

## 市民説明会におけるご質問と回答の概要

自然科学研究機構 核融合科学研究所

平成30年9月12日

核融合科学研究所では、土岐市(6月25日(月)～7月12日(木))、多治見市(7月17日(火)～8月1日(木))及び瑞浪市(8月7日(火))において、市民説明会を開催しました。土岐市7会場で112名、多治見市15会場で105名、瑞浪市1会場で18名の方にご参加をいただきました。

13年目となる今年度の説明会では、まず核融合によるエネルギー生成の仕組みを示し、地上での核融合に必要な高温高密度のプラズマの性質について説明いたしました。続いて、2017年3月から開始した重水素ガスを用いた実験(重水素実験)第1年次の実施結果、本年10月上旬から開始予定の重水素実験第2年次の準備状況及び安全管理や情報公開の体制等について、説明いたしました。

参加者の皆様からは、「プラズマの温度が1億2千万度まで上がったことで、装置への影響が大きくなったりするのではないですか？」などの安全性に関する質問のほか、「核融合発電を早期に実現するにはどのようなことが必要ですか?」「トカマク型に比べてヘリカル型の利点はなんですか?」など、核融合研究の今後について期待を寄せる質問もいただきました。

説明会ではLHDにおける重水素実験の安全性について、できるだけ的確に、ていねいに説明させていただきました。また、その他の質問に対しても、同様に、的確に、ていねいに答えるよう努めました。

市民説明会でいただいたご質問並びにご意見と、それらに対する核融合科学研究所の回答を以下にまとめました。各会場で出された代表的なご質問の内容を、「核融合科学研究所について」、「重水素実験の目的、実施、成果について」等の項目に集約して掲載しております。また、説明に使用した資料も掲載しました。研究所では、今後も実験に関する十分な情報公開に努め、直接、市民の方に説明する機会を設けていきたいと考えています。ご参加いただいた皆さまに御礼申し上げるとともに、説明会開催にご協力いただいた市民の方々及び三市の関係者の皆様に深く感謝申し上げます。

## 2018年度 核融合科学研究所市民説明会 Q&A

### <水素同位体の表記について>

水素の同位体には、(軽)水素、重水素、三重水素の3種類がありますが、本資料では三重水素をトリチウムと表記します。

### 【核融合科学研究所について】

- Q 将来の発電所は海辺に作るとの説明でしたが、どうして最初(研究段階)から海辺に作らず、山の中に研究所を作ったのですか。
- A 核融合科学研究所ではプラズマの研究が中心となりますので、設備が整っていれば、場所は陸地でも海辺でも良く、立地を選びません。

### 【重水素実験の目的、実施、成果について】

- Q 昨年、重水素実験に入ったようですが、電子温度は4,000万度からどこまで上げるのですか。何年くらいで目標値まで上げるのですか。(3件)
- A イオン温度と電子温度の両方を同じくらいまで上げることを目指しています。3~4年で電子温度も1億程度まで上げたいと考えています。
- Q 1億2,000万度を色で測るということですが、その色は肉眼で確認できるのですか。(2件)
- A 色でいうと、緑色の光を使って、プラズマの温度を測っています。原子をプラズマの中に入れると、原子と電子がくっついて光が出てきます。その光の広がり具合から、温度を測ることができます。
- Q 1億2,000万度を達成したときの時間はどのくらいでしたか。(2件)
- A 0.2~0.3秒でした。定常的に運転できるようにするのは、今後の課題です。
- Q 重水素実験では、大きな成果があったと説明がありましたが、水素実験では、成果に繋がらないのでしょうか。
- A プラズマの状況を調べるだけであれば、水素実験(軽水素ガス)で問題ないのですが、将来の核融合発電所では、燃料に重水素ガスとトリチウムガスを用います。核融合科学研究所では、核融合反応を起こすことが目的ではなく、プラズマの基礎研究を目的としているため、トリチウムは使用しませんが、重水素ガスだけでプラズマを作ると、軽水素ガスだけで作るよりも、性能が上がるということが分かっています。このことを同位体効果と呼んでおり、この同位体効果を調べることで、将来の核融合発電に活かせることとなりますので、軽水素ガス、重水素ガス共に調べる必要があるのです。
- Q 良い実験を行っているのに、なぜもっと税金が投入されないのでしょうか。日本から

世界に発信はできていますか。

A 働きかけはしているところですが、政府の予算状況から見て厳しい現状のため、予算は減少傾向にあります。原発と同じに見られやすく、支持を得にくくなっていると感じます。この説明会などを通じて、皆様を含め国民の支持を得ていきたいと考えています。

Q 電磁石を動かすため、相当の電力を消費しているのではないのでしょうか。

A 電磁石には、確かに大電流が必要です。ただし、原理的に抵抗のない超伝導コイルを採用しており、非常に少ない電力で磁場を発生できます。

Q 持続時間を延ばすのが実験の主目的なのですか。

A 実験段階では、プラズマの持続時間を延ばすことと閉じ込め時間を延ばすことの両方が重要となります。将来の核融合発電では、生み出したエネルギーがプラズマを自ら加熱します。閉じ込め時間が1秒になれば、発生したヘリウムが水素を加熱することで、プラズマの温度が維持できるようになります。簡単なイメージでいうと、現在はマッチで薪に点火することを目指すといったところですが、今後は薪をくべるだけで火が持続するという段階にまで持って行きたいと考えています。閉じ込め時間が長いと、高効率にもなります。

Q 重水素実験でイオン温度1億2,000万度を達成したとの説明がありましたが、重水素実験の次のプロジェクトはいつ頃から始めるのですか。

A 今は重水素実験が始まったばかりですので、重水素実験に注力しています。重水素実験の結果を見てから、次のプロジェクトについて考えていくこととなります。

Q 重水素を使うとプラズマ性能が良くなるものの、その理由が分かっていないとの説明がありました。重水素実験で生じる核融合反応のせいではないのでしょうか。

A 重水素実験で生じる核融合反応の加熱は微々たるもので、重水素を使うとプラズマ性能が悪くなるという理論予想があったくらいです。重水素を使うとプラズマ性能が良くなることを「同位体効果」と呼んでおり、現在、その解明に向けて世界中で研究が進められています。

Q 重水素実験の成果等については、研究所のホームページに掲載されていますか。

A 重水素実験の成果は、核融合科学研究所のホームページに掲載する他、学術雑誌への論文投稿や、プレスリリース等も行っており公開しています。

Q 研究の最終目的は、核融合反応を利用した発電所の建設ですか。

A 核融合科学研究所では、高性能のプラズマの性質を調べています。また発電所建設に必要な工学的な課題を解決する研究を進めています。それらの研究成果を将来の発電所建設に繋げていきたいと考えています。

Q プラズマの温度を1億2,000万度まで上げる必要はあるのですか。

A プラズマの温度を1億2,000万度にしてはじめて、加熱に使用したエネルギー以上のエネルギーを取り出すことが出来るようになるので、1億2,000万度は核融合発電に

とっての絶対条件となります。

- Q 重水素とトリチウム以外の物質で核融合反応を起こすことはできないのでしょうか。
- A 重水素とトリチウム以外でも反応を起こすことはできますが、重水素とトリチウムの組み合わせが、一番低い温度で反応を起こすことが可能です。
- Q 1億2,000万度まで上げるのに何が重要なのですか。磁力ですか。
- A 磁力もちろん重要ですが、プラズマの温度を上げるときに加熱する道具（マイクロ波や電磁波、ビームなど）を使う順番が大事です。どの順番で加熱するのか、また、密度を先に上げてから加熱するのか、逆に加熱した後で密度を上げるのかといった、料理のレシピのような順番を探す必要があり、なぜその順番が必要なのか調べる研究も行っています。
- Q 最初の重水素実験によって1億2,000万度を達成したということですが、他に成果はありますか。
- A 例えば、水素より重水素の方が優れた結果を出すことの糸口をつかむなど、いくつかの学術的価値の高い研究成果を挙げています。世界的にも注目される結果になり、各国からも共同研究の要望が寄せられています。
- Q 48分間の連続運転をした際の温度は何度だったのですか。
- A 2,300万度でしたが、これだけ長時間の連続運転は世界的な記録です。
- Q プラズマは1億数千万度という高温ですが、どのように冷却しているのですか。
- A プラズマの温度は高いのですが、密度はとても薄く、プラズマ自身が持っている熱は少ないので、壁に当たると冷えてガスに戻ってしまいます。LHDでは、壁を水で冷やしていて、壁の温度は25℃程度です。
- Q 現在、電気をいくらくらい使っているのですか。
- A 1年間に約3億円の電気代を研究費として使っています。
- Q 2,300万度のプラズマを48分間との話がありましたが、重水素を用いるとさらに長く運転が可能となるのですか。
- A 重水素を用いることが連続運転に繋がるわけではなく、装置性能やプラズマ制御法の向上によって長時間の運転ができるようになります。
- Q LHDでの実験は30年くらい実施予定ですか。
- A 重水素実験は9年間実施する計画であり、あと8年間実施予定です。それ以降実施するとしたら、普通の水素ガスで実験を行う予定です。

#### 【トリチウム、中性子について】

- Q 公益社団法人日本アイソトープ協会にはどのようにして引き渡すのですか。また、処理とはどんなもので、どこで処理されるのですか。(3件)
- A 発生した微量のトリチウムは、実験に使用した他の水素と一緒に酸化し、水の形にして

回収し、専用容器に入れて日本アイソトープ協会に引き渡します。昨年度は、500 リットルを引き渡しました。処理については日本アイソトープ協会が法令に基づいて適切に処理すると伺っています。

Q トリチウムは 90%を回収し、10%を排気するという話ですが、実際はどうなっていますか。また、回収した 90%のトリチウムを含んだ水はどのくらいの量をどのくらいのペースで回収されているのですか。

A 実際のトリチウム除去装置の性能としての回収率は 95%以上です。排気中は常に回収しているのでトリチウム含有水が専用容器に少しずつたまっていきますが、昨年度は約 500 リットルの水を、日本アイソトープ協会に引き渡しました。今後も同じようなペースで引き渡していく予定です。

Q 天然に存在するトリチウムの量に対して、実験で発生するトリチウムの量はとても少ないので、回収せずに排気しても問題ない程度ではないのでしょうか。

A ごく微量であるので、問題は無いと考えられます。諸外国の実験施設は、管理放出といって、測定し問題が無いことを確認した上で排気しています。

Q 本当に日本アイソトープ協会へ引き渡すのでしょうか。

A 日本アイソトープ協会は、アイソトープの供給・回収を行う国内唯一の団体ですので、それ以外のところに引き渡すことはできません。

Q トリチウムの濃度について、法律での定めもあると思いますが、研究所では排出しても問題ない濃度のものをわざわざ回収して濃度を高く、より危険にしているように思えるのですが、そのあたりはどうお考えですか。

A 安全と安心の感覚の違いがあると思います。実験で出たトリチウムをそのまま放出することは法的にも科学的にも安全なのですが、トリチウムは放射性物質ですので、少しでも環境中に出すのは良くないとお考えになる方もいらっしゃいます。核融合科学研究所では、そのまま出しても良いものをしっかり回収して、環境に影響を与えないということで、安心感を得ていただこうと考えています。

Q 出てくる放射線について、トリチウムはベータ線を出すと聞いていますが、他にも放射線が発生するのでしょうか。

A 中性子線とガンマ線が発生します。プラズマから発生した中性子が周りの機材にぶつかって、ガンマ線を放射するようになります。

Q 宇宙から降ってくる中性子の数はどれくらいあるのでしょうか。

A 核融合科学研究所のモニタリングポストなどを参照していただくことができます。1時間あたり 20 から 30 個ぐらい検出されます。LHD の実験を行ってもこの数が増えることはありません。太陽フレアのバーストなどにより中性子の数が増えることはあります。

Q 核融合科学研究所の実験の中で治療に活用できるものはありますか。

A 可能性としてお答えしますが、放射線を利用したものとして、放射線治療というがん治

療があります。核融合で発生する中性子線は原理的にがん治療に利用することができます。

- Q トリチウムは人体や環境に害がないと言い切れるのですか。
- A トリチウムは弱いながらも放射性物質であるので害がないとは言い切れませんが、自然界のトリチウムよりも少ない量であれば影響はありません。
- Q トリチウムが漏れた場合に短期的な影響では無く、子孫の DNA への影響など長期的に与える影響はあるのですか。
- A トリチウムに限らず、放射性物質の遺伝的影響についての研究が行われていますが、微量の放射性物質が人に対して明確な遺伝的影響があるといった研究結果はありません。
- Q 研究所から出た RI 廃棄物処理はどうするのでしょうか。
- A 日本アイソトープ協会が、法令に基づいて適切に処理しています。
- Q トリチウムの管理は有害性があるという認識ですか。
- A トリチウムは放射性物質ですので、無害ではありません。法令で濃度が決まっていますが、核融合科学研究所の実験で発生するのは微量なので、そのまま外に出しても法令は守れますが、地元の皆様との約束で回収しています。
- Q 最初の重水素実験を踏まえた結果として、トリチウムの発生量について説明がありました。64 億ベクレルが発生して、そのうち 1.3 億ベクレルが大気中に放出されたということですが、残りはどこへ行ったのでしょうか。内訳を教えてください。
- A トリチウム除去装置を使って 64 億ベクレルに対して 4 割程度を回収しました。残りは真空容器内や接続された配管にも残留していると考えられます。
- Q 詳細な内訳を公表しないのでしょうか。
- A トリチウムの発生量、回収量、残留量の収支を把握することは研究対象の一つです。現在も詳細な解析を進めているところです。
- Q 河川や下水道には排出されていないのでしょうか。
- A 一切ありません。
- C 配管にもトリチウムが残っているとのこと、清掃などで全て除去したのではと思っていました。将来の核融合炉においても、トリチウムがどのくらい発生するのか、きちんと押さえて欲しいと思います。将来的にも有用なデータで、世界的にも大事な研究だと思っています。
- A 発生量がごく微量とはいえ、それらがどのように振る舞うのか、しっかりと調べていきたいと考えています。
- Q トリチウム水は日本アイソトープ協会に引き渡されたとのことですが、トリチウム水の詳細なデータは持っているのですか。
- A 濃度などを測定し、詳細な検査を実施しています。
- Q 配管などに残留しているものも含めて、追って全体像を公表する予定はありますか。
- A 現在研究を進めていますので、しばらく時間がかかると思いますが、まずは研究成果と

して、学術論文の形で発表することになります。そのうえで、一般の方々に向けて、理解いただきやすい内容で発表することになるでしょう。

- C 安全には配慮された体制になっていると理解しています。トリチウムがどのようなものを、しっかり把握していただきたいと思います。
- A 安全に充分配慮し、研究を進めてまいります。
- Q 日本アイソトープ協会ではどのような業務を行っているのですか。
- A 大学や研究施設で発生したトリチウム等の放射性物質や、病院などでの使用済み放射性物質を回収して保管や処理を行っています。

#### 【安全管理について】

- C 原発は、非常にレベルの高い運転管理の下でも想定外の事故を起こしてしまいました。核融合では想定外の事故がないようにしてほしいと思います。(2件)
- A ありえないことまで想定して、何重もの対策や安全に関する研究を行っています。こうした研究を続けていくことが重要であると考えています。
- Q 1億度を超えるようなプラズマを生成しても、容器への影響はないのですか。(2件)
- A プラズマは、容器の外に巻き付いている磁石により作られる磁力線の籠に閉じ込められて容器の壁から浮いた状態でつくられるため、プラズマが直接壁に触れるということはありません。またプラズマは中心部ほど温度が高く、端に行くほど温度が低くなる性質があるほか、容器中は真空状態で断熱がなされているので、容器の壁の温度は25度程にしかならず、壁が溶けるということもありません。
- C 何よりも安全第一でお願いしたいです。
- A 安全に関しては基本ですので、きちんと数字を公表して、安全管理がしっかりできていることを示していきます。
- Q 施設の耐震性はどのくらいありますか。
- A 実験棟は震度6強でも倒壊しない設計となっています。仮に地震が起こっても、震度4で電源を切るようにインターロックが設定されていますので、装置は安全に停止します。
- Q プラズマは壁に当たらないということですが、当たるとどうなるのでしょうか。太陽の磁力線のような影響、熱はないのでしょうか。
- A プラズマは密度が低いため、持っている熱量は小さくなく、壁で冷やされて消えます。影響としては、壁の表面に跡が付く程度です。太陽は密度が高いため、影響の規模がまったく違います。
- Q 太陽フレアの影響はあるのでしょうか。
- A 実験は影響を受けません。
- Q 何か事故が起こったときの緊急連絡は、自治体だけに行くのでしょうか。それとも隣接

する地域にも研究所から直接連絡が来るのでしょうか。

A 現状では、まず自治体に連絡することになっています。自治体が判断を行った結果、地域にお知らせすべきということになった場合は、自治体から連絡が行くと思います。3市（土岐市、多治見市、瑞浪市）全て同じです。

Q 安全監視委員会の第3者とはどういう意味ですか。

A 研究所外の、外部有識者等で構成された委員会という意味です。なお、委員会の委員は岐阜県が指名した専門家と3市がそれぞれ指名した住民代表で構成され、核融合科学研究所は委員の選定に関与していません。

Q 蛍光灯を自宅で割った際に破裂したように粉が飛び散ったことがあって驚いたことがあります。機械（LHD）の構造が蛍光灯と似ているとのことでしたが、何かの衝撃で破裂することはないのですか。

A 蛍光灯は減圧されており、破損時には中に空気が入るため、中からガスが吹き出すことはありません。ただ、ぶつけた衝撃でガラスが飛び散るということはあります。LHDは金属の容器であり、亀裂が入ったとしても空気の中に入り込んでプラズマが消えてしまいます。空気の中に入ると最大1気圧になりますが、これで破裂することはありません。

Q 実験棟の側壁が2メートル、天井1.3メートルと厚さに違いがありますが、何か意味があるのでしょうか。

A 1メートルあれば十分中性子を遮蔽できるのですが、耐震基準を満たしたうえで、余裕を持った設計になっています。天井は軽量化する必要があったため、側壁に比べ少し薄くなっていますが、遮蔽性能に問題はありません。

Q 死亡事故が起こったと聞きましたが、なぜ起こったのですか。

A 3年前に火災事故が発生し、溶接作業を行っていた方がお亡くなりになりました。溶接作業中、溶解した火花以上の大きさのステンレスが何らかの理由により発生・落下し、断熱材に燃え移ったことによるものでした。業者に作業を委託していたものとはいえ、核融合科学研究所としてしっかりと十分な安全確保を取っていく必要があると考えています。現在も、避難訓練等の実施やマニュアルの周知を徹底し、再発防止に努めています。

#### 【核融合研究について】

Q ヘリカル以外にも核融合の方式がありますが、先端に行くのは何でしょうか。（3件）

A ITER（国際熱核融合実験炉）等はトカマク方式で、プラズマ性能の点からはトカマク方式の方が先行しています。現在、ヘリカル方式は2番手ですが、連続運転性能については優れており、将来の発電についてはヘリカル方式になるよう目指しているところです。



- Q 予算や人を増やして、2交代制にするなどして、核融合発電実現へのスピードを速めることは可能ですか。(3件)
- A 重要性を伝えていって予算を増やしてもらいたいと考えていますが、国の財政状況は厳しいものがあります。その中で、成果を出すために頑張っているところです。核融合発電の進展としては、現在、フランスに国際協力でITERの建設を進めており、計画では2035年に核融合燃焼の実験をする予定です。この実験をしっかりと行わないと次の発電というステップへ進めないため、核融合発電の実現まではまだ時間がかかるという状況です。しかし、実現させることがこれから先1万年以上の人類の存続に必要なだと考えています。私ども(核融合研)も頑張って、実現が少しでも早まるよう、しっかりと研究に取り組んでいきます。
- Q ドイツに新しくできたヘリカル装置と研究所のLHDとの仕組みが違って性能も違うとのことですが、研究所のLHDはそのうち負けてしまうのではないですか。(3件)
- A LHDの方が先行して研究を行っていたため、その結果を受けて開発されたドイツのW7-Xが追いつくのは仕方がないと思いますが、簡単には抜かされないように頑張ります。このように国際競争が激化している一方で、お互いに研究交流をするなど協力関係も築いています。規模も同程度のヘリカル型プラズマ実験装置どうして、切磋琢磨していくのは良いことだと思っています。
- Q 実用化の際は官民協力して実施されるのでしょうか。(2件)
- A 核融合は、まだ産業レベルの技術にはなっていないため、今のところ国内では民間企業が参入する動きはありません。アメリカでは民間企業数社が核融合研究に投資している例があります。
- Q 最近、新聞に乱流について発表された研究内容の記事がありましたが、この記事と核融合科学研究所の研究は関係しているのでしょうか。
- A 核融合科学研究所には、プラズマ中の乱流を研究しているグループがあります。1億度を超えるような高温となると、温度勾配が急になり、プラズマの流れの乱れ(渦)が多くなります。この乱れが、プラズマの性能を悪くすることを発見したというものです。
- Q プラズマとはどのように発生するのでしょうか。
- A 固体・液体・気体と、物質の三態があります。物質の温度を上げていくと固体から液体、液体から気体になります。その気体からさらに温度を上げると原子から電子が離れる、電離という現象が起こります。物質の温度・エネルギーが高く、原子核・電子が離れる電離が起こった状態をプラズマといいます。
- Q プラズマとはどのようなものなのでしょうか。
- A 温度の高い気体なのですが、普通の気体とは異なり、電気を帯びている、発光するという性質があります。また、プラズマを発生させ温度をさらに高くしないと核融合反応を起こすことができません。

- Q 核融合研究は日本でどのような位置づけですか。エネルギー問題がありますが、メタンハイドレードのように注目されているのでしょうか。
- A 国のエネルギー基本計画の中で、長期的視野から進める技術として位置付けられています。日本の核融合研究は世界でもトップクラスで、フランスに建設中の、世界 7 極による大型実験炉建設に協力するなど、研究を牽引しています。国内の核融合研究の大きな装置は二箇所（自然科学研究機構核融合科学研究所（土岐市）と量子科学技術研究開発機構那珂核融合研究所（那珂市））にあり、名古屋大学、九州大学等にも小型のものがあります。
- Q 特許はどうなっているのでしょうか。
- A 核融合方式そのものは全人類のためという大前提があるため、核融合そのものに対する特許はありません。超伝導や真空容器の材料、レーザー等の個別の事項については特許を取得しているものもあります。
- Q 新エネルギーとして核融合の名前をあまり聞きませんが、これはどうしてでしょうか。
- A 現在はプラズマの性能を上げることに特化した研究を行っている段階で、エネルギーを発生させるには至っていません。核融合発電の実証は 2050 年以降を見込んでいるため、現状では次世代エネルギーとして取り上げられていないのだと思われます。
- Q 化石燃料の枯渇が叫ばれて久しいですが、採掘可能年数は昔から変化がないように思えます。本当に化石燃料はなくなるのでしょうか。
- A 採掘可能年数に変化がないのは、以前は採掘しても採算がとれない場所にあった化石燃料も、現在では価格上昇により採算がとれ、採掘できるようになったためです。しかし化石燃料は今後必ず枯渇してしまいますので、その前に手立てを講じなければならないと考え、研究を行っています。
- Q 核融合の研究はどこの主導でおこなわれているのですか。
- A 研究費の 100% 近くが国からのものです。
- Q 日本の他の大学と連携はしているのですか。
- A 核融合科学研究所は大学共同利用機関であり、全国のプラズマや核融合の研究を行っている大学と共同研究という形で研究を行っています。
- Q ITER が世界で最も進んだものと理解していますが、なぜ計画が遅れているのですか。現地では、トリチウムの危険性といったものへの反対運動は行われていないのですか。
- A 複数の国が参加する計画であり、国際協力の難しさが原因の一つだと思います。反対運動については聞いていませんが、ITER はフランス国内でも非常に厳格な審査のもとで計画が進められています。
- Q 茨城にも核融合関連の研究機関があるのですか。
- A 茨城にも核融合関連の研究施設の量子科学技術研究開発機構那珂核融合研究所があり

ます。そこでは、トカマク型という、ヘリカル型とは異なる形式の装置を用いて、核融合研と同じような研究をしています。配付資料の中に、世界の核融合研究機関の装置を紹介していますので、ご覧ください。

Q 現状では、日本というのは核融合研究のトップランナーなのでしょうか。

A トップランナーです。世界的に見ても、日本とヨーロッパで研究活動が盛んで、私どもの LHD はヘリカル型では世界最高性能の装置です。またドイツには、3 年前から実験を開始した W7-X というヘリカル型の装置があり、こちらも良い結果を出してきています。

### 【将来の核融合発電について】

Q 核融合発電はいつになったら実現するのでしょうか。(8 件)

A 核融合発電の実証は今世紀中葉と予想されています。世界的には、ITER が、現在フランスに建設中です。実験は 2025 年からの開始を予定しており、2035 年ごろにエネルギーを発生させる実験が行われる予定です。その結果を受けて、核融合発電を実証するための炉が建設される見込みです。

Q 1 億 2,000 万度のエネルギーをどうやって取り出すのですか。(5 件)

A 1 億 2,000 万度のプラズマからエネルギーを取り出すのではなく、核融合の条件を満たしたプラズマの中に、燃料ガス（重水素とトリチウム）を入れると、核融合反応が起こり、中性子が出てくるので、ブランケットと呼ばれる部分で受け止めて熱に変え、その熱で水を沸騰させて水蒸気に変えて、蒸気タービンを回すことでエネルギーを取り出すことを考えています。

Q 将来の核融合発電では、大量にトリチウムが発生してしまうと思います。どのように処理するのですか。(4 件)

A 将来の核融合発電所では、同量の重水素とトリチウムを燃料に使うので、燃え残ったトリチウムも循環させて再使用することになります。燃えかすは安全なヘリウムガスになります。

Q 水素を融合させたらヘリウムが出ますが、それは危険ではないのでしょうか。(2 件)

A ヘリウムは化学的に安定で無害です。風船に入れるヘリウムと同じです。

Q 核融合発電は、原子力発電の代替えとして考えているのでしょうか。(2 件)

A 原子力発電の代替えと考えていただいて結構です。最終的には火力発電所に代わる次世代のエネルギー源になるように頑張っています。

Q 核融合でも放射性廃棄物が出るのではないのでしょうか。(2 件)

A 放射化物として放射性廃棄物が出ますが、それらは低レベルの放射性廃棄物です。100 年経てば、再利用できるようになりますので、後世の負担となるような高レベル放射性廃棄物は発生しません。

- Q 核融合発電が実現した場合、発電所1ヶ所の発電量は何kWくらいですか。(2件)
- A 設計にも依存しますが、今ある発電所に置き換えることで、既存の送電設備・発電設備をそのまま使うことを想定しており、発電量は100万kW程度と考えています。発電所を作る場合は、現在核融合科学研究所が建っているところではなくて、海辺に作ります。
- Q 核という言葉は使わない方が良いのではないのでしょうか。
- A 確かにそういったご意見はございますが、科学的に原子核を対象とした研究は、核という言葉を用いているのが現状です。
- Q 容器内を真空にしたり、コイルをマイナス270度にしたりするためかなりの電力が必要と思いますが、将来の発電所ではその電力をどこから持ってくるのでしょうか。
- A 将来の核融合発電所では、自ら発電した電気の一部を冷却設備等に使います。
- Q リチウムを海水から取り出すことが可能との説明ですが、実際に行われているのでしょうか。
- A リチウムは現在、鉱山もしくは塩湖などから取っていますが、採算がとれるのは鉱山といわれています。今後、電気自動車などが普及するとリチウム電池の需要が高まりますので、恒常的に海水から取り出すことになると思われます。その技術は、既に日本の大学でも海水からリチウムを取り出す実証実験が終わっています。後は、産業界がいつからそれに乗り出すかということとコストパフォーマンスに左右されることになります。
- Q 将来の核融合発電所がテロ等の標的となった場合、爆発等の危険性はありますか。
- A 核融合では、装置が壊れて容器中に空気が入るだけでプラズマの温度が下がり反応が止まってしまいます。その結果、容器中には密度の低い水素と無害なヘリウムのガスしか残りませんので、爆発することはありません。
- Q 核融合発電で事故が起こりえないと言い切れますか。
- A 事故が起こりえないということではなく、既存の化学プラント等でも行っているように、様々な影響を考慮して計画をたて安全管理をしっかり行う必要があります。
- Q 核融合発電のコストと実現した際にエネルギーの何%を占める予定かをお聞きしたいです。
- A 商業化されても全てを一気に取替えるのは難しいので、仮に年1基ペースとしても時間がかかってしまいますが、ベース電力のかなりの量を占めるようになると考えています。また、核融合発電は規模が大きくなるので、コストの面でも太陽光と比べてもいい勝負になると考えています。
- Q 核融合発電の場合は家庭にどうやって電気が送られてくるのですか。
- A 家庭には現在とまったく同じ方法で電気が送られます。
- Q 原発より核融合の方が危ないと聞いたことがありますが、その根拠はあるのですか。
- A 原子力発電では連鎖反応を制御しながら行っているのですが、暴走が起こりえますし、使用済核燃料の問題もあります。核融合の場合は、条件が揃わなければプラズマが直ぐに消

えてしまい、暴走等の心配がありません。また、核融合では放射化するものもありますが、半減期が数十年から百年程度と比較的短いため、十分に管理ができると考えています。原子力発電に比べ、核融合は遙かに高い安全性をもっています。

- Q 仮にこうなってしまったら危ないといったようなことはあるのですか。
- A 放射性物質であるトリチウムが漏れるといったようなことが事故要因として考えられるので、事故が起きた場合や最悪のシナリオを想定して、安全を確保する対策を行うこととなります。
- Q 核融合発電が実用化した場合、そのコストや維持費はどれくらいになりますか。原子力発電所と比べてどうですか。
- A 核融合発電の燃料は海水から採れるので、原子力発電と比べて、燃料費は安価です。建設費は核融合炉の方が高くなりますが、リスクが格段に低く、リスクに関連する維持コストは低いため、トータルのコストはあまり変わらないと考えています。世界中が核融合技術に関心を持っているため、その発電技術を世界へ売り込むことができれば、もっと産業が発展すると思います。
- Q 原子力発電所が止まっても、日本の電力はまかなえていますが、それでも核融合発電が必要なのでしょうか。
- A 現在は、海外から大量の化石燃料を輸入して、火力発電でまかっています。
- Q 核融合発電炉の運転によって発生した中性子はどうなるのですか。
- A 中性子は、ぶつかった相手に吸収されます。リチウムに中性子が当たるとヘリウムとトリチウムができます。できたトリチウムは燃料に使います。ヘリウムは無害なのでそのまま排気します。
- Q どうしてもトリチウムが発生するとのことですが、地震等の災害があった場合にどうなるのでしょうか。
- A 将来の核融合発電炉では、重水素は循環して使う設計となるため、外部にトリチウムを放出することはありません。地震等で設備が壊れた場合、燃料である重水素とトリチウムはプラズマ状態を維持できなくなり核融合反応は停止します。新たな反応も起こりません。
- Q 何十万人に電力を供給するようになった場合に発生するトリチウムの量でもまったく人体に影響はないと言えるのですか。
- A 将来の核融合発電所では燃料にトリチウムを使用するため保有量が多くなりますので、安全に管理して使用します。
- Q 将来の核融合発電の際に発生したトリチウムが何らかの原因で漏れた場合等はどのようにするのですか。
- A 将来の核融合発電所ではそういったことも想定して安全計画を立てて管理することになります。
- Q 核融合は爆発しないとのことでしたが、福島原子力発電所のような事故はおきない

のでしょうか。

- A 大きな地震等により、停電した場合、プラズマは即座に消えてしまい、何も起きなくなります。福島原子力発電所のようなことは原理的に起きません。

【市民説明会について】

- Q 毎年こうして市民を集めた説明会を開くのは、危険な研究だと感じているからなのでしょうか。安全に研究が進められるならば、開催不要ではないのでしょうか。
- A 安全性をご理解いただいた方々が多い一方で、依然として研究に反対される方々もいらっしゃいます。全ての方のご理解を得ることは難しいですが、そのためにも継続した説明が必要だと考えています。
- Q 核融合科学研究所の実験に対して、以前、周辺の市町村で反対運動があったと聞いていますが、どのような対策や説明をしてきたのでしょうか。また、現在の状況はどうでしょうか。
- A 平成18年度から毎年開催しています市民説明会での説明をはじめ、オープンキャンパスや施設見学など様々な活動を通じてご理解いただき、最近では反対の声はほとんど聞こえなくなりました。