

神戸大学研究基盤センター

# 若手フロンティア研究会 2015

## 概要集



2015年12月25日（金）

神戸大学百年記念館

神戸大学研究基盤センター

# 若手フロンティア研究会2015

## 概要集

日 時：平成27年12月25日（金）13:30～16:30

場 所：神戸大学百年記念館3Fホワイエ

プログラム：ポスターセッション・懇談会・表彰式

表 彰：最優秀ポスター賞1名

部門賞4名（各部門1名）

優秀賞（若干名）

※受賞者には賞状、および副賞を贈呈

## 発表プログラム

### アイソトープ部門 (A)

A01	分裂酵母におけるRab5下流因子の探索	理学研究科 博士前期課程 生物学専攻	松本 中	p 1
A02	Possible involvement of a glucan binding protein in food capture of a heliozoan <i>Raphidiophrys contractilis</i>	理学研究科 博士後期課程 生物学専攻	MOUSUMI BHADRA	p 1
A03	植物をストレス耐性化する5-アミノレブリン酸の作用機構	農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻	段 塵	p 2
A04	血糖値調節効果を有する食品成分の筋タンパク合成促進効果の検討	農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻	久保田 祐介	p 2
A05	アブシジン酸に対する根寄生雑草ストライガの気孔と発芽の応答	農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻	藤岡 聖	p 3
A06	骨格筋コネクチン断片の組換えタンパク質とモノクローナル抗体の結合について	農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻	仲 梓沙	p 3
A07	DNA修復を制御するタンパク質リン酸化の解析	理学研究科 博士前期課程 生物学専攻	木下 実	p 4

### 機器分析部門 (B)

B01	AFM力計測を用いた生細胞表面タンパク質のマッピング解析	工学研究科 博士後期課程 応用化学専攻	竹中 武藏	p 5
B02	担癌マウスを用いたポリアクリル酸修飾過酸化チタンナノ粒子の生体内分布特性の調査	工学研究科 博士前期課程 応用化学専攻	鈴木 貴弘	p 5
B03	多価イオン照射によるカーボンナノチューブの構造変化	理学研究科 博士前期課程 物理学専攻	西田 尚史	p 6
B04	フィブリノーゲンのもつ抗アミロイド凝集効果	理学研究科 博士前期課程 化学専攻	赤井 大気	p 6
B05	Atomic Layer Deposition法による誘電体多層膜粒子の作製及び発光制御	工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻	尾崎 友亮	p 7
B06	側鎖にジシロキサン結合を有する高脂溶性ポリチオフェンの合成	工学研究科 博士前期課程 応用化学専攻	炭野 有吾	p 7
B07	テラヘルツ時間領域分光によるCoOの内部エネルギー温度依存性の測定	理学研究科 博士前期課程 物理学専攻	立松 雅大	p 8
B08	つる巻き状分子不斉の創出 チオフェン誘導体の合成と反応	工学研究科 博士前期課程 応用化学専攻	豊森 佑夏	p 8
B09	酵母シグナル伝達を用いた標的膜タンパク質に対するバイオメディカル分子スクリーニングシステム	工学研究科 博士後期課程 応用化学専攻	海嶋 美里	p 9
B10	血液ポンプの溶血特性評価に関する研究	工学研究科 博士前期課程 機械工学専攻	東 恒大	p 9
B11	高周波誘導加熱による発光性酸素空孔含有シリカガラスの作製	理学研究科 博士前期課程 化学専攻	永吉 佑	p 10
B12	MIM構造を用いたGeドーブシリカ薄膜からのSHGシグナル増強	工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻	KANG BYUNG JUN	p 10
B13	THz-TDSを用いたSiの光励起キャリアダイナミクス	理学研究科 博士前期課程 物理学専攻	南部 正裕	p 11
B14	水性二相分離現象を応用したタンパク質放出制御	工学研究科 博士前期課程 応用化学専攻	安富 諒	p 11

B15	反強磁性体Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> における電場誘起磁化	理学研究科 博士前期課程 物理学専攻	新海 貴大	p 12
B16	B,P同時ドーブSiナノ結晶を用いた単電子トランジスタ	工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻	東川 泰大	p 12
B17	アンジュレータ放射光照射による石英ガラス膜の屈折率制御に関する研究	工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻	木村 学	p 13
B18	金ナノ粒子シリコンナノ結晶複合体の発光特性評価	工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻	井上 飛鳥	p 13
B19	枝分かれポリグリセロールの表面・バルク特性におけるキラル効果	工学研究科 博士前期課程 応用化学専攻	杉本 洋輔	p 14
B20	B, P同時ドーブシリコンナノ結晶のエネルギー準位構造	工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻	堀 祐輔	p 14
B21	シリコンナノ結晶塗布薄膜の光電流特性	工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻	佐々木 誠仁	p 15
B22	金属マグネシウムと酸化物ガラスの反応により作製した金属複合化合物のヘテロ界面構造解析と電気・磁気物性	理学研究科 博士前期課程 化学専攻	上野 勝也	p 15
B23	帯電微粒子配列を用いた表面プラズモン共鳴構造色	工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻	米山 貴之	p 16
B24	回転対称型benzotrithiophene誘導体の合成と酸化状態	海事科学研究科 博士前期課程 海事科学専攻	西村 遼太郎	p 16
B25	ナノインプリントにより作製したセンサー用光導波路リング共振器の研究	工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻	北中 貴一	p 17
B26	ビスマスドーブシリコンナイトライド薄膜の近赤外発光特性	工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻	森岡 嵩文	p 17
B27	蛍光スペクトルによる 市販オリーブオイル製品の識別と成分の評価	農学研究科 博士前期課程 食料共生システム学専攻	山本 有紗	p 18

### 極低温部門 (C)

C01	分枝型置換基を有するルテニウム錯体系イオン液体の液体物性	理学研究科 博士前期課程 化学専攻	東 智美	p 19
C02	光照射で配位高分子固体に変化するイオン液体の開発	理学研究科 博士前期課程 化学専攻	上田 嵩大	p 19
C03	Magnetostratigraphy of hominid-bearing beds in Trinil, Java	理学研究科 博士前期課程 地球惑星科学専攻	熊澤 巨洋	p 20
C04	マイクロカンチレバーを用いた高周波ESR分光法のタンパク質試料への応用	理学研究科 博士前期課程 物理学専攻	岡本 翔	p 20
C05	稲わらのバイオリファイナリーに向けた特性の解析と多様性の評価	農学研究科 博士前期課程 資源生命科学専攻	合田 喬	p 21
C06	炎症に関与するNLRP3のLRRドメインの発現系の構築と構造再生の試み	理学研究科 博士前期課程 化学専攻	山本 良太	p 21
C07	木本植物の心材形成時における栄養塩回収機構の解析	理学研究科 博士前期課程 生物学専攻	真鍋 瞬	p 22
C08	ラン藻中における光化学超複合体内のエネルギー移動	理学研究科 博士前期課程 化学専攻	植野 嘉文	p 22
C09	マルチフェロイック物質BiFe <sub>0.8</sub> Co <sub>0.2</sub> O <sub>3</sub> の高周波ESR測定	理学研究科 博士前期課程 物理学専攻	森満 新	p 23
C10	ミドリゾウリムシに共生するクロレラの細胞壁の解析	理学研究科 博士前期課程 生物学専攻	松元 里樹	p 23

C11	量子スピンマチック相を持つと期待されるNaCuMoO <sub>4</sub> (OH)の磁場 中配向試料によるTHz ESR測定	理学研究科 博士前期課程 物理学専攻	北原 遥子	p 24
C12	筋肉細胞の糖取り込みを促進する緑豆タンパク質人工消化物由来ペプ チドの単離と特定	農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻	王 鑫	p 24
C13	磁場中回転配向試料作製とその強磁場ESR測定	理学研究科 博士前期課程 物理学専攻	吉田 翔太	p 25
C14	ゲノム損傷応答におけるp53とDDB2の機能関連	理学研究科 博士前期課程 生物学専攻	上村 美花	p 25
C15	タンパク質分解系によるDNA損傷応答制御機構	理学研究科 博士前期課程 生物学専攻	金子 雄貴	p 26
C16	2次元正方格子磁性体Sr <sub>2</sub> MnO <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> の高周波ESR測定	理学研究科 博士前期課程 物理学専攻	高橋 昭彦	p 26
C17	カスタムカンチレバーを用いた高周波ESR測定	理学研究科 博士前期課程 物理学専攻	三木 俊裕	p 27
C18	新斜方晶化合物RRh <sub>3</sub> Ga <sub>2</sub> (R = La, Ce, Pr)の基礎物性測定	理学研究科 博士前期課程 物理学専攻	久保 智也	p 27
C19	新しい立方晶希土類化合物R <sub>6</sub> Pd <sub>13</sub> Zn <sub>4</sub> (R = 希土類)の磁性と伝導	理学研究科 博士前期課程 物理学専攻	大島 章弘	p 28
C20	銅(I)配位高分子の構造異性に基づく構造転移と発光挙動	理学研究科 博士前期課程 化学専攻	岡井 光信	p 28
C21	中国レスにおける二次生成磁性ナノ粒子の探査	理学研究科 博士前期課程 惑星学専攻	佐野 拓郎	p 29
C22	触媒的不斉ジヒドロキシ化を用いた希少糖合成	理学研究科 博士前期課程 化学専攻	波戸 陽一	p 29
C23	CeRh <sub>6</sub> Ge <sub>4</sub> のSi置換による量子臨界性の検証	理学研究科 博士前期課程 物理学専攻	本道 千聖	p 30
C24	新しい六方晶希土類化合物RRh <sub>6</sub> Si <sub>4</sub> (R = 希土類)の磁性	理学研究科 博士前期課程 物理学専攻	藤井 達也	p 30
C25	Cytochrome b <sub>561</sub> ホモログタンパク質・SDR2分子生理機能解析	理学研究科 博士前期課程 化学専攻	東田 怜	p 31
C26	Ge-NMR/NQRによるUGe <sub>2</sub> の磁気ゆらぎの研究	理学研究科 博士前期課程 物理学専攻	野間 雄一郎	p 31
C27	SrCu <sub>2</sub> (BO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> のTHz領域での圧力下ESR測定	理科学研究科 博士前期課程 物理学専攻	平尾 祐樹	p 32
C28	ウリ科植物による脂溶性有機汚染物質の取り込み・蓄積メカニズム	農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻	岩淵 彩	p 32
C29	Magnet-on-cantileverを用いた高周波ESR測定	理学研究科 博士前期課程 物理学専攻	宮崎 晃和	p 33
C30	RTi <sub>2</sub> Al <sub>20</sub> ( R = La, Pr ) の磁気抵抗とホール効果	理学研究科 博士前期課程 物理学専攻	PHAM DINH CHI NHAN	p 33
C31	テトラヘドライトCu <sub>12</sub> Sb <sub>4</sub> S <sub>13</sub> における金属-半導体転移に関する NMRによる研究	理学研究科 博士前期課程 物理学専攻	松井 隆志	p 34
C32	Cr、Mn系化合物の圧力下における量子臨界点の探索	理学研究科 博士前期課程 物理学専攻	南 太美雄	p 34
C33	水月湖の年縞堆積物を用いた古地磁気永年変化の復元	理学研究科 博士前期課程 惑星学専攻	津村 昂甫	p 35
C34	急速熱アニールによるGaAs中の2次元電子状態の非局在化	工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻	小川 泰弘	p 35



C35	フラボノイド類の配糖化	理学研究科 博士前期課程 化学専攻	松田 奈央美	p 36
C36	D-アロースによる配糖化	理学研究科 博士前期課程 化学専攻	池本 葵	p 36
C37	異なるCO2濃度下で培養されたシアノバクテリアにおける励起エネルギー移動過程の観測	理学研究科 博士前期課程 化学専攻	池田 志保	p 37
C38	Practical synthesis of resorcinol derivatives using Pd/C-ethylene system	理学研究科 博士後期課程 化学専攻	Ibrahim Yussif El Deeb	p 37
C39	広帯域誘電分光による水溶液中におけるリゾチームとジメチルスルホキシドの相互作用と動的挙動に関する研究	理学研究科 博士前期課程 化学専攻	飯沼 美紀	p 38
C40	H2180の広帯域複素誘電率測定と水素結合ダイナミクス	理学研究科 博士前期課程 化学専攻	中塚 真莉子	p 38
C41	緑藻の励起エネルギー移動過程に対する培養光質の影響	理学研究科 博士前期課程 化学専攻	関戸 彩乃	p 39
C42	アニオン性スピנקロスオーバー錯体に与えるn拡張効果	理学研究科 博士前期課程 化学専攻	村田 優	p 39
C43	マルチフェロイクス物質探索-金属間化合物を舞台にして-	理学研究科 博士後期課程 物理学専攻	岸本 恭来	p 40
C44	天然鉱物テトラヘドライトにおけるNMR/NQR	理学研究科 博士後期課程 物理学専攻	松野 治貴	p 40

## 加速器部門 (D)

D01	種々長さのねじり発熱体の過渡熱伝達に関する研究	海事科学研究科 博士後期課程 海事科学専攻	王 麗	p 41
D02	Turbulent Heat Transfer with FC-72 in Small Diameter Tube	海事科学研究科 博士後期課程 熱工学専攻	李 延涛	p 41
D03	Boiling heat transfer for high heat flux cooling system	海事科学研究科 博士前期課程 海事科学専攻	Min Han Htet	p 42
D04	銅イオンビームで照射したポリカーボネートの導電性	海事科学研究科 博士前期課程 海事科学専攻	岩岡 恭平	p 42
D05	その場イオンビームグラフト重合法におけるグラフト率のフルエンス依存性	海事科学研究科 博士前期課程 海事科学専攻	日下 柊吾	p 43
D06	核融合プラズマ診断のための高エネルギーガンマ線カメラ開発～ガンマ線スペクトルに対するドップラー効果の影響～	海事科学研究科 博士前期課程 海事科学専攻	宇都宮 匠	p 43
D07	増加熱入力のある面発熱体の沸騰限界熱流束	海事科学研究科 博士前期課程 海事科学専攻	阪本 理恵	p 44
D08	中性子ビームによる反跳原子核の前後判定	理学研究科 博士後期課程 物理学専攻	矢ヶ部 遼太	p 44
D09	粒子状物質中に含有される硫黄のイオンビーム分析	海事科学研究科 博士前期課程 海事科学専攻	永井 翔	p 45
D10	核融合プラズマ診断のためのγ線カメラのコリメータ基礎研究	海事科学研究科 博士前期課程 海事科学専攻	角 椋太	p 45

## 分裂酵母における Rab5 下流因子の探索

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

○松本中<sup>1</sup>、宮本昌明<sup>1,2</sup>

真核生物の細胞の中では、膜構造を持つ様々な細胞小器官が独自の役割を担っており、膜小胞という構造を介して物質や情報を相互にやり取りしている。例えば、新しく合成されたタンパク質は、その機能や構造を維持したまま適切な場所へと輸送されている。このような輸送には膜小胞を介した小胞輸送と呼ばれる輸送機構が重要である。小胞輸送には選択性があり、選択性には低分子量 G タンパク質の Rab ファミリーが重要な働きを担っている。Rab は、活性型と不活性型があり、活性型のみ下流因子へとシグナルを伝えることができる。このように活性の状態によってシグナルのオンとオフを制御することから、Rab はシグナル伝達における“分子スイッチ”と呼ばれ、シグナル伝達において中心的な役割を果たしている。Rab ファミリーの中の Rab5 は、小胞輸送や他の多様な機能に関与することが報告されている。その一方で、Rab5 が特定の機能に関与する時、どのような下流因子にシグナルを伝えているのかについてはほとんど分かっていない。我々は分裂酵母の Rab5 を用いて、Rab5 がどのような機能に関与し、どのような下流因子にシグナルを伝えているのかについて研究を行ってきた。これまでに分裂酵母の Rab5 は、細胞増殖、細胞形態形成、液胞形態形成、性分化、イオンストレスに対する応答などの多様な機能に関与することを明らかにしてきた。我々は、分裂酵母の Rab5 がいかにしてこれらの機能に関与するのかを明らかにするために、分裂酵母の Rab5 からシグナルを受け取る下流因子の探索を試みた。

## Possible involvement of a glucan binding protein in food capture of a heliozoan *Raphidiophrys contractilis*

Department of Biology, Graduate School of Science, Kobe University

Mousumi Bhadra and Toshinobu Suzaki

In the actinophryid heliozoan *Actinophrys sol*, a  $\beta$ -1,3-glucan binding protein (GBP) is known to play a crucial role in prey recognition and induction of phagocytosis. We found that also in the centrohelid heliozoan *Raphidiophrys contractilis*, curdlan, a high-molecular-weight polymer of  $\beta$ -1,3-glucan, was recognized and engulfed into phagosome just in the same manner as observed in *A. sol*. From the transcriptome data of *R. contractilis*, GBP orthologs were found with high similarities to those of *A. sol* and other organisms including ciliates and rhizarian groups of protozoa. GBPs of *R. contractilis* and other protozoans share a glucan binding domain and an N-terminus region that are highly conserved among species. These results suggest a possible involvement of GBP in *R. contractilis*.

## 植物をストレス耐性化する 5-アミノレブリン酸の作用機構

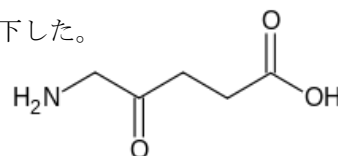
農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻

段 塵, 宇野知秀, 山形裕士, 金丸研吾

5-アミノレブリン酸 (ALA) はヘムや植物クロロフィル, 窒素・硫黄同化酵素のシロヘムといったテトラピロールの合成中間基質であり, 動植物, 微生物全てが生合成している。植物では土や葉に ALA を与えると低濃度で生育促進効果を発揮するためすでに肥料成分として上市されている。ところが興味深いことに, 濃度を上げた ALA で植物を前処理しておくとう塩・低温・重金属などの環境ストレスに長期間耐性化する現象が起こる。植物の潜在的な生命力や環境適応力を引き出すこの仕組みを解明できれば, ALA を塩害土壌や寒冷地でのバイオマス生産, 汚染土壌の緑化等で新たな産業活用が期待できる。

そこで我々はモデル植物シロイヌナズナから ALA 誘導性 (ALU) の 600 遺伝子と ALU 遺伝子を発現制御しうる 6 つの ALA 応答性転写因子 (ALR) を同定した。ALA は既知のストレス応答系を全て誘導しているのではなく, ALU および ALR 遺伝子の経時的発現パターンも複数あった。また外から ALA を与えるのではなく生体内酵素反応の操作により内生 ALA の蓄積量を増減させても ALU 遺伝子は応答した。また ALR の欠損株では ALU 遺伝子の ALA 応答性と塩ストレス耐性能等が明らかに低下した。

以上から, ALA はテトラピロール合成基質としてだけでなく, マルチストレス耐性の誘導物質としての機能もあり, ALR を介して ALU 遺伝子を転写誘導することが示唆された。



## 血糖値調節効果を有する食品成分の筋タンパク合成促進効果の検討

農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻

久保田祐介, 川畑球一, 芦田均

【目的】ポリフェノールの中には, 筋肉細胞へのグルコース取り込みを促進させ, 血糖値調節に寄与するものが多数報告されている。しかし, このグルコースが細胞の成長を促進させたり, エネルギー代謝を亢進させたりするのは不明である。本研究では, これらのポリフェノールが, 筋肥大を促進させるのかどうかを検討することを目的とした。【方法】L6 ラット筋管細胞に各ポリフェノール (3, 10, 30  $\mu$ M) を 4 時間作用させた後に 2-deoxyglucose (2DG) を 20 分間負荷した。その後, 筋肉細胞内 2DG 量を測定し, 糖取り込み促進効果を評価した。効果が観察されたポリフェノールを上記と同様の濃度で筋肉細胞に作用させ, 1 時間後に L-[3,5- $^3$ H]-tyrosine (0.5  $\mu$ Ci/ml) を 23 時間負荷した。その後, 筋タンパク中の  $^3$ H を測定することにより, 筋タンパクの合成を評価した。【結果と考察】37 種類のポリフェノールの内, 14 種類に有意なグルコース取り込み促進効果が観察された。また, これらのポリフェノールの作用により, 筋タンパクの合成は促進されなかった。つまり, 細胞内へ取り込まれたグルコースは筋肥大に利用されないことが示唆された。筋肥大の主要制御因子である mammalian target of rapamycin (mTOR) は, 細胞内のエネルギー産生に関与する AMP 活性化プロテインキナーゼ (AMPK) と相互に制御し合うことが知られているため, 筋肥大が生じなかった一方でエネルギー産生が亢進した可能性が考えられた。今後は, 実験動物を用い, 走行試験中の呼吸商を評価することで, 取り込まれた糖がエネルギー代謝に影響を与えるかどうかを検討する予定である。



## アブシジン酸に対する根寄生雑草ストライガの気孔と発芽の応答

農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻  
藤岡聖、井上知恵、上野琴巳、鮫島啓彰、水谷正治、杉本幸裕

【背景】根寄生植物ストライガ(*Striga hermonthica*)はイネ科作物を宿主とし、アフリカの半乾燥地域において作物生産を阻害する深刻な要因となっている。一般に植物は乾燥に対してアブシジン酸(ABA)を合成し気孔を閉鎖するが、ストライガは乾燥条件でも気孔開度を高く維持する。気孔開度の違いは宿主からストライガへ蒸散流を偏らせ養水分収奪に寄与すると考えられる。本研究は ABA に対するストライガの気孔の応答について検証した。また ABA は種子の発芽を阻害することから ABA に対する発芽の応答についても検証した。【方法・結果】ストライガの ABA 濃度は宿主であるソルガムと比較して約 10 倍高かったが、開度の指標となる気孔コンダクタンスは宿主の約 10 倍であった。ABA 葉面散布によりソルガムの気孔コンダクタンスは低下したが、ストライガでは低下しなかった。発芽に伴う ABA 濃度の変化をストライガと同じ科に属する根寄生植物オロバンキ(*Orobancha minor*)と比較した結果、ストライガの乾燥種子の ABA 濃度はオロバンキの約 10%であった。吸水処理によりオロバンキでは ABA 濃度が減少したのに対し、ストライガでは減少が認められなかった。合成ストライゴラクトン GR24 を処理して発芽を誘導すると ABA 濃度がオロバンキでは減少したのに対し、ストライガでは急激に増加した。種子に GR24 と ABA を同時に処理すると、オロバンキの発芽率は ABA 濃度依存的に低下したがストライガでは 100  $\mu$ M の ABA 処理でも低下しなかった。以上によりストライガは気孔と種子の両方で ABA 感受性が低下していることが明らかとなった。

## 骨格筋コネクチン断片の組換えタンパク質とモノクローナル抗体の結合について

農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻  
仲 梓沙、中間 みなみ、丸山 聖也、上田 修司、山之上 稔

動物の死後、硬直を起こした骨格筋がその後の熟成中に軟化する過程で、サルコメアを構成する巨大タンパク質であるコネクチンの Z 線近傍が分解し、20-kDa 断片として筋漿に溶離して増加することを見出している。また、その断片に対するモノクローナル抗体の作製に成功している。本研究では、熟成中に増加するコネクチン断片の定量を行うためにモノクローナル抗体と組換えコネクチン断片の結合について調べた。まず熟成した鶏胸筋から筋漿を調製し、GST 融合組換えタンパク質とともに SDS-PAGE に供し PVDF 膜に転写してモノクローナル抗体 mAb 1-3C の結合を調べた。次に、モノクローナル抗体と組換えタンパク質を用いた直接 ELISA 法を確立し、モノクローナル抗体の結合能の違いを調べた。その結果、mAb 1-3C よりも mAb 16-4B4 が高い結合能を示し、また mAb 1-3C は牛よりも鶏の組換えタンパク質に対する結合能が高いことが分かった。これらのことから、20-kDa 断片定量のための検量線作成に用いる標準タンパク質はそれぞれの畜種に合わせる必要があることが明らかとなった。以上のことから、ELISA 法におけるモノクローナル抗体による検出と組換えタンパク質の抗原としての有用性が示された。今後、筋漿中のコネクチン 20-kDa 断片の ELISA 法による定量法の確立を検討する予定である。

## DNA 修復を制御するタンパク質リン酸化の解析

理学研究科 博士前期課程 生物学専攻

木下実、戸根大輔、岩井成憲、菅澤薫

複数のタンパク質因子が関わる多段階反応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って生じる様々な塩基損傷を対象とする主要な DNA 修復機構である。哺乳類 NER に関わる各種因子の生化学的解析によりこの修復機構の基本的な分子機構が明らかにされてきたが、タンパク質間相互作用や翻訳後修飾を介した細胞内における活性制御については未だ不明な点が多く残されている。

我々は、精製タンパク質により再構成した無細胞 NER 反応を促進する因子が細胞抽出液中に存在することを見出し、その精製を行った結果、タンパク質リン酸化酵素であるカゼインキナーゼ II (CK2) を同定した。6-4PP 基質を用いた無細胞 NER 反応に組換え CK2 タンパク質を加えることにより NER 反応の促進が見られた一方、過剰量の CK2 の添加はむしろ阻害的な効果を示した。さらに、この反応系に含まれる 6 種類の NER 因子のうち、XPC、XPG、TFIIH が実際に試験管内で CK2 によるリン酸化を受けることが明らかになった。個々の NER 因子のリン酸化の効果を調べるため、FLAG タグを融合した XPC、または XPG を抗 FLAG 抗体ビーズに固定化した状態で  $\lambda$  ホスファターゼ処理を行った。バキュロウイルスを用いて昆虫細胞内で発現したタンパク質がある程度リン酸化を受けている可能性が考えられたが、これらの脱リン酸化処理によって XPC、XPG の再構成 NER 反応系における活性が低下することがわかった。現在、脱リン酸化処理後 CK2 処理を施した XPG を加えた際の NER 活性の変化について解析を進めている。

## AFM 力計測を用いた生細胞表層タンパク質のマッピング解析

工学研究科 博士後期過程 応用化学専攻

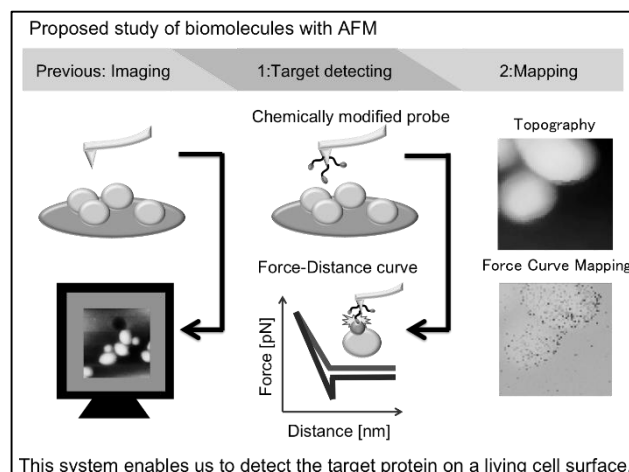
竹中武藏、荻野千秋、近藤昭彦

細胞の表層には多様なタンパク質が発現しており、それらが細胞内外の情報伝達や物質輸送を担っている。しかし細胞表層は脂質分子からなる二重層で構成された特殊な環境場である。そのため細胞表層のタンパク質へのアプローチおよび解析は困難である。そこで、本研究では AFM に着目した。

AFM のプローブであるカンチレバー先端への化学修飾と、力学測定機能を併用することで、標的タンパク質の検出を可能とした。さらに、マッピングにより細胞表層の発現分布を示した[1]。

通常の AFM 測定で得られるトポ像では凹凸の判別ができるが、凹凸のみでの分子同定は困難である。しかし、本研究で構築した手法は分子の同定も可能にすると考えられる。

[1] Takenaka M, et al, *Nanoscale* 2015, 7, 4956-4963



## 担癌マウスを用いたポリアクリル酸修飾過酸化チタンナノ粒子の生体内分布特性の調査

工学研究科 博士前期課程 応用化学専攻<sup>1</sup>, 神戸大・自然科学系先端融合研究環<sup>2</sup>

鈴木貴弘<sup>1</sup>, 森田健太<sup>1</sup>, 西村勇哉<sup>2</sup>, 荻野千秋<sup>1</sup>, 近藤昭彦<sup>1</sup>

日本人の死因の第一位であるがんの治療の確立は人類にとって長年の課題である。近年、すい臓がんなどの低酸素腫瘍に対して放射線感受性を増大させつつ、周囲の正常組織へのダメージを最小限に抑える、新規放射線増感治療の研究が行われている。本研究室では、TiO<sub>2</sub> ナノ粒子を過酸化させた後、ポリアクリル酸(PAA)修飾を施すことで高分散化させたナノ粒子(PAA-TiOx)を用いた放射線増感治療に着目している。これまで、PAA-TiOx と放射線の併用による治療効果が担癌マウスを用いた *in vivo* 系において確認されている。しかし、実際の治療を考えると、ナノ粒子を用いることから、安全性や体内挙動の解明が必要不可欠である。そこで、本研究ではチタンナノ粒子のマウス生体内分布の解明を行った。また、血液検査を用いて粒子の安全性を評価した。

ICP-AES 分析の結果から、肝臓では経時的に Ti 含有量が増加、腫瘍では経時的に Ti 含有量が減少したことが確認された。このことから、腫瘍に蓄積された PAA-TiOx が肝臓に最終的に集まることが考えられる。また、血液で目立った蓄積が見られなかったことから、短時間で PAA-TiOx が各臓器に分布したと考えられる。以上より、効果的な放射線増感治療を行うにはナノ粒子が腫瘍から肝臓へと移行しないように、腫瘍に特異的に結合する PAA-TiOx を作製する必要があることが示唆された。

## 多価イオン照射によるカーボンナノチューブの構造変化

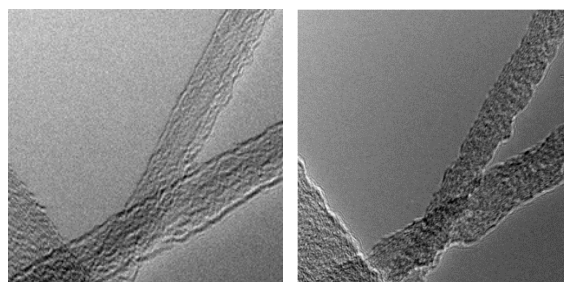
理学研究科 博士前期課程 物理学専攻、兵庫県立大学 A

西田尚史、佐々木康二、宮本貴裕、櫻井誠、田村僚介 A、本多信一 A

多価イオンとは、中性原子から 2 個以上の電子を剥ぎ取った正のイオンのことを指す。非常に大きな内部エネルギーを持ち、固体表面に入射した場合にはナノメートルスケールで表面改質をおこなうことができる。

カーボンナノチューブとは炭素原子でできた六角形の構造のシートが丸まったチューブ状の物質である。試料として用いたのは多層カーボンナノチューブ (Multi-Walled Carbon NanoTube : MWCNT) である。MWCNT は金属的な性質を示し、伝導性に優れている

本研究では電子ビーム型多価イオン源 (Electron Beam Ion Source) Kobe-EBIS により生成したアルゴンの多価イオンを MWCNT に照射し、透過電子顕微鏡を用いて照射前後の MWCNT の構造変化の観察をおこなったところ、1 価イオン照射ではみられない、多価イオンによるポテンシャルスパッタ効果が確認された。この現象はグラファイトでは起こりにくく、発表ではこのような MWCNT 特有の興味深い結果が得られたことについて報告する。



(a)

(b)

図 1. MWCNT の TEM 像 (a) 照射前 (b) 照射後

## フィブリノーゲンのもつ抗アミロイド凝集効果

理学研究科 博士前期課程 化学専攻

赤井大気、山本直樹、茶谷絵理

タンパク質が線維状に異常凝集したものをアミロイド線維という。アミロイド線維は、生体内で沈着することによりアルツハイマー病や狂牛病、透析アミロイドーシスなどの様々な病気を引き起こすことが知られているため、多くの研究がなされている。しかしそれにも関わらず、いまだに詳しい発症メカニズムはわかっておらず、形成機構の解明や、形成抑制・阻害物質の探索が急がれている。

また生体内では、様々なタンパク質が密集して存在しており、生体内におけるアミロイド線維化は周囲のタンパク質により制御されている可能性がある。フィブリノーゲンは血液凝固に関する主要なタンパク質であり、通常は血液に含まれ、体内を循環しているが、共存しているタンパク質と相互作用して熱変性凝集を防ぐといったシャペロンのような働きも報告されている。しかし、これに関する研究例は少なく、アミロイド線維形成反応に与えるフィブリノーゲンの影響は明らかになっていない。

そこで本研究では、インスリンフラグメントペプチドのアミロイド線維形成反応において、フィブリノーゲンを添加したときの影響をチオフラビン T 蛍光測定で解析した。その結果、フィブリノーゲン共存下では非共存下と比べて明らかに線維になる核の形成期間の長さが増加していることが確認され、フィブリノーゲンがアミロイド線維化阻害機能を持つことが見出された。フィブリノーゲンは生体内に豊富に存在しており、生体内においてアミロイド線維形成を抑制するのに重要な役割を果たしている可能性が期待される。

## Atomic Layer Deposition 法による誘電体多層膜粒子の作製及び発光制御

工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻  
尾寄友亮、今北健二、藤井稔

誘電体を光の波長程度の間隔で周期的に3次元配列させた3次元フォトニック結晶は、低閾値レーザーや非線形光学デバイス等へと応用可能な光制御素子として注目されている。我々は新たな3次的に光を閉じ込めることのできる新しいナノ共振器として、誘電体多層膜粒子に注目し研究を行っている。各層の厚みを1/4光学波長に制御することで、粒子内部の光の状態密度を制御する。本研究では、この多層膜粒子の新しい作製方法として、Atomic Layer Deposition(ALD)法に注目した。コア層としてEu<sup>3+</sup>を添加したY<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粒子を、シェル層にはSiO<sub>2</sub>とTiO<sub>2</sub>を用いた三層構造の多層膜粒子を作製し光学測定を行った。図1に作製した粒子の発光減衰曲線を示す。Eu<sup>3+</sup>の<sup>5</sup>D<sub>0</sub>→<sup>7</sup>F<sub>2</sub>に対応する610 nmにおける発光減衰曲線であり、発光寿命はシェルコーティングにより短くなっている。図2は3層/コアの輻射的遷移割合の波長依存性である。実験値と計算値がよく一致しており、ナノ共振器として優れた特性を持つ多層膜粒子をALDにより作製できる可能性があることを示している。

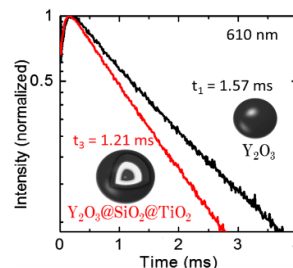
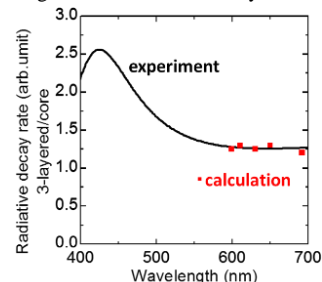


Fig.1 : Luminescence decay

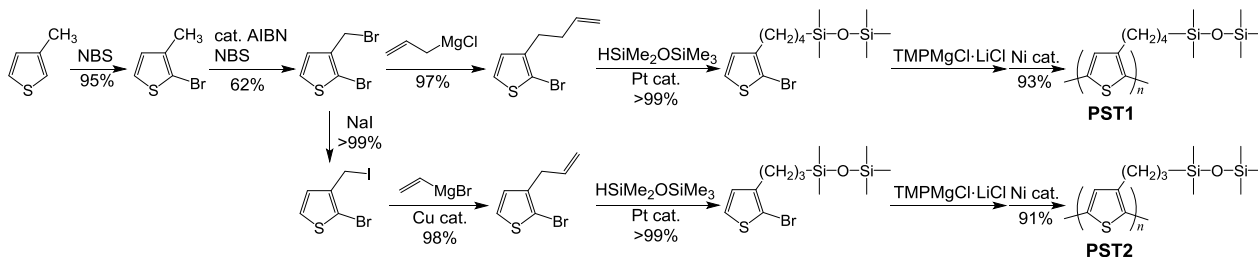
Fig.2: Wavelength dependence of radiative decay rate.  
(line : calculation , plot : experiment)

## 側鎖にジシロキサン結合を有する高脂溶性ポリチオフェンの合成

工学研究科 博士前期課程 応用化学専攻, 先端膜工学研究拠点  
炭野有吾, 井手賢治, 藤田佳佑, 森 敦紀

ポリチオフェンは拡張されたπ共役系を有しており、有機薄膜太陽電池等の有機電子デバイスへの応用が期待されている。しかし、ポリチオフェンは有機溶媒への溶解性が低く、溶液プロセスによる薄膜形成に利用できる溶媒が限られていた。本研究では、分子の溶解性を向上させることが知られているジシロキサン結合に注目し、側鎖にジシロキサン結合を有するポリチオフェンの合成を目指した。

まず、3-メチルチオフェンのチオフェン環2位および側鎖メチル基をハロゲン化し、続いてGrignard反応剤を作用させ3位に末端オレフィンをもつ2-ブロモチオフェンを得た。そして白金触媒存在下、ペンタメチルジシロキサンと反応させ2種類のモノマー前駆体を合成し、Knochel-Hauser塩基を作用させた後にニッケル触媒を添加し、側鎖にジシロキサンを有するポリチオフェンを合成した。





## テラヘルツ時間領域分光による CoO の内部エネルギー温度依存性の測定

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻  
立松雅大、守安毅、岸本秀隆、河本敏郎

以前より、本研究室では遷移金属酸化物である酸化マンガン(MnO)、酸化ニッケル(NiO)に対してテラヘルツ時間領域分光(THz-TDS)を行ってきた。その結果、反強磁性転移温度である Néel 温度を境に、内部エネルギーに起因する平均屈折率の温度依存性に変化が現れることが観測された。そこで本研究では、遷移金属酸化物である酸化コバルト(CoO)に対して THz-TDS を行い、内部エネルギーの温度依存性を測定した。

CoO は室温では NaCl 型立方晶の結晶構造をもつ常磁性体であり、Néel 温度( $T_N=290\text{K}$ )以下では正方晶の反強磁性体となる。テラヘルツ波は二色レーザーパルスによる空気プラズマによって発生させ、ZnTe による EO サンプリングによって検出した。我々は、5-700K の温度領域にて、透過テラヘルツ電場波形のピーク時刻変化から、平均屈折率の変化を測定した。

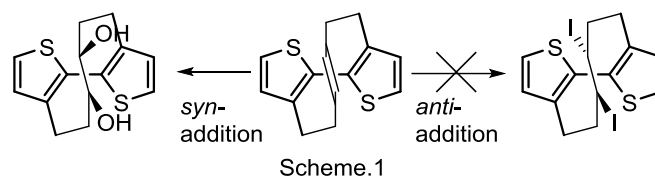
その結果、平均屈折率の変化の温度依存性が Néel 温度を境に変化する振る舞いが観測された。一般に、平均屈折率は内部エネルギーに比例することから、これは内部エネルギーに対する寄与が常磁性相では格子振動によるものであるのに対して、反強磁性相では格子振動に加え磁歪による効果も支配的になるためと考えられる。

## つる巻き状分子不斉の創出 チオフェン誘導体の合成と反応

工学研究科 博士前期課程 応用化学専攻・先端膜工学研究拠点  
豊森佑夏，森敦紀

分子内に不斉炭素を持たずともキラリティーを有する分子不斉化合物は、特異的な構造と性質を有することが知られている。特に、新規な分子不斉化合物の合成は重要な研究テーマの一つである。一方、当研究室では、末端アルケンを有するビチオフェン誘導体に対して閉環メタセシス反応を行い、新規な分子不斉を有する 10 員環 *E* 型シクロアルケンの合成を報告した。本研究では、このビチオフェン誘導体のアルケン部位に対する、種々の官能基の導入を検討した (Scheme.1)。

その結果、*syn* 付加で進行することが知られるエポキシ化、ジヒドロキシ化反応などは進行したが、*anti* 付加するヨウ素化は進行しなかった。この結果は、二重結合の一方の面をビチオフェン骨格が遮蔽する基質の特異な構造に起因すると考えられる。また、これらの化合物に対してキラルカラムを用いた HPLC 分析を行ったところ、エナンチオマール対に分離可能であることを確認した。



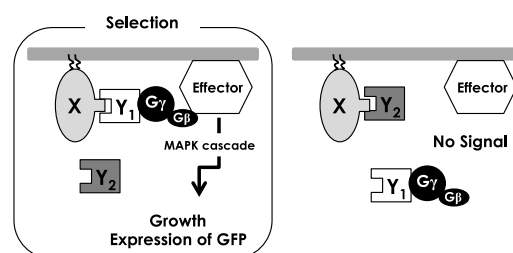
続いて、官能基を導入したビチオフェン誘導体のラセミ化挙動の観察、アルケン部位に対する Shi 不斉エポキシ化反応も検討した。それらの結果についても今回併せて報告する。

## 酵母シグナル伝達を用いた標的膜タンパク質に対する バイオメディカル分子スクリーニングシステム

工学研究科 博士後期課程 応用化学専攻  
海嶋美里、石井純、福田展雄、近藤昭彦

膜タンパク質は生体の生理機能を制御する重要な役割を担っており、この生理機能の異常はがんなどの疾病を引き起こす。そのため、膜タンパク質に結合し生理機能を調節できる分子は治療薬の候補として注目されている。そこで、ヒトと同じ真核生物に属する酵母のシグナル伝達機構中のシグナル伝達分子が膜に局在することが酵母の生育に必須であることを利用し、標的膜タンパク質に対してより高い結合力を持つタンパク質変異体の簡便かつ選択的にスクリーニング可能なシステムを開発した。その結果、がんの標的分子であるヒトの上皮成長因子受容体 EGFR に対して、この手法が応用できることを実証した。

今後はさまざまな創薬標的分子に対してより強く結合する新たな変異型タンパク質を選抜することで、バイオ医薬品を開発できるほか、創薬にかかる時間やコストの低下が示唆される。



## 血液ポンプの溶血特性評価に関する研究

工学研究科 博士前期課程 機械工学専攻  
東恒大、黒田祐輔、足立秀昭、多儀篤真、道脇昭、山根隆志

血液ポンプの溶血試験法として、これまで ASTM-F1841-97 が使われてきた。そこでは溶血指数として、 $NIH = fHb \times V \times (1 - Ht/100) \times (100/Q \times T)$  が定義されているが、遊離 Hb 量は流量 Q への依存性は低いのではないかとこの観点から、本研究を行った。また、もうひとつの観点としてポンプ入口陰圧がキャビテーションによる溶血の原因になるとすれば、基準に含める必要があるため、あわせて検討した。

## 高周波誘導加熱による発光性酸素空孔含有シリカガラスの作製

理学研究科 博士前期課程 化学専攻

永吉佑、内野隆司

シリカガラス中にはその製造条件により様々な発光中心が存在する[1]。その中でも Si Oxygen Deficient Center (II) (SiODC(II))と表記される 2 配位 Si に由来する酸素空孔は、シリカガラス中に最も一般的に存在する発光中心である。SiODC(II)は 5.0 eV の光励起により、 $S_1 \rightarrow S_0$  遷移に関する 4.4 eV の発光と、 $T_1 \rightarrow S_0$  遷移に関する 2.7 eV の発光が誘起され、4.4 eV の発光は測定温度の増大に伴い、発光強度が単調に減少することが知られている [2]。本研究では約 0.2 g のシリカガラス粉末を、炭素坩堝を加熱源として窒素中で約 1900°C で 2 分間高周波誘導加熱することで酸素空孔含有シリカを作製した。本試料の SiODC(II)に由来する 4.4 eV の発光の絶対発光量子効率を、積分球を用いて評価したところ、室温で 60%近い値が得られた。このことから、試料中には多量の酸素空孔が導入されていることが分かった。また、この 4.4 eV の発光は、これまでの報告と異なり 270 K から 310 K の温度域で、温度上昇に伴う発光の増大が観察された。また、発光ピーク位置や半値幅にもこの温度域で不規則な変化が観測された。このような発光挙動の不規則な温度変化は、今回作製した酸素空孔を多量に含有した試料でのみ観察されたことから、酸素空孔間の電子移動過程を介する熱励起過程により生じたものであると考えられる。

[1] David L. Griscom, J. Non-Cryst. Solids 357 (2011) 1945-1962.

[2] L. Skuja, J. Non-Cryst. Solids 167 (1994) 229-238.

## MIM 構造を用いた Ge ドープシリカ薄膜からの SHG シグナル増強

工学研究科 博士前期課程 電気電子学専攻

Kang Byungjun、北尾 明大、今北 健二、藤井 稔

非線形光学効果は波長変換、光スイッチング、また、超短波の発生において重要な役割をする。しかし、非線形光学効果は非常に弱い反応を示す。そこで、近年、表面プラズモン共鳴を用い、非線形光学効果を増強させるという研究が注目を集めている。

ここでは、表面プラズモン共鳴を利用する方法として Metal-Insulator-Metal(MIM)構造に着目した。金属には銀を、誘電体には非線形光学効果を示す Ge ドープシリカ薄膜を用いた。図 1 は MIM 構造から観測された反射率(左)と SHG シグナル(右)である。図 1 から、表面プラズモン共鳴が起こる角度で反射率が落ちることがわかる。また、その角度付近で、非線形光学効果の一種類である SHG シグナルが増強することがわかる。このことより、表面プラズモン共鳴により電場が増強され、その影響で SHG シグナルが増強されたと考えられる。

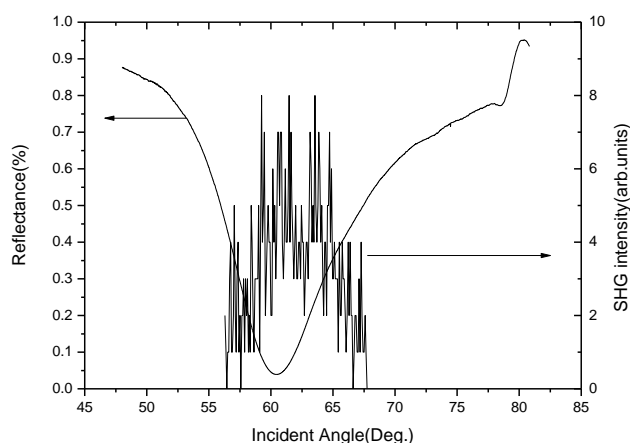


図 1. MIM 構造からの反射率(左)及び SHG シグナル(右)

## THz-TDS を用いた Si の光励起キャリアダイナミクス

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻  
南部正裕、守安毅、河本敏郎

シリコンは 1.12 eV のバンドギャップを持つ半導体であり、間接遷移型であるため励起の寿命が比較的に長いという特徴がある。

室温のシリコン結晶において、光励起キャリアの機構を解明するために、光ポンプ・テラヘルツプローブ分光の実験を行った。シリコンを透過するテラヘルツ波のピークシフト、そして屈折率および透過率スペクトルを観測した。透過テラヘルツ電磁波のピークシフトは負の値を持ち(図1)、弱い励起強度では強度の増加と共に、絶対値が増加するものの、ある強度を超えるとゆるやかに減少した。平均屈折率は励起強度が弱いところでは、励起強度の増加と共に減少し、ある強度を超えるとわずかに増加した。屈折率の減少は自由キャリアプラズマ効果によるものと考えられる。テラヘルツ電場波形のピークシフトを群速度から求めたピークシフトと比較し弱励起の場合はよく合うことが分かった。

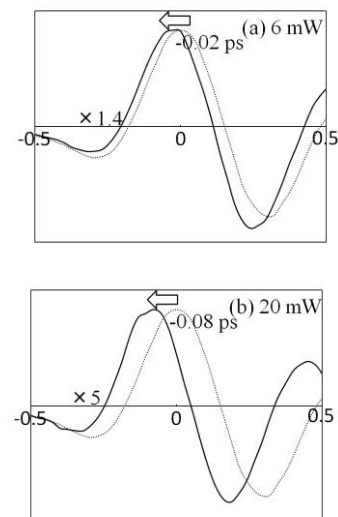


図1. 光励起した Si の透過テラヘルツ電場波形。

## 水性二相分離現象を応用したタンパク質放出制御

工学研究科 博士前期課程 応用化学専攻  
安富 諒、大谷 亨

ポリエチレングリコール(PEG)とヒアルロン酸(HA)の水溶液を混合すると水性二相分離する。一方、HAにPEGの方末端をグラフトした高分子(PEG-*graft*-HA)は、PEG相がHA連続相にドメイン状に分散した不均一構造を示すことから、PEGドメインへのタンパク質分配が可能であれば、水溶液中での拡散(放出)が抑制されて徐放することが期待される。これまでにPEG相に分配したインシュリンの放出制御が報告されているものの、タンパク質種の違いによる分配・放出制御は不明である。本研究ではPEG-*graft*-HAを調製し、PEGのマイクロドメイン構造へのインシュリン、アルブミン、チトクロムCの分配と放出に関して検討した。

HAと方末端アミノ化PEG(PEG-NH<sub>2</sub>)を縮合剤存在下にて縮合し、グラフト結合体であるPEG-*graft*-HAを得た。チトクロムCあるいは蛍光ラベル化したインシュリン、アルブミンを混合したPEG-*graft*-HAの0.1Mリン酸緩衝生理食塩水(PBS)溶液を透析カセットに入れ、放出挙動をUV測定、蛍光測定から解析した。

PBS条件下でマイナス電荷を有するインシュリン、アルブミンはPEG相へ分配されたのに対し、プラス電荷を有するチトクロムCはHA相へ分配されたことからタンパク質の持つ電荷とアニオン性高分子であるHAとの相互作用が分配挙動に支配的であることが示唆された。放出試験の結果、PEG-*graft*-HAはインシュリン、チトクロムCを持続放出する傾向が見られたがアルブミンでは確認できなかったことからタンパク質サイズが放出挙動に大きく影響を及ぼす可能性が示された。

## 反強磁性体 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ における電場誘起磁化

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻  
新海貴大、鈴木崇平、守安毅、河本敏郎

$\text{Cr}_2\text{O}_3$  はネール温度  $T_N = 307\text{K}$  をもつ反強磁性体であり、電気磁気効果を示すことで知られている。50 年以上前に発見された物質であるが、近年改めて  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  の電気磁気効果に関して、興味もたれている。電気磁気効果とは、電場によって磁化が、磁場によって電気分極が誘起される現象のことである。

本研究においては、電場によって誘起される磁化(電場誘起磁化)について、超短光パルスレーザーを用いて、電場誘起磁化の立ち上がりをナノ秒領域で観測した。信号の観測にはファラデー回転を用いて、誘起された磁化の大きさをレーザーパルスの偏光面の回転角として、ポラリメータを用いて観測した。観測の際には、試料の  $c$  軸方向に電場と磁場をかけたまま、ネール温度の高温側から低温側に横切るように温度変化させたのちに磁場を切って観測した(ME フィールドクーリング)。検出の際には  $1\text{kHz}$  のプローブ光のショットごとに  $\pm 1\text{kV}$  の電場をスイッチさせ、その位相を周期 40 秒でスイッチすることによるダブルロックイン検出を行った。

実験の結果、信号はネール温度を境に消滅していることから、観測された信号は電場誘起磁化によるものであると考えられ、その時間応答を観測することが可能となった。また、電場誘起磁化は電場に対して瞬間的な応答をしておらず、その立ち上がりは  $100\text{ns}$  程度遅れていることが分かった。

## B,P 同時ドーピング Si ナノ結晶を用いた単電子トランジスタ

工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻  
東川 泰大、加納 伸也、藤井 稔

単電子トランジスタ(SET)は、素子一つで再構成可能な論理回路を形成できることから注目を集めている。SET は、付加エネルギーが熱揺らぎよりも十分大きい場合に安定動作することが知られている。半導体量子ドットは、量子サイズ効果による離散化準位の間隔が広い。そのためクーロン島として用いると、室温における安定動作につながる事が予想される。我々は、メタノール溶媒中に単一に分散した B,P 同時ドーピング Si ナノ結晶を開発している。本研究では、この Si ナノ結晶を用いることで、単一の Si ナノ結晶を用いた SET を作製し、その SET を室温で安定動作させることを目的とする。図 1 は、Si ナノ結晶を用いた SET の概念図である。Au 電極表面にアミノヘキサチオール単分子膜を形成し、末端のアミノ基をイオン化することにより、Au 表面を正に帯電させている。Si ナノ結晶は表面が負に帯電しているため、クーロン力によりナノギャップ間に粒子を架橋させることができる。本発表では、Si ナノ結晶を用いた SET の作製法とその電気特性について報告する。

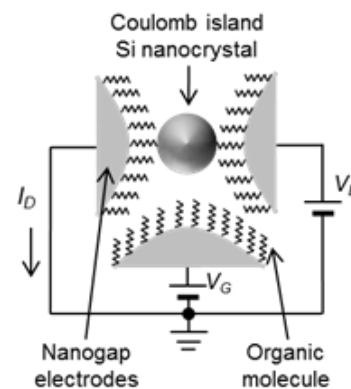


図 1: Si ナノ結晶を用いた SET の概念図



## アンジュレータ放射光照射による石英ガラス膜の 屈折率制御に関する研究

工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻  
木村学、森脇和幸

現在、光グレーティングを作製する方法としてエキシマレーザーを利用した光誘起屈折率変化が用いられている。光源に放射光を代用することで、より高効率で大きな屈折率変化が起きることが確認されている。しかし、改質のメカニズムは未解明である。ここでは放射光照射によって石英系材料に起こる改質の照射波長効果を調べるために、準単色光のアンジュレータ放射光(UR)を石英系ガラスに照射した。作製したサンプルを用いて分光エリプソメトリー測定と XPS 測定と可視・紫外吸収分光測定を行った。

分光エリプソメトリーエッチングを組み合わせた測定の結果、UR 照射により表面の高屈折率層と内部の比較的高屈折率層の 2 層構造の改質が起こることがわかった。UR のピークエネルギー (20~110eV) が小さいほど屈折率変化は大きく、これにより屈折率変化を制御できる可能性が示された。

XPS 測定の結果、試料表面部に Si-Si 結合が生成されることが示唆された。屈折率変化と同様に UR のピークエネルギーが小さいほど Si-Si 結合が生成された。また、Si-Si 結合の深さ方向の分布を調べたところ、表面から 4nm 程度で消失することがわかった。Si-Si 結合の生成が表面の大きな屈折率変化の原因と考えられる。

## 金ナノ粒子シリコンナノ結晶複合体の発光特性評価

工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻  
井上 飛鳥、杉本 泰、今北 健二、藤井 稔

シリコン (Si) ナノ結晶は生体に無害であること、また生体の窓と呼ばれる波長領域(700-900 nm)に発光を示すことから、バイオイメージングへの応用が期待されている。しかし、Si ナノ結晶は同波長領域において光吸収断面積が小さく励起効率が極めて低いという課題を有している。本研究では、金属ナノ粒子の局在表面プラズモン共鳴に伴う局在増強電場により Si ナノ結晶の吸収断面積を増加させ、励起効率の改善を試みた (図 1) [1]。Si ナノ結晶は、当研究室で開発した全無機コロイド状 Si ナノ結晶を用いた。この Si ナノ結晶表面では表面に B と P が高濃度にドーピングされており表面電位は負に帯電している。金ナノ粒子として、表面がクエン酸保護されマイナスに帯電しており、この表面を Poly(allylamine hydrochloride)でコーティングすることにより正に帯電させ、この溶液に Si ナノ結晶を混合させ静電気力により金ナノ粒子コア—Si ナノ結晶シェル複合体を作製した (図 2)。複合体の発光特性を詳細に調べ、金ナノ粒子の表面プラズモン共鳴波長で励起効率改善による発光増強を観測した。また、作製した複合体の構造モデルにおいて、電磁気学的な理論計算から発光増強度の定量評価を行った。

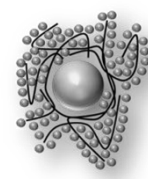


図 1. 金ナノ粒子シリコンナノ結晶複合体のモデル図。

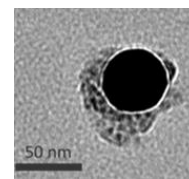


図 2. 金ナノ粒子シリコンナノ結晶複合体の TEM 像。

[1]A. Inoue, et al. J. Phys. Chem. C. 2015, 119, 25108-25113

## 枝分かれポリグリセロールの表面・バルク特性におけるキラル効果

工学研究科 博士前期課程 応用化学専攻

杉本 洋輔、大谷 亨

ハイパーブランチポリグリセロール(HPG)は、グリシドールのアニオン重合により合成されるポリマーである。分子末端が枝分かれした特殊な樹状構造を有し、優れた生体適合性を示すことから、ドラッグデリバリーシステム(DDS)や再生医療分野に用いられている。また、グリシドールは不斉中心を持つエポキシドであり、2種類のエナンチオマーを使用することでキラル CHPG (CHPG)の合成が可能と報告されている。生体分子が有するホモキラリティは生物学的・生理学的に重要な役割を果たしていると考えられており、キラリティを有するバイオマテリアルは従来にはない生体機能性の付与が期待される。しかし、CHPGの合成とCHPG特有の機能に関する詳細な研究例は少なく、キラル機能は不明である。そこで本研究では、CHPGを合成し、2次元及び3次元におけるキラル機能評価を行った。

キラル機能評価を行うための HPG, CHPG をそれぞれ合成した。さらに HPG, CHPG を用いた自己組織化単分子膜 (SAM)、ヒドロゲルを調製してそれぞれの物理化学的性質を解析した。

水接触角測定による SAM の表面解析を行ったところ、金基板と比較して HPG SAM は疎水性、CHPG SAM は親水性を示した。また、ヒドロゲルに関しても含水率測定により CHPG ヒドロゲルは HPG ヒドロゲルよりも膨潤することが明らかになった。これらのことからキラル効果によって、HPG, CHPG の親水性が変化することが示唆された。

## B, P 同時ドーピングシリコンナノ結晶のエネルギー準位構造

工学研究科 博士前期課程 電気電子学専攻

堀 祐輔、杉本 泰、加納 伸也、今北 健二、藤井 稔

半導体ナノ結晶に n 型もしくは p 型の不純物をドーピングすると、電子状態が大きく変化する事が理論的に示されており、その効果はバルクとは異なる。しかし Si ナノ構造へのドーピング効果は、実験的研究に限られている。我々のグループでは、シリコン(Si)ナノ結晶の表面に高濃度にホウ素(B)とリン(P)をドーピングした Si ナノ結晶コロイド[1]を作製している。本研究にて光電子収量分光装置、X線光電子分光装置を用いた測定により Si ナノ結晶のエネルギー準位を決定した。図1にエネルギー準位のサイズ依存性を示す。図のように粒径の減少にともなって HOMO, LUMO 準位はバンドギャップを広げる方向にシフトしていることを確認した。さらにフェルミ準位は粒径の減少にともなって p 型半導体から真性半導体の特徴を示すことがわかった。今回の発表ではエネルギー準位構造のドーピングによる影響について議論し、得られたエネルギー準位構造と発光量子効率特性との関連性について述べる。

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

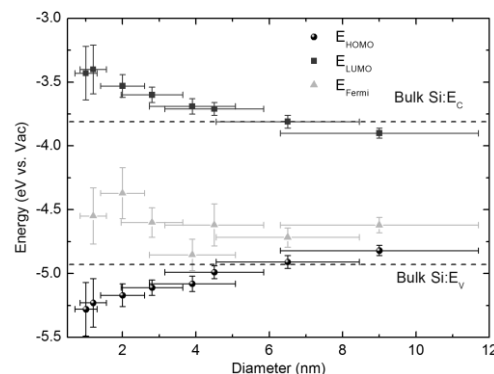


図1. B, P 同時ドーピング SiNCs のエネルギー準位構造のサイズ依存性

## シリコンナノ結晶塗布薄膜の光電流特性

工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻

佐々木 誠仁、加納 伸也、杉本 泰、今北 健二、藤井 稔

半導体ナノ結晶コロイドを塗布することで半導体ナノ結晶薄膜を形成するプロセスは、大面積電子デバイス新しい作製方法として注目されている。ナノ結晶コロイドを塗布することで平坦かつ高密度な薄膜を作製するためには、溶液中でのナノ結晶の沈殿、凝集をほぼ完全に抑制し、ナノ結晶を個々に分散させることが非常に重要である。また、シリコン(Si)ナノ結晶コロイドは半導体プロセスの基盤材料が Si であることから、従来のプロセスの適用に優れていることに加え、資源が豊富であることから産業展開に向けて重要な材料である。我々のグループでは、Si ナノ結晶表面に、ホウ素(B)とリン(P)を高濃度にドーピングするという全く新しい方法で、アルコールや水溶媒中に個々に分散する全無機 Si ナノ結晶コロイドを開発した。<sup>1</sup>

今回、我々は図 1 のような ITO-Si ナノ結晶-アルミニウム(Al)の構造を作製し、電気伝導特性及び光電流の評価を行った。Si ナノ結晶塗布薄膜における光電流の起源及び素子のエネルギーバンド構造の解明を目的として研究を行った結果を報告する。

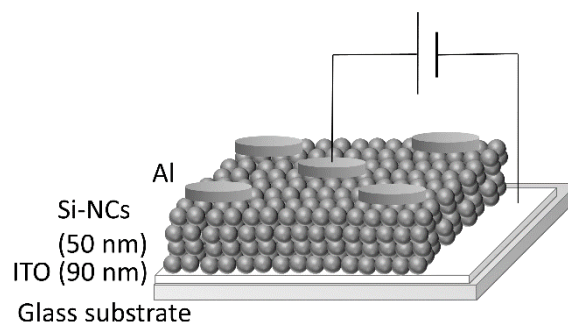


図 1. Si ナノ結晶塗布薄膜の模式図

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

## 金属マグネシウムと酸化物ガラスの反応により作製した金属複合化合物のヘテロ界面構造解析と電気・磁気物性

理学研究科 博士前期課程 化学専攻

上野勝也、長嶋廉仁、瀬戸雄介、松本恵、桜井敬博、太田仁、高橋一志、内野隆司

我々はこれまで金属マグネシウムとアルカリホウケイ酸塩ガラスの固相反応により、MgO(絶縁体)、Mg<sub>2</sub>Si(半導体)、MgB<sub>2</sub>(金属・超伝導体)からなる原子レベルで緻密な複合体が生成することを報告した[1]。この複合化合物の室温での抵抗率は、絶縁体である MgO を多く含むにも関わらず数 Ω cm 程度であった。また、超伝導相である MgB<sub>2</sub>の含有率は 8 vol%に満たないにも関わらず 36 K で超伝導体転移が観測され、17 K で系全体の抵抗率はゼロに近い値となった。本研究では、反応生成物の構造を電子顕微鏡により観測し、複合化合物の低抵抗化の要因を微視的構造の観点から考察した。

Mg 粉末の上にバルクガラス(68SiO<sub>2</sub>-24B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-8Na<sub>2</sub>O mol%)を静置し、Ar 雰囲気下 700 °C で 5 時間試料を加熱した。反応後、ガラス表面全体に 0.5 mm 厚ほどの比較的緻密な生成物が得られた。SEM・TEM 観察の結果から、生成物中には MgO と Mg<sub>2</sub>Si をそれぞれ主相とする数 μm の層状周期構造が形成され、層界面では、MgO と Mg<sub>2</sub>Si がドメインで格子整合したヘテロ界面が形成されていることが分かった。本試料中では、このような粒界の無いコヒーレントな界面により複合体中の粒界抵抗が抑えられていると共に、MgO の酸素空孔に由来するトンネル電流によって MgO-rich 層の低抵抗化が生じていると推察される。その結果、系全体にジョセフソンネットワークが発達し、17 K でゼロに近い抵抗率が観測されたと考えられる。

[1] 上野勝也、永吉佑、林貴大、内野隆司、第 55 回ガラス及びフォトニクス材料討論会要旨集 JB-02,p.134 (2014)

## 帯電微粒子配列を用いた表面プラズモン共鳴構造色

工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻  
米山 貴之、青木 画奈、藤井 稔

モルフォ蝶の翅や宝石のオパールに観測される構造色は、微細構造を有する物体表面で伝搬光が干渉し、特定波長の光が強められることに起因する。表面プラズモン共鳴を用いて可視光で発色する材料を得るためには、金属表面にサブミクロンスケールの構造を作製する必要がある。しかし、電子線リソグラフィなどを用いた作製方法では、高額な装置や複雑な作製過程のため産業展開が困難という課題がある。

本研究では、表面プラズモン共鳴構造色を発色する構造を安価かつ短時間に作製する手法を提案した。帯電した微粒子が、微粒子間にはたらくクーロン力により自発的に所定の間隔で三角格子配列を形成する性質に着目し、粒子配列を鋳型として金属を蒸着することで所望の構造を得る手法である。この手法では、微粒子分散液中の電気二重層厚を制御することにより周期長を制御でき、発色を選択することが可能である。

ガラス基板上に  $\Phi 200$  nm のアミジン修飾ポリスチレン微粒子を配列した後 Al を 50 nm を蒸着し、構造色を発色する構造を得た (Fig.1)。反射スペクトルから色度を測定し CIE 色度図にプロットした (Fig. 2)。発色が周期長に依存することを定量的に確認した。

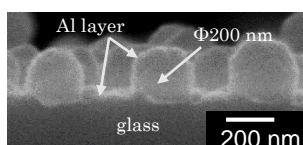


Fig.1 Cross-sectional FE-SEM image of Al film ( $\Phi 200$  nm, Al50 nm)

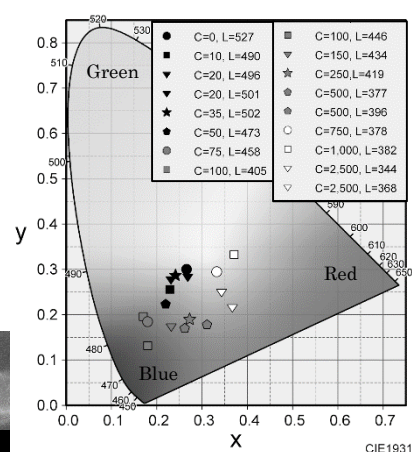


Fig.2 CIE-XYZ plots of Al films ( $\Phi 200$  nm, Al50 nm, KCl conc.  $C=0\sim 2,500$  uM, period  $L=344\sim 527$  nm)

## 回転対称型 benzotrithiophene 誘導体の合成と酸化状態

海事科学研究科 博士前期課程 海事科学専攻  
西村 遼太郎、平井 直樹、佐藤 正昭

$\pi$  共役系 oligothiophene 誘導体は、有機電導性材料として利用されており、有望な有機電子材料として近年注目されている。本研究では、 $\pi$  共役系 oligothiophene 誘導体の中でも、回転対称構造を有する triferrocenylbenzo[1,2-b:3,4-b':5,6-b'']trithiophene (FBTT) と trihexylbenzo[1,2-b:3,4-b':5,6-b'']trithiophene (HBTT) を合成し、それらの電子状態を測定した。電子状態の測定には、Cyclic Voltammetry (CV)、Osteryoung Square Wave Voltammetry (OSWV)、UV-Vis-NIR を行った。

例として、図 1 に FBTT の OSWV 測定結果を示す。このピークは酸化電位が 57mV と 113mV の二つのピークに分けられ、それらの電位差が 56mV であることから、FBTT は端子の ferrocene 間で静電的な相互作用があることが分かった。

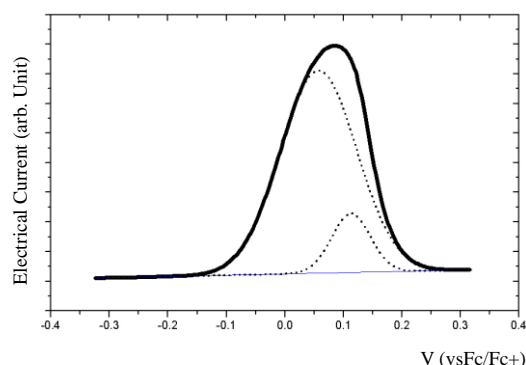


図 1 FBTT の OSWV 測定結果



## ナノインプリントにより作製した センサー用光導波路リング共振器の研究

工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻  
北中貴一、森協和幸

本研究では、一般に蛍光色素などにより標識した対象物質を計測するバイオセンサーと比較して、直接物質を検出できる利点のある光導波路について、そのナノインプリント法による作製を検討する。光導波路センサーは、将来小型化や低コスト化、センサーの高感度化が課題となっている。そのための機構としてグレーティングの利用などが考えられるが、微細化の要求が厳しくなく作製が簡便になるリング共振器の利用を検討した。

導波路のコア部分には光硬化性樹脂である SU-8 を用い、その濃度を変化させることにより、インプリント時に生じる残膜の膜厚を最適化した。ここで用いるモールドは EB 露光を用いてパターン化した。

また、FDTD(有限差分時間領域法)を用いてリング共振器の解析を行い、センサーとして最適な導波路断面の寸法やリング部分の構造について最適化した。

本研究で用いたインプリントと EB 露光では、兵庫県立大学高度産業科学技術研究所の松井真二教授、岡田真助教の協力を得た。

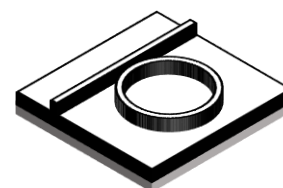


図.リング共振器  
の模式図

## ビスマスドーピングシリコンナイトライド薄膜の近赤外発光特性

工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻  
森岡嵩文、小島拓也、藤井稔

ビスマス(Bi)ドーピングガラスは、近赤外領域に光ファイバ通信波長帯を広くカバーする広帯域の発光を示すことが知られており、次世代の広帯域光増幅器材料の一つとして期待されている。本研究では導波路型広帯域近赤外発光増幅器及び電流注入発光デバイスの実現へ向けて、シリコン(Si)ベースの近赤外発光 Bi ドーピング薄膜の開発を行った。特に、窒素原子、酸素原子による Bi アクティブセンターの活性とそのメカニズムの解明を目的として、ビスマスドーピングシリコンオキシナイトライド薄膜の作製、評価を行った。アルゴン、窒素、酸素雰囲気下で Bi と Si を同時スパッタリングすることによりビスマスドーピングシリコンオキシナイトライド薄膜を作製し、Bi に起因する近赤外発光を光通信領域の C バンドに確認した。組成や熱処理条件の異なる試料について発光スペクトルと発光励起スペクトルの解析を行い、Bi ドーピングシリコンオキシナイトライド薄膜中には、近赤外発光センターとして  $\text{Bi}^0$  と  $\text{Bi}_2$  が存在する可能性が高いことを明らかにした。



## 蛍光スペクトルによる市販オリーブオイル製品の識別と成分の評価

農学研究科 博士前期課程 食料共生システム学専攻

○山本有紗、Yamamoto Arisa、豊田浄彦

【緒言】圧搾、搾汁処理により製造されるエクストラバージンオリーブオイルはトコフェロールやクロロフィルを含有し、それらは可視光域の蛍光を発することから、比較的簡易な装置による品質測定が期待できる。そこで、装置開発の基礎資料を得るため、エクストラバージンオリーブオイルの市販製品について、紫外励起蛍光特性および各成分の検出に適した励起光および蛍光スペクトルを調べた。

【方法】市販のエクストラバージンオリーブオイル（以下、EVOO）5製品、ピュアオリーブオイル（以下、POO）3製品の計8試料を用いた。励起波長は200～400nm、蛍光測定波長は200～800nm、波長間隔は共に10nmとした。スペクトルの解析にMATLAB(MathWorks)、PLS Toolbox (Eigenvector Research, Inc.)を用いた。

【結果】市販オリーブオイル製品の蛍光スペクトル測定から、トコフェロール、クロロフィルに起因するスペクトルを確認した（図1）。蛍光スペクトルから、クロロフィル量により供試オリーブオイル8製品の識別の可能性が示された。

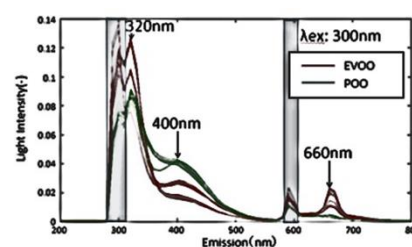


図 1.市販 EVOO, POO の  
蛍光スペクトル

## 分枝型置換基を有するルテニウム錯体系イオン液体の液体物性

理学研究科 博士前期課程 化学専攻

東智美、上田嵩大、持田智行

イオン液体とは融点が 100 °C 以下の塩のことを指し、難揮発性、難燃性、高伝導性などの特徴を示すことから、広く研究がなされている。当研究室では、金属錯体を含むイオン液体の開発を行ってきた。これらは磁性や触媒能のような金属錯体由来の特徴を持つ機能性液体となる。しかし、過去に報告してきたイオン液体は融点・粘度が比較的高いため、これらを低下させる分子設計が重要である。分子性物質では、分枝型置換基を導入すると融点が低下する場合が多いことが知られている。

そこで本研究では、サンドイッチ型ルテニウム錯体をカチオンとするイオン液体 [1]X–[3]X (X = PF<sub>6</sub><sup>-</sup>, FSA<sup>-</sup>, Tf<sub>2</sub>N<sup>-</sup>; Fig. 1) を合成し、液体物性に対する分枝型置換基の効果を検討した。置換基に不斉中心を持つ [3][PF<sub>6</sub>] については光学分割を行った。合成した塩は全て融点が 100 °C 以下であり、イオン液体とみなせる。分枝型置換基を用いることにより、融点は低下するが、粘度は高くなることが分かった。また、光学純度が低くなると結晶性が下がることがわかった。

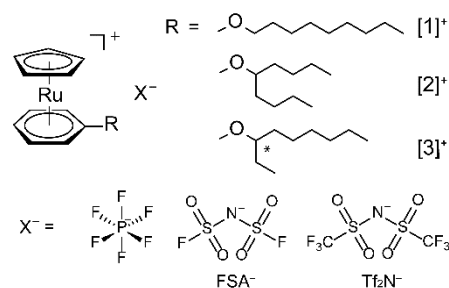


Fig. 1. 合成したイオン液体の構造式.

## 光照射で配位高分子固体に変化するイオン液体の開発

理学研究科 博士前期課程 化学専攻

上田嵩大、持田智行

イオン液体とは、融点が 100 °C 以下の塩であり、難燃性、難揮発性、高イオン伝導性などの特徴を有することから、電解液や反応溶媒としての応用が期待されている。当研究室では、金属を含むイオン液体を開発してきた。これらは金属錯体由来の特徴を持つ機能性液体となる。本研究では光照射によって配位高分子を生成するルテニウム錯体系イオン液体を開発した。このイオン液体を石英板に挟んで UV 光を照射すると、1 時間で光反応が完全に進行し、黄色固体が生成した。UV-vis スペクトルおよび IR スペクトルから、光照射によって arene 配位子が脱離し、カチオンとアニオンが架橋した配位高分子へと変化することがわかった (Fig. 1)。脱離した arene 配位子は、メタノール

で洗浄によって完全に除去できた。この配位高分子は多孔性構造を有しており、ガス吸着能を示した。また、この配位高分子はほとんどの溶媒に不溶であったが、アセトニトリルに溶解した。この溶液に arene 配位子を加え加熱することで元のイオン液体が定量的に再生した。

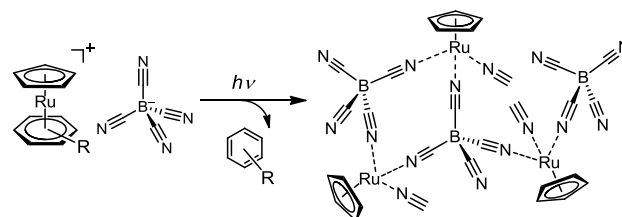


Fig. 1. イオン液体から配位高分子への光反応スキーム

## Magnetostratigraphy of hominid-bearing beds in Trinil, Java

理学研究科 博士前期課程 地球惑星科学専攻

Koyo Kumazawa, Masayuki Hyodo, Shuji Matsu'ura, Megumi Kondo, Nayu Fukumoto, Yoshihiro Takeshita, Ikiko Kitaba, Fachroel Aziz, Iwan Kurniawan, Hisao Kumai.

We sampled fluviatile sediments, at three sections along the Solo River in order to establish magnetostratigraphy in Trinil, Java. A total of 197 samples were collected from 37 horizons. Being subjected to progressive thermal and alternating field demagnetizations, 68 % of samples gave a ChRM direction. Polarity of each horizon was determined by VGP latitude calculated from a horizon mean ChRM. Sections A and B have a layer with reverse polarity at the base, overlain by a normal polarity zone. The normal polarity zone is correlated with the Brunhes Chron (0.78-0.00 Ma), and the lowermost reverse polarity with the Matuyama Chron (2.60-0.78 Ma). In section C, only normal polarity was obtained throughout the 2-m thick sand layer that conformably overlies the hominid-bearing layer, from which paleomagnetic data is unobtainable. Sections A and B lack the sand layer overlying the hominid-bearing gravel bed. Hence, a hiatus is estimated between the normal polarity sand layer at section C and the reverse polarity silt layer at the base of sections A and B. Hence, the Jaramillo Subchron (1.07-0.99 Ma) is correlated to the normal polarity sand layer, and further to the gravel bed. This result is consistent with the similarity of fauna between Trinil and Sangiran. Hominid occupation of Trinil may coincide with the earlier reach of the Sangiran hominid occupation.

## マイクロカンチレバーを用いた高周波 ESR 分光法の タンパク質試料への応用

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻

岡本翔、大道英二、太田仁

電子スピン共鳴(ESR)測定は通常 X-band 帯(~10 GHz)で行われる。一方、ミリ波、テラヘルツ波といった高周波数領域での ESR 測定では、高いスペクトル分解能を得ることができ、また、大きなギャップ間遷移の観測が可能になる。加えて、多周波数測定を行うことによりスピン系のミクロスコピックな情報を分光的センスでより詳細に得ることができる。しかしミリ波、テラヘルツ波領域では光源の強度が弱いため、スピン密度の薄いタンパク質試料等の ESR 測定を行う場合は、スピン数を稼ぐために 10 mg オーダー程度の多量試料が必要である。このような問題を乗り越えるため、我々はマイクロカンチレバーを用いた高周波 ESR 測定法の開発を進めている。この手法では、10  $\mu$ g オーダーの微量試料をマイクロカンチレバーの先端に載せて測定を行う。磁場中で高周波電磁波を照射し、ESR に伴う微小な力をレバーのたわみに変換して ESR 信号を検出できる。この手法では一般的な高周波 ESR 測定法に比べ 1 万倍程度高感度な測定が可能である。

本研究では、我々が開発した手法をヘムタンパク質の類縁物質であるヘミン分子に適用した。測定温度は 4.2 K、105 ~ 160 GHz までの多周波数で測定を行った。その結果、Fe<sup>3+</sup>イオンに起因する ESR 信号を g ~ 6 付近に得ることに成功した。これは通常の X-band 帯 ESR 測定の結果とおおよそ一致する。本講演ではヘミンの測定結果及びタンパク質試料への応用結果についても報告する。

## 稲わらのバイオリファイナリーに向けた特性の解析と多様性の評価

農学研究科 博士前期課程 資源生命科学専攻<sup>1</sup>、神戸大院・工<sup>2</sup>、神戸大院・農<sup>3</sup>

合田喬<sup>1</sup>、寺村浩<sup>2</sup>、末廣美紀<sup>1</sup>、金丸研吾<sup>3</sup>、川口秀夫<sup>2</sup>、荻野千秋<sup>2</sup>、近藤昭彦<sup>2</sup>、山崎将紀<sup>1</sup>

循環型社会の実現に向け、再生可能資源からバイオ燃料などを生産する技術はバイオリファイナリーと呼ばれる。日本ではイネ (*Oryza sativa*) から生じる未活用な資源である稲わらからのバイオエタノール生産が有力な手段の一つとされている。工業的なプロセスとしては、稲わらに含まれるデンプンやセルロースをグルコースに分解し発酵を行うことで、バイオエタノールが得られる。効率的な糖化・発酵にはリグノセルロースを分解する前処理が必須であり、前処理後の糖濃度がバイオエタノールの収量に大きく関わるため、前処理後の糖収量が多い品種の選定が不可欠である。しかし、現時点ではそのような評価が行われているイネ品種は非常に少ない。ゆえに本研究では、農学研究科附属食資源センター研究圃場で栽培されている多種多様な 208 品種の稲わらを用いて、前処理後のグルコース収量を主な指標としたバイオリファイナリーに適した品種の探索とその多様性の評価を行ったので、その結果を報告する。

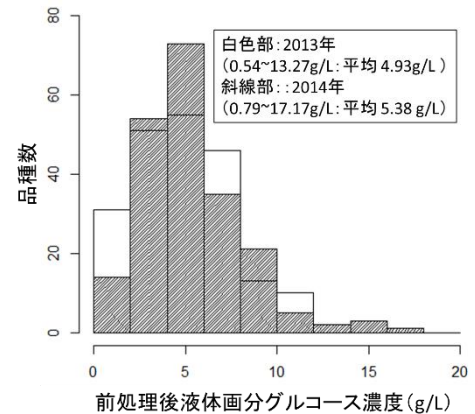


図: 208 品種の前処理後グルコース濃度の頻度分布 (2013 年と 2014 年)

## 炎症に関与する NLRP3 の LRR ドメインの発現系の構築と構造再生の試み

理学研究科 博士前期課程 化学専攻

山本良太<sup>A</sup>、山下和人<sup>A</sup>、今村比呂志<sup>B</sup>、鏗木基成<sup>A</sup>、茶谷絵理<sup>A</sup>( 神大院理<sup>A</sup>、産総研<sup>B</sup> )

炎症反応は生体の防御反応であり、NLRP3 はそれに関与するタンパク質のひとつと考えられている。NLRP3 はロイシンリッチリピート(LRR)ドメイン、NOD ドメイン、pyrin ドメインの 3 つのドメインから成る。NLRP3 はアミロイド線維などの細胞障害因子を認識し、インフラマソームを形成して炎症反応を起こす。なかでも、細胞障害因子の認識は LRR ドメインが担っていると考えられているが、細胞障害因子と直接相互作用をして認識しているのか、細胞障害因子から産生される活性酸素種などを認識しているのかなど、詳しい分子化学的な認識機構はまだ解明されていない。そこで本研究では LRR ドメインの分子化学的な認識機構の解明を目標として、LRR ドメインの発現系の構築および精製を行った。

大腸菌を宿主として組み換え型 LRR ドメインを発現させると、可溶画分に得られたが凝集性が非常に高く、立体構造が正しく形成されていない可能性が考えられた。そこで一度完全に変性させてから、構造の再生を試みた。その結果、凝集性に改善が見られたため、LRR ドメインの構造として予測される馬蹄型構造(LRR モチーフ)の有無を X 線小角散乱法などの測定によって確認した。ポスターでは詳細な実験結果などについて説明したい。



図 1. LRR モチーフ  
ブタ由来の RNase インヒビターの例  
( PDBID: 3DNU )

## 木本植物の心材形成時における栄養塩回収機構の解析

理学研究科 博士前期課程 生物学専攻

真鍋瞬<sup>1</sup>、栗田悠子<sup>1</sup>、馬場啓一<sup>2</sup>、山本浩太郎<sup>1</sup>、高橋勝利<sup>3</sup>、大西美輪<sup>1</sup>、小菅桂子<sup>1</sup>、七條千津子<sup>1</sup>、石崎公庸<sup>1</sup>、深城英弘<sup>1</sup>、三村徹郎<sup>1</sup> (<sup>1</sup>神戸大院・理・生物、<sup>2</sup>京都大・生存研、<sup>3</sup>産総研・創薬基盤研究部門)

一定の年月を経過した樹木の木部には、樹体の機械的支持のため、中心から心材が形成される。心材は死細胞からなるため、ポリフェノール類などの耐腐朽性化合物が多量に含まれ、腐朽菌や虫害に対する抵抗性を持っており、外敵に侵される危険性を回避している。本研究では、活発に組織間の転流が行われているリンに着目し、心材形成時の細胞死の過程における細胞内構成物の回収機構の解明を目的とした。

まず、心材形成に伴いリンは回収されているかを調べるために、野外のポプラの枝をディスク状に切り出し、中心から等間隔に分割し、各部位のリン酸濃度を測定した。その結果、心材は他の部位よりリン酸濃度が低く、再利用されていることがわかった。

通常、心材形成の開始は発芽後数年から数十年かかるといわれている。当研究室では培養庫で擬似的に四季を形成し、1年を4~5ヶ月で回す系を確立している。その系を用いて、短期間で心材形成を開始させる実験系を作成しようと試み、擬似心材形成に成功した。現在この系を用いて心材形成時のリンの回収機構の解明を目指している。

## ラン藻中における光化学超複体内のエネルギー移動

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

植野嘉文<sup>1</sup>、藍川晋平<sup>2</sup>、近藤昭彦<sup>2</sup>、秋本誠志<sup>1,3</sup>

酸素発生型の光合成生物は、2種類の光化学系（PSIとPSII）を持ち、光合成が効率よく行われるためには、両光化学系がバランス良く光励起されることが必要である。高等植物では、両光化学系間のエネルギー移動（スピルオーバー）を調節することにより両光化学系のバランスが保たれている[1]。ラン藻などの一部の光合成生物は、光捕集アンテナとしてフィコビリソーム（PBS）を持ち、PBS → PSII エネルギー移動や PBS → PSI エネルギー移動（図1；黒線矢印）を調節して、両光化学系のバランスを保っていることが知られている。PBS → PSI エネルギー移動において、高等植物のようにスピルオーバーによる調節機構が存在するかどうかは長年議論されているが、結論は得られていない（図1；黒点線矢印）。本研究では、液体窒素温度条件下で遅延蛍光スペクトルを精密測定することにより、ラン藻においてスピルオーバーが存在するかどうかを非破壊的に検討した。PBS → PSI エネルギー移動において、60%以上がスピルオーバー機構により伝達されることが分かった。

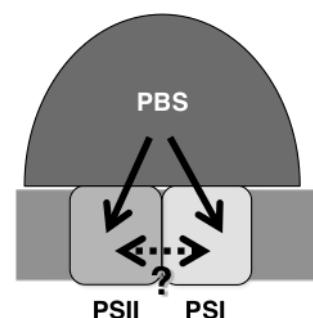


図1 ラン藻の各複合体とそれらの間のエネルギー移動（矢印）

[1] M. Yokono, A. Takabayashi, S. Akimoto, A. Tanaka, Nat. Commun., 6, 6675 (2015).



## マルチフェロイック物質 $\text{BiFe}_{0.8}\text{Co}_{0.2}\text{O}_3$ の高周波 ESR 測定

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻

<sup>A</sup>神戸大分子フォトセ,<sup>B</sup>神戸大研究基盤セ,<sup>C</sup>島根大総合科学研究支援セ

<sup>D</sup>東工大院総合理工,<sup>E</sup>東工大応セラ研

森満新, 大久保晋<sup>A</sup>, 櫻井敬博<sup>B</sup>, 原茂生<sup>C</sup>, 太田仁<sup>A</sup>, 山本孟<sup>D</sup>, 東正樹<sup>E</sup>

マルチフェロイックは磁性と強誘電性が共存することからメモリやセンサー材料としての応用が期待され興味を集めている。 $\text{BiFeO}_3$ はマルチフェロイック物質として知られており、強誘電転移温度  $T_c=1103\text{K}$ 、反強磁性転移温度  $T_N=634\text{K}$  と室温より高い温度でこれらの状態が共存するため応用に期待されている。一方  $\text{BiCoO}_3$ は常圧相で Co が  $\text{CoO}_6$ 八面体の中心から大きく偏心しているが高圧相では八面体内に存在するため、圧力誘起のスピン状態の変化が観測されている。 $\text{BiFeO}_3$ の Fe を Co に置換していくことで、常圧相から高圧相への変化と同等な化学圧力が期待される。

$\text{BiFe}_{0.8}\text{Co}_{0.2}\text{O}_3$  は結晶構造 R3c をもち、室温から 120K まではコリニアにスピンが並んでいる G-type の反強磁性秩序をとり、120K 以下では変調されたスパイラル配置になると報告されている。今回マルチフェロイック物質として期待される  $\text{BiFe}_{0.8}\text{Co}_{0.2}\text{O}_3$  の電子状態を調べるために粉末試料の高周波 ESR 測定を行った。

## ミドリゾウリムシに共生するクロレラの細胞壁の解析

理学研究科 博士前期課程 生物学専攻

松元里樹、ソンチホン、洲崎敏伸

本研究では、ミドリゾウリムシから単離したクロレラ *Chlorella* sp. (Kb1 株) を用い、自由生活状態とミドリゾウリムシに共生している状態の細胞壁の化学的・形態的な特徴を比較解析した。細胞壁は、Calcofluor・WGA-FITC・LFA-FITC の 3 種の試薬で染色した。Calcofluor は  $\beta$ -D-glucopyranose 多糖類に反応する蛍光色素で、セルロース・キチン・シアル酸・グリコサミノグリカンなどを染色する。WGA はキチンやシアル酸に結合する。LFA はシアル酸に特異的に反応するレクチンである。Calcofluor は自由クロレラの細胞壁をよく染色したが、共生クロレラの細胞壁では蛍光強度が約 50% に低下していた。このことから共生によってクロレラの細胞壁上の糖に変化が生じていることが示唆された。セルラーゼ処理により、Calcofluor の染色性には変化がなかったため、セルロースは Calcofluor によって染色される主要な糖成分ではないことがわかった。WGA と LFA は、共生状態によらず同様な染色性を示したので、キチンとシアル酸は細胞内共生の結果生じるクロレラ細胞壁の Calcofluor に対する染色性の低下の原因ではないことが示唆された。以上のことから、クロレラ細胞壁上に存在するグリコサミノグリカンの量が共生によって減少していることが示唆された。クロレラ細胞壁を急速凍結と凍結置換固定により透過型電子顕微鏡で観察を行った結果、自由生活クロレラの細胞壁の厚さは 20-30 nm、共生生活クロレラは 7-12 nm であった。これは、クロレラの細胞壁が細胞内共生の確立に伴い、構造面でも化学面でも変化していることを示している。

## 量子スピンネマチック相を持つと期待される $\text{NaCuMoO}_4(\text{OH})$ の磁場 中配向試料による THz ESR 測定

<sup>A</sup>理学研究科 博士前期課程 物理学専攻, <sup>B</sup>島根大研究支援セ, <sup>C</sup>神戸大研究基盤セ  
<sup>D</sup>神戸大分子フォトセ, <sup>E</sup>京都大院農, <sup>F</sup>東大物性研, <sup>G</sup>名古屋大学院工  
 北原遥子<sup>A</sup>, 原茂生<sup>B</sup>, 櫻井敬博<sup>C</sup>, 大久保晋<sup>D</sup>, 太田仁<sup>D</sup>  
 木村史子<sup>E</sup>, 木村恒久<sup>E</sup>, 那波和宏<sup>F</sup>, 岡本佳比古<sup>G</sup>, 廣井善二<sup>F</sup>

$\text{NaCuMoO}_4(\text{OH})$ は  $J_1$ - $J_2$  一次元フラストレート磁性体のモデル物質として興味を持たれている。これまで磁気異方性を調べるために必要な大型の単結晶は得られていなかった。そこで時間変調する回転磁場を粉末試料に印加して3次元的に配向させ、擬似的な単結晶を作製した。図1に1.9K、354GHzでの粉末試料と擬単結晶試料に対して  $H//a$ ,  $H//b$  に磁場をかけた場合のスペクトルの比較を示す。粉末試料では複数の吸収を含んだスペクトルだったのに対して、擬単結晶試料のスペクトルは単一のピークを示し、粉末試料で観測された複数の吸収は擬単結晶試料のそれぞれの吸収位置に近く、擬単結晶化が成功したことを示唆している。当日は詳しい作製方法と多周波 ESR の結果を報告する。

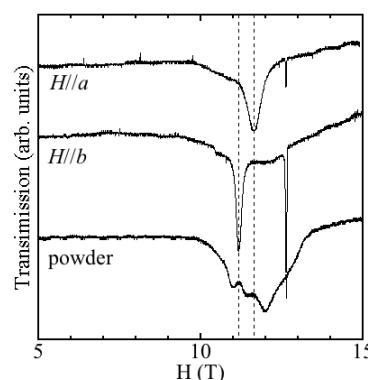


図1 354GHz, 1.9K での ESR スペクトルの比較

## 筋肉細胞の糖取り込みを促進する緑豆タンパク質人工消化物由来 ペプチドの単離と特定

農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻  
 王 鑫、山下 陽子、芦田 均

【目的】緑豆タンパク質 (MPI) は、高血糖の予防効果を有することが報告されている。しかし、MPI の成分中の予防効果を有するペプチドはまだ明らかにされていない。そこで、本研究では MPI 人工消化物に着目し、糖取り込みを促進するペプチドを明らかにすることを試みた。【方法】MPI を消化酵素のペプシン、トリプシンおよびキモトリプシンで処理し、3 kDa 以下の分画を限外ろ過により得て、それを凍結乾燥したものを使用した。MPI 消化物のペプチド量はニンヒドリン反応により測定した。ラット骨格筋由来 L6 細胞に、MPI 消化物を前処理した後、毒性ならびに細胞内への糖取り込み量を測定した。ゲルろ過クロマトグラフィー法を用いて、MPI 消化物の分画を行った。【結果】MPI 消化物 1 mg/ml は、glycylglycylglycine 換算で 1.7 mM であった。また、MPI 消化物は 1.7 mM、3.4 mM および 17 mM において細胞毒性がなく、濃度依存的に糖取り込みを促進した。糖取り込み促進効果を有する MPI 消化物をゲルろ過クロマトグラフィーに供したところ、三つのピークが検出されたため、今後これらの活性を有するペプチドの分離・同定を行う予定である。

## 磁場中回転配向試料作製とその強磁場 ESR 測定

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻

吉田翔太<sup>A</sup>, 櫻井敬博<sup>B</sup>, 大久保晋<sup>C</sup>, 太田仁<sup>C</sup>, Alexei A. Belik<sup>D</sup>, 原茂生<sup>E</sup>

<sup>A</sup>神戸大院理, <sup>B</sup>神戸大研究基盤セ, <sup>C</sup>神戸大分子フォトセ, <sup>D</sup>物材機構, <sup>E</sup>島根大総合科学研究支援セ

低次元磁性体は隣り合う格子点の数が少ないため、量子力学的効果が顕著となると考えられており大変興味を持たれている。 $\text{ScCu}_{2/3}\text{V}_{1/3}\text{O}_3$  は磁性を担う  $\text{Cu}^{2+}$  イオンが  $ab$  面内でハニカム格子状に並んでおり、また面間是非磁性の  $\text{Sc}$  で隔てられているためよい 2 次元ハニカム格子のモデル物質になると期待されている。そこで今回  $\text{ScCu}_{2/3}\text{V}_{1/3}\text{O}_3$  の粉末試料、配向試料の強磁場 ESR による測定を行った。 $ab$  面内の配向試料の作成方法は、粉末状の  $\text{ScCu}_{2/3}\text{V}_{1/3}\text{O}_3$  をスタイクキャストに混ぜ、室温で 12 時間固定することにより作成した。また今回の試料が  $\chi_c < \chi_a = \chi_b$  であるため、 $c$  軸方向の配向試料には 10T の磁場中で 24 時間磁場垂直方向に回転させるとにより作成を行った。発表では、 $g$  値の温度変化、 $T_N$  以下の周波数依存性からスピンドYNAMIXについて報告する。

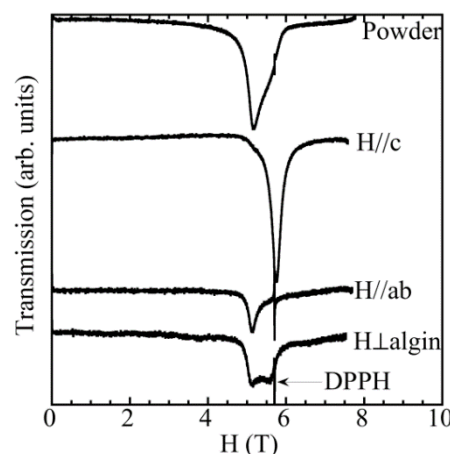


図 1 160GHz における粉末試料、配向試料の ESR スペクトル

## ゲノム損傷応答における p53 と DDB2 の機能連関

理学研究科 博士前期課程 生物学専攻<sup>1</sup>, バイオシグナル研究センター<sup>2</sup>, 放医研<sup>3</sup>

上村美花<sup>1,2</sup>, 松本翔太<sup>2</sup>, 安田武嗣<sup>3</sup>, 酒井 恒<sup>2</sup>, 菅澤 薫<sup>2</sup>

DDB2 は紫外線誘発 DNA 損傷を特異的に認識し、その後の DNA 修復反応の開始を促進するタンパク質である。DDB2 は様々な翻訳後修飾を受けることが知られているが、当研究室の先行研究により、DDB2 の N 末端領域に存在する 7 か所のリジン残基がアセチル化の標的となること、この 7 か所のリジン残基をグルタミンに置換したアセチル化ミミック DDB2-7KQ を、SV40 ウイルスによりがん抑制遺伝子産物 p53 を不活化することで不死化したヒト線維芽細胞株で安定発現させると紫外線高感受性となることが示された。本研究では翻訳後修飾を介した DDB2 の未知の機能について特に p53 との関連性に注目して解析を行った。

今回 p53 が正常に機能しているヒト大腸がん細胞 HCT116 を親株として、DDB2-7KQ を安定発現する細胞株を改めて樹立し解析を行った結果、先行研究とは異なる細胞種を用いた場合でも DDB2-7KQ 発現細胞が紫外線高感受性を示し、その際アポトーシスが誘導されることがわかった。また、DDB2-7KQ 発現細胞の内在性 p53 をノックアウトしたところ紫外線感受性が減弱したことから、この細胞株の紫外線誘導性アポトーシスに p53 が関与していることが示唆された。さらに、紫外線照射後の時間経過に伴う p53 の挙動を調べたところ、p53 の安定化に関わる Ser15 のリン酸化が DDB2-7KQ 発現細胞で著しく増強し、かつ長時間持続することがわかった。現在このリン酸化を担うプロテインキナーゼの同定を行っており、DDB2-7KQ 発現細胞が紫外線誘導性アポトーシスを引き起こすメカニズムについてさらなる解析を進めている。

## タンパク質分解系による DNA 損傷応答制御機構

理学研究科 博士前期課程 生物学専攻<sup>1</sup>、バイオシグナル研究センター<sup>2</sup>  
金子雄貴<sup>1,2</sup>、岸本藍子<sup>2</sup>、酒井 恒<sup>2</sup>、菅澤 薫<sup>2</sup>

ゲノム全体を対象としたヌクレオチド除去修復 (GG-NER) の損傷認識を担う DDB2 と XPC タンパク質は、紫外線によって誘導される DNA 損傷 (UV 損傷) に応答してユビキチン化されることが知られている。しかし、ユビキチン化された DDB2 はプロテアソーム依存的に分解されるのに対し、XPC のユビキチン化は可逆的であり、ほとんど分解されない。このような二つの損傷認識因子が全く異なる運命を辿る生物学的な意義やその制御機構については不明な点が多く残されている。我々は先行研究において、GG-NER の損傷認識課程におけるユビキチン・プロテアソーム系 (UPS) のより詳細な機能的影響を検討するため、プロテアソーム阻害剤である MG-132 で細胞を処理した時の UV 損傷応答への影響を検証した。まず、UV 損傷であるシクロブタン型ピリミジン二量体 (CPD) と 6-4 光産物の修復効率を測定したところ、MG-132 処理によって 6-4 光産物の修復にはほとんど影響がないのに対して、CPD の修復効率が有意に低下することが明らかとなった。また、DDB2 の細胞内動態を解析した結果、UV 損傷の有無に関わらず MG-132 処理によって核内の DDB2 が核小体へ集積するという、予想外の結果を得た。さらに共焦点レーザー顕微鏡を用いた FRAP 解析により、核小体へ集積した DDB2 の易動度が極めて低いことが明らかとなった。本研究会では、より詳細なデータと共に GG-NER における UPS の機能的影響について議論したい。

## 2次元正方格子磁性体 $\text{Sr}_2\text{MnO}_2\text{Cl}_2$ の高周波 ESR 測定

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻  
A 神戸大研究基盤セ、B 神戸大分子フォトセ、C 物材機構

高橋昭彦、櫻井敬博<sup>A</sup>、大久保晋<sup>B</sup>、太田仁<sup>B</sup>、辻本吉廣<sup>C</sup>、Su Yu<sup>C</sup>、山浦一成<sup>C</sup>

正方平面配位を形成する物質は、超伝導性や低次元磁性の観点から注目を集めている。 $\text{Sr}_2\text{MnO}_2\text{Cl}_2$  は新しく合成された正方平面配位の層状ペロブスカイト物質である。結晶構造は、図 1 のように  $\text{O}_4$  が作る正方形の中心に磁性イオン  $\text{Mn}^{2+}$  が位置する正方格子を作り、各平面は Sr と Cl の層で隔てられている。先行研究では、ワイス温度がきわめて小さい +1.5K であり、1.6K のミュオン実験の結果からもスピン相関の発達が見られず正方格子物質で長距離秩序化しない初めての例の可能性が指摘されている。本研究の目的は ESR 測定から共鳴磁場の温度依存性を調べ、 $\text{Sr}_2\text{MnO}_2\text{Cl}_2$  のスピンダイナミクスを明らかにすることである。実験には試料を透過した電磁波を InSb 検出器で検出する透過光法の ESR 測定方法で測定した。実際の測定では 265K で比較的シャープな吸収が観測され、周波数-磁場プロットから  $g=2.00$  が得られた。また、1.8K では 160GHz 以上の領域で吸収スペクトルが低磁場に広がっていることから短距離秩序が発達していると考えられる結果が得られた。

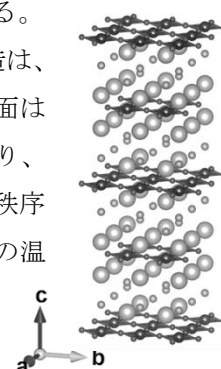


図 1  $\text{Sr}_2\text{MnO}_2\text{Cl}_2$  の結晶構造



## カスタムカンチレバーを用いた高周波 ESR 測定

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻

神戸大院理<sup>A</sup>, 神戸大分子フォトセ<sup>B</sup>

三木俊裕<sup>A</sup>, 岡本翔<sup>A</sup>, 大道英二<sup>A</sup>, 太田仁<sup>B</sup>

ESR(Electron Spin Resonance)測定法の一つにマイクロカンチレバーを用いた測定法がある。マイクロカンチレバーとはMEMS(Micro Electro Mechanical systems)の一種であり、プールの飛び込み台のような形状をした $\mu\text{m}$  オーダーの構造物である。ESR 吸収に伴う試料の磁化変化によって、試料を載せたカンチレバーに作用するトルクや力が変化する。そのため、カンチレバーの変位を測定することによって高感度の ESR 測定が可能となる。本研究ではさらなる高感度化を目指して光検出型 (Fabry-Perot 型) マイクロカンチレバーを微細加工技術により作製した。その結果、図 1 に示すように、 $1\ \mu\text{g}$  程度の DPPH 試料についてミリ波領域での多周波数 ESR スペクトルの取得に成功した。

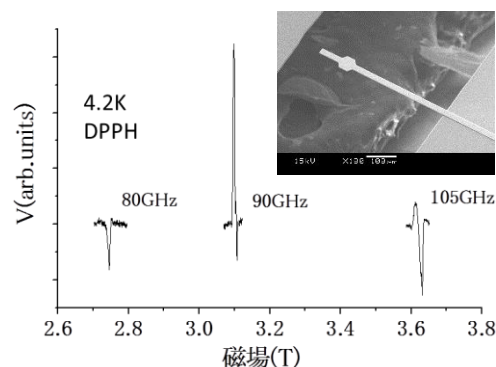


図 1: 自作 Fabry-Perot 型カンチレバーを用いて得られたミリ波領域における多周波数 ESR スペクトルと自作したマイクロカンチレバー

## 新斜方晶化合物 $\text{RRh}_3\text{Ga}_2$ ( $\text{R} = \text{La}, \text{Ce}, \text{Pr}$ ) の基礎物性測定

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

久保智也, 松岡英一<sup>A</sup>, 菅原仁<sup>A</sup>, 櫻井敬博<sup>B</sup>, 太田仁<sup>C</sup>

我々は、新物質探索により、強相関希土類化合物に対する非従来型超伝導などの未解明問題についての手がかりを得るとともに、新奇な物性の発見を目的として研究を行っている。 $\text{LaRh}_3\text{Ga}_2$  は、2015 年、Seidel らによって作製された、 $\text{CaCu}_5$  型六方晶構造を歪ませた斜方晶構造(図 1)を持つ新物質である[1]。本研究では、 $\text{LaRh}_3\text{Ga}_2$  及び La サイトを Ce と Pr で置換した化合物の多結晶試料を作製し、電気抵抗測定及び磁化測定を行うことにより伝導と磁性を調べた。

$\text{LaRh}_3\text{Ga}_2$  は  $T_c = 0.5\ \text{K}$  の超伝導物質であることを発見した。一方、 $\text{R} = \text{Ce}$  と  $\text{Pr}$  の物質は、粉末 X 線回折の結果から、 $\text{LaRh}_3\text{Ga}_2$  と異なった結晶構造であると考えられる。図 2 に  $\text{CeRh}_3\text{Ga}_2$  の電気抵抗率  $\rho$  と磁化率  $MB$  の温度依存性を示す。 $T = 4\ \text{K}$  以下の温度で  $\rho$  が減少し、 $MB$  が上昇するため、 $\text{CeRh}_3\text{Ga}_2$  は強磁性転移を起こしたと考えられる。ポスター発表において、 $\text{RRh}_3\text{Ga}_2$  ( $\text{R} = \text{La}, \text{Ce}, \text{Pr}$ ) の磁気転移の性質について詳しく議論する予定である。

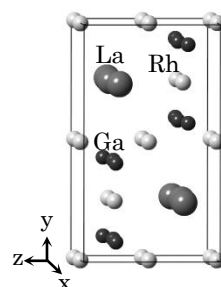


図 1  $\text{LaRh}_3\text{Ga}_2$  の結晶構造

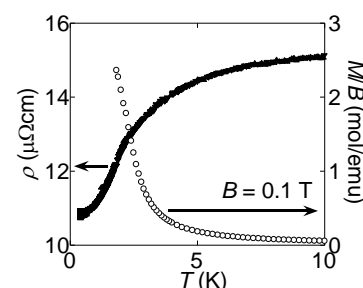


図 2  $\text{CeRh}_3\text{Ga}_2$  の電気抵抗率と磁化率の温度依存性

[1] S. Stefan, R. D. Hoffmann, R. Pöttgen, *Z. Anorg. Allg. Chem.* **2015**, *641*, 1400-1403



## 新しい立方晶希土類化合物 $R_6Pd_{13}Zn_4$ ( $R =$ 希土類)の磁性と伝導

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻 A神戸大院理 B神戸大研究基盤セ C神戸大分子フォトセ  
大島章弘 松岡英一 A 菅原仁 A 櫻井敬博 B 太田仁 C

希土類金属の Ce, Pr や Yb 含む物質系は, 伝導電子と 4f 電子の強い電子相関による様々な物性を示すため, 我々はこれらの希土類を含む新物質の探索を推進している. 近年,  $Dy_6Fe_{16}O$  型立方晶の結晶構造を持つ新しい物質系である  $R_6Pd_{13}Zn_4$  の存在が報告された. この系の中で  $R = Gd$  の化合物が 27.6 K で強磁性的な転移と, 10.5 K で反強磁性転移を示すことが報告されている<sup>1)</sup>. 本研究では強相関効果による新奇物性発現が期待される  $R = Ce, Pr$  の化合物の多結晶試料を作製し, 電気抵抗, 磁化, および比熱の測定を行うことにより磁性と伝導を調べた.

図 1 に  $Ce_6Pd_{13}Zn_4$  の電気抵抗率  $\rho$  及び磁化率  $M/B$  の温度依存性を示す.  $\rho$  は 3 K 以下で急増し,  $M/B$  はこの温度以下でほぼ一定の値となるため, この温度以下で何らかの磁気的な相転移が生じたと考えられる. 比熱が 3 K にて飛びを示し, そのときに解放されるエントロピーが  $Rln2$  の 7 割程度の値となるため, この相転移は 4f 電子に起因した磁気転移であると考えて矛盾がない. しかし, 反強磁性の特徴である  $M/B$  のカスプや強磁性の特徴である自発磁化が本物質ではみられないため, 現段階ではこの相転移が強磁性的か反強磁性的かは不明である. 講演ではこの 3 K での相転移の性質について議論する.

1) B. Gerke *et al.*, *Z. Anorg. Allg. Chem.* **640** (2014) pp. 2747-2752.

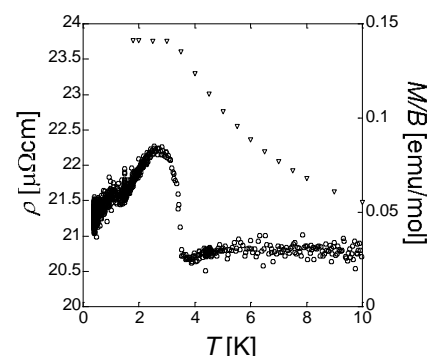


図 1  $Ce_6Pd_{13}Zn_4$  の  $\rho$  と  $M/B$  の温度依存性

## 銅(I)配位高分子の構造異性にに基づく構造転移と発光挙動

理学研究科 博士前期課程 化学専攻

神戸大院理<sup>1</sup>, 神戸大研究基盤セ<sup>2</sup>, 神戸大分子フォト<sup>3</sup>, 北大院理<sup>4</sup>

○岡井 光信<sup>1</sup>, 高橋 一志<sup>1</sup>, 内野 隆司<sup>1</sup>, 持田 智行<sup>1</sup>, 櫻井 敬博<sup>2</sup>, 太田 仁<sup>3</sup>, 武田 定<sup>4</sup>

一価の銅錯体は化学修飾により強発光を示したり発光色をチューニングできるため, 近年盛んに研究されている. 一方, 二価の銅錯体は銅に起因する発光を示さない. 本研究では, 酸化還元により発光をスイッチングできる銅錯体の開発を目指した. そこで構造異性体である二種類の新規電子受容性配位子  $L_{33}$ ,  $L_{44}$  を設計, 合成し, これらからなる銅錯体の結晶構造と発光特性を比較した (Fig. 1, top).  $L_{33}$  からなる銅錯体 **1** と  $L_{44}$  からなる銅錯体 **2** はいずれも同一の組成からなり, 銅二原子, ヨウ素二原子からなるユニットを配位子が架橋した一次元鎖状構造を形成していた (Fig. 1, bottom). また, 錯体 **2** では結晶中で配位子の回転運動が変化する構造相転移が明らかとなった. どちらの銅錯体も 10–300 K の温度域で銅は一価

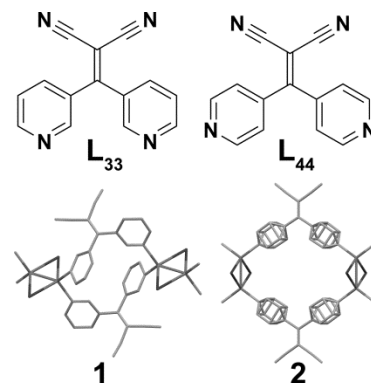


Fig. 1 (top) 配位子の構造式 (bottom) 銅錯体の結晶構造

であり, 発光を示すと期待されるため, 発光特性を検討したところ, 錯体 **1** は室温で 733 nm に発光極大を有する発光を示したが, 錯体 **2** では室温から 78 K にかけて発光が観測されなかった. 類似構造の錯体間で発光挙動が異なることから, 錯体 **2** では, 配位子の回転運動が消光に寄与したと考えられる.

## 中国レスにおける二次生成磁性ナノ粒子の探査

理学研究科 博士前期課程 惑星学専攻

佐野拓郎、兵頭政幸、松本恵、瀬戸雄介、楊天水

中国の黄河上流及び中流域に分布するレス・古土壌互層（中国レス）では、帯磁率の値が降水による土壌化の程度と正相関を示すため、帯磁率をプロキシとして降水量や夏季モンスーン強度の復元が数多くなされてきた。しかし、そうした古気候復元の根本に存在するレスの土壌化による帯磁率の増加現象（Magnetic Enhancement）をもたらすと示唆されてきた二次生成磁性ナノ粒子は、未だに直接発見・抽出されていない。

本研究では、中国黄土高原西部に位置する Lingtai で採取されたレス・古土壌の計 4 試料を(D1) ~ 10  $\mu\text{m}$ 、(D2) 10 ~ 1  $\mu\text{m}$ 、(D3) 1  $\mu\text{m}$  ~ という 3 つの粒径帯に分離した。分離後の各試料に対して帯磁率・帯磁率周波数依存性を測定した結果、古土壌は前者でレスの 4.0 倍、後者でレスの 4.3 倍の値を示した。各粒径帯の帯磁率・帯磁率周波数依存性の増加分への寄与はそれぞれ D1 で 1.4 %・4.0 %、D2 で 61 %・53 %、D3 で 32 %・34 % であり、D2 及び D3 の寄与が卓越した。帯磁率周波数依存性は粒径数十 nm の超常磁性 (SP; superpara-magnetic) 粒子の存在量を表すことから、そうした超細粒の磁性粒子は包有物として存在すると考えられる。さらに、IRM 獲得実験や熱磁気分析、磁気ヒステリシス分析を行った結果、二次生成磁性ナノ粒子がマグネタイトまたはそれが酸化して形成されたマグヘマイトであることが判明した。

実験結果を元に古土壌の D2 の試料からフィンガーマグネット法により磁気抽出した粒子集団を電子顕微鏡を用いて観察したところ、実際にケイ酸塩鉱物粒子中にナノサイズの酸化鉄包有物が確認された。

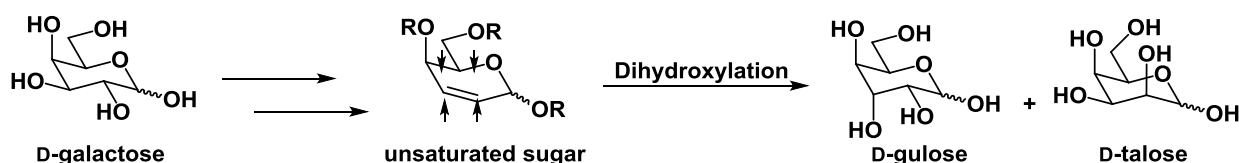
## 触媒的不斉ジヒドロキシ化を用いた希少糖合成

理学研究科 博士前期課程 化学専攻

波戸 陽一、永橋 孝明、道上 恭佑、林 昌彦

天然に多量に存在する D-グルコース、D-ガラクトースなどの糖以外にも、数十種類の糖が存在しているが、その多くが天然にわずかにしか存在しない希少糖と呼ばれるものである。希少糖の一部は、生理活性を有しており、医薬品、機能的食品などへの応用が期待されている。しかし、残りの大部分の希少糖は合成法が確立されておらず、十分な研究は進んでいない。

今回我々は D-ガラクトースから誘導した 2,3-不飽和糖に対して Sharpless 不斉ジヒドロキシ化を行うことで、希少糖である D-グルースと D-タロースの合成を行った。発表では、D-グルース、D-タロース 2 種の生成物の選択的な合成のための、触媒や種々の基質の検討について報告する。



## CeRh<sub>6</sub>Ge<sub>4</sub> の Si 置換による量子臨界性の検証

理学研究科 博士前期課程 神戸大院理<sup>A</sup> 神戸大研究基盤セ<sup>B</sup>、神戸大分子フォトセ<sup>C</sup>

本道千聖、藤井達也、大島章弘、松岡英一<sup>A</sup>、菅原仁<sup>A</sup>、櫻井敬博<sup>B</sup>、太田仁<sup>C</sup>

希土類を含む化合物では、元素置換や圧力印加によって磁気転移が消失する量子臨界点の近傍で、非従来型超伝導状態や非フェルミ液体状態などの特異な現象を数多く示すため、物性分野において注目されている。この様な現象を研究するため、我々は空間反転対称性の無い六方晶希土類化合物  $RRh_6Ge_4$  ( $RE =$  希土類)[1] に着目した。中でも  $CeRh_6Ge_4$  は、転移温度  $T_C = 2.5$  K ( $Ce$  化合物の中では特に低い転移温度) で強磁性を示し、 $T_C$  での磁気エントロピーが  $R\ln 2$  の約 20% にとどまる[2]。この様な振る舞いの原因として、 $CeRh_6Ge_4$  の磁性状態が、量子臨界点の近くにあることが挙げられる。そこで我々は、 $Ge$  の一部を  $Si$  で置換して格子を縮ませ、 $4f$  電子と伝導電子の混成を制御することで量子臨界性の検証を行った。

図1は、 $CeRh_6(Ge_{1-x}Si_x)_4$  の比熱  $C$  の温度依存性について示す。この結果から、 $Si$  置換量  $X$  が増加すると比熱がピークを示す温度 ( $T_C$  に相当) が低温側へシフトし、なおかつピークがつぶれていることが読み取れる。これは、 $Si$  置換量を増やすことによって  $Ce$  イオンが持つ  $4f$  電子と、結晶中を移動する伝導電子の混成が強まったためと考えられる。また、図2は  $T-X$  相図を示す。この図から  $X=0.15$  付近が、強磁性転移が消失する量子臨界点に対応すると読み取ることが出来る。

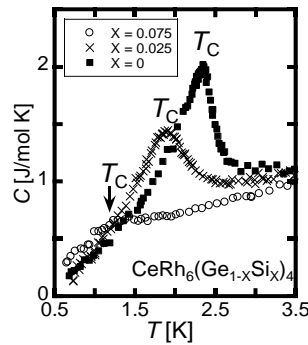


図1: 比熱  $C$  の温度依存性

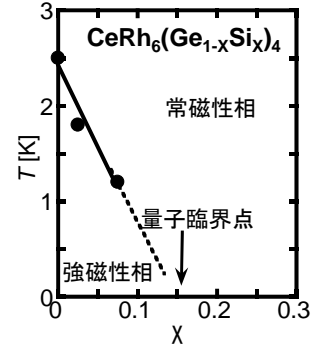


図2:  $T-X$  相図

[1] D. Voßwinkel *et al.*, *Z. Anorg. Allg. Chem.* (2013), **639**, 2623.

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

## 新しい六方晶希土類化合物 $RRh_6Si_4$ ( $R =$ 希土類) の磁性

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

藤井達也、本道千聖、松岡英一<sup>A</sup>、菅原仁<sup>A</sup>、櫻井敬博<sup>B</sup>、太田仁<sup>C</sup>

強相関電子系分野では、空間反転対称性のない結晶構造を持つ物質が示す非従来型超伝導などの新奇物性が注目されている。我々はこの様な構造を持つ化合物として  $LiCo_6P_4$  型六方晶の結晶構造を持つ  $CeRh_6Si_4$ [1] に注目して物性測定を行った結果、この化合物の  $Ce$  イオンが中間原子価の状態であることを発見した[2]。本研究では  $CeRh_6Si_4$  の  $Ce$  サイトを他の希土類  $R$  で置き換えた  $RRh_6Si_4$  の基礎物性について、磁化、電気抵抗率、及び比熱の測定によって調べた。

図1に  $YbRh_6Si_4$  の磁化率  $MB$  と電気抵抗率  $\rho$  の温度依存性を示す。 $MB$  が 4 K で折れ曲がりを示し、 $\rho$  が 4 K 以下で急激な減少を示すことから、 $YbRh_6Si_4$  は 4 K 付近で磁気転移を示すと考えられる。

また、図2で示すように  $YbRh_6Si_4$  の比熱  $C$  は 4 K 以下で飛びを示し、エントロピー  $S$  がこの温度付近で  $R\ln 2$  に達する。このことから 4 K での磁化率の増加と電気抵抗率の折れ曲がり が  $4f$  電子に起因した磁気相転移に対応する物であることが明らかになった。

発表では  $YbRh_6Si_4$  が示す磁気転移の性質について議論するとともに他の  $R$  を含む化合物の物性についても報告する。

[1] A. Lipatov *et al.*, *J. Solid State Chem.* **183**(2010) 829-843.

[2] E. Matsuoka, C. Hondo, T. Fujii *et al.*, *J. Phys. Soc. Jpn.* **84**, 073704 (2015).

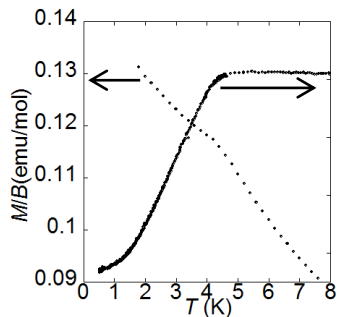


図1  $YbRh_6Si_4$  の磁化率  $MB$ 、電気抵抗率  $\rho$  の温度依存性

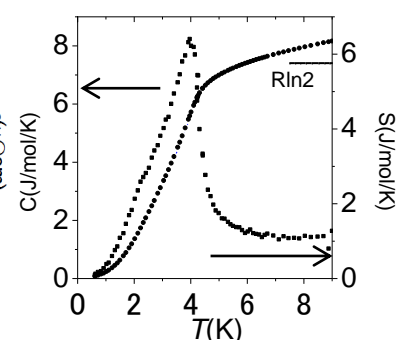


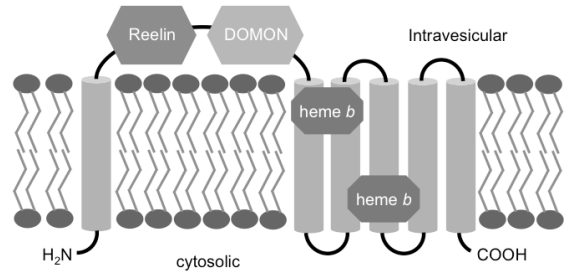
図2  $YbRh_6Si_4$  の比熱  $C$ 、エントロピー  $S$  の温度依存性

## Cytochrome $b_{561}$ ホモログタンパク質・SDR2 分子生理機能解析

理学研究科 博士前期課程 化学専攻

○東田 怜、高橋 優馬、山添 貴子、朝田 晃一、鏑木 基成

シトクロム  $b_{561}$  は6回膜貫通型タンパク質であり、2つのヘム  $b$  を保持しており、ビタミン C に由来する膜貫通電子伝達反応を行っている。ヒトには6種類ホモログタンパク質が存在しており、本研究ではその1つ、SDR2の分子生理機能の解明を目的としている。SDR2は、他のホモログタンパク質とは異なり、膜貫通  $b_{561}$  ドメイン以外に2つの親水性ドメイン (Reelin ドメイン・DOMON ドメイン) を保持していることがわかっている。各ドメインの機能は解明されておらず、SDR2 自体の生理機能も解明されていない。まず始めにヒト培養細胞を用いて SDR2 の細胞内での発現局在を調べた。蛍光タンパク質(EmGFP)と融合した SDR2 タンパク質を一過性に発現させるプラスミドを作製し、HeLa 細胞内で強制発現させたところ、小胞体に局在していることを確認した。また SDR2 の分子機能解明のために、資化性酵母を用いた SDR2 の大量発現系の構築を行っている。この際、先行研究において DOMON ドメインがヘムと結合している可能性が示唆されていることから、DOMON ドメインを含む野生型と DOMON ドメイン欠損型の2つのプラスミドを作製した。現在までに各プラスミドの酵母ゲノムへの導入に成功した。



▲ Fig. Human SDR2 transmembrane model

## $^{73}\text{Ge}$ -NMR/NQR による $\text{UGe}_2$ の磁気ゆらぎの研究

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻

野間雄一朗、小手川恒、久保徹郎、藤秀樹

$\text{UGe}_2$  は 52 K で強磁性を示し、圧力下で超伝導が発現する。同じ強磁性超伝導体  $\text{UCoGe}$  では、核スピン-格子緩和率  $1/T_1$  の磁場に対する異方性から強い一軸性の磁気ゆらぎをもつことがわかっている。超伝導は磁気ゆらぎの発達とともに実現し、 $\text{UCoGe}$  では従来の電子格子相互作用ではなく磁気ゆらぎが超伝導を誘起していると考えられる結果が報告されている。しかし、 $\text{UGe}_2$  では磁気ゆらぎが存在しているのは分かっているが、 $\text{UCoGe}$  と同様の一軸的なものかどうかは確認されていない。そこで我々は、NMR 測定により  $\text{UGe}_2$  の磁気ゆらぎを観測することを目的とした。

今回の実験で  $^{73}\text{Ge}$  の NMR/NQR を行い、核スピン-格子緩和時間  $T_1$  の測定をした。図に示されるように磁場方向に対して大きな異方性を観測した。発表では、その測定結果・考察を報告する。

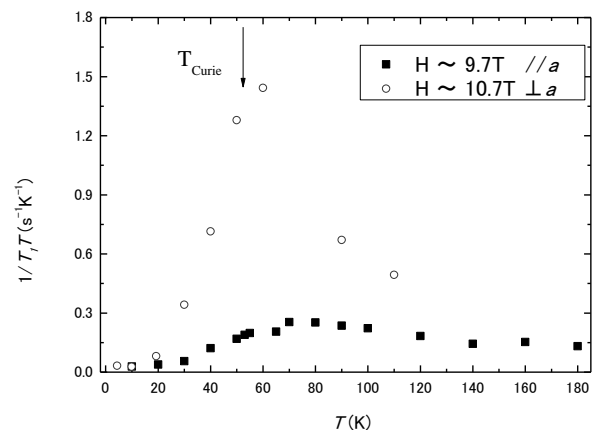


図  $\text{UGe}_2$  の核スピン-格子緩和率の測定結果



## SrCu<sub>2</sub>(BO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> の THz 領域での圧力下 ESR 測定

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻

神戸大研究基盤セ<sup>A</sup>、神戸大分子フォトセ<sup>B</sup>、東大物性研<sup>C</sup>

平尾祐樹、櫻井敬博<sup>A</sup>、太田仁<sup>B</sup>、大久保晋<sup>B</sup>、肘井敬吾<sup>B</sup>、松岡英一、菅原仁、上床美也<sup>C</sup>

SrCu<sub>2</sub>(BO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> はシャストリーサーザランド格子を有する二次元直交ダイマー系である。ダイマー内( $J$ )、及びダイマー間( $J'$ )相互作用の比  $J'/J$  が 0.64 程度とされ、理論的に予想される plaquette 相への転移点 ( $J'/J=0.68$ ) 近傍に位置する。圧力によりこの比を変えることで、高压相への転移が誘起されると期待される。すでに NMR[2]等により 2 GPa 付近で相転移が示唆されている。我々も圧力下強磁場 ESR 装置[1]の圧力領域、及び周波数領域の拡張を行い、700 GHz 程度までの周波数と 2 GPa を超える圧力下において ESR 測定を行った。その結果、圧力の増加に伴い、基底一重項と励起三重項の間のギャップエネルギーが減少し、1.8 GPa 付近で不連続なとびを示す振舞いが観測された。このギャップの圧力依存性の起源を調べるために理論計算との比較を行い、転移点そのものには多少のずれがあるものの、SS 格子モデルで  $J'/J$  を変えた理論によりかなりよく説明できることが分かった。我々は転移圧力を 1.8 GPa とし、高压相についてより詳細な検討を現在行っている。講演ではこれらの結果について報告する。

[1] T. Sakurai *et al.*, *J. Magn. Reson.* 259 (2015) 108-113

[2] T. Waki *et al.*, *J. Phys. Soc. Jpn.* 76 (2007) 073710

## ウリ科植物による脂溶性汚染物質の取り込み・蓄積メカニズム

農学研究科 博士前期課程 生命機能科学専攻

岩渕彩、乾秀之

残留性有機汚染物質 (POPs) は、難分解性、高脂溶性などの性質を持ち、環境中への残留や野生生物への蓄積による毒性発現が懸念されている。汚染土壌の浄化方法として、POPs を植物に吸収させて除去する方法がある。しかし、一般的な植物は脂溶性が高い POPs を吸収することができない。これまでに、ウリ科植物は効率よく POPs を吸収・蓄積することが報告されているが、その詳細なメカニズムはわかっていない。POPs の蓄積には、根からの取り込みに加えて地上部への移行が重要であることが示唆されたため、根から地上部への物質輸送を担う導管液を調べたところ、地上部の POPs 蓄積量と導管液中のタンパク質量に正の相関がある 17kDa のタンパク質を検出した。このタンパク質は Major latex-like protein (MLP) であることが判明し、POPs の輸送担体として働くことが示唆された。MLP は特徴的な構造として内部に疎水性のポケットを有しており、このポケットに POPs が結合することで POPs を可溶化し、導管液を介して地上部へ運んでいると考えられる。導管液を用いた POPs 結合実験の結果、導管液中の MLP と POPs の一種である PCB との結合が確認された。以上の結果から、ウリ科植物における POPs の蓄積には、MLP による POPs の可溶化と導管液を介した地上部への輸送が関与していることが示唆された。



## Magnet-on-cantilever を用いた高周波 ESR 測定

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻

宮崎晃和、大道英二、太田仁

電子スピン共鳴(ESR)は、ゼーマン分裂と等しいエネルギーを持った電磁波を電子系に照射することで得られる共鳴吸収のことである。この手法を用いることで試料中のフリーラジカルの検出や局所電子状態を明らかにすることができる。我々のグループでは、マイクロカンチレバーを用いることで、ESR 吸収をカンチレバーに働く力の変化として検出する新しい高周波 ESR の手法を開発している (カンチレバーESR)。

従来のカンチレバーESRにおいては、測定試料をカンチレバー上に設置し、外部均一磁場に加え勾配磁場を生み出す微小な磁石をカンチレバーの近くに設置する。本研究では、今後のイメージング測定への応用を念頭におき、試料と勾配磁石の配置を入れ替えたMagnet-on-cantilever配置を採用した。4.2 KでESRの標準試料であるDPPH(2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)を用いたESR測定を行ったところ、80、90、105 GHzにおいてDPPHに起因するESR信号の検出に成功した。講演では実験装置の詳細な説明及び実験の結果、今後の展望について紹介する。

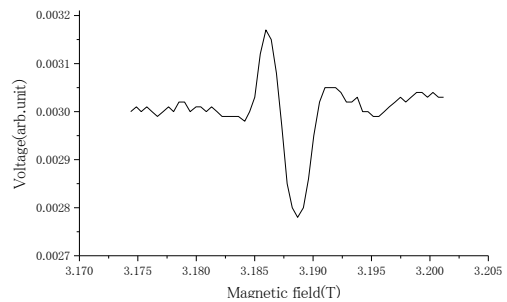


図 Magnet-on-cantilever 配置の DPPH の ESR 信号

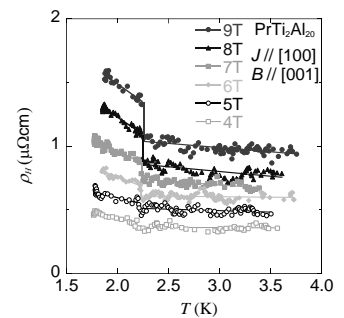
## RTi<sub>2</sub>Al<sub>20</sub> ( R = La, Pr ) の磁気抵抗とホール効果

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻

Pham.D.C.Nhan, 岩田昌彦、松岡英一、菅原仁

希土類元素 Pr (プラセオジウム)を含む金属間化合物 PrTi<sub>2</sub>Al<sub>20</sub>は、強四極子秩序状態(T<sub>Q</sub>=2K)で超伝導(T<sub>c</sub>=0.2K)を示すことから興味を持たれている[1]。これまで私たちの研究室ではこの物質の電子状態を明らかにするため、RTi<sub>2</sub>Al<sub>20</sub>(R=La,Pr)の純良単結晶を育成し、ドハース・ファンアルフェン(dHvA)効果測定からフェルミ面の観測を行った[2]。しかし LaTi<sub>2</sub>Al<sub>20</sub>で観測されている主要なフェルミ面は PrTi<sub>2</sub>Al<sub>20</sub>では観測されていない。このような dHvA 効果測定の不十分さを補うため本研究では RTi<sub>2</sub>Al<sub>20</sub> (R=La,Pr)のホール効果と磁気抵抗測定を行った。

図に PrTi<sub>2</sub>Al<sub>20</sub>の T<sub>Q</sub>付近でのホール抵抗率の温度依存性を示す。磁場は結晶軸の[001]方向に印加し、4,5,6,7,8,9Tの一定磁場下で測定を行った。いずれの磁場下でも T<sub>Q</sub>付近において四極子秩序に伴うホール抵抗率の増大が観測され、T<sub>Q</sub>以下でキャリア数が減少したものと考えられる。講演ではホール効果と磁気抵抗測定の詳細や電気抵抗の異方性について発表する。



ホール抵抗率の温度依存性

[1]A.Sakai et al, J.Phys.Soc.Jpn.**81**,083702(2012).

[2]S. Nagashima et al., JPS Conf. Proc. **3**, 011019 (2014).

## テトラヘドライト $\text{Cu}_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$ における 金属-半導体転移に関する NMR による研究

神戸大院理, 広島大院先端物質<sup>A</sup>

松井隆志, 松野治貴, 小手川恒, 藤秀樹, 田中博己<sup>A</sup>, 末國晃一郎<sup>A</sup>, 高島敏郎<sup>A</sup>

テトラヘドライト  $\text{Cu}_{10}\text{Tr}_2\text{Sb}_4\text{S}_{13}$  は高い熱電特性を持ち熱電材料としての応用が期待されている。この系のうち、 $\text{Tr}=\text{Cu}$  置換系でのみ  $T_c=85\text{ K}$  で金属-半導体転移(MST)を起こすことが報告されており<sup>[1]</sup>、その機構に興味を持たれている。そのため、今回 MST 機構を明らかにすべく NMR による研究を行った。

$\text{Cu}$  は  $\text{Cu}(1)$ 、 $\text{Cu}(2)$  の 2 サイト存在しており、それぞれに対応する NMR スペクトルが観測された。そのうち、 $\text{Cu}(1)$  についてナイトシフト、スピン格子緩和率を測定した結果いずれも転移点で顕著な変化が見られた。これは転移に伴いフェルミ面の状態密度が減少したことを表していると考えられる。

更に、 $T=190\text{ K}$  において NMR 信号が急激に減少することがわかった。これは  $\text{Cu}$  原子の振動に関連するラットリング転移と考えており、似たような振る舞いが既に報告されている<sup>[2]</sup>。

[1]K. Suekuni et al., Appl. Phys. Express **5**, 051201 (2012)

[2]H. Tou et al., JKPS, Vol. 63, No. 3, August 2013, pp. 650~653

## Cr、Mn 系化合物の圧力下における量子臨界点の探索

理学研究科 博士前期課程 物理学専攻

南 太美雄、小手川 恒、藤 秀樹、松岡 英一、菅原 仁

最近、 $\text{CrAs}$ 、 $\text{MnP}$  といった  $\text{Cr}$ 、 $\text{Mn}$  系化合物において圧力印加によって磁性を消失させることで超伝導が発見された。[1-3]そこで、本研究では、いくつかの  $\text{Cr}$ 、 $\text{Mn}$  系磁性体の圧力効果を調べることによって量子臨界点の探索を試みた。

一例として  $\text{CrNiAs}$  の結果を紹介する。 $\text{CrNiAs}$  は  $\text{ZrNiAl}$  型の六方晶構造を持ち、 $T_c = 190\text{ K}$  の強磁性体である。我々はインデンター型圧力セルを用いてさらなる高圧下での振舞いを、電気抵抗測定を通じて調べた。図に  $\text{CrNiAs}$  の圧力相図を示す。過去の研究と比較すると、 $1.5\text{ GPa}$  までの  $T_c$  の値はよく一致する。[4]  $1.5\text{ GPa}$  以上においても、加圧により転移点は減少しており、約  $6\text{ GPa}$  で量子臨界点に到達することが期待される。

当日はこの結果に加えて、他の  $\text{Cr}$ 、 $\text{Mn}$  系物質の圧力効果の結果を報告する。

[1] W. Wu *et al.*, Nature Commun. **5**, 5508 (2014).

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

[3] J. -G. Cheng *et al.*, Phys. Rev. Lett. **114**, 117001 (2015).

[4] S.Ohta *et al.*, J. Mag. Mag. Mat. **150**, 157 (1995).

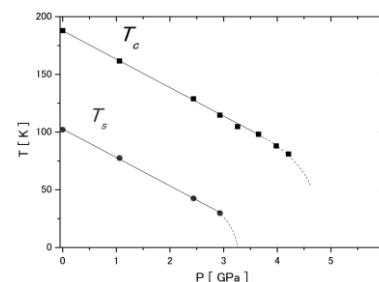


図  $\text{CrNiAs}$  の温度-圧力相図

## 水月湖の年縞堆積物を用いた古地磁気永年変化の復元

理学研究科 博士前期課程 惑星学専攻 神戸大学<sup>a</sup>、立命館大学<sup>b</sup>  
津村 昂甫<sup>a</sup>、兵頭 政幸<sup>a</sup>、松下 隼人<sup>a</sup>、北場 育子<sup>b</sup>、中川 毅<sup>b</sup>

古地磁気永年変化(PSV)は地球中心の双極子が作る磁場と地域的な非双極子磁場の合ベクトルの時間変化を表す。PSVは外核液体鉄の流動によるダイナモ作用のメカニズムを解明する上で重要であり、数百～数千年スケールの磁気層序年代法にも寄与する。しかし、現在、東アジアにおけるPSV記録は欧米に対して少なく、PSVのスタックデータも存在しないままである。

福井県水月湖の堆積物は年縞と呼ばれる年ごとの縞状の層を持ち、年縞枚数のカウントにより正確な年代が得られる。特に水月湖堆積物からは<sup>14</sup>C年代測定と年縞年代を組み合わせると<sup>14</sup>C年代の補正データが出され、2013年に<sup>14</sup>C年代補正の世界標準(INTCAL)に採用された。本研究は、その水月湖の年縞堆積物コアからPSVを取得し、東アジア地域を代表する、正確に年代決定されたPSVを提案することを目的とする。

これまでに、長さ21mのコア試料の自然残留磁化と帯磁率を測定し、過去2万年間の予察的な相対古地磁気強度(RPI)を得た。RPIは、洪水や地震などによって運ばれたイベント堆積物に対応した約20回のパルスを除くと、グローバルな古地磁気強度スタック S-int 800の変動とほぼ一致する変動を示すことが分かった。このことは、水月湖で得たRPIは双極子磁場変動成分が卓越していることを示唆する。また、対応するイベント堆積物が存在しないパルスが4個、見つかった。これらが、地磁気現象なのか、岩相では見えないイベント堆積物なのか慎重に検討していく必要がある。

## 急速熱アニールによる GaAs 中の 2 次元電子状態の非局在化

工学研究科 博士前期課程 電気電子工学専攻  
小川泰弘、原田幸弘、海津利行、喜多隆

グラフェンなどの2次元原子膜は次世代材料として電界効果トランジスタなどへの応用が期待されている。しかし孤立した2次元原子膜はホスト結晶に固定すると2次元の特性が弱まるという課題がある。我々は窒素(N)の $\delta$ ドーピング技術を用いてGaAsに埋め込まれたエピタキシャルNシートを作製し、2次元的に電子状態が非局在していることを示すランダウシフトを3.5 T以上の高磁場下で観測した[1]。このことは $sp^3$ 混成軌道からなるエピタキシャルNシートが構成されていることを示している。本研究ではGaAs:N系材料で結晶性向上のためによく用いられる急速熱アニール(RTA)を650°Cで60秒間の条件で行い、ゼロ磁場下における電子状態の非局在化を目的とした。図1はas-grownの試料とRTAを行った試料の発光減衰プロファイルであり、非局在状態からの発光に対応する速い減衰成分の割合がRTAによって増大していることが明らかになった。さらに、RTAを行った試料では0 T近傍から始まるランダウシフトが観測された。以上の結果から、発光の磁場依存性と減衰特性の両面からRTAによる電子状態の非局在化が確認された。 [1] Y. Harada *et al.*, Appl. Phys. Lett. **104**, 041907 (2014).

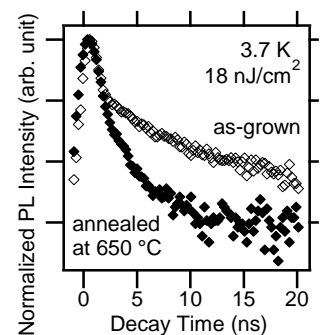


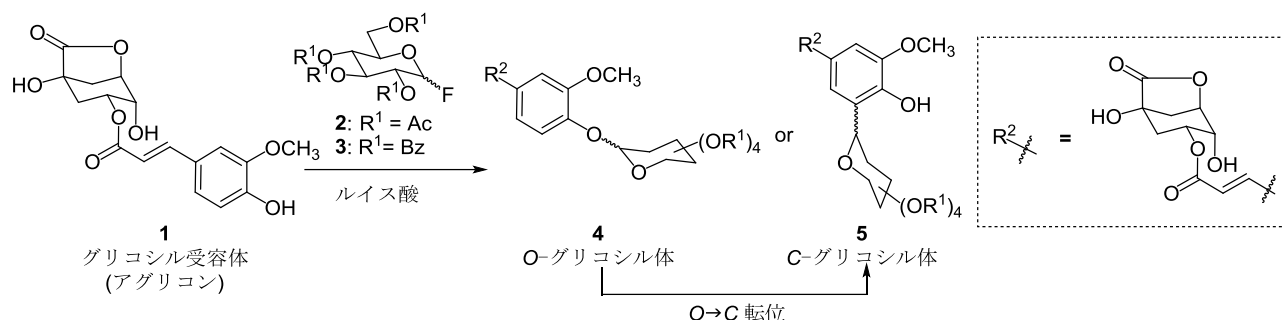
図 1: as-grown 試料と RTA を行った試料の発光減衰プロファイル。

## フラボノイド類の配糖化

理学研究科 博士前期課程 化学専攻

松田奈央美、Ibrahim Yussif Eid Eldeeb、林昌彦

フラボノイド化合物は抗酸化作用等の薬効を有することから薬への応用が期待されている。また、フラボノイド化合物は生体内で配糖体として存在することが多く、糖との結合分子の違いによってO-グリコシル体とC-グリコシル体に分類される。しかし、各々の生成機構や生理作用については未解明であるため、フラボノイド配糖体の応用研究は十分に進んでいない。そこで、本研究では合成化学的手法によってフラボノイド配糖体を効率的に得ることを目指した。最終的にはO-グリコシル体とC-グリコシル体の生理活性評価試験や合成化学的な生成機構の解明を通じて新たな生理活性化合物の発見に繋がりたいと考えている。

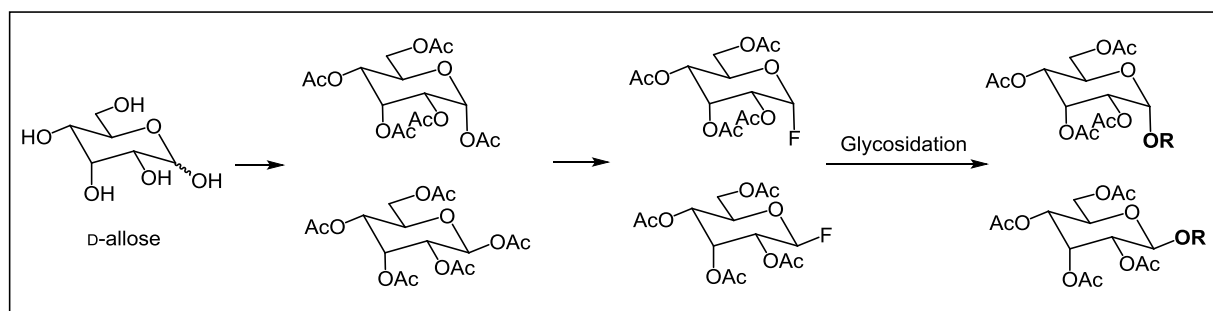


## D-アロースによる配糖化

理学研究科 博士前期課程 化学専攻

池本葵、林昌彦

D-アロースは、希少糖の一種である。希少糖とは、天然にわずかにしか存在しない単糖化合物のことである。酵素法によって得られるD-プシコースやD-アロースについては研究が進み、前者には血糖値上昇抑制作用など、後者には抗酸化作用などがあることが分かっている。しかしそれらは希少糖単体でのことであり、それを用いて新たな化合物に誘導した場合のことはわかっていない。そこで私は非糖化合物であるアグリコンに糖の1位を縮合させる「配糖化」に着目し研究を行った。D-グルコースと比較すると、アシル化反応で立体選択性が異なることが分かった。詳細はポスターに述べる。



## 異なる CO<sub>2</sub> 濃度下で培養されたシアノバクテリアにおける 励起エネルギー移動過程の観測

理学研究科 博士前期課程 化学専攻<sup>1</sup>、神戸大院・工<sup>2</sup>、神戸大・分子フォト<sup>3</sup>  
池田志保<sup>1</sup>、藍川晋平<sup>2</sup>、近藤昭彦<sup>2</sup>、秋本誠志<sup>1,3</sup>

シアノバクテリアは酸素発生型光合成生物の中で最も始原的であるため、光合成研究のモデル生物として知られている。またそれらは、約27億年前から今日まで環境の変化に順応してきた。その間地球の CO<sub>2</sub> 濃度にも変動があり、現在の CO<sub>2</sub> 濃度はシアノバクテリアが誕生したときの100分の1以下に減少したと考えられている。このような CO<sub>2</sub> 濃度の変動は、シアノバクテリアの色素組成に変化を及ぼすと報告されているが、その励起エネルギー移動過程 (図1) への影響は詳細に調べられていない。

本研究では分光学的手法を用いて、異なる CO<sub>2</sub> 濃度 (0.04%、0.4%、4%) で培養した細胞における励起エネルギー移動過程の違いについて調べ、考察した。実験はすべて液体窒素温度 (77 K) で行った。遅延蛍光が観測される時間領域 (25–40 ns) の蛍光スペクトルより、CO<sub>2</sub> 濃度 0.4% のときにスピルオーバーの寄与が小さくなることがわかった。

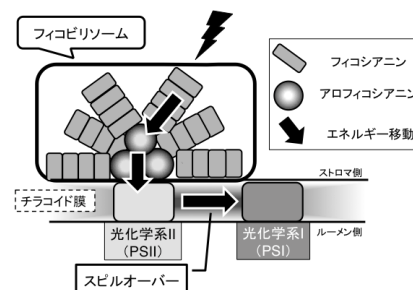


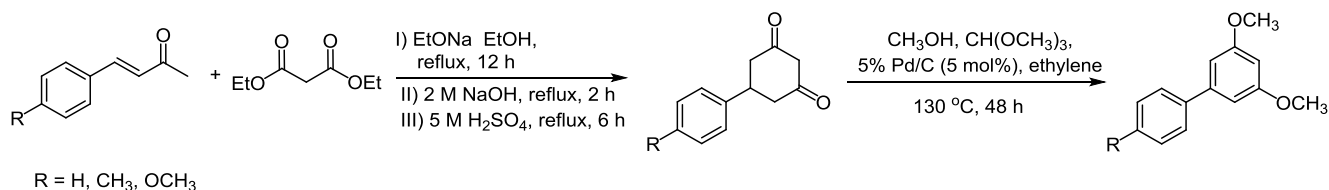
図 1 一般的なシアノバクテリアにおける  
励起エネルギー移動モデル

## Practical synthesis of resorcinol derivatives using Pd/C-ethylene system

Department of Chemistry, Faculty of Science

Ibrahim Yussif El Deeb, Tatsuya Funakoshi, Tian Den, Ryosuke Matsubara and Masahiko Hayashi

Resorcinol derivatives are used as a chemical intermediate for the synthesis of pharmaceuticals and other organic compounds and have many medical applications. It is used as an antiseptic and disinfectant. They also have many chemical applications where they are used in the production of diazo dyes and plasticizers and as a UV absorber in resins. In our strategy we had developed method for synthesis of dimethyl resorcinol derivatives by oxidation of 1,3-cyclohexanedione derivatives with a mixture of trimethyl orthoformate, methanol and catalytic amount of Pd/C under pressure of ethylene gas and heating.





## 広帯域誘電分光による水溶液中におけるリゾチームとジメチルスルホキシド(DMSO)の相互作用と動的挙動に関する研究

理学研究科 博士前期課程 化学専攻  
飯沼美紀、Miki Iinuma、富永圭介

DMSO は、低濃度では水溶液中のタンパク質の安定剤として、高濃度では変性剤として働くことが知られる。一方、水/DMSO 二成分液体は、純粋な成分の物理量とモル分率から予測される理想的な振舞いから著しく逸脱する性質を示す。この異常性や DMSO とタンパク質の相互作用について、分子論的な機構はまだ明らかにされていない。そこで本研究では、広帯域誘電分光(20 MHz から 3 THz)や赤外分光 (100  $\text{cm}^{-1}$  から 4000  $\text{cm}^{-1}$ ) により、水/DMSO 二成分液体の異常性と、水溶液中の DMSO とタンパク質の相互作用について調べることを目的とした。例えば、遠赤外領域では DMSO は三つの吸収バンドを示すが (図 1)、これらのバンドのピーク波数の DMSO のモル分率依存性はバンドにより異なる。その理由について量子化学計算等を行い検討した。

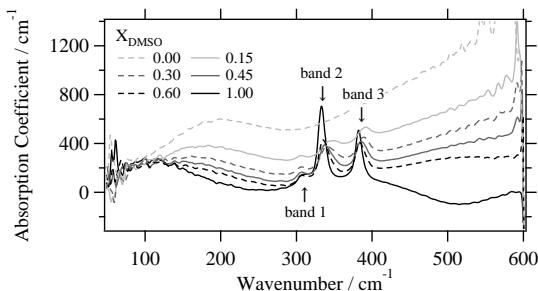


図 1. 水/DMSO の遠赤外領域の吸収スペクトルの DMSO モル分率依存性。

## $\text{H}_2^{18}\text{O}$ の広帯域複素誘電率測定と水素結合ダイナミクス

理学研究科 博士前期課程 化学専攻  
中塚真莉子、富永圭介

水分子は、水素結合により 3 次元的に広がる水素結合ネットワーク構造を形成しており、このネットワーク構造は動的に揺らいでいる。このネットワーク構造の揺らぎが水の持つ特異性の原因であると考えられている。そのため、水素結合ダイナミクスおよび水素結合ネットワーク構造についての理解は、水溶液中の化学反応や生体高分子の機能発現を理解する上で必要である。水は広範囲の周波数領域に特徴的な運動を持つ。そこで、広帯域で水の複素誘電率測定を行うことにより、水素結合ダイナミクスおよび水素結合ネットワーク構造についての知見を得ることができる。

本研究では、水と二種類の同位体置換した水 ( $\text{D}_2\text{O}$  と  $\text{H}_2^{18}\text{O}$ ) の広帯域測定 (200 MHz から 7 THz) を行い、詳細に水のダイナミクスを調べることを目的とした。また、温度はダイナミクスの本質を調べるうえで重要なパラメータであるため、293 K から 353 K まで温度を変化させて測定した。発表では、分子動力学シミュレーションに基づいた理論計算結果をふまえて、特にテラヘルツ帯の運動に着目し、水素結合ダイナミクスについて詳細に議論する。

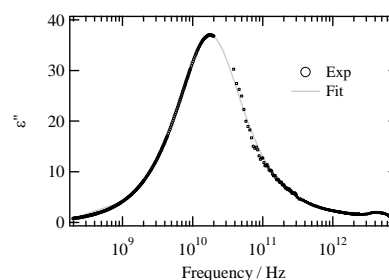


図 1.  $\text{H}_2\text{O}$  の常温における複素誘電率虚部スペクトル。

## 緑藻の励起エネルギー移動過程に対する培養光質の影響

理学研究科 博士前期課程 化学専攻<sup>1</sup>、神戸大・院工<sup>2</sup>、神戸大・分子フォト<sup>3</sup>  
 関戸彩乃<sup>1</sup>、藍川晋平<sup>2</sup>、近藤昭彦<sup>2</sup>、秋本誠志<sup>1,3</sup>

光合成生物は光環境の変化に対応して、励起エネルギー移動過程を変化させる。緑藻は光合成タンパク質が高等植物と類似していることから、植物の光応答を調べるためのモデル生物として研究されてきた。緑藻や高等植物はチラコイド膜に光化学系 I (PSI) と光化学系 II (PSII) を持っており、それぞれのアンテナとして PSI には集光性クロロフィルタンパク質複合体 I (LHCI)、PSII には集光性クロロフィルタンパク質複合体 II (LHCII) が結合している (図 1)。緑藻や高等植物の LHC にはクロロフィル *a* (Chl *a*) に加えてクロロフィル *b* (Chl *b*) が存在する (図 1)。

本研究では、光質の異なる LED を用いて緑藻 *Chlamydomonas reinhardtii* を培養し、液体窒素温度において時間分解蛍光分光法により励起エネルギー移動過程を測定した。光質によって PSI の蛍光発光ピークの相対強度が異なり、励起エネルギー移動過程の変化が示唆された。

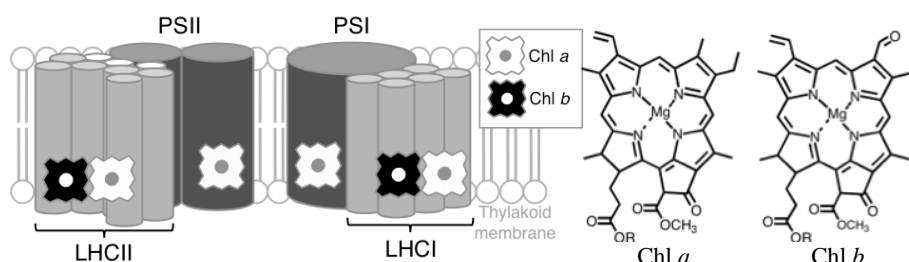


図 1 緑藻における色素タンパク質複合体の模式図と Chl *a* と Chl *b* の構造式

## アニオン性スピנקロスオーバー錯体に与える $\pi$ 拡張効果

理学研究科 博士前期課程 化学専攻  
 神戸大院理<sup>1</sup>、神戸大研究基盤セ<sup>2</sup>、神戸大分子フォト<sup>3</sup>  
 ○村田 優<sup>1</sup>、高橋 一志<sup>1</sup>、櫻井 敬博<sup>2</sup>、太田 仁<sup>3</sup>

温度、圧力、光などの外場によってスピン状態が変化するスピנקロスオーバー (SCO) 錯体はスイッチングデバイスなどに应用可能なため、盛んに研究されている。最近当研究室ではこれまで数例しか報告されていない新規アニオン性 SCO 錯体を見出した。本研究では、 $\pi$  共役系拡張の SCO 挙動に与える効果を明らかにするため、錯体を合成し、磁性や結晶構造を調べた。単結晶 X 線構造解析の結果、結晶溶媒としてアセトニトリル 1 分子を含んだ結晶 (**1a**) とアセトン 1 分子を含んだ結晶 (**1b**) が得られた (Fig. 1)。鉄周りの結合長から、**1a** は 90 K で低スピン、273 K で高スピンであり、**1b** は 296 K で高スピンであることが示唆された。磁化率測定の結果、**1a** は降温に従い  $\chi_M T$  の値が小さくなり、SCO を示すことが分かった。一方、**1b** は常時高スピンであった (Fig. 2)。構造と磁化率より **1a** は緩やかな SCO を示し **1b** は常時 HS だと示唆された。

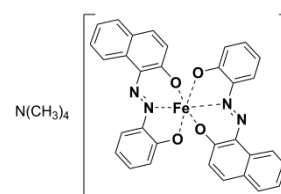


Fig. 1 錯体の分子構造

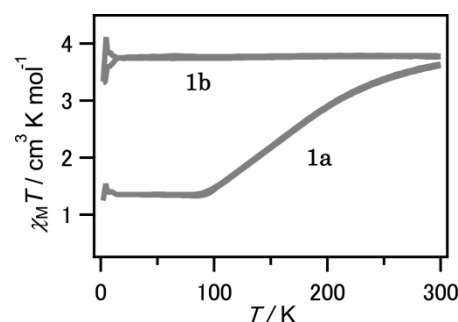


Fig. 2  $\chi_M T$  の温度依存性

## マルチフェロイクス物質探索 - 金属間化合物を舞台にして -

理学研究科 博士後期課程 物理学専攻

神戸大院理, 富山県立大工<sup>A</sup>, 広大院先端物質<sup>B</sup>

岸本恭来, 栗井佳樹, 松野治貴, 小手川恒, 藤秀樹, 室裕司<sup>A</sup>, 高島敏郎<sup>B</sup>

近年、多重秩序を有するマルチフェロイクス(multiferroics)物質が注目されている。マルチフェロイクス物質は、電場により磁気分極、磁場により電気分極が誘起されるといった電気と磁気が交差的に相関した興味深い物性を示す物質である<sup>1)</sup>。この交差相関により単一の物質で複数の自由度を制御できることから、次世代メモリデバイスへの応用が期待され活発に研究されている。しかし、これまでのマルチフェロイクス物質は酸化物・絶縁体であり、金属間化合物での報告は殆ど無い。

今回、我々は、①磁気イオンサイトでの空間反転対称性と時間反転対称性を考慮し、金属間化合物  $\text{YbRhSb}$ <sup>2)</sup> に着目した。②単結晶試料の  $\text{YbRhSb}$  に電流を印加しながらの核四重極共鳴(NQR)実験に初めて成功した。この2つの項目から、金属間化合物でも電気磁気交差相関が現れる可能性があり、それを検証できると考えた。当日は、電流を 200 mA 印加したときに得られた  $^{121}\text{Sb}$ -NQR の結果を報告する。

[1] T. Kimura et al., Nature **426** (2003) 55

[2] Y. Muro et al., Phys. Rev. B **69** (2004) 020401(R)

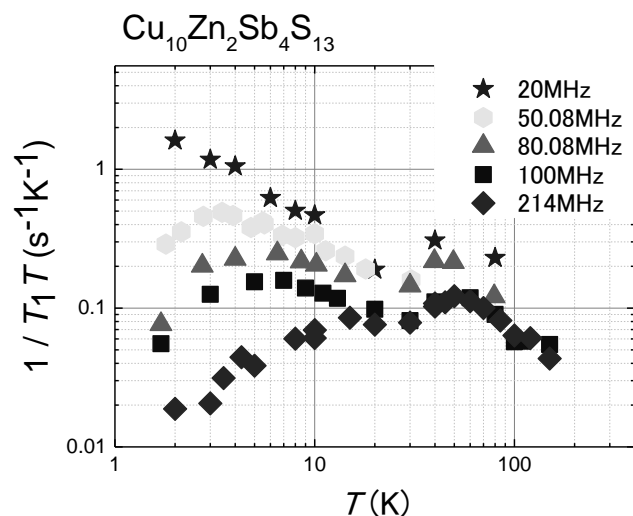
## 天然鉱物テトラヘドライトにおける NMR/NQR

理学研究科 博士後期課程 物理学専攻

松野治貴, 松井隆志, 岸本恭来, 久保徹郎, 小手川恒, 藤秀樹,

田中博己, 末國晃一郎, 高島敏郎, 佐々木孝彦

天然鉱物として存在するテトラヘドライト  $\text{Cu}_{10}\text{Zn}_2\text{Sb}_4\text{S}_{13}$  は非磁性の半導体である。この物質の熱伝導率はシリコンガラスの半分と極めて低く、熱を電気に変化する性能を表す無次元性能指数(ZT)が大きな値を示すことから熱電物質として注目されている。近年比熱などの測定結果から、この小さな熱伝導率の原因として Cu 原子の大振幅振動の存在が指摘されている。今回 Cu 原子の振動が物性にどのように影響を及ぼしているかを微視的な観点から明らかにするため Cu-NMR/NQR を行い  $T_1$  の周波数依存性を調べた。



## 種々長さのねじり発熱体の過渡熱伝達に関する研究 Transient Heat Transfer for a Twisted Plate with Different Length

海事科学研究科 博士後期課程 海事科学専攻

王麗、劉秋生、福田勝哉、柴原誠

The very high temperature reactor (VHTR) is based on what is judged to be low risk technology development that will achieve the needed commercial functional requirements to provide an economically competitive hydrogen production capability (US Congress, 2005). To ensure safety, some thermal hydraulic problems are still under study in the development of VHTR or intermediate heat exchanger (IHX) like transient heat transfer problems which will occur due to some accidents e.g. power burst and rapid depressurization.

This study is aimed to clarify transient heat transfer process between the surface of solid and the neighboring helium gas in a VHTR or IHX. Heat transfer process between helium gas and a twisted plate with exponentially increasing heat input was experimentally and numerically studied, as the physical model shown in Fig.1. The heat generation rate of the twisted plate was increased with a function of  $\dot{Q} = Q_0 \exp(t/\tau)$  (where  $t$  is time,  $\tau$  is period). The heat flux and heat transfer coefficient were measured under various periods and velocities. Three-dimensional transient simulation were carried out to get the temperature distribution, velocity distribution and heat transfer coefficient. Effect of the twisted structure on heat transfer was discussed based on the numerical solution.

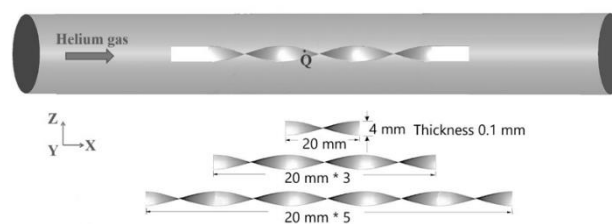


Fig.1 Schematic three dimensional model

## Turbulent Heat Transfer with FC-72 in Small Diameter Tubes

Yantao Li, Katsuya Fukuda, Qiusheng Liu

Graduate School of Maritime Sciences, Kobe University

The heat transfer process of turbulent, single-phase forced convection of FC-72 through small diameter tubes with 1 and 1.8 mm inner diameters was experimentally investigated. The influence of Reynolds number ( $Re_d$ ), Prandtl number ( $Pr$ ), viscosity ratio ( $\mu/\mu_w$ ) and ratios of heated length to inner diameter ( $L/d$ ) on turbulent heat transfer was studied in detail. The experimental data also compared the values calculated by classical correlations for conventional sized channels. The results indicated that the classical heat transfer correlations are not adequate for calculation of the heat transfer coefficient in small diameter tubes. The Nusselt numbers ( $Nu_d$ ) for 1 and 1.8 mm depend on  $Re_d$  in a different manner compared to classical correlations. The deviation from classical heat transfer correlations increased as the  $Re_d$  increase. The turbulent heat transfer correlation for FC-72 flow in tubes with diameters of 1 and 1.8 mm has been developed based on the experiment data. The differences between experimental and predicted  $Nu_d$  are within  $\pm 15\%$ .

## 高熱流束冷却システムのための沸騰熱伝達に関する研究 Boiling heat transfer for high heat flux cooling system

Min Han Htet    Rie SAKAMOTO    Katsuya FUKUDA    Qiusheng LIU    Makoto SHIBAHARA

Graduate School of Maritime Sciences, Kobe University

Boiling heat transfer and critical heat flux (CHF) for high heat flux cooling system using ribbon heater have been carried out. Experiments are conducted under saturated and subcooled conditions at the near atmospheric pressures in pool of water by varying the exponential periods from 20 ms to 20 s. The ribbon heater was applied to exponentially increasing heat inputs. The pre-pressure up to 4.4 MPa is applied to the boiling vessel before each experimental run. The values of surface roughness and contact angle are measured prior to pool boiling experiment. The experimental results on boiling incipience, boiling heat transfer and CHF are evaluated with the previous corresponding experimental data and correlations.

## 銅イオンビームで照射したポリカーボネートの導電性

<sup>A</sup> 海事科学研究科 博士前期課程 海事科学専攻, <sup>B</sup> 海事科学部, <sup>C</sup> 海事科学研究科

<sup>A</sup> 岩岡 恭平, <sup>A</sup> 日下 柊吾, <sup>B</sup> 藤田 尚希, <sup>C</sup> 谷池 晃, <sup>C</sup> 古山 雄一

近年, ノートパソコンや携帯電話等の電子製品は小型・軽量化されている。それに伴い, これらを駆動させる電子部品も小型・軽量化が求められている。また, 機能性高分子材料は無機材料に比べ, 軽くて柔軟性があり加工しやすいため, 様々な分野への応用が期待されている。そこで本研究は, 加速器を用いて生成した直径 1 mm 程度のイオンビームをポリマーに照射し, 微小な領域に導電性を導入することで, 機能性高分子の作製を行っている。

基盤となるポリマーには, ポリカーボネートを使用した。そして, 基盤ポリマーに 500 keV の銅イオンビームを照射し, フルエンス  $10^{15} \sim 10^{18} \text{ cm}^{-2}$  の範囲で導電性のフルエンス依存性を調べた。本研究は直径 1~2 mm の銅イオンビームを用いて微小領域に導電性を導入した。この領域の導電率は 4 探針法を用いて測定した。その結果,  $10^{16} \text{ cm}^{-2}$  以上のフルエンスで導電性を測定することができた。フルエンスの増加に伴い導電率が上昇し,  $5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-2}$  付近で導電率が約 2000 S/m となった。

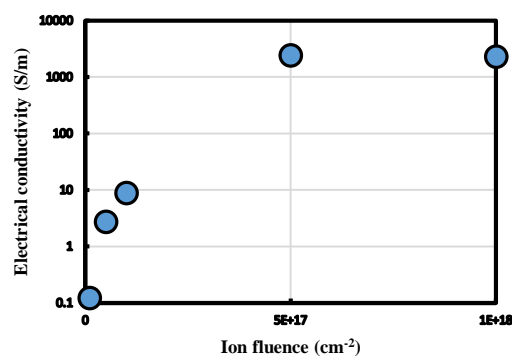


図 1 導電性のフルエンス依存



## その場イオンビームグラフト重合法における グラフト率のフルエンス依存性

<sup>A</sup>海事科学研究科 博士前期課程 海事科学専攻、<sup>B</sup>海事科学部、<sup>C</sup>海事科学研究科

<sup>A</sup>日下柊吾、<sup>A</sup>岩岡恭平、<sup>B</sup>藤田尚希、<sup>C</sup>谷池晃、<sup>C</sup>古山雄一

近年、放射線技術を利用した様々な高分子材料が実用化されている。この内、放射線グラフト重合法により実用化された例も数多い。例えばボタン電池用薄膜、海中の金属捕集材料、アンモニア除去フィルタなどが挙げられる。放射線グラフト重合法の特徴は、元の基盤材料の特徴（形・強度）を生かし、グラフト鎖の機能性（吸水性・導電性）をもった高分子材料が作成できるという点である。また、放射線の中でイオンビームはLET(線エネルギー付与)が大きいので、電子線やガンマ線とは違い、試料表面（数十 $\mu\text{m}$ 程度）にグラフト鎖を作成することができる。これまでのイオンビームグラフト重合法では、真空チェンバー中に高密度ポリエチレン（以下HDPE）を設置し、HDPEにビームを照射後、HDPEを真空チェンバーから取り出し、グラフト重合反応を行ってきた。本研究では、照射とグラフト重合反応の過程を同時に行える、その場イオンビームグラフト重合法の基礎研究を行った。実験方法は真空チェンバー中に設置したHDPEを $\text{H}^+$ で照射後、真空チェンバーのゲートバルブを閉めた状態で、アクリル酸モノマーを導入しグラフト重合反応を行った。本研究ではグラフト率のフルエンス依存性（ $2.5 \times 10^{11} \sim 1.6 \times 10^{13} / \text{cm}^2$ ）を測定した。

## 核融合プラズマ診断のための高エネルギーガンマ線カメラ開発 ～ガンマ線スペクトルに対するドップラー効果の影響～

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

宇都宮 匠<sup>1</sup>、角 諒太<sup>1</sup>、西村 亮洋<sup>2</sup>、谷池 晃<sup>3</sup>、古山 雄一<sup>3</sup>

核融合プラズマ維持に関する問題の一つに、閉じ込めアルファ粒子の損失があげられる。我々はこの損失アルファ粒子の情報を得るためのガンマ線カメラ開発を行っている。その原理は、アルファ粒子と第一壁内ベリリウムとの核反応によって発生するガンマ線を利用するものである。

発生ガンマ線は生成核が停止する前に放出されるので、損失アルファ粒子のエネルギーおよび第一壁への入射角に対応してドップラー効果を受ける。このことから、損失粒子の情報を得るためにガンマ線スペクトルに対するドップラー効果の影響について調べることは重要である。

本学1.7MVタンデム加速器を用いて ${}^9\text{Be}(\alpha, n\gamma){}^{12}\text{C}$ 反応で発生したガンマ線を測定し、基礎データとなる反応断面積の角度依存性およびエネルギー依存性について調べた。また、結果の一例として、図1のようなスペクトルが得られた。この反応に対してシミュレーションを行い、測定データとの比較検討を行った。詳細は本発表にて説明する。

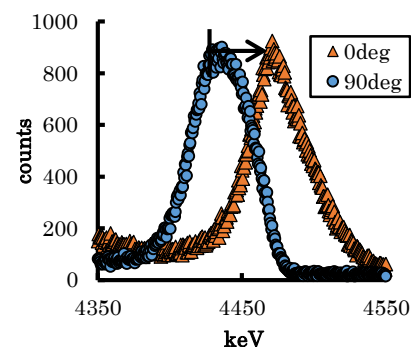


図1  ${}^9\text{Be}(\alpha, n\gamma){}^{12}\text{C}$ 反応の  
ガンマ線スペクトル

## 増加熱入力のある面発熱体の沸騰限界熱流束

海事科学研究科 博士前期課程 海事科学専攻

阪本理恵、福田勝哉、劉秋生、柴原誠、Min Han Htet

近年、幅広い分野で用いられている加速器は、電場や陽子、イオン等の荷電粒子を加速させ、それらの運動エネルギーを増加させて取り出す装置である。加速器の窓から取り出された、加速された高エネルギーを持つ荷電粒子は、物質と衝突することによって化学反応、物理反応を起こし、また別種の放射線を発生させることが可能である。このとき照射されたターゲット部は非常に高温となるため、ターゲット周辺部の冷却を行うことは大変重要であると考えられる。本研究では、冷却方法の一つに考えられるプール沸騰冷却に注目し、プール水中におけるリボン発熱体に種々の速さの指数関数状熱入力を与え、時間経過に伴う発熱体表面温度変化及び熱流束変化を求め、限界熱流束に及ぼす発熱体表面状態の影響について検討した。

実験装置は、沸騰容器、補給液容器、自己蒸気加圧器、高速度ビデオカメラ、試験発熱体、制御システム及び計測・データ処理システムから構成されている。試験発熱体は幅 4.0mm、厚さ 0.01mm 及び 0.02mm、全長約 50mm の白金リボンを用い、異なる表面状態を持つ発熱体を 3 種類用意して比較を行った。発熱体に指数関数状に上昇する発熱率  $Q(=Q_0 \exp(t/\tau))$ 、 $Q_0$ : 初期発熱率、 $\tau$ : 発熱率上昇速度(周期)、 $t$ : 時間)を与え、試験液体に純水を用いて実験を行った。発熱量、熱流束及び表面温度の計測の不確かさはそれぞれ、 $\pm 1\%$ 、 $\pm 2\%$ 及び $\pm 1K$ と見込まれる。

実験の結果、本実験で用いた発熱体の表面状態の範囲では自然対流領域及び熱伝導領域の非沸騰熱伝達率は、その影響を受けていないことがわかった。表面状態の異なる発熱体を比較すると、表面が粗い発熱体は飽和沸騰熱伝達率が良くなった。系圧力 101.3kPa の飽和状態において、各発熱体の定常及び過渡限界熱流束はそれぞれ近い値となった。本発表において詳細に説明する。

## 中性子ビームによる反跳原子核の前後判定

理学研究科 博士後期課程 物理学専攻

矢ヶ部遼太、身内賢太郎

銀河の回転曲線や、銀河団の運動、宇宙背景放射観測からその存在が予言されている暗黒物質は、全宇宙のエネルギーの約 27%を占めると考えられているが、未だに直接検出された例はなく、宇宙の謎のひとつとなっている。この暗黒物質はこれまでに直接探索実験として大質量検出器を用いた観測が多く行われてきたが、暗黒物質検出の根拠となる計数率の季節変動は数%と小さいため、より確実な証拠を得られる別手法による検出が期待されている。銀河ハローに付随する暗黒物質の平均速度は銀河に対して静止していると考えられるので、太陽系は暗黒物質の「風」を受けながら銀河中を運動しているといえる。この暗黒物質により検出器内で反跳されたターゲット原子核の飛跡情報とエネルギー情報を組み合わせて使うことで、暗黒物質の到来方向を観測することができる。

本研究では暗黒物質の到来方向を決定する際に重要となる、反跳原子核の飛跡の前後判定を行うことを目的とする。中性子は暗黒物質と似た信号を落とすため、神戸大学海事科学部に設置されたタンデム静電加速器を使って中性子ビームを発生させ、これをガス検出器に照射して実験を行った。得られた実データとシミュレーションの結果から、反跳原子核の飛跡の前後判定について評価する。

## 粒子状物質中に含有される硫黄のイオンビーム分析

海事科学研究科 博士前期課程 海事科学専攻  
永井 翔、田中 崇晃、段 智久、谷池 晃、古山 雄一

イオンビーム分析の一つである RBS 分析は、高エネルギーに加速したイオンを固体試料に入射し、試料中の原子核との弾性散乱によるイオンのエネルギー損失を測定することで、試料の組成を非破壊的に分析する方法である。本研究室ではこの手法を、ディーゼル機関から排出される粒子状物質(Particulate Matter: PM)の分析に適用し、PM 中の炭素原子当たりの硫黄原子数(S/C)を評価してきた。PM はドライスト(C)、サルフェート(SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)、SOF (C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>)の 3 つの成分で構成されており、ドライストとサルフェートをイオンビーム分析により PM に含まれる炭素の量を評価するだけでは、ドライストとして存在する炭素量と SOF として存在する炭素量を区別することができない。

そこで本研究では、PM 試料中の SOF をジクロロメタンで除去し、残ったドライストとサルフェートから成る ISF 試料に対してイオンビーム分析を行い S/C を求めることで ISF 試料中のドライストとサルフェートそれぞれの質量を求めた。

図に単位質量の PM に含まれる 3 成分の質量割合を示す。左側の縦軸はドライストと SOF の質量比、右側の縦軸はサルフェートの質量比、横軸は燃料中硫黄含有率(wt.%)である。硫黄含有率に対して、ドライストと SOF は硫黄含有率に対してほぼ一定の値となっているが、サルフェートは増加した。本発表にて、分析結果について詳細に説明する。

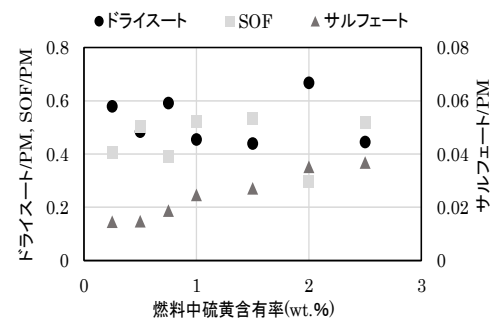


図 PM 中 3 成分の質量割合

## 核融合プラズマ診断のためのγ線カメラのコリメータ基礎研究

海事科学研究科 博士前期課程 海事科学専攻

角 椋太、宇都宮 匠、海事科学部 西村 洋亮、海事科学研究科 谷池 晃、古山 雄一、  
東大 西浦 正樹、同志社大 土居 謙太、核融合研 木崎 雅志、徳島文理大 松本 新功、理研 山岡人志

現在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。核融合炉のD-T燃焼プラズマ実験の研究を進める上で、D-Tプラズマから損失し炉壁へ到達するα粒子を測定することが重要となる。そこで、炉壁の

Beとα粒子との衝突により生成する高エネルギーγ線の発生位置と数量を炉外から測定することで、損失α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。Beターゲットの一部を加速器で生成したα線で照射し、γ線を発生させた。多孔コリメータを用いてHPGe検出器で測定した結果を図1に示す。全吸収ピーク (t.peak)、シングルエスケープピーク(SE)及びダブルエスケープピーク(DE)の各測定位置における収量変化を調べた。コリメータ位置、データ処理法が与える画像への影響の詳細については公演で報告する。

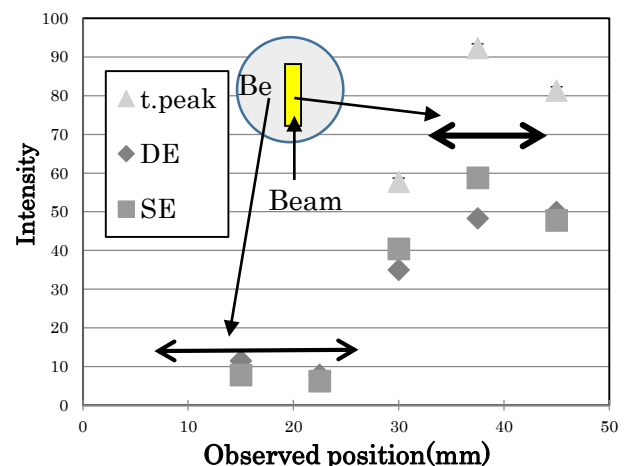


図1 測定点に対するピーク収量

若手フロンティア研究会 2015 概要集

発行日：平成 27 年 12 月 25 日

発行：神戸大学研究推部 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