

第12回原子力委員会定例会議議事録

1. 日 時 令和5年4月4日（火）14:00～15:15
2. 場 所 中央合同庁舎第8号館5階共用D会議室
3. 出席者 内閣府原子力委員会
上坂委員長、佐野委員、岡田委員
内閣府原子力政策担当室
進藤参事官、梅北参事官、佐久間補佐
国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構
大井川理事
原子力科学研究部門 原子力科学研究所 原子力基礎工学研究センター
加治専門官

4. 議 題

- (1) 原子力白書に係るヒアリング（日本原子力研究開発機構）
- (2) アジア原子力協力フォーラム（FNCA）2023スタディ・パネル及び第23回コーディネーター会合の開催について
- (2) その他

5. 審議事項

（上坂委員長）時間になりましたので、第12回原子力委員会定例会議を開催いたします。

本日の議題ですが、一つ目が、原子力白書に係るヒアリング（日本原子力研究開発機構）、二つ目が、アジア原子力協力フォーラム（FNCA）2023スタディ・パネル及び第23回コーディネーター会合の開催について、三つ目がその他であります。

それでは、事務局から説明をお願いいたします。

（進藤参事官）一つ目の議題は、原子力白書に係るヒアリングについてです。

本日は、日本原子力研究開発機構、大井川宏之理事により御説明いただき、その後、質疑を行う予定です。

それでは、御説明をよろしくお願ひいたします。

(大井川理事) 原子力機構の大井川でございます。よろしくお願ひします。

本日は、日本における事故耐性燃料研究の現状及び今後の見通しということで御報告させていただきます。

めくっていただきまして、本日御紹介する内容でございますが、まずこの事故耐性燃料の政策的位置付け、目的、開発ステップ等、それから事故耐性燃料、略称 A T F と呼んでいますが、この共通基盤技術開発の現状、そして三つ目としまして A T F 要素技術開発の現状ということで、主に三つの候補がございまして、それぞれに関する現状について御報告させていただきます。

四つ目としまして、海外における A T F の開発状況、これは主にアメリカとフランスの状況について御報告させていただきます。

めくっていただきまして、3 ページ目ですが、プロジェクトの政策的位置付けと目的ということで、第 6 次エネルギー基本計画にも書かれていますように、いかなる事情よりも安全性を全てに優先させるということがうたわれていまして、産業界でも万が一の事故のリスクを下げるために過酷事故対策を含めました軽水炉の一層の安全性・信頼性・効率性向上に資する技術を開発し、安全性の高度化に貢献する技術開発を国際協力の下で推進することが重要というふうにされています。

そういうことを踏まえまして、国全体としまして新型燃料開発を効果的に進めるために、共通する課題に対しまして共同で取り組む枠組みというのが必要だということ。それから、国際協力を活用しながら、有機的な連携協力によって成果の創出を目指すということが求められています。

次の目的のところがございますように、この新型燃料開発を戦略的かつ効果的に進めて工学実証段階へ引き上げるということを目的に、国内の事業者等と連携・協力体制を継続的に強化し、海外機関等と連携して照射試験の推進や燃料挙動評価を行うということでございます。

下のところに拡張性という、小さい文字列が書いてありますが、この事故耐性燃料というのは現在既存の軽水炉に導入することを前提に進めていますが、ここで設計によっては並行して進められているような革新型軽水炉への適用も可能であると考えています。

続きまして、4 ページ目ですが、事故耐性燃料開発の経緯でございます。

福島第一原子力発電所の事故では、ジルコニウム合金、ジルカロイといいますが、これの

被覆管酸化による温度急昇と水素発生、その水素が爆発ということが大きな影響を及ぼしたというふうに聞いています。

この酸化を抑制するために、温度急昇と水素発生を抑制・緩和する、そういう材料を目的としています。それがうまくいきますと事故への対処時間が延ばすことができる。右側の棒グラフに書いてあるような、これは模式図ですけれども、燃料が急激に温度上昇する、その時間を遅らせることができるということです。

燃料・材料からの対応ということで、ジルカロイにクロムをコーティングした被覆管、あるいはステンレス鋼を使う、SiC等の新材料を使う、こういうことで考えられています。そのほか、燃料、ペレットの方を適合するというのもここで行われています。現行商用軽水炉へできるだけ早く実装化するということが目的、目標になっています。

5ページへいっていただきまして、プロジェクトの実施内容でございます。

下の方に、2015年ぐらいから掲げられていますが、徐々にTRLと書いてありますが、開発段階を上げていくという取組を進めているところです。その実用化までには幾つかのレベルの照射試験というのが必要になってきますが、2018年にはハルデン炉の廃炉が決定しまして、世界的に照射場というのが限られてきているという中で、これを進めていかなければいけない。

それから、JAEAには1F事故後、速やかに、2013年頃からですけども、日米協力のCNWGという枠組みの中で、この取組を開始しております。その中で、日本国内の取組もリンクしているということでございます。

それから、2019年ぐらいからは国全体としてこのATFの方の開発を行ってまして、下のところにあります二つの取組、主に事業者等による開発と技術基盤整備ということで、エネ庁さんから補助事業をメーカーさんが受けて、我々はエネ庁さんから委託事業を受けて、我々はサポートしているというような体制で取り組んでいるところでございます。

主に我々が行っていますその委託事業というのは、TRLでいくと3から4のところの技術成熟度を上げていく、そういうところにフォーカスして進めています。

上側の流れを見ていただきますと、試験炉を用いた材料照射等、そういう基礎基盤的なところが左側にありまして、大きなところでは①とありますが、プロトタイプ新型燃料部材製造と商用炉照射、LTR、小さい文字で申し訳ないですけど、Lead Test Rod、燃料棒を商用の発電炉で照射するということです。

その次の取組として、②にありますように、プロトタイプ集合体、集合体レベルで商用炉

の先行照射を行う。

③のところ、国内商用炉先行照射、少数体となって規制当局による確認を経て実用化に入る、こういう流れになります。

それでは、A T Fの共通基盤技術開発の現状について、次のページから説明したいと思います。

めくっていただきまして7ページですけれども、今、主に三つの候補材というのが検討されています。上からS i C / S i C複合材を使ったもので、これはBWR、それからPWR用の被覆管、あるいはBWR用チャンネルボックスとして、東芝E S Sさんが行っている。それからBWR用として日立G Eがこの開発というのを行っています。

それから、鉄・クロム・アルミの改良ステンレス鋼、これにつきましてはBWR用ということで日立G Eさんが開発を行っている。

それから、ジルカロイにクロムのコーティングを行った被覆管ですけれども、これはPWR用ということで三菱重工さんが開発を行っている。

我々はこの赤い文字で書いたところのA T F共通基盤技術開発、事業者間の連携推進という役割を果たしております、代替照射技術の開発だとか、長期ふるまい予測手法の開発等々を行うということで、連携関係を進めているところでございます。

めくっていただきまして、8ページは研究開発のスケジュールでございます。

今回のところは説明しませんけれども、もう2023年度に入りましたが、強調は2022年度と書かれています、真ん中ちょっと下のところ、①海外試験炉における照射試験という項目があります。これが我々2022年度に開始したかったんですけれども、これの照射を予定しております米国の照射炉がまだスタートしていないということで、若干遅れておりまして、年度をまたいでいます。ただし、全体的なスケジュールに影響がないようにしたいということでございます。

続きまして、9ページです。

これまでに得られている成果の例ということで御用意していますけれども、まず国内における新型燃料開発推進ということで、連携協力の推進を行って、その開発状況総括を行うということで、技術成熟度の整理を行ったわけですね。

二つ目のポツのところにありますように、国内のステークホルダーが一堂に会する、事故耐性燃料開発に関するワークショップというものを開催しております。その中では、東京大学の阿部先生とも連携しまして、こういう産業界のニーズを大学にも出して行って、人材育

成にも役立てていくということで、原子力機構がそういう取組のハブになるということで進めているところでございます。

それから、②のところ、研究開発や規制基準等に係る情報収集ということになっていますが、特に強調するべきところは、規制庁との意見交換を昨年12月のCNO意見交換会等で行っております。

そういうことで、規制との意見交換をしながら進め方というのを連携しているということでございます。

それから、10ページにさせていただきますと、共通基盤技術の整備と継続的高度化ということで、海外の試験炉、日本ではJMTRが廃炉ということですので、海外の試験炉を利用しなければいけないわけですが、先ほど最初に申しあげましたCNWGの枠組みを使いまして、うまく海外の試験炉で照射するという取組が始まっております、左下の絵にありますように、これはATRという照射炉、アメリカの照射炉ですが、これで照射するというので、先ほど申しあげたように、正にもうすぐ照射が始まるということでございます。

めくっていただきまして、11ページ。これまでに得られている成果の例の中で、基盤的なところで、クロムコーティング・ジルカロイ、それから改良ステンレス鋼、SiCと、それぞれについて事故時とか通常時、事故時、シビアアクシデント時それぞれについての整理を行っているということです。

赤字で書いてあるところはエネ庁さんから委託事業で、サポートいただきながら行っているところです。

3. のところにあるように、解析コードの高度化とかも行っておりまして、FEMAXIという原子力機構が開発しているコードですが、この事業の中で高度化を行っておりまして、このコードについては早稲田大学にも一部参加していただいております。

続きまして、12ページ、お願いします。

照射施設が国内なかなかないということもありまして、代替照射試験技術の開発にも取り組んでおりまして、これは水素イオン、Hイオンの照射によりまして、腐食挙動予測手法の検討を行っている、そういうことを説明したのになっていまして、左にありますように、燃料棒の周りにはいろんな放射線が飛んでいまして、それが冷却材とも相互作用しますし、被覆管とも相互作用して、それが複合的に材料の腐食にどういふふう効いてくるかというようなことを加速器を使って調べていく、そういう装置の開発を行っているところです。

これは東北大学のサイクロトロンを使ってこのような装置の整備をしているところでございます。

続きまして、13ページからはそれぞれの要素技術の現状について御説明させていただきます。

めくっていただいて、14ページのクロムコーティング・ジルカロイです。これが全体的にも一番進んでいるところで、最初に導入されるものと考えているものです。

まず、クロムによりまして酸化抑制効果が期待されるということで、導入効果のところにありますように、左下のところに三角形の図がありますけれども、下の方が温度が低い通常運転時で、一番上のところがシビアアクシデントの温度が高い。通常運転時の被覆管の水素吸収量が下がり、あるいは腐食も下がるということで、これによりまして通常運転時の性能も上がる。

それに加えて、事故時のジルコニウムの反応も下がりますし、水素の発生量が下がり、酸化脆化度合いが下がるということで事故耐性が上がる、そういうことでございます。

めくっていただきまして15ページですが、そういうクロムコーティング・ジルカロイについての成立性が検討されておまして、これは三菱原子燃料さんの成果ですけれども、事故時を想定した高温酸化試験を実施して、クロム被膜による表面酸化抑制効果を確認するというので、左下のグラフにありますように、酸化していく時間が横軸になりまして、縦軸が酸化量、重量が増えて酸化量が増えていくわけですけれども、コーティングなしの1, 200度の場合のカーブに対しまして、赤の点のコーティングした場合には抑制されるというようなことになっています。

続きまして、16ページからは違う材料です。改良ステンレス鋼によってクロム・アルミ ODS 鋼ですけれども、これでまず応力腐食割れ (SCC) の感受性に対するセシウム分圧依存性の検討をしております。日立グループの成果でございますけれども、この試験目的は、SCC の感受性を示すしきいのセシウム分圧点が 0.2 ~ 2.4 Pa ということで、実機条件が 10 のマイナス 8 乗 Pa ということで、十分に、SCC に至る条件に比べて十分高いということで耐 Cs - SCC 性というのは示されたということでございます。

続きまして、17ページです。その被覆管の LOCA 試験を行った結果になっております。これは CNWG の日米協力の下、米国 ORNL によって実施されたもので、この結果もジルカロイ被覆管よりも高い耐バースト性能を確認できたというようなことになっています。

18ページですけれども、こちらは SiC です。

まずは、この製作性というところで、SiCの被覆管・チャンネルボックスの製造プロセスとして良好な耐食性と気密性を有する成膜工程を確立したということで、細かいプロセスは省きたいと思えますけれども、ちゃんと耐食性と気密性を有することを確立したということとでございます。

めくっていただきまして、19ページに製造プロセスということで、長尺の被覆管の製造、それからチャンネルボックス、それから端栓です。プラグですけれども、これの接合技術の開発にも成功したということが示されております。

続きまして、20ページ以降は海外の状況で、21ページが公開情報に基づいて、世界でのATF開発状況をまとめたものになっています。アメリカがやはり一番先行していて、種類も多いです。

それから、青い字が被覆管、赤い字で書かれているのは燃料ペレットの開発ということになります。以下、アメリカとフランスについて説明させていただきたいと思えます。

22ページは、アメリカの開発体制ですけれども、真ん中のところに青い四角で書いてあるところはATF作業グループワーキンググループというので、NEIを中心にしまして、こういう産業界がこぞって参加する、そういうグループでありまして、ここで産業界の方針だとか活動の先導を行うという形になっています。

それから、右上のところに電力研究所EPRIが中心となって、ATF研究協力ミッションというのをやっておりまして、この二つ、ワーキンググループとミッションは連携を行いながら開発を進めているということとでございます。

このワーキンググループの目的として、下のところ、二つありますように、資金調達とコミュニケーション、もう一つは配備までの燃料認定及び規制上のベネフィット、高富化度とありますが、この仕組み高濃縮と言われる5%を超えるような濃縮度のもの、これを使うことも検討されています。

めくっていただきまして、23ページでございます。

アメリカにおける状況で、五つ挙げていますが、赤い文字で書いているのがニアターム、早めに導入されるであろうもの、3番、5番の青いところはロングタームの概念に整理されています。

①のところが我々も行っているクロムコーティング・ジルカロイ、それから②のところが鉄クロム・アルミ合金の被覆管を使っているもの、それから、③はSiC、④が改良UO₂ペレット、それから⑤は高密度ペレットということで、日本ではこの④、⑤のところは実施

していないものということです。

めくっていただきまして、24ページです。

現在のアメリカでの状況ですけれども、照射試験を実施されて、一番早いのだと2018年にクロムコーティング・ジルカロイのものと、それから改良ステンレス鋼がハッチ炉の商用炉において照射されています。

それから、下から二つ目の赤い棒線は、これは集合体照射が該当することを示しまして、これは2021年から行われているということで、精力的に商用炉を用いた照射が行われていることだと思います。

25ページでございますが、こちらは規制当局の方の活動状況で、NRCですけれども、現行の規制の枠組みの下で、ATF使用の許可を与えるまでの機関プロセスを、より効率的・効果的に行うための幾つかのステップを踏むことにしまして、燃料製造から使用済み燃料の貯蔵と輸送まで含んだ全般に対処をしています。

この計画では、燃料の使用許可への新しい規制アプローチ概要というものを示しています。続きまして、26ページです。

フランスにおける開発状況。フランスは、これはフラマトムとウェスティングハウスが燃料設計を行っている。それから、電気事業としてはEDFが安全設計等を行うというふうになっています。

開発中のATFは、クロムコーティッドジルカロイ、クロムコーティングと、それからもう一つは UO_2 を改良したもののペレット、ドーパド UO_2 の2つの取り組みが行われています。

下のところに書いていますけれども、欧州では気候変動対策と経済成長の両立を目指す仕組みとして構築されたEUタクソミーの中の適合条件としてATFの採用というのが加えられているところでございます。

めくっていただきまして、27ページですが、フランスにおける照射試験の計画で、2023年からEDFプラントで照射を開始予定ということでございます。詳細は割愛したいと思います。

28ページは、フランスにおけるATFの開発状況のうちの規制の方ですね。安全局、ASNと、それからTSOであるIRSNが協力して進めているわけですけれども、2月に、この二つの機関を再編するということが、基本的にIRSNをASNへ移管するようなことを聞いていますが、そういう形で取り組みの強化を図ることがなされてきています。

原子炉を運用する事業者として、EDFはATFの実用化に際して実機原子炉での安全性確認が求められているということでございます。

最後、29ページにまとめがあります。繰り返しになるので詳細はもう割愛しますが、2015年ぐらいから本格的に国内のATF開発というのを行っておまして、先行する欧米に早くキャッチアップするということで、国内全体で精力的に活動しているところで

す。引き続き、国内事業者等との連携体制を継続的に強化しつつ、海外機関等との連携をして照射試験を進めていく、あるいは燃料挙動評価を行っていくということを進めていきたいと考えております。

私の方からは以上です。

(上坂委員長) 大井川さん、日本と世界のATF開発状況を、非常に整理してまとめて御説明いただきましてありがとうございます。

それでは、委員会の方から質疑させていただきます。

佐野委員。

(佐野委員) 御説明ありがとうございました。

幾つか教えていただきたいのですが、まずATF、2015年から研究・開発されているのですが、どのレベルのATFを目指されているのか。つまり、これができた段階では1Fのような事故が起きて、全外部電源が遮断されてメルトダウンが起きた、そういう状況でも大丈夫なようなATFを目指しているという理解でよろしいですか。

(大井川理事) 非常に難しい御質問で、まず事故のいろんな条件によって全く違ってきます。それで、今日は三つの候補材を中心にしたけれども、一番導入が早いクロムコーティング被覆管ですね。ある程度の時間遅れを確保することができますけれども、全くそれをどんな条件でも燃料溶融に至らないようにできるかということ、そうではないというふうに考えております。

それをもっと事故耐性を高めようと思うと、恐らくSiC等を入れていくことを検討すればよいと思うが、SiCはまだ原子炉の被覆材として実績があるわけではないので、導入までに時間がかかる。

(佐野委員) 時間稼ぎですね、取りあえずは。

(大井川理事) 取りあえずは時間稼ぎ。

(佐野委員) 1Fの事故以降、アメリカ、フランス等々もJAEAと同じような考え方、時間

を稼げるようにという目的でA T Fを研究されている、こういう理解でしょうか。

(大井川理事) そういうことです。

(佐野委員) 分かりました。

それから、各国との協力とありますね。連携という言葉が出ていますけども、国際的なパテントとの関係、つまり各国との協力というのは、施設を借りて照射したりとか、そういう施設のお互いの利用という意味での協力なのか、あるいは技術開発、研究開発そのものをジョイントでといいますか、共同で行っていくということなんでしょうか。つまり、最終的に出てきた場合、その国際的なパテントがありますよね。その関係はどうなんでしょう。

(大井川理事) 被覆管そのものの開発というのは、先ほどお示しした三つの企業さんのコンソーシアムの中で行われていて、その中でどういうパテントを取って、自分たちで候補にしているか、あるいは海外から買ってきているのかということはあると思うんですけども、すみません、我々原子力機構は、今のところその情報は持っていません。

(加治専門官) 原子力機構の加治と申します。そこ、かなり難しい御質問で、先生おっしゃったとおりのところは、それぞれのメーカーが持っているということで今やっているの、国際協力に関しては、技術開発、情報交換はやはりある程度公開ベースでもう既に出ているようなデータで、自分のところの会社で作った製品の、例えば照射の前のいろんな腐食試験だとか、そういうデータでこういう特性を示しているとか、先ほどちょっと御説明しましたけれども、実は商用炉でもう既に入れておりますので、その商用炉に入れて、実際にプールの横で取り出して外観観察なんかしているようなことも、いろいろな国際会議、国際協力の場で、今のところ大体聞いていると、いい性能を発揮しているというのが多いんですけども、そういう情報を出したりしているということなんです。

あとはやっぱりノルウェーにあったハルデン炉というのが、これは世界的に照射場で使われていたんですけども、それがなくなったので、やはり世界的に見ても、特に被覆管の照射というのが、実は単体で照射する照射という試験もあるんですけども、やはり実際、中に燃料を入れるということと、商用炉で外側をPWR、BWRの高温高圧水中で使用するということもあるので、実は照射炉というのを高温高圧水の環境を模擬できるループが原子炉についている必要があるということと、あとその照射炉で当然燃料も取り扱えるという、その許可を持っている炉だということ、世界的に見るとすごく限られてきます。そういう意味で、米国ではアイダホ国立研究所のATRがその筆頭格です。

あとは、ヨーロッパではベルギーのBR2とかが少しそれに近いので、それを実は国

際的に照射炉を取り合っている。だから照射場の施設として利用するというのは当然、先生おっしゃったとおり、今付き合っているというところで、実用化に近づいてくると、特許、パテントみたいな話に関しては、だんだん我々国研も関与できなくなってきた、そこはやっぱりもう開発メーカーの個別のパテントという取扱いになるというような状況と認識しています。

(佐野委員) ありがとうございます。

それでは、二つ目に規制の絡み方ですけれども、先ほどアメリカの例が何ページかにありました。NRCのプロジェクトプランということで効果的・効率的なライセンスングのためにやっているのですが、フランスなども、例えばプロジェクトプラン、規制を作っているのか、あるいは日本の規制庁がこういうプランを作ろうとする動きがあるのかどうかお伺いしたい。

(大井川理事) ちょっと私、フランスのというのは詳細には分かってないです。日本ではまだそういうプロジェクトプランを作ろうというところまではいってないんじゃないかなという気がして、この間のCNOの意見交換では、少数体の照射というのを比較的短期間のうちにできるように、今のうちに事業者と規制の側で意見交換をしていきましょう、こういうことで話が始まっていると伺っているので、それを本当に本格導入まで含めて、プロジェクトライクにやるというよりは、まずは少数体照射ができる環境を作りましょうという状況と認識しています。

(佐野委員) 規制庁の中に、ATFを担当している部局があるのですか。

(大井川理事) 審査という部分と、それから研究、規制庁の中で、あるいは我々原子力機構のTSOとしての安全研究センターとかでも、そういう規制のニーズに応じて研究しているものがありますので、そういうところと審査側が連携して対応することになると思います。

(佐野委員) ありがとうございます。

そういうプロジェクトプランがあると話が非常に進みますね。規制が将来的に何を考えているのか、取りあえずロードマップが見えるわけですから非常に助かると思いました。

それから、21ページ、世界地図がありましたね。これだけの国が独立して研究しているわけですね。これについても先ほどの施設の利用とはそういうことでしょうか。ハルデンがなくなって以降の施設の取り扱いというのは、そういう協力ですね。ジョイントと私が言っているのは、両方を合体して協力しているという国はないわけです。日米のワーキンググループも、日米の研究者が同じ部屋で研究しているということではないでしょう。ワーキンググ

ループはもうちょっとフレームワークを作って、その中で協力できることは協力していこうと。CNWGですね。そういう理解でよろしいですか。

(加治専門官) 原子力機構の加治ですけれども、先生のおっしゃるとおりです。取りあえずそのCNWGの発足時は、やはりまだお互いに開発し始めたばかりでしたので、取りあえずは公開情報を基に、情報交換しましょうということが柱でしたので。ただし、フェーズ2みたいな立場になって、そういう意味で施設を利用するということは、やはり具体的に一緒にやるというところまでいっていないのは事実です。ただし、照射試験をやって、その後、取り出したものを照射後試験やりますので、そのためには今、三菱さんはクロムコーティングですけれども、その材料の照射特性だとか、照射後試験の結果は当然アメリカの方にも公開ベースで出すという条件で照射しているということがありますので、そういった意味では共同研究、これは実際共同研究契約を日米で結んでおりますので、そういう意味で関係者さんの一緒にやっているということであれば、少しステップは上がっていますので、一緒にやっているといえれば一緒にやっているような形には今なっているというのが事実です。

(佐野委員) 最後の質問ですけれども、この世界地図でロシアも中国も被覆管の研究をやっているわけですが、彼らのレベルは世界的に見てどの程度なのですか。先ほど米仏が進んでいるとおっしゃっていましたが。

(加治専門官) 原子力機構の加治でございますけれども、そのこのところの情報は、ロシアに関してはちょっと今回ウクライナの問題があって、今まではOECD/NEAの国際協力のところとかも含めて、実はいろいろ検討のところでもロシアとか中国が入っておりましたので、やっぱりウクライナの問題が出たときに、国際協力の場で一緒にやるのがいいのかという議論がなされて、今ちょっとそこから脱退してもらおうということは何かなかなか難しいとお聞きしていますので、次のプログラムを立ち上げて、ロシアとかが入っていないプログラムで国際協力を進めていると聞いていますので、そういうこともあって、ちょっとウクライナのことが起こってからのロシアの状況とかが、全く我々としては情報が今つかめておりません。国際協力というか、国際会議の場での発表はありませんので、ちょっとそこは分かりません。

ただ、もともとハルデンがなくなった後に、照射炉を探すときに、やっぱりいろんな燃料の取扱いでループを持っていてということは、実はロシアは持っておりますので、研究開発の可能な場を自国で持っておりますので、そういった意味ではロシアがそこで投資されていれば、研究開発は独自でやれている場は持っているから、現状どのレベルに来ているかとい

うことは、ちょっと情報を今我々としては持ち合わせていない。

(佐野委員) 中国はどうですか。

(加治専門官) 中国は、ちょっと忘れちゃいましたけれども、実は少し開発はやられていると聞いていまして、ただやはり日本と同じというのは、やっぱりアメリカ、フランスに比べれば今のところはまだレベルとしてはそこまでついてきていないというふうには聞いています。ただ、中国はやはりやるとなったらすごいお金と人を投資されますので、ただ、今のところはまだアメリカとフランスとかに比べればまだレベル的にはこれからだというふうに認識しています。

(佐野委員) はい、取りあえずありがとうございます。

(上坂委員長) 岡田委員、お願いします。

(岡田委員) 御説明どうもありがとうございます。

私の方からは基礎的なお話を聞きたいと思っておりますが、5ページのところの上側の左側にある試験炉を使って今まで色々JAEAの方々が試験をやっているということですね。この試験炉というのが今、日本にはないから、米国と一緒にやっているという解釈でいいのですよね。

(大井川理事) はい、そのとおりです。

(岡田委員) それで、この試験炉というのを日本で造るということは、大変なことかもしれませんが、JRR-3にもこういう施設はないですね。

(大井川理事) JRR-3も非常に限られた領域で、その材料を照射することはできるんですけども、集合体だとか、あるいはPWR、BWRの環境を模擬して照射するというのは非常に難しいので、今、何とかそれに近い実験ができないかという検討はしているんですけども、できることは非常に限られているということでございます。

(岡田委員) 分かりました。

それから、私は本当にまだ分からないでお話聞いているような感じですけども、12ページのところの加速器を使った水素イオンの照射についてですが、この水素というのはどういう理由でこの水素イオン照射をするのですか。

(大井川理事) 原子炉の中だと、中性子だとか、あるいは核分裂でできた核分裂生成物だとか材料をアタックするわけですね。それが原子炉の中ではそうなんですけれども、原子炉の外でそれを模擬しようと思うと、加速器でそういう粒子を加速して当てて、そのアタックしている状況を模擬すると。

(岡田委員) それの水素だというのが分からないのですが、それは何の元素でもいいということですか。

(大井川理事) いろんな考え方があって、とにかく材料に損傷を与えるんだったら、もっとも重いものでもいいし、中性子に近い軽い核で当たっているのを模擬しようと思ったら、やっぱり水素がいいとか、いろいろある。ここでは水素を使っています。

(岡田委員) 中性子に近いという意味では確かにそうなので、分かりました。

あと、16ページです。

セシウムの試験、分圧、これはフィッションプロダクト核分裂でできた核分裂生成物としてセシウムが多くなるから、セシウムということなのですか。

(大井川理事) はい。こういう揮発性の腐食性のFPが、核分裂生成物が被覆管の腐食を促進するという形態がありまして、それに対してどのぐらいの影響があるかというのを調べています。

(岡田委員) 最後に一つ、先ほどお話の中に出てきたかもしれないのですが、佐野委員の質問で出てきたかもしれないのですが、燃料被覆管の材料などを研究することは、3.11の1F事故が起きてから全世界でやられるようになったのですか。こういう研究はその前からありましたか。

(加治専門官) 原子力機構の加治でございますけれども、材料そのものの研究としてはありました。ただ、やはり1Fの事故を受けて、名前として事故耐性といっている事故は当然福島第一の事故ですので、そういう名前が付いて世界的に研究がされたのは1F事故以降です。

ただし、基になっている材料自体の研究は、目的が違っているものを応用してきた。例えばここにちょっと出ていますけれども、日本の場合はクロム・アルミのODS鋼というのは、元々は我々JAEAの方の、高速炉の被覆管として開発していたものを軽水炉用に転用というか、実は化学成分とかいろいろ少しいじっているわけですが、そういうことをして軽水炉用の被覆管にできるようにモデファイして使っていることもありますし、SiCなんかも元々いろんなところで研究されていて、今でも宇宙炉用とか、アプリケーションをいろいろやられているので、特にアメリカなんかは1Fの事故以降、このATFに関してエネルギー省のDOEが莫大な予算を付けたということもあって、そういう意味ではメーカーさんとか国立研究所はやっぱりそういうところからお金取ってくるということもあって、予算獲得のためにもそういう目的で使用するというので、さらに研究開発が加速したと認識しています。

そういった意味で、元々ちょっと目的が違いましたけれども、元々素地は持っていたというのが事実だと思います。

(岡田委員) 分かりました。

やはり研究というのは弛まぬ開発をしたり、努力をしていかないといけない。それが実を結ぶというか、これまでの研究努力で使うことができたということで理解しています。ありがとうございました。

(上坂委員長) それでは、上坂から質問させていただきます。

まず、本日、被覆材の照射試験について、その状況や結果を御説明されました。プラス、御研究されているように、燃料を入れて、集合体にして、そしてそのまま1Fのようなシビアアクシデントを想定して、熱流動も考慮されて、正にそういう安全実証試験を行う。これはどういう方向に向かいますか。例えばカールスルー工科大学にそのような施設があって、福島の事故の分析もされたという話を伺います。いかがでしょうか。

(加治専門官) 原子力機構の加治でございます。

今、先生おっしゃったとおり、カールスルー、KITですが、KITもクエンチといって、やっぱり冷却材喪失事故を照射環境ではありませんけれども、集合体レベルの実際のものを作ってやっていったという、そういうセットを持っていたということがあって、本来ATFに関しても、特にまずフェーズ1としては終了したと聞いておりますけれども、このコーティングに関しては、確かこれはアメリカのウェスティングハウスが材料を提供して、クエンチ試験をやっております。これはOECD/NEAの国際プログラムとして実施しておりますので、幾らか加盟料を支払って、日本は当然資源エネルギー庁さんがサポートいただいて参画しておりますので、そのデータは見られるということで、日本もそのデータを参考にさせていただく。

ただし、クロムコーティングという名前は一つですけれども、開発メーカーのノウハウがございまして、実はクロムをジルカロイの表面にコーティングする手法がそれぞれ違っていたりとか、あと膜厚が微妙に違っていたりして、これが実際の高圧高温水の環境に行ったりすると、クロムが溶けるとか、脆くなったりするとか、各社の性能がもろに出てくるので、その確認もあっていろいろやっているというのが事実。

そういう意味で、モックアップ体系でやっているのはKITも使わせていただいて、国際協力でそのデータを取りに行っているというのが今の世界的な情勢です。

以上です。

(上坂委員長) はい、分かりました。

それから、これはお答えいただくには、まだ早い段階の話になってしまうかもしれません。現在、主には三つのタイプのA T Fの開発研究が行われています。これは、将来の実用化を考えたときに、かつ安定なサプライチェーンを考えた場合に、仕様が標準化した方が合理的と考えます。

例えば、I A E Aとか中心になってでも結構なのですが、安全設計や規制の国際的調和の動きですね。こういう動きはまだ早いでしょうか。

(加治専門官) 原子力機構の加治でございます。

その段階まではまだいってないのが多分現状です。ただし、先ほど言いましたが、一つO E C D / N E Aの枠組みです。

もう一つは、実はI A E AでもA T Fのプログラムに関するいろんな国際会議みたいなものがI A E Aで主催されていて、各国当然参加しておりますので、目的としては今、先生がおっしゃったような安全性向上に関するようなところ、国際協調みたいなところへやはり持っていきたいというのがあると思います。

国際協力のことに関して、一つは、これはO E C D / N E Aの活動でございますけれども、その開始する、世界的な開発が進む最初のところで、やはりさっき技術成熟度とかT R Lとか言っていたものがございしますが、その開発レベルを評価する評価軸をやはり国際的にそろえておこうということで、O E C D / N E Aで関係専門家が集まって、その議論がなされて、実はO E C D / N E Aのレポートが出ておりまして、それがやっぱり開発状況の一つの評価軸の国際協調というか、そういう形になっておりまして、先ほど大井川理事が説明したところ、T R Lのレベルの話も、それが基準になって、ただしそのまま日本に適用できるかって、そうでもないところもあるので、N E Aでやった国際レベルのものを基準にして、日本版のT R Lの評価軸を作って、我々としては国プロの形で評価させていただいていたこともあるので、やはりO E C D / N E AとかI A E Aで安定性向上に関する国際協調の議論というのは多分続けていって、もう一つ世界的にも本当に実装化が目の前に来れば、またそういう話になるのではないかと考えております。

以上です。

(上坂委員長) それから、これも現段階では難しいことだと思うのですが、既存の燃料とのコストの差です。これはどのくらいになるのでしょうか。また、コスト面を含めて、A T Fを利用する側の発電事業者から何か要望なりは来ておりますでしょうか。

(大井川理事) 大井川です。

コストについては、我々、皆さん方、踏み込めないところがありますね。基本的にはやっぱり産業界の方でコストとそのベネフィットを比べながら導入の判断がなされていくというふうに考えています。

先ほど申し上げましたCNO会議とかで産業界の方はやっぱり少数体照射をさせたいというようなことを考えていらっしゃるのと、それなりにコストとベネフィットが見合うものだというふうに判断されているんじゃないかというふうには考えています。

(上坂委員長) これも現段階では回答は難しいかもしれませんが、規制対応を含めて、材料調達から燃料製造、それから発電事業者による利用までのサプライチェーン全体の取組も必要になってくると思います。

ワークショップ等が、今、海外でも日本でも行われています。そういうことに関して世界と日本を比較して、日本の課題はどういうものがありますでしょうか。

(大井川理事) なかなか難しいところなんですけれども、先ほどから出ている一つは、やっぱりこういう開発をしていく上で照射炉を持ってないというのは、やりにくいところになっちゃっているなというのが一つと。

それから、規制の方と意見交換する中でも、やはり今の規制庁、規制委員会というのは、1F事故を踏まえて立ち上がってきたところもあって、既存炉の規制基準対応の方に非常に今ウエートがいているということで、中々こういう新しい取組に先行してやっていくところにもリソースを傾けられないような状況になっているなというのはちょっと思うところではあります。

私、今ぱっと浮かぶものはそれぐらいかなと思います。

(上坂委員長) これが私からの最後の質問ですが、5ページです。「プロジェクトでの実施内容―実用化までの開発ステップ―」というページがあります。その一番右下に、実用化段階が2035年度辺りと書いてありますが、この見込みでよろしいでしょうか。それから、今後すぐには難しいかもしれませんが、産業界とのコンセンサスはいかがでございましょうか。

(大井川理事) 実用ということで、この少数体の先行照射が順調にいけば、2030年から35年の間ぐらいに、開発段階の早いものから順次導入していくことは可能かというふうに考えています。

(上坂委員長) それは産業界とのコンセンサスとなりますか。

(大井川理事) というふうに私は理解しています。

(上坂委員長) そうですね、はい、分かりました。

では、ほかに質問。

(佐野委員) 追加でお願いします。

21ページの世界地図で、燃料ペレットをやっているのはアメリカとスウェーデンとフランスだけです。日本は今後やる予定があるのか。つまり何か問題があるのか、非常に難しいのか。それから今、国際社会では米中が対立しているわけですが、JAEAにおける輸出管理というか、中国人の研究者はいると推測しますが、もしした場合に輸出管理はどうなっていますか。

それから、最後に各国との被覆管の競争があるのですが、一番競争に勝った人のプロダクトができた段階で競争は終わるのですか。つまり他の国はそれを買出すのか、あるいは依然として独自の開発を続けるのか、その辺りはどうなのでしょう。

(大井川理事) 大変難しい御質問、三つ連発なんですけれども、まず事故耐性燃料のミートの UO_2 の部分というのは今のところメーカーさん主導で実用化を目指した取組というのはいないというふうに聞いております。もちろん、その規模、研究段階には入っているんですけれども、それはやっぱり燃料の組成を変えると、炉心全体に及ぼす影響だとか、いろんなところに影響が出てきますので、それなりに初期段階からデータを全部そろえていかなければならないので、ハードルがやはり高いということになっているのかなと思います。

それから、輸出管理についてですけれども、もちろん商業機密的なことに係る部分というのは我々としてもしっかりとプロテクトするように管理はしています。中国からの研究者もJAEAには多くいますけれども、そういう人たちというか、商業機密のところは別に中国の方に限るわけじゃないですけれども、ちゃんと管理するように取り組んでいるところです。

それから、競争に勝ったところからみんな買うのかということですが、やはりそれぞれの国で規制の基準が違ってきていますので、それをやはり規制委員会の審査の場で、我々というか、国内の事業者、説明責任が出てきますので、買ってきました、安全ですというわけには多分いなくて、そこはやはりちゃんと自前でデータを取って、提示することが求められると思いますので、自ら開発しないまでも、買ってきたものであってもそれを簡単に導入できるものではないとすると、やはりメーカーさんは自ら開発するということを選ぶかも分からないかなと思いますので、その辺はやはり商業的、全体的には総合的に判断するところです。

(佐野委員) 最後の左側にCHE、これはチェコのことですか。

(加治専門官) チェコです。

(佐野委員) 珍しい、チェコ、こういうあれになっているんですかね。

(上坂委員長) 研究炉ありましたよね。

(加治専門官) 原子力機構、加治です。

先生おっしゃるとおり、チェコには実はLVR-15という炉がございまして、基本的にはビーム炉で出力10メガワットぐらいなんですけれども、ここはATFの実はOECD/NEAのプログラムに関与しておりまして、クロムコーティングを、例えば照射クリープのデータを取るところを、LVR-15はもともと計装系も含めて、やっぱりここは研究炉としての技術は計装系も含めて持っておりますので。

あとはやっぱり、チェコはこういうところも今、原子力に関する取組はすごく国を挙げて、今すごい状態だと聞いておりまして、もともとは商用炉がVVERだったものが、今、西側の炉に切り替わるというふうに聞いていますので、そういったことを含めて、国を挙げてLVR-15ではATFの研究開発に関与している、貢献しているというのが実例がございませう。

(佐野委員) どうもありがとうございます。

(上坂委員長) 3月に日本とチェコの原子力協力会議があつて、それでこの話が出たんですね。非常に協力的、力を入れているという印象を持ちました。

それでは、どうも、先生、ありがとうございました。

それでは、議題1は以上でございます。

次に、議題2について事務局から説明をお願いいたします。

(進藤参事官) それでは、二つ目の議題でございます。

アジア原子力協力フォーラム(FNCA)2023スタディ・パネル及び第23回コーディネーター会合の開催についてでございます。

事務局から説明をお願いいたします。

(佐久間補佐) 事務局の方から説明させていただきます。

資料は第2-1のところから始めさせていただきます。

アジア原子力協力フォーラム(FNCA)の2023スタディ・パネルの開催についてということで、こちらはまだ案ということで、今回ちょっとお話をさせていただいて、御了解いただきたいと思いますと思っております。

主催が原子力委員会となります。

開催日は令和5年6月20日火曜日、場所は三田共用会議所の国際会議室を使用します。こちらについてはハイブリッド形式で、オンラインでもやる予定にしております。

参加国は、予定ですが、今12か国、オーストラリア、バングラデシュ、中国、インドネシア、日本、カザフスタン、韓国、マレーシア、モンゴル、フィリピン、タイ、ベトナムとなります。我が国の参加者となりますと、原子力委員会の上坂委員長、佐野委員、岡田委員、あと玉田正男FNCA日本コーディネーター、和田智明FNCA日本アドバイザー、あと関係省庁になります。

アジェンダが次のページになっております。

こちらで説明の方で議長は原子力委員会の佐野委員にいただいております、使用言語は英語となります。テーマはSMRを含む次世代炉の展望ということで、昨年6月のこちらのテーマになっております。

主な議題としては、開会セッション、基調講演は二つ行う予定でして、次世代炉開発の展望、こちらはまだ仮題ですけれども、あとSMRに関する研究開発動向、こちらも仮題になっております。

ケーススタディも大きく二つありまして、次世代炉に寄せられている社会的な期待についてというのと、次世代炉に求められる技術的な要件について、これを加盟国12か国の方の中からプレゼンテーションをしていただきまして、その後、ディスカッションをしていただきます。その後は閉会のセッションになります。

引き続きまして、資料2-2になります。

こちらは、翌日の6月21日に開催されるFNCAの第23回コーディネーター会合の開催についてということになります。こちらも主催は原子力委員会で、共催が文部科学省となります。

開催日は21日、翌日になりますが、場所と開催形式は同じとなります。参加国も、オーストラリア、バングラデシュ、中国、インドネシア、日本、カザフスタン、韓国、マレーシア、モンゴル、フィリピン、タイ、ベトナムとなります。

我が国の出席者は、同じく原子力委員会の上坂委員長、佐野委員、岡田委員、玉田正男日本コーディネーター、和田智明日本アドバイザー、関係省庁となります。

アジェンダ案が次のページになっております。

会議のアジェンダは前回とほぼ同じになっておりまして、主な議題としては、開会セッションで、第23回、昨年行われました大臣級会合の結果を報告しまして、その後、放射線利

用開発プロジェクトの産業・環境利用の成果報告として、放射線育種、放射線加工・高分子改質、食品産地偽装防止がテーマになります。

同じく、放射線利用開発プロジェクトの健康利用の成果報告では、放射線治療。

研究炉利用開発プロジェクトの成果報告は研究炉利用、原子力安全強化プロジェクトの成果報告では、放射線安全・廃棄物管理となります。

原子力基盤強化プロジェクトの成果報告として、核セキュリティ・保障措置。こちらについては、各プロジェクト、今申し上げた七つのプロジェクトについて、プロジェクトリーダーから報告いただくこととなります。

あと、次がF N C Aプロジェクトの今後の活動についてということで、プロジェクト提案の評価と確認、あと既存のプロジェクトに関するコメントと23年度のプロジェクトの活動計画を発表して閉会となります。

最後に、資料2-3ということで、こちらについてはF N C Aコーディネーターとアドバイザーの指定ということで資料を用意しております。

こちらにつきましては、コーディネーターとアドバイザーがこの度からF N C A日本コーディネーターが玉田正男さん、F N C A日本アドバイザーが和田智明さんになります。

この会議の主な内閣府と文科省の役割分担となりますと、内閣府については大臣級会合、上級行政官会合、コーディネーター会合、スタディ・パネルの方を担当しております、文部科学省の方は各プロジェクト、こちら右下のプロジェクトですけれども、各プロジェクト会合のワークショップ、あと国内プロジェクトリーダーとの会合ということを担当させていただいております。

令和5年度の会議の開催予定としては、大臣級会合が12月の開催予定で、こちらは最後になっております。

上級行政官会合は、7月から8月の開催予定で今準備を進めております。

コーディネーター会合とスタディ・パネルについては、先ほど申し上げさせていただいた予定になっております。

あと、ワークショップは、プロジェクト別に開催時期を決定して開催することになります。

国内プロジェクトリーダー会合は、5月と来年3月に開催する予定ということになっております。

以上、御報告させていただきました。よろしく申し上げます。

(上坂委員長) ありがとうございました。

それでは、質疑を行います。

佐野委員、お願いします。

(佐野委員) 御説明ありがとうございました。

両方とも大変重要な会議で、原子力委員会主催で、十分な事前準備を是非お願いしたいと思います。

スタディ・パネルについては、従来R Iを中心にやって来たのですが、今回SMRを含む次世代炉の展望ということで、各国とも関心のある旬なトピックになっており、面白いパネルになったらいいと思っております。

それから、両方含めて是非I A E A/R C Aとのコミュニケーションをよく取っていただいて、シナジー効果が出るような形に持って行っていただきたいと思います。

(上坂委員長) ありがとうございます。

それでは、岡田委員、お願いします。

(岡田委員) 御説明ありがとうございました。

放射線の利用を含めてSMRですけれども、今後、研究が進むことを願っています。ありがとうございます。

(上坂委員長) F N C Aはここまでは内容は放射線応用が主流ということであります。近年、ここにもエネルギーのテーマが出ておりますように、次世代炉やSMRに対する期待が高いというのが実感であります。

それで、今、佐野委員がおっしゃられたように、このF N C A、是非今後成果が見える化したいなと思います。佐野委員がおっしゃったように、I A E A/R C Aの関係・連携や、関連の地域貢献、それらを是非見える化できるように、ファシリテートできたらなと思います。

現在I A E Aは途上国用のがん診断治療の普及プロジェクト、R a y s o f H o p eを推進しています。前回の会議に出席しても、多くの講演者の方がI A E A/R C Aと、それからF N C Aの活動の中で研究されているという報告を伺います。I A E A/R C AとF N C Aの橋渡しが明確になるように、是非見える化していきたいと。活動をP Rしていきたいと思います。

それから、参加国を増やすという動きもあってよろしいかなと思うのです。というのは、近年、シンガポールが小型の原子力発電所に興味を持っているという話も伺っています。同国はF N C Aのメンバーに入っていないので、今後どうでしょうか。F N C Aに他の国が加

わる。そういう可能性はいかがでしょうか。

(佐久間補佐) ちょっと関係者と確認をして、参加できるかどうか検討したいと思っております。

(上坂委員長) 是非そういう国も、FNCAに加わって、一緒に議論するという事は良いことだと思います。是非御検討いただければと思います。

それでは、ほかに委員の方々から御質問等ございますか。

それでは、このFNCAの2023年スタディ・パネル及び第23回コーディネーター会合の開催と、それからあと最後のページで説明がありました、コーディネーター及びアドバイザーの交代する件につきましては、案のとおりといたしまして、会合の開催に向けた準備を引き続き進めていただければと思います。よろしく願いいたします。

議題2は以上でございます。

それでは、議題3について事務局から説明をお願いいたします。

(進藤参事官) 今後の会議予定について御案内いたします。

次回の定例会につきましては、4月11日火曜日14時から、場所は6階の623会議室でございます。

議題については調整中であり、原子力委員会ホームページなどによりお知らせいたします。

(上坂委員長) ありがとうございます。

その他、委員から何か発言はございますか。

御発言ないようですので、これで本日の委員会を終了いたします。

お疲れさまでした。ありがとうございます。