



■会議報告

21st International Conference on Fusion Reactor Materials (ICFRM-21) 報告

岡 弘 (北海道大学)

増崎 貴 (核融合科学研究所)

渡辺淑之 (量子科学技術研究開発機構)

2023年10月22日から27日まで、スペインのグラナダにて標記会議が開催された。グラナダでの開催は前回予定されていたが、コロナ禍のためオンラインでの開催となっていた。今回、コロナ禍が明け、前回に引き続いてスペインのCIEMATが主催しての現地開催となった。アルハンブラ宮殿で有名なグラナダは、欧州の核融合中性子照射設備 IFMIF-DONES の建設予地である。発表件数は keynote 1 件, plenary 9 件, 招待講演 30 件, 口頭発表 109 件, ポスター発表 375 件の計 524 件, その内, 国別では中国の発表件数が最も多く 108 件, 次いで日本が 75 件, 米国が 73 件であった。参加者数は正式に発表はされていないが, 550 人を超えたとのことである。

構造材料に分類される口頭発表は, プレナリーを含め 35 件であった。内訳は, フェライト鋼 12 件, タングステン 4 件, SiC 3 件, ODS 10 件, その他 5 件となっている。ポスター発表は「A. 構造材料」だけで 83 件にのぼった。前回の会議である ICFRM-20 では, バーチャル開催ということもあってか ODS 関連の発表はそれ以前に比べて減っているように感じていたが (22 件中 ODS 関連は 4 件 (18%)), 今回は再び増加する傾向 (35 件中 10 件 (29%)) であった。一つの理由は, 金属積層造形 (いわゆる Additive Manufacturing) による ODS 合金の製造を試みる研究が, 世界各国で盛んに行われていることに起因する。今回の会議においても, 中国, 韓国, 米国, 欧州 (仏国) から AM による ODS 合金製造に関する発表があり, この点は特筆すべきであろう。今や各国が競って開発を行っている状況であると言える。なお, AM を SiC や W 合金, Cu 合金にも適用した発表も行われている。核融合炉構造材料開発に必須である中性子照射については, 世界的に中性子照射場が減る中, 新たな照射データが出にくくなっている状況である。その中で米国は本会議においても中性子照射データを出してきており, これはやはり ORNL の HFIR がコンスタントに稼働し続けていることが大きいと考えられる。(岡)

高熱流束プラズマ対向材料については, プレナリーを含めた口頭発表が 35 件, ポスター 84 件の発表があった。口頭発表の多くは, 現時点で核融合炉プラズマ対向材料の第一候補である W に関する発表であった。日米協力事業の下で米国の HFIR 炉で実施された W 及び W 合金への熱中性子を遮蔽した高速中性子照射後の材料特性について, 東北大学の長谷川先生がプレナリーで発表された他, W 及び W 合金, 高熱流束機器のヒートシンクや冷却管材料となる銅合金の中性子照射影響に関して 6 件の口頭発表があった。プラズマ対向材料でも, AM による W や銅

合金コンポーネント製作技術開発が進んでおり 4 件の口頭発表があった。また, W の脆性を補完する新材料である W 繊維強化 W 開発の進展について 3 件の口頭発表があった。この他, 全 W 装置である ASDEX-Upgrade と WEST, 金属壁装置である EAST におけるプラズマ・壁相互作用, SiC を用いた繊維強化複合材, 液体金属プラズマ対向壁などに関する口頭発表があった。日本からは, 静岡大の大矢先生が W 及び W 合金の水素同位体透過への中性子照射影響について, 大阪公立大の秋吉先生が W 及び W 合金の熱伝導評価について, QST の濱口氏が ITER グレードの銅合金の中性子照射後の機械特性について, 東北大学の余先生が ODS 銅合金の大規模生産の可能性について, それぞれ口頭発表された。(増崎)

材料照射効果のモデリング・シミュレーション研究については, プレナリーを含めた口頭発表が 28 件であり, ポスター発表は 88 件であった。口頭発表の内訳はタングステン材料 13 件, フェライト系材料 9 件, その他 6 件であった。タングステン材料については, 電子状態計算やモンテカルロ計算によるキャビティ中の He・H の存在状態や粒界中の点欠陥挙動の解析, 中性子照射下欠陥集合体形成への Rs・Os 効果について照射温度と添加元素濃度で系統的に整理された実験結果など, 照射下マイクロ組織評価に関する発表が主であった。フェライト系材料については, 電子状態計算による He・H 混合バブルの熱的安定度の評価, 速度論によるボイドスエリングの照射場依存性評価, 結晶塑性有限要素法による機械的特性のモデル構築, 及びイオン照射下キャビティ形成に対する He・H 相乗効果や中性子照射によるフェライト鋼の特性変化の実験的解析など, 幅広い照射プロセスについての発表が比較的多かった。ポスター発表では, 最も多いのがフェライト系材料 36 件, 次がタングステン 25 件, ハイエントロピー 7 件であった。ポスター発表で特に印象的だったのが, マシンラーニングによる原子間ポテンシャル関数の構築, 及び照射による He-H 相乗効果や特性変化の予測に関するものであり, 今後の進展に期待するとともに, 引き続き照射実験による材料照射データの蓄積を継続していくことが非常に重要であると考えられる。(渡辺)

筆者 (増崎) は今回初めて ICFRM に現地参加したが, 会議での食のサービスが素晴らしいのが印象的であった。コーヒープレイクの際の軽食の量, 2 日目のポスターセッションでの酒類を含む飲食の提供には驚いた。そしてパンケットは, 20 時半頃からビール・ワインと, バルで提供されるタパスのような軽食の時間が 2 時間ほど続き, これで終わりかと思っていたら部屋を替えて肉料理などの夕食の時間となり, そして最後に 24 時過ぎまで舞台でフラメンコが舞われた。増崎はマナーを知らず, フラメンコで手拍子をしてしまったのは失敗だった。

次回は日本・静岡で開催されることとなった。会期は 2025 年 9 月 28 日から 10 月 3 日までの予定である。

(原稿受付: 2023 年 12 月 5 日)