J-PARC物質・生命科学実験施設における中性子およびミュオン利用

大友 季哉　Toshiya Otomo

高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所 副所長
J-PARC センター 物質・生命科学実験施設 ディビジョン長

大型陽子加速器施設（J-PARC）物質・生命科学実験施設（MLF）では、400 MeV線形加速器、3GeVシンクロトロン加速器（RSC Rapid Cycle Synchrotron)により加速された陽子を用い、パルス状の中性子およびミュオンを発生させ、21本の中性子ビームラインと3本のミュオンビームラインにおいて、基礎的研究から産業利用まで幅広い分野での利用研究が行われている。2021年4月からは、700 kWの陽子を安定的に利用することができるようになった。海外からも多くの申請があり、世界的な研究拠点の一つとなっている。また、MLFが重視する産業利用の分野においても、企業との共同研究、産学連携コンソーシアムやNEDOプロジェクトなどの産学連携アプローチにより多くの成果が挙がっている。

J-PARC MLFが一般利用を開始したのは2008年であり、元素戦略プロジェクトが開始された2012年の段階では、東日本大震災による9か月の停止からの復旧を果たした直後で、中性子やミュオンビームラインの整備も不十分であり、陽子加速器のパワーもようやく200 kWに達したところであった。その後、加速器のパワーも上昇し、おのおのビームラインの整備が進む中、MLFも順調に運転され、安定的な成果の創出が可能となった。

元素戦略プロジェクトは、そのようなJ-PARC MLFの建設期から運用期の転換期に実施されたものであり、中性子やミュオンの軽元素（とくに水素）の観測能力、磁気構造観測能力、物質透過能を生かしたユニークな成果が多く創出された。例えば、鉄系超伝導体における新たな反強磁性母相の発見[1]、金属触媒における水素の振動状態の解析[2]、加工熱処理中のミクロ組織形成過程を研究するため導入された高温加工熱処理シミュレータ（サーメックマスター）を用いたフェライトの動的変態の性質[3]などである。

MLFにおける元素戦略プロジェクトの重要な点は、建設期から運用期への転換期において、MLF施設とユーザーという立場にとどまらず、専門性を生かした役割分担とともに相互関与の関係にあったことであると考える。元素戦略プロジェクトが関わることで、MLFが持つハードウエアの高度化が進み、世界の中でMLFのみがなしえた多くのオリジナルな実験も行われた。今後も、世界トップレベルの成果創出には、このような関係性をより深めていくことが重要であると考える。

連名者・連携機関

J-PARCセンター 総合科学研究機構（CROSS）中性子科学センター

参考文献

[1] M. Hiraishi, S. Iimura, K. M. Kojima, J. Yamaura, H. Hiraka, K. Ikeda, P. Miao, Y. Ishikawa, S. Torii, M. Miyazaki, I. Yamauchi, A. Koda, K. Ishii, M. Yoshida, J. Mizuki, R. Kadono, R. Kumai, T. Kamiyama, T. Otomo, Y. Murakami, S. Matsuishi and H. Hosono, Nat. Phys. 10, 300 (2014)
[2] H. Yoshida, A. Yamamoto, S. Hosokawa, S. Yamazoe, S, Kikkawa, K. Hara, M. Nakamura, K. Kamazawa, and T. Tanaka, Topics in Catalysis 64 660-671 (2021)
[3] Akinobu Shibata, Yasunari Takeda, Nokeun Park, Lijia Zhao, Stefanus Harjo, Takuro Kawasaki, Wu Gong, Nobuhiro Tsuji, Scripta Materialia 165 44-49 (2019)

関連 WEB

https://mlfinfo.jp/ja/