

## 第9回原子力機構報告会

「変革の時～新たなる出発に向けて～」

日時:2014年11月27日(木)

場所:日本消防会館ニッショーホール

独立行政法人

日本原子力研究開発機構



開会にあたって  
理事長 松浦祥次郎

○松浦理事長 本日は、お忙しいところ、原子力機構の第9回成果報告会に御参集いただきまして、まことにありがとうございます。

私は、昨年(平成25年)6月から理事長を務めさせていただいております松浦祥次郎でございます。開会に当たりまして、一言御挨拶を申し上げたいと存じます。

本日の報告会ですが、副題として「変革の時～新たなる出発に向けて～」という標題が掲げられております。非常に正直に申し上げまして、これが現在の原子力機構を極めて端的にあらわしているとは思っております。本日の報告会は第9回ですので、この標題と比べますと、普通ならやや違和感をお感じになられるような気がします。こういう標題は、組織ができて15年か20年たったころにふさわしい標題ですが、第9回というのは、この原子力機構がまだ若い組織ということです。その若い組織が、既に変革のときに当たって、そして新たなる出発に向けてということで報告しないといけない、あるいは報告するというのが現在の状況でありまして、これはとりもなおさず、これまでの原子力機構のあり方について根本的に改革をしないといけないという状況に立ち至った。そして、それをこの1年間しっかりやった。その結果、次への準備ができて、これからそれをやっていきますというお話をすることになったわけです。したがって、私の後で講演するそれぞれの担当者からは、この1年間に原子力機構が改革としてどういうことをやったか、また改革の結果、今後何をやっていくか、またその途中でも何をやってきたか、この副題にふさわしいテーマについてご報告させていただきたいと思っております。

〔パワーポイント映写。以下、場面がかわるごとにP〕と表示

P1) 私の話は、最初の御挨拶としてはやや異常かも知れませんが、この原子力機構改革について私がどのような心を持って臨んだかということ、一方、原子力機構の改革の仕事をしていながらも、原子力機構としては、当然のことながら、研究開発機関として着々と研究をしないといけない。その中でどのような主な成果を出すことができたか、そして今後それらを踏まえてどういう方向で原子力機構が仕事をしていくべきか、仕事をしようとしているか、そのようなお話をさせていただきたいと思っております。

P2) 原子力機構改革については、きょう御参集の方々はおよそお聞きになっていると思っておりますし、中にはかなり詳しく御理解の方々もおられると思っておりますが、ここにございますように、もんじゅの保守管理不備、J-PARC ハドロン実験施設放射性物質の漏えい事故、こういうことがきっかけになりまして、文部科学省は原子力機構を根本的に改革すべきであるという決定をなされました。そして原子力機構にそのことを指示されたわけです。原子力機構はそれを受けて改革のための計画をつくりまして、昨年(平成25年)10月1日から今年(平成26年)の9月30日までを集中改革期間として改革を進めてまいりました。その成果と、今後どう進めていくかということを取りまとめまして、「日本原子力研究開発機構改革報告書」を本年(平成26年)10月2日に文部科学大臣に提出したわけです。

こういう仕儀(しぎ)になりましたのは、先ほど申しましたもんじゅの問題とJ-PARCの問題がきっかけ

であったわけです。しかしながら、私が任命されたのは、文部科学省でこういうことを決定されたすぐ後ですので、この改革をすることが私のこの1年あるいは1年半の仕事であったわけですが、これに立ち向かいましたときに、私は、これは非常に大変だなと思わざるを得なかったわけです。もんじゅだけの問題、あるいはJ-PARCだけの問題でしたら、原子力機構全体を改革する必要は必ずしもないわけですが、もんじゅの問題、あるいはJ-PARCの問題が起こったその後ろにある問題、原子力機構全体において問題の根幹を持っているのではないかということがあるわけですし、このことから、むしろ原子力機構が、もともと旧日本原子力研究所と旧核燃料サイクル機構が統合されてできたその機関が、統合の成果を十分出さない中で、じわじわといろいろな課題が積み積もって、ついにその一端がもんじゅの問題あるいはJ-PARCの問題になったのではないかと、そう見ざるを得ないところがありまして、それをも考えて改革を進めようと思つくと、その問題の大きさ、複雑さ、多様さに非常に大きなストレスあるいは圧力を感じまして、ここに「峻しく困難な岩壁に立ち向かうかのような緊張感を覚えた」と私は表現しましたが、実は私はもともと山登りが好きで、大学のころは散々岩登りをやったのですが、そのときの気分を思い出して、改革に立ち向かうときにこういう気持ちにならざるを得なかったわけです。

しかし、一方、原子力機構としてはこの改革をやり遂げなければ、日本の中で唯一の総合的な原子力研究開発機関としての使命を果たす、しかも社会からの信頼を得ながら使命を果たすことはできないわけですので、とにかくこの改革を徹底的に進めようという決心をせざるを得なかったわけです。

そして、職員一人一人がどのように気構えを改めるか、あるいは今後仕事に対して覚悟を決めるかを確かめる、あるいは我々の考え方を伝えるために、なるべく多くの職員と対話をするを一番のベースに置きながら改革を進めたわけです。

そして、この改革がどう進んでいるかということをいくつか確認しながら進めさせていただきました。

P3) この改革の内容につきましては、後ほど田島戦略企画室長が詳しく申し上げますので、私はそのところは失礼いたしますけれども、少なくとも組織を変える、すなわち器の仕組みを変えるということと、その中で仕事をする職員の意識、心を立て直すということ在必死になってやったわけですが、それについて、いろいろな視点からある程度の成果が得られたと最終段階では考えることができたわけです。

これに関しまして特に私が感じましたのは、この改革が何をもたらしたか、何を生み出すことができたか、今後さらに何を改革の続きとしてやらなければならないかということ、各組織の部長クラスの職員に直接電話で一人ずつ問いかけて、その答えをもらったこと、そして最終段階で各職員個人個人に、インターネットでですが、問いかけて、その反応を見たこと、そういうことから感じることもできたわけです。

ただ、残念ながら、もんじゅに関しましてはさらに深い問題がありまして、これは集中改革期間の9月末日までに課題を完全に終えることができず、もんじゅに関しては集中改革期間を半年延ばして、第2期中期計画の最終であります来年(平成27年)3月まで改革を進めることにしたわけでございます。

P4) 実は、この改革の中で、職員が最初どのように感じて、それがどう変わっていったかということを確認するために、3度にわたってアンケート調査をいたしました。

ここにはアンケートのうち5項目についてのみ結果を示しておりますが、全体としては27項目の問いかけをしたわけです。全体の傾向として、改革が進むごとにだんだんとプラスの方向に動いていたということが確かめられたわけです。最初の段階ではほとんどネガティブな反応があったものが、だんだんとポジティブになっていった。これで少なくとも改革の結果として次の段階の準備ができたと感じたわけです。

特に私が心強く思いましたのは、こういうアンケート調査は割に回収率が悪いものですが、第1回のときに既に回収率は75%ぐらいありまして、第2回、第3回のアンケートの回収率は95%、あるいはそれを超すような回収率でしたので、職員がかなり意識を深く持ってこれに携わってくれたと感じたわけです。

P5) 今回、この集中改革期間を終了いたしまして、少なくとも当初目的としたいいくつかの課題については一定の成果を得られた。例えば、事業の一部を他の法人と統合させて新しい原子力機構をつくるか、原子力機構の事業自身として将来どういう方向でどのように進めていくか、またそれについての職員の意識がどう変わったかを確認できましたし、これによって今後継続的に改革を定着させていくことができると感じたわけです。

もんじゅの問題は最重要課題ですが、これにつきましても、保守管理体制あるいは品質保証体制を再構築するという仕事が今も続いているとはいえ、相当に進みまして、もう二度と、かつて(原子力)規制委員会から措置命令を受けたような状態に立ち戻ることはないという確信を得ることができるようになりました。今後、この中期計画が終わるまで集中改革を継続しまして、この目的を達成したい、それについては私自身が常に先頭に立つことを心がけてやっていこうと思います。

しかしながら、最初に述べましたように、このようなまだ若い状態のときに社会に対していろいろ御迷惑をかけたり、御心配をかけたり、あるいは厳しい批判を受けたということは理事長として非常に遺憾なことでありまして、責任を痛感しているわけでございます。しかしながら、この集中改革におきましても、今最も重要な問題となっております福島の問題とか、今後原子力機構が何に努力を集中していかないといけないかということについては、かなりはっきりとした目標あるいはそのやり方についての計画等も立てることができましたので、こういうことになったのは皆様方からのいろいろな御鞭撻、御支援のおかげだと感謝しているわけでございます。

P6) 一方、本日の報告会は、先ほども言いましたように、現在の中期計画の目標期間における最後の報告会です。したがって、今のところ何が一番重要で、どういう成果を上げているかということ、あるいは今後何をやるべきかということが非常に重要な問題ですので、それについてのトピックスをいくつか、私の最初の御挨拶の中で述べさせていただきたいと思っております。

特に、ここに書きましたように、この4月に政府が、エネルギー基本計画におきまして、原子力発電は非常に重要な基盤的なエネルギー源として重要であると。また、もんじゅに関しては、非常に長寿命と

して問題となっている高レベル廃棄物の減容に十分役立つ可能性があるからしっかりやるようにと、もんじゅの位置づけがしっかりされたということは、職員に対して非常に意欲をかき立てる位置づけでありまして、これは非常に心強いものと考えております。

以下、今年(平成 26 年)1 年の間にどういうトピックス的な仕事できたか、そして今後どういう点に重点を置くかということについて、やや項目的ではありますがけれども、簡単に述べさせていただきます、御挨拶にしたいと思います。

P7) パワーポイントに細かい字があり過ぎて、後ろのほうは見づらくて申しわけないのですが、簡単に申し上げます。

まず 1 番目は、J-PARC の線型加速器における 400MeV の加速に成功したという問題ですが、これは本質的にはどういうことかといいますと、J-PARC は非常に強いビームを出すものですが、ビームが強くなることによって将来の研究の成果が非常に多くなり、かつ質がよくなる。そのために、出力を 1MW のビームにしたいということがかなり最初からの目標でありまして、それが達成できる加速器の部分が、ちゃんとでき上がったということです。私は、これは世界的な成果だと思いますし、また専門分野でもそのように評価されていると伺っております。この問題は、現在どんどん進んでおります。例えば、結晶をつくるのが非常に難しいタンパク質の解析等にこういう強いビームが非常に役立ちますし、これから進めようとしております長寿命核種の核転換の仕事、それは加速器を使ってやるという仕事にこの J-PARC が大きい力を発揮すると思いますが、そのための準備としても非常に大きな役割を果たすものです。

もう一つここに書きましたのは、(東京電力)福島(第一原子力発電所)事故に対応する一般公衆を対象とした内部被ばく検査実施手法の考案です。これは、今まで原子力機構が培ってきました放射線の測定技術を使いながら、装置や測定方法、評価、検査結果の伝達までを網羅的に組み上げたシステムをつくったわけです。それによって 22 万人ばかりの人たちを測定しておりまして、そのうち原子力機構だけでも 7 万 3, 000 人の人を測定しているところで、この結果は国連科学委員会の報告書でもリファアされるなど、国際的に非常に高い価値の成果として認められるものです。写真がはっきりしませんので、どういう測定方法かというのが見られないのが申しわけありませんが、そういう成果を得たということです。

P8) これは、1F(東京電力福島第一原子力発電所)事故に対して今後進めていく、櫛葉につくっております遠隔技術開発センターのビルディングの完成予定図ですが、今これをせっせとつくっているわけです。今後は、こういうものを使いまして、遠隔操作や測定を国際的に協力しながらやっていく。

こちらは安全研究でして、特に原子力防災に関する研究をどんどん進めまして、事故のときにどのように対応することで被ばくを小さくするかという成果を出したわけです。

P9) 基礎基盤研究では、新しく高温ガス炉での実験が進めることが認められまして、最も重要なのは高温ガスの安全性をより精度高く確認するわけですが、その次に、それを使っての水素製造を進めるための基礎的な、むしろパイロットプラント的な実験装置を完成したということです。

それから、廃棄物の中で特にウラン廃棄物が非常に問題ですが、それを高精度に測る装置が人形峠のセンターにできました。

高速炉に関しましては、最も重要なのは高速炉の安全基準をどうするかということですが、国際基準をつくるために国際的な活動の中でせつせと協力してこの仕事を続けているということであり、また、フランスの協力で次世代の高速炉技術を開発するための研究協力をする、その技術提携の実施取り決めを行ったということがあります。

P10) また、核融合では、今、ITER が進んでおりますけれども、ITER をどんどん進めるための装置、あるいは、より核融合の研究を広げるための加速器の開発、あるいは計算機の開発等を進めているということ。

そして、高レベル放射性廃棄物処分技術の研究開発では、幌延や瑞浪の深地層研究所で次々と基本的なデータを出しているということがあるわけです。

P11) 今後の方向ですけれども、今回の改革がどういう意味で起こったか、またそれをどう受けとめ、どう将来に生かすかということが今後非常に重要なこととして、特に安全に関して原子力機構は意識が低いのではないかという批判を受けたことについては、もう一度はっきりと安全に関する重要性を認識し、安全の完全性、統合性、誠実さを絶えることなく積み上げていく、そして、原子力利用の新たな可能性を切り開き、原子力利用の課題をどの社会のセクターよりも早く予見し、それを乗り越えていく段取りをするというのが原子力機構の本来のミッションであり、その研究開発を先導していく、こういうことが今後の最も重要なことだと認識したわけでございます。

P12) 最初にも言いましたが、問題は、2つの法人が統合して、その統合の効果がどうだったかと言われたことに対しては、まさに統合したことの成果が福島の問題にどう対応するかということについて着実にあらわれておりました、今後経験を積み重ねながら、ニーズオリエンテッドな研究開発とシーズオリエンテッドな研究開発を連携・統合して原子力機構の仕事をどんどん進めていくことが最も重要であり、かつ、そのためには、今後、どの分野においてもリーダーが必要ですが、分野だけではなく、各階層、経営の層、研究所長の層、部長の層、課長・室長の層、グループリーダーの層、この各層についてのリーダーの育成が最も重要ではないかと考えまして、それに注力していきたいと考えているわけでございます。

P13) 最後ですけれども、今回の改革は、原子力機構の安全意識を再構築し、使命を再確認する、それによって原子力機構の再生を図るという企てでした。

部分的ではありますがけれども、その課題に対してある程度近づくことができたと考えておりますし、今後これをベースにしながら、立てた目標から逸脱することなく、さらに改善・向上を進めて、将来の原子力機構の活躍に資したいと考えております。

再び同じことを申し上げますが、我が国唯一の原子力総合研究機関といたしまして、その原点に立ち返りまして、国民の負託に応えるべく、原子力研究開発を先導的に切り開くという原子力機構本来の使命達成に向けて新しく出発したいと思います。

この改革の中で私が常に職員に申していますのは、研究開発機関の人間は常に自分の心、知識を新しくすることをぜひ心にとめてもらいたいということで、古い言葉ですけれども、「苟日新 日日新 又日新(まことに日に新たに、日に新たに、また日に新たなり)」、日々自分がどれだけ進んだか、どれだけ向上したかを振り返りながら毎日を送ってもらいたいと述べているわけですし、こういうことで、原子力機構が今後この改革をベースとして発展するように最大限の努力をしたいと思いますし、皆様方からの今後の絶えざる御鞭撻・御支援をお願いいたしたいと思っております。

以上で私の御挨拶とさせていただきます。ありがとうございました。(拍手)

## 原子力機構改革を踏まえた将来展望

戦略企画室長 田島保英

○田島室長 原子力研究開発機構戦略企画室の田島です。よろしくお願いします。

[パワーポイント映写。以下、場面がかわるごとにP)と表示]

P1) 本日お話しするのは「原子力機構改革を踏まえた将来展望」ということですが、内容的には大きく2つに分かれています。それは、今、理事長から申し上げた原子力機構改革の概要と、その展開、推移について少し踏み込んで申し上げます。そこから見えてきたものを抽出し、さらに原子力を、あるいは我々の機関を取り巻く状況についての考察をいたし、第3期中長期計画以降にどのような課題に取り組むことが我々の使命かということをはっきりと示した上で、将来展望の考え方をここで述べたいと思っております。

P2) まず原子力機構改革の概要です。

これについては、先ほども紹介があったように、具体的にはもんじゅの保守管理上の不備とJ-PARCハドロン実験施設における放射性物質の漏えい事故の2つをきっかけに始まったものですが、実際

のところは、原子力機構全体にわたる、全職員、全職場を巻き込んだ抜本的な改革となっております。経緯をさらっとおさらいいたしますと、昨年(平成 25 年)5 月に文部科学省で原子力機構改革の本部が設置され、8 月にはその基本的方向の取りまとめが行われ、我々に提示されました。これを受けて 9 月に原子力機構の改革計画を策定し、その後 1 年間の集中改革期間を実行したものです。その過程で、原子力機構全体の改革と、特にもんじゅの改革、2 つのものを並行して進めたわけですが、そのそれぞれについて外部有識者による検証を得て、その状況をモニターしながら進めてまいったものです。

P3) 原子力機構改革の概要で、課題をどのように設定したかということですが、もんじゅにおいては、保全計画の策定等において、非常に不十分な点があったとか、J-PARC においては、緊急事態とか異常事態に対するハードウェア上の対策、あるいはそれに対して対応する体制上の対策、安全保安の対策が不十分であった、こういうことが直接原因とされておりますけれども、その両方にわたって、組織体制についての問題、それから安全意識に対する問題が指摘されておりました、これに、過去の大きな変革である動燃改革、それから 2 法人の統合において指摘されながら持ち越してしまった課題がいまだに尾を引いている。それから、安全が原子力の基礎ですけれども、それについてさまざまな取り組みの施策が打たれ、キャンペーンが張られたわけですけれども、その中で有効性を失ったもの、あるいは形骸化したものが見られるという指摘もありました。こういったことから、我々の組織の安全文化の劣化が指摘されて、社会からの信頼を失うことになったわけです。

これに対応する課題としては、こういう事態に立ち至った経営力の弱さを克服する、それから、今までいろいろな事案に対してその都度対症療法的に対応してきたことの反省から、対症療法の悪循環からの脱却、そして、言葉だけが上すべりした感もありますが、選択と集中を実際に徹底させるということが課題であろうと考えました。

P4) そこで、改革を進めるに当たって、その初期に、社会における我々の使命とは一体何であろうかということをもう一度確認したい、足元を見つめ直すということで検討を進めました。

我々はこの国における唯一の原子力の総合的研究機関と位置づけられております。そして、原子力基本法で、原子力の利用、エネルギー利用、学術への貢献、産業の振興といったことを進めるようにということで、原子力という手法を用いて研究開発を行っているわけですけれども、国難であるところの東京電力福島第一(原子力発電所)の事故への対応を最優先で行う、そして環境回復と炉の廃止について我々のできる貢献を最大限に行っていく、これが 1 つの重点事項であろうと。

そして、原子力の基礎をなすものに、安全の確保と、基礎体力であるところの基礎的研究及び応用研究をしっかりとやる、そのための人材を持つ、研究を進めるための健全なインフラを維持する、あるいは保持することが必要なわけですし、原子力の安全向上に向けた研究が重点を置かれるべきであって、ここには核不拡散、核セキュリティ、それから原子力防災に関する事柄も含めて、全部を一体として進めていく。

また、原子力基盤の維持・強化では、特に人材の育成が必要であるというのは、原子力を利用しよう



とするあらゆる社会において重要な問題であって、これに対して我々は、研究開発の水準と質と量と、それを実際に動かす人材の育成を心がけていく、また、それを支える施設、インフラについては戦略的に強化する、そして社会に対してその供用を図ると同時に、産業界に対する技術サポートを我々の側から発信していくということです。

また、原子力のエネルギー利用の根幹をなしているのは核燃料サイクルの確立ということです。これは、もんじゅを中心として、もんじゅの一日も早い再稼働を実現して、そこから必要なデータを取り出し、実用化に至る道筋をつけていく。現在のところ、その実用化に至る研究開発については、国際協力を有効に利用して進めていこうと。こういう核燃料サイクルの研究開発をする。

そして、原子力の利用あるいは研究開発でどうしても避けて通れない問題である放射性廃棄物の処理・処分、そして原子力施設の廃止措置について技術開発を進め、これを合理的なものに変えていくということです。

この5つの重要事項を我々の使命と定めたわけです。

P5) 次に、原子力機構改革の概要の中で、先ほどの課題の裏返しになりますけれども、強い経営の確立、それから安全確保・安全文化醸成に真摯に取り組んでいく、事業の合理化を行うということを通じて人や組織文化の改革を行って、さらに、もんじゅについては改革をここで断行するというを理念に掲げて、改革内容としては、組織体制を抜本的に再編するとか、意識向上を図るという項目を並べて、もちろん J-PARC ともんじゅについては、それぞれ個々に具体的な改革を進めるというように内容を組んだわけです。

P6) まず組織改革ですが、これまでは、この絵の左側にありますように、研究テーマによる分類と研究開発を行う拠点の分類が複雑に組み合わせられて進められてきたものを、目的的に大きくくくって、高速炉研究開発、バックエンド、福島、原子力科学、安全防災、核融合と、6つの大くりにして、さらにその部門の責任者に役員である理事を当てるという体制をとることにいたしました。

それから、理事長を初めとする経営をサポートする組織を強力に確立するために、ブレーンであるところの戦略企画室、それから安全・核セキュリティ統括部、またコンプライアンス等を行う法務監査部をつくりまして、これによって経営支援を行い、強い経営の確立に資するというわけです。

P7) この6つの部門ですけれども、福島については1つの独立の部門といたしまして、ここでこれから本格化する炉の廃止に我々の全精力を傾けようというわけです。

安全研究・防災は、先ほど見ましたように、規制行政の支援が安全研究の大きな眼目ですけれども、それに加えて、シビアアクシデント、その解明、それに対する対策・対応といったことも含めて安全研究を強化するとともに、防災支援部門もこれに繰り入れて1つのまとまりとしたわけです。

原子力科学研究は、旧原子力研究所で行っていた原子力の基礎的研究及び応用の研究、量子ビームの研究、高温ガス炉や大強度陽子加速器 J-PARC も含まれますけれども、こういったものを全てを網羅する部門で、非常に範囲が広うございますけれども、これを1つのまとまった形にいたしました。

高速炉については、もんじゅ、常陽といった炉が存在しているわけですが、これを中心として、さ

らにその先の実用化をにらんだ研究開発を進めていくということで、これも 1 つの部門にいたしました。バックエンドについては、旧原子力研究所、旧サイクル機構ともにそれぞれのサイトあるいは施設においてバックエンドの部署があったわけですが、それを全部 1 つのところにまとめて、共通技術開発を行って、バックエンドとしてこれから原子力利用のリスクであるところの廃棄物対策について有用な技術開発を行っていくと(しています)。

こういった核分裂エネルギーの利用にかかわる項目と少し趣を異にしているのは核融合でありまして、これは、政府が参加している ITER 計画、それからヨーロッパとの 2 極で進めている幅広いアプローチ、その 2 つの国際協力を軸として核融合炉の開発に向かおうというのですが、これは核分裂とは進展の度合いも異にしますし、進展の方式あるいは進め方についてもかなり性質を異にしているもので、これを 1 つのまとめとしたものです。

P8) 次に、事業の重点化・合理化については、重点化すべき項目として、(東京電力)福島第一(原子力発電所事故)に対する対応を強化しました。これは、福島研究開発部門を独立に設置して、現在、兼務も含めて 600 人を超える人員がこれに携わっております。

また、もんじゅへの資源投入では、昨年(平成 25 年)10 月に改革が始まったときに、プロパー職員 40 名を他の拠点から人事異動させました。また、実務経験を持つ技術者を 22 名中途採用いたしまして、人的な補強を図りました。また、安全対策の追加予算措置として、年度途中で 30 億円規模の予算投入を行っております。

反面、分離すべき事業を特定いたしました。これは、先ほど申し上げたような少し趣を異にする核融合、それから量子ビーム応用の一部、これは光量子、レーザー、また放射線利用といった部分について、これをより広いアリーナで、すなわち、一般産業界、一般学術といった分野でもってさらに発展が期待されるという考慮から、これを核融合とともに他法人に分離して統合するという方針を定めました。

また、その他の全ての事業についても見直しを行いまして、再処理では、技術開発は継続するものの、廃止すべき施設については、その廃止を具体化するために廃止計画の申請を行おうという検討に入っています。

また、深地層の研究施設は幌延と東濃と 2 つあるわけですが、それぞれの研究課題を必須のものに絞り込んで、それに見合った具体的な施設計画をこれから立てていこうという段階になっています。

また、高速炉については、今申し上げましたように、もんじゅの取り組みを最優先とする、そして実用化への研究開発としては国際協力を有効に利用するという形で進める。

先端基礎科学研究も行われておりますけれども、原子力科学に密着した形での、例えばアクチノイド科学、それから先端的な原子力材料の科学といったものに関係するものに集約化するようにいたしました。

P9) 次に、職員の意識あるいは業務の改善という問題ですが、これについての改革は、我々の全職場、全職員が今回の改革にかかわるわけですし、その業務のやり方、流れを分析すれば、課室単位での動きが一番重要性を帯びていると考えました。したがって、課室ごとに改革の趣旨の徹底を図る

と同時に、それぞれの課室における職場での議論を督励し、業務改善活動を促進しました。この過程で、4月に開始したものですけれども、700件を超える改善提案が既に上がっており、順次実行に移しているところです。

また、本部の事務管理組織については、業務の合理化・標準化に向けた取り組みを進め、人事制度についても、人事評価が処遇にメリハリをつけて反映されるような制度改革を4月に既に実施しております。

また、役員と職員との意見交換ですが、理事長を筆頭に、あらゆる拠点でかなりの回数の意見交換会が実施されまして、これまでに1,300人を超える職員がこの活動に参加しています。それを通じて職員の意識改革、業務の質の向上が必要であるという自覚が大分広まったと考えております—

P10) これは先ほど理事長の話に紹介されました意識調査で、3回行いましたけれども、その結果にあらわれていると考えます。先ほどの話にありましたように回答率がほぼ飽和しているということで、関心の高さがこれから推しはかれますし、また、改革が進んでいるか、あるいは改革を成功させる自信があるかといった項目についても、当初は低かった回答の内容が改善して、最終的には大きく上昇を見せて、改革の進捗が見られると考えております。

P11) こういった事柄で改革活動を進めて、1年間の改革期間を閲(けみ)し、その結果、かなりの変化が見られると総括したところですが、まとめてみれば、ほぼ最初に計画した施策については完了した、打つべき手は打った。

それから、原子力機構が今回直面した状況は非常に危機的なものであるということについて、職員各層の認識が共有された。それをもとに職員間の相互理解、今までは自分の部署以外のところに対しての無理解があちこちに見られたのですが、それに対して、自発的に他の職場の内容を知ろうとか、自分たちのやっていることを知らせようという動きが出てまいったことは大きな前進だと思っております。また、J-PARCについては事態は非常にはっきりしていて、今まではマイクロアンペアで加速器を運転して実験をしていた。そういう物理実験がJ-PARCにおいてはミリアンペアと格段に大きなエネルギー、大きな電流値の加速器を動かすことになった。それに対する洞察が足りなかった。したがって、ハードウェアにおいて施設の改修を行い、それから、一朝事があったときの影響の大きさにかんがみて、それに対応する体制をつくり、訓練を施すといったことが考えられ、実行に移され、今はその効果があらわれていると考えます。

しかしながら、他方、もんじゅではまだ残された課題があります。これに対する取り組みを早期に行い、再稼働に向けて、喫緊になすべきこととして保守管理体制と品質保証体制の再構築を急いでいるところです。この改革の延長は、今年度の最終、来年(平成27年)3月末までの間、集中改革を継続するというので、改革の総仕上げを行おうということになりました。

P12) この改革から見えてきたものは何か。

1つは、安全に対する意識が大きく変わりました。安全というのは、1つの絶対的な指標があって、そこに到達すればいいというものではなくて、絶えず継続的な向上努力が必要であって、それによって

休みなく高めていくものである、そういう概念が広まったことも1つの前進と考えます。

それから、原子力機構の使命が社会的なニーズに対応しているか、それから我々がやるべきことなのかということを中心考えて、それに見合った使命に重点化していくということが今回図られたわけです。それから、どうしても避けて通れない問題であるところの活動から生ずる(放射性)廃棄物、これが大きな累積を見せています。また、既に老朽化した施設をかなりの数、我々は抱えているわけでありまして、これに対する適切な対処を行わない限り前に進むのは危ぶまれるという状況にあるのだという認識も非常に明らかになりました。

したがって、こういったこと全てを、相矛盾するものも含めて進めていくに当たっては、経営資源のバランスのとれた投入が必要であるということになります。

P13) さて、原子力研究開発全体を取り巻く状況に目を転じようと思いますが、これは2011年3月の東電福島第一(東京電力福島第一原子力発電所)の事故によって大きく変わりました。今、最大の急務として挙げられているのは、廃炉対応、要するに事故からの復旧・復興を一日も早く行うこと、それから実際に炉心が溶融して、過酷事故対策をこれから強化しなければならない。非常に低い確率でしか起こらないけれども、一旦起こった場合には影響が極めて大きな事故への備えも必要であるということで、これに真剣に取り組むこと。そして、放射性廃棄物の処理・処分の取り組みを強化していった、(東京電力)福島(第一原子力発電所)事故からも大量の(放射性)廃棄物が出るでしょうから、そういったものも含めて、それから今後原子力の利用において廃炉といったものも目前にあるわけですし、(放射性)廃棄物対策が重要である。

他方で、これも理事長の話に紹介されましたけれども、エネルギー基本計画が今年(平成26年)4月に閣議決定された。その中では、原子力はエネルギー需給上の重要なベースロード電源である、そして再処理、プルサーマル等を推進して核燃料サイクルを維持する、また原子力利用のリスクであるところの(放射性)廃棄物については、これを高速炉や加速器を使って核種転換をして負担を軽くしていく、と。また、固有安全性を有する高温ガス炉のようなものについては技術開発を推進という方針が出されたわけです。

原子力利用は、世界的に見れば、中国、インド、ロシアといったところでは相変わらず拡大の傾向にありますし、日本の高度な技術力に対しては各界からの期待も大きく、日本は足踏みをしていると見られていた、それが原子力の一線にまた復帰するのかということで、世界の関心は非常に高い。

その中で我々の組織がなすべきことも非常に大きな役割を担うことになるだろうと思います。

P14) 他方で、原子力機構そのものを取り巻く状況はどうかといえば、今回1年間の改革を終えた、しかしながらもんじゅについてはさらに半年延長するというところで進めているところですが、原子力機構は、独立行政法人制度が変わりまして、来年度(平成27年度)、第3期中期計画が開始されると同時に、国立研究開発法人として、これまでの効率を最重視するというやり方から、研究開発成果の最大化が求められるというように変わります。これは、これからの我々の事業を考える上で常に念頭に置くべき事柄と考えます。

P15) さて、第3期中期計画以降に実際に取り組む課題あるいは事業としてどのようなものがあるかというのをここに挙げています。

当然のことながら、我々の使命の再確認、それからそれに沿った組織の再編が起きたのですけれども、それに対応して、東電福島第一(東京電力福島第一原子力発電所)に対する対応に取り組んでいく。それから、高速炉の研究開発、核燃料サイクル、バックエンドの課題解決といったものがセットで、これからの原子力利用、核燃料サイクルに依拠した原子力利用を進めていくための事業である。

こういったもの全体を横断的に支えるものとして、安全、基礎基盤といったものが正しく維持され、必要な研究開発行為がなされなければならない。その中で人材を育成していった、これは我々にとどまらず、原子力利用に要求されるさまざまな各界での人材養成に対して応えていくことをやっている。そして、核利用については、先ほど言いましたように、ITER、それから幅広いアプローチ、といった具体的には国際協力を進めていく。

こういう課題を我々は事業として立てていくことになる。

P16) そのそれぞれの事業が必要なリソースを単純に積み上げていくと、理想形としてはかなり大きな研究開発支援が必要となると考えます。これがあれば所期のものがかなりの確率でうまくいくであろうと。

施設的に申し上げれば、例えばビーム利用も照射利用もできるような非常に多機能な、そして高性能の中性子のビームや中性子の定量的な照射ができるような原子炉を持つことが望まれるわけです。それによって産業創造にも貢献できるし、軽水炉の安全の向上とか基礎基盤研究、それから医療用のRI製造もこれから出てくる。

もう一つ大きな仕事として、原子力のリスク低減、(放射性)廃棄物対策ということで、(放射性)廃棄物を減らしていく、有害度を低減していくということもやる必要があるわけですが、そこで必要な技術として、群分離の技術あるいは核変換の技術が必要になる。そうすると、加速器施設として、今、パルス中性子源として持っているJ-PARCに加速器駆動システムを併設して、これをもって核変換の研究開発を進める。

また、群分離等の研究開発には、照射後試験、核種分離、燃料製造、(放射性)廃棄物処理・廃棄体化、分析といった行為が必要なわけですが、それをする場としてホット施設が必要である。それも機能を集約して、あるいは幾つもの機能が連携してこういう目的解決に当てられるようなものを持つことが望ましかろうと(考えています)。

人力的には、原子力研究所とサイクル機構が統合したときには、研究者・技術者の数が3,600人で、事務系800人が他にいました。その後、福島のようなその当時考えられていなかった事業にも我々は関与しているわけですが、少なくとも統合時の3,600人規模が最低限望ましい規模ではないかと我々は考えるわけです。

P17) 他方で、現状はどうかと考えますと、複数の研究炉・試験炉を持っておりまして、ホット施設もさまざまな目的に応じていろいろと保有しているわけですが、そのいずれもが老朽化していて、中には

昭和 30 年代に建設されたような非常に古い施設も含まれております。また、機能的に見ても最先端の機能とは申しかねるような、そして将来的には我々が非常に劣後するようなことが懸念される状況にある。当初からのテーマが変遷し、進展すると考えますと、必要な機能が分散してしまっていて非常に使い勝手の悪いものになっている。

他方で、活動から生じる(放射性)廃棄物も非常な量に上りまして、この蓄積がいつの日か研究開発活動そのものを阻害する危惧も生まれています。

人員的には、研究者・技術者は統合時から 500 人減っており、事務系では 100 人減っている。さらに、これから技術系のベテランが大量に退職することが見込まれます。こうなりますと、今我々が既に持っていて維持しているような施設の維持そのものに限界が来ることを見込まれます。

P18) 要するに、我々のなすべきこととそれをするための基礎的な体力との間に大きなギャップが生じつつある、あるいは既に生じてしまっている。そのときに、単純に必要なリソースを積み上げて要求するのではなく、我々の任務のもう一つの側面は、そういう場にあってどのような工夫を提案できるかということもあるわけですし、今考えているところでは、大きな「横軸」を投入して、それぞれの事業を有機的に連関させ、横断的・融合的な取り組みをし、その過程で研究インフラも集約して効率化を図っていくということなのです。

今考えている軸は 3 つあります。1 つは、福島への貢献として、福島第一(東京電力福島第一原子力発電所)の廃炉を加速するための研究開発を進める。次に、安全研究、基礎基盤といった全体横断的に、言ってみれば原子力を進めるに当たっての国力に相当するような部分を強化する。3 つ目がバックエンドフロンティア。一見言語矛盾に聞こえますけれども、核燃料サイクルとバックエンド対策を融合させ、核燃料サイクルの研究開発を着実に全面的に進めるための全体像を示して、それをバックエンドの視点から捉えていくという話です。適切なリソースは必要ですけれども、この 3 つがルブリケーション(潤滑油、潤滑剤)になって、うまく回転すれば、ここから(放射性)廃棄物対策、老朽施設対策の解決の糸口が見つかるでしょうし、我々の抱えている老朽施設のスクラップ・アンド・ビルドも進むだろうと。また、この過程でさまざまな専門性を備えた人材の育成もできるであろうと考えるわけです。この結果は我々の機関にとどまらず、日本の原子力利用、そして世界の原子力利用に有用な貢献となると信ずるものです。

P19) 具体的には、福島への貢献では、既に福島県内に遠隔技術開発のセンターを着工しています。これに加えて、今設計中の分析施設、それから研究開発を行う国際的な拠点、この 3 つを福島県内に建設することが予定されています。

これを、茨城で我々が既に運営しています 3 つの大きな研究所が東海村と大洗町にあるわけですが、それらが全面的にバックアップして、この全体を進めていく。これによって、バックエンド部門、原子力科学部門、安全研究部門がこれを連携して進めることになろうと。

P20) 2 つ目が、安全研究、原子力の基礎基盤といった、まさに基礎体力をなす部分の強化です。これは、量子ビーム、先端研究といったものも含めて原子力の基礎基盤研究を強化していく。他方で、

(東京電力)福島第一(原子力発電所)の教訓をもとに安全研究の再構築を図って、これと健全な研究インフラを整備することによってこれがうまく回って、この過程で先見的な知の蓄積、知の創生が可能になると同時に、ここで育てられた人材が各所で有効に働けるという人材育成の効果もあるだろうと。

P21) 3つ目の軸がバックエンドフロンティア構想で、これは、商用発電から再処理に至る1つのサイクルが、使用済み燃料を再処理することによって有用なウラン、プルトニウムを軽水炉あるいは将来の高速増殖炉で燃料として用いる。しかしながら、このサイクルがこれで閉じるわけではなく、有用な核燃料物質を取り除いた残りの残渣の溶液の中からさらに高度な分離を行って、有用な白金族、核分裂生成物、そして非常に扱いの困難な超長寿命の放射性核種、あるいは非常に強烈な放射能を持つ核種を分離して、それを燃料として高速増殖炉で燃やす、あるいは専用の加速器で核変換するという、こちら側のサイクルが完成されないと、この全体像は成立しないわけです。原子力利用にとって、この全体像をどのように開発していくかということが1つのポイントになる。こういったサイクルが有機的に連関して回ることによって最終的に最終処分に回される物質の危険度を下げ、量的にも非常に負担を軽減するということが実現されるわけです。

P22) 具体的には、まず分離変換の技術開発を行うわけですが、これこそ、分離という点では、プロセス研究を行ってきた旧原子力研究所と実際にホット施設を多数稼働させてきた旧サイクル機構のシナジー効果が見込まれるところです。今、それに向けた活動が始まろうとしています。そして、そのうちの核変換については、加速器による核変換、高速炉を用いた核変換、それぞれの特性に応じた研究開発が進められようとしています。具体的には、後ほど講演がありますけれども、今、その研究開発のロードマップを作成しようというところになります。

P23) また、もう一つのバックエンドフロンティアの側面である(放射性)廃棄物の問題、それから施設の廃止措置ですが、特に廃止措置については、これは旧原子力研究所が建設し、運転し、廃止措置を行った JPDR という炉ですが、最終的にはこのように更地にするということがこれまで考えられていたのですが、限られたリソースの中でどこまで廃止措置を行うかということをもう一回考え直してみよう。完全に安全が確保される状態まで持っていったら、それを中間措置として、例えば密封する、立ち入り制限区域にする等、さまざまな方策が考えられると思うのです。今、そういう方策について真剣に考えるべきときに来ているのではないかと考えるわけです。これによって、原子力利用に伴う負の側面あるいはリスクの側面が大幅に軽減されることになれば、我が国あるいは世界の原子力利用に対する大きな貢献であろうと考えます。

P24) 今申し上げたのは、要するに、やるべきことは示されている。それをやるに当たって、そのそれぞれを有機的に融合させて、いくつかの軸をここで投入して、その軸に沿った開発をやっていこう。そういう工夫をすることによってリソースのショートをカバーしていく、あるいは全体の効率を上げるということをやるわけですが、研究開発機関として目指すものは何か。これは少し抽象的な話になりますけれども、偶然から必然への回帰と申し上げたい。研究開発というのは、いかなる研究開発も、そのスタートにおいては、それに必要な人員とか予算とかしつらえが手当てされるものです。ここにおいて

目的とそれを進める体制が必然の関係にある。ところが、そのうちテーマは変遷し、または進展し、あるいは変化する。状況もまた同様に変化する。そのときに与えられた課題とそれを進める体制の間にはギャップが生ずる。どうしても現状を踏まえた手直しに終わる。このときにその関係は偶然の体制であると私は名づけているわけです。

原子力政策も立案者がいて、決定者がいる。我々はそれに対して実施機関として実施していくわけですが、「科学的真理と技術的妥当性」と書きましたが、それを追求することを通じて我々からも先見的な選択肢を考案し、提案し、そして実行していくということがあろうと思います。

そのためには適切なリソースが必要で、それを得るためには、粘り強く社会の納得を得るような努力を我々の側からして、良質の研究開発成果を創造するということが我々のなすべきことであろうと。

すなわち、状況の変化等に対して常に柔軟に、レジリエントに(弾力的に)、しかも強靱に対応できるような必然の研究開発機関を目指したいと考えるわけです。

P25) まとめますと、原子力機構改革の全般に関しては、集中改革期間中に計画した施策はほぼ完了し、次になすべきことも明らかになりました。

さらに、原子力や機構を取り巻く状況を確認した上で、真に実施すべき研究開発を我々なりに取り出し、それに対して体制をつくっていかうと。

それから、今後の原子力機構の研究開発について、現状では十全な遂行が危ぶまれる状況があると認識して、リソースと任務の乖離解消が急務である。

全体を見たときに、研究開発資源を有効に活用できる方法あるいは構想は、我々の側の努力としてこれを提示し、具体化していくとともに、社会からの理解を得て所要のリソースの獲得に最大限の努力を払っていくということだと思えます。

以上で私のプレゼンテーションは終わりですが、話を聞いていただいてありがとうございました。(拍手)

## もんじゅ改革の現状と今後の取組

高速炉研究開発部門もんじゅ運営計画・研究開発センター長 家田芳明

○家田センター長 今年(平成 26 年)10 月、もんじゅを支援するために設置されましたもんじゅ運営計画・研究開発センター長をしております家田でございます。よろしくお願いいたします。



私からは、「もんじゅ改革の現状と今後の取組」についてご報告させていただきます。

[パワーポイント映写。以下、場面が変わるごとにP)と表示]

P1) ここに従来の高速増殖炉開発計画を示しました。高速増殖炉の開発は、国家プロジェクトとして、実験炉、原型炉、実証炉、実用炉と段階的に開発を進めることとされ、実験炉で技術の基礎を確認し、原型炉で発電技術を確立し、実証炉で経済性を見通すことで実用化を図ることとしていました。原型炉段階のもんじゅの役割は、運転・保守経験の蓄積、ナトリウム取り扱い技術の実証、発電プラントとしての信頼性の実証です。

もんじゅは平成4年末に性能試験を開始し、平成6年4月に初臨界を達成しましたが、平成7年12月に発生しました2次主冷却系ナトリウム漏えい事故の後、14年半の間長期停止状態にありました。平成22年5月に性能試験を再開しましたが、その3カ月後、燃料交換後の片づけ作業中に炉内中継装置の落下トラブルが発生し、2年後にはその復旧を完了しています。しかし、復旧作業の最中、東日本大震災と東京電力福島第一原子力発電所の重大事故が発生し、我が国のエネルギー政策、原子力政策の見直しが図られてきています。さらに、そのような状況の中でももんじゅにおいて保守管理上の不備の問題が発生し、原子力規制委員会の保安措置命令によりまして、現在は性能試験に向けた準備も実施できない状況にあります。このように、もんじゅはこのスライドに示されたような重要な役割を担っているわけですが、その役割を果たせていないという状況です。私自身、長年、高速炉開発に携わってきた者としてまことに申しわけなく思っているところでございます。

本日は、なぜ保守管理上の不備のような問題を起こし、もんじゅ改革が必要となったのか、もんじゅ改革をどのように進めてきているのか、原子力機構はこれからどうしようとしているのかについてご説明させていただきます。特に、なぜもんじゅが今のような状況になったのかという点をできるだけ丁寧に説明したいと考えております。

P2) まず、なぜ保守管理上の不備のような問題を起こしてしまったのか、これまでのもんじゅにおける取り組みにおいて何がまずかったのか、何を反省しなければならないのかをお話いたします。理事長からもいろいろ説明がございましたけれども、ここでご説明することは、もんじゅ改革を進めながら分析されてきたことです。

1つは、ナトリウム漏えい事故以降の対応の不十分さを反省しなければならないと考えております。(ナトリウム漏えい)事故以降の経過の中で、もんじゅを確実に運転でき、技術伝承を行う体制を必ずしも十分に構築できなかったということでございます。

もんじゅにおいては、平成7年のナトリウム漏えい事故以降、平成22年に一旦性能試験を再開したものの、現在に至るまで長期にわたって運転が停止しています。この期間におきまして、国の高速炉開発計画の見直し等の影響により、電力会社等からの出向者が減少していく中で、原子力機構として実施すべきでありました十分なプロパー職員の配置や育成を行えなかったということがあります。また、もんじゅは、故障、トラブル等の種々の問題を経験しているわけですが、その都度、余り問題を掘り下げずに直接的な対応を繰り返すうちに、自ら課題を抽出し、自ら改善するという取り組み姿勢が薄れ

てきた面があったのではないかと反省する必要があると考えております。

こうしたことから、組織としてのマネジメントが的確に行われず、職員個々の技術力や自ら定めたルールを守る意識等の低下を招き、保守管理及び品質保証に係る体制やマネジメントが十分とは言えないものになってしまったと自己分析しているところです。

P3) 2つ目として、原子力規制の変化への対応の不十分さを反省しなければなりません。つまり、電力会社と同等レベルの規制対応ができていなかったということでございます。

前のスライドで申し上げましたような状況の中、平成20年8月にもんじゅに適用される法令が改正され、約4カ月後の平成21年1月から、保全プログラムに基づく保全活動に対する検査制度が導入されることとなりました。電力会社においては、軽水炉について十分な経験に基づき、時間をかけて保全計画が整備されてきましたが、もんじゅにおいては実効性の観点から十分に検討した保全計画が整備できませんでした。

その主な理由としては、事前準備が不十分で、法令改正があってから保全プログラム策定作業を開始したために、策定作業の期間が短かったこと、長期間停止状態にあったため、実効的な保全プログラム策定に必要な、十分な運転・保守経験を有していなかったこと、また、高速増殖炉の原型炉であるため、保全に関して実験炉の限られた経験しかなかったこと、ナトリウム系など軽水炉にない系統・設備を有しており、軽水炉の知見の反映も限られたものであったこと、などがあったと考えております。

P4) さらに、最初に保全計画を策定した後には、保全の最適化に向けて点検内容や頻度等の見直しを計画的に図っていくことを考えていましたけれども、結果として保全計画の見直しが十分に進まなかったのが実情です。

その主な理由ですが、トラブル等の影響で性能試験が計画どおりに進まなくなり、点検計画と実際の工程に不整合が生じているにもかかわらず、適切な見直しに手が回らないということがあった、あるいは、品質マネジメントシステムの本質的な考え方や仕組みなどについて現場に十分浸透していないままに保全プログラムを運用したため、どのような手続きでどのような改善活動を進めるべきかといったことを、現場が十分に理解できていなかったということがあったと考えております。

以上ご説明しました、長期間停止期間中に対応が不十分だったという2つの点についてまとめますと、1つ目としましては、職員個々の技術力や自ら定めたルールを守る意識が少しずつ低下してきてしまったこと、適切な発電所マネジメントの仕組みや能力が十分に育ってこなかったこと、言い換えれば、保守管理体制の強化、品質保証体制の強化が不十分であったと考えております。

2点目につきましては、もんじゅの保全計画は、法令に従い、軽水炉の計画を参照して作成したものではありませんが、研究開発段階の炉であり、ナトリウム冷却炉であるというもんじゅの特徴に即した実効性の高い計画になっていなかったこと、さらに、その見直しを進めるべきでありましたけれども、それが進んでいなかったために、点検の遅延とか点検漏れといった問題を起こしてしまったということです。

P5) もんじゅの改革が必要になった背景については、今、ご説明したようなことと考えているわけですが、このスライドでは、改革に至る経緯、事実関係をご説明します。

この部分については先ほど来のご説明とダブっているところがございますので、はしょってご説明しますが、電気・計測制御設備における保守管理上の不備を私どもが原子力規制庁にご報告し公表したのが、2年前の今日(11月27日)でございました。

その後、同じ年(平成24年)の12月に原子力規制委員会から、点検期限を超過している機器の点検等を実施すること及び保守管理上の不備に関する原因究明、再発防止対策に関する検討を実施・報告することなどの命令を受け、これに対するご報告を翌年1月末に行いました。

しかしながら、その後の保安検査等において、過去に点検時期を超過していた新たな事実が確認されたことなどによりまして、平成25年5月、原子力規制委員会から保安措置命令及び保安規定変更命令をお受けするに至りました。

一方、このような流れの中でJ-PARCの事故(J-PARCハドロン実験施設における放射性物質漏えい事故)がありまして、文科省から改革の基本的な方向性が平成25年8月に示されたところでございます。

これを受けまして、昨年(平成25年)9月から原子力機構改革、その中でのもんじゅ改革が進められてきたところでございます。

もんじゅ改革に当たりましては、理事長を本部長とするもんじゅ安全・改革本部を設置し、改革計画に基づく基本計画、実施計画を作成し、改革活動を推進してまいりました。

P6)もんじゅ改革を進めるには、何が悪かったのか、本質的なところを捉えて対策を施す必要があります。保守管理上の不備に関する一連の事象について、根本原因分析、すなわち、そのような問題を起こしてしまった組織的な要因は何だったのかについて体系的に分析していますので、その結果をご説明します。

まず、組織的な要因を分析する上で考慮すべき101項目の直接的要因が抽出されました。ここに書いておりますのは代表的な要因でございまして、次のとおりです。点検計画に点検期限の記載がなく、点検期限が不明確であったこと、膨大な量の保全計画や記録を人の手で管理していたこと、点検期限延長の手續に不備があったこととございます。

これらの直接要因から、背後にある要因、組織要因を探ることに加えて、右側に書いてございますが、もんじゅについて実施された過去の根本原因分析の結果や他の発電所での類似事象から反映すべき点を検討するなどいたしまして、より深い要因を探ることで、大きく4項目の組織要因を洗い出しまして、それへの対策をまとめました。

その4つの組織要因とは、1つ目は、管理機能が不足していたということです。つまり、管理者の所掌範囲が過大であるにもかかわらず、管理者自らが一担当者となり、マネージャーとしての意識が不足していたために、保守管理における管理機能が十分に発揮されていなかったということとございます。2つ目は、チェック機能が不足していたということです。つまり、組織としてルール遵守意識が不足しており、これを是正すべき品質保証室等によるチェック機能が十分ではなかった。保全プログラム策定

等への計画的な取り組みの調整、管理機能等が不足していたということでございます。

3つ目が、保全に係る基盤技術の整備が不足していたということです。つまり、保全計画や点検管理システムが構築途上であるにもかかわらず、頻発するトラブル対応に傾注したために、点検要領標準化等の保守管理に係る課題に対する本質的な対応が十分ではなく、また、これらを実践する要員、体制が不十分であったということでございます。

4つ目は、安全最優先の意識と取り組みが不足していたということです。つまり、点検期限超過等の保守管理状況の実態把握が不足しておりまして、現場の安全を最優先する意識や資源確保等への取り組みが不足していました。また、過去の根本原因分析の対策取り組みへのフォローも不足していたということが挙げられます。

今ご説明しました根本原因分析につきましては、もんじゅ改革を進めながら数次にわたって進めてきたものでございますが、ここで分析しております結果に基づいて具体的な対策を立て、順次改革計画に反映し、取り組んできたところでございます。

P7) 続いて、昨年(平成25年)10月以降、どのようにもんじゅ改革を進めてきたのかについてご説明いたします。

もんじゅ改革を進めるに当たっては、まず改革のあるべき姿を念頭に置きました。不断の努力により自発的に安全を追求し、国民の負託に応え、高速増殖原型炉としての成果を発信することで社会への貢献を果たせる組織になることが本来あるべき姿と考えています。

こういった組織になるための課題として、大きく5つの課題を挙げました。トップマネジメントにより安全最優先を徹底すること、安全で自立的な運営管理を遂行できる組織・管理体制を確立すること、マネジメント能力の改善、安全最優先を徹底できる組織風土への再生、高い技術力の育成、モチベーションの高揚といったものでございます。

これらを踏まえまして、具体的な対策を、体制、風土、人の3つに整理して抽出し、改革を実施してきたわけでございます。本年(平成26年)9月までの1年間の実績については、ここでは詳しくご説明しませんが、本日の配付資料に参考資料として載せてございますので、そちらをごらんいただければ幸いです。

P8) ここには集中改革の1年間(平成25年10月から平成26年9月まで)の総合評価を示してございます。

当初抽出した課題に対する対策を1年間かけて実施してきた結果、一定の成果が得られていることを確認してございます。しかし、原子力規制委員会からの保安措置命令の解除がされていないということで、課題が残っているのも事実でございます。このスライドの中で、赤文字で示したところが課題の部分になってございますので、そこを拾ってご説明点いたします。

体制の改革に関しましては、まだ不十分な部分がある保守管理体制、品質保証体制の再構築を行って、継続的にそれらを改善していく必要があると考えてございます。

風土の改革におきましては、品質保証に係るもんじゅ内でのチェック機能の強化のため、例えば品質

保証活動における定期的な内部診断等に取り組むといったことで、品質マネジメントシステムに従った業務遂行の習慣を根づかせていきたいと考えてございます。

人の改革におきましては、中長期的な観点からもんじゅに必要な技術力を確保・強化できるよう、各種対策を継続的に進めることが重要だと考えてございます。

このようにまだ課題は残されていますが、1年間の集中改革期間を進めてきた結果、もんじゅ従業員の雰囲気、意識が確実に高揚してきておりまして、運転再開に向けて高いモチベーションを持って取り組んでいるのも事実でございます。

P9) 今ご説明しましたような結果を踏まえ、集中改革期間1年間について、本年(平成26年)9月末に原子力機構としての総括を行ってございます。

そもその改革の発端となった保守管理上の不備に関しては、まだ保守措置命令の解除が達成できていないということで、先ほど申しましたが、保守管理、品質保証といった体制の再構築に向けた作業が、まだ継続中と言わざるを得ません。集中改革期間での取り組みにより、組織、人員、制度などの器はそろってきたわけですが、それを使った改革の定着、自立的な改善への取り組みを継続することで改革の総仕上げをすることが必要であると考えています。

これらのことから、もんじゅについてはさらに半年間(平成26年10月から平成27年3月まで)集中改革期間を継続することになったわけでございます。

10月からの改革第2ステージでは、先ほどご説明しました根本原因分析の結果を踏まえまして、保安措置命令に係る対策としまして、課題1、2と書いてございますが、保守管理体制、品質保証体制の再構築と継続的改善の2課題、加えまして、より先も見据えた課題としましては、現場技術力の強化、以上を合わせまして3つの課題を挙げてございます。種々の対策をこの3つに整理して再構築し直しまして、重点化した改革に取り組んでいるところでございます。

このスライドには記していませんが、今現在の状況を申し上げますと、本年(平成26年)11月をめどに提出するとしてきました保安措置命令に対する報告書については、現在最終の仕上がり段階にございます。報告書を含めた作業全般の品質と手続き等について念には念を入れてチェックしていく必要があるとの判断から、報告書の提出は12月中旬ぐらいになる見込みでございます。また、保安規定変更命令に基づく保安規定変更申請につきましては、本報告書の提出に合わせて行う予定としてございます。そういうことでございますけれども、来年(平成27年)3月まで継続する集中改革期間の目標を達成すべく努力していきたいと考えているところでございます。

P) このスライドには、原子力機構が行った1年間の集中改革期間の総括結果について、外部の専門家の方々から成る検証委員会でいただいた御意見を示してございます。改革が進捗し、変わりつつあるという評価をいただいている一方で、安全管理の問題を抱えている現状は異常なことであって、本来の姿である運転再開を目指すことが重要で、それによって職員の意欲、マイプラント意識の向上、ひいては仕事の質の向上につながるといった御意見とか、保安措置命令に対する総仕上げが必要であって、さらなる6カ月間の集中改革を継続することは適当という御意見もいただいております。こ

のような御意見を心に刻みまして、来年(平成 27 年)3 月まで継続する集中改革を不退転の覚悟で進めてまいりたいと考えているところでございます。

P11) 次にお話ししますのは、今後の取り組みでございます。

こちらには、運転再開を目指した大まかな流れを示してございます。ここまでで申し上げました改革を実施、保安措置命令の解除を達成しなければなりません。これが当面の目標となります。その先には、第 2 の目標として、規制基準への適合性審査、すなわち原子炉設置変更許可があります。これに向かって、私どもは新規規制基準関連の対応とか破砕帯調査への対応も進めているところでございます。この第 2 の目標を達成し、必要とされる改造工事を終え、地元の皆さんの御理解も得た上で運転再開に至ることができると考えております。運転再開を実現した後は、本来の研究計画を着実かつ本格的に推進してまいりたいと考えております。

P12) 東電福島第一(東京電力福島第一原子力発電所)の事故以降、国で検討が進められていたエネルギー基本計画が今年(平成 26 年)4 月に閣議決定され、その中にもんじゅの新たな位置づけが示されています。新しい計画では、改めて核燃料サイクルの推進を基本とすることが確認され、もんじゅについては国際的な研究拠点と位置づけられ、徹底的な改革を行った上で、もんじゅ研究計画に示された研究の成果を取りまとめることを目指すこととされてございます。

このスライドの下側にもんじゅ研究計画について少し書いてございますけれども、高速増殖炉技術開発の成果の取りまとめ、(放射性)廃棄物の減容及び有害度の低減、高速増殖炉／高速炉の安全技術体系の構築という 3 つの研究開発の柱が挙げられてございます。

P13) こちらに示したのは、もんじゅ研究計画の全体像でございます。先ほど申し上げたように、研究開発の 3 本柱が掲げられてございます。これらの知見を習得できる 5 サイクルの運転を終了した時点をもって成果の取りまとめ時期と定めておりまして、この時期に研究継続の可否を判断することとされてございます。

この図の中で赤い文字で表記した部分は、国際協力で実施するもの、あるいは国際協力で実施する可能性のあるものを示してございますが、このように国際協力をさまざまに効果的に活用しながら研究開発を進めていくこととしてございます。

P14) 今後の研究開発としまして、3 つの柱と国際協力について、少し中身をご説明いたします。

1 つ目の柱は、高速増殖炉技術開発の成果の取りまとめを目指した、高速増殖炉プラントとしての技術成立性の確認でございます。これは、もんじゅを用いて高速炉の基盤技術を検証・実証し、技術確立に導くものでございます。ここに例示したような多くの技術について、その成立性を確認するものです。

いくつかの例について紹介しますと、1 つはこの部分でございますが、炉心・燃料技術については、もんじゅの運転から得られる炉心特性データとか燃料の照射データを用いて炉心や燃料の設計技術を確認いたします。

プラント保守技術などにつきましては、まさにプラントで実践してみなければ経験として蓄積されないも

のでございます。ここで得られる成果は、ナトリウム冷却高速炉のためのさまざまなノウハウとして運転保守手順書などに蓄積していくこととなりますが、次の世代への技術伝承に活用しますし、今苦労して取り組んでおります保全計画の見直し作業も、まさに重要な研究成果として将来必ず役立つものと信じているところでございます。

P15) 2つ目の柱は、(放射性)廃棄物の減容・有害度の低減を目指した環境負荷低減の有効性の確認でございます。

ここには、もんじゅを活用する例として、均質プルトニウム、マイナーアクチノイドサイクル技術の有効性確認の例を示してございます。長期間停止している現状のもんじゅには、長半減期の MA(マイナーアクチノイド)の1つであるアメリシウム 241 が比較的豊富に含まれていることから、この状態で性能試験等の運転を行うことによって、MA 含有炉心、すなわち MA を燃焼させるタイプの炉心の特性データを取得することができます。これはアメリシウムのみではありますが、将来のアクチノイドリサイクル実現に向けた、燃料集合体規模での、世界でも貴重なデータを提供するものになります。また、系統的な照射試験を行うことで、プルトニウムや MA を燃焼させて減らすタイプのサイクル技術の有効性を把握することができます。

このテーマのより詳しい内容につきましては、私の次の報告で大井川次長からご説明させていただきます。

P16) 3つ目の柱でございますが、高速増殖炉の安全性強化を狙いとした安全技術体系の構築でございます。

高速増殖炉の安全性強化の研究は、新規規制基準への対応検討のために既に実践的に行っているところでございまして、ここではそれを紹介させていただきます。

もんじゅを対象とします新規規制基準は、研究開発段階炉に関する基準として昨年(平成 25 年)7 月に原子力規制委員会により策定されてございますが、安全審査を行うまでに改めて検討して見直すとされているものでございます。

こうした中、私ども原子力機構は、外部の専門家の方々を含む「もんじゅ安全対策ピアレビュー委員会」というものを設置いたしまして、もんじゅの特徴を踏まえて安全確保の考え方の検討を実施いたしました。

審議の結果、もんじゅに対して適切な対策を講ずべき主要な 16 項目の要求事項が取りまとめられてございます。審議の中では、検討材料として、私どもが開発しております安全評価手法の最新の研究開発成果が使われてございます。右側の表にはその抜粋を示してございます。ナトリウム冷却高速炉に特徴的なところは、この中で、青色で示してございます。

1 点だけご説明しますと、この部分(格納機能喪失の防止)でございますが、格納機能喪失の防止については、ナトリウム冷却炉の特徴である原子炉容器からナトリウムが無くなることを防げるということ踏まえ、熔融燃料による原子炉容器破損の可能性が実質上除外されるように適切なアクシデントマネジメント策を講じる必要があるという要求がされております。

こういった事柄を含めて、16 項目の要求事項を取りまとめて報告書にしたものでございます。この報告書につきましては、今年(平成 26 年)7 月末に原子力規制委員会に提出させていただいておりました、原子力規制庁にご説明させていただいているところでございます。私どもといたしましては、この報告書の内容を新規制基準の見直しの際に御活用していただければと考えているところでございます。

P17) 高速炉サイクルの技術開発においては、開発を効果的・効率的に進めるために、国際協力の活用がますます重要になっているところでございます。このスライドは、国際協力の進め方の分類と重点的な取り組み分野を整理したものでございます。

2 国間協力は、主としてアメリカ、フランス、加えてロシア、韓国などとの間で実施しているものですが、2 国間協力は密接な協力が可能な方法でありまして、図に示したような分野で、具体的な研究プロジェクト及び個別研究開発での相互貢献を行っていくこととなります。

多国間協力としては、我が国は第 4 世代原子力システムに関する国際フォーラム、GIF (Generation IV International Forum) に参加しておりますが、こういった高速炉を開発する国々との間の協力では、共通の規格や基準を検討、策定することが有効でございます。こうした観点で、GIF のもとでは、高速炉の安全基準や運転・保守ガイドラインの構築に関して我が国主導で議論してきているところでございます。

また、3 番目の IAEA、国際原子力機関の取り組みには、原子力開発国以外の国も参加していることから、基盤的なデータ共有などの活動を実施してきてございます。

これらの国際協力のうち、特に高速炉に関する安全基準の策定とか安全ガイドラインの策定につきましては、我が国が提案し、リードしてきた分野でございますけれども、今後も引き続き積極的に推進していく所存でございます。

P18) 最後にまとめさせていただきます。

私どもは、現在進めておりますもんじゅ改革を、もんじゅを中心に原子力機構一丸となって今年度(平成 26 年度)末までに確実に成し遂げ、諸課題を解決し、性能試験の再開を実現することで、研究開発機関としての国民からの負託に応えていく所存でございます。

そして、もんじゅ研究計画に基づいて、もんじゅを活用した研究開発を進め、高速炉の実用化につなげていきたいと考えてございます。

また、国際協力を積極的に活用して効率的、効果的に研究開発を進めまして、世界に貢献する成果を上げていくという考えでございます。

今後とも引き続き皆様のもんじゅへの御支援をよろしくお願いいたします。

私からの報告は以上です。御清聴ありがとうございました。



## 高レベル放射性廃棄物の減容化・有害度低減への挑戦

戦略企画室次長 大井川宏之

○大井川 皆さん、こんにちは。戦略企画室の大井川です。

[パワーポイント映写。以下、場面がかわるごとにP)と表示]

P1) 今日は、「高レベル放射性廃棄物の減容化・有害度低減への挑戦」ということで、現在の取り組みについてご報告させていただきます。

この研究開発の背景ですけれども、原子力を利用する上で放射性廃棄物の処理・処分の負担軽減が大きな課題であるということは、皆様御存じのとおりだと思います。

原子力機構ではこれまで、廃棄物処分の負担軽減を目指しまして、核燃料サイクルの研究開発とともに、分離変換技術と名づけられている研究開発を進めてきております。

この分離変換技術そのものについてはこの後少し詳しく説明させていただきますが、先ほど家田から報告がありましたように、もんじゅ研究計画というのが去年(平成 25 年)取りまとめられまして、その中の 3 つの大きな研究の柱の 1 つとして、放射性廃棄物の有害度低減に関する研究が取り上げられております。

それから、昨年(平成 25 年)、やはり文部科学省で群分離・核変換技術評価作業部会というのがありまして、その中で、加速器駆動システムを用いた分離変換技術の研究開発について推進しようという方向性が示されております。

そして、今年(平成 26 年)のエネルギー基本計画の中では、高速炉や加速器を用いた核種変換など、放射性廃棄物中に長期に残留する放射線量(放射性物質)を少なくし、放射性廃棄物の処理・処分の安全性を高める技術等の開発を国際的なネットワークを活用しつつ推進するといった方向性が示されております。

こういう背景のもとに、我々はこの研究開発に力を入れていこうと考えているところです。

それでは、続きまして、分離変換技術とはどんな技術かということの説明したいと思います。

P2) その前に、使用済み燃料の組成はどういうものかというのを示したのが、このスライドになります。左側に示していますが、新燃料 1t の組成で、ウラン 235 が 45kg、ウラン 238 が約 955kg ということで、ほとんどウラン 238 が占めているわけです。これを原子炉の中で照射して取り出したら使用済み燃料になるわけですが、93%ぐらいのウラン 238 が残っています。その他、燃え残りのウラン 235、それから核分裂の結果生じた核分裂生成物が大体 46kg、1t の中で 46kg です。それから、プルトニウムが 10kg、マイナーアクチノイドと呼ばれる元素が 1kg。こういうものが使用済み燃料の中に含まれているわけです。ここで言いましたマイナーアクチノイドといいますのは、アクチノイド核種元素の中でウランとプルトニウムを除いたもので、主にネプツニウム、アメリシウム、キュリウムといった核種がマイナーアクチノイドで、非常に長寿命のものが多く含まれているということです。

これを我々は再処理するわけですが、再処理によってウランとプルトニウムを回収しますから、その残った核分裂生成物とマイナーアクチノイドがガラス固化体として廃棄の対象になるわけです。

P3) これが現在の再処理のスキームで、再処理によってウランとプルトニウムを回収して、FP (Fission Products) というのが核分裂生成物、MA というのがマイナーアクチノイドですが、これを今はガラス固化体として廃棄するということですが、まずこれをいくつかの群に分けてやろうと。これを我々は群分離と呼んでいます。この場合は、マイナーアクチノイドと白金族。白金族の中にはルテニウム、ロジウム、パラジウムなどが含まれています。それから発熱性の元素、ストレンチウムとかセシウムです。そしてその他の元素。これは例ですが、こういう4つの群に分けてやる。

そうしますと、マイナーアクチノイドに関しましては、核分裂で核変換して単純化することが可能です。その単純化の仕方については後で説明しますが、こういう核変換による単純化が可能。白金族は、触媒などとして利用することが可能ではないか。それから、発熱性元素、ストレンチウムとかセシウムは、熱に強い焼成体の形にして冷却または利用。利用といいますのは、放射線源とか熱源です。こういうものに利用して、その後、地層処分してやろうと。こういう発熱性のものとか長寿命のものを取り除いた後のその他の元素は、高含有ガラス固化体として地層処分。その他の元素の中にも長寿命の核分裂生成物等が含まれていますので、これはまだ地層処分が必要ということです。

こういう群分離と核変換をすることで長期リスクの低減を行う、それから発熱性の多い核種を除去することで処分場のコンパクト化を狙う、それから一部の資源化も狙う、これが我々の分離変換技術の目指すところですよ。

わかりやすく言いますと、ここでごみの分別をしてやって、資源化できるものは資源化してやろう、焼却できるものは焼却してやろうというコンセプトになります。

それでは、この長期リスクの低減というのはどういうことを示しているかというのを次に示します。

P4) これは、横軸に処理後の経過時間ということで、10年、100年、1,000年から100万年、1,000万年(、1億年、10億年)と、非常に長い時間のスケールをとってあります。それから、縦軸は潜在的有害度という指標をとっています。潜在的有害度というのは、放射性核種の人体への影響で重みをつけた指標になっています。通常、放射性物質というのは、ベクレルという放射能の単位ではかるわけですが、同じベクレルでも、体に入ったときの影響は元素によって違います。その重みを加えてやると、人体への影響はシーベルトではかりますから、シーベルト単位になるということで、これはシーベルト単位になっています。この緑色で示しましたのが、使用済み燃料そのものを直接処分したときの有害度低減のグラフになります。横に一線引かれていますこの線ですが、これはもともと1tの使用済み燃料に対するグラフですが、それをつくるのに9tの天然ウランが必要だったと考えたときに、その9tの天然ウランが地面にまだ埋まっていたときに持っていた潜在的な有害度で、これを引いてやったわけです。そうしますと、使用済み燃料は、地面に埋まっていたときと同じ潜在的有害度まで下がるのに10万年を要することがわかります。それに対しまして、プルトニウムとウランを回収してやる再処理を行いますと、それを1万年から数千年ぐらいに短縮することができる。それから、先ほ

どありましたマイナーアクチノイドを回収して分離変換技術で核変換してやりますと、数百年、約 300 年ぐらいまで短縮することができるということで、この技術を適用することで、かなり長く続く潜在的有害度を短縮、低減することができます。

P5) こういう技術を実現するのに非常に重要なのは、分離をしてやるプロセスです。

これは我々が考えている分離プロセスの一例ですけれども、今やっている再処理にプラスして、ネプツウムというマイナーアクチノイドをプルトニウム等と一緒に取り出してやる。それから、残りました核分裂生成物とマイナーアクチノイドについて、マイナーアクチノイドをレアアース、希土類元素と一緒に取り除いてやる。次にマイナーアクチノイドとレアアースを相互に分離してやる。可能であれば、アメリカウムとキュリウムをまた分けてやる。こういう多段階のステップを踏みながら分離していくことが必要になってきます。それから、レアアース以外の FP(核分裂生成物)については、モリブデンと、PGM (Platinum Group Metals) というのは白金元素ですけれども、これを分けてやって、次にストロンチウム、セシウムを分離してやるという非常に複雑ですけれども、こういう多段階のステップを踏みながら分離してやる必要があります。

今我々が特に力を入れているのはこの部分になりまして、マイナーアクチノイドとレアアースと一緒に分離するというので、TDdDGA(テトラドデシルジグリコールアミド)抽出剤と、ここに絵を描きましたが、こういうものを開発して、実験室規模ではありますけれども、99.99%以上の回収に成功するという成果を得ております。

それから、マイナーアクチノイドとレアアースを相互に分離するステップに関しましては、新しい抽出剤の開発を行いまして、高い分離性能を有する数種の候補の抽出剤を見出したという段階にあります。その他、ストロンチウム、セシウム等に関しまして、抽出クロマトグラフ法の実験を行ったり、という段階にあるわけです。

P6) 続きまして、核変換の方法について説明したいと思います。

これは、マイナーアクチノイドの 1 つ、ネプツニウム 237 ですけれども、半減期は 214 万年あるものです。これに高速の中性子を当ててやりますと、核分裂反応が起ります。核分裂反応を起こしますと、2 つの核分裂片に分かれまして、それぞれが崩壊しながら、最終的には、この場合だと安定なルテニウムとセシウムに変わっています。ところが、常にこういう安定なものになるとは限らなくて、10%以下ではあるが長寿命のものもできてしまうということで、この方法で完全に放射能がなくなるわけではなくて、短寿命化はできる、あるいは人体への影響は大幅に低減できるのですけれども、完全に無くなるわけではありません。

こういう原子核の中に入り込みやすいという意味で、中性子を使うというのが一般的に考えられている方法です。

それから、マイナーアクチノイドは、高速の中性子で、核分裂で核変換することができるということで、高速の中性子を供給してやる必要があります。

高速の中性子の供給の方法として、現在、高速炉を使う方法と加速器を使う方法の 2 つが考えられ

ているわけです。高速炉を使う方法は、高速炉サイクル利用型と呼ばれます。加速器を使う方法は、集中的に加速器で核変換しますので、核変換専用サイクル型、あるいは階層型と呼ばれます。この理由については後で説明します。

P7) この2つの方法について比較したのが、このスライドになります。

左側が高速炉サイクル利用型で、発電炉を用いた分離変換技術になります。1つのサイクル内でプルトニウムとともにマイナーアクチノイドをリサイクルしていきます。発電炉(高速炉)の中で、マイナーアクチノイドを核変換するということです。

一方、核変換専用サイクル型は、発電用のサイクルの下に非常にコンパクトな核変換専用のサイクルを敷設するというコンセプトです。核変換に用いますのは核変換専用システムで、我々はこの加速器駆動システム、ADS(Accelerator Driven Systems)というのをいようと考えております。

高速炉型は、燃料の中にマイナーアクチノイドを5%ぐらいまでしか入れられないのですが、ADS型は、燃料のマイナーアクチノイド含有量を50%以上として、ウランも含まない、非常に特殊な燃料を用いることを考えております。

高速炉サイクル型は、ナトリウム冷却のMOX燃料高速炉が有力候補として考えられておりますし、ADS型は、鉛合金を冷却剤にした窒化物燃料のADSを第一候補として我々は考えております。これはそれぞれの型の炉のポンチ絵ですが、こちらは、今、我々の高速炉の開発でやっていますループ型の高速炉で、こちらはADSですが、見てくれはタンク型の高速炉と非常に似ていて、技術的にもよく似たところがあります。

この2つの方法はそれぞれこういう特徴がありますし、共通部分も多いということで、現在並行あるいは連携して研究開発を推進しているということです。

P8) その2つの方法の現状について説明したいと思います。

高速炉サイクル利用型ですが、エネルギー生産とウラン資源の有効利用を達成しながらマイナーアクチノイドを核変換していきこうというコンセプトです。

非常に大きなポイントとしましては、プルトニウムの増殖とかプルトニウムの燃焼にも利用可能ということで、これからのいろいろな情勢、社会ニーズに応じて、プルトニウムのマネジメントを、マイナーアクチノイドを核変換しながらすることができるというのが大きな特徴になります。

P9) これは、どういう状況のときにどういうことができるかというものですけれども、例えば、エネルギーが非常に足りなくなってきた、プルトニウムをどんどん増殖して発電しないといけないというときには、プルトニウムを増殖して、他のシステム、次のFBR(Fast Breeder Reactor)に渡していく増殖モードが考えられるわけです。

一方、軽水炉から生じるプルトニウムとかマイナーアクチノイドを核変換して何とか処分の負担を減らしてやりたいというときには、TRU(TRans-Uranium)管理モードといったようなものになってくるわけです。

最終的には持続モードということで、プルトニウムを体系の中に閉じ込めますし、マイナーアクチノイド

も閉じ込めます。入れるのはウランが減った分だけ入れていく、これが最終的な理想の形になるわけ  
です。

このように社会のニーズに応じてプルトニウムのマネジメントをできるというのが、この高速炉サイクル  
型の大きな役割だと考えています。

P10) この高速炉サイクル利用型で確認すべき事項、一部は先ほど家田から説明がありましたが、ま  
ず重要なポイントは、燃料の製造です。マイナーアクチノイドというのは非常に放射能が高い物質です  
ので、遠隔製造をしないとイケない。それから、いろいろなマイナーアクチノイドの組成を受け入れるこ  
とが必要になってくる可能性がありまして、対応可能な燃料組成範囲の判断も非常に重要になってき  
ます。それから、燃料を照射することも必要になってきますし、こういうマイナーアクチノイドを含んだ炉  
心の特性を取得していくことも必要になってきます。これはもんじゅとか常陽を使って行うことになっ  
ていきます。それから、使用済み燃料を再処理してやるということで、マイナーアクチノイドの分離プロセ  
ス、それから実現可能なプロセス概念の構築といったようなものを、東海とか大洗の施設を使いまして  
研究開発していく。そして、最終的には各分野の情報を統合して、有望なシステム概念を絞り込んで、  
(放射性)廃棄物減容化、有害度低減の効果の確認をしてまいりたいと考えております。

P11) 具体的にどういう成果を今得ているかというのを2つ紹介したいと思います。

1つは燃料製造でありまして、こういうホットセルに遠隔でアメリシウムを含んだ燃料をつくること  
ができる、こういう装置類を整備しまして、実際に燃料をこのように作りまして、これを後で示します常陽で  
照射しております。

今後は、こういう熱伝導率の測定等も続けますけれども、遠隔製造技術に適した製造プロセスの開発  
とか自動化するようなことをやっていきたいと考えております。

P12) それから燃料の照射試験ですけれども、これは、先ほどのセルでつくったものを常陽で、非常  
に短期ですけれども、10分間と24時間照射を行ったものです。

これは断面図ですけれども、24時間まで照射しますと中心の空孔が成長している(大きくなっている)  
ということがわかります。

こちらはその中心空孔から外側に向けての組成の空間分布というか位置分布でして、アメリシウムは  
もともと5%入っていたのですけれども、中心空孔のあたりでは6%ぐらいに濃縮されているということ  
です。温度が上がりますから、それぞれの蒸気圧の差とかでこういうことが生じるということで、これは  
予想された範囲の中でありまして、燃焼初期の燃料挙動に対するアメリシウムの含有効果は小さいと  
いうことを確認しております。

今後は、燃焼度とか線出力等のデータ範囲を拡張するとともに、もんじゅでの実規模の照射を実施し  
ていく予定になっております。

P13) 高速炉を用いた核変換技術につきまして、今後の取り組みですけれども、まずは何よりも、もん  
じゅ研究計画にありますように、成果の取りまとめということで、ナトリウム冷却 MOX 燃料の高速炉の  
技術成立性を確認していくのが重要だと思っています。

家田からもありましたように、もんじゅの燃料に蓄積しておりますアメリシウムを多く含んだ燃料ですけれども、これでデータをとることでアメリシウムを含んだ炉心の物理的な特性がわかってくると思っております。その後、それを照射した後の照射後試験で、どのような挙動があるかがわかってくる。

次のステップとしましては、アメリシウムとかネプツニウムの均質サイクルに関する燃料製造とか照射、照射後試験、再処理試験をやっていきます。

それから、使用済み燃料からのマイナーアクチノイド。この違いは、キュリウムを含めことになります。キュリウムは非常に放射能が高く、量が多いと発熱も大きく、取り扱いが厄介なものですが、実際の使用済み燃料から抽出しますと必ずこのキュリウムがついてくるわけです。こういうものを使って、分離、燃料製造、照射、そしてまた照射後試験をやるという一連のサイクルを「ぐるっと」回してやる、こういう取り組みを今後やっていきたいと思っております。

それから、もんじゅ等での照射試験等々、国際協力もうまく使いながらやっていこうと考えております。以上が、高速炉を使った核変換の研究開発の現状です。

P14) 続きまして、加速器を用いた方法ですけれども、まず、加速器駆動核変換システムとはどんなものかという説明をさせていただきます。

超伝導加速器で陽子を加速しまして、この真ん中にある赤いところ、これを核破砕ターゲットと呼んでいます。鉛ビスマスという液体の重金属、イメージとしては、ハンダがありますね、あのハンダがどろどろと溶けて液体になったものに陽子をぶつけるというイメージです。そうしますと、大量の高速中性子が発生します。その中性子を、周りに置きましたマイナーアクチノイドを大量に含んだ燃料に照射して核変換を行っていきます。核分裂で核変換しますと核分裂中性子が生じますので、その中性子もまた次の核変換に用いるということで、連鎖反応を用いて効果的に核変換をしていこうと考えております。連鎖反応ですけれども、未臨界状態になっていますので、陽子ビームを止めると連鎖反応は即座にとまるということで、核反応の暴走の心配がないということがこのシステムの大きな特徴になっています。このシステムで、例えば陽子ビームを最大 30MW 導入してやりますと、核分裂エネルギーが 800MW 発生することになります。それを発電に回してやりますと 270MW、それから 100MW を加速器に給電してやるということで、全体としてのエネルギーバランスはプラスになって、可能であれば電力網へ売電することも考えられるかと思っております。

この 800MW のシステム 1 つで、大体軽水炉 10 基で毎年生じているマイナーアクチノイドを核変換することができるということで、日本ですと、こういうシステムが 4 つぐらいあれば、大体毎年生じるマイナーアクチノイドを核変換することができるだろうと考えております。

それから、核破砕ターゲット、冷却材に鉛ビスマスを用いますが、これは化学的に不活性であるというのも大きな特徴になっております。

P15) この ADS を中心とした階層型の分離変換技術がどういうマスバランスかというのを簡単に説明したいと思えます。

これは 1 つの例ですけれども、再処理工場、年間 800t の再処理をする、六ヶ所再処理工場と同じよう

な規模のものからは、大体マイナーアクチノイドが年間 1t 出てきています。現在はこれをガラス固化しているわけですが、それを群分離プロセスに入れまして、いくつかの群に分けてやる。マイナーアクチノイド 1t を燃料製造プロセスに送りまして、ADS で核変換して、そこで照射した後の燃料をプロセスして、また新しい燃料をつくってやる、こういう核変換のサイクルの小さいものをつくってやるというコンセプトになります。再処理工場が 800t に対しまして、この核変換サイクルは 8t/年です。ですから、規模でいきますと 1/100 ぐらいの非常にコンパクトな核燃料サイクルをつくってやればよいということになります。ただし、マイナーアクチノイドをたくさん含んでいますので、非常に取り扱いの厄介な燃料を使うこととなりますので、再処理工場の近くにこういう小さな核変換サイクルと ADS を 4 基置く、そんなイメージでこの階層型の分離変換技術を捉えていただければいいかと思えます。

P16) これが ADS の概略仕様です。このようなタンク型の高速炉と非常に似ているのですが、中心に陽子ビームを導入するビームダクトがあります。鉛ビスマスはポンプで入れまして、炉心の下から入って行って、冷却して、蒸気発生器に直接導かれて、蒸気を発生させて、冷えたものがまたポンプに戻っていくというタンク型のものです。鉛ビスマスはナトリウムと違まして、化学的に非常に不活性ですので、こういう 1 次系の中に直接蒸気発生器を入れることが可能だと考えております。入り口温度、出口温度を 300°C (入り口温度)、407°C (出口温度) とかなり低めに設定していますのは、鉛ビスマスは材料への腐食性がありまして、余り高い温度だとそれが問題になってくるということで、こういう低い温度を設定しております。最大の  $k_{eff}=0.97$  ということで、未臨界を常にキープすることが必要になります。

燃料組成としましては、ウランを含まないマイナーアクチノイドとプルトニウムの窒化物プラス、ジルコニウムナイトライド。ジルコニウムナイトライドは、燃料の濃さを調整するための希釈剤として考えております。

核変換効率は、毎年 10% ぐらいで、大体 2 年間連続照射して取り出す。ですから、取り出したときは 20% のマイナーアクチノイドが核変換していて、次にそこで核変換した 20% 分のマイナーアクチノイドを加えてやるというサイクルになっていくわけです。

P17) ADS の研究開発の現状ですが、FBR と非常に似ているということで、その技術を応用しつつ、多岐にわたる研究開発が必要になってまいります。

これは鉛ビスマスの技術ですが、FBR 開発で培った液体金属技術、可視化、計測、純度管理等ですが、こういうことを応用しながらこの技術を開発していく必要があります。

それから、超伝導加速器の技術も非常に重要になっていまして、高い加速電界の達成は確認できていますが、引き続き信頼性の高い加速器の開発が重要なポイントだと考えております。

それから、ADS で工学的に非常に重要な場所がありまして、それはビーム窓と呼ばれているところです。陽子ビームが入ってきて、こちら側は真空に引かれていますが、こちら側は鉛ビスマスが流れている、この領域を分ける窓が必要になってきます。これは非常に過酷な環境、陽子、中性子で照射されて、それから鉛ビスマスに常にさらされているという過酷な環境で使われますので、交換部品だと考え

ていまして、これをどれぐらいの頻度で交換しないといけないかという寿命の評価が非常に重要なポイントだと考えております。

それから、我々はまだ未臨界でパワーの出る原子炉を運転した経験はありませんので、そういう運転制御の経験とか、あるいはマイナーアクチノイドの鉛を使った炉を我々は持っていないわけで、そういう核データの検証まで必要だと考えています。

P18) その他、核変換用のサイクルの研究開発も必要になります。

先ほど申し上げましたように、ナイトライド、窒化物を我々は選んでおりますが、ヨーロッパでは酸化物の分散型燃料で、ウランを含まない燃料を開発してまして、我々とお互いに情報交換しながら相補的に進めているところですが、窒化物は、プルトニウム、ジルコニウムのナイトライドはこういうペレットをつくるのが可能で、これを照射したりしていますけれども、アメリカをたくさん含んだものはまだペレットまで行けていないです。これは、マイナーアクチノイドを扱う施設がまだ非常に小さなものを使う許可しかとれていないということで、行く行くはこういうペレットにして照射していくことが必要になってきます。照射試験そのものは外国の炉では行われたりしています。

それから、この照射試験の後、使用済み燃料の処理も必要で、我々はこれを乾式処理、高温化学処理で行おうと思っていて、電解して、それを回収して、また次のペレットをつくってやるという一連の操作について、ウランとプルトニウムが入ったものに関しては成功しているという状況にあります。

P19) それから、ADS に関しまして非常に重要な研究開発をやるフィールドを持ちたいと思っていて、これが J-PARC (Japan Proton Accelerator Research Complex 大強度陽子加速器施設) を使った研究開発になります。核変換実験施設の建設予定地ということで、ここに空地がありまして、LINAC (線形加速器) からの陽子ビームを導いて、ここで実験をしたいと思っております。

P20) その施設の概要ですけれども、2つの施設で構成しようと考えておまして、右側は ADS ターゲット試験施設 (TEF-T) と呼んでいます。T というのは、Target の T です。大強度陽子ビームでの核破砕ターゲットの技術開発及び材料の研究開発をするということで、こちらは 250kW の陽子ビームを導入します。ただし、こちらでは核燃料は用いないで、専ら核破砕ターゲットの試験開発を行おうと考えております。

一方、こちらは、10W という非常に出力の小さなビームですけれども、核燃料を用いて、あるいはマイナーアクチノイドも大量に用いて、核変換システムそのものを模擬したいと思っております。低出力での未臨界炉心の物理的特性の探索、ADS 運転制御性の蓄積、こういうことをやっていきたいと思っております。

P21) ADS 実現に向けた道筋ということで、今、我々は、ベルギーで考えられている実験炉級の ADS との連携を考えております。この MYRRHA (Multi-purpose Hybrid Research Reactor for High-tech Applications) と呼ばれているベルギーのシステムは、2.4MW という非常に大きな陽子ビームと、50~100MW 規模の熱出力を持つ本格的な ADS ですが、燃料に関しましてはマイナーアクチノイドを含まず、通常の MOX 燃料を使うシステムになっています。鉛ビスマス冷却のものです。我々が考えている



J-PARC の核変換実験施設と、この MYRRHA をうまく連携させて、2030 年ごろまでには次の段階に進めるかどうかを判断できる、そういうデータとか経験を蓄積していきたいと思っています。

この次のステップとしては、もう実用の ADS プラントということになります。出力規模は、先ほど言いましたように 800MW ですから、大体もんじゅと同じような熱出力の規模のものが実用になります。その前のこの規模は、大洗にあります常陽と同じような規模です。そして、我々がここで用意しようとしている J-PARC のものは、東海にある FCA (Fast Critical Assembly) と似たような規模のもの。この 2 つを組み合わせると 3 つ目の実用につなげていきたいと考えているわけです。

P22) 以上をまとめますと、エネルギー基本計画とかもんじゅ研究計画、群分離・核変換技術評価作業分会の見解に基づきまして、高レベル放射性廃棄物の減容化・有害度低減を目指した研究開発を計画的に取り組んでいこうと考えております。

ここで重要なのは、高速炉サイクル利用型と階層型 (ADS) が連携して一体的に研究開発を推進していきたいと考えています。

それから、ついつい核変換のほう、高速炉とか ADS の開発に注力してしまうのですが、この技術を実用化しようと思えば、分離とか MA 燃料の製造とか再処理という核燃料サイクル技術の研究開発が非常に重要です。ところが、先ほど申し上げましたように、マイナーアクチノイドなどの放射性物質の取り扱い能力がまだまだ低いということで、これを増強して技術基盤を充実していきたいと考えております。

我が国は、世界の国々と連携してこの分野の研究開発におきまして主導的役割を果たすことで、持続的に社会に受け入れられる原子力の利用に貢献していきたいと考えております。

廃止措置と環境回復に向けての取組

福島研究開発部門企画調整室長 船坂英之

○船坂 ただいま御紹介いただきました、福島研究開発部門の船坂でございます。「廃止措置と環境回復に向けての取組」についてご報告いたします。

[パワーポイント映写。以下、場面がかわるごとに P) と表示]

P1) 本日の報告内容でございますが、大きく分けて 5 つでございます。最初に、福島の事故の対処に係る原子力機構の取り組みの基本方針を簡単に紹介させていただきます。以下、研究開発の取り組み、研究開発基盤の強化、情報のアーカイブ化についてご報告させていただきます、最後に今後の進め方としてまとめさせていただきます。

P2) 最初に、(東京電力)福島(第一原子力発電所)事故の対処に係る原子力機構の取り組みの基本方針を報告いたします。

(東京電力福島第一原子力発電所)事故直後は、緊急事態の対処にかかわる取り組みを中心に行ってきたわけですが、(東京電力福島第一原子力発電所)事故後 3 年余り経過し、今後原子力機構として何に取り組むべきか、何に取り組むことが求められているかの視点に立ちまして、今後 10 年にわた

って原子力機構が担うべき役割について、その基本方針をグランドデザインとして取りまとめました。

P3) その基本方針の基本的な考え方といたしましては、ここに挙げている 5 項目でございます。

最初に、総合的原子力研究開発機関としての最優先事項として福島事故に取り組むこと。

それから、廃止措置と環境回復に対して一体的かつ総合的に取り組んでいくこと。

それから、国際社会との協力を主体的に進め、国内外の研究機関との連携を図り、世界の英知を集めて研究開発に取り組んでまいります。

また、研究開発によって得られた成果を含め、事故の教訓・知見を次世代に継承することによる人材育成にも努めてまいりたいと思っております。

P4) 続きまして、廃止措置、オンサイトへの取り組みに関して原子力機構が担う役割につきましては、以下の 4 項目について整理いたしました。

最初の項目は、廃止措置を加速し、研究を支える研究開発拠点の整備でございます。

続きまして、中長期ロードマップの実現に向けた研究開発でございますが、これは 2 つから成っております。1 つは、中核をなす国の個別プロジェクトに直結する研究開発を実施するとともに、これらを支え、中長期に貢献する基礎基盤的な研究開発を実施していくということにしております。

また、1F(東京電力福島第一原子力発電所)における喫緊の課題に対して、原子力機構内に設置いたしましたタスクフォースにおいて組織横断的かつ機動的に対応していきたいと考えております。

また、今年(平成 26 年)8 月に改組されました原子力損害賠償・廃炉等支援機構への積極的な貢献を行っていききたいと考えております。

P5) 続きまして、環境回復、オフサイトへの取り組みでございますが、これにつきましては、住民の方々が安全で安心な生活を取り戻すための解決策策定や、その実施判断の根拠となる科学的技術的知見を提供していきたい。また、環境回復に効果的な技術や評価手法を開発し、これについても提供していく。これらの技術的根拠を示すための基礎基盤的データの取得・拡充・整理を行っていききたいと思っております。

また、この環境回復に係るロードマップにつきまして、住民帰還に貢献する研究開発成果を提供していきたいと思っております。

また、これらの成果を着実に実施していく人材の育成にも努めていききたいと考えております。

P6) 続きまして、廃止措置に向けての研究開発の取り組みでございます。

P7) 最初に、1F 上空の写真をお見せいたします。1F サイトにおきましては、比較的スペース的には余裕のあるサイトでしたが、これを見ていただければわかりますように、現在は約 850 基の汚染水・処理水の貯蔵タンクが設置されております。約 60 万 m<sup>3</sup> にも上る汚染水・処理水が貯蔵されている状況でございます。また、海側遮水壁の中の 1 号機から 3 号機の取水口及び放水口は、既に埋め立てが完了しております。4 号機前の遮水壁は未閉合の状況でございます。このように見ていただければ、1F における汚染水の問題は非常に大きな課題の 1 つであることがわかりいただけるかと思っております。

P8) 続きまして、廃止措置に向けての研究開発における原子力機構の取り組みの全体像をお示いたします。

ここにございますように、ポンチ絵を用いて廃止措置ステップを示しております。それに関連する研究開発課題を整理いたしました。赤字で書いている部分が、原子力機構が今後主体的に取り組んでいこうとしている研究開発項目でございます。デブリ取り出し等の技術開発、遠隔技術開発、放射性廃棄物の処理・処分、あるいは炉内状況把握技術開発、事故進展解析、事故原因究明等でございます。

P8) 続きまして、廃止措置推進に向けた研究開発体制についてお示いたします。

政府あるいは原子力損害賠償・廃炉等支援機構、東京電力、国際廃炉研究開発機構(IRID)等の関係機関の方々と連携して進めていく所存でございます。

原子力機構が取り組んでおります研究開発は、大きく分けて4項目でございます。1つは、先ほど申しました中核をなす研究開発、それから中長期に貢献する基礎基盤的な研究開発、1Fにおける喫緊の課題に対し組織横断的かつ機動的に対応していくこと、研究開発拠点の整備でございます。

以降のスライドを用いまして、この4項目について少し詳しくご説明したいと思います。

P10) 最初に、中核をなす研究開発でございます。国の個別プロジェクトと直結し、中長期のロードマップに直接貢献する研究開発でございますが—

P11) 先ほど申しましたように、原子力機構といたしましては、燃料デブリ取り出しに係る研究開発と放射性廃棄物の処理・処分研究を中心に取り組んでまいりたいと思っております。

研究開発におきましては、そこに茶色で示したものが1Fの作業ステップでございます。見ていただければわかりますように、最速ケースでは2020年ごろに燃料デブリ取り出しが計画されております。それに向けて、遠隔除染あるいは漏えい箇所調査・補修、デブリ収納・移送・保管、燃料デブリの臨界管理、計量管理、炉内状況把握等々の研究開発を、この作業工程に反映することで進めてまいりたいと思っております。また、放射性廃棄物処理・処分につきましては、2017年までに基本的考え方をまとめ、2021年までに安全性の見通し確認を得ることとしております。

P12) 続きまして、燃料デブリ取り出しにかかわる研究成果について、2~3御紹介したいと思います。まずは燃料デブリの性状把握でございます。事故進展解析コードの結果から得られる压力容器内の元素組成及び温度分布をもとに、燃料デブリの化学形を熱力学平衡計算により概略評価いたしました。見ていただければわかりますように、下部支持板付近におきましては融点の低い構造材が溶融して下方に流れ、下部支持板付近では金属デブリを形成することが想定されるため、下部では金属成分が主体的な燃料デブリができるのではないかと、一方、上部においては酸化物を主成分とする燃料デブリが構成されるのではないかと、このことを概略評価しております。

P13) 続きまして、この解析コードの結果と炉内の事故進展状況を想定して、模擬デブリの製造を行っております。1つはアーク溶解、それから酸化性雰囲気中で焼鈍することにより、また制御棒の組成を考慮して模擬燃料デブリを製造いたしました。

結果は、そこを見ていただければわかりますように、今回製造した模擬デブリのものでは、ホウ化物を含

めて 20GPa 程度の範囲に包含されるような結果を得ているところでございます。

P14) 続きまして、放射性廃棄物処理・処分技術開発について述べたいと思います。

この図は、放射性廃棄物処理・処分に係る技術開発の進め方の全体図を示したものでございます。

(放射性)廃棄物ストリームという発生・保管から処理・処分までの一連の(放射性)廃棄物の取り扱いに関する検討におきましては、個別研究開発項目、性状把握、(放射性)廃棄物の処理・長期保管方策の検討、(放射性)廃棄物の処分に係る検討、これらを相互に関連づけながら基盤研究開発を進め、その成果を(放射性)廃棄物ストリームに関する検討に反映させることにより、最適な処理・処分概念の提示を行うというスキームで進めているところでございます。

P15) 1つの成果といたしましては、最初の汚染水のセシウムの除去に使われておりましたフェロシアン化物、水処理二次廃棄物に含まれるフェロシアン化物を無害化、安定化することが必要であるということでしたが、分解に伴い遊離するセシウムを固定化できる処理方法を検討する必要がございました。シアンは無害化、セシウムの不溶化・不揮発化といった観点から、ジオポリマーという新しい素材に着目いたしました。

そのジオポリマーを用いた結果が、この図でございます。そこでございますように、焼成後の固化物中のセシウム残存量を測定した結果、セシウム量は焼成前後でほぼ同量であり、セシウムが固化物の中にとどまっていることを確認しております。また、シアン基につきましても中に閉じ込め、固定化させることを確認しております。セシウムを吸着したフェロシアン化物の処理技術にジオポリマーを適用することは高い有用性を持つことが示されたという結果でございます。

P16) 続きまして、中長期的に貢献する基礎基盤的な研究開発の最近の成果についてご説明いたします。

P17) 最初に、研究開発計画でございます。先ほどお示しました作業ステップ、それからブルーで示すものが国の個別プロジェクト、IRID と協力して進めている研究開発でございます。グリーンで示すものが基礎基盤研究開発でございます。この中のいくつかの成果についてご報告いたします。

P18) 最初に、レーザーモニタリング・内部観察技術開発でございます。

まだ炉内状況を直接見ることができない状況でございます。そこにおいて炉内状況を把握することが極めて重要でございます。そこで、原子力機構といたしましては、基盤的な研究開発として進めてまいりましたファイバースコープによる観察技術とレーザー誘起ブレイクダウン(Laser Induced Breakdown Spectroscopy LIBS)による元素分析技術を組み合わせ、さらに耐放射線性を向上させた複合型光ファイバによる遠隔観察・分析技術を開発しております。

P19) 続きまして、事故進展挙動等の調査・研究でございます。

BWR(Boiling Water Reactor 沸騰水型原子炉)特有の下部ヘッドに関する熱流動・構造連成シミュレーションを実施し、詳細変形・破損解析手法を開発してまいりました。そこでございますように、下部ヘッドの底に溶融物が約 60cm の場合の温度分布と圧力分布を解析いたしました。最高温度は約 1,200°Cで飽和し、溶融しないものの、クリープ損傷の可能性があるということを見出しております。今

後さらなる詳細解析によりまして、いつどこからどのぐらいの破損が生じるのかということについての推定をさらに進めていきたいと思っております。

P20) 続きまして、セシウムのマテリアルバランスについて述べたいと思います。

棒グラフでお見せしますように、大気放出、海洋放出で環境に放出されたセシウムの割合は約 2%でございます。ゼオライト等により汚染水中から回収された、水処理装置で吸着・回収されたセシウムの量は、約 1/3 と評価しております。2/3 がまだ炉内に残留していると推定しております。また、汚染水中の放射性核種の濃度は、当初、冷却水の注入や地下水の流入により希釈され、単調な減少が期待されておりましたが、そのグラフにございますように、2012 年(平成 24 年)9 月ぐらいから濃度の低下が緩やかになっており、これを評価いたしますと、どうしても原子炉建屋内から継続的に移行していると推定せざるを得ないということを見出しております。

P21) また、シビアアクシデント解析コードによる解析を行った結果をここにお示しております。

MELCOR(原子炉過酷事故解析コード)と THALES(総合的シビアアクシデント解析コード)を用いて、化学吸着を考慮した事故後 150 時間後の炉内のセシウムの分布状況を 1 号機から 3 号機まで合わせた結果をここにお示しております。それを見ていただきますと、大部分はサプレッションチャンバーの水槽中にあることが想定されますが、無視できない量が化学吸着により圧力容器内に残存していることがわかりいただけるかと思えます。

P22) 続きまして、1F における喫緊の課題に対する機動的対応についてご報告いたします。

P23) 国による汚染水処理対策委員会が実施している地下水解析モデルの妥当性を確認するために、原子力機構が有しております粒子線解析法を用いまして、遮水壁内の対策工による建屋への地下水流入等の低減効果を評価いたしました。その結果を委員会に報告し、委員会が実施しているモデルの妥当性を確認した結果でございます。

P24) 続きまして、1F における地下水から港湾までつなげた解析を確立いたしました。アニメーションによってその結果をお示しております。対策工の実施前と対策工の実施後の結果を両方並べてお示しております。こちらが対策工の実施前、こちらが対策工の実施後でございます。3 号機あたりから強く地下水が流入している状況がわかりいただけるかと思えます。一方、対策を実施したことにより、1 号機～4 号機の護岸からの地下水流入が見られないということが解析結果から想定されております。これによりまして、海洋へ漏えいする放射性核種の移動挙動を把握するための海洋拡散相対濃度マップと関連づけることによりまして、敷地内地下水から港湾へ、港湾から海洋へといった一連の解析が可能になっているということでございます。

P25) 続きまして、環境回復に向けた研究開発の取り組みについてご報告いたします。

P26) 環境回復に係る研究開発につきましては、ここにごございますように、「環境の汚染への対処に関する特別措置法」と「福島復興再生特別措置法」に基づきまして、環境省あるいは復興庁と連携して進めているところでございます。また、今後設置される福島県環境創造センターにつきましては、福島県を中心にいたしまして、国立環境研究所と連携して進めていくこととしております。

P27) 続きまして、環境回復への原子力機構の主な取り組みを示したものが、この図でございます。モニタリングの結果に基づきまして、放射性セシウムの移動形態を評価いたしまして、環境移動評価を行いまして、それに基づく被ばく線量の変化の評価を行い、移動抑制の効果についての検討を行っているところでございます。

P28) 続きまして、モニタリングにおける最近の成果についてご報告いたします。

これまで無人ヘリによるモニタリングを行ってまいりましたが、感度が高く、地表面上での2次元位置分解能を持ち、無人ヘリに搭載可能な散乱エネルギー認識型のガンマカメラを開発いたしました。それにより上空からの放射性セシウムの可視化を可能といたしました。その結果をここにお示しております。

P29) 続きまして、広い範囲で2次元的に計測可能であるプラスチック・シンチレーション・ファイバを用いた放射線位置分布測定装置の開発を行ってまいりました。これまでは広い場所の除染前後の計測や環境回復、オフサイトにおけるため池の底の放射線分布測定に利用してまいりましたが、現在はオンサイトにおける1Fの汚染水タンクの漏えい検知の試験を実施し、オンサイト、オフサイト両方での利用可能性について確認を行っているところでございます。

P30) 続きまして、放射性セシウムの移動形態についてご報告いたします。

手つかずの状態である山地、森林は放射性セシウムの供給源となっております、これが河川を通じて河口域に流れ、あるいは海へ流れていくという状況になっておりまして、この環境動態の評価が極めて重要なテーマとなっております。

P31) 最初に、ミクロな観点から粘度鉱物へのセシウムの吸着メカニズムの解明に着手いたしました。これは、汚染土壌の中間貯蔵における安定性評価及び減容化処理の開発には、この成果が極めて重要である、この解明が不可欠であるという観点から着手しております。原子力機構が有しております放射光を用いた解析結果から、粘土鉱物別にセシウムの吸着サイトを特定いたしました。そこにありますように、バーミキュライトのある場所に放射性セシウムが1個だけ吸着すると、その隣にもセシウムや化学的性質の類似したイオンが吸着しやすくなるため、その粘度層に多くのセシウムイオンが取り込まれることを解明しております。

P32) このミクロの成果を踏まえまして、マクロな環境中での放射性セシウムの動態調査による将来推定を行っております。そこにございますように、放射性セシウムの移行経路は、土壌移動から河川の広域的な河川シミュレーション、あるいは局所的な河川シミュレーション、あるいは3次元モデルによる沿岸シミュレーションを組み合わせることにより、動態調査による将来推定を行いました。そこに結果をお示します。2年後、20年後、50年後、100年後と、土壌流亡によりセシウムの放射エネルギーは徐々に減衰してきておりますが、100年後におきましても北西部あたりに少し残るという結果を得ております。

P33) 続きまして、ダム湖内における放射性セシウムの移動挙動について報告いたします。

ダム湖底堆積物の深さ方向における放射性セシウムの分布を調査いたしました。その結果をここにお

示します。そこにございますように、ダム湖上流部におきましては放射性セシウムの堆積は非常に厚く、下流部の②、③の地点では非常に薄くなっております。また、ろ過後の湖水中に含まれる放射性セシウム濃度は極めて低いことから、セシウムを吸着する粘度鉱物が移動することによりこの結果になったと推定しております。

P34) 続きまして、海洋拡散状況における詳細把握と将来予測について述べたいと思います。

福島沖海域に特化した海洋動態予測モデルの開発を行っております。そこにございますように、海洋調査から得られた実験結果を移行プロセスパラメータとして取り組んだ海洋動態予測モデルを構築いたしまして、実態に近い海底土の核種分布の把握と移行の評価を行えるようにいたしました。

P35) また、このモデルを用いて汚染水の海洋漏えいに関する移行過程を把握するため、四季ごとに、春夏秋冬ごとに仮想放出計算を実行いたしました。3月、6月、9月、12月の1日を中心として、前後5日間を放出初日とした11通りの拡散計算を実行することにより、2011年(平成23年)、2012年(平成24年)の結果の平均を求めました。そこにございますように、湾岸部におきましてはそれほど核種移行の変化は見られませんが、海洋域におきましては親潮、黒潮の影響を受け、四季における変化がおわかりいただけるかと思っております。今後は、環境動態調査により計算される河川から流出する放射性セシウムのデータをインプットすることにより、高精度の将来予測が可能となるモデルを整備していきたいと考えております。

P36) 環境回復における住民の方々の関心は、環境動態、環境からの影響から、現在は被ばく線量の変化への評価に移ってきていると言えるかと思っております。

P37) 広い地域において多くの方々個人の線量評価をすることはなかなか難しい状況でございます。そこにおきまして、空間線量における結果から個人線量を評価することができないかということトライしたものがこれでございます。個人の行動様式と居住環境等を考慮したアプローチを行いまして、個人の生活環境の空間線量率から年間被ばく線量を推定するというを現在行っているところでございます。

P38) 続きまして、福島県環境創造センター構想への対応についてご報告いたします。

福島県環境創造センターにつきましては、A施設と言われる三春町におけるモニタリングあるいは調査研究を中心とした施設と、B施設(と言われる)南相馬市にあります、原子力関連施設周辺のモニタリングと原子力関連施設の安全監視を中心に行う施設の2施設から構成されておまして、平成27年、平成28年から運用開始されることになっております。原子力機構といたしましては、福島県あるいは国立環境研究所と協力いたしまして、オンサイト、オフサイトの環境回復の研究開発を、この福島県環境創造センターに集約させる方向で取り組んでまいりたいと思っております。

P39) 続きまして、研究開発基盤の強化、研究拠点の整備についてご報告いたします。

P40) 廃止措置を加速し、研究を支える研究開発拠点の整備に着手しております。

現在、楢葉町の遠隔技術開発センター、遠隔操作機器実証試験施設でございますが、平成26年8月に建設を開始いたしまして、平成28年当初から運用開始を予定しているところでございます。

一方、放射性物質の分析・研究施設、大熊分析・研究センターにつきましては、現在詳細設計を開始しております、第1期につきましては2018年(平成30年)からの運用開始を予定しておりますし、2期につきましては2021年(平成33年)から運用開始を予定しております。

P41) 檜葉町の遠隔技術開発センターにおける試験棟の設備配置例をお示しします。そこにおいて実施する研究項目でございますが、1つは、そこでございますように、格納容器下部の漏えい箇所補修技術等の実証試験を行うスペースでございます。1/8セクターでございますので、360°あるサプレッションチャンバーの約45°の試験体を用いまして、その漏えい試験を予定しております。また、災害対応ロボットの実証試験を行う予定にしております。

P42) 災害ロボットの実証試験におきましては、ロボット標準試験法の確立ということとロボット・シミュレータということを行うということで、それがキーワードになっております。原子力災害対応ロボット標準試験法におきましては、ロボットの要求標準やオペレータの技能達成水準を明示することにより、ロボット・シミュレータにおきましてそれらの標準試験による相互の検証を行うことによりまして、効率的なロボット開発、実践的なオペレータの育成、合理的な作業計画立案に努めてまいりたいと思っております。

P43) また、大熊分析・研究センターにつきましては、そのサイトを、ここでございますように1F近傍の大熊サイトに決定いたしました。第1棟は、低中線量の試料を受け入れて、瓦れき類、汚染水の処理二次廃棄物等の分析を行うということ。第2棟は、高線量の試料、燃料デブリあるいはゼオライト等の汚染水二次廃棄物を受け入れて分析する施設としております。

P44) また、今年(平成26年)8月に文部科学大臣が記者会見で公表しました廃炉国際共同研究センターについて述べたいと思っております。

この施設におきましては、1Fの廃止措置等に必要な技術に関する研究開発のうち、中長期的な課題の研究開発につきまして、内外の研究者100名~150名規模の参画を想定して実施するための、国際的な拠点を構築してまいりたいと思っております。その中には、先ほど述べました檜葉町の遠隔技術開発センター、大熊町の分析・研究センター、また原子力機構の東海・大洗の既存施設を活用したものを含めて、この研究開発センターの構築に充てたいと思っております。

P45) 続きまして、情報のアーカイブ化についてご報告したいと思います。情報を保管し、活用し、未来につなげていくことがアーカイブ化ということでございます。

P46) そこでございますように、散逸・消失が懸念される1Fの関連情報等を蓄積・保存いたしまして、平成26年6月から公開しております。公的機関のインターネット情報、あるいは学会等の口頭発表情報を集約いたしまして、IAEA(国際原子力機関)の原子力事故情報の分類で整理しております。公開後、現在までに約300万件ものアクセスを得ている状況でございます。

P47) 今後につきましては、ここでございますように、福島のアークイブの収録情報を段階的に拡充・集約していきまして、そこでございますようにI期、II期、III期と拡充してまいりまして、今後は、拡充するに伴いまして、国立国会図書館あるいはIAEAと連携することにより国内外に発信していきたいと



考えております。

P48) 最後に、今後の進め方でございます。

P49) 今まで述べてまいりましたことをここに整理させていただきました。

P50) とりわけ、今後の進め方の中で我々として考えているのは、関係機関との緊密な連携・協力を図り、廃止措置及び環境回復へ確実に貢献していきたいと考えております。

以上でございます。ありがとうございました。

閉会にあたって

副理事長 齋藤伸三

副理事長の齋藤でございます。

本日は、「第9回 原子力機構報告会」に、多数の皆様にご参加を賜り、厚く御礼申し上げます。また、インターネット中継でご覧いただいた皆様、ありがとうございました。本日は、私どもの置かれている現状、これは原子力界に相通じるものがあるかと存じます「変革の時 ～新たなる出発に向けて～」と題して、原子力機構改革の進捗、活動の現状、次期中期計画を見据えた今後の原子力機構の将来、課題等についてご報告いたしました。

この中で、皆様方に大変ご心配をおかけしております「もんじゅ」につきましては、どこに問題があったのか率直にご報告申し上げます。このような報告は、組織として情けなく、恥ずかしいところではありますが、皆様の真のご理解を得るためには避けて通れないことと判断した次第であります。

そして現在、「もんじゅ」は、当たり前には仕事ができる、原子力機構の他の部門を凌駕する意欲をもって早期の措置命令解除に向けて全力で取り組んでおります。

さらに、運転再開、定格運転を達成すれば日米欧の中で唯一稼働する高速炉を我が物にできる夢を抱き、日夜業務に励んでいるところであります。

また、我が国の原子力界が最優先事項として取り組むべき東電福島事故への対応については、唯一の総合的な原子力研究開発機関として、「事故を起こしたプラントの廃止措置に向けた研究開発」や「福島環境復旧への取り組み」に関してご報告いたしました。このプログラムは原子力機構として、長期にわたる重点的な課題として取り組んでいかなければならないと認識しています。

一方、ご案内のように本年4月に閣議決定されました「エネルギー基本計画」において、原子力は我が国の「エネルギー需給構造の安定性に寄与する重要なベースロード電源」と位置付けられました。原子力機構としては、このエネルギー基本計画の趣旨に沿い、それを支えるために必要な軽水炉をはじめとする原子力施設の安全研究、原子力防災、核セキュリティと言った安全上の課題はもとより幅広い核燃料サイクルの課題、さらには要となる人材の育成に積極的に取り組んで参ります。

また、研究機関としての命である基礎基盤的な研究も幅広く行い、その成果を世の中に発信して参ります。

そのためには、安全確保を最優先に研究開発を推進し、国民の皆様の期待に応えられる成果が得られるよう取り組んでいく必要があります。

本日いただいた貴重なコメントを始めとする国民の皆様方からのご意見、ご要望を踏まえつつ、高く評価される成果を上げ、国内は元より、国際的にも評価される存在感のある研究開発機関であるべきと念じております。

皆様方におかれましては、引き続きのご指導、ご支援のほどよろしくお願い申し上げます。

簡単ではございますが、以上をもちまして閉会の挨拶とさせていただきます。

本日は長時間にわたりありがとうございました。