

第8回分離変換技術検討会議事録（案）

1. 日 時 平成21年2月26日（木） 10:00～12:23

2. 場 所 中央合同庁舎第4号館4階 共用第2特別会議室

3. 議 題

（1）分離変換技術に関する研究開発について

（2）検討会報告書案について

（3）その他

4. 出席者

（検討会構成員）

山名座長、長崎委員、深澤委員、矢野委員、山中委員、山根委員、若林委員

（招へい者）

井上首席研究員、大井川研究主幹、小川部門長、佐賀山副部門長、永田部門長

（原子力委員）

近藤委員長、田中委員長代理、松田委員、伊藤委員

（事務局）

土橋参事官、牧参事官補佐、渡邊主査

5. 配布資料

資料第8-1号 J-PARC第Ⅱ期計画における核変換実験施設について（日本原子力研究開発機構）

資料第8-2号 分離変換技術検討会報告書（案）

資料第8-3号 原子力委員会研究開発専門部会分離変換技術検討会（第7回）議事録（案）

（参考資料）

参考資料1 分離変換技術開発の現状整理（資料第7-1-2号改定）

参考資料2 分離変換技術に関する今後の研究開発検討項目のまとめ

午前10時00分 開会

○山名座長 皆さんおはようございます。朝早くからお忙しいときにありがとうございます。
第8回研究開発専門部会分離変換技術検討会を開催いたします。

本日は河田委員がご欠席と伺っております。

本日は3つの議題を用意しておりますが、まず分離変換技術に関する研究開発、これはJ-PARC第Ⅱ期の話であります。それから、検討会の報告書の案について、あとその他ということでございます。

事務局より配付資料の確認をお願いいたします。

○牧補佐 では、席上に配付いたしました資料の確認をいたします。

まず、議事次第が1枚ございます。それから、出席予定者と座席表の表裏の1枚紙がございます。それから、資料8-1号として、原子力機構のほうからJ-PARCⅡ期計画についてでございます。それから、資料8-2号といたしまして、報告書の案でございます。資料8-3といたしまして、前回の議事録でございます。

それから、机上のみの配付となりますけれども、参考資料1といたしまして、分離変換技術開発の現状整理、これは資料の7-1-2号、前回の資料ですが、こちらの修正版の提出が原子力機構のほうからございましたので、これを配付しております。それから、参考資料2ということで、これは前回若林委員から、研究開発の検討項目について定量的にまとめておくことが必要ではないかというご指摘ございましたけれども、学会の専門委員会での表を取りまとめたいただいた資料でございます。どちらも報告書案の議論の際にご参照いただければと思います。

以上です。

○山名座長 ありがとうございます。

議事録につきましては後で、事前にご確認いただいておりますので、追加等ありましたら事務局のほうまでお願いいたします。

何か事務局のほうで、よろしいですか。

それでは早速ですが、議題の1、分離変換技術に関する研究開発についてということで始めたいと思いますが、J-PARCの第Ⅱ期計画で計画されている実験施設について、原子力機構の大井川さんから説明をお願いいたします。

○大井川研究主幹 それでは、資料に従いましてご説明させていただきたいと思います。

1枚めくっていただきまして、2ページ、核変換実験施設の位置づけということで、これまでの経緯についてご説明したいと思います。

旧原研では、大強度陽子加速器による核破砕中性子源を用いて、生命・物質科学の研究、それから高レベル廃棄物中の、核種変換技術研究等を推進する中性子科学研究計画を検討しておりました。一方、KEK、高エネルギー加速研究機構では、同じように大強度の陽子加速器で、素粒子、原子核、物質科学の研究に利用する、大型ハドロン計画を検討しておりました。

平成11年に両計画を統合いたしまして大強度陽子加速器計画、後にこれにJ-PARCという名前がつくわけですがけれども、こういう計画としまして、国際レビューですとか国の第三者評価を経まして、平成13年より第Ⅰ期施設の建設に着手しました。平成20年度、本年度より施設の利用運転が開始されているというところでございます。

核変換実験施設に関しましては、第Ⅱ期施設という位置づけになっておりまして、平成19年

に国のJ-PARCの中間評価が行われましたが、そこでは「核変換技術については、重要な基盤技術として引き続き研究開発を進める必要があるが、核変換実験施設の整備については、原子力政策全体の中で検討していく必要があり、今後、原子力委員会等の評価を踏まえて進めていくことが適当である」という評価の結果をいただいているところでございます。

右側の図は、J-PARCの加速器、それから施設の全景の航空写真です。右下のほうにLINACがございまして、ここがこの加速器の出発点というか、陽子を加速し始めるところで、LINACで第I期では400MeVまで加速します。その陽子を使いまして、その左側、黄色でハッチングしている部分ですけれども、核変換実験施設にその陽子を導入しまして実験を行おうというのがこの核変換実験施設の考え方です。

続きまして3ページですけれども、ではその核変換実験施設、どういうものを考えていたかということで、施設の概念を示しております。

この実験施設は主に2つのビルディングから成るとしてございまして、左側が核変換物理実験施設、これは我々TEF-Pと呼んでおります。それから、右側のADSターゲット試験施設、これをTEF-Tと呼んでおります。

TEF-Pのほうは低出力で未臨界炉心の物理的性質を探るとともに、ADSの運転制御経験を蓄積するということで、未臨界の実験も行いますが、臨界でも実験が行えるような、そういう施設にしようということで、原子炉施設、臨界実験施設としてこの施設を検討しております。陽子ビームは最大600MeVのものを導入できて、ただ出力としては非常に低い10W程度でよいだろうと。そうしますと、熱出力が大体500Wぐらい、通常の今原子力機構で持っていますFCAと大体似たような、そういう熱出力のものとして考えております。

右側の施設はターゲット試験施設ですけれども、最大で200kWの陽子ビームを導入しまして、核破砕ターゲットの技術開発と材料の研究開発を行うものです。施設区分は放射線発生装置となりまして、陽子ビームは最大で600MeV、200kWを導入しまして、鉛ビスマスのターゲットを使うということで考えております。

下のほうに図がありますけれども、左下のほうから陽子ビームが入ってきまして、本流のほう200kWが鉛ビスマスのターゲットに導かれます。それから、レーザー荷電変換という技術を使いまして、非常に小さいビームですけれども、10Wを取り出しまして、それを臨界集合体のほうに導くということで考えております。

右側のターゲット試験施設では核燃料は取り扱わないで、主にターゲットのR&Dをするという施設で考えておりますが、左側の施設は核燃料を使った施設ということで考えております。

4ページ、この左側の施設の核変換物理実験施設でどういう研究をするのかということで、これは一つ一つは説明しませんが、まず大きく分けて3つの課題、目的ということで考えております。

最初のほうが、核破砕中性子源で駆動される高速未臨界体系の核特性予測精度評価ということで、核破砕中性子源と高速体系を結合した例というのはまだ世界にもないということで、そういう世界初の実験というのをやっていこうと考えております。それから、その下の真ん中にありますのは、加速器駆動ハイブリッドシステムの運転・制御です。未臨界の炉心というのを運転していくという技術を、非常に小さなパワーですけれども研究開発していきたいというのがこの部分になります。

ここに幾つか項目が並んでいますが、一番下のところ、エネルギー増倍率の決定とあります

が、これはADSにとっては非常に重要なファクターでして、陽子ビームにどれぐらいパワーを入れたら未臨界炉心でどのぐらいのパワーになって出てくるかというような基本的なパラメータをしっかりと押さえていこうというのがこの目的の1つになっております。

それから、3つ目のところは、より幅広い実験というイメージです。ADS及び高速炉におけるMA及びLLFPの核変換特性の評価ということで、マイナーアクチノイドを使った実験をここでできるようにしていきたいと考えております。マイナーアクチノイドを使うといってもいろいろなレベルがありまして、一番上のマイナーアクチノイドの核変換率測定というのは、フォイル、箔を使ったような測定、それからMA、LLFPのサンプル反応度価値測定というのは、10 g ぐらいのマイナーアクチノイドを使って、その反応度価値を測定するようなイメージです。

それから、一番下のところは、マイナーアクチノイドや高次プルトニウムを含んだ燃料の部分装荷炉心を構築しまして、核変換システムの模擬実験を行うと。これはADSに限ったことではなくて、高速炉の実験もできるというふうにしていきたいと思っております。そこで冷却材ボイド反応度だとかドップラー反応度、あるいは遅発中性子割合の研究等もやっていきたいと考えています。

その1個上ですけれども、パルス中性子を用いた断面積測定ということで、この施設、核燃料、それからマイナーアクチノイドが使えて、かつ非常にシャープな陽子ビームを使った中性子源が使えるということで、断面積測定などにも応用していけるのではないかと考えております。

次に5ページですけれども、ADSターゲット試験施設でどういう研究開発課題があるかというものです。これもやはり3つに大きく分けておりますが、1つ目が陽子及び中性子による陽子ビーム窓、それから構造材の照射効果ということで、陽子と中性子、両方の照射効果というのをちゃんと見ていきたいというのがあります。それでデータベースをしっかりと整備していくということが非常に重要だと考えております。

それから2つ目、高放射線場における流動液体金属と材料の共存性ということで、照射効果だけではなくて、そこに液体金属が高速で流れていくというような状況で、どういうふうに材料に影響があるのかということも、いろいろなパラメータ、温度だとか流速、それから酸素濃度、そういったパラメータを振りながらデータベースをつくっていききたいと考えております。

それから3つ目のところはより工学的な、あるいは技術的なところになってきまして、液体金属の核破砕ターゲットの運転とか制御、こういうものの経験を蓄積していくということも非常に重要なポイントだと考えております。

続きまして6ページ、このロードマップというか今後の研究の計画は第5回の資料にもう載せているものですが、それをもう一度載せております。今ご説明いたしました2つの施設で、緑に塗ってあります2つのところに相当しております、左で少し上にあるのが炉物理、核データと書いてありますが、核変換物理実験施設のイメージです。それから、右側で少し下側に書いてあるのがADSターゲット試験施設のイメージになっております。この段がついていくということは、やはり核変換物理実験施設のほうを我々としてはプライオリティーを高くして、できるだけ早く整備をしていきたいと考えております。この2つの施設でいろいろな知見を積み重ねた上で、また次に評価等をいただいて、次のフェーズである実験炉級ADSといったものにつなげていくのかなと考えております。

続きまして、7ページからは、少しユーザーあるいは国際的な評価というようなものについ

てご説明したいと思います。

ユーザーコミュニティの形成ということで、今、J-PARCのいろいろな施設では、外部のユーザーへの共用ということも意識しまして、こういう研究提案というのを募集するわけですが、この実験施設についても非常に予備的ではございますがこういったニーズがあるのかという調査をしております。

これは少し古いんですが、2006年2月からこれまでに提出されたものをまとめたものになっておりまして、今のところ38件出ております。

主な分野といたしましては、やはりADSの部分、これは外部だけではなくて原子力機構の内部からのものも含んでいるわけですが、ADSの炉物理の部分が11件、それと2ポツのところですが、それと同じぐらい臨界炉の炉物理に関する実験というものもいただいております。それから、粒子スペクトル・核データ測定、こういうパルスの中性子源を使えるということで、そういった提案もいただいております。それから、高エネルギーの陽子を使えるということで、高エネルギー物理・遮蔽・安全等の提案もいただいております。それから、原子力というよりは少し原子核物理的な実験提案というのもいただいております。ニュートリノだとか冷中性子、あるいは短寿命核の研究なんかもいただいております。それから、当然鉛ビスマス核破砕ターゲットの研究開発があって、7ポツのほうは、ホウ素の中性子捕捉療法をできないかというような、そういった提案もいただいております。

国外と国内、大体参加人数でいきますと、半分半分ぐらいでいただいております。国外だと欧州、それから中国、韓国等からいただいております。それから、国内は大学、それから原子力機構のいろいろな部門からもいただいているという、そういう状況でございます。

続きまして8ページですが、現在原子力学会の中に、アクチノイド・マネジメントに関する炉物理実験施設の研究専門委員会というのが立ち上がっておりまして、そこでユーザーの意見を施設に反映していくということを考えております。主な活動内容として、そこに書いてありますけれども、今後重要になってくるアクチノイド・マネジメントに関しての炉物理実験として、どういうことをやっていくのがいいのかという、そういうニーズを調査しているところでございます。それから、そのためにどんな実験が必要で、どういう実験施設の仕様になるのか、あるいは性能が必要なのかというような検討、それに対して、今我々の提案しております核変換物理実験施設、あるいは既存施設の適用可能性等を検討していくことをやっております。

この委員会、炉物理部会だけではなくて核データ、加速器・ビーム科学、放射線工学等の部会からも意見をいただいているという、そういう状況で今検討をしておるところでございます。

続きまして9ページ、国際的な位置づけといたしまして、J-PARCでは毎年、国際諮問委員会をやっておりまして、そこで毎年核変換の進捗状況ということで報告をして、その諮問、助言をいただいているという、そういう状況です。

これは2008年、ちょうど去年の3月なんですけれども、行われました国際諮問委員会の報告書の核変換の部分の要約を持ってきました。

国際諮問委員会でどういうことを言われているかといいますと、一番上のポツにありますように、国際的な協力関係というのをうまく構築していきなさいと。特にヨーロッパのEUROTRANSというプロジェクトがあるんですが、そこでの協力というのがうまく行われているということは喜ばしいというふうなことを言っております。

それから、2つ目の矢印の2行目にありますように、J-PARCの核変換の実験施設というのは、欧州の計画との補完関係ということで進めていきたいと思います。これをが書いてございます。

それから、3つ目の矢印の1行目のところから、後半部分からですけれども、高速増殖炉とADSの両方を用いた先進的核燃料サイクルと核変換技術の研究について、この施設を用いた詳細で具体的な実験を提案しなさいということと言われております。このJ-PARCの第Ⅱ期の施設というのは核廃棄物の管理に関する革新的な研究分野において世界を先導する施設となることができるであろうと言っているところでございます。

あとは、一番最後の矢印のところですが、大学との連携というのもしっかりとやっていかなさいと。こういう施設で教育、あるいは訓練をしていくというのが非常に重要だと言われているところでございます。

それから次のページ、10ページですけれども、OECD/NEA等でもいろいろ専門家会合等が開かれておりまして、そこでいろいろ言われているところがあります。

ちょっと古いんですけれども、2003年の「現在及び将来の原子力エネルギーシステムの研究開発ニーズ」という報告書がございまして、その専門家グループ——この専門家グループというのは炉物理と炉システムの挙動に関する専門家グループですけれども、そのグループはその下の4つ矢印がありますけれども、そういう施設とうまく組み合わせて国際プロジェクトをやっていくことがいだろうというふうに言っております。その中に、核変換技術開発を行う日本のTEF-P／TEF-T施設が書き込まれているという状況でございます。

それから、下のほうは、原子力科学委員会、NSCで、去年の12月、ビューロー会合がありまして、そこで「マイナーアクチノイド・マネジメントのための積分実験専門家会合」というのを設置しようということになっております。今後、6月ぐらいにこの会合が開かれて、何回か議論がされるという、そういう予定になっております。

その中でどういうことが議論されるかですけれども、MA管理における核データ等に対する要求を満たすための方策（既存施設の利用とTEF-Pのような新たな施設の開発）について議論しましょう、それから、こういう実験を行うために検討が必要な課題としまして、MAサンプルの供給をどうするのか、あるいは実験手法の新しいものはないのかという議論も必要とされております。それから、MAマネジメントのための積分実験のための国際的な枠組みというものをどういうふうに構築していくんだということが議論される予定になっております。

それから11ページは、2007年にOECD/NEAの第5回「高出力陽子加速器の利用と信頼性」に関するワークショップのクロージングのセッションで、「ADS実験と試験施設」というセッションの議長が——ベルギーの方なんですが——まとめたOHPを日本語にしてきたものです。「理論評価を終え、実験的実証へ」ということで、幾つかの実験プロジェクト、実験計画が書いてありまして、一番上のMEGAPIEというのは既にご説明しておりますけれども、核破砕ターゲットの実証試験ということで、これはうまくいきましたということです。

SNSはアメリカの核破砕中性子源のプロジェクトですけれども、そこでの加速器の信頼性に関する開発が進んでいるという報告がありまして、これもうまくいっているという評価をしております。

それから、MYRRHA／XT-ADSというのは、かなり大規模な、50MWぐらいの実験炉級のADSを考えていますが、そこでの窓なし核破砕ターゲット概念の実験が進捗していますということで、彼はit will be workingという評価を下しています。

それから、Coupling experimentsということで、これが加速器と未臨界炉心の結合実験になるわけですが、非常にたくさんのプロジェクト、実験計画があります。既に、MUSE、TRADE、RACEという、括弧の中に3つありますが、それぞれフランス、イタリア、アメリカの実験計画で、これは既に行われています。それから、さらなる実験が計画中であるということで、YALINA、KIPT、KART、VENUS-1、GUINEVEREというふうに5つ並んでいます。それぞれベラルーシ、ウクライナ、KARTというのは京大炉のKUCAを使った実験で、VENUSというのは中国、GUINEVEREというのはベルギーです。こういう実験計画が進捗中で、あるいは計画中であるということが書かれております。

こういう状況を踏まえてロードマップを考えていかないといけないと、ロードマップでより野心的なプロジェクトの道を開くとされています。例えば、原子力機構でやっていますTEF-P、それからMTSというのはロスアラモスのものですが、それからTEF-T、こういったターゲットの開発、その次にMYRRHA/XT-ADSという大規模な実験炉級ADS、そして産業化、工業スケールという、そういうロードマップを検討していく必要があるということが言われているところでございます。

次のページ、12ページが欧州を中心としたADSの研究が、連携ということでこういうふうに進めていってはどうかというものになっています。

研究分野として、核変換物理、それからターゲット、加速器、それで一番下が実験炉によるシステム総合試験というふうに分けておりまして、核変換の物理のところは、現在FCA、あるいは京大炉、それからベルギーのGUINEVERE実験、そういうもので予備的実験が行われていき、次に必要になってくるのがMAを使ったような、あるいは陽子加速器と高速中性子炉の結合を行うような、そういう炉物理実験施設が必要だろうと。それはFBRとADSの双方に貢献するというようなものが必要になってくるだろうと考えております。

それから、ターゲットの部分は既存の加速器、LANSCE——アメリカですが、それからスイスのPSI、MEGAPIEの実験を行ったところですが、そういうところでの知見を生かしていくことになります。次のフェーズとしてはターゲットの試験施設というのが必要になってくると考えております。

加速器に関しましては、超伝導のSNSというのが既に走り始めようとしています。それから、いろいろな要素技術というのがアメリカ、あるいはヨーロッパ、日本でも行われているということで、それらが上のターゲットの試験施設、あるいはこの下の実験炉によるシステム総合試験のほうに生かされていくと考えております。

一番下のシステム総合試験ということで、EUROTRANSは、今ヨーロッパで行われているプロジェクトの名前で、これが設計だとか技術開発をしております、次に建設準備のフェーズがあつて、XT-ADSという実験炉級のADSが立ち上がっていくという、そういう流れになっていくかと思っております。それらを統合して、最終的に実用規模での核変換技術の実証というふうに結びつけていきたいと思っております。

我々としては、下の四角にありますように、EUROTRANS協力をもとにロードマップの一元化というのを図って、資金の負担を含めたJ-PARC第Ⅱ期への欧州の参加というのを促していきたいというふうに考えております。XT-ADSと相補的に進めるということが重要だと思っております。

13ページ、まとめですが、今まで説明しましたように、J-PARCの第Ⅱ期の核変換実験

施設といいますのは、「核変換物理実験施設」と「ADSターゲット試験施設」の2つの大きな施設で構成します。

このうちの物理施設のほうは、陽子ビームと高速中性子増倍体系を結合するという世界初の施設ということで考えておりまして、さらにMA燃料を装荷可能な臨界実験装置ということで、高速炉も含めたアクチノイド・マネジメントにかかわる炉物理実験ができるようにしていきたいと考えております。

国内の研究者の実験ニーズ、あるいは海外との連携を進めていって、非常に息の長い実験施設として、核工学の基盤的な研究の国際拠点として整備していきたいと考えております。

今後ですけれども、MA燃料の使用に関する装置の検討、あるいは施設の安全性の検討、それからMAの調達の調査などを含めて進めていって、今後の評価あるいは予算の確保を前提に建設着手を目指していきたいと考えております。

参考資料のほうは、14ページのほうが核変換物理実験施設のイメージを示しておりまして、右上の写真がありますが、これはピン燃料を模擬したものです。マイナーアクチノイドを使った燃料だとどうしてもこういうピン型になると思っておりまして、写真に挿入されて見えていすのは単なるステンレスの棒なんですけれども、それにさや管——写真に写っていますのは、中に鉛が入れてあるものなんですけれども、こういうさや管に燃料を入れて、この燃料とさや管のすき間がうまく空くように出っ張りをつけておりまして、そこを冷却風を流して冷却しようということを考えております。

15ページはターゲット試験施設の概念図で、照射試料を置いて鉛ビスマスのターゲットを回しながら照射をしていくという、そういう施設で考えております。

16ページはX T-ADSの概要というので、機会があったら見ていただければと思います。

以上です。

○山名座長 ありがとうございます。

それでは、ただいまの件につきまして質疑に移りたいと思います。ご意見ご質問等、委員長どうぞ。

○近藤委員長 資料の2ページにありますとおり、平成19年のJ-PARCの評価でこのような整理がなされて原子力委員会の評価を踏まえてとされたと聞いていたので、いつこのような資料が出るかと思っていました。

で、この原子力委員会等の評価と書いてあるところの評価が、この検討会におけるご議論の結果ということになります。その前に、このJ-PARC評価委員会で、なぜこういう表現になったのか、本来は事務局が事前に勉強していて、私どもの頭にもインプットされているべきことで、あるいはすでに聞いているのかもしれませんが、大井川さん、簡単にご説明いただけますか。

○大井川研究主幹 実はこの19年の評価の前に、やはり15年に評価があって、そのときも似たような書きぶりになっていて、19年はそれを踏襲したというところがあります。

○近藤委員長 そうですか。私の理解を申し上げますと、これは17年になるのかしら、原子力委員会が文科省における検討を踏まえて、「高速増殖炉サイクル技術の今後10年程度の間における研究開発に関する基本方針」というものを決定したというところ、その中でいわばMAのリサイクルというものを性能目標の1つに位置づけました。つまり、ADSというか、このプログラムにおける発電用高速炉利用型の核変換をいわば所要性能に取り込んでしまったと。ですか

ら、この核変換にかかわる研究開発活動については、それをミッションにしているFaCTプロジェクトがあるという前提で評価しなければならないことになる、そこで、こういう結論を出したのだと思っています。

ですから、ここでは、分離・変換システムとしては原子炉型を選ぶことにしたので、階層型のADSタイプの研究開発はもういいんだと結論してもいいし、いや、これはサブの方式として研究開発を継続するべきという結論を出してもいいのです。このこと念のため、申し上げます。
○山名座長 ADS自体の位置づけについては、後で出てくる報告書のまとめの部分でもある種の提案を行っております。そこでも議論いたしますが、この計画の中身についてご質問等がございましたら、まず今お願いしたいと思います。

○矢野委員 ADSで核変換をやるに当たって必要な加速器、性能等々をちょっと別のところで大井川さんからいろいろ聞かされて、どうも加速器とかターゲットとかいうのは性能という意味ではほぼ既にあるものでも、既に我々が持っている装置を集合したとしても実現できるような、そういうふうになっているんじゃないかと僕は思うんですけども、例えばこの陽子ビーム600MeV、10Wから熱出力500Wぐらいがとれると。この辺の僕は根拠といいますか、その辺が余り明解であるように思えないので、恐らくこれがこうなんだったらきっと実現可能なものになっているんでしょうけれども、肝心かなめのこの辺が本当にこうなっているのかなという感じで、何となくはつきりしない。その辺が一步先に踏み込みにくい要因になっているんじゃないかと、僕はちょっと単なる印象なんですけれども。

○山名座長 大井川さん、お願いします。

○大井川研究主幹 式を書かずに説明するのは結構難しいんですけども、未臨界量ですから中性子の増倍体系で、我々 k_{eff} 、例えば0.95というのを設定しますと、1つの中性子が20倍、20個になるという、そういう勘定になります。今核破砕ターゲット、例えば600MeVで入れますと、大体20個ぐらいの中性子が核破砕が出ていると。600MeVで20個ですから、1つ当たり30MeVぐらいを使っているようなイメージです。一方、大体1核分裂当たり200MeVのエネルギーと約3個の中性子が出ますから、核分裂中性子は1個当たり60MeVです。それで換算すると、30MeVの1個の中性子が大体1200MeVぐらいのエネルギーを生み出していつている、そういう勘定になっていくんですね。

○矢野委員 そこはわかっているつもりでいますけれどもね。にもかかわらず、確かめ算がやりたいわけですよ、現実、実際に。

○大井川研究主幹 はい。

○矢野委員 これぐらいの実験をやる施設というのは、恐らく世界には、日本にもなくはなく、今はないですけども世界にはあって、だけれども、炉が要るのでなかなか確かめるのに大掛かりな施設になってしまうという、こういうことなんですね。

○大井川研究主幹 そうですね。

○矢野委員 今おっしゃったことはきっとそうかもしれないけれども、それを確かめる、つまり現実的に本当にそうなるのかなと、うまいこと、きっと実は現実とは違うと思いますので、それでわざわざこういう施設が必要というふうにおっしゃっているんですかね。

○大井川研究主幹 そうですね、ADSのそういう原理をまずはちゃんと確かめるということが、ADSを開発する上ではやっぱりまずは根底にあると思うんですけどもね。その上でより精密にそういうのがちゃんと予測できるのかとか、どういうふうにターゲットを置けば一番効率的

なんだとか、そういうふうないろいろなR&Dの項目が出てくると思うんです。

○矢野委員 ただ、その確かめ算をやるのにも相当な投資がきつと必要で、多分ちょっと先に踏み込めないのは、もう少し安めにこれが確かめ算ができて、それでもってもう一つ先の確かめ算をやろうということになっていれば多分いいんじゃないかと思いますけれども、一番最初からかなりな投資をしないと、一番最初のここがというのがちょっとあれなのかなという。

○大井川研究主幹 その確かめ算というのに、陽子加速器ではなくて、D-T中性子源でということであれば、それは既にいろいろなところでやられていますし、それから陽子ビームと熱中性子体系ということであれば、もうすぐ京大炉を使った非常にベーシックな実験ですけれども、そういうのも出てきますので、そういうのを見ながら次のフェーズに移行かどうかの判断だと思います。

○矢野委員 ちょっと大井川さん、早速そう言わせたのにあれですけれども、次聞こうと思ったのは、京大炉で要するにKARTをやりますと。これも一応走っているプロジェクトで、そことの関係というのは、つまり京大炉でやった結果を踏まえて、例えばこのJ-PARCの核変換施設に次の次の提案としていくという、その順番がちょっと何となくわからないですけれども、僕は。京大炉であそこでやりますけれども、それでしかも予算が投じられて、ちょっと計画遅れているようですけれども、いずれにしても走り始めますよね。それとこれとの関係が次に聞いたかったんですけれども。

○大井川研究主幹 京大炉でやられようとしているのは、比較的エネルギーの低い、150MeVぐらいの加速器と、それから熱中性子体系のカップリングで、しかもターゲットがちょっと炉心の中には置けないという苦しいところも若干あったりするんですが、それでも陽子加速器と未臨界体系の結合という意味では世界で例を見ないような実験になりますので、そこで得られる我々の予想していることが確かにそこで起こっているということがわかれば、それは我々の今度TEF-Pの実験に進む大きな自信を得るというふうなところにはなってくると思っています。

○矢野委員 わかりました。

○山名座長 深澤さん、何か。

○深澤委員 6ページなんですけれども、私が以前申し上げたロードマップというのは、この程度のものであれば非常にわかりやすいんですけれども、今ご説明いただいたJ-PARCのⅡ期の試験というのは、どの程度の期間を考えていらっしゃるのでしょうか。

○大井川研究主幹 実はこれをごらんになっていただくよりも、12ページのほうをちょっと見ていただければと思うんですが、これ今2030年で切れていますが、実はもっと長く使えるようなものにしていきたいと。というのは、ADSの原理実証ということにとどまらずに、マイナーアクチノイドも使って2050年ぐらいにこういうアクチノイド・マネジメントが実際問題となってくるところまで、ベーシックなデータをとっていけるような、そういう施設にしたいと思っています。

○深澤委員 それが終われば、工学規模に入れるという理解で……

○大井川研究主幹 工学規模とこういう基盤というのが常にシーケンシャルである必要はなくて、パラレルで走って、もちろんシーケンシャルの部分もありますけれども、工学をやりながらMAのデータをまたそろえていくというような、そういう重層的な進め方をしていきたいと思っています。

○深澤委員 そうすると、6ページのほうで核燃料サイクルとの研究開発とも整合性が合うと

いう感じで。

○大井川研究主幹　そういうふうに考えています。

○深澤委員　わかりました。

○山名座長　若林委員、どうぞ。

○若林委員　14ページの参考の図で核変換物理施設ということで、部分模擬実験を考えた場合でも結構なMAの量になるので、そうするとここにありますように、遮蔽とか冷却とかそういうのが必要になるということなんですけれども、意味ある実験ができるには、冷却とか遮蔽、そういう施設も含めてどのぐらいの量のMAが取り扱ってできるのか、人間の取り扱いのハンドリングとか、それからそういうのも含めて、そういう観点から部分模擬実験というふうに考えた場合に、どの程度までできるのかというものの見通しというか、その辺はあるんでしょうか。

○大井川研究主幹　部分模擬実験というのは、基本的に今、FCAでやっている実験もほとんどが部分模擬実験になっていまして、テクニック的には我々もほぼ確立できていると思っています。ここに図にありますのは、大体28センチ掛ける28センチ角で、奥行きが60センチぐらい、そういうふうな領域にMA燃料を入れるというイメージでいきます。そうすると、以前にも説明しましたが、例えば5%MA装荷のFBRの場合だと10キロぐらいのMAを使う、それからADSだと30キロだとかそれぐらいのMAを使うというような、そういうイメージになります。

そのときに、キュリウムが入っているか入っていないかで随分違ってくるんですけれども、キュリウムがなければ発熱だとか中性子の強度だとかそんなに大したことなく、もちろん冷却は必要なんですけれども、使えるのではないかと考えております。キュリウムが入ってくると、その割合がどれくらいかということによってかなり発熱——例えば通常MAを入れないと数百Wぐらいの発熱が燃料から出ますけれども、それは崩壊熱ですけれども、キュリウム入れないと、例えば2kWとかそれぐらいの発熱ですが、キュリウムを入れていくとそれが1けたまではいかないけれども、10kWぐらいのイメージになってしまうようなことがありますので、ちょっとその辺のフィージビリティというのは段階的に見ていかないといけないかなと考えております。

○若林委員　そうしますと、キュリウムまで考慮するかどうかというのはまだ、キュリウムのどのぐらい考慮するのかというのはまだ……

○大井川研究主幹　多分キュリウムを入れる実験はやりたいというか、やるんですけれども、どれだけのコンテンツに入れられるかというところが、装置をつくっていろいろR&Dしていかないと見きわめられないかなというところかと思っています。

○山名座長　委員長、どうぞ。

○近藤委員長　この核変換物理実験施設——TEF-Pについてなんですが、先ほど矢野委員からの問題提起にありましたように、これがADSのフィジックスのデモンストレーションのための装置だということは、現在の中性子輸送解析能力は、そういうデモンストレーションが必要な状態にあるということを意味すると断ずることになるわけですが、そういうことなのですか。どこにアンノウンなフィジックスがあるのですが。私は、共鳴領域の山谷を超えていく中性子のディープペネトレーションの解析は計算機的能力との関係において精度の問題がある。しかし、かつて100万KWの高速炉を建設した時はそういうことで、大型のプルトニウム炉心臨界実験装置やナトリウムのあつい層を用意しての遮蔽実験を行ったわけですが、いまでも物理の理解が当時と同じ状況にあるということではないと思うものですから。

ですから、そこの物理の議論はちゃんとしてほしいと思うんですよ。その上で、本当に必要なものは何かと。断面積を測定するのにこの装置が必要だというならば、これはMA装荷の高速炉、つまりFaCTに係る研究開発活動自体に必要な装置ということになりますね。一方、これはまさにADSのデモンストレーションのために必要と言うなら、階層型はちょっと置いておいてよということになった瞬間、消えてしまう話になりますよ。

ですから、簡単にデモンストレーションをしてみたいという説明をされるのはちょっとレベルが低いんじゃないかなと思いますよ。極端な表現をさせていただきますが。

○大井川研究主幹 厳しいご意見いただいてありがとうございます。

それで、1つはまず核破碎中性子のところのフィジックスというのはまだまだそんなにわかっているわけではなくて、やはり高エネルギーの陽子、中性子と、それとカップリングしている高速体系というのは、それはまだどこにもないわけですから、そのデモンストレーション、フィジックスでやらないといけないところはあると思っております。それがADSのための我々がやりたいことになるんですけれども、それだけでこの施設ということは我々は考えていないんですね。

○近藤委員長 そうなると、高エネルギーでもない中エネルギー領域における核モデルのフィジックスがアンノウンだから、それを解明したいということであるとすれば、これがベストな装置なのかという問題になるわけですね。そこのところをきちんと整理して議論してほしいのです。

○矢野委員 要するに素過程とバルク、両方ということで2つあるかもしれませんね。素過程がはっきりわかるというか、データもなく理論的な裏づけもちょっと怪しいというときに、では、バルクでいきなりやって何が確かめられるのかというのが、ちょっと僕は何となくわかりにくくて、だから、もちろん両方必要といえれば必要ですけれども、やはり委員長のおっしゃっているように素過程のクロスセクションとか、最低限必要なデータをもう少し信頼性のあるものに、実験的にも理論的にもですけれども、そういう努力を相当やった上で、そのためには恐らく原子核物理学者のような人たちの力を大いに活用して、その分野の人たちは余りそっちに向かないのでちょっと問題なんですけれども、大いに活用するような研究グループを醸成するというようなことがまず必要なんじゃないかなと。

それがあれば、バルクが幾ら起こって、シミュレーションの精度のあり方というのは相当まで行きますし、最終的にはこういうことで、最終的には近道かなと思うんですけれども、その前に何か最低限やっておかなければいけないことがまだそこに至っていないんじゃないかなというのが、ちょっと僕のまだ感想なんですけれども。

○山名座長 先に山根先生からお願いします。

○山根委員 加速器駆動炉、ADSが前面に出てしまったんで、議論が少し混乱したかなという気がするんですが、4ページの研究開発課題でいきますと、当然ADSということを念頭にしてこれを整備しようという、出発点にはそれがあつたんですが、それだけではなくて、最後のボックス「ADS及び高速炉におけるMA及びLLFPの核変換特性」、ここがかなり議論してくる中で重要だなという認識に私はなっています。

というのは、これまでのこの委員会でもかなり議論しましたが、積分実験というのは非常に大きなキーワードに私はなっていると思います。MA個々の断面積、いわゆる微分断面積を測ただけではだめで、それを実際に核燃料の中に入れて、炉として動かしたときにどういう精度

が得られるか、あるいは特性が得られるかというのを小規模ながらもきちんと押さえましょうと。それを押さえることによって、微分断面積の精度、それからそれを巨視的断面積にして炉に組んだときの計算体系の精度、そういうものが実験値があることによってきちっと押さえられると。そこが僕は非常に重要だと思うんです。それをまずきちんとやりましょうと。そのときに、従来型の単なる炉をつくるという考え方もありますが、1つ総合的なアンサーとしてADSがあるなら、そのADSというものも模擬できるような機能も加えましょうというのが、私は現在のスタンスだと思います。

そういう意味で、ADSがなければこの装置が要らないのかということそうではなくて、委員長も言っておられましたけれども、FaCTの中で共通概念として詰めなければいけない部分、つまり断面積ということですね、積分実験のところ、そこはこの施設がないと私は基本的にはできないんじゃないかなと思っています。

○山名座長　そうですね、大井川さん、何か。

○大井川研究主幹　矢野さんにいただいたご意見で、確かにそういう物理的なアプローチでやっていく部分というのは非常に重要なので、そこを我々、おろそかにするつもりは全然ないんです。かなりやられている部分もありまして、例えばターゲットにプロトンが入ったときにどういう中性子が出てくるかというデータは物理学的な面からいただいているわけですが、いかんせん物理的なところなんで、例えばいろいろなエネルギー分布とかがログスケールで書いてあって、合っている合っていないという、そういう世界で、そういう世界のものが今度は工学的なシステムになってくる、ADSで見るととてもログスケールでやっていたのでは話にならないということも出てくるということもあって、そこの両方のアプローチ、やっぱり物理的なところと、こういうバルクでインテグラル的にやっていくようなアプローチの両方からやっていきたいということでこういう施設を提案しているということです。

○山名座長　小川さん、じゃ。

○小川部門長　素人が割って入るような、気が引けるんですけども、私がずっとADSをそばで見ていると思うのは、素過程そのものが雲をつかむようにわからないということというよりは、むしろそこのところの精度をこういう装置をつかって押さえることなのかなと思っていて、基本的な輸送といったような話のところは別段わかっていないわけじゃなくて、むしろ未臨界のところ非常に大きな中性子の分布がつくとか、エネルギーの分布がつくとか、素人ですから不正確な言い方しかできませんけれども、そういうところの精度をきちっと押さえるためにこういう装置をつくるのかなという認識だったんですが、その認識が違っているのかどうなのか。

○大井川研究主幹　ある部分、2つのどちらか1つというわけではなくて、そういう精度をきちっと押さえていくということも当然この施設の大きなミッションだと思っていますし、ただ核破砕中性子源と高速中性子体系というもののカップリングというのはまだやられていないということも事実なので、まずはそれがミッションかなと思っています。

○若林委員　山根先生のほうから、高速炉に使うというふうなことも非常に重要なポイントだということで、私もそう思いますけれども、FCAとこの施設のすみ分け、FCAでどういうことができて、この施設でどういうふうなのができる、FCAでできないことはこういうことだと、それをやはり高速炉でもこれを十分に積分実験として活用する場合に、すみ分けというか、それを明確にしておいていただければというふうに思います。

○山名座長　大体意見が出尽くしているように思うんですが、簡単に言いますと、今日はちょ

っと説明不足ということですね。この施設のフィジカルな部分での背景がよく見えなかったというのが先生方のご意見かと思います。もう一回会議がありますので、そこをもう一度補強してご説明いただくことになると思います。

今出たご意見いろいろ聞いていますと、いろいろな問題が混在しておりまして、つまり核データとしての微分的な話と、それからエネルギー領域で積分したスタティックな臨界体系の問題と、それからダイナミックなニュートロンのトランスポートの物理の問題と、それからソースタームとしての核破碎中性子源とD-T中性子とかほかの中性子源とエネルギー領域が違ったらどうか、FCAでできるのかできないのかとか、それから冷却材の減速材の体系の話、すべてが混在しておりまして、それで物理的な要点が見えなくなっていると思いますので、それについてはもう一度次回、その点に答えるように何か説明をお願いすることになると思います。

それで、この施設をどうするということは、今ちょっとここで議論できないんですけども、後でADSというものの位置づけについて報告書のところで議論したいと思いますので、次回、物理的な意味についてももう一度ご説明願うということで、大井川さん、お願いしたいんですが。○大井川研究主幹 わかりました。

○山名座長 ここは論破できないと、みんな期待をしておりますので、ぜひよろしく願います。

今の点につきまして、委員の方々から何か注文、補足等ございますか。先生、よろしいですか、この答えをもう一度いただくということで、議論したいということですが。当然その中で、先ほどありましたKUCAのサーマル系での話と、それからD-T中性子源を使った実験等の関係等についても明確にご説明願うということになると思います。よろしく願いいたします。

○近藤委員長 高速炉系とサーマル系と区別して言う説明は、僕はあまり信用しないけれどもね。でも、まあ、いいや。これ以上お節介は言わないことにします。

○山名座長 では、時間が大幅におくれていますので、この議論は次回、大井川さんのフィジックスの説明を聞いてから、もう一度やりたいと思います。

それでは、次の議題に移りたいと思いますが、本検討会の報告書の案についてであります。

前回提示しました案をかなり大幅に見直しておりまして、それに対しては委員の先生方からたくさんコメントをいただいております。それを反映したものということできょう出てきておりますが、それでは牧さんから簡単に説明をお願いいたします。

○牧補佐 資料8-2号に基づきましてご説明いたします。

事前にコメントは頂いているところですが、かいつまんでご説明をさせていただければと思います。

1章、2章については、若干手は入れてございますけれども、前回と大きな変更はございません。

3章の3-2のところでございます。前回の報告書では3-3になっておったんですけども、2と3を入れかえまして、先に導入の意義に対する検討会の評価を書かせていただきました。

10ページのところ、①から③まで入れてございますけれども、分離変換の導入の意義ということでございます。前回の資料では長期毒性の低減という形でございましたが、潜在的有害度の低減という言い方に変えてございます。中身といたしましては、将来世代にわたる潜在毒性をできるだけ小さくしたいという社会的要求がございますので、現在地層処分を進めてござい

ますけれども、その不確実性の影響を減ずることにより、将来の処分適地の拡大につながる可能性も期待できるということで、原子力システムが探求すべきBAT、Best Available Technologyとして重要な意義を有するという書き方をしております。

②のところでございますが、前回の資料では地層処分の合理化と書いておったんですが、地層処分だけではなく放射性廃棄物処分体系、全体としてその合理化というような書き方をさせていただきました。分離変換を導入することによって、合理化につながっていく可能性が定量的に示されてきたわけでございますが、下の2番目のパラグラフのほうでございますが、処分体系と書いてございますが、非管理処分としての地層処分と、さまざまな管理処分の組み合わせにより、全体としては構成されるでしょうから、その全体として合理的な体系を構築できる可能性を示唆すると、そういうような可能性を与える技術としての意義を有すると書いてございます。

3番目のところ、技術オプションの提示と書きました。タイトルは「社会への」というのをつけ加えた形になってございます。地層処分については社会的合意を得ることが困難な状況でございますので、その中で分離変換がこの放射性処分体系の新たな姿の可能性を提示するものという期待もございますので、それは国民的議論、判断を容易にする上でも、その上、社会的合意の過程の中でも意義を有するという、この3点で書いてございます。

それから、11ページ以降が導入シナリオ、これは以前3-2につけてございまして、12ページのところが追加になってございます。以下の3つの分離変換システムの導入シナリオの結果から、表1を——13ページにつけてございますが——この表を新たにつけ加えてございます。この表につきましては、典型的な設計パラメータ等を挙げておりまして、一概にシステム同士を比較するというのは適切ではないと思いますけれども、大きな違いといたしましては、この3つのシステムの中でのMA含有燃料の発熱量やその取り扱い用途が大きく違ってくることが見える表になってございます。

それから、核的安全性の裕度の考え方については、高速炉を利用する場合にはMAの濃度の抑制、それから階層型では常に未臨界であることによって安全性を担保するという、そういう点が異なるとしてございます。

それから、14ページからの4章でございますが、こちらにつきましては、全体の並びをちょっと変えました。以前は各プロセス等の段階ごとで書いておりましたけれども、均質サイクル、非均質サイクル、階層型という概念ごとに整理をし直したものでございます。詳細な説明は割愛させていただきます。

それから、5章といたしまして、25ページからフランス、アメリカ、欧州の状況について書いてございます。これも詳細な説明は割愛させていただきます。

それから、31ページでございます。6章ということで、これは前回、各研究機関からも資料を出していただきましたけれども、そういうものも踏まえまして、分離変換技術に関する評価を行っております。これは前回ご説明いたしました4つの段階、フィージビリティ、基礎研究、準工学、工学と4つの段階を設定した上で、それぞれの技術についてそれぞれの段階ですとか課題などを整理してございます。

31ページからは、まず均質サイクルの酸化物のところ、(1)のところは先進湿式処理法でございますが、こちらにつきましては、ネプツニウムとウラン、プルトニウムを一括処理するプロセスに関して、準工学段階から工学段階に向けた段階にあると考えられると書いてござい

ます。

それから、32ページになりますと、アメリシウム、キュリウムを分離する抽出クロマトグラフィ法、そこらにつきましては、もろもろ書いてございますが、準工学段階にある等々のことが書いてございます。

それから32ページの途中から、（２）MA含有酸化物燃料のところでございます。

すみません、ちょっと説明を飛ばしてしまいましたが、各項目においてまず箱書きをしてございますが、平成12年の報告、前回の報告書での指摘事項と比較ができるようにということで、箱書きで書かせていただいているところでございます。

MA含有酸化物燃料、32ページのところでございますが、照射試験データの充実ともろもろ書いてございますが、簡素化ペレット法自体は準工学段階にあるが、MA含有MOX燃料の研究開発につきましては基礎研究から準工学研究段階の移行段階にあるというような書き方をしてございます。

それから33ページ、（３）核変換システムのところでは、核データですとか炉物理実験というのが必要であるというところ、それからMA含有率と核的安全性、経済性はトレードオフの関係にあること等について記載してございます。

それから、33ページの下の方、金属燃料サイクルでございます。まず乾式プロセスの①酸化物燃料の再処理廃液の乾式分離プロセスにつきましては、34ページにわたっていただきまして、現段階では基礎研究段階から準工学にあると。

②の金属燃料の分離プロセスにつきましては、下のほうにございますが、使用済塩処理関連を除きほぼ終了しており、一部については工学研究段階、全体としては準工学段階、基礎データの拡充等についてですとか、核物質管理、保障措置概念の確立等についても指摘してございます。

MAの金属燃料の製造の部分でございますが、35ページにわたりまして、基礎データの問題ですとかホットセルの整備の話等に触れまして、全体といたしましては、射出鑄造法自体は準工学段階ではあるが、金属燃料の研究開発に関しては基礎研究から準工学への移行段階としてございます。

それから、非均質のところ、6.2のところですが、非均質の高速炉につきましては、高速炉システムの検討がほとんど進んでいない段階ということで、基礎研究段階にあるということを書いてございます。

それから、36ページにADS——階層型でございますけれども、まず分離プロセスのところでは、4群分離プロセス、これは12年の報告書にはいろいろ書いてございましたけれども、これにつきましては、一通りの見通しを得てプロセスの成立性は確認されたものの、経済性や廃液処理の効率化に限界があるということで、研究開発が停止されているところを記載してございます。

それから、窒化物燃料の製造につきましては、データベースの整備等の問題等掲げてございまして、37ページにわたりまして、いずれも実験室規模での原理現象の段階であり、全体として基礎研究段階にあるとしてございます。

それから、ADSそのもののところでございますけれども、こちらについては国際協力なども行いながらやっておりますけれども、核破碎ターゲットについてはMEGAIE国際共同研究によって技術の成立性が確認されており準工学段階ということでございますが、全体的には基盤デ

一タの蓄積が必要であり、基礎研究段階ということにさせていただきます。

それから、38ページの窒化物の乾式分離プロセスでございますけれども、これも全体として基礎研究段階としてさせていただきます。

6. 3のFPの核変換の研究開発のところにつきましては、これも全体的に基礎研究段階としてさせていただきます。

それから、共通基盤技術のところでは、分離プロセスに関しましては、ストロンチウム、セシウムの分離につきましては、フィージビリティ研究段階にあるという書き方、それから39ページの白金族元素の分離につきましては、ビーカースケールの原理現象を行った段階ですけれども、そもそも白金族元素の利用、分離の意義というのも再確認する必要があるという指摘をさせていただきます。

39ページ、アクチノイド科学のところですが、研究者数、施設、予算などでも不十分であり、早期の対応が必要であるということ、それから国内の研究者ネットワークにも触れまして、施設の有効活用等について記載してさせていただきます。

それから、(3)の核データ・炉物理につきましては、目標精度が達成されていないとの指摘をさせていただきます。

それから、6. 5のところ、分離変換研究に関連した施設ということで1から4までいろいろ書いてございますが、どういう施設が利用可能かという点についてまとめてさせていただきます。

それから、7章のほうに移ります。42ページをごらんいただければと思います。

まず、ここの7. 1のところ、分離変換技術開発の基本的考え方を整理させていただいております。いろいろ書いてございますが、42ページの表の上ですけれども、分離変換の意義、最初のほうで触れました意義にかんがみて、今後もこの技術の実現を目指した研究開発を進めていく必要があるけれども、将来の原子力発電体系に対して最も合理的であり、実現可能性が高い分離変換の手法を選択していくことが必要であるという基本的な考え方を述べてございます。

この表の下のごとくでございますが、平成12年の評価の時点では、この分離変換の研究開発というのが高速増殖炉の発電体系の開発とは別の将来技術という位置づけでしたけれども、今や分離変換がこの実用化高速増殖炉サイクルが具備すべき機能の1つとして認識しているということで、単なる将来技術ではなく、発電体系に含まれるべき重要な要素技術の1つとなった。このため、発電体系自体のあり方と強くリンクして評価しなければならないとしてさせていただきます。

それから、42ページが一番下のところでございますが、分離変換概念の比較や選定においては、「全原子力システムとしての合理性」、これが最も重視されるべきとしてさせていただきます。

43ページの上のほうでございます。システム概念として、発電系の中にMAを取り込んでいくというシステムにつきまして、現在、FaCT——主概念、副概念とありますけれども、期待されるMAの変換性能を満たすことに加えて、高速増殖炉サイクルによる発電の効率や性能が阻害されない範囲で行えるかどうか、こういうことが慎重に問われるべきであるという視点を掲げてさせていただきます。

次の段落のところでは、階層型概念について書いてございますが、これは発電サイクルからMAを分けることによる発電系への負荷低減、このメリットを明確にした上で、独立した系を設けることによる負荷の増というものが合理的な許容範囲に収まるかどうか、慎重に吟味すべきだということが書いてございます。

全体といたしまして、それぞれの研究が進みまして、基礎から準工学段階まで概して発展してきましたけれども、「全原子力システムとしての合理性」を相互に評価し比較するための情報というのはまだ十分ではないとしてございます。基本的なデータや評価手法のベンチマークが不足していたり、技術的成立性を左右するような工学要素の実現性の確証がなされていない状況が散見されるとしております。そのために、「全原子力システムとしての合理性」、これの評価する研究というのが今後強化されていくことが期待されるということでございます。

43ページ、7. 2のところでございます。分離変換技術の取り組みの体系でございますが、それぞれの概念について解決すべき課題等を書いてございますが、FaCTの主概念、均質サイクルの酸化物燃料のところにつきましては5つ、(1)から(5)まで掲げてございますが、これらの解決というのが必須の条件となるとしております。

44ページに行ってくださいまして、これらの課題にかかわるデータですとか工学的な確証はいまだ十分とは言えず、これらの課題に関する見通しや判断というのがFaCTの開発計画が進むにつれ適宜提示されていくことが期待されるとしております。それから、さらにそれについては高速増殖炉への移行期と単独平衡期の両者について示される必要があるとしております。

それから、これらの課題に対する解がタイムリーに得られて、無理なく取り込まれていくことが期待されるわけですが、目標時期において確実な技術解の提示が困難な場合には、今度はMAをU-Pu系から独立するということになりますので、非均質の装荷ですとか階層型概念を代替方策とするような可能性を排除すべきではないとしてございます。

それから、副概念である金属燃料のところでございますが、金属燃料につきましてはさまざまな性能や特徴が主概念と比較評価されることとなりますけれども、その上で(1)から(5)に相当する課題についても金属燃料サイクルの優位性を明確に示すこと、これが期待されるとしてございます。その上で、工学的な実現性の確証を進めることを期待するとしてございます。

それから、ADSにつきましては、発電体系から分離させて扱うことによって、発電系の負荷を低減するという意義を持ちまして、変換効率など潜在性への期待は大きいと。しかしながら、このADSの特徴を生かすために、技術的な成立性の確証ですとかシステムのコストや信頼性というものが証明されていなければならないとしてございます。

ADSの課題として、ここで6つ掲げてございますが、それぞれこれを解決していくということになるかと思えます。

その代替の話でございますが、45ページの一番上のほうに書いてございますが、高速増殖炉サイクルの実用化のリスクマネジメントの観点から、こういう課題に対する解を技術的、経済的見込みを、適切な時期までに得ておくことが期待されると書いてございます。

それから、45ページ、7. 3のところでございますが、今後の研究開発についての提言というところでございます。

まず、分離プロセスにつきましては、原理実証は行われているんですけれども、解決すべき課題が少なくないとしてございまして、特に先進湿式法というのは平衡期に最適化された概念なんですけれども、軽水炉から高速炉への移行期における分離プロセスについても柔軟性を確保した研究開発が必要としてございます。

それから、実用化のために、ここに書かれているさまざまな試験等によって知見を蓄積していくべきということが書いております。

それから、(2)のところで、MA含有燃料については、燃料基礎物性のデータベースが不十分なところだと指摘してございまして、それから高線量、高温環境下での製造の工学規模の技術的成立性、そういう等々の問題がございます。

そして、2番目の段落ですけれども、相対的に施設負荷の小さい燃料ピンレベルや、ペレットレベルのデータの充実を図る等について記載してございます。

(3)のところで、核変換システムでございすけれども、こちらについても、現時点では安全性や性能を評価できる基礎的なデータが不足、あとコードの精度評価も十分ではないとしてございまして、非均質については成立性を判断する段階にはないということを書いてございす。

高速炉の研究開発、FaCT計画で高速炉の開発というのは進めていくべきなんですけれども、信頼性を要求される安全評価や過大な保守設計による経済性の悪化を回避するために、MAに関する基礎データ、特に積分実験を取り上げてございすが、重要性を指摘してございまして、このようなデータにつきましては各概念に共通するようなものがございすので、系統的な実験を行うことが必要等、課題を記載してございす。

それから、ADSにつきましては、さらなる基礎データの蓄積を図る必要があるとしてございまして、46ページの中段あたりでございすけれども、海外の同種の取り組み等と連携して効率よく整備していくということが可能であると考えられまして、それからADSに特徴的な事項として、核破砕中性子源と高速未臨界炉心を組み合わせた模擬実験、これは世界的にも未着手ということで、J-PARCの活用が期待されると記載してございす。

それから、今、先ほどご説明ございましたJ-PARCのⅡ期計画、これはご議論があるところかと思ひますけれども、より汎用性の高い炉物理試験施設を先行して整備するとした考え方、これは妥当であると記載しております。ただ、着工の判断をするために、もろもろの具体化を検討することを期待すると締めてございす。

それから、(4)のシステム評価のところ、先ほども述べましたように、「全原子力システムとしての合理性」、これが重視されるべきであるとしてございまして、この分離変換技術が原子力システムにおける一要素技術ではなく、原子力システムの物質フローを本質的に変えるものであるというようなことも書かせていただいております。そのため、システム全体の効率性、コストを評価されなければならないとしております。

それから、46ページの一番下のあたりですが、分離変換による廃棄物処分の改善効果のところですが、地層処分の合理化だけが重点的に評価されてきたわけですがけれども、本来地上の保管、管理処分の負荷の増加、それから低レベルの放射性物質の性状や量が変わるというような、そういう負荷増、コストへの影響というものがございすので、それもあわせて同時に評価されるべきで、全体としての合理性を評価されなければならないとしてございす。このシステム評価というのが、将来の軽水炉サイクルと高速増殖炉のサイクルの両者を包含した上で、長期にわたって行われるべきであって、導入時期や処分の実施時期などの影響因子を適切に想定して行われなければならないとしてございす。

それから、このようなシステム評価は、各候補技術が個別に行うものではなくて、システムとして共通の視点や基準で行うことが好ましく、各分離変換シナリオが連携して行うことが好ましいとしてございす。

それから47ページ、7. 4のところ、共通基盤研究への取り組みということで、先ほど来、

データの問題は何度か指摘させてございますが、基本的な必須データとして各概念に共通のものが多々存在するということでございまして、この共通基盤データと呼べるものについては、その各概念の候補技術を個別に研究するのではなくて、共通の取り組み、これが構築されるほうがオールジャパンとして効率的であるということで、そういうような取り組みが進められることを期待するとしてございます。

それから、現在進められている候補技術概念を横断的に評価し、そのよりよい組み合わせを探るアプローチ、そういうものも検討すべきであるとしてございます。

47ページの下の方、7. 5今後の研究開発の進め方のところでございますが、FaCTにしましては2010年ごろにその検討状況の評価をするということでございまして、その際にはこれまで7. 1から4まで述べた観点を踏まえた、分離変換に伴うさまざまな付加的要素が合理的に許容される範囲内に収まることについての評価が求められるとしております。

それから、分離変換研究の全体に関してですけれども、このFaCTの技術的な評価の結果を反映し、それから2010年ごろから開始すると第5段目で書いてございますけれども、第2再処理工場のあり方に関する議論なども踏まえまして、その両者を踏まえたという意味で2010年、11年と書きましたけれども——頃に研究開発の取り組みを再構築するというのが妥当であるとしてございます。その後はおおむね5年ごとに基礎データの充実、準工学、工学研究の進展等について状況の評価することが適切であるとしてございます。

48ページのところでございますが、この研究開発機関においては上記評価時期というのを念頭に置いて、確実に着実に研究開発を実施すべきであるとしております。それから、また人材育成、ポテンシャルの維持という基礎分野のポテンシャルの問題ですが、分離変換の技術というのはその点でも重要なところでございますので、大学等とも連携してやっていくべきとしてございます。

最後にポツをずらっと並べてございます。今後の研究取り組みでの重要な視点を以下のようにまとめるとしてございます。多少重複になりますが、簡単にご紹介します。「発電系」と「放射性廃棄物処分系」を中心とした全原子力システムとしての特性を評価するための研究を強化して進めること。システムの成立性を決定するような重要な基礎データの充足及び基本的ベンチマークの充実を進めること。特に共通基盤データについては研究グループ間での連携した合理的取り組みを期待する。基礎的実証を既に終えているシステムについては、そのシステムを開発することの妥当性を評価した上で、工学的な成立性の確証を得るため、準工学試験、あるいは工学試験をすること。それから、ADS等工学的必須課題についての研究が途上にあるものは、国際的な共同研究などを含めてなるべく早くその克服の可能性について見通しを得ること。それから、基礎データやベンチマーク実験、あるいは工学研究の実施に必要な施設の設備に関して、国内施設の利用や海外施設の利用など、合理的かつ戦略的な方針を提示すること。それから、現在研究開発が行われている技術概念のよりよい組み合わせの可能性を検討すること。それから、2010年及び2015年に予定されているFaCTの技術的な評価を参照しながら、各概念の導入目標時期や相互の補完的な役割の明確化を適切な時期に行うこととまとめてございます。

以上でございます。

○山名座長　ありがとうございました。それでは、委員長、どうぞ。

○近藤委員長　最初に発言させていただいて、申しわけありませんが、最初の意義のところ、

現在実施を追求している高レベル廃棄物の処分の取り組みが難しいからという表現は、原子力委員会が口にするものではありません。現在のアプローチは最も合理的だということで進めているわけですから。

さらに、MAをリサイクルすることについて、その結果、廃棄物の放射能が小さくなることの利益について社会的要求であるかどうかについて、皆さんにそう断定することをお願いするつもりはありません。山名先生はもしかしたら、そういうことについての専門家であられるのかもしれないけれども。私の理解では、国際的に専門家の中で常識的に使われるのは、その最初の2行ぐらい、廃棄物処分場に対する要求がリラックスするんで、処分適地の拡大につながる可能性が期待できるということではないでしょうか。ここでそういう議論をされるのはかまわないですけども、これを原子力委員会の見解にしたいというならば、そのための議論の場の設定から考えていかなければならないと思います。

それからもう一つ、ここで議論している技術は第4世代の技術、GIFとか国際社会と共同していろいろやっている技術であるわけですが、そこでは核拡散抵抗性が備えるべき重要な性能と認識されていることご存じだと思います。今度のアメリカの政権の中枢に座ったホルドレン教授が主査となって数年前にとりまとめた国家エネルギー政策委員会の提言は、軽水炉からのプルトニウムをリサイクルする高速炉は使用しないこととしているところ、そういう識者の判断を踏まえて国際社会は第4世代が備えるべき特性として高い核拡散抵抗性を掲げてやってきている。勿論、核拡散抵抗性はイントリンシックフィーチャーズとエクストリンシックメジャーズの組み合わせで確保していくべきものであり、したがって技術の固有の特性だけで担保するものではないんですけども、MAのリサイクルは、優れた核拡散抵抗性のイントリンシックフィーチャーズを備えているという評価を得ているから、FaCTではこれを実現すべき技術に選んだと理解しています。

ですから、高い核拡散抵抗性を備えた技術を選択するという要求に応える技術という評価をそこにきちんと書いておいていただいたほうがいいのではないかと思います。勿論、最近出ましたGNEPの核拡散抵抗性に関するNSSAの評価に関する環境報告書と並んで出た報告書の中では、それとてもブレイクアウトシナリオを重視する立場から、そんなに高い評価になってはいませんので、そういう議論もあるということも念頭に置く必要があります。

それから、これは後でチェックすればいいんですけども、安全性の議論がちょっと薄いなと思っています。特に気になっているのはボイド係数が、18ページでは10ドル以下で実用的な範囲という、ちょっと意味わかんないんですけども、17ページは6ドル、ページは隣にあって6ドルと10ドルのこの説明があった方がいいと思います。単に私だけがわかっていないのかもしれないんですが。

以上です。

○山名座長 事務局、今の反論等について何か。

○大井川研究主幹 多分、金属燃料は10ドル、それから酸化物燃料は6ドルという設定をしているということで数値が違っているんだと思います。

○近藤委員長 多分そうだと思うんですけども、受け入れられるボイド係数の値をどうするかはすごく重要で、例えばこの間カナダのメープルというアイソトープ生産用の原子炉が完成したのですが、ボイド係数が正であったために、700億円の原子炉を2基つくったのですが、つぶしてしまったんですよ。だから、説明をきちんと書いておいて、これでも安全なんだと言

うことについて国際社会のコンセンサス成立に努力をすることが重要ということについても書いておいていただいたほうがいいと思います。

○山名座長 よろしいですか。

○牧補佐 すみません、私の説明がちょっと舌足らずで、委員長が一番最初におっしゃったところで、廃棄物の処理というのが難しいみたいな言い方は、私が説明をはしょってしまったんですけれども、報告書のほうでは、現在の地層処分、例えば10ページのところの意義のところでも、現在の地層処分というのは極めて有効な手段であると。ただし、一方でBest Available Technologyとしてさらによくしていく、支援するための意義を有するというふうな、本文のほうはそういう書き方をしてございまして、ちょっと私、説明の段階で後段のほうの部分だけを紹介してしまったので、多少誤解を招くような言い方をしたかと思いますが……

○近藤委員長 要求という表現はおかしいということです。社会的要求というのはだれもディファインできないんで、こう書くべきじゃないということを申し上げたのです。

○山名座長 願望はあるんですけれどもね、恐らく社会的願望というのはあるんですが、もちろんここでは分析していないんですが、ただ要求とは言えないというのは確かだと思います。

○近藤委員長 ですから、美しい花はより美しいものを求めるのは一向に構わないんだけど、我々はこれで社会的合理性があるシステムだということを判断して、現在の地層処分を進めているわけですから、後ろから鉄砲撃つような議論はできないんですよ。それよりもっといいものを探すというということを否定する気は全然ないわけです。だから、要求と書きちゃうと、要求というのはやっぱり願望です、願望ハーモナイズ。

○山名座長 願望ですよ、これは。

○近藤委員長 ベターメントを追求するのは常に大事なことなんだけれども。

○山名座長 Best Available Technology、願望に対してできるだけ近づこうという努力は…大事と思うのですが、ちょっとワーディングを。了解しました。

それでは、委員の皆様からコメントを受けたいと思いますが、もうどこでも結構です、どんどんいきましょう。若林委員、どうぞ。

○若林委員 前回の議論のところで、ちょっと私参加できなかったので申しわけなかったんですけども、31ページの評価のところで、フィージビリティと準工学、工学というふうに分けて、大ざっぱにこういうふうに分けられているんだと思うんですけども、何かやっぱり特に準工学とか工学というところでは大ざっぱでもいいから定量的なものが、目安みたいなのがあったほうがいいんじゃないかなと。例えば分離のところとか燃料製造のところとか、消費者試験とか、そういうふうなのを考えたときに、例えば準工学だとピンの製造だったら数本程度とか、例えばの話ですけども、それに対して工学的にはやはりどのぐらいまで行かないといけないんじゃないかというふうな、何かそういう目安みたいながあると、この準工学とか工学のレベルがある程度わかるのかなというふうな、ちょっとなかなか難しいと思うんですけども、私の印象としてはそれが1つ気になったところです。

それともう一つ、46ページのところのJ-PARCのⅡ期計画のところの記述なんですけれども、このⅡ期計画のところで、先ほど大井川さんからご説明された中間評価のところでは、書かれている文章等、ここでもより汎用性の高い炉物理試験施設を先行して整備するという考え、確認なんですけれども、こういうふうな書き方されているのかどうかというところを確認していただければというふうに思います。

以上でございます。

○山名座長 今の部分は、事務局のほうでちょっと解説願います。大井川さんでも。

○大井川研究主幹 この部分というのは、きょうも説明しましたように、ADSターゲット施設と核変換物理実験施設の2つの施設があって、ロードマップのところでも示しましたが、少し核変換物理実験施設のほうを先行してプライオリティを高くして、整備していきたいという、そういうことで第5回のときにも説明していると思います。そういう考え方が妥当であるというようなことで加えていただいているんだというふうに私は理解しているんですけども、

○若林委員 中間報告のときにそういうふうにかかれたということですね。

○渡邊主査 中間評価のときは、これは文科省のほうでやられた中間評価なんですけれども、このときはそもそもこういう状態であるので、この核変換実験施設そのものの評価はそのときはされていなかったわけです。ですから、そういった段階的にやるというようなこともこの中では議論はされていなかったということです。

○若林委員 いや、ここの書き方は、何かどこかに書かれたのをういて書いているのか、あるいはここで今回はこういうふうを考えて書いたかということなんですけれども。

○渡邊主査 後者のほうになりまして、今回、第Ⅱ期計画の中での2つの施設の中で、一方について先行的に汎用性の高いものを整備するというふうな考え方があるということは、それは妥当なのではないかというような書き方になってございます。

○山名座長 これは先ほどの宿題とも関係してくるんですよ。それで、Ⅱ期計画についての書き方というのはかなり悩みまして、ただやはり基礎的、汎用的な部分からまず行くと。先ほどのどんと実施しようという考えじゃなくて、そういうアプローチはまあいいでしょうという意見が多かったかなというふうに理解してまして、そういうトーンがにじみ出ているわけですよ。

ほかにもございますか。

○永田部門長 個人的見解として申し上げさせていただきたいんですが、1つはトーンとしてMAリサイクルということと比較的近い時点でのターゲットととらえる書き方は、前に比べると随分いいんじゃないかなとは思っているんですが、今、現実には2つの側面から、MAリサイクルというのはかなり近い時代に真正面から考えなければいけない、あるいは今既に直面する状況にあることを考える必要があると思います。

1つは、再処理してからかなり時間がたってから燃料加工に入る、あるいは燃料を作ってから運転するまでに相当な時間がかかる中では、半減期14年の ^{241}Pu の自然崩壊でできるAmがそれなりの量になり、数%のAmを含むPuを使ってMOX燃料を製造する状況が出てきます。

またそのようなMOX燃料を作ってから時間がたてばAmが更にできてきますので、「もんじゅ」用の燃料の健全性ということからしますと、Amの3%富化度までについては、実験データを示させていただきながら、いわゆる通常のMOX燃料と、熱伝導率とか融点が変わりませんということを確認した上で使っていくというフェーズになっています。

それから、もう一つ、Np、Am、Cmとあるマイナーアクチノイドの中で、Npについては今のTBPを使った再処理技術の若干のバリエーションの範囲内で、プルトニウムに随伴させて抽出することが比較的近未来に期待できるんじゃないかというようなことが考えられます。したがって、マイナーアクチノイドを全て一括して遠い将来ということではなくて、現に ^{241}Pu から壊変するAmは今使っているし、ネプツニウムをPuに随伴させてリサイクルするのは比較的近い将

来、具体的に産業活動として使える可能性があるというような認識のもとに、マイナーアクチノイドのハンドリングについての将来のあり方を検討する必要があるんじゃないか、これが1点目です。

それから、2点目に、FaCTとの関係についていろいろ議論されていますが、今FaCTプロジェクトでは、2050年の段階で、我々が実用化戦略調査研究の結果提示した将来の高速炉の期待される姿、そしてその中で非常に革新的な技術を幾つかセレクトした上で、それをできるだけ適用しながら、2050年にできるだけ理想に近い高速炉サイクル体系を実用化の姿として提示したいということで検討を進めています。

では、その革新技術に対する代替は何なんだろうということを考えたときに、まず最初は、2050年の段階で導入するのは無理かもしれないけれども、時間を置いてその後の段階で段階的に導入を図るとするのが1つの代替の方法としては考えられるだろうと思っています。

それから、もう一つは、将来のあるべき姿について、マイナーアクチノイドのコンテンツ等を考えますと、均質リサイクルが理想的だろうと今のFaCTの組み立ては考えておりますが、いわゆる軽水炉サイクルから高速炉サイクルへの移行をする過程においては、炉心への装荷の仕方についてもうちょっとバリエーションを持って考えたほうがいいだろうとも思われます。今は非均質装荷ということで一括されていますけれども、例えばブランケット領域を有効に活用して、それで特に移行期のマイナーアクチノイドのハンドリングを図るとか、先ほど近藤委員長がおっしゃった核不拡散性の強化を図るとか、そうしたようなことを、ブランケット領域の活用というような視点を入れながら考えることができるんじゃないか。そうすると、いわゆるオルタナティブとして考える非均質体系も少し区分をして考える必要があるのかななんて思っています。

したがって、ですから今、この報告書の中ではFaCTの代替としてはもう一気に、例えば副概念の金属燃料サイクルだとか、あるいは階層型というような形で、それを並列に並べてオルタナティブとして考えているんですけども、FaCTでは2050年に将来の理想的な形を、その時点で取り入れられるのをできるだけ取り入れて実用化像を組み立てようとしています。それに対するオルタナティブは、まず少し時間をずらして導入する形、それからまた、移行期だということを考えたバリエーションのあり方について考えるといったような視点で考えることなのかなと思っています。

それから、3点目で申し上げたいのは、簡単な話なんですけれども、分離変換技術を原子力発電システム全体の中で評価するというような方向で考えていただいているのは、非常に素晴らしいことだと思っているんですけども、そのときの考え方の整理としては、GIFの中で整理した開発指標が使えるのではないかな。GIFでは開発目標を4つに分け、あるいは4つの中で持続可能性ということはさらに3つに分解しています。

総合的に評価するということには、今国際的にも使われるそういう開発目標をインデックスとして整理するということを1つの出発点とすると、こういう報告書を書くときの整理がしやすいのかなという感じがいたします。

それから、最後の点なんですけれども、特に第6章では山名先生のご提案もあって、今の進捗度を整理する新しい整理の仕方がなされていて、非常に素晴らしいことだと思うんですが、今この段階にあるから、次にこの段階のものをやらなければいけない、この段階の次の段階はこうだということについては割合と整理しやすいと思います。では、各段階によってその次の

段階に進むには、どんな考え方でゴー・オア・ノー・ゴーを判断するのか。

きょうはちょうどJ-PARCの第Ⅱ期計画で次のステップに進める、第2計画を進めるにはどうあるかということで、そのゴー・オア・ノー・ゴーについての判断ということになると、単に次のステップがこうだからそれを進めるということではなくて、何かそこで投資対効果みたいなものを考えて、ゴー・オア・ノー・ゴーについて判断することが必要なんじゃないか。

したがって、この報告書の中で、今第6章の中で各ステップがあって、その次のステップはこうだということからもう一步踏み込んで、次はこうやらなければならないというふうな記述になっているんですけれども、次のステップは何だということと、それから、じゃ、その次のステップにどう進めるかということについて、少し議論がなされて、考え方みたいなものがこういう委員会として整理していただけると、我々が研究開発を進めていく上では非常に参考になると思います。最後の点は、せっかくすばらしい専門家の方々いらっしゃるんで、見解をご提示いただくとありがたいというお願いです。

○土橋参事官 すみません、最後の点だけは、ちょっと文科省の中間報告に何か原子力委員会と書いてありますけれども、この場に文科省もいないんで、どういう判断をするかというのを軽々に言えませんが、一応この場合は技術的な検討をする場であって、次の施設整備計画について議論する場じゃないんで、ちょっとそこは誤解のなきようお願いしたいと思います。何かちょっと今聞いていると、政策的な判断をするかにちょっとご発言が私には受け取れたんですけれども、そういうものじゃないというふうに理解していますし、我々はちょっと文科省に確認しないと、何をここで言っているのかというのがよくわからないんで、すみません、よろしく願いいたします。

○近藤委員長 ここは技術検討会ですから、ここは技術的な議論をしていただければいいんですけれども、いずれにしてもこれを受け取った原子力委員会としては政策を決めなければならないということは明らかなんで、それまで十分検討をするということだと思います。

それから、JAEAが技術的検討をお任せしますという言い方は、私としてはとても聞きづらくて、JAEAは技術研究開発集団なんだから、本当はそれこそ理事長としての発言を聞きたいわけで、本当に何をやりたいんだという発言をしていただくべきなんであって、お任せしましたというんじゃちょっと無責任だなというふうに思います。

それから、副概念という言葉、後回しのニュアンスでおっしゃられるけれども、大事なことは性能目標ありきだということ。こういうリクワイヤメントを満足するものを探しなさいと、なかったらほかの副概念を使いなさいと言っているわけで、したがって、それが核拡散抵抗性について国際社会が求めるところを満足するのがパイロプロセスのような性格のものでなかったらだめだとなることもあり得る、現実にはそういう提言をしている人もいますから。

ですから、核拡散抵抗性についてはきちんとした評価をしていただかなければならないのです。私どもはそう申し上げたのに、究極の目標とはいささか理解しがたい。原子力委員会はそれをリクワイヤメントとして出したのですから、それを満たすものがなかったらこのプロジェクトはおしまいという思いでやっていただかないといかんと思います。

ですから、階層システムで、面倒くさいものは全部加速器に任せて、きれいなPuは回すんだというのは成立しないのです。

○小川部門長 核拡散抵抗性の話は、もともとFBRって理想的な議論をしていたなという感じがしていて、普通にFBRのサイクルをきちっと評価してみると、そんなに従来言っていたよう

なきれいなプルトニウムが本当に回るのかというと、永田さんもちらっとおっしゃいましたが、そんなことはなくて、やはり ^{241}Am だとか ^{237}Np 、ある程度意識的に入れようと思えば入れられますし、ですから、この分離変換でのMAの核変換の話と理想的なFBRとまぜてしまうとおかしくて、恐らく現実的なFBRのサイクルの姿と分離変換とを議論すればいいのであつて。

現実的なFBRの姿をきちっとつくっていくと、案外マイナーアクチノイドというのがプルトニウムと一緒に回ってしまう。そうすると、今まで考えていたようなきれいなサイクルではないということも含めて考えておいたほうがいいと思うんです。何か従来のFBRのサイクルってもの凄く理想的な、実際のサイクルの実態を見ていないような、そういう感じがするんですね。ですから、サイクルの実際の姿を見ると結構マイナーアクチノイドが入りますよということも頭の中に入れておいたほうがいいと思うんですけれども。

○井上首席研究員 関連していいですか。

今ちょっと関連した議論に関してなんですけれども、MAを均質に回すのが理想的だというのは、この前からちらちらこういう言葉が出ているわけなんですけれども、確かに少なく混入すればいいということから、技術的なハードルは比較的低いと。だけれども、本当に低いかどうか、そういうところでもホットセルオペレーションになりますから必ずしも言えないと。そういうことからいって、均質的サイクルの場合は、逆に言えばいわゆる輸送リスクとか、やはりまだここに書いてあります、48ページの上のほうにありますように、発電系と放射性廃棄物処理処分系を中心とした全原子力システムとの評価と、そういうところをしっかりとしない限り、簡単にこの方法がよくて、この方法が悪いということは一概にこういう場で私は言うには、もっとしっかりした議論をしていただきたいというふうに思います。

○近藤委員長 原子力委員会は、技術の核拡散抵抗性を高くしてくださいといっているのです。いろいろなところにMAが事実上あります。だから核拡散抵抗性が高い技術ですとおっしゃるならいいですよ。ブランケットはおいておいて、均質リサイクルでMAを燃やしたいというのは、廃棄物の潜在毒性を減らすためだというならわかりますが、それでは私どもの求めた性能要求を満たしていることになるのかと思いながら、ご意見をお聞きしています。

○井上首席研究員 例えば、極端な話、それこそネプツニウムだけはU-Pu系に入れて、アメリカシウム、キュリウムだけはこういう特別に非均質体系でやるという、そういう中間も出てくるわけですからね、やはりその辺の議論と、今、委員長おっしゃったようにきちっとする必要があります。と思います。

○山名座長 永田さんからいろいろお話伺っているんですが、実はそういうことに対するしっかりした見解が今そろっていないというのが現状なんですね、今まで話を聞いていて。今おっしゃったことは、今までのご説明の中ではなくて、ではFaCTの中で今後どうだったらあしっていくというポリシーというのはまだ見えていない。それはまだ今検討されているから出るわけじゃないわけですよ。

私たちのこの検討会としては、そういう全発電体系として、こうであればこっちを目指す、あるいは核拡散抵抗性のように強い別なリクワイアメントがある、そういうことをすべて総合的にきちんと評価した上で、どういう道を行くべきかというのを、もう少しシステムとして評価しましょうよという、ここはもう一度スタートを切ろうということを言っているわけですよ。実際2011年か10年ごろにそういうことをもう一度きちんと、双方向的な関係も含めて構築しましょうという提言を最後に出しているんですね。

ですから、永田さんのおっしゃったことは、実はこれからの宿題になるわけですよ。恐らくその議論はこの委員会でやり始めますと1年ぐらいかかるぐらいすごい話になりまして、FaCTの評価とも強く絡むということで、まさに今おっしゃったようなことをこれからきちんと詰めようよという、そのテーゼは込めたいんですよ。それが結論なんです。だから、要するにそこまで評価がシステマティックにできていなかったということが現状なんですよ。

ですから、おっしゃったことを含めて、ぜひここ2年間、全システムとして何を求められ、どこに負荷をどう持っていったらどういいのか、そのためにこういうオプション、この場合には時間差、この場合には代替オプション、その議論を2年間かけてやりましょうよということを経験に私は入りたい。ということで、2011年ごろということが入っております。10年か。10から11年ごろですね。すみません、10年にしましょう。

○近藤委員長 JAEAには核不拡散センターだってあるんですから、当然に、その能力を活動して核拡散抵抗性についてきちんとしたことをいつにいただけることを期待しています。

○山名座長 基本的にはこの委員会の検討会の報告書の一番大きなポイントは、そういう全システム的な姿勢をもっと強化して、いろいろな工法概念が連携してオプションの関係などをきれいにしながら、ちゃんとやるべきことをやりましょうということを言っていますので、永田さんの要求は今後の提言と宿題ということで……

○永田部門長 私のほうで個人的見解ですがと前置きさせていただいたのは、今、確かにFaCTプロジェクトがスタートして3年目、ちょうど中間取りまとめをやっている段階で、ともかく2010年までに宿題としていただいたことをきちっとやらなければいけないということで一生懸命やっています。

そこからすると、では検討の幅としてどの程度の幅を持たせるかということについては、いろいろなところでの指摘、あるいは指導をいただきながら進めてまいりますので、きょういただいたようなご質問も十分踏まえてこれからの検討を進めていきたいと思っております。

以上です。

○山名座長 今までたくさんのご意見いただいたことはやっぱり全システムの考え方としてどう行こうかということにすべてかかっておりまして、宿題の中で少しその辺を強調する書き方に変えていきたいというふうに思います。

ほかに何かございますでしょうか。

○井上首席研究員 非常にちょっと細かいところで恐縮なんですけど、私この前、研究開発がどういう段階にあるかということにこだわったんですけども、やはりこれはここで一つの評価の対象になっていますから、もう一回あえてこだわりますけれども、いわゆる42ページの表で、いろいろシステムの紹介をして、その後に非常に概括して開発段階というのを書いてございますよね。だけれども、ここに関しましては、第5章とか第7章の3に、それぞれの項目に分けてかなり詳しく、これは基礎段階であるとかこれは準工学段階、そういうふうに書いてあるんですよ。だから、ここであえてこういうふうに、この技術はこのレベルにあるというふうに書くとは非常に誤解を招きやすい表現ですので、何もここにこれを象徴的のように書く必要はないように思います。

○山名座長 ここは取ります。

ほかに何かございますか。委員の先生方、何か。

よろしいでしょうか。ちょっと時間が超過していますが、大事なポイントですので少し延ば

させていただくことになりますが。

意見がないようですが、実は今回のこの報告の目玉というか、アイデンティティーといえますか、それは最初にまず意義を書いたと。3つの意義を書いたけれども、さっき3つ目の社会へのオプション提示というところは議論があるので、これは多分取ることになるような印象で今聞いておりました。いずれにせよ意義を再確認した。

ただ、ここは誤解なきようお願いしたいんですが、委員長おっしゃった、後ろから矢を射るつもりはさらさらしない。ただし、原子力技術のBATを探索する努力は続ける、その観点から意義がある。その意義は、潜在毒性低減、これは国民の願望に沿ってその可能性を探る。それから、廃棄物の体系全体を物質のルートを変えることによって、何らかのよいほうに向ける可能性がある。これは面積でもあるでしょうし、浅地中処分と地層処分の関係でもあるでしょう。その恐らく2つの意義は主張していくことになると思います。これはご意見があったらいただきたい。

それから、達成度に関しては平成12年の評価があつて、その後どう頑張ってきたかということは何らかの表現をしなくてははいけません。ですから、準工学段階までできているか、基礎段階であるか、あるいは基礎データが充足しているか、そういうことをある程度シンボリックに書きたいと思ってまとめておるわけです。これが2つ目のポイントです。

それから、3つ目が、全発電体系の中の一部の技術に入ってきているという表現ですね。つまり、発電システム全体で議論する段階に入っているということは強くここでは言っていくと。これはよろしいですね。先ほどの核不拡散なんかもかかわってくるということです。

それから、特に今、個別の課題の宿題みたいなのがぼろぼろと、例えば43ページに湿式分離で(1)から(5)まで、幾つかこういう課題について必須の条件ですよという書き方をしています。これは結構クリティカルなものをストレートフォワードに並べておまして、この部分と44ページのADSの部分ですね、工学課題を明記させていただいているということです。このところもご議論いただきたいわけですね、こういう書き方をしていっていいかどうかと。

それから、5つ目のポイントとしては、共通基盤技術というのは結構あつて、それに対する真剣なアプローチが必要であると。基礎データとベンチマークが抜けているところがあると。そこを埋めていくことが大事だねということを主張させていただいているんです。これは先ほどのⅡ期計画で、何が必要かという議論なんかに絡んでくるんですね。

今まではⅡ期計画というのはADSのちょっとデモンストレーションチックなものをぼんと入れていく感じでいしましたが、今我々が求めているのは、共通基盤技術で欠けているところを埋めていくということが強く求められるので、そのためにどういう視点が要るかということをお願いしたいということなんです。それで、最終的に永田さんがおっしゃったようなことで、2010年ごろまでにもっときちんと連携して、全システムとしてとるべき道を明確にするスタデューをやっていこうよと、2年ぐらいで頑張ろうよと。それで、各個別課題については5年ごとに見ていく体制をつくろうよという提言をしておると。大体こういう報告書のポイントになっております。

この言い方について皆さんのご意見を伺いたいということなんです。よろしいでしょうか。それで、そういうそれぞれの今回の重点的なトーンについてぜひご意見をいただきたい。あと少し時間をいただきましたので、ご意見いただきたいというふうに思うんですが、いかがでしょうか。

ちょっと確認させていただきたいんですが、さっきの意義のところですね、3つの意義を後ろから矢を打たない表現にきちんと改訂いたします。

○近藤委員長 意義は長期毒性と核拡散抵抗性と2つ書きゃいいんですよ。

○山名座長 核拡散抵抗性……

○近藤委員長 それから、あなたの言うように合理化ね。

○山名座長 はい、合理化ですね。

○近藤委員長 廃棄物をいろいろ分離して性状に応じて最も合理的な処分するのは一層合理的になる可能性があるということは確かなのではないのでしょうか。処分の専門家である長崎委員の見解がほしいところですが、今日は静かにされていますね。処分の専門家からすると、分離したほうが合理化できるというふうに考えるのはどうなんですか。

○山名座長 それは実は言いたいことはいっぱいあるんですよ。ただ、それは可能性があるということですので、あくまでBATとして物質のルートを変えることによるメリットを探るとい研究はあると思います。ということで、決して地層処分を後ろから矢で射っているわけではないということをご理解ください。

じゃ、技術オプション提示というところは取ると。ただ、核拡散抵抗性のことを今、委員長おっしゃって、いろいろ議論はあったんですが、分離変換というのは核拡散抵抗性のためにやるというのはちょっと目的が違って、核拡散抵抗性は全発電体系に求められている、比較的国際的に共通に求められているリクワイヤメントですよ。これは必要十分……

○近藤委員長 上位概念なんですよ。

○山名座長 上位概念です。では、分離変換がその必要十分条件であるかという、それは違うわけですよ。例えば発電系はウラン、プルトニウムだけで階層型の分離変換を持つことも可能で、その場合にも発電系には核拡散抵抗性は求められるわけです。

○近藤委員長 そのとおりです。現在のシステムは、先人の奮闘でP5プラス1だけ、日本が滑り込みで認められているものなのであって、全人類が使える技術を目指しているとすれば今の技術ではだめなんですよ。

○山名座長 ですから、国際的に求められている核拡散抵抗性という上位概念がある、そこで分離変換と言われる技術をやっている、それがたまたま合致することで、最適のシステムで国際要求にこたえられる可能性があるわけですよ。そういうことをやっているのであって、そこをうまく書く必要があると思うんですね。

○近藤委員長 そういうことです。これでいいとか、必要十分でも何でもないのであって。

○山名座長 全く同意かという、ちょっと私も悩むところなんですが、意義の1と2にこたえるためにやっているBATとしての分離変換が、発電系に求められている核拡散抵抗性という強い国際要求に沿う可能性があるよ。

○近藤委員長 くどくて恐縮ですが、国際標準の技術を生み出していくというのが我々の研究開発の目指すところという問題意識を常に持ったほうがいいと思いますけれども。

○山名座長 その国際標準のリクワイヤメントがあって、この分離変換と強いリンクがあるという表現でどこかに書き加えていくということにしたいと思います。

小川さん、どうぞ。

○小川部門長 核拡散抵抗性、これを上げるということが本当に必須のリクワイヤメントであるとしたら、それは余り負荷のない方法で実現するというをまず、いの一番に考えるべき

だと思うんです。分離変換というのはやはりBest Available Technology、これを目指す技術ですから、やはりそのところは少し気をつけた書き方にしておかないと、核拡散抵抗性というマストのものを実現するために、分離変換を発電のサイクルに乗せることはマストということになってしまうと、場合によると非常に高いハードルを我々自身が引き受けることになりかねないという側面もあると思いますので、やはり書き方は用心すべきじゃないかなと思うんですけれども。

○山名座長 大体そういうところ、多少そのリンク、整合性についてわかるような表現で入れていきたいと思います。

○佐賀山副部門長 ちょっと途中からすみませんが、今の議論で、核拡散抵抗性というのは発電体系うんぬんという、分離変換うんぬんということよりも、委員長が言われたように、ある種上位概念というか、1つの満たすべき要件としてあるものですよね。分離変換技術は違うんだとか何とかということではなくて、そういう枠の中で最適な案を考えていくという意味ですよ。そういう整理ですよ。

○山名座長 委員長代理、どうぞ。

○田中委員長代理 いろいろな核拡散抵抗性とか廃棄物の低減だとか、そういういろいろな視点があるんですが、まず多分委員長がおっしゃったこととか、さっき永田さんがおっしゃったことを突き詰めていくと、FaCTの評価にまずキセツするということにかなりつながるんですね、さっき山名先生がおっしゃった。だから、そこをどこまでここに書くのかというのを少し、十分議論をしていないんで、ぜひそういう議論をやらないといけないと思うんですが、どこまで書くかという、上位概念と技術的フィージビリティとさっき委員長おっしゃっていた、ボイド係数の話とか、そういうこともありますので、そういうことを含めてどうするかということがもう少し、書き方はかなりモデレートなものにさせていただいたほうがここではいいんじゃないかなと思うんですけれどもね。

○山名座長 そうですね、恐らく全発電システムの合理的あり方を目指すという方法をとっていますので、その中に上位概念としての核拡散抵抗性というのは明確にありますので、それとこの分離変換との技術的リンクを考えていくという表現だと思うんですね。ちょっとそこは考えさせていただいて、たたき台をこちらから出させていただけますか。ちょっとここで余り軽率にできないことだと思いますので。

○近藤委員長 もうひとつ。Best Available Technologyというのは、僕は思いはわかるけれども、こういうときに書く言葉では本当はないという思いがあります。自分の趣味の世界で書くのはかまわないけれども、我々がBestとかという、あしたになったらわからないですからね、なかなか使わないんですよ、普通は。そういうことを言う人、必ずしも毒性が減る、プルトニウムが捨てられない、そういうことだけ。しかもまだ、Availableでもないんですからね。

○山名座長 ただ、原子力委員会として、少なくともアズ・ベターを、アズ・ポッシブルを目指すという原子力の理念というのはあるわけですよ。

○近藤委員長 アズ・ベスト・アズ・プラクティカブルね。

○山名座長 粗々ですね。それは当然あるわけですよ。それで、その理念というのは大事なんで、この言葉がいいかどうかは別として、嫌ですか、この言葉。

○近藤委員長 Bestである証明もできなければ、Availableでないからね。その表現は、今ある技術の中から選ぶときに、Best Availableのものを選びましょうというふうにする言葉では

ありませんか。

○山名座長 ちょっとワーディングと理念が多少ずれているかもしれません。

○近藤委員長 思いが走っている、気持ちはわかるんだけど。

○山名座長 ちょっと考えさせてください。

ほかに何かございますか。もう時間も余りないんですが。大体そういうトーンでまとめようというポリシーに立っておりますが、いかがでしょうか。

○近藤委員長 もう一つ言えば、最後の基礎研究のところ、非常に重要だと思うんですね。そのところを、この書き方だといつもながらのものに読まれてしまう可能性があるわけで、ちょっと何とか、これは共通基盤という表現の共通というのは何だかということ、要するにいろいろなここに上がっている技術との関係において共通という言葉を使っている感じがするんだけど、何より大事なのはプロジェクトと基礎研究との関係、さっき言ったように、本当にモックアップつくって予算たたき込んでやってみたいという、そういう研究のやり方というのは昔のやり方でしょう。

これだけコンピューターパワーが向上した時代。第一原理でまさに核断面積の議論ですら理論モデルからつくっていくという時代の中において、研究のアプローチとして、もうちょっとモデリング・シミュレーション技術を活用するという、今、そういう研究の進め方に世の中が急速にシフトしている中で、この紙にはその香りがいささかも見えないというのがちょっと残念なんで、このことをずっと言い続けているんですが。また一言言わないと気がすまないから一言申し上げます。そういう意味での基礎研究と実用化研究の連携を強化するということについては大いに強調していただけたらありがたいと思います。

○山名座長 わかりました。井上さん、どうぞ。

○井上首席研究員 ちょっと1点、最後の48ページの丸の6点なんですけれども、これ原子力委員会としてこういうふうに提言するのはよくわかるんですけれども、だれに提言するかということを考えた場合、我々実施担当者でできることと、そうでないことがあるわけですよ。例えば、①なんていうのは、これは本当にオールジャパンというか、非常に関連した全員で、研究機関すべてインテグレートしてやる必要があると。それからもう一つ、例えば特に、私、前々からこだわりました施設の問題ですね。これも戦略的な方針を提示すること、だれが提示するんですか。そのへんのところもある程度、今後原子力委員会としてこれから検討するとか、ぜひそういうところまで踏み込んでいただけると非常にありがたいんですが。

○山名座長 これ参事官、行政的な話になってくるんですが、だれが……、何かございませんか。

○土橋参事官 原子力委員会に宿題を出していただくのは私はいいと、鉄砲を撃つなと言われましたけれども、こういう課題があるということを言っていただくのはいいと思うんですが、できれば、だれがどうするのかというのは書いていただいたほうがいいと思いますけれども、原子力委員会がすべてそれをやるかどうかというのもちょっとあれなんで、もうちょっとわかりやすく、どういう課題があって、こういうことを検討すべきとか、そういうご提言はいいんじゃないかと思います。

○山名座長 だれがというのはちょっと書けないと思うんですけれどもね。

○土橋参事官 これ自身だとなかなかそこまで書けないかなと思いますけれども、もうちょっと内容を深めれば。

○山名座長 委員長、どうぞ。

○近藤委員長 問題点についてはここで議論されたから、その問題点を踏まえて、書きようがないから合理的かつ戦略的方針と書いたんで、これはお気持ちはよくわかるんです。けれども、ただちょっとここは事務局とよく相談してください。おっしゃるように、レポートはだれが受け取る人かということがわからない限りは困るので、この書き方だと何か国に言っている感じで、いい書き方ないのかなと思いますけれども、最後はあて名人を明らかにした書き方にしますので、ここはむしろ今の井上委員の発言を踏まえて、今後ワーディングというか、書き方を詰めますということをお願いします。

○山名座長 ありがとうございます。

とりあえず、こういう方針が大事だということは共感していただいたと思っていますので、結論にはぜひ書かせてください。ここからスタートして何かが始まっていくというふうに理解しております。

ほかに何かございますか。もう時間が大分過ぎておりまして。

それでは、大体きょうの審議はこれで終わりますが、大分修正がありますので、手続としてはまだこれをパブリックコメントにかけるという時間的なリクワイヤメントもあるんですよ。早急に今の意見を反映した修正案をつくりまして、ちょっと会議には何もマワシゲになりますが、皆様のご意見等、もう一度伺って、それを最終的にまたメール等で確認して、それをパブリックコメントにかけていくようなやり方をさせていただきたいと思います。事務局、それでよろしいですね。委員長、そんなところでよろしいですか。

ということで、早急に修正については取りかかりますので、今しばらく時間をいただきたいというふうに思います。

それでは、この議題2については終わりにしますが、あとその他何かございますでしょうか。事務局のほうから何か。

○牧補佐 次回について。ご指摘を踏まえて修正をしてから、パブコメの手続等もいろいろとやった上で、その後、もう一度会合を開ければと考えてございます。次回の予定については、また調整させていただいて、改めてご連絡させていただきますのでよろしくお願いいたします。

○山名座長 それでは、熱心な議論、ありがとうございました。本日はこれで閉会いたします。

午後 0時23分 閉会