

フュージョンエネルギーの実現に向けた安全確保の基本的な考え方 検討タスクフォース(第3回)議事要旨

I. 日時 : 令和6年7月22日(月)15:30~17:40

II. 場所 : オンライン会議

III. 出席者 : (敬称略)

タスクフォース構成員

天谷 政樹	日本原子力研究開発機構 安全研究・防災支援部門 安全研究センター センター長
遠藤 典子	早稲田大学 研究院 教授
大野 哲靖	名古屋大学大学院 工学研究科電気工学専攻 教授
奥本 素子	北海道大学 科学技術コミュニケーション教育研究部門 准教授
近藤 寛子(主査)	合同会社マトリクスK 代表
田内 広	茨城大学 理工学研究科(理学野)生物科学領域 教授
寺井 隆幸(主査代理)	東京大学 名誉教授/エネルギー総合工学研究所 理事長
富岡 義博	電気事業連合会 理事
中村 博文	量子科学技術研究開発機構 六ヶ所フュージョン エネルギー研究所核融合炉システム研究開発部 次長
根井 寿規	政策研究大学院大学 名誉教授・客員教授
波多野雄治	東北大学 大学院工学研究科量子エネルギー工学専攻 教授
福家 賢	東芝エネルギーシステムズ株式会社 パワーシステム企画部 部長代理
横山 須美	長崎大学 原爆後障害医療研究所 教授

外部有識者

林 巧	日本原子力学会「核融合炉の潜在的リスクとその評価手法」研究専門 委員会 委員会主査
小林 和容	量子科学技術研究開発機構 那珂フュージョン科学技術研究所トカマ クシステム技術開発部 JT-60安全評価グループリーダー
田中 将裕	自然科学研究機構 核融合科学研究所 研究部 可知化センシングユニ ット 准教授

省庁関係者

川上 大輔	内閣府 科学技術・イノベーション推進事務局 審議官
馬場 大輔	内閣府 科学技術・イノベーション推進事務局 参事官(統合戦略担当)
出田 強	外務省 軍縮不拡散・科学部 国際科学協力室首席事務官
清浦 隆	文部科学省 大臣官房審議官(研究開発局担当)
澤村新之介	資源エネルギー庁 電力・ガス事業部 原子力政策課 原子力基盤室 室長補佐
佐藤 優斗	経済産業省 産業技術環境局総務課 課長補佐
永森 一暢	環境省 大臣官房総合政策課環境研究技術室 室長補佐
上谷 聡太	原子力規制庁 放射線規制部門 管理官補佐(総括担当)

IV. 議事

1. 開会

2. 議事

(1) 検討の進め方について

(2) 国内におけるフュージョンエネルギーに関する規制の状況について

① JT-60 の安全確保

② LHD の安全確保

③ ITER 誘致時の議論

(3) 関連学会等との連携について

① 日本原子力学会「核融合炉の潜在的リスクとその評価手法」研究専門委員会の設置

(4) その他

3. 閉会

V. 配布資料

資料1-1 安全確保の検討に関する最近の動向(事務局説明資料)

資料1-2 安全確保検討タスクフォースにおける検討の進め方について(事務局説明資料)

資料2-1 国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構(QST)提出資料

資料2-2 核融合科学研究所(NIFS)提出資料

資料2-3 中村委員提出資料

資料3 日本原子力学会提出資料

VI. 議事概要

(1) 検討の進め方について

事務局の馬場参事官より資料1-1及び資料1-2に基づき説明

<主な質疑>

○田内委員

段階的に議論するというのは非常に大事だと思っている。現状ではどのような技術になるのかということすらはっきりしていない部分もあるので、是非そこは段階的にお願いをしたい。ただ、方向を考えると、根底として段階的に厳しくなるということは避けるべきだと思っている。現状、例えば開発段階での基準が急に厳しくなっていくというようなことはないようにと考えている。もちろん技術開発に応じて厳しくできる場合もあると思うが、産業化を考えればどんどん厳しく絞られていくということだけではないように議論していただければと思う。

○富岡委員

この検討が最終的に規制の在り方を考えるということだとすると、中心になるのは核融合炉の装置の持つリスクの技術的な部分が中心になると思う。そういう意味では、将来また別のものが出てきたときには別のものでも考えるというのは、一つの合理的な考え方と思う。そのときには、この範囲のリスクについては、こういう規制がよいのではないかとすることをまず考えて、それを超えたときは、それより厳しくするのかどうかは別にして、それはまた考えるというのは一つの合理的な考え方と思う。

質問は、技術中立的という意味が分かりにくかったが、これはどういう意味か。

●馬場参事官

言葉が分かりづらかったと思うが、重水素や三重水素による核融合だけではなくて、プロトン-ボロンの核融合も含めると、中性子が発生しない場合にはどうなるのか、というお話があった。そのような炉型に限らず、原則として技術によらないようなものを作るべきではないかという意味で、技術中立的という言葉を使った。

○富岡委員

事務局の言う通り、何かの技術に偏ったものにはしないという考え方はあると思う。ただ、規制の在り方というのはある程度持つリスクとの関係があると思うので、リスクの違うものは規制上も違うということはあると思う。

●馬場参事官

補足だが、具体的な炉型や具体的なリスクに応じたものを作っていくべきだということは重要な視点だと思う。この後に説明があるITER誘致時の検討状況は、ある程度具体的なものが目に見えていたからこそ考えられたところがあるが、今回の在り方を示すということで、このような記載にしている。御指摘はごもっともだと思う。

○根井委員

「想定されるハザードや、設計の熟度に応じて、段階的に規制の在り方を検討」については、「想定されるハザードや、設計の熟度に応じて、実施者が具体的な安全確保策をどのように構築するのかを前提に、段階的に規制の在り方を検討」ではないかと思う。

規制云々の前に、具体的な安全確保策の議論が先行されるべきではないか。

○近藤主査

検討対象をどうするかという重要なポイントだと思う。技術中立的な、例えば在り方を決めていくのであれば、技術中立的ではないということを選択していくことになるので、メリット、デメリットを感じていただけたらと思う。

○寺井主査代理

非常に重要な論点だと思うが、要するに、炉型、あるいはそれぞれの燃料、それに応じたリスクというのは当然あり、もう一方でそのようなものの全体を整理して原則的にどのような形で安全を担保していくのかというフレームがあると思う。そのバランスが、どういう形で一般化できるかが重要なポイントだと思う。まずはいろいろなケースをヒアリングしていくと思うが、その次の段階の一般化というところを、どのようにやっていくのかは重要なポイントと理解した。

○近藤主査

今、予見性の見えないところで、決められるものと決められないものがある。積極的に技術中立的でいくのか、消極的に技術中立的でいくのかという考え方もあると思う。

(2)国内におけるフュージョンエネルギーに関する規制の状況について

- ①JT-60 の安全確保について、量子科学技術研究開発機構 那珂フュージョン科学技術研究所 トカマクスシステム技術開発部 JT-60安全評価グループリーダーの小林氏より資料2-1に基づき説明
- ②LHD の安全確保について、自然科学研究機構 核融合科学研究所 研究部 可知化センシングユニット 准教授の田中氏より資料2-2に基づき説明
- ③ITER 誘致時の議論について、中村委員より資料2-3に基づき説明

<主な質疑>

○天谷委員

資料2-1の4ページ目で、装置の規模について少し書かれているが、この規模はどういう考えで定められているか。大学などの小規模の装置とJT-60SAのような大型装置ということだが、何か考え方というのがあるか。

●小林氏

4ページのスライドの下の方について、トリチウムに置き換えたとき、D-T核融合装置に置き換えたときに、臨界プラズマ条件が達成すると想定される装置、というのがRI規制法に該当して、臨界プラズマ条件に達すると想定できないものについてはRI規制法には該当しないというのが当時の議論だったようである。

○天谷委員

例えば出力での規制や、あるいは出てくる中性子の量での規制といった感じではないということか。

●小林氏

そのような定量的なところはない。唯一、多少関わるとすると、放射線発生装置全般としては、資料4ページ目の4行目に、装置近傍での線量が600ナノシーベルト/時を超えるおそれがあるものはRI規制法に該当することにはなっており、その辺が一つの線引きにはなるかと思う。ただし当時の議論だと装置近傍10センチだが、10センチ離れたところで600ナノシーベルトを超えている小型の小規模の大学の装置も可能性としてはあるので、それも含めて臨界プラズマ条件に達しないというところで、いろいろ過去の議事録を見る限り、読もうということのようであった。

○大野委員

中村委員からの説明についてお聞きしたい。放射化における崩壊熱はITER規模だと問題ないということであったが、どのくらいの核融合出力が問題になるのかという検討はあったのか。具体的にあれば教えていただきたい。

○中村委員

放熱条件もあると思うが、核融合出力とそれを内包する真空容器などの大きさや材料で決まると思う。材料によって、ステンレスの場合だと比較的放射化物ができるが、低放射化材を使うとそういうような放射化物は少ないことがあり、ケース・バイ・ケースになると思う。

○大野委員

装置の材料や出力を考えて、きちんと見積もらないといけないということか。

○中村委員

ITERの場合では、ITER条件での固有の特徴として、崩壊熱密度が小さいという形で、ITERの場合はこのような評価になる。原型炉を評価するときには、その炉に応じて再計算が必要になる。

○横山委員

NIFSに関しては、どのように公衆に受け入れていただくかという社会受容について非常に苦労された経験があり、これは本当に重要な点であると思っている。

今回、網羅的に説明いただいたが、住民との対話に関して分析された経緯があるのか。また、トリチウムの質問だけ今挙げていただいたが、それ以外にも多分いろいろあり、どういう質問があって、どういうことを皆さんが懸念されていて、最終的に受け入れていただいたのではないかということだったが、それをどのように判断されたのかということが知りたいところである。

ITERに関してだが、説明いただいた安全原則に関してALARAの原則で公衆1ミリシーベルト、それから職業人の線量限度以下になるようにということが基本になると思っている。それを考えると、どういう炉を考えるかということで、ITERクラスのもの考えるのであれば、先ほど1ミリシーベルト以下であったと言われたが、それが10分の1だったのか、それとも1ミリギリギリだったのかということも非常に重要になるし、トリチウムを使えばそれ相応の検討をしておかなくてははいけない。

今の法令、RI法では核セキュリティということが明確化されたという点があるが、その辺りを含めると、核セキュリティという点も考えなくてははいけないと思うが、今お考えのことがあれば是非教えていただきたい。

●田中氏

データという観点ではそろっているが、ただこれまで分析として公開したことはない。また、私は、先頭に立ってこの社会受容性というかパブリックコミュニケーションをやっているわけではないので、担当者に今のコメントを伝えさせていただき、今後何かの形で公開できるようにしたいと考えている。

○奥本委員

今回、社会的な受け止めをどこまで、どの時点でやるのかというところは、これから安全委員会で考えていかなければいけないと思う。それは、早過ぎると市民の方々が自分事として受け止められないという部分もあると思っている。ステークホルダーの設定も今回はNIFSの周りの住民の方という部分での活動だったが、実際に国民全体というものと、実際の今後の実験や、炉が稼働する、そういう部分の近隣住民の方というのは全く違う問題なので、その部分をどこまで細かく活動していくかというのは、これから具体化とともに考えていく必要があると思っている。

○中村委員

異常状態について、国内誘致の際にどれだけの被ばく量という記録がある資料は残されていない。今のITERの許認可で使用されている被ばく評価の値としては、通常の事故の場合で最大でも1事故当たり数十マイクロシーベルト、トリチウムプラント系の事故だが、あとITERは設計基準外事象も評価されており、その場合にはこれもトリチウムプラントの同位体分離系の火災という形で、これが1ミリシーベルトくらいの評価値になっている。

核セキュリティについて、私たちもまだ対応をどうすべきか検討している段階であるが、原型炉の施設の中でのトリチウムの計量管理をどのようにしなくてはならないかというような形で、目標としては1%以下の精度で計量管理しなくてはならないという方針は以前から立てているが、それをどの領域、区域の中、トリチウムプラントとするのか、それともトリチウムプラントの中の一つの装置とするのか、その間中で管理するのか、を含めてその方針は決まってない状況である。今後原型炉の設計が進むにつれて、いかにトリチウムの計量管理、核セキュリティを満足するかというのは、トリチウム分野の課題になっている。

○福家委員

ITER誘致時の設計についてお伺いしたい。耐震設計というのは非常に経済性上重要なインパクトがあるものだが、ITERを見せていただいたときに、地震は来ないが免震装置を用いている、というのがITER側の回答だった。

我が国に誘致をしたときの耐震設計の考え方について建築基準法レベルで行われたのかどうか、その辺をお伺いしたい。

○中村委員

耐震設計自体はまだその当時はなされておらず、どの程度の地震に耐えるべきかという観点から免震を採用するというのは決まっていて、その免震でどの程度の地震動に耐えるべきかという報告は見当たらなかった。

ただ、検討結果としては、きちんとした地盤に直接建設しなさいということであるが、例えば原発みたいに何万年に一度の地震を想定して地震動を想定しなさいということ、そこまで踏み込んだ検討はなされていなかったようである。

○富岡委員

今の質問と似ているが、このITERの検討の考え方はとても参考になると思っており、どのような悪いことが起こるのか、どのくらいまで悪いことを想定するのか、その結果の解釈がどうかということを考えて、どういう要求事項を安全確保の考え方として、どういう要求や安全確保の方策を取るのかというすぐスタンダードな考え方だと思う。今の質問とも関係あるが、安全設備にどのくらいの信頼性を求めるか、要求を出すか。今の耐震もその一つだと思うが、安全設備があればこのくらいの被ばく線量で済むというのは、原子炉では設置許可申請書で解析するが、どのくらいの要求事項を出すかということを考えるときには、安全設備が壊れたときにはどのくらい悪いことが起こるかということも恐らく念頭にあって、それが壊れても

それほどシリアスではないということなのであれば要求事項というのは軽くなるだろうし、それが壊れると非常にシリアスなことが起こって耐えられないということになると、耐震設計でもそうだが、火災に対する防護もあるし、多重性もそうだが、非常に厳しい要求を出すことになると思う。

ITERのときに、線量の評価で、最悪どういうことになってしまうのか。最悪という意味は、安全設備が働かないとどのくらい厳しいことになって、だから安全設備に対してはこのくらいの要求事項が要するというような、安全設備が働かないとどういうことになるかということは検討されたのか。

○中村委員

そういうようなことが検討されてきたかと思って、注意深く資料を調べたが、それに類するものは見つからなかった。

ただ、一般的に言われている、例えばAgile Nationsでイギリスが出してきた資料を見ると、キログラム程度のトリチウムが地上放散された場合に、1キロメートルくらいの敷地境界での公衆被ばくは数100ミリシーベルトくらいだという評価結果が幾つか出ているようである。

○富岡委員

学会との連携もあると思うが、そういう情報があると参考になるなと思う。

(3) 関連学会等との連携について

①日本原子力学会「核融合炉の潜在的リスクとその評価手法」研究専門委員会の設置について、日本原子力学会「核融合炉の潜在的リスクとその評価手法」研究専門委員会 委員会主査の林氏より資料3に基づき説明

<主な質疑>

○大野委員

検討対象は、今のJA DEMOを想定するのか。

●林氏

基本的には、今いろいろな炉系を含めて、いろいろな提案がSUを含めて出されているところなので、それらも含めてと認識しているが、一旦は、JA DEMOをまずは念頭にそのリスクを整理してはどうかと考えているところである。

○中村委員

補足だが、JA DEMOだけではなくて、基本的に、この委員会は磁気閉じ込めのD-T核融合で、ヘリカル系についても原型炉で安全検討の事例があれば説明願いたいと依頼をかけているところである。

慣性閉じ込めについては、今のところ委員もおらず検討対象外だが、今度の原子力学会の企画セッションで慣性閉じ込めの先生にも説明いただき、情報共有したいと原子力学会の核融合工学部会では考えている。

○近藤主査

委員会設立趣旨の真ん中の辺りに産業化に乗り遅れないように検討するということを書かれているが、これはスケジュール的なことか教えていただけないか。

●林氏

これは、内閣府で出してもらったフュージョン・イノベーション戦略そのものを取り込んでいるので、今のいわゆるスタートアップでの議論や国際的ないろいろな動きに対応して日本としての姿勢についても、きちんと整理をするべきというふうな受け止めて、趣旨として採用させていただいている。

○近藤主査

今、専門研究委員会に対しての期待が非常に高まっているので、時間的な部分について、検討そのものに中心を置くのか、それともアウトプットを重視していくのかといったところについてどうお考えなのか、確認させていただいた次第である。

○寺井主査代理

今の主査のコメントに関連するが、原子力学会の専門委員会というのは2年間で、通常は2年プラス2年というケースが多いと思う。ここ5年で核融合炉ができるわけではないので、それでいいのだろうとは思いますが、本タスクフォースは、今年度中にとりあえずの結論を出すという話になっているので、そちらとの整合性というか、もちろんミッションが違うので、どこまでやるかというのは多分違うと思うが、その辺りの整合性についてしっかりと議論した方がいいかなという気持ちがあるので、しかるべき時期に林委員会主査と委員会との間で調整させていただくといいかなと思う。

●林氏

十分心得ているので、是非調整させていただきたい。

学会としてのきちんとした報告書という形にしようと思うと、理事会直属で設置をしている研究専門委員会なので、手続きが幾つか必要になってくる。極力、今年度中間報告のようなものをきちんと整理をしていきたいという意気込みはあるので、是非調整をさせていただければと思う。

○田内委員

今日説明いただいたJT-60SAもITERもそうだが、今後想定される一番直近は原型炉だと思うが、そこでどう変わっていくのかという何か想定を是非頂ければと思う。出力が大きくなる、発電をするというのは分かるが、例えばITERとどこが変わるとかという情報を是非今後頂ければと思う。

以上