

# 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1回)議事要旨

I. 日時 : 令和6年5月10日(金)13:00~15:00

II. 場所 : 中央合同庁舎8号館8階特別大会議室(オンライン会議併用)

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	富山大学 水素同位体科学研究センター 副センター長
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

花淵 達也	原子力安全研究協会 処分システム安全研究所 主任研究員
大津奈都子	原子力安全研究協会 国際研究部 研究グループ 主任

## 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)
石川 勝利	外務省 軍縮不拡散・科学部 国際科学協力室長
清浦 隆	文部科学省 大臣官房審議官(研究開発局担当)
多田 克行	資源エネルギー庁 電力・ガス事業部原子力政策課 原子力基盤室長
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
谷川 泰淳	原子力規制庁 放射線防護グループ放射線規制部門 補佐

#### IV. 議事

##### 1. 開会

##### 2. 議事

- (1)安全確保検討タスクフォースについて
- (2)国内外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
- (3)検討の進め方について
- (4)その他

##### 3. 閉会

#### V. 配布資料

- 資料1 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について（内閣府資料）
- 資料2-1 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（内閣府資料）
- 資料2-2 世界各国における核融合規制の状況（公益財団法人 原子力安全研究協会資料）
- 資料3 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（内閣府資料）
- 参考資料1 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の開催について（令和6年3月29日核融合戦略有識者会議座長決定）
- 参考資料2 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の開催について（令和6年3月29日核融合戦略有識者会議 資料2-2）

#### VI. 議事要旨

##### 開会の挨拶

###### ○川上審議官

本日はお忙しい中お集まりいただきまして、どうもありがとうございます。

今回は、第1回 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である。政府においては、昨年の4月に我が国初の国家戦略である「フュージョンエネルギー・イノベーション戦略」を策定している。この中に掲げている一つのビジョンとして「フュージョンエネルギーの産業化」があり、これを実現するためには民間企業の参画、イノベーションの促進を図っていく必要がある。そのため、安全規制の検討の前提となり得る「安全確保の基本的な考え方」を早期に策定し、産業界にとって予測可能性を高めることが重要である。

本タスクフォースは様々な御専門の委員の先生方にお集まりいただいている。国家戦略も踏まえ、フュージョンインダストリーの育成、原型炉開発の促進も念頭に置き、是非皆様からの幅広い御知見を賜り、フュージョンエネルギーの特徴に見合った科学的・合理的な「安全確保の基本的な考え方」を策定していただきたい。今年度中の策定を目指し議論を重ねてまいりたいので、是非活発な御議論をお願いしたい。

###### ○馬場参事官

本日は初回なので、委員の皆様から一言ずつ御挨拶いただきたい。

###### ○近藤主査

内閣府の有識者会議である核融合戦略からフュージョンエネルギーの政策検討に関わらせていただいている。この度、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タスクフォースの主査を務めさせていただく。

近年、フュージョンエネルギーに関する状況がグローバル規模で急速に変化している。フュージョンエネルギーに必要な機器の性能や設計は安全規制の内容によって変わるため、国際協調による規制の策定や標準化が求められている。米国・英国などでは安全規制に関する議論が先行している。日本においても同様の措置が急務である。そのため、委員の皆様、そして関係省庁と協力し、学会等の会議外の知見も参考にしながら、「安全確保の基本的な考え方」を検討してま

いりたい。

その枠組み作りに当たっては、核融合の科学特性に応じた規制の議論が不可欠になる。皆様のお考え、御意見を基に、より有益な政策検討を進めていきたい。

#### ○寺井主査代理

4年前に東京大学を定年退職し、現在は一般財団法人のエネルギー総合工学研究所で勤務をしている。それ以外にもいろいろな省庁の審議会の委員であるとか、あるいは国プロの審査・評価委員、あるいはプログラムオフィサーなどのサポート業務もやらせていただいている。

東大時代の専門はエネルギー材料科学だが、原子力に関していえば、原子力の材料・燃料の工学、核燃料サイクル、それから核融合に関していうと、核融合炉材料、トリチウム燃料サイクル、ブランケット工学といった主にハードを中心に要素技術の研究をしてきた。そういう形で少しでもお世話、お手伝いできればと思っている。

今回、主査代理に御指名いただいたので、近藤主査をサポートして、本タスクフォースの議事が円滑に進むように貢献をしたい。

#### ○天谷委員

私の専門は核融合ではなくて核分裂、それも原子炉の中で使われている燃料が専門だが、核融合を利用する施設の安全確保の考え方については、核分裂を利用する施設と共通するところがあるのではないかと考えている。

このタスクフォースにおいて、今後の検討で、そういった点に着目した議論が行われると思うので、役に立てればと思っている。

#### ○遠藤委員

早稲田大学にこの4月1日に着任した。有識者会議は、エネルギー政策や、安全保障政策に関わらせていただいているほか、財政などを見ている。近藤先生とはエネルギーの女性有識者会議を設立して一緒に活動するなど、いつも勉強させていただいている。

核融合は、大変貴重なテーマだと思う。ITERにも、一昨年見学に行ってきた。皆様と議論できるのを楽しみにしている。

#### ○大野委員

専門は核融合物理で、特にプラズマと材料との相互作用の研究を主にやっている。文科省核融合科学技術委員会のメンバーでもあり、今回、核融合物理の立場からこのタスクフォースに貢献したいと考えている。

#### ○奥本委員

私の専門は科学技術コミュニケーションであり、どういう形で先端的な科学技術を社会が受容していくのか、若しくは社会とどういうふうな形でコミュニケーションを取りながら、科学技術の課題だったり、その活用だったりを考えていくというものを専門にしている。

核融合に関しては、戦略タスクフォースでアウトリーチの方を担当させていただき、これまでも関わってきた。安全に関する今回のタスクフォースでは、少し未来的な部分と現実的な安全性、そして心理的安全性を含めた部分を一緒に考えていきたいと思っている。

#### ○田内委員

私の専門は放射線の生体影響で、核融合の燃料で想定されているトリチウムの生体影響を研究している。これから核融合を進めるにあたり、福島処理水もそうだが、その社会的なイメージを科学的な理解に変えていきたいと考えている。

#### ○富岡委員

私の出身母体は東京電力で、入社以来、発電炉の設計・建設や、運営に携わってきている。少

しでもお役に立てればと思う。

#### ○中村委員

私は、当時の原研に入所して、核融合の研究に携わり、以来、トリチウム理工学の研究開発に従事してきた。一時期、原子力安全委員会の事務局の方に出向し、原子力規制も経験させていただいた。ITERはフランスに建設することが決まり、フランスの原子力規制を受けることになった後は、日本の安全担当として、日本のスタッフにフランスの原子力規制を教育する立場を8年ぐらい前まで行っていた。その後、六ヶ所でブランケットというエネルギー回収システムの研究開発のための施設基盤の整備に携わり、2020年ぐらいにIAEA等で核融合規制の検討が始まって、また規制・安全の分野に戻ってきた。

#### ○根井委員

私は経済産業省で長くエネルギー政策をやっており、石油、それから中東、原子力は原子力安全・保安院で福島第一原子力発電所のときに政府報告書の編集をやらせていただいた経験がある。

フュージョンエネルギーが長年にわたる関係者の御尽力もあって、近い将来に商業化、あるいは産業化が期待できる状況に至っていることについて、敬意を表したい。また、長年の公的機関中心の研究開発に加えて、新たな技術の商業化に向けた取組を精力的に進めておられるベンチャー企業の活動が、欧米だけではなく、我が国でも見られるようになってきていることについて心強く感じている。私自身、米国テキサス州のエネルギーベンチャーのアクセラレーターのアドバイザーを20年以上務めてきており、近年、フュージョンエネルギーベンチャーの活動が活発化しているということを実感している。

一兩年、米国の知人からの要請もあり、フュージョンエネルギーに関わるベンチャー企業のセミナーを主催したり、2020年以降、長年付き合いしている米国原子力規制委員会(NRC)関係者と核融合の安全規制の意見交換をしたりし、米国・英国の状況について了知する機会を得ている。その議論の中で、特に核融合産業の関係者、特に米国中心だが、核融合反応と核分裂反応の違いと、その安全性を強調する発言が聞かれることが少し気になっている。こうした発言は、新たな技術の商業化の際には原子力分野に限らず、医療分野などでも従来からよく見られる構図である。

原子力安全規制に長年携わった経験から申し上げると、核融合も、核分裂と同様に原子力基本法における原子核変換にほかならない以上は、透明性の確保を大前提として、安全神話からの脱却の貫徹と深層防護(Defense in Depth)の徹底を念頭に安全確保を考えていく必要があることは言うまでもないと私は思っている。商業化を前提とした議論をするということは、一般の理解を深めていくということが必要になる。安全性を強調し過ぎるというのは、一般の理解促進には逆効果ではないかというふうに懸念をしている。

核融合の安全確保について科学的かつ合理的な議論をするために、現段階でハザードリスクなどについて何が分かっている、何が分かっていないかということなどを明確にするということが、まずは大事ではないか。

本タスクフォースでの議論がフュージョンエネルギーの商業化・産業化に向けた取組の一助となることを期待している。

#### ○波多野委員

私の専門は核融合工学で、トリチウム燃料サイクル、トリチウムの安全取扱いと計測、核融合炉で使う材料の研究をしている。富山大学の水素同位体科学研究センターは、約40年前にトリチウム科学センターという名前でスタートして、もともとは化学反応プロセスの追跡にトリチウムをトレーサーとして使うというところから始まり、現在、核融合のためのトリチウムの研究をしている。

QSTの施設と比べると随分小さいが、大学では最大級のトリチウム実験室を持っており、日常的に学生とメガベクレルから、教員がいるときはテラベクレルぐらいまでのトリチウムを使って実験を行っている。

核融合安全には、非常に関心を持っているので、微力ではあるが、是非貢献させていただけるように努力したい。

#### ○福家委員

私は入社以来、ずっと革新型原子炉の開発に従事し、小型炉や安全炉などの開発を行ってきた。社外では、1F事故を契機として、原子力学会において安全文化醸成活動を推進する活動を行っている。

核融合に関しては、核融合原型炉のタスクフォースが出来上がって以来、タスクフォースの委員を務めさせていただいている。

今回、この委員会に参加し、フュージョンエネルギーの社会実装に向けて何らかの貢献ができるようにと思っている。

(メディア 退室)

#### (1)安全確保検討タスクフォースについて

##### ○近藤主査

それでは、議事(1)に入る。本日は第1回の開催ということで、事務局からタスクフォースの位置付けについて説明をお願いしたい。

##### ○馬場参事官

資料1に基づき、安全確保検討タスクフォースの位置付け等について説明したい。

今回、会議自体は非公開になる。会議終了後、議事要旨を先生方に確認させていただいた上で公開したい。

昨年4月に我が国初の国家戦略として、「フュージョンエネルギー・イノベーション戦略」を決定した。この戦略については、この先10年を見据えたものとして、“フュージョンエネルギーの産業化”をビジョンに掲げ、ビジョンの達成に向けて、民間企業の更なる参画を促進し、産学官が連携して取り組む必要があり、民間投資の呼び水となる具体的なアクションを盛り込んだ国家戦略として策定している。

そのアクションの一つとして、「安全確保の基本的な考え方」の策定がある。民間企業の参画を促進するためには早期に安全規制を検討する必要があるため、内閣府にタスクフォースを開催することを決定した。

構成員については、13名の有識者の方々に構成されている。また、本日は関係省庁として、外務省、文部科学省、経済産業省、環境省、原子力規制庁にもオブザーバーとして御参画いただいている。

この安全確保検討タスクフォースでは、設備・装置の安全規制の検討に向けて、その前提になり得る「安全確保の基本的な考え方」の策定を目指したい。国家戦略も踏まえ、関係省庁の協力を得ながら、フュージョンインダストリーの育成、原型炉開発の促進も念頭に置いた「安全確保の基本的な考え方」を産業化に乗り遅れないように検討したい。

主な検討事項としては、国内、海外の状況があるが、こちらについては今回議題(2)で説明する。加えて、次回はアメリカのNRC、またイギリスのDESNZのヒアリングを実施するなど、継続して議論していきたい。第3回以降、設備・装置の特徴やITERの状況などについてもヒアリングを実施し、安全確保の目的、達成するための要件についても検討していきたい。

関連学会として、原子力学会やプラズマ・核融合学会においても現在議論を並行して実施する予定と聞いており、連携を図っていきたい。具体的には、このタスクフォースでプレゼンしていただくとともに、逆にタスクフォースから学会の方の議論にも参画しても良いと考えている。双方向で進めていきたいと考えている。

スケジュールとしては、親会に当たる核融合戦略有識者会議に議論の進捗状況は適宜報告しながら、今年度中にはパブリックコメントを経て、取りまとめをしたい。

## (2)国内外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

### ○近藤主査

議題(2)に移る。まず事務局から日本におけるフュージョン関係の規制に関わる状況を説明した後、公益財団法人原子力安全研究協会から世界における状況を説明いただく。

### ○馬場参事官

資料2-1に基づき、事務局から、国内における規制の現状について説明する。

原子力基本法においては、「原子力」とは「原子核変換の過程において原子核から放出されるすべてのエネルギー」と規定されている。そのため、原子核変換には、核分裂反応や核融合反応が含まれている。また、「原子炉」とは、ウラン、トリウム等原子核分裂の過程において高エネルギーを放出する物質(核燃料物質)を燃料として使用する装置と規定されている。

同法の精神にのっとり、原子炉等による災害を防止するため、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」、いわゆる原子炉等規制法と、放射性同位元素等による放射線障害を防止するための「放射性同位元素等の規制に関する法律」、いわゆるRI法が制定されている。

現在、原子力規制委員会設置法に基づき、「原子力利用における安全の確保に関すること」については、原子力規制委員会の所掌事務となっており、原子炉等規制法、RI法等に基づき、原子力規制委員会が規制を実施している。国内の重水素(DD)運転を行う装置(QSTのJT-60SA、NIFSのLHD(大型ヘリカル装置))については、RI法に基づく放射線発生装置として規制されているが、重水素-三重水素、いわゆるDT運転を行う装置については、規制対象がまだ存在していないため、規制基準がない状況になっている。DT運転を行う装置の規制については(参考)に記載のとおり、ITER誘致をした際の議論により、一定の知見が蓄積されているところであり、平成15年11月には「ITERの安全確保について」が取りまとめられている。

3ページ目には関係条文を記載しているので、御参考いただければと思う。

国内におけるフュージョンエネルギー関係の規制の現状については、以上。

### ○近藤主査

続いて、公益財団法人原子力安全研究協会から説明いただきたい。

### ○花淵主任研究員(原安協)

世界各国における核融合規制の状況について説明する。

核融合規制は、全世界で大きく分けて二つの考え方が適用されてきた。一つはいわゆる放射線規制、そして二つ目はいわゆる原子力規制。フランスは原子力規制の方を行ってきたが、それ以外の国はおおむね放射線規制の考え方によって核融合装置に対する規制を行ってきた。

米国においてはこれまで、既存の装置に対する規制というのは連邦規則集第10編第30項、「副生成物の国内許認可に関する包括的適用規則」というものを適用してきた。この規則に関連する関連法規制として、2005年のエネルギー政策法と、連邦規則集の第30項の4番に加速器についての定義があり、ここで核融合炉が加速器と似ているため、この二つの法規制が適用されていると解釈されているのがこれまでの米国の状況。

2019年1月14日付けで新しい法律が米国で通った。日本語では「原子力技術革新・規制最新化法」、通称「NEIMA」と呼ばれている規制があり、その中で2027年の12月31日までに核融合を対象とした規制枠組みを制定するというをNRCに対して議会が指示したということがある。これを受けて、核融合に対する規制を策定するという動きが始まった。

2023年にSECYの文書が出て、「核融合エネルギーシステムの許認可および規制に関する選択肢」で、NRCスタッフは三つの選択肢を提示した。御参考までに、その三つの選択肢というのはどういうアプローチだったかという、選択肢1はいわゆる原子力規制、そして選択肢2はいわゆる放射線規制、選択肢3はその両者を併せたアプローチ。原子炉安全諮問委員会もNRCスタッフも、ハイブリッド・アプローチ、選択肢3の方を推奨していたのが核融合規制策定過程での議

論だった。

ところが、NRCは2023年の4月になり、NRC委員が全員一致で、選択肢2の副生成物アプローチの採用を全会一致で決定し、それに基づき規制の文言を策定するように、NRCスタッフに対して指示を出した。今その規則案、その他指針が策定されているという状況。

一方、規制の策定では、それとは別に法的な文言として、「核融合装置」を法的に定義するという動きがある。通称「核融合法」と言われているもので、下院に対しては2023年の8月、上院に対しては今年の4月に提出された法案がある。その中で核融合装置についての定義が行われている。これが連邦政府の定義。それとは別に、州政府の方で、カリフォルニア州とノースカロライナ州だが、核融合装置ではなく、核融合について定義を行った。ここまでが米国の流れ。

英国も同様に、これまでは核融合装置を明示的に対象とした規制はなかった。英国の場合も米国と同じように、放射線利用、放射線規制の形で規制を行っていた。環境面では環境庁、安全面では安全衛生庁が担当していた。英国の場合は、「原子力施設規則」による規制の対象ではないと、明示的に言っている。核融合施設は、核融合装置はということで、明示的に放射線規制によってこれまで規制してきた。

ところが、英国でもSTEPという国家計画が策定され、2040年代初頭までに核融合によるエネルギー供給を実現するための道筋を付けることを目標とした。これを受け、英国において核融合装置、核融合施設に対してどのような規制を行うかという議論が行われた。その考え方がまとまったのが「核融合エネルギーに関する報告書」(2021年6月)。その中で、米国の場合と同じように、三つのアプローチが提案された。ただし、米国の場合とは違い、選択肢Cというのが既存の規制機関ではなく、新たに規制機関を作るところまで含めた提案が行われた。それを受けパブリック・コンサルテーションを実施した。

2022年の6月に「核融合エネルギーに向かって：政府による対応」という文書を発行し、方針が発表された。それによると、「エネルギー安全保障法案」を用いて、既存の「1965年原子力施設法」を修正し、核融合エネルギー施設を、「NIA65」と言っている原子力施設法に定められた規制・許認可要件から除外するという方針を打ち出した。それを踏まえた報告書が2023年の10月に出て、最終的には「2023年エネルギー法」が発効した。それは2022年の6月に出された方針を踏まえた形で、核融合施設を法的に規定した。核融合施設を法的に国家レベルで規定したのは世界で初めてである。以上が英国の状況。

フランスも核融合を明示的に対象とした法規制はない。今後の策定動向も公開レベルでは分からないが、EUの考え方を受けて新たに規制が行われていくと思われる。フランスにおける現行の核融合規制は、フランスの国内法、EU指令、それから政令、省令などによって現在規定されている。国内法というのは、労働法典、公衆衛生法典、環境法典。どういう考え方に基いてフランスで規制が行われているかという、原子力規制の考え方で規制が行われている。フランス国内で今建設中のITERについても、フランスの国内の考え方、原子力規制の考え方に基いて規制が行われている。規制をASNが担当しているという状況。

ドイツの場合は、放射線規制が行われている。2018年に放射線防護法というのが制定されたが、それ以前は放射線防護令によって規制が行われた。

EU全体としての考え方だが、2021年の6月に欧州委員会が文書を公表した。核分裂を対象とした規制を核融合に対して適用するといろいろ不都合が起きるといふ見解が示されている。核融合規制に対して求められていることは、危険の可能性に対して首尾一貫し相応であるような規制アプローチ。柔軟性、適応性、透明性を持っている必要があると言っている。

#### ○大津主任(原安協)

中国は、まず、規制の背景となる開発の状況として、DEMOとしては中国核融合工学試験炉(CFETR)を2030年に運用開始するという目標で動いている。

中国国内には核融合の装置が、運転中が7基、建設中が2基、計画中のものが2基あるが、これらの既存の装置に対する規制は、現状、核融合に特化した安全や許認可規則は設定されていない。中国では、核融合装置は放射線を発生する装置として生態環境部が監督をしている。中国国内にある核融合の実験装置については、原則、磁気閉じ込め型のみであるため、磁気閉じ込

め核融合実験装置に対して生態環境部が放射線安全許可証というものを発給する形を取っている。なお、今後、トリチウムを使用した運転を行う場合には、RIの、放射性同位体の安全や防護に関する要求事項も満たす必要があることが既に指摘をされている。生態環境部による規制の根拠となっているのが、2016年の「磁気閉じ込め核融合実験装置の放射線安全管理に関する事項についての通知」である。

生態環境部は「磁気閉じ込め核融合実験装置」をトカマク型・逆磁場ピンチ型・ステラレータ型の3種を指すものと定義して、その上でこれらに対して放射線安全許可証を発給する。これらの装置に対する日常的な監督責任は、生態環境部の下にある地方原子力・放射線安全監督局というところが担うことになっている。このような措置の背景として、中国国内の「放射性同位元素および放射線装置安全・防護に関する条例」や、「放射性同位元素および放射線装置安全許可管理に関する弁法」「放射線装置分類弁法」といったものが根拠となっている。特に、放射線装置分類弁法で、人体や環境に与える危害の程度に基づき放射線装置を分類し、管理するというシステムになっており、危険度が高いものからⅠ類、Ⅱ類、Ⅲ類まで設けられている。例えば、中国国内の既存の装置、核融合実験装置のうちだと、中国科学院のASIPPが運転しているトカマク型の核融合装置であるEASTが一番リスクが高いⅠ類の放射線発生装置として管理をされ、ME E、生態環境部による規制を受けている。

今後については、目立った公開情報が見当たらなかった。ただ、中国国内の核融合規制について論じている研究論文などを読んでの限りでは、アカデミアからは、DEMOに当たるCFETRが既存の核分裂炉向けの規制枠組みに従うことは不可能として、核分裂炉や核融合炉の相違を分析して、既存の規制枠組みの適合性に反映する必要があるという指摘が上がっている。

韓国の核融合開発の状況だが、背景として「核融合エネルギー基本計画」を一定年間ごとに策定しており、現在は、2022年から26年を対象とした第4次基本計画に沿って研究開発が進められている。2050年頃の核融合発電の実現を目標としている。

現在、韓国国内にある装置の数、核融合装置の数は、運転中が2基、計画中が1基であり、いずれもトカマク型となっている。既存の装置に対する規制だが、中国同様に、核融合に特化している安全や許認可規則は設けられていない。現在運転中の装置のうち、例えば韓国核融合エネルギー研究院(KFE)が運用しているトカマク装置(KSTAR)は、放射線発生装置として許認可手続を受け、運転認可を受けている状態。原子力安全法に基づき、ただし発電装置ではなく、放射線発生装置として許認可手続が行われ、原子力安全法の管轄下で、核分裂炉などと同様に、韓国原子力安全技術院(KINS)が技術的な検証に関わり、これを基に認可が発給されるという形になっていた。先ほどの中国とはアプローチが違っており、認可においては重水素核融合による中性子生成率が主要な要素として着目されていた。KSTARに対する規制だが、2000年から技術的あるいは行政的な審査が始まり、認可の発給が行われたのが2007年であり、7年間という時間が掛かった。核融合施設に対する適切な規制の枠組みがなかったことが、時間が掛かってしまった原因なのではないかという指摘がアカデミアから上がっているという状況。

今後、核融合を韓国が開発していくに当たって規制の枠組みをどのようにするかについて、韓国のDEMOであるK-DEMOの開発と併せて「核融合に固有の規制を支援」という方針が明示されている。例えば、韓国の核融合開発ロードマップを掲載しているが、Supporting fusion specific regulationsと書かれており、取り組んでいくことは明示されている。ただ、現時点で具体的にどういった文言で規制を行うかは、まだ公開情報がない。この規制に関連するような安全性あるいは許認可上の考慮事項については、KFEのシステム工学部門の中で研究が進められている状況。

以上、原子力安全研究協会からの世界各国における核融合規制の状況について御説明した。

○近藤主査

それでは、質疑に移りたい。

○中村委員

米国の核融合規制について事実誤認があるのではと思い、コメントさせていただく。



10CFR30と10CFR50があり、核融合は今まで30で規制されてきたと言われているが、米国の場合はNRC管轄とDOE管轄の施設があり、今まで核融合というのはDOE側でしか規制されていない。研究開発の場合はDOE、民生品や発電をする場合にはNRCが関与するということになっている。TFTRのような核融合用のトリチウムファシリティがDOEの基準で、DOEが審査をして許可を与えてきた。核融合で発電をする、NRC管轄になるというのはまだ一例もないはず。NEIMAで新型原子炉という形で核融合も定義されてしまったので、NRCのどの基準を適用するかについて、50はちょっと厳しいとスタートアップが強硬に反対した。似たようなものとして、加速器で放射性の医薬品を作ることが事業としてあり、NRCが所掌している。それが10CFR30で、核融合や、放射化物を規制の対象としているので、核融合、放射線発生装置としては適切ではないかと、スタートアップがずっと主張してきた。30と50のどちらにしようか、ハイブリッドにしようかなどを議論した上で、スタートアップが計画しているのはトリチウムの使用量が少ないので、NRCが30でも十分だろうというふうに判断した。

○近藤主査

修正というよりも花淵様の説明がNRCからスタートされていたので、むしろ、その前の文脈について紹介して下さったのかと思う。

○田内委員

このような情報は非常に貴重。中国と韓国の「運転中」のところで、「何基」というふうに書かれているが、この「運転中」というのは、プラズマ発生の試験をやっているレベルということか。DDをやっているのか、もうDTに取り掛かろうとしているのか。その状況を教えていただきたい。

○大津主任(原安協)

IAEAのFusion Device Information Systemに記載されている基数を記載しているということで御理解いただけたらと思う。

○田内委員

是非その定義も盛り込んでいただけるとありがたい。

○波多野委員

米国の規制が、当面のスタートアップが実験的にDTを使用する場合の規制というようなコメントがあったと思う。例えば日本で言うところの原型炉規模を想定して話がなされているのか、あるいは最初にDT実験を行う比較的小型の装置だけが議論されているのか、コメントを頂きたい。特に、英国とEUに関してお願いしたい。

○花淵主任研究員(原安協)

出力の大きさによる違い、適用の違い、どういう適用の仕方をさせるかは恐らく今まで議論中かと思う。「ある閾値」という言い方をしている箇所がある。2022年の9月にNRCがワークショップか何かで出した文書があるが、そこで三つのアプローチについて説明している。

選択肢3として提示したハイブリッド・アプローチは、その文書での説明によると二つの考え方を提示している。一つは、「fragmented approach」という言い方で説明していたが、オフサイトへの影響の大きさによって判断基準を設ける、又はインベントリとしてのトリチウムの量によってクライテリアを設けて、あるクライテリアによって、この設計の施設については原子力規制を適用する、それ以外のものについては放射線規制を適用するというのがハイブリッド・アプローチの中の一つの考え方。それと別のアプローチとして、「graded approach」を適用する。核融合装置の、あるいは核融合施設の設計の違いを区別しないで、全ての装置を対象としてグレーデッドアプローチを適用する。NRCスタッフの説明の仕方では、「consolidated approach」という言い方をしており、その二つの考え方をハイブリッド・アプローチとして提示していた。出力に応じてというのは恐らくグレーデッドアプローチの考え方を適用するか、あるいはあらかじめ判断基準を用意する。

資料の6ページ目「NRCの決定」というところで、「何故推奨されていたハイブリッド・アプローチを採択しなかったのか」については、「副生成物アプローチを適用する」という決定を下したその文書では理由が書かれていない。なぜなのかを考えていたところ、2022年の9月の段階で、結局、副生成物アプローチを適用しても、その副生成物アプローチの中に等級別アプローチ、つまりグレーデッドアプローチのような考え方があるので、実はハイブリッド・アプローチとの違いが余りないのではないかとというような考えがステークホルダーとNRCの間で議論があったことから考えると、これは私の考えだが、恐らく等級別アプローチのような考え方によって分けていくと流れになるのではないかと推測する。ただし、具体的な文言は出ていないので、まだ分からない。

○近藤主査

第2回の会議でNRCにこの辺りの内容を聞けるのではないかと思います。特に、花淵さんにどういう規制の枠組みになっているのかということをお教えいただいたが、そこに至る議論、バックグラウンドを当事者に聞いてみるとよいと思う。

○天谷委員

グレーデッドアプローチ自体は装置や施設が持っているリスクを考慮した規制のあり方だと思う。環境に与える影響が大きい場合は規制を厳しくすべきだし、そうでないものは規制を合理的に行う余地があるというような話になる。装置や施設のトラブルが環境に与える影響や、インベントリの大きさは、装置や施設が有するリスクに大きく関係すると思うので、そういった観点でグレーデッドアプローチ、リスクの考え方に基づくグレーデッドアプローチの考え方というのは、ある意味、二つのアプローチの間で共通のような気がするが、このような点に着目した説明は何かあったか。

○花淵主任研究員(原安協)

「fragmented approach」と言っている方が、あるデンジョンクライテリアがあって、それによってこの設計は原子力規制、この設計は放射線規制というふうにするというような概念が示されていた。これはその基準によって二つに分けてしまっていて、あとはもう分けられた先の規制を適用するという考え方。

もう一つの方は、そういったあるポイントでの閾値で分けるのではなく、あらゆる設計について何か適用するというので、二つに分けていた。その違い、その考え方がどう違うのかということについて余り詳しくは書いていなかった。

ただ、強調していたポイントは、全ての設計に対して同一のクライテリアがあって、そこでポイントで分けてしまうのか。あるいは、統合的にあらゆる設計に対して適用する考え方なのかということ、二つ違う考え方として提示したと、書いてあった。

○遠藤委員

いわゆる放射性物質としてのアプローチが行われた場合、ライアビリティに対する影響というのは何かあるか。日本の場合は原賠法の中に「原子炉等の運転」と書かれていて、核燃料物質の使用は「原子炉等の運転」に含まれているか。米国の法体系や、ヨーロッパの法体系で、その影響は調査されているか。

○花淵主任研究員(原安協)

今回の件に関連してということでは調査していない。

○近藤主査

遠藤委員の質問は的を射ているなと感じた。今後、産業化していく上においては、そのリスクを誰が取っていくのか、担保していくのか、が欠かせないポイントになる。第2回目のときに、NRCにも聞いてみてはどうかと思う。

○福家委員

フランスのITERの規制のところ、閾値としてトリチウム27グラムと書いてあったが、この27グラムというのは何か理由のある数字なのか。

○中村委員

27グラムというのは正しくは28グラム。1掛ける10の16乗ベクレルをグラム換算した場合に、私たちトリチウム研究者は1グラムは1万キュリーとするが、正確には九千六百幾つキュリー。その数値の差によって27になったり、28になったりする。1掛ける10の16乗の根拠は、トリチウムの場合のフランスの規制除外値が1掛ける10の7乗ベクレルであること。この10の9乗倍を超えた量についてはINBとして規制するとされている。10の9乗の根拠は分からない。

○近藤主査

今、まさに作られている最中の規制を取り上げていただいているので、「なぜか」というところを紐解くのは容易ではない。去年もしこれを説明いただいていたら、恐らく候補は「ハイブリッド」であった。そういう意味で本当に生きている状態の紹介である。

○横山委員

私は環境の影響評価と線量、それから防護を専門としている。全体的なことに関して、海外の考え方として、核融合の規制を、先ほどグレーデッドアプローチが出ていたかと思うが、そういう考え方で、例えば量が少ない、それから安全性が保たれていれば、規制を緩和というわけではないが、少し緩くして、それを段階的に高めていくというような考え方を、他の国、それからEUが考えているというふうに考えてよろしいか。日本の法令、規制を考える上で、どう考えていくのがベストなのかを考える上で、それぞれの法令がどういうふうになっているかも重要だが、全体としてどういう考え方をしているのかというのが分かると良い。

○花淵主任研究員(原安協)

明示的に「グレーデッドアプローチ」という言葉を使って規制策定を進めているということが確認できる国は実はない。私が調査して思ったことだが、放射線規制の考え方を適用するときには、その中にグレーデッドアプローチの考え方が含まれているからであろうと思う。フランスは、いわゆる原子力規制の考え方を適用しているので、グレーデッドアプローチの考え方が入っていないのかどうかということが焦点になるのかもしれない。11ページ目で、実は熱出力によってINBの中でもカテゴリーが幾つかあるそうで、その熱出力が30メガワットを超えるものについてはカテゴリー1というのを適用している。ITERの場合は熱出力が最大で700メガワットで、カテゴリー1が適用されている。その意味においては、ある種のグレーデッドアプローチ的な考え方が実はもう反映されていたということが言えるのかもしれない。

○横山委員

法律、法令自体にそういうものが含まれているので、今改めて、核融合の規制を考える上ではその考え方を改めて何か指し示すということではないと思えばいいということではよろしいか。フランスの場合は異なるのかもしれないが。

○花淵主任研究員(原安協)

当面はそのようにお考えいただき、どのような状況が進んでいくかに注視していく。米国の方で申し上げたが、NRC全体としての見解ではないのかもしれないが、NRCスタッフがまとめた文書の中での見解として、放射線規制の考え方にはグレーデッドアプローチが入っているので、最終的にはそういったグレーデッドアプローチの考え方を適用することに道筋が残っていると思う。

○近藤主査

韓国について、「適切な規制の欠如が時間を要した原因」という話があった。この「適切な規制の欠如」が起ってしまった理由は何なのかについて御存じか。例えば、このようなタスクフォース

の検討会があったのかとか、そういうものは全くなくて、今までの既存のエージェンシーで検討を行ったのかとか。バックグラウンドを教えていただきたい。

○大津主任(原安協)

長時間、この規制の欠如が生じた原因だが、私が当たった文献だと、何でこれが起きたのかというところまでは記述はしていなかったと記憶している。ただ、KSTARに係る審査が行われていたのが2000年代前半で、恐らく相当手探りの状況であったことは端々からうかがえるところがあった。担当機関についても、KINS(原子力安全技術院)が担当で、もしかしたらその中で、核融合を専門にするチームが組まれていたのかもしれないが、その辺りについての言及もない。基本的にはこれまでの放射線発生装置と同じ枠組みで処理をしようとしたら無理があったという書かれ方をしていた印象。

(3) 検討の進め方について

○近藤主査

議題(3)について、事務局より資料3に基づき説明いただいた後に、順番に委員の皆様へ御意見を頂きたい。

○馬場参事官

検討の進め方について、3月に開催した核融合戦略有識者会議における主な指摘をまとめている。

まず、この検討の進め方、総論の部分について、何よりもよりどころとなるのは国家戦略であり、よりどころとなる戦略があるというのは何よりも強みだと思っている。そこを起点にして考えていきたい、とは近藤主査の意見だったかと思う。

また二つ目、これから安全確保が議論されることは後回しにならないので大変良い。検討していくプロセスとしては、まずは炉や装置がどのようなリスクや危険があって、それをどう制御・防止するのかという安全確保の考え方というものを吟味する必要があるのではないかと。それを踏まえると、どう規制するか、手続も含めて、どういうものが適切かというのは、おのずと導き出されていくのではないかと、とは富岡委員の意見だったかと思う。

続いて、議論の透明性の観点で、プロセスについては透明性を図っていくというのは非常に重要である。ステークホルダー間の情報共有・透明性を高め、意思決定のプロセスや資源配分の透明性を確保しながら進めていくことが重要といった意見。また、原子力基本法では、民主的な運営の下に自主的にこれを行うものとして、その成果を公開し、進んで国際協力に資するものとするということが基本方針に書かれている。原子力と核融合が違うという話があるが、基本方針自体は共通だと思うので、そこはしっかりとやっていかなければならないといった意見、これも富岡委員の意見だったと思う。また、プロセスの透明性はきちんと確保することの重要性についても議論があった。

科学的・合理的な規制について、規制自体は、放射線のリスクから人の生命と財産を守らなければいけないということが基本になること。また、商業発電を想定した規制と、実験、研究段階の規制と幾つかの段階があるが、国内の規制では、QSTがJT-60、ファーストプラズマを実現しても、その後DT反応の実験はできないというような課題。また、原子力学会の検討について、紹介があった。今後、原子力安全の専門家、核融合の専門家、原子力の社会学の専門家の方にも入っていただき、工学が軸足ではなく、社会、環境との関係も重視した形の検討が進むといった紹介があった。

続いて、知見の活用について。ITERについては、原子炉の規制に近いというのがフランスの状況になっている。ITERは日本でより合理的な規制を作るときの参考例になるのではないかと。ITERの情報も収集して、日本としてのより良い安全規制を作っていけるとよいといった意見。また、ITERを日本に誘致するとき、規制についても検討されている。初めてのことでないので、是非その辺りの知見もひもときながら、新たなステージに持っていくというような努力をしていただける

とありがたいといった意見。

安全のロジックとしては、ある程度、原子力と共通のものを使うべきというような、使わなければいけないというような難しいところがあるといった意見があった。

国際的な協調の観点について。英国、米国、EU、それぞれ主要な活動でイニシアチブを取りたいと思っているという紹介。IAEAの活動も視野にいただけるとありがたいという意見。他方、海外の状況に限らず、規制自体、やはり独立国としてしっかりしたものであるべきといった意見といったものがあった。いずれにせよ、国際的な動向にも目配せすべきといった意見だったのかなと思う。

参考として、規制に関する国際的な協調の促進に向けた最近の動向について、二、三御紹介したい。まず一つ目、令和5年10月にイギリス、日本の文部科学省、カナダで構成するAgile Nations Fusion Energy WGにおいて、フュージョンエネルギー施設に関する規制枠組みをどのように構築するか、共同勧告というものを発表している。先月には盛山文部科学大臣が、アメリカのエネルギー省(DOE)副長官との会談において、「フュージョンエネルギーの実証と商業化を加速する戦略的パートナーシップに関する共同声明」を発表している。この中では核融合炉の規制に関する国際的な協調の促進など、戦略的な活動を推進するということもうたわれている。加えて、先月末、ゴールデンウイーク中に、イタリアで開催されたG7気候・エネルギー・環境大臣会合の成果文書(コミュニケ)において、フュージョンエネルギーの規制枠組みについても協調していく旨を記載されている。こういった部分については、これから正に議論が交わされるところにはなるが、我々政府側としても、この安全検討タスクフォースの議論を踏まえて、日本としての主張というものをしていきたい。またこういった場も通じながら、各国の検討状況というところも報告できればと思う。

核融合戦略有識者会議における議論や、Agile Nationsで示された共同勧告の内容等を踏まえ、本タスクフォースでは、以下の観点に留意して検討をしてはいかかかと考えている。安全確保の基本的な考え方を検討するに当たって、七つ挙げている。

まず一つ目、「フュージョンエネルギー・イノベーション戦略」を起点として検討を行う必要性を挙げている。いろいろな観点があるかと思うが、スタートのよりどころとしての重要性ということで、最初に掲げている。

二つ目は、議論の情報共有・透明性を確保し、社会的に受容されるものである必要性ということも挙げている。この後、我々事務方から記者へのブリーフィングをするが、様々な場を通じながら、最新の状況を政府からも発信していきたい。

三つ目、フュージョンエネルギーの特徴に見合った、科学的・合理的なものである必要性。今後、この場でも報告させていただきながら、特徴に見合ったものを作っていく必要がある。

また、民間企業の参画やイノベーションを促進するため、安全規制を早期に検討する必要性。これも国家戦略にうたわれているところ。早期に検討するということは、各国の状況を踏まえながら、日本としても進めていく必要がある。

さらに、5個目は関連学会、また3月末に設立された産業協議会(J-Fusion)からもヒアリングをするなど、ステークホルダー間での協働をする必要性もある。今後、学会でも、また産業協議会でもそれぞれの観点で議論が進むかと思う。彼らの議論と協働するような形でこの検討タスクフォースでも議論ができれば良いと思う。

六つ目、国内における過去の検討や現在の法体系を踏まえて検討する必要性。ITER誘致時の際の知見、また現在の日本の法体系を踏まえて検討していく必要がある。

最後に、G7、またはIAEAでの議論と連携を図りつつ、国際協調の場を日本としても活用していくこと、発信していくこと、知見を活用していくことが必要。

これまでの有識者会議における議論を踏まえて七つ挙げている。これらで問題ないのか、また抜けている観点、重視すべき観点があれば、この後議論いただければありがたい。事務局からの説明は以上。

○近藤主査

それでは、意見交換に移りたい。

#### ○天谷委員

原子力の安全規制の考え方では、私としては深層防護の考え方が重要と思っている。これは原子力に限らず、他の産業でも同様な対応が考えられていると思うが、必要に応じて多重の防護対策を施すことが重要だと考えている。

核融合の場合、どういったところに安全上着目すべきなのか、考えておく必要があると思う。例えばどういった事故を想定しているのかとか、その事故が起こったときにどれくらい環境に対して影響が及ぶのかとか、そういったリスクを考えた対応をきちんと取っていく必要がある。

先ほど話があったが、グレーデッドアプローチみたいな考え方、リスクと釣り合うような規制の考え方はやはり重要になってくると思う。こういったリスクを考える上で、核融合施設を取り上げたときにどういったところに事故の要因があるのかをきちんと把握しておく必要がある。

私が理解しているところだと、核融合の場合、DT反応を使うのであればトリチウムを使うが、実際の炉に入れるトリチウムのインベントリに関係する安全性のほか、そこにトリチウムを貯蔵しておく場所等の安全性も考慮することが重要だと思う。水素同位体であるため、水素に対する安全対策も一核融合そのものというよりも、水素の取扱いといったところになるかもしれないが、そういったところの安全性も重要と考えている。炉本体だけでなく、それを取り巻くところまで含めていろいろ考えておく必要があると思う。

#### ○遠藤委員

エネルギー政策、産業政策の点からコメントさせていただきたい。

核融合は永遠なる未来の技術と言われてきたが、米国では核融合産業協会ができており、23年の報告書だと、世界の核融合に取り組んでいる企業に向かった投資が去年より約14億ドル増えて約62億ドル、つまり9,200億円。すでに兆に近い単位になっている。市場規模は、技術が確立されれば6,000兆円とも言われているので、非常にホットな業界であると感じている。

日本においても国家戦略が策定されて、永田町を中心に過熱ぎみであると感じている。投資資金が更なる拡大をしていくと、2028年に商用化をすると手を挙げているベンチャーがあるが、商用化が前倒しする可能性もあるだろうと思っている。

ただ、一方でITERやローレンス・リバモアの専門家たちに意見を伺う機会などがあったが、まだ難易度の高い技術であるということも一方で理解している。

そのような不確実性がある中で、海外の規制機関が議論を始めているように、日本においても安全性に配慮しつつも、普及を後押しする規制の在り方、海外規制との互換性の議論というのが進むということは大変望ましいことだと思っている。

もっとも、これは核融合に限った話ではなく、これから新增設が始まる現行の原子炉においても同じで、規制が設計の段階からきちんとコミットして、メーカーやオペレーターと共に議論することが商用化の絶対条件であるということを示添えておきたい。

海外の規制体系をにらみながら、我が国の核融合規制をどういう体系にするのかということについても、政策とか産業の観点から留意点を申し上げておきたい。今回、前回の原子力基本法の改正で、「原子力の価値」というものが基本法の中に明記された。つまり、安定供給であるとか光熱費を削減するとか、社会に与える影響という価値が、原子力にはある、と。そういう観点が実は他国と比較すると日本の場合、原子力規制の中からすっぽり抜けてしまっている。これから核融合においてもグローバルな開発競争が起こるので、EUの考え方としても紹介されていたが、民間投資に負の影響を与えかねない規制とならないような十分な配慮が必要だろうと思う。

日本の場合、京都フュージョンリアリングもそうだが、核融合炉を国内でやるということだけではなく、核融合デバイスの輸出といった商用化も検討しなくてはならない。とりわけ米国とだが、コンパチブルである規制を協働で議論していくということが非常に必要と思う。

AIデータセンターの普及が電力利用量を爆発的に引き上げることを鑑みると、発電効率の面とか脱炭素の面で原子力の有効利用というのは当然の帰結。これは、核融合の普及と時間的なずれが生じてしまう可能性もあるので、しっかり現行の原子炉のイノベーションにも目を向け、核分裂の否定による選択肢としての核融合とならないようにしていただきたい。また、核分裂も核融合

も当然、人材育成、技術基盤においては共通点があると思われ、それを意識して維持・育成していかなくてはならないと考えている。現行の原子炉との繋がりも是非念頭に置いていただきたい。

#### ○大野委員

まず、想定されている核融合炉というのが何かということが、全体的な認識として必要。通常は熱出力3ギガワットで100万キロワット級で重水素、三重水素を使ったものが一番スタンダードで考えられている。そうすると、先ほどから議論が出ているトリチウムと、中性子、トリチウムインベントリ、ダストを含めた安全規制が重要になる。先ほどから議論が出ているように、出力によって度合いが非常に変わっていくというのも事実であり、それをどう考えるかというのはあると思う。

もう一点は、先ほど申し上げた第一世代の核融合炉以外にも、現在、ムーンショットで、先進燃料を使ったような小型核融合炉の動きも出ている。核融合ベンチャーでもやられているところもたくさんある。例えばホウ素と水素を使ったプロトン・ボロンと呼ばれている反応だと、中性子もトリチウムも出ない、使わないというような状況がある。技術的には極めて難しい技術で、すぐに実現されるということはないかもしれないが、核融合炉の一つの形態として行われている。そういう先進的な考え方も含めたものを取り込んで、どういうふうに関制として考えていくのかは、今後、核融合炉のバリエーションも含めて議論を頂ければと思う。

#### ○奥本委員

現在の研究では「責任ある研究・イノベーション」という考え方があり、かなり研究の初期段階から、多様なステークホルダーが入っていき、研究の方向性や安全性も共に考えていきつつ、研究の方向性全体を考えていくという考え方がある。

今回の核融合の安全確保検討タスクフォースも、安全規制もそうだが、実際に安全規制に関わるための研究とはどういう在り方があるのかという部分をクリアしないと、核融合の実現はないのではないかとこのことを、こちら側から研究者側や開発側に投げ掛けていけるような方針ができることによって、より透明性があり、社会においても安全な核融合であるということを受容されるきっかけになると思う。

もちろん規制というふうな現実性というのはとても大事だが、現実的に規制のルール作りをするだけではなくて、リスクに関しても、そしてそのリスクの範囲に関しても議論の段階で透明化していき、それが直接的には安全規制やルールに反映されなくても検討をしていく、そしてその検討を社会に開いていくということ自体が透明性を高めると思う。

このタスクフォースでは、もしかしたら直接的な議論ではないかもしれないが、可能性やリスクの部分も積極的に話し合っていきたい。

#### ○田内委員

私は、トリチウムの生体影響の研究をやっていると申し上げた。現状で考えられる核融合炉はDT炉だと思うので、大量のトリチウムと放射化物が鍵になると考えている。特にDEMO炉で4キロとか5キロとかと言われるトリチウムは、万一それが全部放出されれば、地上大気中のトリチウムが2倍に一気に増えるというレベルの量なので、最悪の事故というのはどういうものを想定するのか、それを抑えるためにはどういう基準を求めるのかを、安全規制の中では絶対に考えるべきだと思っている。

核分裂の原子炉に関しては、走りながらいろいろ規制を考えて考えてという自転車操業的な部分があり、最終的に廃棄物をどうするかということまで決まらないまま走った結果、イデオロギーと絡まって非常に複雑な状況を生んでいると私は考えている。核融合の場合には最後の片付けのところまで包括した安全基準というのを作るべきだと思う。ただ、今からそれを考えていると、研究開発に遅れてしまうということは確かだと思うので、二段階で進めてはどうか。研究開発段階はこういう形で示し、産業化に関しては時間があると思うので、やはり法律の中に新しい章を作るのか、新しい法を作るのか、そういうところまで含めた議論が必要だと考えている。

もう一つ申し上げたいのは、実際に炉を造る場合には当然いろいろな地域のステークホルダーとコミュニケーションを取らないといけないと思うが、そのときにリスクの話は絶対に避けて通れな

い。実は私はAgile Nationsの方にも関わらせていただいた。リスクを考えると被ばく線量と起こり得る確率みたいなので区分されていると思うが、ただその確率が低いから、これはオーケーということには決してならないと思う。開発の段階から、リスクを100%カバーするぐらいのところまで規制の側では安全を考える必要がある。

大量のトリチウムに関しては、結局どれだけ出るのが問題になってはくるが、実はトリチウムの生体リスクは十分に分かっていない面がいくつも残っている。水の状態であれば、シンプルに体の中に均等に分布するという想定で評価して全然問題ないと思うが、一部が有機物に変わってしまうと、その化学形によっては細胞の中のある部分だけ被ばくするとか、他の放射性物質では絶対あり得ないことが起こり得る。安全規制のための研究という側面から、そういうテーマを研究する人材を維持していくことも非常に大事だと思っている。特に大学でのトリチウム研究は壊滅に近づいているので、規制とは別の話だが、人材育成も是非考える必要があると思う。

核分裂に関しては、日本は全ての事件と事故を経験した唯一の国なので、放射性物質となればどうしてもイデオロギーと一緒にされる傾向が強い。科学に基づいて議論ができるような地盤を作るためには、利用から廃棄までの全てを包括して、ここまで考えた上でこれだという規制が必要だと思っているので、是非その方向で検討いただきたい。

#### ○富岡委員

対象とする核融合装置をどういうものにするのかということでは整理する必要がある。現状想定されている近未来のものなのか、もう少し将来的なものも含めるのか。それによって規模とかリスクとか異なってくると思うので、整理した上で、あるいは整理しながらなのかもしれないが、検討していく必要がある。

もう一つは、先ほど来、議論があるグレーデッドアプローチとか、厳しいとか、合理的とか、あるいは資料には炉規制法的とかRI法的とかという言葉があるが、この辺りも少し整理した方がよい。具体的にどういうスコープなのか。もう少し具体的に言うと、規制の項目なのか、手続なのか、あるいは基準の程度の違いなのかがある。例えば、法の立て付けで言えば、炉規制法は平和利用というか、言葉は厳密には違うが、セキュリティみたいなことも含まれているので、こういうものは検討の対象になるのか。あるいは項目で言っても、セーフティー以外のところで、発電炉の規制法は所有者の要件で技術的能力とか経理的基礎とかもあるので、こういうのを入れるのか入れないのかとか、そのような検討をするのか。あるいは手続で言うと、例えば発電炉の規制法では、最初の設置の許可の後段として、「工事計画の認可」というようなものがある。これは手続の違いだが、こういうものが、RI法にはないと思うが、こういう手続の違いのことを言っているのか。それとも基準そのもの、炉規制法の場合もRI法の場合も技術上の基準はあるが、基準の程度の問題を言っているのか。そういったところを少し皆さんの理解を共通にして議論を進めないと同床異夢になってしまうということもあるかもしれないので、整理が必要かと思う。

それから、リスクに応じた規制の検討だが、リスクという意味で、核融合装置の特徴とか、核分裂炉との違いということに関して、技術的根拠の確認なのか、おさらいなのか、検討なのか分からないが、そういったものが必要かと思う。例を挙げると、トリチウムのインベントリの話が出ているが、先ほどのNRCのSECYというか、我々は「SECY Paper」と言っているが、それでは「100グラム以下」というような記載があり、放射化生成物はどういう核種がどのぐらいのインベントリで毎年どのぐらい発生するのかとか、あるいは、事故時挙動が非常に重要なところで、核的暴走はしないというようなことがあるが、確かにそうだが、これだけだと不十分というか、これだけで決めるのは乱暴であり、御承知のとおり、福島第一の事故でも別に核的暴走したわけではないので、それだけでは不十分で、具体的には保有しているトリチウムや放射化生成物の閉じ込め、このバリアを破壊する可能性、そのバリアを破壊するエネルギー、それは崩壊熱であったり、あるいは火災、爆発であったり、そういったものによりどういう事故が想定されるのかということも非常に重要である。先ほどのNRCのペーパーだと、「Credible Accident Scenario」と書いてあるが、想定する事故においてオフサイトの被ばく線量が1レム以下というようなことが書いてあったので、そういうようなものがあると非常に技術的根拠として規制を判断するのに良いと思う。

あるいは核分裂炉との違いでいうと、炉の挙動というか、事故時挙動みたいなもので、ベッセル



のブリーチというか、破壊を防止するための強制冷却設備の必要性だとか、そういったところがポイントになるのかなと思う。

これだけにとどまらないと思うが、いずれにしろ、そういう事故時挙動みたいなところの特徴を少し明らかにすることでリスクというのが見えてくると思う。

#### ○中村委員

私は核融合発電炉を開発している組織の者なので、ある意味規制に関しては申請者側の立場であると認識している。核融合を開発している組織として、例えば、核融合装置JT-60SAの安全対策もしくはどういう規制がされているか、トリチウム施設の安全対策等、またITER誘致時に検討いただいた際に核融合の方から説明した資料等があるので、そのような資料を提供できると思う。ITERの場合、トリチウムはインベントリ4キログラムあるので、それがどれくらい放出されるかといった評価もやっていたので、当時の結果も出せると思う。現在設計を進めている日本の核融合発電炉の設計と安全対策、想定している事故評価も提示できると思う。また、原子力学会で核融合のリスクに関する研究委員会が発足する予定で、私はその事務局を務めさせていただく予定なので、委員会での議論の状況等も報告できると思う。

立場的には被告の立場だが、個人的な考えでいうと、核融合のリスクとは、トリチウムのリスクだと思う。大量にトリチウムを保有しているので、そのトリチウムが全量出ていくと、ある意味、敷地境界で一般公衆にある程度の被ばく量を与えるのは間違いないが、そのトリチウムによる被ばくが原子炉等規制法で言う原子力災害の防止の原子力災害に当たるのか、それともRI規制法で言う放射線障害に当たるのかを議論していただきたいと思う。

ITERの誘致時には政府の方で規制の方向性の判断をいただいたが、その後、福島原発の事故等が発生して、原子炉に対する安全のハードルがかなり高くなったと認識している。この原子炉に対する規制の基準が上がったことが、今後議論する核融合発電炉の規制について、ITER誘致時の結論に対してどの程度影響を与えるのかを留意している。

#### ○波多野委員

現在提案されている核融合炉の形式は非常にバラエティーに富んでいる。スタートアップが始める非常に小規模なものから、100万キロワット級のものまでバラエティーがあるので、何をどう規制していくのかを整理しながら議論していただくことが必要と思っている。

事故時の話もたくさん出て、そのとおりだと思う一方で、通常時をどう規制するかという話もある。例えば重水炉は、事故を起こしていない場合でも、放射線の被ばく量としてはもちろん規制値以下だが、周辺を測ればトリチウム濃度の上昇が見られる。アメリカの国立研究所でトリチウムを大量に扱っているところでも、周囲の環境を測ればトリチウム濃度が上がって見える。一般の方でも、少し専門的知識があつて測定をすれば見えることなので、通常時のエミッションというのもある程度規制の念頭の中に入れておく必要がある。

私個人は、いきなり原子炉の規制で行くよりは、放射性同位元素等規制法的なものから始めて、オフサイトへのトリチウム放出防止を担保できるような規制を上積みしていくようなアプローチかなと思う。そういう観点で見たときに、放射性同位元素等規制法の枠内で比較的大量のトリチウムを取り扱っている施設、特に放射化等でトリチウムが発生する中で安全を担保しながら運営している施設の方の話をお聞きする機会があると良いと思っている。

#### ○福家委員

民間企業の現状について話したい。最近、ベンチャーからの問合せが非常に多くなっている。本当にできるのかと思うようなものまで、とにかく多い。規制は実現性の判断材料になるので、先ほど富岡委員から、ある程度絞った方がいいという意見あったが、様々な核融合炉が開発されている現状に鑑みれば、まずはいろいろな核融合に共通した大きなガイドを出していただけないかと思う。次の段階として、具体的に細かい規制を確認していくためには特定の炉型に絞って議論することが有効なので、QSTの過去の設計知見を伺うことは非常に参考になると思う。

また、民間企業の現状については、産業界全体をまとめている組織もあるので、そこからの意

見も、この委員会の中で聞いていただけると良いと思う。

規制とは離れてしまうが、福島を経験して社会的受容性はますます重要になっている。ゼロリスクはないということは社会に浸透してきていると思うが、では、いざトリチウム放出のようなリスクがあることを持ってこられたときに、地元の人たちの反対はかなり大きいと思う。これは科学で説明できないところだと思うので、今原型炉のタスクチームでやっているようなアウトリーチ活動を充実させる必要があると思う。

#### ○横山委員

私は、放射線防護、環境影響、特にトリチウムの環境影響に関してこれまで研究を進めてきた。また、ITERの誘致に関して、環境安全の観点から評価コードの作成、開発等を行ってきた。是非ITER誘致、先ほどから有識者の意見、それからこのタスクフォースのまとめ方、検討の進め方にもまとめられているが、過去の知見というものを十分に活用して議論を進めていただきたいと思う。

何かを考えるときには具体的なイメージが持てる施設の規模感、それから、どういう安全、工学的な安全性という観点からも含めてだが、どういうことを考えなければいけないかということ議論の上では、やはりある程度の具体性が必要と思う。

もう一つは、今施設側からという話をしたが、RI法の場合には本当に小さな施設から、大規模な施設までを含んだような、それを一つの規制で行っている。ただ、その中でもセキュリティという観点で規制しなければいけないもの、それから小規模な施設に関しては厳しいことを必要としないといった枠組みが、今日本の中にも既に出来上がっているところがあるということなので、RI法、それから炉規法が、また別に原子炉として取り扱うのかどうかという観点からも議論を進めていく上では、現在の日本の規制の枠組みがどういうふうになっているのかということのを、どこかの段階で整理いただけるといいと思う。

その一方、議論していかないといけないのは、タスクフォースが内閣府に設置されていることを考えると、具体的な規制を考えるのは、規制当局になってくると思う。そのため、タスクフォースではある程度大きな考え方というところをまとめるところまでなのかなと思う。今回もオブザーバーでいろいろな省庁の方も参加されているので、そういう部分でも、このタスクフォースは非常に意義あるもので、実際的な、具体的な規制の枠組みを考える上でも、早い段階から皆さん参画していただき、それを議論のもとにしていただける良い機会と思っている。

日本の枠組みについても、やはり国際的な部分も非常に重要と思っており、各国の状況を今日説明いただいたが、日本の場合にはIAEAに加盟していることもあり、安全規制に関してはIAEAの基準を見据えながら日本の法令に取り入れていくことをしているわけで、IAEAがどういうふうに関後考えていくのかも非常に重要なところと思う。

欲を言えば、ここで議論したものを国際的な基準の方に投げ返すような形ができればいいと思う。このタスクフォースにおける検討の進め方の中にも書かれているように、「G7とかIAEA等との連携を図りつつ」となっているので、そういう相互の、いろいろな段階での意見交換が必要と思っている。その意見交換で、是非このタスクフォースでの取りまとめがいろいろなところに反映されていくことを願う。

最後に、トリチウムの環境影響に関して、環境、人への影響について、トリチウム自体の人体影響は、ほかの核種に比べて、現段階で分かっている知見においてはそれほど大きいものではないことが分かっている。ただ、環境に放出されると水と同じように挙動するので、一度環境中に出てしまうと、いろいろな所からトリチウムが検出されてしまうので、やはりトリチウムの環境安全も核融合を進めていく上では重要と思う。

#### ○近藤主査

本日、皆様から貴重な意見を頂いた。「基本的な考え方」の議論ということだが、対象が何かというところがまだ定まっていない中、それをどうやって、どこから解いていくのかに関して皆様からいろいろな御提案、御意見を頂けた。情報収集すべきステークホルダーがどこであるかについてもサジェスチョンいただいた。御意見を踏まえ、今後論点を整理して次回以降に議論していきたい。

○馬場参事官

本日頂いた意見を踏まえ、例えば、産業協議会、「J-Fusion」のヒアリングや、ITERの状況といったところも第3回以降、声を掛けさせていただければと思う。

○近藤主査

本日はこれで閉会としたい。

以上