

## 第 53 回熱測定ワークショップ「ナノ粒子、ナノ構造体の熱測定」開催報告

日本熱測定学会が主催する第 53 回の熱測定ワークショップが 2016 年の 11 月 29 日 (火) の午後、大阪大学理学研究科の F 棟 608 室において開催されました。今回のワークショップの主題は、「ナノ粒子・ナノ構造体の熱測定」でした。ナノレベルで構造制御された凝集構造の中で、分子や原子あるいはそれらのクラスター等がもつ量子性や、特異な運動自由度が熱的な性質にどのように反映し、バルクにはない新奇な現象を引き起こすかを議論することを目的として計画いたしました。2014 年の第 52 回のテーマが「ナノカロリメトリ」で、新しい技術開発に焦点が当てられたこともあり、今回のワークショップは物性研究にウェイトを置いての開催になりました。北米カロリメトリーコンファレンスの Board メンバーを務められ、2007 年、2011 年のカルコンと日本熱測定学会とのジョイント会議をハワイで組織する際にも中心になって活動された Brigham Young 大学の Brian F. Woodfield 教授が大阪大学の構造熱科学研究センターの客員教授として滞在されており、先生の行われている磁性ナノ粒子に関するカロリメトリーの成果とナノ粒子の特異な熱力学的性質についての研究を基調講演としてご講演頂きました。その後、7 名の講演者の先生方に最新の成果をご発表頂きました。参加者は全体で 45 名となり、会場の F608 室がほぼ一杯になるくらいになりました。参加された方は大阪大学の学内の方を除き、ほぼ最後までおられ講演者の発表に耳を傾けておられました。以下に内容を紹介します。

講演の第一部は、ナノ微粒子にテーマをおき、まず Woodfield 教授の講演からスタートしました。微粒子の中で生じる欠陥等の作用によって、これまで知られていなかったギャップ的な励起構造が現れることを幾つもの種類の試料を系統的に議論して熱測定から明らかにされました。次いで、微粒子に関する最新の応用、基礎研究の成果を横浜国立大学の一柳優子教授と北海道大学の武田定教授が報告されました。一柳教授はガン治療に向け、Néel 緩和を用いたナノ粒子の交流磁場による発熱効果 (ハイパーサーミア効果) の有効性と細胞を用いた実用性の検証に関する講演をされました。また武田教授にはマイクロ手法である NMR を使って磁性ナノ粒子でおこる磁気秩序形成が粒子の内部のどのあたりまで起こっているのかを定量的に評価する研究を紹介頂きました。

休憩時間をはさんで、第二部は薄膜や極微空間ナノ構造で初めて実現した新しい物性についての話題になりました。奈良先端科学技術大学の中村雅一教授は、マルチフェーズになるナノ構造体を用いることで電気伝導は大きく変えず熱伝導のみを抑制することができ、熱電効果の劇的な向上が誘引される系が構築できること、フラーレン等の薄膜で分子間のホッピング伝導の際に起こる分子変形とソフトなフォノンの相互作用によって巨大なゼーベック係数が生じる可能性があることを紹介されました。熱電材料としての分子性化合物の新しい捉え方と、潜在性の高さを感じる講演でした。次いで、大阪大学理学研究科 物理学専攻の小林研介教授は、半導体の微細加工で得られた人工ナノ構造体での輸送現象測定によってコンダクタンスの中に含まれるノイズの詳細な解析で、揺らぎの定理、ひいては熱力学第二法則で考える非平衡性の起源に迫る研究についてご紹介頂きました。まだまだ、スタートしたばかりの分野ですが、熱力学測定の微細化の先にある世界を感じることができるとご講演でした。また筑波大学の齋藤一弥教授は、液晶材料でコア部を結晶化させながらアルキル鎖が液体の様に溶けた相をナノレベルでのマイクロ相分離として出現させる

熱力学機構について議論されました。物質をパラメータとして変化させた熱力学量の評価によって、アルキル鎖がエントロピーを大きくもつことでコア部の結晶化を引き起こしているという新しい考え方を提案されました。

続く、第三部は、多孔性の配位高分子の骨格がつくるナノ構造体の内部に閉じ込めた分子の運動や相転移に関する挙動を NMR の立場から大阪大学博物館の上田貴洋教授が、熱容量の立場から東京工業大学の川路均教授がご講演されました。上田教授はナノポア構造体の中でも分子のサイトが幾つか存在し、その中で分子がどのような相関をつくり、共同現象としての相転移をつくっていくのかを詳細に紹介されました。一方、川路教授はそのようなマイクロ空間の中でも閉じ込める複数の分子の組成比に応じて相転移点が系統的に変化し、状態図を書くことができること、その中で共晶現象がおこる領域があることを紹介されました。ナノ空間で、このような分子の多成分系の性質をみた実験は殆どなく、オリジナリティの高い成果を報告されました。

ナノ構造で生じる様々な新奇現象が話題になったため、各講演に対して本質をついた質問が次々と出て、プログラムの時間を大幅に超過してしまいましたが、全体を通じて非常に充実した内容のワークショップになりました。講演の終了後、場所を同じ理学研究科内の懇親会場に移し、すぐに懇親会のスタートとなりました。Woodfield 教授や講演者の先生方を囲んでより深い議論や、実験の詳細ことなど様々な議論することができました。会員の先生方だけでなく、ナノ科学の最先端を走る各分野の先生方の講演を組み合わせることで随所に新しい科学の芽を感じることができ



写真 1 ワークショップで基調講演をされる Brigham Young 大学の Brian F. Woodfield 教授

個人的にも、今後の研究に対するヒントを沢山もらった非常に実りあるワークショップでした。参加された方のご意見を伺ってもまずまずの内容だったようです。今後の討論会等も是非、研究の進展をお聞きしたいところです。前回のテーマであった「ナノカロリメトリ」の技術を積極的に用いて、今回のような特異な熱物性を調べていく研究も進んでおります。次回は、そのような方向のテーマで行うのも良いのではないかとのご意見を頂きました。平日の火曜日ということもあり大変お忙しい中で、快く講演を承諾頂いた講師の先生方、ご参加頂いた皆様に、深く感謝いたします。また、企画にご協力頂いた城所会長ならびに幹事会の先生、事務局の土信田様、会場や懇親会の準備を頂いた大阪大学構造熱科学研究センターの皆様にお礼申し上げます。(大阪大学大学院理学研究科 中澤 康浩)