

# NW2A における時間分解 Dispersive XAFS の現状

丹羽尉博・木村正雄

高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所

分散型 XAFS (Dispersive XAFS: DXAFS) は分光器など一切の機械的動作なしに一度に XAFS スペクトルを取得するため通常の角度掃引型の XAFS 測定法と異なり、高速なデータ収集が可能な手法である。PF-AR NW2A ビームラインにおける DXAFS 実験はミリ秒から PF-AR の 1 バンチのみを用いたサブナノ秒までの幅広い時間分解能の実験に対応しており、それぞれの時間スケールで様々な実験が実施されてきた。

秒～ミリ秒の時間スケールでは主に触媒試料を対象とした高温+ガス雰囲気もしくは流通下での触媒活性化学種の構造変化や化学反応速度論的なアプローチによるメカニズム解明が盛んに実施されている[代表的な研究例: 1-5]。マイクロ秒の時間スケールでは、パルス磁場中での金属-絶縁体転移や、同じくパルス磁場中での磁場誘起のスピンクロスオーバー転移に関する研究がなされた[6, 7]。

近年では大電荷かつ常時シングルバンチ運転である PF-AR の特徴を活かすため、1 パルスの X 線のみを用いたナノ秒からサブナノ秒の時間分解実験に力を入れている。人工光合成に代表される光励起反応の素反応の解明にはピコ秒からサブピコ秒の時間スケールで電子の励起や緩和過程を精密に観察し分析する必要があるが、可逆反応であり繰り返し測定が可能なため通常の角度掃引型の XAFS 測定でも実施可能である。一方で、ナノ秒の時間領域には物質の拡散を伴い、そこが律速段階となって材料の物性を決定する系が多く存在する。拡散を伴うような反応の多くは不可逆であるため、その過程を XAFS で明らかにするためには反応が起こった瞬間を一度に測定する必要がある。スナップショット的に XAFS スペクトルを取得できる DXAFS はこのような系の研究にはまさに打ってつけの手法である。最近では高強度パルスレーザーと PF-AR からのパルス X 線を組み合わせた金属の衝撃圧縮、衝撃破壊に関する実験を行い、動的圧縮下での転位の発生[8]や、破壊現象の起点を明らかにする研究に取り組んでいる。また CW レーザーとポッケルスセルを用いた鉄の迅速温度誘起相転移に関する研究にも取り組んでいる。

発表では NW2A での DXAFS 研究の取組や、日本および海外の他施設での DXAFS 手法の状況を紹介し、今後の時間分解 XAFS 研究の展望について議論したい。

1. Y. Inada, A. Suzuki, Y. Niwa, M. Nomura, *AIP Conf. Proc.*, **879**, 1230 (2007).
2. M. Kimura, K. Uemura, T. Nagai, Y. Niwa, Y. Inada, M. Nomura, *J. Phys. Conf. Ser.*, **190**, 012163 (2009).
3. Y. Uemura, Y. Inada, Y. Niwa, M. Kimura, K. K. Bando, A. Yagishita, Y. Iwasawa, M. Nomura, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, **14**, 2152 (2012).
4. M. Kimura, Y. Niwa, K. Uemura, T. Nagai, Y. Inada, M. Nomura, *Mater. Trans.*, **54**, 246 (2013).
5. M. Katayama, Y. Niwa, K. Doi, S. Yamashita, Y. Inada, *J. Phys. Conf. Ser.*, **430**, 012053 (2013).
6. Z. W. Ouyang, Y. H. Matsuda, H. Nojiri, Y. Inada, Y. Niwa, T. Arima, *J. Phys.: Condens. Matter*, **21**, 016006 (2009).
7. J. L. Her, Y. H. Matsuda, M. Nakano, Y. Niwa, Y. Inada, *J. Appl. Phys.*, **111**, 053921 (2012).
8. Y. Niwa, T. Sato, K. Ichiyanagi, K. Takahashi, M. Kimura, *High Press. Res.*, **36**, 471 (2016).