

## 研究室で過ごした日々

### Alexander Krivchikov 先生

分子性化合物の熱輸送特性の研究で有名な Alexander Krivchikov 先生が、2017 年の 2 月 15 日から 4 月末まで構造熱科学研究センターの外国人研究員(理学研究科客員教授)として滞在されました。先生は、ウクライナのハリコフにある B. Verkin Institute of Low Temperature Physics and Engineering の分子性化合物の熱物性部門で熱伝導グループのグループ長をされています。2014 年に同じ研究所の部門長をされている V. Konstantinov 先生が滞在された際に、我々の構造熱科学研究センターで興味をもって進めている分子性電荷移動塩の熱伝導測定の研究を始める事を計画しました。ウクライナサイドで実際に低温での熱伝導測定とデータ解析のノウハウをもっておられる Krivchikov 先生が共同研究に参加してくれることになり、2016 年の 6 月に中澤が先方を訪問しました。その際に、大阪に来て頂き一緒に装置開発を行おうということになり、今回の招へいが実現しました。センターでは、大学院生の野本君が、熱伝導の測定装置を独自のアイデアで作成していましたが、絶対値の再現性などに少し問題があり、確かなデータをとるために苦労していました。Krivchikov 先生のアドバイスで温度制御系の一部を改良し、熱アンカーの取り方を一段工夫することで安定した測定が出来るようになりました。対象とする温度が、ウクライナで行っている温度よりもかなり低い  $^3\text{He}$  温度まで広げることもでき、極微結晶での測定が十分に可能になりました。Krivchikov 先生は、熱伝導でガラスや秩序、無秩序系の研究をされており、我々がターゲットとするような電荷移動塩の結晶はこれまであまり研究されておられませんでした。電子間のクーロン反発が起源となり電荷分布に超格子構造をつくる電荷秩序を起こす物質や、超格子が形成されず電荷揺らぎが低温まで残る系の熱伝導特性に非常に興味をもって頂き、様々なモデルの提案とデータの解析をして頂きました。熱容量測定と、熱伝導測定の双方から新しい電子状態が形成されている可能性があることを結論することができ、他の物質系への拡張と新しい展開を現在進めているところです。

Krivchikov 先生は、disorder 系に関する国際会議で京都に来られたことがあります。長期に日本に滞在するのは初めてということでしたが、日本文化にはもともとかなり興味があつたようで、日本食をはじめ殆どすべての食べ物も問題なく対応されていました。細かい熱伝導測定をセットアップするのも慣れていて、大変器用で、箸の使い方も 2, 3 日でマスターされました。お寿司など魚を使った日本食を非常に好まれ、夕方、研究室を出てからスーパーや石橋駅などで材料を買われ、食事もつくられていました。休日は、京都や大阪の古寺などを訪れ、沢山の写真をとり、研究室でも見せてくれました。滞在期間中に、スペインで働いておられる娘さんの Hannaさんと、ハリコフの研究所で理論研究をされている大学院生の息子さんの Oleksii さんもそれぞれ 1 週間来日され、日本での滞在を楽しみました。天気の悪い日もあつたのですが、ものともせず京都、奈良、大阪の中心と訪問されたようです。

Krivchikov 先生には、来日後の 2 月 22 日に、塩見記念室において“Thermal Conductivity of Simple Molecular Crystals: Regularities and Singularities”というタイトルで分子性化合物の熱伝導に関するセミナーをして頂きました。研究熱心な方で、研究室で行う日本語での研究発表にもこまめに参加して頂き、研究室の大学院生にもアドバイスを頂きました。4 月 26 日には、共同研究

で進めてきた研究成果を議論する目的で、構造熱科学ミニシンポジウムを行いました(詳細は、本誌 p. 46 に記載). 先生には、“Comparative Analysis of Low-Temperature Thermal Properties of Disordered Solids in the Framework of the Soft Potential Model”というタイトルで講演をして頂き、乱れた系の低温での特長とその解析に関して、実例を交えたかたちで講演をして頂きました.



The seminar by Prof. A. Krivchikov.



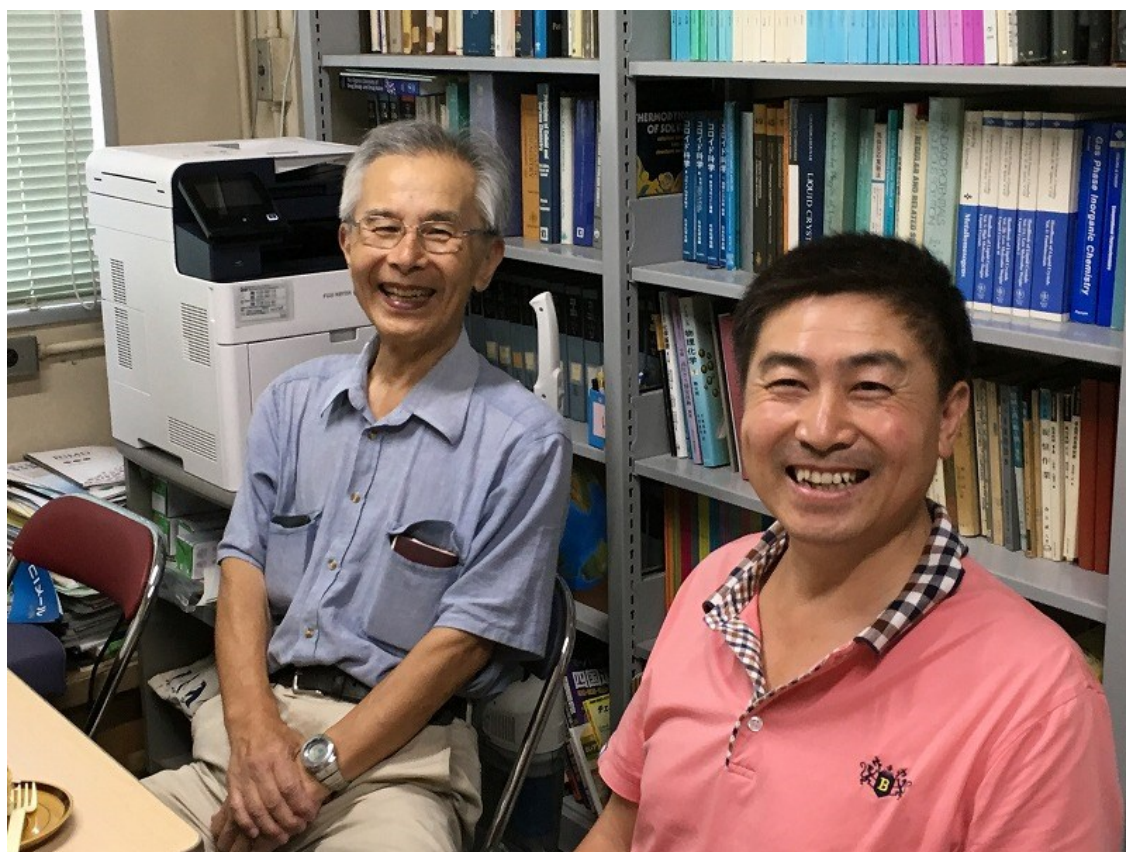
The picture taken with graduate class of the laboratory in the end of March.

## 崔子祥先生

太原理工大学(中国)化学化工学院応用化学系の副教授、崔子祥(Cui Zixiang)先生が約半年間、3月7日から8月28日の日程で当センターに滞在し、ナノ粒子試料の熱容量カロリメリーによる研究をされました。崔先生の所属する薛永强(Xue Yongqiang)教授を中心とした太原理工大学のナノ化学研究グループは、不均一反応の速度定数におけるナノ粒子の粒径の効果、不均一分散系における化学反応の熱力学などのテーマをずっと追究してきており、ナノ粒子の熱量測定が可能な研究者との共同研究を希望していました。以前、私どものセンターに特任研究員として滞在されたことのある山東農業大学の藍孝征(Lan Xiaozheng)教授が当センターをご紹介くださったことを契機に、この度の来阪が実現したものです。

崔先生の研究室で合成された金属酸化物ナノ粒子は、サイズだけではなく、その形状もコントロールされているのが特徴で、当センターの断熱型熱量計を用いて熱容量を測定したところ、バルク試料で報告されている金属－絶縁体相転移が2段階に分離して観測されたり、測定を繰り返すにつれて熱容量ピークの形状が変化するなど、たいへん興味深い相挙動を示し、現在さらに詳しい検討を進めています。

滞在期間を終えて離日される前には、ご家族も崔先生を訪ねて来られて、一緒に日本観光を楽しんだということです。研究も含め、今回の日本訪問を十分に満喫されて帰国された崔先生ですが、センターのスタッフにもぜひ太原理工大学を訪れてほしいと言いついて残されました。今回、測定できなかった試料も多数残っており、今後のますますの研究交流が期待されます。



## Gregory Randall Stewart 先生

構造熱科学研究センターの特任教授として、フロリダ大学物理学専攻の Gregory Randall Stewart 先生が 2017 年の 6 月 1 日から 6 月 30 日までの 1 カ月間、滞在されました。先生は、超伝導体の熱力学的な研究を専門とされ、希土類の中でも Ce, U などを含む金属間化合物で、伝導性をもちながら電子の有効質量が非常に大きくなる Heavy Electron 系という一連の化合物や、Fe を含む高温超伝導物質、放射性元素を含むような超伝導物質などの熱容量の測定を世界的にも牽引してこられました。超伝導研究で有名なスタンフォード大学の Geballe 先生のところで学位をとられ、同じ研究室で Buchmann 博士らによって開発された緩和型の熱測定を使って微量の試料の測定を行うのを得意とされています。私も大学院生の時に、Rev. Mod. Phys. に Stewart 先生が執筆された緩和法の Review を熟読して勉強しましたが、その Review 論文は今や引用件数が 2,000 件を超えているのを知りました。今でも緩和法を勉強する一番良いテキストとして知られています。大変お忙しい方ですが、講義が終わる 5 月から新学期の 8 月までの期間であれば訪問できる可能性もあるとのことで、昨年、ハワイで開催された日本の熱測定学会と Calorimetry Conference のジョイント会議の後、すぐに連絡をとり、韓国に滞在される 5 月の後、6 月の 1 カ月間であれば可能とのことで招へいが実現しました。大学で進めている国際競争力強化プログラムの中の短期人件費支援でサポートを頂くことができたので、特任教授としてお迎えすることができ、滞在期間中に統合理学特別コース(SISC)とインターラクティブ物質科学カデットプログラムの共催のかたちで、「Specific Heat as a Probe of Condensed Matter」というタイトルの集中講義をして頂きました。物性に関する講義でしたが、合成化学、応用物理の方などいろいろな分野の受講者がありました。

Stewart 先生には、滞在中に超伝導体の実験技術について様々なご教授を頂きました。実は、Stewart 先生は 1980 年代後半に高い超伝導転移温度をもつ分子性超伝導物質が見いだされた際に、アメリカの Argonne 国立研究所のグループと共同研究をされ、その熱容量測定を初めて行い、磁場依存性や超伝導ギャップの大きさを議論された方です。その経緯もあり、センターで行っている分子性超伝導体の研究には非常に興味をもって頂き、また測定の難しさも良く知っておられ、様々な技術的なアドバイスを頂きました。層状超伝導体である分子性超伝導体の面内に磁場を水平に印加してノードの方向を決める実験も、Heavy Electron 系でされている解析のノウハウについても議論頂きました。特に、実際にその実験の開発を行っている博士課程 3 年の今城君との議論には何度も付き合ってもらい、磁場角度分解熱測定データのデータ解析の考え方なども議論頂きました。フロリダでは、我々が実験しているよりもはるかに強い磁場も使うことができるのを非常にうらやましく感じました。

1 カ月間の滞在でしたが、Stewart 先生には 6 月 7 日に塩見記念室において、「The Specific Heat of  $\text{UHg}_3$  – A New Heavy Fermion Antiferromagnet」というタイトルで金属間化合物の超伝導に関する講演をして頂きました。化学、高分子だけでなく物理学専攻からも参加頂き、新物質も含め、熱容量から見た非 BCS 型の超伝導体の研究を整理して解説して頂きました。同様の内容が、レビュー論文として丁度掲載されたところですので、ご参照頂ければと思います(Adv. Phys. **66**, 75 (2017))。また、6 月 10 日には、ノッティンガムトレント大学の Lee Martin 博士と筑波の NIMS から宇治進也先生がお越しになり、坪准教授主催の研究会が行われましたが、そこにもご参加頂き、分子性超伝導の輸送特性や熱力学量の評価に様々なご意見を頂きました。期間後半の 6 月 23 –

24 日に開催された構造熱科学若手国際シンポジウム (International Symposium of Structural Thermodynamics for Young Thermodynamicists (ISST-YT) 2017) (本号 p. 53) では、「The Development of Specific Heat Techniques for Small Mass Sample since Backmann *et. al.*, RSI 1972」というタイトルでチュートリアル講演をして頂くとともに、若手の熱科学研究者に様々な質問をして頂き、研究会に大きく貢献して頂きました。

気さくで、どなたにも話かけてくれる先生で、また、お父様がラジオのアナウンサーだったこともあり、発声にはかなり気をつけておられ、会話が非常に聞きやすい先生です。また、日本食、特にお寿司などはかなりお口に合うようでした。赤ワインを好まれ、自宅にはワイン倉庫があるとのことで、滞在中もワインの在庫のあるお店を山下助教と探しておられました。奥様も日本の滞在を楽しまれたようで、京都、奈良よりもむしろ植物園など自然を感じられるところを好まれていました。来年、CalCon で会うことと、日本訪問の機会には是非、大阪へとお話しをして、次の訪問先のシンガポールに旅立たれました。

ご帰国されてから、フロリダを大きなハリケーンが襲いました。ニュース等で大きな被害と広いエリアの停電があったとのことでメールをお送りしました。フロリダ大のある Gainesville は殆ど直撃コースだったため、風とその後の停電があったそうですが、大学も 1 日後にはスタートしたそうです。物理学科の建物の前にある樹齢 200 年を超えるオークの木が倒れてしまったことを非常に残念がっておられました。



The seminar by Prof. G. Stewart in Shiomi memorial room (G103).



The photo picture with Prof Stewart in front of the office.

## Jochen Wosnitza 先生

2017 年の 9 月 21 日から 24 日の日程で, Jochen Wosnitza 先生が大阪大学に滞在されました. Wosnitza 先生は, 低次元系の輸送現象, 熱容量測定などを専門とされる固体物性の研究者で, 構造熱科学研究センターでも盛んに行われている分子性電荷移動塩の研究も精力的に進められています. D3 の今城君が昨年, ドイツのドレスデンの強磁場物性研究施設に留学していた際の指導教員であり, また日本の強磁場分野の方とはかなり交流があるようですが, 関西にはあまり来られたことがないとお聞きしていました. 翌週に宮城蔵王で開催される国際会議 ISCOM に参加される前後のどちらかで大阪に来られないかとお呼びしたところ, 研究関係の Director の立場で非常にお忙しい中, 時間調整して頂き, 日程の直前に来阪して頂きました. 先生は, アメリカのアルゴンヌ国立研究所におられたときから分子性化合物の研究をされており, その後, ドイツのカーlsruhe を経て, ドレスデン工科大学, 現在の強磁場物性研究施設に移られました. 分子性超伝導体の強磁場下で生じる FFLO 状態に興味をもっておられ, 今城君がドイツからの帰国後進めていた  $\lambda$ -(BETS)<sub>2</sub>GaCl<sub>4</sub> の超伝導や FFLO 探索の実験にもアドバイスを頂きました. 滞在中の 22 日に塩見記念室で, “Research at the Dresden High Magnetic Field Laboratory” というタイトルでセミナーをして頂きました. 強磁場の発生から, 最近のパルス磁場下での新しい測定, NMR の実験などをご紹介頂きながら, 後半は強磁場下でわかった酸化物超伝導体の状態図や, FFLO の可能性のある物質系についてのお話を頂きました.

セミナーの後, 構造熱科学研究センターの施設を見学したのち, 研究室の皆で「がんこ石橋店」で懇親会を行いました. 日本の庭園などの落ち着いた雰囲気が好きとのことで, 日本とドイツの研究所の体制の違いや, ドレスデンの街のこと, 文化の違いなど様々なお話を頂きました. 11 月 24 日の伊丹空港からのフライトで一緒に仙台に向かい, ISCOM に参加しました. 写真は, ISCOM のポスターセッションで先生と一緒に移したものです. 次のポルトガルでの ISCOM で会おうと約束をして, 会議最終日に仙台から羽田経由でドレスデンに戻られました.



Photo with Prof. Wosnitza in the poster session room in ISCOM2017.

## Ashis Bhattacharjee 先生

インドの Visva-Bharati University の Ashis Bhattacharjee 先生が共同研究に関する議論のために来日されました。Ashis 先生は 2015 年にセンターに 3 カ月滞在され、その時から先生とセンターの間で、スピנקロスオーバー錯体の加圧下での共同研究をスタート致しました。インドでのメスバウワー効果の実験と、大阪での加圧下での磁性、熱測定に関する議論と今後の展開を図るために、先生が熱測定討論会の招待講演者として来日されるのに合わせて議論致しました。Ashis 先生は、11 月 3 日に討論会での最初の全体講演で“Non-Isothermal Thermogravimetry: Present Standing & Looking Ahead”というタイトルで講演され、TG を用いた様々な固相反応のモデリングと解析手法に関する検討が報告されました。前半は、歴史的な流れの中でどのようなモデルが提案され改良されていったか、その短所、長所なども含めたかたちでのレビューが中心で、続く後半は、先生が行われているクエン酸  $\text{Fe}^{\text{III}}$ ,  $\text{Zn}^{\text{II}}\text{Fe}^{\text{III}}$  金属オキザレートやその微粒子の分解挙動に関する実験と解析の現状に関する内容でした。講演が終わった後、場所を移して、上記のスピנקロスオーバー現象について議論を行いました。磁気的な挙動がかなり明らかになり、今後は是非、熱容量等に関する結果をまとめていくという方向になりました。



The photo picture of Prof. Ashis and the author.

## Joel Steven Miller 先生

構造熱科学研究センターの特任教授として、アメリカ・ユタ大学化学専攻の特別教授である Joel S. Miller 先生が 11 月半ばから 12 月末までの 1.5 カ月の日程で滞在されました。Miller 先生の分子磁性研究でのお仕事は、分野を超えて良く知られております。室温を超える転移温度の分子磁石は応用面でも注目されています。大変お忙しく、世界中からご招待を受けている中、今回、センターのためにお時間を作って頂き、ご滞在頂きました。特任教授としてのご滞在のため、統合理学特別コース(SISC コース)で留学生へ向けた「分子磁性」に関する大学院集中講義をご担当頂きました。来日してからも、西日本の大学を中心にあちこちから講演依頼を受け、講義の合間をぬって、愛媛大学、九州大学、大阪府立大学、岡山理科大学、関西学院大学などにお出かけになりました。Miller 先生には、ご滞在中に大阪大学でも何度かセミナーをして頂きました。12 月 13 日には、化学専攻のファカルティメンバーを対象に、化学結合に関する話題で、TCNE 二量体における新しい化学結合を思わせるような固体、溶液系でのご講演をして頂きました。また、12 月 15 日、21 日と 25 日にもシンポジウムとセミナーでのご講演頂きました。12 月 21 日のシンポジウムについては、本誌でも紹介しております。Miller 先生のご滞在に関する詳細なレポートは次年度に掲載したいと思います。写真は、奥様の Elaine さんと物性物理化学研究室の Robert 君との撮影したものです。



なお、昨年滞在された Woodfield 先生、本年滞在された Krivchikov 先生、Stewart 先生、Miller 先生からは、帰国後、丁寧なお手紙をいただいたので再録させていただきます。

(中澤康浩, 中野元裕)