

参考資料 1

平成 13 年 3 月 30 日

ITER 計画懇談会報告書（案）へのコメント

- 木田委員
- 井上委員
- 村上委員
- 吉川（允）委員
- 大河原委員
- 藤原委員
- 宮委員
- 西室委員
- 飯吉委員

ITER計画懇談会報告書(案)についての意見

1) 全文30頁は長すぎます。10頁以内に収められた方がよいと思います。

2) 12頁「半世紀という長い年月」の「長い」は削りたい。
エネルギー問題は、環境と同様、今日只今の問題で、
遠い将来の問題とは考えません。50~100年の単位
で考えるべき今日の課題と思います。

10. 10. 27 木田 宏

○ 井上委員

平成13年3月27日

ITER 計画懇談会報告書（案）の追加・修正案

京都大学エネルギー理工学研究所
井上信幸

お届けいただきました報告書案は大変立派な内容であると思います。追加，修正があればお知らせするようにとのことでしたので，気づいた点を下記に記します。よろしくお願いいたします。

p. 1, 下10行:「技術的存在力」→「技術的潜在力」ではないでしょうか？

ITER を国内に建設する場合のメリットについては大局的見地から随所に述べられております。加えて技術的見地からのメリットを挙げるとすれば，下記のようなことがあると考えられます。

- 我が国の多くの研究者・技術者にシステム統合技術の習得や実験炉の建設・運転・保守・管理・総合試験の経験を積む機会が与えられ，産業界の関連技術ポテンシャルの向上にも有効である。
- プロジェクトの神髄に関わる性能の確認や技術課題の克服などにまつわる，重要な技術情報は現場で集約され，判断される。こうして蓄積される技術情報，あるいは技術に関わる優れた人材は，将来の展開や発展に不可欠である。
- 地理的に有利なホスト国の技術者には，最先端技術の成立過程をつぶさに観察し，これに貢献できる機会が多くなる。
- 我が国の研究者・技術者に国際プロジェクトの取りまとめに主導的役割を果たすという貴重な経験の機会が与えられる。
- 我が国が推進する核融合炉の段階的開発計画において，ITER の次の原型炉段階で必要となるインフラストラクチャーが残る。

以上は核融合会議開発戦略検討分科会報告書92ページから拾い出して要約したのですが，報告書全体から見ればやや細かすぎるかも知れません。採用されます場合には，報告書の文章の高遠なトーンに合わせて，適切なところに挿入して下さい。

○ 村上委員

内閣府政策統括官（科学技術政策担当）付
参事官（原子力担当）付
小室亜矢様

平成13年3月27日
日本原子力研究所
村上健一

ITER計画懇談会報告書（案）へのコメント

平成13年3月24日付でご送付頂きました標記報告書（案）に関し、コメントを以下の通りお送り致します。全般的に、報告書（案）は非常に良く書かれていると拝見し、座長及び事務局のご努力に深く感謝致します。

1. 要旨の記述振りに関する修正提案

2頁第2パラグラフの記述、「このような観点から、当懇談会は、我が国がITER計画における実験炉の設置国になることの意義が非常に大きいことを理解した。」が、本報告書（案）の結論に対応するものと理解しますが、29頁の「6. 結言」の第1パラグラフ「当懇談会は、・・・我が国が設置国になることの意義の大きいことを結論したのである。」の表現振りに比べてトーンが弱いと感じます。要旨においても、「6. 結言」の記述を取り入れて、「このような観点から、当懇談会は、我が国がITER計画の参加国としてこの計画を積極的に推進するだけでなく、設置国になることの意義が非常に大きいことを結論した」と修正するか、重要な結言である「6. 結言」の第1パラグラフ（下記）をそのまま要旨にも記述するかを提案致します。

註：「6. 結言」の第1パラグラフ

当懇談会は、我が国がITER計画の参加国としてこの計画を積極的に推進するだけでなく、設置国となって主体的にこの計画を推進することの意義が非常に大きいことを理解した。それはいずれ人類を襲うであろうエネルギー問題を前提とし、現在生きている世代はこれから生まれてくる世代の歩む道に対する制限を最小化する義務を負っているという理念のもとでの技術、社会等の考察を通して、我が国が設置国になることの意義の大きいことを結論したのである。

2. その他、表現振りの修正提案

- (1) 要旨2頁、第1パラグラフ、上から5行目：「核融合エネルギーに対して行う投資は」の前に、「環境負荷や大規模エネルギーの安定供給性、原理的な安全性の面などに優れる」（本文23頁、下から6～5行目の記述）を追記し、保険料に対する核融合の魅力を表す記述を追加しては如何でしょうか。
- (2) 本文4頁、第1パラグラフ、下から2～1行目：「2001年中頃には各極からサイトの提案」とありますが、厳密には「2001年中頃には誘致を希望する極からサイトの提案」が正確ではないでしょうか。
- (3) 本文12頁、第1パラグラフ、上から8行目：「外部に出さぬようにすることでほぼ達成できる」との記述において「ほぼ」は削除するのが適切であろうと思います。
- (4) 本文14頁、第3パラグラフ、上から5～6行目：「但し、材料開発については、今後の研究開発の進捗に依存する」との記述がありますが、そのすぐ上に「適切な材料開発が順調に進展した場合には」との記述があり、内容が重複するので、削除するのが適切であろうと思います。
- (5) 本文15頁、第3パラグラフ、上から5～7行目：「原型炉の開発及び実用炉として市場競争力を有するものとするための経済実証を目的とする実証炉の開発を行う必要がある」との記述がありますが、「原型炉」の次に「実証炉」という段階が必要かについては議論があるところであり、核融合戦略検討分科会報告書でも「実用化段階」という表現を用いています。そこで、ここでは、「原型炉の開発を経て、経済実証の段階に進む必要がある」としては如何でしょうか。
- (6) 本文24頁、第1パラ、上から3～4行目：「5,000億円」との記述がありますが、22頁の記述との整合性から、「5,000億円近く」と追記されては如何でしょうか。
- (7) 結言30頁、第2パラグラフ、上から3行目：「意義が非常に大きいことを理解したが」という表現振りは、29頁の第1パラグラフに表現を合わせ、「意義が非常に大きいと結論したが」と修正されては如何でしょうか。
- (8) 結言33頁、第2パラ、上から3行目：「ITER計画は国際法人による」との記述がありますが、現段階では「ITER計画は国際組織による」が妥当ではないでしょうか。

(以上)

○ 吉川（允）委員

ITER 計画懇談会報告書（案）へのコメント

13年3月27日

吉川允二

報告書が人類の直面する諸問題から説き起こし、核融合研究の現状や、日本の国としてのあり方などを広く、しかも格調高く論述し結論を導いていることを高く評価します。

三点コメントします。

1. 結言の p30 下から 10 行目で「理解したが、我が国の．．．」は改めて、「理解した。推進にあたって我が国の．．．」としたい。理由は「理解したが、」という語が主文「我が国は．．．」への付け足し（修飾節）としての軽い意味しか持たなくなっているからである。ちなみに、要旨 p2 の 9 行では「．．．理解した」と主文として止めてある。骨子案（3 月 14 日）の p5 下から 6 行でも同様に主文になっている。
2. さらにいわせて頂くと、要旨（p1-2 の 2 ページ）と結言（p29-33 の 5 ページ）には、メッセージ性や主張があることが望ましい。つまり、「こうしてほしい」というメッセージが今後の評価に十分伝わり、生かされるようにしたい。この意味で、「．．．期待する（要旨 p1 の 13-14 行）」、「．．．理解する（要旨 p2 の 8-9 行と結言 p30 の 10 行）」のような表現ではメッセージ性がやや弱いように思われる。前者の代りには「提言する」、後者の代りには「判断する」のようなメッセージ性あるいは主張度の強い表現を用いることを希望する。
3. 文章に関することで恐縮ですが、要旨 p2 の下から 4 行目の「財源確保の問題など」を、下から 2 行目の「今後検討すべき事項」の前に移した方がよいと考えます。原文では、この二つの「」の間が空きすぎていて文の流れとして理解しにくく、また「今後検討すべき事項」のイメージが読後の一瞬、頭には浮かばない感があります。

○ 大河原委員

ITER 計画懇談会報告書（案）についてのコメント

大河原良雄

P.1 の要旨（目次には要約と記されている）は

①要旨というべく必ずしも報告書の内容を簡潔に纏めたものとなっておらず、
P29 の 6. 結言と比べても舌足らずのものとなっている。

②第 5 節「日本社会の倫理性・・・」の部分は国際的な貢献を強調することに本来の主眼があると考えられるが、その観点からは「国家が国民に対し提供」との論述は適切であるとは思えない。前回にも述べたが、倫理性という表現に拘わり過ぎていないか。端的に国際的貢献とする方が判り易い。

P8 ①「エネルギー問題が世界的に理解を共有するべき取り扱いを受けていない」とあるが不正確であると思う。

P9 「核分裂反応を利用した原子力」について積極的な評価を与えられているが、このままの表現では「原子力」の利用で済むとの議論を誘発することとならないか。

P21 第 4 節 上述 P1 ②についてと同じ

P22 第 1 節及び第 2 節

「国の倫理性」についての所論は、国際政治の現実からみれば、十分な説得性を有しない。「わが国は国際的に特別の信頼感を得ていることを誇ってよい」は明らかに言い過ぎである。

P24 第 2 節

「エネルギー無消費型社会」は、想定の対象となり得るのか疑問である。

P25 第 3 節

プライオリティーの順番が記述の通りであるとは思われない。順番をつけようとすることに無理があるのではないか。

報告書に対するコメント

藤原正巳

1.

核融合に対する総合的推進として、核燃焼プラズマの研究、高性能先進方式の開発、材料等の炉工学研究がある。従って高性能先進方式開発と炉工学研究がITERと並行して進められる事が大事との視点で

3節(4) 今後必要となる投入努力・予算と技術 のタイトルを

3節(4) 核融合炉開発と計画の拡がり

に変更し、

(1) 少し語句の挿入と

(2) 19ページの科学的潜在力のところに書かれている

「大学、研究機関等において、トカマク、ヘリカル、ミラー、逆磁場ピンチ、慣性閉じ込め等、、、、品質工学等を見てもその研究水準は高い。」

を移動してこの3節(4)に入れていただく。添付資料参照

2.

報告書の中ではITER計画と核融合研究全体がミックスして記述されているので場所によっては区別することと、大学等の研究の重要性を考えて語句を追加する事を考えて修正した。

(0) <1ページ>

6行目から14行目:

核融合の実用化に向けて、我が国をはじめ世界各国において多様且つ多くの研究開発が進められてきている。その結果、今後取り組むべき重要課題は、核融合反応により燃焼するプラズマを制御する技術確立することとあり、国際協力の下で、「国際熱核融合実験炉(ITER)」の建設が計画されている。

今後とも、研究者の自発性の中で進む科学の進展と、科学技術による人類への貢献との幸福な一致のもとで、核融合に関する研究開発を推進することは有意義であり、国際協調の下、我が国としてもITER計画に主体的に参加し、同時により高性能・安全を追求する研究開発の推進も期待する。

(1) <2ページ>

2行目: と考えられ、ITER計画を包む核融合研究は

19行目: できるような核融合に関する包括的な研究の振興や体制

(2) <14 ページ>

20 行目：ITER によるや平行する先進方式の研究開発と

28 行目：長時間の実現や定常なプラズマの制御や強く非線形、非平衡なプラズマの研究が現在の

(3) <15 ページ>

1 行目：においては他の学術研究のみならず ITER 計画においても幸福にも

(4) <25 ページ>

10 行目：ITER を含む核融合研究への投資は、

(5) <29 ページ>

1 行目：が重要である。その意味からも包括的な核融合研究を広く推進し、ITER の結果も含めて学理としての体系化を進める大学等の研究を振興することがきわめて重要である。

(6) <32 ページ>

21 行目：課題も残されている。3.(4)に述べた様に先進方式、炉工学や基礎研究も含めた包括的な研究が必要である。

3. その他

(1) <22 ページ>

23 行目：本体建設費の相応分とその他に

(2) <33 ページ>

3 行目：なってはならないとの意見もある。

※下線部は追加分

二重取り消し線は削除

<1 ページ>

6 行目～14 行目を入れ替え：

核融合の実用化に向けて、我が国をはじめ世界各国において多様且つ多くの研究開発が進められてきている。その結果、今後取り組むべき重要課題は、核融合反応により燃焼するプラズマを制御する技術確立することであり、国際協力の下で、「国際熱核融合実験炉 (ITER)」の建設が計画されている。

今後とも、研究者の自発性の中で進む科学の進展と、科学技術による人類への貢献との幸福な一致のもとで、核融合に関する研究開発を推進することは有意義であり、国際協働の下、我が国としても ITER 計画に主体的に参加し、同時により高性能・安全を追求する研究開発の推進を期待する。

<2 ページ>

2 行目：と考えられ、ITER 計画を包む核融合研究は

19 行目：できるような核融合に関する包括的な研究の振興や体制

<14 ページ>

20 行目：ITER ~~による~~や平行する先進方式の研究開発と

28 行目：長時間の実現や定常なプラズマの制御や強く非線形、非平衡なプラズマの研究が現在の

<15 ページ>

1 行目：においては他の学術研究のみならず ITER 計画においても幸福にも

13 行目：(4) ~~今後必要となる投入努力・予算と技術~~

核融合炉開発研究と計画の広がり

25 行目：ITER と実用炉は、

26 行目：有無を除き炉としての大幅な変更はないと考えられる。~~に直接活用できる知識~~
を与える。更に技術的、経済的性能を高めたり、環境整合性を高めるなどの努力も重要である。

28 行目：するとともに、平行して先進方式の研究を積極的に進め、工学的な

<16 ページ>

19 行目：体系的かつ協働強化に研究

20 行目の「～必要である。」の後ろ：19 ページの 12 行目から 19 行目まで（3 段落目）の

「我が国の核融合エネルギー研究開発については、大学、研究機関等において、トカマク、ヘリカル、ミラー、～～～例えば、超伝導工学、核安全工学、機械工学、システム工学、品質工学などみてもその研究水準は高い。」の部分ここに挿入。

<19 ページ>

12 行目：我が国の核融合エネルギー研究開発については、3.(2)節に述べたように大学、研究機関等において

13 行目：において、~~トカマク、ヘリカル、ミラー、逆磁場コイル、慣性閉じ込め等の幅広い方式の研究や多方面の核融合工学技術開発が展開されている。その成果は、数多くの論文として発表されるなど、プラズマ物理の理解、物理と工学の両面での学問的な体系化、あるいは基礎基盤研究の形成において、国際社会でも高く評価されている。また、核融合を支えることとなる幅広い学問分野、例えば、超伝導工学、核安全工学、機械工学、システム工学、品質工学などをみてもその研究水準は高く、またそれに応じた~~

<22 ページ>

23 行目：本体建設費の相応分とその他に

<25 ページ>

10 行目：ITER を含む核融合研究への投資は、

<29 ページ>

1 行目：が重要である。その意味からも包括的な核融合研究を広く推進し、ITER の結果も含めて学理としての体系化を進める大学等の研究を振興することがきわめて重要である。

<32 ページ>

21 行目：課題も残されている。3.(4)に述べた様に先進方式、炉工学や基礎研究も含めた包括的な研究が必要である。

<33 ページ>

3 行目：なつてはならないとの意見もある。

要旨

エネルギー問題は、地球環境問題と同じく、人類の共通的な課題であり、問題の理解を共有し、協調の方法を開発する努力が求められている。この問題の解決のための重要な選択肢として、核融合研究開発が進められている。まさに、我々が現在直面している問題を解決していく上で、科学技術がその役割を果たそうとする努力と言える。

核融合の実用化に向けて、我が国をはじめ世界各国において多様且つ多くの研究開発が進められてきている。その結果、今後取り組むべき重要課題は、核融合反応により燃焼するプラズマを制御する技術を確立することであり、国際協力の下で、「国際熱核融合実験炉（ITER）」の建設が計画されている。

今後とも、研究者の自発性の中で進む科学の進展と、科学技術による人類への貢献との幸福な一致のもとで、核融合に関する研究開発を推進することは有意義であり、国際協調の下、我が国としてもITER計画に主体的に参加し、同時により高性能・安全を追求する研究開発の推進も期待する。

我が国のITER計画への取り組み方を検討するに当たって、我が国の現状を認識するとともに、今後のあるべき姿を展望する必要がある。

我が国の国際的な役割の観点からは、我が国が世界に誇れるような研究のインフラとなる施設を持ち、世界の研究者にそれを公開して我が国の存在意義を高めつつ相互依存の関係を維持していくべきである。科学技術的存在力の観点からは、我が国の核融合に関する研究開発力が、その人的な研究開発能力や産業力から国際社会でも高く評価されており、我が国は十分なポテンシャルがある。日本社会の倫理性の観点からは、私的利益を離れて未来の人類を思う公共的意識を発現する場を国家が国民に対し提供するものである。また、我が国の憲法が国際緊張を引き起こさないことを基本的な条件としていることから、これまでの我が国の原子力平和利用の推進の実績から国家的倫理性が国際的に高く評価されており、我が国が核融合エネルギー開発を主導することを受容される条件が整っている。

投資の観点からは、研究開発に対する国の資源配分を考えた場合、国

民全体という見地からの広義の安全保障、国家という規模で行われる国際的機能は、プライオリティの高いものと考えられ、ITER計画はこの範疇に入っている。現時点で、核融合炉実現までに必要な費用の推定を正確に行うことは困難であるとともに、それ以上に核融合炉実現によって得られる利益についてはほとんど推定不可能である。核融合エネルギーに対して行う投資は、あたかも人類の将来の自由度を保障する保険料と見做すべきことになる。

このような観点から、当懇談会は、我が国がITER計画における実験炉の設置国になることの意義が非常に大きいことを理解した。

当懇談会においては、有識者により幅広い観点から検討を行った。検討を通じ、今後ITER計画を進めるにあたって留意すべき点が指摘された。技術目標と開発リスクとコストのバランスをとりつつ計画の費用を最小化することが不可欠の条件であるとともに、結果に依存しない意義や利益を最大化する可能性を計画に内蔵させることが重要な条件である。また、国民に対して安全性を含めた正確な情報の提供を十分行う等国民の理解を得るための不断の努力の必要性、ITER計画を牽引していく指導的な役割を果たす人材の必要性、我が国における核融合研究が今後とも一層独自の価値を磨きつつ体系的・学術的な核融合研究に邁進できるような体制の整備、安全規制体系の整備などである。これらの点については、行政において着実な実施がなされることを望む。

また、大規模な科学技術計画の進め方について判断をするためには、①科学者による科学技術的な助言、②有識者による幅広い観点からの提言、③科学技術におけるプライオリティの判断、④我が国の活動というより広い視野による判断という、各段階毎のそれぞれの責任による判断が行われるべきである。財源確保の問題など、我が国がITERの建設への移行も含め、設置国になることに名乗りを上げるか上げないかを決断するに際しては、今後検討すべき事項について更に検討を行った上で、総合的に行われることを望む。

核融合に関する抱括的な研究の振興や

究と並行して、国内外の大型トカマク装置や大型ヘリカル装置の製作等で培われた技術蓄積や、国際共同で進められた工学設計活動によって、大型超伝導コイル技術、遠隔保守技術、高熱負荷プラズマ対向機器・材料、ブランケット技術、大量トリチウム取り扱い技術、加熱・電流駆動技術等が大きく進展し、ITER建設の技術的な基盤が確立した。ITERの建設は、これらの技術成果の統合化を図ろうとするものでもある。

特に、ITERの設計については、JT-60をはじめとする最新の研究成果に基づいて我が国が提案したコンパクトな装置概念が国際的に認められ、本体建設費は従来の半分の約5,000億円と見込まれている。この他にサイト整備費等の費用も見込まれている。新しい設計の考え方は、従来のエネルギーをできるだけ多く取り出すことを標準的な運転状態とする設計から、将来の実用炉を念頭に、エネルギーの取り出しは抑えるものの制御性と定常運転性の高い状態を標準的な運転状態とする設計としたものである。これにより、核融合反応に必要なプラズマの体積が減少し、装置全体の小型化が可能となり、結果としてコストの低減に貢献するとともに、将来の定常発電プラントにより直接的につながる概念の装置となっている。

ITERでは本格的な発電は行えない。しかし、ITERにおいては、核融合発電炉の概念を構成する科学的知見や技術の大部分が発電炉に近い規模で実現されることになる。ITERによる研究開発と適切な材料開発が順調に進展した場合には、本格的な核融合発電の実証を目的とする原型炉の建設が可能になると見られている。但し、材料開発については、今後の研究開発の進捗に依存する。

や平行する先進方式の

科学技術により安定的なエネルギーの確保を目指すという人類の挑戦において、核融合エネルギーのもつ大きな可能性とその実現性を考えた場合、核融合研究開発は着実に進めるべき価値がある。また、核融合研究開発の基礎となっている幅広い学術分野においては、プラズマ燃焼の長時間の実現が現在の最先端の研究課題であり、新たな知の地平を拓くことが見込まれている。科学技術による人類への貢献と学術の本来的な

他の学術研究のみならず

8/16

も

進展の方向が、核融合分野においてはITER計画において幸福にも一致しており、さらに、このITER計画が国際協力によって進められようとしていることから、科学技術創造立国を目指す我が国の基本的な政策に沿ったプロジェクトとなっている。このため、我が国としてITER計画に主体的に参加していくことには十分な意図があると考えられる。なお、国際協力の観点からは、現在のITER工学設計活動への参加が先進的な核融合技術を有することを前提にしているのに対し、必ずしもこのような国に限定した閉じた枠組みをとすべきではなく、将来、エネルギー消費量の大幅な増大が見込まれるアジア諸国を積極的に取り込んでいくというような考え方や、アジア地域の先進国として核融合の分野で我が国の果たすべき役割などについても十分検討しておくことが必要であろう。

(4) ~~今後必要となる投入努力・予算と技術~~ → 核融合炉開発研究と計画の広が

核融合炉の実用化にあたっては、核融合炉発電システムとしての技術確立するとともに、実用システムとして他の実用エネルギーシステムと市場で競合できるような経済性を有する必要がある。

ITERの目標のひとつは、核融合炉システムとして工学的に実現可能であることを実証することであり、核融合炉実現に向けての大変重要なステップであるが、一方、核融合炉への開発ステップにおけるひとつのステップでしかない。このような観点から、ITER以降において、核融合炉の発電プラントとしての工学的実証を目的とする原型炉の開発及び実用炉として市場競争力を有するものとするための経済実証を目的とする実証炉の開発を行う必要があるとされている。

平行して先進方式の研究を積極的に進め、

核融合炉の場合、その物理的特性から実験炉であるITERが既に実用炉規模のプラントとなっている。ITERと実用炉は、発電システムの有無を除き炉芯での大幅な変更はないと考えられる。このため、ITER以降の原型炉等の開発に向けては、ITERを用いて定常的な燃焼プラズマの長時間の維持に関する知見を蓄積するとともに、工学的な見地からは、トリチウム増殖及び発電に用いる高温の熱の取り出しを行うに直接活用できる知識を与える。更に技術的、経済的性能を高めたり、環境整合性を高めるなどの努力も重要である。

うブランケットモジュールの開発が重要である。また、高い稼働率で運転されることから、高温下で現在より大きな中性子照射に耐え、運転・保守作業を容易にするとともに、部品交換や施設解体時の廃棄物処理を容易にするため、中性子照射に伴う放射化が少ない材料の開発が必要である。このような材料としては、低放射化フェライト鋼やバナジウム合金及び SiC/SiC 複合材等の先進的な材料が有力な候補として研究開発が進められている。また、建設費の低減につながるような、新しい高温超伝導材料の開発が重要である。その他、プラズマ加熱、電流駆動等の様々な関連装置の経済性向上も今後の技術課題である。

核融合研究開発を推進するためには、長期的視野に立つて幅広い核融合研究の体系化された学理を作ることが、研究成果を確実なものとして、広く社会・学界に理解してもらうためにも一層重要となる。また、ITER 計画は国際協調計画であることから、国際的な交渉や ITER の建設・研究が始まった後も国際的な検討と分析が強く求められる。我が国が深く強力な研究を続け、総合的な研究活力を持つことこそが国際的競争力、交渉力の基礎となる。このため、核融合研究開発にとっては、ITER 計画により核燃焼実験や総合システムの検証が行われるが、同時に、核融合炉の先進方式、関連する炉工学やプラズマ物理学を併行して体系的かつ協力的に研究することが必要である。更に、人材の育成を継続的に重視するべきであり、それは基礎・基盤・開発・システム・技術等、若人の教育から熟達した技能の伝達まで、あらゆる領域で積極的に行う必要がある。ITER 計画を含む核融合研究開発の全体的な構想については、これまでも原子力委員会及び学術審議会において審議が行われてきた。その結果、大学や核融合科学研究所、日本原子力研究所等において、科学・技術・開発にわたり、様々な成果を上げ現在に至っている。これらの研究が、今後とも、一層独自の特色を発揮しつつ、包括的、体系的な核融合研究開発に邁進できるよう、核融合研究開発の方針を策定し、連携・協力体制を整備していくことが必要である。

次ページ①を挿入

なお、これら諸段階において必要とされる経費については、今後の諸技術の開発・実用化の進展とも深く関わることであるが、今後、中長期

①

我が国の核融合エネルギー研究開発については、大学、研究機関等において、トカマク、ヘリカル、ミラー、逆磁場ピンチ、慣性閉じ込め等の幅広い方式の研究や多方面の核融合工学技術開発が展開されている。その成果は、数多くの論文として発表されるなど、プラズマ物理の理解、物理と工学の両面での学問的な体系化、あるいは基礎基盤研究の形成において、国際社会でも高く評価されている。また、核融合を支えることとなる幅広い学問分野、例えば、超伝導工学、核安全工学、機械工学、システム工学、品質工学などをみてもその研究水準は高い。

れるのである。

(2) 科学技術的潜在力

前項に述べたように、広い意味での国際貢献は我が国にとって固有の意義を持っている。その中で科学技術的貢献は単なる経済的融金を超える大きな重要性を持ち、したがって、そのような考え方の延長線上において核融合エネルギー研究開発への積極的参加が、日本にとって大きな意義を持つ可能性が十分にある、と言える。

しかし、それが可能性を超えて現実のものとなるためには、条件がある。それは、この技術が、科学的にも未知のものを含み、しかも多くの未開拓技術の集合体であることから言って、我が国がそれを推進する主役として相応しいかどうか、という点である。

3.(4)で述べたように

我が国の核融合エネルギー研究開発については、大学、研究機関等において、~~イカサマ、リカル、ミテ、逆磁場ピンチ、慣性閉じ込め等の幅広い方式の研究や多方面の核融合工学技術開発が展開されている。~~その成果は、~~数多くの論文として発表されるなど、プラズマ物理の理解、物理と工学の両面での学問的な体系化、あるいは基礎基盤研究の形成において、国際社会でも高く評価されている。~~また、~~核融合を支えることとなる幅広い学問分野、例えば、超伝導工学、核安全工学、機械工学、システム工学、品質工学などをみてもその研究水準は高く、またそれに~~応じた教育も行われている。ここで培われた研究者、技術者の存在、あるいは裾野の広さは、システム統合としてのITER計画を実現たらしめる原動力であり、我が国は、十分なポテンシャルを有している。

さらに重要なことは、これら研究及び教育の水準のみならず、それらに支えられた産業技術が高い水準にあることである。この点については二重の意味で意義がある。

第一は、核融合エネルギー技術は、数々の装置産業が提供するシステムによる電力供給産業を構成するのであるが、それが安全で低価格で可

エネルギーは、国際的には政治的過敏性を持つ技術であって、国際的セキュリティと深く関係している。その意味から言って、先導する国の倫理性は、国際社会において重大な関心事である。

この点において、我が国は、国際的に特別の信頼感を得ていることを誇ってよいであろう。第一に、我が国の憲法は、国際的に見て我が国のどんな行動も国際緊張を引き起こさないことが基本的な条件となっている。第二に、我が国が製造技術や生命科学等の分野で、実際の活動として世界への先端技術・科学の拡散・普及・支援努力という経験を積み重ねてきている。第三に、原子力エネルギーの開発と利用に関わる原子力平和利用の原則を立て、それを確実に守って来た実績によって、国際的に大きな信頼感を勝ち得る結果となった。その他、我が国の民生主体の産業展開なども、国家的倫理性という見地から高く評価されるのである。これらの観点から言って、国家の倫理性に関し、国内的には必要条件として、国際的には十分条件として、我が国が核融合エネルギー研究開発を主導することには矛盾なく受容される条件が整っていると考えられるのである。

(4) 投資面からの評価

我が国にとって前述のように、国際的役割や国家的アイデンティティという点で積極的な意義があり、しかも科学技術の水準や国際的信頼感からいって条件を満たしているとしても、ITERの設置国になるためには、現在のITER工学設計活動によりとりまとめられている最終設計報告書(案)(2001年2月)において5,000億円近くと推計されている本体建設費とその他に見込まれているサイト整備費用への投資が必要となることについて十分な考察を欠くことは許されない。

の相応分

まず我が国が設置国になることとは別に、絶対確実とは言えない、しかも一つの選択肢としての核融合エネルギー開発にかなりの額の投資を当てることの意義は何かを明確にしておく必要がある。結論的に言えば、その金額の妥当性について明確な定量的判断を下すことは現時点では無理である。確かに、核融合エネルギーの実験炉ITERのコストは見積

国が施策として研究開発を支援し、それによって自然についての知識を増大させることが、結局は、産業や雇用問題、あるいは医療なども含めた広い意味での民生水準の改善を促進するとの認識にたち、国により科学技術研究開発を組織的、制度的に活用しようとしている。これが、我が国が科学技術基本法や科学技術基本計画を制定した背後にある基本的な考え方である。従って、国の資源の基本的な配分は、国の施策の遂行のための研究開発に優先度があると考えてもよいであろう。

地方政府や民間、あるいは個人ではできない国の機能としては、次のような領域が考えられる。プライオリティとしては、概ね番号の順番に従うと考えられる。ITERへの投資は、国家の機能としてプライオリティが高いものに該当する。

を包む核融合研究

①国家全体という見地からの広義の安全保障

防衛、ライフラインの確保、国家レベルでの災害対策、国民生活安定のためのエネルギー源の確保、国家レベルでの医療及び保健システム、質量ともに安全な国内消費食糧の確保、犯罪対策、などに関連する研究開発

②国家という規模で行われる国際的機能

地球環境問題、途上国の産業技術支援・医療支援、宇宙開発・海洋開発などの国際協力、国際的大型研究の分担、など

③学問上必要と認められる研究開発の支援

④先端的産業技術の開発支援

⑤国民の要求への対応

地域の環境問題、生活コミュニティの構築など、生活者からあがってくる課題と取り組むための研究開発

国際協調で行われる科学技術的計画の形態は、ヒトゲノム計画のように一つの大きな設備を要しない分散型のものから宇宙ステーション計画のように一つの大きな設備を作り上げようとする一極集中型のものまである。その責任分担も、科学・技術的なもの、資金的なもの、プロジェ

することの努力が重要である。

その意味からも抱括的な核融合研究を広く推進し、ITERの結果も含めて学理としての体系化を進める大学等の研究を振興することがきわめて重要である。

6. 結言

当懇談会は、我が国がITER計画の参加国としてこの計画を積極的に推進するだけでなく、設置国となって主体的にこの計画を推進することの意義が非常に大きいことを理解した。それはいずれ人類を襲うであろうエネルギー問題を前提とし、現在生きている世代はこれから生まれてくる世代の歩む道に対する制限を最小化する義務を負っているという理念のもとでの技術、社会等の考察を通じて、我が国が設置国になることの意義の大きいことを結論したのである。

当懇談会は、「はじめに」に述べたとおり、ITER計画のような極めて規模の大きな計画に関し、国内の幅広い賛同の下に進めていくことが必要条件となっていると認識し、我が国がITER計画に対する対応を決定するに当たっての提言を示した。しかしながら、ITER計画の実現にあたっては、今後判断していかなければならない事項が残されている。具体的には、ITERを立地する地元との関係や財源確保など我が国がITERの設置国として名乗りを挙げるにあたり国として総合的に判断すべき事項、あるいは、研究者の参加・協力体制の確立、安全規制法令の整備、国際交渉における利害の調整などITER計画を進めるにあたって考慮すべき事項が挙げられる。このような事項に関する判断は、当懇談会が行うことではなく、また、すべきことでもない。しかしながら、国として判断を行うにあたり、このような問題に対する指針を提示しておくことも十分に意味があると考えられることから、以下に述べる。

我が国がITERの設置国として名乗りを挙げるか挙げないかについて、政府として総合的に判断を行うにあたっては、以下の点に考慮すべきである。

しれない。この安全性の考え方は、ITERが世界で唯一の実験炉として建設されることから、今後の核融合研究開発の先鞭をつけるものであり、国際的にも更には将来にわたって評価を得られるものであることが望まれる。

ITER計画のような国際協調計画においては、計画の運営や科学技術の面において、組織や関係者を牽引していく指導者的な役割を果たす者が必要である。ITER計画の実施組織は今後の国際交渉の中で選定されていくこととされており、未だ定まっていないが、優秀な人材を選定することが決定的に重要である。我が国がITER計画において主導的な役割を果たしていこうとするのであれば、このような者を今からでも選定、あるいは将来に向けて育成していく必要がある。更に、プラズマについて一定レベルの理解と実験の企画立案能力あるいは解析能力を有する人材が必要である。また、核融合装置を熟知した高い研究開発能力を持つ人材を確保するのみならず、産業界に多く存在している機械、電気、情報、建築、土木等それぞれの専門的経験を有する人材が必要である。この際、女性研究者、技術者の育成や幹部への積極的な登用を推進すべきである。

ITER計画は核融合エネルギーの実用化に向けての一つのステップである。「3. 核融合エネルギーの技術的見通し (2) 核融合の安全性」に述べたとおり、材料開発、また、核融合研究開発に特有の問題ではないが、放射性廃棄物の処理処分の課題も残されている。今後なお長期の幅広い核融合研究開発の努力が必要である。

また、このような努力を行うに当たっては、長期的な視点に立って計画を支える人材の継続的な育成が不可欠である。核融合研究開発は、多くの学問・技術の分野にまたがることから、他分野の研究者、技術者も含め、広く産学官の協力体制が構築されることに配慮すべきである。特に産業界については、ITER計画においては各国から機器・装置が搬入され、設置国において検査、組立、統合化が図られる必要があることから、研究者との連携の下に大きな役割を担うこととなる。また、IT

3.(4)に述べた様に先進方式、炉工学や基礎研究も含めた包括的な研究が必要である。

ERに多くの資金を投入する一方で、トカマク以外の方式を含む大学等における幅広い核融合研究への資金投入が減少し、その結果、核融合研究の基盤を損なうようなことになってはならないとの意見もある。多様な核融合研究の幅広い基盤の充実発展に十分配慮することが重要である。核融合研究の発展に必要な効率的効果的な資源配分が不可欠であり、資源の確保が図られるかが課題である。この資源問題を考えるに当たっては、科学技術全般における核融合研究の位置付けについて判断が必要である。

核融合研究開発に限らないが、研究開発を着実に進めるためには研究評価は重要である。特に、ITER計画のような大型プロジェクト研究に対しては、厳正な研究評価が望まれる。ITER計画は国際法人による国際共同プロジェクトとして進められることから、国際協議においてITER計画の実施体制を整備していくにあたり、厳正な研究評価体制が実現されるよう努めることが強く望まれる。

宮委員コメント

ITER 計画懇談会報告書

要 旨

エネルギー問題は、地球環境問題と同じく、人類の共通的な課題であり、問題の理解を共有し、協調の方法を模索する努力が求められている。この問題を解決する重要な選択肢のひとつとして、核融合研究開発が進められてきている。このような、現在我々が直面している地球規模の問題を解決していくのに、科学技術が持つ能力を十分に活用していくことが肝要である。

核融合の実用化に向けて、我が国はじめ世界各国において多くの研究開発が展開されてきた。その結果、今後取り組むべき最重要課題は、核融合反応により燃焼するプラズマを制御しエネルギーの取り出しを可能とする統合化技術確立することであり、その実現を目指して国際協力のもとで「国際熱核融合実験炉 (ITER)」を建設するため詳細設計と工学的な研究開発が長期間にわたって実施されてきた。今後、研究者の自律的な努力の中で展開するであろう科学の進展と、幸いにもそれが人類への福祉に一致するという状況下にあつては、核融合に関する研究開発を推進することは有意義であり、国際協調のもと、我が国としても ITER 計画に今後とも主体的に参加していくことが強く望まれる。

我が国の ITER 計画への取り組み方を検討するに当たって、我が国における研究開発の現状を認識するとともに、今後の有るべき姿を展望する必要がある。

まず、我が国がとるべき国際的役割の観点からは、我が国が世界に誇れるような研究インフラとなる施設を持ち、世界の研究者にそれを公開して世界の科学に対して我が国の貢献度を高めつつ各国との相互依存の関係を深めていくべきである。次いで、科学技術的観点からは、我が国の核融合に関する研究開発力には、人的な研究開発能力や産業力の点で十分なポテンシャルがあり、国際社会でも高く評価されているところであり、これらを活用して積極的な国際貢献を計るべきである。さらに、日本社会の倫理性の観点からは、私利私欲を離れて未来の人類を思う公共的意識を発現する場を国家が国民に提供することが今強く望まれており、我が国の憲法が国際緊張を引き起こさないことを基本的な条件としていることを踏まえて、原子力の平和利用を着実に推進してきた実績は国際的に高く評価されており世界に誇れるものである。このような高い国家的倫理性に立脚しながら、我が国が核融合エネルギー開発を人類のために主導していくことの条件は整っており、世界的に受容されることであろう。

投資の観点からすれば、研究開発に対する国の資源配分が問題となるが、国民全体のための広義の安全保障および国家規模で実施される国際的機能は我が国にとってブラ

プライオリティの高いものと考えられ、ITER計画はそれが持つ規模と重要度から見てこの範疇に入るものである。核融合炉実現までに必要な費用を現時点で正確に推定することは困難であると同時に、それ以上に核融合炉実現によって得られる利益についてはほとんど推定不可能である。したがって、核融合エネルギーに対して行う投資は、あたかも人類の将来の自由度を保障する保険料と見なすべきであろう。

このような観点から、当懇談会は、我が国がITER計画における実験炉の設置国になることの意義が非常に大きいことを理解した。

当懇談会においては、有識者により幅広い観点から検討を行った。これらの検討を通じて、今後ITER計画を進めるにあって留意すべき点が指摘された。技術目標と開発リスクとコストのバランスをとりつつ計画の費用を最小化することが不可欠の条件であるとともに、研究開発の結果に依存しない意義や利益を最大化する可能性を計画に内蔵させることが最重要な条件である。また、国民に対して安全性を含めた正確な情報の提供を十分に行う等国民の理解を得るための不断の努力を重ねる必要性、ITER計画を牽引していく指導者となりうる人材の必要性、我が国における核融合研究が今後とも一層独自の価値を磨きつつ体系的・学術的な核融合研究として推進されるような体制の整備の必要性、さらには安全規制体系の整備の必要性などがある。これらの点については、行政において着実に実現されることを望みたい。

一方、大規模な科学技術計画の進め方について正しい判断をするためには、1) 科学者による科学技術的な助言、2) 有識者による幅広い観点からの提言、3) 科学技術におけるプライオリティの判断、4) 我が国の活動というより広い視野に立った判断、という各段階毎のそれぞれの責任による判断が行われるべきである。

我が国が、ITERの建設への移行も含め、設置国になることに名乗りを上げるか举げないかを決断するに際しては、あるいは設置国にならない場合にもITER計画には参画していくことを含めて、これまでの認識に関する積極的なスタンスを保持しながら、財源確保の問題など今後検討すべき重要事項について更なる検討を加えた上で、総合的な決断がなされることを望みたい。

○ 西室委員

平成13年3月30日

(社)日本電機工業会

西室 泰三

I T E R計画懇談会報告書（案）についての意見

本日のI T E R計画懇談会には所用のため欠席させていただくので、報告書(案)について意見を以下に申し述べる。

1. 今回、取りまとめられた報告書(案)は、昨年7月から続けられて来たI T E R計画懇談会における議論を的確に反映するとともにI T E R計画推進に関する懇談会の提言を明らかにしており、本懇談会の報告書としてふさわしいと考える。
2. 本懇談会では、約3年前に中間報告を取りまとめ、わが国がI T E R誘致に名乗りを上げるか否かについて結論を出すための課題が提示された。昨年7月に懇談会を再開後、課題に対する検討結果を踏まえて、報告書(案)では、わが国がI T E R計画の参加国としてI T E R計画を積極的に推進するだけでなく、設置国となって主体的にI T E R計画を推進することの意義が非常に大きいことを明らかにしている。今後、国としての総合的な判断を行うことになるが、わが国の誘致活動の現状及び国際協力の観点から、わが国が設置国となれるよう国の前向きな決断を期待する。
3. 産業界については、I T E R参加各国から機器・装置が搬入され、設置国において検査、組立、統合化が図られる必要があることから、研究者との連携の下に大きな役割を担うことになるとしている。産業界が蓄積した設計・製造の技術力を結集することとしたい。

以 上

○ 飯吉委員

平成13年3月29日

I T E R計画懇談会 吉 川 弘 之 殿

飯 吉 厚 夫

今回のI T E R計画懇談会に出席できませんので、報告書案についてのコメントを書面により提出します。席上でご検討ください。

1. 今回のI T E R計画懇談会の結論としては、「我が国がI T E Rを設置国として主体的に推進することの意義が大きいことを理解するが、設置国に名乗りを上げるか否かについては更に検討を行った上で、政府において総合的な判断をすることを望む」となっていて、I T E Rの誘致については、本懇談会は是非の結論を出していない、と理解する。
2. なお、当懇談会の役割と位置づけが最終段階になって座長から提出され、本来I T E R誘致の判断をするための基本となる科学的意義、科学者間における理解、実施体制などの重要課題が不十分なまま本懇談会の検討の枠外とされ問題提起に終わっていることは、これまで無用な議論を多く繰り返していたことになり理解しがたい。
3. 報告書案の表現については、少なくとも以下の2点について、修正を望みたい。

[3.核融合エネルギーの技術的見通し]

(P12)"材料開発を目指して中性子照射試験が行われる"については、材料の照射実験にはI T E Rの中性子フルーエンスが小さいため、システム試験に終わる見通しであり、I T E R計画の一環として低放射化材料の開発計画を明確に打ち出すべきである。

(P14)"I T E Rにおいては、・・・・科学的知見や技術の大部分が発電炉に近い規模で実現されることになる"については、"I T E Rによって得られる科学的知見や技術の大部分は発電炉に応用が可能である。"が正しい表記である。

(理由:中性子のフルーエンスが低く、低放射化材料が主構造材として使われていないため、中性子による重照射を必要とする低放射化材料の開発は不可能であり、この重要な技術開発項目がI T E R計画から抜け落ちている。しかも、循環エネルギーの大きい定常化に大きな努力を要するトカマク型であるI T E Rが次の実証炉に直接繋がるか否かは科学者の間でも意見が分かれており、我が国の第3段階の核融合開発計画においても、実証炉の建設の前にチェックポイントを置くことになっている。)