

I T E R計画に関する主な論点について（案）

I 核融合開発の意義

- －核融合開発は人類にとってどのような意義を有するのか
- －現時点で核融合開発を更に進める理由は何か

II I T E Rの実現可能性

- －I T E Rは技術的に実現できるのか
- －I T E R計画の科学技術上の意義は何か
- －I T E R計画は核融合開発上適切な選択肢であるのか
- －I T E R計画が国際共同プロジェクトであることに起因する困難さはあるのか

III 我が国の対応方針を検討するための基本的視点

- －I T E Rを立地する場合のプラス面・マイナス面は何か
- －我が国がI T E Rの誘致を進めることは妥当な選択肢か

IV 検討に当たっての配慮事項

- －現在進展中の国際的話し合いの進捗状況等にどう対応するか
- －計画の実施段階は次世代の人々が担うことについてどう考えるか
- －国民の理解を求める努力が必要ではないか

I 核融合開発の意義

－核融合開発は人類にとってどのような意義を有するのか

(懇談会での議論・論点)

- ① 核融合は、科学技術分野のみならず一般の人々にも大きな広がりを持って影響を与えるものではないのか。
- ② 核融合エネルギーは、将来のエネルギーの一つの選択肢として非常に有力なものとして期待される。

特徴 資源の豊富さ
原理的な安全性
環境保全性

- ③ 核融合開発の意義については、将来のエネルギー社会がどのようになり、その中で核融合がどのように貢献できるのかを提示できるかどうかのポイントであろう。
- ④ 核融合開発により可能となるエネルギー問題の解決がアジア地域を始めとする国際社会が抱える緊張感の緩和に大きな影響を与えるのではないのか。
- ⑤ I T E R 計画についての検討は、科学者のためのものという発想ではなく、人間社会の底辺の問題を解決するのにどう資するのかという発想で進めるべきではないのか。
- ⑥ 世界が抱える問題に対して将来的な解決の可能性を求め、参加国が団結して突破口を作っていこうと I T E R 計画の努力は、大きな政治的効果があるのではないのか。
- ⑦ 核融合開発の意義は、他のエネルギー源にはない優れた特徴を有する可能性がある将来のエネルギー源を探索することであり、現実のエネルギー源との比較において、どの程度の魅力が見込まれるか否かが検討のポイントであろう。(現在の核分裂炉と同じ原子力の体系のなかで議論していくことは適当であるのか。)

－現時点で核融合開発を更に進める理由は何か

(懇談会での議論・論点)

- ① 核融合の実用化が I T E R からどのような段階を経て進められていくのかについてのシナリオが技術的に描けることが核融合の意義を議論する上で重要ではないのか。
- ② 核融合開発のためには長期間を要するものであるからこそ、今から着実に技術の蓄積を図っていくことが必要ではないのか。実用化が 21 世紀後半であるからと言って技術開発を止めたり、遅らせたりすると、いつまで立っても実用化の見通しが得られないのではないのか。
- ③ 技術開発の開始時点ではある程度心配な点、不確かな点があることは当然であり、それを理由に研究開発を進めるべきでないという考え方は適当ではないのではないのか。核融合技術が将来の基幹技術になりうるのであれば、開発戦略に間違いがあっては取り返しがつかないものとなろう。

(他の論調の例)

- 核融合開発は未だ基礎的段階にあることを認識し、開発段階への移行を進めるための必要な技術を確実に終了させることが重要ではないか。
- エネルギー確保では少なくとも数百年の間は太陽エネルギーの有効な使用など環境に優しく危険性の少ない方向を目指し、早急に核融合の是非を決定すべきではない。
- 我が国は核分裂による原子力平和利用の技術体系こそ完成させるべきである。太陽光利用のようにあと一步のところまできている技術開発もある。核融合の実用化は100年先であることを考えると、重要なのは誤りのない優先度の判定である。

II ITERの実現可能性

- ITERは技術的に実現できるのか

(懇談会での議論・論点)

- ① 核融合が非常に高度な技術でまだ人類が経験していないものであることを考えると、ITER実現のためには現時点で想定し得ないようなリスクが想定されるのか。また、そのようなリスクは克服できるものなのか。
- ② 核融合研究開発におけるこれまでの経験則がITERに外挿できるのか。(今後10年程度でITERが実現できるのだろうか。)
- ③ 核融合については、開発開始当初の予想に比し、実現が遙かに難しいとの声もあるようだが、どこがどのように難しいのか。
- ④ ITERについては現在は各要素毎の技術開発であり、今後、一つのシステムに統合することによって新たな難しさが生じるのではないか。
- ⑤ 技術的難しさについても科学者が率直に明らかにし、解決の見通しについて説明することが必要ではないか。
- ⑥ ITER計画の進め方に関する議論を進めるためには、ITERの技術的なリスクと不透明さを明確にすることが重要である。

(他の論調の例)

- 工学的に見ると、(ITERの)期待はあまりにも楽観的すぎる。長時間、大出力の定常プラズマ燃焼は、まだ、未知の現象で、これを維持するための技術の開発もほとんど手つかずである。新規に開発を要する機器の寿命や耐熱材料、耐放射線性材料の開発を考えると、ITERの想定しているスケジュール内に技術目標を達成することは工学的に不可能ではないか。
- ITERで採用するDT燃焼では、強力な中性子が発生し、連続運転すると炉壁は1年前後で保たなくなるのではないか。この結果、膨大な放射性廃棄物が発生し、長期間にわたる厳重な管理が必要になるのではないか。
- ITERでは大量のトリチウムを使用するが、トリチウムは閉じ込めが難しく安全性に問題があるのではないか。また、事故で大量に環境中に放出される恐れがあるのではないか。

いか。

- (これまでの実験から) 20年程度のITERの運転では炉壁の崩壊は起こらない。また、核融合の特徴の一つは高レベル放射性廃棄物が発生しないことである。

- ITER計画の科学技術上の意義は何か

(懇談会での議論・論点)

- ① ITER計画の科学技術上の意義は、ITERが一般科学技術の裾野を広げ、レベルを押し上げるためにどの程度寄与できるのかがポイントではないだろうか。
- ② 国際協力によるITERの実現は、各極の科学技術英知を広く集めて、確実かつ早く目的を達成するものであり、科学技術分野の国際共同のモデルにもなるのではないか。
- ③ ITERが我が国の学術的、工学的活動において、将来どれだけ広い範囲で利用されていくのかについて検討を進めることが国際的環境の中でITER計画に対する取り組みを議論していく上で重要である。

(他の論調の例)

- 巨大プロジェクトが投資に見合うだけの科学技術知識の獲得や効果をもたらすことになるのかどうか十分な吟味が必要である。
- 巨大科学技術研究は、他の科学技術研究の推進を圧迫する可能性があるのではないか。
- 核融合は、プラズマ制御を中心とした総合技術プロジェクトであり、実現することを通して、幅広い分野の技術的知見が蓄積するのではないか。
- ITERについては、これからの長い人類の発展に対して無尽蔵のエネルギー源となり得る核融合技術の科学的原理の実証を確実に実現することでその意義は十分であろう。

- ITERは核融合開発上適切な選択肢であるのか

(懇談会での議論)

- ① 核融合の実用化までにはこれからも不確定要素があろうが、実験炉の段階では将来の核融合炉の基礎的な技術/要素は基本的の実証することができるのではないだろうか。
- ② 核融合については、これまでの科学的な実証を踏まえて、実用化に向けて進めていく段階にあり、工学的実証を行わなければ全体が完結されない。ITERはそのための役割が重要であろう。
- ③ ITERは実用炉を直接指向する研究開発であり、これを着実に進めると同時にITERにおいては実施できない、大学レベルにおける補完的あるいは先行的な研究についても適切なバランスを持って進められるべきではないか。ITERだけ進めればよいというのでは核融合全体の推進が図られず、核融合の実用化は達成されないのではないか。

- ④ 「炉」の開発を進めるためには、周辺の技術開発も重要であり、それらを含めた全体の計画を作成する必要がある。
- ⑤ 技術開発の進展について必ずしも楽観的な面ばかりではないと思われるが、解決できる見通しがあれば勇気を持って技術開発を開始するべきではないか。但し、解決できないことが判明した場合には速やかに計画を中止する決断が必要である。
- ⑥ ITERだけを対象として実現可能であるとの議論を進めても、それが核融合実用化全体に向けてどのような位置づけであり、意味を持つのかについての説明がなされないという意味がないのではないか。他の方式（トカマク方式以外の方式）との関連をどう考えるのか。

(他の論調の例)

- D-Tベースの核融合炉が安全性、環境性、経済性の総合評価で公共受容を保證することは極めて困難と考えられる。このため、新しい閉じ込め装置を用いたD-ヘリウムベースの核融合炉の研究をスタートさせることが急務である。ITERが成功した場合でも、失敗した場合でも、我が国核融合計画の推進全体に悪影響がで、核融合開発の推進によい影響はでないのではないか。
- 核融合技術開発では、まだまだ要素技術や材料の開発が成熟段階に達しておらず、核融合動力炉開発が、自己点火の科学実証後直ちに、一本道で実用化が進むとは到底考えられない。
- 初代核融合炉はITERの延長上にあるコンベンショナルなトカマクで提案されるのが現実的であるが、その場合もアドバンス炉に発展できる可能性が示されている必要がある。

- ITER計画が国際共同プロジェクトであることに起因する困難さはあるのか

(懇談会での議論・論点)

- ① ITER計画については国際協力に力点を置いた捉え方が重要である。特に、国際的組織を如何に運営していくのかについて、社会工学的な面からの検討も必要ではないか。
- ② 安全文化 (Safty Culture)、設計思想が違う国々が集まって共同作業を進めることにより、どのような困難さが予想されるのかについてあらかじめ十分な検討が必要ではないか。
- ③ 長期間の計画であり、計画開始時点においては予想し得ない各極の動き、変化にある程度柔軟に対応できることが計画の安定性を確保するために必要なのではないか。
- ④ 諸外国と我が国では文化的背景・基盤が異なり、ものの見方・考え方も異なる。そのような中、諸外国の核融合計画、エネルギー開発計画に大きく影響を与えるITER計画を我が国のリーダーシップで実施していくことができるのであろうか。
- ⑤ 核融合は我が国が欧米と横一線になって議論が進められる数少ない科学技術分野であり、この分野で国際的イニチアチブを取れないとすると、我が国がイニチアチブを取れ

る分野があるのであろうか。

- ⑥ 我が国が国際協力の枠組みの中で I T E R 計画を進めていくためには、計画段階から他極と伍して議論を進めていく必要がある。

(他の論調の例)

- 参加国が I T E R にかかるノウハウを共有することを確保するなどのために、国内計画に比して計画遂行上の自由度が下がることのあるのではないか。

III 我が国の対応方針を検討するための基本的視点

－ I T E R を立地する場合のプラス面・マイナス面は何か

(懇談会での議論・論点)

- ① I T E R 立地について、財政的な側面を含めて、プラス面とマイナス面を白紙の状態で議論すべきではないか。
- ② 施設の建設・運転に直接携わることによるノウハウの取得は、従事した者でないとわからない面があり、立地することにより、より多くのノウハウが蓄積されるのではないか。
- ③ 我が国の原子力産業界のポテンシャル維持を図る観点からも I T E R の立地は有効である。

<米国・技術評価局 (OTA) 報告書 (1995.7) >

(例) 立地した場合のプラス面

- ・ 科学技術及び政策的 presteege 高揚
- ・ 経済効果 (運転経費等)
- ・ 地域振興 (産業の集積等)

立地した場合のマイナス面

- ・ ハイテク部分は参加極間で分配
- ・ 通信技術によるアクセスの容易さは変わらず
- ・ 放射性物質の取り扱い責任

<OECD・メガサイエンスフォーラム (1995.6) >

(例) 立地国の利益

- ・ 政策的 presteege、管理運営に有利
- ・ 経済効果
- ・ 産業面 (地域産業、産業技術の進展)

立地国の不利益

- ・ 計画からの非撤退
- ・ 負担増
- ・ 国家計画の圧迫

－ 我が国が I T E R の誘致を進めることは妥当な選択肢か

(懇談会での議論・論点)

- ① 平和主義国家としての我が国が科学技術の面で人類社会に貢献することは、もっとも

根本的な面での貢献として非常に重要な課題ではないか。原子力の平和利用については、我が国が世界にもっとも強く主張でき、あるいは主張すべき分野であり、核融合もその延長にあるものである。

- ② 無資源国の我が国がエネルギー問題に対応していくという考えは世界にとってわかりやすく、人類社会にとって有益な発想ではないか。
- ③ 我が国の核融合研究能力は国際的にも高い評価を得ており、その進展に我が国が貢献することに対する期待も大きいのではないか。我が国は近年、学術的、技術的に大きな進展があり、ITERを進めるための十分な技術力があるといえるのではないか。
- ④ ITERに対する資金的な面での厳しい意見もある中、ITERにどれだけの投資をすることが適当であるのか、人的な面、資金的な面、その他の面における貢献の程度について検討が必要であろう。
- ⑤ ITERについては参加国間の誘致合戦になるのか。ならないとすると他極はITERをどのように認識しているのか。他極は、できれば計画にタダ乗りをしようとしているのではないのか。
- ⑥ ITERの誘致を検討する際には、我が国の安全規制、立地について諸外国も理解を示し得るものであるという見通しがある程度必要ではないか。

(他の論調の例)

- 開発段階から現実にエネルギーを供給するまでに半世紀もかかる長期のテーマについて、難しいからこそ日本が率先してリード役を買ってでるべきではないか。これまで国際的な先端科学技術分野の研究は欧米主導で行われ、日本は客員的に参加し、費用負担に応じることが多かった。日本は、「科学技術立国」を掲げながらリーダーシップを取った国際協力の拠点がなかった。今度こそ日本は主導権を取るべきではないか。
- (ITERの建設が)絶対にできるならば、なぜ他国がやらないのだろうか。金額も2兆、3兆と膨らむのではないか。

IV 検討に当たっての配慮事項

- 現在進展中の国際的話し合いの進捗状況等にご対応するか

(懇談会での議論・論点)

- ① 今後約1年程度でITERの建設に関する国際間での話し合いがとりまとめられる計画であることを踏まえると、懇談会としての考え方を時機を逸せず明確にしていく必要がある。
- ② 新たなエネルギー源の開発について、国際的観点から我が国の果たすべき役割を鑑みると、外部から言われて動き出すのではなく、人類のために自主的に動き出す必要があるのではないか。
- ③ 建設に向けての資金問題について、各極ともITERのための資金をコミットできる段階にあるのか見極めが必要ではないか。

- ④ I T E Rのような長期的かつ大規模な計画は、立地国が主力となって計画を進める必要があるが、我が国にその意欲があるだろうか、また、その意気込みを実現できる能力があるのだろうか。
- ⑤ I T E Rについては、過去の国際協力、国内開発プロジェクトの経験が十分生かされる必要がある。

(他の論調の例)

- 現在の米・露の状況を見ると極めて僅かの貢献しか見込めず、現段階では日またはEUに立地し、当該立地国が過大な負担を負わなければI T E Rの実現可能性はないのではないか。国際協力により経費の増もあることを考えると、かかる状況では国際協力のメリットである一国負担の軽減やリスクの分散ということはいえるのか。
- (我が国立地の方針を選択する場合は) 応分の資金負担に対する欧米の確約も前提条件である。

- 計画の実施段階は次世代の人々が担うことについてどう考えるか

(懇談会での議論・論点)

- ① 核融合という次世代のエネルギー開発に向けどのように人材を養成していくのか。
- ② 核融合の開発は次世代の人々が最終的に締めくくる責を負うことになるため、懇談会としても、若い人々の考え方をくみ取る機会を設ける必要があるのではないか。
- ③ 核融合開発は、非常に息長く継続していく必要があるため人材育成が重要であり、大学等の教育過程においても、我が国あるいは人類全体への問題意識として、開発の必要性を明確にしていくことが必要ではないか。

(他の論調の例)

- 長期にわたって、人材の結集・育成を図るためには、大学にも一定水準上の研究規模の開発を分担し、次代を担う若手研究者の魅力あるテーマとなり続けることが必要である。

- 国民の理解を求める努力が必要ではないか

(懇談会での議論・論点)

- ① I T E Rに関する国民の理解を得るためには、「I T E Rありき」の議論ではだめで、「なぜ核融合であるのか」、「なぜI T E Rであるのか」について腰の据えた議論が必要である。
- ② 核融合は科学技術の課題であっても、社会的、経済的な支援がなければ実現され得ないものであり、I T E R計画についても、国民一般の理解を得られよう、各事項に関して判りやすい説明ができるように努力を継続していくことが重要である。
- ③ 将来のエネルギー選択枝の幅を示すとともに、核融合が人類として追求すべき方向であるのであれば、そのことを国民一般に的確に説明することが重要である。

- ④ 技術的な側面だけでなく、人類のための計画として、人材の面を含め全体を工夫しながら進めるということであれば、国民的合意が得られるのではないか。
- ⑤ 核融合の実用化までには長期的観点に立った開発努力が必要であり、国のイニチアチブにより進めることでなければ、実現され得ず、また国民からの理解も得られないのではないか。（民間の研究開発には馴染まないのではないか。）
- ⑥ 国民一般からの理解を得ていくためには、できる限り多角的な面からの検討が必要である。
- ⑦ 我が国への立地に当たっては、科学技術分野以外の分野（Out of Science）での議論が重要となるのではないか。
- ⑧ 懇談会としては、ITERへの取り組みに関し、国民が決定できるだけのシナリオを描くことができるかが重要である。

（他の論調の例）

- ITERの国内立地が決まれば財政危機の中で新たな負担を国民に求めることになる。情報公開の原則から早くプロジェクトの内容や資料を公表すると同時に、誘致について様々な人が自由に議論できる場を設けるべきではないか。