

核融合エネルギーフォーラム第1回全体会合、2007.7.13(経団連会館)

ITER・BA技術推進委員会の 活動報告

ITER・BA技術推進委員会委員長

吉田直亮

ITER・BA技術推進委員会の設置目的等

(1)設置目的(役割)

ITER・BA技術推進委員会は、研究活動に関する意見の集約をはかって国や極内機関・実施機関に対する意見具申するための協議、国内における連携協力の調整、及びその他技術的な諸課題への対応、などを行う。

(2)調整委員会との双方向的な連携など

ITER・BA技術推進委員会は、調整委員会と双方向的に連携し、必要に応じて専門クラスターや同サブクラスターの協力を得る。

JT-60SA概念設計報告書の評価

- 文部科学省研究開発局研究開発戦略官からの依頼[「ITER・BA技術推進委員会におけるJT-60SA概念設計報告書の評価について(依頼事項)」]により、JT-60SA概念設計報告書の評価を実施。
- 本報告書は、上記依頼に示された各項目について、2回(5.25、6/11)にわたって審議し、評価報告書を取りまとめた。

ITER・BA技術推進委員会におけるJT-60SA 概念設計報告書の評価について(依頼事項)

文部科学省研究開発局研究開発戦略官

(1) **ITERが定格性能を発揮する前の段階においてJT-60SA装置が以下の能力と性能を持っているかどうかの評価。**

- 1.1 ITER運転のための運転シナリオの最適化
- 1.2 ITER建設後半に予定される付属設備の最適化
- 1.3 ITERの統合運転と科学研究のための観点で、科学者、技術者、技能者を国際環境下で訓練すること

(2) **JT-60SA装置は、ITERが定格性能を発揮する段階での以下の能力の評価。**

- 2.1 新しい運転シナリオを開発・試験し、関連物理課題の理解を進める。
- 2.2 ITERに設置する以前に機器やシステムの改良を試験する。

(3) 原型炉を支援する実験装置としてのJT-60SAの能力の評価。
本観点での装置の主要な役割は、原型炉に向けてITERで追求されるものを補う運転領域や課題の追求であり、特に以下のものを含む。

3.1 定常運転

3.2 先進プラズマ領域(高規格化プラズマ圧力: β)

3.3 定常運転領域における壁への熱粒子制御

JT-60SA概念設計報告書の評価報告書の概要

第1部 総合評価

まえおき

- JT-60SA計画のミッションは、ITERおよび原型炉(DEMO)の主要な物理課題に取り組むことにより、ITER計画を支援・補完し、核融合エネルギーの早期実現に貢献することである。
- JT-60SA計画は、JT-60の超伝導化改修の建設とそれを用いた実験研究を、幅広いアプローチ(BA)計画(サテライトトカマク)と国内計画(国内トカマク重点化装置)の合同計画として実施するものであり、その実現に両者は不可分一体のものである。
- JT-60SA計画の目標を達成するのに必要な研究ができる装置設計になっているかどうかを評価した。

評価

- ITERに対しては、JT-60SAは高パワー加熱プラズマをITERと相似的な配位で長時間運転できることから、その目標達成をより確実に、より早期に実現することに大きく貢献できると評価された。
- 原型炉に対しては、先進プラズマ領域の開拓に対する貢献は高く評価されたが、定常運転領域における壁への熱・粒子制御に対する貢献は限られた範囲で可能と判断された。
- 結論として、本JT-60SA概念設計報告書は、協定書に定められたBA活動を実施するにあたり、適切な基礎となりえると評価された。
- スケジュールどおりに計画を遂行するためには、本概念設計を踏まえ、詳細設計と、その後に続く機器発注に早期に着手する必要がある。

留意点

- 目標達成のためには装置設計とは別に、適切な研究体制の構築などの視点も重要であり、提言として第3部で述べた。
- JT-60SAの重要なミッションである原型炉貢献に必須の上側ダイバータの設計は現状では不十分で、早急に設計を完了させる必要がある。ダイバータ設計について現在行われている検討を集中的に進め、6ヶ月のオーダーで結論を出し設計に反映させる必要がある。

第3部 関連する提言

- JT-60SA計画がBA計画と国内計画の合同計画であることを考慮すると、まず**国内実施体制の充実**を図るべきである。
- プロジェクトの**根幹を支えるための組織体制**が実施機関である原子力研究開発機構に構築されること、及び、大学や産業界などから多数の研究者・技術者が参加しうる**資金とシステム**が措置されることが必要である。
- 特に大学の研究者や産業界の技術者が責任をもって**研究開発を分担できる体制の確立**、研究上必要となってくる**装置・計測のアップグレードの実施**により、JT-60SA計画の目標をより確実に、より早期に実現できるようにすることが重要である。
- **大学等の積極的な参加**は開発研究の進展に寄与すると共に**基礎学術研究の活性化**にも繋がり、**若手の人材育成**にも大きく貢献するものである。

- 一方で、**国際協力体制の充実**もJT-60SA計画の推進には欠かすことができない。日欧に限らず、アジアからの参加を含め、他のITER参加極も含めた研究者の受入れや支援体制の充実を図るべきである。
- それによって、**国際的な協力・競争の中で研究の更なる進展と、国際感覚を持った世界的リーダーとなる人材の育成**が可能となる。
- さらに、原型炉における発電実証の早期実現に向け、**長期的な視野に立った継続的な人材育成のプログラム**を検討し、早期に開始するべきである。
- 国内実施体制と国際協力体制の構築、人材育成の制度設計について、早急に検討を進める必要がある。本委員会としても1年程度の間に具体案を提言していきたい。

今後の活動計画

- ITER、BAに関して、国や極内機関・実施機関に対する意見具申するための協議（依頼事項の協議）
- 国内における連携協力の調整、及びその他技術的な諸課題への対応
- 国内実施体制と国際協力体制の構築、人材育成の制度設計などについて、調整委員会、各専門クラスター、専門サブクラスターと連携して検討
- 核融合エネルギーフォーラムの自立機能を生かしてボトムアップで出される課題についての議論。

第2部 個別評価

1. ITERが定格性能を発揮する前の段階においてJT-60SA装置が以下の能力と性能をもっているかどうかの評価

1. 1 ITER運転のための運転シナリオの最適化

- 相似性を生かして、ITERにおけるプラズマ制御の最適化や標準運転の最適化などをあらかじめ行っておくことが可能であることから、ITERの運転シナリオ構築のために極めて重要な役割を果たす装置であると評価できる。
- 熱負荷低減のためのプラズマ境界層における不純物空間分布の制御法に関しての系統的なアプローチを予め検討。より詳細な計測が必要

1. 2 ITER建設後半に予定される付属設備の最適化

- ダイバータ部や電子サイクロトロン加熱用アンテナなどITERの内部構成機器の中には、製作開始前にR&Dによる確認が必要な機器がある。先行的な研究、経験によるITERでのこれらの機器に関するリスクを大きく軽減できるものと期待される。
- ダイバータ材、ダイバータ構造、制御コイルなどは、実験の進展とともに改造の必要性も出てくるので、柔軟で機動性の高い設計が望まれる。

1. 3 ITERの統合運転と科学研究のための観点で、科学者、技術者、技能者を国際環境下で訓練すること

- JT-60SA装置は、国際的な訓練の場を提供し、国際感覚を備えた科学者、技術者、技能者を育成するまたとない機会を提供する。また、日本がITERを主導的に進めていく上での重要な経験となり、大いに評価できる。
- JT-60SA計画の実施にあたっての研究体制の構築や人材育成が重要である。

2. JT-60SA装置は、ITERが定格性能を発揮する段階での 以下の能力の評価

2. 1 新しい運転シナリオを開発・試験し、関連物理課題の理解を進める

- ITERで想定されているハイブリッド運転及び定常運転シナリオの最適化をITER相似配位で実施できるので、ITERの運転シナリオの向上及び改善に大きく貢献できる。
- 高性能プラズマの定常化にはダイバータでの熱除去、不純物入射による放射損失分布制御などの長時間運転に関連する粒子・熱制御研究が非常に重要となる。これらの物理課題に積極的に取り組むと共にヘリウム灰排気やトリチウム吸蔵の低減などを含めた総合運転シナリオの開発試験を期待したい。

2. 2 ITERに設置する以前に機器やシステムの改良を試験する

- JT-60SAではタングステンアーマー材の開発試験が可能なように設計されており、ITERの更なる高性能化に向けて大きな貢献が期待できる。また、ITERの加熱・電流駆動の増強計画への貢献が期待できる。
- タングステンアーマーは優先課題として取り組むべきであり、ヘリウム効果などの課題については大学等との共同研究を更に推進すべきである。
- 計測機器の高精度化や新たな計測機器の開発試験がJT-60SAで可能となるよう配慮すべきである。

3. 原型炉を支援する実験装置としてのJT-60SAの能力の評価

3. 1 定常運転

- JT-60SAでは原型炉の運転シナリオ開発に貢献できる。
- 高パワー入射下の定常運転を実現するには熱・粒子制御およびプラズマ壁相互作用(PWI)が定常運転に及ぼす効果が重要である。

3. 2 先進プラズマ領域(高規格化プラズマ圧力: β)

- T-60SAではプラズマ形状配位の自由度が大きいことを活かし、ITERではできない貢献ができる。
- 原型炉に必要な高 β 領域でのプラズマの最適化研究が可能である点において高く評価できる。
- 先進プラズマ研究に必要な上側ダイバータの設計については詳細な検討が必要であり、その際できるだけ高い形状因子Sを確保することが重要である。
- 高 β でのディスラプションの制御、ディスラプションが回避できる運転領域の明確化も重要な課題である。

3. 3 定常運転領域における壁への熱粒子制御

- 原型炉実現のためには、ダイバータでの熱・粒子制御、高性能コアプラズマとの両立性、トリチウム吸蔵の低減など、多数の困難な課題を克服する必要がある、更なる研究の進展が必要である。
- JT-60SAの設計ではこれらの課題の多くに貢献できるよう配慮されているが、フルパワー加熱が100秒に限られているので、第一壁が平衡状態に達するタイムスケールでのプラズマ壁相互作用や粒子制御の研究については、可能な範囲内の貢献に限られる。
- また、壁温度が200°C程度以下という制限があるので、タングステン壁に関しても部分的な貢献に留まると思われる。

核融合エネルギーフォーラム ITER・BA 技術推進委員会

	氏 名	所 属
委員長	吉田 直亮	九州大学応用力学研究所教授
委 員	小川 雄一	東京大学大学院教授
委 員	加藤 敬	日本原子力産業協会 ITER・BA対応検討会副主査
委 員	金子 修	核融合科学研究所教授
委 員	香山 晃	京都大学エネルギー理工学研究所長
委 員	近藤 光昇	日本原子力産業協会 ITER・BA対応検討会主査
委 員	笹尾真実子	東北大学大学院教授
委 員	佐藤浩之助	九州大学応用力学研究所附属高温プラズマ力学研究センター長
委 員	清水昭比古	九州大学総合理工学研究院教授
委 員	関 昌弘	高度情報科学技術開発機構理事長
委 員	高瀬 雄一	東京大学大学院教授
委 員	高村 秀一	愛知工業大学教授
委 員	田中 知	東京大学大学院教授
委 員	常松 俊秀	日本原子力研究開発機構核融合研究開発部門長
委 員	日野 友明	北海道大学大学院教授
委 員	堀池 寛	大阪大学教授
参 与	四竈 樹男	東北大学金属材料研究所量子エネルギー材料科学国際研究センター長
参 与	長 照二	筑波大プラズマ研究センター長
参 与	福山 淳	京都大学大学院教授
参 与	松田慎三郎	日本原子力研究開発機構執行役
参 与	三間 罔興	大阪大学レーザエネルギー学研究センター長
参 与	本島 修	自然科学研究機構理事（副機構長）核融合科学研究所長
参 与	吉田 善章	東京大学大学院教授