

しーきゅうぶ東海村



東海村

www7a.biglobe.ne.jp/~risk-c3/

第6号

2008年 2月29日発行

題字：山口敬一

日本原子力研究開発機構 那珂核融合研究所を視察

7月4日と8月1日の2回、日本原子力研究開発機構の那珂核融合研究所を見学・視察し、核融合技術について学ぶとともに安全対策の議論をしました。詳しい内容は2～4ページをお読みください。

<見学施設の概要>

那珂核融合研究所は、設立以来、JT-60(臨界プラズマ試験装置)において、1996年世界最高イオン温度5.2億度(ギネス記録)を達成するという輝かしい実績をはじめ、幾多の世界最高記録の成果を上げている研究所です。JT-60では、重水素のみを使って、核融合を実現させるための臨界プラズマ条件を達成する実験を行っており、発生する中性子はごくわずかです。一方、実験には大電力が必要とされるため、電源施設の安全管理が徹底して行われています。2008年からは、日本、アメリカ、欧州、ロシア、中国、韓国、インドが共同で開発する国際的なプロジェクトITER計画を支援するため、JT-60の改造を行い、さらなる実験、研究開発を進めることになっています。

目次

トピック紹介	1
視察報告「那珂核融合研究所」	2～4

核融合とは

核融合とは、軽い原子核同士が結合して、より重い原子核になることです。最も核融合を起こしやすいのは、陽子1個と中性子1個の「重水素」と陽子1個と中性子2個の「三重水素」の組み合わせで、陽子2個と中性子2個の「ヘリウム」になる際に中性子とエネルギーを発生させます。核融合は、まだまだ実験段階ですが、実現すれば、1gの燃料で石油8tに相当するエネルギーが得られる夢の技術です。

ITER(国際熱核融合実験炉)計画とは

これまでは核融合反応を起こすプラズマの条件を探すための実験が行われていましたが、いよいよ実燃料を本格的に燃焼させる国際的なプロジェクトが始まります。日本も施設誘致活動を行いました。残念ながら2005年6月に建設地をフランスのカダラッシュにすることが決定されました。那珂核融合研究所の技術と研究がITER開発でも期待されています。



核融合の説明を受ける
思ったより分かりやすかった



展示室で
JT-60の真空容器の大きさを実感

那珂核融合研究所 視察

2007年7月4日および8月1日
両日とも13時30分～17時
視察参加者：いずれも10名

＜質疑応答の内容＞

実行委員会、2回の見学会および回答説明時の質疑応答記録を要約して以下にまとめました。

Q：シーキューブ東海村 A：那珂研

①地震・火災対策

Q：地震発生によって中性粒子ビームが思わぬところに当たることによる問題はないか。

A：ビームが予想外のところに当たっても、温度監視をしているので直ちにとまる。一方、JT-60は3種類の高周波を使用しているが、電波法の規制を受けている。また、地震により、設備に何かトラブルが起きても制御不能になるのではなく、装置が止まる方向に保護動作が働くので問題ない。

Q：火災対策はどのようになっているのか。

A：ここの屋外の電源設備にもトランスなどがあって火災の可能性があるので、法令に従って消火栓や消火器を配置している。その設備が燃えたとしても周辺に何らかの影響を与えることのないよう消防訓練を繰り返し、個々の消火設備は定期的に点検を行っている。

②核融合発電について

Q：核融合反応を起こすことは分ったが、将来、エネルギーはどうやって取り出すのか。

A：中性子を受ける部分にリチウムを含むブランケットと言われるものをつける。このリチウムに中性子が当たって、ヘリウムと三重水素ができ、熱も出る。ここにヘリウムもしくは水を流して蒸気を発生させ、タービンを回して発電する。

Q：核融合発電をするとき、コントロールできなくなることがあるか。

A：核融合反応は、燃料ガスが入らなければすぐに停止する。通常の運転で制御できなくなることは考え難い。制御不能になった場合、反応が止まるのが核分裂と違うところである。

③廃棄物の処理方法

Q：廃棄物が出ないか。

A：燃料の廃棄物はヘリウムであるので出ない。しかし、核融合反応を起こすプラズマを取り囲む装置すべてが大量の中性子線を受けて放射化し、放射性廃棄物となるが、半減期が比較的短いものが多く、ガンマ線、ベータ線を出す比較的取扱いの容易な廃棄物である。

Q：装置ではなく、放射性物質は出ないのか、その他の

視察の記録】

2007年6月20日 視察実行委員会
7月 4日 事前説明を兼ねた見学会
・核融合の説明、JT-60中央制御室および見学（本体見学ブース、展示室）
8月 1日 視察
・JT-60施設（本体室含む）、整流器棟、フライホイール付き発電機など電源施設
11月 16日 視察レポート提出
2008年 1月 8日 那珂研より回答及び議論



電源制御室
実験はすべてコンピューターで管理

放射化した廃棄物が出ないか。

A：反応の結果としてトリチウムが出る。真空容器内の壁はカーボンであるが、これも放射化する。カーボンタイルなど、放射化した廃棄物は保管棟で管理している。今後クリアランスレベルが決まれば、放射能レベルの減衰を待って処分できるようになる。

Q：管理区域からの排水はあるか。放射性物質の放出はあるのか。

A：放射性物質はほとんど入っていないが、トリチウムが排水中に入る可能性があるため、専用タンクに貯めた後、定められた濃度以下であることを確認し、那珂研から原子力科学研究所（旧原研東海研究所）を通る専用排水管で海洋放出している。

④プラズマ加熱装置

Q：プラズマ加熱装置の真空状態が維持できなくなることはないか。

A：装置内の真空が保てず、外気が容器内に入り込むことはありうる。ビーム加熱装置用真空排気装置が合計14台あり、これらを使って非常に高い真空度を維持するようにしている。

Q：プラズマ状態をつくる技術で他に波及した技術はあるか。

A：プラズマを加熱するために用いている中性粒子ビームは、液晶製造技術に使われている。超高真

空技術は真空ポンプやガス分析装置に用いられている。また、当所が開発した超伝導線を使うと高性能のMRI開発が可能になる。

⑤中性子発生と安全性

Q：これまで中性子が出ないと聞いていたが、やはり中性子が出るということか。

A：ここで用いている模擬燃料の重水素でも核融合反応が少しだけ起きるので中性子が出る。

⑥大電力発生装置と安全性

Q：大電力を用いる実験装置で事故が起きたら何が想定できるか。

A：地絡が考えられる。トロイダル磁場コイルには50 kAが流れている。何らかの原因でアースに大電流が流れた場合、その経路上の設備や機器が壊れる可能性がある。しかし、装置内部だけで外部に影響を与えることはない。

Q：回転体にエネルギーを貯めているフライホイール付き電動発電機の事故はどうか。

A：事故の可能性はあるだろうが、周辺に影響を与えるものではない。このフライホイール付き電動発電機は縦型で地下に設置してあるため、事故があっても回転エネルギーでどこかに転がっていくということはない。また、軸が少しでもずれると発電機が停止する仕組みになっている。

⑦プラズマ加熱実験の安全確保

Q：実験の管理はどのように行われているのか。

A：まず、実験主任が条件を設定する。この条件が矛盾していないかなどを計算機がチェックする。次に、実験運転責任者が実験条件をチェックする。最後に当直長が設備の状況を確認して実験動作開始ボタンを押す。不安全な状況があれば、当直長がストップできる。

Q：実験前の本体室内の安全の確認方法はどのようなか。

A：実験可能かどうかは、本体室内作業開始時に引き抜かれた鍵がすべてそろったことである。鍵は作業毎のリーダーが管理しており、作業に行く場合に引き抜き、作業終了後に差し込まれることで、全ての内部作業が完了したかどうかを把握できる。

Q：停電の場合のバックアップ電源を持っているか。

A：まず、バッテリーがあり、安全保護系の機器及びコンピュータ関係は停電しないようになっている。バッテリーで維持している間に自家発電装置2台が起動され、冷却系などに電力を供給する。

⑧従業員の安全管理

Q：内部で作業している人は研究所の職員か。

A：外部委託の場合は、教育して作業に入る。本体室は第一種管理区域であるので、しっかり教育を受けた人が入る。計測機器調整は主として研究者がやるが、委託の場合でも、機器の整備は繊細なものが多



JT-60本体室内での作業の様子

いため、同じ会社で同じ人が同じ作業を長年担当しているようだ。

⑨研究開発の課題

Q：那珂研の予算はいくらか。また依頼研究はあるか。その費用は有償か、無償か。

A：那珂研の予算は、ITER関連予算、JT-60関連予算、核融合工学予算を合わせると、平成19年度で概ね88億円で、そのうちITER関連予算が6割を占める。海外からはプラズマ性能の研究依頼がある。国際トカマク研究活動についてはボランティアにやっている。他の設備については、ITER開発のための実験依頼があり、こちらは有償で行う。国内については原則として、大学の研究実験は無償、民間は有償で依頼を受けている。

Q：今後の開発で最も難しいものは何か。

A：これまで最も難しかったのは、億度レベルのプラズマの実現である。これからは発電技術が課題である。核融合反応によって発生した中性子を使って、エネルギーを取り出しつつ三重水素を作ることが必要。その過程では、大量の中性子によって装置がどのような影響を受けるかという研究も必要になる。

Q：1回の実験はどのくらいの経費がかかるか。

A：JT-60に関連する総予算額を、JT-60を用いた試験、調整、実験運転の全ての回数で割ると、概ね1運転放電あたり2~3百万円程度になる。

Q：炉の材料が難しいのではないかと。強い中性子による試験が必要だろう。

A：核融合炉に匹敵する中性子が発生することによって、スーパーフェニックスの内部にフェライト鋼を入れて実験した。フェライト鋼なら使えるのではないかと考えている。今後、候補の材料に中性子を強力で浴びせる実験が必要。

Q：核融合炉が実用化された場合、保守点検のコストが大きくなるのではないかと。

A：保守点検の労力がかかっても、それを上回る経済性があれば、社会はその技術を選択するだろう。

<しーきゅうぶ東海村の見解>

1. 那珂核融合研究所は、原子力事業所の一つであるが、大量の核燃料物質や放射性物質を保有しておらず、何らかのトラブルが発生しても、放射能により周辺住民へ大きな影響を与えるような事態になるようなことはほとんどないことが分かった。
2. 設備の大きな特徴として、プラズマの加熱のために短時間に大電力を供給する必要があるが、そのために大きなフライホイールにより電気エネルギーを機械的エネルギーに変えて蓄えて置き、数10秒間一気に放出する方式を採用している。これにより電力系統に大きな外乱を与えることはない。また、高電圧・大電流を扱うために電力設備の地絡防止や電路付近に磁性体を置かないなどの管理が徹底して行われている。
3. 一方で、世界最先端の研究開発をし、トップの成果を上げていることについてはあまり知られていないと思われるので、放射能にかかわる事故の心配はないなど、設備の安全性などとともに分かり易く住民などにもPRすべきと感じた。
4. 機器の点検やメンテナンスなどでは高所作業が多いので、地震や停電時などに起こりうる作業者のトラブル防止に、今後も十分注意いただきたい。また、例えば注意喚起の表示や通路に近い突起物などの安全対策に一貫性がないものがあるので、対策を検討いただきたい。
5. 研究所全体として、初めての作業、非定常作業が多い中で、労働安全面でのトラブルも最近殆ど発生していないと伺い、すばらしいと感じた。ただこれまで研究や安全面を支えてきた人たちの後進に対する技術伝承が、ますます重要になる局面にあると考えられるので、今後系統的に進められるよう検討をお願いしたい。

あしがき

日本原子力研究開発機構 那珂核融合研究所

しーきゅうぶ東海村の皆様には事前の打ち合わせから数えて都合5回も当研究所に足を運んでいただきました。「核融合とは？」から始まって、通常はほとんど視察の対象とならない施設・設備までを御覧いただきましたが、理解を深めたいという皆様の熱心な姿勢には頭の下がる思いでした。核融合研究開発を進める上で、特にPRの仕方について、参考とすべき貴重な御意見をいただきました。例えば、臨界プラズマの「臨界」と、臨界事故の「臨界」、全く概念の異なる事象に同じ訳語を用いることが一般にどういう印象を与えるか。あるいは中性子=危険なもの、というイメージに如何に科学的客観性を付加し得るか。今後の糧にしたいと思います。今回の御視察を通じて、地元にも有力な核融合の理解者を得ることが出来たと喜んでおります。ますますの御活躍をお祈り申し上げます。

しーきゅうぶ東海村 活動予定

3月12日(水)13時半～16時半 3月定例会

4月定例会は調整中

5月14日(水)13時半～16時半 5月定例会

場所:東海村合同庁舎会議室

<この広報誌のお問い合わせ先>

特定非営利活動法人 HSEリスク・シーキューブ全体事務局
〒201-8511 東京都狛江市岩戸北2-11-1
財団法人電力中央研究所 社会経済研究所内
全体事務局担当:土屋智子
電話 070(6568)8991 Fax 03(3480)3492
tsuchiya@criepi.denken.or.jp
<http://www7a.biglobe.ne.jp/~risk-c3/>