

平成 13 年 2 月 26 日

## ITER 計画検討会まとめ

ITER 計画検討会幹事会

犬竹 正明

高村 秀一

田中 知

松田 慎三郎

森 雅博

吉田 直亮

．開催経緯及び目的：

ITER 計画が我が国の核融合開発計画において重要な意味を持つプロジェクトであることを踏まえ、核融合研究者間の相互理解を深めるため日本原子力研究所と大学等の核融合関係者が議論する場を持つことが必要であるとの気運が、大学関連核融合ネットワーク会合をはじめ各所において高まり、本検討会を開催する運びとなった。本会合は、大学等のネットワーク（核融合科学ネットワーク（高村秀一）、核融合炉工学ネットワーク（吉田直亮））、日本原子力研究所（松田慎三郎、森雅博）と学会（プラズマ・核融合学会（犬竹正明）、原子力学会核融合工学部会（田中知））の推薦で構成された幹事会で運営されることになった。

本会議の目的は、以下のとおりである：

- 1) ITER 国内誘致問題を契機に、大学、核融合科学研究所、日本原子力研究所、国公立試験研究機関、及び産業界等の核融合研究者が自由参加し、日本全体の核融合研究のあり方・将来展望の方策について相互理解を一層深め、核融合研究の推進を図る。
- 2) ITER 計画の意義を明確にし、また、その実現可能性に関して科学技術的見地から検討する。
- 3) ITER 計画を含む日本の核融合研究に関して、核融合研究者からのボトムアップの議論を深める方策について自由活発に意見交換する場とする。

なお、本会合を開催・運営するにあたり、核融合科学研究所と日本原子力研究所には様々の御支援を戴いた。また、この他に、プラズマ・核融合学会、原子力学会核融合工学部会、核融合科学ネットワーク・核融合炉工学ネットワークの事務局には案内状の発送等で大変お世話になった。ここに謝意を表する次第である。

また、今回の会合のまとめの作成にあたっては大学等から 4 名（飯尾俊二、岡田成

文、岡村昇一、室賀健夫）そして日本原子力研究所より 4 名（河野康則、林巧、藤田隆明、山西敏彦）の支援の下、幹事会とまとめ支援者との間で確認作業を行い、最終的に幹事会の責任でまとめを確定した。ここにまとめの支援を頂いた方々に感謝いたします。

## ．会合のまとめ

会合前半において、ITER 計画の検討のための情報を共有するとの主旨で、国内の核融合研究計画及び ITER 計画について、大学、核融合科学研究所、国公立試験研究機関、日本原子力研究所、ITER 共同中央チーム等から紹介があり、議論の効率的進行に資された。

会合後半において、ITER 計画を中心に、大学、核融合科学研究所、日本原子力研究所、ITER 共同中央チーム、国公立試験研究機関、及び産業界等の核融合研究者間の活発な議論が展開され、ITER 計画を中心に、日本の核融合研究のあり方・将来展望の方策について相互理解を一層深めることができた。

多様な意見交換から得られた共通認識、あるいは意見の方向性を、以下にまとめる；

### 1．将来展望（連携協力等）

- ・日本の核融合研究に関して、大学、核融合科学研究所、日本原子力研究所、国公立試験研究機関及び産業界等の研究者間の議論を深めることが重要であり、その方策について何件かの建設的提案があり、そのような議論の場を継続的に確保することの必要性を確認した。

### 2．核融合研究開発の重要性と進め方

第三段階核融合研究開発基本計画が適切として、これを踏まえて議論をした。

即ち、核融合研究開発における次の重要なステップは、

- 1) 中核装置による核燃焼プラズマの開発実証
- 2) 炉心プラズマ開発（プラズマ高性能化、定常運転）
- 3) 炉工学技術の開発

が重要な3つの要素であると認識した。

### 3．ITER の意義と実現性

- ・ ITER は核燃焼プラズマの実証と統合されたシステムにおける炉工学技術の実証を目的とし、我が国の核融合研究開発における意義は大きい。
- ・ ITER 計画の物理的な実現性については、我が国の核融合研究開発における核燃焼

プラズマの要件及び ITER の予想性能について多面的な議論があった。ITER は要件を満たし得るとする意見が多数であった。物理的実現性をより高めるため、今後さらに ITER/EDA 技術部会、各種検討会等での検討結果が反映されることを期待する。

- ・建設開始のために必要な炉工学技術は、これまでの R & D で基本的に確立されている。現段階で一部検討中の課題についても、さらに R & D 等を進めることによって、必要な時期までには解決が見込まれる。

#### 4 . ITER の日本誘致

- ・ITER の日本誘致については、核融合開発上の視点、我が国の科学技術論の視点、社会的受容性の視点、財政的視点等から、多種多様な意見交換がなされた。
- ・会合の最後のまとめのセッションにおいて、今後の ITER 計画を考えていく上で参考とするため、ITER の日本誘致等に付いてのアンケート調査を急遽実施した。その結果は V.資料の「( ) ITER 誘致等に関する意見」に述べるが、「この調査は、誘致について十分な時間をとって議論を尽くした上での調査ではない」「会合に参加したのは全ての核融合研究者ではない」「アンケートが行われた時刻は会合終了予定時より遅れたため、会合参加者が全て回答できたわけではない」など限られた条件のなかで実施されたものである。

## ．プログラム

開催場所：大手町サンケイプラザ（旧サンケイ会館） 4階 ホール  
東京都千代田区大手町 1-7-2

第1日目 2月10日（土）

10：00 趣旨説明（名大 高村秀一）

10：20 大学等の核融合研究計画（今後の計画と展望）

核融合科学ネットワーク（名大 高村秀一）

核融合炉工学ネットワーク（九大 吉田直亮、東大 田中知）

核融合科学研究所（藤原正巳）

大阪大学レーザー核融合研究センター（山中龍彦）

九州大学応用力学研究所炉心理工学研究センター（伊藤智之）

筑波大学プラズマ研究センター（谷津潔）

京都大学ヘリオトロンJ研究グループ（佐野史道）

東京大学高温プラズマ研究センター（桂井誠）

材料・中性子源（松井秀樹）

学術審議会の報告（核融合科学研 本島修）

質疑応答

12：45 日本原子力研究所・国公立試験研究機関等の研究計画（今後の計画と展望）

日本原子力研究所（狐崎晶雄、関昌弘）

電子技術総合研究所（大和田野芳郎）

質疑応答

14：30 ITER の概要（原研 常松俊秀）

質疑応答

15：30 ITER 計画の経緯（核融合会議座長 井上信幸）

質疑応答

<休憩>

16：20 ITER の現状（物理設計，工学設計，その他）

（ITER 共同中央チーム 下村安夫、原研 多田栄介）

質疑応答

第2日目 2月11日(日)

10:00 議論1:ITERの意義と実現可能性

コメンテーター: 九大 伊藤智之  
京大 若谷誠宏  
名大 田辺哲朗  
茨大 一政祐輔

14:45 議論2:ITER日本誘致に関して

コメンテーター: 京大 大引得弘  
京大 香山 晃

議論3:将来展望

- ・核融合研究者の連携協力
- ・政策に反映させる方策について
- ・その他

コメンテーター: 大阪大 後藤誠一  
東北大 佐藤徳芳  
名大 井口哲夫  
原研 二宮博正

17:00 まとめ

18:20 閉会

## ・発表・討論等の概要

### ( ) 趣旨説明(幹事会メンバー：名大 高村秀一)

経緯・目的・まとめについて説明があった。

ITER計画が我が国の核融合開発計画において重要な意味を持つプロジェクトであることを踏まえ、核融合研究者間の相互理解を深めるため日本原子力研究所(以下原研)と大学等の核融合関係者が議論する場を持つことが必要であるとの気運が、大学関連核融合ネットワーク会合をはじめ各所において高まり、本検討会を開催する運びとなった。幹事会は、大学等からネットワーク代表、原研、および学会(プラズマ・核融合学会及び日本原子力学会核融合工学部会)の推薦で構成されている。

核融合界も変革の時代を迎えており、本会議の目的は以下のとおり。

- 1) ITER 国内誘致問題を契機に、大学、核融合科学研究所、日本原子力研究所、国公立試験研究機関、ITER 共同中央チーム、及び産業界等の核融合研究者が自由参加し、日本全体の核融合研究のあり方・将来展望の方策について相互理解を一層深め、核融合研究の推進を図る。
- 2) ITER 計画の意義を明確にし、また、その実現可能性に関して科学技術的見地から検討する。
- 3) ITER 計画を含む日本の核融合研究に関して、核融合研究者からのボトムアップの議論を深める方策について自由活発に意見交換する場とする。

幹事会は大学等4名、原研4名の支援の下、「まとめ(案)」を作成し、支援者と幹事会で電子メール等により確認し、最終的に幹事会の責任で「まとめ」として完成させる。

自由闊達な議論を行うためにプレス関係者の入場はご遠慮いただいた。コンセンサスの得られた事項を文章にし、ブリーフィングを12日19時より幹事会で行うことを予定している。

### ( ) 大学等の核融合研究計画(今後の計画と展望)

大学、研究機関等の計画に対する相互理解のためであり、各計画の妥当性を議論するものではない旨、幹事会より趣旨説明があった。

#### <報告>

#### (1) 核融合科学ネットワーク(名大 高村秀一)

研究情報交換の効率化、共同研究の活性化、研究拠点の充実、基礎研究の促進、及び教育の推進等のために核融合科学ネットワーク、核融合炉工学ネットワークを組織し、これを束ねて核融合ネットワークを構成している。核融合科学ネットワークは大型装置を中心とした基幹核融合科学の他、核融合制御科学、先進核融合科学、理論・計算機核融合科学、核融合基礎科学に関し、全国的に幅広く活躍を行っている。

#### (2) 核融合炉工学ネットワーク(九大 吉田直亮)

炉材料・燃料、電磁・マグネット、炉システム・安全性、慣性核融合の4分野について全国の80大学部局などと300人の研究者とを結んだネットワークを構成し活動を展開している。国際的にもワークショップを組織し、特に日米ではJUPITER計画により共同研究を行っている。

#### (2補足) 大学等におけるブランケット工学研究(東大 田中知)

原型炉・商用炉の発電ブランケットを目指した基礎研究、及び実験炉(ITER)ブランケットシステム開発を支える共同研究を目的として研究を進めている。高性能ブランケットに関しても、原研、大学等がそれぞれの特色を活かし分担、共同している。又、これについて文部科学省と米国エネルギー省との共同研究として平成13年度よりJUPITER計画が発足し、主として米国での施設を用いて研究を進める。

#### (3) 核融合科学研究所の研究の現状と今後(核融合科学研 藤原正巳)

核融合プラズマの学理とその応用に関する研究を大型ヘリカル装置(LHD)、理論シミュレーション、原子・分子データの評価、収集、提供等の面から進めており、又炉工学センターを立ち上げ、先進的炉材料やブランケットシステムの研究を始めている。LHDではヘリカル装置で炉に外挿できる研究を行っている。これまで100秒の長パルス運転ができており又高エネルギー粒子も良好に閉じ込められている。今後第2期計画として加熱系の増力、磁場の増強、ヘリカルダイバーター等を予定している。又、諸外国でも先進ヘリカル方式の研究が進展しており、これについても実験を通して進めることを構想している。

#### (4) レーザー核融合研究計画(大阪大 山中龍彦)

レーザー核融合は炉心プラズマ生成法が磁場閉じ込め方式と原理的に異なっており、又、内燃機関と同様に数 Hz のパルス動作を考えている。このため高繰り返しレーザー、燃料ペレット、繰り返しに耐える炉の開発が必要となる。これまでに高密度圧縮（固体密度の 1000 倍）の実証に成功しているが、更に高い核融合利得が期待できる（1MJ 以下でも利得 100）高速点火方式を中心点火に替えて研究をしている。米国では 2009 年に中心点火の実証を、日本では 2010 年に高速点火の実証を目指している。

#### （５）TRIAM - 1M の成果と高性能化プロジェクト（九大 伊藤智之）

トロイダル磁場コイルに Nb<sub>3</sub>Sn 超伝導体を用い 1986 年に稼働、88 年には 3 分、95 年には 2 時間の運転を行っている。これを活かして長時間放電における壁による飽和と再吸収（数 10 秒のオーダーの現象）の研究を行っている。又、ダイバータ配位により高イオン温度モードが 30 秒程度維持されることを見出している。今後、DEMO クラスと同等の高磁場での高性能プラズマの長時間維持、全超伝導装置の運転技術の確立、中心ソレノイドに依存しない RF パワー（170GHz、200kW、5sec）のみによるプラズマ電流立ち上げ、高 Z 材を用いた壁の研究を企画している。

#### （６）タンデムミラー GAMMA10 による核融合の研究（筑波大 谷津潔）

ミラー部にイオン温度の何倍かの静電ポテンシャルを作り、それに応じて単純ミラーの何倍かの閉じ込めを得、炉を実現する。現在のところ 2kV のポテンシャルを得、これによる閉じ込め改善により密度が上昇することを実証している。今後、これまでより高い 10<sup>13</sup>cm<sup>-3</sup> の密度領域でポテンシャルを形成し、このマイクロ波加熱電力に対する比例則を得、タンデムミラー核融合炉の可能性を明らかにする。又、電位の長時間（0.5 秒）維持とその物理機構の研究を行う。

#### （７）ヘリオトロロン J の研究計画（京大 佐野史道）

ヘリカル軸ヘリオトロロンの磁場配位を非対称準等方力学系の点から最適化を図り、次期装置の設計原理を確立すること及びここで特徴的なプラズマ物理を理解することを目的として研究を行っている。すなわち、従来のヘリオトロロン磁場は閉じ込め磁場のブーザー座標上でのフーリエ成分を考えると、ヘリカル成分とトロイダル成分との組み合わせであった。これに対し、新たにバンピー成分を組み入れることにより、新たな閉じ込め改善の可能性を探り、この観点からの最適化を実験的に推進する。

#### （８）高温プラズマ研究センターの新設（東大 桂井誠）

東京大学には 20 のセンターがあり、これらが競争関係に有る。当研究センターは次の 3 グループから成るが、いずれも核融合プラズマの高ベータ化、高性能化を目指した先端的基礎研究を行っている。1 つは RFP から非中性トーラスプラズマの研究を進め、2 流体のエネルギー緩和状態による高ベータ、定常プラズマを目指している。2 番目のグループは球状トカマクプラズマの研究を進めている。3 番目のグループはスフェロマックのマーキング等により磁気リコネクションの学理の研究や超高ベータ ST 生成等の研究を行っている。

#### （９）材料・中性子源（東北大 松井秀樹）

核融合研究はエネルギー開発であり、今になって基礎研究とは言えない。又、原理実証ということであるならば、そのための材料は今でも提示できる。ただし、他のエネルギー源に対しての優位性となると経済性、安全性、対環境性等の面から開発が必要。その開発は実験炉、原型炉、先進動力炉と段階的に進める必要があり、まずは低放射化フェライト鋼が適格と考えられ、次にバナジウム合金や SiC/SiC 複合材料を開発すべきである。そのための照射施設、強力中性子源が必要である。

#### （１０）学術審議会の答申（核融合科学研 本島修）

学術審議会特定領域研究推進分科会原子力部会から答申が出されている。省庁統合によりこの部会は活動終了し、科学技術審議会への申し送りをした。これには、核融合研究にはエネルギー開発と基礎研究という 2 つの面があり、又、長期的視野に基づく開発が必要であることが述べられている。また、大学の基盤及びネットワーク機能の強化、ブランケット及び材料開発の重要性、ボトムアップの推進、コミュニティとしてのインテグレーションが重要であることが述べられている。

### <質問・コメント>

（以下、質問・コメント中の段落頭の記号は、コメント、質問、回答の区別を幹事会およびまとめ支援者の判断で記したもの）

京大からヘリオトロロン J の発表があったがその補足。プラズマのみではなく、炉工学も含んだ総合試験のための装置としての位置づけ。今後の炉工学につながる主要な施設であると認識してい



る。

学術審議会で、リーダーシップが必要とあったがその意味は、企画として具体的な提案は。

リーダーシップについてはどの分野についても言えることと思う。今後の研究を進めていく上で、モラトリアム形とアイデンティティー形があり、アイデンティティー形を目指すために必要という認識。企画としては、最終段階において、材料、中性子源のことが出た。それがそうと考える。

## ( ) 日本原子力研究所・国公立試験研究機関等の研究計画

### <報告>

#### 日本原子力研究所の研究計画

##### ( 1 ) 炉心プラズマ研究 ( 原研 狐崎晶雄 )

###### (1-1) JT-60 改修計画

JT-60 は 1985 年の運転開始以来、核融合性能および定常運転性能にて顕著な成果を挙げてきたが、本年で運転を停止する予定である。

JT-60 の既存設備を最大限に活用して、超伝導トカマクへ改造する計画を提案している。本計画のねらいは、実験炉の領域に近い規格化パラメータを有する臨界プラズマ条件クラスの高性能プラズマにて、電流拡散時間を十分に超える 100 秒間程度の長パルスで定常運転に関する研究を行うことである。研究開発課題としては、高プラズマ圧力制御、高自発電流率プラズマの制御、ダイバータによる熱・粒子制御およびそれらの統合がある。装置の設計および実験の遂行にあたっては、大学等との研究協力を従来より大幅に強化した体制を目指している。

本計画は、第三段階核融合開発基本計画に示されている「中核装置以外のトカマクによる先進的研究」に相当する。本計画は、2000 年 7 8 月の「JT-60 改修計画検討会」(主査：名大高村教授)にて議論され、その報告を受けた核融合会議では、「改修計画そのものは承認するが、建設の詳細については更に検討した上で結論を出す」とされた。今後早急に検討を進めたい。

###### (1-2) JFT-2M の計画

JFT-2M においては、核融合炉の材料として有力視されている低放射化フェライト鋼に係わる先進材料プラズマ試験及び大学等との研究協力を中心とした閉じ込め高性能化研究を行っている。今後は、真空容器内面全面にフェライト鋼を設置した状態でのプラズマ制御、閉じ込め高性能化の研究を進めていく予定である。

##### ( 2 ) 炉工学研究 ( 原研 関昌弘 )

原型炉を指向した長期的な研究開発においては、低放射化フェライト鋼に重点を置いた材料開発、国際協力による核融合材料照射施設 IFMIF の設計、固体増殖ブランケットの開発を行う。ITER に関連した研究開発では、超伝導、遠隔保守、プラズマ対向機器、加熱装置 (NBI/RF)、トリチウム燃焼系など建設を支援する研究開発や、安全審査対応、トリチウム安全、免震など安全性に関する研究開発を継続して進める。

#### 電子技術総合研究所の将来計画 ( 電総研 大和田野芳郎 )

##### ( 1 ) KrF レーザーの研究

KrF レーザーは高効率の短波長レーザーであり、レーザー核融合のドライバーに最適である。現在、本研究所の Super-ASHURA にて 3kJ、繰り返し周期 5 分を達成している。今後、高繰り返し動作の増幅器の開発および超高強度光による高速点火の研究を進め、短波長レーザーによる高効率核融合方式の確立を目指す。

##### ( 2 ) 逆磁場ピンチの研究

逆磁場ピンチは、トロイダル磁場が低いという特徴があり、単純な構造で分解組立が容易な核融合炉となる可能性を有する。本研究所の TPE-RX は MST(米)、RFX(伊)と同規模の逆磁場ピンチ装置である。NBI やトロイダル電流駆動を用いた能動的な磁場揺動抑制にて閉じ込めの改善を実現する研究を進め、プラズマ電流 ~ 1MA の達成を目指す。

### <質問・コメント>

日本原子力研究所の JT-60 改修計画について多数の質問があった。

- 1) JT-60 改修計画は ITER の補完ではないという位置付けであるとのコメントが「JT-60 改修計画検討会」の主旨である名大高村教授よりあった。
- 2) 「実験炉だけでは充分でない研究課題として具体的にどのようなものがあるか」という質問があり、高ベータプラズマの定常運転に関する研究開発であるとの回答があった。
- 3) 現在の JT-60 で実現できるパルス長内の現象は全て理解できたのか、との質問があり、装置の制約一杯までの高性能プラズマの維持はまだ実現されていないが、将来的にはパルス長が不足する見通しであるとの回答があった。
- 4) 100 秒というパルス長にどういう意味があるのかとの質問があり、電流拡散時間の数倍でダイバータによる熱・粒子制御がほぼ定常となる時間であり、そのパルス長を衝突周波数や規格化ラーマー半径が小さくより実験炉に近い条件のプラズマで実験することに意義があるとの回答があった。
- 5) 高規格化ベータを実現する方策についての質問があり、高非円形度高三角度配位の採用と近接壁（バッフル板）による安定化効果、さらには抵抗性壁モード抑制のためのコイルなどがあるとの回答があった。

## ( ) ITER の概要 (原研 常松俊秀)

### <報告>

#### 1. 開発のステップ

平成 3 年頃の検討の背景を紹介

##### (1) 炉心プラズマ

- ・実験炉：高 QDT 燃焼、粒子閉じ込め、長パルス運転、高熱負荷制御
- ・原型炉：高エネルギー効率（高 Q + 定常 + 自発電流 + 受熱低減）
- ・国際的な実験炉の指向：欧州は高 Q、米国は原型炉に近い内容、日本はその中間狙い。

##### (2) 炉工学技術

- ・実験炉：超伝導（13T、Nb<sub>3</sub>Sn）、NBI（1MeV）、熱流束（10MW/m<sup>2</sup> 定常）、材料（オーステナイトステンレス鋼からスタート）、ブランケット（増殖率<1、基礎技術確立、発電機能試験）

#### 2. 第三段階核融合研究開発基本計画

##### (1) 目標：自己点火条件の達成及び長時間燃焼、原型炉開発に必要な炉工学技術の基盤形成、中核装置としてトカマク型実験炉の開発

##### (2) 研究内容

- ・炉心プラズマ技術：トカマク型実験炉の研究開発（Q 20 程度、1000 秒程度以上）、トカマク先進的研究開発、ヘリカル型装置の定常維持研究開発、逆磁場ピンチ、ミラー型、コンパクトトーラス型、慣性閉じ込め装置による研究。
- ・炉工学技術：実験炉機器の開発、実験炉による試験、原型炉に向けた長期研究開発。
- ・安全性研究
- ・核融合炉システム的设计研究

#### 3. ITER 計画

##### (1) 概要

- ・目的：核融合炉の科学的・工学的実証
- ・経過：CDA（1988 1990）、EDA（1992 1998）、延長 EDA（1998 2001）、建設に向けて活動（2001）

##### (2) 計画目標

- ・平和目的のための核融合エネルギーの科学的及び技術的な実現可能性を実証すること。  
DT の点火及び長時間燃焼の実証  
統合されたシステムにおいて核融合炉に不可欠な技術の実証  
高熱流束及び核工学要素の統合された試験

##### (3) スケジュール

- ・建設（約 10 年）、運転（約 20 年）

#### 4. ITER EDA

##### (1) 組織：ITER 理事会（2 名 / 極）、運営諮問委員会、技術諮問委員会、所長、共同中央チーム（JCT）、各極国内チーム

##### (2) 資金・人員規模（計画）

- ・当初 EDA 期間 1340 人・年（6 年間）：工学 R&D 約 750KIUA（約 1000 億円）
- ・延長 EDA 期間 575 人・年（3 年間）：工学 R&D 約 131KIUA

##### (3) 日本の体制

- ・原研が実施機関（ただし、人員の 2/3 は産業界から派遣）
- ・工学 R&D は原研が窓口
- ・物理 R&D はボランティアベース
- ・大学・原研が協力（ITER/EDA 研究協力委員会など）して貢献。

##### (4) ITER 物理 R&D

- ・ITER 物理委員会のもとに物理専門家グループ（7 グループ）を編成。
- ・Nuclear Fusion 誌に Physics Basis として公表（1999）

##### (5) 大学・産業界からの EDA への参加

- ・技術諮問委員会：大学 3 名、原研 / その他機関 1 名
- ・物理 R&D：大学 11 名、原研 15 名
- ・JCT 派遣員：産業界約 20 名、原研約 10 名

- ・ EDA 研究協力委員会を通しての委託研究：15 30 件 / 年 (H5 12 年)
  - ・ 産業界への設計発注：約 40 社に約 100 件 / 年 (H4 12 年)
- 5 . 合理化 (ミニマムステップ) の検討作業
- (1) 背景
- ・ 参加極の財政的環境に配慮し、ITER 計画目標を守りながらコスト低減を図る特別作業グループ (SWG) が設立され 2 つのタスクを実施。
  - ・ タスク#1：計画目標を守りながら低コスト設計オプションを設定するための技術ガイドラインを作成 (1998 年 7 月まで。原子力学会誌 40[8]649(1998)参照。)
  - ・ タスク#2：タスク#1 の技術ガイドラインの根拠となる広い設計概念の情報提供、核融合エネルギー開発の路線に与えるインパクトを明示 (1998 年末まで。原子力学会誌 40[10]112(1998)、プラズマ・核融合学会誌 75[5]633(1999)参照。)
- (2) タスク#1 の主な議論
- ・ プラズマ性能については、トカマク型原型炉のイメージが 6 年前より明確になったこと、非誘導電流駆動の物理的及び工学的技術に進展があったことより、自己点火の比重が相対的に低下。
  - ・ 工学的性能及び工学試験については、基本的に変わっていない。
  - ・ 定常核融合炉において  $Q>30$  を考えると、 $Q>10$  を適切な裕度で満足することが妥当。
- (3) ITER の位置づけ
- ・  $Q>10$  では 粒子加熱の割合が 65%程度以上となり、発電炉を見通すことが可能。たとえば、米国発電炉構想 ( $Q=22$ 、粒子加熱の割合 80%)、日本発電炉構想 ( $Q=50$ 、粒子加熱の割合 90%)。
- (4) 計画目標と技術目標
- ・ 計画目標：変更無し。
  - ・ プラズマ性能 (制御された点火、燃焼時間):  $Q$  が 10 程度以上で長時間燃焼 (誘導方式で 300 500 秒)  $Q$  の可能性も排除しない。
  - ・ プラズマ性能 (定常運転): 変更無し ( $Q=5$  以上で非誘導電流駆動方式による定常運転を目指す)。
  - ・ 技術性能及び試験：超伝導コイルや遠隔保守機器等の実証、高熱負荷機器及びブランケットの試験 (中性子負荷  $0.5\text{MW}/\text{m}^2$  程度以上、フルエンス  $0.3\text{MWa}/\text{m}^2$  程度以上)。ピーク時のフルエンスはこれより高く、ぎりぎりブランケットの機能試験、中性子負荷構造試験が可能。
- (5) タスク#2 (核融合エネルギー開発へのインパクト) の検討
- ・ 検討の議題：ITER で出来ること、ITER 機能を複数に分離した場合どうなるかの検討。
- タスク#2 の結論：DEMO に先立つ段階では高  $Q$  プラズマ又は定常状態を核融合実証技術のもとに統合し、核融合プラントシステムの安全な運転の実証が必要である。ITER の運転により核融合開発の広く総合的な経験を獲得できる。
- ・ ITER の機能を分離した複数機能路線は、核融合開発を 10 年以上遅延させ、大幅な開発コスト上昇を招く。世界の核融合計画が ITER に踏み出せる準備ができている。
- 6 . ITER 計画実施の検討作業
- (1) 検討事項と枠組み
- ・ 検討すべき主要事項：事業体組織、運営形態、費用分担、ホスト極・非ホスト極の責務、発注方式、参加の携帯、知的所有権等。
  - ・ 特別作業グループ (SWG-P2) による検討：H11 年 5 月～12 月まで 4 回の会合 (報告書全文はプラズマ・核融合学会誌 70[3]308(2000)に掲載)。
  - ・ 非公式政府間協議：H12 年 4 月～12 月まで 4 回の会合。
- (2) 非公式政府間協議メンバー
- ・ 日本：科学技術庁 (以下科技厅) 長官官房審議官 (代表)、科技厅核融合開発室室長、外務省国際科学協力室長、文部省研究機関課国際プロジェクト官、核融合科学研究所研究総主幹・文部省科学官、科技厅参与。
  - ・ EU：U. Finzi (代表、欧州委員会第 12 総局環境保全局長) 他 5 名。
  - ・ ロシア：E. Velikhov (代表、クルチャトフ研究所所長) 他 6 名。
- (3) 非公式政府間協議の主な結論
- ・ ITER 事業体 (ITER Legal Entity: ILE) を国際機関ないしホスト国の国内機関 (法人格) として設立。

- ・要員：所長の指揮下。直接雇用要員、締約極から派遣の研究者及び技術者、契約による企業の技術者。
- ・研究参加の形態：個人として参加（任意国、任意機関からの参加）、締約極の研究機関と ITER 事業体の協力協定に基づく参加。
- ・ITER 事業体要員（専門家 250 人程度）
- ・ITER 支援組織（支援要員 300 人程度）：契約にて支援要員を ITER 事業体に供給。
- ・ITER 建設段階：中央チームが各極事務所、各極内機関をとおして分担して製作。原則として自由競争入札。
- ・建設段階（約 10 年）の費用の分担：共通部分（本体建設コストの 75～85%）は締約極間で可能な限り均衡した分担、非共通部分（建屋、組立て、現地製作機器等、本体建設コストの 15～25%）はホスト極の分担、サイト準備はホスト極の分担。
- ・運転段階（約 20 年）の費用の分担：締約極で分担。
- ・廃止措置における費用の分担：ITER 事業体は除染（約 5 年）までを実施。除染以降はホスト極の責任（但し、費用は締約極からの積み立て金で賄う）。所有権が各極にある機器はその極の責任。製造者責任も検討中。
- ・その他：（ホスト極）許認可に必要な法的枠組みの準備、ITER 事業体要員の教育に必要な施設の建設と維持等。
- ・利益の分担：ITER の科学的成果は全ての締約極に等しく公開。実験機会は、各締約極の貢献に配慮しつつ主として科学的観点に基づき配分。

#### 7. 我が国の国内誘致に関わる状況

- （1）国に対して ITER 誘致要望を表明している自治体は 3 ヶ所
- （2）ITER 誘致に係わる閣議決定：財政構造改革の推進のため、集中改革期間（2000 年末まで）は ITER の国内誘致を凍結（H9 年 6 月閣議決定）
- （3）ITER 計画懇談会：ITER 計画の今後の進め方を審議するため、H8 年 12 月に原子力委員会に設置（座長：吉川弘之日本学術会議座長）。10 回の会合を開催し、中間とりまとめ：「懇談会における論点の整理と今後の課題について」（H10 年 3 月）をまとめ、- わが国への誘致の意義は大きいとするものの、最終的な判断は改めて検討を行う - とした。
  - ・H12 年 7 月再開（12 月までに 4 回の会合）
- （4）ITER 建設に向けたスケジュール
  - ・H13 年度第 2 四半期までにサイト提案。約 1 年半共同評価。H14 年度の初めに骨格がまとまる。H14 年末に協定調印。
- （5）ITER サイト候補の可能性：カダラッシュ（仏）は EU の核融合会議がサイト調査、クラリントン（カナダ）は民間ベースで ITER カナダがサイト依存設計、日本は技術的設計は未着手。

#### <質疑応答、コメント>

JT-60 を建設したときは、日立製作所が主契約者となりその下で他のメーカーが入っていたと思うが、ITER の場合はどうやって発注するのか。

JT-60 の場合は日立が主契約者でこれを通して他のメーカー、というのは誤り。JT-60 から直接 10 数社のメーカーに個別に発注した。

ITER の場合は、発注は競争入札が原則となる。しかし、物納という希望もあるので、どこまでそれを認めるかはこれからの協議事項である。

カナダがホストとなった場合、非共通部分はどのようにするのか。真空容器は日本しか製作できないと思うが。

確かにカナダには大型装置製作の技術基盤は無いが、建屋建設や装置組立は世界中のメーカーを集めて実施すればよく、真空容器についても TFTR での実績のあるアメリカのメーカーを使うなどすれば全く問題ないだろう。

現在の参加極以外の国がホストに名乗りを上げた場合、技術力があり、現在の参加極が承認すればよい。

建設中に物理的、技術的に進展が見られた場合、どう取り込むのか。

大きなプロジェクトであり、トカマク本体については製造発注までに取り込んで 込んで仕上げればよい。

超伝導磁石については、今後 Nb<sub>3</sub>Sn 以外で同じスペックが出せる線材ができるとの見通しは無い。

ITER 事業体要員数が 250 人程度とのことだが、上記の新しい知見をとりこむのに十分な数とは思えないが。

その他の支援要員が 300 人ほどいるので、計 600 人程度になること、またある程度受注極に製造はまかせることから、ITER 事業体要員数が特に少ないとは思っていない。

ITER を原型炉に近づけるために背伸びして、超伝導コイル、遠隔保守装置、高熱流束除去装置などがあり、その結果としてコストが高くなっているのではないか。これらを除き、常伝導コイルで核燃焼だけを目的にすればさらにコスト低減が図れるのではないか。

ITER の機能を分散しての開発、つまり超伝導コイル無しの短パルス DT マシン、中性子の発生の無い定常マシン、材料開発などを並行して進める場合については SWG のタスク#2 で検討した。その結果、いずれにしてもどこかに統合マシンが必要となること、常伝導でも中性子ができれば遠隔保守装置は必要なこと、などから、分散した場合はよりコスト高になるとの結論を得た。発電プラントの前には統合的なエネルギー発生装置としての実証が必要である。

## ( ) ITER 計画に関する検討の経緯 (核融合会議座長 井上信幸)

### <報告>

#### 1. 原子力委員会と第三段階核融合研究開発基本計画

##### (1) 原子力委員会

- ・ 内閣総理大臣は委員会の意見を十分に尊重しなければならない。
- ・ 委員会は必要な場合は内閣総理大臣に勧告することができる。
- (2) 第三段階核融合研究開発基本計画 (平成 4 年 6 月 9 日、原子力委員会)
  - ・ 目標：自己点火条件の達成及び長時間燃焼の実現、原型炉の開発に必要な炉工学技術の基礎の形成、中核装置としてのトカマク型実験炉を建設
  - ・ 具体的研究内容：炉心プラズマ技術 (トカマク型実験炉 (Q 20 程度、長時間燃焼)、先進補完研究と代替方式研究を並行して実施)、炉工学、安全性研究、核融合炉システム設計研究。
  - ・ 分担：大学、国公立研究機関、原研の連係協力、産業界の参加。

##### (3) 核融合エネルギー研究開発と実用化への道

- ・ 第二段階の中核装置は JT-60。JT-60 の成果を踏まえて第三段階へ移行。
- ・ 実験炉のあとの原型炉は定常発電実証。実用炉は経済性、信頼性を向上して市場へ参入。
- ・ 炉心プラズマ技術及び炉工学技術の研究開発を進める。

#### 2. 先進補完、代替方式研究に位置付け

- ・ トカマク型による補完、先進研究：広範なアプローチによる成果 -> トカマク開発に貢献。
- ・ トカマクで未解決の問題を内包しない方式：ヘリカル方式 - 高性能閉じ込めの定常維持、電流崩壊不安定性がない。
- ・ 共通の技術：プラズマ加熱、電流駆動、計測、燃料入射、工学技術
- ・ 人材の確保、育成
- ・ 以上の内容は中核装置と相補的、相互依存的関係。

#### 3. 核融合会議における検討

##### (1) ITER 計画の推進に関する審議・検討の経緯

- ・ 平成 4 年 6 月：第三段階基本計画を決定 (原子力委員会)。
- ・ 平成 8 年 8 月：「ITER」を第三段階基本計画上の「実験炉」と認定 (核融合会議)。
- ・ 平成 8 年 12 月 平成 10 年 3 月：ITER 計画懇談会 10 回開催。ITER 計画懇談会は専門的な事項に関しては核融合会議に相談する。中間とりまとめ。6 項目の調査・研究課題。3 つのワーキンググループを設置して検討。
- ・ 平成 10 年 12 月：核融合会議「国際熱核融合実験炉 (ITER) の推進について」の報告を了承 (原子力委員会)。ITER-FEAT を我が国の実験炉と位置付けることが適当であるとした。
- ・ 平成 12 年 5 月：核融合会議開発戦略検討部会「核融合エネルギーの技術的実現性、ITER 計画の広がりと裾野としての基礎研究に関する報告書 (案)」を承認 (核融合会議)。ITER の技術的実現性、国内建設の意義を確認 (核融合会議)。
- ・ 平成 12 年 7 月：ITER 計画懇談会審議再開。6 項目報告開始。
- ・ 平成 12 年 12 月：「ITER 計画の推進について」により合意 (核融合会議)。
- ・ 平成 12 年 12 月：核融合会議で ITER 計画の推進について合意を確認。誘致の方向を示唆 (ITER 計画懇談会)。

##### (2) 核融合会議構成員 (平成 12 年 1 月現在)

- ・ 全 19 名のうち大学関係者が 10 名、国公立試験研究機関から 2 名、原研から 2 名、産業界から 3 名。また、科技庁の局長、文部省の局長が 1 名ずつ。

##### (3) 核融合会議の表明したこと

ITER 誘致に関しては各種の利害得失が考えられる。しかし総体的に評価すると、我が国がホスト国として ITER を国内に建設し、核融合エネルギーの実現へ向けてその役割と国際的な貢献を果たしていく意義は大きいと考える。

##### (4) ITER 計画の推進について (核融合会議の合意：平成 12 年 12 月)

- ・ ITER 計画懇談会で吉川座長は「核融合コミュニティは一つという前提で議論を行ってきたが、もしそうでないなら早急に確認してほしい。」「いろいろな議論があってもよいが、大多数が良いといえはよい。」と述べられた。この点について核融合会議は議論を行い、以下の項目に全員が合意した。この文書は ITER 計画懇談会に報告した。

1) 燃焼プラズマの制御を実証することが最重要で不可避のステップである。

2)これまでの研究開発成果に基づいて、この実証を試みる事が可能になったとの判断が世界的認識となり、ITERはそのための最も現実的な方式として推進されている。

3)従って、ITERの推進を図るべきである。

また、なお書きとして、以下の文章を追記している。

「なお、核融合会議の中には、誘致を積極的に進めることに関しては、次のような意見もあった。一旦わが国にITERが誘致されれば後戻りのできない状況が生じ、大学の核融合研究の継続に必要な財源が保証されないおそれがあることを指摘した上で、この問題がクリアされない限りITERの国内誘致に賛成できない。ITERをオールジャパンで推進するための仕組み・あり方が事前に確立されない限り、ITERの誘致を拙速に決めるべきではない。」

この文章に関しては、会議メンバーの大部分がつけ加えるべきではないとしたが、一部にどうしてもつけ加えるべきだとする意見があり、そのままITER計画懇談会に提出した。

(5)国内にITERを建設する場合の留意点

- ・プロジェクトの円滑な遂行に責任ある態度で臨み、国民の合意形成を行う。
- ・情報を十分公開し、実験内容、トリチウム安全性、実験装置という特殊性などについて社会の理解を得つつ研究開発活動を進めること。
- ・サイト周辺地域への影響について調査、説明すること。

4. ITER計画懇談会

(1) ITER計画の進め方について社会的・経済的側面を考慮し、長期的展望に立った国際社会の中での役割も見通した幅広い調査審議を進める。

(2) 構成メンバー(敬称略): 吉川弘之(座長、日本学術会議会長)、他、広範囲分野の有識者、全23名

(3) ITER計画懇談会中間とりまとめ

- ・我が国がITERの設置国になることの意義が非常に大きい。
- ・検討課題: 以下についての検討の進捗を踏まえて、改めて審議を行ない、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行なう。

1)エネルギーの長期に亘る需給調査

2)代替エネルギーのフィージビリティスタディー

3)核融合エネルギーの技術的実現性

4)核融合を支える基礎研究、教育、人材育成についての将来的設計図

5)現代に適應する研究資源の配分理念

6)国際協力プロジェクトの責任分担

(4) ITER計画におけるホスト国の利益/不利益

- ・研究資源配分と国際協力の責任分担に関する検討委員会(座長: 村上陽一郎氏)により、科学・技術政策面、核融合開発、エネルギー・環境面、経済面、産業面、文化面の角度からホスト国の利益/不利益が検討され、ITER懇談会へ報告された(平成12年6月)。

5. ITER建設のための日本の支援体制

- ・国会: 核融合推進議員連盟、未来エネルギー問題研究会
- ・日本学術会議: 物研連委員会、核研連委員会
- ・原子力委員会: ITER計画懇談会、核融合会議
- ・経済団体: 経済団体連合会、日本原子力産業会議
- ・地方自治体: 北海道(苫小牧市)、青森県(六ヶ所村)、茨城県(那珂町)

6. まとめ

- ・第三段階計画は、我が国核融合界の総意として合意されている。
- ・ITERに関する技術的な検討は、核融合会議において実施。
- ・ITER計画の進め方(誘致、資源の配分等)に関する社会的検討はITER計画懇談会が実施。

#### <質疑応答、コメント>

核融合会議の合意(平成12年12月14日付け)で大学の予算が保証されない限り反対であるとの付記の件、他のプロジェクトのため自分の予算が減って困るというのは次元の低い主張で自殺行為である。どなたが主張されたのか分からないが、大学全体に連帯責任を強制する権利はない。また大学全体を人質にしてもらいたくない。大学という言葉を外して、その方の所属するグループ名に変えていただきたい。



井上先生の発表の“まとめ”に異議が無ければ、出席者全員でこれを認識したものとして欲しい。どのような研究をすれば核融合の進展にベストだと考えるかということが個々の研究者によって異なっているとすれば、財源が減って大学の核融合研究に支障があると困ると主張することは不思議ではない。

そういう意味ならまだ救われるが、しかし財源という言葉は次元が低い。また、1月13・14日の名古屋での議論の時も、炉工学の方は大部分の先生達は一致していたのに対し、炉心プラズマの方は特定のVIPの先生方が異論を唱えられていた。

核融合会議の合意については既に提出済みであるので変更できない。変えるとすれば核融合会議を最初からやり直すことになるのではないか。

それでは、「大学という言葉を外してほしい。」という私のコメントを、本会合の議事録として残しておいて欲しい。

核融合会議の合意をITER計画懇談会へ提出するに当たっては、報告に十分注意して欲しいと言った。追記の部分だけをとりあげて欲しく無い。また、この部分を外すことに異論があったことも確かである。

他の研究の継続推進も重要であることについては追記の部分の前までに十分に書かれている。にもかかわらず財源が無いと反対、という追記により、ITER計画懇談会で見識を問われてしまった。ともあれ、追記の前までの内容についてこの2日間で議論して欲しい。

ITERというのは実験炉の総称なのか、または固有名詞なのか。固有名詞だとすると限定が強すぎるのではないか。背伸びをしたITERの設計ではコストが高くなり、そのことがコミュニティで問題となっているのでは。コンセンサスとして使われるのは問題だと思う。

核融合会議で検討して、今の設計をITERであり中核装置であり実験炉であると結論している。

コストに関して言えば、元の1兆円の設計に戻せという意見もあるくらいである。

ITERの設計についてはこのあとで報告される。その報告のあとで総合的な議論をすることとしたい。(座長)

## ( ) ITER の現状 (物理設計、工学設計、その他)

資料に基づき、下村 JCT 首席副所長から、ITER 設計の現状が、多田原研主任研究員より、ITER 安全設計及び規制の準備状況に関して報告があった。  
主な内容は以下の通り。

### <報告>

#### 1. ITER 設計の現状 ITER 共同中央チーム 下村安夫

今日は、ITER 計画全体の考え方と小型化設計の際の考え方、プラズマの予測、工学設計の概要、開発研究の現状、サイトに対する要請、の順に話す。

##### (1) 技術目標と設計方針

- ・ ITER-FEAT の技術目標
  1. 核融合エネルギー増倍率 (Q) が 10 以上のプラズマを実証する。  
(実験シナリオとしては  $Q = 20 \sim 50$  も視野にしている。)
  2. 電流駆動により定常運転を実証する。  $Q = 5$  以上を目指す。
  3. 核融合炉工学技術の総合的実証を行う。
  4. 原型炉用ブランケットモジュール等のテストを行う。  
(中性子壁負荷は  $0.5 \text{ MW/m}^2$  以上、フルエンスは  $0.3 \text{ MWa/m}^2$  以上。)
- ・ ITER の小型化を実現するための詳細な検討項目  
超伝導コイルの設計裕度の低減、及び分割型ソレノイドコイルへの設計変更。  
ダイバータ長を 1.6 m から 1.1 m に変更。トロイダルコイルとプラズマとの距離の縮小など。
- ・ 最近のトカマクの研究成果の取り入れによる性能向上及び信頼性の高い運転  
アスペクト比を 2.9 から 3.1、非円形度を 1.6 から 1.7、三角度を 0.24 から 0.33 に変更。  
新古典ティアリングや抵抗性壁不安定性を安定化する手段の導入。  
自由度の高い加熱・電流駆動方式の導入。  
200  $\text{Pam}^3/\text{s}$  の排気能力の確保など。
- ・ ITER-FDR から ITER-FEAT への変更点  
核融合出力: 1500 MW --> 500 (700) MW。  
主半径: 8.2 m --> 6.2 m。 小半径: 2.8 m --> 2 m。  
プラズマ電流: 21 (24) MA --> 15 (17) MA。  
誘導運転によるプラズマ継続時間: 1000 s --> 400 s。  
グリーンワルド密度限界:  $0.85 \times 10^{20} \text{ m}^{-3}$  -->  $1.2 \times 10^{20} \text{ m}^{-3}$ 。
- ・ 設計 / 製作性の現状  
トカマク本体関連(真空容器、超伝導コイル等): 実機規模の製作実証 / 性能確証済み。  
途中変更無し。  
プラズマ対向機器、周辺機器: 目処は立っているが、今後、より良いものを取り込む。  
テストブランケット: 交換性等、より良いものを取り込む。  
プラズマ運転: 自由度高い運転領域確保する。

##### (2) プラズマの予測

- ・ 燃焼プラズマの運転領域  
誘導電流駆動運転: 標準的には ELMy H-mode を想定する (データベースが充実しているため)。  
非誘導電流駆動による定常運転: 磁気シア分布制御による内部輸送障壁モードによる高閉じ込め・高ベータ化を目指す。
- ・ パワーバランスの例  
核融合出力 = 500 MW ( $Q = 20 \sim 10$ )。 アルファ加熱 = 100 MW。 追加加熱 = 25 - 50 MW。  
全加熱 = 125 - 150 MW。 放射損失 = 50 MW。  
セパトリックス外への流出 = 75 - 100 MW。  
ダイバータ板への流出 = 30 - 60 MW ( $< 10 \text{ MW/m}^2$ )
- ・ プラズマ電流 17 MA における運転  
 $\langle n_e \rangle / n_G = 0.81$  において、 $Q = 50$  及び  $Q = \infty$  の運転シナリオが可能である。  
 $n = 2$  前後の領域で熱不安定性実験も可能である。

- ・初期 10 年間の運転計画  
3 年間の軽水素運転の後、重水素運転に進む。(重水素運転に入った後は、人は真空容器の中には入れず、遠隔保守が必要。)  
その後 DT 運転に入り、 $Q = 10$  を達成した後に非誘導電流駆動運転実験を行う。
- ・開かれた研究形態を目指す  
遠隔実験コンセプト、外部研究者の登用、研究所間の競争など。

### (3) 工学設計の概要、開発研究の現状、サイトに対する要請

- ・装置構成  
トロイダル・コイル、中心ソレノイド・コイル  $Nb_3Sn$   
ポロイダル・コイル  $NbTi$  / SS コンジット  
ダイバータ タングステン合金 / CfC / 銅合金 / SS 316
- ・加熱装置  
ECH 用ジャイラトロン 170 GHz, 1 MW の発振器  
負イオン NBI 装置 スペックのそれぞれの項目単独については開発できた。
- ・サイト要件と建設  
炉本体、炉周辺、バイオシールドの総重量：40000 トン。  
100 年後には 28000 トンはクリアランス・レベル以下になる。  
通常運転中の人員：専門職員 200 人、常駐技術職員 400 人。  
建設費： 4b \$、運転費： 250 M\$ / 年。  
建設期間：8 年、運転期間：約 20 年。

## 2 . ITER 許認可に向けた検討 原研 多田栄介

### ( 1 ) 安全規制の基本的事項

- ・科学技術庁原子力安全局原子炉規制課：原子炉安全技術顧問会（近藤駿介主査）にて検討。  
ITER の安全上の特徴を分析し、『安全確保の基本的考え方』をまとめた。(H12.7)  
・核融合炉の安全上の特徴から運転範囲を逸脱しても受動的に事象が終息。事故に至らない。  
・事故発生防止上の構造健全性の確保と、事故影響緩和上の放射性物質の除去が重要

### ( 2 ) 安全確保の基本的考え方とその特徴、主要な技術ベース

：放射線障害防止のための従来からの一般的な考え方

1. 平常時の放射線防護： 遮蔽、トリチウムの漏洩制限、放射化物の管理。  
トリチウム安全取扱技術：実績（閉じ込め、除染）の蓄積：TPL, TSTA, ふげん, TFTR。
2. 事故の発生防止： 構造健全性の確保、真空容器内機器には安全要件を課さず。  
ディスラプションは通常運転として考慮。  
構造設計基準案及び耐震 / 免震設計基準案策定作業実施中：各検討委員会設置。  
H13 年度までに成案策定予定。
3. 事故の影響緩和： 閉じこめ区画を整備する。  
閉じ込め区画（建屋）遮断弁、非常用トリチウム浄化系、排気塔など。  
トリチウム除去性能の確保（TPL、TSTA の実績、TPL：事故時環境での裕度評価）。
4. 被曝評価： 平常時と想定事故による異常時の評価実施、  
既存施設での保守的評価を適用、段階的な実証を許容（HH/DD/DT, BPP/EPP など）。

### ( 3 ) 廃棄物処分の見通し

- ・廃棄物の性状： 放射化金属が主、主に低レベル放射性廃棄物、
- ・処理処分の考え方：原子力委員会において検討された「RI 研究所等廃棄物処理処分の基本的考え方」(H10.5.28) による。

### ( 4 ) 建設に向けた法令・基準類の整備計画

- ・安全規制は「ITER 施設の安全確保の基本的考え方について」に従い ITER 事業体発足前までに整備。
- ・安全確保の技術基盤は H13 年度中に目処をつける方向。

## <質疑・コメント>

### 物理設計関連

ITER では、どのようにしてパラメータを定常に維持するつもりか。たとえば密度分布や燃料供給の維持はどうか。

ガスパフ、ペレットで燃料供給し、大規模な  $200\text{Pam}^3/\text{s}$  で排気を行う。ELMyH モードを定常にするためには壁との問題が重要と認識。制御は難しいが、ダイバータ部分の大容量排気で密度を制御することは可能。プラズマ中心への補給も周辺からの粒子供給で問題ないを考える。ITER だから特殊というわけではない。ヘリウム排気についても大きなポンプスピードがあれば大丈夫。燃焼状態での粒子供給は、今までのデータベースで可能か。

問題ない。D でも T でもプラズマの拡散等に本質的に差はない。また、中心部分での反応による消失分は少ない。

ITER はプラズマ実験装置として重要と認識。しかし一言で言って ITER (燃焼プラズマ) の物理的魅力、学術的アピールは何なのか。そういうプレゼンテーションが重要ではないか。

核融合の開発は炉心プラズマの開発。安定に燃焼させるための物理は重要。設計値より高い領域でもおもしろい現象があるはず。また、ベータ値の限界、プラズマの限界など複雑な物理がある。ヘリウムがたまった時どうなるか。ベータ限界でプラズマの乱流や燃焼はどうなるか等。

データベースに基づく実験の他、リバースシアなどの先進的な実験もできる。ミクロなゆらぎ、マクロなゆらぎ。また燃焼プラズマの圧力勾配、電場を通した自己形成などもある。自立性が強い系の制御は 20 世紀に必ずしも成功してはいないが、核融合で成功するのかどうか、大きな魅力である。

核融合炉を電力マシンとして考えた場合、出力変動させることも魅力的なテーマだが、ITER ではそのような実験もできるのか。

ITER で検討可能。

ITER の閉じこめスケールリングについて、コンサバティブでないのではないかと。また、なぜ輻射損失をデータベースから抜いたのか。ITER の閉じ込めを過大評価するのではないかと。

スケールリングを作るにあたって、既存のデータベースから輻射損失を差し引くことはせず、そのまま使用。ただし、イオンと電子温度が同程度のデータのみを使用。ITER ではシンクロトロン放射のような輻射損失が予想されるが、輻射損失をゼロとして ITER のエネルギー閉じこめ時間を評価したということ。輻射損失は小さな装置で影響大と考えられているが、実際そうではない。小型装置等の輻射損失が大きいデータは除いた。

加熱パワーから輻射損失を除いたパワーが、ダイバータ板の熱制約から制限されるという状況である。ITER-FEAT ではダイバータの熱負荷は処理できる。しかし、DEMO や核融合実証炉では、「輻射損失をいかに大きくとってダイバータ板へ入る熱を低減するか」は、トカマクに限らず磁場閉じ込め装置共通の大きな課題である。ダイバータでの輻射の研究が重要である。

壁排気がどの程度重要であるか、装置スケールリングを出すべきではないか。

現在の、中・大型装置でも、壁排気以上にダイバータ排気が有効になっている。

高ベータ時のテアリングモードの発生を ECH で抑制できることは実験で確かめられているが、それによってベータ値を元にもどすことはできてない。チャレンジングなテーマであるが、この件は保守的な評価を行っているのか。

$Q=20$  でも規格化ベータ値は 1.7 程度。このあたりでは完全ではないが問題ない程度には戻る。高ベータの先進モード運転では抵抗性壁モードが問題になる。チャレンジングなテーマと考えている。

コレクションコイルのアイデアはおもしろい。 $Q=10$  の運転は、コレクションコイルなしで可能か。

可能。

ヘリウム輸送及び水素リサイクリングの時間的制御はどうするのか。実効的粒子閉じ込め時間は制御可能か。

ヘリウムのトランスポートは重水素と変わらない。重水素の評価値を使用。ダイバータでの排気も考慮して実効的粒子閉じ込め時間に関するシミュレーションを行っている。

## 工学設計関連

ITER の中心磁場 5.3 テスラでは、最適な ECH 周波数は 140GHz くらいになるが、170GHz の ECH 周波数をつかうのはなぜか。

垂直に入れたときは 150GHz であるが、斜めに入射しアップシフトのドップラーシフトを使った場合、中心付近の最適な周波数は 170GHz になる。

ITER の目標を達成するには加熱装置は最低何 MW で、何秒必要なのか。R & D が全て終わっていないならば、どのように ITER に結びつけていくのか。

400 秒 40MW が最低必要。ICRF：技術的な問題点はない。NBI：電流密度と中性化効率等は目標を達成。長時間運転における壁からのアウトガスによる効率低下に関して更に実験が必要である。ECH：ジャイラトロン 1 機あたり 500kW であれば定常にできる。

周辺機器は本体建設中でも変更可能で、建設期の R&D の進展を含めて完了する見込み。

NBI,RF：建設開始時期から実規模を製作しても間に合うとの認識。EDA 期間中は高い領域の原理実証を目標とし、負イオン源は 1000 秒の運転を達成。少し出力を落として、1 週間の連続運転も実証。

工学 R&D は完了とのことだが、マグネットの実機製作に R&D は不要か。

実機規模の製作実証はできた。一つ目のトロイダルコイルは慎重に製作して予備とする。その意味で、今後、量産・効率化に向け R&D 的要素があるものもあろう。

## 予算・コスト評価関連

予算の妥当性の評価のため、詳細な ITER の積算見積もりを出してほしい。

ITER-FDR で詳細なコスト評価を行った。FEAT に対しては、現在、詳細評価中、正式な評価はあと 1 - 2 週間かかるとみられる。

積算見積もりが今出せないなら、我々にとってフィージビリティスタディができないのでは。

詳細な原価計算表はすぐには出せないが、古い評価ならある。それから外挿した FEAT のコストはある。フィージビリティの検討はできる。

## 廃棄物関連

「廃棄物を十分議論しないまま ITER を誘致するのは危険」と新聞に書かれたが、これでは核融合のイメージが悪くなる。実際はどうか。

核種や生成量など技術的には十分検討している。特殊な廃棄物はなく、低レベル廃棄物のみであり、特に問題となるものはない。ITER を法的にどう位置づけるかはまだ未定であるが、検討は行われている。

物研連での議論で、ITER の物理的魅力的な問題と廃棄物の問題が検討不足と話題になった。廃棄物については、戦略検討分科会の報告書にある発電炉の記述と同程度の資料がほしい。

ITER と原型炉の違いはステンレスとフェライト鋼の違い。高レベル廃棄物はない。ITER では放射化レベルが原型炉より小さいので、放射性廃棄物は原型炉と同程度か小さくなる。戦略検討分科会の評価とほぼ同じとなる。

ITER では原子炉と比べて、4 桁低い放射化濃度である。

単に原子炉の高レベル廃棄物に比べての評価というのは問題。法的準備をするにあたり、数万トンも廃棄物が出ることは、パブリックアクセプタンスの問題も生じ、コミュニティとして心配。慎重に決める必要あり。

廃棄物はステンレスの放射化物が中心。一般の RI ・研究所等廃棄物の処分方法の範疇で現行法が適用できると思う。いずれにせよ、廃棄物は慎重に対処する必要がある。

ITER の廃棄物をどうするかという法令は今はない。現在の考えは、出たものに対して対応することであり、原子炉の廃棄物の法令は、原子炉等規制法に入れている。どちらにしても、廃棄物については、現状は RI ・研究所等廃棄物処理処分に基いて検討が進んでいるところであり、難しくないと思う。

当事者が安全に自信を持っているのは当然。特に法律に関しては相手があることなので、早く法体系を整備してほしい。廃棄物の問題は慎重にすべきと思うが、ITER に法体系がないのは困る。規制当局は誘致すると言わないと法整備は真剣に考えてくれない。誘致する方向で皆が努力すれば、法体系は早く進むはず。

廃棄物は、実験終了後、誰が責任を持って処分するのか。発生者責任か。

誰が責任を持って処分するのかは、今、協議中。運転終了後の 5 年間は ITER 事業体の責任で除染され、その後はホスト国に引き渡される。その費用は運転期間中に各極が積み立てることとなる見込み。

#### トリチウム・安全

安全顧問会では事故に至らないことを前提にしたと言ったが、それでいいか。トリチウム事故時の環境挙動を環境シュミレーション（UFOTRI 等）により評価することは無意味なのか。

核融合炉の安全上の特徴から事故（放射性物質により人的被害が発生する恐れのある事態）には至らない。起こらないことだが、念には念を入れて事故を想定し、その最大放出のパスでも、公衆への影響を規制値以下とする。このため閉じこめ区画を整備し、浄化系、100m 程度のスタック（排気塔）も設ける。我が国で経験・実績のある再処理施設等での評価モデルを採用。全量トリチウム水蒸気（HTO）とし、安全評価上は保守的に扱う（HTO は HT と比較し、主として体内への取り込まれ易さの違いにより、10000 倍以上、空气中濃度限度等が厳しく設定されている）。日本版 UFOTRI が整備されれば、現方法の保守性が評価でき、意味は大きい。

現状の評価モデルはどのようなものか。世界に胸を張れるコードといえるか。

安全審査のための評価方法は現在 JRR3 や「ふげん」でも使われているもの。非常に複雑なコードではない。事故時のトリチウム放出量を評価し、気象データを統計処理して地表での相対濃度を求め、HTO（トリチウム水蒸気）として保守的に吸入摂取量を評価して線量に換算する。

#### その他

今、核融合コミュニティが社会から注目されている。早急に議論すべきことに集中しよう。このレベルなら合意、何割が反対、という定量的評価をすべきではないか。2 日間議論して、ITER のことがよくわかりましたというようなことを言うのであれば、それはコミュニティの未熟さを外に示すことになる。最終的に核融合コミュニティが外に向かって何を言うかが重要。

## ( ) 議論 1 : ITER の意義と実現可能性

### 1 - 1 . 炉心プラズマについての議論

#### 1 - 1 - 1 . コメント「ITER-FEAT の学術的問題点」(九大 伊藤智之)

- 1) 核融合発電の時期は先延ばしされて来ており、「核融合のグループはいつになったら本当のことを言うのか」と質問とも抗議ともつかない意見を受けるので、実用化が 2050 年頃と言っていることがウソとならないようにしたい。
- 2)  $Q =$  (ITER-FDR) の実験目標を  $Q = 10$  (ITER-FEAT) に下げたことによる「研究目標」の質的後退を認識すべきである。 $Q = 10$  の経験から  $Q =$  の知見が得られるのか。ITER-FEAT と DEMO の間にもう 1 台必要となるのではないか。
- 3)  $Q = 10$  (標準運転) では  $P_{\text{heat}} > P_{\text{(ion)}}$  で熱的不安定性が起きれば外部パワーで制御可能であり、燃焼制御の技術修得は不十分となる。
- 4) 燃焼プラズマでは 粒子加熱パワーの 7 ~ 8 割が電子に供給され、イオン加熱パワーの方が大きい実験条件で求められている現在の閉じ込め経験則の適用範囲外である。
- 5) ITER-FEAT の非誘導運転シナリオでは 41% である自発電流の割合を高めないと、高自発電流運転の原型炉につながらない。
- 6) ITER-FEAT の定常運転シナリオは先進モード (高閉じ込め、高  $n$ 、高自発電流比) に依拠しているが、現状の先進モードの運転時間は電流拡散時間より短く非定常実験にとどまっている。また、閾パワー、閉じ込め時間についての経験則が確立しておらず、不確定要素が多い。さらに、定常運転では、電流分布と加熱分布の両者を独立に制御する必要があるが、ITER ではそれが考慮されていない。
- 7) 他にも検討不十分な課題があると思われ、ボランティアで大学を中心とした検討会を作ること提案する。

### <質問・コメント>

検討すべきことがあるので、建設を延ばすべきと言うことかとの質問があり、個人的には、日本に誘致するのはよく検討してからでよいと考えているとの回答があった。

伊藤教授のコメントに対して ITER JCT より以下の回答があった。

- a)  $Q=10$  でアルファ粒子による加熱が主であり、熱的不安定性の研究も可能である。また、 $Q>10$  も実現でき、 $Q =$  の可能性も排除していない。
- b) ITER では、イオンと電子のエネルギー緩和時間はエネルギー閉じ込め時間より短いので、電子を加熱したパワーが結局イオンに行く。したがって燃焼制御におけるイオン加熱パワーと電子加熱パワーの区別はしなくてよい。
- c) 外部加熱はイオン加熱というのは誤認である。ITER の加熱装置のうち、IC は主としてイオン加熱であるものの、EC は電子加熱であるし、NB はアルファ加熱とほぼ同じ割合で主に電子加熱となる。外部加熱全体としては電子加熱の割合が大きい。したがって、 $Q=10$  においてイオンへ直接入る加熱パワーについても、アルファ粒子からのパワーの方が外部加熱パワーより大きくなる。
- d) 「イオン温度が高いデータを多く含むデータベースの閉じ込め時間比例則をもとに電子加熱であるアルファ加熱の閉じ込めの予測はできない」というコメントに対して、閉じ込めデータベースからは、イオン温度が電子温度より高いデータを注意深く取り除いているので、予測できると考えられる。
- e) 定常運転における性能は、密度分布などによってかなり変わり得る。同じ分布で比べる必要があるが、FDR と FEAT で大きな違いはないと考えられる。
- f) NB, IC, EC の 3 つの加熱 (+ 電流駆動) ツールを有し、かつ NB と EC の入射角を可変としていることから圧力分布、電流分布の独立制御は可能である。
- g) 「定常運転に必要な規格化ベータ 3.5,  $HH=1.5$  ができるのか」ということに関して、規格化ベータ 2.7,  $HH=1.5$  で  $Q = 5$  を達成可能との計算がある。ただ、ITER ではこの方向で研究する必要があるということであり、現段階のデータベースをもとに 100% できると言っているわけではない。

上記2) - 6)に関する質問・コメントのうち、時間的制約のため討論が十分できなかったものもあるので、原研から文書でまとめて回答してもらうことにした。これに対しては、原研の回答文書を追加資料として、「 ．発表、討論等の概要」の最後に添付した。

### 1 - 1 - 2 . コメント「ITER の技術的実現性」(京大 若谷誠宏)

#### 1) ITER 物理専門家会議

ITER の物理基盤を充実させるために、ITER 物理専門家会議が組織され、ボランティアに活動を行ってきた。日本からは、大学と原研の研究者の混成で参加しており、大学におけるプラズマ物理の研究成果が ITER の設計に反映されるルートの一つとなっている。

#### 2) ITER における核燃焼プラズマ物理

$Q=10$  において熱的不安定性が現れると予想される。アルファ粒子によって駆動される不安定性が発生する可能性があるが、アルファ粒子の大きな損失を引き起こすことはないと思われる。

#### 3) 閉じ込め則と輸送現象

ITER 物理専門家会議の活動により、ELMyH モードのエネルギー閉じ込め時間および L-H 遷移の加熱入力閾値の経験則がまとめられ、ITER の設計に反映されている。また、輸送障壁の形成の物理と輸送モデルの研究も進展している。

#### 4) 定常運転の可能性

内部輸送障壁を有する高ベータ高閉じ込めプラズマを実現できれば、自発電流率 $\sim 50\%$ の定常運転(完全非誘導電流駆動)が可能となる。特に ITER においては、このような運転とアルファ粒子加熱との整合性を研究することができる。ITER 物理専門家会議では、内部輸送障壁と定常化についてのデータベースの構築に向けて実験データの収集を行っている。

#### 5) 今後

一層のコスト低減化を目指し、国内で多様な研究が競争/共存できる環境を作ることが重要である。また、ITER 計画をどの世代がリーダーシップを取って進めるのかを示すことが必要である。

### <質問・コメント>

1) ITER 物理専門家会議活動は ITER のパラメータを与えられて行っているのかとの質問があり、そうではないとの回答があった。

2) ELMyH モードのデータベースに、内部輸送障壁を有するプラズマや高イオン温度モードのデータは入っていないのかとの質問があり、入っていないとの回答があった。

3) ITER では中心への粒子補給がないので凹状の密度分布となることが考えられるが、粒子輸送について検討されているのかとの質問があり、高磁場側入射ペレットにより中心部への粒子補給はできる見通しであるとの回答があった。

### 1 - 1 - 3 . 炉心プラズマの面から見た ITER の意義と実現可能性についての議論

まず、第三段階核融合開発基本計画の内容が議長より示され、その内容について異議がないことを確認した。ただし、「研究開発の分担」については省庁統合を受けて見直しても良いとの意見があったが、その件は、議論3「将来展望」のところで取り上げることとなった。

現状の ITER を第三段階核融合開発基本計画に示された実験炉と見なせるかどうかをポイントとして、ITER の意義と実現可能性について議論を進めるとアナウンスがあった。

#### 1) ITER が第三段階核融合開発基本計画の実験炉とみなせるかどうかについて

$Q=10$  では自律的燃焼とは言えないのではないかという質問に対して、ITER JCT および原研より説明があり、また核融合会議での議論が井上座長より紹介された。それらの要点は以下の通り。

$Q=10$  でもアルファ粒子加熱が外部加熱の2倍あり、熱的不安定性も起こりうるので、自律的燃焼と見なせる。また  $Q=20$  は裕度の範囲内で達成可能であるし、 $Q>50$  の可能性もある。長時間燃焼についても“hybrid operation”によって3000秒の運転も想定されている。よって第三段階核融合



開発基本計画の実験炉の条件を満たしている。

#### 2) ITER の物理設計に関するこれまでの議論について

「中間報告段階では、定常運転による  $Q = 5$  の信頼性や燃料供給等について検討することの必要性が述べられている。最終報告については今後、核融合会議 ITER/EDA 技術部会で検討されるが、このような検討を続けることが重要。」とのコメントがあった。

ITER の物理設計については、これまでの ITER/EDA 技術部会および ITER 技術諮問委員会 (TAC) における検討において概ね妥当という結論となっていることが報告された。

#### 3) 電流駆動効率について

電流駆動時の高速電子の損失を考慮していないのではないかととの質問があり、大型装置の JT-60 では MHD 不安定性がない場合高速電子の損失は無視できるという実験結果があり、ITER は MHD 不安定性が起きない領域で運転するように設計しているため損失はないと考えているとの回答が原研および ITER JCT よりあった。

#### 4) ディスラプションについて

ディスラプションやダイバータの熱負荷についての検討はどうなっているかとの質問があり、ITER JCT および原研より以下の回答があった。

ディスラプションのデータベースが蓄積され、ニューラルネットワークで 90% の確率で予知できるようになった。また、ディスラプションを回避する研究、ディスラプションの影響を緩和する研究も進展している。ダイバータも含めて ITER は 1000 回以上のディスラプションに耐えるよう設計している。

それに対して、ITER でもディスラプション回避の研究を実施し、軽水素運転フェーズでディスラプションが起きないように見通しをつけて欲しいとのコメントがあった。

#### 5) コストについて

コストの評価はどうなっているかとの質問があり、原研より総計で FDR の 56% と見積もられているとの回答があった。また、コストの内訳について、FDR の場合の評価が示された。

### 1 - 2 . コメント「ITER の意義と実現可能性 (炉工学)」(名大 田辺哲朗)

資料に基づき、名古屋大学田辺教授より、燃焼プラズマ中の粒子制御と材料などを中心に、炉工学的観点から ITER あるいは実験炉の必要性を説明。主な主張は以下の通り。

- ・トリチウム (T) 問題・放射化問題 (廃棄物問題) を先送りしない。
- ・燃焼プラズマ中のトリチウム、ヘリウムの挙動が重要。プラズマ中に閉じこめられない可能性 (TEXTOR)。解明のため DT 燃焼を伴う実験が必要不可欠。
- ・燃焼プラズマの熱・粒子制御 (ダイバータ) の観点から不純物放射冷却に関する一連のデータ整備が必要。炭素のデータ以外、他の不純物のデータは希薄。DT 燃焼・高エネルギープラズマ実験装置が必要不可欠。

#### <質問・コメント>

##### 高エネルギートリチウム挙動

JT60 の実験で、高エネルギートリチウムがプラズマの中で閉じ込められているのは確認済み。TEXTOR の例は、装置の大きさによって説明できる。実験と計算もよく一致する。

トリチウムのマジョリティはそうかもしれないが、トリチウムについては定量的な評価が必要でマイノリティについても考慮が必要。

炉内のトリチウムインベントリーがある程度貯まると取り出さなくてはならない。タングステンブラッシュや黒鉛の再堆積層からのトリチウム除去の方法やその作業周期はどう考えていくのか？

重要な問題と認識。排気の直近のタングステン表面を高温に保って再堆積しないよう設計している。放電洗浄・交換周期など検討中。まだ時間があり、ディスラプションの頻度が押さえられれば CFC をタングステンに置き換えたい。タングステンブラッシュは、今は直方体角材が並んで

いる。

#### 廃棄物及びダイバータ関連

廃棄物の問題で核分裂炉の轍を踏まないようにという指摘はその通りだ。核分裂炉から努力の蓄積を受け継ぎ、その成果の積み上げの上で十分対処可能と考える。

高Zダイバータは、交換可能な改良部であり、積極的な研究・提案を願う。トリチウムと中性子を同時に扱う装置の必要性については同感である。但し、それが ITER-FEAT に結実しており、ITER が先送りされた時に 10 keV の装置が必要というのはいかなるものか？

もちろん ITER が大事だと思っている。

炉工学の見地からは、ITER-FEAT は意味がある。ダイバータ等指摘された問題は建設期間中に解決して改善する。

#### 1 - 3 . コメント「ITER の意義と実現可能性（トリチウム安全）」（茨大 一政祐輔）

資料に基づき、茨城大学一政教授よりトリチウムの環境挙動を中心に、ITER での留意点を説明。主な主張は以下のとおり。

- ・環境中のトリチウム移行や生物への取り込み、トリチウムの放射線障害（DNA の破壊の可能性も）と生物の自己修復・免疫活性など詳細には答えはでてない。
- ・環境・生物影響問題に取り組む姿勢が重要だが、連携組織（原研・放医研）の規模・人材が急激に減少。ITER を本格的に推進するなら最低限の研究レベルの維持・確保が必要。
- ・ITER の安全設計においては事故時のトリチウムの放出量を 100 g としているが、事故時の環境影響について日本では大学人が使える被曝評価コードがないと考える。また、被曝評価には食物連鎖を含めることが重要。
- ・ITER の参照コードになってる UFOTRI/NORMTRI に対応するような日本のコードが必要（食物連鎖の寄与も計算可能）。日本モデルの作成とその検証が重要。
- ・放射性廃棄物に対して地元の理解は容易か？
- ・安全規制はどのような法体系で対応するのか？

#### <質問・コメント>

ITER の安全審査は設置国で行われるので、世界で同じ法律を作るのではなく、各国の法体系の中で安全規制は作られる。

安全規制としては、安全確保の考え方をまとめた。法律としては ITER の性格を特徴づける新法を作る方向。枠組みは固まりつつあるので、中身についてこれからも協力してほしい。

事故時の 100 g は事故時の放出量ではなく、FDR 時において想定した異常事象に対して設定された放出限度値であり、事故時のリミット。安全評価では数 g 程度の環境放出に収まっている。この 100g の数値は、100m のスタック（排気塔）から放出した時の環境条件から設定したもの。

UFOTRI は、ITER の安全設計の中の 1 つのツールとして使用されている。研究の上では、さらに日本版のコード開発等の努力が必要と思う。日本版のコードが整理されれば、現状の安全評価に対する安全裕度の保守性が確認でき、重要である。安全評価上は、既に我が国に公式的なやり方（重水を取り扱う施設の許認可等で使用された経験）があり、それを基にして対応。

スケジュールがあれば最初から妥当性が確認された方法論で統一するのが望ましいが、現状は許認可と研究を平行して進むべきである。

食物連鎖は、日本では事故時には検討しないが、平常時では評価を実施。

原子炉は、事故は起こさない、と言い続けてきたが実際には起こった。この事実を真摯に受け止めて欲しい。

ITER では原理的に事故は起こり得ないと考えている。ただ、仰るように原子炉で起こり得ない事故が起こった事実は真摯に受け止め、注意していく。

10 g T 以下の放出であれば（生物影響上）問題ない。環境影響研究の人的・財政的資源の減少が問題。

NIFS での共同研究は継続してサポートする。

原研も同様である。

誤った危険性の理解とならないようトリチウムの取り込み過程等についてもう少し詳細な説明がほしい。

トリチウムが体内に入ると均一に分布する。DNA など特定の器官だけに貯まるものではない。(体内トリチウム量) 10Ci で死亡する。致死量や体に影響を与える量などの議論もあるが、基本的に規制を守っていただければ問題ない(公衆の被曝線量限度は年間 1mSv )。

トリチウムの放射線リスクはヨウ素 131 の 500 分の 1 となっているが、どうなのか。(トリチウムは HTO (トリチウム水蒸気) の化学形態の時、空気中の濃度限度は、ヨウ素 131 と比較して 500 倍大きい)

法規制上の値。(生物影響の研究を踏まえて) 学問的には検討を続けるべき。

ヨウ素は特に甲状腺に貯まるという性質があるが、トリチウムは均一に分布する。

ヨウ素とトリチウムでは、毒性が違う。この分野の国際的な研究者の集まりである国際放射線防護委員会(ICRP)の勧告に準拠した数値。今後、見直しの可能性はある。

安全規制上は問題はないが、ITER が日本に来るとなれば、トリチウムに対する理解と安心の問題が重要になる。ITER を推進するなら、理解を得るためトリチウム研究を続けるべき。

先程のトリチウムの放射線リスクの件について、研究が進むと、これが2倍、3倍になることはあり得るが、ケタがかわることはない。トリチウムの環境研究を「今後やります」というのは受け入れ難い。今頑張るべき。

### セッションのまとめの議論

幹事：ITER の物理的意義については相互理解が済んだと考えて宜しいか。細かい質問は別途回答する方向で。技術的実現性についても理解が得られたと考えて宜しいか。

それは違う。コストの議論もしていない。強引にまとめるのはいかがなものか？

どの機器のコストが判らないからフィージビリティスタディができないというのなら、有効数字何ケタで必要とか、具体例を出すべきではないか。

幹事：今回の会議は決議を出す場ではなく、相互理解を深めるというのが第一。但し会議のまとめは出す。強引にまとめるつもりはなく、大多数の人に賛成してもらえるかということ。

色々な意見があるのは当然で、強引にまとめない方がいい。判らないことはあってもいいし、理解を進める場と考えている。

膨大な資料があり、専門でやって居られる方もいるし、我々のように大学の本務があってやっているものもいるので見方が違ってくる。1週間ぐらい検討しただけでは全てを理解するのは無理。説明を全部納得したわけではない。今後も我々の立場からの検討は進めていく。

強引に進めるのはいかがと思うが、この会議は大変注目されている。コンセンサスの内容がただ幅広い研究が必要だということでは問題である。我々の見識を示すことが必要。

## ( ) 議論 2 : ITER 日本誘致に関して

“ ITER 日本誘致を拙速に決めるべきではない ”との立場から京都大学エネルギー理工学研究所 大引得弘氏が “ ITER 早期実現と日本誘致 ”をするべき、との立場から同 香山晃氏がコメントを行い、これをもとに討論が行われた。

### 2 - 1 . コメント (京大 大引得弘)

- A. “ 第 14 回 ITER 計画懇談会 (平成 12 年 12 月 14 日) 資料第 14 - 4 号「ITER 計画の推進について」” 及び
- B. “ 核融合会議開発戦略検討分科会での報告書 (平成 12 年 5 月 7 日) 第 3 部「まとめ」の「我が国にとってのディメリット」及び「国内誘致にあたっての基本的考えと留意事項」からの抜粋を用いて以下をコメントした。

ITER は日本の核融合にとって重要であるにもかかわらず後顧を残さないようにするための検討が下の 1 から 4 に示すように不十分なまま事態が進んでいる。

1. 誘致に関する議論・検討が不十分
    - ・ 資料 A での “ なお ” 書き (参考意見) に有る “ ITER 日本誘致により大学の核融合研究継続に必要な財源が保証されない恐れ ” 及び “ オールジャパンで推進するための仕組み・在り方が確立されていない ” ことについて充分検討されていない。
    - ・ 資料 B では ITER を国内に受け入れることへのディメリットとして巨額の資金を投入することが他の科学技術の発展に影響を及ぼし 又 核融合研究開発費の ITER への集中により多様な実験研究が困難となり、創造性のある研究を阻害する恐れへの配慮が記されているが、これをキチンと (正しく) 取り上げるべきである。
    - ・ 資料 B の留意事項であるトリチウムの外国からの搬入についての地域住民の理解を得る対策も正しく行わなければならない。
    - ・ 大学等の研究基盤を充実させる方策や見通しを言葉だけでなく具体的に考えておくべきである。
  2. 安全性・環境評価などの検討が十分でない。
  3. 誘致した ITER の実験終了後、廃棄物処理が完了するまでの処理費等の経費についての検討が成されていない。又、原型炉まで想定しているのだとしたら、それについての議論は行われていない。
  4. ITER 計画が核融合研究推進に対して負の遺産とならないように時間はかかっても研究者、行政、産業界の連携、協力体制を確立し十分な議論により我国の核融合研究に最善の方向を見極めるべきである。
- これから、これらを検討する勉強会を始めたい。

### 2 - 2 . コメント (京大 香山晃)

原子力学会核融合工学部会での ITER に関するアンケート結果 及び 炉工学研究の歴史と誘致の必然性についてコメントした。

アンケートは依頼総数 311 件に対し、回答数は 132 件であった。

このうち

- ・ 核融合研究はエネルギー開発の一環、・ 燃焼プラズマの研究は必要で、・ それができる装置が必要である、・ ITER はそれに相当し、・ 又、我国に建設すべきであり、・ 他の方式の研究や基礎研究にも意義がある

という項目が 99 以上の票を得ていた。

現検討会でも ITER に関する出席者の意見分布を調査し明らかにすべきである。

これまで、核融合炉構造材料開発戦略の議論を進める体制を学術審議会、文部省、学術会議、原子力委員会、科学技術庁等に関連の有る多様な場を作り、材料照射研究については日米協力で大学と原研とで役割分担をしながら進めてきた。この中で ITER の早期実現は合意されていた。

## 「討論」

ITER 誘致、省庁統合という段になって、ITER をこれから勉強したいということだが、ITER を知らないから勉強したいというのはおかしい。プラズマの研究者は、宇宙の構造までカバーして勉強している。何億円も予算を使っている人がそれでいいのか。戦略のまとめで、検討が不十分という事項を列挙していたが、十分中身を見て理解した上でのことなのか。核融合会議の表明の「なお書き」では、昨日、品位に係わる等の意見があったが。

インターネットを見ても、ITER については詳しい情報がなかった。核融合会議の資料は、ITER 懇談会で出されたはず。戦略報告書はよく読んで引用している。国民の方は、あれだけでは、納得できないのではないかな。

ITER 日本誘致に関する議論にしてもらいたい。

コストが、サイト関連 1250 億円、本体 3750 億円、計 5000 億円とのことだが、日本の企業を使ってこの値段でできるのか。ITER カナダは、各国に作ったらどれくらいという見積もりを出している。日本に誘致した場合どれくらいなのか。ITER 誘致のメリットとして日本企業に益があるというが、国際入札となると日本にこないのではないかな。

コスト評価は、ロシアも含めて 3 極でやっている。5000 億円は日本企業 40 社に依頼して出ている。2 週間待って欲しいと昨日言ったのは、JCT で各極のコストを今チェックしているため。

財政問題は大事だが、核融合研究は今後もっと財源を確保しなければいけない。いつまでも自己規制をしていて、いつかそのうち ITER ができるというわけではない。社会的支持が重要である。ITER 計画懇談会でせっかく支援をえられようとしているのに、みすみす捨てることはない。

ITER 日本誘致を進めることは、国として核融合を柱としてやっていくことを認めることである。財源の議論ではない。また誘致すれば、核融合予算が全体として増えることを意味していると高い信頼度をもって言うことができる。

各極のコストはきちっとでているのか。5000 億円という数字が増大したら一般の信用を失う。

日本でいくらというコストは出している。それをもとに報告している。確度をもっと上げるということ。

炉工の立場でみると、ITER を日本でやるのは当然。日本で失敗しても外国で失敗しても核融合の先はない。ここをのがして日本に誘致しないというのは自殺行為と思う。炉工学が全面的にいいといっているのは実験炉についてであり、原型炉はまだ決ったわけではないと認識する。

核融合推進には賛成。今の日本で、国民の合意を得て、進めていくという過程が抜けているのでは。原研と NIFS が陸軍と海軍という訳ではない。真摯に国民の事を考えて、国民から合意を得ながらやらなくては行けない。バスに乗り遅れるという考えは良くない。

ITER をやる事と日本誘致は分けるべきである。今いっしょになっている。だから、バスに乗り遅れるなという意見が出る。ITER 賛成、誘致反対という意見もある。

国民に対して目が向いていないという指摘については、2-3 年前に戦略分科会を始める時そう思った。クリーンだ、廃棄物が少ないとかという話があり、本音で国民に対して知らしていないと思った。だから膨大な戦略報告書を核融合会議で議論していただき、オープンにした。我々としては、国民に対して、やれるだけの物は出したし、そういう活動をやっていないという指摘はあたってない。

大学のエネルギー専攻に属している立場で学生に、将来のエネルギー源は核融合しかないという話をすると必ずいつ出来るのかという質問が出る。アカウンタビリティをどうするのか。ITER の面白さ、メリットとデメリットをアピールするべき。核融合の学問的意義とともにこれは説明の必要がある。

戦略検討分科会報告のメリット・デメリットについて OHP で説明。村上委員会でもメリット・デメリットがまとめられている。

誘致の前提として、ITER の意義は認めていると考えるが、それでよいかな。ITER 誘致の賛否について決を取るべきだ。

今議論しているのは核燃焼プラズマ研究一般について討議しているのではない。ITER のことである。国際協力でいかにリーダーシップを取るかというのが大事である。どこかにやるなら、日本は金を出しますと言うのと、日本でもやりますと決然と言って立候補するのは、意味が全く違う。ITER 賛成、誘致反対は有り得ない。

(上記発言に拍手があったのを承けて) 単純に拍手して済むものではない。リーダーシップを取るということと日本誘致は、同一視しなくてよい。日本が外に出て行って勝負してなぜ悪いのか。

ITER は国際協力であり、国内に持ち込んで勝負する必要があるか、それは不本意な議論である。  
3 極あり、サイトは 1 箇所だけに決る。誘致と決めれば全力をつくすべきだが、誘致に失敗した  
ときどうするかも考えるべき。失敗した時、誰が責任をとるのか？

### ( ) 議論 3 : 将来展望

幹事： 核融合研究に関して日本の研究者間の学術討論の場をどうして確保するか、連携協力をどう進めるか、行政へどう反映していくかなどについて議論したい。

#### 3 - 1 . コメント (大阪大 後藤誠一)

- ・ 将来展望としては、他者の視点を常に意識しつつ、社会的合意をどうやって得るようにするかが重要。発電を示していない現状での目標とその価値を示さなければいけない。
- ・ 研究主体からの提案が社会に受け入れられるかどうかは、社会の価値観に基づく意思決定に依存するので、研究者の判断や科学的判断とは必ずしも一致しないことを覚悟する必要がある。
- ・ 大型プロジェクトに係るような研究開発提案の、社会における各セクターへのアプローチは以下のように分類される。

- |               |   |                   |
|---------------|---|-------------------|
| 0 . 研究主体自身    | : | 提案への確信            |
| 1 . 学界        | : | 他学術分野へのインパクト、強い関心 |
| 2 . 政官界       | : | 政策反映              |
| 3 . 経済・産業界    | : | 巨大技術基盤、波及効果       |
| 4 . 国民 (マスコミ) | : | 知的好奇心、魅力、I期待-イワ   |

核融合、ITER 等に関しては、このうち 1, 4 は欠落し、また、0, 2, 3 は不十分ではないか。また、別の視点として、5 年ほど毎に検証可能な目標を持つことが必要だが、この点も欠落しているのではないか。

- ・ 上記の充足に向けては、ITER 事業体だけでは十分でなく、大学が各セクターとの接触面を構成しなければならない。大学の自立機能のため、大学中心の機構の構築が必要であり、さらに大学、NIFS、原研の上に置く統一機構が必要。

#### 3 - 2 . コメント (東北大 佐藤徳芳)

- ・ 核融合研究は着実に進めるべき、拙速の悪しき習慣を止める必要がある
- ・ ITER、他の方式、炉工学研究の 3 本柱が重要。異なるアプローチを尊重し、具体的に保証する事が必要。
- ・ これから大学は大きな装置を置くよりも、アイデアを出して中央研究機関との連携で具体化する方向。
- ・ 今回のような意見交換を学会で日常的に行うべき。ネットワークは原研を含め改組すべき。
- ・ 核融合について適当な発言者がおらず、他の分野の先生達にコメントが求められる場合がままある。そう言った事にならないよう、核融合界の先輩たちにはしかるべきところで働いていただくように希望する。
- ・ 他分野、国民にエネルギー問題を理解してもらい、波及効果を示すとともに情報公開を進める事が重要。
- ・ 省庁統合の利点を活用し、意見集約を行う具体的方策を考える必要がある。そのための新たな委員会を設けるべき。
- ・ 核融合研究者は、プラズマの波及効果をもっと認識し広い知見と教養を持つ事が必要。

#### 3 - 3 . コメント (名大 井口哲夫)

- ・ 基礎研究としての核融合は、「未来のエネルギー源」を謳い文句にすることにより、実生活に役に立つと言う投資のアカウンタビリティにおいて宇宙や素粒子と比べて有利であった反面、実利のある研究成果が要求されている。また、研究者間の意識にギャップが生じている。
- ・ プロジェクト研究としての核融合は、進展が遅く、専門家以外に理解される際立った成果に乏しい、コストの割にスピノフが目立たない。現状の研究展開では早期の核融合炉実現は望めないという閉塞感がある。従ってブレークスルーの見込める研究展開を進めないと不要論に繋がる。
- ・ ITER はこのようなブレークスルーとなり得るものと信じる。したがって、ITER は DT トカマク

の推進ではなく、核融合が生き残れる技術かどうかの見極めである。このためには、理論の構築と精密な実験のできる事が必要。本来理論、シミュレーション技術や実験技術は炉型に無関係なのでコミュニティで相互人事交流が可能。

- ・ ITER は、一番やりやすい方式で核融合炉の成立性と技術可能性を実証するものであり、他の炉型研究も重要。これは核分裂炉の歴史を見れば明らか。
- ・ 現役のうちに核融合研究のピーク（ブレイクスルー）を体験したい。リーダーの先生方には模範たる姿勢で今後の核融合研究の理想型を訴えて欲しい。

### 3 - 4 . コメント（原研 二宮博正）

- ・ 原研はこれまで幅広い協力を大学の先生方と進めてきた。
- ・ 原研は核融合施設を利用した大学との協力・共同研究を進めている。
- ・ 施設利用以外でも様々な協力・共同研究を進めている。
- ・ 強力中性子源の開発と利用については、大学と要素技術開発を分担協力して進めるとともに、開発の共同提案を行っている。
- ・ 今後、研究計画、物理、工学技術などについて大学、核融合科学研究所、原研、国公立試験研究機関、産業界が協議できる「核融合フォーラム」を育てたい。大学のネットワークとのマージも考えたい。

### <質問・コメント>

朝日新聞の小柴論文に関連するが、壁の放射線損傷が深刻だと言う認識がプラズマ物理の人には無かった。学会などでの炉工学とプラズマ物理などとの情報交換が必要。この問題は高 になれば解決する。

小柴論文についてはその後サンケイ新聞、朝日新聞で反論している。小柴氏は事実誤認による主張を繰り返している。

核融合が急ぎすぎという意見があったがゆっくりしすぎているのではないかと。次期計画の議論を20年続けている。実現には閉じ込めの抜本改良と材料開発、ダイバータのシナリオが鍵。10年前に材料照射装置が実現していなければならなかった。本気に開発をやっているかと疑われる。慣性核融合で先に自己点火を行えば磁場核融合は何をやっているのかという事になる。他の国は材料、アメリカ・フランスは慣性閉じ込め、日本はトカマク・安全などを、といったような、方式に関する国際分担が必要。

ITER は重要だが各開発をフェーズを合わせて進める事が重要で、材料、ブランケットが鍵になる。中性子源を早期に実現しなければならない。中性子源では大学と原研が統合した体制を考えている。ITER の後の体制も視野に入れて今後の進め方を考える必要がある。

第3段階計画については異論は無いが、その具体的な実現方法については、原研と大学が別個のプログラムを策定するのではなく、これからは1つのコミュニティとして政策を立案する能力を育み、戦略を練る組織を作り、議論を進めるべき。

産業界でこれまで支えてくれた人が配置転換になり日本の核融合の力を落としている。次のプロジェクトを早く立ち上げる必要がある。一旦足踏みしてしまいそれから改めて立ち上げるのは大変。ITER を誘致しなければ、将来日本だけであらたな立ち上げを行わなければならない。

核融合をビジネスとして売り込むだけでなく、夢として売り込む事が重要。「すばる」や重力波天文学などは関係書籍が本屋に並んでいる。核融合も本を書いて大学生、国民に売り込む必要がある。

連携協議の中間報告を読むと、炉工はうまく行っているが炉心は原研、大学が別々になっている。最終報告ではもっと良いものが出て欲しい。ITER 非公式協議における組織をみると、外部評価、自己点検、大学の参加などが見えない。連携協議において ITER の組織を検討して欲しい。

ITER の意義はエネルギー開発に向けた燃焼プラズマ実験であることはまぎれもない。一方、原点に立ち返った科学者の視点としては、自然の大きな力を人間が小さな力で制御するという意味で意義深い機会だとも考えている。



## ( ) まとめ

幹事会より「本会合のまとめ」の文章(案)が紹介され、それについて質疑がなされた。多くの意見・コメントが出され、それらをできる限り反映した上で、最終的にまとめの文書を作成した。これを本会合終了後に予定されているプレスブリーフィングに供することが合意された。また、発言できなかった人への配慮と、参集した人の意見分布をとるため(約一週間後の報告書に結果を含める)「ITER 誘致への賛否」と「核融合会議の報告書に対するコメント」などをアンケート用紙に記入して回収することとした(無記名可)。

本セッションで出された意見・コメントのうち、特に ITER 誘致に関し、主要なものは以下の通り。

いろいろな意見があり、それをまとめようとする強引になる。それぞれについて意見分布を取り、プレスにそういう調査を出して良いのではないか。核融合会議が出した尚書きについての意見分布もとっていただきたい。

2日間、350人が集まって議論した。プレスも意見が出ることを期待している。

ITER の意義と実現可能性について合意したということだけでも、意義は大きいと考える。

核融合会議の尚書きを除いた部分にコミュニティは了解したというのではどうか。

意見分布を出すかどうかについて会場で決をとってはどうか。

研究方向に対して多数決を取るの見識を問われるのではないか。

朝日新聞に、大学の8割は反対か慎重という記事が出ていた。意見分布を取らないで、根拠のない数字が出る方が危険ではないか。

2つの意見があり、分布を取ると2分されてまずいのではないか。あえて玉虫色にすべきでは。

ここに核融合研究者の全員が集まっているわけではないが、核融合研究の中心となる人の大方は集まっているのではないか。少なくともこの中で意見を聞き取るべきではないか。

会議の主旨として、意見交換の場なので、採決というのはふさわしくない。

かなりの人が直接意見を言えなかった。何らかの形で意見を残すという意味で、意見分布を取るという認識でいいのではないか。

プラ核学会は2000名はいる。集まった人が核融合研究者の過半数ではない。アンケートは、そこで取って後日発表するで良いのでは。

この場でも、学会全体でも両方意見分布をとればよいのでは。

幹事会にまかせるが、慎重にすべき。

以下を幹事会から提案。

プラ核学会等全体でのアンケートは別途考えてもらう。

ここでは、紙に意見(誘致への賛否と核融合会議の報告書への意見)を書いて残してもらう。1週間後ぐらいに報告書を出す。そのときにアンケート結果も出す。記名でも無記名でも可とする。

(とくに異議なし。)

若手は意見を十分言えなかった。若手研究者の意見をとりまとめたい。

そのことも、紙に書いてほしい。

## 追加資料

九州大学応力研伊藤智之先生他から提示されたご質問に対する回答

平成 13 年 2 月 16 日 日本原子力研究所

1.  $Q = 10$  のプラズマでは外部加熱入力  $P_{\text{ex}}$  がアルファ粒子からイオンに移るパワー  $-P(-\rightarrow \text{ion})$  より大きいので ( $P_{\text{ex}} > P_{-\rightarrow \text{ion}}$ )、熱的不安定性の研究が出来ないのではないか。
  - ・ 例え、外部加熱の入力がすべてイオンに向けられ、 $P_{\text{ex}} > P_{-\rightarrow \text{ion}}$  となっても、i-e energy equipartition time が短いので、熱的不安定性の研究は可能です。
  - ・  $Q = 10 \sim 20$ 、 $P_f = 400 \text{ MW}$  の運転で、 $P_{-\rightarrow \text{ion}} = 0.26 P_{\text{total}}$ 、一方  $1 \text{ MeV}$  NNB の場合  $P_{\text{NB} \rightarrow \text{ion}} = 0.26 P_{\text{NB, total}}$  なので、外部加熱と 加熱の ion と電子へのエネルギー配分率はほとんど差がありません。
  - ・ ITER では  $Q = 10$  でも熱的不安定性が起こり得ることが示されており (2月10日下村副所長講演) これは上記のエネルギー配分を含んだ計算の結果です。
2. 現在のトカマクデータベースは、イオンへの入力( $P_{\text{ion}}$ )が電子への入力( $P_{\text{electron}}$ )より大きいプラズマでのものなので、エネルギーは配分が逆( $P_{\text{electron}} > P_{\text{ion}}$ )になる 加熱の場合には適用できないのではないか。electron heating dominant な条件で ELMy H-mode のスケーリングが適用できるのか。
  - ・ ITER の ELMy H-mode スケーリング則には  $P_i \sim P_e$  の場合も含まれています (例: JFT-2M)。
  - ・ ITER と同様に、イオンと電子が熱的に coupling ( $T_e \sim T_i$ ) しているデータを選んで比例則を導出していますので、ITER への外挿が可能と考えられます。(ITER では、 $\tau_E \sim 3\text{-}4\text{ s}$ ,  $T_{\text{eq}} \sim 1\text{ s}$ ,  $T_{\text{slowdown}} \sim 1\text{ s}$ )
- 2a thermal instability の時間スケールを考えて、electron  $\rightarrow$  ion equipartition time の分だけ時間おくれのある系での燃焼制御が可能なのか。
  - ・ ITER での熱的不安定性の制御の計算例は、このような時間遅れを含めた計算であるので、十分に制御できる可能性はあると考えられます (2月10日下村副所長講演)。
- 2b  $Q = 10$  での (燃焼制御の) 経験が、上述の時間スケールを考えて、higher  $Q$  での運転に役立つのか。
  - ・ 加熱の全加熱に対する割合は:  $P_{\text{ex}} / P_{\text{heat, total}} \sim 70\% (Q=10)$ ,  $80\% (Q=20)$ ,  $90\% (Q=50)$  です。
  - ・ 上述の通り、 $Q = 10$  でも熱的不安定性の研究は可能であり、 $Q = 10$  と  $Q = 50$  で熱的不安定性に本質的差は小さいと考えますが、もしあったとしても  $Q = 50$ 、 $P_{\text{ex}} / P_{\text{heat, total}} = 90\%$  の実験は ITER で行う様設計をしております。
3. 定常運転のシナリオでは、電流駆動のパワーは主に電子に入る (電子加熱になる) が、そのような方法でイオン加熱はどう考えるのか。
  - ・ ITER において、高エネルギーイオン (NNB 及びアルファ粒子) の減速時間、及びイオンと電子のエネルギー交換時間は、同程度で約 1 秒です。この時間は、輸送の特性時間であるエネルギー閉じ込め時間 (約 3 - 4 秒) に比べて短いので、イオンまたは電子のどちらから熱が入るかは、熱不安定性や閉じ込め性能に関して本質的な問題とはなりません。

4.  $n_{He}^*$  のスケーリングはあるのか、あるいは  $n_{He}^*$  の制御パラメータはなにか。同様に、 $R$  のスケーリングはあるのか。

- ・ヘリウム排気で重要なのは、主プラズマにおけるヘリウムの輸送、ダイバータにおけるヘリウムの輸送、及び十分な排気能力です。
- ・JT-60U の実験では、ヘリウム粒子は、電子密度と同様の分布を呈しており、ヘリウムの選択的な蓄積はありません。
- ・リサイクリング (どの装置でも  $R > 0.95$ ) を含めた  $n_{He}^* (= n_{He} / (1-R))$  は  $n_e$  の5倍程度ですから、 $n_{He}$  は  $n_e$  の 1/10 程度と評価できます。従って強くリサイクリングをしている周辺部のヘリウム粒子を排気することにより中心のヘリウムイオンを低減することが可能です。
- ・ $n_{He}$ 、 $n_{He}^*$ 、および  $R$  のスケーリング則は有りませんが、実験を精度良く再現できるダイバータコード (B2-Eirene) を ITER に適用することにより、現在設計している排気速度の範囲内で、標準運転でのヘリウム混入割合は約 4 % と評価しております。

5. 電流駆動と加熱を同じ方法、方式で兼用させる考えのようであるが、その様なことが可能か。

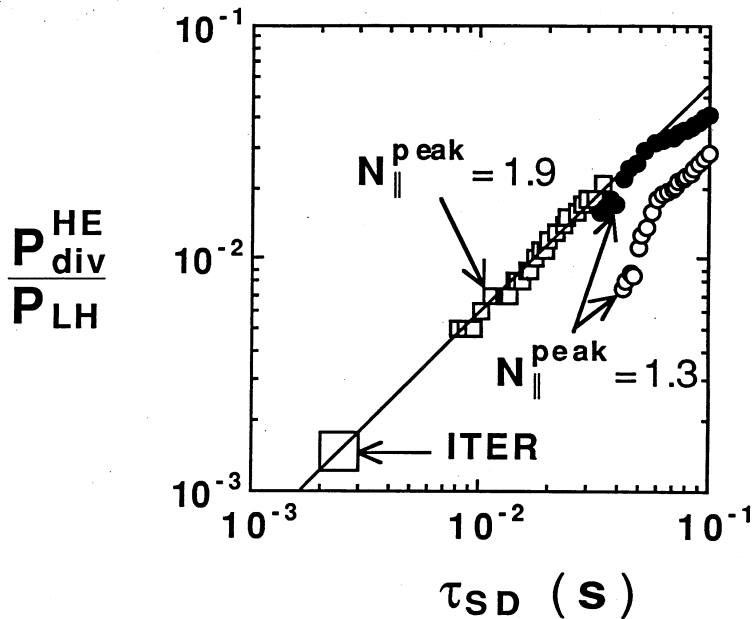
NB の場合、slowing down time  $\sim 1s$ , energy confinement time  $\sim 3-4s$  であるので、電流駆動に用いるパワーは全て加熱に寄与します。リップル損失も無視できます (0.1%程度あるいはそれ以下)。

5 a また、電流駆動で電子の損失はどの程度なのか

RF の場合、損失するパワーは、大型装置では無視できます。大型装置の LHCD 実験では、高速電子の減速時間がエネルギー閉じ込め時間等のプラズマの特徴的な時間に比べて十分短いため、通常の状態ではロスする前に熱化されます。JT-60 で高速電子の損失パワーを実測した結果入射電力の数パーセントであり、高速電子の減速時間とともに増大することが確認されています。ITER で想定される密度領域では、LHCD で生成される高速電子の減速時間は十分短いために、そのロスは入射パワーの 0.1-0.2%程度と見積もられ、ほぼ無視できると考えられます (図参照)。

Tore Supra 等で観測されるホットスポットについて

ホットスポットについては、極めて限られた小さな領域に電子が集中することで問題となる場合がある。これがあるからといって、大きなパワーの直接的な損失があるわけではない。少しのパワーでも、局所的に集中するので問題視されている。下の図は JT-60 で計測した高速電子の直接損失パワーの割合を高速電子の減速時間に対して描いたもの。Nuclear Fusion 32(1992)1977, Fig. 11



6. 先進運転シナリオ (RS モード) で定常運転を考えているが、表皮時間より十分長い放電の見通しは得られているか。

- ・ 電流しみ込み時間は  $L_i/R \sim L_i/R$  [s] で与えられます。ここで、 $L_i = \mu_0 R_p (I_i/2)$ 、 $R$ :一周抵抗、 $R_p$ : 大半径、 $I_i$ : 内部インダクタンスです。  $I_i$  の変化に必要な時定数は、  
 $\sim L_i/R = \mu_0 R_p (I_i/2) / R$  となります。 ITER の定常運転で想定する放電モードでの  $I_i$  は、正磁気シアで  $I_i = 0.58$ 、負磁気シアで  $I_i = 0.43$  (FDR PDD Table 4.4.2-1) ですので、このような運転においては、 $I_i = 0.58 - 0.43 = 0.15$  程度の変化を考慮することになります。その場合、ITER のプラズマ条件で  $\sim 70$  秒です。内部磁気エネルギーが  $1 - \exp(-t/\tau)$  の形で定常に近づくとすると約 3、則ち約 200 秒でほぼ定常状態に到達します。これに比べて定常運転モードの放電時間 (最長 3000 秒) は、十分長い時間と考えられます。
- ・ 既存の実験データの評価は、以下の通りです。

JT-60U の高閉じ込め (H モード則の 2 倍) 負磁気シア運転では、高ブートストラップ電流割合 (80%) の完全非誘導電流駆動状態を 2.7 秒間維持しています。この時、まず、電流立ち上げ時の過渡状態を利用して、初期電流分布を定常解近傍に設定し、それに適切な加熱を行い、その後の電流分布の制御性を研究しています。

高ブートストラップ電流割合での電流分布制御性という観点からは、電流分布の定常解からの逸脱時間が特性時間として重要と考えられます。その逸脱時間を、 $I_i = 0.1$  程度変化する時間としますと、その特性時間は上記の例で 0.89 秒であり、実験的に維持しました 2.7 秒はこの値の約 3 倍です。

この議論を、電流分布という観点から御説明致しますと、負磁気シア放電を特徴づける内部輸送障壁の幅は、小半径の約 1 / 5 です。この領域に大きな圧力勾配が生じて、ブートストラップ電流の大半を流す状況となります。そのブートストラップ電流の分布が変化する時間は、上記の小半径の約 1 / 5 の層における電流拡散時間であり、その値は、小半径全体に亘って評価した電流拡散時間よりも 1 桁以上短くなります。実際に、JT-60U では、ブートストラップ電流が小さい場

合に 1 秒程度の時間で磁気シア = 0 の位置が移動します。それに対して、上記の放電ではブートストラップ電流を高めることで、そのような移動を阻止し、定常解近傍での維持を実証しています。

電流拡散時間以上の維持が極めて重要なポイントであることは勿論ですが、その制御性という観点からは、上記のように実験的に外挿性の高いデータが得られていると考えております。

7. 先進閉じ込めモードの遷移パワーのパラメータ依存性や閉じ込めスケール則が確立していないのではないか。

- ・ 現在 I T E R 物理 R & D 専門家グループで、各国のデータを集積するデータベース作業を行っています。しきいパワーに関しては、JT-60 の負磁気シアでは、広い運転領域で、H モードよりも低い加熱パワーで内部輸送障壁が形成されており、JT-60 や JET では明確な磁場依存性は見られないので、ITER で必要な加熱パワーが、現在用意されている値 (100MW) を超えることはないと考えています。
- ・ 閉じ込め則も I T E R 物理 R & D 専門家グループで現在作成途上であり、小型から大型のトカマクにおいて、HH ファクター = 1 ~ 2 程度が得られています。お話し申し上げたように、HH=1 ならば  $Q \sim 2$ 、HH=1.5 なら  $Q \sim 5$ 、それ以上ならば、より高い  $Q$  値が期待できます。

8. 長時間放電では壁からの水素の呼吸（吸気・排気）が起こるため、制御が困難ではないか。

- ・ リミタ配位や、ダイバータに直結した排気のないダイバータ配位で超ロングパルス運転を行うと、壁（リミタ）の飽和と温度上昇によるガス放出効果で、粒子制御が不能になることは考えられる現象です。
- ・ しかしながら、ダイバータに直結した排気を持つ装置においては必ずしも成立しないと考えられます。JT-60 の実験では粒子バランスが調べられており、壁の吸収 ( $6 \times 10^{21}/s$ ) とダイバータからの排気 ( $8 \times 10^{21}/s$ ) が NBI ( $1.0 \times 10^{21}/s$ ) とガスパフ ( $1.3 \times 10^{22}/s$ ) による供給とバランスしています。この場合、壁の吸収が無くなっても排気が有ることにより粒子制御可能であると考えられます。
- ・ DIII-D では、放電中に入射した粒子数よりも、放電中に排気した粒子数のほうが多い、すなわち、ダイバータ排気によって壁に吸蔵した粒子を放電中に排気できる、という実験結果も報告されています (A. Mahdavi et al., PSI-1994)。
- ・ また、power の違う装置に外挿する際には、壁の温度変化によるガス放出などが問題になりますが、I T E R では強力な能動冷却システムが備えられており、運転中の壁温は、熱負荷が 0.2-0.5MW/m<sup>2</sup> で変動しても、200-260 度 C に制御されます。

以上

. 資料

( ) 会合参加人数

大学関係者（核融合科学研究所を含む）	2 0 9 人
日本原子力研究所（ITER 共同中央チームを含む）	9 5 人
<u>その他（企業・産業界、国公立試験研究機関等）</u>	<u>4 9 人</u>
合計	3 5 3 人

（ただし、二日間にわたる会合で記帳された参加者名簿から算出）

## ( ) ITER 誘致等に関する意見

会合の最後のまとめのセッションでの議論により、急遽、以下のアンケート調査を行うこととなった。

- 1) ITER の日本誘致について[賛成、慎重、反対、棄権(わからないを含む)]
  - 2) 意見・コメント(井上核融合会議座長が ITER 計画に関する検討の経緯の中で示された OHP「核融合会議の表明したこと」\*)についての意見も含む)
- なお、本アンケートは記名の有無を問わないこととした。

\* ) OHP「核融合会議の表明したこと」

ITER 誘致に関しては各種の利害得失が考えられる。しかし総体的に評価すると、我が国がホスト国として ITER を国内に建設し、核融合エネルギーの実現へ向けてその役割と国際的な貢献を果たしていく意義は大きいと考える。

この調査は、以下の条件の下に行われたものである。

- ・誘致について十分な時間をとって議論を尽くした上での調査ではなく、今後の ITER 計画を考えていく上で参考とするため行ったアンケートである。
- ・会合に参加したのは全ての核融合研究者ではない。
- ・アンケートが行われた時刻は会合終了予定時より遅れたため、会合参加者が全て回答できたわけではない。

### 1. 「ITER の日本誘致」に関する意見分布

賛成	1 8 1
慎重	6 2
反対	1 7
棄権(わからないを含む)	2 3
合計	2 8 3



## 2．意見・コメント

上記1の意見分布の分類にそって、全ての意見・コメント（印が一人の意見・コメントに対応）を順不同で次に示す。

### 2．1 『賛成』

賛成。ITERに関する理解はITER-JCTの説明により進んだだろうと思います。ITER側の意見を良く聞く態度が今までで少なかったと思います。

誘致に賛成。原研と核科研の分を除いた結果が知りたいです。議論の進め方について原研の人間は口をさしはさまない方がいいと思います。結局はどこかで数比べになってしまうのでしょうか。

賛成。幹事団殿、大変困難な会合をまとめていただいております。核融合研究が最良の方向に進むことを切に望みます。

賛成。ITER実現は核融合研究において新しい展開が期待できると自分も思っているため、誘致に対して賛成である。

誘致に対しては賛成です。但し、核融合研究のcommunityにとって今回のような形で意志表示をしなくてはならないことは大変不幸だと考えます。核融合会議のメンバーにはなぜもっとメンバー内で議論を深められなかったのかを問いたいと思います。良い教訓として今後役立てていただきたいものです。

日本誘致、賛成。核融合会議の表明 支持。

ITER誘致に賛成。みんなで団結してがんばりましょう。核融合会議の表明、全くその通りだと考えている。

賛成。

ITER誘致について：賛成である。日本が、我々が核融合開発を本気になって行うのであれば、日本建設は重要であり、原型炉に向けて炉工学・炉心プラズマの総合化技術の観点から不可欠である。ITER誘致と基礎研究費用の獲得とは別の問題。こんななさけない理由で誘致にも手をあげられないことになったら日本の核融合は終わりです。

核融合会議の表明したこと：賛成です。これを本文に付け加えるべきです。

コメント：これまでの核融合会議等における幅広い、深い議論を踏まえて、それを前提として議論を進めるべきであった。細かいどうでもいいような質問が多かった。

核融合会議の表明に賛成します。核融合コミュニティが一丸となって研究開発を進める必要があります。

賛成。

ITER誘致に賛成。内容については「核融合会議の表明したこと」で賛成。

賛成する。多数の賛成が得られないのであれば、やめるべきである。

賛成。原研のどなたかの意見にあったように、コミュニティとして「予算カット」などというおどしに対処すべき。

ITER誘致に賛成。

ITERの日本誘致、賛成。核融合会議の表明したこと 賛成。

コメント：(1)今回の会合は核融合物理についての議論が中心で炉工学、安全などそれ以外の分野については殆ど議論されていないと理解します。(2)安全、公衆の受容性についてはもっと科学的な説明がないと危険であると思います。(3)誘致に賛成とは言っても現実問題としては夢のような話と思います。

日本誘致に賛成。核融合会議の表明を全面的に支持します。

誘致に賛成。

理由：誘致に名乗りを挙げることによってITER計画推進への我が国の決意を示すことになる。名乗りを挙げないのであれば、これまでの他の研究分野と同じように外国にお金をだしておらずと後をついていくという体質が永遠に変わらないことを示すだけとなる。

「核融合会議の表明」は本検討会のまとめに添付すべきと考えます。

ITERの日本誘致について賛成。核融合会議の表明したこと「ITER誘致...意義は大きい」に賛成する。

誘致に賛成。日本として核融合を開発すると国としての決断を行い、国として全力をあげてITER

のみならず幅広い研究開発を進めるべき。日本で初の国際協力事業としての意味が大きい。何年も前から、核融合界の総意（核融合会議）は日本誘致であるとして ITER 計画懇談会や政財界への説明をしてきているのに、昨年末の土壇場に至って核融合界の中から反対の声が出たのは極めて残念。誘致反対の主張はコップの中の財源争いという低レベルの発想からでたもので、外部からの信用・支持を失う自殺行為である。世界を含めた広い目から考えるべきである。

賛成。

ITER 国内賛成。核融合会議の表明を支持。ただし国内建設の場合のさらなる具体的メリットについて示していくべき。また今後、核融合プラズマ物理等の所属にとらわれないマシンを使った研究交流（議論だけでなく、長期的な）ができる体制を自主的に作る努力をすべき。

「核融合会議の表明したこと」に賛成。

ITER 日本誘致を積極的に進めるべき。大賛成。核融合研究者コミュニティの誘致について賛否を集約するアンケートを至急実施していただき、コミュニティとしての意見を外部に表明して欲しい。

核融合会議の意見は本コミュニティの意志を反映しているものと考えている。一部に ITER の意義等について反対の意見があることは理解できるが多種多様な研究を進めている研究者が全員一致で賛成も反対もあり得ない。核融合会議の意見はマジョリティーの意見を反映したものと考えている。

ITER 日本誘致：賛成。大学、国研、原研等を越えた新しいネットワークを早急に作る必要がある。

ITER の国内誘致 賛成。エネルギー開発として核融合研究を進める上で国内誘致は技術的にも大きなメリットがある。核融合会議の表明について賛成。

ITER-FEAT の誘致には賛成する。

ITER の日本誘致に賛成する。核融合会議の表明したことについて賛成する。

誘致賛成。核融合会議の表明した内容に全面的に賛成する。

意見：核融合工学部会のアンケートに書きましたのでそれを引用してください。

賛成。

賛成。ITER 国内誘致を一刻も早く決定すべし。研究者は各分野で理解が得られるように努力すべし。ITER を国内で建設する意志のない国家が、核融合開発を本気で継続するとは思えない。

コメント：本会は ITER 誘致の是非を広く議論する場であったはず。玉虫色の結論は良くない。

ITER 日本誘致に賛成します。

ITER 日本誘致について賛成。核融合会議の表明について妥当と考える。

核融合の研究が多様である中で ITER の研究も重要である。賛成であるが、慎重に進めて欲しい。

このような重要な問題で最後の最後に賛否を問うのはいかがかと思う。

賛成。

その他：ITER に関し教授も含め大学に席をおく核融合研究者の不勉強さには驚いた。これにもとづき、的確な判断に結びついていないのが現実。何故こうなる前に、少なくとも3年前にコミュニティ間の意識を高めなかったのか。これは原研にも責任があると思う。

日本誘致賛成。核融合会議の表明賛成。

将来展望：「・・・等の研究者間」の中の「・・・」に「産業界」も入れていただきたい。

賛成。核燃焼プラズマ研究、炉工学技術の進展に大きな寄与が期待できる。ITER に限らず核融合戦略を核融合コミュニティで議論し、政策立案すべきである。

ITER の日本への誘致について賛成します。「核融合会議の表明したこと」について賛成。

ITER 誘致に対して賛成。世界各国でいろいろな状況が生まれている中、日本が唯一貢献を求められている分野。日本の科学技術が、コピーではなく真の発展をしていることを示す場である。

賛成。議論を長引かせ結論を遅らせると、ITER 懇に愛想をつかさ、ITER 誘致はおろか ITER 自身も中止になる可能性大。そうすれば核融合研究は縮小されることは必至。議論を長引かせようとしている人達は見通しが甘すぎる。核融合会議の表明に賛成。ただし、「なお」書き以降は nonsense。見苦しい。恥。

日本誘致に基本的に賛成。核融合会議の表明に同意。一部大学関係者の論議（？）は非常に不快であった。

誘致賛成。広い視野で見れば反対は必ず不利益。今さら慎重論を唱えている余裕があるか？

この出席者の意見集計を外に出すと数字のみが一人歩きするという危惧の意見もあったが、国民はそんなにバカではないはず。決議ではないと言うことを明記すれば集計を公表すべき。あくま

で「限られた人数」の中での意見分布として。

ITER 誘致には賛成。国民の各種階層に向けた説明とアピールが必要。利害得失についても解りやすいきめ細かなものが必要。

賛成。核融合研究はプラズマ物理学の研究よりエネルギー開発が第一義であった筈である。核燃焼プラズマが実現可能という ITER 建設（誘致）に、核融合研究者自身が否定的なことは信じられない事態だ。

核融合研究者は核融合という大きな旗の下でやれば自動的に研究が成立するからです。これは大プロジェクトの欠点です。研究は価値あることを見いだす課題設定が第一歩であり最重要です。研究者の自己点検としても重要です。核融合研究者の問題を感じました。

日本誘致に賛成。

核融合会議の表明したことについて：前段の部分について異議はない。後段の大学の研究費が圧迫される云々については、核融合会議としての結論とすべきではなかった。国家プロジェクトと位置づけられれば本来予算枠が別途確保できる筈であり、そうされるべきと考えます。大学の研究はそれによって広がりが出てくるので、核融合研究がさらに進展すると思います。

産業界の立場から賛成です。

ITER 国内誘致について賛成。昨日今日の議論の内容には特段新しいものがない。たしかに多くの参加者にとっては新しい話が有ったのかもしれないが、学会等で既に多く情報は公開されている。今回の議論で具体的な反対論はなく、知らなかったからという意見で慎重になる必要はない。早期に日本誘致の意思表示をすべきである。多額の資金（税金）を投入するのであるから、建前として国際協力としても国益を重視するのは当前である。他極の二倍の資金を投資したとしても国内建設のメリットは二倍以上あると考えている。

賛成。

賛成。現在の状況では（メリットーデメリット）> 0 と評価する。

このような Open な議論がすすめられたことは大変結構です。日本誘致：賛成。核融合会議での表明に賛成。

日本誘致に賛成。ITER の重要性、実現性に全員の確認が得られた。それならば ITER を日本に造る最大限の努力をすべきである。その上でなお海外に設置された場合でも同様に最大限の支持を続けるのが当然である。

賛成。

ITER の日本誘致に関し賛成の意を表します。核融合研究に長年携わってきたものとして、世界で唯一になる核融合実験装置を国内に建設できる機会を逃すべきではない。

ITER の日本誘致は賛成です。ただし、社会への説明として何十年後かには必ず核融合発電が可能だという見通しであるという説明の下に予算要求するのではなく、場合によっては核融合発電は実用化不可能という結論が引き出されうるという意味での実験装置である、といっておくべきである。誘致表明をしている自治体へは現時点で解っている限りの知見を全て説明すべきである。特に安全性について。

ITER の意義を認め、日本が強力なリーダーシップを持って開発を進めること（誘致を含む）が肝要であると考えます。

賛成。専門家であるにもかかわらず、一部の不勉強な人々が教科書の初めにあるようなことで時間を長引かせ意見交換会を台無しにしている。ITER を進めなければ核融合は先がない。

日本誘致賛成。核融合会議の日本誘致に関する表明内容を支持します。2 日間の討論を聞いてがっかりしました。これまで何年間にもわたって討論議論していらした核融合会議、ITER 計画懇談会の存在をないがしろにするに等しい研究者の方々の多いことに驚きました。またさらにその（核融合会議）メンバーの方が異議を唱えているのにも驚きました。これまでの何年かの間に同会議、同懇談会のメンバーの方を通じて意見を表明する、また、情報についても入手する手段はあったはず。こんな状況では核融合研究 community の良識が世間から問われることになりかねません。

賛成。戦略分科会報告書/核融合会議承認にある ITER 誘致に関する評価「我が国がホスト国として ITER を国内に建設し、核融合エネルギーの実現に向けて...意義が大きいと考える。」には賛成。

ITER 日本誘致賛成。日本が ITER 計画でリーダーシップを発揮していくためには、少なくとも日本は ITER の誘致に手を上げておくべき。（実際のサイトが日本になるかどうかは別として）そ

うでないと、将来絶対に後悔することになると思う。

核融合会議の表明に対して賛成します。日本誘致にも賛成します。

意見：ITER についての大学も含めた幅広い協力関係の努力を大学原研相互に一層増進することが必要であると考えます。(ITER か他かの構図はおかしい。現段階ではプライオリティー付けをして推進しているという視点が重要。)

日本誘致に対して賛成である。ITER を日本に建設して日本が世界の核融合をリードすべきである。

「核融合会議の表明したこと」についてその通りと考えます。

賛成。ただし国家プロジェクトであることを踏まえて議論があった各大学等に対する予算措置等は別途し、従来の予算を確保するよう努力いただきたい。大きな声で申し上げたいことは、この結果で核融合 community の分離が表面化しないよう、幹事団(議長団)は慎重のうえにも慎重をお願いしたい。

賛成。核融合エネルギーを早期に実現するために日本は国際社会に対して貢献すべきである。

ITER 日本誘致に関して賛成。核融合会議の表明したことに関して賛成。今回の会議に参加して大変残念に思います。まだ20代の研究者として今後30年以上の人生を核融合に費やしていいものかどうか参考になるからと無理をして参加しているにもかかわらず、プラ核学会のシンポジウム等の議論の繰り返しでした。若い世代がどう考えているのかを聞く場を作るべきです。実際にITER で実験をするのは我々の世代なのですから。

ITER の日本誘致に賛成です。日本に誘致した場合とそうでない場合では、日本の核融合研究の進展は大きく違うと思います。今回の検討会でこれだけの人が集まり ITER について本格的に討論できたのも日本に建設される可能性があるからこそだと思います。今回の議論で若手の人の発言の機会がなかったことは残念でした。今の若い人の中で本当に ITER で実験したいと思っている人がどのくらいいるのかが、実は一番重要なのではないのでしょうか。偉い先生方の意見だけではなく若い人の意見も聞くべきです。当然私は ITER で実験したいと思っています。今我々に求められているのは決断であり、議論ではないでしょう。今回の討論で感じたのは大学の先生方が ITER について良く知らないことです。そういう状態で有効な議論ができるのか非常に疑問です。

核融合会議の表明したことを支持します。賛成。

賛成。極めて短い記入時間では多くを書くことができませんので、一部書きます。その他は何らかの別の方法で伝えることもあるでしょう。

- ・ ITER をやる時(or やらないにしても10~20年後)実際に fusion に関わる若手の意見を出す機会が少なかった。古手の先生のパワーゲーム的振る舞いのために意見を言う機会が少なかった。
- ・ 無責任な意見で将来を奪う権利はない。
- ・ ITER は fusion community のモーメンタムとして必要です。

私は ITER の誘致に賛成です。我々は現在核融合炉開発を進める上で早期に研究をしなければならない、核燃焼プラズマを手にする段階にきている。今、この決断をしなければ核燃焼プラズマを見ることができるのは20年後でしょうか?30年後でしょうか?私は30歳です。核融合研究には夢を抱き使命を持っております。今決断しなければ30歳の私ですら核燃焼プラズマを相手にすることができないのです。いつまでも先送りしては何も前進しない。また、国内誘致の際に生じる問題は日本にだけ固有の問題ではありません。誘致による不利益を他国に押しつけることは私には恥ずかしくてできません。人類はもちろん日本の将来に核融合炉が必要だと思うからこそ、私は ITER を日本に誘致することに賛成するのです。

賛成。核融合発電の実現を夢とする研究者として、核燃焼プラズマの実験炉を是非自分たちの手で作っていきたいと思う。しかし、慎重派、反対派の方々(主にこれまで ITER と疎遠だった大学等の方々だと思いますが)特に ITER の責任を将来背負っていく世代の方々と、十分な議論をし、理解し合いたいと強く希望します。

日本誘致は「賛成」である。一致団結して研究推進すべきである。このようなアンケートを出さなくてはならないことがコミュニティの恥であるのでは。しかし、このままではコミュニティの分裂が起こり後々まで大きな傷をのこすことにならないか。核融合の将来が不安である。

大学の先生方には研究者としての信念で動いてほしかった。行政が縛ることは反省すべき。大学といっても自由ではないという印象。社会に対して外へ出ていくようなコミュニティでなければこの先誰も相手にしなくなる。やはり若手がすべて今後の責任を負うことになる。若手の研究

員の意見が大きく反映されるべきと思う。

このままでは学生は集まらないし“箱”を作っても中味がなくなる。ヘリカル、ミラー、レーザーという問題ではない。一つの目標に向かって一致団結していこうとする心意気である。プレスが見たらおもしろく書かれてしまうのが心配。

日本誘致に関して賛成。核融合会議の表明に関して賛成。

その他：NIFS はポスト LHD として ITER を検討すべき。LHD, JT-60, ITER を解りやすく紹介する単行本を書くべき。

核融合会議の議決を支持（「なお…」書きを除く）。ITER 計画の意義、実現性を認める。ITER 国内誘致を支持。ITER の早期実現を望む。一部研究者の「予算」論議、廃棄物、安全性に関する疑念は無根拠。研究者の自由な発言、客観的技術的発言を望む（行政の介入を排除してほしい）。ただし、ITER 誘致は政策の問題。ITER 懇談会、政府決定に従う。

ITER 誘致に対しては賛成。プラ核学会主導で研究者間の意見交換を期待します。

賛成します。核融合推進には産業界の協力が重要ですが、国内に誘致して技術者の拡散を防ぐことも重要です。

賛成。

ITER の日本誘致に積極的に賛成します。具体的には核融合会議での審議結果の合意内容です。国内での研究の進め方、原型炉へつなげる方策については核融合会議戦略検討分科会報告書を踏まえて行ってほしい。

賛成。ITER 推進（核融合研究の推進）するという立場から日本誘致は賛成である。

核融合会議の表明：“意義が大きい”に賛成である。

ITER 日本誘致には賛成です。相も変わらず過去の議論の積み重ねが無視され悲しい限りです。核融合コミュニティの社会的信用はなくなるのでは。核融合会議の表明には賛成。

誘致に関しては賛成。アンケートに関しては不賛成。

ITER 誘致に賛成です。核融合会議の表明した内容についても賛成です。11 日午後のセッションでトリチウム輸送についての安全性の検討が不十分という意見がありましたが、反論させていただきます。原研ではこれまでに米国から 6 回、カナダから 3 回の輸送経験があります。カナダからの輸送に関しては原研で開発した輸送容器（25 g 容量、B 型輸送物）で安全上何の問題もなく輸送できています。ITER では年間 kg オーダーのトリチウムを輸送することになりますが、既に大型輸送容器（250 g 容量、同じく B 型輸送容器）の実現性についての検討は済みであり（Fusion Eng. & Des.にだしている）技術的には何ら問題はないと思っています。

賛成。日本の未来のエネルギーとして核融合を考えるならば、誘致もしないのはおかしい。

ITER 日本誘致について賛成。核融合会議の表明したことについて同意する。ITER の設計、機器製作等についてはまだ検討、R & D を要するものは残っているものの、今後解決されると期待されるので、現時点で誘致に対する研究者の希望を表明してよいし、そうすべきと思う。

ITER の日本誘致に賛成。

コメント：ITER を建設しない場合、私は 40 歳ですが、私が現役の間の今後 20 年間に核融合研究の世界にはおもしろそうな成果が出てくるとは思えないので別の分野の研究に移ることになると思う。あるいは、ITER なしで有益な成果が出るということ、反対する方は説明する必要があると思う。核融合会議や ITER 懇の議論は十分になされたと思います。今頃反対する方は勉強不足なのではないでしょうか。

誘致についての是非：賛成。今迄 30 年以上（？）にわたって核融合研究者が努力してきた結果、日本の核融合研究を世界のトップに押し上げ、これは他国からも認知されていることである。これをもって世界に貢献することは国民及び世界への義務であろう。それに対する意思表示として誘致に賛成する。

賛成。核融合会議の表明文には賛成。ただし、なお書き以下は極めて検討不十分であり付記すべきではなかった。

賛成。

ITER の日本誘致：賛成。「核融合会議の表明したこと」をコミュニティの共通認識であることを表明すべき。

誘致賛成。今 start しなければすべて失う懸念がある。核融合会議の表明：全面賛成。

誘致賛成。(1)核融合会議で示された誘致への考え方に賛成である。(2)誘致について、今回の検討会が決定的役割を持つことには反対である。誘致はもっと広い社会、国家的視点から判断しな

ければならない。(3)一部の思惑により核融合研究者が信頼を失わないよう、幹事団の配慮を望む。

ITER の日本誘致に賛成。核融合会議の表明したことに賛同しますのでまとめに反映されることを希望します。

賛成。もちろん日本国内での研究者同士の議論を活発にすべきである。大学－原研の対立の構図が見え隠れするのは悲しいことだと思います。

ITER-FEAT ( 固有名詞 ) の日本誘致について：賛成。(1)核融合会議の表明した「日本誘致の意義は大きい」とする内容を全面的に支持。(2)ITER 懇談会の ITER 誘致の意義を認める議論を全面的に支持。(3)朝日新聞の「8割が反対または慎重派」とする記事は誤りであることを表明すべきであった。(4)今回の混乱は核科研の予算がらみのきな臭い話とは別にしきれないように思う。核科研から ITER との共生の提案がなく ITER つぶしの議論のみがあったことは非常に残念。もう21世紀になってしまいました。私はまだ狼がきたとは1度もいったことはない。

賛成。

- ・ 外部からどのように見られているかという視点も必要だと考えます。
- ・ 誘致保留の場合、コミュニティーに対して世論等からどのような評価が下されるか考えるべきだと考えます。外部から見て信用に足るコミュニティーと認知されるかどうかは重要なことです。

誘致は賛成です。この会議のまとめは国民、マスコミへ何のアピールにもなっていない。結局内紛のまま終わってしまったという印象を与える可能性が高く、核融合ファミリーに対する非常に大きな危機感を覚えました。(手を上げましたが指名されなかったの)(また、財政的議論はされましたか?)

賛成。大学の学生、院生から見た場合、核融合は太陽光、水素、・・・エネルギーなどの近未来エネルギー源に対する興味の中で下位に属してしまっている。(ただし、小生の学生は材料工学のこともあるかもしれない)。これは、若い学生からは支持されていないことを意味していると判断します。核融合エネルギーについての魅力を確保するためには、具体的ターゲットを示すべきであり、現在のこの分野の研究者の責任と考える。

核融合会議の表明したことに賛成。「なお書き」は本来削除したかった。ITER-FEAT 誘致は賛成。賛成。核融合会議の結論を尊重する。

ITER 誘致賛成。核融合会議の表明に合意、賛成。

(1)ITER の技術・研究目標は十分意義の大きなものである。現在の炉心プラズマ物理・技術、及び炉工学技術は ITER 建設開始が可能であるレベルに達している。(2)ITER 日本誘致について賛成です。

ITER 日本誘致について賛成。

ITER 日本誘致について賛成。核融合会議の報告にあるメリットデメリットを見、しかも自分で考えてもメリットの大きさは言うまでもない。今回の会合で核融合研関係者からの発言は核融合研の必ずしも正しい意見を代表しているとはいえない。炉心プラズマ研究の立場からは、ヘリカル、トカマク等配位に関係なく核融合プラズマ研究に貢献できると考えます。したがって予算の現状枠の議論に固執するのは研究者の自信のなさで見識が問われると思う。

日本誘致に賛成します。

- ・ ITER に積極的に参加する意志を表明するために必要だと思います。
- ・ 多額の資金を要することを他分野(加速器、宇宙、パイオ等)の方々にも説明できるような資料が必要だと思います。
- ・ 炉工学をやっているものとして、核燃焼を起こすものを、できれば日本に作って、いろいろなノウハウを研究していく場にしたいと思っています。核融合炉を国民にエネルギー源として認めてもらうためには、いずれトリチウムや安全性についても説明する必要も出てくるので、この際、他国にまかせるのではなく、あえて火中の栗をひろう覚悟で進めていく必要があると考えます。いずれ、10年、20年後には直面しなければならない問題なので、今から少しずつでもノウハウを蓄積していく必要があると思います。

ITER 誘致賛成。今この世界で研究をしようとしている学生は、核融合に大きな夢を持って飛びこんできたと思います。お金の取り合いで学生の意欲をそぐようなことはして欲しくありません。学生は知識は少ないかもしれないが、研究に対する意欲や情熱は持っているということを認識していただきたいです。

ITER 日本誘致に「賛成」。

賛成。

賛成。日本に誘致すべきです。

ITER 日本誘致に対し賛成。第三段階の中核装置が日本に建設されることを希望するのはあたりまえです。本当はコミュニティは一致団結して外部からの不当な圧力に対し戦う決議をして欲しかった。

ITER 日本誘致に賛成。ITER の日本における建設が核融合炉の日本における実現・実用に最も効果的なステップと思量。

ITER 誘致に賛成します。

理由：核融合会議、ITER 計画懇談会が指摘しているように ITER 誘致のメリットはデメリットを上回ると考えるため。

核融合会議 etc の ITER に係わる従来からの議論や技術的実現性を鑑み、長年この研究開発に携わってきた一研究者の立場及び将来を含む人類への意義ある計画であるとの認識から、是非日本への ITER (誘致)を進めるべきである。また、審議の経緯を示す(対国民)ために、核融合会議の決議文を載せるべきと思います。

国内誘致に関して賛成。

- ・ ITER の誘致はオリンピックの誘致合戦と同じで、誘致の表明をしなければ何のリーダーシップもとれない。
- ・ 今回の ITER 計画の議論は今後の核融合を進める上で大きなターニングポイントとなり得るので、是非集計結果は外に対して表明してもらいたい(今回の会議の大きな成果として)。
- ・ 今回参加した人は誰が正論を言い、誰が足を引っ張っているような意見を言っているかわかり有効であった。

賛成。外部のコミュニティに対して、このコミュニティが分裂していると受け取られるような発表の仕方をしては非常に問題である。

私は当事者の一員として当然 ITER 誘致には賛成します。

ITER 日本誘致に賛成します。国内建設しないと真の技術は保有できず、今まで蓄積した技術の伝承ができないことを懸念します。

誘致に賛成。パイが減るとか、小さなことでもめるのはいかなものか。EDA を始めた頃は何の reaction もなかったのにここにきて2分されるのはコミュニティとして悲しい。ビッグサイエンスは初めてだと思うが、大プロジェクトをまかせられる人をリーダーに選ぶべきだ。

ITER 一本槍になることは絶対に避けたい。

- ・ 他方式で、核融合炉の可能性を否定できないもの、特に LHD については今後の活動を妨げないこと。
- ・ ITER の次にすぐ DEMO 炉ではなく、もう1台他方式を含めて装置を作ることを明確にしておくこと。

以上を但し書きとした上で賛成です。

ITER の意義、実現性については認めるものである。ITER も日本誘致については核融合会議でその意義を認めているのに異論はないが、もう少し検討を続け、また世論からの支持を得てから最終決定されるべきであると考え。要約すると慎重に近い「賛成」。

核融合会議：支持する。ITER 誘致：賛成。

日本誘致に賛成。核融合における日本のリーダーシップがとても大切である。今回の検討会の OHP コピー、アンケート集計等を参加者すべてに配布してください。

日本誘致に賛成

ITER 国内誘致に賛成します。核融合会議の表明については、「予算・・・」に関する部分は削除すべきと考えます。

賛成。

賛成。

ITER 日本誘致：賛成。ただし、設計に関しては見直し必要の部分が多い。実験炉としてのミッションには過ぎた炉工学的ミッションを背負った設計の為、コスト高をまねき、他の核融合研究への影響が大となる可能性が高い。

賛成します。

ITER 日本誘致について賛成します。今積極的に核融合エネルギー開発を進めるようにしなければ、

人的にも、また世論的にも二度とチャンスは来ない。

核融合会議文章の「なお書き以下」に賛成できないが、このような混乱が起きる理由にエネルギー開発としての研究と基礎物理的研究とに今後分類して考えて行く必要はある。

誘致賛成。日本に誘致したら、是非成功させるように真剣に努力すべき。

核融合会議の文章 OK。

賛成。

誘致について（3の Appendix について）賛成。成功、不成功等については確定したものではないが、うまく行った場合に得られることが大きい為。（外国にサイトが決まった場合に比べて）

核融合会議の表明したこと適当と考える。

賛成です。本機会を逸することは日本が核融合（エネルギー源として）拒否したこととなります。

タイミングは二度と無い。

賛成。Burning plasma の研究は、核融合研究の重大なステップである。ITER がなければ、核融合研究は潰れます。

核融合会議が表明したこと（ITER 誘致には）賛成である。ただし、このアンケートで核融合コミュニティが分裂しているように公表されるのは望ましくない。

ITER を日本へ誘致すべき。核融合開発の原点はエネルギー開発に有り、自己点火プラズマの実現を示すことが最も重要である。

ITER の国内誘致に関して賛成。核燃焼プラズマの実証及び核融合炉工学技術の総合的な実証を行う ITER の目標は、核融合炉実現に向けた研究開発を推進する上で重要であり、日本誘致は、国際協力によるプロジェクトでイニシアチブをとる観点からも重要である。

日本誘致は賛成。核融合会議の「日本誘致」に関する表明は正しいし、尊重されるべきである。

エネルギー開発という視点から核融合研究を発展させていく意義は極めて大きい。ITER-FEAT がその目的を果たす可能性が高い実現性のある計画になっていることが理解できました。

国際協力を主体的に進めていくことの必要性から、ITER は日本で実施すべきであると考えます。

それに伴う構造改革が必要でしょうが、メリットを考えると、この点を克服していく努力は有意義なことであると思います。

誘致への名乗り上げには、賛成です。

核融合会議の決定に賛成である。大学・原研・他研究機関との意志疎通を意識的に計らなければならない。

賛成。核融合会議の表明したこと：賛成。

賛成

ITER の日本誘致について賛成です。ただし、こういうアンケートをとるのは非常に怖い。私は、コミュニティ全体の意見を聞きたいと思う一方で、結果が安易に公開されることを恐れます。また、責任をもてない人、自分の身がかわい人、ITER が稼動する頃には引退するからといって無責任な意見を言う人、ITER で積極的に実験したくない人（ex.六ヶ所にできるなら ITER に行かないという人）の意見は排除して欲しい。特に ITER を実際に担う人の意見だけを、つまり年代別の分布を示すべきです。

核融合会議において出された ITER-FEAT の日本誘致は、今後の核融合研究/開発（炉心プラズマ研究、炉工学技術、その他の基盤技術の開発等）が前進する上で、極めて重要であり、何としても必要である。ITER-FEAT 日本誘致：賛成。もし、誘致運動が遅れ、ITER-FEAT の建設がこれ以上遅れると、核融合の今後の展望はありえないと考える。

日本誘致大賛成。過去30年国民の信託を受けて大きな予算を使ってきた核融合研究者たちが、一丸となって次のステップに踏み出す意欲があるのかどうか、その責任を全うする能力と知性があるのかが問われているのだと思います。何か物事を決める時に多くの人が真剣に考えれば、いろいろと異なる意見があるのだと思います。しかし、国家100年の計に立ってみれば、そんな事は小さな事だと思います。

ITER 計画推進ならびに日本誘致に賛成する。(1)日本の核融合研究のポテンシャルを示し、科学技術の分野で国際的にリーダーシップをとり得る重要な機会である。(2)一方、10年の建設期間を考えると、その間の新しい知見を柔軟に設計に取り入れる設計の“巾”が重要であると感じる。(3)今後は核融合コミュニティの外に対する説明をする努力を図るべきである。

ITER の誘致に関して基本的には誘致賛成。日本の国際貢献度、エネルギー問題を考えると、誘致におけるメリットは大きい。但し、国民への説明責任、合意は充分に行うべきである。



賛成。日本が ITER の誘致をやめることは核融合の終わりにもつながりかねないものである。ITER は 10 数年かけて、戦略的に進めてきた結果である。ITER の目的を設定して、その目的達成のため我々は努力してきました。その設定に対して実現性が高く、可能であると評価してきた。ここでやめる事は技術開発の方法論にも説明できないものである。日本に誘致すると、技術的物理的に多くのものを得ることが可能である。又、人的に多くの利益があり、将来も日本の科学者が（？）くなるものと信じます。

ITER の日本誘致について賛成。原子力学会のアンケートでも示されたように日本誘致は多くの核融合研究者の願望である。核融合会議の表明したことに賛成。核融合会議の結論に賛成。但し、ただし書きは不見識である。

賛成。ITER 関連以外の核融合研究についても十分配慮すること。核融合会議の表明した主要部について賛成。

ITER の日本誘致に賛成する。核融合会議の表明した内容をサポートしてゆきたい。

賛成。ITER は実験炉を製作する貴重なチャンスであり、誘致に賛成する。核融合会議の表明したことについて賛成。

ITER-FEAT 推進、国内誘致とも慎重（であるが賛成）。残念であるが、日本誘致が ITER 計画そのものについて利点があるのかが分からない。

ITER の日本誘致に対して賛成です。核融合会議の表明したことに賛成ですがもっと positive であるべきと思う。

核融合会議の表明について、同意です。誘致賛成です。核融合会議答申のなお書きは不適切と思う。

賛成。

核融合研究はそもそもエネルギー問題解決が目的であり、これは近年問題となりつつある環境問題と相まって急を要する。核融合炉開発にかかる時間を考えると核燃焼プラズマを早く実現する必要がある。いやしくも ITER をやる以上は日本でやらなければ重要なノウハウの蓄積をする機会が失われてしまう。

誘致すべし/賛成。

核融合会議の表明したことに合意します。ITER 国内誘致に賛成です。

賛成。ITER 誘致すべき、ここでもし先延ばしするような事になれば ITER はおろか日本の核融合の未来は完全になくなると考えます。香山先生の紹介された核融合炉工学部会アンケートの意見の一例に同感です。

ITER の日本誘致について賛成です。原型炉についてはトカマク型が必ずしも原型炉になるわけではないことを、是非陽な形で示して下さい。

日本誘致に賛成。

賛成。核融合会議の表明に賛意を表する。

ITER の日本誘致について：核融合会議の昨年末の結論を支持し、賛成する。

賛成。（誘致に関して、意義は大きいと考える）

賛成。日本の核融合研究を前進させ、人類に我々研究者が貢献するためには、ITER は有効的な装置である。ここで、先延ばしにするには、後退に等しいと思います。ITER は当然日本に誘致すべきである。

核融合会議の表明に賛成する。

ITER 誘致に賛成。ITER 参加提案（推進）は ITER 誘致と切り離しては考えられない。日本は少なくとも誘致出来る心積りで ITER を提案する必要がある。核融合会議の表明支持。

日本誘致に賛成。日本の核融合開発の当然行すべき道であると考えている。誘致されて日本に來た場合、全力をあげて成功させなければならないことを覚悟している。

賛成。

賛成ですが、安全面等については慎重に議論すべきだ。トリチウム取扱い及び事故等に関する検討に疑問を感じる。

賛成。

賛成（ITER 誘致に）。この 2 日間の議論では、同じ様な課題が何度も繰り返されてきた。一旦、合意が得られた内容でもほんの一部の人の意見で何回かくつ返されてきた。議論を前進させるために全体の意見の方向性を見て進めるべきであったと思う。

賛成。

コメント：現今の新聞報告における無責任な発言の数々は目にあまるものがあります。（意見で出た通り）少数の方々の個人的考えに基づいて核融合のイメージが非常に悪くなっている状況を認識していただきたい。

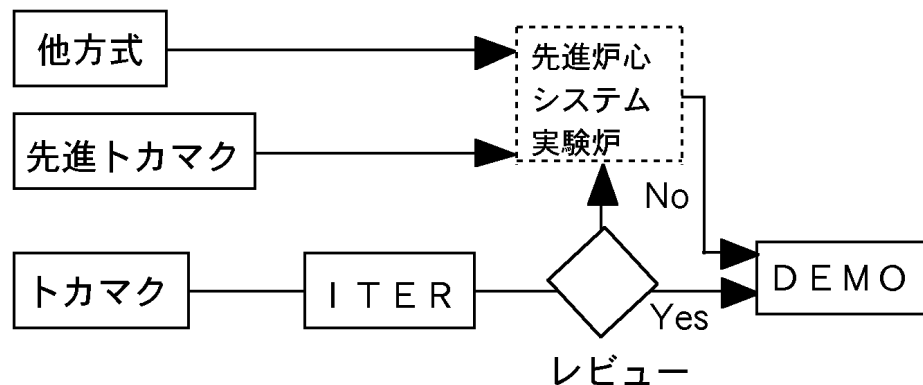
ITER 日本誘致に賛成します。

「賛成」します。

ITER の日本への誘致に賛成。ITER をやるのであれば日本誘致が必要。日本に誘致できないなら、ITER をやるメリットは少ない。ITER から直接実用炉につながるとは考えられない。国際共同研究のリーダーシップをとると言う意義は大きい。

核融合会議が ITER 誘致の姿勢を表明したことは極当然のことであり、何等问题は無い。従って、ITER 誘致を表明することは賛成である（日本が最適地であるかは別にしても）。ただし、これは 3 極の競争であり、表明が必ず ITER が来ると言うことではない。従って負けたらどうなるのですかとか責任はどうするのですかとかという発言には失望した。政治の世界では結果責任が重要であるが、科学技術の世界では、特にこれから始めようということに対しては適してない。

(1)核燃焼プラズマ実験は重要であり、ITER-FEAT の実現に期待している。(2)他の方式の研究の重要性位置づけを明確にするため、戦略検討分科会のフローチャートを以下のように書きかえることを提案します。



(3)ITER, ITER-FEAT の E D A を担ってきた日本として責任をもって推進する立場で日本誘致に賛成します。しかし、強引に意見を誘致に引っ張っていくのには反感を感じます。大事なことは日本誘致の feasibility についての科学的な議論だと思います。

核融合会議の表明した事（原文、ただし書き以下を削除）を支持する。誘致については基本的に賛成であるが、強力中性子源等の並行して進めるべき project に十分配慮しつつ慎重に推進すべきである。

ITER 国内誘致：賛成。核融合会議の表明したこと：大変大きな意義があり、責務である。

ITER 国内誘致賛成。核融合会議の表明したこと、その通りである。意見：ITER は、何年もかけて進めている計画。今頃「勉強不足だから時間をかけて検討をし、それまで誘致決定を待て！」とは、わがままな理屈。専門家であるなら、論文、ホームページ、問い合わせ等いくらでも ITER に関する情報入手のチャンスはあるのだから、努力をすべき。

ITER は強力に推進するべきである。ITER は是非日本に誘致するべきである。

## 2.2 『慎重』

慎重

慎重であるべき。先進的核融合研究の重要性が指摘されており、第4段階へ移る段階でその進展をも取り入れて判断すると第三段階基本計画で述べられている。この点を考慮すると、先進的方法の発展が重要で、それをも含めて我が国が将来指導性を発揮するための戦略が重要で、それが今までに十分なされたとはいえない。そのため、日本誘致に関しては慎重であるべきであるが、誘致をするかしないかは国民的国家的立場からの考えが重要であるので、現在議論されているしかるべき委員会、懇談会にゆだねるべきである。

日本の ITER 誘致に対しての賛否 (ITER-FEAT は DEMO 炉に1ステップでつながるようには納得できなかった) ITER-FEAT そのものについて慎重。

慎重であるべき。吟味時間が短すぎる。もっと前に議論をしておくべきだった。

慎重。

慎重。

(1)FDR から FEAT に変更したことに関連して

1. 核燃焼制御技術の何が習得されなくなったのか、あるいは全く変わらないのか？
2. R S モードを想定した定常運転シナリオのうち、Q = 5 を維持する制御技術の何が習得されるのか、あるいは変わらないのか？

(2)公式政府間交渉によって、ILE の形態が決まると思われるが、核融合会議が大学の参加方式について充分指導性を発揮して欲しい。

「慎重」に対処すべき。

慎重に進めるべきである。現在の日本の国民感情を配慮して急速に進めるのは危険であると判断する。

ITER-FEAT 日本誘致 - 慎重。核融合会議報告 - 国内建設を除き了承する。

日本誘致については賛成的慎重論です。ITER 実験については賛成です。しかし、周辺機器や安全性等で将来展望が得られていない。充分慎重に進めるべきです。今後研究者間の意見交換会を行うべき。今までプラズマ核融合学会は何もしてこなかった。これからは学会がもっと中心になって行すべき。若手だけの ITER 検討会を持つべき。

慎重。誘致声明までには時間があるので議論を尽くすべき。

慎重 (アンケートで決める事柄ではない)。

日本誘致については慎重にすべき。(理由)ITER の延長線上に実用炉があるとは認識していない。

これだけ大騒ぎをして ITER 誘致を決めたとなると、一般の国民は (原型炉との区別はつかない) 実用炉が 30 ~ 50 年後に約束されたものと感じると思う。30 ~ 50 年後に「実は未だ...」ということになると、決定的に大嘘つきとなり、それこそ核融合の芽を摘んでしまうことになりはしないかと考える。ITER 誘致に賛成でない人が核融合に不誠実であることはない。皆、まじめに考えている。

ITER 日本誘致に関しては、慎重に検討すべきである。ITER という言葉が世間にどれほど知られているだろうか。核融合の将来を一般に広く宣伝すべきである。

ITER 誘致に対し慎重。R & D が充分に進んだ段階で推進すべきである。核融合会議の表明したことは、なお書き以外は賛成。

慎重。

慎重。

核融合研究の将来を考えた場合、FEAT であれ FDR であれ、大型装置の存在と閉じ込め実験の継続は必要である。しかし、大型装置の建設維持には莫大な税金が使われることになるので、その仕様 (建設場所も含めて) の決定には研究者のみならず国民も納得するように慎重に行うべきと思う。

ITER 日本誘致に関しては、現時点での決定はさけて、さらに時間をかけて慎重に議論されるべきである。

誘致に関しては、慎重に議論すべきと考えます。私個人としては安全面、経済面等を考慮してカナダですと良いと考えます。

慎重。(必ずしも賛成の立場ではない。)放射性物質に対する社会的容認が明らかでないと感じられた。従って拙速に誘致を決定するのは好ましくないとされる。

慎重に。研究の自由さが失われるのではないかと心配します。

慎重に。

加熱装置に関して：NBI では 1MeV/40A/1000 秒，ECH 20MW/定常を必要条件としている。原研の NBI の R & D では部分的ではあるが、上記のスペックを満たしている（データもあり十分に説得できる）と表明している。そして、ITER 建設までには総合的に上記の 1MeV/40A/1000 秒を達成できると表明している。しかしながら、NIFS での負イオン NBI の開発および実機での実験を傍目で見ている限りでは、上記のスペックは実現できるとは思われない。同様に ECH の定常発振も困難を極めている。ITER のスタートには特に加熱装置の見通しができるまでは慎重に考えるべきであろう。

定常  $Q = 5$  について：将来の非誘導電流駆動では環流電力が大きすぎて実用炉にならないことにならないか。ブートストラップフラクションをもっと上げて、例えば 80 ~ 70 % で  $Q$  を 10 以上に上げるシナリオがないと将来の実用炉への見通しが暗いのではないかな？

今回の議論で賛成反対（その他の意見も含む）両者の意見が出され、有意義だったと思います。しかし、今後の核融合研究の方向性を決定するにはまだ議論が不十分ではないかと思います。特に今後の研究を担っていく若手の意見も反映されるような議論の場（これまで核融合会議、その他の省庁がらみの議論の場ではなく）が今後重要だと思います。その意味で提案のあった検討会、このような検討会が重要ではないでしょうか？現時点では「慎重」です。

ITER の誘致に関して：ITER に対するサポートとして大学との連携について不透明。慎重にすべきである。ITER 誘致は基本的に良いかもしれないが、更なる議論の後に決めるべき。

ITER の誘致について：慎重に進めるべきである。社会一般に対して核融合炉及び ITER の現実的な説明が不足しているように思える。これは勿論原研及び ITER グループのみの問題ではないが、ITER 誘致を進める上では、重要な因子と考えられる点である。ITER の国内建設がこのような問題で、もし進行に障害が出た場合「核融合研究」自体が停止してしまうと考えられる。

一般国民は、核融合についての現状認識が乏しいかあるいは 1970 年代のクリーンな核融合というイメージが強い。このような理解不十分な状況かつ核に対するイメージが悪い状況で ITER 誘致を決めることには慎重にならざるを得ない。

ITER 日本誘致に慎重であるべき。この ITER 計画検討会は自由な意見交換の場であったはずであり、最後になってこのようなアンケートをとるのは不適切であり将来の日本の核融合研究にはマイナスであると感じます。

ITER の日本誘致に対しては慎重であるべきである。

原研が主導する ITER に関しては慎重にすべき。

誘致に関しては十分慎重になるべきである。なぜなら、各種報告書で「今後検討すべきである」と言った表現が多く見られるにもかかわらず、それに対する検討結果（あるいは検討が行われた）はまだ出ていないと認識しているからである。

ITER の国内への建設について：国民的コンセンサスが必要な問題なので慎重に検討して下さい。

ITER 日本誘致に対して慎重にすべき！という意見。

多額のお金を使っても炉への明確な展望が示せないこと、お金に見合うだけの支持を得られる物理的命題が明示できないことから、慎重に進めるべきである。

慎重に。実現のための技術的判断が不十分に思う。この段階で日本誘致とか ITER の go は慎重であってよい。研究者を一枚岩に統一できるだけの実現性がなくては社会の同意を得るのは無理であろう。社会的インパクトは十分なのか。

慎重。日本の ITER、他の炉心プラズマ研究を含めた核融合開発の戦略を予算措置も含めて再構築した上で ITER の日本誘致を決めるべきと思う。核融合会議の表明したことについても、上と同様のコメント。

誘致に慎重。

ITER の建設、日本誘致の可否をこのような会議で決定することは不可能。意見交換以上の場になり得ない。省庁統配を機会に ITER、JT-60、LHD 等の大型装置から大学の小型装置も含めて研究の路線を議論すべき。ITER の日本誘致については、現段階では慎重にすべき。

慎重。（ITER は国際協力で行うもので、どこで始まっても積極的に推進すべきである。核融合コミュニティの現状では慎重にならざるを得ない。ただし、もし誘致が決定した場合は積極的に協力します。）

ITER 誘致はそれなりの意義を持つと考えられるが、それに見合った国内研究体制、研究のあり方

を十分に議論し、合意に達するまで慎重に扱うべきである。また、誘致できなかった場合の研究体制も検討すべきである。

慎重に検討すべきである。

慎重。

ITER の誘致については慎重に進めるべき。ヨーロッパでは各研究機関の意見がまとまらず、誘致についての決定までは時間があると思われる。もう少し時間をかけて議論を詰めるべきである。

ITER の EDA の情報も今の時点では不足している。

慎重。ITER の日本誘致については、まだ社会的に殆ど知らせていず、政府、当事者、一般学者を含み、誘致を申し出ているコミュニティのコンセンサスを十分情報を伝えることを行うべきである。それからの決定で十分ではないか？

慎重。

慎重（反対に近い）。ITER は賛成。

慎重。研究者間の議論が不十分である。

慎重。国際協力に基づく計画であるから世界的に見てコストパフォーマンスの良い場所に建設し、実験研究に費やすことができる金額をできるだけ増やすべき。その上で日本がリーダーシップをとることは可能と考えられる（とるべき）。日本誘致を決めてしまったからサイト住民の反対で建設がつぶれるもしくは遅れるような事態は国際的に最もまずいことである。

慎重。核融合コミュニティが二分してその両方が自滅してしまうことは絶対に避けたい。

慎重

慎重。EDA の最終報告書を見て、また、サイティングのデータを見て判断する必要がある。その他のことは会場で発言いたしました。

実施責任者として納得行くまで慎重たるべし。核融合会議の表明したことについては承認する。

ITER 日本誘致に関しては更なる議論が必要と考えます。慎重な対応が必要と考えます。ITER についての研究者間の認識を深める努力（学会での討論会やこの検討会のようなものを開催する）が必要と感じます。

慎重に。FEAT で何をどこまでできるのかをきちんと明らかにする。例えば増殖ブランケットは IFMIF で？ 国際的に誘致を表明するまでに〔 8 月？ 〕、地元への対応をきちんとすべき。それが数ヶ月でできるのか？ 廃棄物の処理をどこですのかも決めておく必要があり、ここで対応を誤ると核融合の推進に禍根を残す。本会議でもそれに対する深い議論はなかった。原型炉へのステップを明確に。特に炉工材料、ブランケット技術は ITER で十分にできるか？

慎重派。ITER 自体はもちろん推進すべきと考えますので、この専門家の会合で ITER の実現の見通しを確認した、との「まとめ」に落ち着きよしかったと考えます。誘致については、もともと国際協力事業ゆえ、ここで早急に決めなければならないということでもあるまいし、どこでやろうと同じであろうという比較的中立の立場です。積極的に賛成というのが多数派になるのもへんですので、「慎重」に投じます。

慎重に。

ITER 誘致に関しては充分慎重に検討すべきであるが、ITER 懇談会の判断によるべきである。ITER そのものについての核融合開発上燃焼プラズマの研究、炉工学の統合化の観点で重要である。誘致に関しては核融合会議、ITER 懇談会で判断されることが重要である。学会等でアンケートをとる場合、その用途目的等が重要でそこを慎重にしない限り、拙速にすべきではない。実施する場合には事前に充分検討されるべきである。

慎重。ITER-FEAT の日本誘致に関しては、世論など国民的合意が得られるよう努力を進めて行く必要がある。ITER を運転する、また、その責任をとらなければならない世代で議論できる場を設けていただきたい。

ITER 誘致に対して：慎重でありたい。学問的に考えた場合誘致に対して強い異議はないものの、我が国の放射性物質（特にトリウム）に対する過剰なまでの恐怖心、我が国が最も多くの資金を提供したにもかかわらずリーダーシップをとれなかった、などということがないようにどうするかといった議論の不足。かつて CERN の W<sup>±</sup> 粒子発見は最も多くの資金を出した英国がリーダーシップをとれず馬鹿を見た、などということが絶対にないようにしなければならない。

核融合会議の表明について：あれでよし。

ITER プロジェクトには賛成であるが、国内誘致に関してはもう少し議論が必要かと思います。誘致に関しては「慎重に」という意見です。

核融合会議の表明を尊重し、慎重に考慮すべき。

世界のどこに ITER を設置しても核融合研究は進められると考える。このような意味（日本に限る必要はないという意味）で日本への積極的な誘致には賛成しかねる。

## 2.3 『反対』

誘致に反対、このまま誘致すれば日本の核融合研究がだめになる。

ITER の重要性は認め、計画の積極的推進を希望しますが、日本誘致は反対。

国民的合意を得る努力が必要。

反対。ITER 装置としてのトカマクは disruption、熱除去に本質的欠陥を有しており将来への炉への展望は今のところない。それ故に、炉への展望ができるまで ITER 建設は中止すべきである。

日本誘致に反対。ITER へ多くの研究者が集められ、大学等での創造的な萌芽的研究が結果的に潰れてしまう。

ITER には反対しないが、「核融合会議の表明 (ITER の日本誘致)」に反対。

日本誘致に反対である。10 年かけて ITER を作っても、その時点で無用の長物となっていると思われる。トカマクが核融合研究の先導役は果たす時代は過ぎつつある。

反対。誘致は核融合の自殺行為。ITER の目標をクリアするための方法が不十分である。

(1) NBI の出力が不足している。

1- A: H モードの threshold に NBI 単体で対応できなければ実験にならない。

1- B: 1MeV N-NBI の目標値 33MW に到達するためには、設計値で 2—3 倍余裕がないと無理。(LHD の 180keV N-NBI では大変苦労している。)

(2) コスト評価が低すぎる。

2- A: magnet 単価が LHD の 1/6 はあまりひどい。

3- B: NBI の単価 4M\$/MW は R&D なしでは不可能。

(3) 誘致して H モードも ITB もできなかったら信用ががた落ちになる。追加予算は要求できるのか？

第3段階で定められた定常運転を見通せる技術は単にインダクティブとの hybrid 運転で実験できる 3000 秒とは質的に異なる。ITER の後 DEMO で  $Q=50$  (30 かも知れませんが) 定常の課題は積み残された課題としては大きすぎる。電流駆動効率の大幅な改善がブートストラップ割合が 80% を超える運転を定常に核燃焼プラズマを制御する必要がある。ITER-FEAT を作って研究者人生が終わる人は良いがこれからの人 (40 代以下) にとって克服する課題が重すぎる。インダクティブの  $Q=50$  とは全く異なる!!。この点については私は納得していない。誘致反対。

反対。もっと研究を進めて商業炉の見通しが出てから行うべき (disruption とか定常運転) である。

反対である。FEAT をやると次ができなくなってしまう (国民の合意が得られないと思う)。誘致国で 3000 億、非誘致国で 2000 億円の税金を投入する価値がない。実際には running cost を含め 2 兆円規模の金が必要と考えられる (3000 億円  $\times$  30 年 = 9000 億円、FEAT 5000 億円、おそらく + 2000 億円以上、7000 億円。人件費が 1000 人  $\times$  1000 万円 = 1000 億円、30 年で 3000 億円) FDR の  $Q=$  が得られるなら許されるかも知れない。5000 億円以上かかった時はどうするのか? その時の責任を明確にしてほしい。

反対です。私の考えていることは ITER-FEAT がエネルギー源としての核融合方式の社会的評価を決めることです。科学的な興味は非常にあり、意義深いと思います。しかし、30 年後には確実に原型炉を造る話になるでしょう。その時、ITER の成果がそれを決めます。必ず問われることはエネルギー源として有用かということが社会的に問われます。つまり発電コストです。今回は全く ITER のその先の話が聞けなかったのは残念です。30 年後に社会的に核融合がコスト的に無理だと評価されたらその先は不可能なのではないでしょうか?

ITER 日本誘致は予算の問題以外に判断する要素がみられない。従って、研究者が賛成、反対すべき問題ではないと思われる。ただし、個人的意見としては、ITER 以外の研究費が大幅削減があるなら反対いたします。理由はトカマク炉に対する確固たる実験的実証が無い段階で他の方式をなくす理由はないから。

ITER の日本誘致に関しては「慎重」の意見でしたがこの様な形で意見表明を要求されるのであれば「反対」です。

日本誘致反対、現状での大学への影響が大きすぎる。

ITER 日本誘致に反対します。ITER の加熱装置の開発は全く低レベルに留まっており、500—1000 秒の長時間の安定した運転は困難だと思われる。

ITER 誘致に関して現在の状況では反対。核融合会議の決議については補足意見が後の議論で無視されているようであるので納得のいくものではない。

ITER 日本誘致を現時点で決定することには反対である。(理由) ITER の建設主体が不明確である。原研が推進母体であるような発言は正しくない。ITER は国際協力で製作するものであり、日本に建設することが有利であるとする判断は正しいとは思わない。日本誘致を表明する前にサイトを先に決定すべきである。地元の合意は正しい方法で進めるべきであり、短期間に結論が出るとは思われない。

今回は議論する機会がなかった点だが、ITER 本体の建設に必要な R&D が完了したという JCT の発言は信用できない。今までに経験した低温建造物の 10 倍の重量を有する ITER の建設には多様な製作 R&D と設計の工夫が必要でありそのための優秀な技術者を育てることは極めて重要因子である。



## 2.4 『棄権（わからないを含む）』

日本誘致の是非については現在判断できない。

文部科学省の意見は公論と捉えるべきであり、けしからんと簡単にすますことができず、謙虚でなければならないと思います。1兆円オーダーの税金を使うことには大きな責任があります。この検討会でキレルようでは先が思いやられる。

ITER についてはそのプログラムが走った場合の日本全体の核融合開発プログラムがどうなるのかを（資金、人的リソースの配分を考えて）スタディーしコミュニティの合意を得るべきである。

今回、気がついた件は大量のトリチウムという放射性物質を取扱うことへの準備、対応が不十分か？ということです。コメントの指摘に注意を払うことは大切です。更に、発生する放射化された物体（廃棄物）にも十分な気配りが必要です。核燃焼プラズマという人類最初の実験をする大切なプロジェクトが放射線や放射性物質への配慮が不足していたためにダメになることは残念です。エネルギー開発としての役割のある ITER の場合、エネルギー政策、地球環境の見知からの相対的な意義を社会ニーズの変化に対応しつつも考えることが大切です。平成4年当時と現在ではエネルギー政策は変わっています。

ITER 自体は必要な計画と考える。ただし、我が国の核融合研究の全体像の中で他の形式とどの様にかかわり合うのか他の研究との activity や役割の分担や相互性、相補性の在り方が未だ曖昧であるというのが今回の最後の集計の可否にも「慎重意見」として見えかくれしている。全体はこの事を危惧しているというのは率直な感じではないだろうか。少なくとも今回の様な機会をもって学会等で更に検討を深める必要があるのが率直な意見である。この会の出席者ばかりでなく、若手の多くの意見を吸収できないのだろうか。

（意見なし）

ITER 誘致に関し、意見分布をとるという提案があるが誘致に踏み切った場合に引き起こされる現実的な展開についていくつかの問題提起があり、境界条件が明確でないところでとられた意見分布がなんらかの形で外に公表されることは大変危険である。そもそもそのような目的でこの会がもたれたわけではないので意見分布をとること自体に反対する。ITER とその誘致に関する私の意見は既に様々な形で核融合コミュニティの目にふれる形で示してある。

アンケートを取ることで自体に「反対」

ITER 誘致に関するアンケートは学会員の全てに対して行うべきであり、参加者のみからのアンケートを取るべきでない。

議論さらに必要。コミュニティの意見が割れたままで無理に推進するといずれそのツケが戻ってくる。ITER の設計自体はほとんど問題ないレベルになっていると感ずる。

学問的な真理の探究において多数決で決定するのは納得しがたい。とことんまで議論すべき。時間設定の会議でこのような重要なことを決すべきでない。情報公開、議論を積み上げていく場を設けるべき。

投票は核融合学会会員全員で行いたい。

若手研究者ポストについて：日本誘致について若者のポストが増えるという説明がありました、そこでは ITER の数値を拝見すると研究者200名とありました。半分近くが外国からの研究者、さらに国内の研究者の異動を考えるとさほど純増はないのではないのでしょうか。博士課程に進む際、その後の人生がどうなるか誰も不安があります。大学でプラズマ、炉工を勉強し、トレーニングすれば、そこ(ITER 等)で活躍できるんだ！という夢と big project、エネルギーの将来を背負っているんだ！という自負は若者の駆動力として大変重要だと信じます。具体的に、大学生がわかる進路、方向性、ポスト増強計画について示されることを強く希望します。Fusion の黎明期を背負って来られた先生方も「Fission の次は Fusion」と胸を踊らされたのではないのでしょうか。最終設計報告書に対して：(1)p6-7 において、非核燃焼水素実験についての意義が述べられ、それによるとこの段階で多くの課題が調査され、その間 DT 実験についての準備が先送りされるような印象を受ける。つまり、ITER は運転しながら改良改善を進めていこうという方針のようで、この点は研究プランとして妥当と考える。このことをもっと表に出すべき。(2)p21-37 において、Decommissioning の責任はサイト国の負担と明記されている。この金額と負担がどの程度になるのか、どうしてこの費用を公平に参加国で分担しないのか疑問に感じる。(3)誘致についてこれが利益になるとかならないという切り口はおかしい。ITER 計画は誘致する、しないにかかわらず等

しく参加国にメリットが出るよう計画を練ってほしい。(4)誘致は高度の政治問題で、賛成、反対という手の内をさらすのは国際交渉上得策ではない。(5)私の個人的未来予測：ITER 計画より、球形トカマクの方が先に燃焼実験炉として実現すると思う、核融合研究に関する米英の先見性を考慮すべき。

このような形で意見を求められるのは不満、よって棄権致します。

本検討会は意見交換を目的として開いたものであり、採決は不要。無理に意見分布を取って研究者が2分されるようなことはさけるべきである。棄権。

誘致については、研究者が決める事でもなければ研究者が研究者として意見を表明するのもおかしいと考えている。棄権。核融合会議は「意義は大きい」という内容であり、これは同意できる。かつて石油危機に便乗し国民に過剰な期待を与えた過ちについて核融合コミュニティはきちっとした反省をしてこなかった。これをなさずに新たな段階に進むことに危惧を感じる。今回の会合で ITER の検討が綿密に行われてきたことは理解できた。それにもかかわらず、ITER 推進しか核融合を進める道がなくなってしまったような現状に大きな疑問を感じる。現時点で誘致賛成か反対か問われても確信をもって応えられない。

棄権。ITER は世界中のどの国に建設されても意義のあるものでなくてはならない。よって賛成でも慎重でも反対でもない。

棄権。(1)この程度の意見交換でアンケートを取ることは無意味であると感じます。(2)核融合会議の表明は玉虫色なので結構ではないかと思います。(3)意見交換自体は意味があったと思いますが、この時期にこの交換会はやはり官僚に踊らされた感じがします。(4)残念ながら我が国の核融合の世界に強いリーダーシップと責任を取るリーダーがいない事を強く感じました(私も含めて、多大な反省が必要だと思います。)

(1)まず、今回の会をお世話頂いた方々に感謝します。正月早々から土日とネットワークの会に始まり、大変お勉強になりました。昨日の JCT の話しなど大変感銘を受けました。そして ITER-FEAT に関する認識も改まりました。

(2)私は、ITER-FEAT が第3段階の要求を満たす装置として十分な設計検討がされている、素晴らしい engineering であると思います。この意味で ITER-FAET の価値、統合システムとしての魅力等を認めます。

(3)しかし、私には「核融合エネルギー」に対する投資価値、緊急性は85年に比べ大きく低下していると思います。この意味においてのみ誘致には慎重です。

(4)今回の交換会は技術的・科学的面に限ってと何度か示されましたが誘致するかしないはこれだけでは判断不可能です。科学者もプロジェクトの"GO"に社会的責任を持つべきと常に考えています。

以上の論点から私の結論は棄権です。

棄権

ITER を誘致についてはノーコメント。(コメント)しかし、日本が2001年前半に交渉開始を否定すれば、他極(EU 及び露)の核融合計画を根本から崩すことになる。日本の核融合は国際社会から信用をなくする。従って、誘致にかかわらず、交渉に入るようすべき。

棄権

核融合の分野で研究している者ではないので集計から除外して下さい。