

ISSP ワークショップ

Metastability from an Interdisciplinary Perspective

【日時】2023年7月4日(火) 10:00-17:00

【会場】東京大学 柏キャンパス物性研究所 A 棟 6 階 A632 大講義室および Zoom

【世話人】岡 隆史(物性研)、高木 里奈(物性研)、大池 広志(JST さきがけ、工学系研究科)

【URL】<https://sites.google.com/view/metastability>

準安定状態は、物理や化学のさまざまな分野に関連しているが、その言葉から連想される事象は研究者によって異なるとされる。固体物理においては、光励起された電子が形成する準安定状態に関する研究が盛んに行われている。また、温度・圧力・磁場などの熱力学パラメータの関数として相転移を実現する際に、準安定状態はパラメータの掃引の履歴としてしばしば観測される。ガラスについては、結晶を最安定状態としてガラスを準安定状態と見なすことができ、ガラス状態の遅い緩和を担う局所構造を準安定状態として捉えることもできる。固体化学や冶金学の物質合成においては、トポケミカル反応や急冷などを用いることで、最安定状態としては実現しない準安定物質が実現されている。これらの研究には分野を超えた共通の考え方があることが期待されており、準安定状態をテーマとした異分野交流が徐々に活発になっている。しかし、物質の準安定状態を物理の観点から理解・予測することは、多体系の非平衡現象が絡んだ難問である。また、準安定状態の研究が多様な分野に跨っていること自体が、現象の普遍性の追究を難しくする要因になっていると考えられる。

このような背景の中、本ワークショップでは、準安定状態に関する以下の2つの根本的な疑問を意識しながら、異分野交流を行った。一つ目の疑問は、準安定状態の存在を物理学の基本法則からどのように理解するかということである。準安定状態は現象論的にはエネルギーランドスケープのローカルミニマムとして表現されるが、エネルギーランドスケープの縦軸と横軸が曖昧なまま議論が進められることが多い。もう一つの疑問は、準安定状態をどのように予測・設計するかである。準安定物質の合成や準安定状態の生成は、経験則や試行錯誤に基づいていることが多く、第一原理的に予測可能な範囲を広げることが課題である。

7名の講演者を招待し、光・熱・磁場・歪みによって誘起される準安定状態の研究や、第一原理計算とデータ科学

に基づいた準安定物質の一般則についての講演が行われた。現地参加者は15名、オンラインでの参加者は30名程度であり、昼食や講演後も活発な議論が続き、共同研究のアイデアが次々と生まれた。ワークショップ終了後は、一部の参加者で国際超強磁場科学研究施設の見学を行い、物性実験に馴染みがない参加者にも最先端の物性実験の環境を紹介することができた。

本ワークショップの総括：招待講演者は普段異なる分野で研究を行っているものの、準安定状態をキーワードとすることで、物理と化学の両方に跨った議論を活性化することができた。特に現地参加者を中心に活発な議論ができたことにより、参加者間の共同研究や次回以降の研究会など、今後の研究の発展へと繋がることが期待される。一方で、準安定状態の理解を深めて行くためには、ガラスや非平衡量子系など、すでに物理の議論が活発に行われている分野との繋がりが重要であると感じた。また、固体化学の研究者を中心に行われている準安定物質の研究会と合同で開催することができれば、多様な物質へと研究会のスコープを広げることが期待される。このような分野の広がりや踏まえたうえで、準安定状態に関するワークショップを継続することを検討する。

【謝辞】 廣井善二所長にオープニング講演を行っていただきました。この場をお借りして、皆様に深く感謝申し上げます。

- 1, Opening remarks,
- 2, Hiroshi Oike, University of Tokyo, "Similarity of metastable states formed by atoms and electrons"
- 3, Kodai Niitsu, National Institute for Materials Science, "A new concept of viscosuperelasticity for thermally activated martensitic transformations"
- 4, Wenhao Sun, University of Michigan, "Predicting the synthesis and synthesizability of metastable materials"
- 5, Motoaki Hirayama, University of Tokyo, "First-principles material design for topological and strongly correlated electron systems"
- 6, Yuta Murakami, RIKEN CEMS, "Metastable states in photo-doped strongly correlated systems"
- 7, Keisuke Matsuura, Tokyo Institute of Technology, "Control of metastable states in materials with low-temperature hysteresis broadening"
- 8, Hiroko Tokoro, University of Tsukuba, "Development of functionality originated from thermodynamic bistability"
- 9, Akihiko Ikeda, University of Electro-Communications, "Metastability in phase transitions at above 100 T"
- 10, Free discussion & Closing remarks

