

# 放射光の現状と将来

KEK 物構研<sup>1</sup> ○雨宮 健太<sup>1</sup>

E-mail: kenta.amemiya@kek.jp

放射光を用いたオペランド測定<sup>1</sup>の歴史は古く、その内容も長年の間にどんどん高度なものになってきている。日本放射光学会の会誌である「放射光」には、この数年分をざっと見ただけでも、オペランド測定を題材とした記事がたくさん掲載されている[1-9]。なお、「放射光」は直近2年間のもの以外(すなわち現時点では2021年以前のもの)であれば、会員でなくても閲覧可能なので、是非ご覧いただきたい(<http://www.jssrr.jp/journal/index.html>)。当初はおそらく、反応ガス中での固体触媒の反応など、比較的シンプルな(それでも工夫が必要だが)測定から始まったオペランド測定だが、試料環境(圧力、温度、電圧など)の拡張とともに、時間および空間分解能の目覚ましい向上によって多くの重要な成果が得られており、本ワークショップのテーマであるエネルギー材料への応用も飛躍的に進んでいる。本講演では、蓄電池や電極触媒を主な題材として、放射光を用いたオペランド測定<sup>1</sup>の現状を紹介する。

X線は電場や磁場の影響を受けないので、オペランド測定は一見やりやすいように思えるが、大きな課題の一つが透過能による制限であろう。例えば、アルミニウムのような軽金属でさえ、鉄の吸収端付近(7.1 keV程度)のX線の減衰長(強度が1/eになる距離)は約50 μm、酸素の吸収端付近(540 eV程度)に至っては約500 nmである。最近、酸素や炭素のような軽元素の状態を観察したいという需要の高まりを受けて、数100 eV程度のいわゆる軟X線領域の光を用いたオペランド測定法が盛んに開発されているが、透過能の低さをいかに克服するかが最大の課題の一つとなっている。当日は、可能であれば軟X線オペランド測定<sup>1</sup>の現状と課題についても紹介したい。

- [1] “試料環境の多様化が拓いた軟X線利用の新天地”，為則雄祐，放射光 Vol. **31** (2018) 93.
- [2] “軟X線吸収・発光分光を用いた二次電池電極材料の電子状態解析”，朝倉大輔 他，放射光 Vol. **33** (2020) 213.
- [3] “分散型光学系を用いた XAFS 測定による実時間分割構造変化観測”，松村大樹，加藤和男，放射光 Vol. **34** (2021) 3.
- [4] “In-situ/operando X-ray absorption spectroscopy for energy science at beamline 7.3.1 of the ALS”，Feipeng YANG 他，放射光 Vol. **34** (2021) 306.
- [5] “雰囲気軟X線光電子分光を用いた触媒表面反応のオペランド計測”，山本達 他，放射光 Vol. **35** (2022) 182.
- [6] “大気圧硬 X線光電子分光による燃料電池電極の触媒反応分析”，高木康多，横山利彦，放射光 Vol. **35** (2022) 191.
- [7] “錯体材料の固体電気化学反応を放射光で観る”，吉川浩史 他，放射光 Vol. **36** (2023) 33.