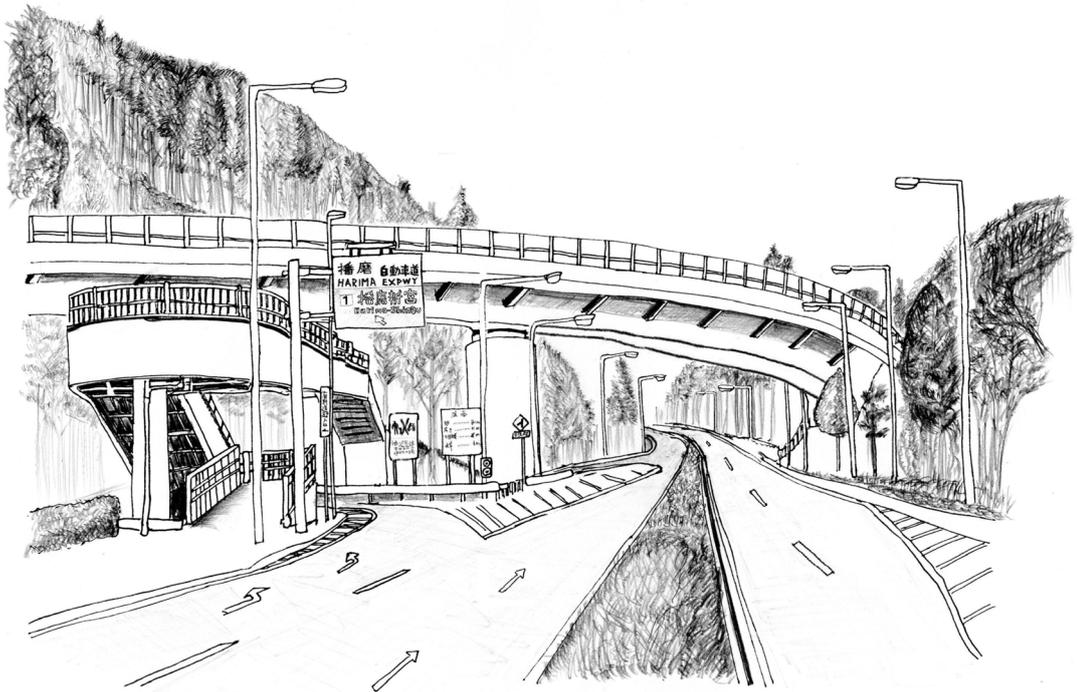


兵庫県立大学理学部

低温センターだより

第6号



2013年12月

目次

1. あいさつ(巻頭言)	
低温センター長 住山 昭彦	1
2. 寄稿 (研究ノート)	
・ 固体アルカリ塩の核スピン偏極	石川 潔 3
・ 呼吸鎖電子伝達系プロトンポンプ性酸素還元酵素(チトクロム酸化酵素) の構造と機能	村本和優 9
3. 寒剤を用いた研究業績	14
理学部	
・ 電磁物性学	15
・ 電子物性学	18
・ 量子物性学	21
・ 光物性学	24
・ 構造物性学	26
・ 極限状態物性	28
・ 機能性物質学Ⅱ	30
・ 生体物質構造学Ⅱ	36
工学部	
・ 電子物理	41
4. 教育への活用	43
5. 寒剤利用状況	47
6. 平成 25 年に行なった点検修理	49
7. 低温センター関係行事	51
8. テクノから	53
9. 編集後記	54

1. あいさつ(巻頭言)



低温センター長 住山昭彦

低温センターのセンター長としての務めもいよいよ最終年度を迎えましたが、この間、教員・学生の皆様のご協力、並びに大学本部・キャンパス事務職員の皆様のご支援により、業務を大過なく遂行できましたことを、この場をお借りしてお礼申し上げます。本センターだよりも 6 号を数えますが、ユーザーの先生方の、低温環境を利用した研究についての御解説の他、センターの活動内容、寒剤利用研究室の研究成果等を紹介しておりますので、縁の下の力持ちとして様々な研究を支えている低温センターの現況をご理解頂くためにも、どうか御一読をお願い致します。

さて、昨年の低温センターだよりでもお伝え致しましたが、本年度になりましてもヘリウムの供給不足の状況が改善されず、特に液体の形で業者から購入するのは困難な状況にあると伺っております。幸い私どもの低温センターでは、ヘリウムガスを安定して購入できる状況にあり、ヘリウム液化機も大きなトラブルなく動いてくれたおかげで、本年度も滞りなく液体ヘリウムを供給することができております。しかしながら、これまで外部の業者より液体ヘリウムを購入しておられた学内の実験施設では、液体ヘリウムの取得が困難となり、低温センターからの購入のご希望が寄せられました。本来低温センターとしましては、使用中に蒸発したガスを回収して頂くことで、ユーザーにはセンターを核とするリサイクル・システムの一員になって頂くことを原則としておりましたが、現在の逼迫した状況に鑑みまして、緊急避難的に新たに工学部 2 研究室、理学部 1 研究室に供給を行いました。私どものセンターは、日頃は表舞台に立たない存在ですが、今回は図らずも、兵庫県立大学の研究の下支えという存在意義を微力ながら示せたのではないかと考えております。尚、折角の機会ですので、同じ液化機で生まれた液体ヘリウムを使う仲間として、関係者の方々に

は本センターだよりへの寄稿をお願いしております。

さて、このように切迫したヘリウムの供給状況ではありますが、需要を調べてみますと、現在液体ヘリウムの用途は約 80%と圧倒的に MRI（磁気共鳴画像装置）が占めているようで、ガスに換算しましても半導体製造、光ファイバー製造等での利用を押さえて 1 位となっているようです（日本産業・医療ガス協会統計資料より）。この大量の液体ヘリウムを無駄にできないということで、小型冷凍機の設置が行われておりますようで、今後は MRI に限らず大きな実験装置では、装置単位で冷凍機によるヘリウムの再凝縮や無冷媒化が進んでいくと思われます。ただ、古い教育を受けた人間としましては、あちこちで学生たちが液体ヘリウムを汲み入れている、物性研究ならではの風景が減ることに一抹の寂しさも感じられずにはられません。現在のところ、理学部では低温センターの液化機と回収装置を核とするヘリウムリサイクル・システムを運用しておりますが、ブラックボックス化していない小規模の実験装置で直接寒剤を目にしながら低温技術を学べるだけでなく、低温センターの大規模な装置の運転も実際に見学できるなど、その教育効果は考えている以上に大きいのではないのでしょうか？教育と研究を両輪とする大学において、私どもの低温センターが今後も有効に機能し続けることを、心より願っております。今後も、センターの円滑な運営に向けて、皆様のご協力をよろしくお願い致します。

平成 25 年 12 月 10 日

2. 寄稿 (研究ノート)

物質理学研究科 光物性学講座
准教授 石川 潔

固体アルカリ塩の核スピン偏極

1. 概要

我々は、光のスピン角運動量を物質に移し、輸送し、蓄え、使うことをめざしている。光で核スピンを直接操作できないので、電子を介す。しかし、多くの場合、物質中の電子は緩和が速いので、孤立系であり汎用性のある原子を使う。光により核スピン偏極した Cs 原子が固体 Cs 塩の表面に吸着すると、Cs 核間の磁気双極子相互作用により、原子から Cs 塩にスピン偏極が移る。やはり双極子相互作用によりスピン偏極は固体中を拡散するが、スピン拡散長が短く、原子からもらった核スピン偏極は表面付近にとどまる。これは、表面近傍の核スピンダイナミクスを調べるのに適する。例えば CsCl の場合、スピン拡散長は数 10 nm と計算される。表面からスピン偏極を注入し、スピン拡散させる時間を調整すれば、最表面を選択することもでき、表面敏感な NMR 計測が可能である。

一方、表面だけでなく、マクロな結晶内部まで核スピン偏極するためには、双極子相互作用には頼れない。新たな輸送手段として結晶に持ち込むのは、イオンの併進運動である。Cs 塩は、超イオン伝導体ではないが、加熱すればイオンの移動度が格段に増加する。偏極イオンの拡散とともに、スピン角運動量も結晶中を速やかに拡散するはずである。電場による運動の制御も期待できるので、イオンをキャリアとしたスピン偏極の輸送を調べることは重要である。偏極で指標した拡散計測は、通常の拡散 NMR 計測や、飽和ラベリング、拡散強調イメージングでは得られない情報を与える。

2. 背景

固体や液体を構成する原子の核スピン偏極率を、外部磁場中の熱平衡状態の値より格段に大きくする、さまざまな方法がある。我々は、それら既存の技術とはまったく異なる方法を開発した[1]。つまり、気体 Cs 原子をレーザー光でポンピングし、固体 Cs 塩を核スピン偏極する。光ポンピングによってスピン偏極した Cs 原子が固体表面に吸着すると、原子から Cs 塩に偏極が移る。核スピ

ン偏極率に比例して固体の NMR 信号が増大するので、増大率を指標とし、気体中の拡散スピン流[2]、表面におけるスピン偏極移行[3]、薄膜 Cs 塩中のスピン拡散[4]などを観測した。これら過程を詳しく調べた結果、以下のようなシナリオで固体の核スピン偏極に到ると結論した。

気体中の拡散スピン流は、原子衝突や超微細相互作用によって電子スピン流と核スピン流が結合して流れ、図 1 に示すように、表面に達する。表面に吸着した原子から、核磁気双極子相互作用によって、固体の核スピンの偏極が移る。固体中では核磁気双極子相互作用によりスピン拡散する。

このシナリオで、固体の核スピン偏極率が増大するためには、次のように実験条件を最適化する。つまり、気体中の核スピン流が最大となるように、原子密度・緩衝ガス圧・磁場・レーザー波長を調整する。表面において（ラジカル）電子は本質的でなく、表面近傍の Cs 核の NMR 周波数やスピン緩和時間は、バルク試料と変わらない。したがって、固体の表面積を広げ、単位時間あたりに注入される角運動量を増やす。固体中では、双極子相互作用を超える拡散機構

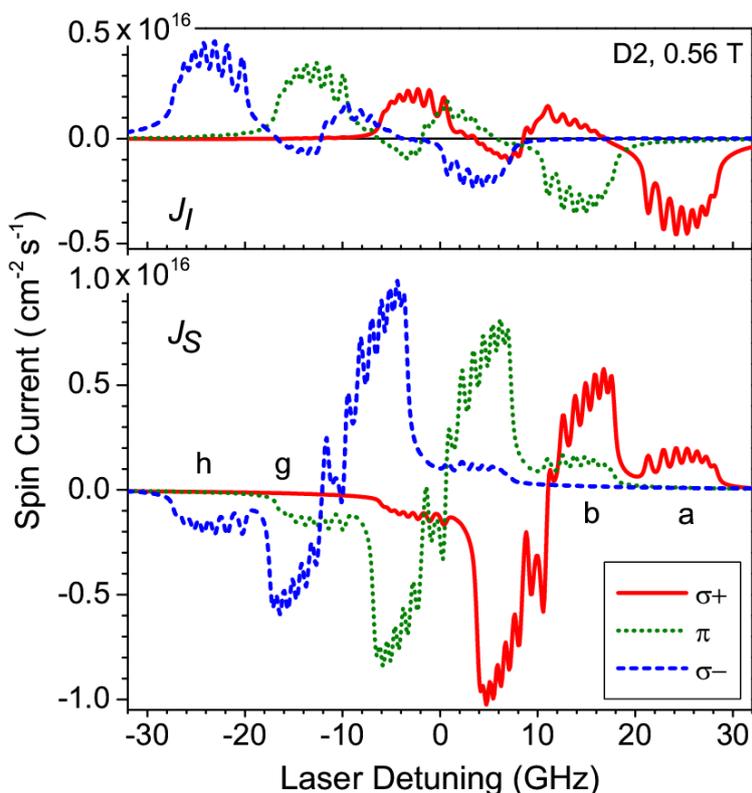


図 1 磁場 0.56 T における気体中の偏極 Cs 原子による拡散スピン流。D2 ポンプにより誘起される核スピン流（上）と電子スピン流（下）。

を導入し、表面だけでなく固体内部も核スピン偏極する。具体的には、イオンの併進運動を活性化し、 Cs^+ に角運動量を輸送させる。その実現のため、原子を光ポンピングするレーザーに加え、加熱レーザーを固体 Cs 塩に照射した。すると、高温の結晶ではイオンの易動度が増加し、NMR 信号が格段（熱平衡状態の数千倍）に大きくなった[5].

3. 実験

実験では、磁場 0.56 T (Cs NMR 周波数 3.17 MHz)、容器温度 100 °C で、Cs 原子の D2 線 (波長 852 nm) または D1 線 (894 nm) で光ポンピングした。さらに、原子遷移に非共鳴のレーザー (790 nm) で固体 Cs 塩 (CsCl, CsI) を加熱しながら、Cs イオンの NMR 信号を観測した。図 2 に示すように、Cs NMR 信号が大きいときは、NMR 線幅が尖鋭化していた。また、信号増大に要する時間は、固体のスピン緩和時間 (約 650 s) より、はるかに短い約 10 s だった。しかしながら、小さな永久磁石で磁場を発生させたので、磁場の均一度や時間安定性に欠け、線幅や周波数シフトについて詳しく調べることができなかった。

次に、超伝導磁石 9.4 T (Cs NMR 周波数 52.5 MHz) を使い、同様の実験を試みた。高磁場で安定であるため、信号の増大率、線幅や化学シフトなどにより、固体中のスピン偏極の拡散についても詳しく調べることができる。我々の偏極法の重要な物理過程である、光ポンピング、表面におけるスピン偏極移行が、

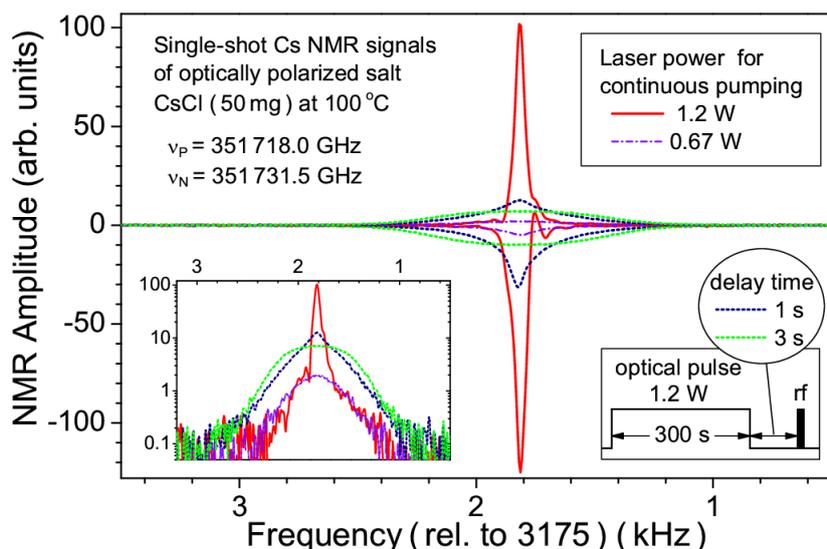


図 2 磁場 0.56 T における増大した CsCl 塩の Cs NMR 信号。増大した信号の尖鋭化が著しい。

高磁場中で機能することを実験的に示すことができた[6]. 図3は, CsCl 塩の Cs NMR 信号である. D1 線と D2 線のすべての遷移で, 同程度の信号増大率を得ることができた. 固体表面におけるスピン偏極移行は Cs 核どうしの磁気双極子相互作用によるので, 吸着原子の運動の特性時間が短い極限では, 高磁場にしても移行効率の減少はわずかである. この予想どおり, 高磁場でも表面でスピン偏極移行し, Cs 塩)の Cs NMR 信号は増大した. また, 高磁場なので NMR 周波数シフトが大きく, 線幅の変化とともに正確に測定できた. 図4のように, 増大した Cs NMR 信号の線幅は, 100 °Cにおける固体の共鳴線より狭い. さらに, NMR 線幅が狭いほど, 信号 (共鳴線スペクトルの面積) が増大する.

4. 考察

レーザー加熱により Cs 塩の温度が上昇し, イオン(Cs⁺, Cl⁻, or I⁻)の移動度が増

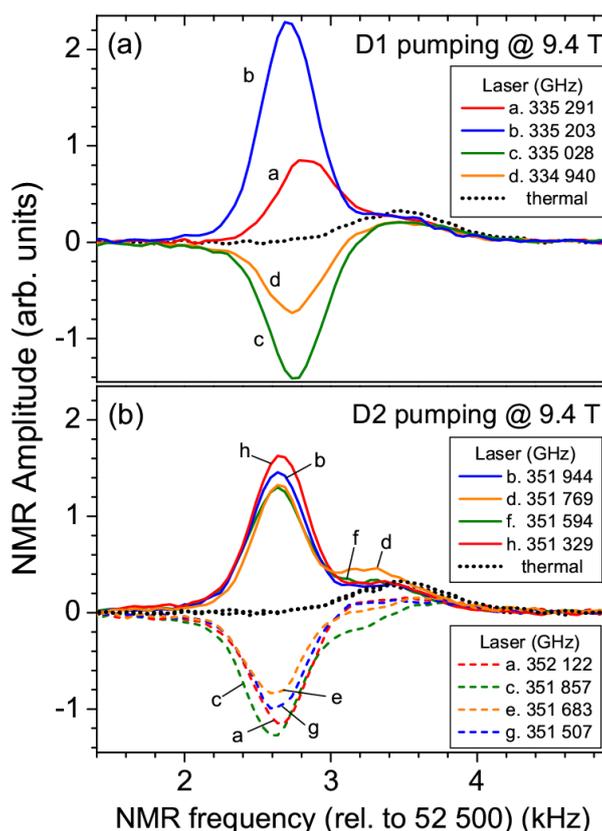


図3 磁場 9.4 T における CsCl 塩の増大した Cs NMR 信号. (a) D1 ポンピング, (b) D2 ポンピング. 熱平衡状態の信号 (黒点線) に比べ周波数がシフトし, 正負に増大する.

加する。核スピン $I > 1/2$ では一般に電気四重極子分裂があるが、Cs 核は四重極子モーメントが小さいので、電場（勾配）による NMR 線形の変化は無視できる。むしろ、イオンの運動により Cs 核の感じる磁場が平均化され、NMR 線が尖鋭化する(motional narrowing)。これら Cs 塩ではアニオンの移動度の方が Cs^+ より大きく、アニオンのみの運動によっても Cs 核における磁場が平均化され、共鳴線が尖鋭化する。尖鋭化したスペクトルだけでは、 Cs^+ がスピン角運動量を輸送しているか、明らかでない。しかし、磁場を 0.56 T から 9.4 T に変えても NMR 信号が増大するので、異なる NMR 周波数のアニオンに偏極が移り、アニオンがスピン輸送し、アニオンから固体内部の Cs^+ に偏極が移る可能性は低い。 Cs^+ が角運動量を輸送していると考えるのが自然である。Cs 核が表面で原子から受け取った角運動量が、 Cs^+ の拡散運動により微結晶内部に輸送された。つまり、 Cs^+ を含むイオンの移動度が大きくなり NMR 線が尖鋭化するとき、微結晶全体が核スピン偏極し、信号が大きくなるのである。

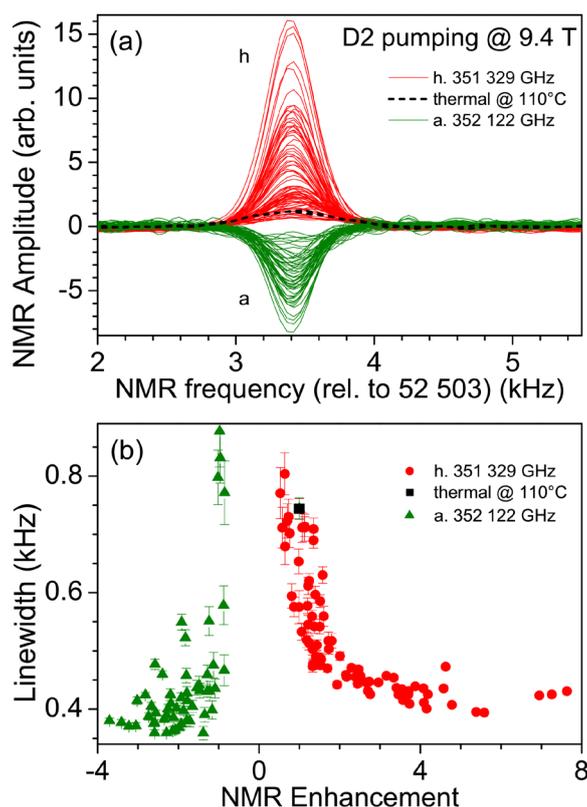


図4 磁場 9.4 T における D2 ポンプによる CsI 塩の Cs NMR 信号の増大率と線幅の関係。(a) 熱平衡状態の信号(黒点線)に比べ、正負に増大する信号。(b) 信号の増大率が大きいほど共鳴線幅が狭い。

5. 謝辞

永久磁石 (0.56 T) に加え超伝導磁石 (9.4 T) で実験することにより, アルカリ塩の核スピン偏極に関わる現象を理解することができた. 超伝導磁石に必須である液体ヘリウムの安定供給に日々努力される低温センターに感謝する.

参考文献

- [1] **Spin transfer from an optically pumped alkali vapor to a solid**, K. Ishikawa, B. Patton, Y.-Y. Jau, and W. Happer, Phys. Rev. Lett. **98**, 183004 (2007).
- [2] **Transfer of spin angular momentum from Cs vapor to nearby Cs salts through laser-induced spin currents**, K. Ishikawa, B. Patton, B. A. Olsen, Y.-Y. Jau, and W. Happer, Phys. Rev. A **83**, 063410 (2011).
- [3] **Glass-wool study of laser-induced spin currents en route to hyperpolarized Cs salt**, K. Ishikawa, Phys. Rev. A **84**, 013403 (2011).
- [4] **Spin accumulation in thin Cs salts on contact with optically polarized Cs vapor**, K. Ishikawa, Phys. Rev. A **84**, 033404 (2011).
- [5] **Hyperpolarization of ^{133}Cs nuclei enhanced by ion movement in a cesium salt**, K. Ishikawa, Phys. Rev. A **84**, 061405(R) (2011).
- [6] **Hyperpolarisation of Cs salts by optical pumping of Cs atoms in a random scattering medium at high magnetic field**, K. Ishikawa, Micropor. Mesopor. Mater. **178**, 123 (2013).



超伝導マグネットへの液体ヘリウム移送

研究ノート

生命科学研究科 細胞制御学 II 講座
准教授 村本和優

呼吸鎖電子伝達系プロトンポンプ性酸素還元酵素(チトクロム酸化酵素)

の構造と機能

1. 序論

生体内の細胞を構成する膜系には多様なタンパク質超分子複合体が存在し、イオン（おもにプロトン）輸送と共役したエネルギー変換を行っている。ミトコンドリアや細菌の呼吸鎖電子伝達系タンパク質、葉緑体の光化学系タンパク質などはイオンポンプとして働き、基質の酸化還元エネルギー、光エネルギーなどを利用して膜を介したイオンの電気化学ポテンシャル差を形成する。このポテンシャル差は、生体エネルギー物質ATPの合成酵素、生体物質の輸送装置、細菌の運動器官など、様々な生体分子機械の駆動力として利用される。これら生体エネルギー変換系の特徴としては、エネルギー効率が極めて高いことがある。例えば、呼吸鎖電子伝達系では基質の酸化還元エネルギーを7割以上の効率でイオンの電気化学ポテンシャルエネルギーに変換している。このように高効率なエネルギー変換の仕組みを明らかにするため、これまで呼吸鎖電子伝達系の末端にあるプロトンポンプ性の酸素還元酵素（チトクロム酸化酵素）を対象にして研究を行ってきた（図1）。

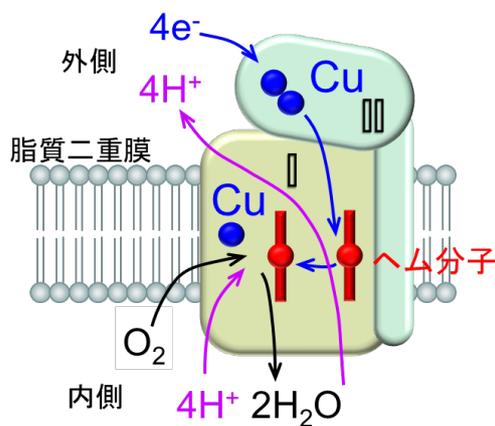


図1 プロトンポンプ性酸素還元酵素の模式図
機能上重要なヘム分子と銅原子はサブユニットIとIIに含まれる。酸素分子はサブユニットIの膜貫通領域にあるヘム分子と銅原子の間で水へと還元される。それと共役して膜の内側から外側へとプロトンが輸送される。

本酵素は酸素分子を水分子へと還元する反応（酸素還元反応： $O_2 + 4e^- + 4H^+ \rightarrow 2H_2O$ ）を触媒し、それと共役してプロトンを膜の内側から外側へと輸送する。酸素の還元反応に用いる電子を還元型チトクロム c から受け取るものはチトクロム c 酸化酵素、還元型ユビキノロンから受け取るものはユビキノール酸化酵素と呼ばれる。いずれの酵素にも共通して、最も大きな膜貫通サブユニット（サブユニットI）内に酸素還元反応の触媒部位を構成するヘム分子と銅原子が存在する。そのため、本酵素は一般的にヘム・銅酸素還元酵素とも呼ばれる。サブユニットIIには酸素還元部位へ電子を伝達するもう一つのヘム分子も含まれている。チトクロム c 酸化酵素では電子はチトクロム c からサブユニットIIにある銅原子を経てヘム分子へと移動するが、ユビキノール酸化酵素では電子はユビキノールから直接ヘム分子へと移動する。

ヘム・銅酸素還元酵素は好気呼吸を行う生物に普遍的に存在し、分子構造上および系統発生的にA, B, C型に分類される（図2）。各酵素型で O_2 還元部位の化学構造は良く似ており、 O_2 還元反応と共役したエネルギー変換は共通の分子機構で行われることが示唆される。しかし、各酵素型でプロトン輸送の構造基盤である水素結合のネットワークの数や構造は異なる。A型酵素のうち哺乳類等のミトコンドリアにあるもの（A1型）では3つのプロトン輸送経路が提唱されており、細菌等のもの（A2型）では2つの経路が提唱されている。一方、古細菌や細菌にあるB型や細菌にあるC型では、1つの水素結合ネットワークを介して O_2 還元用のプロトンとポンプ用のプロトンが輸送されると考えられている。

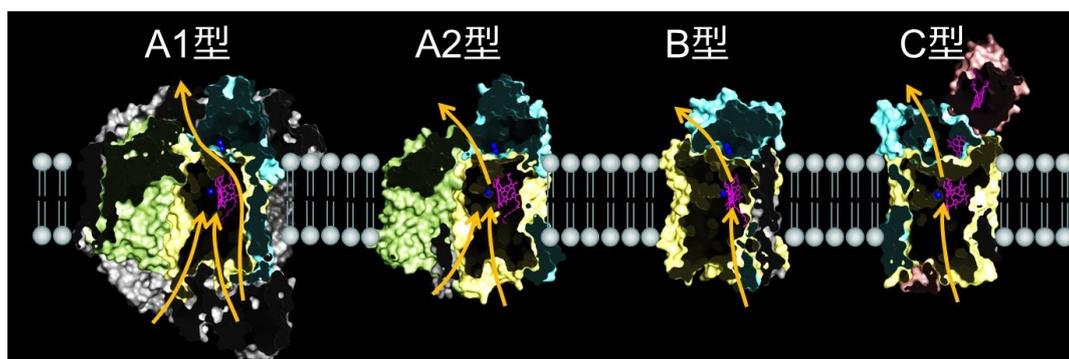


図2 プロトンポンプ性酸素還元酵素の分類

左よりA1型（ウシ心臓ミトコンドリア）、A2型（*Rhodobacter*）、B型（*Thermus*）、C型（*Pseudomonas*）の構造。酵素内部にヘム分子（赤）と銅原子（青）が存在する。矢印は水素結合ネットワークから推測されるプロトン輸送経路。

これまで本酵素の研究はおもに A 型を対象にして行われてきた。我々の研究グループでは、ウシの心臓から抽出されたミトコンドリアの A1 型酵素を対象にして X 線結晶構造解析を行ってきた。分解能向上のため結晶凍結法（詳細は後述）、回折測定法、データ処理法を改善するとともに、様々な反応条件下での本酵素の構造を解析した結果、O₂還元反応と共役した H⁺ポンプ機構に関して以下の成果が得られた。

1. 本酵素に結合した脂質の構造変化が見つかり、その結果 O₂ の透過が脂質側鎖によって調節されることが示唆される。 [1].
2. O₂還元反応に必要な H⁺を輸送する経路が、阻害剤結合型構造の解析によって同定された。 [2].
3. 休止酸化型酵素の O₂還元部位の構造が、X線照射による影響を抑えた測定によって決定された[3].
4. O₂類似体の結合様式が明らかになり、その結果活性酸素種の生成を抑制しつつ O₂還元反応を行う仕組みが示唆される[4].
5. 酸化還元、O₂類似体の結合による構造変化が明らかになり、その結果 H⁺ポンプの駆動原理と一方向性輸送を実現する仕組みが示唆される[4,5].
6. 酵素内部が一部還元され、一部酸化されたものの構造が決定された。
7. 3種類の酵素反応中間体の構造が決定された。
8. 酵素内部の水分子クラスターの酸化還元に伴う構造変化が明らかになり、この構造変化が H⁺ポンプに関与することが示唆される。（図3）

[1] Shinzawa-Itoh *et al.* **EMBO J.** **26**, 1713-1725 (2007). [2] Muramoto *et al.* **Proc. Natl. Acad. Sci. USA** **104**, 7881-7886 (2007). [3] Aoyama, Muramoto, Shinzawa-Itoh *et al.* **Proc. Natl. Acad. Sci. USA** **106**, 2165-2169 (2009). [4] Muramoto *et al.* **Proc. Natl. Acad. Sci. USA** **107**, 7740-7745 (2010). [5] Tsukihara *et al.* **Proc. Natl. Acad. Sci. USA** **100**, 15304-15309 (2003).

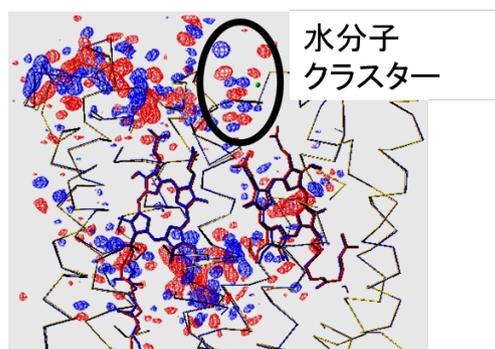


図3 A1型酵素結晶の1.4Å分解能までの回折データを用いて作成した電子密度図（酸化型と還元型の差の電子密度図）

赤：酸化型の電子密度
青：還元型の電子密度

しかしながら、ヘム・銅酸素還元酵素のプロトン輸送経路（水素結合のネットワーク構造）には前述のような多様性があるため、上記 A1 型で示唆されたプロトンポンプ機構を全ての酵素型に適用することは難しい。ヘム・銅酸素還元酵素一般のエネルギー変換に共通する分子機構を見出すためには、さらなる研究が必要である。プロトンポンプ機構を理解する上では、プロトン輸送を担う水素結合ネットワーク構造が単純なものを対象とした方が理解し易いと考えられる。そこで、1つの水素結合ネットワーク構造を持つ C 型を対象とした研究も開始した。C 型は、脱窒反応により嫌気呼吸を行う細菌にある一酸化窒素還元酵素と系統発生的に近いことが知られている。一酸化窒素還元酵素はヘム・銅酸素還元酵素の祖先と考えられているが、プロトンポンプの機能を持たない。よって、C 型のプロトンポンプ機構はヘム・銅酸素還元酵素が獲得したプロトンポンプ機構の原型と見做すことができる。加えて、C 型酵素は酸素還元活性が高いなどの興味深い特徴を持っている。

C 型の構造解析を行うことを目指して、*Vibrio cholerae* の持つ酵素の精製結晶化を進めている。これまでに、*Vibrio cholerae* O395-N1（毒素遺伝子欠損株）を宿主とした C 型酵素の発現条件、ならびに金属アフィニティークロマトグラフィー等を用いた単離精製条件の検討を行ってきた。その結果、十分な O₂ 消費活性を示す C 型酵素が得られた（図 4）。そこで、さらに純度と収量を向上させるための精製条件の検討を行うとともに、結晶化を試みた。現在までに、微結晶様のものが得られている（図 4）。

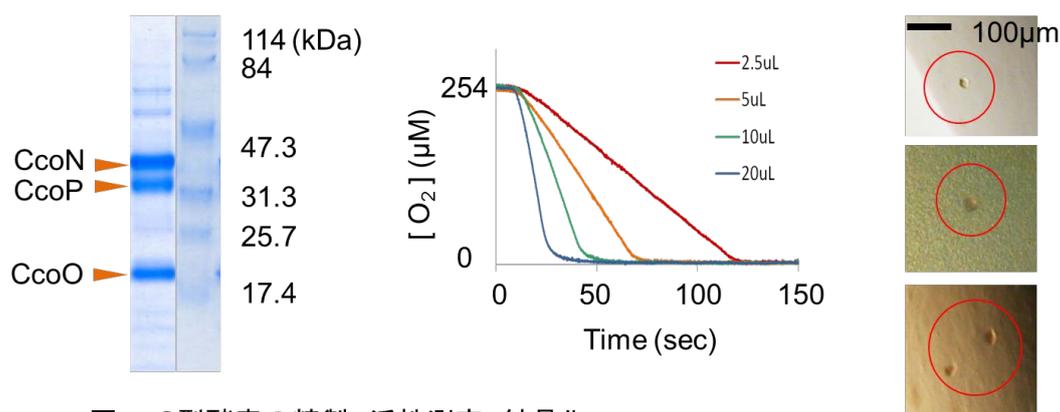


図4 C型酵素の精製、活性測定、結晶化

- (左)精製標品に含まれるC型酵素の3つのサブユニットのSDS-PAGE
- (中)アスコルビン酸/TMPD/酵素による酸素消費
- (右)結晶化の結果

タンパク質結晶の X 線回折実験を行う場合、X 線照射による結晶の損傷を軽減し測定データの分解能を向上させるために一般的に結晶を凍結する。しかしながら、タンパク質結晶では体積当たりに溶媒（水分子）の割合が高いため、凍結によって氷晶が生成し易い。氷晶の生成はタンパク質結晶の構造を壊すとともに、測定データのノイズを増大させることになる。そこで実際には、結晶中に不凍剤を染み込ませた上で結晶を 100 K 程度に急速冷却することによって溶媒をガラス状に凍結させる方法が用いられている。結晶を急速冷却するためには、液体窒素中に結晶を投入する、低温の窒素気流を結晶に吹き付ける等の方法があるが、後者の方がより冷却速度が高いため有利であると考えられる。低温窒素気流を発生する装置は市販されているが、本研究で使用するには流速不足であることや、安定した気流をするまでに時間がかかるといった問題があった。そこで、本装置を自作したので以下にご紹介する（図5）。

保存容器に入った液体窒素中に碍子で覆った電熱コイルを投入する。噴き出しノズルのついた栓を容器に取り付ける。電熱コイルに電圧をかけ、発熱させることで液体窒素を蒸発させる。変圧器で電圧を調節することによって、適当な流量の低温窒素ガスをノズルから噴き出させる。低温窒素気流中に結晶を置き、急速凍結させる。大気中の水蒸気が霜となって結晶に付着するのを防ぐため、低温窒素気流の外側に乾燥した窒素ガスを流す。

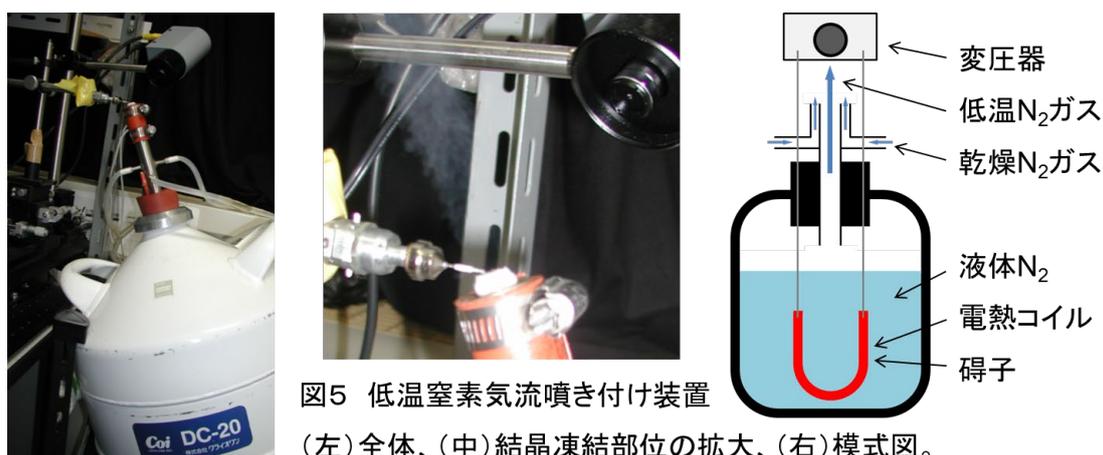


図5 低温窒素気流噴き付け装置
(左)全体、(中)結晶凍結部位の拡大、(右)模式図。

最後に、本研究はおもに細胞制御学 II 講座（A1 型は吉川信也教授，C 型は城宜嗣教授の下）で行われたものです。お世話になった方々に感謝致します。

3. 寒剤を用いた研究実績

2012 年度

国内外学会等

1. 水戸 毅・西谷孝二・牟田寛弥・小山岳秀・上田光一・小原孝夫・光田暁弘(九大院理)・杉島正樹(九大院理)・和田裕文(九大院理): 価数転移物質 EuPtP の f 電子状態に関する NMR 研究, 日本物理学会 第 68 回年次大会(広島大学), 2013
2. 西山功兵・水戸 毅・G. Pristas (Inst. of Exp. Phys., Slovakia)・小山岳秀・上田光一・小原孝夫・S. Gabani (Inst. of Exp. Phys., Slovakia)・M. Reiffers (Inst. of Exp. Phys., Slovakia)・小牧泰大(千葉大院理)・富沢裕樹(千葉大院理)・深澤英人(千葉大院理)・小堀洋(千葉大院理)・竹下 直(産総研)・N. Shitsevalova (Natl. Acad. Sci. Ukraine): SmB₆ における半導体ギャップ構造の圧力依存性, 日本物理学会第 68 回年次大会(広島大学), 2013
3. 西山功兵・水戸 毅・Gabriel Pristas (Inst. of Exp. Phys., Slovakia)・小山岳秀・上田光一・小原孝夫・Slavo Gabani (Inst. of Exp. Phys., Slovakia)・Marian Reiffers (Inst. of Exp. Phys., Slovakia)・小牧泰大(千葉大院理)・富沢裕樹(千葉大院理)・深澤英人(千葉大院理)・小堀 洋(千葉大院理)・竹下 直(産総研)・Natalia Shitsevalova (Inst. for Probl. of Mat. Sci., Kiev, Ukraine) : 圧力下における SmB₆ の ¹¹B-NMR による研究 II, 日本物理学会 2012 年秋季大会(横浜国立大学), 2012
4. 原 宏樹・水戸 毅・石田卓磨・小山岳秀・上田光一・小原孝夫・松林和幸(東大物性研)・才賀裕太(東大物性研)・上床美也(東大物性研): 重い電子化合物 YbCo₂Zn₂₀ の低温磁性, 日本物理学会 2012 年秋季大会(横浜国立大学), 2012
5. 小山岳秀・杉浦恭平・上田光一・水戸 毅・小原孝夫・中野智仁(新潟大工)・土屋勝彦(新潟大院自然)・佐藤亮平(新潟大院自然)・武田直也(新潟大工): 六方晶 Yb₂Ni₁₂P₇ の ³¹P-NMR, 日本物理学会 2012 年秋季大会(横浜国立大学), 2012
6. 岩本雄二(神戸大院海事)・赤澤輝彦(神戸大院海事)・上田光一: YbGaGe の NMR 測定, 日本物理学会第 68 回年次大会(広島大学), 2013
7. 原 宏樹・水戸 毅・小山岳秀・上田光一・小原孝夫・石田憲二(京大院理)・松林和幸(東大物性研)・才賀裕太(東大物性研)・上床美也(東大物性研): 重い電子化合物 YbCo₂Zn₂₀ の低温磁性 II, 日本物理学会第 68 回年次大会(広島大学), 2013

8. 前田佳俊・小山岳秀・水戸 毅・上田光一・小原孝夫・菅原 仁(神戸大理)・佐藤英行(首都大理工): 充填スクッテルダイト化合物NdRu₄Sb₁₂のNQRによる物性研究, 日本物理学会 第 68 回年次大会(広島大学), 2013
9. 小山岳秀・前田佳俊・山崎智陽・上田光一・水戸 毅・小原孝夫・和氣 剛(京大院工)・田畑吉計(京大院工)・常深・浩(阪大院工)・井藤幹夫(阪大院工)・中村裕之(京大院工): 空間反転対称性のない超伝導体 Mo₃Al₂C の物性研究, 日本物理学会 2012 年秋季大会(横浜国立大学), 2012
10. 出口拓也(鹿大理)・松林和幸(東大物性研)・上床美也(東大物性研)・小山岳秀・小原孝夫・中村裕之(京大院工)・小山佳一(鹿大理): 狭バンドギャップ半導体 FeSb₂ の高圧下磁化測定, 日本物理学会 第 68 回年次大会(広島大学), 2013
11. 上田光一・前田佳俊・小山岳秀・水戸 毅・小原孝夫 : 層状超伝導体 LaCo₂B₂ の電子状態の NMR による研究 II, 日本物理学会 第 68 回年次大会(広島大学), 2013
12. 上田光一・前田佳俊・小山岳秀・水戸 毅・小原孝夫 : 層状超伝導体の電子状態の NMR による研究, 日本物理学会 2012 年秋季大会(横浜国立大学), 2012
13. 上田光一・小山岳秀・水戸 毅・小原孝夫 : 新超伝導体 LaCo₂B₂ 系の NMR による研究, 日本物理学会 2012 年秋季大会(横浜国立大学), 2012

発表論文

1. T. Mito, T. Koyama, K. Nakagawara, T. Ishida, K. Ueda, T. Kohara, K. Matsubayashi(東大物性研), Y. Saiga(東大物性研), K. Munakata(東大物性研), Y. Uwatoko(東大物性研), M. Mizumaki (JSRRI), N. Kawamura (JSRRI), B. Idzikowski (Inst. of Molecular Phys., Poland), M. Reiffers (Inst. of Exp. Phys., Slovakia), Mechanism of Field Induced Fermi Liquid State in Yb-Based Heavy-Fermion Compound: X-ray Absorption Spectroscopy and Nuclear Magnetic Resonance Studies of YbCo₂Zn₂₀, J. Phys. Soc. Jpn., **81**, 033706 (2012).
2. T. Ishida, T. Mito, K. Nakagawara, T. Koyama, K. Ueda, T. Kohara, K. Matsubayashi(東大物性研), Y. Saiga(東大物性研), K. Munakata, Y. Uwatoko(東大物性研), NMR Studies of Yb-Based Heavy Fermion Compound YbCo₂Zn₂₀, J. Phys. Soc. Jpn., **81**, Suppl. B, SB061 (2012).
3. T. Koyama, Y. Ozaki, K. Ueda, T. Mito, T. Kohara, T. Waki(京大院工), Y. Tabata(京大院工), C. Michioka(京大院理), Y. Yoshimura(京大院理), M.-T. Suzuki(JAEA), H. Nakamura(京大院工), Observation of the partial Fermi Surface Quenching in the Noncentrosymmetric Superconductor Mo₃Al₂C, J. Phys. Soc. Jpn. **81** (2012) Suppl. B SB008 1-5.

4. T. Koyama, Y. Ozaki, K. Ueda, T. Mito, T. Kohara, T. Waki (京大院工), Y. Tabata (京大院工), H. Nakamura (京大院工), Phase transition in the normal state of the non-centrosymmetric superconductor $\text{Mo}_3\text{Al}_2\text{C}$, J. Phys., Conf. Ser., **39** (2012) 012097 1-4.
5. K. Nishiyama, T. Mito, Y. Kujirai, T. Koyama, K. Ueda, T. Kohara, K. Takeuchi, H. Akutsu, J. Yamada, A. Kornilov (P.N. Lebedev Phys. Inst., Moscow), V. M. Pudalov (P.N. Lebedev Phys. Inst., Moscow), J.S. Qualls (Sonoma State Univ., California), ^{77}Se -NMR study of quasi-one dimensional organic conductor $(\text{TMTSF})_2\text{X}$, J. Phys.: Conf. Ser. **344**, 012026-1-5 (2012).

2012 年度

国内外学会等

1. A. Sumiyama, J. Gouchi, K. Hikawa, G. Motoyama, A. Yamaguchi, T. Honma (JASRI), E. Yamamoto (原研), Y. Haga (原研), and Y. Onuki (琉球大) :Magnetic-field modulation of the Josephson effect between URu₂Si₂ and Al, International conference on topological quantum phenomena (名古屋, 2012).
2. J. Gouchi, A. Sumiyama, G. Motoyama, A. Yamaguchi, N. Kimura (東北大), E. Yamamoto (原研), Y. Haga (原研), and Y. Onuki (琉球大) :Magnetic-Field Modulation of the Josephson effect of heavy-fermion superconductor UPt₃, The 4th international workshop on the dual nature of f-electrons (兵庫, 2012).
3. A. Sumiyama, J. Gouchi, G. Motoyama, A. Yamaguchi, N. Kimura (東北大), E. Yamamoto (原研), Y. Haga (原研), and Y. Onuki (琉球大) :Josephson effect between UPt₃ and Nb under pressure, The 19th international conference on magnetism (釜山, 2012).
4. 郷地 順・住山昭彦・本山 岳・山口 明・木村憲彰 (東北大)・山本悦嗣 (原研)・芳賀芳範 (原研)・大貫惇睦 (琉球大) :重い電子系超伝導体 UPt₃ のジョセフソン効果の磁場特性 II, 日本物理学会秋季大会 (横国大, 2012).
5. 住山昭彦・川勝大地・郷地 順・本山 岳・山口 明・広瀬雄介 (新潟大), 摂待力生 (新潟大)・大貫惇睦 (琉球大) :空間反転対称性のない超伝導体の自発磁化の探索, 日本物理学会第 68 回年次大会 (広島大, 2013).
6. 郷地 順・住山昭彦・本山 岳・山口 明・木村憲彰 (東北大)・山本悦嗣 (原研)・芳賀芳範 (原研)・大貫惇睦 (琉球大) :重い電子系超伝導体 UPt₃ のトンネル現象, 日本物理学会第 68 回年次大会 (広島大, 2013).
7. A. Yamaguchi, N. Kamada, G. Motoyama, A. Sumiyama, Y. Aoki (東工大), Y. Okuda (東工大), and H. Kojima (Rutgers 大) :Recent Spin Pump Experiments on Superfluid ³He-A₁, International Conference on Quantum Fluids and Solids (ランカスター, 2012).
8. 山口 明:超流動ヘリウム 3-A1相におけるスピンポンプ流, 日本物理学会秋季大会シンポジウム講演 (横国大, 2012).

9. 鎌田尚史・山口 明・本山 岳・住山昭彦・榊原俊郎(東大)・青木悠樹(東工大)・奥田雄一(東工大)・H. Kojima(Rutgers 大):超流動ヘリウム 3-A1 相スピンポンプ実験のためのスーパーレークの改良 II, 日本物理学会第 68 回年次大会(広島大, 2013).
10. 谷口貴紀・杉元伸弥・山口 明・本山 岳・住山昭彦・柏谷裕美(産総研)・柏谷 聡(産総研):マイクロ SQUID-NMR 計の試作 I, 日本物理学会第 68 回年次大会(広島大, 2012).
11. 蜂野幸介・秋山博俊・本山 岳・岡井大祐(工学部)・山口 明・住山昭彦:アモルファス合金の熱電能測定による近藤効果の研究 2, 日本物理学会秋季大会(横国大, 2012).
12. 本山 岳・酒井佳央・山口 明・住山昭彦・山村朝雄(東北大)・佐藤伊佐務(東北大):URu₂Si₂における圧力下点接合分光測定, 日本物理学会秋季大会(横国大, 2012).
13. 小泉昭久・川端一史・土屋 優・本山 岳・山口 明・住山昭彦・小田祺景・伊藤真義(JASRI)・櫻井吉晴(JASRI)・久保康則(日大)・山村朝雄(東北大)・佐藤伊佐務(東北大):コンプトン散乱実験で観る URu₂Si₂における 5f 電子の遍歴・局在性の変化, 日本物理学会秋季大会(横国大, 2012).
14. 太刀掛勇哉・本山 岳・山口 明・住山昭彦・松林和幸(東北大)・上床美也(東北大):重い電子系化合物 CeRu₂Si₂における磁場中点接合分光実験, 日本物理学会第 68 回年次大会(広島大, 2013).
15. 小泉昭久・坂田由紀・井上遼一・安田明子・狩野明子・本山 岳・山口 明・住山昭彦・小田祺景・伊藤真義(JASRI)・櫻井吉晴(JASRI)・久保康則(日大)・山村朝雄(東北大)・佐藤伊佐務(東北大):コンプトン散乱二次元再構成実験で探る URu₂Si₂における 5f 電子状態の温度変化, 日本物理学会第 68 回年次大会(広島大, 2013).

発表論文

1. A. Sumiyama, N. Ikeda, Y. Aoki, G. Motoyama, A. Yamaguchi, T. Yasuda(阪大), R. Settai(阪大), and Y. Onuki(琉球大): Measurement of the Josephson effect of heavy-fermion superconductor UPt₃ as a test of the odd-parity order parameter, J. Phys. Soc. Jpn. **81** (2012) 113701.
2. A. Sumiyama, J. Gouchi, K. Hikawa, G. Motoyama, A. Yamaguchi, T. Honma (JASRI), E. Yamamoto(原研), Y. Haga(原研), and Y. Onuki(琉球大): Magnetic-field modulation of the Josephson effect between URu₂Si₂ and Al, J. Phys. Soc. Jpn. **82** (2013) 025005.
3. A. Yamaguchi, M. Wada, H. Tanaka, G. Motoyama, A. Sumiyama, Y. Aoki(東工大), Y. Okuda(東工大), S. Murakawa(慶応大), Y. Karaki(琉球大), and H. Kojima(Rutgers 大): Development of a ³He-hydraulic actuator for spin pump in superfluid ³He-A₁, J. Phys: Conf. Ser. **400** (2012) 012081.

4. A. Yamaguchi, M. Wada, H. Tanaka, G. Motoyama, A. Sumiyama, Y. Aoki(東工大), Y. Okuda(東工大), S. Murakawa(慶応大), Y. Karaki(琉球大), and H. Kojima(Rutgers 大) : Recent Spin Pump Experiments on Superfluid $^3\text{He-A}_1$, *J. Low Temp. Phys.* **171** (2013) 220.
5. G. Motoyama, M. Shiotsuki, Y. Oda, A. Yamaguchi, A. Sumiyama, T. Takeuchi(阪大), R. Settai(新潟大), Y. Onuki(琉球大) : Differential paramagnetic effect of non-centrosymmetric superconductor LaPt_3Si , *J. Phys. Soc. Jpn. Suppl.* **81** (2012) SB017.
6. Y. Sakai, G. Motoyama, A. Yamaguchi, A. Sumiyama, A. Yamamura(東北大), and I. Satoh(東北大) : Development of Point-Contact Spectroscopy of Heavy-Fermion Superconductors under Pressure, *J. Phys. Soc. Jpn. Suppl.* **81** (2012) SB068.

2012 年度

国内外学会等

1. 池田修悟・張小威 (KEK)・亀掛川卓美 (KEK)・小林寿夫:「 AFe_2As_2 (A:Eu 及び Sr) と A サイト置換系の磁性と超伝導 I」日本物理学会 2012 年秋季大会(横浜国立大 2012 年 9 月)
2. 土屋優・池田修悟・小林寿夫:「 $CaFe_4As_3$ の ^{57}Fe メスバウアー分光測定と圧力下磁化測定」日本物理学会 2012 年秋季大会(横浜国立大 2012 年 9 月)
3. 小林寿夫:「放射光を用いた高圧力下核共鳴散乱・メスバウアー分光」第 53 回討論会(大阪大学会館 2012 年 11 月)(依頼講演)
4. 福田竜生 (JAEA)・小林寿夫・池田修悟・土屋優・筒井智嗣 (JASRI)・Alfred Q.A. Baron (理研)・中村博樹 (JAEA)・町田昌彦 (JAEA):「 $SrFe_2As_2$ のフォノン測定」日本物理学会 第 68 回年次大会(広島大学 2013 年 3 月)
5. 池田修悟・土屋優・阪口友唯・張小威 (KEK)・依田芳卓 (JASRI)・小林寿夫:「 ^{57}Fe 核共鳴前方散乱による $SrFe_2As_2$ の電子状態研究」日本物理学会 第 68 回年次大会(広島大学 2013 年 3 月)
6. S. Ikeda, and H. Kobayashi: Superconductivity of $EuFe_2As_2$ under high pressure. The 19th International Conference on Magnetism (Busan Korea 2012 年 7 月)
7. H. Kobayashi: ^{57}Fe nuclear resonant inelastic scattering on AFe_2As_2 (A: Sr and Eu). JAEA Synchrotron Radiation Research Symposium (Harima Japan 2013 年 3 月)(招待講演)
8. 阪口友唯・池田修悟・久我健太郎(東大)・曾根啓太(東大)・中辻知(東大)・小林寿夫:「価数揺動物質 $\alpha-Yb(Al_{1-x}Fe_x)B_4$ の圧力下物性測定およびその研究」日本物理学会 2012 年秋季大会(横浜国立大 2012 年 9 月)
9. 阪口友唯・池田修悟・久我健太郎(東大)・曾根啓太(東大)・中辻知(東大)・平尾直久 (JASRI)・大石泰生 (JASRI)・小林寿夫:「価数揺動物質 $Yb(Al_{1-x}Fe_x)B_4$ の高圧力下構造解析」第 53 回討論会(大阪大学会館 2012 年 11 月)
10. 阪口友唯:「価数揺動物質 $Yb(Al_{1-x}Fe_x)B_4$ の物性測定とその研究」多重極限物質科学研究センター研究発表会(兵庫県立大 2012 年 12 月)
11. 小林寿夫:「 ^{174}Yb 放射光メスバウアー分光法による $YbAlB_4$ の研究」新学術領域研究「重い電子系の形成と秩序化」第 4 回研究会(東工大 2013 年 1 月)

12. 小林寿夫:「Valence Fluctuation probed by Mössbauer Spectroscopy」ISSP ワークショップ(東京大学物性研究所 2013 年 2 月)
13. 阪口友唯・池田修悟・久我健太郎(東大)・曾根啓太(東大)・中辻知(東大)・平尾直久(JASRI)・大石泰生(JASRI)・河村直己(JASRI)・水牧仁一郎(JASRI)・小林寿夫:「価数揺動物質 β -Yb(Al_{1-x}Fe_x)B₄ の圧力誘起 Yb イオンの価数変化」日本物理学会第 68 回年次大会(広島大学 2013 年 3 月)
14. 阪口友唯・池田修悟・増田亮(京大)・小林康浩(京大)・瀬戸誠(京大)・依田芳卓(JASRI)・久我健太郎(東大)・曾根啓太(東大)・中辻知(東大)・小林寿夫:「価数揺動物質 Yb(Al_{1-x}Fe_x)B₄ の ¹⁷⁴Yb 放射光メスbauer一分法による研究」日本物理学会第 68 回年次大会(広島大学 2013 年 3 月)
15. Y. Sakaguchi, S. Ikeda, K. Kuga(東大), K. Sone(東大), S. Nakatsuji(東大), and H. Kobayashi: Mössbauer spectroscopy of Fe doped valence fluctuating α -YbAlB₄. The 19th International Conference on Magnetism (Busan Korea 2012 年 7 月)
16. Kobayashi, Y. Yoda (JASRI), and A. Ochiai(東北大): Electronic states of Eu₄As₃ under pressure. The 19th International Conference on Magnetism (Busan Korea 2012 年 7 月)
17. 田中佑季・池田修悟・本間佳哉(東北大)・小林寿夫:「EuTIn₄ の多段メタ転移」日本物理学会 2012 年秋季大会(横浜国立大 2012 年 9 月)
18. 川端一史・窪真志・池田修悟・小林寿夫:「単結晶 RNi₂Ge₂ (R=Eu,Gd) における圧力下磁気相図 II」日本物理学会 2012 年秋季大会(横浜国立大 2012 年 9 月)
19. 田中佑季:「EuTIn₄ (T: Ni, Pd) の強磁場磁化過程」多重極限物質科学研究センター研究発表会(兵庫県立大 2012 年 12 月)
20. 安田明子・阪口友唯・谷田博司(広島大)・世良正文(広島大)・池田修悟・小林寿夫:「NdFe₂Al₁₀ の ⁵⁷Fe メスbauer一分光測定」日本物理学会第 68 回年次大会(広島大学 2013 年 3 月)
21. 小泉昭久・川端一史・土屋優・本山岳・山口明・住山昭彦・小田祺景・伊藤真義(JASRI)・櫻井吉晴(JASRI)・久保康則(日大)・山村朝雄(東北大)・佐藤伊佐務(東北大):「コンプトン散乱実験で観る URu₂Si₂ における 5f 電子の遍歴・局在性の変化」日本物理学会 2012 年秋季大会(横浜国立大 2012 年 9 月)
22. 小泉昭久・坂田由紀・井上遼一・安田明子・狩野明子・本山岳・山口明・住山昭彦・小田祺景・伊藤真義(JASRI)・櫻井吉晴(JASRI)・久保康則(日大)・山村朝雄(東北大)・佐藤伊佐務(東北大):「コンプトン散乱二次元再構成実験で探る URu₂Si₂ における 5f 電子状態の温度変化」日本物理学会第 68 回年次大会(広島大学 2013 年 3 月)
23. A. Koizumi, G. Motoyama, Y. Kubo(日大), M. Itou (JASRI), and Y. Sakurai (JASRI): Study of electronic states in URu₂Si₂ by high resolution Compton scattering experiment. The 4th International Workshop on the Dual Nature of *f*-Electrons (Himeji 2012 年 7 月)

24. A. Koizumi, G. Motoyama, Y. Kubo (日大), M. Itou (JASRI), and Y. Sakurai (JASRI): Electronic structure of heavy fermion compound URu₂Si₂ studied by high-resolution Compton scattering experiment. The Sagamore XVII - IUCr Commission on Charge, Spin and Momentum Densities (Hokkaido 2012 年 7 月)
25. 小泉昭久:「コンプトン散乱二次元再構成実験による重い電子系化合物 URu₂Si₂ の電子状態の研究」フロンティア機能物質創製センターシンポジウム(姫路商工会議所2012年12月)

発表論文

1. S. Ikeda, K. Yoshida, and H. Kobayashi: Electronic property of SrFe₂As₂ under high pressure studied by ⁵⁷Fe Mössbauer spectroscopy. *Hyperfine Interact.* **208**(2012) 7-11
2. H. Kobayashi, S. Ikeda, Y. Sakaguchi, Y. Yoda (JASRI), H. Nakakura (JAEA), M. Machida (JAEA): Observation of a pressure-induced As-As hybridization associated with a change in the electronic state of Fe in the tetragonal phase of EuFe₂As₂. *J. Phys.: Condens. Matter* **25** (2013) 022201 FAST TRACK COMMUNICATION.
3. S. Tsutsui (JASRI), H. Kobayashi, Y. Yoda (JASRI), H. Sugawara (神戸大), C. Sekine (室蘭工大), T. Namiki (室蘭工大), I. Shirogane (室蘭工大), H. Sato (首都大): ¹⁴⁹Sm and ⁵⁷Fe nuclear resonant inelastic scattering of layered Skutterudites SmFe₄X₁₂ (X: Pnictogen). *Hyperfine Interact.* **206** (2012) 67-70.
4. M. Itou (JASRI), A. Koizumi, and Y. Sakurai (JASRI): Spin and orbital magnetization loops obtained using magnetic Compton scattering. *Appl. Phys. Lett.* **102** (2013) 082403 1-3.

2012 年度

国内外学会等

1. 石川潔, 高磁場光ポンピングによるアルカリ金属イオンの核スピン偏極, 第 51 回 NMR 討論会(2012 年 11 月) L23.
2. 石川潔, 固体アルカリ塩の核スピン偏極:スピン移行と角運動量の輸送, 日本物理学会 2012 年秋季大会(2012 年 9 月) 20aAJ-6.
3. 石川潔, 核スピン偏極した固体アルカリ塩のスピン拡散とイオン移動, 第 6 回分子科学 討論会(2012 年 9 月) 2C09.
4. K. Ishikawa, Hyperpolarisation of Cs salts by optical pumping of Cs atoms in a random scattering medium, The 11th International Conference on Magnetic Resonance in Porous Media (MRPM11) Guildford, UK, O40 (2012).
5. 石川潔, ガラス容器のアルカリ金属膜と NMR ナイトシフト, 日本物理学会第 68 回年次大会(2013 年 3 月) 27pEE-12.
6. K. Ishikawa and B. Patton, Impurities in alkali-metal coating for hyperpolarised noble gases, The 11th International Conference on Magnetic Resonance in Porous Media (MRPM11) Guildford, UK, P5-1 (2012).
7. T. Hasegawa, Y. Takagi, and M. Nakayama, Modulation of excitonic quantum-beat properties due to wave-function coupling in a GaAs single quantum well embedded in a GaAs/AlAs superlattice, The 10th International Conference on Excitonic Processes in Condensed Matter (EXCON), July 2-6, 2012, Groningen, Netherlands.
8. 長谷川尊之、高木芳弘、竹内日出雄、山田永、秦雅彦、中山正昭、アンドープ GaAs/n 型 GaAs エピタキシャル層構造におけるキャリア輸送過程に起因した超高速光応答 II、日本物理学会 2013 年第 68 回年次大会(2013 年 3 月)26aXQ-8.
9. 長谷川尊之、高木芳弘、竹内日出雄、山田永、秦雅彦、中山正昭、アンドープ GaAs/n 型 GaAs エピタキシャル構造におけるキャリア輸送を利用した超高速光応答制御、第 23 回光物性研究会(2012 年 12 月) IB-32.
10. 長谷川尊之、高木芳弘、竹内日出雄、山田永、秦雅彦、中山正昭、アンドープ GaAs/n 型 GaAs エピタキシャル層構造におけるキャリア輸送過程に起因した超高速光応答、日本物理学会 2012 年秋季大会(2012 年 9 月) 18aFB-2.

11. 長谷川尊之、高木芳弘、竹内日出雄、山田永、秦雅彦、中山正昭、*i*-GaAs/*n*-GaAs エピタキシャル層構造における超高速光応答の観測、第 73 回応用物理学会学術講演会 2012 年・秋季(2012 年 9 月) 12a-F1-1.
12. R. Kishimoto and T. Hasegawa, Studies on optical properties of semi-conductor microcavities by polarization modulation technique, The 2nd Short-term International Student Exchange Program, Aug. 23-26, 2012, Dong-A University, Korea.

発表論文

1. K. Ishikawa, Hyperpolarisation of Cs salts by optical pumping of Cs atoms in a random scattering medium at high magnetic field, *Microporous and Mesoporous Materials*, in press (3 pages) (2013).
2. T. Hasegawa, Y. Takagi, H. Takeuchi, H. Yamada, M. Hata, and M. Nakayama, Characteristics of ultrafast optical responses originating from non-equilibrium carrier transport in undoped GaAs/*n*-type GaAs epitaxial structures, *Journal of Applied Physics* **113**, 203506 (6 pages) (2013).
3. T. Hasegawa, N. Masumoto, T. Harada, T. Makino, and Y. Takagi, Non-degenerate photoluminescence excitation correlation spectroscopy using an optical sampling technique, *Review of Scientific Instruments* **83**, 103108 (5pages) (2012).
4. M. Nakayama, T. Yamashita, and T. Hasegawa, Photoluminescence dynamics of excitons at the mini-Brillouin-zone edge in a GaAs/AlAs superlattice, *Journal of Crystal Growth*, in press.

2012 年度

国内外学会等

1. M. Mitsumi: Crystal Structures and Properties of MMX-Chain Compounds Based on Dithiocarboxylato- Bridged Dinuclear Complexes; In Material Designs and New Physical Properties in MX- and MMX-Chain Compounds, M. Yamashita, H. Okamoto, Eds., Springer-Verlag: Wien, 2013, pp. 151–205.
2. M. Mitsumi, M. Hashimoto, K. Toriumi: Multifunctional Materials: Conductivity and Ferromagnetic Coupling in 1-D Rh–Dioxolene, 40 *International Conference on Coordination Chemistry (ICCC40)*, (Spain, 2012.9) MS.A4.C.04.
3. M. Mitsumi, K. Ezaki, M. Kamishima, and K. Toriumi: Structural Phase Transition and Dielectric Property of Hydrogen Bonded *p*-Benzosemiquinone Complex, *International Symposium on Material Science Opened by Molecular Degree of Freedom (MDF2012)*, (Miyazaki, Dec. 1–4, 2012) P-34.
4. 江崎一成・上島道子・満身 稔・鳥海幸四郎・中筋一弘 ^a(^a 福井工大):水素結合型 *p*-ベンゾセミキノン錯体の構造相転移と誘電性, 錯体化学会第 62 回討論会(富山, 2012.9) 1Bb-19.
5. 橋本将太・小松裕貴・満身 稔・鳥海幸四郎:一次元ロジウム-ジオキソレン錯体の合成, 構造, 物性, 錯体化学会第 62 回討論会(富山, 2012.9)2PB-19.
6. 覚野祐樹・満身 稔・鳥海幸四郎・安田伸広 ^a(^aJASRI/SPring-8):一次元ロジウム(I)-セミキノナト錯体の合成, 構造, 磁性, 錯体化学会第 62 回討論会(富山, 2012.9)2PB-26.
7. 江崎一成・上島道子・満身 稔・鳥海幸四郎・中筋一弘 ^a(^a 福井工大):水素結合型 *p*-ベンゾセミキノン錯体の構造相転移と誘電性, 2012 年度日本結晶学会年会(仙台, 2012.10) 25-OB-03.
8. 江崎一成・上島道子・満身 稔・鳥海幸四郎・中筋一弘 ^a(^a 福井工大):水素結合型 *p*-ベンゾセミキノン錯体の構造相転移と誘電性, 2012 年度日本結晶学会年会(仙台, 2012.10) 25-PB-03.
9. 小松裕貴・橋本将大・満身 稔・鳥海幸四郎:一次元ロジウム-ジオキソレン錯体の結晶構造と磁性・導電性, 日本化学会第 93 春季年会(草津, 2013.3)2PA-112.

10. 上田紘平・小澤芳樹・鳥海幸四郎:メルカプトイミダゾール誘導体配位子を用いた発光性多核銅(I)および銀(I)錯体の合成と構造, および発光挙動, 錯体化学会第 62 回討論会(富山, 2012.9)1PA-072.
11. 鳥海幸四郎・井上敬章・山崎隆博・山中宏晃・満身 稔・小澤芳樹・坂田修身^a (^aNIMS/SPring-8):エピタキシャル成長法を用いた白金混合原子価錯体の薄膜単結晶の作製と表面薄膜結晶の構造解析, 錯体化学会第 62 回討論会(富山, 2012.9)1PB-16.
12. 山本和矢・小澤芳樹・中島嵩太・安田伸広^a・鳥海幸四郎 (^aJASRI/SPring-8) :発光性ヨウ化銅(I)多核錯体の結晶相反応, 2012 年度日本結晶学会年会(仙台, 2012.10)26-OB-06.
13. 鳥海幸四郎・井上敬章・山崎隆博・山中宏晃・満身 稔・小澤芳樹・坂田修^a (^aNIMS/SPring-8) :すれすれ入射 X 線回折法を用いた表面薄膜単結晶の構造解析法の開発:白金混合原子価錯体のエピタキシャル薄膜単結晶の作製と利用, 2012 年度日本結晶学会年会(仙台, 2012.10)25-PB-13.
14. 小澤芳樹・福井明子^a・矢ヶ崎 篤^a(^a関西学院大院理工):バナド過ヨウ素酸イオンの合成と構造(富山, 2012.9)1Ad-07.

発表論文

1. M. Tabatabaee, ^a M. Tahriri, ^a M. Tahriri, ^a Y. Ozawa, B. Neumuller, ^b H. Fujioka, K. Toriumi (^aIslamic Azad University, Iran; ^bUniversität Marburg, Germany) : Preparation, crystal structures, spectroscopic and thermal analyses of two co-crystals of $[M(H_2O)_6][M(dipic)_2]$ and $(atrH)_2[M(dipic)_2]$ ($M = Zn, Ni$, dipic = dipicolinate; atr = 3-amino-1H-1,2,4-triazole) with isostructural crystal systems, *Polyhedron* **33**, 336–340 (2012).
2. Y. Ozawa, M. Kim and K. Toriumi: A one-dimensional platinum mixed-valence complex with bridging thiocyanate S atoms: $[[Pt^{II}(en)_2](\mu-SCN)[Pt^{IV}(en)_2](\mu-SCN)](ClO_4)_4$ (en is ethane-1,2-diamine), *Acta Cryst.*, **C69**, 146–149 (2013).
3. A. Fukui,^a Y. Ozawa, and A. Yagasaki ^a (^a関西学院大院理工): Synthesis and structure of vanadoperiodate, *Polyhedron*, **42**, 149-152 (2012).
4. M. Matsumoto,^a Y. Ozawa, and A. Yagasaki ^a (^a関西学院大院理工): Long Hydrogen-Bonded Rod of Molecular Oxide: A Hexatantalate Tetramer, *Inorg. Chem.*, **51**, 5991-5993 (2012).

2012 年度

国内外学会等

1. 赤浜裕一・諏訪裕理・前川武雄・杉本隼之・市川知裕・福井宏之・川村春樹・中野智志 (NIMS)・竹村謙一 (NIMS)・平尾直久 (JASRI)・大石泰生 (JASRI) : 固体水素高压相 III 相の X 線回折とラマン散乱 (III), 第 53 回高压討論会 (2012 年, 豊中市)
2. 市川知裕・今西和也・福井宏之・赤浜裕一・藤久裕司 (AIST)・平尾直久・大石泰生 (JASRI) : Te の超高压 X 線回折実験, 第 53 回高压討論会 (2012 年, 豊中市)
3. 杉本隼之・福井宏之・小沢芳樹・赤浜裕一・藤久裕司 (AIST)・平尾直久・大石泰生 (JASRI) : 燐の 300GPa 領域の X 線回折実験, 第 53 回高压討論会 (2012 年, 豊中市)
4. 前川武雄・福井宏之・赤浜裕一・藤久裕司 (AIST)・平尾直久・大石泰生 (JASRI) : 高压下の酸素-窒素二元相図に関する研究, 第 53 回高压討論会 (2012 年, 豊中市)
5. 福井宏之・平岡 望 (NSRRC)・神崎正美 (岡山大地球研) : MgSiO_3 ガラスの酸素 K 端 X 線ラマンスペクトルに対する EXAFS 的解析, 第 53 回高压討論会 (2012 年, 豊中市)
6. 福井宏之・境 毅・坂巻竜也・高橋 豪 (東北大理)・Alfred Baron (理研)・大谷栄治 (東北大理) : コンパクト LH-DAC を用いた高温高压 X 線非弾性散乱, 第 53 回高压討論会 (2012 年, 豊中市)
7. 小林本忠・藤原佑樹・平郡 諭 (東北大院理) : カリウム金属添加ピセン化合物 Kxpicene の磁化率, 日本物理学会 2012 年秋季大会 (横浜国立大, 2012)
8. 佐藤貴彦・平郡 諭 (東北大院理)・小林本忠 : カルシウム添加窒化硼素化合物の作製と物性, 日本物理学会 2012 年秋季大会 (横浜国立大, 2012)
9. 小林本忠・藤原佑樹・平郡 諭 (東北大院理)・谷垣勝己 (東北大院理) : 冷却速度を変えて作製した Kxpicene の X 線回折と磁化率, 日本物理学会 2013 年春第 68 回年次大会 (広島大, 2013)

発表論文

1. T. Sugimoto, Y. Akahama, H. Fujihisa (AIST), Y. Ozawa, H. Fukui, N. Hirao (JASRI), and Y. Ohishi (JASRI): Identification of superlattice structure $cI16$ in P-VI phase of phosphorus at 340 GPa and room temperature via x-ray diffraction, *Phys. Rev. B* **86**, 024109 (2012)
2. H. Fukui, M. Simon (RIKEN), V. Nazmov (RIKEN), J. Mohr (RIKEN), K. Evans-Lutterodt (RIKEN), A. Stein (RIKEN) and A.Q.R. Baron (RIKEN): Large aperture refractive lenses for momentum resolved spectroscopy with hard X-rays, *Journal of Synchrotron Radiation* **20**, 591-595 (2013)
3. I-3 N. Hiraoka (NSRRC), H. Fukui, H. Tanida (NSRRC), H. Toyokawa (NSRRC), Y. Cai (NSRRC) and K.-D. Tsuei (NSRRC): An X-ray Raman spectrometer for EXAFS studies on minerals: Bent Laue spectrometer with 20 keV X-rays, *Journal of Synchrotron Radiation* **20**, 266-271 (2013).
4. I-4 H. Fukui, T. Tsuchiya (Ehime Univ.), A.Q.R. Baron (RIKEN): Lattice dynamics calculations for ferropericlasite with internally consistent LDA+U method, *Journal of Geophysical Research - Solid Earth* **117**, B12202 (2012)

Functional Materials II

大学院物質理学研究科
物質構造制御学部門
機能性物質学 II

2012 年度

国内外学会等

1. S. Nakatsuji: Functional Radical Compounds with LC and FET Properties, Special Seminar at Centre for Soft Matter Research (Bangalore, 2012).
2. S. Nakatsuji: Functional Radical Compounds with Photo-Responsive and FET Properties, Special Seminar at National Institute for Interdisciplinary Science and Technology (Trivandrum, 2012).
3. S. Nakatsuji: Recent Progress in the Chemistry of Organic Functional Radicals, International Conference for Centenary of Education in Chemical Engineering (Iasi, 2012).
4. S. Nakatsuji: Recent Development of Functional Radical Compounds with Multi-Properties, Special Seminar at CNRS; Ecole Nationale Supérieure de Physique et Chimie de Strasbourg (Strasbourg, 2012).
5. 居城 歩・鈴木秀人・坪 広樹・山田順一・中辻慎一: 新奇なニトロキシド置換アクセプター類の構造と性質, 第 23 回基礎有機化学討論会(京都,2012)
6. 鈴木秀人・坪 広樹・山田順一・中辻慎一: AZADO (2-アザアダマンタン N-オキシド)と TCNQF₄あるいはチオ尿素との反応生成物の構造と性質, 第 23 回基礎有機化学討論会(京都,2012)
7. 藤原和也・坪 広樹・山田順一・佐藤正春(村田製作所)・中辻慎一: 種類の異なるニトロキシドグループを有するフェロセン誘導体の構造と性質, 第 23 回基礎有機化学討論会(京都,2012)
8. 居城 歩・坪 広樹・山田順一・中辻慎一: 安定ラジカル置換 DDQ 誘導体の構造と性質, 兵庫県立大学大学院物質理学研究科「フロンティア機能物質創製センター」シンポジウム(姫路, 2012)
9. K. Sugii (筑波大院数理), K. Takai (東工大院理工), S. Tsuchiya (物材機構), S. Uji (物材機構), T. Terashima (物材機構), A. Wada, S. Ichikawa, J. Yamada, T. Enoki (東工大院理工), D. Graf (フロリダ州立大), J. S. Brooks (フロリダ州立大): MAGNETIC PROPERTIES AND FERMI SURFACE OF κ -(BDH-TTP)₂FeCl₄, International Conference on Science and Technology of Synthetic Metals (ICSM 2012), Atlanta, USA, July 8-13 (2012).

10. H. Aizawa(神奈川大工), K. Kuroki(電通大先進理工), J. Yamada: Model construction and pairing symmetry analysis of β -(BDA-TTP)₂MF₆ (M=P, As, Sb, Ta) based on first principles band calculation, Materials & Mechanisms of Superconductivity (M2S), Washington, DC, USA, July 29–August 3 (2012).
11. J. Yamada: Control of Superconducting Transition Temperature in the Pressure-Induced Organic Superconductor β -(BDA-TTP)₂I₃ (Invited Presentation), 17th Malaysian Chemical Congress (17MCC), Kuala Lumpur, Malaysia, October 15-17 (2012).
12. J. Yamada, H. Yoshimoto(首都大院理工), T. Kodama(首都大院理工), W. Fujita(首都大院理工), K. Kikuchi(首都大院理工): Variations of T_c and P_c in β -(BDA-TTP)₂I₃ Depending on the Orientation of Uniaxial Strain, International Symposium on Materials Science Opened by Molecular Degrees of Freedom (MDF2012), Miyazaki, Japan, December 1–4 (2012).
13. H. Aizawa(神奈川大工), K. Kuroki(神奈川大工), J. Yamada: Anion dependence of the band structure of β -(BDA-TTP)₂X: Comparison between X=I₃ and MF₆ (M=Sb,As,etc.), International Symposium on Materials Science Opened by Molecular Degrees of Freedom (MDF2012), Miyazaki, Japan, December 1–4 (2012).
14. L. Martin(ノッティンガムトレント大), J. Wallis(ノッティンガムトレント大), S-i. Nakatsuji, J-i. Yamada, H. Akutsu,: Chiral Conductors from Chiral Donors, Anions, and Solvents”, International Symposium on Materials Science Opened by Molecular Degrees of Freedom (MDF2012), Miyazaki, Japan, December 1–4 (2012).
15. 吉本治男(首都大院理工)・菊地耕一(首都大院理工)・山田順一・藤田 渉(首都大院理工)・兒玉 健(首都大院理工): β -(BDA-TTP)₂I₃ での超伝導転移温度および圧力の一軸ひずみ方向依存性, 第6回分子科学討論会, 本郷, 9月18-21日(2012).
16. 太田真輝・坪 広樹・中辻慎一・山田順一: 新しいキラルドナーを用いた分子性導体の構造と物性, 第6回分子科学討論会, 本郷, 9月18-21日(2012).
17. 光永淳哉・小松寛幸・坪 広樹・中辻慎一・山田順一: エチレンジオキシ基を有する新しいドナーを用いた分子性導体の構造と物性, 第6回分子科学討論会, 本郷, 9月18-21日(2012).
18. M. Nuruzzaman(阪市大院理), K. Yokogawa(阪市大院理), H. Yoshino(阪市大院理), K. Kikuchi(首都大院理工), J. Yamada, K. Murata(阪市大院理): Mott/Charge Order and Superconductivity in β -(BDA-TTP)₂I₃ by Uniaxial Strain, 日本物理学会2012年秋季大会, 横浜市, 9月18-21日(2012).
19. 横川敬一(阪市大院理)・高岡亮(阪市大院理)・吉野治一(阪市大院理)・下野智史・市川俊・山田順一・村田恵三(阪市大院理): α -[(S,S)-DMDH-TTP]₂AuI₂の一軸ひずみ下の温度依存性のない電気抵抗, 第53回高圧討論会, 豊中市, 11月7-9日(2012).

20. 山田順一・改發敬之・坏 広樹・中辻慎一・磯野貴之(首都大院理工)・小島正幸(首都大院理工)・吉本治男(首都大院理工)・兒玉 健(首都大院理工)・藤田 渉(首都大院理工)・菊地耕一(首都大院理工)・Md. Nuruzzaman(阪市大院理)・横川敬一(阪市大院理)・吉野治一(阪市大院理)・村田惠三(阪市大院理): β -(BDA-TTP)₂I₃における超伝導転移温度と臨界圧力の一軸圧方向依存性, 第 21 回有機結晶シンポジウム, 横浜, 11 月 8-10 日(2012).
21. 太田真輝・坏 広樹・中辻慎一・山田順一:新しいキラルドナーを用いた分子性導体の構造と物性, 「フロンティア機能物質創製センター」シンポジウム New Materials Science from Hyogo, 12 月 22 日(2012).
22. 光永淳哉・小松寛幸・坏 広樹・中辻慎一・山田順一:エチレンジオキシ基を有する新しいドナーを用いた分子性導体の構造と物性, 「フロンティア機能物質創製センター」シンポジウム New Materials Science from Hyogo, 12 月 22 日(2012).
23. 山田順一: β -(BDA-TTP)₂I₃における超伝導転移温度と臨界圧力の一軸圧方向依存性, 第一回東北大学卓越大学院研究会「金属錯体の固体物性最前線—金属錯体と固体物性物理と生物物性の連携新領域を目指して—」, 仙台, 2 月 4-6 日(2013).
24. 山田順一・坏広樹:新しい有機強相関電子系の設計と合成, 新学術領域研究「新分子物質科学」第 7 回領域会議, 本郷, 3 月 1-3 日(2013).
25. 磯 大介(首都大院理工)・藤田 渉(首都大院理工)・兒玉 健(首都大院理工)・山田順一・菊地耕一(首都大院理工):(DH)₃FeCl₄の低温下X線構造解析, 日本化学会第 93 春季年会, 草津市, 3 月 22-25 日(2013).
26. 太田真輝・坏 広樹・中辻慎一・山田順一:(*S,S*)-DMDT-MOT と(*S,S*)-EODM-TTP の合成と性質, 日本化学会第 93 春季年会, 草津市, 3 月 22-25 日(2013).
27. 光永淳哉, 坏広樹, 中辻慎一, 山田順一:*meso*-DMDO-MOT と DO-MOT を用いた分子性導体の構造と物性, 日本化学会第 93 春季年会, 草津市, 3 月 22-25 日(2013).
28. S. Yasuzuka(広島工大工), S. Uji(物材機構), T. Terashima(物材機構), H. Akutsu, J. Yamada: In-plane anisotropy of the vortex dynamics in the layered organic superconductor κ -(ET)₂Cu(NCS)₂, International Conference on Science and Technology of Synthetic Metals (ICSM 2012), Atlanta, USA, July 8-13 (2012).
29. S. Tsuchiya(物材機構), J. Yamada, T. Terashima(物材機構), N. Kurita(物材機構), K. Kodama(物材機構), K. Sugii(筑波大院数理), D. Graf(フロリダ州立大), J. S. Brooks(フロリダ州立大), S. Uji(物材機構): HIGH-MAGNETIC-FIELD PHASE DIAGRAM OF AN ORGANIC SUPERCONDUCTOR κ -(BEDT-TTF)₂Cu(NCS)₂, International Conference on Science and Technology of Synthetic Metals (ICSM 2012), Atlanta, USA, July 8-13 (2012).

30. S. Yasuzuka (広島工大工), S. Uji (物材機構), T. Terashima (物材機構), H. Akutsu, J. Yamada: Fourfold symmetry in flux flow resistivity and normal state magnetoresistance in the *d*-wave superconductor κ -(ET)₂Cu(NCS)₂, International Symposium on Materials Science Opened by Molecular Degrees of Freedom (MDF2012), Miyazaki, Japan, December 1–4 (2012).
31. 坪 広樹・山田 順一・中辻 慎一: 純有機磁性金属 κ -β''-(BEDT-TTF)₂(PO-CONHC₂H₄SO₃) の単結晶 ESR 測定による二次元スピン拡散の観測, 第 6 回分子科学討論会(東京, 2012)
32. 瀧川雄輝(兵庫県立大院物質理)・坪 広樹・山田 順一・中辻 慎一: アニオニックドナー *N,N'*-Disulfo-2,5-X,Y-1,4-phenylenediamine およびアクセプター *N,N'*-Disulfo-2,5-X,Y-1,4-benzoquinonediimine (X,Y = CH₃, CH₃; CH₃, Cl; Cl, Cl) とその電荷移動塩の構造と物性, 第 6 回分子科学討論会(東京, 2012)
33. 大迫貴尋(兵庫県立大院物質理)・坪 広樹: スルホ基(-SO₃)を用いた機能性有機アニオンの開発 ~対カチオンの選択により, 水にも有機溶媒にも溶けます~, 第 5 回兵庫県立大学シンポジウム(姫路, 2012)
34. 坪 広樹・山田 順一・中辻 慎一: 有機アニオンの異方性が生み出す新しい磁性有機伝導体, 兵庫県立大学大学院物質理学研究科「フロンティア機能物質創製センター」シンポジウム(姫路, 2012)
35. 瀧川雄輝(兵庫県立大院物質理)・坪 広樹・山田 順一・中辻 慎一: アニオニックドナー *N,N'*-Disulfo-2,5-X,Y-1,4-phenylenediamine およびアクセプター *N,N'*-Disulfo-2,5-X,Y-1,4-benzoquinonediimine (X,Y = CH₃, CH₃; CH₃, Cl; Cl, Cl) とその電荷移動塩の構造と物性, 兵庫県立大学大学院物質理学研究科「フロンティア機能物質創製センター」シンポジウム(姫路, 2012)
36. 大迫貴尋(兵庫県立大院物質理)・坪 広樹・山田 順一・中辻 慎一: TTF 及び TCNQ のスルホ誘導体アニオンとその電荷移動塩の構造と物性, 兵庫県立大学大学院物質理学研究科「フロンティア機能物質創製センター」シンポジウム(姫路, 2012)
37. 石原慧太(兵庫県立大院物質理)・坪 広樹・山田 順一・中辻 慎一: 新しい安定有機ラジカル誘導体アニオン PO-CONH-(*m*-, *p*-)C₆H₄SO₃⁻ およびその電荷移動塩の構造と物性 (PO = 2,2,5,5-tetramethyl-3-pyrrolin-1-oxyl free radical), 兵庫県立大学大学院物質理学研究科「フロンティア機能物質創製センター」シンポジウム(姫路, 2012)
38. 坪 広樹・大西亮・山田 順一・中辻 慎一: フェロセンスルホネートおよびその ET 塩の構造と物性, 日本化学会第 93 春季年会(草津, 2013)
39. 大迫貴尋(兵庫県立大院物質理)・坪 広樹・大西 亮・山田 順一・中辻 慎一: TTF 及び TCNQ のスルホ誘導体アニオンおよびその電荷移動塩の構造と物性, 日本化学会第 93 春季年会(草津, 2013)

40. 石原慧太(兵庫県立大院物質理)・坪 広樹・大西 亮・山田順一・中辻慎一:新規有機磁性アニオン PO-CONH-(*m-p*-)C₆H₄SO₃およびその電荷移動塩の構造と物性, 日本化学会第 93 春季年会(草津, 2013)

発表論文

1. H. Suzuki, H. Akutsu, J. Yamada and S. Nakatsuji: Single-Component Charge-Transfer Crystals Based on Spin-Carrying TCNQ (7,7,8,8-Tetracyanoquinodimethane) Derivatives, *Crystals*, **2**, 662-668 (2012).
2. S. Nakatsuji: Recent Progress in the Chemistry of Organic Functional Radicals, *Environ. Eng. Manag. J.*, **11**, 1889-1893 (2012). I-3 S. Nakatsuji, K. Aoki, A. Kojoh, H. Akutsu, J. Yamada, M. Karakawa (Osaka University), Y. Aso (Osaka University): Self-Assembling Aryl- Naphthalendiimide Derivatives with Nitroxide Radical, *Asian J. Org. Chem.*, **2**, 164-168 (2013).
3. J. Yamada, H. Akutsu: Chemical Modifications to BDH-TTP [2,5-bis(1,3-dithiolan-2-ylidene)-1,3,4,6-tetrathiapentalene]: Control of Electron Correlation, *Crystals*, **2**, 812-844 (2012).
4. Md. Nuruzzaman (阪市大院理), K. Yokogawa (阪市大院理), H. Yoshino (阪市大院理), H. Yoshimoto (首都大院理工), K. Kikuchi (首都大院理工), T. Kaihatsu, J. Yamada, K. Murata (阪市大院理): Uniaxial-Strain-Orientation Dependence of the Competition between Mott and Charge Ordered Phases and their Corresponding Superconductivity of β -(BDA-TTP)₂I₃, *J. Phys. Soc. Jpn.*, **81**, 124703-1-7 (2012).
5. H. Aizawa (神奈川大工), K. Kuroki (電通大先進理工), S. Yasuzuka (広島工大工), J. Yamada: Model construction and superconductivity analysis of organic conductors β -(BDA-TTP)₂MF₆ (M = P, As, Sb and Ta) based on first principles band calculation, *New. J. Phys.*, **14**, 113045 (16pp) (2012).
6. K. Nishiyama, T. Mito, Y. Kujirai, T. Koyama, K. Ueda, T. Kohara, K. Takeuchi, H. Akutsu, J. Yamada, A. Kornilov (レベデフ物理研究所), V. M. Pudalov (レベデフ物理研究所), J. S. Qualls (ソノマ州立大), “⁷⁷Se-NMR study of quasi-one dimensional organic conductor (TMTSF)₂X”, *J. Phys.: Conference Series*, **344**, 012026-1-5 (2012).
7. S. Tsuchiya (物材機構), J. Yamada, S. Tanda (北大院工), K. Ichimura (北大院工), T. Terashima (物材機構), N. Kurita (物材機構), K. Kodama (物材機構), S. Uji (物材機構), “Fluctuating superconductivity in the strongly correlated two-dimensional organic superconductor κ -(BEDT-TTF)₂Cu(NCS)₂ in an in-plane magnetic field”, *Phys. Rev. B*, **85**, 220506(R)-1-4 (2012).

8. A. C. Brooks (Nottingham Trent Univ.), L. Martin (Nottingham Trent Univ.), P. Day (Univ. College London), E. B. Lopes (IST/ITN, Portugal), M. Almeida (IST/ITN, Portugal), K. Kikuchi (Tokyo Metro. Univ.), W. Fujita (Tokyo Metro. Univ.), K. Sasamori (Tokyo Metro. Univ.), H. Aktusu and J. D. Wallis (Nottingham Trent Univ.), Hydrogen bonded anion ribbons, networks and clusters and sulfur–anion interactions in novel radical cation salts of BEDT-TTF with sulfamate, pentaborate and bromide, *Dalton Trans.*, **42**, 6645-6654 (2013).
9. N. Kanbayashi, H. Akutsu, J. Yamada, S. Nakatsuji, and S. S. Turner (Surrey Univ.), A new ferrocene-containing charge-transfer salt, $(\text{TTF})_2[\text{Fe}(\text{C}_5\text{H}_4\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{NHCOCH}_2\text{-SO}_3)_2]$, *Inorg. Chem. Commun.*, **21**, 122-124 (2012).

Molecular Biophysics II

大学院生命理学研究科
生体物質構造解析学部門
生体物質構造学 II

2012 年度

国内外学会等

1. S. Yanagisawa, H. Fujii, S. Neya, T. Ogura, T. Kitagawa: Effects of Heme Rotation around the Heme Normal by 90 ° on Resonance Raman Spectra of Heme Proteins; Observation for Heme Oxygenase, 23rd International Conference on Raman Spectroscopy, August 2012, Bangalore, India.
2. T. Ogura, I. Ishigami, T. Nishigaki, S. Nakashima, K. Shinzawa-Itoh, S. Yoshikawa: Cooperative Dynamics of the Two Hemes in Cytochrome c Oxidase upon Ligand Binding Identified by Time-Resolved Resonance Raman Spectroscopy, The 7th International Conference on Porphyrins and Phthalocyanines, July 2012, Jeju, Korea.
3. 引田理英・新澤-伊藤恭子・森山昌和・小倉尚志・木平清人・吉川信也:「ミトコンドリア呼吸鎖電子伝達複合体 I に含まれる FMN の共鳴ラマンスペクトル」, 日本化学会第 93 春季年会, 2013 年 3 月, 草津市(滋賀県)
4. 平野智也・河原由佳・人見 穰・小寺政人・小林義男・野村高志・小倉尚志:「カルボン酸含有二核化配位子(BPG2E)を用いたパーオキシ二核鉄(III)錯体の O-O 結合の開裂と基質酸化活性」, 日本化学会第 93 春季年会, 2013 年 3 月, 草津市(滋賀県)
5. 小倉尚志:「生体配位化学における高解像度の虫眼鏡:振動分光法」, 分子研研究会「生体配位化学の最前線と展望」, 2013 年 2 月, 岡崎市(愛知県)
6. 丸山夏未・安芸弥生・長井幸史・今井清博・長友重紀・小倉尚志・北川禎三・長井雅子:「ヒトヘモグロビンの酸素結合機能における近位ヒスチジンの役割」, 第 85 回日本生化学会大会, 2012 年 12 月, 福岡市(福岡県)
7. I. Ishigami, T. Nishigaki, K. Shinzawa-Itoh, S. Yoshikawa S. Nakashima, T. Ogura: An Intermediate Conformation of Cytochrome c Oxidase in the Ligand-Free State Identified by Time-Resolved Resonance Raman Spectroscopy, The 50th Annual Meeting of Biophysical Society of Japan, September 2012, Nagoya, Aichi, Japan.
8. M. Sakaguchi, Y. Katayama, H. Fujii, H. Shimada, T. Ogura: The assignment of the resonance Raman bands of heme a peripheral substituents in cytochrome c oxidase, The 50th Annual Meeting of Biophysical Society of Japan, September 2012, Nagoya, Aichi, Japan.

9. Y. Aki, Y. Nagai, K. Imai, S. Nagatomo, T. Ogura, T. Kitagawa, M. Nagai: Substitution effects of Gly for the proximal His of α subunit of human hemoglobin on the structure and oxygen binding function, The 50th Annual Meeting of Biophysical Society of Japan, September 2012, Nagoya, Aichi, Japan.
10. S. Yanagisawa, H. Fujii, S. Neya, T. Ogura, T. Kitagawa: Effects of Heme Rotation around the Heme Normal by 90° on Resonance Raman Spectra of Heme Proteins; Observation for Heme Oxygenase, The 50th Annual Meeting of Biophysical Society of Japan, September 2012, Nagoya, Aichi, Japan.
11. T. Ogura: Molecular Science of the Proteins in Organelles, Physiological Molecular Science of Membrane Proteins, 高次系分子科学 成果公開シンポジウム, May 2012, Tokyo, Japan.
12. T. Ogura: Protein Dynamics of Cytochrome c Oxidase Studied by Time-Resolved Resonance Raman and Infrared Spectroscopy: Coupling between O_2 Reduction and H^+ -Pumping, 23rd International Conference on Raman Spectroscopy, August 2012, Bangalore, India.
13. S. Nakashima, M. Kubo, S. Yamaguchi, T. Ogura, M. Mochizuki, K. Shinzawa-Itoh, S. Yoshikawa: Proton Pump Mechanism of Cytochrome c Oxidase Elucidated by Highly Sensitive Time-Resolved IR Spectroscopy, The 7th International Conference on Porphyrins and Phthalocyanines, July 2012, Jeju, Korea.
14. 小倉尚志:「チトクロム c 酸化酵素によるプロトンポンプ反応の研究:時間分解赤外および共鳴ラマン分光法」, 分子研研究会「生物物質科学の展望」, 2013 年 1 月, 岡崎市(愛知県)
15. 小倉 尚志:「巨大タンパク質内での反応を観る:時間分解赤外および共鳴ラマン分光法」, 第1回分光イノベーションシンポジウム, 2012 年 11 月 東京都
16. M. Kubo, S. Nakashima, M. Mochizuki, K. Shinzawa-Itoh, S. Yoshikawa T. Ogura, T. Kitagawa: Time-Resolved IR Analyses of Proteins Using a Novel Pulse Flow System Synchronized with Pump/Probe Lasers, The 50th Annual Meeting of Biophysical Society of Japan, September 2012, Nagoya, Aichi, Japan.
17. S. Yanagisawa, M. Hara, H. Sugimoto, Y. Shiro, Takashi Ogura: Dioxygenation reaction of indoleamine 2,3-dioxygenase as studied by resonance Raman spectroscopy, The 7th International Conference on Porphyrins and Phthalocyanines, July 2012, Jeju, Korea.
18. 柳澤幸子・原 雅之・杉本 宏・城 宜嗣・小倉尚志:「インドールアミン 2,3-ジオキシゲナーゼの共鳴ラマンスペクトル:基質結合による反応性の調節」, 日本化学会第 93 春季年会, 2013 年 3 月, 草津市(滋賀県)

19. M. Hara, S. Yanagisawa, H. Sugimoto, Y. Shiro, T. Ogura: Ultraviolet Resonance Raman Study on Indoleamine 2, 3-Dioxygenase, The 50th Annual Meeting of Biophysical Society of Japan, September 2012, Nagoya, Aichi, Japan.
20. 柳澤 幸子・原 雅行・杉本 宏・城 宜嗣・小倉 尚志:「共鳴ラマン分光法によるインドールアミン 2,3-ジオキシゲナーゼの反応機構の研究」, 第 39 回生体分子科学討論会, 2012 年 6 月, 仙台市(宮城県)
21. N. Tokuda, M. Tanio, K. Nishimura, T. Kohno, D. Yokogawa, T. Ikegami, S. Tuzi: Conformational properties of the Def6 PH domain located at the lipid bilayer surface, The 50th Annual Meeting of the Biophysical Society of Japan, September 2012, Nagoya, Aichi, Japan.
22. I. Kawamura, M. Horigom, H. Nishikawa, K. Tajima, T. Okitsu, A. Wada, S. Tuzi, T. Iwasa, A. Naito: Thermal and pressure induced structural and dynamics changes of bacteriorhodopsin as studied by solid-state NMR, The 50th Annual Meeting of the Biophysical Society of Japan, September 2012, Nagoya, Aichi, Japan.
23. R. Miyasa, I. Kawamura, S. Tuzi, A. Naito: Conformational change in M-intermediate of D96N-bR as studied by in-situ photo-irradiated solid-state NMR, The 50th Annual Meeting of the Biophysical Society of Japan, September 2012, Nagoya, Aichi, Japan.
24. 川村 出・堀籠美也子・西川大英・田島加奈・沖津貴志・和田昭盛・辻 暁・岩佐達郎・内藤 晶:「固体 NMR を用いた温度および圧力に対するバクテリオロドプシンの構造変化の解析」, 第 51 回 NMR 討論会, 2012 年 11 月, 岡崎市(愛知県)
25. 宮佐亮太・川村 出・辻 暁・内藤 晶:「In-situ 光照射固体 NMR によるバクテリオロドプシン光中間体の捕捉」, 第 51 回 NMR 討論会, 2012 年 11 月, 岡崎市(愛知県)
26. 内藤 晶・堀籠美也子・西川大英・川村 出・辻 暁・沖津貴志・和田昭盛:「熱および圧力により応答するバクテリオロドプシンの構造変化の解析」, 第 12 回日本蛋白質科学会年会, 2012 年 6 月, 名古屋市(愛知県)

発表論文

1. H. Sugimoto, S. Tatemoto, K. Toyota, K. Ashikari, M. Kubo, T. Ogura, S. Itoh: Oxo-sulfido- and oxo-selenido-molybdenum(VI) complexes possessing a dithiolene ligand related to the active sites of hydroxylases of molybdoenzymes: low temperature preparation and characterisation, *Chem. Commun. (Camb.)*, **49**, 4358-4360 (2013)
2. R. Nishimura, T. Shibata, H. Tai, I. Ishigami, T. Ogura, S. Nagao, T. Matsuo, S. Hirota, K. Imai, S. Neya, A. Suzuki, Y. Yamamoto: Relationship between the electron density of the

- heme Fe atom and the vibrational frequencies of the Fe-bound carbon monoxide in myoglobin., *Inorg Chem.*, **52**, 3349-3355 (2013)
3. H. Sugimoto, K. Hatakeda, K. Toyota, S. Tatemoto, M. Kubo, T. Ogura, S. Itoh: A new series of bis(ene-1,2-dithiolato)tungsten(IV), -(V), -(VI) complexes as reaction centre models of tungsten enzymes: preparation, crystal structures and spectroscopic properties, *Dalton Trans.*, **42**, 3059-3070 (2013)
 4. A. D. Nugraheni, S. Nagao, S. Yanagisawa, T. Ogura, S. Hirota: Interaction of dimeric horse cytochrome c with cyanide ion, *J. Biol. Inorg. Chem.*, **18**, 383-390 (2013)
 5. M. Hikita, K. Shinzawa-Itoh, M. Moriyama, T. Ogura, K. Kihira, S. Yoshikawa: Resonance Raman spectral properties of FMN of bovine heart NADH:ubiquinone oxidoreductase suggesting a mechanism for the prevention of spontaneous production of reactive oxygen species, *Biochemistry*, **52**, 98-104 (2013)
 6. A. Yokoyama, J. E. Han, J. Cho, M. Kubo, T. Ogura, M. A. Sieglar, K. D. Karlin, W. Nam: Chromium(IV)-peroxo complex formation and its nitric oxide dioxygenase reactivity, *J. Am Chem. Soc.*, **134**, 15269-15272 (2012)
 7. L. Chiang, A. Kochem, O. Jarjayes, T. J. Dunn, H. Vezin, M. Sakaguchi, T. Ogura, M. Orio, Y. Shimazaki, F. Thomas, T. Storr: Radical localization in a series of symmetric Ni(II) complexes with oxidized salen ligands, *Chemistry*, **18**, 14117-14127 (2012)
 8. D. Shiga, Y. Hamano, M. Kamei, Y. Funahashi, H. Masuda, M. Sakaguchi, T. Ogura, T. Tanaka: Tuning the geometries of a de novo blue copper protein by axial interactions, *J. Biol. Inorg. Chem.*, **17**, 1025-1031 (2012)
 9. S. F. El-Mashtoly, M. Kubo, Y. Gu, H. Sawai, S. Nakashima, T. Ogura, S. Aono, T. Kitagawa: Site-specific protein dynamics in communication pathway from sensor to signaling domain of oxygen sensor protein, HemAT-Bs: Time-resolved Ultraviolet Resonance Raman Study, *J. Biol. Chem.*, **287**, 19973-19984 (2012)
 10. S. A. Wilson, J. Chen, S. Hong, Y. M. Lee, M. Clemancey, R. Garcia-Serres, T. Nomura, T. Ogura, J. M. Latour, B. Hedman, K. O. Hodgson, W. Nam, E. I. Solomon: [Fe(IV) horizontal lineO(TBC)(CH₃CN)]²⁺: comparative reactivity of iron(IV)-oxo species with constrained equatorial cyclam ligation, *J. Am. Chem. Soc.*, **134**, 11791-11806 (2012)
 11. T. J. Dunn, L. Chiang, C. F. Ramogida, M. I. Webb, D. Savard, M. Sakaguchi, T. Ogura, Y. Shimazaki, T. Storr: Non-innocent ligand behaviour of a bimetallic Cu complex employing a bridging catecholate, *Dalton Trans.*, **41**, 7905-7914 (2012)
 12. A. Takahashi, D. Yamaki, K. Ikemura, T. Kurahashi, T. Ogura, M. Hada, H. Fujii: Effect of the axial ligand on the reactivity of the oxoiron(IV) porphyrin π -cation radical complex:

- higher stabilization of the product state relative to the reactant state, *Inorg. Chem.*, **51**, 7296-7305 (2012)
13. Z. Cong, S. Yanagisawa, T. Kurahashi, T. Ogura, S. Nakashima, H. Fujii: Synthesis, characterization, and reactivity of hypochloritoiron(III) porphyrin complexes, *J. Am. Chem. Soc.*, **134**, 20617-20620 (2012)
 14. M. Kodera, Y. Kawahara, Y. Hitomi, T. Nomura, T. Ogura, Y. Kobayashi: Reversible O-O bond scission of peroxodiiron(III) to high-spin oxodiiron(IV) in dioxygen activation of a diiron center with a bis-tpa dinucleating ligand as a soluble methane monooxygenase model, *J. Am. Chem. Soc.*, **134**, 13236-13239 (2012)
 15. S. Ohzu, T. Ishizuka, Y. Hirai, H. Jiang, M. Sakaguchi, T. Ogura, S. Fukuzumi, T. Kojima: Mechanistic insight into catalytic oxidations of organic compounds by ruthenium(IV)-oxo complexes with pyridylamine ligands, *Chemical Science*, **3**, 3421 (2012)
 16. Y. Kobayashi, K. Ohkubo, T. Nomura, M. Kubo, N. Fujieda, H. Sugimoto, S. Fukuzumi, K. Goto, T. Ogura, S. Itoh: Copper(I)-Dioxygen Reactivity in a Sterically Demanding Tripodal Tetradentate tren Ligand: Formation and Reactivity of a Mononuclear Copper(II) End-On Superoxo Complex, *European Journal of Inorganic Chemistry*, **2012**, 4574-4578 (2012)
 17. T. Ogura: Resonance Raman Applications in Investigations of Cytochrome c Oxidase, *Biochim. Biophys. Acta*, **1817**, 575-578 (2012)
 18. S. Yanagisawa, M. Hara, H. Sugimoto, Y. Shiro, T. Ogura: Resonance Raman study on indoleamine 2,3-dioxygenase: Control of reactivity by substrate-binding, *Chemical Physics*, **419**, 178-183 (2013)
 19. T. Nakai, Y. Sugano, M. Shoda, H. Sakakibara, K. Oiwa, S. Tuzi, T. Imai, J. Sugiyama, M. Takeuchi, D. Yamauchi, Y. Mineyuki: Formation of highly twisted ribbons in a carboxymethylcellulase gene-disrupted strain of a cellulose-producing bacterium, *J. Bacteriol.*, 2013, **195**, 958-964.

2012 年度

国内外学会等

1. T. Nakamura, S. Okano, N. Yaguma, Y. Morinaga, H. Takahara and Y. Yamada: Electrochemical Performance of Cathodes Prepared on Current Collector with Different Surface Morphologies, The 16th International Meeting on Lithium Battery, p. 553 (2012)
2. H. Takahara, H. Miyauchi, M. Tabuchi and T. Nakamura: Capacity fading process of LiFePO_4 / graphite cells studied by depth profiling with Glow Discharge Optical Emission Spectroscopy (GD-OES), The 16th International Meeting on Lithium Battery, p. 278 (2012)
3. T. Nakamura, K. Nakao, H. Takahara, H. Yashiro, Y. Oka and Y. Yamada: Structural and Magnetic Studies on Initial Cycling of Li-excess type Layered Rock-Salt Oxide Cathode, 222th ECS Meeting and The Electrochemical Society of Japan 2012 Fall Meeting, P-687 (2012)
4. H. Takahara, H. Miyauchi, H. Kobayashi, Y. Kobayashi and T. Nakamura: Analysis of Solid Electrolyte Interphase by Glow Discharge Optical Emission Spectroscopy for Li-Ion Battery Electrodes, 222th ECS Meeting and The Electrochemical Society of Japan 2012 Fall Meeting, P-937 (2012)
5. 中村 龍哉:リン酸鉄リチウム正極材料の合成と電気化学特性, 第7回日本セラミックス協会関西支部学術講演会(招待講演), p. 7 (2012)
6. 高原 晃里, 庄野 久実, 小林 弘典, 鹿野 昌弘, 中村 龍哉, 小林 陽:グロー放電発光分析法 (GD-OES) による劣化炭素負極の分析, 第 53 回電池討論会, 3D-03 (2012)
7. 岡 好浩, 野入 俊弘, 中村 龍哉, 山田 義博, 堀口 恭光, 篠原 優, 西村 芳実:正極表面への DLC コーティングによる高温サイクル特性改善, 第 80 回日本電気化学会, 1A10 (2013)
8. 高原 晃里, 庄野 久実, 小林 弘典, 鹿野 昌弘, 中村 龍哉, 小林 陽:グロー放電発光分析法 (GD-OES) による LIB 劣化炭素負極の分析, 第 80 回日本電気化学会, 1H11 (2013)
9. 友延 千裕, 岡 好浩, 高原 晃里, 屋代 恒, 中村 龍哉:炭素被覆された LiFePO_4 の初期サイクル特性, 第 80 回日本電気化学会, PS51 (2013)

発表論文

1. H. Takahara, H. Miyauchi, M. Tabuchi and T. Nakamura: Elemental Distribution Analysis of $\text{LiFePO}_4/\text{Graphite}$ Cells Studied with Glow Discharge Optical Emission Spectroscopy, *Journal of Electrochemical Society*, Vol.**160**, A272-A278 (2012)
2. H. Yashiro, H. Takahara, T. Nakamura and R. Sato: Core/Shell Structure Analysis for Li ion Secondary Battery Electrode LiFePO_4/C by Small Angle X-Ray Scattering Method, *Journal of the Ceramics Society of Japan*, Vol.**121**, S1-S5 (2013)

4. 教育への活用

兵庫県立相生高校における「インスパイア・ハイスクール事業」、たつの市の「サイエンスリーダー育成事業」に協力して本学理学部教員による、液体窒素を使い、物質を冷やして起こる変化を体験してもらった授業が行われました。また、近くの学校へ液体窒素の提供、地域企業の 10K 以下で作動する製品開発にも協力しました。この他にもオープンキャンパスなどで、いくつかの講座が行う展示・実験に液体窒素が使われています。

○ 液体窒素を使った出前授業

平成 25 年 1 月 29 日 兵庫県立相生高等学校

1 月 21 日 たつの市立新宮小学校

11 月 14 日 たつの市立越部小学校

11 月 20 日 たつの市立神岡小学校

11 月 27 日 たつの市立誉田小学校

11 月 28 日 たつの市立龍野小学校

12 月 5 日 たつの市立半田小学校

○ 液体窒素を使った一般向けの展示

平成 25 年 4 月 29 日 オープンキャンパス

8 月 8 日 オープンキャンパス

12 月 7 日 市民講座 「科学っておもしろい!」

○ 付近の学校への液体窒素の提供

兵庫県立龍野高等学校

兵庫県立佐用高等学校

上郡町立上郡中学校



12月7日 市民講座

液体窒素を使った実験（気体の冷却）

兵庫県立相生高等学校のインスパイアー・ハイスクール事業における出前授業

(2013年1月29日)

物質理学研究科 量子物性学講座

小泉昭久

池田修悟

兵庫県立相生高校におけるインスパイアー・ハイスクール事業に協力して、出前授業を行いました。この事業は「魅力あるひょうごの学校づくり」を推進するもので、理数教育、国際化に対応した教育、スペシャリスト育成、特色ある教育活動、キャリア教育などのテーマが設定されています。相生高校では、理数教育等学力向上重点指定校の指定を受け、大学、研究所、企業などから様々な科学分野の研究者を招聘し、出前授業や講演会を実施されています。今回は、その一環として、1年生自然科学コース及び2年生理系の生徒(78名)を対象に、“磁石について”の講義と簡単な実験を行いましたので報告いたします。

まず「磁石のお話」と題して、磁石の発見や研究の歴史についての話から始めました。次に、磁石の起源について説明を行いました。高校生の学習内容の範囲で説明を行うのは、なかなか難しいものでした。その後、磁石が、生活の中や身の回りの様々な製品に利用されていることを紹介しました。最後に、“温度で変わる磁石の性質”について説明を行うとともに、液体窒素を用いて、次のような簡単な実験を見てもらいました。我々は、日常生活の中でごく普通に磁石を使っていますが、通常はキュリー温度の高い材料を用いた磁石であるために、その性質が失われることを目にすることはありません。そこで、この実験では、キュリー温度が室温より低い希土類元素の Gd, Tb, Dy を用いました。各試料の小片に He ガスを入れた風船を結び付け、液体窒素で冷却します。このとき、丸い銅板の裏に磁石を張り付けておき、一緒に冷却します(写真 3 参照)。試料が冷えてキュリー温度以下になると、銅板裏の磁石にくっ付きま(写真 4 参照)。その後、液体窒素中から銅板ごと取り出すと(写真 5 参照)・・・、徐々に温度が上がるのでキュリー温度の低いものから順番に磁石の性質を失い、磁石から放れて風船とともに飛んでゆきます(写真 6 参照)。

この様な簡単な実験ですが、一例として、温度によって物質の性質が変化することを実感し、幅広く科学に興味を持っていただけたなら幸いです。この場を借りて、今回の出前授業の機会を与えていただいた相生高校の山根一郎先生をはじめご協力いただいた先生方に感謝致します。



写真1 講義の様子



写真2 講義に耳を傾ける生徒たち



写真3 実験の様子: 液体窒素で
磁性体試料を冷却する

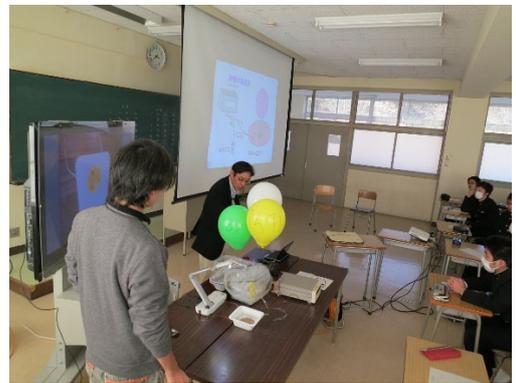


写真4 試料 (Gd, Tb, Dy) には
He ガスを入れた風船を結び付けている

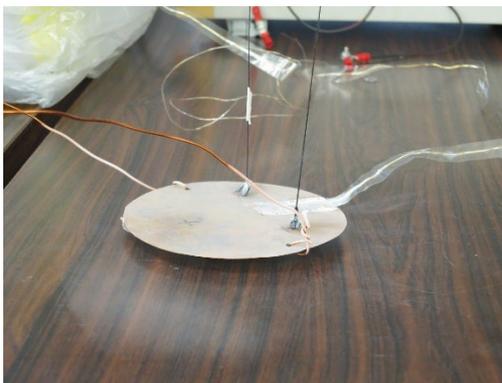


写真5 実験の様子: 銅板裏に取り
付けた磁石にくっ付いた試料を取り出す



写真6 徐々に温度が上がってゆくと、
キュリー温度の低い試料から磁石を放れていく

5. 寒剤利用状況

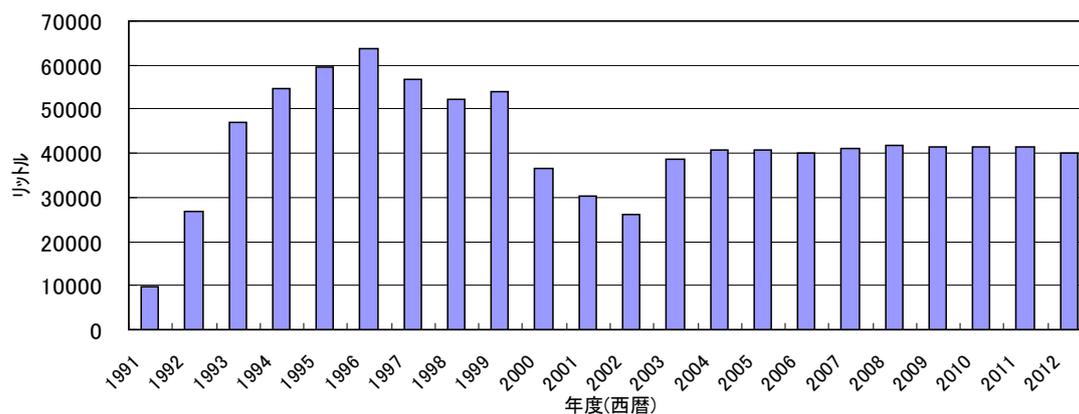
利用講座(2013 年度)

液体ヘリウム	理学部	物質科学科 5 講座, 生命科学科 1 講座
	工学部	電気系工学専攻 1 講座, 物質系工学専攻 2 講座
液体窒素	理学部	物質科学科 11 講座, 生命科学科 13 講座, 学部 3 年次学生実験
	外部提供	上郡中学校, 佐用高校, 龍野高校

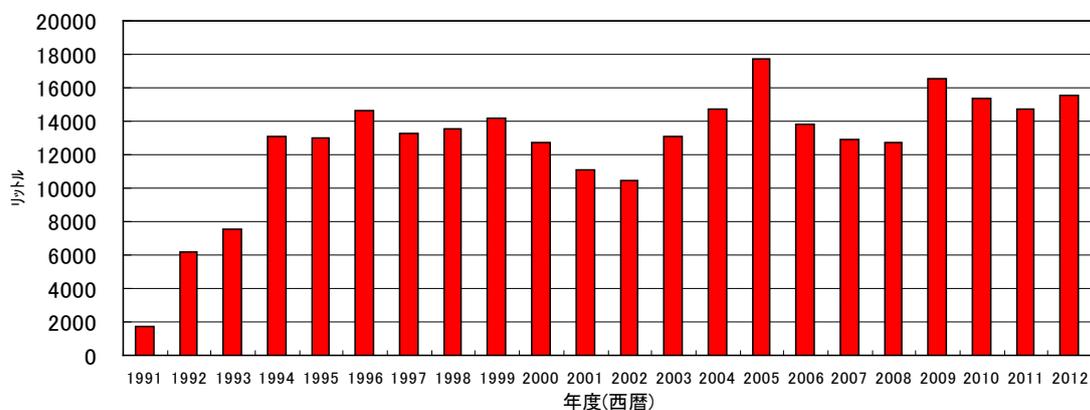
液体ヘリウム, 液体窒素の消費量

近年の液体ヘリウムについて, 増減はあるもののここ数年は年間約 15,000 ℓ が使用されている。液体窒素に関しては, 年間約 40,000 ℓ の汲み出しがあり, ヘリウム液化の際の液体窒素の消費を加えると, 年間 63,000 ℓ が消費されている

液体窒素 汲出量



液体ヘリウム 汲出量



◎ 2013 年度, 新たに理学部 1 講座, 工学部 2 講座にヘリウムを供給しました

《使用されている実験装置》

- ・ 大学院物質理学研究科 物質反応解析学 物質反応論 II



装置：オックスフォード製
高分解能超伝導磁石 15 テスラ
性能：液体ヘリウム保持期間約 3 ヶ月 (100L)
液体窒素保持期間 約 10 日
主な用途：システム名 JEOL ECA-600 NMR で
多核発信や低温測定などすべての NMR 測定に対応

- ・ 大学院工学研究科 電気系工学専攻 物質・エネルギー部門 熱化学



工学研究科共同利用機器センター熱測定機器室
装置：カンタムデザイン社製
低温物性測定装置(PPMS)および
液体ヘリウム液化装置(Ever cool)
性能：熱容量測定 精度 1%
可変温度領域 2-400K
主な用途：第 3 法則エントロピー測定, 相転移測定

- ・ 大学院工学研究科 機械系工学専攻 高分子材料工学



物質系専攻 高分子化学, 機能有機分子化学,
環境・生物工学, 生体関連化学
装置: Bruker 社製
核磁気共鳴装置 SRX-500
性能: 磁場 500MHz
主な用途: 核磁気共鳴法による有機化合物の構造決定

6. 平成 25 年に行った点検・修理

・ 2013 年 3 月 28 日 液体窒素充填場のトタン張り替え

液体窒素充填場の外壁と天井の間に張られたトタン（ポリカ波板）が、経年劣化によりヒビや割れが進行してきたため全て張り替えた。

・ 2013 年 3 月 29 日 ヘリウムガスメーターの交換

研究室に設置されているヘリウムガスメーターのうち回収ガス量のカウンタにずれが生じているものが 2011 年度から 2 年間で 2 件見つかったので、同時期に設置した各研究室のガスメーターを以下の通り交換。

		(メーター番号)		
339 室 (機能性物質 I)	71318	→ 1300034	204 室 (生体物質構造 II)	71392 → 1300032
240 室 (量子物性)	72301	→ 1300030		
105 室 (量子物性 2 台)	71389	→ 1300031, 9100116	→ 1300028	
131 室 (電磁物性 2 台)	71539	→ 1300027, 71471	→ 1300029	
231 室 (電磁物性)	71262	→ 1300033		

・ 2013 年 3 月 29 日 ヘリウム純度計の設置

研究棟 137 室 (電子物性) 入口上部にヘリウム純度計を設置。

◎ 前号(第 5 号)の訂正

《訂正箇所》

KASER から送られてきた新しい温度センサーに付け替えてみるが、やはり “separator T ↑” が出る。センサーは元のものに戻す。次に KASER から送られてきた新しいサーミスターに交換するとエラーメッセージは出なくなった。サーミスターは取り替えたままとする。

P.44 「液化用圧縮機 電気システムのトラブルと解決」

「サーミスター」ではなく正しくは「変換器」でした。
温度センサー (サーミスター) よりの抵抗値を変換器で受け、110℃以上の場合変換器よりアラームの接点が動作してアラームの出力になります。トラブルの原因は変換器の読み間違い又は誤動作でした。また「KASER」ではなく正しくは「KAESER」でした。

琉球大学 極低温センター 宗本様、ご指摘頂き有難うございました。



トタン張り替え(前)



トタン張り替え(後)

7. 低温センター関係行事

平成 24 年度

2012 年

- 4 月 26 日 安全講習会
- 6 月 15 日 低温センター運営委員会
- 6 月 8 日 液体窒素貯槽定期自主検査
- 6 月 6-8 日 ヘリウム液化設備定期自主検査
- 6 月 6-8 日 油水分離機・中圧ガスドライヤー 定期開放検査
- 7 月 25 日 兵庫県保安検査
- 9 月 21 日 兵庫県高圧ガス保安講習会の受講
- 10 月 23-29 日 高圧ガス保安活動促進週間
- 12 月 13 日 液化窒素貯槽定期自主検査

2013 年

- 3 月 28 日 窒素汲出場のトタン張替え
- 3 月 29 日 研究室のヘリウムガスメーター交換
- 3 月 29 日 ヘリウム純度計の設置 (137 室前)

平成 25 年度

- 4 月 26 日 安全講習会 講師:低温センター助教 小山
 - ① 寒剤の性質と危険防止についての説明
 - ② 液体窒素, 液体ヘリウム容器の取り扱い, 保安に関する訓練
 - ③ 液体窒素, 液体ヘリウムの取り扱いに関する訓練
 - ④ 異常の発見と緊急連絡の方法について

5月 23日 低温センター運営委員会

(住山昭彦, 小林寿夫, 辻 暁, 上田光一, 坪 広樹, 小山岳秀)

- ① 2013年度の低温センター予算について
- ② 保安管理組織について
- ③ 緊急時の対応について
- ④ 2012年度寒剤使用量についての報告
- ⑤ 2012年度の寒剤価格の決定

6月 6-7日 ヘリウム液化設備 定期自主検査

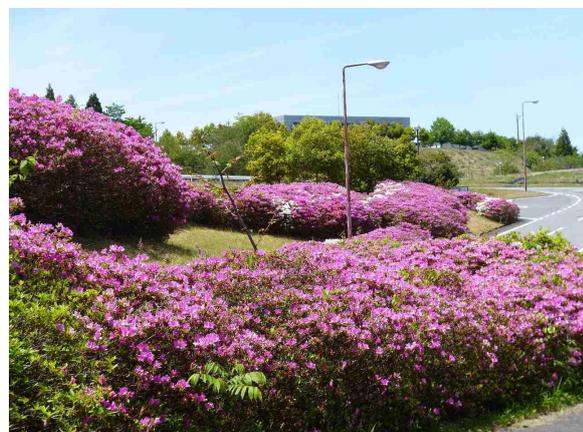
6月 19日 液体窒素貯槽 定期自主検査

6月 26-27日 ヘリウム回収圧縮機 定期開放検査

7月 24日 兵庫県保安検査

10月 23-29日 高圧ガス保安活動促進週間

- ・周知文書の配布
- ・ポスター掲示



8. テクノから

今年（2013年）の夏は猛暑だった。高知県四万十市で8月12日に国内最高気温が更新され（41℃）、猛暑日の最長記録など数々の暑い日の記録が塗り替えられた。標高約300mにあるここ播磨光都キャンパスでも日中は30℃を超える日が続いた▼非常に暑い日々はいつまで続くのかと思ったが、それを終わらせたのが9月3日から4日にかけて接近した台風17号による大雨である。テクノの近くにある栗栖川や千種川の水位が上昇し、たつの市、上郡町、佐用町に避難勧告や避難準備情報が出された▼このキャンパスでも短時間に大量の雨が降ったため排水が追い付かず、建物間の通路が水たまりになり、できるだけ高い場所を選んで渡ることになった。明るい場所だとその場所はわかりやすいのだが、暗く、かつアスファルトの上だとその場所を区別するのが難しい。「しまった」ということになった人もいるだろう▼半袖でいられた期間が長く、そのあと急に寒くなった感のある今年、紅葉は夏の十分な日照と秋の冷え込みで色づきは鮮やかだった。この冬、寒くならなければよいのですが。



2013年10月28日の朝顔

9. 編集後記

低温センターの建物は夏になると研究棟を超えた太陽によって照らされるため、相当な暑さになります。それを少しでも抑えるための緑のカーテンを作ろうと、今年はヘブンリーブルーという種類の朝顔を栽培しました。5月中旬に種をまき順調に育ったように見えたのですが、奇妙なことが起こりました。花壇に植えたものは8月になると花を咲かせたのですが、プランターに植えたものはなかなか蕾(つぼみ)をつけず、9月下旬になってようやく咲きだしたのです。そして11月上旬まで花を楽しむことができました。花壇に植えたものとプランターのものとの違いは、あるとすれば、後者は暑い日中の水の蒸発を抑えるために土の上をビニールで覆ったことくらいです。こんなことは関係ないと思うのですが、このビニールを取り払ってしばらくすると蕾をつけ咲きだしました。陽当たりにはほとんど差がないこの2つの場所での朝顔の成長の違いを来年も調べたいと考えています。液体窒素やヘリウムを汲み出すために低温センターの前を通る方は、来年の夏の朝顔の咲き方を見ていただければと思います。

低温センターが供給した寒剤を用いた研究成果の一部と低温センターの活動内容を皆様に知っていただくために、今年も「低温センターだより」を発行します。ヘリウムガスが不足し、液体ヘリウムの入手が困難になっているため、今年も新たに理学部、工学部合わせて3講座を加えての液体ヘリウムの供給になり、ヘリウム液化システムはますます重要になっています。この一年、継続的に安定した寒剤の供給ができたことは、利用者の方々に低温センターの運営についてのご理解、ご協力をしていただいているためだと考えています。今後とも関係者皆様のご協力とご支援をよろしくおねがいします。

平成25年12月10日
低温センター 小山岳秀

兵庫県立大学低温センターだより

第6号

平成25年（2013年）12月

編集責任者 低温センター長 住山昭彦

編集担当 小山岳秀 高岸寿弥

表紙画 小山岳秀 高岸寿弥

発行 兵庫県立大学理学部低温センター

〒678-1297 兵庫県赤穂郡上郡町3-2-1

TEL & FAX 0791-58-0130

表紙:播磨自動車道 播磨新宮 IC 付近