

IAEA 主催第 17 回核融合エネルギー会議の開催結果

(10 月 24 日 プレス発表資料)

平成 10 年 10 月 29 日

核融合エネルギー会議事務局

トカマク実験

今回の会議においては、プラズマ閉じ込め性能の向上、先進トカマク研究、ダイバータ最適化、および球状トカマク研究において大きな進歩があった。

- 欧州共同体の JET からは、従来の記録を大きく上回る 16.1MW の核融合エネルギー出力が報告され、実燃料による臨界プラズマ条件（エネルギー増倍率 = 1）にせまるエネルギー増倍率 0.9 を得た。
- JT-60 からは等価エネルギー増倍率 1.25 が報告された。
- トカマクの定常運転を実現するために重要な先進トカマク運転が多くのトカマク装置から報告された。
- ダイバータの改良による熱粒子制御性の改善が、JT-60（日）、JET（欧）、DIII-D（米）および ASDEX-U（独）から報告された。これらの成果は ITER の実現に大きく貢献するものである。
- 球状トカマク START（英）において 40% という高いベータ値が報告されたことも特筆すべき進歩である。
- 世界的な共同研究により、ITER に必要なプラズマ特性の理解が進んだことも重要な成果である。

トカマク以外の磁気閉じ込め装置の実験

世界最大のステラレータの一つである LHD（日）が 1998 年 3 月に実験を開始し、中性粒子加熱プラズマにおいてエネルギー閉じ込め時間 0.17 秒を達成した。この閉じ込め時間は、これまでのヘリカルスケーリング則の 1.5 倍であり、ステラレータにより明るい見通しを与えるものである。もう一つの大型ステラレータであるベンデルスタイン 7-X（独）は建設が進んでいる。

慣性核融合

高速点火に関する研究及び高繰り返しレーザーの開発が進展し、この結果、慣性核融合の展望が開けつつある。米国の国立点火実験施設（NIF）の建設は順調に進展しており、レーザ

ー出力 1 MJ によりエネルギー増倍率 10 が達成される見通しが強まりつつある。また、Z ピンチで 6 ナノ秒の間 2 MJ の X 線を得ることに成功し、慣性核融合研究に重要なホールラム物理とターゲットの燃焼研究を Z ピンチを利用して経済的に進める可能性がでてきた。

炉工学と ITER

現在の物理データベース及びその外挿によれば、ITER は目標である自己点火と長時間運転を実現できると結論している。ITER の工学設計については、全系統の設計が完成した。また、安全評価の結果、ITER の高い安全性が示された。工学 R&D では、超伝導コイル、170GHz ジャイロトロン、実物大の真空容器セクタなどの要素機器の開発が順調に進展し、設計の妥当性が確認され、ITER 実現の技術的見通しが得られた。

理論関連

理論、シミュレーション研究で、熱核融合プラズマの物理の理解が大幅に進歩した。特に、最新の大規模シミュレーション手法は、実験と理論にとって新しい強力な道具であり、現代計算機技術の画期的な進歩により、核融合研究の物理機構の解明と新発見に寄与することが期待される。

—英文—

Topics of the 17th IAEA Fusion Energy Conference

Tokamak Experiments

In this conference, significant progress was reported regarding tokamak performance, advanced tokamak research, divertor optimization and the spherical tokamak program. A fusion power production of 16.1MW was demonstrated in JET with QDT=0.9 which approaches the break-even condition with actual DT fuel. The highest equivalent QDT of 1.25 was reported from JT-60U. Advanced tokamak experiments were reported in many tokamaks showing good progress towards steady-state operation of tokamaks. Improved power and particle controls were reported from JT-60, JET, DIII-D and ASDEX-U with divertor optimization which is quite encouraging for ITER. Achievement of 40% plasma beta in the spherical tokamak START is also very encouraging. The physics understanding required for ITER has also progressed under world wide collaborative efforts.

Other Concepts

The Large Helical Device (LHD) started operation in March 1998. The energy confinement time of 0.17 sec was obtained in a neutral beam heated plasma. This value is 1.5 times larger than expected from a helical empirical scaling law in the energy confinement time, which indicates good prospect for stellarators. Another large stellarator, Wendelstein 7-X, is under construction.

Inertial Fusion

Significant progress has been made in fast ignition research of inertial fusion in Japan, EU and USA. High-repetition lasers are being developed, improving the prospect of inertial fusion. The National Ignition Facility (NIF), now under construction in USA, is expecting a fusion gain of 10 with a 1 MJ laser. The new results on Z-pinches (2 MJ X-ray yield, 6 ns pulse duration) will open new cost effective way to hohlraum physics and target burning relevant to demands of inertial fusion.

Fusion Technology and ITER

According to the present physics database and its extrapolation, it is concluded that ITER can achieve its objectives of ignition and long burn. The overall design of the ITER plant has been completed. The results of safety evaluations demonstrates a high level of safety assurance for ITER. The technology R&D results, such as superconducting magnets, 170 GHz gyrotron and fabrication of a full-scale vacuum vessel sector, demonstrates the validation of the design and

technological feasibility of ITER.

Theory

Theory and simulation results from this conference give clear evidence of significant prospects in understanding the physics of thermonuclear plasmas. There is increased recognition that Advanced Scientific Computing is a powerful new tool for discovery-strongly coupled to Experiment and Theory. Plasma Science is now ready to take advantage of the exciting advances in modern computer technology that promises to accelerate scientific understanding and innovation in fusion research.

(添付資料)

IAEA 主催第 17 回核融合エネルギー会議におけるプレス発表の概要

(核融合エネルギー会議事務局メモより)

1. 日 時：平成 10 年 10 月 24 日（土）17:20～18:15

2. 場 所：パシフィコ横浜会議センター311 号室

3. 発表者：岸本 浩（日本；原研理事）、F. Wagner（独）、W. Tang（米）、
V. Smirnov（露）、C. Baker（米）、T. Dolan（IAEA）

4. 概要：（以下、敬称省略）

冒頭、岸本より会議の概要を、また、トカマク装置について岸本より、非トカマク磁気閉じ込め装置に関して Wagner より、慣性核融合に関して Smirnov より、ITER 工学に関して Baker より、さらに理論研究に関して Tang より今回の成果について、資料（IAEA 主催第 17 回核融合エネルギー会議の開催結果）に基づき説明をおこない、その後以下のような質疑があった。

Q: JET がよい成果を出しているが、D-T 燃料での臨界プラズマ条件達成への見通しはどうか。

A: (岸本) JET では、エネルギー増倍率はほぼ 1、正確には 0.94 に達しており、殆ど臨界プラズマ条件を達成したと言ってよい。D-D 実験においては、JT-60 でも等価エネルギー増倍率で 1.25 を達成しており、JET でも JT-60 でも既に臨界プラズマ条件の達成という目標はクリアされている。

Q: JET での次の目標は何になるか。

A: (岸本) 高性能の状態を長時間維持することが目標である。JET 及び JT-60 では、先進トカマクシナリオに従って様々な試みを行い、この目標を達成しようとしている。

Q: 現在のところそのようなハイパフォーマンスの状態を維持できた時間は短いということか。

A: (岸本) 数秒である。JET も JT-60 も常伝導コイルを用いているので、装置運転上の制約から 10 秒を大きく超えることは難しい。

Q: ITER からの米国の撤退について、この会議の直前に新聞報道があったが、これについて、特に米国の Baker 氏にコメントをお願いしたい。

A: (Baker) 自分は米国政府を代表して見解を述べる立場にないので、私個人

の理解として答えたい。

米国は ITER から完全に撤退したわけではないと理解している。例えば、日本で行われる超伝導コイルの試験等の R&D には継続して参加していくことになる。ただし、米国議会は、残念ながら、次期会計年度において ITER の予算を削減したため、ITER の設計に関する協力は継続できない。

また、純粹に個人的な意見であるが、私自身や、ITER に参加している米国人はこの状況を残念に思っている。

Q: サンディエゴの共同作業場(JWS)が閉鎖になると、個人的な研究活動にも影響が有るのではないか。

A: (Baker) 私はカリフォルニア大学サンディエゴ校の人間であり、JCT のメンバーではない。サンディエゴ JWS の将来については米国政府は正式にはまだ決定していないと認識している。おそらく、JWS の米国人は自分の職に戻り、他国のメンバーは日本とドイツの JWS に移動することになると考えている。

Q: 慣性、ヘリカルの関係者は、トカマクの研究開発である ITER のこのような状況について、トカマクの予算が減りその分自分たちの研究が予算を拡大するチャンスと考えているのか、或いは、核融合全体にとって望ましくない状況と考えているのか。

A: (Wagner) (非トカマク磁気閉じ込め装置、特にヘリカル装置を代表して) ITER の研究の進展は我々にとっても望ましいことである。全ての核融合研究は一体となって進めるべきものであり、その中でトカマク、ヘリカル装置それぞれの役割もある。トカマクの役割の一つは燃焼するプラズマの現象を解明することであり、ヘリカル装置では現在のところまだそこまではできない。トカマク研究で得られた知識の殆どはヘリカル装置研究にも応用し、生かすことができる。今回の米国の決定で熱核融合研究が全部がストップしてしまったら、春に種を蒔いて作物を育て、ようやく秋の収穫の時期を迎えようというところで埋めてしまうようなものである。米国以外の国は、この協力関係に留まる必要があるとあり、また、米国が将来この協力に戻れるようにドアを空けておくべきである。

(Smirnov) (慣性核融合を代表して) 慣性核融合の研究者にとって、今回の動きは一見チャンスであるかのように見えるが、そのように考えるのは大きな間違いである。エネルギーに開発に対し核融合というアプローチで進もうとしている我々にとって、今回の米国の決定は大きな痛手である。全ての核融合研究に共通するプラズマ物理研究における成果を基礎として、核融合全体が協力して研究を推し進めていくべきである。そうすることによって慣性核融合研究も一緒に成功を収めることができると考えられる。

Q: 同様に米国の ITER からの撤退について理論の Tang 氏からもコメントをお願いしたい。

A: (Tang) (理論研究を代表して) Baker 氏の指摘したとおり、ITER の活動は原型炉の開発に向けて最も慎重に研究が進められている。これからもこの協力を推し進めて行くべきである。我々には政治的な動きはどうすることもできないが、将来米国がまた参加できるよう、協力が継続して進められることを望んでいる。