

神戸大学研究基盤センター

# 若手フロンティア研究会2011 概 要 集

2011年12月22日（木）

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 [極低温部門]  
アルカリ TCNQ の物性変化を伴う可逆的ヨウ素吸蔵  
理学研究科 博士後期課程 化学専攻 船曳 彰
- P002 [極低温部門]  
硝酸ラジカルの  $B-X$  遷移の超高分解能レーザー分光  
理学研究科 博士前期課程 化学専攻 多田 康平
- P003 [極低温部門]  
正方晶化合物  $\text{RRu}_2\text{Al}_2\text{B}(\text{R}:\text{Ce,Pr,Nd})$  が示す高い温度での磁気転移  
理学研究科 博士前期課程 物理学専攻 富山 陽
- P004 [極低温部門]  
テラヘルツ時間領域分光法による脂質の構造ダイナミクス  
理学研究科 博士前期課程 化学専攻 安達 知世
- P005 [極低温部門]  
サーモクロミズムを示すメタロセニウム系イオン液体の開発  
理学研究科 博士後期課程 化学専攻 稲垣 堯
- P006 [極低温部門]  
鉄系超伝導体  $\text{K}_x\text{Fe}_{2-y}\text{Se}_2$  の NMR 測定  
理学研究科 博士前期課程 物理学専攻 富田 佑介
- P007 [極低温部門]  
 $^3\text{He}$  を用いた極低温強磁場 ESR 測定装置開発  
理学研究科 博士前期課程 物理学専攻 横山 千織
- P008 [極低温部門]  
ブタ活性化 2 倍体の着床前発生における Glucose と Fructose の利用性  
農学研究科 博士前期課程 資源生命科学専攻 渋谷 海大
- P009 [極低温部門]  
重い電子系化合物  $\text{CeCu}_6$  の強磁場 NMR  
理学研究科 博士前期課程 物理学専攻 黒田 啓介
- P010 [極低温部門]  
単結晶クラスレート化合物  $\text{Ba}_8\text{Ga}_{16}\text{Sn}_{30}$  の NMR による研究  
理学研究科 博士前期課程 物理学専攻 古本 和哉
- P011 [機器分析部門]  
夏季の六甲山におけるエアロゾルの個別粒子分析  
人間発達環境学研究所 博士前期課程 人間環境学専攻 向井 将平
- P012 [極低温部門]  
蛍光異方性減衰測定によるピレン誘導体の逆ミセル中における回転緩和  
理学研究科 博士前期課程 化学専攻 今城 裕貴
- P013 [極低温部門]  
テトラアルキルアンモニウムイオンを溶質とした水溶液のテラヘルツスペクトル  
理学研究科 博士前期課程 化学専攻 井口 遥
- P014 [極低温部門]  
 $\text{PrRu}_4\text{P}_{12}$  の 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

P015 [極低温部門]

珪藻のアンテナ色素タンパク質におけるエネルギー移動 過程の観測

理学研究科 博士前期課程 化学専攻 勅使河原 彩香

P016 [極低温部門]

SQUID 磁束計を用いた磁化検出型圧力下 ESR 測定技術の開発と応用

理学研究科 修士前期課程 物理学専攻 藤本 皓大

P017 [極低温部門]

温度制御した水和カルシウムイオンの光解離分光

理学研究科 博士前期課程 化学専攻 中野 拓海

P018 [機器分析部門]

ビスマスドーピングシリカ/シリコンリッチシリカ多層膜からの近赤外発光

工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻 森本 賢

P019 [極低温部門]

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 瀧川 陽

P020 [アイソトープ部門]

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

P021 [極低温部門]

強磁性半導体 GdN の強磁性転移温度と磁気異方性の精密測定 II

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻 福岡 洋平

P022 [極低温部門]

圧力下サイクロトロン共鳴測定技術の開発と有機導体への応用

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻 後藤 亮二

P023 [アイソトープ部門]

酵素合成グリコーゲンが食餌性肥満マウスの脂質代謝に及ぼす影響

農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻 小川 瑠衣

P024 [機器分析部門]

新規ジチオールを用いた金ナノ粒子の合成

工学研究科 博士前期課程 応用化学専攻 山内 宏貴

P025 [機器分析部門]

新規な金属種発生法を用いたポリチオフェンの合成

工学研究科 博士前期課程 応用化学専攻 光田 紫乃布

P026 [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を用いた PCB 同族体と重金属のファイトモニタリング

農学研究科 博士後期課程 生命機能科学専攻 嶋津 小百合

P027 [機器分析部門]

Broadband near infrared emission in Bi-doped oxidized nanoporous silicon thin films

工学研究科 薩初栄貴

P028 [極低温部門]

RPd<sub>3</sub>S<sub>4</sub>(R = Sm, Tb)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

P029 [機器分析部門]

(110)ポーラスシリコンの三次元構造解析

工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻 志智 慎介

P030 [極低温部門]

ヘリックス間相互作用によって誘起されるペプチドナノ構造体の設計

理学研究科 博士前期課程 化学専攻 藤本 隼平

P031 [アイソトープ部門]

甘草由来イソフラボンであるグラブリジンによる筋肉細胞の糖代謝変動

農学研究科 博士後期課程 生命機能科学専攻 澤田 圭介

P032 [極低温部門]

テラヘルツ領域におけるカンチレバーESR

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻 徳田 祐樹

P033 [機器分析部門]

カンラン石の水熱変成実験による隕石母天体での水質変成履歴の解明

理学研究科 博士前期課程 地球惑星科学専攻 宇津木 綾香

P034 [極低温部門]

二重変調を用いたカンチレバーESR 測定の高感度化

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻 富山 陽樹

P035 [極低温部門]

光延反応を応用したグリコシド類の合成

理学研究科 博士後期課程 化学専攻 道上 恭佑

P036 [極低温部門]

医薬品を指向した新規ヌクレオシド類の合成研究

理学研究科 博士前期課程 化学専攻 内田 怜志

P037 [極低温部門]

活性炭-過酸化水素系を用いる酸化反応

理学研究科 博士前期課程 化学専攻 西田 俊介

P038 [極低温部門]

銅-シッフ塩基配位子系を用いたジアルキル亜鉛による環状エノンへの不斉1,4-付加反応の検討

理学研究科 博士前期課程 化学専攻 蛭子 靖弘

P039 [アイソトープ部門]

ケルセチンによる GLUT4 細胞膜移行促進効果の作用機構の解明

農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻 蘇 鐘侃

P040 [極低温部門]

S=3/2 Cr-Jarosite の ESR 測定

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻 中田 亮平

P041 [極低温部門]

Single Crystal Growth, Electrical and Magnetic Properties in  $RT_2Al_{10}$  (R = rare earth, T = Fe, Ru, Os)

理学研究科 博士後期課程 物理学専攻 迫田 将仁

P042 [極低温部門]

シアニン色素 DTTCl における多光子反応の研究

理学研究科 博士前期課程 化学専攻 古田 康一

- P043 [極低温部門]  
 充填スクッテルダイト化合物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 竹内 和也
- P044 [極低温部門]  
 マイクロカンチレバーを用いた微小力測定系の開発とその応用  
 理学研究科 博士前期課程 物理学専攻 坪倉 大地
- P045 [極低温部門]  
 The determination of cell fates to premature senescence and apoptosis by the cellular levels of DNA damage  
 理学研究科 博士前期課程 生物学専攻 中野 真行
- P046 [アイソトープ部門]  
 LC/MS/MS を用いた酸化ストレスマーカー8-OHdG の分析方法の確立と黒大豆種皮抽出物による8-OHdG 生成の阻害効果  
 農学研究科 博士後期課程 生命機能開発専攻 張 天順
- P047 [機器分析部門]  
 酸化グラフェンを充てんした高分子ナノ複合材料の構造と物性  
 工学研究科 博士後期課程 応用化学専攻 森棟 せいら
- P048 [機器分析部門]  
 エレクトロスピンニングを用いた全ポリ乳酸ナノ複合材料の創製  
 工学研究科 博士前期課程 応用化学専攻 富宅 陽子
- P049 [アイソトープ部門]  
 アンニンコウ低分子画分の筋肉細胞におけるグルコース取込み促進作用  
 農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻 白尾 健
- P050 [アイソトープ部門]  
 ルテオリンによる薬物代謝系酵素第 I, II 相酵素の発現調節  
 農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻 姜 嵩岩
- P051 [機器分析部門]  
 流路構造を含んだ光導波路バイオセンサーに関する研究  
 工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻 宮崎 公毅
- P052 [極低温部門]  
 SmPd<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
- P053 [機器分析部門]  
 Au ナノロッドの表面プラズモン励起による Er,YB 共添加 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄膜のアップコンバージョン発光増強  
 工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻 中野 泰志
- P054 [機器分析部門]  
 Yamato81020 CO<sub>3</sub>.0 炭素質コンドライトの微細組織観察によるコンドリュール・マトリックスの形成履歴の推定  
 理学研究科 博士前期課程 地球惑星科学専攻 森家 智嗣
- P055 [機器分析部門]  
 放射光照射した石英系ガラス膜の表面構造に関する研究  
 工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻 播磨 孝彦

P056 [機器分析部門]

極性溶媒分散性を有する近赤外発光 Si ナノ結晶

工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻

福田 真俊

P057 [アイソトープ部門]

膜輸送制御に関与する Rab5 分裂酵母ホモログ Ypt5 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

P058 [極低温部門]

スピネル化合物  $\text{GeCo}_2\text{O}_4$  の単結晶試料を用いた強磁場 ESR 測定

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻

山崎 達也

P059 [極低温部門]

FLAPW 法による結晶の原子位置での電場勾配の理論的計算

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻

五宝 健

P060 [アイソトープ部門]

枯草菌の 2 成分制御系 DegS-DegU によるカタボライト抑制の積極的解除

農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻

岩崎 香奈

P061 [極低温部門]

*Zea mays* cytochrome  $b_{561}$  膜貫通部位変異体における電子伝達機構の解析

理学研究科 博士前期課程 化学専攻

田中 涼

P062 [極低温部門]

蛍光分光法によるシアノバクテリアの強光応答の波長依存性

理学研究科 博士前期課程 化学専攻

神戸 えりな

P063 [極低温部門]

MEMS カンチレバーによる静電容量型トルク計の作製

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻

安福 能理

P064 [極低温部門]

FIR レーザーを用いた一次元ダイヤモンド鎖  $\text{Cu}_3(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_2$  (azurite) の強磁場 ESR 測定

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻

小林 拓未

P065 [極低温部門]

無細胞再構成系によるヌクレオチド除去修復反応機構の解析

理学研究科 博士前期課程 生物学専攻

戸根 大輔

## アルカリ TCNQ の物性変化を伴う可逆的ヨウ素吸蔵

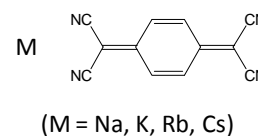
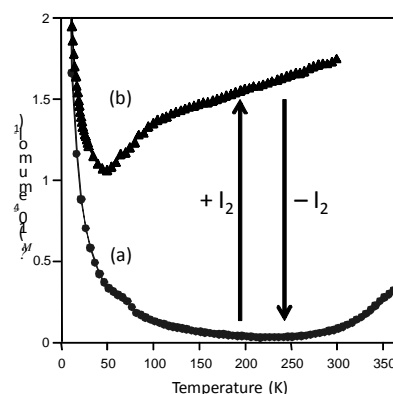
理学研究科 化学専攻

○船曳彰、高橋一志、持田智行

有機アクセプターである TCNQ (7,7',8,8'-テトラシアノキノジメタン) とアルカリ金属から成るアルカリ TCNQ 塩 ( $M(\text{TCNQ})$ ,  $M = \text{Na, K, Rb, Cs}$ ) はモット絶縁体として知られ、スピンパイエルズ転移に伴い磁気・電気特性が変化する。今回、 $M(\text{TCNQ})$ 塩がヨウ素を吸蔵し、それに伴い電気・磁気特性が大きく変化することを見出した。

$M(\text{TCNQ})$  ( $M = \text{Na, K}$ ) について、固体のヨウ素と直接混合・粉碎したところ、ヨウ素が取り込まれ XRD パターンは大きく変化した。このヨウ素付加体は加熱によりヨウ素を放出し、再びアルカリ TCNQ を与えた。このように  $M(\text{TCNQ})$ 塩は可逆的にヨウ素を吸蔵することが分かった。

ヨウ素吸蔵によって電気・磁気特性は大きく変化した。 $M = \text{Na}$  の場合、ペレット電導度はヨウ素吸蔵により  $10^{-5} \text{ S cm}^{-1}$  程度から  $10^{-1} \text{ S cm}^{-1}$  程度へ向上し、100 K 付近で絶縁化した。また、アルカリ TCNQ がほぼ非磁性であるのに対して、ヨウ素付加体では常磁性となった。

Figure 1  $M(\text{TCNQ})$ の化学構造Figure 2  $\text{Na}(\text{TCNQ})$  (a)およびそのヨウ素付加体(b)の磁化率の温度依存性硝酸ラジカルの  $B-X$  遷移の超高分解能レーザー分光

理学研究科 博士前期課程 化学専攻

神戸大分子フォト<sup>a</sup>、京都大院理<sup>b</sup>、広島市大院情報<sup>c</sup>、総研大<sup>d</sup>多田康平、笠原俊二<sup>a</sup>、馬場正昭<sup>b</sup>、石渡孝<sup>c</sup>、廣田榮治<sup>d</sup>

【序】硝酸ラジカル( $\text{NO}_3$ )は、大気中での化学反応において重要であるだけでなく、分子内相互作用解明のためのモデル分子としても重要であり、これまでに理論・実験の両面から広く研究がなされてきた。 $\text{NO}_3$ には3個の電子状態： $X^2A_2'$ 、 $A^2E'$ 、 $B^2E'$ が存在することが知られ、第二電子励起状態： $B^2E'$ は分子内相互作用を考える上で特に重要であると考えられている。本研究では、この  $B$  状態について詳細な知見を得ることにより分子内相互作用を解明することを目的として、 $\text{NO}_3$ の  $B-X$  遷移  $0-0$  バンド( $\sim 662 \text{ nm}$ )の超高分解能分光を行ったので報告する。

【実験と結果、考察】光源には、 $\text{Nd}^{3+}:\text{YVO}_4$  レーザー励起の単一モード波長可変色素リングレーザーを用いた。 $\text{NO}_3$ は、 $\text{N}_2\text{O}_5$ 蒸気の熱分解反応： $\text{N}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{NO}_3 + \text{NO}_2$ によって得た。その後真空チャンバー内で分子線とし、レーザー光と直交させることで回転線のドップラー幅を小さくして、超高分解能蛍光励起スペクトルを観測した。同時に観測したヨウ素分子の飽和スペクトルとエタロンの透過パターンにより回転線の絶対波数を $\pm 0.0001 \text{ cm}^{-1}$ の精度で決定した。観測されたスペクトルは非常に複雑であったが、分解能の高さと絶対波数精度の高さを十分に活用し、既に報告されている基底状態  $X^2A_2'$  ( $v=0$ )の分光定数を用いた結合差法により、一部の回転線の帰属を行うことができた。これにより、 $\text{NO}_3$ の  $B$  状態における実効的な分光定数を初めて決定することができた。

## 正方晶化合物 $RRu_2Al_2B$ ( $R: Ce, Pr, Nd$ ) が示す高い温度での磁気転移

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻 神戸大院理<sup>A</sup>, 研究基盤セ<sup>B</sup>, 神戸大分子フォトセ<sup>C</sup>  
富山陽, 松岡英一<sup>A</sup>, 菅原仁<sup>A</sup>, 櫻井敬博<sup>B</sup>, 太田仁<sup>C</sup>

2010年に正方晶構造を持つ新物質  $LaRu_2Al_2B$  の合成報告がなされた[1]。本研究では  $La$  サイトを磁性をもつ希土類元素で置換した  $RRu_2Al_2B$  ( $R: Ce, Pr, Nd$ ) の多結晶試料をアーク溶解法で作製し、基礎物性測定として磁化と電気抵抗率の測定を行った。図1の挿図は  $RRu_2Al_2B$  の結晶構造を示している。

$CeRu_2Al_2B$  の電気抵抗率  $\rho$  は室温から降温に従って減少し、金属的な振る舞いを示す。また、32 K で近藤効果によると思われる抵抗極小を示すことから、この物質は高濃度近藤系物質と考えられる。また図1に示すように、磁化率が14 K以下で急増するのは、強磁性転移が生じたためである。

$PrRu_2Al_2B$  の磁化率は26 Kでカuspを示し、11 K以下で急増する。このことからそれぞれの温度で反強磁性転移と強磁性転移が生じたと言える。

一般に  $Ce$  や  $Pr$  を含む金属間化合物のうち、希土類以外の構成元素が磁気モーメントを持たない場合の磁気転移温度は数 K である。それに比べるとこれらの化合物の転移温度は数倍大きい。発表ではこの系が高い転移温度で磁気転移を示す原因についても議論したい。

[1] J. V. Zaikina et al., *Inorg. Chem.* **49** (2010) 2773.

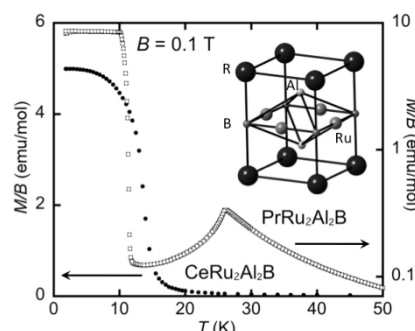


図1 磁化率の温度依存性

## テラヘルツ時間領域分光法による脂質の構造ダイナミクス

理学研究科 博士前期課程 化学専攻  
安達知世、山本直樹、田村厚夫、富永圭介

脂質は細胞の主要成分であり、両親媒性の脂質分子の自己集合により脂質二分子膜を形成する。膜を構成する脂質分子は熱運動によって絶えず大きく揺らいでおり、分子内に非局在化した振動や水分子との水素結合、van der Waals 力に由来するダイナミクスがテラヘルツ周波数領域に存在する。よって、テラヘルツ波を用いると脂

質の集団運動を観測できると考えられる。そこで本研究では、テラヘルツ時間領域分光法 (THz-TDS) を用いて脂質の低振動スペクトルを測定することにより、水和による脂質の構造ダイナミクスを観測し、脂質の構造ダイナミクスの水和依存性、及び脂質の構造の違いがダイナミクスに与える影響について調べることを目的とした。

脂質にはリン脂質である DMPG (図1) を用いた。また、操作を加えないものとクロロホルム:メタノール=2:1の混合溶液に溶かした後で溶媒を蒸発させたものの、2種類の試料を作製した。各試料の構造状態は X 線回折測定により決定した。粉末状にした試料を加圧してペレット状にし、湿度を調節した密閉容器内に放置し水和させた。各試料を THz-TDS で測定し、異なる水和状態での吸光係数の温度依存性を観測した。得られた吸光係数の変化から、脂質のダイナミクス変化について議論した。

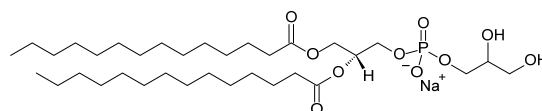


図1. DMPG の分子構造



## サーモクロミズムを示すメタロセニウム系イオン液体の開発

理学研究科 博士後期課程 化学専攻

稲垣堯、高橋一志、持田智行

我々は、これまでにフェロセン類をはじめとする各種有機金属錯体をカチオンとするイオン液体の開発を行ってきた。これらは、有機金属錯体に由来する磁場配向現象や反応性に基づく固液変化を示す新しい液体材料である。

本研究では新たな機能性として色調変化に着目し、Figure 1 に示す鉄チオラートからなるイオン液体の合成を行った。このイオン液体は、対応する  $\text{Fe}^{\text{II}}$  中性錯体を目的とするアニオンを含む Ag 塩で酸化することで簡便に得ることが出来た。得られたイオン液体は、室温で液体状態として存在し、温度変化によって 80 °C では暗紫色、25 °C では暗青色、-30 °C では青色へと連続的に色調変化を示した。このイオン液体の UV-vis スペクトルの温度依存性を Figure 2 に示す。この色調変化は、カチオンの二量化に起因しており、約 520 nm の吸光度が変化することが主な要因であった。

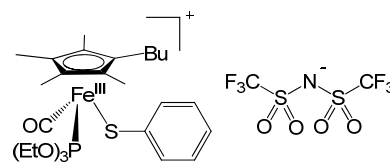


Figure 1. 鉄チオラート錯体からなるイオン液体の構造式

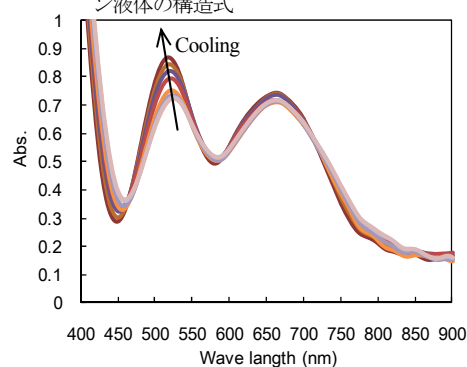


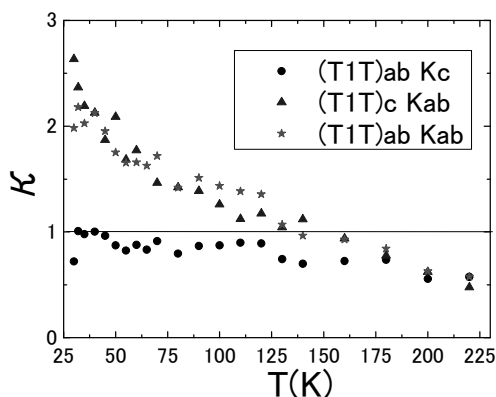
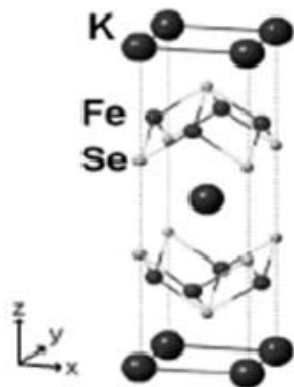
Figure 2. サーモクロミックイオン液体の UV-vis スペクトルの温度依存性 (温度範囲 -45 ~ 90 °C)

鉄系超伝導体  $\text{K}_x\text{Fe}_{2-y}\text{Se}_2$  の NMR 測定

自然科学研究科 博士前期課程 物理学専攻

神戸大理, 物材機構<sup>B</sup>富田佑介, 小手川恒, 藤秀樹, 水口佳一<sup>B</sup>, 竹屋浩幸<sup>B</sup>, 高野義彦<sup>B</sup>

鉄系超伝導体において  $T_c \sim 32\text{K}$  を持つ、鉄セレン層間にアルカリ金属などを含む超伝導  $\text{AFe}_2\text{Se}_2$  ( $\text{A}=\text{K}, \text{Cs}, \text{Rb}, \text{Tl}$ ) が見つかっている。ARPES 等の結果からこの物質では他の鉄ヒ素系と異なり  $\Gamma$  点周りのホールのフェルミ面が存在しないことがわかっており、多くの鉄ヒ素系とは異なったギャップ構造が議論されている。今回、 $\text{H} // \text{ab}, \text{H} // \text{c}$  方向における核スピン格子緩和率  $1/T_1$  及び、ナイトシフトの磁場依存性、試料依存性を測定したので報告する。



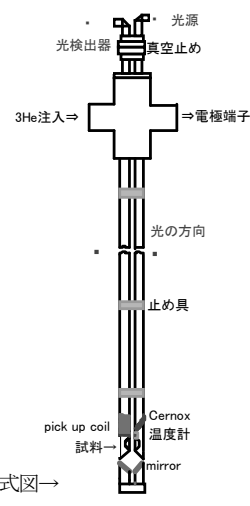
## $^3\text{He}$ を用いた極低温強磁場ESR測定装置開発

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻 A神戸大分子フォトセ, B神戸大研究基盤セ  
横山 千織、大久保 晋<sup>A</sup>、太田 仁<sup>A</sup>、櫻井 敬博<sup>B</sup>

極低温下での測定は物質の基底状態を調べるうえで有効である。しかし、極低温と強磁場多周波 ESR を組み合わせるのは困難が伴う。なぜなら、多周波数 ESR の装置のライトパイプは電磁波入射口からサンプル空間まで直線でつながっているため、室温からの輻射熱の影響を無視できなく、また、強磁場による渦電流の発熱により、低い温度を保つのは難しいからである。今回、液体  $^3\text{He}$  を用いて 0.5K という極低温状態で ESR 測定できる装置の開発に成功した。 $^3\text{He}$  は希少で、また分子の大きさも小さいので、装置は気密性を高める必要があった。最大磁場 55T、40GHz~7THz の周波数帯で測定を行うことができる。右図は ESR インサージョンの模式図である。

当日はサンプルに  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  を用いて行った ESR 測定結果も報告する。

ESR インサージョン模式図→



## ブタ活性化2倍体の着床前発生における Glucose と Fructose の利用性

渋谷 海大<sup>1</sup>、李 智博<sup>1</sup>、三宅 正史<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>神戸大院農 資源生命科学専攻、<sup>2</sup>神戸大N系研究環

【目的】ブタ胚培養用培地は主なエネルギー基質として Glucose (Glu) を含んでいた。しかし、Glu を含まず pyruvate と lactate (P/L) をエネルギー基質とする PZM3 培地は、胚盤胞形成率をさらに改善した。このように Glu はブタ胚の着床前発生に悪い影響を持つことが示唆されていた。一方でウシにおいて Fructose (Fru) を Glu に置換すると胚の質が改善されるので、ブタ胚でも Fru が着床前発生に有効であることが期待された。本研究では、培地に対する Glu および Fru の P/L との共存、および単独添加がブタ胚の着床前発生に及ぼす影響を zygotic gene activation (ZGA) の前後に分けて調べた。【方法】実験 1: Fru あるいは Glu を主なエネルギー基質とした PZMF、PZMG と PZM3 に Glu を添加した PZM3+G で培養し、活性化刺激後 216 h まで 24 h ごとに観察した。実験 2: 活性化刺激の 72 h まで PZM3 で培養後、ZGA 後の後期 4-cell を選び、その後 PZM3、PZMF、PZMG、およびこれらの基質を含まない PZM で培養した。実験 3: Glu および Fru の代謝に関わる主な酵素発現を mRNA レベルで調べた。【結果】実験 1: PZMF、および PZM では胚盤胞形成が見られなかった。実験 2: 培養後 144 h の胚盤胞形成率はすべての実験区間において有意差は無かったが、216 h 後の生存胚盤胞の割合は糖を含む培地で有意に高かった。実験 3: HKII は全てのステージの胚で検出された。GcK は胚盤胞形成以前にしか検出されなかったが、KHK は胚盤胞形成後に検出された。【結論】ブタ胚では、ZGA とともにエネルギー基質の利用性が変化し、Fru は ZGA 後に初めて利用され、Glu と同様に胚盤胞の維持に有効である。Glu は着床前の発生を通して代謝されるが、P/L と相補的な効果は示さない。解糖系酵素発現は 72 h を境に変化し、ZGA 前後で糖代謝能が変わることと一致する。

\*ZGA: 母性 mRNA とタンパク質を持って排卵された卵子は、受精後に胚が転写した mRNA からタンパク質を合成するようになること。

## 重い電子系化合物 $\text{CeCu}_6$ の強磁場 NMR

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻

黒田啓介、森田恭平、小手川恒、菅原仁、藤秀樹

金属間化合物  $\text{CeCu}_6$  は低温で磁気秩序や超伝導することなく  $\gamma \sim 1.6 \text{ J/K}^2 \text{ mol}$  という大きな電子比熱係数を持つ典型的な重い電子系化合物である[1,2]。Cu-NQR の研究からコヒーレント近藤温度はおよそ 6K、フェルミ液体的挙動を示すのはおよそ 0.2K と報告されている[3]。今回は単結晶試料を用いて[100]及び[001]に対し 5T、9T、15T の強磁場 NMR を行い、ナイトシフト及び核スピン - 格子緩和時間  $T_1$  の測定を行ったので報告する。

### Reference

- [1] Y. Onuki, *et al.*; JPSJ **53** (1984) 1210  
 [2] Y. Onuki, *et al.*; JMMM **63-64** (1987) 281  
 [3] Y. Kitaoka, *et al.*; JPSJ **54** (1985) 3686

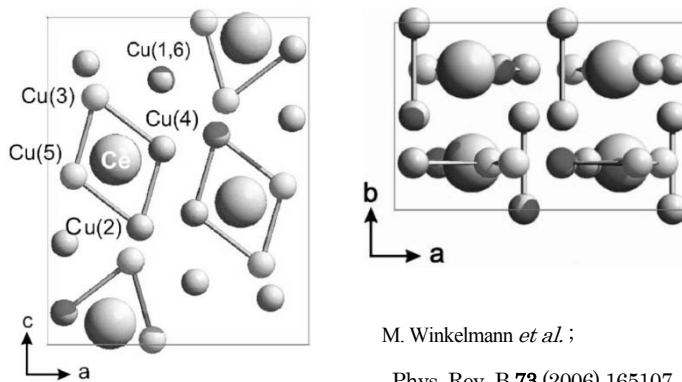


図 :  $\text{CeCu}_6$  の結晶構造

M. Winkelmann *et al.*;

Phys. Rev. B **73** (2006) 165107

B. Pilawa *et al.*; Phys. Rev. B **75** (2007) 024422

## 単結晶クラスレート化合物 $\text{Ba}_8\text{Ga}_{16}\text{Sn}_{30}$ の NMR による研究

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻

神戸大院理 広島大先端研<sup>A</sup>

古本和哉, 園田寛智, 小手川恒, 藤秀樹, 才賀裕太<sup>A</sup>, 末國晃一郎<sup>A</sup>, 高畠敏郎<sup>A</sup>

クラスレート化合物  $\text{Ba}_8\text{Ga}_{16}\text{Sn}_{30}$  は熱電変換材料として注目を浴びている物質である。この物質の熱伝導度が特に低いのは、カゴ中の非調和ポテンシャル間におけるゲストイオンの熱振動（ラットリング）が激しく生じているからではないかと言われている。本研究では単結晶 BGS-Type I の Ba, Ga, Sn-NMR を行い、 $^3\text{He}$  を用いて極低温までの  $1/T_1 T$  の温度、周波数依存性を調べた。外部磁場 7T において BGS-Type1 の  $1/T_1 T$  は 10K 付近にピーク値をとった。ピークをとる原因として、ラットリング及び活性化エネルギーに関する影響が示唆される。

発表当日は実験結果についてさらに詳しく議論する。

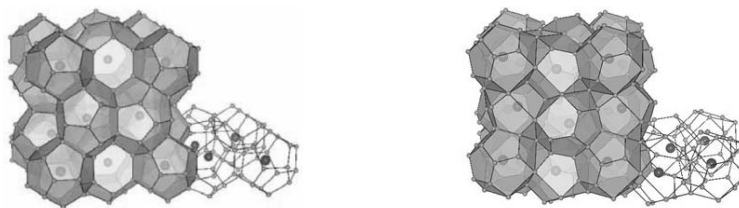


図 クラスレート化合物 Type I (左) と Type VIII (右) の結晶構造

## 夏季の六甲山におけるエアロゾルの個別粒子分析

人間発達環境学研究所 博士前期課程 人間環境学専攻  
向井将平、大串健一

大気中に浮遊する粒子であるエアロゾルの地球環境に及ぼす影響は非常に大きい。特に都市部では顕著であるため都市部でのエアロゾルの研究は重要である。関西の大都市圏の北西部に位置する六甲山は山頂への交通の便がよく、標高も高いためローカルな大気の影響を受けにくくエアロゾル研究には恰好の地である。これまで六甲山におけるエアロゾルの研究はおこなわれているが、そのほとんどがバルクによる研究であるためエアロゾル 1 個体レベルでの分析は現在おこなわれていない。そこで本研究は個々のエアロゾルの性状を把握するために 2011 年の 8 月に注目してエアロゾルを毎日採取し、TEM-EDX によってエアロゾルの観察と化学組成の分析をおこなった。

結果として本調査地で採取されたエアロゾルには海水から発生する海塩粒子や S に高いピークをもつ粒子などが確認された。なかでも海塩粒子は大気中の酸性物質である硫黄化合物や窒素化合物などと化学反応を起こし、化学組成がサンプルによって異なっていた。これらの酸性物質は人為的な原因で排出された粒子がほとんどであるため、海塩粒子の化学組成の変化(変質)は大気汚染の一つの指標となる。さらに大気の起源をモデル(HYSPLIT 4)から求めた。大気は様々な起源であったが大気が輸送される方向で海塩粒子の変質過程が異なっていることがみうけられた。

これらの結果を総合的に比較した上で夏季における本調査地に輸送されるエアロゾルの特徴について報告する。

## 蛍光異方性減衰測定によるピレン誘導体の逆ミセル中における回転緩和

理学研究科 博士前期課程 化学専攻  
今城裕貴、飯間雄介、秋本誠志、富永圭介

ナノ空間内に閉じ込められた水はバルク水とはその性質が異なると予想される。これはナノ空間内の水と界面との相互作用に起因していると考えられる。疎水基を外側に、親水基を内側に向けて凝集する逆ミセル内にはナノメートルサイズの水であるウォータープール (WP) が存在する。WP はバルク水と性質が異なると考えられており、研究の対象とされてきた。Debye-Stokes-Einstein の関係式から溶液中における溶質分子の回転緩和時間が溶媒の粘度と比例関係にあるため、逆ミセル中における溶質分子の回転緩和時間の測定により WP の粘度を調べることができる。蛍光異方性減衰測定により逆ミセル中でのクマリン分子の回転緩和時間を求めた先行研究から WP の中心付近の粘度でもバルク水の数倍程度あると考えられていた。ところが、ピラニンの逆ミセル中での回転緩和時間はバルク水中とほぼ同じであるという結果が得られた。このことから、ピラニンは WP の中心付近に存在し、WP の中心付近の粘度はバルク水とほとんど変わらないと推論することができる。

そこで本研究では蛍光異方性減衰測定により、ピラニン、DHPDS 及び、MPTS について逆ミセル中及びバルク水中での

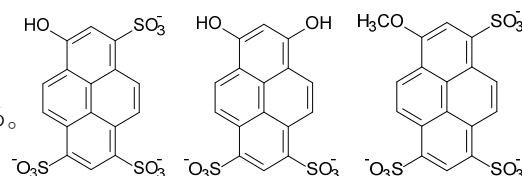


図 1 左から順にピラニン、DHPDS 及び MPTS

回転緩和時間を求めた。その結果、どの分子も WP の中心付近に存在し、WP の中心付近の粘度はバルク水とほぼ同じであるという見解が得られた。

## テトラアルキルアンモニウムイオンを溶質とした水溶液の テラヘルツスペクトル

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>、神戸大院・理<sup>3</sup>  
井口遥<sup>1</sup>、石原茜衣<sup>1</sup>、富永圭介<sup>2,3</sup>

疎水性基を持つ溶質分子、またはイオンを水に溶かすと水素結合による水分子のネットワーク構造が疎水性分子によって変化すると考えられており、このことを疎水性水和と呼ぶ。この疎水性水和は、たんぱく質など生体分子の機能発現に重要な関わりを持っていると考えられる。本研究では、疎水性基が溶質周辺の水分子に及ぼす動的な影響を調べるために、テトラアルキルアンモニウムイオンを溶質として選び、テラヘルツ時間領域分光法を用いてその水溶液の吸光係数と屈折率のスペクトル測定を行った。アルキル基としてメチル基、エチル基、プロピル基等を選び、濃度変化等から溶質近傍における水のテラヘルツスペクトル (図 1) を求めることに成功した。その結果、疎水性基周辺の水分子の運動がバルクの水に比べ大きく抑えられていることがわかった。

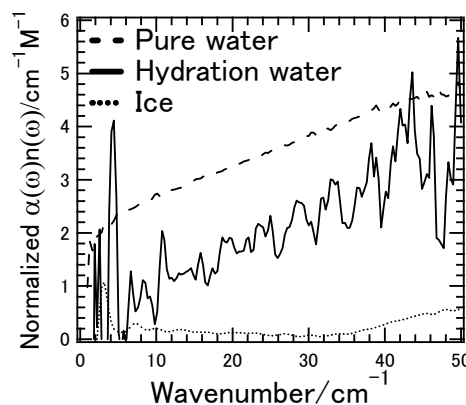


図 1. 水和水のスペクトル

## PrRu<sub>4</sub>P<sub>12</sub>の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。今回その物質の中で PrRu<sub>4</sub>P<sub>12</sub> 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、常圧において 63 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を用いて、PrRu<sub>4</sub>P<sub>12</sub> の高圧(8,10,14 GPa)・低温(300~9 K)での赤外反射スペクトルを測定した。その反射率を解析し求めた光学伝導度をもとに PrRu<sub>4</sub>P<sub>12</sub> の電子状態について議論する。常圧から 10 GPa までは M-I 転移に伴い遠赤外領域(20~90 meV)で反射率と光学伝導度に減少が見られ M-I 転移に伴うギャップの形成を観測した。しかし 14 GPa においては反射率と光学伝導度の減少が抑制された。これは低温において開いたギャップが埋まり、再び金属的になっていることを示唆している。以上の結果は圧力に対する電気抵抗測定[2,3]の結果と比較してもよく対応している。

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

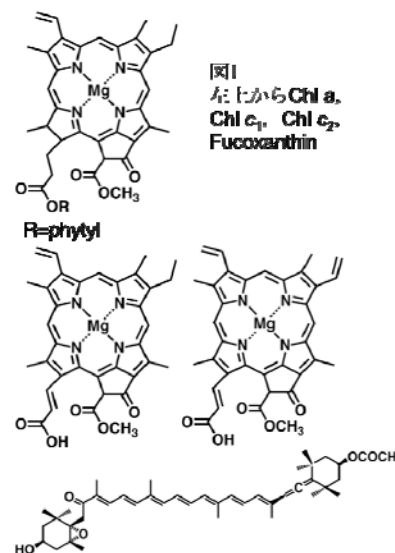
[2] A. Miyake *et al*, J. Phys. Soc. Jpn. **73** (2004) 2370.

[3] I. Shirovani *et al*, Physica B **322** (2002) 408-412

## 珪藻のアンテナ色素タンパク質におけるエネルギー移動過程の観測

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>, 東京大・院総合文化<sup>3</sup>, 東理大・理<sup>4</sup>, 神戸大・院理<sup>5</sup>勅使河原彩香<sup>1</sup>, 横野牧生<sup>2</sup>, 長尾遼<sup>3</sup>, 鞆達也<sup>4</sup>, 秋本誠志<sup>2,5</sup>

珪藻のアンテナ色素タンパク質は Fucoxanthin-Chlorophyll *a/c* Protein と呼ばれ、クロロフィル (Chl) *a*, Chl *c*, ケトカロテノイドであるフコキサンチンを含む(図 1). それらの色素は光捕集を行い, 反応中心へエネルギーを渡す役割を持つ. 本研究では, 蛍光アップコンバージョン法を用いた超高速時間分解蛍光測定により珪藻 *Chaetoceros gracilis* より単離した FCP における色素の励起緩和過程やエネルギー移動過程の検討を行った. 測定結果から FCP の Fluorescence Decay-Associated Spectra を構築した. フコキサンチンの蛍光寿命として 90 fs, 160 fs が得られた. それぞれ  $S_2 \rightarrow {}^1(n, \pi^*)$  内部転換,  ${}^1(n, \pi^*) \rightarrow S_1$  内部転換に帰属される. 一方クロロフィルの領域では, 200 fs 成分スペクトルにおける Chl *a* の  $Q_y$  蛍光領域の立ち上がり, 960 fs 成分スペクトルにおける Chl *c* 蛍光の減衰と対応する Chl *a* の  $Q_y$  蛍光領域の立ち上がりから, それぞれ Chl *a* の  $Q_x \rightarrow Q_y$  内部転換, Chl *c* から Chl *a* へのエネルギー移動のシグナルが得られた.



## SQUID 磁束計を用いた磁化検出型圧力下 ESR 測定技術の開発と応用

理学研究科 修士課程前期 物理学専攻

藤本皓大、櫻井敬博、大久保晋、太田仁

圧力下 ESR は圧力下におけるスピン状態を直接的に観測し得る数少ない手法の一つである。しかし装置が大掛かりになるなどの理由で広くは普及していない。そこで、磁化測定装置を用いた磁化検出型 ESR[1]と電磁波透過型圧力セル[2]を組み合わせ、電磁波を照射しながら磁化を測定するだけの簡便な圧力下 ESR 測定技術を開発した。

本研究では市販の SQUID 磁束計 (MPMS、カンタムデザイン社製) を磁化検出装置として用いた。最大磁場は 5T である。また圧力セルは NiCrAl 製のものを用い、内部の部品は電磁波を透過しやすいようにすべてジルコニアかサファイアにより作製した。サンプルは  $\text{NiSnCl}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  を用いた。磁性イオンは  $\text{Ni}^{2+}$  ( $S=1$ ) であり、一イオン異方性項  $D$  のため磁場下では ESR のシグナルが 2 点観測され、本研究では圧力の印加に伴う共鳴磁場の分裂  $\Delta B$  の変化を観測した。

実験では分裂幅の圧力に伴う増加を確認した。圧力決定はサンプルと一緒にセルにいれた Sn の転移温度から決定した。最大圧力 0.72 GPa での  $\Delta B$  は 2.2 T で常圧時の 3 倍になった。このように SQUID 磁束計を用いた圧力下 ESR 測定法の開発に成功した。

[1] B. Cage *et al.*, Rev. Sci. Instrum. **75** (2004) 4401[2] T. Sakurai *et al.*, Rev. Sci. Instrum. **78** (2008) 065107

## 温度制御した水和カルシウムイオンの光解離分光

理学研究科 博士前期課程 化学専攻

中野拓海・石川春樹・渋川卓也・江口徹・富宅喜代一

金属イオンの微視的水和過程は基本的かつ重要な問題である。そのため、気相分子クラスターを用いた研究が数多く行われてきた。最近では赤外分光による水和構造の決定が様々な系でなされるようになった。さらに微視的水和過程についての理解を深めるためには、温度効果を明らかにする必要がある。気相分子クラスターの温度制御は困難であったが、我々は温度可変 22 極イオントラップを用いて温度制御した水和カルシウムイオンの光解離スペクトルの測定に成功した[1]。本研究で得られた  $\text{Ca}^+(\text{H}_2\text{O})$  の光解離スペクトルを図に示した。クラスターの温度は 20 K から 200 K まで変化させた。温度を上げるとスペクトルがブロードになっていく。この変化はイオンの回転によるものであり、シミュレーションとの比較からイオンの温度を決定することができた。この結果は、本測定手法が水和クラスターにおける水和構造の温度効果を調べる上で非常に有効であることを示している。

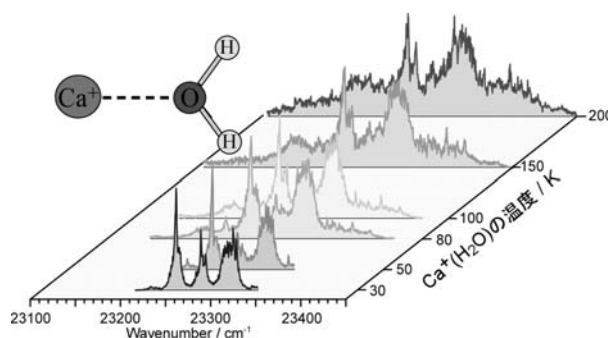


図 22 極温度可変イオントラップ分光装置を用いて測定した温度制御された  $\text{Ca}^+(\text{H}_2\text{O})$  の光解離スペクトル

[1] Ishikawa, Nakano, Eguchi, Shibukawa, Fuke, *Chem. Phys. Lett.* **514**, 234 (2011).

## ビスマスドーピングシリカ/シリコンリッチシリカ多層膜からの近赤外発光

神戸大院工<sup>1</sup>、物質・材料研究機構<sup>2</sup>、浙江大学<sup>3</sup>

森本 賢<sup>1</sup>、三輪 祐司<sup>1</sup>、孫 洪涛<sup>2</sup>、今北 健二<sup>1</sup>、藤井 稔<sup>1</sup>、邱 建榮<sup>3</sup>、林 真至<sup>1</sup>

ビスマス (Bi) ドープアルミノシリケートガラスは、石英光ファイバーの最低損失波長領域を広くカバーするブロードな発光を示すことから、次世代の超広帯域光増幅器材料として注目されている。Bi 近赤外発光センターを活性化するためには、シリカガラスへの Al、P、Ge などの添加が必須であると考えられてきた。しかし、我々は Bi ドープシリカ中に、過剰に Si を添加した Bi ドープ Si リッチシリカ薄膜が近赤外発光を示すことを発見した。今回は、Si リッチシリカ中の過剰 Si が Bi 近赤外発光センターの活性化に及ぼす影響を明らかにすることを目的に研究を行った。具体的には、Bi ドープシリカと Si リッチシリカに層を分離した多層膜試料を作製し、その発光特性を評価した。

多元同時スパッタリング装置を用い、Bi ドープシリカ層と Si リッチシリカ層の各 50 層から成る多層膜資料を作成した。作製した多層膜の発光スペクトルを図 1 に示す。比較のために、Bi ドープ Si リッチシリカ単層膜の発光スペクトルも示す。いずれの場合も近赤外領域に Bi に起因した発光が見られる。尚、同じ方法で作成した Bi ドープピュアシリカは発光を示さない。多層膜は単層膜より発光ピークが長波長シフトし、スペクトルがブロードになる。これは、多層膜において Bi イオンの局所環境がより広範に分布していることを示している。

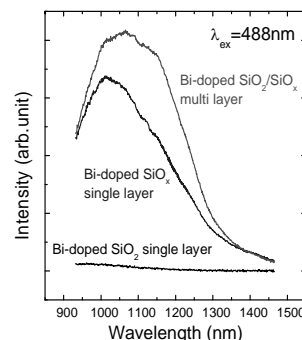


図 1 : 多層膜および単層膜の発光スペクトル。アニール温度 950°C。励起波長 488nm。

## 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<sub>c</sub> = 2.3 K の超伝導体である。この T<sub>c</sub> 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<sub>N</sub> = 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<sub>c</sub> = 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 meV ~ 1 eV、最低温度 6 K、最高圧力 8 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。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 3 GPa 程度までスペクトルに大きな変化はないが、さらに加圧していくと CeCoIn<sub>5</sub> と同じく 0.1 eV 以下の反射率の低下が見られ、混成の状態が低圧での CeCoIn<sub>5</sub> と似てくると考えられる。当日は反射率から求めた光学伝導度に基づいて考察を行う予定である。

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

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

## 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>、Muhammad Turail<sup>1</sup>、松田 一彦<sup>2</sup>、竹田 真木生<sup>1</sup>

我々は重要微小害虫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、その機能解析を行っている。GABA 受容体は主に Resistant to dieldrin (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。中でも、第二膜貫通領域はチャンネルポアを形成し、薬剤との相互作用に重要な役割を担う。この領域における特定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認められる。本件では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薬の抵抗性に寄与する重要な構造を特定するために、第二膜貫通領域およびその近傍の構造に薬剤感受型のショウジョウバエ、カイコの 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 ループ領域の構造も関与していることが分かった。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したり、ナミハダニのもつ非常に強い薬剤耐性メカニズムを解明するうえで有益な情報となる。



## 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 II

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻

<sup>1</sup>東京工業大学極低温センター, <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>神戸大学研究基盤センター, <sup>5</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>、櫻井敬博<sup>4</sup>、吉富大明<sup>5</sup>、  
來山真也<sup>5</sup>、喜多隆<sup>5</sup>、和田修<sup>5</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、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、酸素による劣化を防止するためキャップ層を施した高品質の GdN 薄膜を作成し[2]、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。また、膜厚(30nm, 95nm)による性質の違いもそれぞれの実験で調べた。磁化を精密に測定した結果を Arrott Plot で解析した結果、キュリー温度は膜厚によらず  $37 \pm 1\text{K}$  であることがわかった。発表当日はより詳細な ESR の結果と解析による磁気異方性についても報告する。

[1] K. Khazen *et al.*, Phys. Rev. B **74** (2006) 245330; S. Granville *et al.*, Phys. Rev. B **73** (2006) 235335. [2] H. Yoshitomi *et al.*, Phys. Rev B **83** (2011) 155202.

## 圧力下サイクロトロン共鳴測定技術の開発と有機導体への応用

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻

神戸大院理, 神戸大研究基盤セA, 神戸大分子フォトセB, 理研C, 東大物性研D  
後藤亮二, 櫻井敬博A, 大久保晋B, 太田仁B, 加藤礼三C, 松林和幸D, 上床美也D

サイクロトロン共鳴 (CR) 測定はキャリアの有効質量を観測する方法として非常に有力な手段である。また、フェルミ準位付近での線形な分散関係 (ディラックコーン) を持つ物質は特異な CR 周波数の磁場依存性 ( $\nu \propto B^{1/2}$ ) を示すことが知られており、この磁場依存性の観測はディラックコーンの存在を確認する方法として非常に有効である。近年、擬 2 次元有機導体  $\alpha$ -(BEDT-TTF)<sub>2</sub>I<sub>3</sub> の分散関係がディラックコーン型であることが理論的に指摘され [1]、大変注目されている。本研究では本物質のディラックコーン状態を直接的に観測する為の圧力下における強磁場・高周波数 CR 測定技術の開発を目的とする。本装置では電磁波透過型の圧力セル (クランプ式のピストンシリンダー型) を用いて静水圧を発生させ、共鳴条件下における試料からの透過電磁波強度の変化を検出することにより、CR を観測する。これと並行して、電気的に CR を検出する為の圧力セルの開発も行なっている。本講演では、上記事項の詳細と開発の現状について報告する。

[1] S. Katayama *et al.*, J.Phys.Soc.Jpn. **75** (2006) 054705

## 酵素合成グリコーゲンが食餌性肥満マウスの脂質代謝に及ぼす影響

農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻

小川瑠衣、古屋敷 隆、中山陽子、本田和久、上曾山 博、高田洋樹、保田倫子、芦田 均

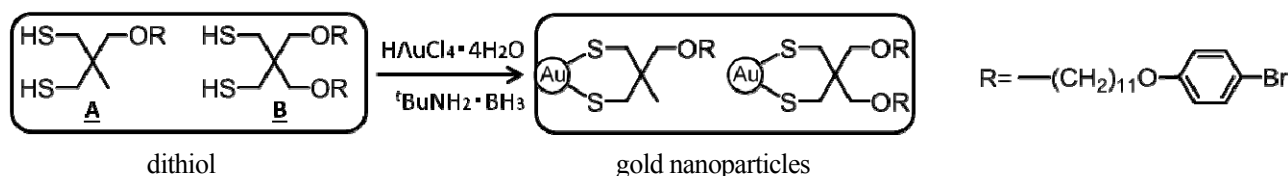
近年、我々はデンプンからグリコーゲンを酵素的に合成する方法を確立し、この方法により製造されたグリコーゲン（酵素合成グリコーゲン：ESG）は、免疫賦活作用および食物繊維様作用を持つことが報告されている。そこで、本研究では ESG が食餌性肥満を呈したマウスの脂質代謝におよぼす影響について検討した。C57BL/6 マウスを対照食（C）群および高脂肪食（HF）群に分け、それぞれに ESG を 0、10 あるいは 20% 添加した飼料を自由摂取させて、15 週間飼育した。飼育中に体脂肪率および安静時の直腸体温を計測した。飼育終了後に肝臓、脂肪組織、盲腸、ならびに盲腸内容物の重量を計量し、血糖値、血漿中の脂質量および NO 量を測定した。さらに、糞および肝臓中の脂質含量について測定すると共に、肝臓、筋肉、脂肪組織における脂質代謝、およびエネルギー代謝関連遺伝子の mRNA 発現の変化について RT-PCR を用いて評価した。その結果、HF 摂取により、飼育終了時の血糖値および血漿中総コレステロール量は有意な高値が認められ、体脂肪率、白色脂肪重量および肝臓脂質量は著しく増加した。それに対して ESG を摂取することで、血糖値は低下傾向がみられ、血漿中総コレステロール量、体脂肪率および肝臓中の脂質量は ESG20% 群で顕著な低値が認められた。一方、C 群と HF 群いずれも ESG 摂取により盲腸および盲腸内容物重量が増加し、糞中脂質量は顕著に増加した。これらのことから、ESG は脂質の排泄を促進することが示唆された。直腸体温は ESG により上昇することが認められたが、UCP1 などの遺伝子の発現変化はみられなかった。一方、ESG により NO 量が増加し、血管拡張と血流増加を介して体温上昇したことが示唆された。

## 新規ジチオールを用いた金ナノ粒子の合成

工学研究科 博士前期課程 応用化学専攻

山内宏貴、辻 悟、唐 麗麗、杉江敦司、森 敦紀

機能性有機分子により表面が修飾された金ナノ粒子は、先端材料や触媒などに应用されている。そのため、金ナノ粒子表面の修飾法の開発は重要な研究課題である。当研究室では、ジチオールを吸着させた熱的・化学的安定性に優れた金ナノ粒子表面の遷移金属触媒による修飾法の開発を行っている。本研究では、新規のジチオールとして、臭化アリアルを一つもしくは二つ有する A、B を設計・合成した。合成したこれらのジチオールを塩化金酸の THF 溶液に加えて攪拌し、そこに還元剤である  $t\text{BuNH}_2 \cdot \text{BH}_3$  を加えることで、ジチオールにより保護された金ナノ粒子の合成を達成した。また、これらのジチオールを用いることで、従来の方法に比べてより簡便に金ナノ粒子を合成することに成功した。

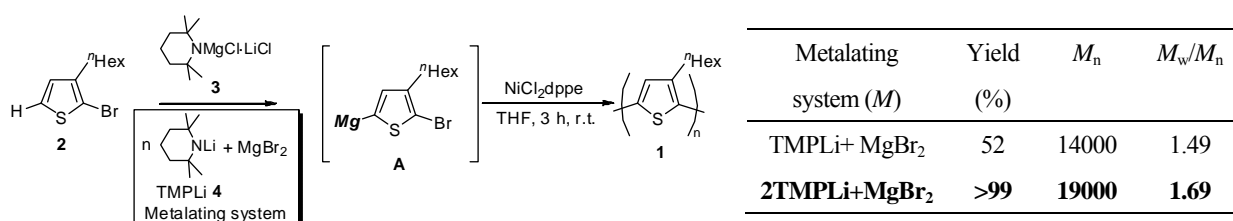


得られた金ナノ粒子を熱重量測定（TGA）、透過型電子顕微鏡（TEM）観察することにより、従来の方法で作製した金ナノ粒子と物性を比較した。さらに、その表面上でパラジウム触媒を用いた、鈴木-宮浦カップリング反応を試みた。

## 新規な金属種発生法を用いたポリチオフェンの合成

工学研究科 博士前期課程 応用化学専攻  
光田紫乃布、丹波俊輔、田中藤丸、森 敦紀

Head-to-tail 型のポリチオフェンは、非局在化した  $\pi$  電子系を持ち有機薄膜トランジスタや有機薄膜太陽電池等の有機先端材料として広く応用研究されている。ポリチオフェン **1** の一般的な合成法として、これまで、ジブロモチオフェンから Grignard 試薬を用いた脱臭素型重縮合による方法が多く用いられてきた。これに対し、当研究室では、Knochel-Hauser 塩基 **3** を用いることで、モノプロモ体 **2** から脱臭化水素型の重縮合反応により head-to-tail 型のポリチオフェンが合成されることを見出した。本研究では、Knochel-Hauser 塩基に替え、TMPLi (**4**) と  $MgBr_2$  を用いた塩基を調製し、より効率的なポリチオフェンの合成を目指した。その結果、TMPLi と  $MgBr_2$  が 2:1 の割合で存在する塩基を用いた時、高収率、高分子量のポリマーを得ることができた。



## 組換え型 AhR/GUS レポーター遺伝子系導入シロイヌナズナを用いた PCB 同族体と重金属のファイトモニタリング

農学研究科 博士後期課程 生命機能科学専攻  
嶋津小百合、芦田均

[目的] ダイオキシン類のうちで毒性の最も強い 2,3,7,8-TCDD に対して感受性の最も高いモルモット 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  $\beta$ -グルクロニダーゼ (GUS) レポーター遺伝子発現系を導入した組換え体シロイヌナズナを用いて、PCB 同族体のファイトモニタリングにおける重金属の影響について検討した。[方法] 組換え体シロイヌナズナ植物を PCB 同族体と重金属 (Fe, Cu, Zn, Cd, Pb) を含むムラシゲ・スクーグ培地で培養し、植物体の GUS 活性を測定した。[結果] PCB126 (毒性等価係数 TEF:0.1) と PCB169 (TEF:0.03) のアッセイにおいては、PCB126 が最も高い GUS 誘導活性を示し、PCB169 はそれよりも低かったことから PCB 同族体の TEF 依存的な GUS 誘導活性が認められた。さらに、PCB126 と PCB169 の混合条件では相加的な GUS 活性の上昇が認められた。それに対して、PCB126 と PCB80 (TEF:0) のアッセイでは PCB80 による GUS 誘導活性は認められなかった。PCB126 添加培地における重金属の添加効果を検討したところ、Cd と Pb の添加で相加的な GUS 誘導活性の上昇が認められたのに対し、Fe、Cu、および Zn の添加では変化が認められなかった。また、Cd と Pb による相加的作用は重金属の濃度依存的であった。このことから、重金属を含む環境共汚染物質の複合的な毒性影響を評価できる可能性が示された。

## Broadband near infrared emission in Bi-doped oxidized nanoporous silicon thin films

工学研究科 電気電子工学専攻

薩初栄貴、今北健二、白振華、藤井稔、林真至

Recently, Bi-doped materials have been attracting much attention, because of its broad luminescence in the near infrared (NIR) region which covers the whole telecommunication window. However, the origin of NIR emission still remains highly debated, and the condition of activating the NIR luminescence center has not been clarified. In this work, we have succeeded in activating the Bi NIR luminescence center in oxidized nanoporous silicon (OPS) thin films. The optical properties of Bi-doped OPS were studied.

The samples were prepared by conventional anodizing etching of Si wafer followed by dip coating for Bi doping. Figure 1 shows the infrared PL spectra of the Bi doped OPS at various pre-oxidation temperatures 850-1100°C. The OPS thin films show efficient and broad NIR luminescence which covers the whole telecommunication window. The electronic configuration of the luminescence centers were discussed by PL excitation measurement.

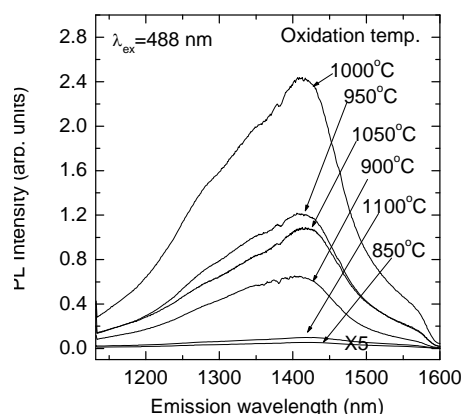


Fig.1 PL of Bi-doped OPS at various pre-oxidation temperatures 850-1100°C

## RPd<sub>3</sub>S<sub>4</sub>(R = Sm, Tb)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A、神戸大研究基盤セB、神戸大分子フォトセC  
熊内功紀、松岡英一A、井上雄太A、菅原仁A、櫻井敬博B、太田仁C

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SmPd<sub>3</sub>S<sub>4</sub>、TbPd<sub>3</sub>S<sub>4</sub>は反強磁性転移が一次相転移的であることから、転移温度T<sub>N</sub>で反強磁性と多極子の同時秩序を示す可能性があると考えられている。今回、Rサイトを、軌道角運動量L=0であるGdに置換したR<sub>1-x</sub>Gd<sub>x</sub>Pd<sub>3</sub>S<sub>4</sub>(R=Sm, Tb)の多結晶を作製しその物性評価を行い、多極子相互作用の影響が弱められたときの物性変化から反強磁性転移に及ぼす多極子相互作用の影響を調べた。

もしT<sub>N</sub>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上昇し、多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。しかし転移温度の上昇が観測されたのみで、多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。

本講演では、x=0~0.3についての磁化測定、電気抵抗率測定の結果および3次の帯磁率の計算結果を報告し、SmPd<sub>3</sub>S<sub>4</sub>、TbPd<sub>3</sub>S<sub>4</sub>の反強磁性転移における多極子相互作用の寄与についてさらに詳細な議論を行う。

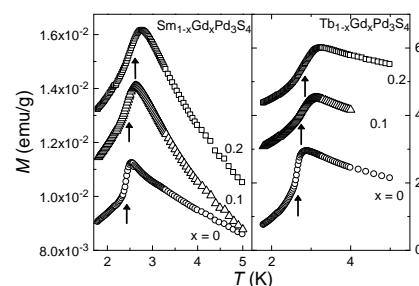


図1

## (110)ポーラスシリコンの三次元構造解析

神大院工<sup>1</sup>、阪大超高压電顕センター<sup>2</sup>

志智慎介<sup>1</sup>、藤井稔<sup>1</sup>、西田倫希<sup>2</sup>、保田英洋<sup>2</sup>、今北健二<sup>1</sup>、林真至<sup>1</sup>

(110)シリコンウェハの陽極化成で作製した(110)ポーラスシリコンは面内に大きい屈折率異方性を持つ。これまでに、(110)ポーラスシリコンを用いて赤外領域用の偏光素子が実現している。(110)ポーラスシリコンは数十 nm オーダーのポアとシリコンナノワイヤスケルトンで構成される。ポアは<100>方向に形成され、この構造異方性が屈折率異方性の起源とされている。しかし、詳細なポアの三次元構造や屈折率楕円体は明らかとなっていない。

本研究では角度分解 TEM 観察と光学測定から(110)ポーラスシリコンの三次元構造と屈折率楕円体の関係を明らかにする。図 1 に電流密度 80mA/cm<sup>2</sup>、(001)断面の(110)ポーラスシリコンの TEM 像を示す。ナノワイヤの形成方向はエッチング方向と異なっている。さらに、<100>方向とも一致しておらず、ポア間の角度は構造モデルより小さくなっている。さらに、異なる電流密度での角度分解 TEM 観察により、ポア形成方向は高電流密度ほど電流方向に近づくことが明らかとなった。また、角度分解光学測定から(110)ポーラスシリコンは二軸性で、屈折率楕円体の形状は電流密度依存性があることが明らかとなった。これらの結果は TEM 観察の結果と一致しており、(110)ポーラスシリコンの構造と屈折率楕円体の関係を明らかとした。

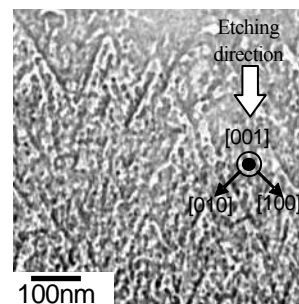


図 1 電流密度 80mA/cm<sup>2</sup>の複屈折性ポーラスシリコンの(001)断面 TEM 像。

## ヘリックス間相互作用によって誘起されるペプチドナノ構造体の設計

理学研究科 博士前期課程 化学専攻

藤本隼平、田村厚夫

天然に存在するタンパク質の中にはクラスリンやウイルスキャプシドに代表されるような、中空構造を有した会合体を形成するものがある。それらは内部に薬物等を内包し細胞内へ輸送する担体としての利用が期待される。形成される会合体は物理的に強固であり、輸送した内包物の放出にはタンパク質分解酵素等を用いる必要がある。

本研究では、物質を可逆的に内包、放出するペプチドナノ構造体の設計を目指した。あるウイルスキャプシドタンパク質の配列部位である  $\beta$ -annulus ペプチドに着目し、このペプチド末端に、相補的な  $\alpha$ -ヘリックス会合体を形成する配列を追加した。 $\beta$ -annulus ペプチドは自己会合し、元となるタンパク質と同様にキャプシド様構造体を形成することが報告されている<sup>[1]</sup>。また  $\alpha$ -ヘリックスは pH 条件により構造、会合状態が変化する。これらの特徴を併せ持ったペプチドを用い、ヘリックス会合による構造体の形成、及び pH 変化による非酵素的な会合-解離の制御を試みた。円偏光二色性測定により、合成ペプチドは中性条件下で  $\alpha$ -ヘリックス構造が誘起されており、動的光散乱(DLS)測定により、粒径分布が収束した粒子が確認された。また原子間力顕微鏡による観察を行ったところ、DLS の結果と良く一致した直径を有する球状粒子が多数確認された。さらに、 $\alpha$ -ヘリックスが解離する pH 条件下で DLS 測定を行ったところ、粒子径の減少が確認された。これらの結果から、ヘリックス間の相後作用により規則的構造体が形成され、pH 変化によりそれらの会合状態を制御できることが示唆された。

[1] K. Matsuura et al, *Angew. Chem. Int. Ed.* **2010**, *49*, 9662-9665

## 甘草由来イソフラボンであるグラブリジンによる筋肉細胞の糖代謝変動

農学研究科 博士後期課程 生命機能科学専攻

澤田圭介、芦田均

【背景・目的】われわれは、これまでに筋肉細胞のグルコース取込み活性を促進するポリフェノール類をスクリーニングし、甘草 (*Glycyrrhiza glabra*) 由来のプレニルイソフラボンであるglabridinに高活性を認めた。本研究では、glabridinが筋肉細胞の糖代謝に与える影響を検討した。【結果】実験にはラット骨格筋由来L6細胞を筋繊維様に分化させて用いた。これにglabridinを3, 10, 30  $\mu\text{M}$ で4時間作用させたところ、グルコース取込み活性の上昇とともに細胞内グリコーゲン量の減少が観察された。これらの結果は細胞内エネルギーの消費を示唆していることから、乳酸産生量を測定したところ、glabridinの作用濃度依存的に増加した。また、細胞内ATP量もわずかに減少傾向であった。また、作用濃度を10  $\mu\text{M}$ に固定し作用開始から4時間後までのパラメータ変動を経時的に観察したところ、乳酸産生量は作用直後から常に陰性対照比1.6倍程度であり、グリコーゲン量は0-30 minの間に4割程度まで減少した。これらのエネルギー基質の消費が作用直後から誘導されたのと対照的に、グルコース取込み活性は作用開始から1時間以上経過してから上昇を開始した。このことから、glabridinの作用がエネルギー基質の消費を介したものである可能性は高い。そこで、作用機構の解明を目的として、細胞内エネルギーの不足により活性化されグルコース取込みを誘導するAMP依存性キナーゼ (AMPK) を薬理的に阻害した際のグルコース取込み活性を測定したが、予想に反してglabridin依存的なグルコース取込み活性は抑制されなかった。現在、作用機構に関してさらなる検討を実施中である。

## テラヘルツ領域におけるカンチレバー ESR

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻

徳田祐樹、平野修也、大道英二、太田仁

物質の電子状態を調べるといことは、その物質の性質を解明することと同義である。電子スピン共鳴 (Electron Spin Resonance, ESR) はそういった手法の1つであり、不対電子の局所電子状態に関する詳細な知見を得ることができる。我々の研究室では、ESR とカンチレバーを組み合わせた新しい測定法の開発を推し進めている。図1に示すようにカンチレバーとは水泳の飛び込み板に似た片持ち梁構造を指す。サイズが $\mu\text{m}$  オーダーであることから、大型結晶育成が困難な物質に対して非常に有効である。カンチレバーESR とはカンチレバーの先端に貼り付けた試料の ESR に伴う磁化変化を、カンチレバーに働く磁気トルク $\tau = M \times H$  の変化として検出する測定法である。ESR 測定では高磁場・高周波領域で測定を行うことにより高いスペクトル分解能を実現できる。そのためテラヘルツ (THz) 帯と呼ばれる高周波領域における ESR 測定法の確立は重要な意味を持つ。我々はこれまでに光源としてガン発振器を用いて 80-315 GHz にわたる周波数帯での ESR 測定に成功している。本研究では更なる高周波化を目指し、より高い周波数の発生が可能な BWO 発振器を用い遷移金属化合物である Co Tutton 塩の測定を行った。詳細については、当日に議論する。

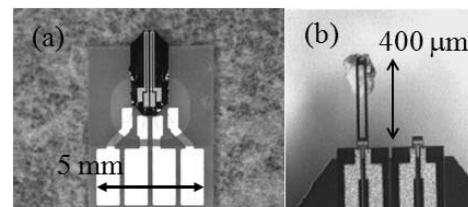


図 1

(a) カンチレバーの全体写真

(b) カンチレバー先端部分の拡大写真

( )

## カンラン石の水熱変成実験による隕石母天体での水質変成履歴の解明

理学研究科 博士前期課程 地球惑星科学専攻  
宇津木綾香 留岡和重 瀬戸雄介

最も太陽系初期の情報を保持している炭素質コンドライト隕石には、カンラン石 $[(\text{Mg},\text{Fe})_2\text{SiO}_4]$ と呼ばれる無水の鉱物が多量に含まれている。カンラン石は、水のある環境下では容易に含水鉱物に変化し、その含水鉱物の種類は隕石母天体によって異なることが知られている。

本研究では、隕石が母天体でどのような環境にあったのかを解き明すため、Fe,Mg比の異なるカンラン石を出発物質として、様々な温度・圧力及びpHの溶液と反応させた。実験生成物は、X線回折装置(XRD)や走査型電子顕微鏡(SEM-EDS)、透過型電子顕微鏡(TEM-EDS)を使って分析・観察した。

実験の結果、Fe-richな組成かつ高アルカリ条件下ではスメクタイト $[(\text{Mg},\text{Fe})_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2]$ と呼ばれる含水鉱物が生成することが分かった。一方、pHに関わらずMg-richな組成ではサーペンティン $[(\text{Mg},\text{Fe})_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4]$ と呼ばれる含水鉱物(アンチゴライトやクリソタイル)が生成した。また、Fe-richな組成かつ中性条件下では変成が起こりにくいことわかった。このような実験結果は、隕石母天体での水質変成条件を制限する上で重要な手掛かりになり得る。

## 二重変調を用いたカンチレバーESR測定の高感度化

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であることや、様々な光源を用いた多周波数測定が可能であることが挙げられる。現状では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の値を達成している。現在のセットアップでは、光変調法を用いたlock-in検出を用いている。しかしこの方法では変調周波数をカンチレバーの固有振動数に一致させるとspurious vibrationという熱的な効果による機械共振が生じ、測定感度が制限されてしまう。この問題を解決する上で二重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磁場変調を行うと同時に光源の強度変調を行い、それらの和周波数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、二重変調法による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.

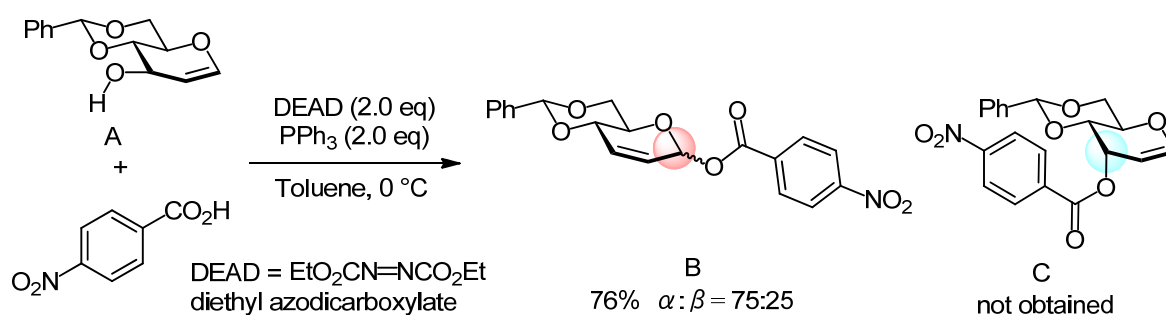
[2] E. Ohmichi, N. Mizuno, M. Kimata, H. Ohta and T. Osada, *Rev. Sci. Instrum.* **80** (2009) 013904/1-5.

## 光延反応を応用したグリコシド類の合成

理学研究科 博士後期課程 化学専攻

道上 恭佑、林 昌彦

グリコシドとは糖と様々な置換基がアノマー位に酸素や窒素等を仲立ちとして結合した化合物である。それぞれ仲立ちする原子を冠して *O*-グリコシド、*N*-グリコシド等と区別される。これらの一連の化合物は生理活性をもつものも多く、医薬品としても利用されている。しかしながら、グリコシド類を合成するために強力なルイス酸や重金属を用いるなど、反応条件が苛酷である場合も多い。私たちは光延反応剤を用いた温和な条件下で効率よくグリコシドを合成できることを見出し、様々な *O*-グリコシドや *N*-グリコシドの合成へと展開した。発表では反応の詳細と今後の展望について述べる。



## 医薬品を指向した新規ヌクレオシド類の合成研究

理学研究科 博士前期課程 化学専攻

内田 怜志、道上 恭佑、足立 美峰、林 昌彦

ヌクレオシド類は DNA などを構成する生体にとって必要不可欠な分子である。近年ではその簡潔な構造と生理活性が注目され、白血病治療薬などに臨床利用されている。このようなヌクレオシド類の合成例は報告されているが、促進剤として重金属類を用いるなどの問題点が残っている。本研究はピリミジン骨格を有する新規なヌクレオシドの効率的で環境負荷の少ない合成経路を開拓することを目的とした。本セッションでは図1のような合成法を用いた様々なヌクレオシド類の合成について議論する。

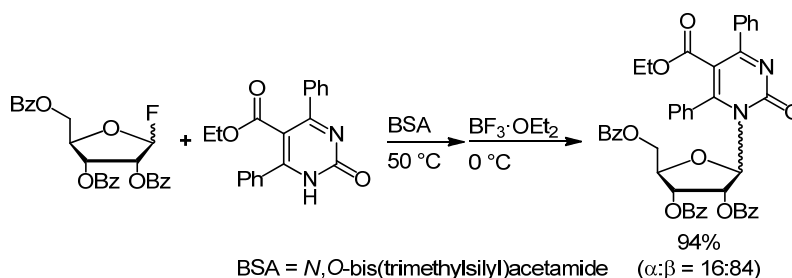


図1：ヌクレオシドの合成法



## 活性炭—過酸化水素系を用いる酸化反応

理学研究科 博士前期課程 化学専攻

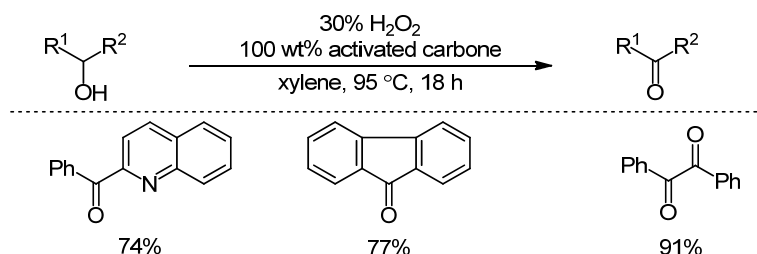
西田 俊介、林 昌彦

私たちの生活を豊かにする、機能性や生理活性を発現する分子を合成するために、酸化反応は必要不可欠である。しかし、広く用いられている酸化剤の多くはクロムのように有毒な重金属を含み、その結果、大規模に化学製品を作る過程で、膨大な量の重金属が環境にばらまかれ、汚染してきた。これら従来の酸化反応に置き換わる環境にやさしい触媒酸化反応として、私たちは活性炭—酸素系を用いた酸化反応を開発した[1]。

しかしながらこの反応の条件は、酸素雰囲気下である。酸素雰囲気下という条件は、実験室レベルでは扱いが容易であるが、この反応の工業化を鑑みると、爆発性の観点から課題が残っている。そこで、大規模スケールでも安全とされる 30%過酸化水素水を用いた。

本講演では、反応条件やアルコール類やアルキルアレーン類を対応するカルボニル化合物へ変換する活性炭—過酸化水素系酸化反応について議論する(Scheme 1)。

[1]M. Hayashi, *Chem. Rec.*, **8**, 252–267 (2008).



Scheme 1: 様々なアルコール類からカルボニル類への酸化反応

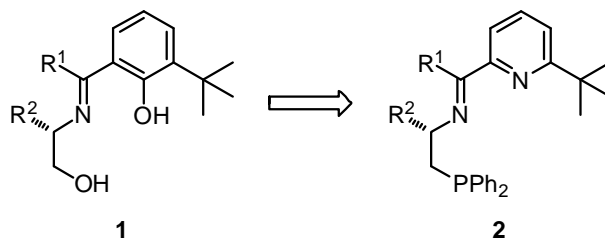
## 銅—シッフ塩基配位子系を用いたジアルキル亜鉛による環状エノンへの不斉1,4-付加反応の検討

理学研究科 博士前期課程 化学専攻

蛭子 靖弘、川村 健二郎、林 昌彦

有機金属種を用いたエノン類へのエナンチオ選択的1,4-付加反応は、最も重要な不斉炭素—炭素結合形成反応の一つである。その一例として有機金属種にジアルキル亜鉛を用いた反応が挙げられる。我々の研究グループはヘテロ原子として酸素、窒素を持つシッフ塩基 **1** を用い、炭素求核種としてトリエチルシリルシアニドやジアルキル亜鉛、ジケテンを用いたアルデヒド類への高エナンチオ選択的付加反応を報告してきた。これらの反応では高いエナンチオ選択性発現のために、フェノール性水酸基のオルト位にかさ高い *tert*-ブチル基が必須であることが分かっている。

今回、新たにヘテロ原子として窒素、リンを持つシッフ塩基 **2** を開発し、銅—シッフ塩基 **2** 系を触媒とした環状エノンへの不斉1,4-付加反応の検討を行った。ポスターではその結果とエナンチオ選択性発現の機構について考察する。



## ケルセチンによる GLUT4 細胞膜移行促進効果の作用機構の解明

農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻  
蘇鐘侃、芦田均

【目的】本研究室では、これまでの研究によりケルセチンが筋肉細胞における糖取り込み活性を促進させることを見出している。しかし、それらの作用機構は解明されていない。本研究では、ケルセチンによる糖取り込み促進作用機構の解明を目的とした。【方法】分化したラット骨格筋由来 L6 筋管細胞に、ケルセチンを 1 nM-10 μM で 15 分間作用させた後に細胞膜タンパク質画分と全タンパク質画分を調製した。GLUT4 の細胞膜移行とその上流にあるタンパク質(IR、IRS-1、PI3K、PKC、Akt、AMPK)のリン酸化および発現量はウェスタンブロット法を用いて評価した。【結果と考察】ケルセチンは L6 筋管細胞において、濃度依存的に GLUT4 の膜移行を誘導し、作用濃度 10-100 nM で細胞膜上における GLUT4 の存在量が顕著に増加することが判った。この結果から、ケルセチンによるグルコースの取込み促進作用は、GLUT4 の細胞膜移行に依存することが示唆された。作用機構解明のため、免疫沈降法を用いてインスリン受容体(IR)のリン酸化を検討したところ、IR はリン酸化されていなかったが、その下流のタンパク質である IRS-1、PI3K ならびに PKC のリン酸化は促進されていた。また、インスリン依存的な PI3K のリン酸化は Akt のリン酸化を誘導するが、ケルセチンは Akt をリン酸化させなかった。さらに、ケルセチンは細胞のエネルギー恒常性の調節因子である AMPK のリン酸化も促進させた。これらの結果から、ケルセチンはインスリン伝達経路の一部と AMP 経路とを介して GLUT4 の膜移行を誘導するが、その作用はインスリンとは異なることが明らかとなった。

## S=3/2 Cr-Jarosite の ESR測定

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻  
中田亮平

交換相互作用で結合する反強磁性体の磁性は幾何学的構造に影響される。特に三角形の頂点にスピンのあり、それぞれが反強磁性的な相互作用を持つときは、単純な反強磁性的なスピン配置がとれないため、その基底状態は多重に縮退している。このような系は幾何学的フラストレーションと呼ばれ大変興味を持たれている。その中でもカゴメ格子反強磁性体は幾何学的フラストレーション効果の強い系として理論的に示され、近年盛んに研究されている。本研究はその中のジャロサイト系の  $\text{KCr}_3(\text{OH})_6(\text{SO}_4)_2$  に注目し実験を行った。

この系の磁性イオン Cr ( $3d^3, S=3/2$ ) はカゴメ格子を形成し(図1)、 $T_N=5\text{K}$ 付近で反強磁性転移を起こす。しかしワイス温度  $\Theta=-79.3\text{K}$  の絶対値はそれよりはるかに大きく、フラストレーションの強さの指標  $T_N/|\Theta|$  は16程度である。これは強いフラストレーションが生じていることを示唆しており、発表では ESR で見られるフラストレーションについて詳しく報告する。

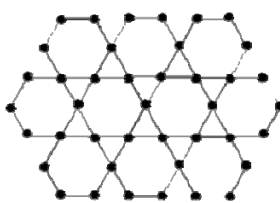


図1 カゴメ格子

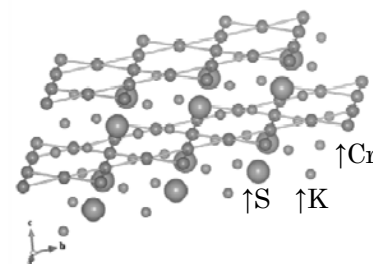


図2  $\text{KCr}_3(\text{OH})_6(\text{SO}_4)_2$  結晶

## Single Crystal Growth, Electrical and Magnetic Properties in $RT_2Al_{10}$ (R=rare earth, T=Fe,Ru,Os)

理学研究科 博士後期課程 物理学専攻

迫田将仁、久保田和宏、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、摂待力生、大貫惇睦、松田達磨、芳賀芳典

The ternary rare-earth compounds  $RT_2Al_{10}$  (R = rare earth, T = Fe, Ru, Os) crystallize with orthorhombic structure [1]. Among them, Ce-based compounds have attracted much attention because of the heavy-fermion behavior accompanied by a novel long-range order.  $CeRu_2Al_{10}$  and  $CeOs_2Al_{10}$  show similar phase transitions at  $T_0 = 27.3$  K and 28.7 K, respectively [2, 3], while  $CeFe_2Al_{10}$  shows a Kondo semiconductor like behavior without any phase transitions down to low temperatures [4]. In order to understand the mechanisms of these phenomena, the information of physical properties of the reference compounds  $LaT_2Al_{10}$  and  $PrT_2Al_{10}$  might be helpful. In this work, we have succeeded in growing single crystals of  $RT_2Al_{10}$  by Al self-flux method, and investigated the physical properties by the X-ray diffraction, electrical resistivity, magnetoresistance, Hall effect and magnetic susceptibility. For  $LaRu_2Al_{10}$ , we have succeeded in observing the de Haas-van Alphen (dHvA) effect [5].

[1] V. M. T. Thieder *et al.*, *J. Mater. Chem.* **8** (1998) 125. [2] A.M. Strydom, *Physica B* **404** (2009) 2981.

[3] T. Nishioka *et al.*, *J. Phys. Soc. Jpn.* **78** (2009) 123705. [4] Y. Muro *et al.*, *J. Phys. Soc. Jpn.* **78** (2009) 083707. [5] M. Sakoda *et al.*, *J. Phys. Soc. Jpn.* **80** (2011) 084716.

## シアニン色素DTTCIにおける多光子反応の研究

理学研究科 博士前期課程 化学専攻<sup>A</sup> 神戸大研究環<sup>B</sup> 神戸大分子フォト<sup>C</sup>

古田康一<sup>A</sup>、冬木正紀<sup>B</sup>、和田昭英<sup>A,C</sup>

【序】シアニン色素類は光異性化反応や3重項発生などの光反応が広く研究されており、光反応ダイナミクス研究や光反応制御のモデルケースとして適している。シアニンの種類によっては、1光子励起の異性化反応が起きにくいが多光子励起では異性化しやすい分子種が知られている。これは第一電子励起状態の異性化エネルギー障壁を回避できるためであると考えられている[1]が、このダイナミクスにはまだ不明な点も多い。今回我々はこのシアニンの多光子光異性化反応について制御も視野に入れて、時間分解分光による観測を行った。

【結果と考察】長鎖シアニンの一種DTTCIを超短パルスレーザーで励起したところ、元の分子の吸収の長波長側と短波長側に5ナノ秒以上の寿命を持つ過渡吸収が観測された。これらの分子種は過去のシアニン類の研究から、光異性体や三重項などが考えられる。【光子数決定】これらの分子種の生成量はどちらも励起パルス強度に対して2次で増加したことから、主に2光子過程で生成することが分かった。【中間状態ダイナミクス】さらに詳しいダイナミクスを調べるために近赤外ダブルパルスで励起する実験を行った。その結果、生成量の励起パルス間隔依存性は、励起パルス時間幅よりも長い指数関数的減衰を示した。これは、実準位を経由した2光子2段階励起が起こっており、中間準位である第一電子励起準位上でのIVRや溶媒和などの緩和ダイナミクスが励起パルス間隔依存性に表れていると考えられる。

[1] K. Kasatani *et al.* *Chem. Phys.* **83** (1984) 461-469

## 充填スクッテルダイト化合物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>、首都大学東京<sup>2</sup>、SPring-8<sup>3</sup>

竹内和也、瀧川陽<sup>1</sup>、菅原仁<sup>1</sup>、佐藤英行<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。本研究では充填スクッテルダイト化合物の  $\text{PrFe}_4\text{P}_{12}$  と  $\text{CeRu}_4\text{Sb}_{12}$  に対して高圧低温での赤外分光を行った。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た。 $\text{PrFe}_4\text{P}_{12}$  は圧力を上げると 10 K 以下の低温で電気抵抗が急激に上昇する[1]。この物質に対して高圧赤外分光を行うと 5 GPa において低温で急激な反射率の減少が見られた。圧力をさらに上げると、より高温から反射率が減少し始めた。この反射率の減少は、室温で金属的性質だったものが低温で半導体的性質を見せていることを示す。 $\text{CeRu}_4\text{Sb}_{12}$  は 6 GPa よりも圧力を上げていくと、低温で電気抵抗が増加する[2]。我々は過去に 8 GPa までの赤外分光を行っており[3]、今回新たに 16 GPa まで赤外分光を行った。この結果についても報告する。

[1] H. Hidaka et al., Phys. Rev. B **71** (2005) 073102

[2] N. Kurita et al., J. Magn. Magn. Mater **272-276** (2004) e81

[3] H. Okamura et al., J. Phys. Soc. Jpn. **80** (2011) 084718

## マイクロカンチレバーを用いた微小力測定系の開発とその応用

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻, 分子フォトサイエンス研究センター A

坪倉大地, 大道英二, 太田仁<sup>A</sup>

マイクロカンチレバーを用いた微小力測定は、物理計測において非常に強力な手段である。この測定手法においては、微小力によるカンチレバーのたわみをどのように検出するかが重要となる。

我々はこの検出方法について、測定系の高感度化を狙って、新たにファブリペロー干渉計の原理を利用した。カンチレバー表面と、その背面に配置した光ファイバの端面でファブリペロー干渉計のキャビティを構成する。カンチレバーがたわむことで光路差が変化すると、ファイバ内部の反射波の干渉強度に反映され、このレーザー光の干渉を検出することで微小変位の計測を行う。この手法は他の検出方法に比べて感度もよく、また様々なカンチレバーに対して適用できるという利点がある。

今回開発した装置は、カンチレバーの微小変位をノイズレベル 0.1 nm オーダーの精度でリアルタイムに測定することが可能である。図1は、この測定系を用いてカンチレバーの熱振動を計測したものである。

我々はこの微小力測定系を応用し、高周波高磁場ESR測定装置の開発を行っている。さらに、真空場の揺らぎに起因するとされているCasimir力の測定も試みている。開発した装置ならびに詳細な性能、応用については発表当日に報告する。

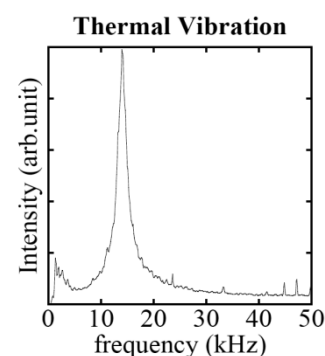


図1 カンチレバーの熱振動スペクトラム

## The determination of cell fates to premature senescence and apoptosis by the cellular levels of DNA damage

理学研究科 博士前期課程 生物学専攻<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>

中野真行<sup>1</sup>、吉川潮<sup>2</sup>、鎌田真司<sup>2</sup>

Premature senescence (PS) is an acutely inducible, telomere-independent, and stress-responsive form of cellular aging. The stimuli causing DNA damage, such as chemotherapeutic drugs, reactive oxygen species, and ionizing radiation, could lead the cells to PS as well as apoptosis, however, it still remains unclear how PS or apoptosis is differentially determined. Here, we investigated the molecular mechanisms determining PS and apoptosis using HepG2 cells treated with etoposide (VP16), which activates ATM-mediated DNA damage response. Cells treated with VP16 showed DNA damage in a manner dependent on its concentration as judged by immunofluorescence analysis with  $\gamma$ -H2AX and 53BP1. The low concentration (10 $\mu$ M) of VP16 effectively induced PS, whereas the cells treated with the high concentration (100 $\mu$ M) underwent apoptosis, which were assessed by Senescence Associated- $\beta$ -Gal and Annexin V/PI assays, respectively. These results indicated that the levels of DNA damage are crucial for cell fate decision to PS and apoptosis. In addition, the abrogation and inactivation of ATM using siRNA and KU-55933, a specific and potent inhibitor of ATM, respectively, decreased both PS and apoptosis. On the other hand, the suppression of Chk2 by its specific inhibitor, a downstream effector of ATM, reduced apoptosis but not PS cells. Furthermore, several differences were detected in the phosphorylation states of ATM and Chk2 between cells treated with the low and high concentrations of VP16. Collectively, the results suggested that determination of PS and apoptosis may be made by the phosphorylation of ATM and Chk2 depending on the levels of DNA damage.

## LC/MS/MSを用いた酸化ストレスマーカー8-OHdGの分析方法の確立と黒大豆種皮抽出物による8-OHdG生成の阻害効果

農学研究科 博士後期課程 生命機能開発専攻

張 天順、保田 倫子、中村 俊之、芦田 均

【背景・目的】8-Hydroxydeoxyguanosine (8-OHdG)は、酸化ストレスによりDNA中のdeoxyguanosineから生成し、様々な疾病の発症や老化の指標となる。本研究では、2,2'-azobis dihydrochloride (AAPH)により誘導された8-OHdGのLC/MS/MSによる測定方法を確立し、黒大豆種皮抽出物 (BE)に含まれるpolyphenolによる8-OHdG生成の阻害効果を検討した。【方法】LC/MS/MS分析により、8-mercaptoguanosine を内部標準として8-OHdGを定量的に分析する方法を確立した。BEとそれに含まれるpolyphenol [catechin、epicatechin、cyanidin 3 glucoside (C3G)、procyanidins]の阻害効果を調べるため、これらをヒト肝臓癌由来HepG2細胞に短時間(1 h)と長時間(36 h)作用させた後、核を回収した。これにAAPHを3時間作用させ、DNAを抽出・精製した。確立した方法を用いて、DNA中の8-OHdG生成量を測定して阻害効果を評価した。【結果】確立した方法による8-OHdGの検出限界は1 nMであった。BE中のpolyphenolを短時間作用させた場合、procyanidinの dimerと trimer、catechinおよびepicatechinは8-OHdGの生成を阻害したが、C3Gは阻害しなかった。さらに、長時間作用させた場合、procyanidinの tetramerも抑制効果が見られた。これらの結果から、BEに含まれるprocyanidin類、catechinおよびepicatechinが8-OHdGの生成阻害に有効であることが判った。

## 酸化グラフェンを充てんした高分子ナノ複合材料の構造と物性

工学研究科 博士後期課程 応用化学専攻  
森棟せいら、西野孝、後藤拓也

カーボンナノチューブなどの炭素系ナノ材料は、力学物性、熱物性および電気特性などの優れた物性を有することから幅広い分野で注目を集めている。しかしながら、これら材料のコストが高いことに加え、生体安全性への疑問や、高分子中での分散性が低いために複合化の際に期待される物性が発現しない等の問題により、高分子複合材料への利用に限界が生じている。近年、厚みが原子1個分の炭素原子シートから成るグラフェンが、2004年のGeimらによる単離成功を発端に世界中に広がり、その特異な構造や物性が明らかにされている。その中で、グラフェンのシート表面に含酸素官能基を有する酸化グラフェン(GO)は、従来のカーボン系ナノ材料では困難とされていた水中での分散が極めて良好であることが知られている。

本研究では、水を分散媒体として用いることにより、GOと水溶性高分子ポリビニルアルコール(PVA)を組合せ、PVA/GOナノ複合材料を作製した。作製した複合材料中ではGOがナノ次元で分散していた。図には、PVA/GOナノ複合材料の弾性率及び強度を示した。1wt%以下のわずかな充てん率にもかかわらず、力学物性は飛躍的に増加した。さらに、熱物性やバリア性も大きく上昇することが明らかになった。したがって、従来の炭素系ナノ材料における問題点を克服する新しい炭素系ナノ材料充てん高分子複合材料の創製に成功した。

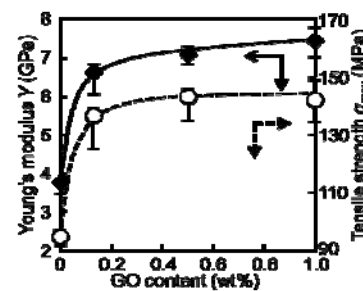


Fig. Young's modulus (Y), tensile strength ( $\sigma_{max}$ ) and GO content of PVA film and PVA/GO nanocomposites.

## エレクトロスピンングを用いた全ポリ乳酸ナノ複合材料の創製

工学研究科 博士前期課程 応用化学専攻  
富宅陽子、西野孝

<緒言>植物由来高分子であるポリ乳酸は、石油の代替資源として注目を集めている。しかし材料化に際しては、硬くて脆く、強靱性の低いことが問題視されてきた。その改善策として、ポリ乳酸にガラス繊維等を充てんして複合化する手法が挙げられるが、廃棄処理の観点から環境調和性に優れるとは言い難い。ところでポリ乳酸は、L体(PLLA)とD体(PDLA)を等量混合することにより、ステレオコンプレックス(scPLA)を形成し、各単体よりも耐熱性や力学物性が上昇することが知られている。そこで本研究では、エレクトロスピンニング(ES)法を用いて、芯成分がscPLA、鞘成分がPLLAである芯鞘構造を有するナノ繊維を作製し、鞘成分を融着させることにより全ポリ乳酸(*all*-PLA)ナノ複合材料の創製を試みた。

<実験方法>scPLA, PLLAを各溶媒に溶解し、芯鞘ES法に供した。コレクターには高速回転ディスクを用いることで、一軸方向に配列したナノ繊維を得た。これを150°Cで延伸し、次いで180°Cで60分間加熱し、PLLAのみ熱融着させることにより、*all*-PLAナノ複合材料を作製した。この複合材料について構造と物性を評価した。

<結果>図には、PLLAマトリックスと*all*-PLAナノ複合材料の応力-ひずみ曲線を示した。PLLAマトリックスに比較して、複合材料においては引張強度の上昇に加え、破断ひずみが大きく上昇し、それに伴って強靱性が格段に改善された。

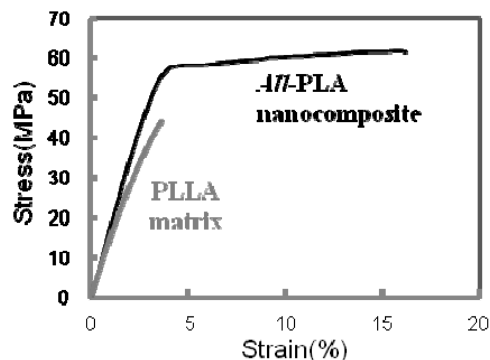


Fig. Stress-strain curves of PLLA matrix, *all*-PLA composite.

## アンニンコウ低分子画分の筋肉細胞におけるグルコース取込み促進作用

農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻、株式会社岩出菌学研究所<sup>1</sup>白尾健、葛丹瑤、澤田圭介、原田栄津子<sup>1</sup>、芦田均

本研究では、食品成分による高血糖の抑制を念頭に置き、破骨細胞形成抑制作用<sup>1)</sup>、抗酸化作用および抗炎症作用<sup>2)</sup>が認められているサルノコシカケ科マイタケ属の食用キノコのアンニンコウ (*Grifola gargal*)<sup>3)</sup> がラット骨格筋由来 L6 細胞のグルコース取込みを促進するか検討すると共に有効分子の分画および特定を試みた。まず、血糖降下作用や脂肪蓄積抑制作用などの抗肥満効果<sup>4)</sup>が確認されているアンニンコウの熱水抽出物中の低分子画分を分子量 6000 の限外濾過膜にて分画した (GLF, 分子量 6000 以下)。これを L6 細胞に作用させたところ、GLF は作用濃度依存的にグルコース取込み活性を亢進し、その作用はインスリンと相加的であった。また、GLF は細胞膜上の糖輸送担体 4 型 (GLUT4) を増加させるとともに、その細胞質から細胞膜への局在移行に関与する PKC $\zeta$  のリン酸化を促進した。次に、有効分子の探索を目的として GLF をサイズ排除クロマトグラフィーにより A-F の 6 種に分画した。これらの有効性についてグルコース取り込み活性促進効果を指標として評価したところ、GLF-C と GLF-E に特に強い活性を認めた。これらの結果から、アンニンコウは筋肉細胞のグルコース取り込みを促進し、GLF-C と GLF-E にその有効成分が含まれていることが示唆された。

1) Wu J. *et al.*, *Tetrahedron*, 67 (2011) 6576-6581.2) Ito T. *et al.*, *Food Sci. Technol. Res.*, 17 (2011) 103-110.3) 原田栄津子ほか, *日菌報*, 51 (2011) 71-76.4) 原田栄津子ほか, *日本農芸化学会 2011 年度大会講演要旨集*, 68 項.

## ルテオリンによる薬物代謝系酵素第 I, II 相酵素の発現調節

農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻

姜嵩岩、芦田均

Aryl hydrocarbon receptor (AhR) はダイオキシン類などのリガンドと結合することで活性化して、薬物代謝酵素の発現を誘導する転写因子である。近年、薬物代謝第 II 相酵素の遺伝子の発現を担う Nrf2 と AhR とがクロストークして薬物代謝酵素の発現を制御する可能性が報告されている。我々はこれまでに、フラボンのひとつであるルテオリンが AhR の活性化を抑制することを見出した。本研究では、AhR と Nrf2 を介した薬物代謝酵素の発現におけるルテオリンの影響について検討した。マウス肝癌由来 Hepa-1c1c7 細胞とラット肝上皮由来 RL-34 細胞に TCDD または tBHQ を作用させ、薬物代謝系第 I 相酵素 (CYP1A1) と第 II 相酵素 (NQO1, GST $\alpha$ , GST $\mu$ , GST $\pi$ ) の発現をウェスタンブロットにより検討した。次に、ルテオリンをこれらの細胞に作用させた後に、TCDD あるいは tBHQ を 24 時間作用させ、ルテオリンが薬物代謝系第 I, II 相酵素の発現誘導に及ぼす影響を検討した。

Hepa-1c1c7 細胞と RL-34 細胞において TCDD により誘導された CYP1A1 の発現はルテオリンの濃度依存的に抑制された。また、RL-34 細胞において tBHQ により誘導された GST $\alpha$ ,  $\mu$  ならびに  $\pi$  の発現はルテオリンの濃度依存的に抑制された。さらに、RL-34 細胞においては tBHQ によってのみ誘導され、Hepa-1c1c7 細胞においては TCDD と tBHQ のどちらによっても誘導された NQO1 の発現もルテオリンの濃度依存的に抑制した。これらのことから、CYP1A1, GSTs ならびに NQO1 はそれぞれ AhR と Nrf2 により発現が制御され、その発現機序がルテオリンに調節されていることが分かった。

## 流路構造を含んだ光導波路バイオセンサーに関する研究

工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻

宮崎公毅、岸本樹、森脇和幸

光通信に主に用いられている光導波路は、センサーに応用することで、センサーの小型化、多機能化、高感度化などの将来性がある。しかしながら、光導波路と検体を流す流路構造の一体化技術はまだ確立されていない。そこで、流路が導波路に接する構造等一体化の提案をし、その特性を評価することが光導波路バイオセンサーの実現への課題となる。本研究では、光導波路に適した流路構造を提案し、検体に色素として使われているメチレンブルーを用いてセンシング特性を評価し、センサーとしての実用性の基礎評価を目的とする。

センシングの基礎評価のために、検体を一定濃度にしたときの出力時間変化、濃度を変化させたときの出力変化を測定した。まず、検体が導波路上を順次満たして流れていく状況を作り、測定をした結果、検体の接する導波路長に対する線形的な出力変化が得られた。次に、濃度の異なる検体を連続的に流し、濃度変化に対する出力変化の測定をした結果、検体が入れ替わる際の以前の履歴を消す処理が必要となるものの、濃度に応じた出力変化が得られた。これらの結果から、流路構造を含んだ光導波路センサーに必要な基礎特性が得られた。

また、今回は、メチレンブルーの光吸収による光出力変化を利用したが、検体として生化学物質を用い、また干渉効果等を利用したセンサーの高感度化が今後の課題となる。

## SmPd<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

井上雄太、松岡英一、熊内功紀、菅原仁、櫻井敬博<sup>A</sup>、太田仁<sup>B</sup>、

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SmPd<sub>3</sub>S<sub>4</sub>に注目した。図1に示すようにSmPd<sub>3</sub>S<sub>4</sub>の磁化率はネール温度  $T_N = 2.5$  Kで二次の反強磁性転移で見られるカuspではなく、一次相転移的な急減を示すことから、何らかの多極子相互作用が反強磁性転移に影響を及ぼし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Smを非磁性のYで置換したSm<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。 $T_N$ で反強磁性と多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。講演では電気抵抗測定の結果についても発表する。

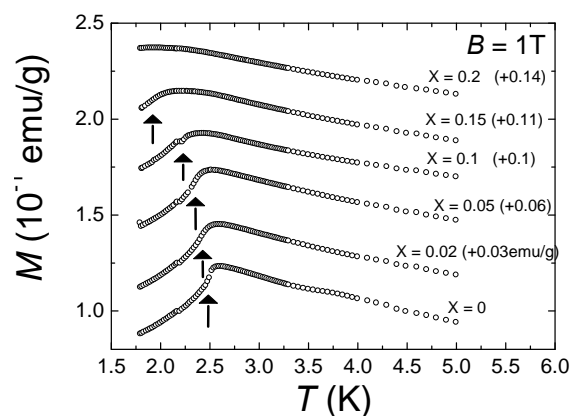


図1 Sm<sub>1-x</sub>Y<sub>x</sub>Pd<sub>3</sub>S<sub>4</sub>の磁化率の温度依存性



## Auナノロッドの表面プラズモン励起によるEr,Yb共添加Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>薄膜のアップコンバージョン発光増強

工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻<sup>1</sup>

中野泰志<sup>1</sup>、藤井稔<sup>1</sup>、今北健二<sup>1</sup>、鶴岡孝昭<sup>2</sup>、赤松謙佑<sup>2</sup>、林真至<sup>1</sup>

アップコンバージョン(UC)発光とは長波長の光を短波長に変換する現象であり、その応用は多岐に渡る。近年、金属の表面プラズモンを用いることで高効率なUC発光を得る試みが盛んに行われている。本研究ではAuナノロッドのdimer, trimer, tetramer等小さい凝集体とUC発光増強度の関係を調べることでその増強のメカニズムについて議論する。

FIG.1(a), (b)に同一箇所のUC発光像とSEM像を示す。SEM像にAuナノロッドもしくはその凝集体が確認できるが、発光増強は3箇所でしか確認できない。このような解析を多数のAuナノロッドに対して行ったところ、全ての単一のAuナノロッドでは増強効果がみられなかったが、dimerから増強効果が発現し、その増強度は凝集体間で大きく異なることが明らかとなった。これらの結果はAuナノロッド間のギャップがUC発光増強のホットスポットとして作用していることを示唆している。

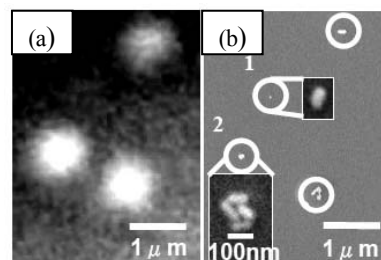


FIG. 1. (a) UC PL image of the Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:Er<sup>3+</sup>,Yb<sup>3+</sup> thin film covered with Au nanorods. Excitation wavelength is 975 nm. (b) Corresponding SEM image. Au nanorods are indicated by circles. Insets are enlarged images of regions 1 and 2.

## Yamato81020 CO3.0炭素質コンドライトの微細組織観察によるコンドリュール・マトリックスの形成履歴の推定

理学研究科 博士前期課程 地球惑星科学専攻

森家智嗣 留岡和重 瀬戸雄介

炭素質コンドライトは初期原始太陽系の情報を保持する、最も始原的な岩石である。CO3.0コンドライトは、炭素質コンドライトの中でも、熱や水や衝撃による変成をほとんど受けていない始原的なコンドライト(Scott et al. 1994)として知られている。しかし、その一つであるYamato81020隕石を詳細に取り扱った研究は少なく、その形成履歴を明らかにすることは初期太陽系の全容を知ることと直結する。そこで本研究では、COコンドライトの大部分を構成するコンドリュールとマトリックスに焦点を絞り、SEM-EDSを用いた観察・分析を行った。

コンドリュールの斑晶はMg-richなオリビンや輝石で構成され、大規模な熱変成は経験していないと考えられるが、一部のコンドリュールの外縁部にわずかに含水鉱物相が存在することを確認した。また、マトリックスは主に細粒でFe-richなオリビンで構成されるが、幾つかのエリアは周囲のマトリックスと異なる化学組成を示す。その一部では、含水鉱物であるサーペンティンやフランボイダルマグネタイトが見つかった。これらのことから、このコンドライトは全体としては大規模な変成を経験していないが、一部で強い水質変成を経験したことが示される。また、メルトポケットと呼ばれる衝撃溶融脈の発見から、CO母天体上では衝撃による角礫化も起きていたと考えられる。以上の結果から、CO母天体上でははじめ、水の存在する箇所が点在しており、角礫化などの強く混じり合うようなイベントを経験することによって、現在の姿に至ったものと考えられる。

## 放射光照射した石英系ガラス膜の表面構造に関する研究

工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻  
播磨孝彦、森脇和幸

光ファイバーや光導波路に光グレーティングを作製するため、光誘起屈折率変化が使われている。現在、その光源としては主にエキシマレーザを使用している。本研究では、光源としてシンクロトロン放射光 (SR) を用いることにより高効率で大きな屈折率変化を目指し、そのために必要な放射光照射による試料の構造変化の解析を目的としている。

SR の照射は、兵庫県立大学高度産業科学技術研究所の NewSUBARU-BL6 で行った。蓄積リングエネルギーは 1.0GeV であり、概ね臨界波長 1nm より長波長の SR が照射される。Si 基板上に FHD 法 (Flame Hydrolysis Deposition) により堆積した GeO<sub>2</sub> 添加 SiO<sub>2</sub> 膜 (膜厚 0.5-4.5 μm) に未分光の SR を照射した。これまでの実験で表面改質層の存在が示唆されているので、AFM で表面モフォロジーの評価を行った。その結果、ガラス粒子の変化と、照射量に依存するガラス膜表面の平滑化が観測された。また屈折率変化につながる SR 照射前後の体積変化を調べた。SR 照射境界部分において、AFM による段差測定を行ったところ、膜厚 4.5 μm の試料においては膜厚の減少、膜厚 0.5 μm の試料においては膜厚の増加という結果が得られた。原因として、ガラスの圧縮や膨張、または表面の蒸発による膜厚の減少等が考えられる。

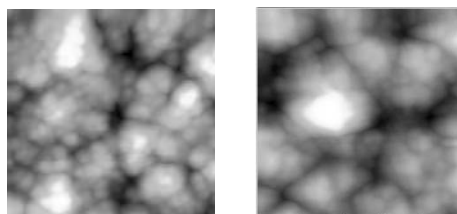


図 1. AFM 像 (左 : 非照射、右 : 4600mA · h)

## 極性溶媒分散性を有する近赤外発光 Si ナノ結晶

工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻  
福田 真俊、藤井 稔、杉本 泰、今北 健二、林 真至

Si ナノ結晶は室温で可視から近赤外領域で発光を示すことから発光素子やバイオイメージングへの応用に向けた研究がなされている。特に、液体中に分散した Si ナノ結晶コロイドは、様々な応用が期待されており注目されている。Si ナノ結晶を溶液中で分散させるためには、有機分子で表面修飾する必要がある。しかしながら、表面修飾 Si ナノ結晶は一般に長期間の安定性に乏しく、さらに有機物がデバイスの障害となる場合がある。我々は、有機物による表面修飾無しに極性溶媒中に分散する発光性 Si ナノ結晶を開発した。具体的には、Si ナノ結晶に n 型の不純物である P と p 型の不純物である B を同時にドーピングすることにより、溶液中で凝集せず分散性の非常に高い Si ナノ結晶を作製した。

図 1 に作製した Si ナノ結晶の TEM 像を示す。格子間隔は約 3.14 Å であり、直径約 5 nm 程度の Si ナノ結晶が分散していることがわかる。TEM 観察では、Si ナノ結晶の凝集は全く観察されなかった。溶液の透過率は透明領域でほぼ 100% であり、作製後 5 ヶ月程度経過後も透過率の低下は見られなかった。作製直後の試料は約 1.1 eV にピークを持つブロードな発光を示し、作製 5 ヶ月経過後も発光を示した。

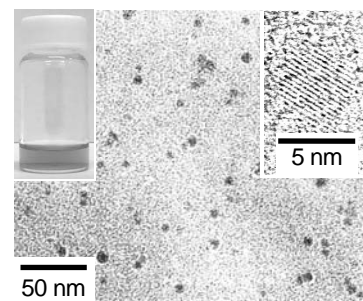


図 1. P,B 同時ドーピング Si ナノ結晶分散溶液の TEM 像。(挿入図) 左上:溶液の写真。右上:Si ナノ結晶の高分解能 TEM 像。

## 膜輸送制御に関与する Rab5 分裂酵母ホモログ Ypt5 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>

真核生物は、膜小胞を介した膜輸送によって、異なる細胞小器官の間で物質をやりとりしている。低分子量 G タンパク質である Rab ファミリータンパク質は、この選択的な小胞輸送において重要な役割を担う。Rab タンパク質は、不活性型と活性型の 2 つの型の変化によって、小胞輸送における分子スイッチとして働いていると考えられている。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。近年では、ファゴソームの成熟や、染色体整列などにも Rab5 が関与しているという報告もあり、Rab5 が様々な細胞内機能を担っていることが考えられる。Rab5 は、哺乳動物において 3 つのホモログが存在し、その活性化因子の候補は 7~16 個も存在するため、Rab5 を介したシグナル伝達機構を理解するのは困難で、未だ不明な点が多い。分裂酵母は、Rab5 ホモログとして Ypt5 ひとつ、その活性化因子の候補を 2 つのみ持ち、Rab5 のシグナル伝達機構を解析するために適したモデルであるといえる。これまでに我々は、分裂酵母の *ypt5* 変異株での表現体を解析することによって、Ypt5 が増殖や細胞形態形成などの様々な機能に関与すること、GFP を融合させた Ypt5 の観察により Ypt5 がエンドソーム様のドット状の局在をすることを見出してきた。そこで、Ypt5 の細胞内局在についてさらに詳しく調べ、野生型と異なる形態を持つ *ypt5* 変異株と野生型株の体積について比較を行った。さらに、Ypt5 の下流因子であると考えられる因子についても検討を行った。

## スピネル化合物 $\text{GeCo}_2\text{O}_4$ の単結晶試料を用いた強磁場 ESR 測定

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻

山崎 達也

スピネル化合物である  $\text{GeCo}_2\text{O}_4$  は磁性元素である Co がパイロクロア位置を占める[1]。これにより 3 次元のフラストレーションが期待されている[2]。比熱、帯磁率と中性子の測定から  $T_N = 20.6\text{K}$  において構造相転移を伴う反強磁性転移を起こす[2, 3]。本研究ではスピンドYNAMIX を調べる目的で ESR 測定を行った。測定は最大磁場が 16T、温度範囲が 1.9 K から 265 K、周波数は 60 から 762 GHz までの測定を行った。図 1 に 315GHz における ESR スペクトルの温度変化を示す。173K 以下で  $g \sim 5$  付近にブロードな吸収が観測されている。この吸収は  $T_N$  に向かって高磁場側にシフトしていく。 $T_N$  以下で複数の反強磁性共鳴が観測され、共鳴磁場のシフトが観測された。さらに 3 K 以下で新しい吸収が現れ、この系が複雑な相を持つと期待される。

[1] S. Hara *et al.*, J. Cryst. Growth **283** (2005) 185

[2] S. Diaz *et al.*, Phys. Rev. B **74** (2006) 92404

[3] J. C. Lashley *et al.*, Phys. Rev. B. **78** (2008) 104406

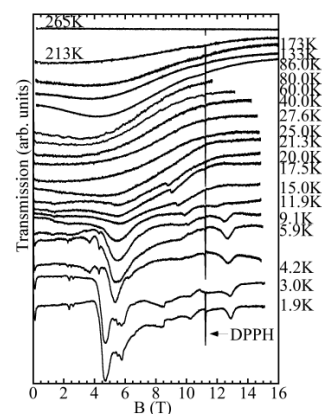


図 1: 315GHz における ESR スペクトルの温度変化

## FLAPW 法による結晶の原子位置での 電場勾配の理論的計算

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻

五宝 健

固体中では原子核は周りの電子や他のイオンからの影響を受けるので陽子の電荷分布の形状に応じて、エネルギー準位の分裂が起こる。この分裂した状態間のエネルギー差に相当する振動磁場を量子化軸に垂直に加えると電子の遷移が起きる。この遷移を核四重極共鳴(NQR)と呼ぶ。簡単な場合には、共鳴周波数は核スピン $I$ を用いて以下のようになる。

$$\text{核四重極共鳴周波数} : \nu_Q = \frac{3e^2qQ}{2I(2I-1)}$$

ここで  $eq = V_{zz}$  を電場勾配と呼ぶ。

本研究においては局所密度近似を用いた密度汎関数法で構成される第一原理バンド計算の手法であるFLAPW法を用いて理論的に結晶の原子位置での電場勾配を計算する。具体的にはLaOs<sub>4</sub>Sb<sub>12</sub>におけるSbサイトの電場勾配の計算を実行し、実験データとの比較を行う。

## 枯草菌の2成分制御系DegS-DegUによるカタボライト抑制の積極的解除

<sup>1</sup>農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻、<sup>2</sup>奈良先端大 情報科学研究科

<sup>1</sup>岩崎 香奈、<sup>2</sup>石川 周、<sup>1</sup>竹中 慎治、<sup>1</sup>吉田 健一

枯草菌の2成分制御系 DegS-DegU は多岐にわたる細胞機能に関与するが、その詳細な生理的意義や制御機構については不明な点が多い。本研究では、細胞内にリン酸化 DegU が蓄積する *degU32(hy)* 変異に着目し、DegU のリン酸化が過度に昂進した場合の細胞反応に着目している。枯草菌では代謝しやすい糖が豊富に存在する環境下では細胞内の FBP の濃度が上昇し、これが引き金となって CcpA/P-ser-HPr 複合体の形成が促進され、それが DNA に結合して不要な遺伝子の発現を抑制する (所謂カタボライト抑制)。我々は、*degU32(hy)* 変異によって複数の遺伝子のカタボライト抑制が積極的に解除されることを見出した。細胞内の代謝産物の濃度を測定したところ、*degU32(hy)* 変異株では解糖系の代謝産物である G6P、FBP、3PG、PEP 等の濃度が顕著に低下していた。これらの変動に関わる可能性がある酵素群の転写発現量を検討した結果、乳酸脱水素酵素をコードする *lctE* の発現が *degU32(hy)* 変異株では顕著に昂進していた。そして、*degU32(hy)* 変異のもとで *lctE* を破壊するとカタボライト抑制の積極的な解除は見られなくなった。以上の結果より、細胞内にリン酸化 DegU が蓄積すると *lctE* の転写が活性化し、乳酸を盛んに生産するためにピルビン酸が速やかに消費され、それに連動して細胞内の FBP 濃度が低下し、CcpA/P-ser-HPr 複合体の形成が妨げられて、結果的にカタボライト抑制の積極的な解除が起こると示唆された。しかし、リン酸化 DegU の蓄積と *lctE* の転写活性化を繋ぐ機構は未だ不明であり、その解明が現在の中心課題となっている。

## *Zea mays* cytochrome *b*<sub>561</sub> 膜貫通部位変異体における電子伝達機構の解析

理学研究科 博士前期課程 化学専攻

田中涼、亀井美奈、鏑木基成

Cytochrome *b*<sub>561</sub> は元々は動物神経系内分泌小胞膜に発見され、細胞質側と小胞内側にそれぞれ1つずつ合計2個のヘムを持った6回膜貫通構造をとっていると推定されている膜タンパク質であり、神経内分泌小胞における神経伝達物質の生合成に関与していることが明らかになっている。近年、植物組織中にも Cytochrome *b*<sub>561</sub> が存在することが明らかになったが、生理的役割、構造、電子伝達機能など、未だに不明な部分が多い。

本研究では、トウモロコシ *Zea mays* Cytochrome *b*<sub>561</sub> を用い、生理的な電子供与体と考えられているアスコルビン酸に由来する分子内電子伝達経路について解析を試みた。タンパク質の分子内電子伝達経路については、ペプチド主鎖をトンネル効果で伝わる経路と、芳香族アミノ酸側鎖間のホッピングにより伝わる経路の2つが提唱されている。そこで、*Zea mays* Cytochrome *b*<sub>561</sub> の2つのヘムの中間に位置する高度に保存された Gln134 (Q134) 残基と Phe142 (F142) 残基の2残基に注目し、合計6種の変異体 (Q134Y, Q134F, Q134A, F142Y, F142W, F142A) について、酵母 *Pichia pastoris* を用いた異種発現系によって発現させ、精製した。精製試料について、stopped-flow 法を用いて電子伝達反応の解析を行い、2つの経路のどちらが主な経路であるか調べた結果を報告する。

## 蛍光分光法によるシアノバクテリアの強光応答の波長依存性

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>, 神戸大院・工3, JST-CREST<sup>4</sup>

神戸 えりな<sup>1</sup>、横野 牧生<sup>2</sup>、藍川 晋平<sup>3,4</sup>、近藤 昭彦<sup>3,4</sup>、秋本 誠志<sup>1,2,4</sup>

光合成生物は効率的に光エネルギーを利用するために多数のアンテナ色素を有し、捕えたエネルギーを反応中心へと移動する。同時に、強光条件で生じる過剰なエネルギーを消光し、光障害から身を守るための光防御の仕組みをもつ。シアノバクテリアは地球上に最も古くから存在する酸素発生型の原核光合成生物である。近年、一部のシアノバクテリアにおいて、異なる光条件が異なるチラコイド膜の状態を誘導することが示唆されている[1, 2]。

本研究では、シアノバクテリア *Synechocystis* sp. PCC 6803 細胞に青 (460 nm), 緑 (515 nm), オレンジ (640 nm), 赤 (660 nm), 白色の強光を5分間照射したものをサンプルとし、定常蛍光スペクトルの測定を行った。また、時間分解蛍光分光法を用いた色素間のエネルギー移動の観測によって、シアノバクテリアの強光応答の波長依存性を検討した。

[1] Diana Kirilovsky, *Photosynth Res*, 93:7–16 (2007).

[2] Igor N. Stadnichuk, Evgeny P. Lukashev, Irina V. Elanskaya, *Photosynth Res*, 99:227–241 (2009).

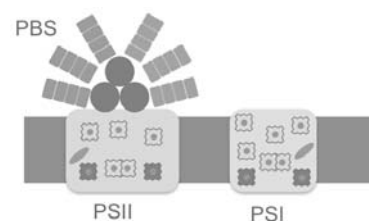


図1. チラコイド膜の模式図。

## MEMSカンチレバーによる静電容量型トルク計の作製

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磁化測定法の開発を行っている。この測定法では、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、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、静電容量検出に利用できるカンチレバーを作製した。また、デバイス化に向けて陽極接合装置を自作し、SOI基板とガラス基板との陽極接合に成功した。講演では、T型カンチレバー(図1)の作製プロセス、デバイス化に向けた試みについて報告する。

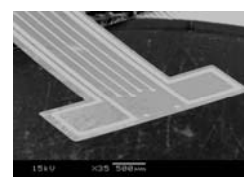


図 1:T 型カンチレバー

## FIRレーザーを用いた一次元ダイヤモンド鎖 $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$ (Azurite)の強磁場ESR測定

理科学研究科 博士前期課程 物理学専攻

小林拓未

フラストレーション系はスピンの幾何学的配置によりスピンの状態が一様には決まらないため、昨今注目を集めてきた。特に低次元性を持つフラストレーション配置は量子性とフラストレーションによる影響の二つがあるため大変興味深い。岡本らによる低次元フラストレーション系である歪んだ一次元ダイヤモンド鎖の理論計算により、この系の基底状態はフェリマグネティック、ダイマライズ、スピNFLUIDの3つの状態をとることが示されている[1]。今回測定したサンプル $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$ はAzuriteと呼ばれる炭酸塩鉱物である。Azuriteは磁性を担う $\text{Cu}^{2+}$ が $b$ 軸に沿って一次的に配置されており、 $\text{O}^2$ を介して超交換相互作用が働く $S=1/2$ の歪んだ一次元ダイヤモンド鎖反強磁性体であると考えられている[2, 3]。また、菊池らによる磁化の測定により、飽和磁化の1/3に相当するプラトー相が存在し、飽和磁場は $H_S=32.5\text{T}$ ということが報告されている[2]。

本研究ではX線回折で軸出しをしたAzuriteの天然鉱物単結晶試料を用いた。磁場領域はパルスマグネットを用い、飽和磁場 $H_S=32.5\text{T}$ を超えた磁場領域を含む最大50Tの範囲で、周波数はGunn発振器、BWO、FIRレーザーを用いて60-1000GHzの領域で $a, b, c$ の各軸に対する1.9Kにおける透過法でのESR測定を行なった。発表では我々の結果と従来報告されている結果を比較し、Azuriteの基底状態を議論する。

[1] K. Okamoto *et al.*, J. Phys.: Cond. Matt. **11**, 10485 (1999)

[2] H. Kikuchi *et al.*, Phys. Rev. Lett. **94**, 227201 (2005).

[3] H. Ohta *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **72**, 2464 (2003)

## 無細胞再構成系によるヌクレオチド除去修復反応機構の解析

理学研究科 博士前期課程 生物学専攻  
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  
戸根大輔、菅澤薫

DNAは様々な要因により、損傷を受けており、DNA損傷を修復することは、生命の維持において非常に重要である。この中でヌクレオチド除去修復（NER）は紫外線により生じる損傷を主な対象とする。本研究ではこのNERの詳細な分子機構を解析するため、組み換え精製タンパク質を用いた無細胞再構成系を構築し、実験を行った。まず、NERに必須であることが知られている6つの因子（XPA, XPC, TFIIH, RPA, XPF, XPG）によりNER反応が再現できていることを確認した。しかしながら、組み換えタンパク質を用いた再構成系では、細胞抽出液を用いた場合ほどの活性は得られず、修復効率が大幅に低下した。そこで、HeLa細胞抽出液を様々な方法で分画し、再構成系に加えたところ、特定の画分を加えた場合にNER活性の著しい上昇が確認できた。このことからNERに関わる従来知られていない新たな修復因子の存在が強く示唆された。この新規因子の同定を行うため、HeLa細胞抽出液のさらなる分画精製、および質量分析を行った。その結果Casein Kinase II（CKII）が同定された。CKIIを再構成系に加えたところ、活性の上昇が確認できた。ここから、再構成系においては、NER因子のリン酸化が活性に重要であることが示唆された。今後はこのCKIIの基質となっている因子の同定をさらに進めていく予定である。また、CKIIだけでは再構成系における活性の上昇は弱く、更に別の因子が関わっていると思われる。今後はさらなる新規因子の探索をすすめていきたい。

若手フロンティア研究会 2011 概要集

平成 23 年 12 月 22 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: 078-803-5398