

2014 年度 核融合科学研究所市民説明会 Q&A

<核融合科学研究所について>

Q なぜ土岐市に核融合研を設置することになったのですか。

A 元は名古屋大学のプラズマ研究所の移転計画から始まり、その後、文部省（現在の文部科学省）の直轄研究所としての核融合科学研究所の計画に発展し、土岐市下石地区に設立されました。土岐市下石地区は里山に囲まれた高台にあるなど、アカデミックな環境に恵まれており、また研究所の立ち上げ時期には、輸送、冷却水、電力等の設備面の条件も整っていたので、立地場所として最適と判断されました。

Q 核融合研の年間予算はどのくらいですか。

A 約 90 億円です。その内、大型ヘリカル装置（LHD）に関しては約 40 億円です。

<重水素実験の開始について>

Q 協定書を結び、覚書を取り交わしたということで、重水素実験開始に向けた準備計画の説明がありましたが、準備が整ったら実験を開始するのですか。重水素実験の準備ができたかどうか、最終的な判断はどこがするのですか。

A 全ての準備が整わなければ重水素実験は開始しません。予算が措置されないと準備が整わず実験は開始できませんし、準備に漏れがあると大変ですので、慎重に準備を進めています。最終的な判断については、地元自治体（岐阜県・地元三市）が設置する安全監視委員会に説明の上、核融合研が行うことになると考えています。なお、重水素実験の開始時期等については、事前に地元自治体へ説明を行うとともに、研究所のホームページ等で公表いたします。

Q 重水素実験は、2016 年度から実施ということに間違いはないですか。

A 現在のところ、2016 年度から実施する予定です。ただし、予算や実験準備の進捗により、開始が遅れることはあり得ます。

Q 協定締結時点では 2015 年度に重水素実験を開始すると新聞等で報道されていたが、2016 年に開始となったのには何か理由があるのですか。

A 当時から計画は変わっておりません。準備に 3 年以上は必要であると発言していたところ、新聞等では最短の 3 年で 2015 年度末と捉えたのではないかと思います。

Q 法律に適合しているのかの審査はいつからですか。

A 今年度中に書類の手続が始まり、審査が終わるのは予備実験終了後になります。

Q この研究に対して継続的な予算の協力はありますか。あるとすればそれは、将来的に実現する、ということに対してですか。

A 少なくとも重水素実験終了までは継続的に措置していただくことになっています。現在、提示しているスケジュールで、実現できたらと国も期待しており、各方面からもご協力をいただいています。将来的に発電所を作るための工学的な研究についても、予算を措置していただいております、継続的に進めています。

<重水素実験の目的について>

Q 水素実験では9,400万度を達成しているとのことですが、今後はさらにプラズマの温度を上げることを目的とするのですか、それともプラズマの維持時間を長くすることを目的とするのですか。

A プラズマの高性能化を目指しますが、その中でも、さらなる高温プラズマの生成を主な目的としていきます。

Q 1億2,000万度を達成する目的は何ですか。また、重水素実験を行うことで、なぜ1億2,000万度を達成できるのでしょうか。

A 地球上で核融合反応を起こすために必要な1億2,000万度以上の高温プラズマを達成してその性質を調べることにより、真空容器の大きさや磁場強度等、発電所の具体的な設計ができるようになります。また、諸外国での重水素を用いた実験結果から、重水素を用いるとプラズマの性能が上がるということが分かっており、1億2,000万度は十分達成できると考えています。

Q 温度の目標値が1億2,000万度であると理解しましたが、その温度が達成されたら、核融合科学研究所のLHDで発電が可能なのですか。

A プラズマの温度は核融合炉実現のための重要な条件の一つですが、温度の達成だけでは発電はできません。LHDは核融合炉実現の条件を全て満たす能力はなく、必要な条件より低い密度で高い温度を達成することになるため、LHDで発電をすることはできません。

<重水素実験の安全性について>

Q LHD 重水素実験の安全性について、仮に核融合研で事故が起こった場合、被害はどの程度ですか。自然界以下の中性子というのがかえって分かりにくいです。福島原発事故と対比すると、比べものにならないくらい低いレベルなのでしょうが、比較して提示してくれると、安心できると思います。

A 起こり得ないような事故を想定しても、法令濃度限度以下の影響なので、福島の事故と比べれば、比較にならないくらい低いレベルです。もっと分かりやすく伝わるよう、工

夫したいと思います。

Q 本体棟は、どのくらいの地震まで対応できるのですか。

A 震度7の地震まで耐えられる設計です。装置の一部は壊れるかもしれませんが、実験中であつたとしても、プラズマは即座に消えて反応は止まり、その後は何も起きないので、問題ありません。

Q 緊急地震速報が流れた際に、装置はどうなりますか。またその際、状況をメール等で住民に知らせることなどを考えていますか。

A 緊急地震速報を受信すると、装置は止まるようになっています。状況報告を住民の皆さんに直接知らせることも可能ですが、地元自治体（岐阜県・三市）との協議で、研究所からは地元自治体に一報を入れることが決まっており、どのような情報をどのように連絡するかを詰めている段階です。なお、地元自治体に報告を行った場合には、研究所のホームページにもその旨掲載いたします。住民の皆さんに直接お知らせするか否かは地元自治体のご判断になると考えています。

Q 水素や重水素の管理はどのように行われますか。

A ボンベに封入された水素や重水素を業者から購入します。重水素ガスは放射性物質ではないので、水素ガスと同様の安全管理をして取り扱います。

Q 地震等の災害時に水素や重水素が漏れて水素爆発を起こすことはないですか。

A 広い部屋に数本のボンベしか置きません。また水素や重水素は軽いので、重いガスのように床に溜まることはありません。そのため、仮にボンベ内のすべてのガスが漏れても広い部屋に拡散するため濃度は低く、引火して爆発することはありません。

Q 研究所の周りは航空機やヘリコプターの規制はあるのですか。また、仮に航空機が研究所に墜落するような事故が発生した場合、どうなりますか。

A 仮に航空機が落ちてきて本体棟が損壊しても、大丈夫です。装置は運転が止まれば何事も起こりませんし、あり得ないことですが、仮にLHD実験で発生したトリチウム1年間分が、全て一度に、本体室から外部へ出たとしても、法令濃度限度以下です。

Q あり得ないことがあつても安全なのであれば、これ以上安全にしようがないのではないのでしょうか。追加の安全策を行う必要がないのではないのでしょうか。必要の無いことに税金を使っていることになりませんか。

A 安心と安全は違います。科学的な安全は確保されていますが、さらに追加の安全対策を行うのは、地元市民の方々にさらに安全性を理解していただき、安心していただくため

です。安心を得るために税金を使わせていただくことは無駄ではないと考えています。

Q 1回の実験で生じるトリチウムはわずかということですが、年間どのくらいの回数の実験を行うのですか。

A 回数ではなく、発生するトリチウムの量で決めています。年間 37 億ベクレルを上限としています。

Q 重水素実験において、トリチウムをどこで測定するのですか。

A トリチウム除去装置、排気塔等で測定します。

Q トリチウムを除去する装置とはどのようなものですか。また、この装置が壊れたらどうするのですか。

A 原理的には除湿器と同じです。トリチウムだけではなく、水素や重水素も一緒に水の形で集めて、日本アイソトープ協会に回収・処理を委託します。除去装置が壊れた場合は実験を止めます。

Q 日本アイソトープ協会とはどのような団体なのですか。

A 日本アイソトープ協会は、病院、研究機関、大学等に、医療用、産業用、研究用の各種アイソトープを供給するとともに、使用済みのアイソトープ等の廃棄物の集荷・処理事業等を行っている公益社団法人です。また、アイソトープに関する知識と利用技術の普及・啓発活動等を展開しています。

Q 核融合は放射能と全く関係ないのですか。

A 核融合は放射性物質であるトリチウムと中性子を扱います。トリチウムによる放射線は他の放射性物質と比較すると弱いものです。LHD の重水素実験ではトリチウムは使用しませんが、わずかにトリチウムが発生します。しかし、その量は少なく、回収するため、環境に対する影響はありません。(中性子については下記質問をご覧ください。)

Q 本体室の厚いコンクリート壁の役割はなんですか。安全な施設であれば、厚いコンクリート壁など要らないのではないですか。

A 重水素実験で発生する中性子を止めて、外部へ出さないために壁が必要です。中性子は光と同様、遮蔽するとそれで消失します。プラズマが生成されている時は真空容器の中では中性子が発生しますが、コンクリート壁があるので本体室の外では問題はありません。2m のコンクリートの壁があることで、その外側では自然界の放射線レベルより十分低いレベルに低減することができます。例えるならば、病院のレントゲン室は鉛等の壁で囲われていますが、これは1回だけレントゲンを撮られる患者側ではなく、診療放射

線技師が放射線の影響を受けないようにするための壁です。これと同じように、コンクリート壁で囲って遮へいしています。

Q 重水素実験開始後は、本体室や真空容器等の中に入れたいのではないですか。

A 重水素実験開始後もメンテナンスのために中に入ります。

Q 中性子の量はかなり少ないということですが、中性子の場合は飛んでくるスピードによって影響の大きさが変わってくるということなので、中性子の速度による影響の違いを説明して下さい。

A 重水素実験で発生する中性子のエネルギーは最高で 14MeV です。中性子が人体に与える影響の程度はエネルギーにより変わり、10MeV 位までは速度の速い方が大きくなります。しかし、LHD では、中性子は 2m 厚のコンクリートの壁を通過する時にエネルギーを失いながら 1,000 万分の 1 ほどの数に減少するので、本体室の外では中性子による影響はありません。

Q 以前新聞で、筑波で発生した粒子を神岡で検出したという記事を見ましたが、これは中性子のことですか。

A 中性子ではなく、ニュートリノです。ニュートリノは中性子とは性質が異なります。中性子は地面を透過することはできません。

<重水素実験後の研究について>

Q 放射化した設備が 10～30 年残るそうですが、具体的にどのような処置を行うのですか。

A 放射化する装置はステンレスでできているので、特別な処置は必要ありません。普通の水素ガスやヘリウムガスを用いた実験に切り替えて研究を継続させるなど、クリアランスレベル（放射線物質として取り扱う必要の無いレベル）になるまで維持・管理します。また、建物のメンテナンスは、適宜行っていきます。

Q 重水素実験が成功した後はどのような研究をするのですか。

A 将来の発電所では、1 年間ずっと運転する必要があるので、長時間連続運転するための研究等を続けていきます。研究所ではすでに 2,300 万度のプラズマを 48 分間保持することに成功しています。

Q 将来は重水素とトリチウムを使った実験をするのですか。

A 将来の発電所では重水素とトリチウムを使って発電しますが、核融合科学研究所ではトリチウムを使った実験は行いません。

Q 核融合研の実験設備は核融合炉実現までの期間（25～30年）耐久性はあるのですか。

A 重水素実験は準備が整い次第開始し、9年間の実験期間を予定しています。重水素実験終了後も、軽水素を用いた実験をさせていただき計画等を考えておりますが、LHDの耐久性については、全く問題ないと考えています。

<核融合研究の意義について>

Q 地上に太陽が来てしまったら、大変なことにならないでしょうか。

A 地上の核融合では、プラズマの温度は高いのですが、プラズマの密度は大気の20万分の1以下と非常に低い真空に近い状態なので、問題ありません。

Q 福島第一原子力発電所事故で、放射能を扱う危険性が世の中に広く周知されました。そして、今は節電努力により原子力発電無しで電気が足りている状況です。なぜ現在、放射性物質が発生する危険な核融合発電の実験を行おうとしているのですか。

A 将来の核融合発電は、ウランを使用する原子力発電と仕組みが全く異なっており、高レベル放射性廃棄物が発生せず、また、安全性も高いものです。化石燃料を使用して発電することは、二酸化炭素を発生させ、地球温暖化につながっています。また、将来的には発電に必要な資源が枯渇する等の問題が発生します。こうしたエネルギー問題を解決するために、核融合発電の実現が必要であると考えています。

Q 電力は本当に足りなくなるのですか。

A 日本では、CO₂を出さないことから原子力発電を進めてきましたが、東日本大震災で大きな問題になり、現在は全発電所が停止しています。そのため発電の大きな割合が火力発電で行われ、古い設備もフル稼働していることから、CO₂が多く発生して環境に対する影響が大きいという問題が生じています。太陽光発電・風力発電は、環境への影響は小さいと考えられていますが、発電量としてはまだ小さく、また天候等で発電状況が変わり不安定です。天然ガスやシェールガスによる発電でもCO₂は発生しますし、海外から輸入する際に圧縮して液化する必要があるためにコストがかかり、電気代が高くなります。世界的にみると、将来はこれまで電力をあまり使ってこなかった地域の人々の生活レベルが上がり、電力需要が現在よりも大きくなると考えられます。これらの理由から、将来は電力が不足すると考えられ、そのため核融合による発電を実現して基盤となる電源を確保する必要があります。

Q 藻やメタンハイドレート等、海洋資源を用いたエネルギー研究を行う予定はありますか。

A メタンやシェールガスを用いた発電は環境にあまり良くない影響を与えるため、やはり核融合の研究を進めていきたいです。藻や太陽光はエネルギー変換効率が低いため、単独に必要なエネルギーを賄うのは難しいと思いますが、色々なエネルギー源の一つにな

と思います。様々なエネルギーの研究を進めていただいている間に核融合を実現させたいと考えています。

Q 核融合研で行っている実験は、レーザー核融合とは違うのですか。

A 核融合プラズマを閉じ込める方法として、磁場閉じ込め方式と慣性閉じ込め方式があります。磁場閉じ込め方式では、プラズマが磁力線に巻き付いて運動する性質を利用してプラズマを閉じ込めています。慣性閉じ込め方式では、レーザー等を用いた瞬間的な圧縮力でプラズマを閉じ込めています。核融合という意味では同じですが、実験の方式が異なっています。磁場閉じ込め方式の研究は世界各国で進められていて、国際協力によって南フランスに国際熱核融合実験炉 ITER の建設が進んでおり、2020 年から実験が開始される予定です。ITER では実際に重水素とトリチウムの核融合反応を起こしてエネルギーを発生させる実験を行います。

Q 世界的な核融合研究の進捗具合はどうですか。

A 世界各国で核融合研究が行われています。日本は研究が最も進んでいる国のひとつです。現在、日・欧・米・露・中・韓・印の国際協力により、南フランスに重水素とトリチウムを用いた実験を行う国際熱核融合実験炉 ITER の建設が進んでおり、2020 年から実験を開始する予定です。

<将来の核融合発電について>

Q 重水素及びトリチウムは天然で手に入りますか。天然で手に入らず、生産する場合、大量にエネルギーを使用しますか。また、(燃料の生産から発電してエネルギーを取り出すまで) トータルで考えた時に、採算はとれるのでしょうか。

A 重水素は水の中に豊富に含まれており、安価に分離して取り出すことができます。トリチウムは、リチウムという元素に核融合で発生する中性子を当てることで生成されます。地球上には大量の重水素とリチウムが存在しているため、資源に困ることは無いと考えています。リチウム採取の方法は、大きく分けると鉱山から採掘する方法と塩湖から回収する方法があります。海水から回収する方法も実用化に向けて研究が進められています。コストについては、数年前の時点での話になりますが、海水から採取する場合は 1kg あたり 1~2 万円ほど、陸から採取した場合は同量で約 3,000 円です。現状では、海水から採取した場合は、陸から採取した場合と比べて割高と言えますが、将来的に商業的な需要が増加すればコストは下がりますし、発電所で原料として使うリチウムの量は少ないので、十分にカバーできると考えます。

Q 核融合発電が実現するのはいつごろですか。また、コストはどのくらいかかるのですか。

A 現時点で、25~30 年後と考えています。炉の設計や建造、実証実験等にそれぞれ 10 年

単位の期間がかかるので、長いスパンで計画を立てています。コストは、最初の 1 台目は 1~2 兆円くらい必要ですが、普及していけば、もっと下がっていくものと考えています。原子力発電所と同程度の 4~5,000 億円にはなるでしょう。また、燃料代はほとんどかからないです。

Q 核融合発電炉はどのくらいの大きさになるのですか。また、発電出力を制御することはできますか。

A 現在の LHD の性能で発電炉を設計すると、LHD の 3 倍程度の大きさになります。プラズマの性能が上がれば、より小さいサイズでの設計が可能となるので、そのための研究も行っています。発電出力は、燃料の供給量により制御できます。

Q 核融合発電でも、現在の火力発電所等と同様に水蒸気でタービンを回すのですか。

A 現在考えられている設計では、タービンを回して発電をします。技術的にも確立された方法です。

Q 実用化のために、プラズマを閉じ込める容器の材料の開発は進んでいますか。

A 実用化に向けた材料の研究は核融合研でも行っています。中性子による放射化の程度が低い材料の研究を進めています。

Q 重水素の生産は日本でできないのでしょうか。

A 日本では現在、需要がほとんど無いことから、重水素の生産は行っていないようです。

Q トリチウムの除去について、現在の実験炉では問題ないレベルということですが、将来の発電炉でも問題ないレベルまで除去できるのですか。

A 将来の発電炉では、核融合反応で発生した中性子がリチウムにぶつかることで、トリチウムができます。このトリチウムを再び核融合の燃料として使用するため、システムの中にトリチウムを大量に貯めておく必要がありません。また、トリチウムは水素の仲間であり、漏れないようにシールドすることができるため、問題ありません。

Q 将来の核融合炉を見据えて、トリチウムの研究はしているのですか。

A 将来の核融合炉にかかるトリチウムサイクルの研究は、本研究所では行っていませんが、別の研究機関で行われております。本研究所では、自然界にある微量のトリチウムを計測する研究等を行っています。

Q 実用化する段階において、トリチウムを使わずに重水素だけの核融合で行うことはできないのですか。また、重水素とトリチウムを燃料とする場合、トリチウムが地球上に大

量放出されることにならないのですか。

- A 重水素だけの核融合をエネルギー源とするためには、プラズマの温度を数十億度まで上げなければならないため、難しいです。重水素とトリチウムを燃料とする場合、リチウムから生成したトリチウムを燃料として消費することになるため、大量のトリチウムをどこかから持ってきたり、放出したりすることはなく、施設内部で循環させることになります。トリチウムの環境への漏出をできるだけ低減する研究も進められており、多重のシールドにより許容限度内に制限することができるため、大量に放出されることはありません。

<市民説明会について>

- Q 今後も市民説明会は続けていくのですか。また、小中学校や幼稚園等に積極的に出向いて、説明や啓蒙を図ってはどうか。

- A 今後も市民説明会は続けていきますし、ご希望があれば別途説明会を行うこともできます。学校等での理科普及のための説明・啓蒙は、是非やらせていただきたいと考えており、出前授業や科学実験等について、ご要望をいただいた小学校や幼稚園等で行っています。

- Q 説明会への参加人数が年々減っているようですが、今後の方法についてどのように考えていますか。

- A 基本的には、現在と同じように地域を回って説明していく方針に変わりはありません。参加者が減っていることについては、重水素実験について危険が無いという正しい情報が伝達されてきていると受け止めており、必ずしも悪いこととは考えていません。

- Q 質問等がある場合には、個人的に核融合研へ行って尋ねてもいいですか。

- A 直接ご来訪いただいてもいいですし、電話やメールでご質問していただいてもお答えいたします。