

 会議のトピックス(V)

「国際核融合材料照射施設 (IFMIF) のための核データ」
に関する IAEA 技術会合 (IAEA/TM) 報告
2005 年 10 月 28 日

日本原子力研究開発機構
核データ評価研究グループ
深堀 智生
fukahori.tokio@jaea.go.jp

1. はじめに

平成 17 年 10 月 4 日～6 日、ドイツ、カールスルーヘ研究センター (Forschungszentrum Karlsruhe, FZK) にて、国際原子力機関 (International Atomic Energy Agency, IAEA) 技術会合 (Technical Meeting, TM) 「国際核融合材料照射施設 (International Fusion Material Irradiation Facility, IFMIF) のための核データ」が開催された。次期核融合装置及び核融合発電炉への研究開発の過程において、プラズマ対向第一壁やブランケット部分における放射線による照射損傷研究は非常に重要な研究開発テーマのひとつになっている。IFMIF は核融合炉材料損傷研究のための研究施設候補であり、国際協力により研究開発が進められている。このため、各国で IFMIF に関連した材料損傷及び中性子工学設計計算を行っており、その基本となる核データライブラリに対する要求は次第に厳しいものになってきている。この現状を受け、IAEA 核データセクション (Nuclear Data Section, NDS) は本技術会合を開催した。本技術会合の目的は、「IFMIF に関連する核データの現状及びニーズを把握し、今後の核データ整備に対する提案を IAEA に対して行うこと」であった。このため、本技術会合では、断面積データベースへの要請を議論し、IFMIF 研究開発のための今後の核データ整備への手法及び作業体制に関する検討を行った。参加は、日本、ベルギー、チェコ、ドイツ、オランダ、ロシア、イギリス、米国、IAEA の 8 ヶ国、1 国際機関の 24 名であった。以下、議事に従って、概要を報告する。また、当日の発表資料等は IAEA/TM のホームページ (<http://www-nds.iaea.org/tm-fzk/>) からダウンロードできる。

2. IFMIF の概要

議論に先立ち、IFMIF 研究開発の概要、IFMIF 中性子工学研究の現状、各国の関連する

核データファイルの整備状況及び実験データ取得のための施設に関する報告が行われた。欧州における IFMIF 研究開発の中心的存在である欧州核融合炉開発協力 (European Fusion Development Agreement, EFDA) 及び FZK から、IFMIF の目的、協力体制、研究施設、研究開発の現状、予算等に付いて説明があった。

2.1 IFMIF 計画の現状と展望 (R. Leasser and A. Ibarra, EFDA)

ここでは、以下の IFMIF の概要に関する報告が行われた。EFDA では、2003 年に 3M ユーロ、2004 年に 2M ユーロ、IFMIF だけに全体で 2.7M ユーロを投じ、IFMIF の研究開発を行っている。現時点での欧州における IFMIF 研究開発の目的は、技術的なリスク（開発が間に合わない等）の低減・最適化及び個別のコストや暫定的な安全解析等の技術評価を行うことである。また、RFQ や代替の超伝導空洞等の加速器施設、ターゲット施設、テストセル施設、設計統合（遮蔽断面積評価、安全性、中性子及び重陽子による放射化量推定、遠隔操作技術の開発等）及び中性子工学（放射化量や損傷率の推定）等の研究活動を行っている。EFDA の建設シナリオでは、2011 年から建設を開始、2021 年からフルパワー稼動を計画し、建設費概算で 140～160M ユーロを考えている。

2.2 IFMIF の目的と施設 (A. Moeslang, FZK)

核融合炉には低放射化材料 (SiC, V, Cr, Fe, Ni, Cu, W, Ta 等) が必要とされている。このための、試験も IFMIF の目的のひとつである。IFMIF は主に 2 つの加速器、ターゲット、試験施設 (テストセル) から構成され、試験施設には中・高中性子束テストモジュール (照射中の強度試験) が配置される予定である。このため、中性子工学及び核データの研究が、安全性、信頼性、経済性を確保するために重要となる。特に、放射化解析及び線量率計算は、メンテナンス、効率的な運転、建設コスト、許認可を考える上で不可欠である。

2.3 IFMIF のための中性子工学及び核データの現状 (U. Fischer, FZK)

D-Li 中性子源、中性子輸送、放射化及び核変換を検討し、施設の技術的レイアウトのための信頼性の高いデータを提供するためには、中性子工学及び核データの整備が重要である。D-Li 中性子源のモンテカルロ輸送シミュレーションのためには、d-Li 中性子収率、スペクトル、標準モンテカルロコード (MCNP) の標準化と統合が必要となる。このため、MCNP をベースに McDeLi (P.P. Wilson, 1998)、McDeLicious (S.P. Simakov, 2001, d-Li 中性子源の source term の核データを改良) を開発している。これらのコードシステムにより、中性子収率を過小評価する MCNPX より良い結果を得ているが、東北大の DDX 測定を McDeLicious の計算結果はまだ過小評価している。

テストセル施設の計算に関しては、照射試験モジュールの設計・最適化のための中性子

輸送計算にデータを提供する必要がある。これは、構造材の放射化量低減（モルテンソルト鋼、セラミック、SiC 等）にも寄与する。このため、種々の核データファイル（LA150, NRG, JENDL/HE 等）を用いて、He 及び T 生成や核発熱等のベンチマークテスト（Cu+p（65 MeV）中性子源を用いた厚い Fe からの中性子スペクトル（Shin et al.））を実施した。この結果、Fe の He 生成に関する LANSCE の測定を JENDL/HE、NRG は過小評価（前平衡過程からの複合粒子放出が過少）することがわかった。放射化及び核変換解析に関しては、FZK/INPE による 150 MeV 以下の中高エネルギー放射化ファイル（Intermediate Energy Activation File, IEAF-2001）及び多くの反応チャンネルを扱うことが可能な放射化コード（ALARA）、ライブラリは 60 MeV 以下の欧州放射化ファイル（EAF-2005）を用いているが、Co-56, Co-60, Hf-160m, Ta-177, W-187 生成量にまだ過小評価の問題を抱えている。

3. IFMIF の中性子工学解析

IFMIF の中性子工学研究に関し、FZK からリチウムターゲット設計、材料損傷テストモジュール及び装置の放射化に関連した報告があり、原子力機構からは西谷グループリーダーがコンクリート及びターゲット周りの放射化に関する核解析について報告を行った。

3.1 Li ターゲット、高中性子束モジュール、放射化（S.P. Simakov, FZK）

標記の施設に対する計算のためのツール及び核データベースが紹介された。輸送計算は INPE/FZK-50 及び LA150 から作成したライブラリを用いた McDeLicious で行い、東北大学の重陽子入射中性子スペクトル実験と良い一致を示した。放射化量についても計算している。Be-7、T 生成が放射化量として重要であり、DPA 及びガス生成断面積が材料損傷には重要である。 γ 線の影響も大きいようであり、「photonics」を提案した。

3.2 中間中性子束モジュール（P. Vladimirov, FZK）

中間の中性子束強度場の試験モジュールの計算において、DEMO 炉におけるクリープ疲労試験モジュール（Creep-Fatigue Test Module, CFTM）にアジャストして、反跳原子スペクトルデータを改良したものを使用した。この結果、W 板 2 枚を CFTM に挿入すると特性が上がることがわかった。損傷率及び発熱計算やトリチウム放出モジュール（Tritium Release Module, TRM）での Be 生成などの計算も行っている。

3.3 原研での IFMIF のための核的解析（T. Nishitani, JAEA）

コンクリート放射化解析では、重コンクリートと鉄による遮蔽効果を見るために、LA150 ライブラリを用いた MCNPX2.4.0 による d-Li 中性子源スペクトル解析を行った。鉄層の代わりに水層を置くことにより線量の大幅な減少が得られた。また、ターゲット

背板の放射化解析で、McDeLicious による手動メンテナンス可能時間の推定を行ったことが報告された。

4. 核データ評価及び検証解析

核データファイルの現状に関連して、JENDL 高エネルギーファイル (JENDL High Energy File, JENDL/HE)、欧州の中高エネルギー放射化ファイル (Intermediate Energy Activation File, IEAF)、欧州放射化解析システム (European Activation System, EASY)、ロシアの核データファイルについて、それぞれ、深堀、FZK、英国原子力機関 (United Kingdom Atomic Energy Authority, UKAEA) 及びオブニンスク物理・動力研究所 (Institute of Physics and Power Engineering, IPPE) が報告を行った。

4.1 JENDL High Energy File (JENDL/HE) とそのベンチマークテスト (T. Fukahori, JAEA)

JENDL/HE (JENDL/HE-2004) の格納核種、評価方法、整備の現状、微分及び積分的検証等について報告した。

4.2 中高エネルギー放射化断面積ファイル (Intermediate Energy Activation File, IEAF-2001) (U. Fischer, FZK)

IEAF は 20～150 MeV 領域の放射化断面積を格納したファイルである。評価には、ALICE/ASH 及び $A < 6$ の核種に関しては回折理論を用いた。MT=5 を用いて、679 核種 ($Z=1 \sim 84$) を格納している。G-IEAF-2001/XS-256 形式 (256 群 (175 VITAMIN-J < 20 MeV)) ヘデータ処理を行っており、ALARA コードだけがこの形式を使うことができる。FISPACT (UKAEA)、ANITA (ENEA) では使用不可能なので別途処理を行った。

IEAF の検証として、核融合放射化ベンチマークテスト (IFMIF の中性子スペクトルを近似したもの) を ALARA/IEAF-2001 及び FISPACT/EAF-99 で解析し、相互比較した。Y-87, Zr-87, 88 生成量で大きく異なる結果となった。FISPACT/G-IEAF-2001 と ALARA/IEAF-2001 とでの解析の差は約 0.5%であった。

4.3 EASY-2005 放射化ライブラリと将来計画 (R. Forrest, UKAEA)

欧州放射化システム (European Activation System, EASY) は、リレーショナルデータベースシステムである SAFEPAC-II と EAF-2005 で構成されている。SAFEPAC-II では、核データ処理、作図、検証、出力が可能である。また、IEAF 及び TALYS 出力を読み込み可能で、211 群、351 群の群構造及び 20～60 MeV の新誤差データ及び積分実験データ (熱中性子、30 keV、14.5 MeV の実効断面積) を格納している。EAF-2005 は、20～60 MeV は TALYS 計算値を格納しており、新しい MT 番号 (8 粒子放出まで Koning との間で合意)

を用い、62,637 反応の断面積、2,192 核種（278 新核種）の崩壊データ及び 2～4 群の誤差データを格納している。ただし、Q 値が正で共鳴がないと仮定される場合、低エネルギーでの断面積近似は $1/v$ となっている。2005 年末までに検証報告（448 反応に関して実施、208 反応に関して信頼性確認）を作成する予定である。ライブラリ解析のための新ツールとして、最大断面積値の系統性検討（プロット図により系統性からのずれを発見）を行った。

重陽子入射放射化断面積に関しては、TALYS 計算値がベースであり、2,192 核種の 60,688 反応断面積を格納している。この他、FISPACT-2005 の特徴、EAF-2005.1、EAF-2007 の予定について報告された。EASY システムに関しては、<http://www.fusion.org.uk/easy2005/> から情報を得ることができる。

4.4 IFMIF のための 50 MeV までの d+Li データの新評価（P. Pereslavytsev, FZK）

FZK における核データ評価に関する報告があった。GNASH による計算を基本としており、Striping に関しては Stebe モデルを利用している。直接反応過程（2, 3 の準位または擬準位の非弾性散乱）は DWUCK による計算で、光学模型ポテンシャルを選択して用いている。

4.5 ロシアにおける IFMIF のための核データ評価（A. Blokhin, IPPE）

物理・動力研究所（Institute of Physics and Power Engineering, IPPE, Obninsk）における IFMIF 用核データ整備に関する報告があった。放射化・損傷ライブラリ（ACDAM）は放射化断面積、崩壊データ（H-1～Po-210, < 20 MeV）、損傷データ（ENDF/B-VI.3 及び BROND-2 から処理）、ガス生成（特に、Ni-59 データ）、はじき出しエネルギー、DPA 断面積を装備している。放射化・核変換計算における ACDAM の利用、異なった中性子照射施設（BN-600, DEMO-RF, GDT-NS, ITER, IFMIF, BOR-60 等）における影響の振る舞いについて報告された。

この他、IPPE の FBR における 15～20 dpa までの実験、無機材料研究所（Institute of Inorganic Materials, Moscow）で行われている放射化及び核変換計算、Li ジェット及び背板の放射化解析（1 時間以上の冷却時間では T の放射能が主になる）などの報告があった。

4.6 EAF-2005 データの検証（J. Kopecky, Juko Research）

2003～2005 年の 2 年間で、EAF-2003 の改訂、誤差データの整備完了、20 MeV 以下の 12,617 反応（2003 年）から 60 MeV 以下の 62,693 反応（2005 年）へ拡張を行った。微分・積分データと系統式間の比較では、すべての計算値及び評価データは Q-値がシフトしている（特に、t や ^3He などの荷電粒子放出反応）。

EAF-2007 のための新ツールとして、釣鐘型の断面積を仮定し、 $\sigma_{\max}(E_{\max})$ 、半値幅の

A または $(N-Z)/A$ 依存性の導出を行う。

4.7 IEAF-2001 データの検証解析 (S.P. Simakov, FZK)

IEAF-2001 は 150 MeV 以下の放射化断面積を格納している。これを用いて、NPI/Rez の 37 MeV 陽子を D_2O ターゲットに入射して得られる中性子源による放射化実験に対する MCNPX 計算を行った。結果は、中性子源スペクトルの計算は実験を過小評価しており、これは LA150 の $D(p,xn)$ 反応の DDX に問題があるのではないかと推測された。

アンフォールディングの使用は、高エネルギー放射化断面積を用いて中性子源スペクトルを決定するために重要であり、IEAF-2001 を用いた ALARA コードにより計算を行っている。新素材鋼中の Co-56, Ta-177 生成にはまだ問題があり、EAF-2005 を用いた FISPACT を使用すると、いくつかの結果は改善される (Mn-52 生成等) ことがわかった。W 材料中の放射化 (Hf-182m 生成) は、IEAF-2001 を用いると非常に過大評価となる。EAF-2005 ではこの問題はない。

4.8 重要な断面積データの信頼性検証 (E. Cheng, TSI Research)

核融合用核データの信頼性検証のためには、中性子工学積分実験及び微分データが必要である。このために重要な反応は、例えば、 $Si-28(n,np+d)Al-27$ (SiC 中の Al-26 生成に繋がる。 $Si-28(n,np)Al-27(n,\alpha)Na-24$ を測定すればよい)、 $V-51(n,np+d)Ti-50$ (V 合金中の水素生成 (水素脆化)) 等が挙げられた。IFMIF による材料試験には、He 生成及び DPA 断面積の評価値との比較が必要と報告された。

5. 実験施設及び測定の現状、潜在力、展望

IFMIF に関連する実験施設として、東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター (CYRIC)、原子力機構核融合中性子源 (Fusion Neutronics Source, FNS)、米国ロスアラモス国立研究所 (LANL) の LANSCE (Los Alamos Neutron Science Center) 等についての報告があった。

5.1 20~40 MeV 領域の Li, C, Al, Fe, Ta の (d,n) 反応における中性子スペクトル及び放射化断面積の測定 (M. Baba, Tohoku U.)

入射エネルギー 25, 40 MeV、放出角度 $0\sim110^\circ$ における Li 及び構造材 (Be, C, Al, Fe, Cu, Ta, W) の (d,n) 中性子スペクトル及び Li, Be, C, Al, Fe, Ta, W 中の Be-7, Na-22, 24 生成等の重陽子入射放射化断面積の測定に関する報告があった。

5.2 IFMIF 用核データ測定のための原子力機構施設 (T. Nishitani, JAEA)

FNS でのペンシル・ビームを用いた $Be-9(n,xt)$ 、 (n,xa) 、 $F-19(n,xp)$ 、 (n,xd) 、 (n,xt) 反応か

らの荷電粒子放出反応測定 (DDX) を行った。F-19(n,xp)反応に関して JENDL-3.3 は低エネルギー側のスペクトルを過小評価している。

TIARA では、Li(p,n)準単色中性子源を用いて Al、V、Fe、Ni、Cu、(Ta、W) に対する重陽子入射放射化断面積 (Al-27(d,2p)Na-27、Al-27(d,x)Na-22, 24、V-51(d,4n)、Fe(d,x)Co-55, 56、Ni(d,x)Cu-60, 61、Ta-181(d,x)Ta-178 等) 測定を行っている。

5.3 LANSCE (R. Haight, LANL)

LANSCE の核データ測定能力としては、DANCE (Lujan Center) での捕獲断面積、GEANIE (WNRにある26個のHPGeから成る γ 線検出器)での捕獲断面積、FIGARO (WNR、中性子検出器)での非弾性散乱断面積 ((n,xn γ)) が挙げられる。WNR は 800 MeV 陽子及び W ターゲットの中性子源で、これまで、560 MeV までの全断面積測定、(n, γ)、(n,n') 反応、荷電粒子放出反応、H 及び He 生成断面積、核分裂断面積 (LSDS) 等を測定してきた。

材料試験施設 (Material Test Station, MTS) は、ADS のスペクトルに酷似 (FBR スペクトル+高エネルギー成分) した高速中性子スペクトルを用いて、AFCI 及び GEN-IV のための測定を行う予定である。また、LANSCE のアップグレード計画 (1mA $\rightarrow$ 2mA、800 MeV $\rightarrow$ 3 GeV) について説明があった。

5.4 核データ測定のための欧州の施設 (P. Rullhusen, IRMM)

欧州では、IFMIF のための核データニーズに応えるため、各種施設が稼動している。例として、IRMM の Louvain-la-Neuve サイクロトロン (Li(p,n)中性子源、 $E_n=25\sim75$ MeV)、EURONS (<http://www.cyc.ucl.ac.be/>) 等が挙げられた。

核データ測定のための欧州施設 (European Facilities for Nuclear Data Measurements, EFNUDAT) では、総合基盤提案 (Integrated Infrastructures Initiative, I³) に基づき、活動のネットワーク化、多国間交流、共同研究活動を進め、現在、11 パートナー (CNRS/IN2P3/CENBG (Bordeaux)、CNRS/IN2P3/IPNO (Orsay)、JRC/IRMM (Geel)、IKI (Budapest)、FZK (Karlsruhe)、FZR (Rossendorf)、PTB (Braunschweig)、UU-TSL (Uppsala)、CEA/DAM (Bruyeres-le-Chatel)、CERN/n-TOF (Geneva)、NPI (Rez)) 間の協力を実施している。例えば、IRMM (Geel) では、超高分解能 TOF 施設 (GELINA) 及び 7 MV ヴァンデグラフが稼動している。IRMM の多国間交流計画 (NUDAME、<http://www.irmm.jrc.be>) も進められている。

5.5 NPI サイクロトロン高速中性子施設 (P. Bem, NPI)

核物理研究所 (Nuclear Physics Institute, NPI) のサイクロトロンでは、 $E_p=18\sim24$ MeV、 $E_d=11\sim17$ MeV、 $E_{He}=20\sim40$ MeV などのビームを用いた測定を行っている。高強度ビー

ム用負イオン加速装置は、 $E_p=18\sim 37$ MeV、 $E_d=10\sim 18$ MeV のビームを加速できる。IFMIF 関連では、 $d+Li$ 中性子収率 (TOF+アンフォールディング) 及び DDX 測定を行っている。 $He-3$ (40 MeV) + D_2O ターゲットを用いて、IFMIF スペクトルを模擬した実験も行われている。これらをもとに、鉄に対する中性子輸送ベンチマーク実験を行った。

5.6 ELBE 中性子源 (K. Seidel, Technische University Dresden)

ELBE (Electron Linac for Beams with High Brilliance and Low Emittance) 中性子源は、光中性子 ($E_e=40$ MeV、1mA、W ターゲット) 及び DT 中性子 ($E_d=300$ keV、10mA、TiT ターゲット) による核融合炉装置の高中性子束を模擬し、照射された Ta の放射化に関する検証実験を行っている。

5.7 PTB での核データ活動 (R. Nolte, PTB)

3.5 MV ヴァンデグラフを用い、準単色中性子 ($T(d,n)$ 、 $T(p,n)$ 、 $Li-7(p,n)$) 及び白色中性子 ($Be-9(p,n)$ 、 $Be-9(d,n)$ 、 $D(d,n)$) を発生させて、TOF、反跳陽子スペクトロメータを用いた測定を行っている。6~14 MeV における C-12, N-14, O-16, Si, Ti, V, Cr, Fe, Cu, Nb, W, Pb の散乱断面積 (弾性散乱、非弾性散乱角度分布、中性子放出 DDX) 測定、U-238(n,f) を標準断面積とした 7~15 MeV における放射化断面積等を測定している。33~60 MeV (Louvain) 及び 60~200 MeV (TLABS, Cape Town) 中性子を用いた、Th-232(n,5n)Th-228 (32~48.5 MeV) や Bi-209(n,f)反応断面積測定も行っている。

5.8 CERN における n-TOF 施設 (A. Mengoni, IAEA/NDS)

2002~2004 年に捕獲、核分裂断面積測定を行った。現在データ解析中である。フェーズ-2 実験は、捕獲断面積 (Mo, Ru, Pd, Fe, Ni, Zn, Se, A=150)、核分裂断面積 (MA) を行う予定である。

6. 将来計画の検討

6.1 NEA における核データ HPRL (A. Plompen, IRMM)

HPRL の現状が紹介された。

6.2 IFMIF のための核反応データ (D.L. Smith, ANL)

議論の出発点として、IFMIF のための核データ整備について、言及された。目標は「戦略的計画を伴った十分な評価済み核反応データベース整備」である。戦略的計画に関連して、従来の「利用者からの要求は長すぎ、特定されていない」、「データ生産者とデータ利用者間の議論不足」、「実験者と原子核モデル計算者間交流の非効率」に関する反省が述べられた。今後のアプローチ方法たたき台として、

- 1) 適切な中性子スペクトルの記述
- 2) 種々の候補材料の相対的重要性の決定
- 3) キーとなる元素及び同位体の特定
- 4) 入射エネルギーにより開く中性子反応チャンネルの決定
- 5) 総ての反応チャンネルに対するグローバルな原子核モデル計算の実施
- 6) 必要なデータ精度の推定のためのシステム感度解析研究の実施
- 7) 存在する実験データ及び評価データの現状の調査
- 8) 中性子データの欠陥の特定
- 9) 中性子データ改訂のための詳細計画の策定
- 10) しなければならない作業の優先度決定
- 11) 作業を実施する研究所及び個人の特定
- 12) それぞれの活動に対する協力及びサポート体制の枠組みの構築
- 13) 作業に対する期待される結果、日程等の決定

が、提案された。

6.3 議論

重陽子入射データも中性子入射同様重要であるので、重陽子入射放射化断面積に関する新 CRP を組織するよう IAEA に提案する。この際、文書化（何が必要で、誰ができるか等）のため、IFMIF のためのニーズ（Li, Fe, Cr, Ni, Cu, Al, Nb 等に対する放射化計算のための核データ、14 MeV 以下の厚いターゲットの放射化）をまとめ、第一段階として利用可能データを通しての作業（不十分なデータの抽出、測定と計算の可能性）を検討する。最終目的は薄いターゲットに対する評価データ（TTY は導出できる）であるが、目標精度等の検討事項が残っている。これらは IAEA が主催する諮問会合で議論し、CRP 作業のガイドラインを作成するように提案された。

ドシメトリ、安全性、メンテナンスのための中性子入射核データに関しては、IRDF の拡張への提案があった。具体的には、1) 最大入射エネルギーを 20 MeV から 55 または 60 MeV に拡張、2) 共分散の格納、3) 格納される半減期領域の拡大、4) 長期的なフルエンス決定のためのヘリウム生成断面積の追加、5) 安全性やメンテナンスに重要な核種のリストを作成である。

IFMIF のための核データを HPRL へ格納するように提案された。候補として、重陽子入射放射化断面積が挙げられたが、インパクトの説明文書が必要であろう。利用者コミュニティからのニーズを精選（例えば、 $W(n,x)\text{Hf-178m}$ （要求精度 50%））し、文書化する。

断面積に対する誤差情報も必要である。最初に中性子源スペクトル誤差が必要であるが、既に核データコミュニティに提供できる段階にある。

これらを達成するために IAEA で FENDL のようなアプローチを行うことに関しては、消極的であったが、FENDL を General IFMIF ライブラリとして中高エネルギー核データ、共分散を含むように拡張する (FENDL-3 か) という提案もあった。20 MeV 以下は FENDL-2 を持ち越すが、2 年程度毎に改訂が必要 (動的ライブラリとして) であろう。整備方法はモデル計算及び既存のデータファイルからの選択の混合方式が提案された。詳細は IAEA 諮問会合などで議論する。また、d-Li 中性子源における核発熱計算のための γ 線データはまだ解決されていない。

議論の結果、IFMIF 設計のための研究開発には、60 MeV 以下のエネルギー範囲において加速粒子である重陽子及び二次的に生成する中性子による放射化断面積を格納した核データベースが最重要であると結論された。また、中性子の輸送計算のための核データも必要とされた。この結論を受けて、国際協力により必要な核データの整備を加速するため、国際核融合実験炉 (ITER) の核データ要求に関し、国際核融合炉用核データライブラリ (Fusion Evaluated Nuclear Data Library, FENDL) を整備した IAEA に対し、以下の提案をすることとした。

- 1) 重陽子入射放射化断面積データベースに関する研究協力計画 (Coordinated Research Program, CRP) を組織する。
- 2) 中性子入射による放射化量推定のため、IAEA で整備している国際原子炉ドシメトリファイル (International Reactor Dosimetry File, IRDF) を高エネルギー側へ拡張する。
- 3) IFMIF 研究開発のために必要な核データに対する要求リストを作成する。
- 4) IFMIF 中性子スペクトルにおける放射化量に関する誤差推定のため、核データコミュニティに対し、放射化断面積の誤差情報提供を要請する。

7. おわりに

欧州では IFMIF 建設には非常に積極的であることがわかった。原子力機構における核融合材料照射施設建設に関しては、日本政府は消極的であるそうであるが、欧州に対抗するためには、戦略的な取り組みが必要となろう。また、この会合において議論された断面積ライブラリは、評価済高エネルギー核データファイル (JENDL/HE) にきわめて密接に関連し、その普及及び信頼性検証に有効であることが確認された。JENDL/HE は、高エネルギー陽子加速器施設用に作成されているが、IFMIF 用にも流用できると考えられる。今後とも高エネルギー核データの整備を続ける必要がある。