

## 第7回 分離変換技術検討会議事録

1. 日 時 平成21年2月5日(木) 10:00～12:33

2. 場 所 中央合同庁舎第4号館4階 共用第4特別会議室

3. 議 題

(1) 分離変換技術に関する研究開発の現状について

(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、河田委員、深澤委員、山中委員、山根委員

(招へい者)

井上首席研究員、大井川研究主幹、大内研究主幹、小川部門長、佐賀山副部門長、  
永田部門長、船坂副部門長

(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7-1-1号 加速器駆動核変換システム(ADS)における要素技術としての大強度  
陽子加速器の現状について(日本原子力研究開発機構)

資料第7-1-2号 分離変換技術開発の現状整理

資料第7-2号 分離変換技術検討会報告書案

資料第7-3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6回)議事録  
(案)

午前10時00分 開会

○山名座長 定刻になりましたので、第7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、長崎委員、矢野委員、若林委員よりご欠席の連絡をいただいております。

それでは、本日の議題ですが、議事次第にございますように、現状の確認について、それから報告書案の審議でございます。

事務局より資料の確認をお願いいたします。

○牧補佐 それでは、席上に配付いたしました資料の確認をさせていただきます。

まず、議事次第が1枚ございます。それから、出席予定者、表裏で座席表があるもの1枚でございます。それから、資料7-1-1、加速器駆動核変換システム(ADS)における云々という機構からの資料でございます。それから、資料7-1-2、分離変換技術開発の現状整理という資料でございます。それから、資料7-2、報告書の案でございます。それから、資料7-3、前回の議事録の案でございます。

それから、席上のみの配付でございますけれども、本日ご欠席の若林委員からのコメント、A4のものがございます。それから、山名座長の私見ということでまとめられたペーパーをお配りしてございます。

不足の資料がございましたら、事務局までお願いいたします。

○山名座長 よろしいでしょうか。

常磐線が乱れておりまして、最初の議題の大内さんがまだおいでになっていないので、次の議題を先にやらせていただくことにしましょうか、時間が無駄になりますので。最初は大内さんの加速器なんですけど、その続きとしまして現状評価ということで……。

○大井川研究主幹 今来ました。

○山名座長 オーケー。では、予定どおりのスケジュールでまいります。

それでは、大内さん、加速器の件について、よろしくお願いいたします。

○大内研究主幹 すみません。遅くなりました。原子力機構の大内です。加速器駆動核変換システム(ADS)における要素技術としての大強度陽子加速器の現状について、発表させていただきます。

まず最初に、ADS用の加速器に求められるスペックということで、最初の赤い部分はそのスペックでありまして、エネルギーとしては0.6~1.5GeV、ビームパワーとしては最大30MW、連続ビームCWが要求されております。そのパワーについてですが、そのコントロールということで、1%~100%、2けたのパワーのコントロールが必要と。これは、炉の停止と起動にこれだけのパワーのコントロールが要るということです。ビームのカレントとしましては、最大で50mA程度の電流が必要になります。また、信頼性も非常に重要で、稼働率としては80%以上。また、それ以降に書いてありますように、ビーム停止の時間に応じて、10秒以下であれば1年間に2万5,000回、5分までですと2,500回、5分を超えるようなものだと、原子炉の再起動が必要になりますので、1年間に50回程度ということが要求されます。

これらの要求を満たす加速器としまして、まずサイクロトロンですが、現在スイスPSIのSINQ加速器は陽子加速器としては最大のビームパワー1.4MWを出すことが可能ですが、大型のサイクロトロンを用いたとしても最大ビームパワーは2MW程度が限界であろうと考えられております。また、FFAGは、小型で高効率期待されておりますが、まだ新型の加速器で、発展途

上であり、その最大のビームパワーは10MW以下であろうと考えられております。超伝導リニアックは、高い効率のCW運転に対応することが可能で、電子加速器では既に十分な実績を踏んであります。また、パルスマシンであります。アメリカのSpallation Neutron Source——SNS加速器では、現在超伝導陽子リニアックが稼働中でありまして、このようなことから、ADS用の加速器としては超伝導陽子リニアックが最も有望であるということは世界的な共通認識であります。

以降、個々の要素について、個別に技術の現状と開発について述べていきます。まず最初にイオン源です。これは、フランスのCEAのIPHIというプロジェクトで開発されたイオン源でありまして、右上の表にありますように、ビーム電流、Intensityであります。ここで大体100mAクラス、これをCWで連続的に供給することに成功しております。右下に書いてありますように、このようにIPHIのイオン源では、ビーム電流CWで100mAクラスを実現しております。性能的には十分申し分ない。また、その出力のコントロールについても、パルス運転とCW運転の両立を実証しておりますので、問題ない。また、信頼性につきましては、これは非常に重要なファクターとして、短期間で消耗品がないという非常にすぐれた特徴を有しておりますが、MTBF——Mean Time Between FailureとかMTTR——Mean Time To Repairの性能の向上ということが信頼性という観点では課題になっております。

次に、イオン源の後段に置かれます高周波四重極型加速管——RFQについてですが、アメリカのロスアラモス国立研究所のLEDAという加速器におきまして、エネルギーが6.7MeV、ビーム電流100mAで連続ビームCWの加速に成功しております。これは、試作機というか、試験用のマシンでありますけれども、このことから、右下にまとめてありますように、ビーム電流としてはCWで100mAクラス達成ということで問題ない。出力コントロールにつきましては、このLEDAの加速器ではパルス運転ということは実際に実施していないようではありますけれども、本質的な問題はないということで、出力コントロールも問題ないだろう。一方、信頼性につきましては、このLEDAの加速器についての詳細な運転情報が出されていませんので、今後検討の余地があるという問題があります。

それ以降の加速構造ということで、まず日本のJ-PARCのリニアックについて述べます。このJ-PARCは昨年12月より供用運転を開始しております。J-PARCのリニアックは、ノーマル、常伝導のリニアック181MeVで後段のRapid Cycling Synchrotron——RCSに現在ビームを供給しております。リニアックのエネルギーは、現在180MeVですけれども、これを400MeVに増強するという計画が現在既に開始されております。また、J-PARCの2期計画におきましては、エネルギーを600MeVに増強する超伝導リニアックの計画もあります。

次がリニアックの構成であります。一番上流側からイオン源、次が高周波四重極型加速管——RFQ、その次がドリフトチューブ型加速管——DTL、さらに181MeVまでが機能分離型のDTL——SDDLという構成でできております。メインの加速部でありますDTL/SDDLにつきましては、ビーム自身のデューティはまだ現在は非常に低い状態ですけれども、高周波のデューティ——RFデューティにつきましては、定格の1.5%で現在運転しております。しかしながら、上流初段部のRFQの高デューティ化に問題点がありまして、現在その改良に鋭意尽くしているところであります。

加速器の信頼性ということで、J-PARCの運転実績として2つのRUNの実績を示します。1つが昨年5月のRUN16というもので、もう一つが6月の17というものであります。運転日数はそ

れぞれ20日前後ということで、ビーム時間も250時間程度ということになっております。その下にフォールトレートというものが、停止時間の短いもの、中時間のもの、長時間のものという分類でまとめてあります。ここでは1分以下とまとめていますけれども、短時間の停止につきましてはおおむね1時間に1回程度起こっている。1時間までの中時間の停止というものはおおむね1日に1回から2回程度、また長時間、1時間を超えるようなものにつきましてはおおむね1つの20日間のRUNで1回程度のフォールトレートになっております。その下のところに合計のダウンタイムということでまとめてありますが、これは1分以上のものを集計したものであります。RUN16につきましては10.7時間のダウンタイムとあります。このうち5.5時間分、約半分は、RFQでの高周波の放電が原因となっております。また、RUN17につきましては、16.6時間のうち12.4時間がイオン源でのフィラメントの断線、その交換作業ということで時間を費やしております。こういう状況でありまして、初段部のところがかかなりキーポイントになっているということがわかります。

また、利用率につきましては、どちらのRUNにつきましても90%以上を達成しているというのが現状でございます。また、1分以内のフォールトにつきましては、現在ほとんどの事象につきましては自動復帰により10秒程度でビームを復帰させることが可能なシステムになっております。

次に、同様の加速器施設でありますアメリカのSNSの加速器について述べます。現在、SNSの加速器は、パルス中性子源用として運転中でありまして、左下にありますように、SNSのリニアックはエネルギーが1 GeVの超伝導のリニアックでありまして、超伝導の部分は186 MeV～1 GeVの領域となっております。それより上流側、低エネルギー側というのはノーマル——常伝導の加速構造となっております。

現在の状況を右上にまとめてございます。ビームパワーは、目標デザイン1.44 MWに対して現在0.52 MWということで、設計値の36%程度まで到達しております。また、ピーク電流は、38 mAに対して32 mAということで、ほぼ設計値に到達している状況です。パルス幅につきましては、デザインが1 msecについて現在0.5 msecということで、そこが半分の状況と。エネルギーにつきましては、この表の一番上のところですが、デザイン1 GeVに対して880 MeVということで、88%にとどまっております。この主な原因は、超伝導空洞が81台ありますけれども、そのうち6台が現在停止しております。そのうち4台、これはクライオモジュールという一つのまとまりで1台に相当するのですが、それがビームラインから外されて現在メンテナンス中。そこで所期の性能を確認して、現在ビームラインに戻すタイミングを待っているという状況にあります。

この辺のSNSの状況をまとめたものが右下にありまして、エネルギーに関しては、超伝導で1 GeVクラスを達成している。ビームカレントにつきましては、パルス運転ですけれども、30 mAクラスを実現している。出力制御につきましては、SNSもデューティのコントロールにより制御されております。信頼性につきましては、次でもう少し細かく述べますが、典型的な供用運転では稼働率70～80%程度を達成しております。

こちらは、SNSの運転の稼働率を示したものです。2006年10月に供用開始になっております。それから、2008年、昨年6月までを示したものです。稼働率が極端に低くなっている箇所があります。一つ目が、イオン源—RFQ間の静電四極レンズ／チョッパーの放電により電源が故障し、稼働率が低下したということが、2007年1月から夏場ぐらいにかけて起こっております。

またもう一つ、一番右側が、幾つかの故障部品の交換に時間がかかっているということで、稼働率が低下している部分があります。また、真ん中の丸ですけれども、2007年のダウンタイムの主な原因としては、高周波源用直流高圧電源のトラブルが挙げられると報告されております。一番最初のイオン源-RFQ間の四極レンズの電源も高電圧を扱うものであり、このように高電圧を扱う機器というものは非常に信頼性に影響を与えているということがこのことからわかります。また、下に書いてありますけれども、2008年6月の運転、これは0.5MWを達成した運転ですけれども、このときの運転では稼働率80%を超えているという状況を得ております。

以上が既に成果を上げている加速器の状況ですけれども、これからは技術開発の段階にあるものについて述べます。

まず最初が、核融合炉の材料開発のためのIFMIFの加速器であります。この左上の四角に書いてありますように、これはCW連続ビームのビームカレント125mA、エネルギーが40MeVのデュートロンの加速器であります。右上にIFMIFの加速器の技術的課題というのをまとめておりますけれども、長期安定性とか、安全性・稼働率の向上、費用対効果の改善とか、大電流のRFQ、CW-DTLの除熱、これはほとんどADS用の加速器と共通の課題を抱えております。イオン源、RFQ、DTLで構成しておりますけれども、このうちDTLの部分につきましては、昨年にもノーマルの空洞のデザインを超伝導のデザインに変えるということが正式に決まりました。ここではHalf Wave Resonatorとありますけれども、半波長の超伝導の空洞共振器を用いた加速器に変更すると。この超伝導を用いた技術というのは、そのままADS用加速器の低エネルギー部にも十分適応可能な技術であり、その成果は大いに期待されるところであります。

もう一つが、ヨーロッパの分離変換技術開発であるEUROTRANS計画であります。ここに2つのプロジェクトが重ねて書いてあるのですけれども、1つ目はXT-ADSという加速器でありまして、エネルギーが350MeVで、フロントエンド部分ではこの写真にありますようにCWのRFQとか、その隣の写真が超伝導のCHタイプの加速器というものです。それで数十MeV程度まで加速しまして、そこから超伝導部分に入りまして、右側にある写真が超伝導のスポーク構造という加速器で、その数十MeV領域あたりを加速するのに最適な構造であります。さらに100MeV以上の部分になりますと、一番右側の写真にありますような楕円空洞と呼ばれるもので、加速効率が最も高くビームを加速することができるというものであります。これをXT-ADSというプロジェクトで開発する。その先のプロジェクト、EFITというものは、さらにエネルギーを1GeVまで増強して未臨界炉に入れるというプロジェクトであります。このように、EUROTRANSは、まさにADS用加速器全般の技術開発の項目でありまして、この成果はすべてADS用加速器に反映されるというものであります。

また、我が国においても、JAEAにおいて高エネルギービーム用の超伝導加速空洞の開発を行っております。ここにあります写真がJAEAで開発した楕円空洞の写真でありまして、これを2台実装しましたクライオモジュールという、左側に絵が載っておりますけれども、これを開発いたしましたして、目標性能、最大表面電界30MV/mを上回る約36MV/mという性能を達成しております。しかしながら、今後の課題としましては、クライオジェニックスのデザインとか、さらに高いフィールドを実現して、加速器の短尺化、短くするというのを考えると、その辺が今後の課題となっております。

以上の加速器の現状をまとめたものがこの表であります。初段部については、性能的にはおおむね良好なものが出ていますのですけれども、ビームパワーの制御で若干実証試験が要るだけ

う。もう一つは、信頼性、特に高電圧部分を扱うところの信頼性については、今後十分検討する余地がある。また、一番重要な課題というのは、低エネルギー部、数十MeV領域、それと中エネルギー領域、大体100MeVから200MeVぐらいまでのところが最大の課題でありまして、現在この部分は連続ビームCWで動いている陽子リニアックはございませんので、これを新たに開発するということが必要になってきます。それにつきましては、下の1)に書いてありますように、IFMIFの成果あるいはEUROTRANSの成果がそれに反映されると考えております。高エネルギー部、GeV領域までのエネルギーがメインの加速領域になりますけれども、これについてはおおむね、実際にSNS加速器で運用も開始されておりますので、特に大きな問題はないと考えております。もう一つ、高周波源につきましては、イオン源の部分と同様に、信頼性に非常に大きなインパクトがあるということで、これは下の2)に書いてありますように、高周波源の安定性については、J-PARCやSNSの成果をこれに反映することができるだろうと考えております。また、一番下に書いてありますけれども、さらに高度化として、高効率、低コストを実現するという意味では、高エネルギー部や高周波源で開発の余地があると考えております。

加速器の信頼性につきまして、その向上シナリオをこちらにまとめてみました。一番左側がビーム停止の主要要因として、稼働率を一番低下させる要因が、先ほど述べましたように高電圧を扱っているところで、初段部の特にイオン源、もう一つが高周波源、この2つに大別されます。

イオン源につきましては、IPHIのイオン源で最も頻度が高いというのは高電圧の放電でありまして、IPHIの引き出し電圧が100kV程度で引き出しております。これは、電流を100mA程度引き出さなければいけないということでそういう運転状態になっているのですが、ADSの場合はビーム電流が数十mAであれば十分だということで、この引き出し電圧をJ-PARC程度の50kW程度まで下げるとことは十分可能であると考えられます。実際にJ-PARCでは、イオン源の放電頻度というのはさほど多くありません。しかしながら、先ほどもありましたように、J-PARCで最も頻度が多いトラブルはフィラメントのトラブルでありまして、IPHIのECRイオン源ではフィラメントは要らないということで、これもそういう意味ではIPHIのイオン源をベースに低引き出し電圧のECRイオン源を開発すれば、EDSLには十分適応可能ではないかと考えております。

また、高周波源におきましては、高圧部分のトラブルが多く、また復帰時間も長いということで、これにつきましては大規模施設であるJ-PARC、SNSの運転経験により弱点を見つけ、その部分の技術的な改良、冗長性、二重化等によりその信頼性を向上させるということが考えられます。また、高効率、高信頼性の高度化のためには、新しい高周波源、例えばHOM-IOTといったもの、これを開発するということも、高度化という意味では非常に意義があると考えております。

もう一つ、一番下にありますが、短時間で復帰するものですが、頻度としてはかなり多いというもので、これは高周波の放電であります。これは、頻度としては最も多いのですが、我々J-PARCではおおむね10秒程度でビーム復帰するということが現在できておりますので、それをさらに高度化させまして、10秒以内のビーム復帰シーケンスを開発し、実証するということは十分可能であると考えております。

次に、建設コストであります。こちらの表が超伝導加速器の高エネルギー部、エネルギー100MeV～1.5GeV領域の建設コストを概算でまとめたものであります。こちらの表にありますように、コストの区別としては、長さに依存するもの、空洞の数に依存するもの、その他（固定

的なもの)に分けております。一番右側の列が相対的なコストでありますけれども、おおむね単位としては億円と見ていただければよろしいかと思えます。この表にありますように、同じビームパワーでも、加速エネルギーが高くなると、長さが長くなって、部品数も多くなるということで、コストが高くなります。ですから、コストを低く抑えるためには、エネルギーを低くして、その分ビームカレントを上げるほうが効果的ではあるのですけれども、あとはビーム窓とか、そちらのほうの要請で最適なデザインがあるのではないかと考えております。

今後の課題ですけれども、コストにつきましては、まだ高エネルギー部分しか評価されておられませんので、それ以外の低エネルギー、中エネルギー部の評価をすることが必要であるということと、さらに精度を上げるということが課題として残っておりますが、現在のところ、この数字はおおむね我々のターゲットの中に入っていると考えております。

次に、ADS用加速器開発の進め方の想定ですけれども、先ほどから申し上げていますように、一番問題となっておりますのは低エネルギー部と中エネルギー部の開発ということで、これにつきましては、IFMIF及びEUROTRANSの成果が十分活用できると考えております。またもう一つ重要なのは、信頼性の向上やビームロスの低減ということでありますけれども、我が国として最もADS用加速器開発に取り組まなければいけない項目としましては、やはりJ-PARCの加速器の運転経験をもちまして信頼性の向上やビームロスの低減に寄与するということが、我が国にできることである、やらなければならないことであると考えております。

以上、技術的な課題についてまとめたものをこちらに示しています。大電力化ということにつきましては、低エネルギー部・中エネルギー部のCW化、超伝導化が最大の課題というところで、IFMIF、EUROTRANSの成果によるところが大である。また、出力のコントロールについては、パルス運転でのデューティのコントロール、ビーム電流値の調整により十分可能であると考えております。また、信頼性につきましては、イオン源、高周波源、高周波放電の対策により対応可能であります。また、J-PARC、SNSの運転経験が非常に重要になってくる。また、経済性につきましては、現状の概算ではとりあえず想定範囲内ですけれども、さらに精度を向上させる必要がある。さらに削減し高度化させるためには、設計の最適化と超伝導空洞と高周波源の高度化ということが非常に有効であると考えております。

以上です。

○山名座長 ありがとうございます。

それでは、質疑に入りたいと思います。ご質問等ありましたらお願いいたします。深澤委員。

○深澤委員 信頼性の観点で教えていただきたいんですけれども、2ページ目と7ページ目とを比較すると、2ページ目の信頼性の目標に対して、7ページ目のデータが一对一に対応できないんですけれども……。

○大内研究主幹 申しわけありません。このJ-PARCについてまとめたものは、あくまでも一般的な加速器の状況ということでこちらの論文にまとめてありまして、ADSという観点ではこれからまとめていく段階であります。ようやくJ-PARCも営業運転に入ったという段階でありますので、今後、これまでのデータを集積して、解析して、具体的にはどういう課題があるのかというのをまとめていこうとしているところであります。

○山名座長 よろしいでしょうか。

○深澤委員 わかりました。

○山名座長 ほかに何かございますか。田中委員長代理、お願いします。

○田中委員長代理 J-PARCとSNSの経験というのはすごく大きいと思うんですが、前段の部分は随分長いことJAEAで開発をやってきたと思うんですが、CWとパルス、J-PARCもSNSもパルスですね。それをCWにする場合の技術的な課題とか違いというのはどういうところにあるか、ちょっと教えてください。

○大内研究主幹 常伝導の空洞で考えた場合は、パルス運転は、デューティによりますけれども、常伝導の空洞で全く問題ない。それは熱的な除熱の問題によります。CWで連続、要はデューティ100%で運転するとなると、その除熱が非常に問題となりまして、それをノーマル——常伝導の空洞でやろうとすると、加速電界をかなり抑えなければ、恐らく実現できないだろう。とすると、加速器も長くなるし、ビーム性能も劣化するし、コストも上がるしということで、CWの特に低エネルギー部、高エネルギー部はそういう意味では超伝導がほとんど実証されている部分があるのですけれども、低エネルギー・中エネルギー部をどこまで超伝導化できるかということがCW化の一番のキーポイントであると考えております。

○山名座長 よろしいでしょうか。

ほかに何かございますか。山根委員、どうぞ。

○山根委員 9ページなんですが、加速器の信頼性のところで、SNSの具体的な例を知りたいと思います。ここで3点、吹き出しのところで故障の原因が書いてありますが、これは専門家の目から見て、すぐ解決できる問題なのか、それともかなり開発要素というか、問題なのか、後半のところで説明があったんですけれども、ちょっとわからなかったので、個別にどういう状況か、これは既に解決されているか、あるいは少し開発要素があるのか、それともかなり難しいものなのか、それを教えてほしいと思います。

○大内研究主幹 まずこのSNSの例に限って、一番左側のイオン源-RFQ間のレンズの話ですけれども、これは放電に対して耐えられるような電源をつけまして、この問題については解決しております。もう一つ、我々J-PARCではこのような静電レンズを使っていませんので、それについてはこういう問題は発生しておりません。一番右側の問題につきましては、論文の中で具体的にどういう部品の交換にトラブルがあって問題があったのかというのは示されておりませんので、ちょっと詳細については私もつかめておりません。やはり一番主要な問題は、高電圧部のトラブルをいかに低減させるか、あるいはその復旧を早くするかということであると我々も認識しておりまして、これからJ-PARCの詳細な解析とかもやっていきますけれども、ここにも書いてありますけれども、高周波源用の高圧電源とか、イオン源とか、そういう高電圧を扱う部分、これをいかにトラブルに対して強くしていくかというのは、これからJ-PARCやSNSの運転を積むに従って徐々に改善していきたい。J-PARCとしても、ADSではないにしても、供用マシンということでこの稼働率を上げなければいけないということは至上命題として認識しておりますので、かなり精力的に改善に向けて動いている状況です。

○山名座長 ほかに何かございますか。

私から大内さんと大井川さんのお二人にお聞きしたいんですが、2ページのスペックのところですが、まず1つ目は、1.5GeV、最大エネルギーをどこまで本当にねらうのかと。それは、炉心の未臨界度の設計とあわせて、エネルギーの本当のねらい目はどこかということが1つ。

それから、停止の話がありましたが、5分を超えるような長時間停止が年50回以下であるということですが、これは多分原子炉としてはかなり大きなショックといたしますか、原子炉側への影響もあると思うんですが、このクライテリアはどうやって決められているかという、2つ



お願いします。

○大内研究主幹 まずエネルギーに関して言いますと、加速器サイドとすれば、ビームパワーが同じであれば、できるだけエネルギーが低いほうが……。大電流を加速するという意味では、エネルギーが600MeVであってもせいぜい50mA程度ですから、技術的にはさほど大きな問題ではないと考えております。JAEAのデザインでは1.5GeVとなっております、それはターゲットの窓の寿命ということで判断されております。その辺、これからのR&Dでもうちょっとエネルギーが下げられるようなR&Dがなされるのであれば、そのほうが全体としては効率的な加速器になると考えております。

年50回ということについては、大井川さんからもし……。

○大井川研究主幹 はい。年50回の上に2万5,000回、2,500回というのが書いてありまして、これらは未臨界炉の構造に対する応力解析に基づいた疲労破壊を考慮したクライテリアになっています。それで、一番最後の50回/年というのは、大体1週間に1回程度というイメージで、停止時間が5分を超えますと、発電系のほうまで一旦止めてシステム全体を再立ち上げということになるので、かなり再立ち上げに時間がかかるということで、稼働率80%を達成するには、年間50回程度までであれば許容できるという設定になっています。

○山名座長 最初のところだけでもう一遍確認したいんですが、エネルギーとカレントと、それから窓の寿命と、それから未臨界炉の増倍係数、これの設定というのはトレードオフの関係にあるわけですね。そういう意味で、1.5GeVよりやや低いところのエネルギーぐらいをねらうと、全体としては一番いいとお考えだということですか。

○大井川研究主幹 1.5GeVというのは、ほかのヨーロッパとかの設計に比べると高いところに設定してあって、大内さんが言ったように、それはビーム窓の設計のところ余り負担をかけないということで高目にしてあります。ビーム窓のところのR&Dが進んでいけば、できるだけ低くすることで加速器のコストなども下げられる。ヨーロッパとかでは600MeVとか800MeVとかという値も出していたり、あるいは1GeVぐらいが最適だという考え方もあったりしますので、目指すところは1GeV近辺ということだと思います。そこはもう最終的に設計の最適化というところで詰めていくことになると思います。

○山名座長 ほかに何か質問はございますか。

きょうは矢野委員が風邪で欠席で、専門の方がおられないのは大変残念なんですが、多分加速器のコストの議論が初回か2回目でありまして、この場合、単位が1億円とおっしゃいましたか。これのコストの信頼性のようなことがかなり実現性に関して問われると思うんですが、コスト評価の信頼性というのはどのレベルにあるのかは私どもはよくわからないんですけれども、どんなものでしょうか。

○大内研究主幹 今回提示しましたコスト評価自体は、まだかなり概略ということで、大ざっぱな数字だと考えていただいたほうがよろしいと思います。特にメインの部分になるのが超伝導の高エネルギー部のリニアックですので、そこにつきましてはSNSの実際のコストというものを調査すれば、かなりのところまで精度は上がるのではないかと考えております。ここでこれから低エネルギー・中エネルギー部のコスト評価が抜けているという話をいたしました、これは技術的にもIFMIFの技術とかEUROTRANSの技術とか、これからまだ開発していかなければいけないという要素を多分に含んでおりまして、そういう意味ではコスト評価は現段階でやったとしても精度の悪いものになるのかなとは考えておりますが、メインの部分としましては、

この超伝導の高エネルギー部の100MeVないし200MeV以上というところがメインのタームになるとは考えております。

○山名座長 SNSがパルスでCWとはまた違うという話が先ほど田中委員長代理のご指摘でありましたけれども、それがコストにももちろん関係してくるわけですね。

○大内研究主幹 はい、関係します。一つは、高周波のパワーとしては、デューティ数%というものと100%というものではパワーが全く異なります。ただ、その部分に関しては、ある程度のスケールで精度が出せるだろうとは考えております。もう一つ重要なところが、加速構造とか加速空洞というのは基本的には変わらないだろう。変わるのは、冷凍機がもう一つ変わる。100%のデューティで運転されると、その分熱負荷が増大されますので、そのほうもスケールによって冷凍機のパワーを評価してあげれば、基本的にはある程度の精度では出ると考えております。

○山名座長 ありがとうございます。

何かほかにご質問等がございますか。山根委員、どうぞ。

○山根委員 最後の開発の進め方の想定のところですが、J-PARCの加速器はその運転経験を反映してということなんですが、例えば、先ほどヨーロッパの例とかが出ましたけれども、もう少しコンポーネントごとに得意分野を決めて、協力して、世界で1台という標準マシンをつくる。そのような考え方というのはあるのでしょうか。それとも、そういうのはなじまないものなんでしょうか。

○大内研究主幹 その辺は大井川さんから言っていたほうがよろしいかと。

○大井川研究主幹 まだ具体的にそういう国際協力で一つのマシンをつかっていこうという形にはなっていないんですけども、ヨーロッパが比較的積極的に、そこに書いてありますけれども、実験炉級のADSというものを想定したR&Dをしていますので、それを始めるということになれば、当然我々も参加して、シェアできるところはシェアしながら、あるいはこちらの運転経験で出していけるところは出していってという進め方にはなっていくとは思っています。

○山根委員 そうすると、むしろヨーロッパの計画がどのぐらい実現性を持つかということにかかわっているということですか。

○大井川研究主幹 現状、ADSの大きなプロジェクトとしてはそこがメインになっていくのかなと考えています。

○山根委員 わかりました。

○山名座長 ほかにございますか。委員長、どうぞ。

○近藤委員長 2つ。1つは、今、ここに出ている表がメインの部分という言葉を使って説明されているけれども、メインというのは50%以上だからメインなんでしょうけれども、その50%以上は70%なのか、80%なのか、90%なのか、よくわからないままに引いているのはちょっともどかしい気がするんですが。もちろん低エネルギーは開発要素があるから云々という話で、スケールはできますとかというのなら、そうした結果をお示しする、ラフでもそれを先に出していくのが大事じゃないのかなというのが1つ。

それから、これの開発計画の費用のイメージです。これは、トータル、仮に全体で1,000億、加速器が1,000億かどうかはわかりませんが、そのぐらいのものとして、その開発費はどのぐらいのイメージで理解しておけばいいのか。その1割なのか、核融合ではないけれども、ほぼセームオーダーの開発費が要るのか、1%でいいのか。同様のものをつくってデモンスト

レーションをしないと結局はわからないという意味では、同じぐらいの値段がかかるのかなとも思いつつ、どうお話を聞いたらいいのかがわからない。今、急には出ないのかもしれないけれども、計画を考える上では、ラフ・オーダー・オブ・マグニチュードでもいいから数字があったら、議論がしやすくなると思いますけれども。

○大内研究主幹 最初のコストの件ですけれども、1.5GeVエネルギーの加速器のうちの0.1から1.5GeVまでをこの超伝導部分で占めておりますので、エネルギー側でリニアだと仮定した場合は、9割以上をこの部分が占めると。だから、実際、低エネルギー・中エネルギー部では技術的な困難さでコストも上がるだろうということを想定したとしても、7～8割はこの高エネルギー部が占めるだろうとは考えております。

もう一つのR&Dのコストにつきましては、これは先ほども大井川さんがおっしゃいましたように、ヨーロッパの計画がどのような格好で進められるか、それに対して日本がどのようにコントリビュートするかということにかかってくると思うんですけれども、何か大井川さん。

○大井川研究主幹 この実験炉級ADSというもののイメージが全然つかめていないということもあると思うんですが、今考えられているのは、50MWから80MWぐらいの熱出力です。そうすると、加速器のイメージとしては、恐らく2MWとか、大きくても5MWまでいかないぐらいのものだと考えられます。そうすると、今SNSが1.数MWということなので、スケールとしては、加速器のパワーとしては大体それと似たものになって、それがCW化になってと、そういうものがここに出てくる実験炉級ADS用の加速器というイメージです。

○山名座長 数字が出ませんでした。数字については、特に開発費が、SNSプラスアルファであると、こうおっしゃっているわけですか。

○大井川研究主幹 加速器の部分は、恐らくそうだろうと。それから、それに実験炉級ADSですから、未臨界炉心の部分が当然入ってきますので、トータルで幾らかと聞かれたら、1,000億を少し出るか出ないかといったところかなとは考えますけれども、ちょっとまだ精度を持って話せる状況ではないと思っています。

○山名座長 委員長、よろしいでしょうか。

○近藤委員長 はい。

○山名座長 田中委員長代理、どうぞ。

○田中委員長代理 今、大内さんのプレゼンテーションだと、要するに低エネルギー部ですよ。イオン源からRFQあたりですね。それについては、今までも開発をやってきて、12ページにもあるように、クライオモジュールとか、いろいろつくってやってきましたよね。そういう経験を踏まえて、大体これからどれくらいのお金をそのあたりにつぎ込めばいいかということじゃないんですか。後ろのほうのDTL以降は、もうSNSも含めて一応の経験が実機で出てきたというので、大分この数年状況が変わっているように思うんですが、そのあたりは、何かうまく、我々が判断できるような感じで説明はできないんですか。

○大内研究主幹 おっしゃるように、高エネルギーの超伝導部分というのは、我々も試作機とかをつくっておりますし、SNSでも動いておりますので、そのコストの精度というのはかなり上げられるだろう。あと初段部、イオン源、RFQぐらい、その部分もかなり精度を上げられるだろう。初段部のところでは多分、大ざっぱに言えば、RFQまでであれば、CWマシンで数億とか、10億にいかないぐらい、大ざっぱなつかみで言うとそんなものじゃないかとは考えています。超伝導だったら、例えばクライオモジュール1台が1億から1.5億、物価上昇分があ

るのもうちよっと高いかもしれないですけども、そんなものだろうとは考えています。ただ、DTLとか中エネルギー・低エネルギー、初段部から超伝導の高エネルギーまでの間というのは、確かにJ-PARCとかSNSとかで動いてはいるのですけれども、あくまでもパルスマシンということで、それはビームパワーは同じでもCWにしなければADS用としては意味がないということであれば、IFMIFとか、そちらの成果を踏まえた超伝導化技術というのが必須であろう。そういう意味では、今までのコスト評価がそのまま反映されるのとはちょっと違うのかなとは考えています。

○山名座長 ありがとうございます。

時間がそろそろ詰まっておりますので、この議論はここで終わりにしたいと思います。

それでは、次の議題ですが、技術の現状評価の一環といたしまして、それぞれの研究開発実施機関に自己評価をしていただいたわけでありまして、これについてご説明をいただいて、現状の達成度の評価の参考にしたいと考えておりますが、まず事務局から評価の方法についてご説明をお願いします。

○牧補佐 それでは、資料7-1-2号をごらんください。

1 ページのところ、今回各機関で整理していただくに当たっての考え方を整理したものがございまして。各技術について、工学段階のどの段階にあるのかということと、データ充足度という2つの観点から共通の指標を設定させていただきました。

まず工学段階というところですが、これは4つに分けさせていただきました。1番目が、フィジビリティ研究段階というところで、アイデア確認の段階というところで、まず当たりをつけるための計算や基礎的な部分の段階というものを設けました。その次の段階として、基礎研究段階。ここで基礎研究段階と申し上げていますのは、基礎固めの段階といったイメージでお考えいただければと思います。原理確認のための基礎的実験とか基本物性の測定等々の段階でございまして。その次の段階といたしまして、準工学研究段階。これは、工学の成立性の確認を始めたような段階ということで、原理の確認を終えた上で、工学的開発を視野に入れたような研究に進み、小規模ながらも実体系を意識した実験等をやっているような段階ということでございます。それからその後の工学研究段階ということございまして、こちらにつきましてはシステムとしての実現を強く意識しながらのプロセス実証という段階。この4段階を設けさせていただきました。

それから、データ充足度という点につきましては、基礎データの収集。基本となるようなデータやパラメータが十分に得られているか。ベンチマークということで、計算自体の評価や設計評価についてのベンチマーク。それから、設計情報。システムの設計のための論理や理論、採用データ等の整備状況です。それから、実証データということで、クリティカルと考えられるような課題にかかわるデータやその見通し、工学的成立性、そのようなデータです。この4点を挙げさせていただきました。

2 ページ目以降に付表をつけてございまして、これは、前回の会議のときにこの右側の評価のところを空白にしたものを説明させていただきました。今ご説明いたしました1ページのそれぞれの指標に応じて、各実際に研究をやられている方にこの表を埋めていただく作業をいたしました。

私からは以上でございます。

○山名座長 評価のやり方については以上でございますが、一通りこれを実施担当機関の皆様

方に提示して合意をいただいた上で、自己評価をお願いしております。

それでは、2ページ以降に従いまして、原子力機構の船坂さん以降、順次ご説明を簡単にお願ひしたいと思います。お願ひします。

○船坂副部門長 それでは、まずお手元の資料の湿式分離というところで、2ページ目、3ページ目、それからめくっていただきまして4ページ目、5ページ目までの部分について、機構の船坂からご説明させていただきます。この項目については、大きく分けて3分野に分けさせていただきました。1つは、実用化戦略調査研究、さらに引き続いての実用化研究開発で進めてきております湿式分離に該当する分野。ここで申しますと、Np分離工程、Am分離工程、それからめくっていただきまして4ページ目にあります二次廃棄物発生量の低減、これがほぼ従来高速増殖炉サイクルの実用化研究開発で進めてきたものでございます。それから、一方さらに進んだ分離ということで、4群群分離、これが3ページ目の上にございます。これがプロセス・システムとして検討してきたものでございます。それから、その他の技術開発ということで、そこにありますように、Am・Cm分離工程、MA/RE分離工程、それからSr-Cs分離工程、それからめくっていただきまして、白金族分離工程、これらは要素技術開発でございます。ですから、上にありますシステム・プロセスの開発にこのよりすぐれた要素技術開発が出てくれば、順次上のほうに反映させていくというシステムになってございます。

前へ戻っていただきまして、まず実用化戦略調査研究あるいは実用化研究開発で進めてまいりましたNp分離工程、Am分離工程についてご説明させていただきます。これらにつきましては、補足にございますように、プロセス開発につきましては、ホットセル施設で常陽の使用済燃料数百グラムを用いた試験を行いまして、そのプロセスフローの実験結果による確証を行ってきております。すみません。失礼しました。Np分離工程には、そのようなU、Pu、Npの共回収をするため、小型の遠心抽出器を用いたプロセスの試験を実施してきております。また、機器開発につきましては、そこにありますように、実用化レベルに近いということで、50tHM/yという規模の遠心抽出器を用いたU試験、コールド試験を実施して基本性能や耐久性能を確認してきているというところでございます。

一方、Am、Cm分離工程につきましては、溶媒抽出法、そこに書いてありますSETFICS法につきましては、ほぼそれに基づいて廃液を用いた試験を実施してきておりまして、その左側に記載した、前回ご説明されました試験結果を得ているという状況でございます。実用化研究開発では、Am、Cm分離工程につきましては、2ページの下にございますように、抽出クロマトグラフィ法ということで、さらに進んだ方法について今試験を行っているという状況でございます。

以上、大体整理いたしますと、このNp分離工程、Am分離工程で実施してきているものは、工学段階としては工学研究段階だろう。それから、基礎データ収集についてはほぼ充足していると考えております。それから、ベンチマークですが、これが書かれた趣旨は、恐らく設計データを試験結果によってどの程度確認して最適化がされているかという趣旨と理解いたしました。そこで、ほぼ進めているわけなのですがけれども、獲得努力中だがまだ十分ではないとさせていただきます。それから、設計情報についてはほぼ充足しております。ただ、実証データについては、今は小規模のピン規模の試験まででございますので、獲得努力中だが不足とさせていただきます。

続きまして、ちょっと飛んでいただきまして……。

○山名座長 船坂さん、現状のところは大体前に聞いているから、評価を中心に進めてください。

○船坂副部門長 はい。すみません。では、4ページ目の二次廃棄物発生量の低減、これにつきましても同じと判断してございます。

続きまして、3ページ目に戻っていただきまして、4群群分離ですが、これにつきましても、重要課題と考えられる白金族の脱硝沈殿につきましてもは実廃液で2リットル規模、模擬廃液で10リットル規模の試験で一通りの見通しを得ておりますので、工学段階とすれば準工学的段階であろう。それから、基礎データについてはほぼ充足し、ベンチマーク、設計情報、実証データについては不足しているという段階と判断してございます。

それから、その他の技術開発は、先ほど申しましたように、よりすぐれたものを要素技術開発で進めておりますので、これらにつきましてもは基礎研究段階あるいはフィジビリティ研究段階と判断してございます。そのため、ベンチマークあるいは設計情報、実証データにつきましても、獲得努力中だが不足しているとか、実証データについてはすべて不足していると、獲得努力中であるが不足しているという判断をさせていただきました。

簡単ですけれども、以上でございます。

○山名座長 それでは、井上さんからよろしく。

○井上首席研究員 それでは、乾式分離の5ページの1. 2のところから簡単にご紹介いたします。

まずプロセス確認試験のところでございますが、これは前回、前々回ですか、ご紹介いたしましたように、すべてのTRU元素を液体カドミウム中にほぼ100%、実廃液を用いて回収することができたといったことから、大体基礎研究段階がほぼ終わり、準工学研究段階に移っていきるところではないかと考えております。補足といたしまして、今のように高レベル廃液に適用できることが示された。ただし、準工学研究段階に進むにはケミカルフローダイアグラムを書くだけのデータはそろっておらず、あと数回の実廃液試験が必要であるのではないかと考えております。だからこういう表現をいたしました。

次に、6ページでございますが、工学化技術で還元抽出技術というところがございます。これは実際にTRUを分離する試験ですが、実プラントの10分の1規模の設備を開発しまして、それで実際に試験を行って、所定の成果が得られたということで、一応工学段階としては準工学研究段階ではないかと考えておりますが、そのほかのデータはまだ不十分だと考えております。補足といたしまして、乾式再処理においてMA回収率に最も関わるのは還元抽出装置であるが、本抽出装置構造の成立性は準工学規模で確認された。しかし、効率的な運転が可能な装置設計にはさらなる試験が必要であると考えてございます。

その次に材料開発。これは、乾式法というのは高温で操作いたしますので、その材料開発というのがあるわけですが、一番上に、塩素化については、パイロカーボンを一応基本といたしまして1,000時間程度使用可能であるという見通しを得ております。工学段階の表現といたしましては、これも一応基礎研究段階から準工学研究段階に移行中になっているのではないかと考えております。あとのデータはまだ不足ということでございます。それからもう一つ、補足のところですが、脱硝という酸化物に転換する工程があるのですが、これにつきましてもは既存技術の適用が可能、それからそれを今度は塩化物に転換する工程については、先ほどの黒鉛系材料の寿命延長が今後の課題であると考えてございます。

その次に、これはどうしてもそのバッチ間の槽間輸送という高温液体融体というものが入るわけですが、これにつきましては、実際に工学装置を開発しているものでございますけれども、研究段階としては基礎研究段階に私どもとしては位置づけております。だから、そのほかのデータはまだ不足していると。ただし、補足のところに書かせていただきましたが、高温融体の遠隔での移送性は確認されたと考えてございます。

その次に、塩廃棄物処理技術。これにつきましては、段階といたしましても、これも基本的なところは確認できたということだけでございますので、基礎研究段階から準工学研究段階に移行中ということで、そのほかのデータは不足しているということでございます。補足に書かせていただきましたが、これはゼオライトというところに塩を吸着させて精製するわけですが、その吸着性能の基礎データの取得はおおむね終了しました。しかし、これに基づいて実用機器開発について現在としては着手した段階でございます。そのほか、ゼオライト等に吸着しました熔融塩の除去方法の確立、機器開発の課題というのがまだ今後の開発として残っております。

その次に、二次廃棄物発生量の評価。これにつきましては、まだ平成12年のチェック・アンド・レビューで一次評価をしましたが、その後実施しておりませんので、基礎研究段階と位置づけさせてもらっております。

総合評価でございますが、工学段階としましては、準備工学研究段階に移りつつありますが、基礎研究段階のものもある。それから、基礎データ収集に関しましては、基礎的なデータは、基本的なデータというか、大まかに当たりをつけるデータはほぼ充足しているが、さらなる蓄積が望まれるということで、以下、ベンチマーク、設計情報、実証データはこのようでございます。

以上です。

○山名座長 ありがとうございます。

永田さん、お願いいたします。

○永田部門長 次も船坂からまとめて……。

○山名座長 では、お任せしますので、どうぞ。

○船坂副部門長 続きまして、2. の核変換サイクルの2. 1の発電用高速炉利用型の酸化物燃料の燃料製造についてご説明させていただきます。これにつきましても、何回も申しますが、実用化研究開発の一環として研究開発を実施してきております。

基礎物性につきましては、前回にご報告させていただきましたように、熱伝導率あるいはそこにありますようなことで、系統的な評価ができる成果が得られつつありますが、全体的に不足しておりますし、今後も充足する努力を続けるということで、この達成度につきましてはこの程度にさせていただきたいと思っております。

それから、簡素化ペレット法につきましては、補足に書かせていただきましたが、大体2～3kgまでのMOX試験を準備しておりますが、従来やっておりますのは大体数百g程度のものMOXを用いた試験を実施してきておりまして、大体ペレット数でも550個ぐらいはもう既につくっておりますので、これから押しなべて判断いたしまして、段階としては工学研究段階だろう。基礎データにつきましてもほぼ充足してきているだろう。ただ、ベンチマークは、この判断なのですけれども、システムとしての最適化がどの程度できているかということについては、今獲得努力中だがやや不足しているのではなかろうかということでございます。設計情報につ

きましても、獲得努力中だが不足している。実証データについても、獲得努力中だが不足とさせていただきます。

続きまして、MA含有ペレット製造につきましては、2%Np-2%Amにつきましては約150個、5%Am含有MOXにつきましては約400個をつくってきております。ですので、これらも踏まえまして、そこにございますように、工学段階といたしましては工学研究段階、基礎データにつきましては、そうはいつでも獲得努力中だが不足している。それからベンチマーク、設計情報、実証データについても、獲得努力中だが不足しているというところがございます。

それから、その他の技術開発につきましては、セル内の遠隔製造でございますが、9ページの下の補足のところがございますけれども、セル内遠隔技術開発は既存のグローブボックス用遠隔自動設備に遠隔保守機能を附加することで実現可能であろうと思っておりますが、その工学段階のところに記載させていただきましたが、とりわけ小規模の遠隔燃料製造試験において実施しようとしております保守関係については、まだ十分ではないということで、準工学研究段階という判断をいたしております。それから基礎データ、ベンチマーク、設計情報、実証データについては、ここに書いてありますように、獲得努力中だが不足しているというところがございます。

それから、高発熱の取り扱い技術につきましては、そこにありますように、燃料集合体製造時の除熱システムに関するフルモックアップ試験、貯蔵設備の計算による除熱評価等のクリティカルな課題に関する開発成果を得ておりますので、工学段階につきましては工学研究段階ということで、あと基礎データ収集、ベンチマーク、設計情報、実証データについては、獲得努力中だが不足という判断をいたしました。

それから、総合評価でございますが、工学段階につきましては工学研究段階、それから基礎データ収集、ベンチマーク、設計情報、実証データについては、獲得努力中だが不足しているという判断をいたしました。

以上でございます。

すみません。続きまして、核変換システムでございます。核変換システムにつきましては、そこにありますように、まずはシステム概念検討と燃料照射挙動の2つに大別いたしました。補足に書かせていただきましたように、均質装荷概念につきましては、MOX炉心の設計実績を考慮し、設計研究の工学研究段階にあると判断いたしました。ただ、基礎データ収集あるいはベンチマーク、それから設計情報、実証データについては、前回ご説明させていただいておりますが、やはり獲得努力中だが不足していると評価いたしました。

続きまして燃料照射挙動でございますが、そこにありますように、補足のところをちょっと読ませていただきますが、MA含有率は5%-HM程度以下と限定的でありますので、試験データ・実績が豊富な(U, Pu)-MOXに比較的類似した特性なので、照射挙動評価の観点からは試験を進めることにより大きな問題なく実用レベルに到達することが可能と考えております。それから、意図的なMA含有燃料の照射実績は今は常陽等を用いた数本でございますが、今後日仏米の3カ国協力などで近い将来集合体レベルの実績を蓄積できる見込みでございます。また、比較的類似した特性と考えられている(U, Pu)-MOXについては、世界的に10万本オーダーの照射実績があり、信頼性が確認されてきているということで、工学段階といたしましては準工学研究段階、それから基礎データ収集、ベンチマーク、設計情報、実証データにつきましては、獲得努力中だが不足している。



それから、一番最後の総合評価でございますが、工学段階とすれば工学研究段階だろう。それから、基礎データ収集、ベンチマーク、設計情報、実証データにつきましては、獲得努力中だが不足していると評価いたしました。

以上でございます。

○井上首席研究員 では引き続いて、よろしいですか。

○山名座長 はい。

○井上首席研究員 では引き続きまして、金属燃料関係につきまして、12ページからご説明したいと思います。

まず基礎物性につきましては、これもご紹介させていただきましたように、実際のMAの入った燃料を何種類か、しかもMAの濃度を変えてつくりまして、熱伝導度、それから熱膨張率、温度勾配下での挙動等の基礎物性を測定しまして、燃料としての成立性を把握して、さらにそれらが5%程度入っても均質な合金が製造可能であるということは実証いたしました。そのようなことからいって、工学段階としては、一応基礎研究段階は脱して、準工学研究段階へ今移行できているのかなと、これは基礎物性データにこういう表現がいいのかどうかはわかりませんが、思っております。それで、補足のところに書かせていただきましたが、MA含有合金の照射試験に最低限必要な物性の測定はおおむね取得したが、実用燃料設計のためには、熱伝導度や融点など基礎データのさらなる拡充が必要であると考えてございます。それから、その欄の最後ですが、一方、母合金(U-Pu-Zr)のデータは、これはアメリカ等も含めまして、設計情報や実証データのレベルまで充足していると考えてございます。

次に燃料製造でございますが、これもご紹介させていただきましたように、U-Zr合金で一度の射出で50~60本、これはもうほぼ実用規模ですが、その単位で製造が可能であることを実証いたしました。それから、燃料の照射に関しましては、そのページの一番下ですが、MA含有合金を作製し、5%以下であれば、この燃料製造法としての射出製造の適用が可能であるという見通しを得ておりまして、大体段階といたしましては準工学研究段階にいたっているのかなということでございますが、実際のU、Pu、Zrに関しては、先ほど申しましたように工学的な成立は実証されている。

その次に照射挙動につきましては、いわゆるフェニックスでいろいろな種類の燃料を照射しまして、特に外観検査では、今破壊検査をしておりますが、非破壊検査では外観に特に異常は見出されておらずということで、しかもこれは11%の高燃焼度まで照射いたしております。そのようなことから、これは段階といたしましては基礎研究段階から準工学研究段階へ移行できたのかなと考えてございます。

それで、総合評価のところでございます。工学段階というところですが、射出製造装置自体は準工学研究段階であるが、ホットセル内オペレーションを考えた場合にはまだ基礎研究段階と言っているのではないかと考えております。それから、補足のところに書いてございますが、燃料製造については、今のような形で工学的実証はできた。それから、2行目ですが、Amに関する一部の課題は残されていますが、MAが低濃度であれば燃料製造自体は工学機器開発が可能な段階でございます。しかし、これもホットセル内オペレーションというところをクリアするにはかなり大きな開発課題があると考えてございます。しかし、燃料設計については、MA含有燃料が健全に照射できた成果は私どもとしては大きいと考えております。最低限必要なデータは充足しつつありますが、高燃焼度、高出力密度を目指す照射条件を成立させるには不十分と

考えてございます。

それから、乾式再処理プロセス試験ということでございますが、次の14ページに入っております。これは、Puを用いた試験によりまして、実用規模施設で想定されるアクチニド回収速度の目標値を達成できる見通しを得た。それから最後に、工学技術の開発として工学規模電解精製試験装置を製作し、実機で想定される処理速度でウランを回収できることが実証できたといったことから、これは工学位の表示が欠けていると思うのですが、工学位としては一応準工学位にあるのかなと考えております。補足のところで、乾式再処理の各要素技術の開発は、使用済塩処理関連を除きほぼ終了しているのではないかと考えてございます。それから、少し下に行っていただきまして、工学機器開発に関しましては、U試験あるいはワールド試験により主工程の工学機器開発に着手した段階であり、一部では実機相当の10kg/バッチ規模で核物質を用いた実用的な連続繰り返し試験によるプロセスの検証が進められているというところでございます。

実際に総合評価といたしましては、準工学位、一部そういう実機でほぼ適用できるものがありますが、一部工学位に行っているのかなと考えてございます。

補足のところに二、三書かせていただきましたが、乾式再処理の技術開発は着実に進展しており、主工程については基礎データが充足されてきており、工学機器設計に着手できる段階に達していると考えております。特に電解精製に関しては実用に適用できる装置や処理速度が得られている。しかし、塩廃棄物処理などの周辺工程については、基礎データの拡充がまだまだ不十分であると考えてございます。

以上です。

○大井川研究主幹 では続きまして、階層型について説明させていただきたいと思っております。

まず燃料製造ですけれども、基礎物性については、補足のところにありますように、基礎データは大分充足してきているのですが、Cmを含めた燃料基礎物性データベース整備というところまでにはいたっておらず、基礎研究段階と考えております。

それから、燃料製造技術に関しましても、グラムオーダー以下のNp、Am、Cmということで試験を行っているわけですけれども、まだ工学規模を意識した試験というところまではいけていないということで、基礎研究段階と評価しております。

照射挙動に関しましては、国際協力も活用しながらNp、Amを含有したピンの照射試験等を行って基礎データを取得中ではありますが、まだ高燃焼度領域とか集合体規模というところまではいけていないということで、基礎研究段階と判断しております。

窒素15濃縮技術に関しましては、各種方法の原理実証というところはできているわけですけれども、経済的などところまで含めてという試験ができているわけではないということで、基礎研究段階と考えております。

それから、燃料製造システムは、発熱に関する部分というところですが、まだ非常に基礎的な検討を実施しているという段階でありますので、フィジビリティ研究段階と考えております。

全体的に、総合評価の補足のところですが、前回のチェック・アンド・レビュー以降、相当進んではいるのですけれども、まだまだ原理実証の段階ということで、全体的には基礎研究段階と考えられるのかなと思っております。

続きまして、核変換システムです。ADSのシステム概念検討に関しまして、いろいろ実験的に得られたデータ、それから国際協力などで得た知見なども含めて、基本的な成立性を見込め

るシステムということで概念検討をして概念は構築できているわけですが、まだ基礎研究段階だと考えております。

それから、加速器技術に関しては、きょう説明がありましたけれども、いろいろ成果は上げていますが、まだ信頼性、経済性等を検証していかないといけない段階であるということで、基礎研究段階としております。

それから、鉛ビスマス技術、それから核破砕ターゲット技術に関しましても、ヨーロッパ等と協力しながらいろいろなデータを整備しているという段階で、基礎研究段階としております。ただ、核破砕ターゲットに関しましては、MEGAPIE国際共同実験というのを行いまして鉛ビスマス核破砕ターゲット技術の成立性ということを示したということで、この部分については準工学研究段階に近いのではないかなと考えております。

全体的に、総合評価の補足のところでございますけれども、いろいろ進展は大きかったと考えておりますが、まだ全体的には基礎研究段階にあると考えております。それから、このADSの研究開発というものは、単独ですべてやっていくというわけではなくて、ヨーロッパとの協力あるいは加速器に関しては加速器中性子源あるいはIFMIFの進捗などもうまく取り込んでいく。それから、当然高速増殖炉と似たような技術のところもありますので、その実用化を目指した研究開発とも連携していくということでやっていきたいと思っております。ただ、MAを装荷したシステムの模擬実験は世界的にも未着手ということで、J-PARC等の活用が期待されると考えております。

続きまして、燃料処理システムに関してですけれども、一応一連の陽極溶解、陰極回収、再窒化、そういうところは実証というか、されているわけですが、グラムオーダー以下ということで、まだ工学規模というところまではいけていないということで、基礎研究段階と考えております。

これも総合評価の補足のところに書きましたけれども、相当程度進展はしているのですが、まだ基礎研究段階だろうと。ただ、この部分についても高速炉用金属燃料の再処理と非常に共通する技術基盤がありますので、そことうまく連携して開発していけば、進展は期待できるのではないかと考えております。

続きまして、3. が共通基盤技術ということで、核データ・炉物理の部分です。核データについて、これは工学段階とかということで評価する部分ではないとは思いますが、主要な核種については、相当測定値あるいは評価がそろってきている段階ですが、信頼性を要求される安全評価とか、経済性の悪化を回避するための精度を高めるということであると、まだ基礎研究段階かなと、積分実験などによる検証が必要であると考えております。

それから炉物理試験に関しましても、基礎研究段階ということで、AmやCmを10kgオーダーで装荷したような炉物理試験は世界的にも未実施であり、今後の課題であろうと考えております。

総合評価のところですが、これはFBR、ADSにかかわらず、MAを装荷した核変換システムの核設計精度を上げていくためには、さらなる核データの整備と積分的検証が不可欠であり、核データ測定、評価、炉物理実験、解析システムの整備を総合的に進めていくことが必要であるとと考えております。

アクチノイド科学に関しましては、全体的に実験規模での基礎的実験あるいは基本物性の測定という段階でありまして、基礎研究段階としております。ただ、Cmを含んだ物質についてのアクチノイド科学というか、物性測定というのはほとんど進んでいないのが実情であるという

ことをつけ加えております。

それから、FP核変換に関してですが、システム検討の部分では、FBR、ADS両方の核変換の特性というのは見ておまして、それは計算によるということで、まだ基礎研究段階かなと考えております。

それから、ターゲット開発に関しましても、まだどういうターゲットがいいのかというところのスクリーニングをしている段階であるということ、基礎研究段階と考えております。ただ、照射した後のターゲットをどうリサイクルするかというところは、ほとんど机上検討だけしかやられていないということ、フィジビリティ研究段階かなと考えております。

以上です。

○山名座長 ありがとうございます。

それでは、とりあえず各研究開発担当機関からの自己評価です。いずれにせよ、この委員会としては、こういった達成度について何らかの見解を示す必要がございますので、委員の先生方には積極的にこの自己評価に対するご意見がありましたら、ここでお願いいたします。深澤委員。

○深澤委員 前にもご質問したと思うんですけども、燃料製造に関して、酸化物と金属でちょっと教えていただきたいんです。1つ目は、9ページ目のMA含有ペレット製造技術なんですけれども、これはたしか前回お伺いしたことによると、簡素化ペレット法でMA含有ペレットをつくったことはないという理解だったのですけれども、それでよろしいでしょうか。

○船坂副部門長 そのとおりでございます。従来の方法でつくったというところでございます。

○深澤委員 そうすると、工学研究段階というのは少し書き過ぎかなと個人的には思ったところなんですけれども、現状は理解しました。

それから、金属についても同様な質問なんですけれども、12ページで、MA含有燃料を射出成型でつくったという実績はあるのでしょうか。

○井上首席研究員 これは、実際にフェニックスでつくったのは鋳造法でつくっていますけれども、これは上へ上げるのではなくて、下へ垂らしています。その方法は違いますけれども、5%という先ほどのようなところまではできたと。それからあと、旧原研さんでやっております常陽の照射試験についてはAmをごく一部含んだものを作製されております。これは、Amの量はずっと少ないです。

○深澤委員 わかりました。ありがとうございます。

○山名座長 ほかに何か。

実施担当は、比較的モデストといいますか、謙虚に自己評価されたのかなという印象を持っておりますけれども、とてもいいことで、どうでしょうか。委員の先生方、この自己評価はほぼ妥当とお認めいただけるかというのが大きいところで、特にデータの充足度を拝見しますと、実は全部完全に充足できているのはないんです。一部基礎データで充足できているのはある。それは、完璧にそろろうということは絶対がないので、仕方ないことだと思うんですけども、特に実証データやベンチマークのところ不足というのが何か目立つような気がいたしますね。

何かご意見等はございますか。では、小川さんから。

○小川部門長 これは、階層型の現場に近いところからすると、とにかく自己評価は厳しくしなさいということと、課題はできるだけ明確にしなさいということやってきたと思うんです。ただ、この整理の仕方は、工学段階、データの充足度、こういう形でやって、一つ現場のほう

も頭の整理ができたと思っています。ただ、書き方でいうと、ある意味進化の袋小路というか、既にある理由があって、やめたとまでは言いませんけれども、開発を今中断しているというのが幾つかあって、それについてはそれを中断させている理由、例えば私の勘の働くところで言うと、セットフィックスとか4群群分離がそうなんですけれども、二次廃棄物の問題ですとか、マテリアルハンドリングの問題ですとか、あるいは現状でこれをコスト評価をしてみると非常に高いということで、相当な段階までやったのだけれども中断しましたということは、これをつくっているときに気がつけばよかったのですけれども、もう少し補足のところで理由を書いておく必要があったかなと思っています。

○山名座長 ありがとうございます。

それは、では補足のところにそういう情報が残るようにきちんと書き加えるようにしましょう。

井上さん、何か。

○井上首席研究員 ちょっと先ほど主査のほうで厳し目にそれぞれ謙虚に評価されたなという表現をされたのですが、私はこれを見て、それぞれの機関でかなり謙虚さの度合いがいろいろ違うなと感じたというのが私の率直なところです。実際に、例えば実用化研究をしているからこれはもう工学段階だと本当に言えるのかどうか、そのところをしっかりとこういう場で議論しないと、それこそすぐすべて工学段階、工学段階と。そうしたらすぐ2025年にそれが実用化できるのかと、工学段階という表現を使うというのはかなり厳しいことだと思うんです。それを考えると、ほかの席でも今このMAの評価というのはされていますけれども、かなり厳しい意見も出て、とてもそういう状況ではないです。だから、その辺のところをどうここでまとめたいただけるのか。しかもここでまとめられたものがそういうところに影響しますので、ぜひその辺はよく考えていただきたいと思うんですが。

以上です。

○山名座長 これについては、FaCTの……。永田さん、佐賀山さん、何かコメントはございますか。

○永田部門長 今、現状整理の中での工学段階の区分で、準工学と工学のところの区分の違いはどういう形で分類するのか。特に工学段階ということになりますと、経済性とあわせて、それで経済性を見通しを立てながら実用に進んでいくところをどう切り分けるかということだと思うんです。今、分離変換というところについては、実用に供するという必要で必要な経済性を入れていくといったところの分類はまだ十分でないので、全部一括して工学研究段階というくりにしているので、今言ったようなご指摘が出てくるのではないかと思います。もう少し段階が進むと、この工学研究段階というところをもう少し実用というところから何段階かに区分する。そうすると、今、井上さんがおっしゃったようなところも出てくるのではないかと思います。

○山名座長 佐賀山さん、では何か。

○佐賀山副部門長 ついでに、もう一つは、例えばマイナーアクチノイドを核変換するときに、均質で2%から数%、5%ぐらいまでを入れる場合と、20%か、さらに高濃度で入れる場合とで、必要なデータの精度というか程度が、もちろん高精度に得られていれば、それはそれにこしたことはないわけですが、大分差がついてくるはずだと思うんです。そうすると、いわゆる研究の段階が工学かどうのこのという議論と、基礎データの収集が十分なのかどうか

という点で、そこのバランスをどっち側に書くかということだと思っんです。これは、今我々が出しているわけですが、書き方がちょっとラフ過ぎるかもしれないなど。だから、その辺をもうちょっと丁寧に書けば、井上さんのご指摘の点ももうちょっと解消すると思っますし、あともう1点は、金属を井上さんのほうで書かれているとすると、そこの整合性はとったほうが確かにいいかなと思っます。

○山名座長 ありがとうございます。

委員長、何かおっしゃりたいと思っんです。

○近藤委員長 今、皆さんがお話しなされたところ、この会のまとめ方のリクワイアメントがよくできていなかったというご批判をいただいているという反省を持って聞いていたんですけども、確かに工学研究段階という表現で何を言っているのか、よくわからないと思っところもあります。私からすれば、データの充足度、安全性、信頼性、経済性、その他およそシステムを社会的存在になるために欠くべからざる性能目標が示されているわけで、それを証拠立てることができるデータがどの段階にあるかということが、エッセンシャルな情報として欲しいわけっです。それが書いていない紙は何の意味もないんです。

例えば、11ページの燃料照射挙動というところの補足に、10万本もあるから信頼性があるとか、「比較的類似した特性と考えている」のは、だれが考えているのかわからないんです。そういう意味の客観性というか、証拠立てのところを知りたいですね。本当にそのように考えてもよいならば、もうR&Dをやらなくていいということになってしまう。例えばっですが、そういうことなのかどうかがこの1行で疑問になるわけっです。そこのところ、サイエンティストとしてきちんとやっただけならと思っわけっです。ケミカルフローダイアグラムというサイエンスの表現があり、それを信頼性、経済性、安全性といったさまざまな要件を満たしてリアライズ、実体化したプロセスが動くことを保証するところまでに、さまざまな新しい知見が必要になる。それに必要な知見をどれだけでもれなくアイデンティファイし、埋め尽くすことができるか、過去の失敗事例をかんがみるに、その同定の不足がほとんどの問題になっているわけっです。それを同定して、それをクリアにする活動が開発活動だと思っただけっけれども、そこのところが、ちょっと我々の注文の仕方が悪かったのかなと思っんですけれども、それを明らかにして欲しいというリクワイアメントがあると思って整理していただいたらと思っました。

すみません。

○山名座長 ありがとうございます。

ご指摘のとおりだと思っます。だから、もう少し認識を合わせなくてはいけないと思っます。多分、今の準工学と工学の認識にずれがあるということで、特に工学段階であると評しながら、例えば基礎データが不足しているとか、ベンチマークが不十分であるというのは、本来おかしいんです。そこがないまま工学を始めてしまって、後で失敗するというケースが幾つか見られる場合があるわけでありまして、そこをきちんとやらなければいけない。だから、本来はそこが整合しているべきでありまして、そこを問うべきだと思っんです。ですから、もし工学段階でありながらベンチマークが不足しているということをおっしゃるのであれば、それはもう少し基礎固めをしっかりとやらないとだめだという自己批判になるはずっです。我々もそう言わざるを得ない。だから、そこの関係を問いながら、今の委員長のご指摘も含めて、少し見直す必要があるのかなと感じました。

委員の先生方、何かこの点について、いかがでしょうか。

○永田部門長 今の山名先生のご指摘からすると、我々のほうで出している工学段階というのは、ちょっと認識が甘いかもしれないですね。幾つかの条件がそろわないと工学研究段階と呼ぶべきではないのではないかとというクライテリアを立てると、今、工学段階と言っているものについて、準工学段階という形で手前に落とさなければいけないのではないかとこのところが出てくると思います。

○山名座長 大体、井上さんがつけられたセンスというのが標準かななどと思いながら聞いていたんですけども、本当に何が必要か、何が欠けているかということ念頭に置きながら、ちょっとそこはもう一度再検討するということにします。それから、この評価のクライテリアについてももう少しわかるようにしていきたいと思います。

委員の先生方、いかがでしょうか。はい。

○永田部門長 ちょっと簡単な話なんですけど、基盤技術のところ、共通基盤技術で核データ・炉物理のところが一括して基礎研究段階という整理になっているんですけども、例えば今のPu241から核変換していった、崩壊していったAmの取り扱いということについては、それなりに実証データをとったりして問題はないことを確認して使ったりしていますので、ちょっとそうしたことを意識して、総合評価のところではそういう形になっているんですけども、途中のところでは何の観点からはどうだということが入っていないので、ちょっと言葉を足したほうがいいのかと思います。

○山名座長 ありがとうございます。

委員の先生方、いかがでしょうか。山根委員、何か。

○山根委員 今議論を聞いていて、私としては、まさにそのとおりだなという感じがしました。私は前回休んだので、この分類の仕方のところデータの充足度がどういう意図でこのように分けられたかというのがちょっとはつきりつかめなかったのですが、今、近藤委員長が言われたような趣旨でこれと上のところがきちんとリンクしていないといけないというのは、確かにそうだと思います。そういう点で見ると、繰り返しですが、少しこのデータの充足度のところの記述がきちんとされていないと思いますので、一度見直しをしていただきたらと思います。

以上です。

○山名座長 わかりました。

それでは、ご意見等ございませんので、次の議題に移りたいと思います。

次は、報告書の原案についての審議です。事務局から報告書原案について紹介を手短にお願いいたします。

○牧補佐 それでは、資料第7-2号、報告書の案でございます。

まず1枚めくっていただきまして目次のところでございますが、最初に「はじめに」というのがございまして、その後、前回のチェック・アンド・レビューの概要を書かせていただきました。その後、3章のところでは分離変換技術の効果と意義、それから4章のところでは研究開発の現状、5章で海外の状況、6章で研究開発の評価と今後の取り組み、最終章に「おわりに」という構成でつくっております。

まず1ページ目の「はじめに」のところについては、全体の経緯ですので、説明は割愛させていただきます。

2ページからの前回のレビューのところについても、詳細な説明は割愛させていただきます。

5ページ目から分離変換技術の効果と意義ということでございますが、これまでの説明で分

離変換の効果ということで原子力機構及び原子力学会の評価について伺いましたが、その内容を記載してございます。

8 ページのところになりますと、分離変換の導入シナリオということで、原子力機構で検討いただきました高速炉の均質サイクル、非均質サイクル、それからADSのシナリオについての検討、これについてもこの検討会の前半のほうでお話を伺ったことを簡単にまとめてございます。

9 ページのところでございます。3. 3 分離変換の導入意義に関して、検討会としての考えをここでまとめてはどうかと考えてございます。この箱の中に簡単に概要を、これまでの導入効果で何を言われているかをまとめております。まず、潜在的な有害度の低減を図ることができるといことがございました。それから2番目の○のところでは、地層処分の合理化につながる可能性があり、それはPu利用時には削減効果が大きくなるということがございました。それから、分離変換と高発熱FPの分離とこういうものを組み合わせることによってより合理的な処分ができる可能性があるというのが、それまでの5 ページ、6 ページ、7 ページくらいに書かれているところがございますが、これを簡単にまとめまして、そういうものを踏まえまして、以下の理由から分離変換技術は意義あるものだと認めるということをして3つに分けて書いてございます。

9 ページ目の一番下のところですが、長期毒性の低減ということで、潜在的有害度の低減の効果につきましては、10 ページ目の上のほうでございますが、有害な廃棄物等の発生を極力抑制して、将来への負荷を小さくするという社会的な要求にかなった有用な技術となる可能性があることを示しているということで、地層処分が前提としておりますような数千年程度の人工バリアとか、10万年程度の地層安定性というものに関しまして、その不確実性の影響を減ずることになり、処分適地の拡大につながる可能性も期待できるという意義があると考えられるのではないかと書いております。

それから、②の地層処分の合理化というところがございます。これは平成12年の報告書でも若干触れているところですが、分離変換導入時の地層処分の合理化につながる可能性が今回の議論の中で定量性を持った形で示されたということは、評価していいのではないかと思います。特に軽水炉MOXや高速炉のPu利用時に削減効果が大きいことから、原子力を長期に利用していく場合に有用性が拡大する可能性を示してございます。

それから、FPの分離との組み合わせによる大幅な削減の可能性も示されたということ。これはさらに詳細な検討が必要ということですが、こういうことについて評価してございます。

それから、③のところ、技術オプションの提示と書かせていただきました。高レベル廃棄物の地層処分にしましては、現在検討されている方法で十分に安全に処分することが可能でありますので、分離変換技術は、現在の政策の中で地層処分を実施する上で必須の技術ではない。しかし、処分場を設置するということに関して理解を得ることが困難な状況の中では、こういうさまざまな技術オプションを提示していくことは、社会的な合意形成をしていく上でも意義のある研究開発であると考えております。したがって、分離変換技術は、経済的に許容できる範囲で技術的可能性を探求する価値のある技術であると、評価を書かせていただきました。

それから、4章のところは分離変換の現状でございます。こちらの説明は割愛させていただ



きます。

4章の24ページのところでございますが、4. 4、4. 5につきましては、ちょっとまだ内容を埋めてございませんが、これは次回までに埋めてご提示したいと考えております。

それから26ページ目以降が海外の状況ですが、フランス、それからアメリカ、欧州のEURATOMの状況について記載してございます。

それから30ページ、今後の研究開発の進め方というところでございます。この6. 1のところでございますが、今回の議論を踏まえて詳しく書かせていただきたいと考えてございますが、評価のところについて現在考えている概要をご説明いたします。

まず分離プロセスにつきましては、小規模ながら実廃液を利用した一連のプロセス試験が行われて、原理実証等が行われているわけですけれども、工学的プロセス実証に着手するには解決すべき課題が存在する。

それから2番目の「・」ですが、MA含有燃料につきましては、いろいろ試験等がされて基礎的な知見が得られているわけですが、高線量、高温環境下での取り扱い、製造の工学的な技術的成立性を判断できる状況ではない。特に非均質とかADSに関しては知見が乏しいということを書いてございます。

それから、核変換システムにつきましては、FaCT等で実施された炉心設計検討結果が示されて、こういうリサイクル燃料の可能性が予測されているものの、その実用性を評価できる段階ではまだないのではないかと。

それから、非均質につきましては、均質と同じレベルで比較を行うような十分なデータは得られていない。

ADSにつきましては、平成12年から比べますと相当の進捗がありまして、基礎的なデータはかなり蓄積されてきたというところですが、工学的・経済的な面からの成立性の評価ができる段階ではない。

全体として、基礎基盤的な取り組みにはある程度進捗があつて、科学的な進展は評価できるのですけれども、いずれの方式に関しましても信頼性のある基礎的データが不足しているといった段階ではないかということを書いてございます。

それから、30ページの下に6. 2ということで研究開発課題の整理というのを書かせていただきました。こちらにつきましては、さまざまな技術ごとにこのような課題があるということを書いてございます。詳細な説明は割愛させていただきます。

それから、34ページの6. 3のところ、必要なインフラストラクチャということで、分離プロセス、取り扱い施設、燃料照射施設、核特性実験施設ということで、どのようなインフラが必要となるかということについて整理させていただきました。

それから、35～36ページの今後の研究開発の進め方のところでございますが、ここでは5点に整理させていただきました。

まず研究開発体制というところでございますが、平成12年の報告書では、高速炉利用型と階層型にはそれぞれ特徴があつて、当面は双方の技術開発を進めることが適切であるということに記載いたしましたけれども、本検討会においても同様の結論を支持することを書いてはどうかと考えてございます。

それぞれ、高速利用型につきましては、FaCTで研究開発が進められているわけでございますが、今後ともその研究開発を進めていくべきである。現状では、MAを含有した燃料の炉の核特

性や燃料特性についてはまだ十分な議論ができるには至っていないので、基礎的なデータの拡充は必要があるということ。

一方で、非均質性やADSにつきましては、まだということに先ほど触れました。ただし、これらの概念については、MAの取り扱いの負荷を低減できる可能性があるということですので、高速炉早期実現のための相補技術になる観点等から、今後も技術的な実現性を探索するべきであると書かせていただきました。

したがって、現段階でいずれかを選択するという観点ではなく、それぞれ研究開発を進めつつ、かつ相互の連携を深め、常に新しいアイデアを吸収しながら研究開発を進めていくことが重要であると記載させていただきました。

(2) 核変換サイクルの中での分離変換の位置付けというところでございます。これにつきましては、将来の原子力発電体系の中での位置付けを考える必要があるといったことを書かせていただきました。

MAの分離変換を行う上では、分離、保管、加工、検査等、取り扱い上のリスクが伴うということ。それから、FPの分離・貯蔵につきましては、地層処分という面では合理化されるかもしれないんですけども、地上での長期の管理のリスクとか、それに伴う経済負担等々、そういう問題も発生する。それから、分離変換を導入することによって新たに廃棄物が発生するという問題もある。そういうこともございますので、分離変換の導入の検討に当たっては、それを導入することによる長期的なメリットと短期的なリスク等を定量的に評価して行って、社会の理解を得る努力が必要であるといった話。それから、導入時期を検討する際には、より現実的な導入シナリオが強く求められるということに記載させていただきました。

それから、(3) 研究開発施設・インフラストラクチャ整備のところでございます。こちらにつきましては、37ページの上でございますが、今後の長期間にわたるMA分離変換に関する研究開発を行う上でMAを取り扱い得る施設の維持及び整備が必要であるといったことを書かせていただきました。

それから、核データにつきましては、十分な精度で測定・評価し、ライブラリとして整備する努力を継続する必要があるということでございます。それから、炉物理データと解析コードの開発ということについても触れさせていただきました。

こうした基礎データを充足していくために、これは核変換の方式にかかわらず共通の課題であるということから、産業界、大学も含めた我が国原子力界全体の視点で最適な施設を検討しながら整備を進めていく必要があるということを書かせていただきました。さらに、継続的に実験するために、MA試料の調達計画も課題になるということも挙げさせていただきました。さらに、MAに係る法規制のあり方等についても、より合理的な規制体系の構築を提案していくことも重要であるということを書かせていただきました。

(4) 国際協力というところでございますが、これは分離変換に限らないことでございますけれども、自前で持つべき技術を見きわめた上で、強化すべき技術以外は積極的に国際協力を活用していくという考え方を述べさせていただきました。

最後は人材育成のところでございますが、この分離変換技術の開発は、将来の原子力にかかわる研究者に夢を与えて、その研究に対するモチベーションをはぐむ効果も期待できるといった人材育成の面についても触れさせていただきました。

資料7-2につきましては、雑駁ではございますが、以上でございます。

○山名座長 ありがとうございます。

それでは、報告書の内容について審議をしたいと思いますが、若林さんから意見が出ていると。私のほうの大きなところからやっていきましょう、細かいところは後に回しまして。私の私見というのを配ってありますが、実は事務局とまだ十分整合できていないのですが、こういう見解を持っているということをいろいろ考えているんです。

それで、まず今回の報告書において重視されるポイントを3つ挙げています。まず、平成12年にはFaCTというのがまだスタートしていなかった。しかし、現在は高速炉実用化路線が確定していて、その中で分離変換が既にその大きな目的の中に入っているということが大きな違いであります。したがって、このFaCTが目指している路線と、ほかのシステムが目指している取り組みの位置づけの明確化について何か言う必要があるだろうと考えているんです。ただ、これは粗い関係といえますか、そういうことを目指していて、強制的にどうのこうのということではないんですが、関係が求められるだろうということです。

それから、技術的な達成度を俯瞰して、技術的に何が足りないかを率直に見定めたい。それが先ほどの自己評価にかかわることです。必要なものを指摘するということは明確にうたう必要があると考えています。

3つ目が分離変換の意義を再確認することでありまして、これが長期毒性低減、それから地層処分の合理化、それから先ほどの技術オプションの国民への提示という3つの文章で入れているのですが、なぜ分離変換が大事かということをもう一度、一步踏み込んで明確化しておきたい。

こんなことを入れていきたいと思っております。とりあえずそれだけお伝えしておきたいと思います。

それでは、まず若林さんの意見から、簡単に紹介願います。

○牧補佐 席上配付させていただきました若林委員からの報告書案に対するコメントを私のほうからご紹介させていただきます。

まず1番のところでございますが、6. 1 研究開発の評価については、前回の平成12年のチェック・アンド・レビューでの進め方の記述に対して、今までの研究からどこまで達成したか、どういう点が残っているかを整理、評価すべきというご意見でございます。

2番目でございますが、6. 1 研究開発の評価の記述は、できるだけ定量的に記述したほうがいい。

3番のところでございますが、6. 4 今後の研究開発の進め方のところで、LLFP、特にI-129の核変換についても記述したほうがいいというコメントでございます。若林先生としては、長期的な基礎的な研究課題として進めていくのがよいというコメントでございます。

それから4番のところですが、インフラの整備のところでございます。MA試料の調達も全体の課題であるといったことを簡単に書かれているのだけれども、各段階で試料の必要量が増えていくと考えられるので、どのように対応していくかという考えを記述する必要があると思われる。

それから、6. 4 人材育成のところにつきましては、将来の研究者としての大学生にいかに関心を持ってもらうかということが重要であって、大学との協力についても記載したほうがいい。

それから、6番のところでございますが、今後の進め方を議論する上で、定量的な情報が必

要ということで、後ろに添付の表をつけてございますが、この表を若林先生のほうでつくられました。これは炉物理実験についてまとめられているわけですが、ほかの項目についてもこのような資料をまとめてはどうかというご意見がございました。

以上でございます。

○山名座長 委員長、何か。

○近藤委員長 報告書を事務局から用意させていただいたのですが、山名先生がおっしゃったとおりで、この中ではどうもまだ前のレポートの書き方のままになっていまして、申しわけないと思います。つまり、分離変換を今の発電用の高速炉開発の計画と別に考えて書いたのですが、山名先生がおっしゃるように、FaCTの中の一部に入っているわけで、この書き方はほとんどのところ、前の報告書を引きずるところは全部書き直さなければならないんです。書き直し方がちょっと難しくて悩んでいまして、36ページの上のところには、こんな調子で書くのかなと思ってちょっと手を入れたのですが、FaCTでこういうこともやっていると言いつつ、だからこれはこれで頑張っただけ。それから、この非均質からはちょっと別なので、これだけを切り分けて書くのかなど。これをどういう位置づけで、「ただし、これらの概念については、発電体系におけるMA取扱いの負荷を低減」、この文章はちょっと間違っていて、「一層」とか、非均質たりといえども発電炉としての中で使うという可能性もあるわけで、これもちょっと整理ができていないんですけれども、何か少し前回のレポートとは、このFaCTというものがあるって、そこで環境負荷低減ということも重要な課題になっているということも踏まえた、分離変換というのを一括して書くという書き方でない、もう少し分類して役割分担を考えた表現に全部統一しないと、混乱を招くかなと思っていまして。これについてはまことに申しわけない。事務局の仕事管理監督する立場から、とりあえずおわびを申し上げておきます。

○山名座長 それでは、実はそれは私もおわびを申し上げなければいけないのですが、少し議論を起こすために、私のさっきの私見ペーパーのところ、その役割分担の一つの考え方をお示ししたいと思います。恐らく議論があると思いますが、私の1ページの現状の評価のところ、

まず、FaCTで進めている均質燃料サイクルですが、移行期5%を基準といいますか、最大値として研究を実施している。照射挙動や燃料製造について初期のデータは獲得されつつあるが、炉心特性などに関しては基礎的なデータを充足させるには、より一層の努力が必要である。これで今頑張って研究されている。特に、炉物理的な特性や燃料性能の検証にはまだまだ研究開発が必要である。中でも、均質MAリサイクルによる燃料製造、燃料の品質保証、これらに基づく発電高速炉体系全体のコストアップ等の可能性に対して、適宜、判断していく必要がある。これを多分2010年とか2015年の判断ポイントに置かれているのだろうと思っております。例えば、移行期の初期には、非均質装荷の導入を検討するなどの可能性が残される。これは、皆さん見解が違うかもしれませんが、可能性としてはある。MA分離変換は、サイクルのBAT開発であり、Puリサイクルを中心とした発電システムに過大な負荷を与えてはならないことから、発電体系として、均質装荷法による経済的負荷が許容されるよりも大きいと判断する場合には、MAマネジメントを非均質装荷や二階層システムに委ねる可能性を残す。

こういうちょっと乱暴な言い方をしております。これは、もちろんFaCTでこれを目指しているのですが、それをいろいろ技術判断していく過程で、発電体系に大きな負荷を与える可能性があるかと判断する場合には、ADSとか、あるいは非均質というものを考える可能性を残すとい

うことではないかということを書いております。まずこういった認識が許容できるかというところが一番の議論のポイントだと思っています。つまり、今までのFaCTはFaCTで目指すのだが、それで発電体系に技術的負荷が大きい場合には、ほかの手法があるという言い方をするかどうかというのが大きなポイントだと思っています。これについてまず最初にご意見をいただきたいと思いますが、いかがでしょうか。委員長、何か。

○近藤委員長 我が国としてFaCTでなぜMAリサイクルをすることにしたか。それには、幾つかの理由を挙げていたわけです。地層処分の観点、それから核拡散抵抗性の観点ですか。そういうことがあったわけで、経済性が悪いから核拡散抵抗性を下げていいという議論が通用しますかね。両方ともマストと思っています。ここは、それならプロジェクトそのものが成立しないという判断をするところではありません。そういう議論が将来起こるかもしれないので、この活動をちゃんとやっていくことに意味があると。山名さんがお書きになっているならば、このプロジェクトとしてそう思っているというのは何ら問題はないと思うんです。その部分についてはノープロブレムなんですけれども。

○山名座長 FaCTの評価はFaCTでやる話であって、FaCTで例えば非均質が要るとか、要らないとか、それは今後多分評価される。大事なものは、その評価をするに当たってまずさっきあった基礎データが足りていますかという問題提起をしたいと思っています。それは、実際にさっきも基礎データが不足していると書いておられるので、その状況を見て、ではそれにいつでも対応できるほかの分離変換技術の研究も重要であるという結論は述べたいなと思っているということです。

○近藤委員長 ですから、FaCTの中に入っている技術開発課題だからここで評価してはいけないということは全然なくて、それはFaCTということのを忘れて、とにかく技術の進展状況について、ここの専門家としての知見をきちんと書いていただいてよろしいと思います。

○山名座長 どうぞ。

○小川部門長 FaCTというか、FBRでの環境負荷低減とか、それから核不拡散というときに、2つのシナリオをちょっと分けて考えたほうがいいかなと思っています。1つは、軽水炉と高速炉の共存時代の、軽水炉からのMAを引き受けてリサイクルするという話、それからもう1つは、FBRの本格利用時代で、FBRがみずからのMAをリサイクルする場合とで、ここはサイクルに対するインパクトが随分違うわけです。FBRの時代になれば、みずからのマイナーアクチノイドについては自分のところで責任を持って処理できるよと、それは環境負荷低減、FBRの一つの魅力という点でも非常に大事なことだと思うんですが、共存期の話のMAをたくさん引き受けるといったところは、これは核不拡散とはまた別の話にはなると思います。ですから、そのところは少し分けて、そういう議論をする場というのがこちらの分離変換の側なのかなと思っておりますが、違うんでしょうか。

○山名座長 ありがとうございます。

今の点について、いかがでしょうか。確かに移行期の話とFBR単独平衡期の話というのはかなり意味が違ってきまして、今まで委員長代理や小川さんたちと話しているときには、移行期と将来の平衡期も含めての考え方と、移行期のためのある特殊なものと、平衡期は平衡期で独立してというものと、いろいろ混在しているんです。おっしゃるとおりだと思うんです。ただ、我々としてここでそれをどうやっていくかというのは非常に難しく、いかがでしょうか、その点について。佐賀山さんから。委員長、河田さんでしょうか。では、すみません、委員の河

田さんからお願いします。

○河田委員　そういうたぐいの問題というのは、今のこの場で議論をするより、もうちょっとファンダメンタルな全体の開発戦略の話として、どこかできちんとした評価が要るんだと思うんです。フランスの場合には、グローバル・アクチナイド・マネジメントという、彼らなりの視点で、そもそも全体の燃料サイクル体系の中において、特にある時代からはプルトニウムをもっと積極的に利用する時代に入るとすれば、その結果として発生してくるMAについては全体的にマネジャブルなのかどうかということを一応評価しています。そういう構図の中でMA分離変換は一応やったほうがいいだろうなという方向を出しているんだと思うんです。その辺の詰めというのが日本の中ではまだ必ずしも十分なされていないのかなという感じがします。ですから、その辺、まだ今でも、高速炉時代においてもMAリサイクルをしなくても済むのかどうか、今回は分離変換という視点だけで議論していますけれども、非常に長期的に見たときのそういう時代の原子力体系における廃棄物問題の最適化という観点で見て問題がおさまり切るのかどうかということの包括的な評価というのはまだちょっと不十分なんだろうなと思います。したがって、今のような問題提起をされると、皆さん、すぐに答えられない状況にあるんじゃないか。

それから、FBRへの移行期の問題というのは、一方で、現実に関今ある日本の原子力体系というのは、既に軽水炉を大分やっていきながら、再処理がおくれている。そういう中で、再処理能力も必ずしも使用済燃料の発生量に見合ったものではない形で現実的に来ているわけです。それがどういう問題をはらんでいるのかということについての十分な分析というのも多分なされていないんじゃないかという感じがしています。私は個人的には、ある期間まではむしろ全量再処理でなくて使用済燃料を一定量残していくことは、ある時期に高速炉への移行を想定するのであれば、むしろ都合のいいことだと私なりに理解しているのですが、それもある時期までであって、その時期がどんどんずれるということも含めて考えれば、別の答えも出てくるわけです。その辺の基本的なシナリオ分析について、ある範囲、FaCTの手前でいろいろやっちはおられますけれども、そこからどう評価するかということのメッセージがまだまだ皆さんで共有し切れていないのかなという感じが一つはしています。

○山名座長　ありがとうございます。

実は、今まで聞いてきたシナリオ評価は極めて限定的なものなんです、地層処分だけの話とか。今おっしゃったような、もっと……。

○河田委員　私は廃棄物屋さんの立場で言うと、この場というのはあくまでも分離変換という切り口での議論ですから、これはこれでいいんですけれども、廃棄物全体の最適化という視点で見ると、これは本当にあくまで一つの視点なのであって、もっと包括な議論の場というのがどこかであるべきだなと思いつつここに参加しています。

○山名座長　佐賀山さん。

○佐賀山副部門長　今、河田委員のおっしゃったように、戦略的な話をするというのは非常に必要なことだと思いますので、それはそれでやっていただけないかなと思いますが、先ほど小川さんの言われたL F移行の話とFの話というところで切り分けるということは、戦略的なところを考えるとときには、その2つの切り分けというのも視野に入れつつ考えていくことなのかもしれませんが、技術的に見たときには切り分けというわけには多分いかないんじゃないか。なぜかという、LF移行といっても、最短で幾らやっても日本の考え方の場合には60年から100

年、110年ぐらいかかるわけです。アメリカのGNEPではもう完全にシンビオティックシナリオという2つを共生させるシナリオになっているわけです。フランスも全くある意味では同等なことを考えているわけです。ですから、FBRだけの世界があって、それを対象にした議論をしてしまうと、非常にトリッキーな、日本だけが違うような形になってしまうと思いますので、もともとFaCTというか、FBRでやるときには、ターゲットとしてLとFの移行ということよりも、FBRの姿というか、将来的な姿みたいなところをねらって研究したようなところがありますので、FaCTで実際にFのほうを検討していくところは移行期から含めて考えざるを得ないと思っていますので、この議論はぜひその両方を含めてやっていただいたほうがよろしいんじゃないかと思います。

○山名座長 委員長、どうぞ。

○近藤委員長 おっしゃるとおりというか、これも私どもの責任なのか、皆さんの責任なのか、日本はリサイクルをやるやると言っていますけれども、ご承知のように、これまで発生した使用済燃料のうち、六ヶ所再処理工場で再処理できるのは半分として3万本、6万6,000本のうちの恐らく3万数千本しか再処理しないわけです。ですから、フランスも明らかに、EDFとアレバが再処理の値段で交渉して、高かったらやらないぞと言っているぐらいで、本当にFBRが出てきてから再処理すればいいんだと、リアルビジネスの世界ではそういう議論がなされているということについては皆さんよくご存じのとおりなので、したがって、今後100年、大体1世紀は、両者がほぼ併存している社会を考えざるを得ないんです。それが境界条件としてある。それを外す議論をしても、使い道がないんです。FaCTでは当然その議論をしているでしょうと。日本のあり得る将来を前提条件にしない議論などは国の取組としてあり得ないと思ってお願いしているつもりなんです。ただ、ここでその議論をやりますと言われてもそれは無理なので、それは大事な課題だとつけ足していただけるだけでよろしいと思います。

○山名座長 恐らくそれが、今後そういう大きなシステム評価、もっと広い視野でのシステム評価をやっていかなければいけないという指摘になっていると思うんです、今回。

井上さん、何か。

○井上首席研究員 どうもFaCTという呪縛があると、非常にこのMAもかなり一生懸命一緒に回さなくてはならないということになるんです。けれども、実態的に今回これをいろいろ審議してわかったことは、FBRの現在、次期FBR開発とMAの分離変換の燃料サイクルとはかなり両者に大きなギャップがあるわけです。そうすると、先ほど佐賀山さんがちょっと触れたことかもわかりませんが、トラック1とかトラック2などとして、MA変換サイクルというのは着実にきちんと進めていくという位置づけで、僕は余りその呪縛にとらわれないほうが良いような気がするんですが。

○近藤委員長 トラック2というのをどういう意味でおっしゃるのか。井上さんの議論は、多分FaCTの井上さんの個人的評価を踏まえた発言と私は理解したのですが、それはここでは使えないのでは？

○井上首席研究員 あと、いつまでにFaCTを実現しなくてはならないとありますよね。例えば2025年に実証炉をつくって2050年にという、そこについてはそれに本当にいけるのかなという私の主観は今入れた議論なんですけれども。

○近藤委員長 それは2010年に中間評価をしますともうるる何回も何回も申し上げていますので、その議論はそのときにやりましょうということでもいいんじゃないですか。

○山名座長 ただ、FaCT側でのMAに関して、2010年にももちろん評価するんですが、何か展望をお持ちだったら、今お聞きしておきたいんですが、多分何も言えない。

○近藤委員長 すごいチェアマンだな。（笑）

○山名座長 ざっくばらんに。MAについて我々が強いて気にするとすれば、2010年評価の段階で今言った基礎データが足りていないとか、炉心特性がわからないとか、いろいろな議論がある中で、どういうマイルストーンを置いておかれるかというのを我々は知っておかないと、こっちの評価もできないと思います。

○永田部門長 今の時点で申し上げられることは、そうすべてについてこうやりますといったことは言えないんですけども、少なくとも2010年に結果を提示するまでの段階で現在考えておりますことは、今このマイナーアクチニドのリサイクルということについては、従来は2050年の段階ですべてを実現することを目標に、そのフィージビリティを合計25課題という格好で検討しているわけです。それに対して、ではその後の研究開発計画をどうするかということを見ると、すべてを一括して2050年段階で実現するということに対して、もう少し段階的に実現していくといったことも含めて、幾つかの研究開発のあり方について提示できるような検討も並行して進めなければいけないのではないかなと考えています。そのような形で今、中間まとめの段階で今までの3年間を振り返って、今後の2010年までの研究開発をどうするかということをやっておりますし、2010年の段階では、今いろいろと議論されておりますように、ではそうしたこの5年間の検討結果を踏まえて、次の5年間はどうかということについて、もうちょっとクリアに物を申し上げなければいけないんじゃないかと考えて、研究開発は進めているところでございます。

○山名座長 わかりました。

それでは、ほかに何かございますか。河田さん、どうぞ。

○河田委員 FaCTは、別の場である議論がなされてこういう既にある流れが設定されていると理解していますので、そこでFaCTの基本的なマイルストーンは既に示して動いているわけです。ですから、ここの場というのは、既にFaCTという領域についてはそういう前提で動きましょうと言っている計画に対して、分離変換という技術的側面から見たときに、あなた方がさらに努力すべき点はどこかというところですかといった話を少し整理すればいいのではないかなと。それ以外の部分については、もう少しファンダメンタルな立場、あるいは進め方そのものについても、かくあるべしといったことが言えればいいのではないかなと思っています。

それから、先ほど軽水炉から高速炉への移行期の問題について不十分だという話をしましたけれども、多分これまでのFSと、その後のFaCTを検討している過程でそういうことを議論するもとなる検討というのはかなりいろいろ既にやられていると思います。一方でFaCTというのはあくまでも高速炉の実用化をにらんだ世界ですから、一方での軽水炉自体についてエキスプリシットにそちらをどうしますかという場ではないわけなので、そこはまさに2010年をにらんでというお話のところでのあるつなぎをする。そのときにいろいろこれまでFaCTでやってきた検討、そこで恐らく大事な話のものが大体できていると思いますので、そこをうまくつなげていけば、日本としてのその辺の絵は描けていけるのではないかなと思います。そのときにマクロ的に、今の日本の50ギガ、60ギガという発電規模に対して再処理能力は800トンという構図を見たときに、まあまあ私自身はある調和のとれた絵は描けるのだろうかなと思っています。

○田中委員長代理 私は今の意見とは少し違うんです。FaCTの目標を原子力委員会も提示して



いるんですが、それに向かって努力していくのはいいんですが、2010年の時点で本当にそれが技術的、工学的、さっき委員長も言った安全性とか信頼性とか経済性とか、そういう点で全部できるのかと。できなければ意味がないかということ、それではないと思うんです、FBRの持っている使命というのは。そこのところがきちんと出ますかということで、シナリオ的にそういうのいいとか、そういう話は別に置くとして、今回ここでせっかく今日までやってきた技術評価の中で、きょうの議論にもありましたように、2010年といっても来年です。まだ来年の段階で、ではその先に進めるだけの基礎的なデータもないような状況、そういう議論の段階です、今ここにあるのは。それをすっ飛ばしてフラッグとか建前だけでいくということについては、もう少しきちんとしておかないと、せっかくここで技術検討会をやっているわけですから。そのことが、委員長がこれはFaCTの評価ではないぞと言っているからちょっとややこしいんですけども、ある程度そこのところについて来年きちんとした評価をする上でも、技術的な課題、残されているそういう問題というのはきちんと指摘しておくべきだと私は思うんです。

○河田委員 多分私も同じ趣旨で言っているんだと思います。いわゆる基本的な大きな進め方についての議論はもうFaCTに任せればいい話ですけども、そういうことがあるとしても、分離変換という技術的な側面から見たときに、その仕事の現状、ステータスがどうなっているかというのは、これはきちんとすべき話であって、そこの認識は、私もそこをずらして言っているつもりはないと思います。

○山名座長 委員長、どうぞ。

○近藤委員長 議論が空回りしているようなので、今のお話は先ほどの紙にかかわる話なので、技術評価はきちんと書く。それはFaCTというフラッグが立っていきようが立ってまいが、皆さんにここでの科学技術的な評価をきちんとやっていただきたいということは既に申し上げたとおりで、それはアグリーされたという認識であります。しかし、この意義論のところを書くときに、この山名先生の1.のような視点というのはあるかなということで、これは今の時点でこの整理をするところということで整理ができるということについては、私もアグリーというか、いいのかなと申し上げただけです。

それからもう一つ、この報告書の中身で気になっていますのは、評価もそうですけれども、形容詞をなるべく使わない、形容詞禁止令を発令したいぐらいなんですけれども、「大きい」とか「小さい」とか言わないで何センチと言ってくればいいので、それを大きいと思うか思わないかはほかの人の仕事ですから、皆さんのお書きになる文章では、「魅力的」だとか、地層処分の負担を「軽減」するとか、そういう言葉は一切使ってほしくないんです。相対的に何分の1になるとか、なるべく定量的なファクトを書いていただくのが技術評価だと思いますので。それから、報告書の中も美しく美辞麗句を連ねている形容詞のところは全部なくしたいと思っていますので、よろしく願いいたします。

○山名座長 それで、大体議論が進んでおりますが、今後の取り組みの中で大きなところがありまして、それは私の紙の3ページの上のところにあるのですが、2ページの下からいきましよう。こういう考えを共有できるかという提言ですが、「共通的な課題」と書いております。

「いずれにシステムに関しても、基礎的なデータの獲得に苦労している」。先ほどの自己採点でもありました。「実際のMA資料の入手が国内では困難であること、これを多量に扱って試験をする施設に限界があること、核データの積分実験を行うことが出来ないこと、など。この基礎部分のデータの不足は、上記のいずれの概念にも共通である」。FaCTも含めて、「どのシス

テムのためということなく、共通に、これらの不足部分を埋める努力が期待される。全ての概念の実現性が評価できるようになるため、あるいは、システムの安全データを獲得するためにも、MA核種利用可能の臨界集合体施設、このための燃料調製施設などの設置が期待される」と、ちょっと一歩踏み込んで私は書かせていただきました。

結局いろいろ議論を聞いてみると、さっきの話で、工学段階をやっているのだけれども、一番基礎のところは実はないんだとか、ずっこける話が一番怖いわけです。それをやっていると、最後に工学になったときに大変な問題が発生するという事例も幾つかあるわけでありまして、そこは素直に我々は反省すべきである。本当に分離変換をやるために基礎データが要るのであり、そのための施設が要るのであれば、お金はかかってもそれは要求すべきだというのがこの会の結論ではないかと私は感じたんですが、このあたりはいかがでしょうか。ちょっとご意見を伺いたいと思います。佐賀山さん、どうぞ。

○佐賀山副部門長 こういうものが不足しているということをはっきりさせて、それをやるためにはこういう施設が要るということをはっきりさせるところは非常にそのとおりだと思うんですが、では今それを日本で調達するか、海外に依存するかとか、海外の施設が使えないかとか、ぜひそれをあわせて、ひっくり返して、何か報告書の文章を見ると、日本にまず要るんだ、ただそのときには海外のことも少しは見ているからと書いているような気もちょっとするので、むしろその部分もファクトとして見た上で、それでどういう方向が期待されるかとか、そういう形の整理にさせていただいたほうがいいかなと思います。

○山名座長 当然ながら、国際協力を含めた戦略的な、一番安くておいしい方法を選ぶというのは当たり前な話ですから、まさにそれを考えることが大事だという提言になると思います。こういうことは本当は原子力委員会で議論される話でありまして、恐らく研究開発専門部会とか、そういうところでも議論が始まるのではないかと考えております。

井上さん、どうぞ。

○井上首席研究員 ちょっと私は前にも一回申し上げたこともわかりませんが、どうもこの「設置が期待される」となると、また新しく設置するとどうしても私はとるんです。けれども、これは前に申しましたように、私は今日本には施設は十分にあると思います。ただ、その使い方、規制、その辺のところをしっかりと分析して、本当にどういうものにするのかというのは考える必要がありますが、だから「設置」と書くのは私はちょっと……。

○山名座長 もちろんそのとおりで、佐賀山さんがおっしゃったことも含めて、ここの最後の文章は「などの施設が必要であるから、既存施設の有効利用、海外との協力等を含め、戦略的に検討する必要がある」ということでございますので。

ほかに今後の取り組みについて何かご指摘がありましたら、もう時間が余りないんですが、いかがでしょうか。

それでは、急に出てきてなかなか意見もないという気がいたしますので、先ほどの報告書原案、それから今配付しておりますような意見等も参考にさせていただいて、なるべく早く大事なところを事務局に上げていただきたいわけです。特に、余り細かいところというよりは、今言いましたような大きなところ、この委員会としての結論として言うべきところをどんどん提言していただきたいと思います。あと5分ほどあるのですが、今ここで何かありましたらお聞きしたいと思いますが。多分、手順といたしましては、今ここでありましたような意見を受けて、さらに皆さんからの意見を受けて、報告書はかなり相当抜本的に書き直す形になるかと思いま

すので、それはこちらにお任せいただいて、それをもとにまた次回にご議論いただくということになると思います。

特にございませんか。はい、どうぞ。

○近藤委員長 一言。海外のところ、海外の研究開発の現状とあるところについて、これも私どもが勉強すればいいんですけども、今ご指摘の海外の研究施設の現状です。何を何gどう扱えるかとか、そのファクトを集めて書いていただくといいなど。私も事務局に言うべきだったのですが、例えばアメリカのところについては何となくポリシーが書いてあるだけで、これを例えばオークリッジの連中が見たら、アメリカのオークリッジのエンド・ツー・エンドのプログラムのように、恒常的に超ウラン元素をいわば商売で売っている会社があるわけです。これは何g抽出がどうのと書いたけれども、それだけだとしたら恐らくほとんどアメリカを見ていないことにほかならないぐらいなので、非常に基本的なインフラのところの現状についての整理が抜けていますので、ぜひこれについての情報をお持ちの方はお出しただけるとありがたいなと思います。

○山名座長 それでは、その部分も補強するというにさせていただきますと思います。

最後に、まだ2～3分あるので、さっき若林さんの意見の最後の紙に、今の委員長の海外の、いやいや、これは希望が書いてあるんです。表がありまして、炉物理実験をやるためにどういふものがどの程度必要かと。利用可能な既存施設というのがありまして、FCAとKUCA、KUCAはちょっと無理だと思いますけれども、FCA、それからBFSですか、それからMASURCA、こういうのが書いてありまして、確かにどこで何ができて我が国に何が無いのかが私もよく理解できてなくて、その左に書いてある取り扱い量は、部分模擬臨界実験だと10kgオーダー必要であると書かれておりますが、大体こんなところなんではしょうか。何かこの海外の施設や国内でどういふ施設が必要かということに関してご意見等ございませんでしょうか。山根先生、炉物理ということで。

○山根委員 かなり前になると思いますが、原子力学会の中でMAを扱うような施設をもし造るとすればどういふものが要るかといった検討をしたことがあると思います。それはちょっと古くなると思いますが、参考にはなると思いますので、それを一度参照するのが良いと思います。ただ、どのぐらい詳しく書いてあったかはちょっと忘れまして。けれども、どういふ実験項目がどのようにできないといけないかというあたりはかなり詳しく記述してあったと思っていますので、それをぜひ参照されたらと思います。

○山名座長 大井川さん。

○大井川研究主幹 今、原子力学会でそういう炉物理の実験施設でどういふことができるかというのを検討している研究専門委員会がありますので、その議論を少し入れて表をつくるというのは可能なんですけど、海外についてどこまで整理できるかというのは今簡単にはお約束できないかなと、機微情報ということもあると思いますので。ということで、そのような整理はトライしてみたいと思います。

○山名座長 ありがとうございます。

いずれにせよ、報告書の中には、我が国において今何が足りないかということも含めて、その辺も詳しく書くことになると思いますので、情報をよろしくお願いいたします。

ほかに何かございますでしょうか。

それでは、審議は以上といたします。

事務局から、その他何かございますか。次回の予定をお願いします。

○牧補佐 それでは、きょうはどうもありがとうございました。次回に向けて報告書のブラッシュアップをさらに図りたいと思います。

次回の会合ですけれども、2月26日木曜日の朝10時から、こちらの同じフロアにあります第2特別会議室で開催する予定でございますので、よろしく願いいたします。

以上です。

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

午後 0時33分 閉会