

## 市民説明会におけるご質問と回答の概要

令和2年10月15日

自然科学研究機構核融合科学研究所

核融合科学研究所では、土岐市（9月7日（月）、13日（日））、多治見市（9月17日（木）～25日（金）、27日（日））及び瑞浪市（9月29日（火））において、市民説明会を開催しました。15年目となる今年度の説明会は、新型コロナウイルスの影響により、規模を縮小し開催時期も遅らせて、研究所近隣の公民館と市内の大きな会場で、国や岐阜県等が示すガイドラインに沿って実施しました。そして、土岐市2会場で54名、多治見市4会場で59名、瑞浪市1会場で24名の方にご参加をいただきました。

説明会では、はじめに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、昨年度の大型ヘリカル装置（LHD）における重水素実験第3年次の実施結果、今年度の重水素実験第4年次の準備状況及び安全管理や情報公開の体制等の報告に加えて、日本を含めた国際協力によりフランスで建設が進んでいるITERの状況など、世界の核融合研究の進展についても説明いたしました。

参加者の皆様からは、トリチウムの取扱い等の安全性に関する質問のほか、「核融合発電の実現に向けて、現在どの段階まで進んでいますか?」、「ヘリカル型とトカマク型について?」など、核融合研究に興味、関心を寄せる質問も多くいただきました。

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います。また、説明会で使用した資料もホームページに掲載いたしました。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、市民の方々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ますとともに、説明会開催にご協力いただいた市民の方々並びに三市の関係者の皆様に深く感謝申し上げます。

## 令和2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。

### <実験装置の表記について>

核融合科学研究所の実験装置、「大型ヘリカル装置」を略称である「LHD」と表記します。またフランスに建設中の実験装置、「国際熱核融合実験炉」を「ITER」と表記します。

### 【核融合科学研究所について】

Q 創立30周年記念で集まった寄附金の用途は決まっていますか。

A 研究所創立30周年記念事業実施にあたって創設した「核融合エネルギー研究推進基金」には、多くの方から寄附を賜っています。核融合研究は長期にわたるものであり、次世代の研究者の育成が必要であるため、この寄附金は、大学院生の奨学金や若手研究者の研究費等に使用させていただく予定です。

Q 政権交代などに伴って、核融合に対する予算額について増額されることはありますか。

A 他の学術研究予算と同様に、核融合研究に対する予算も厳しい状況です。コロナウイルス対策に係る予算支出などもあり、国の財政が厳しいため、今後も予算については厳しい状況が続くと思われませんが、研究の重要性を理解いただけるよう国にしっかりと働きかけていきたいと思えます。また、あわせて国民の皆様からのご支援が大きな力になるため、今後ともご支援をいただけるよう研究活動等を行っていく所存です。

Q 研究所を現在の場所にしたのは地盤がしっかりしているからですか。

A 地盤が固いということも理由の一つと思えます。

### 【重水素実験の目的、実施、成果について】

Q 研究所で行っている研究は主に何を指して行っていますか。

A LHDが目標としているのは、発電に必要な核融合燃焼反応を維持するのに必要な条件である、イオン温度、電子温度が共に1億2000万度を超えるプラズマの生成です。研究所では主に核融合発電の実現を目指した基礎的研究を行っています。

Q プラズマを発生させる際にマイクロ波を使うとあったが、導波管からマイクロ波が漏れるおそれはありませんか。

A 漏れることがないことを確認してから実験を行っています。

Q LHDでは、発生させたプラズマを強力な磁石で閉じ込めるという説明がありました

が、どのくらい強力な磁石なのですか。人体への影響はありますか。

A LHD の磁石は、一般的な磁気治療器の数十倍強力です。強力な磁力を発生するため、LHD のある実験室内のものは全て、ステンレスやアルミなど非磁性の金属で作られており、鉄製の工具等は実験の前に実験室内から撤去します。LHD の磁力は、医療用の MRI と同じくらいですから、離れていれば人体に影響はありません。なお、LHD の実験は、実験室内に誰も人がいない状態で（遠隔操作で）行いますので、磁石の近くに人がいるということはありません。

Q 重水素を使ったプラズマ実験で、どうしてトリチウムが発生するのですか。

A 重水素を使ったプラズマ実験でも、プラズマが高温になると、重水素のごく一部が核融合反応を起こすため、トリチウムが発生します。

Q 1億2000万度のプラズマを生成した時に用いたガスには、水素以外のものも含まれているのですか。

A 1億2000万度のプラズマを生成する時に用いるガスは、原則として重水素のみです。ただし、プラズマの温度を計測するために、アルゴンなど、水素以外のものを少量入れることがあります。

Q プラズマの温度はどうやって計測しますか。温度を計測するのに、センサー等はあるのですか。(2件)

A プラズマの温度が高いということは、粒子の速度が速いことを意味しています。ですから、粒子の速度を、スピードガンなどで使われているドップラー効果を用いて測定します。プラズマにレーザー光を当て、反射してくる光の周波数の広がり分光器を使って測定し、温度に換算しています。

Q 実験スケジュールについてももう少し詳しく教えてください。

A 実験が始まる前の約一ヶ月間、超伝導コイルを徐々に冷やしマイナス270度にし、また真空容器の中はメンテナンス中、空気を入れていたので、これを真空中に排気します。今年は、準備が整う10月15日からプラズマ実験を開始します。来年の2月18日にプラズマ実験を終了し、その後の1ヶ月間、超伝導コイルを徐々に昇温していきます。超伝導コイルが室温に戻ったら、真空容器に空気を入れて、メンテナンスが始まります。

Q 重水素実験が終わった後、新しい実験が始まると聞いたのですが、D-T実験が行われる可能性はありますか。

A 重水素実験が終わった後は、LHDでD-T実験を行うことはありません。

#### 【トリチウム、中性子、環境放射線について】

Q トリチウムはどのように管理していますか。(2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、専用容器に入れて定期的に公益社団法人日本アイソトープ協会に引き渡しています。同協会での処理については法令に基づき適切に処理されると伺っています。

- Q 放射性物質をプラズマ状態にした後、また元に戻すと放射能は減りますか。
- A プラズマ状態にするだけでは、放射能は減りません。高エネルギーの粒子ビームを当て、放射能を弱くしたり、半減期を短くしたりする研究は、他の研究所で行われています。
- Q リチウムはトリチウムと似た物質なのですか。
- A リチウムはトリチウムとは全く別の、リチウムイオンバッテリーなどに使われている物質です。リチウムと中性子が反応すると、トリチウムになります。
- Q 三重水素とトリチウムが説明の中で出てきますが、どちらも同じ意味ですか。違うものなのかと混乱してしまいます。
- A 三重水素とトリチウムは同じものです。今後表現を工夫します。
- Q 環境放射線の測定について、各地域にある測定場所の近くで化学肥料をたくさん使うと、測定結果に影響がありますか。
- A 研究所の敷地内にある計測器は降雨の影響を測定できるほど高感度ですが、地域にある計測器では、化学肥料の使用によって測定結果に影響が出ることはありません。
- Q 放射線の説明がありましたが、日常生活の中で、LHD よりも放射線の量が多いものは、具体的にどのようなものがありますか。
- A 本日配付したパンフレットの13ページに資料がありますので、そちらをご覧ください。LHDの重水素実験の放射線の影響は、環境放射線やもともと体内に存在する放射性物質の影響よりも十分に小さいのですが、小さくても地域の皆様に知っていただくということが重要だと考え、毎年このような説明会を行っています。
- Q トンネル工事に出てくるような地下の土壌にも放射線を出すものはあるのですか。
- A 地下の土壌にも放射性物質は含まれています。ここから発生する放射線も自然にある放射線の一部です。
- Q 排水中にトリチウムが含まれていると聞いたのですが、本当ですか。
- A 排水中にはトリチウムは含まれません。実験室の空調のドレン水は、トリチウムは含まれませんが、念のため濃度測定を行ってから排水しています。
- Q 実験において発生する有害なものはトリチウムだけですか。
- A プラズマが生成されているときだけ発生する中性子が装置の金属に当たり、金属を放射性物質に変えます。この放射性物質の放射能は弱く、人が近付いてメンテナンスすることも可能ですし、時間とともに減衰していきます。

#### 【安全管理について】

- Q 異常時の連絡について、市民にはどのように連絡されるのですか。
- A 地震等、災害や事故のレベルにより地元自治体（県・3市）への通報方法は異なります

が、市民の皆様に対しては地元自治体から連絡することになっています。通報のレベルは、安全管理計画や安全監視委員会等で定められています。

#### 【核融合研究について】

- Q ITERについては各国が協力して取り組んでいるということですが、研究が特に進んでいる国はありますか。
- A 核融合研究では日本とEUが先行しています。ただ、中国が猛烈な勢いで追いつけています。アメリカは自国においてシェールガス、シェールオイルの産出があることから、少し遅れている状況です。
- Q いろいろな実験を重ねてプラズマエネルギーの実現を目指していると思いますが、今どの程度まで進んでいますか。(3件)
- A LHDでは、目標としているイオン温度、電子温度が共に1億2000万度を超えるようなプラズマの達成までもうひといきです。核融合発電の実現という点では、トカマク型では、プラズマの温度が瞬間値ですが5億程度くらいまでいっており、ITERの方式にも選ばれて、2035年に実燃料ガスを用いて核融合によるエネルギーを発生させる計画になっています。核融合によるエネルギーを発生させることができれば、発生したエネルギーを用いて発電することができますので、次は核融合発電所を作るという段階になります。10年程度かけて発電所を作り、2050年頃には核融合発電を実証することができるだろうと考えています。
- Q ヘリカル型とトカマク型ではヘリカル型の方がレベルが高いのでしょうか。LHDでは既に1時間近い定常保持に成功しているとのことですから、発電には、トカマク型よりもヘリカル型の方が良いのではないのでしょうか。(2件)
- A ITERはトカマク型ですが、プラズマ性能が高いということで20年前にITERの方式に選ばれましたが、定常運転に課題を残しています。ITERの建設が決定した当時は、まだLHDの実験が始まった頃で、トカマク型とヘリカル型にはプラズマ性能に大きな差がありました。現在、ヘリカル型のLHDでも、核融合条件の1つである1億2000万度のプラズマを達成したことで、今発電所の方式を選択するとなれば、私どもは定常運転性能に優れたヘリカル型が良いのではないかと考えています。
- Q 核融合研究は、私たちの子どもや孫たちにとって必要なものなので、安心・安全に留意してこれからも進めていただきたい。
- A ITERでは2035年にエネルギーを発生させる計画が進んでおり、発電炉の設計も進んでいます。2050年頃には核融合発電の実証はかなり現実のものになると思います。30年、50年かかっても人類のためには必要なエネルギーだと思っていますので、長期にわたるサポートをお願いします。
- Q ITERで発電はできますか。

A ITER は発電を行いません。ITER の結果等を踏まえて核融合発電所の設計・建設を行います。

Q 今日の説明で、トカマク型よりもヘリカル型の方が良いと思いました。早く核融合発電を実現して、現在の原子力発電から核融合発電に変わると良いと思います。

A ありがとうございます。

Q 将来の核融合発電の安全性が不安です。今急いで開発する必要がありますか。

A 今の重水素実験の安全性が高いことは自信を持って言えます。将来の核融合発電については、リスクがゼロであるとは言えませんが、そのリスクは管理できるものです。例えば廃棄物は、高レベル放射性廃棄物は出ず、数十年で減衰する低レベル放射性廃棄物のみです。温室効果ガスによる地球温暖化の問題を解決するためにも、早急に核融合発電を実現する必要があります。

#### 【将来の核融合発電について】

Q 将来的に発電を目的としているが、その際に利用する熱はどうやって取り出すのですか。

A LHD で発生させているような 1 億 2000 万度を超えるプラズマの熱を直接取り出して発電に利用しようとしているわけではありません。1 億 2000 万度という条件で水素同士の核融合反応で発生する中性子のエネルギーを熱に変えて発電に利用します。

Q もっとコンパクトな発電炉は設計できませんか。

A 現状では難しいと思われます。安全性を確保するためにも、それなりの大きさを設計する必要があります。

Q 核融合発電の実用化は、何年ごろになりますか。

A 2050 年頃に核融合発電を実現できると考えています。残念ながらパリ協定の目標期間には間に合いませんが、二酸化炭素削減には貢献できると考えています。

Q 将来の発電所では、より多くのトリチウムを扱うなど今の実験とは異なると思うが、環境に影響を与えないでしょうか。

A 将来の核融合発電では、より多くのトリチウムを扱うことは事実ですが、技術的に十分に管理できます。今日は、LHD の重水素実験の環境影響について説明しましたが、将来の発電所についての安全性、環境影響等の検討・評価も進んでいます。

#### 【市民説明会について】

Q 市民説明会について、コロナ禍の影響で今までより規模が縮小されたが、これからも続けていきますか。

A 若い方にも研究所の活動を知ってもらいたいという観点からも、可能な限り続けていきたいと思っています。

- Q ここは研究所から近い場所にある地域だと思うが、土岐市や多治見市の各地で説明してきた中で地域によって温度差はありますか。
- A 地域によって多少温度差はあります。遠方でも、東日本大震災の時などは核融合発電と原子力発電とを混同されることもあったので、核融合と核分裂は違うということを地道に説明していく必要があると感じています。また近隣の方々には研究をサポートしていただける方も増えてきていると感じています。