

## H29 年度第 1 固体物理セミナー報告書

日 時： 2017 年 5 月 10 日(水) 14:40 ~ 16:10

場 所： 基礎工学研究科 講義棟 A304

講師名： 教授 腰原伸也 先生

講師所属： 東京工業大学 理学院 化学系

講演タイトル： 「新しい超高速分光・動的構造観測手法を駆使した物質相制御  
-電荷・スピン・軌道の隠れた秩序が生み出す新物性開拓を目指して-」

参加者： 70 名

要 旨： 昨今の大型放射光光源とパルスレーザー光の組み合わせ技術の進歩、コンパクトな高強度超短パルスレーザーによる X 線、パルス電子線発生技術の飛躍的進展、加えて X 線自由電子レーザーの登場、さらには高感度2次元 X 線、電子線検出器の導入によって、ピコ秒時間スケールはもとより、フェムト秒スケールの構造変化を、オンGSTロームスケールでとらえることが急速に可能となってきた。我々はこの 10 年間、動的 X 線観測装置とフェムト秒分光観測技法を用いて、電荷移動錯体における光誘起強誘電性発現の構造科学的確認と、その前駆現象としてのナノスケール CT スtring ダイナミクスの観測[1,2]、強相関電子系 Mn 酸化物において光励起以外では実現不可能な新しい物質相(隠れた軌道秩序状態、Hidden State)の発見[3]に成功した。また動的電子線回折を用いることで、強相関電子系の典型例でもある有機薄膜結晶において、電荷秩序の動的変化の観測と、基底状態では達成不可能な隠れた電荷秩序の発生の確認に成功した[4,5,6]。以上の背景に基づき本講演では、時間分解構造解析技術の動向ならびにその物質科学的意味合いを実例に基づきながら解説する[7,8]。そして時間が許す限り、非平衡状態にある物質の特性を最大限引き出し、巨大光誘起効果を生み出して行く上で、加速器ベースの各種ビーム源と研究室ベースのレーザー光源の協働が生み出す果実の重要性(甘さ加減)に付いて議論したい。

### 参考文献

- [1] Science 300, (2003) 612-615 DOI: 10.1126/science.1082001
- [2] Phys. Rev. Lett. 105, (2010) 246101 DOI:10.1103/PhysRevLett.105.246101
- [3] Nature Materials 10, (2011) 101-105 DOI:10.1038/nmat2929
- [4] Science 307, (2005) 86-89 DOI: 10.1126/science.1105067
- [5] Phys. Rev. Lett. 101, (2008) 067403 DOI:10.1103/PhysRevLett.101.067403
- [6] Nature, 496, (2013) 343 DOI: 10.1038/nature12044
- [7] Acc. Chem. Res. 47, (2014) 3494-3503 DOI: 10.1021/ar500257b
- [8] Science 350 (2015) 1501-1505 DOI: 10.1126/science.aab3480

### 講義の様子



### <主催した先生からの感想>

光励起からエキシトンを発生させると、その結果周囲の原子集団を歪ませることがあってよい。この自己束縛励起子の概念を生み出した長年の研究は、講師の腰原教授らが1980年代後半に明瞭に例示し始めた次の概念を生んだ。即ち、光励起が起源となって、結晶全体にその効果が伝わるばかりでなく、結晶自体を組み替えてしまう新しい秩序状態を発生させてしまう、という光誘起構造相転移現象の発見である。興味深いことに、幾つかの例では隠れた秩序を発生させた終状態が熱安定性を獲得した構造として取り出され相転移が完了する。そればかりか、励起の存在下においてのみ定義される構造や電子秩序すら出現している。このように、非平衡条件下にのみ現れる秩序も含めて広義の相転移現象に当てはめられている光誘起相転移現象には、巨大応答を発生する強相関電子系の活用により、磁気秩序、強誘電性秩序、を含め実に多様な秩序現象を、熱平衡条件では見出し得ない例も含めて、包含しているものだということが導かれた。この継続した研究を、腰原先生は、物質科学としての新物質・新秩序状態の発見同定として進展させたと同時に、基礎科学を推進する高精度測定技術ばかりか高時間分解・高偏光などの条件をみたく粒子線源の開発をも先導してこられた。今回のセミナーでは、光誘起相転移現象の最初の発見例から、シンクロトロン放射光と高時間分解モードロックパルスレーザーを用いた放射光・レーザー同期による新展開、さらに X 線自由電子レーザーの応用に至るまで、歴史時間軸においても興味深いこの分野の発展が大量の例とともに紹介された。70名を超える参加者各位による真剣な受講状況と活発な討議からは、今後の研究展開に強い期待が集まっていることを示すとともに、この分野により積極的に関わってほしいとする動機を多くの研究者、特に若手に共有されていることが明らかにされたと考えている。今回の機会を実現頂いた、講師の東京工業大学腰原先生ばかりでなく、サポート頂いた芦田先生、木村先生初め未来物質領域とカデットプログラムの先生方に、心より感謝申し上げたい。

基礎工学研究科 准教授 草部浩一