

元素戦略課題への PF の取り組み～放射光・中性子・ミュオンの相補利用～

高エネルギー加速器研究機構・物質構造科学研究所・構造物性研究センター、村上洋一

大学共同利用機関法人・高エネルギー加速器研究機構（KEK）は、加速器を使って基礎科学を推進する研究機関で、その中で物質・生命科学の研究を行う部局が、物質構造科学研究所（IMSS）である。この IMSS の中に、放射光・中性子・ミュオン・陽電子という複数の量子ビームを相補的に利用して、先端的研究を推進する構造物性研究センター（Condensed Matter Research Center: CMRC）がある。元素戦略研究の電子材料分野と磁性材料分野においては、CMRC のメンバーが Principal Investigator として参画している。一方、触媒・電池材料領域および構造材料領域の研究においても、一般の共同利用実験として研究を推進して頂いている。

○放射光科学研究施設（Photon Factory）：KEK・IMSS の放射光科学研究施設では 2 つの加速器リング（PF と PF-AR）を持っている。PF は 2.5 GeV で、PF-AR は 6.5 GeV の加速エネルギーで運転されているため、PF では低エネルギー、PF-AR では高エネルギーの放射光を利用した研究を行っている。本元素戦略研究では、特に、精密構造解析を迅速に行うことができる 2 次元イメージングプレートを装備した構造解析装置が設置されている PF のビームライン BL-8A, 8B を多用している。今年度、高エネルギー X 線を用いた構造解析用回折計を PF-AR に整備した。また放射光を利用すると結晶構造だけでなく、電子構造に関する情報も得ることができる。PF のビームライン BL-2C, 13A, 16A, 28A/B ではバルク試料だけでなく薄膜・人工格子試料の表面・界面での電子状態を、光電子分光や軟 X 線発光・吸収分光などを利用して精密に調べている。

○中性子科学研究施設（KENS）とミュオン科学研究施設（MUSE）：これらの施設では、世界最強強度の中性子及びミュオンを利用して、放射光では調べにくい磁気構造、水素の状態、さらには結晶構造や磁気構造の励起状態などを明らかにする研究を行っている。特に MUSE では、元素戦略研究を行う新たなビームラインの整備も進めつつある。

放射光・中性子・ミュオンの相補利用で得られた今年度の成果の 1 つは、鉄系超伝導物質 $\text{LaFeAs}(\text{O}_{1-x}\text{H}_x)$ の構造と磁性の研究である。本系で水素置換濃度 x が 0.4 を超える領域で、微細な構造変化を伴う新たな磁気秩序相が現れることを発見した。この磁気秩序相の存在は、新たな超伝導機構解明の有力な手がかりとなることが期待されている（Nature Physics 掲載予定）。



KEK/IMSS における放射光科学研究施設・中性子科学研究施設・ミュオン科学研究施設（下段）と元素戦略研究で主に用いられるビームラインに設置された実験装置（上段）。