

# 活動紹介

## 最近の話題

### 有機遷移金属錯体を用いる高分子の合成 特任教授・名誉教授 小坂田 耕太郎

この度、2021年度高分子学会高分子科学功績賞を受賞することになりました。学内外の共同研究者及び実際の実験研究に関わっていただいた大学院生の方々に、心から感謝いたします。

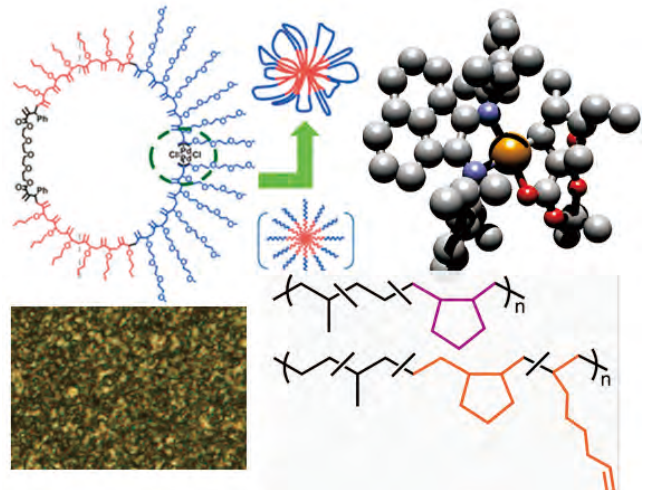
新しい高分子合成反応の開発は、リサイクル可能な高分子材料合成の上でも重要になります。有機金属化学は本学教員が先導して発展した分野であり、これがもつポテンシャルを活かすことにより従来にはない高分子合成が可能になると考え、研究を開始しました。

後期遷移金属錯体はオレフィン重合触媒能に乏しいとされていました。これを未利用オレフィン単量体と組み合わせることによって、異性化と重合とが同時に進行する新しい形式の高分子合成を達成できました。三から六員環が分子中で規則配列した新しい高分子を得ることができ、メソゲンを持たない液晶高分子など新しい機能を有する物質を得ることができました。二核の遷移金属錯体触媒の設計により新しいオレフィン重合反応を開発することに成功しています。

遷移金属錯体触媒による協奏的な結合形成反応を用いて、重縮合、重付加とよばれる高分子合成反応を新たに検討しました。古典的な縮合反応剤に比べて遷移金属錯体は

低極性溶媒中、中性条件で結合形成反応をおこすことから、重縮合系高分子をゲストに、シクロデキストリン等の大環状分子をホストとする超分子ポリマーを合成し、これらが分子間相互作用の低下による特徴ある熱的性質や、光感受性基の導入による光応答を示すことを見出しました。

このような研究がさらに発展することによって、未来社会にむけての高分子化学の重要性が増すものと期待されています。

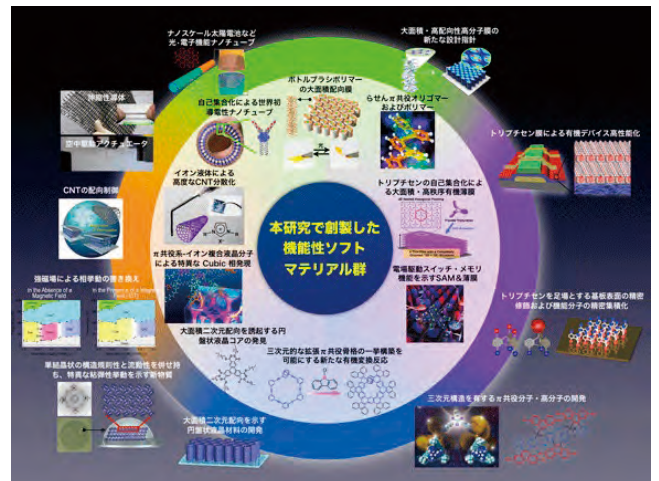


### 高分子学会賞（科学）を受賞して

教授 福島 孝典

分子の単位の接頭辞の一つであった「ナノ」という言葉が、学問分野を表す言葉として市民権を得て頻りに学術誌に登場するようになったのは、ちょうど私が大学院で研究活動を始めた頃かと思われまます。その後、2000年のクリントン大統領による国家ナノテクノロジー・イニシアティブ計画は世界を触発し、ナノメートルサイズの世界が開発が急激に加速しました。とりわけ量産化が可能になったカーボンナノチューブやグラフェンといったナノカーボンが注目され、これらのナノ材料の機能化、プロセス、応用技術開発が精力的になされていきました。期を同じくして、有機分子・高分子を基盤とする物質開発の分野においても、従来の超分子化学が対象としてきた溶液中における数分子の会合体形成から、分子配列や配向秩序をナノスケールの凝縮体で精緻に実現するための手法開発へと研究の方向性がシフトし始めました。しかし、それからおよそ10年の間に、有機エレクトロニクスをはじめとする多くの分野において、「ナノスケールで構造が作り込まれた物質を、実应用到に資する巨視的な材料にいかにかつボトムアップするか？」という課題も浮き彫りになってきました。このような背景のもと我々は、研究の第1フェーズでは、ナノカーボン、巨大π電子系分子・高分子などを構成要素とし、自発的な分子の集合化を巧みに制御することで、革新的な構造形成能や機能、ならびに新現象を発現するナノスケールのソフトマテリアルの構築を目的とする研究に取り組みました。そ

して第2フェーズでは、有機・高分子物質科学におけるナノとマクロをつなぐための方法論、すなわちスケール横断的な精密分子集積化法の開発を目的に研究を進展させ、従来の常識を越える長さスケールで均一かつ三次元的に分子配列・配向が制御されたソフトマテリアルの開発を推進してきました。今回、これらの研究から得られた成果が認められ、本賞を受賞することができました。受賞対象となった研究は、共同研究者、研究室スタッフ、学生諸氏の多大なご尽力のもとに成し得たものであり、これまでお世話になった皆様ここに深く感謝申し上げます。



## 原子精度サブナノ粒子材料の開発

教授 山元 公寿

この度、映えある第53回市村賞 市村学術賞を受賞することができました。長年、研究を続けてまいりました「原子精度サブナノ粒子材料の開発」が受賞対象となっています。

スタッフ並びに学生さん、またご支援をいただきました方々に深く感謝申し上げます。

幅広いナノテク素材のなかでサブナノスケールの粒子(サブナノ粒子)は未だ未開拓の材料です。サブナノ粒子の原子数、異種原子配合比が、未だに原子精度で精密に制御が出来ないためでした。

我々はこの未踏の「ナノサイエンス」に挑戦し、「ナノ粒子」の機能をはるかに凌駕する原子精度のサブナノサイ

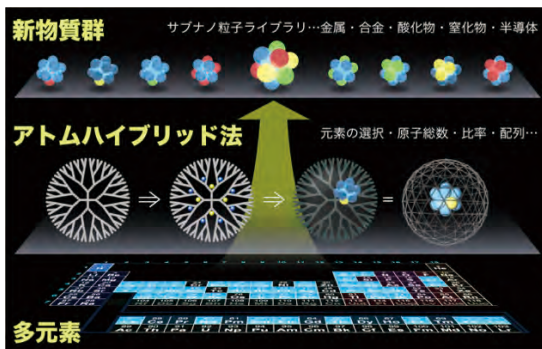


図1 アトムハイブリッドによる多元素集積とサブナノ物質群の創製

ズの粒子の開発に成功しました。その原動力となった独自のアトムハイブリッド法は殆どの実用元素に応用可能で汎用性の高い手法として、世界的にも高く評価されています。既に230種を超えるサブナノ粒子のライブラリー化を達成し、ポストナノ材料に向けた新しい物質化学を拓いています。これまで理論に留まっていた超原子を、Alの13原子サブナノ粒子を量的に合成し、ハロゲン超原子として世界で初めて実証できました。この成果はNatureのInteractive Periodic Tableに採用されています。また、他に類例のない6元素を含むサブナノ合金を含む数多くの新しい異種元素ハイブリッド合金粒子誕生させています。更に、サブナノ粒子に周期律があることを発見し、超周期表として発表、メンデレーエフの周期表の21世紀版として物質科学界にインパクトを与えています。

超周期表を基盤としたアトムハイブリッド法は、新しい物質群を拓くもので、元素の特性を自在にデザインし、創出できるという夢の次世代科学技術へつながると期待しています。



図2 市村賞トロフィー

## 井上学術賞の受賞

教授 吉沢 道人

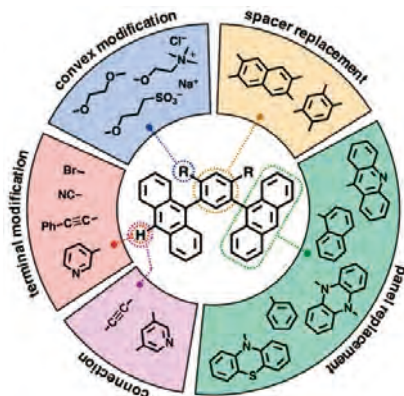
この度、公益財団法人井上科学振興財団の第38回井上学術賞を受賞すると共に、賞状および金メダル、副賞を頂きましたのでご報告致します。

今回の受賞は、「多環芳香族空間を基盤とした機能性分子ツールの開発」に関する研究成果を評価して頂きました。本研究所で約10年前に、私のささいな「こだわり」からスタートした研究テーマを、研究室の学生・スタッフおよび共同研究者の方々が、試行錯誤の末に達成し、予想を遥か超える研究成果として、大きく発展して下さりました。その全てのメンバーに心から感謝致します。有難うござい

ました。また、恵まれた研究環境・分析機器・人的支援の中で、継続して研究する機会を頂きました本研究所の久堀前所長および山元所長に感謝致します。

数ナノメートルの「空間」が持つユニークな性質は既に、生体のタンパク質空間や人工の無機・有機空間で明らかになっています。それに対して、私たちはπ電子豊富な多環芳香族パネル、とりわけ「アントラセン」に着目して、その湾曲型二量体(左下図、中央)を独自のビルディングブロックとしました。そして、それらで囲まれた空間を有する様々なナノ構造体の合理設計から、精密合成、前例のない機能創出までを達成しました。「多環芳香族空間」と名付けた新種の人工空間の開発に成功しました。

今後は、現在の研究室メンバー(下図)と共に、材料化学・触媒化学・生化学など、幅広い研究分野で活用される「機能性分子ツール」への展開を目指していきます。引き続きご支援の程、宜しくお願い致します。



## 典型金属元素による精密構造体

助 教 神戸 徹也

この度、2021年度日本化学会 進歩賞を頂きました。受賞題目は「超原子構築のための典型金属元素を含む精密構造体の開拓」です。本研究においてご指導賜った山元教授、今岡准教授をはじめ、熱心に研究に取り組んでいただいた山元・今岡研究室および ERATO のメンバーに心より感謝申し上げます。

本研究で扱っている典型金属は族に従った特性を発現できることが利点とされており、有機化学における機能付与などに広く研究されてきました。こうした典型金属によるナノおよびサブナノの構造体は新たな機能発現において魅力的な物質です。

なかでも数個の典型金属原子で作られる超原子は、原子を模倣できることから設計可能な物質の構成要素として注



目されてきました。特に、超原子による新たな周期表や反応性の開拓が期待されています。

今回、典型金属元素を原子数を規定してクラスター化することで、こうした超原子が合成できることを見出しました。新しく開発したこの手法は超原子を液相で合成できるものであり、これまで不可能とされてきた材料としての展開を可能にするものです。本賞を糧にして、更なる研究発展に努めてまいります。

## 東工大挑戦的研究賞を受賞して

助 教 野本 貴大

この度、令和3年度東工大挑戦的研究賞を頂戴しました。受賞研究課題名は「アミノ酸トランスポーターを利用した革新的薬物送達技術の創成と生体内微小環境に影響する因子の解析」です。

近年、光線力学療法やホウ素中性子捕捉療法などの、医療機器と薬剤の融合を基盤として悪性腫瘍を切らずに治すケミカルサージェリーが注目されています。そして、ケミカルサージェリーの普及と適用範囲の拡大に必要とされているのは、悪性腫瘍に選択的に集積し、正常臓器からは速やかに排出される薬剤の開発です。本研究課題では、そのような薬剤開発に資する基礎研究とケミカルサージェリー実施後の腫瘍内環境の変化に関する基礎的な解析を行っています。そして、現在までに極めて興味深い生命現象を観



察することに成功しています。

本研究は東京工業大学に着任して以来、私が独自に開発を進めてきた薬物送達技術を発展させたものです。本賞を頂戴した喜びに後押しされ、さらに研究に没頭させていただいております。

熱意を持って研究に取り組んでくださっている学生の皆様、日々ご助言くださる西山伸宏教授、私ども若手研究者を応援してくださっている山元所長、久堀研究院長に心より御礼申し上げます。

## 「分子の周期表」を発見

助 教 塚本 孝政

この度、令和2年度の手島精一記念研究賞（若手研究賞）を受賞致しました。受賞題目は「対称適合軌道モデルの開発と「ナノ物質周期表」の提唱」です。本研究では、数個～数十個の原子から成る「ナノ物質」の物性予測を行なう新しい理論モデルを開発しました。このモデルでは、ナノ物質の電子状態に現れる固有の周期律に着目し、これを基に「ナノ物質周期表」の構築に初めて成功しました。この表は、族・周期・類・種の4つの軸を持つ多次元の表になっており、様々な既知物質が一つの表の中に統合されています。この表を参照することで、従来の元素周期表と



同じように、ナノ物質の簡便な予測や設計が可能になると考えられ、今後はこの理論を基にした新たな物質科学の展開が期待されます。

本研究は、本業である実験研究の合間の“休みの時間の研究”がきっかけで始まり、ノートPCとコーヒーを素に、学内のカフェテリアで3年かけて練り上げた研究でした。このような成果をもとに本賞を頂けたことは、大変大きな励みとなりました。最後に、本研究をともに遂行・議論いただいた京都大学の春田直毅先生に深く感謝申し上げます。



## 教員の受賞

受賞名	2020年度高分子学会賞(科学)
受賞者	福島孝典 教授
受賞題目	精密分子集積化による機能性ソフトマテリアルの創製
受賞名	日本化学会 若い世代の特別講演会賞
受賞者	塚本孝政 助教
受賞題目	アトムハイブリッド法と超周期表: 量子サイズ物質の合成技術と設計理論の開発
受賞名	Analytical Sciences 注目論文賞
受賞者	大室有紀前助教・上田宏 教授 他2名
受賞題目	An Open Sandwich Immunochromatography for Non-competitive Detection of Small Antigens
受賞名	第53回市村賞 市村学術賞 貢献賞
受賞者	山元公寿 教授
受賞題目	原子精度サブナノ粒子材料の開発
受賞名	令和2年度手島記念研究賞 若手研究賞
受賞者	塚本孝政 助教
受賞題目	対称適合軌道モデルの開発と「ナノ物質周期表」の提唱
受賞名	2021年度 Nanoscale Horizons Award
受賞者	塚本孝政 助教
受賞題目	アトムハイブリッド法を応用した多元合金クラスターの物性開拓
受賞名	第10回新化学技術研究奨励賞
受賞者	田巻孝敬 准教授
受賞題目	二酸化炭素の電気化学還元による高選択的エチレン生成
受賞名	日本ケミカルバイオロジー学会 第15回年会 ポスター賞
受賞者	三浦一輝 助教
受賞題目	細胞内タンパク質間相互作用解析のための光触媒近接タンパク質標識法の開発
受賞名	2021年度あすなる研究奨励金
受賞者	竹原陵介 助教
受賞題目	分子ローター集合体が生み出すトポロジカル構造とその外場応答

受賞名	令和3年度 東工大挑戦的研究賞
受賞者	野本貴大 助教
受賞題目	アミノ酸トランスポーターを利用した革新的薬物送達技術の創成と生体内微小環境に影響する因子の解析
受賞名	2021年度コラファス賞
受賞者	本田雄士 助教
受賞題目	Construction of Polyphenol/Phenylboronic Acid-Conjugated Polymer Complexes-Based Drug Delivery System
受賞名	Fairchild Award
受賞者	野本貴大 助教
受賞題目	Synthesis of functional polymers boosting therapeutic potential of p-boronophenylalanine and analysis of the effect of their physicochemical properties on pharmacokinetics
受賞名	第50回複素環化学討論会 Chemical Science Presentation Prize
受賞者	盛田大輝 助教
受賞題目	パラジウム触媒を用いた1,2-アザボリン類のN-H/B-H二官能基化反応の開発
受賞名	第34回有機合成化学協会 三菱ガス化学 研究企画賞
受賞者	田中裕也 助教
受賞題目	金属錯体ドーピング法による高性能分子熱電材料の創出
受賞名	第38回(2021年度)井上學術賞
受賞者	吉沢道人 教授
受賞題目	多環芳香族空間を基盤とした機能性分子ツールの開発
受賞名	第71回進歩賞
受賞者	神戸徹也 助教
受賞題目	超原子構築のための典型金属元素を含む精密構造体の開拓
受賞名	2021年度高分子科学功績賞
受賞者	小坂田耕太郎 特任教授
受賞題目	有機遷移金属錯体を用いる高分子の合成

※受賞者の役職は受賞当時のものです。

## プレスリリース

公表日	2021.3.24
該当者	Roby Soni・宮西将史・黒木秀記・山口猛央*
研究成果	アニオン交換膜を利用した水電解による 高性能、高耐久、低コストの水素製造システム
公表日	2021.3.29
該当者	工藤光日・井手智仁*・岸田夏月・吉沢道人*
研究成果	色素分子を「ねじる」と「かさねる」
公表日	2021.5.27
該当者	高橋里帆・安田貴信・大室有紀・上田宏*
研究成果	蛍光抗体と発光酵素を組み合わせ、発光色の変化で抗原を高感度検出
公表日	2021.6.7
該当者	中根啓太・佐藤伸一*・丹羽達也・對馬理彦・友重秀介・田口英樹・石川稔・中村浩之
研究成果	ナノ空間で制御可能なヒスチジン残基化学修飾を開発
公表日	2021.6.18
該当者	田中祐圭*・林美伶・Lucien Roach・桐木友花・門之園哲哉・野本貴大・西山伸宏・Jonghoon Choi・Kevin Critchley・大河内美奈*
研究成果	がんの光温熱療法に適した金ナノ粒子を、ペプチドを用いて簡便に合成
公表日	2021.7.1
該当者	三田真理恵・菅原和・原田一貴・伊藤幹・石田賢太郎・滝澤舞・上田宏・北口哲也・坪井貴司
研究成果	赤色蛍光タンパク質型グルコースセンサーの開発

公表日	2021.8.19
該当者	高田健司・森田真理・今岡享稔・柿沼純子・アルブレヒト建・山元公寿
研究成果	金属原子の位置をヒントに複雑な高分子の立体構造を解明
公表日	2021.11.18
該当者	丹野明日翔・得津隆太郎・新垣陽子・植木紀子・皆川純・吉村建二郎・久堀徹・野崎久義・若林憲一
研究成果	シアワセモは強い光から逃げずに防御する
公表日	2021.11.18
該当者	藤井慎太郎*・庄子良児・福島孝典*・西野智昭*
研究成果	ナノスケールにおける有機分子の熱伝導特性の可視化に成功 光・電子デバイス等の高寿命化・高機能化への寄与に期待
公表日	2022.3.11
該当者	周柏峰・島弘季・五十嵐和彦・田中寛・今村壮輔
研究成果	藻類に窒素をより多く取り込ませる新しい機構を発見
公表日	2022.2.25
該当者	神戸徹也・今岡笙太郎・清水美沙・細野伶奈・唐遠森・田谷ひなよ・片倉聖大・中村紘菜・久保祥一・穴戸厚・山元公寿
研究成果	無機物のみで形成された液晶デバイスの開発
公表日	2022.3.9
該当者	塚本孝政・友澤皓介・森合達也・吉田希生・神戸徹也・山元公寿
研究成果	固体と分子の境界サイズの物質を合成する新たな手法を開発

# 最新の研究 (2022年3月までの記事)

化学生命科学研究所のホームページでは、各研究室の「最新の研究」を定期的に掲載しております。日本語と英語のページがございますので、是非ともご覧ください。



化学生命科学研究所  
ホームページ  
(日本語)

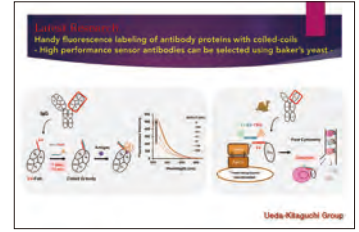


Laboratory for  
Chemistry and  
Life Science  
ホームページ  
(English)



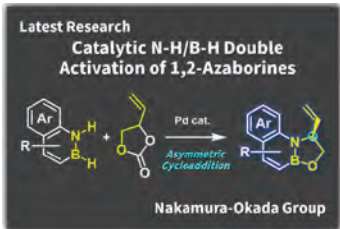
上田・北口研究室

抗体タンパク質を  
コイルドコイルで簡単に蛍光修飾  
—高性能なセンサー抗体を  
酵母を用いて選択可能に—



中村・岡田研究室

パラジウム触媒による  
1,2-アザボリン類の  
N-H/B-H二官能基化反応の開発

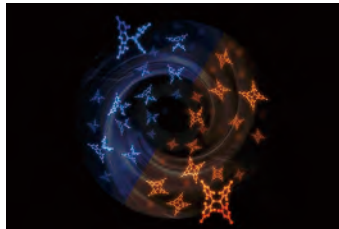


Nakamura-Okada Group



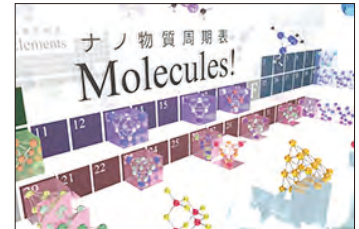
福島・庄子研究室

ホウ素-ホウ素結合の  
回転が織りなす  
二重蛍光と溶媒粘度センシング機能



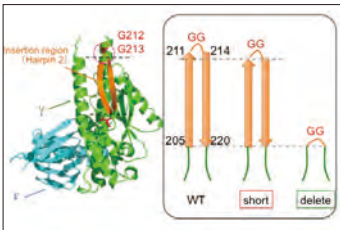
山元・今岡研究室

複数の原子からなる分子の周期表  
「ナノ物質周期表」を発見



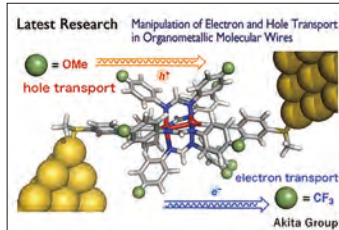
久堀・若林研究室

光合成生物特有の  
ATP合成酵素制御メカニズムを解明



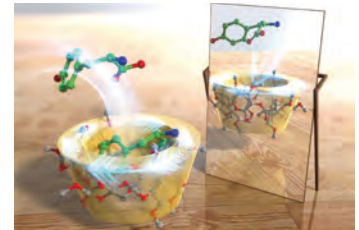
穂田研究室

電子とホールを自由に操る  
有機金属分子ワイヤー



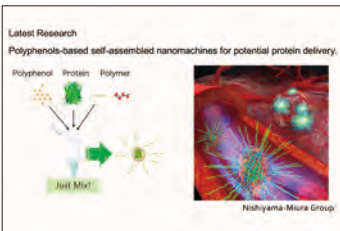
藤井研究室

冷却イオン分光法による  
シクロデキストリン包接錯体の気相分光  
—キラル選択性の解明—



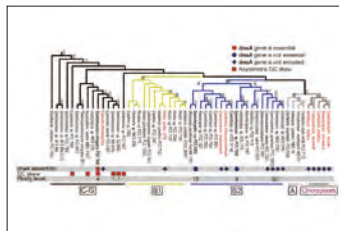
西山・三浦研究室

ポリフェノールを基盤とした  
自己会合型ナノキャリアの構築と  
タンパク質送達システムへの展開



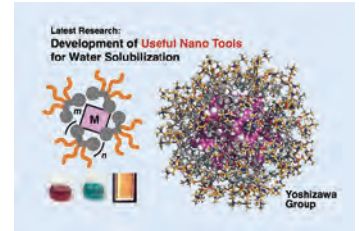
田中・吉田研究室

シアノバクテリア系統内で起きた  
染色体 DNA 複製開始機構の  
進化と染色体倍數化



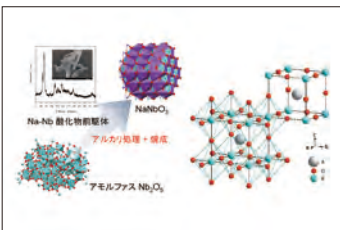
吉沢・澤田研究室

水に溶かす便利なナノ道具の開発



野村研究室

非水熱条件下での  
NaNbO<sub>3</sub> ペロブスカイトの  
簡易合成



山口研究室

純水供給固体アルカリ水電解のための  
高性能・高耐久膜電極接合体の開発



穴戸・久保研究室

液晶配向による  
無機ナノロッドの一軸配向形成

