

ています。その中では、未来を切り開く先端的研究開発として、加速器、レーザー、核融合が取り上げられ、開発の将来展望と世界に向けて優れた成果を発信しうる開発体制のあり方が検討されています。

核融合については、1992(平成4)年の7月に第三段階核融合研究開発基本計画が作成され、中核装置として実験炉の開発があげられ、1996(平成8)年にITERが実験炉として位置づけられました。基本計画では、慣性閉じ込め方式に関しては、点火高利得プラズマの実現をめざした研究開発を進めること、また効率と繰り返し動作頻度の高い高出力ドライバーの研究開発を進めることとなっています。レーザー核融合もかなりの成果を上げていることから、核融合会議の中の計画推進小委員会にレーザー核融合検討ワーキンググループを設け、1997(平成9)年12月から審議が開始され、今は審議結果を集約する段階にあります。

2001年1月には文部科学省が創設され、研究開発局に原子力課を設け、そこで将来の核融合実現に向けた努力をしていきたいと思っています。科学的原理の探求というものの重要性はあるが、エネルギーとしてそれを取り出し、炉型としてそれをきちんと世の中に定着せしめるには、よほどの投資が必要になります。

「米国における核融合エネルギー研究開発の新しい動き」

J. Sheffield

(米国核融合エネルギー科学諮問委員会委員長)

核融合エネルギー科学諮問委員会(FESAC)は、磁場核融合エネルギー(MFE)と慣性核融合、両方のバランスを検討するようにエネルギー省から要請されました。エネルギー省が予算についてFESACに勧告を求めるのは希であります。選択肢について注意深く検討し、プログラム自体に関する解答を3つの予算レベルについて報告しました。

慣性核融合エネルギー(IFE)プログラムでは2つの中心的な研究目標をかかげました。1つは高エネルギー密度プラズマの理解を深めること、もう1つはIFEの発電システムに必要な高繰り返しドライバーなどの技術を開発することです。前者の研究は、防衛プログラムで建設が進められている国立点火装置(NIF)で研究が行われます。IFEの主要な目的は、統合研究実験(IRE(Integrated Research Experiment))プログラムを策定し、それをNIFと共に進めることです。その後には実験炉開発に移行する、これがアメリカのIFE開発計画です。他国との協力にも非常に興味を持っています。

全体で3億ドルの予算であれば、5,000万ドルをIFEプログラムにあてがい、この場合には重イオンビーム(HIB)と2つのレーザー開発を行う。2億6,000万ドルの場合には、3,000万ドルでHIBと1つの縮小したレーザー開発を行い、2億2,200万ドルでは、IFEに1,500万ドルしかなく厳しい選択をせまられます。ご存じのように議会は2億6,000万ドルの予算を支持しています。

重要なことは、最悪の予算であっても磁場核融合エネルギー(MFE)からIFEに予算を動かすことを、MFEの研究者を含め多くの人々が支持したことです。日本においても、IFEとMFEの両者が協力することにより、十分な成果が期待できる強固な計画が実現すると思います。

「核融合会議レーザー核融合検討ワーキンググループにおける検討について」

三間 紈興

(大阪大学レーザー核融合研究センター教授、
ワーキンググループ主査)

本ワーキンググループでは、物理研究と炉工学研究についての現状と課題を検討しており、オールジャパンでレーザー核融合や慣性核融合を核融合研究の中でどう位置づけるかについて、討論することがこのワーキングの主旨であります。

慣性核融合は磁気閉じ込め核融合と原理や技術基盤がまったく異なる方式であって、開発プロセスも違っており研究開発の意義が大きい。高エネルギー利得を達成する上で必要不可欠な高密度圧縮を実現して、爆縮物理の研究が成熟してきたということと、半導体レーザー励起(LD)固体レーザー等のレーザー技術開発が進み、実用炉に使われるドライバーの見通しが立ったということと、研究が新しい段階に入ったと認識されています。

米国やフランスでは国立点火装置(NIF)やレーザーメガジュール(LMJ)などが建設され、点火実証に向けた研究が進みつつあり、それに対し我が国はどうか対応すべきかが問題になります。直接照射方式による点火実証に向けて、高速点火や高精度均一爆縮による先進的炉心プラズマの実現をめざすとともに、炉用ドライバーやベレット製作技術、およびIFE炉工学の研究体制を早急に整える必要があると思われます。

国際協力については、研究成果の軍事利用の可能性に十分注意を払う必要があるが、必要性からして2国間、多国間協力に基づく研究協力をできるだけ早く開始しなくてはいけないと思います。また、レーザー核融合の基

盤となる高出力レーザー科学や高エネルギー密度プラズマは広い関連分野を持っており、我々としては関連分野との連携を密にしていかなければならないと考えております。

3. パネルディスカッション要約

コーディネータ：苫米地 顕(財電力中央研究所研究顧問)
パネリスト：

近藤駿介(東京大学大学院工学系研究科教授)，鳥井弘之(日本経済新聞社論説委員)，藤原正巳(核融合科学研究所長)，W. J. Hogan (ローレンスリバモア国立研究所主任研究員)，松浦祥次郎(日本原子力研究所理事長)，宮本 一(関西電力(株)副社長)，山中龍彦(大阪大学レーザー核融合研究センター長)

苫米地

本日は、レーザー核融合の研究が今後いかにあるべきかを討論し、皆さんと一緒に考えていきたいと思えます。最初にパネラーの皆さんから、それぞれの観点からレーザー核融合研究開発は今後どうあるべきか、ご意見を述べていただきたいと思えます。

宮本

エネルギー供給者の立場とレーザー技術総合研究所の理事長の立場から3点お話ししたい。その第1点は核融合の必要性についてですが、21世紀の中頃からはこれまでの貯蓄取り崩し型エネルギー構造から創造型エネルギー構造に移行する、すなわち自然エネルギー(太陽、風力、核分裂)、さらには核融合が大きな柱になると思われれます。地球環境産業研究機構(RITE)が行ったシミュレーションでは、自然エネルギーだけでは炭酸ガスの問題を2050年以降には解決できなくなり、核融合の必要性がでてきます。

第2点は産業応用であります。(第1回IFSA会議で訪れたボルドーのサンタンドレ寺院が、レーザークリーニングできれいになった写真などを紹介して)レーザー核融合技術は様々な技術の集合体であり、開発段階で様々な産業に応用することによって、社会的な意義も出てきます。

第3点は研究の進め方です。核融合は50年先の技術と言われるが、遅くとも21世紀中には必ず実現しなければならない技術ではないかと考えます。そのためにも国家的戦略として長期的な視点に立って、今から計画的に開発を進めていく必要があります。アメリカと日本を比べてレーザー核融合の研究費および研究員が30倍も

違うというのは問題であり、国家研究プロジェクトとして立ち上げる必要があるのではないかと考えます。その時には開発のタイムスケジュールを明確に作成することが必要です。

藤原

私に与えられた課題は、IFE開発と核融合科学研究所の計画との関連であります。難しい注文であります。しかしMFEとIFEの研究には、例えば高周波電磁場とプラズマとの相互作用、あるいは流体不安定性など共通する基礎学問(核融合プラズマ科学)があります。IFEの研究は非常に大切と考えています。常々私が感じるのは、IFEの研究はエネルギーの開発と非常に強いレーザーを用いたおもしろい応用物理の研究ができるという二面性を持っていることであります。そのためにややもすると、レーザー核融合の研究はどちらに焦点があるのかという点をはっきりしないときがあることです。

IFEの研究をプロジェクト研究として、また基礎研究としてどういう位置づけで進めるかいうことを今後よく考えていかななくてはならないと思えます。今具体的に考えているものとしては、ネットワークの活用があります。これは大学の核融合研究を結ぶもので、核融合研究ネットワークという共同研究を進める体制を通じて、核融合コミュニティとしての共通の研究計画の構想を作りあげることが、まずファーストステップとして大事ではないかと考えています。このネットワークを通じて生まれる軸に対して、もう1つの軸として、組織の関連で生まれる研究推進の方策という軸がある。これらの2つの軸をうまく組み合わせてこれからの計画を作り上げていく必要があると考えています。このようなこれからの慣性核融合研究の進め方を考えると、核融合科学研究所は大きな援助ができるのではないかと考えられます。

松浦

日本原子力研究所(原研)は色々なエネルギー源について研究をしておりますが、核融合については第三段階核融合研究開発の基本計画に基づいて、トカマクの研究を推進しているのは皆さまご承知のとおりであります(原子力開発、トカマク研究については割愛)。

原研が最近関西で始めましたレーザーの研究では、レーザー源の開発とその利用の両面を進めて行こうとしています。例えば、T-CUBEレーザーを開発し、世界最高のピーク出力である100テラワットをパルス幅10数フェムト秒で達成しています。今後X線レーザーの発振やプラズマレーザー加速などの技術開発を進めて参ります。レーザー光の伝搬、あるいは高密度プラズマの