

市民説明会におけるご質問と回答の概要

令和元年10月3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(6月26日(水)~7月12日(金))、多治見市(7月16日(火)~7月31日(水))及び瑞浪市(8月6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140名、多治見市15会場で108名、瑞浪市1会場で11名の方にご参加をいただきました。

14年目となる今年度の説明会では、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となる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2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3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、地震に対する備えに関する質問のほか、「核融合発電が実現するまでのスケジュールはどうなっていますか?」、「核融合発電の場合、どのようにエネルギーを取り出すのですか?」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。

<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、トリチウムの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 大学共同利用機関法人とは何ですか。

A 大学共同利用機関を設置することを目的として、国立大学法人法に基づき設立される法人で、現在、核融合科学研究所が属する大学共同利用機関法人自然科学研究機構のほか四つの法人が設立されています。

Q 研究所の予算は年間どのくらいですか。

A LHD 実験関係で約 40 億円です。研究所全体では約 84 億円です。

Q 瑞浪市にある超深地層研究所と核融合科学研究所は関係がありますか。

A 異なる研究機関です。

Q 核融合科学研究所に地下道があると聞いたことがありますか。

A 冷却水配管や電力ケーブルを地下に敷設している共同溝のことだと思います。

【重水素実験の目的、実施、成果について】

Q 今後は、プラズマの電子温度を上げることを目指すとの説明でしたが、具体的にどのような工夫をして電子温度を上げるのですか。(2件)

A プラズマ中の電子を加熱する装置を改造・増強することで電子温度を上げる計画です。これにより、イオン温度と電子温度が、ともに1億2,000万度に達するプラズマの生成を目指します。

Q LHD では発電できるようなエネルギーは取り出していないのですか。(2件)

A LHD は高温プラズマの学術研究を行うための装置で、エネルギーを取り出す実験は行っていません。

Q LHD の実験では、どのくらいの電力を使いますか。(2件)

A 時間当たりの電力の使用量としては、一般家庭の1万倍程度になることがあります。なお、1回の実験時間は3秒程度です。

Q リーフレットに冷却装置が紹介されていますが、どのようなものですか。危険はないのですか。(2件)

A LHDには磁石を使用しているのですが、この磁石を超伝導にするためには、マイナス270°Cに冷却する必要があります。そのために冷却装置を使用しています。この中には、液体ヘリウムが入っていますが、万が一漏れたとしても、ヘリウムは無害なものです。

Q 1億度はどうやって測りますか。(2件)

A 警察がスピード違反を取り締まる際に用いるオービスと同様の方法で測ります。具体的には、強力なレーザー光線をプラズマに当てて、粒子の速度を測り、その速度から温度を算出しています。

Q 重水素実験により、ヘリウムも発生しますか。(2件)

A LHDの重水素実験では、投入した重水素ガスのうち、ごく一部の粒子が核融合反応を起こしてヘリウムや中性子が発生していますが、ほとんどが反応を起こしていませんので、発生したヘリウムは微量です。なお、重水素同士の核融合反応では、陽子2個、中性子2個の通常のヘリウムが生成されるわけではなく、陽子2個と中性子1個のヘリウムができ、余った中性子が別に出てきます。

Q 今年度の実験の年間スケジュールは決まっていますか。

A 大枠は決まっており、8月中旬頃から真空容器の真空排気を開始し、10月初頭から実験を進め、2月中旬ごろまで実験を行い、実験終了後1か月程度かけて超伝導コイルの昇温を行い、3月末ごろから7月末ごろまでのメンテナンス期間に入ります。

Q 毎年実験を重ねてきて、LHDの材質は劣化しませんか。

A 劣化しません。また、超伝導磁石もヘリウムで冷やされているので、腐食しません。

Q コイルに流れている電流は何アンペアですか。

A 超伝導導体1本あたりの電流は10キロアンペア程度ですが、それを何重にも巻いてひとつのコイルを成しているのです。コイルを1本と考えると、電流は数メガアンペアになります。

Q 冷却に使用している液体ヘリウムはどれくらいの量ですか。

A 液体ヘリウムに換算すると23,000リットルくらいです。

Q プラズマの持続時間はどのくらいですか。

A プラズマ温度が2,000万度程度で約48分の持続時間を達成しています。これは世界記録です。ただし、1億2,000万度のプラズマにおいては、まだ1秒以下の持続に留まっています。

Q 更に持続時間を延ばすことはできますか。

A 今後、更に持続時間を延ばす研究を進めていきたいと思っております。ただし、今はエネルギーを発生させないので外部からエネルギーを投入する方法で実験を進めていきます。将来的には、プラズマ温度1億2,000万度、閉じ込め時間1秒、更に密度の条件

が揃えば、プラズマ自身が発生するエネルギーで持続可能となります。

- Q 「燃料を入れる」の燃料とはどのような燃料のことでしょうか。
- A 水素の同位体である重水素とトリチウムです。将来の核融合発電では、この二つの燃料を同時に使って発電することになります。LHD では、トリチウムを使用せず、重水素だけを使用します。
- Q 磁石は絶対零度に近い温度まで冷却するのですか。
- A 現在は超伝導体という材料を磁石に用いており、絶対温度で約 4 K (ケルビン) まで冷却します。その冷却には約 1 か月を要します。
- Q 重水素実験でイオン温度が 1 億 2,000 万度を達成したとありますが、その熱源は何でしょうか。
- A 先ほど電子レンジで蛍光灯を光らせたように、外部からエネルギーを与えて加熱しています。このエネルギーというのは電磁波のエネルギーあるいは水素粒子のエネルギーといったものを指します。
- Q 重水素が加熱されるのですか。
- A その通りです。
- Q 発生したトリチウムは使いますか。
- A 使いません。将来の核融合発電では、リチウムをトリチウムに変えて燃料として使います。
- Q LHD のメンテナンス時の清掃はどのようにして行っていますか。
- A メンテナンス作業は、装置を汚さないようにクリーンルームウェアを着て行っています。清掃作業は、4名から5名の清掃員が 2 週間ぐらいかけて、アルコールを使った拭き取り洗浄や、掃除機を使って清掃を行っています。また、真空状態で壁の温度を上げて水分を飛ばしたり、弱いプラズマを壁にぶつけて壁をきれいにしています。
- Q (軽)水素を用いた実験より重水素を用いた実験の方が、温度が高くなるのはなぜですか。
- A その理由はまだ解明されていません。これから、その理由を調べていく計画です。
- Q リーフレットに重水素を使うとありますが、重水素を使うと目標が達成できる見込みがあるのでしょうか。
- A 重水素を使う実験は 2017 年に開始しました。重水素実験の目標の一つであるイオン温度の 1 億 2,000 万度は既に達成しています。
- Q 重水素実験において核融合反応によって発生するエネルギーはどのくらいですか。
- A 重水素実験で起こる核融合反応はごく僅かです。具体的な数値としては、プラズマを加熱するためのエネルギーに比べて、生じるエネルギーは 5,000 分の 1 程度です。残念ながら、「エネルギーが発生した」と言える状況ではありません。
- Q (軽)水素だと温度が上がらず、重水素を使用したら温度が上がったというのは、まだ理由が解明されていないと聞きましたが、所長はどのようにお考えですか。

- A 非常に複雑な話で説明が難しいのですが、LHDの実験で出てきた成果をコンピュータシミュレーションで計算しているのですが、実験データと理論値に若干ズレが生じています。理論分野では、乱流という考え方があり、ゆらぎによってエネルギーが外へ抜け出していくのですが、エネルギーの逃げる速さは、ゆらぎの周波数と波長が関係していると考えられます。乱流とは、例えば人間の手でかき混ぜてできる渦のようなもので、かき混ぜる早さ(周波数)と腕の長さ(波長)で違いが出ます。重水素を使用した場合、周波数は遅いのですが波長が長いので、これまではエネルギーの閉じ込めが悪いと思われていましたが、複雑な条件を考えると、そこまで波長も長くないのでエネルギーの閉じ込めが悪くならないという予想もあり、現在も研究が継続中です。
- Q 重水素実験の9年間では実験を休止した場合の期間は含まれますか。
- A 含まれません。重水素実験を行わない年がある場合は、2025年以降も実施する可能性があります。
- Q イオン温度1億2,000万度から、今後更に温度を上げる計画ですか。
- A 温度を上げたいと考えています。将来の核融合発電の実現のためには、より高性能なプラズマを実現する必要があると考えています。

【トリチウム、中性子について】

- Q トリチウムと重水素を酸化させた水は放射線を出しますか。(2件)
- A 放射性物質であるトリチウムを含んでいるので、放射線を出します。ただし、水のほとんどが重水素を含む水で、トリチウムを含む水の濃度は高くありません。
- Q トリチウム除去装置の性能はどのくらいですか。(2件)
- A トリチウム除去装置は、回収率95%を目標としていましたが、実際は98%や99%など、目標を上回る回収率を達成しています。なお、重水素実験で発生したトリチウムは、一部、装置内に残っているものがあるため、トリチウム除去装置の回収率は、発生率に対する値ではありません。
- Q 発生したトリチウムの濃度が薄いと言っているのに、わざわざ回収している理由は何ですか。(2件)
- A トリチウムはごく小さな割合で発生するもので、法律的な基準値だけで言えばそのまま放出できる濃度ですが、安心を確保するために、発生したトリチウムはできる限り除去回収するという考え方をしています。
- Q 発生したトリチウムは、どのようにして回収していますか。
- A トリチウムと重水素はともに水素の同位体なので、化学的な性質は同じです。どちらも酸化させて水に変えることができます。実験に使用した重水素と発生した微量のトリチウムを同時に水に変え、その水をシリカゲルのような吸湿剤に吸着させて回収し

ています。

Q 日本アイソトープ協会に引き渡す水の量はどのくらいですか。

A 1年間で1,000リットル程度です。

Q 中性子も放射線ですか。

A その通りです。

Q 装置内にもトリチウムは残るのでしょうか。

A トリチウムは装置の中にも残ります。発生したトリチウムの約半分が残っています。

Q 中性子線を約2mの壁で遮蔽できる理由を教えてください。

A 中性子と陽子は大きさがほぼ同じで、同じ程度の大きさのものに当たると効率よく止めることができます。コンクリート壁は、水を含んでおり、水を構成する水素、つまり陽子が中性子を止める、つまり遮へいすることに効果的に働いています。

Q 中性子が減衰する以上に出続けると、蓄積されていくのではないですか。

A 中性子は蓄積されません。中性子の寿命は15分ほどですし、それよりも早く物質に衝突して吸収されてしまいます。核融合炉では、中性子をリチウムという金属に当てて燃料であるトリチウムを作り出すので、核融合反応を続けるためには、発生した中性子が無駄なく使ってトリチウムを作り続ける必要があります。

Q トリチウムについて、日本アイソトープ協会が回収した後は、どのような処理をしていますか。

A 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 トリチウムの基準値について、平成17年に法律が改正され、トリチウムの取扱い規制が300倍緩和されたと聞きましたが、研究所の管理値は、いつの法律に従って定めたものですか。

A 2012（平成24）年2月の重水素実験の安全管理計画（改訂版）における研究所の管理値は、その当時の法律に基づいて定めており、同安全管理計画は重水素実験安全評価委員会で審議され、妥当とされています。

【安全管理について】

Q プラズマの温度が高くなると、トリチウムや中性子の発生量が増えるのではないですか。（3件）

A 現在より増えることが予想されますが、安全管理計画の研究所の管理値を遵守して実験を行います。実際は管理値の6割程度を目安に実験を行います。

Q 超伝導コイルから発生する強力な磁場は、人体に影響を及ぼさないのでしょうか。（2件）

A 実験中は実験室内を立ち入り禁止にしており、実験室の外では国際的な安全基準であ

る 5 ガウス以下まで磁場が減衰しています。人体に影響を及ぼしません。

Q 研究所が定めたトリチウム放出量について、37 億ベクレルを基準にしたのはなぜですか。

A トリチウムの最大発生量は 370 億ベクレルであり、研究所のトリチウム除去装置の回収率の設計値が 90%以上であることから、最大発生量の 10%ということで 37 億ベクレルを上限値としています。実際の放出量は、この値よりも少ない量になります。

Q (上の回答を受けて) それは数値計算や装置の性能から算出しているだけであり、人間や自然界への影響を考慮していないではありませんか。

A トリチウムを 37 億ベクレル排出したとして、研究所のが敷地境界に 1 年間ずっと居続けたとしても、排出されたトリチウムから受ける影響は、もともと体内に含まれる量の 1/15 以下となります。体内にあるトリチウムの量よりも十分小さな量ですので、人間や環境に影響を与えません。

Q 放射線の管理値というのは許可申請の数値でしょうか。

A その通りです。

Q 管理区域の中で発生するトリチウムの量はどれほどですか。

A LHD 重水素実験放射線管理年報で公表した総発生量が、管理区域内の発生量です。

Q 1 年間での中性子やトリチウムの総発生量が、研究所管理値に対する割合として 16.2%との説明でしたが、実験を 6 回すれば 100%になるということでしょうか。

A 年間の実験回数は 10,000 回ですが、その結果発生する量が研究所管理値の 16.2%ということです。なお、中性子が蓄積することはありません。

Q LHD の耐用年数及び耐震性を教えてください。

A 実験を開始して 22 年が経過しましたが、主にステンレスで作られているため、腐食等の劣化はみられず、今後しばらく稼働することができます。また、実験棟は、震度 6 強に耐えられる設計になっており、震度 7 でも亀裂は入る可能性はありますが構造的に耐えられる設計になっております。

Q 地震があった場合に心配ですが、断層がないか調べましたか。

A 断層がないことは調査済みです。花崗岩の固い地盤の上に研究所は建設されており、地震の揺れも少ないと考えています。

Q 実験の安全を監視している部署はどこになりますか。

A 研究所の組織に「安全衛生推進部」があり、その中の 10 室において、それぞれ実験に関する安全を監視しています。また、安全性、実験環境等の評価のため、研究所外の有識者で組織する重水素実験安全評価委員会を設置しています。外部機関としては、岐阜県と 3 市（土岐市、多治見市、瑞浪市）が設置した安全監視委員会があり、監視結果の確認と検証を行っています。

【核融合研究について】

- Q どの国の研究が一番進んでいますか。(5件)
- A 過去においては、日本、EU、米国が主導で研究が進められてきました。米国が研究に消極的であった時期もあり、一貫して関わっている日本とEUが最先端を進んでいると言えます。また、最近では中国、韓国の追い上げが見られます。
- Q ITERはトカマク型で、LHDはヘリカル型とのこと。ITERをベースに発電することですが、ヘリカル型の位置づけはどうなるのでしょうか。(3件)
- A ヘリカル型はトカマク型に対して制御性が良いということが分かっています。ヘリカル型でトカマク型に匹敵するプラズマ性能が得られれば、将来の商業炉では、トカマク型とヘリカル型で、総合的に優れた方が採用されると考えられます。
- Q 共同で核融合実験炉を建設しているとのことですが、用途はどうなっていますか。(2件)
- A 国際協力でフランスに建設中のITERは、現在5割以上の完成度であり、6年後の2025年に装置が完成する予定です。また、プラズマからエネルギーを発生させる実験を開始するのは、2035年以降の予定です。
- Q フランスで実験炉を建設中とのことですが、そちらが完成したら研究所のLHDの実験は終了するのでしょうか。(2件)
- A フランスのITERが建設されても、LHDの実験は必要です。LHDの実験は2030年ぐらいまで続ける予定です。また、大学の共同利用機関であるため、その後もプラズマの学術研究等を引き続き実施していくことになります。
- Q 茨城県那珂市の装置と連携して研究を行っていくのでしょうか。
- A 量子科学技術研究開発機構那珂核融合研究所(QST)で建設が進められているJT-60SAは、トカマク型とよばれる装置です。トカマク型の装置では、これまで数億度の高温プラズマを生成した実績がありますが、まだ連続運転の実績がありません。そこでLHDの連続運転が可能であるというメリットを生かし、JT-60SAで生成されるであろう高温プラズマの維持時間の向上に、LHDの成果が貢献できると期待されます。
- Q JT-60SAでは重水素とトリチウムを用いた実験は行われますか。
- A 行われません。
- Q LHDでは重水素とトリチウムを用いた実験は行わないのですか。
- A 行いません。
- Q ITERはどこが中心となっていますか。
- A 日本、EU、ロシア、米国、韓国、中国、インドの7極により進められています。
- Q 日本ではどの省庁が担当していますか。
- A 文部科学省です。将来の商業炉については経済産業省が管轄すると思われれます。

- Q 核融合の実現まで長い期間があるので、次の世代の研究者を育てる必要があると思います。
- A その通りです。核融合科学研究所でも総合研究大学院大学の核融合科学専攻を併設しており、次世代の研究者の育成を行っています。
- Q リーフレットに国際連携とありますが、国によって考え方が違うようなことはありませんか。
- A そのようなことはありません。
- Q プラズマを閉じ込めて継続させるのは非常に難しいと聞いています。本当にできるのでしょうか。
- A LHD は制御性が高く、プラズマを継続させる能力を持っています。ITER などのトカマク型では長時間の運転が苦手なので、それを補完できるように共同研究をしたいと思っています。
- Q 最終目標である発電を山頂に例えた場合、現在、何合目まで研究が進んでいますか。
- A 発電できるプラズマを生成するというのであれば、8合目までできています。
- Q LHD ではできないような実験を筑波大学で行うと聞いたのですが、本当ですか。
- A 筑波大学には LHD とは異なる特徴を持ったプラズマ実験装置があり、その特徴を活かしたプラズマ実験を共同研究として進めています。これは核融合科学研究所が大学共同利用機関として行っている共同研究です。筑波大学と同様に、国内の各大学にあるプラズマ実験装置の特徴を活かした共同研究を行っています。
- Q ITER に対して、日本はどのくらい貢献しているのですか。
- A 資金的には約 10%の貢献をしています。技術的な点なども含めた ITER 計画全体に対しては、約 20%の貢献をしています。なお、超伝導コイルや加熱機器など、ITER にとって最も重要な部分では、約 30~50%の貢献をしています。
- Q LHD は大型の装置との説明でしたが、どのくらいの装置を大型と言っているのですか。ITER は LHD よりも大型の装置ですか。
- A LHD は、京都大学のヘリオトロン E という装置を発展させて作った装置です。LHD はヘリオトロン E よりも大きな装置となったため、名称に「大型」を入れました。なお、ITER は LHD よりもプラズマの体積が約 30 倍大きい装置です。
- Q 世界中で研究協力がなされているのですか。
- A 世界中で協力しながら、また競い合いながら研究を進めています。
- Q 身近な生活に生かせるようなプラズマを使った実験は行われていますか。
- A 行われています。名古屋大学低温プラズマ科学研究センターでは、低温プラズマを用いて微細加工を行ったり、医療や、食品の滅菌・殺菌などにも応用する研究を行っています。核融合科学研究所では高温プラズマの研究が主ですが、一部、低温プラズマの分野でも共同研究をしています。

【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。(14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年以降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発電炉が建設される見込みです。
- Q 原子力発電の場合、制御は中性子で行いますが、核融合の場合、反応はどのように制御して、どのようにエネルギーを取り出すのでしょうか。(6件)
- A 水素を核融合反応させてヘリウムに変える際に、中性子が非常に大きい運動エネルギーを持って飛び出します。プラズマの周囲に中性子を減速させる壁を設け、中性子の運動エネルギーを熱エネルギーに変えます。その熱を使って、蒸気タービンを回して発電します。原子力発電と違い、反応自体が連鎖反応ではないので常に制御しないと反応は止まります。具体的には、プラズマに投入する水素の量をコントロールして調整します。
- Q 想定される発電量は、一つの発電所につき何キロワットですか。(3件)
- A 現在の火力発電や原子力発電と同じく1基あたり100万キロワット級を想定しています。その理由として、現存の発電所との置き換えを考えたとき、送電線などの周辺設備を共有化することで発電単価を小さくする効果が期待できます。一方で、規模を大きくした方が建設費あたりの発電量が上がることも分かっており、200万キロワットから300万キロワット級的设计も考えられています。
- Q 発電所はどこに建設されますか。(3件)
- A 蒸気タービンを使って発電するため、日本では復水に海水を使用するシステムを採用しています(海外では川の水が使われることがあります)。そのほか、装置が大きいことから搬入等を考慮すると、海岸線が有力です。
- Q 原子力発電のようにシステムダウンや電源喪失などについては対策を取っているとは思いますが、核融合発電では、最悪の場合、制御不能等になるおそれはないでしょうか。(3件)
- A まず、電源が喪失した場合、プラズマの温度が下がり、核融合反応が止まります。反応が暴走することはありません。原子力発電のような過酷事故にならないことが核融合発電のメリットです。
- Q もし、物理的に発電所が破壊された場合や、サイバー攻撃等で制御ができなくなった場合についても安全ですか。(2件)
- A サイバー攻撃については、適切に制御できなければ核融合反応を維持することもできないため、悪い方向に操作すること自体かなり難しいと思われます。物理的に発電所を破壊された場合の最大のリスクとして、燃料として使用するトリチウムの外部放出

が想定されます。ただし、使用する燃料の量が少ないこと、気体としての性質（例えば軽い）から周辺住民が避難するような事態にはなりません。

- Q 将来的に核融合発電で発生したヘリウムを回収して、商業利用することはできますか。(2件)
- A ヘリウムは貴重な資源ですが、核融合発電で発生する量は多くはありません。
- Q 世界中の原子力発電の施設が、全て核融合発電に置き換わることは可能でしょうか。(2件)
- A 少しずつですが、時間を掛ければ可能だと思います。また、早くそうなってほしいと思います。
- Q ヘリカル装置は爆発しないと説明されていましたが、将来 100 万キロワットの容量になった時も、万が一のことが起きても大丈夫でしょうか。
- A 装置が大きくなっても、何かトラブルが起これば、プラズマが瞬時に消えて反応は続きません。そして中性子の発生も止まり、核融合反応も起こりません。万が一のことが起きても、温度や圧力が核融合条件から外れれば、プラズマは消えてしまいますので大丈夫です。
- Q なぜ、重水素とトリチウムでの核融合を進めているのでしょうか。ほかの元素では進めることができないのでしょうか。
- A 核融合を最も行いやすいのが重水素とトリチウムの組み合わせであるからです。例えば、重水素とトリチウムの核融合は 1 億度以上の高温プラズマ作成で済みますが、重水素とヘリウムでは 10 億度以上の高温プラズマの作成が必要となります。
- Q トリチウムと重水素を用いた核融合反応の方が重水素同士の反応より起こしやすいのでしょうか。
- A その通りです。
- Q 反応により生成されたヘリウムはどうなるのでしょうか。
- A 生成されたヘリウムは一時的にプラズマの中に残り、ヘリウムの持つエネルギーがプラズマを追加熱します。エネルギーを失ったヘリウムは、燃料を希釈してしまうために、真空容器の外に排気します。
- Q リチウムはどのように用いるのでしょうか。
- A 将来の核融合発電では、エネルギーを持った中性子が出てくると話しましたが、その中性子をリチウムと反応させることにより、燃料であるトリチウムを生成します。トリチウムは地球上にほとんどないので、海水中に含まれるリチウムを用いて生成することになります。
- Q リチウムの陽子と中性子の数はいくつですか。
- A 2 種類の同位体があり、陽子が 3 個で中性子が 4 個、または陽子が 3 個で中性子が 3 個です。

【市民説明会について】

- Q 市民説明会の他の会場の参加者はどれくらいですか。
- A 多治見市内ですと大体 5 人前後で、参加者が多い会場で 10 人くらいです。
- Q 市民説明会を 1 日 2 回、市内の別会場等で開催されているようですが、参加者が少ない場所は、次年度以降休日開催や、複数会場まとめて開催されることを検討されてはどうか。
- A いただいた意見をもとに今後とも検討していきたいと思います。以前は休日である土曜や日曜に開催していた時期もありましたが、平日開催の場合と参加者数の変動はみられなかったことや、会場をまとめてしまうと、ご自宅から会場まで距離のある方に来ていただきづらくなってしまふことがあり、現在は今のような平日夜の開催に落ち着いています。
- Q このような説明会を、継続してやられていますが、開催しなければいけないといった条件がありますか。
- A 特に開催するにあたっての条件はありません。本説明会については、14 年前から始めました。その頃は私共の研究テーマである核融合についてあまり理解されておらず、重水素実験を始めようとした時に、様々な厳しい意見をいただきました。また、重水素実験の開始に向けて、県と 3 市と協定書を結ぶにあたり、市民の方々の理解を得る必要がありました。そこで、実験の内容や安全性について説明をすることになったのが始まりです。
- Q 市民説明会の開催について、区長会等でどの会場も数名であるとの意見もあり、ある程度理解が浸透されたと考えます。今後は、オープンキャンパス等において、きちんと説明する機会を設けることとし、何か特別なことがあり、市民への周知が必要な場合を除き、毎年の開催ではなく、3 年か 5 年に 1 度の開催で良いのではないかと考えます。
- A いただいた意見をもとに検討していきたいと思います。
- Q 今日の説明で、核融合発電はほとんど安全で、良いことばかりということが分かりました。核融合について、もっと勉強してみたいと思います。また、中国や欧州などは核融合研究に力を入れているとのことで、日本でも予算を増やすなどして研究を進めてほしいと思います。
- A ありがとうございます。9 月には研究所のオープンキャンパスがあり、また、見学は随時受け入れておりますので、是非お越しください。

【その他】

- Q 核融合でエネルギーが発生する原理を教えてください。(2件)
- A 質量がエネルギーに変わることを表すのがアインシュタインの式「 $E=mc^2$ 」です。質量が反応の前と反応の後で減ればエネルギーが放出されます。これを利用したのが核分裂と核融合の原理になります。反応前の重水素とトリチウムの粒子の質量を足し、反応後の中性子とヘリウムの粒子の質量を足すと、粒子の数は同じですが、反応後の方が質量が減っているので、その分がエネルギーとなります。
- Q 核融合というと水素爆弾をイメージしますが、どういう原理ですか。(2件)
- A 水素爆弾とは、ウランやプルトニウムを使った原子爆弾の中に重水素やリチウムを入れたものです。原子爆弾を起爆剤として使用し、核融合反応を起こします。原子爆弾がないと、爆弾にはなりません。従って、核融合発電の技術の水素爆弾に応用することはできません。
- Q 太陽での核融合反応はどのようなものですか。
- A 太陽は水素が4個くっついて、ヘリウムができる反応が起きています。
- Q 太陽の温度はどれくらいですか。
- A 中心の温度は約1,500万度です。
- Q 以前、常温核融合という話題があったと思いますが、どうなっていますか。
- A 常温核融合の真偽についてはいまだに議論が続いています。学問的には、私たちの知らない反応があるのではないかとということで研究が続いています。ただし、その反応を使ってエネルギーを取り出すのは難しいと考えられています。
- Q これからの社会では、エネルギーの需要はどのくらいになるでしょうか。
- A 世界的にみると、まだまだ発展途上国がたくさんあるため、それらの国々が先進国のようにエネルギーを使い始めると、エネルギーの需要は益々大きくなると思われます。
- Q 電子レンジの中に蛍光灯(サークルライト)を入れる実験で、蛍光灯はどのくらい耐えられるものですか。
- A 時間は約10秒です。プラスチックの部分があり、そこが溶けてしまいます。溶けてしまうと真空が破れ空気が入ってしまい、プラズマができなくなってしまいます。