

神戸大学研究基盤センター

若手フロンティア研究会 2022 概要集



開催日：2022年12月20日（火）

場所：神戸大学 百年記念館

参加者及び来場者の皆様へ

若手フロンティア研究会2022の【感染予防対策】について、各自ご一読いただきますようお願いいたします。

重要なお知らせ

参加者及び来場者の皆様へ 【若手フロンティア研究会の感染予防対策】

今年度の若手フロンティアは、コロナウイルス感染拡大防止を配慮し、十分な感染防止措置を講じた上で実施します。講演者並びに来場者は下記項目を順守してください。

- 当日朝に検温をし、体調不良の場合、参加を見合わせてください
- 入場する際は、必ず不織布マスクを着用ください(ウレタン、布等不可)
- 入場した際、体温計測、手指の消毒後、受付に掲示されているQRコードをスマホで読み込み、WEBで氏名・入場時間等を記入してください
- 場内は出来るだけ順路に沿ってご覧ください
- お帰りの際は、受付場所に掲示・または配布した概要集表紙の裏ページに掲載されているQRコードをスマホで読み込み、WEBで氏名・退場時間等を記入してください
- 会場は10-15分間隔で全換気を行いますので、各自防寒に適した服装・カイロをご持参いただきご来場ください
- 飲み物は蓋の開閉が可能な物のみ許可されます(会場西側の生協に自動販売機がございます)

神戸大学 研究基盤センター
研究設備サポート推進室

入館・退館について

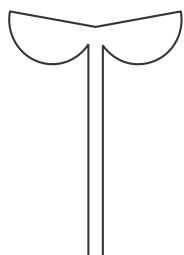
来場者の方は全員こちらのQRコードよりWEBにて入館・退館記録をしてください。お手数をお掛けいたしますが、ご協力をお願いいたします。



紙での入館・退館カードも準備しております。ご利用の方は受付までお声掛けください。

若手フロンティア研究会 2022

12月20日（火）神戸大学百年記念館 2F/3Fホワイエ、六甲ホール

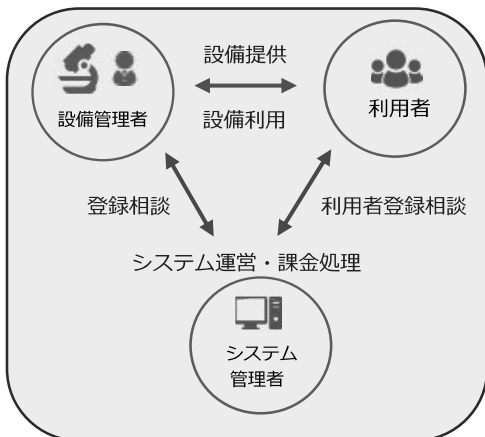


- 12：30 受付開始
- 13：00 開会の号令
- 13：00 ポスターセッション（奇数番号発表）
- 14：00 ポスターセッション（偶数番号発表）
- 15：00 ポスターセッション（フリータイム）
聞きそびれた発表やまだまだ話し足りない方はこの機会にどうぞ！
- 15：25 表彰式の会場に移動案内（百年記念館大階段）
- 15：30 表彰式（百年記念館大階段）
ご挨拶 研究基盤センター長 藤秀樹
- 16：00 受賞者写真撮影
）
- 17：00 学長・理事による受賞者激励

※時間が前後する場合がございます。ご了承願います。

主催：神戸大学 研究基盤センター

学内の研究設備を予約利用できることをご存知ですか？

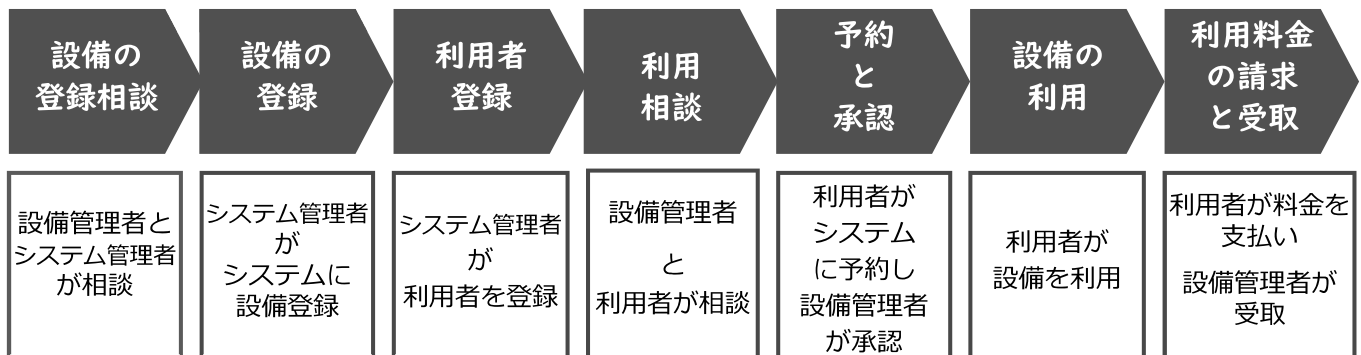


研究設備共同利用予約システムが運用中です！

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。



＼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 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

発表プログラム

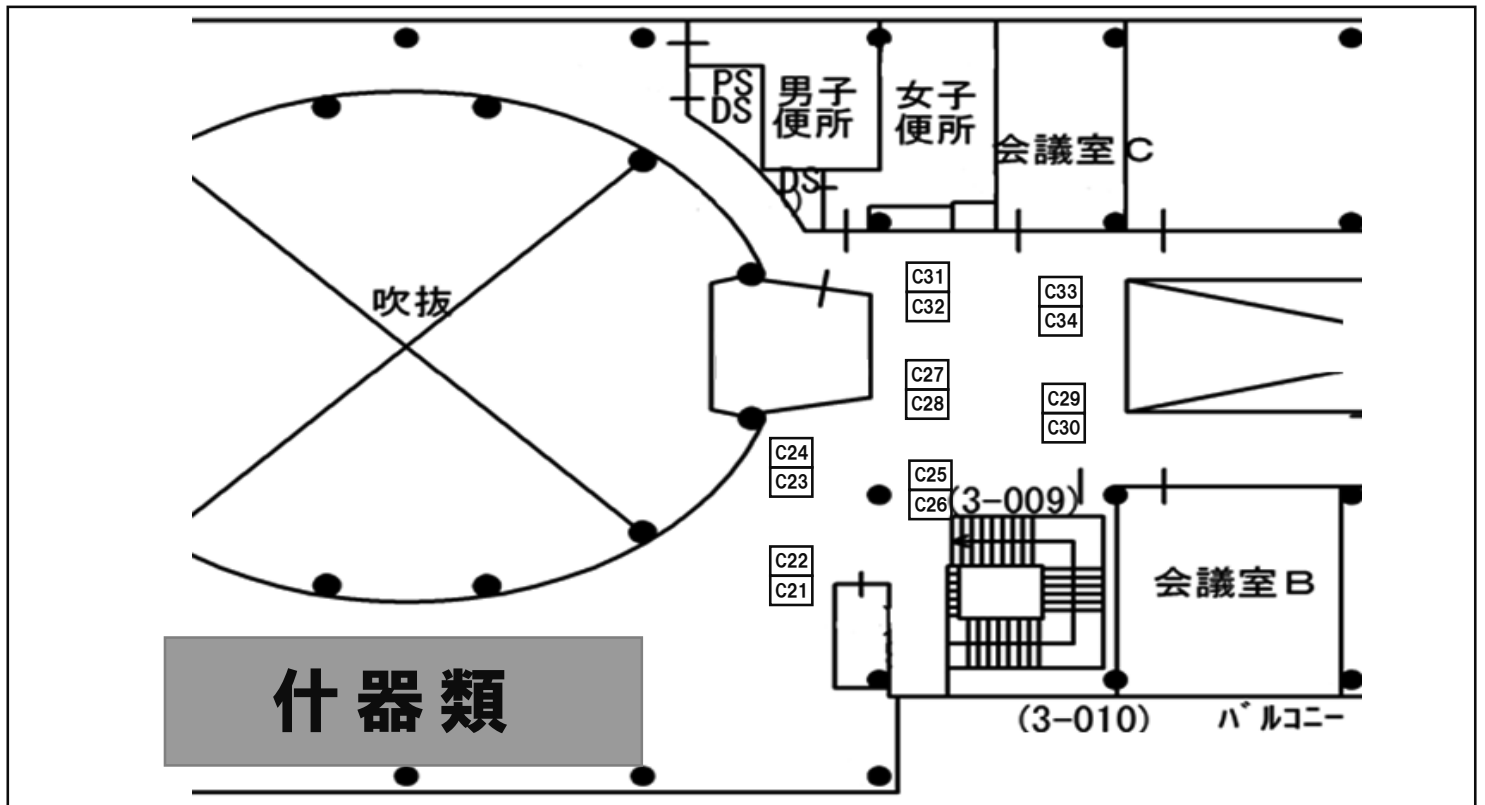
ポスター 番号	発表者氏名 Presenter name	発表者所属 Affiliation	発表タイトル Title	ページ 番号
A01	山田 杏樹	海事科学専攻 Maritime Sciences	毛髪のパリアミン処理による表面電位の変化	8P
A02	岩本 樹生	生物学専攻 Biology	金属還元酵素STEAP3による老化細胞選択的な細胞死	8P
A03	岩田 健太郎	生物学専攻 Biology	ゼニゴケにおけるヘム結合タンパク質MpRLFの役割	9P
A04	阿部 文音	生命機能科学専攻 Agrobioscience	アシタバカルコンによる高血糖抑制効果とその作用機構解明	9P
A05	古園 英嗣	生物学専攻 Biology	損傷クロマチン基質におけるヌクレオチド除去修復開始制御機構の解析	10P
A06	芳村 那美	生物学専攻 Biology	ゼニゴケ無性芽におけるMpHYPNOSを介した休眠制御機構の解析	10P
A07	武部 加奈子	資源生命科学専攻 Bioresource Science	イチゴメジャーアレルゲンFra a 1.01機能欠損体の作出	11P
A08	大西 良門	生命機能科学専攻 Agrobioscience	コショウ成分による高血糖予防効果について	11P
A09	清家 みどり	生命機能科学専攻 Agrobioscience	油脂による時計遺伝子の発現リズムに及ぼす影響	12P
A10	竹治 志織	生命機能科学専攻 Agrobioscience	大腸菌で発現させたヒトシトクロムP450 2C19の一塩基置換変異体の機能解析	12P
A11	本間 大翔	生命機能科学専攻 Agrobioscience	orobancholの立体選択的BC環形成因子の解明	13P
A12	矢部 広暉	生命機能科学専攻 Agrobioscience	Avena strigosaが生産する6-epi-heliolactoneの単離同定	13P
A13	宮本 歩美	生命機能科学専攻 Agrobioscience	トマトが生産する新規ストリゴラクトンの同定	14P
A14	廣直 賢勇	生命機能科学専攻 Agrobioscience	黒大豆種皮抽出物は高脂肪食誘導性炎症を抑制する	14P
B01	吉田 沙理那	応用化学専攻 Applied Chemistry	金ナノ粒子を利用した新たな金ナノ薄膜作製技術の開発	15P
B02	足立 将人	電気電子工学専攻 Electrical and Electronic Engineering	Mie共鳴を示すシリコンナノ粒子をコアとするコアシェル蛍光ナノ粒子 プローブの開発とDual-Modeイメージング応用	15P
B03	木村 俊久	応用化学専攻 Applied Chemistry	ヒスチジン含有ペプチド脂質による、アミド分子の分解	16P
B04	竹内 愛斗	化学専攻 Chemistry	水溶液系有機無機ペロブスカイトの顕微分光観測	16P
B05	清水 なつみ	応用化学専攻 Applied Chemistry	ガン細胞のアポトーシスを導くチロシンキナーゼ応答性ペプチド脂質の開発	17P
B06	瀬口 史歩	応用化学専攻 Applied Chemistry	ステレオコンプレックスを形成するアミノ酸配列	17P
B07	木本 愛	保健学専攻 Health Sciences	ヒト膵臓癌細胞由来エクソソームは膵臓癌細胞自身の上皮間葉転換を誘導する	18P
B08	島田 壮人	化学専攻 Chemistry	フォトクロミズムを示すRu含有イオン液体の開発	18P
B09	田代 愛佳	化学専攻 Chemistry	縮退ZnO:Ga薄膜のフェルミエッジ異常と励起子生成	19P
B10	志摩 大輔	電気電子工学専攻 Electrical and Electronic Engineering	可視域にMie共鳴を示すGaPナノ粒子の開発	19P
B11	中尾 星哉	化学専攻 Chemistry	トランスサイレチン49-127断片のアミロイド線維化反応の特徴と変異効果	20P
B12	三嶋 里奈	化学専攻 Chemistry	六方晶窒化ホウ素 (h-BN) の単層剥離手法の開発	20P

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	ページ 番号
B13	吉村 優	生命機能科学専攻 Agrobioscience	Reconstitution of exosomes into a patterned model membrane	21P
B14	北野 さくら	化学専攻 Chemistry	ドデシル硫酸ナトリウムによる α -synucleinの初期凝集体の捕捉と観察	21P
B15	森朝 啓介	電気電子工学専攻 Electrical and Electronic Engineering	Bound States in the Continuum in Silicon Nanodisk Array : Narrow Band Absorption Enhancement below the Band Gap	22P
B16	神吉 悠介	応用化学専攻 Applied Chemistry	銅フリークリック反応によるアクリル-ガラス間の接着	22P
C01	井岡 光	化学専攻 Chemistry	温度応答性ポリマーの水和ダイナミクス	23P
C02	粟野 裕斗	化学専攻 Chemistry	広帯域誘電分光法による深共晶溶媒の動的挙動の研究	23P
C03	山本 大将	人間環境学専攻 Human Environmental Science	ラマン分光法を用いた共重合体ポリマーの分子間相互作用に関する研究	24P
C04	伊藤 光平	人間環境学専攻 Human Environmental Science	低波数領域の振動分光法を用いたポリブチレンサクシネートの 分子間水素結合に関する研究	24P
C05	瀬川 智明	人間環境学専攻 Human Environmental Science	ラマン分光法を用いたPCLの海洋分解過程の観察	25P
C06	橋本 碧維	化学専攻 Chemistry	超伝導体-半導体ナノ複合体の合成と超伝導特性	25P
C07	越智 遥菜	物理学専攻 Physical Science	特異な磁気構造をもつUNi4Bの微視的研究	26P
C08	中明 育	化学専攻 Chemistry	Mg/MgO/MgB ₂ ナノ複合体の超伝導特性に及ぼすSPS焼結条件の効果	26P
C09	岸川 優菜	化学専攻 Chemistry	白金族レアメタルとの結合能を持つ環状ペプチドの設計	27P
C10	池田 美玖	化学専攻 Chemistry	抗がん剤シスプラチンを模した白金結合ペプチドの設計	27P
C11	菅谷 美紗希	化学専攻 Chemistry	新型コロナウイルスのスパイクタンパク質内のヘリックス構造と 相互作用するペプチドの設計	28P
C12	本多 紘	化学専攻 Chemistry	人工設計ペプチドの亜鉛イオンへの結合様式	28P
C13	大濱 美優	生命機能科学専攻 Agrobioscience	モノ不飽和脂肪酸による細胞保護機能の解明について	29P
C14	室岡 啓太	物理学専攻 Physical Science	Y _{0.95} Pr _{0.05} Co ₂ Zn ₂₀ の四極子近藤効果の微視的研究	29P
C15	野口 拓海	化学専攻 Chemistry	立体障害を導入したアゾ配位子からなるNi(III)錯体の構造と性質	30P
C16	発表取り止め			30P
C17	大西 昂	物理学専攻 Physical Science	六方晶フラストレーション化合物CeMgInの低温物性と磁気相図	31P
C18	中村 彰良	物理学専攻 Physical Science	空間反転対称性の無いMn系磁性体における磁気秩序に対する研究	31P
C19	谷口 凜	化学専攻 Chemistry	アセトアルデヒドS ₁ ←S ₀ 遷移の高分解能レーザー分光	32P
C20	深川 韻	物理学専攻 Physical Science	集積型テラヘルツ帯WGM共振器の作製と評価	32P
C21	石野 圭一郎	化学専攻 Chemistry	パラフェニレン伸長新規電子受容性架橋配位子と鉄(II)配位高分子の合成と物 性	33P
C22	松本 一樹	化学専攻 Chemistry	鉄(III)錯体の協同的スピン転移のメカニズム解明	33P

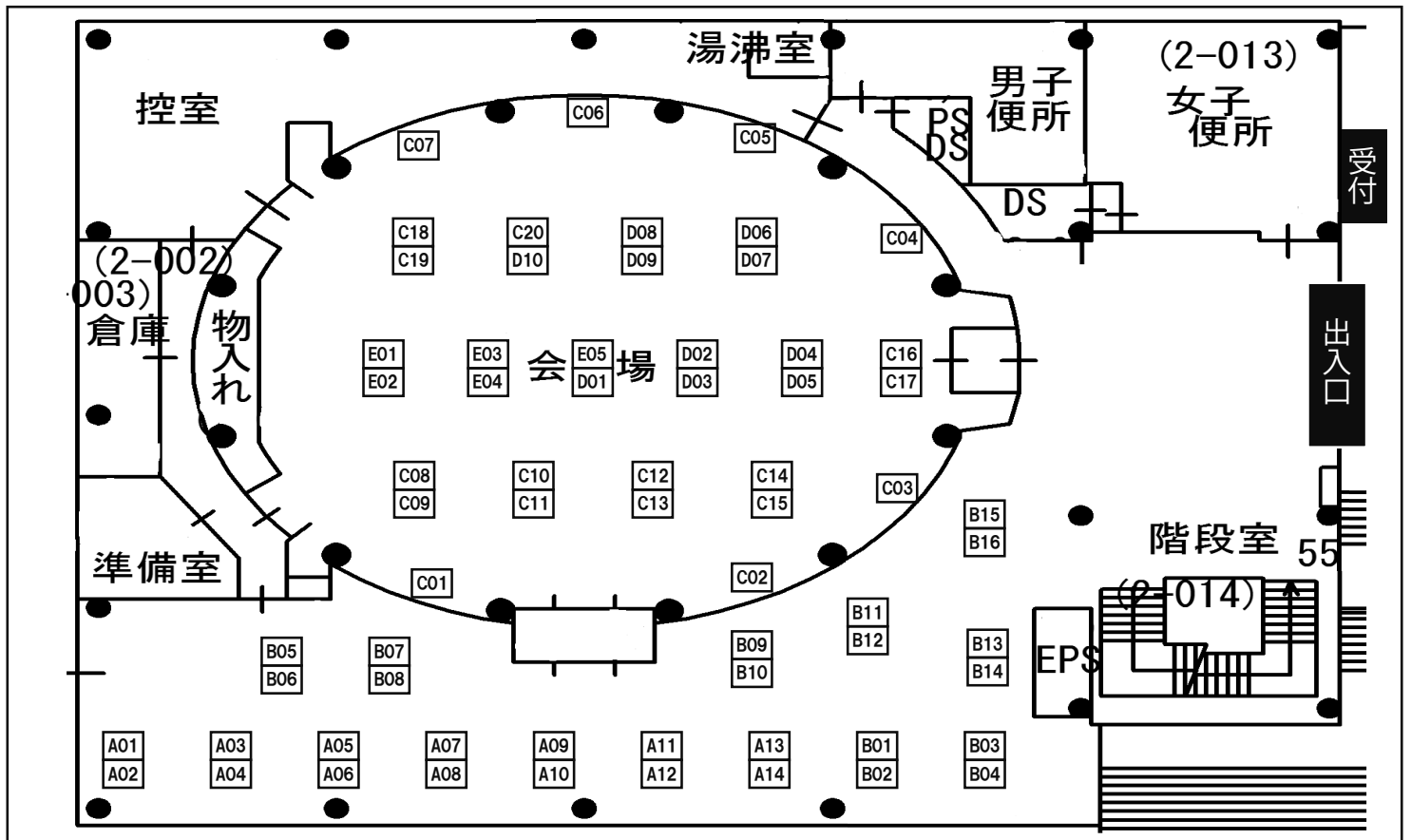
ポスター 番号	発表者氏名 Presenter name	発表者所属 Affiliation	発表タイトル Title	ページ 番号
C23	宮田 優里	生命機能科学専攻 Agrobioscience	Single-molecule diagnostics using a model membrane in a nanometric gap structure	34P
C24	薦田 拓也	物理学専攻 Physical Science	超伝導物質を熱スイッチに用いた断熱消磁冷凍機の試作II	34P
C25	畑山 昌寛	人間環境学専攻 Human Environmental Science	振動分光法を用いた高分子共重合体の高次構造の研究	35P
C26	滝川 稜人	物理学専攻 Physical Science	電磁波解析シミュレーションによる誘電体ロッドアンテナの放射特性評価	35P
C27	新井 祐樹	物理学専攻 Physical Science	反強磁性金属Co _{1/3} Ta _{2/3} S ₂ の物性における試料依存性の検証	36P
C28	清水 陽	化学専攻 Chemistry	trans-スチルベンS ₁ ←S ₀ 遷移の高分解能レーザー分光	36P
C29	永富 寛弥	物理学専攻 Physical Science	YIGにおける光励起キャリアの拡散ダイナミクス	37P
C30	増田 祥大	物理学専攻 Physical Science	ジャイロトロンを用いた力検出型ESR測定におけるフィードバック制御	37P
C31	岡本 淳	物理学専攻 Physical Science	反強磁性体Cr ₂ O ₃ における電場誘起磁化と副格子スイッチのダイナミクス	38P
C32	丸山 陽大	人間環境学専攻 Human Environmental Science	ポリトリメチレンテレフタレートの低波数領域の振動分光法を用いた高次構造解析	38P
C33	瀬川 和磨	物理学専攻 Physical Science	3Dプリンターで造る極低温テラヘルツパルス強磁場ESR装置の開発	39P
C34	西口 律輝	物理学専攻 Physical Science	S=1/2スピンドイマー物質CuVOF ₄ (H ₂ O) ₆ ·H ₂ Oの多重極限ESR測定	39P
D01	壺井 裕気	海事科学専攻 Maritime Sciences	湿潤空気曝露におけるLi ₂ TiO ₃ のCO ₂ 吸収特性	40P
D02	富浪 洸亮	海事科学専攻 Maritime Sciences	低濃度CO ₂ 雰囲気下でのLi ₂ ZrO ₃ のCO ₂ 吸収特性	40P
D03	望月 政一郎	海事科学専攻 Maritime Sciences	CR-39(TechnoTrak)の陽子及び重陽子に対する応答特性	41P
D04	成藤 智哉	海事科学専攻 Maritime Sciences	高エネルギーガンマ線カメラ開発におけるコリメータシステムの改良	41P
D05	原田 史哉	海事科学専攻 Maritime Sciences	イオンビームグラフト重合法のためのモノマーリザーバタンク性能評価	42P
D06	新田 勇輝	海事科学専攻 Maritime Sciences	その場イオンビームグラフト重合した試料のRBS分析	42P
D07	藤原 理帆	海事科学専攻 Maritime Sciences	高エネルギーガンマ線カメラ開発のためのピンホールコリメータ基礎実験	43P
D08	清水 龍大	電気電子工学専攻 Electrical and Electronic Engineering	二次電子放出を利用した高速イオンからのエネルギー回収におけるカスプ磁場導入の効果II	43P
D09	宮内 環	海事科学専攻 Maritime Sciences	モノマーリザーバタンクを用いたその場同時イオンビームグラフト重合実験	44P
D10	村田 英慎	海事科学専攻 Maritime Sciences	量子ビームを用いた火山岩の成分分析	44P
E01	木村 真子	資源生命科学専攻 Bioresource Science	ジアミド系農薬による神経行動学的影響の評価	45P
E02	成田 大翔	資源生命科学専攻 Bioresource Science	C57BL/6 (B6) マウス亜系統間におけるSry発現の差異	45P
E03	奥西 宣祐	資源生命科学専攻 Bioresource Science	C57BL/6Nマウスの性腺分化の臨界期におけるSry上流因子の発現に関する定量組織学的検討	46P
E04	李 肖雅	生命機能科学専攻 Agrobioscience	皮膚の創傷治癒におけるDGKθの活性調節機能の解析	46P
E05	倉沢 俊光	医科学専攻 Medical Science	蝸牛有毛細胞のリボンシナプスは活性酸素種 (ROS) が関与する後天性感音難聴の標的である	47P

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、六甲ホール



- ・ 会議室 C(3F) 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 研究推進グループ) までお願いします。



AO1

毛髪のパリアミン処理による表面電位の変化

山田杏樹¹、佐藤聡太郎²、中川充³、懸橋理枝³、堀田弘樹^{2,4}、辻野義雄⁴

海事科学研究科海事科学専攻博士前期課程¹、神戸大院海事²、大阪産技研³、神戸大院イノベ⁴

最近の研究において、毛髪表面にポリアミン処理を施すことで、天然由来の白髪用染毛料の染毛性の向上が確認されている。そこで本研究では、毛髪表面電荷の(定量的)評価と染毛性の関係性を検討した。そこで、 α -ポリリジン(α -PL、富士フィルム和光純薬)、 ϵ -ポリリジン(ϵ -PL、一丸ファルコス)、PA-1(日華化学)の3種類のポリアミンを毛髪に処理し、ゼータ電位測定、蛍光顕微鏡また共焦点顕微鏡によるイオン性蛍光色素の吸着状態の観察の3種類の手法で毛髪表面電位の評価を行った。その結果、毛髪(人毛白髪)の表面電位の評価に、共焦点顕微鏡を用いた蛍光色素の吸着量測定が有効であることを明らかにした。図1(共焦点顕微鏡による評価結果)より、カチオン性蛍光色素であるローダミン6Gが ϵ -PLやPA-1処理後では吸着量が低下したのに対し、アニオン性蛍光色素であるフルオレセインは吸着量が増加した。これはポリアミン処理により毛髪表面電位が上昇したことを示す。この結果はゼータ電位測定の結果とも一致した。また、白髪用染毛料を用いて染毛実験を実施すると、表面電位が高い毛髪の方がよく染まった。今後、ミクロトームを用いて毛髪切片を作製し、毛髪断面における蛍光色素の吸着状態から毛髪表面電位を評価し、より再現性の高い評価方法の確立を目指す。

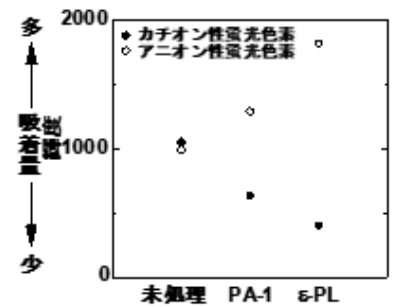


図1 蛍光色素の毛髪への吸着状態

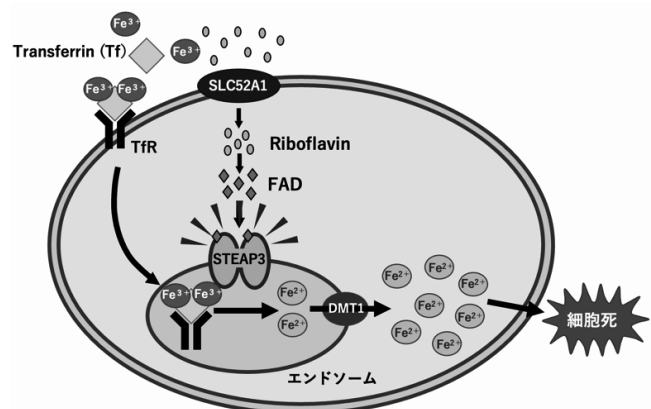
AO2

金属還元酵素 STEAP3 による老化細胞選択的な細胞死

岩本樹生¹、長野太輝²、岩崎哲史^{1,2}、鎌田真司^{1,2}

理学研究科博士課程前期課程 生物学専攻¹、バイオシグナル総合研究センター²

細胞老化とはDNA損傷などのストレスやテロメアの短縮によって引き起こされる細胞応答であり、不可逆的な細胞周期の停止と定義される。老化細胞の蓄積は様々な加齢性疾患の発症を引き起こすため、老化細胞選択的な細胞死の誘導は治療法の開発における重要な課題である。本研究では細胞外から取り込んだ鉄イオンを還元する働きがある *six-transmembrane epithelial antigen of prostate 3* (以下STEAP3)の発現が老化細胞において上昇し、STEAP3を過剰発現させることで老化細胞において顕著な細胞死が誘導されることが分かった。この際の細胞内 Fe^{2+} 量を蛍光指示薬により定量したところ、老化細胞では細胞内 Fe^{2+} 量の増加が見られ、これがSTEAP3過剰発現によってさらに促進された。また、老化誘導していないSTEAP3過剰発現細胞の細胞内鉄イオンあるいはFAD量を増加させると、いずれにおいても細胞死が誘導された。以上より、STEAP3活性に依存して老化細胞選択的に細胞死を誘導できることが明らかになった。



ゼニゴケにおけるヘム結合タンパク質 MpRLF の役割

岩田健太郎¹、福村日向丸¹、近藤侑貴²、石崎公庸²、深城英弘²理学研究科 生物学専攻 博士前期課程¹、神戸大院・理²

シロイヌナズナ *reduced lateral root formation* (*rlf*) 変異体は、側根形成能が顕著に低下する表現型を示し、その原因遺伝子 *RLF* は、シトクロム *b₃* 様ヘム結合ドメインを含む 211 アミノ酸からなる機能未知タンパク質をコードする (Ikeyama *et al.*, 2010, *Plant J.*)。シトクロム *b₃* 様ヘム結合ドメインをもつタンパク質は、電子伝達体として様々な代謝経路を制御するのに対し、*RLF* のように器官形成に影響を与えるものは知られていない。*RLF* は植物界で広く保存されており、ゼニゴケにも 1 分子種保存されている。そこで本研究では、*RLF* が制御する代謝経路や器官形成機構を包括的に理解することを目的として、遺伝子の冗長性が低い基部陸上植物ゼニゴケの *RLF* ホモログ (MpRLF) の解析を行った。まず MpRLF の発現組織について、MpRLF プロモーター制御下で *GUS* を発現する株を用いて調べたところ、葉状体で中肋から頂端メリステム付近に沿って発現していた。また、エストラジオール処理で MpRLF の過剰発現を誘導する株では、処理した個体で葉状体の成長が抑制された。さらに、CRISPR-Cas9 法を用いて作出した MpRLF 機能欠損株では、葉状体の成長が遅延し、杯状体が形成することなく無性芽を形成した (図 1)。以上の結果から、MpRLF が葉状体の適切な成長と杯状体の形成に必要であることが示唆された。

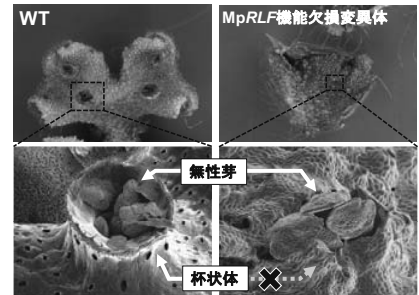


図 1 MpRLF 機能欠損変異体では杯状体を形成せずに無性芽を形成する

アシタバカルコンによる高血糖抑制効果と

その作用機構解明

阿部文音¹、Odongo Kevin¹、川崎莉奈¹、芦田均²農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻¹、農学研究科²

4-Hydroxyderricin (4HD) と xanthoangelol (XAG) はアシタバに含まれるカルコンであり、多様な機能性を有する。われわれの先行研究により、アシタバ抽出物がマウスにおいて糖負荷後の高血糖を抑制することと、4HD と XAG が培養筋肉細胞において高血糖予防の標的である glucose transporter 4 (GLUT4) の細胞膜移行を介したグルコースの取り込みを促進することが明らかになっている。そこで本研究では、4HD と XAG による高血糖抑制効果の検証と、GLUT4 の細胞膜移行の作用機序解明を試みた。OGTT の結果から、アシタバ抽出物だけでなく、4HD と XAG も糖負荷後の高血糖を有意に抑制した。また、L6 筋管細胞における 4HD と XAG によるグルコースの取り込みの促進と GLUT4 の膜移行の促進を確認した上で、GLUT4 の膜移行シグナル経路を検討した。その結果、AMPK と Jak2 のリン酸化が確認されたが、インスリン経路の Akt や AS160 には変化がなかった。siRNA を用いて AMPK をノックダウンするとグルコース取り込みがキャンセルされたが、Jak2 をノックダウンしても変化はなかった。一方で、4HD と XAG、ならびにアシタバ抽出物は、STC-1 細胞からの GLP-1 分泌を有意に増加させた。以上のことから、4HD および XAG は筋肉細胞において、主に AMPK 経路の活性化を介して GLUT4 の膜移行を促進させること、またマウスでは GLP-1 分泌も高血糖予防に寄与することが示唆された。

A05

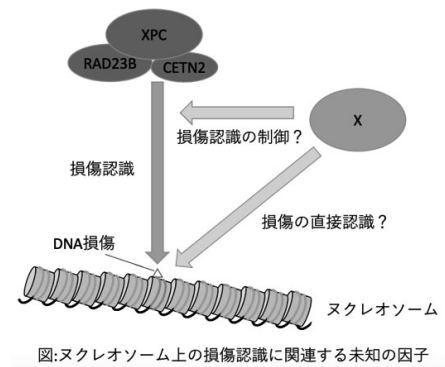
損傷クロマチン基質におけるヌクレオチド除去修復開始制御機構の解析

古園英嗣¹、多田遥人¹、日下部将之^{1,2}、菅澤薫^{1,2}

¹理学研究科 生物学専攻、²バイオシグナル総合研究センター

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。ヌクレオチド除去修復 (NER) は紫外線により誘発される CPD や 6-4PP、あるいは化学物質により生じる損傷を対象としている主要な DNA 修復経路である。これまでの生化学的な解析により哺乳類の NER 反応におけるメカニズムは分子レベルで詳細が明らかとなっているが、DNA 損傷部位におけるヌクレオソーム構造の形成は XPC による損傷認識を阻害することが示されており、生体内においてクロマチン構造上の損傷を修復するメカニズムは未だ解明されていない。一方、近年の細胞生物学的解析によりヒストン修飾酵素やクロマチン構造変換因子が損傷認識効率の制御と関連していることが示唆されている。

本研究では、部位特異的に紫外線損傷を導入したポリヌクレオソームを試験管内で再構成し、精製した既知の NER タンパク質因子を用いて DNA 損傷の切除を検出する無細胞 NER 反応系を構築し解析を進めた。この解析によりヌクレオソーム構造による損傷切り出し反応の阻害されることがわかった。また、損傷認識因子である組み換えタンパク質 UV-DDB をこの系に加えたが修復の促進は見られなかった。今後は、この系を用いて損傷認識を制御する未知の因子の同定及びその分子機構の解明を目指す。



A06

ゼニゴケ無性芽における MpHYPNOS を介した 休眠制御機構の解析

芳村 那美¹、吉川 実樺子²、安田 有沙³、加藤 大貴^{2,4}、酒井 友希²、三村 徹郎^{2,5,6}
近藤 侑貴²、深城 英弘²、石崎 公庸²

理学研究科 博士前期課程 生物学専攻¹、神戸大院・理²、神戸大・理³、
愛媛大院・理工⁴、東大院・農学生命⁵、国立成功大・生科・科技⁶

陸上植物は成長に適さない環境を種子などの成長を停止させた状態で乗り越え、好ましい環境下で成長を再開させる休眠という生存戦略を進化させてきた。コケ植物のゼニゴケは、葉状体の背側に形成される杯状体の内部にクローン個体である無性芽を形成することで栄養繁殖を行う。無性芽は杯状体の中では休眠しているが、杯状体外に散布され吸水すると光依存的に発芽し、成長を開始する。これまで、植物ホルモンのアブシシン酸 (ABA) が無性芽休眠を促進していることが示されている。本研究では、無性芽の休眠を促進する bHLH 型転写因子 MpHYPNOS (MpHYP) に着目し、その休眠制御機構を解析した。MpHYP 機能欠損変異体 (*Mphyp*^{KO}) では杯状体内部で無性芽が発芽する表現型が観察され、MpHYP の機能をデキサメタゾン (DEX) 処理依存的に誘導できる形質転換体 MpHYP-GR では、DEX 処理により無性芽と葉状体の成長が抑制される。そこで *Mphyp*^{KO} と MpHYP-GR を用いた RNA-seq や RT-qPCR による解析を行ったところ、MpHYP は ABA 依存的と非依存的経路で複合的に休眠を促進している可能性が見いだされ、無性芽休眠における統合的な制御因子として機能すると考えられた。

A07

イチゴメジャーアレルゲン *Fra a 1.01* 機能欠損体の作出

武部加奈子、建井政範、小山竜平、宇野雄一

農学研究科 博士前期課程 資源生命科学専攻

イチゴは、リンゴやモモと同じバラ科に属し、シラカバ花粉のアレルゲンと交差反応するタンパク質をもつ。これが原因となり、主に花粉の感作を受けた人が口腔咽頭粘膜で痒み・腫れなどの口腔アレルギー症状 (Oral Allergy Syndrome: OAS) を発症する。イチゴアレルギーには、OAS 以外にも花粉による農業従事者の喘息、結膜炎、鼻炎、皮膚炎の症例が確認されており、アレルゲンの低減化は消費者・生産者共通の課題である。我々はイチゴの主要アレルゲン *Fra a 1* のアイソフォームを次世代シーケンス解析により 4 グループに分け (*Fra a 1.01*、*1.02*、*1.03*、*others*)、そのうち *Fra a 1.01* がシラカバ陽性ヒト IgE との強い結合性をもつことを報告した。イチゴの低アレルゲン化において、対象となる *Fra a 1.01* 遺伝子が多数のパラログを持つこと、同遺伝子群が欠損した育種素材がないことから、交配育種による改良は困難であると予想できる。そこで我々は CRISPR/Cas9 を利用したゲノム編集により、*Fra a 1.01* 機能欠損体の作出を試みた。アグロバクテリウム感染系により形質転換を行い抗生物質培地で選抜した 8 系統において遺伝子導入を確認した。そのうち 2 系統を調べたところ、数種類のパラログの配列内に挿入欠失があり早期ストップコドンが生じていると判断された。さらに、抗 *Fra a 1.01* モルモット抗体を用いたイムノブロットにより、*Fra a 1.01* が検出できないレベルにまで低下していることを明らかにした。本研究で獲得した *Fra a 1.01* 機能欠損体を低アレルゲン化イチゴとして実用化するにあたり、今後はヒト IgE との反応性の検証と、有用農業形質の保持の確認を行いたいと考えている。

A08

コショウ成分による高血糖予防効果について

大西良門¹、山下陽子²、芦田均²

農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻¹、大学院農学研究科²

骨格筋は生体内の血糖調節において重要な役割を担っており、インスリン応答によるグルコースの取り込みは約 75% が骨格筋において行われる。細胞内小胞に存在するグルコース輸送体 4 型 (GLUT4) はインスリン系路もしくは AMPK のリン酸化を介したインスリン非依存的経路によって細胞膜移行し、グルコースの取り込みを促進する。本研究では、これまでに L6 筋管細胞においてグルコース取り込みを促進することが認められたコショウの辛味成分であるピペリンに着目し、その作用機序を解明する事を目的とした。マウスにピペリンを投与し、グルコース負荷試験を行ったところ、有意な血糖上昇抑制効果が見られた。また、ピペリンのマウス体内への取り込みを HPLC で調べたところ、血中濃度は投与 1 時間後でピークを迎えることがわかった。このとき、マウスの筋肉組織において GLUT4 の細胞膜移行および AMPK のリン酸化が見られた。つぎに、L6 筋管細胞にピペリンを作用させたところ、同様に GLUT4 の細胞膜移行と AMPK のリン酸化が確認できたので、その作用機序を検討したところ、ピペリンは細胞内 Ca²⁺濃度と ROS の産生量を高めることと、CaMKK2 のリン酸化の増加が見られた。さらに、これらは辛味受容体 TRPV1 をノックダウンすることでキャンセルされた。以上の結果から、ピペリンは TRPV1 を介して ROS の産生を増やすとともに、小胞体から Ca²⁺を細胞質に流入させることで CaMKK2 とその下流の AMPK のリン酸化を促進して GLUT4 の細胞膜移行を介したグルコース取り込みを促進することが判った。

油脂による時計遺伝子の発現リズムに及ぼす影響

清家みどり¹、芦田均²、山下陽子²

農学研究科 博士後期課程 生命機能科学専攻¹、農学研究科 生命機能科学専攻²

体内時計を司る時計遺伝子は、ネガティブフィードバックループによる転写制御により、一定の発現周期を示している。時計遺伝子の発現は、さまざまな要因により攪乱されることが知られており、例えば、高脂肪食の摂取によって乱れることが報告されている。しかし、高脂肪食に含まれる油脂の種類の違いにより時計遺伝子の発現がどのように変化するかについての詳細は明らかではない。そこで、本研究は、脂肪酸組成の異なる油脂を摂取させた際の脂肪組織における時計遺伝子の発現周期に及ぼす影響を調べることを目的とした。C57BL/6J 雄性マウスに 5%コーン油を含む普通食 (ND) と 30%油脂を含む高脂肪食 (HF) を 14 週間摂取させた。高脂肪食に含まれる油脂はラード (L) とアマニ油 (F) を用いた。これらのマウスを 4 時間ごと、全 6 タイムポイントで屠殺し、各組織重量や時計遺伝子の発現量を測定した。体重と総白色脂肪組織重量は、ND と比較し、HF-L で有意な増加が認められたが、HF-F では差がなかった。HF-L と HF-F における時計遺伝子の発現周期について解析を行なったところ、精巢上体脂肪における *Bmal1* と *Cry2* が、HF-L で ND と比較して発現周期の振幅を低下させたが、HF-F では変動がなかった。以上の結果から、ラードでは時計遺伝子の発現周期を攪乱させるが、アマニ油では攪乱させないことが判った。

大腸菌で発現させたヒトシトクロム P450 2C19 の

一塩基置換変異体の機能解析

竹治志織、岡田真依、林大輝、金丸研吾、宇野知秀

農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻

シトクロム P450 (CYP) は生物界に広く分布するモノオキシゲナーゼで、様々な脂溶性化合物を基質とする。ヒトの CYP は薬物代謝やステロイド生合成などに関与する。そのうち、CYP2C19 は治療薬の約 7% の代謝に関与する CYP である。そして、CYP2C19 には、一塩基多型 (SNPs) が多数存在する。一方、ステロイドは、様々な CYP により、様々な位置で水酸化される。しかし、CYP の SNPs とステロイドの代謝との関係性について明らかにした研究は少ない。そこで、本研究では CYP2C19 における SNPs がステロイドホルモンの代謝にどのような影響を与えるかを明らかにすることを目的として、CYP2C19 の野生型及び複数種の一塩基置換変異体を大腸菌で発現させた後、その膜画分を用いて、ステロイドホルモンを代謝させ、HPLC によりステロイドの水酸化活性を測定した。

テストステロンとプロゲステロンを基質として用いた結果、野生型と比較して、変異体では水酸化される位置や水酸化活性が変化した。これらの変化について、CYP2C19 の立体構造をもとにして考察する。

orobanchol の立体選択的 BC 環形成因子の解明

本間大翔¹、若林孝俊^{2,3}、塩谷七洋⁴、磯部一樹³、岡澤敦司³、
太田大策³、滝川浩郷⁴、水谷正治²、杉本幸裕²
農学研究科 生命機能科学専攻 博士後期課程¹、神戸大院・農²、
大阪公立大院・農³、東大院・農⁴

ストリゴラクトン (SL) は植物が生産する化合物群であり、寄生雑草種子の発芽刺激活性、アーバスキュラー菌根菌との共生を促進する活性、そして内性の植物ホルモンとして植物の形態を制御する活性などを有する。BC 環を有する典型的 SL は C 環の立体配置に基づき、orobanchol 型と strigol 型に分けられ、SL の立体化学はその活性に影響与えることが知られている。トマトにおいて

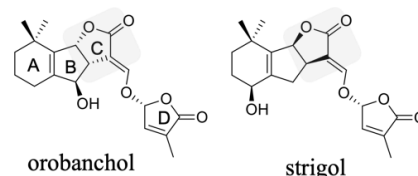


図 典型的 SL の構造

carlactonoic acid (CLA) から orobanchol への BC 環形成反応に対する CYP722C の関与が *cyp722c* ノックアウト植物の分析により明らかとなった。一方で、CLA を基質に CYP722C の *in vitro* における酵素反応を行うと orobanchol のみならず、トマト根浸出液からは検出されないジアステレオマーである *ent*-2'-*epi*-orobanchol (strigol 型) も生成した。よって、トマト植物体内において立体選択的に BC 環を形成する酵素 (Stereo-selective Ring Forming enzyme; SRF) の存在が示唆された。すなわち、CYP722C と共に SRF が働くことで、生成する SL の立体を制御していると考えられた。本研究では、CYP722C の詳細な機能解析と SRF の同定によりトマトにおける orobanchol の立体選択的 BC 環形成機構の解明を目指した。

Avena strigosa が生産する 6-*epi*-heliolactone の単離同定

矢部 広暉¹、森山 太介¹、若林 孝俊^{1,2}、塩谷 七洋³、古里 優衣¹、
水谷 正治¹、滝川 浩郷³、杉本 幸裕¹

農学研究科 修士前期課程 生命機能科学専攻¹、大阪公立大院・農²、東京大院・農³

セイヨウチャヒキ (*Avena strigosa*) が生産するストリゴラクトン (SL) として *avenaol* が報告されている。我々はセイヨウチャヒキの根分泌物中に、*avenaol* に加えて *heliolactone* と酷似する SL (*heliolactone*-like) を検出した。本研究ではこの SL の構造を明らかにするとともに、*avenaol* 生合成経路を解明することを目的とした。セイヨウチャヒキを水耕栽培し、分泌される *heliolactone*-like を XAD-4 に吸着した。アセトンで回収後精製し、1H-NMR と CD スペクトルの解析および合成標品との比較の結果、6-*epi*-*heliolactone* と同定した。阻害剤処理したセイヨウチャヒキ水耕液では *avenaol* と 6-*epi*-*heliolactone* は検出限界以下にまで減少し、両者共に *methyl carlactonoate* (MeCLA) の投与により回復した。また、投与した 6-*epi*-*heliolactone* は *avenaol* に変換され、その変換は *prohexadione* により阻害された。これらのことから *avenaol* の MeCLA から 6-*epi*-*heliolactone* を経由した合成が示唆された。さらに、SL 生合成において重要な *carlactonoic acid* から MeCLA への変換を触媒する *AsCLAMT* を同定した。セイヨウチャヒキゲノム配列上で *AsCLAMT* 遺伝子の近傍には *LBO* や *MAX1* が認められ、SL 生合成に関与する遺伝子がクラスターを形成していると推測された。これらの情報に基づき 6-*epi*-*heliolactone* から *avenaol* への変換を担う酵素遺伝子の探索を進めている。

トマトが生産する新規ストリゴラクトンの同定

宮本 歩美¹、森山 太介¹、若林 孝俊^{1,2}、岡村 仁則³、塩谷 七洋³、滝川 浩郷³、水谷正治¹、

杉本 幸裕¹

農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻¹、大阪公立大・農²、東京大院・農³

トマトが生産する主要なストリゴラクトン (SL) として、orobanchol, solanacol に加えて、構造不詳の didehydroorobanchols (DDHs) が報告されている。我々は以前に carlactonic acid から orobanchol への変換に関わる酵素として CYP722C を見出した。この遺伝子をノックアウトしたトマトの分泌物にはこれら全ての SL が検出されなくなったことから、一連の SL は orobanchol の下流の代謝産物であると予想された。本研究ではトマトにおける SL 生合成経路のさらなる理解のために、DDHs の構造を明らかにすることを目的とした。本研究では市販のトマト品種から DDHs を高生産する品種としてイエローピコ (YP) を選抜した。リン酸を制限した水耕液で YP を栽培し、分泌される SL を XAD-4 に吸着して回収した。アセトンで溶出した画分をシリカゲルカラムクロマトグラフィーと HPLC を用いて精製し、DDH に相当する分子量を有する三成分 (A1, A2, A3) を単離した。このうち一成分 (A1) を 6,7-didehydroorobanchol と同定した。他の二成分 (A2, A3) の構造は orobanchol のデヒドロ体ではなく、両者は立体異性体の関係であった。A2 および A3 はトマトに寄生する *Phelipanche ramosa* の種子に対して高い発芽誘導活性を示したことから、phelipanchol および epiphelipanchol と命名した。これら新規 SL を含めて orobanchol から solanacol までの生合成経路を推定した。

黒大豆種皮抽出物は高脂肪食誘導性炎症を抑制する

廣直 賢勇、芦田 均、山下 陽子

農学研究科 博士課程後期課程 生命機能科学専攻

【背景】 脳の視床下部は全身の栄養状態を感知し、食欲や全身の代謝機能を制御することでエネルギー恒常性を維持する中枢器官である。動物性脂質を摂取すると、視床下部に存在する免疫細胞ミクログリアが活性化し、軽度の炎症を呈する。これは神経機能を阻害することで、摂食パターンを乱し、全身の代謝機能を低下させ、肥満を呈する。我々は本研究において、黒大豆種皮から抽出したポリフェノール (BE) が、視床下部における炎症を抑制することで、肥満を是正する効果を見出したため、その結果を紹介する。

【方法・結果】 C57BL/6J 雄性マウスに標準食 (SD)、高脂肪食 (HFD) または HFD に 2% 外割で BE を混餌した飼料 (HFD+BE) を 4 週間与えた。その結果、SD 群に比べて HFD 群では、明暗でメリハリのあった摂食パターンが消失し、脂肪重量の増大と顕著な肥満を呈し、視床下部の炎症性ミクログリアの数と細胞面積が増加し、炎症性サイトカインの mRNA 発現量の上昇が認められたが、BE の摂取はこれらを抑制した。BE の成分を、逆相クロマトグラフィーにより種々の成分に分け、それぞれを HFD と共にマウスに摂取させた。その結果、アントシアニンの一種であるシアニジン 3-グルコシド (C3G) を摂取したマウスの視床下部炎症が抑制された。C3G は消化管から体内循環へと入る過程で様々な代謝物へと変換される。マウス由来マクロファージ様 RAW264.7 細胞を用いて、これまでに同定されている C3G の主要な代謝物 8 つの抗炎症効果を比較した結果、3,4-dihydroxybenzoic acid が最も抗炎症効果を発揮している化合物であることが示唆された。

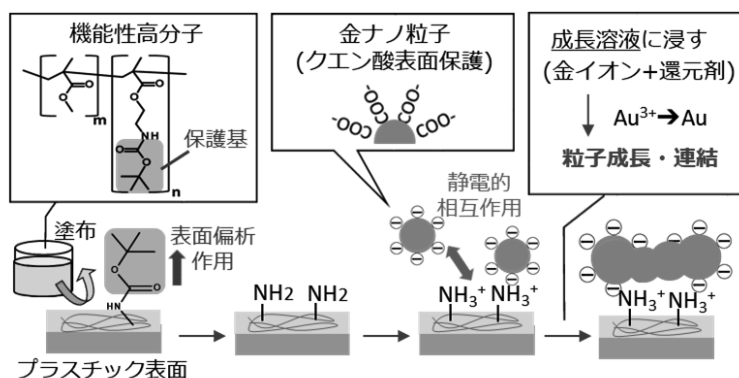
B01

金ナノ粒子を利用した新たな金ナノ薄膜作製技術の開発

吉田沙理那、槌井貴嶺、松本弥万里、森田健太¹、丸山達生¹

工学研究科 博士前期課程 応用化学専攻¹

本研究では、表面上で金ナノ粒子を成長・連結させ、金被覆表面を作製することを目的とする。金被覆表面は、チオールと相互作用する性質や導電性が高いという性質から近年注目が集まっており、バイオセンサーや導電材料へ応用されている。金被覆表面を作製する例として金蒸着が挙げられるが、これは特別な装置と、高温かつ高真空の条件が必要である点が課題である。そこで本研究では、金被覆の材料として、金ナノ粒子に着目した。先行研究では、機能性高分子を塗布しアミノ基を提示したプラスチック表面に、静電的相互作用によって金ナノ粒子を固定化することに成功した。本研究ではこれを発展させ、表面に固定化した金ナノ粒子を成長・連結することで金被覆表面を作製できると考えた。この金ナノ粒子の成長・連結には、固定化した粒子上で金イオンを還元する手法を考えた。本手法は、特別な装置が不要であり、水溶液中で反応を行えるため、低エネルギーコストで大規模に金被覆表面を作製する新たな手法になると考えている。



B02

Mie 共鳴を示すシリコンナノ粒子をコアとするコアシェル蛍光ナノ粒子プローブの開発と Dual-Mode イメージング応用

足立将人¹、杉本泰¹、藤井稔¹

工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻¹

近年、散乱や蛍光などの光機能を有するナノ粒子を生命科学・医療分野へ応用する研究が活発に行われている。これまでに、金属ナノ粒子の局在表面プラズモン共鳴 (LSPR) による暗視野散乱と付与した蛍光体の増強蛍光を利用し、細胞イメージング等に応用した研究例が報告されている。しかしながら、金属材料には非輻射エネルギー移動によるクエンチングや、発熱による蛍光体の劣化などの課題がある。

本研究では、光損失が少なく、高い屈折率 ($n \sim 4$) をもつシリコン (Si) ナノ粒子 [1] に着目した。直径 100–300 nm の球状 Si ナノ粒子は可視域に Mie 共鳴による強い光散乱を示す。加えて、Si ナノ粒子の低損失な Mie 共鳴による粒子近傍の蛍光体の励起増強と発光レート増強によって蛍光体の発光制御が可能である。今回は、Si ナノ粒子と蛍光色素を組み合わせたコアシェルナノ粒子 (図 1) を作製し、暗視野散乱と蛍光の Dual-Mode イメージングプローブとして機能することに加え、Mie 共鳴の Purcell 効果による蛍光色素の発光制御を実証する。

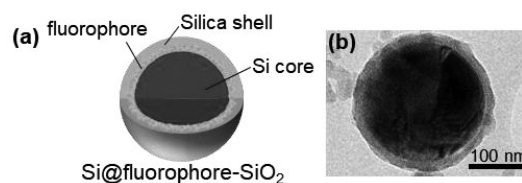


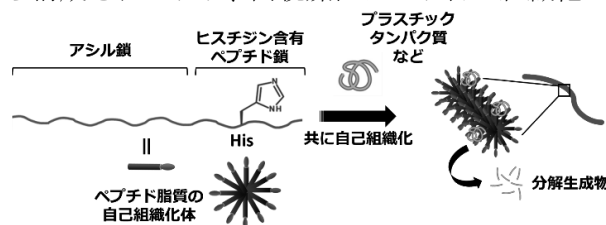
Figure 1. (a) Schematic and (b) TEM images of Si@fluorophore-SiO₂.

[1] H. Sugimoto, T. Okazaki, and M. Fujii, *Adv. Opt. Mater.* **8**, (2020).

ヒスチジン含有ペプチド脂質による、アミド分子の分解

木村俊久¹、清水なつみ¹、森田健太²、丸山達生²工学研究科 博士前期課程 応用化学専攻¹、神戸大院・工²

本研究では、金属触媒を用いず、さまざまなアミド結合に対して適用可能な、新しいアミド結合の分解手法の開発を目指す。アミド結合は様々な天然・合成化合物に含まれており、アミド結合分解のニーズは高い。例えば、代表的なプラスチックであるナイロンはアミド結合を主鎖中に有し、生分解性を示さないことから、マイクロプラスチックの環境汚染が問題となっている。アミド結合は共鳴安定化による強固な結合であり、一般に金属触媒なしで結合を切ることは難しい。自然界には、金属触媒を用いないアミド結合の分解方法が存在する。例えばタンパク質分解酵素の一つであるセリンプロテアーゼの加水分解反応が挙げられる。本研究では、この反応メカニズムにヒントを得て、セリンプロテアーゼの触媒活性中心の一つであるヒスチジン (His) を含むペプチド脂質を用いたアミド結合の分解を試みた。ペプチド脂質は疎水性のアシル鎖と親水性のペプチド鎖から構成されており、両親媒性により自己組織化体を形成する。このペプチド脂質と、プラスチックやタンパク質分子、糖脂質分子などを共に自己組織化させる。これにより、自己組織化体を形成するときにヒスチジン残基が分子間で作用することで、分解対象とするアミド結合を分解することが可能であると考えている。



水溶液系有機無機ペロブスカイトの顕微分光観測

竹内愛斗¹、隈部佳孝²、立川貴士^{2,3}理学研究科 博士前期課程 化学専攻¹、神戸大・分子フォト²、神戸大院・理³

MAPbI₃ (MA⁺ = CH₃NH₃⁺)に代表される有機無機ペロブスカイトは優れた光学特性を持つため太陽電池などへの応用が検討されてきた[1]。しかし、ペロブスカイトには水と接触することで容易に分解するという欠点がある。近年、水溶液系においてペロブスカイトが安定に存在することが実証された[2]。この条件下ではペロブスカイトは水素生成光触媒としてはたらくが、その基礎的理解は進んでいない。そこで本研究では、大気中および水溶液中の MAPbI₃ ナノ粒子の発光特性を、単一分子蛍光顕微鏡を用いて観測した。

図1に大気中、水溶液中における MAPbI₃ ナノ粒子の発光強度の時間変化を示す。水溶液中では、発光強度がミリ秒のタイムスケールで断続的に変化する発光ブリンキング現象が観測された。また、蛍光寿命の著しい低下も観測された。以上より、水溶液中の化学種によるキャリア捕捉が進行していることが示唆された。

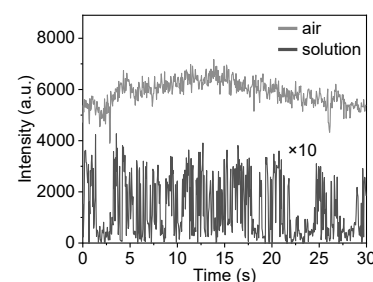


図1. 大気中、水溶液中における発光強度の時間変化

[1] A. Kojima et al., *J. Am. Chem. Soc.* **2009**, *131* (17), 6050–6051.

[2] S. Park et al., *Nat. Energy* **2017**, *2* (1), 1–8.

ガン細胞のアポトーシスを導くチロシンキナーゼ応答性ペプチド脂質の開発

清水なつみ¹、金光彩雪、八代朋子²、森田健太²、丸山達生²

工学研究科 博士前期課程 応用化学専攻¹、神戸大院・工²

ガン細胞に特異的に存在する酵素に反応するペプチド脂質を用いたガン細胞の選択的なアポトーシス誘導を目的とする。ガン治療では一般的に抗ガン剤が用いられているが、抗ガン剤はガン細胞以外の正常な細胞に対しても攻撃し、それにより副作用が生じることが問題となっている。本研究では、ガン細胞内で過剰発現している酵素を利用し、選択的にガン細胞でアポトーシスを引き起こすことを目指している。特定のガン細胞において過剰発現する酵素であるチロシンキナーゼに着目し、チロシンキナーゼの活性に反応するようなペプチド脂質を抗ガン剤の前駆体として設計した。そのため、酵素反応を受けたペプチド脂質は、ガン細胞の内部で自己組織化し、ガン細胞のアポトーシスを引き起こすことが可能となる。一方で、このペプチド脂質は正常な細胞の内部に取り込まれたとしても、酵素発現量が少ないため酵素反応を受けにくい。従って正常細胞に対しては影響を及ぼさず、ガン細胞のみを選択的に殺傷することが可能であり、副作用の軽減が期待できる。

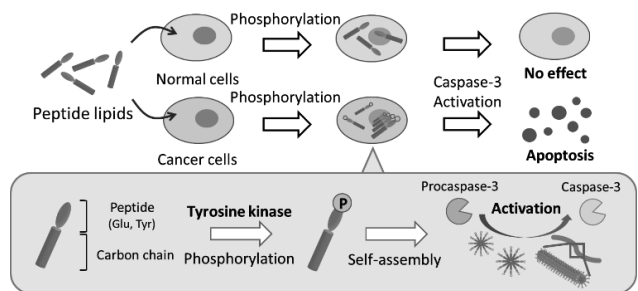


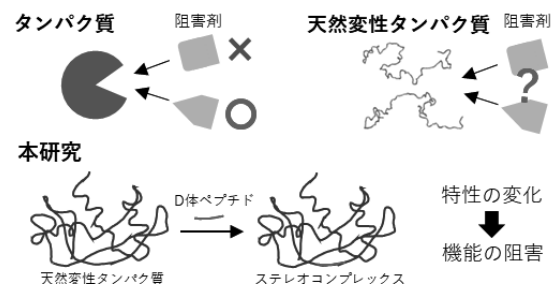
図 1 研究概略図

ステレオコンプレックスを形成するアミノ酸配列

瀬口史歩、槌井貴嶺、金光彩雪、杉本邦久、森田健太、丸山達生

工学研究科 博士前期課程 応用化学専攻

タンパク質は特定の立体構造を作ることによって特異的な機能を発揮すると言われてきた。しかし近年、特定の立体構造をとらない天然変性タンパク質(IDP)の存在が明らかとなってきている。IDPの中には難病と関係していると考えられているものもあり阻害剤開発が多数試みられているが、立体構造の変化のため低分子阻害剤をタンパク質立体構造に“はめる”という、従来の手法を用いることはできない。このためIDPの働きに対する阻害剤開発は難航している。そこで本研究ではタンパク質を構成するアミノ酸に鏡像異性体があることに着目した。具体的には阻害対象のL体タンパク質に対して、そのアミノ酸配列の一部を模倣したD体ペプチドを作用させる。これによりステレオコンプレックス(SC)を形成させてタンパク質の特性を変えることで機能を阻害しようと考えた。SCとはL体とD体の物質間に生じる相互作用により形成される複合体のことである。本発表ではIDP機能阻害の前段階として、互いに同じアミノ酸配列をもつL体およびD体短鎖ペプチドを混合することでSCを形成できるアミノ酸配列に必要な条件を検討している。ペプチドのSC形成をIDPの機能阻害に応用できれば、新たな治療薬開発の糸口になると考えている。



B07

ヒト膵臓癌細胞由来エクソソームは膵臓癌細胞自身の上皮間葉転換を誘導する

木本愛¹、三好真琴¹、大永智貴¹、宮下久美子¹、堀裕一¹

保健学研究科 博士前期課程 分析医科学専攻¹

遠隔転移は膵臓癌の予後を悪化させる要因の一つである。転移はいくつかの段階を経て成立するが、ごく初期の段階でのメカニズムは未だ不明である。転移の段階には上皮間葉転換(EMT)が関与していることが知られている。既に EMT を誘導するシグナル分子が報告されているが、その発生機構は不明である。本研究では、In vitro の癌細胞の三次元コロニーにおいて、出芽した癌細胞やコロニー外の単離細胞にビメンチン陽性の EMT が誘導された細胞を認めたことから、膵臓癌細胞由来のエクソソームが癌細胞自身の EMT を誘導するという仮説を立て、検討を行った。

まず、癌細胞由来のエクソソームが膵臓癌細胞自身の EMT を誘導することを明らかにした。次に EMT の誘導分子として代表的な、トランスフォーミング増殖因子(TGF-beta1)の関与を検討した。TGF-beta1 siRNA を用いた TGF-beta1 ノックダウンは癌細胞に加え、癌細胞が放出するエクソソームにおいても TGF-beta1 の発現を抑制した。そして、TGF-beta1 ノックダウン細胞からのエクソソームは膵臓癌細胞の EMT 誘導を抑制し、TGF-beta1 タンパク質の発現を抑制した。

以上のことから TGF-beta1 がエクソソームを介して EMT 誘導に関与していることが示唆された。我々はこの結果をもとに有効な転移抑制剤の創出を目指したい。

B08

フォトクロミズムを示す Ru 含有イオン液体の開発

島田壮人¹、角谷凌²、持田智行^{2,3}

理学研究科 博士前期課程 化学専攻¹、神戸大院・理²、神戸大学・先端膜³

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、カチオンに金属錯体を用いることにより、磁性や化学反応性、光反応性など多彩な機能性を有するイオン液体を合成することができる。サンドイッチ型Ru錯体は、アセトニトリル溶液中でのUV光照射と加熱によって、ハーフサンドイッチ型錯体との間で可逆な構造転換を起こすことが知られている[1]。そこで、この反応機構を利用して、サンドイッチ型Ru錯体をカチオンとする新たなフォトクロミックイオン液体の開発を行った。本研究では、ジメチルアミノアルキル基および、シアノアルキル基を1本ずつ導入したイオン液体**1**、**C₃**および**C₄**を合成し、イオン液体単体およびそれらの混合物の光反応性を検討した(図1)。また、混合物の混合比を変化させることにより、光反応生成物の着色の強さおよび光反応性を調整可能であった。

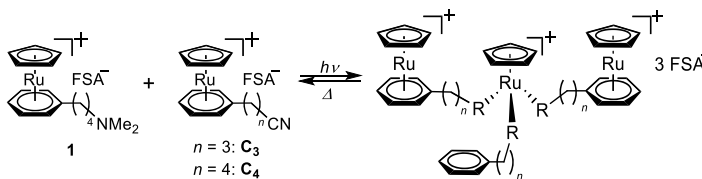


図1 [1]FSA/[C_n]FSA 単体および混合物の光反応

[1] B. M. Trost, C. M. Older, *Organometallics*, **21**, 2544–2546 (2002).

縮退 ZnO:Ga 薄膜のフェルミエッジ異常と励起子生成

田代愛佳¹, 橋本碧維¹, 安達裕², 内野隆司¹理学研究科 博士前期課程 化学専攻¹, 物質・材料研究機構²

酸化亜鉛は約 60 meV という高い励起子結合エネルギーを持つことから、励起子発光を用いた半導体レーザーへの応用が期待されている。一方で、励起子由来の発光及び光吸収は、一般にキャリア濃度が Mott 密度 n_M (約 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$) を超えると、励起子が解離するため観測されないと考えられてきた。しかし、 n_M 以上の半導体であっても、価電子帯の 1 個の局在化した正孔と伝導帯のフェルミエネルギー近傍の複数の電子の相互作用により、励起子 (Mahan 励起子) 生成とそれに伴うフェルミエッジ異常吸収が起こりうるという考えもまた提唱されている[1]。本研究は n_M 以上の ZnO 薄膜の光学特性についての知見を得ることを目的に行った。実験は、PLD 法で作製した Ga 0.05%, 0.1% ドープ ZnO ナノ薄膜を試料に用い、吸収スペクトル及び PL (発光)・PLE (発光励起) スペクトルを測定した。これらの測定は励起子により安定に存在できる極低温で行った。ホール測定の結果、いずれの試料も n_M 以上のキャリア濃度を有していることが確認された。また、吸収スペクトル測定より、6 K で吸収端近傍に異常な吸収増大が生じ、その効果は温度上昇に伴い減少することが分かった。さらに、キャリア濃度増大に伴い異常吸収の強度が減少する傾向が見られた。以上の結果は、 n_M 以上の ZnO 薄膜における Mahan 励起子の存在を示唆する。発表では、PLE 測定結果等も踏まえて、 n_M を超えた縮退 ZnO 薄膜における励起子生成の由来とその特性について考察する。

[1]G. D. Mahan, Phys. Rev. **163**, 612 (1967).

可視域に Mie 共鳴を示す GaP ナノ粒子の開発

志摩大輔、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

高屈折率誘電体のナノ構造を用いたナノアンテナは、Mie 共鳴により電場、磁場を増強することにより近傍の物質と光の相互作用を増強することができる。一般的に用いられる Si は、波長 600 nm 以下の波長域では吸収損失があり、その増強度は限定的である。本研究では、可視域で低損失かつ高屈折率($n > 3$)な誘電体であるリン化ガリウム(GaP)に着目した。ナノアンテナ材料への応用を念頭に、可視域で Mie 共鳴を示す GaP ナノ粒子を開発し、単一ナノ粒子レベルで詳細な光学特性評価を行った。

バルクの GaP 結晶をボールミル処理により粉碎し、液中レーザー溶融法(PLML)を用いて形状制御を行うことで GaP ナノ粒子を作製した。図 1 に PLML 前後の単一 GaP ナノ粒子の暗視野散乱スペクトルおよび SEM 像を示す。PLML 後の粒子では、粒子形状が球に近づくことにより、可視域に Mie 共鳴による複数の散乱ピークが見られる。発表では、GaP ナノ粒子の散乱特性について実験、計算の両面から議論する。また、粒子表面に蛍光分子を修飾し、発光スペクトルを測定することで、GaP ナノ粒子のナノアンテナ機能を実証する。

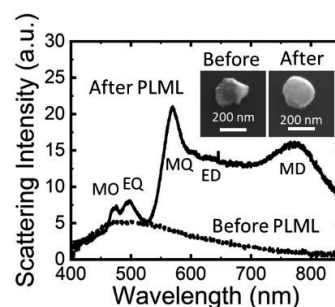


図 1: PLML 前後の GaP ナノ粒子の暗視野散乱スペクトル (挿入図: SEM 像)

トランスサイレチン 49-127 断片の アミロイド線維化反応の特徴と変異効果

中尾星哉、柚佳祐、松村美里、大橋祐美子、茶谷絵理

理学研究科 化学専攻 博士前期課程

トランスサイレチン (TTR) は 127 残基からなる血漿タンパク質である。TTR は異常凝集を起こすことによってアミロイド線維を形成し、老人性全身性アミロイドーシス (SSA) や家族性アミロイドポリニューロパチー (FAP) などの疾患を引き起こすことが知られている。生体内における TTR の詳細な線維化機構は未解明だが、SSA や FAP の患者のアミロイド沈着物には TTR の 49 番目以降のポリペプチド鎖断片である TTR49-127 を主成分とする線維が含まれていることが分かっている。TTR49-127 はタンパク質分解酵素による切断によって生成し、自発的に線維化していると考えられているが、その機構は明らかにされていない。

そこで本研究では、TTR49-127 の線維化反応をチオフラビン T 蛍光強度測定や円偏光二色性測定等の手法によって調べた。その結果、TTR49-127 は静置条件では線維を形成しないが、振とうすると形成することが分かった。また、線維化反応に対する塩の効果について調べたところ、塩の添加による線維化反応の加速が確認された。さらに、FAP に関係する変異型 TTR49-127 の線維化反応について調べたところ、野生型より線維化の速い変異体、野生型とは異なる構造をもつ線維を形成する変異体の存在が示唆された。本発表では、TTR49-127 の線維化反応の特徴と変異効果について報告する。

六方晶窒化ホウ素 (h-BN) の単層剥離手法の開発

三嶋里奈¹, 中明育¹, 内野隆司², 安達 裕³

理学研究科 博士前期課程 化学専攻¹, 神戸大・理², 物質材料・研究機構³

六方晶窒化ホウ素 (h-BN) はグラファイトに類似の層状ハニカム構造を持つ化合物で、潤滑性や耐摩耗性、熱伝導性に優れている。近年、我々の研究グループは、h-BN 粉末と H₂SO₄ を混合し 170°C で数十時間大気加熱することで作製した h-BN/H₂SO₄ 層間化合物を NH₃ の気相と反応させることで (NH₄)₂SO₄ が h-BN 層の剥離を伴いながら配向結晶成長することを報告した[1]。これまでの研究では我々は粒径 0.1-1μm の h-BN を用いてきた。本研究では、まず、粒径 10μm の h-BN をオートクレーブ中で H₂SO₄ と混合し、高温・高圧で 2~3 週間処理することで h-BN/H₂SO₄ 層間化合物を作製した。また、h-BN/H₂SO₄ 層間化合物が作製できたことを XRD 測定・IR 測定で確認した後、その層間化合物を気相状態の NH₃ と反応させることで層間の制限空間内での結晶成長を試みた。さらに、h-BN/H₂SO₄ 層間化合物を液相状態の NaHCO₃ と反応させた後、1-C₅H₁₁OH で溶媒抽出を行った。AFM 測定の結果より、溶媒抽出で得られた h-BN は膜厚 2~5nm に剥離していることがわかった (図 1)。h-BN 単層の膜厚は 2~4Å であるため、ここで得られた h-BN は 5~25 層程度が積層したものだと思われる。

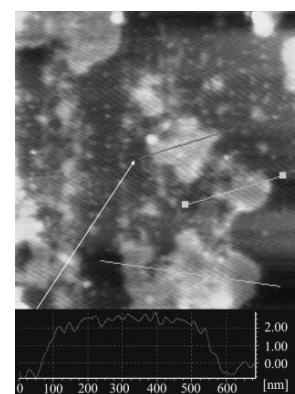


図 1. AFM 測定結果

[1] T. Tsujimura and T. Uchino, ACS Omega, 6, 6482 – 6487 (2021).

B13

Reconstitution of exosomes into a patterned model membrane

Yu Yoshimura¹, Ayane Sugimachi¹, Fumio Hayashi², Koichiro M. Hirosawa³, Rinshi S. Kasai³,
Kenichi G. N. Suzuki³, Kenichi Morigaki^{1,4}

Grad. Sch. Agri., Kobe Univ¹., Grad. Sch. Sci., Kobe Univ²., iGCORE, Gifu Univ³., Biosignal
Research Center, Kobe Univ⁴.

Exosomes have important roles for intercellular communication and have potential as therapeutic and diagnostic tools. Exosome tropism and uptake should depend on their membranes, but the mechanisms are not well understood. We have been developing a new methodology for analyzing exosome membranes. We introduced exosomes having fluorescently labeled marker proteins into nanometric space between a silicone sheet and a patterned polymeric lipid bilayer on a substrate. Fluorescence microscopic observation showed lateral diffusion of the proteins in nanometric space, suggesting that exosomes formed a planar bilayer. Reconstitution of exosomes in a planar bilayer should provide new opportunities for characterizing the molecular properties of exosome membranes.

B14

ドデシル硫酸ナトリウムによる

α -synuclein の初期凝集体の捕捉と観察

北野さくら、柚佳祐、笹田航、木村哲就、茶谷絵理

理学研究科 化学専攻 博士前期課程

アミロイド線維は、様々な疾患で見られるタンパク質の異常凝集体である。アミロイド線維の形成は核形成と伸長の2段階で進み、核が形成した後、その核を鋳型として速やかに伸長する。そのため核形成はアミロイド線維形成のタイミングを左右する重要な段階であると考えられている。さらに近年では、核形成段階において、毒性の強いオリゴマーが生じるという報告もある。しかし、核形成に至るまでの凝集の詳細は未解明であり、疾患の効果的な治療や予防の確立を妨げている。そこで本研究では、アミロイド線維を形成し、神経変性疾患の発症に関わる α シヌクレインの初期凝集機構の解明を試みた。 α シヌクレインは、生体内において、脂質膜結合状態と非結合状態の2つの状態をとることが明らかにされている。そこで、脂質のモデル物質であるドデシル硫酸ナトリウム (SDS) が α シヌクレインの凝集に及ぼす影響を解析した。様々な濃度の SDS 存在下での α シヌクレインの凝集反応をチオフラビン T 蛍光及び動的光散乱法により追跡したところ、SDS 存在下では初期凝集が顕著に起きることがわかった。さらに興味深いことに、SDS の臨界ミセル濃度前後で生成する凝集体の種類が大きく変わり、SDS の集合状態によっても異なる影響が見られることが明らかになった。

Bound States in the Continuum in Silicon Nanodisk Array: Narrow Band Absorption Enhancement below the Band Gap

森朝啓介、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

波長 1400 nm 以上の近赤外光は“アイセーフ波長”と呼ばれレーザー光に対する最大許容露光量が大
きい。そのため産業応用上重要であり、この波長域で動作するシリコンベースの受光素子の需要が高ま
っている。数ある手法の中で我々は多結晶シリコンの欠陥
準位を介した微弱な吸収を光学共鳴により増強する方法に
着目した。シリコンナノディスクアレイ構造 (Fig 1a) に誘
起されるトロイダル双極子共鳴と鏡像双極子との干渉によ
り発現する Bound states in the continuum を利用し、光吸収
を大幅に増強する。Fig 1b に示す反射・吸収スペクトルか
らバンドギャップ以下の共鳴波長において吸収率が 1 に達
しており、完全吸収が実現している。発表ではより詳細な
計算結果を示し、吸収特性について定量的に議論する。

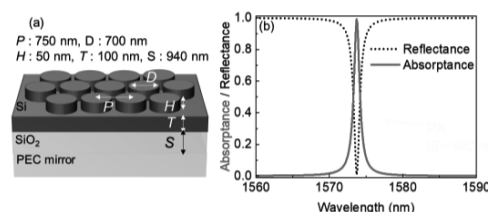


Figure 1(a) Schematic illustration of Si nanodisk array on mirror. (b) Calculated absorption and reflectance spectra.

銅フリークリック反応によるアクリル-ガラス間の接着

神吉悠介、金光彩雪、山本翔太、宮原弘稀、森田健太、丸山達生

工学研究科 博士前期課程 応用化学専攻

接着は幅広く利用されている重要なプロセスである一方で、
接着剤を用いた接着は、被着材のぬれ性など、被着材と接着剤
の親和性が重要となり、異種材料の接着が困難である。そこで
本研究では、歪み促進型アジド-アルキン環化付加反応(銅フリー
クリック反応)を用いて、異種材料間に化学結合を形成する
ことによって直接接着することを目指した(Fig. 1)。

Fig. 1 のコンセプトに基づき、アクリルフィルムとガラス板
を接着させ、せん断試験を行い、接着力を測定した(Fig. 2)。
PMMA 表面に環状アルキンを提示し、シランカップリング処
理を行ったガラス基板と組み合わせた接着サンプルは強く接
着した。未処理の PMMA フィルムとガラス基板を用いたサン
プルや、PMMA 表面に環状アルキンを提示せず、シランカッ
プリング処理を行ったガラス基板と組み合わせた接着サンプルはほとんど接着しなかった。よって、銅
フリークリック反応が接着面で進行し、強い接着力が得られたと考えられる。

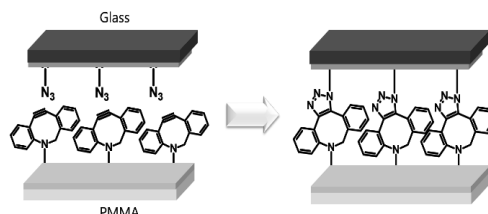


Fig. 1 Schematic illustration of the adhesion system in the present study.

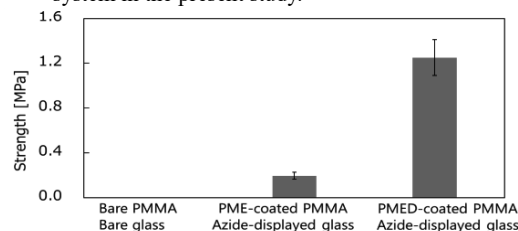


Fig. 2 Evaluation of adhesion strength.

温度応答性ポリマーの水和ダイナミクス

井岡光¹、藤井悠生²、Lou Serafin M. Lozada²、橋本千尋³、太田薫⁴、富永圭介⁴

理学研究科 化学専攻 博士前期課程¹、博士後期課程²、新居浜高専 生物応用化学³、
神戸大・分子フォト⁴

ポリ(N-イソプロピルアクリルアミド) (PNiPA)やポリ(N,N-ジエチルアクリルアミド) (PdEA)などの高分子は、水溶液中において親水性のランダムコイル状態で溶解するが、温度上昇によりコイル-グロビュール転移を示し、疎水性のグロビュール状態へと収縮する。しかし、転移機構において重要であるといわれている水和水の挙動については、測定手法等によって異なる解釈が提案されており、詳細には分かって

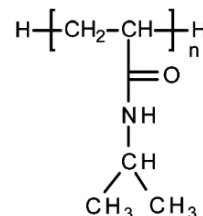


図1. PNiPAの構造

いない。本研究では、溶媒である水、特に溶質周辺に存在する水和水の構造や動的挙動に関する情報を得るためマイクロ波から中赤外に渡る分光測定を行った。具体的には、マイクロ波からTHz帯での誘電分光測定と、OH伸縮バンド等の赤外分光測定を行った。誘電分光法においては、試料中の水分子に由来する数種類の成分の和で複素誘電率スペクトルの実部及び虚部について解析を行った。主とする成分は2つのDebye型関数であり、一方はその緩和時間が純水に見られる集団的な回転緩和の緩和時間に近い値を持つことから、水溶液中のバルク水による集団的な回転緩和であると考えた。もう一方はバルク水よりも遅い緩和時間を持つことから、溶質に影響を受けた水和水に由来する緩和であると考えた。FT-IRによる測定では、溶媒である水のOH伸縮振動や溶質のアミドバンド、CHバンドにおいて振動数の非線形的な温度変化が見られ、転移温度前後での水和状態の変化が示唆された。

広帯域誘電分光法による深共晶溶媒の動的挙動の研究

栗野裕斗¹、Lou Serafin M. Lozada²、富永圭介³ Pratik Sen⁴

理学研究科 博士前期課程 化学専攻¹、理学研究科 博士後期課程 化学専攻²
神戸大・分子フォト³、Department of Chemistry, Indian Institute of Technology, Kanpur⁴

深共晶溶媒(deep eutectic solvent, DES)とは室温で固体である、2種類以上の物質を混合することで、共晶を形成し、融点降下により室温付近で液体となる混合物を指す。DESは任意の水素結合ドナー性の物質と、アクセプター性の物質を混合することで生成できるため、毒性が低く、環境低負荷な溶媒として注目されている。現在、DESに微視的な不均質性の存在が確認されており[1]、本研究では広帯域誘電分光法により動的な不均質性について検討を行った。具体的には、サンプルとして(-)-メントールとラウリン酸を混合したDESを使用し、ベクトルネットワークアナライザ、テラヘルツ時間領域分光装置を用いて100MHzから300GHzの周波数範囲で複素誘電スペクトルの測定を行い、温度変化を

20°Cから60°Cの範囲で調べた。誘電率は、一般的に、 $\epsilon(\nu) = \sum \Delta\epsilon_n / \{1 + (i2\pi\nu\tau_n)^\beta\} + \epsilon_\infty$ で表され、

緩和が単一の時定数で表されるとき、 $\beta = 1$ となる(デバイ緩和)。一方、緩和時間に分布が存在するとき $\beta < 1$ で表される。 β の分布は空間的な微視的不均質性と関係があると考えられ、 β の温度依存性から、このDESの動的な不均質性について議論した。

[1] N. subba et al. *J. Phys. Chem. B*, **124** 6875-6884 (2020)

ラマン分光法を用いた

共重合体ポリマーの分子間相互作用に関する研究

山本大将、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

アクリロニトリルとスチレンの共重合体であるスチレンアクリロニトリル共重合体(SAN:Fig1)は非晶性ポリマーであり、ポリスチレン(PS)に比べ耐熱性や機械的強度が向上している。そこで本研究ではPSリッチなSANにおいてPS分子鎖の分子間相互作用がPSホモポリマーとどのように異なるのかラマン分光法を用いて調べることを目的とした。実験で用いたSANはPSリッチであり、PSのスペクトルに類似することが予想される。しかしCN伸縮振動とCH₂基に由来するピークが確認される波数領域でスペクトルに相違が見られた。(Fig2.3) SANとPSの熱による挙動の違いは、CN基由来の水素結合による分子間相互作用がSANとPSで異なっていることが大きな要因になっていると示唆される。

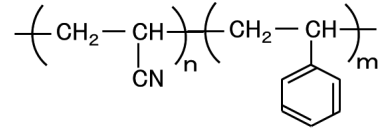


Fig1 Chemical structure of SAN

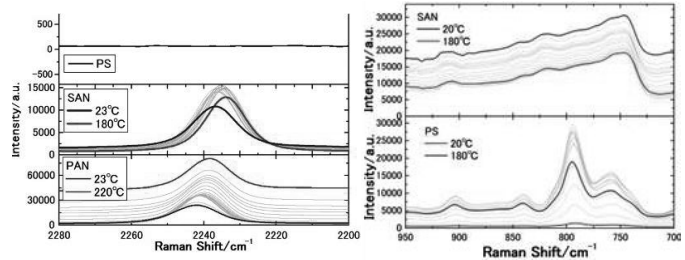


Fig.2 Temperature-dependent Raman spectra of PS and SAN and PAN

Fig.3 Temperature-dependent Raman spectra of SAN and PAN

低波数領域の振動分光法を用いた

ポリブチレンサクシネートの分子間水素結合に関する研究

伊藤光平、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

ポリブチレンサクシネート(PBS)(図1)は生分解性ポリマーとして知られているポリマーである。一般に高分子は分子間相互作用が強いと力学強度や融点が高くなり、用途に応じて物性をコントロールする際など、分子間相互作用の理解は重要である。本研究は、主にテラヘルツ分光法、低波数ラマン分光法を用いてPBSの分子間水素結合の検討を行った。Fig.2にPBSのテラヘルツスペクトルとその2次微分スペクトルを示す。テラヘルツ及び低波数ラマンスペクトルにおいて昇温過程に伴い低波数シフトを示すピークがいくつか観測された。PBSには分子間水素結合の存在が示唆されており、温度変化に影響を受けやすいピークが分子間水素結合を反映したピークだと考えられる。また、量子化学計算を用いて低波数領域に存在するピークの帰属を行った。

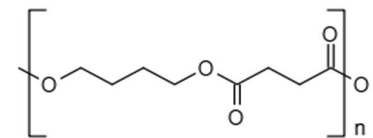


Fig.1 Chemical structure of PBS.

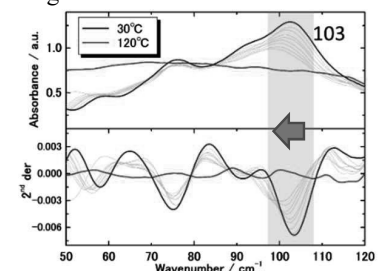


Fig.2 Terahertz spectra and their 2nd derivative spectra of PBS.

ラマン分光法を用いた PCL の海洋分解過程の観察

瀬川智明、伊藤光平、高嘉誠、丸山陽大、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

近年、海洋に流れ出たプラスチックが生態系に大きな影響を与えていることが問題となっている。そこで、自然界に存在する微生物によって、最終的に水と二酸化炭素に分解される生分解性ポリマーが注目されている。しかし、価格や物性面で従来のプラスチックに劣る点、分解開始時期や分解速度が十分に制御されていないことから、実用化が進んでいない現状がある。そこで本研究では、生分解性ポリマーのさらなる実用化へ向け、生分解性ポリマーの一種であるポリカプロラクトン (PCL; Fig. 1) の海洋分解過程における分子間相互作用の変化を低波数領域を含むラマン分光法を用いて非破壊で捉え、海洋分解過程を解明することを目的とした。海洋分解 0 週目と 1 週目における顕微鏡像とラマンマッピング測定の結果を Fig. 2 に示す。顕微鏡像から、微生物の働きにより PCL フィルム表面の分解が進み、表面に凹凸が確認できた。また、ラマンマッピング測定の結果から、水素結合由来と考えられる 60cm^{-1} 付近に見られるピークが全体的に低波数側へシフトしていることがわかった。これは海洋分解により試料表面の結晶構造が崩れ、結晶構造中の水素結合が弱化したことを示唆していると考えられる。

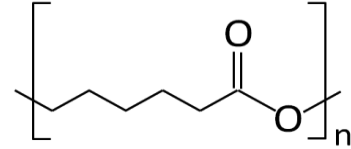


Fig. 1 Chemical structure of PCL.

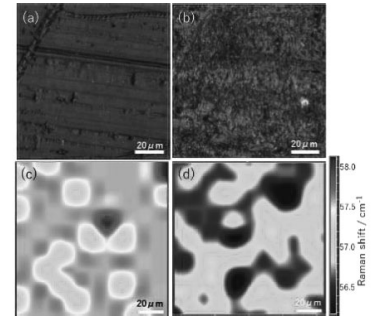


Fig. 2 (a)(b)Microscopic and (c)(d)Raman mapping images of PCL film (left: week 0, right: week 1).

超伝導体-半導体ナノ複合体の合成と超伝導特性

橋本碧維¹、櫻井敬博²、太田仁³、瀬戸雄介⁴、内野隆司⁵

理学研究科 博士前期課程 化学専攻¹、神戸大・研究基盤センター 極低温部門²、
神戸大・分子フォトサイエンス研究センター³、大阪公立大・理⁴、神戸大・理⁵

半導体の成熟した技術・制御性、及び超伝導体の特異な量子状態の両方を利用した超伝導体-半導体複合体は、次世代のスピン트로ニクス・フォトエレクトロニクスデバイスの基幹材料として有望視されているだけでなく、新しいスピン秩序発現の場としても注目を集めている。そこで本研究では、近年我々の研究グループが見出した $\text{Mg}/\text{MgO}/\text{MgB}_2$ 超伝導ナノ複合体の出発原料として SiO_2 粉末を添加して半導体 Mg_2Si を導入し、得られた粉末試料に放電プラズマ焼結 (SPS 焼結) を行うことで超伝導体-半導体ナノ複合体を合成した。



作製したバルク体試料の構造・超伝導特性を評価したところ、 $\text{Mg}/\text{MgO}/\text{MgB}_2/\text{Mg}_2\text{Si}$ ナノ複合体では磁場排斥効果及び磁束ピンニング力が増大することがわかった。 $\text{Mg}/\text{MgO}/\text{MgB}_2$ ナノ複合体は、フラクタル構造とクリーンな界面という特有の微細構造が階層的な超伝導近接効果を引き起こすことで、超伝導体 MgB_2 が希薄であっても系全体で位相整合が実現し、バルク的な超伝導を示すという特性を有する。従って、 Mg_2Si はこの位相整合状態を壊すことなく磁束ピンニング力を増加させる効果があることが明らかとなった。

特異な磁気構造をもつ UNi₄B の微視的研究

越智遥菜¹、竹内涼介¹、岸本恭来¹、小手川恒¹、播磨尚朝¹、藤秀樹¹、本多史憲²、
本間佳哉³、仲村愛³、清水悠晴³、李徳新³、青木大³

理学研究科 物理学専攻¹、九州大学 RI 統合管理センター²、東北大学金属材料研究所³

UNi₄B は、中性子散乱の実験から六方晶構造をもつ反強磁性体で図のような渦状の磁気構造をとると考えられてきた [1]。しかしながら、なぜ図のような渦状になるのかは明らかになっておらず長い間さかんに研究が行われてきたが未だに解明されていない。最近、結晶構造が六方晶ではなく六方晶から僅かにずれた直方晶であることが明らかとなり、結晶構造と磁気構造の相関などに再び注目が集まっている。本研究では、¹¹B 核の精密角度分解核磁気共鳴 (NMR) 実験から NMR スペクトル測定と緩和時間測定を行うことにより、ミクロな視点から磁気構造の様子を確認することに挑戦した。実験では、6 テスラの磁場中で、磁場角度を 1 度単位精度で制御し、常磁性状態と磁気秩序状態でのスペクトル測定を行い比較した。また、核磁気緩和時間についても測定した。当日は、これらの結果を基に磁気秩序状態について議論したい。

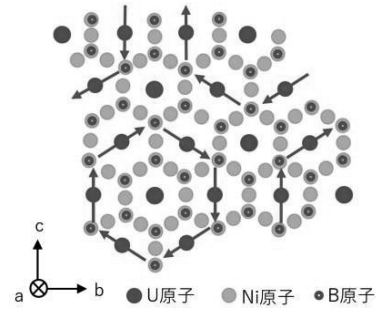


図 1 : UNi₄B のトロイダル秩序の様子

[1] S.A.M. Mentink, Phys. Rev. Lett. **73**, 1031 (1994).

[2] 竹内涼介 修士論文(2020)

Mg/MgO/MgB₂ ナノ複合体の超伝導特性に及ぼす

SPS 焼結条件の効果

中明育¹、櫻井敬博²、太田仁³、瀬戸雄介⁴、大井修一⁵、立木実⁵、有沢俊一⁵、内野隆司⁶

理学研究科 博士前期課程 化学専攻¹、神戸大・研究基盤センター 極低温部門²、
神戸大・分子フォトサイエンス研究センター³、大阪公立大・理⁴、NIMS⁵、神戸大・理⁶

放電プラズマ焼結 (SPS) 法とは、パルス通電を用いた加圧焼結法の一つであり、急速昇温による粒成長の抑制が可能である。近年、我々は、この SPS 法を用いて作製した、Mg (金属)/MgO (絶縁体)/MgB₂ (超伝導体) ナノ複合体が、MgB₂ が体積分率で 16% 程度と希薄であっても超伝導近接効果により系全体に超伝導相関が生じ、ゼロ抵抗及び完全反磁性というバルク的な超伝導を示すこと報告した [1]。本研究では、このナノ複合体における SPS 焼結の最適条件を探索することを目的とした。磁化測定の結果から、SPS 焼結温度の上昇に伴う *M-H* ヒステリシス幅の増大が確認された (Fig.1)。さらに、SPS 焼結時の圧力の増大もまた超伝導特性を向上させることが明らかになった。以上の結果は、SPS 焼結条件による試料の密度や界面状態の変化がナノ複合体の超伝導近接効果による磁束ピンニング力に影響を及ぼすことを示している。

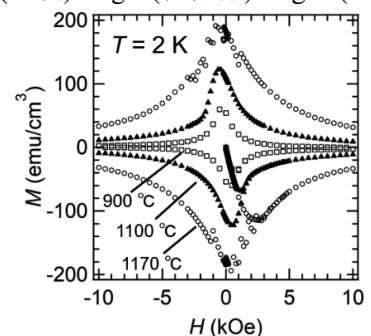


Fig. 1 *M-H* hysteresis of samples processed at 900 °C, 1100 °C and 1170 °C.

[1] T. Uchino, N. Teramachi, *et al.*, Phys. Rev. B, **101**, 035146 (2020).

白金族レアメタルとの結合能を持つ環状ペプチドの設計

岸川優菜¹、田村厚夫²

理学研究科 博士前期課程 化学専攻¹、神戸大院・理²

ルテニウム(Ru)のような白金族レアメタルを含む化合物は、有用な抗がん剤として研究されているが、副作用が問題となっている。そこで、副作用を引き起こす白金族レアメタルを内包させるため、金属との結合能を有する環状ペプチド(KIPc12A/B/C)を設計することにした。この際、金属と配位結合できる His や、静電相互作用することが期待される Asp の側鎖を内側に配置した。また、図のようにペプチド分子が積層するよう、 β シート形成傾向が高いアミノ酸を外側に配置した。これらのペプチドに数種類の金属を添加し、円二色性(CD)測定でスペクトルの変化を観察したところ、KIPc12A はパラジウムイオン(Pd^{2+})および Ru^{2+} と、KIPc12B はイリジウムイオン(Ir^{4+})と、KIPc12C は Ag^+ と相互作用していることが示唆された。このうちスペクトルの変化が大きかった KIPc12A と Ru^{2+} 、KIPc12B と Ir^{4+} の組み合わせについて、ペプチドに対し金属を添加し、核磁気共鳴(NMR)測定により構造変化を調べた。KIPc12A は His 残基のピークがシフトしたことから、金属が環の内部に結合していると推測される。KIPc12B は His や Lys 残基のピークもシフトしたことから、これらの残基が結合に関与していることが確認された。

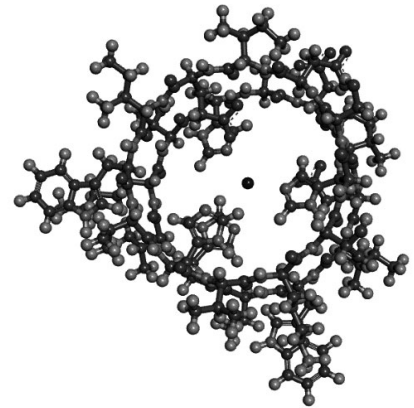


Fig. 1 環状ペプチドの積層イメージ

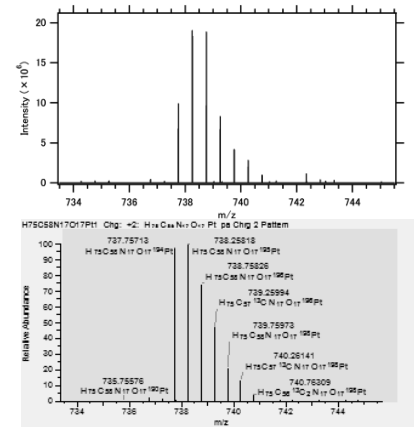
抗がん剤シスプラチンを模した白金結合ペプチドの設計

池田美玖¹、田村厚夫²

理学研究科 博士前期課程 化学専攻¹、神戸大院・理²

抗がん剤の化学療法には、第一選択薬としてシスプラチン $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2$ が用いられているが、吐き気や腎毒性など深刻な副作用が課題である。よってこの薬剤を基に選択性や薬効を改善した化合物が探索されている。本研究ではペプチドの生体適合性、及び選択性付与のし易さに注目し、シスプラチンをモデルとした人工ペプチドを設計し、 Pt^{2+} との結合について検討した。設計には chignolin[1] というアミノ酸 10 残基からなる最小単位の β ヘアピンタンパク質を元とし、両末端に His を導入することで Pt^{2+} との結合部位とした。結合の検出法について、 Pt^{2+} は共有結合性付加物を生成するため質量分析を用いた。実際に、設計ペプチドに Pt^{2+} を添加し、1 日後に ESI-MS で測定を行ったところ、ペプチド- Pt^{2+} 複合体を検出した。解析アプリケーション Free Style を用いて解析を行うと、例として右図の m/z 738 付近のシグナルはペプチド、 Pt^{2+} に加えて溶媒のアセトニトリルが付加したイオン種であると同定し、ペプチドと Pt^{2+} は 1:1 で結合していることが示された。

[1] S, Honda et al; *Structure*, **12**, 1507-1518(2004)



ESI-MS によるペプチド- Pt^{2+} 複合体の検出。実測(上)とシミュレーション(下)。

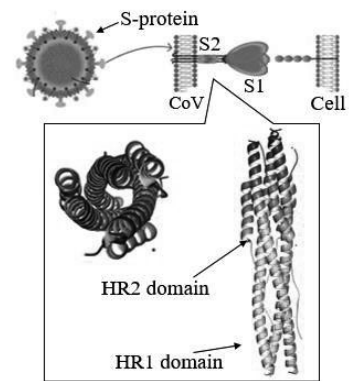
011

新型コロナウイルスのスパイクタンパク質内のヘリックス構造と相互作用するペプチドの設計

菅谷美紗希¹、田村厚夫²

理学研究科 博士前期課程 化学専攻¹、神戸大院・理²

新型コロナウイルスは変異を繰り返しながら世界中に拡大しており、感染者数は6億人を超えている。この感染拡大を抑制するには、変異体にも有効な治療薬の開発が急がれる。本研究では、変異が生じにくいS2領域(右上図)に着目した。このS2領域内に存在するHR1ドメインとHR2ドメインが右下図のような構造を形成し、感染することが知られている。そこで、このドメイン同士の結合を防ぐペプチドACPを設計することで、ウイルスの感染阻害を目指した。そのために、HR2ドメインの一部を切り出したものをCC1とし、このCC1と結合しコイルドコイルを形成するようなACPをHR1ドメインの配列を基に設計した。実験では、ACPをCC1に添加し、円偏光二色性測定を行い、相互作用による二次構造の変化を検出した。これらの結果より、設計したペプチドの結合状態や結合の強さを明らかにした。



SARS-CoV-2の構造およびスパイクタンパク質の立体構造 PDB ID:6LXT より作成

012

人工設計ペプチドの亜鉛イオンへの結合様式

本多紘¹、田村厚夫²

理学研究科 化学専攻 博士後期課程¹、神戸大学 理学研究科²

特定の立体構造がなくても金属結合能を有するタンパク質の人工設計を試みた。一般に、金属イオンと結合可能なアミノ酸残基を、狙った空間位置に配置させ結合部位を形成することは困難である。そこで第一段階として、10残基程度のペプチドをモデルとし、3つのヒスチジンを導入してその結合様式を明らかにすることとした。具体的には、金属結合に必要な官能基を有し、ランダムコイル構造のペプチドであるMiSTf1と2種類の変異体、すなわちN末端を保護したMiSTf1Nbおよびグルタミン酸残基をアラニンに置換したMiSTf1E8Aを合成した。各ペプチドの亜鉛結合能については円二色性測定および等温滴定型熱測定で検証した。検証の結果、MiSTf1およびMiSTf1E8AはZnイオンが結合した時のCDスペクトルが類似しており、N末端のアミノ基が結合に関与していることが示唆された。また、MiSTf1NbはZnイオン添加に伴い異なるCDスペクトルを誘起したため、C末端のグルタミン残基は結合に関与しないことが強く示唆された。以上の結果から、結合の配位子としてN末端が利用できること、および配列中にグルタミン酸およびアスパラギン酸が存在しても亜鉛結合に関してヒスチジン残基やN末端アミノ酸と競合しないことを示唆している。

モノ不飽和脂肪酸による細胞保護機能の解明について

大濱 美優、福田 伊津子、白井 康仁、上田 修司
農学研究科 生命機能科学専攻 博士前期課程

畜産物に由来する動物性脂質には、我々の生体組成と類似した脂肪酸を含有する。近年、地中海食に代表されるように、モノ不飽和脂肪酸の健康機能が注目されている。飽和脂肪酸であるパルミチン酸 (PA) は、デスレセプターの活性化、小胞体ストレスの増加、ミトコンドリア機能異常など、様々な細胞障害を引き起こすことが知られる。我々は、液体クロマトグラフィー型質量分析計を用いてトリアシルグリセリドの網羅的解析を実施し、黒毛和種牛肉にはモノ不飽和脂肪酸のオレイン酸 (OA) やパルミトレイン酸 (POA) が豊富に含まれていることを示してきた。本研究では、PA の過剰摂取による細胞障害を抑制するメカニズムを検討するため、飽和脂肪酸とモノ不飽和脂肪酸の添加比率における小胞体ストレスに対する影響について検討を行った。

ラット筋芽細胞株に PA を添加した結果、小胞体ストレスとアポトーシスの増加を確認した。また、オートファジー生合成関連遺伝子の転写因子である transcription factor EB (TFEB) の発現減少を確認した。一方、PA と OA を共添加した結果、小胞体ストレスとアポトーシスが減少し、TFEB の発現量が回復した。以上の結果より、飽和脂肪酸と不飽和脂肪酸の細胞内バランスが、不要なタンパク質の分解に関わるオートファジーの正常な機能に不可欠であり、そのバランス欠如が小胞体ストレスの増加に関わることが示唆された。現在、TFEB の発現調節と脂質の関係について、詳細なメカニズムの解明を進めている。

$Y_{0.95}Pr_{0.05}Co_2Zn_{20}$ の四極子近藤効果の微視的研究

室岡啓太¹、本荘洋章¹、小手川恒¹、藤秀樹¹、山根悠²、鬼丸孝博²

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻¹、広島大学院先進理工²

RT_2X_{20} (R:希土類 T:遷移金属, X:プニクトゲン)の組成で表される立方晶かご状物質が注目を集めている。それらは図1に示すような立方晶 $CeCr_2Al_{20}$ タイプの構造をもち、希土類イオンが16個のX原子に内包されている。それによって、希土類4f局在電子と伝導電子間の強い混成(c-f混成)および弱い結晶電場(CEF)効果が期待される。本研究では YCo_2Al_{20} に非磁性 Γ_3 基底二重項状態をもつ磁性イオン Pr を希薄置換した系での四極子近藤効果について核磁気共鳴により調べた。四極子近藤効果は、1987年に D.L.Cox によって理論的に提唱されたが未だ実験例が見つかっていない[1]。

一方、希釈系 $Y_{0.95}Pr_{0.05}Co_2Zn_{20}$ でシングルサイトの四重極近藤効果が起きている可能性が指摘されている。本研究では、これを調べるため、粉末試料について印加磁場を変えながら Co-NMR ナイトシフトと核スピン格子緩和率 $1/T_1$ の測定を行った。

[1] D.L. Cox, Phys.Rev.Lett. 59,1240 (1987).

[2] Y. Yamane, JPS Conf. Proc. 29, 015001 (2020).

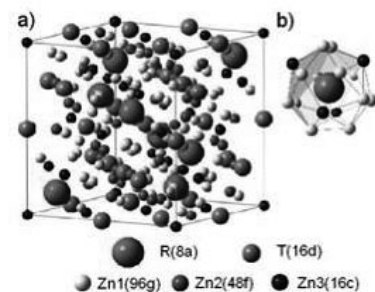


図1: YCo_2Zn_{20} の結晶構造

立体障害を導入したアゾ配位子からなる

Ni(III)錯体の構造と性質

野口拓海¹、高橋一志¹、宮脇敦大¹、櫻井敬博²、大久保晋³、太田仁³理学研究科 博士前期課程 化学専攻¹、研究基盤セ²、分子フォト³

温度や光などの外部刺激による金属錯体のスイッチング現象として、中心金属と配位子の間で電子が移動する原子価互変異性(VT)と高スピン状態と低スピン状態間でスピン状態が変化するスピנקロスオーバー(SCO)が知られている。最近、酸化還元活性配位子を用いたNi(III)錯体**1**において、VTもしくはSCOを示唆する磁性の変化がみられた。しかし、**1**の配位子が配向ディスオーダーしていたため、磁性変化に伴う結合長変化を明らかにすることが困難であった。そこで、配位子に立体障害を導入することで配向ディスオーダーの無いNi(III)錯体**2**が得られると考え、合成を検討した。2-メトキシ-5-メチルアニリンと3,4,5-トリメチルフェノールをジアゾカップリングした後、脱保護により配位子を合成した。この配位子を用いてNi(II)錯体を合成後、ヨウ素酸化により**2**を得た。磁化測定の結果、**2**の χ_{MT} は300 Kで $0.34 \text{ cm}^3 \text{ K mol}^{-1}$ であり、2 Kから400 Kの間では一定の値で、Ni(III)の低スピン状態であることが示唆された。90 Kで結晶構造解析を行ったところ、配位子が配向ディスオーダーしておらず、Ni(III)錯体の結合長を明らかにすることができた。発表では、構造と性質の詳細について報告する。

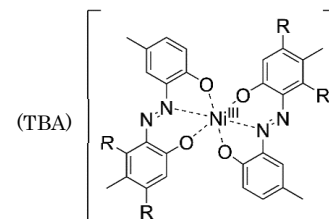
1: R = H, 2: R = CH₃

Figure 1. 錯体の分子構造

発表取り止め

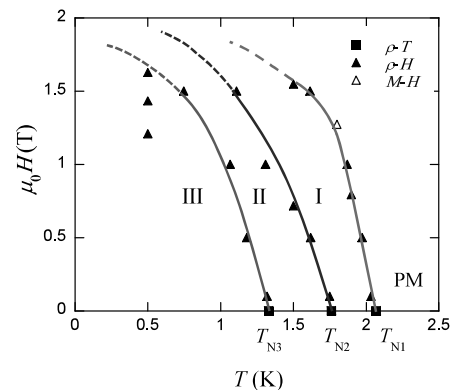
六方晶フラストレーション化合物 CeMgIn の

低温物性と磁気相図

大西昂¹、松岡英一²、菅原仁²、太田仁³

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

Ce を始めとする希土類化合物は $4f$ 電子と伝導電子との相互作用により、様々な磁気的基底状態を示す。その中でも、幾何学的フラストレーションに起因したエキゾチックな磁性状態に興味もたれている。昨年度は、Ce サイトが擬カゴメ格子を組むことにより幾何学的フラストレーションを有する、六方晶化合物 CeMgIn (空間群 $P\bar{6}2m, D_{3h}^3, \text{No.189}$) [1] に注目し、 $T_{N1} = 2.1$ K で反強磁性転移すること、また T_{N1} 以外にも複数の相転移を示す可能性が考えられることを報告した。本年度はより詳細な物性を調べた結果、 $T_{N2} = 1.7$ K 及び $T_{N3} = 1.3$ K においても相転移を示すことが分かった。右図に、電気抵抗率と磁化の測定結果から作成した磁場-温度相図を示す。 T_{N1} だけでなく、 T_{N2} と T_{N3} も、磁場の増加と共に低温側にシフトしていることから、これら二つの温度での相転移も反強磁性転移と考えられる。すなわち、 CeMgIn は I~III の少なくとも 3 つの反強磁性相を持つ物質であると考えられる。



[1] R. Kraft et al., Z. Naturforsch. B **59**, 513 (2004).

空間反転対称性の無い Mn 系磁性体における磁気秩序に 対する研究

中村彰良¹、小手川恒²

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻¹、神戸大院・理²

空間反転対称性の無い磁性体では通常の交換相互作用に加えて、DM(Dzyaloshinskii-Moriya)相互作用が存在する。DM 相互作用とは、スピンを平行もしくは反平行から傾ける相互作用であり、弱強磁性体では磁化が完全に打ち消されずに残った磁化が自発磁化として現れる。 NbMnSi と NbMnGe は六方晶(空間群 $P-62m$)の結晶構造を持ち、空間反転対称性の無い物質として知られている。

本研究では基礎物性が未報告である NbMnSi と NbMnGe の試料作製を行った。 NbMnSi では多結晶の試料作製、 NbMnGe では単結晶の試料作製にそれぞれ成功した。それらの試料を用いて電気抵抗測定と磁化測定、更に NbMnGe はホール効果測定を行った。図 1 は NbMnSi における磁化過程を測定したグラフで、低磁場でのヒステリシスの伴った磁化の振る舞いから非常に小さい残留磁化が確認できる。

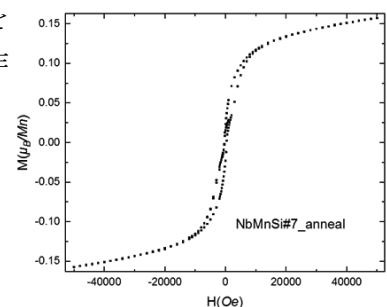


図 1 NbMnSi の磁化過程

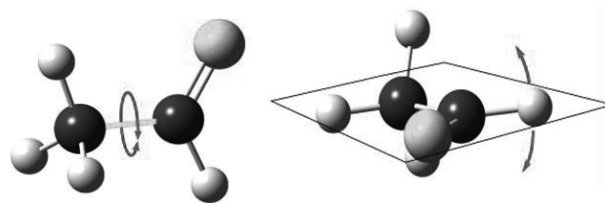
アセトアルデヒド $S_1 \leftarrow S_0$ 遷移の高分解能レーザー分光谷口凜¹、中島康輔¹、清水陽¹、笠原俊二²、馬場正昭²理学研究科 博士前期課程 化学専攻¹、神戸大学分子フォト²

アセトアルデヒドは大振幅振動を持つ単純な分子であることから、分光学的に興味深い分子である。 S_0 状態ではメチル基の内部回転が大振幅振動となっており、Hougen ら[1]によってメチル基の内部回転による相互作用を取り込んだ詳細なスペクトルの解析がなされている。 S_1 状態ではメチル基の内部回転に加え、アルデヒド水素の反転運動が大振幅振動となっており (Fig.1)、これらの大振幅振動と全体回転の相互作用によって回転構造が複雑化すること

が知られている。Chou ら[2]による S_1 状態の観測結果からは $14^0_015^4_0$ バンドの回転定数は 7.012 cm^{-1} と報告されており、アセトアルデヒドの構造から考えられる回転定数と大きく離れた値となっている。本研究ではアセトアルデヒドの $S_1 \leftarrow S_0$ 遷移の高分解能蛍光励起スペクトルを観測し、大振幅振動の影響が小さいとされる $14^0_015^2_0$ バンドの帰属と解析を行うとともに、 $14^0_015^4_0$ バンドでは大振幅振動の影響を考慮に入れたスペクトルの解析を試みた。

[1] J. T. Hougen, I. Kleiner, and M. Godefroid, *J. Mol. Spectrosc.* 163, 559 (1994).

[2] Y.-C. Chou, C.-L. Huang, I.-C. Chen, C.-K. Ni, A. H. Kung, *J. Chem. Phys.* 115, 5089, (2001)



アルデヒド水素の反転運動(ν_{14})とメチル基の内部回転(ν_{15})

集積型テラヘルツ帯 WGM 共振器の作製と評価

深川 韻¹、大道 英二¹、太田 仁^{1,2}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

テラヘルツ帯などの高周波領域における電子スピン共鳴 (ESR) 測定では X バンド帯の市販装置を用いた場合と比較して高いスペクトル分解能を得られるという利点がある。しかしながら、高周波数領域では光源の出力の低下により、高い検出感度の実現が困難となる。

本研究では高い検出感度を実現する方法として、集積型テラヘルツ帯 WGM (Whispering Gallery Mode) 共振器の利用に着目した。WGM 共振器はエバネッセント波を用いて外部の光伝播モードとの結合が可能であるが、高い結合効率を得るためには共振器と外部伝播モードとの位置調整が極めて重要となる。したがって、実際に ESR 測定が行われる低温下では熱収縮に伴う相対位置変化が WGM 共振器の特性に大きく影響する。このような問題を解決する方法として、共振器と導波路をあらかじめ適切な配置で同一の基板上に集積することにより、熱収縮による相対位置変化の影響を最小化できる集積型 WGM 共振器の導入が挙げられる[1]。

本研究では任意形状の WGM 共振器を作製できるようにするため電子線描画装置を用いたフォトマスク作製法を確立した。また、フォトリソグラフィおよび反応性イオンエッチング (RIE) の条件だしを行い、集積型 WGM 共振器を作製する。

[1] J. Xie *et al.*, *Opt. Mater. Express* 8 50 (2018).

パラフェニレン伸長新規電子受容性架橋配位子と 鉄(II)配位高分子の合成と物性

石野圭一郎¹、高橋一志¹、櫻井敬博²、太田仁³

理学研究科 博士前期課程 化学専攻¹、研究基盤セ²、分子フォト³

酸化還元活性な架橋配位子から成る金属錯体が細孔を持つことで、ガス吸着などの細孔による機能に加え、電子移動に基づく新たな機能が期待される。先行研究の電子受容性配位子 **1** (Fig. 1.) とその構造異性体にベンゼン環を導入し、細孔の拡大を狙った誘導体 **2** と **3** (Fig. 1.) を合成し、電気化学的特性

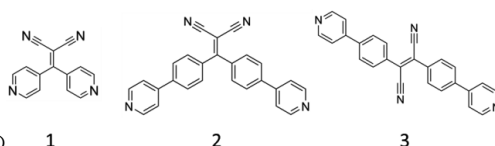


Fig. 1. Structures of bridging electron-accepting ligands

の評価、金属錯体の合成を行った。**2** は対応するベンゾフェノン誘導体とマロノニトリルを Knövenagel 縮合させることで得た。**3** は 1,2-ジ(4-ブロモフェニル)-1,2-ジシアノエチレンと 4-ピリジンボロン酸の鈴木・宮浦カップリング反応により得た。CV 測定からいずれの配位子も電子受容性を持つことが分かった。**3** と $[\text{Fe}(\text{NCS})_2(\text{py})_4]$ の配位子交換反応により鉄錯体の赤色結晶が得られた。結晶構造解析の結果、鉄のアキシャル位に 2 つの NCS が配位し、エクアトリアル位に 4 つの **3** が架橋配位した 2 次元グリッド状配位高分子を形成しており、2 次元骨格が積層することで *b* 軸方向に 1 次元チャンネルを形成していた。90 K での配位構造と磁化測定から室温以下で鉄(II)は高スピン状態であった。TG-DTA 測定からチャンネル中の溶媒分子と考えられる 2 段階脱離が確認され、その後水 2 分子程度の吸脱着が示唆された。

鉄(III)錯体の協同的スピン転移のメカニズム解明

松本一樹¹、高橋一志¹、櫻井敬博²、太田仁³

理学研究科 博士前期課程 化学専攻¹、神戸大研究基盤セ²、神戸大分子フォト³

スピントスオーバーとは錯体中の金属イオンのスピン状態が変化する現象である。その転移温度や協同性は分子間相互作用の大きな影響を受けることが知られているが、そのメカニズムは解明されていない。我々は、中性 Fe^{III} 錯体を用いて隣接錯体分子間の π - π 相互作用エネルギー変化がスピン転移に影響していることを報告した[1]。本研究では、スピン転移における分子間相互作用の役割を明らかにするため、 π - π 相互作用によって二次元レイヤーを形成するカチオン性 Fe^{III} 錯体 **1** の結晶構造と磁性、分子間相互作用エネルギーの温度依存性を調べた。磁化率の温度依存性より、**1** は 360 K で温度ヒステリシスを伴う急激な転移を示し、単結晶構造解析から同時に構造転移が起こることが分かった。分子間相互作用エネルギーの温度変化から、構造転移における構造変化の着目すべき点が明らかになった。 π - π 相互作用による二次元レイヤーの熱膨張と SCO によりアニオンサイトの体積がアニオンサイズより大きくなることで不安定化することが構造転移の原因であることが示唆された。

[1] A. Miyawaki *et al.*, *Inorg. Chem.*, **2020**, 59, 12295-12303.

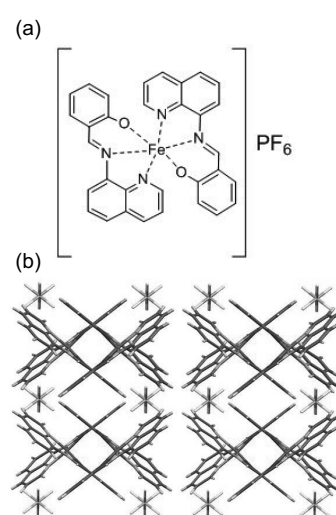


Fig. 1. Fe^{III} 錯体 **1** の (a) 構造式と (b) 結晶構造

Single-molecule diagnostics using a model membrane in a nanometric gap structure

Yuuri Miyata¹, Fumio Hayashi², Kenichi Morigaki^{1,4}

Grad. Sch. Agri., Kobe Univ¹., Grad. Sch. Sci., Kobe Univ²., Biosignal Research Center, Kobe Univ³.

Single-molecule observation of biomolecules has become an important technique in modern biology, because it provides detailed information that cannot be obtained by averaging multiple molecules. Application of single molecule measurement to the detection and identification of disease-related biomolecules (biomarkers) should enable diagnosis with higher sensitivity and accuracy. we develop a single molecule diagnostic technique modeled after ELISA method in the nanometric gap structure (nanogap-junction) fabricated between lipid membrane and a polydimethylsiloxane sheet. Target molecule (biomarker) is captured by an antibody (capture-Ab) on the surface of lipid membrane by antigen-antibody reaction. The biomarker is recognized by fluorescently labeled Ab (targeting another epitope on the biomarker). The complex on the surface of the SLB is transported to the nanogap-junction by the lateral diffusion of lipid bilayer. Detecting target molecules in the nanogap-junction should enable single molecule detection by suppressing the background noise and the influences of coexisting molecules. we prepared fab' from IgG labeled with fluorescent dyes to estimate the binding of fab' and lipid membranes by the click reaction between azido and dibenzylcyclooctyne (DBCO) groups.

超伝導物質を熱スイッチに用いた断熱消磁冷凍機の試作 II

薦田拓也¹、中村優介¹、菅原仁²、松岡英一²

¹ 理学研究科 博士前期課程 物理学専攻、² 神戸大院・理

異常磁性、非従来型超伝導などの強相関電子系の研究には、極低温での実験が不可欠である。³He/⁴He 希釈冷凍機を用いれば 50 mK 程度の低温が得られるが、試料のセッティングから最低温に冷却するまで多くの労力と時間を要する。そこで本研究ではより簡便に 100 mK 程度の最低温度が得られる断熱消磁冷凍機(Adiabatic Demagnetization Refrigerator: ADR)に着目し試作を行った。従来の ADR では、消磁をする前に常磁性塩を 1 K 程度まで冷却した後、断熱にする操作が必要であるが、この操作を熱スイッチに超伝導物質を使用し、消磁冷凍と断熱を同時に行う点が本冷凍機で工夫した点である。昨年度の研究会では、CeIr₃($T_c \sim 3.3$ K, $H_{c2} \sim 4.4$ T at ~ 0.5 K)を熱スイッチに用い、最低温度 127 mK を実現した結果を報告した。本研究では、別の超伝導物質 Nb₄NiSi($T_c \sim 8.3$ K, $H_{c2} \sim 2.6$ T at ~ 0.5 K)を熱スイッチとして使用することで、さらに、117 mK の最低温度が得られたので報告する。

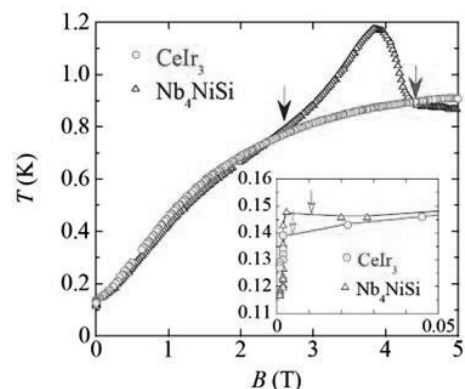


図 CeIr₃とNb₄NiSiを用いた断熱消磁冷却時の温度の磁場依存性。内挿図は0.05 T以下の低磁場領域を示している。主図の矢印はそれぞれの物質の H_{c2} を、内挿図の矢印は H_{c1} を示す。

振動分光法を用いた高分子共重合体の高次構造の研究

畑山 昌寛、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(ラクチド-co-カプロラクトン)共重合体(LCL)は L-ラクチドとカプロラクトンの共重合体である生分解性ポリマーで、生体吸収性縫合糸や人工硬膜の原料として用いられている。現在、ポリ L-乳酸(PLLA)とポリカプロラクトン(PCL)の組成比の変化に伴う分子間相互作用や高次構造の変化は未だ報告されておらず、LCL の構造を解明することは、生分解性ポリマーをより実用的なものにすることに加え、物性の改善・向上・用途拡大が期待される。そこで本研究は、分子鎖全体の動きを捉えることができる THz 分光法と低波数領域を含むラマン分光法を用いて、LCL ((PLLA:PCL)=(100:0), (90:10), (10:90), (0:100)) 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、PCL 側の 69cm^{-1} と PLLA 側の 66cm^{-1} のピークは、PCL、PLLA 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。これはポリグリコール酸(PGA)の比率が下がるにつれて、ポリ(グリコリド-co-ラクチド)共重合体(PGLA)の THz バンドが高波数シフトを示し、共結晶化を示唆した研究^[1]と同じ挙動である。これより LCL も共結晶化しており、新たな分子間相互作用が働いている可能性が考えられる。

[1] Atsushi Nishimae and Harumi Sato, *Macromolecules*, 54, 13, 6440-6448(2021)

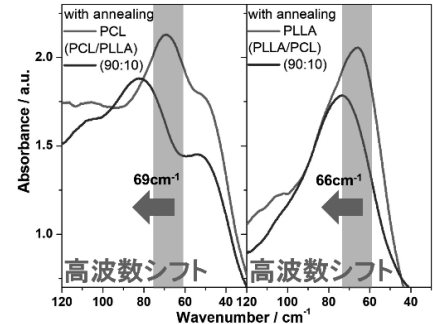


図1 PLLA、PCL、LCL の THz スペクトル

電磁波解析シミュレーションによる誘電体ロッドアンテナの放射特性評価

滝川 稜人¹、重山 紗葉¹、大道 英二¹、太田仁^{1,2}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

我々の研究グループでは熱溶解堆方式 3D プリンターを用いて樹脂材料からなるテラヘルツ帯誘電体ロッドアンテナの作製を行っている。本研究では誘電体ロッドアンテナの放射特性を明らかにし、アンテナ設計の指針を得るため電磁波解析シミュレーションソフトを用いた解析を行う。

実際に作製したロッドアンテナの素材、形状などのパラメータを用いて電磁波解析シミュレーション(CST microwave Studio)を行った。図1には長さ73 mm、幅4 mmのポリプロピレン製ロッドアンテナの放射特性を示す。放射強度は $\pm 30^\circ$ の範囲に集中しており、アンテナとして動作していることがわかる。また、発振周波数を変えていくと放射パターンが中央の窪んだ形から、中央で最も強くなる形状へと系統的に変化する振る舞いが得られた。この計算結果により、作製したロッドアンテナの実験結果を説明できることが分かった。

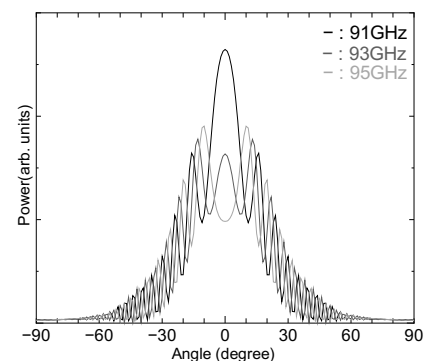


図1: 誘電体ロッドアンテナの放射特性の周波数依存性

反強磁性金属 $\text{Co}_{1/3}\text{TaS}_2$ の物性における

試料依存性の検証

新井 祐樹、小手川 恒

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻

三角格子を形成する反強磁性物質中ではスピン間でフラストレートするため、様々な磁性の基底状態をとりうる。このような物質においては通常では見られないような現象が期待される [1]。

Co 原子が三角格子を形成する $\text{Co}_{1/3}\text{TaS}_2$ は低温で反強磁性秩序を示し、通常、強磁性体で見られる異常ホール効果が反強磁性相で観測されている [2]。

本研究では $\text{Co}_{1/3}\text{TaS}_2$ の試料作製、物性探査を行った。作製した試料では右図のような2つの相転移が見られないため、複数の条件で試料作製を行い、測定結果の試料依存性を報告する。

[1] V. Bonbien *et al.*, *J. Phys. D: Appl. Phys.* **55**, 103002 (2021).

[2] P. Park *et al.*, *npj Quantum Materials* **7**, 42 (2022).

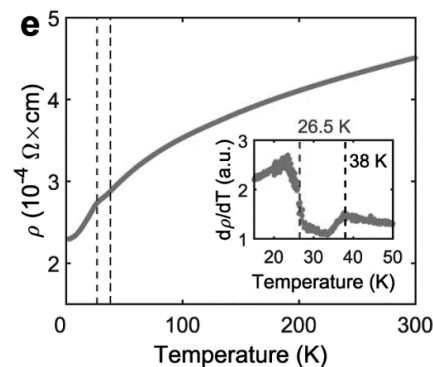


Fig. 他グループによる $\text{Co}_{1/3}\text{TaS}_2$ の電気抵抗率の温度依存性 [2]

trans-スチルベン $S_1 \leftarrow S_0$ 遷移の高分解能レーザー分光清水陽¹、馬場正昭²、笠原俊二²¹ 理学研究科 博士後期課程 化学専攻、² 神戸大学分子フォト研究センター

スチルベン分子(Fig.1)は光励起によって *cis-trans* 転移が起こることが知られており、多くの研究が行われてきた。気相での光異性化は Zewail ら[1]のモデルによって説明されている。このモデルではこのモデルでは S_0 状態から S_1 状態への励起からスタートして、その後数段階の過程を経て光異性化が起こると説明する。*trans*-スチルベンの S_1 状態の寿命は Jortner ら[2]と Zewail ら[1]により各振電バンドの蛍光寿命が測定されていて、 0_0^0 バンドでは約 2.7 ns と報告されている。高分解能蛍光励起スペクトルは、Leo Meerts ら[3]によって観測され、分子定数が決定されている。

本研究ではより高分解能な蛍光励起スペクトルを複数の振電バンドについて観測し、シミュレーションに基いたスペクトルの解析と *ab-initio* 計算によって分子構造、ポテンシャルエネルギーを正確に決定することを目指している。

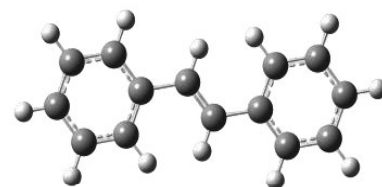


Fig.1 *trans*-スチルベン

[1] J. A. Syage, P. M. Felker, and A. H. Zewail, *J. Chem. Phys.*, **81**, 4706(1984)

[2] T. J. Majors, U. Even, and J. Jortner, *J. Chem. Phys.*, **81**, 2330(1984)

[3] B. B. Champagne, J. F. Pfanstiel, D. F. Plusquellic, D. W. Pratt, W. M. van Herpen, and W. L. Meerts, *J. Phys. Chem.*, **94**, 6 (1990)

YIG における光励起キャリアの拡散ダイナミクス

永富寛弥、徳山湧人、河本敏郎

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻

フェリ磁性を示す YIG は電気磁気効果や磁気光学効果[1,2]のほか、光の照射によって透磁率が変化する光透磁率効果[3]を持つことでも知られている。この透磁率の変化は光励起されたキャリア、およびその緩和した状態が関係していると考えられる。本研究ではこの光励起によるキャリアの拡散に焦点を当て、例として YIG を用いた。そして光学的手法を用いてキャリアの拡散を空間的、時間的に観測した。

本研究では、ポンプ・プローブ法を使用して透過率変化を測定し、キャリアの拡散を観測した。ポンプ光が試料に照射されると、キャリアが生成され吸収が発生する。次にキャリアの拡散が起こり、吸収に変化が生じる。この吸収のダイナミクスを調べるため、試料を透過したプローブ光の透過率変化をフォトダイオードで測定した。実験では、ポンプ光とプローブ光が重なった状態からポンプ光を徐々にずらすことにより、空間的、時間的に拡散するキャリアの様子を観測した。またポンプ光で励起されたキャリアの電荷の符号を調べるために、サンプルに電場を印加した時のキャリアの空間的、時間的応答についても観測した。最後に拡散係数の温度依存性を調べる測定を、10K から室温までの間で行なった。

[1] T. H. O'Dell, *Phil. Mag.* 16, 487 (1967).

[2] H. Ogawa, E. Kita, Y. Mochida, K. Kohn, S. Kimura, A. Tasaki, and K. Siratori, *J. Phys. Soc. Jpn.* 56, 452 (1987).

[3] 前田敬一郎, 松原郁哉, 藤原努, 久武慶蔵, 川井頼能, 植松健一, *日本応用磁気学会誌* 15, 201-204 (1991).

ジャイロトロンを用いた力検出型 ESR 測定における

フィードバック制御

増田祥大¹、高橋英幸²、石川裕也³、大道英二¹、太田仁^{1,2}

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、
福井大学遠赤セ³

電子スピン共鳴 (ESR) 測定法では、一般に測定周波数が高周波域になるほど高分解能となり、また、測定感度は光源の出力が大きいほど向上する。そのため高出力・高周波光源であるジャイロトロンを用いることで高感度・高分解能の両立が可能となる。我々の研究グループではメンブレンを用いた力検出型 ESR 測定とジャイロトロン光源の組み合わせによって、室温下において微小試料の高周波 ESR 分光測定が可能になることを報告してきた[1]。しかし、これまでの測定では高出力光源のパルス発振によりメンブレンが振動し、ベースラインが不安定となる課題があった。そこで本研究ではメンブレンの変位を検出するファイバー光学干渉計の干渉強度を一定に保つようにピエゾ素子を用いてフィードバックを加える手法を開発した。

本研究では室温下で 173 GHz、206 GHz における ESR 測定を行い、6.168 T および 7.346 T において明瞭な DPPH の ESR 信号を観測することに成功した。今後は高次高調波における ESR 信号の観測を実現するためベースラインのさらなる安定化や高次高調波発生などを進めていく必要がある。

[1] H. Takahashi *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* 118, 022407 (2021)

反強磁性体 Cr_2O_3 における 電場誘起磁化と副格子スイッチのダイナミクス

岡本淳、阿部修也、河本敏郎

理学研究科 物理学専攻 博士前期課程

近年、強誘電性と磁気秩序を併せ持つ物質である多様なマルチフェロイック物質に興味を持たれている。その多くは螺旋型のスピン構造をもつ反強磁性体である。これらの物質は、巨大な非線形電気磁気効果を示すことで注目されている。 Cr_2O_3 はネール温度 $T_N = 307 \text{ K}$ 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。 Cr_2O_3 は螺旋型のスピン構造ではないが、 Cr_2O_3 における線形電気磁気効果の理解は、マルチフェロイック物質の巨大な電気磁気効果の理解への足掛かりとして、新たに注目を集めている。

Cr_2O_3 には二つの反強磁性ドメインが存在し、電場と磁場を同時に印加することで、片方のドメインにスイッチすることが報告されている[1]。しかし、そのダイナミクスについては必ずしも解明されていない。本研究では、電場誘起磁化の時間変化に注目し、パルス電場と CW レーザー光のファラデー回転を用いた副格子スイッチのダイナミクスの観測を行った。副格子スイッチの実験では電場と磁場の印加に対する反強磁性の副格子スイッチの時間・空間的ダイナミクスを観測し、磁壁の伝播を明らかにした。

[1] C. C. Brown and T. H. O'Dell, IEEE Trans, Magnetics MAG-5, 964 (1969).

ポリトリメチレンテレフタレートの 低波数領域の振動分光法を用いた高次構造解析

丸山 陽大、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

ポリトリメチレンテレフタレート (PTT; Fig.1) は、テレフタル酸と 1,3-プロパンジオールとを重縮合させて得られるバイオベースプラスチックである。本研究では低波数ラマン分光法を用いて、PTT の分子間水素結合の有無や高次構造をポリエチレンテレフタレート (PET) やポリブチレンテレフタレート (PBT) と比較し調べることを目的とした。40 cm^{-1} ~130 cm^{-1} の昇温過程における PTT のラマンスペクトルとその二次微分を Fig.2 に示す。PTT には室温で 58 cm^{-1} 、90 cm^{-1} 、114 cm^{-1} にピークが確認出来る。これらのピークは PBT とほぼ同じ位置に現れている。110 cm^{-1} 付近のピークシフトは PET と PBT の CH_2 の数の違いによる分子鎖の柔軟性の差とそれに起因する分子間 $\text{C}=\text{O}\cdots\text{H}-\text{C}$ 水素結合の有無の違いを反映している。PTT では昇温過程でこれらのバンドで低波数シフトが見られたことから、PTT にも分子間水素結合が存在する可能性が示唆された。また 90 cm^{-1} 付近のピークは PET では見られなかったが、PBT と PTT では確認出来た。PBT と異なり、PTT では 90 cm^{-1} で昇温過程において低波数シフトが見られた。以上のことからこのピークは PTT 特有の高次構造を反映していると考えられ、 CH_2 基の数の違いによる分子鎖の柔軟性や偶奇性による構造上の違いを反映している可能性が高いと考えられる。

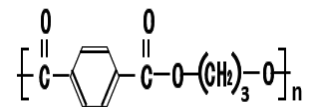


Fig.1: Chemical structure of PTT

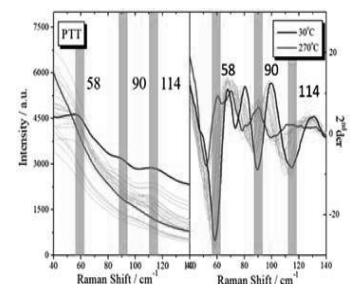


Fig.2: Raman spectra and their 2nd derivative spectra of PTT

3D プリンターで造る

極低温テラヘルツパルス強磁場 ESR 装置の開発

瀬川和磨¹、原茂生²、櫻井敬博²、大久保晋^{1,3}、
太田仁^{1,3}、松本正茂⁴、栗田伸之⁵、田中秀数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²、神戸大・分子フォト³、
静岡大・理⁴、東工大院・理⁵

一般に極低温テラヘルツパルス磁場 ESR 装置には、いくつかの制約がある。(1)波長が短いため、ライトパイプを使用、(2) 磁場空間が狭い、(3) 磁場の影響を回避するため検出器の外部設置、(4) 試料空間の極低温保持などである。電磁波が通る上、極低温・真空状態に置かれることから、従来の ESR 装置のインサージョンは全て金属製であった。しかし例えば、薄い金属を精密なアライメントを保って銀ロウによる加熱接着をするのは困難であった。また、金属加工以外にもいくつかの問題があった。これらを解決するために、近年実用的になってきた 3D プリンターを使い、極低温テラヘルツパルス強磁場 ESR 装置の開発を行なった(図 1)。ライトパイプ以外の部分を SLA 3D プリンターを用いて製作している。また、測定例として CsFeCl₃ の *B//c* の測定を行なったので、合わせて報告する。



図 1 SLA 3D プリンターで造ったインサージョンのキャップ部

S=1/2 スピндаイマー物質

CuVOF₄(H₂O)₆・H₂O の多重極限 ESR 測定

西口律輝¹、櫻井敬博²、KAMENSKYI Dmytro³、

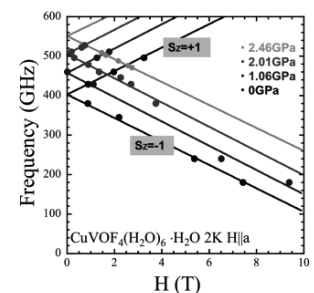
大久保晋⁴、太田仁⁴、CURLEY Samuel Patrick Micheal⁵

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
アウクスブルク大³、神戸大分子フォトセ⁴、ウォーリック大⁵

異種磁性イオン Cu²⁺ と V⁴⁺ からなる S=1/2 反強磁性ダイマー物質 CuVOF₄(H₂O)₆・H₂O [1] の多重極限 ESR を行なった。本系の特徴は二つある。一つ目が、DM 相互作用が存在することにより ESR では本来禁制遷移である基底一重項状態から励起三重項状態への直接遷移が観測出来る事である。二つ目は、圧力下の X 線回折から 2.3GPa 程度で構造相転移する事である [2]。そこで、転移圧力前後でのスピン状態を調べることを目的に、本系の多重極限 ESR 測定を行なった。

[1] S. P. M. Curley *et al.*, Phys. Rev. B **104**, 214435 (2021).

[2] S. P. M. Curley, *Exotic ground states and excitations in quantum magnets*, University of Warwick, 2021, Ph. D. thesis.



図：様々な圧力下で得られた系の周波数一磁場図。

湿潤空気曝露における Li_2TiO_3 の CO_2 吸収特性

壺井裕気¹、富浪洗亮¹、和田真純²、谷池晃³、古山雄一³

海事科学研究科 博士前期課程 海事科学専攻¹、海事科学部²、海事科学研究科³

Li_2TiO_3 はブランケット材料の有力な候補であるが、室温で CO_2 を吸収する性質を持つため、トリチウムの生産効率が低下する恐れがある。 Li_2TiO_3 は H_2O との反応性がないにも関わらず、 CO_2 吸収特性は曝露雰囲気中の H_2O の影響を受けることが示唆されてきた。そこで、 Li_2TiO_3 試料を CO_2 量と H_2O 量の異なる様々な雰囲気中に曝露し、 CO_2 吸収特性を評価した。

加速器分析(NRBS)の結果、曝露試料の C 面密度の値は、湿潤 CO_2 ガス・湿潤空気・乾燥 CO_2 ガス・乾燥空気の順番に大きくなり、 Li_2TiO_3 の CO_2 吸収特性は曝露雰囲気中の H_2O 量に強く影響されることが分かった。 Li_2TiO_3 は CO_2 を吸収すると、表面から第一層に Li_2CO_3 、第二層に TiO_2 を形成するため、 Li_2TiO_3 の CO_2 吸収には、Li イオンと O イオンの動きが重要となる。Li の分布に注目すると、図 1 の乾燥空気中に曝露した試料の Li 面密度の値は、曝露前後で同程度であるのに対し、図 2 の湿潤空気中に曝露した試料では、曝露後に約 1.5 倍の増加を示した。このことより、湿潤雰囲気下では、曝露雰囲気中の H_2O によって Li イオンの分布が試料表面へ大きく偏ることによって Li_2TiO_3 の CO_2 吸収が促進されると考えられる。

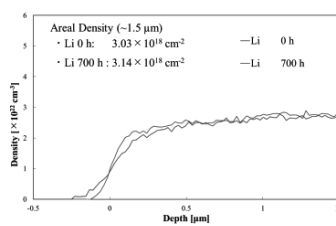


図 1 乾燥空気における Li の深さ密度分布の時間変化

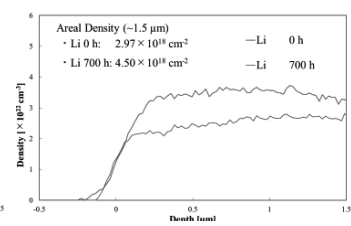


図 2 湿潤空気における Li の深さ密度分布の時間変化

低濃度 CO_2 雰囲気下での Li_2ZrO_3 の CO_2 吸収特性

富浪洗亮¹、壺井裕気¹、和田真純²、谷池晃³、古山雄一³

¹海事科学研究科 博士前期課程 海事科学専攻、²海事科学部、³海事科学研究科

核融合炉ブランケット候補材料として Li_2ZrO_3 が挙げられる。 Li_2ZrO_3 は室温で CO_2 を吸収することが報告されており、 CO_2 を吸収すると材料表面の組成が変化し、トリチウムの回収効率が低下する可能性がある。しかし、 Li_2ZrO_3 の CO_2 吸収特性には不明な点が多いため、調べる必要がある。本研究では、 Li_2ZrO_3 試料を様々な雰囲気中に曝露し NRBS 及び重量測定を用いた実験を行った。NRBS より試料表面近傍の炭素面密度を CO_2 吸収量として、重量測定より重量増加率を試料全体の CO_2 吸収として評価した。各雰囲気の CO_2 濃度は乾燥空気 450ppm、乾燥 CO_2 ガス 3000ppm 以上、乾燥 Ar ガス 50ppm である。

図 1 から 200 時間曝露時において乾燥空気、乾燥 CO_2 ガス、乾燥 Ar ガス曝露試料の炭素面密度はそれぞれ $3.7 \times 10^{17} \text{cm}^{-2}$ 、 $8.2 \times 10^{17} \text{cm}^{-2}$ 、 $5.3 \times 10^{17} \text{cm}^{-2}$ である。各雰囲気の CO_2 濃度はそれぞれ大きく異なるが、乾燥空気および乾燥 Ar ガス曝露試料の CO_2 吸収量が同程度であること、また乾燥 CO_2 ガス曝露試料の CO_2 吸収量が乾燥 Ar ガス曝露試料のその 1.5 倍であることが分かる。図 2 から試料全体の CO_2 吸収量はどの雰囲気でもほとんど同じである。これらから、曝露雰囲気中の CO_2 濃度が大きくなっても Li_2ZrO_3 の CO_2 吸収量は大きな変化はないと考えられる。

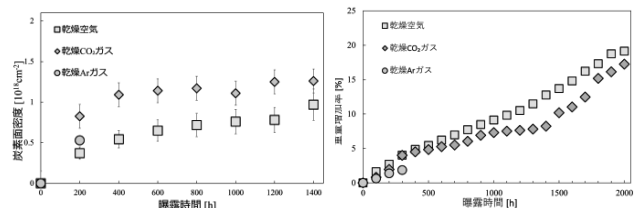


図 2. Li_2ZrO_3 の重量増加率の時間変化

CR-39(TechnoTrak)の陽子及び重陽子に対する応答特性

望月政一郎¹、浅井孝文²、鍛冶賢志²、田邊寛之²、井上千裕²、山内知也²、福田祐仁³、
金崎真聡²

海事科学研究科 海事科学専攻 博士前期課程¹、神戸大院・海²、量研関西研³

高強度レーザーと物質の相互作用を利用したレーザー駆動イオン加速では、分子間力で結合している水素クラスターをターゲットとした陽子線加速が行われている。一方で、クラスター生成ガスが重水素の場合には重陽子線が加速され、中性子発生など様々な応用が期待できるが、レーザー加速重陽子線の計測体系は未開発である。本研究では、X線や電子線が混在する場でもイオンのみを計測可能な固体飛跡検出器 CR-39 を用いたレーザー加速陽子線及び重陽子線の弁別計測手法開発を目的とし、タンデム静電加速器による校正実験を行った。CR-39 の一種である TechnoTrak に、陽子線及び重陽子線を種々のエネルギーで照射し、エッチングと顕微鏡観察を繰り返し行う多段階エッチング法で、陽子線と重陽子線が作り出すエッチピットの成長挙動を追跡した。その結果、図1に示すように、同じ入射エネルギーの場合に重陽子線の方が陽子線のエッチピットより開口部径が大きくなることが分かり、弁別計測の可能性が見出された。

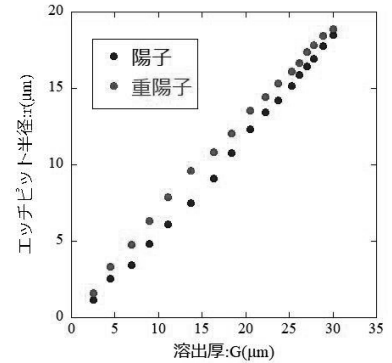


図1 0.8 MeV の陽子及び重陽子の成長曲線

高エネルギーガンマ線カメラ開発における コリメータシステムの改良

成藤智哉¹、藤原理帆¹、上月智史²、谷池晃³、古山雄一³

¹海事科学研究科 博士前期課程 海事科学専攻, ²海事科学部, ³神戸大院・海

核融合炉や燃焼プラズマ実験の研究を進める上で、プラズマから損失し炉壁へ到達するアルファ粒子を測定することが重要となる。そこで、炉壁材料の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 4.44 MeV 高エネルギーガンマ線の発生位置と数量を炉外から測定することで損失アルファ粒子を計測する、高エネルギーアルファ粒子誘起ガンマ線計測手法が提案されている。

本研究では、上記の手法についてコリメータを用いた方式におけるガンマ線イメージングに関する実験を行った。本学静電タンデム加速器を用いて 2.7 MeV のプロトンを PTFE(テフロン)ターゲットに照射し、約 6 MeV のガンマ線を生成した。ガンマ線ソースから約 3 m の位置に鉛コリメータと高純度ゲルマニウム検出器(HPGe)を設置し、鉛コリメータと HPGe の測定位置を変えることで、ガンマ線イメージングを模擬した実験を行った。コリメータの鉛枚数や、鉛板の間隔をあけることでガンマ線の検出量に変化が見られた。発表では、これらの結果と考察について説明する。

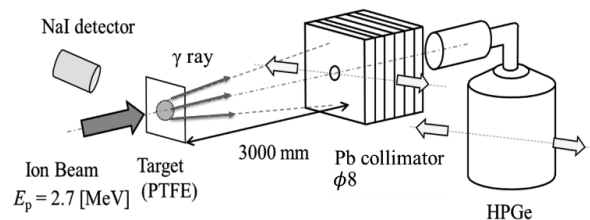


図 実験体系概略図

イオンビームグラフト重合のための モノマーリザーバタンク性能評価

原田 史哉¹, 新田 勇輝¹, 宮内 環¹, 伊藤 拓海², 谷池 晃³, 古山 雄一³

海事科学研究科 博士前期課程 海事科学専攻¹, 海事科学部², 神戸大院・海³

今日、高分子材料は身の回りの様々な製品に使用されている。高分子材料は様々な性質を持ち、一部の高分子材料は放射線グラフト重合によって製造されている。我々はイオンビームを用いてポリマーにモノマーをグラフト重合し、機能性高分子材料の開発を行っている。本研究の目的はモノマーリザーバタンクを用いて真空中へのモノマー導入方法を改良し、その性能を評価することである。

従来の実験方法では、モノマーをモノマーボンベから直接イオンビーム照射チェンバーに導入していたが、モノマーボンベと照射チェンバーの間にリザーバタンクを設置することにより、モノマー導入方法の改善を行う。モノマーをリザーバタンクに所定の圧力まで導入し、その後、電磁バルブを所定の間隔で開閉することで照射チェンバーに導入し、照射チェンバー圧力の時間変動を計測することで、モノマーリザーバタンクの性能評価を行った。

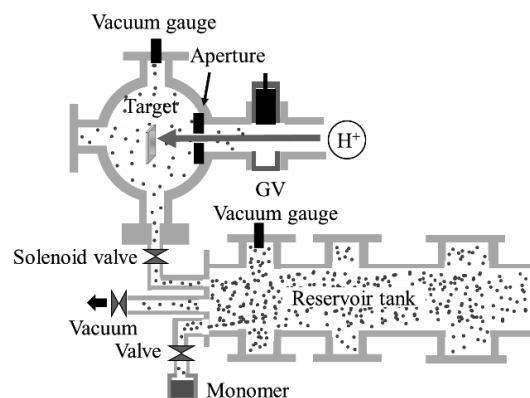


Fig.1. リザーバタンク概要.

その場イオンビームグラフト重合した試料の RBS 分析

新田 勇輝¹, 原田 史哉¹, 宮内 環¹, 伊藤 拓海², 谷池 晃³, 古山 雄一³

¹海事科学研究科 博士前期課程 海事科学専攻, ²海事科学部, ³神戸大院・海

既存の高分子に新たな機能性を付与させる方法として放射線グラフト重合がある。我々は照射とグラフト重合の過程を同時に行う「その場イオンビームグラフト重合法」を用いて機能性ポリマーの作製に関する研究を行っている。

これまでの研究によってその場イオンビームグラフト重合法の開発が進められてきた。しかし、その場イオンビームグラフト重合によって作製された試料はグラフト鎖が少ないため、実験前後の重量変化を用いたグラフト率での評価は不適切であった。そこで、試料中の組成の深さ-密度分布が得られる RBS 分析を利用した。ポリエチレンに対し、酸素原子を含むアクリル酸をモノマーに用いてグラフト重合する場合、グラフト鎖にのみ酸素原子が含まれる。よって、作製した試料の酸素原子の深さ-密度分布から、導入されたグラフト鎖量を評価することができる。

10 μm 程度のポリエチレンにアクリル酸をイオンビームグラフト重合した試料に 2.8 MeV の陽子を入射し、散乱粒子を測定した結果を Fig. 1. に示した。このスペクトルを RBS 分析し、グラフト鎖評価を行った。

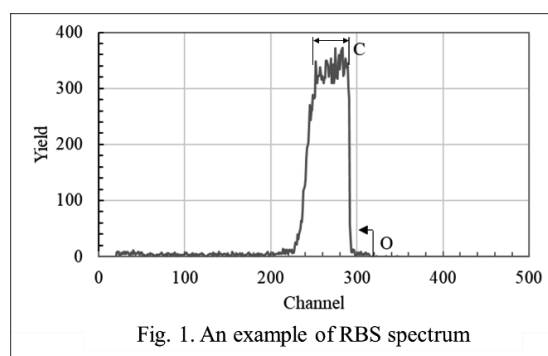


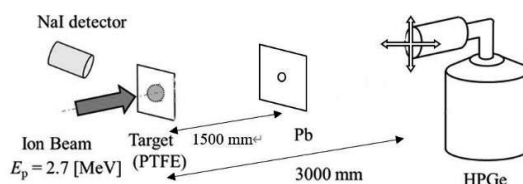
Fig. 1. An example of RBS spectrum

高エネルギーガンマ線カメラ開発のための ピンホールコリメータ基礎実験

藤原理帆¹、谷池晃²、古山雄一²、成藤智哉¹、上月智史³

海事科学研究科 博士前期課程 海事科学専攻¹、神戸大院・海²、海事科学部³

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の低下が挙げられる。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 (4.4 MeV) 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カメラの方式として、コリメータ、ピンホール、コードットアパーチャの3種が考えられる。本研究ではピンホールコリメータに着目し、実験的研究を行った。本学静電タンデム加速器を用いて $F(p, n\gamma)$ 反応によりガンマ線を発生させ、高純度ゲルマニウム検出器(HPGe)とターゲットの間に $\phi 8$ の鉛コリメータを設置した。HPGe の移動による γ 線の検出量の変化を測定した。右図の実験体系の時、鉛コリメータのスケール位置が (7,3) で規格化収量が 0.001387 となり最も多いことが分かった。



二次電子放出を利用した高速イオンからの エネルギー回収におけるカusp磁場導入の効果 II

清水龍大¹、中本聡²、竹野裕正²、古山雄一³、谷池晃³

工学研究科 電気電子工学専攻 博士課程前期課程¹、神戸大院・工²、神戸大院・海事³

D^3He 核融合で生成されるエネルギーは、高速陽子など、大半が荷電粒子の運動エネルギーとなり、直接エネルギー変換が可能である。エネルギー回収法の一つとして、高速陽子を多段に設置された金属箔に照射し、発生する二次電子を捕集することで間接的に高速陽子のエネルギーを回収する図のような SEDEC (Secondary Electron Direct Energy Converter) を著者等は提案している。著者等は、センターのタンデム静電加速器を利用して、SEDEC の実験的研究を行っている。

二次電子を装置側面の捕集電極に導くようにビームに垂直な磁場を印加したが、電子の放出量が低下した。これは二次電子がラーマー運動で箔に戻るためと考え、箔面と捕集電極面のいずれに対しても垂直な磁力線となるよう、カusp磁場に変更した。昨年度の第1報では、従来の磁場より電力回収量が向上したことを報告した。本報では、装置の最適化を目指して、放出点に対する捕集点での磁場強度 (ミラー比) を変化させた結果について報告する。

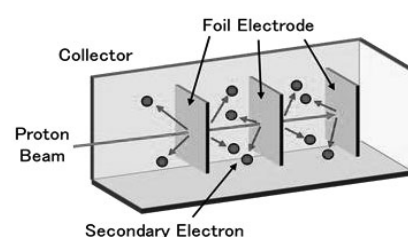


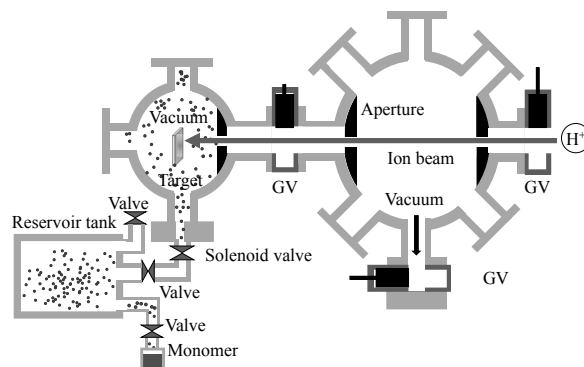
図 SEDEC 概要図

モノマーリザーバータンクを用いた その場同時イオンビームグラフト重合実験

宮内環¹、新田勇輝¹、原田史哉¹、伊藤拓海²、谷池晃³、古山雄一³

海事学研究科 博士前期課程 海事科学専攻¹、海事科学部²、神戸大院・海³

高分子材料はプラスチックやゴム、衣服の繊維等の材料として様々な製品に利用されている。また、機能性高分子開発の進展により医療や機械などあらゆる分野で応用されている。高分子材料は、分子設計により目的に応じた様々な機能を付与することが出来る。高分子合成の中でもラジカル重合は簡易な合成法であり、工業的に有効な手段である。我々は、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なっている。従来の実験体系ではモノマー圧力が不安定であり、その場同時イオンビームグラフト重合実験が困難であった。そこで、本研究ではリザーバータンクを設置することで、モノマー圧力を増加・安定化する実験体系に改良した。その場同時イオンビームグラフト重合実験を行い、ポリエチレン試料のグラフト率評価等を行った。



量子ビームを用いた火山岩の成分分析

村田英慎¹、ゴメスクリストファー¹、ブラダックバラージュ¹、谷池晃¹、瀬戸雄介²、
金崎真聡¹

海事科学研究科 博士前期課程 海事科学専攻¹、大阪公立大学大学院理学研究科²

マントル中の水は、表層環境の変化や地球内部の物質分布に大きな影響を与えてきたと考えられており、火山の歴史を解明する上で、火山岩等の含水率を調べることは重要になっている。しかしながら、火山岩として採取されるまでに水は散逸もしくは付加されるため、その測定は難しい。一方で、近年、火山岩中のフッ素がマントル中の水と良い相関を示すことが明らかとなってきた。これに着目し、本研究では、火山岩中に含まれるフッ素の微量分析を目的として、PIGE (Proton Induced Gamma-ray Emission) 分析を導入し、EDX 分析と比較した。雲仙普賢岳の炭酸谷で取得したデイサイト質の火山岩に対して、タンデム静電加速器を用いて PIGE 分析を行った。結果、フッ素に起因する 6129 keV の γ 線が検出されており、試料中にフッ素を含むことが明らかとなった。次に、同試料を EDX にて成分分析を行った。その結果、鉱物ごとの成分を詳細に分析することは可能であったが、フッ素の $K\alpha$ 線である 676.8 eV 付近に、試料中に大量に含まれる鉄及び酸素の X 線ピークが混在しており、フッ素のピークを単離することができなかった。即ち、鉄を多く含む火山岩では、EDX 分析においてフッ素を検出することが困難であり、PIGE による分析が有用であることがわかった。

ジアミド系農薬による神経行動学的影響の評価

木村真子¹、正田明日香¹、村田碧¹、原 悠佳子¹、世ノ一さくら¹、石田祐也¹、
平野哲史³、万谷洋平²、横山俊史²、池中良徳⁴、星 信彦²

農学研究科 資源生命科学専攻 博士前期課程¹、神戸大院・農²、
富山大研究推進機構³、北海道大院・獣医⁴

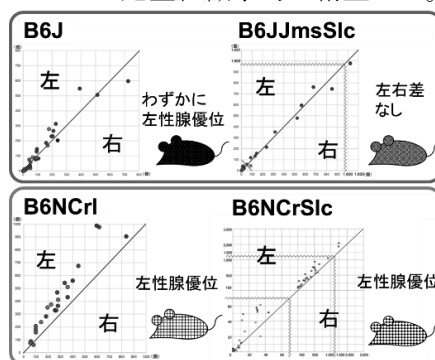
ジアミド系農薬は鱗翅目のリアノジン受容体を標的とした新規作用剤であり、有用生物への影響が指摘されているネオニコチノイド系農薬の代替として使用が拡大している。近年、ジアミド系農薬の一種クロラントラニプロール (CAP) が哺乳類リアノジン受容体に結合し作用することが示唆され、哺乳類に対する毒性が懸念されるが、関連した研究は少ない。そこで、本研究ではマウスの行動および神経系に着目し、ネオニコチノイド系農薬の一種クロチアニジン (CLO) と比較検証した。現行の無毒性量を参考に CAP または CLO を単回経口投与した C57BL/6N 雄マウスを用いて、行動解析により自発運動量および不安様行動を評価した。また、海馬歯状回の神経細胞活性 (c-fos)、血中モノアミン系神経伝達物質・コルチコステロン (抗ストレスホルモン) を定量した。その結果、CLO 曝露で自発運動量の低下、不安様行動の増加、異常啼鳴が認められた。CAP 曝露では自発運動量に変化はみられなかったが、不安様行動の増加が明らかとなった。海馬歯状回における c-fos 陽性細胞は、各対照群と比較して CLO 投与群および CAP 投与群ともに増加した。コルチコステロン値は、CLO 投与群でのみ対照群と比較して高値をとった。以上の結果より、マウスにおいて CAP 曝露により神経活動が亢進し不安様行動が惹起されることを初めて示すことができたが、CLO 曝露よりストレス負荷の小さいことが示唆された。

C57BL/6 (B6) マウス亜系統間における Sry 発現の差異

成田大翔¹、横山俊史²、奥西宣祐¹、加藤栞¹、桐月優輔¹、藤川大誠¹、万谷洋平²、星信彦²
農学研究科 資源生命科学専攻 博士前期課程¹、神戸大院・農²

【背景】性決定遺伝子 *Sry* は転写因子 *Sox9* を発現上昇させ、胎子の未分化性腺内の支持細胞前駆細胞をセルトリ細胞へと分化誘導する。我々は以前、C57BL/6NCrSlc (B6NCrSlc) マウスで左性腺優位な *Sry* 発現を認め、B6 系統もしくは B6NCrSlc 亜系統に特有の現象であることを示唆した。加えて、B6 系統の性分化疾患モデルマウスにおいて遺伝的背景の亜系統差により、*Sry* 発現時期と性腺表現型の差異を認めていることから、野生型の B6 亜系統間における *Sry* 発現の差異が想定された。そこで、B6J 亜系統の B6J と B6JmsSlc、および B6N 亜系統の B6NCrI における *Sry* 発現について定量組織学的に精査した。

【結果と考察】B6J では *Sry* 総陽性細胞数の増加に伴い、わずかに左性腺優位な *Sry* 発現がみられたが、同じ B6J 亜系統である B6JmsSlc では左右差は認められなかった。B6N 亜系統の B6NCrI は B6NCrSlc 同様に左性腺優位な傾向を示した。また、亜系統間で *Sry* 陽性細胞数が異なったことから、*Sry* の発現開始時期や発現様式は B6 亜系統間で異なると考えられた。性分化研究において B6 系統の亜系統差は必ずしも考慮されていない。本研究の結果から、亜系統差が及ぼす影響を考慮する重要性が考えられた。



図：Sry 発現様式の亜系統差

C57BL/6N マウスの性腺分化の臨界期における *Sry* 上流因子の発現に関する定量組織学的検討

奥西宣祐¹, 横山俊史², 成田大翔¹, 加藤葉¹, 桐月優輔¹, 藤川大誠¹, 万谷洋平², 星信彦²
 農学研究科 資源生命科学専攻 博士前期課程¹, 神戸大院・農²

【背景】マウスの未分化性腺の雄性化時には性決定遺伝子 *Sry* が発現する。その際、C57BL/6NCrSlc (B6N) 系統においては左性腺優位に発現することを我々は明らかにした。さらに、各性腺内における *Sry* 発現細胞の分布は均一でなく、外側に多く存在した。*Sry* の発現開始の制御には、上流因子である *Nr5a1*, *Wt1*, *Gata4* 等が関与するが、未分化性腺内におけるそれらの発現の詳細は明らかにされていない。そこで B6N 系統における *Nr5a1*, *Wt1*, *Gata4* の時空間的な発現を定量組織学的に精査した。

【結果①左右差】*Nr5a1* は左性腺優位に発現した。*Wt1* は性腺形成初期には特定の傾向を示さなかったが、発生に伴い左性腺優位に発現する個体が増加した。*Gata4* は特定の発現傾向を示さなかった。

【結果②内外側差】*Nr5a1* は性腺形成初期には内側優位に発現したが、その後、その優位性は消失した。*Wt1* は特定の発現傾向を示さなかったが、*Gata4* は内側優位に発現した。

【結論】これらの結果から、B6N マウスにおける *Sry* の時空間的発現の制御に、*Nr5a1* が重要な役割を担うと考えられた。

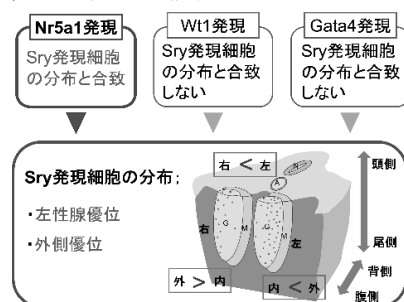


図: *Sry* 発現と *Sry* 上流因子発現との関係

皮膚の創傷治癒における DGK θ の活性調節機能の解析

李 肖雅、上田 修司、伊藤 和樹、小泉 奈緒、福田 伊津子、白井康仁
 農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻

ジアシルグリセロールキナーゼ (DGK) は、細胞内シグナル伝達物質であるジアシルグリセロールをフォスファチジン酸に変換する脂質キナーゼである。10 種類の DGK アイソフォームのうち、DGK θ は、虚血心疾患、神経疾患への関与が報告されているが、その詳細な細胞機能についてはあまり知られていない。本研究では、DGK θ の細胞増殖における役割を解明するため、マウス皮膚損傷モデルを作製し、検討を行った。

DGK θ の細胞増殖における役割を解明するため、全身 DGK θ ノックアウト (KO) マウスを、ICR マウスと戻し交配し、その成体マウスの背部を剃毛後、イヤープンチで直径 1 mm の損傷をつけ、皮膚創傷モデルとした。組織染色は創傷部位のパラフィン包埋切片を作製し、エラスチカ・ワンギーソン染色及びストレプトアビジンビオシン染色を行った。DGK θ KO マウスの細胞増殖率はマウス胚性線維芽細胞 (MEF) を培養し、検討を行った。

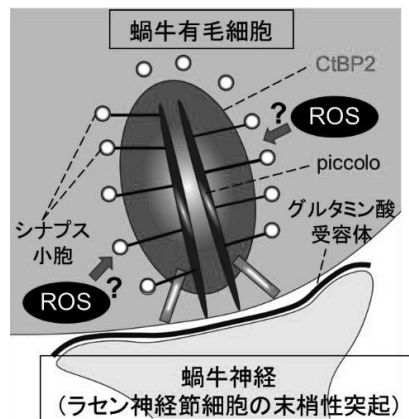
まず、皮膚組織切片を偏光顕微鏡で観察し、DGK θ KO マウスの創傷治癒遅延を確認した。また、Ki67 抗体による組織免疫染色で、創傷部位の線維芽細胞の増殖低下を確認した。次に、MEF を用いた細胞増殖率の検討では、DGK θ KO マウス由来の MEF は、WT マウスに比べ、MTT 試験で有意な細胞増殖率の低下が認められた。更に、MEF におけるシグナル伝達タンパク質の発現を検出したところ、上皮成長因子受容体、サイクリン D1 の有意な発現低下が認められた。以上のことから、DGK θ は、線維芽細胞の増殖を介して、皮膚の創傷治癒に影響することが示唆された。詳細なメカニズムについては、現在も、引き続き、検討を進めている。

蝸牛有毛細胞のリボンシナプスは活性酸素種 (ROS) が関与する後天性感音難聴の標的である

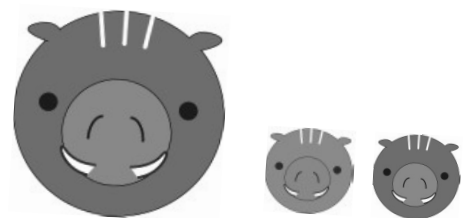
倉沢俊光¹、毛利宏明²、上山健彦²

医学研究科 医科学専攻 博士課程¹、神戸大・バイオシグナル総合研究センター²

近年、後天性感音難聴（加齢性難聴、騒音難聴、シスプラチンによる薬剤難聴など）の病態への活性酸素種 (ROS) の関連が報告されている。感覚神経の神経終末には、素早く持続的にシナプス伝達を可能にするため、多数のシナプス小胞を繫留したプレシナプスリボン（右図）と呼ばれる特有構造を持つシナプス（リボンシナプス）が存在する。本研究では、ROS 過剰産生モデル（NOX4 トランスジェニック）マウスを作製し、上記3種の後天性感音難聴と ROS との関連を、従来から感音難聴の原因として知られている蝸牛有毛細胞脱落に加え、蝸牛有毛細胞内のプレシナプスリボンの障害（シナプトパチー）に注目して解析した。その結果、ROS が関与する後天性感音難聴において、聴力低下や有毛細胞脱落に先立ち、プレシナプスリボンが減少することが明らかとなった。



メモ



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ください。

無記名ですので遠慮なくご記入ください。

http://www.csrea.kobe-u.ac.jp/frontier/fr_q/fr_q.html



若手フロンティア研究会 2022 概要集

発行日：令和4年度12月20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