我が国における核融合研究開発の展望

岩渕　秀樹

文部科学省　研究開発戦略官（核融合・原子力国際協力担当）

文部科学省
MEXT
MINISTRY OF EDUCATION,
CULTURE, SPORTS,
SCIENCE AND TECHNOLOGY-JAPAN

令和３年３月９日
核融合エネルギーフォーラム
全体会合

骨子

文部科学省

✓核融合の政策的な位置付け

✓核融合研究開発の進捗状況

✓核融合原型炉に向けた検討状況

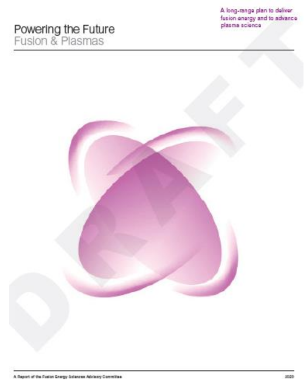
１．核融合の政策的な位置付け

核融合エネルギー実現に向けた各国の動向

文部科学省

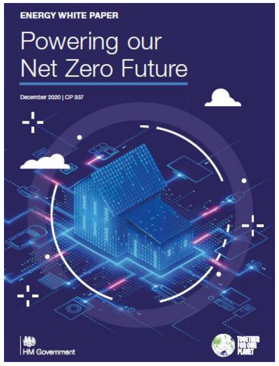
- 米国エネルギー省（DOE）の核融合エネルギー科学諮問委員会（FESAC）が、「核融合エネルギーとプラズマ科学に関する10年間の国家戦略計画」（2020年12月）を策定。**2040年代までに核融合パイロットプラント（DEMO）を建設するための準備**を整えると記載。全米アカデミーは、その達成時期を**2030年代後半まで前倒し**するよう提言（2021年2月）。
- 欧州連合関連機関（EUROfusion）が策定した「核融合エネルギー実現に向けた欧州研究ロードマップ」（2018年）において、22世紀に世界で１テラワット（100万kW発電所 1,000基分）の核融合発電所が必要と記載。フォン・デア・ライエン欧州委員長(2019年発足)の「欧州グリーンディール」政策の下で核融合は推進され、2020年12月に中間評価を行い、**2050年頃に発電を行う核融合原型炉（DEMO）を建設**すべきと評価。
- 英国は、ジョンソン首相による新政策「グリーン産業革命に向けた10項目の計画」（2020年11月）、エネルギー白書「温室効果ガス排出ゼロの未来への強化策」（2020年12月）において、**2040年までに商用利用可能な核融合発電炉（commercially viable fusion power plant）の建設を目指す**と明記。最初の発電炉の立地地域の募集開始を表明（2020年12月）。
- 韓国政府（国家核融合委員会）は、「第4次核融合エネルギー開発振興基本計画(2022-26)」において、**核融合発電原型炉（K-DEMO）建設計画の具体化**を図るべく検討中。
- 中国においても、国産の核融合発電実現に向け、イーターと並行して**独自の工学実証炉(CFETR)を1又は2基建設**した後、**発電炉を建設**する計画を推進中。

米国



EU

英国



韓国

国の重要施策としての核融合研究開発

文部科学省

第５期科学技術基本計画（平成28年1月閣議決定）

◇第３章　経済・社会的課題への対応
（１）持続的な成長と地域社会の自律的な発展
①エネルギー、資源、食料の安定的な確保
ｉ）エネルギーの安定的な確保とエネルギー利用の効率化
（略）さらに、**将来に向けた重要な技術である核融合等の革新的技術**、核燃料サイクル技術の**確立に向けた研究開発**にも取り組む。

◇第４章　科学技術イノベーションの基盤的な力の強化
（２）知の基盤の強化
①イノベーションの源泉としての学術研究と基礎研究の推進
ⅲ）国際共同研究の推進と世界トップレベルの研究拠点の形成
（略）**核融合**、加速器、宇宙開発利用**などのビッグサイエンスについては、国内外施設の活用及び運用を図り、諸外国との国際共同研究を活発化する仕組みを構築するなど、国として推進**する。また、二国間、多国間協力を強化し、相互に有益な関係を構築するため、共通課題の抽出など相手国と戦略的に連携しつつ、マッチングファンドや海外共同拠点の運営の充実を図る。

第５次エネルギー基本計画（平成30年7月閣議決定）

◇第２章　２０３０年に向けた基本的な方針と政策対応
第３節 技術開発の推進
２．取り組むべき技術課題
（略）また、核融合エネルギーの実現に向け、国際協力で進められているトカマク方式の**ＩＴＥＲ計画や幅広いアプローチ活動については、サイトでの建設や機器の製作が進展しており、引き続き、長期的視野に立って着実に推進するとともに、技術の多様性を確保する観点から、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推進**する。

2050年カーボンニュートラルに向けた核融合の位置付け①

文部科学省

■菅総理の所信表明演説（令和２年１０月）

菅総理は、国会における所信表明演説（令和２年１０月２６日）において、２０５０年までにカーボンニュートラル社会を実現すると表明。カーボンニュートラル社会を実現するための政策議論が活発化しているところ。

国会における菅総理所信表明演説（令和2年10月26日）（抜粋）

菅政権では、成長戦略の柱に経済と環境の好循環を掲げて、グリーン社会の実現に最大限注力してまいります。

我が国は、二〇五〇年までに、温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、すなわち二〇五〇年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指すことを、ここに宣言いたします。

もはや、温暖化への対応は経済成長の制約ではありません。積極的に温暖化対策を行うことが、産業構造や経済社会の変革をもたらし、大きな成長につながるという発想の転換が必要です。

鍵となるのは、次世代型太陽電池、カーボンリサイクルをはじめとした、革新的なイノベーションです。

実用化を見据えた研究開発を加速度的に促進します。

→所信表明演説を受け、カーボンニュートラル社会を実現するため、　政府会議においてグリーン成長戦略の作成に向けた政策議論が活発化

2050年カーボンニュートラルに向けた核融合の位置付け②

文部科学省

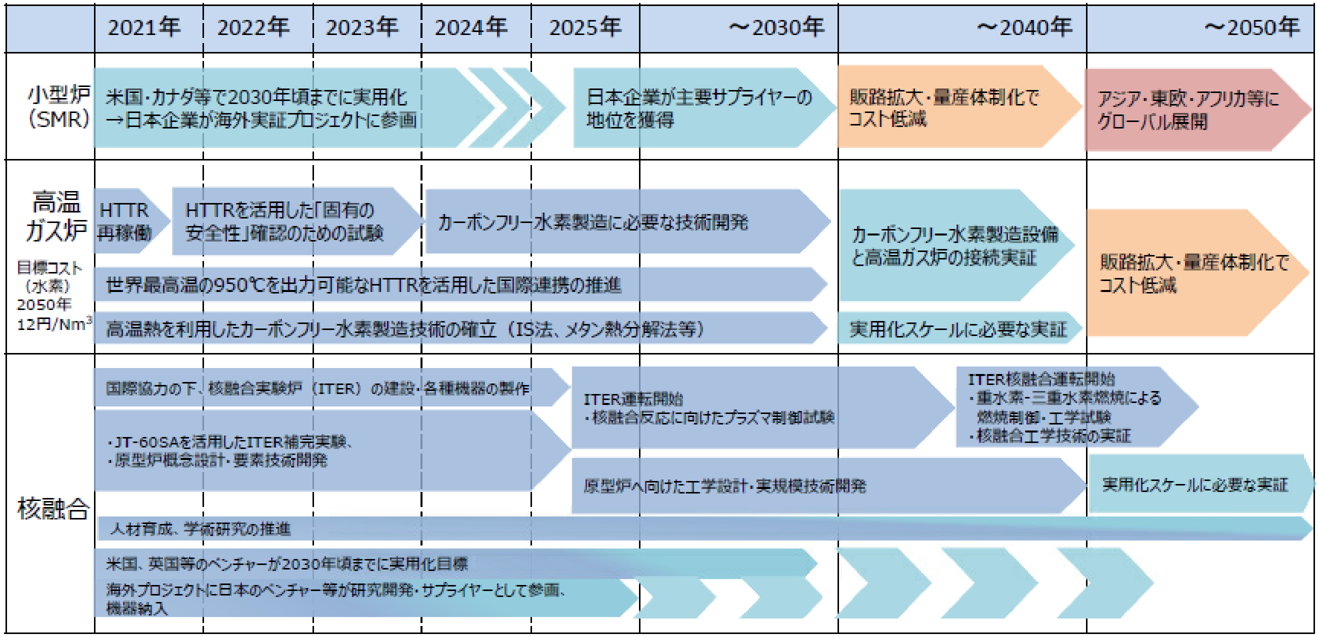
2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略（令和2年12月25日成長戦略会議報告）において、今後の産業としての成長が期待される重要分野であって、2050年カーボンニュートラルを目指す上で取組が不可欠な分野の一つとして、核融合について記載。

（前略）2050年のカーボンニュートラル実現に向けては、原子力を含めたあらゆる選択肢を追求することが重要であり、軽水炉の更なる安全性向上はもちろん、それへの貢献も見据えた革新的技術の原子力イノベーションに向けた研究開発も進めていく必要がある。
（中略）目標として、①2030年までに国際連携による小型モジュール炉技術の実証、②2030年までに高温ガス炉における水素製造に係る要素技術確立、③ITER計画等の国際連携を通じた核融合R&Dの着実な推進を目指す

④原子力産業の成長戦略「工程表」

●導入フェーズ： 1．開発フェーズ 2．実証フェーズ 3．導入拡大・コスト低減フェーズ 4．自立商用フェーズ

●具体化すべき政策手法： ①目標、②法制度（規制改革等）、③標準、④税、⑤予算、⑥金融、⑦公共調達等



経済団体提言書における核融合エネルギーの位置付け

文部科学省

- （一社）日本経済団体連合会（経団連）

提言書「。新成長戦略」（令和2年11月）

（前略）
5. グリーン成長の実現
(3) 脱炭素化と経済性を両立する原子力の活用
脱炭素社会の実現を追求するうえで、原子力は欠くことのできない手段である。福島第一原子力発電所事故の教訓を活かし、最新 の科学的知見を踏まえて安全確保を確固たるものとすることを大前提に、原子力を継続的に活用していく必要がある。（中略）
将来を見据え、軽水炉の安全性向上につながる技術はもちろんのこと、安全性に優れ経済性が見込まれる新型原子炉（例：SMR53、高温ガス炉、核融合炉等）の開発を推進することもきわめて重要である。脱炭素社会の早期実現を目指し、2030年までには新型炉の建設に着手すべく、国家プロジェクトとして取り組みを進める必要がある。

- （公社）経済同友会（同友会）

提言書「パリ協定長期戦略の策定にむけて－2030年目標の確実な達成と2050年の展望－」（平成31年2月）

（前略）
２．提言１：ゼロエミッション化の推進
（２）2050年以降を見据えて今から着手すべき課題
②「ムーンショット」への挑戦【2050年課題】
その他、今は「夢」と思われるような技術についても、将来の可能性について複数の選択肢を確保するため、国際協力、官民連携の下、積極的に推進すべきである。
例えば、「**核融合**」である。わが国は国際熱核融合実験炉（ITER）の開発について、2007 年に「イーター国際核融合エネルギー機構設立協定」に署名し、ITER（イーター）計画の準ホスト国として、国際協力の下、研究開発を進めているが、研究人材の不足が世界的な課題となっている。この研究は、将来的には医療機器への技術展開など、幅広い分野での新事業創出や波及効果が期待されているため、波及効果が期待される企業を中心に、研究協力や人材交流などを図るべきである。

政策文書における核融合に関する記載①

文部科学省

- 成長戦略フォローアップ（令和２年７月１７日閣議決定）において、エネルギー・環境分野の取組の一つとして、以下のとおり核融合技術について記載。

６．個別分野の取組（２）i）エネルギー・環境
(略)「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」(令和元年６月11日閣議決定)に基づき、ポスト・コロナの社会においてビジネス主導で非連続なイノベーションを通じて環境と成長の好循環を加速し、環境ビジネス分野で雇用を創出し、脱炭素社会、循環経済、分散型社会への移行を加速化させるべく国内外の取組を強化していく。
① 強靱かつ持続可能な電気の供給体制の確立
(略)廃炉を含めたバックエンド問題の解決に向けた技術開発、人材育成や国際連携を進めるとともに、高速実験炉や高温ガス炉等の試験研究炉の活用や**核融合技術の開発**…(略)…取り組むものとする。

- 統合イノベーション戦略2020（令和２年７月１７日閣議決定）第４章（２）国際ネットワークの強化　に以下のとおりＩＴＥＲ計画等について記載。

<国際共同研究の推進、大学等の国際化>
○ ビッグサイエンスに関しては、**核融合分野のＩＴＥＲ計画等**や宇宙・海洋分野等の大型国際共同研究プロジェクトについて、長期的視野に立ちつつ、投資に見合った研究開発成果が得られるよう、戦略的に取組を推進する。

- 経済財政運営と改革の基本方針2020（令和2年7月17日閣議決定）第３章３（２）科学技術・イノベーションの加速に以下のとおり革新的エネルギーについて記載。

最先端の基盤的技術であるデジタル化・リモート化、ＡＩ・ロボット、量子技術、再生医療、バイオ、マテリアル革新力、**革新的環境エネルギー**、…(略)…の研究開発を戦略的に進める。

政策文書における核融合に関する記載②

文部科学省

- 「革新的環境イノベーション戦略」（令和２年１月２１日統合イノベーション戦略推進会議決定）において、エネルギー転換の一つとして、核融合エネルギー技術の実現を記載。

Ⅰ．エネルギー転換 非化

革新的原子力技術／核融合の実現

⑪ 核融合エネルギー技術の実現

【目標】
- 今世紀中に実用化の目処を得ることを目指し、国際熱核融合実験炉（ITER）計画及び幅広いアプローチ（BA）活動を着実に推進しつつ、これらの進捗状況を踏まえて、2030年代に原型炉（DEMO）[1] への移行判断を行う。世界全体におけるCO_2削減量は2100年時点で約5.9億トン。[2]

【技術開発】
- ITER計画において、我が国が担当する加熱装置、遠隔保守機器等の主要機器の開発を行うことで、機器製作技術を確立するとともに、ITERの実験フェーズにおいて、日本の研究者コミュニティが先導して核融合エネルギーの実現に向けて知見を集積する。
- BA活動において、ITERの運転シナリオを開発するとともに、核融合発電の安全性、信頼性、経済性の検証を行うため、先進超伝導トカマク装置「JT-60SA」により、高圧力プラズマの生成及び制御のための研究開発を実施するとともに、長期間に及ぶ研究開発や実用化を支える若手研究者の人材育成を推進する。また、核融合中性子への耐久性、低放射化特性を有する構造材料等の開発・評価のため、核融合中性子源等の試験施設の整備、燃料を十分に生産するため、海水等からのリチウム回収技術及びリチウムから三重水素を生産する技術の研究開発等を推進する。
- 技術の多様性を確保する観点から、ヘリカル方式、レーザー方式や革新的概念の研究を推進する。

（実施体制）
- ITER協定の国内機関及びBA活動の実施機関である量研機構を中心として、大学及び産業界も巻き込んだオールジャパンの体制を構築しており、DEMOに向けた技術基盤構築やDEMOへの移行段階等、計画の進捗に応じて、産業界の参画強化等の見直しを行う。

- パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略（令和元年６月11日閣議決定）において、<u>重点的に取り組む横断的施策の一つとして、核融合を記載</u>。

（前略）

<u>核融合エネルギー</u>については、<u>トカマク方式のITER計画や幅広いアプローチ活動</u>の着実な推進と並行して、<u>我が国独自のアイデアに基づくヘリカル方式等</u>の研究を推進し、**<u>科学的・技術的実現性の確立を目指す</u>**。

○関連する技術の例

・核融合　実験炉、超伝導トカマク装置、ヘリカル方式等

２．核融合研究開発の進捗状況

核融合エネルギーの段階的研究開発

文部科学省

○核融合エネルギーの実用化に向けて、ITER計画等への参画を通じて科学的・技術的実現性を確認した上で、原型炉への移行判断を行っていく。
○文部科学省では、「核融合原型炉開発の推進に向けて」、「原型炉研究開発ロードマップ」（科学技術・学術審議会　核融合科学技術委員会）等を踏まえ、原型炉に必要な技術開発の進捗を定期的にチェック・アンド・レビューしつつ、研究開発を推進。

現在取り組んでいる段階

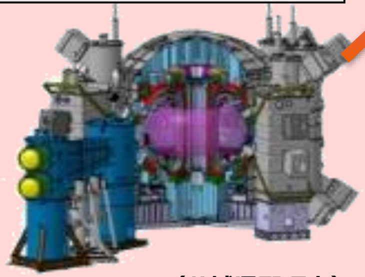
科学的実現性

臨界プラズマ条件の達成

JT-60
（JAEA）

科学的・技術的実現性

・燃焼プラズマの達成・長時間燃焼の実現
・原型炉に必要な炉工学技術の基礎の形成



JT-60SA（茨城県那珂市）
（量子科学技術研究開発機構）

ITER（実験炉）
（仏、カダラッシュ（ITER機構））

国際核融合エネルギー研究センター
（青森県六ヶ所村）
（量子科学技術研究開発機構）

ITER計画 ← 補完 支援 ― 幅広いアプローチ活動

技術的実証・経済的実現性

・発電実証
・経済性の向上

ITERで核融合反応が見込まれる2030年代に移行判断

原型炉

実用段階

21世紀中葉までに実用化の目処

学術研究

LHD
（大型ヘリカル装置）
（核融合科学研究所）

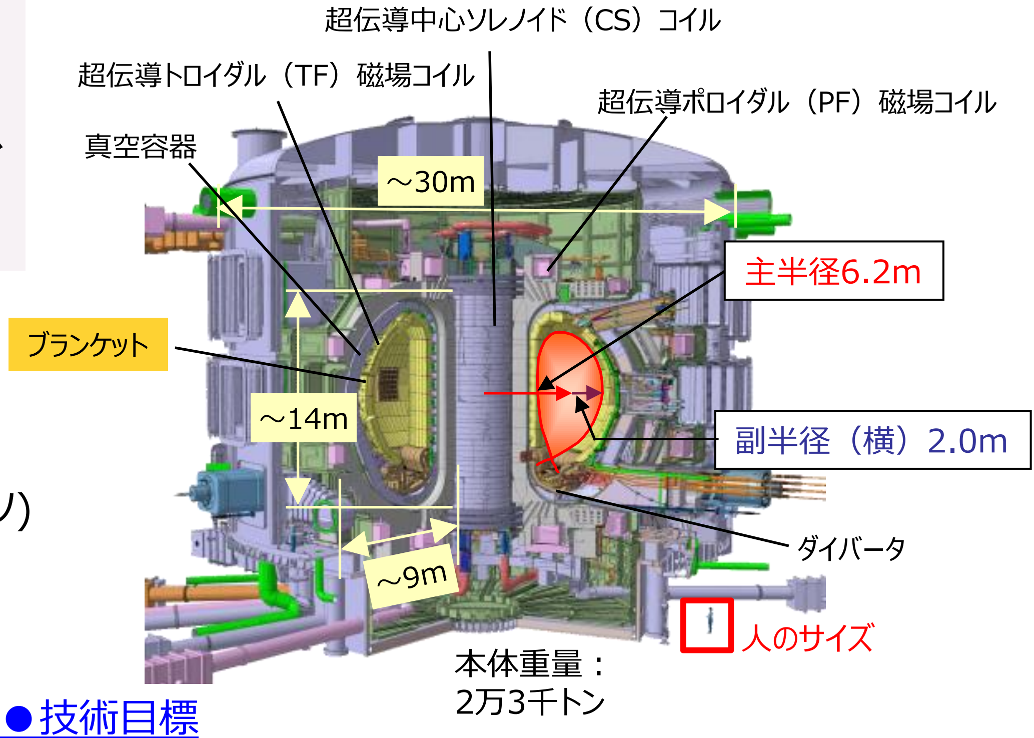
GEKKO XII号、LFEX
（大型レーザー装置）
（阪大レーザー研）

ITER（国際熱核融合実験炉）計画について

令和３年度予算額(案)　：17,803百万円
(前年度予算額　　　　：16,494百万円)

文部科学省

【概要】
エネルギー問題と環境問題を根本的に解決するものと期待される核融合エネルギーの実現に向け、国際約束に基づき、核融合実験炉 ITERの建設・運転を通じて、核融合エネルギーの科学的・技術的実現可能性の確立を目指す。



●ITER協定　2007年10月24日発効

●経　緯
1985年　　　　　　米ソ首脳会談が発端
1988年～2001年　概念設計活動・工学設計活動(**日**欧米ソ)
2001年～2006年　政府間協議
2007年　　　　　　ITER協定発効、ITER機構設立

●参加極　日、欧、米、露、中、韓、印

●建設地　仏、サン・ポール・レ・デュランス市（カダラッシュ）

●計画スケジュール
運転開始　　：2025年12月
核融合運転開始：2035年12月

●各極の費用分担（建設期）
欧州、日本、米国、ロシア、中国、韓国、インド
45.5% 9.1% 9.1% 9.1% 9.1% 9.1% 9.1%
※ 各極が分担する機器を調達・製造して持ちより、ITER機構が全体を組み立てる仕組み

●ITER機構執行部　ビゴ機構長（仏）、**多田副機構長（日）**

●技術目標
◇入力エネルギーの10倍以上の出力が得られる状態を**長時間（300～500秒間）維持**する。
◇超伝導コイル（磁場生成装置）やプラズマの加熱装置などの**核融合工学技術を実証**する。

●主要パラメータ

熱出力（発電はしない）	50万ｋＷ
入力エネルギーに対する出力の割合	10以上
プラズマ体積	約840m^3

ITER組立・据付開始式典（令和2年7月28日）

- 令和2年7月28日、ITERサイト（フランス）において、ITER計画が実験炉の組立・据付開始という新たなステージに入ることを記念する式典が開催され、全世界にライブ中継された。
- 日本は萩生田文科大臣が安倍前首相からのメッセージの代読を含めビデオメッセージを送付。
- 仏（ホスト国）のマクロン大統領をはじめ各国首脳からビデオメッセージが届けられ、ITER計画の進捗に対するお祝いと、各極が各々の役割を果たしつつ一層連携していくことが重要である旨の祝辞が送られた。

式典会場（仏・ITERサイト）

式典に関する各社報道（一部）
・NHK
　おはよう日本(7月29日 5時半~、6時42分頃)
　NHK NEWS WEB、NHK World記事配信
・毎日新聞（7月29日　朝刊23面）
・読売新聞（7月29日　朝刊25面）
・茨城新聞（7月29日　朝刊23面）
・電気新聞（7月30日　朝刊2面）

安倍前首相からのメッセージを手 する 萩生田大臣

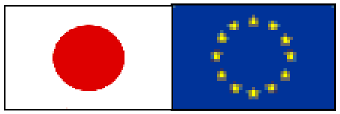
幅広いアプローチ（ＢＡ）活動等について

令和３年度予算額(案)　　　：4,073百万円
(前年度予算額　　　　　　：4,854百万円)
令和2年度第3次補正予算額：1,792百万円

文部科学省

幅広いアプローチ（ＢＡ）活動とは

ＩＴＥＲ計画を補完・支援するとともに、核融合原型炉に必要な技術基盤を確立するための先進的研究開発を実施する、国会承認条約に基づく日欧の国際科学技術協力プロジェクト

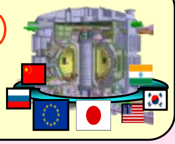


実施極　：　日、欧
協定　　：　2007年6月1日発効
　（日欧いずれかが終了を提起しない限り自動延長）
実施地　：　青森県六ヶ所村、茨城県那珂市
事業期間：2020年3月　フェーズⅠ完了（JT-60SA組立等）
　　　　　2020年4月～フェーズⅡ

幅広いアプローチ（ＢＡ）活動等の位置付け

（科学的・技術的実現性）　（技術的実証・経済的実現性）

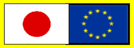
ITER計画（実験炉）
・燃焼プラズマの達成
・長時間燃焼の実現　等



核融合原型炉
・発電実証
・経済性見通し

実用化段階

BA活動等



・ITER運転シナリオの検討
・核融合原型炉に向けた技術基盤の構築　等

核融合エネルギー実現までのロードマップ

各拠点における具体的取組内容

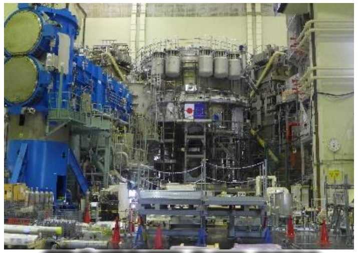
(１)先進超伝導トカマク装置JT-60SAの建設と利用【茨城】

○ 以下の研究開発を実現するため、臨界プラズマ試験装置JT-60を超伝導化し、先進超伝導トカマク装置JT-60SAを建設。

➢ITERではできない高圧力実験を実施し、核融合原型炉に求められる安全性・信頼性・経済性のデータを獲得。
➢ITERに先立ち様々な予備的データを取得し、ITERの運転開始や技術目標達成を支援。

JT-60SA

○ 令和２年度は、初プラズマ達成に向けた統合コミッショニング等を実施。令和３年度は、プラズマの制御性を確認する試験運転を実施後、プラズマ加熱運転に必要な装置整備に着手。


組立が完了したJT-60SA

（２）核融合中性子源用原型加速器の建設と実証【青森】

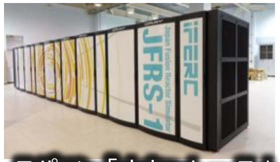
○ 核融合原型炉に必要な耐照射性材料の開発を行う施設の設計・建設に係る知見を獲得するため、主要機器となる高性能原型加速器の製作プロセス開発や性能実証を実施。

IFMIF 原型加速器
全長36m

○ 令和２年度は、コロナウイルス対策のため欧州からの遠隔実験参加が可能な環境を構築し、RFQを用いて5MeV・長パルスビーム試運転を開始。令和３年度は、RFQを用いた5MeV・長パルスビーム加速試験を継続。

（３）国際核融合エネルギー研究センター事業等【青森】

○ 核融合原型炉に向けた総合的な取組として、以下の研究開発を実施。
➢核融合原型炉の概念設計と技術開発
➢シミュレーション研究、ITER等の遠隔実験解析　等



スパコン「六ちゃんーⅡ」

○ 令和２年度は、フェーズIIの開始に伴い、スパコンを利用した日欧のシミュレーション研究、原型炉概念設計・要素技術開発の完了に向けた活動、遠隔実験システムの改良と他のBA事業のコロナ対策への協力を実施。令和３年度は、これらの活動を本格化。

大型ヘリカル装置(LHD)について

事業概要

将来の核融合炉の早期実現のため、定常運転が原理的に可能なヘリカル型装置(※)で高温プラズマを実現することにより、超高性能プラズマの定常運転の実証をする。これとともに、学術的に未解明な現象の探求とその体系化を図る。

そのために、プラズマを長時間保持できる大型ヘリカル装置(LHD)で重水素を使用した高温度プラズマを実現させ、定常運転の実証による研究の推進を行う。

(※) 電磁石をねじる我が国独自の方式による装置。プラズマの安定性に優れ、長時間運転に優位性がある。

基礎データ

○建設：LHD 約507億円（1990～1997年度、8年計画）
○実験：1998年度から本格実験を開始
○共同利用研究者数：1,592人※2019年度実績

実施体制

○事業実施主体：自然科学研究機構核融合科学研究所
○連携研究機関：
筑波大学プラズマ研究センター、京都大学エネルギー理工学研究所等
国立大学等66機関、公立・私立大学54機関、外国機関56機関等(合計243機関)

主な成果

2008年度：核融合炉に必要なプラズマ密度の条件を10倍以上上回る1,200兆個/cm3を達成 【プラズマ密度の世界最高値(現在まで)】
2013年度：2,300万度のプラズマの48分間連続保持に成功 【プラズマ保持の世界最高値(現在まで)】
2014年度：イオン温度7,000万度、電子温度8,800万度を同時達成
2016年度：重水素実験開始
2017年度：イオン温度1億2,000万度、電子温度4,200万度を同時達成、同位体効果を確認
2018年度：イオン温度1億2,000万度と電子温度6,400万度を同時達成
2019年度：電子温度1億5,000万度とイオン温度8,000万度を同時達成

研究計画

＜2020年度＞

- 将来の核融合炉心プラズマに最低限必要なイオン温度と電子温度がともに１億2,000万度を超える高温度プラズマの実現を目指して、イオン温度１億2,000万度、電子温度１億度の同時達成を実現する。
- 核融合炉心プラズマの状態をより正確に予測するために、メカニズムが未解明の「同位体効果」(※)を明らかにするための研究を進める。

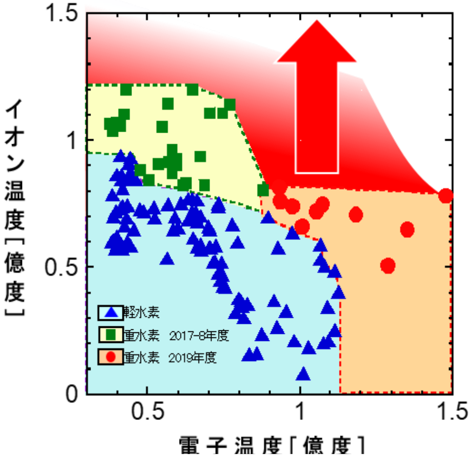
  ※ 軽水素よりも重水素のプラズマの性能が良くなる現象

- 国際共同研究により導入した高性能レーザーを最大限に活用して計測を強化し、プラズマ中の揺らぎがプラズマ性能に及ぼす影響を明らかにする。

＜2021年度以降＞

- 加熱の増強・最適化を進め、核融合燃焼プラズマに必要なイオン温度と電子温度がともに１億2,000万度を超える超高性能プラズマの実現を目指して、プラズマの高温度化を進める。
- プラズマ中の揺らぎ（揺動）の計測装置の整備を進め、プラズマ中の小さな渦（乱流）が関与する同位体効果などの核融合炉の早期実現に必要な現象の解明をする。

大型ヘリカル装置（LHD）



LHDにおけるイオン温度と電子温度の変遷

レーザー核融合研究について

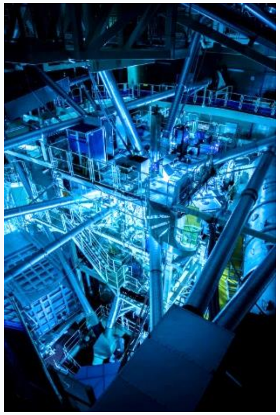
経緯とこれまでの成果

- 2001年、高速点火方式の有効性が我が国により初めて実証され、2008年に爆縮レーザー（激光XⅡ号）と加熱レーザー（LFEX）を用いて原理を実証するFIREX-I計画を開始
- 220億気圧以上の圧縮加熱実験に成功し、中心点火方式より約10倍の高い効率であることを実証
- 高速点火方式に適した流体不安定性がほとんどない安定な核融合燃料爆縮法：中実球爆縮法を考案し、爆縮実験を行うとともに点火燃焼に必要な技術を確立し、２D爆縮シミュレーションで核融合点火燃焼、実験炉に必要な密度を実現
- 核融合点火条件での加熱物理を理解し効率的な加熱に成功（爆縮コアエネルギー/レーザー～３０％）するとともに、効率的な加熱を実現するための技術（レーザー短波長化、パルスペデスタル抑制）を確立した。
- 安定なエネルギー輸送が可能な条件下で、核融合点火に必要なイオン温度を実現できる条件を明らかにした。
- 米国ローレンスリバモア国立研究所との研究者の交流、大型レーザーを用いた共同研究などの協力

高出力レーザー研究

大阪大学レーザー科学研究所を中心に研究開発が推進

LFEX（左）GEKKO-XII（右）



実験チャンバー

OSAKA UNIVERSITY

Lawrence Livermore National Laboratory

今後の展開

- FIREX-Ｉ計画として核融合点火へ向けた加熱物理および比例則を明らかにする。
- レーザー核融合炉の基盤技術である高繰り返し高出力レーザーを開発し、核融合炉工学への貢献とともに、学術、医療、産業、社会基盤に渉る非常に幅広い分野への応用を視野に、学際連携、産学連携、国際連携のもと高エネルギー密度科学分野を推進する。

３．核融合原型炉に向けた検討状況

「原型炉研究開発ロードマップ」の概要

文部科学省

（「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　核融合科学技術委員会）

開発優先度・国際協力

➢ **ITER 計画**

2025年初プラズマ点火、2035年重水素の実燃料燃焼着火が重要なマイルストーン（日本担当機器の着実な製造・搬入、円滑な組立が不可欠）

- ITER実験の成果
- JT-60SAによる先行研究

➢ **BA 活動**

2020年3月までには主な機器整備は完了。2020年4月以降をフェーズⅡと位置付け、本格的に成果を創出する段階

- IFMIF/EVEDAの完成・運用
  → 中性子源の概念設計へ反映
- JT-60SAの運用
  → 原型炉に向けた設計・開発活動への貢献

➢ **核融合中性子源**

原型炉開発には、炉内中性子環境を模擬し、材料データ取得が不可欠であり日欧で構想検討が進む（日A-FNS、欧DONES）

- 第2回中間チェック＆レビューで建設移行判断
- IFMIF/EVEDAの成果を活かし、国際協力を得ながら、A-FNS構想を具体化

人材育成

➢ **人材の育成・確保**

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

➢ **大学等との連携強化**

原型炉に向けて、人材育成も視野に入れ、自主・自律を前提とした大学等の優れた取組を支援するため、これまでのQSTを中心とした体制に加え、核融合科学研究所を中心とした大学等を対象とした共同研究をとりまとめる体制の整備が必要

アウトリーチ活動

核融合が国民から選択され得るエネルギー源となりうるには、核融合エネルギーの特性や有用性・安全性に関し、社会との情報の共有と不断の対話が必須

核融合開発に係る研究開発政策の検討状況 (Japan’s Policy on DEMO Reactor)

2017年12月

➢「核融合原型炉研究開発の推進に向けて」策定

➢「原型炉開発アクションプラン」改訂　※科学技術・学術審議会　核融合科学技術委員会

2018年7月

➢「原型炉研究開発ロードマップについて（一次まとめ）」策定

※科学技術・学術審議会　核融合科学技術委員会

原型炉段階への移行に向けた考え方

➢ ITERの核融合運転(DT)が見込まれる2030年代に原型炉移行判断

➢ 原型炉段階移行時に、実用炉段階で経済性を達成できる見通し

➢ 中間チェック・アンド・レビュー（C&R）を2回に分けて実施

#1 C&R　JT-60SAのファーストプラズマ実現後、2021年に実施予定。

核融合科学技術委員会（第10期）令和元年度 アクションプランの進捗状況確認

令和2年度 第10期における進捗評価の取りまとめ

第1回C&Rに向けた検討

核融合科学技術委員会（第11期）　令和3年度 第1回C&Rに向けた検討

（核融合科学技術委員会で第1回C&R）

#2 C&R　ITERのFP(2025年) から数年以内

＊原型炉工学設計・必須のコンポーネントの工学開発活動開始も判断

➢ 産業界の意見を踏まえ、また主要国の政策動向を注視しつつ対応

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

文部科学省

（「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　核融合科学技術委員会）

➡長期的な計画に基づき、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、更に育成する環境整備が必要

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

≫ 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

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

≫ 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

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

≫ 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

核融合のアウトリーチ活動

文部科学省

アウトリーチヘッドクォーターの設置

■目的

戦略的なアウトリーチ活動を立案し、機動的に推進することを目的として、核融合エネルギーに関するアウトリーチヘッドクォーターを設置（平成31年２月）。

■活動方針

一般国民・産業界・学術コミュニティなど、異なる対象に合った多様なアプローチ、いわゆる「刺さる」アプローチを戦略的に進める。

■実施体制

- 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
- 文部科学省
- 量子科学技術研究開発機構
- 自然科学研究機構核融合科学研究所
- 大学等

の若干名で、情報共有や意見交換を実施。

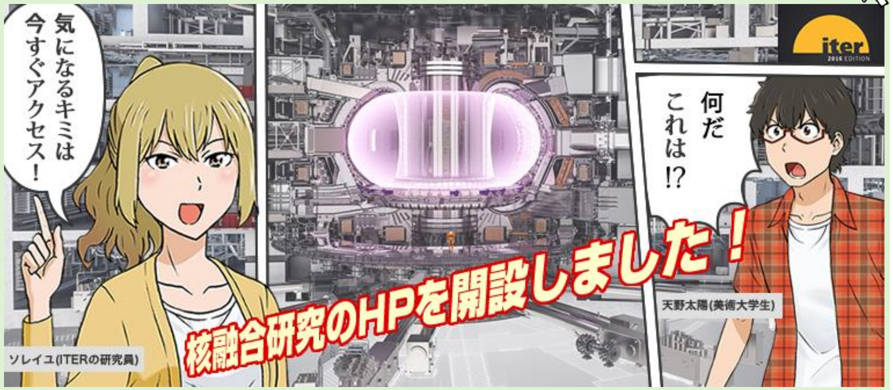
⇒コミュニティ全体が一体感を持って活動していくことを念頭に、プラズマ・核融合学会誌において、コミュニティからの要望や企画等を募集。

具体的な活動

■核融合研究のホームページ開設

https://www.mext.go.jp/a_menu/shinkou/fusion/

核融合　文科省



◆核融合エネルギーを理解する10のキーワード
◆国内装置のPhoto Gallery
◆研究者・技術者・企業の皆さんからのメッセージ、キャリアパス紹介
◆国内の研究所見学
◆プラズマ・核融合を学べる大学一覧（NIFSのHP）
◆関連施策 など

スマートフォンからも閲覧可能→

■高校生向け ITERサイトツアー企画

SSH・SGH・高専等に配布

■大学生向け ITERインターンシップ周知

体験談や応募の流れを掲載

まとめ

文部科学省

原型炉を実現し、核融合エネルギーの実用化を目指すために、

- **ITER計画、BA活動の着実な遂行**
  - ITER計画における2025年FP、2035年DTの達成
  - BAフェーズⅡ(2020年4月開始)の本格運用 (IFMIF/EVEDA、IFERC、JT−60SA)

- **中長期的視点に立ち、原型炉を見据えた研究開発・人材育成の展開**
  - 原型炉段階への移行判断に向けた、チェックアンドレビューの実施
  - 産学官が一体となり、人材流動性を確保した人材育成
  - 戦略的なアウトリーチ活動の展開・体制整備

ご清聴、ありがとうございました。

Thank you for your kind attention.

文部科学省