

原子力委員会 研究開発専門部会（第 8 回）  
議事録

1. 日 時 平成 21 年 3 月 17 日（火） 13 時 30 分～ 15 時 40 分

2. 場 所 中央合同庁舎 4 号館 共用第 3 特別会議室

3. 出席者

専門委員

大橋部会長、澤委員、知野委員、中西委員、前田委員、宮崎委員、  
武藤委員、山名委員、山中委員

招へい者

佐藤日本製鋼所常務取締役

楠橋日本製鋼所技監

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

関係機関等

中澤文部科学省研究開発局原子力計画課課長補佐

上田経済産業省資源エネルギー庁電力・ガス事業部原子力政策課企画官

中島独立行政法人日本原子力研究開発機構理事

事務局

土橋参事官、牧参事官補佐、渡邊参事官付主査

4. 議 題

（1）原子力技術の産学官連携、技術移転のあり方の検討

（2）プロジェクト研究と基礎基盤研究の連携のあり方の検討

（3）分離返還技術検討会 報告書(案)について(報告)

（4）その他

5. 配布資料

- |         |   |
|---------|---|
| 資料第 1 号 | 室蘭製作所における原子力発電機器用鍛鋼用の取組み<br>(日本製鋼所常取締役 佐藤育男氏) |
| 資料第 2 号 | 改良型沸騰水型軽水炉(A B W R)開発について<br>(電気事業連合会)        |
| 資料第 3 号 | 東京医科歯科大学における産学連携の例<br>(前田委員)                  |
| 資料第 4 号 | 基礎・基盤研究とプロジェクト研究の連携について<br>(日本原子力研究開発機構)      |
| 資料第 5 号 | 分離変換技術検討会報告書(案)概要について                         |
| 資料第 6 号 | 研究開発専門部会(第 7 回)議事録                            |

参考資料(机上配布のみ)

研究開発委専門部会「ご意見を聴く会」チラシ  
分離変換技術に関する研究開発の現状と今後の進め方（案）

## 6. 審議事項

(大橋部会長) お忙しいところご参集ありがとうございました。定刻少し過ぎましたので、第8回研究開発専門部会を開催したいと思います。

本日は、委員では小泉委員がご欠席との連絡を受けております。

本日の議題は3つありまして、原子力技術の産官学連携、技術移転のあり方の検討、プロジェクト研究と基礎・基盤研究の連携のあり方の連携というのが最初2つあります。これは事務局で前々回にまとめました4つの論点のうちの残りの2点で、今日の前半でご議論いただくことになっております。3点目は、分離変換技術検討会の報告書ができましたので、ご報告をお願いしております。

まず、事務局から配布資料のご確認をお願いします。

(渡邊主査) それでは失礼いたします。席上に配布いたしました資料の確認をさせていただきます。

まず一番最初は、議事次第でございます。続きまして、出席予定者でございます。こちらは恐縮でございますが、山中先生が欠席となっておりますけれどもご出席いただいております。誠に申し訳ございません。裏が座席表になってございます。

続きまして、資料第1号でございますけれども、「室蘭製作所における原子力発電機器用鍛鋼品の取組み」、日本製鋼所様からの資料です。資料2号が、「改良型沸騰水型軽水炉開発について」、電気事業連合会様からの資料です。資料第3号が、「東京医科歯科大学における産学連携の例」で、前田先生からの資料となっております。資料第4号が、「基礎・基盤研究とプロジェクト研究の連携について」、原子力機構様からの資料でございます。資料第5号が、A3になってございますが、「分離変換技術検討会報告書(案)概要について」、でございます。資料第6号が、前回の議事録でございます。あと机上のみの配布とさせていただいておりますけれども、「分離変換技術に関する研究開発の現状と今後の進め方(案)」ということで、こちらは分離変換技術検討会の報告書の案でございます。また、原子力委員会の「ご意見を聴く会」というチラシが1枚ございます。また「ETT NEWS&REPORT」という冊子、あと文科省グローバルCOEプログラムで「世界を先導する原子力教育研究イニシアチブ」、こちらについても机上にお配りさせていただいております。前回の議事録につきましては、事前に委員の先生方に確認をいただいておりますのでございます。不足している資料等ございましたら事務局のほうまでお願いいたします。

以上でございます。

(大橋部会長) ありがとうございます。

それでは、論点4のうち前回は、論点1と4、「原子力研究開発に係る資源・体制のあり方」、論点4が「大型研究設備の有効利用、環境整備のあり方」ということでご議論いただきました。本日は、先ほどご紹介申し上げましたように、順番からいきますと論点3の「原子力技術の産官学連携、技術移転のあり方」、論点2の「プロジェクト研究と基礎・基盤研究の連携のあり方」についてご議論をお願いしたいと思います。

前回に引き続き、課題克服のための処方箋みたいなものが導き出せれば非常に有効です。通り一遍の議論をしてもあまり意味がないので、ぜひ前向きで面白い議論を期待します。

今回も原子力委員の先生方に政策評価の構成員との位置づけで議論に加わっていたた

くほか、文部科学省、経済産業省にもオブザーバー参加いただいておりますので、ぜひ補足、ご議論をお願いしたいと思います。

それでは、早速ですが、議題1の「原子力技術の産官学連携、技術移転のあり方の検討」ということで、本日は、これまでと多少趣向が変わりますけれども、原子力機器用大型鍛鋼材のシェアを80%誇っておられまして、ビジネスモデルとして1つの理想的な形を実現しておられます日本製鋼所から、常務の佐藤様と技監の楠橋様に来ていただいております。技術開発面での成功の秘訣などをお話いただきまして、この論点に関する議論の1つの切り口にしたいと思います。

また、材料開発という意味で、その次の議題になります基礎・基盤研究とも関係しておりますので、あわせてご参考にさせていただければと思います。

それでは、常務の佐藤様から資料のご説明をお願いいたします。

(佐藤常務) ただいまご紹介いただきました日本製鋼所の佐藤でございます。

この場に相応しいかどうかかわからないのですが、近藤委員長のほうからぜひ今室蘭で取り組んでおります原子力機器用の材料について紹介していただきたいとありましたものですから、お断りすることもできず、説明したいと思います。よろしくお願いいたします。

資料1号、これで室蘭製作所における原子力発電機器用鍛鋼品への取組みを説明したいと思います。

次のページを見ていただきますと、室蘭製作所の全景がございます。私どもの工場は、明治40年に、北海道室蘭の地で操業を開始しておりまして、今現在、約2,400名の従業員で24時間工場稼働しているという状況でございます。

お手元に、「ETT NEWS & REPORT」というのがございます。この8ページのところに、「フォーラム・エネルギーを考える会」の茅先生をはじめとするメンバーの方が日本のものづくりを訪ねるということで、昨年11月に室蘭製作所を訪問されて立派なレポートを書いてくださいました。室蘭製作所を見ていただいた感想が書いてありますので、ぜひ後ほどでも見ていただければというふうに思います。私の説明よりもむしろこちらのほうが迫力があってよろしいのかなというふうに思っています。

それでは、お手元の資料に戻りまして、3ページ目に入ります。

私どもの室蘭製作所というのは、日露戦争の後に兵器の国産化をしようということで、北海道室蘭の地が選ばれました。当時は北海道の夕張地区に北海道炭礦鉦汽船という炭鉦会社がありまして、もともとは石炭を室蘭港まで運ぶ鉄道を運営していたわけだったんですが、鉄道国有化の際に、その鉄道を売却して資金を得ました。それから、当時井上角五郎、また元勲伊藤博文公等々、何とか兵器を国産化しよう、そのために鉄鋼をつくろうというようなこともありました。そこで、最高の技術を持っていた英国のアームストロング、アームストロング砲で有名でございますけれども、それからビッカース、戦艦「三笠」をつくった会社でございますけれども、その2社と北海道炭礦汽船ということで、日英合弁会社がこの室蘭に、アジアでは民間最大の武器工場ということで創立されました。それが1907年、明治40年になるわけです。

4ページに入りまして、終戦を迎えまして、民需転換ということが余儀なくされております。

左の上のほうの写真に、41センチ榴弾砲とありますけれども、これは大正15年にこ

の工場で作りました。これは長さが18メートルから19メートルございます。いわゆる鍛鋼品で作られています。当時、その後にできる戦艦「大和」の46センチ砲ができるまでは、世界最大の砲身であったといわれております。

その技術を今生かして、高強度高靱性、低合金鋼等々の製造技術というものが民需に転換されたのが、まず第一に発電機用ロータシャフトという製品でございました。今現在は、600トンという世界最大の鋼塊からつくられる一体型低圧ロータ、一体型LPロータと呼ばれているものです。この技術に結びついているということになります。その間、昭和15年には1万トンの鍛造プレスができて、昭和25年にはロータシャフトの生産に入っているわけです。

昭和36年に私どもの工場は初めて原子力用の材料に取り組んでおります。これは、東海1号炉のRPV用の鋼板でございます。これは当時スコットランドから輸入したわけですが、残念ながら欠陥がありまして、全数廃却になって、その代品を室蘭の工場で作りました。それが非常にうまく行きました、その後、私どもが原子力材料に取り組んできているという経緯でございます。

その間、原子力発電所の出力が増大するに伴いまして、使用する材料、これも大きくなってきておりますので、それをつくる鋼塊、この大きさも250トンから現状の600トンまで、順次大きくする技術開発がなされてきております。

さらに、原子力発電所は出力が大きくなっておりますので、大きな材料が必要であるということで、平成15年には14,000トン鍛造プレスというものを設置いたしまして、今現在、設備とそれから伝承または進化した技術、技能で、高品質鍛鋼品をつくっているというのが現状でございます。

次のページに、私どもの原子力発電機用鍛鋼品の製造実績を紹介させていただきます。このグラフは1970年から、全世界にこれまで納めてきた原子炉圧力容器用部材、それと蒸気発生器用部材について、青色と黄色で表示しております。このほかにも、原子力発電所には配管部材ですとか、ポンプですとかいろいろつくっていますが、それは入っていません。

当初、70年代は、やはり新規原子力発電所ができた時代であり、圧力容器を中心とした鍛鋼品を納めております。

その後、事故がありまして、非常に原子力材料の需要が停滞している時期がありました。これは非常に苦しい時代だったわけですが、少しでもこの製造技術、製造体制というものを残そうとして、共産圏を除く世界の市場に参りまして、ドイツを中心に、またアメリカ、そういうところの発電所部材を継続して注文を取ってきました。そして、1990年代にここに入りますとアメリカを中心として蒸気発生器をリプレイスするという需要が出て参りました。

そのときに、従来鋼板でつくった容器、それから鋳鋼でつくった容器を鍛鋼に変えていくというような需要がございまして、この黄色の部分が1990年代に急激に延びてきております。

それから、取替えの需要というものを経て、今現在、後ほど紹介いたしますけれども、原子力ルネッサンスに向けた非常に多くの需要が予測されているというような状況でございます。

2007年までに、約1,700ピース以上、国内で58プラント、海外で20カ国165プラントの発電所に納入させていただいている実績があります。先ほど、非常に高いシェアと

言いましたけれども、大型鍛鋼品については非常に高いシェアを持って製造しています。

次の6ページです。これまで私どもが一貫して、ものづくりというものを継続してきたわけですが、それに対応する1つは、原子力発電所の単基出力のアップ、安全性・信頼性・保守性の向上、それからI S Iの低減等々、それに対応すべく使用される材料の大型化、一体化、鍛鋼化ということを進めて参りました。これは压力容器のレイアウトをいかにシンプル化するかというところにつながってくると思います。

それともちろん材料の高品質化、信頼性向上、それと次の世代の炉の開発というものを進めてきました。一方では、ものづくりを継続しなければなかなか技術、技能というのは伝承いたしませんので、人材の育成を行って参りました。また特に原子力発電所の場合は、品質保証体制というのが非常に大事な項目です。非常に多くの人を要しながらものづくりをするということになりますと、やはり実際のものがなければ継続できませんので、先ほど言いましたように、海外に向けた市場へ参画させていただき、それとものづくりNo.1を絶えず追及してきたというところがあるかと思います。

その1つのものとして、7ページにありますけれども、先ほど話をしました、現在世界最大の600トン鋼塊というのが86年に開発して実用化されております。ここで250トンというところの、昭和43年ごろのものがおりますけれども、今現在世界的には大体200トンクラスの鋼塊が安定してつくられるのが普通です。ヨーロッパの鍛造メーカーなどがそれをやられていますけれども、これを超えるものを品質を安定してつくというのが我々の製造技術がほかと差別化できるところだと思っております。

250トンから400トンの間にブレイクスルーがありまして、非常に高品質で、清浄度の高い大型の鋼塊をつくるということがこの過程で確立されてきております。写真に600トン鋼塊の大きさが見えると思いますけれども、径4.3メートル、高さ4.3メートルという非常に大きなものでございます。

今現在、さらに原子力発電所の出力がアップすることが予定されております。これは、A P W Rとかそういうものがありますので、さらなるアップとして、650トン鋼塊の開発を進めているところでございます。ここ2年ぐらいでこの製造技術を確立したいというふうに考えております。

8ページです。そういう大型の鋼塊を加熱いたしまして、ここでは14,000トンのプレスというもので、鋼を鍛え錬って、形をつくっていくというプロセスに入ります。

これは、各1250度ぐらいに加熱した鋼塊の写真が左側でございまして、それをプレスで鍛え錬っているというところでございます。

こういうプレスを使って、大型のリングをつくります。鍛造リングです。鍛造リングをつくる方法として、普通は、9ページにありますけれども、機内鍛造技術というのがございます。ちょうど先ほどのE T Tのレポートの中に、リングをつくるプロセスの写真をまとめてくれていますので、後ほど見ていただければ、どういうふうにして一体型の鍛造リングができるかというのがわかると思います。5ページに入っております。鋼塊の中心に穴をあけまして、そこに芯棒を入れることによって、上から押すことによって、径を広げていくというプロセスで、シームレスの継ぎ目のない鍛造リングができます。この鍛造リングができる大きさがどこまでできるかというのがほかのメーカーの技術との差別化につながります。

普通の鍛造技術でいきますと、外径は大体6メートルぐらいまでしかできません。9

ページに、図と写真がございますけれども、機外鍛造技術というものを開発いたしました。これでいきますと10メートルまでできるという技術を開発しました。

これによって、いわゆるBWRの大型の圧力容器もシームレスでできるという技術につながっています。この方法は、西ドイツでPWRをつくる際に、ウエスティングハウスから西ドイツに入ったわけですが、ウォーターギャップを取るために径を大きくいたしました。そのときには径の大きさが5メートルを超えておりました。したがって、世界ではどこでもできませんでした。それをこの方法で一体型にしてつくりました。そのため、西ドイツのPWRの部材は室蘭から全て出ているという状況につながっております。

それから、10ページでございます。さらに、大きなリングをつくるばかりでなくて、いかに一体型の鍛鋼品をつくるかという技術をここで紹介しております。これは、型入れ鍛造法というものです。左下の写真、クロージャヘッドとありますが、これはPWRの上の部分です。昔はかがみとフランジは別々につくりまして溶接しておりました。溶接を減らすために、こういう一体型のものをつくり上げました。同時に蒸気発生器の上の部分、上蓋、下蓋、このように複雑な形状をしているんですけども、従来ですと鋳鋼品でしかできなかったものを鍛鋼品に変えるというような鍛造技術というものを開発いたしました。こういう一体型の製品をつくるようになりました。

最近の実績が、11ページ以降にまとめております。

これは、ABWRの鍛鋼品でございます。大体径が7メートルを超えるところにあります。

この黄色で書いてある部分が600トン鋼塊からつくる大型のリング材、またボトムペタル、非常に特徴のある製品ですが、こういうものが開発されており、ナンバー9、ナンバー10という製品が今製造中でございます。

次ページが、フランスのアレバで開発された世界最大の出力を持つEPRです。これにつきましても、ノズルシェルフランジ、これは600トンの鋼塊からつくりませんが、ノズルがセットインタイプからセットオンに変えて、フランジとノズルの溶接をセットオンにして、シンプルな形で溶接できるようにして、100パーセント検査が可能であるという構造になったものでございます。これは非常に大型のリングができるという製造技術からこういうようなデザイン変更をして、より信頼性の高いものとなりました。蒸気発生器についても同じでありまして、今現在、4番目あたりのプラントのものを製造中です。

AP1000、ベッセルフランジ、チャンネルヘッドといったところが、大型鋼塊からつくられる非常に特徴のある鍛鋼品だと思います。今現在、ナンバー2あたりのところを室蘭で製造しているという状況でございます。

そういう中で、14ページに今後の課題ということで書いてあります。

1つは、私どものような材料メーカーとして今後どういう役割があるんだろうかというものをまとめたものでございます。非常に、需要が増えて参りますので、設備の近代化、これは製造能力なり生産性をアップ、また安全の問題、環境の問題に対応したもののづくりというところ です。

それから、技術・技能の伝承でございますけれども、特にこのあたりが今大きな課題になってきております。特に、ものづくりは年齢層が空洞化している時代があります。40代前後はほとんどいないという状況がありますので、このあたりをいかに技術・技

能を伝承して人材を育成するかというのが課題になっております。あわせてこれから  
の材料の開発のというものが必要だろうというふうに思われます。

15ページに、設備の状況についてちょっとまとめております。これは生産能力をま  
とめたものでございます。ちょうど真ん中のところに、600トン、300トンの鋼塊の数  
量がどのくらいできるかということを示しています。次が、250トンクラスのもので  
す。これもどういうものができるかということで、これまでは大体24個とか200個を年間つ  
くっていたわけですが、これまでに少し設備投資を進めまして、今現在、2008年あた  
りのところですね。44個、320個というところまで設備能力を上げました。今現在の原  
子力ルネッサンスを考えますと、これでは足りないだろうということで、65個、460個、  
さらにステップアップして、86、540というような生産設備能力を上げた工事を進めて  
おります。2007年から2010年度ぐらいまでで、私どもにとっては非常に大きな額で  
すけれども、800億の投資をして、今現在工事を進めているところであります。それによ  
って、私どもとしては、年間に原子力プラント12基分の材料が供給できるようになる  
であろうということです。これは大体一昨年に比べて3倍ぐらいの能力アップをする  
という計画です。

最後のページになりますけれども、これは今いろいろな面で、私どもが世界に材料を  
納めている中で、どういう支援をこれからしていただきたいというか、少し課題があ  
るなというところを述べさせていただいております。

1番が、国際市場展開への支援ということで、輸出許可が非常に厳しい状況になって  
おります。これは貨物と技術の問題の両方がございます。いわゆるプロジェクトが確  
実に決まったエンド・ユース・ステートメントがあったベースで、やっと輸出できる  
という状況になっております。それから、技術的な情報をいかに提供するか制約があ  
るということです。

先ほど、EPRなり、AP1000という開発が10年ぐらい前から検討しました。これ  
は、技術をお互い話し合いながら決めていった経緯があります。今は、このあたりが  
非常に難しい、制約があるという問題がございます。

かつこれから、数多くの原子力プラントが発注されるようになったときに、最終プラント  
が決まらない状態で、ものづくりをしなければならないというようなこともこれから  
検討されております。国際的にはですね。ただし、今それは日本ではできませんので、  
このあたりがこれから我々が世界に出ていくときに1つ障害になるなということでご  
ざいます。

それと二国間協定がない国、これは最近インドの問題があるんですけれども、フラン  
スとインド、アメリカとインドが提携してくる中で、アメリカ、フランスが開発した  
第三世代の炉の材料がなかなか入れられないという問題、これが今後出てきます。こ  
のあたりにどう対応していくかというのが私どもにとっても課題であります。またい  
ろいろな面で支援をしていただかなければならないというふうに考えております。

それから、人材育成の支援、これにつきまして、私ども今進めておりまして、今こ  
こに書いていますけれども、平成20年から室工大とこのようなシステムのプログラム、  
人材育成をやっております。10分の1の圧力容器をつくる、その試験をするというプ  
ログラムに入った形で、学生と一緒にやっていくというようなプログラムで、  
これは非常にいい試みだということでちょっと紹介させていただきました。

それから、我々次世代の材料の開発で、特にFBRや核融合でございますけれども、



F B RについてはJ A E Aが進めているプログラムの中で、9 C rとか、316 F Rというところの材料を今一緒になって進めさせていただいております。

また、核融合については、84年から開発した超電導の非磁性鋼というものを開発させていただいた経緯がございます。このような支援は私どもにとっても有効であるなということで、この点を紹介させていただきました。

どうもありがとうございました。以上で、私どもの説明を終わります。

(大橋部会長) ありがとうございました。

それでは、せっかくの機会ですので、何かご質問があれば承りたいと思います。

(中西委員) 100年と非常に長い歴史のある有名な会社だということなのですが、資料を見させていただきまして、14ページと16ページに1つずつ聞きたいところがあります。

今日いただいた資料からは非常に素晴らしい成型技術を持った会社だと理解されますが、14ページに技術力の継続と進化と書いてあります。トータルな原子力関連の技術を考えた場合には、成型だけでなく、材料そのものの研究が必要だと思います。材料の進化についてもここに入っているのでしょうかということが1つです。

それから、もう1つは、16ページですが、国際市場ということが出てきます。市場についてですが、国内での競争はどうか、また国外での競争はこの分野ではどのようなのでしょうか、特に中国や韓国におけるこの分野の技術の進捗というのはどういうように考えているのかについて少し伺えればと思います。

(大橋部会長) ありがとうございました。

いかがでございましょうか。

(佐藤常務) 私どもは、技術開発の継続進化、これは成形技術が1つでございます。また、やはりもともとは材料の清浄度をいかに上げるか。いわゆるクリーンな鋼をつくるかというのが第一です。先ほど鋼塊の大きさのお話をしましたけれども、その中の清浄度、いかにクリーンな鋼をつくるかということでやっております。特に、鋼においては、リンですとか、イオウというのは不純物元素と呼ばれています。これをいかに精錬技術で低くするかというのが1つの技術開発になります。

それともう1つは、先ほど、スコットランドの板が廃棄になりましたというのは、鋼の中に水素成分が入っており、これは遅れ破壊を起こす可能性があります。したがって、鋼をつくるときは、真空技術、真空処理をして、水素成分ですとか、酸素成分といったガス成分をいかに低くし、鋼をいかにクリーンにつくるかということが第一で、それから成形技術というふうにつながってきたと思います。

それともう1つは、国内でも原子力材料をつくっているところはもちろんございます。海外でも、原子力材料をつくっております。先ほど言ったように、非常に大きなものですから、200トン以上の鋼塊からものをつくることを安定的にきちんと数多く実績を持ってやっているところは少ないというのが現状でございます。

1つの原子力発電所をつくるときに、いろいろな材料が必要になります。私どもが一番得意な大きな分野、それから高い品質のものをつくる場所、そういうものの住み分けをしながら、つくっていているというのが今の現状かと思います。そういう意味で、先ほどのE P Rの表をご覧くださいと、最初のころは全部担っておりました。ところが、だんだんと、これはやはり大きなところは、うちの特徴をもってつくるし、それ以外のところはほかのメーカーさんもありますので、そういうことでやっているというのが現状でございます。

(大橋部会長) ありがとうございました。

そのほかいかがでしょうか。

中西先生の2点目の質問に少しくつつけると、これからのご予定として、供給能力を2倍、3倍にしていかれるということで、技術的にもうほかの追従は許さないというようなことでしょうか。

(佐藤常務) そうですね。こういう大型のものについては、やはり我々はもう技術的にも能力的にもナンバー1でありたいというところのあらわれだと思います。

(大橋部会長) ありがとうございました。

そのほかいかがでしょうか。

(近藤委員長) お話を今日お聞きしていて、私ども、御社おもちの我が国の宝を効果的に生かす政策をとというのは注文を受けたような気がして、身が引き締まる思いでした。で、一言御礼申し上げます。

(大橋部会長) ありがとうございました。

それではただいまご説明いただきました佐藤様、楠橋様、これからご予定がおりということですので、ご退席されると伺っております。お二方、お忙しい中、本当にありがとうございました。

(大橋部会長) それでは、引き続きで恐縮ですが、これまで軽水炉技術開発の中で、1つを実用化したモデルケースがあります。その80年代に実施されました第三次改良標準化計画で、ABWRを実用化したということだと思います。

本日は、電気事業連合会殿より当初取組みの概要、実用化への課題克服のポイントなどをご説明いただけるということで、これは武藤委員からご説明お願いしたいと思います。よろしくお願いいたします。

(武藤委員) それでは、資料2で、ABWRの開発の経緯等についてご説明をしたいと思います。

1 ページめくっていただきまして、目次です。この順番で話をしたいと思います。

2 ページ目は、言うまでもございませんけれども、1960年ころから軽水炉が入ってきているということで、BWRとPWRのそれぞれが商用化されました。

3 ページ目ですけれども、その中で、我が国でどうやって軽水炉が使われてきたかという、これも復習みたいな資料でありますけれども、3回にわたる改良標準化をして、技術の改善改良を進めて参りました。当初、60年代は米国のBWRはGE社、PWRはウエスティングハウス社からの技術導入であったわけですが、70年代後半から安全性、信頼性を高めるということで、技術開発を進めて、それをプラントに反映しながら、建設を進めてきたということでもあります。

一次改良標準化というのが1975年から77年まで行われたわけですが、その後、第二次改良標準化が78年から80年ということで、これからお話するABWRはその後の1981年から85年にかけて行われました第三次改良標準化の成果であります。

4 ページ目ですけれども、この改良標準化では、国と民間とが役割分担をしながら開発を進めてまいりました。民間側では、開発研究をやったわけですが、その中でも、電力会社が自分でやったもの、あるいは電力共通でBWR電力がメーカーさんと開発したものがございました。

主に、国側では実際のコンポーネントについて、安全性、信頼性の実証試験、確証試験を担っていただいたわけでもあります。

NUPECとありますけれども、当時は、原子力発電技術機構です。ABWRの例で言えば、1つの特徴でありますインターナルポンプの確証試験を行っていただいたということがあるわけですし、そういった実績といいますか、実証を踏まえてABWRの採用が決まったということです。柏崎刈羽の6号機と7号機がそれぞれ90年代の後半に営業運転に入ったということでもあります。

5ページ目ですけれども、国と民間とで研究を進めましたので、開発費につきましても、総額約700億ですけれども、電力、メーカー、それから国とでそこにございますようなことで、分担をして開発したわけでもあります。

6ページ目に、どんなことを目標に据えて開発をしたかということが書いてあります。標準化はもともと導入したアメリカの設計をよりよいものにするということで、取り組んできたわけです。次世代の一番いいBWRをつくろうということで、それまでに経験してきたBWRの課題について解決するということで、1つは、安全性をより高める一方、経済性では既存のものを上回るということです。それから、運転員の負担の軽減、自動化なんかも取り入れました。それから、被ばくの低減、廃棄物量の低減です。それからこれは実証性ということともつながるわけですが、世界中を見て、利用可能な一番いい技術を集めてきて、プラントとして組み立てるということで、当時ヨーロッパで実績がありましたインターナルポンプを採用するといったようなことで、プラントの概念をつくったわけでもあります。具体的な安全性、信頼性は当然従来の軽水炉を上回るということを目指したわけではありますが、具体的な数値目標を掲げながら開発を進めておりました。

幾つか要素技術の例が7ページ以降にありますけれども、1つは今申し上げましたインターナルポンプであります。BWRの場合は、原子炉圧力容器から、再循環系の配管が外に出て、外置きのポンプで原子炉の中の冷却水を循環させるというのが従来の設計だったわけです。このポンプを原子炉圧力容器の中に設置して、点検、保守の人工を減らすとか、あるいは作業時の被ばく線量を減らすといったようなことを目指しました。それから、再循環ポンプが原子炉圧力容器の中に入るとことは重心が下がる、あるいは耐震性が上がるといったようなこと、さらには格納容器も少し小さくできるということです。それから、安全性という観点でいきますと大変大きな口径の配管が原子炉圧力容器につながっていた従来の設計と比べますと、そうした大きな口径の配管がなくなりましたので、一番大きな配管、この場合は、給水の配管であるとか、あるいはECCS、非常用炉心冷却系の配管が破断したような場合でも、原子炉が露出しないような設計が可能になっているということでもあります。

8ページ目ですけれども、今申し上げたような事情で、格納容器を少し小さくできたということです。遮蔽壁に耐圧強度をもたせて、鋼製ライナーに耐漏えい機能を持たせるというようなことで、構造の合理化を図っています。それから、原子炉建屋と一体構造の格納容器にしたということです。その結果、ライナー付鉄筋コンクリート製の格納容器を使うことで、建設時にも格納容器と建屋と一緒に下からつくっていくことが可能になったということで、大幅な建設工程の短縮が可能になったという特徴があります。

建設工程というのは、プラントの建設のときに非常に大きな指標の1つですが、9ページにありますように、柏崎刈羽の3号機、これが従来型のBWRですけれども、それと比べまして、大幅な工程の短縮が可能になっています。

欧米のプラントではよく最初のコンクリートの打設から燃料装荷までの期間で、この建設工程を定義して比較いたします。そのファーストコンクリートから燃料装荷までの期間でとりますと、柏崎刈羽の3号機は43カ月でありましたが、柏崎刈羽の6号機は37カ月ということになります。

それから、もう1つ、要素技術をご紹介しますが、10ページ目です。微調整が可能な制御棒駆動機構、FMCRD、Fine Motion Control Rod Driveというのがあります。従来のBWRの制御棒の駆動機構というのは、水圧駆動でありまして、軸方向に24カ所の位置をとれるような設計であったわけですが、それをさらに微調整が可能な電動駆動に取り替えることで、軸方向に200ポジションの位置をとれるようにしています。さらに電動駆動になったということで、最大26本まで同時に操作が可能だということで、原子炉の起動時間の短縮、あるいは運転の自動化といったようなことが可能になっております。さらに、安全性という観点では、この電動駆動による通常時の挿入、引抜きにくわえて、水圧駆動の原子炉スクラム機能を設けており、多様性を持たせて信頼性を向上させています。

それから、11ページですけれども、中央制御盤も新しく設計し直しました。中央制御盤の進化が写真で出ておりますけれども、第一世代はこうした計器、メータ類と操作スイッチ類の組合せでできていたわけですが、第二世代では、CRTを多用しまして監視体系を充実強化したわけですが、さらに、第三世代、ABWRでは、大型表示盤で情報を即時に共有するとか、あるいはフラットディスプレイによるタッチオペレーションであるとか、警報を集約、階層化、デジタル化の制御といったようなことで、大きな改良を図っております。

ABWRの建設実績が12ページにあります。国内に運転中のものがそこにある4基で、建設中、計画中が4基です。それから、海外でも台湾、サウステキサスプロジェクトといったようなことで計画されているものがあります。

最後に、ABWRが比較的スムーズに開発された要因はいろいろあると思いますけれども、幾つか書いてあります。1つは、それまでの運転経験を踏まえて、具体的な技術的開発目標を設定したということです。それから、その中で、電力需要が大変に大きく延びていく中で、東京電力の柏崎6号、7号という具体的な採用プロジェクトが比較的身近にあったということです。

それから、技術の採用に当たっては、実証性ということを非常に重んじて設計を考えました。設計そのものもそうですし、それからその下の関係機関の協調のところにも出てきますけれども、新しい技術については、NUPECに実証試験をお願いするというようなことで、新しい概念の設計ではありますけれども、運転を開始した後も、特に大きなトラブルもなく、順調に運転をできています。

それから、経済性、これは競合するタイプのプラントと比べて、十分に高い経済性が達成できたということです。

それから、最後に、関係機関が協調したということがありますが、具体的な柏崎刈羽原子力発電所6号、7号ということを前提にした電力の関与、それからメーカー3社が協力して共同作業を行いました。あるいは、研究開発機関も実証試験ということで、ご協力をいただくといったようなところが、ほかにもまだいろいろあるかと思いますが、成功要因として挙げられるかなと思います。

以上でございます。

(大橋部会長) ありがとうございました。

それでは、ここで、今ご説明いただきました内容に関して、何かご質問いただければと思います。いかがでしょうか。

それでは1点伺いたいのは、こういう国、電力、メーカーというセクターが分担をするようなときに、知的所有権が問題ないような形で切り分けを行ううのでしょうか、それとも何か特別な工夫があるのでしょうか。

(武藤委員) これは最初にメーカー各社と東京電力とで概念設計をするときに、その開発範囲内で行われたことについては、どういうふうに知的所有権を持つかということを決めてやっております。もちろんメーカー各社さんがもともと持っておられるものがたくさんありますので、これは対象とはなりませんけれども、電力との間では、特にABWRについては、そこは決めてあるということです。

(大橋部会長) ありがとうございました。

中西先生、お願いします。

(中西委員) 少し技術的なところでわからない点を教えていただきたいのですが、3ページと6ページの記述についてです。3ページでは、もともと米国の技術導入から始まったということが書かれていますが、現在は、技術面では完全に我が国が主導になっていると言えるのでしょうか、ということが1つ目です。

あと6ページの下のところ、**「BWRの特徴である単純さの追求を開発のコンセプトに・・・」**、と書いてあります。単純さの追求ということは、開発の原点に戻ることでしょうか。と言うことは、今まで開発してきた方向を根本的に見直すということを含んでいるのでしょうか。

それから、小さいことかもしれませんが、12ページの右のところ非常に気になります。**「さらなる展開も期待・・・」**というところですが、「も」になっているのです。普通は、さらなる展開が期待されると書くべきところだと思いますが、書いた人の気持ちがあらわれているような、つまりあまり積極性が感じられないのです。ここで終わりになっていいのかというような、そういう気持ちも少し伝わってくるのですが、これはどう解釈されるのでしょうか。

それから、最後のページですが、原子力というのは、やはり国と国との間の問題が多いと思います。この前も少し申し上げたかとは思いますが、グローバルな会社としての技術の独自性と国としての総括的な利益のあり方というのをどのように考えておられるかということ。以上3つ、お伺いしたいと思います。

(大橋部会長) ありがとうございました。いかがでしょうか。

(武藤委員) まず3ページです。導入技術から始まって、今外国に依存している部分があるのかないのかというご質問だったと思います。最初に導入した後、国産化して、さらに改良標準化で磨きをかけたということで、現時点では日本の設計というものがあるというふうに思っております。主導的ということをおっしゃったので、これは世界のマーケットの中で、日本の製品が主導的な役割を果たしているかどうかというご質問だとすると、ここについてはまだまだ残念ながらやらなければいけないことがたくさんあるということかなと思います。

それから、単純さの追求というのは、BWRは蒸気発生器がない、単一サイクルなわけですし、そういう意味で単純だということです。ここはむしろもともとBWRが持っている最初のよさは変えずに、設計のコンセプトとしては、革命的なものというよ

りは、むしろ一步進歩したエボリューショナルなものを試行したということです。むしろBWRのオリジナルの考え方に比較的忠実に、だけれども採用する要素技術についてはできるだけいいものを使ったと、そんな気持ちで書いております。

それから、最後の「も」というのはちょっとニュアンスの問題がかもしれませんけれども、海外でも興味を持っていただいている電力が複数社ありますし、さらなる発展が期待されているということだと思っております。

それから、最後、どういうところに価値を求めるかというところは、一番最初のご質問のそれぞれの世界の中で主導的役割を果たしているのかどうかというご質問の裏返しかなという気がいたします。どういうモデルといいますか、仕事のあり方を求めていくかということで、ここはこれからまだもう少し議論がいるところだというふうに思います。やはり日本の持つ強さ、先ほど、日本製鋼所からお話がありましたけれども、ものづくりの強さというのがあるわけです。一方、軽水炉というのはやはりどうしても最初は導入技術だったということで、全体サプライチェーンということを考えたときに一番頭の設計のところについて見れば、まだまだ日本独自でやるということについて、やるところがあるように思います。日本の持っている強さを柱にして、そこを膨らませていくといったようなことはこれからの課題じゃないかと思います。

(大橋部会長) ありがとうございます。

知野委員、お願いします。

(知野委員) 質問ですが、最後の13ページのところの一番最後です。関係機関の適切な協調のところで、規制の推進を一体で担う機関が参画したということを挙げていらっしゃるんですが、やはりそれをあえて書かれるというのは、やはりそういうやり方ではなかなか成功には結びつかないと、時間がかかったり、いろいろな面倒くさい手続きがあるとか、そういうことでしょうか。

(大橋部会長) ありがとうございます。いかがでしょうか。

(武藤委員) 前もこの席で少し申し上げたかもしれませんが、規制と推進というのは技術という側面で見ると、原子力の場合は安全でない技術を開発するというのはあり得ないわけであります。つくるときに安全であるものをつくるということなので、むしろ設計者の頭の中の整理としては当然に両方を追求するということになっていきます。NUPERCについてはそういう位置づけです。むしろ規制ということだけではなくて、実際に実証するということを柱に据えて試験をやっていただく、そういうことを申し上げたいということでございます。

とりわけ新しいもの、導入されてきた誰か別の人がつくったものを検証するということであれば、安全を確認するという動作があるんだろうと思いますけれども、白紙から新しい技術をつくるときにはむしろここは切り分けることは非常に難しいと思います。ただ、もちろんそれに対してきちんとレビューをするといったようなことは当然大事だと思いますけれども、開発の段階で両者を切り分けるということはなかなか難しい側面があるということだと思っております。

(大橋部会長) ありがとうございます。

(近藤委員長) ちょっとよろしいですか。お話は理解できますが、ここの表現、研究開発機関が規制をやっているかのごとくに読める表現は事実ではないから、間違いです。

で、武藤さんのおっしゃられたこと、規制行政機関側と新技術の研究開発を推進する

機関の間で、開発される新技術のどういう点が規制上重要な課題になり得るかについて開発の早い段階からコミュニケーションをとり、ここはここまでクリアにするべきではないかというような意見交換を行うことは、とても大切なことだというふうに整理したと思います。

私は、我が国はこの取組が緩慢で、したがって新技術の実用化に時間が掛かりすぎているのではないかと懸念しています。規制行政機関にとって大事なことは自分の頭で考えて、安全の判断を安全以外の要素を優先させることなく行うことであって、そのために利用できるものは最大限に利用すべきであり、ましてや、その機会を逃して、国民の税金を同じことに二度使うようなことにしてはならないと思っています。ですから、その経験を整理の仕方としては、研究開発を進める者は何が規制上の関心事かを早い段階から規制当局との間で打合せをして、研究開発の内容に利用できる成果が含まれるようにする、そういうところをコモンアジェンダとして持つようにすることが大事だ、としたと思います。

個人的なことになりますが、実はこの開発に関しては、私も規制側の技術顧問として開発課題のディスカッションに参加しました。そこで、これは安全審査の際に重要な論点になると考えたことを大きな声で指摘したところ、それが研究開発活動に反映されたと記憶しています。ここは、そういう説明をされたほうが誤解が少なくていい。この表現だとおっしゃるような誤解と心配を招くと思います。

(大橋部会長) ちょっとここは微妙なところで、先生おっしゃるとおりですけれども、その時代の流れとしてリソース、人、設備、資金がいわゆる規制側というか安全研究側に随分偏って流れているような現状があります。例えば次世代軽水炉の開発のときに、私は個人的なお願いとして、規制が研究開発に規制要件を出すというのをもう一步踏み越えて、規制が開発をしてはどうかという提案しています。要は、例えば燃料の開発なんかですと、新しい高燃焼度の燃料の開発を推進側がやるのか規制側がやるのかというのは結局同じデータをとることになります。全く同じデータをとって、それを180度違う方向から見ているだけです。国民のためにリソースを有効に利用するには、かつては近藤先生がおっしゃるとおりで規制要件を出しておいて、規制と推進を一体でというか、歩調を合わせて開発するということが適切だったと思います。今のようリソースが随分規制側にググッと寄っていますとものたないないと思いますけれども。

(近藤委員長) 規制行政機関というのは研究開発を推進する機関ではない。新技術を使う許可申請が出てきたら、これを許可していいかどうか判断するのが規制の業務なわけですから。ところが、そういう判断をする人を判断能力のあるエキスパートとして養成する必要があるところ、その人材育成手段としては研究に従事させることが必須なのですね。それから規制判断に使う判断基準や判断ツールの開発が必要です。これも規制行政の基盤整備のためのといっていますが、研究開発活動に分類できます。こと国民に対する責任としては、そうした人材とツールを準備してちゃんと安全審査していいものはいいいということが仕事なわけです。我が国では、今日に至るまで、安全研究というと金が出るという状況にあったので、それを利用して、一般論として整理すれば開発研究とされるものだったんだけど、安全研究と称して上の目的を達成したり、研究機関がやらないから、研究ではなくて実証試験だとかいったりしてきた。そういう予算の取り方をしてやってきた。問題はそのような曖昧な姿で今後も原

子力政策を進めますかということ。それなら、規制側で開発研究をやるということをやしとするように整理してしまえばいいのではと座長が言い出したわけですが、どうですかね、わたしは、安全研究という言葉はもうなくしましょう、規制研究として、それには規制のエキスパーティズ、人材とツールの開発を使命とするものとし、他方で、規制行政機関は、官民を問わずなされるべき開発研究に積極的に発言していくべきと整理したいんですがね。

(大橋部会長) ありがとうございます。

ちょっと今の件はまた整理して、考えておきます。

では、澤委員、お願いします。

(澤委員) 規制と推進の話から私見を述べさせていただきます。まずプラントとしてのデザインコンセプト、あるいは電力さんの希望に基づく狙いというものがあります。その段階で、規制側といいますか、安全要求というか、そのレギュレーションのほうからどういうところをプラスアルファで立証しなければいけないか、あるいは、満足しないといけないかということをフロントローディング的に議論させていただく方がよいのではないかと思います。規制当局側と開発側の関係は、やはりある程度どこかにセパレーションがあった方が良くと思います。そういう推進の仕方の方が非常に無駄なく、抜けがなく、限られたリソースの中で開発ができるのではないかと思います。

先程、中西委員のご照会に対する武藤委員のおっしゃった件について、全く賛成ですが、海外での我が国の展開について、メーカーの立場から申し上げますと、例えばU S - A P W R では、A P W R をベースにアメリカの規制当局が満足するようなデザインサーティフィケーションの取得に向けた動き、あるいはC O L 申請をしている状況です。後発ではありますが、現在順調に審査が進んでいます。総論としては世界のトップでは決してございませんが、我が国もそれなりに頑張っているという認識を持っておりますので補足させていただきました。

それともう1つは、武藤委員のご説明をお聞きしていて、最後の13ページにあります実証性を重んじた云々、いわゆるブルーブン性、あるいは設計の連続性、その中にプラスアルファとしていろいろな革新性を入れ込んだ技術というのが成功の1つの秘訣ではないかと、感じました。

(大橋部会長) ありがとうございました。

そのほかいかがでしょうか。

それでは、前田委員からご説明いただくことになっておりますけれども、前田先生、よろしいでしょうか。

それでは、資料第3号を使いまして、前田委員からご説明お願いできればと思います。

(前田委員) 前田です。遅くなりまして申し訳ありません。

事務局の方から原子力で産学連携をうまく使うにはどうしたらいいか、成功例等を例にしてお話ししてくださいと言われたんですが、一番最初に申し上げますが、私が今お話しするものを原子力に当てはめるのはかなり難しいなと思います。ずっと今日の3時まで考えていたんですけど、やはり難しいなと思いながら、とりあえずうちでの成功例をお話ししてみたいと思います。

1枚めくっていただけたらと思います。

知財立国が小泉総理大臣のときに謳われまして、平成15年からいろいろな大学に知的財産本部とかができ始めて、医科歯科大学も知的財産本部整備事業というものの中



で、助成金を採択させていただいて知財本部ができました。

学校で特許をちゃんと取れるようになってきたんですが、先生の研究の論文を見て特許を出したのでは、ピークデータで特許を書きますので、最高値が出てくるだけで、範囲の広い特許になりません。結局、大学で特許を持っていたとしても、どうするのという話が出てきて、企業さんにちゃんと使っていただける特許を学校が取らないと何も意味がないよねという話になっています。

これは割と成功した例を載せているんですけども、1つは、一番最初から大日本印刷さんと本学の研究者が組んだ例です。医工連携の例のものが、この新聞記事で言いますと左側のほうに、ちょっと斜めになった記事のほうのものになっています。

これが、血管再生、皮膚を外で増殖させるような血管再生が行われていますけれども、それに印刷技術を応用して血管を転写してしまうという技術です。皮膚に血管を印刷してしまうというような形のものです。

特許をまず1つ出して、それでライセンス料幾らという交渉がいわゆる技術移転、TLOではよくなされるんですけども、これは寄付講座3億円という形で、3億いただいて寄付講座を起して、共同で開発したという形になっています。

今年の秋ぐらいから、もう倫理審査委員会のほうに申請して、臨床試験のほうに行くところにまで行っています。

右側の大日本印刷に権利を半分譲渡という記事ですが、これもたまたま大日本印刷の例です。これは実はDDS、Drug Delivery Systemの特許なんですけども、100%大学の特許です。大学で考えたものや特許の使用許諾をすることはあっても、売るということは反対と、ずっと東大さんとかはおっしゃっていたんですけども、医科歯科大の場合は逆です。もう初めからもう企業さんに、特に大企業さんに一緒に考えていただいたり、考えていただくというよりはもっと私がしていただきたかったのはリスクへの対処です。いい内容であればあるほど特許係争になる可能性もあるわけですが、大学の知財というのは大変貧弱な組織ですから、守れるわけがないわけです。そうしたときに、有望であればあるほど、海外とかにくらいつかれますので、初めから企業に守ってもらえるようにと思って、権利を半分譲渡しました。これは、500万円で権利を半分譲渡することで、両方で持ち合って、向こうも自分のものになったということで、かなり真剣にそこから先の応用特許を探したり、いろいろしています。

実は、これはDrug Delivery Systemですから、大日本印刷さんが使うわけではないんですね。使うところにライセンスしたのではなくて、両方でライセンス先を探すということをやっております。私たちのほうは、お医者様が相手ですから、製薬会社等いろいろ当たっておりますし、大日本印刷さんも最近ライフサイエンスのほうにかなり力を入れていますので、こちらはこちらの販路でいろいろ探しているという形にしているという案件です。医工連携で、金額がそこそこで、うまくいった例をここに2例載せさせていただいたというものです。

先に結論を書いちゃったので、後ろはおまけみたいなものなんですけれども、私が今、口で説明したように、初めから共同開発した場合もありますし、大学が発明してそれを特許のライセンスではなく、もう特許の半分権利を譲渡して考えようという場合といろいろあります。ビックマーケットの場合、やはりこういう例が大学とかいいんじゃないですかというふうな話をさせていただいています。

次のページは、どんなもので技術が成り立っているのということで、ちょっとこれは

おまけで飛ばさせていただきます。さっき説明をしましたように、細胞の「インク」を使って、培地に「転写」みたいな形でやっています。

いろいろなところでお話しさせていただくんですけども、日本は精密機器が大変レベルが高いですから、どんどん医療のほうに入ってきていただいて、組めるようになっていけばいいのかなと思います。

一般的に産業界は、お医者さんの世界は敷居が高くて、やりたいと思っても、どうやって組めばいいかわからないというお声を聞くんですけども、それこそ医学系に知的財産本部をきちんと整備して、日本の強い技術をそういうところに生かしていくべきなのかなというふうに思っています。これは成功例なんですけど、それを生かして、原子力にどう使えるのかといったときに、結局きのうの3時までかかったという結論です。

別用もあったので遅かったんです、すみません。

最後のページから2つ目で、産学連携の成功の秘訣なんですけれども、これはやはり双方とも得意分野を受け持つということがもう絶対的ですね。私は、東京農工大学のTLOの副所長も6年やっています。また、医科歯科大のほうの立ち上げにもかかわらせていただいています。医学系というのは、お医者様しか患者が触れない。一方、絶対的に産業界でものにするのは企業さんです。実際に適用して、人体実験といったら申し訳ないんですけども、患者さんに使えるのはお医者様です。もう絶対、餅は餅屋というんですか、やれる範囲が違うふうになっていますので、相手のできない分野を持っているというのは絶対的な産学連携の強みです。なくてはならない状況です。

実は、電気通信大学さんとかは、やはりTLOがあって、ソニーの役員の方がいて、素晴らしい方が立ち上げてはいるんですが、なかなか大ヒットが出ないで悩んでいらっしやいます。当然なんです。ITの分野とか、私が自分で専門にしていたリチウム電池とか燃料電池というのはやはり企業の方が大変技術を持っています。大学の先生が新しい発想で、新しい材料を開発したり、ユニークなアイデアで新しいものを見つけられますけれども、企業も電気化学を出た専門家を何十人も置いて研究していますので、ある意味、大学でなければ絶対できないという分野がないんです。企業でもやれる、大学でもやれるという形になってしまうと、そこでライセンスに対して何百万を払いなさいと言われても、なかなか交渉がうまくいかないという状況になります。当然だと思います。

やはり絶対に、相手のできない分野を持っているからこそ、産学連携が成り立っているんだなというのは、普段医科歯科大にかかわりながら感じています。win-winになるように、契約を取りつけないと、絶対にお付き合い程度になってしまって、そこから学生さんが欲しいからしょうがなくライセンスを受けるとか、先生のこれからの頭脳全部欲しいから、そういうような形でつながっているんですね。やはり真の産学連携をやるのは、win-winになるような契約だったりしないといけないし、何よりも大学の特許がこの産業界に生かされるような形にもっていかないと、産学連携がハッピーにやれていますと言えないなというのがあります。それを使って、原子力分野の産学官連携はどうやるのかというのをここに書いたんですけども、大変否定的なことをつらつらと書いてしまいまして、申し訳ありません。

学だけがやれる部分はどこなのかなとか、長期間を要して、安全をかなり確保しなければいけない場合、大学の役割というのはどういうふうになるのかなというのは、私

にはわからなかったもので、ちょっと限定的にならざるを得ないと書いてしまっています。ぜひ、ここでそんなことはないですよというお話をいただけたらなと思って、これを叩き台にさせていただければと思って書いてきました。

やはりさっき言いましたように、学と産を結びつけるために政府機関とか、国研というのは、中間的な役割を果たすことを求められていることが多いので、ちょっと原子力のところの国研とは意味合いが違っているなというのがありました。

やはり一番必要とされているのは、人材養成です。人材を育てたり、原子力のきちんとした知識を持っている学生さんを輩出するというのは学校にしかできないですから、何とか人材養成ができるようなことが必要です。でも人材だけやるわけではないですから、先生方が第一線の研究をしてなければそこで人が育たないわけです。それがうまくなればいいなと思いつつ、私が今やっている産学連携では応用できないなと思いながら、パワーポイントをつくらせていただきました。

(大橋部会長) ありがとうございます。

それでは、ただいまの説明に関しまして、何かご質問、ご意見いただければと思いますが、いかがでしょうか。

私から1点、寄付講座というのは、東京大学は非常に厳密に運用しています。寄付元から教員を呼べないとか、寄付をもらうのは要は社会貢献としてもらう意味合いが強くて、いただいた企業のために研究をするとか、成果をそちらに渡すというのは割に神経質に気を使っているところがあるんです。そこはあまり議論になりませんか。

(前田委員) 奨学給付金の使い方とかはそういうふうに言われています。ただ、寄付講座は最近もうかなり人件費も込みで、大きな金額で、もうその企業さんが本当にそれを実用化するんだというために寄付講座を立ち上げているというのが最近多いものですから、何か私のイメージでは、昔からなされている奨学給付金といわゆる最近やられている寄付講座というのは、もう別もののような形で見えています。また、億単位が出ているので、当然ながら、企業さんのところにある意味独占となっています。でも、独占にしないでみんなが使えれば、逆に誰もこんなにお金をかけて再生医療とかに応用してくれないと思います。やはりどこかがリスクを負って、お金を投資してくれないと絶対にものが出てこないと思います。やはり私は独占でいいんじゃないかなというふうに個人的には思っています。

(大橋部会長) ありがとうございます。

山名先生、どうぞ。

(山名委員) 産学連携ということで複雑な思いでお話を聞いておりました。一体私は何なんだろうなと思いながらですね。私、実は、昔大きな研究開発機関におりまして、今は大学におりますので、両方見てきているんです。その経験から申し上げますと、大学の価値はある特定の1人か2人の研究者がある特定の学問的、あるいは研究対象、目標に対して、かなりこだわって深く突っ込めることにあるんですよ。ですから、例えば産業要求にかかわらず、ここを調べるというアクションをかなりわがままにやる人種なんです。ところが、それをやることによって、実は、そこに新奇性があったり、あるいは極めてベーシックなところでの理論ができたり、シミュレーションができていくというところがあって、実はそれは産業の中で、抜けているものがポンとあったりするケースが出てくると思っているんです。だから、実はそれが出ない学者というのは駄目なんです。

結局、産学連携とは何かと言うと、そのこだわってものを見ている中で出てくる何かのある種の新奇性とか、あるいは今まで誰も気づいてなかったある種の理論ですとか、シミュレーションとか、そういうものが見つかること、それをもとに産業はそれを今度は工学的なところに発展させていくアプローチして、ビジネスを目標として徹底的に人とお金をかけてやっていくということだと思います。

月並みな言葉で言えば、芽出しと育てということで、大学はその芽出しができなかったら駄目だということだと思っていて、恐らくそういう関係にあるのかなというのが1つあります。

それから、もう1つ違うところがありまして、大学というのはそのこだわりがゆえに、ある特殊な極めて貧しい小さな装置ですけれども、ある特殊な研究環境というのを一生懸命つくるんですよ。あるこだわりでね。ほかの人が見たら、何をバカなことをやっているんだと思うんですけども、そのこだわりで10年ぐらいやっていることで、ある思い入れのあるデータを取ることができるんです。これは産業界とか大きな組織でなかなかできないところがあって、そういうアプローチが結構フリーにできるというところが大きなところですよ。

ですから、やはり大学は、そういう機能をきちんと残す、そういうアプローチを残す、大学人が完全に産業人になってはいけない、産業人も産業性をあまり期待しないほうがいいだろうと思います。期待してもいいところもあるんですけども、期待しないケースのほうがいいことがあるだろうと思います。そういう感じでまさにwin-winですね。こだわりの学問の1つとそれを産業化していく人のメリットが一致する地点というのは結構あって、特に原子力などでは、さっき言ったベーシックなところが結構大事になってきます。さっきの安全議論にもかかわりますけどね、そういうのがありますから。恐らく原子力でもそういう産学連携というのが今後しっかりしていかなければいかんのかなと思いますながら、お話を聞いておりました。

(大橋部会長) 前田委員、次に山中委員、お願いします。

(前田委員) 山名先生のおっしゃるとおりだと思います。よく産学連携とか知財本部を立ち上げて、3年間して評価して、何個ライセンスができたのかとか、幾ら売れたのかという評価を文部科学省さんがされます。実は、そうではない産学連携で、先生方が例えば地震とか起きたときに、どういうメカニズムになっているのかとか、亀裂が起きたときに、腐食はどうしておきたのかとか、もっと基本的なすぐに製品にならないけれども、解析をしている先生がいて、企業はそこをやらないから、共同研究だったり、受託研究に特許がつながっているんですね。

医科歯科なんかも、実はほとんど、ライセンスというのはもう1,000万ぐらいで頭打ち、毎年同じぐらいの金額なんですけど、共同研究とか受託研究は金額が4年間とか5年間で5倍ぐらいに伸びているんです。

だから、ある意味、企業さんが大学に求めるものは、産業界に近いものをしてほしいわけではなくて、自分たちがすぐにもものにならないけれども、基礎解析とかそちらは欲しいと思っているので、共同研究にお金をたくさんつぎ込みますよという形になっているんですね。私は、山名先生がおっしゃるような産学連携のあり方が一番いいと思っています。産学連携がうまくいったよといったときに、評価のときに、いつも幾ら稼げたのって、あれを言い出すと、私はすごく嫌だなと思っていて、やはり先生がおっしゃるような基礎的なところがあるからこそ、不慮の事故が起きたときに、ど

なたかが解明できるわけですから、何か数値とか、すぐ回収できる評価の数字に乗るといような形にならない産学連携が特に原子力では必要なんじゃないかなというふうに思います。

(大橋部会長) ありがとうございました。

山中先生。

(山中先生) ちょっと関係します。教員になって25年、ずっと大学にいまして、研究を始めて30年です。当時は、30年前の話ですけど、企業の手伝いをする大学教員はけしからんという時代に、実はもう原子力の分野では企業から受託研究をかなりたくさん受けていました。あるいは国の研究機関からもそういう共同研究、あるいは受託研究が多かったですけれども、受けていました。

当時のなごりの委員会がまだ大学の中に残っているんですけども、産学連携共同問題何とか委員会という、当時は企業の手伝いをするというのはけしからんというのが大学の中で当たり前に言われていたことです。そういう時代にもかかわらず、原子力の分野でもう既に産学連携をやられていたという事実が実はあります。今さら何が産学連携なのかなと、どういう産学連携が望ましいのかなという、そのビジネスになる産学連携がいいのか、いわゆる研究データを大学がきちんと供給するような産学連携がいいのか、そのあたり、本当によくわからないところです。

いろいろな研究分野で、原子力の中でロードマップをいろいろ、必ず産、官、学が丸っこい丸で、重なったところが産学連携みたいな。そんな図がよく出てくるんですけども。

本当にそういうときにその学の役割って一体なんだという、偉い先生に向かって、よう主張せえへんのですけれども、学は好きな研究をしていたらいいん違うんかなというのが本音の部分であります。それを企業さんとかいわゆる国から見て、お役に立つところがあればお使いいただくと、当然、大学の中にコーディネートしていただく機関が必要なんでしょうけれども、やはり純粋に研究者は原子力のある分野で研究できるような環境というのがなければいい人も育たないですし、企業さんにお役に立てるような、あるいは国にお役に立てるような研究成果も出てこないのかなと思います。

大学の役割というのが原子力の分野で劣化しているとすれば、やはり研究の質の低下かなという、恥ずかしながら感想です。

(大橋部会長) ありがとうございました。

中西委員。

(中西委員) その通りだと思います。先ほど山名先生は、一般論として産官学のことを言われたと思います。アイデアがあればいいものにしていくという医科歯科大の例などがあるとは思いますが、原子力の難しいところは、原子炉自身を使って、そこがものをつくり出す現場になり得ないことです。つまり、いいものができても、そこで企業が企業化をすることができないという点です。ほかの手法ですと、自分のところでつくれるのですが、そこで非常に原子炉のスペシフィシティが出るものが何かあるのではないかとずっと思っているのですが、今だに何があるかはわかりません。

先ほど大学に30年間居てということでしたが、最初はどういうような産官学のプロジェクトがあったかについて少し伺いたいと思いました。

(大橋部会長) 山名委員。

(山名委員) 中身的には今とそう変わらないと思うんですけども、こういう基礎データ

をとって欲しいとか、あるいはこういう現象が起きているんだけど、どう解釈をしたらよろしいでしょうかというような、そういうことを一緒に企業さんと研究したり、あるいは、国の研究機関と一緒に研究するということで、30年前と今とはそう変わらないような気がいたします。

(大橋部会長) ありがとうございました。

今の論点に関して、私は何か個人対企業、組織の違いみたいなものを強く感じています。大学はどうしても個人ですが、産業界は組織ですから、もう30年たつとその30年間の知識とかエキスパーティズがどんどんたまっていくわけですが、大学はもう先生が変わるとまたゼロからということになりまして、そこが何か企業と大学の関係が原子力だけではありませんけれども、だんだん変わっていきつつあるような気がします。ちょうどまとめていただいたことはこのとおりだなと思いながら聞いておりました。

ご議論ありがとうございました。ちょっと時間が過ぎておりますので、また最後に議論する時間があればご意見をお願いしたいと思います。

議題2になります。プロジェクト研究と基礎・基盤研究の連携のあり方の検討について、ということで、本日も前回に続きまして、原子力機構殿から資料をご用意いただいております。これは中島様からでしょうか、ご説明よろしくをお願いいたします。

(中島理事) それでは、機構におけます基礎・基盤研究とプロジェクト研究の連携について説明させていただきます。

1 ページ目ですが、これは旧原研と旧サイクル機構の統合に際しまして、旧原研の主に基礎・基盤研究と旧サイクル機構の主にプロジェクト研究開発の間の連携融合が求められ、この上にあります中期目標が設定されました。この目標を達成する中期計画で実用化を目指すプロジェクト研究開発を進める際には、基礎・基盤側へニーズを示し、基礎・基盤はこれを的確にフィードバックして研究目標を定めるということ、また得られた成果をプロジェクト研究に反映させることとしてございます。

2 ページ目でございますが、現在の機構が進めております研究開発のうち、プロジェクト研究開発に分類されるのは、高速増殖炉サイクルの実用化研究開発、核融合、高レベル放射性廃棄物の処分に関する3つの研究開発でございます。それから、それ以外で、基礎・基盤研究となりますが、特に共通的な科学技術基盤と考えられますものが、核工学、炉工学、材料工学などの原子力基礎工学、そして量子ビームテクノロジー、計算機によるシミュレーション工学でございます。あと安全研究とか核不拡散研究はこれらの基礎・基盤研究をもとにして安全規制や保障措置等の実施に貢献してございます。

3 ページ目でございますが、これはプロジェクト研究開発と基礎・基盤研究について、その連携をプロジェクトの進展とともに示しております。青い矢印で、右肩上がりの流れで示してございます。一番最初、左のところにございますシステム概念をもとに複数の要素技術開発を行い、その成果を踏まえて、システムの統合、概念の絞込みを行いまして、実用化像を明らかにしつつ実証に向かっていきます。実証後は、実用化に向けた研究開発がなされています。これらは右上に書いてございますように、進め方のところで、定期的にチェック&レビューによって計画の見直しを行いながら進めていきます。

この際、下にあります基礎・基盤研究はプロジェクト研究開発の各段階において、プ

プロジェクトとの連携を通じて、プロジェクトの効率的な進展に貢献していきます。

プロジェクトからは各段階における課題を受け取り、これに対する解決策をタイムリーにプロジェクト側に返すというやり取りがなされていきます。また、一番下に書いてございます大学で行われている基礎研究のプロジェクト研究開発とダイレクトに、基礎・基盤研究を介して、プロジェクト研究開発との連携が行われていきます。

続きまして、4ページ目でございますが、これはF B Rサイクル実用化研究開発での連携についての説明図でございます。

経済性等の高い目標達成するため、実用化を目指すF B Rサイクル技術にはさまざまな革新的な技術が必要になるということです。機構では、この青い四角で囲ってありますが、組織間でニーズとリソースとの連携融合を図り、効率的、効果的に研究開発を進めております。また、基礎研究分野におきましては、右の上でございますように、大学との共同研究、またまん中でございます産学官連携による公募研究を行っております。

そして、F B Rサイクルの実用化に向けては、左上でございますように、製造事業者、また電気事業者、そしてエネルギー政策、科学技術政策を担う官庁との連携の下に、2025年ごろの実証施設の実現、2050年より前の商用炉の開発を目指していきます。

5ページでございますが、この表は、F B Rサイクル技術の基礎・基盤とプロジェクトの連携の具体例を示してございます。研究課題のところでございますが、機器開発分野では、代表的なものは、この蒸気発生器の流動安定性試験解析等でございます。また、再処理技術開発、燃料製造技術開発、これらの研究開発をプロジェクトの研究開発の内容、それから基礎・基盤の内容をこの表で示してございます。

具体的な例を6ページに示しておりますが、これは蒸気発生器の詳細解析の例でございます。実用化を目指す蒸気発生器では、この右側でございます少し拡大した管板部構造とございますが、この曲面の板に多くの二重管を溶接するため、材料内部に複雑な応力が発生するということで、複雑な形状の機器ですから、構造はある程度粗いモデルで表現し、そのモデル内で実際に起こる材料内部の応力を保守的に評価する設計をしておりました。一方、こういう過剰なマージンをとった設計は経済性を損ね、また保守性を担保するための試験も必要になります。そこで、計算科学の大規模なシミュレーション手法を活用しまして、溶接分野、管板内の詳細な応力分布を求めまして、どこに応力が集中するのかを明らかにしまして、機器設計の最適化につなげていくことを共同の連携で行っております。

続きまして、7ページですが、アクチニド酸化物の物性評価研究ということで、実験と理論の両方からのアプローチによって、分子や電子の配置等のミクロな構造とマクロな熱特性の関係を解明し、物性値の予測、また測定不可能な領域の物性評価、さらには燃料設計への反映を狙った試みを行っております。

続きまして、8ページでございます。上の表は核融合の研究開発におけるプロジェクト研究開発と基礎・基盤研究との連携について3つの重要な研究課題を示してございます。これは、後ほど説明いたします。また、下の表につきましては、高レベル放射性廃棄物処分研究開発の例として、瑞浪における湧水処理プロセスについての連携研究を示してございます。

具体的には、9ページで核融合のプロジェクトを支える基礎研究ということで、核融合炉の構造物は左図に赤い四角で囲っていますように、強い中性子と熱にさらされる

ということから、高性能の材料が必要となってくるということで、右の上のほうにあります低放射化鋼等に対する中性子照射やイオン等の模擬照射、シミュレーションによる挙動解析といった分野で連携を行っております。

また、核融合エネルギーを利用するために、高温高压水の伝熱流動特性データと耐腐食技術が必要となるということで、こういった基礎・基盤研究の分野で連携を行っております。

また、一番下にあります核データ評価とございますが、核融合炉燃料のトリチウム増殖のためには精度のよい核設計用のデータが必要ということで、核融合炉用の核データライブラリ開発の分野で連結しております。また、大学との連携につきましてもこの核融合開発を支えていただいております。

続きまして、10ページでございますが、上のところに課題と書いていますように、瑞浪の坑道掘削に伴いまして、地下水が流出していきますが、この上の課題のところに書いていますように、フッ素とかホウ素がこの湧水には含まれておりまして、そのまま河川に放流すると環境基準を超えてしまうということで、1日に1,500m<sup>3</sup>処理可能な排水処理設備によって、フッ素とホウ素を除去しております。今後も増大が予想される湧水を効率よく処理することが課題になっております。

一方、量子ビームの右側にございますように、部門では放射線グラフト重合法を用いた金属捕集材の開発を行っておりまして、これまで海水ウランの回収とか、草津温泉での希少金属の回収を行って成功してきております。

そこで、この捕集材の技術を用いて、両部門が連携しまして、フッ素とホウ素の除去処理の効率化を検討しております。

その結果、下でございますように、フッ素、ホウ素環境基準以下に吸着可能であることを確認するとともに、ホウ素除去については、捕集材の繰り返し試験を行った結果、繰り返し利用しても吸着可能であるということで、再利用を確認しております。今後は、実用化に向けた検討を進めてまいります。

続きまして、11ページでございますが、原子力機構におけるプロジェクト研究開発と大学との関係ということで、1番目に共同研究でございます。1つの仕組みとして、先行基礎工学研究協力制度に基づく研究協力ということで、これは核燃料サイクル確立のための研究開発プロジェクトに先行する基礎工学研究を対象にしております。

まん中に表になってございますが、分野、高速増殖炉、核燃料サイクル関係等、地層処分関係でございますが、件数、または大学、研究項目等が書かれております。

毎年、10テーマ程度採択しているということで、3年間連続ということで、毎年30件の研究がなされております。

その他といたしまして、共同研究約140件、あと委託研究が40件ということで、大学とも緊密に連携をさせていただいております。

最後、12ページですが、まとめといたしまして、機構では厳しい予算の制限の下、プロジェクト研究開発を進める部署と基礎・基盤研究を進める部署の連携による効果的・効率的な推進が必須であります。基礎基盤研究は今後もプロジェクト研究との連携をさらに強化し、プロジェクト研究開発からのニーズを得て、成果のタイムリーな反映に努めてまいります。

プロジェクト研究開発は大学、産業界、実施主体等との透明性をもって連携を進めてございますが、今後も、機構内のみならず国内外の関係機関との連携を進め、効果的



に最大限の成果を引き出すよう努めてまいります。

以上でございます。

(大橋部会長) ありがとうございます。

それでは、ご質問、ご意見いただければと思います。よろしくお願いいたします。

山名先生。

(山名委員) それでは、ちょっと意見を申し上げさせていただきます。分離変換技術の報告書がお手元にあります。この検討会の話は後で議題に出てきますが、たまたまこの中で、技術の開発の段階を少し明確にしようということで、29ページの上にありますように、フィージビリティ研究段階、基礎研究段階、準工学段階、工学研究段階と4つに分けて考えるということにしたわけです。

フィージビリティ研究というのはある種の概念構築やフィージビリティを確認するための計算とか基礎的な実験、基礎研究というのは、原理確証のための実験や基本物性の測定云々、それから、準工学というのは、原理的な確証を得た上で、工学的な視野に入れた研究に進んだ段階、ある種の小規模な試験とかそういうものです。工学研究段階ではもう工学的な主要課題にチャレンジして、それを現物の装置にしていこうという開発です。こう4つに分けて考えているわけです。

本来、望まれるのは、基礎、つまりフィージビリティや基礎研究をやるという極めて高い能力が研究機関に必ずあることです。それから、準工学以降のまさにものをつくっていくという工学開発をしていくときに、その工学的な能力があるということです。それから工学開発をやっていくときに必ず基礎に戻らざるを得ないというか、そういうケースが多々出てくるわけです。

一番典型的な失敗例は、工学研究段階に来ていたのに、極めてベーシックな基礎研究が抜けていたというケースがあります。結構、インパクトの大きい失敗も出てくるわけです。それは避けねばならないということで、この基礎の部分と工学の部分に例えば1人の人間が全部知っているとか、基礎をやった人間が工学開発に従事しているとか、工学開発側から出た要求が極めてストレートに基礎のほうに伝わるとか、あるいは基礎のほうで出たアイデアが滞ることなく工学側に反映されるとか、そういうナレッジの極めて有効な活用、あるいは発展が望まれるということです。それが基盤・基礎研究とプロジェクト研究の融合ということでありまして、JAEAにはぜひそういう首尾一貫してカバーしている体制が欲しいと常々思っているわけです。

それで、特にもう少し具体的に言いますと、基礎研究をやっている人たちをきちんと維持できるお金が回っていますかとか、そういう基礎研究の、結局人間になるんでしょうけれども、基礎研究アクティビティを維持することができていますかということがまず問われると思います。プロジェクトがさっき言ったように工学的なところに行ってしまった場合に、基礎のところに戻りにくいところがあって、そのプロジェクト側から出た要求がちゃんとフィードバックされて応えられる体制なっていますかということです。

先ほど紹介していただいた例は極めてよくできている、典型的な例であると思うので、ああいう例をお聞きするとちょっと安心するんですが、ほかの例を見ますと決してそれはスムーズに行っていない例もあると思って見ております。

それから、何よりも知識の共有が有効に行われているかとか、それぞれの専門性が重視されているかというのは常に問われるということになります。そうこう考えている

と、結局、一種の組織論みたいになってきます。例えば、JAEAさんでは、部門と拠点に分かれているんです。これは、今のお話ではプロジェクト側が部門で、拠点のほうに要求を出すとかそういうことかと思いますが、ちょっと誤解があったら失礼します。私が見る限り、部門側から出ている要求が十分練れていないケースとか、拠点側が持っている極めて優れたトライアルがプロジェクト側に反映されてないようなケースもあるように思います。具体的にはちょっと申し上げることはできませんが、つまり組織体系として、それで今言ったナレッジの有効な活用ができるかということは常に気になっているところです。

これはやはり予算が限られてきて、人数も限られている中では、効率的に人間の能力を使わざるを得ませんから、まさに基礎とプロジェクトが一体化した、融合した最適な組織形態、予算の配分形態をとっていかざるを得ないと思うんです。そういう経営にご努力されているのは重々承知しておりますが、ますます今後そこを改善されていける余地があるんじゃないかというふうに見ております。

以上でございます。

(大橋部会長) ありがとうございます。

よろしく願いいたします。

(中島理事) ありがとうございます。まさしく今、機構における基礎・基盤部門とプロジェクト研究部門の一番重要な点をご指摘いただいたと思っております。

機構は、ご存じのように、いろいろなプロジェクトをやっております、そのプロジェクトによって、技術導入から始まったものと、技術導入してそれを自主開発に変えていったもの、それから、もともと自主開発であったものなど違ってまいります。そうしたところによって、いろいろな失敗例とかございまして、それらを糧にしてやっていこうと思っております。

例えば、もんじゅの初装荷燃料をつくるときに収率が2割ぐらいしかいかなかった失敗例がございます。これは先ほど言われたように、工学段階まで進んで、基礎のデータをきちんと取っていなかったというところがその失敗の原因でございました。それで、プルセンターにありました研究開発部隊が、現場の問題点を持ってきて、そこで物性のデータを取ったり、いろいろな研究開発を1からやり直しました。そのことによって、最終的には難しい低密度ペレットの製造の収率を高く上げることによって、もんじゅの初装荷が間に合ったということがありました。失敗がありましたけれども、そのような基礎・基盤研究がプロジェクトを支えているといったことの体制がMOX燃料製造においてはできたということでございます。

また、部門と拠点につきましては、言われましたように、部門が研究開発の計画をつくって、そして拠点は試験をする安全性と地元対応を行うというような、そういうふうな形にはなっておりますけれども、この研究の成果は部門と拠点の両方の成果でございます。

部門は、その研究の質、納期、そういったものに対して責任を持ちます。拠点は、特に安全に対して責任を持つということで、お互いにそこでディスカッションをして、いい研究成果を求めていくというように、心がけているところでございます。

以上でございます。

(大橋部会長) ありがとうございます。

中西先生。

(中西委員) ありがとうございました。ここの最初に書いてあります基礎・基盤研究とプロジェクト研究の連携ということは、原子力だけではなく、全ての研究と言いますか、全ての科学技術研究に関わることだと思います。今、あちこちでいろいろな議論がされています。例えば、プロジェクト研究の中で若い人のアイデアは潰れてしまうなど、いろいろなご意見がありますので、ほかの分野の議論をどんどん取り入れていただきたいと思います。

2 ページですが、基礎・基盤研究は核工学、炉工学、材料工学と、みんな工学がついています。例えば、材料化学、核化学もありますし、核物理もあります。特に、化学の知識は非常に必要だと思いますが、もう少しほかの分野も入れ込んでいただきたいと思います。

それから、最後のところです。まとめより 1 つ前の 11 ページのところ。共同研究が毎年 10 件ずつ採用ですから、30 件とおっしゃって、その他のところが 140 件です。少しバランスがとれていないように思えます。その他という中味をやはりもう少し表に出す方がいいのではないかと思います。書き方かもしれません。

まとめの 2 番目ですが、基礎研究というものはシーズ志向だと思います。シーズ志向とニーズ対応、そのふたつの研究のバランスをどうやってマネジメントしているのかについてお聞きしたいと思います。つまり研究のマネジメントそのものについて伺いたいと思います。

それから、もうひとつは、最後のところに、「国内外の関係機関との連携を進め・・・」とありますが、外国との関係で連携を深めるというのはそのとおりにしていかなければならないとは思われるのですが、一方で、原子力は国家技術だという議論も展開されています。ですから、例えば特許とか独自技術の確保はどのように考えているのかというところをお聞きしたいと思います。

(大橋部会長) ありがとうございました。

以上の点、お願いします。

(中島理事) 2 ページ目の工学というところについては、少しこちらの不用意なことで、ご指摘のとおりだと思います。そのように改めさせていただきます。

それから、11 ページのその他の 140 件と 30 件のアンバランスということで、ここではより具体的にわかりやすいということで、具体例を絞り込めるような形で、書かせていただいたんですが、この表現についても少し見直しをさせていただきます。

それから、あと基礎研究のシーズ、それからプロジェクトからのニーズ、そのバランスがどのようにマネジメントされているかということなんですが、先ほどの山名先生のご指摘にあったように、非常に厳しい予算の制限がございます。そういう中で、私どもは基礎・基盤はプロジェクトからの資金とそれから外部資金から持ってくるということに、今のところならざるを得ないところがございます。

一般会計につきましては、ITER・BA、J-PARC を中心、特会についてはもんじゅを中心ということになります。基礎・基盤というところについては、そういった外部資金をできるだけ持ってくるということです。

それでこれは精神論かも知れませんが、武士の嗜みとして、10 の外部資金を得たら、1 か 2 はシーズというんですか、刀をきちんと研いでおくような、そういうふうなところに回すようなことを心がけたいというように思っております。

あと国家技術ということで、特許等につきましては、重要な特許は国内外に対して、

特許申請をして、それで防ぐように、産学官連携推進部というところがマネジメントをやっております。

以上でございます。

(大橋部会長) ありがとうございます。

では、宮崎委員どうぞ。

(宮崎委員) 3 ページ目のプロジェクト研究開発と基礎・基盤研究の図のところなんですが、システム概念ですとか、要素技術開発、システム統合、システム実証、実用化、そういう流れでここで示されています。

実用化のその後の保全サービスですとか、それも大変重要なところでして、日本の企業と外国の企業のいろいろな提携ですとか、買収とかがこの2、3年の間に随分行われてきています。東芝の場合ですと、ウエスティングハウスを買収したわけですが、東芝の原子力分野の収入とウエスティングハウスの収入を合わせますと4,000億円ぐらいです。去年ぐらいの段階では。そのうち大体6割が保全サービスによる収入です。2020年には大体9,000億ぐらいに拡大するというそういう予想もあげられておりました、そのうちやはり4割が新しい原発の建設、そして残りの6割がやはり保全サービスと原子力燃料事業、そういう予想が立てられています。ですから、こういう分野のイノベーションを支えるための研究開発というのもやはり重要なテーマだと思うのですが、その点はどうでしょうか。

(中島理事) 実用化された技術に対して、国の機関がどのように貢献していくのかといったことかと思えます。その補修技術というのは、これはもう民間の実用化ベースになったところはやはりそこが中心になって、技術開発をやられるものかと思えます。ただし、私ども、FBR開発を行っておりますので、そこで得られたISI技術等の成果を軽水炉のほうに適用していただくとか、そういうことは十分可能かと思えます。

それからまた、今改造を行っておりますJMTR、これにつきましては、次世代軽水炉の高燃焼度化を狙ったところについて、先ほど安全研究、規制推進という議論はございましたけれども、私どものほうとしては、保安院からの受託を受けて、そういった次世代の軽水炉に対して、データを出して貢献していこうというように考えております。やはり国の機関として、原子力の基礎・基盤を支えていくといった観点で、貢献させていただけたらというふうに考えております。

(大橋部会長) ありがとうございます。

知野委員、次に田中委員長代理にお願いしたいと思います。

(知野委員) 全体の質問ですけれども、3 ページ、4 ページ、12 ページを見る限り、このプロジェクト研究と基盤研究のあり方、あくまで理念的な話になっていると思うんですね。こういうふうについてこうやっている、そうしたらそれで結構じゃないかというのが疑問としてわいてくるわけですね。特に、プロジェクトで基盤研究のあり方というのは、原子力だけじゃなくて、先ほど、ご指摘もありましたけれども、今ほかの分野でもすごく問題になっていて、具体的にこの辺がうまく機能しないから問題だとか、そういう話がなされているわけです。

ただ、伺っていくと、このとおりにやっていたら、こうできているのだと、先ほど外部資金の話、ちょっと資金の話かなと思ったところもあるんですけれども、何か具体的に問題点はないんでしょうか。あるいはもうこの循環の中で、この原子力という社会は非常に満ち足りているというふうに、そういうふうに受け止められるんですが、

いかがでしょうか。

(大橋部会長) じゃ、関連して、お願いします。

(田中委員) 要するに、基礎・基盤研究については、原子力機構の説明ですと、競争的資金に任せていますと、実態としては、今、知野さんがおっしゃったことですね。そういう状況でいいのかということだと思います。1つはね。

それで、要するにこれは役所の問題でもあると思うんですが、プロジェクト偏重なんです、実態として。原子力機構の役割としてはやはり我が国の原子力の基礎・基盤をきちんと支えていくということと、その中で優れた人材を出して、日本の原子力をいろいろな意味で支えていくという役割もあると思います。例えば、前回申し上げましたけれども、大きな原子力施設を維持して、きちんと一般の供用に付していくということです。今、JMT Rの話も出ました。そういう位置づけに予算をどれだけ配分するかということなんです。全体が予算減ってきているんだけど、配分の問題をもっと適正に考えないといけないと思います。

プロジェクトも普通のプロジェクトだと期限とお金のことが決まっていって終わるんですけども、原子力のプロジェクトはトータルの予算も決まっていなくて、期限もいつまでも決まっていなくて、どんどんつぎ込んでいけばいいという、そういうところが非常にまずいと思います。そこをきちんと整理した上で、役所と原子力機構の両方の問題だと思いますが、ぜひきちんとやっていただかないと、問題ないですよ、これ。

(知野委員) そうですね。私は外部資金を取ることが悪いことだなんて全然思っていない。むしろ先ほどプロジェクトがいろいろなものが、オリジナルからやったものとか、途中から国産になったとか、いろいろなものがあるとしたら、その中で、もう少し整理してお金の分担、はりつけ方も見直していくとか、そういう整理統合、見直しみたいなものが必要なのではないかなと思います。そういう意味も込めて質問しました。

(大橋部会長) ありがとうございます。今の点もまた今後議論していきたいと思います。

ほかにあるかと思いますが、申しありません、もう1件だけ議題がありますので、そちらに進めさせていただきたいと思います。

最後に議題3で、分離変換技術検討会の報告書を事務局からご説明いただいて、その後、山名先生に補足をお願いできればと思います。

(渡邊主査) では、時間もございませんので簡潔に資料第5号の分離変換技術検討会報告書(案)概要について、ご説明させていただきたいと思います。

左上でございますが、分離変換技術検討会における検討内容というところでございます。こちら、平成12年3月に原子力委員会に原子力バックエンド対策専門部会というところを取りまとめた報告書、それ以降の分離変換技術に関する研究開発の現状について整理及び本技術の効果、意義を分析、また技術の進捗状況を踏まえて、今後の研究開発の進め方等について検討を実施したものでございます。

そちらに座っておられます山名先生に座長をお務めいただきまして、昨年9月から計8回の検討会の開催を経まして、現在報告書(案)を取りまとめたところでございます。こちらは先週の火曜日から来週の火曜日まででございますけれども、パブリックコメントを実施しているところでございます。

下にございます分離変換の意義というところでございますが、ここにある3つについて、分離変換技術の意義としてございます。

①が潜在的有害度の低減、②が地層処分場に対する要求の軽減、③が廃棄物処分体系の設計における自由度の増大です。こういったところに意義があるということで書かせていただいております。

右側にございます分離変換技術に関する研究開発の現状及び評価というところでございますけれども、こちらの各研究機関、原子力機構でありますとか、あるいは電力中央研究所から研究開発の進捗状況についてヒアリングを実施いたしました。先ほど山名先生のほうから報告書の中の一部を挙げていただきましたけれども、その各技術ごとに現在の段階がどの段階にあるか、例えば基礎段階、準工学段階、工学段階というところをプロセスごとに細かく評価いただいたということになってございます。

最後は下の赤い囲みでございますけれども、今後の研究開発についてということで、7.1に分離変換技術の開発の基本的方針というところで、こちらは現段階ではそれぞれの研究開発はさまざまな段階にまで発展してきてはいるものの原子力発電システムに対して要求されている性能目標の達成度合いを評価するための情報が不足しているとしています。この情報というのは例えば工学要素の実現性の確認、あるいは基礎データ、ベンチマーク、こういったものが不足しているということを書かせていただいております。

これを踏まえて、今後の分離変換技術の研究開発というものはFBRサイクル技術研究開発の一部として与えられた性能目標に対する貢献度を定期的に評価し、その結果を取組みに反映しながら進めるべきだとしています。また、MAの非均質装荷概念というものがございますが、これはFBRサイクル技術の研究開発に含めて扱うものとして、階層型概念の研究開発はFBRサイクルを中核とする将来の原子力発電体系の一部として研究開発を進めるべきだということを書いております。

また、7.2でございますけれども、技術開発の今後の取組み方でございますが、(1)にその研究開発活動の体系といたしまして、今後の研究開発における重点課題を提示してございます。右側に移りまして、(2)に枢要課題に対する取組みのあり方、こちらは主要なプロセスについて、システム評価に関する取組みのあり方について詳細に提示してございます。また、(3)でございますが、こちらは基盤研究との連携の強化でございまして、各概念、4つほどの概念について今回、評価いただきましたけれども、この共通に必須となるデータの獲得を効果的に進めるために、その基礎と応用の垂直連携に取組み、分野を横断する水平連携の取組みが必須だということを書いております。最後(4)提言でございますけれども、国は、2010年ころに高速増殖炉実用化研究開発の評価、あるいは第2再処理工場のあり方に関する議論というものを開始することとしていることから、当面はこの報告書に示した方針で研究開発活動を推進することを提案するとしています。

また2010年ころからの検討作業の結果を踏まえて、本報告書によって指摘したさまざまな開発課題に対する取組について研究開発方針の一層の具体化を行うことを提案する。こういった内容になっております。

非常に雑駁でございますが、以上でございます。

(大橋部会長) それでは、山名先生、いかがでしょうか。

(山名委員) 少し補足いたします。議論になった点だけ紹介します。まず背景として、今回のこの分離変換は平成11年、12年にやった評価のときとまた違った状況にあります。それは高速炉発電体系の中で、マイナーアクチノイドをリサイクルするという主路線

が既に決まっているということでもあります。

まず、分離変換の意義のところで議論になったのは、結局地層処分との関係は何だということ。これは永遠の課題でありまして、結論を言いますと、分離変換技術は、この自由度を増大するとか、何らかの負荷を軽減するとか、つまり処分という原子力に不可欠な行為を何らかの形で、ファシリテートする、やりやすくするという側面を持った技術であるということを意義としております。ここが大事なところでありまして、地層処分と分離変換は決して敵対するものではなく、あくまで、ファシリテーターであるということでもあります。

それから、達成度については、今、渡邊さんからお話があったとおりですが、特に議論になったのが、結構研究をやっているんですが、かなり重要な基礎データのところで抜けている部分があります。あるいはベンチマーキングできていない部分があるということが議論で明らかになってきました。これは今後の課題になってきます。

それから、今後の開発の第7章のところで一番大事なことは、この分離変換とか、高速炉発電体系というシステムの関係が最初はよくわからなかったのですが、この報告書では1つの結論として分離変換、発電体系を1つの大きなシステムの中にあると、こういう形にしております。ですから、発電系全体の性能目標に対して、分離変換も含めた全体の体系として、どう達成できるのか、それは双方向的にきちんと考えて合理的な姿を出していきなさいよと、これはある種の宿題の形で出したということでもあります。

2010年頃にF a C Tの技術評価が行われます。それから、第2再処理の議論も恐らくその頃に行われます。その頃に合わせて、この分離変換もそれらの結論と整合をとりながら、ある種の取組みの方向性について、何らかの答えを出していただく、2010年頃に1つ全体像を示しなさいという宿題を出しております。その後、5年ごとに定期的に各要素技術、特にクリティカルな技術、いろいろ書いてありますけれども、そういうものの達成状況も確認させていただきたいと、こういう方向でまとめたということでございます。パブコメを受けた後、もうちょっと審議いたしまして、最終に持ち込みたいと考えております。

以上です。

(大橋部会長) ありがとうございました。

それでは、今、ご紹介いただきましたように、ちょうど今パブリックコメントの真っ最中ということですので、その結果を反映いただいて、また検討会で報告いただけるということです。そこから直接原子力委員会に報告していただくご予定になっておりますので、ご承知おきいただければと思います。この件に関して、何かご質問があれば承りたいと思いますけれども、よろしいでしょうか。

それでは、山名先生、事務局で引き続きよろしく申し上げます。ありがとうございました。

最後のその他ということで、事務局から「ご意見を聞く会」の件、ご紹介をお願いします。

(渡邊主査) 失礼いたします。席上に配布させていただきました原子力委員会ご意見を聞く会というチラシがございます。こちらは来週の火曜日、3月24日に東京工業大学で開催を予定しているものでございます。

定員は100名程度としてございます。今までのところで70人ぐらいの方にご応募いた

だいていところでございます。これまでのこちらの部会での議論についてご紹介させていただいて、ちょうど原子力学会が開催されているところでございますので、実際の現場でご活躍いただいている方々から直接その国の原子力開発のあり方についてご意見をいただくことを予定してございます。

こちらについては以上でございます。

次回の日程、部会の第9回でございます。こちらは日程調整の結果といたしまして、今、4月17日金曜日の10時から12時、場所はこちら4号館の12階でございます。1214特別会議室で開催する予定でございます。

以上でございます。

(大橋部会長) ありがとうございます。

それでは、3月24日の件と次回の件、よろしくお願いいたします。

予定していただいた議題は以上のとおりですけれども、委員の先生方、または原子力委員の先生方、オブザーバーの方から何かほかにいかがでございましょうか。

(宮崎委員) 実は、さっきとまた同じページですけれども、もう1つ質問があるんですね。

プロジェクト研究と基礎・基盤研究の連携についてです。

(大橋部会長) 中島さんにご説明いただいた資料ですね。

(宮崎委員) 質問は、研究開発というのは、ほとんど実用化につながるものもありますけれども、途中で失敗してしまうもの、あるいは、技術的に成功しても、実用化されないもの、いろいろあると思います。大体、こちらのJAEAの場合、その要素技術開発で行われている研究開発のうち大体何%ぐらいが実用化に達するのかということを知りたいと思います。あるいは、もう1つは、技術的に成功しても、実用化されないものが何%ぐらいなのか、そういうデータがあれば、また今度のときでも知りたいと思うんですけれども。

(大橋部会長) ありがとうございます。非常に難しい質問で、今、お答えするのは難しいと思いますけれども、何かありますでしょうか。

(中島理事) 基礎研究の何割がうまく実用化に行き、またプロジェクトを支えて行ったのかというのは、ちょっと手元にデータを持ち合わせていません。持ち帰らせたいと思います。

ナショナルプロジェクトというものについては、ビッグビジネスの自主開発であるということを考えますと、長期間にわたって大きなリスクを持った事業であるということです。開発する側、そして事業主体となる側も、いかなる困難にもへこたれないというような旺盛な闘志を持つことが非常に重要だと思っています。

それから、やはり実用化に基礎から、あるいはプロジェクトから実用化にするにしても、あらゆる面で、渡す側、受け取る側のコミュニケーションを怠らないようにしないといけないと思います。そして、個人対個人、組織対組織の間でゆるぎない絆つまり信頼関係ができないといけないというように考えております。以上です。

(大橋部会長) ありがとうございます。

そのほかどうでしょうか。

(中西委員) 今日、特別に配らせていただいたグローバルCOEのパフレットがございました。東京大学で原子力を中心にグローバルCOEをしております。お読みいただければと思います。部会長の許可を得て、参考に配らせていただきました。

(大橋部会長) そのほかよろしいでしょうか。



それでは、少し延長して申し訳ありませんでした。今日は、ご説明、ありがとうございました。  
またご審議ありがとうございました。

次回、よろしくお願いいたします。

—了—