

第16回QUEST研究会 ～核融合技術の進展と球状トカマク研究～

日時：令和元年10月3日～4日

会場：九州大学応用力学研究所

「ITER／原型炉時代にQUESTに期待すること」

東京大学名誉教授
小川雄一

内容

@日本の核融合炉開発戦略

- ・新推進方策、ロードマップ
- ・アクションプラン
- ・人材育成、アウトリーチ活動

@QUESTへの期待

- ・STとして
- ・長時間・高密度運転に向けて
- ・高温超伝導コイルとして
- ・人材育成・アウトリーチ拠点として
- ・学术交流・学術発信として

「核融合開発に関するロードマップ（一次まとめ）」 に基づく原型炉課題解決の方向性

J. Plasma Fusion Res. Vol.94, No.11 (2018) 575-582



サロン

プラズマ・核融合学会誌（2018年11月号）

http://www.jspf.or.jp/Journal/PDF_JSPF/jspf2018_11/jspf2018_11-jp.pdf

核融合原型炉開発に向けた 新推進方策・ロードマップの策定にあたり

Establishment of a New Promotion Policy and a Roadmap toward Fusion DEMO Reactor

松浦重和, 小川雄一¹⁾, 岡野邦彦²⁾, 上田良夫³⁾, 秋山毅志⁴⁾

MATSUURA Shigekazu, OGAWA Yuichi¹⁾, OKANO Kunihiko²⁾, UEDA Yoshio³⁾ and AKIYAMA Tsuyoshi⁴⁾

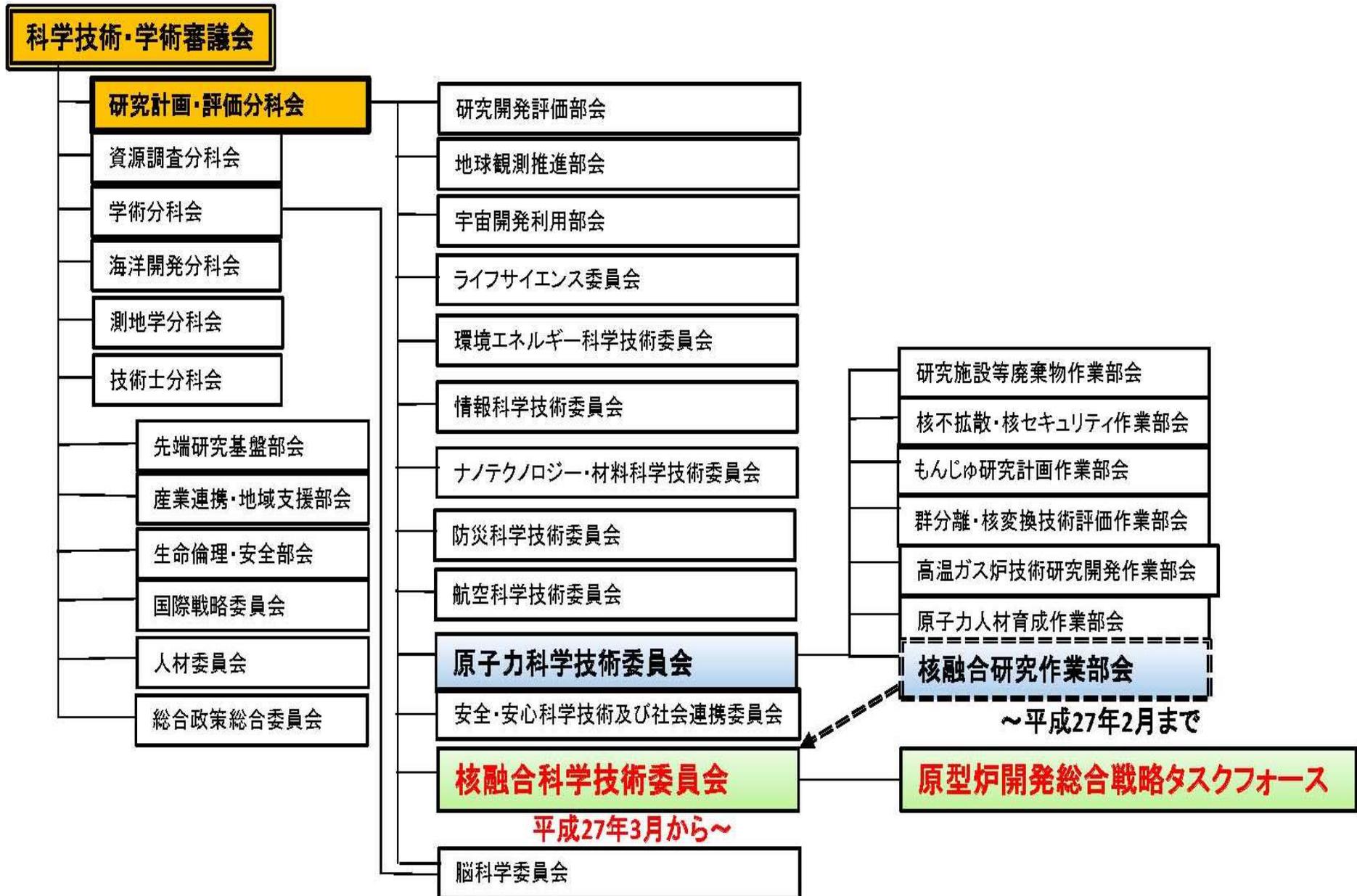
文部科学省 前研究開発戦略官, ¹⁾核融合科学技術委員会主査, ²⁾原型炉開発総合戦略タスクフォース主査,

³⁾文部科学省科学官, ⁴⁾文部科学省学術調査官

(原稿受付: 2018年9月9日)

文部科学省核融合科学技術委員会では、核融合原型炉開発に向けた新たな推進方策として、「核融合原型炉研究開発の推進に向けて」を平成29(2017)年12月18日に策定した。併せて、これを具現化するためのアクションプランを作成すると共に、それを支える人材育成・確保についても検討した。さらに、開発の重要度と緊急性および国際協力の観点に基づいた「原型炉研究開発ロードマップ」を取りまとめた。ここでは、核融合原型炉開発に向けて核融合科学技術委員会が策定した新たな推進方策やロードマップなどの概要について紹介する。

文部科学省 科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会
核融合科学技術委員会の設置

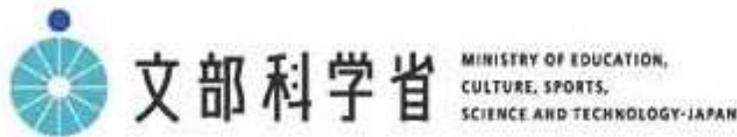


文部科学省 科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会
核融合科学技術委員会・原型炉開発総合戦略タスクフォース
活動報告

- **新推進方策「核融合原型炉研究開発の推進に向けて」（平成29年12月18日）**の策定
 - ・平成17年の「今後の核融合研究開発の推進方策について」の改訂
 - ・原型炉段階への移行判断条件や中間C&R項目の改訂
 - ・移行判断および中間C&Rの時期の明確化
- **「原型炉研究開発ロードマップについて（一次まとめ）」（平成30年7月24日）**の策定
 - ・開発の重要度と緊急性および国際協力の明確化
- **「アクションプラン」の作成（平成29年12月18日）とフォローアップ**
 - ・技術課題を分類し、その発展と課題間の連関を整理・分析
 - ・アクションプランの実施状況のフォローアップ
- **「核融合エネルギー開発の推進に向けた人材の育成・確保について」（平成30年3月28日）**
 - ・長期的な計画に基づいて、原型炉開発を担う人材を継続的・安定的に育成・輩出し、その人材を確保してさらに育成する環境の整備

A New Report on Japan's Policy to promote R&D for a fusion DEMO reactor

Science and Technology Committee on Fusion Energy in MEXT



(MEXT):

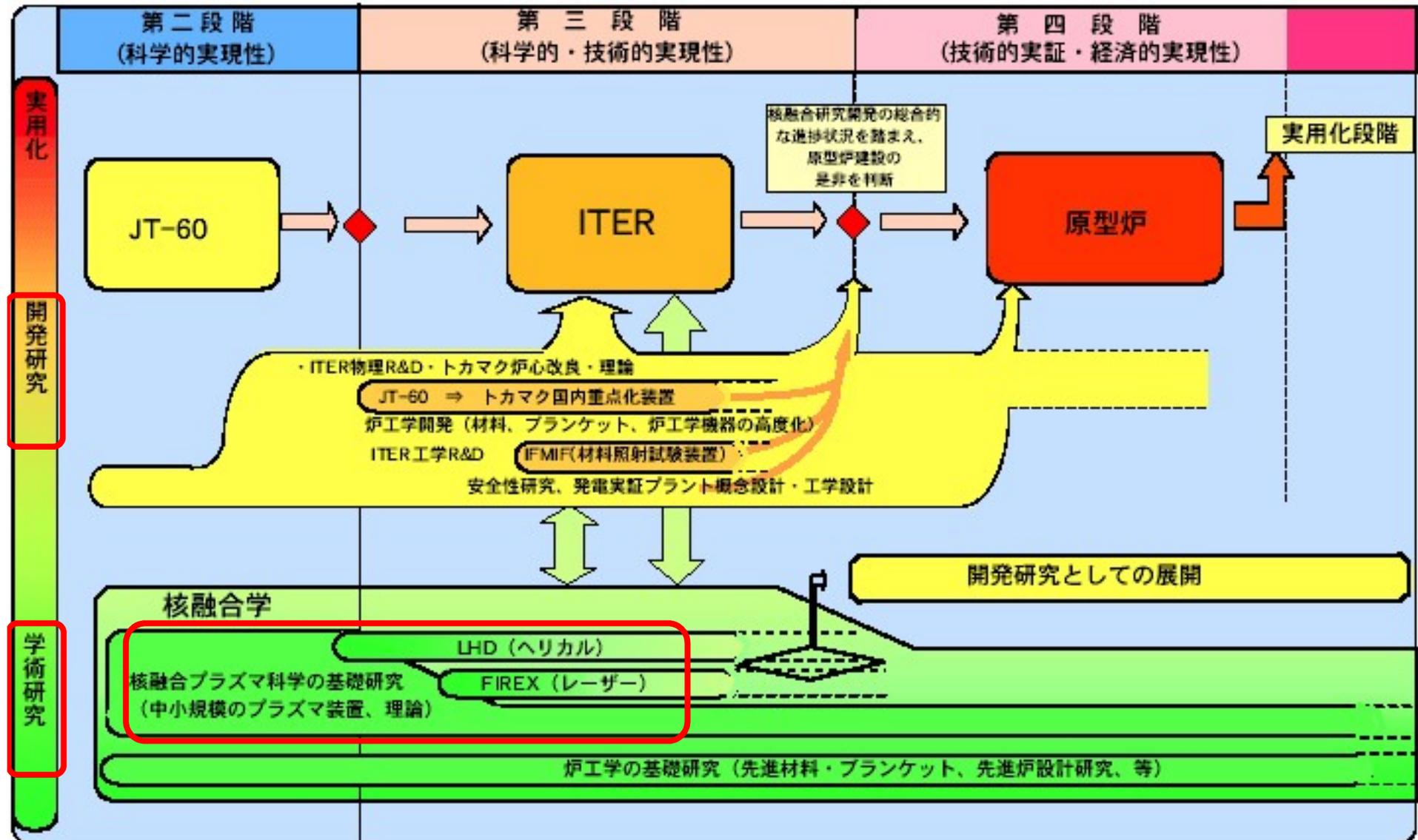
Ministry of Education, Culture,
Sports, Science and Technology

核融合原型炉研究開発の推進に向けて

http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu2/074/houkoku/1400117.htm

- 核融合原型炉研究開発の推進に向けて
- 核融合原型炉研究開発の推進に向けて (PDF:369KB)
- 核融合原型炉研究開発の推進に向けて(要旨)
- 核融合原型炉研究開発の推進に向けて(要旨) (PDF:122KB)
- チェック・アンド・レビュー項目(案) (PDF:74KB)
- Japan's Policy to promote R&D for a fusion DEMO reactor
- Japan's Policy to promote R&D for a fusion DEMO reactor (PDF:278KB)
- Executive Summary of Japan's Policy to promote R&D for a fusion DEMO reactor
- Executive Summary of Japan's Policy to promote R&D for a fusion DEMO reactor (PDF:124KB)
- Check and Review Items (plan) (PDF:93KB)

「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)



核融合エネルギーの実現に向けて

目的・目標

核融合炉

開発

最高性能の装置

ITER

高性能化の追究

IFMIF トカマク
(開 発) ヘリカル レーザ
(学 術)

学術基盤
人材育成

核融合炉工学 核融合科学
プラズマ科学
学術研究基盤

学術

目標は一つだが答えやルートは一つとは限らない。

原型炉開発の新推進方策 (H29.12.18)

○平成17年に原子力委員会が策定した報告書「今後の核融合研究開発の推進方策について」を基本的に継承しつつ、近年の研究開発成果およびITER計画の見直し等を踏まえた新たな報告書「原型炉研究開発の在り方」を文科省核融合科学技術委員会が作成。

「原型炉に向けた核融合技術の開発戦略」

- 現在最も進んだトカマク方式による技術課題の達成を、産学官の核融合コミュニティ全体の共通目標とする。
- 安全性を大前提とし、技術的成立性を実証するとともに、実用化時の経済性を現実的なものとする
- 相補的・代替的なヘリカル方式・レーザー方式や革新的概念の研究を並行して行う。

「技術課題解決に向けた開発の進め方」

- 開発計画は、技術課題を分類し、「アクションプラン」として各課題の発展と課題間の連関を整理・分析する。
- 産学官のオールジャパン体制を構築すべく、六ヶ所サイトを原型炉開発のハブ拠点として発展させる。
- 長期に亘る研究開発を推進するため、原型炉研究開発に必要な人材を産学官の緊密な連携のもと育成する。
- 開発の優先度やマイルストーン、国際協力項目なども含めた原型炉開発ロードマップを策定する。

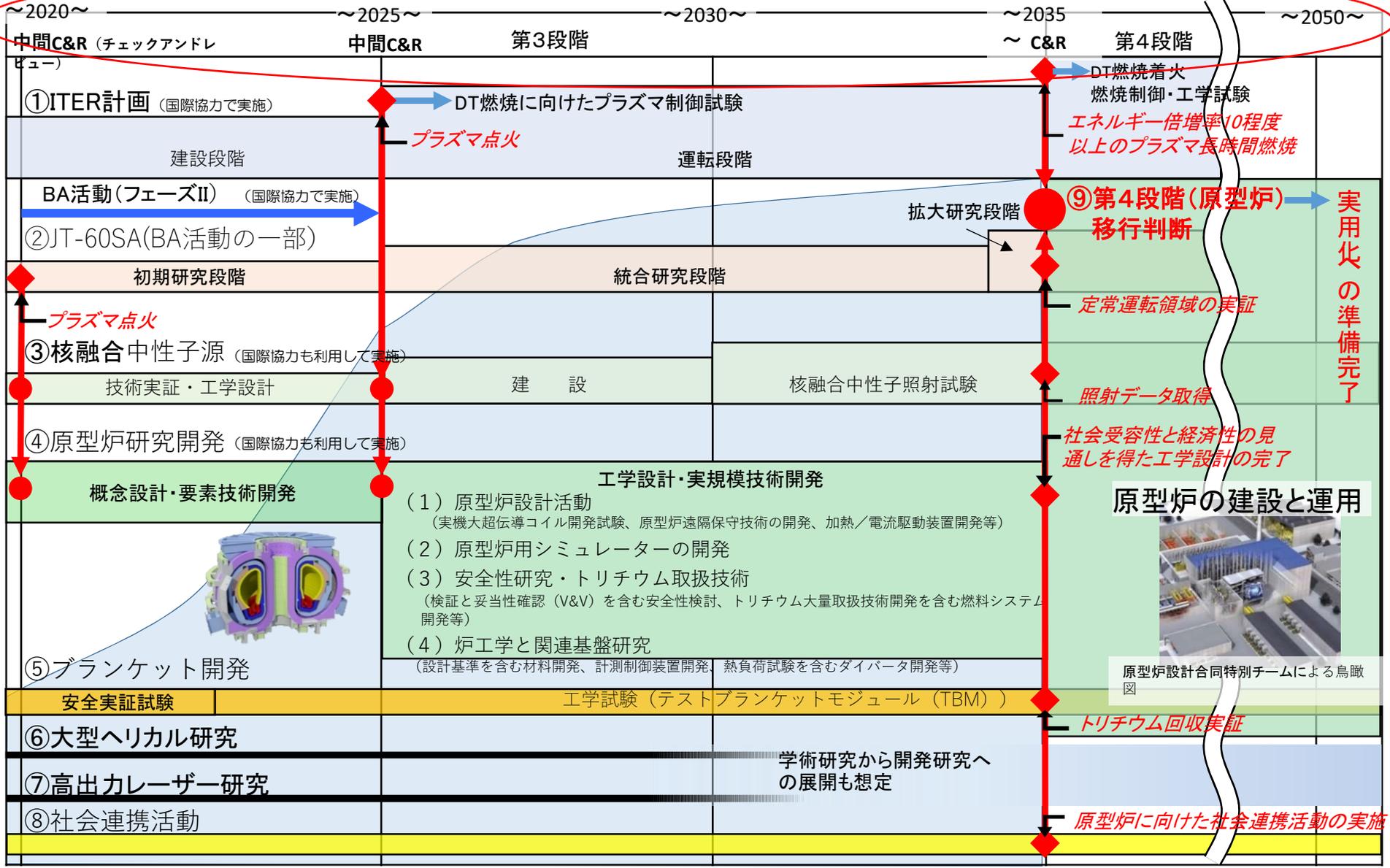
「原型炉段階への移行に向けた考え方」

- 原型炉への移行判断は、ITERの核融合運転(DT)が見込まれる2030年代に行う。原型炉段階に移行する際には、実用炉段階で経済性を達成できる見通しを得ておく必要がある。
- 中間C&Rを見直し、2回に分けて実施する。
 - (1)JT-60SAの運転が開始する2020年頃
 - (2)ITERのファーストプラズマが予定される2025年から数年以内
(原型炉に必須のコンポーネントの工学開発活動の開始の適否も判断)
- アクションプランや中間チェックアンドレビュー項目と時期は、随時タスクフォースが見直してゆく。
- アウトリーチ活動を戦略的に推進すべく、日本全体を統括して活動するヘッドクォーターを設立し、核融合エネルギーの社会的価値の最大化を目指した連携活動を計画・推進する。

原型炉研究開発ロードマップ

別紙

凡 ◆ 目標達成が求められる時点 ▲ 達成すべき目
 例 ● 次段階への移行判断が求められる時点
 ロードマップ遂行に必要なアクティビティの指標



アクションプランの構成図(炉心プラズマの場合)

合同特別チームの活動フェーズ
 黒: 開始事項
 赤: 完了事項

| | 2015 | 2020頃 | 2025頃 | 2035頃 |
|------------------|--|--|--|----------------|
| | 概念設計の基本設計 | | 概念設計 | 工学設計 |
| 6. 炉心プラズマ | LHD JT-60SA | | ITER | H/He運転 DT運転 |
| | | 初期研究段階 | 統合研究段階 | 拡大研究段階 |
| プラズマ設計 | (15)特: 物理設計と炉心プラズマパラメータ設定 →(19) (15)特: プラズマ設計DB構築 →(19) | (20)特: 炉心プラズマパラメータ最適化(*) (20)特: プラズマ設計DB改訂(*) | (20)特: 炉心プラズマパラメータ最適化 →(*) (20)特: プラズマ設計DB改訂 →(*) | |
| ITER | (15)Q/N/大/j: ITER研究計画の改定(24) | →(15)Q/N/大/j: ITER研究計画の改定(24) (25)j: ファーストプラズマ →(25) | (29)j: プラズマ制御手法確立 →(30) (32)j: 加熱プラズマ特性解明(ディスラプション制御、ELM制御含む) →(34) (35)j: Q=10実現(*) | |
| JT-60SA | (15)Q/N/大: JT-60SA研究計画の改定 →(19) (20)Q/N/大: ファーストプラズマ →(20) (20)Q/N/大: プラズマ制御手法確立(21) | ↑(20)Q/N/大: プラズマ制御手法確立(21) (23)Q/N/大: 加熱プラズマ特性解明(ディスラプション制御、ELM制御含む) →(24) (24)Q/N/大: 高β定常運転の実証 →(27) (24)Q/N/大: 高閉じ込めプラズマの高密度化 →(28) (24)Q/N/大: 粒子制御技術(D, He, 不純物)の実証 →(27) (25)Q/N/大: 高ベータ定常運転の100秒間維持 →(28) (25)Q/N/大: 原型炉に外挿可能なプラズマ性能の同時達成 →(28) | (30)Q/N/大: W-DIVでの加熱プラズマ特性解明 →(32) (30)Q/N/大: W-DIVでの高ベータ定常運転の実証 →(32) (30)Q/N/大: W-DIVでの高閉じ込めプラズマの高密度化 →(32) (30)Q/N/大: W-DIVでの粒子制御技術(D, He, 不純物)の実証 →(32) (32)Q/N/大: W-DIVでの高ベータ定常運転の100秒間維持 →(35) (32)Q/N/大: W-DIVでの原型炉に外挿可能なプラズマ性能の同時達成 →(35) | |
| LHD、ヘリオトロンJ | (15)N/C2: トーラス系物理の理解(25) (16)N: 重水素実験(25) (16)N: 粒子制御技術(D, He, 不純物)の実証 →(19) | ----→(15)N/C2: トーラス系物理の理解(25) (16)N: 重水素実験(25) | | |
| プラズマ壁相互作用研究 | (15)大/C3/C4: W材のPWI基礎データの獲得(26) (17)大/C3/C4: W材ダイバータ長時間特性での課題の明確化(26) | ---→(15)大/C3/C4: W材のPWI基礎データの獲得(26) (17)大/C3/C4: W材ダイバータ長時間特性での課題の明確化(26) | | |
| モデリング/シミュレーション研究 | (15)Q/N/大: 物理モデル構築と性能予測コード高度化 →(19) | (20)Q/N/大: 制御シミュレータ開発(ITER、JT-60SA等への適用含む)(*) | | -----→(*) 8 |

C4: 九大応用力学研究所

3. 原型炉研究開発体制の強化のための大学等の連携強化

アクションプランの実現にあたっては、炉工学の基礎研究等において、大学等の貢献が不可欠であることは言うまでもない。また、本年3月28日に核融合科学技術委員会が取りまとめた「核融合エネルギー開発の推進に向けた人材の育成・確保について」において、改めて、原型炉研究開発に必要な人材の確保にあたっての、大学等の重要性を示したところである。

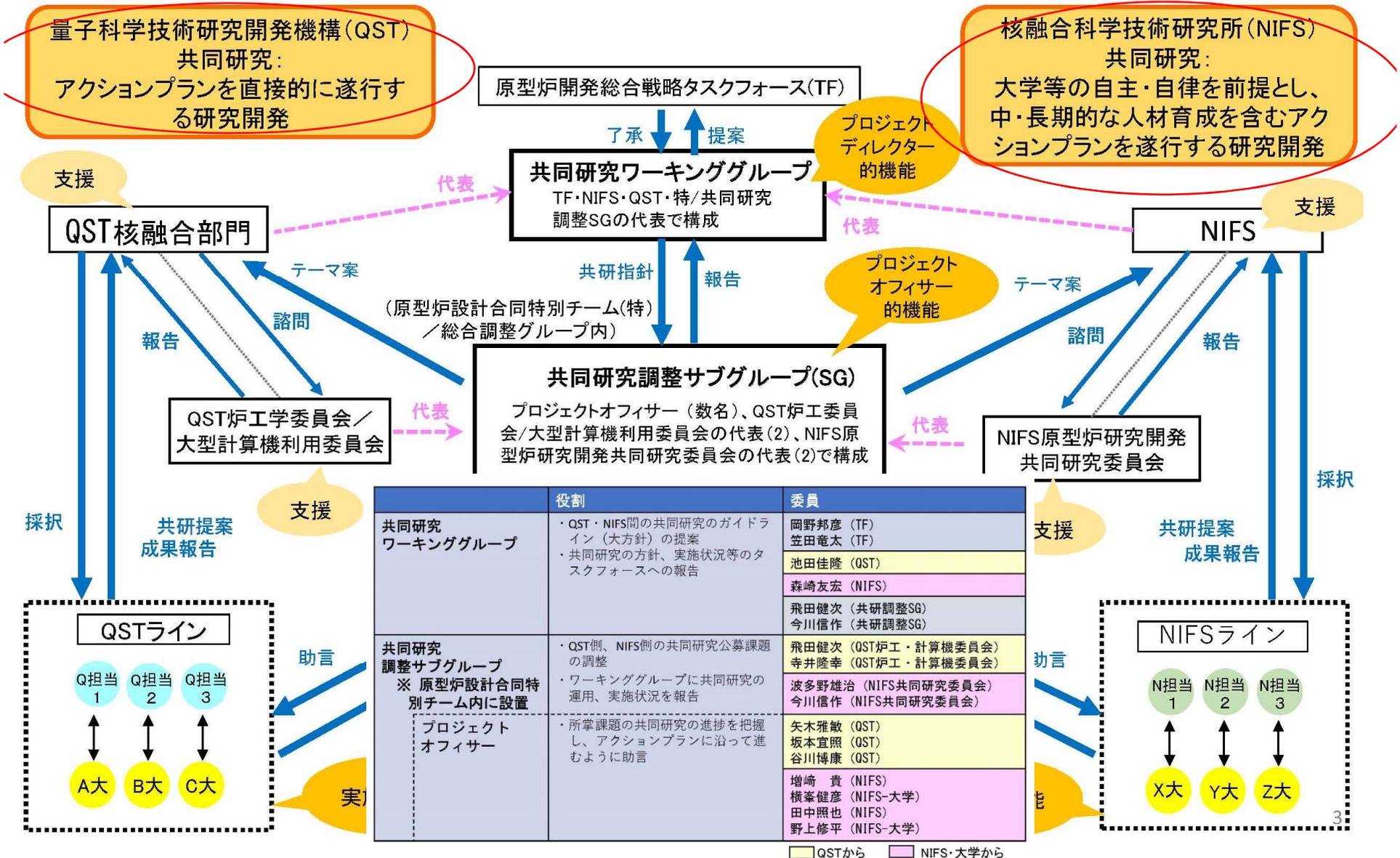
自主・自律を前提とした大学等の優れた取組みを支援するためには、これまでの量子科学技術研究開発機構を中心とした体制に加えて、大学等を対象とした原型炉に向けた共同研究をとりまとめる新たな体制を整備することが必要である。

大学等を対象とした新たな共同研究のとりまとめ体制の整備にあたっては、その中核を担う機関、つまり中核機関を設けることが望ましい。中核機関の要件としては、核融合に関して、①大学等が自主・自律のもとに取り組む共同研究をとりまとめた実績や、②研究を通じた人材育成にも取り組んできた実績が十分にあり、③世界最先端の大型核融合装置の設計、建設、運用まで取り組むことのできる能力を有し、その能力を原型炉設計等にも生かすことのできる機関であること、があげられる。

上記要件を鑑みると、中核機関としては、核融合科学研究所が最適であり、今後さらに、核融合科学研究所を中心とした体制の検討を深めていく必要がある。

また、原型炉概念の構築を目指して、産学官が結集して設置した「原型炉設計合同特別チーム」が、大学等との連携を含めたオールジャパン体制構築の鍵となる。今後、「原型炉設計合同特別チーム」の枠組み強化についても検討を行い、年末までに基本的な考え方をまとめる。

共同研究の運用体制(1)



QSTからの公募課題(新規)

| # | アクションプラン項目 | 公募課題及び内容 |
|---|-----------------|---|
| 1 | 0. 炉設計 | サブプレッションプールでの水蒸気凝縮過程における非凝縮性ガスの影響 In-vessel LOCA時の真空容器過圧を抑制するためのサブプレッションプール内において、原型炉で想定される水蒸気に微量の非凝縮性ガス(Ar, Heなど)が混入する場合について水蒸気凝縮特性に与える影響を検討する。 |
| 2 | 5. 理論・シミュレーション | 原型炉に向けたダイバータシミュレーション SONIC等のダイバータシミュレーションコードの現行モデルにおける感度解析、プラズマや中性粒子輸送モデルの高度化等を進める。また、原型炉相当の高密度条件におけるシミュレーションの安定性向上の方策を検討する。 |
| 3 | 8. 核融合炉材料と規格・基準 | 低放射化フェライト鋼の照射硬化因子評価技術の開発 低放射化フェライト鋼の核融合中性子照射による照射硬化を予測するための技術を開発する。照射により形成される転位ループまたは転位線の硬化への寄与度を定式化するため、転位ループの形成過程と、致密度・サイズ及び移動度に対する不純物または添加物の影響を解明するための実験的評価手法を提案(または硬化因子の特定)する。 |
| 4 | | 核融合中性子照射場の理論的定量化に関する研究 原型炉ブランケット構造材料を対象とし、核融合中性子の照射環境下(照射場)で生成するはじき出し欠陥量を理論的に定量化するための研究を推進する。数keVから数100 keVまでの種々のPKAエネルギーに対して1000点以上のデータ数を取得することで、衝突カスケード損傷での残存欠陥挙動について系統的な統計評価を行う。この結果に基づき、中性子エネルギーベクトルが互いに異なる照射場(原型炉、HFIR、A-FNSなど)の照射欠陥生成量を定量化する。 |
| 5 | | 核融合中性子源の照射モジュールシステムに関する研究 核融合中性子源照射モジュールの伝熱媒体としてキャプセル中に充填する液体金属と鉄鋼材(F82HやSUS等)との腐食特性に関する実験的研究を行い、液体金属と鉄鋼材の共存性を評価する。 |

NIFSからの公募課題

| # | アクションプラン項目 | 公募課題及びアクションプランとの対応 |
|---|------------|---|
| 1 | 2. ブランケット | 液体ブランケットのMHD圧力損失低減 先進ブランケット:「原型炉TBMのための先進ブランケット概念検討と素案提示」、「小型試験体製作、機能・特性試験」、および「実環境相当の統合循環ループ試験」 液体ブランケット異材接合部の増殖/冷却材との共存性研究 |
| 2 | | 先進ブランケット:「原型炉TBMのための先進ブランケット概念検討と素案提示」、「小型試験体製作、機能・特性試験」、および「実環境相当の統合循環ループ試験」 |
| 3 | 3. ダイバータ | ダイバータ機器健全性評価技術の開発 材料・機器開発:「ダイバータ機器の保全や補修技術の評価と開発」 |
| 4 | | 耐照射性向上に向けたダイバータ用タングステン合金の開発 材料・機器開発:「ダイバータ機器構成材料の中性子照射影響」 |
| 5 | | ダイバータ用タングステン合金の再結晶抑制技術の開発 材料・機器開発:「ダイバータ機器の保全や補修技術の評価と開発」 |
| 6 | | ダイバータデタッチメントプラズマ中の原子分子過程実験とモデリング プラズマ運転シナリオ:「ダイバータプラズマシミュレーション開発」 |
| 7 | | 燃料循環システム要素技術 燃料循環システム技術開発:「燃料循環システム要素技術(不純物除去、同位体分離など)の開発」 |

公募スケジュール(予定)

| | QST共同研究 | NIFS共同研究 |
|-----------|--------------------------------|----------|
| 1月22日 | 原型炉開発総合戦略タスクフォース (研究課題等の検討) | |
| 下旬 | 公募開始 | |
| 2月下旬 | 公募締切 | |
| 3月上旬 | | 公募開始 |
| 下旬 | 採択通知 | 公募締切 |
| 5月上旬 | 共同研究開始 | 採択通知 |
| 6月上旬 | | 共同研究開始 |
| 12月初旬 | 次年度公募開始(今後調整) | |
| 1~3月(調整中) | QST・NIFS合同研究成果報告会 研究成果報告書提出 | |

NIFS共同研究の公募種目

(A) 課題指定型

研究課題を公募において指定し、アクションプランに基づき、中長期的な視点に立った概念として先進的な研究課題。

- ・研究期間は3年、予算申請額は3年間総額で上限1,500万円

(A') 課題指定型(若手優先)

研究課題を公募において指定し、アクションプランに基づき、中長期的な視点に立った概念として先進的な研究課題。若手研究者を育成するために、応募年度4月1日時点で39歳以下の研究者が、一人で取り組む研究に限って公募するものとする。

- ・研究期間は3年以内、予算申請額は総額で上限500万円

(B) 課題提案型

アクションプランの課題に対応するため、新興・融合分野との連携等により、これまでになかったような新たなアプローチで取り組む課題。終了時の審査により重要性が確認された場合には、その翌年度に課題指定型の枠で公募することも検討する。

- ・研究期間は単年度のみ、予算申請額は上限100万円

- ※ QST共同研究については、研究期間は3年程度(最長5年)、予算申請額は100万円以下/年。
- ※ 本事業の予算枠に合わせるために、採択後に公募時に提案された経費を査定することがあり得る。
- ※ そのほか、NIFS及びQST共同研究の具体的な公募内容・手続きについては、公募要領に記載。

核融合エネルギー開発の推進に向けた人材の育成・確保について(概要)

(核融合科学技術委員会 平成30年3月28日)

本提言書の目的

- 核融合エネルギーの実現には長期にわたる一貫した研究開発が必要であり、そのためには連続的かつ長期的な人材育成・確保が必須であり、係る課題を整理し、喫緊及び長期的に取り組むべき具体的取組みを提言。

人材育成を取り巻く現状

- 将来必要とされる人員数と、現在主に核融合開発に携わる人員数に大きな隔たり。
- 大学でのプラズマ研究に占める核融合研究のウエイトは減少。博士課程進学率は、平成18年と比較して、低下傾向。
- ITER計画に関して、わが国は国際的に大きな貢献が期待される一方、ITER機構における日本人職員数割合は、約3%という低い割合。

人材に求められる能力

- 個々の技術を開発する基礎力、課題解決に導く高い専門性、それらを実践する技能
- 全体を俯瞰する広い視野、個々の技術を統合する能力
- ITER計画等の国際プロジェクトでリーダーシップ、国際共創力
- 社会への分かりやすい説明を行うアウトリーチ能力、対話能力
- 社会の情勢を的確に分析する人文社会科学の知見

整備が望まれる環境

- 長期的な計画に基づいて、原型炉開発を担う人材を継続的・安定的に育成・輩出し、その人材を確保してさらに育成する環境を整えることが必要。

大学院教育

博士課程学生を増加させるため、学術研究を推進し、基礎研究環境の維持・充実が必要。

人材流動性

ITER計画・BA活動と国内研究開発を連携させ、知の循環システムとして発展させることが必要。

アウトリーチ

子供を含む広い世代に対する、核融合研究開発への興味喚起と相互理解が必要。

課題

広範で多様な専門を習得する教育プログラムの構築や、ものづくりやシステム統合を経験するための産学の連携

ITER機構を含む、産学で広範囲な人材流動性構築と、魅力的なキャリアパスの確立

即戦力・将来の人材の確保、並びに核融合の社会受容性向上の観点から、アウトリーチなどの社会連携活動

具体的取組み

- 大学間連携による総合的な核融合教育システムの構築
- 大学院教育と国内外の大型装置研究との連携促進
- 大学院教育や若手育成と連携した原型炉開発研究
- 産業界と連携した大学院教育
- 学生・若手向けの研究会等の企画
- 企業・大学院生のマッチングの機会創出
- 長期的な取組みとして、
 - 組織横断的な大学院教育の推進
 - 他分野も想定したカリキュラム設定

- ITER機構への、院生、若手、シニア等の階層ごとの人材派遣制度の設計
- ITER機構派遣前の国内ポジションを維持するなどの柔軟な派遣制度
- ITER機構職員公募の効果的な広報
- 国内でのクロスアポイントメント制度等の整備
- 原型炉設計合同特別チームに参画する企業の拡大
- 長期的な取組みとして、
 - 関連分野、関連プロジェクトとの連携
 - キャリアパスの追跡調査

- アウトリーチヘッドクォーターの設置と活動推進計画の立案
- 長期的な取組として、
 - アウトリーチ活動を推進する人材育成・確保
 - アウトリーチ活動の実施
 - 教科書や副読本へ核融合エネルギーの掲載の働きかけ

QUESTへの期待(1)

@STとして

- ・ 中規模ST装置としての特徴
- ・ ECCD、CHI、高温壁
- ・ 液体ダイバータ？

@長時間・高密度運転に向けて

- ・ EBW実験

@高温超伝導コイルとして

- ・ 高磁場化

→ 高温超伝導コイルを磁気浮上させた
内部導体装置Mini-RTでの経験

@人材育成・アウトリーチ拠点として

- ・ 九州・東アジア地区の拠点
- ・ ITERのインターンシップ・ポスドク・就職

@学術交流・学術発信として

- ・ 応用力学研究所内の他分野との交流

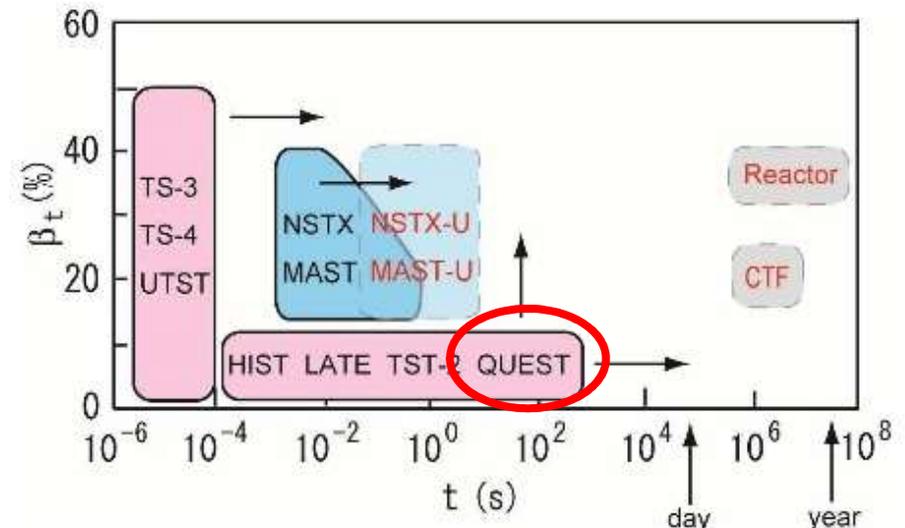
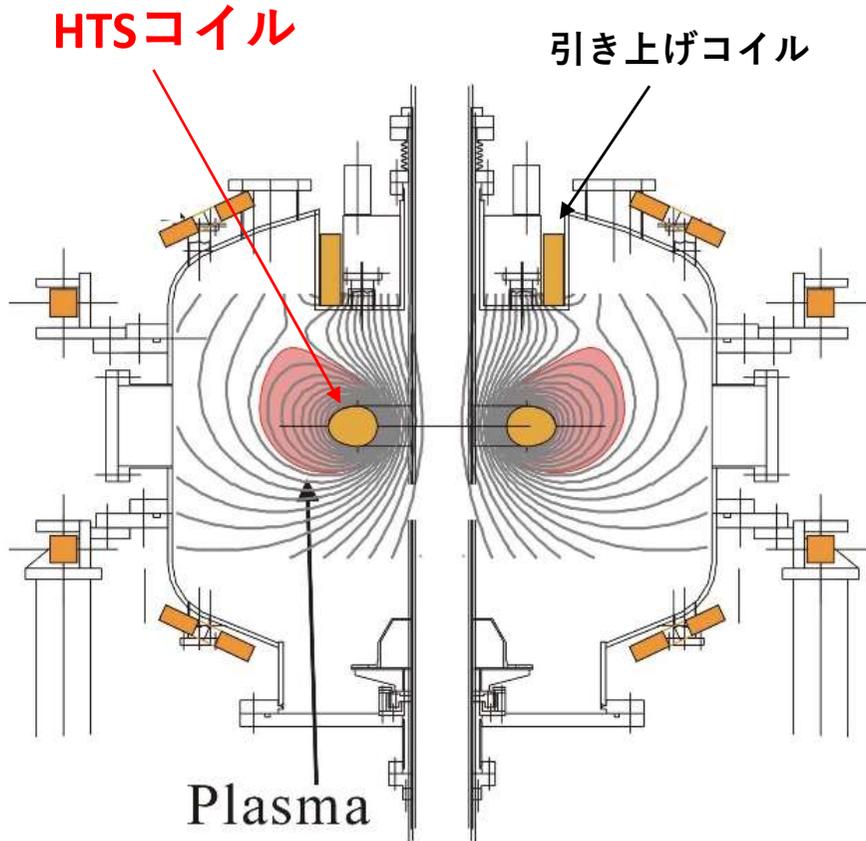


Fig. 1 Directions of Japanese ST research.

Y. Takase, et al., FEC2016, OV

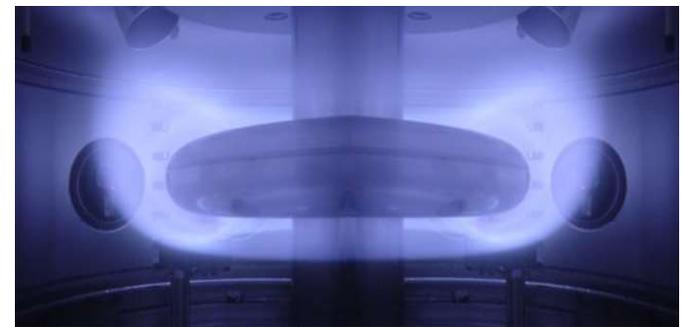
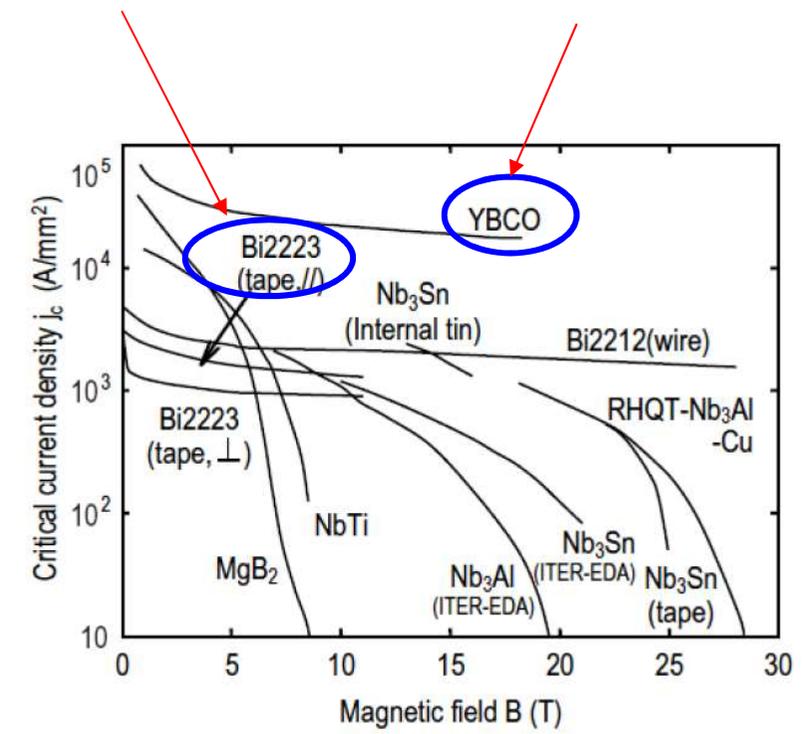
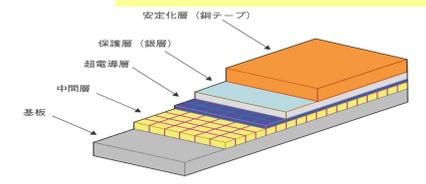
高温超伝導コイル磁気浮上 内部導体装置Mini-RT



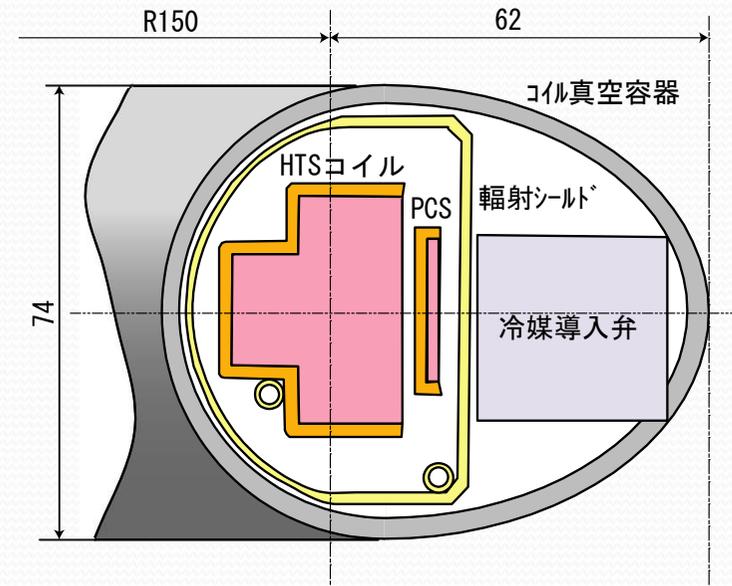
ビスマス線材テープ



YBCO線材テープ



高温超伝導コイルの概要



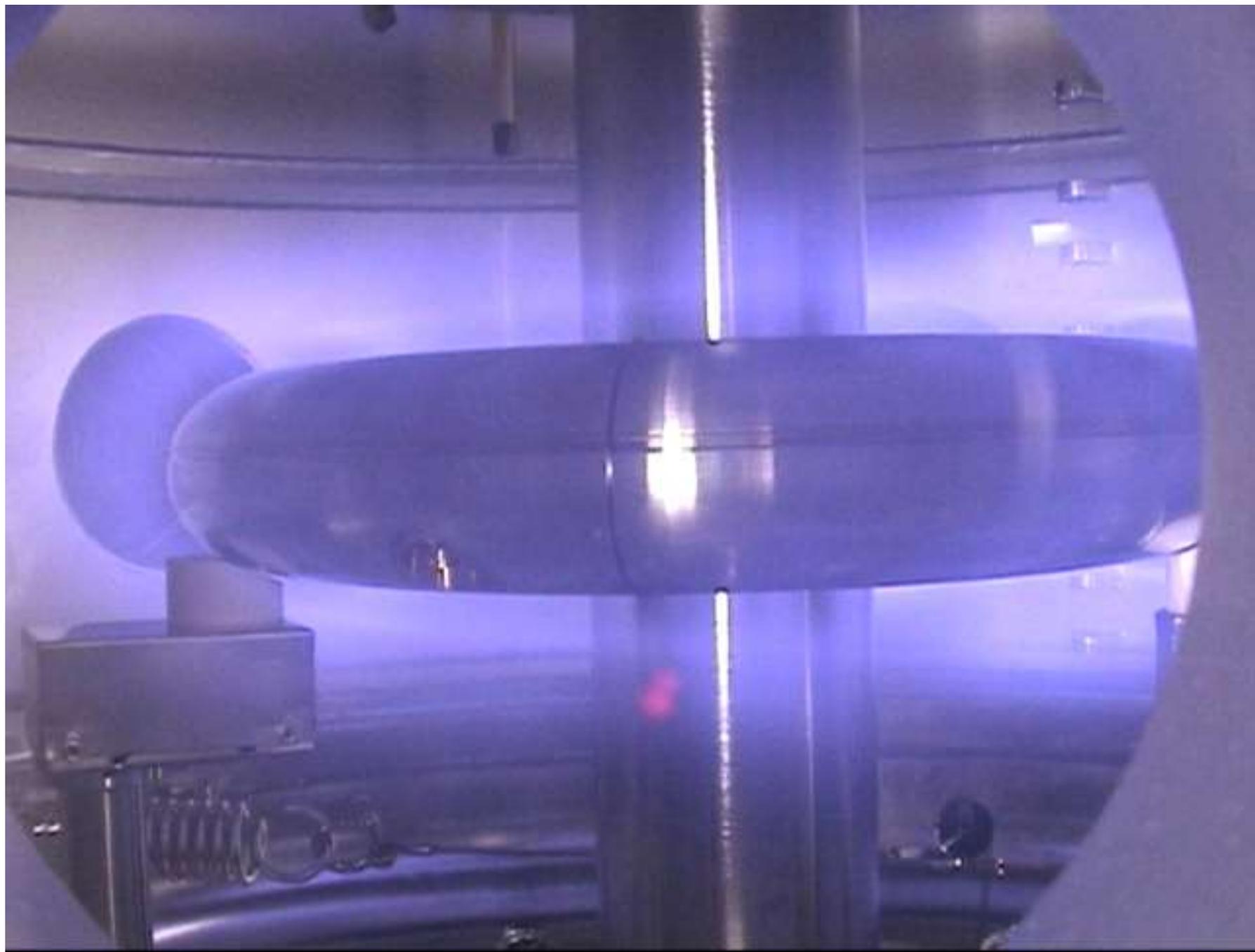
@冷却

- ・20Kの低温ヘリウムガス冷却(2台のGM冷凍機)
- ・着脱式のチャッキ弁、トランスファーチューブシステム(冷却時の真空気密性)

@励磁

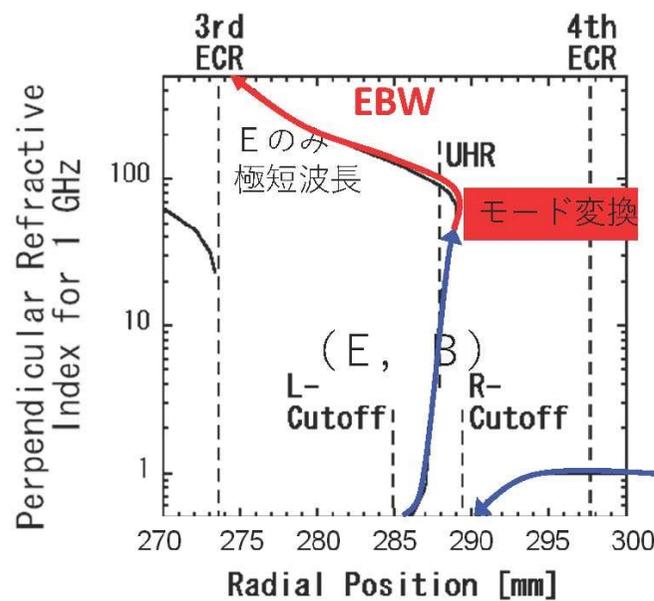
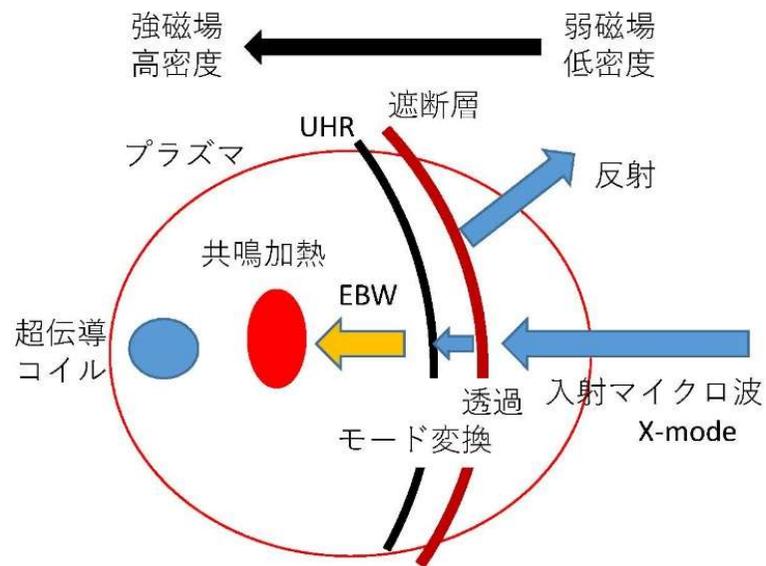
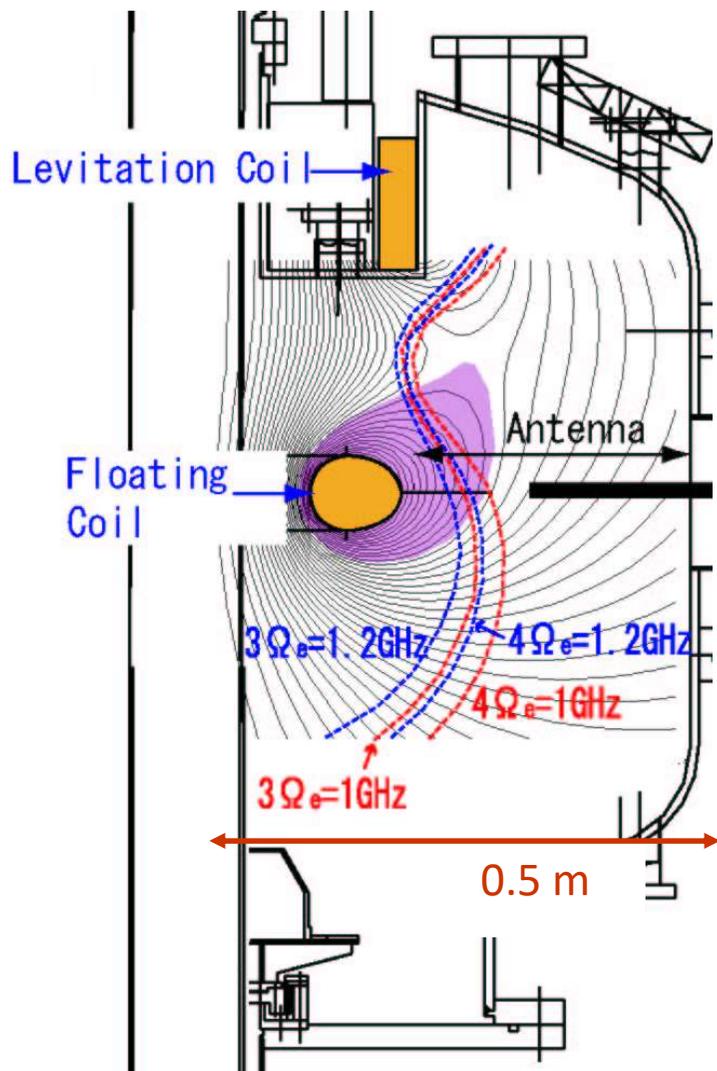
- ・外部電源による直接励磁
- ・着脱式の電極(電極を液体窒素冷却し、浸入熱の低減)
- ・永久電流スイッチPCSの開発

=> HTSコイル&PCSコイルをBSCCOで。その後ReBCOへ



Mini-RTでの電子バーンシュタイン波(EBW)実験

FX-SX-B方式

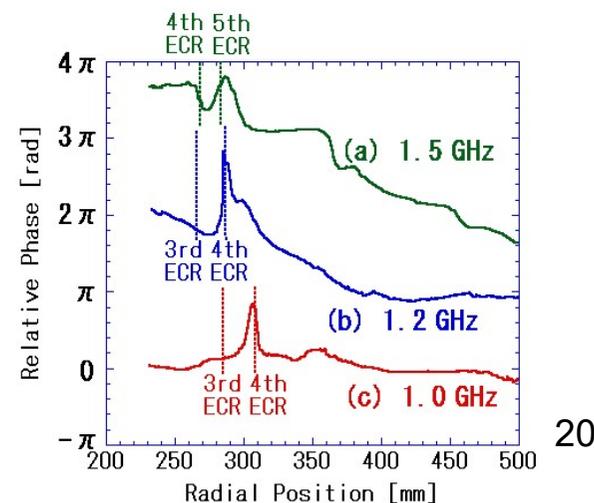
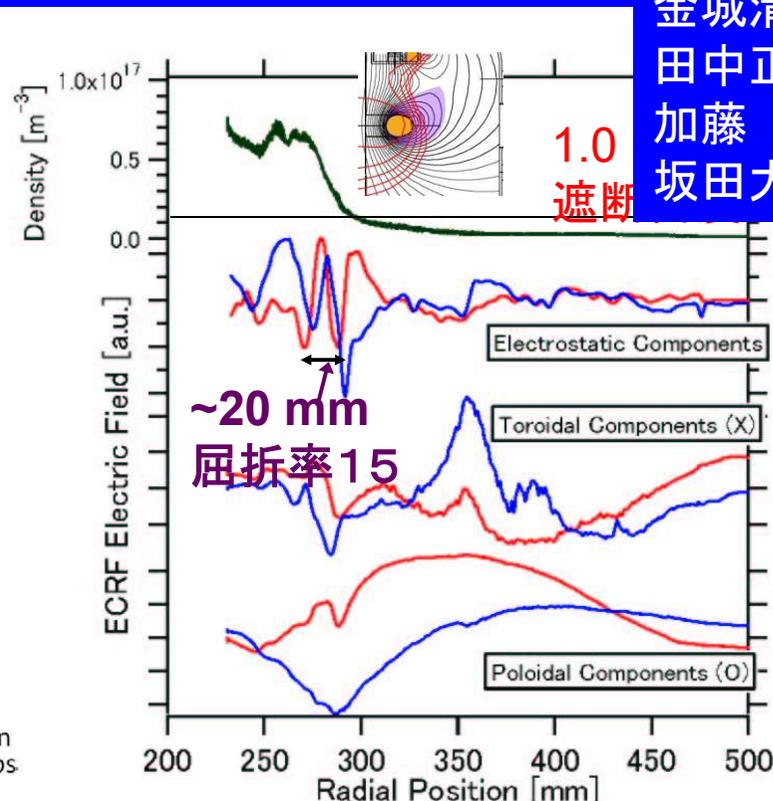
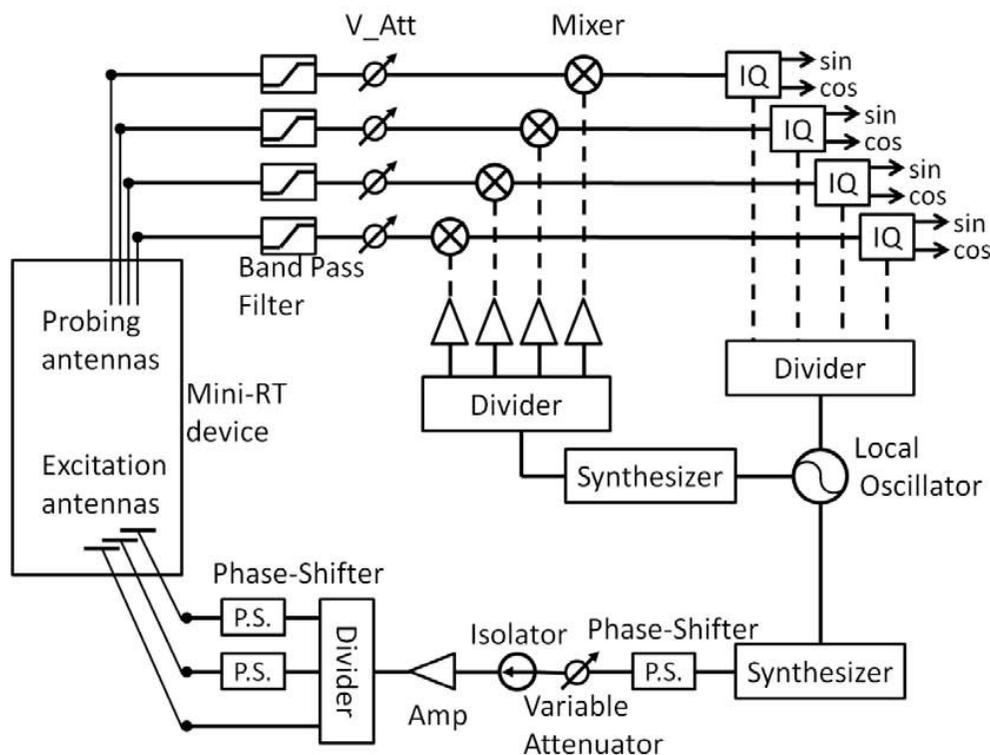


Mini-RTでのEBW実験 (FX-SX-B変換)

谷塚英一
 金城清猛
 田中正大
 加藤 肇
 坂田大輔

プラズマ内部での波動の 直接計測

- EBW変換を示す短波長の静電モードを観測



3種類のEBW励起実験

内島健一郎
牧野航
岡部圭悟
本田章浩
保坂友一郎
秋山達郎
中山龍
竹本卓斗

IOP Publishing

Plasma Phys. Control. Fusion 57 (2015) 065003 (12pp)

Plasma Physics and Controlled Fusion

doi:10.1088/0741-3335/57/6/065003

Direct observation of transition to electron Bernstein waves from electromagnetic mode by three mode-conversion scenarios in the dipole confinement torus plasma

K Uchijima, T Takemoto, J Morikawa and Y Ogawa

Graduate School of Frontier Sciences, the University of Tokyo, 5-1-5 Kashiwanoha, Kashiwa 277-8568, Japan

E-mail: uchijima@ppl.k.u-tokyo.ac.jp

Received 26 September 2014, revised 3 February 2015

Accepted for publication 25 February 2015

Published 27 March 2015



Abstract

Direct measurement experiments on the mode conversion to the electron Bernstein wave (EBW) have been conducted in dipole confinement torus plasmas for three excitation scenarios; i.e. perpendicular injections of an extraordinary mode (X-mode) from the low- and high-magnetic-field sides, and the oblique injection of an Ordinary mode (O-mode) from the low-magnetic-field side. By inserting probe antennas into plasmas, wave propagation has been directly measured. At plasma conditions for the EBW excitation, several characteristics which indicate the mode conversion to the EBWs have been observed; i.e. a short wavelength wave, an electrostatic and longitudinal mode, backward propagation at the upper hybrid resonance (UHR) region. Meanwhile, the wavelengths experimentally observed might be slightly longer than those of theoretical prediction. In the case of the oblique injection of the O-mode, it has been identified that the window of the injection angle for the excitation of the EBW would be quite limited, and the optimum angle seems to be roughly in agreement with theory. These experimental results might support that the electromagnetic waves injected outside of torus plasmas reach to the UHR region and convert wave characteristics to the EBWs for three excitation scenarios.

・弱磁場からのX波

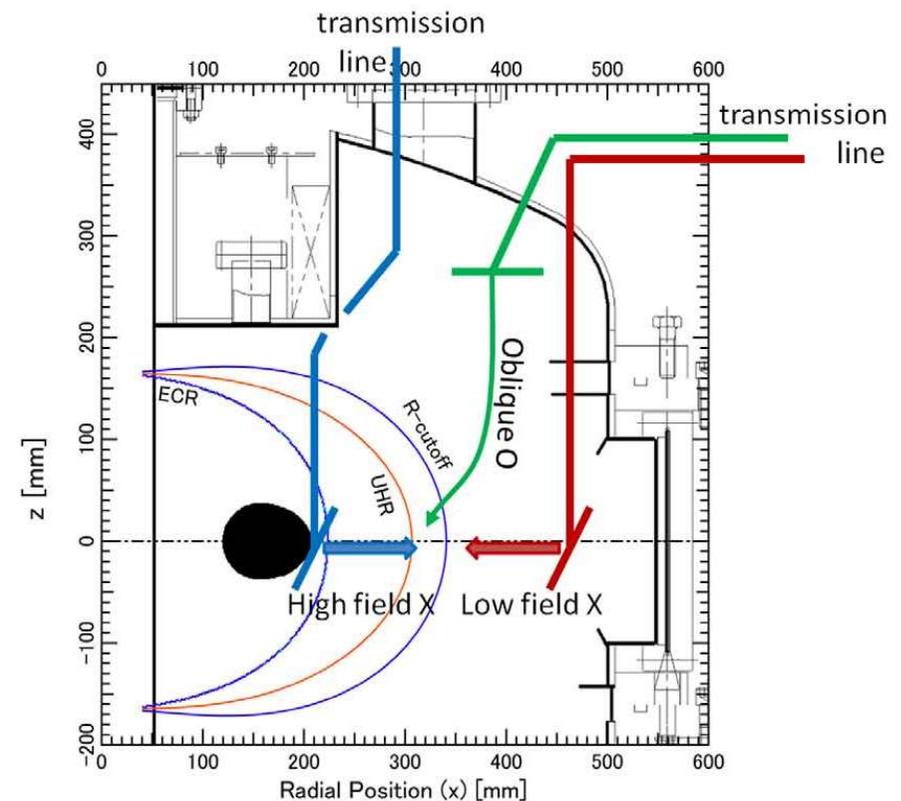
FX-SX-B法

・弱磁場からのO波

O-X-B法

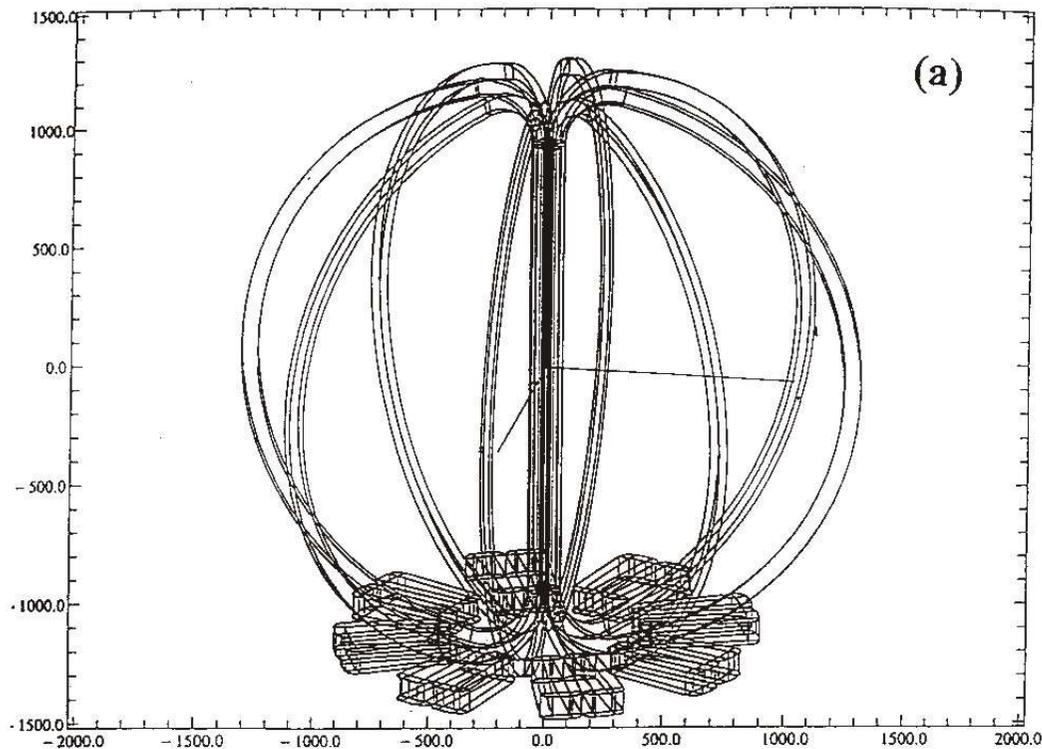
・強磁場からのX波

SX-B法

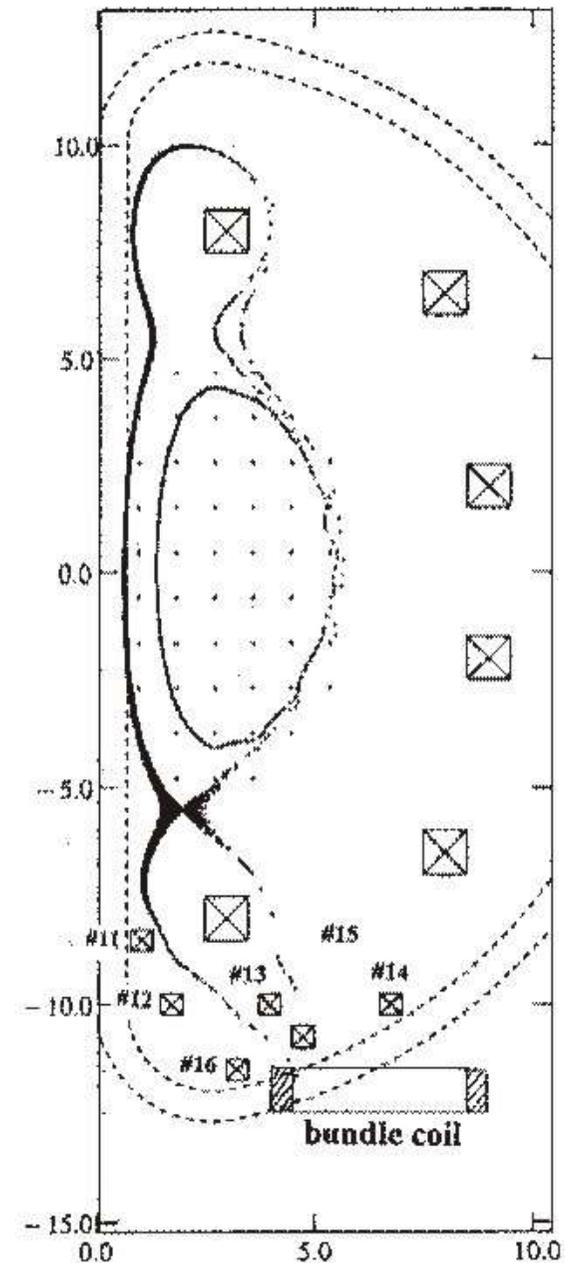


炉設計(ポロイダルーバンドルダイバータ)

球状トカマクはトーラス下部に
バンドルコイルを設置しやすい



Y. Ogawa, T. Yamamoto, K. Yonezawa and N. Ohyaibu,
“A new poloidal-bundle divertor for a spherical
tokamak”, Fusion Engineering and Design, 48 (2000)
339-345.



QUESTへの期待(2)

@人材育成・アウトリーチ拠点として

- ・九州・東アジア地区の拠点
- ・ITERのインターンシップ・ポスドク・就職
- ・若手研究支援
- ・幅広いアウトリーチ活動

@学术交流・学術発信として

- ・応用力学研究所内の他分野との交流
- ・国際的な交流：国際特定研究

海外研修のご提案

ITER 建設サイト in 南フランス



超大型国際プロジェクトの現場に行ってみませんか？

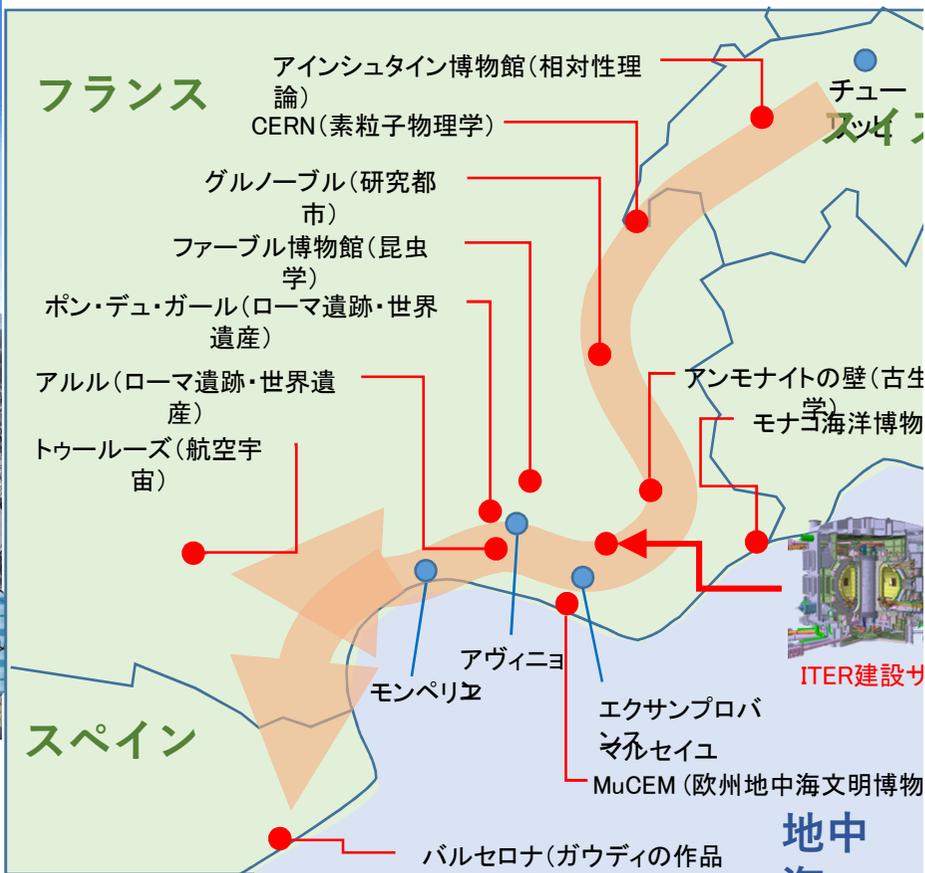
ITER機構(国際核融合エネルギー機構)は、世界7極(日本・欧州連合・米国・ロシア・中国・韓国・インド)によって、核融合エネルギーの実現に向けたITERプロジェクトを実施するために設立された国際機関です。新しいエネルギーを実証するための国際核融合実験炉を南フランスのサン・ポール・レ・デュランスに建設し、国際協力により研究を進めています。

見学内容

- ・建設サイトを見渡すことのできる見学者センターへ
- ・見学者センターでは模型等を用いて、装置、建設サイト、ITER計画に関して説明があります。
- ・バスで建設中のITERサイトに入り、建設中の建屋や組み立て中の設備をご覧いただけます。



陽光あふれる南フランス周辺の研修コース例



ITER建設サイト (ITER国際核融合エネルギー機構 <https://www.iter.org>)



＜お問い合わせ＞
XXXXXXXXXX
E-mail: xxx@xxxxxxxx
TEL: xx-xxxx-xxxx

@人材育成・アウトリーチ拠点として

- ・九州・東アジア地区の拠点
- ・ITERのインターンシップ・ポスドク・就職
- ・若手研究支援
- ・幅広いアウトリーチ活動

@学術交流・学術発信として

- ・応用力学研究所内の他分野との交流
- ・国際的な交流：国際特定研究