

## 核融合科学研究所重水素実験安全評価委員会（第22回）会議要旨

- 1 日 時 令和4年6月3日（金）13：30から15：50まで
- 2 場 所 核融合科学研究所 管理・福利棟4階 第1会議室及びオンライン会議
- 3 出席者  
(委員)  
片山委員長、五十嵐委員、植田委員、笹尾委員、玉樹委員、福和委員、眞部委員、百島委員、森下委員、渡辺委員  
(オブザーバー)  
土岐市、多治見市、瑞浪市、岐阜県  
(研究所)  
吉田所長、居田研究総主幹、長壁実験統括主幹、榊原安全衛生推進部長、高畑  
対外協力部長、磯部教授、田中（将）准教授、佐瀬准教授、小淵放射線管理室  
長、野田管理部長、白髭施設・安全管理課長、その他関係職員
- 4 議事  
(報告事項等)  
(1) 大型ヘリカル装置（LHD）における第5年次の重水素実験の実施結果  
等について  
(2) 大型ヘリカル装置における重水素実験終了後の予定について  
(審議事項等)  
(1) LHD重水素実験放射線管理年報（2021年4月1日～2022年3月  
31日）（案）について  
  
議事に先立ち、吉田所長から、重水素実験安全評価委員会委員就任承諾への謝  
意が述べられた。また、事務局から、核融合科学研究所重水素実験安全評価委員  
会設置規則（以下「設置規則」）第5条第1項の規定に基づき、吉田所長が人間環  
境大学名誉教授の片山幸士委員を委員長に指名したことの説明があった。次いで、  
委員長及び各委員等から、挨拶があった後、委員長から、設置規則第5条第3項  
の規定に基づき、百島委員を議長代理に指名するとともに、設置規則第7条に基  
づき、本委員会を公開とし、会議要旨作成のための録画及び議事に関する説明の  
ための研究所関係者の陪席を認めたい旨発言があり、了承された。
- 5 議事要旨  
(報告事項等)  
(1) 大型ヘリカル装置（LHD）における第5年次の重水素実験の実施結果  
等について  
長壁実験統括主幹から、資料4に基づいて、大型ヘリカル装置（LHD）にお

ける第5年次の重水素実験の実施結果等について、LHD重水素実験の目的、安全管理、実施体制、2021年度（第5年次の重水素実験）の実施結果、2022年度の実験スケジュールの予定、及び放射線等の管理状況等の説明があった。説明に対する質疑応答の概要は以下のとおり。

- 2021年度の実験の目標と実施結果（達成状況）について、実験の成果がどのように核融合発電に寄与したか、また、2022年度の実験の目標について説明願いたいとの質問があった。研究所から、重水素ガスを用いた実験（重水素実験）により、核融合発電に必要なイオン温度、電子温度共に1億度を超える高性能プラズマを、定常運転性能に優れるヘリカル型において世界で初めて実現することができたこと、それにより、重水素実験の研究目的の一つであった、同位体効果と呼ばれる、軽水素よりも重水素の方がプラズマの性能が良くなるという核融合科学分野における長年の課題の解明に向けた研究を進めることができたことにある。同位体効果については、同位体による乱流の抑制効果であることが分かってきたということ、更に、数値実験炉研究プロジェクトの理論グループとの検証の結果、重水素実験で観測された同位体効果は理論と一致する傾向を示し、プラズマ中の電子の振る舞いに関連した乱流の抑制効果であることが分かったことにある旨説明があった。また、2022年度のLHD実験の目標については、更なる詳細な物理機構として、プラズマの中で発生する乱流などの物理の解明、そのするための計測機器を充実し、詳細な計測を進めるなど、国際協力のもとで、更に研究の高度化を進めていく旨説明があった。
  
- 2021年度のLHDの重水素実験の成果について、最終的にはヘリカル系を用いた核融合の実現に向けて、どのように役立ったのか。また、2022年度の目標について、核融合の実現に向けて、どのようにステップアップしていくのかとの質問があった。研究所から、LHDの重水素実験については、大規模学術フロンティア促進事業として、ヘリカル系の研究を通じて、様々な磁場閉じ込め方式に共通の物理的理解を確立することが定義されており、乱流等のメカニズムについて理解の深化を図ってきた。核融合科学研究は、LHD実験を通じて、核融合プラズマの物理における予測性を高める上で貢献できたと考えている。また、研究所の今後の進め方としては、学術研究機関として、核融合プラズマの中で起こる現象を正確に理解することに重点を置く。核融合エネルギー開発を進めていく中で、科学的・技術的な不確実性を極力除き、核融合炉が実現する時に、それができるだけ高い性能を持ったものになるような知見を確立する必要がある。そういった基本原理を確立していくことが重要なミッションであるため、大規模学術フロンティア促進事業による支援は今年度が最後となるが、継続して高度な基礎研究を行い、これからの核融合科学研究の発展に寄与できる。できるだけ一般性を持った研究成果を出すことで、プラズマをより一層正確に理解し、学術研究成果としてまとめ上げたいと考えている。LHDには、これまでに構築した世界

最高レベルの高性能なプラズマ計測装置が装備されており、プラズマ内部の事象をより一層正確に理解する能力も世界最高レベルと言ってよく、それらを使って精密な研究を進めることである旨説明があった。

- LHDの実験に対する安全対策についても工夫、改良され取り組まれてきており、地域との関わり方や情報発信、情報共有もされてきたと思うので、そういう成果について、今後どのように反映させるのか、また、今後の核融合研究は、ITERも本格化していく中で、LHDが安全面や社会連携の部分で果たす役割を共有財産として、国際的な側面も含め、どう活かしていくのかとの質問があった。研究所から、核融合はこれから実用化に向けて社会実装していく中で、この研究段階で取り組んできたことが礎になっていく。それには二つの側面があり、一つは、今日ご説明したように、環境放射能を精密に測定し、非常に微量な放射線の評価を行っていくことが科学的な側面であり、研究所の研究グループが今後も重要なテーマとして取り組んで、発展させていきたい。もう一つの側面は、社会とのつながりであって、放射線に係る安全性をどのように社会の意識と共有していくのかが、重要なポイントになる。これも、研究所の中でこれまで行ってきた様々な活動のノウハウがあり、地域とのコミュニケーションをどう取っていくのかについての知見として重要である。放射線に関わる科学分野では、ビッグプロジェクトと地域との関係は、大きなテーマの一つと言える。これまで研究所が地域の皆様にご理解をいただいて進めてきたことは、貴重な経験だと考えており、このことを一般化し、重要な成果の一つとして今後も発展させていきたい旨説明があった。
- 今年度の実験計画として、LHD装置の中の材料を取り出して分析する実験は行わないのか、また、重水素実験が終了した後、材料の分析に関する計画はあるのかとの質問があった。研究所から、LHD真空容器の中に試験片を設置あるいは挿入する実験は、共同研究において応募申請の多い研究であり、今年度は重水素実験の最終年度に当たるため、優先順位を決めて、実験を進めていく予定である。また、重水素実験終了後については、トリチウムのマスマバランスの評価を重要な研究テーマの一つとして位置付けているため、引き続き、プラズマの中の材料がどのように変化したのか、また、トリチウムがどのようにシステム内で振舞うのかなどについても、重要研究課題として取り組んでいく予定である旨説明があった。
- 試験片を取り出して実験をすることについて、安全対策はどのように行っているのかとの質問があった。研究所から、真空容器から取り出す試験片については、非密封放射性同位元素という扱いで管理している。管理区域内に試料を加工する設備を整備しており、そこで微量の放射性同位元素が散逸しない対策を施した上で、試料の加工を行い、同じ管理区域内にある電子顕微鏡等で分析を進めている

旨説明があった。また、試料の取扱方法については、関係法令上において問題がない旨の補足説明があった。

- 様々な安全対策をされており、とても素晴らしいと思った。3年前に南海トラフ地震臨時情報について通知されているが、研究所は、このことについて、どのように対応するのか。まだ検討されていなければ、今後の検討材料にしてほしい。南海トラフ地震は日本の東と西で分かれて起きると言われており、どちらかで発生した時に、その現象が情報発表条件に当てはまるか配慮し、南海トラフ地震臨時情報が出される予定であり、この情報が出されれば、社会も相当混乱するため、研究所としてどういった対応をするのか、検討いただきたい。また、電気に関しては、研究所として復旧の対応をシミュレーションしており、復旧するまでに10日間の予想であるとの説明を受けたが、この海から離れている場所では、電気の復旧が遅れる可能性もあるため、10日間以上の対策を考える必要があると認識いただきたいとの質問等があった。研究所から、電源喪失に関しては、ガスと軽油を併用した常用発電機を備えており、これにより実験装置を安全に停止することができること、燃料の供給が途絶えても軽油タンクを常備しているため、監視体制を10日間以上維持することが可能である旨説明があった。また、南海トラフ地震への対応については、研究所全体として防災訓練を毎年1回実施し、また、内閣府（防災担当）及び気象庁が行う緊急地震速報全国訓練に参加するなど、図上訓練も含め行っているが、南海トラフ地震臨時情報については、調査確認のうえ、対応を考えたい旨説明があった。
- 放射線管理上、管理の行き届いた実験ができており、評価できる。テクニカル上の質問として、資料4の24/41ページについて、トリチウム発生量4.9GBqに対して、排気塔からのトリチウム放出量0.10GBqとあり、除去装置の性能評価も95%以上であるとの説明から、実際の回収は4.8GBqであり、漏洩していないとの認識で良いかとの質問があった。研究所から、漏洩はないが、系内に滞留している量があるため、実際の回収量は4.8GBqにはならない旨説明があった。
- 滞留している分も、適切に処置されることで間違いないかとの質問があった。研究所から、先程、試験片を取り出して行う実験についてご説明したが、取り出す材料に僅かながらも含まれるもの、真空容器内の受熱板等に滞留するものがあり、これらは研究として含有量を評価した後、これまでと同様に適切に処置する旨説明があった。
- トリチウムは微量でほとんど出てないので、線量に効かないとのことで理解したが、実際の線量評価をするに当たって、環境中に出てくる形態は、核融合はHTの形かと想定されるが、線量評価上では、こういった形で吸引とかの形態にさ

れているのか、HTOの形でされているのか、HTの形でされているのか実行線量の換算係数が異なるので、安全側でやられているのかと推測するが、そのあたりを説明願いたいとの質問があった。研究所から、管理値の観点で言うと、HTOの形で設定をしている、即ち安全側の水で設定している旨説明があった。

(報告事項等)

(2) 大型ヘリカル装置における重水素実験終了後の予定について

長壁実験統括主幹から、資料5に基づいて、大型ヘリカル装置における重水素実験終了後の予定について、重水素実験の2022年度での終了、重水素実験終了後のLHDの放射線管理の考え方について説明があった。説明に対する質疑応答の概要は以下のとおり。

- 重水素実験終了に伴い、この委員会はどのような対応をしていくのかとの質問があった。研究所から、重水素実験終了後、僅かながらも残留している放射能があるため、その管理については研究所全体の安全管理体制の中で進めていくことになる。重水素実験終了後の管理体制等について、今後どのようにしていくか、この委員会でご審議いただきたいと考えている旨説明があった。

(審議事項等)

(1) LHD重水素実験放射線管理年報(2021年4月1日～2022年3月31日)(案)について

長壁実験統括主幹から、資料6に基づいて、LHD重水素実験放射線管理年報(2021年4月1日～2022年3月31日)(案)の内容の説明があった。

片山委員長から、審議事項等(1)の管理年報(案)について、特段の質問等はなく、了承することとしたい旨発言があり、了承された。

閉会に当たり、委員長から、本日の研究所の説明により、実験中とメンテナンス期の管理体制等に関して問題がないことの確認ができた。また、委員会が今まで指摘してきた点を踏まえた上で、研究所が安全に重水素実験を進め、多くの研究成果を挙げ、かつ、非常に微量な放射線管理についても、根ばり強くやってくられた。このことが、本委員会や安全監視委員会を通じて、地域に対して放射線の影響がないことを説明し理解いただけたかと思う。重水素実験を進めるに当たって、委員会としては管理体制の監視について、何かあった場合の対応を所員に365日、24時間体制で行うよう提言した。これは非常に負担になったかと懸念するが、実験の趣旨について、地元の岐阜県・3市だけではなく地元住民の方の理解を得るためであり、とても重要で必要なことであったと考える。この委員会は、今回で22回目になるが、議論を重ね、研究所からの報告も聞いてきた。今年度の10月から最後の重水素実験が行われる予定であるが、その後の安全管理体制等について、例えば、重水素実験終了後において、監視体制が必要なのか、

宿日直も継続してやる必要があるのか等を検討する必要がある。委員会の提言によって決めたことについては、委員会として、次のステップに向けて議論していく必要があり、そのことは県・3市の行政や、一般の市民の方にも納得いただける形にしたい。そういったことを踏まえて、研究所の意見も聞きながら、委員やオブザーバーの方の率直な意見を集約し、議論を進めたいため、引き続きご協力をいただきたい旨発言があった。

また、所長から、安全性の評価のみならず、より安全を高めるためのアドバイス、これまでの取組を発展させ発信していくための様々な貴重なご意見をいただき御礼を申し上げます。重水素実験が終了した後、どのようにやっていくべきであるかについても、今後、本委員会でご審議を賜り、提言をいただいてその方向に沿って進めていきたいと考えている旨挨拶があった。

#### 配付資料

- 資料1： 核融合科学研究所重水素実験安全評価委員会委員名簿
- 資料2： 核融合科学研究所重水素実験安全評価委員会設置規則
- 資料3： 核融合科学研究所重水素実験安全評価委員会の運営に関する申合せ
- 資料4： 大型ヘリカル装置（LHD）における第5年次の重水素実験の実施結果等について
- 資料5： 大型ヘリカル装置における重水素実験終了後の予定について
- 資料6： LHD重水素実験放射線管理年報（2021年4月1日～2022年3月31日）（案）

以上