

第9回 核融合科学研究所安全監視委員会 議事録

- 1 日 時：令和3年3月23日（火） 午後2時00分～午後3時45分
- 2 場 所：核融合科学研究所 管理・福利棟4階 第1会議室
- 3 出席者：委員

井口哲夫、奥野健二、柿沼志津子、高野研一、田邊哲朗、平山英夫、
田嶋義晋、山田明男

事務局

岐阜県 青竹寛子、山内康裕、野原勝樹、亀井英子

多治見市 仙石浩之、松尾彰久

瑞浪市 梅村修司、尾崎亨

土岐市 下原孝一、山路知治、本間陽子、酒井康代

研究所

竹入康彦、森崎友宏、長壁正樹、高畑一也、磯部光孝、田中将裕、
佐瀬卓也、林浩、小淵隆

傍聴者 なし

- 4 議 事：（1）大型ヘリカル装置（LHD）における第4年次の重水素実験の実施結果等について
（2）中性子及びトリチウムの測定結果の比較検証について

司会

携帯電話をお持ちの方は、電源をお切りになるか、マナーモードに設定いただきますよう、ご協力をお願いします。

それでは、定刻となりましたので、ただいまから第9回核融合科学研究所安全監視委員会を開催いたします。本日の進行役を務めさせていただきます岐阜県環境生活部環境管理課の山内と申します。よろしくをお願いします。

さて、この委員会では、核融合科学研究所が行う重水素を用いた実験にあたりまして、研究所周辺の環境保全に必要な監視測定等についてご審議いただいているところです。委員の任期は2年となっており、昨年10月の委員改選にあたり、新たに就任されました委員をご紹介します。

新たに委員として就任されました国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 量子医学・医療部門放射線医学総合研究所 副所長の柿沼志津子様

です。

柿沼委員

所属機関の名前が長いので量研と言っております。量研・放医研の柿沼と申します。

今回初めて委員を務めます。私は生物の研究をしています。

どのくらいの放射線を被ばくすると影響があるのかまたはないのかというのを動物実験で調べています。一般の方へも放射線セミナーを開催しています。

司会

同じく多治見市区長会長の田嶋義晋様

田嶋委員

田嶋でございます。よろしく申し上げます。私区長をしており、この度区長会長を拝命しております。ここを発着するバスが、私どもの団地を經由して多治見駅に行っています。こちらの所長さんたちとも、ご好意にさせていただきますまして、説明会等もたくさん開催していただけるよう手配しております。今後ともよろしく申し上げます。

司会

瑞浪市連合自治会長の成重隆志様ですが、本日は、所要のため欠席です。同じく土岐市連合自治会長の山田明男様です

山田委員

土岐市の山田明男です。よろしく申し上げます。2年間の任期ですが、この3月31日で土岐市連合自治会長は退任いたします。次は泉町の代表の区長が就任することになっておりますので、よろしく申し上げます。

司会

また、本日、ご出席の委員のご紹介ですが、お手元に配布した名簿をもって、代えさせていただきます。

それでは、委員会の設置者である県及び土岐市、多治見市、瑞浪市の3市を代表し、岐阜県環境生活次長の青竹からご挨拶申し上げます。

環境生活次長

皆さん、こんにちは。県環境生活次長の青竹でございます。核融合科学研究所安全監視委員会の開催にあたりまして一言ご挨拶申し上げます。委員の皆様方におかれましては、年度末のお忙しい中、お集まりいただきまして誠にありがとうございます。

また、今回新たに委員になられました柿沼委員、田嶋委員、成重委員、山田委員におかれましては、委員への就任につきご快諾をいただき、誠にありがとうございました。この場をお借りしまして御礼申し上げます。

この安全監視委員会では毎年度、研究所周辺における環境の保全に必要な監視、測定等御確認をいただいているところでございます。本年度の重水素実験において、今回で4期目でございます。核融合の発電を見通せる、高性能プラズマ研究をさらにすすめて、イオン温度及び電子温度の更なる温度領域の拡大に成功する等の成果が得られたと聞いております。本委員会では冒頭に研究所から重水素実験の状況ですとか、周辺のモニタリング結果について説明をいただきます。

続いて、重水素実験期間中の中性子及びトリチウムの測定を委員会で実施しておりますので、これを研究所の測定結果や平常の変動幅、重水素実験を行っていない期間のデータと比較した結果について事務局から説明させていただきます。

委員の皆様方におかれましては、研究所周辺の住民の皆さまの安全、安心を確保するために、専門的な立場から、また、地域の代表としてご意見を賜りますよう、よろしく申し上げます。

司会

では、議事に入ります前にご報告いたします。

設置規約に基づき、研究所の職員には、既に入場していただいております。傍聴希望者はおりませんでした。

なお、会議運営要領に基づき、委員会での発言希望者を募集しましたが、希望者はありませんでした。

次に、会議の成立についてご報告いたします。

本会議が有効に成立するためには、設置規約第8条第2項の規定により、委員の半数以上の出席が必要とされております。

本日、ご出席の委員は、8名で、会場が5名、WEB会議が3名でございます。全委員9名の半数を超えておりますので、本会議が現時点で有効に成立していることをご報告いたします。

次に配布資料の確認をさせていただきます。

本会議はペーパーレス化のため、資料は各委員のお手元に配布した、タブレット端末に入れてございます。次第、資料1から4、出席名簿及び座席表となっております。

不備等がありましたら挙手にてお知らせください。よろしいでしょうか。
それでは、設置規約に基づきまして、ここからの進行を井口委員長にお願いいたします。

井口委員長

元名古屋大学の井口と申します。この委員会も第9回を迎えたという事で、この委員会活動の継続に御尽力いただきました関係者の皆様には深く感謝いたします。特に今年度は新型コロナウイルスの制約がある中での活動という事で、かなり御苦労があったのではないかと推測いたします。

本日の委員会もオンラインと対面というハイブリッド方式で、当面、新型コロナウイルスが終わっても、このような形式が続くのかと思いますが、そういう中で本日御出席いただいている委員の皆様には、是非いつものように忌憚のない御意見をよろしくお願ひいたします。

それでは、お手元の議事次第に従いまして、審議事項1 大型ヘリカル装置、LHDにおける第4年次の重水素実験の実施結果等についてということで、研究所からご説明をお願いしたいと思います。よろしくお願ひいたします。

竹入所長

核融合科学研究所の所長の竹入です。どうぞよろしくお願ひいたします。

本年度の核融合科学研究所の大型ヘリカル装置の実験に関しましては、重水素実験開始4年目を迎えました。詳細に関しましては、長壁の方から報告いたしますけれど、今年度10月に実験を開始いたしまして、2月に実験を終了し、つい先日、3月の中旬に装置の運転を停止したところです。

本日は、この間の放射線等の状態について、安全管理の状況について報告させていただきますので、どうぞよろしくお願ひいたします。

長壁統括主幹

それでは、長壁の方から、今年度の実施状況、結果について御報告させていただきます。

まず、大型ヘリカル装置、LHDの第4年次における重水素実験の実施結果等についてご説明させていただきます。新しい委員もいらっしゃいますので、重水素実験の目的について簡単にお話させていただきます。

LHDの重水素実験は、重水素ガスを用いまして、核融合の条件の一つであるイオン温度1億2,000万度を達成し、核融合発電を見通せる高性能なプラズマの研究を遂行するというのが、主たる目的となっております。

これにより、核融合炉設計につながるデータベースを蓄積するとともに、学術的な基盤を構築していくことを行います。またこれらに加えて、新たな研究領域の開拓や実験の多様性を拡大するというものです。

こちら左側の写真は、LHDの鳥瞰図となります。LHDの周りに機器が多いので少々見難いですが、この真ん中のLHD部分をCADで描いたものが右側の図となります。LHDについてですが、鍋をひっくり返したような恰好をしています。装置の直径は13メートル、天井から床までの高さが9メートルとなっています。装置の全体の重量としては、1,500トンのものです。

1998年4月に軽水素で実験を開始いたしまして、2017年3月に重水素を用いた実験（重水素実験）を開始いたしました。今年度で4回目の重水素実験となります。

LHDにおける重水素実験ですが、重水素同士の核融合反応によって、中性子と微量ですが放射性物質のトリチウムが発生します。このトリチウムの発生量は、1回の実験に対して最大400万分の1グラム程度です。放射線に関してはベクレルという単位がありますが、 1.0×10^8 ベクレル程度の発生と、この量だけでは、日本の法律では放射性物質として扱わなくて良い量となっています。

また、中性子の発生量は、1回のプラズマ放電で最大 5.7×10^{16} 個発生すると予測されています。中性子については、LHDが設置されている部屋、大型ヘリカル実験棟に本体室というところがありますが、本体室を取り囲むコンクリートの壁で1,000万分の1に減衰するというものとなっております。

プラズマがついている時だけ、中性子とトリチウムが発生します。トリチウムにつきましても、真空排気装置を通してトリチウムを除去する装置を用いまして、他の水素同位体である軽水素や重水素と合わせまして水の形にして除去するという形になっています。

LHDの重水素実験ですけれども、地震に対する対応といたしまして、基本的に電気が止まってしまうとプラズマ自身はすぐに止まります。プラズマがついている時だけ、中性子やトリチウムが発生し、消えると発生が止まってしまうということです。建屋自身は震度6強でも倒壊しない設計になっていますし、またこの建屋に震度計が設置されておりまして、震度4で自動停止します。また、緊急地震速報を受信しますと、震度3以上でシーケンスが停

止する形になっております。

また、重水素プラズマの実験につきましては、制御装置を改造いたしまして、1回1回プラズマの生成を手動で起動する形で行っております。

先ほど少し述べましたが、重水素実験で発生する放射線の影響についてお話しさせていただきます。建屋天井のコンクリート厚は1.3メートル、壁については2m厚のコンクリート製の壁となっており、これにより実験で発生する中性子は1,000万分の1に減衰します。また、先ほども申し上げましたが、1回の実験で発生するトリチウムの発生量は、最大でも400万分の1グラムであって、放射性物質として扱わなくてもよい量ですが、これにつきましては、重水素や軽水素と合わせまして、トリチウム除去装置で水の形で回収いたします。これを公益社団法人日本アイソトープ協会へ引き渡しております。このトリチウム除去装置では、除去装置に入ったトリチウムの95パーセントが回収されますが、回収されなかった分はこの排気塔の方から管理しながら出すという形になります。2m厚のコンクリート壁で遮蔽した中性子の量を、敷地境界で人が1年中ずっと立っていた状態で、自然界の放射線と比較いたしますと、自然界放射線から受ける量の1,000分の1程度の量になります。また、トリチウムにつきましては、太陽から来る宇宙線によって、大気圏の中でトリチウムは発生し、これによりトリチウムがおおよそ1キログラムの水の中に0.5から1ベクレル程度あります。つまり、生活の中に溢れている水の中にその程度のトリチウムは自然と入っております。人体というのはほとんど水で出来ておりますが、その水の中に含まれるトリチウムの量と比べましても15分の1程度というような値になります。このように、自然界に存在する放射線やトリチウムに比べて、十分に少ない量で管理できるようになっております。

また、重水素実験はLHDが世界で初めて行うものではありません。国内で言うと量子科学技術研究開発機構、そして諸外国の多くの核融合研究施設で、何十年も行われておりまして、その安全性については確認されたものとなっています。

次にLHDで重水素実験を実施する際の安全性の評価と監視体制について簡単に述べさせていただきます。この重水実験の安全性につきましては、核融合科学研究所が設置いたします重水素実験安全評価委員会に評価いただいております。この委員会は、研究所が設置・運営していますが、研究所外の第三者の専門家、ジャーナリスト、地元の有識者等で構成される委員会

となっています。この委員会では、重水素実験に係る安全性に関すること、実験環境に関することについてご審議いただきます。重水素実験を開始する前に安全管理計画というものを策定いたしました。安全管理計画の策定にあたり、この委員会に評価を行っていただきました。2007年11月に安全管理計画は妥当であるとの評価をいただきまして、この中で第三者による監視委員会の設置などを提言いただきました。その後、東日本大震災を受けて安全管理計画を再検討いたしまして、これについても委員会の中でご審議いただき、2012年2月に再検討された安全管理計画は妥当であるという評価をいただきました。また、併せて、安全管理計画を確実に実行に移すことが肝要であるとの答申をいただきました。これに基づきまして、2013年3月に岐阜県、土岐市、多治見市、瑞浪市と研究所の間で周辺環境の保全等に関する協定書及び同覚書を締結しています。それを受けまして、県、三市の各議会の議決を経て、この安全監視委員会を設置していただきました。安全監視委員会で、重水素実験について監視していただくということと、研究所は監視委員会が行う監視・測定等に対して最大限協力していくということとなっています。

研究所における重水素実験の実施体制ですが、所長の下にLHD実験を取り仕切る実験会議、及び実験グループがごございます。一方、安全管理という観点では研究所全体の安全管理に責を負う安全衛生推進部がごございます。この二つの間に、重水素実験に合致した安全管理体制の充実を図るとか、重水素実験の実施に必要な機器整備、地元自治体との協議・調整、及び重水素実験計画関係の策定等を行う重水素実験推進本部がごございます。この三つの組織が連携し合いながら、重水素実験を進めております。左側の二つの組織が、主に安全管理ですとか、マニュアルの整備を担いまして、右側の二つの組織が重水素実験の遂行、安全な装置運転というところを担う形になっております。

研究所の放射線の安全管理組織について簡単に触れさせていただきます。研究所の中には所長に対して意見が言える法令に基づく放射線取扱主任者がおりまして、この放射線取扱主任者の諮問機関として放射線安全委員会というものがあります。また、これとは別に、安全衛生推進部の中に放射線管理室を置いております。放射線管理室の室長の下、大型ヘリカル実験棟管理区域の責任者を定義するとともに、LHD等の各装置に責任者が定義されております。このような形の放射線管理体制の下、重水素実験を実施しており

ます。

次いで、研究所の安全管理計画の中に記載されている研究所管理値について、ここで簡単にご説明させていただきます。安全管理計画におきましては、重水素実験は9年間を予定していますが、中性子発生量は、前半の6年間については、 2.1×10^{19} 個、これは年間に対しての値です。後半3年間については、年間 3.2×10^{19} 個を予定しております。

トリチウムの年間の発生量は、中性子の発生量と1:1の関係がございまして、 2.1×10^{19} の中性子発生量においては、トリチウムの発生量は370億ベクレルがそれに対応する値となります。トリチウムの発生量つきましては、中性子の発生量から評価・管理する形になっております。

敷地境界線量につきましては、法令の20分の1の年間50マイクロシーベルトという線量で管理いたします。

研究所の大型ヘリカル実験棟の排気塔からの排気につきましては、トリチウムの放出量としては、法令に基づいた制限はございませんが、安全管理計画の中で、年間37億ベクレルという形で管理すると明言させていただいております。排気ガス中のトリチウムの濃度につきましては、法令に基づく値の25分の1に相当する3月平均値として1立方センチメートルあたり 2×10^{-4} ベクレルが管理値となり、アルゴン41の濃度につきましては、法令値と同等になりますが、1立方センチメートルあたり 5×10^{-4} ベクレルが管理値となっております。

排水につきましては、大型ヘリカル実験棟の空調機から出てくる水がありますけど、基本的には、トリチウムが混入するということはありませんが、その水を排水する際の基準といたしまして、トリチウムの濃度が1立方センチメートルあたり0.6ベクレルという法令の100分の1に相当する形の値で管理しております。

この表は前年度の放射線監視結果になります。毎年5月か6月頃に前年度の重水素実験に係る放射線監視結果の確定値を、年報という形で公表させていただいております。前年度の放射線監視結果につきましては、昨年6月に研究所ホームページにて公表させていただきましたので、それについて簡単にご報告させていただきます。

中性子発生量は、先ほど申しましたように、研究所の年間管理値 2.1×10^{19} 個に対し、その6%にあたる 0.13×10^{19} 個となりました。トリチウム発生量は中性子発生量から管理しておりますので、中性子同様に年間研究所管理値

の 37 ギガベクレルに対して、6%の値となる 2.2 ギガベクレルでした。

敷地境界線量は、年間 50 マイクロシーベルトの研究所管理値に対して、実験に起因する線量としては、0%という形になりました。

排気塔からのトリチウム放出量につきましては、年間研究所管理値は 3.7 ギガベクレルとなりますが、0.12 ギガベクレルであって管理値の 3.2%という値になっています。排気中のトリチウムの濃度につきましては、3 月平均値で 1 立方センチメートルあたり 2×10^{-4} ベクレルで管理しておりますが、その 0.5%にあたる 1 立方センチメートルあたり 0.01×10^{-4} ベクレルとなっております。排気中のアルゴン 41 の濃度につきましても、管理値である 1 立方センチメートルあたり 5×10^{-4} に対して、その 1.5%にあたる 0.07×10^{-4} ベクレルといった値となっております。

排水中のトリチウム濃度ですけれども、先ほど申しましたドレン水等になりますけれども、これにつきましては、管理値 1 立方センチメートルあたり 0.6 ベクレルに対して、その 0.6%にあたる 1 立方センチメートルあたり 0.003 ベクレルという形になっております。これらは、このアドレスで示しました研究所ホームページにて、2019 年 4 月 1 日から 2020 年 3 月 31 日間の管理年報として公表させていただいており、監視結果はいずれも研究所の管理値を大きく下回る値でした。

次は、今年度の重水素実験について、まず、重水素実験の開始につきましては、8 月 27 日にこの計画について公表させていただきました。研究所のホームページで公表させていただきました中で、プラズマ実験期間としては 10 月 15 日から 2 月 18 日で、そのうち重水素を用いてプラズマ実験を行う期間としては 10 月 15 日から 1 月 22 日まで、また、プラズマ実験は原則として平日の火曜日から金曜日までの 9 時から 18 時 45 分まで行うこととし、月曜日にも実験を行う場合がある旨公表させていただきました。

今年度につきましては、安全管理というところで、放射線とは直接的な関係はありませんが、新型コロナウイルス感染症拡大がありましたので、それに関する対策について簡単にご説明させていただきます。新型コロナウイルス感染症対策といたしましては、保守点検の時期に新型コロナウイルスの感染の拡大がありましたので、急ぎ、保守点検作業時の新型コロナウイルス感染予防対策マニュアルを整備いたしました。研究所の職員等が保守点検等の作業を行う際の新型コロナウイルス感染予防対策として、現場での朝礼・点呼、各種打合せ、着替えや食事休憩、密室、密閉・狭隘空間における作業な

どについて、他の作業者と一定の距離を保つことや作業場所の換気の励行など、三つの密の回避のための対策を徹底するということ、作業の現場等においては、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、石鹼による手洗い・うがいの励行などを明文化したマニュアルを作成するとともに、次いで、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マニュアルについても別途整備しました。

また、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、しばしばBCPと呼ばれていますが、このBCPを策定しております。これにつきまして、今年度、新型コロナウイルス感染症に対する核融合科学研究所の行動指針を策定いたしました。新型コロナウイルス感染状況に応じた活動の目安として、活動段階が6段階となっております。研究所職員、学生、会議・出張、所外者の入構等についての行動指針を明文化し、対応を図っています。

また、私どもは、大学共同利用機関ということで、多くの大学の先生や大学院生が来所して共同実験するとか、国外の研究者が来所するということが今までありましたけれども、新型コロナウイルス感染症拡大の情勢の中でそのような活動をするのがなかなか難しいというところで、LHDの共同研究を進める上で遠隔実験体制やそのシステムを整備いたしまして、国内外の大学・研究機関との共同研究を滞りなく遂行できる仕組みを構築しました。

次に今年度の実験の概要です。第4年次の重水素実験ですけれども、2020年度のLHDプラズマ実験を10月15日に開始しました。例年どおり、平日の火曜日から金曜日までプラズマ実験を行い、月曜日には機器の点検等を行いました。プラズマ実験の日は8時40分から実験前ミーティングを行い、次いで超伝導コイルの励磁を行いました。プラズマ実験は18:45までとし、次いで、超伝導コイルの減磁を行い、19時に減磁を完了しました。その後、翌日の実験内容に応じて真空容器壁の調整等を行うことができました。また、コロナ禍を考慮し、整備した新しい共同実験の体制の下、核融合発電の実現に向けたプラズマの高性能化のための研究を進めました。今年度の重水素実験につきましては予定どおり1月22日に終了し、引き続き、1か月間は軽水素やヘリウムなどを使ったプラズマ実験を2月18日まで行いました。

これは、実験初日の実験前ミーティングの様子です。普段はもっと人がいるのですが、新型コロナウイルス対策ということで実験を進める上で必要最

低限の人が制御室に集まる、その他の人は各自の居室から実験に参加するというような形でミーティングを行いました。

右側の写真は、実験初日に米国・プリンストンプラズマ物理研究所と共同研究を行った際の、遠隔共同実験の様子です。タブレットに遠隔共同研究者が映った形で意見交換しながら実験を進めました。

次に今年度の実験の成果です。重水素実験の開始に伴いこれまでにイオン温度1億2,000万度のプラズマを実現しております。右側のグラフは、これまでにLHDプラズマで実現してきたイオン温度及び電子温度の変遷を表しています。軽水素での実験はこの水色の領域です。これに対して、重水素実験の最初の年度でイオン温度1億2,000万度を実現しました。それがこの紫色の領域で、翌2018年度には、イオン温度1億2,000万度の領域を電子温度がより高い領域へと拡張することを行いました。2019年度には、逆に電子温度が高い側からイオン温度を上げていくということを行いました。今年度の実験成果につきましては、現在データを精査している途中なので、具体的な値をここで述べることは差し控えたいと思いますけど、主に赤い領域を実現できていると思っています。赤いグラデーション領域がどのくらいまで正しいのかというところをただ今、精査しているところでございます。

このように2020年度の実験につきましても、核融合炉実現を見通せる高性能プラズマの推進、具体的にはプラズマの高温度領域を拡大していくことを行いました。イオン及び電子が共に1億度を超える核融合炉級プラズマの実現を目指して行っております。イオン温度1億2,000万度のプラズマの高電子温度化に成功しています。また、これはプラズマ物理学にとって大きな謎である同位体効果等の閉じ込め物理の研究を進めるなど、プラズマの高性能化と併せて学術的に価値の高い課題の研究を推進しています。これにより、環状プラズマの総合的理解のための学理の体系化を進めています。また、LHDは定常運転に非常に優れた特性を持っていますので、そのような装置における高エネルギーイオンの閉じ込め検証や長時間放電中における、装置内における水素同位体の振る舞いを調べるということで、核融合炉実現へ向けた今後の発展に資する研究も進めています。

今年度の実験ですが、先ほども述べましたように10月15日に重水実験を開始しました。1月22日に重水実験を終了し、2月18日はプラズマ実験最終日になりますけど、通算の放電数が17万回に達しました。同日プラズマ

実験を終了し、安全管理計画に基づいて2020年度のプラズマ実験を安全に終了することができました。実験日数としては60日、プラズマ生成回数としては約8,800回です。遠隔会議アプリの一つにMS Teams というのがありますが、こちらの写真は、MS Teams で相談しながら、LHD実験に遠隔参加する海外の共同研究者と相談しながら、共同実験を進めた時の様子です。

現在までにコイルの昇温も終わりました、ただ今メンテナンス期間に入っておりますけど、メンテナンスや改造期間を経まして2021年度のプラズマ実験に向けた準備を進めています。2021年度の実験につきましては10月中旬の開始を予定しております。

今年度の重水素実験期間中における中性子の発生量とトリチウムの総発生量の履歴を示しています。この赤い線は研究所管理値を示しています。この緑色の線が実際の履歴に相当いたします。10月15日に重水素ガスを用いた実験を開始いたしました。プラズマの加熱に使う、中性粒子入射加熱装置というのがあるのですが、これは全て軽水素のビームを入射するという形で開始いたしました。この中性粒子入射加熱装置のことを私たちはNB Iと呼んでおります。これは5台ありますが、そのうちの2台を10月28日に軽水素から重水素に変更いたしました。そのため、中性子発生量の傾きが少し増えています。その後11月10日、11月17日に残る3台のうち2台、残る1台を、それぞれ軽水素から重水素に変更し、11月17日には全て重水素になっています。NB Iの全5台が重水素になったタイミングで中性子の発生量が比較的増えまして、12月8日に逆に今度は5台のNB Iのうち3台を重水素から軽水素に戻しまして、残り2台が重水素という形で重水素実験を進めまして、12月25日にNB Iに使う水素をすべて軽水素に変えました。その後のプラズマ実験では、プラズマに導入するガスだけ重水素を使った状態を1月22日まで継続して、その後1月22日から2月18日までの1か月間は、全て軽水素あるいはヘリウムを用いたプラズマ実験を行いました。研究所の年間管理値に対して、これは速報値になりますが、中性子及びトリチウムの発生量は9.7%となっています。

プラズマ実験期間中の環境放射線量について、簡単に触れさせていただきます。11月19日は、中性子の発生量が比較的多い実験の日となっております。研究所には、RMS A F Eと呼ばれる放射線モニタリングシステムがございまして、これらの線は全てのモニタリングポストで測定したガンマ線のトレンドを表しております。また、こちらは中性子線のトレンドとなります。

緑色の領域は、重水素を用いてプラズマ実験を行った時間帯になります。緑色の時間帯だからといって環境の中性子線やガンマ線が変化するということはございませんでした。このような形で、プラズマ実験中の環境放射線の量は変わらないという例年どおりの結果が確認できました。先ほどのグラフは1日の放射線量率のトレンドを示しておりますが、こちらは実験期間中における、通年におけるモニタリングポストの傾向を表しています。上の図はガンマ線量率の傾向です。下の図は中性子線の傾向です。重水素を用いたプラズマ実験の期間は、このハッチした部分になっています。このグラフから分かりますように、中性子線が重水素プラズマ実験期間中に増えたということはありません。ガンマ線につきましては、このように少し増減する部分もありますが、これは、環境の変動によるものです。この下側の水色の部分がありますが、これは降水量を表しています。雨が降りますと天然の同位体元素のラドンとか、天然に存在する放射性同位元素が、雨と一緒に地面に落ちてきまして、それに伴いましてガンマ線が増えていく様子がモニタリングポストから確認できています。つまりプラズマ実験期間中の環境に対する影響というのは観測されず、むしろ環境の変動による影響の方が大きかったということが言えます。

先ほどは重水素プラズマ実験期間中という観点で見たものでしたが、これは重水素実験開始前からの放射線量の履歴です。研究所の敷地内、土岐市、及び多治見市にガンマ線の線量計を配置いたしまして、モニタリングをしております。この環境放射線測定につきましては、1996年からモニタリングを進めています。このピンク色のハッチしたところが重水素プラズマ実験を行った期間です。ご覧いただいて分かりますように、このピンク色の期間中に放射線量が特に増えているということはありません。どちらかという環境の緩やかな変動を反映しているという形になっています。

次が環境水中のトリチウム濃度の監視結果になります。環境水中のトリチウム濃度といたしましては、2000年からのグラフを示させていただいております。赤い点線は、過去の変動の中の最も高い値を示しています。その下の領域が過去の変動の範囲ということになります。これに対しまして、先ほどと同様に、ピンク色の領域が重水素プラズマ実験期間中に相当いたします。この環境水中のトリチウム濃度は、左図の赤い点で示した場所で環境水を採取いたしまして、この環境水中のトリチウム濃度を測った結果をこのグラフで示しています。このグラフから分かりますように、実験期間を示すピ

シグマ色の期間だからといって放射線量が増えるということではなく、むしろ環境の変動により影響の方が大きいということが分かると思います。重水素実験開始以降、環境水中のトリチウムの濃度は過去の変動の範囲内となっております。

次は排気塔における監視結果に移らせていただきます。排気塔のトリチウム濃度につきましては、法令値が1立方センチメートルあたり 5×10^{-3} ベクレルとなっておりますけれど、研究所は 2×10^{-4} ベクレルを管理値としております。グラフの一番下に見える緑色の線が監視結果になりますけれども、トリチウムの濃度につきましても、最大でも研究値管理値の250分の1未満であったということになります。

こちらは積算放出量ですけれど、点線が研究所管理値の年間37億ベクレルですが、研究所管理値を十分に下回る形になっております。アルゴン41の濃度につきましても、研究所の管理値を大きく下回る値でした。

トリチウムの回収、トリチウム含有水の保留、及び引渡しにつきましては、重水素実験開始に伴いまして、LHDの真空容器からの排気ガス中に含まれる微量のトリチウムにつきまして、トリチウム除去装置、これを私たちは排気ガス処理システムと呼んでおりますが、これを用いて、軽水素や重水素と併せて、水素の同位体を全部まとめて水の状態にして回収、保留しています。保留しているトリチウム含有水につきまして、2020年度は、850リットルを8月27日に公益社団法人日本アイソトープ協会に引き渡しました。現在の保留量につきましては、2月末の時点ですけれど、約1,440リットルになります。うち、約1,000リットルが機器の運転に必要な水となっております。

また、RMSAFEによる敷地境界線量の監視結果についてご説明させていただきます。これは安全監視委員会の議論に基づきまして、LHDの各プラズマ放電に同期した形でRMSAFEのデータを取得し、実験に起因する影響を評価させていただいております。各放電の開始直前にバックグラウンドデータを取得いたしまして、プラズマ実験中のデータをこのような形で取得しました。そして、プラズマ実験中のデータからバックグラウンドを差し引いた形で、プラズマ実験に起因する線量として評価しております。速報値では安全側に評価するというので、バックグラウンドを差し引いて負の値となったものについては全てゼロとして積算しています。先ほどもご覧いただきましたように、環境放射線の変動を表したものになりますので、引き算するとマイナスの値が出てきますが、安全側の評価をするという観点で、速

報値においては、マイナスの値が出た場合はゼロとして積算しております。

これは、RMS A F Eを使って放電毎に放射線量を取得し積算した敷地境界線量の監視結果になります。こちらのグラフの縦軸は、研究所の管理値を100%としたものとなっておりますが、データを示す赤線は、地面に這いつくばって少々分かりにくいので、グラフ縦軸の上限を1%にしたのがこのグラフになります。敷地境界線量の速報値において、先ほども申し上げたように、安全側評価のため、バックグラウンドを差し引いて負の値となったものはゼロとして積算しているため、右肩上がりのグラフになっています。確定値では、バックグラウンドを正確に評価するため、正確に差し引く、負になったからといってゼロにしないという形で差し引いた形の積算をいたします。

次いで、参考資料についてですが、研究所のI Cポスト、I Fポスト、これらは、それぞれ大型ヘリカル実験棟の西側と北側にあるポストにおいて測定した、プラズマ実験中とバックグラウンドに相当するガンマ線及び中性子線の合計の積算線量になります。青線はプラズマ実験中の線量、赤線はバックグラウンド線量を示していますが、ほとんど重なっているため一つの線しか見えません。プラズマ実験中の線量とバックグラウンド線量がほぼ重なっていることが分かると思います。このようにプラズマ実験中の線量とバックグラウンド線量に対して有意な差は認められません。

次に、研究所管理値に対する発生量等のまとめについてです。中性子総発生量は研究所管理値の9.7%、トリチウム総発生量は中性子総発生量から評価しますので、中性子同等、研究所管理値の9.7%でした。敷地境界線量につきましては、研究所管理値の0.6%、排気中のトリチウム濃度につきましては、有効数字の関係で0.0%ということになりますけど、どちらも研究所の管理値を大幅に下回る値となっております。このデータにつきましては、研究所の重水素実験情報公開ページでご覧いただくことができます。

次は、空調ドレン水の排水に係る状況についてご説明させていただきます。先ほども申し上げましたように、空気中の水分が空調機から水として出てきます。管理区域内で発生した水ということになりますので、この水の排水にあたり、十分にモニターし研究所管理値を下回ることを確認した上で、排水しています。排水中のトリチウム濃度に係る研究所管理値は、3月平均で、1立方センチメートルあたり0.6ベクレルという値となっております。重水素実験期間中においては、10月16日、27日、11月6日、26日、12月

15日、1月4日、及び重水素実験終了後の2月8日に排水しています。排水に先立ち行った測定結果ですけれど、非常に低い値となっております。このような形で研究所管理値を十分に下回ることを確認した上で、空調ドレン水を排出いたしました。

これは、地元の方々に直接的に関係する話ではございませんが、私ども研究所の者が実験装置の調整やメンテナンスをする日を基本的に月曜日としています。この際に、放射線業務従事者に対する安全を十分確保できているということを確認した上で、作業に着手しています。ここで示している値は、管理区域内における線量率の分布データです。これにつきましても、十分低い値です。放射線業務従事者に対しては実効線量が20マイクロシーベルトを超えないように管理をしています。これまでに、個人線量計に有意な線量は確認されておられません。

重水素実験を進めるにあたっての関係法令ですが、放射性同位元素等の規制に関する法律（R I 規制法）、核融合科学研究所周辺環境の保全等に関する協定書及び同覚書、大型ヘリカル装置における重水素実験の安全管理計画、これらを遵守する形で実施します。併せまして、県3市が設置する核融合科学安全監視委員会が行う周辺環境の保全に必要な監視・測定等に対しては最大限ご協力させていただきます。災害緊急時におきましては、災害・異常時のマニュアルを整備しております。通年24時間体制で、トリチウム含有水の保管状況等を監視しております。また、土岐市南消防署の参加を得まして、研究所全体で防災訓練を実施しています。今年度におきましては、9月23日に防災訓練を実施しました。加えて、LHD実験期間中に火災を想定した消火訓練を実施しています。これは10月21日に実施しました。更に、11月5日内閣府、気象庁が行った緊急地震速報の訓練についても、参加しました。災害発生時には、危機管理指揮本部を設置して対応します。今年度の訓練におきましては、自衛消防隊を分散して集合させる等の新型コロナウイルス感染症対策を徹底した上で、実施いたしました。

防災訓練について、再掲になりますが、巨大地震が発生してアカデミックゾーンの建物内で出火したという想定して実施しました。この中で、土岐市南消防署の参加を得まして、災害対策本部の立ち上げや、各関係機関への通報や初期消火、実験設備の安全確認、所員の安否確認などを行いました。LHD消火訓練につきましても、LHDの実験関係者が参加する形で行っています。こちらにつきましても土岐市南消防署の協力を得て、自衛消防隊地区

隊本部を立ち上げて、実験責任者の指示に基づき危機管理指揮本部との連携、装置停止等の非常時の措置、緊急時の管理区域立入手続きの確認、地区隊現場対応班における初期消火等の訓練を行い、訓練終了後に土岐市南消防署の講評をいただく形で実施しました。

安全対策と情報公開につきましては、非常に重要であると認識しております。実験運転開始前の機器の保守点検を細心の注意を払って確実に実行します。併せて、安全対策や情報公開に努めます。安全講習会につきましては、これは毎年必ず実施しております。今年度は新型コロナウイルス感染症の拡大を抑止するという観点からオンラインを用いまして、5月14日に安全講習会を実施しました。同日都合により参加できなかった者に対しては、ウェブ視聴又はDVD貸出しによる個別講習会として実施し、テストにより理解度を確認しました。新型コロナウイルス感染症対策として、保守点検等作業時の新型コロナウイルス感染予防対策マニュアル等を整備しました。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、安全管理者巡視を実施しています。万が一の事故に備えて、マニュアルを整備し、事故への対応、地元自治体への連絡等の訓練として、研究所全体の防災訓練、LHD実験期間中の消火訓練、緊急地震速報訓練を毎年実施しています。今年度においては、新型コロナウイルス感染症の対策も十分行った上で実施させていただきました。放射線関連のデータにつきましては、速報値をホームページで公開し、確定値については、年報という形で公表しています。環境放射線量についても、ホームページで公開しております。LHDプラズマ実験期間中の進行状況についても、ホームページで公開しております。実験期間中は運転監視体制を強化して不測の事態に備えています。

研究所の活動や重水素実験の実施状況等について市民の方々にご説明させていただきます。

毎年夏に開催させていただいております市民説明会につきましては、2006年度から行っておりますが、今年度につきましては、新型コロナウイルス感染症拡大の影響により、地元の皆様と相談した上で例年よりも縮小した形で開催しました。土岐市2会場、多治見市は4会場、瑞浪市は1会場という形で開催しました。市民学術講演会を通じて、核融合研究についての啓蒙をしています。こちらにつきましても、新型コロナウイルスの影響によりオンラインで実施しました。研究所オープンキャンパスにつきましては、例年2,000名程度参加いただいております。この中で重水素実験の質問コーナー

を設けておりますが、今年度につきましては、新型コロナウイルスの影響によりオンラインで開催しました。見学につきましては随時受け付けています。2019年度は約3,000名でしたが、今年度は新型コロナウイルス感染症拡大防止に向けた対応のため、見学者数が大幅に減っております。広報誌の発行も行っています。ヘリカちゃんからのおたよりを隔月に発行してLHD実験の進捗状況等を分かりやすくご説明させていただいております。また研究所の公式YouTubeチャンネルにおいて、研究所の紹介や研究所紹介動画等の公開も行っております。

来年度以降の重水素実験につきましては、おおよそこのような形で進める予定としております。メンテナンス期間が3月上旬から9月上旬まで、LHD真空容器の真空引きは8月中旬から3月中旬まで、超伝導コイルの冷却につきましては、9月上旬から開始しまして、冷えた状態を維持しながらLHD実験を行い、実験終了後は昇温し、3月中旬に冷却を完了する予定でおります。プラズマ実験は10月中旬から2月中旬までのうち、重水素ガスを用いた実験は10月中旬から1月中旬、最後の1ヶ月につきましては、軽水素を用いた実験をするという形で、壁に付着したトリチウムを軽水素に置換することを予定しております。以上です。

井口委員長

はい、ありがとうございました。

それでは、ただいま研究所からいただきました報告の説明につきまして何か質問、ご意見はございませんでしょうか。WEB参加の方につきましてもよろしく願いいたします。

いかがでしょうか。

井口委員長

今年度のLHDの実験の成果につきましては、4月にプレス発表されるということで、先ほど電子温度とイオン温度の範囲の正式な発表というのを楽しみにしています。ぜひよろしく願いします。

長壁統括主幹

ありがとうございます。ただ今、データの精査を行っているところです。

井口委員長

よろしいですか。そのほか何か。

田邊委員

ひとつよろしいでしょうか。トリチウムの総発生量のうちどれぐらいが排出されているかはわかりますか

長壁統括主幹	総発生量のうちの排出量ですが、毎年確定値という形で公表しております。昨年度につきましては、こちらに示しましたように排出量としては6%となっております。
田邊委員	今年度は
長壁統括主幹	大体同等レベルです。
田邊委員	分かりました、もう一点、建屋内の空間線量率を出されていましたが、例えば重水素ビームのダンパーとか特に放射化レベルが高いとかはあるのでしょうか。
長壁統括主幹	重水素ビームというよりは、どちらかというとならLHDの真下近傍です。おおよそこのあたりです。
田邊委員	分布はわかっていますか。
長壁統括主幹	分かっています。分布データにつきましては、学术论文で公表させていただいています。PFRだったかフュージョンサイエンスアンドテクノロジーだったか雑誌名につきましては今覚えていませんが、公表させていただいています。
田邊委員	分かりました、ありがとうございます。
井口委員長	ありがとうございました、他にいかがでしょうか。
柿沼委員	データを見させていただきました。昨年の監視結果ということで、小さい値であるということですが、実験をしている期間の平均値ということでしょうか。
長壁統括主幹	それはものによります。中性子の発生量とかトリチウムの発生量とか当然重水素実験期間中にでないとは発生しませんので、その期間中の値になりま

す。敷地境界線量とか排気塔からのトリチウム排出量や排気ガス中のトリチウム濃度等につきましては法令に基づき3月平均の値をお示しし、年間通した中の最大値をここに書かせていただいています。

柿沼委員

コロナのことでこれまでとは違う状況ですが何か特に苦労していることはありますか。

長壁統括主幹

やはり罹患者を出さないというところで、本当に気を使いました。そういう点では作業者ですね、作業する際に他の地域から来所されるケースがどうしてもあります。それにつきましては新型コロナウイルスが広がる前に作業に来ていただいたグループについてはそれで良かったのですが、増え出てからは、普段はどこにいて、どこから来るのかチェックさせていただいて、場合によっては、作業者をその場所ではない別の近隣エリアの方々に変えてもらうとか、あと当然ながら来所する際には、来所までの直近2週間の体調の確認、体温の記録とか何かあった時に研究所に提出してくださいということで、ちゃんと管理してくださいという形でお願いしています。

非常に気を使った1年になりました、今年は。

柿沼委員

普段の作業自体が気を使った仕事だと思うのですが、それ以上に大変だったということですね。

長壁統括主幹

例えば管理区域の中でクラスターが発生しないようにするために管理区域に入る前に事前にちゃんと手を洗ってくださいとかアルコールで手を拭いてくださいとか、お願いしました。管理区域を出る際に入退管理の観点で、水で手を洗って出てきますが、そこで感染が拡大しないようにするために、管理区域に入る前に必ず1回手を洗ってくださいというようなこともお願いして、作業時の感染拡大防止に努めました。

井口委員長

ありがとうございます、他にいかがでしょうか。

LHDの実験、中性子発生はまだ本気出してないよね。

長壁統括主幹

安全管理計画でお示した値の2桁下か1桁か、普段は2桁下で最大でも1桁下です。

井口委員長

それで保守点検を毎年実験の前と後でしっかりやってらっしゃると思うんですけども経年変化というような兆候は何かみられているのですか、新品のままか。

長壁統括主幹

放射線とは関係なく、例えばNBIのイオン源のフィラメントは毎年劣化しますので交換し、重水素実験を始める前と同じような状態に戻します。必要に応じて部品を交換していくという形です。

井口委員長

ほとんど関係ないという状態で実験を継続されている。

長壁統括主幹

重水素実験によって何かが変わった、劣化が進んだということではなくて、これまでどおり、必要に応じて部品を交換しながらやっていくということです。

高野委員

よろしいでしょうか、今年度結果を拝見しますと本当に放射能とか放射線の全く問題がないそういう結果が出ていると思います。非常によくコントロールされているなと思いますが、ポジティブとネガティブといろいろな情報があると思うんですが、ポジティブな情報もどんどん発信していただくのも重要なんですが、もし労働災害ですとか先ほどあったコロナの患者の罹患者ですとかどちらかというとならネガティブな情報があった時にも率先して出していただくということが非常に信頼関係を気づくのに重要だと思いますのでこれからはしなければ非常にいいんですが、あったとしても躊躇せずに出していただくということは大変重要だと思います、以上でございます。

長壁統括主幹

どうもありがとうございます。

そのとおりで、情報公開をしていくというのが地域の方々の信頼を勝ち得ていくことという風に認識しております。そういう観点では今回のコロナの件は当然ながら罹患者を出さないという努力は必要ですけど、何かあった時には積極的に公開させていただきたいと考えています。

高野委員

ありがとうございます。

井口委員長

他にいかがでしょうか。

地域の方々は安心の観点から、今の研究所の報告についてコメントありませんでしょうか。

田嶋委員

実は協会などを通じて市民説明会の要請があります。大事なことだと思いますのでできるだけ、それにお応えしようと、参加者を少しでも多くすることがお応えすることと思って、参加されそうな方に一人ずつ電話をしています。「説明会がありますから来てください」と。ただ、そろそろ内容についても限界というか、聴く方もご理解をいただいている人は参加するのですが、本当にご理解いただきたい方には参加いただけないということは想像していただけたと思います。ここで私としても、皆さんのお立場を考えると、何人くらい参加したという報告も必要かということと考えたら、一人でも多く参加していただきたいなど、私なりに努力をしていますが、そろそろかなり限界が来ていますし、来年度で私は区長を退任いたしますので、次の区長が一生懸命にやっていただければ今までよりもっと沢山集まっていたけるかもしれませんが、ちょっと難しい時期にきているのかと思います。つきましては、説明会も今までのやり方ではないやり方で、皆さんがご理解いただける形で行わないと、これ以上は少し難しいかなと思います、ここで発表してもいいのかわかりませんがそのように思います。

情報の公開は大変重要です。ただその方法につきまして、今までどおりでいいのかなと、所長さんともお話して、会場なども増やしていただいて、参加者の利便性を考えて行ったつもりなのですが、今お話ししたようにかなり限界がきているなというように思っておりますし、私はこれ以上頑張れないというのが本当の気持ちです。実は以前にこんなこともしてみました。団地の中でみかん狩りを計画した時に、バス4台か5台か忘れましたがその帰りに全員をここに入れさせていただいて、もちろん職員達にご協力いただいて、一度に150人以上の説明会を開催できたように記憶しています。私の目一杯の努力かと、これも2回やったのですが、3回目は「田嶋さんもう勘弁してよ」というお話だった。そういうこともあって、これ以上の努力ができ難い、そうするとどうしたら良いか私だけ考えてもどうにもならないし、説明の必要性とか義務ということもあろうかと思っておりますので、この辺についてこの場でお話することが良いのかわかりませんが、本当に必要なこと

であれば違った方法を皆さんで考えていただいてより良い情報公開の方法を見いだせればと思ひまして、この場で思い切って発言させていただきました。

井口委員長

貴重なご意見ありがとうございます。

市民説明会については、この委員会でも毎回報告を受けているのですが、こういう限界があるといことについて、なにか研究所の方から再検討するとか方針のようなものがあるのか、ご発言はありますでしょうか。

竹入所長

確かに市民説明会の参加者数が年々少しずつ減少してきているのは事実です。逆にこれは、漠然とした不安は軽減してきていると見ることはできますけれど、やはりリスクコミュニケーション、アウトリーチという観点からすると、田嶋様がおっしゃったように、最も聞いてほしい人、つまり無関心でいて、普段は関心がないのだけれど何か起こったときに何も聞いていなかったと言って不安に思ってしまう人を一人でも少なくすることからしても、もっと積極的なポジティブな説明会が必要だということは所内でも話しているのですが、具体的にどうするのかは非常に考えるものがあります。

今、田嶋様をはじめ、土岐市の方もかなり自治会の皆様にはご協力いただいて、積極的な形で説明会の案内をしていただくなど、ものすごい大きな協力をいただいております。非常にありがたいと思っておりますけれど、研究所としても、どういう形で説明会の規模といいますか、対象者を増やしていくのかというのは、なかなか方策が出てこないというのも事実です。すみません、答えになっていませんけれど、そういう状況です。ただ、そういう形でコミュニケーションを取りながら地域の皆様と説明会をどうしていくのか話ができていること自体が、リスクコミュニケーションという観点からすると進んできているのかなと感じています。すみません、答えになっていませんが。

井口委員長

ありがとうございます。

是非これは検討してもう少し参加者を増やすとか、より新しい情報を提供するような努力をしていただかないといけないと思います。今回の31ページにあるような市民の方々への説明会はある意味オーソドックスな方法ですけど、我々ですと出前講義ですとか、待ちではなくて積極的に攻めて自分

たちの立場は人を勧誘するという重要な使命があるので、かなりそういう努力はしているわけです。新しい情報が入ったらそれをもって、色々なコミュニティにトライしてみる、そういうグループというかそういうものをお作りになるとより参加者は増えていくような気がするのですが、それはすでにやっています。

竹入所長

そういう意味では、公民館への科学遊びですとか、小学校への出前講義ですとか、そういう形で、直接重水素実験云々ではなくて、核融合とかではなくて、科学の普及という観点で核融合科学研究所のほうで頑張っているんです。一緒に楽しく過ごしましょうという、そういうある意味核融合科学研究所を知ってもらって科学教室というものはやっていますし、そういうものを通じて信頼感というものは少しずつ増えてきているのかと感じております。

田嶋委員

今のお話ありますように、直接説明会だけの目的で集まって説明会を行うことは難しいですけれども、この施設を理解してもらおうということを考えて夏祭りなどに夏祭り会場の場所の一部を場所だけ提供して、子供たちに対していろんな実験を見せてあげるといったこと等、とにかくこの施設にあまり嫌悪感を持たないようにということも実施し、遠回しではありますがそれも一つの方法かなと思います、話し合いをしながらやっていただいています。地域のお祭りですので土日の夜になるにもかかわらず、職員さんたちにお邪魔いただきまして地域の方々に溶け込もうとしていただいていることはよく理解しています。感謝もしています。今年度は夏祭りができなかったのですが、来年度は従来どおりお願いしたいなと思います。距離を縮めることが第一かなと考えて、それに取り組んで頂いていまして、決して今までどおりのことをやっていただいているのだけではございませんが、やはり説明会だけとらえてみると参加人数が頭打ちになってきているのは事実です。夏祭りだけでは十分な説明も、できないと思いますがそのあたりの距離をどうしたら縮められるのかなから始めて、大事なことを理解いただいた方々に自然な格好で受け入れられるような努力は、わたくしどもも研究所の方もしていただいております。ここでフェスティバルがありますね秋とか春に色々なことをやる、その場を使い、集めるということに来ていただくのではなく、集まっているところに来ていただいてやっていただく、言葉は悪いですがどさくさに

紛れてやっていただいた方が、収容人数は多くなるのではないかなと思うのです。今はやはり、説明会のために集めているので限界が来ているということです。私もある程度の責任感がありますので、そこに集めるというのは若干苦勞しているというのは事実でございます。そののころをご理解いただきたいと思います。

井口委員長

ありがとうございます。いずれにしてもエネルギー問題ですとか環境問題は我が国全体を上げて興味が上がっているトピックスとしてはいいと、核融合というのはそういう意味ではお子さんというか学生は非常に興味があるので、逆にお子さんたちに説明すると、お父さん、お母さんもついてくると、そういう上手い循環で核融研の魅力を、安全性等について自然に説明できるような、そういうイベントができれば良いと思いますので、是非核融合研究所さんの方もイベントの在り方について再検討できると良いかと思います。

山田委員

ここにある今年の人数はですね土岐市2会場、多治見市4会場、瑞浪市1会場と前の年度よりも会場を絞ってコロナ禍でやってみえるのですよね。それまでは土岐市でいいますと各町・区で1回ずつくらい会場で説明会を行っていただいているので、もっと人数は多かったと思うのです。私が区長の時の肥田町の公民館で行っていただいた時には役員や町内会長まで呼んで、出るように言って参加していただきましたし、トリチウムに対して非常に恐怖感をもっている主婦の団体、確実に地域の人ではない方がみえました。しかしそういう人たちの恐怖感というのは段々少なくなって、こういう説明会にもかなり減ってきているのではないかなと思います。だから今年の人数というのは例年よりもかなり少ないと考えています。区ごとにやっていただければもっと成果は出てくるのではないかと思います。それから子供たちに関する一般的な科学への興味関心の向上ということでは、私は学校の職員をしておりましたから放課後教室の方にいましたけども、その時夏休みなのです。この研究所の子供科学教室ということで、超伝導の模型や液体窒素で冷やしたものがずっと浮いて走るとか色々な興味ある科学実験を研究所の担当の方たちが来ていただいて、そういう実験を通して研究所の功績ですとか子供たちの興味関心の向上など成果は大変あると思います。そのような教室を、出張し大変だと思いますが力を入れて今後もやっていただきたいなと思います。

井口委員長

ありがとうございます。

今年度はコロナの影響で活動が制約されている状況ですけれども、アフターコロナという風に考えますと、今回のハイブリッド、対面とインターネットを使ったような、そういう状況を想定したようなイベントを研究所さんの方でお考えいただいて地区の皆様との協力で新しいイベントを開催に向けて努力していただきたいというふうに思います。

時間も少し予定よりも伸びておりますので、他にご意見ご質問ありますでしょうか。どうも貴重なご意見ありがとうございました。

続きまして、審議事項2に移りたいと思います。審議事項2は中性子及びトリチウムの測定結果の比較検証で委員会の業務の説明となります。

事務局

環境管理課の野原と申します。委員会では、重水素実験期間中と期間外に各1回、中性子とトリチウムの測定を行っており、研究所が実施しているモニタリング結果との比較を行ったので、その結果についてご説明します。

先ほども説明があったとおり、第4年次の重水素実験は、令和2年10月25日から令和3年1月22日まで行われました。実験開始前に行った実験期間外の測定については、当初5月を予定しておりましたが、コロナ禍の関係で3密を回避する目的で、トリチウムの測定と中性子の測定を分けて行いました。トリチウムの測定を、令和2年5月20日、中性子の測定を令和2年9月2日に行いました。実験期間内の測定は、コロナ禍が小康状態であった令和2年11月18日にトリチウムと中性子の測定を同時に実施しました。

はじめに環境中の中性子測定について説明します。

スライド2の図は、研究所が設置しているモニタリングポスト等の位置を示した図になります。各地点で空間放射線量を測定しているとともに、上部の凡例に記載があります丸印のポストにおいては中性子のモニタリングを行っております。

当委員会としましては、これまでと同様に、LHDの南西に位置しますICポストの前に、写真のように委員会と研究所のサーベイメータを並べて測定しております。ICポストには、上記の凡例どおり研究所のRMSAFEのレムカウンタ及びヘリウム3計数管を設置しております。

スライド3の表は、重水素実験期間外の中性子測定結果となります。ICポストの前に設置した委員会と研究所の2台のサーベイメータとレムカウ

ンタ及びヘリウム3計数管による1時間毎の中性子線の検出数及び線量率を示しています。ここで、サーベイメータとレムカウンタのカウント数は、機器由来の誤差及び統計誤差の範囲内でした。

また、委員会としては研究所による測定について比較するために、委員会と研究所のサーベイメータのカウント数の差についてt検定を行ったところ、有意水準1%で有意差はありませんでした。

なお、ヘリウム3計数管は、高い感度を実現するため設計された検出器のため、サーベイメータの10倍の感度を持ちますが、シーベルトの単位に換算できないため、参考データとして記載しております。

スライド4の表は、スライド3と同じ形式ですが、重水素実験期間中の結果となります。結果についても同様に各カウント数に有意差はなく、研究所の測定結果と委員会の測定結果の間に有意な差は確認されず、測定に問題がないと確認できたものと思われます。

また、この測定は、重水素実験期間中に実施しておりますので、それぞれの時間帯の重水素実験の状況として、1時間あたりの放電の回数と中性子発生量の計を参考として示しております。

測定結果の比較についてはグラフの方が分かりやすいので、次のスライドで説明しますが、この表及びスライド3の表の線量率をグラフに示しています。

スライド5は重水素実験期間中、スライド4の結果は実線、期間外スライド3の結果は点線で、委員会のサーベイメータは青系、研究所のサーベイメータは赤系、レムカウンタはオレンジ系の色で示しております。これを見ますと、いずれの検出器においても重水素実験期間中と期間外とで大きな変化は見られませんでした。

9月12日の研究所のサーベイメータのデータ、ピンク色の点線データになりますが、概ね9時から12時の3時間の測定値について大きな値になっているように見えますが、同時間帯の中性子のカウント数が委員会のカウント数に比べて2倍程度となっていたことによるものです。

先ほどもご説明しましたが、この日の委員会と研究所の測定結果の差についてt検定を行い、自由度7(データ数(n=8)-1)における両側検定1%水準のt値、有意確率3.4995に対して1.563と小さく有意差はないと結論づけています。

スライド6の上のグラフは、ヘリウム3計数管について、重水素実験期間

中と期間外の測定結果を示しております。また、薄いオレンジの点線は、重水素実験前の概ね2年間の最大値と最小値を示しており、当時の平均値と標準偏差についても記載しています。今回の測定結果は、平均値としてはこの指標よりも大きい値ですが、過去の測定範囲内に収まっていました。

また、下のグラフは、1時間あたりの中性子発生量の計を示しております。重水素実験期間中のデータとなるスライド5、スライド6のグラフの実線と対比しますと、中性子発生量が多くなると中性子のカウント数も多くなるといった相関は認められませんでした。

続きまして、スライド7のグラフですが、先ほどのスライド5では1時間値の線量率のグラフを示しておりましたが、こちらは10分値の線量率をグラフに示したものとなります。また、第5回委員会で設定しましたレムカウンタで計測した中性子の平常の変動幅の上限となっております $0.019 \mu\text{Sv/h}$ を赤線で示しました。

いずれの検出器も最大値は $0.015 \mu\text{Sv/h}$ 未満であり、平常の変動幅の上限 $0.019 \mu\text{Sv/h}$ の範囲に収まっていました。

スライド8では、重水素実験期間中である令和2年11月18日の測定データについて、放電時と非放電時における1秒あたり中性子カウント数、ここではカウント率としましたが、これに違いがあるか、比較しました。

重水素を用いたプラズマ実験では、下の模式図に示すとおり3分程度の間隔で放電しております。この放電の時間は2~10秒程度であり、この間にLHD内で中性子が発生します。この放電している時間帯と、放電していない時間帯とを分け、各々、サーベイメータとレムカウンタのカウント数を集計し、カウント率を求めました。

この結果、サーベイメータでは放電時と非放電時、それから参考として示しました重水素実験期間外との間で、カウント率に大きな変化は認められませんでした。なお、委員会のサーベイメータ及び研究所のレムカウンタは、放電時に4回のカウント、研究所サーベイメータでは同2回という結果で、カウント率としては2倍ですが、そもそもの数値が小さく変化はないと整理しました。

スライド9では、放電1回あたりの中性子発生量を7階級に分け、階級ごとに放電1回あたりの各検出器の中性子カウント数の最小値から最大値を示しました。

そもそもの放電中にカウントされた中性子の数がそれぞれの検出器で2

回又は4回であり、たまたまどのタイミングで検出されたかということを示すのみで1回の放電あたりに複数回の検出は確認されなかったことと、放電回数が多い区分で検出されているという分布が確認できたのみで重水素実験による影響は確認されず、自然由来の中性子の検出が行われていることが想定されます。

ここからはトリチウムの測定についての説明となります。

採水は、毎回、同じ地点で行っておりますが、研究所では、少し薄いですが背景が緑色となっている9か所で年4回、採水、測定を行っており、このうち赤枠で囲った5カ所については、年2回、委員会と同時に採水し、測定を行っております。

スライド11の表は、重水素実験期間外のトリチウムの測定結果となります。

トリチウムの測定方法についてですが、これまでと同様に両者とも文部科学省放射能測定法シリーズ「トリチウム分析法」に従って実施しております。

委員会の方が研究所に比べて測定時間は短くなっておりませんが、試料を電気分解により濃縮して測定しているため、検出下限値が小さく、測定誤差の範囲も小さくなっております。

なお、研究所の測定方法は委員会の測定と比較しますと誤差が大きくなっておりますが、研究所は先ほどスライド10でお示ししました9か所について過去から蓄積しているデータがありまして、今後も引き続きこれらのデータを活用していくために、研究所が過去から行っている測定方法と同じ方法でデータを収集することが適切と考えておりますので、研究所の測定方法を委員会の方法に合わせることはしておりません。

スライド12の表は、重水素実験期間外のトリチウムの測定結果となります。

トリチウムの測定結果については、グラフの方が見やすくなっておりますので、スライド13でご説明します。

グラフの点から上下に伸びている線は測定誤差の範囲を、白抜きは検出下限未満を示しております。

また、第5回委員会で設定いたしましたトリチウムの平常の変動幅の上限である1.4Bq/Lを赤線で示しました。

実験期間中と期間外の比較では、実験期間中の11月の方が環境水中のトリチウム濃度は小さくなったという結果が確認できます。

また、委員会と研究所の測定結果を比較しますと、ほぼ差はなく、研究所の方は高め、いわゆる安全側の結果が出ており、これまでの測定と同様の結果となっており、いずれの結果も平常の変動幅の範囲に収まっておりました。

最後に、今回の結果のまとめです。

中性子については、1時間値について、重水素実験期間中と期間外の結果には、大きな変化は認められず、発生する中性子の量との相関も認められませんでした。また、平常の変動幅の範囲内に収まっておりました。

トリチウムについても重水素実験期間中と期間外の結果には、大きな変化は認められず、平常の変動幅の範囲に収まっていたという状況で、今までの重水素実験時と同様の結果が得られております。

続いて、来年度以降の中性子の測定についてご説明させていただきます。

さきほどもご説明しましたが現在、中性子の測定はI Cのポスト前に中性子サーベイメータを設置して行っています。この中性子サーベイメータは1999年に発生した、東海村JCO臨界事故を受けて、中性子の測定ができるよう県の保健環境研究所で整備したものを、この委員会において活用しているものです。整備後20年が経過し、メーカーである日立製作所から、保守業務が終了し、今後の点検校正が困難となる旨の申し入れがありましたので、中性子サーベイメータの更新を行いました。来年度以降は更新した中性子サーベイメータにより測定を行う予定です。

現行器と更新器の写真を掲載しておりますが、見た目でもわかるように、現行器はアナログの測定器であり、更新器はデジタル化されています。

見た目の仕様のみでなく、行えることも変わってきますので、その内容を説明させていただきます。

現行測定機器は中性子のカウント数を表示していく機能を有していますが、当委員会としては、あくまでアナログの検出器として活用してまいりました。検出器からのアナログ信号を外部のマルチチャンネルアナライザにより変換し、1秒ごとのデータとして外部のパソコンに蓄積して、先ほどお見せしたような表やグラフを作成してまいりました。

更新測定機器は、測定機器内においてデジタル処理を行うところまでがパッケージ化されており、今のところ当該測定機器から取り出せるデータは規定の処理が行われたものしか取り出すことができません。具体的には任意の時間間隔に検出された中性子の数を5データのみ取り出すことができます。

実際の使い方としては、1時間間隔で5時間分の中性子のカウント数の確認ができます。

このことから、本日のスライド7でお示した10分値の比較、スライド8でお示したプラズマ放電時及び非放電時の比較、スライド9でお示した放電1回ごとの中性子の検出状況に係る資料については、今後は作成が困難となります。

しかしながらこれらの資料については、1時間毎の中性子のカウント数により、研究所の測定との比較検証に加え、よりミクロな視点での確認を参考として行ったものであり、そもそもの比較検証については、1時間ごとの測定結果の比較検証で問題なく行えることから、次年度以降は詳細な参考資料の作成は行わないこととします。

以上で、資料4の説明を終わります。ご審議の程よろしくお願いいたします。

井口委員長

ありがとうございました。

それでは、ただいま事務局からご説明いただきました資料について、ご意見あるいはご質問がありませんでしょうか。

基本的には、LHDの重水素実験をやっても我々の結果、研究所が行った観測の結果は両方とも変化がなかったということと、両者は変動の範囲内で一致していると、そういう根拠のデータが取れたというように考えることができると思います。

何かございませんでしょうか。

新しく中性子サーベイメータを岐阜県及び研究所で買い替えたということですが、これは従来のものより検出感度が上がったのですか。写真を見ると大きくなったように見えますが、真ん中の検出器を大きくしたのかと、古バージョンと新しいバージョンでの性能の仕様違いはありますか。

事務局

そのあたりの仕様については変わっていません。中の検出器について大きな変更しているものではないと思います。基本的にはほぼ同等というこちらの機器にしております。

井口委員長

わかりました。ありがとうございます。

いずれにせよ継続性は保たれるということで、これまでの結果に追加して

いくと、長年のデータでいうとそういう考えでよろしいですね。

事務局

そういうことになります。

井口委員長

ありがとうございます。他に何かございませんでしょうか。

地元委員の方々の、このような測定に何かご意見や注文はありますでしょうか。

田嶋委員

ご説明のとおり安全だということがきちんと確認されていれば、我々としては引き続き報告していただければと思います。

井口委員長

ありがとうございます。

山田委員はいかがですか。

山田委員

決められた基準値に達していないと、どちらのデータも示していますので、大変安全であると思っております。

井口委員長

ありがとうございました。我々の活動について問題ないご判断いただいていると、専門家委員の方から追加のコメントはございますでしょうか。

それでは、他にご質問、ご意見もないようですので、これまでの議論を取りまとめますと思います。

前半の研究所さんからの報告については、コロナ禍の対応とか中性子発生量の説明があって、高野委員からは、万が一ネガティブな情報が出てもそれを真摯に提供するといったコメントをいただいております。それから市民説明会の在り方については、貴重なご意見をいただきましたので、アフターコロナの状況を想定して、研究所の方で新しいイベントのアイデアを出していただきたい。それを地域の方とご相談いただきながら、安全な情報を発信するようなそういう市民説明会活動を盛り上げていただきと思いました。

委員会としての立場で全体のまとめを考えると、まずは研究所さんにおかれましては、安全管理計画に基づき充実な安全管理体制をとっておられ、安全性を最優先した立場で重水素実験を行っている、なおかつ、非常に良い成果を上げているということで素晴らしいことではないかと思います。

また、委員会としても、研究所周辺の中性子やトリチウムの測定値につい

では、今みていただいたように、重水素実験の期間中、期間外の比較をしても特に変化がないという明確な結果が得られていると。

その結果から、今回の重水素実験によって周辺環境には影響はないというふうに結論付けられるということだと思います。このようにまとめたいと思いますがいかがでしょうか。

(意見なし)

井口委員長

ありがとうございます。今回の委員会ではそのような結論としたいと思います。

全体を通して、ご質問や会の在り方等についてご意見ございませんでしょうか。

特にご意見もございませんので、これで議事を終了したいと思います。

進行を事務局にお返しします。

司会

井口委員長には、議事を円滑に進行していただき、誠にありがとうございました。また、委員の皆様方には、熱心にご審議いただきまして、ありがとうございました。なお、本日の議事録につきましては、事務局で近日中に取りまとめ、委員の皆様にご確認をいただきます。

それから、次回の委員会につきましては、研究所の実験が予定どおり行われた場合には、来年3月頃を予定しております。実験の状況を踏まえ、委員長と協議の上、改めて委員の皆様と調整させていただきたいと思います。

本日は、お忙しい中、ご出席いただきましてありがとうございました。

これをもちまして、第9回核融合科学研究所安全監視委員会を終了させていただきます。