

# 核融合科学技術に関する 研究開発課題の事前評価結果

令和元年 8 月

科学技術・学術審議会

研究計画・評価分科会

## 本研究評価の実施にあたって

幅広いアプローチ(BA)活動(フェーズ II)(以下、BA フェーズ II)は、欧州との BA 協定に基づいて実施される BA 活動の第 II 期計画である。

BA 活動の第 I 期計画(フェーズ I)は、当初 10 年の予定で計画され、3 年間の延長のうち 2020 年 3 月をもって期末を迎える予定であり、2017 年の中間評価では前向きな評価結果を得たところである。現在、BA フェーズ II は、日欧両政府からなる BA 運営委員会において協議されている途中であり、①国際核融合エネルギー研究センターでの原型炉設計活動、②材料照射用の原型加速器の長期連続運転に向けた高度化、③ JT-60SA の高度化及び運転実施等の取組などをスコープ(事業の範囲)として、事業計画案を暫定合意し、第三者からの事前評価や財政当局との協議等、それぞれの国内での検討をさらに進めることとなっている。

第三者として、BA フェーズ II の事前評価を行うにあたっては、まず、活動実施から 13 年程度が経過するなかで、今日的にも、事業を継続する必要性があるか、改めて確認する必要があると考える。また、フェーズ I の終盤に至るなかで、本事業の必要性に対して、これまでの活動を通じて適切にアプローチできていたか、今後、必要性に答えられる成果を創出することができるか、その有効性の確認も必要である。さらに、国費を投ずる事業規模も鑑み、その効率性については、仔細に検証する必要がある。

本研究評価は、フェーズ I の成果や課題を踏まえつつ、次の段階であるフェーズ II を新たな事業としてその事前評価を行うものである。

## 核融合科学技術委員会委員

氏名	所属・役職
主査	
小川 雄一	東京大学名誉教授
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	
渥美 法雄	電気事業連合会原子力部長
五十嵐 道子	科学ジャーナリスト
植竹 明人	一般社団法人日本原子力産業協会常務理事
牛草 健吉	国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 核融合エネルギー部門部門長
岡野 邦彦	株式会社ODAC取締役
尾崎 博	富士電機株式会社発電事業本部事業統括部主幹 (～2019.2)
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(2019.5～)
岸本 泰明	京都大学エネルギー理工学研究所長
小磯 晴代	高エネルギー加速器研究機構加速器研究施設特別教授 (2019.5～)
兒玉 了祐	大阪大学レーザー科学研究所長
高梨 千賀子	立命館アジア太平洋大学国際経営学部准教授
高本 学	一般社団法人日本電機工業会専務理事
竹入 康彦	自然科学研究機構核融合科学研究所所長
村上 泉	自然科学研究機構核融合科学研究所教授(～2019.2)
松尾 亜紀子	慶應義塾大学理工学部機械工学科教授(2019.5～)

※ 牛草委員は、評価対象課題に参画していることから、本評価には加わっていない。

## 幅広いアプローチ活動(フェーズ II)の推進の概要

### 1. 実施機関

文部科学省、量子科学技術研究開発機構(QST)  
欧州委員会、欧州核融合エネルギー合同事業体(F4E)

### 2. 課題実施期間及び評価時期

令和2年度～令和6年度

※ 今後の評価時期については、ITER 計画(建設段階)とあわせて評価できるタイミング等を考慮して設定。

### 3. 研究開発概要・目的

BA フェーズ II 計画として、①超伝導トカマク装置 JT-60SA の高度化及び運転実施、②原型加速器の長期連続運転に向けた高度化、③国際核融合エネルギー研究センターでの原型炉設計活動等、に取り組む。

### 4. 予算(概算要求予定額)の総額

調整中

【参考】BA フェーズ I における予算額

(百万円)

年度	H27 年度	H28 年度	H29 年度	H30 年度	H31/R 元 年度
予算額	5,991	9,500	6,450	6,726	7,292

# 幅広いアプローチ（BA）活動の概要



- 核融合エネルギーの早期実現を支援する活動として、日欧で3つの事業を共同で実施
- 期間：フェーズI(2007年6月～2020年3月)、フェーズII(2020年4月～)【検討中】

## 茨城県那珂市

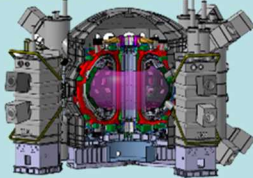
サテライト・トカマク (JT-60SA) 計画事業\*

### ITERの支援研究

ITERでの研究に先立ち、プラズマ生成法を準備

### 原型炉のための 挑戦的研究

ITERでできない高出力運転の信頼性等の実証



※トカマク国内重点化装置計画との共同プロジェクトとして実施

## 青森県六ヶ所村

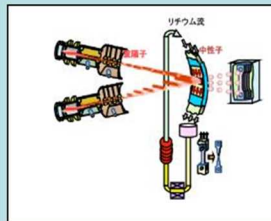
国際核融合材料照射施設の工学実証工学設計 (IFMIF/EVEDA) 事業

### 要素技術の工学実証

核融合材料の中性子照射施設に必要な、原型加速器とリチウムターゲットの工学実証

### IFMIFの工学設計

実証データに基づく工学設計



国際核融合エネルギー研究センター (IFERC) 事業

### 原型炉設計・研究開発

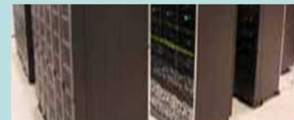
発電のための技術の研究開発



### ITER遠隔実験

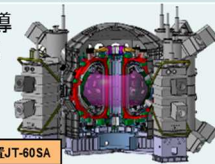
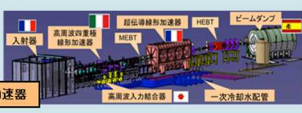

ITER遠隔実験センターの整備

### 計算機シミュレーション



# フェーズIの主要な成果とフェーズIIの主要な目標



	BAフェーズIの主要な成果(予定)	BAフェーズIIの主要な目標
全般的考え方	BA活動に必要な主要な研究環境の整備を完了。	フェーズIで整備した研究環境を活用するとともに、装置の性能等を高め、ITER計画を補完・支援する優れた研究成果をあげる。
サテライト・トカマク (JT-60SA) 計画事業	世界最高水準の先進超伝導トカマク装置JT-60SAの完成  先進超伝導トカマク装置JT-60SA	<ul style="list-style-type: none"> <li>「ITER支援」としてITERファーストプラズマ時のコミッションングや、プラズマ制御性向上に貢献</li> <li>原型炉研究開発ロードマップの履行や原型炉移行判断に必要な実証実施に向けて前進</li> </ul>
国際核融合材料照射施設の工学実証工学設計 (IFMIF/EVEDA) 事業	国際核融合材料照射施設(IFMIF)の開発に必要な不可欠な原型加速器等の完成  IFMIF/EVEDA原型加速器	<ul style="list-style-type: none"> <li>原型加速器について信頼性等の実証のために連続運転ができるよう高度化を図るほか、リチウムループにおける不純物除去システムの開発を行う</li> <li>また、将来の中性子源に向けて必要な概念設計及び工学設計を行う</li> </ul>
国際核融合エネルギー研究センター (IFERC) 事業	国際核融合エネルギー研究センター (IFERC) が核融合エネルギー開発の拠点として形成され、着実に成果を創出  国際核融合エネルギー研究センター (IFERC) 事業	<ul style="list-style-type: none"> <li>予備的な原型炉設計活動と研究開発活動を完了</li> <li>ITER実験、原型炉設計のためのシミュレーションコード群の開発を着実に進展</li> <li>ITER遠隔実験に向けた環境を整備</li> </ul>

# 事前評価票

(令和元年 8 月現在)

1. 課題名 幅広いアプローチ活動(フェーズ II)の推進
2. 事業期間 令和 2 年度～令和 6 年度
3. 課題概要  (1)研究開発計画との関係  施策目標：環境・エネルギーに関する課題への対応  大目標(概要)：将来のエネルギー需給構造を見据えた最適なエネルギーミックスに向け、エネルギーの安定的な確保と効率的な利用を図る必要があり、現行技術の高度化と先進技術の導入の推進を図りつつ、革新的技術の創出にも取り組む。  中目標(概要)：核融合エネルギーは、燃料資源が地域的に偏在なく豊富であること、発電過程で温室効果ガスを発生しないこと、少量の燃料から大規模な発電が可能であること等の特性を持つ。また、安全性の面でも優れた特性を有することから、エネルギー問題と環境問題を根本的に解決する、将来の基幹的エネルギー源として期待されている。 大目標の達成に向け、文部科学省は、国際約束に基づく ITER(国際熱核融合実験炉)計画及び幅広いアプローチ(BA)活動を推進しつつ、これらの進捗状況を踏まえ、トカマク方式を主案とする原型炉開発のための技術基盤構築に向けた戦略的取組を推進する。並行して、トカマク以外の方式(ヘリカル方式、レーザー方式)や、核融合理工学の研究開発を進めることにより、将来に向けた重要な技術である核融合エネルギーの実現に向けた研究開発に取り組む。  重点的に推進すべき研究開発の取組(概要)： BA 活動は、日欧協力により、ITER 計画を補完・支援するとともに原型炉に必要な技術基盤の確立を目指した核融合研究開発計画である。 フェーズ I での活動においては、①大型研究開発拠点である国際核融合エネルギー研究センター(IFERC)の設置、②国際核融合材料照射施設(IFMIF)の開発に必要不可欠な原型加速器の各機器の完成、③ITER のサテライト・トカマクとしても位置付けられている超伝導トカマク装置 JT-60SA の完成といった主な研究環境の整備完了が予定されており、本評価対象であるフェーズ II では、我が国が調達責任を有する機器の製作や日欧が製作する機器の組立てを完了し運転を開始することにより、ITER の運転と原型炉の開発に向けた研究開発・支援のプラットフォームを構築する。具体的には、以下の内容を実施する予定。 ① IFERC について、原型炉設計活動やそれに必要な R&D、計算機シミュレーション、遠隔実験の準備

② 国際核融合材料照射施設に関する工学実証・工学設計活動(IFMIF/EVEDA)について、原型加速器の長期連続運転に向けた改修、これまでの活動を踏まえた核融合中性子源 A-FNS の概念設計

③ JT-60SA について、装置の運転を通じた ITER や原型炉のための運転シナリオ開発及びそれに必要な加熱装置やプラズマ制御機器、計測装置の整備 等

※ 上記については、BA フェーズ I の終了時点での目標達成状況や、BA フェーズ II に関する欧州等との協議結果をよく見極めた上で更新するものとする。

#### 本課題が関係するアウトプット指標:

- 予備的な原型炉設計活動と研究開発活動を完了するとともに、ITER 実験・原型炉設計のためのシミュレーションコード群の開発と ITER 遠隔実験に向けた環境を整備する。
- 原型加速器を完成させ連続運転を実施するとともに、装置信頼性向上のための整備及び将来の中性子源の設計を行う。
- JT-60SA 装置の運転を開始するとともに、加熱運転に必要な装置増強を行い、先進プラズマ研究開発のプラットフォームを構築する。

#### 本課題が関係するアウトカム指標:

- 原型炉の工学設計・実規模技術開発に向けた見通しが得られるほか、ITER での研究で活躍し将来の原型炉を担える人材が育成される。
- 原型加速器の連続運転実施により、核融合中性子源の概念設計及び工学設計に反映させる。
- JT-60SA 装置について、ITER 運転シナリオや原型炉心プラズマ開発など ITER 計画および原型炉開発の効率的な実施に資する研究成果を創出する。

## 4. 各観点からの評価

### (1) 必要性

評価項目:

国が関与する理由、我が国の科学技術・経済的・社会的ニーズの反映、国際的観点からの必要性

評価基準:

評価項目で挙げられる理由等が認められるか。

#### ① 国が関与する理由

- ・ 核融合エネルギーの実現は、人類共通の目標であるとともに、エネルギー資源に乏しい我が国における重要課題の1つであり、その重要性は、平成 30 年 7 月に策定された「エネルギー基本計画」や、本年 6 月に策定された「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」などの閣議決定事項においても明らかにされているところである。
- ・ 他方、核融合エネルギー開発は、まだ科学的・技術的な実現性を検証している段階にあ

り、高度な技術開発を伴う核融合炉の開発には 30～40 年という長期間の歳月及び多額の開発費用を必要とする。さらに、実用化までに様々なハードルが数多くあり、民間企業による研究開発推進は困難である。

- ・ BA 活動は、核融合エネルギーの実現に向けて、ITER 計画と並び、重要な研究開発計画と位置づけられる。BA 活動を構成する国際核融合エネルギー研究センター(IFERC)事業、国際核融合材料照射施設に関する工学実証・工学設計活動(IFMIF/EVEDA)事業、サテライト・トカマク計画それぞれの研究開発において高度な科学技術が要求され、多額の費用、長期の開発が必要であるとともに、欧州委員会との戦略的な国際協力を活用して実施していくことの合理性があり、国が主導した取組を推進していく必要がある。
- ・ 長期的には、我が国のエネルギー政策における位置づけについて検討され、それが国民の理解を伴うものとなっていかなければならない。

## ② 我が国の科学的・経済的・社会的ニーズの反映

- ・ 核融合エネルギーは、エネルギー自給率が低い我が国にとって、海水から燃料を抽出できるため、国産エネルギー源として有効であり、人類にとっても将来の恒久的エネルギー源の一つとして有望である。核融合炉開発には技術的な課題が多いため、科学技術立国を目指す我が国にとって、ITER 計画や BA 活動のような国際プロジェクトを主体的に主導し、その課題を克服することで、核融合エネルギーの実現に向けて貢献することの社会的な意義は極めて大きい。
- ・ BA 活動は、フェーズ I にて、IFERC が国際的な核融合原型炉開発のための研究開発拠点として確立されるとともに、IFMIF の開発に必要な不可欠な原型加速器の各機器が完成し、世界最高水準の先進超伝導トカマク装置 JT-60SA が令和 2 年 3 月に完成予定である。今後、さらに研究環境を活用して実験等を行いながら、その研究成果をあげていく段階であり、これを日欧の英知を結集し推進するフェーズ II は必要不可欠な計画であると言える。
- ・ IFERC については、原型炉開発総合戦略タスクフォースが策定したアクションプラン(技術基盤構築の実効的なフォローアップと時宜を得た体制整備の進捗状況を確認できる実施計画)の課題を解決する観点から、原型炉の概念設計や炉工学 R&D、シミュレーション研究さらには遠隔実験計画等を進めていく意義が認められる。
- ・ IFMIF/EVEDA 事業については、原型炉用の材料開発において、中性子照射実験は不可欠であることに鑑みれば、その活動の継続は必要であると言える。今後の BA フェーズ II における原型加速器の完成は、その後続く核融合中性子源 A-FNS の設計の基礎になるものであり、計画どおりに達成されることを期待する。また、A-FNS の検討に必要なその概念設計、工学設計も並行して進行していくことが必要である。
- ・ サテライト・トカマク計画についても、我が国の核融合研究開発において、ITER を実験炉段階と位置付けており、ITER 計画という国際約束の責務を果たすための支援計画であることはもとより、我が国における原型炉開発に向けたステップとして重要である。今後、ITER 計画の先を見据えて、遅延なくファーストプラズマを達成し、その後、100 秒完全定常運転に向けたプラズマ加熱・除熱性能強化と研究開発を推進していくべきである。



### ③ 国際的観点からの必要性

- ・ 我が国が、科学技術力や人的資源等を活用して、人類としての課題に主体的に貢献することは、国際社会が我が国に強く期待している。特に、パリ協定をはじめとした気候変動対応の観点からエネルギー生産における革新技術への期待があり、国際協力を活用して核融合エネルギー開発を効率的に加速することで、その科学的・社会的期待に応えることが重要である。
- ・ BA フェーズ I が、IFMIF/EVEDA 原型加速器や JT-60SA の完成が間近となるまで、幾多の難関を乗り越えてこられたのは、日欧の弛まぬ協力によるものである。核融合分野での日本の国際貢献は高く評価されており、フェーズ II は、さらなる日本の主導的立場の確立に貢献するものである。
- ・ 特に、サテライト・トカマク計画については、ITER に次ぐ世界最大級の核融合プラズマ実験装置として、ITER 計画への貢献という観点から必要性が認められる。また、ITER の組立・試運転における連携・協力を積極的に進めている点は特筆に値する。JT-60SA の運転開始は、BA 活動の最大の見せ場の一つでもあり、JT-60SA において大型超伝導トカマクの設計・建設・運転の経験を積んだ技術者・研究者は、ITER や原型炉の設計・建設・運転の担い手としても大きく貢献できる。ITER の初プラズマ実現に向けて、現在検討されているように、ITER 機構と日欧実施機関の間の協力のための取決めを結ぶことも含めて、計画的に確実に推進していくべきである。また、その後、JT-60SA において計画される、プラズマの不安定性によって生じ、装置への負荷が高い周辺部局在モード(ELM)やディスラプションの制御研究は、ITER や原型炉におけるこれらの制御手法確立に不可欠であると認められる。

### (2)有効性

#### 評価項目：

研究開発の質の向上への貢献、実用化・事業化への貢献、核融合科学技術分野における高度人材育成、見込まれる波及効果等

#### 評価基準：

フェーズ II において創出を目指す成果は、評価項目で挙げられる貢献等を実現しうるか。

#### ① 研究開発の質の向上への貢献

- ・ BA 活動では、BA フェーズ I の段階において、最先端・極限状態の研究開発を牽引しているという強い意識をもって取り組んできたことが見受けられる。BA 活動は、科学技術予算の長期に渡る停滞と科学分野の国際競争力の低下が指摘される日本において、核融合分野のみならず我が国全体の研究開発の質の向上に貢献する、日本国内に主要装置(JT-60SA や原型加速器)を持つ国際大型プロジェクトである。従って、欧州素粒子物理学研究所(CERN)などのような国際大型プロジェクトの研究拠点として、我が国の重要な科学的及び社会的な意味と役割を持つ。
- ・ JT-60SA や IFMIF/EVEDA 事業の原型加速器の建設・組立等、欧州と一体となって推進して建設が順調に進んでおり、完成が期待できるところまで来ている点は非常に高く

評価できる。今後とも、着実にさらなる研究開発の質の向上へ貢献していくことが期待できる。

## ② 実用化・事業化への貢献

- ・ 核融合エネルギー実用化に向けて、引き続き長期的視野に立った取組が必要であるが、実用化に必要な要素技術の獲得は進んでいると言える。
- ・ BA フェーズ II で得られることが期待される成果は、「核融合原型炉研究開発の推進に向けて」(平成 29 年 12 月 18 日核融合科学技術委員会)において定めた第二回中間チェックアンドレビュー(ITER 計画のファーストプラズマから数年以内に実施予定の原型炉開発に向けた進捗確認)に向けて、原型炉の概念設計及び炉工学基盤技術、IFMIF/EVEDA 原型加速器での定常・高電流ビーム試験、JT-60SA による高性能プラズマ実験の進展など、核融合エネルギー実現を目指す上で重要なマイルストーンとなる。
- ・ BA 活動を通じて、核融合プラズマ及び装置設計に関する知見が蓄積されるとともに、産業界においても、日本が担当している機器の製作を通じて、核融合炉の鍵となる機器の製造技術、建設技術及びそのノウハウが獲得されつつある。フェーズ II では、IFERC 事業などを通じて、原型炉開発に向けて重要機器の設計を含んだ概念設計とともに、炉内機器の構造材料開発を進め、課題解決に向けて日欧で取り組むことが重要である。
- ・ 国内重点化装置でもある JT-60SA を中核としたサテライト・トカマク計画については、「核融合原型炉研究開発の推進に向けて」等を踏まえ、最大限の効率化を図った上で ITER 計画の支援研究および原型炉心プラズマ開発を実施する計画であり、計画の方向性として妥当である。
- ・ BA 活動全体として、アクションプランを踏まえた第二回中間チェックアンドレビューの高い目標の達成を目指す観点からは、国内外の核融合科学技術を取り巻く動向も踏まえつつ、欧州との不断の調整や他国・産業界との連携等も検討し、効果的・効率的な研究実施を引き続き模索していく必要がある。

## ③ 核融合科学技術分野における高度人材育成

- ・ BA 活動は、国際的な拠点を我が国に置きつつ、世界最先端のプロジェクトを推進するものであり、高度な専門性と国際感覚を持った人材育成が期待される。
- ・ これまで、フェーズ I の段階においては、日欧の若手研究者が一丸となり、JT-60SA における中長期的なプラズマ実験計画の具体化を図る体制が構築されるなど、若手研究者が活躍できる環境の提供がなされてきた。また、欧州研究機関との交流も活発に行われており、国際的に活躍する研究者育成の場にふさわしいものとなっている。
- ・ ITER 計画を成功させるためにも、かつ ITER 計画の中で日本が主導権を確保していくためにも、フェーズ II において JT-60SA の運用経験を積ませることを通じて、日本から ITER 計画に参画する人材を着実に育成していくことが重要である。そのため、これまで BA フェーズ I で整備した研究環境を余すことなく活用することが重要であり、今後、JT-60SA の運転期間を可能な限り増やす努力や、全日本的な教育研究拠点としての検討に取り組んでいくべきである。

- ・ また、産業界の人材育成については、フェーズ I では受注製品の製作に携わった者が多くおり、人材育成に資していたが、フェーズ II では、フェーズ I に比して物作りの割合が小さくなる。このような状況に効率的に対応していくことは産業界の課題であるが、例えば、概念設計段階でも産業界がより参加しやすい環境づくりをするなど、高度人材の散逸を防ぐための配慮を行っていくべきである。
- ・ さらに、日本国内において国際的な核融合研究プロジェクトを推進していることの認識がより進むことを期待する。核融合エネルギー開発は、夢のある科学プロジェクトとして、若年層の科学的な好奇心を刺激することで、理科離れを食い止める効果も見込まれる。これまでフェーズ I で整備に取り組んだ JT-60SA 装置などを中心にフェーズ II において実験成果を生み出し、国民に核融合を始めとした科学に関心をもってもらえる良い機会を提供できるよう取り組むべきである。

#### ④ 見込まれる波及効果

- ・ BA 活動は、先端機器の研究開発や調達を通じて、ものづくりの基盤となる高度な要素技術の確立に貢献してきた。例えば、フェーズ I において培われた技術成果は、医療、環境関連、各製造技術等の産業基盤として、常時精密に位置調整する長距離伝送の可能な CO<sub>2</sub> レーザーなどの計測技術、高精度三次元曲げ加工を駆使して直径 12m のコイルを真円度 1mm 以下で巻く超伝導コイル技術、イオン伝導体を用いて海水からリチウムを回収する技術、溶接変形を予測する超精密溶接手法により高精度を可能とする大型機器製作技術などの分野で応用されている。
- ・ このほか、取組を進めている先進機能材の材料開発は、幅広い一般産業分野で有用な超伝導、磁性、超弾塑性材料等の新機能材料創製への適用が期待される。
- ・ また、人材育成の面からも、国際大型プロジェクトで経験を積んだ人材は、核融合分野のみならず、幅広い分野での活躍が期待される。

#### (3) 効率性

評価項目：

計画・実施体制の妥当性、目標・達成管理の向上方策の妥当性、費用構造や費用対効果の向上方策の妥当性

評価基準：

計画・実施体制、目標・達成管理の向上方策、費用構造や費用対効果の向上方策等が適切に構築されているか。

##### ① 計画・実施体制の妥当性

- ・ BA 活動については、日欧の負担により日本国内に拠点を整備し研究開発を進めていく点は特筆に値する。他方、ITER 計画と BA 活動に参画する公的投資の規模に鑑み、BA フェーズ II の実施の効率性を、仔細に検証する必要がある。

### <IFERC 事業>

- ・ IFERC 事業については、他事業に比して小規模な研究開発から構成されることから、マネジメントは比較的容易であるなどの理由もあり、フェーズ I での到達状況は当初の計画どおりであったと言える。また、実施体制についても、全国に分散している産学の技術者・研究者を、国内の原型炉設計特別チームが設置されている六ヶ所サイトに集積しているのは効率的で、相乗効果も認められる。
- ・ これまでの BA フェーズ I において、日欧の原型炉設計は物理・技術ベースラインで完全に合意した段階まで進んでおり、今後も相互に協力することで重複を防ぎつつ、日欧それぞれの戦略に沿った原型炉の概念設計が効率的に行われることが期待される。
- ・ 一方で、欧州との共同事業ではあるものの、我が国が作成したアクションプランに基づいて、日本の原型炉開発に必要な研究開発をしっかりと実施するべきである。この点については、日欧専門家によるピアレビュー委員会において日欧双方の原型炉研究開発ロードマップに照らして現実的な計画であるなどの評価を受けるなど、BA 協定で定める知的財産の取扱いに注意を払いつつ、極力 IFERC 事業の事業計画に盛り込む努力をしていると認められる。
- ・ なお、BA 活動に密接に関係している国内の取組として、核融合科学研究所と QST を中核に、大学等と共同して、原型炉開発に向けた研究に取り組む新たな体制が立ち上がったことは歓迎すべきことである。今後は、アクションプランの各項目における優先度に応じて課題を採択する仕組みや、産業界をより積極的に巻き込む研究開発体制の確立が望まれる。

### <IFMIF/EVEDA 活動>

- ・ 計画は概ね妥当であるが、フェーズ II においては、その後の計画として予定されている材料照射実験施設 A-FNS のさらなる検討が進むことを視野に、今後のチェックアンドレビューにおける建設判断(性能、施設規模、課題等)の基準について外部からより判りやすい形で推進すべきである。
- ・ フェーズ I で明らかとなった機器開発の想定を超える困難さ、国際チームのマネジメントや加速器機器間のインターフェイス管理の困難さなどの課題を踏まえ、フェーズ II では必要な対応をとることが望まれる。
- ・ また、我が国と並行して開発が進められる欧州における材料照射実験施設 DONES の進展状況を踏まえて、日欧間の役割分担の精査が重要である。欧州の DONES 計画との情報交換を密に行い、DONES との協力や相補的取組の可能性を幅広く探ることが求められる。

### <サテライト・トカマク計画活動>

- ・ サテライト・トカマク計画については、ITER が稼働するまでは、JT-60SA が世界のフラグシップマシンとなることから、欧州のみならず欧州以外の国々からの実験参加を前向きに検討し、世界の核融合コミュニティへの情報発信と協働・協力が期待される。
- ・ また、国内重点化装置でもある JT-60SA の国際活動と国内活動としての意義の両立につ

いては、日欧の研究者コミュニティにより議論を行って、平成 30 年 9 月に JT-60SA リサーチプランを完成させるなど、整合するよう努めているものと認められる。

- ・ サテライト・トカマク計画を推進していくことは、JT-60SA 装置における加熱装置や計測装置の増強を研究開発の一環として進めていくことと同義であり、現時点におけるスケジュールやコストの見積もりとの整合性を図ることが厳しい状況になるのではないかとの懸念もある。フェーズ I で得られた知見も活用しつつ、早い段階から高度化の具体的な計画等も含め不断の点検を図る必要がある。

## ② 費用構造や費用対効果の向上方策

- ・ 日欧共同で経費を負担しており、財政負担の軽減を図りつつ、成果を得ることができるというメリットがあると言える。フェーズ II では、今までの BA 活動での成果を連続的に発展させ欧州とのより一層の協働関係の構築に努め、また、欧州以外の国々の研究機関の参画も前向きに検討されており、人的・資金的な貢献を積極的に受け入れるとともに、門戸の広い国際プロジェクトとしての推進が期待される。

### <IFERC 事業>

- ・ IFERC 事業については、ピアレビュー委員会を組織して原型炉設計及び R&D 活動についてフェーズ I の活動成果を評価するとともに、フェーズ II の実施計画と予算に対するレビューを実施した。フェーズ II の実施内容は、そのレビューを反映し日欧双方の原型炉開発計画に照らして重要なタスクに絞り込むとともに、設計作業ともリンクして各タスクにマイルストーンを設定することによりコスト削減を図っていると言える。
- ・ 原型炉設計・R&D においては、日欧で共通する重要課題だけでなく、アクションプランに掲げられた課題を解決する取組も推進する必要がある。その際には、欧州と連携して効率的に進める必要があり、これまでの核融合開発で得られた技術資源を国内はもとより欧州からも十分に有効活用することが求められる。予算の制約の中でも、原型炉設計・R&D に関しては、アクションプランの着実な遂行が期待される。

### <IFMIF/EVEDA 活動>

- ・ BA フェーズ II 期間中は、フェーズ I で整備した機器の利用が中心であり、今後の核融合用材料の照射実験施設 A-FNS の建設に向けたコスト削減努力が重要である。
- ・ 中性子源の設計最適化や大学等との共同研究の取組、また、施設設備を引き続き中性子源の研究開発のためにモックアップ施設として活用するなど、研究開発の効率性を追求していることが認められる。
- ・ さらに、IFMIF/EVEDA 原型加速器の主要機器の設計・製作は欧州が実施していることから、我が国での今後の機器製作を視野に入れ、フェーズ II を活用して、製造・建設を担当する産業界の参画を促すことも望まれる。QST は競合メーカーの育成を通じて、競争原理によるコスト削減を図るとともに、産業界の参画促進にも配慮して推進する必要がある。
- ・ また、日本における A-FNS の建設移行の検討に当たっては、年間稼働率、利用者のサ

ーベイ及びニーズの把握を、設計と並行して行う必要がある。QST では、概念設計活動と並行して応用利用分野の各専門家との意見交換を踏まえ、平成 30 年度に策定した「中性子照射利用計画」を今後毎年更新するとともに、QST 内での他部門との連携や高エネルギー加速器研究機構(KEK)との協力を強化するなど、効率的な応用利用にも意識した取組がなされていると言える。

#### ＜サテライト・トカマク計画活動＞

- ・ サテライト・トカマク計画活動については、JT-60SA 装置の整備を迅速かつ効率的に実施するとともに、フェーズ II の5年間に少なくとも3回の実験期間を設け、できるだけ装置の運転実績及びプラズマ実験の機会を確保することが望ましい。本計画は、ITER 及び原型炉開発に向けて、プラズマ実験のデータを蓄積する上で必要であり、十分な運転回数を確保することで実験データの蓄積を図り、ITER 及び原型炉に向けた科学的・技術的基盤の構築を目指すことが肝要である。また、世界最先端のプラズマ実験の場を提供するプラットフォームとしての役割もある。今後、さらなるコスト見直しや、欧州との協議を通じて、JT-60SA 装置の運転回数の確保がなされることを期待する。

#### ③ 目標・達成管理の向上方策の妥当性

- ・ これまで活動を実施していく中で、問題に直面した際の対応を踏まえれば、目標・達成管理体制は妥当であると言える。ただし、今後とも、本活動に伴う多大な投資、高い専門性を鑑みて、継続的に改善していくことが必要である。また、特殊性・専門性が強い分野であるがゆえに、第三者にわかりやすい表現で目標とその達成状況を説明できるように、一層心がけていくべきである。

## 5. 総合評価

### (1) 評価概要

- ・ 本研究開発は、これまでの BA フェーズ I に続く次のフェーズの研究開発であり、その必要性・有効性・効率性に鑑み、実施を可とする。
- ・ BA 活動は、日欧の予算負担により日本国内に研究設備を整備し、日欧が協力して研究開発を推進している稀にみる事業であり、ホストとしての日本のメリットは大きい。フェーズ I 段階では主だった研究環境の整備完了が予定されており、今後これらの研究設備を日欧が協力して活用・高度化して研究成果を上げていく段階であり、今後とも活動を推進していくべきである。
- ・ ただし、アクションプランを踏まえた第二回中間チェックアンドレビューの高い目標の達成を目指す観点からは、国内外の核融合科学技術を取り巻く動向も踏まえつつ、欧州との不断の調整や他国・産業界との連携等も検討し、効果的・効率的な研究実施を引き続き模索していく必要がある。
- ・ 事業の実施に当たっては、進捗管理の観点から中間評価、また事業終了後に事後評価を実施する。ただし、時期については、ITER 計画(建設段階)とあわせて評価できるタイム

グ等を考慮して設定する。

## (2) 科学技術基本計画等への貢献見込み

- ・ 核融合研究については、第 5 期科学技術基本計画(平成 28 年 1 月)、第 5 次エネルギー基本計画(平成 30 年 7 月)、パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略(令和 1 年 6 月)、統合イノベーション戦略(令和 1 年 6 月)において、エネルギー確保の観点及び知の基盤の強化等の観点からその重要性が言及されているところである。
- ・ BA 活動を通じて我が国全体として抱えるエネルギー問題の根本解決に向けての貢献だけでなく、人材育成も含め我が国の原型炉開発に向けたステップとしても貢献するものとして評価できる。

## (3) その他、今後に向けて

- ・ 今後とも、核融合科学技術委員会等での第三者レビューなど、国内での調整を踏まえながら、欧州との調整を図っていくこととなる。その際には、我が国の研究開発に資するよう、欧州との責任分担、費用分担によく留意して進めていくべきである。