

# 物性研だより

第55巻  
第2号

2015年7月

目次	1	第9回日本物理学会若手奨励賞を受賞して	宮町 俊生
	3	日本物理学会若手奨励賞を受賞して	阪野 壘
	4	ISSP柏賞を受賞して	福島 昭子
	5	第12回ISSP柏賞を受賞して	原沢 あゆみ
	6	強相関電子系における新しい量子物性の開拓	中辻 知
	7	強磁場フォーラム三浦奨励賞を受賞して	小濱 芳允
	9	日本中性子科学会第12回学会賞を受賞して	柴山 充弘
	12	平成26年度日本表面科学会 会誌賞を受賞して	吉信 淳、小坂谷 貴典
	14	物性研に着任して	平井 大悟郎
	15		Li Xian
	16		挟間 優治
	17	客員所員を経験して	神取 秀樹
	19		河江 達也
	21		関川 太郎
	22		虻川 匡司
	24		中村 真
		ISSPワークショップ	
	26	○ SPring-8 BL07LSUの現状と新たな光源に向けた取り組み	
	29	○ topological aspects in correlated electron systems March 26 2015	
	31	○ 機能物性融合科学研究会シリーズ(2)「ソフトダイナミクス」	
	45	○ 物質・材料開発を支える基礎科学	
	48	物性研究所談話会	
	49	物性研究所セミナー	
		物性研ニュース	
	59	○ 人事異動	
	60	○ 東京大学物性研究所教員公募について	
		編集後記	



東京大学物性研究所

Copyright ©2015 Institute for Solid State Physics,  
The University of Tokyo. All rights Reserved.

ISSN 0385-9843



とにより、単一原子の磁気異方性およびスピン緩和時間を更に向上させることが可能であることを示しました[3]。非弾性トンネル分光測定の結果、磁気異方性に比例するスピン-フリップ励起が観測され、Ho 単一原子は約 40 meV と巨大磁気異方性を示すことが明らかになりました。Ho 単一原子のスピン緩和時間はスピン偏極 STM により見積りました。スピン偏極 STM では磁性探針と Ho 単一原子の磁化方向(スピン偏極度ベクトル)が平行の場合、磁気シグナルは大きく、反平行の場合、磁気シグナルは小さくなります。磁性探針を Ho 単一原子の上に配置し、磁気シグナルの時間変化を測定した結果、Ho 単一原子は極低温でスピン状態(上向き、下向き)を 10 分以上保持していることがわかりました。さらに、Ho 単一原子にスピン-フリップ励起を誘起させるのに十分なエネルギーを持ったトンネル電子を磁性探針から注入することにより、可逆的にスピン状態を制御することも可能であることも明らかになりました。Ho 単一原子のスピン緩和時間が著しく増大した理由として、時間反転対称性、Ho 単一原子の全角運動量( $J=8$ )の内部対称性、Pt(111)表面の対称性( $C_{3v}$ )の組み合わせにより基底状態間の量子トンネルが抑制されたためと考えられます。

以上、これまでの研究を振り返ると、原子・ナノスケール磁性体の(1)構造観察を行い、(2)その電子・磁気状態の詳細を明らかにした上で、(3)制御・操作する、といった(個人的には)スピン偏極 STM の長所を存分に活かして研究を行ってきたな、と考えております。今回の受賞を励みに、今後もスピン偏極 STM ならではの研究を行い、プラスアルファとして放射光分光等、スピン偏極 STM と親和性の高い手法も積極的に取り入れることによって、より広い視野で多角的・相補的に今後の研究生活を進めていきたいと考えております。

#### 参照論文

- [1] “Robust spin crossover and memristance across a single molecule”, T. Miyamachi, M. Gruber, V. Davesne, M. Bowen, S. Boukari, L. Joly, F. Scheurer, G. Rogez, T. K. Yamada, P. Ohresser, E. Beaurepaire, and W. Wulfhekel, *Nat. Commun.*, **3**, 938 (2012).
- [2] “Spin state of spin-crossover complexes: from single molecules to ultra-thin films”, M. Gruber, V. Davesne, M. Bowen, S. Boukari, E. Beaurepaire, W. Wulfhekel, and T. Miyamachi, *Phys. Rev. B*, **89**, 195415 (2014).
- [3] “Stabilizing the magnetic moment of single holmium atoms by symmetry”, T. Miyamachi, T. Schuh, T. Märkl, C. Bresch, T. Balashov, A. Stöhr, C. Karlewski, S. André, M. Marthaler, M. Hoffmann, M. Geilhufe, S. Ostanin, W. Hergert, I. Mertig, G. Schön, A. Ernst and W. Wulfhekel, *Nature* **503**, 242–246 (2013).





# ISSP 柏賞を受賞して

極限コヒーレント光科学研究センター 福島 昭子

この度は、ISSP 柏賞という荣誉ある賞をいただき誠にありがとうございます。推薦・選考していただきましたこと、感謝の念に堪えません。また、受賞の対象となりました「つくば分室の管理・運営」を遂行できましたのも、皆様からの多大なご協力とご支援をいただけたからであり、この場をお借りしまして先ずはお礼を述べさせていただきます。

私は 1998 年 4 月より 14 年間、主にビームライン 19B の発光分光測定装置の保守管理担当として業務をおこなってまいりました。放射光実験は全く初めてであり、軌道放射のスタッフ、高エネ研の放射光施設関係者に大変お世話になりました。どうか、四半世紀のつくば分室の歴史に微力ながら関わらせていただき感謝の気持ちでいっぱいです。

業務では共同利用ユーザーへの対応が最も重要でした。各ユーザーのビームタイムに応じて準備をし、測定が順調に進むことが(暗黙のうちに)要求されます。装置の調整に慣れない当初は、試料により発光のエネルギー条件が変わるので、装置を調整しても発光のカウントが出なくて結局データがとれなかったこともありました。ユーザーにはがっかりされ、私は申し訳ない気持ちでいっぱいになりました。放射光施設は運転が始まると 24 時間実験可能です。測定プログラムが止まってしまった、試料を交換したいがマニピュレーターから外れないと、勤務時間外の夜中にトラブルの連絡がくると、ビームラインに駆け付けたこともありました。それも数年たってからは、トラブル対応もわかってきて電話で説明できるようになり、そうでなければ次の日の朝まで待たせる凶々しさも持ち合わせてきていました。

2011 年の「東日本大震災」は、やはり忘れられない出来事です。つくば市は震度 6 弱の大きな揺れが数分間続き、つくば分室の居室はもちろん、ビームラインの実験装置、光源加速器に大きな被害をもたらしました。その朝、共同利用実験が終了してしまっていたので、発生時刻にはユーザーもほぼ帰り、装置の停止作業も終わったところで人的被害が一切なかったのは本当に幸運でした。いつからか PF 実験ホールには「がんばろう PF」と印刷された紙が、あちこちに掲示されていました。皆が放射光を出そうと一丸となっているのが伝わってきて、連携した作業に加わった体験は貴重な経験でした。電力規制が続く中、実験ホール、加速器双方で故障したポンプや真空機器の交換、空気や冷却水の漏れの補修、光軸からのずれの補正など、連休返上で急ピッチに進められる様子は感動的でした。そしてついには 2011 年 5 月 27 日からビーム試験運転が可能となったのです。

つくば分室は高エネ研敷地の西のはずれにあります。分室に続く道路沿いには桜の木があり春にはお花見が楽しめ、筑波山はもちろん、冬の空気が澄んだ夕方には富士山を遠くに眺めることができ癒されました。キジがプレハブの窓ガラスに激突したこともあるそうです。分室の敷地には畑もあって、前施設長の柿崎先生の指導の下、畑仕事の野外活動がありました。収穫されたトウモロコシ、枝豆、里芋などは学生、ユーザーとの交流に生かされ、芋煮会、バーベキューパーティーを楽しみました。こうした学生ユーザー間の交流で、共同利用実験の疲れを癒すことができましたのではと感じています。高エネ研・放射光施設職員の方々、全国からの共同利用ユーザーの皆様との交流は忘れられないもので、今の業務への姿勢に繋がっています。

ビームタイム中に装置にトラブルが起こること、私にとって一番辛い場面でした。短時間で解決して測定できるようにしなければならぬからです。このトラブルシューティングの過程では PF の職員や三菱サーピスの方にはアドバイスをいただいたり部品を貸していただいたりしました。解決できた時の喜びはなんともいえませんでした。この経験から普段からの交流の大切さを実感しました。

つくば分室管理のビームラインは多くのユーザーに利用していただきました。お世話したと思っていた学生の皆さんが今や助教や准教授でご活躍され、うれしいことに、いつのまにか私が部下になってしまいました。現在柏勤務となりましたが、つくば分室での失敗を忘れずにお役にたてればと思っております。今後とも皆様からのご指導ご鞭撻のほど、よろしく願いいたします。





# 強相関電子系における新しい量子物性の開拓

新物質科学研究部門 中辻 知

この度は、誠に光栄にも表記のタイトルで日本学術振興会賞、並びに、日本学士院学術奨励賞をいただきました。物性研拡大広報委員会から、この受賞についての執筆の依頼を受けましたので、簡単に書かせていただいている次第です。今回の受賞の対象となった研究は、この8年間、物性研の研究室で取り組んできました強相関電子系や幾何学的フラストレーションによる新しい磁性の研究です。このように物性研での活動を認めていただき、大変うれしく存じます。また何よりも、このような事は研究室のスタッフおよび学生の皆さん、物性研内の先生方との共同研究、内外の先生方のサポートなくしてはありえないことで、この場を借りて深く感謝したいと思います。

物性物理の分野において新しい量子相や現象の発見は、新しい概念の構築や、物質の機能の開発に役立ってきました。私の研究室はこのような発見を実験的に行うことを目指しています。私達が取り組んでおります強相関電子系の研究においては、ある程度の理論的な考察の上での実験的な試行錯誤が特に大切です。そのような中で、Yb系化合物やPr系化合物における異常金属や超伝導、あるいは、スピン液体という新しい量子現象に巡り合えた事は大変ラッキーだったと思います。同時にこれらの発見は、純良な単結晶の合成と、高精度な測定技術の両方があることで初めて実現できたことであり、今回その重要性をお認めいただいたこと、とてもうれしく思います。

一方、物性物理においてトポロジカル絶縁体の発見を機に、トポロジカル相に対する関心が高まっています。これまでの研究の対象は、特に相関の重要でない系が中心でしたが、最近、強相関電子系においてもトポロジカルに非自明な現象の可能性が理論的に指摘され、私たちが研究してきた物質群も含めて、実験的にもいくつかの系においてその効果が認められつつあります。特に、この方向の新しい効果を見出すには、上記の強相関電子系の研究と比較しても、理論的なガイダンスが特に重要となってきています。また、さまざまな測定技術の進化により、比較的簡便に非平衡・励起状態の物理も研究できるようになってきました。今後、このような物性分野の進展を取り込んで、新しい量子相という基底状態の研究からさらに新しい現象や、応用の観点からも有用な機能の創出を目指していきたいと考えています。

折しも物性研究所では、頭脳循環プロジェクト「新奇量子物質が生み出すトポロジカル現象の先導的研究ネットワーク」事業を推進しており、スタッフの長期派遣、また、外国研究者の招聘を主体とした共同研究事業を進めています。私もこのプロジェクトの遂行任務を頂いており、この機会に、上記のような新しい物理の展開を目指したいと思っています。今後ともよろしく願いいたします。









AC 比熱測定は、 $\sim 100$  ミリ秒以上のパルス磁場下では有効な測定手法でした。しかしながらより短いパルス磁場下だと、磁気熱量効果のためにサンプル温度が大きく変わり、比熱が測定できないという問題点がありました。この点を解決するために、磁場がほぼ一定である磁場トップ付近のみで測定できる準断熱法を適応したのが、2014年の開発です。ここではより複雑化した測定に対応させるために、数値ロックイン装置を整備し、また高速に温度計測するために、AuGe 薄膜を作成しました。AuGe 薄膜作成につきましては、勝本信吾先生、橋本義明様、徳永将史先生および当時大学院生だった木原工さん(現東北大学助教)に協力いただきました。製作した高速比熱測定セットアップを使い、 $\text{Cu}_3\text{Mo}_2\text{O}_9$  という擬 1次元磁性体で得られた測定の実データを Fig.1(b) に示します。この図の横軸の幅は  $500 \mu\text{s}$  ですが、このスケールでも  $\tau_2$  に関連する温度レスポンスの遅れがほぼ見えず、 $\tau_2$  は  $100 \mu\text{s}$  以下であることが確認できます。また、緑線は磁場プロファイルですが、この比熱測定のタイムスケール ( $500 \mu\text{s}$ ) 間では磁場はわずか  $56 \text{ T}$  において  $0.2 \text{ T}$  しか変化していません。この小さな磁場変化のために、磁気熱量効果などによるサンプルの自発的な発熱を無視して、与えた熱パルスによる温度変化のみを観測することができるわけです。このような測定により得られる比熱データを Fig.2 に示しました。赤線は、独立に PPMS で測定した  $14 \text{ T}$  までの比熱ですが、これとパルス磁場下で得られたデータは良く一致しており、この高速比熱測定技術が比熱の絶対値も測定でき、例えばエントロピー解析などにも威力を発揮することを示しています。実際この手法によりフラストレートした鎖状化合物である  $\text{BiCu}_2\text{PO}_6$  の比熱を  $50 \text{ T}$  以上の高磁場で測定し、 $\text{BiCu}_2\text{PO}_6$  における高磁場誘起相のエントロピーを観測しています。[4]

パルス磁場の研究は、世界的にもあまり多くの方が携わっていないため、他分野と比べると未開拓の研究領域が多くあります。このため、個人のアイデアと創意工夫で、新しい測定手法などの開発が行える分野です。今回の受賞を励みとし、今後ともパルス磁場下で利用できるような新しい測定技術を開発し、物性物理の発展に貢献していきたいと考えております。

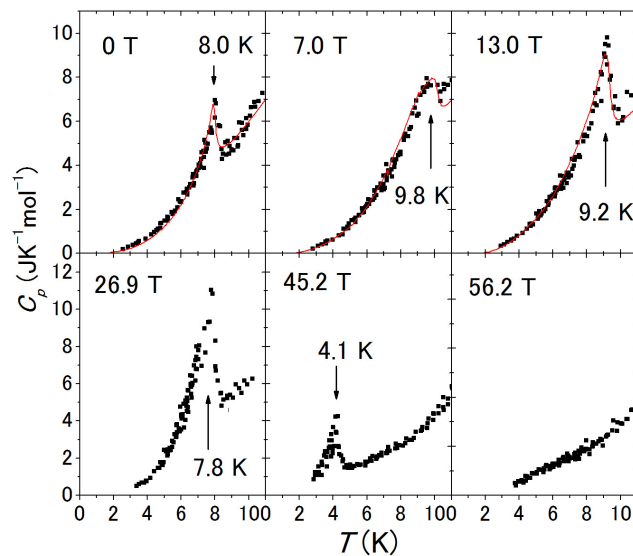


Fig.2  $\text{Cu}_3\text{Mo}_2\text{O}_9$  の高磁場比熱。黒および赤線は開発したセットアップおよび PPMS による測定結果。

### 参考文献

- [1] Y. Kohama, *et al.*, *Rev. Sci. Instrum.* **81**, 104902 (2010).
- [2] Y. Kohama, *et al.*, *Meas. Sci. Technol.* **24**, 115005 (2013).
- [3] Y. Kohama, *et al.*, *Phys. Rev. B* **84**, 184402 (2011).
- [4] Y. Kohama, *et al.*, *Phys. Rev. B* **90**, 060408(R) (2014).
- [5] L. Jiao, *et al.*, *PNAS* **112**, 673-678 (2015).





しかし、SANSで観察すると左の図に示したように温度の上昇とともにピークの出現を伴う著しい散乱強度の増大が見られたのです。図にはその様子をゲルの顕微鏡写真、およびゲルの網目構造の模式図とともに示してあります。興味深いことに、このゲルでは転移温度(領域)では膨潤相と収縮相が共存した状態が出現します。しかも、一片のゲルは連続体であるので、膨潤状態(写真の左側)から収縮状態(右側)へと連続的に形状が変化しています。これら一連のSANS結果は、ゲル網目中の荷電部位とそうでないところの間で濃度揺らぎが発現し、それが温度の上昇とともに増幅されていったことや、高分子鎖が架橋によって固定されているというゲルの特性のため、濃度揺らぎの波長は成長できず、振幅だけが増大していった様子を忠実に再現しています。一方で、荷電基をもたない非荷電ゲルでは、そのようなピークは現れず、散乱ベクトル $q = 0$ での著しい散乱強度の増大、すなわち臨界現象(二次転移)が観測されました[6]( $q$ は散乱ベクトルの絶対値)。この研究がゲルの体積相転移の微視的研究の端緒となり、散乱による構造解析はもとより体積相転移の分子論的理解の発展に大きく貢献しました。

2000年代に入ってからゲル科学の世界に革命的な発見が立て続けに起こりました。ゲルは柔らかくて弱いものとされていた「常識」が覆り、非常に強力なゲルが次々と開発されました。図2に従来のゲル(a)と新たに発見された新規ゲル(b-d)の模式図を示します[3]。従来のゲルは合成高分子網目の宿命として網目が不揃いであり、そのため変形に対して網目の疎な部分から破壊が起こり、ゲルは柔らかくて弱いものと考えられていました(図2a)。しかし、2001年に、架橋点が高分子鎖に沿って動くことのできる環動ゲルが開発されました(図2b)。このゲルは環に紐を通したような構造をしており、環同士が8の字型に繋がっているため、紐と高分子で無限網目を形成した構造をしています。そのため、外部からの歪みがかかると、架橋点が動滑車のように自動的に動いて力の分散をすと考えられています。筆者らは、この「仮説」を実証するために、SANS実験ならびに、中性子スピネコー(NSE)実験を行い、架橋点の可動性を実証しました。2002年には水中で無機鉱物クレイの存在下でアクリルアミド系モノマーを重合して得られるナノコンポジットゲル(NCゲル)が開発されました(図2c)。輪ゴムのように10倍以上の高延伸が可能で、引っ張り強度や圧縮強度も非常に大きいハイドロゲルであったため、瞬く間に多くの研究者の注目を集めました。筆者らはNCゲルの高延伸性や高強度発現のメカニズムを探るべく一連のSANS実験を行い、ゲルの構造と変形機構についての研究を行いました。2008年には、東大バイオエンジニアリング専攻の共同研究者とともに4枝状ポリエチレングリコール(Tetra-PEG)を末端架橋して得られるTetra-PEGを開発しました(図2d)。このゲルは、SANS研究によって非常に欠陥の少ない高分子網目から出来ることが証明されました。Tetra-PEGは透明で力学物性に優れ、生体適合性もあることから人工軟骨を始め様々な用途への応用が期待されています。

これら、3種の新奇な高分子ゲルに対し、延伸装置を試料台に取り付け、試料延伸SANS実験を行い、ゲルの変形機構をつぶさに研究しました。その研究成果をまとめたものが表1です[2]。まず、通常の化学架橋ゲルでは、試料延伸に伴い著しい異常散乱が現れ、不均一性の増大が認められました。環動ゲルでは、架橋導入率が低い場合には通常散乱が観測されますが、ある架橋導入率以上では、異常散乱が現れるという通常-異常散乱転移が観測されました。これは、可動架橋点の濃度が低い場合には「環動性」が発揮されるが、可動架橋点濃度が高くなるとその機能を失うことを示しています。2つめのNCゲルでは、変形によるゲル網目の散乱に変化に加えてクレイの配向や再配列などが起こり、散乱パターンは複雑化しました。そこで、延伸NCゲルに対しコントラスト変調実験を行い、ゲル網目、クレイ、および両者の交差項の散乱関数の延伸倍率依存性を調査したところ、延伸に伴いゲル網目は延伸方向に引き延ばされること、クレイは延伸方向に

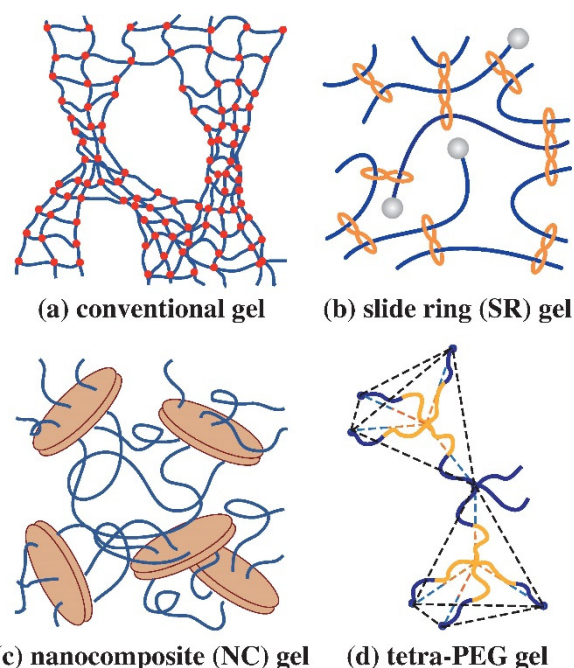


図2 ゲルの構造模式図。(a)従来のゲル、(b)環動ゲル、(c)ナノコンポジットゲル、(d)Tetra-PEGゲル。[2]





# 平成 26 年度日本表面科学会 会誌賞を受賞して

吉信 淳、小坂谷 貴典

この度、平成 26 年度日本表面科学会会誌賞受賞の榮譽に恵まれました(図 1)。受賞対象となったのは、小坂谷貴典氏と私が執筆した「Rh(111)に吸着したシクロヘキサンにおける速度論的および幾何学的同位体効果」という解説論文です[1]。日本表面科学会会誌賞は、過去 2 年間に日本表面科学会誌または学会発行の e-Journal of Surface Science and Nanotechnology へ掲載された原著論文以外の記事が、本学会会員の啓蒙に大きく貢献したと認められる個人会員に対して、毎年一件贈られています。この論文は、小坂谷氏が理学系研究科化学専攻博士課程在籍に行った Rh(111)表面に吸着したシクロヘキサンに関する一連の研究[2-5]の中で、分子吸着系でおそらく初めて発見された幾何学的同位体効果[4]について、日本語で解説したものです。これらの研究は共著者との共同研究であり、あらためて感謝いたします。なお、日本表面科学会会誌賞の候補論文は日本表面科学会の理事やフェローなどによる推薦制で、受賞の通知を受けて初めてノミネートされていたことを知りました。本解説論文を会誌賞に推薦していただいた方に厚くお礼申し上げます。

遷移金属表面に吸着したシクロヘキサン(C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>)の系は、環状飽和炭化水素の脱水素化触媒反応モデルとして、数十年にわたり数多くの研究が報告されてきました。特に、表面振動分光(高分解能電子エネルギー損失分光=HREELS、赤外反射吸収分光=IRAS)によって、CH と金属表面の直接的な相互作用を示唆する CH 伸縮振動のソフトニングとブロードニングが観測され[2,6 など]、CH 結合切断(脱水素化反応)と関係づけて議論されてきました。つまり、「CH···金属」という弱い化学的相互作用の証拠だというわけです。この相互作用は一種の水素結合であると解釈することもできます[4,6]。水素結合ならば、水素を重水素に置換すると、水素結合系で観測されてきた様々な同位体効果が期待できます。私たちは、Rh(111)に吸着した C<sub>6</sub>H<sub>12</sub> と C<sub>6</sub>D<sub>12</sub> の脱離の活性化エネルギー(E<sub>ad</sub>)、吸着による仕事関数変化(|Δφ|)、吸着分子間距離(d<sub>m</sub>)、脱水素化反応への分岐率などを詳しく実験的に調べ、速度論的“逆”同位体効果だけではなく、幾何学的(構造的)同位体効果があることを実験的に見出しました(図 2)[4]。これは、CH 結合の活性化(切断)に水素原子の量子的な振る舞いが顔を出していることを意味します。詳しくは、文献 1,4 を読んでいただければ幸いです。



図 1 (a) 平成 26 年度日本表面科学会会誌賞の賞状



図 1 (b) 授賞式の写真：向って右から 2 番目が小坂谷氏、右から 3 番目が吉信氏。



# 物性研に着任して

物質設計評価施設 平井 大悟郎

2015年2月1日付けで物質設計評価施設廣井研究室の助教に着任いたしました平井大悟郎(ひらいだいごろう)と申します。この場をお借りして、これまでの経歴・研究内容を紹介し、自己紹介とさせていただきます。

私は、東京大学工学部応用化学科4年生から、新領域物質系専攻で博士課程を修了するまでの6年間、高木英典先生(現:東大理物)にご指導いただきました。実を言うと、本郷を離れるのが嫌で他の研究室を志望したのですが、じゃんけんで負けて柏にやってきました。今思えば、じゃんけんで負けたことで高木先生に出会い、研究の道に進もうと決めたので、結果的に幸運だったのかもしれませんが。もともと高木研の研究テーマに非常に魅力を感じていたため、柏に来てからは恵まれた環境のなかで研究に打ち込みました。卒論と修論では、6万気圧もの圧力を出せる高圧合成装置を使い、超伝導体や磁性体の物質探索を行いました。装置は高木研に導入されたばかりで、助教の笹川崇男さん(現:東工大応セラ研)の下で手探りで実験を始めました。物質探索にあたり、高木先生からは「とにかく周期表の右から左に作れ」と指示ともいえない指示を与えられ、途方にくれました。そんな時、当時理研の高木磁性研にいらっしゃった山本文子さん(現:RIKEN-CEMS)と、その後助教として着任される高山知弘さん(現:Max Planck 研究所)が具体的な探索の指針や高圧合成の技術的なアドバイスをくださり、修士の2年間でいくつかの新物質を見つけることができました。自分の手で新しい物質を合成したこのときの感動は、今も新物質探索を行う原動力となっています。

博士に進学した2008年の春に鉄系超伝導体が発見され、私もこれまであまり物性が知られていなかったニクタイトの物質探索に取り組みました。多くの研究が鉄の化合物に集中するなか、人と同じ事をやっても仕方ないと思い、異なる遷移金属を含むニクタイトの合成と超伝道探索を行いました。幸運にも、博士の3年間で $BaIr_2P_2$ や $(Ru,Rh)P$ など6種類の超伝導体を発見することができました。残念ながら、超伝導転移温度はどれも高くありませんが、 $(Ru,Rh)P$ では何らかの相転移を抑制すると超伝導が発現し、現在も相転移の正体を明らかにしようとして実験を行っています。

学位を取得後は渡米し、プリンストン大学のR. J. Cava先生のもとで2年間超伝導探索を行いました。海外学振の公募に落ちてしまったため、Cava先生のご厚意でCava研の予算からポスドクとして雇っていただきました。結果的に、公募に落ちたことは非常に幸運でした。直接雇ってもらえたことで、お客様ではなく、本当の意味でCava研の一員になったからです。X線回折装置や高圧合成装置など複数の装置の担当を任せられ、学生の面倒もみました。私がいた頃のCava研は非常に多国籍で、スペイン、イギリス、デンマーク、ドイツ、中国、インドからのポスドクや学生がいました。彼らがアメリカや自国に戻って活躍している姿を見ると、自分も頑張らないと、刺激になります。渡米直後は、研究のディスカッションにはあまり不自由しませんでした。日常生活ではとても苦労しました。「superconductivity」はわかっても、英語で「もみあげ」はわかりません。散髪屋で、なんといいかわからず、「短くしてください」と言って、「そりゃ短くするよ」と笑われたのもいい思い出です。

帰国後は、東大理物に引っ越した高木英典研に戻り、2年間薄膜に関する研究を行いました。初めて経験する薄膜作製には苦労もありましたが、RIKEN-CEMSの松野丈夫さんに手取り足取り教えていただき、常圧では合成できない化合物の薄膜や、積層の難しいペロブスカイトの(111)面という方向への人工超格子の作製などに成功しました。

物性研では、バルクの物質に戻り、物質探索に力を注いでいきたいと思えます。私は学部4年で高木研究室に入ってから10年間、物質探索ばかりやってきましたが、ほとんどの場合はうまくいきませんでした。今後もおそらくそうでしょう。ですが、当初思っていたことが失敗したときに、思いがけず面白い発見があったりします。私のこれまでの人生と同じで、結果オーライの精神で暗くならず何か面白いものを探していきたいと思っています。今後ともどうぞよろしくお願いたします。







# 物性研に着任して

極限コヒーレント光科学研究センター 挾間 優治

平成 27 年 4 月より極限コヒーレント光科学研究センター秋山研究室の助教に着任いたしました挾間優治と申します。本紙面をお借りして、私の経歴とこれまでの研究内容を簡単に紹介させていただきます。

私は京都大学理学研究科物理学第一教室の田中耕一郎先生の研究室に学部 4 回生の卒業研究から博士課程まで所属し、物質の光学的な性質を探る光物性と呼ばれる分野の研究に従事しました。3 回生の時に受講した田中先生の電磁気学の講義で、光の反射・散乱・屈折といった日常的に目にする現象が電磁気学を基礎にして理路整然と説明されていく様子を見て感銘を受けたのが、光と物質の物理現象に興味を持った大きなきっかけでした。研究室配属後は、同研究室准教授の中暢子先生の下でダイヤモンドの励起子に見られるエネルギー微細構造の起源を解明することを目標に研究を始めました。ダイヤモンドの励起子はエネルギー準位の間隔に比べて発光ピークの線幅が太いという特徴があるため、密集した複数の準位を発光スペクトル上で分解することができないという困難がありました。そこで、強い磁場を印加した際に生じる準位の分裂や発光強度の変化を調べれば、微細構造の起源に迫ることができるのではないかと考え、超電導磁石を用いた発光測定に取り掛かりました。磁石の周りに取り付ける光学部品が磁性を帯びやすいものではないか、光学系を構成するレンズやミラーは測定に用いる紫外線に対応しているかといった点を調べながら光学系を構築し、ようやく測定に至ったのですが、5 テスラの磁場を印加しても発光スペクトルには全く変化が見られず、実験の難しさを実感した最初の体験になりました。今考えると、この失敗が困難を乗り越えて未知の現象を理解したいという気持ちを強くさせ、大学院で研究を進める上での大きな原動力になったように思います。

大学院進学後は、中先生のご指導の下ダイヤモンドの光励起状態に関する研究を続け、上述の微細構造の形成に伝導帯バンド端での有効質量の非等方性が寄与していることや、高密度励起状態において電子と正孔の多体系が特異的な非平衡相転移を引き起こすことなどを明らかにしました。その過程では、中先生の取り計らいによって国内外の多くの研究者の方々と議論や実験を行う機会をいただきました。特に、博士課程在学中に滞在させていただいた米国国立強磁場研究所の故 James Brooks 先生には、研究活動だけでなく私生活に関することまで大変お世話になりました。この場をお借りして同氏のご冥福を謹んでお祈り申し上げます。

最後になりましたが、物性研では秋山研究室の培ってきた半導体量子構造の作成・評価技術や精密分光の技術を生かしながら、秋山英文先生、学生、スタッフの皆さんと一緒に応用を視野に入れた基礎研究を行って行きたいと思っています。また、他分野の方々との共同研究も積極的に行い、光科学と物性物理の更なる発展に貢献できるよう微力ながら尽力させていただきます。何卒よろしく願いいたします。





-----  
2014年4月24日 客員所員講演会で『ロドプシンの機能をもたらす構造変化』について講演

2014年12月4-5日 機能物性融合科学研究会シリーズ(1)「光機能」に参加して、討論と『タンパク質内部におけるプロトン移動のメカニズム』についてポスター発表

2015年3月16日 機能物性融合科学レクチャー「生体系物質光物性 -タンパク質の基礎から最近の研究動向まで-」について1時から5時半過ぎまでセミナー  
-----

12月の融合科学研究会に参加して感じたのは、「機能物性」というのはよいネーミングだな、ということです。研究会シリーズの趣旨に書かれていることは、私もどこかで使わせてもらいたいと思うようなよい内容であり、世話人の先生方が知恵を絞られたことがよくわかります。たまたま2014年度の客員所員としてご縁をいただいた者として、今後、物性研の皆さんがどのような「機能物性」の展開をされるのか、見守らせていただきたいと思います。





ドリリングの計 2 ヶ所漏れがありました。循環ラインの漏れは  $^3\text{He}$  循環ポンプを 10 年以上放置していたため、シールポンプ自体に漏れが発生したようです。ガスハンドリング部の漏れは、 $^3\text{He}$  ボンベに直接つながった配管部にあったため、次に述べるように大きなトラブルになりました。一般にガスをボンベに保存する際は大気圧以下で保存しているため、空気が侵入すればボンベ圧が上昇するため漏れがあることがわかります。しかし、今回使用した Oxford 社 Kelvinox 25 付属のガスハンドリング系では、使用するヘリウムガス量が 10 リットル弱に対してガスハンドリングのボンベ容量も 10 リットル強でした。したがって保存する際の圧力は 1 気圧弱になり、空気が混入したとしても見分けにくい状況でした。また、ブルドン管圧力計もゼロ点が、経時変化でわずかに負圧側にずれていました。いざ冷凍機を運転しようという段階で、低温部に入っていくヘリウムガスがほとんどなかったのが異常に気が付きました。もちろん最初は漏れがあるなど全く予想をしていなかったため、ヘリウムガスがないことに気づいたときにはさすがに驚きました。吉田さんに「理由は分からないけど大気中に  $^3\text{He}$  ガスが逃げて行ったかも。ただ 2 リットル(現在の価格で 100 万円程度)位なら大丈夫、どうにかなるから。」などと、ガスを逃がした自分を励ますために強がっていたことを思い出します。結局、窒素トラップから 10 リットル近い空気が出てきた時点で、はじめて漏れの存在に気が付きました。この原因ですが、ボンベ内に 10 年以上ガスを保存している間に、大部分の He ガスは大気中に逃げ空気に置き換わっていたためと思われます。その後リークテストを行い漏れ部もわかり修理までしたのですが、結局装置付属のポンペは使わず、全容量が約 20 リットルの新しいポンペを設置し、0.5 気圧以下で全ガスを回収するようにしました。

以上のような修理・改良を重ねることで冷凍機は無事働き、最低温度約 50mK まで冷えるようになりました。現在は図 2 に示すように希釈冷凍機に STM 装置を設置し、テストを兼ねて NbSe<sub>2</sub> の表面を観察しています。この実験より、100mK という低温でも STM は発熱することなくスキャンできることがわかりました。それから STM 信号を取得する際のノイズの問題ですが、機械的振動に関しては冷凍機ポンペを動かした状態でも、除振台のおかげでそれほど大きな影響は与えていないようです。図 3 は T~1 K における超伝導ギャップの測定結果ですが、2Δ~5.9mV の異常をはっきりと観測できています。この値は NbSe<sub>2</sub> の超伝導ギャップに対して、約 2 倍の値になっています。これは、アプローチの際に探針(PtIr)が NbSe<sub>2</sub> の表面に接触してしまい、探針側にも NbSe<sub>2</sub> が付着してしまったために超伝導-超伝導接合が形成されたことが原因と考えています。現在はトンネル電流ラインのシールドを増強しノイズの低減を行っており、それが終了後、装置テストを兼ねて T~100 mK で NbSe<sub>2</sub> 超伝導特性の測定を行う予定です。

最後に、今回客員研究員をやらせていただいて感じた感想と意見を書かせていただきます。この 3 年間物性研でやっている冷凍機の立ち上げは学生時代に久保田実先生や畑徹先生のもので、冷凍機の建設、リークテスト、修理に明け暮れたときに身に付けた技術がそのまま役立ちました。私事を書いて恐縮なのですが、超低温研究をやっていた大学院生時代には、作業ばかりやっていて物理の結果はほとんど出ませんでした。しかし、就職して自分で研究をするようになってからは、その時代に習得させてもらった様々な低温実験技術・情報のおかげで、細々ながら現在まで研究を続けられていると思います。そして今回、超低温 STM 装置を建設するにあたり、改めて低温技術の重要性、それを継承することの意義がわかりました。物性研では最先端測定を利用した多彩な研究が行われていると思います。これらを超低温技術とうまく融合・発展させていけば、超低温 STM 装置に限らず世界の誰もがやっていない独創的新分野の開拓に繋がるのではないかと思います。物性研究所には、ぜひとも新分野開拓の発信地になって欲しいと願っています。

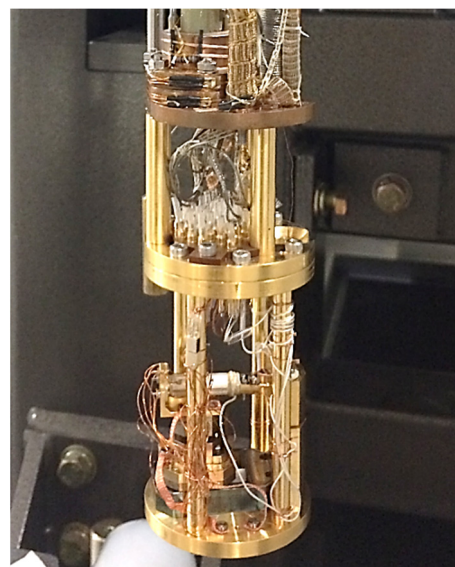


図 2: 希釈冷凍機に設置された STM 装置。チューブスキャナーは横方向に移動する。

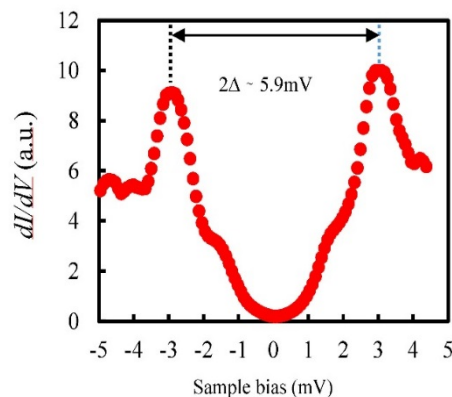


図 3: T~1 K における NbSe<sub>2</sub> 超伝導ギャップのトンネル分光結果。







# 客員所員を経験して

東北大学 多元物質科学研究所 虻川 匡司

2014 年度に松田巖先生のホストで極限コヒーレント光科学センター(軌道放射光)の客員准教授としてお世話になりました。SPring-8 の東京大学アウトステーション BL07LSU の時間分解光電子分光装置を利用した研究に携わらせていただきました。高輝度放射光リングから得られる非常に強い X 線や、最新の光電子分光装置に触れることができ、大変有意義な一年となりました。

私は博士課程を東北大学で修めましたが、実は博士論文の半分は当時の物性研の軌道放射光施設のお世話になったものであります。ちょうど博士後期課程に進学した頃、当時の柿崎明人先生、木下豊彦先生が筑波のフォトンファクトリーに東大物性研のビームラインを立ち上げ中でした。幸運なことに立ち上げの途中から参加させていただき、ユーザーに一般解放される前からビームラインのテストを兼ねて表面光電子分光のビームライン BL18A を自由に使わせていただきました。木下先生のお話によると、私が BL18A の最初のユーザーなのだそうです。BL18A は、アンジュレータなどの挿入光源ではなくベンディング磁石からの放射光でしたが、それでも当時としては大変明るく、それを使って表面状態のバンド分散を描いたり、内殻準位の光電子回折で原子やサイトを選択した表面構造解析を行ったりいたしました。当時は、現在のようにエネルギー分散や角度分布を一度に検出できる電子分光器は一般的ではありませんでしたので、バンド分散も光電子回折も、試料や電子分光器の角度を手作業で一点一点回しながら測定したのを懐かしく思い出します。東北大学科学計測研究所の助手になってからも、しばらくは BL18A を利用いたしましたが、15 年ほど前に研究の主軸を電子回折による表面構造解析に移してからは、放射光や光電子分光を気にかけても、光電子分光の現場からはすっかり離れてしまいました。若い人たちが次々と活躍し、私が戻る場所がなかったというのが本当のところではあります。

これまで表面の構造と電子状態に関して研究を進めてまいりましたが、先に述べたように最近ではもっぱら電子回折法による表面構造解析を行っております。逆格子空間を広く 3 次元的に調べることで大量のデータを測定し、できるだけ簡単に表面の 3 次元的な構造を決定するというコンセプトで新しい手法を幾つか開発し、静的な構造に関してはある程度解析できる目処がつかしました。次は表面の動的な構造変化を捉えることをターゲットと考えて、時間分解電子回折法を進めています。その過程で、当たり前のことですが、原子の動きを理解するためには電子の動きを理解することが必要であることを痛感しておりました。時間分解光電子分光で電子状態の動きを調べてみたいと思っていたわけです。

そのようなおりに松田先生に声をかけていただき、再び放射光の世界に呼んでいただいたことは大変嬉しいことでした。時間分解光電子分光による表面電子状態のダイナミクス研究というテーマは、ちょうど考えていたことでありますし、チャレンジングなテーマでもあったわけです。研究対象はシリコン表面にレーザー光を照射した時に生じる光キャリアのダイナミクスを時間分解光電子分光で捉えるというものでした。光照射で発生した光キャリアの動きは、いわゆる太陽電池の原理である光起電力の理解に欠かせないものです。松田研究室では、すでにシリコン表面の光起電力のダイナミクスに関する研究が進められておりましたので、その方法を発展させることを考えました。半導体では、表面とバルクのフェルミ準位の位置を一致させるようにバンドが湾曲していますが、光キャリアが生じるとその湾曲したスロープに沿ってキャリアが移動し、湾曲が解消するように電位(表面光起電力)が生じます。この電位の変化を BL07LSU の時間分解光電子分光による Si の 2p 内殻準位のシフトとして捉えることができます。この電位は、光照射が止まった後には様々な緩和過程に応じて特定の時定数を持って最初の平衡状態に戻りますが、その時間変化からキャリアの拡散ダイナミクスや寿命に関する知見が得られるわけです。私は、特に光の照射により表面構造の変化も伴うような系に興味を持ちました。構造の変化は電子状態の変化も伴うため表面近傍のキャリアダイナミクスは大きく影響を受けると予想できます。

はじめのテーマは、Si(111) 7x7 周期構造が 830°C で 1x1 構造に変化するときに表面起電力のダイナミクスとしました。高温に保った Si 表面において時間分解光電子分光を測定するために、パルス加熱電源をビームラインに持ち込んで実験を行いました。これはパルス状の放射光による光電子測定時には、通電を 2 $\mu$  秒ほどオフにして、通電による磁場や電場の



影響がない状態で光電子のエネルギーや運動量を測定するためです。現在のところ、構造の相転移に対応した明確な電子状態の変化を捉えることはできておりませんが、高温に保った試料における時間分解光電子分光の経験は、今後触媒などの表面反応ダイナミクスの研究に役立つものと考えています。

もう一つ、低温で構造相転移を起こす  $\text{Si}(111)4\times 1\text{-In}$  表面を研究ターゲットとしました。この表面は、高温相で擬一次元金属的な電子状態を持つために、 $\sim 100\text{K}$ 以下でパイエルス転移を起し  $8\times 2$  周期構造に転移することが知られています。また、基板のドーピング濃度で転移温度が変化することが分かっており、表面付近のバンド湾曲が相転移温度の変化に影響を及ぼしていると考えられておりました。したがって、光キャリアで相転移をコントロールできる可能性があります。実験では、試料を低温にしたためにプローブ放射光による表面光起電力も発生してしまい低温実験の難しさを思い知ることになりましたが、表面構造相転移と光キャリアダイナミクスを同時に理解することの重要性が分かる良い例です。

今回、久しぶりに放射光を利用し、放射光及び関連技術の進歩に大いに感銘いたしましたが、それでも時間分解光電子分光法を行うには、まだまだ改善・改良が必要であると感じました。BL07LSU では飛行時間型の非常に明るい電子分光器を備えておりますが、それでもレーザーと同期した単バンチの実験では、強度不足からスペクトルの細かな形状を議論できるデータを得ることは困難でした。軟 X 線領域で現在の 100 倍程度の放射光があれば、時間分解光電子分光の質が変わるのは間違いありません。価電子帯のバンド分散の時間変化、内殻準位シフトの時間変化など、時間分解光電子分光の応用が広がります。そのような明るい軟 X 線源に近い将来実現してくれればなあと願っております。

最後になりますが、松田研究室のスタッフ、学生の皆さん、及び物性研の播磨分室の皆様には大変お世話になりました。松田研究室の忘年会に呼んでいただいたのは大変楽しい思い出になりました。皆様のご活躍を祈念いたします。一年間どうもありがとうございました。

# 客員所員を経験して

中央大学理工学部物理学科 中村 真

私は平成 26 年 10 月 1 日より平成 27 年 3 月 31 日までの半期にわたり、東京大学物性研究所の客員所員を拝命いたしました。受入所員として押川正毅先生、加藤岳生先生には大変お世話になりました。

客員所員としての私の研究テーマは「ゲージ・重力対応を用いた強相関係の非平衡物性」でした。「ゲージ・重力対応」とは、強結合量子ゲージ理論と古典重力理論の間の対応関係であり、しばしば「AdS/CFT 対応」あるいは「ホログラフィー」と呼ばれることもあります。私の研究の目指すところは、このゲージ・重力対応を用いて、強相関係の非平衡現象を一般相対性理論の枠組みで解析することです。研究目的の主眼は物性物理学ですが、解析手法であるゲージ・重力対応は超弦理論に立脚しています。このように、この研究は超弦理論、一般相対性理論から物性理論にまたがる、現代理論物理学の叡智を結集して新たな研究手法を開発する試みであるとも言えます。私自身の本来の専門は超弦理論およびゲージ・重力対応ですので、解析手法には精通しておりますが、肝心の非平衡統計物理学や強相関係の物性物理学は専門ではなく、物性物理学の専門家との協力は必要不可欠です。私にとって、物性研究所における客員所員の実験は、物性物理学の専門家との協力体制を築く上で非常に有意義なものとなりました。

押川正毅先生とは絶縁体・超流動体転移を記述する重力モデルに関して意見交換を進めてきました。この方向での議論、検討は現在も継続中です。しかし、何といたっても、押川先生と私がともに組織委員として企画した、物性研と数物連携宇宙研究機構(Kavli IPMU)で共催した国際ワークショップ「International Workshop on Condensed Matter Physics & AdS/CFT」(2015 年 5 月 25 日～29 日、Kavli IPMU)が印象に残っています。ワークショップの開催は、任期後の開催となりましたが、客員所員在任中から押川先生と協力して準備を進めてきました。このワークショップでは国際的に著名なゲージ・重力対応の専門家と物性理論の専門家を柏キャンパスに招待し、電気伝導、トポロジカル相、非平衡統計物理学、エンタングルメント・エントロピーなどに関する内容の講演をして頂きました。事前の準備では物性研、IPMU 双方の事務の方々、学生さんの多大なるご協力を頂き、おかげさまで連日 100 名ほどの参加者を記録する大盛況のうちに、研究会を無事終了することができました。研究上の視点からも大変有意義な情報が得られ、大変充実した企画となりました。

加藤先生のグループとは、非線形電気伝導現象、特に強相関絶縁体の負性微分電気伝導に関する共同研究を進めてきました。ゲージ・重力対応を用いると、ある種の強結合ゲージ理論の保存電荷の輸送については、線形応答領域を超えて記述することができます。例えばこの手法を用いると、微視的理論からスタートして負性微分電気伝導の記述が可能となる場合があることが、私の既存の研究でわかっていました。しかし、この手法では、途中の計算が重力理論にとって代わられるため、このような非線形電気伝導が生じるメカニズムを物性物理学の言語で解説しづらいという問題もあります。物理的設定を準備し、重力を経由して結果を読み取るという意味では、ゲージ・重力対応は、重力理論を用いた「解析的なシミュレーション」、あるいは「理論的な実験」と言う事もできるでしょう。そこで、何が起きているのかを明確に理解するためには、目的にあった「解析＝理論的な実験」を重ねることで、背後の物理現象を解説していく必要があります。加藤先生と高田研所属の前橋英明さんからは、どのような物理に着目し、どのような物理量を調べることで、背後のメカニズムについてのヒントを得ることができるのか、物性物理学者の視点からアイデアを頂き、解析を進めています。これからは議論を深めていくことで、例えば、強相関係の負性微分電気伝導のメカニズムについても、有意義なヒントが得られるのではないかと期待をしています。また、加藤研究室の阪野星先生からは、着任直後にメゾスコピック系の非線形電気伝導と電荷密度揺らぎに関する意見交換をして頂き、知見を新たにしました。





## ISSP ワークショップ

# SPring-8 BL07LSU の現状と新たな光源に向けた取り組み

日時：2015年3月5日(木) 10:00~20:00

場所：東京大学物性研究所6階大講義室

世話人：和達 大樹、辛 埴、小森 文夫、松田 巖、原田 慈久

報告：和達 大樹

東京大学物性研究所軌道放射物性研究施設ではSPring-8に播磨分室を設置し、建設・整備を行った高輝度軟X線ビームラインBL07LSUを利用して放射光利用実験を行っています。本ISSPワークショップでは、時間分解光電子分光、3次元ナノ光電子分光、軟X線発光分光の3つのエンドステーションとフリーポートを利用した共同利用実験からの最新の研究報告に加え、「新たな光源に向けた取り組み」を視野に入れた研究会を行いました。この背景には、放射光光源以外にもSACLAなどのX線自由電子レーザー(XFEL)や実験室のレーザーの高次高調波(HHG)など多くの新光源を用いての物性研究が急速に進んでいることがあります。最近SPring-8 BL07LSUとこれらの新光源の相乗効果により、時間分解型のX線分光などの新しい測定法、ひいては物性物理学の新局面が生まれつつあります。本ワークショップでは、SPring-8のBL07LSUとXFELなど新光源の相乗効果により生まれつつある物性物理学の新しい方向性を明確に打ち出せることを目指しました。参加者は80名であり、一日にわたり非常に活発で有意義な議論がなされました。また、ポスターセッションも開催され、優秀な学生発表者2名にポスター賞を授与するなど、次世代の人材育成にも重点を置きました。

### プログラム(敬称略)

10:00~10:05 開会挨拶 慶応大(VSX懇談会会長) 近藤 寛

10:05~10:10 来賓挨拶 JASRI 理事長 土肥 義治

#### session1

【座長】和達大樹(東大物性研)

10:10~10:20 東大アウトステーションビームラインについて

東大新領域(東京大学放射光連携研究機構機構長) 雨宮 慶幸

10:20~10:45 「SPring-8 BL07LSUにおける偏光制御型アンジュレータ光源開発と先端実験」 東大物性研 松田 巖

10:45~11:25 特別講演1「ビスマス・鉛ペロブスカイトの系統的な電荷分布変化」 東工大 東 正樹

11:25~11:50 ポスターショートプレゼンテーション

11:50~13:00 昼食

#### session2

【座長】藤森 淳(東大院理)

13:00~14:00 ポスターセッション(投票)

14:00~14:30 「3D ナノ ESCA による局所電子状態解析：オペランドナノ解析をめざして」 東大 尾嶋 正治

14:30~15:00 「外場印加とオペランド分光：飛躍する軟X線発光分光」 東大物性研 原田 慈久

15:00~15:30 「X線の偏光を活用した磁性研究」 東大物性研 和達 大樹

15:30~16:10 特別講演2「SPring-8 アップグレード計画 -高コヒーレンスリング型光源への現実的なアプローチ-

高輝度光科学研究センター 渡部 貴宏

16:10~16:30 休憩



今年は例年より多い80名の参加者により活発な討論がされ、SPring-8 BL07LSU さらには新たな光源を用いた物性研究に多くの注目が集まっていることが顕著に表れていました。今後、新物質や新規デバイスなどの合成・開発研究とより密接に連携しながら、BL07LSUなどの放射光やXFELなどの新光源を駆使することにより、物質科学の新分野開拓につなげてゆくことの必要性を強く感じさせるワークショップでした。





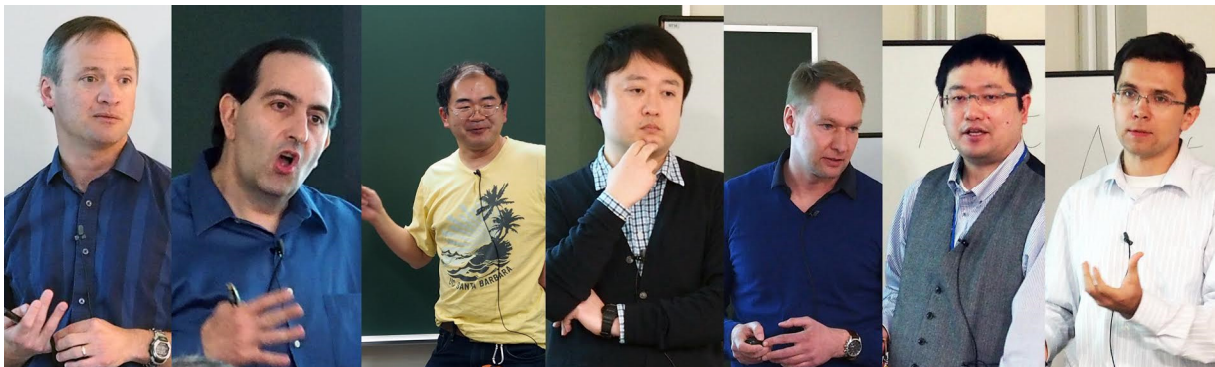
# ISSP ワークショップ

## topological aspects in correlated electron systems

### March 26 2015

S. Nakatsuji, M. Oshikawa, T. Sakakibara, M. Takigawa, H. Suzuki

近年、物性物理分野においてトポロジカル絶縁体の発見を機に、新しいトポロジカル相に対する関心が高まっている。これまでの研究の対象は、特に相関の重要でない系が中心であったが、最近、強相関電子系においてもトポロジカルに非自明な現象の可能性が理論的に指摘され、実験的にもいくつかの系においてその効果が認められつつある。物性研究所においては、強相関電子系におけるトポロジカル量子相という統一的な解釈に向けた潮流に着目して、頭脳循環プロジェクト「新奇量子物質が生み出すトポロジカル現象の先導的研究ネットワーク」事業を推進している。今回その事業の一環として、特に発展の著しい強相関電子系におけるトポロジカル量子相の現状を議論するために、その研究を推進する専門家を世界各国から招聘し、ISSP ワークショップとして開催した。ワークショップは3月26日に行われ、午前中は量子相レクチャーシリーズ10回と共催で、UCSBのBalents教授によるReviewトークが講義形式で行なわれた。午後は、専門家向けに3つのトピックスについて、それぞれの分野の最新の研究成果についての実験と理論の招待講演計6講演が行われた。今回都合により、周知の時間は2月中旬から一か月ほどしかなかったが、当日の参加者は全員で75名以上に上り、立ち見があるほどであった。ワークショップの間は非常に活発に質疑応答がなされ、大変有意義な会となった。以下にワークショップのプログラムを添付する。



#### 【Program】

Chair: Satoru Nakatsuji (ISSP)

- 10:00~10:05 **Masashi Takigawa** (ISSP)  
Opening
- 10:00~12:00 **Leon Balents** (UCSB) :10th Novel Quantum Phase Lecture Series  
'Novel topological phases in strongly correlated electron systems'
- 12:00~13:00 Lunch

Chair: Masayuki Hagiwara (AHFM, Osaka Univ.)

- 13:05~13:45 **Luis Balicas** (NHMFL)  
'Evidence for the axial anomaly in a quasi-two-dimensional metal'
- 13:45~14:30 **Masaki Oshikawa** (ISSP)  
'Chiral Magnetic Field in Insulators'  
(Coffee Break 20 min)

*Chair:* Kamran Behnia (ESPCI)

14:50~15:35    **Yuki Fuseya** (UEC, Tokyo)  
‘Spin Hall Effect and Large Anisotropic  $g$ -Factor of Bismuth’

15:35~16:20    **Robert Kuechler** (MPI-CPfS)  
‘Thermodynamic evidence for valley-dependent density of states in bulk bismuth’  
(Coffee Break 20 min)

*Chair:* Hisamoto Harima (Kobe Univ.)

16:40~17:25    **Takahiro Tomita** (ISSP)  
‘Strange Metal Without Magnetic Criticality’

17:25~18:10    **Andriy Nevidomskyy** (Rice Univ.)  
‘Quantum criticality, nodal hybridization and non-trivial topology in  $\beta$ -YbAlB<sub>4</sub>’

18:10~18:15    Closing





2 日目の最初のセッションは表面・界面のセッションであった。井上氏(京大)は中性子散乱法(とくに中性子反射率法)を用いて、高分子薄膜のガラス転移に関わるダイナミクスの研究を紹介した。玉田氏(九大)は、金属ナノ粒子が自己組織化して形成する微粒子シート上での細胞などの蛍光イメージングについて発表した。金属ナノ粒子のプラズモン共鳴を利用して蛍光増強と高空間分解能を両立するというのは見事なアイデアである。早水氏(東工大)はグラフェン表面でペプチドが自己組織化し、それがバイオセンサーになるという話をされた。まさに物性物理と生物の融合と感じられる内容であった。

2 番目のセッションでは、機能性物質に関する発表が行われた。芥川氏(東北大)はベンゼンやピレンに複数のテトラデシルアミド基を導入したディスク状分子を合成し、そのカラムナー液晶相において、分子間水素結合に由来する強誘電性や発光特性を見出した。福島氏(東工大)は、同じくディスク状のトリフェニレン系分子で cubic 液晶相になる系を見出し、 $\pi$  電子系ソフトマターとして発展させた。吉田氏(東大)は化学振動反応として知られている BZ 反応をゲル中で引き起こし、周期的な膨潤収縮運動や高分子鎖の形態変化を起こすゲルを開発した。まるでゲルが生きているような印象を与える非常に興味深い内容であった。以上の 3 つの発表は、どれも独創的な発想によって生まれた新規物質を対象としており、有機系の物質開発の大きな可能性を感じさせた。

最後のセッションでは、話が大きく変わり、液晶や膜のソフトマター物理についての発表が行われた。山室氏(物性研)は、近年話題のイオン液体の高次構造が液晶由来のものであることを見出し、その階層的なダイナミクスを中性子散乱により調べた。福田氏(産総研)は、キラル液晶の数値計算から、ねじれた配向構造や欠陥構造の形成について発表した。最近話題になっているキラル磁性体のスカーミオン構造とのアナロジーは興味深かった。佐々木氏(北大)は、液晶内のコロイド粒子に交流電場を印加したときに、コロイド粒子が芋虫のように電気泳動を起こすことを見出した。最後の講演では、野口氏(物性研)が生体膜の分子シミュレーションの発表を行った。生体膜には棒状の蛋白質のドメインが存在するが、そのドメインが膜の形態変化に与える影響が明快に示された。以上の 4 つの発表は広い意味で構成粒子や外場が非等方的あるいはキラルであるときに起こる現象であり、ソフトマターのダイナミクス研究の新しい展開と言える。

初日の最後に行われたポスターセッションでは、招待講演の内容に近いテーマから全く異なるテーマ(例えば水素吸蔵物質や気泡生成)まで、非常に幅広いテーマの発表が行われた。発表者には、招待講演者や世話人の研究室以外からも、多くの若手研究者(助教、ポスドク、学生)が集まった。ポスター発表数(26 件)は第 1 回のワークショップを上回っており、本研究会シリーズの注目度がどんどん上がっているのであれば幸いである。研究交流会(懇親会)と平行して行われたため、議論が盛り上がるかを心配していたが、リラックスした雰囲気that 功を奏したのか、招待講演者を中心としたシニアの研究者と若手研究者の間で活発な議論が行われた。

以上のように、講演の分野は本当に多岐にわたっており、しかも物性研内部の研究テーマからはかなり異なっているにもかかわらず、全てのセッションで休憩時間がほとんどなくなるほど活発な討論が行われた。これは、発表者の方々が専門外の聴衆に配慮した話をされたこと、逆に聴衆の方々は初歩的な質問や全く異なる立場からの質問を遠慮無くして頂いたことによる。世話人として、参加者全員に心から感謝したい。

最後に、本ワークショップの企画・準備・開催・報告の各段階で、多くの物性研事務部および各研究室の方々にご協力いただいた。特に、共同利用係の松尾飛鳥氏、中性子科学研究室補佐員室の本田裕子氏、羽部なおみ氏、安保真理子氏に、この場を借りて感謝したい。



集合写真





10:30~11:00 休憩

**【セッション4】 11:00~** 機能性固体・高分子 座長 柴山 充弘

12. 芥川 智行 (東北大多元研) 動的水素結合を利用した発光性強誘電体の創製  
13. 福島 孝典 (東工大資源研) 新しい構造形態を有する $\pi$ 電子系ソフトマター  
14. 吉田 亮 (東大院工) 化学振動反応を利用した自励振動ゲルの創成とそのダイナミクス

12:30~13:30 昼食

**【セッション5】 13:30~** 液体・中間相・膜のダイナミクス 座長 森 初果

15. 山室 修 (東大物性研) イオン液体のナノ構造とソフトダイナミクス  
16. 福田 順一 (産総研) 薄いキラル液晶セルが形成する特異な欠陥構造  
17. 佐々木 裕司 (北大院工) 液晶電気対流を用いたコロイド粒子の芋虫運動  
18. 野口 博司 (東大物性研) タンパク質吸着による生体膜の形態変化

15:30 まとめ・閉会挨拶 (副所長・小森 文夫)

**ポスター発表リスト (4月2日 (木) 18:00~)**

- P.01. 梶谷 孝 (東工大資源化学研) オルトフェニレンオクタマー：ディスコティック液晶  
カラムの巨視的垂直配向をもたらすドーパント  
P.02. 石割 文崇 (東工大資源化学研) 凝集誘起発光部位を有するポリアクリル酸及び  
そのゲルの特異な  $\text{Ca}^{2+}$  センシング能  
P.03. 清木 規矢 (東工大資源化学研) 巨視的スケールで高度な二次元配列規則性を有する分子性薄膜の創製  
P.04. 景山 義之 (北大院理、JST さきがけ) アゾベンゼンの光異性化が誘起する酸解離現象と巨視的ソフトマター  
ダイナミクス  
P.05. 池上 智則 (北大院総化) 定常光照射下における薄膜状結晶の巨視的振動の創発  
P.06. 高見 剛 (阪大院理) 革新的1次元空間を有する新物質とその水素吸蔵ダイナミクス  
P.07. 鈴木 健太郎 (神奈川大理) 運動開始に遅れのある紫外線応答性油滴の自己駆動系  
P.08. 根本 文也 (東大物性研) 中性子散乱で観た液晶性イオン液体のナノ構造とダイナミクス  
P.09. 秋葉 宙 (東大物性研、JST-CREST) Pd ナノ粒子中の水素の原子配置とダイナミクス  
P.10. 守島 健 (東大物性研) 両親媒性交互共重合体が水溶液中で形成する疎水性物質内包ミセル  
の構造  
P.11. 関 和彦 (産総研) 高い異方性を持つ分子の拡散吸着過程の理論およびシミュレーション  
P.12. 原 諒平 (九大院理) 不均一環境での溶質の速度に対する溶媒の動的な効果  
P.13. 山田 一雄 (九大院理) 非平衡定常駆動系における相反関係式  
P.14. 玉手 亮多 (東大院工) 自励振動ベシクル：ブロック共重合体が形成する超分子集合の周期的  
構造変化  
P.15. 増田 造 (東大院工) 自励振動ポリマーブラシ表面の動的機能発現とその評価  
P.16. 上田 顕 (東大物性研) 新規な水素結合系純有機結晶の構造とプロトン伝導性  
P.17. 富永 大輝 (CROSS 東海) 水が及ぼす水溶性高分子の構造・ダイナミクスの変化







## 再構成アメーバ液滴の自律変形と運動

西上 幸範、伊藤 弘明、園部 誠司<sup>1</sup>、○市川 正敏

(京都大学・大学院理学研究科、<sup>1</sup>兵庫県立大学・大学院生命理学研究科)

本研究は、細胞や細胞膜の変形に関与している、アクチンとミオシンの複合体(アクトミオシン)の動的な物性の一端を明らかにした。人間を含む真核生物の細胞膜は、脂質分子の二分子膜を基本とし、そこに埋め込まれた多種類の分子や、膜を裏打ちする細胞骨格のネットワークから構成されている事が知られている。特に、膜直下に存在するアクチンとミオシンの組は分子モーターであり、細胞膜の変形における力生成の源として研究が盛んである。このアクトミオシンを物理的な枠組みで見れば、それぞれ繊維状に自己集合したアクチンとミオシンで構成された、薄膜形状の動くゲルである。この薄膜ゲルは膜面方向に収縮する性質を持っており、細胞に見られる様々な現象において果たす役割に興味を持たれている。我々も、その性質を利用する事でアメーバ様運動を再現するモデル系を構築してきた[1]。今回、アクトミオシンの細胞サイズの空間に閉じ込める事で上記の動く薄膜ゲルを膜直下に再構成し、構造やそのダイナミクスを測定する事に成功した[2,3]。

### <参考文献>

- [1] Y. Nishigami, *et al.*, PLoS ONE 8(8): e70317. (2013).
- [2] Y. Nishigami, H. Ito, S. Sonobe, and M. Ichikawa (submitted).
- [3] H. Ito, Y. Nishigami, S. Sonobe, and M. Ichikawa (submitted).

## 揺動散逸定理を破る生き物の非平衡揺らぎ

水野 大介 (九州大学 理学研究院)

生き物の最小単位である細胞の諸機能は、柔らかい生体物質(バイオリジカルソフトマター)が熱的・非熱的に駆動されることで発現する。ソフトマターは外場に対して巨大に、かつ、著しく非線形に応答することを特徴とするため、生命現象は非線形性・非平衡性が色濃く現れる予測困難な力学過程である。こうした非平衡状態にある細胞内部環境では、熱平衡系における統計物理学の基本定理である揺動散逸定理が破れている。この揺動散逸定理の破れを解析することで、逆に細胞内部で生じている非熱的な揺動力や非平衡な動力学的過程を究明することができる。ここで、非熱的な揺動力とは、例えばモーターたんぱく質がATPを加水分解して得たエネルギーを利用して生み出す非平衡力のことを指す。

本講演では、培養細胞や人工的に作製した“生きている細胞骨格ゲル”において、揺動散逸定理が破れていることを実証するとともに、i)生き物の非平衡揺らぎの統計的な性質(Levy)が平衡系のもの(Gauss)とは本質的に異なること、ii)非平衡揺らぎと系の力学挙動の間に協奏的な強い相関関係が観測されることを報告する。

### <参考文献>

- [1] D. Mizuno, C. Tardin, C. F. Schmidt, and F. C. MacKintosh, *Science* **315**, 370 (2007).
- [2] D. Mizuno, R. Bacabac, C. Tardin, D. Head, and C. F. Schmidt, *Phys. Rev. Lett.* **102**, 168102 (2009).
- [3] 水野大介、日本物理学会誌 **66**, 276 (2011). (pdf:<http://sleipnir.sci.kyushu-u.ac.jp/mizuno/index.html>)





## 水と共役した生体分子のダイナミクスと機能発現

中川 洋 (原子力機構・量子ビーム、JST・さきがけ)

本研究は、中性子非干渉性散乱を用いて、蛋白質や DNA の水と機能発現関係性の解明を目的として行った。これまで、中性子非干渉性散乱実験と分子シミュレーションを組み合わせることで、生体分子の水和やダイナミクスの研究を行ってきた。生体分子の水和やダイナミクスの研究では、中性子を使うことで、“分子の熱揺らぎが分かる”、“水がよく見える”という、中性子の持つ量子ビームとしての特徴を活かした研究が行える。また中性子散乱の実験データの解析に分子シミュレーションを援用することで、原子分解能で構造ダイナミクスの解析を行うという、実験と計算を相補的・相乗的に融合させた解析は有効である。本発表では、中性子散乱と分子シミュレーションを組み合わせさせた研究によって、生体分子の機能を支える構造揺らぎが、水和水との相互作用で発現する仕組みを解明した研究について紹介する。

### <参考文献>

- [1] H.Nakagawa *et al.*, (2010) JPSJ, 79, 083801
- [2] H.Nakagawa *et al.*, (2014) Phy.Rev.E., 90, 022723

## 一分子蛍光分光法によるタンパク質のフォールディング研究

高橋 聡 (東北大学・多元物質科学研究所)

タンパク質は、ランダムコイルの性質を持つ変性状態から、一次配列により定められる単一構造に自発的にフォールディングする性質を持つ。タンパク質のフォールディングは、タンパク質の構造予測や新規デザインなど、さまざまな応用と関連する重要な研究課題である。

近年、David Baker と David Shaw という 2 人の研究者が、この分野に変革をもたらしつつある。Baker らはタンパク質の構造予測やデザインを可能にし、新規酵素のデザインにも成功した[1]。Shaw は、生体分子の長時間の分子動力学計算を可能にする専用マシンを開発し、様々な系に応用を広げている[2]。今後、大規模な計算を用いてフォールディング機構を理解するとともに、タンパク質のデザイン研究が進展すると予想される。

我々は、タンパク質のフォールディング運動を、一分子レベルで観察するための装置開発を進めている。これまでの努力により、十マイクロ秒の時間分解能で 10 ミリ秒程度の一分子時系列データの観察が可能となった[3]。我々が明らかにしたタンパク質の物性について紹介し、さらにどのような装置の工夫が可能か、どんな現象が面白いかなどのお話を提供したい。

### <参考文献>

- [1] Siegel *et al.*, Proc. Natl. Acad. Sci. USA. (2015) asap article.
- [2] Piana, Lindorff-Larsen, Shaw, Proc. Natl. Acad. Sci. USA. (2013) 110, 5915-5920.
- [3] Oikawa, Suzuki, Saito, Kamagata, Arai, Takahashi, Sci. Rep. (2013) 3, 2151.





## 銀微粒子シートによるナノ界面の高分解能蛍光イメージング

玉田 薫 (九州大学 先導物質化学研究所)

金属ナノ微粒子をはじめとするナノ材料は、ナノサイズに由来する特有の光学および電気的特性により、さまざまなデバイス応用が期待されている。中でも金属ナノ構造体による局在プラズモン共鳴 (Localized surface plasmon resonance (LSPR)) は、基礎と応用の両方において、近年進展がめざましい研究分野である。

近年我々は粒径の揃った銀微粒子 (直径 5 nm) および金微粒子 (直径 10 nm) の多次元自己組織化とそのプラズモン特性について研究を進めている [1]。これら金属ナノ微粒子は界面活性を有し、気水界面に展開すると自発的に 2 次元結晶を形成する [2]。これら微粒子シートを蛍光増強基板として用いると、界面から数 10 nm の領域でのみ波長選択的に蛍光増強効果が現れる。伝搬型プラズモン由来の蛍光増強とは異なり空間分解能が低下しないため、ナノ界面に特化したイメージングを高空間分解能で行うことが可能である。これまでに、高速 CCD カメラによる直径 1  $\mu\text{m}$  の蛍光ビーズ観察において、30 ms/frame の実時間観察で、160 nm の空間分解能を維持しつつ、蛍光強度を 4 倍上げることに成功している [3]。最近の試みとして、広島大学との共同研究で、銀微粒子二次元シート基板上に接着した細胞の接着点の高分解能観察に成功している。今後は局在プラズモン下での高分解能局所蛍光顕微鏡観察を通じて、ナノ界面における分子ダイナミクスに関する研究を進めたいと考えている。

### <参考文献>

- [1] K. Okamoto, B. Lin, K. Imazu, A. Yoshida, K. Toma, M. Toma, K. Tamada, *Plasmonics*, **8**, 581, 2013. A. Yoshida, K. Imazu, X. Li, K. Okamoto, K. Tamada, *Langmuir*, **28**, 17153, 2012.
- [2] M. Toma, K. Toma, K. Michioka, Y. Ikezoe, D. Obara, K. Okamoto and K. Tamada, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, **13**, 7459, 2011.
- [3] E. Usukura, S. Shinohara, K. Okamoto, J. Lim, K. Char, K. Tamada, *Appl. Phys. Lett.*, **104**, 121906, 2014.

## 2次元ナノ材料上のペプチド自己組織化：バイオ-エレクトロニクス界面の物性

早水 裕平 (東京工業大学大学院 有機高分子物質専攻)

本研究では、グラフェン表面で特異的に自己組織化する固体吸着ペプチドを用い、ナノ材料とバイオ材料の複合システムを構築し、新規なバイオ・エレクトロニクス分野の開拓を目指します。我々の研究室では、米国ワシントン大学のサリカヤ研究室との共同研究において、バイオコンビナトリアル法を用いてグラフェン・グラファイトに特異的に吸着するアミノ酸 12 個からなるペプチドを 60 個、選択しました。そのうちの 1 つが、グラファイト上に長さ数ミクロン、幅数ナノのナノワイヤー状の構造に自己組織化することが発見されました [1]。このペプチドのアミノ酸配列の一部を変化させることによって、ペプチドの自己組織化を制御することが可能です [2]。近年は、これらのペプチドを用いたバイオセンサーの実証もなされています [3]。

これらの研究をさらに発展させ、現在では、グラフェン以外の種々の 2 次元ナノ材料上で自己組織化するペプチドの開発に成功しました。講演ではその界面の物性について発表いたします。

### <参考文献>

- [1] C. R. So, *et al.*, "Controlling Self Assembly of Engineered Peptides on Graphite by Rational Mutation," *ACS Nano*, **6** (2) 1648-1656 (2012).
- [2] D. Khatayevich, *et al.*, "Controlling the Surface Chemistry of Graphite by Engineered Self-Assembled Peptides" *Langmuir*, **28**, 8589 (2012).
- [3] D. Khatayevich, *et al.*, "Selective Detection of Target Proteins by Peptide-Enabled Graphene Biosensor", *Small*, **10**, 1505-1513 (2014).







## 化学振動反応を利用した自励振動ゲルの創成とそのダイナミクス

吉田 亮 (東京大学大学院工学系研究科)

演者は刺激応答性高分子ゲルの研究に長い間携わる一方で、心臓の拍動のように一定条件下で自発的に周期的リズム運動を行う新しい「自励振動ゲル」を開発した。Belousov-Zhabotinsky (BZ) 反応は、時間リズムや空間パターンを自発的に生み出す化学振動反応としてよく知られている。この BZ 反応を、金属触媒を化学的に結合したゲル内で引き起こし、その化学エネルギーを力学エネルギーに変換する分子設計を行うことによりゲルの周期的な膨潤収縮振動や高分子鎖の周期的形態変化を生み出すことに成功した。1996年に初めてこの「自励振動ゲル」(self-oscillating gel)を報告し[1]、以降系統的に研究を進めている。生体模倣アクチュエータ、自律物質輸送システム、自励振動ポリマーブラシ表面、周期的粘弾性変化を伴う機能性流体など、時空間機能をもつ新たな自律機能材料への応用展開を試みている[2]。また近年ではミセル構造[3]やベシクル構造[4]の形成崩壊サイクルを繰り返す新規 AB, ABA, ABCBA 型ブロック共重合体の創製、細胞膜に見られるような周期的かつ自律的な二重膜構造の変形を生起する架橋ベシクル[5]の創製に成功した。本講演ではこれらの最新の成果を紹介する。

### <参考文献>

- [1] R. Yoshida, T. Takahashi, T. Yamaguchi and H. Ichijo : *J. Am. Chem. Soc.*, 118, 5134 (1996).
- [2] R. Yoshida and T. Ueki : *NPG Asia Materials*, 6, e107 (2014).
- [3] T. Ueki, M. Shibayama, R. Yoshida : *Chem. Commun.*, 49, 6947 (2013).
- [4] R. Tamate, T. Ueki, M. Shibayama, R. Yoshida : *Angew. Chem. Int. Ed.*, 53, 11248 (2014).
- [5] R. Tamate, T. Ueki, R. Yoshida : *Adv. Mater.*, 27, 837 (2015).

## イオン液体のナノ構造とソフトダイナミクス

山室 修、古府 麻衣子、根本 文也 (東京大学物性研究所・附属中性子科学研究施設)

イオン液体はおそらく現在の液体科学分野で最も注目されている液体である。単一のイオン性物質であるにもかかわらず、室温で液体であり、それが過冷却しガラス転移を示す。イオン液体の陽イオンは、イミダゾール環などのコア部分(正電荷が局在)にアルキル鎖が結合した構造をもつ。イオン液体が興味深いのは、このコア部分と陰イオンからなるイオン性ドメインとアルキル鎖が集まった中性ドメインが高次構造(ナノ構造)を形成することである。もちろんドメイン内にも特徴的な構造が存在するので、イオン液体は、単一成分液体であるにもかかわらず、水・油・界面活性剤系のような階層構造をもつ液体と捉えることもできる。上記の様な基礎科学的興味だけでなく、イオン液体は不揮発性溶媒、電気化学材料、アクチュエーターなどの機能性物質としても大いに注目されている。我々は、このイオン液体の構造とダイナミクスに注目して、熱測定や中性子散乱の研究を行ってきた[1-8]。講演では、ナノ構造とそれに由来する遅い緩和の話を中心に、これまでの我々の研究を紹介する。

### <参考文献>

- [1] O. Yamamuro *et al.*, *Chem. Phys. Lett.* 423, 371 (2006).
- [2] Y. Inamura *et al.*, *Physica B* 385-386, 732 (2006).
- [3] O. Yamamuro *et al.*, *AIP Conf. Proc.* 832, 73 (2006).
- [4] O. Yamamuro *et al.*, *J. Chem. Phys.* 135, 054508 (2011).
- [5] O. Yamamuro *et al.*, *J. Phys. Chem. B* 116, 10935 (2012).
- [6] M. Kofu *et al.*, *Soft Matter* 8, 7888 (2012).
- [7] M. Kofu *et al.*, *J. Phys. Chem. B* 117, 2773 (2013).
- [8] F. Nemoto *et al.*, *J. Phys. Chem. B*, in press.





## タンパク質吸着による生体膜の形態変化

野口 博司 (東大物性研)

生体膜に囲まれた様々な形状の細胞内小器官があるが、それらの形状は時々刻々と動的に変化している。これらの形状を決めるメカニズムの解明を目的として研究を行っている。最近、生体膜に吸着するバナナ状の BAR ドメインを持つタンパク質が多く見つかっている。吸着ドメインが曲率を持つため、ドメインに沿って脂質膜を曲げてチューブ状に変形させる。しかし、その形成機構はまだよくわかっていないことが多い。我々は粗視化膜模型を用いたシミュレーションによってこのような曲がった棒による膜変形を研究した。棒同士に直接の引力を与えなくても、膜を介した相互作用で、棒は集合する。しかし、通常の相分離と異なり、この集合は棒の縦と横方向の 2 つの 1 次元の集合に分かれて起こる[1]。また、これまでの研究では棒に沿った自発曲率のみが考慮されていたが、横方向に弱い自発曲率を加えることでチューブ形成のダイナミクスが大きく変わることが分かった[2]。平衡状態の性質はそれほど変化しないが、集合途中でネットワーク構造が安定化することによってチューブ形成が抑制される。最近、タンパク質の種類によってチューブ状の突起が脂質膜全体から一様に伸びてくるものと一箇所から伸びるものがあることが実験的に報告されている[3]。このようなネットワーク形成が一因である可能性が考えられる。

### <参考文献>

- [1] H. Noguchi, EPL 108, 48001 (2014).
- [2] H. Noguchi, arXiv:1503.00973 [cond-mat.soft].
- [3] Y. Tanaka-Takiguchi, *et al.* Langmuir 29, 328 (2013).





さらなる高度な材料の開発に向けて、複合的な手法による解析や物性のマイクロな理解、さらにはそれに基づく新しい学理や概念の構築の重要性が議論された。

次のセッションでは、基盤技術として放射光、計算科学、レーザーをとりあげて、産業の課題解決に向けたそれらの利用について議論した。最初の高田昌樹氏の講演では、学術研究と産業技術開発の両方を支える放射光施設について紹介された。これまで行われた産業応用につながる物質の様々な分析・解析結果が示され、最新の放射光施設の建設とその戦略的な運用により、産業技術も学術研究もともに飛躍的に発展できることが述べられた。続いて、常行真司氏は、計算科学手法を用いたシミュレーションとデータ処理技術について講演した。シミュレーション解析では物質内部や界面での原子の動きを可視化して形成過程や反応機構を解明することと、膨大なデータの処理技術としてマテリアルズ・インフォマティクスを用いて実用的な物質材料の探索・設計ができることが紹介された。これらは、産業応用として有効であるばかりでなく、学術的にも本質的な発展が期待できることが述べられた。本セッションの最後の小林洋平氏の講演では、インターネットでの情報伝達を駆使した次世代製造業において、加工技術としてのレーザー活用の重要性が紹介された。この実用加工技術の原理解明が学術的課題であり、これを含めた他のレーザー応用分野においても、レーザーに関する学術的研究が高度な産業応用の進歩に直結している現状が述べられた。各講演後には、取り上げられた基盤技術は応用範囲が広く、産業に利用されている複雑で多様な物質と現象の分析と解析が直接的に実用に資するばかりでなく、そこで得られた結果に基づく学理の解明からも産業の発展に寄与できることが議論された。

最終セッションは、行政の立場からの2つの講演があった。片山健太郎氏からは、労働力人口の減少によって、国の科学技術予算の増加が見込めない現状で、大学での研究をどのように進めるかという視点から講演があった。産業界から大学への資金の流入増加と人材交流によって推進できる研究があることが指摘され、研究分野の選択において社会・経済へのインパクトも重要であることが述べられた。続く坂本修一氏の講演は、イノベーションを生み出す産学連携に関するものであった。産業界は大学に対して、産業界からの投資を呼び込むような経営を求めているので、その投資によって学問を含めた大学全体の発展を目指す方向への期待が述べられた。さらに、産学官で科学とイノベーションの両方で成果が期待できる産学協創モデルを構築することの重要性が強調された。これらの講演の後には、紹介された現状をふまえて今後の研究戦略をどのように構築するかについて議論された。

本ワークショップの内容は、物性研ではこれまであまり馴染みがなかったにもかかわらず、発表者のご配慮と聴講者の積極的な参加のおかげで、議論が活発に行われた。参加者全員に、改めて深く感謝する。「物質・材料開発を支える基礎科学」を、厳しい財政事情の中で、今後どのように発展させていくかについて、明確な結論を出すのは容易ではない。今回のワークショップのような広い視点からの継続した検討の重要性が再認識された。最後に、本ワークショップの準備で連日遅くまでご協力いただき運営を支えて頂いた、研究室事務補佐員の石橋夏水氏、川井明子氏、堤有美子氏に、この場を借りて感謝したい。

尚、今回のワークショップの講演はビデオ撮影されており、関心がある方には視聴して頂けるようにする予定です。詳細は物性研 HP でお知らせします。

## プログラム

- 13:00-13:10: 開催趣旨
- 13:10-13:45: 伊藤 耕三 (東大新領域・ImPACT)  
“「しなやかな タフポリマー」の実現”
- 13:45-14:20: 射場 英紀 (トヨタ自動車・電池研究部)  
“サステナブルモビリティ実現のための基礎研究への期待”
- 14:20-14:55: 本間 穂高 (新日鉄住金)  
“イノベーションを支え続ける構造材料であるために”







# 物性研究所談話会

標題：軟 X 線発光分光の動向と SPring-8 における最新の成果

日時：2015 年 5 月 7 日(木) 午後 4 時～午後 5 時

場所：物性研究所本館 6 階 大講義室(A632)

講師：原田 慈久

所属：東京大学物性研究所極限コヒーレント光科学研究センター

要旨：

現在世界中で中型高輝度放射光源の建設ラッシュが始まっており、最も輝度を活かすことのできる分光手法として"軟 X 線発光分光"に注目が集まっている。軟 X 線発光分光を用いると、物質を構成する元素ごとに、化学結合状態を選別して価電子の状態密度分布を与えることができる。軟 X 線の脱出深度は物質表面から数 10nm～数 100nm 程度であるため、表面が変化しやすい物質におけるバルク敏感なプローブとしても、逆に入射角をうまく使えば表面敏感なプローブとしても使うことができる。また電場・磁場等の外場下で測定できる、絶縁体など帯電しやすい物質でも測定できるなど、測定環境に対する圧倒的な自由度があることも特長である。物性研究所は、1990 年台初頭より、高エネルギー分解能化、偏光の利用、軟 X 線用 CCD の利用、溶液系への展開と、世界をリードする形で軟 X 線発光分光分野を切り拓いてきた。本講演では、SPring-8 BL07LSU 東大放射光アウトステーションで展開する超高分解能軟 X 線発光分光のプロジェクトについて紹介し、高輝度光源を視野に入れた近未来の研究戦略について展望を述べたい。

標題：Exciton Condensates are Super!

日時：2015 年 6 月 17 日(水) 午後 4 時 30 分～午後 5 時 30 分

場所：物性研究所本館 6 階 大講義室(A632)

講師：Prof. Allan H. MacDonald

所属：Physics Department, University of Texas at Austin

要旨：

The spatially-indirect exciton condensate (SIXC) is an interesting ordered electronic state in which coherence is spontaneously established between particles localized in separate two-dimensional layers. To date SIXC states have been discovered only in double-quantum-well semiconductor heterojunctions and only in the strong magnetic field quantum Hall regime. I will discuss some properties SIXCs, commenting on their counterflow superfluidity, their collective excitations, and on similarities and differences relative to superconductors, easy-plane ferromagnets and anti-ferromagnets, and the standard model of particle physics. Finally I will discuss the some recent theoretical work SIXC states in bilayers formed from two-dimensional materials, which will hopefully be observed in the future.

## 【講師紹介】

Allan H. MacDonald 教授は、テキサス大学オースティン校に長年在籍し、凝縮系理論における最先端の研究を指導してこられました。量子ホール効果・スピントロニクス・グラフェンなどの輸送理論を中心として、幅広い研究テーマで顕著な業績をあげられています。





標題：理論セミナー：Spin singlet order in breathing pyrochlore

日時：2015年5月1日(金) 午後4時～午後5時

場所：物性研究所本館6階 第5セミナー室 (A615)

講師：常次 宏一

所属：東京大学物性研究所

要旨：

Pyrochlore antiferromagnets are a typical example of frustrated magnets in three dimensions. I studied the  $S=1/2$  Heisenberg model on this lattice and found a dimer/tetramer order with a hierarchical structure. I used an approach that the spin exchange  $J'$  connecting tetrahedron building blocks varies from the intra-block coupling  $J$  and the ratio  $J'/J$  was a “small” control parameter in my theory. Okamoto et al. in Hiroi group reported a material with this exchange pattern realized, and that is an  $S=3/2$  antiferromagnet  $\text{Li}(\text{Ga},\text{In})\text{Cr}_4\text{O}_8$  named breathing pyrochlores [PRL 110, 097203, 2013]. In the end member  $\text{LiInCr}_4\text{O}_8$ , the ratio  $J'/J$  is small and a magnetic order appears with lowering temperature preceded by a structure transition. I have generalized my previous theory and applied to the  $S=3/2$  case, and discuss this transition.

標題：放射光セミナー：NSRRCにおける強相関電子系物質の共鳴 X 線非弾性散乱研究 –  $\text{Sr}_3\text{NiIrO}_6$  と  $\text{Bi2212}$  –

日時：2015年5月7日(木) 午前10時30分～午前11時30分

場所：スプリング8中央管理棟テレビ会議室 (TV 会議 物性研第一会議室)

講師：岡本 淳

所属：台湾放射光研究センター

要旨：

共鳴 X 線非弾性散乱(Resonant Inelastic X-ray Scattering = RIXS)は、入射 X 線のエネルギーを特定の元素の吸収端に合わせることで、対象とした軌道状態が関係する励起スペクトルを測定する手法である。格子や電子自由度の素励起や、中間状態での軌道間電子励起を観測できるため、強相関電子系物質の電子構造解析で重要な成果をあげている。近年の放射光技術の進歩に伴い軟 X 線領域でのエネルギー分解能が Cu L3 端で 130 meV まで向上したことで、3d 遷移金属化合物を対象とした研究が着目されている。

我々のグループは、軟 X 線領域と硬 X 線領域を対象とした高エネルギー分解能 RIXS 研究を、各々 Taiwan Light Source(TLS)BL05A1 と SPring-8 BL12XU を利用して行っている。

本講演では、擬一次元構造を持つ反強磁性 Ir 酸化物  $\text{Sr}_3\text{NiIrO}_6$  の、Ir L3 端 RIXS を用いた Ir 5d 電子構造と磁気励起の研究について述べる。

軟 X 線 RIXS については、最近行った  $\text{Bi2212}$  の Cu L3 端 RIXS での入射エネルギー依存性を用いた低エネルギー励起スペクトルの研究について述べる。

最後に、現在第一期建設が進められている 1.3 GeV 放射光施設 Taiwan Photon Source(TPS)での軟 X 線 RIXS ステーションと研究展開について紹介する予定である。





ここ数年ドイツのマックスプランク微細構造物理学研究所で、S字配置の2台の静電半球型電子エネルギー分析器(HDAs)で収差を補正をしたうえで同時2次元角度分解光電子分光のできる Momentum microscope(M.M.)の開発が進みに、さらに一昨年 Au/Ir(001) 2次元イメージング型スピン検出器を付けることで、スピン偏極同時2次元角度分解光電子分光(SP-2D-ARPES)が可能となった。

1万点にも及ぶ(kx,ky)点でのスピン偏極の同時測定ができるため VLEED 検出器の更に千倍から1万倍のスピン検出感度での実験が可能となった。入射側には光電子顕微鏡(PEEM)レンズを用いているため  $2\pi$ ステラジアン全てに放出された電子を検出器に導くことができる。このため極めて広い2次元波数空間での測定が He ランプを用いてさえエネルギー分解能 12meV、波数分解能  $0.005\text{\AA}^{-1}$  の高分解能で可能となった。また PEEM を用いているために実空間の  $\mu\text{m}$  あるいは数百 nm 域を選んだミクロナノ測定も可能である。Laser あるいは放射光を用いた研究は更に強力と考えられるので、現在その方向で装置改良を進めている。この高性能装置はまだ世界で1台しかないが、光電子分光の新しい時代がまさに始まろうとしている。全波数空間の隅々までの高精度のスピン情報は、理論への feedback や共同研究により固体物理学全体の推進にも大きく役立つものと思われる。

#### References

- 1.S.Suga and A.Sekiyama, Photoelectron Spectroscopy: Bulk and Surface Electronic Structures, Springer Series in Optical Sciences 176,1-378 (2014).
- 2.S.Suga and C.Tusche, Photoelectron spectroscopy in a wide  $h \cdot$  region from 6 eV to 8 keV with full momentum and spin resolution, J.Electron Spectrosc. Rel. Phenom. (2015), in press.

標題：理論インフォーマルセミナー：Fate of Majorana fermions after a quantum quench

日時：2015年5月15日(金) 午後4時～午後5時

場所：物性研究所本館6階 第5セミナー室 (A615)

講師：Prof. Pedro D. Sacramento

所属：CeFEMA, Instituto Superior Tecnico, Lisboa

要旨：

The stability of Majorana fermions at the edges of a two-dimensional topological superconductor after a quantum quench is studied. Both instantaneous and slow quenches are considered. In the case of instantaneous quenches, the Majorana modes generally decay, but for a finite system there is a revival time that scales to infinity as the system size grows. Exceptions to this decaying behavior are found in some cases such as due to the presence of edge states with the same momentum in the final state. It is shown that the Chern number remains invariant after the quench, until the propagation of the mode along the transverse direction reaches the middle point.

A periodic driving is also considered. In this work we consider triplet and singlet superconductors subject to periodic variations of the chemical potential, spin-orbit coupling and magnetization in both topologically trivial and nontrivial phases, and study their influence on the charge and spin currents that propagate along the edges of the two-dimensional system.







標題：理論セミナー：Optimized effective potential method in static RPA and its applications

日時：2015年5月29日(金) 午後4時～午後5時

場所：物性研究所本館6階 第5セミナー室 (A615)

講師：赤井 久純

所属：東京大学物性研究所

要旨：

The optimized effective potential (OEP) method combined with many-body perturbation schemes is one of promising approaches to go beyond the local density approximation of the density functional theory. Although the method is very powerful, it has not been widely used so far. One of the reasons is that some ambiguity inherent to the OEP prevents us to apply it to spin-polarized cases [1]. Another more practical reason is that its computational cost is rather high. In order to overcome these points, first, we reformulated the OEP method to render it applicable to general correlation functionals including the RPA correlation functional [2]. The following points are emphasized: i) Level-crossing at the Fermi surface is taken into account; ii) eigenvalue variations in a Kohn-Sham functional are correctly treated; and iii) the resultant OEP equation is different from those reported to date.

Second, we have introduced a method that accelerates the OEP scheme in a static RPA-level correlation functional in the framework of KKR. Further to improve the computational speed, the Krieger-Li-Iafrate (KLI) approximation is exploited for solving the OEP equation. It is likely that KLI approximation does not deteriorate the description of the magnetic transition metals (Fe, Co, and Ni) examined here, despite the fact that their magnetic properties are rather sensitive to the treatment of correlation energy.

標題：単分子量子磁石を用いた単分子量子スピントロニクス最前線

日時：2015年5月29日(金) 午前11時～午後0時

場所：物性研究所本館6階 第1会議室 (A636)

講師：山下 正廣

所属：東北大学大学院理学研究科化学専攻

要旨：

スピントロニクスは21世紀のキーテクノロジーとして基礎と応用の両面から研究されている。記録素子として古典磁石を用いた巨大磁気抵抗(GMR)やトンネル磁気抵抗(GMR)が日常的に使われている。しかし、ムーアの限界を超えるためには古典磁石をナノサイズにしなければならないが、古典磁石はナノサイズでは磁石としては働かない。そこで、我々は21世紀のナノ分子磁石である単分子量子磁石を用いてムーアの限界を超えるために、量子分子スピントロニクスに関する研究を行っている。本講演では、単分子量子磁石を用いた、単分子メモリー、近藤効果、巨大磁気抵抗(GMR)、トンネル磁気抵抗(TMR)、電界トランジスター(FET)、などについて紹介する。

[1] T. Komeda, M. Yamashita, *et al.*, *Nature Commun.*, 2, 217(2011)

[2] K. Katoh, M. Yamashita, *et al.*, *J. Am. Chem. Soc.*, 131, 9967(2009)

[3] Z. Wei-Xiong, M. Yamashita, *et al.*, *J. Am. Chem. Soc.*, 134, 6908(2012)

[4] T. Komeda, K. Kaoth, M. Yamashita, *et al.*, *J. Am. Chem. Soc.*, 135, 651(2013)



標題：ナノサイエンスセミナー：Measurement of resistance induced by a single potassium atom on chiral-angle known nanotubes

日時：2015年6月1日(月) 午後1時30分～午後3時

場所：物性研究所本館6階 第2セミナー室 (A612)

講師：Prof. Masa Ishigami

所属：Department of Physics, University of Central Florida

要旨：

Impurity-induced carrier scattering is expected to be dependent on the chirality of nanotubes and the nature of scattering potentials induced by impurities. Such scattering is still poorly understood because it has been impossible to measure the impact of impurities on resistance of carbon nanotubes with known chirality.

We have measured the scattering strength of charged impurities on semiconducting single-walled carbon nanotubes with known chirality. The resistivity of nanotubes is measured as a function of the density of adsorbed potassium atoms, enabling the determination of the resistance added by an individual potassium atom. Holes are scattered 26 times more efficiently than electrons by an adsorbed potassium atom. The determined scattering strength is used to reveal the spatial extent and depth of the scattering potential for potassium, a model Coulomb adsorbate, paving way for rational design of nanotube-based sensors.

標題：ミニワークショップ：Spins at Surfaces

日時：2015年6月9日(火) 午前10時30分～午後4時45分

場所：物性研究所本館6階 第5セミナー室 (A615)

要旨：

Program

10:30 Roland Wiesendanger (University of Hamburg)

"Exploring spins at surfaces by spin-polarized STM" (Lecture in NPSMP2015)

Lunch break

13:30 Hidemi Shigekawa (Tsukuba University)

"Probing spin dynamics by laser-combined scanning tunneling microscopy"

14:00 Tadahiro Komeda (Tohoku University)

"Spins of adsorbed molecules"

14:30 Toyokazu Yamada (Chiba University)

"Quantitative STM spin-polarization measurements of single molecules on magnetic domains"

Coffee break

15:15 Noriyuki Tsukahara (University of Tokyo)

"Controlling orbital-selective Kondo effects in a single molecule"

15:45 Yasuo Yoshida (University of Tokyo)

"Real-space observations of superconducting and magnetic properties of the heavy fermion superconductor CeCoIn<sub>5</sub>"

16:15 Toshio Miyamachi (University of Tokyo)

"Orbital selectivity in STM: distant-dependent tunneling process observed in iron nitride"



標題：ナノサイエンスセミナー：Theory of Dirac and Topological States on Conventional Semiconductor Surfaces

日時：2015年6月29日(月) 午前11時～午後0時30分

場所：物性研究所本館6階 第5セミナー室 (A615)

講師：Prof. Feng Liu

所属：Department of Materials Science and Engineering, University of Utah

要旨：

Since the discovery of graphene, two-dimensional (2D) materials have drawn much recent interest. Two outstanding properties unique to 2D materials are Dirac and topological states, which span a wide range of novel electronic and quantum transport phenomena. When a freestanding 2D atomic layer is transferred to a substrate, however, its intrinsic properties will be altered, let alone the difficulty of the transfer process. This poses also a formidable technical challenge for potential applications of 2D materials. In this talk, I will present our recent efforts in computational design of Dirac and topological states on conventional semiconductor surfaces [1-4]. By constructing overlayer structures that are atomically bonded but electronically isolated from the underlying substrates, various “virtual” 2D materials can be made on top of semiconductor substrates, where the electronic bands of the virtual 2D materials lie completely inside the band gap of substrates. A substrate orbital filtering effect is shown to play a key role in the design process. We envision that our findings will not only greatly broaden the scientific scope of 2D materials but also significantly impact on their applications in real devices.

[1] M. Zhou, W. Ming, Z. Liu, Z. Wang, P. Li, F. Liu, “Epitaxial growth of large-gap quantum spin Hall insulator on semiconductor surface”, Proc. Natl. Acad. Sci., 111, 14378 (2014).

[2] M. Zhou, Z. Liu, W. Ming, Z. Wang, F. Liu, “sd2 Graphene: Kagome Band in Hexagonal lattice”, Phys. Rev. Lett. 113, 236802 (2014).

[3] M. Zhou, W. Ming, Z. Liu, Z. Wang, Y. Yao, F. Liu, “Formation of quantum spin Hall state on Si surface and energy gap scaling with strength of spin orbit coupling”, Sci. Rep. 4, 7102 (2014).

[4] Z. F. Wang, F. Liu, “Self-Assembled Si Surface Dirac States and THz Plasmonics”, Phys. Rev. Lett. (in press, 2015).

標題：理論セミナー：全電子第一原理  $GW+Bethe-Salpeter$  法

日時：2015年7月3日(金) 午後4時～午後5時

場所：物性研究所本館6階 第5セミナー室 (A615)

講師：野口 良史

所属：東京大学物性研究所

要旨：

Bethe-Salpeter 方程式 (BSE) を  $GW$  近似( $GWA$ )の範囲で解くいわゆる  $GW+Bethe-Salpeter$  法は現実物質の光吸収スペクトルを計算することのできる最も高精度な第一原理手法の一つである。しかしこれまでのところ、計算コストや基底関数などの問題からその応用例はあまり多くなく、少数原子系に対して価電子帯の電子励起が対象となる UV-vis 吸収スペクトルの計算が行われているだけである。

本研究では全電子混合基底法[1]と第一原理  $GW+Bethe-Salpeter$  法を組み合わせて用いることで、X線吸収スペクトル(XAS)の第一原理計算に成功した[2]。また本プログラムをハイブリッド( $OpenMP+MPI$ )並列向けに再設計・開発することにより、約1500CPUコア程度を用いた並列計算が可能になった。その結果、計算の信頼性や計算精度を一切損なうことなく、100原子以上からなる系に対する UV-vis 吸収スペクトルの高精度計算にも成功した[3]。本講演では、最近行った XAS の計算例を示し、実験のスペクトルや他の計算手法との比較を行い、本手法の妥当性を検証する予定である。また全

電子混合基底法プログラムの開発の現状やベンチマークテストの結果などを紹介しつつ、本プログラムを用いた今後の応用計算の可能性を示す予定である。

[1] Y. Noguchi, M. Hiyama, H. Akiyama, and N. Koga, *J. Chem. Phys.*, **141**, 044309 (2014).

[2] Y. Noguchi, M. Hiyama, H. Akiyama, Y. Harada, and N. Koga, *J. Chem. Theory Comput.*, **11**, 1668 (2015).

[3] Y. Noguchi and O. Sugino, *J. Chem. Phys.*, **142**, 064313 (2015).

**標題：理論セミナー：モット転移近傍の電子状態**

**日時：2015年7月17日(金) 午後4時～午後5時**

**場所：物性研究所本館6階 第5セミナー室 (A615)**

**講師：河野 昌仙**

**所属：物質・材料研究機構**

**要旨：**

典型的な金属の物性は自由電子の性質として理解することができる。一方、モット絶縁体は、電荷励起に大きなギャップがあり、低エネルギーの性質はスピン自由度だけで説明することができる。モット転移の問題は、自由電子のように振舞っていた電子がモット転移に向けてどのようにスピンと電荷の自由度が分離した状態へと変化するのかという問題である。本講演では、この問題に関して、1次元ハバードモデルの厳密解の解析[1]、2次元ハバードモデル[2]および  $t$ - $J$  モデルの数値計算、無限小ドーピング極限の1電子励起状態とモット絶縁体の磁気励起状態との波動関数の重なりや量子数の選択則などの解析を行った結果を示し、モット転移は電子の動きをスピン自由度に保ったまま、電荷自由度が凍結する転移として特徴づけられることを述べる。また、2次元ハバードモデルおよび  $t$ - $J$  モデルの数値計算結果と1次元系からの摂動論によって、高温超伝導体で観測されている様々な異常な振る舞い（ドーピング誘起状態、フェルミアーク、擬ギャップ、平坦バンド、スピノンのモード、ホロンのモード、キルク、ウォーターフォールなど）を2次元系のモット転移近傍の性質として統一的に説明する[2,3]。

[1] M. Kohno, *Phys. Rev. Lett.* **105**, 106402 (2010).

[2] M. Kohno, *Phys. Rev. Lett.* **108**, 076401 (2012).

[3] M. Kohno, *Phys. Rev. B* **90**, 035111 (2014).







# 東京大学物性研究所教員公募について

下記により助教の公募をいたします。適任者の推薦、希望者の応募をお願いいたします。

## 記

1. 研究部門名等および公募人員数  
ナノスケール物性研究部門(大谷研究室) 助教1名
2. 研究内容  
当研究室では、ナノスケールの磁性体・半導体・超伝導体ヘテロ構造を用いてスピン流電流変換や高周波スピンドYNAMIX等のスピントロニクスに関わる物性研究を行っている。新奇なスピン変換現象の探索やスピンドYNAMIX物性の開拓に意欲的で活力ある研究者を希望する。経験・専門分野は問わない。
3. 応募資格  
博士修了又は修了見込の方。
4. 任期  
任期5年、再任可。ただし、1回を限度とする。
5. 公募締切  
平成27年10月30日(金) 必着
6. 着任時期  
採用決定後なるべく早く
7. 提出書類  
(イ) 推薦の場合  
○推薦書  
○履歴書(略歴で可)  
○業績リスト(特に重要な論文に○印をつけること)  
○主要論文の別刷(3編程度、コピー可)  
○研究業績の概要(2000字程度)  
○研究計画書(2000字程度)  
(ロ) 応募の場合  
○履歴書(略歴で可)  
○業績リスト(特に重要な論文に○印をつけること)  
○主要論文の別刷(3編程度、コピー可)  
○所属長・指導教員等による応募者本人についての意見書(作成者から書類提出先へ直送)  
○研究業績の概要(2000字程度)  
○研究計画書(2000字程度)
8. 書類提出先  
〒277-8581 千葉県柏市柏の葉5丁目1番5号 東京大学物性研究所総務係  
電話 04-7136-3207 e-mail: issp-somu2@issp.u-tokyo.ac.jp
9. 本件に関する問い合わせ先  
東京大学物性研究所ナノスケール物性研究部 教授 大谷義近  
電話 04-7136-3488 e-mail: yotani@issp.u-tokyo.ac.jp
10. 注意事項  
「ナノスケール物性研究部門(大谷研究室)助教応募書類在中」、又は「意見書在中」の旨を朱書し、郵送の場合は書留とすること。
11. 選考方法  
東京大学物性研究所教授会の議を経て、審査決定します。ただし、適任者のない場合は、決定を保留します。
12. その他  
お送りいただいた応募書類等は返却いたしませんので、ご了解の上お申込み下さい。また、履歴書は本応募の用途に限り使用し、個人情報とは正当な理由なく第三者への開示、譲渡及び貸与することは一切ありません。

平成27年6月23日

東京大学物性研究所長  
瀧川 仁

## 編 集 後 記

SPring-8 放射光施設の前期運転期間が終了すると播磨分室の共同利用業務も一段落します。少し落ち着いた心持ちで見上げると夏空が広がっていました。

さて、今回の「物性研だより」では、多数の受賞記事の編集をさせていただきました。物性研の研究者としてその活躍は本当に誇らしく思うと共に、その成果に至るまでの努力も讃えざるを得ません。各記事では研究内容が分かりやすく解説され、また研究現場の細かい様子も書かれているので、是非ご一読いただきたいです。

昨今、「産」「官」「学」の連携がますます重要となっております。本年 6 月 22 日に「様々な基盤技術・基礎科学がどのように産業課題の解決に資するか」という視点で ISSP ワークショップ「物質・材料開発を支える基礎科学」が行政機関も交えて開催されました。私自身も参加しましたが、産業的課題における学術的意義や今後の物質・材料開発と基礎科学の在り方について深く考えさせられました。本号に掲載された報告記事をご覧ください、物性研究の将来像を思い描いてみてください。

松 田 巖