



## 1. 原型炉設計合同特別チーム設置の経緯

2005年10月に原子力委員会核融合専門部会によって策定された「今後の核融合研究開発の推進方策について」において、原型炉計画を中核とする第四段階に向けた研究開発の方針が示されて以降、文部科学省科学技術・学術審議会の原子力科学技術委員会核融合研究作業部会は、原型炉の実現に向けたロードマップ策定や産官学の全日本体制構築の必要性等を指摘した。さらに、2013年1月に同作業部会は「核融合原型炉開発のための技術基盤構築の進め方について」を取り纏めると、「核融合原型炉開発のための技術基盤構築の中核的役割を担うチーム（合同コアチーム）」の構築を求め、2013年7月に合同コアチームが結成された。合同コアチームは、2014年9月に「核融合原型炉開発のための技術基盤構築の中核的役割を担うチーム報告」、2015年1月に「核融合原型炉開発のための技術基盤構築の中核的役割を担うチーム報告 - 原型炉技術基盤構築チャート -」（プラズマ・核融合学会ホームページに掲載）を取り纏め、炉設計活動に相当規模の資源を投入して体制の拡充と早急に強化する必要性を指摘した。そして、2015年1月の同作業部会において、核融合科学研究所、産業界、大学等からも参画する原型炉設計特別チームという形で、日本原子力研究開発機構核融合研究開発部門が炉設計体制の強化を図ることが是認された。こうした経緯で、原型炉設計合同特別チーム（炉設計特別チーム）の設置が進められることとなった。一方、核融合研究開発に関する行政側の審議体制も更新されている。第7期の科学技術・学術審議会までは、原子力科学技術委員会の下に「核融合研究作業部会」で審議されていたが、第8期からは、「核融合科学技術委員会」が新設され（2015年3月26日）、その下に「原型炉開発総合戦略タスクフォース（TF）」を設置する体制に移行した。

## 2. 原型炉設計合同特別チームの概要

炉設計特別チームは、第1回核融合科学技術委員会で示された「原型炉開発の技術基盤構築を進めるための体制（案）」において、原型炉概念設計を実施するために日本原子力研究開発機構六ヶ所核融合研究所に6月1日付けで設

置された全日本体制のチームであり、産業界や大学等からの参画を含めて総勢52名（常勤19名、非常勤33名：7月6日現在）で活動を開始している。炉設計特別チームの原型炉概念設計活動は、TFからの方針提示に基づいて実施されるとともに、核融合科学技術委員会の評価を受ける仕組みになっており、国の組織が直接関与するプロジェクトである。炉設計特別チームは、飛田健次チームリーダー（原子力機構）の下、

- ・総合調整グループ（リーダー：西村 新，核融合研）
- ・システム設計グループ（リーダー：日渡良爾，電中研）
- ・物理設計グループ（リーダー：日渡良爾，電中研）
- ・安全設計グループ（リーダー：谷川 尚，原子力機構）

の4グループで構成される。総合調整グループは、合同コアチームの示した技術基盤構築チャートに沿った計画管理、チームの活動・研究開発状況等の外部への情報発信、TFや関連学協会との調整を担う。一方で、システム設計グループ、物理設計グループ、安全設計グループは、原型炉概念設計のための基本設計作業を実施する。

## 3. 第1回 全体会合の開催

第1回の全体会合が日本原子力研究開発機構六ヶ所核融合研究所で6月18日に開催され、文部科学省や青森県からの参加も含め、約60名が一堂に会した。牛草健吉六ヶ所核融合研究所長の挨拶の後、飛田健次氏から炉設計特別チーム全体の活動概要、青木晃氏（チームリーダー補佐）からプロジェクト管理の概要、各グループのリーダーからグループ活動計画が発表された。

全日本体制として設置された炉設計特別チームでは、合同コアチーム報告書に示されている「中間チェック・アンド・レビューまでの検討課題」の詳細化を行い、早期着手が必要な項目から検討を開始するとともに、今年度は並行して、重要設計情報の共有と抽出を目的とした「BA 原型炉概念設計のレビュー」、及び原型炉運転中に取得すべきデータ・技術的知見の分析を目的とした「原型炉の運転計画」の検討作業を行う予定である。参加者からは、新たな活動への期待を込めつつ、活動計画の内容や非常勤チーム員の参画しやすい仕組み等について、活発に幅広く議論がなされた。

炉設計特別チームでは、原型炉設計活動および研究開発状況等の情報発信を定期的に行います。その一環として、「炉設計特別チームだより」を四半期毎に発信する予定です。読者の皆さんの忌憚ないご意見をお願いいたします。

（原型炉設計合同特別チーム）



第1回 原型炉設計合同特別チーム 全体会合の出席者。



## 1. 活動方針

核融合炉のための原型炉設計合同特別チーム（以下、特別チーム）の活動は、産官学の緊密な連携の下で、システム全体として整合の取れた、我が国の原型炉概念を所定の期間内に構築することを目標とするプロジェクトである。本年6月の発足以降、まずはプロジェクト管理の骨格作りに注力すると共に、BA原型炉設計活動で得られた技術情報を開示し、原型炉概念の確定のために解決しなければならない諸問題の共有を図ってきた。

最初は多くの選択肢を持つが、最後はただ一つを選ばねばならないのが設計の宿命である。最後に選ぶ一つが我が国の原型炉となるわけで、特別チームに課された責務は重大である。選択肢の吟味においては核融合コミュニティの諸氏のご意見を伺いながら、広くコンセンサス形成に努める所存である。

## 2. プロジェクト管理の導入

特別チームでは、中間チェック&レビュー（2020年頃）までの設計活動を確実に進めるために、プロジェクト管理を導入した（参照：各種ISO（10006, 9001, 10007, 21500）やPMBOK）。これまでに、プロジェクト管理の方針を立てて、品質管理、コミュニケーション、図書管理、工程管理等のマニュアル整備、実施項目のWork Breakdown Structure（WBS）および各グループの役割責任分担（DOR）とMandate、プロセスマップ・工程表、設計根拠集の作成を進めている。原型炉設計では、研究要素や技術検討要素が多くあるため、「機能WBS」の設定と、機能WBSに必要な機器・設備を「機器・設備WBS」として、それぞれレベル展開し、Mandateやプロセスマップとの整合性を図っている。設計根拠集に関しては、設計を進めるために、機器・設備の設計検討の前提条件を明確化・共有する目的で整備を進めている。これらは設計作業の進捗の過程でPDCAを回しながら、必要に応じて更新していく予定である。

## 3. BA原型炉概念レビュー会合の実施

特別チーム活動の実施に際して、現行のBA原型炉概念



図1 BA原型炉概念レビューのサマリー会合での議論の様子。

設計活動における技術情報や設計課題を共有化し、特別チーム活動に反映することを目的として、以下の日程およびテーマでBA原型炉概念レビュー会合を実施した。

第1回（8月5日）：遠隔保守，ブランケット

第2回（8月21日）：超伝導コイル，構造材料開発とR&D

第3回（9月7日）：システム解析，物理課題，安全研究

第4回（10月7日）：ダイバータ，放射性廃棄物

各会合には30-40名が参加し、活発な議論が行われた。また、10月7日午後にはサマリー会合を開催し、レビュー会合での議論の結果として抽出された課題とその対応策について一覧表を整理した。今後、対応策・担当・期限を協議して決めていく予定である。

## 4. 第2回 全体会合の開催

第2回の全体会合が日本原子力研究開発機構六ヶ所核融合研究所で10月8日に開催され、参加者数は全体で約50名、特に産業界から18名（三菱重工，東芝，三菱電機，日立製作所，金属技研，RIST）であった。会合では、チームの活動概要、プロジェクト管理の方針、各グループの活動状況が報告された。プロジェクト管理に関しては、研究者には馴染みの薄い文化であるがプロジェクト推進には必須であるため文化として根付くようにとの期待が多く寄せられた。情報管理に関連して、設計根拠集は炉設計の確実性を示し、他のコミュニティに対してアピールできるツールであるとともに、根拠が薄い項目について研究者が参画するきっかけにもなり得るので幅広く情報発信すべきとの意見が述べられた。総合討論では、主に産業界からの参画促進について意見交換が行われた。メーカー側の実質的な参画としては契約締結が基本であるが、製作現場で得た経験や知見を特別チーム内で情報交換することで、積極的に貢献していきたい。また、継続的な参画に向けては、長期的な作業計画におけるメーカー側の役割を明確にすることで、リソースの確保・人材育成についても検討していきたいとの意見が述べられた。

（原型炉設計合同特別チーム）



図2 第2回全体会合の参加者。



## 1. 最近の活動状況

原型炉設計合同特別チーム（以下、特別チーム）の第2回全体会合を2015年10月8日に開催し、プロジェクト管理や各設計グループの活動状況について報告、意見交換を行った。また、11月24-27日に名古屋で開催された第32回プラズマ・核融合学会年会では、特別チームメンバーから15件のポスター発表を行うとともに、「原型炉設計合同特別チームの設立と活動」と題するシンポジウムが開催された。このシンポジウムには約110名の参加があり、文部科学省の仙波秀志戦略官にも講演頂いた。特別チーム活動への期待が強く感じられたシンポジウムであった。12月2-4日に低温工学・超電導学会が姫路で開催され、原型炉用超伝導コイルの概要などを発表した。ITER計画に続く大きな超伝導コイルの概要に、多くの聴衆の期待が集まった。

特別チームでは、ボトルネックになるグループ横断の緊急課題に対処しつつ、特別チームにとどまらない広いコンセンサスの形成を目的に、ワーキンググループ(WG)を設置し集中的な議論を開始している。現在、超伝導コイルWG(2015年11月設置)、運転計画WG(2016年1月設置)、ブランケットWG(2016年1月設置)の活動を展開中である。運転計画WGでは、原型炉運用中に確立されるべき技術・データとその取得に要する期間の分析を通して運転計画の骨子案を検討し、「原型炉が何をすべき炉であるか」を明確にする。ブランケットWGは、原型炉ブランケットの設計指針をまとめるために設置し、ITER-TBMと連携をとるためまずは原子力機構のメンバーを中心に検討を開始した。超伝導コイルWGでは、次節に後述するように、原型炉用超伝導コイル設計の基本方針と開発戦略を策定する予定である。

特別チームとNIFS炉設計チームとの意見交換を目的に、核融合科学研究所で原型炉設計技術検討会が開催された。第1回検討会(2015年10月15日)では超伝導コイルWG、第2回検討会(2016年1月7日)では運転計画WGの活動内容を議論し、LHD計画での経験も報告された。

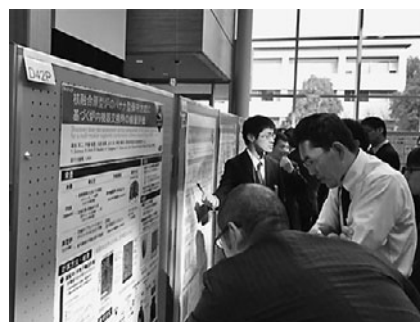


第2回超伝導コイルワーキンググループ会合。

## 2. 超伝導コイルWG活動

超伝導コイルは、原型炉の性能を左右しコストにも大きな影響を有する最重要機器の1つであり、炉本体の広範囲に影響が及ぶ重要構造物である。その概念設計の基本方針と開発戦略を策定するため、2015年11月6日に第1回WGを開催し、検討活動を開始した。超伝導コイルWGでは、原型炉超伝導コイル概念構築において特に重要となる炉心プラズマからの要求磁場精度、原型炉用大型超伝導コイルの製作性、極低温用高強度構造材開発の見通し、超伝導線材の高性能化の見通し、大型超伝導体試験設備、超伝導コイルの保守等の課題を議論する。WGには、特別チームのメンバーに加えて、大学や研究所、メーカの各専門家が参画している。2015年12月18日に第2回WGを開催し、超伝導コイル概念、炉心プラズマからの要求磁場精度、原型炉用大型コイルの製作性等についての議論を行った。LHD, JT-60SA, ITER等における大型超伝導コイルの製作経験に関わる議論を通じ、原型炉用超伝導コイルの在り方が少しずつ明らかになりつつある。今後、各課題の議論、検討を進め、2016年6月頃を目途に、原型炉用超伝導コイル概念設計の基本方針と開発戦略をWG報告書としてまとめる予定である。さらに、開発を加速する必要がある項目については、特別チーム内で詳細な検討を進めるとともに、核融合科学技術委員会 原型炉開発総合戦略タスクフォースへ提案していく予定である。

(原型炉設計合同特別チーム)



第32回プラズマ・核融合学会年会における炉設計特別チームのポスター発表全景(15件)。