

研究室で過ごした日々

Alexander Krivchikov 先生

2019 年の 11 月 30 日から 12 月 31 日までの 1 カ月間、熱・エントロピー科学研究センターの特任教授としてウクライナ科学アカデミーの B. Verkin 低温物理学・低温工学研究所の Alexander Krivchikov 先生が滞在されました。熱伝導測定の特任教授で、特に、興味をもたれて研究されているのは、分子の配向や置換基の乱れによって引き起こされる乱れた系におけるフォノンによる熱輸送に関する問題です。現在、同研究所の熱伝導グループのグループリーダーをされており、自ら開発された絶対精度、感度ともに優れた熱伝導測定装置を用いて実験を行っています。先生は、2017 年の 2 月から 2 カ月半、現センターの前身である構造熱科学研究センターに外国人研究員としてご滞在され、当時、センターの我々のグループで進行中だった極微単結晶試料による熱伝導測定に関する装置開発に協力頂きました。それらの共同成果は、*J. Therm. Anal. Calorim.* **135**(5), 2831–2836 (2019)に出版されています。また、最初のご滞在以降も、センターで行っている主要なテーマの一つである分子性電荷移動塩の強相関効果に起源をもつ電荷揺らぎと、それによって生じる電荷ガラス、フォノンガラスに関する共同研究を 2 年あまり続けてきました。強相関機構が、周期結晶における新しいガラス形成のメカニズムになるとして、その成果を共著論文としても出版してきました(*J. Phys. Soc. Jpn.* **88**(7), 073601(1–4) (2019))。

今回の滞在では、フォノンのガラス化の機構についてより詳細にモデル化して検討することと、音響モードに低エネルギーの光学モードが混成することで生じる状態密度と熱伝導について幅広く検討を加えることを目的として、来日されました。さらに、より微小試料の熱伝導率を測定するための新しい装置への改良を進めることも目指しました。また、ご滞在中に大学院の英語コースである統合理学特別コース(SISC コース)での集中講義、センターで行う国際シンポジウムに招待講演者としてご協力を頂きました。以下に内容を紹介したいと思います。

集中講義は、12 月 4 日、11 日、18 日の三週にわたって水曜日の午前中の 2 コマを使って、統合理学特別コース(SISC コース)の Current Topics V として開講をお願いしました。副題は、「Thermal properties of condensed molecular material」となり、分子性化合物の熱物性、特にフォノンの特徴が熱容量や熱物性にどのように現れるかをご講義頂きました。格子振動を励起ととらえ量子力学的に扱う物理化学の講義はあまりなく、各種方法論、実際の測定とデータの解釈など幅広くご講義頂きました。留学生だけでなく日本人学生も多く参加し約 10 名の参加者がありました。来日してから、すぐの講義になってしまいましたが、初学者でもわかり易いように内容をご調整頂き、また講義中に質疑応答の時間を設けて頂くなど工夫をして頂き、ほぼ全員が最後まで参加してくれました。

先生の滞在期間に合わせて、12 月 20 日には、熱・エントロピー科学研究センターのシンポジウムを行いました。乱れた系、ガラスなどに焦点をあてたトピックスを集めたシンポジウムで、Krivchikov 先生には、“The nature of the glass-like behavior of the thermal properties of crystals – Again about the bosonic calorimetric peak and not only–”というタイトルで招待講演をして頂きました。

2017 年の滞在は、丁度、春の桜の時期で、国内の各所を回られ、写真を沢山撮られました。

今回は、年末の時期で期間もずっと短くなってしまいました。それでも、良く知っておられる箕面の温泉から、京都、奈良とまた非常にアクティブに過ごされました。滞在中に議論した混成モデルを用いた状態密度の変化は、さらに別の仕事としてまとめることを進めています。また、二次元の層状物質で層間の結合が弱く、*van der Waals* ギャップになっているような物質に、熱伝導や熱容量に特異性が出てこないか大変に興味をもたれており、その候補物質を探され、いくつかピックアップされました。そちらの方の共同研究も進めていく予定です。

ご帰国されてからも定期的に連絡を頂き、本年 6 月には先方の国際会議にこちらからも参加する予定でしたが、コロナの問題で、残念ながら適いませんでした。ICCT の大阪での開催など、また機会を作って、是非、来日したいとのお話を頂きました。



The lecture (Current Topics V) given by Prof. Krivchikov.



Welcome party of Prof. Krivchikov in Shiomi memorial room (G103).

Christophe Marcenat 先生

2020 年の 3 月 1 日から 3 月 17 日の半月間、熱・エントロピー科学研究センターの特任教授として Christophe Marcenat 博士が滞在されました。当初の計画では、3 月一杯ご滞在され、期間終了後も日本国内の共同研究者を訪問される予定でしたが、コロナ禍による海外滞在の制約が生じ、急遽、滞在を半月に縮小することになりました。先生は、フランス、グルノーブルの CEA (Commissariat à l'Énergie Atomique) の Institut de Recherche Interdisciplinaire de Grenoble (グルノーブル学際科学研究所) に所属されております。研究所は、物理、化学、生物学、工学、ナノテク、環境科学など様々な分野の学際的先端研究の拠点で、多くの著名な研究者が所属しております。その中で、Marcenat 先生は、超低温、強磁場での精密な熱容量測定を中心に、金属間化合物をはじめとする物性研究を主導的に進められておられ、特に定常強磁場磁石を用いた研究に精通されている方です。重い電子系やグラフェン、ダイヤモンドのドーピングによる超伝導など、凝集系の物性研究で数多くの仕事をされておられ、それらの仕事は Nature をはじめとするトップレベルのジャーナルにも掲載されています。アメリカのカリフォルニア大学のバークレー校の Norman Phillips 先生のグループやスイスのジュネーブ大学、さらにグルノーブルでは重い電子系の研究で有名な J. Floquet 先生のグループで研究をされておられました。最近では、グルノーブルで研究グループをもちながら、ロスアラモス国立研究所や欧州のいくつかの大学で客員研究員もされておられます。先生の精密熱測定は、極微量の交流法の手法を駆使したもので極微量の資料でも誤差 0.1 %以上の精度で測定が可能で、超低温、強磁場を組み合わせ物性の最先端を切り開いておられます。

論文では、もちろんよく存じあげていたのですが、Marcenat 先生とは 2019 年のアメリカのサンタフェで行われた第 74 回の Calorimetry Conference でお会いすることができました。丁度、サンタフェに近い、ニューメキシコ州のロスアラモス研究所に滞在されておられた期間でもあり、また、大阪大学の我々のグループで学位をとり物性研で助教をしている今城周作さんが同時期にロスアラモスでの実験で長期滞在されていたこともあり、いろいろお話を伺うことができました。高压での交流測定で絶対値を精度良く決める方法について、いろいろご意見をお聞きし、また Marcenat 先生の方でも、分子性の超伝導体やスピン液体物質についても強磁場での特性に非常に興味をもたれていた事もあり、帰国後も、こちらから試料を送ったり、我々が使っている非磁性のセンサーを強磁場実験に使ってみたりと交流が続きました。高压下での交流熱測定や、チップセンサーで使っている交流測定の解析精度の向上について、実際に装置等をみながらアドバイスを頂ける機会を作れないか、またその際に留学生コースの集中講義をご担当頂けないかと考え、2020 年の 5 月もしくは 10 月からの特任教授を打診したところ、2019 年度内の方が都合が付き易いとのことで、2020 年の 3 月の 1 月間、特任研究員で来て頂くことになりました。

2020 年の年明け 1 月くらいから新型コロナの感染が東アジアで出てきており、日本でもクルーズ船の集団感染がニュースになるなど、心配なところもありましたが、来日された 2 月 29 日はフランスでも日本でも渡航制限がかかることも一切なく、先生も無事関空に到着され、豊中キャンパスの国際交流会館に到着されました。3 月 5 日には、D301 室において化学教室のメンバーを対象に熱・エントロピー科学セミナーを開催し、“Modulation Calorimetry in Extreme Conditions of Temperature, Magnetic Field, and Pressure”というタイトルで交流熱容量測定による高感度測定の

原理と高感度化のための様々な工夫と、強磁場中で見いだされた多くの新物性についてお話しをして頂きました。チップセンサーをヒーターパートとセンサーパートに分けて使うなど先生ならではのアイデアも数々紹介して頂き非常に充実した内容でした。また、研究室の学生やスタッフを集めて、連日、議論や実験装置を実際に見て頂き、客員教授室で、交流測定の数式を使った解説をして頂き非常に参考になりました。交流法の場合には絶対値を測定するための外部緩和時間と内部緩和時間で決まる周波数の中間領域にあり温度変調の振幅と周波数の積が一定になる領域を選び、測定周波数を決めていきますが、その際に位相の情報を有効に使った方が良いというアドバイスを頂き、圧力下での交流熱測定の感度がかなり上昇しました。

3月12日には、Marcenat先生をゲストスピーカーとして、国内の強磁場、低温での熱測定をされている先生方に集まって頂き、国際シンポジウムを計画していました。コロナの問題が広がってきたため、交流のあった物性研の小濱芳允先生や今城周作さん、東京農工大からクロスアポイントメントで阪大をご兼任頂いている香取浩子先生、大阪市大の吉野治一先生や阪大強磁場の鳴海先生など可能な方だけで集まって頂き、国際ワークショップとして研究会のかたちで開催しました。Christophe先生には“Ultra-Sensitive Microcalorimetry below 1 K: A New Tool for Fermiology and Exotic Superconductivity?”というタイトルで50分のPlenary講演をして頂くことができました。

3月上旬からヨーロッパを中心に感染が急速に拡大し、母国フランスと隣国のイタリアが特に深刻な状況になり、また日本でも徐々に感染が増えていきました。ワークショップのころは、まだ3月末までの滞在は大丈夫そうな雰囲気もありましたが、翌週になってフランスをはじめ欧州の各国で国境を越えた移動が出来なくなり、フライトも大幅な制限がかかることになりました。研究所も暫くの間、閉鎖するために、共同利用の大型測定装置や強磁場磁石の安全な停止のため、先生にも緊急の帰国の要請がかかりました。ぎりぎり、フライトを取ることができて3月17日に期間を切り上げて緊急帰国されました。もう少しでも遅れると状況によってはフランスに戻れなくなるようなタイミングでした。無事、グルノーブルに到着されたという知らせを頂き、本当に安堵しました。

Marcenat先生の非常に誠実な人柄と、実験に臨む姿勢、探求心はセンターにとっても非常に良い影響を与えてくれました。予定よりもずっと短い滞在になってしまいましたが、先生の滞在中は、本当に充実した時間を過ごすことができました。安心して移動できる時期がくれば、是非もう一度、来阪して欲しいと思っています。温度変調法は、これかどンドン固体結晶の熱物性計測の主流になるのではないかと思います。是非、センターへの継続的な協力をお願いしたと願っています。



Photo picture taken in the welcome party of Prof. Christophe Marcenat.

なお, Krivchikov 先生と Marcenat 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)