「核融合エネルギーに対するエネルギー省の政策」

エネルギー研究局長

John M. Deutch

エネルギー省が制御熱核融合反応に対して進めている研究計画は、最近の研究成果が高く評価されたことにより、社会の注目の的となりました。また新たな調査と連邦予算審議が行なわれたことで、この計画のもとで働いている多数の人々にもこれに対する関心が高まっています。社会および専門家の両者からの関心に答えるべく、核融合エネルギーの研究開発に対する本省の政策を述べ、その目標と重要性を広く強調することが必要と考えます。

計画は、磁場閉じ込め核融合と慣性核融合の、本質的に異った2つのアプローチから成っているため、研究政策事項を数種のカテゴリーに分けてとり扱わねばなりません。それは基本的な目標と方針、2つの計画それぞれに適した方策、それに計画の見直しを行うための方針の3つであります。

計画のいきさつ

エネルギー省の予算はその大部分を緊急の、あるいは比較的短期のエネルギー供給問題（環境制御も含む）の解決、すなわち基本的には液体燃料に代る燃料を実用化するためにふり向けられるべきです。このことについて異論はありません。最終的な解決策があるとすればそれは無尽蔵なエネルギー源が得られるかどうかにかかっています。これらは現在の所、技術的に不可能であるか、あるいは非常に金のかゝる技術を必要とするものばかりです。今後2、30年間は、人類のエネルギー危機の解決をそのような可能性に全面的に頼ることはできません。「無尽蔵」という言葉は21世紀での基本エネルギー源としての期待が込められています。無尽蔵な

エネルギー源を目指す研究開発計画と、より短期的な観点にたった研究計画とが研究資金面で競合する場合にも核融合計画は非常に重要なものの一つとみなされています。

来世紀の中頃までに、現在の見積りでは2020年から2050年の間に石油、天然ガス、核分裂燃料の埋蔵量が減少し、“無尽蔵”な資源にますます依存しなくなるとなるでしょう。しかし、この無尽蔵燃料はいずれも実用化までにはなお長年の開発が必要であります。無尽蔵なエネルギー源は3種類あって、太陽エネルギー、核分裂増殖炉、それに核融合です。太陽エネルギー利用技術は現在研究が進められていますがこのエネルギーにより大量の電力を経済的に発生できるようになるまでにはおそらく相当長い開発研究期間が必要であります。核分裂増殖技術も開発と実用化になお数年を要し、その上核物質の激増と長期にわたる廃棄物処理という政治的、社会的な問題に直面することが考えられます。

核融合エネルギーは経済的実用性からみると、3つの中では最も遠いものですがその潜在的な人類の利益は非常に大きいものがあります。核融合の商業化が成功すれば、安価で事実上無尽蔵な、究極的な燃料（水から抽出される重水素）によるエネルギー源を世界に供給することができます。その副産物は石炭とか核分裂のエネルギーに比べると遥かに環境的な問題が小さいものとなるでしょう。核融合発電所は一般の化石燃料発電所よりもはるかに人類社会を危険にさらすことは少なく、何ら地理的な制約にも直面することはないでありましょう。しかし、事態は急がれており、2030年には数千メガワットの

電力を経済的に発電する必要があります。核融合エネルギーをその時までには実用化するためには商業的実用化に目標を定めた研究開発計画を今から本気になって遂行して行かなければなりません。

事実、本省は核融合研究に対して高い優先性を認めております。我々は核融合に投じる全予算を、1980会計年度では実質的に現在の水準、すなわち磁場閉じ込めと慣性閉じ込めの両方に対して合せて年5億ドルの水準に維持したいと考えています。大統領は連邦予算額を減らすためエネルギー省も歳費を削減すべきであると表明しました。しかし核融合計画がこの削減を殆んど受けなかったことは、非常に強力な支援体制のあらわれであります。磁場閉じ込め核融合計画ではより少ない予算での大型研究装置建設が可能になっており、基礎技術の進歩がうかがわれます。

この財政的支援は核融合調査委員会による6ヶ月間にわたる公式調査によって決定されました。さらにエネルギー省研究開発調整会議で確認されました。この調査によって研究計画が技術的に堅実であり、経済的に核融合エネルギーを達成するのに非常に有望なものであることが判明しました。万一現在のレベルよりも資金投資を減らすことになると、その有望性を危くするばかりでなく、実用的な核融合エネルギー源を開発する貴重な好機を逸することになってしまう恐れがあります。

予算の増加によってこの計画を成功させる自信を高めることはできても、(現実的な予算の拘束の下では)種々の技術的可能性のあるものから究極的にどれを選択するかを決める時期を早めることは望めません。こういった限界を持つ理由については後程検討いたします。とにかくこの計画の究極的な成功、つまり技術的、経済的可能性の実現に対し、我々は現在断固とした確信をもつに至りました。しかし、成功までには短くても30年以上はかかると見込んでいます。その間、この計画の管理運営にあたっては、計画が常にバランスを保ちながら、目標である

経済的なエネルギー源を目指して進んで行くように保証しなければなりません。

最近の核融合調査過程において2つの重要な機関を設けました。1つは研究開発調整委員会で、この中にエネルギー技術担当の次長、防衛計画担当の次長、及び議長としてエネルギー研究局長の3人から成る核融合調査委員会を設けました。この委員会はDOEによる十分な運営管理のもとで、核融合研究計画にたえず注意を払うことを役目とするものであります。二番目はJohn S. Foster博士を議長とする臨時の専門家グループであります。磁場閉じ込め核融合と慣性核融合の両方を審査するために、外部の専門家達を集めて、このような臨時の専門家グループを作る事は優れた先例の1つであって、それはこの計画の評価過程で科学者集団からすぐれた技術的な寄与を最大限に受けようというエネルギー省の意向を示すものです。

他の計画の場合と同じように現在の予算は財政的な現実と妥協しています。核融合計画が科学的実証実験から商業化への技術開発の段階へ移行する際に要する非常に多額の研究開発費を念頭におくことも重要です。

目的

この計画の概要を述べる前に、目的を明確にしておく必要があります。

エネルギー省の核融合研究の最終目標は核融合エネルギーを利用する最も高い可能性を開発することです。最も高い可能性は科学的にも工学的にもその技術的基盤を広げて行かなければ開発は到底不可能であります。可能性の最も高いものを選択するためには、候補となるすべての重要な技術が十分理解されていなければなりません。これはできるだけ早く、2、3の最低規準にだけは達するように、ものを作りあげる突貫計画とは違うのです。これから動かそうとしている最初の装置は核融合の最大の可能性からはほど遠いものかもしれませんがその建設に向って進めている研究はぐっと焦点が絞られて来ました。

このような研究開発計画を企画遂行していくにあたっての我々の哲学はできるだけ早く（経済的にも可能なやり方で）その技術的な基盤を完全に維持し開発してその可能性を実証することです。現時点では実行可能でなくとも将来非常に有望なものになるという見込のある計画を支援すべきです。核融合技術は、経済的で実用的な工学システムを確立するためにバランスよく発展するように開発を進め、その進歩を通してできるだけ選択範囲を広げることができるよう支援して行かなければなりません。

核融合エネルギー、即ち純粋な核融合反応が最終目標であります。他への応用についても考えております。核融合エネルギーという言葉は核融合エネルギー及び様々な混合型の核融合の概念を持った言葉と理解されるべきです。例えば核融合反応が核分裂燃料の生産に使われたり、水素の様な他の有用な燃料を生産するために利用されることも含んでいます。

計画の構想

現在までの計画の目標は「科学的可能性」の実証に向けられていました。それは核融合反応から正味のエネルギー利得を達成することです。これが実証されないかぎり、核融合エネルギーの実現は非常に遠くかつ疑わしいとされてきました。「科学的可能性」の実証は実用的で経済的な技術によって制御核融合反応を実用化するための明確な第一歩として必要であります。

最近、PLTトカマク装置で高いイオン温度を達成したという、非常に満足すべき実験結果も含めて、過去数年間における研究計画の堅実な進展ぶりから、今後約5年以内に実証実験が行なわれるだろうと我々は強い確信を持っています。

しかしながら近視眼的にならないように注意しなければなりません。科学的可能性を実証することは中間目的であって、最終目標に至る十分な条件とは言えないものです。最初の主目的として科学的可能性の実証は最も重要なものですが、優先度が高いからといって他の目的を犠

牲にすることは許されません。科学的実証の後にくる研究計画も支援されるでしょうし、場合によっては拡大されることと思います。科学的実証に続いて、計画は応用研究から開発段階へと進展していくでしょう。工学的実験設備（Engineering, Test Facility, ETF）を磁場閉じ込め核融合と慣性核融合の2つの非常に有望な方式に対して建設することになっています。この設備は前に作られた実験装置で開発された核融合プラズマ技術を用い、正味のエネルギー利得を生み出す総合システムとなります。また、この工学的実験設備によって、原型の核融合炉の主な構成部分が必要とする技術を確立して行くことにもなります。

計画の次の段階は工学的原型炉（Engineering Prototype Reactor, EPR）の運転です。EPRとはETFですでに確立された要素と、炉設計の未知の部分を実験で解明する実験発電所とを最初に組合せたものです。EPRは初めて完全なエネルギー利得を達成し、そこで発生したエネルギーは発電所内部で消費される全エネルギーを上回ることになりましょう。最終的には商業用核融合炉をいくつか建設していくことにより、実証を完了することになります。商業用核融合炉においては、例えば一発電所当たり100メガワット以上の正味の電力を産業界にとって非常に魅力的な経済的効率で発電できます。核融合エネルギーによって年間必要量の40分の1程度の発電量、つまり出力3千メガワットの発電所に匹敵する電力を発電できるようになれば完全に商業化が完成したと言えるでしょう。我々はこれを初期運転能力と呼んでいます。

工学的原型炉の建設と運転の主要な資金源はまだ政府にあります。研究計画が開発段階から実証段階へ移行して行くにつれて、政府が企業から資金を出させ、企業との協力体勢により開発を進めていくことになります。

科学的可能性は、1980年代の初めから中頃までに磁場閉じ込め核融合計画において実証されるであろうと確信しています。プリンストン大

学で建設中のトカマク核融合実験炉(T F T R)によって達成されると思います。

慣性核融合実験では成功するかどうかはまだ決定的なデータがないので特別な自信をもって予言できませんが、1986年までに科学的可能性が3つのシステムつまりリバモア研究所のNOVAレーザー、ロス・アラモス研究所のANTARESレーザー、サンディア研究所のEBFA電子ビームのうちの少くとも一つによって実証されると思います。慣性核融合の軍事利用への開発研究という附随したプロジェクトの目的や計画についてはここでは述べないことにします。

科学的可能性が実証された後は、それぞれの計画について、競争しているどの方式が工学実験設備の基盤となりうるかを定めることになるでしょう。2つの方式で、決定の判断基準は本質的に異なります。

磁場閉じ込め核融合においてはプリンストン大学のT F T Rとかゼネラル・アトムック社のDOUBLET IIIのようなトカマク装置がトカマクE T Fとしての可能性を実証するものと考えております。となると次のような問題が起ってきます。つまり別の磁場閉じ込め装置、特にミラー装置がトカマク装置よりも優れた利点を持っているかどうかということです。候補となる装置は、主要な目的を達成するという点でトカマクよりかなり遅れています。トカマクが核融合エネルギー炉として最も優れた装置であるということが実証されるかもしれません。しかしトカマクが現在の研究段階で先んじているという事実は決定的なことではありません。我々の計画の策定にあたって、それほど早く決断を下すことはできません。もしも実験装置のどれかがその間に非常に見込みのある結果を出した時には、商業用核融合エネルギーとして開発の最優先度をどれに置くかを選択し、磁場閉じ込めE T Fを決める時期が遅くなくてもやむを得ないことであります。

慣性核融合研究の状況はある意味では明らかにこれと正反対です。科学的可能性の実証に先駆的な役割を果たしているリバモア研究所のNOVA

ガラスレーザー装置は、ガラスレーザーが核融合炉に必要な効率および反復率を達成することができないので、慣性閉じ込めE T Fとはなり得ません。そこでどういった種類のE T Fを建設するかを決めるにあたってドライバーの評価という過程を踏む必要があります。慣性閉じ込め核融合の可能性、すなわち大きなエネルギーを小さなペレットに照射して核融合を引き起こすこと、が実証されたと仮定すると、ペレットの反応を駆動させるために最も適したエネルギー源を選ぶことが必要になってまいります。この計画ではドライバーとして種々の気体レーザー、電子ビームそれに軽・重イオンビームを研究することになっています。その中のどれが実用的な核融合ドライバーになりうるという保証はありません。また慣性核融合の科学的可能性が実証された時点で最良だと考えられているドライバーが、そのまま実用化を実証することができるとも確信が持てません。そこで商業的な要求を満たすようなシステムを選ぶことができたとき確信できるまで、決断を保留しておくべきであります。

現在の計画では1986年以降に最終的なドライバー評価にとりかかり、研究状況が許せばその次の年にE T Fを決定することになっています。

それぞれの計画においてE T Fを決定し、それが始動するまでには約3年位かかるとみております。このように投資が現在の状態で継続すると考えますと、この2つのE T Fが動作する時期は1992～5年(磁場閉じ込め核融合)と1995～8年(慣性核融合)と考えるのが妥当であります。1979年度の予算は、各々のE T Fに対してそれぞれ6億ドルで、ほぼ同額を継続して行く予定です。今から両E T Fが動作する1990年代の終わりまでの間に、計約110億ドルを使うことになります。1980年代の中頃から終わりまでにE T Fを決定し、1990年代の中頃にE T Fを運転できる状態にまで持っていくためには技術開発を強力に推進しなければなりません。

E T Fに関する経験から、磁場および慣性閉じ込めのどちらのシステムが工学的なエネルギー

炉 (E P R) の基礎となるのか、またその建設の方法等を知ることができるようになるでしょう。その建設にはもう8年かかり、10億ドル近い費用がかかるでしょう。E P Rは商業用実証炉の設計および投資額を段階的に決めて行けば2005年までには完全に動作状態に入ると思われます。その時点で全核融合計画は180億ドルを使うことになるでしょう。したがって最初の発電所の運転開始時期は2020 - 2030年になると推定されます。この時期は現在のエネルギー源に代るエネルギーが必要になってくると予想されている時期に一致しています。

計画のスケジュールとその里程標を Fig. 1 に示します。この計画のスケジュールが不変であると考えてはなりません。その理由の第一は科学的にも工学的にも不確実な点があって計画の進行速度や内容に影響を及ぼす可能性があると考えられることです。しかし磁場閉じ込め研究では現在までに約20年以上、慣性閉じ込め研究ではその半分の10年の年月をかけているという事実が研究計画の里程標を設定するに当たっての自信を与えています。この確信は、エネルギー省のみならず、臨時の専門家グループの報告にもあるように科学者達の間にも存在しています。第二の理由はこの計画に対してあてられる財源によって研究スケジュールが一部変更される可能性もあるということです。そして三番目の理由は絶えず新しい考えを受け入れられるよう心構えをしておくべきであるということです。つまり、この計画は、全く新しい概念を導入し、探求して行けるように十分に融通性のあるスケジュールになっています。

この様な考えは、できる限り現実的にこの計画の現状と見込みを評価し、ただ一つの方式に早まって傾倒しないように融通性を保ちながら、長期研究計画の短期目標に向けて研究を集中して進めていかねばならないことを示しています。短期目標はE T Fに対する展望と、E T Fの設計構想からどれを選ぶかを決定することです。少なくともその決定がなされるまでは、間口を広げて研究を進めて行かなければなりません。

つまり多くの着想を強力に研究して行くことであります。我々はこの計画の推進力とその源となっている研究者の専門的能力を高価な財産であると考えています。それは非常に大きな代価を支払って得た財産であり、D O E研究所においても外部の技術機関においても両方で研究が持続できるように保証しなければなりません。計画の目標を論じていく過程で説明したように、間口を広げて計画を遂行して行くということは、E T Fの動作からそれ以上の期間にわたってプラズマ物理学と工学における研究基盤を強力に支援して行かなければならないことを意味しています。**プラズマ物理学の研究を持続することは大規模で高価な設備を備えねばならないような計画において技術的な基盤を保持するという至極当然な問題のためであります。**磁場閉じ込めの計画も慣性による核融合の計画も両方とも急激な割合で資本と人材を投資し、高価な実験装置を建設して、研究を推進しています。大規模な装置では研究目標値の達成にばかり気をとられすぎて、実際に何が起っているのか理解できなかつたり、うまくいかない時にはどこが悪いかを解明する手段を失なうことのないようにしなければなりません。大規模な装置の稼動開始期日を一年間または二年間も延期しないと、研究の基盤あるいは研究のバランスが保証できないということが場合によって判ったなら、我々はそういった延期を受け入れる心の準備をしておかなければなりません。

工学的な研究基盤を高めることも、プラズマ物理研究と同等に重要なことです。専門技術者によるシステム設計とその解析とを組み合わせた工学的、材料的試験研究計画は、両者の計画でますます重要になって行くことと思います。そして応用研究から工学的開発へと計画が熟して行くにつれ、実験装置の設計と建設はD O Eの研究所や大学から産業界に移行して行くことになるでしょう。核融合分裂複合炉の概念の解析と開発は効果的な工学研究計画になくはならないものであると考えられます。

研究計画のスケジュールと里程標に関してひ

とつだけ注意しなければならないことがあります。ある特定の核融合計画とその研究方式の主張者や支持者が、ともすれば劇的な里程標を強調しすぎて、この計画を「売りすぎ」る場合が多いことです。非常に高価ではあるが我国にとって非常に重要でもある計画を進めていく上で必要なことは、予定され、達成された技術の進歩を、責任をもってかつ冷静に評価するよう心がけることであります。またシステムに対する認識がだんだん深まっていることを裏づける真の科学的目標と、大規模な実験装置が高度に完成されていることを試験する技術的里程標とを、区別して考えなければなりません。科学的かつ工学的基盤を十分発達させるにはこの複雑な開発過程を慎重に進めていくことが必要です。D O E核融合計画の短期の目標を要約すると次のようになります。

○科学的可能性の実証

○E T F決定の支えとなる完全な工学的開発のための基盤の確立

○強固な科学的基盤の維持

○候補となっているいくつかの概念の研究を促進し、確立された主計画と比較して、その位置づけを詳細に検討すること。

磁場閉じ込め核融合

これまでに述べましたように磁場閉じ込め核融合計画においては、技術的にも予算的にもトカマク装置の研究を集中的に行ってきました。この結果、トカマクは最近一連の満足すべきかつ将来性のある大きな成果を上げました。別の候補に対する支援が増えたとしても、トカマクがだめだということではありません。やはりトカマク装置が研究の先頭に立っているのです。

トカマクの一番の難点は、非常に有望であるにもかかわらず、反応炉としては不利な点があるように思われることです。複雑な形状のために、運転、冷却、維持が困難になります。トカマクでは定常状態で運転したり、効果的に不純物を制御したり、荷電反応生成物から直接エネルギー変換をするのは困難でしょう。この問題

はどれ一つをとってもトカマク炉の可能性を除外するものではありませんが、問題が同時に起ったらこういうことになります。つまりトカマク装置の設計を改良して問題点を克服しようとする時、根本的に上記の問題をかゝえていない新しい計画を熱心に探究することになるでしょう。

ミラー装置は現時点ではプラズマ閉じ込め能力の実証という点で、科学的にみてトカマク装置にまだ劣っておりますが、上の考え方からすると魅力のある1つの候補です。我々が答えねばならない問題はミラー装置の遅れがただ単にトカマクに集中的に割当てられてきた漠大な予算と強い関心がもたらした結果なのかどうかということです。トロイダル型とミラー型の有利な特徴を組み合わせることは可能なことかもしれません。これを実現しようといくつかの方法が目下試みられています。多くの計画は通常のミラー装置よりもずっと遅れていますが、中にはその計画が完成したならば非常に魅力的な利点を持つものもあります。

しかしながら基礎研究段階でこういう計画を全て支持し続けたとしても、磁場閉じ込めにおけるE T Fを決定する時に、それらはどれも実質的に比較し得る程の大型装置にまでは進歩し得ないでしょう。ですから今後2年間以上にわたって、トカマクをしのぐ程の利点を持つ見込みのある候補を選択し、適当な予算を与えることが必要です。この選択作業はすでに開始されています。トカマク装置についてはある程度の自信を持っていますので、それぞれの計画について「この装置は動くのだろうか？」と考えるだけでなく「もし動くとしたら工学的かつ経済的な視点からトカマクをしのぎ得るのだろうか？」ということまで考えています。

経済的に十分な能力を持つ発電所を建設し動作させることが可能だと判断するには、次のような技術的な項目で大きな進歩が必要です。

1. トカマク装置における粒子やエネルギーの閉じ込め、および閉じ込めの比例法則つまりプラズマと磁場強度の限界について詳細な理

解が得られること。

2. 燃焼状態で動作するトカマク装置のパルス幅の限界。
3. トカマク装置における不純物の制御。
4. トカマク装置及びミラー装置両方の第一壁の条件と寿命。
5. タンデム式ミラー装置について、最大プラズマ密度及びエネルギー利得を含めた実行可能性の検討。
6. タンデム式ミラー装置及び磁界反転型ミラー装置での粒子、エネルギーの閉じ込めについての詳細な理解。特にタンデム式ミラー装置では半径方向の電子熱伝導について、磁界反転型ミラー装置では隔離磁界の問題。
7. トカマク装置及びミラー装置の両方における補助加熱技術のパワーと効率の限界。
8. あらゆる磁場閉じ込めシステムから高効率でエネルギーを取出し利用する上での安全性、実用技術（応用システムとして直接発電を含む）。
9. その他の磁場閉じ込めシステムの可能性の検討。

慣性閉じ込め核融合

慣性閉じ込め核融合研究は磁場閉じ込め核融合研究よりも開発が遅れています。慣性閉じ込め核融合ではこれに従事している専門家の数と多様性という点で、技術的基盤がそんなに広範囲なものではなく、物理や工学の点でも深く掘り下げられてはいないと考えています。この不均衡は主としてこの計画に費やされた時間と予算の違いからきています。

この計画の技術的基盤を広げ深めていくよう強調する時が来ています。特にローレンス・リバモア研究所と同等の研究と企画能力を持った第2のグループを作りたいと希望しています。また我々は基本的な物理実験つまりエネルギー吸収と爆縮の詳細な機構を研究していくことの重要性を特に強調したい。こういった実験はリバモア研究所の ARGUS レーザーや SHIVA レーザー、ロス・アラモス研究所の HELIOS

レーザー、KMS 核融合研究所やロチェスター大学のレーザー装置等の既存装置によって成し遂げることが出来ます。

超大型レーザー装置の建設計画とは別に既存の装置を最大限に利用して、慣性閉じ込め核融合の重要な物理的問題点を十分に解明しなければなりません。こういった問題で我々が取り上げるべきものは次のようなことです。

1. プラズマ不安定性、予備加熱効果、誘導後方散乱過程、輸送抑制機構を含めて、ペレットターゲットでの吸収機構を完全に解明すること。
2. 燃焼圧縮型 (ablative pusher) 爆縮及び点火過程の物理についての詳細な理解。
3. ターゲットにおける流体プラズマ不安定機構の解明と照度の均一性の要求の検討。
4. 爆縮の全過程を満足する最適のパルス幅と出力。
5. レーザードライバーでの波長依存相似則の解明。粒子ビームドライバーでの粒子の種類による爆縮過程への依存性の詳細な理解。
6. 現在候補として上っているドライバーシステム、つまり CO₂ レーザー、他のガスレーザー、電子ビーム、軽、重イオンビームそれぞれ的大型化、設計定数で問題となる物理を解明すること。
7. 慣性核融合システムから効率よくエネルギーを取り出し、利用するための安全かつ実際の技術。

慣性核融合計画ではレーザードライバーとターゲットの両方を含む完全なシステム研究を取り入れるよう次第に強調されてくるべきです。実際の効率の高いエネルギーを発生し得るのはこの完全なシステムからです。エネルギーードライバーについて実用性や効率を判断するにはエネルギーを生産する全システムを考慮しなければなりません。同じことがターゲットのデザインや製作にもはっきりあてはまります。

最後に我々は慣性閉じ込め核融合研究の機密保持について考えねばなりません。この研究の中には潜在的に軍事応用され得るということで

現在機密にされている技術もあります。現在の所慣性核融合研究の短期的な目標は核兵器計画を支援することですが、慣性閉じ込め核融合の科学的可能性が実証されればエネルギー開発計画と軍事応用技術開発計画とを切り離して推進することになると考えられております。当座は軍事情報の機密が保持でき、しかも研究への寄与が最も大きくなるように機密の優先順位を決める最良の方法を模索しています。

調査及び調整

エネルギー省は核融合調査委員会と臨時の専門家グループを設置し、制御核融合の研究開発計画の調査活動が続けてきました。調査活動は多くの点で開発計画に役立つものであることがわかりました。磁場閉じ込めの研究と慣性閉じ込めの研究との間での交流協力関係が改善されました。恐らく最も重要なことは、この計画に科学界の学識経験者、行政官及び立法官が加わることで技術的、管理的両面で1段と完成されてきたことであります。

我々は核融合調査委員会を継続し、定期的に、科学界、工学界から選ばれた学識経験者からの助言を得たいと希望しています。今後、臨時の専門家グループは間もなく出来るエネルギー研究諮問委員会の一員となる予定です。このグループの第1の任務は、計画の主たる科学的且つ工学的な目標及びプロジェクト自体の決定を援助し、計画の進展を常時調査することです。臨時の専門家グループの批判によって、今迄の進歩とこれからの計画を公に調査し評価する機会が与えられることになり、それによって、それぞれの目標の適不適が明らかにされると思

います。

このような特別調査活動を通じて磁場閉じ込め核融合研究計画と慣性閉じ込め核融合研究計画との間の協力が一層促進されると考えられます。プラズマ物理学の分野では研究データの情報交換がすでに行われています。我々はこれを工学的研究データと実験炉研究に対する経費情報にまで広げ、結果的には提案された炉設計と実験炉のサブシステムを評価する一般的規準を確立できるようにしたいと考えております。

国立の研究所は必然的にエネルギー省が大部分の核融合研究計画を組織する研究センターとして存続します。しかしながらすでに強調致しましたように本研究計画の研究基盤を強めていく手段として産業界及び各種研究団体の科学者と技術者を組織化することが、重要であり最終的な目標であります。また我々の努力により、核融合研究の国際協力を推進し、日本、ヨーロッパもしくはソビエトとの間に共同投資によるプロジェクトの遂行をも願っております。国際協力関係の推進は交渉段階に入っております。このような計画は政治的な協調の単なるジェスチャーとしてではなく、実際の研究の推進のうえで重要な価値を持ち得る筈です。この計画が真に成功すれば科学的実証実験はほぼ5年のうちには達成されるだろうと確信しております。我々は現実的且つ経済的な核融合エネルギー源を具体的に確立する為に開発を続けようとしているのです。当省の自信は、核融合予算に対する確固たる援助に表われています。成すべきことは山積みされていますが、核融合は21世紀の初め頃には重要な世界的エネルギー源となることだけは確かなことであると考えられます。