

照射研究環境の現状と今後の課題 Current status and future tasks of irradiation research environment

外山 健
T. Toyama

東北大学金属材料研究所附属量子エネルギー材料科学国際研究センター
International Research Center for Nuclear Materials, IMR, Tohoku Univ.

核融合炉材料を含む原子力材料の特徴は、高エネルギー中性子によって原子のはじき出しが生じ、照射損傷が導入されることである。そのため、原子力材料研究では、試験材料に実際に中性子を照射することが不可欠である。我が国の大学関連の原子力材料研究では、東北大学金属材料研究所附属量子エネルギー材料科学国際研究センター（東北大金研大洗）を窓口として、日本原子力研究開発機構（JAEA）の材料試験炉（JMTR）や常陽などを利用した材料照射研究が行われてきた。

JMTRは、1968年に運転が開始された熱出力50MWの軽水炉であり、材料や燃料の照射研究やラジオアイソトープの製造などに用いられてきた。複数の照射ループを備え、高度計装・高度制御照射が開発され世界の材料照射をリードしてきた。2006年に経年劣化の改修のために一旦運転が停止され、2011年5月に再稼働が予定されていたが、その直前に東日本大震災が発生し、再稼働が延期された。さらに、東京電力福島第一原子力発電所の事故を受けて施行された新規規制基準に対応することがコストなどの面から困難となり、2016年に廃炉の方針がJAEAから示され、2017年に廃炉が決定されてしまった。

常陽は、1977年に運転が開始された熱出力140MWのナトリウム冷却型高速増殖炉である。高速増殖炉開発のための実験炉であるが、材料照射にも利用され、特に高照射量のデータが得られてきた。しかし、2007年に温度制御型材料照射装置（MARICO-2）と呼ばれる装置が大きく破損し、運転ができなくなった。2017年に復旧が完了したが、上述の新規制基準による認可が完了しておらず、再稼働時期は現在のところ未定である。

このように、2006年以降は国内での材料照射がきわめて限定される状況となっている。これを受けて、東北大金研大洗では、ベルギー原子力研究所（SCK・CEN）からの協力の元、SCK・

CENの材料試験炉BR2を代替利用した共同利用照射を行っている。BR2は、1962年に運転が開始された熱出力100MWの軽水炉である。燃料棒・制御棒の配置が“twist”されており、比較的高い中性子フラックスを得られるように工夫されている。東北大金研大洗との10年以上にわたる協力関係により、JMTRで開発された多段多分割照射リグと同様のリグがBR2にも導入されるなどの進展があり、今後の材料照射研究に求められる高度計装・高度制御照射が実現しつつある。

一方で、BR2での照射や試料輸送には多額の費用と時間を要し、契約に係る手続きなども煩雑である。特に費用の点で制約が大きく、現状では、大学関連の原子力材料研究コミュニティから要望される照射希望に対して、その1/5から1/4程度しか実現できていない。これは、人材育成も含めた大学における材料照射研究にとって大きな痛手となっている。また、BR2はJMTRと同様の軽水炉であり、今後の材料照射研究に求められるもう一つの大きな要望：高照射量は容易に実現できない。このことは、特に核融合炉材料の研究に対しては非常に重要な課題である。

高照射量に関しては、核融合炉材料では従来から日米協力によるHFIR利用が行われてきた。照射研究環境の現状を鑑みると、原子炉を利用した高照射量研究は、当面は日米協力によるHFIR利用を主軸としつつ、常陽の早期再稼働に向けた取り組みを行う必要があるものと考えられる。また、国内における新規研究炉の検討や加速器駆動中性子源の開発が進められつつあるが、これらを積極的に後押しすることも重要であろう。