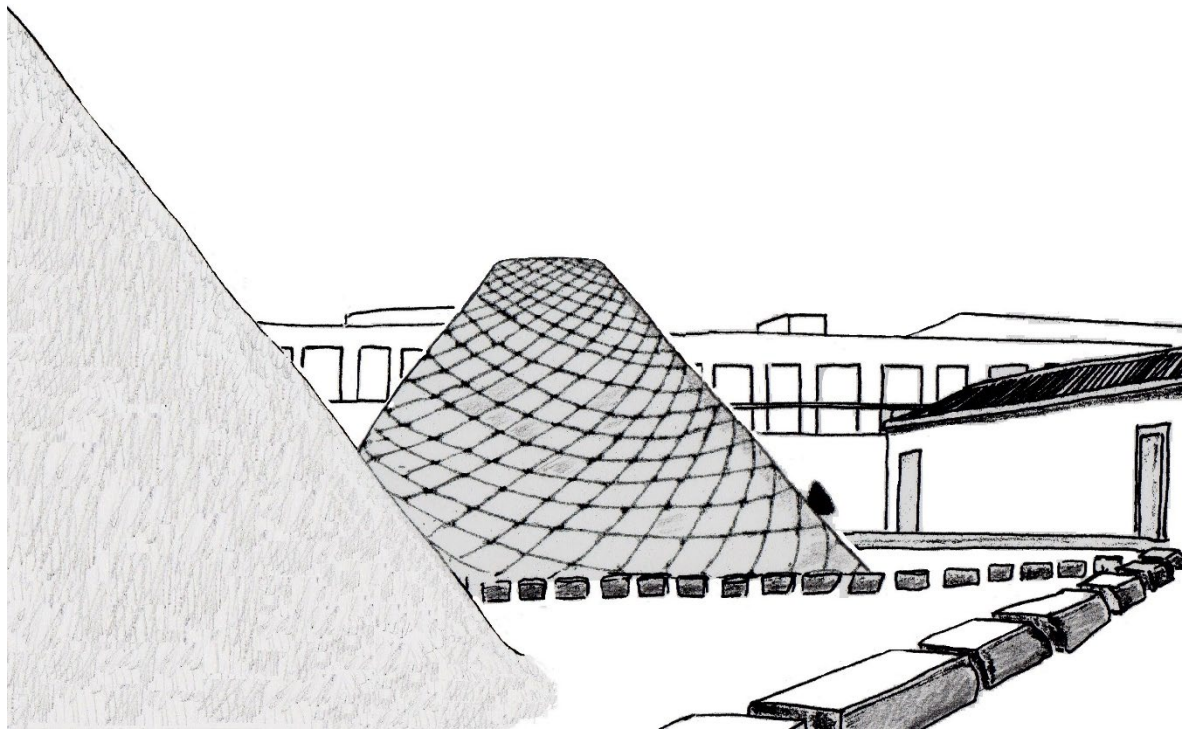


兵庫県立大学理学部

低温センターだより

第 8 号



2015 年 12 月

目 次

1. あいさつ(巻頭言)	
低温センター長 小林 寿夫	1
2. 寄稿(研究ノート)	
・ 有機薄膜太陽電池の極低温光 CELIV 測定 田島裕之	3
・ SUMO 修飾によるクロマチン構造制御機構 廣瀬富美子	13
3. 寒剤を用いた研究業績	18
理学部	
・ 電磁物性学	19
・ 電子物性学	21
・ 量子物性学	25
・ 光物性学	28
・ 構造物性学	31
・ 極限状態物性学	33
・ 機能性物質学Ⅰ	35
・ 機能性物質学Ⅱ	38
・ 物質反応論Ⅱ	41
・ 生体物質構造学Ⅱ	44
工学研究科	
・ 電気物理学	49
4. 教育への活用	51
5. 寒剤利用状況	55
6. 平成 27 年に行なった点検修理	56
7. 低温センター関係行事	59
8. テクノから	61
9. 編集後記	62

1. あいさつ(巻頭言)



低温センター長 小林 寿夫

低温センターのセンター長を拝しまして、2年目を迎えました。平成18年に液化機本体部分以外の液化用圧縮機など更新は行われましたが、本体部分は稼働年数が23年を超えているため老朽化に伴う細かなトラブルによるヘリウムの液化の短期的な停止などは有りました。しかし、本年度も残りわずかとなりましたがこの間、ヘリウムの液化及び回収などの業務を大過なく遂行できましたことは、センターの関係者はもとより教員・学生、本部・理学部キャンパス事務職員の皆様のご協力とご支援のお蔭によるものです、この場をお借りしてお礼申し上げます。特に、本キャンパスでのヘリウム回収率は94%以上であり、その純度も99.5%を維持しています。これは、液体ヘリウム・ユーザーの方々の細心のヘリウムの取り扱いによるものです。ヘリウムは地球上の大気にはわずかししか含まれておらず、天然ガス産出の副産物として分離、精製されている貴重なものですから、今後も無駄な放出などが起きないようにご尽力頂きますようお願い致します。

低温センターとしての本年度最も大きな出来事として、ヘリウム・ガス回収系のガスバックの交換を9月に行いました。昨年度まで使用していた回収用ガスバックは、摩擦による劣化が激しくヘリウム・ガスの漏れが懸念されたことによる処置です。また、今年度は液体ヘリウムの使用量が例年の使用量に比べて減少しています。そのため、本年度当初に移算頂いた寒剤先払い金が大きく余ることが予想される事態となっています。寒剤先払い金と液体ヘリウムの使用量の差額は、低温センターにヘリウム・ガスを購入することで例年対応してきました。しかし、今年度の予想残額は低温センターがヘリウム・ガスを備蓄できる量を超えるため、寒剤(特に液体ヘリウム)使用量の多い6つの分野に、急遽先払い金の返還をお願い致しました。多くの分野が快く対応して頂いたことに感謝申し上げます。低温センターが備蓄できるヘリウム・ガス量も限界に来ていますので、今後も実際の液体ヘリウム使用量が年度当初の予想から大きくずれた場合

には寒剤先払い金の変更をお願いすることが起こりえます。そのような緊急事態におきましては、今後とも関係する分野のご対応をお願い致します。

さて、低温センターの活動状況をユーザーの方々に再確認して頂き、低温センターの存在意義と運営状況をユーザー以外の方々にもご理解いただくための広報活動として始まった「低温センターだより」も本号で第8号となりました。例年のように主に研究ノートと寒剤(液体ヘリウム)を用いた分野の研究業績で構成されています。液体窒素、液体ヘリウムを使用した極低温環境下での実験や超伝導磁石などを用いた実験による研究成果と環境稼働から23年以上が経過した低温センターの現状をご理解頂くうえでも、ぜひご一読をお願い致します。さらに効率的なヘリウム液化と回収業務、ユーザーと一体となった寒剤利用の改善を行い、研究サポートの充実を図りたいと考えております。ご協力のほどよろしくお願い致します。

平成27年12月22日

2. 寄稿（研究ノート）

物質理学研究科 物質構造制御学部門
機能性物質学 I 分野
教授 田島裕之

有機薄膜太陽電池の極低温光 CELIV 測定

0. はじめに

有機薄膜太陽電池は、有機 EL に次ぐ実用有機デバイスとして現在盛んに研究が行われている。われわれは光 CELIV 法という実験を用いて、極低温での有機太陽電池を行っているが、このような話を人前ですると、室温でのエネルギー変換効率が最も重要な有機太陽電池なのに、極低温での実験を行うことにどのような意味があるか、という質問がたいてい飛んでくる。研究を進めた結果、現在では、デバイス特性の解明だけでなく有機太陽電池の基礎原理につながるデータが出ると、ようやく答えられるようになったが、それは単なる成り行きである。「人がやっていない＝面白い＝研究成果につながる」と単純に考える私にとっては、研究当初で見込みが期待される後追いの研究は、簡単そうに見えて、実は大変である。

本稿は専門的な内容を含んでいるので、最後まで読まれる方がいるかどうかかわからないので、極低温での有機薄膜太陽電池の研究が何が面白くて、何に役立つのかに関して、最初に要約しておこう。

まず面白い点であるが、第一に有機薄膜は本質的に非晶質である。それにもかかわらず、薄膜が 100nm あるいはそれ以下という薄さのために、このデバイスには電流を流すことができる（ナノスケール効果）。第二に有機薄膜太陽電池で生成する電荷移動励起子（geminate pair）は、極低温できわめて長い寿命を持っていることがわかった。このため、かなりの高密度（ 10^{17} cm^{-3} ）で励起子を溜め込むことができる。第三に、形成する電荷移動励起子の結合エネルギーが 0.1eV 程度であるので、電場で解離させることができるという点である。

次に役立つ点であるが、光 CELIV 法を用いると有機薄膜太陽電池における電荷移動励起子の結合エネルギー、および生成可能な最大励起子密度を調べることができる点である。単純な電流－電圧特性測定では、太陽電池の効率が増しても、電荷移動励起子密度が増えて効率が増したためか、励起子結合エネルギーが減少して効率が増したかを区別することはできない。したがって、これらの情報を分離して提供できる、光 CELIV 法はデバイス開発にとっても有用と考える。さらに、有機薄膜太陽電池の動作原理を理解することは、新しい機能性の設計につながると考える。

ちなみに本稿は、とある研究会での光 CELIV 測定に関する紹介を、部分的に改変しながら作成している。なにかの事情で元原稿を見かけた人は、この点をご容赦いただきたい。

1. 光 CELIV 法とは

Charge extraction by linearly increasing voltage (CELIV) 法は、G. Juška らによって提案された手法であり、時間に比例する電場 Sweep によって抽出される電流の時間変化から mobility を求める手法である[1]。光 CELIV 法は CELIV 法の変形であり、光照射により試料中にできたキャリアを電場 Sweep により抽出する[2]。図 1 に光 CELIV 法の概略を示す。有機半導体は絶縁体であるので、光照射によるキャリア注入が起こらないときは、試料はブロック電極によってはさまれた誘電体として振舞い、三角波型の逆バイアス電圧印加に対してステップ型の変移電流が観測される。一方で、光によるキャリア注入が起こった場合は、光生成したキャリアがステップ型の変移電流に重畳して抽出されるため、CELIV シグナル(図中の赤で示した部分)が観測される。

光を用いない CELIV 測定の場合は電極からのキャリア注入を利用するが、その場合も本質的には類似のシグナルが得られる。ただし光を用いない CELIV 法では、CELIV シグナルを飽和させるのが難しい。

G. Juška らによれば、いずれの CELIV 法においても、CELIV シグナルのピークとなる時間 $t_{\max}$ から

$$\mu = \frac{2a^2}{3At_{\max}^2 \left[1 + 0.36 \frac{\Delta J}{J(0)} \right]} \quad (1)$$

の式により、mobility を求めることができる。ここで a は電極間距離、 A は $A = dV/dt$ で与えられる電圧印加速度、 $\Delta J/J(0)$ は $t=0$ のときの電流 $J(0)$ と CELIV シグナルによる電流増加 ΔJ との比、である。

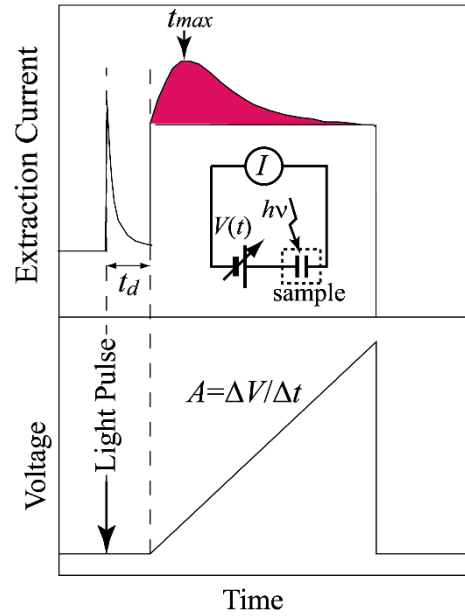


図 1 光 CELIV 法の実験スキーム

光照射がないとき: 逆バイアス電圧印加に対して、ステップ型の変移電流が観測される。

光照射があるとき: ステップ型の変位電流に加えて、CELIV シグナル(図の色を変えた部分)が重畳する。通常の CELIV 測定では、電圧下降部分での測定を行わない。

CELIV 法による **mobility** の決定はこれまでいくつもの試料で報告されており、また得られた **mobility** に関する議論、問題点も多く報告されている。しかしながら、本稿では巷に多く報告されている室温付近の光 CELIV 法とはいったん離れて、われわれの行っている極低温での光 CELIV 法の実験に基づいて、光 CELIV 法のデータはどう解釈されるべきか、また CELIV シグナルの観測から何がわかるか、ということに関して述べることにする。

2. 極低温における光 CELIV 法の実験

われわれのところでは通常の光 CELIV の実験と異なり、電圧上昇時と下降時の両方のデータが測定できるように、三角波型の電圧 sweep を用いて実験を行っている。図 2a に極低温での典型的な光 CELIV のデータを示す。この結果は、1.で述べた光 CELIV シグナルの **mobility** に基づく解析と明らかに矛盾している。

すなわち、通常測定されていない電圧下降時においては、光 CELIV シグナルは大きく減少しているということが問題点である。電圧下降時においても電圧上昇時と同じ方向の電圧が印加されているのだから、CELIV シグナルは電圧上昇時と同じようにシグナルが観測されるはずと思われるが、実験データはそうになっていない。この点をよりはっきり見るために、ジグザグ型の電圧 sweep を行って光 CELIV 法の実験を行った結果を図 2b に示す。この図から、以前印加した最大電圧を超えて電圧を印加すると、光 CELIV のシグナルは急に増すことがわかる。有機薄膜デバイスにおい

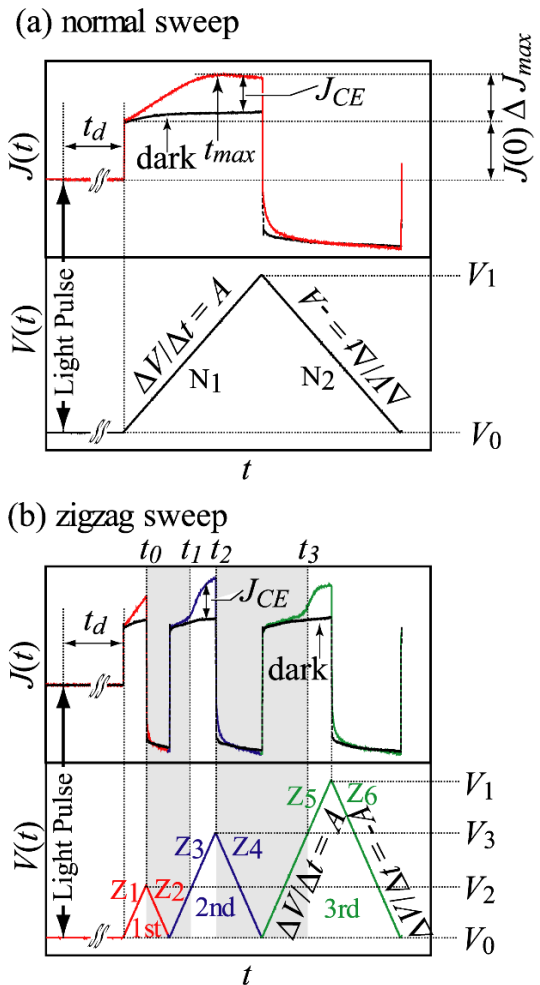
図 2 極低温における典型的な CELIV シグナル (試料 P3HT:PCBM バルクヘテロ接合)

(a) 一般的な電圧印加方式(Normal Sweep) に対する CELIV シグナル

(b) ジグザグ型電圧印加(Zigzag Sweep) に対応する CELIV シグナル

Dark と書いているのは暗状態のシグナル即ち変位電流である。

ジグザグ型電圧印加の場合、以前加えた最大電圧に到達してから CELIV シグナルが現れることに注意。このことは CELIV シグナルがトラップからのキャリアの脱出を反映していることの直接的な証拠である。



ては, mobility は電場に依存すると考えるのが通常であるが, このような現象は, mobility に対してどのような電圧依存性を考慮しても説明できない. トラップに捕捉された電荷キャリアが電圧印加により開放されたと考えるのが唯一の解釈である.

3. Poole-Frenklel モデルに基づく CELIV データの解析 [3, 4]

上記の実験事実に基づいて, 「トラップに捕捉された電荷キャリアが電場印加により開放されたのが CELIV シグナルの起源である」という考えに立脚した, CELIV データ解析モデルを考案した.

このモデルでは, (1)式のような形で, トラップに蓄積された電荷が存在すると仮定する.

$$Q = \Omega \int e \rho(\varepsilon) f(\varepsilon, F(t)) d\varepsilon \quad (1)$$

ここで, Q はホールまたは電子に関する電荷総量である. また Ω は体積, ε はエネルギー, F は時間に依存する印加電場, ρ はトラップ密度関数, f は分布関数をあらわす. CELIV シグナルは, トラップからの脱出を反映すると考えると, Q の時間微分となるから, 電極面積を S として

$$J_{CELIV} = -\frac{1}{S} \frac{dQ}{dt} = -\frac{\Omega}{S} \int e \rho(\varepsilon) \frac{df(\varepsilon, t)}{dt} d\varepsilon \quad (2)$$

が得られる. ここでトラップに蓄えられるキャリアの分布関数の時間変化は, 時間変化する電場 $F(t)$ に依存する速度定数 k を用いて

$$-\frac{df}{dt} = kf(F(t)) \quad (3)$$

とあらわされると仮定する. さらに速度定数の活性化エネルギーが, Poole-Frenklel モデルであらわされるとすると

$$k = \frac{1}{\tau_0} \exp\left(\frac{-\varepsilon + \beta F(t)^{1/2}}{kT}\right) \quad (4)$$

となるので, (4)を(3)に代入して微分方程式を解き, さらに得られた f を(2)に代入して計算すれば, トラップモデルに基づく CELIV シグナルが計算できることになる.

このようなモデルに基づく光 CELIV シグナルの実測および計算のデータを図 3, 図 4 に示す. 1.8K でのデータを除くと, CELIV シグナルの実測と計算結果は驚くほどよく一致している. 極低温での CELIV シグナルからは, トラップ密度関数 ρ を直接求めることができるが, その形状は図 5 に示したようにガウス関数型になり, この点からもこの解析が妥当であることがわかる.

4. トラップの正体

さて, 有機薄膜太陽電池の極低温光 CELIV 法で得られるトラップの正体は何であろうか? これに関しては, CELIV シグナルの光強度依存性の結果 (光強度を変えても CELIV シグナルの形状は変化しない) から, トラップ捕捉されたキャリアは見かけ上電氣的に中性であることが結論された. このことから, 有機薄膜太陽電池の極低温光 CELIV 法で得られるトラップはいわゆる **geminate 対** (電荷移動励起子) であるということがわかる.

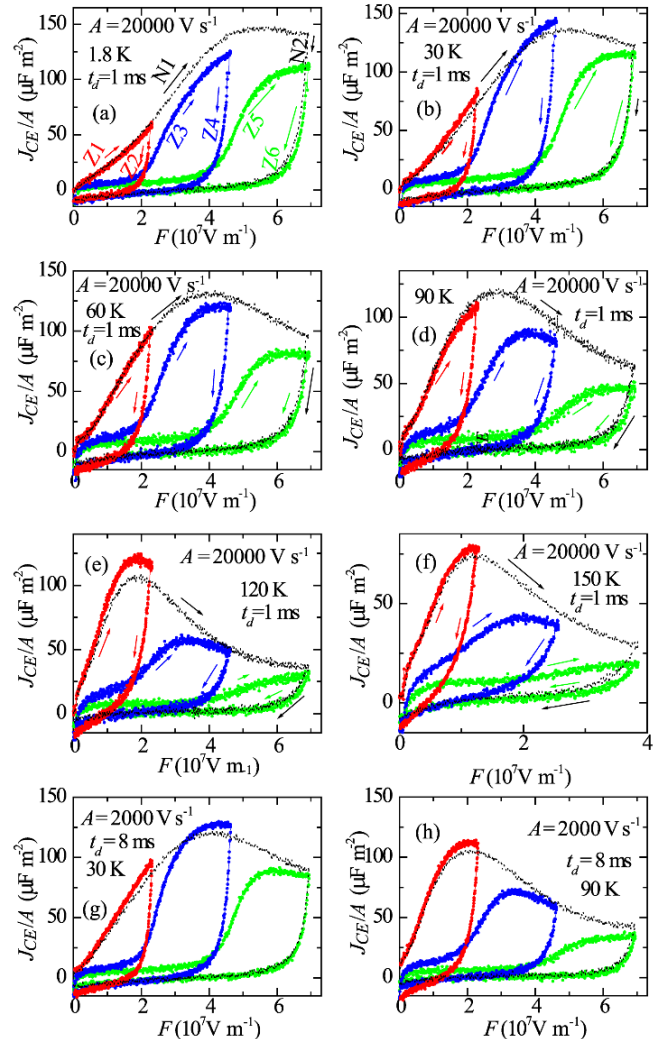


図 3 Normal Sweep (点線) および Zigzag Sweep (太線) の CELIV シグナルの温度依存性. (試料 P3HT:PCBM バルクヘテロ接合) このデータでは変位電流の部分差し引いている. また横軸を時間ではなく電場, 縦軸を電流ではなく, 電流密度を電圧上昇速度 A で割ったもので, プロットしていることに注意. 電圧下降時点でのシグナルもプロットしている.

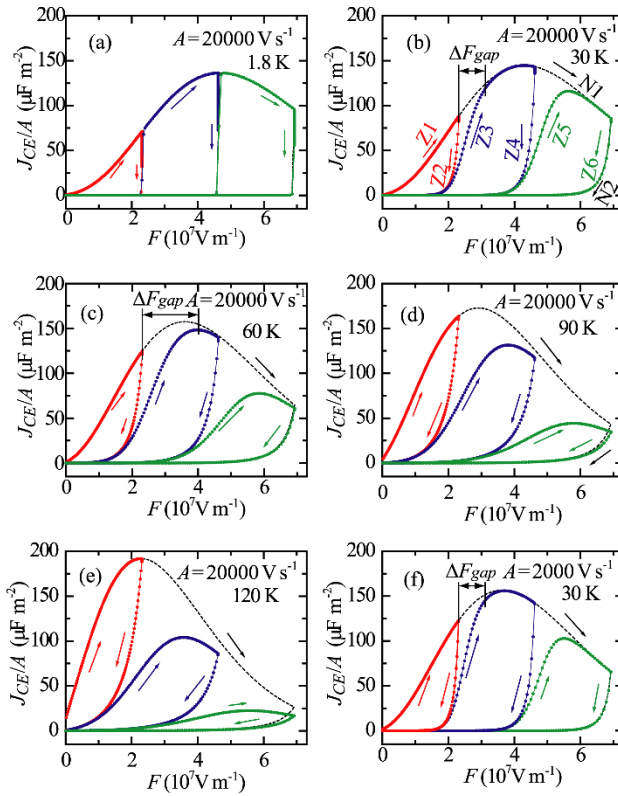


図4 Poole-Frenkel モデル(式(1)-(4))に基づく CELIV シグナルの計算結果 1.8K を除くと温度依存性も含めて実測の CELIV データがうまく再現されることに注意

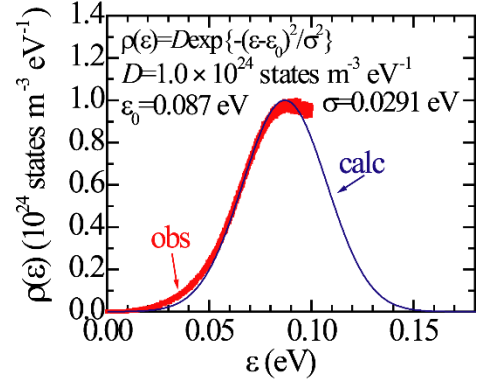


図5 図4 の計算に用いたトラップ密度関数 (ガウス関数).
obs と記したトラップ密度関数は最低温のときの CELIV 実験データから直接計算した密度関数. この密度関数は calc と記したガウス関数の Fit でよく再現される. 図4 の計算においては, Fit で得たガウス関数を用いている.

5. いくつかの問題点とその解釈

以上のように, 式(1)-(4)に示した Poole-Frenkel モデルに基づく CELIV データの解析は極低温における光 CELIV データをよく説明する. このモデルは, 通常の CELIV 解析モデルと全く異なるので, 両者がどのように関係しているかは気になる点である. またいくつかの点で, モデルに基づく計算は実験結果を再現しない. 以下これらに関して述べる.

(a) mobility モデルとの関連性

本稿の最初で, 大部分の光 CELIV の実験は mobility を求めるのに使われていることについて述べた. この考え方と, 本稿での解析法はまったく異なるが, どのような関係になっているであろうか. この点を調べるために, 電圧 sweep 速度を大きく変えて CELIV シグナルを測定した結果を図6に示す. 図からわかるように, CELIV シグナルは極低温においても電圧印加速度によってわずかながらでもピークシフトしていることがわかる. 一方で Poole-Frenkel モデルを用いて計算した CELIV シグナルのピークは,

極低温ではまったくシフトしていない。これは、3 節で述べた Poole-Frenkel モデルは、無限大の **mobility** を仮定していることに相当し、有限の **mobility** に起因するシグナルの遅れをまったく考慮していないからである。この点を考慮して、Poole-Frenkel モデルに由来するピークシフト(以下 Poole-Frenkel シフトと呼ぶ)に、有限の **mobility** に由来するピークシフト($\propto A^{0.5}$, 通常のモデルで説明できるピークシフト。以下 **mobility** シフトと呼ぶ)を加えたのが図 7 である。この結果は実測のピークシフトの電圧上昇速度(A)依存性をよく再現している。 A を変えて測定すると極低温では $A^{0.5}$ に比例するようにピークシフトが観測されるので、この傾きから **mobility** を求めることが可能である。このようにして得られた

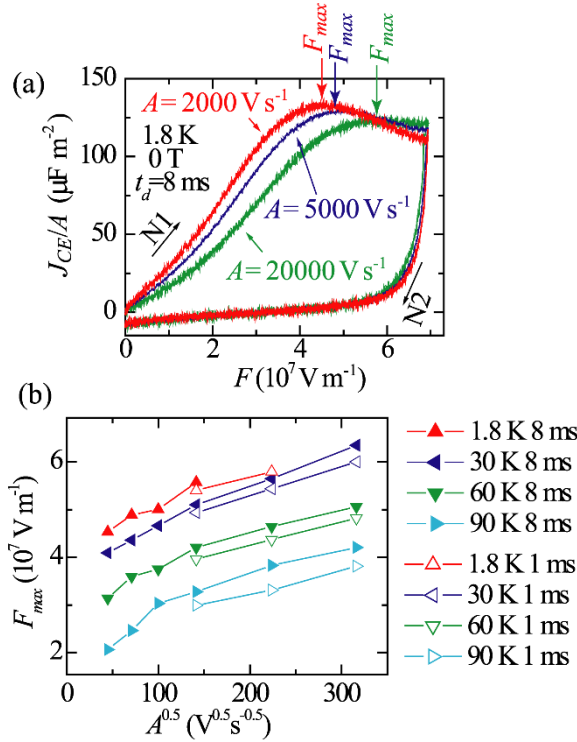


図 6

- (a) CELIV シグナルの電圧上昇速度(A)依存性
 (b) (a)の図から得られるピーク位置(F_{max})を電圧上昇速度の平方根に対してプロットした図。低温ではほぼ直線状になるのに対して、温度が増すと途中で折れ曲がったような曲線となる。ちなみに、G. Juška らが提案したモデルによれば、**mobility** が一定のときは $F_{max} \propto A^{0.5}$ であり、原点を通る直線となる。
 (試料 P3HT:PCBM バルクヘテロ接合)

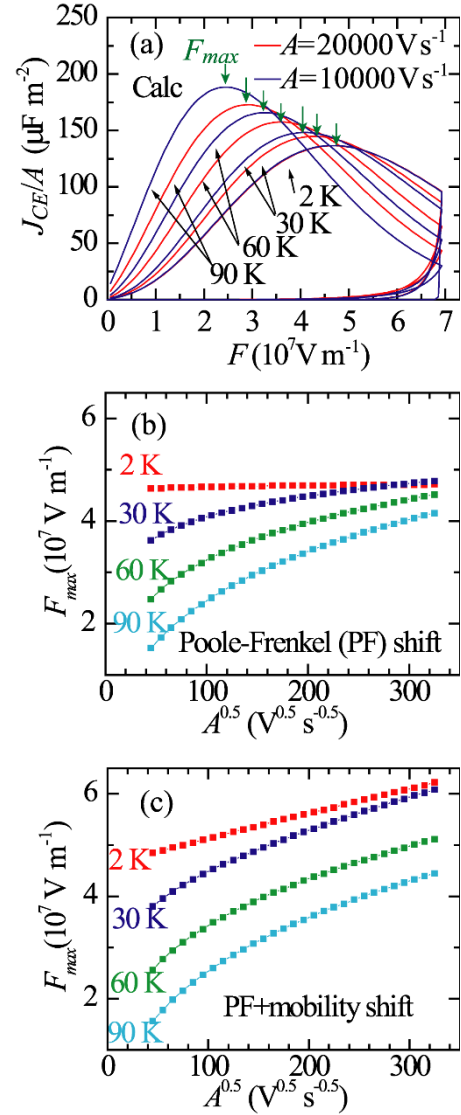


図 7 (a), (b): 式(1)-(4)に基づく、CELIV シグナルおよび F_{max} の A 依存性。このモデルでは、無限大の **mobility** を仮定していることに相当する。極低温では F_{max} は A によらずに一定となることに注意。高温では **mobility** が無限大でもピークシフト [Poole-Frenkel (PF) shift] は起こる。

(c): 有限の **mobility** によるピークシフト (**mobility** shift) を PF shift に加えた結果。実測のデータをよく説明する。

P3HT:PCBM の mobility は、室温と極低温で1桁以上の差はない。

ちなみに、CELIV シグナルのピーク位置から直接 mobility を求める通常の解析では、Poole-Frenkel 効果でかさ上げされたピークシフトを、すべて mobility シフトとして解釈するため、得られる極低温 mobility は、見かけ上著しく小さくなる。このような mobility の温度依存性を報告している論文もあるが、有機半導体の mobility は、極低温でも室温と比べてそれほど小さくなっていないというのが、筆者の主張である。

Poole-Frenkel シフトは、温度が上昇したり、トラップエネルギーが小さくなるにつれてどんどんその影響は小さくなる。たとえば、P3HT:PCBM に関していえば、室温では Poole-Frenkel シフトは充分小さく、事実上無視できる。このためトラップエネルギーの小さな試料に関して、室温で議論している限り、Poole-Frenkel シフトを無視しても、解析結果は大筋で正しい。ただし、ピークシフトの遅延時間依存性など、細かいことを議論する場合は、Poole-Frenkel シフトを無視できないことはいうまでもない。

(b) 1.8K の CELIV シグナルに関する理論と実験結果の不一致に関して

図 3 と図 4 は大筋で一致しているが、1.8K の CELIV シグナルに関しては不一致が見られる。この点に関しては、最近の実験で、トラップとなる geminate 対の電子温度が高く、遅延時間内で緩和が十分に起こっていないことが第一の原因であるとする結論を得た。

6. 最新の研究成果

兵庫県立大に着任してから試料作成ができる学生が増え、また揺らぎの大きい OPO レーザー光強度を常時モニターするように装置を改造して、光強度依存性や磁場強度依存性の実験等ができるようになった。これらのデータは現在取りまとめを行っているが、その中で特に面白いと思われるものを最後に紹介しよう。

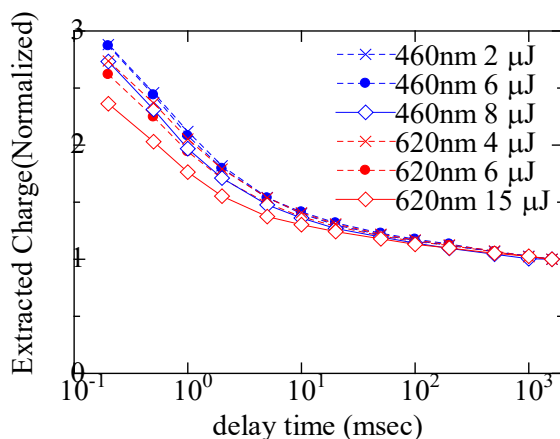


図 8 2 K における CELIV シグナルの積分強度の遅延時間依存性

データは、遅延時間が 1.6 秒のところで規格化している。横軸が対数になっており、非指数関数型の緩和を示していることに注意

光強度が最大となる 620nm 15 μJ 以外のデータはほぼ一致している。620nm 15 μJ のデータは他のデータと少しずれているが、遅延時間依存性が少なくなるようにずれている。このことは、この遅延時間依存性がレーザー光照射による試料温度上昇に起因するものではないことを示している。

(試料 Zn(Pc):C₆₀ バルクヘテロ接合)

図 8 に示したのは、2K における CELIV シグナルの遅延時間(t_d)依存性である。

既に述べたように、CELIV シグナルは電荷移動励起子濃度を反映するが、シグナル強度は遅延時間が小さい段階で減少し、遅延時間が大きくなるとほとんど減少しなくなるという非指数型の減衰を示している(図ではシグナル変化がわかりやすいように遅延時間が十分たったところで、規格化している)。

この変化が光照射に伴う試料温度に由来するものではないことは、光強度の大きな場合のほうが、シグナル強度の減少が小さいことから明らかである。このことから、図 9 に示したよう

に、Frenkel 励起子(図の D^*/A と示した励起状態)から形成される電荷移動励起子(Geminate 対, 図で D^+/A^- と示した状態)は、生成直後は、フォノンの衣をまとっており、高いエネルギー状態にあると考えられる。基底状態への緩和が起こりやすいのはそのためであろう。時間の経過とともにフォノンが放出されると、エネルギーが小さくなり、基底状態へ移るための障壁を超えられなくなる。このため、極低温では電荷移動励起子の寿命が著しく延びた、と考えている。

この結果は有機薄膜太陽電池の動作原理につながる面白い結果と考えており、現在、関連した追加実験を検討している。

7. まとめと結論

有機薄膜太陽電池を用いた極低温光 CELIV 測定により、光生成した geminate 対の結合エネルギーと geminate 対濃度を独立に求めることができた。これらのデータは、接合デバイスに用いる物質開発という点で有力な情報となる。極低温においては、geminate 対の基底状態への緩和はきわめて遅くなるため、極低温光 CELIV 測定により、有機薄膜太陽電池の動作原理解明に関する実験を行うことも可能である。筆者は、極低温 CELIV 法の実験の結果、有機薄膜太陽電池におけるキャリア解離プロセスに関しては、ほぼ理解できたと思っている。ここで得た知見を生かして、有機薄膜太陽電池のもうひとつの重要なプロセスである geminate 対失活プロセスを理解すべく、現在研究を進めている。

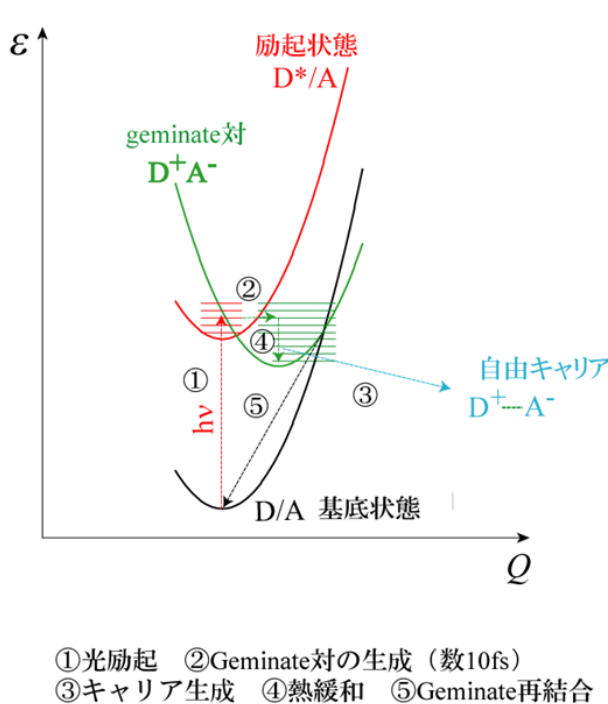


図 9 有機薄膜太陽電池の動作原理に関する模式図

8. 謝辞

本原稿は, 物性研時代の研究成果を中心に, 県立大で得た実験結果を一部加えて作成したものである. 安井基陽(東大物性研, 卒業生), 鈴木智彦氏(東大物性研, 卒業生), 木俣基(東大物性研 助教), 西岡友輔(兵庫県立大, M2), 森雄一(兵庫県立大, M1), 佐藤井一(兵庫県立大, 助教)の諸氏に感謝する.

参考文献

- [1] G. Juška, K. Genevičius, R. Österbacka, K. Arlauskas, T. Kreouzis, D. D. C. Bradley, and H. Stubb, *Phys. Rev. B*, **67**, 081201(2003) .
- [2] A. J. Mozer, G. Dennler, N. S. Sariciftci, M. Westerling, A. Pivrikas, R. Österbacka, and G. Juška, *Phys. Rev. B*, **72**, 035217(2005) .
- [3] H. Tajima and M. Yasui, *J. Phys. Soc. Jpn.*, **80**, 063705(2011).
- [4] H. Tajima, T. Suzuki, and M. Kimata, *Organic Electronics*, **13**, 2272–2280 (2012).

SUMO 修飾によるクロマチン構造制御機構

Regulation of chromatin structure by SUMOylation

1. はじめに

タンパク質の翻訳後修飾の 1 つである SUMO 化は、約 10 kDa の SUMO (small ubiquitin-like modifier) が、SUMO 活性化酵素(E1), SUMO 結合酵素(E2), SUMO リガーゼ(E3)という 3 つの酵素のカスケードによって標的タンパク質のリジン残基(コンセンサス配列; Ψ KXE)の側鎖にイソペプチド結合で不可逆な翻訳後修飾である。一方で、細胞は SUMO と標的タンパク質の結合をはずす酵素(SENPs)をもつため、SUMO 化は可逆的な修飾である(図 1)。このため、SUMO 化は一過性のタンパク質の機能変換シグナルとしてはたらき、遺伝子発現、クロマチンの構造変換、分裂期の染色体の分配など核内のさまざまな反応を調節していることが明らかになりつつある。2006 年には、SUMO と相互作用をする SIM (SUMO-interacting motif; V/I-X-V/I-V/I)とよばれる疎水性アミノ酸配列が見つけられた。SIM 配列をもつタンパク質は SUMO 化されたタンパク質と SUMO-SIM を介したタンパク質複合体を形成する。実際に、核内で転写やクロマチンの高次構造を制御するといわれる PML ボディや分裂期の染色体の分配に重要なはたらきをもつ染色体上の特別な構造であるキネトコアなどのタンパク質複合体形成の分子基盤になっていることが明らかにされている (図 2)。

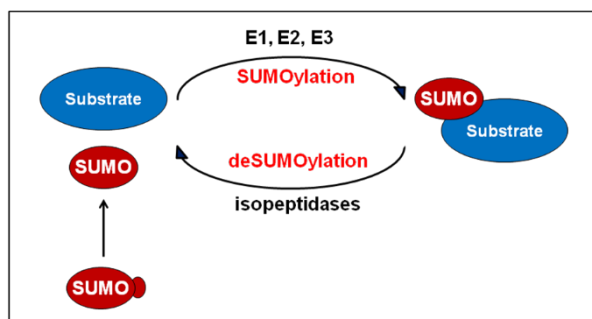


図 1. SUMO 化経路

E1, E2, E3 の 3 つの酵素の連続反応により標的タンパク質のリジン残基に付加される。脱 SUMO 化酵素により除かれるため一過性かつ可逆的なタンパク質の翻訳後修飾である。

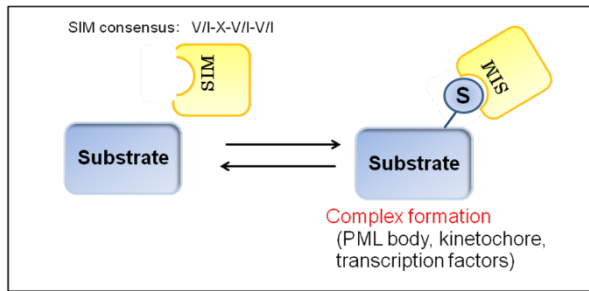


図 2. SUMO-SIM 相互作用

SUMO 化たんぱく質は SIM 配列をもつたんぱく質と結合する. SUMO-SIM を介したたんぱく質複合体は核内の様々な反応の際に形成される.

2. 遺伝子の発現調節と SUMO 化修飾

SUMO リガーゼ活性を有するユニークな転写因子 hDREF に着目し, SUMO 化を介した転写の促進メカニズムを明らかにすることを目指している. hDREF は, 10 bp からなるコンセンサス配列(hDRE; 5'-TGTCG(C/T)GA(C/T)A-3')を認識し, 特異的に DNA に結合し転写を促進する. hDRE は多数のヒト遺伝子で見つかっており, ほとんどの場合において, 転写開始点から上流 200 bp 以内に存在する. 我々は hDREF がヒストン H1 遺伝子やリボソームたんぱく質遺伝子群などの細胞増殖関連遺伝子の転写に必要であり, 細胞内の hDREF をノックダウンすると細胞増殖が停止することを証明している.

hDREF は転写因子でありながら, SUMO リガーゼ活性をもつことを見つけた. hDREF によって SUMO 化を受ける基質たんぱく質を酵母の two hybrid 法により探索し, Mi2 α を同定した. Mi2 α は ATP 依存性 DNA ヘリカーゼ活性を有しており, ヒストン脱アセチル化酵素(HDAC), ヒストン結合因子(RbAp46/48), メチル化 DNA 結合因子(MBD)などとともに巨大なクロマチン再構成因子複合体 NuRD (nucleosome remodeling-deacetylase complex)を形成し, クロマチンの高次構造の変換を介して転写を抑制的に制御することが知られている. hDREF が Mi2 α を SUMO 化する意味を培養細胞を用いて調べた. 細胞内の hDREF 量をノックダウンしたり, 逆に発現量を増やしたときに hDREF の標的遺伝子の転写量がどうなるのか, また Mi2 α ポリペプチド上の本来 hDREF によって SUMO 化を受ける 1971 番目のリシンを別のアミノ酸に置換するとどのようなことが起こるのかを調べた. 同時に, クロマチン免疫沈降法により, Mi2 α の hDREF の標的遺伝子への結合状態やエピジェネティックなクロマチンの変化についても調べた. その結果, hDREF によって Mi2 α が SUMO 化されると, Mi2 α は hDREF の標的遺伝子からかい離し, 同時に RNA ポリメラーゼ II がリクルートされることが判明した. つまり, hDREF は転写抑制型クロマチン再構成因子をクロマチンからかい離させることで転写を促進しているらしい (図 3). これまでに同定した hDREF の標的遺伝子は細胞の生存に必須な遺伝子であるので, SUMO リガーゼ活性を介してこれらの増殖関連遺伝子の転写を保障しているのかもしれない. 今後は hDREF によって SUMO 化を受けるその他の因子の同定にも挑戦したいと考えている.

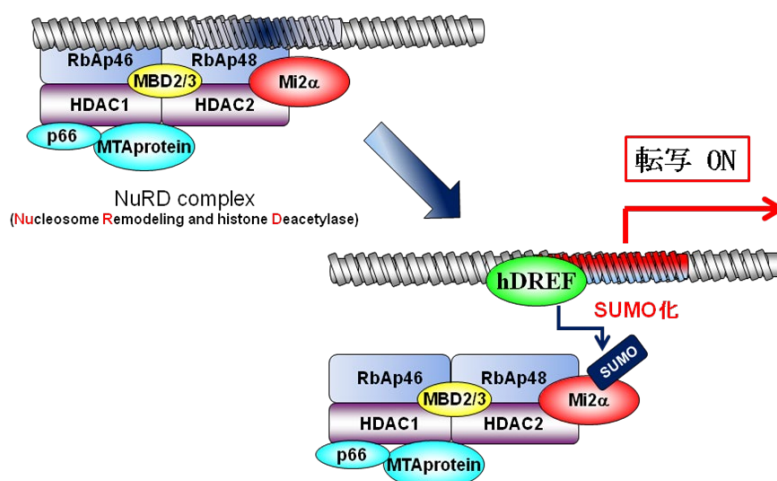


図 3. hDREF による SUMO 化を介した遺伝子転写促進の分子機構のモデル。

3. 核ラミナ形成と SUMO 化

有糸分裂期には核膜の崩壊・再形成，染色体の凝縮・脱凝縮，染色体分離装置の形成などダイナミックな分子同士(たんぱく質間あるいはタンパク質とクロマチン間)の解離と再結合が起こる。これまでに行われた多くの研究により，分裂期の進行にはタンパク質のリン酸化と脱リン酸化カスケードが主役を務めることが明らかになっている。一方でリン酸化と同様に，一過性かつ可逆的なタンパク質相互作用の調節を行う SUMO 化修飾の役割についての報告は少ない。SUMO タンパク質の 4 つのアイソフォームのうち，SUMO2 (あるいは SUMO2 による修飾を受けたタンパク質因子) がキネトコアの形成に関わっており，染色体の分配において SUMO 化が重要な役割を担っていることが報告されている。SUMO2 はキネトコアばかりでなく分裂期終期の染色体上全体に局在することが観察されているが，その意味は未解明である。

我々は，核膜の裏打ちタンパク質である lamin A に 4 つの SIM があることを見出した。Lamin A は核膜の直下に存在する核ラミナと呼ばれる中間径フィラメントを形成する。核ラミナは，核膜とクロマチンの両者と相互作用し，転写，DNA 複製，DNA 修復など様々な核内反応を調節することが知られている。核ラミナは有糸分裂の開始とともに崩壊し，分裂期の終期から分裂後の G1 期にかけて再び形成される。この核ラミナの崩壊と再形成は lamin A のリン酸化と脱リン酸化によって制御されており，分裂期前期に起こる lamin A のリン酸化を制御するリン酸化のシグナルカスケードについてはよく研究がされている。一方，分裂期の終期における脱リン酸化の調節機構についてはよくわかっていない。我々は，核ラミナの分裂期の動態に SUMO 化経路が関与しているのではないかと仮説を立て，lamin A の SIM のひとつ(SIM3)を破壊した。SIM3 変異体を HeLa 細胞で発現させると，分裂期終期における lamin A の脱リン酸化が遅滞し，核ラミナの再形成がうまくいかないことを見つけた(図 4)。また，細胞内の SUMO 化

を優性阻害するような変異体 SUMO を強制発現させたときにも、正常な脱リン酸化の遅滞と核ラミナの形成の阻害が観察された。これらの結果は、分裂期の最終段階に起こる核ラミナの再形成の際には、SUMO-SIM 相互作用が重要な役割を果たしていることを示唆している(図 5)。現在、lamin A の SIM を認識して結合する SUMO 化たんぱく質の同定を行っている。核膜形成の分子基盤を明らかにしたいと考えている。

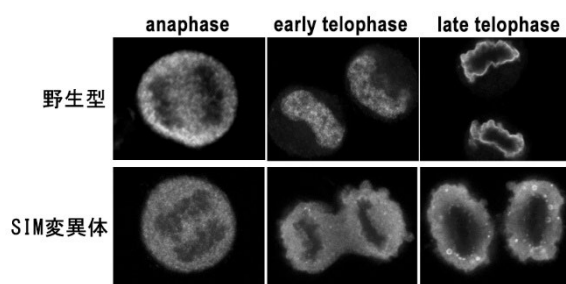


図 4. 野生型ラミンAおよび SIM3 変異体の分裂期の動態。
SIM 変異体は終期染色体に結合できず、核ラミナの形成が阻害される。

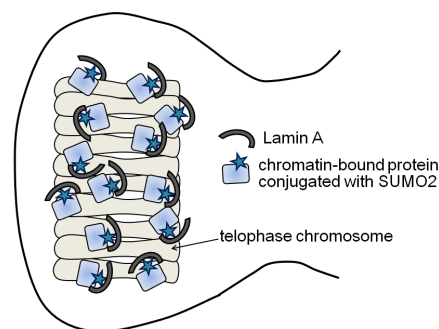


図 5. SUMO-SIM 相互作用による分裂期終期のラミン A の調節メカニズム(モデル)。ラミン A は SIM を介して終期染色体にリクルートされ、脱リン酸化され则认为している。

3. 私たちの研究室での寒剤利用

細胞機能学講座では主として培養細胞を用いて研究を行っている。培養細胞といっても様々な種類を研究の目的に応じて使い分けている。以下にまとめる。

(1)がん細胞

- ① HeLa: ヒト子宮頸部がん由来。増殖速度も速く、培養が簡単である。また、DNA トランスフェクションやウイルスベクターを利用した遺伝子導入も容易であるため、生化学、顕微鏡観察などほとんどの実験で使用している。
- ② 293FT: ヒト胎児腎臓由来の細胞で SV40 T 抗原によりがん化した細胞である。HeLa 細胞と同様に増殖速度が速く安定である。DNA トランスフェクションおよびたんぱく質産生の効率が良いため、目的たんぱく質の精製など主として生化学的な解析の際に利用している。
- ③ U2OS: がん細胞であるが、野生型の p53 遺伝子をもっているために、DNA 修復などに関わる反応を調べる際に使用している。

(2)不死化細胞

- ① HFF: ヒト胎児由来包皮繊維芽細胞でテロメラーゼの安定発現により不死化した細胞。細胞周期の解析、細胞老化の解析などががん細胞では解析できないような細胞

の性質を調べる際に使用している。

- ② NIH3T3-L1: マウス胎児由来繊維芽細胞. マウス胎児から樹立された NIH3T3 細胞の亜株である. 試験管内で脂肪細胞に分化させることができるため, 当講座における脂肪滴の研究に用いてきた.
- ③ 特定の遺伝子を導入した形質転換細胞: 一過性の発現では細胞に対する影響が観察できないことがある. そのため, 目的のたんぱく質を安定的に長期間発現するような細胞株を作成している. たとえば, 変異型ラミン A や GFP-ヒストンなどを発現する細胞株など多数の細胞株を樹立している.

(3)正常細胞

主としてマウス胎児組織を用いて正常繊維芽細胞を培養している。正常細胞は分裂回数に限界があるので、早い段階で凍結保存を行っている。

細胞の冷凍保存. 一か月に一度程度
液体窒素を補給している。



3. 寒 剤 を 用 い た 研 究 実 績

2014 年度

国内外学会等

1. 江見直哉・西山功兵・原由希子・水戸毅・G. Pristáš (Slovak Acad. Sci.)・小山岳秀・上田光一・小原孝夫・S. Gabáni (Slovak Acad. Sci.)・K. Flachbart (Slovak Acad. Sci.)・深澤英人(千葉大院理)・小堀洋(千葉大院理)・竹下直(産総研)・小山内湧人(茨大院理工)・林健人(茨大院理工)・伊賀文俊(茨大理)・N. Shitsevalova (Natl. Acad. Sci. Ukraine): SmB₆ における圧力依存性と置換効果 II, 日本物理学会 2014 年秋季大会(中部大学), 2014
2. 丸山文博・小山岳秀・上山藤乃・上田光一・水戸毅・光田暁弘(九大院理)・喜舎場英吾(九大院理)・杉島正樹(九大院理)・和田裕文(九大院理): 価数転移を示す Eu 化合物の磁気秩序状態における NMR 測定, 日本物理学会 2014 年秋季大会(中部大学), 2014
3. 小山内湧人(茨大院理工)・菊地翔弥(茨大理)・伊賀文俊(茨大理)・水戸毅・佐藤桂輔(茨城高専): 価数揺動系 Sm_{1-x}R_xB₆(R=Yb²⁺, La³⁺, Zr⁴⁺) における組成と価数・エネルギーギャップの相関, 日本物理学会第 70 回年次大会(早稲田大学), 2015
4. 山田陽彦・小山岳秀・上田光一・水戸毅・芳賀芳範(原子力機構先端研): SmS の圧力下 NMR 測定, 日本物理学会第 70 回年次大会(早稲田大学), 2015
5. 中山大将・小山岳秀・上田光一・水戸毅・辻井直人(物材機構): Yb 系価数揺動物質の NMR/NQR 測定, 日本物理学会 2014 年秋季大会(中部大学), 2014
6. 服部泰佑(京大理)・杉本大輔(京大理)・軽部皓介(京大理)・石田憲二(京大理)・出口和彦(名大理)・佐藤憲昭(名大理)・山村朝雄(東北大金研)・水戸毅: 強磁性超伝導体 UCoGe における強磁性ゆらぎの圧力変化, 日本物理学会第 70 回年次大会(早稲田大学), 2015
7. 上田光一・小山岳秀・水戸毅・小原孝夫・G.S. Thakur(インド工科大)・Z. Haque(インド工科大)・L.C. Gupta(インド工科大)・A.K. Ganguli(インド工科大): 軟質な強磁性体 CuFeSb の NMR による研究, 日本物理学会 2014 年秋季大会(中部大学), 2014
8. 上田光一・小山岳秀・水戸毅・小原孝夫・G.S. Thakur(インド工科大)・Z. Haque(インド工科大)・L.C. Gupta(インド工科大)・A.K. Ganguli(インド工科大): 軟質な強磁性体 CuFeSb の NMR による研究 II, 日本物理学会第 70 回年次大会(早稲田大学), 2015
9. 森岡亮(徳島大工)・川崎祐(徳島大工)・岸本豊(徳島大工)・中村浩一(徳島大工)・西山功兵・小山岳秀・水戸毅・磯部正彦(マックスプランク研)・上田寛(豊田理化学研): バ

ナジウムブロンズ $\text{Ag}_{23}\text{V}_2\text{O}_5$ における金属絶縁体転移の NMR による研究 II, 日本物理学会第 70 回年次大会 (早稲田大学), 2015

10. 上田光一・竹村真哉・小山岳秀・水戸毅・小原孝夫: CDW と超伝導を示す物質の電子状態についての NMR による研究 III, 日本物理学会 2014 年秋季大会 (中部大学), 2014

発表論文

1. K. Nishiyama, T. Mito, G. Pristáš (Slovak Acad. Sci.), Y. Hara, T. Koyama, K. Ueda, T. Kohara, Y. Akahama, S. Gab'ani (Slovak Acad. Sci.), M. Reiffers (Slovak Acad. Sci.), K. Flachbart (Slovak Acad. Sci.), H. Fukazawa (千葉大院理), Y. Kohori (千葉大院理), N. Takeshita (産総研), N. Shitsevalova (Natl. Acad. Sci. Ukraine): NMR Investigation of Pressure Effect on Intermediate Valence Compound SmB_6 , J. Phys. Soc. Jpn. Conf. Proc. **3**, 011085 1-6 (2014)
2. T. Mito, K. Nishitani, T. Koyama, H. Muta, T. Maruyama, G. Pristáš (Slovak Acad. Sci.), K. Ueda, T. Kohara, A. Mitsuda (九大院理), M. Sugishima (九大院理), H. Wada (九大院理): NMR studies of ordered structures and valence states in the successive valence-transition system EuPtP , Phys. Rev. B **90**, 195106-1-6 (2014)
3. T. Koyama, T. Maruyama, K. Ueda, T. Mito, A. Mitsuda (九大院理), M. Umeda (九大院理), M. Sugishima (九大院理), H. Wada (九大院理): Zero-field NMR and NQR studies of magnetically ordered state in charge-ordered EuPtP , Phys. Rev. B **91**, 094419-1-4 (2015)
4. T. Koyama, H. Yamada, K. Ueda, T. Mito, Y. Haga (原子力機構先端基礎): NMR study of black-phase in SmS , J. Phys.: Conf. Ser. **592**, 012027-1-4 (2015)
5. T. Mito, H. Hara, T. Ishida, K. Nakagawara, T. Koyama, K. Ueda, T. Kohara, K. Ishida (京大理), K. Matsubayashi (物性研), Y. Saiga (物性研), Y. Uwatoko (物性研): Low-Temperature Intermediate Valence State in $\text{YbCo}_2\text{Zn}_{20}$, J. Phys. Soc. Jpn. Conf. Proc. **3**, 011065 1-6 (2014)
6. T. Koyama, H. Yamada, T. Shimosaka, H. Hara, K. Ueda, T. Mito, T. Kohara, A. Slebarski (Silesia 大): Sb NQR Study in Kondo Insulator $\text{CeRh}_{1-x}\text{Pd}_x\text{Sb}$ System, J. Phys. Soc. Jpn. Conf. Proc. **3**, 011020 1-5 (2014)
7. Y. Iwamoto (神大院海事), T. Akazawa (神大院海事), K. Ueda, NMR Study of YbGaGe , J. Phys. Soc. Jpn. Conf. Proc. **3**, 017007 1-5 (2014)
8. Y. Kawasaki (徳島大工), R. Morioka (徳島大工), Y. Kishimoto (徳島大工), K. Nakamura (徳島大工), K. Nishiyama, T. Koyama, T. Mito, T. Baba (物性研), T. Yamauchi (物性研), M. Isobe (マックスプランク研), Y. Ueda (豊田理化学研), ^{51}V NMR study of low-temperature phase in $\delta\text{-Ag}_{23}\text{V}_2\text{O}_5$, J. Phys.: Conf. Ser. **592**, 012042-1-6 (2015)
9. K. Ueda, T. Koyama, T. Mito, T. Kohara, NMR Studies of Quasi-one-dimensional Compound $\text{Lu}_2\text{Ir}_3\text{Si}_5$, J. Phys. Soc. Jpn. Conf. Proc. **3**, 015025 1-6 (2014)

Low-Temperature Physics & Superconductivity 大学院物質理学研究科
物質機能解析部門
電子物性学

2014 年度

国内外学会等

1. J. Gouchi, A. Sumiyama, A. Yamaguchi, G. Motoyama (島根大), N. Kimura (東北大), E. Yamamoto (原研), Y. Haga (原研) and Y. Onuki (琉球大) : Search for Superconducting Energy Gap in UPt_3 by Point-Contact Spectroscopy, The International Conference on Strongly Correlated Electron Systems (Grenoble 2014)
2. 郷地 順・住山昭彦・山口 明・本山 岳(島根大)・芳賀芳範(原研)・大貫惇睦(琉球大) : 重い電子系超伝導体 UBe_{13} のトンネル現象Ⅱ, 日本物理学会秋季大会(中部大, 2014)
3. 本山 岳(島根大)・小川翔平(島根大)・三好清貴(島根大)・西郡至誠(島根大)・藤原賢二(島根大)・松林和幸(東大)・山口明・住山昭彦・上床美也(東大) : メタ磁性を示すCe化合物における磁場中点接合分光実験, 日本物理学会秋季大会(中部大, 2014)
4. J. Gouchi, A. Sumiyama, A. Yamaguchi, G. Motoyama (島根大), Y. Haga (原研) and Y. Onuki (琉球大) : Search for the Second Phase Transition of Heavy-Fermion Superconductor UBe_{13} , The International Conference on Topological Quantum Phenomena (京都 2014)
5. 郷地 順・住山昭彦・山口 明・本山 岳(島根大)・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 UPt_3 の圧力下ジョセフソン効果, 日本物理学会第70回年次大会(早稲田大, 2015)
6. 住山昭彦・郷地 順・川瀬寛将・川崎郁斗・山口 明・本山 岳(島根大)・大貫惇睦(琉球大) : 近藤格子及び希薄近藤系 $\text{Ce}_x\text{La}_{1-x}\text{Cu}_6$ ($x=0.1, 1.0$)の点接合分光, 日本物理学会第70回年次大会(早稲田大, 2015)
7. 小川翔平(島根大)・本山 岳(島根大)・三好清貴(島根大)・西郡至誠(島根大)・藤原賢二(島根大)・松林和幸(東大)・山口明・住山昭彦・上床美也(東大) : メタ磁性を示すCe化合物における磁場中点接合分光実験Ⅱ, 日本物理学会第70回年次大会(早稲田大, 2015)
8. 鎌田尚史・山口 明・本山岳(島根大)・住山昭彦・青木悠樹(東工大)・奥田雄一(東工大)・H. Kojima (ラトガース大) : 粉末充填型スーパーリークを用いた超流動 $^3\text{He-A}_1$ におけるスピンプンプ実験, 日本物理学会秋季大会(中部大, 2014)
9. 青木悠樹(東工大)・岩佐泉(神奈川大)・三浦尊(東工大)・山口 明・奥田雄一(東工

- 大): 10 μ m のギャップ中での固体ヘリウム4のずれ弾性率, 日本物理学会第70回年次大会(早稲田大, 2015)
10. 川崎郁斗・横山淳(茨城大)・藤村健司(茨城大)・渡邊功雄(理研)・天谷健一(信州大): ミュオンスピン緩和法からみた $\text{Sr}_{1-x}\text{La}_x\text{RuO}_3$ における不均一強磁性クラスターの形成, 日本物理学会秋季大会(中部大, 2014)
 11. 皆川由貴(茨城大)・野中麻美(茨城大)・藤村健司(茨城大)・川中浩史(産総研)・川崎郁斗(茨城大)・天谷健一(信州大)・横山淳(茨城大): $\text{Sr}_{1-x}\text{Ca}_x\text{RuO}_3$ における強磁性クラスターガラス状態, 日本物理学会秋季大会(中部大, 2014)
 12. 藤村健司(茨城大)・川崎郁斗・天谷健一(信州大)・横山淳(茨城大): 遍歴電子系 $\text{Sr}_{1-x}\text{La}_x\text{RuO}_3$ の強磁性クラスター状態における磁気緩和, 日本物理学会秋季大会(中部大, 2014)
 13. 川勝大地・藤沢拓実・郷地 順・山口 明・住山昭彦・本山 岳(島根大)・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 II, 日本物理学会秋季大会(中部大, 2014)
 14. 小泉昭久・本山岳(島根大)・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): 電子運動量密度分布から観た URu_2Si_2 の隠れた秩序転移に伴う電子状態の変化, 日本物理学会秋季大会(中部大, 2014)
 15. 横山淳(茨城大)・藤村健司(茨城大)・川崎郁斗・天谷健一(信州大)・河野洋平(東大)・榊原俊郎(東大)・池田陽一(東大)・吉澤英樹(東大): 重い電子系 CeCoIn_5 の Zn 置換系における超伝導と磁性, 日本物理学会秋季大会(中部大, 2014)
 16. A. Sumiyama, D. Kawakatsu, J. Gouchi, A. Yamaguchi, G. Motoyama (島根大), Y. Hirose (新潟大), R. Settai (新潟大) and Y. Onuki (琉球大) : Search for Spontaneous Magnetization of Superconductors of Non-centrosymmetric Superconductors, The International Conference on Topological Quantum Phenomena (京都 2014)
 17. 藤沢拓実・山口 明・住山昭彦・川勝大地・本山 岳(島根大)・竹内徹也(阪大), 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 LaPt_3Si の直流磁化測定 III, 日本物理学会第70回年次大会(早稲田大, 2015)
 18. 青山輝慶・川勝大地・郷地 順・山口 明・住山昭彦・本山 岳(島根大)・広瀬雄介(新潟大)・摂待力生(新潟大)・仲村愛(琉球大)・辺土正人(琉球大)・仲間隆男(琉球大)・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 III, 日本物理学会第70回年次大会(早稲田大, 2015)
 19. 佐々木智(東北大)・橋本顕一郎(東北大)・佐々木孝彦(東北大)・山口明・杉井かおり(東大)・山下穰(東大): 核断熱消磁温度でのトルク測定による $\kappa\text{-(BEDT-TTF)}_2\text{Cu(NCS)}_2$ の渦糸固体・液体転移の研究, 日本物理学会第70回年次大会(早稲田大, 2015)

20. 佐々木智(東北大)・橋本顕一郎(東北大)・佐々木孝彦(東北大)・山口明・杉井かおり(東大)・山下穰(東大):核断熱消磁温度でのトルク測定による
 κ -(BEDT-TTF)₂Cu(NCS)₂ の渦糸固体・液体転移の研究, 日本物理学会第70回年次大会(早稲田大, 2015)
21. 横山淳(茨城大)・藤村健司(茨城大)・川崎郁斗・天谷健一(信州大)・河野洋平(東大)・榊原俊郎(東大)・池田陽一(東大)・吉沢英樹(東大)・近藤晃弘(東大)・金道浩一(東大):重い電子系超伝導体CeCo(In_{1-x}Zn_x)₅の上部臨界磁場, 日本物理学会第70回年次大会(早稲田大, 2015)

発表論文

1. K. J. Gouchi, A. Sumiyama, A. Yamaguchi, G. Motoyama (島根大), N. Kimura (東北大), E. Yamamoto (原研), Y. Haga (原研) and Y. Onuki (琉球大): Josephson Effect between UPt₃ and Conventional Superconductors under Pressure, JPS Conference Proceedings, **3** (2014) 011067.
2. G. Motoyama (島根大), Y. Tachikake, A. Yamaguchi, A. Sumiyama, K. Matsubayashi (東大) and Y. Uwatoko (東大): Point-Contact Spectroscopy of Heavy Fermion Compound CeRu₂Si₂ in Magnetic Field, JPS Conference Proceedings, **3** (2014) 011008.
3. Y. Aoki (東工大), I. Iwasa (神奈川大), T. Miura (東工大), D. Takahashi (足利工大), A. Yamaguchi, S. Murakawa (慶応大), and Y. Okuda (東工大): Resonant Frequency Change of Torsional Oscillator Induced by Solid ⁴He in Torsion Rod, J. Phys. Soc. Jpn. **83**, (2014) 084604-1-5
4. S. Murakawa (東工大), A. Yamaguchi, M. Arai (東工大), M. Wasai (東工大), Y. Aoki (東工大), H. Ishimoto (東大), R. Nomura (東工大), Y. Okuda (東工大), Y. Nagato (広大), S. Higashitani (広大), and K. Nagai (広大): Spin-Dependent Acoustic Response in the Nonunitary A₁ and A₂ Phases of Superfluid ³He under High Magnetic Fields, Phys. Rev. Lett. **114**, (2015) 105304-1-5
5. N. Kamada, A. Yamaguchi, G. Motoyama (島根大), A. Sumiyama, Y. Aoki (東工大), Y. Okuda (東工大), and H. Kojima (ラットガース大): Packed Powder as Superleak for Spin Pump Experiments in Superfluid ³He-A₁ phase, J. Low Temp. Phys. **175**, (2014) 37-43
6. I. Kawasaki, M. Yokoyama (茨城大), S. Nakano (茨城大), K. Fujimura (茨城大), N. Netsu (茨城大), H. Kawanaka (産総研), and K. Tenya (信州大): Ferromagnetic Cluster-Glass State in Itinerant Electron System Sr_{1-x}La_xRuO₃, J. Phys. Soc. Jpn. **83**, (2014) 064712-1-7
7. A. Sumiyama, D. Kawakatsu, J. Gouchi, A. Yamaguchi, G. Motoyama (島根大), Y. Hirose (新潟大), R. Settai (新潟大) and Y. Onuki (琉球大): Search for Spontaneous Magnetization of Superconductors with Broken Time-Reversal Symmetry, JPS Conference Proceedings, **3** (2014) 015017

8. I. Kawasaki, I. Watanabe (理研), A. Hillier (ISIS), and D. Aoki (グルノーブル): Time-Reversal Symmetry in the Hidden Order and Superconducting States of URu₂Si₂, J. Phys. Soc. Jpn. **83**, (2014) 094720-1-5
9. M Ledezma-Gairraud (バルセロナ大), L. Grangel (バルセロナ大), G. Aromi (バルセロナ大), T. Fujisawa, A. Yamaguchi, A. Sumiyama, E. C. Sanudo (バルセロナ大): From Serendipitous assembly to controlled synthesis of 3d-4f SMMs, Inorg. Chem. **53**, (2014) 5878-5880
10. T. Suzuki (芝浦工大), H. Guo (理研), I. Kawasaki, I. Watanabe (理研), T. Goto (上智大), K. Katayama (東工大), and H. Tanaka (東工大): Disappearance of Gapped Mott Insulating Phase Neighboring Bose Glass Phase in Tl_{1-x}K_xCuCl₃ Detected by Longitudinal-Field Muon Spin Relaxation, J. Phys. Soc. Jpn. **83**, (2014) 084703-1-5
11. A. Sumiyama, D. Kawakatsu, J. Gouchi, A. Yamaguchi, G. Motoyama (島根大), Y. Hirose (新潟大), R. Settai (新潟大) and Y. Onuki (琉球大): Spontaneous Magnetization of Non-centrosymmetric Superconductor LaNiC₂, J. Phys. Soc. Jpn. **84** (2015) 013702
12. T. Fujisawa, A. Yamaguchi, G. Motoyama (島根大), D. Kawakatsu, A. Sumiyama, T. Takeuchi (阪大), R. Settai (新潟大), and Y. Ōnuki (琉球大): Magnetization measurements of non-centrosymmetric superconductor LaPt₃Si: Construction of low temperature magnetometers with the SQUID and Hall sensor, Jpn. J. Appl. Phys. **54**, (2015) 048001-1-3
13. S-i. Fujimori (原研), T. Ohkochi (原研), I. Kawasaki, A. Yasui (原研), Y. Takeda (原研), T. Okane (原研), Y. Saitoh (原研), A. Fujimori (東大), H. Yamagami (京産大), Y. Haga (原研), E. Yamamoto (原研), and Y. Ōnuki (琉球大): Electronic structures of ferromagnetic superconductors UGe₂ and UCoGe studied by angle-resolved photoelectron spectroscopy, Phys. Rev. **B 91**, (2015) 174503-1-9

2014 年度

国内外学会等

1. 池田修悟・土屋優・張小威 (KEK-PF)・亀掛川卓美 (KEK-PF)・岸本俊二 (KEK-PF)・依田芳卓 (JASRI)・小林寿夫:「 EuFe_2As_2 の磁性と超伝導」日本物理学会 2014 年秋季大会(中部大学 2014 年 9 月)
2. 土屋優・池田修悟・小林寿夫:「 $\text{K}_x\text{Fe}_{2-y}\text{Se}_2$ の単結晶試料育成と物性研究」日本物理学会第 70 回年次大会(早稲田大学 2015 年 3 月)
3. 池田修悟・土屋優・張小威 (KEK-PF)・亀掛川卓美 (KEK-PF)・岸本俊二 (KEK-PF)・依田芳卓 (JASRI)・小林寿夫:「圧力下 ^{57}Fe 核共鳴前方散乱実験による EuFe_2As_2 の電子状態の研究」日本物理学会第 70 回年次大会(早稲田大学 2015 年 3 月)
4. 阪口友唯・池田修悟・河村直己 (JASRI)・水牧仁一朗 (JASRI)・鈴木慎太郎(東大)・久我健太郎(東大)・中辻知(東大)・石松直樹(広島大)・小林寿夫:「多重極限環境下における $\beta\text{-YbAlB}_4$ の X 線吸収分光」日本物理学会 2014 年秋季大会(中部大学 2014 年 9 月)
5. 光田暁弘(九大)・浜田卓(九大)・喜舎場英吾(九大)・増田亮(京大)・北尾真司(京大)・小林康浩(京大)・瀬戸誠(京大)・小林寿夫・阪口友唯・依田芳卓 (JASRI)・平尾直久 (JASRI)・和田裕文(九大):「 ^{151}Eu 放射光メスバウアー分光による EuRh_2Si_2 の圧力下磁場誘起価数転移の観測」日本物理学会 2014 年秋季大会(中部大学 2014 年 9 月)
6. 阪口友唯・池田修悟・河村直己 (JASRI)・水牧仁一朗 (JASRI)・鈴木慎太郎(東大)・久我健太郎(東大)・中辻知(東大)・石松直樹(広島大)・小林寿夫:「多重極限環境下における $\beta\text{-YbAlB}_4$ の X 線吸収分光 II」日本物理学会第 70 回年次大会(早稲田大学 2015 年 3 月)
7. 内免翔(大阪大)・金井惟奈(大阪大)・山神光平(大阪大)・矢野昂平(大阪大)・藤原秀紀(大阪大)・木須孝幸(大阪大)・東谷篤志(摂南大)・門野利治(立命館大)・今田真(立命館大)・田中新(広島大)・室隆桂之 (JASRI)・保井晃 (JASRI)・斉藤祐児 (JAEA)・玉作賢治(理研)・矢橋牧名(理研)・石川哲也(理研)・山口貴司(大阪大)・池田修悟・小林寿夫・大貫惇睦(琉球大)・関山明(大阪大):「正方晶及び立方晶 Sm 化合物の内殻吸収/光電子スペクトル線二色性による $4f$ 基底状態の観測」日本物理学会第 70 回年次大会(早稲田大学 2015 年 3 月)

8. H. Kobayashi, Y. Sakaguchi, S. Ikeda, R. Masuda(京大), M. Set (京大), Y. Yoda (JASRI), K. Kuga, (東大) and S. Nakatsuji (東大) : 174Yb Synchrotron-radiation-based Mössbauer spectroscopic study on valence fluctuating YbAlB₄ The International Conference on Strongly Correlated Electron Systems, (Grenoble, France, 2014 年 7 月).
9. Y. Sakaguchi, S. Ikeda, N. Kawamura (JASRI), M. Mizumaki (JASRI), S. Suzuki (東大), K. Kuga (東大), S. Nakatsuji (東大), and H. Kobayashi: Intermediate valence behavior of β -YbAlB₄ under hydrostatic Pressure. The International Conference on Strongly Correlated Electron Systems, (Grenoble, France, 2014 年 7 月).
10. 永澤延元:「⁵⁷Fe メスバウアー分光法による M 型 Sr フェライトにおける元素置換効果の研究」多重極限物質科学研究センター研究発表会(兵庫県立大 2014 年 12 月)
11. 井上遼一・池田修悟・小林寿夫:「EuGa₂ の純良単結晶育成とその磁性」日本物理学会 2014 年秋季大会(中部大学 2014 年 9 月)
12. 岡前裕基・池田修悟・田中佑季・名田将人・小林寿夫:「EuTIn₄ (T=Ni, Pd, Pt) の高圧力下磁性研究」日本物理学会 2014 年秋季大会(中部大学 2014 年 9 月)
13. 安田明子・阪口友唯・谷田博司(広島大)・世良正文(広島大)・西岡孝(高知大)・松村政博(高知大)・池田修悟・小林寿夫:「RFe₂Al₁₀ (R=Nd, Gd) の ⁵⁷Fe メスバウアー分光法による磁性の研究」日本物理学会 2014 年秋季大会(中部大学 2014 年 9 月)
14. 井上遼一:「EuGa₂ の純良単結晶育成と圧力下の磁性」多重極限物質科学研究センター研究発表会(兵庫県立大 2014 年 12 月)
15. 岡前裕基:「EuTIn₄ (T=Ni, Pd, Pt) における高圧力下の磁気異方性研究」多重極限物質科学研究センター研究発表会(兵庫県立大 2014 年 12 月)
16. 安田明子:「CeFe₂Al₁₀ の ⁵⁷Fe メスバウアー分光法による磁性研究」多重極限物質科学研究センター研究発表会(兵庫県立大 2014 年 12 月)
17. 名田将人(大阪大)・田原大夢(大阪大)・杉山清寛(大阪大)・木田孝則(大阪大)・池田修悟・萩原政幸(大阪大):「希土類金属間化合物 EuPtIn₄ の強磁場磁性」日本物理学会 第 70 回年次大会(早稲田大学 2015 年 3 月)
18. A. Koizumi, G. Motoyama (島根大), Y. Kubo (日大), M. Itou (JASRI), and Y. Sakurai (JASRI): Change of electronic structure on the hidden order transition in URu₂Si₂ studied by Compton scattering experiment. Strongly Correlated Electron Systems (SCES2014) (Grenoble, France 2014 年 7 月)
19. 小泉昭久・本山岳(島根大)・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):「電子運動量密度分布から観た URu₂Si₂ の隠れた秩序転移に伴う電子状態の変化」日本物理学会 2014 年秋季大会(中部大 2014 年 9 月))
20. 小泉昭久・松田和博(京大):「運動量空間におけるスピン・電子密度科学研究会の活動」SPRING-8 シンポジウム 2014(東京大 2014 年 9 月)

21. 小泉昭久・本山岳(島根大)・伊藤真義 (JASRI)・櫻井吉晴 (JASRI)・久保康則(日大)・山村朝雄(東北大):「コンプトン散乱で観た URu_2Si_2 の隠れた秩序転移に伴う電子構造の変化」第 28 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム(立命館大 2015 年 1 月)
22. 小泉昭久:「X 線(磁気)コンプトン散乱の基礎と応用」物性分光研究会(京大化研 2015 年 2 月)
23. 小泉昭久・山本悦嗣(原研)・芳賀芳範(原研)・久保康則(日大)・伊藤真義 (JASRI)・櫻井吉晴 (JASRI):「コンプトン散乱で観る $\text{U}(\text{Ru}_{0.97}\text{Rh}_{0.03})_2\text{Si}_2$ の反強磁性相における電子構造:隠れた秩序相との比較」日本物理学会第 70 回年次大会(早稲田大 2015 年 3 月)

発表論文

1. Y. Sakaguchi, S. Ikeda, T. Kuse, and H. Kobayashi: Pressure-induced change of the electronic state in the tetragonal phase of CaFe_2As_2 . *J. Phys.: Condens. Matter* **26** (2014) 295702-1 {6.
2. Y. Sakaguchi, S. Ikeda, K. Kuga (東大), K. Sone (東大), S. Nakatsuji (東大), N. Hirao (JASRI), Y. Ohishi (JASRI), and H. Kobayashi: Structural and magnetic properties of $\alpha\text{-YbAlB}_4$ under hydrostatic pressure. *J. Phys. Soc. Jpn. Conf. Proc.* **3** (2014) 011059-1 {4.
3. S. Tomiyoshi (愛媛大), H. Ohsumi (理研), H. Kobayashi, and A. Yamamoto (NIMS): Charge density wave accompanied by spin density wave in Mn_3Si . *J. Phys. Soc. Jpn.* **83** (2014) 044715-1 {8.
4. N. Nagasawa, S. Ikeda, A. Shimoda (京大), T. Waki (京大), Y. Tabata (京大), H. Nakamura (京大), and H. Kobayashi: La-Ni substituted M-type Sr hexaferrite studied by ^{57}Fe Mössbauer spectroscopy. *J. Jpn Soc. Powder Powder Metallurgy* **61** (2014) Suppl. S1 S266-S269
5. E. Yamamoto (原研), N. Tateiwa (原研), Y. Haga (原研), S. Ikeda, H. Sakai (原研), Y. Onuki (琉球大), Z. Fisk (原研) : Analysis of Magnetization Behavior in Magnetic Semiconductor $\beta\text{-US}_2$. *J. Phys. Soc. Jpn. Conf. Proc.* **3** (2014) 011095-1 {4.
6. A. Yasuda, Y. Sakaguchi, S. Ikeda, M. Nakamura (広島大), H. Nohara (広島大), H. Tanida (広島大), M. Sera (広島大), and H. Kobayashi: Mössbauer spectroscopic studies of $\text{NdFe}_2\text{Al}_{10}$. *J. Phys. Soc. Jpn. Conf. Proc.* **3** (2014) 012027-1 {4.
7. N. Metoki (原研), H. Sakai (原研), M. Suzuki (原研), E. Yamamoto (原研), Y. Haga (原研), T. D. Matsuda (原研), S. Ikeda: Spin Polarized Neutron Scattering Study on Metal-Insulator Crossover in Uranium Dichalcogenide $\beta\text{-US}_2$. *J. Phys. Soc. Jpn. Conf. Proc.* **3** (2014) 013011-1 {4.
8. S. Ikeda, T. Tanaka, and H. Kobayashi: Single crystal growth and magnetic properties of EuTiIn_4 (T: Ni and Pd). *J. Phys. Soc. Jpn. Conf. Proc.* **3** (2014) 014023-1 {4.

2014 年度

国内外学会等

1. Y. Tanaka: Time-resolved X-ray diffraction for phase change materials, IUMRS-ICA2014, Fukuoka, Japan, August 25-27 (2014)
2. Y. Tanaka: Time-resolved X-ray Diffraction Experiment on Crystal Lattice Dynamics Using Optical Laser and Accelerator-based X-ray Source, Conference on Laser and Synchrotron Radiation Combination Experiment (LSC2014), Yokohama, Japan, April 23-24 (2014)
3. 田中義人: 放射光時間分解X線回折法を用いた高速相変化材料の動的構造測定, SPRUC 高分子科学研究会 (SPring-8 2014 年 7 月)
4. 田中義人: 放射光時間分解X線回折法と光誘起構造ダイナミクスの研究, 第 59 回物性若手夏の学校, 集中ゼミ(浜松 2014 年 8 月)
5. Ryutaro Shiraishi, Ryuki Matsushita, Ryo Kishimoto, Takayuki Hasegawa, Kiyoshi Ishikawa, and Yoshihito Tanaka: Observation of photo-induced lattice dynamics of Si with time-resolved X-ray diffraction, The 4nd Short-term Student Exchange Program, Aug. 21-24, 2014, Dong-A University, Korea
6. 松波雅治, A. Chainani, 田口宗孝, 大浦正樹, 幸埴, 羽尻哲也, 木村真一, 玉作賢治, 田中義人, 石川哲也, 海老原孝雄, 松川周矢, 中山美佳, 井村敬一郎, 出口和彦, 佐藤憲昭, 田中克昌, 石政勉: 価数揺動を示す準結晶・近似結晶の光電子分光, 日本物理学会 2014 年秋季大会(中部大学 2014 年 9 月)
7. 山道智博, 稲田聡明, 山崎高幸, 難波俊雄, 浅井祥仁, 小林富雄, 玉作賢治, 田中義人, 犬伏雄一, 澤田桂, 矢橋牧名, 石川哲也, 高橋忠幸, 渡辺伸, 佐藤悟朗: SPing-8/SACLA における光子光子散乱の探索, 日本物理学会 2014 年秋季大会(佐賀大学 2014 年 9 月)
8. 稲田聡明, 山崎高幸, 難波俊雄, 浅井祥仁, 小林富雄, 田中義人, 玉作賢治, 澤田桂, 矢橋牧名, 石川哲也, 犬伏雄一, 金道浩一, 鳴海康雄, 野尻浩之: SPing-8/SACLA におけるパルス強磁場を用いた弱結合未知粒子の探索 I, 日本物理学会 2014 年秋季大会(佐賀大学 2014 年 9 月)
9. 山崎高幸, 稲田聡明, 難波俊雄, 浅井祥仁, 小林富雄, 田中義人, 玉作賢治, 澤田桂, 矢橋牧名, 石川哲也, 犬伏雄一, 金道浩一, 鳴海康雄, 野尻浩之: 「SPing-8/SACLA におけるパルス強磁場を用いた弱結合未知粒子の探索 II, 日本物理学会 2014 年秋季大会(佐賀大学 2014 年 9 月)

10. 松下龍樹, 白石龍太郎, 岸本良, 石川潔, 長谷川尊之, 田中義人: 半導体単結晶のピコ秒格子歪みの観測と光学反射率同時測定装置の開発, 第 28 回日本放射光学会年会 (立命館大 2015 年 1 月)
11. 西森一喜, Marcus Newton, 小川奏, 富樫格, 矢橋牧名, 河口智也, 境田真志, 高橋功, 市坪哲, 松原英一郎, 西野吉則, 田中義人: Si 単結晶薄膜におけるピコ秒格子歪み分布の解析, 第 28 回日本放射光学会年会 (立命館大 2015 年 1 月)
12. 加藤健一, 笠井秀隆, 田中義人, 山内美穂, 高田昌樹: In Situ 回折・全散乱のためのギャップレス MYTHEN 検出器, 第 28 回日本放射光学会年会 (立命館大 2015 年 1 月)
13. 大隅寛幸, 高田昌樹, 鈴木基寛, 田中義人, 長谷川尊之, 白石龍太郎, 松下龍樹, 鳥本直隆, 川瀬里美, 西尾篤, 有馬孝尚, 山浦淳一, 廣井善二: $\text{Cd}_2\text{Os}_2\text{O}_7$ における逆フラーデー効果の共鳴 X 線磁気散乱による検出, 日本物理学会第 70 回年次大会 (早稲田大学 2015 年 3 月)
14. 田中義人, 持箸晃, 西森一喜, 高橋功, 澤田桂, 畠中雄飛, 白石龍太郎, 松下龍樹, 石川潔, 長谷川尊之: ファイバー光学系を用いた X 線パルスの時間遅延制御, 第 28 回日本放射光学会年会 (立命館大 2015 年 1 月)
15. 石川潔: 核スピン偏極した熔融 Cs 塩の温度掃引 NMR 計測, 日本物理学会 2014 年秋季大会 (中部大学 2014 年 9 月)
16. 岸本良: 半導体微小光共振器の偏光変調分光, 第 3 回多重極限物質科学研究センター研究発表会 (兵庫県立大学理学部 2014 年 12 月)
17. 岸本良, 長谷川尊之, 田中義人, 川瀬稔貴, 金大貴, 中山正昭: 偏光変調反射分光法による酸化亜鉛微小共振器中のポラリトン状態の観測 II, 日本物理学会 2014 年秋季大会 (中部大学 2014 年 9 月)
18. T. Hasegawa, H. Takeuchi, H. Yamada, M. Hata, and M. Nakayama: Ultrafast optical responses caused by nonequilibrium transport process of carriers in GaAs epitaxial structures, International Symposium on Recent Progress of Photonic Devices and Materials, Kobe, Japan, November 13-14 (2014)
19. 長谷川尊之, 竹内日出雄, 山田永, 秦雅彦, 中山正昭: GaAs エピタキシャル構造中のキャリア輸送を利用した超高速光応答の制御, 第 62 回応用物理学会春季学術講演会 (東海大学 2015 年 3 月)
20. 長谷川尊之: GaAs エピタキシャル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, 理学部物理学科セミナー (千葉大学 2014 年 10 月)
21. 長谷川尊之, 竹内日出雄, 山田永, 秦雅彦, 中山正昭: アンダーブ GaAs/n 型 GaAs エピタキシャル構造における非平衡キャリア輸送のポンプ・プローブ分光, 日本物理学会 2014 年秋季大会 (中部大学 2014 年 9 月)
22. 長谷川尊之: 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, 理学部セミナー (兵庫県立大学 2014 年 5 月)

発表論文

1. M. Newton, M. Sao, Y. Fujisawa, R. Onitsuka, T. Kawaguchi, K. Tokuda, T. Sato, T. Togashi, M. Yabashi, T. Ishikawa, T. Ichitsubo, E. Matsubara, Y. Tanaka, Y. Nishino: Time-Resolved Coherent Diffraction of Ultrafast Structural Dynamics in a Single Nanowire, *Nano Lett.*, **14**, 2413-2418 (2014)
2. M. Oura, L.-P. Oloff, A. Chainani, K. Rossnagel, M. Matsunami, R. Eguchi, T. Kiss, T. Yamaguchi, Y. Takatani, J. Miyawaki, K. Yamagami, M. Taguchi, T. Togashi, T. Katayama, K. Ogawa, M. Yabashi, T. Gejo, K. Myojin, K. Tamasaku, Y. Tanaka, T. Ishikawa: Electron dynamics probed by time-resolved hard X-ray photoelectron spectroscopy, *Trans. Mat. Res. Soc. Jpn.*, **39**, 469-473 (2014)
3. A. D. Scott, V. Pelmeshnikov, Y. Guo, L. Yan, H. Wang, S. J. George, C. H. Dapper, W. E. Newton, Y. Yoda, Y. Tanaka, S. P. Cramer: Structural characterization of CO-inhibited Mo-nitrogenase by combined application of nuclear resonance vibrational spectroscopy, extended X-ray absorption fine structure, and density functional theory: new insights into the effects of CO binding and the role of the interstitial atom, *J Am Chem Soc.*, **136**(45), 15942-15954 (2014)
4. T. Inada, , Y. Yamaji, S. Adachi, T. Namba, S. Asai, T. Kobayashi, K. Tamasaku, Y. Tanaka, Y. Inubushi, K. Sawada, M. Yabashi, T. Ishikawa: Search for Photon-Photon Elastic Scattering in the X-ray Region, *Phys. Lett. B*, **732**, 356-359 (2014)
5. L. Lauterbach, H. Wang, M. Horch, L. B. Gee, Y. Yoda, Y. Tanaka, I. Zebger, O. Lenz, S. P. Cramer: Nuclear resonance vibrational spectroscopy reveals the FeS cluster composition and active site vibrational properties of an O₂-tolerant NAD⁺-reducing [NiFe] hydrogenase, *Chem. Sci.* **6**, 1055-1060 (2015)
6. 田中義人, 松原英一郎, 西野吉則: 時間分解X線回折法によるレーザー超音波発生過程の研究, 非破壊検査, Vol. 63, No.4 , pp.170-177 (2014)
7. K. Ishikawa: Hyperpolarized cesium ions doped in a glass material, *J. Magnetic Resonance*, **249**, 94-99 (2014)

2014 年度

国内外学会等

1. 鳥海幸四郎: 金属錯体と構造化学と放射光—結晶中の分子の形とその動きの解析—, 第 7 回中国四国地区錯体化学研究会(岡山, 2014.4.26)
2. 鳥海幸四郎・堀本泰洋・満身稔・小澤芳樹: 結晶構造が異なるハロゲン架橋一次元白金(II,IV)錯体のエピタキシャル結晶作製, 錯体化学会第 64 回討論会(東京, 2014.9)2PB-034
3. 鳥海幸四郎・堀本泰洋・満身稔・小澤芳樹: 結晶構造が異なるハロゲン架橋一次元白金(II,IV)錯体のエピタキシャル薄膜結晶作製, 日本結晶学会平成 26 年度年会(東京, 2014.11)PB-018
4. 久保雅裕・小澤芳樹・今川理恵・鳥海幸四郎・矢ヶ崎篤(関西学院大院理工)・安田伸広(JASRI/SPRing-8): ピリジンチオラト銅(I)多核錯体の溶液内平衡反応のダイナミクス, 錯体化学会第 64 回討論会(東京, 2014.9)1C-03
5. 西山愛美・久保雅裕・小澤芳樹・赤浜裕一・鳥海幸四郎: キュバン型ヨウ化銀(I)錯体の多形結晶の構造および発光特性, 錯体化学会第 64 回討論会(東京, 2014.9)1PA-001
6. 馬場一豪・今川理恵・小澤芳樹・安田伸広(JASRI/SPRing-8)・鳥海幸四郎: 銀(I)銅(I)混合金属六核錯体の合成, 結晶構造および発光特性, 日本結晶学会平成 26 年度年会(東京, 2014.11)3-OB-08 (PB-017)
7. 久保雅裕・西山愛美・小澤芳樹・赤浜裕一・鳥海幸四郎: 発光性ピリジンチオラト銅(I)および銀(I)六核錯体の高圧粉末 X 線構造解析, 日本化学会第 95 春季年会(千葉, 2015.3)2PA-052
8. 小松裕貴・満身稔・江崎一成・鳥海幸四郎・宮東達也(金沢大院自然)・水野元博(金沢大院自然)・東信晃(阪大院理)・宮崎裕司(阪大院理)・中野元裕(阪大院理)・花島隆泰(総合科学研究機構)・鬼柳亮嗣(原子力機構)・大原高志(原子力機構): 水素結合型ロジウム-セミキノ錯体の秩序-無秩序転移とプロトンダイナミクス, 錯体化学会第 64 回討論会(東京, 2014.9)2Bb-09
9. 小松裕貴・満身稔・江崎一成・鳥海幸四郎・宮東達也(金沢大院自然)・水野元博(金沢大院自然)・東信晃(阪大院理)・宮崎裕司(阪大院理)・中野元裕(阪大院理)・花島隆泰(総合科学研究機構)・鬼柳亮嗣(原子力機構)・大原高志(原子力機構): 水素結合型ロジウム-セミキノ錯体の秩序-無秩序転移とプロトンダイナミクス, 日本結晶学会平成 26 年度年会(東京, 2014.11)1-OB-05 (PB-016)

10. 堀内佳之・覚野祐樹・満身稔・鳥海幸四郎・赤司治夫(岡山理大自然研): 亜鉛ポルフィリン錯体に基づく多孔性配位高分子の合成と構造, 錯体化学会第 64 回討論会(東京, 2014.9) 1PA-061

発表論文

1. Koshiro Toriumi, Yasuhiro Horimoto, Takahiro Yamazaki, Takaaki Inoue, Aki Takazaki, Daisuke Yamashita, Hiroaki Yamanaka, Minoru Mitsumi, Yoshiki Ozawa, Chulho Song (JASRI/SPRING-8), Osami Sakata (NIMS/SPRING-8): Development of Grazing Incidence X-ray Single Crystal Structure Analysis of a Surface-Shallow Layer, *SPRING-8/SACLA Research Reports*, Vol. 3, Section A, (2015)
2. 鳥海幸四郎・安田伸広 (JASRI/SPRING-8): 放射光が拓く化学の現在と未来, 化学同人, 2014, 61 (86~93)
3. Minoru Mitsumi, Takashi Nishitani, Shota Yamasaki, Nayuta Shimada, Yuuki Komatsu, Koshiro Toriumi, Yasutaka Kitagawa (阪大院理), Mitsutaka Okumura (阪大院理), Yuji Miyazaki (阪大院理), Natalia Górska (阪大院理), Akira Inaba (阪大院理), Akinori Kanda (阪大院理), and Noriaki Hanasaki (阪大院理): Bistable Multifunctionality and Switchable Strong Ferromagnetic-to-Antiferromagnetic Coupling in a One-dimensional Rhodium(I)-Semiquinonato Complex, *J. Am. Chem. Soc.*, **136**, 7026–7037 (2014)
4. Minoru Mitsumi, Shoji Ohtake, Yuki Kakuno, Yuuki Komatsu, Yoshiki Ozawa, Koshiro Toriumi, Nobuhiro Yasuda (JASRI/SPRING-8), Nobuaki Azuma (阪大院理), and Yuji Miyazaki (阪大院理): Multifunctional One-Dimensional Rhodium(I)-Semiquinonato Complex: Substituent Effects on Crystal Structures and Solid-State Properties, *Inorg. Chem.*, **53**, 11710-11720 (2014)
5. Minoru Mitsumi, Kazunari Ezaki, Yuuki Komatsu, Koshiro Toriumi, Tatsuya Miyatou (金沢大院自然), Motohiro Mizuno (金沢大院自然), Nobuaki Azuma (阪大院理), Yuji Miyazaki (阪大院理), Motohiro Nakano (阪大院理), Yasutaka Kitagawa (阪大院工), Takayasu Hanashima (総合科学研究機構), Ryoji Kiyanagi (原子力機構), Takashi Ohhara (原子力機構), and Kazuhiro Nakasuji (福井工大): Proton Order-Disorder Phenomena in a Hydrogen-Bonded Rhodium- η^5 -Semiquinone Complex: A Possible Dielectric Response Mechanism, *Chem. Eur. J.*, **21**, 1–16 (2015)

2014 年度

国内外学会等

1. 杉本隼之・平尾直久 (JASRI)・大石泰生 (JASRI)・藤久裕司 (AIST)・赤浜裕一: 固体酸素金属相の構造解析, 第 55 高压討論会 (2014, 徳島大)
2. 杉本隼之・平尾直久 (JASRI)・大石泰生 (JASRI)・藤久裕司 (AIST)・赤浜裕一: Sc-III 相の X 線構造解析, 第 55 高压討論会 (2014, 徳島大)
3. 石原大輔・平尾直久 (JASRI)・大石泰生 (JASRI)・赤浜裕一: 酸素-窒素二元系の高压低温構造相転移, 第 55 高压討論会 (2014, 徳島大)
4. 水木悠斗・平尾直久 (JASRI)・大石泰生 (JASRI)・中野智志 (NIMS)・赤浜裕一: 固体水素 III 相の構造と物性研究, 第 55 高压討論会 (2014, 徳島大)
5. 山下寛倫・赤浜裕一: 酸素-窒素二元系の高压低温磁気相転移, 第 55 高压討論会 (2014, 徳島大)
6. 桑山有紀・平尾直久 (JASRI)・大石泰生 (JASRI)・赤浜裕一: Ar-O₂ 二元系の高压相転移と物性, 第 55 高压討論会 (2014, 徳島大)
7. 佐田國富士・赤浜裕一: SQUID を用いた Mo₃Al₂C 超伝導体の高压効果の研究, 第 55 高压討論会 (2014, 徳島大)
8. 藤本勇輝・平尾直久 (JASRI)・大石泰生 (JASRI)・赤浜裕一: ラマン分光による O₂-N₂ 二元系の高压相図と光物性, 第 55 高压討論会 (2014, 徳島大)
9. 藤本勇輝・平尾直久 (JASRI)・大石泰生 (JASRI)・赤浜裕一: SUS301 の構造相転移の研究, 第 55 高压討論会 (2014, 徳島大)
10. 船曳剛司・杉本隼之・平尾直久 (JASRI)・大石泰生 (JASRI)・赤浜裕一: Bi の 332GPa までの X 線回折実験, 第 55 高压討論会 (2014, 徳島大)
11. 水木悠斗・赤浜裕一・中野智志 (NIMS)・平尾直久 (JASRI)・大石泰生 (JASRI): 固体水素高压相: III 相のラマン分光, 日本物理学会秋季大会 (2014, 中部大)
12. 赤浜裕一: 黒リンの圧力誘起半導体—金属トポロジカル転移, 日本物理学会第 70 回年次大会 (2015, 早稲田大)

13. 秋葉和人(物性研)・三宅厚志(物性研)・赤浜裕一・松林和幸(物性研)・上床美也(物性研)・徳永将史(物性研):多重極限下における半金属黒磷の異常量子伝導, 日本物理学会第 70 回年次大会 (2015, 早稲田大)
14. 赤浜裕一・藤本勇輝・中野智志(NIMS):黒リン超薄膜:フォスフォレンの高圧ラマン分光, 第 55 高圧討論会(2014, 徳島大)
15. 秋葉和人(物性研)・三宅厚志(物性研)・赤浜裕一・徳永将史(物性研):パルス強磁場下における黒リンの磁気抵抗測定, 日本物理学会秋季大会(2014, 中部大).
16. 赤浜裕一・藤本勇輝・中野智志(NIMS):黒リン薄膜:フォスファレンの高圧ラマン分光, 日本物理学会秋季大会(2014, 中部大)
17. 福井宏之・米田 明(岡山大地球研)・Alfred Baron(理研):X 線非弾性散乱法による結晶弾性と下部マントル構造, 第 54 回日本鉱物科学会 2014 年会(2014 年, 熊本市)
18. 福井宏之・平岡 望(NSRRC)・平尾直久(JASRI)・青木勝敏(東北大)・赤浜裕一:高密度氷のX線誘起分子解離と水素挙動の関連性, 第 55 回高圧討論会(2014 年, 徳島市)
19. 福井宏之:X 線非弾性散乱法による下部マントル物質の弾性測定, 第 55 回高圧討論会(2014 年, 徳島市)

発表論文

1. Y. Akahama, N. Hirao (JASRI), Y. Ohishi (JASRI), and A. K. Singh (NAL): Equation of state of bcc-Mo by static volume compression to 410 GPa, J. Appl. Phys. **116**, 223504 (2014)
2. Y Akahama, T Maekawa, T Sugimoto, H Fujihisa (AIST), N Hirao (JASRI), and Y Ohishi (JASRI): High-pressure phase diagram of O₂ and N₂ binary system: formation of kagome-lattice of O₂, J. Phys. Cond.: Conf. Series **500**,182001 (2014)
3. T. Sugimoto, Y. Akahama, T. Ichikawa, H. Fujihisa (AIST), N. Hirao (JASRI), and Y. Ohishi (JASRI): Bcc-fcc structure transition of Te, J. Phys. Conf. Series **500**, 192018 (2014)
4. 福井宏之: 非共鳴 X 線非弾性散乱を用いた高圧物質科学におけるフォノン研究, 高圧力の科学と技術, Vol. 25 49-56 (2015)
5. E. Ohtani (Tohoku Univ.), K. Mibe (U. Tokyo), T. Sakamaki (Tohoku Univ.), S. Kamada, S (Tohoku Univ.), Takahashi (Tohoku Univ.), H. Fukui, S. Tsutsui (JASRI), and A.Q.R. Baron (RIKEN): Sound velocity measurement by inelastic X-ray scattering at high pressure and temperature by resistive heating diamond anvil cell, Russian Geology and Geophysics **56**, 190-195 (2015)

2014 年度

国内外学会等

1. 佐藤井一・土橋哲明・松田真輔: ボールミル粉碎によるカルボン酸修飾 Si 超微粒子の作製, 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会 (札幌, 2014. 9)
2. S. Sato, H. Tajima: Thiolate-Capped Silicon Nanoparticle Inks for the Formation of Porous Silicon Films, 5th Topical Meeting on Spins in Organic Semiconductors (Himeji, 2014.10)
3. 陳棟 (関西学院大)・富澤友樹 (関西学院大)・奥畑智貴 (関西学院大)・王莉 (関西学院大)・佐藤井一・八尾浩史・玉井尚登 (関西学院大): シリコン量子ドットの励起子ダイナミクス-近赤外過渡吸収分光と時間分解発光分光-, 第 8 回分子科学討論会 (広島, 2014. 9)
4. 船田智仁・玉井尚人 (関西学院大)・八尾浩史: 遠赤色発光性有機ナノ粒子: ナノ粒子内部粘度のサイズ依存性と強発光化, 第 65 回コロイドおよび界面化学討論会 (東京, 2014. 9).
5. 福井千晃・八尾浩史: ポリイオン会合に基づく発光性 π 共役高分子ナノ粒子の作製法開発, 第 65 回コロイドおよび界面化学討論会 (東京, 2014. 9)
6. 船田智仁・八尾浩史: ルイス酸-塩基対型有機ナノ粒子の作製と新規分光特性の発現, Cat-on-Cat シンポジウム 2014 (姫路, 2014. 12)
7. 福井千晃・八尾浩史: ポリイオン会合に基づくポリフェニレンビニレン π 共役高分子ナノ粒子の作製と発光特性, Cat-on-Cat シンポジウム 2014 (姫路, 2014. 12)
8. 小林亮太・野々口斐之 (奈良先端大)・八尾浩史: キラルな配位子で保護された魔法数 AuAg 二元金属ナノクラスターの作製と不斉光学応答, 第 65 回コロイドおよび界面化学討論会 (東京, 2014. 9)
9. 岩津真名・八尾浩史: 水溶性ホスフィン保護金ナノクラスターの合成・魔法数分画とキラル相間移動, Cat-on-Cat シンポジウム 2014 (姫路, 2014. 12)
10. 小林亮太・野々口斐之 (奈良先端大)・八尾浩史: キラル配位子保護 AuAg 二元金属ナノクラスターの構造・不斉光学応答, Cat-on-Cat シンポジウム 2014 (姫路, 2014. 12).

11. Hiroshi Yao : Circular Magnetoplasmonic Modes of Silver Nanoparticles detected by Spectral Deconvolution Analysis of Electronic Absorption and MCD, 13th International Conference of Near-field Optics and Nanophotonics (NFO-13) (Salt Lake City, 2014. 9).
12. Hiroshi Yao (招待講演) : Ion-based Fluorescent Organic Nanoparticles: Synthesis, Characterization and Spectroscopic Properties, 1st International Caparica Conference on Chromogenic and Emissive Materials (IC3EM-2014) (Lisbon, 2014. 9)
13. 西岡友輔・田島裕之・佐藤井一・池本夕佳 (JASRI)・森脇太郎 (JASRI)・木下豊彦 (JASRI) : PEDOT:PSS 膜の反射率測定, 分子科学会(2014.9, 東広島)
14. 有馬駿介・佐藤井一・田島裕之 : ペリレン単結晶を用いた電界効果型トランジスタ 分子科学会(2014.9, 東広島)
15. H. Tajima: Magnetoresistance and Magnetophotocurrent Associated with Excited States in Organic Compound: An approach using photo-CELIV Measurements: International Workshop on Organic Spintronics and Organic Solar Cells, 2014. 6. 26-27, Wuhan , China (招待講演).
16. Hiroshi Yao : Circular Magnetoplasmonic Modes of Silver Nanoparticles detected by Spectral Deconvolution Analysis of Electronic Absorption and MCD, 13th International Conference of Near-field Optics and Nanophotonics (NFO-13) (Salt Lake City, 2014. 9).
17. Hiroshi Yao (招待講演) : Ion-based Fluorescent Organic Nanoparticles: Synthesis, Characterization and Spectroscopic Properties, 1st International Caparica Conference on Chromogenic and Emissive Materials (IC3EM-2014) (Lisbon, 2014. 9)
18. 西岡友輔・田島裕之・佐藤井一・池本夕佳 (JASRI)・森脇太郎 (JASRI)・木下豊彦 (JASRI) : PEDOT:PSS 膜の反射率測定, 分子科学会(2014.9, 東広島)
19. 有馬駿介・佐藤井一・田島裕之 : ペリレン単結晶を用いた電界効果型トランジスタ 分子科学会(2014.9, 東広島)
20. H. Tajima: Magnetoresistance and Magnetophotocurrent Associated with Excited States in Organic Compound: An approach using photo-CELIV Measurements: International Workshop on Organic Spintronics and Organic Solar Cells, 2014. 6. 26-27, Wuhan , China (招待講演).
21. 池田光雄(阪大)・神田成慶(阪大)・村川寛(阪大)・松田真生(熊本大)・稲辺保(北大)・田島裕之・花咲徳亮(阪大) : 局在スピン密度の巨大磁気抵抗効果への影響, 物理学会 (2015.3, 早稲田大学)

発表論文

1. 佐藤井一: プリンテッドエレクトロニクス用導電性(ナノ)インク的设计・開発とプロセス最適化(サイエンス&テクノロジー, 2014) 48 - 57.

2. 宮野真理・遠藤忍・佐藤井一(発明者): ケイ素微粒子発光体の製造方法, 特許第 5563755 号(登録日 2014 年 6 月 20 日)
3. D. Chen, L. Wang, S. Sato, H. Yao, N. Tamai: Exciton Population Dynamics of Ethoxy-terminated Silicon Quantum Dots: Femtosecond Near-IR Transient Absorption Spectroscopic Study, *Chem. Lett.* **44** (2015) 88 - 90.
4. S. Sato, T. Dobashi, S. Matsuda: Mercaptosuccinic acid modified silicon particle inks: Production, structural, and electrical characterizations, *Chem. Eng. J.* (web release, January 2015)
5. K. Kimura, S. Sato: Measurement of the index of refraction of μm crystals by a confocal laser microscope - Potential application for the refractive index mapping of μm scale, *Rev. Sci. Instrum.* **85** (2014) 053704 (6 pages)
6. Hiroshi Yao, Tomohito Funada: Mechanically Inducible Fluorescence Colour Switching in formation of Organic Nanoparticles of an ESIPT Molecule, *Chem. Commun.*, **50** (2014) 2748–2750.
7. Hiroshi Yao, Ryota Kobayashi: Chiral monolayer-Protected Au-Pd Bimetallic Nanoclusters: Effect of Palladium Doping on their Chiroptical Responses, *J. Colloid Interface Sci.*, **419** (2014) 1–8
8. Yuki Ishikawa, Hiroshi Yao: Surface Magnetoplasmons in Silver Nanoparticles: Apparent Magnetic-Field Enhancement manifested by Simultaneous Deconvolution of UV-vis Absorption and MCD Spectra, *Chem. Phys. Lett.*, **609** (2014) 93–97
9. Ryota Kobayashi, Yoshiyuki Nonoguchi (奈良先端大), Akito Sasaki (リガク), Hiroshi Yao: Chiral Monolayer-Protected Bimetallic Au-Ag Nanoclusters: Alloying Effect on their Electronic Structure and Chiroptical Activity, *J. Phys. Chem. C.*, **118** (2014) 15506–15515
10. 八尾浩史: 表面保護金属ナノクラスターの魔法数構造・電子状態とキラル機能, *化学とマイクロ・ナノシステム学会誌*, 13, 第 1 号 (2014) 9–15
11. T. Isono, H. Kamo, A. Ueda, K. Takahashi, M. Kimata, H. Tajima, S. Tsuchiya, T. Terashima, S. Uji, H. Mori: Gapless quantum spin liquid in an organic spin-1/2 triangular-lattice $\kappa\text{-H}_3(\text{Cat-EDT-TTF})^2$, *Phys. Rev. Lett.*, **112**, 177201 (2014). (5 pages).

2014 年度

国内外学会等

1. T. Isono (物材機構), T. Terashima (物材機構), K. Kikuchi (首都大院理工), J. Yamada, S. Uji (物材機構): Anomalous Antiferromagnetic Order in the Organic Mott Insulator β -(BDA-TTP) $_2$ I $_3$, International Conference on Science and Technology of Synthetic Metals (ICSM 2014), Turku, Finland, June 30-July 5 (2014)
2. T. Isono (物材機構), T. Terashima (物材機構), K. Kikuchi (首都大院理工), J. Yamada, S. Uji (物材機構): Frustrated Magnetic Order in the Organic Spin-1/2 Square Lattice β -(BDA-TTP) $_2$ I $_3$, International Conference on Strongly Correlated Electron Systems (SCES 2014), Grenoble, France, July 7-11 (2014)
3. 八軒佑斗・坪広樹・中辻慎一・山田順一: ジチアン環を有する TTF-DT 縮環型および TTF ドナーを用いた分子性導体の構造と物性, 第 8 回分子科学討論会, 東広島, 9 月 21-24 日 (2014)
4. 石川達也・坪広樹・中辻慎一・山田順一: 新しい DHTTF ドナーを用いた分子性導体の構造と物性, 第 8 回分子科学討論会, 第 8 回分子科学討論会, 東広島, 9 月 21-24 日 (2014).
5. 坂本省吾・坪広樹・中辻慎一・山田順一: ($\pm$)-DMDHDA-TTP と (S,S)-DMDHDA-TTP を用いた分子性導体の構造と物性, 高校生のための科学講座「物質科学の世界を垣間見る!」, 光都, 11 月 9 日 (2014)
6. 稲垣翔太・坪広樹・中辻慎一・山田順一: ビス(メチルチオ)基を有する新しいキラルドナーの合成と性質, 高校生のための科学講座「物質科学の世界を垣間見る!」, 光都, 11 月 9 日 (2014)
7. 西内麗花・坪広樹・中辻慎一・山田順一: 含硫黄七員環を有するドナー分子を用いた分子性導体の構造と物性, 高校生のための科学講座「物質科学の世界を垣間見る!」, 光都, 11 月 9 日 (2014)
8. 松村亮佑・坪広樹・中辻慎一・山田順一: DT-MET とそのキラルなジメチル誘導体を用いた分子性導体の構造と物性, 高校生のための科学講座「物質科学の世界を垣間見る!」, 光都, 11 月 9 日 (2014)

9. 稲垣翔太・星住誠人・坪広樹・中辻慎一・山田順一:ビス(メチルチオ)基を有するキラルドナーを用いた分子性導体の構造と物性, 日本化学会第 95 春季年会, 船橋, 3 月 26-29 日 (2015)
10. 坂本省吾・上月尚治・坪広樹・中辻慎一・山田順一:ラセミ体とキラル体の DMDHDA-TTP を用いた分子性導体の構造と物性, 日本化学会第 95 春季年会, 船橋, 3 月 26-29 日 (2015)
11. 飯田頼嗣(筑波大院数理物質)・杉井かおり(物材機構)・磯野貴之(物材機構)・菊川直樹(物材機構)・津田俊輔(物材機構)・寺嶋太一(物材機構)・坪広樹(阪大院理)・中澤康浩(阪大院理)・山田順一・中辻慎一・Peter Day(ユニヴァーシティ・カレッジ・ロンドン)・宇治進也(物材機構): β'' -(BEDT-TTF)₄[(H₂O)X(C₂O₄)]Y, X=Ga,Fe, Y=Nitrobenzene における異方的超伝導 II, 日本物理学会 2014 年秋季大会, 春日井市, 9 月 7-10 日 (2014)
12. 杉井かおり(物材機構)・山田順一・磯野貴之(物材機構)・寺嶋太一(物材機構)・宇治進也(物材機構): α -(BEDT-TTF)₂KHg(SCN)₄ の角度依存ホール抵抗振動, 日本物理学会 2014 年秋季大会, 春日井市, 9 月 7-10 日 (2014)
13. 杉井かおり(東大物性研)・山田順一・磯野貴之(物材機構)・寺嶋太一(物材機構)・宇治進也(物材機構): α -(BEDT-TTF)₂KHg(SCN)₄ の CDW 状態における磁気トルク異常, 日本物理学会第 70 回年次大会, 西早稲田, 3 月 21-24 日 (2015)
14. 藤井友紀(筑波大院数理物質)・磯野貴之(物材機構)・寺嶋太一(物材機構)・宇治進也(物材機構)・山田順一: κ -(BEDT-TTF)₂Cu(NCS)₂ の磁束状態, 日本物理学会第 70 回年次大会, 西早稲田, 3 月 21-24 日 (2015)
15. 土屋聡(北大院工)・中川紘一(北大院工)・山田順一・戸田泰則(北大院工): κ -(ET)₂Cu(NCS)₂ におけるポンプ-プローブ時間分解分光, 日本物理学会第 70 回年次大会, 西早稲田, 3 月 21-24 日 (2015)
16. H. Akutsu, K. Ishihara, J. Yamada, S. Nakatsuji Y. Nakazawa (阪大院理): ANION POLARITY-INDUCED UNIQUE CRYSTAL STRUCTURES IN ORGANIC CONDUCTORS CONTAINING AN ORGANIC FREE RADICAL, International Symposium on Structural Thermodynamics (ISST-2014), Toyonaka, Japan, September 27 (2014)
17. 石原慧太・坪広樹・中澤康浩(阪大院理)・山田順一・中辻慎一: α - α -(BEDT-TTF)₂(POCON(CH₃)CH₂SO₃)₂•3H₂O の構造と物性, 第 8 回分子科学討論会, 東広島, 9 月 21-24 日 (2014)
18. 坪広樹・山田順一・中辻慎一・中澤康浩(阪大院理): κ -(BETS)₂B(CN)₄ の構造と物性, 第 8 回分子科学討論会, 東広島, 9 月 21-24 日 (2014)

19. K. Fujikura, H. Akutsu, J. Yamada, S. Nakatsuji, M. Satoh (村田製作所): Structures and Properties of Diradical Compounds Containing Disulfide and Nitroxide Groups, 5th Topical Meeting on Spins in Organic Semiconductors (SPINOS 2014), Himeji, Japan, October 13-17 (2014)
20. 川原勇汰・坪広樹・山田順一・中辻慎一: 安定ラジカルを対アニオンとして有するビオロゲンラジカル塩類の合成と性質, 第8回分子科学討論会, 東広島, 9月21-24日(2014)
21. 藤倉昂紀・今井祐輝・坪広樹・山田順一・中辻慎一: 機能性ラジカル化合物の構造と性質, 第8回分子科学討論会, 東広島, 9月21-24日(2014)

発表論文

1. K. Sugii (筑波大院数理物質), K. Takai (東工大院理工), S. Uji (物材機構), T. Terashima (物材機構), H. Akutsu, A. Wada, S. Ichikawa, J. Yamada, T. Enoki (東工大院理工): Magnetic Torque Studies of π -d System κ -(BDH-TTP)₂FeX₄ (X = Br, Cl), J. Phys. Soc. Jpn., **83**, 023704-1-4 (2014)
2. Ya. A. Gerasimenko (レーベデフ物理学研究所), S. V. Sanduleanu (レーベデフ物理学研究所), V. A. Prudkoglyad (レーベデフ物理学研究所), A. V. Kornilov (レーベデフ物理学研究所), J. Yamada, J. S. Qualls (ソノマ州立大), V. M. Pudalov (レーベデフ物理学研究所): Coexistence of superconductor and spin-density wave in (TMTSF)₂ClO₄: Spatial structure of the two-phase state, Phys. Rev. B, **89**, 054518-1-10 (2014)
3. K. Kobayashi (青学大理工), H. Satsukawa (物材機構), J. Yamada, T. Terashima (物材機構), S. Uji (物材機構): Observation of Orbital Resonance Hall Effect in (TMTSF)₂ClO₄, Phys. Rev. Lett., **112**, 116805-1-5 (2014)
4. H. Akutsu, J. Yamada, S. Nakatsuji, S. S. Turner (サレイ大): Crystal Structure of PPh₄[Fe(NO)₂Cl₂], X-ray Structure Anal. Online, **30**, 49-50 (2014)
5. M. Nakagawa, H. Akutsu, J. Yamada, M. Karakawa (阪大産研), Y. Aso (阪大産研), S. Nakatsuji: PHOTO-RESPONSIVE NAPHTHALENEDIIMIDE DERIVATIVE CARRYING NITROXIDE AND AN AZOBENZENE GROUP, Annals Acad. Romanian Sci., **1**, 33-42 (2014)

2014 年度

国内外学会等

1. 柴田徹・近井香子・御前智則・杉村高志:多糖誘導体上でのキラル反応, 日本化学会第 94 春季年会(名古屋, 2014)
2. 藤井香那美・杉村高志, 銅塩による亜鉛カルベン求核性の向上, 日本化学会第 94 春季年会(愛知, 2014)
3. 杉村高志, (招待, 和光純薬, 川越 2014)
4. 柴田徹・近井香子・御崎智則・杉村高志, セルロース誘導体上でのキラル反応 Norrish Type II 反応(セルロース学会, 2014)
5. Changwoo Lee, New aspects for 2,4-pentanediol tethered reaction
6. 杉村高志(招待)不斉触媒と水素結合:固体触媒を用いるエナンチオ区別反応(第 7 回触媒表面化学研究発表会, 2015)
7. 仲井健悟・豆田拓也・杉村高志, フェニル桂皮酸の不斉固体水素化触媒反応における塩基添加の再検討
8. 豆田卓也・杉村高志, Pd 触媒不斉水素化反応におけるキラル修飾剤の多点吸着, 日本化学会第 94 春季年会(愛知, 2014)
9. Kadono, T. Kubota, and T. Y. Okamoto, H. Onimatsu, M Hori, Yukiko Inui, Hiroshige K.,Take (TOCAT 2014, Kyoto, 2014)
10. M. Fujita: Asymmetric Oxidation of Alkenylbenzoates: Unique Selectivity Leading to Oxyisochromanone Natural Products, 4th International Conference on Hypervalent Iodine Chemistry (Narita, 2014) Invited Lecture
11. 下垣実央・藤田守文・杉村高志:超原子価ヨウ素酸化によるジオキソラニルカチオンの生成と反応制御, 日本化学会第 94 春季年会(名古屋, 2014)
12. 竹末拓矢・藤田守文・杉村高志:超原子価ヨウ素を用いた酸化的ラクトンイミン生成反応, 日本化学会第 94 春季年会(名古屋, 2014)
13. 竹末拓矢・藤田守文・杉村高志:超原子価ヨウ素を用いたラクトンイミンの生成反応と変換反応, 第 25 回基礎有機化学討論会(仙台, 2014)

14. 藤田守文・竹末拓矢・杉村高志:アルケニル安息香酸アミドの酸化的環化反応と合成的利用第 16 回ヨウ素学会シンポジウム(千葉, 2014)
15. 下垣実央・藤田守文・杉村高志:超原子価ヨウ素によるアルケン酸化反応の分子内求核種の効果, 2014 年有機反応機構研究会(神戸, 2014)
16. 竹末拓矢・藤田守文・杉村高志:アルケニル安息香酸アミドの酸化的環化反応の選択性と合成利用, 2014 年有機反応機構研究会(神戸, 2014)
17. 藤田守文・下垣実央・竹末拓矢・森一紘・杉村高志:キラル超原子価ヨウ素による不斉酸化とイソクロマノン天然物合成への展開, 第 41 回有機典型元素化学討論会(宇部, 2014)
18. 巽俊文・御前智則・杉村高志:キラル有機塩基触媒を用いる α -ホルミルチオエステのキラル第四級炭素構築を伴う共役付加反応, 日本化学会第 94 春季年会(愛知, 2014)
19. 森田明茜・御前智則・杉村高志:水酸基を持つキラルグアニジンを触媒とする共役付加反応の開発, シンポジウム モレキュラー・キラリティー2014(宮城, 2014)
20. 巽俊文・御前智則・杉村高志:キラルチオウレアー第三級アミンを用いる α -ホルミルチオエステ類のキラル第四級炭素構築を伴う共役付加反応, 第 4 回公開シンポジウム 分子活性化-有機分子触媒合同シンポジウム(北海道, 2014)
21. 林勇介・御前智則・杉村高志:幾何異性混合アルキリデン β -ケトエステルを求電子剤とする立体収束的共役付加反応, 第 34 回有機合成若手セミナー(大阪, 2014)
22. A. Morita, T. Misaki, T. Sugimura, Development of Conjugate Additions to Vinylketones and Dienones Using Chiral Guanidine Catalyst Bearing a Hydroxy Group, Advanced Molecular Transformations by Organocatalysts 2nd International Conference and 7th Symposium on Organocatalysis (Tokyo, 2014)
23. 森田明茜・御前智則・杉村高志:水酸基を有するグアニジンを触媒とするビニルケトン類及びジエノン類への不斉共役付加反応の開発, Cat-on-Cat Symposium in Himeji 2014「水素エネルギー社会に向けての触媒科学と技術」(兵庫, 2014)
24. 西村弘正・陳ナリ・御前智則・杉村高志:キラルグアニジン触媒を用いる 1,3-二置換アレン化合物を求電子剤とした 5H-oxazol-4-one の立体選択的付加反応の開発, Cat-on-Cat Symposium in Himeji 2014「水素エネルギー社会に向けての触媒科学と技術」(兵庫, 2014)
25. 巽俊文・御前智則・杉村高志:キラルチオウレアー第三級アミンを触媒とする α -formyl thioester のエナンチオ選択的 C-C 結合形成反応の開発, Cat-on-Cat Symposium in Himeji 2014「水素エネルギー社会に向けての触媒科学と技術」(兵庫, 2014)
26. 信岡修史・越智良輔・御前智則・杉村高志:キラルグアニジン触媒を用いたカルボン酸誘導体 α -位での共役付加反応の開発, Cat-on-Cat Symposium in Himeji 2014「水素エネルギー社会に向けての触媒科学と技術」(兵庫, 2014)

発表論文

1. K. Fujii, T. Misaki, T. Sugimura, Another Role of Copper in the Simmons–Smith Reaction: Copper-Catalyzed Nucleophilic Michael-type Cyclopropanation of α,β -Unsaturated Ketones, Fujii, K., T. Misaki, T. Sugimura, Chem. Lett., **2014** 634-636.
2. T. Mameda, K. Nakai, T. Misaki, Y. Okamoto, T. Sugimura, Substrate Dependent Ligand Acceleration in Enantioselective Hydrogenation of (E)-2,3-Diarylpropenoic acid on Cinchonidine-Modified Pd/C, Catal. Today, 2014 DOI: 10.1016/j.cattod.2014.1003.10
3. T. Takesue, M. Fujita, T. Sugimura, H. Akutsu: A Series of Two Oxidation Reactions of ortho-Alkenylbenzamide with Hypervalent Iodine(III): A Concise Entry into (3R,4R)-4-Hydroxymellein and (3R,4R)-4-Hydroxy-6-methoxymellein, Org. Lett. **2014**, 16, 4634–4637.
4. A. Morita, T. Misaki, T. Sugimura, 1,6-Addition reaction of 5H-oxazol-4-ones to conjugated dienones catalyzed by chiral guanidines, Chem. Lett. **43**, 1826-1828 (2014)

2014 年度

国内外学会等

1. 西村 龍(筑波大)・西山康太郎(筑波大)・松本大地(筑波大)・柴田友和(筑波大)・石上 泉・小倉尚志・太 虎林(奈良先端大)・長尾 聡(奈良先端大)・松尾貴史(奈良先端大)・廣田 俊(奈良先端大)・莊司長三(名古屋大)・渡辺芳人(名古屋大)・今井清博(法政大)・根矢三郎(千葉大)・鈴木秋弘(長岡高専)・山本泰彦(筑波大):酸素結合型ミオグロビンにおける量子化学的共鳴を通じた酸素親和性および自動酸化反応速度の調節, 第 41 回生体分子科学討論会, 九州大学西新プラザ(福岡), 一般口頭, 2014
2. 川合 穂(茨城大)・山口峻英(茨城大)・正岡重行(分子研)・谷 文都(九州大)・高妻孝光(茨城大)・Linus Chiang (Simon Fraser Univ.)・Tim Storr (Simon Fraser Univ.)・小倉尚志・Robert K. Szilagyi (Montana State Univ.)・島崎優一(茨城大): Ni(III)-salen 錯体の一電子酸化体の電子状態, 錯体化学第 64 回討論会, 中央大学後楽園キャンパス(東京), ポスター, 2014
3. 小倉久司(金沢大)・坂本貴裕(金沢大)・古舘英樹(金沢大)・藤波修平(金沢大)・秋根茂久(金沢大)・酒田陽子(金沢大)・鈴木正樹(九州大)・野村高志・小倉尚志:二核銅(II)ペルオキシ錯体の架橋骨格による酸化反応性の制御, 錯体化学第 64 回討論会, 中央大学後楽園キャンパス(東京), ポスター, 2014
4. 関野実緒(金沢大)・田崎京佑(金沢大)・石川敬直(金沢大)・古舘英樹(金沢大)・藤波修平(金沢大)・鈴木正樹(九州大)・秋根茂久(金沢大)・酒田陽子(金沢大)・野村高志・小倉尚志:酸素活性種を含む二核鉄錯体の合成と酸化反応性, 錯体化学第 64 回討論会, 中央大学後楽園キャンパス(東京), ポスター, 2014
5. 片桐一貴(金沢大)・古舘英樹(金沢大)・藤波修平(金沢大)・鈴木正樹(九州大)・秋根茂久(金沢大)・酒田陽子(金沢大)・野村高志・小倉尚志:フルオロ基を含む二核化配位子を有する二核鉄(III)ペルオキシ錯体の合成および酸化反応性の研究, 錯体化学第 64 回討論会, 中央大学後楽園キャンパス(東京), ポスター, 2014
6. S. Hashihara (筑波大), M. Okumura (筑波大), S. Nagatomo (筑波大), M. Nagai (法政大), T. Ogura, T. Kitagawa, M. Hishida (筑波大), Y. Yamamura (筑波大), K. Saito (筑波大): ハーフメト Hb M における酸素親和性と正常鎖, 異常鎖の配位状態との関係, 第 52 回日本生物物理学会年会, 札幌コンベンションセンター(北海道), ポスター, 2014

7. S. Nagatomo (筑波大), Y. Nagai (法政大), Y. Aki (金沢大), H. Sakurai (金沢大), N. Maruyama (法政大), K. Imai (法政大), N. Mizusawa (法政大), T. Ogura, T. Kitagawa, M. Nagai (法政大, 金沢大): α 鎖あるいは β 鎖の近位ヒスチジンがグリシンに置換された変異ヘモグロビンの機能と構造, 第 52 回日本生物物理学会年会, 札幌コンベンションセンター(北海道), ポスター, 2014
8. R. Nishimura (筑波大), D. Matsumoto (筑波大), T. Shibata (筑波大), S. Yanagisawa, T. Ogura, H. Tai (奈良先端大), T. Matsuo (奈良先端大), S. Hirota (奈良先端大), S. Neya (千葉大), A. Suzuki (長岡高専), Y. Yamamoto (筑波大): 一酸化炭素よりも酸素に対して高い親和性を示すミオグロビンの創製, 第 52 回日本生物物理学会年会, 札幌コンベンションセンター(北海道), ポスター, 2014
9. 坂口美幸・木村哲就(理研)・上野 剛(理研)・城 宜嗣(理研)・小倉尚志・久保 稔(理研): X 線回折計と共存した同軸・同時可視吸収分光装置の開発, 平成 26 年度日本結晶学会年会, 東京大学農学部(東京), ポスター, 2014
10. T. Ogura: Vibrational Spectroscopic Investigation of Molecular Mechanisms of Aerobic Respiration, Advances in Live Single-Cell Thermal Imaging and Manipulation, 沖縄科学技術大学院大学シーサイドハウス(OIST)(沖縄), 招待講演, 2014
11. 中川善之・伊藤-新澤恭子・吉川信也・中島 聡・小倉尚志: 時間分解共鳴ラマン分光法によるチトクロム *c* 酸化酵素の反応ダイナミクスの研究, 日本化学会第 95 回春季年会, 日本大学理工学部船橋キャンパス/薬学部(千葉), ポスター, 2015
12. 柳澤幸子・デシュパンデ メガ スプハシユ(奈良先端大)・廣田 俊(奈良先端大)・中川達央((株) ユニソク)・小倉 尚志: ストップフロー共鳴ラマン分光法によるミオグロビンヘム近傍構造変化の追跡, 日本化学会第 95 回春季年会, 日本大学理工学部船橋キャンパス/薬学部(千葉), ポスター, 2015
13. 中島 聡・久保 稔・石上 泉・新澤-伊藤恭子・吉川信也・小倉尚志: チトクローム酸化酵素の反応初期過程での共役機構, 第 6 回日本生物物理学会 中国四国支部大会, とりぎん文化会館(鳥取), 一般口頭, ポスター, 2014
14. 中島 聡・久保 稔・石上 泉・新澤-伊藤恭子・吉川信也・小倉尚志: 時間分解振動分光法でみたチトクローム酸化酵素の反応初期過程での共役機構, 第 41 回生体分子科学討論会, 九州大学西新プラザ(福岡), 一般口頭, 2014
15. T. Ogura, S. Nakashima, M. Kubo, S. Yamaguchi, M. Mochizuki, K. Shinzawa-Itoh, S. Yoshikawa: Cooperative Structural Dynamics of Proton Pumping Elements in Cytochrome *c* Oxidase as Studied by Innovative Infrared Spectroscopy, 8th International Conference on Porphyrins and Phthalocyanines (ICPP-8), Istanbul, Turkey, 招待講演, 2014

16. 西口達人・引田理英・新澤-伊藤恭子・吉川信也・中島 聡・小倉尚志:チトクロム *c* 酸化酵素の酸素還元反応の時間分解赤外吸収測定を目的とした酸素肺フローシステムの開発, 第 52 回日本生物物理学会年会, 札幌コンベンションセンター(北海道), ポスター, 2014
17. S. Nakashima, M. Kubo, I. Ishigami, K. Shinzawa-Itoh, S. Yoshikawa, T. Ogura: チトクロム酸化酵素の反応初期過程における共役機構の解明, 第 52 回日本生物物理学会年会, 札幌コンベンションセンター(北海道), ポスター, 2014
18. 小倉尚志: 金属中心-タンパク質間の情報伝達ダイナミクス: 赤外分光法による検出, 分子研研究会「生物無機化学の最先端と今後の展望: 金属と生体分子の作用機序解明とモデル化および応用への展開」, 分子科学研究所 岡崎コンファレンスセンター(愛知), 招待講演, 2015
19. 西口達人・李 辰・伊藤 - 新澤恭子・吉川信也・中島 聡・小倉尚志:チトクロム *c* 酸化酵素の反応初期過程の研究, 日本化学会第 95 回春季年会, 日本大学理工学部船橋キャンパス/薬学部, (千葉), 一般口頭, 2015
20. 萱間紅絵・柳澤幸子・杉本 宏(理研)・城 宜嗣(理研)・小倉尚志:インドールアミン 2,3-ジオキシゲナーゼの反応機構の解析, 第 6 回日本生物物理学会 中国四国支部大会, とりぎん文化会館(鳥取), 一般口頭, ポスター, 2014
21. S. Yanagisawa, M. Hara, K. Kayama, H. Sugimoto (理研), Y. Shiro (理研), T. Ogura: Visible and UV resonance Raman study on indoleamine 2,3-dioxygenase, 8th International Conference on Porphyrins and Phthalocyanines (ICPP-8), Istanbul, Turkey, 招待講演, 2014
22. 萱間紅絵・柳澤幸子・杉本 宏(理研)・城 宜嗣(理研)・小倉尚志:紫外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三者複合体中間体モデルの研究, 第 52 回日本生物物理学会年会, 札幌コンベンションセンター(北海道), ポスター, 2014
23. 柳澤幸子・原 雅行・杉本 宏(理研)・城 宜嗣(理研)・小倉尚志:紫外共鳴ラマン分光法による酵素に結合した基質の構造解析, 第 52 回日本生物物理学会年会, 札幌コンベンションセンター(北海道), ポスター, 2014
24. 内藤 晶(横浜国大)・伊藤(渡邊) ひかり(横浜国大)・Namsrai Javkhlantugs(横浜国大)・近藤正志(横浜国大)・中越雅道(横浜国大)・川村 出(横浜国大)・辻 暁・斉藤肇・内藤 晶(横浜国大): 固体NMRとTEMによるヒトカルシトニンにおけるアミロイド線維形成と阻害機構の解明, 第53回NMR討論会(大阪), 一般口頭, 2014
25. 大島恭介(横浜国大)・重田安里寿(横浜国大)・榎野 義輝(横浜国大)・川村 出(横浜国大)・沖津貴志(神戸薬科大)・和田昭盛(神戸薬科大)・辻 暁・内藤 晶(横浜国大): In-situ光照射 - 固体NMRによるバクテリオロドプシンY185F変異体の光サイクルとO - 中間体の解析, 第53回NMR討論会(大阪), ポスター, 2014

26. Arisu Shigeta (横浜国大), Ryota Miyasa (横浜国大), Miyako Horigome (横浜国大), Izuru Kawamura (横浜国大), Takashi Okitsu (神戸薬科大), Akimori Wada (神戸薬科大), Satoru Tuzi, Akira Naito (横浜国大): Structural changes in the photoexcited process in retinal of Bacteriorhodopsin studied by in-situ photoirradiation solid-state NMR, The 52nd annual meeting of biophysical society Japan, Hokkaido, ポスター, 2014
27. Kyosuke Oshima (横浜国大), Arisu Shigeta (横浜国大), Yoshiteru Makino (横浜国大), Izuru Kawamura (横浜国大), Takashi Okitsu (神戸薬科大), Akimori Wada (神戸薬科大), Satoru Tuzi, Akira Naito (横浜国大): Characterization of O-like intermediate trapped in Y185F mutant in Bacteriorhodopsin by in-situ photo-irradiation solid-state NMR, The 52nd annual meeting of biophysical society Japan, Hokkaido, ポスター, 2014
28. 神田直樹・柳澤幸子・小倉尚志・辻 暁: ハチ毒メリチンの細胞毒性に関与する中性脂質膜中における会合体形成過程の分光学的解析, 化学会第95春季年会(千葉), 一般口頭, 2015

発表論文

1. S. Hong (Ewha Womans Univ.), B. Wang (Ewha Womans Univ.), M. S. Seo (Ewha Womans Univ.), Y. M. Lee (Ewha Womans Univ.), M. J. Kim (Ewha Womans Univ.), H. R. Kim (KRICT), T. Ogura, R. Garcia-Serres (LCBM), M. Clemancey (LCBM), J. M. Latour (LCBM), W. Nam (Ewha Womans Univ.): Highly reactive nonheme iron(III) iodosylarene complexes in alkane hydroxylation and sulfoxidation reactions, *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, **53**, 6388-6392 (2014)
2. K. Hirata (理研), K. Shinzawa-Itoh, N. Yano, S. Takemura, K. Kato, M. Hatanaka, K. Muramoto, T. Kawahara, T. Tsukihara, E. Yamashita (大阪大), K. Tono (JASRI), G. Ueno (理研), T. Hikima (理研), H. Murakami (理研), Y. Inubushi (理研), M. Yabashi (理研), T. Ishikawa (理研), M. Yamamoto (理研), T. Ogura, H. Sugimoto (理研), J. R. Shen (岡山大), S. Yoshikawa, H. Ago (理研): Determination of damage-free crystal structure of an X-ray-sensitive protein using an XFEL, *Nat. Methods*, **11**, 734-736 (2014)
3. R. Nishimura (筑波大), T. Shibata (筑波大), H. Tai (奈良先端大), I. Ishigami, S. Yanagisawa, T. Ogura, S. Neya (千葉大), A. Suzuki (長岡技術大), Y. Yamamoto (筑波大): Effect of the Electron Density of the Heme Fe Atom on the Fe-Histidine Coordination Bond in Deoxy Myoglobin, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **87**, 905-911 (2014)
4. T. Abe (大阪大), Y. Morimoto (大阪大), T. Tano (大阪大), K. Mieda, H. Sugimoto (大阪大), N. Fujieda (大阪大), T. Ogura, S. Itoh (大阪大): Geometric control of nuclearity in copper(I)/dioxygen chemistry, *Inorg. Chem.*, **53**, 8786-8794 (2014)
5. R. Nishimura (筑波大), D. Matsumoto (筑波大), T. Shibata (筑波大), S. Yanagisawa, T. Ogura, H. Tai (奈良先端大), T. Matsuo (奈良先端大), S. Hirota (奈良先端大), S. Neya

- (千葉大), A. Suzuki, Y. Yamamoto (筑波大): Electronic control of ligand-binding preference of a myoglobin mutant, *Inorg. Chem.*, **53**, 9156-9165 (2014)
6. M. Kawai (茨城大), T. Yamaguchi (茨城大), S. Masaoka (分子研), F. Tani (九州大), T. Kohzuma (茨城大), L. Chiang (Simon Fraser Univ.), T. Storr (Simon Fraser Univ.), K. Mieda, T. Ogura, R. K. Szilagy (Montana State Univ.), Y. Shimazaki (茨城大): Influence of ligand flexibility on the electronic structure of oxidized Ni(III)-phenoxide complexes, *Inorg. Chem.*, **53**, 10195-10202 (2014)
 7. T. Nomura, S. Yanagisawa, K. Shinzawa-Itoh, S. Yoshikawa, T. Ogura: Effects of proton motive force on the structure and dynamics of bovine cytochrome *c* oxidase in phospholipid vesicles, *Biochemistry*, **53**, 6382-6391 (2014)
 8. H. Kotani (筑波大), S. Kaida (筑波大), T. Ishizuka (筑波大), M. Sakaguchi, T. Ogura, Y. Shiota (九州大), K. Yoshizawa (九州大, 京都大), T. Kojima (筑波大): Formation and characterization of a reactive chromium(v)-oxo complex: mechanistic insight into hydrogen-atom transfer reactions, *Chem. Sci.*, **6**, 945-955, (2015)
 9. T. Hayashi (大阪大), Y. Asano (大阪大), Y. Shintani (大阪大), H. Aoyama (大阪大), H. Kioka (大阪大), O. Tsukamoto (大阪大), M. Hikita, K. Shinzawa-Itoh, K. Takafuji (大阪大), S. Higo (大阪大), H. Kato (大阪大), S. Yamazaki (国立循環器病研究センター), K. Matsuoka (大阪大), A. Nakano (国立循環器病研究センター), H. Asanuma (京都府立医科大), M. Asakura (国立循環器病研究センター), T. Minamino (大阪大), Y. Goto (NCNP), T. Ogura, M. Kitakaze (国立循環器病研究センター), I. Komuro (東京大学), Y. Sakata (大阪大), T. Tsukihara, S. Yoshikawa, S. Takashima (大阪大): Higd1a is a positive regulator of cytochrome *c* oxidase, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **112**, 1553-1558 (2015)
 10. T. Tsugawa (金沢大), H. Furutachi (金沢大), M. Marunaka (金沢大), T. Endo (金沢大), K. Hashimoto (金沢大), S. Fujinami (金沢大), S. Akine (金沢大), Y. Sakata (金沢大), S. Nagatomo (筑波大), T. Tosha (理研), T. Nomura, T. Kitagawa, T. Ogura, M. Suzuki (九州大): Oxidation Reactivity of a Structurally and Spectroscopically Well-defined Mononuclear Peroxocarbonato-Iron(III) Complex, *Chem. Lett.*, **44**, 330-332 (2015)
 11. S. Nakashima, T. Ogura, T. Kitagawa: Infrared and Raman spectroscopic investigation of the reaction mechanism of cytochrome *c* oxidase, *Biochim. Biophys. Acta*, **1847**, 86-97 (2015)

2014 年度

国内外学会等

1. Y. Oka, T. Obata, Y. Nishimura and T. Nakamura: High Temperature Cycling Performance of $\text{LiNi}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$ Cathode with DLC Protective Film, The 17th International Meeting on Lithium Battery, 2014.
2. R. Hanafusa, Y. Oka and T. Nakamura: Electrochemical and Magnetic Studies of Li-Deficient $\text{Li}_{1-x}\text{Co}_{1-x}\text{Fe}_x\text{PO}_4$ Olivine Cathode Compounds, The 17th International Meeting on Lithium Battery, 2014.
3. 岡好浩, 小畑大樹, 西村好美, 中村龍哉: DLC 保護膜を用いたリチウムイオン電池正極の高温サイクル, 第 55 回電池討論会, 2014.
4. 中村龍哉: 5V 級高電圧正極の研究開発 (招待講演), 第 88 回電池構想部会, 日本電気化学会, 2014.
5. 中村龍哉: 高電圧酸化物正極の合成 (招待講演), 2015 表面科学技術研究会, 日本表面科学会, 2015.
6. 石津功介, 岡好浩, 中村龍哉: 充放電過程における Ni-Co-Mn 三元系層状酸化物の体積変化 (II), 2014 年電気化学会秋季大会, p254 (2014)
7. 花房令子, 岡好浩, 小林陽, 中村龍哉: 高電圧正極材料 $\text{Li}_{1-x}\text{Co}_{1-x}\text{Fe}_x\text{PO}_4$ の充放電中における結晶構造変化, 2014 年電気化学会秋季大会, p247 (2014)
8. 松本英良, 岡好浩, 中村龍哉: 水系塗料を用いたリチウムイオン二次電池正極塗布膜の作製 (II), 2014 年電気化学会秋季大会, p251 (2014)
9. 小畑大樹, 岡好浩, 中村龍哉: 塗布正極／集電体界面の接合と電極特性, 2014 年電気化学会秋季大会, p254 (2014)
10. 花房令子, 小谷和希, 石津功介, 岡好浩, 中村龍哉: 5V 級正極材料 $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ 粗大粒子の作製と電気化学特性, 2014 年電気化学会第 82 回大会, 1124 (2015)

発表論文

1. Y. Oka, T. Obata, Y. Nishimura and T. Nakamura: High Temperature Cycling Performance of $\text{LiNi}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$ Cathode with DLC Protective Film, Journal of the Electrochemical Society, Vol.**162**, A3032-A3037 (2015)
2. R. Hanafusa, Y. Oka and T. Nakamura: Electrochemical and Magnetic Studies of Li-Deficient $\text{Li}_{1-x}\text{Co}_{1-x}\text{Fe}_x\text{PO}_4$ Olivine Cathode Compounds, Journal of the Electrochemical Society, Vol.**162**, A3045-A3051 (2015)
3. C. Tomonobu, Y. Oka and T. Nakamura: Initial Cycling Performance of LiFePO_4/C Composite Particles Prepared by Gas-Solid Phase Reaction, Jpn. J. Powder and Powder Metallurgy, Vol.**61**, 158-162 (2014)
4. C. Tomonobu, Y. Oka and T. Nakamura: Preparation of LiFePO_4 Cathode with Use of Carbon Wool as Current Collector, Jpn. J. Powder and Powder Metallurgy, Vol.**61**, 392-396 (2014)

4. 教育への活用

液体窒素を用いて物質を冷やすことで、物質の性質は大きく変化します。小学校での出前授業、オープンキャンパスなどで超伝導転移や、酸素や二酸化炭素を冷やしたときに起こる変化を実際に見てもらいました。また、近隣の学校での文化祭で低温実験のため、液体窒素の提供をしました。

○ 出前授業

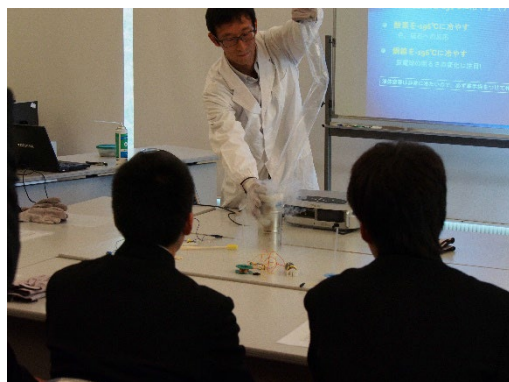
平成 27 年 1 月 14 日 たつの市立新宮小学校
1 月 23 日 たつの市立神部小学校
2 月 27 日 たつの市立播磨高原東小学校

○ 展示

平成 27 年 4 月 29 日 オープンキャンパス
8 月 7 日 オープンキャンパス
11 月 14 日 高校生のための科学講座「物質科学の世界を垣間見る！」

○ 近隣の学校への液体窒素の供給

兵庫県立相生高等学校
兵庫県立龍野高等学校



左 高校生のための科学講座での液体窒素を使った二酸化炭素の冷却実験。

右 科学講座のプログラム

プログラム	
【セミナールーム1(3F)】	
13:00～13:20	はじめに
13:20～16:30 物質科学実験コーナー	
【多目的室(2F)】	
「金属錯体を使って色素増感太陽電池を作ろう！」 (担当:構造物性学講座)	
「磁石の不思議と謎」 (担当:応用数学講座)	
「低温で現れる物質の新しい性質」 (担当:低温センター)	
【セミナールーム2(3F)】	
「有機化合物を当てる - 薄層クロマトグラフィー分析」 (担当:機能性物質学Ⅱ講座)	
【セミナールーム3(3F)】	
「発光物質について学ぼう - 蛍からシリコンナノ粒子まで」 (担当:機能性物質学Ⅰ講座)	
【交流サロン(2F)】	
16:30～17:30	ポスター発表
17:30	解散

播磨高原東小学校における SAS (Science Adventure School) : 低温実験

兵庫県立大学 理学部 山口 明

2015 年 2 月 27 日 (金) 午前 9 時より 3 時間弱, 播磨高原東小学校 5, 6 年生の計 37 名を対象に実験授業を行った。

SAS (Science Adventure School) は, 播磨高原東小が伝統的に行っている特別教育プログラムである。「地域の支援で育まれる科学の学習」というスローガンのもと, 学区内にある兵庫県立大学, SPring-8 の研究者が協力して, 科学分野の発展的内容を実験・実習を通して, 子供たちに体験してもらう機会を提供している。兵庫県立大主催の SAS は今年で, 5 回目を迎えており (表 1), 兵庫県立大理学部の教員が持ちまわりで授業を行っている。本年度は, 理学部山口が, 電子物性学講座の大学院生 (4 名), 低温センターの協力を得て, 「低温の実験」というテーマで実験・授業を行った。

表 1. 兵庫県立大 SAS と担当者一覧 (敬称略)

年度	担当者	テーマ
2010	水戸毅	液体窒素・空気の膨張?
2011	小林寿夫	
2012	籠島靖	
2013	下條竜夫	空気砲・液体窒素
2014	山口明	低温の実験
2015	予定: 安川智之	
2016	予定: 田中義人	

授業は理科室で行った。予め 9 個のテーブルでやることをお願いしておき, 5 年生, 6 年生混合の班 (各班 4~5 名) を作ってもらった。

挨拶, 自己紹介の後, 20 分ほどプロジェクターとポスターを作って, 低温 (0°C 以下, から絶対零度 -273.15°C まで) で起こる現象や事象などについて簡単な授業をした。絶対温度 (ケルビン) 単位系や, 地球の最低気温, 宇宙の最低温など, 温度に関するクイズを交えながら, できるだけ「温度・低温」という抽象的な概念を身近なものとして感じてもらえるように配慮しながら, 話をした。

授業のあとに, 液体窒素を使った実験を始めた。初めに液体窒素を扱う上での注意点を説明し, 実例として, 液体窒素などの寒剤が急激に膨張した際の爆発的な現象を説明するため, カメラのフィルムケースを利用したロケットの実演を行った。

その後, 液体窒素による物体の冷却を理解する実験として, 水 (融点 0°C), アルコール (融点約 -80°C) を凍らせる実験を行い, 凍りやすさの違いを比較した。さらに, アルミ缶に液体窒素を注ぎ, 空気中の酸素が液化することを観察し, 実際に酸素である

ことを確認するため線香の火を近づけ、燃え上がることを確かめた。

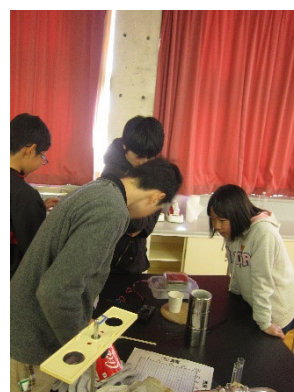
メインの実験としては、液体窒素とアルコールを使った霧箱の作成を行った。白金抵抗温度計を室温と、液体窒素温度で校正し、簡易温度計(実際はグラフ)を作成し、温度を -100°C ぐらいになるよう温度調節しながら、アルコール霧箱を冷やしていく。霧箱の原理上最も重要なのは、過飽和層の形成であるが、冷やしすぎたグループでは、アルコールが凍ってしまうなどの現象も見られた。9 個のグループのうち、成功したのは 4 グループほどであり、霧箱を使って、自然界に存在するアルファ線やベータ線などの観測を行うことができた。失敗したグループは、院生がデモ的に作成した霧箱を使ったり、他の成功しているグループに見に行ってもらったりするようにし、全員が一度は粒子線の痕跡を見る経験ができるようにした。

この段階で当初の時間はオーバーしていたが、小学校の先生の計らいで時間を延長してもらい、余った時間で、輪ゴムなどを好きに凍らしてもらうなど液体窒素を使って好きに遊んでもらった。授業で一番盛り上がったのはこの時間であり、こちらが何か企画して行う実験よりも、自由に遊ぶほうが楽しいのは、皮肉なものである。

最後に、実験には成功もあれば失敗もある、ということを話し、子供たちからの挨拶があったあと、後片付けをしてもらって終了した。

多少難しいところもあったかも知れないが、楽しそうに実験してくれたのでよかったと思っている。反省点としては、ひとつひとつの実験に予想以上の時間がかかり、2 時限の予定が、まるまる 3 時限費やしてしまったことである。予め通しで予備実験したのだが、人数が多く作業にどうしても時間がかかるということを考慮に入れる必要がある。

最後に、播磨高原東小の校長先生、先生方のご協力に感謝申し上げます。また、実験を手伝ってくれた院生諸氏(郷地、川勝、藤沢、青山氏)、および、実験に必要な機材、および寒剤を提供してくださった低温センター(小山氏)に心よりの感謝を申し上げます。





播磨高原東小学校での授業風景

5. 寒剤利用状況

利用分野

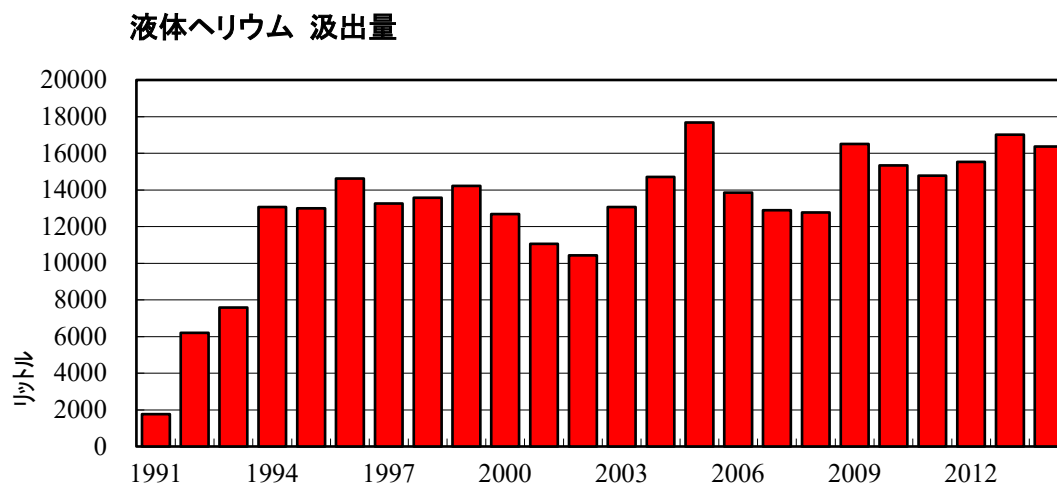
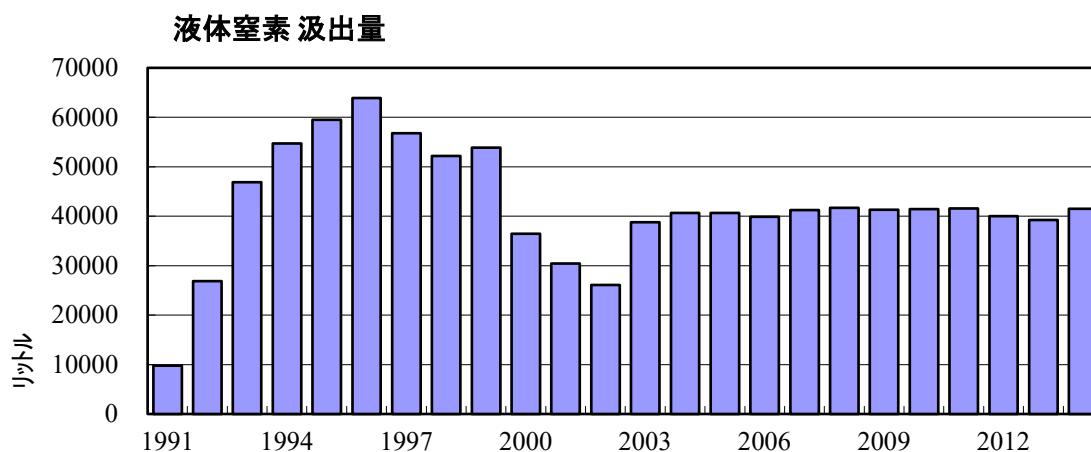
液体ヘリウム 理学部 物質科学科 9 分野, 生命科学科 1 分野

工学部 電気系工学専攻 1 グループ,

液体窒素 理学部 物質科学科 11 分野, 生命科学科 13 分野, 学部 3 年次学生実験
地域の学校 龍野高校, 相生高校

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、ここ数年は年間約 16,000 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



6. 平成 27 年に行った点検・修理

・ 2015 年 3 月 2 日 三重管式トランスファーチューブのガスパージ

2014 年 12 月以降, ヘリウム液化機運転開始後, 液化移行直後にエラー表示が出てタービンが自動停止する異常が発生. 12 月 9 日と 2015 年 2 月 9 日はタービンが一度は自動停止したものの 2 時間ほど置き再度起動させれば正常な液化運転に移行した. しかし 2 月 19 日と 2 月 24 日には, 一度目のタービン自動停止後, 時間を置き再起動しても再び自動停止してしまい全く液化の出来ない状態となった.

以下の点から, 三重管式トランスファーチューブの詰まりが原因であると判断.

- ・ 液化 (Purify) 自体は行われている.
- ・ 1000 L ヘリウム貯槽内の圧力は, 通常, 液化開始後 0.04 MPa まで上がるが異常停止する際は液化移行後も 0.010 - 0.015 MPa までしか上がらない.
- ・ 液化機 Coldbox 内の電動弁 CV111 は開いているので, その先のトランスファーチューブまでは液体ヘリウムが送られている.

3 月 2 日, 三重管式トランスファーチューブのガスパージを実施.

これにより, 液化運転は異常なく行えるようになった.

しかしその後も, 2015 年 7 月と 12 月にもトランスファーチューブの詰まりが発生したので同様にガスパージを実施した.

不純物がトランスファーチューブまで到達してしまう原因は不明.

今後は液化機内ヘリウムラインの真空引き回数を増やすことで詰まりのリスクをなるべく下げたい.

・ 2015 年 3 月 20 日 回収 He ガス純度計の校正及び検査

全研究室からの回収ヘリウム純度を計る熱伝導ガス分析計 (アナログ計). 純度低下は検知出来ていたものの普段は 100% を振り切り 100.2% を指していたのでメーカーにより校正. これにより, 普段の指示値は $99.6 \pm 1\%$ となった.

校正後の検査成績は良好で, 検知の正確性 (直進性・繰返し性) と計器自体の絶縁抵抗, 耐電圧, 気密耐圧はすべて異常なし.

1991 年の設置から 24 年経ち, メーカーも現在はアナログではなくデジタルの熱分析計を製造している. 今回のような調整は今後も可能であるが, もし部品が故障した場合は直せる保障は無いとのこと.

・ 2015 年 5 月 21 日 液化窒素 10000L CE の塗装

2014 年 12 月 19 日, 液化窒素 CE (コールドエバポレーター) の定期自主検査. その際, CE 側面に錆が浮き出てきており, ただちに強度に影響しないが放置しておけば錆が進行するので再塗装が望ましいとの指摘を受けた.

2015 年 5 月 21 日, 業者による施工. 錆の箇所を削りとり下地処理をした上で再塗装を実施した. いったん錆が発生した箇所は錆が再発しやすいので, CE を使い続けるためには 5 年単位ほどで再塗装をしていく必要がある.

・ 2015 年 9 月 10 日 He 回収用ガスバッグの更新

2007 年から 8 年間使用してきた He 回収用ガスバッグを新しいものに交換した.

以前のガスバッグは, 剥離と微小なピンホールが多数見つかリ 2014 年 6 月に応急で補修した. しかし補修箇所以外も折れと擦れで傷んでおり, 新たに剥離やピンホールが出来る恐れがあった. 漏えいが起きても発見は困難であり, 発覚しないまま使い続けることが予想されたので, 早急に更新すべき状態であった.

交換後のガスバッグはゴム製のカバーで覆われている. 前年の応急処置時にガスバッグ周囲に設置した保護ブラシートと併せることで擦れと折れへの耐久性が高い. 現在, 異常なく稼働中.

■ その他, 発覚した異常

・6 月 3 日 ガスドライヤーの開放検査(3 年毎)

ドライヤー再生用バンドヒーターの劣化が判明した. 現在, ヒーターの交換を予定している. なおドライヤー本体を覆うグラスウールは現在, 他施設では使われていないとの事でこの機会に取り除いた.

・7 月 1 日 He 回収カードルの容器再検査(5 年毎)

容器検査時に He ポンベ 25 本組カードル 3 基のうち 1 基で異常が見つかる. ポンベ自体は全て合格だがポンベ同士をつなぐ配管(銅管)の T 字溶接部分から微小漏えいが発見された. ろう付けにより補修.

今後もその箇所から微小漏えいが起こらないとは限らないので定期的にチェックをしていく必要がある.

・7月21日 窒素汲出し場の台はかりの表示に異常

7月17日に猛烈な大雨が降り、台はかりを設置している地下(掘り下げ)部の排水口を逆流し外部水路から水が浸入。台はかりの電子基板が濡れてしまい重量の表示が不正確となる。数日に分けて乾かし8月には正常な状態に戻った。



液化窒素 CE 塗装前



液化窒素 CE 塗装後

7. 低温センター関係行事

平成 26 年度

2014 年

- 4 月 30 日 安全講習会
- 5 月 26 日 低温センター運営委員会
- 6 月 4-5 日 ヘリウム液化設備 定期自主検査
- 6 月 12 日 液体窒素貯槽 定期自主検査
- 6 月 23 - 27 日 ヘリウム回収ガスバッグの補修
- 7 月 23 日 (一社)兵庫県高圧ガス協会による保安検査
- 10 月 23 - 29 日 高圧ガス保安活動促進週間
- 12 月 3 日 液体窒素貯槽定期自主検査

2015 年

- 3 月 2 日 三重管式トランスファーチューブのメンテナンス(パージ)
- 3 月 20 日 回収ヘリウムのガス純度計を校正

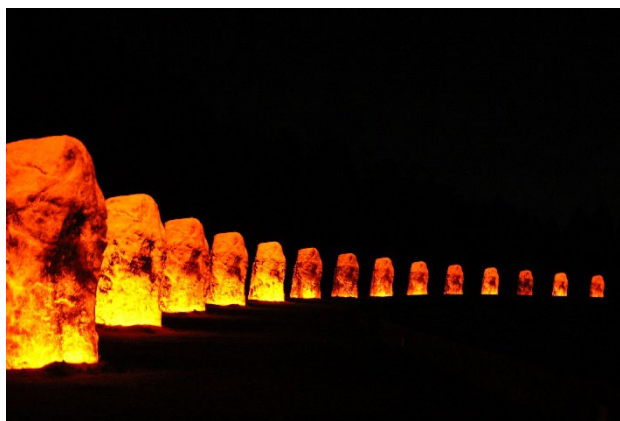
平成 27 年度

- 4 月 30 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 26 日 低温センター運営委員会
(小林寿夫, 石川潔, 川崎郁斗, 満身 稔, 柳澤幸子, 小山岳秀)
 - ① 2015 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 2014 年度寒剤使用量についての報告
 - ⑤ 2014 年度の寒剤価格の決定

- 5 月 21 日 液化窒素貯槽(10000 L CE)の塗装
- 6 月 2-4 日 ヘリウム液化設備定期自主検査
- 6 月 3 日 油水分離機, 中圧ガスドライヤー開放検査
- 5 月 8 日
- ～7 月 1 日 ヘリウム回収用カードル A, B, C (40 本組 3 基) 容器再検査
- 7 月 23 日 (一社)兵庫県高圧ガス協会による保安検査
- 8 月 5 日 三重管式トランスファーチューブのメンテナンス(ページ)
- 9 月 10 日 ヘリウム回収用ガスバッグの更新
- 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
- 12 月 3 日 液化窒素貯槽定期自主検査
- 12 月 8 日 三重管式トランスファーチューブのメンテナンス(ページ)

8. テクノから

そろそろ 1 年になる昨年の 12 月，播磨科学公園都市（テクノ）のセンターサークルがクリスマス期間中ライトアップされた。ここの照明が全面的に点灯するのは 12 年ぶりのことだそう。新聞などで事前に報道されていたようだが，それを知らなかった私はジョギングをしていていつもと違う都会的な明るさに立ち止まった▼このセンターサークルはランドスケープアーキテクト（造園家）のピーター・ウオーカー（米国）のデザインによるものである。ここ光都の活性化を図るため，照明の一部 LED 化を行い，すべての照明の点灯再開に先立っての試験点灯だと報道されていた▼10 年前，センターサークルを囲むように設置されている擬石（通称モアイ像）の闇に浮かぶ怪しげな赤い光を目にしたとき，奇抜な色への驚きがあったのを思い出す。これを昼間触ったときの大きさとプラスチック感のギャップも印象的だったが▼6 月上旬はテクノから上郡，相生，新宮，佐用のどの方向に行っても，川辺に蛍の群舞を見ることができる。暗闇で一斉についたり消えたりするこの光は幻想的だ。蒸し暑い，風のない日に乱舞すると言われている。なかなかどの日かわからないが。



センターサークルを囲んで設置されている擬石

9. 編集後記

低温センターでは液体窒素の汲出した量を重さを測ることで算出しています。50ℓ以上の容器はピットに埋め込んだ台はかりを使っています。7月の大雨のあと台はかりのデジタル表示が安定しなくなりました。調べてみるとピットが濡れていました。しかし、汲出しをする建物内に雨が吹き込んだ跡はありません。どうやらピット部分の一部が排水溝につながっていて、増水による逆流によりはかりが濡れてしまったようです。排水のための配管が裏目に出てしまった結果になりました。濡れた部分を何日かかけて乾かして、はかりは正常に作動するようになりほっとしています。はかりの水平を保つための足こまが腐食していることがわかり交換しましたが。

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の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。ヘリウム液化機と貯槽をつなぐ三重管が詰まるトラブルが3度あり、液体ヘリウムの供給停止をしましたが、それ以外の期間は安定した寒剤の供給ができました。これらは、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。また、ガスバックの更新、CEの塗装を行うことで劣化部分の問題が一部改善できました。今後とも関係者皆様のご協力とご支援をよろしくお願いします。

平成 27 年 12 月 22 日
低温センター 小山岳秀

兵庫県立大学理学部低温センターだより

第 8 号

平成 27 年（2015 年）12 月

編集責任者 低温センター長 小林寿夫

編 集 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: 兵庫県立先端科学技術支援センター 石造りのモニュメント