

神戸大学研究基盤センター

# 若手フロンティア研究会 2010 概 要 集

2010年12月24日（金）

神大会館 2F ホワイエ

プログラム： 午後1時30分～午後4時30分

ポスターセッション

懇談会

最優秀ポスター賞などの表彰式

表 彰：

最優秀ポスター賞1件、優秀ポスター賞3件（各部門）  
について表彰（賞状、および副賞贈呈）

## 発表プログラム

- P001 [アイソトープ部門]  
Role of RPK118 in neurotransmitter release  
医学研究科 博士課程 医科学専攻 深井 栄里
- P002 [極低温部門]  
レアアースカゴ状物質  $\text{LaRu}_2\text{Zn}_{20}$ ,  $\text{LaIr}_2\text{Zn}_{20}$  の La-NMR による研究  
理学研究科 博士前期課程 物理学専攻 浅木 謙治
- P003 [極低温部門]  
フェロセニルイミダゾールを用いたイオン液体の合成と性質  
理学研究科 博士前期課程 化学専攻 三浦 祐嗣
- P004 [機器分析部門]  
リング法によるフタロシアン系錯体ナノロッドの合成  
理学研究科 博士後期課程 化学専攻 船曳 彰
- P005 [極低温部門]  
ペロブスカイト層を含む鉄系超伝導体の高圧下電気抵抗測定と NMR 測定  
理学研究科 博士前期課程 物理学専攻 田尾 幸樹
- P006 [極低温部門]  
鉄系超伝導体 FeSe における NMR 測定  
理学研究科 博士前期課程 物理学専攻 野原 弘貴
- P007 [アイソトープ部門]  
組換え型 AhR/GUS レポーター遺伝子系導入シロイヌナズナによる PCB 同族体のアッセイにおけるバイオサーファクタントの効果  
農学研究科 博士後期課程 生命機能科学専攻 嶋津 小百合
- P008 [アイソトープ部門]  
II 型糖尿病モデル KK-A<sup>y</sup> における紅茶の肥満および高血糖の予防・改善効果  
農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻 今田 小有里
- P009 [アイソトープ部門]  
カカオ抽出物 (CLPr) の糖尿病予防および改善効果について  
農学研究科 博士後期課程 生命機能科学専攻 山下 陽子
- P010 [極低温部門]  
鉄系超伝導体  $\text{FeTe}_{1-x}\text{Ch}_x$  ( $\text{Ch}=\text{Se}, \text{S}$ ) の NMR による研究  
理学研究科 博士前期課程 物理学専攻 原 悠大
- P011 [極低温部門]  
カゴ状超伝導体  $\text{Ba}_8\text{Si}_{46}$  の Ba-NMR による研究  
理学研究科 博士前期課程 物理学専攻 村本 亮
- P012 [極低温部門]  
静電容量型カンチレバーの試作  
理学研究科 博士前期課程 物理学専攻 安福 能理
- P013 [極低温部門]  
カンチレバー ESR の高感度化に向けたファイバ光学干渉計の開発  
理学研究科 博士前期課程 物理学専攻 坪倉 大地
- P014 [極低温部門]  
BINOL をスペーサーとしたポルフィリンアナログ三核金属錯体の合成と磁性  
理学研究科 博士前期課程 化学専攻 大前 慎太郎
- P015 [極低温部門]  
新しい動的触媒の開発を目指したらせん構造金属錯体の合成と性質  
理学研究科 博士後期課程 化学専攻 額爾敦
- P016 [アイソトープ部門]  
カイク脳を用いた GTP 結合タンパク質 (Rab) の免疫組織化学的解析  
農学研究科 博士後期課程 生命機能科学専攻 磯山 侑里

- P017 [アイントープ部門]  
食用キノコであるガルガルの炎症性腸疾患抑制効果とその活性物質の分離  
農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻 渡部 純也
- P018 [アイントープ部門]  
*In vivo* 腸管炎症モデルを用いたレンチナンの炎症性腸疾患抑制効果  
農学研究科 博士前期課程 生命機能化学専攻 張 玲
- P019 [アイントープ部門]  
クルクミン代謝物による AhR 形質転換調節機構について  
農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻 福田 俊
- P020 [極低温部門]  
ゲノム損傷応答における Gadd45 $\alpha$  の機能解析  
理学研究科 博士前期課程 生物学専攻 北野 健太
- P021 [極低温部門]  
籠型ポルフィリノイドのアルコールに対するバインディング特性  
理学研究科 博士前期課程 化学専攻 有賀 奨
- P022 [極低温部門]  
強磁性半導体薄膜 GdN の強磁性転移温度と磁気異方性の精密測定  
理学研究科 博士前期課程 物理学専攻 福岡 洋平
- P023 [極低温部門]  
蛍光アップコンバージョン法による水溶液中の溶媒和ダイナミクス: 重水素効果、温度変化、溶質分子依存性  
理学研究科 博士前期課程 化学専攻 高務 真美
- P024 [極低温部門]  
ホヤに共生する藍藻 *Prochloron* における励起緩和ダイナミクス  
理学研究科 博士前期課程 化学専攻 浜田 文哉
- P025 [機器分析部門]  
血清メタボロミクスを用いた新規膵がん診断法の開発  
医学研究科 博士課程 医科学専攻 小林 隆
- P026 [極低温部門]  
Facile and Highly Enantioselective Synthesis of (+) and (-)-Fluvastatin and Their Analogues  
理学研究科 博士後期課程 化学専攻 James T. Zacharia
- P027 [極低温部門]  
Simple Three Steps' Synthesis of Potential Medicine for Metabolic Syndrome  
理学研究科 博士前期課程 化学専攻 足立 和日路
- P028 [極低温部門]  
Imidazoline Based Ligand-Copper Catalyzed *N*-Cyclopropylation of Indole  
理学研究科 博士前期課程 化学専攻 須藤 和彦
- P029 [極低温部門]  
Highly Enantioselective 1,4-Addition of Dialkylzincs to Enones Using Novel *N,N,P*-Tridentate Ligands  
理学研究科 博士前期課程 化学専攻 村上 遼
- P030 [機器分析部門]  
自己集合による水溶性アントラセノフェンの合成とその評価  
工学研究科 博士前期課程 応用化学専攻 矢守 茂明
- P031 [機器分析部門]  
蛍光性モノマーを有するインプリント空間での選択的タンパク質認識  
工学研究科 博士前期課程 応用化学専攻 井ノ上 裕輝
- P032 [極低温部門]  
重い電子超伝導体 UBe<sub>13</sub> の Be-NMR 緩和率  
理学研究科 博士前期課程 物理学専攻 森田 恭平
- P033 [機器分析部門]  
親水性インプリントポリマーにおけるタンパク質の *in situ* 質量分析  
工学研究科 博士前期課程 応用化学専攻 田口 浩然

- P034 [機器分析部門]  
パラジウム触媒を用いたチオフェン誘導体と臭化アリール, 塩化アリールのカップリング反応  
工学研究科 博士前期課程 応用化学専攻 丹波 俊輔
- P035 [極低温部門]  
テラヘルツ時間領域分光法によるミオグロビンの低振動ダイナミクス  
理学研究科 博士前期課程 化学専攻 金子 梓
- P036 [極低温部門]  
可溶化膜貫通ペプチドとリボソームの相互作用解析  
理学研究科 博士前期課程 化学専攻 岡本 裕美
- P037 [極低温部門]  
Cyclic voltammetry を用いた Cytochrome *b<sub>5</sub>* の電子伝達機構の研究  
理学研究科 博士前期課程 化学専攻 安田 由夏
- P038 [機器分析部門]  
一次元反強磁性体(VO)(SO<sub>4</sub>)(2,2-bpy)の粉末高周波 ESR による高 *g* 値分解能測定  
理学研究科 博士前期課程 物理学専攻 高橋 直己
- P039 [極低温部門]  
SrFe<sub>2</sub>As<sub>2</sub> の一軸的な stress 効果と高圧 NMR  
理学研究科 博士前期課程 物理学専攻 川添 隆行
- P040 [極低温部門]  
RRu<sub>2</sub>Al<sub>10</sub> (R=La, Pr)の電氣的・磁氣的特性  
理学研究科 博士前期課程 物理学専攻 迫田 将仁
- P041 [極低温部門]  
GaAs:N 中の束縛励起子の緩和ダイナミクス  
工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻 久保 輝宜
- P042 [機器分析部門]  
金ナノ粒子表面を修飾した有機分子上でのクロスカップリング反応  
工学研究科 博士前期課程 応用化学専攻 熊澤 健太
- P043 [極低温部門]  
高感度化に向けた磁場変調を用いたカンチレバー ESR 測定  
理学研究科 博士前期課程 物理学専攻 富山 陽樹
- P044 [極低温部門]  
立方晶 TbPd<sub>3</sub>S<sub>4</sub> の Gd 置換効果  
理学研究科 博士前期課程 物理学専攻 熊内 功紀
- P045 [極低温部門]  
マイクロカンチレバーを用いた角度回転 ESR 検出  
理学研究科 博士前期課程 物理学専攻 平野 修也
- P046 [機器分析部門]  
NMR characterization of molecular interaction between PGDs and a fluorescent molecule  
工学研究科 博士前期課程 応用化学専攻 HAEJOO LEE
- P047 [極低温部門]  
SmOs<sub>4</sub>P<sub>12</sub> のドハース・ファンアルフェン効果  
理学研究科 博士前期課程 物理学専攻 田中 修平
- P048 [機器分析部門]  
ポリグリセロールデンドリマーによるタンパク質安定化効果  
工学研究科 博士前期課程 応用化学専攻 小川 貴也
- P049 [極低温部門]  
Functional analysis of the N-terminal domain of the DNA damage recognition protein DDB2  
理学研究科 博士前期課程 生物学専攻 松本 翔太
- P050 [アイトープ部門]  
枯草菌の合理的代謝エンジニアリングによるアセトイン発酵の効率化  
農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻 山岡 優

- P051 [極低温部門]  
低次元磁性体(2,3-dmpyH)<sub>2</sub>CuBr<sub>4</sub>の高周波 ESR による研究  
理学研究科 博士前期課程 物理学専攻 山崎 達也
- P052 [極低温部門]  
MAC88107 隕石にみられる特異な組織 (inter-rim material)について  
理学研究科 博士前期課程 地球惑星科学専攻 中原 容子
- P053 [アイトープ部門]  
分裂酵母 Ndk1 の機能解析  
理学研究科 博士前期課程 生物学専攻 山口 理実
- P054 [アイトープ部門]  
分裂酵母 Vps901、Vps902 の機能解析  
理学研究科 博士前期課程 生物学専攻 塚本 雄太
- P055 [極低温部門]  
22 極温度可変イオントラップに捕捉した水和マグネシウムイオンの分光学的研究  
理学研究科 博士前期課程 化学専攻 江口 徹
- P056 [アイトープ部門]  
インスリン抵抗性を予防する化合物の新規探索系の開発  
農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻 澤田 圭介
- P057 [極低温部門]  
Low-Frequency Dynamic of ATP and its Related Compounds Studied by Terahertz Time-Domain Spectroscopy  
理学研究科 博士後期課程 化学専攻 Feng Zhang
- P058 [極低温部門]  
Asymmetric Synthesis of Oseltamivir Phosphate (Tamiflu<sup>®</sup>)  
連携創造本部 先端研究推進部門 田中 孝徳
- P059 [極低温部門]  
Vibrational Dynamics of [RuCl<sub>5</sub>(NO)]<sup>2-</sup> in Aqueous Solution Studied by Nonlinear Infrared Spectroscopy  
理学研究科 博士前期課程 化学専攻 相川 京子
- P060 [極低温部門]  
Charge Carrier Dynamics of Crystalline Solid State Materials using Pulsed Terahertz Spectroscopy  
理学研究科 博士後期課程 化学専攻 Alvin Karlo Garcia Tapia
- P061 [極低温部門]  
Mitochondrial dynamics and its involvement in the mechanism of endosymbiosis in *Paramecium bursaria*  
理学研究科 博士後期課程 生物学専攻 ソン チホン
- P062 [機器分析部門]  
磁性ナノビーズを用いた電気化学磁気シーディングによる動物用抗菌剤の選択分離  
農学研究科 修士前期課程 食料共生システム学専攻 工藤 幸会
- P063 [機器分析部門]  
隕石母天体における斜長石の変成: 熱水合成炉による実験的解明  
理学研究科 博士前期課程 地球惑星科学専攻 市村 隼
- P064 [極低温部門]  
ジピリジンクリプタンド状ポルフィリノイドの配位挙動  
理学研究科 博士前期課程 化学専攻 大和 恭平
- P065 [アイトープ部門]  
色素体アセチル CoA カルボキシラーゼの発現と機能  
農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻 小島 志織
- P066 [アイトープ部門]  
ナミハダニ GABA 受容体の構造機能相関  
農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻 小林 武
- P067 [極低温部門]  
高圧赤外分光による電子状態の研究  
理学研究科 博士前期課程 物理学専攻 太田 直希

- P068 [アイントープ部門]  
Chimeric Incorporation of Sorghum RbcS Increases the Catalytic Turnover Rate of Rubisco in Transgenic Rice Plants  
農学研究科 博士後期課程 応用植物学専攻 石川 智恵
- P069 [機器分析部門]  
NWA1232 CO 隕石中の特異な岩相:母天体における水質変成の可能性  
理学研究科 博士前期課程 地球惑星科学専攻 山本 由紀子
- P070 [アイントープ部門]  
非破壊型葉内硝酸イオン濃度測定法の開発  
農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻 富田 拓嗣
- P071 [アイントープ部門]  
イネにおける葉緑体型ホスホグリセリン酸ムターゼの機能解析  
農学研究科 博士前期課程 資源生命科学専攻 加藤 祐樹
- P072 [機器分析部門]  
Ningqiang 隕石のマトリックス形成履歴  
理学研究科 博士前期課程 地球惑星科学専攻 松本 恵
- P073 [極低温部門]  
CeXIn<sub>5</sub> (X=Co, Rh) の高压低温赤外分光  
理学研究科 博士前期課程 物理学専攻 瀧川 陽
- P074 [極低温部門]  
立方晶 TbPd<sub>3</sub>S<sub>4</sub> の Y 置換効果  
理学研究科 博士前期課程 物理学専攻 井上 雄太
- P075 [機器分析部門]  
不純物ドーピングによるシリコンナノ結晶の非線形光学特性の増大  
工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻 伊藤 雅彦
- P076 [アイントープ部門]  
バラのアントシアニン生合成に関する転写調節遺伝子の UV-B 応答性解明  
農学研究科 博士前期課程 資源生命科学専攻 竹内 夏絵
- P077 [アイントープ部門]  
イネ葉の高 CO<sub>2</sub> 処理で発現誘導される OsCCT1 の機能解析  
農学研究科 博士前期課程 資源生命科学専攻 杉野 充保
- P078 [アイントープ部門]  
キュウリ葉の  $\alpha$ ,  $\beta$ -不飽和カルボニル化合物還元酵素遺伝子の解析  
農学研究科 博士前期課程 生物機能科学専攻 長谷川 綾香
- P079 [極低温部門]  
Ca<sub>2</sub>RuO<sub>4</sub> の高压下における光学スペクトル  
理学研究科 博士前期課程 物理学専攻 松島 育夫
- P080 [アイントープ部門]  
Cytochrome b<sub>561</sub> ファミリータンパク質の機能解析  
理学研究科 博士後期課程 化学専攻 三浦 雅央
- P081 [極低温部門]  
SQUID 磁束計を用いた ESR 測定技術の開発  
理学研究科 博士前期課程 物理学専攻 後藤 亮二
- P082 [機器分析部門]  
明日葉抽出物に含まれるプレニルカルコンの代謝解析  
農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻 張 天順
- P083 [機器分析部門]  
カテキン類およびテアフラビン類の一斉分析法の確立  
農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻 王 麗華
- P084 [アイントープ部門]  
新規糖分解酵素遺伝子のゲノムマイニング  
農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻 三本木 あずさ

## Role of RPK118 in neurotransmitter release

医学研究科 博士後期課程 生化学専攻

深井 栄里

Sphingosine Kinase (SPHK) is a key enzyme catalyzing the formation of sphingosine 1-phosphate (S1P), a lipid mediator that is implicated in the regulation of a wide variety of cellular events such as proliferation and differentiation of cells, acting through intracellularly as well as through S1P receptor-mediated fashions. However, intracellular target(s) for S1P remains unclear so far.

RPK118 is an adaptor protein for SPHK1 identified in this laboratory through a yeast two-hybrid screening (Hayashi et al. J. Biol. Chem. 2002). Recently it has been demonstrated from this laboratory that S1P plays an important role in glutamate release from hippocampal neurons (Kajimoto et al. Mol. Cell. Biol. 2007). To assess whether S1P action is specific to glutaminergic neurons, we examined other types of neurons such as dopaminergic neurons. First, we tested the effect of S1P in dopamine release in SH-SY5Y cells.

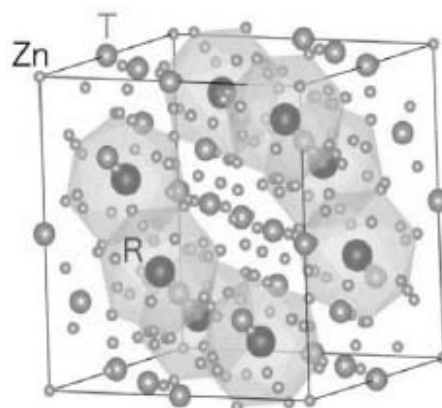
## “レアース”カゴ状物質 $\text{LaRu}_2\text{Zn}_{20}$ , $\text{LaIr}_2\text{Zn}_{20}$ の

### La-NMR による研究

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻

浅木謙治、小手川恒、藤秀樹

結晶構造にカゴ状の構造をもつ物質は様々な興味深い物性が現れることが分かっており、近年、物性物理学の研究者の興味の対象となっている。これまで、 $\beta$ -パイロクロア酸化物やクラスレート化合物、充填スクッテルダイト化合物などのカゴ状物質が盛んに研究されてきたが、今回、広島大学の鬼丸らによって 1-2-20 系と呼ばれるカゴ状物質の新しい物質が発見された。これらの物質はきわめて低温で超伝導を示し、高温では構造相転移をおこすことが分かっている。本研究ではこの新物質  $\text{LaRu}_2\text{Zn}_{20}$ ,  $\text{LaIr}_2\text{Zn}_{20}$  についてカゴに内包されている La イオンに注目し NMR という微視的な研究手段を用いて、構造相転移について研究を行った。



## フェロセニルイミダゾールを用いたイオン液体の合成と性質

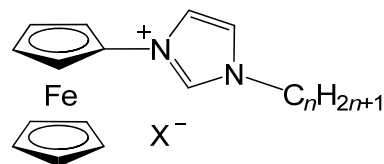
理学研究科 博士課程前期課程 化学専攻

三浦祐嗣、持田智行

イオン液体は、カチオン・アニオンのみで構成された低融点（100 °C 以下）の塩であり、高極性、高導電性、難揮発性などの特徴がある。中でも、アルキルイミダゾリウム塩は代表的なイオン液体として知られている。本研究では、酸化還元活性、光誘起分子内電子移動を示す機能性イオン液体の実現を目的として、フェロセンが導入されたアルキルイミダゾリウム塩（Fig. 1）を合成した。これらの塩では、熱物性や粘度、光特性などの物性に興味を持たれる。

目的の塩は、かさ高いフェロセニル基を有しているにもかかわらず、その多くがイオン液体となった。また、これらのイオン液体は従来のアルキルイミダゾリウム塩よりも高融点、高粘度であったが、酸化還元能や電荷移動吸収帯が観測された。

本発表では、これらの塩の合成と基本物性および低温での結晶構造について報告する。また、類似物質である 1-フェロセニル-4-アルキルトリアゾリウム塩を合成し、比較を行った。



X = TFSA, PF<sub>6</sub>, n = 1–16

Fig. 1. 1-フェロセニル-3-アルキルイミダゾリウム塩.

## ミリング法によるフタロシアニン系錯体ナノロッドの合成

理学研究科 博士後期課程 化学専攻

○船曳彰<sup>1</sup>、持田智行<sup>1</sup>、長谷川裕之<sup>2</sup>、市村國宏<sup>3</sup>、木村誠二<sup>4</sup>

(<sup>1</sup>神戸大院理、<sup>2</sup>情報通信研神戸、<sup>3</sup>東邦大理、<sup>4</sup>電通大)

有機顔料をシリカナノ粒子の存在下で乾式ミリングすることで、ナノサイズの有機シェル層を持ったコアシェル型複合ナノ粒子を得る方法が知られている<sup>1</sup>。本研究では、この手法を応用することで金属フタロシアニン（MPc）系電荷移動錯体をナノサイズ化し、その物性について検討を加えた。MPc（M = Cu, Ni）とシリカナノ粒子（1次粒子径 14 nm）の混合粉体を乾式ボールミリングに供し、シリカナノ粒子をコアとし、MPc シェル層をもつ複合ナノ粒子を得た。得られた粉体は固体状態で高い反応性を有しており、固相あるいは液相で容易にヨウ素と反応し、電荷移動錯体[MPc]Iを与えた。電子顕微鏡観察の結果、得られた[MPc]Iは直径 30 nm のロッド状であることが判明した（Fig. 1）。ロッドの組成や構造、粉体試料のペレット導電度などについてさらに検討を加えた。

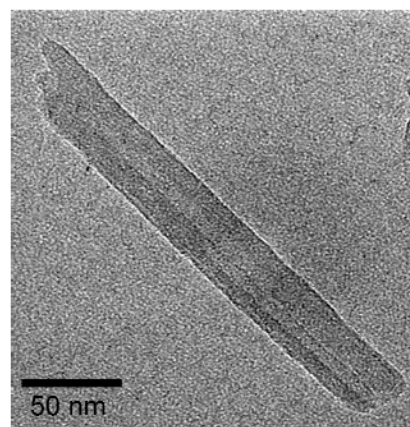


Figure 1. [NiPc]I ナノロッドの透過電子顕微鏡写真

1) K. Hayashi *et al.*, *J. Mater. Chem.*, 17, 527 (2007).



## ペロブスカイト層を含む鉄系超伝導体の高圧下電気抵抗測定と NMR 測定

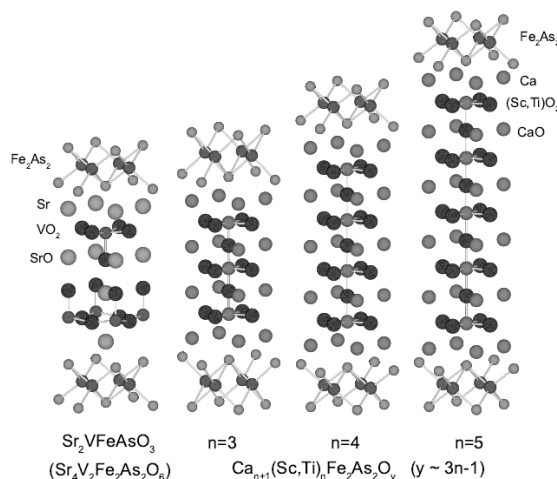
物理学研究科 博士前期課程 物理学専攻

神戸大院理, 東大工 A, 高知工大環理工 B, JST-TRIP<sup>C</sup>田尾 幸樹<sup>A</sup>, 小手川 恒<sup>C</sup>, 藤 秀樹<sup>C</sup>, 荻野 拓<sup>A,C</sup>, 堀井 滋<sup>B</sup>, 岸尾 光二<sup>A,C</sup>, 下山 淳一<sup>A,C</sup>

FePn(Pn=pnictogen)層間にペロブスカイト型のブロック層を含んだ  $\text{Sr}_2\text{ScFePO}_3$ (21113)などの物質が作製され、盛んに研究されている。

我々は、新たに発見された複数のペロブスカイト層を含む鉄系超伝導体の高圧下電気抵抗測定を行った。層間隔や Fe 面からの高さとの関係に着目し比較を行う。(図は対象物質の結晶構造)

また、これらの系の NMR 測定から超伝導機構について調べ発表する。



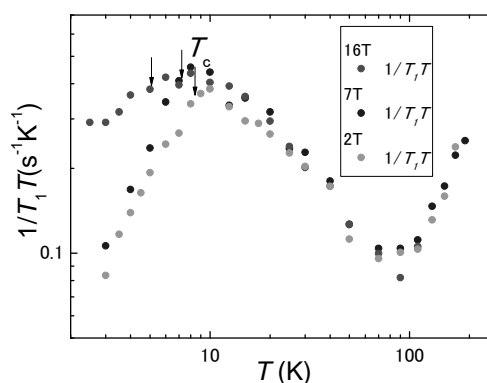
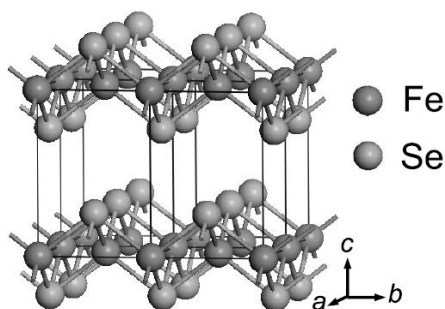
## 鉄系超伝導体 FeSe における NMR 測定

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻

野原弘貴、小手川恒、原悠大、藤秀樹

鉄系超伝導体の一つである FeSe について NMR 測定をしたので報告する。この物質は超伝導転移温度  $T_c$  が 8.5K と他の鉄系超伝導体と比べて高くないものの、鉄系超伝導の中で最も単純な構造をしていることから鉄系超伝導機構の解明が期待されている物質である。

今回の発表では NMR 測定から得られたスピン・格子緩和時間  $T_1$  と  $T_c$  の関係から FeSe の持つ磁気ゆらぎがどのようにこの物質の超伝導機構に寄与しているか述べる。



## 組換え型 AhR/GUS レポーター遺伝子系導入シロイヌナズナによる

### PCB 同族体のアッセイにおけるバイオサーファクタントの効果

農学研究科 博士後期課程 生命機能科学専攻

<sup>1</sup>神戸大院・農、<sup>2</sup>福山大・グリーン研、<sup>3</sup>神戸大・遺伝子

嶋津小百合<sup>1,2</sup>、太田雅也<sup>2</sup>、乾秀之<sup>3</sup>、芦田均<sup>1</sup>、大川秀郎<sup>2</sup>

【目的】 モルモット AhR (gAhR) のリガンド結合領域、LexA の DNA 結合領域および VP16 の転写活性化領域からなる組換え型 gAhR と β-グルクロニダーゼ (GUS) レポーター遺伝子系を導入したシロイヌナズナによるポリ塩化ビフェニル (PCB) 同族体のアッセイを試みた。しかし、PCB は脂溶性が高く、土壌の粒子や有機物に強く吸着して根からの吸収が難しい。そこで、酵母が生産するバイオサーファクタント・MEL-Bなどを培地と土壌に添加して組換え体シロイヌナズナ植物による PCB 同族体の吸収への影響を測定した。【方法】 組換え体シロイヌナズナ植物を PCB 同族体と MEL-B などを含む培地と赤玉土で培養・栽培し、植物体の GUS 活性を測定した。【結果】 PCB126 (毒性等価係数 TEF:0.1) では濃度依存的な GUS 誘導活性が認められた。それに比べ、PCB80 (TEF:0) では認められなかった。MEL-B は PCB 同族体とミセルを形成して、受動拡散により組換え体シロイヌナズナ植物に取り込まれ、移行しやすくなると考えられ、培地に比べて土壌で効果が顕著であった。

以上の結果、本方法によりシロイヌナズナ 1 個体で 10 ng/g 土壌の PCB126 が検出可能であった。

## II 型糖尿病モデル KK-A<sup>y</sup> における紅茶の肥満および高血糖の予防・改善効果

農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻

今田小有里、芦田均

【目的】 我々はこれまでに、紅茶が高脂肪食による肥満および高血糖を抑制することを明らかにした。そこで本研究では、II 型糖尿病自然発症マウスにおいても紅茶が肥満および高血糖を予防あるいは改善するか否か検討し、さらにその作用機序を明らかにすることを目的とした。【方法】 KK-A<sup>y</sup> マウスを 3 群に分け、市販の固形飼料を摂取させた。各群には、飲水として飼育開始時より水(W 群)、飼育開始 5 週目まで水を、5 週目以降は紅茶(WBT 群)、あるいは飼育開始時より紅茶(BT 群)を自由摂取させた。これらのマウスの体重および随時血糖値を週に一回測定しながら 9 週間飼育した。【結果】 紅茶を摂取することで、脂肪の蓄積および血糖値の上昇が有意に抑制された。また、マウスが高血糖を呈した後でも、紅茶は肥満および高血糖の悪化を抑制する傾向にあった。飼育終了時の血漿脂質量およびインスリン値は、いずれも有意差はないが W 群 > WBT 群 > BT 群の順であった。次に、腸間膜脂肪における炎症や脂質代謝に関連する遺伝子の発現についてリアルタイム PCR 法により検討した。その結果、インスリン抵抗性を惹起する炎症性サイトカインである tumor necrosis factor α、interleukin 6、ならびに monocyte chemotactic protein 1 が、WBT 群と BT 群のいずれにおいても減少した。一方で、脂肪酸合成の律速酵素である acetyl-CoA carboxylase や脂肪酸の細胞内への取り込みに関与する carnitine palmitoyltransferase 1 は増加した。以上のことから、紅茶は炎症性サイトカインの産生を抑制し、脂質代謝を促進することで II 型糖尿病モデルにおいても肥満および高血糖を予防・改善することが示唆された。

## カカオ抽出物(CLPr)の糖尿病予防および改善効果について

農学研究科 博士後期課程 生命機能科学専攻

山下 陽子、上田 学、芦田 均

【目的】チョコレートやココアの原料であるカカオの実にはポリフェノール含有量が多く、有用な機能性が報告されている。本研究ではカカオポリフェノール抽出物(CLPr)が体内で糖を最も多く消費する組織である、筋肉細胞へのグルコース取り込みに及ぼす影響について検討した。

【方法】L6 筋管細胞に CLPr を 15 分作用させた後、 $[^3\text{H}]$ -2-deoxy-glucose (2DG) を作用させ、細胞内への 2DG 取り込み量を測定した。また、*in vivo* での検討として、ICR 雄性マウスに CLPr 50、または 250 mg/kg・BW を強制経口投与し、60 分後に耐糖能試験(OGTT)を実施した。その際、尾静脈採血で得た血漿を用いて血糖値を測定した。さらに、OGTT 30 分後に屠殺したマウス後肢の筋肉組織から抽出した膜タンパク質を用いて、グルコース輸送担体(GLUT4)の膜移行を western blot にて確認した。

【結果】L6 筋管細胞に CLPr を作用させた時、その濃度依存的に $[^3\text{H}]$ -2DG の細胞内取り込み量が増加し、CLPr 10  $\mu\text{g/mL}$  を作用させた時の 2DG の細胞内取り込み量は insulin (100 nM) と同程度であった。また、マウスを用いた OGTT で CLPr は濃度依存的に血糖値の上昇を抑制した。CLPr 250 mg/kg・BW を作用させたマウスの筋肉組織では GLUT4 膜移行促進が確認された。以上の結果から、CLPr は筋肉細胞において GLUT4 膜移行促進を介したグルコース取り込み促進効果を持つことが明らかとなり、すみやかな組織への糖取り込みによる慢性的高血糖状態の解消が、糖尿病の予防・改善に効果を有することを示唆する。

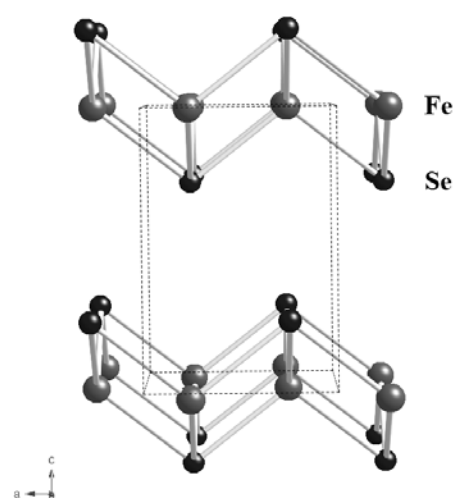
## 鉄系超伝導体 $\text{FeTe}_{1-x}\text{Ch}_x$ ( $\text{Ch}=\text{Se},\text{S}$ ) の NMR による研究

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻

神戸大理 A、物材構 B、筑波大 C、JST-TRIPD

原悠大、野原弘貴、小手川恒 A,D、藤秀樹 A,D、水口佳一 B,C,D、高野義彦 B,C,D

$\text{LaFeAsO}$  が  $T_c = 26 \text{ K}$  で超伝導を示すことが発見された後、鉄ヒ素層をもつ様々な鉄系超伝導体が報告されている。一方  $\text{FeSe}$  は鉄ヒ素層を持たず、鉄系超伝導体で簡単な結晶構造をしている。そのため、鉄系超伝導体の超伝導機構を調べるのに適していると考えられ、様々な研究が行われている。この物質の超伝導転移温度( $T_c$ )は 8 K であり、圧力印加により  $T_c$  が敏感に変化し、4.15 GPa で 37 K まで上昇することが知られている。また、Se の一部を Te 等のカルコゲンで置換した物質も超伝導を示すことが報告されており、我々はカルコゲンのドーパ量の増加による電子状態の変化を調べるため、粉末  $\text{FeTe}_{1-x}\text{Se}_x$  ( $x=0.2, 0.4, 1$ ) と  $\text{FeTe}_{0.8}\text{S}_{0.2}$  の Te/Se-NMR を行っている。



## カゴ状超伝導体 $Ba_8Si_{46}$ の Ba-NMR による研究

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻 広島大院工<sup>A</sup>

村本亮、小手川恒、藤秀樹、山中昭司<sup>A</sup>

$Ba_8Si_{46}$  はシリコンクラスレート化合物で、タイプ I に分類され Si の 12 面体と 14 面体のカゴの中すべてに Ba が位置するという構造をとっている。超伝導転移温度  $T_c=8K$  であり、 $H_{c2}$  は 2K で 6T とされている。本研究では Ba-NMR により  $T_1$  測定を行った、また表面インピーダンスの測定を行い温度磁場相図を作成した。

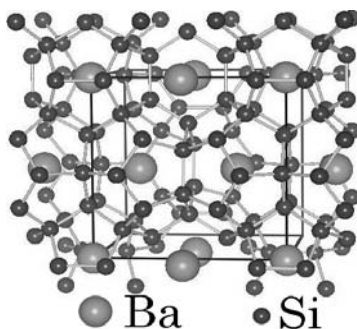


図  $Ba_8Si_{46}$  結晶構造

## 静電容量型カンチレバーの試作

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻、神戸大院理<sup>A</sup>、神戸大分子フォトセ<sup>B</sup>

安福 能理、小西 和也<sup>A</sup>、大道 英二<sup>A</sup>、太田 仁<sup>B</sup>

我々の研究室では、カンチレバーを用いた機械的検出による新しい高周波・高磁場電子スピン共鳴 (ESR) 測定法の開発を行っている。この測定法では、ESR 吸収による試料の磁化変化を、カンチレバーのたわみの変化として検出するため、用いるレバーの種類、検出方法が測定感度を大きく左右する。現在測定に用いているカンチレバーは、原子間力顕微鏡 (AFM) 用であり、カンチレバー-ESR での多種多様な測定条件に柔軟に対応することが難しい。そこで我々のグループは MEMS 技術を用いて、測定に最適なカンチレバーの自作を行っている。

本研究では低スピン濃度試料のカンチレバー-ESR 測定を念頭に置き、比較的大きな試料体積に対応可能な静電容量検出型カンチレバーを作製した。

本講演では、T 型カンチレバー (図 1) の作製プロセスとカンチレバー-ESR 測定に向けた試みについての詳細を報告する。

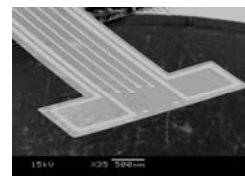


図 1:T 型カンチレバー

## カンチレバー ESR の高感度化に向けたファイバ光学干渉計の開発

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻 神戸大院理 A, 神戸大分子フォトセ B

坪倉大地, 大道英二 A, 太田仁 B

我々のグループではカンチレバーを用いた高周波高磁場 ESR 測定装置の開発を行っている。カンチレバーに試料を固定し、電磁波を照射しながら磁場を掃引することで、ESR 吸収に伴う磁化変化をカンチレバーに働くトルクとして検出する。

様々なトルクの検出方法があるが、我々は高感度化を狙ってファイバ光学系を用いた Fabry-Perot 干渉計を採用した(図 1)。これまで用いていたピエゾ抵抗による方法では、原子間力顕微鏡 (AFM) 用に最適化された市販のものしか使えなかったが、この方法では自作カンチレバーを用いることが可能になるという利点がある。

装置の評価は、ピエゾアクチュエータに貼り付けたミラーを微小変位させ、その変位を干渉計で計測した。その結果、Fabry-Perot 干渉計によってミラーの変位を 0.1 nm オーダーで観測可能であることがわかった。

作製した装置ならびに詳細な感度は発表当日に報告する。

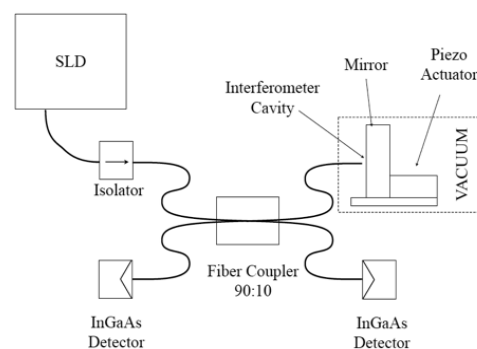


図 1 システム概要

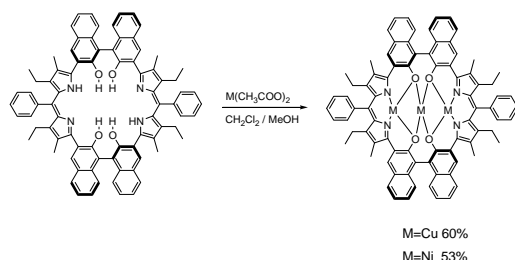
## BINOL をスペーサーとしたポルフィリンアナログ

### 三核金属錯体の合成と磁性

理学研究科 博士前期課程 化学専攻

大前慎太郎

拡張ポルフィリンは、ポルフィリンと比較して内部空孔が拡大しているためポルフィリンでは合成困難であったイオン半径の大きな金属イオンとの錯体や多核金属錯体の合成が可能となり、これまでにユニークな物性及び構造を持った拡張ポルフィリン金属錯体が報告されている。このようなポルフィリンの錯体化学から得られる知見は材料化学、生化学等幅広い分野への応用展開が期待できる。本研究では BINOL を組み込んだ新規拡張ポルフィリンを配位子として、銅イオン及びニッケルイオンが直線状に三つ並んだ金属錯体の合成を行い、その磁性について調べた。<sup>1</sup>H-NMR ではどちらの錯体も顕著なナイトシフトが見られず、0 ppm



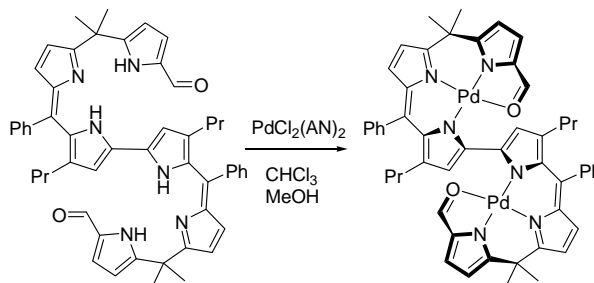
から 16 ppm の範囲において該当する全てのプロトンシグナルが見られた。これは金属イオンと配位子とのスピン軌道相互作用が小さく、金属イオンの電子スピンの局在化していると考えられる。それぞれの金属錯体について SQUID により磁化率の温度依存性を調べた。銅錯体もニッケル錯体も温度の低下に伴い磁気モーメントが減少し反強磁性相互作用が見られた。

## 新しい動的触媒の開発を目指したらせん構造金属錯体の合成と性質

理学研究科 博士後期課程 化学専攻

額爾敦

右ねじれ、左ねじれの不斉構造が存在するらせん型金属錯体は不斉触媒、不斉認識等への応用が考えられる為、不斉制御や構造に関する研究が盛んに行われています。ポルフィリン誘導体であるオリゴピロールは高い錯形成能や光化学的特性、さらには適度に剛直な構造を有していることから、このような配位子に多く用いられています。なかでも鎖状オリゴピロールは、



環状オリゴピロールに比べ多彩なコンフォメーションを有しているためその不斉誘起やその構造変化の可能性に近年大変興味をもたれています。本研究では両末端ホルミル基を有するヘキサピロールと酢酸パラジウムの錯体形成によりらせん構造の複核パラジウム錯体を与える事を X 線でも明らかにした。この複核錯体の両末端ホルミル基をキラルなアミンでイミン化することによりらせんのねじれを一方に偏らせる事ができ、VT <sup>1</sup>HNMR によると溶液中では五つの回転異性体の存在が確認でき、それらの存在比率は温度変化によって変化することが分かった。

## カイコ脳を用いた GTP 結合タンパク質 ( Rab ) の免疫組織化学的解析

農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻

磯山侑里・畑圭祐・Le Thi Trang・平垣進・山形裕士・金丸研吾・竹田真木夫・宇野知秀

〔目的〕低分子量 GTP 結合タンパク質の内、Rab は細胞内小胞輸送において重要な働きを持つことが知られる。一方、カイコの脳内では様々な神経ペプチドが合成され、分泌されている。

本研究ではカイコ脳内での Rab の機能を解明することを目的として、Rab 抗体を用いたカイコ脳での免疫組織化学的解析を行った。

〔方法・結果〕Rab7、Rab11 の cDNA を用いて大腸菌でタンパク質を発現させた。タンパク質を精製後、Rab7 はウサギに対して、Rab11 はマウスに対して免疫し、抗体を作製した。それぞれの抗体に対して組織局在性を検討したところ、Rab11 は各組織で恒常的に発現し、Rab7 は脳と生殖器官に強く発現した。次にカイコ脳の組織切片を用いて局在性を検討したところ、Rab11 はボンビキシン合成細胞付近と Per 合成細胞付近に特異的に局在した。一方、Rab7 はボンビキシン合成細胞付近、Per 合成細胞付近、脳下方部に局在した。そして Rab11 抗体と Rab7 抗体を用いた蛍光二重組織染色を用いて解析を行った結果、Rab11 と Rab7 は Per 合成細胞付近とボンビキシン合成細胞付近において共在した。

以上の結果から神経ペプチド分泌において Rab は重要な役割を果たすことが示唆された。今後はボンビキシン合成細胞においてこれらの Rab が発現しているか解析を行う予定である。

## 食用キノコであるガルガルの炎症性腸疾患抑制効果とその活性物質の分離

農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻

渡部純也、水野雅史

【目的】炎症性腸疾患(IBD)は主に消化管に原因不明の炎症を起こす慢性疾患の総称であり、クローン病と潰瘍性大腸炎の二疾患からなることが知られている。現在、その罹患数は若者を中心として増加傾向にあるが、現在主流となっている治療法には課題とする点が多い。本研究室では、これまでに担子菌であるシイタケや鹿角霊芝に含まれる熱水抽出画分にIBD様の炎症を抑制する効果を見出してきた。本研究では、新規担子菌であるガルガル(*Grifola garga*)に含まれる炎症抑制物質の分離、精製を試みた。【方法】ガルガル子実体熱水抽出画分を分子量13,000以上を排除する限外濾過膜に供し、ガルガル子実体低分子画分を得た。この画分を、 $C_6H_{14}$ 、 $CH_3COOC_2H_5$ 、 $C_2H_5OH$ による逐次抽出法により分画した。さらに炎症抑制効果が認められた画分を、Sep-Pak C18による固相抽出法より分画した。炎症抑制は、Caco-2/RAW264.7共培養系による腸管炎症モデルを用い、IL-8 mRNA量と、TNF- $\alpha$ 量を測定し、それらの抑制率で評価した。【結果】ガルガル子実体熱水抽出画分から得られた高分子画分と低分子画分の炎症抑制評価を行ったところ、低分子画分に強い炎症抑制効果が認められた。さらに低分子画分を逐次抽出法により分画して同様に評価したところ、 $C_2H_5OH$ で抽出された画分に強い炎症抑制効果が認められ、比活性で2倍に精製された。さらにこの画分を移動相を0, 20, 40, 60, 80, 100%  $C_2H_5OH$ を用いて固相抽出法によって分画して同様に評価したところ、0および20%  $C_2H_5OH$ で抽出された画分に炎症抑制効果が認められ、特に20%  $C_2H_5OH$ 画分については比活性で10倍に精製された。

## *In vivo* 腸管炎症モデルを用いたレンチナンの炎症性腸疾患抑制効果

農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻

張玲、西谷洋輔、水野雅史

【目的】近年、食品因子によって炎症性腸疾患を予防する研究が盛んに行われている。本研究室では、これまでにシイタケ由来 $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 3),(1 $\rightarrow$ 6)-glucanであるレンチナンが炎症抑制効果を有することを *in vitro* で確認した。そこで本実験では、レンチナンの炎症抑制効果を *in vivo* で検討した。

【方法】C57BL/6(7週齢,メス)にレンチナン (50, 100, 200  $\mu$ g/mouse)を17日間経口投与した。2% DSSは実験開始8日目から7日間自由飲水摂取させた。その後飲水を蒸留水に変え、さらに3日間飼育後屠殺した。DSS摂取後のマウスの体重減少、結腸短縮、結腸組織切片H&E染色による病理組織学的スコアを腸炎症状の指標とした。また、結腸組織の炎症性サイトカイン mRNA 発現を定量PCR法により測定した。

【結果】DSS投与によって腸炎を誘発させた群の体重減少程度は、レンチナン100  $\mu$ g投与群においてのみ有意に緩和された。また、結腸の長さも、DSS投与区で4.9 cmに対して、レンチナン100  $\mu$ g投与では6.0 cmとその短縮が抑制された。さらに、レンチナン100  $\mu$ gおよび200  $\mu$ g投与群において、病理組織学的スコアの緩和、およびTh1型炎症性サイトカインであるIFN- $\gamma$ 及びIL-1 $\beta$  mRNA発現抑制効果が認められた。以上の結果より、レンチナン経口投与は腸管炎症抑制効果を発揮することが示唆された。

## クルクミン代謝物による AhR 形質転換調節機構について

農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻

福田俊、西海信、嶋津小百合、芦田均

ダイオキシン類を含む芳香族炭化水素やハロゲン化炭化水素は、芳香族炭化水素受容体 (AhR) に結合することでその形質転換を誘導し、細胞の代謝異常を引き起こして様々な毒性を発現する。したがって、AhR の形質転換抑制は毒性発現の軽減につながる事が期待される。ターメリックに含まれる色素であるクルクミンは、AhR の形質転換に対する促進と抑制の両方の効果についての報告が混在しており結論は得られていない。本研究では、クルクミンおよびクルクミンの代謝物であるテトラヒドロクルクミンが AhR の形質転換に及ぼす影響を検討した。AhR の形質転換は  $\gamma$ - $^{32}\text{P}$  を用いたゲルシフト法で測定することができるが、この方法は定量性が低い。そこで本研究室が構築した SW-ELISA 法で AhR の形質転換を定量的に測定した。マウス肝がん由来 Hepa-1c1c7 細胞にクルクミンおよびテトラヒドロクルクミンと、2,3,7,8-四塩化ジベンゾ-*p*-ジオキシン (TCDD) とを処理したところ、TCDD が誘導する AhR 形質転換を抑制する傾向が見られた。しかし、AhR の形質転換により誘導される cytochrome P4501A1 の酵素活性を反映する ethoxyresorufin-*O*-deethylase (EROD) 活性を測定したところ、クルクミンは EROD 活性を抑制したが、テトラヒドロクルクミンでは抑制効果が見られなかった。両物質で AhR の形質転換に与える影響が異なるので、今後はその差異を検討していく予定である。

## ゲノム損傷応答における Gadd45 $\alpha$ の機能解析

理学研究科生物学専攻博士前期課程<sup>1</sup>

自然科学系先端融合研究環バイオシグナル研究センター<sup>2</sup>

北野健太<sup>1</sup>、西良太郎<sup>2</sup>、酒井恒<sup>2</sup>、菅澤薫<sup>2</sup>

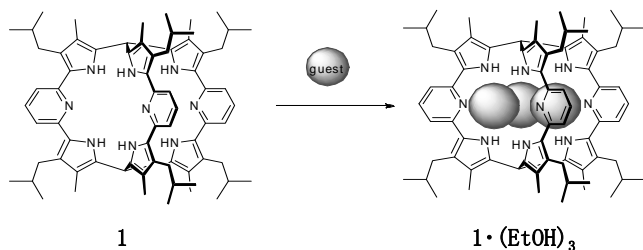
Gadd45 $\alpha$  (growth arrest and DNA-damage-inducible protein 45 alpha) は紫外線などの様々なストレスによって mRNA 量が増加する遺伝子の 1 つとして同定され、DNA 修復、細胞周期制御、アポトーシス、能動的 DNA 脱メチル化など様々な細胞応答への関与が示唆されているが、それらの分子機構の詳細と生物学的意義は明らかになっていない。ゲノム損傷応答における Gadd45 $\alpha$  の機能及びその制御機構を明らかにするため、まず Gadd45 $\alpha$  に対するポリクローナル抗体を作成し、ヒト正常線維芽細胞におけるタンパク質量の変動を検討した。その結果、紫外線 10 J/m<sup>2</sup> 照射により mRNA と同様、タンパク質量の一過性の増加が認められた。一方、細胞をプロテアソーム阻害剤で処理したところ、紫外線非照射細胞においても Gadd45 $\alpha$  タンパク質の顕著な蓄積が見られた。即ち、Gadd45 $\alpha$  は恒常的にユビキチン・プロテアソーム系による分解を受けており、通常の培養条件下ではそのタンパク質レベルを低く保つ必要があるものと考えられた。さらに、精製した組換え Gadd45 $\alpha$  タンパク質をセファロースビーズに固定化し、ヒト細胞抽出液と混合することによって相互作用因子を探索したところ、ユビキチンリガーゼの 1 つである Cul4A-DDB1 複合体と相互作用する可能性が示唆された。今後は siRNA によるノックダウンや無細胞 DNA 修復反応系を用い、さらに Gadd45 $\alpha$  の機能解析を進める予定である。



## 籠型ポルフィリノイドのアルコールに対するバイディング特性

理学研究科 博士前期課程 化学専攻

有賀 奨



Scheme 1. Triple ligation of alcohols to the cage-like

ヘモグロビンの酸素吸収など、生体系に普遍的にみられるアロステリック効果は一次情報に対する非線形応答や選択的応答を可能にする点で幅広い分野から注目されている。一般にクリプタンドはリガンドをその中心の空洞に捕捉するが、リガンドが分子のくぼみに多重配位すれば、サイズの大きな分子の配位が可能になると同時にアロステリ

シティーの付与が可能となる。シンプルな人工分子系でこのようなアロステリシティーを達成できれば非線形応答分子素子として多方面への展開が期待できる。化合物 **1** の X 線結晶構造解析では、3 分子のエタノールが配位していることが判明した。また、ドライ  $\text{CDCl}_3$  中での **1** と当モル量のエタノールの混合物は  $-60\text{ }^\circ\text{C}$  で 3 分の 1 当量の  $\mathbf{1} \cdot (\text{EtOH})_3$  が生成しており、アロステリックなバイディングが起こっていることが分かった。本実験では、様々なアルコールと **1** との混合物の温度可変 NMR 実験を行った。これを基に van't Hoff plot を行い、熱力学パラメーターをまとめ、アルコールの電子構造、立体構造とバイディング特性について議論する。

## 強磁性半導体薄膜 GdN の強磁性転移温度と磁気異方性の精密測定

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻

<sup>1</sup> 福井大学重点研究高度化推進本部, <sup>2</sup> 神戸大学連携創造本部,

<sup>3</sup> 神戸大学分子フォトサイエンスセンター, <sup>4</sup> 神戸大学大学院工学研究科

福岡洋平, 藤澤真士<sup>1</sup>, 張衛民<sup>2</sup>, 大久保晋<sup>3</sup>, 太田仁<sup>3</sup>, 吉富大明<sup>4</sup>, 來山真也<sup>4</sup>, 喜多隆<sup>4</sup>, 和田修<sup>4</sup>

磁性と半導体の性質を併せ持つ磁性半導体は、今後のスピントロニクスにおいて重要な物質である。GdN は強磁性半導体の一つで、バルク GdN は 60~70 年代に研究され、強磁性を示すことが知られている。一方、薄膜 GdN は酸素で容易に劣化するので研究が困難であったが、近年、薄膜合成技術が進み酸化しにくい薄膜 GdN が作成可能になった。薄膜 GdN は強磁性を示す事から注目されている。しかし、報告によりキュリー温度が 20K, 68K, 69K と異なっている[1]。また、ミクロな磁性も実験で明らかにされていない。そこで今回、強磁性転移温度や磁気異方性を明らかにするために、精密磁化測定と精密 ESR 測定を行った。磁化を精密に測定した結果を Arrott Plot で解析した結果、キュリー温度は  $37 \pm 1\text{K}$  であることがわかった。ESR 測定の結果、強磁性を示す事がわかった。

[1]. K. Khazen *et al*, Phys. Rev. B **74** (2006) 245330; S. Granville *et al*, Phys. Rev. B **73** (2006) 235335.

## 蛍光アップコンバージョン法による水溶液中の溶媒和ダイナミクス：

### 重水素効果、温度変化、溶質分子依存性

理学研究科 博士前期課程 化学専攻<sup>1</sup>, 神戸大・分子フォト<sup>2</sup>

高務真美<sup>1</sup>, 仮屋明奈<sup>1</sup>, 秋本誠志<sup>1,2</sup>, 富永圭介<sup>1,2</sup>

水は、特異的な水素結合ネットワークを形成し、熱運動により揺らいでいる。これが溶質と相互作用を持つことにより、その挙動に影響を与える。本研究では、溶質としてクマリン 343 とクマリン 460 (図 1) を用い、水溶液中の溶媒和ダイナミクスを観測した。これは、溶質と溶媒の相互作用による系のエネルギー緩和現象であり、動的ストークスシフトの応答関数  $C(t)$  で特徴づけられる。

$$C(t) = \frac{\nu(t) - \nu(\infty)}{\nu(0) - \nu(\infty)}$$

ここで  $\nu(t)$ 、 $\nu(\infty)$ 、 $\nu(0)$  はそれぞれ時刻  $t$ 、 $\infty$ 、 $0$  での蛍光スペクトルのピーク波数である。フェムト秒蛍光アップコンバージョン法を用いて蛍光強度の時間変化を複数の波長で測定し (図 2)、各時刻での蛍光強度の波数依存性のスペクトルを再構築することで  $C(t)$  を得た。また、単一波長法を用いて重水素効果や温度変化の観測も行い、それらの結果を比較することでプローブ分子依存性についても議論する。さらに、テラヘルツ領域の誘電緩和のデータを用いた平均球近似モデルにより  $C(t)$  の理論計算を行い、実験結果との比較、検討も行った。

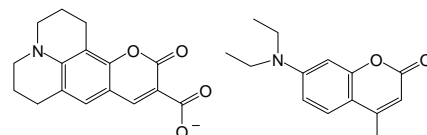


図 1 クマリン 343 (左) とクマリン 460 (右)

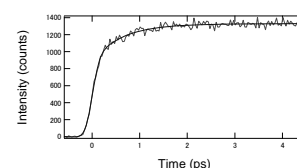
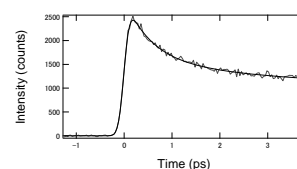


図 2 450 nm (上) と 530 nm (下) における C460 の蛍光減衰

## ホヤに共生する藍藻 *Prochloron* における励起緩和ダイナミクス

理学研究科 博士前期課程 化学専攻<sup>1</sup>, 神戸大分子フォト<sup>2</sup>, 琉球大理学部<sup>3</sup>, 神戸大内海城<sup>4</sup>

浜田 文哉<sup>1</sup>, 横野 牧生<sup>2</sup>, 広瀬 裕一<sup>3</sup>, 村上 明男<sup>4</sup>, 秋本 誠志<sup>1,2</sup>

*Prochloron* は、(亜) 熱帯サンゴ礁海域に生息する無脊椎動物ホヤに共生する酸素発生型光合成生物である。単独での生息が困難であるといわれており、培養の成功例も報告されていない。藍藻に分類されるが、(1) 光合成色素としてフィコピリンを持たず、緑藻や高等植物と同様にクロロフィル *a* (Chl *a*) の他に Chl *b* を持っている、(2) クロロフィルの構成は同じ Chl *a/b* 系でも、緑藻や高等植物が持つ Light Harvesting Complex I (LHCI) と LHCII は持たず、光化学系 I (PS I), PS II のアンテナとして Prochlorophyte chlorophyll-binding protein (Pcb) を持っている、といった特徴的な色素系を有している。

本研究では、異なる場所に生息する 3 種類の宿主動物 *Lissoclinum bistratum* (シトネボヤ), *Diplosoma* sp. (ミドリネンエンキボヤの一種)、*Trididemnum cycrops* に共生する *Prochloron* のナノ秒からピコ秒領域における時間分解蛍光スペクトル (TRFS, Time Resolved Fluorescence Spectra) を液体窒素温度 (77 K) で測定し、それをグローバル解析して得られた FDAS (Fluorescence Decay-Associated Spectra) から、光合成初期過程におけるエネルギー移動について検討した。

## 血清メタボロミクスを用いた新規膵がん診断法の開発

医学研究科 博士課程 医科学専攻 内科学講座消化器内科学分野

小林 隆、西海 信、吉田 優、東 健

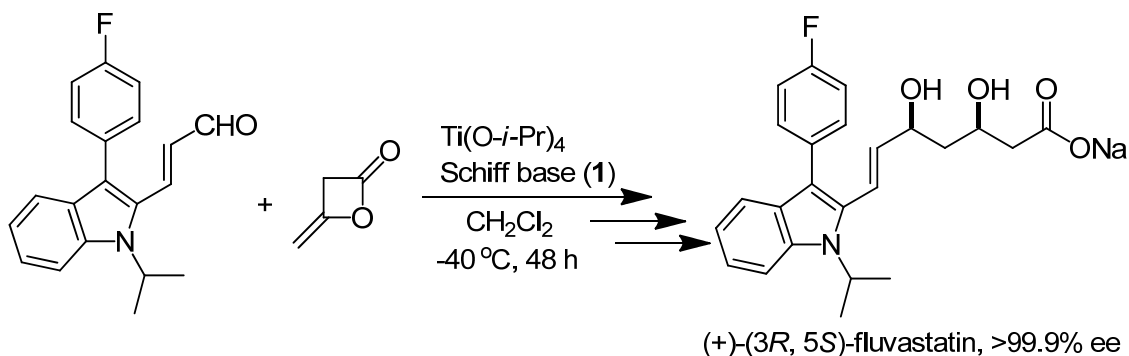
【背景・目的】がんは主要な死因の一つであり、なかでも膵がんはその早期発見の難しさと進行の速さから極めて治療の難しい疾患である。しかし、既存の血液腫瘍マーカー検査は早期発見に役立たず、PET-CTのような画像検査は大規模なスクリーニング検査に適していない。そこで我々は、早期膵がんを簡便かつ正確に発見する手法としてメタボロミクスに注目した。これを臨床医学へ応用し、疾患の発症により遺伝子やタンパク質の発現・活性の変動の結果として認められる疾患特異的な血液中代謝産物パターンを解析し、診断に応用できる可能性について検討した。【方法】膵がん群 20 例と健常群 9 例において空腹時早朝採血で得られた血清中の水溶性代謝産物を、四重極型ガスクロマトグラフ質量分析計により測定し、その結果を比較検討した。平均年齢は膵がん群 64.9 歳、健常群 61.6 歳で、男女比はそれぞれ 10 : 10、3 : 6 であった。膵がんのステージはⅢ : Ⅳa : Ⅳb でそれぞれ 3 : 7 : 10 であった。【結果】血清中で同定できた 60 個の代謝産物のうち 18 個が両群間で有意に変動しており、代謝産物存在パターンを利用して主成分分析を行うことで膵がん群と健常群とを明確に区別することが可能であった。また、いくつかの代謝産物はステージによって特徴的に変動することや、少数の早期膵がん症例においても数種の代謝産物が類似の変動パターンを示すことを確認した。【結論】本研究は血清を用いた手法であることから、大規模なスクリーニング検査にも適しており、血清メタボロミクスは膵がんに対する新たな診断法としての可能性を有する。

## Facile and Highly Enantioselective Synthesis of (+) and (-)-Fluvastatin and Their Analogues

理学研究科 博士後期課程 化学専攻

James T. Zacharia、田中 孝徳、林 昌彦

A highly enantioselective synthesis of (+) and (-)-fluvastatin and their analogues has been facilitated by the reaction of an aldehyde with diketene in the presence of  $\text{Ti}(\text{O}-i\text{-Pr})_4$  and chiral Schiff base ligands. Either enantiomers of the Schiff base could be employed to obtain (+) or (-)-fluvastatin, respectively. Diastereoselective reductions of the resultant  $\beta$ -hydroxy-ketoesters provided the *syn* and *anti* 3,5-diols which were subsequently recrystallized and saponified to afford (+) and (-)-fluvastatin in >99.9% ee.



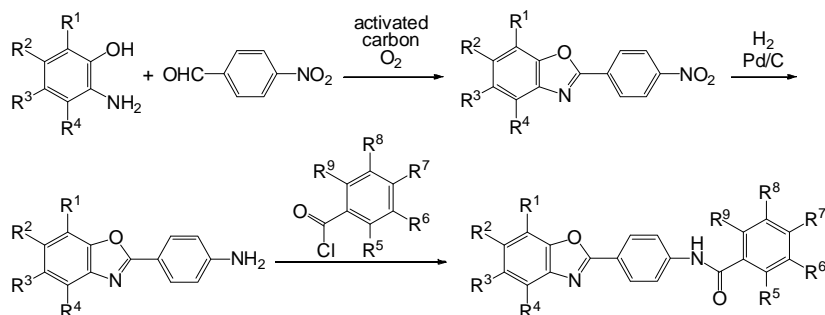
[1]. Zacharia, J. T., Tanaka, T., Hayashi, M., *J. Org. Chem.* **2010**, *75*, 7514.

## Simple Three Steps' Synthesis of Potential Medicine for Metabolic Syndrome

理学研究科 博士前期課程 化学専攻

足立 和日路、林 昌彦

Efficient synthesis of the derivatives of JTP-426467<sup>[1]</sup> was achieved by three steps including 1) oxidative aromatization promoted by activated carbon, 2) hydrogenation, 3) amidation to afford the desired amide compounds in high yield. (JTP-426467:  $R^1, R^2, R^4, R^5, R^7, R^8 = H, R^3 = Me, R^6 = NO_2, R^9 = Cl$ )<sup>[2]</sup>



[1]. J. Nishiu, M. Ito, Y. Ishida, M. Kakutani, T. Shibata, M. Matsushita, and M. Shindo, *Diabetes, Obesity & Metabolism*, 2006, 8, 508.

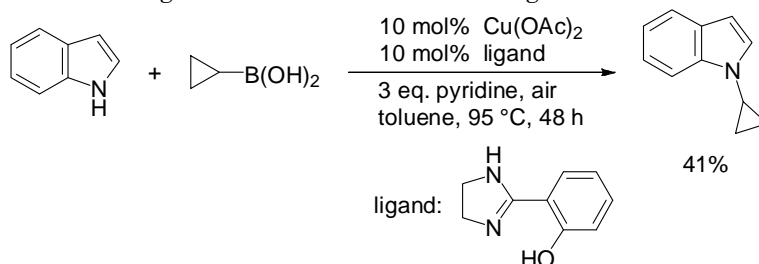
[2]. K. Adachi, K. Michigami, and M. Hayashi, *Heterocycles* in press (2010).

## Imidazoline Based Ligand—Copper Catalyzed *N*-Cyclopropylation of Indole

理学研究科 博士前期課程 化学専攻

須藤 和彦、羽根田 聡、林 昌彦

*N*-Cyclopropylamides and -azoles have attracted the most attention for the development of new drug candidates, such as its steric and electronic properties and metabolic stability. Despite the importance of *N*-cyclopropylamine derivatives, there are a few methods to incorporate cyclopropyl group on nitrogen atoms. [1] We attempted the coupling reaction of indole with cyclopropylboronic acid using copper–imidazoline system. We found the  $Cu(OAc)_2$ –2-(4,5-dihydro-1*H*-imidazol-2-yl)phenol catalyst system works efficiently to promote *N*-cyclopropylation of indole. In the poster, we will report *N*-cyclopropylation of indole using various imidazoline based ligand.



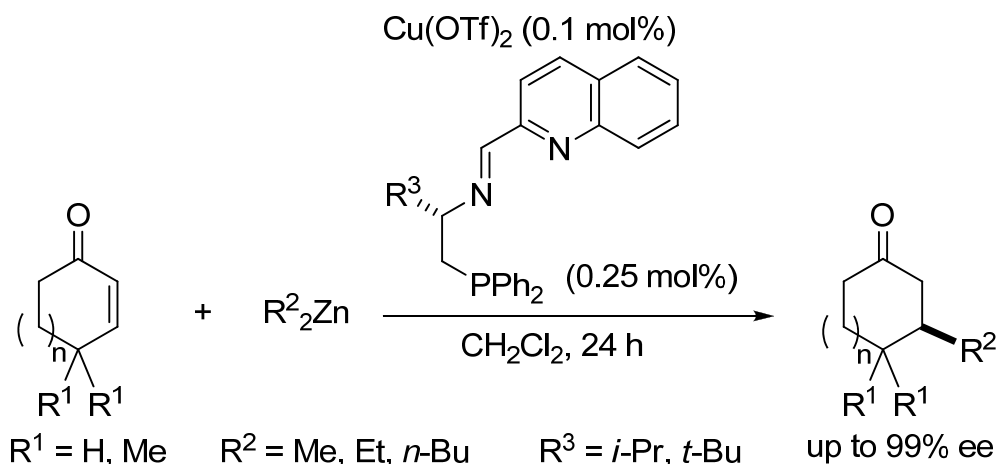
[1]. T. Tsuritani, N. A. Strotman, Y. Yamamoto, M. Kawasaki, N. Yasuda, and T. Mase, *Org. Lett.*, **10**, 1653–1655, (2008).

## Highly Enantioselective 1,4-Addition of Dialkylzincs to Enones Using Novel *N,N,P*-Tridentate Ligands

理学研究科 博士前期課程 化学専攻

村上 遼、川村 健二郎、福澤 比斗実、林 昌彦

Use of 0.25 mol% *N,N,P*-tridentate ligand containing 2-quinolyl moiety and 0.1 mol%  $\text{Cu}(\text{OTf})_2$  enabled the enantioselective 1,4-addition of dialkylzincs to cyclic enones to produce 1,4-adducts in up to 99% ee.<sup>[1]</sup>



[1]. Kawamura, K.; Fukuzawa, H.; Hayashi, M. *Org. Lett.* **2008**, *10*, 3509.

## 自己集合による水溶性アントラセノファンの合成とその評価

工学研究科 博士前期課程 応用化学専攻

吉田 雄一、○矢守 茂明、大谷 亨、竹内 俊文

大環状分子は、金属イオンや有機化合物のようなゲスト分子と錯体形成するホスト化合物であり、ホスト-ゲスト複合体の発展のために広く研究されてきた。大環状分子の一つであるシクロファンは芳香環部位、架橋構造部位、及び官能基の選択によって容易に様々な機能を導入出来ることから非常に興味深い化合物である。しかし従来のシクロファンは非水溶性であり、生体分子認識など多くの水系での適用は困難であった。

本研究では、アントラセン-9,10-ジカルボキサルデヒドと L-リジンメチルエステルを自己集合的に[2+2]型大環状化することで水溶性シクロファンであるアントラセノファンを合成した。芳香環同士の相互作用に伴う自己集合により、[2+2]型大環状化することを質量分析から明らかにした。

合成されたアントラセノファンは水溶液中でグアニン構造を有するヌクレオチドに対して選択的な結合性を示し、その結合量に応じた蛍光変化が観察された。また興味深いことに、空洞のサイズが pH 依存性を持って変化していることが示唆された。

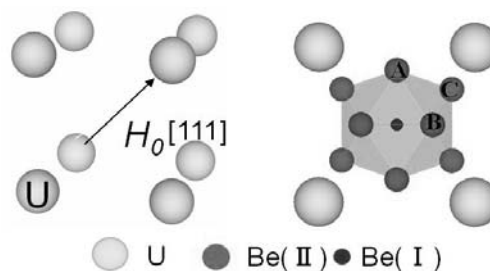
## 蛍光性モノマーを有するインプリント空間での選択的タンパク質認識

工学研究科 博士前期課程 応用化学専攻

○井ノ上裕輝、桑原惇、大森康平、砂山博文、大谷亨、竹内俊文

われわれは、分子インプリンティング (MI) 法を用いて、タンパク質認識の研究を推進している。MI 法は、重合可能な機能性モノマーを利用してターゲット分子をテラーメイド的に認識させ、架橋剤とともに重合することによって認識部位を構築する手法である。機能性モノマーに蛍光特性を付与すれば、タンパク質認識を蛍光検出できると期待できる。

本研究では、タンパク質認識と蛍光検出とを同調できる機能性モノマーとして、蛍光検出部位としてのダンシル基、重合官能基部位としてのアクリロイル基とを L-ヒドロキシプロリンに導入した蛍光性機能性モノマー (Hyp(O-Acryloyl)-En-Dans) を合成した。また、標的タンパク質としてヒト血清アルブミン (HSA) を用いて、ガラス基板上にインプリントポリマーを合成し、タンパク質との結合を蛍光スペクトルと表面プラズモン共鳴 (SPR) から評価した。



## 重い電子超伝導体 $UBe_{13}$ の Be-NMR 緩和率

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻

神戸大院理<sup>A</sup> JAEA<sup>B</sup> 阪大院理

森田恭平、原悠大、小手川恒、藤秀樹、芳賀芳典<sup>A</sup>、大貫惇睦<sup>B</sup>

重い電子系超伝導体である  $UBe_{13}$  は、常伝導状態、超伝導状態と共に特異な性質を示す。この物質は、電子比熱係数  $\gamma_e \approx 1100 \text{ mJ/mol} \cdot \text{K}^2$  と非常に大きく、大きな有効質量を反映している。 $T_c = 0.86 \text{ K}$  での超伝導転移に伴う比熱の飛びも大きく、 $\Delta C / \gamma_e T_c \approx 1$  より、重い準粒子が超伝導を担っていると考えられている。電気抵抗率は、 $30 \text{ K}$  より高温で  $\rho(T) \propto -\ln T$  を示し、不純物近藤効果を反映していると考えられている。一方、低温では重い電子系に期待される  $\rho(T) \propto T^2$  やパウリ常磁性は観測されておらず、古くより多チャンネル近藤効果などの可能性が指摘されてきた。

我々は、 $^9\text{Be}$ -NMR スペクトルや、 $H//[111]$  方向における Be(I)、Be(II) サイトの  $1/T_1$  の温度依存性を  $7 \text{ T}$ 、 $15 \text{ T}$  で測定・解析し、 $UBe_{13}$  の常伝導状態における研究を行った。発表では、これらの測定結果から  $1/T_1$  のサイト依存性、磁場依存性について議論する予定である。

## 親水性インプリントポリマーにおけるタンパク質認識の *in situ* 質量分析

工学研究科 博士前期課程 応用化学専攻

○田口 浩然 ・大谷 亨 ・竹内 俊文

マトリックス支援レーザー脱離イオン化 (MALDI) 質量分析にてバイオマーカータンパク質を高感度定量するために、抗体に置き換わる単純な組成による分子認識材料を設計・合成し、新たなプロテインチップの可能性を検討した。標的タンパク質と相互作用する重合性モノマーと複合体を形成させ、金基板表面に分子インプリント高分子薄膜を作成した。すなわち、金基盤表面を 11-メルカプトウンデカン酸エタノール溶液に浸し、自己組織化膜(SAM)修飾を行い、この SAM 末端カルボキシル基に重合開始剤を金基板表面に固定化し、中性緩衝溶液中にてアクリル酸、水溶性架橋剤及び鋳型タンパク質であるリゾチーム(Lys)を混合し、熱重合後、Lys を洗浄除去することによって、Lys インプリントポリマー(MIP)薄膜を得た。標的タンパク質である Lys と、その他のタンパク質として、ミオグロビン(Myo)とヒト血清アルブミン(HSA)を溶解した緩衝液にインプリント基板を浸した後、基板を洗浄し MALDI 質量分析のためのイオン化マトリックス溶液を添加し、MALDI 質量分析にて基板上的吸着タンパク質の同定を試みた。その結果、Lys の分子量と同様の  $m/z = 14300$  にピークを観察できた。Lys をインプリントしない薄膜(NIP)でも同様の実験を行ったところ、MIP と比較してそのピークは小さかった。さらに、同じ MIP 基板を利用して表面プラズモン共鳴(SPR)測定からタンパク質結合量を定量したところ、MALDI 質量分析と同様のタンパク質吸着パターンが確認された。以上の結果から、MALDI 質量分析によって MIP 基板上的標的タンパク質を SPR 法と同様に *in situ* 検出することが可能であることが示された。

## パラジウム触媒を用いたチオフェン誘導体と

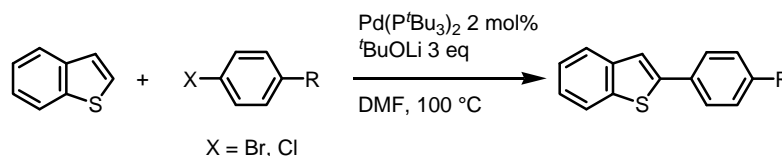
## 臭化アリール，塩化アリールのカップリング反応

工学研究科 博士前期課程 応用化学専攻

丹波俊輔、大久保洋平、田中将太、森 敦紀

パラジウム触媒を用いた C-H アリール化反応は、有機機能性材料、医薬品等に利用されるビアリール骨格を簡便な方法で合成する手段として近年活発に研究されている。

これまで当研究室ではパラジウム触媒を用いた C-H アリール化反応に関する研究を行い、添加剤に硝酸銀とフッ化カリウムを用いることで、チオフェン誘導体とヨウ化アリールとの C-H アリール化反応が、効率よく進行することを見出している。しかしこの方法では、ヨウ化アリールでは進行するものの、臭化物、塩化物では目的とするクロスカップリング体を合成することができなかった。今回塩基に  $t\text{BuOLi}$ 、触媒として  $\text{Pd}(\text{P}^t\text{Bu}_3)_2$  を用いると臭化アリール、塩化アリールとのクロスカップリング反応が進行することがわかったので報告する。



## テラヘルツ時間領域分光法によるミオグロビンの低振動ダイナミクス

理学研究科 博士前期課程 化学専攻

金子梓、神原大、田村厚夫、富永圭介

タンパク質は、機能発現に伴い、しばしばその構造を大きく変化させる。この変化は、タンパク質内の原子が集団的に運動することで起こるが、この集団的な運動は水素結合や疎水相互作用、ファンデルワールス力などの弱い相互作用を媒介とした運動で、数十  $\text{cm}^{-1}$  程度の低振動運動に相当する。そのため、この波数領域のスペクトルを調べることで、タンパク質の機能と関連する運動に関する情報が得られると考えられる。ミオグロビン (Mb) は筋肉中に存在し、酸素と結合するヘムタンパク質で、ネイティブな状態の Mb をホロ体 (図)、その活性中心であるヘムを抜き取った Mb をアポ体という。Mb は機能を発現する際、ヘムに酸素が脱着するが、それにともない、構造が大きく変化する。そのため、ヘムの存在がその構造変化に重要であると考えられる。本研究では、テラヘルツ時間領域分光法を用いて Mb のホロ体、アポ体の低振動数領域のスペクトルを水和量と温度を変化させて測定し、Mb のホロ体、アポ体の低振動ダイナミクスの水和、温度依存性を調べることで、ヘムがタンパク質の低振動ダイナミクスにどのような影響を及ぼすかについて議論した。



図： Mb ホロ体

## 可溶化膜貫通ペプチドとリポソームの相互作用解析

理学研究科 博士前期課程 化学専攻

岡本裕美、田村厚夫

膜タンパク質の膜中におけるオリゴマーの形成は、生体内でのシグナル伝達において重要な役割を果たしている。T 細胞の細胞膜に存在する T 細胞受容体  $\zeta$  (TCR $\zeta$ ) も、通常はホモダイマーを形成しているが、外部刺激を受けることで他の膜タンパク質とヘテロオリゴマーを形成しシグナルを細胞内に伝達すると知られている。しかし、TCR $\zeta$  のような膜タンパク質の膜貫通ドメインは多くの疎水性アミノ酸から構成されているため、水溶性タンパク質に比べ取り扱いが困難である。よって本研究では、膜タンパク質の膜貫通ドメインを元に新たな可溶性膜貫通ペプチドを設計し、膜タンパク質の機能をペプチドという小さな単位で再構築することを目的とした。

モデルタンパク質として TCR $\zeta$  を用い、その膜貫通ドメインをペプチドとして切り出した。さらにその両端に親水性アミノ酸を付加したペプチド ZETA1~4 を設計・合成した。膜中での機能を見るために、リン脂質を任意の割合で混合した擬似生体膜 (リポソーム) を用いた。まず、それらのペプチドが生体膜と相互作用することを蛍光測定により示し、次に、膜との相互作用におけるペプチドの二次構造変化を円二色性 (CD) 測定により検証した。さらに、偏光赤外分光測定法を用いてそれらのペプチドが膜を貫通していることを示した。今後、膜中でのペプチドの会合状態などを検証し、リン酸化などの外的要因によりその会合状態を変化させていきたいと考えている。



## Cyclic voltammetry を用いた Cytochrome $b_5$ の電子伝達機構の研究

理学研究科 博士前期課程 化学専攻

安田由夏、青野友美、鏑木基成

Cytochrome  $b_5$  はヘムタンパク質の一種であり、赤血球中でのメトヘモグロビンの還元や、神経内分泌小胞での脂肪酸の不飽和化などの化学反応に必要な電子を伝達する媒体として生体内で重要な役割を果たしている。この電子伝達機能は水溶性の膜外ドメインに結合しているヘム  $b_5$  の可逆的な酸化還元特性によるものである。ヘムの酸化還元電位はヘム周囲のアミノ酸の配置に敏感でタンパク質の構造に強く影響されることから、電子伝達過程における酸化還元電位の変化を調べることは、ヘムタンパク質の電子伝達機能を明らかにするために非常に有効な手段である。

そこで本研究では、サイクリックボルタメトリーを用いて、酸化還元電位の変化から電子伝達過程における Cytochrome  $b_5$  の変化を追跡しようと試みた。ヒト Cytochrome  $b_5$  の水溶性膜外ドメインのみを精製したものを測定試料とした。作用電極にはメルカプトプロピオン酸単分子膜で修飾した金電極を用い、水溶液にポリ-L-リジンを追加してボルタモグラムを測定した。水溶液中での Cytochrome  $b_5$  単独のボルタモグラムと、Cytochrome  $b_5$  reductase といった電子伝達に関わる種々の物質を溶液中に導入した際のボルタモグラムとを比較することにより、電子供与体が Cytochrome  $b_5$  とどのように相互作用しているのかについて議論する。

## 一次元反強磁性体(VO)(SO<sub>4</sub>)(2,2-bpy)の粉末高周波 ESR による

### 高 $g$ 値分解能測定

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻

高橋直己

一次元スピン系は極低温において量子揺らぎの効果が強く働き、磁気秩序を生じないことが知られている。特に、 $S = 1/2$  の一次元ハイゼンベルグ型反強磁性ジグザグ鎖は次近接相互作用があるため相互作用の大きさにより様々な基底状態が存在することが知られている。近年、モデル物質(VO)(SO<sub>4</sub>)(2,2-bpy)の粉末試料が合成された。結晶構造は単斜晶で、格子定数は  $a = 6.4102 \text{ \AA}$ ,  $b = 16.4887 \text{ \AA}$ ,  $c = 10.2176 \text{ \AA}$ ,  $\beta = 99.417^\circ$  である。また、磁性イオンは  $V^{4+} (3d^1, S = 1/2)$  で、 $a$  軸方向に一次元的に配列している(図 1)。SQUID を用いた磁化測定の結果から、3.1K において一次元反強磁性体に特有なブロードなピークが存在することが報告されている。本試料について多周波・高磁場 ESR 測定を最大磁場 16T、周波数領域 50~315GHz において行った。また、常磁性共鳴の結果から磁性イオンを取り囲む結晶場について考察を行った。詳しい実験結果や考察について当日議論する。

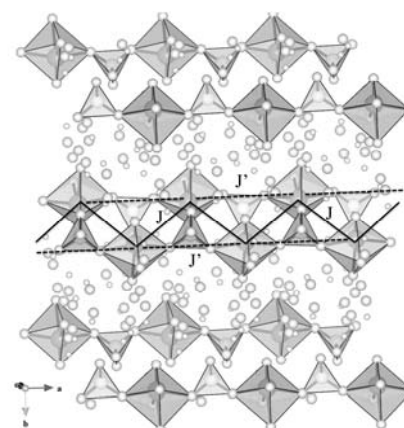


図1 (VO)(SO<sub>4</sub>)(2,2-bpy) の結晶構造

## SrFe<sub>2</sub>As<sub>2</sub> の一軸的な stress 効果と高圧 NMR

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻

川添隆行、小手川恒、菅原仁、藤秀樹

SrFe<sub>2</sub>As<sub>2</sub> は、転移温度  $T_0$ (=198 K)以下で結晶構造が正方晶から斜方晶に構造相転移すると同時に、反強磁性的に磁気秩序する。また、圧力を印加すると  $T_0$ が減少し、反強磁性が消えるのとほぼ同時に超伝導が出現する[1,2]。しかし、超伝導の出現する圧力が研究グループで異なるという問題があった。

我々は、SrFe<sub>2</sub>As<sub>2</sub>に対して圧力媒体としてダフネオイル 7373、7474、固体のスタイキャストという異なる圧力媒体で、反強磁性の消失する臨界圧  $P_c$ と超伝導相図がどのように変化するかを調べた[3]。室温で固化する圧力  $P_{sol}$ は、ダフネオイル 7373 で 2.2 GPa,7474 では 3.7 GPa(100 度で 6.7 GPa)である。 $P_{sol}$ はダフネオイル 7474 で 4.4 GPa であるのに対して、ダフネオイル 7373 で 3.6 GPa、スタイキャストでは 3.3GPa まで減少した。

この結果、 $P_{sol}$ 以上では圧力セル中の試料の向きから c 軸方向に stress がかり、 $P_c$ が減少することが窺える。

また、静水圧性の良い Ar を圧力媒体として用いた高圧 NMR 測定では、超伝導がバルクであり、超伝導相でも反強磁性が成長すると報告されている[4]。

我々は、試料スペースを大きくした大型インデンターセルを用いて、As-NMR 測定を行い、一軸的な圧力下での反強磁性と超伝導の共存関係、超伝導に対する磁気揺らぎの影響を調べている。

[1]L.Alianza *et al*, J.Phys condensed Matter 21 (2009) 012208 [2]H.Kotegawa *et al*, Journal of the Physical Society of Japan 78, (2009) 013709 [3]H.Kotegawa *et al*, J.P.S.J 78. 083702 (2009) [4]K.Kitagawa *et al*, J.P.S.J 78. 063706 (2009)

## RRu<sub>2</sub>Al<sub>10</sub> (R = La, Pr) の電氣的・磁氣的特性

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻 電子物性研究室

迫田将仁、田中修平、松岡英一、菅原仁、播磨尚朝、櫻井敬博、太田仁、

本多史憲、撰待力生、大貫惇睦、松田達磨、芳賀芳範

斜方晶三元系化合物 CeRu<sub>2</sub>Al<sub>10</sub> は  $T_0 = 27$  K で異常な相転移を示すことから注目されている。電気抵抗の温度依存性は  $T_0$  以上で半導体的に振る舞い、 $T_0$ 以下で急激に電気抵抗は増大し、さらに  $T_h = 23$  K で極大を示した後、急激に減少する。 $T_0$  以上での比熱測定から電子比熱係数は  $\gamma = 246$  mJ/K<sup>2</sup>mol と見積もられ、CeRu<sub>2</sub>Al<sub>10</sub> は重い電子系の物質であると考えられている。この特異な物性の起源を解明するために、他の希土類元素を持つ RRu<sub>2</sub>Al<sub>10</sub> を比較物質として調べるのが有効な手段となる。今回、我々は、アルミ自己フラックス法により LaRu<sub>2</sub>Al<sub>10</sub> と PrRu<sub>2</sub>Al<sub>10</sub> の単結晶を作製し、これらの電氣的・磁氣的特性を調べた。どちらも金属的な温度依存性を示し、PrRu<sub>2</sub>Al<sub>10</sub> は強い磁気異方性を持ち LaRu<sub>2</sub>Al<sub>10</sub> は非磁性である。また、LaRu<sub>2</sub>Al<sub>10</sub> の dHvA 効果から、この物質系のフェルミ面を観測することに成功した。

## GaAs:N 中の束縛励起子の緩和ダイナミクス

工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻 フォトニック材料学研究室

久保輝宜、井上知也、原田幸弘、小島磨、喜多隆

近年、量子情報通信の実現に必要な不可欠である単一光子やもつれ光子対を発生させる技術の確立に関する研究が盛んに行われている。我々は、GaAs の窒素等電子トラップに束縛された励起子が、図 1 挿入図の発光(PL)スペクトルに示すように極めてエネルギーが揃った狭線幅発光を示すことに注目しており、光子エネルギーが均一な光子源への応用を期待している。これまでに、PL スペクトルの偏光特性から、GaAs:N における狭線幅発光の起源が、GaAs 結晶内に形成される窒素原子ペアに束縛された励起子であることを示唆する結果を得ているが、その詳細は明らかになっていない。そこで本研究では、これらの狭線幅発光の起源を発光ダイナミクスを通して明らかにすることを目的とした。

図 1 に狭線幅発光線の PL 減衰プロファイルを示す。PL エネルギーが小さい、すなわち励起子束縛エネルギーが大きい 1.444 eV 帯の発光線(○)の方が、PL 減衰時間が長い。等電子トラップに束縛された励起子の輻射寿命を計算した結果、この発光線の起源が、第一近接窒素ペアに束縛された励起子発光であるとの知見を得た。

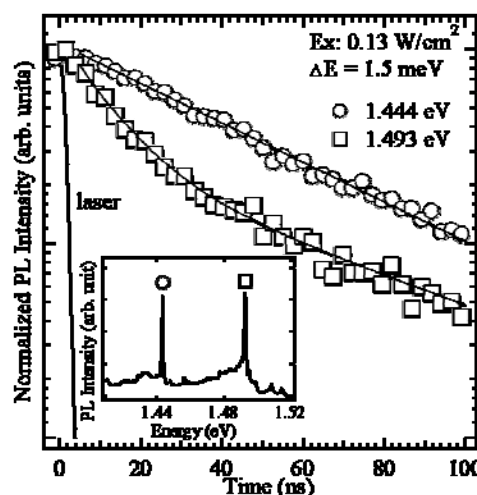


図 1 PL 減衰プロファイル。

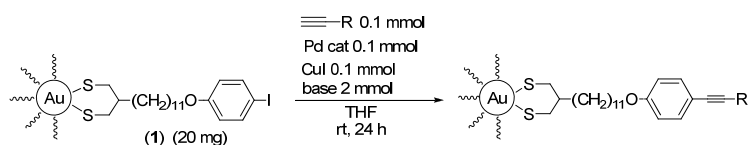
## 金ナノ粒子表面を修飾した有機分子上でのクロスカップリング反応

工学研究科 博士前期課程 応用化学専攻

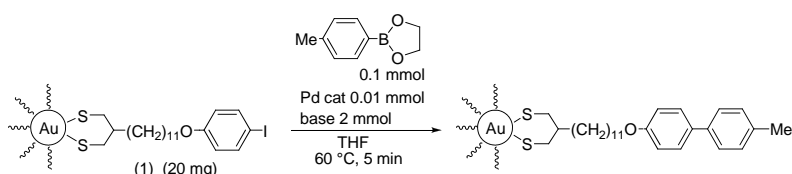
熊澤健太、森敦紀

チオール誘導体を吸着させることで機能性を付与した金ナノ粒子は、先端材料や触媒などへの応用が注目されている。また金ナノ粒子に修飾された、有機分子上での種々の反応も重要である。本研究では、ハロゲン化アール基を持つチオールを金ナノ粒子に吸着させ、さらにその分子上で末端アルキンとのパラジウム触媒を用いた、菌頭カップリング反応、鈴木-宮浦カップリング反応を試みた。

金ナノ粒子(1)を下記の条件で反応させると、菌頭カップリング反応が進行した。



金ナノ粒子(1)を下記の条件で反応させると、鈴木-宮浦カップリング反応が進行した。



## 高感度化に向けた磁場変調を用いたカンチレバー ESR 測定

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻<sup>1</sup>、神戸大学分子フォトサイエンス研究センター<sup>2</sup>

富山陽樹<sup>1</sup>、平野修也<sup>1</sup>、大道英二<sup>1</sup>、太田仁<sup>1,2</sup>

我々はカンチレバーを用いた高周波・強磁場領域における電子スピン共鳴(ESR)測定法(カンチレバー ESR)の開発を行っている[1,2]。この方法では、ESR 吸収による試料の磁化変化を機械的に検出する。すなわち、試料を載せたカンチレバーに働く、ESR 吸収に伴う磁気トルク  $\tau = \mathbf{M} \times \mathbf{H}$  の変化をカンチレバーのたわみとして検出する。カンチレバー ESR の利点として、質量が 1  $\mu\text{g}$  程度の微小試料測定が可能、様々な光源を用いた多周波数測定が可能であるなどがある。現状で 80 GHz、315 GHz においてスピン感度としてそれぞれ  $\sim 10^9$ ,  $\sim 10^{11}$  spins/Gauss である。現在の setup では、光変調法を用いた lock-in 検出を用いている。しかしこの方法は spurious vibration という熱励起による機械共振、高周波数光源である後進行波管の電源の高速変調が難しいことなどの問題を含む。

これらの問題を解決するため、磁場変調技術の導入はとても有用である。この方法では、変調コイルを巻いて外部から変調磁場を印加し、それに同期した信号成分を lock-in amp. で検出する。今回、光源として 80 GHz の Gunn 発振器を用い、ESR 信号の検出に成功した。発表では、測定原理や装置概要、および測定結果について詳細に議論する。

[1]. E. Ohmichi, N. Mizuno, M. Kimata and H. Ohta, *Rev. Sci. Instrum.* **79** (2008) 103903/1-5.

[2]. E. Ohmichi, N. Mizuno, M. Kimata, H. Ohta and T. Osada, *Rev. Sci. Instrum.* **80** (2009) 013904/1-5.

## 立方晶 TbPd<sub>3</sub>S<sub>4</sub> の Gd 置換効果

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻、神戸大院理<sup>A</sup>、神戸大研究基盤セ<sup>B</sup>、

神戸大分子フォトセ<sup>C</sup>、東北大院理<sup>D</sup>

熊内功紀、松岡英一<sup>A</sup>、井上雄太<sup>A</sup>、迫田将仁<sup>A</sup>、田中修平<sup>A</sup>、菅原仁<sup>A</sup>

櫻井敬博<sup>B</sup>、太田仁<sup>C</sup>、小野寺秀也<sup>D</sup>

NaPt<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 型立方晶の結晶構造を持つ RPd<sub>3</sub>S<sub>4</sub> (R: 希土類) は、結晶場基底状態が系統的に多極子自由度を持つ。その中で TbPd<sub>3</sub>S<sub>4</sub> は、ネール温度  $T_N = 2.57$  K で起こる反強磁性転移が一次相転移的であることから、 $T_N$  で反強磁性と八極子の同時秩序を示す可能性があると考えられている。同時秩序の可能性を検証するために Tb サイトを Gd に置換した Tb<sub>1-x</sub>Gd<sub>x</sub>Pd<sub>3</sub>S<sub>4</sub> の単結晶を作製し、その物性評価を行った。

もし TbPd<sub>3</sub>S<sub>4</sub> の  $T_N$  で同時秩序が起きていれば、x の増加とともに反強磁性転移温度が増加し、反強八極子転移温度が減少することで磁化率が二つの異常を示すことが期待される。図 1 のように磁化率の測定結果では x の増加とともに転移温度が上昇していることが確認された。これは Gd を置換したことで磁気相互作用が強まったために起こったものである。しかし転移温度の増加が観測されたのみで、八極子秩序が分離されたのか否かについては確認できなかった。

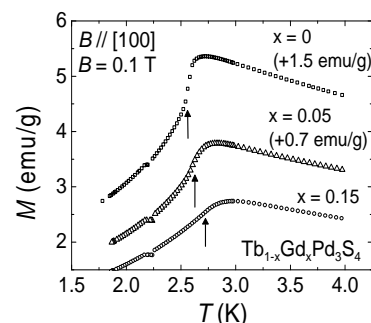


図 1

## マイクロカンチレバーを用いた角度回転 ESR 検出

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻

神戸大学大学院理学研究科<sup>1</sup>、神戸大学分子フォトサイエンス研究センター<sup>2</sup>

平野修也、大道英二<sup>1</sup>、太田仁<sup>2</sup>

強磁場 ESR 測定には高い g 値分解能や広い線幅をもつ ESR 吸収の観測が可能という利点があるが、一般に用いられる透過法では測定感度の面から微小試料への適用ができない。そこで我々は微弱な力を測定できる AFM 用カンチレバーに着目し、これを用いた新しい強磁場 ESR 測定法の開発を行っている。この方法は ESR 吸収による磁化変化に伴う磁気トルクの変化をカンチレバーのたわみの変化として検出するものである。現在、我々はロックインアンプを用いた光変調測定により、ガン発振器を光源に用いて  $10^9 \sim 10^{10}$  spins/Gauss のスピン感度を達成している[1]。本研究ではこれまでと同じ光変調測定の下、カンチレバーを角度回転させることにより任意の角度でのカンチレバー-ESR 測定を試みた。測定は先端に試料を貼付したカンチレバーを定常磁場中で角度回転させることで行った。試料ステージはウォームギアを介して外部のシャフトとつながっており、シャフトを回すことによって磁場中でカンチレバーを回転させることができる。今回は 80 GHz のガン発振器を光源として ESR 測定を行った。試料として用いた Co Tutton 塩では異なる 2 サイトの Co イオンが磁性を担うため二つの ESR 信号が観測される。2 つの ESR 吸収は角度に対して系統的に変化しているのが観測された。本研究の詳細な装置概要、結果、考察は講演で議論する。

[1]. 大道英二, 水野謙覚, 平野修也, 木俣基, 太田仁, 固体物理, 44 巻 7 号(2009)453

## NMR Characterization of molecular interaction between PGDs and a fluorescent molecule

Graduate School of Engineering, Doctoral Course, Applied Chemistry

○ HAEJOO LEE, TOORU OOYA, TOSHIFUMI TAKEUCHI

Polyglycerol dendrimers (PGDs) consisting of branched glycerol units, are expectative nano-structure in chemical and biomedical areas, due to their monodispersities. So far, PGDs including hyperbranched polyglycerols have been focused on the modification of surface functional groups, and reported as biologically inert materials. Due to the biocompatible nature of PGDs, nobody has investigated molecular interactions between PGDs and guest molecules, especially focusing on internal part of PGDs. In this study, molecular interaction between PGDs and a fluorescent molecule was characterized by <sup>1</sup>H-NMR analyses, which contain <sup>1</sup>H-NMR titration and COSY. We focused on two PGD's generations; PGD-G1 and PGD-G2. Chemical shifts attributed to both PGD and the fluorescent molecule were clearly assigned, and peak shifts by <sup>1</sup>H-NMR titration were discussed in detail. From these results, we could suggest the molecular interactions of the fluorescent molecule with internal and/or outer parts of PGDs.

## SmOs<sub>4</sub>P<sub>12</sub> のドハース・ファンアルフェン効果

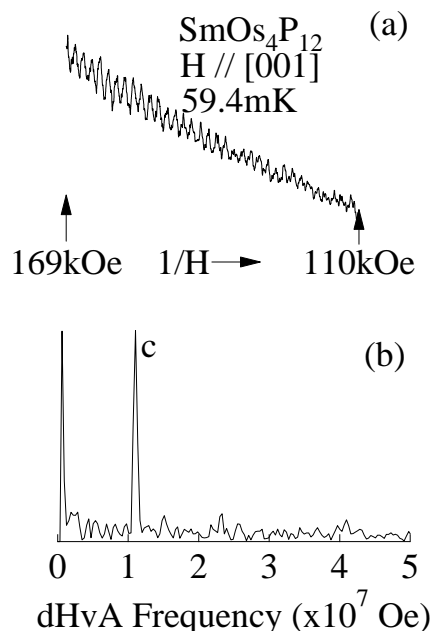
理学研究科 博士前期課程 物理学専攻

田中修平

強磁性を示す充填スクッテルダイト化合物 SmFe<sub>4</sub>P<sub>12</sub> や SmOs<sub>4</sub>Sb<sub>12</sub> は Sm を含む重い電子系物質として注目されている。今回、4.5K で反強磁性を示す SmOs<sub>4</sub>P<sub>12</sub> の単結晶を育成しドハース・ファンアルフェン(dHvA)効果の測定に成功したので報告する。

右図は H//[001]方向での dHvA 振動(a)とその FFT スペクトル(b)を示す。dHvA 振動数が  $1.1 \times 10^7$  Oe の dHvA シグナルが観測された。これは LaOs<sub>4</sub>P<sub>12</sub> の第 47 バンドからなるフェルミ面に対応している。

サイクロトロン有効質量は 2.1~2.3m<sub>0</sub> と LaOs<sub>4</sub>P<sub>12</sub> の約 2 倍重くなっている事が分かった。大きなサイクロトロン有効質量の異方性が観測されている。SmFe<sub>4</sub>P<sub>12</sub> と異なり、SmOs<sub>4</sub>P<sub>12</sub> ではサイクロトロン有効質量の異方性は小さい。



## ポリグリセロールデンドリマーによるタンパク質安定化効果

工学研究科 博士前期課程 応用化学専攻

小川貴也、大谷亨、竹内俊文

タンパク質の変性を防止することは、医療、バイオテクノロジーにおいて非常に重要である。グリセロールは、最も広く使われている低分子量の変性抑制添加物のひとつである。これは、グリセロール中の水酸基が、タンパク質表面にある親水性アミノ酸の結合水を交換するか、タンパク質中の疎水性アミノ酸の疎水的相互作用を強化するためであると報告されている。しかし、高い安定化効果を示すには高濃度のグリセロール (25-75 wt%) が必要であることが示唆される。そこで、グリセロール局所密度を高くすることを考えた。生体適合性分子としてポリグリセロールデンドリマー (PGD) の樹状構造は、グリセロールと比較してナノスケールで水酸基の密度を大きくすることが期待される。

本研究では、モデルタンパク質としてアルコールデヒドロゲナーゼ (ADH) を用い、タンパク質安定化に関する PGD の影響を酵素の熱安定性によって調べた。1-3 世代の PGD (PGD-G1, G2, G3) は、アルコールの触媒ジヒドロキシ化とアリル化の段階的な反応によって合成した。ADH を溶解した Tris-塩酸緩衝液 (pH 8) に PGD (5 wt%) を添加し、 $60^\circ\text{C}$  で 2 時間攪拌したところ、ADH の酵素活性が PGD-G2 と G3 の場合に 50% 残存していた。これに対し、同濃度グリセロールでは 10% しか活性が保持されていなかった。これらの結果から、PGD の樹状構造によって ADH の変性が抑制されたことが示唆された。

## Functional analysis of the N-terminal domain of the DNA damage recognition protein DDB2

理学研究科 博士前期課程 生物学専攻

松本 翔太 安田 武嗣 堂前 直 村上 浩一 西 良太郎 花岡 文雄 菅澤 薫

Nucleotide excision repair (NER) is a versatile DNA repair pathway that eliminates a wide variety of helix-distorting base lesions. To initiate NER, it is essential for the XPC complex to recognize and bind to the sites where DNA is damaged. On the other hand, UV-DDB, a heterodimer of DDB1 and DDB2, shows much higher binding affinity than XPC for UV photolesions, thereby promoting recruitment of XPC to the damaged sites. UV-DDB associates in vivo with CUL4 ubiquitin ligase and, upon UV irradiation, DDB2 is known to be polyubiquitylated and degraded. From in vitro acetylation and mass spectrometric analysis, we found that the very N-terminal 40 amino acid domain of DDB2 contains putative targets for the acetylation by CBP/p300, histone acetyltransferase. To investigate functions of this domain for NER and DNA damage responses, we established transformed cell lines from normal human fibroblasts WI38 VA13, which stably overexpress either wild-type DDB2 (DDB2-FL) or mutant DDB2 lacking the N-terminal domain (DDB2-del). These transformant cell lines showed more resistance to UV than the parental cells, whereas the effect of DDB2-del appeared to be attenuated significantly compared to DDB2-FL. Moreover, treatment of these cell lines with cycloheximide revealed that DDB2-del is more stable than DDB2-FL: especially during 5 hours post UV irradiation, the protein level of DDB2-del seemed to be unaltered, while DDB2-FL almost disappeared possibly due to polyubiquitylation and/or degradation. These results suggest that the N-terminal domain of DDB2 is involved in destabilization of DDB2 and cellular resistance to UV.

## 枯草菌の合理的代謝エンジニアリングによるアセトイン発酵の効率化

農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻

山岡優、吉田健一

アセトインは解糖系の副産物として多くの微生物により生産される C4 化合物であり、工業的には 2,3-ブタンジオールの生産の前駆物質として注目されている。本研究では枯草菌の代謝系を合理的に改変してアセトイン発酵生産の効率化を目指す。アセトインはピルビン酸より合成されるので、まずアセトイン合成に用いられるピルビン酸のプールを拡張させる方針をとった。具体的には、ピルビン酸が乳酸および酢酸の生産へ流れる経路を遮断すべく、乳酸脱水素酵素遺伝子 *lctE* とリン酸アセチル基転移酵素遺伝子 *pta* を破壊した。*lctE* と *pta* の二重遺伝子破壊により、アセトインの最高到達濃度は親株の約 1.3 倍に向上した。しかし、培地中に一旦多量に蓄積されるアセトインは、定常期以降は速やかに消費されることが観察された。このアセトイン消費にはアセトイン脱水素酵素遺伝子 *acoA* が関与することが示されている。そこで *acoA* を破壊した結果、培地中に放出されたアセトインは消費されることがなく定常期以降もほぼ一定濃度のままに維持された。そして、さらに *acoA*、*lctE*、*pta* の三重遺伝子破壊株は、22 mM グルコース原料に対して 20 mM アセトインを生産する高い発酵生産効率を達成した。一方、ピルビン酸からのアセトイン合成を担う *alsSD* オペロンは転写促進因子 AlsR によって正の制御を受けており、*alsR* アレルである *alsR1* (一塩基置換によるミスセンス変異) は *alsSD* オペロンを恒常的に発現させることが知られている。そこで、上記アセトイン生産系に *alsR1* 変異の導入を試みたところ、アセトイン生産速度に向上がみられ、この変異導入によって発酵に要する培養時間を短縮できる可能性が示唆された。

## 低次元磁性体(2,3-dmpyH)<sub>2</sub>CuBr<sub>4</sub>の高周波 ESR による研究

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻

山崎達也

近年、スピン液体などで低次元磁性体が大変注目されているが、 $S=1/2$  はしご鎖のモデル物質は少ないため実験的研究は進んではいなかった。(2,3-dmpyH)<sub>2</sub>CuBr<sub>4</sub> は Cu<sup>2+</sup>イオンが図 1 のように梯子状に配置している[1]。梯子間には、有機分子 2,3-dimethylpyridinium が存在し、

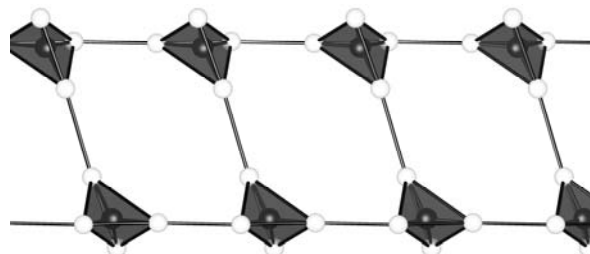


図 1 (2,3-dmpyH)<sub>2</sub>CuBr<sub>4</sub> のはしご状構造

擬一次元磁性体とみなすことができる。粉末の磁化率の温度

変化では、高温の Curie-Wiess フィットングより  $\theta = -12.5\text{K}$  と見積もられ、相互作用が反強磁性的であることが示唆されている[1]。また 11K 付近に低次元性を反映したブロードなピークが存在し、より低温では磁化率が 0 へ向かう振る舞いを示すことから基底状態がシングレットで磁気的な励起状態との間にギャップがあることを示唆している。本研究ではスピンドYNAMIXを調べる目的で ESR 測定を行った。スペクトルは典型的な粉末パターンを示したが、共鳴磁場は温度依存性をほとんど示さないことが分かった。温度による  $g$  値の変化を正確に決定するために周波数-磁場プロットに直線でフィッティングしたところ、4.2K と 315K の  $g$  値がほぼ一致しており、温度変化によって共鳴点がシフトすることは無いことが分かった。

[1]. Alexander Shapiro *et al.*, *J. Am. Chem. Soc.* **129** (2007) 952-959

## MAC88107 隕石における特異な組織 (inter-rim material) について

理学研究科 博士前期課程 地球惑星科学専攻

中原容子、留岡和重、瀬戸雄介

MAC88107 隕石は、CM コンドライトと CO コンドライトの中間的性質をもつ未分類の炭素質コンドライトである。この隕石の特異な組織の一つとして、コンドリュールリムの隙間に分布し、粗粒な Fe に富む鉱物種から生成される領域 (inter-rim material) の存在が報告されている (Krot *et al.*, 2000) が、記載的なデータは不足しており、その成因はよくわかっていない。そこで本研究では SEM-EDS を用いて、MAC88107 隕石の詳細な観察・分析を行い、その鉱物学的特徴から inter-rim material の成因を考察した。

観察の結果、inter-rim material は主に 2  $\mu\text{m}$  程度の magnetite (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>)、fayalite (Fe<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>)、hedenbergite (FeCaSi<sub>2</sub>O<sub>6</sub>) の集合体であり、隕石全体のコンドリュールリムに存在していることがわかった。ただし、inter-rim material の存在分布には偏りがあり、リム間に inter-rim material が認識できない部分もある。また、この隕石にはリムを横断するベイン状組織が顕著に発達している。通常、ベインは流体によって形成すると考えられているが、inter-rim material はベイン状組織と連続的につながっており、鉱物種・サイズに違いは見られない。さらに inter-rim material 中には金属鉄が変成して magnetite、Fe-Ni sulfide ([Fe,Ni]S) に変化している様子が多くみられ、CM コンドライト中の水質変成と類似している。これらの結果から inter-rim material は隕石母天体上での水質変成生成物である可能性が高いといえる。また、inter-rim material の分布の偏りは変成前のオペイク・ノジュールの存在密度を反映していると考えられる。



## 分裂酵母 Ndk1 の機能解析

理学研究科 生物学専攻<sup>1</sup>、研究基盤センターアイソトープ部門<sup>2</sup>

山口理実<sup>1</sup>、宮本昌明<sup>1,2</sup>

Nucleoside Diphosphate Kinase(NDK)は全ての生物種において高度に保存され、その活性はヌクレオシド代謝に関与していると考えられる。しかしながら様々な解析から NDK はアポトーシス時の DNA 切断や癌遺伝子 *c-myc* のプロモーターに結合する転写因子としての役割も報告されている。さらに私たちの研究室の解析では nm23-H2(ヒト NDK ホモログ)が低分子量 G タンパク質の活性化因子を抑制することにより癌転移抑制因子として働くことを明らかにしてきた。このように NDK は様々な働きをもつことが報告されてきているにも関わらず、この因子の本来の働きについて、統一的な理解が進んでいない。このことから私は NDK の細胞内の働きを知るため、分裂酵母 *Scizosaccharomyces pombe*(*S.pombe*)をモデル生物として解析しようとしている。

*S.pombe* では NDK ホモログとして Ndk1p、それをコードする遺伝子として *ndk1+*が同定されている。

Ndk1 の細胞内における役割を詳しく調べるために、プルダウンアッセイ法を用いて Ndk1 と相互作用する因子の探索を試みた。そして Ndk1 の多量体解析や NDK 活性の測定も行った。次に、Ndk1-dn (ドミナントネガティブ体) 過剰発現株や Ndk1-dn-GFP インテグランド株を用いて細胞増殖について表現型解析を行い、野生型細胞と比較することにより Ndk1 の細胞内における機能を推測した。

## 分裂酵母 Vps901,Vps902 の機能解析

理学研究科 博士前期課程 生物学専攻<sup>1</sup> 研究基盤センターアイソトープ部門<sup>2</sup>

塚本雄太<sup>1</sup>、宮本昌明<sup>1,2</sup>

真核生物が生育する上で、膜輸送は非常に重要な生命機能である。様々な物質を内包した輸送小胞は、適切な場所を選択的に輸送されなければならない。この小胞輸送の特異性において、低分子量 G タンパク質の Rab ファミリーが重要な役割を担うことが知られている。Rab タンパク質は、GTP 結合型(活性型)と GDP 結合型(不活性型)のスイッチングによって、小胞輸送における機能を調節していると考えられる。60 以上知られている Rab ファミリーの中でも、Rab5 は初期エンドソームの形成や融合に関与していると考えられており、最も解析が進んでいる Rab タンパク質である。この Rab5 を特異的に活性化する因子(グアニンヌクレオチド交換因子:GEF)は、VPS9 ドメインという保存された配列を持っていると考えられている。Rab5 活性化の機構は未知の部分が多いが、ヒトにおいて Rab5 ホモログは 3 つ存在し、VPS9 ドメインを持つタンパク質に至っては 30 以上存在するため、解析は非常に困難である。一方、分裂酵母は全ゲノムが解読された単細胞の真核生物であり、Rab5 ホモログは Ypt5 一つ、VPS9 ドメインを持つタンパク質は Vps901, Vps902 の二つを持つのみで、Rab5 活性化機構を解析する上で非常に優れたモデル生物であるといえる。

そこで我々は、分裂酵母の *vps901*, *vps902* 遺伝子をそれぞれ、又は両方を破壊した変異体を作製し、増殖や種々のストレスに対する応答、細胞や液胞の形態など様々な表現型を解析することで、細胞内での機能を調べた。

## 22 極温度可変イオントラップに捕捉した

### 水和マグネシウムイオンの分光学的研究

理学研究科 博士前期課程 化学専攻

江口徹、石川春樹、富宅喜代一

原子や分子が化学結合よりも弱い力で結合した分子集合体をクラスターと呼び、構成分子数を選別して物性や反応性を測定できることがクラスター研究の利点である。このクラスターは凝縮系のモデルと考えられ多くの研究がなされてきた。その中で水和金属イオンは金属の微視的溶媒和過程を解明する格好の対象となる。これまで水和金属イオンの溶媒和エネルギー、解離過程などが研究され、近年では赤外分光を用いた水和構造の決定が多くの系について行われている。従来、クラスターと凝縮系の比較の際の大きなギャップとして“温度”の問題がある。しかし、気相中での温度の制御は難しく、温度を制御したクラスターについての実験報告はまだ非常に少ない。そこで我々は、水和金属イオンの構造に対する温度効果を解明するために22 極温度可変イオントラップを用いて温度を制御した水和金属イオンの分光を目指している。発表では、20 K に冷却したイオントラップに捕捉した  $Mg^+H_2O$  の紫外光解離スペクトルを中心に、これまでの結果をまとめて報告する。

## インスリン抵抗性を予防する化合物の新規探索法の開発

農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻

澤田圭介、川畑球一、芦田均

**【背景】** インスリン抵抗性は糖尿病の主たる発症要因である。通常、食後に上昇した血糖値はインスリンの作用により一定値まで低下する。この作用は、インスリンが筋肉などのインスリン感受性組織における血糖の取込みを促進すること由来する。これまでに、飽和脂肪酸であるパルミチン酸は筋肉細胞におけるインスリン受容体 (IR) の発現量を減少させることによりインスリン抵抗性を惹起し、一方で不飽和脂肪酸であるオレイン酸はその発症を防ぐことが報告されている。オレイン酸の有効性の評価は RI を用いた糖取込み測定法を用いて行われたが、この方法は検体処理能に乏しく実際に他の評価例も少ない。そこで本研究では、近年報告された酵素反応を利用した糖取込み測定法を適用し、多検体処理能に優れた評価法を構築し、いくつかの脂肪酸を評価した。

**【結果】** パルミチン酸処理した L6 筋管細胞において、IR の発現量は作用時間依存的に減少した。その結果、発現量が顕著に減少した 14 時間を今後の実験における作用時間とした。オレイン酸をパルミチン酸と共に処理した細胞では、パルミチン酸単独処理により減少した糖輸送担体と IR の発現量が回復した。これと相関して、糖取込み活性もオレイン酸によって回復した。これらのことから、パルミチン酸を処理した L6 細胞を用いた糖取込み測定法は、インスリン抵抗性を予防する化合物のスクリーニング系として応用可能であると考えられた。この方法を用いた評価により、数種類の不飽和脂肪酸の有効性と、それらの中でも炭素鎖が長く不飽和度が高いものがより強い効果を持つ傾向を見出した。

## LOW-FREQUENCY DYNAMIC OF ATP AND ITS RELATED COMPOUNDS STUDIED BY TERAHERTZ TIME-DOMAIN SPECTROSCOPY

Faculty of Science    Doctoral Course    Department of Science

Feng Zhang, Ohki Kambara, Keisuke Tominaga

We measured the THz spectra of solid ATP and its related compounds such as adenine and adenosine, and express the optic absorption by the reduced absorption cross section (RACS). The typical featureless absorption for all the molecules appears in the non-resonant frequency region below  $35 \text{ cm}^{-1}$ . The addition of one phosphate group to adenosine makes the RACS intensity significantly large. Furthermore, we can see a clear difference between the ATP disodium salt and ATP magnesium salt. We suggest that these ionic pairs induce large total dipole moments in nucleotide salts.

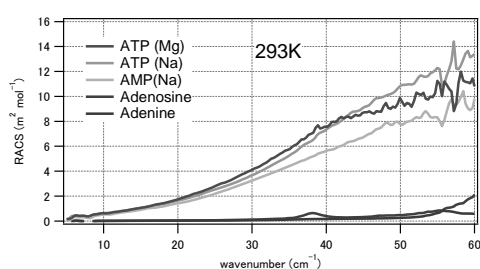


Figure 1. RACS of samples studied in this work at room temperature. All the samples are dried.

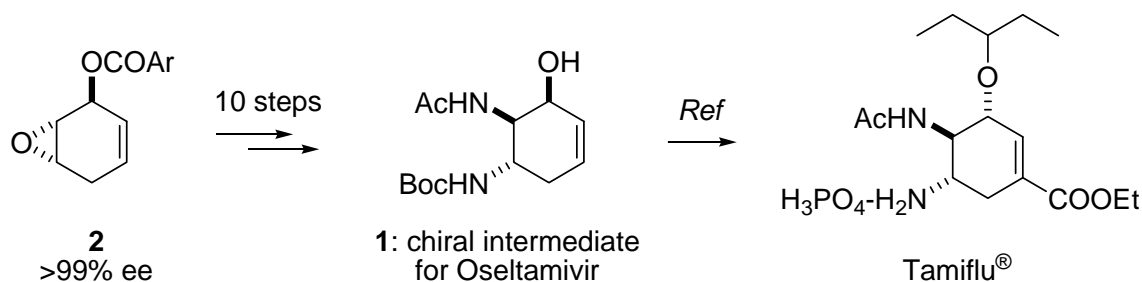
- [1]. O.Kambara, et al, *Spectroscopy- Biomedical Applications*, **24**, 149 (2010).
- [2]. C. S. Ponseca Jr, et al. *J Infrared Milli. Terahz. Waves*, **31**, 799 (2010).
- [3]. O.Kambara, et al, *Biopolymers*, **93**, 735 (2010).
- [4]. S. Kawaguchi, et al, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, **12**, 10255 (2010).

## Asymmetric Synthesis of Oseltamivir Phosphate (Tamiflu®)

神戸大学連携創造本部 1、神戸大学大学院理学研究科 化学専攻 2

田中孝徳<sup>1</sup>、譚 啓濤<sup>1</sup>、林 昌彦<sup>2</sup>

We established the synthesis of key chiral intermediate **1** for Shibasaki's 3<sup>rd</sup> generation oseltamivir phosphate synthesis from chiral building block **2**. In Shibasaki's work, this compound was synthesized as racemic form. After oxidation of allylic alcohol to enone, they obtained optically active compound by chiral HPLC separation. On the other hand, we synthesized the optically active key intermediate **1** from chiral building block **2** prepared by catalytic asymmetric desymmetrization of 1,2-epoxycyclohex-4-ene using Kharasch-Sosnovsky allylic oxidation reaction.



## Vibrational Dynamics of $[\text{RuCl}_5(\text{NO})]^{2-}$ in Aqueous Solution Studied by Nonlinear Infrared Spectroscopy

理学研究科 博士前期課程 化学専攻<sup>1</sup>, 分子フォトサイエンス研究センター<sup>2</sup>, JST/PRESTO<sup>3</sup>  
相川京子<sup>1</sup>, 田山純平<sup>2</sup>, 伴野元洋<sup>2</sup>, 太田薫<sup>2, 3</sup>, 富永圭介<sup>2</sup>

水の運動の時間スケールは幅広く, 化学反応やタンパク質の揺らぎと同程度の時間スケールの運動を含む. 水の運動に関して分子レベルの描像を確立することは反応速度や生体分子の機能発現の機構を理解する上で重要である.

本研究では赤外非線形分光法を用い, 水のダイナミクスのプローブとして軽水及び重水中における  $[\text{Ru}(\text{NO})\text{Cl}_5]^{2-}$  の NO 伸縮振動の温度依存性を調べた. ポンプ-プローブ分光法から得た 293 K における振動緩和時間は軽水, 重水中でそれぞれ 7.7 ps, 30.8 ps, 異方性減衰の時定数( $T_R$ )はそれぞれ 20 ps, 30 ps であった. 各緩和時間は温度上昇に伴い両溶媒中でそれぞれ短くなった. 両溶媒中における  $T_R$  の違いは溶質の流体力学的な回転のみでは説明できず, 軽水中においては NO 伸縮振動モードから水の振動モードへのエネルギー移動の存在が示唆された.

## Charge Carrier Dynamics of Crystalline Solid State Materials Using Pulsed Terahertz Spectroscopy

Graduate School of Science, Kobe University<sup>1</sup> and  
Molecular Photoscience Research Center, Kobe University<sup>2</sup> Doctor's Program

A. K. G. Tapia<sup>1</sup>, C. Ponseca Jr.<sup>2</sup>, T. Uchino<sup>1</sup>, K. Tominaga<sup>1,2</sup>

Pulsed Terahertz Spectroscopy can reveal the dynamics of materials due to short pulses with spectra in the 0.1-2.0 THz range. We have derived the complex dielectric constants and conductivities of Si, Ge, GaAs and ZnSe. The Jonscher's model [1] fit better for ZnSe suggesting a more dominant dielectric response. On the other hand, the Drude model [2] gave a decent fit for Si, Ge and GaAs. This implies a more dominant conduction mechanism for the latter samples. By introducing a UV-pump pulse, we observed transient dynamics. Si and Ge exhibited long charge carrier relaxation. Conversely, GaAs and ZnSe have fast charge carrier relaxation. Also, we performed steady-state measurements on Mg-doped Silicon [3]. Temperature-dependent studies reveal metallic characteristics of the sample at lower temperatures. Lastly, Mg-doped Si film sample exhibited localized charge carrier dynamics when the complex conductivity was fit with the Drude-Smith Model [2].

[1]. A. K. Jonscher, Hopping losses in polarisable dielectric media, *Nature* Vol. 250 (1974)

[2]. N. V. Smith, Classical generalization of the Drude formula for the optical conductivity, *Physical Review B*, Volume 64, 155106.

[3]. K. Matsumoto, Y. Uenaka, Y. Seto, H. Yashiro, H. Nakamura, T. Kimura and T. Uchino, System Condition o Generate Magnesium-Related Acceptor Levels in Silicon, *J. Appl. Phys.* (in press)

## Mitochondrial dynamics and its involvement in the mechanism of endosymbiosis in *Paramecium bursaria*

Graduate School of Science, Doctor's Course, Department of Biology, Suzaki Lab.

Chihong SONG

Ultrastructure and interaction of symbiotic *Chlorella* cells and organelles in *P. bursaria* were investigated using a transmission electron microscopic (TEM) approach with three-dimensional reconstruction from serial sections, in combination with freeze-substitution technique. Symbiotic *Chlorella* cells, which are enclosed by a membrane (perialgal vacuole membrane; PVM), were not in direct contact with the inner surface of the host cell cortex, but they are associated with trichocysts, mitochondria, and small vesicles around the ciliary basal bodies. As trichocysts and small vesicles were directly attached to the inner surface of the cell cortex, all of these organelles constituted a sub-cortical stationary network together with the symbiotic *Chlorella* cells. TEM observations have shown that mitochondria are always in close contact with the outer surface of PVM, providing structural scaffold for symbiotic *Chlorella* to be anchored at the sub-cortical region in the host's cytoplasm, where the symbionts are able to effectively escape from lysosomal attack of host cells. Moreover, the outer membrane of mitochondria was occasionally found to be fused with PVM, and also with various other membranous organelles including trichocysts and food vacuoles. These results imply that mitochondria in this ciliate species may be performing a unique function in addition to act as a cell's supply of ATP.

## 磁性ナノビーズを用いた電気化学磁気シーディングによる

### 動物用抗菌剤の選択分離

農学研究科 博士前期課程 食料共生システム学専攻<sup>a</sup>、資源生命科学専攻<sup>b</sup>

工藤幸会<sup>a</sup>、井原一高<sup>a</sup>、豊田浄彦<sup>a</sup>、池田健一<sup>b</sup>、井上加奈子<sup>b</sup>

<はじめに>畜産分野において、動物用抗菌剤は家畜の病気の予防・治療や成長促進を目的として使用されており、安全な畜産物の安定供給に貢献をしている。しかし、不適切な抗菌剤の使用による薬剤耐性菌の発現・増加と、それに伴う人体への影響が懸念されている。そこで、薬剤耐性菌の環境への拡散を防ぐため畜産廃棄物に含有する抗菌剤の磁気分離法を確立することを試みた。磁気分離法には、強磁性体を付与する方法として、磁気シーディングと呼ばれる前処理がある。薬剤を配送するドラッグデリバリーシステム(DDS)とは異なり抗菌剤は廃棄物中に拡散しているため、新たな磁気シーディングが求められる。本研究では、強磁性体として磁性ビーズを試作し、電気化学反応による磁気シーディングを用いた連続磁気分離を検討した。

<結果>多糖体であるデキストランをコーティング材料とした磁性ビーズの作製を試みた。透過型電子顕微鏡(TEM)観察により、粒子径が数 nm~数十 nm のビーズが生成されたことを確認した。磁性ビーズを連続磁気分離試験に適用したところ、分離対象物質である動物用抗菌剤オキシテトラサイクリンの除去率は 90% 以上であった。この結果より、磁性ナノビーズを用いた電気化学磁気シーディングによる磁気分離は、オキシテトラサイクリンの除去に対して有効であるということが示された。

## 隕石母天体における斜長石の変成：熱水合成炉による実験的解明

理学研究科 博士前期課程 地球惑星科学専攻

市村隼、留岡和重、瀬戸雄介

太陽系初期天体における熱変成・水質変成プロセスは、その後の物質進化の多様性を生む重要な現象であると考えられている。斜長石( $[\text{Na,Ca}][\text{Al,Si}_4\text{O}_8]$ )は始原的隕石(コンドライト)を構成する主要な鉱物のひとつであり比較的水質変成を受けやすいため、微惑星の物質進化を考えるうえで有用な指標となる鉱物である。しかし、その変成プロセスを実験的に明らかにした例は非常に少ない。そこで本研究では、熱水合成炉を用いて隕石母天体の模擬実験を行い、斜長石-水の相互作用の解明を目指した。

出発物質には天然の斜長石( $\text{Na}_{0.5}\text{Ca}_{0.5}\text{Al}_{1.5}\text{Si}_{2.5}\text{O}_8$ ) 30mg と水溶液(pH 0,7,12,14) 100 $\mu\text{l}$  で混合したものを用いた。出発物質は金パイプに溶接封入し、500 気圧, 200 $^{\circ}\text{C}$ あるいは 300 $^{\circ}\text{C}$ で 168 時間加熱加圧した。実験回収試料は X 線回折装置、走査型電子顕微鏡を用いて分析、観察を行った。観察・分析の結果、酸性(pH 0)の条件では、斜長石の一部が  $\text{SiO}_2$  に富む非晶質な物質に変成していた。中性~塩基性(pH 7,12)の条件では、変成生成物は見られなかった。強塩基性(pH 14)の条件では、アナルサイム( $\text{NaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$ )が生成していた。また、温度条件(200,300 $^{\circ}\text{C}$ )による変成生成物に違いは生じなかった。以上の結果から、斜長石は強酸性、強塩基性で変成が進行しやすいことが分かり、隕石母天体でも斜長石は強酸性あるいは強塩基のもと水質変成を受けたと考えられる。しかし本研究では、隕石中における斜長石の主な変成生成物であるネフェリン( $\text{NaAlSiO}_4$ )は生成されなかった。

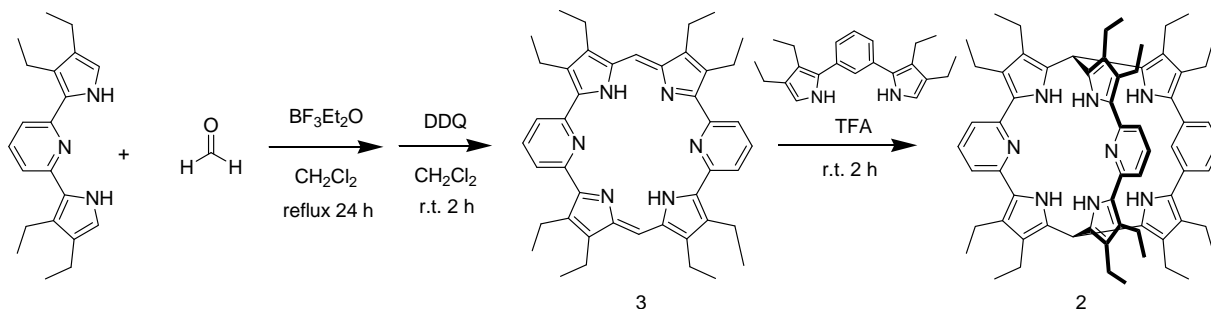
## ジピリジンクリプタンド状ポルフィリノイドの配位挙動

理学研究科 博士前期課程 化学専攻

大和 恭平

籠型の化合物はクリプタンドと呼ばれ、その内部空孔にイオンや分子などを取り込むことが可能であり、分子センサーなどの研究がなされてきた。一方、クリプタンドは三次元に拡張された多重配位座を持つホスト分子として機能することもできる。

当研究室では 3 つのジピリルピリジン鎖からなるクリプタンド状ポルフィリノイド **1** が、カルボン酸と 1:3 錯体を形成する際に、アロステリックな配位を示すことを明らかにした。このタイプのクリプタンドの配位挙動を理解するため、類似のクリプタンド **2** をシクロテトラピロール **3** を経由し合成した。**2** はカルボン酸と 1:2 錯体を形成するが、そのアロステリックな配位について議論する。



## 色素体アセチル CoA カルボキシラーゼの発現と機能

農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻

小島志織, 山本俊佑, 能勢琢也, 宇野知秀, 山形裕士, 金丸研吾

高等植物色素体は約 120 個の遺伝子を持ち、RNA ポリメラーゼには核コードで T7 フェージ型の NEP とコアサブユニットが色素体コードでバクテリア型の PEP が存在する。我々は NEP 遺伝子 *RPOTp* と非常に高い発現相関性を持ち、PPR タンパク質をコードする *PPRTp (ECB2)* 遺伝子に着目した。PPR タンパク質は 35 アミノ酸の繰り返しモチーフを 2 から 26 個持ち、特異的 RNA 結合性を介して、特に色素体とミトコンドリアで様々な転写後調節に関与していることが次々と解明されつつある。欠損変異株の解析から、*PPRTp* は脂肪酸合成律速酵素である色素体アセチル CoA カルボキシラーゼ (MS-ACCase) の 4 サブユニットの一つ  $\beta$ -CT ( $\beta$ -カルボキシルトランスフェラーゼ) をコードする色素体 *accD* mRNA の 2 箇所の RNA 編集(C→U)に関与することが示唆されている。そこで本研究では、*PPRTp* の分子・生理機能および MS-ACCase 構成遺伝子間の発現相関性、*accD* mRNA の RNA 編集が酵素活性や安定性に及ぼす影響を解析するため、*pprTp* 欠損変異株や *PPRTp* 過剰発現株を用いて脂肪酸合成量と ACCase 構成遺伝子の発現動態を調べた結果、*pprTp* 欠損変異株では総脂肪酸量が野生株とくらべて 70% も減少し、ACCase の 2 サブユニットの発現量が減少すること、*PPRTp* を過剰発現しても RNA 編集効率が変化しないことを見いだした。一方、ACCase 各サブユニットの大腸菌発現精製系をほぼ確立した。現在、これら精製タンパク質を用いた *in vitro* 活性測定系の構築を進めている。

## ナミハダニ GABA 受容体の構造機能相関

農学研究科 生命機能科学専攻 (昆虫機能科学) <sup>1</sup>

近畿大学農学部 <sup>2</sup>

小林 武<sup>1</sup>、平垣 進<sup>1</sup>、Muhammmad Tufail<sup>1</sup>、松田 一彦<sup>2</sup>、竹田 真木生<sup>1</sup>

我々は世界的な重要害虫であるナミハダニから、農薬の有望ターゲットとされる GABA 受容体をクローニングし、その機能を調べている。この受容体は RDL と呼ばれる 5 つのサブユニット分子からなり、各々のサブユニットは 4 回膜貫通型の構造をしている。その中でも、第二膜貫通領域はチャネルポアを形成し、薬剤との相互作用に重要な役割を担っていて、この領域における特定のアミノ酸残基の変異と薬剤抵抗性には節足動物間で例外なく相関が見られる事が知られている。商業的に重要な殺虫剤フィプロニルをはじめとする GABA 受容体の非競合的遮断剤の抵抗性に寄与する重要な構造を特定するために、第二膜貫通領域近傍の構造に薬剤感受型のショウジョウバエの RDL を一部導入した変異受容体を作製し、アフリカツメガエルの卵母細胞に発現させ、二電極膜電位固定法により構造機能相関性を調べた結果、ナミハダニの薬剤感受性を決める重要な構造は第二膜貫通領域近傍の構造のみならず、今までに報告例のないアミノ基末端から Cys ループの領域も関与している事が分かった。本件で得られた構造機能相関性はナミハダニに対する種特異的殺ダニ剤を設計するうえで非常に有益な情報となる。

## 高圧赤外分光による電子状態の研究

理学研究科博士前期課程・物理学専攻

神戸大院理<sup>1</sup>、首都大<sup>2</sup>、室蘭工大<sup>3</sup>、SPring-8<sup>4</sup>

太田直希、瀧川陽<sup>1</sup>、菅原仁<sup>1</sup>、佐藤英行<sup>2</sup>、関根ちひろ<sup>3</sup>、城谷一民<sup>3</sup>、

森脇太郎<sup>4</sup>、池本夕佳<sup>4</sup>、岡村英一<sup>1</sup>

我々の研究室では高圧赤外分光を用い、高圧力下で興味深い物性を示す様々な物質の電子状態について研究を行っている。その中の、PrRu<sub>4</sub>P<sub>12</sub>とSrについて経過を報告する。PrRu<sub>4</sub>P<sub>12</sub>は充填スクッテルダイト構造をもち、約60 Kで金属から絶縁体への転移(M-I転移)を示すが[1]、12 GPa以上の高圧力下でこの転移が抑制されることが電気抵抗測定により観測されている[2]。我々はダイヤモンドアンビルセル(DAC)を用いて、PrRu<sub>4</sub>P<sub>12</sub>の高圧・低温での赤外反射スペクトルを測定した。その結果常圧から10 GPaまではM-I転移に伴い遠赤外領域(20~90 meV)で反射率の減少がみられた。しかし12 GPaにおいてはこの反射率の減少が抑制された。これは低温で再び金属状態になることを示唆している。またSrは常圧で金属であるが、高圧力下で電気抵抗率が増加し半導体のような性質を示す。さらに圧力を加えると金属、そして超伝導体へ転移することが知られている[3]。発表ではSrにおける赤外反射スペクトル測定の経過についても報告する。

[1]. C. Sekine *et al*, Phys. Rev. Lett. **79** (1997) 3218.

[2]. A. Miyake *et al*, J. Phys. Soc. Jpn. **73** (2004) 2370.

[3]. R. A. Stager *et al*, Phys. Rev. **131** (1963) 2524.

## Chimeric Incorporation of Sorghum RbcS Increases the Catalytic Turnover Rate of Rubisco in Transgenic Rice Plants

農学研究科 博士後期課程 資源生命科学専攻

石川智恵, 畠中知子, 三十尾修司, 深山浩

リブローズビスリン酸カルボキシラーゼオキシゲナーゼ (Rubisco) は光合成におけるCO<sub>2</sub>固定の鍵酵素であるが、触媒回転速度( $k_{cat}$ )が低く、大気条件下における光合成の律速要因となっている。Rubiscoは約55kDaの大サブユニット8個と約15kDaの小サブユニット(RbcS)8個の16量体で機能する酵素である。本研究では、ソルガムの高 $k_{cat}$  RubiscoのRbcSをイネに導入することで、イネRubiscoの $k_{cat}$ ならびに光合成能力の改良を試みた。形質転換イネのRubiscoは、イネとソルガム両方のRbcSから構成されるキメラなRubiscoとして存在しており、 $k_{cat}$ は非形質転換イネの1.3-1.5倍に増加した。この酵素特性の改良には、ソルガムRbcSの導入によるイネRubiscoの構造変化が関与していると考えられた。しかし $k_{cat}$ の増加にも関わらず、光合成能力は、非形質転換イネとの間に有意な差は認められなかった。形質転換イネではRubiscoの含量も増加しており、Rubiscoと他の光合成関連タンパク質間の能力の不均衡が生じ、光合成がRubisco以外の要因により律速されたものと考えられた。光合成速度の改良には、今後Rubisco含量を適量に減少させる必要があると考えられる。



## NWA1232 CO 隕石中の特異な岩相:母天体における水質変成の可能性

理学研究科 博士前期課程 地球惑星科学専攻

山本由紀子、梅原まり子、瀬戸雄介、留岡和重

始原的隕石である CO 炭素質コンドライトは、これまで、角礫岩化や水質変成をほとんど受けていない隕石グループであると考えられてきた。しかし、近年の研究から、CO グループの一つである NWA1232 隕石は、熱変成程度の異なる 4 つの岩相(岩相 A, B, C, D)が存在する角礫岩であることが指摘されている。中でも、岩相 C は他の岩相と比較して熱変成程度が低く、水質変成を受けた可能性が示唆されており、隕石母天体の物質進化過程を制約する上で、重要な情報を含む可能性が高い。そこで、本研究は岩相 C に着目し、SEM-EDS による詳細な組織観察・組成分析を行った。

観察・分析結果から、岩相 C は数十  $\mu\text{m}$  から数 mm 程度の大きさで岩相 A の中に散在し、その存在度は約 0.8 vol. % と他の岩相(10 vol. % 以上)より圧倒的に少ない。また岩相内のオリビン組成は、化学的に非平衡であり、熱変成をほとんど受けていない。岩相 A のマトリックスは主にオリビン( $(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$ )からなるが、岩相 C のマトリックスはオリビンに加えて、代表的な水質変成鉱物であるサーペンティン( $(\text{Mg,Fe})_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ )、マグネタイト( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )、鉄水酸化物( $\text{Fe}(\text{OH})_{2-3}$ )が存在していた。

本研究から、NWA1232 隕石母天体には水が存在していたことが明らかになった。ただし、岩相 C の存在度が少ないこと、岩相 C 内の水質変成鉱物の存在が部分的であることから、CM コンドライトのように大規模な水質変成が起こったのではなく、NWA1232 の母天体上での水質変成程度と範囲は小規模だったと考えられる。

## 非破壊型葉内硝酸イオン濃度測定法の開発

1 農学研究科生命機能科学、2 農学部生物環境制御学科、3 農学研究科食料共生システム学

富田拓嗣 1、渡辺竜馬 2、白石齊聖 1、伊藤博通 3、杉本敏男 1

目的) 植物葉中に蓄積した硝酸イオンの過剰摂取は有害な作用があることが言われている。栽培野菜に蓄積する硝酸イオンの低減化技術の開発には葉内の硝酸イオン濃度測定が必須である。測定には試料の破壊、抽出作業が必要で時間や手間がかかる。そこで非破壊、短時間で硝酸イオン濃度を測定する方法として近赤外線分光法を利用した非破壊型測定法の開発を行なった。

方法) コマツナ、ハウレンソウ葉を測定材料とした。葉面に近赤外線分光装置の測定部(投光部、受光部)を密着させ、近赤外線スペクトルデータを得た。スペクトルデータ取得後、測定した葉を抽出処理し硝酸イオン濃度の実測を行なった。近赤外線スペクトルデータと硝酸イオン濃度実測値を用いて濃度推定計算式の作成を行なった。作成した濃度推定計算式を用いて濃度計算を行ない、実測値との相関係数を求め濃度推定計算式の評価を行なった。

結果) 硝酸イオン濃度推定計算式の寄与率は 0.80 を越える結果が得られた。この濃度推定計算式を用い近赤外線分光法による計測値と実測値との相関係数は 0.89 であり、実用的な測定が可能であることが示唆された。

## イネにおける葉緑体型ホスホグリセリン酸ムターゼの機能解析

農学研究科 博士前期課程 資源生命科学専攻

加藤祐樹、畠中知子、三十尾修司、深山浩

解糖系はグルコースがピルビン酸または乳酸まで分解される代謝経路であり、一般的に細胞質で機能していると考えられている。この解糖系を構成する酵素の多くは細胞質だけでなく葉緑体にも存在することが知られているが、葉緑体ではホスホグリセリン酸ムターゼ (PGM) とエノラーゼの2つの酵素活性が非常に低いことから完全な解糖系は存在しないと考えられてきた。

本研究では解糖系酵素によって構成される葉緑体内の新規な代謝経路の存在と機能を明らかにすることを目的として PGM に着目し、発現解析ならびに生理機能の解析を行った。イネゲノムデータベースを検索したところ、イネは6つの PGM 遺伝子 (*OsPGMd1-6*) を持つことがわかった。GFP を用いた解析により、そのうちの *OsPGM1* と *OsPGM2* は葉緑体型であり、葉での発現が高いことがわかった。大腸菌リコンビナントタンパク質の酵素活性測定により *OsPGM1* には PGM 活性はなく、*OsPGM2* のみ PGM 活性を有することがわかった。*OsPGM2* の RNAi ノックダウン形質転換イネの光合成速度と呼吸速度は非形質転換イネと同程度であったが、分げつ数が減少する傾向が認められた。現在 *OsPGM2* がどのような代謝に関係しているのかを明らかにするために、メタボローム解析を進めている。

## ニンチェン Ningqiang 隕石のマトリックス形成履歴

理学研究科 博士前期課程 地球惑星科学専攻

松本恵、留岡和重、瀬戸雄介

炭素質コンドライト隕石は、太陽系形成時の天体の情報を現在に至るまで保存している貴重な試料である。炭素質コンドライトのマトリックス組織はこれまで、星雲中でのダストの集積により形成された始原的組織であると考えられてきた (Metzler *et al.* 1992) が、Ningqiang 隕石中のマトリックスは、CAI やコンドリュールといった粗粒構成物の変成により形成された可能性が示されている (Sugita and Tomeoka 2009)。マトリックスの形成履歴を明らかにすることは、天体の集積、形成過程を理解する上で有益な情報を与えるが、具体的な形成過程については未だ不明な点が多い。本研究では、走査型電子顕微鏡 (SEM-EDX)、電子プローブマイクロアナライザ (EPMA-WDX) を用いて Ningqiang 隕石の詳細な観察、分析を行い、マトリックス形成履歴の解明を試みた。

マトリックスは主にオリビンとネフェリンで構成されており、ネフェリンの粒子サイズは場所によって二極化 (~数  $\mu\text{m}$  と  $<1 \mu\text{m}$ ) している傾向が見られた。また、比較的大きなネフェリン粒子の中には細粒のオリビン包有物が含まれており、その組成は周囲のオリビンの組成と一致している。コンドリュールは斑晶 (主にオリビンとエンスタタイト) とメソスタシスから構成されており、メソスタシス中のアノーサイトを交代してネフェリンが形成している。コンドリュール中のネフェリンとマトリックス中のネフェリンの組成は一致しており、マトリックス中のネフェリンはコンドリュールからもたらされた可能性が高い。マトリックス中のネフェリン粒子には、角礫岩化の影響により  $1 \mu\text{m}$  以下まで細粒化したものと、していないものが存在していると考えられる。

## CeXIn<sub>5</sub> (X=Co, Rh) の高圧低温赤外分光

理学研究科博士前期課程・物理学専攻

神戸大院理<sup>1</sup>、Los Alamos 研<sup>2</sup>、SPRING-8<sup>3</sup>

瀧川陽、太田直希<sup>1</sup>、宮田和明<sup>1</sup>、Eric Bauer<sup>2</sup>、John Sarrao<sup>2</sup>、

森脇太郎<sup>3</sup>、池本夕佳<sup>3</sup>、岡村英一<sup>1</sup>

我々の研究室では、高圧低温下で様々な特異物性を示す重い電子系物質について、高圧赤外分光を用いてその電子状態を研究している。本研究では CeXIn<sub>5</sub> (X=Co, Rh) を対象とする。CeCoIn<sub>5</sub> は常圧で  $T_c = 2.3$  K の超伝導体である。この  $T_c$  は加圧によって減少していき、3.5 GPa の圧力下では超伝導が消失する[1]。CeRhIn<sub>5</sub> は常圧で  $T_N = 3.8$  K の反強磁性体であるが、約 2 GPa 以上の圧力下では  $T_c = 2.1$  K で超伝導転移する[2]。実験では、これらの物質の反射スペクトルを光子エネルギー 20 mV ~ 1 eV、最低温度 5 K、最高圧力 5 GPa の範囲で測定した。圧力印加はダイヤモンドアンビルセルにより行い、スペクトル測定はフーリエ赤外分光法を用いた。これまでの測定により、CeCoIn<sub>5</sub> では高圧低温下で 0.1 eV 以下の反射率の低下が見られ、これはf電子と伝導電子の混成がより強まった状態を反映すると考えられる。CeRhIn<sub>5</sub> では高圧低温下でもスペクトルに大きな変化はなく、測定範囲のエネルギー領域では、電子状態の変化は CeCoIn<sub>5</sub> に比べてずっと小さいと考えられる。

[1]. V. A. Sidorov et al., *Phys. Rev. Lett.* **89** (2002) 157004.

[2]. Georg Knebel et al., *J. Phys. Soc. Jpn.* **77** (2008) 114704.

## 立方晶 TbPd<sub>3</sub>S<sub>4</sub> の Y 置換効果

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻、神戸大研究基盤セA、神戸大分子フォトセB、東北大院理C  
井上雄太、松岡英一、熊内功紀、迫田将仁、田中修平、菅原仁、櫻井敬博A、太田仁B、小野寺秀也C

RPd<sub>3</sub>S<sub>4</sub> (R: 希土類) 系は、結晶場基底状態が系統的に多極子自由度を持つ。これまでに、化学輸送法により作製した RPd<sub>3</sub>S<sub>4</sub> の単結晶を用いた研究によって、

CePd<sub>3</sub>S<sub>4</sub> や、PrPd<sub>3</sub>S<sub>4</sub> における多極子秩序の存在が示された。

本研究では TbPd<sub>3</sub>S<sub>4</sub> に注目した。図1に示すようにネール温度  $T_N = 2.6$  K で二次の反強磁性転移で見られるカスプではなく、一次相転移的な急減を示すことから、 $T_N$  で反強磁性と反強八極子の同時秩序が生じている可能性があると考えられている。その検証を行うために Tb を非磁性の Y で置換した Tb<sub>1-x</sub>Y<sub>x</sub>Pd<sub>3</sub>S<sub>4</sub> を作製し、その物性を調べた。図1に磁化率の温度依存性を示す。x > 0 のデータは、括弧内に示した量だけオフセットしてある。 $T_N$  で反強磁性と八極子の同時秩序が起きていれば、Y 置換により相互作用の大きさが変化することで転移温度に違いが生じ、磁化率には二つの転移温度が観測されることが予想された。しかし、Y の含有率を上げていくと、図1に矢印で示したように転移温度が減少していくのみであった。

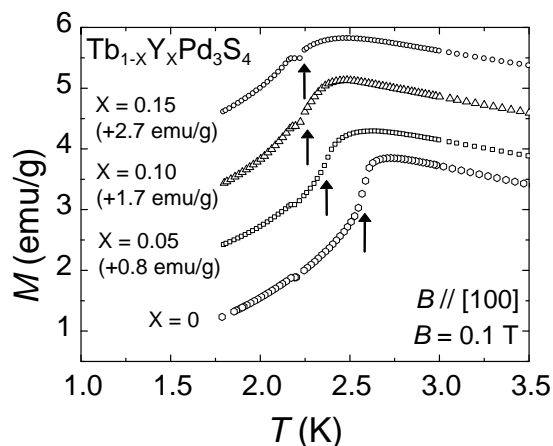


図1 Tb<sub>1-x</sub>Y<sub>x</sub>Pd<sub>3</sub>S<sub>4</sub> の磁化率の温度依存性

## 不純物ドーピングによるシリコンナノ結晶の非線形光学特性の増大

工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻

伊藤 雅彦、今北 健二、藤井 稔、林 真至

シリコン(Si)ナノ結晶の高い非線形屈折率は Si ベース超高速光スイッチデバイスへの応用が期待されている[1,2]。近年、Si ナノ結晶を含む SiO<sub>2</sub> 薄膜を Si で挟んだスロット型光導波路を用いて、Si ナノ結晶の高い非線形屈折率を利用したリング共振器型の光スイッチデバイスが報告された[3]。しかしながら、プラズマ分散効果を利用した光スイッチ[4]と比較すると、スイッチングに必要な光強度が高く、消光比も小さい。これらを改善し、Si ナノ結晶の非線形屈折率を利用した超高速光スイッチデバイスを実現するためには、Si ナノ結晶の非線形屈折率の更なる増大が必要不可欠である。

本研究では、Si ナノ結晶に不純物をドーピングすることにより、エネルギー準位構造を変化させ、非線形屈折率の増大を試みた。図1はPをドーピングしたSiナノ結晶の非線形屈折率のP濃度依存性である。P濃度の増加に従って非線形屈折率が増大しており、Siナノ結晶への不純物ドーピングが非線形屈折率の増大に有効な手段であることがわかる[5,6]。研究会ではBドーピングSiナノ結晶、PとBを同時ドーピングしたキャリア補償Siナノ結晶の非線形屈折率についても示し、不純物ドーピングにより、非線形屈折率が増大するメカニズムについて議論する。

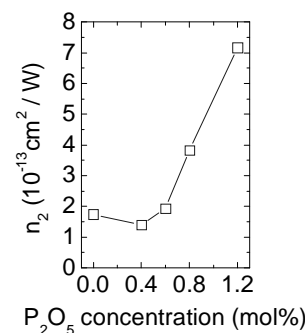


図1. PドーピングSiナノ結晶の非線形屈折率のP濃度依存性

- [1] K. Imakita *et al.* J. Appl. Phys. **105**, 093531 (2009). [2] M. Ito *et al.* J. Appl. Phys. **108**, 063512 (2010).  
 [3] A. Martinez *et al.* Nano Letter **10**, pp. 1506-1511 (2010). [4] K. Preston *et al.* Appl. Phys. Lett. **92**, 151104 (2008).  
 [5] K. Imakita *et al.* Opt. Express **17**, 9, 7368 (2009). [6] M. Ito *et al.* J. Phys. D **43**, 505101 (2010).

## バラのアントシアニン生合成に関する転写調節遺伝子のUV-B応答性解明

農学研究科 博士前期課程 資源生命科学専攻

竹内 夏絵

青色アントシアニンを生合成するバラは、交雑育種法では生み出すことはできない。バラには青色アントシアニンをつくる遺伝子が存在しないためである。近年、遺伝子組み換え技術を用いて『青バラ』が作出されたが、その青色アントシアニンの蓄積濃度が低く、青バラ育種の目標である スカイブルーを目指すためには、アントシアニンの蓄積濃度を高める必要がある。

シロイヌナズナで発見された *PAP1* (Borevitz *et al.* 2000) は、アントシアニン生合成系の複数の構造遺伝子の発現を活性化させる転写調節遺伝子である。バラにも *PAP1* と同じ機能を持った遺伝子が存在すると推測される。本研究では紫外線 (特に UV-B) に応答してアントシアニンを蓄積するバラの品種チャールストンから、*PAP1* と同性的の高い *RhMYB10* を単離し、リアルタイム PCR 法を用いて UV-B 応答性を調査した。*RhMYB10* の発現量は UV-B 照射開始後 8 時間で有意に上昇し、アントシアニン生合成遺伝子 *CHS*、*DFR*、*3GT* の発現量は照射開始後 24 時間で有意に上昇したことより、UV-B によって誘導された *RhMYB10* が、生合成遺伝子の転写調節機能を担っている可能性を示唆している。今後は、パーティクルボンバードメント法を用いて *RhMYB10* を導入した細胞のアントシアニン蓄積を調査する。

## イネ葉の高 CO<sub>2</sub> 処理で発現誘導される OsCCT1 の機能解析

農学研究科 博士前期課程 資源生命科学専攻

杉野充保、畠中知子、三十尾修司、深山浩

大気中の二酸化炭素濃度は上昇を続けており、今後もこの傾向が続くと予想されている。イネを含む C<sub>3</sub> 植物は大気中の CO<sub>2</sub> 濃度が高くなると光合成速度が増加するが、長期間高 CO<sub>2</sub> 条件にさらされると、光合成系の発達抑制が起こり、光合成能力が低下（ダウンレギュレーション）する。一方、マイクロアレイによる遺伝子発現の網羅的な解析より、イネは高 CO<sub>2</sub> 下での光合成に有利となるような基本代謝関連遺伝子の発現応答を示すことが明らかとなった。高 CO<sub>2</sub> 条件下で高い光合成能力、収量を得るためには、高 CO<sub>2</sub> 応答におけるシグナル伝達ネットワークを解明することが重要と考えられる。本研究では、高 CO<sub>2</sub> で顕著に発現促進され、遺伝子の発現調節に関与すると考えられる CCT (CONSTANS、CONSTANS-like、TOC1) ドメインを持つタンパク質 OsCCT1 について機能解析を行った。ドメイン構造の解析より OsCCT1 は、既知の CCT タンパク質に共通したモチーフを持たない新規なタンパク質と予想された。OsCCT1 は葉身や葉鞘の維管束、特に師部周辺で発現し、グルコース、スクロースといった糖により発現誘導された。OsCCT1 を高発現させると、分げつ数が減少し、分げつが開く傾向が認められた。また、葉の気孔開度が若干低下した。一方、OsCCT1 を RNAi 法により発現抑制すると、分げつ数が増加し、気孔開度が高まる傾向があった。以上の結果から、OsCCT1 はイネにおいて高 CO<sub>2</sub> に対する形態的、生理的な応答に重要な役割を担っている可能性があると考えられる。

## キュウリ葉の $\alpha,\beta$ -不飽和カルボニル化合物還元酵素遺伝子の解析

農学研究科 博士前期課程 生物機能科学専攻

長谷川綾香、山内靖雄、水谷正治、杉本幸裕

植物が環境ストレスを受けると活性酸素による細胞膜構成脂肪酸の過酸化が促進されることが知られている。本研究では、反応性の高い脂質過酸化生成物である  $\alpha,\beta$ -不飽和カルボニル化合物解毒系の解明を目的とし、解毒に関与する酵素の精製と同定をおこなった。キュウリ葉から粗酵素液を抽出し、硫酸分画、DE52、ヒドロキシアパタイト、Phenyl-Sepharose、Superose12 により、NADPH 依存的にモデル  $\alpha,\beta$ -不飽和カルボニル化合物として用いたアクロレイン ( $\text{CH}_2=\text{CHCHO}$ ) を還元する酵素を精製した。精製酵素は 42 kDa の単量体タンパク質であり、アクロレインを還元しプロピオンアルデヒド ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$ ) を生成したことから、 $\alpha,\beta$ -不飽和結合の還元を触媒する、Alkenal/one oxidoreductase (AOR) と同定した。次に精製酵素をトリプシン消化し、LC/MS/MS を用いて部分アミノ酸配列を決定した。それらの配列をもとに degenerate primer を設計し、RACE 法を用いて全長の塩基配列を決定したところ、シグナル配列と予想される配列を持つ AOR と持たない AOR が存在することが分かった。そこでそれらの GFP 融合タンパク質の細胞内局在性を解析したところ、シグナル配列を持つ AOR は葉緑体に、持たないものは細胞に局在した。これらの結果から、キュウリ葉には AOR が葉緑体と細胞質に局在し、脂肪酸過酸化生成物の解毒系を担っていることが示唆された。

## Ca<sub>2</sub>RuO<sub>4</sub> の高圧下における光学スペクトル

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻 (広島大学先端物質科学研究所\*)

松島育夫、岡村英一、中村文彦\*

Mott 絶縁体 Ca<sub>2</sub>RuO<sub>4</sub> は層状ペロブスカイト構造をとり、銅酸化物高温超伝導体の母物質である La<sub>2</sub>CuO<sub>4</sub> と同じ構造をもつため注目されている。Ca<sub>2</sub>RuO<sub>4</sub> は常圧下では絶縁体であるが、0.5 GPa 以上の圧力下において結晶構造が変化すると共に金属に転移する事が知られている[1]。本研究では高圧赤外分光法により Ca<sub>2</sub>RuO<sub>4</sub> の電子状態を調べる。特に興味を持たれるのは高圧下での金属-絶縁体転移 (MI 転移) であり、転移に伴う電子状態の変化を、高圧で測定した赤外反射スペクトルの変化から考察することが主な目的である。試料への圧力の印加にはダイヤモンドアンビルセルを用い、反射スペクトルの測定にはフーリエ変換赤外分光器 (FT-IR) と、赤外顕微鏡を用いた。測定の結果、室温において 0.5 GPa 以上の圧力下で反射率の大幅な増加を確認した。これは絶縁体から金属への電子状態の変化を表していると考えられる。また、低温においても、この圧力誘起 MI 転移による電子状態の変化を調べた。講演では、反射率のみでなく光学伝導度を含む詳しい結果と共に電子状態の変化を議論する予定である。

[1]. F. Nakamura et al, Phys. Rev. B65 (2002) 220402

## Cytochrome *b*<sub>561</sub> ファミリータンパク質の機能解析

理学研究科 博士後期課程 化学専攻

三浦雅央、鏑木基成

Cytochrome *b*<sub>561</sub> は神経細胞内において、神経伝達物質の生合成に必要なアスコルビン酸 (AsA) の再生を行っている電子伝達タンパク質である。この cytochrome *b*<sub>561</sub> は分子内に 2 つのヘム *b* を持った、6 回膜貫通型のタンパク質である。近年になって、この cytochrome *b*<sub>561</sub> はタンパク質ファミリーを形成しているらしい事が分かってきた。そこで本研究では、まだ機能がよく分かっていない cytochrome *b*<sub>561</sub> ファミリータンパク質の生理機能を解明する事を目的として、モデル生物である線虫 *C. elegans* を用いた機能解析を行った。線虫はヒトと同様に全部で 7 種の cytochrome *b*<sub>561</sub> ホモログ (C.ele1 ~ 7) を有している。本研究ではまず、ヒトの cytochrome *b*<sub>561</sub> と最も相同性の高い C.ele1 から解析を行い、続いて C.ele2 についても解析を行った。

まず、メタノール資化性酵母 *P. pastoris* を用いた異種発現系を構築し、それによって得られた C.ele1 タンパク質の性質を酸化還元差スペクトルにより調べた。その結果、C.ele1 タンパク質は AsA によって還元される事が分かった。また、抗体染色実験の結果から、C.ele1、C.ele2 とともに本来 cytochrome *b*<sub>561</sub> が発現しているであろうと予想された神経細胞においては、どちらも発現していないという事が明らかになった。特に、C.ele1 については筋肉組織において発現している事が強く示唆された。したがって、C.ele1 は AsA を還元する事によって、筋肉組織で何らかの未知の機能を担っているのではないかと考えられた。今後はより詳細な機能解析を行いつつ、他のファミリータンパク質の機能解明を目指す予定である。

## SQUID 磁束計を利用した強磁場 ESR 測定技術の開発

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻

後藤亮二、高橋直己、櫻井敬博、大久保晋、太田仁

電子スピン共鳴 (ESR) は磁性体のミクロな観点からの研究には必要不可欠な研究手法の一つである。市販の X-band ESR 測定装置 (使用周波数: 9.67 GHz) が広く用いられているが、共鳴磁場が低い (共鳴条件  $h\nu = g\mu_B B$  より  $g=2$  として  $B=0.35\text{T}$ ) 為にスペクトル分解能が十分ではないという問題を有する。この問題を解決する有効な手段の一つに高周波数、強磁場を利用するという事が挙げられるが、市販の強磁場 ESR 測定装置は取り扱いが非常に難しい等の欠点がある。そこで我々は容易に導入可能でかつ取り扱いが簡便な強磁場 ESR 測定装置の開発を行った。本 ESR 装置では磁化を検出する事により ESR 測定を行う。これは電磁波の強度の変化を検出して ESR 測定を行う一般の ESR とは異なる手法である。磁化を検出するための磁束計としては超伝導量子干渉素子 (SQUID) と呼ばれる高感度な磁化検出素子を備えた汎用磁束計をベースに開発を行った。汎用装置をベースとして選んだのは強磁場 ESR の導入を容易にするためである。また本 ESR による測定は通常の磁化測定と同様にして行うので、磁束計が持つ本来の取り扱いの容易さが活かされる。本装置の測定磁場範囲は 0~5 T、周波数範囲は 70~315 GHz である。試料として磁場の標準試料として ESR で広く使われている常磁性有機ラジカル化合物 DPPH を用い、105GHz、1.8 K において感度:  $2 \times 10^{13}$  spins/G を達成することが出来た。

## 明日葉抽出物に含まれるプレニルカルコンの代謝解析

農学部 生命機能化学科 応用生命化学コース

徳島隆寛、張 天順、中村俊之、川畑球一、芦田均

[目的] 明日葉抽出物 (AE) に含まれる 4-hydroxyderricin (4-HD) と xanthoangelol (XAG) はプレニルカルコンであり、血糖値調節作用や抗がん作用などの生理活性を持つ。本研究では、これら化合物の生体内における動態を明らかにするため、血中および臓器中の分布を LC-MS/MS (4000 Q TRAP) を用いて検討した。

[方法] まず、4-HD および XAG を測定するため、LC-MS/MS による検出法の構築を行った。次に、これら化合物の生体内への吸収を調べるために、ICR マウスに AE を投与し経時的に採血した。また、化合物の臓器分布を検討するため、AE 投与 2 時間後に、臓器 (肝臓、腎臓、筋肉、脾臓、腎周囲脂肪、腸管膜脂肪、および精巣上体脂肪) を回収し、プレニルカルコンの分布を確認した。さらに血中および臓器中のプレニルカルコン抱合体の有無を調べるため、脱抱合酵素処理を行った後にプレニルカルコンの検出を試みた。

[結果] LC-MS/MS での 4-HD および XAG の分析条件の最適化を行い、Multiple Reaction Monitoring 分析法を確立した。これを用いて化合物の血中への吸収を経時的に確認したところ、4-HD は 2 時間、XAG は 1 時間で最も多く吸収されていることがわかった。また、脱抱合酵素処理により 4-HD および XAG のアグリコン量が増加したことから、これら化合物の一部が血中で抱合体として存在することが示唆された。臓器中の分布においては、回収した全ての臓器でいずれのプレニルカルコンも検出された。分布の特徴としては、肝臓には 4-HD および XAG のアグリコンが多く存在し、一方で腸管膜脂肪にはこれらの抱合体が多く存在していた。

## カテキン類およびテアフラビン類の一斉分析法の確立

農学部 生命機能化学科 応用生命化学コース

田中 遼平、王 麗華、中村 俊之、芦田 均

【目的】紅茶に含まれるカテキン類およびテアフラビン類は、多くの研究において定量分析が行われている。しかしながら、これら化合物を一斉に分析する方法は確立されていない。そこで本研究では、これら化合物を効率よく分析するために、高速液体クロマトグラフィー (HPLC) およびトリプル四重極型リニアイオントラップ質量分析計 (4000 Q TRAP LC/MS/MS) での一斉分析法の確立を試みた。

【方法】カテキン 8 種 (C, GC, EC, EGC, Cg, GCg, ECg, EGCg) およびテアフラビン 4 種 (TF, TF-3-g, TF-3'-g, TF-3,3'-Dg) を含む標準液を用いて、HPLC での分析条件を検討した。また、4000 Q TRAP LC/MS/MS での分析法を確立するため Multiple Reaction Monitoring (MRM) を構築し、HPLC との感度を比較した。さらに、これらの分析条件で生体サンプル中のカテキン類およびテアフラビン類を測定することができるか確認するため、紅茶抽出物 (250 mg/kg body weight) を投与したマウスの血漿を分析した。

【結果】HPLC による分析では、Cg および ECg は 1 pmol、その他 10 種の化合物は 10 pmol で検出が可能であった。一方、LC/MS/MS による MRM 分析では、Cg および ECg は 2 fmol、その他カテキン類は 5 fmol、テアフラビン類は 20 fmol で検出することができ、HPLC と比較して 500~2000 倍感度良く測定することができた。LC/MS/MS による分析法を用いて、マウス血漿中の化合物を測定した結果、C, EC, EGC, ECg および EGCg を検出することができたが、テアフラビン類は検出限界以下であった。

## 新規糖分解酵素遺伝子のゲノムマイニング

農学部 生命機能化学科 応用生命化学コース

村上絢野、三本木あずさ、鈴木宏和、吉田健一

Glycoside hydrolase family 1 (GH1) の糖特異性は DG モチーフ配列に大きく依存する。機能既知 GH1 の DG モチーフ配列は、その糖特異性と共に 3 つのグループに分類できるが、機能未知 GH1 の中には、稀少 DG モチーフ配列を有する GH1 が見出される。本研究では、ゲノムマイニング的手法による新規 GH1 遺伝子の取得を目的とし、BAD0156 の機能解析を行った。本酵素は稀少 DG モチーフ配列を有する GH1 の 1 つで、*Bifidobacterium adolescentis* ゲノムにコードされる。

BAD0156 組換え体の精製酵素標品を調製し、*p*-nitrophenyl (pNP)-sugar 分解活性を測定したところ、pNP- $\alpha$ -L-arabinofuranoside 分解活性が見出された ( $k_{cat}$ ,  $3.8 \pm 0.24 \text{ s}^{-1}$ ;  $K_m$ ,  $3.3 \pm 0.29 \text{ mM}$ )。その他 pNP 基質に対する活性は見られず、その糖特異性は極めて高いものであった。本反応の至適温度は 35°C で、至適 pH は 5.5 であった。本酵素は 40°C 以下もしくは弱酸性条件下において、より安定であった。既知 GH1 と同様に、金属イオンや補酵素の要求性は見られなかった。天然糖の分解を検討したところ、アラビノトリオースに対して有意な分解活性を示した。その他糖類への活性は、ほとんど見られなかった。以上の結果から、本酵素はアラビノオリゴ糖を分解する  $\alpha$ -L-arabinofuranosidase であると結論した。GH1 の  $\alpha$ -L-arabinofuranosidase は報告例がなく、本アプローチが新規 GH1 遺伝子の取得に有用であることが示唆された。本研究では、本酵素の生理的意義についても言及する。



若手フロンティア研究会 2010 概要集

平成 22 年 12 月 24 日発行

神戸大学研究基盤センター

神戸大学研究推進部研究推進課

〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1 - 1

<http://www.csrea.kobe-u.ac.jp/>

TEL: 078-803-5394