

# 原型炉合同コアチーム中間報告説明会

## 中間報告のご説明

平成26年3月3日

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  
(略称 合同コアチーム)リーダー

山田 弘司

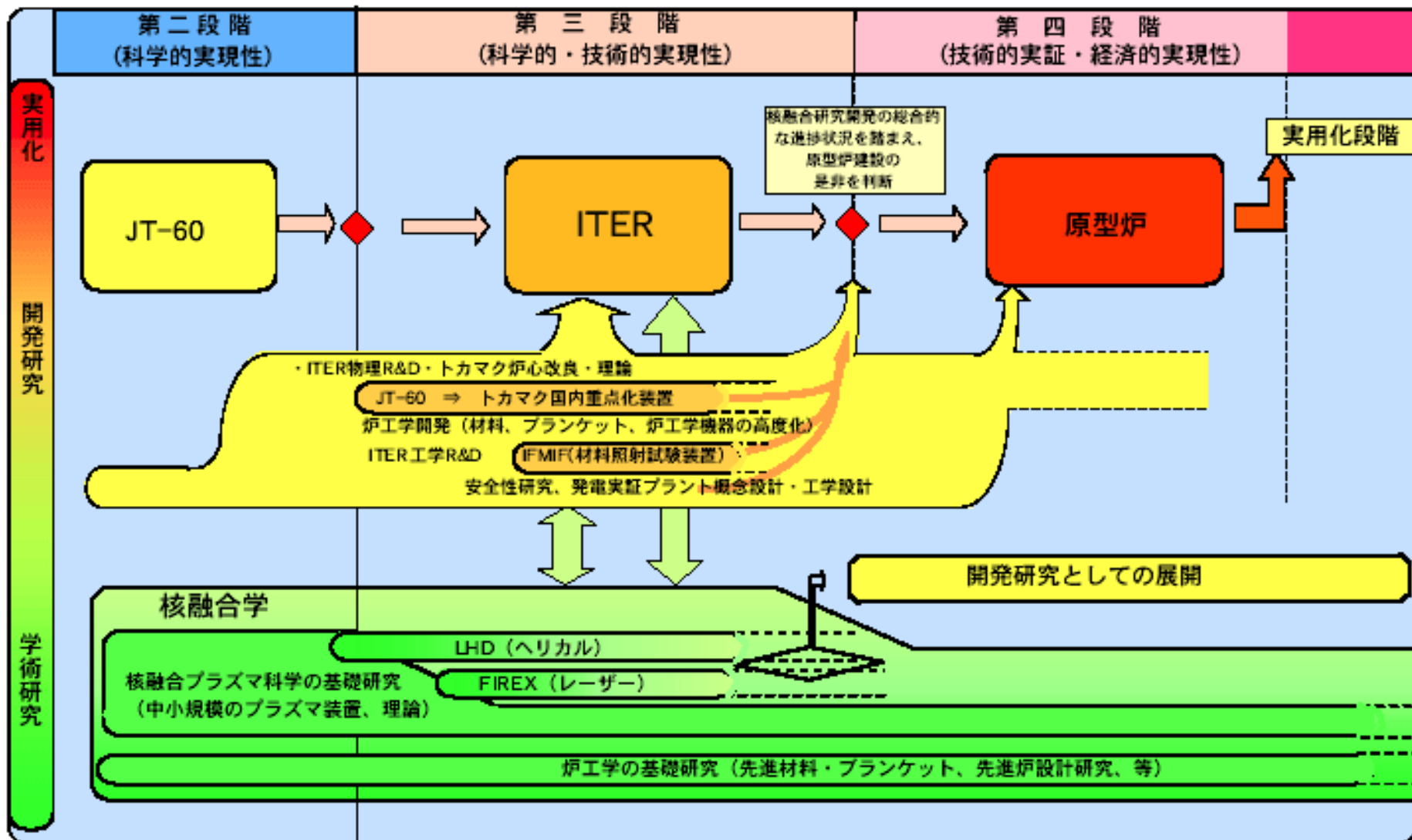
核融合科学研究所 研究総主幹  
文部科学省 研究開発局 科学官

科学技術・学術審議会 核融合研究作業部会 報告（平成25年1月）  
(第6期報告書)

結び 「以上の議論を踏まえれば、**原型炉開発のための技術基盤構築の中核**となる存在として、多種多様な研究開発課題の相互依存性や優先度などの分析に基づき、**統合的視座をもって原型炉開発の在り方を検討する機能の構築が重要**（中略）**将来の原型炉開発を担う産学官の若手が重要な役割を担う形で、上記の機能が構築されることが期待される。**」

# 背景と認識について (1)

## 1. 核融合研究開発のグランドプラン(原子力委員会)



「今後の核融合研究開発の推進方策について」(平成17年10月26日) 原子力委員会 核融合専門部会  
別添20 核融合開発のロードマップ

# 背景と認識について (2)

## 2. 大競争の時代

核融合研究開発の崇高な志

地球規模のエネルギー・環境問題の解決

日本はどうしていくのか？

安全地帯はないし、まして与えてもらえるものではない

大義に見合った実行計画と実施 期待から約束(コミットメント)へ

## 3. 進歩を見せること

計画はうまくいくとは限らないが、計画のないところに進歩はない

何を、だれが、どうやって、いつまでに、

うまく行かなかったら早く判断

### キーワード

部分最適化より全体最適化

統合的視座

バックキャスト

重点化すべき主案と革新的概念の創造と活用

# 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 (略称 合同コアチーム) 中間報告

平成26年2月24日

## 概要

1. はじめに
2. 検討の前提となる核融合原型炉概念について
3. 原型炉の構成要素の技術課題について
4. 炉設計活動の在り方について
5. 海外の原型炉に向けた取組について
6. 次回報告に向けた合同コアチーム活動の今後の予定

- まだまだ未熟、未着手のところはある
- 「～ではないか」という表現は、核融合研究作業部会、機関の長、コミュニティにお諮りすること
  - ➔ 自明であると裏書されれば、即実行へ移るべき

# 概要 (P.1-2)

## 1. 原型炉概念について

← 目的の定義と目標設定

## 2. 原型炉段階への移行判断を目指した研究開発の在り方

← バックキャストからの要請と整合した課題設定(解決(評価)できるもの)

項目	中間段階での C&R までの達成目標*	原型炉段階への移行判断
①実験炉による自己加熱領域での燃焼制御の実証	・ITER 実機を踏まえた実験炉の技術目標の達成計画の作成。	・ ITER による Q=20 程度以上の(数100秒程度以上)維持と燃焼制御の実証。
②実験炉による Q=5 以上の非誘導定常運転の実現	・ITER 実機を踏まえた達成計画の作成。	・ ITER による Q=5 以上の非誘導電流駆動プラズマの長時間維持(1000 秒程度以上)の実証。
③実験炉による統合化技術の確立	・ ITER 施設の完成。 ・ 機器製作・据付・調整に関わる統合化技術の取得。	・ ITER の運転・保守を通じた統合化技術の確立。安全技術の確認。
④経済性見通しを得るための高ベータ定常運転法の確立	・ITER 支援研究と定常高ベータ化準備研究の遂行とトカマク国内重点化装置による研究の開始。	・ トカマク国内重点化装置等による無衝突領域での高ベータ( $\beta_N=3.5-5.5$ )定常運転維持の達成。
⑤原型炉に関わる材料・炉工学技術開発	・ 発電ブランケットの技術基盤の整備の完了。 ITER での機能試験に供する試験体の製作を完了。 ・ 低放射化フェライト鋼の原子炉照射データを 80dpa レベルまで取得し、核融合と類似の中性子照射環境における試験に供する材料を確定	・ ITER での低フルエンス DT 実験により、発電ブランケットのトリチウム増殖・回収機能や除熱・発電機能を実証。 ・ 80dpa レベルまでの低放射化フェライト鋼の重照射データの検証を完了。
⑥原型炉の概念設計	・ 原型炉の全体目標の策定。 ・ 原型炉概念設計の基本設計。 ・ 炉心、炉工学への開発要請の提示。	・ 炉心、炉工学技術の開発と整合をとった、原型炉概念設計の完了。

\*ITER 機構の発足後、10 年程度を想定。

## 原型炉概念について

- 原型炉は核融合エネルギーが他のエネルギー源と競合可能な経済合理性と社会的合理性を達成できる見通しを示すことを目的とし、核融合エネルギーの実用化に備え、数十万kWを超える定常かつ安定な電気出力、実用に供しうる稼働率、燃料の自己充足性を満足する総合的なトリチウム増殖を実現することを目標とした上で、マイルストーンを定めた計画(ロードマップ)を構想すべきではないか。

## 原型炉段階への移行判断を目指した研究開発の在り方

- 本中間報告で述べられている課題の解決をはかるために、原型炉設計と原型炉に必要な技術の研究開発計画の管理に全日本体制で取り組む炉設計活動組織を速やかに立ち上げる必要があるのではないか。
- 原型炉の目標に照らして、まず、トカマク方式をもって、原型炉段階への移行条件を満足させうるための技術課題を共通目標として定め、ITER計画の遂行と並行してその課題解決に当たる必要があるのではないか。

- 核融合エネルギーの早期実現のためのロードマップとその中核となる原型炉開発に対する現行の研究開発のコミットメントを明らかにするためには、原型炉段階(第4段階)への移行判断及びその前に行われる中間チェック・アンド・レビューに向け、それまでの共通目標と課題解決のために強化すべき取組を提示する必要があるのではないか。さらに、中間チェック・アンド・レビューをITERのファーストプラズマが得られる2020年ごろ、これを受けての第4段階への移行判断をITERにおけるDT燃焼実証が行われる2027年ごろに想定した上で、特に、決定的となる科学技術上の課題の解決に必要な研究施設と人材の資源を十分足らしめるための判断と実行が必要ではないか。
- 本中間報告では11の構成要素に関する研究開発において、技術課題をあげて議論を進めている。これらをもとに中間チェック・アンド・レビューと移行判断の時期までにそれぞれ段階に応じた説得力ある根拠と具体的な数値を含めた評価基準を提示できるよう研究開発計画を策定し、実施し、成果を評価し、再検討していく必要があるのではないか。

- 技術課題の解決とともに、原型炉建設を可能とする技術集約だけでなく**社会の要請・受容までを統合的視座に立って満足させうる炉設計が必要**である。このためには、炉設計活動組織は**複合的な視点を持った多様な人材**からなる必要があるのではないか。
- さらには、関連する**人材育成、学術基盤、及び産業基盤の拡充**は大規模かつ複雑な核融合研究開発を長期にわたって支えるために欠くことのできない要素であり、**これまで以上のセクター間の関係強化**が必要ではないか。
- 加えて、**第4段階への移行判断は科学技術的見地のみからなされるものではない**ことから、核融合コミュニティの努力は技術基盤の構築とともに、**社会的な判断基準の醸成**にも十分向けられるべきではないか。エネルギー基本計画や科学技術基本計画などの政策に適切に位置づけるための戦略的取組が必要ではないか。
- 研究開発における**革新的成果による加速を担保**するためには、選択された主案への資源の重点化とともに、主案に対して相補的・代替的な取組と革新的概念への取組をバランスのとれた形で、より密接につなげて進める必要があるのではないか。(中略) 主案においては新しい概念を取り込む柔軟性を、相補的・代替的・革新的概念においては主案における研究開発の成果と資源の利用をはかる仕組みの整備が必要ではないか。



### 2-1. エネルギー情勢と社会的要請の変化 (P.4-5)

- 国産のエネルギーの獲得を真剣に考えれば**技術革新力こそが日本の資源**であることを世論として、核融合研究開発の重要性を改めて指摘
- 「軽水炉をはるかに上回る安全性と立地条件の緩和とがなければ、原型炉を立地する場所は日本にはない」核融合開発の方向性として、その**固有の安全上の特性を活かし、社会的に整合した実用化**を目指す必要

### 2-2. 基本的進め方 (P.5)

- 原型炉開発にかかわる**マイルストーンを定めた計画**を構想
- **基本的進め方がエネルギー基本計画や科学技術基本計画などの政策に適切に位置づけられるよう産官学が協力して当たる必要**

### 2-3. 開発戦略 (P.5-6)

- 核融合エネルギーが**外部性を含めた経済的な競争力**を持つことが必須
- 経済性以外の**社会的合理性に対する世論の支援**を得る戦略が必要
- (**原型炉が**)目標達成に至るまでの**運転開発期ではマイルストーンを定めた計画が重要**。**実用段階へ向けた課題解決のため、フレキシブルに対応できる炉内機器設計が必要**
- 実験炉である**ITER計画と並行して、相乗して進めることが必要**。ITERに求められる要求を満足することだけでなく、今後の性能向上や製造コストの軽減につながるような技術開発に取り組むべき

### 2-4. 原型炉に求められる技術仕様 (P.6)

- 推進方策「百万kWレベルの発電能力を持つことが想定される」:現状の技術見込から、この発電能力に対する仕様については、**数十万kWを超える定常でかつ安定な電気出力**を達成し、**実用化に備える**ことを目標とするべきではないか
- 推進方策「1を超える総合的なトリチウム増殖率が必要」の実現は必須。この「**総合的な**」について**議論を深める必要**
- 実用炉に展開が可能な**メンテナンスシナリオ**
- **数値目標を評価**していく予定。これらを満足する**機器開発計画を構想**していく必要

### 2-5. 段階の移行に向けた考え方 (P.7)

- 第6期報告書「本作業部会は、(中略)、原型炉段階への移行条件についての議論の深化をはかりつつ、本報告書の見直しをしていくこととする」とあり、この議論に付すため、特に、**評価項目の判断基準の根拠に立ち返り、再考**する必要
- 2020年ごろを想定し、**中間チェック・アンド・レビューの内容を精査し、具体化**をはかる必要
- 推進方策「原型炉段階への移行の可否の判断に当たっては、**他の方式を含む核融合研究開発の総合的な進捗状況**を踏まえるとともに、**実用化を見据えること**や**民間事業者の参画**を得ることが重要ではないか。」については、その**意義を引き続き検討**することが必要

# 原型炉開発の技術基盤構築における研究開発課題

R & D issues on establishment of technological basis for DEMO

超伝導コイル開発 Development of superconducting coil

ブランケット開発 Development of blanket

ダイバータ開発 Development of divertor

加熱・電流駆動システム開発 Development of heating and current-drive system

理論・計算機シミュレーション研究 Theory and computational simulation research

炉心プラズマ研究 Fusion-reactor plasma research

計測・制御開発 Development of diagnostics and control

核融合燃料システム開発と規格・基準策定 Development of fusion fuel system and setting of codes and standards

核融合材料開発と規格・基準策定 Development of fusion materials and setting of codes and standards

核融合炉の安全性と安全研究 Safety of fusion reactor and safety research

核融合炉の稼働率と保守性 Duty and maintenance of fusion reactor

- ✓ 人材育成  
Development of human resources / Education
- ✓ 産業界との連なり  
Industrial involvement
- ✓ 基礎科学との連なり  
Basic science involvement

**炉設計**  
Design of DEMO

第6期報告書にまとめられた研究開発課題にある「②課題」と「③課題解決に向けて必要となる取組と体制」をもとに、

- 1) 作業部会報告での指摘の再確認、
- 2) 課題の分析(課題の整理、コア課題の抽出、優先度付けと優先度の理由など)

原型炉に向けたコミットメントを明らかとすべく数年のターンアラウンドで研究開発のPDCAサイクルを構成できるよう

- 3) 喫緊の対応が必要と考えられる事項、
- 4) 作業部会において検討の上、中間チェック・アンド・レビューが想定されるまでの期間の計画として必要な事項としてとりまとめていただきたい事項

### 各節の構成

- 1) 第6期報告書で指摘されている技術課題と課題解決に向けて必要となる取組と体制を要約
  - 1-1) 課題
  - 1-2) 課題解決に向けて必要となる取組と体制
- 2) 課題の分析
  - 2-1) 課題の整理 「課題の構造」を図に示す
  - 2-2) コア課題の抽出、優先付
- 3) 喫緊の対応が必要と考えられる事項
- 4) 作業部会において検討の上、計画としてとりまとめていただきたい事項
  - 3)、4) であげた「取組事項に関する担い手と施設」を表にまとめる

### 3-1. 超伝導コイル開発 (P.8-12)

#### 3) 喫緊の対応が必要と考えられる事項

- ① 全体の設計と整合したマグネットシステムへの要求仕様の見直し・明確化に対応するために、原型炉概念設計チームの体制充実・強化
- ② 原型炉概念設計チーム内に原型炉用マグネット設計チームを創設し、超伝導マグネットシステムの概念設計にも着手
- ③ 技術課題の再評価に対応するためには、インプット情報として構造材料、超伝導線材などの開発見通しに関する情報が必要。特にNb<sub>3</sub>Sn導体については、ITERの要求性能を満足していることの検証に留まらず、原型炉の技術課題評価に資するデータ取得も進めるべき。既存設備強化などを可能とするための施策
- ④ 段階的な陣容強化、大学など幅広い人的資源の活用計画

#### 4) 作業部会において検討の上、計画としてとりまとめていただきたい事項

- ① 構造材料や、Nb<sub>3</sub>Sn以外の超伝導線材：技術課題の再評価に向けて、早急に実施すべき開発項目を決定する必要。核融合以外の研究開発、産業分野の開発との連携
- ② 計画にあたっては、技術開発結果の詳細設計へのフィードバックや、ITERの組立・初期運転データからのフィードバックが可能となるよう、柔軟性に配慮

### 3-2. ブランケット開発 (P.12-15)

#### 3) 喫緊の対応が必要と考えられる事項

- ① 原型炉の要求仕様から導かれるブランケットシステムへの要求の明確化が必要
- ② 特に、筐体の耐圧性確保に関する指針は、システムの安全性確保の方針に係ることから、早期に明確に
- ③ 原型炉概念の設計検討に携わるチームの活動強化が必要。要素技術開発を担当しているチームも活動に参加すること
- ④ ITER-TBMの開発、総合性能評価試験について、大学・研究機関・産業界の連携活動強化

#### 4) 作業部会において検討の上、計画としてとりまとめていただきたい事項

- ① ITER-TBMの性能評価装置群および原型炉ブランケットの総合性能評価装置群の整備、開発計画をレビューし、プロジェクト化すること
- ② 先進ブランケットも含むTBM計画の目標設定および試験計画をレビューし、プロジェクト化すること
- ③ 先進ブランケット(固体増殖He冷却および液体増殖)の主案の絞り込みと、年次展開



### 3-3. ダイバータ開発 (P.15-19)

#### 3) 喫緊の対応が必要と考えられる事項

- ① ダイバータ部での熱バランスを成立させえる熱流束に合わせた、核融合出力仕様の見直し
- ② 材料特性はメンテナンスサイクル等の炉設計の根幹に影響を与えることから、早期に使用可能な材料を選定
- ③ 伝熱候補材料である銅合金の耐中性子照射特性の向上研究開発計画の具体化
- ④ 伝熱材料は、プラズマ対向材料や冷却媒体を組み合わせた総合性能を基準に決定されるべき。
- ⑤ 原型炉で用いる真空排気装置の使用条件を明らかにし、研究開発計画の具体化

#### 4) 作業部会において検討の上、計画としてとりまとめていただきたい事項

- ① 原型炉ダイバータ材料に求められる性能の総合的な評価を行い、材料を決定
- ② スクレイプオフ層(SOL)幅やプラズマ・壁相互作用(PWI)素過程など、ダイバータの使用環境を支配する物理現象を精密に明らかにすること
- ③ ダイバータ部における粒子制御特性と両立する定常フルデタッチメント放電を、実験にて実証
- ④ デタッチメント放電シナリオの外挿性を確保するために、ダイバータ運転に関する素過程の理論モデリングの充実に加えて、包括的なシミュレーション研究への発展
- ⑤ 原型炉条件下で使用可能な真空排気装置のR&D

### 3-4. 加熱・電流駆動システム開発 (P.19-22)

#### 3) 喫緊の対応が必要と考えられる事項

- ① 技術開発目標として原型炉に要求されるNBIとECHの役割とそれぞれの技術仕様を明確に
- ② 技術開発目標に対する具体的なR&D計画を策定

#### 4) 作業部会において検討の上、計画としてとりまとめていただきたい事項

- ① NBIの実機性能試験施設がITER建設終了までに必要。その際、国内に建設するのか、国際協力として利用するのかを含めた計画立案と体制構築
- ② セシウムフリー化や高効率中性化セル開発等のNBI要素技術開発に関して、国内体制構築と役割分担を明確に
- ③ NBIやECHの構成機器の耐中性子照射試験施設

### 3-5. 理論・計算機シミュレーション研究 (P.22-25)

#### 3) 喫緊の対応が必要と考えられる事項

- ① 役割分担の明確化と原型炉のスケジュールと整合した具体的なマイルストーンの設定
- ② 研究開発を進めるための人材確保計画

#### 4) 作業部会において検討の上、計画としてとりまとめていただきたい事項

- ① 集中的にコードを開発すべき領域(ディスラプション、ダイバータなど)を設定
- ② 人材育成、計算機資源確保の方策



## 3-6. 炉心プラズマ研究 (P.25-29)

3) 喫緊の対応が必要と考えられる事項

- ① 原型炉に向けたデータベース拡充等を、ITPAを活用しつつ取り組む。JT-60SAの稼働までの期間にコアの課題の解決のために海外の実験を利用し、JT-60SA研究計画に反映
- ② ITERやJT-60SAの実験にオールジャパン体制で臨めるよう人材育成と大学等の研究者の常駐／長期滞在を可能にする制度を今から構築

4) 作業部会において検討の上、計画としてとりまとめていただきたい事項

- ① 国内プラズマ実験装置の原型炉に向けた役割分担・連携を明確に
- ② 高ベータ化に起因する課題への国内での取組はJT-60SAでのみ可能。JT-60SAの高加熱パワー化、国内プラズマ実験装置と連携した計測機器群の整備を加速
- ③ 高熱流束によるダイバータ長時間特性での課題を明らかにするため、LHDの高加熱パワー&長パルス化を早期に実施し、原型炉概念設計に反映
- ④ JT-60SAにおいて原型炉設計と整合する完全デタッチメント制御技術を開発するため、適切な時期にタングステンダイバータへの改造
- ⑤ タングステンを含むプラズマ壁相互作用に関して、原型炉設計のために基礎データの獲得を共通目標としてLHD、GAMMA10、QUEST等の国内プラズマ実験装置の固有の特長を活かした取組を組織
- ⑥ JT-60SA運転初期から適用可能な制御シミュレータの開発を大学等と協力して促進するとともに、ITERでの実証試験も含めて検討
- ⑦ ITERおよびJT-60SAの実験と原型炉設計とのフィードバック、フィードフォワードの関係を強化するために人材の交流・流動化などを戦略的に計画

### 3-7. 核融合燃料システム開発 (P.29-32)

#### 3) 喫緊の対応が必要と考えられる事項

- ① 原型炉での燃料供給シナリオと統合したシステム仕様の決定
- ② 原型炉における燃料インベントリの定量評価

#### 4) 作業部会において検討の上、計画としてとりまとめていただきたい事項

- ① トリチウム含有ガス・水を取り扱う機器開発計画
- ② リチウム6濃縮技術の検討
- ③ 大量取扱い試験施設の仕様検討、設計、建設

### 3-8. 核融合炉材料開発と規格・基準策定 (P.32-36)

#### 3) 喫緊の対応が必要と考えられる事項

- ① 設計チームや関連学協会の対話により、材料規格策定に必要な中性子照射データの明確化(照射温度、照射量、評価すべき特性、対象(溶接部等))
  - ・ 必要な材料データとは、具体的には何か
  - ・ 新たな(大規模な)照射計画は必要になるか
- ② 上記の課題に対して、IFMIFあるいはその代替手段の位置付けは
  - ・ 国内の照射場の状況を見ると、利用価値の高い照射場が必要ではないか
  - ・ IFMIFでは具体的にどの項目を優先的に評価するのか。
  - ・ IFMIF代替手段と核融合中性子照射環境との差異は、シミュレーション・モデリングや模擬照射実験で補うことは可能か

#### 4) 作業部会において検討の上、計画としてとりまとめていただきたい事項

- ① 材料規格策定に必要な中性子照射データの明確化を受けて、多様(かつ多量の)な中性子照射影響データを取得することが必要であるのならば、比較的大規模な照射後試験施設が必要ではないか。(IFMIFの活用も見据えて)
- ② 原型炉においてTBMを設置し、先進構造材料のテストベッドとするようなプランは、材料開発の見通しにおいて、現状のペースで達成可能かどうか答える計画
- ③ 産業界(素材メーカー、重工業)からの協力が必要。産業界側の受け入れ態勢を整える必要があるのではないか(例えば、低放射化スペックを達成可能な原材料と溶解炉の確保等)

### 3-9. 核融合炉の安全性と安全研究 (P.36-39)

#### 3) 喫緊の対応が必要と考えられる事項

- ① 安全検討と材料データなどの取得を加速し、概念設計の裏付けを強化
- ② 原型炉の要求仕様と、そこから導かれる個別要素への要求の明確化
- ③ 原型炉に特有な事象の抽出と影響評価を整理
- ④ 安全性検討を含む概念設計検討に携わるチームの活動強化
- ⑤ 特に、設計に必要な材料を選択し、データ取得に集中する活動へのシフト
- ⑥ チームの体制は、他分野の研究者にとっても参画する意義のあるものにする必要

#### 4) 作業部会において検討の上、計画としてとりまとめていただきたい事項

- ① 材料データ取得、安全コード開発およびVerification&Validation実験に必要な装置の整備と試験計画をレビューし、プロジェクト化すること
- ② 他分野の研究者の協力を得やすい形の検討チームの立ち上げ
- ③ 安全要求基準と原型炉の安全設計ガイドラインの整備。検討にあたっては、既存の規制や設計基準を参考にしつつ、核融合炉固有の安全性を考慮して合理的なものとするのが重要
- ④ 規制と許認可手続きの在り方について検討することが重要
- ⑤ プラントの社会受容性を判断

### 3-10. 稼働率と保守性 (P.39-42)

#### 3) 喫緊の対応が必要と考えられる事項

- ① 早期に保守概念の構築と稼働率見通しの提示ができるよう、原型炉設計の全日本的な体制強化
- ② 機器開発、プラズマ制御両面からの原型炉ダイバータの開発および寿命予測研究の重点化、体制強化

#### 4) 作業部会において検討の上、計画としてとりまとめていただきたい事項

- ① 原型炉におけるブランケット大型構造物の着脱・輸送、遠隔保守等の技術研究開発を行うための施設を設置
- ② 耐放射線機能材料・機器開発のために、Co-60ガンマ線照射が可能な外部施設の長期確保、維持する計画
- ③ 原型炉の炉構造、保守方式についての基本概念を固めていく必要
- ④ 廃炉および廃棄物処理に係るバックエンドについて、特に再利用・処分および遠隔保守の在り方を検討

### 3-11. 計測・制御開発 (P.42-45)

#### 3) 喫緊の対応が必要と考えられる事項

① ダイバータを含む炉心プラズマ、理論シミュレーション、計測器やアクチュエータの専門家で構成する計装・制御検討活動を強化

#### 4) 作業部会において検討の上、計画としてとりまとめていただきたい事項

- ① 原型炉に要求される計測器および運転制御シミュレータの開発を「3-6. 炉心プラズマ研究」計画と整合して位置付けること
- ② ガンマ線及び中性子による重照射試験施設の検討

## 構成要素の研究開発R&Dと二人三脚

- 21世紀中葉までに核融合エネルギーの実用化の目処を得ることに照らして、商用炉までの唯一のステップである原型炉について、現在の技術知見の延長上に構想可能であり、かつ社会の要請を満足しうる概念を提示
- 概念設計の初期段階から産業界の製造技術ポテンシャルを取り込み、原型炉技術基盤を構築することが不可欠
- 社会の要請・受容までを統合的視座に立って満足させうる炉設計が必要。このためには、これらの問題に造詣の深い有識者の叡知を集約することが必要
- 新規の技術開発を提言
- 発電システムとしての信頼性(稼働率、計画外停止率など)を実証する運転実績を積むことに加えて、ブランケットモジュールまたはセクター規模の先進ブランケット試験(原型炉TBM)を実施し高効率エネルギー利用へ向けた技術開発を行う必要。バックエンドコストの見通しも合わせて検討
- 中間チェック・アンド・レビューまでの完成度: **実現性及び社会受容性に照らして** 妥当な原型炉の全体目標が策定され、炉設計では**システム全体の整合性と実機製作の見通しを裏付ける技術検討**が行われていること



# 欧州のロードマップ



Fusion Electricity

A roadmap to the realisation of fusion energy

## EFDA 欧州核融合開発協定

### “核融合電力

### 核融合エネルギー実現への工程“

2012年11月発表

ミッション指向の強いコンソーシアム  
EUROfusionに改組(2014年1月)

ロードマップ → 付属書

→ 作業計画

(ミッション、ヘッドライン、ワークプラン)

# 5. 海外の原型炉に向けた取組について

P.46-48

28 European countries signed an agreement to work on an energy source for the future:

EFDA provides the framework, JET, the Joint European Torus, is the shared experiment, fusion energy is the goal.



28の研究所が  
協定下で連携、資源の共有などをはかる

「野心的であるが現実的な、2050年までの核融合発電への行程表」  
“an ambitious yet realistic roadmap to fusion electricity by 2050”





産業界

製造・経済性

原子力産業協会

研究開発現場

核融合エネルギーフォーラム  
核融合ネットワーク

合同コアチーム

規格・基準

IAEA DEMO  
program WS

学協会

文部科学省  
核融合研究作業部会

海外・国際

ロードマップ

政策・施策

国

- 合同コアチームが原型炉設計作業をするものではない
- 現場、専門家、コミュニティ、関連するセクターと共に作業を進めることが本質

- 検討の前提となる核融合原型炉概念が科学技術的にも社会的にも説得力をより持つよう考察を深める。この概念と構成要素の技術課題の整合を図る。
- チェック・アンド・レビュー項目を決定的な技術課題に照らして精査し、実施すべき活動とその目標の詳細化と具体的な数値を含めた判断基準の具体化を科学・技術的検討に基づいてはかる。
- 技術課題の構造分析から、統合的視座に立った時系列上の計画への展開を検討
- 原型炉設計と原型炉に必要な技術の研究開発計画の管理に全日本体制で取り組む炉設計活動組織の在り方について検討
- 我が国の核融合コミュニティの総意を踏まえた検討となるように、また、核融合作業部会における政策審議と研究開発の最前線が強かつ迅速に連携できるようにコミュニティとの対話を重ね、合同コアチーム活動のコミュニティへの浸透をはかる。
- 産業界との意見交換を進め、産業的健全性をどのように担保していくかについて検討
- 安全基準の在り方、その裏付けとなる安全研究について検討。原型炉の許認可の手続きがどうあるべきかなどを検討
- 基礎から応用まで広く、関連分野の学会や産業界などセクター間の関係強化をはかる。
- 原型炉設計活動段階および建設段階に必要なコア人材の育成と、その育成に求められる人材ネットワークの形成の見通し

# 「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」

平成25年7月3日 第37回核融合作業部会にて決定

## 1. 目的

ITER計画及びBA活動やLHDをはじめとする学術研究の進展を踏まえ、核融合原型炉の開発に必要な技術基盤構築の在り方を、我が国の核融合コミュニティの総意を踏まえつつ検討

## 2. 検討内容

- 1) 検討の前提となる核融合原型炉概念
- 2) 実施すべき活動とその目標(研究活動、検討活動)
- 3) 上記の活動に必要な科学的・技術的検討作業

## 3. 留意点

- 我が国の核融合コミュニティの総意を踏まえた検討となるように、全国の産学官の研究者、技術者等との幅広い連携・交流を行うこと。特に、関連分野の学会間の連携・交流の拡大を期待
- 本作業部会の政策審議に資するため、上記チームの検討状況については、チームの代表者等が定期的に本作業部会に報告

報告書「本作業部会は、(中略)、原型炉段階への移行条件についての議論の深化を図りつつ、本報告書の見直しをしていくこととする。」

← 具体のターゲット 核融合作業部会の報告書見直しへ(平成26年1月頃)

# 「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」

日本原子力研究開発機構 森核融合部門長、核融合科学研究所 小森所長が中心となりメンバーを選出、7月より活動開始

## 【現在のメンバー】

### リーダー

山田 弘司（核融合科学研究所）

### メンバー

坂本 宜照（日本原子力研究開発機構）

竹永 秀信（日本原子力研究開発機構）

谷川 尚（日本原子力研究開発機構）

坂本 隆一（核融合科学研究所）

田中 照也（核融合科学研究所）

笠田 竜太（京都大学）

尾崎 章（日本原子力産業協会）

### 事務局

牛草 健吉（日本原子力研究開発機構）

金子 修（核融合科学研究所）

### オブザーバー

森 雅博（日本原子力研究開発機構）

小森 彰夫（核融合科学研究所）

丸末 安美（日本原子力産業協会）

清水 克祐（日本原子力産業協会）

### 専門家

飛田 健次（日本原子力研究開発機構）

岡野 邦彦（電力中央研究所、慶應大学）

今後、本チームが中心となって、核融合エネルギーフォーラム、核融合ネットワークと連携して技術基盤構築の在り方について詳細な議論を行い、その結果整理された科学的・技術的課題がBA活動等の国際プロジェクトや学術研究の計画に組み込まれて、技術基盤構築に向けたオールジャパンの取り組みが組織化されていくことを期待