

	シリーズ名	結び目、絡み目、3次元多様体、4次元多様体
	氏名・所属・役職	河内 明夫・理学研究科・数物系専攻、特任教授

<概要>

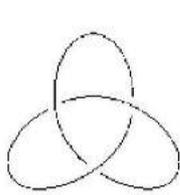


図 1

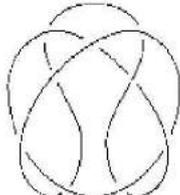


図 2

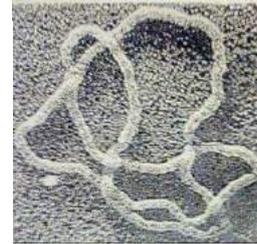
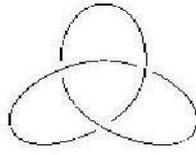


図 3

ひもでできた図1の2つの結び目は、一見異なるように見えますが、あや取りの方法で変形していくと同じ形に変形することができます。一方、図2の結び目は一見図1の左図と同じように見えますが、あや取りの方法でいくら変形しても図1の結び目へは変形することは絶対にできません。ここで「絶対にできません」と簡単に言いましたが、あや取りの変形の仕方は数限りなくあることを思えば、「何度変形しても同じ形にならなかった」といってもせいぜい有限回の試行であるはずですから、「絶対にできません」とは断言できません。そのように断言するためには、数学の理論を使って厳密にこれらの結び目の不変量を計算する必要があり、その差異によって初めて「絶対にできません」と断言できるのです。このような研究を中心課題とする数学研究が結び目理論と呼ばれる学問です。3次元多様体とは3次元宇宙、4次元多様体とは次元宇宙と読んでも良いような研究対象で、結び目理論とは密接に関連する研究対象です。

<アピールポイント>

結び目理論は、粒子の状態変化を研究する量子統計力学（この理論研究は数学研究に大変近いといえる）などの理論物理学、環状DNA（図3）の遺伝子合成研究などの生化学、原子の結合をひもとみなした高分子化合物（分子グラフ）の空間への配置（3次構造）の研究、プリオンなどのタンパク分子の空間配置の問題、地震による空間曲線、宇宙の大規模構造、コンピュータゲーム、心理学におけるこのころのモデル等々、社会科学を含めた、非常に多くの科学と関連する数学の研究です。何故“あやとり遊び”ともいえる結び目理論が種々の最先端の研究と深く結びついているかについて、私見を述べますと、結び目理論は3次元空間特有の連続的な絡まり現象を最も純粋な形で単純化して研究する学問であり、局所的には3次元空間である“空間”の中で起こるさまざまな連続的に連なったひも状の絡まりから来る科学的現象は、その“空間”の中に生きるわれわれ人間の営みにとって、基本的に重要な科学的現象になっているから、と考えています。いずれにしても結び目理論は今世紀に最も理解の進む科学研究の重要な分野の一つとして期待されている数学の学問です。

<利用・用途・応用分野>

何らかの意味でひもと見なせる研究対象は、多かれ少なかれ結び目理論と関係していると言ってよい。

<関連する知的財産権>

特許第 5854495、特許第 5804412：（発明の名称）ゲーム装置、及びゲームプログラム、（発明者）河内明夫、清水理佳、岸本健吾、（特許出願人）公立大学法人大阪市立大学

<関連するURL>

<http://www.sci.osaka-cu.ac.jp/~kawauchi/InternetLecture/lectkawa.html>  
<http://mathsoc.jp/publication/tushin/1404/1404kawauchi.pdf>

<他分野に求めるニーズ>特にありません。

キーワード	結び目、絡み目、ゲーム、こころのモデル
-------	---------------------



シーズ名

原子核反応の微視的理論、  
原子核反応を用いた中性子星内部の高密度核物質の探索

氏名・所属・役職

櫻木 弘之 理学系研究科 数物系専攻・教授(副学長)

<概要>

**【中性子星とは】**

宇宙に輝く多くの恒星のうち、重さが太陽の8倍以上の星は、進化の最終段階で「**超新星爆発**」を起こし、その中心に「中性子星」や「ブラックホール」が出来ることが知られています。中性子星は、巨大な星を極限まで圧縮した「超高密度天体」で、その**密度は5億トン/cm<sup>3</sup>以上**という想像を絶するものです。実は、この密度は、原子の中心にある「原子核」(直径が100兆分の1以下)のもつ密度(約3億トン/cm<sup>3</sup>)と同程度で、中性子星は、いわば、直径10kmの「**巨大な原子核**」といえます。中性子星は、電波天文学、X線天文学、ニュートリノ天文学の様々な観測で少しずつその正体が明らかになりつつありますが、未だにその内部がどのような状態なのかはほとんど謎のままです。

**【地上での原子核反応で中性子星の内部状態を調べる】**

中性子星の内部を直接観ることは出来ませんが、中性子星と同程度の密度をもつ原子核同士を、地上の実験室で加速して衝突させ、局所的に中性子星の内部と同じような状態を一瞬だけ作りだすことが可能です。この原子核同士の衝突現象を精密に測定し、測定結果を原子核反応の理論を用いて分析することによって、中性子星内部の核物質の密度や圧縮率、エネルギーなどの情報を得ることが可能になります。

具体的には、一例として、中性子星内部の密度とエネルギーの関係(飽和曲線)が異なる二つのモデル(右図上)を用いて、酸素16(<sup>16</sup>O)の原子核同士の弾性衝突反応を理論的に計算し、これを同じ反応の実験データと比較(右図下)することで、中性子星の内部状態を表すどのモデルが正しいかを判定することが可能になります。

<アピール・ポイント>

**【生命は超新星爆発がなければ生まれなかった】**

元素の種類は原子核で決まります。この原子核の研究は、超マイクロな物質の存在形態の探る学問であると同時に、超マクロな宇宙の姿を解明する鍵を握る学問でもあります。生命や地球環境に不可欠な身近な元素(水素、酸素、炭素、窒素、ナトリウム、鉄など)はもちろん、あらゆる元素は宇宙で合成されました。つまり**原子核を研究**することは、我々の住む**地球や生命の起源を調べる**ことでもあるのです。

137億年前の**宇宙のビッグバン**で生まれた水素とヘリウムを種にして、星の中での核融合反応により、炭素、窒素、酸素、ケイ素、カルシウムと順に合成され、鉄まで合成が進んだところで、星は超新星爆発を起こします。この超新星爆発で、それまで合成された炭素や酸素などの多くの元素が宇宙にばらまかれ、それが集まって出来たのが我々の地球であり生命体です。同時に、爆発後に中心に残ったのが、超高密度天体の中性子星やブラックホールなのです。また、金、銀、鉛、ウランなどの重たい元素は、この超新星爆発を引き起こした原子核反応(化学反応ではない!)によって合成されたのです。

**【「超マイクロの原子核」と「超マクロの宇宙」を繋ぐ原子核物理学】**

超新星爆発による中性子星の研究と、生命を形作る身近な元素の起源を調べることは、一つなのです。いわば、「超マイクロ」の原子核の世界と、「超マクロ」の宇宙とは、密接につながっているのです。

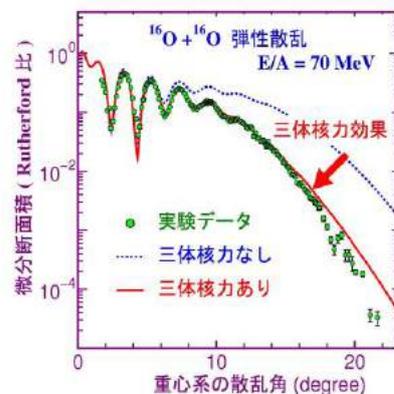
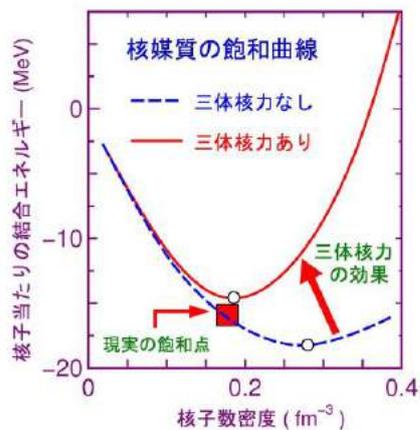
<関連するURL>

<http://www.sci.osaka-cu.ac.jp/newsletter/Newsletter2011.pdf>

<https://academic.oup.com/ptep/article/2016/6/06A106/2594768?searchresult=1>

<https://journals.aps.org/prc/abstract/10.1103/PhysRevC.80.044614>

<https://journals.aps.org/prc/abstract/10.1103/PhysRevC.94.044620>



キーワード

原子核反応、有効核力、中性子星、高密度核物質、超新星爆発、元素の起源



シーズ名

標準理論を超える物理

氏名・所属・役職

丸信人、理学研究科・数物系専攻、准教授

<概要>

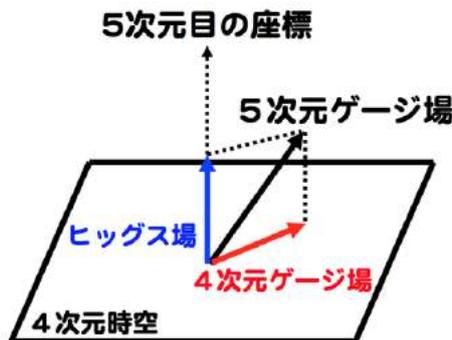
素粒子論は、

- 1: 自然を構成している基本粒子(素粒子)が何であるのか？
- 2: その素粒子は、どのような物理法則に従って運動しているのか？

という疑問を研究する分野です。

2012年にジュネーブ近郊の欧州原子核研究機構にあるハドロン加速衝突器(LHC)にて、現在まで知られている素粒子とその相互作用を記述する標準模型の中で唯一の未発見粒子である**ヒッグス粒子を発見**しました。ヒッグス粒子は、素粒子の質量生成に関わる重要な粒子ですが、その起源は未だに謎で標準模型で予言されるヒッグス粒子かどうかLHCで確認しているところです。また、**標準模型には説明できないこと(暗黒物質、暗黒エネルギー、素粒子の質量など)がたくさんあるため、その拡張模型がいろいろ考えられています。**

最近、その拡張模型の1つである**「ゲージ・ヒッグス統一模型」**に力を注いでいます。



ゲージ・ヒッグス統一模型では、上図に見られるようにたとえば5次元ゲージ理論を考えて、その5次元ゲージ場の第5成分をヒッグス場とみなします。通常5次元以上の理論では、様々な物理量に対する量子力学的補正を計算すると無限大となり意味がありません。ところが、**ゲージ・ヒッグス統一模型ではヒッグス場がゲージ場の一部であるために高次元ゲージ対称性によってコントロールされ、ヒッグス粒子の質量や結合定数など標準模型では予言できなかった物理量を有限に計算できます。**また、ヒッグス粒子と他の素粒子との相互作用も高次元ゲージ対称性で支配され、LHCにおけるヒッグス粒子の崩壊パターンやフレーバーを変える中性カレント過程に対して、標準模型にはない特徴的な物理を予言します。

またゲージ・ヒッグス統一模型は、究極の素粒子統一理論と期待されている弦理論の低エネルギー有効理論でもあるので、標準模型を超える物理の中でも有望な模型であり、今後の実験で検証されることを期待しています。

<関連する URL>

<https://sites.google.com/site/wanxinrennopeji/>

キーワード

素粒子物理、高次元理論、ヒッグス粒子、ゲージ対称性、標準模型を超える物理

	シーズ名	冷却原子・分子気体を用いた超精密測定
	氏名・所属・役職	井上 慎・理学研究科・教授

<概要>

レーザー冷却した原子気体(図1参照)を元に、量子縮退(ボース凝縮)した原子気体、および極低温の分子気体を作成する。レーザー冷却された原子気体は絶対温度で 100 マイクロケルビン(0.0001 度)、蒸発冷却された原子気体の温度はさらにその 1000 分の1程度になる。このような極低温の原子や分子を用いると以下のようなことが可能になる:

- ・超精密測定: 冷却原子・分子では粒子の速度によるドップラーシフトがほとんど無視でき、さらに測定時間も長くとれるために、熱原子・分子では不可能であったような高い精度での測定が可能になる。例としては、アルカリ原子の不正電子の磁気モーメントを用いた磁場(もしくは磁場勾配)の精密測定や、重力(もしくは重力勾配)の精密測定などが考えられる。

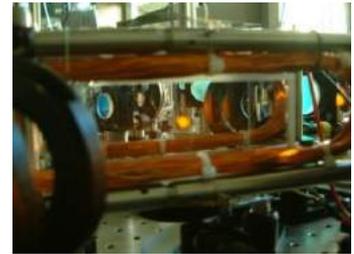


図1: レーザー冷却されたカリウム原子(中央のオレンジの輝点)

- ・冷却分子気体の作成: 磁場を用いた冷却原子間の相互作用の制御(フェッシュバハ共鳴)や、光会合といった技術を用いて、冷却原子を冷却分子に変換することが可能である。さらに、ラマン遷移を用いて冷却分子を量子状態間で遷移(誘導ラマン断熱遷移、STIRAP)させることで、冷却分子を特定の振動・回転準位に遷移させることが可能である(図2参照)。

<アピールポイント>

冷却分子の上記の2つの性質を組み合わせると従来の測定における限界を打破することが可能になる。実際、当研究室では冷却分子を用いて、電子・陽子質量比の時間変化の測定実験を行い、世界記録を上回る結果を得た。具体的には冷却分子を、電子陽子質量比の時間変化に極めて敏感な(感度にして約 10,000 倍)特定の振動・回転準位に用意し、次に 10 桁の精度でマイクロ波分光を行った。マイクロ波分光の測定精度を電子陽子質量比の精度に換算する際に上記の感度がかかるので、電子陽子質量比として達成された精度は 14 桁に及び、世界記録を2倍上回ることができた。また、この実験はレーザー冷却のみを用いているため、全体の実験を 100 ミリ秒で繰り返すことができ、データ取得の面でも有利である。

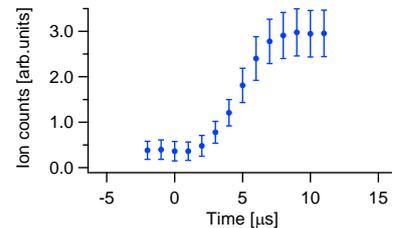


図2: 振動回転基底状態に作成された冷却分子。誘導ラマン断熱遷移(STIRAP)により冷却分子を所望の準位に遷移させることができる。

さらに、可能性としては

- ・可搬なシステムの構築: 光源としては主に半導体レーザーやファイバーレーザーを使っているため、電力消費が少なく、重量も軽いので、可搬な装置を目指してシステムを組むことも可能である。
- ・光格子ポテンシャルに閉じ込めた冷却分子の作成: レーザー光による定在波を用いると、理想的な周期ポテンシャルを構築することが可能である。光格子ポテンシャルの中に冷却原子を閉じ込める方法は確立しているが、ポテンシャルの中で冷却原子を冷却分子に変換できれば、冷却分子を周期ポテンシャルに閉じ込めた系を構築することが可能であり、物性研究の新たなプラットフォームになりうる。

<利用・用途・応用分野>

- ・磁場や磁場勾配の測定、
- ・重力および重力勾配の測定 など。

キーワード	レーザー冷却、量子縮退、ボース・アインシュタイン凝縮(BEC)、冷却分子、ラマン遷移、半導体レーザー
-------	--



シーズ名

高エネルギー物理学による宇宙の始まりの解明

氏名・所属・役職

山本和弘・理学研究科 数物系専攻・准教授

<概要>

物質を形作る最小単位を素粒子といい、クォークおよびレプトンと呼ばれる粒子がそれにあたります。クォークは陽子や中性子の構成要素となっており、レプトンには一般にもよく知られる電子が含まれます。(図1) また、素粒子どうしが力を及ぼしあうときにも、光子など力を媒介する素粒子が現れます。このような、自然を最もミクロな視点で見たときに、そこに現れる様々な現象を探り、根底に潜む基本法則を明らかにする学問が、素粒子物理学あるいは高エネルギー物理学とよばれる分野です。

クォーク	$\frac{2}{3}e$	アップクォーク 	チャームクォーク 	トップクォーク 
	$-\frac{1}{3}e$	ダウンクォーク 	ストレンジクォーク 	ボトムクォーク 
電荷		第1世代	第2世代	第3世代
レプトン	0	電子型ニュートリノ 	ミュー型ニュートリノ 	タウ型ニュートリノ 
	-e	電子 	ミュー粒子 	タウ粒子 

図1：素粒子：クォークとレプトン

また現代宇宙論によれば、宇宙は極めて高エネルギーでかつ極めて小さな時空からビッグバンによって始まったことが判明しているため、素粒子の世界の研究は宇宙の始まりの瞬間を研究することでもあります。宇宙をめぐる大きな謎の1つに、現在の宇宙にはなぜ「反物質」が無く、「物質」だけで成り立っているのかというのがあります。一見、この宇宙には「物質」しかなくても不都合は無いように思われるかもしれませんが、素粒子の世界では、必ず粒子と反粒子がペアになって生まれるので、ビッグバンの瞬間には粒子と反粒子が同数あったと考えられています。それが、何かの物理的メカニズムによって反粒子は消え去り、粒子すなわち物質だけが生き残ったと考えるのが妥当です。

我々はニュートリノという素粒子の一種を用いて、この謎に迫ろうとしています。ニュートリノは電子と同じレプトンの仲間ですが、電気的に中性で物質と相互作用が非常に弱く、検出が困難な素粒子です。しかし、近年の科学・技術の発展によって、稀な反応を効率よく検出できるようになり、研究が進んできました。茨城県東海村に建設された J-PARC 大強度陽子加速器施設から大強度のニュートリノビームを射出し、それを岐阜県飛騨市神岡の地下に設置されたスーパーカミオカンデ検出器で観測することで、ニュートリノ振動と呼ばれる現象を探る実験を行っています。ニュートリノ振動とは、ニュートリノが飛行している間に、始めの種類とは別の種類のニュートリノに変化してしまう現象ですが、ニュートリノにも粒子と反粒子が存在するので、もし粒子(ニュートリノ)と反粒子(反ニュートリノ)で振動の確率が違うことが発見されれば、宇宙の始まりにおいて粒子と反粒子に不均衡を生じさせる1つの原因となりえます。

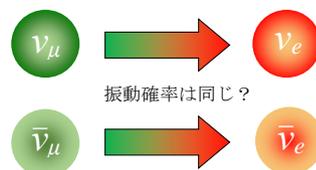


図2：ニュートリノ振動

<アピールポイント>

素粒子が従う根本法則を探り、宇宙の始まりを理解する。

<利用・用途・応用分野>

物理学、放射線検出器、計算機科学

キーワード

素粒子、ニュートリノ、宇宙

	シーズ名	極低温動作増幅器
	氏名・所属・役職	小原 顕・理学研究科・講師
<p>&lt;概要&gt;</p> <p>一般に、微小信号計測では、ノイズの軽減が大きな努力目標となることが多い。我々の開発している低温動作増幅器は2種類あり、それぞれが特徴を持つ。</p> <p>(Type A) 熱雑音に起因するノイズを軽減するため、センサーを低温に冷却する。この場合、増幅部が室温に置かれるため、ケーブルの距離が長くなり、ピックアップノイズ、ケーブルの屈曲振動による摩擦電気起因のノイズ、あるいはケーブルの浮遊容量による信号の劣化が無視できなくなる。したがって、増幅器をセンサーの近傍に設置せねばならず、必然的に増幅部が低温に耐えられねばならない。また、増幅器が液体窒素／液体ヘリウム／機械式冷凍機などに直接設置できる場合、増幅率の温度揺らぎも軽減することができる。我々の開発した増幅器は、最低温度 <math>-269^{\circ}\text{C}</math> までの動作確認が取れている。帯域幅は 2 MHz 程度である。ほぼ開発は終了し、生産体制に入る準備が整っている。</p> <p>(Type B) さらに、雑音を軽減するためには、アンプの熱雑音と、出力インピーダンスが低く保たれていることが必要になる。現在開発が進行中のアンプの目標動作温度は <math>-273^{\circ}\text{C}</math> とほぼ絶対零度近傍で、帯域幅は 100 MHz、ノイズ密度は現存するアンプ類のなかで最も低くなる。出力インピーダンスは 100 <math>\Omega</math> 前後を目指している。これは特に NMR 用前置増幅器に特化して開発しているが、応用の可能性は広いものと思われる。現在、部品選定が終了し、試作品製作段階にある。</p> <p>&lt;アピールポイント&gt;</p> <p>(Type A) 安価で、市場での調達も容易、取り扱いも簡単。サイズも小さく、電源を除けば 12 mm x 15 mm 程度に収まっている。各種性能調査は終了している。特に、入力インピーダンスが極めて大きいため、高インピーダンスセンサーの前置増幅器として有効である。また、DC 動作も可能で、入出力比の線形性も極めて高い。原理が簡単であるため、堅牢である。また、室温と極低温での特性の変化が小さいため、動作確認が容易。</p> <p>(Type B) Type A よりもさらに高い周波数領域を目指し、また、増幅器の熱雑音も問題になるような超微小信号計測に特化している。入力インピーダンスは比較的高く、出力インピーダンスは Type A よりも低い。ノイズ特性は理論上の限界に近い。</p> <p>&lt;利用・用途・応用分野&gt;</p> <p>高感度冷却センサー用前置増幅器、過酷環境での微小信号計測</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 低周波 NMR 用</li> <li>・ 超高感度光センサー用</li> <li>・ 超高感度音響センサー、超音波センサー用</li> <li>・ 振動センサー用</li> <li>・ 歪みゲージ用</li> </ul> <p>&lt;関連する知的財産権&gt;</p> <p>なし</p> <p>&lt;関連するURL&gt;</p> <p>なし</p> <p>&lt;他分野に求めるニーズ&gt;</p> <p>なし</p>		
キーワード	微小信号計測／低温アンプ／低ノイズアンプ	



シーズ名

有機半導体における素子動作モニタリング技術の開発

氏名・所属・役職

鐘本 勝一・理学研究科数物系専攻・准教授

### <概要>

有機半導体は、近年盛んに素子への応用展開がなされており、中でも、有機太陽電池、有機 LED、有機 FET は、産官学で基礎・応用両面において研究が進展しています。一方で、実用化を達成するには、技術面での課題が残されています。そこでは効率を上げるのみならず、素子の劣化機構の解明が重要となります。

当研究室では、有機半導体素子全般において、その動作性能や劣化の要因を特定するために、分光や電子スピン共鳴技術を主体としたモニタリング技術の開発を行い、動作過程及び劣化過程の分子レベルにおける機構解明を目指しています。

#### (1) 有機半導体素子動作と同期させた計測技術の開発

有機太陽電池、有機 LED、有機 FET 等の有機素子を動作させた際に発生する、動的キャリアやトラップキャリア、さらには発光の源となる励起子を、素子動作と直接リンクさせた分光や電子スピン共鳴法により直接検出します。それら発生種の振る舞いと素子動作条件の関係を調べることで、素子の性能や劣化を決定する要因を明らかにできます。

#### (2) 有機半導体素子の性能向上に向けた素子デザインの提案

(1)の計測を、多くの素子構造や材料に対して適用することで、性能向上に向けた分子及び素子デザインの提案を行います。

### <アピールポイント>

これまで、有機半導体素子全般において、測定技術の開発を行ってきました。太陽電池では、有機薄膜系と色素増感系について、有機 LED 及び有機 FET では、ポリマー系と分子系について、それぞれ実際に素子作成を行い、計測技術を開発してきました。そのため、多くの素子系について、発生する状態、さらには信号と素子動作の関係を熟知しています。

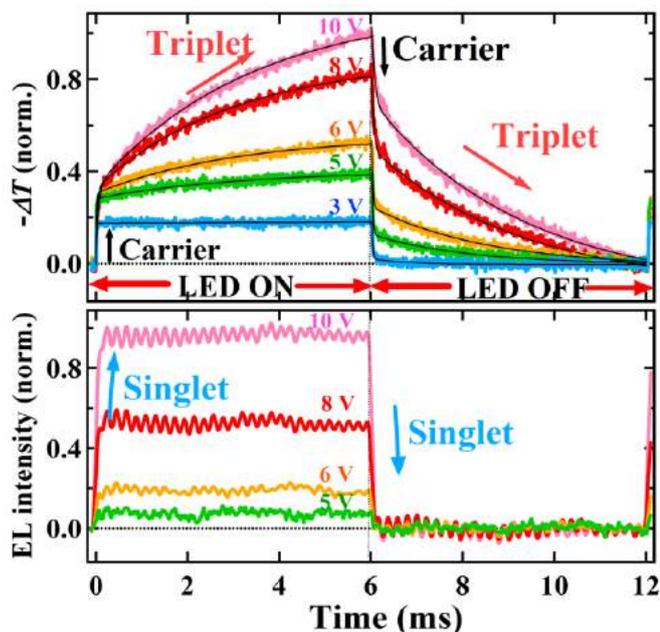
行う計測法は、研究室独自で取り組んできた技術をベースとしており、他の計測法では得られない情報を提供できます。得られる結果も素子性能と直接結びつくもので、開発に際して重要な情報を提供できます。

### <利用・用途・応用分野>

有機太陽電池、有機 EL 素子、有機 FET の開発・設計・改良、スピントロニクス

### <関連する URL>

<http://www.sci.osaka-cu.ac.jp/phys/ppes/index-j.html>



図：有機 LED 動作とともに発生するキャリアと非輻射の Triplet 励起子を分光技術を用いて、EL 光と同時に計測し、動作過程の可視化を試みています。

キーワード

有機太陽電池、有機 EL、有機 FET、分光、電子スピン共鳴



シーズ名

乱流制御につながる渦ダイナミクスの基礎的解明

氏名・所属・役職

大学院理学研究科数物系専攻 准教授 矢野 英雄

<概要>

気体や液体の流れの制御は、自動車・航空機・船舶などの輸送効率のアップや、内燃機関によるエネルギーの取り出し、液体輸送の効率化など、これからの社会に必要とされる技術です。気体や液体の流れには多くの場合マイクロな渦が発生し、乱流となって輸送を妨げます。乱流を制御できれば、少ないエネルギーで多くの気体や液体を輸送することができます。本研究では、速い流れが渦を発生する点に着目し、流れが乱流に遷移していく基礎的な過程を解明することで、乱流の制御をめざします。

<アピールポイント>

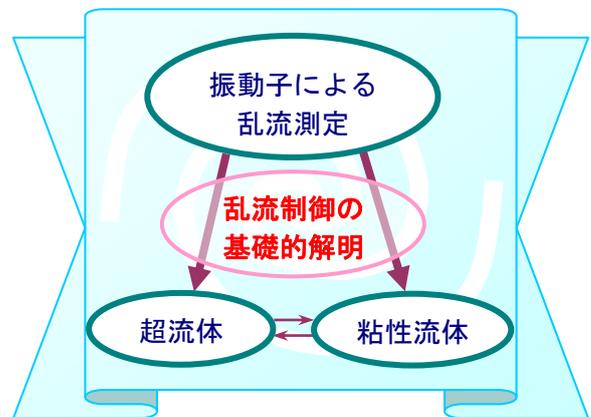
通常の気体や液体には粘性があります(粘性流体)。その流れや渦は複雑で、乱流の理解を困難にします。一方、粘性のない液体(超流体)の渦は一種類だけです。超流体の乱流は渦だけから構成されるので、乱流の渦ダイナミクスを調べるのに適しています。パイプを流れる水流の乱流遷移がネイチャー(2006年9月7日号)に報告されましたが、我々は超流体の乱流遷移がこれと似ていることを明らかにし、乱流の遷移に渦が関与することを示しました。

<利用・用途・応用分野>

残念ながら普通の気体や液体(粘性流体)の乱流制御は、これからの課題です。超流体の乱流を調べる手段として、我々は振動子による乱流測定法を開発しました。この手法を用いれば、流体中の乱流を簡単に生成・測定することが可能です。振動子による粘性計はすでに実用化されていますが、いろいろな形状の振動子を用いることで乱流への遷移過程を調べることが可能になります。我々が開発した超流体の渦を検出する振動子の写真を右に示します。

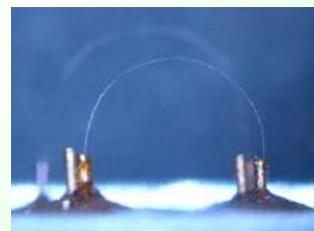
<他分野に求めるニーズ>

超流体はヘリウムガスを絶対零度近く(-273℃)まで冷却して作ります。超流体の乱流測定には、冷凍機が欠かせません。また我々は、超流体の流れを駆動するポンプの開発に取り組んでいます。このポンプには、低温でも動作するモーターが必要です。超流体の流れを詳細に観測するためには、微粒子による流れの3次元可視化技術が適しています。これらの技術があれば、渦ダイナミクスを的確に捉えることが可能になり、乱流遷移への基礎的過程を明らかにすることができます。



振動子の応用例

- ◆ 粘性計
- ◆ 振動流が物体に及ぼす抗力
  - ・乱流生成前後の抗力変化
- ◆ 乱流生成のはじまる流速測定
  - ・物体の形・表面と乱流生成



極微細超伝導線(NbTi 直径1~3 μm) 極微細金属線で、超流体の乱流遷移を捉えることができます。

キーワード

乱流制御、超流体、振動子、乱流測定



シーズ名

電子スピントクノロジーと分子スピン技術

氏名・所属・役職

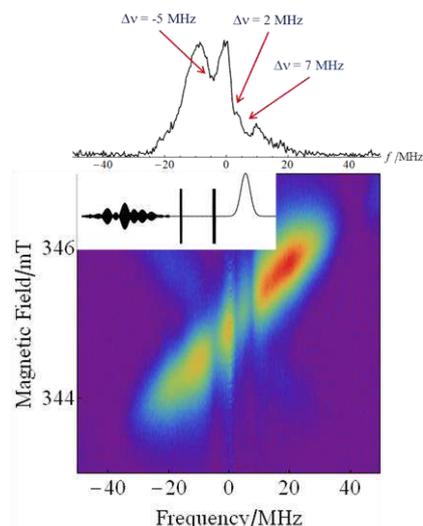
佐藤和信・大学院理学研究科・教授

<概要>

分子の結合形態を制御することにより発現する分子由来の新しい磁気機能の探索と物質の微視的性質を評価する次世代技術の開拓を目的として、電子磁気共鳴分光学を基盤とする新しい方法論・解析手法の開発、新規分子スピン系の連続波及びパルス電子スピン共鳴 (ESR) による研究を行っています。これまで、特に分子スピン系の電子状態を評価・同定する方法として二次元電子スピンニューテーション分光法など直接的に電子スピンを評価する手法の開発や、多次元相関分光法や多重共鳴分光法を用いた高スピン分子系の電子状態解明を行ってきました。

先端電子スピン共鳴 (ESR/ENDOR/ELDOR など) 技術を中心に、電子スピンをプローブとして用いる微視的な機能評価手法の開発、分子スピン量子コンピュータの開発と量子演算・量子情報通信の実現を目指しています。

- ・有機スピン二次電池における充放電機構の分子レベルでの解明
- ・先端パルス磁気共鳴分光法の開発と量子情報科学への展開



<アピールポイント>

先端 ESR 法を用いた電子スピン物性の分子レベルでの微視的な評価、解明は、勃興しつつあるスピントロニクス分野を始めとしてスピンの量子効果を活用する高機能材料の開発・応用に不可欠となりつつあります。

二次電池への適用研究では、充放電を行いながら電池内部の電子スピンを ESR 法でその場 (in situ) 観測したり、可視化する評価手法を確立しました。従来の電池活物質や部材の材料評価に加えて、充放電過程における電池内部の電子スピン状態の変化を分子レベルで追跡することが可能となるため、二次電池の劣化原因の特定や機能・性能向上に微視的な視点から有益な指針を得ることができます。分子スピン量子コンピュータ実現に向けた研究では、パルス波形を制御できるパルス ESR システムを開発し、分子スピン系におけるスピン量子状態制御、電子スピンスピノールの実証、量子ゲートの構築を行いました。

ESR 分光学に関する分析技術や電子状態の解明に必要な知識を蓄積しているため、複雑な常磁性システムの電子状態・構造の解明にお役に立てると思います。

<利用・用途・応用分野>

- 材料・物質科学における磁気的性質など電子スピン物性評価
- 開殻系化合物の量子化学計算と電子状態解析
- In situ ESR (その場観測), ESR イメージング, 量子コンピュータ, 量子情報科学

<関連する知的財産権>

工位武治、佐藤和信、森田靖、有機分子スピンバッテリー 特願 2013-534736 WO2013042706

<関連する URL>

<http://www.qcqi.sci.osaka-cu.ac.jp/ms/jp/>

<他分野に求めるニーズ>

- 電子スピン配列制御技術
- (安定なスピン系を 3 次元空間で規則正しく並べる技術、或は配列するスピンシステム)

キーワード

ESR, ESR イメージング、二次電池、スピン量子コンピュータ、分子量子技術



シーズ名

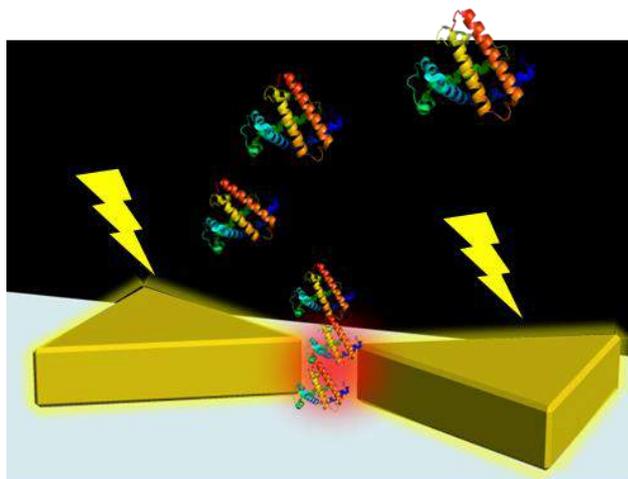
貴金属ナノ粒子を用いたナノ微小空間での分子・粒子の捕捉・分析

氏名・所属・役職

坪井 泰之・理学研究科・教授

#### <概要>

貴金属ナノ粒子中の自由電子の集団運動を局在表面プラズモンといいます。微細加工技術の発展とともに、この現象は学術的興味だけでなく、バイオセンシング技術に代表される工業的応用も興隆しつつあります。そのような中、我々はこれまで注目されてこられなかった局在表面プラズモンの新たな側面「光が本来備え持っている物を動かす力—放射圧—」に注目した「プラズモン光ピンセット」と呼ぶ手法の開発に積極的に取り組んでいます。



#### <アピールポイント>

プラズモン光ピンセットは、2008 年を境に急速に進展している若い研究分野ですが、未だ現象論の解析やシミュレーションなど物理的アプローチに研究が限られています。一方、分子捕捉を目指し化学の立場から研究を進めているのは私たちだけとなっております。さらに、プラズモン光ピンセットの応用的研究は皆無であり、化学・生命科学への応用展開は世界的にも類を見ない大きな特色であるといえます。

#### <利用・用途・応用分野>

分子やナノ粒子を自由自在に操るプラズモン光ピンセットの実現は、各種工学分野への波及効果が期待できますが、特に化学・生命科学分野に大きく貢献できるものと予想されます。例えば、DNA やタンパク質などの生体分子を自在に操作できれば、生命科学で切望されている生細胞内外での生体分子操作の道が切り開けるものと期待できます。

#### <関連する知的財産権>

#### <関連するURL>

電子のさざ波で動く光ピンセット; <http://www.adcom-media.co.jp/pic/2013/06/25/13079/>

高分子を捕まえる光ピンセットの開発に成功; <http://news.mynavi.jp/news/2013/04/11/050/>

#### <他分野に求めるニーズ>

- ・貴金属ナノ粒子の微細加工技術
- ・プラズモン光ピンセットに関わる光学装置技術

キーワード

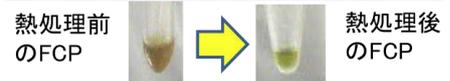
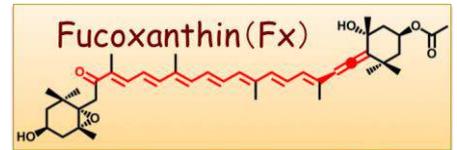
放射圧、局在表面プラズモン、顕微分光、高分子、DNA、生体分子

	シリーズ名	有機スピン系の光励起状態、分子磁性体の研究、光励起状態を利用した機能性分子素子の基礎研究
	氏名・所属・役職	理学研究科・物質分子系専攻 教授 手木 芳男
<p>&lt;概要&gt;</p> <p>◆ 研究の目標</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・有機磁性体を基にした分子メモリー等の機能性材料開発の為の指導原理と設計指針の解明</li> <li>・<math>\pi</math>電子物質の基底状態と光励起状態でのスピン整列、エネルギー移動、スピンドイナミックスの解明</li> <li>・光励起高スピン状態を利用した新規な分子素子の実現</li> <li>・有機分子の光励起状態ダイナミックスを利用するスピントロニクスへの展開</li> </ul> <p>◆ 研究内容</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・複数のスピンを持った多スピン系有機分子の光励起状態におけるスピン整列の研究により、有機磁性系の光物性と磁性との関連を解明し、最終的には有機磁性系での光による磁性の制御を目指す。</li> <li>・光励起高スピン<math>\pi</math>ラジカルを基盤とする分子素子の可能性を探る目的で、分子内ドナー/アクセプター間の電子移動と光誘起スピン整列の研究を行い、光合成や太陽電池に不可欠な光誘起電荷分離状態を分子内で実現して、その光誘起電子移動のスピン選択性を明らかにする。これにより、光励起高スピン状態の関与する新規な分子素子の開拓を目指す。</li> <li>・アセン類（アントラセン、ペンタセン等）にラジカル部位を結合した系の励起状態スピンドイナミックスを利用したスピントロニクス素子への展開を目指す</li> </ul> <p>◆ 研究設備</p> <p>多機能電子スピン共鳴装置（ESR、時間分解 ESR、パルス ESR 装置、ナノ秒パルスレーザーと同期させた磁気共鳴測定、光検出 ESR 測定、電子一核二重共鳴等） SQUID 磁化率測定装置 温度可変時間分解光学スペクトル（ナノ秒～秒）測定装置 ナノ秒過渡吸収測定装置 その他</p> <p>&lt;アピールポイント&gt;</p> <p>本研究で得られる知見は、分子磁性やスピン化学の分野に限らず、科学一般からみても基礎的で重要なものであると考えている。また、本研究課題は将来の科学技術の応用という観点から見て、有機<math>\pi</math>電子物質系を用いた光磁気機能や種々の光物性を発現させる機能性物質を設計する上での基礎的知見を与えるものであり、現在のところ基礎研究であるが、将来的にはずっと社会的インパクトのある結果につながる研究である。</p> <p>&lt;利用・用途・応用分野&gt;</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 有機ラジカルを基盤とする光変調素子</li> <li>2) 有機ラジカルを基盤とする非線形光学素子</li> <li>3) 有機薄膜の光励起高スピン状態を利用した高効率太陽電池</li> <li>4) 生体内の活性酸素などに対する発光モニターによる高感度ラジカルセンサー</li> <li>5) 有機スピントロニクス素子</li> </ol> <p>&lt;関連する知的財産権&gt;</p> <p>「安定である・電子共役系化合物およびその製造方法」、手木 芳男, 品田 哲郎, 川中 優輔, 清水 章皓、<i>Jpn. Kokai Tokkyo Koho</i>, 2014, JP 2014148483 A, Publication Date: 2014/08/21 (特開 2014-148483、平成 26 年 8 月 21 日公開)。</p> <p>&lt;関連するURL&gt;</p> <p>&lt;他分野に求めるニーズ&gt;</p>		
キーワード	光励起状態、安泰ラジカル、機能性分子、分子磁性体、スピン整列、スピントロニクス	

	シーズ名	光合成集光性色素の生体及び人工系における新規機能と構造の解明
	氏名・所属・役職	藤井 律子・複合先端研究機構・准教授

<概要>

太陽光の利用には、集光メカニズムが重要です。緑色植物は太陽光の最もエネルギーの大きい緑色光をあまり効率よく利用できません。しかし水深5m以下では緑色の弱い光しか得られないため、海洋性光合成生物には、緑色光を効率よく光合成に利用する集光性アンテナタンパク質を持つものがあります。我々は、こういった特殊な海洋性光合成アンテナタンパク質に結合するカロテノイド、クロロフィルといった光合成色素の構造と集光機能を解明しようとしています。私は、褐藻類の光合成アンテナFCPに結合するフコキサンチンが、ゆでると不可逆的に遊離することに着目し、FCP内においてフコキサンチンが集積している構造が集光に重要であると着想しました。これよりフコキサンチンの集積で緑色光の集光を再現しようとしています。フコキサンチンは多孔質シリカに吸着させることにより画期的に耐久性が得られます。この吸着を制御することにより、フコキサンチンの集積に依存する電子励起状態の変化を観測する事が出来ました。



この他にも、同じ褐藻類の光合成アンテナに結合するクロロフィルcという色素の光応答について、またアスタキサンチン蓄積レタス(石川県立大学三沢教授、京都大学伊福助教との共同研究)、深所型緑藻ミル(大阪大学蛋白質研究所栗栖教授との共同研究)の光合成色素結合タンパク質についても研究を行っています。

<アピールポイント>

光合成色素であるカロテノイドは、光合成をする生物が生産する天然色素であり、それを摂取した動物の体内で、様々なホルモンやビタミンを合成する前駆体として利用できる機能性物質です。近年はこれ自体の抗酸化作用が注目され、機能性食品だけでなく、化粧品や医薬品としての開発もされています。私は直接開発してはいませんが、カロテノイドの取り扱いや安定性の向上、物性同定、構造決定(HPLC、NMR、MS といった機器分析)、分離精製方法や分析方法、生産方法に関する知見があり、そういった事に興味も有ります。また、藻類の培養、遺伝子組み換え植物なども扱っています。

<利用・用途・応用分野>

機能性食品、化粧品、培養

<関連する知的財産権>

- 特開 2015-49188 特願 2013-182188 「pH 指示薬」
- 特開 2014-001158 特願 2012-136894「色素結合型タンパク質およびその製造方法」
- 特開 2012-122750 特願 2010-271456「クロロフィル c および/またはキサントフィルを分離精製する方法」
- 特開 2012-058200 特願 2010-204632「色素化合物の定量方法」
- 特開 2011-057649 特願 2009-211721「フコキサンチン-クロロフィルa/c タンパク質の製造方法」

<関連するURL>

- <http://www.ocarina.osaka-cu.ac.jp/>
- <http://recap.osaka-cu.ac.jp/index.html>

<他分野に求めるニーズ>

高分子などに色素を組み込んで色素同士の三次構造の制御するような技術

キーワード	光合成色素、カロテノイド、色素結合型タンパク質、海洋藻類、機器分析、光応答
-------	---------------------------------------



シーズ名

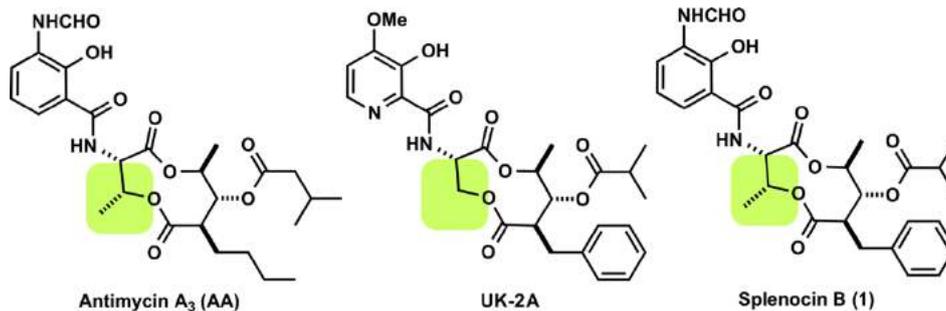
微生物が産生する特異な生物活性を有する化合物の探索・構造決定・全合成・機能解析

氏名・所属・役職

臼杵 克之助・理学研究科物質分子系専攻・准教授

### <概要>

UK-2Aは本学杉本キャンパスで採取された土壤中から得られた放線菌が産生する微生物由来天然有機化合物です。最近、*Streptomyces* 属菌の代謝産物からマウス脾細胞を用いた Th2 サイトカイン産生抑制活性を指標として単離・構造決定されたスプレノシン B (1) は、これまでに私たちが構造活性相関研究を行ってきた UK-2A と antimycin A<sub>3</sub> (AA)の構造を併せ持つものです (UK-2A の β,γ-ジヒドロキシカルボン酸とアシル側鎖、および AA の L-トレオニン残基と N-ホルミルアミノサリチル酸)。Th2 サイトカイン産生抑制薬はアレルギー性炎症を抑制し、喘息症状などのアレルギー症状の軽減に有用なことから、エトキシビニルエステルを経由する 9 員環ジラクトン構築を鍵段階とする、スプレノシン B の全合成を達成しました。



ヒト血清アルブミンにより活性化させたラット好塩基球性白血病細胞 RBL-2H3 にサンプルを添加し、反応後の細胞より抽出した全 RNA についてリアルタイム PCR で mRNA 発現を定量することで、Th2 サイトカイン産生抑制活性の評価を行い、あわせて RBL-2H3 細胞に対する細胞毒性も評価しました。細胞毒性が低く、Th2 サイトカイン産生抑制活性を有しているのは UK-2A でした。さらに、UK-2A のピコリン酸部位を N-ホルミルアミノサリチル酸へと置換した誘導体が、よく強力な Th2 サイトカイン産生抑制活性を示すことを明らかにしました。現在、その作用機序を明らかにすべく研究を進めています。

### <アピールポイント>

天然資源を系統的かつ組織的に探索し、生命現象を解明するためのツールとして活用していくうえで、植物（とくに熱帯産や高地）や微生物が生産する低分子有機化合物の構造とそれらの生物活性の多様性は魅力的です。活性発現に必須な化学構造を描出できれば、化学構造と薬理作用を基盤とした新薬創製へとつながり、医農薬の開発などの分野への波及効果は大きいと期待されます。新規抗アレルギー薬や抗がん剤の創出につながる新規創薬シーズを提供したいと考えています。

### <利用・用途・応用分野>

医農薬開発・抗アレルギー剤

### <関連する知的財産権>

アレルギー抑制剤、抗アレルギー性医薬組成物、及び Th2 サイトカイン阻害剤 (JP 2017-19757 A 2017.1.26)

### <関連するURL>

### <他分野に求めるニーズ>

キーワード

創薬シーズ、構造解析、構造活性相関、生物活性天然有機化合物、サイトカイン



シーズ名

高機能有機電子材料および巨大分子の合成

氏名・所属・役職

小寺正敏・理学研究科 物質分子系専攻・教授

<概要>

有機トランジスター、有機 EL、有機太陽電池の作製に利用できるπ共役有機化合物の開発を幅広い化合物を対象に行っています。これまで、低分子系化合物から高分子化合物まで扱った実績があり、高い合成・精製技術を保有しています。現在、既存の高性能材料にみられるチオフェン環やポルフィリン環を含む様々な化合物を多数保有しており、材料設計・合成・機能評価技術やノウハウを持っています。保有している有機材料を提供するだけでなく、要求される特性を持つ新規化合物の開発を短期間に行うことができます。

<アピールポイント>

高電導性が期待できるポリチオフェン誘導体やオリゴマーの合成、物性評価に対して、経験と技術蓄積があります。そのため、精密に設計された分子を短期間に効率よく合成して提供することができます。また、縮環系π共役分子に関しても合成、機能評価をしています。縮環系π共役分子は、高い電荷移動度を持つ化合物が多く、有機トランジスターの構成材料として注目されています。これら材料の応用研究を共同で行うことで、優れた素子特性を発現できる有機材料の探索を効率的に実施できます。

医薬品分野や次世代電子材料として期待されている dendrimer の合成・精製に関して高い技術を持っています。特に、従来の dendrimer には見られない様々な利点を有する dendrimer 分子を独自に開発しています。これまで、独自に開発した dendrimer を応用して高い太陽光捕集特性、光電変換特性をもつ分子を開発することに成功しています。我々の dendrimer を利用することで、効率的な太陽光利用システムの構築が期待できます。

<利用・用途・応用分野>

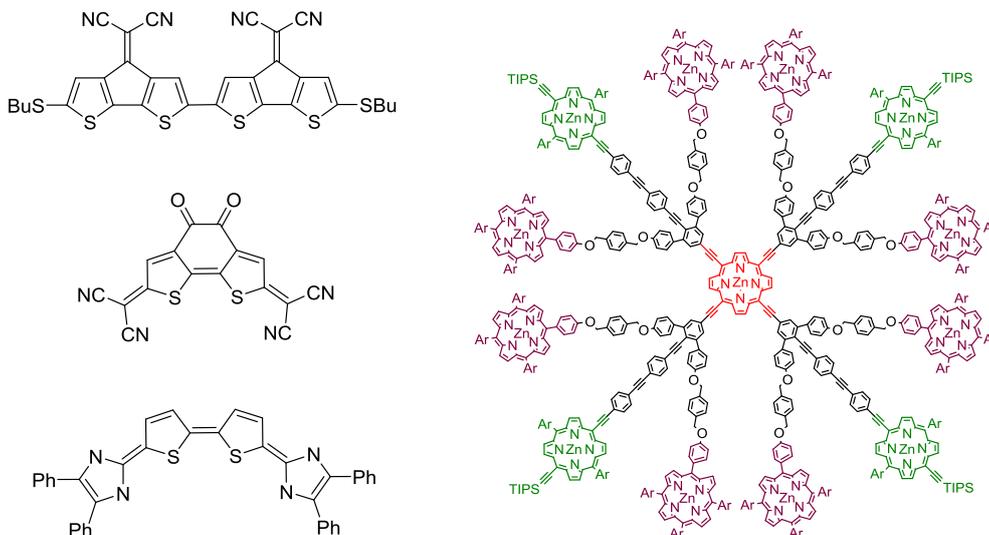
我々の技術は、有機トランジスター、有機発光素子、有機太陽電池など様々な有機電子素子の開発に応用することができます。

<関連する知的財産権>

特願 2013-110756、銅錯体化合物、銅錯体化合物の製造方法、医療診断用蛍光色素、太陽電池、並びに、発光素子。特願 2002-307189、ジヒドロフェナジン誘導体を陽極バッファ層に含有する有機電界発光素子。特願 2002-262360、非対称ジヒドロフェナジン誘導体及びその製造方法。国際出願：PCT/JP01/05293、ジアザペンタセン誘導体を含有する電荷輸送材料、発光材料およびこれらを用いた有機電界発光素子

<関連するURL>

<http://www.sci.osaka-cu.ac.jp/chem/phyorg/POCU/research.html>



キーワード

有機トランジスター、有機発光素子、有機太陽電池、 dendrimer



シーズ名

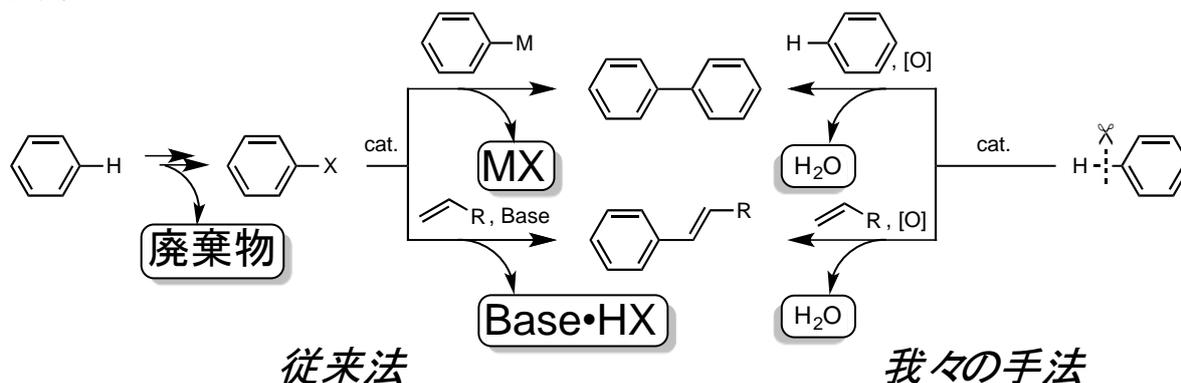
遷移金属触媒を用いる有機合成反応開発

氏名・所属・役職

佐藤哲也・理学研究科・教授

<概要>

遷移金属触媒を用いる有機合成反応、中でも特に炭素-水素結合活性化を伴う直接カップリング反応の開発を行っています。炭化水素の炭素-水素結合を、ハロゲンや金属へと置換することなく、触媒によって直接切断し、誘導体化を行えば、合成プロセスの省ステップ化につながり、また廃棄物の副生を軽減できます。さらにこの手法を用いれば、入手容易な、単純な構造を有する出発物質から、複雑な機能性分子を一段階で構築できます。



<アピールポイント>

従来型のパラジウム触媒を用いるクロスカップリングは、工業的スケールでも広く用いられています。我々の直接カップリング手法は、これを環境調和型に改良したもので、経済的にも有利になる可能性を秘めています。また従来型では合成できない複雑なπ共役系分子も、本法を使えば簡単に合成できるようになります。

<利用・用途・応用分野>

用途: 医薬品や機能性π共役分子等の芳香族ファインケミカルズ合成  
応用分野: 製薬・有機材料分野等

<関連する知的財産権>

なし

<関連するURL>

<http://www.sci.osaka-cu.ac.jp/chem/orc/index.html>

<他分野に求めるニーズ>

合成したπ共役分子のキャリア輸送能等の物性を簡便に測定する方法

キーワード

C-H 活性化、クロスカップリング、縮合ヘテロ環化合物、π共役分子、有機材料

	シーズ名	神経機能の向上を指向した化合物の探索・合成・機能研究
	氏名・所属・役職	品田哲郎・理学研究科・教授
<p>&lt;概要&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・グリア細胞を増殖させる化合物を見出した。現在、構造の単純化と高機能化を目指した研究を展開している。</li> <li>・NMDA型受容体を標的とする、可視化と主に情報伝達の抑制による機能制御研究を行っている。</li> </ul> <p>&lt;アピールポイント&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・研究成果の一端がTV放映(夢の扉+、7月5日放映分)された</li> <li>・グリア細胞を標的とする新しい医薬品としての可能性が期待できる</li> <li>・アルツハイマー病の新しい治療薬としての潜在的可能性を有している</li> </ul> <p>&lt;利用・用途・応用分野&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・医薬品としての利用</li> <li>・受容体可視化試薬</li> </ul> <p>など</p> <p>&lt;関連する知的財産権&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・「環状ペプチド誘導体とその製造方法および組成物」特願特 2014-194509、出願日：2014/9/24</li> <li>・国際特許出願準備中</li> </ul> <p>&lt;関連するURL&gt;</p> <p><a href="http://www.sci.osaka-cu.ac.jp/chem/henkan/">http://www.sci.osaka-cu.ac.jp/chem/henkan/</a></p> <p>&lt;他分野に求めるニーズ&gt;</p>		
キーワード	脳神経、医薬品	

	シーズ名	高活性天然有機化合物の合成と新規合成手法の開発
	氏名・所属・役職	西川慶祐・大阪市立大学 大学院理学研究科 物質分子系専攻・助教

### ＜概要＞

複雑な化学構造をもち、強力な生物活性を発現する天然有機化合物の合成研究は、重要な研究課題の一つである。その全合成に応用できる新規合成手法の開発はもちろん、構造活性相関等のケミカルバイオロジー研究に係わる領域まで、幅広く研究を展開していければと考えている。最近では、強い着生阻害活性をもつジテルペン類の合成に力を入れている。

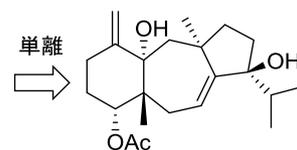
貝や海藻の付着を防止するための船底塗料に使用された有機スズ化合物(特にトリブチルスズ)は、海洋環境の汚染問題を引き起こし、その結果として環境低負荷型の新規防汚剤の開発が待たれている(Figure 1)。私は船底に付着する貝類が嫌う海洋天然物を有機合成することにより、海洋環境に優しい新規の防汚剤が開発できると推定し、褐海藻 *Canistrocarpus cervicornis* から抽出され、ムラサキガイの足糸形成を阻害する活性をもつ、ドラスタン型ジテルペンを合成標的物として選択した(Figure 2)。まずは本化合物の全合成手法を開発し、次に構造活性相関研究へと展開することで、活性発現に重要な構造因子の特定を行い、船底塗料として実用化が可能かどうかを考察する。次に作用部位の可視化や標的タンパク質の同定等のケミカルバイオロジー研究へと拡大し、得られたタンパク質の活性部位を参考にして、より構造が単純な高活性物質を創生する。合成による大量供給が可能で、環境低負荷型の新規防汚剤の開発につながる研究であると考えている。



Figure 1



褐海藻 *Canistrocarpus cervicornis*



Dolastane diterpene (1)

Figure 2

### ＜アピールポイント＞

現在、船底防汚材の代替品として、銅を中心金属とした防汚塗料が使用されているが、その海洋環境への副作用は完全には精査されておらず、同じ重金属を用いるという共通点故に多数の問題を孕んでいるのは明白である。また酵素を使用した防汚剤も製品化されているが、その防汚効果では不十分である。毒性が低いことが確認されているジテルペン **1** のような化合物を基本構造として防汚剤を創出することで、あらたな防汚塗料のリード化合物になることが大いに期待できる。

またムラサキガイという生物は接着したい対象に対して、腹側の殻の隙間から足糸を形成するタイプの付着生物である。合成研究からのアプローチでは、幼生セメントを分泌して付着するタイプの貝類に関する研究例は少なからず報告されているが、足糸タイプの生物に着目して研究した例は皆無であり、新たな知見を与える「宝庫」であると期待する。

ドラスタン型ジテルペン **1** の合成法を開発する上で、合成の難しい中央の七員環(B環)構築法が開発が鍵となる。シーズ提案者の過去の研究より、ヨウ化サマリウム( $\text{SmI}_2$ )によるケトンと塩化アリルとの間の立体選択的バービアー型環化反応を駆逐することで、効率良く B 環部分を高立体選択的に構築できると考える。

### ＜利用・用途・応用分野＞

足糸は非常に強靱かつ接着性が強いので、物理的に引き剥がすのは困難であり、その形成の阻害活性メカニズムが解明できれば新規防除剤への応用が期待できるのみでなく、容易に剥離不可能な新規接着剤の開発につながる重要な情報を導き出す可能性もある。応用できる分野は非常に幅広いと考える。

### ＜関連する知的財産権＞

なし

### ＜関連するURL＞

なし

### ＜他分野に求めるニーズ＞

上述した接着剤分野への展開も期待できるが、漁業及び造船分野においては、船底防汚剤の環境汚染問題は解決しなければならない切迫した課題である。上記シーズ研究が進捗すれば、他分野においても新たなブレイクスルーとなる製品を創出する可能性を秘めている。

キーワード	天然有機化合物, 全合成, 生物活性
-------	--------------------



シーズ名

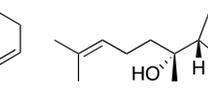
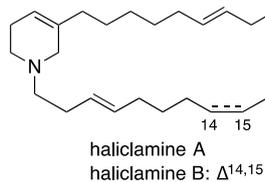
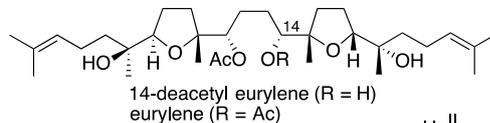
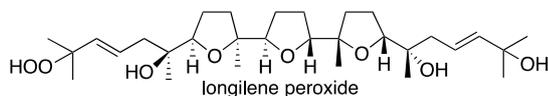
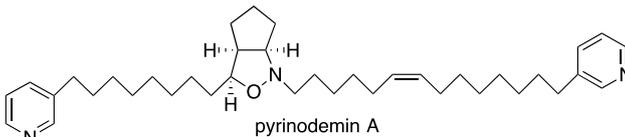
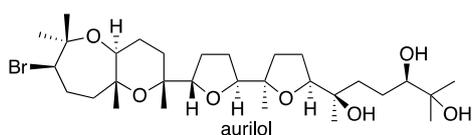
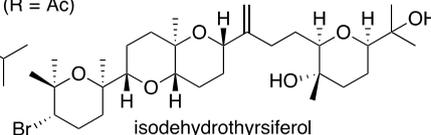
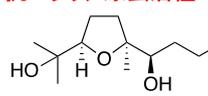
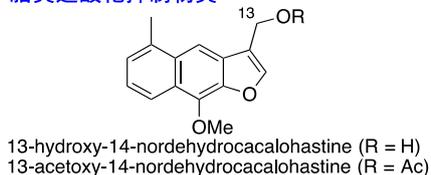
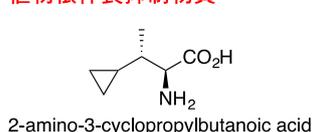
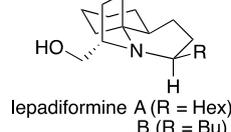
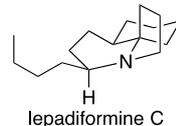
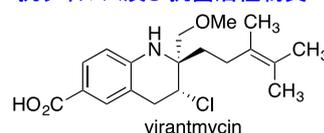
生物活性高次構造天然物の合成研究

氏名・所属・役職

森本善樹・理学研究科物質分子系専攻・教授

**<概要>**

自然科学の学問分野にあって化学の最も特徴的な側面の一つは、分子のレベルで物質を合成することができるということである。従って、自由自在に物質合成ができるということは物質を扱う科学研究の幅を大きく広げることになる。我々の研究室では、生命現象の担い手である天然有機化合物(構造学的、生物学的におもしろい二次代謝産物)を主な対象として、その全合成を研究の中心に据えながら物質合成のレベル向上に貢献したいと考えている。さらに、全合成研究から派生する様々な科学的側面にも興味を持ち、分子サイドの視点から生命現象の本質を理解したいと考えている。これまでに化学合成したいくつかの化合物を以下に示す。

**細胞毒性物質****抗マalaria原虫活性****脂質過酸化抑制物質****植物根伸長抑制物質****抗不整脈作用物質****抗ウイルス及び抗菌活性物質****<アピールポイント>**

全合成を通して、自然界からは極微量しか得ることができない天然有機化合物を大量に供給することができ、対象天然物が生体内で果たす役割を解明するのにつながります。また合成研究の過程で生成した化合物の中から、医薬品のリードやリードとなる化合物が生まれることもあります。さらに天然有機化合物の化学構造をベースにした、自然界には存在しない人工類縁体も合成できるため、より強力な生物活性をもつ新化合物をデザイン合成することも可能です。

**<利用・用途・応用分野>**

医薬品・農薬・プロセスケミストリー・ライフサイエンス

**<関連する知的財産権>**

特願 1998-220451 過酸化脂質生成抑制剤及びこれを含む組成物

**<関連するURL>**

研究室ホームページ: <http://www.sci.osaka-cu.ac.jp/chem/org2/index.html>

**<他分野に求めるニーズ>**

合成した化合物の生物活性評価

キーワード

全合成・天然物・生物活性物質・化学合成・大量合成・人工類縁体合成・リード化合物・リード化合物・医薬品



シーズ名

普遍金属錯体を触媒とする新規な有機分子変換反応の創製

氏名・所属・役職

理研究科物質分子系専攻 講師 板崎 真澄

**<概要>**

本研究では、鉄触媒を用いて炭素-炭素不飽和結合に2級ホスフィンのP-H結合を付加させることで、工業的に価値の高いビニルホスフィンやジホスフィン化合物を合成する。鉄は、貴金属のように枯渇の懸念もなく、非常に安価である。しかも本反応では、一段階で目的とするホスフィン化合物が直接的に合成できるため、アトムエコノミー、製品の製造コスト、触媒の低毒性などの観点から非常に価値があると考えられる。

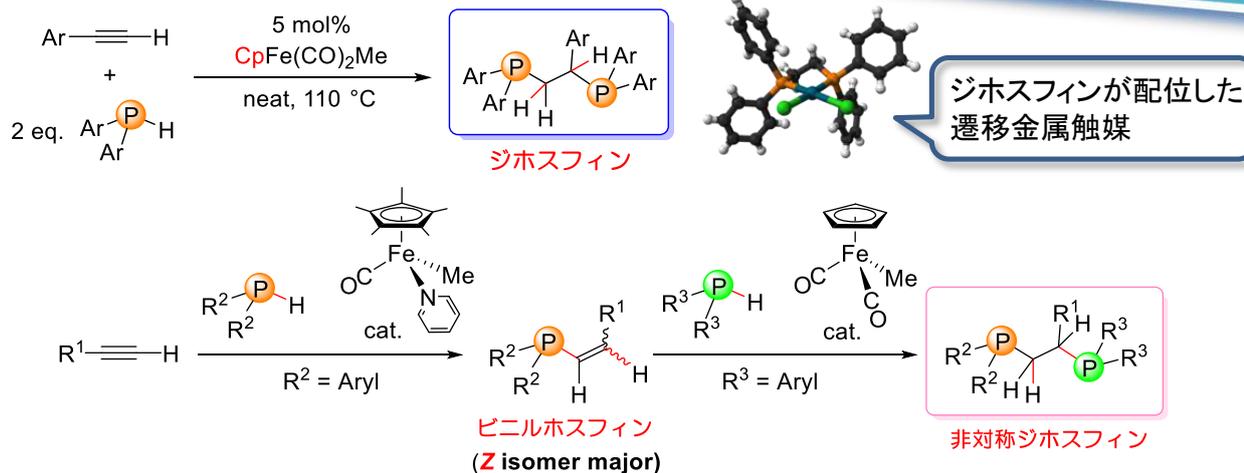
**<アピールポイント>**

ジホスフィンだけでなく、リン上の置換基が異なる非対称ジホスフィンも合成することが出来る。

**技術の特徴**

低毒性な鉄触媒

世界初!!アトムエコノミーなジホスフィン合成

**(参考論文)**

M. Kamitani, M. Itazaki, C. Tamiya, H. Nakazawa, *J. Am. Chem. Soc.*, **2012**, *134*, 11932–11935.

M. Itazaki, S. Katsube, M. Kamitani, H. Nakazawa, *Chem. Commun.*, **2016**, *52*, 3163–3166.

**<利用・用途・応用分野>**

機能性材料や医薬品中間体への応用など、広く利用が展開されているリン化合物を合成  
遷移金属錯体触媒に欠かすことのできないジホスフィン配位子を簡便に合成

**<関連するURL>**

<http://www.sci.osaka-cu.ac.jp/chem/cc/index.html>

キーワード

有機金属化学、有機合成化学、錯体化学



シーズ名

固体表面に固定化した触媒分子を用いた分子変換反応

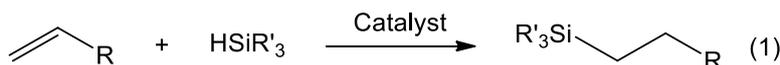
氏名・所属・役職

小林克彰・物質分子系(無機化学)・特任講師

<概要>

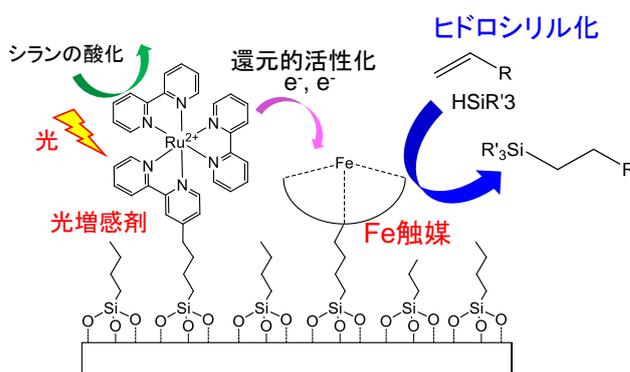
固体表面に錯体触媒や光増感剤等の様々な分子を複合的に修飾し、様々な機能を有する複合触媒の開発を行っている。その一例として、Fe 錯体を用いた固体表面複合化触媒を示す。

シリコン化合物は、アルコキシ基などを有する有機シランを原料として合成されている。その際、原料となる有機シランの合成には、オレフィン類へのシランの付加反応(ヒドロシリル化反応)が主に用いられている(式1)。一般に、ヒドロシリル化反応の触媒には Pt が使用されているが、希少価値の高い Pt ではなく Fe や Co な



どの安価な金属を用いた触媒の研究が進んでいる。特に Fe を用いた触媒は、Fe の地殻含有量が高いため元素戦略的に有望であるが、触媒を活性化するために還元剤を必要とする例が多い。そこで、還元剤フリーかつリサイクル可能な Fe 触媒を目指して、固体表面に Fe 触媒と光増感剤を修飾した複合触媒の開発を行っている(図1)。

修飾する分子触媒としては、CO<sub>2</sub> 還元触媒、水素発生触媒など様々なものに応用可能なため、テーラーメイドな複合触媒が設計可能である。



<アピールポイント>

- ・粉末などの固体表面に分子触媒を固定化して使用するため、回収して再利用可能
- ・電極表面などにも固定可能なため、光電気化学的な反応にも応用可能
- ・複数の分子を同一表面に固定できるため、複雑な反応系構築も期待できる

<利用・用途・応用分野>

- ・回収可能かつ還元剤フリーな第一遷移金属を用いたヒドロシリル化触媒
- ・水の分解等の人工光合成触媒
- ・二酸化炭素還元触媒を用いた二酸化炭素リサイクル反応
- ・有機金属触媒を表面で還元的に活性化可能かつ触媒のリサイクルが可能な複合触媒

<関連する知的財産権>

なし

<関連するURL>

<他分野に求めるニーズ>

- ・表面に修飾した微量の金属の定量技術
- ・TOF-SIMS のような表面に固定化した分子の情報を得る技術

キーワード

表面分子修飾、金属錯体、電気化学触媒、人工光合成



シリーズ名

局所的な温度勾配に伴う熱泳動を用いたナノ粒子・分子の分離分析法の開発

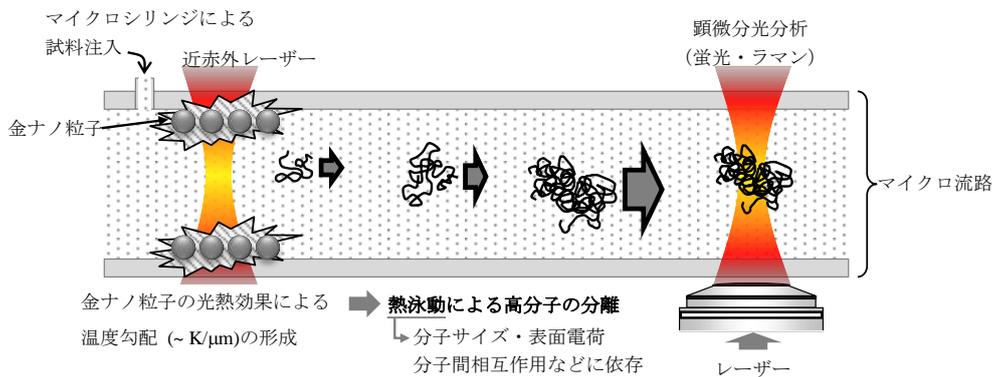
氏名・所属・役職

東海林 竜也・大学院理学研究科・講師

<概要>

空間中の温度勾配に基づく物質輸送現象は、熱泳動または Soret 効果と呼ばれます。この現象は、1800 年代にはすでに報告されていましたが、実証実験や応用研究はほとんどなされてきませんでした。しかしながら近年の光科学技術やナノ・マイクロ科学技術の発展に伴い、注目を集めるようになってきました。熱泳動現象による物質の輸送速度は、物質の大きさ、表面電荷、溶媒和、物質間の相互作用などに左右されます。したがって、大きさの異なる分子の混合溶液を温度勾配下にさらすことにより、熱泳動に応じた混合分子の分離・選別が可能であると期待できます。

本研究では、この古くて新しい熱泳動現象を分析化学手法へと応用し、温度勾配によるナノ粒子・高分子・生体分子などの分離・選別手法の確立を目指します(目的概略図を図 1 に示します)。



<アピールポイント>

熱泳動現象は、温度勾配のある空間で起こる現象で、エンジンの燃焼に伴うススの輸送や CVD 装置内の基板への体積速度への影響などにみられます。このような装置内での熱泳動による物質輸送現象については研究がなされていますが、よりマイクロな空間での物質分離手法へと熱泳動を応用する研究はここ数年で始まっているのが現状です。

<利用・用途・応用分野>

温度勾配に伴う物質輸送というシンプルな現象でありながら、その応用可能性は十分に秘めています。例えば、工場が発生する排熱を巧みに利用することにより、合成した微粒子を分離することも可能と考えられます。

<関連する知的財産権>

なし

<関連するURL>

なし

<他分野に求めるニーズ>

- ・熱泳動を観察するための顕微鏡技術・装置

キーワード

熱泳動、顕微分光、ナノ粒子、高分子、光熱効果



シーズ名

新しい遷移金属錯体触媒の創成と触媒反応系への応用

氏名・所属・役職

中沢 浩・大学院理学研究科・教授

<概要>

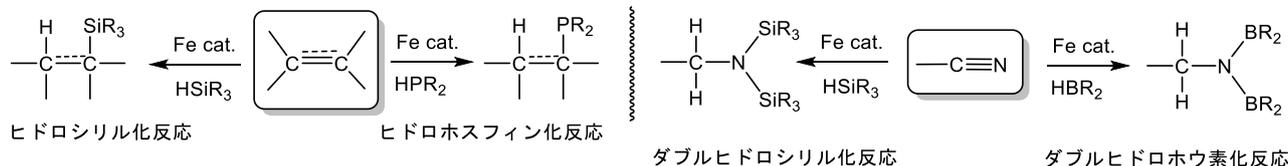
遷移金属と種々の典型元素(炭素を含む)間に結合を有する新規錯体の創成、ならびにそれらの示す物性や反応性に関する研究を行っている。特に、これらの遷移金属錯体が示す触媒反応に注目して、新しい触媒系の開発を行っている。今までに、ヒドロホウ素化反応、ヒドロシリル化反応、ヒドロホスフィン化反応などについて従来にはない選択性や高い活性を示す触媒系の構築を行ってきた。



<アピールポイント>

安価で、入手が容易で、枯渇の心配がなく、かつ毒性が極めて低い鉄を中心金属とする錯体が、従来にはない性能を示す触媒となる反応系の開発を行っている。具体例を以下に示す。

- アルケンやアルキンへのヒドロシリル化反応において、極めて高い触媒活性を示す鉄錯体を開発
- アルケンやアルキンへの前例のないヒドロホスフィン化反応に対して、鉄錯体が触媒活性を示す反応系を開発。
- 有機ニトリルの C-N 三重結合部位へのヒドロシリル化反応、ヒドロホウ素化反応、ならびにジヒドロシリルホウ素化反応を行う鉄錯体触媒を開発。



<利用・用途・応用分野>

上記した反応はいずれも目的化合物以外の副生成物が全く生成しない理想的反応であり、原子効率の極めて良い反応である。よって炭素-ケイ素、炭素-ホウ素、炭素-リン、窒素-ケイ素、窒素-ホウ素などの結合が効率的に生成できる。従って、工業的に利用価値の高い反応であり、機能性材料化学の分野において有用である。

<関連する知的財産権>

特願 2017-011219、特願 2016-241493、PCT/JP2016/06832、特願 2016-46220、特願 2015-198815、特願 2015-125522、PCT/JP2015/050370、特開 2015-155387、特願 2014-024411、特開 2014-47208、

<関連するURL>

<http://www.sci.osaka-cu.ac.jp/chem/cc/index.html>

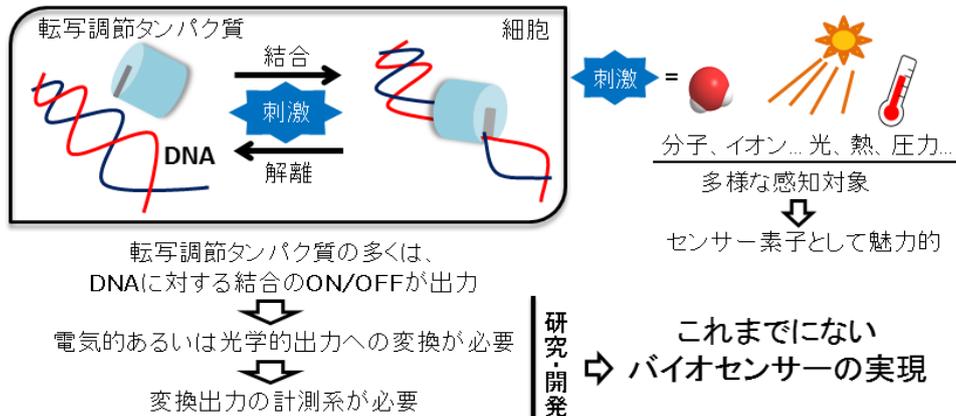
<他分野に求めるニーズ>

キーワード 遷移金属錯体、有機金属化合物、触媒反応

	シーズ名	転写制御タンパク質を使ったセンサー素子の開発
	氏名・所属・役職	中島 洋・理学研究科物質分子専攻・教授

<概要>

生体の細胞内で目的に応じた様々な刺激を高感度・高選択的に感知し、遺伝子からのタンパク質合成の制御を行うタンパク質を転写調節因子と言います。私たちは、この転写調節タンパク質の高度な感知能力を利用し、これまでの酵素反応を利用するものとは異なる、新しいバイオセンサーを創ろうとしています。



<アピールポイント>

従来のバイオセンサーでは、刺激(感知の対象)を基質とする酵素反応を利用し、酵素の基質選択性がセンサーの選択性に対応します。酵素反応が酸化還元を伴うものであれば、反応を電極で計測することは比較的簡単ですが、それ以外の場合、反応に応じて電気化学的信号に変換する仕組みが必要です。この煩雑さがバイオセンサーの応用を制限する一因になっています。また、感知の際に刺激を消費してしまうため、低濃度、少量のサンプルでは、刺激の濃度が変化することも問題です。転写調節因子をセンサー素子に用いる私たちのセンサーでは、転写調節因子のDNAに対する結合のON/OFFを電気信号に変化する仕組みを作り込めば、どのような転写制御因子にも応用が可能のため、転写調節因子次第で様々なセンサーが構築可能です。また、転写調節因子は、酵素と異なり、刺激を消費しませんので、微量の刺激を定量性よく計測することが可能です。このように、私たちが目指すバイオセンサーは、酵素型のものとは全く異なる原理で動作するため、バイオセンサーの新たな応用領域を開拓できると考えています。

<利用・用途・応用分野>

転写調節因子は、もともと細胞液内で特定の刺激を感知するよう進化してきたため、それを利用するバイオセンサーもまた、生体組織における微量物質の検出に適しています。したがって、診断医療の応用が最も可能性が高いと考えます。現在開発中のものは、生体組織でシグナル伝達物質として放出される一酸化炭素(CO)センサーです。生体組織にマイクロ電極として穿刺した状態で、一酸化炭素の組織動態計測を目指しています。COを一酸化窒素や硫化水素と区別して感知するセンサーは、まだ知られていないため、CO選択的な毒ガスセンサーとしての用途も考えられます。

<関連する知的財産権>

該当なし

<関連するURL>

<http://www.sci.osaka-cu.ac.jp/chem/biomol/>

<他分野に求めるニーズ>

転写調節因子のセンサー素子から得られる電極信号を計測、加工する技術

キーワード	バイオセンサー、転写調節因子、タンパク質電気化学
-------	--------------------------



シーズ名

機能性触媒・材料開発のためのハイブリッド分子システムの創成

氏名・所属・役職

森内敏之・大学院理学研究科・教授

<概要>

環境重視・人間重視の技術革新の創出を目指し、自然が創りあげたナノテクノロジーを巧みに応用したプログラミング機能を有するハイブリッド分子システムの創成を目的に研究を展開しています。

生体物質であるアミノ酸や核酸塩基が繰り出す不斉会合特性(ナノテクノロジー)を巧みに分子設計に組み込むことにより、単独の分子では成し得ない特異機能の創発を可能にする分子配列・組織化制御法を確立しています。例えば、有機金属化合物であるフェロセンを分子ボールベアリングとして用いることにより、ジペプチド鎖の配列・組織化に基づく蛋白質の二次構造の変幻自在な形成制御に成功しています(図1)。また、核酸塩基であるウラシル部位を有する金(I)錯体において、金(I)-金(I)軸の不斉誘起に成功するとともに、らせん状不斉組織体の形成を可能にしています(図2)。

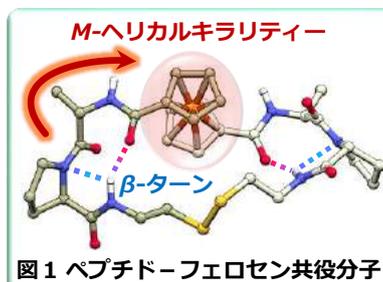


図1 ペプチド-フェロセン共役分子



図2 ウラシル-金(I)共役分子



図3 バナジウム触媒システム

さらに、クラーク数が高く、安価に入手が可能なバナジウム触媒のルイス酸性と酸素親和性を触媒サイクルに組み込んだ触媒システムの開発にも取り組んでいます。例えば、アリルアルコールの直接アミノ化反応の触媒システムの開発に成功しています(図3)。

<アピールポイント>

生体物質であるアミノ酸や核酸塩基が繰り出す自己組織化特性を巧みに応用した分子技術により、単独の分子では成し得ない特異機能を発現する分子配列・組織化を可能にしており、機能情報がプログラムされたシステムの開発が期待されます。また、生体物質と有機金属化合物の両者の機能特性を活かした従来にないバイオインスパイアードシステムの開発を可能にしています。さらに、我々が開発したバナジウム触媒システムは、クラーク数が高く、安価に入手が可能なバナジウム触媒を用いた汎用性の高い分子変換システムです。

<利用・用途・応用分野>

利用・用途: 機能性化合物や医農薬中間体の合成

応用分野: 化学・医薬・農薬・材料分野のみならず、農林/水産や建設/土木にも応用が可能です。

<関連する知的財産権>

なし

<関連するURL>

<http://www.sci.osaka-cu.ac.jp/chem/HMC/>

<他分野に求めるニーズ>

π 共役系分子の伝導特性などの機能評価

細胞増殖抑制作用やテロメラーゼ阻害活性の評価

キーワード

生物有機金属化合物、超分子錯体、キラリティー、酸化還元、触媒反応、グリーンケミストリー、有機材料



シーズ名

特異な糖タンパク質糖鎖遊離酵素を用いた糖鎖付加・組換え技術

氏名・所属・役職

伊藤和央・理学研究科・准教授

<概要>

糖タンパク質からアスパラギン結合型糖鎖を遊離するエンド-β-N-アセチルグルコサミニダーゼを探索し、その構造と機能に関する研究を行っている。そのうち、下記4種の酵素は、インタクトな糖タンパク質からアスパラギン結合型糖鎖を糖鎖構造特異的に遊離するとともに、糖鎖を他の化合物に転移・付加する。また、これら酵素の遺伝子大量発現系と精製法を構築し、酵素の供給システムを整えた。

糖タンパク質糖鎖遊離酵素のアスパラギン結合型糖鎖構造特異性

	ハイマンズ型	ハイブリッド型	コンプレックス型		糖タンパク質	
			2本鎖	3本鎖	4本鎖	
エンドHS	×	×	⊕	⊕	⊕	⊕
エンドPM	×	×	⊕	⊕	⊕	⊕
エンドFV	⊕	○	×	×	×	⊕
エンドAB	⊕	○	○	○	△	⊕

特異な糖タンパク質糖鎖遊離酵素による糖タンパク質からのアスパラギン結合型糖鎖の遊離と各種化合物への糖鎖転移付加反応

<アピールポイント>

従来の酵素は、変性した糖タンパク質からハイマンズ型糖鎖を遊離するが、インタクトな糖タンパク質からの遊離は極めて遅い。また、ヒト型多分岐コンプレックス型糖鎖には全く作用しない。一方、本シーズの酵素はいずれもインタクトな糖タンパク質から効率よく糖鎖を遊離する。また、エンド HS とエンド PM はヒト型多分岐コンプレックス型糖鎖極めてよく遊離する。一方、エンドFVとエンドABは、酵母などに特徴的なハイマンズ型やハイブリッド型糖鎖を遊離する。これらの酵素を組み合わせると、糖タンパク質の機能を損なうことなく、すべてのアスパラギン結合型糖鎖を除去できる。また、遊離した糖鎖を様々な化合物に転移導入し、多様な構造のアスパラギン結合型糖鎖付加した配糖体を合成できる。さらに、糖タンパク質糖鎖の相互組換えが可能となる。

<利用・用途・応用分野>

- 糖タンパク質バイオ医薬品の糖鎖組換えによる高機能化ならびに糖鎖抗原性の除去  
医薬抗体やエリスロポイエチンなどの糖タンパク質医薬品の糖鎖を、本シーズの酵素で除去し、異なる糖鎖を転移導入し、安定性や薬理作用を高めることが期待できる。酵母で発現した糖タンパク質医薬品の糖鎖を、本シーズの酵素で除去またはヒト型糖鎖に組換え、異種糖鎖抗原性による副作用を抑制することが期待できる。
- 生体認識配糖体の合成  
本シーズの酵素を用いて、糖タンパク質のアスパラギン結合型糖鎖を各種生理活性物質に転移導入し、糖鎖の生体認識機能を有する配糖体を合成できる。薬剤の安定化やデリバリーあるいはウイルス、細菌の特異的捕捉材の開発に応用できる。
- 酵素による糖タンパク質糖鎖診断  
血液や組織の糖タンパク質から、本シーズの酵素を用いて糖鎖構造特異的に糖鎖を遊離し、質量分析計を併用して糖鎖部分の高感度分析が可能となる。がん化や各種疾患にともなう糖鎖構造の変化を捉えて、新たな高感度・迅速な臨床糖鎖診断法の構築が期待できる。

<関連する知的財産権>

特願 2012-255631 糖タンパク質の糖鎖を遊離させる活性を有する酵素および該酵素を用いる糖鎖の遊離方法  
特願 2013-108153 糖タンパク質の糖鎖を遊離させる活性を有する酵素およびその製造方法、該酵素を用いる糖鎖の遊離方法

<関連するURL>

<他分野に求めるニーズ>

天然糖タンパク質の供給系、均一な構造のアスパラギン結合型糖鎖の供給系、糖鎖導入配糖体の薬理検定系、糖タンパク質医薬品の効能検定系、糖鎖の高感度かつ簡易分析系

キーワード

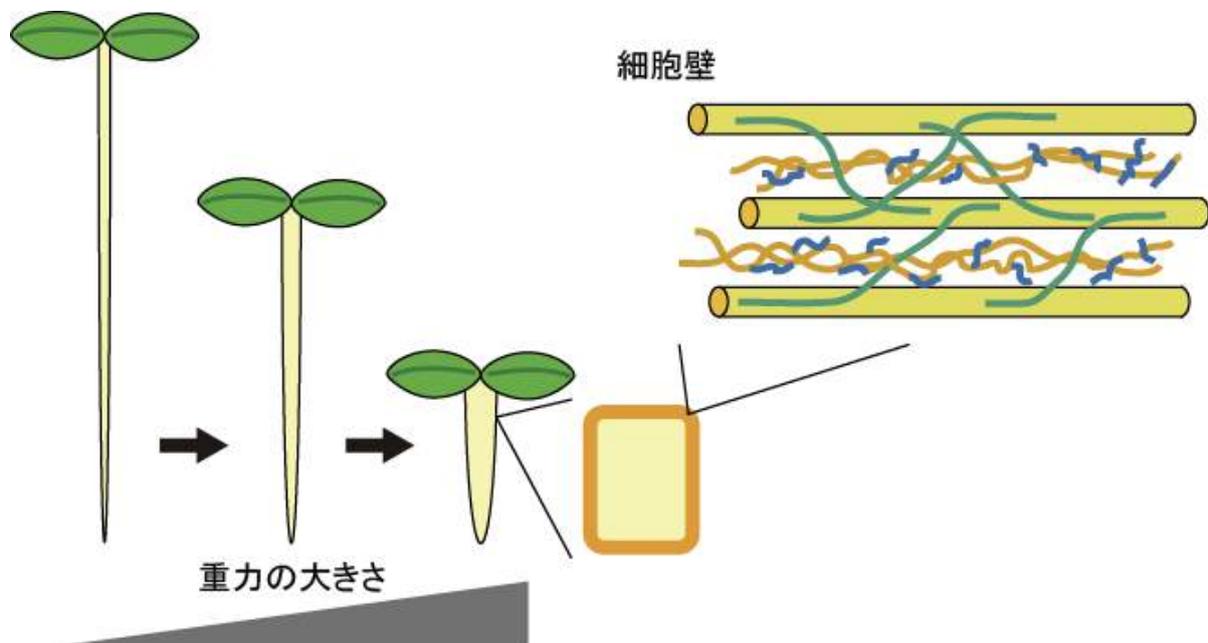
糖鎖技術、糖鎖組換え、バイオ医薬品、生体認識配糖体、糖鎖診断、糖タンパク質

	シーズ名	抗重力反応を利用した有用植物の生産
	氏名・所属・役職	理学研究科生物地球系専攻 教授 保尊 隆享、准教授 若林 和幸、准教授 曾我 康一

<概要>

植物は、地球上のすべての生物にとってエネルギー（栄養）の供給源であると同時に、地球環境の維持においても不可欠な役割を担っている。このような植物は、数億年前に生物の先陣を切って陸に上がって以来、重力の力に抵抗する反応（抗重力反応）を発達させて、陸上で進化してきた。植物の抗重力反応において、中心的な役割を担っているのは細胞壁である。細胞壁は、セルロース繊維とマトリックスからなり、個々の細胞を取り囲んでその形や大きさを直接的に制御すると同時に、植物体全体に力学的な強度を与えている。

陸上で抗重力反応を発達させた植物は、水不足、温度変化、圧力や接触など、陸上における他のストレスに対しても強い抵抗性を示して繁栄してきた。したがって、人為的に植物体の抗重力反応を活性化することによって、頑丈でストレスに強く生産性の高い作物を作り出すことができる。また、抗重力反応の活性化により植物体の大きさや形が変化するので、これをうまく操作することによって、園芸的価値の高い品種をつくるのが可能になる。



<アピールポイント>

植物にある種のストレスを与えて、他のストレスに対する耐性を高める発想は独創的であり、特に重力をその手段に使うアイデアはユニークである。当研究グループは、8回の宇宙実験やそのための地上研究を通して、重力を有効に利用するためのノウハウを蓄積している。

<利用・用途・応用分野>

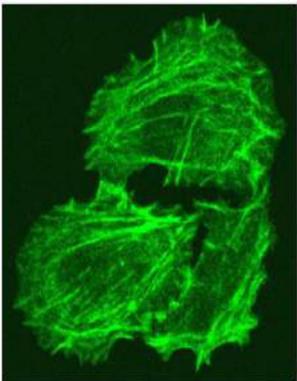
1. 生産性の高い作物の作出
2. 園芸的価値の高い作物の作出
3. 有用部位の割合が高い作物の作出

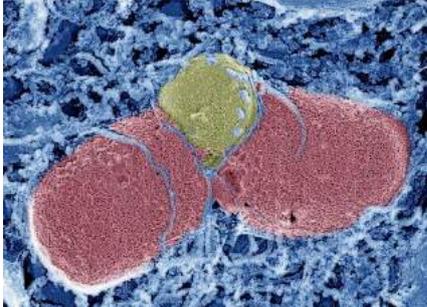
<関連するURL>

<http://www.sci.osaka-cu.ac.jp/biol/pphys/space.html>

キーワード	植物、環境、作物、食品、園芸
-------	----------------

	シーズ名	分裂酵母を用いた薬剤(生理活性物質)スクリーニング
	氏名・所属・役職	中村太郎・理学研究科・教授
<p>&lt;概要&gt;</p> <p>生理活性物質のスクリーニングはこれまで培養細胞等を用いておこなわれているが、高コスト、操作が煩雑などの問題がある。酵母は単細胞の真核生物で基本的な構造は高等生物と同じである。さらに出芽酵母、分裂酵母はモデル生物として基礎研究も盛んに行われており、ゲノム配列もすべて明らかにされている。高等生物にも保存されている遺伝子も多く存在することもわかっている。</p> <p>分裂酵母および出芽酵母の基礎研究によって得られた知見を薬剤のスクリーニング等に応用する。低コストで簡単な操作で行うことが可能となる。またヒト遺伝子等の発現も可能なので、あるタンパク質の機能を阻害する物質のスクリーニングも可能である。</p>		
<p>右図、分裂酵母 (bar 10μm)</p>		
<p>&lt;アピールポイント&gt;</p> <p>低コストでスクリーニングが可能である。</p>		
<p>&lt;利用・用途・応用分野&gt;</p> <p>医学、薬学、工学、生命科学</p>		
<p>&lt;関連する知的財産権&gt;</p> <p>なし</p>		
<p>&lt;関連するURL&gt;</p> <p><a href="http://www.sci.osaka-cu.ac.jp/biol/cbiol/pombe/pombe_J.htm">http://www.sci.osaka-cu.ac.jp/biol/cbiol/pombe/pombe_J.htm</a></p>		
<p>&lt;他分野に求めるニーズ&gt;</p>		
キーワード	酵母、有性生殖、減数分裂、リソース、遺伝資源	

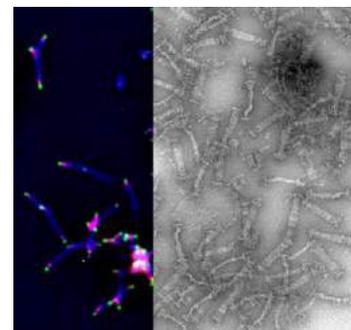
	シーズ名	細胞の骨組みを支えるタンパク質の理解、ナノバイオマシンの創出
	氏名・所属・役職	藤原郁子・理学研究科・助教
<p>&lt;概要&gt;</p> <p>私たちの体内や身の回りには沢山の細菌がいます。細菌には様々なものがあり、まさに多様性の宝庫といえるでしょう。しかし、そんな多様な細菌が生きていく上で、欠くことが出来ない機能やタンパク質には共通点があります。その共通点は、私たちヒトを構成するタンパク質とも多くの類似点があります。</p> <p>私たちは、多くの細菌が外的要因から身を守るための硬い細胞壁を「敢えて持たない細菌マイコプラズマ」に着目しています。マイコプラズマが、どうやって宿主の中を滑るように動くのか？という問いを中心に、細胞壁をもたない理由、ひいては全細胞が生きるために必要な細胞分裂や走化性などの「運動」を理解しようとしています。</p>		
<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 25%; margin-right: 10px;"> <p>人工の建造物(左図)のような複雑な骨格構造(右図)を細胞は持つ。</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> </div>		
<p>&lt;アピールポイント&gt;</p> <p>私たちは、部品とガソリンがあれば車を組み立てて動かすことができます。でも現代の科学技術では、細胞を構成するタンパク質などを用意できても、再び生きた細胞を組み立てることはできません。マイコプラズマの滑走メカニズムに着目することで、細胞の走化性、細胞分裂などを引き起こすタンパク質の相互作用や、複数のタンパク質がまるで相談しているかのように力を合わせて活動するメカニズムを理解しようとしています。</p>		
<p>&lt;利用・用途・応用分野&gt;</p> <p>医学・医工学・ナノ材料工学など広い分野に応用可能です。特に骨格・運動に関するタンパク質のうち、アクチン、MreBに着目する試薬の試験、新奇バイオポリマー、建造手法など、生化学的技術(精製・蛍光標識含む)はもちろん、生きものの骨格情報やタンパク質の特性・解析を通じ、応用に向けた情報提供も可能です。</p>		
<p>&lt;関連する知的財産権&gt;</p> <p>なし</p>		
<p>&lt;関連するURL&gt;</p> <p><a href="http://www.sci.osaka-cu.ac.jp/~miyata/">http://www.sci.osaka-cu.ac.jp/~miyata/</a></p>		
<p>&lt;他分野に求めるニーズ&gt;</p> <p>マイクロ流路など</p>		
キーワード	マイコプラズマ、細菌、ナノ、細胞骨格、アクチン、タンパク精製、顕微鏡観察による定量・評価	

	シリーズ名	急速凍結レプリカ電子顕微鏡法を用いた可視化技術
	氏名・所属・役職	宮田真人・理学研究科生物地球系専攻・教授
<p>&lt;概要&gt;</p> <p>急速凍結レプリカ電子顕微鏡法は、生体材料やソフトマターなど水を含む試料を急速に凍結し、割断と昇華の過程により対象物を露出させたのちに金属蒸着を行い、形成されたレプリカ像を透過型電子顕微鏡で可視化する技術である。得られる像は走査型電子顕微鏡法(SEM)と似た印象を与えるが、以下に述べる大きな特長がある。(1) 観察は透過型電子顕微鏡で行うため、その解像度はサブナノメートルでありSEMの約10倍優れている。(2) 化学固定を行う必要がないため、元に近い構造を観察できる。(3) 瞬間的に凍結するため、サブミリ秒の時間分解能をもって観察できる。(4) クライオ電子顕微鏡など、他の高解像度の電子顕微鏡技術とは異なりきわめてコントラストの高い像が得られるため、画像の平均化を行うことなく解析が可能である。右図は、抗生物質、ペニシリンによりダメージを受けた枯草菌、菌体の中央より細胞質(黄色)がとび出しつつある(菌体長は約5ミクロン)。</p>  <p>&lt;アピールポイント&gt;</p> <p>この技術は1980-2000年頃に主に動物細胞の生理学分野に応用され、多大な貢献を残したが、習得に職人的な勤と数か月の期間を要することなどから次第に敬遠され、2011年には、この技術を使える現役研究者は世界中に数名を数えるのみとなった。しかし、同技術の、数10マイクロメートル平方という広い範囲の生物試料を、高い空間および時間分解能で、高コントラストに可視化するパフォーマンスは他の技術では決して達成できないものである。そこで、H24-28(2012-2016)年度、文部科学省科研費、新学術領域研究「運動超分子マシナリーが織りなす調和と多様性(略称:運動マシナリー)」の総括班(2億839万円;間接経費および、他研究機関で執行された経費を含む)活動として、技術の再興と開発が行われた。また、同プロジェクトは2017-2018年度には大阪市立大学の重点研究へと引き継がれた。現在、私たちと学内外の13の研究グループとの共同研究が進行中で、すでに以下の論文が発表、あるいは発表に近い段階にある。また、これまでに企業との受託研究と共同研究1件ずつを実施した。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tulum I, Tahara YO, and <a href="#">Miyata M</a> (2019) Peptidoglycan layer and disruption processes in <i>Bacillus subtilis</i> cells visualized using quick-freeze, deep-etch electron microscopy. <a href="#">bioRxiv</a>. doi: 10.1101/600171.</li> <li>2. Trussart M, Yus E, Martinez S, Baù D, Tahara YO, Pengo T, Widjaja M, Kretschmer S, Swoger J, <a href="#">Miyata M</a>, Marti-Renom MA, *Lluch-Senar M, and *Serrano L (2017) Defined chromosome structure in a genome-reduced <i>Mycoplasma pneumoniae</i>. <a href="#">Nature Communications</a>. 508(4):1050-1055. doi: 10.1016/j.bbrc.2018.11.132.</li> </ol> <p>&lt;利用・用途・応用分野&gt;</p> <p>(1) 抗菌物質や抗菌素材による微生物へのダメージの可視化による、メカニズム解明と販売促進, (2) 細菌やウイルスの宿主細胞への感染過程の可視化による、メカニズム解明と販売促進, (3) 有用微生物表面構造の可視化による、メカニズム解明と販売促進, (4) エマルジョンなど水を含んだ素材の高解像度での可視化, (5) 水を含まない素材の高解像度での可視化。</p> <p>&lt;関連する知的財産権&gt;</p> <p>&lt;関連するURL&gt;</p> <p><a href="http://www.sci.osaka-cu.ac.jp/~miyata/index.html">http://www.sci.osaka-cu.ac.jp/~miyata/index.html</a></p> <p>&lt;他分野に求めるニーズ&gt;</p>		
キーワード	電子顕微鏡, 表面構造, ソフトマター, 抗菌物質, 抗菌素材, 病原細菌, 病原ウイルス	

	シーズ名	ヒト肺炎マイコプラズマのタンパク質
	氏名・所属・役職	宮田真人・理学研究科生物地球系専攻・教授

### <概要>

日本で毎年数万～数十万人が発症しており、ヒト市中肺炎の 10-30%を占める“マイコプラズマ肺炎”は、マイコプラズマ・ニューモニエという小さな細菌によって起こる。この肺炎は、近年では 2010-2011 年と 2016-2017 年に世界的に大流行した。また、最近にはごく近縁のマイコプラズマ・ジェニタリウムが起こす「非クラミジア性非淋菌性尿道炎」患者の増加も問題になっている。さらに、一般にはマイコプラズマ感染症はマクロライド系抗生剤での治療が行われているが、耐性菌の比率が増えていることも懸念されている。これらマイコプラズマは、菌体の片側に小さな突起“接着器官”を形成し、この突起で宿主組織の表面にはりつき、はりついたままに動く“滑走運動”を行う。



・参考動画(マイコプラズマ・ニューモニエの滑走の様子)

<https://www.youtube.com/watch?v=bjsKderHU5E>

右側：単離した接着器官の電子顕微鏡像

左側：蛍光標識した構成タンパク質

©大阪市立大学 宮田真人

この接着と滑走は、マイコプラズマの感染に必須である。接着器官は、多種類のタンパク質により形成される複雑な装置で、ゲノム情報を見るかぎり既知の生物に類似のものは一切存在しない。私たちは 2000 年頃から接着と滑走のメカニズムを明らかにするために、接着器官の構造と構成タンパク質、接着のための受容体とその結合対象などを明らかにしてきた。これらの研究により得られた情報はマイコプラズマ感染症に対処するための有用なシーズである。

### <アピールポイント>

同様の研究は海外の数か所のグループでも行われている、以下の論文で示されるように、研究の達成度という面で私たちが抜きん出ている。また私たちは、1 社との共同研究、数社への技術提供の実績を有する。

1. Kenri T, Kawakita Y, Kudo H, Matsumoto U, Mori S, Furukawa Y, Tahara YO, Shibayama K, Hayashi Y, Arai M, and [Miyata M](#) (2019) Production and characterization of recombinant P1 adhesin essential for adhesion, gliding, and antigenic variation in the human pathogenic bacterium, *Mycoplasma pneumoniae*. **Biochemical and Biophysical Research Communication**. 508(4):1050-1055. doi: 10.1016/j.bbrc.2018.11.132.
2. Trussart M, Yus E, Martinez S, Baù D, Tahara YO, Pengo T, Widjaja M, Kretschmer S, Swoger J, [Miyata M](#), Marti-Renom MA, Lluch-Senar M and Serrano L (2017) Defined chromosome structure in a genome-reduced *Mycoplasma pneumoniae* **Nature Communications**. 8, 14665.
3. Kawakita Y, Kinoshita M, Furukawa Y, Tulum I, Tahara YO, Katayama E, Namba K, and [Miyata M](#) (2016) Structural study of MPN387, an essential protein for gliding motility of a human pathogenic bacterium, *Mycoplasma pneumoniae*. **Journal of Bacteriology** 198, 2352-9.
4. [Miyata M](#) and Hamaguchi T (2016) Integrated information and prospects for gliding mechanism of the pathogenic bacterium *Mycoplasma pneumoniae*. **Frontiers in Microbiology** 7, 960.
5. Nakane D, Kenri T, Matsuo L, and [Miyata M](#) (2015) Systematic structural analyses of attachment organelle in *Mycoplasma pneumoniae*. **PLOS Pathogens**. 11, e1005299.

### <利用・用途・応用分野>

(1) イムノクロマト法を用いた診断キットへの応用, (2) 治療薬および予防薬スクリーニングへの応用

### <関連するURL>

<http://www.sci.osaka-cu.ac.jp/~miyata/index.html>

### <他分野に求めるニーズ>

キーワード	マイコプラズマ肺炎, マイコプラズマ・ニューモニエ, 診断キット, 治療薬, 予防薬
-------	--



シーズ名

植物の生物多様性の解明とその応用

氏名・所属・役職

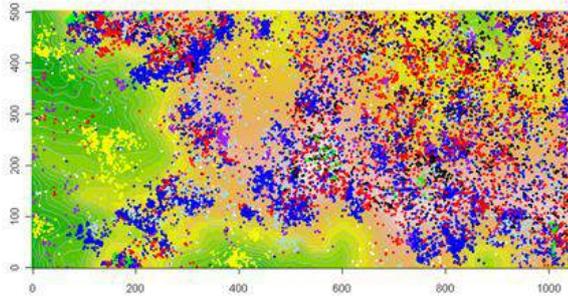
伊東明・理学研究科生物地球系専攻・教授

### ●ボルネオ熱帯雨林の長期森林動態

世界一多様性の高い熱帯雨林(マレーシア・サラワク州)に大面積調査区をつくって、森林の動態を継続的に調べています。

### ●多様性はどう生まれ・維持されているのか

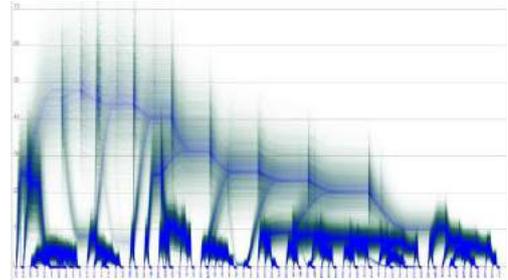
熱帯樹木の遺伝子を調べることで、進化の過程で熱帯雨林の多様性がどう生まれ、維持されてきたのか調べています。



すみわけによって共存しているフタバガキ科樹木.



熱帯雨林の巨木調査.



遺伝子解析で推定したフタバガキ科の系統樹.

### ●熱帯林の劣化評価と修復技術の開発

伐採や焼畑による熱帯林の遺伝的、生態的劣化の評価方法とその修復技術の開発をしています。

### ●雑種タンポポの形成・拡大過程

市民団体と協力して、西日本の雑種タンポポの拡大過程を遺伝子解析で調べています。



伐採による熱帯林の劣化



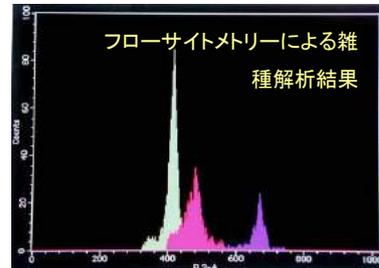
様々な形態のタンポポの花



密閉法による挿し木生



ミストハウスによる山引き苗生産



フローサイトメリーによる雑種解析結果



DNAの長さ(塩基組数 bp)  
DNA 解析

### <アピールポイント>

植物を対象に、多様性がどう進化し、維持されているのかを解明することを目指した生態学的な研究を行っています。こうした基礎的な研究で得られた成果を環境修復に役立てたり、市民にわかりやすく伝えることで生物多様性の理解の普及に貢献したりすることができます。

### <利用・用途・応用分野>

環境科学、生態系修復、環境教育、生物多様性保全、熱帯林

### <関連する知的財産権>

なし

### <関連するURL>

研究室 HP <http://www.sci.osaka-cu.ac.jp/biol/pecol/pecol.html>

タンポポ調査・西日本 <http://gonhana.sakura.ne.jp/tanpopo2020/index.php>

### <他分野に求めるニーズ>

野外調査の自動化。

### キーワード

生態学、熱帯林、生物多様性、外来植物、環境修復

	シーズ名	昆虫の季節適応・環境応答
	氏名・所属・役職	後藤慎介・大学院理学研究科・教授 淵側太郎・大学院理学研究科・准教授
<p><b>&lt;概要&gt;</b>  多くの動物は一日の変化，季節の変化に合わせて生活しています．では彼らは野外で実際にどのような生活を送っているのでしょうか．どうやって一日を知るのでしょうか，どうやって季節を知るのでしょうか．ここには一日を予測する概日時計や季節を予測する光周性を含め，さまざまな生理学的な性質が関わっています．  私たちはそれぞれの対象動物の野外での生活を念頭におき，生物の多様性に着目しながら生物機能の研究をするという比較生理学の立場から，対象動物の生活史の生理学的解析を行っています．主な対象は昆虫ですが，それ以外の何種かの無脊椎動物も対象に研究を行ってきました．研究内容に関しては我々の研究室のホームページ（下記）も参考にしてください．</p> <p><b>&lt;アピールポイント&gt;</b>  私たちはこれまで多くの動物を用いて研究を行ってきました．研究を通して得られた生活史に関する情報やその動物の生理学的特性，飼育法に関する情報を提供可能です．これまでに扱ってきた動物は以下のとおりです．  ●マダラスズ ●マングローブスズ ●ホソヘリカメムシ ●チャバネアオカメムシ ●ナガメ ●ヒメマルカツオブシムシ ●ルリキンバエ ●ナミクバエ ●シリアカニクバエ ●ヒロズキンバエ ●キイロショウジョウバエ ●セイヨウミツバチ ●ニホンミツバチ ●チャコウラナメクジ ●アジアカブトエビ ●ナミハダニ など</p> <p><b>&lt;利用・用途・応用分野&gt;</b>  昆虫の生理学的特性についての情報提供．また，害虫駆除や昆虫利用の基本的なデータとして重要な生活史の解明，生活史形質に関わる生理学的特性の解析，高温・低温・乾燥などストレスに対する耐性の解析，活動タイミングの測定．</p> <p><b>&lt;関連する知的財産権&gt;</b>  特許第 5065399 号 ニクバエ類およびクロバエ類昆虫の卵巣発達期および産卵用培地，ニクバエ類およびクロバエ類昆虫の飼育方法，および医療用昆虫 平成 24 年 8 月 17 日取得</p> <p><b>&lt;関連するURL&gt;</b>  <a href="http://www.sci.osaka-cu.ac.jp/biol/aphys/index.html">http://www.sci.osaka-cu.ac.jp/biol/aphys/index.html</a></p> <p><b>&lt;他分野に求めるニーズ&gt;</b></p>		
キーワード		昆虫利用，害虫管理，害虫駆除，品質管理



ナミハダニ



ナミクバエ



チャバネアオカメムシ

	シーズ名	森林生態系の構造と機能
	氏名・所属・役職	名波哲・理学研究科 生物地球系専攻・准教授

<概要>

森林群集における植物の種多様性維持機構を説明するため、植物個体間の相互作用に注目している。固着性生物である植物においては、群集の空間構造を考慮することが重要であると考え、空間構造の形成過程に関わる植物の生活史特性、特に繁殖特性、ならびに形成された空間構造が逆に生活史特性に及ぼす効果について研究を進めている。国内では照葉樹林を主なフィールドとし、研究事例の少ない雌雄異株植物を対象にしている。また森林保全の立場から、森林内に侵入しつつある外来植物の個体群動態の研究も進めており、実証的かつ理論的に森林保全についての提言を行うことを目指している。マレーシアボルネオ島の熱帯多雨林においては、樹木の極めて高い種多様性の創出と維持のメカニズムの迫るため、花粉媒介による遺伝子流動の範囲の違いに依存して、個体群内の遺伝的分集団化の程度が異なる、という仮説のもと、花粉媒介様式の異なるフタバガキ科樹種の比較研究を進めている。



東南アジアの熱帯多雨林



日本の照葉樹林



性転換する樹木、ウリハダカエデ



外来樹種ナンキンハゼ

<アピールポイント>

森林を構成する高木種は、その体の大きさと寿命の長さから生態系の骨格を作り上げる生物である。高木種が集団を維持することにより、動物にとっての食物資源や住み場所場所が提供される。森林はまた、水源涵養機能や二酸化炭素固定機能などを通じて環境を制御している。森林生態系の構造と機能を明らかにすることは、私たち人間にとって住みよい環境の長期的・安定的な保証につながる。

<利用・用途・応用分野>

森林保全、自然保護、環境教育など。

<関連するURL>

<http://www.sci.osaka-cu.ac.jp/biol/pecol/pecol.html>

<http://www.sci.osaka-cu.ac.jp/biol/file/lab/pecol.pdf>

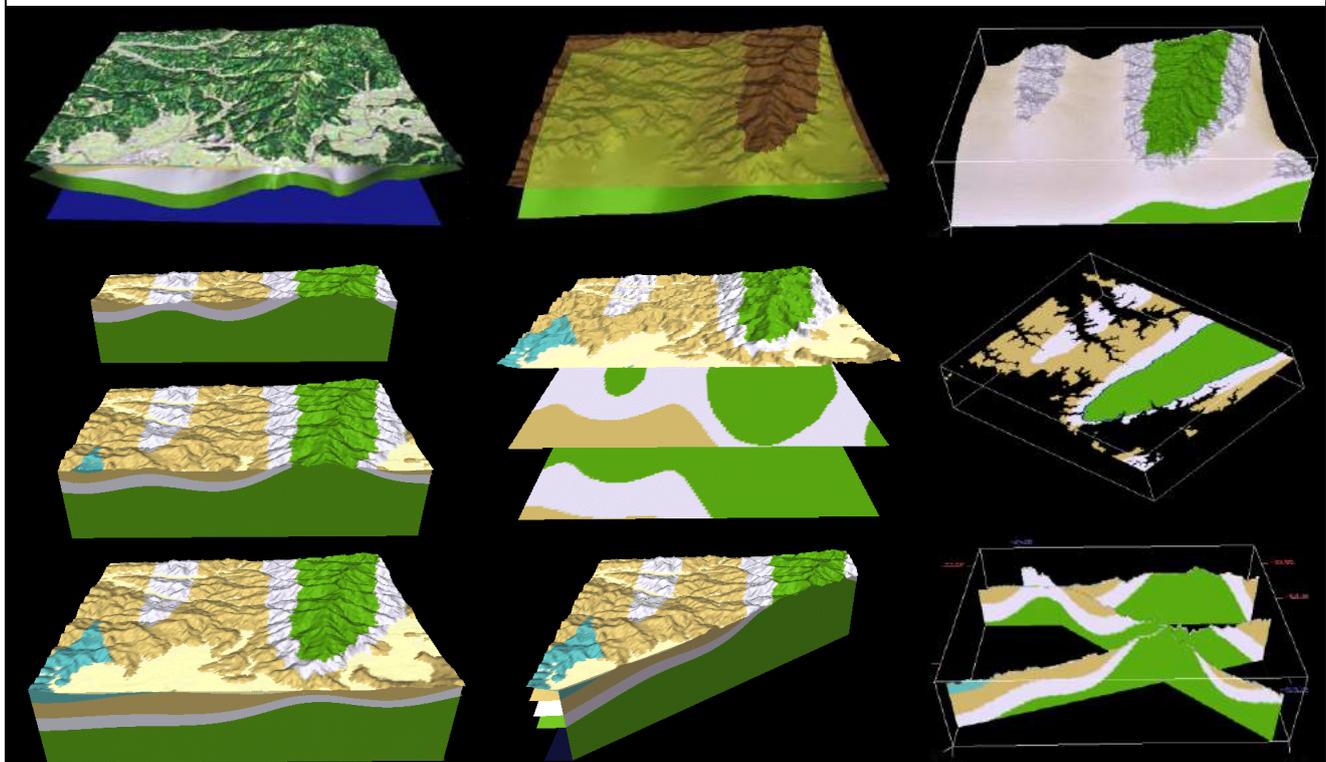
キーワード	植物、樹木、生物多様性
-------	-------------

	シリーズ名	GISおよびWeb-GISによる3次元地質モデルの構築
	氏名・所属・役職	升本眞二・理学研究科生物地球系専攻・教授

<概要>

地質情報は我々の生活の基盤を支える時空間情報の重要な要素の1つです。環境や防災などの問題解決、あるいは地下利用などには、地質情報は不可欠であり、その必要性は高まっています。このような社会の要求に答えるために、地質学に基礎をおいた地質情報の処理・活用に関する理論構築、およびシステム開発等を行っています。高精度で信頼性の高い地質情報を、各種の問題解決に有効に利用できる情報として発信することが研究の目的です。

地質学的な各種の情報(ボーリングデータ, 野外調査データなど)をデータベース化し, GIS(地理情報システム)を用いて, 地下の3次元空間の地質体の分布を表す3次元地質モデルを構築する研究, Web-GISを用いてこれらの地質情報を発信する研究などを行っています。



3次元地質モデルの表示例 (各種断面図, サーフェース, ソリッド, ボクセルモデルなど)

<アピールポイント>

研究開発に用いるシステム・ソフトウェアは基本的にフリーオープンソースソフトウェア(FOSS)を用いていますので、誰でも利用、活用、および、さらなる開発が可能です。また、それらの普及のための研究も行っています。例えば、世界的に利用されているFOSSのGISであるGRASSの国際化・日本語化には私たちの研究が活かされています。

<利用・用途・応用分野>

知的基盤, 防災, 環境, 地下空間, 時空間情報, 3次元可視化など。

キーワード	地質情報, 3次元地質モデル, GIS, Web-GIS, FOSS
-------	------------------------------------



シーズ名

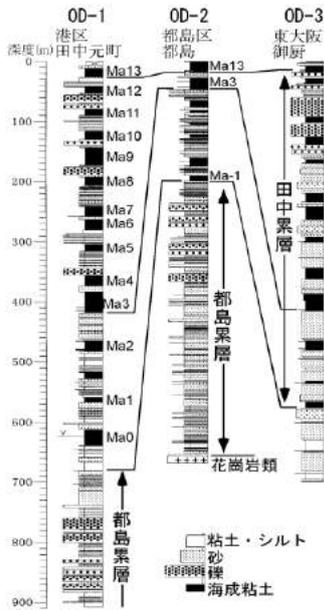
大阪平野 3次元地下構造データ

氏名・所属・役職

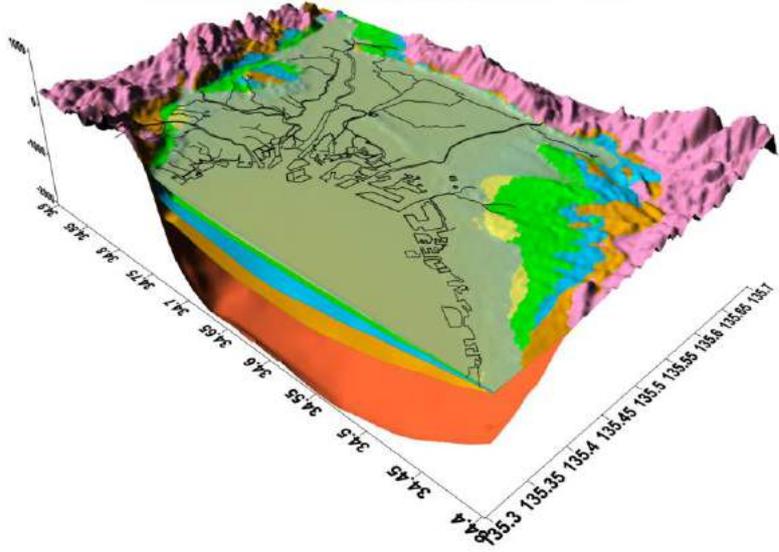
三田村 宗樹・理学研究科・教授, 都市防災教育研究センター・副所長

<概要>

大阪平野の地下を構成する厚さ数 100~1500m に及ぶ地層(第四紀層)に挟まれるいくつかの連続性の良い地層について地質図・ボーリング資料から分布状況を把握した。集約した資料は、各地層の下面標高分布の 250M メッシュの DEM データとしてファイル化している。



大阪平野とその周辺の第四紀堆積層の3Dモデル



DEM データとしてファイル化されている層準は以下のとおり

第四紀層の基底面(基盤岩上面)、Ma-1 層下面(第四紀層を 2 分する境界となる層準、Ma は海成粘土層の略)、Ma3 層下面、Ma6 層下面、Ma9 層下面、Ma10 層下面、第二天満層下面(Ma12/Ma11 層間の砂礫層)、第二洪積砂礫層下面、DG2 層)、Ma12 層下面、天満層下面(第一洪積砂礫層、DG1 層)、沖積層下面、Ma13 層下面、沖積層上部砂層下面、地表面の 13 層準

三田村宗樹 (2007) 大阪平野地下の帯水層構造モデルの再検討. 地下水涵養研究委員会研究活動報告, 地下水地盤環境に関する研究協議会, 1-6.

三田村宗樹 (2007) 大阪平野帯水層構造と深井戸データベースからみた水理特性. 地下水地盤環境に関するシンポジウム 2007 発表論文集-流域圏の水循環再生と地下水利用-, 109-114.

<アピールポイント>

大阪平野とその周辺丘陵地に至る地層分布は、これまで丘陵地や台地での詳細な地質調査に基づいて、地質図としてまとめられており、これに加えて、平野地下では深層ボーリング(層序ボーリング)や反射法地震探査の断面図が公開されていて、これらをもとに地層の分布状況をまとめたものである。大阪平野地下の汎用性のある地下の 3 次元的各种解析に活用することが可能である。

<利用・用途・応用分野>

・大阪平野地下の地盤特性の解析(地震応答解析、地下水流動解析など)の空間情報として活用可能

<関連する知的財産権>

なし

<関連するURL>

なし

<他分野に求めるニーズ>

地盤に関わる 3 次元空間情報処理

キーワード

大阪平野、第四紀層、地層、地下地質構造、3次元地質データ、DEM