

第1回放射性廃棄物の減容化に向けたガラス固化技術の基盤研究事業
中間評価検討会
議事録

1. 日時 令和元年11月25日(月) 15:00～17:00
2. 場所 経済産業省別館2階235各省庁共用会議室
3. 出席者

(検討会委員) [敬称略・五十音順、※は座長]

浅沼 徳子	東海大学工学部原子力工学科 准教授
澁谷 進	公益財団法人原子力研究バックエンド推進センター フェロー
関 哲朗	文教大学情報学部情報社会学科 教授
※野村 茂雄	元 原子力損害賠償・廃炉支援機構 理事
山田 基幸	原子力発電環境整備機構 技術部 部長

(研究開発実施者)

福井 寿樹	株式会社 I H I
鬼木 俊郎	株式会社 I H I
兼平 憲男	日本原燃株式会社
石尾 貴宏	日本原燃株式会社
小高 亮	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
宇佐見 剛	一般財団法人電力中央研究所
佐々木紀樹	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
大橋 裕介	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
横山 薫	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
木下 英昭	原子燃料工業株式会社
小口 一成	原子燃料工業株式会社
齋木 洋平	原子燃料工業株式会社

(事務局)

資源エネルギー庁電力・ガス事業部原子力立地・核燃料サイクル産業課
企画官 重村 健二
課長補佐 鈴木 紀一

(評価推進課)

産業技術環境局技術評価室
技術評価専門職 吉部 明信

4. 配布資料

資料1	中間評価検討会 委員名簿
資料2	研究開発評価に係る委員会等の公開について
資料3	経済産業省における研究開発評価について

- 資料 4 評価方法（案）
- 資料 5－1 ガラス固化技術の基盤整備 概要
- 資料 5－2 低レベル放射性廃棄物の除染方法の検討 概要
- 資料 6－1 ガラス固化技術の基盤整備 評価用資料
- 資料 6－2 低レベル放射性廃棄物の除染方法の検討 評価用資料
- 資料 7 技術評価結果報告書の構成（案）
- 資料 8－1 評価コメント票（ガラス固化技術の基盤整備）
- 資料 8－2 評価コメント票（低レベル放射性廃棄物の除染方法の検討）
- 質問票
- 参考資料 1 経済産業省技術評価指針
- 参考資料 2 経済産業省技術評価指針に基づく標準的評価項目・評価基準
- 参考資料 3 次世代再処理ガラス固化技術基盤研究事業 中間評価報告書

5. 議事

(1) 開会

事務局挨拶に続き、委員、研究開発実施者、事務局及び評価推進課の出席者の紹介が行われた。

事務局からの提案により、野村委員が本検討会の座長に就任することが了承された。

(2) 評価検討会の公開について

事務局から、資料 2 により、評価検討会の公開について説明がなされた後、本評価検討会について、会議、配付資料、議事録及び議事要旨を公開とすることが了承された。

(3) 評価の方法等について

事務局及び評価推進課から、資料 3、4、7 により、評価の方法等について説明がなされ、了承された。

(4) 次世代再処理ガラス固化技術基盤研究事業の概要について

○ガラス固化技術の基盤整備

事務局及び研究開発実施者から、資料 5－1 により、放射性廃棄物の減容化に向けたガラス固化技術の基盤研究事業（ガラス固化技術の基盤整備）の概要について説明がなされた。

【野村座長】

ありがとうございました。資料 5－1 と 5－2 まとめて事務局の方からまず紹介いただいたんですが、資料 5－1 の方を研究開発実施者からご説明いただきましたので、まずこれにつきましてご意見・ご質問等がございましたらお願いいたします。

【山田委員】＜質疑＞

勘違いしているかもしれないんですが、32 ページの費用対効果（低レベル放射性廃棄物）のところですけども、これの四つ目に処理方法による費用の増加というのが一方

であって、トータルとしては見なければいけない。これはまさにそのとおりだと思います。事業終了時には総合評価を実施予定とあるんですけれども、これはまだ将来ということでしょうか、それとも既にある程度の評価がなされているということでしょうか。

【研究開発実施者（鬼木氏）】<応答>

こちらについては総合評価というところで、全体的なコストの評価というところで検討のほうをさせていただいている内容になります。具体的なところは割愛させていただきますけれども、全体的な評価に入れさせていただいているという内容になります。

【山田委員】<質疑>

全体的な評価というところは、非常に重要なところだと思います。この事業の中身としては平成 30 年度より福島廃棄物のほうに少し移行していくようなお話があったので、そちらでも引き続き検討がなされていくのかなと思いつながらお伺いしていたんですが、ただ、いろいろな廃棄物が出てきて、今回の検討の中でも廃棄物の性状に応じ、いろいろな検討がなされているんですけれども、この廃棄物にはこのタイプの処理がいいとかいうことも確かに大事なんですけれども、もうちょっと幅広に同じような固化の方式でさまざまな廃棄物が一挙に処理できると、もっと処理費用がぐっと合理的になるとか、そういったのもいろいろ、実機に適用しようとするときにあると思います。どういったら全体が合理化できるかというのは、これで終わりというんじゃなくて、息の長い課題でもあると思いますので、そういったものも福島廃棄物の事業でも引き続き検討していけたら、全体として合理的な廃棄物の処理というものが目指せるんじゃないかと思いません。

【野村座長】<質疑>

大変重要なご指摘だと思います。少し私のほうからも意見を言いたいんですが、単純にセメントとガラスを比較すると処理費はセメントのほうが圧倒的に安いわけなんですけれども、この事業のそもそもの目的は難処理廃棄物ですよ。だから、セメントでは処理が困難、あるいは安定なものできないという基本的な大きな課題があるからガラス固化でどうですかと検討しているわけだから、そっちが優先するかもしれないですよ。そうすると、セメントと比較するということに対しては余り大きな意味を持たなくなってきた、単純比較はできないということもあって、今、山田委員からご指摘があったように、総合的に将来、難処理廃棄物を含めてどういうふうな戦略というか、処理方法でいくかというのをオプションとそれのキャンディデートというんですかね、代替みたいなものを考えて、それでここに書いてあるような処理コストを含めた総合評価をやっていただくというような方向性を今、提言されたので、非常に重要なご指摘だと思います。今後とも福島の廃棄物も含めてやるんですかね。その辺はいかがですか。

【研究開発実施者（福井氏）】<応答>

この事業の中ではやりません。当然、福島の事業も同様のご指摘がありまして、一つは廃棄物だけじゃなくていろいろな廃棄物を含めて処理できないかという話はいただいています。あと、当然、低レベルなので分析して、それぞれに対して組成を決めるとかというのは非常に難しいので、そういったところもどうしていくかという非常に大きなテーマがございます。今日はしっかりご説明できませんが、どういうプロセスが必要かという設備の検討まではしておりますので、最終的には今のご指摘にはお答えできると思

います。

【野村座長】 <発言>

それは重要な将来に向けたコメントということで留意いただきたいと思います。よろしくをお願いします。その他いかがですか。どうぞ。

【澁谷委員】 <質疑>

細かい質問になろうかと思いますが、一つ目は7ページの(2)です。廃棄物同士を組み合わせることということで、今、山田委員がおっしゃっていたようなことと関連するかと思うんですけども、これは中に含まれる成分を分析して、いろんなガラスのマトリックス、ガラス成分等々、どれが適切でどういうふうにまぜればうまくいくか、そういうことを考えていらっしゃるということでしょうか。

【研究開発実施者(福井氏)】 <応答>

ご指摘のとおりでして、難しいとご指摘があるかもしれませんが、焼却灰なんかはシリカとアルミが非常に多いということで、こういったものを使っていくんですが、それを毎回測定しますかというご指摘もいつもありまして、ある程度のロバスト性を持ちながら、焼却灰をうまく固形化剤に使えるかということで、原子力発電所とか、再処理工場でどういうものがあるかということもいろいろ検討していく中で、例えば焼却灰もありますし、鉄系であれば鉄リン酸ガラスという鉄の材料になるようなガラスもございまして、そういうようなものに適用したいという考えがスタートでございまして。

【澁谷委員】 <質疑>

ありがとうございます。それと、個人的にはイオン交換樹脂、これの固化体化というのを非常に期待しているところでございまして。これはそのままガラス固化体にするんですか。それとも前処理みたいなのが必要になってくるのか。無機化が必要だというような話がずっときていて、今、それが解決できずに発電所の中ではタンクに貯めっ放しになっていますので、一つこれには非常に期待しているところがあるんですけども、いかがでしょうか。

【研究開発実施者(福井氏)】 <応答>

一例としてここに挙げさせていただいたのは韓国のKHNP社、こちらが実際にコールドクルーシブルというのを入れておりますが、ここでは酸素を上から吹き込んでいまして、燃焼しながら出た灰をそのままガラス固化に持っていくという、そういう施設が実際に韓国で実証されてございまして、例えばイメージとして、こういう技術を使えばできるということです。当然、イオン交換樹脂を無機化して、無機化したものをガラス固化するというステップもございまして、こういう技術で無機化してガラス固化というパターンもあるかなと思っています。

ただ、一回、無機化して高線量なものをハンドリングするということを考えますと、ダイレクトにガラスに持っていくほうが合理的かなと思います。処分の基準がどうかとの兼ね合いがあると思いますが、事業者さんもしくは処分側のニーズに合わせて技術はいろいろ選べると思っており、最終的には熔融ガラス化は適用できると考えてございまして。

【澁谷委員】 <質疑>

ありがとうございます。あと、高レベルのほうの充填率増加というのが2~3割と

なっていますけれども、この2～3割の目標というのは限界というふうに理解していいんですか。

【研究開発実施者（兼平氏）】<応答>

まず、六ヶ所再処理工場の例でいいますと、発熱制限といったものがございまして、最終的に最終処分を行う前までにある程度、発熱を低く抑えてから処分事業者さんにお渡しするという面があります。そうすると、そういった時間をかけて冷却するという時間軸、それと当然、先ほどおっしゃったように限界というところもある程度、技術的な見据えがあって、私どもとしては2～3割がまず妥当であろうというふうに考えて、目標を立てさせていただきました。

【澁谷委員】<質疑>

ありがとうございます。最後になります。国内外の溶融炉等々、施設を調査されていらっしゃるけれども、そのプラントの稼働率とか、実際にそれを動かしていったときにいろいろトラブルが出てきて、幾つか解決しながら、四苦八苦しながら動かしていると想像するんですけれども、そういう負の情報なんかも収集されているのでしょうか。なかなか、トラブルの情報というのは外には出にくいとは思いますが、その辺をお聞かせ願えればと思います。

【研究開発実施者（福井氏）】<応答>

ご指摘のとおり、論文ではほとんど出てこなくて、何かトラブルがあったので、こういう風に改善したとかというのはあるんですが、なかなか、そういったものは出てまいりません。我々は、ドイツとかアメリカとは連携しておるところがあって、そういったところの情報はありますが、今日、ご紹介しているこの全てに対して、そういう情報が得られているかというところ、そこまでは得られていなくて、我々が協力関係にあるアメリカ、ドイツの情報として一部いただいているところのレベルでございまして、そういう意味で、なかなか、トラブル情報というのは入手しにくいところがありまして、そこを今後、どうやってとっていくかというのは非常に重要と思っています。

【澁谷委員】<発言>

そういう情報が一番重要なことだと思っていて、海外で実用化されているから、これは既存の技術で、そのまま導入すれば成り立つのかということ、絶対、そうではありませんので、ぜひ、その辺はしっかり情報収集していただきたいと思います。

【野村座長】<発言>

そのほかいかがですか。

【関委員】<質疑>

今、申し上げたかったことで一部、ご発言がありましたので、関連するところで、以前のこの検討会でもお願いしたかと思うんですけれども、要するになぜこれを国が進めるのか、また、なぜこれをやらなければいけないんだろうか。一定の税金を投入して事業を進めているわけですから、そこをわかるように説明するということも必要なのではないかというふうに考えております。今、お話がありましたように、冒頭の説明の中で海外ではやっているけれども、国内事例がないからだというふうなストーリーで入ってしまいますと、外から持ってくればいいじゃないですかということになってしまうんだと思うんです。

同じ質問を前回はさせていただいて、そうではないのですよというご説明をいただいで、私はそこで納得したわけなんですけれども、今回もその点が反映されておらず、なぜ今回、このような技術を国内で開発しなければいけないのか、これだけの時間をかけて、お金をかけて調査しなければいけないのか、また、データベース化することの意味はどこにあるんだろうかというところをお話しすれば、議事録の中に残るでしょうから、もう一度、ここでご確認させていただければと思います。

【研究開発実施者（福井氏）】 <応答>

当然、海外の技術がございまして、それを持ってくるとしても、廃棄物の組成が違う、それから、日本の処分のルールが違っていて、それに合わせて技術開発が当然必要になってまいります。ここに例えばありますがイオン交換樹脂とか、今の処理技術では困難なもの、これらに対してそれぞれどういう技術を当てはめていくかというのを考えるとき、日本特有の事情を考えると国内で技術開発する必要性が我々としてはあると考えておりまして、それを国としてやっていただいているという認識でございます。

【関委員】 <質疑>

今、ご発言がありましたけれども、組成の違いというのが大きいというご説明は前回はいただいております、だから、ここで国内で技術をつくらなければいけないんだと、また、エネルギーの問題ですし、また、エネルギーを使った後の廃棄の問題でもありますから、これを実施することというのは国民のエネルギー問題、生活を確保することと安全を確保することにつながっているんだと思うんです。それを海外から技術を持ってきたら解決できるかという、組成の違いがあるから必ずしもうまくいきませんよというのが前回、いただいたご説明で、その部分がありますとこういうことを国内で一生懸命やらなければいけないんだ、また、データベース化しなければいけないんだということの説明がつくんだと思うんです。

産業審議会のほうのご指摘というところに出ていましたけれども、海外との競争力を持つようというところについて、特段のご説明がいただけていなかったと思うんですけれども、今のご説明の中の一部も、ある意味での競争力だと思うんです。国内の問題にきちんと対応できる技術を確立できたというようなことも含めて、どういうところで海外の既存の技術との差別化もしくは優位性が確保できたのかということ、これも前回、申し上げたことではありますけれども、国のお金を使った以上は国民に残る資産という形で、その技術を残していただくということも大事なことかと思っております。その部分も現段階で結構ですので、少し補足いただくとありがたいと思います。

【研究開発実施者（福井氏）】 <応答>

例えば我が国におきまして、低レベル廃棄物でありますと、ここにあるような項目をマッチングさせて、これに合致したものを選んでいかないといけないということになります。海外は先ほど紹介したデータベースに解析コードを使いまして、廃棄物が決まれば、こういった項目がクリアできる組成を評価するシステムを持っております。我々も今回、それを目指しまして、先ほど挙げましたようなデータベース、それから、一般産業界のものを組み合わせることで、それにほぼ近づくレベルにきております。従来はいろいろな試験を何回もやってガラス組成を選んでいたので、そういったシステムを使っている程度、絞り込んでから試験をやることで、かなり短時間でガラスの組成を選ぶと

というような技術が身についてきたというのが一例としてございます。

それから、例えばガラス溶融炉の運転技術というの、我々は今まではどちらかというとガラスを溶かして流下するというところが通常でございましたが、例えばバブリング技術とか、そういった世の中ではもう一歩、二歩、先の技術がいろいろ開発されております。そういった技術が使えるようになってきたということで、次の令和元年からの事業はさらにその一歩先、二歩先の技術を開発することで、ご指摘の海外に負けない技術というのをつくっていかうと考えてございます。

【関委員】 <質疑>

この分野は非常に難しい分野かと思いますので、簡単にできるとは思っておりませんが、ぜひ、延長された機会を生かしていただいて、進めていただければというふうに思います。

もう一つ教えていただきたいんですけども、達成が今、100%と非常にきれいに数字を並べていただきまして、一応、最初に立てた目標は随分できたねということで、それについては別に意見を差し挟むことではなくて、全く否定するものではありませんけれども、途中途中でいわゆるベネフィットに相当する部分、いわゆる国民が何をこれで受け取ることができるようになったのかということについてもご評価いただくと、研究プロジェクトとして全体的な研究プロジェクトの評価の仕方として必ずしもこういうことをやり遂げようという、非常に技術的なところではわかるんですけども、そこだけではなくて、その結果、何ができるようになったのか。その辺のいわゆる個々の技術だけではなくて、その結果、何が起きるのかということについてご評価いただく機会があったかどうかについて教えていただけますでしょうか。

【研究開発実施者（兼平氏）】 <応答>

例えばでございます。一例としてガラス固化体の本数が削減されることにより地層処分場の面積を小さくできることなどが期待されまして、その背景には国民に資するところがございますので、そういった考え方を持ってやらせていただいております。

【関委員】 <発言>

ありがとうございます。今、ご説明いただいたのは本当に一部だと思いますけれども、そのように研究の成果が予定どおり出ました。今、100%とご評価いただいているところです。それに加えて、そこから派生的に、二次的に発生する便益といいますか、そこを同時に評価していただきますと、この研究の成果というものがもっとも強く認識されて、評価されるようになるのではないかと思います。どうぞよろしく願いいたします

【野村座長】 <発言>

余り時間がないので。

【浅沼委員】 <質疑>

非常に難題の多いガラス固化の研究開発であって、非常に長期間かかるということになってきますと、試験研究で得られた実際には表に出てこないような苦勞ですとか、それから、実はこういう形でやるいろいろな事象が起こってしまうとか、そういったいわゆる、これに携わってこられた方たちの経験の部分をぜひ残していただきたいと。

恐らくこういった研究成果をもとに、次なるプラントなり何なりが出てくる、できる、

つくるという話になったときに、実際、これに携わっていた方たちがだんだん少なくなってくるような時代、時期になってくる可能性も十分考えられるので、そういった意味ではうまくいった成果として得られたことをまとめるということと、プラス財産として、うまくいかない、もしくは表になかなかでない、論文などや学会発表などでは出てこないような部分もきちんとまとめて、つなげていくということに取り組んでいただけないかなと思っております。

【研究開発実施者（兼平氏）】 <応答>

今回の事業において研究開発体制、いわゆるプラットフォームをつくらせていただきました。どちらかというところ今のガラス固化体の評価というのは、地層処分側の評価が非常に多くございまして、処理と処分と一体となった技術開発と評価といったところを試みたのは、実は今回のこの事業が初めてでございます。となりますと、そこに携わる社内だけではなくて社外の専門家も、この事業を通じてコネクต์することができて、さらに当然、廃棄物というのは世界各国共通の悩み、問題でございますので、諸外国のそういった技術者と交流することによって、まず、我々のこういった達成度合いのアピールと、さらには国内でのそういった有識者のコネクットをしていきます。それをやりつつ、今回、受託された企業さんの中のいわゆる人材育成と維持といったところに資する部分がございます、それを通じてガラス固化技術を行う上での開発方法だとか、プラットフォームだとかいったところを継続して維持していきたいというふうに考えてございます。

【研究開発実施者（福井氏）】 <応答>

ここにございますように、ここにはガラス固化を今後、やられていく方々がいられて、しかも若手が担当しているということで、技術はしっかり伝承していきたいと思っておりますし、報告書は当然、毎年、書かせていただいて、できるだけことはそこに残すようにはしております。それから、これだけの研究機関に参加いただいているということで、こういった研究機関からまた事業者就職する方とかがおられれば、そういったノウハウも伝承していけるのかと思っておりますので、できるだけ、こういった体制を維持しながら技術を伝承していきたいと考えております。

【野村座長】 <発言>

ガラス固化というのは1,100か1,200°Cの高温ですよ。しかも非ニュートン流れという普通の物理現象では解釈できないようなことをやっているわけで、各国でも非常に高い技術を求めているというか、そういうことで専門的な人材も育てる必要があるし、そういう技術の困難性、国の事業として困難性を伴うものをしっかり国としてサポートするというようなことを踏まえてやっていく必要があります。皆さん方、発表者の方々は、イメージにできるようなイメージを我々に与えているかもしれませんが、本質はそういう非常に困難性のある技術開発ということですので、今後とも実用化に向けて引き続き努力して頂きたく、よろしくお願いいたします。

○低レベル放射性廃棄物の除染方法の検討

事務局及び研究開発実施者から、資料5-2により、放射性廃棄物の減容化に向けた

ガラス固化技術の基盤研究事業（低レベル放射性廃棄物の除染方法の検討）の概要について説明がなされた。

【野村座長】

それではただいまのご説明につきまして、ご意見・ご質問等がございましたらお願いいたします。時間の関係がございますので、手短によろしく申し上げます。

【山田委員】 <質疑>

では、1個だけ、測定技術のほうはウランとわかっているから、こういう方法が成り立つということなんです。わかっていたら、もっと複雑で簡単にはいかないんですけども、測定はそこで成り立つと。ただ、他への廃棄物の適用という意味では、除染は適用できるんじゃないかと思うわけです。単純な平板でなくて複雑なファイバー状のものとか、結構大変だと思うんです。ただ、廃炉が進むといろいろこれからも出てくるということがあるので、除染技術に関しては何か標準化するみたいな動きはあるのかどうかというのだけ教えてください。もしあれば、それはほかの技術にも適用できるんじゃないかというのが質問なわけなんです。あるかどうかだけ。

【研究開発実施者（小口氏）】 <応答>

除染に関しては、今のところ、予定はございません。理由は簡単にいいますと、測定の場合というのは、どうしても最終的に必ず必要になるクリアランス判断のために必要になる手順になるんですけども、除染に関しましては、物によってはこの除染を使わずに履歴などから除染が必要でないといった金属もあるということもあわせて、必ずしも必要じゃないものに対して標準化するというのは、今は優先順位としては落としております。従いまして、今は測定のほうを優先して標準化を進めているという状況でございます。

【澁谷委員】 <質疑>

質問を1件とコメントが1件なんですけれども、ブラスト除染というと必ずブラスト研磨材ですかね。その再利用ができるかできないか。それから、ブラスト法研磨材の二次汚染はどうか。その辺はいかがでしょうか。

【研究開発実施者（齋木氏）】 <応答>

この試験の中では研磨剤の追加等はしないで、ずっと使い続けているというような試験体系で除染して、除染後の試料の模擬ウランを使っています。その試料表面の残留模擬ウランの量というのを確認することで一連の評価をしています。そういった評価の中でも、試料への二次汚染だとかというのはありませんでした。当然、もっと長期だとか、あるいは本物のウランだったらというのは実機ではあり得る話ですけども、今回の試験の中では、そういったものは確認できなかったということです。

【澁谷委員】 <発言>

分かりました。ありがとうございます。あとはウランの測定のほうですけども、今、低レベルのほうの第二種廃棄物の規制が変わりましたよね。それとクリアランスの内規も変わっていますので、その対応をきちっと取っていただけるようにしていただきたいと思います。それと、規則が変わっていわゆる民間基準が使えるようになったということで、学会標準になれば非常に有効なツールになると思います。ただし、個人的には

x 軸、横軸に技巧的なところがありますので、その辺、きちっと委員の先生方ですかね、納得していただけるような説明をしていただければなというふうに思っています。よろしくお願いいたします。

【野村座長】 <発言>

ありがとうございました。時間が迫ってきましたので、追加のご質問はあとで質問票のほうでさせていただきたいと思います。申し訳ございません。

(5) 今後の評価の進め方について

事務局から、資料 8-1、8-2 により、今後の評価の進め方について（コメント依頼）について説明がなされ、了承された。

(6) 今後の予定について

発表内容に関する質問がある場合は質問票を提出する旨の確認と、質問票提出の締め切りを令和元年 12 月 2 日（月）とすることを確認した。評価コメント票の提出期限を令和元年 12 月 9 日（月）とすることを確認した。また、第 2 回評価検討会については、全委員の了承を持って書面審議とする方針となった。

(7) 閉会

以上

お問い合わせ先

資源エネルギー庁 電力・ガス事業部 原子力立地・核燃料サイクル産業課

電話：03-3501-6291