

神戸大学研究基盤センター

# 若手フロンティア研究会 2019

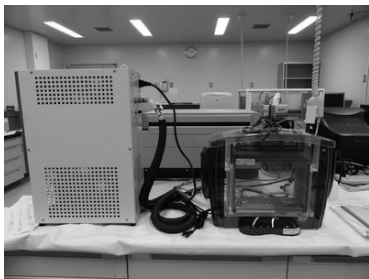
## 概要集



開催日：2019年12月19日（木）

場 所：神戸大学百年記念館

①



②

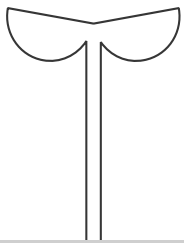


何部門の何という装置でしょう？

答えは最後のページへ

# 若手フロンティア研究会 2019

12月19日（木）神戸大学百年記念館 2F/3Fホワイエ



ドリンクコーナーの  
用意がございます



12：30 受付開始

13：00 開会の挨拶

研究基盤副センター長 杉本幸裕

13：05 ポスターセッション（奇数番号発表）

14：05 ポスターセッション（偶数番号発表）

15：05 表彰式の会場に移動（2Fホワイエ）

15：10 アンケート回答（皆さまのご協力をお願いします）

15：30 表彰式（2Fホワイエ）



（時間を繰り上げる  
場合がございます）

閉会の挨拶

研究基盤センター長 古山雄一

16：00 受賞者写真撮影

ポスター撤去

主催：神戸大学 研究基盤センター



＼折り曲げ可◎/  
に印刷できます！

丈夫で長持ち！

### 布プリンターの特徴

- 軽量で貼るのも簡単なので、学会ポスター印刷用などに最適！
- 布製ポスターなので細く巻く事も、折りたたむ事もできます

## 大判プリンター

A0サイズ 1枚 **¥3,000**

〈予備印刷として布印刷1枚につき普通紙1枚を無料で印刷できます〉



研究基盤センターの登録利用者が対象のサービスです

プリンターに接続するパソコンと印刷データをご持参ください

(※初回にキャノン IPF750 の PrinterDriver をインストールの必要があります)

**設置場所** 極低温部門棟 2階 203室

研究基盤センター HP の予約システムよりご予約を受付ます

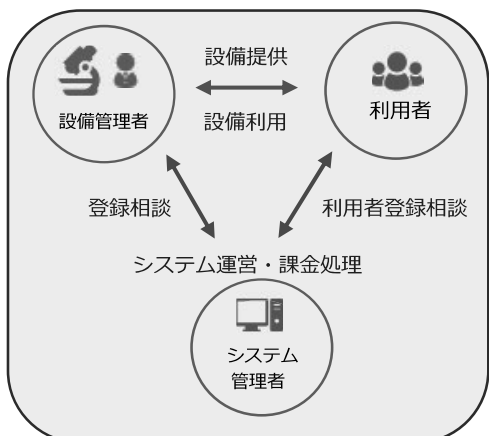
- ・ 1枚 30分としてご予約ください
- ・ お一人で利用される場合は、共同利用者欄に自分の名前をご入力ください
- ・ 備考欄に印刷枚数をご入力ください
- ・ 学生の方も利用できます (※備考欄に指導教員名と所属を要入力)

詳細は URL: [http://www.csrea.kobe-u.ac.jp/in\\_printer.html](http://www.csrea.kobe-u.ac.jp/in_printer.html) をご覧ください



問い合わせ：極低温部門 <078-803-5996>  
csrea-teion@research.kobe-u.ac.jp

学内の研究設備を予約利用できることをご存知ですか？

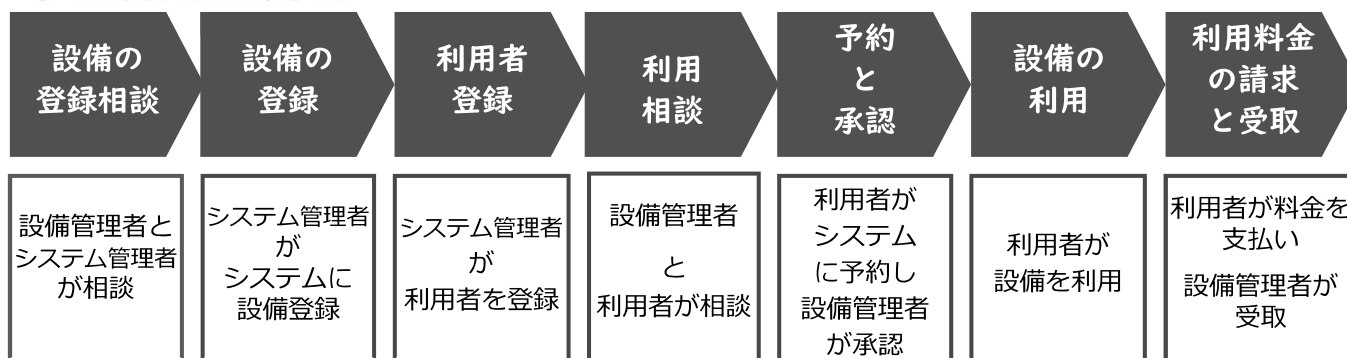


研究設備共同利用予約システムが運用中です！

点在する学内の研究設備を共同利用するシステムです。

あなたの研究に必要な機器が見つかるかもしれません！！

### ◇ご利用の流れ



### ◇利用してみませんか？

- ・システムへの利用者の登録は、研究設備サポート推進室が随時行います。
- ・利用者は設備の予約をする前に、設備管理者と事前に相談し、設備管理者のルールに従って利用します。
- ・研究基盤センターが管理する機器は登録されていませんので、通常の予約システム内からご利用ください。

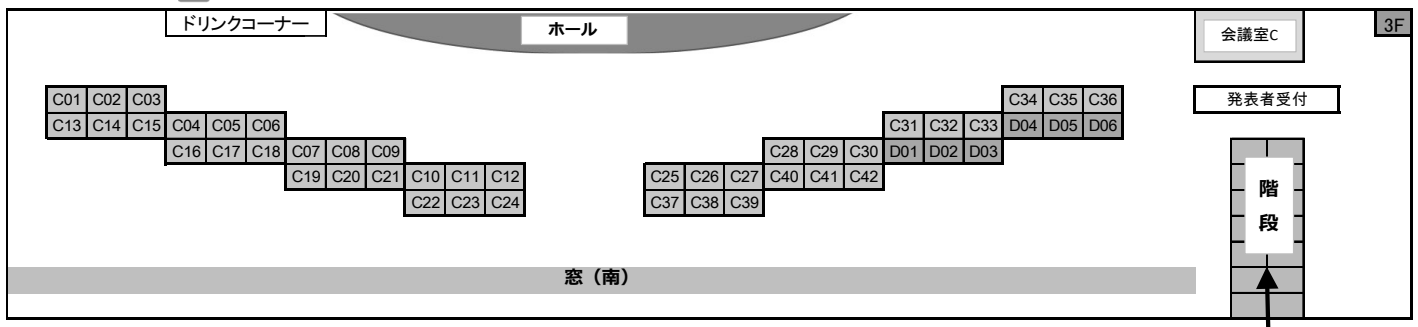


### ◇お手持ちの機器を共同利用登録してみませんか？

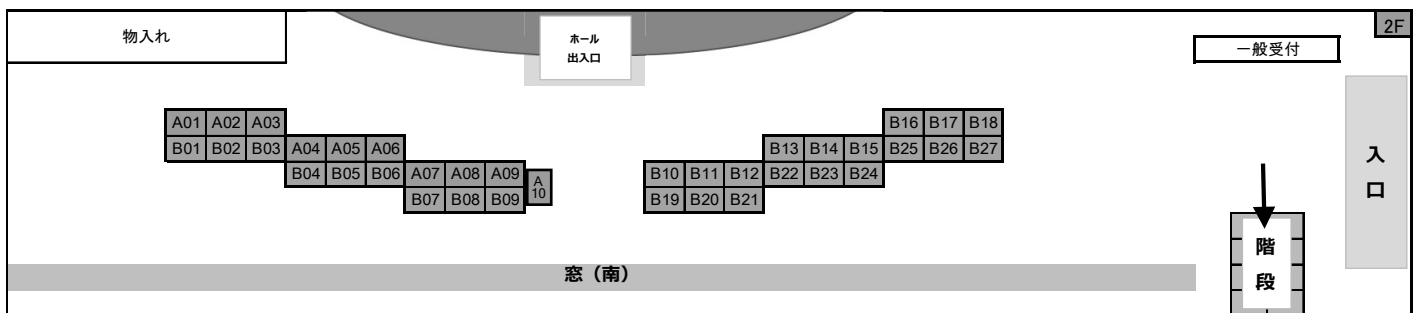
- ・学内の設備管理者は、システムに自身が管理する設備を登録し、自身が利用単価を決め、利用料金の90%を受領することができます。(10%は予約システムの運営管理費です。)
- ・システムへの設備の登録、研究設備サポート推進室が随時行います。
- ・料金計算、利用者への請求、設備管理者への支払いは、研究設備サポート推進室と研究推進課が利用者と設備管理者の所属部局を通して行います。
- ・詳細は、HPのサブメニュー各種マニュアル> 研究設備共同利用予約システム関係をご参照下さい。

# 2019年度 ポスター配置図

＜百年記念館 3F ホワイエ＞



＜百年記念館 2F ホワイエ＞



- 会議室C（受付の北側）は発表者控室ですので随時ご利用ください。  
※飲食は禁止です。施錠しませんので貴重品は置かず、各自で管理してください。
- 名札は表彰式の後で回収します。持ち帰らないでください。
- アンケートはWeb(若手フロンティアホームページ)から入力できます。  
皆さまのご協力をお願いいたします。
- 当日の緊急連絡は078-803-5398（研究推進課 研究基盤支援担当）までお願いします。



# 発表プログラム

ポスター 番号	発表者氏名 Presenter name	発表者所属 Affiliation	発表タイトル Title of summary	ページ 番号
A01	西村 香音	応用化学専攻 Applied Chemistry	ペプチド脂質を用いた新規ガン細胞殺傷プロセスの構築	8P
A02	栗原 文佳	生物学専攻 biology	NERにおけるDNA損傷認識の制御とヒストン修飾の役割	8P
A03	森田 康明	生命機能科学専攻 Agrobioscience	N-アロイルカルバゾールによるアロイル化反応の開発と未開拓 プロドラッグの位置特異的合成	9P
A04	清水 宏祐	生命機能科学専攻 Agrobioscience	ジャガイモシストセンチュウ孵化促進物質の 生合成遺伝子の探索	9P
A05	新出 ひかる	生命機能科学専攻 Agrobioscience	ヒマワリのheliolactone生合成経路の解析	10P
A06	北野 友里恵	生命機能科学専攻 Agrobioscience	ワタにおけるストリゴラクトン生合成酵素の探索	10P
A07	山下 歩乃佳	生命機能科学専攻 Agrobioscience	ミヤコグサにおける5-deoxystrigol生合成経路の解明	11P
A08	岡村 勇哉	生命機能科学専攻 Agrobioscience	トマト毛状根培養液からのジャガイモシストセンチュウ孵化促進物質 の探索	11P
A09	藪田 達志	化学専攻 chemistry	Development of highly reductive photocatalyst for efficient generation of carbon radical	12P
A10	三川 津香沙	生命機能科学専攻 Agrobioscience	トマトにおけるキャリステジン生合成経路の解析	12P
B01	嶋田 仁	人間環境学専攻 Department of Human Environment Science	セミクラスレートハイドレートの低波数ラマン領域に おける振動モードと結晶構造の対比	13P
B02	宮原 弘稀	応用化学専攻 Applied Chemistry	高分子コーティングによるDNA固定可能な表面の作製	13P
B03	金子 一貴	応用化学専攻 Applied Chemistry	診断用ペーパーデバイスの開発に向けた セルロース紙表面のワンステップ機能化	14P
B04	富永 雄大	応用化学専攻 Applied Chemistry	P3HT/graphene添加によるAlN複合樹脂の伝熱性向上	14P
B05	松本 弥万里	応用化学専攻 Applied Chemistry	高分子塗布によるプラスチック表面への 金ナノ粒子固定化	15P
B06	草本 好	応用化学専攻 Applied Chemistry	水溶性ポリチオフェン誘導体を分散剤として用いた グラフェン水分散液の作製	15P
B07	柚 佳祐	化学専攻 chemistry	ヨウ素染色を用いたアミロイド構造の識別 及びシード依存的構造伝播の追跡	16P
B08	三輪 泰大	人間環境学専攻 Department of Human Environment Science	第四級オニウム塩ハイドレートにおける低波数ラマン分光分析	16P
B09	藤井 柊介	化学専攻 chemistry	ZnMgO薄膜の励起子誘導放出機構へのバンドギャップ変調効果	17P
B10	角谷 凌	化学専攻 chemistry	サンドイッチ型Ru錯体を用いた光反応性コポリイオン液体の開発	17P
B11	樋渡 琢真	生物学専攻 biology	ゼニゴケのクローン繁殖子の発生はPRONE型RopGEFによって 制御されている	18P
B12	辻村 拓哉	化学専攻 chemistry	六方晶窒化ホウ素の発光過程に及ぼすインターカレーションの効果	18P
B13	藤原 僚馬	電気電子工学専攻 electrical and electronic engineering	アンジュレータ放射光照射による石英系ガラスの屈折率分布	19P
B14	黒川 南	化学専攻 chemistry	構造転移能を有するペプチドナノファイバーの人工設計	19P
B15	松村 美里	化学専攻 chemistry	プロテアーゼがトランスサイレチンのアミロイド線維形成に与える 効果の検証	20P
B16	鈴木 舜治	電気電子工学専攻 electrical and electronic engineering	センサ応用のためのシングルモードポリマー光導波路の研究	20P
B17	中島 慎弥	海事科学専攻 Maritime Sciences	イオンビームグラフト重合法における反応ダイナミクス解明のための グラフト重合率評価方法の検討	21P

B18	今泉 瞭佑	電気電子工学専攻 electrical and electronic engineering	高屈折率誘電体ナノワイヤの光学特性	21P
B19	本倉 健吾	電気電子工学専攻 electrical and electronic engineering	フォトクロミック色素を含む多層膜系のFano共鳴	22P
B20	長谷部 宏明	機械工学専攻 mechanical engineering	高屈折率誘電体ナノディスクアレイの光学応答制御	22P
B21	南 晶子	電気電子工学専攻 electrical and electronic engineering	シリコン量子ドットの電気泳動	23P
B22	高田 三穂	電気電子工学専攻 electrical and electronic engineering	シリコン量子ドット光触媒による水素生成	23P
B23	西田 尚史	物理学専攻 physical science	多価イオン照射したナノカーボン材料のTEM評価	24P
B24	岡崎 拓真	電気電子工学専攻 electrical and electronic engineering	Mie共鳴により発色するシリコンナノ粒子インク	24P
B25	高山 宙輝	化学専攻 chemistry	インスリンアミロイドの伸長反応によるリポソームの膜破壊	25P
B26	山下 萌	資源生命科学専攻 Bioresource Science	シロイヌナズナの雑種強勢におけるDNAメチル化転移酵素の役割	25P
B27	桐山 知樹	化学専攻 chemistry	液-液相分離の不可逆性によるアミロイド線維形成反応の促進および抑制	26P
C01	山元 優美子	人間環境学専攻 Department of Human Environment Science	テラヘルツ分光法によるエンジニアリングポリエステルメチレン鎖の長さの違いによる結晶化の研究	26P
C02	那須 達郎	人間環境学専攻 Department of Human Environment Science	低波数ラマン分光法を用いた高吸水性樹脂に閉じ込められた水の構造	27P
C03	大政 和之	物理学専攻 physical science	立方晶ラーベス相化合物R <sub>2</sub> Ir <sub>2</sub> (R=La, Ce) のドハース・ファンアルフェン効果	27P
C04	西前 篤志	人間環境学専攻 Department of Human Environment Science	THz分光法による高分子共重合体の高次構造の研究	28P
C05	岡崎 なつ実	人間環境学専攻 Department of Human Environment Science	テラヘルツ分光法を用いたポリジオキサソンの結晶相転移に関する研究	28P
C06	櫻井 遥	化学専攻 chemistry	腫瘍細胞破壊能を有するpH応答性人工設計ペプチド	29P
C07	森下 梨佳子	化学専攻 chemistry	遷移金属イオンと相互作用する環状及び鎖状ペプチドの設計	29P
C08	釋 佳佑	物理学専攻 physical science	クラスレート化合物における格子拡散ダイナミクスの空間的・時間的直接的測定	30P
C09	長谷部 巴優	化学専攻 chemistry	ハロゲンフロキサンの合成と応用	30P
C10	爰川 優太	物理学専攻 physical science	遷移金属酸化物反強磁性体におけるテラヘルツ時間領域分光	31P
C11	藤本 恵輔	物理学専攻 physical science	YIGにおける電場誘起磁化	31P
C12	中西 怜稀	生物学専攻 biology	三次元解析を用いた腸管神経の投射対象の解明	32P
C13	藤田 健太郎	生命機能科学専攻 Agrobioscience	ウリ科作物の新規汚染低減化法の開発	32P
C14	鈴木 哲平	物理学専攻 physical science	スピンフラストレーション系の磁性測定	33P
C15	藤岡 廉	物理学専攻 physical science	幾何学構造を用いたテラヘルツ帯光学素子の試作	33P
C16	宮脇 敦大	化学専攻 chemistry	スピン転移が誘起する新奇な結合異性	34P
C17	谷口 弘樹	物理学専攻 physical science	反強磁性体Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> における高速格子ダイナミクス	34P
C18	杉谷 真歩	化学専攻 chemistry	二種類の配位部位を持つ多座配位子錯体の配位構造制御	35P
C19	大島 健太郎	物理学専攻 physical science	鉛型ペロブスカイト化合物のESR測定	35P
C20	八谷 大輝	物理学専攻 physical science	キラルスピン系CuB <sub>2</sub> O <sub>4</sub> の力検出型電子スピン共鳴測定	36P



C21	本多 紘	化学専攻 chemistry	亜鉛結合能を持つペプチドの人工設計	36P
C22	坂口 貴也	化学専攻 chemistry	普遍的官能基の短段階変換を目指したフロキサソ変換反応の研究	37P
C23	谷 悠希	物理学専攻 physical science	六重らせん構造と特異な物性を示す量子臨界点近傍物質Mn <sub>3</sub> P	37P
C24	永井 るりか	生命機能科学専攻 Agrobioscience	細胞膜断片プレブを用いたモデル生体膜への膜タンパク質再構成	38P
C25	奥藤 涼介	物理学専攻 physical science	圧力下で見出された新奇磁性相の起源の探求	38P
C26	岡本 聖香	生命機能科学専攻 Agrobioscience	67LRにおけるビタミンE結合サイトの同定	39P
C27	伊藤 和樹	生命機能科学専攻 Agrobioscience	DGK $\theta$ KOマウスの発生段階における表現型解析	39P
C28	米田 卓郎	生命機能科学専攻 Agrobioscience	Reconstitution and functional analysis of thylakoid membrane on a glass substrate	40P
C29	田中 紗弥夏	生命機能科学専攻 Agrobioscience	反復配列解析に基づくコムギ・エギロプス属2倍体ゲノムの遺伝的分化	40P
C30	安谷 佳将	物理学専攻 physical science	圧力下強磁場ESR装置における圧力較正方法の確立と応用	41P
C31	西田 菜美子	資源生命科学専攻 Bioresource Science	春化によりキャベツ由来のFLC2がハクサイの遺伝的背景でどのように機能するか	41P
C32	松尾 康大	資源生命科学専攻 Bioresource Science	DDM1の機能喪失がシロイヌナズナの雑種強勢および遺伝子発現に及ぼす影響について	42P
C33	金 超	生命機能科学専攻 Agrobioscience	葉緑体の巨大化が窒素同化系に与える影響	42P
C34	渋谷 僚太	物理学専攻 physical science	Ce <sub>6</sub> Mg <sub>23</sub> Z (Z = C, Si, Ge)のフラストレーション効果	43P
C35	七森 和	資源生命科学専攻 Bioresource Science	細胞型プリオン蛋白質の $\alpha$ 開裂に関する研究	43P
C36	東 亮介	化学専攻 chemistry	鉄(II)錯体におけるスピントロニクス誘起構造転移	44P
C37	村上 照実	資源生命科学専攻 Bioresource Science	シロイヌナズナにおいてヒストン脱アセチル化酵素HDA6が雑種強勢に及ぼす影響	44P
C38	港 啓介	物理学専攻 physical science	光伝導アンテナによる連続周波数可変テラヘルツ電子スピン共鳴法の開発	45P
C39	船越 風太	物理学専攻 physical science	スピンドイマー系化合物CoSeO <sub>3</sub> ·2H <sub>2</sub> Oの高周波ESR測定	45P
C40	岩村 咲良	生命機能科学専攻 Agrobioscience	5-アミノレブリン酸応答遺伝子のRAP2.6、RAP2.6L依存性	46P
C41	恒石 一義	物理学専攻 physical science	S=1/2 反強磁性鎖 KCuMoO <sub>4</sub> (OH)の単結晶ESR測定	46P
C42	松本 蓮	物理学専攻 physical science	力検出を用いた周波数掃引型電子スピン共鳴法の開発	47P
D01	大八木 宏招	電気電子工学専攻 electrical and electronic engineering	二次電子放出を利用したエネルギー変換器における電子捕集量の対磁場電極角度依存性	47P
D02	山本 真旭	海事科学専攻 Maritime Sciences	Li <sub>2</sub> ZrO <sub>3</sub> 試料のCO <sub>2</sub> 吸収特性におけるLiの深さ密度分布変化	48P
D03	説田 暉	物理学専攻 physical science	中性子加速器を利用した新素材ガス放射線検出器の性能評価	48P
D04	清水 和輝	海事科学専攻 Maritime Sciences	タンデム加速器を用いた陽子線及び金イオン照射によるトムソンパラボラスペクトロメータの校正	49P
D05	秋田 佑馬	海事科学専攻 Maritime Sciences	湿潤空気下におけるLi <sub>2</sub> TiO <sub>3</sub> のCO <sub>2</sub> 吸収特性に及ぼすLi <sub>2</sub> Oの影響	49P
D06	井上 凌一	海事科学専攻 Maritime Sciences	その場同時イオンビームグラフト重合におけるグラフト率のエネルギー付与依存性	50P

## A01

# ペプチド脂質を用いた新規ガン細胞殺傷プロセスの構築

西村香音<sup>1</sup>、山本翔太<sup>1</sup>、青井貴之<sup>2</sup>、丸山達生<sup>3</sup>

工学研究科 応用化学専攻 博士課程前期<sup>1</sup>、神戸大イノベ・医<sup>2</sup>、神戸大院・工<sup>3</sup>

現在ガン治療において、抗ガン剤による化学療法は一般的に行われている。ところが多くの抗ガン剤は、ガン細胞だけでなく正常細胞にも影響を及ぼすような作用機構であるため、副作用を生じることが知られている。また、長期間使用するとガン細胞が薬剤耐性を獲得し、治療が困難になるという問題もある。そこで我々の研究グループでは、生体への毒性が低く、アミノ酸配列を変化させることで様々な機能が付与できるという点からペプチド脂質に注目した。本研究では、各種細胞内酵素の基質になり得るチロシン含有ペプチド脂質を設計・合成し、このチロシン含有ペプチド脂質が細胞に及ぼす影響を評価した。ペプチド脂質はガン細胞に特徴的な酵素により構造が変化し、抗ガン剤となることでガン細胞のみを殺傷できると考えている。このような作用機序であれば、副作用が少なく、薬剤耐性のあるガン細胞も殺傷できると期待される。

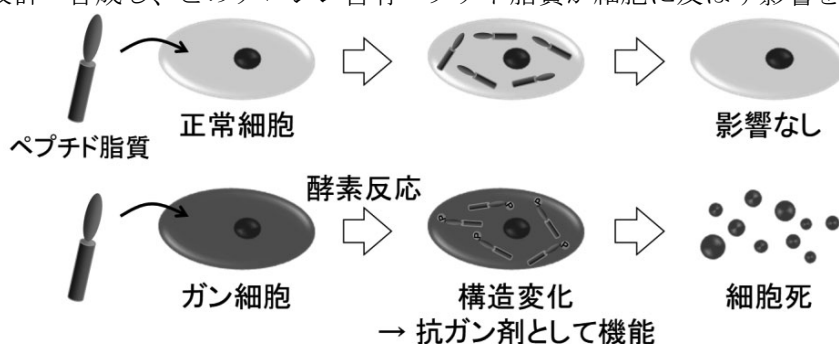


Fig. 1 本研究におけるガン細胞殺傷システム

## A02

# NER における DNA 損傷認識の制御とヒストン修飾の役割

栗原文佳<sup>1,2</sup>、日下部将之<sup>2</sup>、菅澤 薫<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>理学研究科 博士前期課程 生物学専攻、<sup>2</sup>バイオシグナル総合研究センター

生物のゲノム DNA は、様々な要因によって絶えず損傷を受けている。生物にはこのような DNA 損傷を除去するための様々な修復機構が備わっており、その中でもヌクレオチド除去修復 (NER) は紫外線や化学変異原によって生じる広範な塩基損傷を対象とする主要な DNA 修復経路の一つである。哺乳類細胞の NER において、色素性乾皮症 C 群 (XPC) タンパク質は DNA 損傷部位の認識及び修復反応の開始を担う重要な因子であるが、その損傷認識機構とクロマチン高次構造との関連については未だに不明な点が多く残されている。

当研究室の先行研究から、XPC による DNA 損傷認識の制御に脱アセチル化を含むヒストン修飾の動的変化が関与している可能性が示唆された。そこで我々は、XPC による DNA 損傷認識の制御とヒストン修飾との関連をさらに詳しく解明するために研究を進めている。具体的には、三光子吸収を用いて細胞核内の任意の領域に波長 260 nm の紫外線照射に相当する刺激を加え、蛍光タンパク質を融合した XPC の損傷部位への集積速度を解析する実験系を構築した。この系を用いて、XPC の DNA 損傷部位への集積速度がヒストン脱アセチル化酵素 (HDAC) 阻害剤処理によって低下することを確かめるとともに、種々の化合物や siRNA を細胞に処理して XPC による DNA 損傷認識に影響を与えるものを探索している。さらに HDAC を阻害した際のヒストン修飾の状態や XPC のダイナミクスを調べた結果と合わせ、XPC による DNA 損傷認識の制御とヒストン修飾の関係について議論したい。

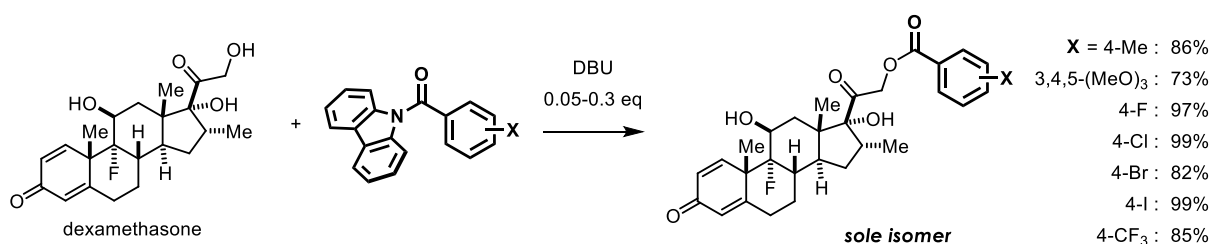
## A03

# N-アロイルカルバゾールによるアロイル化反応の開発と未開拓プロドラッグの位置特異的合成

森田康明<sup>1</sup>、中島瑠美<sup>2</sup>、姜法雄<sup>1</sup>、久世雅樹<sup>1</sup>

農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻<sup>1</sup>、神戸大農<sup>2</sup>

医薬品の構造改変によるプロドラッグ化は、創薬において最も汎用される誘導化の一つである。親薬物がアルコールの場合、カルボン酸エステルへの変換がプロドラッグ化の定石である。実用化されているエステル型プロドラッグ医薬品は、脂肪族カルボン酸由来のものが大半である。一方、芳香族カルボン酸由来のエステル型プロドラッグは体内動態における劇的な変化が期待できるが、合成手段が十分に整っておらず未開拓の創薬資源となっている。我々は N-アロイルカルバゾールの立体障害制御による第一級アルコール特異的アロイル化反応を開発し、様々なプロドラッグの位置特異的合成へと応用した。



ステロイド型抗炎症薬であるデキサメタゾンに対して様々な N-アロイルカルバゾールを作用させたところ、第一級水酸基が完全な選択性でアロイル化された新規のプロドラッグが高収率で得られた。

## A04

# ジャガイモシストセンチュウ孵化促進物質の生合成遺伝子の探索

清水宏祐<sup>1</sup>、秋山遼太<sup>2</sup>、串田篤彦<sup>3</sup>、谷野圭持<sup>4</sup>、杉本幸裕<sup>2</sup>、水谷正治<sup>2</sup>

農学研究科 博士後期課程 生命機能科学専攻<sup>1</sup>、神大院・農<sup>2</sup>、農研機構北農研<sup>3</sup>、北大院・理<sup>4</sup>

植物寄生性線虫であるジャガイモシストセンチュウ (potato cyst nematode; PCN) は、ジャガイモやトマトなどナス科作物の根に特異的に寄生し甚大な被害をもたらす重大害虫である。PCN 卵は乾燥や低温から卵を保護する硬い殻 (シスト) の特性により、土壤中で 20 年以上休眠することが可能であり、PCN 卵の孵化は宿主根から分泌される孵化促進物質ソラノエクレピン A (SEA) により特異的に誘導される。本研究では、高度に酸化されたトリテルペノイドであると推定される SEA の生合成系の解明を目的とし、酸化酵素に着目して生合成遺伝子の探索を行った。トマト毛状根に対してシトクロム P450 (CYP) 阻害剤であるウニコナゾール P や 2-オキシグルタル酸依存性ジオキシゲナーゼ (DOX) 阻害剤であるプロヘキサジオンを投与し、毛状根培養液中の PCN 孵化促進活性を評価した結果、いずれの阻害剤処理により孵化促進活性の有意な低下が観察されたことから、PCN 孵化促進物質生合成への CYP および DOX の関与が示唆された。次に、PCN 孵化促進物質は毛状根で生合成されることから、根特異的に発現している酸化酵素遺伝子の探索を行った。候補遺伝子を CRISPR/Cas9 法により遺伝子破壊した組換え毛状根を作出した結果、遺伝子破壊毛状根において孵化促進活性の有意な低下が認められたことから、候補遺伝子が PCN 孵化促進物質の生合成に関与することが示唆された。

## ヒマワリの heliolactone 生合成経路の解析

新出ひかる<sup>1</sup>、若林孝俊<sup>1,2</sup>、山本舜也<sup>3</sup>、滝川浩郷<sup>2,3</sup>、水谷正治<sup>1</sup>、杉本幸裕<sup>1,2</sup>

(<sup>1</sup>農学研究科 生命機能科学専攻 博士前期課程、<sup>2</sup>JST/JICA SATREPS、

<sup>3</sup>東京大院 農生科 応用生命化学)

ストリゴラクトン (SL) は、植物が生成するアポカロテノイドであり、アーバスキュラー菌根菌や根寄生雑草の種子発芽に対する根圏情報物質として知られる。また地上部の枝分かれを抑制する植物ホルモンとしての機能も有する。SL は化学構造により、ABC 環を持つ典型的 SL と ABC 環を持たない非典型的 SL に分類される。ヒマワリは、非典型的 SL であるヘリオラクトン (heliolactone) を生産しており、その生合成前駆体がカーラクトン酸 (CLA) であることが示されている [1]。本研究では、heliolactone の構造から、CLA のメチルエステル体であるカーラクトン酸メチル (MeCLA) が生合成前駆体になりえると推定し、ヒマワリの水耕液への MeCLA の投与実験を行った。阻害剤により SL 生成を抑えたヒマワリの水耕液に *rac*-MeCLA を投与し heliolactone への変換を調べたところ、投与した *rac*-MeCLA が heliolactone に変換されることを確認した。また、*rac*-MeCLA をキラル HPLC によって天然型と非天然型に分離し、それぞれをヒマワリの水耕液に投与した結果、天然型の MeCLA のみが heliolactone に変換された。一方、A 環で MeCLA と同じ位置に二重結合を持つ *iso*-heliolactone をヒマワリの水耕液に投与したところ、*iso*-heliolactone の heliolactone への変換は見られなかった。これらの結果から、heliolactone は、天然型の MeCLA から *iso*-heliolactone を経由せず生合成されると考えられる。

[1] Iseki et al., *J Exp Bot.* (2018)

## ワタにおけるストリゴラクトン生合成酵素の探索

北野友里恵<sup>1</sup>、支田香澄<sup>1</sup>、若林孝俊<sup>1,2</sup>、水谷正治<sup>1</sup>、杉本幸裕<sup>1,2</sup>

農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻<sup>1</sup>、JST/JICA SATREPS<sup>2</sup>

ストリゴラクトン (SL) は根寄生植物の種子発芽やアーバスキュラー菌根菌の菌糸分岐を誘導し、植物地上部の枝分かれを抑制する植物ホルモンである。様々な植物の根滲出液からその存在が報告されており、ワタ (伯州綿、*Gossypium arboreum*) は carlactonoic acid (CLA) および 5-deoxystrigol (5DS) を経て sorgomol を生産する [1]。SL の生合成についてはササゲ (*Vigna unguiculata*) およびトマト (*Solanum lycopersicum*) の CYP722C が CLA を orobanchol へと変換すること [2]、ソルガム (*Sorghum bicolor*) の CYP728B が 5DS を sorgomol へと変換することが明らかとなっている。本研究ではワタゲノム中に見出されたこれら遺伝子のホモログである *GaCYP722C*、*GaCYP728* の各遺伝子について解析を行った。これら遺伝子の全長配列を取得し昆虫細胞発現系で組換え酵素を作成して CLA あるいは 5DS を基質とした酵素反応生成物を LC-MS/MS 分析に供した。*GaCYP728* 組換え酵素には 5DS を sorgomol へ変換する活性は認められなかった。一方、*GaCYP722C* 組換え酵素では、CLA を 5DS へと変換する活性が確認された。以上より、*GaCYP722C* がワタにおける 5DS 合成酵素である可能性が強く示唆された。現在、*GaCYP722C* の植物体での機能解析を行っている。

[1] Iseki et al., *J. Exp. Bot.*, 2018. [2] Wakabayashi et al., *Sci. Adv.*, in press.

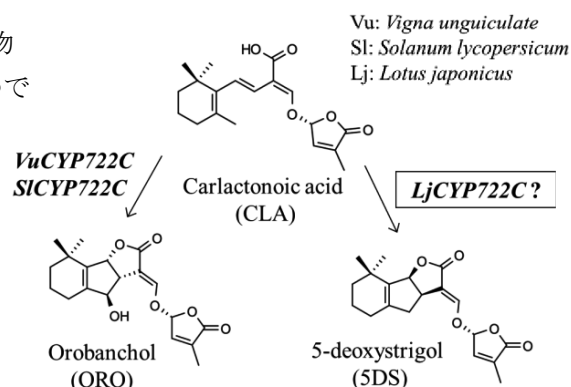
## ミヤコグサにおける 5-deoxystrigol 生合成経路の解明

山下歩乃佳、支田香澄、若林孝俊、水谷正治、杉本幸裕

農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻

ストリゴラクトン(SL)は植物の地上部の枝分かれを抑制する植物ホルモンである。我々は、ササゲとトマトにおいて、SLの一つである Orobanchol (ORO)が CYP722C の触媒により、Carlactonoic acid (CLA)から生合成されることを明らかにした。ミヤコグサ (*Lotus japonicus*)は、ORO と構造類似な 5-deoxystrigol (5DS)を多量に生成する。そこで本研究では、ミヤコグサに存在するホモログ遺伝子 *LjCYP722C* が CLA から 5DS への変換に関与するかについて検証した。ミヤコグサを通常条件およびリン欠乏条件で1ヶ月間栽培した。それぞれの水耕液から SL を抽出・

精製し、LC-MS/MS 分析に供した結果、リン欠乏条件において 5DS 量の増加を確認した。次に根から RNA を抽出し、既知 SL 生合成遺伝子 (*D27*, *CCD7*, *CCD8*, *CYP711A*) と *LjCYP722C* について、real-time RT-PCR で発現量を解析し、いずれの遺伝子もリン欠乏条件で発現量が増加することを確認した。そこで、*LjCYP722C* の全長 ORF をクローニングし、昆虫細胞で組換え酵素を発現させて CLA を基質に酵素反応を行った。反応生成物を LC-MS/MS 分析に供したところ、5DS 標品と一致するピークが得られた。これらの結果から、ミヤコグサの *LjCYP722C* は CLA から 5DS への変換に関わることが強く示唆された。



## トマト毛状根培養液からの

### ジャガイモシストセンチュウ孵化促進物質の探索

岡村 勇哉<sup>1</sup>・小川 千景<sup>2</sup>・増田 裕貴<sup>3</sup>・清水 宏祐<sup>3</sup>・坂田 至<sup>4</sup>・串田 篤彦<sup>4</sup>・谷野 圭持<sup>5</sup>・杉本 幸裕<sup>3</sup>・水谷 正治<sup>3</sup>

<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>神戸大 農、<sup>3</sup>神戸大院 農、<sup>4</sup>農研機構・北農研、<sup>5</sup>北大院・理

ジャガイモシストセンチュウ (*Globodera rostochiensis*, 以下 Gr) やジャガイモシロシストセンチュウ (*G. pallida*, 以下 Gp) は体長約 0.5 mm の線虫で、ナス科作物の根に宿主特異的に寄生し、作物の大幅な減収を引き起こす最重要害虫として知られている。雌成虫は体内に産卵し、自身の殻をタンニン化させることにより数百の卵の入ったシストを形成する。シストは低温や乾燥、農薬に耐性があり土壤中で 10 年以上も休眠状態を維持できることから、根絶は困難であり、有効な防除法は確立されていない。シスト内の卵は宿主作物から分泌される孵化促進物質を鋭敏に感知して孵化する。宿主作物の根から分泌されるジャガイモシストセンチュウ孵化促進物質としてジャガイモやトマトの水耕液からソラノエクレピン A (SEA) が単離され、2011 年には人工全合成も達成された。本研究では、トマト毛状根培養液を精製し、LC-MS 分析により SEA および活性物質の定性・定量的分析を行うことを目的とした。

# Development of highly reductive photocatalyst for efficient generation of carbon radical

Tatsushi Yabuta, Yasuhiro Kobori, Ryosuke Matsubara\*  
Graduate School of Science, Division of Chemistry, Doctor Program

Carbon radical is highly reactive species useful in various organic transformation. The cleavage of C-X bond (X=halogen) is common method to generate carbon radical. However, the transformation of C-Cl bond is rarely reported. Because the bond dissociation energy of C-Cl bond and the reduction potential of aryl chlorides are very high.

I report herein that the transformation of C-Cl bond is achieved with photocatalyst **1** having NMe<sub>2</sub> group to increase electron density of the photocatalyst.<sup>[1]</sup>

[1] Matsubara, R.; Yabuta, T.; Idros, U. M.; Hayashi, M.; Ema, F.; Kobori, Y.; Sakata, K. *J. Org. Chem.* **2018**, *83*, 9381—9390.

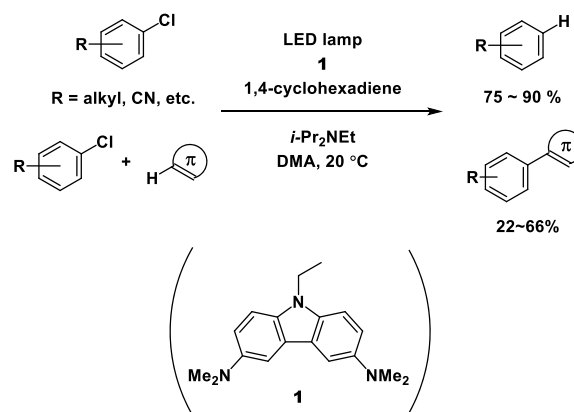
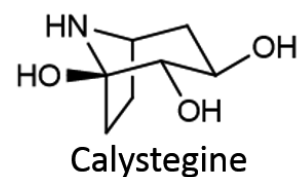


Figure 1. Carbazole photocatalyst and radical reaction with aryl chloride.

## トマトにおけるキャリステジン生合成経路の解析

三川津香沙<sup>1</sup>、秋山遼太<sup>1</sup>、加藤敦<sup>2</sup>、刑部敬史<sup>3</sup>、刑部祐里子<sup>3</sup>、杉本幸祐<sup>1</sup>、水谷正治<sup>1</sup>  
農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻<sup>1</sup>、富山大病院薬<sup>2</sup>、徳島大生物資源<sup>3</sup>

キャリステジン (calystegine)は、ヒルガオ属 *Calystegia sepium* から単離されたノルトロパンアルカロイドであり、トロパン環上のヒドロキシ基の個数によってキャリステジン-A、-B 及び-C に分類され、また、ナス科やココノキ科などでも生合成されている。キャリステジンには、β-グルコシターゼ及びα-ガラクトシダーゼの強力な阻害剤として作用するものがあり、特に B2 と C1 はゴーシェ病の治療薬のシーズとして、また、B3 は糖タンパク質糖鎖の生合成を阻害することから、生化学的ツールとしての関心が高まっている。キャリステジンはトロピノン還元酵素 II (*TRII*) によるカルボニル基の還元を経てシュードトロピンへと変換され、さらに脱メチル化および数段階の水酸化反応により生合成されると推定される。そこで、キャリステジン生合成経路の解明を目的とし、本研究では、*TRII* を CRISPR/Cas9 を用いてゲノム編集を行い、下流経路を遮断したトマト (*Solanum lycopersicum* cv. *Micro-Tom*) を作出した。*TRII* 破壊株を分析した結果、キャリステジン類は検出されず、トロピノン以降の経路が遮断された毛状根の作出に成功した。次に、*TRII* 破壊株にシュードトロピンを添加したところ、キャリステジン類の生産を確認することができた。



## B01

# セミクラスレートハイドレートの低波数ラマン領域における振動モードと結晶構造の対比

嶋田仁<sup>1</sup>、三輪泰大<sup>1</sup>、綱島克彦<sup>2</sup>、菅原武<sup>3</sup>、谷篤史<sup>1</sup>

人間発達環境学研究科 博士前期課程<sup>1</sup>、和歌山高専<sup>2</sup>、大阪大学・基礎工<sup>3</sup>

セミクラスレートハイドレート (SCH) は四級オニウム塩をゲスト物質とし、水分子がホスト物質となって形成する氷状の包接化合物である (図)。SCH は多数の水分子から構成されているため、潜熱蓄熱材としての応用が検討されている[1]。本研究では、ゲスト物質の形状を変化させた場合、水分子が形成するケージ構造の変化に与える影響を、低波数ラマン分光および X 線構造解析を用いて精査した。ゲスト物質の形状変化に伴い、低波数領域に見られる水分子由来のラマンスペクトルは異なる形状を示した。X 線構造解析により得られた SCH の結晶構造と比較すると、それらに良い相関が見られたことから、低温 X 線構造解析を用いることなく低波数ラマン分光により結晶構造の簡易判定ができる可能性を見出した。

[1] J. Shimada, M. Shimada, T. Sugahara, K. Tsunashima, *Fluid Phase Equilib.*, 465, 61 (2019).

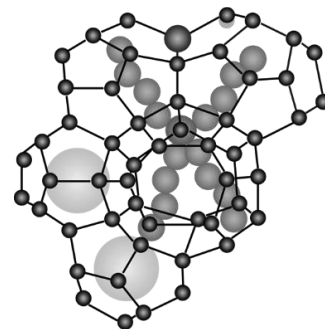


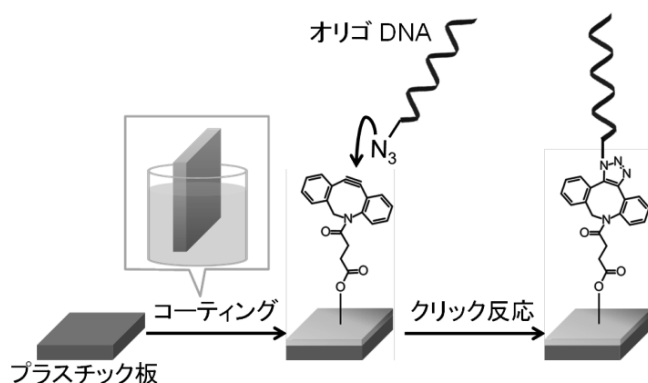
図. SCH の結晶構造(直方晶系)

## B02

# 高分子コーティングによる DNA 固定可能な表面の作製

宮原弘稀、酒井梨嘉、丸山達生

工学研究科 博士前期課程 応用化学専攻



アジド ( $N_3$ ) と環状アルキンとによる銅フリークリック反応は 1, 3-双極子環化付加反応の一種で、その高い収率・選択性から、生化学の分野においてタンパク質や DNA、細胞を標識する際に用いられている。近年、DNA マイクロアレイのように生体分子を固体表面に固定し病気診断デバイスとする技術が注目されており、本反応を固体表面で応用し各種生体分子を固定化するという研究が盛んに行われている。しかし、これまでに報告されてきた例ではガラスや金薄膜といった無機物質を基材としていることから、表面の機能化に先立ってプラズマや化学薬品などによる活性化処理が必要とされてきた。そこで、本研究では基材にプラスチックを採用し、前処理なしに機能性高分子溶液を基材表面に単純にコーティングすることで、銅フリークリック反応表面の作製を行った。また、実際に作製した機能性表面に DNA を固定できることを確認した。

## 診断用ペーパーデバイスの開発に向けた セルロース紙表面のワンステップ機能化

金子一貴、原真奈美、丸山達生

工学研究科 応用化学専攻 博士前期課程、神戸大院・工

診断用ペーパーデバイスは低コストかつ軽量で処分も容易であることから注目を集めている。本研究では、紙表面に診断デバイスとしての生体分子を固定化する方法として、反応点を含むポリエチレングリコール (PEG) 系高分子と含フッ素界面活性剤をディップコートすることで機能性表面を作製することを目指した。塗布する高分子溶液に PEG 型含フッ素界面活性剤を添加することにより、フッ素の表面偏析に巻き込まれる形で、本来バルク中に埋もれやすい塗布高分子中の PEG 鎖を表面に偏析することができる。この塗布表面は、PEG 鎖由来の高い防汚性を有している。さらに、高分子中の反応点を介し、特定のタンパク質だけを選択的に紙表面でキャッチすることにも成功している。その反応性を活かし、アダプターを固定化することで、血液に含まれる酵素であるトロンビンを検出できるペーパーデバイスの開発に成功した。

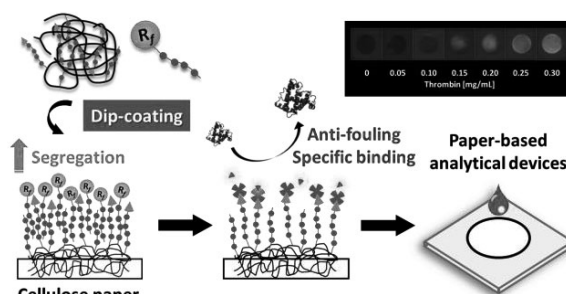


図1 本研究の概要図

## P3HT/graphene 添加による AlN 複合樹脂の伝熱性向上

富永雄大、吉富大浩、草本好、松本拓也、西野孝、森敦紀、丸山達生

工学研究科 博士前期課程 応用化学専攻

近年の電子機器の著しい集積化や小型化に伴い、その排熱の管理(熱管理)が課題となっている。現在はファンにより機器内部から外部へと放熱する手法が一般的であるが、消費電力や騒音等の問題があり、新規な排熱技術が求められている。その一つの方法論として、高伝熱性のフィラーを混合した高分子樹脂を用いた排熱方法が注目されている。本研究では、高伝熱性フィラーとして知られる窒化アルミニウム (AlN) 及び graphene に着目し、これらフィラーを混合したエポキシ樹脂の伝熱性を検討している。ここでは graphene とその良好な分散安定剤である P3HT (poly-3-hexyl thiophene) を複合化し、graphene の樹脂中分散性を向上させ、かつ AlN を添加することで、エポキシ樹脂の伝熱性向上を目指す。現在までに、P3HT/graphene 複合体の添加により AlN 複合エポキシ樹脂の伝熱性が大きく改善することが判明している(右下図)。本ポスター発表ではこれらの伝熱性向上のメカニズム等各種検討も含め、詳細に説明する。

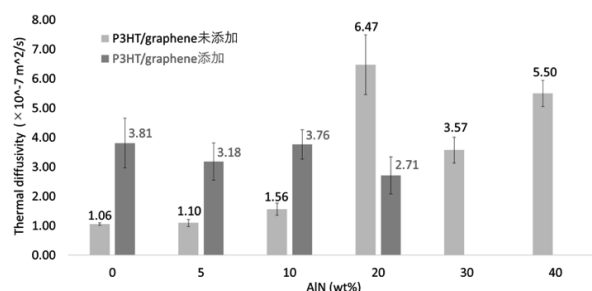


図: P3HT/graphene 複合体の有無による伝熱性変化



# 高分子塗布によるプラスチック表面への 金ナノ粒子固定化

松本弥万里、金子一貴、原真奈美、丸山達生

工学研究科 博士前期課程 応用化学専攻

プラスチックは汎用性の高い魅力的な材料であり、その新たな応用を企図した表面機能化が注目されている。当研究室では側鎖に *tert*-butoxycarbonyl (Boc) 基で保護されたアミノ基を含むポリマー (PMBA, Fig. 1) をプラスチック表面に塗布することにより、アミノ基を表面に提示させることに成功して

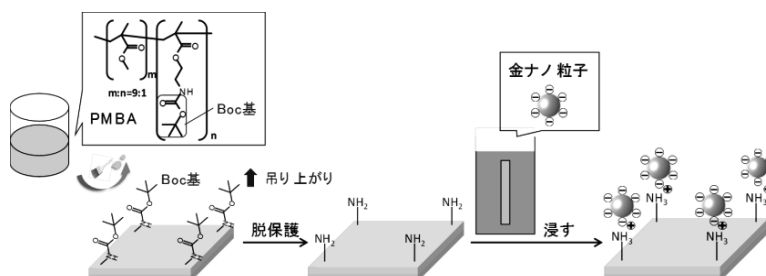


Fig. 1 Schematic illustration of this study

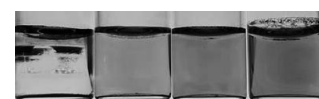
いる。そこで本研究では、この方法で提示させたアミノ基を利用し、プラスチック表面に簡単に金ナノ粒子固定化することを目的としている。表面にアミノ基が提示されたプラスチック基板を、金コロイド溶液に 30 分間浸すことで金ナノ粒子を固定化し、洗浄・乾燥操作を行った。固定化後の基板を目視、SEM で観察し、さらにその吸光度測定を行い、表面上の金ナノ粒子の量の評価を行った。本手法により、導電性を持つプラスチック表面やチオール化合物が固定化可能な表面が作製できると考えられる。

# 水溶性ポリチオフェン誘導体を分散剤として用いた グラフェン水分散液の作製

草本好、宮原弘稀、井口博貴、久保田智大、森敦紀、中須賀章、丸山達生

工学研究科 博士前期課程 応用化学専攻

グラフェンは極めて薄く軽量で優れた導電性を有するため、幅広い分野での応用が期待されている。しかし、グラフェン間の強い疎水性相互作用により溶媒中で凝集し、ハンドリングの難化を引き起こすことが課題となっている。そこで当研究室では、導電性高分子であるポリチオフェン誘導体を分散剤として用いることで、グラフェンの導電性を損なうことなく分散させる方法を提案してきた。先行研究では、poly(3-hexylthiophene-2,5-diyl) を分散剤として用い、有機溶媒中にグラフェンを分散させることに成功している。しかし、有機溶媒には環境負荷が大きいという欠点がある。そのため本研究では、水溶性ポリチオフェン誘導体である poly(3-(4-sulfophenyl)thiophene-2,5 -diyl) (P3ST) を用いて水中に分散させることを目的とした。最初に、有機溶媒中でグラフェンと poly(3-(4-neopentylsulfophen-1-yl)thiophene-2,5-diyl) (P3NST) を複合化させた。その後、有機溶媒を留去し、グラフェン表面で P3NST のネオペンチル基を脱保護して P3NST から P3ST へと変換し、グラフェン-P3ST 複合体を水中に再分散させた (右図)。脱保護反応時間の増加に伴いグラフェンの水分散性が向上することが判明した。



脱保護反応時間 [分] 0 10 30 80  
20 h 静置後のグラフェン-P3ST 複合体再分散液 (水分散液)

## ヨウ素染色を用いたアミロイド構造の識別 及びシード依存的構造伝播の追跡

柚佳祐、茶谷絵理

理学研究科 博士前期課程 化学専攻

アミロイド線維はタンパク質の異常凝集体であり、様々な疾病の原因となることが知られている。アミロイド線維には構造多様性があり、構造に依存して異なる表現型を示すため、アミロイド線維構造を識別することは非常に重要である。我々のグループでは、これまでに構造の異なるアミロイド多形がヨウ素によって異なる色調に染まることを確認し、構造特有のヨウ素呈色を分析することで、アミロイド線維構造を識別できることを見出している。

そこで本研究では、ヒト/ウシ由来インスリンを用いて、ヨウ素染色による線維構造の識別を行うことで、各々の構造伝播性を調べた。ヒト/ウシインスリンを酸性下で加熱することでアミロイド線維を作製し、シーディング反応（形成した線維を線維化前のタンパク質溶液に加える）を用いて線維化を繰り返した。作製した線維をヨウ素染色し、紫外-可視吸収スペクトルを測定したところ、ヒト及びウシインスリン線維は明確に異なるスペクトル形状を示した。さらに、セルフシーディング（自己の種でシーディング）では固有のスペクトル形状が保存されていたが、クロスシーディング（他方の種でシーディング）ではスペクトル形状が徐々に変化した。以上より、セルフシーディングでは線維構造は伝播するが、クロスシーディングでは伝播性が弱く線維構造は徐々に変化していくことが明らかとなった。

## 第四級オニウム塩ハイドレートにおける 低波数ラマン分光分析

三輪 泰大<sup>1</sup>、嶋田 仁<sup>2</sup>、長濱 朋輝<sup>2</sup>、佐藤 春実<sup>2</sup>、竹家 啓<sup>3</sup>、谷 篤史<sup>2</sup>

人間発達環境学研究科 博士前期課程 人間環境学専攻<sup>1</sup>

神戸大院・人間発達環境<sup>2</sup>、名古屋大・工<sup>3</sup>

Tetrabutylammonium bromide (TBAB) ハイドレートに代表されるセミクラスレートハイドレート (SCH) は、水分子によって形成されたケージにゲスト分子が内包された構造をしている。大気圧下で融点が 0°C 以上、空のケージを持つ特徴から蓄熱・ガス貯蔵媒体としての応用が考えられている。使用環境に応じた融点や大きな潜熱を持つ分子設計を行う上で、物性に大きな影響を与えるゲスト物質-ゲスト物質/水分子間で生じる分子間相互作用について直接観察・評価することが不可欠である。そこで、本研究では分子間振動を直接観察可能である低波数ラマン分光（日本分光社製 NRS7100, Ondax 社製 SureBlock XLF Raman filter system）を用いて複数の SCH の観察を行った。

100 cm<sup>-1</sup>以下の領域の SureBlock XLF Raman filter system による測定では、水ケージ [1] 及びゲスト分子間 [2] の複数に由来すると考えられる幅広いピークが 65 cm<sup>-1</sup> を中心として観測された。一方の NRS7100 による測定では、50 - 70 cm<sup>-1</sup> の範囲で複数のピークが観測された。発表では、2つの分光観察による差異を比較・検討する。

[1] Y. Takasu et al., *J. Phys. Soc. Jpn.*, **72**, 1287-1291 (2003). [2] A. D. Burnett et al., *Anal. Chem.*, **85**, 7926-7934 (2013).

# ZnMgO 薄膜の励起子誘導放出機構へのバンドギャップ 変調効果

藤井 柊介<sup>1</sup>, 安達 裕<sup>2</sup>, 内野 隆司<sup>3</sup>

理学研究科 博士前期課程 化学専攻<sup>1</sup>, 物質・材料研究機構<sup>2</sup>, 理学研究科・化学専攻<sup>3</sup>

酸化亜鉛 (ZnO)は室温において約 60 meV の大きな励起子結合エネルギー ( $E^b$ )を有することから、励起子誘導放出発光を利用した室温レーザー発振材料への応用が期待される。近年、我々は  $\mu\text{m}$  オーダーの ZnO 粒子や薄膜では、電子正孔プラズマ発光を伴わない励起子過程のみに由来する室温誘導放出が観測できることを報告した[1,2]。また、ZnO 中に Mg を微量添加するとバンドギャップが増大することが報告されている [3]。そこで本研究では、パルスレーザーデポジション法により作製した ZnMgO マイクロ薄膜 (Mg 濃度 16%, 膜厚 1.2  $\mu\text{m}$ )の発光 (PL)スペクトルを測定し、励起エネルギーと光学バンドギャップ  $E_g$  の大小関係が室温誘導放出機構へどのような影響を与えるかについて解析を行った。その結果、ZnMgO マイクロ薄膜の  $E_g$  (3.54 eV)より励起エネルギーが小さい場合 (3.493 eV)と大きい場合 (4.662 eV)とで異なるゲインプロセスに基づく室温励起子誘導放出が観測された。発表では、PL スペクトルの温度および励起フルエンス依存性をそれぞれの励起源で測定した結果について説明する。

[1] R. Matsuzaki, H. Soma, K. Fukuoka, K. Kodama, A. Asahara, T. Suemoto, Y. Adachi, and T. Uchino. *Phys. Rev. B* **96**, 125306 (2017)., [2] R. Matsuzaki and T. Uchino, *J. Appl. Phys.* **124**, 063103 (2018)., [3] M. Welna, *et al.*, *App. Phys. Lett.*, **103**, 251908 (2013).

# サンドイッチ型Ru錯体を用いた 光反応性コポリイオン液体の開発

角谷 凌、持田 智行

理学研究科 博士前期課程 化学専攻

イオン液体とは融点が100 °C以下の塩を指し、種々の有用な特徴を有する。また、重合性置換基を有するイオン液体を重合した高分子は、ポリイオン液体と呼ばれる。本研究では、サンドイッチ型Ru錯体カチオンと重合性アニオンからなるイオン液体に、配位性モノマーおよび架橋剤を共重合させたコポリイオン液体を開発した (Fig. 1左)。

得られたコポリイオン液体は、57 wt%のイオン液体 ([Bmim][Tf<sub>2</sub>N])を吸収した。この膨潤ゲルにUV光を照射すると、吸収した[Bmim][Tf<sub>2</sub>N]の57%を放出し、柔らかい橙色ゲルから硬い濃橙色ゲルに変化した。ここでは、光照射によってRu錯体からarene配位子が脱離し、代わりに周囲のシアノ基がRuに配位するため、ポリマー鎖間に架橋が生じてゲルが収縮する (Fig. 1右)。光反応生成物を加熱すると、元の柔らかい橙色ゲルに戻り、[Bmim][Tf<sub>2</sub>N]を再吸収した。これらの変化に伴う粘弾性およびイオン伝導度についても検討した。

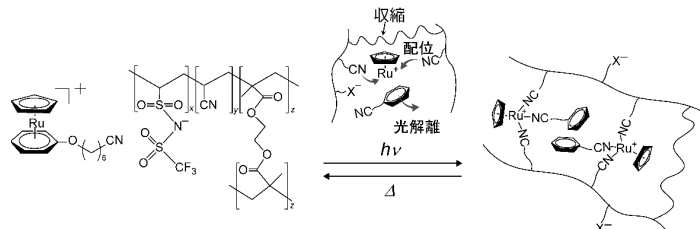


Fig. 1. コポリイオン液体ゲルの光による架橋反応、および熱による脱架橋反応の模式図。

## ゼニゴケのクローン繁殖子の発生は PRONE 型 RopGEF によって制御されている

樋渡琢真<sup>1</sup>, 深城英弘<sup>2</sup>, 三村徹郎<sup>2</sup>, 石崎公庸<sup>2</sup>  
理学研究科 生物学専攻 博士課程後期<sup>1</sup>, 神戸大・院・理<sup>2</sup>

多くの植物は交配による有性生殖の他に、栄養器官の体細胞から直接クローン個体を形成する栄養繁殖により無性的に繁殖する能力をもつ。陸上植物進化の基部に位置する苔類のゼニゴケは、葉状体の背側に形成される杯状体の中に数十ものクローン繁殖子である無性芽を形成する事により栄養繁殖する。ゼニゴケの無性芽は、杯状体底部の表皮細胞が非対称分裂することから発生が始まる。近年我々は、Rop GTPase のグアニルヌクレオチド交換因子 (RopGEF) をコードする *KAR* が、ゼニゴケ無性芽形成の初期プロセスに必須の役割をもつことを明らかにした。ゼニゴケゲノムから単一分子種の Rop GTPase 遺伝子 *MpRop* を見出し、*KAR* の生化学的機能について解析したところ、*KAR* が *MpRop* と相互作用し、*MpRop* に対して GEF 活性を持つことが確認された。そこで *KAR* が *MpRop* の活性化を介して無性芽発生を制御する可能性を検証するために、恒常活性型 *MpRop* を *kar* 変異体の杯状体底部で特異的に発現させた。その結果、杯状体底部における無性芽形成が部分的に回復した。この結果は *KAR* による *MpRop* の活性化が無性芽形成の開始に重要であることを強く示唆している。次に *KAR* と *MpRop* の発現解析を行ったところ、共に細胞質、特に細胞膜近傍で局在が観察された。以上の研究より、ゼニゴケにおける無性芽形成の初期プロセスにおいて RopGEF をコードする *KAR* が重要な役割をもつ事が明らかになった。*KAR* は ROP GTPase の活性化を介して杯状体底部の表皮細胞から無性芽形成が始まる際の非対称分裂に関与する可能性が示唆される。

## 六方晶窒化ホウ素の発光過程に及ぼす インターカレーションの効果

辻村拓哉<sup>1</sup>, 内野隆司<sup>2</sup>  
理学研究科 博士前期課程 化学専攻<sup>1</sup>, 神戸大院・理<sup>2</sup>

六方晶窒化ホウ素(h-BN)はグラファイトと同様の層状構造を有しており、ブレンステッド酸など他の分子が層間に入った化合物(インターカレーション化合物)を形成することが報告されている[1]。また、近年、我々の研究グループは h-BN の内因性欠陥に由来する紫外発光の強度が窒素雰囲気での高周波誘導加熱により増大することを報告した[2]。本研究では、まずブレンステッド酸を層間分子に用いたインターカレーション化合物の合成条件を探索した。その結果、合成条件に依存して得られるインターカレーション化合物の構造が異なることがわかった。さらに、窒素雰囲気での誘導加熱で発光強度を高めた h-BN を原料として試料合成を行い、インターカレーションが発光過程に及ぼす効果を調べたが、インターカレーション化合物の構造に依存せず、発光ピーク強度およびピーク位置の変化はほとんど観測されなかった。このことから、インターカレーションは h-BN の欠陥発光に影響を及ぼさないことが示唆される。

[1] N. I. Kovtyukhova, Y. Wang, R. Lv, M. Terronrs, V. Crespi, and T. E. Mallouk, *J. Am. Chem. Soc.* **135** (2013) 8372.

[2] E. Tsushima, T. Tsujimura, and T. Uchino, *Appl. Phys. Lett.* **133**, 031903 (2018).

# アンジュレータ放射光照射による 石英系ガラスの屈折率分布

藤原僚馬、森脇和幸

工学研究科 博士課程前期課程 電気電子工学専攻

現在、石英系ガラス膜への紫外光照射による光誘起屈折率変化が、光学素子の作製等に利用されている。より高効率な屈折率変化を得るために新たな光源として放射光の利用が検討されている。本研究ではアンジュレータ放射光(UR)を石英系ガラスに照射し、試料の改質効果を調べるため、屈折率測定及び屈折率の深さ方向分析、可視・紫外光吸収分光測定等を行った。分光反射法による屈折率測定から、UR照射により、 $1.0 \times 10^{-2}$  オーダーの屈折率の上昇が確認された。

UR のピークエネルギーや照射ドーズ量によって屈折率の変化量の違いが存在し、屈折率制御ができる可能性が示された。試料をエッチングし、深さ方向分析を行った結果、屈折率変化には照射した光子エネルギーによる X 線の侵入長との相関を持つ深さ分布があることが分かった。また、可視・紫外光吸収分光測定の結果、照射後の試料の吸光度が上昇しており、この原因は光誘起欠陥生成と考えられ、試料表面の屈折率変化要因の可能性が高い。

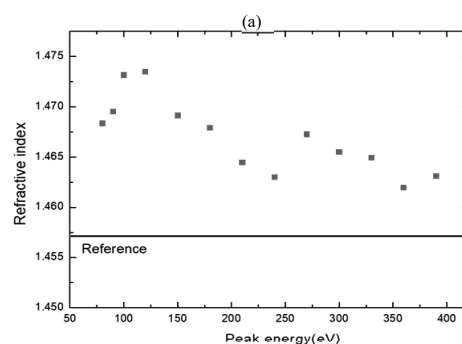


図 (a) : 屈折率・ピークエネルギー依存

# 構造転移能を有するペプチドナノファイバーの人工設計

黒川南、田村厚夫

理学研究科 博士前期課程 化学専攻

近年、分子の自己集合性を利用したナノサイズ超分子構造体の人工形成に注目が集まっている。当研究では生体物質であるペプチドの自己集合性を利用して、二次構造転移能を有する繊維状ナノ構造体の形成を目指した。二次構造転移が起こる天然タンパク質の例はいくつか知られており、例えば爪や毛髪などに豊富に含まれる繊維状タンパク質であるケラチンは  $\alpha$ -ヘリックス構造から  $\beta$ -シート構造へ転移する。このとき、繊維の長さが 2 倍ほども変化することが分かっている。このような二次構造転移能を有するペプチドは、長さを制御しうる有用なナノマテリアルとして利用できると思われる。以上を踏まえて、29 アミノ酸からなるペプチド配列を考案した。 $\alpha$ -ヘリックス、 $\beta$ -シートを形成しやすいアミノ酸をそれぞれ適当な割合で配列に組み込むことで二次構造転移する可能性を持たせ、加えて  $\alpha$ -ヘリックス構造をとった際に繊維化しやすくなるようなアミノ酸を配列中の特定の箇所に導入した。このペプチドを、k.p.3 と名付けた。円偏光二色性分光法により k.p.3 の二次構造を経時的に調べた。加熱および経時に伴って、 $\alpha$ -ヘリックスから  $\beta$ -シートへの二次構造転移が見られた。この円偏光二色性分光法における二次構造変化に伴い、 $\alpha$ -ヘリックス構造の繊維と  $\beta$ -シート構造の繊維が原子間力顕微鏡によりそれぞれ確認された。以上のように均一性の高い繊維形態で二次構造転移が起こる人工設計ペプチドはほとんど例がないため、k.p.3 は新規性に富んだ材料であると言える。

## プロテアーゼがトランスサイレチンの アミロイド線維形成に与える効果の検証

松村美里<sup>1</sup>、山本直樹<sup>2</sup>、山口圭一<sup>3</sup>、宗正智<sup>3</sup>、後藤祐児<sup>3</sup>、茶谷絵理<sup>1</sup>

理学研究科 化学専攻 博士前期課程<sup>1</sup>、自治医大・医<sup>2</sup>、阪大・蛋白研<sup>3</sup>

トランスサイレチン (TTR) は、老人性全身性アミロイドーシスを引き起こすアミロイド形成タンパク質である。TTR の線維形成メカニズムの解明研究は長年行われているが、試験管内では伝播性のあるアミロイド線維を得るのが難しい。しかし近年、TTR にプロテアーゼを作用させることで特異的切断が起こり、生体内で見られるアミロイド線維を再現できる可能性が報告された[1]。そこで本研究では、TTR の線維化に必要な切断条件を明らかにするため、プロテアーゼの種類すなわち切断箇所の差異により線維化がどのように変化するのかについて検討した。

大腸菌発現系を用いて発現、精製した TTR を pH4.5 に調整した酢酸ナトリウム緩衝液に溶解し、トリプシンまたは V8 プロテアーゼを加えて振とうした。チオフラビン T (ThT) 蛍光追跡、原子間力顕微鏡観察や透過電子顕微鏡観察の結果、線維形成が示唆された。ところが、最終的に線維の伝播性は確認することができなかった。現在は、プロテアーゼ消化後の TTR 断片を単離することで、線維化に寄与するペプチド断片を探索する実験を行っている。

[1] P. Patrizia Mangione, et al., Proc. Natl. Acad. Sci. USA., 111, 1539-1544 (2015).

## センサ応用のための シングルモードポリマー光導波路の研究

鈴木舜治、森脇和幸

工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻

光導波路センサとは、光導波路を用いて物質内の抗体やたんぱく質等の検出、また濃度や屈折率の測定を行う検出器であり、近年研究が広まっている。しかし実用化には、安価な材料を用いて簡素なプロセスで光導波路を作製する必要がある。また、光導波路センサの高感度化にはシングルモード光導波路の実現が必要となる。そこで本研究では、光導波路のコア層に光硬化性樹脂である SU-8(MicroChem 社製)を採用し、この場合のシングルモード条件を満たす反転リッジ型光導波路の解析を行った。解析をもとにフォトリソグラフィと反応性イオンエッチング(RIE)の作製条件を最適化した。また、コア上部の残膜厚を制御した。シングルモードの光導波路の口径は入力となる光ファイバの口径に比べ小さく、屈折率も異なるため両者の接続時に損失が発生する。この損失を低減するためにスポットサイズ変換器(SSC)を付与した光導波路が必要となる。そこで我々は、基板上にスペースを設け、マスクを設置して RIE を行い、テーパ構造を付与したコア層を作製した。それにより 1 枚の基板上にシングルモード光導波路と SSC を同時に作製できる構造を提案し、実際に作製することに成功した。

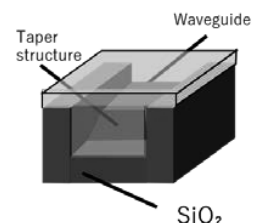


図1 作製したSSC付反転リッジ型光導波路の概略図

# イオンビームグラフト重合法における反応ダイナミクス 解明のためのグラフト重合率評価方法の検討

中島慎弥、井上凌一、新田勇輝、谷池晃、古山雄一

海事科学研究科 博士前期課程 海事科学専攻

近年、様々な分野において機能性高分子材料が用いられている。高分子に多種多様なモノマーを化学合成することにより、それぞれの目的に応じた機能を持つ材料の作製が可能となっている。高分子を合成する手段の一つとして「グラフト重合」が挙げられる。我々は本学の加速器を用いた「放射線グラフト重合法」による材料作製を行い、グラフト重合率の向上およびグラフト鎖生成ダイナミクスの解明を目的とした研究を行っている。本研究では基板高分子を設置したチェンバ内を真空状態にした後、イオンビームで照射すると同時にチェンバ内に気相モノマーを導入することにより、真空中でモノマーがグラフト重合した高分子試料を作製した。モノマーにはアクリル酸 (AA)、基板高分子にはポリエチレン (PE) を用いた。これまでグラフト重合率は重量測定により評価していたが、重量測定では誤差が大きく測定精度が低いため、グラフト重合率が小さい場合の指標としては不十分であった。そこでグラフト重合率をFESEMによる表面観察、およびEDSを用いた元素分析による評価を行った。元素分析では重合したアクリル酸の酸素量を測定することによりグラフト重合率を算出した。この結果を元に重量測定法とEDS法の比較を行い、重合率の評価方法の検討を行った。

# 高屈折率誘電体ナノワイヤの光学特性

今泉瞭佑、雛本樹生、杉本泰、藤井稔

工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻

サブ波長スケールの高屈折率誘電体構造は、可視-近赤外光領域でサイズ・形状に依存した電磁気的な共鳴モードを有する。シリコン (Si) は光学領域で高い屈折率 (>3.6) 且つ非常に小さい吸収係数を持ち、プラズモニック材料に比べて低損失な光学共鳴を示す材料として注目されている。しかし、誘電体単体での共鳴の制御、電場増強効果は限定的である。我々は、金属平面の表面プラズモン共鳴 (SPP) との結合を利用して、Si ナノワイヤの光学特性の制御と電場増強を目的に研究を行っている。本発表では、低屈折率誘電体(SiO<sub>2</sub>)および金属(Au)平面基板上に配置した単一 Si ナノワイヤの光散乱特性を詳細に調べ、ナノワイヤの Mie 共鳴と金属平面の SPP が結合した光学共鳴について報告する。顕微分光法により単一 Si ナノワイヤの散乱スペクトル測定を行った。図 1 (a)に SiO<sub>2</sub> 基板、(b)に Au 基板上に配置した単一 Si ナノワイヤ (直径 100 nm) の偏光制御入射光による散乱スペクトルを示す。挿入図のように入射偏光(TE)を定義している。散乱スペクトルより、Au 基板上に配置することで波長 600 nm で光学共鳴が増強されていることがわかる。発表では、異なるギャップ長の Au 基板上に配置した Si ナノワイヤの光学特性について、実験・計算の結果から議論する。

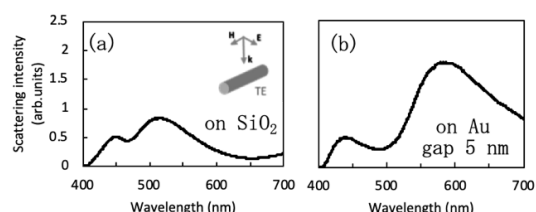


図 1(a)SiO<sub>2</sub>, (b)Au 基板上に配置した Si ナノワイヤの偏光制御した入射光による散乱スペクトル。

## フォトクロミック色素を含む多層膜系の Fano 共鳴

本倉健吾、Kang Byungjun、藤井稔、林真至

工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻

Fano 共鳴は、線幅の異なる 2 つの共鳴モードが干渉して非対称なスペクトルを示す現象である。Fano 共鳴のスペクトルは一般に  $Q$  値が高く、かつ通常の Lorentz 型共鳴に比べ急峻であるため、これを利用したセンサーや増強分光などへの応用展開が期待される。我々の研究グループでは、平面多層膜系に励起される非輻射モード (SPP モードや導波モード) を干渉させることで、多層膜系で Fano 共鳴が生じることを見出し、その解明や応用に関する研究を進めてきた。

応用上、Fano 共鳴の形状は要請に応じて自由に制御できることが望まれる。本研究では、フォトクロミック色素を多層膜系に埋め込み、光機能化することで、Fano 共鳴の形状を光照射によって大幅に制御できることを実証した。電磁気解析によって、この形状変化はフォトクロミック色素を埋め込んだ層の吸収変化に基づくことを明らかにした。また、Fano 共鳴に伴う電場増強効果によって、フォトクロミック色素の光応答が 100 倍程度増強することも分かった。

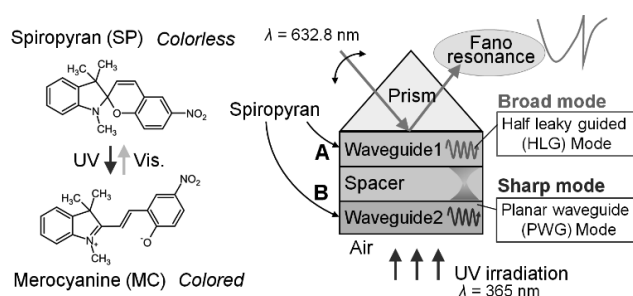


図: フォトクロミック色素と多層膜構造

## 高屈折率誘電体ナノディスクアレイの光学応答制御

長谷部宏明、雛本樹生、杉本泰、藤井稔

工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻

高屈折率 ( $n > 3$ ) 誘電体ナノ構造は Mie 共鳴により特異な光学応答を示す。特に、高屈折率誘電体ナノディスクは直径 ( $D$ ) および高さ ( $H$ ) を変化させることで電気・磁気多極子モードの制御が可能であり、規則配列したアレイ構造で光学素子を実現されている[1]。また、 $D/H$  が大きいディスクにおいて、無輻射なアナポールモードを用いた誘電体メタサーフェスデバイスが提案されている。これらのナノディスク配列構造は、主に電子線リソグラフィーなどの微細構造形成技術が使用されているが、応用にはマクロスケールの加工プロセスと機能の探索が必要不可欠である。本研究では、高屈折率誘電体であるシリコン(Si)を用い、コロイダルリソグラフィー法を採用することで、大面積に  $D/H$  が大きいナノディスクが六方格子状に並んだ構造を作製した(図 1)。本発表では、Si ナノディスクアレイの形成と構造制御法、また光学応答及び電磁場応答を実験結果及び FDTD 法による計算解析から議論を行う。

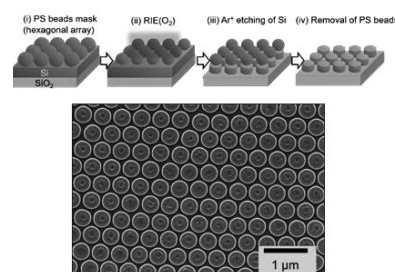


Figure 1. Procedure and SEM image of hexagonal Si nanodisk arrays (thickness: 50 nm) on glass substrate fabricated by colloidal lithography. The diameter is 450 nm. The period is 500 nm.

[1] M. Decker, I. Staude, M. Falkner, J. Dominguez, D.N. Neshev, I. Brener, T. Pertsch, and Y.S. Kivshar, *Adv. Opt. Mater.* **3**, 813 (2015).



## シリコン量子ドットの電気泳動

南晶子、杉本泰、藤井稔

工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻

我々のグループで開発したホウ素、リン同時ドーピングシリコン量子ドットは、可視から近赤外領域でサイズに依存した発光を示し、高い極性溶媒分散性を有することから、バイオイメージングや光触媒などへの応用が期待されている。しかし、広いサイズ分布を持つことが応用上も基礎物性評価においても課題となっている。本研究では、シリコン量子ドットのサイズ選別方法として、たんぱく質の分離などに用いられる電気泳動法に注目した。図 1(a)に、平均粒径 4 nm のシリコン量子ドットの電気泳動の結果を示す。シリコン量子ドットがバンド状に広がっており、サイズや電荷により分離できていることがわかる。図 1(b)に、バンド中の異なる泳動距離で測定した発光スペクトルを示す。発光ピークエネルギーが $\sim 1.2$  eV から $\sim 1.8$  eV まで変化しており、電気泳動によりシリコン量子ドットの精密なサイズ分離が可能であることがわかる。講演では、平均粒径を変化させた試料、及びホウ素、リンのドーピング濃度を変化させた試料のデータから、サイズ、発光エネルギー、発光バンド幅、表面電荷等の関係を議論する。

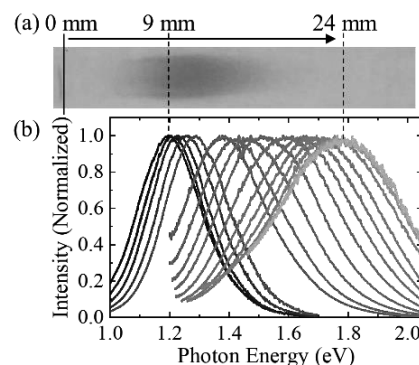


図 1.(a)電気泳動結果, (b)各泳動距離距離における発光スペクトル

## シリコン量子ドット光触媒による水素生成

高田三穂、周昊、杉本泰、藤井稔

工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻

半導体量子ドットは、量子サイズ効果によるエネルギーギャップの可変性、高い比表面積等の特徴を有しており、材料設計の自由度が高いことから、可視光触媒材料として活発に研究が行われている。本研究では、我々のグループで開発したホウ素とリンを同時ドーピングしたシリコン量子ドット[1]について、水中における光照射による水素生成検証とその効率化の検討を行った。このシリコン量子ドットは、有機分子による修飾なしで水溶液中で高い分散性を示すことから、量子ドット/溶液間の電荷移動が容易であり、効率的な電子授受が期待できる。

図 1 に、作製 1 日後のシリコン量子ドットから得られた水素生成量と光照射時間の関係を示す。8 時間まで水素生成レートに大きな変化はなく、生成量と照射時間はおおよそ比例している。生成レートは、約  $350 \mu\text{mol}/\text{h} \cdot \text{g}$  である。尚、暗状態では水素量は測定限界下であることを確認している。講演では、シリコン量子ドットの表面状態と水素生成量の関係について議論する。

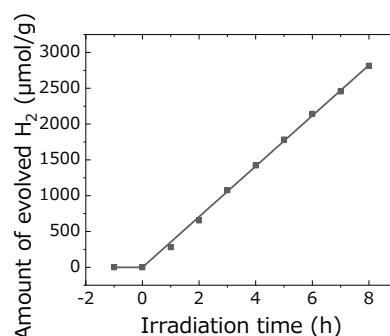


Figure 1. Amount of evolved H<sub>2</sub> as a function of irradiation

[1] M. Fujii, *Chem. Commun.*, 54, 4375, (2018).

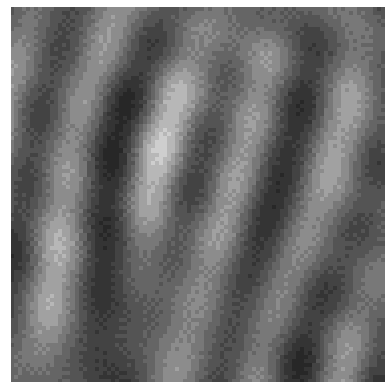
## 多価イオン照射したナノカーボン材料の TEM 評価

西田尚史<sup>1</sup>、堀結喜<sup>1</sup>、櫻井誠<sup>1</sup>、吉村大地<sup>2</sup>、本多信一<sup>2</sup>

理学研究科 博士後期課程 物理学専攻<sup>1</sup>、兵庫県立大・工<sup>2</sup>

原子から複数の電子が剥ぎ取られたイオンを多価イオンと呼ぶ。多価イオンは通常のイオンと比べ非常に大きな内部エネルギーをもつ。多価イオンの内部エネルギーは多価イオンの価数が増えるに従い非線形的に増加する。この多価イオンが持つ高い内部エネルギーにより物質表面へ近づくと大量の二次電子の放出やナノメートルサイズの領域の構造変化、可視光から X 線の範囲の光の放射などといった特異な現象が引き起こされる。カーボンナノチューブやグラフェンなどのナノカーボン材料はナノデバイスなどへの応用が期待されており、本研究では特性の制御のために欠陥導入に着目した。

本研究では電子ビーム型多価イオン源 (Electron Beam Ion Source) Kobe EBIS により生成したアルゴンの多価イオンをナノカーボン材料に照射し、透過電子顕微鏡を用いて照射前後の構造変化の観察を行い、多層カーボンナノチューブの照射前後の層間隔や構造の変化に注目した。これらについて報告する。



多層カーボンナノチューブの層の TEM 像

## Mie 共鳴により発色するシリコンナノ粒子インク

岡崎拓真、杉本泰、藤井稔

工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻

高屈折率誘電体ナノ構造は、電気・磁気双極子共鳴によるサイズと屈折率に依存した光散乱を示し、退色しない発色方法である構造色を出す材料として注目されている。特にシリコンは高屈折率かつ低損失な材料であり、微細加工技術を用いて Mie 共鳴に由来する高彩度の発色が実現されている。我々は多様な基材に大面積に発色させることが可能な材料として、ナノ粒子インクに注目している。当グループでは最近、水やアルコールなどに分散するシリコンナノ粒子を開発した[1]。本材料は、直径 150 nm 程度の結晶性の高い真球ナノ粒子であり、単一の散乱特性では理想的な Mie 共振器として作用することを示している。粒径制御により可視光全域で構造色を実現することが可能である一方、ナノ粒子集合体の粒径分布の拡がりは彩度を低下させる要因になる。そのため、溶液状態では光照射下でも鮮やかな発色は見られない。本研究では、コロイド Si ナノ粒子をステップ勾配遠心法により平均粒径制御とサイズ分布抑制を同時に実現し、インク状態およびナノ粒子塗布基板の可視域での発色を実証する。

[1] H. Sugimoto, et al., *Advanced Optical Materials* 5, 1700332 (2017)

## インスリンアミロイドの 伸長反応によるリポソームの膜破壊

高山 宙輝、曲師 香緒里、茶谷 絵理  
理学研究科 化学専攻 博士前期課程

認知症患者の数は、高齢化が進む近年で増加しており、2050年には世界で現在の約3倍になるという報告もされている。認知症の原因として最も有力な仮説としては、線維化したアミロイド $\beta$  ( $A\beta$ ) の脳内への蓄積により神経細胞が細胞死を引き起こすことが指摘されているが、アミロイド線維の形成と細胞膜破壊との関連性は明らかにされていない。本研究では、細胞モデルとして蛍光色素スルホローダミン B (SRB) を内包した 1-palmytoyl-2-oleoyl-3-phosphoserine (POPS) から成るリポソームを作製し、アミロイド線維形成と脂質膜破壊を同時に観察することを試みた(図1)。 $A\beta$  のようなアミロイド原性タンパク質には線維化の核形成と伸長反応の2段階のプロセスがある。そのうち伸長反応の段階において細胞死を引き起こす可能性を調べようと考えた。そこで、モデルタンパクとしてヒトインスリンを用いて、伸長反応とリポソームの膜破壊による SRB の漏出率の関係性の検討をした。

解析結果、酸性条件のシーディング反応では伸長反応を伴って膜破壊するものの、中性条件になるとほとんど膜破壊はしないことが明らかになった。このことから、酸性条件ではインスリン分子が正電荷を帯び、POPS の負電荷と静電的相互作用し、リポソーム表面上で伸長反応が進行することにより膜破壊する可能性が示唆された。

## シロイヌナズナの雑種強勢における DNA メチル化転移酵素の役割

山下萌<sup>1</sup>、安田(高崎)剛志<sup>2</sup>、藤本龍<sup>2</sup>

農学研究科 博士前期課程 資源生命科学専攻<sup>1</sup>、神戸大院・農<sup>2</sup>

雑種強勢(ヘテローシス)とは、ある特定の組み合わせの両親を交雑して得られた雑種第一代( $F_1$ )が両親系統よりも優れた性質を示す現象であり、農業上非常に有用な現象である。しかしその分子機構は未だ明らかとなっていない。近年、塩基配列の変化を伴わないエピジェネティックな制御である DNA メチル化と雑種強勢の関連性が示唆されている。そこで本研究ではシロイヌナズナの CG 配列の維持型 DNA メチル化を担う *MET1* (*Methyltransferase 1*) に着目した。*MET1* の機能を喪失した  $F_1$  (*met1* 変異体) と野生型の  $F_1$  の生育を比較したところ、*met1* 変異体の  $F_1$  で雑種強勢の程度が低下していることが明らかとなった。よって *MET1* の機能が雑種強勢に関与していることが示唆された。さらに野生型と *met1* 変異体の両親系統と  $F_1$  を用いてトランスクリプトーム解析を行った。各系統において野生型と *met1* 変異体で発現量が有意に異なる遺伝子 (DEG; Differentially expressed gene) を同定した。両親系統と  $F_1$  全てにおいて、*met1* 変異体において発現が低下した遺伝子数 (*met1*-down) よりも上昇した遺伝子数 (*met1*-up) が有意に多かった。また  $F_1$  での DEG 全体に占める *met1*-up の割合が両親系統に比べて高かった。そこで *met1* 変異体の  $F_1$  で特異的に発現が変動している遺伝子から雑種強勢の関連遺伝子を探索している。

## 液-液相分離の不可逆性による

### アミロイド線維形成反応の促進および抑制

桐山知樹<sup>1</sup>、今村比呂志<sup>2</sup>、茶谷絵理<sup>1</sup>

神戸大学理学研究科 化学専攻<sup>1</sup>、立命館大学 生命科学部 応用化学科<sup>2</sup>

液-液相分離とは相転移現象の一種であり、タンパク質水溶液においても二相分離し、液滴状の濃厚相が出現することが知られている。近年、濃厚な液滴が細胞内に形成されることが明らかにされたことにより液-液相分離の生理的な役割に注目が集まっている。本研究では、液-液相分離現象がタンパク質の異常凝集体であるアミロイド線維形成に関わる可能性を考え、ニワトリリゾチームの高 NaCl 濃度、低温条件での液-液相分離の確認、さらにその後温度を上げることで液-液相分離状態を解消させたうえでアミロイド線維形成を進行させ、反応追跡した。液-液相分離の形成およびアミロイド線維化の両方が確認できるリゾチーム濃度を検討し、50 mg/ml を選択した。チオフラビン T アッセイの結果、相分離状態をごく短時間しか維持しない場合では効果は見られなかったが、15 分間あるいは 30 分間維持させると示す蛍光強度が上昇するまでの誘導期が短くなった。しかし、液-液相分離の維持時間が 45 分を超えると、逆に誘導期が長くなった。相分離は一般的に可逆であると考えられているが、本条件においては時間経過とともに何らかの不可逆性が生じ、相分離状態を一定時間維持した場合はアミロイド線維の形成促進や遅延が起きるようである。小角 X 線散乱法(SAXS)測定により、不可逆性の実体を確認できるか検討中である。

## テラヘルツ分光法によるエンジニアリングポリエステル のメチレン鎖の長さの違いによる結晶化の研究

山元優美子、佐藤春実

人間発達環境学研究科 人間環境学専攻 博士前期課程

ポリエチレンテレフタレート (PET) とポリブチレンテレフタレート (PBT) はともに優れた物性を持ち、エンジニアリングプラスチックとして幅広い用途に使用されているポリエステルである。このうち、PET は結晶化速度が遅いが、一方、PBT は結晶化速度が速く成形加工性に優れている。PET と PBT は繰り返し単位中の CH<sub>2</sub> の数が 2 つ違うだけであり、結晶化速度が大きく異なる原因は明らかになっていない。また、テラヘルツ分光法などの低波数領域の振動分光法では、高分子の高次構造や分子間相互作用を直接的に捉えることができるが、ピークの帰属はあまり行われていない。本研究では、PET と PBT の結晶化速度が異なる原因の解明につなげるために、低波数領域の振動分光法を用いた測定と量子化学計算によるピークの帰属を行った。テラヘルツスペクトルでは、PET と PBT のいずれも 79 cm<sup>-1</sup> 付近と 113 cm<sup>-1</sup> 付近でピークが観測され、79 cm<sup>-1</sup> 付近のピークは似た熱挙動を、113 cm<sup>-1</sup> 付近のピークは異なる熱挙動を示した。量子化学計算の結果、熱挙動の異なるピークは、CH<sub>2</sub> の数の違いに関連するピークであると考えられる。

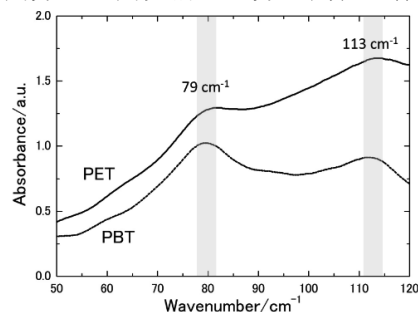


Fig. 1 Terahertz spectra of PET and PBT.

# 低波数ラマン分光法を用いた 高吸水性樹脂に閉じ込められた水の構造

那須達郎、佐藤春実

人間発達環境学研究科 人間環境学専攻 博士前期課程

紙おむつを主用途する高吸水性樹脂(SAP)は、三次元網目構造を有し、自重の100~1000倍の水分子を取り込むことを可能としている。しかしながら、網目構造の中に取り込まれた水分子が分子間でどのような構造を形成しているのかという点や、水分子と樹脂の間にどのような相互作用が働いているのかは未だ明らかになっていない。これらを解明することで、より吸収力に優れた樹脂を開発できる可能性がある。本研究では、高吸水性樹脂の水和に伴うテラヘルツ領域でのスペクトル変化を捉えるため、低波数ラマン分光法を用いて、水和量の変化に伴う測定を行った。190 $\text{cm}^{-1}$ におけるピークの加熱処理の有無による変化を示す(Fig1)。加熱処理後にピークが確認できなくなった事と、水由来のピークが175 $\text{cm}^{-1}$ に存在する事から、水由来のものである可能性が示唆される。また、網目構造の中に取り込まれたことにより、高波数側にシフトしていることが予想される。

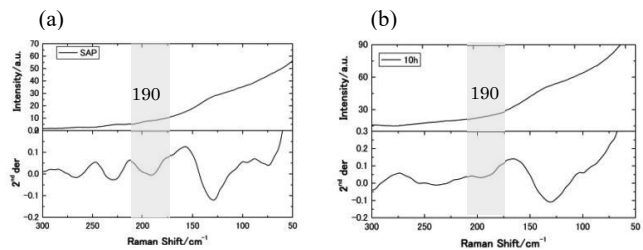


Fig1. Raman spectrum of SAP (a)before and (b)after annealing for 10 hours.

# 立方晶ラーベス相化合物 $\text{RIr}_2$ ( $\text{R}=\text{La}, \text{Ce}$ ) の ドハース・ファンアルフェン効果

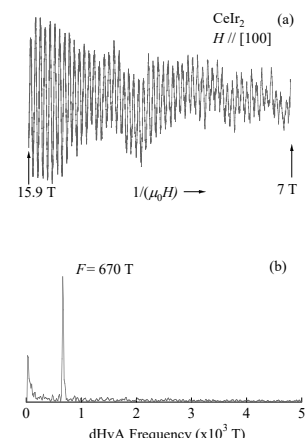
大政和之

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻

立方晶ラーベス相構造 ( $\text{MgCu}_2$ 型,  $Fd3m$ , No. 227) を持つ Ce 化合物  $\text{CeIr}_2$  は、磁気秩序を示さず顕著な結晶場効果が見られないことから価数揺動系物質に分類される。電子比熱係数が  $\gamma = 20 \text{ mJ/K}^2\text{mol}$  と比較的大きく、0.21 K 以下で超伝導を示すことが報告されており[1],  $4f$  電子の超伝導への寄与に興味を持たれている。また、高い量子効率を持つことから電子銃の陰極材料としても注目されている[2]。しかしながら、純良な単結晶の作製が困難なため、これまでその物性は詳しく調べられて来なかった。この物質の物性や陰極材料としての特性を理解する上でも、電子状態を明らかにすることが重要である。本研究では  $\text{CeIr}_2$  および比較物質の  $\text{LaIr}_2$  の単結晶を育成し dHvA 効果測定に初めて成功した。図1に  $\text{CeIr}_2$  の(a)dHvA 信号と(b)その FFT スペクトルの一例を示す。発表では dHvA 振動数の角度依存性やサイクロトロン有効質量について、 $\text{LaIr}_2$  と比較しながら報告を行う。

[1] H. Sugawara, *et al.*, *J. Phys. Soc. Jpn.*, **63**, 1502 (1994).

[2] D. Satoh, *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **58**, SIIB10 (2019).



# THz 分光法による高分子共重合体の高次構造の研究

西前篤志、佐藤春実

人間発達環境学研究科 博士前期課程 人間環境学専攻

ポリ(グリコリド-co-ラクチド)共重合体(PGLA)は、グリコリドとラクチドの共重合体である生分解性ポリマーで、生体吸収性縫合糸の原料として主に用いられている。PGLAは、ポリグリコール酸(PGA)とポリ乳酸(PLA)の比率を変えることで結晶化度を変化させることができ、それにより生分解速度も変化するが、組成比による結晶格子の乱れや分子間相互作用の変化については未だ報告されていない。一方で、PLAの比率が20mol%程度までPGLAは共結晶化することが昨年の研究で報告されており<sup>[1]</sup>、二量体の共重合体では、より広範囲の組成比で共結晶化することが予想される。

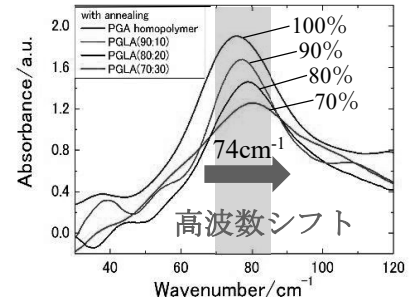


図1 PGLAのTHzスペクトル

従来の赤外分光法では高分子の官能基といった局所的な構造の情報しか得られないことに対し、THz分光法では分子鎖全体の動きを捉えられる。本研究では、THz分光法を用いて、PGLA((PGA:PLA)=(100:0), (90:10), (80:20), (70:30))の高次構造や分子間相互作用の解明を試みた。THzスペクトルにおいて、主にC=O面外変角振動に帰属される $74\text{cm}^{-1}$ のピークは、PGAの比率が下がるにつれて高波数シフトを示すことが分かった。これは共結晶による新たな分子間相互作用の可能性を示唆している。

[1] Hideto Tsuji et al., *Polymer Journal*, 50, 1079-1088 (2018)

# テラヘルツ分光法を用いた ポリジオキサノンの結晶相転移に関する研究

岡崎なつ実、佐藤春実

人間発達環境学研究科 博士前期課程 人間環境学専攻

ポリジオキサノン(PDS)(図1)は生分解性高分子の一種である。PDSはその優れた生分解性、生体適合性より、外科用縫合糸、薬物送達システムなどの生物医学材料として広く使用されている。またもう一つの特徴として、結晶化温度の違いによって生じる結晶相転移が挙げられる。高い結晶化温度( $T_c$ )での結晶化によって生成される一般的な $\alpha$ 晶から、低い $T_c$ での結晶化によって新たな $\alpha'$ 晶へと変化する。本研究ではこのPDSを対象に、高次構造を捉えることができるテラヘルツ時間領域分光法を用いて結晶相転移とそれに伴う相互作用の役割を解明することを目的とした。図2に様々な $T_c$ で結晶化したPDSのテラヘルツスペクトルとその2次微分を示す。 $73\text{cm}^{-1}$ と $93\text{cm}^{-1}$ のピークは共に低い $T_c$ になるにつれて高波数シフトしている。X線回折の結果を踏まえると $73\text{cm}^{-1}$ のピークは $a$ 軸方向の相互作用を示しており、 $T_c$ 減少による高波数シフトは結晶構造の $a$ 軸が収縮したことが原因であると考えられる。また、 $73\text{cm}^{-1}$ のピーク強度の低下からは結晶が崩れたことによる分子間相互作用の弱まりが示唆される。

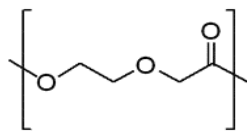


Fig.1 Chemical structure of PDS.

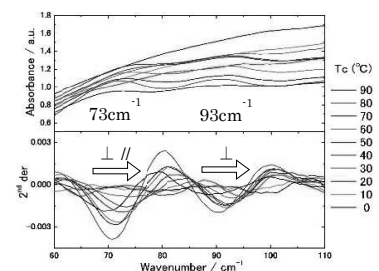


Fig.2 Terahertz absorption spectra of PDS and their 2<sup>nd</sup> derivative.

## 腫瘍細胞破壊能を有する pH 応答性人工設計ペプチド

櫻井遥<sup>1</sup>、西村香音<sup>2</sup>、山本翔太<sup>2</sup>、丸山達生<sup>2</sup>、田村厚夫<sup>1</sup>

理学研究科 化学専攻 博士前期課程<sup>1</sup>、神戸大院・工<sup>2</sup>

腫瘍細胞は Warburg 効果により、通常細胞と比較して pH が低くなることが知られている。本研究では、この pH の違いを利用し、中性(pH7)では立体構造を持たず、酸性(pH5)では  $\alpha$  ヘリックス構造をとり、膜に損傷を与えることができるようなペプチドの人工設計を目指した。まず  $\alpha$  ヘリックス構造をとる人工設計ペプチドである  $\alpha 3$  の配列を基本骨格とし、中性では立体構造を持たず、酸性では  $\alpha$  ヘリックス構造をとり、両親媒性を持つよう電荷アミノ酸を導入し膜貫通部分とした。これに pH の変化に応じて膜挿入を行うことが知られている pHLIP というペプチドの flanking 配列の一部を C 末端に加え、ペプチドを設計した。このペプチドの水溶液中での立体構造を調べるために、pH を変化させて CD 測定を行ったところ、中性ではランダムコイル構造、酸性では  $\alpha$  ヘリックス構造を持つことが分かった。次に、2 種類の脂質(POPC, POPG)とコレステロールを用いた人工膜のリポソームを作成し、膜表面の電荷や硬度の違いに対するペプチドの膜破壊能を評価した。膜表面が負電荷を帯びている場合、ペプチドは酸性のみで界面活性剤と同程度の膜破壊能を示した。膜表面に電荷がない場合、酸性でのペプチドの膜破壊能は低下し、コレステロールを添加して膜が硬化した場合には膜破壊能をほとんど示さなかった。さらに、設計したペプチドを、腫瘍細胞(HeLa, MCF-7)および正常細胞(MvE)に添加したところ、HeLa 細胞および MCF-7 細胞では 40%の細胞死を誘導したが、MvE 細胞に対してはほとんど細胞死を誘導しなかった。以上のことから設計したペプチドは酸性条件下で  $\alpha$  ヘリックス構造をとることで、腫瘍細胞表面の環境に応答して細胞死をもたらすことが分かった。

## 遷移金属イオンと相互作用する環状及び鎖状ペプチドの設計

森下梨佳子、田村厚夫

理学研究科 博士前期課程 化学専攻

レアメタルをはじめとする鉱物資源は、産業を支える重要なものである。しかしその供給量には限りがあり、再利用のための回収技術の向上が必要とされている。そこで、本研究ではレアメタル等の遷移金属イオンの選択的回収を目標とし、金属を取り込むような環状ペプチド及び鎖状ペプチドの設計を行い、分子の形状による金属との相互作用の違いを比較した。

今回設計したのは 16 残基の環状ペプチド「cyclic-HDHE16」及び鎖状ペプチド「linear-HDHE16」である。cyclic-HDHE16 は配位結合を形成する傾向のある His、側鎖に電荷を持つ Glu および Asp を環内部に配置した。linear-HDHE16 は cyclic-HDHE16 の配列を鎖状とすることで取り得る構造の種類を増加させ、異なる性質を持つことを狙った。どちらも中性条件下でのペプチドの総電荷は負であり、正電荷を持つ遷移金属イオンとの相互作用を引き起こすことを目指している。

ペプチドの二次構造を調べるために円偏光二色性(CD)スペクトルを測定したところ、cyclic-HDHE16 では  $\pi$ - $\pi$  スタッキングを示すスペクトル、linear-HDHE16 ではランダムコイル構造を示すスペクトルが得られた。次に、金属イオン滴定に伴う CD スペクトルの変化を追ったところ、特定の金属イオン(Au, Hf, Zr)を加えた際に両者の CD スペクトルの変化に違いが観測された。つまり、今回設計を行ったペプチドは金属イオンと特異的な相互作用をしていることが示された。

# クラスレート化合物における 格子拡散ダイナミクスの空間的・時間的・直接的測定

釋佳佑、大石禎希、河本敏郎

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻

タイプIクラスレート $X_8Ga_{16}Ge_{30}$  ( $X = Ba, Sr, Eu$ ; BGG, SGG, EGG) において光誘起格子拡散ダイナミクスの研究を行った。この化合物はGeとGaにより構成されるカゴ状構造を持っており、Xイオンがゲストイオンとしてそれぞれのカゴ中に一つずつ入っている。ゲストイオンはラットリング運動と呼ばれる、カゴを形成する格子に対し非調和な動きを示し、フォノンの伝搬を妨げ、熱伝導率が低くなっている。この性質により、高効率の熱電変換デバイスの開発につながると期待されている。

本研究では、ポンプ光により格子歪みを誘起し、その拡散をサンプル表面の空間的に離れた場におけるプローブ光の反射光強度及び複屈折変化として検出した。3種類のサンプルで拡散係数の異なる二つの成分が観測され、それぞれ熱拡散とキャリア拡散を表していると考えられる。

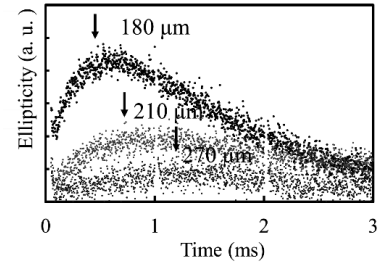


図: 6 KでのEGGにおける楕円偏光度測定の結果。図中の数字は、ポンプ光とプローブ光の距離。

# ハロゲノフロキサンの合成と応用

長谷部巴優、安藤祥大、林昌彦、松原亮介

理学研究科 博士前期課程 化学専攻

フロキサン (図1) は比較的安定に存在できるヘテロ芳香環であり、環境応答性の一酸化窒素放出能を有する。そのためファインケミカル分子の構成骨格、さらには医薬農薬化合物の生理活性中心としても有用と考えられている。しかしながら既存の合成法が乏しく、応用がほとんど行われていない。

従来、フロキサンの合成には、フロキサン環形成前の前駆体に、望みの置換基を導入する手法がとられていた。この場合、各標的分子を取得するには多段階合成が必要であり、創薬研究には適していない。我々の研究室は最近、望みの置換基をフロキサン環に直接導入する方法に注目している。

クロロおよびブロモフロキサンは、7つの原子で構成される小さなヘテロ芳香族単位であり、薬理活性を調整できるコンパクトな一価の原子団と見なすことができる。また、それらは反応性の高いC-X結合を含んでいるため、その反応性を利用して望みの置換基をフロキサン環に直接導入することができる。今回、ジクロロおよびジブロモフロキサンの置換反応を用いたモノクロロおよびモノブロモフロキサンの簡便合成法を開発した。さらに、得られたモノハロゲノフロキサン上のハロゲン原子を置換することで、種々のフロキサンをモジュラー的に合成することができた。

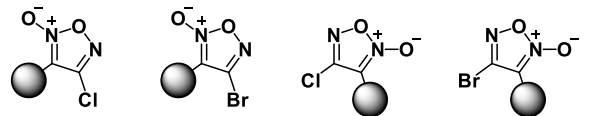


図1 クロロおよびブロモフロキサン



## 遷移金属酸化物反強磁性体におけるテラヘルツ時間領域分光

爰川優太、岩崎祐典、喜多将之、河本敏郎  
理学研究科 博士前期課程 物理学専攻

本研究室では遷移金属酸化物である酸化マンガン(MnO)や酸化ニッケル(NiO)に対して発生部分に空気プラズマ、検出部分に非線形光学結晶 ZnTe を用いたテラヘルツ時間領域分光法(THz-TDS)によるマグノンの検出を行ってきた。マグノンは磁性体中における磁氣的素励起であり、スピン波を量子化したものである。本研究では、ZnTe より広帯域なテラヘルツ波を検出できる空気プラズマを検出部分に用いて THz-TDS を広帯域化し、CoO におけるマグノン吸収の観測を試みた。

CoO は室温では NaCl 型の立方晶の結晶構造をもつ常磁性体であり、Néel 温度( $T_N \cong 290\text{K}$ )以下では正方晶の反強磁性体となる。超短パルスレーザー光の基本波(800nm)と第二高調波(400nm)をレンズによって集光して空気プラズマをつくり、四光波混合によって差周波としてテラヘルツ波を発生させることができる。基本波と発生したテラヘルツ波を集光して空気プラズマをつくり、四光波混合によって和周波としてテラヘルツ電場に比例した強度をもつ光(400nm)を検出することでテラヘルツ波の電場波形が得られる。

CoO(0.1mm、0.5mm、0.9mm、3mm)に対して THz-TDS を行い、透過スペクトルを測定した結果、0.9mm の CoO で 4.4THz 付近にマグノン吸収の可能性のある僅かな凹みが確認された。温度を変化させると、100K 以上でこの凹みが確認できなかった。これは高温になるにつれて約 10.4THz にあるフォノンの吸収の影響が強くなり、高周波側の透過スペクトルが減少したためと考えられる。

## YIG における電場誘起磁化

藤本恵輔、虫明侑一郎、河本敏郎  
理学研究科 博士前期課程 物理学専攻

イットリウム鉄ガーネット(YIG,  $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ )は電気磁気効果を示すことで知られる物質の一つである。通常の磁性体では外部からの磁場によって磁化が、誘電体では外部からの電場によって電気分極が誘起されるが、電気磁気効果を示す物質では電場によって磁化が、磁場によって電気分極が誘起されるという性質がある。また、YIG は大きなファラデー効果を示す磁性体としても知られており、ファラデー効果を用いてその電気磁気効果を調べる研究が多く行われている。本研究では、YIG の電気磁気

効果による電場誘起磁化をファラデー効果を用いて測定し、その電場および磁場依存性について研究を行った。YIG の電場誘起磁化において、電場に対して1次の成分と2次の成分の温度変化を観測し、サンプルを冷却する際に印加する電場と磁場の方向を変えることでその符号が変化することを確認した。

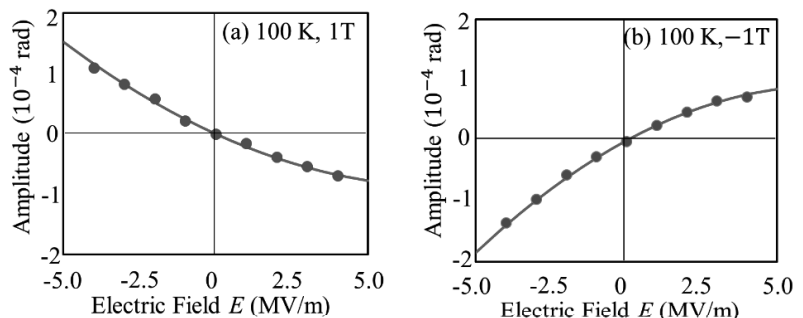


図1. 温度 100 K、磁場(a) 1 T、(b) -1 T におけるファラデー回転振幅の電場依存性

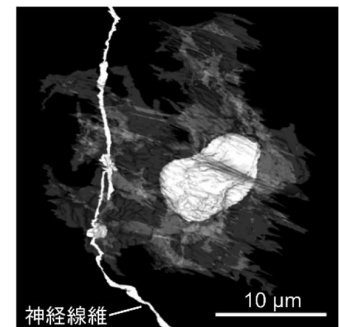
## 三次元解析を用いた腸管神経の投射対象の解明

中西怜稀<sup>1</sup>, 万谷洋平<sup>2</sup>, 春田知洋<sup>3</sup>, 横山俊史<sup>2</sup>, 星 信彦<sup>2</sup>

神戸大院・農・博士課程前期課程<sup>1</sup>, 神戸大院・農<sup>2</sup>, 日本電子株式会社<sup>3</sup>

動物の腸管には非常に発達した神経系である腸管神経系が存在しており、腸管の運動、腸液の分泌、血流の制御といった腸管の基礎的な機能を制御している。しかしながら、その神経線維が腸管粘膜内のどの細胞を支配しているのかについては不明な点が多い。当研究室では超微形態学的に三次元構造を解析できる Serial block face 走査型電子顕微鏡 (SBF-SEM) を用い、ラット小腸粘膜を走行する神経線維が腸絨毛の機械的構造支持等に関与することが想定されている上皮下線維芽細胞様細胞 (FBLC) に接続することを明らかにしており[1], SBF-SEM が神経線維の追跡に有用であることを示した。そこで本研究では SBF-SEM を用いてラット小腸粘膜内における神経接続の対象とその接続様式の特徴を網羅的に解明することを第一の目的とした。次いで、神経接続を既に認めている複数種の FBLC [1]に近接する神経線維の種類を明らかにすることを第二の目的とした。本研究から小腸粘膜における神経の接続対象が網羅的に明らかとなり (図), 従来報告されていた細胞種に加えて、形質細胞および好酸球等、接続対象となる細胞が新たに同定された。また、種々の神経線維が上皮下 FBLC に近接することも明らかになった。

[1] Mantani *et al.*, *J. Vet. Med. Sci.* **81**, 454-465 (2019)



図：神経接続と接続対象の三次元像

## ウリ科作物の新規汚染低減化法の開発

藤田健太郎<sup>1</sup>, 近藤恭光<sup>2</sup>, 本田香織<sup>2</sup>, 羽賀雄紀<sup>3</sup>, 長田裕之<sup>2</sup>, 松村千里<sup>3</sup>, 乾秀之<sup>1,4</sup>

農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻<sup>1</sup>, 理研・CSRS<sup>2</sup>,  
兵庫県環境研究セ<sup>3</sup>, 神戸大・バイオ<sup>4</sup>

ダイオキシンやディルドリンなどの残留性有機汚染物質 (POPs)は発ガン性や神経毒性を示すことから、社会問題になって久しい。多くの植物は土壌中の POPs を吸収することはないが、ウリ科作物は POPs を果実に高濃度で蓄積する。そのため、POPs の残留基準値を超えたウリ科作物が大量に廃棄処分されており、農家に与える経済的損失は大きい。我々の研究グループは、ウリ科作物における POPs 輸送因子として Major latex-like protein (MLP)を同定した。MLP は土壌から根から取り込まれた POPs と結合した後、導管へと移行することで、POPs が地上部へと輸送されることを明らかにした。

そこで、本研究では、POPs 輸送因子として機能する MLP に着目し、ウリ科作物における POPs 汚染低減法を提案する。具体的には、作物栽培に欠かせない農薬を散布することで、MLP 遺伝子の発現抑制、MLP と POPs の結合阻害という 2 つの異なるアプローチから POPs 汚染を低減することに成功した。本研究により、農薬散布という簡便な方法により、安全なウリ科作物の栽培が可能になる。

## スピントラストレーション系の磁性測定

鈴木哲平<sup>1</sup>、大久保晋<sup>2</sup>

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

2次元三角格子反強磁性体 CsFeCl<sub>3</sub>は構造的には Fe<sup>2+</sup>イオン(3d<sup>6</sup>)が6つの塩素原子からなる八面体の中心に位置し、FeCl<sub>6</sub>八面体が面共有しながら1次元鎖を形成している。擬スピン $S = 1$ をもち、 $c$ 軸に沿って1次元的に強磁性鎖、 $c$ 面内に2次元的に反強磁性三角格子を組んでいる。この物質は、基底状態と励起状態の間に単一イオンの異方性によるエネルギー( $D$ 項)によるギャップが存在しており、圧力をかけてギャップを減少させることで量子臨界点近傍においてスピンの縦ゆらぎ励起(Higgsモード)が強く表れることが予想されている[1]。これまでにスピンの縦ゆらぎ励起が観測されている物質として $S=1/2$ 反強磁性体スピンドイマー系のTlCuCl<sub>3</sub>、KCuCl<sub>3</sub>などが挙げられ、CsFeCl<sub>3</sub>は $S=1$   $D$ 項でギャップをもつ系で同じようなスピンの縦ゆらぎ励起が期待されているモデル物質である。これまでに $S=1$   $D$ 項でギャップをもつ系では磁場誘起磁気相、圧力誘起磁気相のマクロな研究はなされていたが、圧力誘起磁気相のミクロな研究例は存在しなかった。そこで、本研究ではミクロなプローブであるESR測定で圧力下の測定を行い、縦ゆらぎ励起の観測に努めた。測定は、ESR用圧力セル[2]と超伝導マグネット(~15T)を用いて、6つの圧力領域(0~1.81GPa)、発振器(Gunn80~260GHz、BWO287~515GHz)、温度1.8Kで行った。

[1] M. Matsumoto and M. Koga., J. Phys. Soc. Jpn. **76**, 073709 (2007).

[2] R. Okuto *et al.*, Appl. Magn. Reson. **50**, 1059 (2019).

## 幾何学構造を用いたテラヘルツ帯光学素子の試作

<sup>1</sup>藤岡廉,<sup>2,3</sup>高橋英幸,<sup>4</sup>菅原賢悟,<sup>5</sup>大道英二,<sup>2</sup>太田仁

<sup>1</sup>理学研究科 博士前期課程 物理学専攻,<sup>2</sup>分子フォトセンター, JST さきがけ,<sup>4</sup>近畿大学理工学部, 神戸大学大学院理学研究科

幾何学的な構造を持つ金属や誘電体に電磁波を照射することで電磁波を集光させたり、偏光特性を制御させたりすることが可能である。これまでは光の周波数領域における研究[1, 2]が数多く報告されているが、本研究ではこの技術をテラヘルツ帯の電磁波(テラヘルツ波)へと拡張し、テラヘルツ帯光学素子への応用を目指す。

幾何学構造を用いて電磁波を集光させる素子として bull's eye アンテナが知られている。bull's eye アンテナとは同心円状の微細な周期構造を持つアンテナである。アンテナ面で受信した電磁波を中心の穴に集光し、透過強度を増加させることができる。周期や溝の深さなどの構造を最適化することにより 0.2 THz 帯で電磁場強度を中心穴付近で 10 倍以上増強できるシミュレーション結果が得られた。また、左右非対称な構造を用いることでテラヘルツ波の偏光状態を制御可能なシミュレーション結果も得られた。

本講演では、幾何学構造を用いた偏光素子や集光素子などテラヘルツ帯光学素子の実現に向けた試みについて報告する。

[1] Fang-Fang Ren *et al.*, Nano Lett. **11** 1289 (2011).

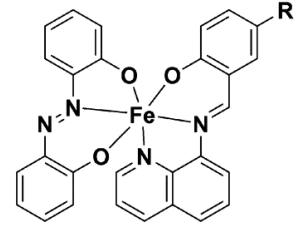
[2] M. Kuwata-Gonokami *et al.*, Phys. Rev. Lett. **95** 227401 (2005).

## スピン転移が誘起する新奇な結合異性

宮脇 敦大<sup>1</sup>、高橋 一志<sup>2</sup>、櫻井 敬博<sup>3</sup>、太田 仁<sup>4</sup>  
 理学研究科 博士前期課程 化学専攻<sup>1</sup>、神戸大院・理<sup>2</sup>、  
 神戸大・研究基盤セ<sup>3</sup>、神戸大・分子フォト<sup>4</sup>

遷移金属錯体において、温度や光などの外部刺激により、配位様式が変化する結合異性や、スピン状態が変化するスピントロニック現象は、分子スイッチング現象として幅広い分野から関心が寄せられている。最近我々は、鉄(III)錯体 **1** (Fig. 1)が、協同的なスピン転移を示すことを報告した[1]。本研究では、**1** に対する置換基の影響を検討するため、メチル基を導入した錯体 **2** を合成し、その結晶構造及び磁気的性質を調べた。磁化の温度依存性の測定からは、スピン転移後に転移挙動を大きく変化させる特異な挙動が観測された。結晶構造解析及び熱分析より、この挙動はスピン転移に誘起された全く新しい結合異性化(Fig. 2)に由来するものであることが示唆された。発表では転移挙動や異性化の機構について詳細に報告する。

[1] S. Murata *et al.*, *Dalton Trans.*, **2017**, 46, 5786.



**1**: R = H, **2**: R = CH<sub>3</sub>

Fig. 1. 錯体の分子構造

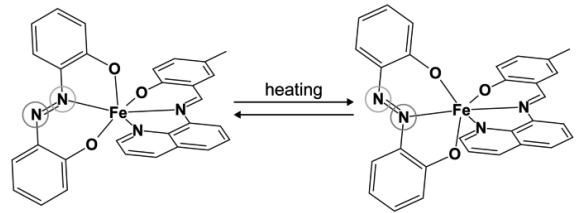


Fig. 2. 結合異性化による配座の変化

## 反強磁性体 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> における高速格子ダイナミクス

谷口弘樹、前田悠貴、川畑将馬、河本敏郎  
 理学研究科 博士前期課程 物理学専攻

酸化クロム(Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)は線形電気磁気効果が観測された最初の物質である。また、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>はネール温度  $T_N = 307$  K をもつ反強磁性体であり、室温において電気磁気効果を示す珍しい物質でもある。

本研究ではポンプ-プローブ法を用い、直線偏光で励起された試料が示す格子の変化をプローブ光の直線偏光の回転角としてポラリメータで観測した。図1は、波長 900nm のポンプ光を用いて、ナノ秒領域において観測された光誘起ファラデー回転信号である。(a)150K における減衰と比べて(b)270K における減衰の方が明らかに緩和時間が短くなっていることが分かる。その部分を指数関数  $f(t) = Ae^{-t/\tau}$  でフィッティングして緩和時間  $\tau$  を求めた結果、二つの温度における緩和時間は(a)600ps、(b)150ps と求めた。さらに温度を上げていくと Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の反強磁性転移温度( $T_N = 307$  K)に近づくにつれて、緩和時間が急激に短くなり、信号の強度も小さくなるという結果が得られた。

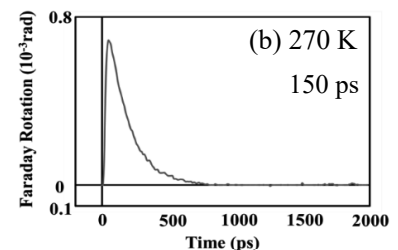
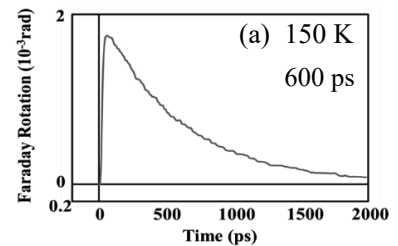
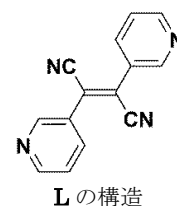


図1. (a)150K、(b)270K でのファラデー回転信号

## 二種類の配位部位を持つ多座配位子錯体の配位構造制御

杉谷 真歩<sup>1</sup>、高橋 一志<sup>2</sup>理学研究科 化学専攻 博士前期課程<sup>1</sup>、神戸大院・理<sup>2</sup>

金属イオンへの配位能を有する多座配位子は、多孔性有機金属錯体の有機リンカーとして広く用いられる。二種以上の配位部位を持つ多座配位子を用いた場合、結晶化条件により配位様式の異なる多形や溶媒多形が得られる可能性がある。本研究では、配位サイトとしてピリジル基および CN 基を有する酸化還元活性多座配位子 **L** (Fig. 1)を用いた配位高分子を合成し、結晶構造を制御する要因を明らかにすることを目的とした。



**L** と NaI を用い、結晶化溶媒や共存分子を変化させることで、4 種の単結晶を得ることができた。X 線構造解析の結果、いずれも **L** とナトリウムイオンからなる配位高分子錯体であった。このうち、CH<sub>3</sub>CN/ether 溶媒混合法により得られた錯体には、ピリジル基と CN 基の一部がナトリウムイオンに配位した配位子と、空孔に包接された配位子が存在した(Fig.)。一方、CH<sub>3</sub>CN/ether および acetone/ether 蒸気拡散法では、いずれも **L** の全てのピリジル基と CN 基がナトリウムイオンに配位していた。さらに溶媒の違いにより、CH<sub>3</sub>CN とヨウ化物イオンがそれぞれナトリウムイオンに配位していた。これらより、溶媒の金属イオンへの配位能が結晶構造に影響を及ぼすことと、結晶成長速度が遅い拡散法では **L** のピリジル基と CN 基の全てが配位したより熱力学的に安定な構造を形成する傾向があることがわかった。

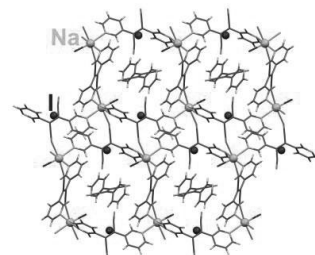


Fig. CH<sub>3</sub>CN/ether 溶媒混合法により得られた結晶構造

## 鉛型ペロブスカイト化合物の ESR 測定

大島健太郎<sup>1</sup>、櫻井敬博<sup>2</sup>、原茂生<sup>2</sup>、齋藤佑<sup>2</sup>、大久保晋<sup>1,3</sup>、太田仁<sup>1,3</sup>、山本樹<sup>4</sup>、東正樹<sup>5</sup>理学研究科 物理学専攻 博士前期課程<sup>1</sup>、神戸大研究基盤セ<sup>2</sup>、神戸大分子フォトセ<sup>3</sup>、東工大院総合理工<sup>4</sup>、東工大フロンティア研<sup>5</sup>

ペロブスカイト酸化物である PbMnO<sub>3</sub> は、3d 遷移金属元素である Mn 由来の磁性の発現に加え、A サイトに位置した Pb による強誘電性の可能性を持つ。PbMnO<sub>3</sub> は 8GPa の高压合成で 6H-PbMnO<sub>3</sub> 構造をとるが、山本らは 15GPa での高压処理により 6H-PbMnO<sub>3</sub> から MnO<sub>6</sub> 八面体が頂点共有で結合する 3C-PbMnO<sub>3</sub> を得ることに成功している。3C-PbMnO<sub>3</sub> は Pb が 2 価と 4 価の自由度を持つことと酸素欠損が存在することが明らかにされている[1]。これにより、Mn イオンが d<sup>3</sup> と d<sup>4</sup> の電子配置である Mn<sup>4+</sup> と Mn<sup>3+</sup> を取りうる可能性がある。本研究では、高压合成により得られた新物質である 3C-PbMnO<sub>3</sub> の粉末試料を 1.8K~265K の温度領域において強磁場 ESR 測定を行った。60GHz~500GHz の周波数領域で、パルス強磁場を用いて、20T の領域まで測定した。さらに、負熱膨張の実現が期待されている PbCrO<sub>3</sub> と PbVO<sub>3</sub> の中間体である PbCr<sub>x</sub>V<sub>1-x</sub>O<sub>3</sub> の低温下での磁性の ESR 測定を行った。

講演では、3C-PbMnO<sub>3</sub> の Mn スピンのダイナミクスに加え、PbCr<sub>x</sub>V<sub>1-x</sub>O<sub>3</sub> の研究段階について報告する。

参考文献

[1] Kengo Oka, *et al.*, Inorg. Chem. **48**, 2285-2288 (2009)

## キラルスピン系 $\text{CuB}_2\text{O}_4$ の力検出型電子スピン共鳴測定

八谷大輝<sup>1</sup>、高橋英幸<sup>2</sup>、大道英二<sup>3</sup>、大久保晋<sup>2</sup>、太田仁<sup>2</sup>

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻<sup>1</sup>、神戸大・分子フォト<sup>2</sup>、神戸大院・理<sup>3</sup>

メタホウ酸塩反強磁性体  $\text{CuB}_2\text{O}_4$  は、磁場中で”マジックミラー”のように、一方向にのみ光が透過しやすくなる非相反現象を示すことが知られている[1]。このような非相反性はマイクロ波領域でも観測されており、複雑な磁気構造が原因と考えられているが、そのメカニズムの詳細については未だ未解明となっている。

私たちの研究室では、高圧・強磁場・極低温を組み合わせた極限環境下で電子スピン共鳴 (ESR) 測定を行うことにより、磁性体の性質をミクロな観点から調べている。本研究では、 $\text{CuB}_2\text{O}_4$  の特異な性質を明らかにすることを目的として、テラヘルツ領域で多周波数 ESR 測定を行った。

本研究では、力検出 ESR 測定法 (図 1) と呼ばれる高感度な測定法を用いて  $\text{CuB}_2\text{O}_4$  の測定を行った。その結果、これまで報告されている信号に加え、新しい ESR 信号の観測に成功した。今後は、磁場の印加方向とテラヘルツ波の照射方向を変えて測定を行い、この信号の起源を明らかにする予定である。

[1] S. Toyoda *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **115** 267207 (2015).

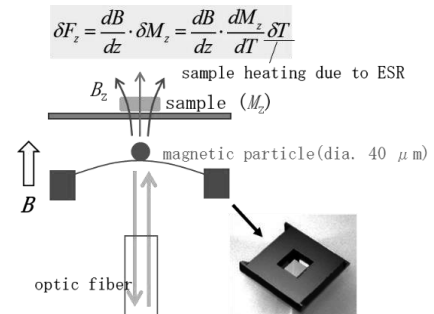


図 1 力検出型 ESR 装置の概略図

## 亜鉛結合能を持つペプチドの人工設計

本多紘、田村厚夫

神戸大院理 化学専攻 博士前期過程

タンパク質(ペプチド)の人工設計の一つの手法として、既存のペプチドにアミノ酸置換を施すリデザイン法が知られている。この際、設計段階で置換後の構造を予測することが重要であるが、主鎖骨格を保っていても、側鎖の全原子の精密な空間配置までは予測できない場合がある。そこで、新しい簡便な設計法として、アミノ酸側鎖について  $\alpha$  炭素と目的の末端原子に注目した円錐モデルを用いて単純化し、活性部位の配置に必要な距離関係を満たす確立の高い位置に置換する手法を考案した。

本研究では、この手法を用いて亜鉛結合能を持つペプチドの設計を行い、その構造と機能を円二色性および等温滴定型熱測定を用いて検証した。設計の土台として、金属結合能を有さない既存ペプチド CSF-1 を採用し、亜鉛結合部位として3つのヒスチジンを導入した。実験の結果、設計された新規ペプチドは金属が共存しない状態ではランダムコイル構造をとっていたが、2価の金属イオンに対する結合能を有していた。亜鉛以外の金属に対しては結合能を有しているものの特異的な2次構造の形成は確認されなかったが、亜鉛に対してのみ  $\alpha$  ヘルックス構造が誘起されていることが示唆された。以上より、新規構造モチーフ内に金属結合部位を創り出す上でこの設計法が有用であることが示された。

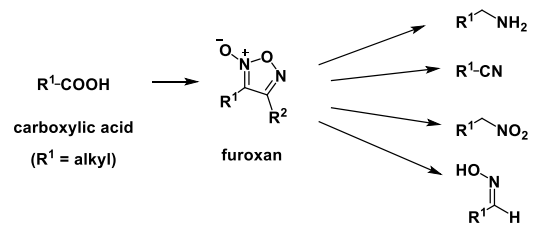
# 普遍的官能基の短段階変換を目指したフロキサン変換反応の研究

坂口貴也、松原亮介、林昌彦

理学研究科 博士前期課程 化学専攻

創薬の分野においてより活性の高い分子を探求する手法として、実際に種々の普遍的官能基を持つ化合物を合成し、それぞれの活性を測定することでより適切な構造を決定する方法がとられている。しかし、一部の官能基が異なる化合物は合成の初期段階から異なる合成手法をとらなければならないことが考えられる。

そこで我々は、フロキサンと呼ばれるヘテロ芳香族中間体に注目し、短段階かつ穏和な条件でフロキサンから様々な官能基への変換反応が達成されれば、合成の後期段階から種々の普遍的官能基を持つ化合物を合成できると考えた。当研究室の先行研究ではカルボン酸から1段階でアルキル基をフロキサンに導入する反応を見出した。そこでアルキル基を導入したフロキサンから様々な条件で反応を行うこ



とにより、種々の官能基を持つ化合物へと変換し、その構造決定を行うことを目標として研究を進めている。発表では、現在までに達成した官能基変換反応について報告する。

図1 フロキサン中間体からの変換反応

## 六重らせん構造と特異な物性を示す

### 量子臨界点近傍物質 Mn<sub>3</sub>P

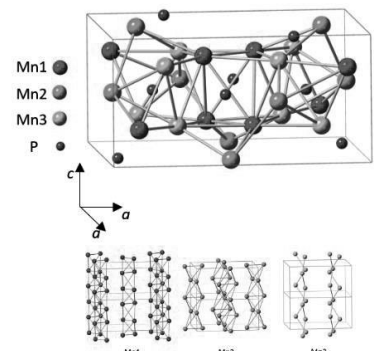
谷悠希<sup>1</sup>、小手川恒<sup>2</sup>、松田雅昌<sup>3</sup>、Feng Ye<sup>3</sup>、宇田幸平<sup>1</sup>、

桑田祥希<sup>1</sup>、藤秀樹<sup>2</sup>、松岡英一<sup>2</sup>、菅原仁<sup>2</sup>、櫻井敬博<sup>4</sup>、太田仁<sup>2</sup>、播磨尚朝<sup>2</sup>、武田圭生<sup>5</sup>、林純一<sup>5</sup>、荒木新吾<sup>6</sup>、小林達生<sup>6</sup>

理学研究科 物理学専攻 博士前期課程<sup>1</sup>、神戸大院・理<sup>2</sup>、オークリッジ国立研究所・中性子散乱部門<sup>3</sup>、神戸大・研究基盤センター<sup>4</sup>、室蘭工業大・工<sup>5</sup>、岡山大院・理<sup>6</sup>

Mn<sub>3</sub>Pの結晶構造(空間群  $\bar{1}4$ , No.82)は正方晶で、図に示すように3つのMnサイトと1つのPサイトからなる。Mn1, 2は4つの等価なサイトが四面体を形成し、Mn3はジグザグ鎖を形成する。電気抵抗測定や磁化測定、比熱測定から2つの反強磁性転移が観測されており、多結晶の圧力下電気抵抗測定において量子臨界点近傍の振る舞いが観測されている。インデント型圧力セルと<sup>3</sup>He冷凍機を用いて、単結晶試料で低温での圧力効果を調べたところ、電気抵抗率は重い電子系のような振る舞いを示した。

当日は以上のことに加え、中性子散乱実験の結果についても報告する。

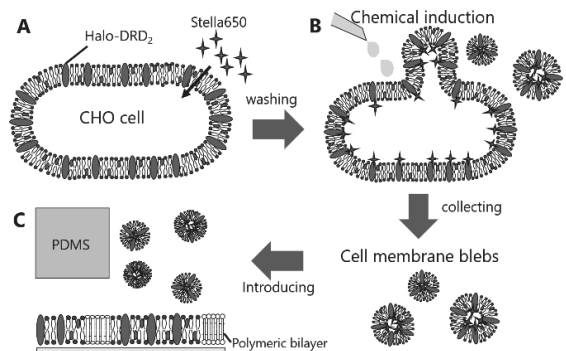


## 細胞膜断片ブレブを用いたモデル生体膜への膜タンパク質再構成

永井るりか<sup>1</sup>、谷本泰士<sup>2</sup>、笠井倫志<sup>3</sup>、鈴木健一<sup>4,5</sup>、林文夫<sup>6</sup>、森垣憲一<sup>1</sup>

農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻<sup>1</sup>、神戸大・バイオ<sup>2</sup>、京都大・再生研<sup>3</sup>、岐阜大・生命の鎖<sup>4</sup>、岐阜大・応用生物<sup>5</sup>、神戸大・理<sup>6</sup>

モデル生体膜を用いた膜タンパク質の機能解析は有用なツールである。しかし、膜タンパク質を精製しモデル生体膜へ再構成する際、膜タンパク質を界面活性剤で可溶化する必要があるため、膜タンパク質そのものが変性・失活してしまう恐れがある。そこで我々は、細胞膜から得られる細胞膜断片ブレブを用いることで、膜タンパク質を直接モデル膜へと再構成した。まず CHO 細胞に GPCR であるドーパミン D2 受容体 (DRD2) を発現させ、化学誘導によってブレブを生成した。そしてパターン化したモデル生体膜にブレブを導入し割ることで、平面膜を形成することができた。さらに基板と PDMS エラストマーシート間のナノメートルサイズの空間において、DRD2 の一分子が観察された。この方法は、広範囲の哺乳動物膜タンパク質の物理化学的特性および機能を評価することを可能にする。



## 圧力下で見出された新奇磁性相の起源の探求

奥藤涼介<sup>1</sup>、太田仁<sup>2</sup>

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

物質を高い圧力下においたとき、日常的な環境下では起こりえない現象が起こる。我々はそれら新奇な現象の探索のため、強磁場、高圧、極低温下といった極限環境での物質中の電子状態を、電子スピン共鳴法 (ESR) と呼ばれる手法で研究している。本研究では、圧力下において新奇な現象が見出された三角格子反強磁性体  $\text{CsCuCl}_3$  を対象としている。この物質は大気圧下では、低磁場中で図に示すような傘型の構造 (umbrella 構造) をとり、ある一定磁場以上で量子効果により 2-1coplanar 構造と呼ばれる構造が安定化する。しかし近年圧力下では、二つのスピンの上向きで一つが下を向くような up-up-down 構造が現れることが発見された。本研究では、様々な圧力下で ESR 測定を行い、スピンの up-up-down 構造をとるとされる磁場領域で ESR 信号の異常を観測することに成功した。講演では実験手法および測定結果の詳細について報告する。

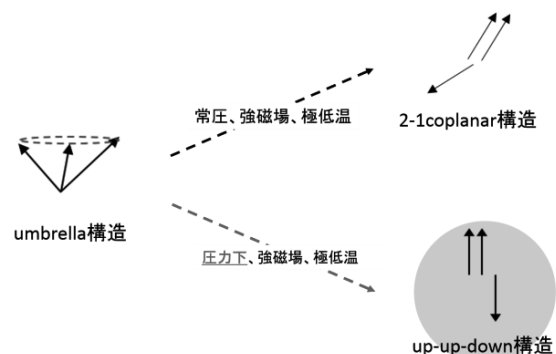


図.  $\text{CsCuCl}_3$  の磁気相の変化



## 67LR におけるビタミン E 結合サイトの同定

岡本聖香<sup>1</sup>, 林大輝<sup>1, 2</sup>, Varnavas Mouchlis<sup>2</sup>, 上田修司<sup>1</sup>, 山之上稔<sup>1</sup>, Edward Dennis<sup>2</sup>, 白井康仁<sup>1</sup>  
<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>Dept. of Chemistry and Biochemistry, UCSD

ジアシルグリセロールキナーゼ (DGK) はジアシルグリセロール (DG) をリン酸化し、ホスファチジン酸 (PA) を産生する酵素であり、脂質シグナルの均衡を制御することから、生体内で重要な役割を有していると考えられている。実際に、我々はエピガロカテキンガレート (EGCg) やビタミン E (VtE) が DGK $\alpha$  を活性化し、糖尿病性腎症を改善することを明らかにしてきた。また、この DGK $\alpha$  の活性化には、ラミニンやガレート型カテキンの受容体として知られる 67kDa ラミニンレセプター (67LR) が必須であった。これまでに EGCg が 67LR に結合することは知られていたが、VtE が 67LR と直接結合するのにか否かについては不明であった。そこで、本研究では VtE と 67LR 結合について調べた。

水素-重水素交換質量分析による 67LR の構造解析の結果、VtE を添加すると重水素に置換しにくくなっている領域がいくつか存在した。この領域を、67LR の高次構造をもとに、結合サイトを推察した。この領域内のどのアミノ酸が VtE との結合に重要なかを調べるために、アミノ酸に点変異を導入した変異体 67LR を作製し、DDT1-MF2 細胞に過剰発現させ DGK $\alpha$  のトランスロケーションを観察した。VtE を 5 分間刺激したところ、Trp55、Lys57、Leu58、Trp176 の変異体において DGK $\alpha$  のトランスロケーション率が有意に低下していた。一方で EGCg の結合サイトである Lys166 の変異体では、VtE 刺激によるトランスロケーション率の有意な低下は認められなかった。このことから、VtE は EGCg とは異なるサイトで 67LR に直接結合し、DGK $\alpha$  を活性化していると考えられた。

## DGK0KO マウスの発生段階における表現型解析

伊藤和樹, 上田修司, 山口茉莉, 山之上稔, 白井康仁

農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻

脂質リン酸化酵素のジアシルグリセロールキナーゼ  $\theta$  (以下 DGK $\theta$ ) は、ジアシルグリセロールをホスファチジン酸へと変換し、PKC や mTOR などを通じて細胞のシグナル伝達の調節を担っている。DGK $\theta$  遺伝子は、4 番染色体の短腕末端部に位置しており、欠損することで重度の発達障害を引き起す Wolf-Hirschhorn 症候群に関与することが示唆されている。我々は、発生段階における DGK $\theta$  の機能について検討を行った。

全身 DGK $\theta$  ノックアウト (KO) マウスを作製し、表現型解析を行ったところ、成体(0~10 週齢)および胎児(E14.5, E18.5)において、野生型 (WT) と比較して DGK $\theta$ KO マウスの体重が 10%減少していた。また DGK $\theta$ KO マウスの胎児は胎児発育不全(FGR)の指標とされる(対照群の平均値)-2SD を満たす個体の割合が 70%を占めたことから、DGK $\theta$ KO マウスは発育遅延を起こしていることが示唆された。

各臓器の比較では、肝臓、腎臓などの器官形成に大きな差はなく、硬骨組織観察によって異所性の骨形成も認められなかった。そこで、子宮内での細胞増殖の遅延と考え、マウス(E13.5)由来の胚性線維芽細胞 (MEF) について、細胞増殖率を検討したところ、WT マウスと比較して DGK $\theta$ KO では、細胞増殖が 40%低下していた。現在、DGK $\theta$ KO マウス由来の MEF にヒト DGK $\theta$  を導入し、低下した細胞増殖がレスキューされるか、また、DGK $\theta$  の各種変異体を用いた実験から DGK $\theta$  の機能を検討する予定である。

## Reconstitution and functional analysis of thylakoid membrane on a glass substrate

Takuro Yoneda, Yasushi Tanimoto, Daisuke Takagi, Kenichi Morigaki  
Graduate School of Agricultural Science, Agrobioscience Department, Master Program

In plants, algae, and cyanobacteria, the photosynthetic electron transfer reactions take place in the thylakoid membrane. How the two dimensional organization of thylakoid membrane including membrane proteins and lipids regulates the photosynthetic functions is not fully understood due to the lack of methodologies to study the molecular details of membrane organization and functions. We reconstituted thylakoid membranes purified from spinach on a glass substrate as a continuous two-dimensional membrane. For facilitating the planer membrane formation, thylakoid membranes were mixed with phospholipid (DOPC) vesicles, and reconstituted into the scaffold of patterned polymeric bilayer. The electron transfer activity of PSII was confirmed by the changes in chlorophyll fluorescence as the electron acceptor or inhibitor were added. We observed the generation of NADPH on the surface of thylakoid membranes, confirming the electron transfer activity of PSI. These results support the feasibility of using reconstituted thylakoid membranes as the experimental platform to evaluate the molecular machinery of photosynthesis.

## 反復配列解析に基づく

### コムギ・エギロプス属 2 倍体ゲノムの遺伝的分化

田中紗弥夏<sup>1)</sup>、吉田健太郎<sup>2)</sup>、長岐清孝<sup>3)</sup>、宅見薫雄<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>農学研究科 生命機能科学専攻 博士前期課程、<sup>2)</sup>神戸大院・農、<sup>3)</sup>岡山大・植物研

*Aegilops* 属の 2 倍体野生種は、パンコムギの遺伝的変異を拡大するための遺伝資源として育種に利用されている。これまでにコムギ・エギロプス属 2 倍体野生種の RNA シーケンシング解析を行い、得られた SNP 情報を用いて系統解析を行ってきた。しかしその結果は、染色体対合に基づく従来のゲノム解析の結果とは完全には一致しなかった。

そこで、RNA シーケンシングでは得られない遺伝子間領域の中でも、その大部分を占める反復配列に着目し、種特異的な反復配列やコピー数の違いを解析することで、異なるゲノム間の遺伝的關係についてさらなる知見が得られると考えた。今回、新たにコムギ 2 倍体近縁野生種の全ゲノム DNA シーケンシング解析を行い、リード配列から反復配列を抽出するソフトウェア RepeatExplorer を使用し、各ゲノムに含まれる反復配列の検出とその解析を行った。その結果、各ゲノムに特徴的な反復配列を効果的に抽出することができ、パンコムギの B ゲノム提供親である *Aegilops speltoides* の持つ S ゲノムは、その他のコムギ・エギロプス属 2 倍体の持つゲノムとは異なる特徴を持つことが示唆された。

## 圧力下強磁場 ESR 装置における圧力較正方法の確立と応用

安谷佳将<sup>1</sup>、櫻井敬博<sup>2</sup>、菅原仁<sup>1</sup>、大久保晋<sup>3</sup>、太田仁<sup>3</sup>

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻<sup>1</sup>、神戸大研究基盤セ<sup>2</sup>、神戸大分子フォトセ<sup>3</sup>

我々は高圧下強磁場 ESR 装置の開発を行っている。その課題の 1 つは ESR 測定と同環境下における圧力較正方法の確立である。我々の ESR 測定では、電磁波透過型の圧力セル[1]を用い、セル中の試料の透過電磁波強度を観測しているため、電磁波透過の妨げになる試料空間への導線混入が困難である。そのため従来の実験では、室温での荷重から圧力セル内における発生圧力を見積もっていた。

本研究では、圧力セルの外部に交流磁化率測定用コイルを取り付け、圧力セル内のスズの超伝導転移温度を圧力セルの外部から測定し、圧力によるスズの超伝導転移温度のシフトから圧力を測定することができる装置を開発した。講演では、開発した装置の詳細と測定結果について報告する。

[1] T. Sakurai *et al.*, *J. Magn. Reson.* **259** (2015) 108.

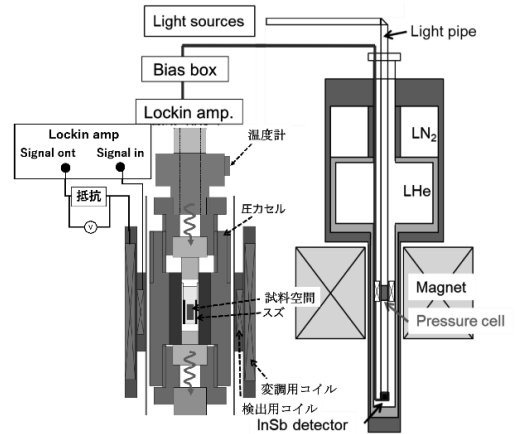


図. 交流磁化率測定用のコイルを備えた高圧下強磁場 ESR 装置の模式図(右)と圧力セル回りの拡大図(左).

## 春化によりキャベツ由来の FLC2 が

## ハクサイの遺伝的背景でどのように機能するか

西田菜美子<sup>1</sup>、安田剛志<sup>2</sup>、藤本龍<sup>2</sup>

農学研究科 博士前期課程 資源生命科学科学専攻<sup>1</sup>、神戸大院・農<sup>2</sup>

ハクサイ、キャベツでは開花すると商品価値を失い、またそれらの開花には春化が必要であることが知られている。春化とは植物が一定期間の低温にさらされることで、花成が誘導される現象のことである。春化に関わる開花抑制遺伝子として、*FLOWERING LOCUS C (FLC)* が同定されており、ハクサイは 4 つの *FLCs (BrFLC1, BrFLC2, BrFLC3, BrFLC5)*、キャベツは 4 つの *FLCs (BoFLC1, BoFLC2, BoFLC3, BoFLC5)* を持つ。シロイヌナズナでは低温を受けるとエピジェネティックな修飾であるヒストン H3 の 27 番目のリジン残基のトリメチル化 (H3K27me3) が *FLC* 遺伝子座に誘導され、その発現が抑制される。*FLC* の発現が抑制され、開花が誘導されることで、春化が完了する。本研究ではキャベツの *FLC2* を含む染色体断片導入ハクサイ系統 (IL18) を用いた。この系統は戻し交雑に用いたハクサイ系統よりも春化要求性が高くなったが (Shea *et al.* 2018)、その具体的な分子機構は明らかになっていない。本研究では播種後 14 日の IL18 に春化处理を施し、*FLC* の発現解析、*FLC* 遺伝子座における H3K27me3 の蓄積を調べた。

## DDM1 の機能喪失がシロイヌナズナの 雑種強勢および遺伝子発現に及ぼす影響について

松尾康大<sup>1</sup>、宮路直美<sup>2</sup>、安田剛志<sup>2</sup>、藤本龍<sup>2</sup>

農学研究科 博士前期課程 資源生命科学専攻<sup>1</sup>、神戸大院・農<sup>2</sup>

雑種強勢とは、同一種内のある特定の両親間の交雑によって得られた雑種第一代 ( $F_1$ , First filial generation) が両親系統よりも優れた形質を示す現象のことであり、一代雑種品種 ( $F_1$  品種) として広く利用されているにも関わらず、雑種強勢の分子機構の解明には今もなお至っていない。

近年ではモデル植物であるシロイヌナズナの  $F_1$  において *DDM1* 遺伝子に変異が生じると、その  $F_1$  ( $F_1$ -*ddm1*) は雑種強勢を発揮するものの、雑種強勢の程度が野生型の  $F_1$  ( $F_1$ -WT) と比較して減少することが明らかになっている。また、 $F_1$ -*ddm1* における雑種強勢の低減は *ddm1* 変異による直接的な影響ではなく、*ddm1* 変異に伴うエピジェネティックな修飾状態の変化が間接的に影響していると示唆されている[1]。本研究では  $F_1$ -*ddm1* における雑種強勢低減の現象をトランスクリプトーム解析により解明することを目的とした。その結果、 $F_1$ -*ddm1* における雑種強勢の低減の制御機構は、SAS (Shade Avoidance Syndrome : 避陰反応) における葉面積減少の制御機構と重複している可能性が示唆された。

[1] Kawanabe, T., et al. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113.43 (2016): E6704-E6711.

## 葉緑体の巨大化が窒素同化系に与える影響

金超<sup>1</sup>、宇野知秀<sup>2</sup>、金丸研吾<sup>2</sup>

農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻<sup>1</sup>、神戸大院・農<sup>2</sup>

葉緑体は光合成、窒素代謝、硫黄代謝、アミノ酸合成など色な代謝反応を行う場所であり、多種多様な物質が葉緑体包膜を出入りする。通常、植物は成熟細胞内では葉緑体サイズをほぼ一定に保っている。葉緑体分裂は数多くの遺伝子が関与しており、そのうちの一遺伝子の変異でも葉緑体分裂が阻害され巨大化するケースがある。これらは実験室環境でほぼ正常に生育し継代もできるが、自然界で巨大葉緑体を有する植物は見つからず、何らかの不具合が起き淘汰されていると推測される。

そこで本研究では、葉緑体分裂調節因子 MinD の過剰発現で葉緑体が巨大化したシロイヌナズナ発現株の窒素同化系に注目し、硝酸還元酵素 (NIA1, NIA2)、亜硝酸還元酵素 (NIR) と GS/GOGAT (GS1, GS2, GLU1, GLU2) 遺伝子の発現、硝酸還元酵素と亜硝酸還元酵素の活性、葉の中の硝酸イオンと亜硝酸イオン含量の測定と生育観察を行い、野生株と比較した。その結果、外環境の硝酸濃度上昇に対し、野生株なら耐えられる硝酸濃度でも巨大葉緑体株では葉中に亜硝酸が蓄積し、植物体が枯死した。また高濃度の硝酸存在下では、野生型と比べて巨大葉緑体株は、硝酸還元酵素の遺伝子発現が減少し、酵素活性が落ちたが、亜硝酸還元酵素の遺伝子発現と酵素活性は野生型と同じレベルであった。これらの結果から、葉緑体の巨大化は窒素同化系の反応効率に影響を与え、硝酸ストレス耐性を低下させることが示唆された。

## Ce<sub>6</sub>Mg<sub>23</sub>Z (Z = C, Si, Ge)のフラストレーション効果

渋谷僚太<sup>1</sup>、松岡英一<sup>2</sup>、菅原仁<sup>2</sup>、櫻井敬博<sup>3</sup>、太田仁<sup>4</sup>

理学研究科博士前期課程物理学専攻<sup>1</sup>、神戸大院理<sup>2</sup>、神戸大研究基盤セ<sup>3</sup>、神戸大分子フォト<sup>4</sup>

Ceが正八面体の副格子をなすCe<sub>6</sub>Pd<sub>13</sub>Zn<sub>4</sub>は、幾何学的フラストレーションの影響を受けた反強磁性秩序を示すことが報告されている [1]。我々は、類似した正八面体副格子を持つ立方晶の新物質Ce<sub>6</sub>Mg<sub>23</sub>Z (Z = C, Si, Ge)に注目して電気抵抗率と磁化の測定を行い、Ce<sub>6</sub>Mg<sub>23</sub>GeがT<sub>N</sub> = 1.6 Kで反強磁性転移を示す物質であること等を昨年の本研究会で報告した。今回は試料の純良化を行うと共に比熱の測定も行ったので、その結果を報告する。

図1にCe<sub>6</sub>Mg<sub>23</sub>Geの比熱C及び電気抵抗率ρの温度依存性を示す。電気抵抗率が急減する1.6 Kで比熱もλ型の異常を示しており、この温度で二次の反強磁性転移が起こっていることが分かる。また、3 K付近の比熱の極大はショットキー異常によるものであると考えられる。T<sub>N</sub>でのエントロピーはRln2の86%であり、Ce<sup>3+</sup>の基底二重項が反強磁性転移を引き起こしていることが分かる。|θ<sub>p</sub>/T<sub>N</sub> (θ<sub>p</sub>は磁化率から見積もった常磁性キュリー温度)の値は4.5と大きいので、Ceの正八面体の副格子上の幾何学的フラストレーションによって、T<sub>N</sub>の値が抑制されていることが推定できる。Z = Siの場合も|θ<sub>p</sub>/T<sub>N</sub> = 9.9と大きいので、同様の抑制が生じていると言える。

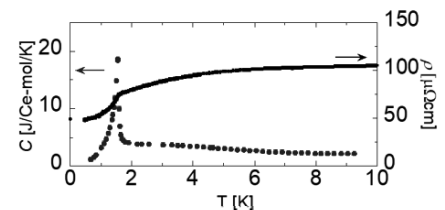


図1: Ce<sub>6</sub>Mg<sub>23</sub>Geの比熱C及び電気抵抗率ρの温度依存性

[1] E. Matsuoka, *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **87**, 013705 (2018).

## 細胞型プリオン蛋白質のα開裂に関する研究

七森 和<sup>1</sup>、加藤 亮<sup>1</sup>、井上 創太<sup>1</sup>、松尾 栄子<sup>2</sup>、佐伯 圭一<sup>2</sup>

農学研究科 博士前期課程 資源生命科学専攻<sup>1</sup>、神戸大院・農<sup>2</sup>

プリオン蛋白質 (PrP) は正常な哺乳動物個体で見られる細胞型 PrP (PrP<sup>C</sup>) と、プリオン病潜伏・発症個体でのみ検出される感染型 PrP (PrP<sup>Sc</sup>) の2種類が存在する。PrP<sup>C</sup>がPrP<sup>Sc</sup>に構造的に変化し、PrP<sup>Sc</sup>が主に中枢神経に蓄積することによりプリオン病が発症する。PrP<sup>C</sup>からPrP<sup>Sc</sup>に変化しない条件の1つにPrP<sup>C</sup>のα開裂と呼ばれる翻訳後修飾が存在する。α開裂はアミノ酸配列110/111付近で切断される現象である。しかしながら、α開裂機構は未だ解明されていない部分が多い。また、PrP<sup>C</sup>の生理機能として、神経保護作用があるとされるが、α開裂との関係は不明な点が多い。本研究では、PrP<sup>C</sup>のα開裂の意義を理解するために、各動物種から得たPrP遺伝子を各動物種由来培養細胞株に発現させ、α開裂の違いについて解析を行った。同一細胞に各動物種由来PrP<sup>C</sup>を発現させたところ、α開裂率に有意な差は認められなかった。このことから、α開裂周辺のアミノ酸配列の違いは、α開裂に影響が少ないと考えられる。一方で、ウシ由来培養細胞株MDBKでは、他の動物種由来培養細胞株と比較して、PrPのα開裂率が高いことが認められた。このことから、細胞種によってα開裂に関わる酵素の種類、量、活性の違いがあることが推測されるが、現時点では、開裂酵素は不明であるため、今後の研究課題の一つである。

## 鉄(II)錯体におけるスピントスオーバー誘起構造転移

東亮介<sup>1</sup>、高橋一志<sup>2</sup>、櫻井敬博<sup>3</sup>、太田仁<sup>4</sup>  
 理学研究科 博士前期課程 化学専攻<sup>1</sup>、神戸大院・理<sup>2</sup>、  
 神戸大・研究基盤セ<sup>3</sup>、神戸大・分子フォト<sup>4</sup>

温度や光などにより金属錯体のスピン状態が高スピンと低スピンを可逆的に変化する現象はスピントスオーバー(SCO)と呼ばれている。これまで、SCO 錯体のスイッチング挙動と結晶構造に与える対アニオンの影響の検討してきた。今回、サイズの異なる八面体型対アニオンを用いた錯体 $[\text{Fe}(\text{L})_2](\text{X})_2$  ( $\text{X} = \text{PF}_6, \text{AsF}_6, \text{SbF}_6$ ) (Fig. 1)を検討したところ、 $\text{AsF}_6$  錯体が SCO 誘起結晶構造転移を示すことを発見したので報告する。

すべての錯体において鉄錯カチオンは $\pi$ - $\pi$ 相互作用によるレイヤーを形成していた(Fig. 2)。 $\text{PF}_6$ と $\text{AsF}_6$ 錯体は同形であり、レイヤー間のカチオン同士が平行な構造を与えた(Fig 2. 左)。一方、 $\text{SbF}_6$ 錯体はレイヤー間のカチオン同士がねじれた構造であった(Fig 2. 右)。磁化率と結晶構造の温度依存性から、 $\text{AsF}_6$ 錯体が 380 K で SCO を示すと同時に $\text{SbF}_6$ 錯体と同形構造に変化することがわかった。この SCO 誘起構造転移について転移前後の結晶構造と磁性から議論する。

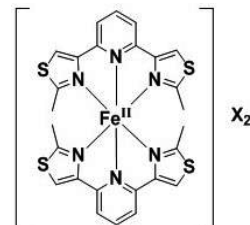


Fig. 1.  $[\text{Fe}(\text{L})_2](\text{X})_2$

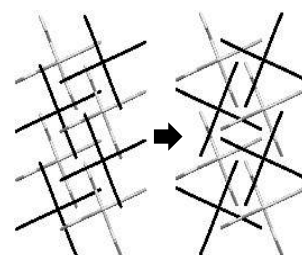


Fig. 2. 鉄錯カチオンの配列。  
 $\text{PF}_6$ 錯体と $\text{AsF}_6$ 錯体(左)、  
 $\text{SbF}_6$ 錯体(右)

## シロイヌナズナにおいてヒストン脱アセチル化酵素

### HDA6 が雑種強勢に及ぼす影響

村上照実<sup>1</sup>、安田(高崎)剛志<sup>2</sup>、藤本龍<sup>2</sup>

農学研究科 博士前期課程 資源生命科学専攻<sup>1</sup>、神戸大院・農<sup>2</sup>

雑種強勢とは特定の組み合わせの両親系統を掛け合わせた際にその雑種後代が両親系統より優れた形質を示す現象である。農業上有用な形質であることから、国内では広く利用されている。しかしその分子的機構の解明は未だされていない。近年では雑種強勢においてエピジェネティックな修飾との関連が示唆されている。

そこで本研究では、ヒストン脱アセチル化酵素 *HDA6* (*HISTONE DEACETYLASE 6*) に着目して雑種強勢との関連を調べた。*HDA6* はヒストンからアセチル基を取り除くことによって、ヌクレオソーム構造を凝縮させ、遺伝子発現を調節する役割を持つ。*hda6* 変異型の  $F_1$  では野生型に比べて雑種強勢の程度が低下した。両親における変異型および野生型では雑種強勢の程度に有意差は見られなかったことから、*HDA6* は雑種強勢に必要であることが示唆された。

野生型個体および *hda6* 変異型個体で網羅的な遺伝子発現解析を行い、雑種強勢との関連が見られる遺伝子を探索している。

# 光伝導アンテナによる連続周波数可変テラヘルツ

## 電子スピン共鳴法の開発

港啓介\*、大道英二\*、太田仁\*\*

\*神戸大学大学院理学研究科, \*\*神戸大学分子フォトサイエンス研究センター

電子スピン共鳴 (ESR) 測定は通常、X-band ( $\sim 9.4$  GHz) 帯の装置を用いて行われる。しかし、磁性体のように線幅の広い ESR 信号に対しては十分なスペクトル分解能を得ることが難しい。そのような場合、電磁波の周波数をテラヘルツ帯へと拡張することで信号観測が可能になる。テラヘルツ波を発生できる光源には後進行波管 (BWO) などが知られているが、出力が発振周波数に大きく依存することが知られている。連続的に波長が変えられるテラヘルツ光源があれば、分光的な観点からは大きな利点となる。本研究ではこのようなテラヘルツ光源として、光伝導アンテナを用いた連続周波数可変光源に着目し、テラヘルツ領域における新しい ESR 測定装置の開発を行った。

実験装置の概略図を図 1 に示す。この装置では 50-1100 GHz の範囲のテラヘルツ波を連続的に周波数可変で発生できる。測定系がコンパクトで磁場の影響を受けなため、超伝導磁石の中に置いて測定可能である。この装置を用いて、実際に様々な試料のテラヘルツ ESR 測定に成功したので報告する。

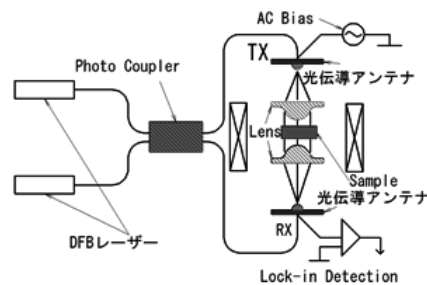


図 1: 実験装置の概略図

# スピンドイマー系化合物 $\text{CoSeO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の高周波 ESR 測定

船越風太<sup>1</sup>、齋藤佑<sup>2</sup>、原茂生<sup>2</sup>、櫻井敬博<sup>2</sup>、大久保晋<sup>3</sup>、

太田仁<sup>3</sup>、高橋一志<sup>4</sup>、菊池彦光<sup>5</sup>、藤井裕<sup>6</sup>

理学研究科 物理学専攻 博士前期課程<sup>1</sup>、神戸大・研究基盤<sup>2</sup>、神戸大・分子フォト<sup>3</sup>、

神戸大院・化<sup>4</sup>、福井大院・工<sup>5</sup>、福井大・遠赤<sup>6</sup>

$\text{CoSeO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  は  $\text{Co}^{2+}$  イオンが反強磁性スピンドイマーを形成し、各ダイマーが 3 次元的に結合した反強磁性体である。各ダイマーは  $ab$  面内で平行に配列し、それが  $c$  軸方向に積層する結晶構造を取っている[1]。本研究ではミクロな観点からこの系の振る舞いについて調べるために、粉末試料のパルス高周波 ESR 測定を行った。1.9 K  $\sim$  75 K の温度領域において、15 T までの磁場領域で Gunn 発振器と BWO を用いて 50 GHz  $\sim$  378 GHz の周波数領域で測定を行った。 $H_{\text{C1}} = 6.5$  T に磁気相転移に対応する周波数に依存しない臨界磁場共鳴が、また、飽和磁場に対応する  $H_{\text{S}} = 9.6$  T の臨界磁場共鳴が観測された他、複雑な磁気相に対応する複数の ESR モードが観測された。講演では、これらのモードを提案されている磁場-温度相図[2]と比較検討する。

[1] A. Larranaga *et al*, *Materials Research Bulletin* **40**, 781-793 (2005)

[2] 菊池彦光他、2019 年日本物理学会年会 14pS-PS-66

## 5-アミノレブリン酸応答遺伝子の RAP2.6、RAP2.6L 依存性

岩村咲良<sup>1</sup>、田中節彦<sup>2</sup>、今村奈央<sup>3</sup>、宇野知秀<sup>2</sup>、金丸研吾<sup>2</sup>

農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻<sup>1</sup>、神戸大院・農<sup>2</sup>、神戸大・農<sup>3</sup>

5-アミノレブリン酸(ALA)は、微生物から動植物まで生合成しているアミノ酸である。ALA はクロロフィルなどのテトラピロール化合物の基質で、植物に投与すると成長促進、環境ストレス耐性向上が起る。我々は、RAP2.6 と RAP2.6L がは ALA 誘導性転写因子であることを見だし、ALA による遺伝子発現や生理機能と RAP2.6、RAP2.6L の関連性を解析している。

本研究では、シロイヌナズナ共発現データベース ATTED-II から RAP2.6、RAP2.6L とそれぞれ共発現する遺伝子を抽出し、ALA を投与したシロイヌナズナのマイクロアレイデータと重なる遺伝子を抽出した。RAP2.6 と共発現し、マイクロアレイで顕著に ALA 誘導性がみられたのがジャスモン酸分解系遺伝子 JOX であり、RAP2.6L の場合はオーキシシグナル経路遺伝子 SAUR36 であった。そこで、野生株と RAP2.6、RAP2.6L 欠失株に ALA を投与し SAUR や JOX 遺伝子の定量 PCR を行った。その結果、ALA 投与 4 時間後に野生株と RAP2.6 欠損株で SAUR36 の発現が上昇したが、RAP2.6L 欠失株では発現の変化はなかった。一方、JOX 遺伝子の発現は ALA 投与 4 時間では変化しなかった。これらの結果から、ALA 投与効果と RAP2.6、RAP2.6L の関与を考察する。

## S=1/2 反強磁性鎖 KCuMoO<sub>4</sub>(OH)の単結晶 ESR 測定

恒石一義<sup>1</sup>、高橋英幸<sup>2</sup>、大道英二<sup>3</sup>、高橋一志<sup>3</sup>、大久保晋<sup>2</sup>、太田 仁<sup>2</sup>  
理学研究科 博士前期課程 物理学専攻<sup>1</sup>、神戸大・分子フォト<sup>2</sup>、神戸大院・理<sup>3</sup>

KCuMoO<sub>4</sub>(OH)は CuO<sub>6</sub> 八面体が頂点共有して *b* 軸方向に連なる S=1/2 ハイゼンベルグ反強磁性鎖のモデル物質である[1]。結晶構造の対称性から、鎖内にジャロシンスキー・守谷(DM)相互作用があり、交替した D テンソルが存在する。那波らの磁化率の温度依存性の測定により、Weiss 温度  $\theta \sim -205\text{K}$ 、相互作用の大きさ  $J \sim 238\text{K}$  と見積もられている[1]。このような系では、磁場中でソリトン、アンチソリトン、ブリーザー励起が期待される。磁場中比熱にはソリトン励起に特有な磁場依存性が観測されている[2]。

磁気異方性を明らかにするため、メンブレンデバイスを用いた力検出 ESR [3]を単一単結晶(0.5×0.3×0.3mm)で行った。10<sup>-12</sup>m の変位がわかるこの測定方法を用いる事で、これまでは不可能であった 1mm 以下の極小単結晶試料でのテラヘルツ領域の ESR 信号の観測を世界で初めて成功させることができた。

[1] K. Nawa *et al.*, *Inorg. Chem.* **54** (2015) 5566

[2] K. Nawa *et al.*, *Phys. Rev. B* **96** (2017) 104429

[3] H. Takahashi *et al.*, *Rev. Sci. Instr.* **89** (2018) 083905

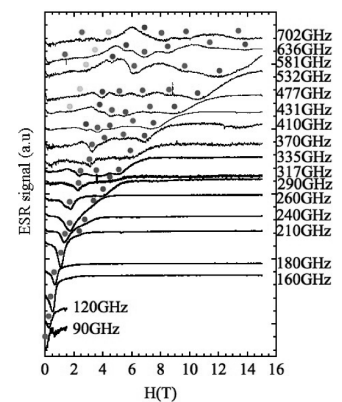


図 1 : 1.8K における  $H//b$  の ESR スペクトルの周波数依存性



## 力検出を用いた周波数掃引型電子スピン共鳴法の開発

松本蓮, 大道英二

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻

私たちのグループではナノメンブレンなど力検出型デバイスを用いた強磁場電子スピン共鳴法 (ESR) の研究を行っている[1,2]。一般的である磁場掃引 ESR では基底一重項から励起三重項への禁制遷移のように測定周波数と共鳴磁場が平坦な関係を示す場合、信号検出が困難である。そのような場合、固定磁場下で周波数掃引することにより ESR 信号の観測が可能になる (周波数掃引 ESR)。

そこで、本研究では光源である BWO 発振器の周波数掃引を固定磁場下で行い、周波数掃引型強磁場 ESR 測定法を開発を行った。測定試料には反強磁性体である  $\text{KMn}_3\text{Ge}_2\text{O}_9$  ( $T_N \sim 38 \text{ K}$ ) [2] の微小単結晶を用いた。図 1 には、周波数掃引 ESR によって得られたナノメンブレン検出高周波 ESR 信号を示す。

講演では本研究で構築した周波数掃引型 ESR の装置構成、測定結果などについて報告を行う予定である。

[1] H. Takahashi *et al.*, Rev. Sci. Instrum. **89**, 036108 (2018).

[2] H. Takahashi *et al.*, Rev. Sci. Instrum. **89**, 083905 (2018)

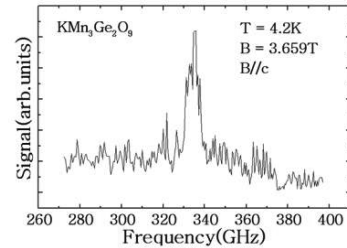


図 1. 周波数掃引型 ESR によって得られた反強磁性体  $\text{KMn}_3\text{Ge}_2\text{O}_9$  の高周波 ESR 信号。

## 二次電子放出を利用したエネルギー変換器における 電子捕集量の対磁場電極角度依存性

大八木宏招<sup>1</sup> 栗巢野敦也<sup>1</sup> 中本聡<sup>1</sup> 市村和也<sup>1</sup> 竹野裕正<sup>1</sup> 古山雄一<sup>2</sup> 谷池晃<sup>2</sup>

工学研究科 電気電子工学専攻<sup>1</sup> 海事科学研究科<sup>2</sup>

$\text{D-}^3\text{He}$  核融合反応による発電は、次世代の発電方式として注目されている。この反応では生成されるエネルギーの多くが荷電粒子の運動エネルギーであるために、直接エネルギー変換が可能である。その荷電粒子の一つに高速プロトンがあるが、単純な直流での静電減速は困難であるので、進行波型直接エネルギー変換器でエネルギー回収を行う。しかし、一部のプロトンは回収できずに通過する問題がある。そこで図に示すように、通過したプロトンを金属箔電極列に照射し、発生する二次電子を捕集することで間接的に高速プロトンのエネルギーを回収する SEDEC (Secondary Electron Direct Energy Converter) が提案されている。二次電子が前後の箔に流入するのを防ぐためにビーム垂直方向の磁場を印加するが、磁力線に対して箔電極面を平行に設置した場合に回収率が低下することが確認された。これは、電子がラーマー運動によって箔に戻っているためと予想され、磁力線に対する電極面の角度をとることにより改善できると期待される。本研究では箔電極面の磁力線に対する角度を変化させて回収率を調べることで現象の原因の特定し、電極面の角度を適切に設定することで回収率を改善できることを示す。

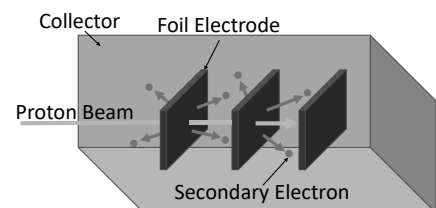


図 SEDEC 概要図

# Li<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub> 試料の CO<sub>2</sub> 吸収特性における Li の深さ密度分布変化

山本真旭、秋田佑馬、新宅大樹、平野晃大、谷池晃、古山雄一

海事科学研究科 博士前期課程 海事科学専攻

固体ブランケット材料の候補の1つとされている Li<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub> は、室温で大気中の CO<sub>2</sub> を吸収し材料表面に Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> を形成する。このことにより、材料強度、熱耐性、トリチウム放出特性が低下する恐れがあるため、Li<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub> の CO<sub>2</sub> 吸収特性を調べることは重要である。これまでの研究により Li 金属化合物を湿潤空気に曝露すると CO<sub>2</sub> 吸収量が増加することが分かっている。本研究では Li<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub> 試料が CO<sub>2</sub> を吸収する際の Li の挙動に着目し、湿潤空気に曝露した試料の試料表面近傍領域での Li の深さ密度分布の時間変化について調べた。分析には NRBS を用いて、試料表面近傍領域の CO<sub>2</sub> 吸収量や曝露前後での Li の深さ密度分布について評価した。

右図は湿潤空気曝露における Li の深さ方向の密度分布の時間変化である。試料を湿潤空気曝露すると試料表面から 0.5 μm 付近に Li が多く分布し、乾燥空気曝露に比べて短時間の曝露で Li の分布が変化した。発表では乾燥空気曝露と比較した Li の分布の変化と CO<sub>2</sub> 吸収量の関係について詳細に議論する。

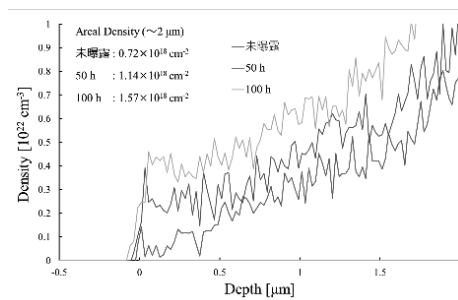


図 湿潤空気曝露における

Li の深さ方向の密度分布の時間変化

# 中性子加速器を利用した新素材ガス放射線検出器の 性能評価

説田 暉

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻

本発表では海事科学部にあるタンデム静電加速器施設で行った、中性子ビームを用いた新素材ガス放射線検出器(LTCCμ-PIC)の性能評価について発表する。低温焼結セラミックス(LTCC)とは通常のセラミックスより低温である 1000°C以下で焼結できる素材で、内部導体として金や銀など融点が低い金属を使えるのが特徴である。微細構造技術を用いた検出器であるマイクロピセルチェンバー(μ-PIC)は入射して来た放射線の二次元位置を調べる検出器であり、動作中の放電による導通路の形成に対して対策をする必要がある。導通路の主な原因である炭素を含まない無機素材であり、素材自体も放電によって壊れにくいLTCCを使って放電に強いμ-PICを目指して製作・性能評価を行ったのが図1の模式図のようなLTCCμ-PICである。薄灰色部がLTCC、濃灰色部が金ペーストで作られた電極である。

LTCCμ-PIC の構造、LTCC の素材特性そしてタンデム静電加速器施設にて行った中性子ビームを用いた性能評価などについて発表する。

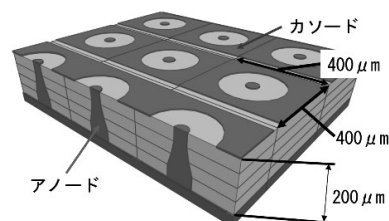


図1: LTCC μ-PIC の模式図

## タンデム加速器を用いた陽子線及び金イオン照射による トムソンパラボラスペクトロメータの校正

○清水和輝<sup>1</sup>、神野智史<sup>2</sup>、金崎真聡<sup>1</sup>、谷池 晃<sup>1</sup>、  
古山雄一<sup>1</sup>、小田啓二<sup>1</sup>、山内知也<sup>1</sup>、福田祐二<sup>3</sup>

海事科学研究科 博士前期課程 海事科学専攻<sup>1</sup>、東京大院・工<sup>2</sup>、量研関西研<sup>3</sup>

電場と磁場を用いたトムソンパラボラスペクトロメータは、入射イオンを質量電荷比、及びエネルギーごとに弁別することが可能な検出器である。量子科学技術研究開発機構関西光科学研究所では、トムソンパラボラスペクトロメータを用いて高強度レーザーとターゲット物質の相互作用によって加速される高エネルギーイオンの計測を行っている。本研究では、トムソンパラボラスペクトロメータによる計測精度を保証するため、神戸大学タンデム加速器を用いて校正実験を行った。エネルギーが既知である陽子線、及び金イオンを照射し、実際にイオンが入射した位置と、理論的に導出される入射位置を比較した。図1に示すように1.2~3.0 MeVの陽子線は中性粒子を原点とする同一の軌跡上に入射していることが分かり、理論値とほとんど差異がない事も確認できた。また、金イオンについても同様の結果が得られた。

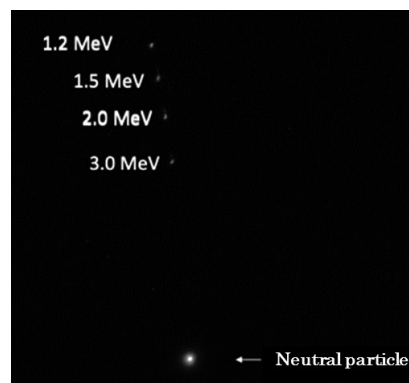


図1：検出面上での陽子線の入射位置（合成済み）

## 湿潤空気下における $\text{Li}_2\text{TiO}_3$ の $\text{CO}_2$ 吸収特性に及ぼす $\text{Li}_2\text{O}$ の影響

秋田佑馬、山本真旭、新宅大樹、平野晃大、谷池晃、古山雄一

海事科学研究科 博士前期課程 海事科学専攻

固体ブランケット候補材料である  $\text{Li}_2\text{TiO}_3$  は室温で大気中の  $\text{CO}_2$  を吸収することが知られている。また  $\text{Li}_2\text{TiO}_3$  は化学的に安定であり  $\text{H}_2\text{O}$  と反応しないとされているが、曝露雰囲気中の  $\text{H}_2\text{O}$  量が多くなると  $\text{CO}_2$  吸収量が増加することが従来の実験結果で示されている。 $\text{Li}_2\text{O}$  は  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  を 973K 以上で焼結することで生成することが報告されており、実験で用いている  $\text{Li}_2\text{TiO}_3$  試料は  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  と  $\text{TiO}_2$  粉末を混合し 1000K で焼結することで作製している。そのため焼結時、試料内部に  $\text{Li}_2\text{O}$  が生成され、 $\text{Li}_2\text{O}$  と曝露雰囲気中の  $\text{H}_2\text{O}$  が反応することで  $\text{Li}_2\text{TiO}_3$  の  $\text{CO}_2$  吸収特性に影響を及ぼしている可能性が考えられる。そこで、本研究では湿潤空気下において  $\text{Li}_2\text{TiO}_3$  試料中の  $\text{Li}_2\text{O}$  が  $\text{CO}_2$  吸収特性に及ぼす影響について調べた。実験には試料中に含まれる  $\text{Li}_2\text{O}$  量がそれぞれ異なる4つの試料 LT1、LT2、LT3、LT4 を使用した。また、LT1 から LT4 にかけて試料中に含まれる  $\text{Li}_2\text{O}$  量は増加している。右図は LT1、LT2、LT3、LT4 を湿潤空気に曝露した際の  $\text{CO}_2$  吸収量の時間変化を示した結果である。試料中に含まれる  $\text{Li}_2\text{O}$  量が多いほど  $\text{CO}_2$  吸収量が増加した。

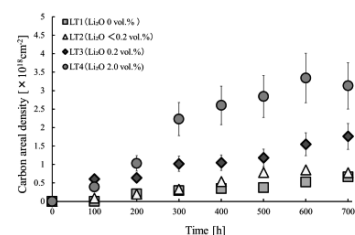


図 湿潤空気下での各試料における  $\text{CO}_2$  吸収量の時間変化

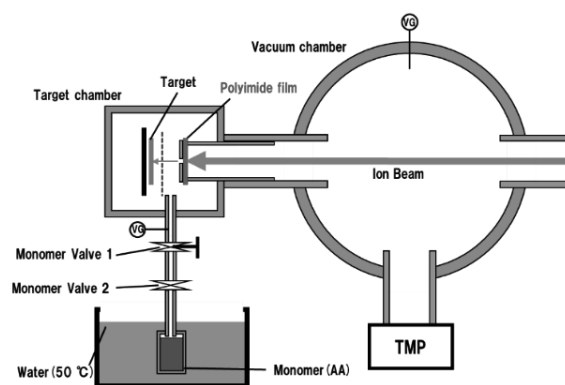
# その場同時イオンビームグラフト重合における グラフト率のエネルギー付与依存性

井上凌一、中島慎弥、谷池晃、古山雄一

海事科学研究科 博士前期課程 海事科学専攻

今日、高分子材料は私たちの生活に数多くの恩恵を与えている。高分子材料は軽量、易加工性、柔軟性、安定性という多くの長所があり、目に見える構造材料としての機能以外にも医療など多岐にわたって使用されている。私たちのより豊かな生活のために、高分子材料の更なる開発研究が期待されている。我々はこの内、イオンビームを用いた放射線グラフト重合法の開発を行っている。本研究の目的は機能性高分子作製におけるグラフト率の制御である。本研究では、イオンビームの照射とグラフト重合を同時に行う手法におけるグラフト率のエネルギー付与依存性について調べた。

母材ポリマーとして厚さ約  $25 \mu\text{m}$  の LDPE を使用した。真空中にアクリル酸モノマーを導入し、 $\text{H}^+$ ビームを照射することでグラフト重合を行う。その時、モノマー圧力を上げるため、チェンバー間にポリイミド製の隔壁を設けた体系で実験を行った。



答えは、

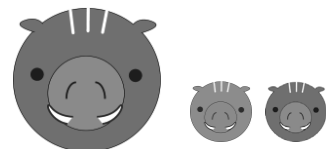
① アイソトープ部門

2次元電気泳動システム ETTAN DALT6

② 機器分析部門

有機微量元素分析装置 (EA)

だよ！



若手フロンティアでは、研究会の運営改善及び各部門の利便性向上の為、

皆様の要望、ご意見を募集しています。

下記 URL 又は QR コードからアンケートにご協力下さい。

無記名ですのでご遠慮なく記入下さい。

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



若手フロンティア研究会 2019 概要集

発行日：令和元年 12 月 19 日

発行：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

TEL：078-803-5398

編集：研究基盤センター 研究設備サポート推進室

TEL：078-803-5982

E-mail：csrea-morf@research.kobe-u.ac.jp