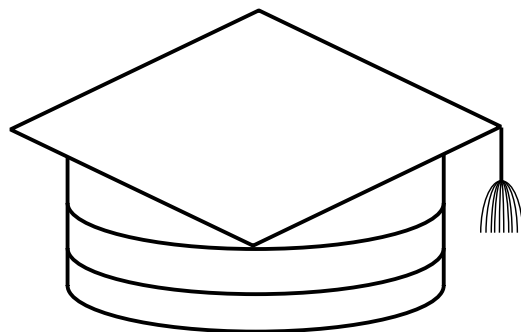
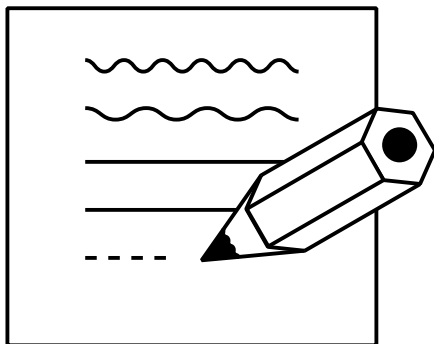
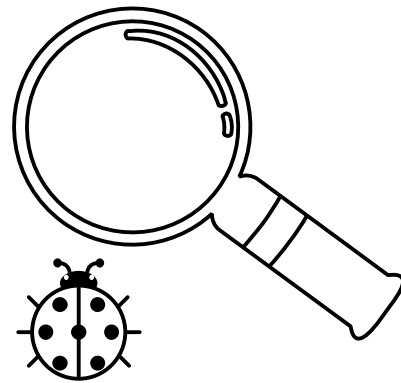
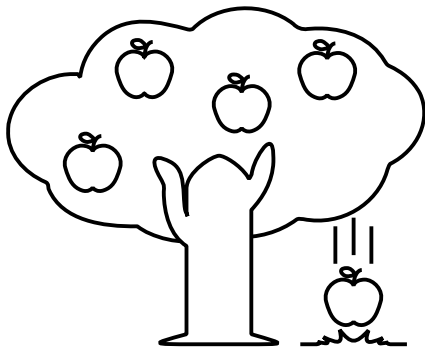
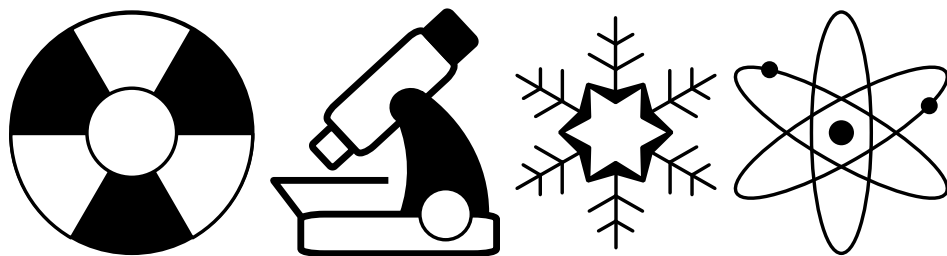


若手フロンティア研究会 2017 概要集



開催日：2017年12月21日（木）

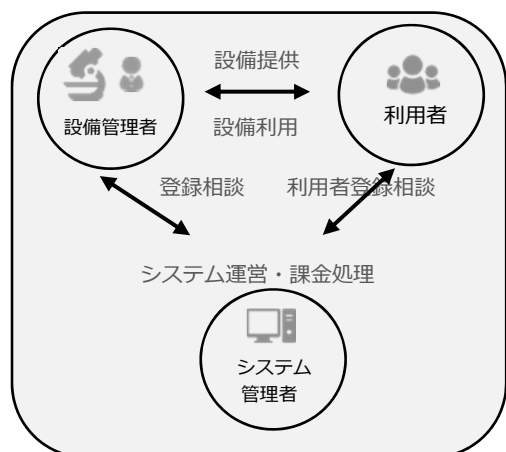
場 所：神戸大学百年記念館



センター各部門のマークだよ。どの部門が分かるかな？

答えは最後のページ

学内の研究設備を予約利用できることをご存知ですか？

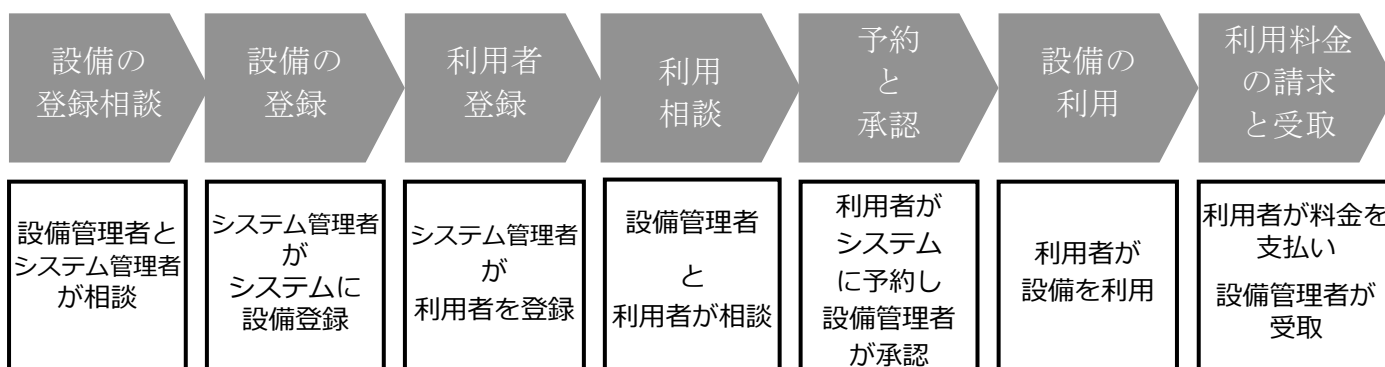


研究設備共同利用予約システムの運用が始まりました！

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。

大判プリンター 布に印刷できます

設置場所：極低温部門棟 2階 203室

布ロール紙：A0サイズ 1枚 ¥3,000

問い合わせ：078-803-5996 極低温部門

csrea-teion@research.kobe-u.ac.jp

研究基盤センター予約システム
から布専用プリンターが予約利用
できます！！



- 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)
- 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をご覧ください。

発表プログラム

ポスター番号	発表者氏名 Presenter name	発表タイトル Title of summary	発表者所属 Affiliation	ページ番号
A01	高田 紗都子	<i>Brassica rapa</i> L.における春化によるFLCの発現変化の系統間比較	資源生命科学専攻 Bioresource Science	7p
A02	宮路 直実	アブラナ科野菜の白さび病抵抗性遺伝子の単離に向けて	資源生命科学専攻 Bioresource Science	7p
A03	吉岡 優介	根系の光環境が植物のリン酸応答に与える影響	生物学専攻 biology	8p
A04	樋口 里樹	細胞内共生を行う緑藻の細胞表層タンパク質の解析	生物学専攻 biology	8p
A05	寒川 祐美	4-Hydroxyderricinによる筋タンパク質分解抑制効果の検証とその分子機構解明	生命機能科学専攻 Agrobioscience	9p
A06	池田 真規	(-)-Epigallocatechin-3-gallateの標的分子探索	生命機能科学専攻 Agrobioscience	9p
A07	松田 彩	シロイヌナズナの病原菌応答に寄与する3-ヘキセニルアセテートの生理機能の解明	生命機能科学専攻 Agrobioscience	10p
A08	松浦 風沙	シロイヌナズナGSTの酸化ストレスに関わる生理機能の解析	生命機能科学専攻 Agrobioscience	10p
A09	石橋 美咲	Evaluation of exogenous auxin to strawberry allergen Fra a during fruit ripening	資源生命科学専攻 Bioresource Science	11p
A10	青木 仁美	シロイヌナズナの2-hexenal情報伝達系に関わる因子の探索	生命機能科学専攻 Agrobioscience	11p
A11	多田 遥人	ヌクレオチド除去修復における損傷認識機構の解析	生物学専攻 biology	12p
A12	足助 聡一郎	いもち病菌と普通系コムギ間の非親和性を支配する非病原力遺伝子のクローニング	生命機能科学専攻 Agrobioscience	12p
B01	木股 寛統	カチオン性サンドイッチ化合物をゲストとする配位高分子の構造と熱物性	化学専攻 chemistry	13p
B02	真利 大地	Regiocontrolled Halogen Dance of Bromothiophenes and Bromofurans	化学専攻 chemistry	13p
B03	名倉 椋	シリルエノールエーテルの転位を利用したシクロアレン前駆体の効率的合成	応用化学専攻 Applied Chemistry	14p
B04	井口 博貴	Polythiophene/graphene複合体の作製と分散性評価	応用化学専攻 Applied Chemistry	14p
B05	籾本 樹生	表面プラズモン増強複合アップコンバージョンナノ粒子の開発	電気電子工学専攻 electrical and electronic engineering	15p
B06	小島 拓也	Size-dependent Photocatalytic Activity of Colloidal Silicon Quantum Dot	電気電子工学専攻 electrical and electronic engineering	15p
B07	山本 翔太	ガン細胞に選択的な毒性を示すpH応答性ペプチド脂質の開発	応用化学専攻 Applied Chemistry	16p
B08	曲師 香緒里	A β ₁₋₄₀ のアミロイド線維形成と膜破壊能に対するpHの効果	化学専攻 chemistry	16p
B09	西田 真一郎	肝細胞認識ペプチドを用いたAFMによるB型肝炎感染機構の解明	応用化学専攻 Applied Chemistry	17p
B10	河津 知樹	センサ応用に向けたAdhesion Lithographyによるナノギャップ電極の作製	電気電子工学専攻 electrical and electronic engineering	17p
B11	多田 康洋	コロイド状シリコンナノ結晶を用いたフレキシブル光センサー	電気電子工学専攻 electrical and electronic engineering	18p
B12	河内 剛史	シリコンナノ結晶塗布薄膜によるフレキシブル抵抗変化型メモリ	電気電子工学専攻 electrical and electronic engineering	18p
B13	松崎 涼介	ZnO薄膜の誘導放出機構における膜厚依存性	化学専攻 chemistry	19p

B14	松田 聡	ToF法によるSiナノ結晶塗布薄膜のドリフト移動度解析	電気電子工学専攻 electrical and electronic engineering	19p
B15	井上 僚	ピチオフェン誘導体のつるまき状分子不斉誘起	応用化学専攻 Applied Chemistry	20p
B16	山根 由暉	ハロゲンダンスを経由する多置換チオフェンの新規合成法の開発	応用化学専攻 Applied Chemistry	20p
B17	Chatterjee Suchismita	Approach to Modulation of Surface and Bulk Properties Using An Element Block Copolymer	応用化学専攻 Applied Chemistry	21p
B18	吉崎 達也	低損失な入出力部を持つ光導波路センサデバイスの研究	電気電子工学専攻 electrical and electronic engineering	21p
B19	原 真奈美	高分子塗布によるポリプロピレンの表面修飾	応用化学専攻 Applied Chemistry	22p
B20	東浦 智輝	Au Elongated nanocapによるアップコンバージョンナノロッドの発光増強	電気電子工学専攻 electrical and electronic engineering	22p
B21	對馬 恵美	六方晶窒化ホウ素の深準位不純物由来の発光特性評価	化学専攻 chemistry	23p
B22	崎山 真	生体の第二光学窓領域に発光を示す水分散性シリコン量子ドット	電気電子工学専攻 electrical and electronic engineering	23p
B23	中村 俊之	ポロンフォスファイド(BP)ナノ結晶の光触媒効果	電気電子工学専攻 electrical and electronic engineering	24p
B24	志賀 隆之	フレキシブル基板上への構造色発現	電気電子工学専攻 electrical and electronic engineering	24p
B25	酒井 梨嘉	蛍光物質による表面提示アジド基定量法の開発	応用化学専攻 Applied Chemistry	25p
B26	大畑 祐貴	金属イオンを用いたシリコン量子ドット高次構造の形成と電気伝導特性評価	電気電子工学専攻 electrical and electronic engineering	25p
B27	下地 恭平	トランスサイレチン凝集反応のpHおよび塩濃度依存性の解析	化学専攻 chemistry	26p
B28	富田 康平	リグノセルロースナノファイバー表面のリグニン分布解析手法の開発	科学技術イノベーション専攻 Technology and innovation	26p
B29	生野 陽一	窒化チタンナノ粒子の単一粒子光学特性評価	電気電子工学専攻 electrical and electronic engineering	27p
B30	別宮 晃治	多価イオン照射による多層カーボンナノチューブの構造変化と自己修復	物理学専攻 physical science	27p
C01	谷本 泰士	パターン化モデル膜を用いて光シグナル伝達における脂質ラフト機能を解明する	生命機能科学専攻 Agrobioscience	28p
C02	岡本 翔	強磁場・テラヘルツ領域におけるヘミンのESR研究	物理学専攻 physical science	28p
C03	下城 世那	Co正方格子反強磁性体のESR測定	物理学専攻 physical science	29p
C04	加藤 安佳梨	ヌクレオチド除去修復の開始を制御するクロマチン構造の役割	生物学専攻 biology	29p
C05	中田 壮人	金属還元酵素ヒトSteap3の分子機能解明	化学専攻 chemistry	30p
C06	滝田 茉央	炭酸カルシウム結晶制御を目指したカルシウムイオンと結合する自己集合型ペプチドの分子設計	化学専攻 chemistry	30p
C07	門村 友	広帯域誘電分光法によるリン脂質の動的挙動に及ぼす水和の影響	化学専攻 chemistry	31p
C08	平松 優一	光ポンプ-テラヘルツプローブ分光法によるバルクヘテロ接合型有機半導体における電荷キャリアの挙動	化学専攻 chemistry	31p
C09	加賀谷 航平	ジアジノキサンチンの励起緩和ダイナミクス	化学専攻 chemistry	32p
C10	本岡 香奈	セントポーリアの温度感受に関わる分子機構の解析	生物学専攻 biology	32p
C11	福澤 美咲	線虫Cytochrome <i>b</i> ₅₆₁ ホモログCecytb-2分子機能解析	化学専攻 chemistry	33p

C12	藤本 達也	波長可変テラヘルツ光源を用いた磁場中ESR分光法の開発	物理学専攻 physical science	33p
C13	小林 佐和子	親水性高分子とパターン化脂質膜を組み合わせたモデル生体膜の構築	生命機能科学専攻 Agrobioscience	34p
C14	濱治 麻理奈	マウス肝細胞におけるイバラキウイルス (IBAV) 増殖抑制に関する研究	資源生命科学専攻 Bioresource Science	34p
C15	林 沙英	ABCトランスポーターのヘム輸送機構解析	化学専攻 chemistry	35p
C16	安藤 公二	人工生体膜とナノ空間を組み合わせた1分子計測技術の開発	生命機能科学専攻 Agrobioscience	35p
C17	山田 皓生	中期更新世半ばに開始した夏の湿潤化	惑星学専攻 planetology	36p
C18	石村 謙斗	メンブレン型ピエゾ抵抗センサーを用いた高感度磁気測定	物理学専攻 physical science	36p
C19	小松 亮太	人工生体膜とポリマー材料を用いたナノ空間の創成	生命機能科学専攻 Agrobioscience	37p
C20	田村 美由子	膜貫通型タンパク質の解析に適したモデル生体膜の構築	生命機能科学専攻 Agrobioscience	37p
C21	堀江 秀和	マイクロカンチレバーを用いた高感度力検出装置の開発	物理学専攻 physical science	38p
C22	里和 玲伊	阿多火砕流堆積物中の火砕サージ堆積物と鹿児島県薩摩半島南岸に分布する粗粒岩相について	惑星学専攻 planetology	38p
C23	宮崎 大輔	有機ダイヤモンド鎖型反強磁性体の強磁場ESR測定	物理学専攻 physical science	39p
C24	吉永 岳朗	$\text{PrM}_2\text{Al}_{20}$ (M = Ti, V) 及び関連物質の純良単結晶育成と電子状態の研究	物理学専攻 physical science	39p
C25	吉田 寛志	鶏パラトロボミオン構成サブユニットの機能に関する研究	生命機能科学専攻 Agrobioscience	40p
C26	兼吉 潤	圧力誘起超伝導体CrAsの純良単結晶育成と高圧下dHvA測定	物理学専攻 physical science	40p
C27	岩切 泰和	強磁性的臨界状態にある $\text{CeRh}_6(\text{Ge}_{1-x}\text{Si}_x)_4$ の物性測定	物理学専攻 physical science	41p
C28	出口 健太	高感度磁気チップ付きマイクロカンチレバーの開発	物理学専攻 physical science	41p
C29	松井 隆志	熱電物質テトラヘドライトのNMRによる研究	物理学専攻 physical science	42p
C30	中瀬 迅	カゴの中にサマリウムを入れてみた！	物理学専攻 physical science	42p
C31	小嶋 佐妃子	モデル生体膜を利用した脂質修飾膜タンパク質の機能解析	生命機能科学専攻 Agrobioscience	43p
C32	伊藤 誠也	新しい直方晶化合物 $\text{Ce}_3\text{NbRh}_4\text{Ge}_4$ の基礎物性測定	物理学専攻 physical science	43p
C33	田畑 琢也	ヒト由来生理活性物質を特異的に検知する酵母in vivoバイオセンサ	科学技術イノベーション専攻 Technology and innovation	44p
C34	岩村 咲良	5-アミノレブリン酸近縁物質による「負」の遺伝子発現制御	生命機能科学専攻 Agrobioscience	44p
C35	田中 節彦	5-アミノレブリン酸近縁物質による「正」の遺伝子発現制御	生命機能科学専攻 Agrobioscience	45p
C36	飼馬 知明	凝集誘起発光特性を有するカルバゾール誘導体の合成及び光物性研究	化学専攻 chemistry	45p
C37	桑田 祥希	絶縁体が超伝導に！？	物理学専攻 physical science	46p
C38	築地 孝和	RRh_6Ge_4 (R = 希土類元素) の単結晶作製と物性測定	物理学専攻 physical science	46p
C39	岡田 健	ナノ素材を用いたキセノン中ラドン不純物分離の研究	物理学専攻 physical science	47p

C40	中來田 卓磨	5-アミノレブリン酸植物トランスポーターの解析	生命機能科学専攻 Agrobioscience	47p
C41	大木 瑛登	新しい圧力下強磁場ESR装置によるCsCuCl ₃ の研究	物理学専攻 physical science	48p
C42	久保田 創	場の量子論で理解される励起モードの観測 —S=1/2 KCuMoO ₄ (OH)の高周波ESR測定—	物理学専攻 physical science	48p
D01	中村 穂高	加速器を用いた固体ブランケット候補材料の組成分析	海事科学専攻 Maritime Sciences	49p
D02	西村 洋亮	ピンホールコリメータを用いた高エネルギーガンマ線イメージングシステム開発	海事科学専攻 Maritime Sciences	49p
D03	武田 翼	非化学量論組成のLi ₂ TiO ₃ におけるCO ₂ 吸収特性	海事科学専攻 Maritime Sciences	50p
D04	藤田 尚希	その場イオンビームグラフト重合法の基礎研究	海事科学専攻 Maritime Sciences	50p
D05	中島 優一	重イオンビームプローブ法に用いる検出器の測定精度向上に関する研究	海事科学専攻 Maritime Sciences	51p
D06	吉岡 良兼	重水素プラズマ診断のための高エネルギーガンマ線計測技術	海事科学専攻 Maritime Sciences	51p

A01

Brassica rapa L.における

春化による *FLC* の発現変化の系統間比較

高田紗都子¹、宮路直実²、安田(高崎)剛志²、藤本龍²

農学研究科 博士前期課程 資源生命科学専攻¹、神戸大院・農²

アブラナ科の葉菜類であるハクサイ(*Brassica rapa* L. var. *pekinensis*)、コマツナ (*B. rapa* L. var. *perviridis*) などでは抽苔が始まると出荷不能となるため、農業の現場では、晩抽性品種が要求されている。モデル植物であるシロイヌナズナの開花抑制遺伝子である *FLOWERING LOCUS C (FLC)* は、春化により発現レベルが低下し、転写抑制型の H3K27me3 の蓄積によって発現抑制状態が維持されることが知られている。そこで本研究では、*B. rapa* における開花の早さと春化处理前後の *FLC* の発現レベルとの関係性を明らかにすることを目的とした。開花が早い系統 Homei と開花が遅い系統‘春の祭典’について RT-qPCR を行い、春化处理による *BrFLCs* の発現レベルの低下の程度を測定したところ、系統間で有意差が見られ、開花が早い系統の方が *FLC* の発現レベルが早く低下することが明らかになった。次に、2 週間春化处理を施した後 21°C で 7 日間育成し RT-qPCR により *FLC* の発現レベルを測定した。その結果、Homei では *FLC* の発現レベルの低下が維持されたのに対し、‘春の祭典’では *FLC* の発現レベルが回復した。このことから、開花の早さが異なる系統間では、春化に必要な春化处理期間の長さが異なることが示唆された。

A02

アブラナ科野菜の白さび病抵抗性遺伝子の単離に向けて

宮路直実¹、西本良太²、高田紗都子²、安田(高崎)剛志²、土佐幸雄²、中馬いづみ²、藤本龍²

¹ 農学研究科資源生命科学専攻博士前期課程、² 農学研究科

Albugo candida によって引き起こされる白さび病はコマツナやハクサイなど (*Brassica rapa* L.) のアブラナ科野菜を栽培する上で重要な病害であるが、抵抗性遺伝子は未だ単離されていない。我々は白さび病抵抗性品種の自殖集団を用いて、単一優性の白さび病抵抗性遺伝子の存在を明らかにした。さらに自殖集団のうち高度に抵抗性を示した個体と完全な感受性を示した個体を選抜して QTL-seq を行い、第 5 染色体に抵抗性遺伝子が座乗することを示した。本研究では抵抗性遺伝子の単離を目指し、抵抗性遺伝子座乗領域の限定、候補遺伝子の選抜を行った。

QTL-seq の結果を元に、抵抗性遺伝子型と感受性遺伝子型の判別が可能な DNA マーカーを計 7 個作成した。作成した DNA マーカーを用いて、上記の QTL-seq に使用した高度に抵抗性を示した個体と完全な感受性を示した個体の遺伝子型を判定した。その結果、第 5 染色体の約 2.9Mbp の領域に抵抗性遺伝子座乗領域を限定することができた。

Brassica Database を参照して抵抗性遺伝子として登録されている遺伝子を本領域内で探索し、得られた遺伝子を抵抗性遺伝子の候補とした。これらの候補遺伝子の全長塩基配列を白さび病抵抗性品種と感受性品種で決定し、構造や塩基配列の違いを解析している。

A03

根系の光環境が植物のリン酸応答に与える影響

吉岡 優介¹, 大西 美輪², 三村 徹郎^{1,2}

理学研究科 生物学専攻 博士前期課程¹, 神戸大・先端融合研究環²

植物にとって、リンは窒素、カリウムと並ぶ三大栄養素の一つで、生育に不可欠である。自然環境下では植物が利用できる土壌中のリン（リン酸）は極めて限られているため、植物は根系構造を変化させてより多くのリン酸を得ようとする。リン酸欠乏時には主根の伸長抑制、側根数・側根密度の増加、根毛の伸長促進などが起こる。また、根は様々な環境応答能を持っており、正の重力屈性や水分屈性などの他に、負の光屈性を示すことから、光も根系に影響を与える要因の1つである。リン酸応答の研究が多くなされているシロイヌナズナでは、透明な平面プレート培地で植物が培養されており、根が光に晒されている影響は考慮されていないことが多い。

本研究ではシロイヌナズナを用いて、根系の光環境が植物のリン酸応答にどのような影響を及ぼすのかを調べた。ゲランガムを用いた立体培地で根のみ外部からの光を遮断してリン酸欠乏条件で培養したところ、光を照射して培養した場合に比べてシュート・根が大きく成長することが明らかになった。この現象を定量化するため、根系のみ光環境を調節できる水耕栽培の実験系を確立し、+P(1.25 mM)条件、-P(1.25 μM)条件で培養を行ったところ、根系の光遮断は-P条件で成長を促進した。現在、リン酸吸収に変化が生じているのではないかと考え、植物体内のリン酸含有量、リン酸吸収能やリン酸輸送体遺伝子の発現量の測定を進めている。

A04

細胞内共生を行う緑藻の細胞表層タンパク質の解析

樋口里樹、洲崎敏伸

理学研究科 博士後期課程 生物学専攻

クロレラ(*Chlorella variabilis*)は単細胞の緑藻で、原生動物のミドリゾウリムシ(*Paramecium bursaria*)の細胞内に共生している。ミドリゾウリムシとクロレラの共生関係は絶対的なものではなく、両者は互いに単独で培養することが可能である。恒暗条件での培養や除草剤を用いることで、ミドリゾウリムシから細胞内の共生クロレラを除去することができる。共生クロレラも、宿主のミドリゾウリムシを破碎し細胞内から取り出した後、栄養培地上で単独培養することが可能である。さらに、単独培養を行っているミドリゾウリムシと共生クロレラを同環境中に置くと、クロレラがミドリゾウリムシに捕食され、やがてミドリゾウリムシの細胞内に定着する。このような特徴からクロレラとミドリゾウリムシは細胞内共生のメカニズムの解明に有用である。

ミドリゾウリムシとの共生状態と単独培養状態でのクロレラの表層タンパク質の質量分析を行い、細胞内共生に伴いタンパク質の組成にどのような変化があるかを探った。質量分析は神戸大学研究基盤センターアイソトープ部門に依頼し、Orbitrapを用いて行った。

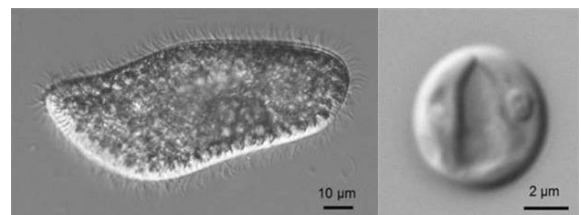


図. ミドリゾウリムシ (左) とクロレラ (右)

A05

4-Hydroxyderricin による筋タンパク質分解抑制効果

の検証とその分子機構解明

寒川祐美、山下陽子、芦田均

農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻

【目的】私たちはこれまでに、筋タンパク質分解抑制効果を持つ食品成分として、4-hydroxyderricin、xanthoangelol、glabridin を見出した。これらの化合物のうち、アシタバカルコンの一種である 4-hydroxyderricin に着目して、タンパク質分解抑制効果の検証及びその分子機構の解明を試みた。【方法】細胞内タンパク質を L-[3,5-³H]-tyrosine で標識した C2C12 筋管細胞を用いて、デキサメタゾン(Dex)が誘導するタンパク質分解量を評価した。タンパク質分解に関与する因子はウエスタンブロッティングにより評価した。Glucocorticoid receptor (GR)の核内移行は蛍光免疫染色によって観察した。4-Hydroxyderricin を前処理した際の GR と Dex の結合量について、³H-dexamethasone を用いて評価した。【結果】Dex が誘導する筋タンパク質分解を、10 μM 4-hydroxyderricin は有意に抑制した。分子機構を検討したところ、Dex 負荷によって誘導される FoxO3a の活性化を抑制していた。また、GR は Dex と結合して核内に移行するが、4-hydroxyderricin はその結合を阻害することで GR の核内移行を抑制した。FoxO3a 及び GR によって発現が制御されている Cbl-b と MuRF-1 の発現量を、4-hydroxyderricin は減少させた。以上のことから、4-hydroxyderricin は、FoxO3a の活性化抑制及び GR と Dex の結合阻害によって、ユビキチンリガーゼの発現量を減少させ、筋タンパク質分解を抑制することが明らかとなった。

A06

(-)-Epigallocatechin-3-gallate の標的分子探索

池田真規、芦田均

農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻

【目的】茶カテキンである(-)-epigallocatechin-3-gallate(EGCg)は、PI3K や AMPK を介して糖輸送担体 4 型(GLUT4)の細胞膜移行を誘導することが知られている。しかし、上流の標的分子は不明である。そこで本研究は、GLUT4 の細胞膜移行を促進させる EGCg の標的分子の探索を試みた。

【方法】EGCg の標的分子を探索するために、レドックスサイクル染色法を用いた。また、別の方法として磁気ビーズに EGCg とネガティブコントロールとして(+)-C を結合させたプローブを作製し、pull down assay を行った。両方法において、染色された位置のバンドをゲルから切り出し、タンパク質をトリプシン消化し、質量分析計 (LC-MS/MS) に供することで、MASCOT 解析を行い標的分子の同定を試みた。

【結果】染色された位置のバンドをゲルから切り出し MASCOT 解析に供したところ、レドックスサイクル染色法からは、787 のタンパク質が、EGCg probe を用いた pull down assay からは、102 のタンパク質が検出された。また両方法において 40 kDa 付近に creatine kinase M-type(rat)が検出され、その protein sequence coverage はレドックスサイクル染色法では、67%であり、pull down assay 法では、46%であった。

【考察】MASCOT 解析により検出された creatine kinase M-type は、EGCg の標的候補分子である可能性が示唆された。現在、creatine kinase M-type が GLUT4 の細胞膜移行を促進する EGCg の標的分子であるかを明らかにするために siRNA を用いて検討を行っている。

A07

シロイヌナズナの病原菌応答に寄与する 3-ヘキセニルアセテートの生理機能の解明

松田彩¹、松岡大介²、水谷正治²、杉本幸裕²、山内靖雄²

農学研究科 生命機能科学専攻 博士前期課程¹、神戸大院・農²

植物は周囲の環境からストレスを受けると、香気成分である緑葉揮発性化合物 (Green Leaf Volatiles : GLVs) を生産する。GLVs は C6 の化合物群であり、ストレスの防御応答遺伝子群を誘導することが知られているが、その詳細な機能は明らかになっていない。本研究では、GLVs の一種である 3-ヘキセニルアセテート (3-HAC) に着目し、その生理機能の解明を目的とした。まず、3-HAC を暴露したシロイヌナズナ (*Arabidopsis thaliana*, Col-0) をマイクロアレイ解析に供したところ、病原菌防御応答に関与する遺伝子群が誘導されていた。植物の病原菌応答はサリチル酸またはジャスモン酸による情報伝達経路が関与し、2つの経路は拮抗的に作用するとされている。これらの経路のマーカー遺伝子の発現量を解析したところ、サリチル酸経路に属する *PR2* の発現量が増加していた。また、3-HAC の情報伝達機構の探索を行い、セカンドメッセンジャーとして cAMP と Ca²⁺ が作用すること、およびサリチル酸経路に含まれる MAP キナーゼ経路が関与することが判明した。さらに、3-HAC を暴露した植物体に、生活環の異なる複数の病原菌を接種して効果を検証したところ、サリチル酸経路が応答する病原菌への抵抗性が向上した。以上のことから、3-HAC はサリチル酸経路を誘導することにより病原菌防御応答に寄与することが示唆された。

A08

シロイヌナズナ GST の酸化ストレスに関わる生理機能の解析

松浦風沙¹、境広輝²、真野純一³、水谷正治⁴、杉本幸裕⁴、山内靖雄⁴

農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻¹、山口大・農²、
山口大・総合科学セ³、神戸大院・農⁴

植物は、様々な環境ストレスを受けることで酸化ストレスを引き起こし、生じた活性酸素種(ROS)により多くの生体分子が酸化される。特に植物膜脂質の大部分を占める多価不飽和脂肪酸(Polyunsaturated fatty acids, PUFAs)との反応で生じる α,β -不飽和カルボニル化合物(α,β -Unsaturated carbonyl, α,β -UC)は、近年毒性だけでなく生理活性作用も持つことが明らかにされつつあり、中でも 2-ヘキセナールは酸化ストレスシグナルに関与すると予想されるが、知見は少ない。そこで、2-ヘキセナールにより誘導され、薬物代謝に重要な酵素である Glutathione-S-transferase(GST)に着目して、GST の持つ酵素学的性質の解析と、酸化ストレスで生じる毒性 α,β -UC 解毒系の発現機構の解明を目的とした。シロイヌナズナを用いたマイクロアレイ発現解析及び定量 PCR により、GST の中でも植物に固有の tau クラス GSTU の多くが 2-ヘキセナールにより誘導されていることが明らかとなった。これらの 2-ヘキセナール応答性 GSTU を大腸菌発現系により組換え酵素を作製し、*in vitro* で活性測定を行ったところ、毒性の強いアクロレインや 4-hydroxy-2-nonenal に対して活性を示す GSTU が存在するのに対し、毒性の弱い 2-ヘキセナール自身に対しては全ての 2-ヘキセナール応答性 GSTU が活性を示さない結果となった。従って、酸化ストレス下で PUFAs の過酸化により生じた 2-ヘキセナールのような α,β -UC は、ストレスシグナルとして GSTU の発現を促し、酸化ストレス傷害を引き起こすような毒性の強い α,β -UC の解毒に関与する GSTU 発現系モデルが考えられた。

A09

Evaluation of exogenous auxin to strawberry allergen Fra a during fruit ripening

Misaki Ishibashi, Hiroki Yoshikawa, Yuichi Uno

Graduate School of Agricultural Science, Department of Plant Resource Science, Doctor Program

Strawberry fruit contain the allergenic proteins that cause oral allergic syndrome symptoms. The hypothesized major allergen is Fra a protein, which belongs to the pathogenesis-related 10 protein family responsive to environmental factors and plant hormones. Auxin is an important plant hormone in strawberry that controls fruit fleshiness and ripening. In this study, we investigated the responses in Fra a expression to exogenous auxin.

We treated strawberry fruits (*Fragaria* × *ananassa* cultivar. Akihime) with auxin or auxin inhibitors at pre- and post-harvest stages, and analyzed Fra a transcriptional and translational levels during fruit development by real-time PCR and immunoblotting. Pre-harvest treatment with 1-naphthaleneacetic acid (NAA) alone did not affect Fra a expression, but applied in conjunction with achene removal promoted fruit pigmentation and Fra a protein accumulation. It was developmental stage-specific: Fra a 1 was highly expressed in immature fruit and Fra a 2 was expressed from young to ripe fruit. In post-harvest treatments, auxin did not contribute to Fra a induction. Auxin inhibitor partly regulated *Fra a 1* expression and delayed fruit ripening. Fra a expression was not directly regulated by auxin, but might be associated with ripening metabolism and/or external factor in a paralog-specific manner.

A10

シロイヌナズナの 2-hexenal 情報伝達系に関わる 因子の探索

青木仁美¹、新出ひかる²、水谷正治³、杉本幸裕³、山内靖雄³

農学研究科 博士前期課程 応用生命機能科学専攻¹ 神戸大・農² 神戸大院・農³

強光、乾燥、高温などの環境ストレスを受けた植物体中では、光合成の機能不全に起因して葉緑体内で過剰に活性酸素が生成される。活性酸素は膜脂質を過酸化することで、 α, β -不飽和カルボニル結合をもつ直鎖カルボニル(RSLV)を生成する。2-hexenal をはじめとする RSLV は、環境ストレス応答遺伝子の発現を誘導する強力なシグナルとして働くことから、環境応答情報伝達機構の一端を担っていると考えられている。そこで本研究では、2-hexenal が香り成分でもあることから GPCR を介した動物の匂い刺激受容機構を参考に、シロイヌナズナにおける 2-hexenal の情報伝達系の解析を行った。

野生型のシロイヌナズナである Col-0 に対して、GPCR 情報伝達系阻害剤および活性化剤を用いた薬理的解析を行った。その結果、G タンパク質からアデニル酸シクラーゼ (AC) に情報が伝わったのち、cAMP がセカンドメッセンジャーとして働く情報伝達系が存在する可能性が示唆された。次に、この伝達系において働くタンパク質のスクリーニングを、欠損変異体を用いた逆遺伝学的解析により行った。欠損変異株のうち、2-hexenal 処理時の酸化ストレス応答遺伝子 *ZAT10* の発現量が半分以下になったものは GPCR 様タンパク質欠損株では 4 系統、また Ca^{2+} チャンネル遺伝子欠損株にも存在していた。以上の結果から、動物細胞と類似したシロイヌナズナにおける 2-hexenal 情報伝達系の存在が示唆された。

A11

ヌクレオチド除去修復における損傷認識機構の解析

多田 遥人、大西 優貴、菅澤薫

理学研究科 博士前期課程 生物学専攻

哺乳類のヌクレオチド除去修復 (NER) は、紫外線や化学物質などによって生じる広範な DNA 損傷を修復する主要な DNA 修復経路である。NER は XPC 複合体の損傷への認識・結合により開始され、基本転写因子 TFIIH、XPA タンパク質が呼び込まれる。そして、TFIIH のサブユニットが持つ ATPase 活性に依存したヘリカーゼ活性により損傷周囲が一本鎖へと巻き戻され、構造特異的エンドヌクレアーゼである ERCC1-XPF、XPG によって損傷を含む 25 塩基ほどのヌクレオチドが切り出される。このように哺乳類の NER の修復メカニズムはある程度が明らかになっており、修復反応のコア部分は精製した 6 種類のタンパク質因子 (XPC-RAD23B-CETN2, TFIIH, XPA, RPA, ERCC1-XPF, XPG) で再構成可能である (以下、再構成 NER 反応系)。その一方で、長大な DNA に生じた損傷をどのようにして発見・認識するのかに関しては未だ謎が残っている。

ラジオアイソトープ (radio isotope, RI) は、半減期というリミットはあるものの、検出感度が高く定量性に優れているため生化学的な解析と相性が良い。当研究室においても NER の修復反応は再構成されており、紫外線損傷の近傍に RI を導入した DNA を再構成 NER 反応系の基質として、様々な条件下での修復効率の測定・比較を行っている。

今回、再構成 NER 反応系を用いた解析によって、哺乳類の NER における損傷認識には複数の経路が存在することを示唆する結果が得られたので報告する。

A12

いもち病菌と普通系コムギ間の非親和性を支配する

非病原力遺伝子のクローニング

足助聡一郎、中馬いづみ、土佐幸雄

農学研究科 博士後期課程 生命機能科学専攻

いもち病菌 *Pyricularia oryzae* は、イネ属のみに感染するイネ菌、アワ属のみに感染するアワ菌のように植物属特異的に寄生性が分化した菌群を形成している。近年、ブラジルにおいてコムギ属特異的に感染するいもち病菌が突如出現し、その後アジアに伝播し、コムギ栽培の新たな脅威となった。そこで本研究では、いもち病菌の植物属特異的な病原性進化過程を明らかにするために、その原因遺伝子の単離を試みた。まず *P. oryzae* の祖先型に最も近いシコクビエ菌とコムギ菌を交配した F₁ の病原性分離分析を行ったところ、シコクビエ菌は 5 つの非病原力 (AVR) 遺伝子を保有することが明らかとなった。次に F₁ から選抜した 1 菌株をコムギ菌で戻し交配し、1 個の AVR 遺伝子が分離した BC₁F₁ を作出した。BC₁F₁ の中から 16 ずつ非病原性菌系と病原性菌系の DNA をそれぞれバルク化し、次世代シーケンサ MiSeq でシーケンスし、バルクリードを得た。これをシコクビエ菌の全ゲノムシーケンスにアラインメントし、SNPindex に基づき遺伝子座乗候補領域を推定したところ、第 2 染色体上の 190kb の領域に絞り込まれた。さらに、多くの AVR 遺伝子産物が分泌シグナルを有する低分子タンパク質であることから、そのような産物をコードする遺伝子を探索したところ、候補遺伝子は 13 個に絞り込まれた。

B01

カチオン性サンドイッチ化合物をゲストとする

配位高分子の構造と熱物性

木股寛統、持田智行

理学研究科 博士前期課程 化学専攻

近年、配位高分子の研究が盛んに行われている。配位高分子の多くは多孔性を持ち、ゲストの取込能やガス吸着能を示す。本研究ではサンドイッチ化合物のカチオンをゲストとする配位高分子 $[\text{Co}(\text{C}_5\text{H}_5)_2]\text{K}[\text{C}(\text{CN})_3]_2$ および $[\text{Ru}(\text{C}_5\text{H}_5)(\text{C}_6\text{H}_5\text{R})]\text{K}[\text{C}(\text{CN})_3]_2$ ($\text{R} = \text{H}, \text{Me}, \text{Et}$) を合成し、その結晶構造および熱物性について検討した。

$[\text{Co}(\text{C}_5\text{H}_5)_2]^+$ および $[\text{Ru}(\text{C}_5\text{H}_5)(\text{C}_6\text{H}_6)]^+$ をゲストとする配位高分子は、カリウムイオンが $\text{C}(\text{CN})_3^-$ で架橋されたアニオン性 2 次元骨格からなる層状化合物であり、層間にサンドイッチ化合物が挿入された構造を持っていた (Fig. 1)。一方、サンドイッチ化合物に置換基を導入した場合には、ホスト骨格が 3 次元構造に変化した。このように、この配位高分子はゲストサイズに応じて構造変化が可能な柔軟なアニオン性ホストであった。通常、配位高分子は融点を示さないが、これらの配位高分子のいくつかは 100 °C 付近で融解した。

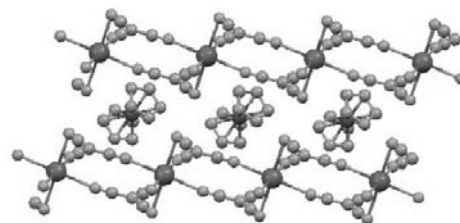


Fig. 1. Side view of the crystal structure of $[\text{Co}(\text{C}_5\text{H}_5)_2]\text{K}[\text{C}(\text{CN})_3]_2$.

B02

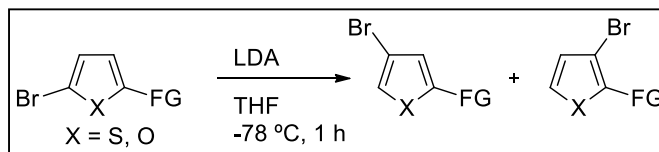
Regiocontrolled Halogen Dance of Bromothiophenes and Bromofurans

Daichi Mari, Naoki Miyagawa, Kentaro Okano, and Atsunori Mori

Department of Chemical Science and Engineering, Kobe University

The base-mediated halogen dance (BCHD)¹ involves migration of α -bromo group to β -position through intermolecular halogen–lithium exchange. Herein we report a regiocontrolled halogen dance of 2-bromothiophenes and 2-bromofurans using LDA as a base for developing a reliable and direct access to functionalized thiophenes and furans in a regioselective manner.

Bromothiophenes bearing an acetal moiety underwent selective deprotonation at β -position adjacent to the bromo group. In contrast to the acetal group, oxazoline and amide groups act as a directing group in the primary lithiation step to promote deprotonation at the β -position neighboring to the directing group to give the other regioisomer exclusively. Detailed results on other directing groups in the halogen dance will be also presented.



(1) (a) Vaitiekunas, A.; Nord, F. F. *Nature* **1951**, *168*, 875. (b) Schnurch, M.; Spina, M.; Khan, A. F.; Mihovilovic, M. D.; Stanetty, P. *Chem. Soc. Rev.* **2007**, *36*, 1046.

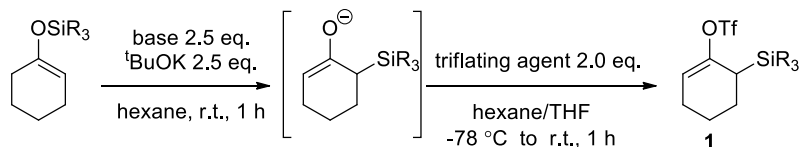
B03

シリルエノールエーテルの転位を利用した
シクロアレン前駆体の効率的合成

名倉 椋, 井上和紀, 岡野健太郎, 森敦紀

工学研究科 博士前期課程 応用化学専攻

シクロアレンは分子内に連続した二重結合を有する化合物である。大きな歪みに由来する高い反応性を示す反応中間体として、付加環化反応に用いられている。しかし、従来法では、シクロアレン



前駆体 **1** を合成するために、シクロヘキセノンから 5 段階を必要とし、工程数に改善の余地があった。

本研究では、シクロアレン前駆体の短段階での合成法の確立を目的とした。本手法では、シクロヘキサノンから容易に合成可能なシリルエノールエーテルを用い、Corey らが報告しているシリルエノールエーテルの転位反応²を応用した。さらに、転位後のエノラート中間体をトリフラート化することで、2 段階でのシクロアレン前駆体の効率的合成を達成した。本発表では、シリル基や塩基が転位反応に与える影響、および基質一般性を報告する。

(1) Quintana, I.; Peña, D.; Pérez, D.; Guitián, E. *Eur. J. Org. Chem.* **2009**, 5519.

(2) Corey, E. J.; Rucker, C. *Tetrahedron Lett.* **1984**, 25, 4345.

B04

Polythiophene/graphene 複合体の作製と分散性評価

井口博貴, 東千誠, 藤田佳佑, 中川直希, 丹波俊輔, 森敦紀, 中壽賀章, 丸山達生

工学研究科 博士前期課程 応用化学専攻

Graphene は導電性やガスバリア性が注目される一方で、溶媒中では凝集し、物性の損失および応用プロセスの難化という課題がある。解決策として、分散剤被覆法が提案されているが、従来の分散剤は絶縁性であるため graphene の導電性を妨げてしまう問題がある。本研究では、導電性高分子である polythiophene (PT) を分散剤として用いることで、PT/graphene 複合体を作製し、有機溶媒中に安定に分散させる方法を開発した (Fig. 1)。フロー粒子像解析装置や分光機器を用いて、PT の側鎖や分子量と graphene 分散性の関係を明らかにした。TEM、AFM による観察から、PT と 1~3 層の graphene の複合化を確認できた (Fig. 2)。さらに XPS、ラマン分光分析から、graphene に構造欠陥を生じることなく分散可能ということが分かった。最後に、PT/graphene 複合体を銅微粒子表面に吸着させることで、耐酸化性かつ高導電性を有する銅微粒子作製に成功した。銅表面への吸着、形態学および酸化状態の評価は SEM、XPS およびラマン分光分析を用いた。

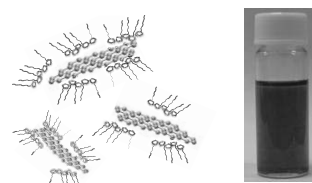


Fig. 1 PT/graphene 複合体イメージ図

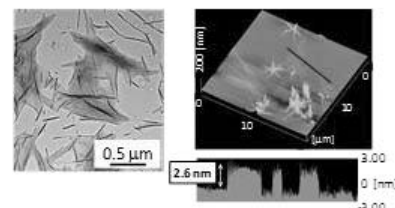


Fig. 2 TEM、AFM による観察

B05

①表面プラズモン増強複合アップコンバージョン

ナノ粒子の開発

②雛本樹生、山本薫、藤井稔

③工学研究科 博士後期課程 電気電子工学専攻

近赤外光を可視光に波長変換する希土類ドープアップコンバージョン (UC) ナノ粒子は、太陽電池の波長変換層形成や蛍光バイオイメージングへの応用が期待されている。しかしながら、希土類イオンの UC は、小さい光吸収断面積と低い発光再結合レートがボトルネックとなっており、広い実用化には至っていない。この問題を解決するため、金属ナノ構造と UC 材料を組み合わせた複合 UC ナノ粒子構造を形成し、金属ナノ構造の表面プラズモン共鳴を用いることが提案されている。

複合 UC ナノ粒子の UC 増強度を最大化するためには、電場のホットスポットが UC 材料の存在範囲に一致していること、共鳴波長を UC の励起波長 (980 nm) 及び発光波長 (560 及び 660 nm) に制御出来ること、高いアンテナ効果を持つ構造であること、という条件が求められる。本研究では、これらの条件を同時に満たす構造として、UC ナノ粒子の半分程度を覆う金属シェル (ナノキャップ) 構造、及び金属ナノ粒子/UC シェル/金属ナノキャップ構造の 2 つの構造を提案する。両者は構造の異方性及びプラズモンハイブリダイゼーションという異なるメカニズムにより、複数の表面プラズモンモードの保持、広範囲に共鳴波長を制御可能という特徴を持つ。本研究では、これらの構造を実際に作製し、最大で 101 倍の UC 増強を達成した。

B06

Size-dependent Photocatalytic Activity of

Colloidal Silicon Quantum Dot

Takuya Kojima, Hiroshi Sugimoto, Minoru Fujii

Graduate School of Engineering, Electrical and Electronic Engineering, Master Program

Photocatalytic activity of water-dispersible all-inorganic Si quantum dots (QDs) with heavily B and P codoped shells¹ were studied by monitoring bleaching of Rhodamine B (RhB) in a mixture aqueous solution of Si QDs and RhB under light irradiation. The size of Si QDs was changed from 2.8 to 9.0 nm. Strong size dependence was observed in the dissociation rate of RhB. The observed size dependence of the rate could be well-explained by the Marcus theory, which considers charge transfer from the LUMO of Si QDs to that of RhB. Quenching of the photoluminescence (PL) and the shortening of the lifetime of Si QDs due to the electron transfer were also observed. The degree of the lifetime shortening depended strongly on the size. From these two approaches, we demonstrated that the quantum size effect plays a crucial role for the enhanced photocatalytic activity of Si QDs. We also show that the observed quenching of Si QDs PL due to electron transfer to RhB is reversible, and thus the B and P codoped Si QDs can be a stable photocatalyst compared to other types of Si QDs with different surface structures.

[1] H. Sugimoto et al., J. Phys. Chem. C. 117 (2013)6807.

ガン細胞に選択的な毒性を示す pH 応答性ペプチド脂質の開発

山本翔太¹⁾、西田雄貴¹⁾、森元智行²⁾、丸山達生¹⁾

(1) 工学研究科 博士課程前期課程 応用化学専攻

(2) イノベーション研究科 博士課程前期課程

ガン治療法として、抗ガン剤による化学療法は広く用いられており、それらの多くはガン細胞が正常細胞よりも細胞分裂が活発であるということを利用して、この原理は正常細胞に対しても作用してしまうため、抗ガン剤を用いた治療法では深刻な副作用が伴い、Quality of life を損なう原因となっている。そこで本研究ではゲル化という新たな方法を用いることでガン細胞を選択的に死滅させることを目的とした。ペプチド固相合成法によって種々のペプチド脂質型超分子ゲル化剤の合成を行い、pH 応答性に優れた超分子ゲル化剤を選択した (Fig. 1)。このゲル化剤の pH 応答性及び、ゲル化能を確認するため、様々な pH においてゲル化試験及び、円偏光二色性(CD)スペクトル測定を行った。また超分子ゲル化剤のナノファイバー構造を透過型電子顕微鏡によって観察した。細胞毒性を検討するためにヒト由来ガン細胞(HeLa, MCF-7)及び正常細胞として NIH3T3 を用いて生存率測定を行った。

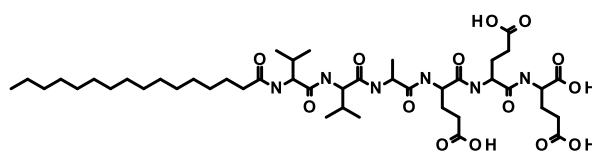


Fig. 1 Molecular structure of the gelator

Aβ₁₋₄₀ のアミロイド線維形成と膜破壊能に 対する pH の効果

曲師 香緒里、山本 直樹、平松 貴人、茶谷 絵理

理学研究科 博士前期課程 化学専攻

アミロイド線維とはタンパク質の異常凝集体であり、アミロイド線維を形成するタンパク質としては様々なものが知られている。なかでもアミロイドβタンパク質 (Aβ) はアルツハイマー病の原因タンパク質と考えられており、病気の予防や根治治療法の開発を目指して多くの研究が進められてきた。Aβに関する研究は生理的条件である pH 7.4 で行われることが多い。しかし近年、糖尿病などの疾患において体内の pH が酸性側に傾く症状がみられることが報告され、この pH の低下がアルツハイマー病の発症リスクを高める可能性が考えられた。そこで本研究では弱酸性条件に注目し、Aβ₁₋₄₀ の線維形成や毒性について pH 7.4 との比較を行った。

pH 7.4-6.0 の条件ではアミロイド線維形成が進行し、原子間力顕微鏡からも線維状の凝集物が確認された。しかし FTIR 測定を行い二次構造の解析を行ったところ、pH 7.4 と 6.5 ではスペクトル形状が異なっており、形成する線維の構造が異なることが分かった (Fig.1)。当日の発表では、pH や線維形成が Aβ の膜破壊能の大きさに与える影響についても詳しく議論する。

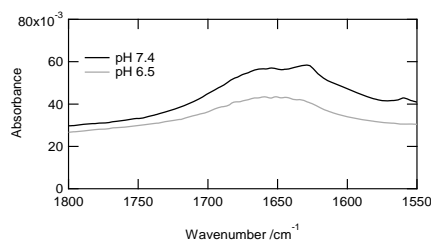


Fig.1 形成した線維の FTIR スペクトル

肝細胞認識ペプチドを用いた AFM による

B 型肝炎感染機構の解明

西田真一朗¹ 竹中武蔵² 森田健太² 西村勇哉³ 荻野千秋² 近藤昭彦^{1,3*}
工学研究科 応用化学専攻 博士前期課程¹ 神戸大院・工² 神戸大院・イノベ³

B型肝炎ウイルス表面抗原タンパク質はS領域、PreS2領域、PreS1領域の3つのドメインで構成されており、PreS1領域が肝細胞表面受容体と結合することが報告されている。しかし肝細胞表面受容体については、候補は明らかになっているものの特定されていないのが現状である。そこで本研究では、原子間力顕微鏡(AFM)の探針であるカンチレバーにPreS1S2を修飾し肝細胞表面受容体との相互作用の測定をおこなうことにより、肝細胞表面の受容体の検出が可能な系の構築をおこなった。その後、PreS1領域に結合し感染機構に関与する可能性のあるインターロイキン6(IL-6)、ヘパラン硫酸プロテオグリカン(HSPG)の評価をおこなった。結果、AFMを用いて肝細胞表面受容体の検出を示唆する結果が得られた。

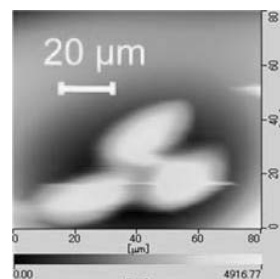


図1 肝癌細胞の AFM 像

センサ応用に向けた Adhesion Lithography による
ナノギャップ電極の作製

河津知樹、加納伸也、藤井稔

工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻

近年、センサや単電子素子応用に向けた様々なナノギャップ電極作製の研究が行われている。一般的に数 nm～数十 nm のギャップを作製するには、高価な装置や複雑なプロセスが必要とされ、基板や電極の材料が制限されることが多い。これらの課題を克服した手法の一つとして、Adhesion Lithography が知られている。Adhesion Lithography は、まず基板上にパターニングした金属(1st metal)に、アルカンの自己組織化単分子膜を形成する。その上に金属(2nd metal)を蒸着することで、2つの金属間に分子の鎖長分の間隔ができる。最後に単分子膜上の金属(2nd metal)を剥がすことで、同一平面上にナノギャップ電極を作製することができる。[1]本研究では、Adhesion Lithography によって、両電極が Au、またはそれぞれが Al と Au のナノギャップ電極を作製した。作製したナノギャップ電極の特性は、電流電圧特性、SEM 像から評価し、ギャップ長は 100 nm 程度、ギャップ幅は 10 μm のナノギャップ電極が出来ていることが分かった。その収率は、最大で 81.6%であることが分かった。

[1] D.J. Beesley, J. Semple, L.K. Jagadamma, A. Amassian, M.A. Mclachlan, T.D. Anthopoulos, and C. John, *Nat. Commun.* **5**, 1 (2014).

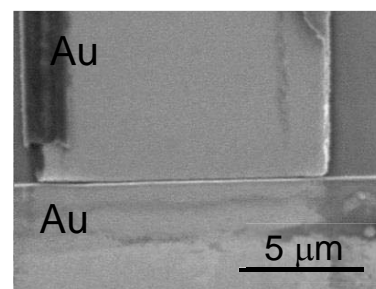


図1. 両電極が Au のナノギャップ電極の SEM 像(ギャップ長:75 nm, ギャップ幅:10 μm)

B11

コロイド状シリコンナノ結晶を用いたフレキシブル光センサー

多田 康洋、加納 伸也、藤井 稔

工学研究科 電気電子工学専攻 博士前期課程

近年、軽量性・柔軟性に優れた特徴を有する、フレキシブルエレクトロニクスに関する研究が盛んに行われている。特に光センサーは人体に有害な UV 光や非侵襲的に生体情報を計測可能な、ヘルスケア向けウェアラブルデバイスへの応用に向けて期待されている[1]。今回我々は光センサーの材料として、コロイド状シリコン(Si)ナノ結晶の塗布薄膜に注目した。この Si ナノ結晶は溶液中で均一に分散しており、大気中で塗布薄膜を作製することができる。本研究では、大気中で安定動作かつ機械的耐久性を有するフレキシブル光センサーの開発を目的とする。

粒径が 4 nm のコロイド状 Si ナノ結晶をフレキシブルな ITO(100 nm)/PET(0.1 mm)基板上にスピコートした。その後、アルミニウム(Al)電極をマスク蒸着により形成し、Al/Si ナノ結晶/ITO/PET の積層構造を作製した。作製した試料を 17.5 mm~5.9 mm の曲率半径(R)でひずみを印加し、励起波長 405 nm の半導体レーザーを照射して測定を行った。各曲率半径において、ひずみ印加時の光電流特性はほぼ変わらないことから、素子の曲げに関する耐久性が確認された(図 1)。発表では光応答速度や機械的耐久性についても報告する。

[1] Y. Yamamoto, et al., *Science Advance*, **2**, 11(2016).

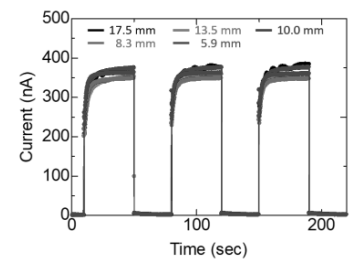


図 1 各曲率半径における素子の光電流特性

B12

シリコンナノ結晶塗布薄膜によるフレキシブル抵抗変化型メモリ

河内剛史、加納伸也、藤井稔

工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻

抵抗変化型メモリ (ReRAM) は、次世代不揮発性メモリや脳型デバイスへの応用として期待されている。我々は、シリコンナノ結晶コロイドを塗布した薄膜において抵抗変化が起こることを発見した。シリコンは安価な材料であり、CMOS 作製技術と相性がよい。さらに塗布でデバイスを作製できるので、耐熱性が低いポリマーフィルムを基板として利用でき、フレキシブル ReRAM を作製することが可能である。本研究では、シリコンナノ結晶塗布薄膜における抵抗変化現象のメカニズムの解明とフレキシブル ReRAM の作製を目指している。

RFスパッタリング法によりポリイミドフィルムに ITO 下部電極を作製し、その上にシリコンナノ結晶を塗布した。熱蒸着法により Al 上部電極を形成し、デバイスを作製した。電極サイズは $70 \mu\text{m} \times 70 \mu\text{m}$ である。このデバイスを曲率半径 10.5 mm で曲げた状態において電気測定を行うと、プラス電圧側で電流が大きくなり、マイナス電圧側で電流が小さくなる様子が観察された。ある電圧に対して 2 値を取るため、メモリ特性が発現していることがわかる。

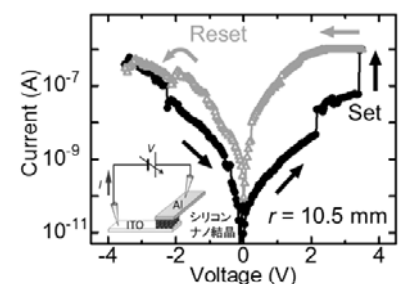


図 1. 曲率半径 10.5 mm の条件下で測定した電流-電圧特性

B13

ZnO 薄膜の誘導放出機構における膜厚依存性

松崎涼介¹、安達裕²、内野隆司³

理学研究科 化学専攻 博士前期課程¹、物材機構²、神戸大院・理³

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を有することから、励起子発光の誘導放出現象を利用した室温レーザー発振が観測されている。ZnO のレーザー発振の誘導放出過程として「励起子過程」と「電子正孔プラズマ(EHP)過程」の二つが報告されており、これらについて数多くの研究が行われているが、用いる ZnO 試料のサイズに着目した研究例は少ない。先行研究において、我々は膜厚 3 μm 以上の ZnO 薄膜を用いた PL 測定を行い、励起子過程に基づく室温レーザー発振を観測した[1]。本研究では、膜厚を数 nm から数 μm まで系統的に変化させた複数の ZnO 薄膜において PL 測定を行うことによって、誘導放出過程に及ぼす膜厚の影響について調べた。その結果、膜厚の増大に伴う、PL スペクトルにおける FWHM の減少(図 1)より、室温レーザー発振の誘導放出過程が EHP 過程から励起子過程に移り変わることが分かった。この現象は、膜厚の増大に伴う試料内の励起子密度の減少によって励起子同士の遮蔽効果が減少し、プラズマ状態への移行が抑制されたことが原因であると考えられる。

[1] R. Matsuzaki *et al.*, *Phys. Rev. B* **96**, 125306 (2017)

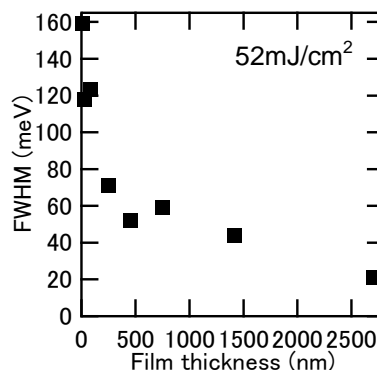


図 1 ZnO 薄膜室温 PL スペクトルにおける FWHM の膜厚依存性

B14

ToF 法による Si ナノ結晶塗布薄膜のドリフト移動度解析

松田聡、加納伸也、藤井稔

工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻

半導体ナノ結晶コロイドは薄膜トランジスタ、太陽電池、LED といった電子デバイスに応用可能な半導体薄膜の材料として期待されている。しかしながら、一般に半導体ナノ結晶コロイドから得られた塗布薄膜は、ナノ結晶界面に修飾分子によるトンネル障壁が存在するため電気伝導度が低いという課題がある。我々のグループでは、シリコン(Si)ナノ結晶にホウ素とリンを同時に高濃度ドーピングすることで、有機分子修飾無しで極性溶媒中において高い分散性を有する Si ナノ結晶コロイドを開発している[1]。

本発表では、前述の Si ナノ結晶コロイドから作製した塗布薄膜のキャリア移動度を Time-of-Flight(ToF)法により測定した結果を報告する。ITO 付きガラス基板上に Si ナノ結晶コロイドをスピコートし、膜厚 2.8 μm の塗布薄膜を作製する。その後、熱蒸着法によって Al 電極を堆積し試料を作製した。図 1 に試料の模式図及び測定原理を示す。ToF 法は測定試料に電圧を印加し、パルス光によって励起されたキャリアの走行時間(t_{tr})から移動度を求める手法である。ToF 法から 35.8 V 印加時の走行時間として 1.25×10^{-2} s が得られ、正孔移動度は 1.8×10^{-7} cm²/V·s であった。

[1] H. Sugimoto, *et al.*, *J. Phys. Chem. C* **117**, 6807 (2013).

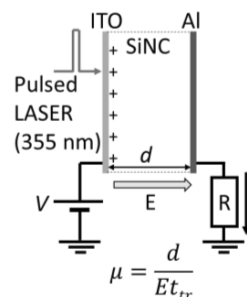


図 1. ToF 法の測定原理

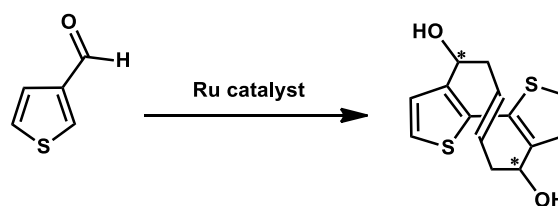
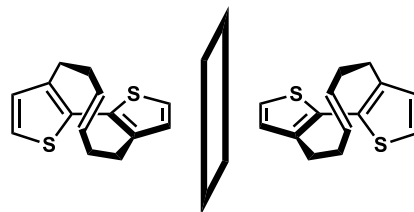
B15

ビチオフェン誘導体のつるまき状分子不斉誘起

井上 僚, 松岡 暢, 岡野 健太郎, 森 敦紀

工学研究科 博士前期課程 応用化学専攻

当研究室では、つるまき状分子不斉化合物の合成と機能に関する研究をおこなっている。この分子は、不斉炭素原子をもたないにもかかわらず、キラリティが発現する極めてユニークな化合物である。近年、このつるまき状分子不斉化合物をキラルなモリブデン錯体を利用することにより、触媒的に不斉合成することに成功した。今回は、分子内に不斉炭素を導入したビチオフェンをアキラルなルテニウム触媒により閉環メタセシスすることで、分子不斉を誘起することを検討した (scheme 1)。



Scheme 1

B16

ハロゲンダンスを経由する

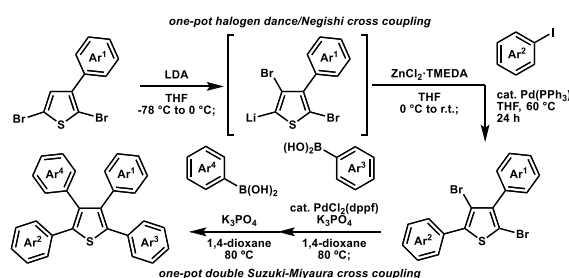
多置換チオフェンの新規合成法の開発

山根由暉, 砂原一潤, 林優希, 岡野健太郎, 森敦紀

工学研究科 博士前期課程 応用化学専攻

多置換チオフェンは機能性材料や医農薬に数多く見られる部分構造である。しかし、置換基導入の際は、位置選択性の制御や立体障害による反応性の低下が問題となる。そのため、従来は触媒などを用いた段階的な修飾法が用いられてきたが、工程数に改善の余地が残されていた。今回、改善策としてハロゲンダンス反応¹に着目した。本反応はさらなる官能基化の足がかりとなるハロゲン原子の位置選択的な転位と、求電子剤の導入を一つの反応容器で行うことを可能とする。

今回、反応系中で生じるチエニルリチウム種をワンポット根岸カップリングへ応用することで、テトラアリアルチオフェンの簡便合成に成功した²。また、本発表ではその他の多置換チオフェン類の合成についても述べる。



[1] Vaitiekunas, A.; Nord, F. F. *Nature* **1951**, *168*, 875.

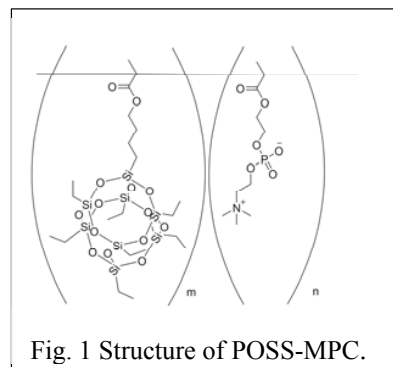
[2] Okano, K.; Sunahara, K.; Yamane, Y.; Hayashi, Y.; Mori, A. *Chem. Eur. J.* **2016**, *22*, 16450.

B17 Approach to Modulation of Surface and Bulk Properties Using An Element Block Copolymer

Suchismita Chatterjee, Tooru Ooya

Graduate School of Engineering, Applied Chemistry, Doctor Program

A new element block based copolymer, polyhedral oligomeric silsesquioxane and 2-(methacryloyloxy)ethyl phosphorylcholine (POSS-MPC) was synthesized by radical polymerization. In this study, we investigated the effect of R-group in the POSS moiety on thermal, mechanical and surface properties of the copolymers. Only 1 mol % of POSS was introduced in feeding ratio. In the presence of R= C₂H₅ in POSS, the synthesized POSS-MA MPC copolymer demonstrated increased thermal (increased ~ 8 °C) and mechanical property (Young's modulus). Surprisingly, only C₂H₅-POSS-MA MPC (Fig. 1) showed complete insolubility in water. The R-group (C₂H₅) in the POSS moiety of the copolymer influenced the wettability, hydrophilicity and BSA protein adsorption when coated on the surface. After 48 hr. NIH 3T3 cell attachment and spreading was observed on the C₂H₅-POSS-MA MPC copolymer coated surface. These studies suggested a new approach to enhance and modify the thermal, mechanical and surface properties of MPC by incorporating very small amount of POSS moiety, which may be of advantage as surface coating materials.



B18 低損失な入出力部を持つ光導波路センサデバイスの研究

吉崎達也、森脇和幸

工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻

本研究では、低損失で高感度となる光導波路センサを、安価で大量生産が可能となるナノインプリント法を用いて作製することを検討した。高感度な光導波路にはシングルモードが必要となるが、シングルモードとなるコアのサイズは入出力部となる光ファイバよりも小さくなるため、両者の寸法差等から接続損失が発生してしまう。その損失を抑えることができるスポットサイズ変換機(SSC)を付与した光導波路をナノインプリントで作製することを目指している。

光導波路のコア層には光硬化樹脂である SU-8 を使い、その時のシングルモード条件の解析を行い、その結果に基づく光導波路の作製条件を最適化した。光導波路作製に用いるモールドはフォトリソグラフィと反応性イオンエッチング(RIE)により作製した。

SSC の構造には、ナノインプリントの簡便さに注目し、1 度のインプリントで SSC と光導波路を同時に作製できるテーパ構造を考案した。モールドでテーパ構造を作製するには、RIE 時に基板上にスペースを設けてマスクを設置することでテーパ構造を得た。ただし、テーパ表面のラフネスは改善が必要である。

本研究で用いたナノインプリント装置の使用には、兵庫県立大学高等産業科学技術研究所の岡田真助教の協力を得た。

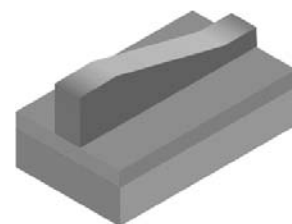


図 1. 考案した SSC 付光導波路の模式図

高分子塗布によるポリプロピレンの表面修飾

原真奈美、西森圭亮、北畑繁、西野孝、丸山達生

工学研究科 博士前期課程 応用化学専攻

近年、材料表面に機能性を付与する研究が盛んに行われている。中でも、ポリプロピレン (PP) は汎用プラスチックのひとつであり、機能性表面に大きな需要が見込まれる。しかしながら、PP は表面自由エネルギーが非常に小さいため、表面修飾にはプラズマ処理等の煩雑な装置を必要とするのが現状である。そこで本研究では、接着プライマー (MPO) を用いて PP の接着性を改善し、高分子塗布という簡便な手法を可能にした。反応性官能基 (COOH 基) を有した機能性高分子

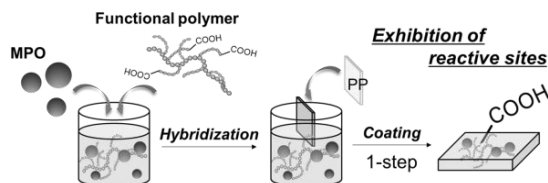


Fig. 1 Schematic illustration of this study.

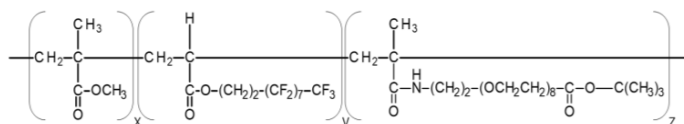


Fig. 2 Chemical structure of PMPB.

(PMPB, Fig.2) を PP 表面に塗布することで、PP 表面に他分子固定化の足場となる反応点を提示することを目的とする。Toluene に MPO と PMPB を溶解させ、PP 表面に塗布した。乾燥後、塗膜のテープ剥離に対する強度を接触角計・X 線光電子分光を用いて確認した。また、蛍光物質を用いて反応点の定量を行ったところ、 19 pmol/cm^2 の表面提示 COOH 基が確認された。また、COOH 基の表面密度は MPO, PMPB 各々の濃度を変化させることによりコントロールが可能であった。

Au Elongated nanocap による

アップコンバージョンナノロッドの発光増強

東浦智輝、雛本樹生、藤井稔

工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻

近赤外光を可視光に変換する希土類イオンのアップコンバージョン (UC) は、バイオイメージングや太陽電池への応用が期待されている。しかしながら、その吸収断面積の小ささと発光効率の低さにより、広い実用化には至っていない。近年、この問題を解決するために、金属ナノ構造と UC 材料からなる複合ナノ粒子を形成し、表面プラズモン共鳴 (SPR) により UC を増強する方法が提案されている。UC 増強度を最大化するためには、励起波長と発光波長に SPR を制御することが必要であるため、本研究では新たな複合ナノ粒子構造として Elongated nanocap (図 1) を提案する。Elongated nanocap は、SPR を可視から近赤外の広い波長範囲で制御できるため、共鳴波長の最適化によって大きな UC 増強が期待される。

本研究では、UC 材料として、 Er^{3+} と Yb^{3+} をドープした $\beta\text{-NaYF}_4$ (長軸 66 nm、長軸 321 nm) ナノロッドを用い、Au Elongated nanocap を持つ複合ナノ粒子を形成した。図 1 の透過電子顕微鏡像から、目的の複合ナノ粒子構造の形成がわかる。光学特性及び発光特性評価は、顕微分光測定を用い、ナノキャップ形成により UC が増強されることを明らかにした。

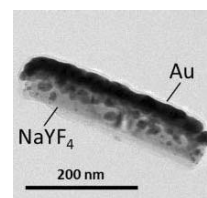


図 1 複合 UC ナノ粒子の TEM 像。

B21

六方晶窒化ホウ素の深準位不純物由来の発光特性評価

對馬恵美、内野隆司

理学研究科 博士前期課程 化学専攻

六方晶窒化ホウ素はワイドバンドギャップ半導体($E_g \sim 6.5$ eV)であり、室温で高い発光効率を示すことから紫外領域における発光デバイスとしての活用が期待されている。また近年では、窒化ホウ素は単一光子発生源として利用するために必須であるカラーセンターからの発光がゼロフォノン線(ZPL)を有するという特徴を持つため、量子通信技術の実現に不可欠な単一光子発生源としての研究が幅広く行われている。本研究で我々は市販の窒化ホウ素粉末に適切なアニーリング処理を施すことで紫外領域に発光を示す試料を作製し、その発光挙動を観察すると共に、その発光過程について考察した。得られた試料について発光スペクトル(PL)測定を行った結果、既に報告がある 300 nm [1]の ZPLに加え 385 nm に ZPL を持つ発光スペクトルが得られた。また、 $T = 3$ K で PL 測定を行うと室温では確認できなかった発光ピークが現われ、359 nm に ZPL を有することが分かった(図 1)。当日は得られた各ピークについて発光減衰、発光強度温度依存性等について測定した結果を示す。

[1] L. Museur, E. Feldbach, and A. Kanaev, Phys. Rev. B **78**, 155204 (2008).

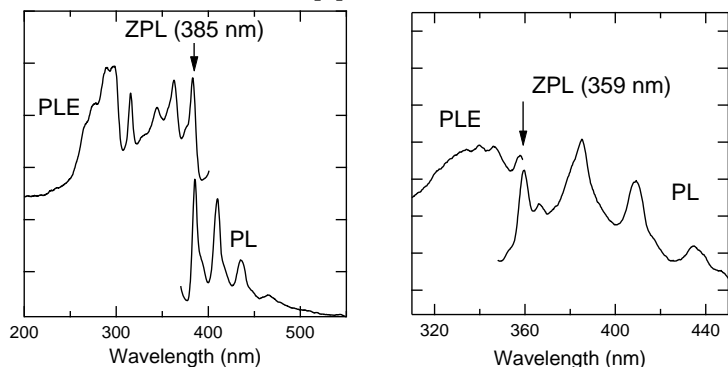


Fig.1 Photoluminescence (PL) and PL excitation (PLE) spectra of h-BN.

B22

生体の第二光学窓領域に発光を示す 水分散性シリコン量子ドット

崎山真、杉本泰、藤井稔

工学研究科 電気電子工学専攻 博士前期課程

生体の第二光学窓と呼ばれる波長領域 (1000-1350 nm) は、生体の第一光学窓の波長領域 (700-1000 nm) に比べて生体組織からの自家蛍光や散乱が弱いため、高い空間分解能での生体深部蛍光イメージングが可能である。しかしながら、第二光学窓に高効率な発光を示し、且つ生体親和性の高い蛍光材料は非常に限られており、この波長領域を利用する上で障害となっている。高い生体親和性を有するシリコン (Si) 量子ドットは、リン (P) とホウ素 (B) を同時ドーピングすることでドナー-アクセプター準位間の遷移に伴う長波長領域 (>1000 nm) での発光が可能となる。本研究では、Si 量子ドット中の B, P 濃度を最適化し、第二光学窓での発光量子効率の改善を試みた。Fig1 に作製した Si 量子ドットコロイド溶液の発光波長に対する発光量子効率の関係を示す。第二光学窓の波長領域において発光量子効率が最大で 1.74% (1.17 eV) となっている。発表では、B, P 濃度とシリコン量子ドットの発光特性の関係について述べる。

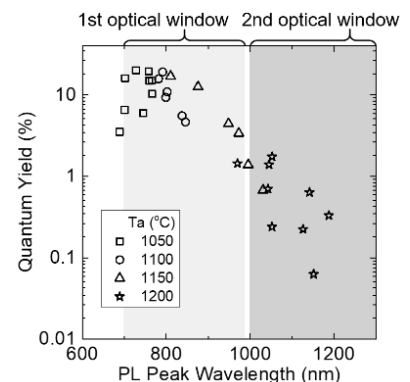


Figure1. Quantum yields of co-doped silicon quantum dots as a function of PL peak wavelength.

B23

ボロンフォスファイド(BP)ナノ結晶の光触媒効果

中村俊之、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

半導体材料の光触媒効果を利用した水の完全分解反応は、無尽蔵な光エネルギーから水素を生成する低環境負荷技術として精力的に研究開発が行われている。しかしながら、現在広く用いられる酸化チタン等の酸化物半導体では可視光の吸収係数が小さく、太陽光エネルギーの有効活用ができないという課題がある。当研究室では、新たな半導体光触媒材料の開発を目的として、Boron Phosphide (BP) に注目して研究を行っている。BPはホウ素とリンからなる熱的・化学的に安定なIII-V族半導体である。さらに、水の完全分解に適したエネルギー準位構造を有することが知られており、バンドギャップエネルギーは約2.0 eVである。本研究では、直径数ナノメートルのBP結晶粒子(BPナノ結晶)を開発し、水溶液中での光触媒効果を検証する。光触媒効果の評価するため、有機色素(メチルオレンジ)とBPナノ結晶を溶液中で混合し、光照射による色素の脱色反応を調べた。図1にBPナノ結晶-メチルオレンジ混合溶液の吸光度スペクトルの光照射時間依存性を示す。光照射によってメチルオレンジの吸光度が大きく減少しており、BPナノ結晶の高効率な光触媒効果を示している。講演では、ナノ結晶の構造物性評価と光触媒性能の関係について議論する。

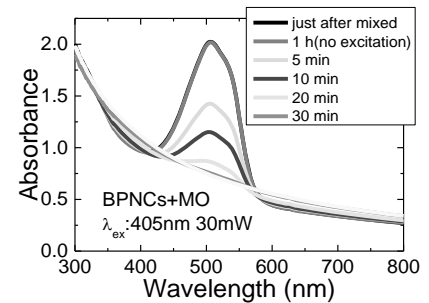


図1. BPナノ結晶、メチルオレンジ混合水溶液の吸収スペクトルの光照射時間の依存性。

B24

フレキシブル基板上への構造色発現

志賀隆之、青木画奈、藤井稔

工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻

構造色は、その構造が破壊されない限り永続的に発色するという特徴がある。本研究室では、ガラス基板上に帯電微粒子を自己配列させ、その上にアルミニウム (Al) 薄膜を形成することで、Bragg の法則及び表面プラズモン共鳴に基づく構造色を、安価かつ大面積に得る方法を確立している。

本研究では、ガラスよりも柔軟性があり、産業用途が多いフレキシブル基板への構造色発現を目的とした。ポリエチレンテレフタレート (PET) フィルム上にガラス基板と同じプロセスで構造色を発現させ、更に耐摩耗性を向上させるためラミネートフィルムで保護した。ラミネートフィルムで保護することで、基板に触れても構造が崩壊せず、湾曲した状態でも構造色が維持できた。標準光源 (D₆₅) 下で撮影した基板の写真から RGB 成分を抽出して CIE 色度図にプロットした (Fig.1)。PET フィルム上ではガラス基板よりも青色領域に色相が集中することが分かった。

彩度向上の為、短波長の散乱抑制を目的として黒色の PET フィルムを用い、さらに Al 薄膜の上にカーボン蒸着した。反射スペクトルの強度は全体的に低下したが、短波長域の散乱を大きく抑制することができた。

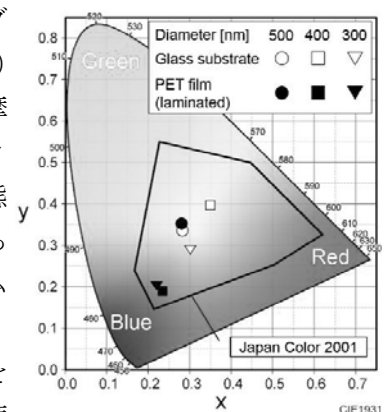


Fig.1 ガラス及び PET 基板上に発現した構造色の色相分布

蛍光物質による表面提示アジド基定量法の開発

酒井梨嘉、井口博貴、丸山達生

工学研究科 博士前期課程 応用化学専攻

アジド基とアルキン基は銅触媒によって、温和な条件下で迅速に高い選択性を持ったクリック反応を示す。その優れた性質より、アジド基を材料表面に提示することで生体分子の固定化に用いられる。固定化の際、材料表面アジド基の定量評価が重要となるが、従来の表面解析法であるXPS、FT-IR、SIMSは定性的であり、精密な定量は困難であった。そこで本研究では、クリック反応性の蛍光物質による表面提示アジド基定量法の開発を行った。材料表面アジド基にFig. 1に示す蛍光物質C≡C-EG₃-CMRNをクリック反応により固定化する。その後、切断操作によって蛍光物質を溶液中に遊離させる。その溶液の蛍光強度を測定することで、簡便且つ精密なアジド基定量法の確立を目指した。C≡C-EG₃-CMRNを合成し、¹H-NMRにて同定した。レジン粒子表面アジド基に上記の定量操作を行った結果、Fig. 2に示すようにレジン粒子量に応じて遊離した蛍光物質の量が増大した。このことより定量に成功したことが示唆され、そのアジド基の値は54.5 nmol/mgと算出された。

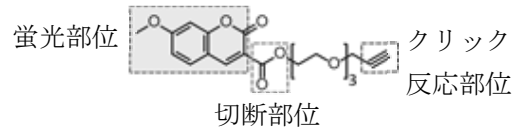


Fig. 1 蛍光物質C≡C-EG₃-CMRNの構造

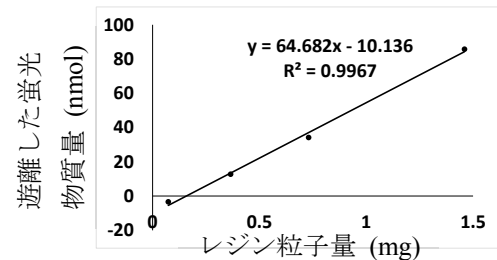


Fig. 2 レジン粒子表面アジド基定量結果

金属イオンを用いたシリコン量子ドット高次構造の形成と電気伝導特性評価

大畑祐貴、杉本泰、加納伸也、藤井稔

工学研究科 電気電子工学専攻 博士前期課程

半導体量子ドットの0次元的構造に由来する特徴を維持したまま、その高次構造の形成により新規な電氣的・光学的特性を発現させる研究が行われている。しかしながら、自己組織化による量子ドット高次構造の形成に関する研究の大部分は、化合物半導体量子ドットについて行われており、安定したコロイド溶液の形成が困難なシリコン量子ドット(SiQDs)については、研究例がほとんどない。本研究では我々が開発した、全無機SiQDsコロイド溶液にZn²⁺を混合することによりSiQDs高次構造を形成する。図1はSiQDsコロイド溶液にZn²⁺を混合することにより作製した長さ50 μm、直径15 μmのSiQDs高次構造を幅10 μmのTi/Au電極上に配置した走査型電子顕微鏡像である。図2にZn²⁺との混合により作製したSiQDs高次構造(black)とSiQDs薄膜(gray)のI-V(電流-電圧)特性の測定結果を示す。Zn²⁺を導入することにより電気伝導度が2桁ほど向上している。これはZn²⁺が量子ドット間を架橋し、電子的な結びつきが強まったためであると考えられる。

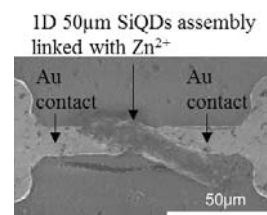


Fig 1. SEM image of 10 μm-gap electrode with SiQDs high order assembly linked with Zn²⁺

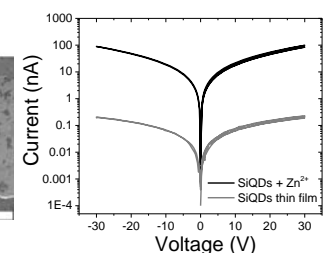


Fig 2. I-V curves of SiQDs high order assembly with and without Zn²⁺

トランスサイレチン凝集反応の pH および塩濃度依存性の解析

下地恭平¹、山本直樹²、茶谷絵理²

理学研究科 化学専攻 博士前期課程¹、神戸大院・理²

タンパク質はポリペプチド鎖が正しく折りたたまれ生体内で正常に働くが、まれに誤った折りたたみをする。その結果、分子が凝集してβシート構造を多く含むアミロイド線維となり、様々な病気を引き起こす。トランスサイレチン (TTR) は主に血漿に存在し、ホルモンなどを運搬するが、線維化することで家族性アミロイドポリニューロパチーなどを発症、感覚障害などを引き起こすことが知られている。現在提案されているスキームでは、四量体構造をとっている TTR がモノマーへと解離することが線維化の引き金になる。しかし、モノマーからどのように線維化するかについての詳細な機構はいまだ明らかになっていない。本研究では pH 2、3、4 の3つの pH を選択して TTR の線維化反応過程を観察し、得られたデータの解析を行った。また、各 pH 条件において凝集反応に対する NaCl の効果も検討した。その結果、どの pH 条件においても NaCl を加えると ThT 蛍光は上昇しアミロイド線維の生成反応が進行した。但し、どれも線維状のものは見られず粒状の凝集体がみられることがわかった (図 1)。さらに pH 4 で生成する凝集体の構造は、pH 2、3 と異なる可能性が示唆された。

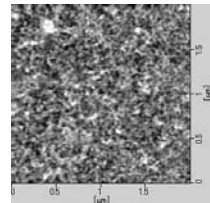


図 1. pH 2、100 mM NaCl で生成した凝集体の AFM 画像

リグノセルロースナノファイバー表面の リグニン分布解析手法の開発

富田康平、竹中武蔵、森田健太、川口秀夫、荻野千秋、松本拓也、西野孝、近藤昭彦

科学技術イノベーション研究科 博士前期課程 科学技術イノベーション専攻

近年、優れた複合素材として注目されている、セルロースナノファイバー (CNF) の精製プロセスの簡略化、反応性の向上を目的として、リグニン残存セルロースナノファイバー (リグノ CNF) の利用を考えた。リグノ CNF は、リグニンを完全に除去せずに済むため低コストで精製でき、また残存リグニン部分は化学修飾の反応点となる。しかし、リグニンを化学修飾反応点として利用するには、リグノ CNF 中のリグニン分布を明らかにする必要がある。

本研究では、原子間力顕微鏡 (AFM) のカンチレバー先端をチオフェノールで修飾することで、リグニンのベンゼン環構造との特異的な相互作用の検出を試みた。リグノ CNF および CNF との相互作用力を比較した結果、チオフェノール修飾カンチレバーは、リグノ CNF 対して CNF より強い相互作用を示した (右図)。

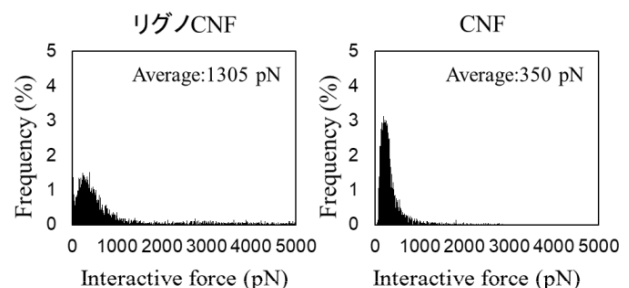


Fig. Histogram of interactive force between AFM cantilever and Ligno CNF and CNF.

窒化チタンナノ粒子の単一粒子光学特性評価

生野陽一、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

金属（金、銀）ナノ構造の表面プラズモン共鳴(SPR)による電場増強効果を利用した様々な光デバイス開発に関する研究が盛んに行われている。金・銀ナノ構造はそのサイズや形状に依存して可視-近赤外領域に SPR を示す一方で、高コスト材料であり、半導体プロセスとの整合性が乏しいという課題がある。近年、これらに代わる新たなプラズモニック材料として、窒化チタン(TiN)が注目されている。TiN は 500 nm 付近にプラズマ周波数を有する遷移金属窒化物であり、金や銀に対し、高温環境下での安定した物性や半導体プロセスとの整合性が高いなど、利点が多い。本研究では、TiN ナノ構造における SPR 特性を解明することを目的とし、コロイド TiN ナノ粒子を対象に構造物性評価、顕微分光法による詳細な光散乱特性評価を行うことで、単一ナノ粒子レベルの光学特性を明らかにする。図 1 に TiN ナノ粒子(NISSHIN ENGINEERING INC.提供)の透過型電子顕微鏡(TEM)像および、コロイド溶液の吸光度スペクトルを示す。粒径 30 nm 程度で立方体の TiN ナノ粒子が見られる。コロイド TiN ナノ粒子は 700 nm 付近に SPR に起因するブロードな吸光ピークを示す。講演では、基板上に配置した単一 TiN ナノ粒子について散乱特性評価結果を示し、形状やサイズ、基板の屈折率等と光学特性の関係を明らかにする。

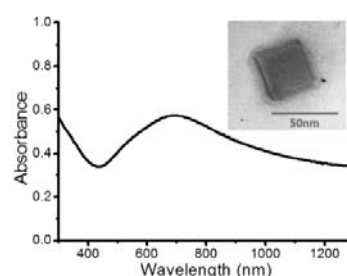


図 1: TEM 像及び吸光度スペクトル

多価イオン照射による多層カーボンナノチューブの

構造変化と自己修復

別宮晃治^A、西田尚史^A、櫻井誠^A、堀結喜^B、本多信一^C神戸大院理^A、神戸大理^B、兵庫県立大学^C

本研究では、電子ビームイオン源（Electron Beam Ion Source EBIS）を用いる。ドリフトチューブ内に導入された Ar 原子に電子銃から電子を出力し、衝突させる事で多価イオン化する。それを試料である多層カーボンナノチューブ（以下 MWCNT）に照射する事で MWCNT の構造がどのように変化するのかに注目している。

これまでの研究で MWCNT に多価イオンを照射する事で MWCNT の外径、内径が変化し、その変化は照射する多価イオンの価数、照射量に依存している傾向がある。また、変化傾向についての実験中に MWCNT に生じた構造変化が自己修復されている可能性が TEM、ラマン分光による観測で示唆された。

本発表では、MWCNT の多価イオン照射による外径、内径の変化傾向をより明らかにする事を目的として、さらに同様の実験を行った。それを TEM やラマン分光から数量的に解析し、その結果について発表する。さらに MWCNT に多価イオンを照射して直後に TEM とラマン分光を使って計測したデータとその MWCNT を 1 か月真空中で保管し、改めて TEM とラマン分光で計測したデータを比較する事で MWCNT の自己修復の実態を明らかにする事を目標にしている。

C01

パターン化モデル膜を用いて光シグナル伝達における 脂質ラフト機能を解明する

谷本泰士¹、小嶋佐妃子¹、栗津暁紀²、林文夫³、森垣憲一^{1,4}

1 神戸大院・農、2 広島大院・理 3 神戸大院・理、4 神戸大・バイオシグナル

生体膜は、脂質ラフトと呼ばれる二次元ドメインを形成している。脂質ラフトは膜タンパク質の局在を空間的に制御することで、光シグナル伝達を制御していると考えられている。そのため、膜タンパク質の脂質ラフト局在 (ラフト親和性) は、脂質ラフトの機能的役割を評価する上で極めて重要なパラメータである。しかしながら、生体膜中で定量的にラフト親和性を評価することは困難である。本研究ではパターン化人工膜を用いたラフト親和性の定量的な評価法を開発した [1]。この評価法を用いて、光シグナル伝達を担う膜タンパク質のラフト親和性を定量評価した。その結果、光受容体である GPCR、ロドプシン(Rh)は、二量体の形成時にラフト親和性の上昇が観察された。また、Rh と共役して働くトランスデューシン(G_t)、G_tの標的酵素、ホスホジエステラーゼ、Rh をリン酸化し負に制御する GPCR キナーゼ 1 (GRK1)、GRK1 を不活性化する S-モジュリンが脂質ラフト外に多く存在することが示唆された。以上の結果をもとに、速度論的シミュレーションモデル内で脂質ラフト機能を検証した。その結果、脂質ラフトがあった場合、Rh 活性寿命の延長、PDE6 活性化量の増幅が示唆された。つまり、脂質ラフトは光シグナル伝達を正に制御していると考えられる。

[1] Y. Tanimoto, K Okada, F Hayashi, K Morigaki, Biophys. J. 11: 2307 (2015)

C02

強磁場・テラヘルツ領域におけるヘミンの ESR 研究

岡本翔¹、大道英二²、大久保晋³、太田仁³

理学研究科 博士後期課程 物理学専攻¹、神戸大院理²、神戸大分子フォト³

「ヘミン」は、ヘムと同様の構造を持つ分子であり、ヘモグロビンなどのモデル物質とされる。またヘミンはヘモグロビン中のヘムを化学的手法で取り出すことにより抽出・精製される。Fe イオンが磁性を持っており、電磁場に対する応答を調べることで Fe イオン周囲の構造を調べることができる。本研究では、電子スピン共鳴 (ESR) 法と呼ばれる、磁場と電磁波を用いた物性研究手法を用いて、ヘミンが有する Fe イオンの磁場中における応答を調べた。本研究では特に 10T を超える強磁場とテラヘルツ領域の電磁波を使用し、一般的な方法と比べてより精密な ESR 分光を行った。その結果、ゼロ磁場分裂定数 D 、 E と呼ばれるスピンハミルトニアンパラメータを決定し、Fe サイト周囲の磁気異方性に関する情報が得られた。特に、ポルフィリン面内の磁気異方性を定量的に評価することに初めて成功し、その磁気異方性は主に Jahn-Teller 効果と呼ばれる分子構造の歪みにより生じていると考えられることがわかった。

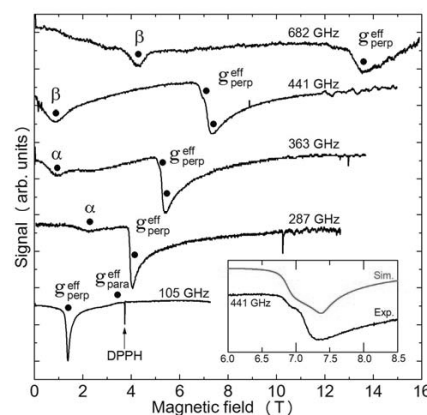


図 1: ヘミンの ESR 測定結果。

Co 正方格子反強磁性体の ESR 測定

下城世那¹、高橋昭彦¹、吉田翔太¹、
 K. Benzid²、齋藤佑³、原茂生³、櫻井敬博³
 大久保晋^{1,2}、太田仁^{1,2}、佐藤博彦⁴
 理学研究科 博士前期課程 物理学専攻¹
 神戸大分子フォトセ²、神戸大研究基盤セ³、中大理工⁴

近年、磁性イオンが2次元正方格子を形成する反強磁性体のモデルの物質が複数見いだされ、新たに注目を持たれている。本研究では磁性イオン Co^{2+} ($S=3/2$, $3d^7$) が ab 面で正方格子を形成している $\text{Sr}_2\text{CoGe}_2\text{O}_7$ に注目した。この物質の結晶構造は正方晶であり、格子定数 $a=8.16210\text{\AA}$, $b=8.16210\text{\AA}$, $c=5.31010\text{\AA}$ と報告されている[1]。これまで $\text{Sr}_2\text{CoGe}_2\text{O}_7$ に関する報告は、多結晶試料のみであり、磁気異方性の情報を得ることが困難であったが、水熱合成法により 0.1mm 程度の大きさの純良単結晶試料を得ることが出来たので、約 100 個を c 軸に揃えて並べた配向試料の作製を行い ESR 測定を行った。 c 軸配向試料による 1.8K で観測された反強磁性共鳴から $\text{Sr}_2\text{CoGe}_2\text{O}_7$ の磁気異方性を明らかにすることができた (図 1)。また、容易平面型磁気異方性と分子場パラメータから磁気交換相互作用比 $J_2/J_1=0.2984$ が求まった。

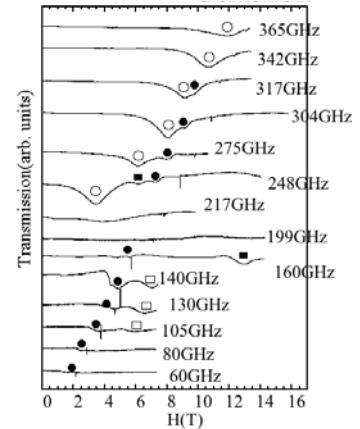


図 1 1.8K における H/c の ESR スペクトル周波数依存性図

[1] Takashi Endo *et al.*, *Inorg. Chem.* **51**, 3572-3578 (2012)

ヌクレオチド除去修復の開始を制御する

クロマチン構造の役割

加藤 安佳梨、各務 恵理菜、中西 正哉、菅澤 薫

理学研究科 博士前期課程 生物学専攻

ゲノム DNA はさまざまな要因により絶えず損傷を受けており、これらの損傷を速やかに修復することは突然変異や細胞死を抑制し、がんなどの疾患を未然に防ぐ上で重要である。

ヌクレオチド除去修復 (NER) は紫外線や化学物質により生じる塩基損傷を取り除く主要な DNA 修復機構である。NER においては、XPC タンパク質複合体が損傷部位を認識、結合することが反応の開始に必須である。

当研究室の先行研究により、XPC が非アセチル化ヒストン H3 と相互作用すること、マウス細胞において XPC がヘテロクロマチンに局在することが見出されている。また、局所紫外線照射部位におけるアセチル化ヒストンレベルの低下が観察されており、NER の損傷認識段階においてヘテロクロマチン様構造の形成が積極的な役割を担っている可能性が示唆された。そこで、細胞内で実際にヘテロクロマチンにおいて積極的に NER が起こっているのかどうかを調べるため、マウス細胞の全体または核の局所に紫外線を照射した時の、XPC およびその下流で働く NER 因子である XPB、XPA タンパク質の動態・局在のイメージング解析を行っている。また、ヒストン脱アセチル化酵素を個別に発現制御した時の、紫外線損傷部位への XPC のリクルートに対する影響を検討した結果について報告する。

C05

金属還元酵素ヒト Steap3 の分子機能解明

中田壮人¹、藤村美香¹、武内総子²、鏝木基成³

理学研究科 博士前期課程 化学専攻¹、神戸大学大学教育推進機構²、理学研究科 化学専攻³

Steapファミリーは6回膜貫通構造を持つタンパク質であり、Steap1を除いた全てのSteapファミリーメンバーがN末端側にNADPH/フラビン結合ドメインを持つこと、分子内に1つのヘムを有していること、金属還元酵素として働くことなどが知られている。メンバーの一つであるヒトSteap3は幼芽赤血球等で発現しており、三価鉄を二価鉄に還元することによって膜を介した鉄イオンのトランスポーターによる取り込み輸送に関与し、細胞における鉄の恒常性に重要な役割を果たしている。N末端側のNADPH/フラビン結合ドメインは酵母の三価鉄還元酵素Freやほ乳類のNADPH酸化酵素と相同性が高い。よって、NADPHがSteap3のNADPH/フラビン結合ドメインに結合して、同じドメイン内のFADに電子を供与すると考えられる。その後、還元型FADが電子を分子内ER小胞内腔側に位置するヘムに伝達することで、三価鉄の還元を用いると考えられているが、まだその詳しい分子機構は未解明である。また、興味深いことに、アポトーシスを誘起することにより癌抑制機能を持っている事も明らかにされている。本研究ではSteap3の生理分子機能を明らかにすべく、遺伝子組み換え酵母*P. pastoris*を用いてヒトSteap3タンパク質の大量発現・精製を試みた。酸化還元差スペクトルおよび絶対スペクトル、SDS-PAGE解析の結果から、Steap3タンパク質の部分精製に成功し、その三価鉄還元酵素活性の評価を試みた。また、ヒトの子宮頸癌に由来するHeLa細胞内で様々なタグ(EmGFPや3×FLAG)を融合させたSteap3を強制発現させることによって、ヒト培養細胞内におけるSteap3の局在解析を行った。

C06

炭酸カルシウム結晶制御を目指したカルシウムイオンと結合する自己集合型ペプチドの分子設計

滝田茉央、田村厚夫

理学研究科 博士課程前期 化学専攻

生体において、カルシウムイオンは真珠や貝殻などに結晶として含まれている。その結晶構造の多形制御はカルシウムイオン結合タンパク質が行っていると考えられている。このタンパク質の特徴として、カルシウムイオンと結合することと、繊維化することが挙げられる。そこで、本研究では、人工的に真珠様の構造体を作るために、カルシウムイオンと結合し、繊維化することによって、カルシウムイオン結晶の多形制御を行うようなペプチドを創製することを目標とした。まず、カルシウムイオンとの結合を目指し、カルシウムイオン結合タンパク質のEFハンド(右下図)をモチーフとした小型ペプチドCaRP1~4を設計した。まず、これら4つのペプチドのカルシウムイオン結合能を調べるために、円偏光二色性(CD)測定と等温滴定型熱量測定から解離定数を導出した。この結果から、それぞれのペプチドの電荷に依存して結合の強さが変わっているのではないかと考えられる。さらに、CD測定と原子間力顕微鏡観察を行ったところ、CaRP1とCaRP2はβターン構造へと経時変化し、長さが数マイクロ、高さが数十nmの繊維となっていることが分かった。CaRP4もまた繊維化しており、配列の比較から、12残基目のNが繊維化において重要な役割を果たすのではないかと考えられる。



Babu et al(1988)

C07

広帯域誘電分光法によるリン脂質の動的挙動に及ぼす水和の影響

門村友、山本直樹、富永圭介

理学研究科 博士前期課程 化学専攻

生体膜は主にリン脂質の二重膜からなり、生体膜近傍では生物化学的に重要な過程が起こる。その過程は、生体膜周囲の水和水の構造やその動的挙動に大きく影響を受ける。そのため、脂質とその水和水について理論・実験の両面から広く研究がなされてきた。以前、我々は水和水が脂質の動的挙動に与える影響について調べるためにテラヘルツ時間領域分光法を用いて DMPC (1,2-Dimyristoyl-sn-glycero-3-phosphocholine) の複素誘電率測定を行い、スペクトルの温度依存性及び水和量依存性を報告した [1]。本研究ではギガヘルツ帯を含む広帯域で複素誘電率測定を行い、低周波数領域の情報を得ることでより詳細に運動成分を評価することを目的とした。図 1 に脱水和状態、水和状態の DMPC の複素誘電率スペクトル及び解析結果を示す。発表ではスペクトルの振動及び緩和成分の水和量依存性と温度依存性を基に分子の動的挙動について議論する。

[1] N. Yamamoto *et al.* *J.Phys. Chem. B* **119**, 9359 (2015).

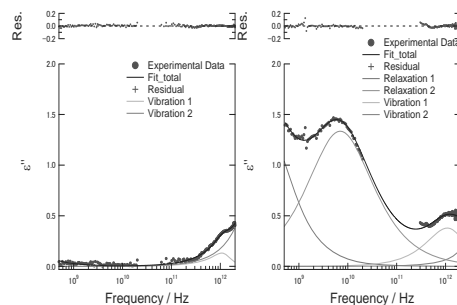


図 1: 脱水和状態 (左)、水和状態 (右) 各試料の複素誘電率スペクトルの虚部と解析結果。残差を上部に示している。

C08

光ポンプ-テラヘルツプローブ分光法によるバルクヘテロ接合型有機半導体における電荷キャリアの挙動

平松優一¹、太田薫^{1,2}、高橋功太郎³、山田容子³、富永圭介^{1,2}

理学研究科 博士前期課程 化学専攻¹、神戸大学分子フォト²、奈良先端大物質³

有機薄膜太陽電池などの有機半導体素子は溶液塗布によるデバイス作製が可能であり、大きな注目を浴びている。光照射により半導体中に生成する電荷キャリアの挙動を明らかにすることは、デバイスの性能を向上させるうえで重要である。電荷キャリアはテラヘルツ (THz) 領域に特徴的な吸収を示す。そのため、光ポンプ-THz プローブ (OPTP) 分光法を用いることで、直接電荷キャリアの挙動を観測することができる。

本研究では、ジケトピロロピロール基を連結したベンゾポルフィリン (DPP-BP) とフラーレンの誘導体 (PCBM) をバルクヘテロ接合した薄膜サンプル (DPP-BP:PCBM) を OPTP 分光法によって測定した。測定結果から光励起直後に電荷キャリアが生成した後、ピコ秒の時間スケールで電荷キャリアが減少していく過程が観測された (図 1)。発表では、得られた信号の励起光強度依存性や波長依存性の結果をもとに、電荷キャリアの緩和機構について議論する。

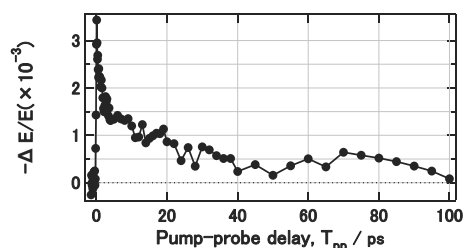


図 1. DPP-BP:PCBM バルクヘテロ接合薄膜の THz 信号の時間変化。励起光の波長は 800 nm。

C09

ジアジノキサンチンの励起緩和ダイナミクス

加賀谷 航平¹、山野 由美子²、高市 真一³、秋本 誠志¹

¹理学研究科 化学専攻 博士前期課程、²神戸薬科大・薬、³東京農大・生命科学

ジアジノキサンチン (DD) は褐藻や珪藻などに存在するカロテノイドで、ジアトキサンチンと共にジアジノキサンチンサイクルを担っている。このサイクルの中で DD はアンテナ色素の機能を持ち、クロロフィルへエネルギーを受け渡していると考えられている。[1]

本研究では、DD の励起緩和ダイナミクスの解明を目的として定常吸収測定と時間分解蛍光測定を行った。溶媒にはエタノール、アセトン、ジエチルエーテルの三種類を用いた。高電子励起状態の蛍光減衰曲線をグローバル解析した結果、DD は第二電子励起状態への励起後 25~30 fs で振動再分配が起こり、140~175 fs で第一電子励起状態への内部転換が起こることが分かった。また、第一電子励起状態の寿命 (22.9 ps) は報告されているピオラキサンチンのもの (26.1 ps) [2] よりも短いことが分かり、アンテナ色素としての機能は、陸上植物のキサントフィルサイクルであるピオラキサンチンサイクルよりも効率が悪いと考えられる。

<文献>

[1] M. Olaizola et al. *Photosynthesis Research*, 41 357 (1994)

[2] D.M. Niedzwiedzki et al. *J. Phys. Chem. B*, 110 22872 (2006)

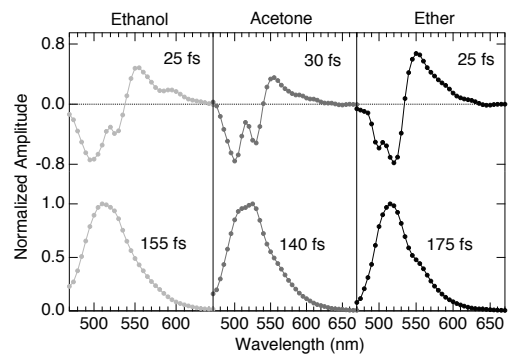


図1 ジアジノキサンチンのFDAS.

C10

セントポーリアの温度感受に関わる分子機構の解析

本岡香奈、大西美輪、三村徹郎

理学研究科 博士前期課程 生物学専攻

セントポーリアは、アフリカ原産のイワタバコ科植物であり、園芸品種として人気がある。セントポーリアは、葉に冷たい水がかかると数日で葉が褐色に変色することから栽培には細心の注意が必要とされてきた。この現象は急激な温度の低下が原因で、温水でも生じることから、低温傷害とは区別して温度降下傷害と呼ばれている。先行研究から、葉の褐変は急激な温度変化によって柵状細胞の液胞が崩壊し、液胞内容物が流出して葉緑体などのオルガネラが損傷し、最終的に柵状細胞が死滅することによって起こると考えられている (Kadohama et al. 2013)。薬理的解析から機械受容 Ca^{2+} イオンチャネルが液胞崩壊に関与していることが示され (Ohnishi et al. 2015)、セントポーリア葉組織の RNAseq 解析を行うことで、シロイヌナズナなどで知られている機械受容チャネル MCA の遺伝子と相同性の高い2つの遺伝子を見出した。我々は、これらの遺伝子が温度感受に働くかもしれないと考えた。

現在、セントポーリアで見つかったこれらの遺伝子を *SiMCA1*、*SiMCA2* と名付け、それぞれの遺伝子産物と温度降下傷害の関わりを調べている。*SiMCA1* と *SiMCA2* のアミノ酸配列を推定したところ、*SiMCA2* では Ca^{2+} 取り込みに関わる可能性のあるアミノ酸が他の植物の MCA と異なっていることがわかった。アミノ酸配列に基づいて系統解析を行ったところ、*SiMCA2* が他の種子植物の MCA とは異なるクレードに属していた。現在、*SiMCA2* がセントポーリアの温度降下傷害において温度センサーとして働く可能性に期待し、両遺伝子産物の細胞内発現部位や、 Ca^{2+} 輸送活性に違いがあるかを検討中である。

C11 線虫 Cytochrome b_{561} ホモログ Ccycytb-2 分子機能解析

福澤美咲、藤村美香、三浦雅央、木村哲就、鏝木基成

理学研究科 博士前期課程 化学専攻

Cytochrome b_{561} (以下 b_{561}) は神経内分泌小胞に存在する 6 回膜貫通構造をとるタンパク質である。2 個の *b*-type heme と結合しており、それらを介して細胞質アスコルビン酸 (AsA) 由来の電子を小胞内へ伝達し、ノルアドレナリン合成に必要な AsA を再生している。動物において b_{561} と相同性の高いタンパク質が複数種存在しており、タンパク質ファミリーを形成している。その中の一つ Dcycytb は小腸絨毛細胞表面に発現し、細胞質に存在する AsA の還元力を利用して、細胞膜外の三価の鉄を還元する三価鉄還元酵素としての生理機能を持っている。生じた Fe^{2+} は DMT トランスポーターにより小腸細胞内へ取り込まれる。モデル生物線虫 *Caenorhabditis elegans* のゲノムには 7 種類の b_{561} のホモログタンパク質 (Ccycytb-1~7) が存在しており、その中の一つ Ccycytb-2 は Dcycytb と高い相同性を持ち、直接三価の鉄を二価へと還元する能力を有することがわかっている。本研究では、Ccycytb-2 の持つ三価鉄還元酵素活性を総合的に解析するため、AsA からの電子受容機構に注目した。そのため細胞膜内側のループ領域において AsA の結合と電子伝達に関与すると思われるアミノ酸残基について置換変異を導入した 5 種類の部位特異的変異タンパク質をメタノール資化性酵母 *Pichia pastoris* で発現させた。高純度に精製した変異タンパク質の AsA からの電子受容能を解析することにより、AsA 結合部位を特定する予定である。

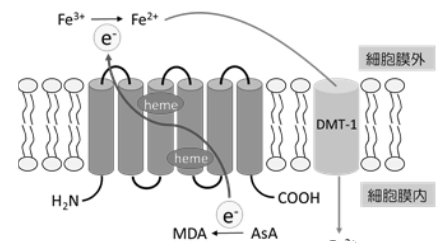


Fig.1 Dcycytb の生理機能

C12 波長可変テラヘルツ光源を用いた磁場中 ESR 分光法の開発

藤本達也、大道英二、太田仁

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻

本研究では、光伝導アンテナを用いた波長可変テラヘルツ光源による磁場中電子スピン共鳴 (ESR) 分光法の開発を行う。通常のテラヘルツ分光では、しばしばピコ秒光パルスを用いた手法が用いられるが [1]、本研究では 2 つの DFB レーザーによりテラヘルツ連続波を発生させる点が特徴である。原理としては、わずかに波長の異なる 2 つの DFB レーザーからの出力光をフォトカプラーで混合した後、光伝導アンテナに照射する。すると、光伝導アンテナに流れる光電流はビート周波数で変調されるため、ビート周波数に対応するテラヘルツ電磁波が発生する。本研究では $1.5\mu\text{m}$ から DFB レーザーの発振波長を連続的にチューニングすることにより、テラヘルツ光発生範囲を 100-1100 GHz の間で連続的に変えることができる。試料を透過したテラヘルツ光は光伝導アンテナ検出器を用いてコヒーレント検出される。この方法により 90 dB という高いダイナミックレンジを得ることができる。

本研究では図 1 に示される測定系を構築し、磁場中での ESR 測定を行った。その結果、ESR 標準試料である TEMPO と DPPH の ESR 吸収測定に室温で成功した。また同試料の混合粉末において、それぞれの ESR 吸収線を分離して観測することにも成功した。

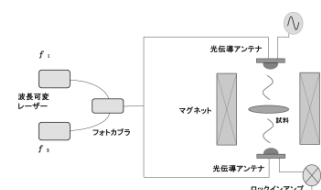


図 1 測定装置の概略図

[1] M. Hangyo, M. Tani, T. Nagashima, Int. J. Infra. Millim. waves **26** (2005) 1661-1690

C13

親水性高分子とパターン化脂質膜を組み合わせたモデル

生体膜の構築

小林佐和子¹、田村芙由子¹、岩崎泰彦²、森垣憲一³

1 農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻、2 関西大学 化学・物質工学科、3 神戸大学 バイオシグナル総合研究センター

生体膜を単純化したモデル生体膜は、膜タンパク質の解析手法として研究に用いられている。固体基板支持二分子膜 (SPB) は固体基板に支持された脂質二分子膜が安定に存在しており、界面分析手法を用いた高感度解析を行うことができる。我々のグループでは光重合性脂質を用いて安定なポリマー脂質二分子膜を作製し、流動性膜と組み合わせたパターン化 SPB を開発した。しかしながら SPB に再構成した膜タンパク質は、基板と接触して変性してしまう可能性があるため、解析が困難である。高密度な高分子鎖 (ポリマーブラシ) をポリマー膜から作製して基板と膜との距離の制御を試みている。高分子鎖の作製にはラジカル重合を用いることで反応条件による鎖長の制御を可能にした。また、ポリマーブラシの末端を機能化できれば、脂質膜と、PDMS と呼ばれる微細加工のできるエラストマー材料を組み合わせた 1 分子計測技術やイオンチャネルの機能解析が可能になると考えている。本研究では、ポリマーブラシの形成条件の検討を行い膜と基板の距離の制御を試みることと脂質膜から作製したポリマーブラシによる流動性膜の影響を調べた。このモデル生体膜が確立できれば生体に近い状態での膜タンパク質の解析が可能になる。

C14

マウス肝細胞におけるイバラキウイルス (IBAV)

増殖抑制に関する研究

濱治麻理奈、佐伯圭一、河野潤一、松尾栄子

農学研究科 博士前期課程 資源生命科学専攻

イバラキウイルス (IBAV) は、レオウイルス科オルビウイルス属流行性出血病ウイルス血清型 2 型に分類される。レオウイルスは、ウイルス粒子が宿主に吸着・侵入した後、二層のカプシドの外殻が脱殻し、コア粒子と呼ばれる複製複合体が細胞質内に放出される。このコア粒子内で合成された mRNA が細胞質内に放出され、新たなウイルスタンパク質合成とゲノム複製が開始される (図 1)。これまで流行性出血病ウイルスは細胞に指向性なく増殖すると考えられていたが、詳細な検討はされていなかった。しかし、最近我々は神経細胞以外のマウス由来細胞では増殖が抑制されることを明らかにした。本研究では、マウス肝細胞を用いて、IBAV 増殖抑制が複製機構のどの段階で起きているかを調べた。マウス肝細胞での IBAV 増殖抑制は吸着・侵入以後の過程で起こっていることがわかった。さらに、ウイルスタンパク質合成に関わる宿主因子の探索についても検討した。

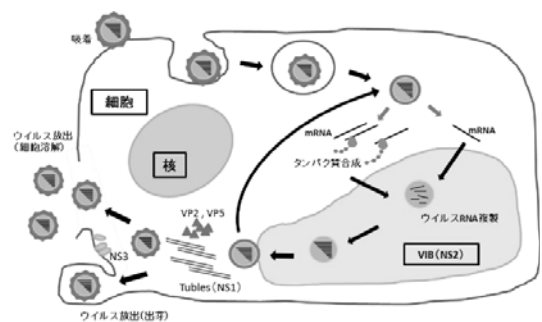


図 1 レオウイルス科の複製機構

C15

ABC トランスポーターのヘム輸送機構解析

林沙英¹、杉本宏²、城宜嗣³、池本夕佳⁴、鏝木基成¹、木村哲就^{1,5}

¹ 理学研究科 博士前期課程 化学専攻、² 理研・SPring-8、³ 兵庫県大・院生命理、
⁴ 高輝度光科学研究センター、⁵ K-CONNEX

ABC トランスポーターは、ATP 化学反応のエネルギーを用いて基質の細胞膜間輸送を行う膜タンパク質である。その輸送機構の本質的な理解のためには輸送の直接的な観察が必要であるが、今までの研究では、輸送基質そのものに化学変化がなく、基質が輸送されたとしてもどのようなタイミングで輸送が起こるのかわからなかった。そこで、ヘムが可視光領域に吸収を持つことに着目し、ヘムを輸送するインポーターBhuUV-Tを用いて輸送を可視化することを試みた。可視吸収スペクトルから、トランスポーターである BhuUV、基質を運ぶ結合タンパク質 BhuT、ヘムの三者が複合体を形成していることが示唆された。その混合溶液に ATP を加え、輸送サイクルを開始させたところ、ヘム結合型 BhuUV が時定数 1.6 min の速い相と、40 min の遅い相の二相性で増加する様子が観察された。核酸結合ドメインに結合はするものの加水分解されない ATP アナログ (AMP-PNP) の添加時にはヘム結合型 BhuUV の増加はほとんど見られなかった。また、三者複合体に ATP を加えた反応を FTIR 測定でも追跡したところ、ATP の加水分解とリン酸の生成が確認された。以上の結果から、三者複合体の安定化は ATP の結合ではなく加水分解に伴って起こることがわかり、ATP 加水分解生成物である ADP やリン酸が BhuUV-T-ヘム複合体形成を促進していると推察される。今後はシングルターンオーバー条件下での時間分解測定を行い、速い時間領域での変化を観察する予定である。

C16

人工生体膜とナノ空間を組み合わせた 1 分子計測技術の開発

安藤 公二、林 文夫、森垣 憲一

農学研究科 博士後期課程 生命機能科学専攻

1 分子蛍光観察法として全反射顕微鏡 (TIR-FM) や、ゼロモード導波路が用いられている。これらの観察は高濃度ではバックグラウンドノイズとなる分子が多く、観察することが難しい。そこで本研究では人工生体膜とナノ空間を組み合わせることで高濃度でも 1 分子計測を可能とする新たな生体分子 1 分子計測技術を開発した。我々の研究室ではポリマー化した脂質 2 分子膜 (ポリマー膜) の領域と、生体由来の脂質 2 分子膜 (流動性膜) を 1 枚の基板表面にパターン状に作製する技術を有している。本研究ではポリマー膜と PDMS シートとを、10-100 nm の大きさの接着層を介して結合させることで、流動性膜の上部にはナノ空間 (ナノギャップ構造) の作製を行った。特定のタンパク質を流動性膜と特異的に結合させることで、脂質分子の二次元拡散を利用してタンパク質はナノギャップ構造内へと輸送されると想定される。そこで膜に結合するタンパク質 (CTB) と、膜と結合しないタンパク質 (BSA) の混合溶液を用いてデモ実験を行い、CTB が選択的にナノギャップ構造内へ輸送されることを示した。ナノギャップ構造を高感度計測医療用診断技術への応用を目指し、非標識バイオマーカーの検出を行なった。前立腺癌のバイオマーカーである PSA を用いてナノギャップ構造内で 1 分子観察が可能となったことを示し、また、濃度による蛍光値の差があることを示した。これによりナノギャップ構造を用いることで 1 分子計測が可能となり、医療用への応用が可能であることを示した。

C17

中期更新世半ばに開始した夏の湿潤化

山田皓生¹、崎山なみ穂²、北場育子³、加藤茂弘⁴、兵頭政幸²

理学研究科 惑星学専攻 博士前期課程¹、神戸大²、立命館大³、人と自然博⁴

現在、日本列島の本州以南の湿潤気候は夏季モンスーンがもたらしている。この気候の始まりを調べるために、大阪湾堆積物コアの花粉分析を行い、海洋酸素同位体ステージ(MIS) 15~13(約62~48万年前)の大阪湾周辺の詳細な気候を復元した。そして、先行研究のデータも合わせて中期更新世の夏季モンスーンによる降水量変化を調べた。

湿潤気候を好むスギ属・コウヤマキ属の合計産出率を降水指標とする方法、及び32種の樹木花粉データを使ったモダンアナログ法を用いて降水量を定量的に復元した。その結果、大阪湾周辺でMIS 13(約53~48万年前)以降の間氷期は夏季降水量が増加しており、且つその夏季降水量の増加は比較的温暖な氷期MIS 14(約56~53万年前)(中期更新世の中頃)から始まったことが判明した。この結果は琵琶湖の花粉化石データや中国黄土高原レス・古土壌層の帯磁率が示す夏季降水量変化とも整合的である。

このように、中期更新世中頃に大阪湾周辺や中国黄土高原を含む東アジアの広域で間氷期の夏季降水量が増加し始めたことが分かった。このことは、約50万年前に東アジア一帯の気候システムに何らかの変化が起こった可能性を示唆する。

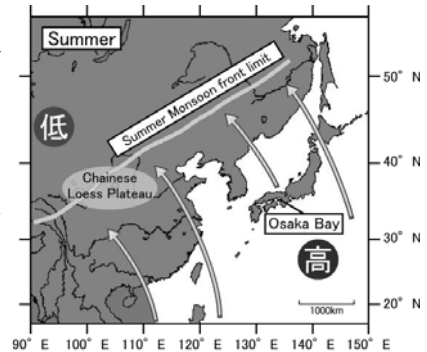


Fig. 1. 東アジア夏季モンスーンの概略図と夏の典型的な気圧配置・風向

C18

メンブレン型ピエゾ抵抗センサーを用いた

高感度磁気測定

石村謙斗、岡本翔、高橋英幸、大道英二、太田仁

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻

微小試料(1mm以下)の磁気的な振る舞いを調べる方法として、ピエゾ抵抗型カンチレバーを用いる方法が知られている。しかし、近年販売が中止となり入手が困難となっている。そこで本研究では、ピエゾ抵抗型カンチレバーに代わる方法として、市販のメンブレン型ピエゾ抵抗センサーに着目した。シリコン製のメンブレン(厚さ2.5または5.2 μ m、直径1mm)が4つのピエゾ抵抗素子で支えられている構造となっている。メンブレン上の試料にはたらく磁気トルクや磁場勾配力によるメンブレンの変形を、ピエゾ抵抗の変化として検出できる[1]。図1にSr₂RuO₄の磁気トルク測定の結果を示す。温度は1.6K(超流動ヘリウム中)である。高磁場領域でde Haas-van Alphen(dHvA)振動が観測された。また二次元的フェルミ面に期待されるdHvA振動周波数の角度依存性も確認できた。

[1] H. Takahashi, K. Ishimura, T. Okamoto, E. Ohmichi, and H. Ohta, J. Phys. Soc. Jpn., **86** (2017) 063002/1-4.

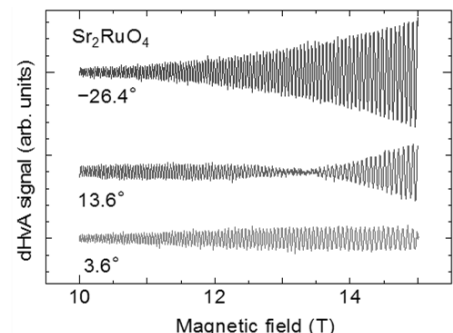


図1: Sr₂RuO₄の磁気トルク測定結果

C19

人工生体膜とポリマー材料を組み合わせたナノ空間の創成

○小松亮太、小林佐和子、安藤公二、岩崎泰彦、遊佐真一、森垣憲一

農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻

膜タンパク質は分子の取り込みやシグナル伝達など生体内で重要な役割を果たしている。しかし、膜タンパク質の細胞中における計測や膜への再構成は難しいため、その機能解析は困難である。本研究では、膜タンパク質の1分子計測技術の開発を目指し、人工生体膜とポリマー材料を用いたナノ空間（ナノギャップ構造）を開発した。ナノギャップ構造は基板支持二分子膜（SPB）とエラストマー材料（ポリジメチルシロキサン：PDMS）を接着層を介して接合することで作製する(図1)[1]。ナノギャップ構造内で膜タンパク質の計測を行う際の問題点として、接着層やPDMS表面への非特異吸着があげられる。そこで、非特異吸着を抑制するため、生体適合性のあるポリマー材料を用いた接着層の開発とPDMSの表面修飾方法の検討を行った。

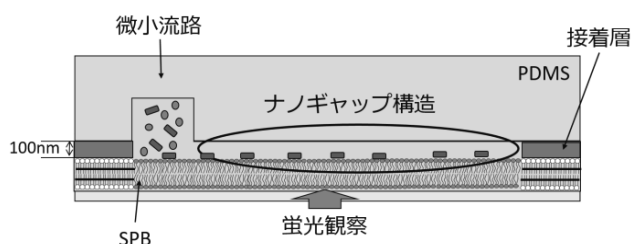


図1 ナノギャップ構造

[1]Ando, K., Tanabe, M., & Morigaki, K. (2016). Nanometric Gap Structure with a Fluid Lipid Bilayer for the Selective Transport and Detection of Biological Molecules. *Langmuir*, 32(31), 7958–7964.

C20

膜貫通型タンパク質の解析に適したモデル生体膜の構築

田村芙由子¹、谷本泰士²、林文夫³、須藤雄気⁴、岩崎泰彦⁵、森垣憲一⁶

農学研究科 生命機能科学専攻 博士前期課程¹、神戸大院 農²、神戸大 理³、岡山大 医歯薬⁴、関西大 化生工⁵、神戸大 バイオシグナル⁶

基板支持二分子膜（SPB）は、脂質二分子膜および膜タンパク質の高感度分析技術として研究されている。しかし、膜貫通型タンパク質をSPBに再構成することは、技術的に困難である。本研究では、膜貫通型タンパク質の再構成に適したモデル生体膜の開発を行った。ポリマー化された脂質膜（ポリマー膜）と生体由来の流動性のある脂質膜（流動性膜）から成るパターン化されたSPBを使用し、その2次元および3次元構造を以下のように応用した。まず、ポリマー膜表面から poly-2-methacryloyloxyethyl phosphorylcholine の親水性ポリマーブラシを形成することによって、膜と基板間の距離を制御した。再構成した膜貫通型タンパク質のバクテリオロドプシンは、流動性膜で拡散し、固定点の数は減少した。次に、拡散する分子のみを選択的に観察するため膜タンパク質の再構成およびそれらの観察のための領域を物理的に分離した。乾燥させた液晶脂質を基板上に貼り付け水和することで、流動性膜がパターン化されたポリマー膜に自発的に伸長することを観察した。液晶脂質はタンパク質再構成に使用されるので、伸長した流動性膜中では拡散する膜タンパク質のみを観察、解析することができる。これらの方法を用いることで、モデル生体膜における膜貫通型タンパク質の再構成および機能解析をさらに進めることができると考えている。

C21

マイクロカンチレバーを用いた高感度力検出装置の開発

¹堀江秀和,Hidekazu Horie、¹大道英二、²太田仁

¹理学研究科 博士前期課程 物理学専攻

²神戸大学分子フォトサイエンス研究センター

近年の物理計測実験において、微小な力を精密に測定することは重要である。本研究では、マイクロカンチレバーを用いた微小力測定装置の開発を行ったので報告する。この装置では微小な力をカンチレバーの変位として検出する。変位の検出はファイバー光学系を用いた Fabry-Perot 干渉計によって行う。

Fabry-Perot 干渉計の光源として波長 1310 nm のスーパーluminescentダイオード(SLD)を用いた。この光源はコヒーレンス長が 70 μm と短く、不要な後方干渉を抑制するのに有効である。Fabry-Perot 干渉計のキャビティは図 1 に示すように、ファイバーの端面とカンチレバーの背面で構成されている。光学系には 3 軸の移動ステージが取り付けられており、容易にファイバーの位置合わせをすることができる。カンチレバーの変位はディテクタの干渉強度の変化として検出し、1 pm 以下の変位を検出することができる。

また、現在はカンチレバーと試料表面間の望ましくない静電気を補正するための手法の開発に着手している。装置の詳細とともに当日報告したい。

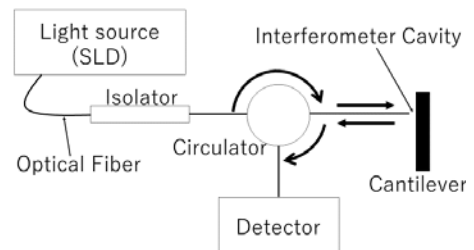


図 1 : 光学系ダイアグラム

C22

阿多火砕流堆積物中の火砕サージ堆積物と

鹿児島県薩摩半島南岸に分布する粗粒岩相について

里和玲伊、鈴木桂子

神戸大学理学研究科 博士課程前期課程 惑星学専攻

阿多火砕流堆積物は阿多カルデラを形成した約 11 万年前の大規模噴火時に噴出し、鹿児島県本土南部を中心に九州南部一帯に広く分布している(町田・新井, 2003 他)。給源近傍の大隅半島中南部の西岸では、灰白色の非溶結火砕流堆積物が黒褐色～赤褐色の溶結火砕流堆積物に漸移することが知られていた(荒牧・宇井, 1966)。しかし、阿多火砕流堆積物を構成する各フローユニットの分布や岩相変化について議論されたことはほとんどない。そこで鹿児島県内に分布する阿多火砕流堆積物を野外調査した結果、同地域の非溶結部と溶結部との間に、低角斜交～波状層理を示す火砕サージ堆積物(低濃度火砕密度流堆積物)の挟在が確認された。また鹿児島湾岸の他地域でも、溶結部の下位に火山礫テフラもしくは火山灰テフラが確認され、層序や堆積構造から上記の火砕サージ堆積物に同定できる可能性がある。一方、鹿児島県の南九州市～枕崎市にかけての薩摩半島南岸域一帯には、比較的粗粒な本質岩塊・異質岩塊からなる阿多火砕流堆積物の粗粒岩相が露出している。今回の野外調査では、薩摩半島南岸の粗粒岩相が塑性変形した本質レンズ・軽石・異質岩片からなり、溶結しつつ側面方向にうねっていることが確認された。ただしこれらの分布や対比、そして阿多カルデラ形成噴火の中でもつ意味については今後の研究課題である。これらを解明することは阿多カルデラ形成噴火の推移をひも解く上で重要である。

C23

有機ダイヤモンド鎖型反強磁性体の強磁場 ESR 測定

宮崎大輔¹、Khalif Benzid²、大久保晋^{2,3}、原茂生⁴、櫻井敬博⁴、太田仁^{2,3}、藤田渉⁵
理学研究科 博士前期課程 物理学専攻¹、神戸大分子フォト²、神戸大院理³、
神戸大研究基盤セ⁴、成蹊大理工⁵

ダイヤモンド鎖は一次元量子磁性体であり、これに分類される物質の基底状態は大きな量子揺らぎを持つ。また、各頂点に存在するスピン間に反強磁性的相互作用が働けば幾何学的スピンプラストレーション効果も期待される。さらに、相互作用の強弱の比によって基底状態が異なることも理論的に提唱されている[1]。 $(\text{Cu}_3(\text{OH})_2(\text{CH}_3\text{CO}_2)_2(\text{H}_2\text{O})_x\text{X}_y)$ は、 $\text{Cu}^{2+}(S = 1/2)$ が酸素で結びついており、 $S = 1/2$ ダイヤモンド鎖のモデル化合物と期待される。 X_y には有機アニオンの 2,6-Np(SO₃)₂, 1,5-Np(SO₃)₂, EtC₆H₄SO₃(Np はナフタレン)などが入る。図1に 2,6-Np(SO₃)₂ の結晶構造を示す。これらによって基底状態の異なるダイヤモンド鎖の比較検証が可能である。この中で 2,6-Np(SO₃)₂は斜方晶であり、磁化率は、70K 付近でブロードな山が、20K 付近で小さい肩が存在する[2]。今回、上記化合物の磁気異方性を調べる目的で強磁場 ESR 測定を行い、吸収の温度依存性、周波数依存性について測定し、この系のスピンドイナミクスについて報告する。

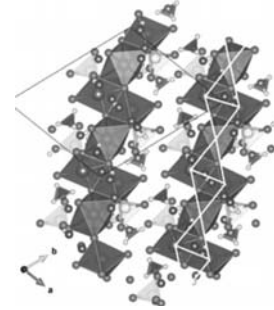


図1 2,6-Np(SO₃)₂ の結晶構造

[1] K. Okamoto *et al.*, J. Phys: Cond. Mat. **15**, (2003) 5979-5995

[2] W. Fujita *et al.*, CrystEngComm **18** (2016) 8614-8621

C24

PrM₂Al₂₀(M = Ti, V)及び関連物質の

純良単結晶育成と電子状態の研究

吉永 岳朗¹、兼吉 潤¹、久保 智也¹、松岡 英一²、播磨 尚朝²、菅原 仁²、仲村 愛³、青木 大³
理学研究科 物理学専攻 博士前期課程¹、神戸大院理²、東北大金研³

本研究対象の PrM₂Al₂₀(M = Ti, V)は低温で四極子秩序と超伝導が共存する物質であり[1]、四極子揺らぎが関与した重い電子系超伝導の可能性があることから興味が持たれている。PrM₂Al₂₀の電子状態を調べることで、重い電子系の形成機構や非従来型超伝導の発現機構の解明につながると期待される。また関連物質 LaV₂Al₂₀は小さなフェルミ面に起因する巨大な反磁性の可能性があり[2]、興味を持たれている。そこで本研究では、PrM₂Al₂₀及び関連物質 RM₂Al₂₀(R:希土類, M = Ti, V)の単結晶を作製し、その電子状態を比較することを目的とした。単結晶作製は Al フラックス法により行った。PrTi₂Al₂₀, LaV₂Al₂₀に関しては純良単結晶を得ることができたため、その電子状態を調べるために dHvA 効果測定を行った。その結果、PrTi₂Al₂₀において $m^* = 12m_0$ の重いマスの dHvA 振動を新たに観測した。また、LaV₂Al₂₀において $F = 1.94 \times 10^4 \text{T}$ の新しい信号が観測された。LuV₂Al₂₀と YV₂Al₂₀に関しては、純良単結晶を得る事ができなかった。そこでホール効果測定を行い、先行研究で測定されていた LaV₂Al₂₀の測定結果と比較した。しかし、LaV₂Al₂₀の大きな反磁性が小さなフェルミ面に起因することを支持するものではなかった。

[1] M. Tsujimoto, *et al.*, J. Phys. Rev. Lett., **113**, 267001 (2014)

[2] T. Hirose, *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn., **84**, 113701 (2015)

C25

鶏パラトロポミオシン構成サブユニットの機能に関する研究

吉田寛志、西尾友理子、山之上 稔

農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻

熟成中の食肉軟化要因のひとつに、アクチン-ミオシン間硬直結合の脆弱化が知られている。この現象に関わるタンパク質としてパラトロポミオシン (PTM) が存在する。PTM の機能はアクチンとミオシンから成るアクトミオシンの ATPase 活性を阻害する指標で示されるが、そのメカニズムの詳細は明らかではない。また PTM の一次構造は調節タンパク質トロポミオシン (TM) に非常によく類似しているが、一部にアミノ酸の相違があることが明らかとなっている。このアミノ酸の相違が特徴的な ATPase 活性阻害機能を PTM に与えていると考えられる。本研究では、PTM 特異的なアミノ酸配列と ATPase 活性阻害の関連を探ることを目的にした。鶏胸筋から調製したアクチンとミオシンからアクトミオシンを合成した。鶏の筋肉で主に発現している $TM\alpha$ と PTM を模倣した M281K 変異体を、大腸菌に過剰発現させることで組み換えタンパク質として得た。 $TM\alpha$ と M281K 変異体をそれぞれアクチンとのモル比で 0.05、0.1 の割合でアクトミオシン溶液に添加し、それらの ATPase 活性値への影響を調べた。その結果、M281K を添加した時に $TM\alpha$ では認められなかった活性阻害の効果を示し、その阻害は濃度依存的であった。このことから、281 番目の Lys 残基が PTM の ATPase 活性阻害機能に寄与していることが示唆された。

C26

圧力誘起超伝導体 CrAs の純良単結晶育成と高圧下 dHvA 測定

兼吉潤¹、吉永岳朗¹、松岡英一²、小手川恒²、藤秀樹²、播磨尚朝²、廣瀬陽代³、寺嶋太一³、宇治進也³、菅原仁²
理学研究科 物理学専攻 博士前期課程¹、神戸大院・理²、物質材料機構³

希土類化合物や遷移金属化合物の f 電子や d 電子は物質中で伝導電子と強い相関を持ち物質の磁性や伝導性に大きな影響を与える。このような性質を持つ物質系を強相関電子系と呼び、新奇の超伝導特性を示す物質が含まれる。Fe 系超伝導の発見以来、Fe 系以外の d 電子系超伝導体が注目されている。

最近、Cr を含む初めての d 電子系超伝導体として CrAs が発見され[1,2]、その超伝導機構に興味を持たれている。CrAs は常圧下では 265 K 以下でダブルヘリカル構造を持つ反強磁性体であるが、加圧により磁気転移が抑制され 0.7 GPa の高圧下で臨界温度が約 2K の超伝導を示す。結晶構造は、空間群 $Pnma$ 、格子定数 $a = 5.649 \text{ \AA}$ 、 $b = 3.463 \text{ \AA}$ 、 $c = 6.2084 \text{ \AA}$ の直方晶構造である。この物質の超伝導機構を調べるためには、その電子状態を明らかにすることが重要である。本研究では、CrAs の高圧下 de Haas-van Alphen (dHvA) 効果測定を行うため、Sn フラックス法により単結晶育成に取り組んだ。電気抵抗率測定の結果より、残留抵抗比 $RRR \sim 500$ の十分に純良な試料を得ることに成功し、初めて dHvA 効果測定に成功した。

dHvA 信号の一例を図 1 に示す。測定は物質材料機構の希釈冷凍機を使用し、 $90\text{mK} < T < 400\text{mK}$ の温度範囲で 0.8GPa~2.0GPa の圧力をかけて行った。発表では、測定結果より得られた電子の有効質量、ディンクル温度の結果と dHvA 信号の圧力依存性について報告を行う予定である。

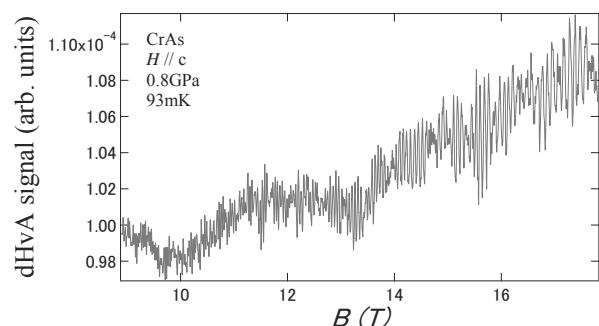


図 1 CrAs の dHvA 振動

[1] H. Kotegawa, et al., J.Phys.Soc.Jpn, **83**,093702(2014)

[2] W. Wu, et al., Nat. Commun. **5**, 5508(2014)

C27

強磁性的臨界状態にある $\text{CeRh}_6(\text{Ge}_{1-x}\text{Si}_x)_4$ の物性測定

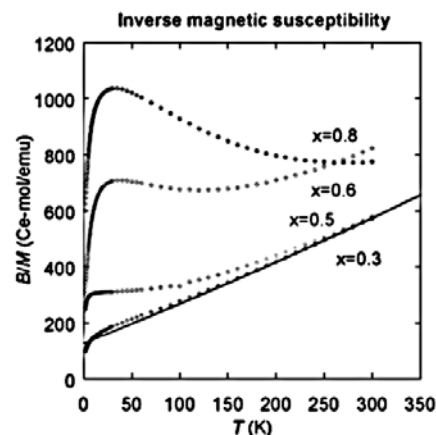
岩切泰和¹、松岡英一²

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻¹、神戸大・電子物性²

希土類の Ce を含む化合物では 4f 電子と伝導電子の相関作用によって様々な物性が現れる。 CeRh_6Ge_4 は Ce 化合物としては珍しく強磁性体であり、2.5 K という比較的低いキュリー温度を持つ。一方、 CeRh_6Si_4 は磁気転移を起こさず、Ce イオンが価数揺動状態にあるパウリ常磁性を示す[1]。さらに CeRh_6Ge_4 の Ge の一部を Si で置換した $\text{CeRh}_6(\text{Ge}_{1-x}\text{Si}_x)_4$ は、Si 濃度が増加するとキュリー温度が減少し、 $x=0.12$ 付近で磁気的な臨界点が存在することが確認されている。

本研究では、これまで物性測定がなされていなかった $\text{CeRh}_6(\text{Ge}_{1-x}\text{Si}_x)_4$ の Si 濃度が $x \geq 0.3$ の物質について、電気抵抗測定と磁化測定を行い、磁気臨界点より Si 濃度が高い範囲での磁性と伝導を調べた。右図の逆磁化率の温度依存性に示す通り、 $x=0.3$ のときにはキュリーワイス側に従うため、4f 電子が局在していることが確認できるが、 $x \geq 0.5$ になるとキュリーワイス則から外れ、4f 電子が遍歴的価数揺動状態となる様子を観察できた。講演では、希釈冷凍機を用いた 40 mK までの電気抵抗測定の結果も報告する。

[1]E. Matsuoka, *et al*, J. Phys. Soc. Jpn. **84**, 073704 (2015).



C28

高感度磁気チップ付きマイクロカンチレバーの開発

出口健太、大道英二、太田仁

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻

我々のグループではマイクロカンチレバーを用いた高周波電子スピン共鳴 (ESR) 測定法の開発を行っている。ESR 吸収に伴う試料の磁化変化をカンチレバーに作用するトルクや力の変化として検出する。従来のカンチレバーを用いた ESR 測定法では、磁場勾配の存在下でカンチレバー上に試料を乗せて高周波 ESR 測定していた。一方、試料と勾配磁石の位置関係を逆転し、カンチレバー上に微小な磁気チップをのせて試料上を走査することによりイメージング測定が可能になる。

そこで本研究では微細加工技術を用いて磁気チップ付きマイクロカンチレバーの自作を行うことを目的とする。カンチレバー先端に作製する磁気チップの大きさは小さいほど大きな磁場勾配を発生できるため、形状的には $1 \mu\text{m}$ 以下であることが望ましい (図 1)。そのため、本研究では、最近、導入した電子線描画装置を用いて磁気チップの作製に向けた条件だしを行った。

本講演では微小磁気チップ付きマイクロカンチレバーの開発について現状を報告する。

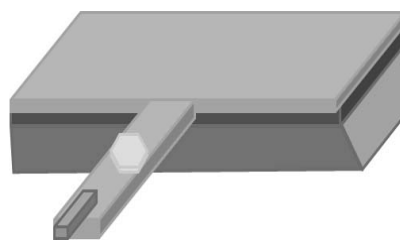


図 1 微小磁気チップ付きカンチレバー

C29

熱電物質テトラヘドライトの NMR による研究

松井隆志、松野治貴、小手川恒、藤秀樹

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻

熱電発電とは、物質の両端に温度差があるとき起電力が生じる現象を利用する発電方法である(図 1)。熱電発電の効率を高めるためには、高電気伝導度かつ低熱伝導度を持つ物質が必要である[1]。この両立のためには特殊な低熱伝導機構が必要である。そこで注目されているのがテトラヘドライト $\text{Cu}_{10}\text{Tr}_2\text{Sb}_4\text{S}_{13}$ (Tr:遷移元素) という物質である。テトラヘドライト中の銅原子が「ラットリング」と呼ばれる特殊な運動状態を持ち、それにより熱伝導が抑制されるのではないかと指摘されている[2]が、その運動状態は詳細に明らかになっていない。さらに、温度 $T=85\text{ K}$ で金属から半導体に相転移するという異常も知られており[2]、その機構も未だ議論されている。そこで、今回核磁気共鳴法(NMR)を用い、原子核レベルでの微視的研究を行うことで、ラットリングの運動情報や金属-半導体転移について調べた。今回、NMR スペクトルからみる金属-半導体転移に伴う構造変化や電子状態の変化や、NMR 動的情報によるラットリングに関する研究結果を報告する。

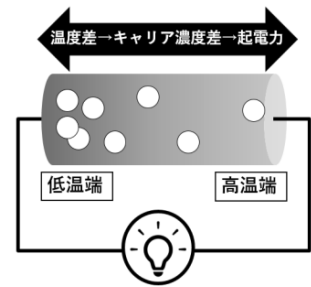


図 1 熱電変換

[1] G. A. Slack, Solid State Physics **34**, 1 (1979).

[2] K. Suekuni and T. Takabatake, APL Materials **4**, 104503 (2016).

C30

カゴの中にサマリウムを入れてみた！

中瀬 迅, 三宅 遼磨, 久保 徹郎^A, 河瀬 良亮, 小手川 恒, 藤 秀樹,
東中 隆二^B, 山田 瑛^B, 松田 達磨^B, 青木 勇二^B

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻、神戸大院理, 岡山理科大理^A, 首都大院理工^B

最先端の物理では、磁性に関する詳細な情報を得るために電子の振る舞いまで理解することが求められている。そこで我々のグループは、医療機器の MRI などに応用されている核磁気共鳴法 (NMR) を用いてマイクロな観点からこの物質の情報を観察し、未知の異常物性の発現機構を明らかにしようとしている。サマリウム (Sm) はサマリウムコバルト磁石で知られるような磁性をもつ+3 価のイオンと磁性を持たない+2 価のイオンが存在しそれぞれ描像にして理解が進んでいるが、私が扱う $\text{SmTa}_2\text{Al}_{20}$ [1,2] という物質は、Sm の価数が混ざり合い簡単には理解できない。詳細はまだ未解明で Sm の可能性を探るためこの研究を行っている。

我々はこの物質の多結晶試料と単結晶試料の NMR 測定をそれぞれ行った。当日はその結果と解釈をも踏まえて発表する予定である。

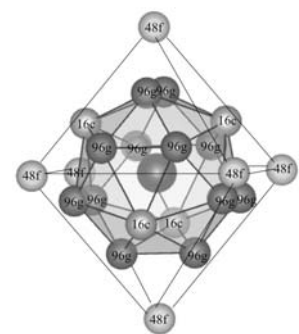


図. $\text{SmTa}_2\text{Al}_{20}$ の結晶構造からカゴ状構造を抜き出した。カゴの中心にいるのがサマリウム

[1] R.Higashinaka et al., J.Phys.Soc.Jpn.80(2011)093703

[2] A.Yamada et al., J.Phys.Soc.Jpn.82(2013)123710

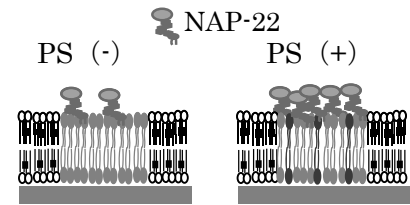
C31

モデル生体膜を用いた脂質修飾膜タンパク質の機能解析

小嶋佐妃子、谷本泰士、林文夫、前川昌平、森垣憲一

農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻

NAP-22は脳に豊富に存在している脂質修飾膜タンパク質であるが、その詳細な機能については明らかになっていない。生体膜には脂質ラフト(DRM)とよばれる、シグナル伝達に関与する膜タンパク質が凝集する生体膜ドメインが存在している。NAP-22は脂質ラフトに局在していることが示唆されている。また、NAP-22は凝集体を形成することが知られており、イオンチャンネル機能をもつと考えられている。本研究では、NAP-22の機能的な役割を解明するため、パターン化人工膜を用いてNAP-22の膜結合と脂質膜と脂質ラフトへの親和性を定量的に評価した。さらに凝集挙動についても解析を行った。酸性脂質(PS)はNAP-22の膜への結合量を増加させ、またラフト親和性も高めるという結果が得られた。またDRMとDRMの脂質抽出物を比較するとDRMで顕著に膜結合量が多かったことから、NAP-22はDRM中にあるタンパク質と相互作用していることが示唆された。DRM中と酸性脂質存在下ではNAP-22の凝集形成を観察することもできた。今後は、NAP-22の脂質組成の違いによる、結合寿命や拡散係数の挙動の変化を定量的に解析し、NAP-22の膜結合挙動を定量的に評価し、NAP-22の機能を明らかにすることを目指す。



C32

新しい直方晶化合物 $\text{Ce}_3\text{NbRh}_4\text{Ge}_4$ の基礎物性測定

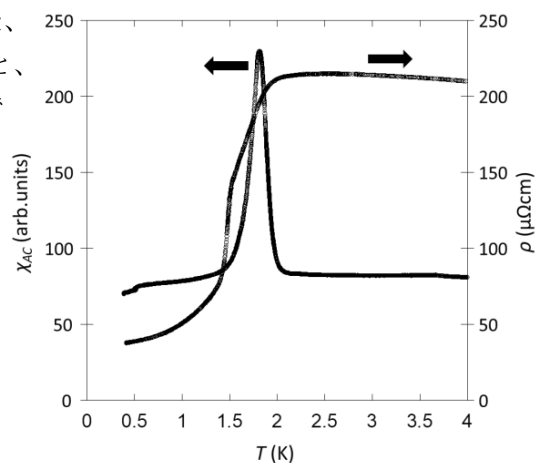
伊藤誠也 松岡英一

理学研究科 物理学専攻 博士前期課程

磁気秩序を示すCe化合物には反強磁性を示すものが多くを占める中で、 CeRh_6Ge_4 は2.5 Kという低いキュリー温度を持ち、強磁性秩序が消失する臨界点に近い状態にあるという特徴を持つ強磁性体であることが本研究室での先行研究により示された[1]。そこで本研究では、新しい強磁性体の探索を目的とし、2016年に発見された CeRh_6Ge_4 に似た構成元素を持つ新たな直方晶化合物、 $\text{Ce}_3\text{NbRh}_4\text{Ge}_4$ (空間群 $Pbam$, D_{2h}^9 , No.55)[2]に注目し、この物質の多結晶作製を行った後、電気抵抗率と磁化の測定を行った。右図に交流磁化率 χ_{AC} と、電気抵抗率 ρ の温度依存性を示す。 χ_{AC} が $T_C = 1.8$ K以下で発散的に増大し、 ρ は T_C 以下で急減を示したことから T_C で強磁性転移が生じたと考えられる。磁場中で電気抵抗率の急減する温度が増加する挙動は、 T_C での相転移が強磁性転移であることを支持する結果である。

[1]E.Matsuoka, *et al*, J.Phys. Soc. Jpn. **84**, 073704(2015).

[2]R.D.Hoffmann *et al*,Z. Anorg. Allg. Chem.**642**,979(2016).



C33

ヒト由来生理活性物質を特異的に検知する酵母 *in vivo* バイオセンサ

田畑琢也、中村泰之、石井純、近藤昭彦

科学技術イノベーション研究科 博士前期課程 科学技術イノベーション専攻

ヒトの睡眠ホルモンとして機能することが知られているメラトニンは、不眠治療や時差ボケ解消に使用されており、抗酸化作用を持つことから米国では栄養補助食品やサプリメントとしても販売されている魅力的な生理活性物質である。このメラトニンをグルコースから大量に発酵生産する菌株を簡便に育種することを最終的な目標として、発酵液中のメラトニン濃度をモニタリングできる酵母 *in vivo* バイオセンサの構築を試みた。

メラトニン濃度を随時モニタリングできるバイオセンサを開発するために、酵母シグナル伝達経路に着目した。G タンパク質共役型受容体 (GPCR) の一種であるヒト由来メラトニン受容体を酵母細胞膜上で発現させ、内在性 G タンパク質と共役してシグナル伝達が起こると蛍光レポーターを発現する酵母株を構築したところ、メラトニン濃度依存的な蛍光発現が確認された (Fig. 1)。また、GPCR を発現するプロモーター強度の調節や翻訳領域へのアミノ酸変異導入により検出可能なメラトニン濃度域をチューニングすることで、メラトニン生合成経路の中間物質であるセロトニンや *N*-アセチルセロトニンには反応せず、メラトニンのみを特異的に感知する酵母 *in vivo* バイオセンサの開発に成功した。現在、メラトニン生合成経路をインストールした酵母を構築中であり、高生産能力を示す菌株育種への応用が期待される。

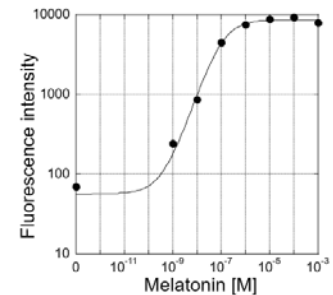


Fig. 1. Dose-response curve for melatonin-specific signaling in MTNR1A-expressing yeast cell

C34

5-アミノレブリン酸近縁物質による「負」の遺伝子発現制御

岩村咲良¹、田中節彦¹、坂本みのり²、黒田修司³、宇野知秀⁴、金丸研吾⁴

農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻¹、神戸大・農²、神戸大・自然³、神戸大院・農⁴

5-アミノレブリン酸 (ALA) は生体内に存在する天然アミノ酸であり、クロロフィルやヘムなどテトラピロール化合物の合成基質である。ALA を植物の根や葉に投与すると成長促進効果だけでなく環境ストレス耐性が向上することが知られている。光合成細菌での ALA 発酵生産では ALA とともに ALA 近縁物質が副産物として蓄積することが報告されているが、合成反応と生理機能は不明である。近年、植物では他の生物よりも「負」の遺伝子発現制御によって「正」の遺伝子発現応答を誘導する機構が発達していることが明らかになりつつある。そこで本研究では、ALA 近縁物質による「負」の遺伝子発現制御と生理機能の探索をおこなった。

我々は ALA 近縁物質を投与したシロイヌナズナのマイクロアレイ解析から、発現が 1/4 以下に低下した 211 遺伝子を抽出し、シロイヌナズナ共発現データベース ATTED-II から、これら抽出遺伝子間のネットワークを調べた。また、ALA 近縁物質を複数の条件で投与して定量 RT-PCR を行い、再現性が高く負の応答性が顕著な 17 遺伝子を絞り込んだ。その結果、ALA 近縁物質は、特定ホルモンの不活性化の抑制 (合成による生育・発芽促進)、光形態形成の抑制因子の発現抑制 (光形態形成促進)、など複数の生理応答を誘導する可能性が示唆された。

C35

5-アミノレブリン酸近縁物質による 「正」の遺伝子発現制御

田中節彦¹、段塵²、黒田修司³、宇野知秀²、金丸研吾²

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

植物における5-アミノレブリン酸 (ALA) はクロロフィルやヘムなどテトラピロール類の合成基質となる。植物に ALA を投与すると生育促進が起こり、農業分野で既に肥料成分として利用されている。近年、適切な濃度の ALA 処理によって各種の環境ストレスに対する耐性向上を誘導する現象が報告されている。また、光合成細菌による ALA の発酵生産における副産物として、ALA 近縁物質が得られている。我々は ALA 近縁物質について、新たな生理機能の探索と作用機構の解明によるバイオマス増産への活用を展望した研究を進めている。

本研究では、シロイヌナズナにおいて ALA 近縁物質の投与によって正に制御される遺伝子をマイクロアレイ解析で抽出し、制御されるシグナル伝達経路や代謝経路を代謝解析データベースによって解析した。この結果、ALA 近縁物質によって、一部の植物ホルモンシグナル伝達経路や植物病原相互作用などの経路に含まれる遺伝子が誘導されることが明らかとなった。さらに、多犯性の植物病原菌を用いて、ALA 近縁物質による植物の生物的ストレス耐性への影響を検証した。また、共発現解析から期待される特定金属に対する耐性向上についても検証を行った。以上の解析結果を踏まえ、ALA 近縁物質による病原耐性の向上、非生物的ストレス耐性への寄与について、ALA との類似性と相違を含め考察する。

C36

凝集誘起発光特性を有する

カルバゾール誘導体の合成及び光物性研究

飼馬知明、薮田達志、林昌彦、松原亮介

理学研究科 博士前期課程 化学専攻

一般に、発光原子団は凝集すると消光する凝集起因消光(ACQ, Aggregation-Caused Quenching)と呼ばれる性質が知られている。しかし、2001年に Tang らは凝集することで蛍光強度が強くなる凝集誘起発光(AIE, Aggregation-Induced Emission)と呼ばれる現象を発見した¹⁾。溶液状態では回転や振動をすることが可能な構造を持つ発光原子団が、凝集状態では回転や振動が制限され、無輻射緩和が抑制されることが AIE 特性発現の一つの機構として知られている。

我々は電子豊富なカルバゾールと電子不足な芳香環が直結した構造が AIE 特性を有することを発見した(Fig. 1)。更にこの化合物は、凝集条件の有無だけでなく、電荷分離条件の有無も発光のスイッチとなっていることを見出した。また、電子吸引性基によって発光波長が変化する。本発表では、種々の誘導体を合成し光物性を評価したので、これを報告する。

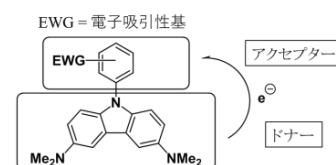


Fig.1 N-アリアルカルバゾールの構造

1) Luo, J.; Xie, Z.; Lam, J. W. Y.; Cheng, L.; Chen, H.; Qiu, C.; Kwok, H. S.; Zhan, X.; Liu, Y.; Zhu, D.; Tang, B. *Z. Chem. Commun.* **2001**, 1740–1741.

C37

絶縁体が超伝導に！？

桑田祥希、小手川恒、武田圭生^A、藤秀樹、松岡英一、菅原仁、太田仁、櫻井敬博、播磨尚朝

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻、室蘭工大^A

超伝導現象は発見から百年以上経った今なお、工業的な利用への大きな期待とともに、物質の電気抵抗がゼロになることに代表される現象それ自身の劇的さや、発見機構が多様であることなどによって世界中の研究者たちの興味を集める最も面白いトピックの一つである。超伝導の起源は、あらゆる物質に存在する“電子”が、ある特別な状況（とつても温度が低いなど）においてその振る舞い方をガラッと変えることにある。そのため、そのような特殊な状況に置かれた物質の中の電子たちの状態（電気相関や磁気相関）を知ることが重要なポイントであり、我々はそれを“原子核”を見ることで調べている。これは、外部から与える振動磁場に対する（原子）核スピンの応答を観測するという原理を用いており、医療用のMRI装置にも応用されているNMR法（核磁気共鳴法）と呼ばれる手法である。常に周囲に存在する電子の振る舞いを自身の状態に反映している原子核を通して、電子状態を知ることができるのである。今回は $\text{Ru}_{1-x}\text{Rh}_x\text{As}$ という物質について NMR 法を用いた測定から分かったことを発表する。 $\text{Ru}_{1-x}\text{Rh}_x\text{As}$ は、ある限られた Rh の割合（モル比） $x = 0.25 \sim 0.40$ という領域で発現する超伝導と、RuAs の持つ金属絶縁体転移（ある温度で突然絶縁体になる現象）との関連などに興味を持たれている。また茨城県東海村の大型加速器施設である J-PARC で行ったミューオンビームを用いた測定についても触れたいと思う。

C38

RRh_6Ge_4 (R = 希土類元素) の単結晶作製と物性測定

築地孝和、松岡英一

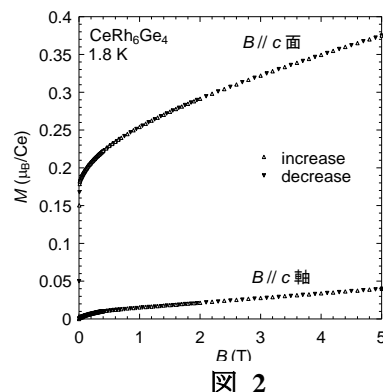
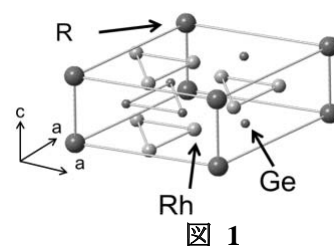
理学研究科 博士前期課程 物理学専攻

希土類化合物は、4f 電子と伝導電子との相互作用によって、興味深い様々な物性を示す。中でも、結晶構造に空間反転対称性のない物質において、非従来型超伝導などの物性が報告され注目されている。最近、図1のように空間反転対称性のない結晶構造を持つ希土類化合物 CeRh_6Ge_4 が磁気的な臨界点に近い状態にある強磁性体であることが報告された[1]。本研究では、 CeRh_6Ge_4 とその同型化合物である RRh_6Ge_4 の単結晶試料を作製し、各種の物性測定から磁性の異方性を調べた。

図2に CeRh_6Ge_4 の磁化の磁場依存性を示す。図2にはキュリー温度よりも低い低温である 1.8 K において、c 軸方向と c 面方向に磁場を印加して測定した結果が示されている。c 面方向の磁化が 0.01 T 程度の弱い磁場で急速に増大し、5 T で $0.38 \mu_B/\text{Ce}$ の磁化に達する一方、c 軸方向の磁化は 5 T でも $0.040 \mu_B/\text{Ce}$ に留まることから、c 面内に磁化容易軸が存在することがわかる。

講演では YbRh_6Ge_4 と SmRh_6Ge_4 の物性測定結果についても報告する。

[1] E. Matsuoka *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **84**, 073704 (2015).



C39

ナノ素材によるキセノン中ラドン不純物分離の研究

岡田 健、竹内康雄

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻 研究生

神戸大学粒子物理学研究室では東京大学宇宙線研究所神岡施設で行われているスーパーカミオカンデ実験や、暗黒物質の直接検出を目指すXMASS(エクスマス)実験に参加している。これらの実験装置は低エネルギーニュートリノ観測や暗黒物質の直接探索を行うにあたり、宇宙線を遮蔽する目的で岐阜県神岡町の地下1000mに設置され、極低バックグラウンド環境で運用されている。このような環境下では岩盤や空气中に存在するラドンが主要なバックグラウンドのひとつになる。その為実験装置からのラドン分析及び除去は地下実験の感度向上に必須の技術である。

神戸大学では高感度のラドン検出器を用いて実験に用いる純空気、アルゴン、キセノンなどの気体中のラドンについて分析を行い、さらにナノ素材を用いてラドンの吸着・分離試験を行った。今回の発表では、四月から行っている新素材を用いたキセノン中のラドン吸着について述べる。

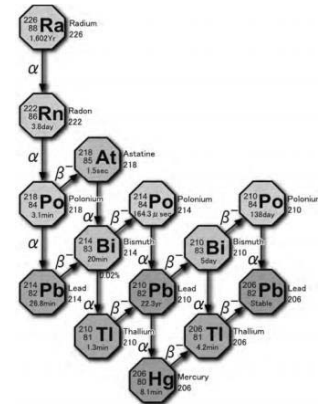


図 1:ラドンとその娘核種

C40

5-アミノレブリン酸植物トランスポーターの解析

中來田卓磨¹, 坂本みのり², 黒田修司⁴, 宇野知秀³, 金丸研吾³

農学研究科 生命機能科学専攻 博士前期課程¹、神戸大・農²、神戸大院・農³、神戸大・自然⁴

5-アミノレブリン酸 (ALA) は、アミノ酸の一種でありテトラピロール化合物合成経路の共通前駆体である。植物に与えると、投与濃度により成長促進効果、光傷害誘導による枯死効果が得られる他、環境ストレス耐性の向上効果があり、我々は新規植物活性化剤としての用途開発を視野にその分子機構について基盤研究を進めている。特に ALA トランスポーター (ALT) の同定と機能解析は、ALA の生理効果を最大化して農業に活用する技術の開発基盤となる。

本研究ではシロイヌナズナの T-DNA 挿入変異株に高濃度 ALA を投与して ALA 耐性を示す遺伝子をスクリーニングし、得られた ALT1 から ALT3 を候補遺伝子とした。各 ALT 変異株について植物体内の ALA 量の変動を地上部と根に分けて解析、また細胞内局在が分かっていない ALT3 と GFP の融合タンパクを野生株において一過的に発現させ、細胞内局在性の観察を試みた。その結果、各 ALT は3つとも細胞膜状に存在することが示唆された。そして ALT 変異株では ALA を投与したときの取り込み量がそれぞれ異なるパターンを示すことがわかった。特定の組織、器官での ALA 輸送に関わっていると推定されるものから、根、維管束など複数器官での ALA 取り込み、輸送に関わっているものがあると推定される。そしてそれぞれが異なる機構により変異体が ALA 耐性を得ていることが示唆された。

C41

新しい圧力下強磁場 ESR 装置による CsCuCl₃ の研究

大木瑛登¹、櫻井敬博²、肘井敬吾³、太田仁³、大久保晋³、上床美也⁴、田中秀数⁵、
世良文香^{6,7}、高坂勇輔^{6,7}、秋光純^{6,7}、世良正文⁸、井上克也^{6,7,9}

理学研究科 物理学専攻 博士前期課程¹、神戸大学研究基盤セ²、神戸大学分子フォトセ³、
東大物性研⁴、東工大院理⁵、広大院理⁶、広大キラル物性研究所⁷、広大 IAMR⁸、広大院先端⁹

三角格子反強磁性体 CsCuCl₃ は T_N=10.7 K 以下磁場中で、120° 構造から coplanar 構造へと量子相転移する物質として知られる[1]。近年、H ∥ c、1.5 K、0.7 GPa 程度の圧力下において、13 T 付近で明瞭な 1/3 磁化プラトーを示すことが報告され、大きな注目を集めている[2]。本研究では圧力下 ESR により、その詳細を明らかにすることを目的としている。我々は最大磁場 15 T のマグネットを用いた圧力下 ESR 装置を開発し、プラトー領域である 13 T 周辺を含む磁場範囲で、反強磁性共鳴 (AFMR) モードの圧力依存性を調べた。図は、3 つの異なる圧力での周波数磁場プロットである。点線は、それぞれの圧力において量子相転移が起こる臨界磁場を表す。圧力の増加に伴って転移磁場が高磁場側にシフトすることを明瞭に観測した。この様に新しく開発した圧力下強磁場 ESR 装置により、CsCuCl₃ の量子相転移に対する圧力効果を観測することに成功した。

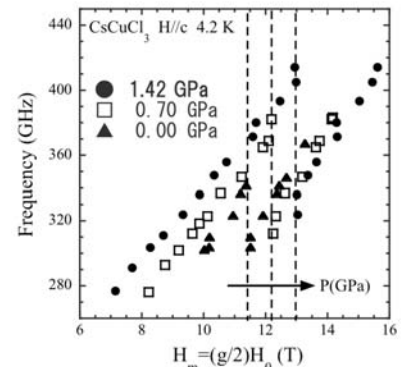


図. 異なる圧力での周波数磁場プロット

[1] T. Nikuni and H. Shiba, J. Phys. Soc. Jpn. **62** (1993) 3268.

[2] A. Sera *et al.*, Phys. Rev. B **96** (2017) 014419.

C42

場の量子論で理解される励起モードの観測

—S=1/2 KCuMoO₄(OH)の高周波 ESR 測定—

久保田創¹、原茂生²、櫻井敬博²、大久保晋^{1,3}、太田仁^{1,3}、那波和宏⁴、矢島健⁵、岡本佳比古⁶、
廣井善二⁵

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻¹、神戸大研究基盤セ²、神戸大分子フォトセ³、東北
大多元研⁴、名大院理⁵、東大物性研⁶

S=1/2 ハイゼンベルグ反強磁性鎖は一次元の磁性体の最も基本的なモデルの一つである。KCuMoO₄(OH)はそのモデル物質である Cu benzoate と同様に低温で Breather 励起と呼ばれるソリトン-アンチソリトン対による励起の ESR の吸収が観測されることが期待される。この物質の磁気異方性を調べる目的で粉末試料を磁場中で配向させた試料を作成した。この配向試料に対して 60GHz-240GHz までの常磁性温度領域における高周波 ESR 測定を行ったところ、配向試料では粉末試料に対し、低磁場側に吸収が観測された。

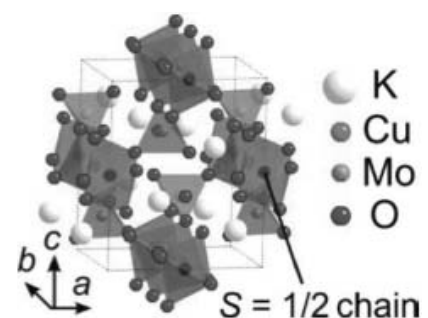


図 1 KCuMoO₄(OH) 結晶構造

D01

加速器を用いた固体ブランケット候補材料の組成分析

中村穂高、武田翼、山本真旭、谷池晃、古山雄一

海事科学研究科 海事科学専攻 博士前期課程

ラザフォード後方散乱分光法(RBS)および非ラザフォード後方散乱分光法(NRBS)では、イオンビームを標的に照射し、それによって生じた散乱粒子数および粒子エネルギーを半導体検出器で検出する。この分析では、衝突する元素によって入射粒子の散乱エネルギーが異なるため、複数の元素から構成される物質の組成分析を行うことができる。しかし、RBSの散乱断面積は原子番号の二乗に比例するため、軽元素から中重元素まで、複数の種類の元素を含んだ物質の測定では、軽元素の散乱スペクトルは中重元素の散乱スペクトルに重なる形になり、RBSでの分析は困難である。本研究ではLi金属化合物を測定対象としており、RBSでは軽元素であるLiの評価が困難となる。一方で、NRBSでは非ラザフォード領域における低元素の断面積が中重元素と同程度になるため、Liの評価が可能となる。

右図は、 Li_2ZrO_3 試料のNRBSスペクトルである。横軸は散乱粒子のエネルギー、縦軸は散乱粒子の収量を表している。このスペクトルから、Zr、O、Liのスペクトルが観測される。Liのスペクトルは中重元素スペクトルと同様に判別できる。発表では、NRBSやその他の加速器分析法について説明する。

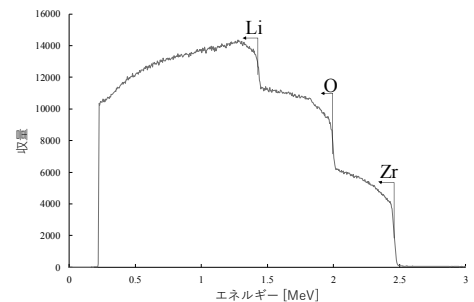


図 Li_2ZrO_3 のNRBSスペクトル

D02

ピンホールコリメータを用いた

高エネルギーガンマ線イメージングシステム開発

西村洋亮,吉岡良兼,谷池晃,古山雄一

海事科学研究科 海事科学専攻 博士前期課程

現在、次世代のエネルギー源として核融合エネルギーが注目されており、核融合炉発電の実現に向けた研究開発が進められている。DT核融合炉の課題の一つにプラズマからアルファ粒子が損失することによるプラズマの自己加熱効率低下が挙げられる。そのためプラズマの炉壁材料であるベリリウムと損失アルファ粒子との核反応により生成する高エネルギーガンマ線の発生位置と数量を高エネルギーガンマ線システムによって炉外から測定することでプラズマ診断を行うアルファ粒子誘起ガンマ線計測手法が提案されている。

本計測手法に用いる高エネルギーガンマ線イメージングシステム開発のため、ピンホールコリメータの設計パラメータをシミュレーションと実験により検討した。シミュレーションは粒子輸送コードであるPHITSを用いた。さらに本学静電タンデム加速器を用いてアルファ粒子とベリリウムの核反応でガンマ線を発生させ、実際にピンホールコリメータを用いてガンマ線イメージング実験を行った。ピンホールの解像力の測定を行った結果、さらなる解像力向上が必要であることが分かった。

表 解像力

ピンホール径[mm]	3.0	4.0
解像力(シミュレーション)[LP/mm]	0.20	0.17
解像力(加速器実験)[LP/mm]	0.14~	0.13

D03

非化学量論組成の Li_2TiO_3 における CO_2 吸収特性

武田 翼、中村穂高、山本真旭、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として有力視されている Li_2TiO_3 は、室温で CO_2 を吸収することが報告されている。 Li_2TiO_3 が CO_2 を吸収すると、材料表面に Li_2CO_3 が生成される。これをブランケット材料として使用すると、放出されるトリチウムが炭化水素の化学形となってしまう回収効率が低下する恐れがある。このため、 Li_2TiO_3 の CO_2 吸収特性を調べることは重要である。本研究では Li_2TiO_3 の CO_2 吸収特性を変化させる要因として、試料の組成比に着目した。 Li_2TiO_3 試料を Ar 雰囲気中で焼結することにより非化学量論組成を持つ試料とし、 CO_2 ガス雰囲気中に曝露した。この試料に対して非ラザフォード後方散乱分光法(NRBS)を行うことで曝露時間に対する組成変化を調べ、化学量論比通りの試料と比較した。

右図は非化学量論組成を持つ試料と化学量論比通りの試料における炭素面密度の値の時間変化である。どちらの試料も曝露時間の増加に伴って炭素面密度の値は増加している。非化学量論組成を持つ試料は、短時間曝露時において化学量論比通りの試料よりも炭素面密度の値の増加量が大きい。一方で、800 時間曝露時には炭素面密度の値の差は短時間曝露時よりも小さくなっていることが分かる。

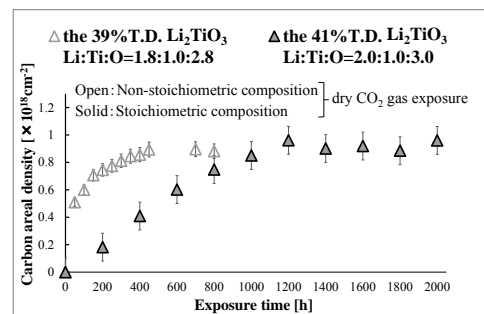


図 炭素面密度の時間変化

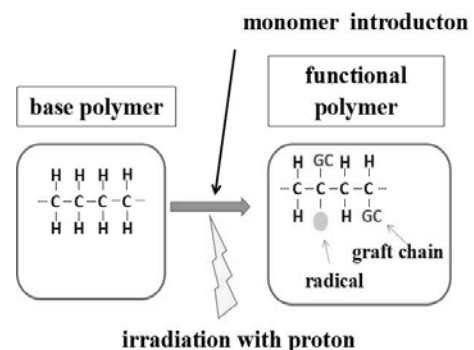
D04

その場イオンビームグラフト重合法の基礎研究

藤田 尚希、中島 慎弥、井上 凌一、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

今や高分子材料はあらゆる分野で利用されているといっても過言ではない。近年では従来の力学的性能に加えて、化学反応活性等の機能を備えた機能性高分子材料の開発が進められている。我々はこの内、放射線を利用した放射線グラフト重合法に本研究は着目した、他の放射線に比べ透過力の小さいイオンビームを使用したイオンビームグラフト重合法の開発を行っている。これまでの手法では試料を真空状態のチェンバから取り出す際に大気にさらすことで有効なラジカルが減少してしまうという問題があった。本研究はイオンビームの照射とグラフト重合を同時に行うことで、作業工程の簡略化、反応の向上を目的とする。基盤となるポリマーに HDPE を使用し、2MeV の H^+ ビームを照射した。真空中にモノマーを導入し、イオンビームのフルエンス (m^2)、フルエンス率 ($\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$) に対するグラフト重合率を求め、それらを比較した。また、同時照射と前照射での重合率の比較も行った。グラフト重合率は従来の重量変化率を用いて評価した。



D05

重イオンビームプローブ法に用いる検出器の測定精度向上に関する研究

中島優一、谷池晃、古山雄一

海事科学研究科 博士前期課程 海洋安全システム科学コース

核融合はエネルギーの長期的な安定供給と環境問題の克服を両立させる将来のエネルギー源として期待されている。大型ヘリカル装置（LHD）では、超伝導磁石を用いてドーナツ型の磁場のカゴを生成して、プラズマを閉じ込めているが、条件によっては、それぞれが持つ正または負の電気によりプラズマ中に電場が発生する。高温プラズマの閉じ込め性能を向上させるためには、電場生成のメカニズムを解明することが重要となる。核融合炉内のプラズマ内部診断技術の一つである重イオンビームプローブ法で用いる検出器の性能向上のための研究を行っている。MC P及び電極またはシンチレータに金属メッシュを取り付けることで二次電子を生成し、入射イオンの電流を増大させることで、HIBP法の測定精度を向上させることができる。発表では、金属メッシュに入射するビーム電流と二次電子のバイアス電圧依存性について報告する。

D06

重水素プラズマ診断のための高エネルギーガンマ線計測技術

吉岡良兼, 西村洋亮, 谷池晃, 古山雄一

海事科学研究科 海事科学専攻 博士前期課程

重水素プラズマでは、D-D 核融合反応の結果、プロトン・ ${}^3\text{He}$ ・トリチウム・および中性子といった高エネルギー粒子が生成される。これらの高エネルギー荷電粒子が、プラズマ中で減速されずに炉壁に入射すると、プラズマの自己加熱効率低下および炉壁損傷・劣化が懸念される。このような炉壁への粒子の損失を理解するために、損失高エネルギー粒子誘起ガンマ線計測法が提案されている。核融合炉の第一壁のベリリウムへ損失してくる高エネルギー粒子との衝突反応により誘起されたガンマ線の検出が基本原理であり、観測されたガンマ線から元の損失高エネルギー粒子の振る舞いを理解することが可能になる。

本研究では、本学タンDEM静電加速器を用いて、重水素化ポリエチレンに重水素ビーム照射により D-D 核融合反応を発生させ、核融合反応生成粒子とベリリウムとの反応により誘起されるガンマ線を計測することにより、損失高エネルギー粒子誘起ガンマ線計測法を模擬した。尚、核融合反応生成粒子の重水素化ポリエチレン内の飛程を考慮し、今回はプロトンにのみ注目をして考察を行った。

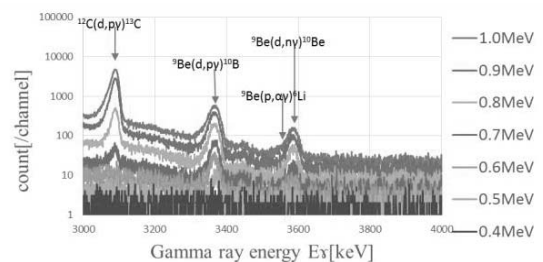
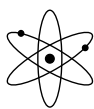


Fig. 1. 3000~4000keV のガンマ線スペクトル (重水素化ポリエチレン 20 μm)

MEMO

左から、アイソトープ部門、
機器分析部門、極低温部門、
加速器部門



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 2017 概要集

発行日：平成 29 年 12 月 21 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