

核融合科学技術委員会における 書面審議の結果について

～ムーンショット型研究開発制度における フュージョンエネルギーに関する新目標案～

研究開発戦略官（核融合・原子力国際協力担当） 付

核融合科学技術委員会における書面審議について

ムーンショット型研究開発制度におけるフュージョンエネルギーに関する新目標案について、核融合科学技術委員会の委員に対して、メールによる書面審議を実施。中間とりまとめに関して、意見を頂いた項目のうち、主な事項を記載。

実施期間：令和5年8月24日(木)～令和5年9月7日(木)

回答者：核融合科学技術委員会委員15名、文部科学省 長壁 正樹 科学官、梶田 信 学術調査官

第12期核融合科学技術委員会委員名簿

<主査>

上田 良夫 大阪大学大学院工学研究科教授

<主査代理>

大野 哲靖 名古屋大学大学院工学研究科教授

<委員>

石田 真一 国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構量子エネルギー部門長

植竹 明人 一般社団法人日本原子力産業協会常務理事

尾崎 弘之 神戸大学大学院科学技術イノベーション研究科教授

葛西 賀子 フリージャーナリスト・キャスター

柏木 美恵子 国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構
量子エネルギー部門ITERプロジェクト部NB加熱開発グループグループリーダー

栗原 美津枝 株式会社価値総合研究所代表取締役会長

小磯 晴代 大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構名誉教授

兒玉 了祐 大阪大学レーザー科学研究所長

高本 学 一般社団法人日本電機工業会専務理事

中熊 哲弘 電気事業連合会原子力部長

花田 和明 九州大学応用力学研究所教授

吉田 善章 大学共同利用機関法人自然科学研究機構核融合科学研究所長

吉田 朋子 大阪公立大学人工光合成研究センター教授

中間とりまとめの記載に対する主な意見について

1. 挑戦的な研究の支援の在り方について
 - (1) 検討会設置の背景
 - (2) 挑戦的な研究例について
 - (3) 支援の在り方について

主な意見

- 「革新的フュージョンエネルギーを実現」という意味が、革新的要素技術開発（超伝導磁石、加熱機器、耐熱材料など）による実現なのか、新しいフュージョンエネルギーシステムとしての実現なのかがよく分からない。
- 文章が簡潔すぎるためか、従来の計画を軽んじる誤解を与える懸念があり、それはフュージョンエナジー・イノベーション戦略の意図するところではない。また、その誤解は、これまで核融合に協力してきた国内メーカーにとっては、戸惑いや本支援策への誤理解に繋がる恐れもあるため、少し丁寧な書きぶりに更新することを提案したい。
- 「ゲームチェンジャーとなりうる小型化」について全面的に賛同する。JT-60U級の装置は数十年前の国内技術で製造可能であったが、ITER 級以上の装置は、そのサイズ効果により、製造そのものの技術開発要素が多くなってしまう。方式は何であれ「小型化」すればその早期実現に対する効果は大きい。
- 「革新的な閉じ込め方法」に関して、定義し直すべきではないか。革新的な閉じ込め方法は、①古い技術の復古版で最新技術を取り入れても、エネルギー源として物理的に期待できない手法、②従来の優れた閉じ込め方法に加えてプラスアルファ的な新たな手法、③基礎研究の段階のもの、もしくは全く基礎研究もされていない未知のものがある。ところが、IAEA FusDISで見る限り①と③が多く記載され、②が抜けているように思える。むしろ②が現実的な戦略として最も重要な気がします。その意味で、①に関しては明確に対象外とすべきではないでしょうか。また②に関しては、従来法に丸め込むのではなく、よりアドバンスな革新技術として検討すべきではないか。

中間とりまとめの記載に対する主な意見について

(2) ターゲット

①実現したい2060年の達成シーン

参考（中間とりまとめの記載）：

- ・（エネルギー問題の解決への貢献） ネットゼロ社会を実現する切り札として安定的で豊富なフュージョンエネルギーによる、我が国のエネルギーの自給自足を実現（例えば、核融合熱により水素や合成燃料の製造を可能にする。）
- ・（環境問題の解決への貢献） フュージョンエネルギーによる、幅広い産業や、都市部や遠く離れた村落部も含めた一般家庭の炭素排出量の抜本的改善を達成
- ・（環境問題の解決への貢献） フュージョンエネルギーにより、産業革命以降、大気中に蓄積し気候変動に寄与している二酸化炭素を資源として利用することで、産業革命以来のサイクル逆転を駆動（Beyond Tipping Points）
- ・（人類の挑戦への貢献） フュージョンエネルギーにより、宇宙探査・海洋探査等の未知な領域への挑戦を実現
- ・ターゲットを達成するドライバーとして、世界を牽引するスタートアップを少なくとも1社を創出

主な意見

- 「自給自足を実現」は、フュージョンエネルギーだけで実現できるような印象を与える。他のエネルギーに対し、より主体的に貢献する等の意味合いであれば、“自給自足の実現に貢献”などの修正を提案する。
- 「自給自足を実現」は過大な表現だと思われる。フュージョンエネルギーが我が国にエネルギー供給の一翼を担い、将来をネットゼロ社会を実現する切り札となる という程度が妥当ではないか。
- 「自給自足を実現」について、本来の電力資源（発電）としての核融合の役割と、活用の裾野の拡大（核融合熱により水素や合成燃料の製造を可能にする）を混同しているように見えるので、項目を別にしてはどうか。
- スタートアップの数値目標として、「少なくとも1社を創出」というのは何を目的としているのかわかりにくい。「世界を牽引するスタートアップを創出」で良いのではないか。
- 「一般家庭の炭素排出量の抜本的改善を達成」は実現不可能な目標であるため、「抜本的改善を可能とする技術の実現」としてはどうか。

中間とりまとめの記載に対する主な意見について

(2) ターゲット

②2035年に実現すること

参考（中間とりまとめの記載）：

- ・フュージョンエネルギーとして、電気エネルギーに限らない、多様なエネルギー源としての活用を実現
- ・核融合反応で生成される粒子の利用や要素技術等の多角的利用として、フュージョンエネルギーの応用を加速
- ・スタートアップの創出や意欲ある研究者の挑戦を促す研究支援体制や支援制度の整備によるドライバーとなりうる者の育成

主な意見

- 「多様なエネルギー源」とは何を指すのか。フュージョンエネルギーを活用するのであれば、2035年には、D-T核融合反応が工学的に実現されていることが前提となり、課題設定としては困難ではないか。
- 「多様なエネルギー源としての活用を実現」が唐突に見える。冒頭の「発電用途以外の、例えば、宇宙・海洋推進機、オフグリッド、水素製造、工業用熱供給等」を追記した方が、関連付けることができ、理解できる。
- 「多様なエネルギー源としての活用を実現」は、2035年ではなく、2060年の目標ではないか。

中間とりまとめの記載に対する主な意見について

(4) 社会像実現に向けたシナリオ

① 挑戦的研究開発の分野・領域

参考（中間とりまとめの記載）：

- ・革新的な要素技術を核融合プラントとしてシステムインテグレーション
- ・「高効率化」「高機能化」「低コスト化」「高知能化」等のアプローチによりフュージョンエネルギーの利用可能性の向上
- ・実用炉と原型炉の技術ギャップを小さくし、開発期間のギャップを短くするために必要な研究開発
- ・他分野への波及効果が高いコア技術とすることで、産業界にイノベーションや開発の意欲を喚起
- ・果敢な挑戦でありつつも、明確な「結論」が導かれる客観性、国際的な学問水準の高さ、方法論の妥当性、他国の研究も踏まえた新規性・革新性を基に課題を選定し、ポートフォリオを作成

主な意見

- 「革新的な要素技術を核融合プラントとしてシステムインテグレーション」は、トカマク型で建設することが決まっている原型炉からの技術ギャップを拡大する恐れが高く、挑戦的研究開発の分野・領域の中で共存させると誤解を生じるのではないか。
- 「実用炉と原型炉の技術ギャップ」と記載すると、方向が分かりにくい。「原型炉から実用炉への技術ギャップ」としたほうが、シャープな印象を与える。
- 「実用炉と原型炉の技術ギャップを小さくし、開発期間のギャップを短くするために必要な研究開発」を実施することは非常に重要。
- 挑戦的研究開発の分野・領域を記載する箇所だが、「他分野への波及効果が高いコア技術…」だけが、異なるトーンになっているため、文章を入れ替えてはどうか。

中間とりまとめの記載に対する主な意見について

(4) 社会像実現に向けたシナリオ

②2035年におけるマイルストーン、マイルストーン達成に向けた研究開発、これによる波及効果

参考（中間とりまとめの記載）：

（マイルストーン）

- ・ フュージョンエネルギーの早期実現に向けた革新的なフュージョンエネルギーシステムの実証
- ・ フュージョンエネルギーの多様な社会実装に向けた革新用途の実証
（可搬型装置や宇宙推進装置などの新展開が見通せる技術の原理実証等）
- ・ 挑戦を可能とする基盤的革新技術の多角的な応用と同時に産業基盤の構築
（達成に向けて想定される研究開発）

表を参照のこと。

主な意見

- 2060年では、「実現」、2035年では、「実証」という文言が使用されているがこの違いが分かりにくい。「実証」が「原理実証」の意味ならば、そのように記載してはどうか。
- 「マイルストーン達成に向けて想定される研究開発の表」については、他分野への広がりを志向するため、専門用語を平易な表現にしてはどうか。
- 「マイルストーン達成に向けて想定される研究開発の表」における、「固体マイクロ波源」は、「高性能マイクロ波光源」とし、この中に「定常2 MW級大電力マイクロ波光源」、「位相制御が可能なメガワット級マイクロ波光源」及び「固体マイクロ波光源」を含めてはどうか。また、「高ベータ化」は、「高ベータ化、低循環電力化」としてはどうか。