



●核融合科学研究会ニュース 70●



総会の様子



奨学生の研究紹介の様子

CONTENTS

総会のまとめ	2
2025オープンキャンパス	3
特別講演会	7
夏の体験入学	16
第22回核融合炉材料国際会議	19
事務局だより	21

NPO法人 核融合科学研究所 2025年度総会開催される

核融合科学研究所の2025年度総会が、2025年6月19日(木)に、核融合科学研究所のシミュレーション研究棟会議室で開催されました。一昨年より対面での開催が復活し、今回は会員企業とNIFS所内運営委員他から出席者18名(うち、リモート参加8名)があり、議決委任者12名を入れて、総会成立要件を満足しました。

総会では、まず、本研究会会長の武藤 敬氏(中部大学副学長)から挨拶を頂いた後、本総会の議長の選任が行われ、満場一致で議長は武藤会長に決定されました。議事では、はじめに、柳 長門運営委員会委員長(核融合科学研究所教授)より、第1号議案である2024年度事業報告及び決算報告について詳細説明がありました。2024年度の主な事業としては、核融合科学研究所主催の特別講演会(講師:小西哲之 京都フュージョンリング株式会社CEO)の開催(2024年6月20日)を行ったこと、第15回核融合エネルギー連合講演会(2024年6月13日~14日、青森県八戸市)開催に係る費用援助を行ったこと、国際交流経費助成として第13回ITER国際スクール(2024年12月9日~13日、名古屋市)開催に係る経費援助を行ったこと、核融合科学研究所セミナー(2024年5月14日)を行いフュージョンエネルギーイノベーションの最前線について説明を行う機会を設けたこと、第32回見学会を行い(2025年3月12日~13日、ハイドロエッジ(堺市)、Hy touch神戸(神戸市))、水素製造プラントや液化水素サプライチェーンの最前線を訪問し、水素社会実現の現状と未来像を深く学ぶ機会を設けたこと、機関誌の発行として2024年度事業報告書(国際交流講演会要旨、見学会報告、広報支援、若手研究者育成、シンポジウム支援)を発行したこと、などについて報告がありました。また、本研究会の最大の事業である若手研究者の育成として、総合研究大学院大学物理科学研究科核融合科学専攻の大学院生のうち11名に対して奨学金の支給を行ったことの報告がありました。さらに、会務の報告として、総会(2024年6月20日)、および、3回の運営委員会(第155,156,157回)が開催されたことが報告されました。最後に、2024年度決算報告、財産目録の説明が行われました。これらについて監事を務める伊藤俊之氏(株式会社北野製作所代表取締役)より会計監査結果の報告があり、第1号議案は承認されました。

続いて、柳運営委員会委員長より第2号議案の説明がありました。第2号議案では、2025年度の事業計画(案)及

び収支予算(案)について提案が行われました。核融合科学に関する技術動向の調査や産業界との情報交換、産学連携等を進めるため、講演会や見学会を企画し実施することについて計画が述べられました。具体的には、第22回核融合炉材料国際会議開催に係る経費援助を行うこと、機関誌等の発行として2025年度事業報告書の発行、および、会報「融会」の発行を行うこと、また、広報活動の一環として、核融合科学研究所の「夏の体験入学」、オープンキャンパスの支援をしていくこと、また、最近の核融合炉開発の状況などを説明するセミナーを開催するなどについて報告がありました。若手研究者の育成の推進としては、総研大核融合科学専攻の学生の奨学金、および、特別共同利用研究員の旅費支援をしていくこと等が説明され、2025年度収支予算案とともに本議案は承認されました。

第3号議案では、柳運営委員会委員長より、2025年度の会長、理事、監事、運営委員(会員企業より4名、核融合科学研究所から9名)、顧問については継続となる提案がなされ、承認されました。

以上の会務の終了後、核融合科学研究所の山田 弘司所長より研究所の近況報告がありました。核融合科学研究所では、核融合科学の発展をリードする拠点形成とともに、学際共同研究の展開による巻き込みと人材育成の拡大、そして、フュージョンエネルギーの産業化への貢献を推進していることが述べられました。続いて、総合研究大学院大学の大学院生の代表として津田珠夏さんから学位論文研究に関する発表「圧延率の異なる純タンゲステン試料の重水素捕捉特性に関する実験的評価」が行われました。発表の最後には、核融合科学研究所からの奨学金支援に対する感謝の言葉が述べられました。

総会の後、特別講演会が開催されました。講師には、一般財団法人電力中央研究所名誉顧問の秋田 調様をお迎えし、「持続可能なカーボンニュートラル社会に向けての核融合発電への期待」の題目で講演を頂きました。太陽光発電や風力発電などの再生可能エネルギーの導入が進められているものの2050年のカーボンニュートラル社会の実現は難しく、たとえ社会実装が2050年以降となっても持続可能な低炭素排出発電技術としての核融合発電への期待が高まっていることが述べられ、多くの質疑応答を受けて大変有意義な講演になりました。(講演内容の詳細については、別掲記事をご参照ください。)

(文責:柳 長門 核融合科学研究所理事長・運営委員長、核融合科学研究所教授)

核融合科学研究所オープンキャンパス2025 実施報告

1. 実施日・テーマ

令和7年10月25日(土)

・「体感！体験！プラズマエネルギー」

2. 来場者数

約670名（2024年度約650名）

3. 実施概要

○地域×学術を知ろう！NIFSクロストーク2025

講演会

「大型ヘリカル装置研究で深まった謎と新たな挑戦」

講師 所長 山田 弘司

「私たちが起こすパラダイムシフト：グリーンでウォークアブルなこれからのまちを描く」

講師 東京大学空間情報科学研究センター
准教授 新保 奈穂美

パネルディスカッション

「科学の眼で再発見する東濃のポテンシャル」

登壇者

株式会社アドマテックス

代表取締役社長・執行役員社長 中野 修

三宅特許事務所 弁護士・弁理士 三宅 優香子

東京大学空間情報科学研究センター

准教授 新保 奈穂美

所長 山田 弘司

モデレーター 自然科学研究機構共創戦略統括本部

坂本 貴和子

オンライン同時生配信（オンライン視聴者数3,280名）

○高校生科学研究室

口頭発表（3校5件）、展示（3校5件）

（参加高校名：愛知県立一宮高校、名古屋市立向陽高校、東海大学付属高輪台高校）

○大型ヘリカル装置(LHD)見学ツアー(事前申込制)

○工作教室

○核融合科学研究所紹介展示（質問コーナー）

○核融合研究の歴史と核融合研のユニット研究紹介

○リアル謎解きゲーム

○産学連携企画

○プラズマシミュレータ紹介（新スパコンをデモンストレーションで体験）

○バーチャルリアリティLHD

○君だけの記念シールを作ろう！

○核融合研で博士をとろう（大学生・院生向け企画）

○LHD制御室公開&制御室の一日

○空気のない世界のふしぎを体験しよう！（真空実験）

○ヘリウム液化冷凍機室を大公開！

○超伝導磁気浮上列車

○核融合ポッチャ

○ペットボトルロケットを飛ばそう

○スタンプラリー

4. 広報関係

○高等学校、大学、関係機関等へポスター及びチラシを配布

○地元広報誌に開催案内を掲載

○チラシの新聞折り込み（土岐市・多治見市・瑞浪市）

○岐阜版のPTA新聞へ開催広告を掲出

○サイエンスポータル、SENSEIイベントポータル等へ開催案内掲載

○ポスターの駅貼り（土岐市駅、多治見駅、瑞浪駅、大曾根駅、千種駅）

○研究所公式HP・SNSでのイベント情報の発信

○FMPiPiへの出演

当日の写真



講演会（山田所長）



講演会（東京大学 新保准教授）



パネルディスカッション



高校生科学研究室口頭発表



高校生科学研究室展示



来場者（受付）の様子



工作教室



核融合科学研究所紹介展示

当日の写真



核融合研究の歴史と核融合研のユニット研究紹介



リアル謎解きゲーム



産学連携企画



プラズマシミュレータ紹介



バーチャルリアリティLHD



君だけの記念シールを作ろう！



核融合研で博士をとろう



LHD制御室公開&制御室の一日

当日の写真



空気の無い世界のふしぎを体験しよう！（真空実験）



ヘリウム液化冷凍機室を大公開！



超伝導磁気浮上列車



核融合ポッチャ



ペットボトルロケットを飛ばそう



ヘリカちゃん登場



食堂の様子



キッチンカーの様子

核融合科学研究会 2025年度 特別講演会

2025年6月19日(木)

「持続可能なカーボンニュートラル社会に向けての核融合発電への期待」

講師 秋田 調 先生 (電力中央研究所 名誉特別顧問、低温工学・超電導学会会長)

講演概要

本講演では、カーボンニュートラル社会の実現に向けた核融合発電の特徴や課題について、電力中央研究所の名誉特別顧問である秋田調先生にご講演いただきました。

世界各国が2050年のカーボンニュートラル達成を目指す中、日本でも再生可能エネルギー（太陽光・風力）の導入が急速に進んでいます。一方で、それだけでは十分な容量と安定供給が困難であり、系統安定性の確保や出力変動の調整手段として火力発電や原子力を含む柔軟なエネルギーミックスが依然として必要とされています。加えて、炭素回収・貯留（CCS）や大気中CO₂直接回収（DAC）といった技術に依存した排出削減策には、長期的な持続可能性やコスト面での懸念があります。そのため、2050年以降の脱炭素社会の安定的な継続には、これらに代わる新たな選択肢が求められています。

秋田先生は、核融合発電を「将来の基幹電源の有力候補」と位置付け、次に述べるような核融合発電の特徴について議論しました。

- ・安定・定常運転が可能：太陽光や風力のような自然変動に左右されず、一定出力を維持できること。
- ・出力制御が可能：電力系統に応じた調整が容易であること。

講師のご紹介

秋田 調先生は、昭和54年4月に財団法人 電力中央研究所 狛江研究所 送配電部電線路研究室 研究員に採用されました。平成5年6月より同研究所 超電導特別研究室長、平成9年1月より同研究所 電気物理部長、平成17年6月より財団法人電力中央研究所 参事・研究企画グループマネージャーを務められました。平成24年7月から一般財団法人電力中央研究所 理事・材料科学研究所長、平成29年6月から一般財団法人電力中央研究所 専務理事、令和4年4月には一般財団法人電力中央研究所 名誉特別顧問就任されました。令和5年7月からは 福島国際研究教育機構 研究開発部門 副分野長（エネルギー担当）を務められています。

・発電原価の大部分は固定費：燃料費がほとんどかからず、長期的に安定したコストが見込まれること。

・同期発電機による系統安定への貢献：周波数維持・無効電力供給などにおいても優れた性能を有すること。

こうした特性は、高効率・高レジリエンスな電力システムの構築に不可欠であり、電力の質的安定性（周波数・電圧）にも寄与することを示されました。

次に、講演では、核融合導入にあたり解決すべき課題として以下を挙げられました。

- ・技術的成熟とコスト削減
- ・系統統合技術の開発
- ・社会的理解と制度整備（規制、投資評価など）

また、原子力・再エネ・DAC・CCUSなどを組み合わせた包括的エネルギー戦略の必要性も強調されました。

最後に、秋田氏は、現時点では核融合発電の社会導入が2050年を超える可能性が高いことを認めつつも、それでもなお長期的視点での投資価値が高いと主張されました。今後のカーボンニュートラル社会の真の持続可能性と安定性を支える存在として、核融合発電の実現に向けた研究・開発の継続が強く望まれると述べました。

RI 電力中央研究所

持続可能なカーボンニュートラル社会 に向けての核融合発電への期待

一般財団法人 電力中央研究所
名誉特別顧問

秋田調

特定非営利活動法人 核融合科学研究会 特別講演会
2025年6月19日(木)
自然科学研究機構 核融合科学研究所
シミュレーション科学研究棟 1階会議室

© CRIEPI 2025 1

RI 電力中央研究所

本日の講演内容

0. 電力中央研究所
1. 電気事業の歴史
2. 電気事業のいま
3. 電気事業の今後
4. 核融合発電への期待

© CRIEPI 2025

RI 電力中央研究所

0. 電力中央研究所

「一般財団法人 電力中央研究所」は「電力王・電力の鬼」と呼ばれた松永安左エ門が電力技術の専門研究機関の設立を構想、1951年(昭和26年)11月に設立されました。以来、70年余にわたり、電気事業が直面する課題の解決に先駆的に取り組み、電力の安定供給・信頼性の向上に貢献をしています。また、学術的な研究機関として、エネルギーや環境など、地球規模の問題にも、幅広い専門性を生かし、総合的な視点から研究に取り組んでいます。

<https://criepi.denken.or.jp/>

© CRIEPI 2025 3

RI 電力中央研究所

大手町本部(大手町ビル7階)

本部、社会経済研究所、原子力リスク研究センター



(箱根駅伝のゴール地点が画面左側である。)

© CRIEPI 2025 4

RI 電力中央研究所

横須賀地区(神奈川県横須賀市)

エネルギートランスフォーメーション研究本部
グリッドイノベーション研究本部



(西側は相模湾で湘南の海が広がっている。)

© CRIEPI 2025 5

RI 電力中央研究所

我孫子地区(千葉県我孫子市)

サステナブルシステム研究本部、調達センター



(敷地中央を横断して国道6号線、南側に常磐線とその先の手賀沼が見えている。)

© CRIEPI 2025 6

RI 電力中央研究所

狛江地区(東京都狛江市)



(住宅地のため実験設備を横須賀と我孫子地区に順次移設した。)

© CRIEPI 2025 7

RI 電力中央研究所

1. 電気事業の歴史

© CRIEPI 2025 8

歴史：直流配電と交流配電

○直流配電：変圧器では電圧の昇圧/降圧ができず、長距離配電に不向き
⇒近距離の同種類の負荷に配電

○交流配電：変圧器で容易に昇圧/降圧ができ、長距離配電が可能
⇒異種の負荷を集め、設備利用率が向上できる

(エジソン(敗)とウエスティングハウス(勝)の戦い)

© CRIEPI 2025

2000年3月までの電気事業

Encompassing All of Japan—The Ten Electric Power Companies by Service Areas

(電力会社の営業地域は明確に分かれていた。現在も送配電はこの地図のまま。)

© CRIEPI 2025

一般社団法人送配電網協議会ホームページより

© CRIEPI 2025

電力系統は西(60Hz)と東(50Hz)それぞれで以前から一体化している。

© CRIEPI 2025

2011-2030

近年では、卸電力市場取引の活性化、災害に対するレジリエンス強化、再エネ導入拡大といった新たな視点で、地域間連系線の更なる増強に取り組んでいます。

© CRIEPI 2025

歴史：電気事業のこれまでのあり方

異種の負荷を集め、日間、年間の設備利用率を向上させ、固定経費を如何に切り詰めるかの事業であった。

例：「冬の製氷業はありがたい」(シカゴのCommonwealth Edison電力会社の創成期の社長サミュエル・インサルの言葉)

(設備稼働率が上がると電気料金を下げることが出来る。)

© CRIEPI 2025

歴史：電気事業の取り組み

- 深夜電力料金の設定
- 蓄熱空調方式への補助金
- エコキュートの普及促進

(設備稼働率を上げるための工夫が進められた。)

© CRIEPI 2025

東北電力の冬の電力需要

2014年12月26日(金)の状況

本日のピーク供給力 1,553 万kW
本日の予想最大電力 (17時～18時) 1,320 万kW

(工夫が進み昼と夜の電力需要がほとんど同じである。)

© CRIEPI 2025

RI 電力中央研究所

2. 電気事業のいま

© CRIEPI 2025 17

RI 電力中央研究所

低炭素社会への挑戦

① 低炭素排出電源の利用
② 省エネルギー技術の活用

需要側

供給側

高効率な機器

T

低いCO2原単位

大幅なCO2排出削減

(菅元首相は2020年10月26日に「2050年にカーボンニュートラル」と表明した。)

© CRIEPI 2025 18

RI 電力中央研究所

2020年10月20日の九州電力の需給実績

電力使用状況の推移

(九州電力の太陽光発電導入割合は大規模電力系統ではほぼ世界一である。)

© CRIEPI 2025 19

RI 電力中央研究所

2018年10月21日の九州電力の需給実績

Figure 5. The demand and supply operation on 21 October 2018. (Source: Kyushu EPCO; used with permission.) (PSH: pumped-storage hydropower⇒揚水発電)

“Making Renewables Work”, by Kazuhiko Ogimoto and Hiroshi Wani (九州電力)
IEEE Power & Energy Magazine November/December 2020 p.51

(余剰の太陽光発電を本州に送電するとともに揚水発電所で吸収している。)

© CRIEPI 2025 20

RI 電力中央研究所

3. 電気事業の今後

© CRIEPI 2025 21

RI 電力中央研究所

2050年低炭素化の以前の姿 (80%減)

経済成長1.7%で
需要は17%削減

2013年度実績 2030年度の電源構成

- ◆ 2050年には80%以上までのゼロエミッション電源導入
- ◆ システム安定化技術の高度化が不可欠
- ◆ 国内の太陽光・風力発電だけでは、容量不足か。
- ◆ 国外からの再エネ輸入？ 再エネ由来エネルギーの水素等の輸入か。
- ◆ 既存のインフラなどのエネルギーシステムの最大限の活用

2050年の80%削減には、
 ✓ ゼロエミッション電源の導入加速。88%必要との試算結果。
 ✓ 火力発電の高効率化と再エネ由来の水素燃料の混焼・専焼技術と貯蔵・輸送技術の実用化

カーボンニュートラルへの道筋はまだまだ不明確である。

© CRIEPI 2025 22

RI 電力中央研究所

2050年80%減の社会の姿

図1 実質 GDP と CO₂ 排出量の推移
電力中央研究所 研究資料 No. Y19501 (2019年4月)より
(電力部門の排出削減は-88%とする必要がある。)

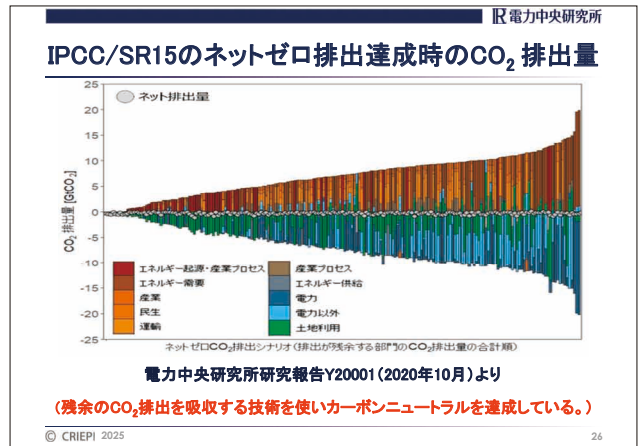
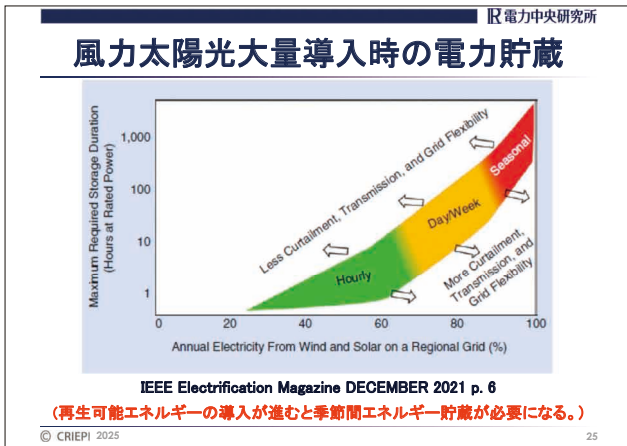
© CRIEPI 2025 23

RI 電力中央研究所

2050年80%減の電力供給

図2 CO₂80%減を達成する際の2050年の電源構成
電力中央研究所 研究資料 No. Y19501 (2019年4月)より
(偏在する再生可能エネルギーをどのように需要地に送電するかは未検討である。)

© CRIEPI 2025 24



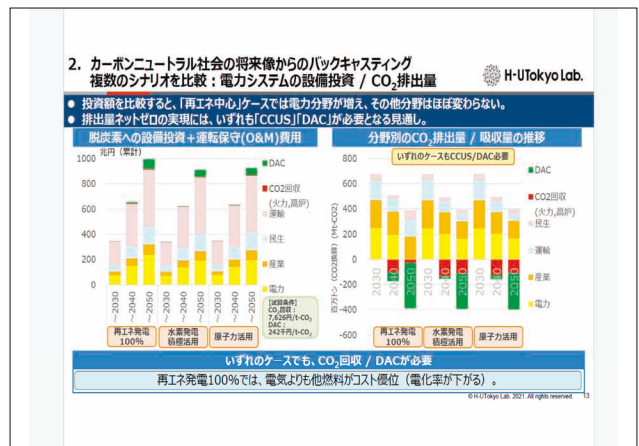
IEEE電力中央研究所

2050年頃の電気事業の姿

- ◆ 低炭素化(原子力、再生可能エネルギー、CCUS付火力、ダイレクトキャプチャー(DAC))
 (日立東大ラボの試算では、2050年に約1億トンのCCSと約3億トンのDACで我が国のカーボンニュートラルを達成するとしている。)
- ◆ レジリエンス強化(自然災害対応、サイバーセキュリティ、早い復旧)
- ◆ 機器の高年化対応(高機能化リプレイス、アセットマネジメント、リスクベース)

(リスクとコストのバランスに対しての社会的合意が不可欠である。)

© CRIEPI 2025



IEEE電力中央研究所

今後必要な電気事業の低炭素化研究開発

- ・原子力:60年を超える長期運転
- ・再生可能エネルギー:太陽光、風力に加え地熱も
- ・CCUS付火力:カーボンリサイクルと貯留技術
- ・ダイレクトキャプチャー:技術的に意味がある効率
- ・水素利用技術:二次エネルギーおよびカーボンリサイクル材料としての活用技術

⇒今後、核融合発電を含めあらゆる低炭素化技術開発に取り組む必要がある。

(NEDOのグリーンイノベーション基金(2兆円)の14重点分野には
 ① 洋上風力太陽光・地熱産業、② 水素・燃料アンモニア産業、
 ③ 次世代熱エネルギー産業、④ 原子力産業が含まれている。)

© CRIEPI 2025

IEEE電力中央研究所

4. 核融合発電への期待

© CRIEPI 2025

IEEE電力中央研究所

核融合発電の想定される発電装置としての特徴

- ・発電原価の大部分は減価償却費などの固定費である。
- ・同期発電機による発電となる可能性が大である。
- ・安定して定常的な発電が可能である。
- ・発電出力を制御可能である。

© CRIEPI 2025

IEEE電力中央研究所

核融合発電の想定される発電装置としての特徴

- ・発電原価の大部分は減価償却費などの固定費である。
- ・同期発電機による発電となる可能性が大である。
- ・安定して定常的な発電が可能である。
- ・発電出力を制御可能である。

© CRIEPI 2025

RI 電力中央研究所

電力中央研究所報告 総合報告 T12

核融合炉実用化の見通し

—電力中央研究所における核融合研究—

平成元年10月

© CRIEPI 2025 33

RI 電力中央研究所
執筆担当箇所

主査 宅間 重 伯江研究所	1, 2章, 3.2, 4.3節, 5章, 6章, 付録
幹事 秋田 調 “ 開発部 新技術研究室	2, 3節
委員 草薙 秀雄 木部 “ 原子力総合推進室	4, 1節
“ 清水 雅夫 “ 軽水炉技術グループ	
“ 渡 章 男 “ 原子力総合推進室, FBRグループ	
“ 七 原 康 也 伯江研究所 “ 電力システム部 系統計画研究室 (科学技術庁出向)	3, 3, 3.4節
“ 木 下 幹 康 “ 原子力部 燃料研究室	
“ 鈴木 俊 男 “ 送配電部	
“ 新 藤 孝 敏 “ 送配電部 輸送研究室	
“ 河 本 正 “ “ 放電研究室	4, 2節
“ 吉 田 智 朗 “ “ “	
“ 田 中 紀 雄 “ 開発部	
“ 石 川 忠 夫 “ 開発部 新技術研究室	
“ 根 本 季 七 “ “ “	2, 2節
“ 山 地 康 治 “ 経済研究所 経済部 エネルギー研究室	1章, 3.1, 3.2, 3.3節, 5章
“ 浅 野 浩 志 “ “ “	
特別参加 梅 津 辰 裕 常務理事	
“ 上 之 園 博 “ 理事・管理部長	

© CRIEPI 2025 34

RI 電力中央研究所

3章 核融合炉の経済性評価

- 3.1 経済性評価の基本方針 59
 - 3.1.1 わが国の核融合実用炉の評価 59
 - 3.1.2 送電端発電原価による評価 59
 - 3.1.3 検討ケースと感度解析 60
- 3.2 純粋核融合炉の経済性評価 (その1) 60
 - 3.2.1 STARFIRE炉の日本の経済性評価 61
 - 3.2.2 パラメータ解析 66
 - 3.2.3 純粋核融合炉の経済性向上方策 81
- 3.3 ハイブリッド炉の経済性評価 (その1) 85
 - 3.3.1 電力生産型ハイブリッド炉 (そのa) 85
 - 3.3.2 燃料生産型ハイブリッド炉 (そのb) 94
 - 3.3.3 燃料生産型ハイブリッド炉 100
- 3.4 核融合実用炉の経済性評価 (その2) 109
 - 3.4.1 評価手法 109
 - 3.4.2 プラズマパラメータの設定 111
 - 3.4.3 各種炉型の比較 116
 - 3.4.4 経済性の感度解析 128

© CRIEPI 2025 35

RI 電力中央研究所

当所の核融合に関する調査・研究は、電制事業が核融合エネルギーの将来のユーザーである点から、主として上記の実用化見通しと早期実用化の可能性に関する課題の検討を進めてきた。次章以下に述べる検討内容は、基礎技術開発を除いてもっぱら外部(三菱重工、三菱原子力工業、東芝)への委託研究として行ったもので、1985年までは委託研究報告書をもとにした電力中央研究所報告を作成したが、その後は全て非公開の委託報告書、あるいは外部発表論文としてのみ存在している。本総合報告は、前述の課題a), b)への寄与を目的として、電中研報告としてとりまとめている。この数年の検討結果を中心に、当所の核融合に関する研究内容をまとめたものである。

© CRIEPI 2025 36

RI 電力中央研究所

3.1 経済性解析の基本方針

本章では、わが国の条件下で核融合実用炉の経済性評価を行った結果を報告する。わが国の条件として考慮した主な事項は次の各点である。

- 費用項目をわが国の経済性評価で通常用いられているものに合わせた。すなわち、調整費(contingency allowance)は考慮しないこととし、設計費、現場据付工事費など米国の評価においては間接費として計上されている費用項目を直接費である設備費用の中で考慮し、間接費は発注者が負担するowner's costのみとした。
- わが国の軽水炉の実績(軽水炉の経済性評価において通常設定される前提を含む)を可能な限り利用した。つまり、建設中利子、年経費比率、タービン・発電機費用などは軽水炉を参考に設定した。
- 核融合炉特有の材料・設備のコストについては、設計から得られる物量に基づいて、出来るかぎりわが国の単価を用いて設定した。

© CRIEPI 2025 37

RI 電力中央研究所

$$\text{(送電端発電原価: ¥/kWh)} = \frac{\text{(年間総発電経費: ¥)}}{\text{(全発電出力: kW)} \cdot (1 - \text{(所内率)}) \cdot 8760 \cdot \text{設備利用率}} \dots\dots (3.1.1)$$

年間総発電経費は、従来の発電技術では、資本経費と運転維持費および燃料費の三要素から構成されるが、核融合炉による発電については、これらに加えて、定期的な第一壁などブランケットの一部を交換するための費用およびハイブリッド炉概念を採用した場合に発生する核燃料生産による利益を考慮することが必要になる。

資本経費は建設中利子を含む全建設費に年資本経費率を乗じて求めるのが通例である。年資本経費率の設定は、初年度の場合、法定耐用期間について均等化した場合および物理的耐用期間について均等化した場合で各々異なる。本章の検討においては、年資本経費率は軽水炉の場合を参考にして、16年間の法定耐用年均等化の経費率を基準として、設定した。

運転維持費の設定は、人件費、部品費等に費用項目を細分化してその各々を個別に推定して積み上げる方式と、経験に基づき建設費に一定割合の年運転維持費比率を乗じて簡便に求める方式の二通りがある。本章では、軽水炉並の年運転維持費比率を想定する方式を基本としたが、一部核融合炉特有の費用項目を考慮して評価した場合もある。

© CRIEPI 2025 38

RI 電力中央研究所

第2表 核融合炉と軽水炉の経済性比較
Table 2 Results of economic analysis of nuclear fusion reactors

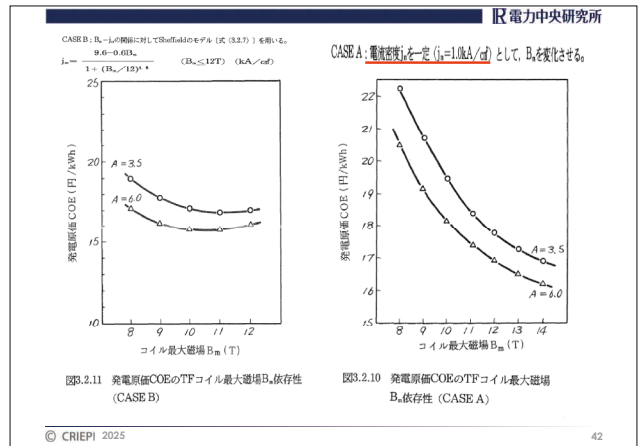
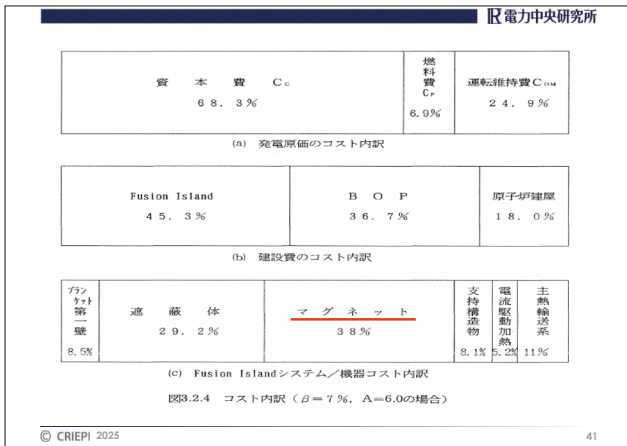
炉形式	軽水炉	STARFIRE ⁽¹⁾	SPTR-P ⁽²⁾ (参考)	ハイブリッド炉 ⁽⁴⁾
送電端電気出力 (MWe)	1,100	1,200	1,100	1,200 ⁽⁵⁾
建設費 (億円)	3,360	7,970		5,580
建設単価 (万円/KWe)	30.5	66.4		46.5
年資本費 (億円/年)	423	1,003	1,187	778
運転維持費 (")	154	366	168	284
燃料費 (")	216	90	5	77
設備利用率 (%)	75	75	70	74
発電原価 (円/kWh)	11.0	18.5 ⁽²⁾	22.1	14.7 ⁽⁴⁾

© CRIEPI 2025 39

RI 電力中央研究所

(注) (1) ベータ値(注4) 6.7%、壁負荷(注5) 3.6MW/m²。
 (2) ベータ値のスケーリング則の係数を、現状の約2倍(トロロン係数=7.5)としている。これを現状程度(トロロン係数=4)にとると約25円/kWhにはね上がる。また、調整費15%を考慮したときは約20円/kWh。
 (3) 日本原子力学会: 核融合のフィージビリティに関する調査(1986年3月)。
 (4) 電力生産型。コスト計算はSTARFIREをベースとした計算モデルを使用: ベータ値=7%、壁負荷=1.9MW/m²。
 (5) 最も出力の低いサイクル初期の値
 (6) プルトニウムクレジット価格3100円/£。

© CRIEPI 2025 40

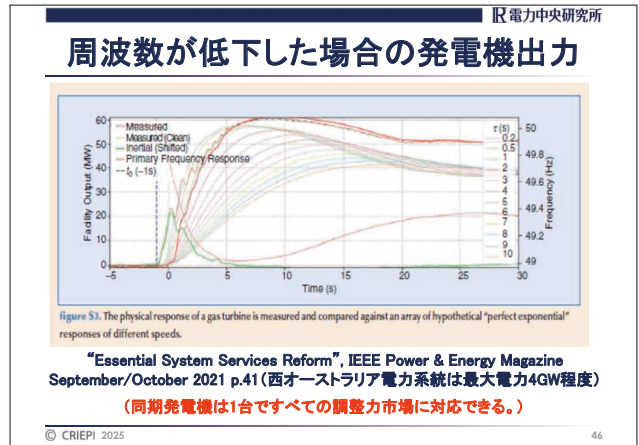
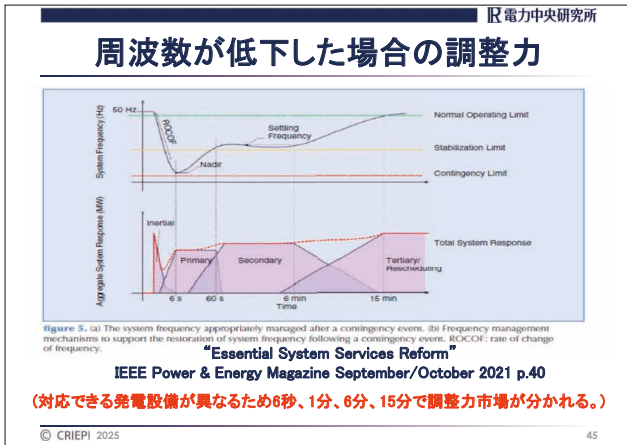
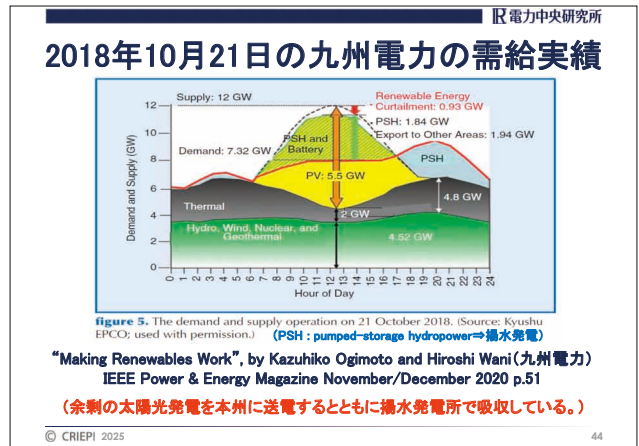


RI 電力中央研究所

核融合発電の想定される発電装置としての特徴

- ・発電原価の大部分は減価償却費などの固定費である。
- ・同期発電機による発電となる可能性が大である。
- ・安定して定常的な発電が可能である。
- ・発電出力を制御可能である。

© CRIEPI 2025 43



RI 電力中央研究所

イベリア半島における大規模停電

一判明していること・解明が期待されること一

電力中央研究所 研究参事
グリッドイノベーション研究本部
ネットワーク技術研究部門長

永田 真幸

2025年6月3日

RI 電力中央研究所

© CRIEPI 2025 47

RI 電力中央研究所

停電の概要

- 発生日時:
2025年4月28日 (月)
12:33 (中央ヨーロッパ時間)
- 停電の規模:
スペインおよびポルトガルの全停
(停電前の需要は31GW程度)
フランス一部地域の短時間の停電
- 復旧:
スペインでは29日朝の時点でほぼ復旧
ポルトガルでは28日深夜までに
全変電所が復旧

Legend
Affected area
Black out
In operation

© CRIEPI 2025 図は ENTSO-E, ENTSO-E expert panel initiates the investigation into the causes of Iberian blackout を基に作成 48

大停電に至るメカニズム

■ 過去の多くの大停電の事例では「大停電の発端となる故障(事象)」と「事故(影響)が波及する段階」がある

この部分で現時点で判明していることをご紹介します

・系統への(大きな)擾乱

・事故波及防止の不備

・事故対応のミス

・制度的要因(背景的要因)

・技術的要因(計画・運用面やシステム面の不備など)

© CRIEPI 2025 49

停電前のスペインの需給状況

■ REE (スペインのTSO) から公表されている12:30時点の5分値

- 需要: 約25GW (他に揚水動力 3GW, 輸出 約4GW)
- 供給力 (概略値)
 - ✓ 再生エネルギー: 太陽光(17.7GW), 風力(3.5GW), 水力(3.2GW), 太陽熱(1.5GW) など
 - ✓ 非再生エネルギー: 原子力(3.4GW), コンバインド(1.0GW), コージェネおよび廃棄物発電 (1.4GW) など
- 連系線
 - ✓ スペイン-モロッコ: 780MW程度 (輸出方向)
 - ✓ スペイン-フランス: 870MW程度 (輸出方向)
 - ✓ スペイン-ポルトガル: 2,650MW (輸出方向)

再生エネルギー比率は80%強, 太陽光, 風力で66%

フランス側へ輸出, 量は多くはない

フランス・スペイン間の連系容量は2,800MW

© CRIEPI 2025 参考: REE, https://demanda.ree.es/visuaria/peninsula/demandau/tables/2025_04_28/2, 公開5分値情報 50

停電に至る概略の時系列

■ ENTSO-Eから5月9日付で公表された情報

<事象前>

- 2度の広域での電力と周波数の動揺現象 (12:03-12:09, 12:19-12:21)

<事象の概略の時系列>

- 12:32:57から20秒間 スペイン系統の南部で一連の発電機停止が発生, 周波数が低下, 電圧が上昇
✓ 脱落量は合計で2200MWと推定
- 12:33:18-12:33:21 この間イベリア半島の系統での周波数低下が継続し, 48.0Hzに至り負荷遮断
- 12:33:21 系統間脱調により, スペイン・フランス間の交流連系線が停止
- 12:33:24 イベリア半島の系統が完全に崩壊, スペイン・フランス間の直流連系設備が停止

注) ①と②は同時進行したと思われるが, ここでは分けて紹介

© CRIEPI 2025 51

同期安定性と脱調

■ 系統内の全ての同期発電機が同じ速度で回転し続けられるか否かが「同期安定性」

■ 回転し続けられない状態を「脱調」という

- 発電機が脱調した場合は, 系統から解列する必要がある

同期運転状態 (同期はずれ) 状態

© CRIEPI 2025 OCCTO, 第1回特集の運用容量等の資料) に関する作業成果資料を基に作成 52

欧州大での広域動揺

■ 欧州大の広域動揺の一つとして, イベリア半島の系統(発電機群)と他の系統(発電機群)との間の0.15Hzの動揺が知られている

■ 2016年12月にこの広域動揺による動揺現象が, 実際に観測されている

欧州大での3つの発電機のグループ

3つの鐘とばねでのアナロジー

© CRIEPI 2025 ENTSO-E, ANALYSIS OF CE INTER-AREA OSCILLATIONS OF 1ST DECEMBER 2016 を基に作成 53

事象前の動揺 (フラウンフォーファーISE)

Complete frequency diagram from 12:13 to 12:50 CEST

- ・ 12:19頃から12:21頃の動揺
- ・ 約0.2Hzの動揺

Fraunhofer ISE, Frequency analysis - Spanish Black Out on April 28th, 2025 を基に作成

© CRIEPI 2025 : 他機関の情報と整合していると思われる : 他機関の情報との整合が不明 54

12:20前後の動揺 (フラウンフォーファーISE)

■ スペインとドイツを含む大陸中央部の系統との間の系統間動揺, 約0.2Hz

- マラガ (スペイン) とフライブルグ (ドイツ) が逆位相

■ スペインの方が動揺が大きく, 動揺しやすい状況を示唆

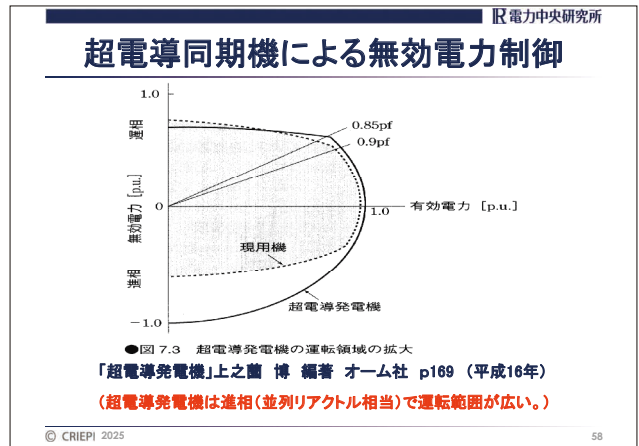
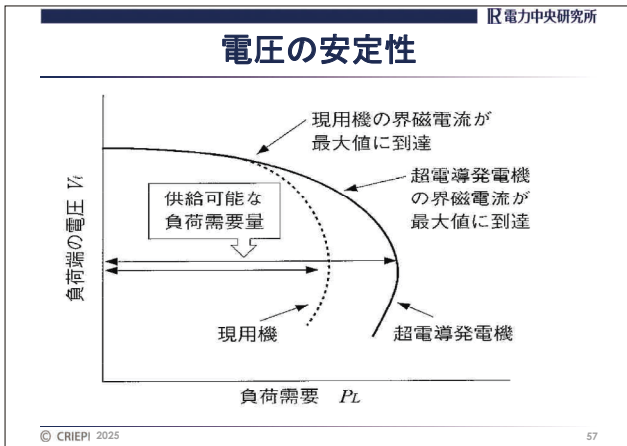
■ スペインとフランスのTSOが対応を実施

© CRIEPI 2025 Fraunhofer ISE, Frequency analysis - Spanish Black Out on April 28th, 2025 を基に作成 55

超電導同期回転機の利点

- ◆ 高効率化が可能(励磁損失が小さい)
- ◆ 空芯で高い界磁磁束密度を発生できる
- ◆ 小型化が可能である
- ◆ 軽量化可能である
- ◆ 同期インピーダンスを小さくできる

© CRIEPI 2025 56



R 電力中央研究所

核融合発電の想定される発電装置としての特徴

- ・発電原価の大部分は減価償却費などの固定費である。
- ・同期発電機による発電となる可能性が大である。
- ・安定して定常的な発電が可能である。
- ・発電出力を制御可能である。

© CRIEPI 2025 59

R 電力中央研究所

- ・安定して定常的な発電が可能である。
→
太陽光発電、風力発電などは変動する再生可能エネルギー電源であり、変動に備えてバックアップする電源が不可欠である。
- ・発電出力を制御可能である。
→
太陽光発電、風力発電などは出力抑制は可能であるが出力増加は難しい。

© CRIEPI 2025 60

R 電力中央研究所

5. おわりに

© CRIEPI 2025 61

R 電力中央研究所

- ・我が国は2050年にカーボンニュートラル社会を実現するとしているが、CCSやDACを多用するシナリオしか描けておらず、持続可能とは言えない。
- ・2050年以降もカーボンニュートラル社会を安定して継続して行くためには、新たなエネルギー源が不可欠である。
- ・核融合発電は現在の軽水炉に匹敵する安定電源となる可能性が高く、引き続き、発電装置としての研究開発が必要である。

© CRIEPI 2025 62

総研大・核融合科学コース「2025年度 夏の体験入学」

2025年8月25日(月)から29日(金)までの日程で、核融合科学研究所において、国立大学法人 総合研究大学院大学（以下、総研大）先端学術院 核融合科学コース（以下、本コース）「2025年度 夏の体験入学」が開催されました。「夏の体験入学」は、核融合科学分野で修士学位あるいは博士学位取得のための進学を検討されている、大学1年生から4年生、高等専門学校4、5年生と専攻科生、及び大学院修士課程1年生を対象に、本コースでの教育・研究を合宿形式で体験していただくことを主な目的として2004年から毎年開催しています。

22回目となる今年は、31名の学生（内訳：大学生26名、高専生4名、大学院生1名）が参加しました（写真1）。参加学生は核融合科学研究所内にある宿泊施設「ヘリコンクラブ」に宿泊しながら最先端の核融合研究を体験しました。



写真1.「2025年度 夏の体験入学」参加学生と教員との集合写真

最先端の研究を体験する5日間のはじまり

核融合科学研究所は、本コースのメインキャンパスであり、核融合研究に関する最先端の実験装置やコンピューターが整備されています。これらの装置・施設等を用いて日々行われている核融合科学を構成する研究分野は、プラズマ物理学、原子物理学、電気工学、低温・超伝導工学、材料工学、真空工学、シミュレーション科学など多岐にわたっており、本コースには各研究分野を専門とする教員が在籍しています。今回の体験入学では、表1の通り「プラズマ実験・核融合工学系」から7課題、「解析・理論・シミュレーション系」から3課題の計10課題が実施されました。各参加学生からは参加にあたってのコメントを事前にいただいておりますが、どのコメントも核融合研究への強い関心と学びの意欲が伝わるものでした。

体験入学の1日目は会議室にて榊原悟コース長からの歓迎の挨拶に加えて、表1の研究課題の概要について、各課

題担当教員から説明がありました。そして、全体顔合わせを兼ねて各参加学生から自己紹介が行われました。その後、参加学生は大型ヘリカル装置（LHD）および、シミュレーションやバーチャルリアリティに関する施設見学を行いました。施設見学の様子の写真にあるように、参加学生は大規模かつ高度な実験装置群を目の当たりにし、高揚感が抑えられない様子でした（写真2）。



写真2. 施設見学の様子

1日目の夕食は核融合科学研究所内にある食堂「土岐っ子」にて、参加学生、総研大教員、核融合科学研究所に在籍する総研大生・連携大学院生を交えた懇親会が開催されました。参加学生はリラックスした雰囲気の中で交流を深めることができ、2日目からの研究体験に期待を膨らませている様子でした。

プラズマ実験・核融合工学系
電磁流体力学的不安定性の可視化：磁気計測とデータ解析
放射線計測技術を用いたプラズマ中における高エネルギー粒子の閉じ込め研究
レーザー干渉で測る
LHDプラズマの放射崩壊を異常検知する
メタマテリアル技術を用いてオナマエフィルタを作成しマイクロ波イメージングに適用してみよう
核融合材料とレーザーの相互作用について学ぼう！
核融合炉用先進材料バナジウム合金の試験片製作と評価実験
解析・理論・シミュレーション系
物理情報付きニューラルネットワークによる偏微分方程式の数値解法
密度汎関数理論シミュレーション体験
プラズマ粒子シミュレーションによる複雑現象の探究

〈表1〉夏の体験入学実施課題

実習／講義、学生や教員との議論を通じて得る総研大での研究体験

2日目の午前に、榊原悟コース長による特別講義が行われ（写真3）、参加学生は、核融合科学の基礎から核融合プラズマ研究の歴史、最先端の研究課題について学びました。2日目の午後から、いよいよ各課題に分かれた実習がスタートしました（写真4）。実習は3日目、4日目と続きますが、参加学生は毎日朝礼で一旦会議室に集合し、実習開始前に前日の実習内容を互いに報告し合いました。また、実習の合間には参加学生同士や教員との交流の場（イベント）も複数設けられました。例年人気の高いイベントの一つである、研究者への道（キャリアパス）をテーマとした座談会「キャリアビルディング」を今年も実習2日目の課題終了後に開催しました（写真5）。今年も先輩研究者として総研大の若手教員をパネリストに迎え、研究者になるまでの道のりを実体験を基にわかりやすく話してくれました。参加学生からは数多くの質問があり、パネリストは個々の質問に熱心に答えていました。参加学生にとっては直接研究者と話をすることで将来の進路を考えるにおいて貴重な機会になったのではないかと思います。



写真3. 榊原悟コース長による特別講義の様子



写真4. 各課題に分かれた実習の様子



写真5. 研究者への道（キャリアパス）をテーマとした座談会「キャリアビルディング」の様子

最終日には実習で取り組んだ研究成果を発表

最終日の5日目は、前日までに実習で取り組んだ研究成果の発表会が開催されました（写真6）。会議室には参加学生、課題担当教員、総研大関係者が集まり、発表時間10分・質疑応答3分の口頭発表が行われました。短い課題実習期間にもかかわらず、各参加学生は専門的な説明を交えたわかりやすい発表を行っていました。質疑応答では鋭い質問が多くありましたが、少し難しい質問に対しても発表者が真摯に答える姿勢が伺え、互いの実習内容を深く理解し合う姿勢が印象的でした。研究者になると学会発表等で発表や質疑応答を行う機会が増えるため、最終日の発表会は良い経験になったのではないかと思います。発表会の後、榊原悟コース長から体験入学全体の講評とコースへの入学案内等があり、最後に閉校式をもって体験入学を締めくくりました。



写真6. 研究成果発表会の様子

各参加学生からその後に提出していただいたアンケートと体験談には、研究を進めるに於ける苦労や面白さを最

先端の核融合研究を通じて体験できたことへの充実感が伝わってきました。合宿形式で学生同士や研究者と交流できたことも今後の進路を考えるにおいて貴重な体験になったようです。夏の体験入学は今後も開催していく予定です。本イベントを通じて将来の核融合研究を担う研究者が育ってくれることを期待しています。これまでの夏の体験入学の概要や参加学生の体験談などを総研大核融合科学コースのホームページ (<https://soken.nifs.ac.jp/archives/open/open-campus>) で公開していますので、ぜひご覧ください。

最後に、夏の体験入学は、総研大の「新入生確保のための広報的事業」および「NPO法人 核融合科学研究会」からのご支援により実施することができました。ここに厚く御礼申し上げます。

(時谷政行 プラズマ・複相間輸送ユニット 教授 総合研究大学院大学 先端学術院 核融合科学コース 兼任)

第22回 核融合炉材料国際会議 実施報告

1. 開催概要

第22回核融合炉材料国際会議（The 22nd International Conference on Fusion Reactor Materials, ICFRM-22）は、2025年9月28日から10月3日にかけて、静岡県静岡市清水文化会館マリナートにおいて開催された。本会議は、核融合炉の実現に向けた材料開発・評価に関する最重要国際会議であり、1984年の第1回会議が東京で開催されて以来、世界各国で開催されてきた。今回は8年ぶりの日本開催となり、核融合材料研究分野における日本の国際的プレゼンスを示す貴重な機会となった。



写真1 ICFRM-22参加者の集合写真



写真2 米国エネルギー省Jean Paul Allainによる基調講演

会議には、アジア・欧州・北米を中心に550名が参加し、日本からの参加者は参加国中最多の132名であった。次いで欧州、中国、アメリカ、イギリス、韓国、カザフスタンからの参加が多かった。会期中は、開会式、プレナリー講演、招待講演、テーマ別セッション、ポスター発表、企業展示およびテクニカルツアーが実施された。また、9月29日には文部科学省研究開発戦略官（核融合・原子力国際協

力担当）・内閣府参事官（科学技術・イノベーション推進事務局）である澤田和宏氏及び、アメリカ合衆国エネルギー省科学局核融合エネルギー科学部（Office of Science, Fusion Energy Sciences）のアソシエイトディレクターであるJean Paul Allain氏から日米の核融合技術開発戦略に関する基調講演が行われた。

2. 会議の主旨と成果

本会議は、核融合炉の材料研究に関する最新成果を共有し、材料挙動に関する基礎知見の体系化、試験施設の高度化、国際協力の強化を目的として開催された。会議テーマは、構造材料、増殖材料、プラズマ対向材料、照射損傷、トリチウム挙動、モデリング・シミュレーションなど、多岐にわたった。

特に、欧州DEMOプロジェクトや日本のブランケット開発の進展が注目を集めたほか、核融合スタートアップの独自の炉設計への適用を目指した工学研究やデータ駆動型材料設計に向けた新たなアプローチが議論された。また、ITERの新ベースラインを見据えた中性子照射試験・照射後評価の進展、さらには水素同位体透過防止コーティングや複合酸化物系セラミックスの耐食評価など、実用化に向けた研究成果が多数報告された。

3. 若手研究者の活躍と表彰

本会議では次世代を担う若手研究者の育成を目的とし、過去の会議で設けられていた若手賞

「Best Presentation Award for Young Scientists」

に加え、「Young Researcher Excellent Poster Award」

が新設された。審査の結果、優れた研究発表を行った11名の若手研究者が表彰された。日本からは4名（東北大学、北海道大学、静岡大学）の大学院生および若手研究者が前者の若手賞を受賞した。

● Diancheng Geng（東北大学）：

「Corrosion resistance of high-Mn oxide-dispersion strengthened (ODS) alumina-forming austenitic (AFA) steels in liquid metal Sn」

● Kaito Mizuno（東北大学）：

「Evaluation of grain boundary strength of tungsten materials using micro-cantilever bending test」

● Kazuma Kikkawa（北海道大学）：

「Possibility of fabricating ODS high entropy alloys by using cold spray method」

●Kosuke Okubo (静岡大学) :

「Li-Pb corrosion effects on deuterium permeation in functional coatings using Y_2O_3 and ZrO_2 」

これらの受賞者は、耐液体金属腐食材料、微小試験片技術、酸化物分散強化ハイエントロピー合金、トリチウム透過防止膜の分野で高い評価を受けた。若手賞制度は国際会議の重要な要素となっており、日本発の研究成果が世界的に認められる好例となった。

4. 併催イベントと国際交流

ICFRM-22は550名の参加を、材料研究コミュニティ間の連携を強化するため、低放射化フェライトマルテンサイト鋼、酸化物分散強化合金、ベリリウム技術、セラミック増殖ブランケットに関する6件の国際ワークショップが併催された。これらのワークショップでは、照射損傷やトリチウム放出挙動、セラミックス増殖ブランケットの最新設計などが分野横断的に議論された。

5. まとめと謝辞

ICFRM-22では、世界各国・地域からの500名を超える研究者により、核融合炉材料開発に関する最新の成果と今後の研究開発の方向性についての発表と議論がなされた。これらを通し、ICFRM-22は核融合炉材料研究の国際的な発展と若手育成の双方に大きく貢献し、成功裏に幕を閉じた。次回 (ICFRM-23) は2027年9月に米国フロリダ州マイアミで開催される。

本会議の開催にあたり、多くの国内外関係機関の協力を得た。特に、核融合科学研究会からの助成により、若手研究者支援や広報活動を充実させることができた。ここに深く感謝の意を表す。

事務局だより

代表者・所属部署・会員企業変更

(敬称略)

		変更前	変更後
十合刈谷酸素株式会社	代表者	兵頭 修己 (代表取締役)	津島 裕史 (代表取締役)
	連絡者	太田 望 (課長) 本社営業部 第1課 副部長	太田 望 (副部長) 本社営業部
関西電力株式会社	連絡者	水野 公平 イノベーション推進本部 次世代エネルギービジネス「推進」グループ	水野 公平 イノベーション推進本部 次世代エネルギービジネス「創出」グループ
三菱重工業株式会社	連絡者	清水 克祐 (マネージングエキスパート) 原子力セグメント 核融合推進室	馬場 貴志 (室長代理) 原子力セグメント 核融合推進室

現在の会員

- 愛知電機 株式会社
 - イビデン 株式会社
 - 株式会社 Ex-Fusion
 - 関西電力 株式会社
 - 株式会社 北野製作所
 - 株式会社 クリハラント
 - 四国電力 株式会社
 - 住友商事株式会社
 - 十合刈谷酸素 株式会社
 - 株式会社 泰洋電機
 - 大陽日酸 株式会社
 - 中部電力 株式会社
 - 株式会社 東京インスツルメンツ
 - 株式会社 東光高岳
 - 東芝エネルギーシステム 株式会社
- 東洋炭素 株式会社
 - 株式会社 トーエネック
 - ニチコン 株式会社
 - 日本空調サービス 株式会社
 - Faraday Factory Japan 合同会社
 - 株式会社 日立製作所
 - 富士電機 株式会社
 - 株式会社 Helical Fusion
 - 株式会社 前川製作所
 - 丸理印刷 株式会社
 - 三菱重工業 株式会社
 - 三菱電機 株式会社
 - 金属技研株式会社
 - (個人) 加藤 秀司
- 29件 (2026年3月現在、順不同・敬称略)

核融合科学研究会ニュース
第70号（2026年3月）

融 會

編集・発行

特定非営利活動法人核融合科学研究会

〒509-5292 岐阜県土岐市下石町322-6 TEL 0572-58-0622/FAX 0572-58-0626
E-mail : yu-kwai@tcp-ip.or.jp URL : <https://yu-kwai.jp/>
(融會バックナンバーも掲載しております。是非ともご高覧下さい。)