

核融合科学研究所重水素実験安全評価委員会（第20回）（書面開催） 意見まとめ

議事(1)大型ヘリカル装置（LHD）における第3年次の重水素実験の実施結果の報告について		
意見	その他	研究所対応案（委員長確認済）
なし		
なし		
P29ページにある監視体制の拡大は、本委員会で私も含め複数の委員が引き続き必要性を主張した結果であり、その際には範囲を拡大することで全体の士気向上にもつながるのではないかという意見も出ていたかと思いますが、実際に拡大して、もし現場の負担感だけが増えているとすれば、本来の目的とは異なってしまいます。改めて、現状についてご報告を伺い、より適切な対応について意見交換ができれば、と考えます。		ご意見ありがとうございます。核融合科学研究所では、平成29年3月の重水素実験開始前から運転員による24時間体制の監視を行っており、また、火災等の緊急事態が発生した場合、マニュアルに従い、直ちに判断・対応が行えるよう平時から体制を整えています。重水素実験開始に伴う監視体制という点では、安全管理計画に記載されていますように、重水素実験開始に伴い新たに整備した放射線総合監視システム等の初期故障などに対応するべく重水素実験初期にはとところで、研究所職員に宿日直勤務を命じてきました。重水素実験開始後、機器に特段の故障はなく安定的に運用してきました。また運転・監視の指導に努めてきた結果、運転員のスキルも上がりました。安全評価委員会の審議結果を踏まえて昨年4月から、研究所職員の宿日直勤務対象者を拡大し、対象者一人あたりの宿日直の勤務回数は軽減されました。今後は、研究の更なる進展に向けて、安全には十分に配慮した運転監視体制の検討を進めていきたいと考えています。
	安全性に十分配慮しながら、着実に研究が進められているというご報告で、大変素晴らしいと考えます。今回の新型コロナウイルスで、リスク管理において感染症への考慮も必要であることが改めて明らかになりました。対策マニュアルを作成し、現在はその下で保守・点検が行われているとのことですが、詳細を伺う機会があればと思います。	ご意見ありがとうございます。新型コロナウイルス感染症対策につきましては、ワクチンが開発されて入手可能になるまで、あるいは集団免疫を獲得するまでは今暫く継続することになるかと思えます。新たに整備しました「新型コロナウイルス感染予防対策マニュアル」には、作業の現場等において、アルコール消毒液の設置・使用や不特定の者が触れる箇所の定期的な消毒、現場・打合せでのマスクの着用、石鹸による手洗い・うがいの励行などの感染予防対策に加え、感染者等であることが確認された場合の対応指針等が記されています。詳細につきましては次回委員会の場でご説明させていただきます。
シート15及び管理年報（P15）： 環境水中トリチウム濃度の監視結果について、濃度が過去の変動範囲内であり、レベルも低いので監視上は全く問題ありません。ただ、年間を通して、一部の降水の上昇がみられます。これは、春にみられるスプリングピークと推測されます。スプリングピークは春季に成層圏と対流圏の大気交換の活発化によって成層圏に存在するトリチウムが降下する現象、並びに同時期に発生するアジア大陸起源の高トリチウム濃度の水蒸気の寄与によって生じる季節変動として知られています。 プレゼンシート（資料3）には記載の必要ありませんが、年報のほうには、例えば「なお、春季の降水が一時的に上昇しているが、これはスプリングピークという春季に降水中トリチウムが高くなる自然現象を示している」といった一文を入れてはいかがでしょうか？住民の方の疑問や不安の解消に役立つと思われます。		ご意見ありがとうございます。ご教授いただきましたスプリングピークにつきましては、仰るとおりかと存じますので、研究所のホームページで公表いたします「LHD重水素実験放射線管理年報（2019年4月～2020年3月）」（以下「管理年報」）のP.15に以下のように追記修正させていただきます。 「なお、春季の降水中トリチウム濃度が一時的に上昇しているが、これはスプリングピークという春季に降水中トリチウムが高くなる自然現象を示している。」
シート22及び管理年報（P2）： （3月平均値）とありますが、これは「令和2年3月の平均」、「3カ月間の平均」、それとも「4-6月、7-9月、10-12月、1-3月のそれぞれの期間（3カ月）の算術平均」でしょうか、それとも別な意味でしょうか？何か説明を記載しておくと思いません。		ご意見ありがとうございます。「放射線を放出する同位元素の数量等を定める件（平成12年科学技術庁告示第5号）第14条第3項」においては、排気中や排液中の放射性同位元素の濃度限度に関する記述として、「4月1日、7月1日、10月1日及び1月1日を始期とする各3月間についての平均濃度」と規定されています。研究所の管理値もこれに準じています。資料3のP.22及び管理年報のP.2において、ご指摘のとおり3月平均の始期に係る記載がなかったため、以下のように資料3のP.22及び管理年報のP.2に追記修正させていただきます。 「3月平均（4月1日、7月1日、10月1日及び1月1日を始期とする各3月間についての平均）は、放射線を放出する同位元素の数量等を定める件（平成12年科学技術庁告示第5号）第14条第3項の規定による。」

議事(1)大型ヘリカル装置（LHD）における第3年次の重水素実験の実施結果の報告について

意見	その他	研究所対応案（委員長確認済）
	<p>シート29： 「新型コロナウイルス感染予防対策マニュアル」を策定されたとありますが、内容はどのようなものでしょうか。例えば、重水素実験中にクラスターによる感染が発覚した際の対応はどのようにされる予定でしょうか。実験の安全評価には直接関係ありませんが、実験スケジュールに係ってきますので、重要と思われる感染対策について少し紹介してください。</p>	<p>ご意見ありがとうございます。研究所ではパンデミックを含む災害が生じた際においても事業が停滞することがないように事業継続計画書（BCP）を策定しており、平時から事業継続能力の強化に取り組んでいます。また、大型ヘリカル実験棟及び周辺建屋で作業する職員、運転員等（以下「職員等」）が新型コロナウイルスに感染したことが確認された場合の対応について、研究所のリスクマネジメントガイドラインに従って、ケーススタディを別途行い、現場レベルでの放射線管理、LHD及び関連機器の維持における危機管理指針についても確認しております。その前段として、職員等の新型コロナウイルスの感染予防が肝要であることから、「新型コロナウイルス感染予防対策マニュアル」を新たに整備しました。同マニュアルには、作業の現場等において、アルコール消毒液の設置・使用や不特定の者が触れる箇所の定期的な消毒、現場・打合せでのマスクの着用、石鹸による手洗い・うがいの励行などの感染予防対策に加え、感染者等であることが確認された場合の対応指針等が記されています。実験実施につきましては、遠隔実験体制の整備等、万一、感染者が発生しても、その影響を最低限に抑えるような実施方法の検討を進めています。</p>
<p>P.16~17で気体（トリチウム、アルゴン）の濃度データが管理値より十分低いというのは理解できますが、バックグラウンドに対して有為な増加があるのでしょうか。一方、P.12~15の環境放射能やトリチウム水に関しては、重水素実験を行っていない期間との定量的な比較ができ、ほぼバックグラウンドレベルであることが理解できます。従って、P.16~17の図でも、「管理値より十分小さい」という視点のみではなく、「バックグラウンドレベルである」というのが一目で分かるような図にした方が良いのではないのでしょうか。（なお関連するコメントを議事3の資料5でも記述しました。）</p>		<p>ご意見ありがとうございます。排気塔から放出されるガス中に含まれるトリチウムにつきましては、バックグラウンドに比して僅かではありますが有意な増加が確認されています。アルゴン41につきましては、重水素実験開始前の計算による事前評価において、排気塔において検出が困難である程度の量しか生成されないことが分かっており、その管理においては本体室で測定を行い、その値をもって排気塔における濃度としております。測定値にはLHD本体や管理区域内のコンクリートからの放射化に伴う2次ガンマ線に起因する信号が含まれ、それらが支配的です。それら全てをアルゴン41であると仮定してもなお、研究所管理値を大きく下回る値です。環境を対象とする測定とは異なり、排気塔における測定は有意な値が出ることは必定です。排気塔におけるバックグラウンドに対する増減に関わる量の議論は、環境放射線等に関する議論とは性質が異なるため、安全管理計画にて、お約束しました研究所管理値を大きく下回るという事実(例:排気中トリチウム濃度（3月平均)の研究所管理値（$2 \times 10^{-4} \text{Bq/cm}^3$）の0.5%（$0.01 \times 10^{-4} \text{Bq/cm}^3$））が重要であると考えます。</p>
<p>「新型コロナウイルス感染予防対策マニュアル」の策定は大変良いことだと思います。具体的にはどのような内容なのでしょう？</p>		<p>ご意見ありがとうございます。新たに整備しました「新型コロナウイルス感染予防対策マニュアル」についてですが、同マニュアルには、作業の現場等において、アルコール消毒液の設置・使用や不特定の者が触れる箇所の定期的な消毒、現場・打合せでのマスクの着用、石鹸による手洗い・うがいの励行などの感染予防対策に加え、感染者等であることが確認された場合の対応指針等が記されています。</p>
<p>安全に第3年次の重水素実験を遂行した事は評価できます。高い電子温度・イオン温度の同時達成は評価できますが、電子密度はどのくらいの領域にあったのでしょうか？</p>		<p>ご意見ありがとうございます。第3年次のLHD重水素実験の安全な遂行、及び代表的研究成果の一つである高い電子温度・イオン温度の同時達成についても評価いただき厚くお礼申し上げます。第3年次に得られたプラズマの温度拡大領域において、電子密度はおおよそ $1 \times 10^{19} (\text{m}^{-3})$ でした。今後は、より高い電子密度領域での高温プラズマの生成・維持を図る予定です。</p>

議事(1)大型ヘリカル装置（LHD）における第3年次の重水素実験の実施結果の報告について

意見	その他	研究所対応案（委員長確認済）
	<p>宿日直勤務対象者の拡大は評価できますが、運転期間以外では1時間以内に現場に到着できる見込みがある場合は必ずしも所内にいる必要がないのではないのでしょうか？</p>	<p>ご意見ありがとうございます。核融合科学研究所では、平成29年3月の重水素実験開始前から運転員による24時間体制の監視を行っており、また、火災等の緊急事態が発生した場合、マニュアルに従い、直ちに判断・対応が行えるよう平時から体制を整えています。重水素実験開始に伴う監視体制という点では、安全管理計画に記載されていますように、重水素実験開始に伴い新たに整備した放射線総合監視システム等の初期故障などに対応するべく重水素実験初期にはとところで、研究所職員に宿日直勤務を命じました。重水素実験開始後、機器に特段の故障はなく安定的に運用してきました。また運転・監視の指導に努めてきた結果、運転員のスキルも上がりました。安全評価委員会の審議結果を踏まえて昨年4月から、研究所職員の宿日直勤務対象者を拡大し、対象者一人あたりの宿日直の勤務回数は軽減されています。いただいたご意見を参考にしながら、安全には十分に配慮した運転監視体制の検討を進めていきたいと考えています。</p>
	<p>市民の方々にいろいろな機会に説明をされていることは評価できます。実際のところどのような質問が出たのか、ホームページなどでQ&Aを共有できると良いと思います。</p>	<p>ご意見ありがとうございます。研究所では毎年、3市の公民館等で市民説明会を開催し、いただいたご質問並びにご意見と、それらに対する研究所の回答をまとめまして、研究所のホームページに掲載しています。今後も情報公開に努め、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。</p>
<p>特に意見はありません。</p>		
<p>なし</p>		
<p>安全管理計画に基づいて実験を実施され、監視結果も良好で、安全に終了されたとのこと大変良かったと思います。</p>		<p>ご意見ありがとうございます。今後も関係法令、県・三市との協定書等、安全管理計画を遵守し、実験研究の安全性確保を優先事項として、放射線監視結果の公表等、情報の積極的な公開にも努め、より一層、研究成果を上げるよう取り組む所存です。</p>
<p>なし</p>		
<p>回収されたトリチウム含有水について質問します。日本アイソトープ協会に引き渡されたとありますが、引き渡された後、最終的にはどのように処理されるのですか？</p>		<p>ご意見ありがとうございます。トリチウム含有水の公益社団法人日本アイソトープ協会での処理につきましては、同協会に「引き取った放射性廃棄物の内容を確認した上で、それに応じて法令に基づき適切に処理します。」と確認しております。</p>
<p>なし</p>		
<p>なし</p>		
<p>なし</p>		
<p>なし</p>		
<p>なし</p>		

議事(2) 第4年次の重水素実験の準備状況及び後半3年間の計画の確認について		
意見	その他	研究所対応案(委員長確認済)
なし		
<p>第4年次を行う実験が目指しているところが見えづらい。資料3のP.9の図に示されている赤い矢印の先に新しい実験データのポイントを作ることだとは思いますが、アンテナの追加はそのために必要でしょうか？</p> <p>プラズマの専門家には常識的なことかもしれませんが、ダイバーテストモジュールを設置することで何ができるようになるのでしょうか？</p>		<p>ご意見ありがとうございます。第4年次の重水素実験においては、イオン温度及び電子温度がともに1億度を超える高温領域の拡大を狙っています。イオンサイクロトロン加熱用アンテナの追加につきましては、これを実現する上で重要な加熱装置であることに加え、重水素実験の重要研究課題と位置づける高エネルギー粒子閉じ込め研究の遂行において必要な同粒子の生成ツールとしての機能を期待しています。ダイバーテストモジュールは、重水素実験後半3年間の計画の準備研究として、タングステンを用いたダイバータを試験するためのものです。プラズマ実験期間中に部分的に導入し、タングステンダイバータのプラズマによる損耗の程度や同ダイバータの冷却能力等に係る基礎データを取得します。</p>
	<p>これまでの成果に基づき、新たな要素を取り入れながら計画が進められており、今後の可能性に大いに期待したい。議事1にも書いたことですが、コロナ後の世界は、様々な変容を求められることになろうかと考えます。研究もすべて従来通りとはいかず、共同研究の進め方や国際協力の在り方など変わってくることもあるのではないのでしょうか。現在進行中で、なかなか先が見通せず、本年10月予定の実験開始も変更があるかもしれない状況であると思いますが、今後、将来に向けての長期的な考え方について、次回の委員会などで伺えたらと思います。</p>	<p>ご意見ありがとうございます。核融合科学研究所は大学共同利用機関として国内の大学等との共同研究に加え、国際学術交流協定等に基づいて海外機関との国際共同研究についても数多く進めております。これらの事業につきましては、今現在においては遠隔会議システムを活用し、新型コロナウイルス感染症環境下においても停滞することなく進めております。共同研究の推進という視点におけるLHD実験や国内外共同研究のあり方に係る将来に向けた考え方につきましては、遠隔実験実施の体制を検討しており、次回委員会の場でご説明させていただきます。</p>
	<p>LHDの重水素実験は大掛かりな実験なので、事故には至らなかったものの、「ヒヤリ」「ハッ」とした情報を共有し、事故防止の対策を立てるためのヒヤリ・ハット報告を定期的に行うことを勧めます。</p>	<p>ご意見ありがとうございます。研究所では、毎年、安全衛生推進部主催の安全講習会を開催し、研究所職員・学生に加え、共同研究者、運転員、請負業者の皆様にも参加いただき、安全教育と作業手順の確認に加え、作業安全に係る指摘事項・指導事項やヒヤリハットの報告を行っております。また、研究所において研究・教育活動及び各種作業を安全に行うために注意事項等を纏めた安全ハンドブックを策定し、作業を行う者の安全に対する意識向上を図るとともに、日々においては、朝礼、実験前打ち合わせ、現場でのツールボックスミーティングを行っています。引き続き、安全作業に努めて参ります。</p>
<p>LHDでの学術研究のすそ野を拡大する上からも「中性子の医療応用等に向けた研究」を追加申請することは大変結構だと思います。この申請を行うにあたり、具体的にはハード・ソフトのどのような面での配慮や改修が必要なののでしょうか。</p>		<p>ご意見ありがとうございます。変更承認申請にあっては、使用の目的に、中性子の医療応用等に向けた研究を追加したのみであり、放射線管理におけるハードウェア等の新たな設備は要しません。研究の遂行を目的とするハードウェア整備という点では、放射線管理の基点となる中性子発生量評価の精度を担保する目的で整備した中性子放射化箔システムの照射端を、本研究の目的に合致した中性子場を得るべく追加整備するとともに、放射線照射した細胞を観察する顕微鏡等の機器の整備を行いました。</p>
<p>安全に考慮して良い計画になっていると思います。</p> <p>最後のページでICHでの中性子発生量を計算と実測とを比較していますが、高いところでは2倍程度計算値を上回っている。アンテナが1対増加する実験では、特に加熱シナリオを吟味しながら慎重に実験を遂行してほしい。</p>		<p>ご意見ありがとうございます。現状、ICHプラズマからの中性子発生率は、安全管理計画で想定している高性能プラズマの最大中性子発生率(1.9×10¹⁶個/秒)よりも遥かに少ない状況ではありますが、引き続き中性子発生量管理を厳格に行いつつ、慎重に実験を遂行する所存です。</p> <p>なお、該当ページ(資料4のP.13)中、「第12回の評価委員会」は誤りで、正しくは「12月の評価委員会」ですので、修正させていただきます。誤植がありましたこととお詫び申し上げます。</p>
	<p>中性子の医療応用への展開は、無理のない計画で進めてほしい。</p>	<p>ご意見ありがとうございます。資料3のP.2に記載しましたように、LHD重水素実験の目的の一つとして、新たな研究領域の拡大や実験の多様性の拡大を掲げております。LHDプラズマの高性能化研究の遂行を中軸とし、中性子の医療応用に向けた基礎研究を展開し、LHD重水素実験を利用した研究の新たな可能性についても今後追求していく所存です。</p>

議事(2) 第4年次の重水素実験の準備状況及び後半3年間の計画の確認について		
意見	その他	研究所対応案(委員長確認済)
特に意見はありません。		
なし		
10月の実験にむけての整備及び変更申請等の準備状況承知しました。コロナの影響も少なからずあると想像していますが、安全に配慮し進めていただければと思います。		ご意見ありがとうございます。今後とも安全には十分に留意しつつ、LHD実験を進める所存です。
重水素実験の危険性(逆に言えば安全性)と得られる効果を天秤にかけた時のその必要性を、より分かりやすく社会に発信する目的で、例えば資料4のP.6の中性子の医療への応用実験などは、従来すでに存在する多くのがん治療法比較して、中性子を用いる(もちいなければならない)理由などが(がん細胞のみを攻撃する方法はほかにも沢山ある)、もっと素人にも分かりやすく説明されればよいと感じました。またそもそも、実際発生する中性子の量は、この目的を達成するために十分な量であるのかという点も気になりました。		ご意見ありがとうございます。中性子の医療応用に向けた基礎実験についてですが、今年度より本格的に着手する研究であり、今後、安全評価委員会の場で研究成果についてもご紹介させていただくことになろうかと思えます。より一層分かりやすく、という大変貴重なご指摘につきましては今後の参考にさせていただきたく存じます。次いで、中性子の量についてですが、現在加速器を使って開発が進められている施設における中性子フラックスと同等のフラックスがございません。ただし、LHDの場合、1放電当たりのパルス幅が多くの場合約3秒程度であり、BNCTに必要な中性子量を得るには加速器に比してより長い時間が必要になります。LHDで行う中性子の医療応用に向けた実験では、実際の医療の場として使うことまでは想定していません。核融合研究のスピンオフとして、核融合中性子を利用した医療応用の実施可能性等を探究する基礎研究と位置付けています。
	重水素実験期間中に、所員に新型コロナウイルス感染者が複数名出た場合、マンパワー的に、安全に実験を履行できるでしょうか、あるいは中止した場合の後処理ができるのでしょうか。	ご意見ありがとうございます。大型ヘリカル実験棟及び周辺建屋で作業する職員、運転員等(以下「職員等」)が新型コロナウイルスに感染したことが確認された場合の対応について、研究所のリスクマネジメントガイドラインに従って、ケーススタディを別途行い、現場レベルでの放射線管理、LHD及び関連機器の維持における危機管理指針についても確認しています。具体例を一つ挙げますと、重水素実験実施において放射線管理の点で最重要機器である排気ガス処理システム(トリチウム除去装置)の担当グループにおいては、仮に新型コロナウイルスの感染者が出た場合においても、グループ構成員全員が濃厚接触者とならぬよう、グループを2分割した上で電話やメール等を活用して情報共有を行い、システム運用業務を安全に履行できることを確認しました。また、手順書等が整備されており、運転員が状況に応じたシステム操作に対応できるようにしています。
なし		
なし		
なし		
なし		
なし		
なし		

議事(3) LHD重水素実験放射線管理年報(2019年4月1日~2020年3月31日)(案)の確認について

意見	その他	研究所対応案(委員長確認済)
なし		
なし		
	今後も、引き続き、正確で、分かりやすい情報提供をお願いしたい。	ご意見ありがとうございます。LHD重水素実験の放射線管理の状況、放射線測定結果等について、今後も引き続き、正確で分かりやすい年報の発行等、情報公開に努めてまいりますので、よろしく願います。
上述(1)の意見)参照		ご意見ありがとうございます。議事(1)におけるご意見に対して回答させていただきましたように、ご教授いただきましたスプリングピークにつきましては、管理年報のP.15に以下のように追記させていただきます。 「なお、春季の降水中トリチウム濃度が一時的に上昇しているが、これはスプリングピークという春季に降水中トリチウムが高くなる自然現象を示している。」
P.11の表4-7.1での研究所管理値に対する割合に関して、敷地境界線量はバックグラウンドを差し引くと重水素実験による寄与は0.00%であるということかと思えます。一方、トリチウムやアルゴンが3.2%、0.5%、1.5%、0.6%という値はバックグラウンドを含めた値であり、しかも重水素実験を行っていない期間に最大値となっているデータも含まれていると理解しました。従って、この表では、バックグラウンドを差し引いた重水素実験のみによる寄与の値(敷地境界線量)とバックグラウンドも含めた値(トリチウムやアルゴン)が混在しています。資料3でも指摘しましたように、トリチウムやアルゴンの場合も、「研究所管理値より十分小さい」ということに加えて「バックグラウンドレベルである」というならば、それが判るような内容及び表記が良いのではないのでしょうか。		ご意見ありがとうございます。資料3におけるご質問に対して回答させていただきましたように、研究所敷地内及び周辺環境放射線量やトリチウム濃度といった環境を対象とする測定とは異なり、放射性同位元素等の規制に関する法律に基づく管理区域の排気塔においては、測定は有意な値が出ることは必定です。排気塔におけるバックグラウンドに対する増減に関わる量の議論は、環境放射線等に関する議論とは性質が異なるため、安全管理計画にてお約束しました研究所管理値を大きく下回るという事実(例:排気中トリチウム濃度(3月平均)の研究所管理値($2 \times 10^{-4} \text{Bq/cm}^3$)の0.5%($0.01 \times 10^{-4} \text{Bq/cm}^3$))が重要であると考えます。
なし		
特に意見はありません。		
なし		
特にありません。		
なし		
重要な機密情報の管理はどのようになっていますか?		ご意見ありがとうございます。機密情報につきましては、核融合科学研究所が所属する自然科学研究機構では、機構に情報資産の開発、管理、運用及び情報セキュリティ対策に関する総合的な権限及び責任を有する最高情報セキュリティ責任者(CISO)を置き、各機関に所掌する組織における情報セキュリティ対策等の実施に関し総括する機関CISOを置くことにより、情報セキュリティ対策に関する基本規程に基づいて厳格に情報管理を行っています。また、知的財産に係る機密情報については、研究成果としての知的財産の取り扱いに関する基本的考え方と取り扱いの指針が示された自然科学研究機構知的財産ポリシーに従って管理しています。
なし		
なし		
なし		
なし		
なし		