで効率的な酸化フローシステムの実現を目指している。

分野: 合成化学

専門: 有機合成化学

E-mail: arakawa@chem.tokushima-u.ac.jp

Tel. 088-656-9704

Fax: 088-656-7407





Faculty of Engineering  
Tokushima University

# 省エネルギー型蒸留システムの最適化・制御の開発

[キーワード: プロセス強化, 多目的最適化] 助教 アルカンタラ J. ラファエル

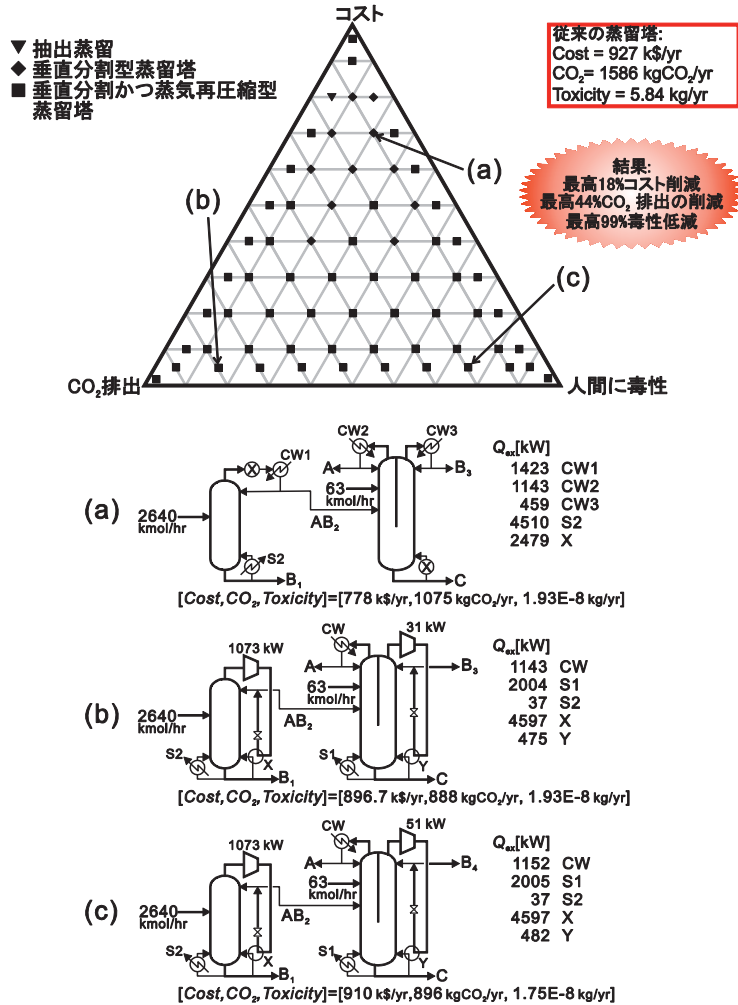


図1 バイオエタノール生産における最小限のコスト・CO<sub>2</sub>排出・人間に毒性の最適解

内容:

蒸留塔は混合物を繰り返し蒸発、凝縮させることで沸点が異なる成分を分離する装置であり、石油精製をはじめとする化学産業界で広く用いられている。しかし、大量のエネルギーを消費している。

我々のグループでは熱統合やエネルギー再利用によってプロセス強化を行い、よりサステイナブルかつ安定な蒸留技術を開発し、エネルギー消費・CO<sub>2</sub>排出・環境影響・コストの削減することを目指している。しかし、場合によっては先に挙げた目標が対立するので、我々は多目的最適化に基づく手法を提案する。従って、対立した目標のトレードオフが評価でき、最適解のセットが求められる。

図1にグリセリンを用いたバイオエタノール脱水プラントにおけるコスト・CO<sub>2</sub>排出・人間に毒性を最小化したパレート最適解を示している。図に示すようにCWは冷却水、S1とS2は異なる圧力のスチーム、XとYは熱統合の配置を意味する。多目的最適化により得られた結果から熱統合や蒸気再圧縮が可能であり、コスト・CO<sub>2</sub>排出・人間に毒性との削減を実現できる。

分野: 化学工学

専門: プロセスシステム工学

E-mail: alcantara@chem.tokushima-u.ac.jp

Tel. 088-656-7425

Fax: 088-656-7425





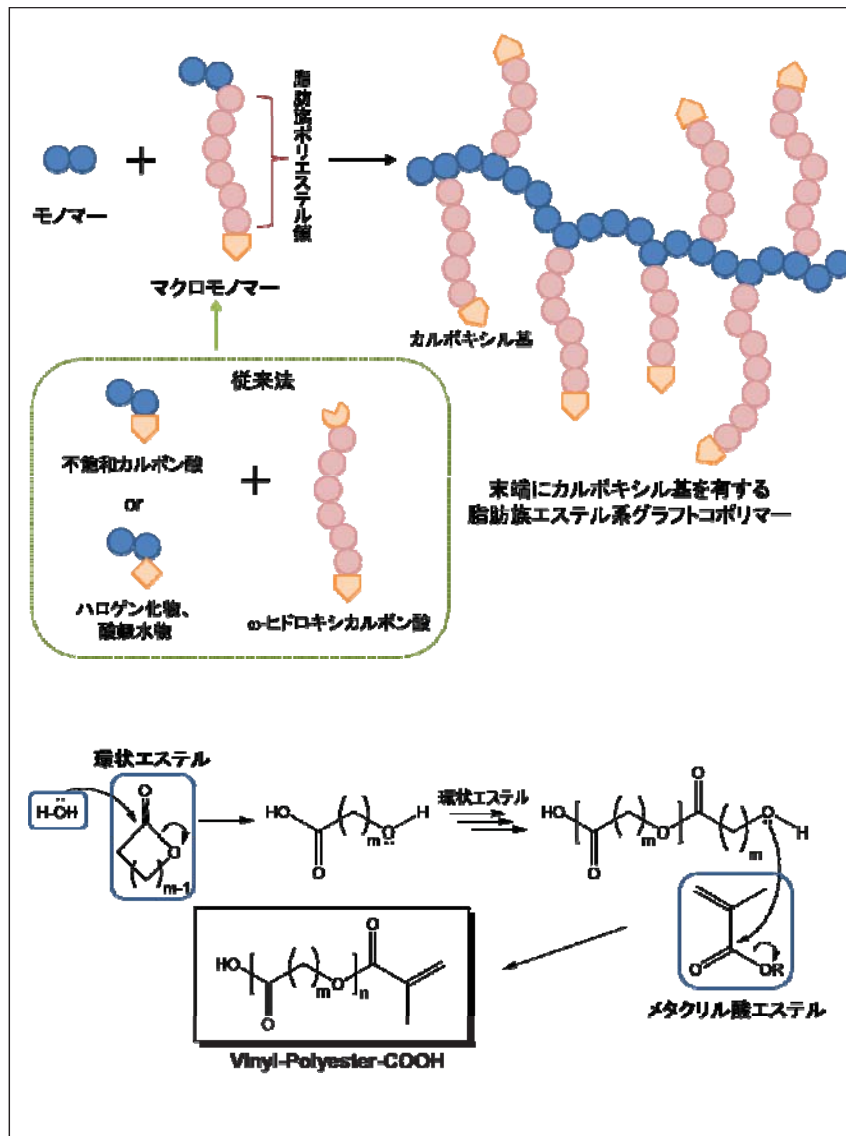


Faculty of Engineering  
Tokushima University

# 末端にカルボキシル基を有するマクロモノマーの合成

[キーワード: 高機能材料, 生分解性ポリマー]

助教 押村 美幸



内容:

グラフトコポリマーは、低分子のモノマーと、鎖末端に重合性基を有するポリマー(マクロモノマー)から合成される。末端にカルボキシル基を有するビニルモノマーをマクロモノマーに選択すると、ビニル基が付加重合することで、側鎖にカルボキシル基を有するグラフトコポリマーが容易に合成可能である。側鎖の末端にカルボキシル基を有するグラフトコポリマーは、レジスト材料や架橋剤、熱硬化性塗料などの高機能材料として利用され、自動車、電気、電子、通信、半導体など、日本産業の中核を担う材料である。特に、末端カルボキシル基を有する脂肪族ポリエステル系ビニルモノマー(Vinyl-Polyester-COOH)は、ポリマー連鎖中に様々な構造を導入できることから重要であり、その経済的で効率的な製造法が求められている。従来法では、ハロゲン化物や酸無水物を用いる必要があるため、環境毒性や大量の副生成物の生成が問題となり、グリーンケミストリーの観点から、改良が望まれる。

そこで我々は、*tert*-ブチル亜鉛酸リチウムを触媒に用いて環状エステルの開環重合およびメタクリル酸エステルとのエステル交換反応を行い、末端にカルボキシル基を有する脂肪族エステル系ビニルモノマーを合成した。

分野: 高分子化学

専門: 高分子合成

E-mail: oshimura@chem.tokushima-u.ac.jp

Tel.: 088-656-7404

Fax: 088-656-7404

HP: <http://poly.chem.tokushima-u.ac.jp/>



Faculty of Engineering  
Tokushima University

# 層状金属水酸化物のナノシート化と層間イオン制御

[キーワード: 層状化合物, 金属水酸化物, ナノシート, イオン交換] 助教 倉科 昌

## I. 層状金属水酸化物のナノシート化

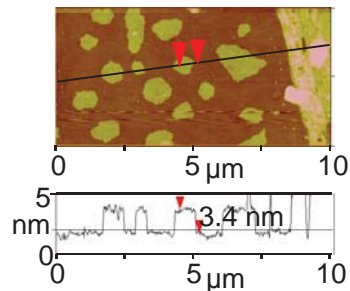
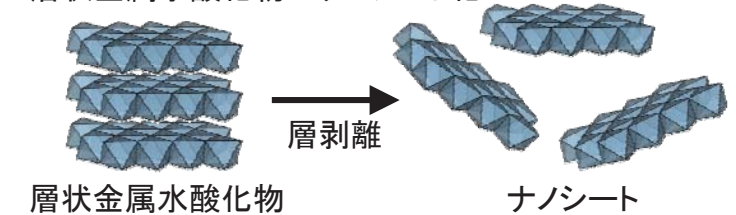


図1. コバルト水酸化物ナノシートの原子間力顕微鏡(AFM) 像

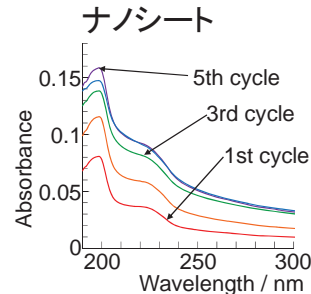
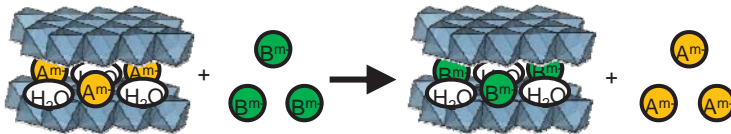


図3. ニッケル水酸化物ナノシートの再積層を紫外光吸収で測定

## II. 層状金属水酸化物の層間イオン制御



- ・ポリモリブデン酸やホウ酸の取り込み
- ・リン酸の取り込みと放出の制御

図3. Mg/Fe層状複水酸化物を用いたコマツナ栽培試験



## 内容:

金属イオンの水溶液をアルカリ性になると、分子レベルの厚みを持つ水酸化物層が積み重なった構造をとることがある。これが層状金属水酸化物で、この特徴的な構造に由来した様々な物性を示す。

この層を1枚ずつに剥離することで、厚みが原子数層程度の板状物質であるナノシートを合成することができる。我々はコバルトやニッケルの水酸化物をナノシート化(図1)しており、他の遷移金属元素についても検討している。またこれらを一定厚で基板の上に再度積層化し(図2)、新規機能性材料の構築を目指している。これらはナノメートルサイズで制御された構造の合成が常温常圧で容易にできることが特徴である。

また水酸化物を構成する金属イオンの組み合わせによっては、陽イオン性の水酸化物層と陰イオンが交互に積み重なる構造ができ、その陰イオンは他の陰イオンと交換することができる。この性質を用いて、有害物質や有益物質を陰イオンとして回収やそれらの利用を目指している。そのために資源としてモリブデン酸や廃水からのホウ酸の回収、およびリン酸の放出を用いた肥料への応用(図3)を検討している。

分野: ナノ材料化学

専門: 無機化学

E-mail: kurasina@chem.tokushima-u.ac.jp

Tel. 088-656-7418

Fax: 088-655-7025

