

第8回原子力機構報告会

日本原子力研究開発機構

開会にあたってー改革へ向けての決意ー

日本原子力研究開発機構 理事長 松浦 祥次郎

紹介されました松浦祥次郎でございます。この6月から原子力機構の理事長を務めさせていただきます。ただいております。

本日は皆様方、大変お忙しいところ、第8回原子力機構の報告会にご参集いただきまして、まことにありがとうございます。皆様方には、原子力機構の活動に関しまして、常日ごろ深いご理解をいただき、また大変心温かいご支援、ご支持、ご鞭撻をいただきまして、まことにありがとうございます。高いところから恐縮でございますが、御礼を申し上げたいと思います。

さて、本日は今の司会(の発言)にもございましたように、現在、原子力機構は10月1日から1年間を集中改革期間として集中に取り組んでいるところでございます。この改革と申しますのは、実は今原子力機構は社会の信頼を全幅に受けて、現在日本が置かれております原子力の難しい問題に全力を注いで働かないといけないところでございますが、その支援を十分に得られないという状況にございまして、まことに残念でございます。これは、ご存じのように、5月ごろでありますけれども、過去のもんじゅにおきます運転管理の安全面において不適切な問題があったということで、原子力規制庁からかなり厳しい措置命令を受けました。また、それとほとんど同じころに、もう一つ東海村にありますJ-PARCという原子力施設といえますか、加速器の集合体でございますけれども、ここで予想していなかった放射性物質の放出という事故を起こしまして、周辺の方々に大変ご心配をかける、ご迷惑をかけるというようなことがございました。

こういうことで、本来原子力機構がその能力を発揮して社会の安全に関する信頼を得ながら仕事をしないといけないところが、そういうのができなくなっているという状況にありまして、非常に遺憾に、残念に思っているところでございます。

日本原子力研究開発機構といえますのは、日本にあります唯一の総合的な原子力研究開発を行う機関でありまして、そこが現在置かれている原子力の困難な問題に対して対応するのは当然であります。それと同時に先を見て先端的な問題、あるいは将来起こるであろう問題を想定して、全力でその対応をしないといけない、そういう状況にあるわけでございますけれども、それが社会の信頼を失っているということで十分にできないということが非常に深刻な問題であり

まして、そのために改革を行わなければならない、そういう事態に至ったわけでございます。

我々はこの状況を深く反省しまして、新しく全力をもって我々の仕事をできるように自分たちをつくり直さないといけない、そのように決心いたしまして、改革を進めるということになったわけでございます。それに関しての我々機構一同の進み方、そして私自身のいわば決意といいますか決心といいますか、その思いを少しお時間をいただいて述べ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、場面が変わるごとにP)と表示〕

P) 最初に、原子力機構の1年間の主な歩みであります、これに関しましては先ほどのスライドでおおよそのところはご理解いただいたと思っております、特に全体の姿、そして今何が問題かというのをまず最初に述べさせていただきまして、それから改革に関してどう進めていこうとしているかを述べさせていただきたいと思っております。

P) 原子力機構の現在の事業の概要でございますが、後ろのほうの方には見にくくて申しわけございませんけれども、今の原子力機構の全体の仕事の重要点を示したものでありまして、一番上の黄色い色でバックしてある、これは、まず今日本が置かれている一番大きな問題としての東京電力福島第一原子力発電所の事故への対応であります。これに関しては、1つは、壊れました原子炉そのものをどう措置するかという問題と、放射性物資が拡散したことに対しての周辺への影響等について技術的に対応するという問題でありまして、これは今、非常に力を入れているところでございます。

従来から行ってまいりました仕事として大きいのが、核燃料サイクルに関する問題でありまして、これは我が国が原子力を導入した当初から進めている仕事で、高速増殖炉を開発し、核燃料サイクルを完結し、そして出てくる放射性物質の措置をするための、そういう技術的な対応ができるようにするという、そういう研究開発でございます。同時に、現在は原子力発電の主流になっております軽水炉に関する安全面、あるいはその他のことについての支援も行う。これが1つの仕事としてあります。

もう一つは、さらに将来を見ての問題でありまして、核融合のエネルギーの開発のための問題。それからさらに、基礎的な、あるいは現在の利用に関して、放射線とかあるいは最近加速器の発展によってだんだんと進歩してまいりました量子ビームという、放射線の一種と考えていいのですけれども、その利用に関する問題であります。そして、また原子炉を使つての水素製造というような、将来の社会のあり方を見据えた上での初期的といいますか、実用に向かつての研究開発をしている。それがもう一つのグループであります。

そして、原子力を進めていく上で非常に世界的に長く問題になっておりまして、現在もこれから

も問題になりますのが、安全をどう確保するか、そしてさらに原子力に関するセキュリティ、いわば保安の問題をどうするか、安寧の問題をどうするか、そういうことであります。それから、それらを支えていくための基礎工学的な研究も当然あるわけございまして、これらが研究開発として非常に重要なものとなっているわけございまして。

それと同時に、実はこれまで原子力機構となってからは8年でありましてけれども、このもとになりました日本原子力研究所あるいは動力炉・核燃料開発事業団が活動を始めてからは、もはや50年を過ぎるところがありまして、既に自分たちが使った施設等を安全なものにするという仕事が片方でありまして、そしてまたこれから先原子力を担っていく人たちの教育もある。これが重要なところでありまして、それを国際的視野をも入れて仕事をするというのが我々の全体の姿であります。

P) もう一つ、ここで特に強調させていただきたいのは福島第一原子力発電所の事故への対応でございまして、これは先ほどのスライドの中にも幾つか紹介させていただきましたが、ここに4つ大きくポイントを示させていただいております。1つは、この一番上の行であります、平成25年4月1日に福島廃炉技術安全研究所というのを新設いたしております。ここでやります仕事の大きなのは大きく2つありまして、1つは、福島第一原子力発電所を1Fと略させていただきますが、1Fの廃止措置に必要な技術開発のためのもの。それからもう一つは、周辺に散らばった放射性物質あるいはサイトの中、原子力施設の中に残っている放射性物質に関しての測定をするための段取りといえますか、そういうための研究施設をつくること。もう一つ大きいのは、実はこれから先、事故を起こした原子炉の解体が進むわけございまして、解体をするといっても簡単に近づくこともできないものでありますので、解体を安全にかつスムーズに行うためのいろいろな施設、機械、装備等を開発しないといけないのでありますけれども、機械の開発あるいは製造等はメーカーが行うわけでありまして、それを現実に現場で本当にすぐ使えるかどうかというのは確かめる必要があります。そのためのモックアップ試験をやる、そういう施設が必要でありまして、これを準備するのが機構の大きな仕事になっております。

2番目でありまして、これに関しましては、この事故によって周辺に放散された放射性物質、あるいはサイトの中の物質、それを測定して、その影響がどうかということを調べるための技術をいろいろな人に伝達する、あるいはそのための支援技術を開発する、そういうことを進めているわけございまして。

3番目は、福島環境安全センターという、これは県が準備される施設でありますけれども、これに対してここでやる研究に関しての支援、そしてその環境に関する状態把握をするための研究を

行うということがありますし、そして4番目に廃止措置全体に関しまして、特に原子炉の壊れたところをどう始末していけばいいか。それに関する研究開発をする。そしてまた、そのための人材も育成しながら、技術開発とともにやっていく、こういうことが大きな4つとしてございます。

そのほかに、これは部分的ではありますけれども、機構のいろいろな知見を集めまして、それによって今大きく問題になっております汚染対策に対して支援をするという、そういうのをやっている。これが現在の大きな仕事であります。

P) ここから、先ほど申しました現在の状況を改革して、これから先、いかに安全を重視しながら機構の本来の仕事を進めていくかという、これに関しての我々の改革の進め方、考え方、決心を述べさせていただきたいと思えます。

文部科学省から指示を受けました、その指示に基づいてであります。まず文部科学省で機構の改革本部を5月につくられまして、それとほとんど時を同じくして6月10日、これは私が理事長に就任して1週間目でありまして、この改革を進めていくための改革推進本部というのを機構の中につくりました。そして、文部科学省が示されました改革の基本方針を踏まえながら、機構自体としてどのように改革を進めていくかということを計画書としてまとめまして、9月26日にそれを文部科学大臣に出したところでございます。そして、9月26日にそれを出しまして、こういうふうに我々はやりますと申しましたときに、文部科学大臣からは、「ぜひしっかりとこれをして、社会から信頼されるように、安全を第一にした機構として動けるようにしてほしい」という訓示をいただいたわけでございます。この9月26日の直後、10月1日から、集中改革期間といたしましてスタートしたわけでございまして、このために原子力機構改革本部をつくったわけですが、同時に、この改革の中心の1つになりますもんじゅに対して、この改革を集中的に進めるためのもんじゅ安全・改革本部を設置いたしました。

P) この改革へ向けて、我々はどういうつもりでというか、どういう決意を持って進めるかということでございますが、大きく3つ私が示したのは、自分たちが自分たちみずからを変えるのだ、新しく作り直すのだという、そういう覚悟を持ってやろう。それに少々痛みも覚えることがあるだろうけれども、それをも覚悟して組織を抜本的に見直そうではないか。このために、これまでの運営の仕組みを変えまして、6つの事業部門制を入れて、効率的、実効的に仕事を進めるようにしようとしたわけであります。

それからもう一つは、最も重要なことは、国民の負託に応じて社会へ最大限の貢献をするというのが独立行政法人としての機構の役割でございますが、これに関しましては原子力研究開発機関というのは、どこの社会のどのセクターよりも早くに社会が現在及び将来当面するであろう

問題を感じて、それに対する対応をちゃんとするということが本来の役割でありますので、それをしっかりやろう。ここでは「創造知」の産出と言っておりますけれども、こういう前に向かっての考え方もきっちりと心の底に固めておこうということでもあります。

そして、これを進めていく上には、何よりも安全が担保されませんと社会の信頼を得られませんので、安全を絶えず向上させるという、そういうことを覚悟に入れて、常に前を見ながら、何が安全の問題としてあるかを感じて、そしてそれを着実に1つずつ積み重ねていきたい。ここに安全に関する Integrity と書きましたが、これは意味としては完全性であるとか統合性であるとか誠実さ、こういうものを言うわけでありまして、これは相当にいわば厚かましい言い方でもありますけれども、その高い思いをかなり強く心に持って、忍耐強く進めていこうと。日本文化の中では、茶道、華道、あるいは武道など、どこまでもレベルを上げるために追求するという、そういう文化がありますので、その文化を自分たちの心の中にセットして、思い込めてそして進めていこうと考えているわけでございます。

P) 改革計画であります、1つは、先ほど申しましたもんじゅの改革がございます。そしてJ-PARCの改革もございます。これはいろいろ反省いたしましてみたところ、やはり経営が十分でなかった。これは動燃改革をやったのですが、安全文化の醸成というのが十分でなかった。これをよくよく調べて反省してみますと、やはり経営をもっと強くする必要があります。それから、いつもその場をどうすればいいかという対症療法に頼っていた。そういうことを反省して、十分やるべきこと、それから当面はやることを控えること、そういう選択と集中とよく言われますけれども、これに対してもう少し徹底的にやろうではないかということでもあります。

改革計画に関しましては、この後、山野理事から詳しくご説明させていただきます。

P) 改革の理念といいますか、これは先ほど申しました我々の心持の決意と裏腹にあるわけでもありますけれども、むしろ改革を組織として進めていくときに、どういう点に重点を置くかということではありますが、今までの経営の中で非常に問題であったのは、経営が強くなかったということでありまして、このために強い経営を目指そう。言い方を変えますと、トップマネジメントが隔々まで伝わるような、そういう経営をしていこうということでもあります。そして、事業を徹底的に合理化していきたい。自分たちのやるべき役割をしっかりと認識しながら進めたい。その中心としてもんじゅの改革を進めていこうということでもあります。

P) ここで原子力機構の改革の最も重要なポイントであります、安全確保・安全文化の醸成ということでもあります。これはよく指摘されておりますように、もんじゅのトラブルに関しまして、トラブルというよりむしろ不適切な運営管理と言ったほうがいいと思いますけれども、それに関しまし

ても、あるいはJ-PARCでの事故に関しまして、安全に関する徹底さが足りなかったということでもあります。原子力という事業は、何にも増して安全をベースにして仕事をしないと社会からの信頼が得られないということでもありますので、とにかくにも安全を最優先の価値として認識し、それを浸透していこうということでありまして、私自身が自分の言葉で安全を語りかけようということで、安全宣言というのを出したわけでありまして、全職員に対して語りかけたわけでありまして、安全確保を最優先に業務を進めることが原子力機構のあるべき姿である。原子力機構で仕事をする場合には、常に安全を頭に入れて、それを体で示しながら進めていこうということでもあります。

そういうことで、それを仕事の現場の末端にまで伝えたいと思ひまして、もんじゅから始めたわけでありましてけれども、もんじゅの現場の職員と1週間に1回ずつお目にかかりまして、集まってもらひまして、そして割に少人数グループの中で、いわば膝を突き合わせて対談して、私の考えを述べる、そしてその現場の人たちの考えを私に伝えてもらう、そういうのを今進めているところでございます。

2番目が、安全文化醸成活動の実質化ということではありますが、これは実効性を確かなものにするためのいろいろな取り組みを本当に総点検して、極めて実効性の高い活動にしようということでもあります。このためにその活動計画をつくり、そして来年3月までにそれをどう進めていくかという、そういう計画をちゃんとセットして、それによって安全の醸成を進めていきたい。これは、ここまででいいということではなくて、ここのベースに基づいて絶えず将来ともやむことなく進めようということでもあります。そしてそのために、民間の活動の中で我々が学ぶべきものは学ぼうということで、民間からも人に来てもらひ、また機構からも人を民間に派遣して、安全を第一にした仕事の進め方についてマスターさせる、マスターするという、そういうことを進めようとしています。全体として安全確保を最優先とする、そういう事業経営、組織の再構築をやって、それを安全統括部でしっかり見て、またその評価をして、足りないところは理事長に報告させて、理事長からまたそれを改善するための活動をする、そういうふうに進めようとしております。

P) もんじゅ改革であります。現状認識としましては、高速炉サイクルの技術開発の中心的な仕事でありますけれども、事故やトラブルを繰り返して、なかなか所期の目的を達成しないでいる。過去のいろいろな再発防止対策があまり有効に機能しなかった。このころから社会の信頼を失ったわけでありましてけれども、これを徹底的に直すための体質改善というのが必要だ。こういうことで、少なくとも改革がちゃんと進行して、もんじゅの安全文化がこのまま努力を続けられればいいという見通しができるまでは、もんじゅの運営管理、特に安全に関する問題に関しては理事長が直轄して改革を進める。そしてもんじゅ以外でも、原子力機構の職員をもんじゅのほうへ必要な人事

異動を行いまして、それを強化する。また、これを進めるために体制をよりしっかりしたものに直して、1年間にまず集中的にそれを進めよう。こういうことで進めているわけでございます。

P) もんじゅ改革は25年10月1日からスタートしたわけでありまして、これは、抜本的な改革の実行体制として、理事長を本部長とするもんじゅ安全・改革本部を設置いたしまして、この集中期間中は毎週理事長がもんじゅへ行きます、そこでこの改革本部を中心にしながらどういうふうに進んでいるか、何が足りないか、何を改善するかを議論し、またここで現場の人から意見を聞いて、どこを直していくかということをおっしゃれば計画それから実行、検証、改善、そのPDCAをぐるぐる回しながら進めていこうとしております。

そしてもう一つ重要なのは、もんじゅの所長といたしまして、私がかねてから非常に高い信頼を持っておりました元原研の理事長を務めた齋藤伸三氏に所長として来てもらいまして、今それについて全力を集中してもらっているところでございます。そして、もんじゅの安全改革本部には、機構の中から極めてすぐれた職員を集めまして、集中的にそれを進めようとしております。

当然これだけでは十分でなくて、所内での人事異動のほか、他のところからももんじゅへ出向してもらいまして、全体として60名を超す人員を強化したわけでございます。そしてまた、予算的にも必要なリソースを投下するということで、強化したわけでございます。

P) まとめでございますけれども、機構が目指しておりますのは、学術の進歩、産業の振興、それから将来におけるエネルギー資源の確保を一番最高のいわば目標として仕事をするわけでありまして、このためには革新的な研究開発成果を出すということでありまして、それと同時に、原子力施設を安全に運営する。それを通して国民の信頼を確保する。ということで、JAEA、原子力研究開発機構の本領が発揮できるようにしたいということでありまして。その本領を発揮するために、経営を強くし、安全文化を高め、合理化を実行し、そしてその中でももんじゅを改革して、ちゃんと働けるようにする。このように考えておりまして、先ほども申しましたが、安全のIntegrity というのを追求して、これでいいのだということなく、どこまでも、しかし一度にはできないのでそれを着々と進めながら、安全文化の向上に不断に取り組んで経営の改革を進め、そしてJAEA、機構が社会の負託に応えるような機関にしていきたいと思っております。

これからも、こういう決意のもとに、我々は原子力機構の仕事を進めてまいろうと思っております。皆さん方、これからもぜひ温かいご支援、ご協力とそしてご鞭撻をお願いしたいと思います。

以上で私の決意の表明を終わらせていただきます。ご清聴ありがとうございました。

原子力機構改革に向けた取組

日本原子力研究開発機構 理事 山野 智寛

皆さんこんにちは。ただいまご紹介いただきました山野でございます。私も理事長の松浦と大体同じようなタイミングで、6月から原子力機構改革を担当しております。

今、松浦から説明がありました内容につきまして、より詳細にご説明したいと思います。機構の改革ということにつきましては、今、松浦から理事長としての決意というものについて説明があったわけですが、それをいかに具現化していくかということが改革の内容になるわけでございます。それと、残念ながら過去、動燃改革とかいろいろな取り組みをやってきましたが、それが定着しなかったということで、やはり器だけをつくるのではなくて、いかに魂をそれに入れていくかということを考えながらやっていくということでございます。さらに、世の中から指摘されてございますのは、組織文化が安全文化という意味ではたるんでおるのではないかとありますとか、業務のやり方が普通の組織とは違うのではないかとというようなことが問われているわけでございます。そういうことにつきましては、制度を変えとか組織を変えとかというのではなくて、最後は全ての職員の気持ちの持ち方、意識、モチベーション、そういうことを変えていくのは非常に地道な取り組みになるのですが、そういうことを底辺からやっていこうということで今頑張っているところでございます。そういう意味では、改革ということで何か新しいことをやるというような、奇をてらうとかそういうものではなくて、地道に、わかりやすく言いますと当たり前のことが当たり前でできる組織に変えていきたいということでやっているわけでございます。

〔パワーポイント映写。以下、場面が変わるごとにP〕と表示〕

P) このスライドは、現在の原子力機構の立ち位置と言いますか、改革に向けてのバウンダリーコンディション(境界条件)を示した紙でございますが、今日、お集まりの皆様の中では、かなり原子力の関係者がいらっしゃいます。原子力は今、それぞれ今日、お集まりの方々もいろいろな現場で日々歯を食いしばって頑張っておられるということで、今、原子力界は正念場であることは疑いないところでございます。まず第1には福島復興というものを、原子力界だけでなくおそらく化学であるとか土木とか、いろいろな意味で日本の底力が問われているということで、その復興に向けて最大限取り組みをしないといけないというような状況でありますし、あと、残念ながら原子力発電所は今、全部止まっているわけですが、それぞれの安全対策をきちんと施した上で再稼働に向けていく必要がありますし、大学現場では若者の志望者の減少という、こちらにつきましては、過去にもチェルノブイリの後、時間差を置いて全国にありました原子力工

学科が軒並みなくなってきたというようなことも経験して、数年前からある意味で言いますと、原子力カルネサンスの中で、少しずつ増えてきた中でこういうことが起きてきたということで、このようないろいろな意味の原子力界をどうやって立て直していくかという状況の中で、本来であれば原子力機構と申しますのは原子力の専門的な研究者、技術者集団でありますから、こういう場面では先頭に立ってやらないといけないということでありながら、こういう事態を迎えたということで、非常に今残念でたまらないというような状況でございます。そういう意味で、ざっくばらんに言いますと、原子力機構の存在意義が問われているということでございます。こういう認識をまず全ての職員がみんな持つことが改革の第一歩であろうと我々は認識してございます。

では、どう変えていくかということで、目指すべき方向で、おまえらでできないのに何を書いているのだと言われるかもしれないですけども、下を向いてやるのではなくて、ちゃんと前を向いて志を高く改革をしていきたいということで書かせていただきましたけれども、目指すべき姿としましては、原子力の安全ということにつきましては、原子力機構の安全研究は、少なくとも日本の中で一番強い分野でございますし、そういうことであれば本当であれば模範となるような組織にならないといけないのに、こういう底が抜けておるといいますから、今後は安全実践の模範となるような組織を目指していくとか、あと全ての分野の原子力の下支えをすとか頼りになるということで、もっとわかりやすく言いますと、原子力で何かあった場合には過去で言うと、原子力機構とか、過去の原研であるとか動燃などは駆け込み寺的な役割でありますとか、知恵袋であるとか、いろいろな見方があったのですが、もう最終的にやはり原子力界の頼りになる組織になっていくためにどうやって改革していこうかということで、今必死で取り組んでいるところでございます。

P) これは経緯でございますが、先ほど松浦から説明がありましたように、6月に新しい理事長に松浦が就任ということで、ただちに改革本部をつくって、9月末には計画をつくったということで、10月1日から1年間の集中改革期間ということで、いろんな取り組みを進めておるところでございます。

P) ここにつきましては、先ほど松浦から話があったところでございます。1つ補足的に加えますと、重要なのは、自分たちがみずからを新しく作り直すのだというようなことで、上からの改革ではなくて、みずから自分たちはこう変わらないといけないのだという意識を持った改革をしていこうということで、今、松浦の陣頭指揮のもと、職員の意識改革というようなところまで踏み込んで改革を進めてきているということでございます。

P) 改革を進めるにあたって、ではまず何が問題か、悪いところはどこかということについて、まずいろいろ整理したわけでございますが、いろいろな問題を抱えておるところでございます。1つ

は、改革のトリガーになりましたもんじゅの保守管理上の不備につきましては、規制庁からいろいろご指導を受けながら、何が原因だったのだというような非常に詳細な原因分析をしてございます。まず直接的原因ということであれば、保全計画がワークブルじゃなかった。そういうことにつきましては、もう既に直して電算機できちんと管理できるような仕組みをつくりましたが、では根本的な原因は何かということと、いろいろな意味の根深いところがあります。

二、三説明しますと、もんじゅはいろいろな経緯があって長期間停止しているということですから、若い職員のモチベーションがどうかとか、動いているのではなくて、とまっている施設の何となしにお守りだけをしているような職場環境になっていて、そういうモチベーションがどうかとか、あと、管理層のマネジメントがどうかということで、研究機関では、ほかの機関でもあるのですが、特にこういう大きな安全上重要な施設を管理するところでは、こういうことが出てきて、わかりやすく言うと、研究開発能力がある人と管理能力がある人というのは実は違うわけなのですけれども、何となしにそこらでごちゃごちゃになっているというか、そういう意味で、やはりきちんとした管理層のマネジメントが不足している、そういう問題が根本原因としてはあるということでございます。

あとJ-PARCの問題につきましては、基本的に加速器ということで、J-PARCは加速器の中でも非常に電流値が大きい加速器なので、普通の加速器でないということなので、そういうことを理解せずに異常事態の発生ということをきちんと想定できてなかったという問題でありますとか、根本にはJ-PARCといいますのは原子力機構と、KEKという、つくばにあります高エネルギーの研究機構とのジョイントプロジェクトなものですから、そこらがうまく回ってなかった、一元化されてない部分があったというようなところが問題としてあるということでございます。

それに加えて、過去の改革の検証という意味では、動燃改革のときの一番のポイントは、経営が不在しているのではないかとということで、いろいろ手を打ってきたのですが、それが十分にできなくて、さらに言うと、昔の動燃と原研が今一緒になったということですから、余計経営がとやわれているところが大きいところが2つなったということですから、ある意味で見るとそこらの問題が二乗の意味できいてきたという問題点があるということでございます。

また、安全文化の醸成に関する取り組みについては、やはり機構全体としての統括機能が弱いとか、ルールをちゃんと守るのだというコンプライアンスの意識が不足しているというようなところが課題として上がってきたということでございます。

そういうことを課題として3つに整理したわけでございますが、1つは経営が弱い。経営上のリスクをきちんと把握分析して、的確にタイムリーに経営に判断していくということがきちんとできてなかったという問題。それと、過去の安全文化の話につきましては、いろいろ問題を起こすなりし

て、今までその都度その都度いろいろなことを、思いつきというわけではないのですけれども、対症療法的にやってきたということで、実際現場に行ってみると、そういう取り組みが物すごく複雑になって、何を守っていいのか、守るべき文書は20も30もあるというような状況になったり、いろいろな取り組みが複雑になってうまく回ってなかったということで、対症療法の悪循環に陥っていたということでございます。

もう一つは業務の肥大化ということがあるわけで、本当であれば選択と集中をきちんとやって、めりはりをつけて業務をやっていくということですが、そこらが十分にできなくて、業務だけふえてきたというような状況が問題の課題として整理されたところでございます。

P) その上で、改革を進めるに当たって、では原子力機構はどういう役割を持っている機関なのかということで、ミッションの再定義を今大学でもやっていますが、同じようにミッションの再定義を試みたわけでございます。我々が今後とも重要な役割と思っておりますのが、まず第1は、皆さんご案内のとおり、福島対応に最優先で取り組むということでございます。これにつきましては、もうざっくりばらんに言うと、ほかの業務を犠牲にしても、持てるポテンシャルを全て投入するというでやっていくことが、いずれにしましても、今の状況の中では第1プライオリティでございます。

その次の問題は、今回の問題で明らかになったように、原子力の基本というか、原子力の根本としては、莫大なエネルギー源を利用するということですから、潜在的には非常に危険なものを扱っておるという意識に立ち返って、安全確保に向けた研究をきちんとやっていくことが2番目の柱でございます。

3番目の柱が、いわゆる基盤の強化ということで、これにつきましては例えば原子力機構もそうですし、大学などは最たるものなのですが、原子力といいますと、どうしても最後は具体的にプルトニウムを使うとか、ホットな施設が要るわけなので、そういうことはなかなかできないということで、どうしてもシミュレーションに走っているという状況があるのですが、そういう施設を保有しているということを全てのものの公共財として使うことによって、人材育成であるとか技術基盤を維持していく。そういうことが非常に重要ではなからうかと認識しているわけでございます。さらに言いますと、原子力も成熟段階を迎えてきて、昭和の時代のように、大きなナショナルプロジェクトを幾つも立ち上げていくという時代ではもうございませんので、そういう意味では、今後原子力機構が担うベースのところは、大学や産業界と一緒にあって、その真ん中に立って原子力基盤というものをちゃんと維持していくことが第3番目のポイントでございます。

第4番目が、もんじゅを中心として核燃料サイクルの研究開発ということで、まず、もんじゅをき

ちんとしたものにすることとあわせて、再処理なども含めて技術をちゃんと国力として維持していくということでございます。

最後が、放射線廃棄物。これは最近話題になっていますように、高レベル廃棄物というものは、昔の言葉で言うと「トイレなきマンション」の状況でございますので、これにつきましてもきちんと取り組んで、道筋をつけていくための技術開発をやっていくことが機構の大きな役割でありますし、あと高レベルではないですけれども、研究施設や病院などから出てくるような低レベルの廃棄物の埋設処分の道筋をつけていく、そのような、今後機構の役割としてはこの5つが大きな柱であろうと再確認をしたということでございます。

P) その上で、どのように改革を進めていくかということを考えてわけでございますが、改革の理念につきましては、先ほど松浦の資料にありましたので重複は避けますが、重要なポイントは、繰り返しであります、器の改革だけでなく人そのものであるとか、組織文化を改革していくということで、一人一人の意識の部分からボトムアップ的に改革していく。これがないと、最後は変わらないということでございます。

そのほかには、強い経営であるとか安全確保、事業の合理化。あと、後ほど詳細に説明しますけれども、もんじゅ。もんじゅについては、何と言いましてもやはり改革の本丸でございまして、進化が問われるところでございます。これなくしては、本当に機構の存在意義もないというぐらいの覚悟でトッププライオリティでやり遂げないといけない改革事項であると認識してございます。

P) そういう課題に対してどういう改革をするのだということは何点か例示的なものをご説明しますと、まずここにあるポイントは、強い経営を確立するのだということで、これが現在の組織なのですが、それぞれ研究分野の部門というのがあって、あと人形峠でありますとか東海とか那珂とか、いろいろな研究所がぶら下がっている。それも全部理事長にぶら下がっていることになっているわけでございます。それが、数で言いますと8研究部門、17事業所がこういうふうになら下がっていて、では、全部理事長のトップマネジメントということなのですが、理事長もスーパーマンではございませんので、きちんとそれが動くようにしないとだめだということで、1つは普通の民間企業では当たり前のようにやられてございます事業部門制のような形で、高速炉、バックエンド、福島、核融合、原子力科学、あと安全という形で、大きな部門ごとに大ぐくりをして、それぞれの中で中間的なちゃんとマネジメントが動くような部門長のもとで動くようにするというので、組織の大改革を4月からやりたいと思っています。

その上で、では理事長のトップマネジメントを支えるような参謀的な機能を強化するというので、1つはまさにわかりやすい言葉で言うと参謀本部ですが、戦略企画室というものを機構の中の精

鋭を集めてつくって、きちんと理事長の判断をサポートするようなことをやっていくというような組織をつくるのか、機構全体としての安全統括でありますとか内部統制ということで、法務・監査部というものをつくって、理事長の下支えを作戰面、安全統括、あとコンプライアンスという面からきちんとサポートできるような体制をつくるということ。あわせて、もんじゅにつきましては、理事長直轄で改革していくというような組織に4月1日をめどに変えたいと思っています。

P) この部分については、先ほど松浦から説明したとおりで、安全文化を醸成していくために、松浦が先ほど言いましたような安全宣言をどのように地道に末端の職員まで徹底していくかというようなことで、直接対話とか役員の巡視であるとか、そういう地道な活動を積み重ねていきたいと思っています。あわせて、いろいろな取り組みがもうされています。そういうことが本当に役立っているのか。単純に数が多ければいいものではないということもありますので、この際、今の取り組みについて、全てを総点検、最近の言葉で言えばちゃんと仕分けをした上で、ワーカブルな計画をこの3月までにつくりたいと思っています。あわせて、職員を、例えば鉄道会社や航空会社のような、安全が重要な企業の研修を受けさせる活動をしていきたいと思っています。

また、先ほどありましたような、理事長のもとの安全統括部の機能強化という意味では、実態を把握する、抜き打ち調査をする。その上で、何かあったら、理事長に対して施設の停止命令の意見具申ができるというような強い権限を持たせた安全統括部をつくっていきたいと思っています。

P) 次に、業務の合理化ということですが、機構としてはどういう分野にプライオリティを置いていくかという説明をしたところですが、基本的には、原子力と言えば放射線利用から、そういう広い分野なのですが、ある意味で言うと、狭い分野の原子力、いわゆるフィッションエネルギーに基本的には特化していくということで、例えば核融合やレーザー研究をやっている関西研、あと放射線利用をやっている部門などについては、当然、相手がおるわけなのですが、今後、文科省の中でも研究開発法人の再編の動きがありますので、そういう中で、こういうものにつきましては、核融合についてもきちんと物事が進むという大前提で、いいところがあればそういうところに移管していくことを決断したということでございます。

あわせて、原子力の施設といいますのは、もう昭和30年代からつくってきたということで、臨界実験装置とか研究炉とかいろいろあって、かなり老朽化が進んできているものもありますし、この前の震災の影響も受けている部分もある。とはいうものの、原子力の施設というのは、実はとまっているよりも廃止をして解体を始めたほうが予算もかかるし、それぞれ解体したものが放射線廃棄物になるわけですから非常に手間もかかるということで、ちゅうちょしてこういうことの判断がなかなかできなかったのですが、この6施設については今後廃止措置を進めていきたいと考えて

います。まだ一部の施設についてはもっと動かしてくれという声もあるのですが、そういう声も聞きながらですが、こういう施設も段階的に廃止するものは廃止する。こういうことも1つずつ決断できるところは決断していく組織にしていきたいと思っています。

また、それぞれの事業につきましても、必要な部分については見直していくということで、二、三、説明しますと、例えば再処理技術開発、この中の真ん中には東海再処理工場というのがあるわけなのですが、それを今後どのように使っていくか。六ヶ所の再処理事業とのリンケージをどう図っていくかというようなこととか、東海再処理工場には高レベル廃液というのがまだガラス固化になる前の廃液のままである。そのようなものの安定化をきちんと早くまずやっていかないといかんとか、そういうことを踏まえて、今後の東海再処理工場のあり方なども含めて、この1年間で検討していきたいと考えています。

また地下研究所につきましては、東濃と幌延ということで地元のいろいろな意味のご理解もいただきながら進めてきている事業が、非常に重要な事業で、高レベルの処分問題というは最後に残っている課題でございます。そういうものについて、今500mとか、それぞれの地層研究まで掘り進めているところなのですが、一度立ちどまって成果をきちんと取りまとめた上で、本当にどういうものが今後必要なのかを見極めながら、地元のご協力もいただきながらやっているところなので、相談しながらですが、今後、NUMOとの関係をどうするかということなども考えながら、1年間かけてこの2つの地下研究所のあり方について検討していきたいと考えています。

P) これは、先ほど廃止すると言った、今日OBの方もいらっしゃってノスタルジーがあるかもしれないですが、こういう施設については廃止していきたいと考えています。

P) 次はもんじゅ改革ということで、改革の本丸部分でございます。これも先ほどと繰り返しのよ様な話になるので簡単に述べますが、残念ながら、事故、トラブルのその都度、その都度いろいろなことをやってきたということでありながら、またかということになったわけございまして、もう我々の意識としましては、今回が改革のラストチャンスであるという意識でやっておるわけでございます。かつ、もんじゅがきちんとできないようでは原子力機構そのものもあり得ないぞという覚悟でやってきたということで、そういう覚悟で、先ほど松浦が言いましたように、理事長が毎週行くという形で陣頭指揮をすとか、あと原子力機構の中で総力を挙げてということですよ。

これについてわかりやすく言いますと、10月1日で、他部門とか他拠点から40人以上の職員をもんじゅに、精鋭部隊を派遣したわけなのですが、例えば俺は原研だとか、俺は動燃だとかというような壁があったり、動燃の中でも動力炉・核燃料という、その中ポツのところで壁があったりしたわけなのですが、もうそんなことを言っておれないだろうということで、もんじゅがこけたらみ

んなこけるのだという意識で、それこそトップマネジメントで他拠点から人材を集中投入した、予算も集中投入したということでやってきているわけでございます。

P) このスライドは、先ほど松浦のスライドにありましたので簡単に説明しますが、そういうことで改革計画を決めた上で、10月1日から、これはどちらかというとまだ器の世界なのですが、体制を整えていったということです。改革本部をつくって、もう毎週やっています。毎週理事長も行って現場のいろいろな階層の職員と膝詰め対話をしながら、いろいろな意味でボトムアップ的な意識の改革などもやっているところでございます。あと、齋藤所長に来ていただいたとか、現地にももんじゅ安全・改革室、これも従来の高速炉をやってきた人だけではなくて、機構全体から精鋭ということで、この室長はちなみに少し前までは核融合のエースと言われておるような人を室長に当てるということで、組織全体として取り組んでいるところです。そういうことで、他部門から40名、あと中途採用をして60名の新たな血をもんじゅに注ぎ込んだということでございます。また、12月1日からになります、電力会社にもお願いをして、指導的立場で見てくれる人14名に来ていただけることになってございます。

P) これはその取り組みの一例なのですが、齋藤所長とか、理事長の松浦とか、いろいろな職員との対話とか訓示とか、そういうことを毎日のようにやりながら、そういう意味の組織文化を変えていくという地道な活動をやっているところでございます。

P) では、どういうところを変えていくのだということについては、課題のほうなのですが、課題については、保守管理上の不備の根本原因分析、それから、もんじゅの歴史的経緯というものもありますし、あと、今後のもんじゅのことを考えたらどうかということで、どういうものが課題かということで整理したのが、この資料でございます。

例えば今後のということと言うと、過去の反省を言う、当然トラブルは起こしてはだめなのですが、何かあったときに、例えば一番最初のナトリウム漏えいのはきは、いわゆる事故を事件にしました。ビデオ隠しとかいろいろやって事件にしました。それで非常に長期化ということになったわけなので、今後はもう何かあったとしても、当然何か起こってはいかんですが、何かあったとしても、それを事件にして長期化しないことをやることのできる体制をどうやっていくかということが、課題としては総括でございます。課題のところは若干キーワードだけ拾い読みしますと、強力なトップマネジメントがもんじゅの中でも要るだろうということと、自立的な運営管理をちゃんとできるということで、後ほど説明しますけれども、電力会社とかメーカーさんなどの力も借りながらやる場所はあるのですが、もんじゅの背骨部分は、プロパー職員が気合いを込めて強力な背骨をつくるということで、自立的な運営管理ができるような体制をつくっていくことが重要でござ

います。また、安全な運営管理、あと個々の職員の高い技術力とかモチベーションをどのように維持していくかということが課題なわけです。

P) では具体的にどのような改革をするかということについては何点かあるわけですが、少しだけ内容をご説明しますと、まず体制の改革ということで、今理事長直轄という話はしましたが、もんじゅの組織についても変えたいと思っています。今、もんじゅの組織では、当然目の前のもんじゅという装置の保全とか管理をやりながら、実際上は規制庁対応であるとか地元対応であるとか、いろいろなこともやっているのですが、その体制を改めて、もんじゅは目の前の装置の運転、保全、管理に集中するというので、それと、その隣に支援センターというものを設けて、ここでいろいろな安全解析をすとか、規制庁の対応をすとか、そのような支援をする、もんじゅについてはこういう二頭立てでちゃんとマネジメントできるような体制にしていきたいと思っています。特にもんじゅのほうはもう、目の前の装置の安全確保に徹するというのでございます。

背骨の部分はちゃんとプロパーをしっかりさせるということで、60名増やしたとかいうことをやったわけなのですが、電力さんにもお願いしまして、例えば所長代理の方を初めとする指導的な技術者、実際上原子力発電所の現場で働いておられる人に来ていただいて、いろいろな指導を受けたいということでございまして、今のところ若干時期的にはさみだれもありますが、12月から14名の方に来ていただけることになってございます。あわせて、メーカー、協力会社の連携強化。もんじゅにつきましては、今の普通の軽水炉ですと、現在のものは1つのメーカーがということなのですが、もんじゅにつきましては当時のナショナルプロジェクトでございまして、4メーカーが製作にかかわっておるということでございます。そういうことで、4メーカーが絡むものですから、どうしても、すき間が出るとか、そういうところについてやるとか、あとちょっと複雑になるとかということなのですが、逆に言うと、4メーカーが下におるということですから、総力を挙げれば非常に強い部隊になり得るという発想で、契約とかそこらも変えるところは変えて、4メーカープラス機構で総力戦ができるような体制にしていきたいということで、改革を進めたいと思っています。またあわせて、まさにもんじゅプロパーと言われるような協力会社をきちんと育成・強化していくこともやっていきたいということです。あわせて、問題の発端となりました保全計画を抜本的に見直すとか、あと業務のやり方とか、こういうところについて普通のことがちゃんと普通にできる組織に変えていきたいということでございます。

P) 風土の改革ということでは、理事長の主導による安全意識を持った組織にしていくことと、あわせて、もんじゅの現場におきましても、安全文化醸成改革推進チームを設けていろんなキャンペーンをやるとか、いろいろな取り組みを通じて、きちんと安全意識の高い組織にしていきたいと

いうことでございます。

次は人の改革ということで、電力会社ではもう当たり前のように言われております。全ての職員がマイプラント意識を持って、もんじゅを命の組織にしていくということでございます。その上で、自分たちがやっているのは非常に重要なことなのだという高いモチベーションを持って日々の仕事に励む環境をつくっていくということです。また、現場の技術力を強めるとか、あと、いろんな問題を起こしてきているわけですが、信賞必罰みたいなことを徹底していくということです。あわせて、メーカーと協力して、もんじゅで今苦勞していることも含めて、別に運転するだけじゃなくて、保守管理も非常に重要な伝承すべき課題でございますので、そういうものについてきちんとデータベース化してつなぐようなことにしていきたいと考えています。

P) もんじゅの当面の全体像という意味では、まず改革をして何とかいうことではありますが、それについては10月1日から集中改革期間で徹底的にやりたい、身ぎれいにしていきたいと思っています。それとあわせて、何点か同時並行で進めていくべき課題があるわけございまして、1つは、もんじゅの政策上の位置づけの明確化。わかりやすく言うと、もんじゅは重要だということを政府レベルできちんとオーソライズしていただかないと、物事が始まらないということでございます。そこらにつきましては、まず文科省の中の作業部会が9月25日に計画案を取りまとめてございますが、その中ではプラントの技術成立性の確認であるとか、あと環境負荷低減の有効性を確認するために、必要最小限の知見を得るということから、5サイクルをきちんと動かした上で、その後また一度レビューをしたらどうかというような提案をまとめておるわけでございます。そういうことを報告しながら、今、政府全体でエネルギー基本計画をつくっているわけなのですが、そのような中で、もんじゅの政策上の位置づけを明確化していくという作業が今進んでおるということでございます。

また規制庁との関係では、1つは発端となりました保守管理上の不備につきましては、1つは未点検機器の点検は全て9月末に完了しました。その後いろんな保安規定の変更命令への対応等を進めていって、いわゆる運転のための準備をするなというようなことについて、措置命令の解除に向けた取り組みが必要ということでございます。

あわせて、新基準というものが軽水炉中心に作業は進んでいますが、高速炉についても同様でございます。高速炉については、原子力機構が一番専門家集団だという自覚のもとに、待ちの姿勢ではなくてポジティブにきちんと対応していきたいと考えてございます。この取り組みがあるということ。

もう一つは、いわゆる活断層とかいろいろ問題が指摘されておる中で、破碎帯の調査もやって

いるわけでございます。あと、もんじゅの中では、この4月に実際に岩盤まではぎ取ってみた結果として、破碎帯は活断層ではなかろうという報告書を提案したわけでございますが、その後、規制庁の現地調査とか、あと追加的に海のほうも調べなさいというようなこともやりながら、ここについても作業をしていく。このようなことが全て整った上で、かつ当然ながらいろいろな関係者の理解も得た上で、再稼働につなげていきたいということでございます。ということであるものの、まずこれをやらないことには話にならないということで、今の説明はこれを中心にやっているわけですが、こういういろいろな活動を今現場では並行して進めています。

P) ところで、話は変わってJ-PARCの問題ですが、J-PARCにつきましても、問題を起こしたといいながら、これはまず1つは、ハード上の不備があったということで、突然加速器の電流値が上がった。こういうことに対して防止するような対策が必要なことと、電流値が上がって、強力な加速器ですから、当然、物に当たればその当たった物質をたたき壊して放射性物質を出すということなのですが、そこらの閉じ込め機能が悪かったということで、まず標的の気密性をよくする。それで、その周りの気密性をよくして、それが入っている建屋の気密性をよくするというようなハード面の対策とか、あとモニタリング体制の機器をそろえていくとか、何かあったときにはアラートが出るようにするというような対策がハード面としては必要でございます。

P) あわせて、ソフト面としましては、安全対策のきちんとした責任者を置くべきであるとか、あと、KEKとのジョイントプロジェクトで、KEKの人は、あるときはつくばにいて、あるときは東海村に来るということなのですが、施設の責任者のような人は基本的には東海村に常駐してもらおうということ。あと何かあった場合には、KEKと機構がばらばらに何か持つのではなくて、合同で対応するような仕組みをつくるという改革を進めていきたいと考えてございます。

P) そのような改革も、できるものからどんどんやってきてございまして、J-PARCのほうは当然規制庁との関係とかいろいろありますが、基本的には事故を起こしてないニュートロンの発生装置については、この1月ぐらいから、ニュートリノについては4月から、また事故を起こしたハドロンについては、ハードの改修工事が終了して1年後の秋ぐらい、来年の秋ぐらいから運転再開をしていきたいと考えているところであります。

P) 今言いましたように、機構全体の改革本部と、その中でも特別にということで、もんじゅだけの改革本部、こういう2つの理事長がヘッドの改革本部をつかって、今これは内部組織なのですが、改革を進めているということでございます。それを外部の目線でチェックしていただくということで、検証委員会というものをもんじゅと全体のところでそれぞれ設けたい、外部の専門家に入ってもらった委員会を設けたいと思っております、そういうことでチェックしながら、それぞれの委員

会はこの12月にも第1回目をやるぐらいの感じで進めていきたいと思えます。そういう意味で、根っこは、まずみずから変えるのだということで、まず自分たちがということでどんどんやりながら、それを外部の目でチェックしながら進めていきたい。とりあえずはこの1年間を集中改革期間ということですが、必要であれば当然延長もしますが、そういうことでできることは、思いつくことは全部手を打っていくということで進めていきたいと思えます。

P) まとめでございますが、今説明しましたようないろいろな取り組みをやって、1つは、まず全ての職員、特に若手なのですが、若手の職員がきちんとしたモチベーションを持って、動機づけを行って、委縮せずに、顔を下げることではなくて前を向いて、一丸となって気概を見せて機構の底力を見せることが非常に重要だろうと思えます。またあわせて、我々は日本の原子力を支えているのだという、原子力スペシャリストとしての気概とプライドを持って仕事する組織に変えていきたいと思えます。そういうことを通じて、機構にはいろいろな人もたくさんいるし、いろいろな装置も持っているわけですから、そういうことで世の中の原子力道場として、大学や産業界と連携して、新しい知を創出していく、新しい人を育成していく、そのような機関になっていきたいと思えます。

また、もんじゅは一人一人がマイプラント意識を持って、ルールをきちんと守ってちゃんと動かすのだと。別にとまっている装置をお守りするのが日々の仕事ではなくて、普通の状態、動いている装置をきちんと管理していくという気持ちで日々の仕事に邁進する組織に変えていきたいと思っています。

そういうことで機構を改革していきたいと思えますが、今日は原子力関係の皆さんがたくさん来ておられますけれども、そういう人たちのご協力もいただきながら、先人が築いてきた日本の原子力を崩すことなく、原子力の将来を支えていく機関に改革できるように努力していきたいと思えますので、今後とも厳しいご指導、ご鞭撻をよろしく願います。

少し早いですが、これで私の説明を終わらせていただきます。ご清聴ありがとうございました。

研究開発成果報告－最近のトピックス－

スピントロニクス of 原子力への応用

先端基礎研究センター長 前川 禎通

ただいまご紹介いただきました、先端基礎研究センターの前川でございます。研究開発機構の最近のトピックスの中で、私たちが現在進めておりますスピントロニクス of 原子力への応用についてご報告させていただきたいと思っております。

先端基礎研究センターと申しますのは、原子力の10年先、20年先をにらんだ研究を行っております。10年先、20年先と申しましても、決して遠い先の世界ではございません。福島第一原子力発電所の廃炉が30年、40年かかることを考えますと、10年先、20年先を見越した研究というのは、まさに今やらなければならない研究であると思われるわけです。

〔パワーポイント映写。以下、場面がかわるごとにP)と表示〕

P) さて、私たちの研究対象は熱です。人類が火を使うことによって人類になったと言われるように、火、熱というのはエネルギーの基本です。しかし、私たち福島で思い知らされましたように、熱というのは私たちの敵でもあるわけです。この写真は、神戸にありますスーパーコンピューター「京」の写真です。その計算機の建物の横に、同じ大きさの冷却施設があります。このコンピューターを動かすためには、これだけの冷却施設が必要です。エレクトロニクスといえますのは、電気を使います。電気が流れますと、熱すなわちジュール熱が発生します。ですから、エレクトロニクスにとっての一番の敵というのは熱であるわけです。現在「京」コンピューター、このコンピューターの次のコンピューターの計画が進んでおりますが、そこでの最大の問題はその熱の問題です。ということで、21世紀の課題というのは熱をいかに克服して利用するか、そういうことだと私は考えております。これからご紹介いたしますスピントロニクスというのは、そういう意味では究極の省エネデバイス、エレクトロデバイス、このようなコンピューターの熱の問題の解決としても非常に注目されている1つの技術であると言えます。

P) スピントロニクスですが、基本的なところから入らせていただきたいと思います。よくご存じの電子は、電気のもとであります電荷と、それから磁気のもとになりますスピンという、2つの性質を持っております。電荷の部分、電気の部分を使うのがいわゆる従来のエレクトロニクスです。磁気の部分、スピンの部分を使おうというのがスピントロニクスというわけです。ところが、こういう時計でもたくさんの電子が中にあるわけですがけれども、その電子のスピンというのは、普通はランダムになっておりまして、外からは見えません。しかし何らかの理由でそれがそろいますと、こ

ここに示しましたように磁石になります。この電子が動きますと電気が流れるというわけです。

P) 上のこのアニメーションは、その電子の流れを示しております。電子の流れというのは、普通はスピンとは関係なしに流れますので、電気の中にはスピンは、磁気は見えないわけです。ところが、下で示しましたように、何らかの理由でこのスピンの依存する電子の流れをつくることができますと、電荷の部分がキャンセルしまして、スピンの流れだけがあらわれます。これを「スピン流」と呼びます。電気が流れますとジュール熱が発生します。それがエレクトロニクスが一番の問題です。ところが、この下のようにスピン流ですと、電荷の流れがないわけですからジュール熱が発生しないわけです。したがって、究極の省エネデバイスがこれで作れることとなります。したがって、電流のかわりにスピン流を使ったデバイスをつくってほしいという、これがスピントロニクスという技術です。これは今言いましたように、究極の省エネデバイスになると考えられます。一方、私たちはそれを逆手にとりまして、これを熱の問題の解決に利用しようと考えたわけです。

P) 今の2つの流れ、電流とスピン流という2つの流れをお話ししましたが、この2つというのは相互変換が可能です。少し専門的になりますので、細かいことは省略させていただきますが、スピン軌道相互作用という、特に重い原子、重原子が持っています散乱の性質を利用しますと、電流とスピン流を相互変換することができます。左のアニメーションは、電流が流れますとこれが散乱されて、その垂直方向のスピン流に変換することを示しております。それから右のアニメーションは、スピン流が流れますと、それが散乱を受けて垂直方向の電流に変換することを示しております。このように、スピンホール効果という効果を使いますと、電流とスピン流を場合に依って自由に変換することができるというわけです。この効果は、これから少し何度か出しますので、ご記憶いただければと思います。

P) ところで、スピンの磁性体の中には、電子を移動させなくても波というものを存在させることができます。皆さん水の波をご存じだと思いますが、水面の波が遠くまで伝わるわけです。そのように、スピンの波も、このように遠くまで伝わるのが可能です。これをスピンの波、「スピン波」と言いまして、ですからスピンの波がスピンを運ぶスピン流をつくるのが可能なわけです。このことは、最近私たち実験的にも理論的にも検証いたしました。下の論文に載せております。

P) ところでスピントロニクスというのは、実は放射線に非常に強いデバイスです。普通のエレクトロニクスというのは、先ほども言いましたように電子の電荷を使っております。皆さん、コンデンサーに放射線が当たりますと漏電してしまうということでご存じかと思いますが、電荷は放射線に非常に弱いのです。ですから放射線の強いところでは電荷を使った普通のエレクトロニクスデバイ

スというのは使えません。例えばこれはいわゆるフラッシュメモリなのですが、こういうものは放射線の強いところでは使えないわけです。実際、宇宙空間でのいろいろなエレクトロニクスの誤作動というのは、放射線による誤作動は非常に大きな問題になっています。それから最近では、半導体デバイスの集積度が上がりまして、その素材に含まれるわずかな放射性物質によるデバイスの誤作動というのが大きな問題になっております。ということで、従来のエレクトロニクスというのは、その放射線の強いところでは使えない。そのままでは使えないという問題があります。それに対しまして、スピントロニクスというのは放射線のそういう問題がほとんどない。非常に放射線に強いエレクトロニクスであるという特徴も持っております。

P) これからスピン流のつくり方を2つご紹介させていただきたいと思います。皆さんガスコンロをカチッとやって火をつけられると思うのですが、あのカチッとやることは何をやっているかという、圧電素子というものに圧力を加えて電気を発生させているわけです。同様に、磁石に圧力を加えますとスピン流が発生します。ここの下の写真は、その圧電素子の上に磁石を乗せて、その上に金属の白金を乗せたものです。この圧電素子で音波を発生させます。圧力を加えます。そうしますと、その圧力が加えられて音波がスピン流をつくります。そのスピン流が白金の中に吸収されて、先ほど言いましたスピンホール効果ということで、電流に変換されて電圧が発生するというわけです。

右のデータは、縦軸がその白金で観測される電圧の量、横軸が圧電素子から出てくる音波の周波数を示しております。ですから適当な音波のところでもこのように大きな電圧が発生することを示しているわけです。これは決して従来の電気によるものではなくて、ここでは絶縁体の磁石を使っておりますから電気は流れないわけです。スピン流がこういう電圧を発生させているという一例です。

P) もう一つの例ですが、家庭の電子レンジで火をつけますと、お湯を温めることができます。いろんなものを温めることができます。あれは何をやっているかという、電子レンジでマイクロ波を発生させて、それで水の分子を振らしているわけです。それで水を温めている、物を温めているわけです。

もう一つ、マイクロ波が水の分子を揺らしている、共鳴を起こさせているということです。

もう一つ、病院でMRIという装置をご存じだと思うのですが、これは何をやっているかという、マイクロウェーブで体の中のスピンを揺らしております。そしてその揺れぐあいで体を検査しております。それがMRIという装置です。

同じMRIのそのマイクロ波の発生装置を磁石に当てます。そうしますとスピン流が発生します。

この右にありますこれは、マイクロ波を当てますとスピン流が流れて、端に行くとも熱が発生することを示しております。それをこの赤外線カメラで検出したものです。今、磁場を加えまして磁石を反転させます。そうしますと、この赤くなるところが反転します。すなわち、スピン流が逆方向に流れて、逆方向に熱を運んだということを示しているわけです。ということで、スピン流は熱を運ぶということがこれでわかるわけです。逆に、熱流があるとスピン流がある。逆効果も起こるはずだということを我々は考えました。ということで、振動でも熱でもスピン流をつくることのできる。そうしますと、スピン流を使って熱からスピン流をつかって、それで発電することができるという発想に至ったわけです。

P) ところで、熱から電気をつくるということは、実は2世紀前、1821年に発見されております。発見者はゼーベックという方で、ですからこの効果、熱から電気をつくる熱電変化のことを「ゼーベック効果」とも言います。左の図は何かといいますが、これはビーカーの中に水を入れて、下から火で温めたという、そういう図です。そうしますと、ブクブクと泡立ちます。同様に金属あるいは半導体に火をかざしますと、今度は電子がブクブクと上がっていきます。したがって、右のように適当なこういう回路をつかって火を当てますと、この回路の中に電子がブクブクと泡立ちますから電気が流れるわけです。ということで、こういうことで熱から電気がとれるというわけです。これを熱電変換、あるいはゼーベック効果と言います。これは1821年ですから、2世紀も前に発見されたことですが、なかなか大きな応用にはつながっておりません。理由は幾つかありまして、1つは電気が熱で流れますと、ジュール熱が中に発生してしまうということがあります。それからもう一つ、電気が流れると、一緒に熱も流れてしまつて効率が非常に悪いということで、この効果はいろいろ応用はされているのですが、大々的な応用というところには必ずしも至っていないというのが実は現状です。

P) そこで私たちは、現在研究しておりますスピントロニクスアイデアを入れまして、この熱電発電と一緒にして新しい効果をつかってやろうということをやりました。それを私たちは「スピンゼーベック効果」と名づけました。これは2008年に私たちが見出した効果です。

P) ところで、スピンゼーベック効果というのは、ある意味では簡単なものです。ここで示したのは、その装置です。右下のものは、実際の実験に使っております試料です。絶縁体の磁石の上に金属、ここでは普通白金を使っておりますが、白金を乗せます。こういうようなハイブリッドの試料をつくりまして、それを熱源の上に置くというわけです。熱源の上に置きますとスピン流が発生して、それが金属の中に吸収されて、スピンホール効果で電圧に変換されるというものです。これは実は2008年に初めて見出したものですが、その後研究を進めまして、最近下に示しまし

たような2つのレビューに、総合報告にまとめております。

それで、この効果というのは実は面の効果であると言えるわけです。なぜ私たちこう呼ぶかといいますと、実は従来の熱電発電というのは点で発電しているということです。この違いは後ほどご説明させていただきたいと思います。ということで、面で発電するということで、非常に出力の増大が望める効果であるということが言えます。

P) といいますのは、従来の熱電発電といいますのは、熱電素子というものを、この左側の図なのですけれども、熱電素子というものをつくりまして、それを集積化する必要があります。いわゆる点で発電しますので、集積化して面積を稼ぐ必要があるわけです。そうしますと、集積化というのは材料によって非常に難しい場合があります。それから、コストが上がります。ということで、これがもう一つ、大きな応用になかなか結びついていけないという問題点があるわけです。私たちが開発しましたスピンゼーベック効果というのは、こういうような薄膜が使えます。薄膜は面です。したがって、集積化という技術は必要がないということで、大面積で低コストの発電ができるということが言えるわけです。

P) ところで熱電発電なのですが、実は最近改めて注目されてきております。というのは、グリーンイノベーションの重要課題の1つとして、最近研究が奨励されてきている分野です。どうしてかといいますと、1つは、これは材料の性質によるものですから、動く部分がなくて、機械ではないわけですね、動く部分がないから非常に信頼性が高いこと、それからメンテナンスが要らないこと。それから、小型化が容易で、いろいろな熱源にも使えること。100度の熱源でも500度の熱源でも使えるということがあります。それから、発電なのですがCO₂を出さないということで環境に優しい。そういうことで現在世界的に見直されてきております。これがグリーンイノベーションの1つの課題になっております。

ということで、幾つか最近応用が試みられております。それをご紹介しますと、左のものはNASAの宇宙探査機です。Curiosity です。実はNASAでは、40年ほど前から熱電発電を使って惑星探査機を飛ばしております。太陽光が弱いところ、太陽電池などが使えないようなところでも、メンテナンスなしに何年も惑星探査機を飛ばすことができるということで、これを使っております。実際はプルトニウムの崩壊熱を熱電素子で電気に変えて使っているわけです。したがって、これを原子炉電子と私たちは呼んでおります。

真ん中は、東芝さんが草津温泉で開発している発電装置です。日本は温泉が非常に多いですが、その温泉の熱を電気に変えようということで、東芝さんが草津温泉でこういう研究開発を行っておられるということです。

それから最近、自動車会社がこの装置に非常に興味を持って研究を進めております。自動車といいますが、それは半分以上のエネルギーを熱として捨てているわけです。したがって、その一部でも回収して電気にすればハイブリッド車の効率が上がる、性能が上がるということで、現在いろんな自動車会社が活発な研究競走をしております。

ということで、最近新たに注目されてきている熱電発電なのですが、現在大体10%ぐらいの変換効率です。それを20%に持っていかうというのが研究目標になっております。ところで私たちは、実はこれとは違った新しい概念、すなわちスピンゼーベック効果という概念で、こういう分野にも挑戦してみようと現在考えております。

P) 先ほど言いましたように、こういう非常に一見有効な熱電発電なのですが、いろいろな問題があります。その問題は、1つは、レアメタルなどを使っているのが材料が高価なこと。それから、発電効率がまだまだ十分でないということ。素子が点ですから小さいということで集積化が必要である。そういう問題があります。しかしいろいろな改善の努力がされております。

一方で私たちは、それとは違った新しい原理に基づく素子の開発を進めているわけです。その1つの特徴は、先ほど言いましたように面です。ですから大面積の素子がつくれます。集積化ということをやらないで使えます。したがって、原子力のような重厚長大熱源に大変親和性が高いと言えるわけです。

P) 原子力への応用についてですが、原子力ではいろんな熱が存在します。そこにどのように使うかということですが、これは熱電素子の性能の発展といいますか、開発の進捗と合わせていろいろな使い方が考えられると思います。まず経済性はあまり気にしない場合、あるいは経済性が非常に重要になってくる場合、いろいろ考えられます。

一番上は、放射性廃棄物の、これはガラス固化体の容器です。これは現在かなりの熱を表面から発生しておりますが、これを冷やしながらか安全に保管しているわけです。これに熱電素子を張りつけて、現在捨てている熱から電気を使いたい。これは捨てているものですから、特に経済性というのはあまり気にならないかと思えます。その素子の性能をもう少し改良して上がってきますと、原子炉からのタービンとは違った発電方法として導入できるのではないかと思えます。そうしますと、電源の多様化、すなわち外部電源喪失時の安全性の向上などに使えるのではないかと考えています。

それからさらに、これは私の夢ですが、熱電素子の性能が上がりますと、蒸気タービンにかわってこれが使っていけるのではないかと。これは私の夢です。そうしますと、原子炉の設計自体からこういうことを組み込んだことがやれるのではないかと考えております。

P) 先ほどのスライドにありました放射線廃棄物のガラス固化体ですが、廃棄物ではガンマ線が出ますので、それで水素をつくらうという試みがなされていると聞いております。ところで、私たちは、このガス固化体がかなりの熱を発生しておりますので、その熱をぜひ使いたいというわけです。具体的に考えますと、六ヶ所村にガス固化体の中間貯蔵施設があります。その1つの施設には1,440体のこういうガラス固化体の収容が可能です。そうしますと、現在それは空冷で冷やしながら安全性を保っているわけですが、単純計算しますと2MWtの熱が常に発生しております。したがって、これを現在利用できる熱電素子でそのまま使ったとしますと、非常に粗い計算をしましても、約100世帯の電力を何十年にもわたってメンテナンスなしで利用できることになります。このような捨てている熱を何とか活用したいと思います。

実は先ほど言いましたように、自動車会社のハイブリッド車の性能を少しでも上げようと思って熱を電気に変える努力が非常になされているわけです。私はぜひ原子力の分野でも、そういう多様な努力というのをぜひやりたい、やってみたい、やるべきであると考えております。

P) 以上、私たちの研究についてお話しさせていただきました。スピントロニクスという技術を私たちは開発しておりますが、これは1つには放射線に強いエレクトロニクスです。ですから、今後放射線の強い場所にこういう装置がますます重要になってくると、私は信じております。

それからもう一つ、私たちが最近開発しましたスピンゼーベック効果というのは、重厚長大な熱源に親和性が高い発電方法です。したがって、原子力の多様な熱に対して、こういう技術を使っていけるのではないかと、そのように期待を持っております。今後このような方向で研究を進めていきたいと考えております。今後ともよろしく願いいたします。どうもありがとうございました。

研究開発成果報告－最近のトピックス－

世界標準被ばく線量評価データベースの開発

原子力基礎工学研究部門 環境・放射線科学ユニット長 遠藤 章

原子力基礎工学研究部門の遠藤と申します。どうぞよろしくお願いいたします。

私からは、遺伝子レベルで放射線治療を可能にする、極めてエネルギーの低い放射線から、宇宙空間を飛び交い地球へと飛んでくるエネルギーの非常に高い放射線まで、あらゆる放射線に対して私たちの安全を評価するための被ばく線量計算に国際的に利用されるデータベースの開発についてご報告を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〕

P) まず最初に、開発したデータベースの概要についてご説明いたします。次に、その開発の背景、解決すべき課題、それに対する私たちの取り組みをお話いたします。そして、開発したデータベースの利用についてご紹介した後、今後の取り組みについて述べたいと思います。それでは、早速開発したデータベースの概要からお話を進めてまいります。

P) 私たちは、日ごろの生活の中で、放射線によってどれぐらいの被ばくをしているのか。自然界にもともと存在する宇宙線や天然の放射性核種に加えて、東京電力福島第一原子力発電所の事故以降は、環境に放出された放射性核種による被ばくに大きな関心が払われるようになりました。では、私たちの線量というのはどうやって評価するのでしょうか。

放射線測定器を使って直接測定できるのは、空間を飛び交う放射線の強さ、空気や飲食物中の放射性核種の濃度、あるいは体内に摂取した放射性核種の量です。こういった情報から、線量係数というものをを用いて、私たちが知りたい人体の被ばく線量を評価いたします。それでは、この線量係数とは一体どのようなものなのでしょうか。

P) それは、放射線あるいは放射能の強さから被ばく線量を評価するためのものです。この線量係数は、被ばくの対象となる人体をコンピューター上で精密に再現した人体モデル、体内に摂取した核種の動きをあらわす体内動態モデル、そして放射性核種固有の半減期、放射線のデータを使って計算されます。これらを組み合わせて、放射線と人体との相互作用を被ばくが想定されるさまざまな状況に対して計算機上でコンピューターシミュレーションを行い、空間中の放射線の強さ、あるいは体内に摂取した放射能から人体が受ける被ばく線量を計算したものです。この線量係数やその計算に使われるモデルやデータは、世界で共通のものが使われております。これから私をご紹介します研究成果は、この線量係数の計算に使われます2種類の放射性核種

データベース、それと外部被ばく線量係数データベース、以上3つのデータベースです。

P) これらの世界共通で利用されるデータを開発する2つの組織があります。まず1つ目の国際放射線防護委員会(ICRP)は、1928年に設立以来、人や環境を放射線から守るための勧告や線量評価のデータを提供してまいりました。これらの勧告やデータは、IAEAの国際安全基準、日本を含む各国の法令の基礎になっております。

2番目の米国核医学・分子イメージング学会(SNMMI)は、世界最大の核医学学会として、放射線医薬品を使った病気の診断や治療の核医学の研究を先導してまいりました。このSNMMIが開発する線量評価法やデータは、この分野の標準的な手法として、米国にとどまらず世界中で広く利用されております。

私たちはこのICRPとSNMMIに協力し、最新の技術を使い、さまざまなニーズに対応した、次にご紹介する3つのデータベースを完成させました。

P) まず1番目は、SNMMIの放射性核種データベースです。核医学の検査や治療は全世界で年間3,300万件も行われている、現代の医療には不可欠な技術です。それに対してこのデータベースは、検査や治療を受ける患者さんの安全評価に使われるものです。2番目はICRPのパブリケーション107番と呼ばれる放射性核種データベース。3番目は、同じくICRPの116番と呼ばれる外部被ばく線量係数データベースです。これらのデータベースは、原子力エネルギー、放射線の利用、さらに宇宙線などの環境放射線に対する公衆や放射線作業者の防護に必須のデータであります。従来これらのデータは、欧米の研究機関によって開発されてまいりましたが、今般、原子力機構の研究成果を中心に全面的な改定が行われました。これらのデータベースは、核医学そして放射線防護の分野において、これから20年あるいは30年にわたって国際的に利用されるものであります。

P) では、この新しいデータベースを開発するに当たって、一体どのようなことが課題とされていたのか、それに対する背景と私たちの取り組みについてご説明いたします。

P) 原子力機構は、その前身となる組織の時代から、人を放射線から守るための放射線防護の研究に取り組んでまいりました。その研究の中では、人体と放射線との相互作用を詳しく調べるために必要な放射線科学や原子核工学の研究、そういった研究分野と密接に連携し、新しい被ばく線量評価法の開発で幾つかの研究成果を上げてまいりました。このような取り組みが1990年代、線量評価用のデータベースを全面的に改定することを検討していたSNMMIやICRPによって高く評価され、両機関の協力要請を受けて、私たちがその新しいデータベースの開発に取り組むことになりました。以後12年間にわたり、2つの機関と密接に連携し、これら3つのデータベ

ースを開発いたしました。

P) それでは、それぞれのデータベースを開発するに当たってどのような課題があったのかを、これからご紹介したいと思います。

まず最初に、放射性核種データベースの開発からご説明をいたします。放射性核種データベースの開発には大きく2つの課題がありました。1つ目は、医療分野からの新しい治療法の開発のニーズです。放射性核種の中には、Auger 電子と呼ばれる原子核の壊変に続き、軌道電子の状態変化により放出されるエネルギーの非常に低い放射線が発生する核種があります。この Auger 電子は、体の中でナノメートルという非常に狭い空間に集中してエネルギーを与える特性があります。そのため、この原理を利用し、がん細胞に集中的に集まる放射性薬剤を使うことで、がん細胞だけを集中的に照射する放射線治療が可能になります。

その治療効果を評価するためには、Auger 電子によるDNAレベルでの詳細な線量分布の計算が必要になりますが、従来のデータは分解能が悪く、そういった要求には応えることができませんでした。そのため、核種ごとに異なる数千種類にも及ぶ Auger 電子の正確なデータが必要とされてきました。

P) 2つ目は、最先端の研究を担う加速施設の利用に伴う新しい核種への対応です。高エネルギー陽子を使った核破碎反応によって、強度の極めて高い中性子を発生させる加速器施設では、核破碎反応によってさまざまな核種が生成されます。左下の図は、3GeVの陽子を水銀ターゲットに入射させた際、その中に生成される核種について、陽子数と中性子数に従って分布をあらわしたものです。このように生成される多様な核種に対して、1990年代当時、被ばく線量評価に必要な線量係数が用意されていた核種を青色、線量係数がなかった核種を赤色で示しますと、ごらんのように多くの核種について当時線量係数がなかったことがわかります。そのため、加速器施設における放射線防護の課題として、このような新しい核種に対する放射性核種データを整備し、線量係数を評価することが求められていました。

P) これら2つの課題を解決するために、私たちは次のような取り組みを行いました。まず、計算に用いるおもとのデータにENSDFと呼ばれるデータファイルを導入いたしました。このENSDFは、原子力機構が協力するIAEAの核データに関する国際ネットワークが開発する3,300種類もの核種に対する原子核の特性を取りまとめたものです。

まずステップ1として、このENSDFを利用し、原子核の壊変に伴って放出される放射線をあらゆる核種について計算できるようにいたしました。次にステップ2では、ステップ1の原子核の壊変がもたらす軌道電子の空孔の分布を詳しく計算する方法を開発し、さらにステップ3では、その

結果起こる軌道電子の連鎖的な状態変化を追跡し、発生する Auger 電子を3,000種類まで計算できる技術を確立し、これら一連の方法に組み込みました。これによって、原子核の壊変からそれに続く原子過程までを一貫して取り扱い、あらゆる核種に対して Auger 電子を含む全ての放射線を詳細に計算する技術を確立し、これをデータベースの開発に応用いたしました。

P) 次に、もう一方の外部被ばく線量係数データベースについてお話を進めてまいります。このデータベースの開発の課題は、高エネルギー放射線に対する被ばく線量評価への対応でした。私たちの生活環境には、宇宙線に起因する高エネルギー放射線が存在いたします。例えば航空機が飛行する高度10kmの宇宙線の強度は、地表面に比べて約100倍も高くなります。そのため、航空機の利用が頻繁に行われる現代社会では、このような宇宙線に対する被ばくにも注意を払う必要が生じてまいりました。しかし、原子力施設を中心に発展してきた放射線防護では、このような高エネルギー放射線に対する対応はまだ十分ではなくて、そのため高エネルギー放射線と人体との相互作用を詳しく解析する技術を確立し、線量係数を計算することが必要とされておりました。

P) これを解決するために、私たちは原子力機構などが開発する粒子・重イオン輸送計算コードシステムPHITSと、CTデータから作った精密な人体モデル、これらを組み合わせることで、高エネルギー放射線の人体内での挙動を詳しく解析する技術を開発いたしました。このPHITSは、放射線との相互作用を、人体を構成する物質の原子核、素粒子レベルでシミュレーションすることができる計算コードシステムであります。このような技術を使うことによりまして、高エネルギー放射線が人体内で起こす複雑な相互作用を1つ1つ正確に追跡し、全ての種類、エネルギーの放射線に対する線量評価法を確立し、これをデータベースの開発に応用いたしました。

P) それでは、このような研究開発の結果、完成した3つのデータベースの利用についてご紹介をいたします。

P) 1番目は、米国核医学分子イメージング学会(SNMMI)の放射性核種データベースです。このデータベースは、全て原子力機構のデータで構成されており、核医学の臨床から研究までの幅広いニーズに対応し、かつDNAレベルでの詳細な線量分布計算を可能にする Auger 電子スペクトルを新たに提供したものです。このデータベースは、SNMMIがつくる核医学検査を受ける患者さんの被ばく線量評価の手順書の作成に利用されました。この手順書は、現在米国の標準的な手法としてはもとより、国際的にも普及しつつあります。

また、このデータベースは、Auger 電子を使った治療法の研究や、マイクロドーズ臨床試験、これは新しい薬の開発を効率的に進めるために、微量の放射性核種を健常者の方に投与して行

う臨床試験ですが、その中でも使われております。日本でもこのマイクロドーズ臨床試験の実施のガイダンスが平成20年、厚生労働省から示されましたが、その中でもこのデータベースの使用が推奨されております。このように、このデータベースは核医学検査の安全性の向上はもとより、新しい検査法、治療法の開発、さらには新しい薬の開発の技術の発展に貢献をしております。

P) 続きまして、放射線防護用のICRPの放射性核種データベースです。このデータベースも、全て原子力機構のデータで構成され、加速器施設における線量評価の対応の強化も含めまして、放射線防護の幅広い用途に対応できるようにいたしました。このデータベースは、現在ICRPが進める放射性核種に対する線量係数の計算に使われており、その成果は今後10編のICRP刊行物として出版されます。また、このデータベースは米国での導入が特に進んでおり、エネルギー省や環境保護庁の放射線に関する安全基準書の作成、さらには食品医薬品局が新しい薬を認可する際に使う線量計算プログラムにも導入されております。日本でも導入が進みつつあり、アイソトープ手帳や遮蔽計算データ集に反映されております。このように、このデータベースは放射線防護に関するさまざまな基準づくりの根幹となるデータとして大変重要な役割を果たしております。

P) そして3番目のICRPの外部被ばく線量係数データベースです。このデータベースは、放射線の種類、エネルギー範囲を大幅に拡充し、宇宙線などの高エネルギー放射線に対する対応が可能になりました。このデータベースは、原子力機構が開発するEXPACS、放射線医学総合研究所が開発するJISCARDと呼ばれる宇宙線に対する被ばく線量評価システムに導入され、日本の航空機乗務員の宇宙線被ばく管理に活用されております。また、放射線施設の安全評価、遮蔽計算、さらには環境放射線に対する線量評価など、今後、現在使われているデータに順次置きかわり、国際的に幅広く活用されてまいります。

P) では最後に、これまでの研究に基づくこれからの取り組みについて述べたいと思います。

P) まず1つ目は、ICRP2007年勧告取り入れへの取り組みです。ICRPは、放射線防護の基本となる考え方をまとめた新しい勧告を2007年に公表いたしました。本日ご紹介したデータベースは、その2007年勧告を支えるものであります。現在IAEAは、この勧告とデータベースを国際基本安全基準に取り入れるための準備を進めており、それを受けて各国でもその準備を進めております。その取り入れに際しては、放射線防護にかかわる安全基準、法令、指針等の見直しが必要になります。それに対して、私たちはこれまでに培った技術や経験を最大限活用し、これらの改定に積極的に貢献し、この新しい勧告が取り入れられることによって私たちのデータベースが世界共通の放射線防護システムの一部として定着し機能するまで、引き続き貢献をしてい

きたいと考えております。

P) そしてさらに重要なことは、東京電力福島第一原子力発電所の事故で避難されている住民の方々帰還に向けた取り組みです。これから避難されている住民の方々が帰還するにあたっては、お一人お一人の生活状況を反映した線量の予測を正確に行い、それを放射線モニタリングによって確認することで、的確な放射線防護対策を実施することが必要です。それに対して私たちは、これまでに開発した線量評価技術を最大限に活用し、そのような対策に必要なデータを提供することで、住民の方々の帰還に向けた取り組みに貢献をしていきたいと考えております。なお、その研究活動の一部につきましては、この後の「環境汚染への対応に係る研究開発」においてご紹介をいたします。

P) 以上、ご報告しましたデータベースの開発と普及は、我が国の科学技術の振興発展に顕著な貢献と認められ、平成25年度科学技術分野の文部科学大臣表彰を受賞いたしました。これからも社会にとって有益な研究成果を生み出すことを目標に努力してまいりますので、引き続きご支援をお願いしたいと思います。ご清聴ありがとうございました。

廃炉推進に向けた研究開発と環境汚染への対応に係る研究開発

廃炉推進に向けた研究開発

福島技術本部 復旧技術部長 船坂 英之

ただいまご紹介いただきました、福島技術本部の船坂でございます。本日は「廃炉推進に向けた研究開発」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、場面がかわるごとにP〕と表示

P) 本日のご報告内容ですが、大きく分けて3項目でございます。まず最初に、東京電力福島第一原子力発電所、略して1Fサイトと以下略させていただきますが、その現在の状況について簡単に紹介させていただきます。次に、この1Fサイトの廃炉推進に向けた原子力機構の取り組みにつきまして、中長期の研究開発課題に対しまして、これまで取り組んでまいりましたこと。あと1Fサイトの喫緊の課題に対して現在取り組んでおります内容についてご報告させていただきます。3番目に今後の取り組みということで、研究拠点整備、人材育成の観点から述べさせていただきますと思います。

P) 最初に、東京電力福島第一原子力発電所の現在の状況でございます。

P) まず1Fサイトの現在の状況でございますが、既に報道等でご存じだと思いますが、まずはこのスライドの写真を使って簡単にご説明したいと思います。

真ん中の写真は、1Fサイトの1号機から4号機の間の上空から眺めた写真でございます。もと非常にスペースに余裕があるサイトでしたが、そのスペースの余裕のあるところに汚染水、処理水の貯蔵タンクが設置されつつある状況でございます。

右側の写真は、1号機から4号機の外観の状況について見たものでございますが、1号機につきましては放射性物質の飛散を抑制するための建屋カバーが設置されております。3号機では、建屋上部にある大型の構造物の瓦れきが撤去され、現在建屋カバーが設置されつつあるところでございます。また4号機では、燃料取り出し用のカバーあるいは構台が設置されまして、この11月18日より使用済燃料プールからの燃料取り出しが開始されているところでございます。原子炉の冷却に使われている循環水でございますが、含まれる放射性核種をセシウム吸着装置あるいは多核種除去装置で取り除かれ、現在960基にも上るタンクのほうで貯留されているという状況でございます。

P) 続きまして、汚染水処理水、固体廃棄物の貯蔵されている状況を整理したものでございます。まず1Fサイトに汚染水処理水、固体廃棄物がサイトのどの場所に貯蔵されているか、右の写真

で色分けして示しております。また貯蔵量を表にまとめております。ごらんいただければわかりますように、サイトの南側に汚染水処理水、水処理廃棄物の水系のものが貯蔵されており、北側に瓦れき、伐採木等の固体廃棄物が貯蔵されております。今後廃炉推進作業が進展するにつれて、汚染水処理水や固体廃棄物量はますますふえていくことが予想されます。

P) 続きまして、1Fサイトにおける汚染水処理の状況でございます。1Fサイトにつきましては、山側からの地下水量が1日当たり800m³流れ込んでまいります。そのうちの約400m³が原子炉建屋内あるいはタービン建屋内に流入し、残りの約400m³が海へ流出するということが想定されております。現在、原子炉の冷却の循環水につきましては、1日約400m³で流入しております。それらを3基に分けて冷却しておりますが、先ほど述べました地下水の400m³が入ってくることによりまして、1日800m³の水が、まずは除染処理設備でセシウム等が除去され、その後淡水化されます。そのうち淡水化された400m³が戻されますが、残りの400m³がタンクのほうへ貯留されることになっております。ですから、福島1Fサイトにおける汚染水処理水の貯蔵量は、事故発生時より1日400m³ずつふえてきておりまして、現在約37万m³になっております。加えて、本年8月に発生いたしましたタンクからの汚染水の漏洩、港湾への流出が喫緊の課題になっております。

P) 続きまして、1Fサイトの廃炉推進に向けた原子力機構の取り組みでございます。

P) 1F廃炉推進に向けた取り組むべき優先課題は、まずはリスクの低減であり、すなわち使用済燃料プールから燃料を取り出す、また炉内から燃料デブリを取り出し安定な状態に持っていくことであります。燃料デブリの取り出しにつきましては、格納容器に水を満たした状態で取り出す方法が、作業被ばく等の観点から最も有力な方法であると考えられております。そのため作業ステップは、一部が損傷している格納容器やサブプレッションチャンバーの漏えい箇所の調査及び補修、それから上部からの遠隔操作による燃料デブリの取り出しとなります。このような一連の作業を進めるための課題が、ここに挙げました建屋内の除染あるいは溶融固化燃料デブリ取り出し技術の開発等でございます。

P) 続きましてもう一つの課題は、放射性廃棄物処理処分に向けたものでございます。先ほどの1Fサイトにおける汚染水処理水廃棄物の発生量のところで言及しましたように、その発生量は膨大であります。これをどのように処理処分するかが重要な課題でございます。汚染水からの核種を極力取り除くこと、汚染水廃棄物の保安管理、大量の廃棄物の減容化を考慮した廃棄物化技術開発、従来にはない規模での大規模な大量の廃棄物を処分するためには、新たな処分概念あるいはそれに引き続きまして、新たな処分概念の検討並びにそれに対する制度的な面

からのアプローチがございます。また廃炉シナリオの検討もあります。さらに、両方の課題を解決するために必要な技術基盤の確立に向けた施設の整備といたしまして、モックアップ施設、あるいは放射性物質分析・研究施設の建設があります。

P) それに向けての原子力機構における廃炉推進に向けた研究開発体制でございますが、事故直後の平成23年5月に理事長を本部長とする福島技術本部が設置され、機構内外の研究開発の総合調整をする復旧技術部も設置されております。

続きまして、機構の研究開発のアクティビティをこの福島廃炉推進に最も効率的に有効に活用するために、各拠点に特別チームを設置いたしました。加えて、福島第一原子力発電所サイト内の汚染状況調査、汚染水、がれき試料等の採取・分析のために、2Fサイトに福島現地調査事務所を設置いたしました。

続きまして、ことし4月に福島県内に、廃炉推進のための技術基盤の確立に向けた施設の整備のために、福島廃炉技術安全研究所、さらには10月に喫緊の課題となっております汚染水問題を機構横断的に対応するためにタスクフォースを設置いたしました。以上の総勢は250名でございます。このような体制で1Fの廃炉推進に向けての研究開発に取り組んでまいりました。

P) 続きまして、中長期の研究開発課題、すなわち燃料デブリ取り出しに向けた研究開発と放射性廃棄物処理・処分に向けた研究開発についてご報告いたします。

P) この図は燃料デブリ取り出しに向けた主な研究開発計画について、その概要を示したものでございます。オレンジ色で示す現場の作業、それに直結する装置開発と研究開発をそれぞれ薄いブルー、濃いブルーで示しております。赤いラインで研究開発から現場作業に反映していく成果内容と、その時期を示しております。本日は機構が取り組んでおります遠隔除染技術開発、炉内状況把握、模擬デブリを用いた特性把握、燃料デブリの臨海管理について詳しくご報告させていただきます。

P) 原子炉建屋内の除染・遮蔽を行うためには、事前に汚染状況や線量評価を行う必要があります。しかしながら、事故を起こした原子炉建屋内部は放射線のレベルが高く、容易に近づけない状況でございます。そこで、原子力機構が開発しました技術が応用された一例をご紹介します。スライド左側に示しますのは、原子力機構が開発しましたγ線を可視化できるγカメラ eye II の概要でございます。これを用いて実際に2号機の5階のオペレーティングフロアの汚染部位調査を行いました。スライド右側に測定結果を示します。汚染源が格納容器上の上部にあり、汚染密度が10～100MBq/cmであることがわかりました。測定した汚染密度は日本製のロボットQUINCEによる測定で得た値と整合することも確認いたしました。これらの結果から、

オペレーティングフロア全体の空間線量率の評価ができるようになりました。また、これらの結果は東京電力における除染の計画等に寄与するものであります。

P) また、原子炉建屋にアクセスするためには、効果的・効率的な床、壁の除染が必要でございます。除染作業を実施するためには、除染状況を的確に把握しておくことが必要であります。この写真で示しますが、1Fサイトの1号機から3号機の建屋内の床や壁から抜き取ったコアサンプルの外観。見ていただければわかりますように、外径10cmぐらいの円柱状のサンプルでございますが、これを抜き取りまして、それを大洗研究開発センターの照射燃料集合体試験施設等に運びまして分析を行いました。スライドの右側が深さ方向の放射能分析結果を示しております。汚染の深さ方向の浸透状況を見るために、0.5mm研磨するごとに研磨面を測定いたしました。黄色や青色で見えるのが放射性物質による汚染のあるところですが、1mmの研磨でほとんど見えなくなるのがご覧いただけるかと思えます。今回のサンプル分析では、汚染の大半は塗膜表面にとどまっていることが明らかになりました。得られた成果は、今後の除染計画、具体的には除染方法の選定等に反映されました。

P) 続きまして、炉内状況の解析でございます。燃料デブリ取り出しに向けましては、原子炉内の状況を把握することが必要でございます。しかし、各原子炉内の建屋は立ち入りが困難なほど線量が高く、その内部の状況を直接観察できる状況ではございません。そこで種々な手法を用いて、炉内計測と解析コードを組み合わせて炉内の状況を調べる必要があります。そこで、シビアアクシデント総合解析コード、MELCORを用いまして、福島第一原子力発電所の1号機から3号機のプラント内における燃料分布の解析を行いました。その結果の一例を左の真ん中に示します。ここにありますように、燃料の大部分は損傷・融解し、圧力容器下部ヘッド上あるいは格納容器内の落下している可能性が大きいことがおわかりいただけるかと思えます。しかしながら、シビアアクシデント時におけるさまざまな現象を予測する解析モデルについては、まだまだ大きな不確かさが含まれております。そのため、安全かつ効率的なデブリ取り出し作業を進めるためには、現場から得られる情報の分析と、このような計算コードを用いた燃料溶融の進展や燃料デブリ及びFPの分布の両方の結果を合わせて、総合的に分析することが重要であると考えております。

P) 先ほどのスライドで、シビアアクシデント総合解析コードにより、炉内全体の状況を解析しておりますが、加えてBWR下部構造の複雑さに起因する燃料溶融物の挙動を詳細に把握する三次元解析手法の解析を行っております。ここで一部動画をお見せしたいと思います。——ここで動画が動く予定だったのですが、済みません。ちょっと飛ばしていただけますか。

ということで、本来はその動画が始まりまして、溶融物が制御棒案内管の内部に流れて、一部が案内管のオリフィスから外部に流出し下部ヘッドに蓄積する様子が見えるわけなのですが。

P) 続きまして、前のスライドでは燃料溶融シミュレーションにより圧力容器下部ヘッドの燃料溶融物がどのように蓄積するかをお見せしたわけなのですが、お見せしようとしたのですが、さらにこの蓄積した溶融物が下部ヘッドの底をどのように破損させるかを推測するための解析を行っております。ここでは、下部ヘッドの底に1mの溶融物が堆積した場合の温度分布と応力分布を解析いたしました。自然対流の上昇流により上部の温度が高くなることと、制御棒案内管などの貫通部近傍に高い応力が発生することがわかりました。今後はさらなる詳細解析により、いつどこからどのくらいの破損が生じたのかの推定を進めてまいりたいと思っております。

P) しかしながら、BWRの炉心下部には、炉心支持板、あるいは下部プレナム及び下部ヘッド上に複雑な構造物がありますので、そこでの溶融進展には大きな不確かさがございます。解析コードによる推定を進める一方、BWRの下部を実物大に模擬した試験装置を製作いたしまして、模擬物質やウランと金属の溶融物を落下させ、溶融物の移行挙動を把握することを検討しております。1979年に起きましたスリーマイル事故以降、PWRを対象とした試験は世界各国で多く実施されていますが、BWRを対象とした試験研究は比較的少ないことから、この試験によるBWRのシビアアクシデントの現象把握がより深まり、また福島事故に関しては廃炉に必要な炉内状況の推定などに役立つ知見が得られるものと考えております。また、ここで得られた結果は、現象の理解と解析コードの開発に大いに役立つことができると考えております。

P) ちょっと時間が遅れましたが、このようなものでシミュレーション動画をお見せする予定でございました。(動画映写)

P) 続きまして、燃料デブリの特性を把握するということに移らせていただきます。原子炉内に存在する燃料デブリや溶融炉心、コンクリートとの反応生成物、いわゆるMCCI生成物をどのように取り扱うかということに関しましては、廃炉措置等における重要な課題の1つでございます。具体的には、デブリの取り出し、一時保管、処置という方針が進められますが、これらの各工程を安全に実施するためには、燃料デブリの密度、かたさ、熱伝導率といった特性データを取得し、検討に反映していく必要がございます。1Fの事故炉心から燃料デブリを取り出すには相当の時間がかかりますことから、まずは機構で保管しているTMI、スリーマイルの事故のデブリと科学計算から想定される条件で生成した模擬デブリを用いた試験でデータを得ることとしておりまして、現在一部のデータを取得しております。

P) 続きまして、臨界管理技術の開発でございます。事故を起こした原子炉の圧力容器内、格

納容器内には、さまざまな燃料デブリの存在が予想されております。また、燃焼度が低く比較的残留濃度が高い状態で残存している可能性もございます。このような燃料デブリを水中で砕いて取り出す際の臨界になり得る値を試算した結果を、この表に示します。この計算は、燃料とコンクリートの体積を1:7、コンクリート中の水分のみを考慮いたしました。その結果、12GWD/t、1.2%の燃焼度でFPがある場合、約2t程度のウラン量で臨界になる可能性があることがわかりました。これは燃料デブリの全体量に比べて小さく、臨界防止のためには燃料デブリの局所的な性状に注意して慎重な管理が必要であることがわかりました。より精密に燃料デブリの臨界特性を把握するため、原子力機構では臨界実験を行うことも計画しております。

P) 続きまして、もう一つの中長期の開発課題でございます放射性廃棄物処理・処分について述べます。このスライドは、放射性廃棄物処理・処分の研究開発計画を示したものでございます。福島事故の廃棄物は、従来の発電所廃棄物とは異なりまして、破損燃料由来の放射性核種が付着していることや、海水による塩分含有など、従来の発電所廃棄物とは異なる特徴を有しております。そのため、処理・処分に向けた種々のR&Dが必要になることから、原子力機構が中心となって研究開発を実施しております。2017年度に処理・処分に関する基本的な考え方を取りまとめた上で、2021年に処理・処分に関する安全性の見通しの確認を得ることを研究開発の目標にしております。

P) 続きまして、その全体概要について述べたいと思います。性状把握に関しましては、放射性廃棄物の処分の安全性評価に重要となる核種の分析をするために、現地に職員を派遣しましてサンプリングを行うとともに、核種組成、物理特性、化学組成等の評価を進めております。長期保管に関しましては、水の放射線分解により発生する水素の安全性評価等を実施し、総合的な安全性の評価及び安全性をさらに向上するための対策案の検討を実施しております。廃棄体化に関しましては、幅広く廃棄体化技術を調査した上で、ガラス固化体のようなオーソドックスな廃棄体化技術に加え、ジオポリマー等の新規技術に関する基礎試験結果をもとに、技術の絞り込みを実施していく予定でございます。処分に关しましては、国内外の処分概念等を幅広く調査・整理した上で、安全性、経済性の観点から、福島事故で発生した放射性廃棄物に適した処分概念の検討を実施していきたいと思っております。

P) 続きまして、性状把握・インベントリ評価に関する一例についてご説明したいと思います。事故廃棄物の処理・処分方策の検討に当たりまして、どの放射性核種に着目すればよいか確認するために、がれき、伐採木等を採取し詳細な放射能分析を実施しております。この中で、検出が容易なセシウム137のような γ 核種と、分析が難しいストロンチウム90のような β 核種の濃度

の相関の検討等を実施しております。これらの核種の濃度に相関があれば、検出が容易な γ 核種の分析のみで他の核種の濃度の推定が可能となります。スライドの右側の図は、1号機、3号機、4号機周辺でサンプリングいたしましたぐれき等のセシウム137とストロンチウム90の放射能濃度をプロットしたものでございます。ストロンチウム90とセシウム137の比は、ぐれきと伐採木において大きな差はなく、0.002～0.02%の範囲内、スリーオーダーの範囲内でございます。また採取場所ごとのストロンチウム90とセシウム137の比は、1号機周辺がぐれきが3号機周辺がぐれきに比べて高い傾向が見られるということがありました。しかしながら、現時点ではデータが少なく不明確であるため、現在データの蓄積を図っているところでございます。さらに、図中にチェルノブイリ事故で発生しました廃棄物の例としてオレンジのマークで示しておりますが、キエフ市内の土壌の比を示しております。この23%という値は燃料中の組成に近い比であり、事故進展の違いが廃棄物中のセシウム137とストロンチウム90の比に反映されていると考えております。

P) 続きまして、1Fサイトの喫緊の課題に関する取り組みでございます。

P) まずは地下水流動、核種移行評価でございます。放射性廃棄物の処分、計算科学、原子力基礎基盤分野における研究ポテンシャルを生かしまして、発電所内における地下水流動、放射性核種の移行、港湾・海洋への流出、拡散を評価いたしまして、効果的な地下水対策、汚染水拡散防止策の検討を実施しております。発電所内の地下水流動、核種移行解析につきましては、漏えいした汚染水の地下における拡散や、原子炉タービン建屋内の建屋への地下水流入対策、すなわち陸側、海側の遮水壁、あるいはサブドレイン等の効果を評価することを多面的にかつ定量的に評価することを行う予定にしております。また、港湾内の流動拡散評価につきましては、港湾における放射能濃度の測定結果と潮位の変動データ等から計算科学的な手法によりその相関を評価し、流出源を推定する試みを今実施しております。次のスライドで詳しくご紹介したいと思います。また、海洋における拡散評価につきましては、原子力機構が開発しました解析コード、SEA-GEARNにより、港湾から海洋へ流出した放射性核種の拡散挙動の評価に取り組んでおります。

P) 続きまして、その港湾内の流動と拡散評価でございます。いわゆる堤防とシルトフェンスと囲まれた領域の核種動態に関する解析を実施しています。第1段階として、取水口付近の放射性核種の流動、拡散状況を見てみました。湾内のサンプリングポイントにおける定期的な放射能濃度の測定結果と潮位の変動データから、計算科学的な手法により流出源を特定できないかの検討を行いました。図は、縦軸に放射性核種の濃度、横軸に日時をとって整理したものでござい

す。1、2号機の取水口のサンプリングポイントでは、放射性濃度の周期と潮位変動の位相にずれがあるものの、ほぼ有意な相関が見えます。すなわち潮位が変動する際に海水が流入、排出することによって、その放射性濃度が希釈されたり濃縮されたりするわけですので、その潮位変動と何らかの位相のずれが伴うに従って、もし特異な流出がなければ、その中の変動だけで相関が見えるというところでございます。一方、3号機シルトフェンス内側のサンプリングポイントでは潮位との相関がない、高い放射性濃度の複数ピークが出現することが明らかとなりました。すなわち、3号機の取水口付近に濃度の大きい漏えい箇所が存在しているのではないかと推定しております。また、2号機や4号機近くでも、濃度はかなり低いのですが同様のピークが観測されており、独立な漏えい箇所かどうか、データの詳細解析を現在行っているところでございます。さらに風雨との相関、港湾解析コードの利用など、詳細解析を検討する予定でございます。

P) 続きまして、最後に今後に取り組みでございます。研究拠点整備、人材育成の観点から述べさせていただきます。

P) 廃炉推進に向けた研究開発体制のところ而言及しましたように、1F廃炉推進に必要な遠隔操作機器や放射性物質の分析・研究等に関する技術基盤を確立するため、福島県内に研究拠点施設を整備することを実施しております。遠隔操作機器装置実証施設につきましては、楢葉南工業団地に整備することとしております。放射性物質の分析・研究施設につきましては、廃炉対策推進会議におきまして立地候補地の評価に関する基本的な考え方と技術的要件が示されました。また廃炉対策推進会議から、原子力機構がそれに基づいて評価し、その結果を報告することの指示を受け、現在立地候補地についての検討を開始したところでございます。

P) 続きまして、廃炉推進に向けた研究開発における人材でございます。原子力機構では、原子力系を中心に多岐にわたる分野の専門家が1F廃炉推進に向けた研究開発に従事しております。この円グラフは、参考までに現在廃炉推進に向けた研究開発に従事している福島技術開発特別チームの職員の専門分野の構成を示しているものでございます。この図からも明らかにおわかりいただけるかと思いますが、福島1Fの廃炉推進等に向けた研究開発には、原子力系だけでなく、機械系、材料系、化学系、物理系、電気・電子、あるいは建築・土木にわたる、多岐にわたる分野の専門家が研究開発に従事しております。福島1Fの廃炉推進に向けた研究開発は総合科学であり、また30年以上にわたる長期プロジェクトであります。将来にわたって多分野にすぐれた人材を確保することが必要になります。そこで、原子力機構におきましても、人材確保、育成に努めていくつもりですが、大学、産業界と連携しつつ、オールジャパン体制による計画的、継続的な人材確保、育成を目指していきたいと思っております。

P) さらに、廃炉推進に向けた研究開発にかかわる現場作業及び研究開発プロジェクトを進めるに当たりましては、中長期的な視点で人材確保、育成していくことが重要でございます。加えて、国内外の英知の結集と活用が重要であり、大学との共同研究、IRID(国際廃炉研究開発機構)、メーカー等とのOJTによる人材育成、海外の研究機関との協力を積極的に進めていきたい所存でございます。

P) 最後にまとめでございます。ここにありますような3点でまとめさせていただきました。

以上でございます。ご清聴どうもありがとうございました。

廃炉推進に向けた研究開発と環境汚染への対応に係る研究開発

環境汚染への対応に係る研究開発

福島技術本部 福島環境安全センター長代理 油井 三和

ただいま紹介いただきました、原子力機構福島環境安全センターの油井でございます。「環境汚染への対応に係る研究開発」ということで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〕

P) 「はじめに」ですが、国による直轄除染、あるいは市町村の除染が今現在進んでおります。そういう中で、環境汚染の課題は何なのか、問題は何なのか、そういう解決に向けて、我々以下の3項目について反映先を明確に研究開発を進めております。

最初の1. ですが、福島の環境回復に向けた研究開発に関しましては、福島県の7割を超える森林をどうするのか。環境省さんの指針は出ておりますが、なかなか住民は納得してないところもあります。河川・ダム・ため池、今後扱いをどうするか、さらに河口域、海洋までセシウムが移動してくることに對して、そういう状況の中で除染技術をどう合理化していくのか、合理的にやるのか。長期的な被ばくはどうなるのか、こういったところが反映の最初のポイントです。2番目は、環境中の放射線の経時変化の情報をできるだけリアルタイムで提供をし、除染や被ばく評価に反映するという事です。3点目は、最新の技術を用いた除染技術をできるだけ提供していきたいということも念頭に置いております。

2番目、国内の関係機関との連携協力・国際協力に関しましては、除染後、農業、林業、水産業等の復興が待っているわけで、今現在、農水系の機関と協力を開始したところでございます。それから国際協力に関しましては、世界の環境汚染事故で、これまでどちらかというチェルノブイリ原発事故に目が行っていましたが、セシウムの汚染という意味では非常に近いイギリスのウィンズケールの原子炉火災等の経験をもっと活用すべきということで、イギリスとの協力も開始をしております。

3番目で、今福島県が中心になって進めております環境創造センター構想。現在設計が進んでおりました、国立環境研究所とともに福島県に協力をしておりますが、長期にわたる環境回復、特にセシウムの移動予測に基づいて環境回復、さらには産業復興に貢献するという意味で、今は設計ですが、でき上がってきますと実際の研究活動、支援活動等が入ってまいります。

P) 最初に、福島の環境回復に向けた研究開発の概要でございますが、左側にお示したのは、長期的に環境中でセシウムがどのように振る舞うのかという簡単な概念図、模式図です。福島

県は7割を超える森林が存在します。ところが森林の除染というのは、住居、林縁部20mを中心として、それ以上は今のところ環境省ガイドラインでは除染しないことになっています。そうすると、この森林の中にセシウムがとどまることになります。ということで、我々が想定しているのは、森林の中の土砂とともにセシウムが河川に流れ出し、さらにダム、ため池を経由して河口域に至る、さらに海洋に至る、こういうことを想定して、さまざまな調査研究を進めております。この調査研究でデータをとりまして、セシウムの移動予測モデルを開発し、さらに放射線量の時間的な変化、被ばくの評価がどうなるかにつなげ、さらに可能であれば除染技術の高度化につなげるという研究開発を進めております。

P) 最初に、森林の研究に関して概要を紹介します。今日紹介するのは、いろんなところで森林の調査研究をやっておりますが、時間の関係で、今日は浜通りの富岡川の上流の川内村というところに荻ダムがございます。これは森林で囲まれておりまして、この森林での調査の概要、さらには茨城県北部の森林に関しても調査の概要を簡単に紹介いたします。

P) 最初に荻ダムです。富岡川の上流にある荻ダムの周辺にこのように森林があります。森林の各ポイントで土壌を採取します。土壌の採取の仕方は、スクレーパープレートというものを使って、土壌の深度方向でサンプリングを行います。この森林の土壌は、深くなるに従って粘土質が多くなる褐色森林土というものです。このサンプリングを行いまして、セシウムの濃度を深さ方向で測定をします。これは事故後2年後の結果ですが、常緑針葉樹の場合、ほとんどがリター層と呼ばれる落葉層にセシウムはとどまっています、土壌の中にはあまり入ってきていないという結果が得られております。一方で落葉樹の場合、こちら辺、落葉樹、こういうところは落葉樹なのですが、落葉樹に関しましては、リター層のセシウムはあまり多くなくて、既に土壌の中に入ってきているということが、これからわかります。事故後2年後の結果でございますが、概して言えるのは、事故後2年たってもセシウムは土壌表層の5cm以内に90%以上がとどまっているという結果が示されております。

P) 続きまして森林調査で、茨木北部の落葉広葉樹林の調査です。ここではライシメーターという装置を用いて土壌の浸透水、水を採取して、その中のセシウム濃度をはかっております。表層の部分、それから土壌の厚さ5cmの部分、土壌の厚さ10cmの部分ということで、こまめにこの水をサンプリングして、この水の中のセシウム濃度をはかるということをやっております。これが実測の結果です。縦軸がセシウムの移動率ということで、この移動率が例えば土壌の厚さ5cmのところであれば、5cmを通過して出てくるセシウムの量に対して、この5cmのところにとどまっているセシウムの量の比をあらわしています。かなりこの移動率は小さいわけですが、これは時

間とともにさらに下がってきます。この変動のパターンは、降水のパターン、雨水のパターンとほぼ一致しております。いずれにしましても、移動率はかなり小さいということで、土壌中を移動する森林の中のセシウムはごくわずかでして、森林地帯から周辺には流出しにくいといった結果が得られております。

P) 続きまして、ダム・ため池でどのような調査研究をやっているかということですが、福島県の場合、3,000を超えるため池が存在します。除染をしても、この後説明しますが、ダムあるいはため池あるいは河川敷といった泥の中にどうしてもたまっていくということで、この調査はかなり重要な調査です。

P) 今日紹介するのは、先ほど富岡川上流の荻ダムと、それからため池の例として福島大学の調整池でやっている活動を紹介します。

P) これは、先ほど出てきた荻ダムでの調査の概要で、水の中の堆積物、泥ですが、それと水の調査をしている状況です。これは水のサンプリングの状況。水の中の泥のサンプリングということで、これは採取の方法、サンプリングの方法があって、いろいろデータもばらつきますので、3種類の測定方法でサンプリングをしている様子です。かなり寒いときから暑いときにわたって大変な作業を我々スタッフが現場でやっております。

P) 測定結果ですが、これが荻ダムの外形です、こちらが下流域で深く、こちらが上流域で浅い。深いところはかなり泥がたまっておりまして、大体20cmを超える泥が確認されていて、セシウム濃度も1万を超えてくるということで、かなり高い濃度で存在します。一方で浅いほうは、あまり泥はたまっておりませんが、7cm程度で、これもかなり高いセシウム濃度が確認されています。

一方で、全ての地点の水ですが、セシウムは検出されておられません。検出下限は1Bq/lということですが、それより低いものになってくると若干は出てきますが、検出下限1Bq/lの場合は検出されておられません。皆さんご存じだと思うのですが、雨水、天水系の場合、セシウムは土等にほとんど吸着されて水には出てこないという一般的なデータがいっぱい存在します。そういう意味で、この結果は今回の調査でも整合的であるということで、決しておかしな結果ではありません。

P) それからため池の調査ですが、ため池に関しましては、今日紹介するのは福島大学の調整池での測定結果、外側にはほかの例もお示ししてございますが、福島大学の調整池での測定です。これは船を浮かべて放射線の計測。水の中にある泥の放射線量率を計測するというものです。2通りの方法で測定をしておりまして、1つはプラスチック・シンチレーション・ファイバ、略称PSFというもので、ラインで測定して一度に広い範囲で測定が可能です。これは福島大学の調整

池でこういうふうに泥がたまっている、水がこう入ってくるということで、線量率は水の入ってくる方向から高くなっております。一方で、より正確にはかるとい意味では、水中用のγ線スペクトロメーター、略称J-SubDというものを開発しております、ポイントで、高感度で、スペクトルも採取できます。この2つはかなり整合的なデータでありまして、先ほど言いましたように福島県は3,000を超えるため池が存在して、いろいろな自治体から今測定してほしいと。我々も人手が足りないので、我々みずから測定するのは不可能なので、測定業者の検討も含めて各自治体に協力を始めているところであります。

P) 続きまして、河川での調査の概要です。

P) 河川に関しましては、我々は昨年12月から、環境動態調査ということでセシウムの移動調査を始めておりますが、浜通りの高線量地域の5河川、小高川、請戸川、前田川、熊川、富岡川、どちらかというと2級河川に近いのですが、この河川で調査をしております。本日は小高川と請戸川の調査の概要に関して紹介させていただきます。

P) これは請戸川の調査の概要です。請戸川は、高瀬川という川が合流してきます。こちらが太平洋です。これは事故後1年の川の周辺での放射線量率の無人ヘリによる測定結果です。さらに半年後、徐々に色が濃くなってきているのがわかります。徐々に徐々に、川を通じてセシウムが運ばれていることがわかります。これだけだとわかりにくいので、BとAの比をとると、よりはっきりします。請戸川と高瀬川が合流してくるこの地点、かなり線量率が上がっていることが無人ヘリの測定結果から観測されております。

P) 続きまして、川の中のどういうところにセシウムが堆積しているかということで、これはほかの川もほぼ同じような結果ですが、小高川の中流域での測定結果です。これが航空写真でこれが河道と言われる水が流れているところです。線量はこの水が流れている河道と言われるところ、礫・砂が堆積しているようなところは一般に線量はかなり低いです。一方でこの河川敷と言われる左岸、右岸のところは植生が繁茂して、降水時のみ水が到達する、あるいは台風のときに泥水が到達して、泥が植生によってトラップされる。こういうところは線量率が高うございます。このような断面での線量率の分布というのは、ほかの河川もほぼ同様です。

P) 今度は、その川の中の堆積物、泥ですが、この中に蓄積しているセシウムの濃度ですけれども、例として請戸川と小高川の例をお示してあります。河川敷と河床の泥の中のセシウムの濃度です。一般に河川敷の濃度のほうが高いことが、これからわかります。あと特徴的なのは、小高川の場合は、こちらが河口域でこちらが上流ですが、海に近くなるとセシウム濃度がかなり下がってきているのが見てとれます。これはほかの川と比べてもほぼ同じで、小高川に特徴的な

パターンです。これが小高川の航空写真で、こちらが太平洋です。小高川の場合は、ほかの川と違ってここに砂州が形成されておられません。すなわち海水が流れ込みやすいということで、ここに書いてありますように海水の侵入で塩濃度が上昇する。それによって土壤に吸着されていたセシウムが脱離したか、あるいは海域から砂が侵入してきているか、そういったものでセシウム濃度が低下しているのではないかと想定しておりますが、詳細は現在分析中でございます。

P) 続きまして、移動予測モデルの開発です。このようなデータ取得を踏まえて、モデルの開発も進めております。予測です。

P) これは請戸川、高瀬川におけるセシウムの移行挙動ということで、これは先ほどお示した無人ヘリによる測定結果で、こちらが請戸川、こちらが合流してくる高瀬川です。これは太平洋です。無人ヘリでは、この合流地域のところに線量上がるという無人ヘリの測定結果が示されておりまして、赤の点線の枠内で囲ったところに対して、我々二次元の河川シミュレーションコード、略称iRICということで北海道大学が中心になって開発したコードですが、協力を進めておりまして、河川のシミュレーションを行いました。それがこの結果でございまして、こちらが請戸川、こちらが高瀬川ですが、色が明るいところは土砂がどんどん堆積しているところです。完全に一致はしていませんが、ほぼこの2つは整合的ということで、なぜ高くなるのかは、土が河川によって運ばれて堆積するがゆえに、セシウム濃度、放射線量率が上がると我々は解釈をしております。

P) 続きまして、これはちょっとややこしくて申しわけないのですが、お手元も白黒で見にくいと思いますが、いずれにしろセシウムは土と挙動をともしるとということで、浜通り側にある土壤やセシウムがどのように流れ出してくるのか、こういう概略的な解析をしております。これは浜通り側の河川の流域を取り出したもので、土地利用形態をお示してあります。緑のところは森林、さらに田んぼですとか荒地、あるいは農用地等々があります。こういう土地利用形態がわかりますと、国土地理院の地形係数、あるいは気象庁のアメダスによる降雨の係数、あるいは我々がみずからサンプリングをしてはかっているその土の中の砂とシルトと粘土の比、こういうものをこの予測式、これはアメリカの農務省が開発した土壤の予測式で、かなり頻繁に使われている式です。Universal Soil Loss Equation というこの式ですが、この分野の専門家はかなり使っております。これに入れてやることによって、土壤がどの程度流れ出すのか、これを見積もることができます。本日は時間の関係で全体と森林だけをお示してあります。面積からいくと、森林は64%を占めていますが、土壤の流出量は24%にとどまります。さらに初期のセシウム量は、ある過程を置けばベクレルで出せます。土が流れ出すと土にセシウムがくっついてきますので、これもある過程を置けばセシウムの流出量が出せます。そうすると、森林の場合は年間森林にとどまっていたセ

シウムの0.4%が1年当たりに出てくる。ほんのわずかです。国立環境研究所さんも別のデータで、筑波山から霞ヶ浦に出てくる量を実測等でやっていますが、あちらは0.3%/年という値で、ほぼ似たような値です。いずれにしろ福島県の民の方々の心情として、森林が残されたまま帰還しろと言われても、森林が汚染したままでは帰れない、子供が帰ってきてもどうするのだということ、森林の除染は、確かに環境省ガイドラインはお示しになっておりますが、まだまだ我々も地元の方とおつき合いですと、森林は伐採すべきといったような話もあります。ただ、こういう下手な伐採をしますと、土地の利用形態が森林から荒地に変わる、すなわち土はかなり流れ出しやすくなってセシウムも移動しやすくなります。そういう意味では、伐採を初めとして森林の対策を講ずるにはかなり注意が必要だということがこれからわかります。

P) 続きまして、海洋拡散です。海洋拡散に関しましては、事故直後から我々、福島沖の海域に特化して、海水の中の土壌の採取、あるいはセジメントトラップといったこういう装置を用いて粒子のサンプリングを行っております。こういう測定値によりまして、いろんな海水中でのセシウムの移行に関する移行パラメータが出てまいります。さらにこの移行パラメータとともに、我々セシウムの海洋での移行予測モデル、動態ですが、モデルをつくっております。それは海底の堆積相、泥ですが、それと舞い上がってくる大粒子相、さらには溶存相との間の相互作用、特にセシウムの吸・脱着、移流・拡散といったものを取り入れて移動予測することが可能です。

P) これは実測の結果ですけれども、福島沖の測定結果です。これが原発ですが、沿岸域のセシウム濃度が高く、沖合に行くに従って低くなってきております。よりわかりやすいのはこちらの図で、これは縦軸が堆積物中のセシウムの存在量、横軸が海底の水深です。深くなればなるほどセシウムの存在量は下がってきます。一方で200mより浅いところに95%がセシウムが存在する、この実測からはそのように見積もられます。

P) それから、海洋拡散の計算ということで、海の表層水の中のセシウムがどのように動くのか、さらにこれが動くことによって海の中の堆積物中のセシウム濃度がどう変わるのかを、これも動画でお示しをします。(動画映写)この動画が、今事故直後からの解析の状況で、原発からセシウムが海の表層の水で運ばれて移動している様子です。それとともに、海の中の土ですね、堆積土のセシウム濃度が上がってきます。8月ぐらいになるとほぼこれは固定して、もう一回これ繰り返していますが、ほぼ固定してしまいます。岸から沖方向に低下してくる状況も再現できておりますし、まだ完全には合っておりませんが、沿岸域、浅いところでの予測精度、実測値との比較はほぼ良好という状況です。こういう結果は、水産庁さんに適宜提供をしておるところであります。

P) 続きまして、放射線量の変化や被ばくの評価ということで、今日の冒頭のビデオでも紹介さ

れておりましたが、ヨウ素131の地表面の沈着量分布調査ということで、米国エネルギー省が事故直後に航空機を飛ばして測定した結果を、原子力機構との共同研究によって解析して、原発周辺でこれまでわかっていなかったヨウ素131の地表面の沈着量を実測に基づいて把握をしました。よりわかりやすくしたのがこちらでございますが、これまであまり明らかでなかった事故直後のヨウ素131の沈着分布がわかってまいりまして、より詳細な被ばく評価のベースができたと考えております。

P) 続きまして、被ばく関係では、福島県内の空間線量率の調査ということで、これも外に飾ってありますし、今現在も外に行けばパソコン上で最新のデータがリアルタイムで見られます。これはリアルタイムで、できるだけ放射線計測の結果を可視化しようということで、我々の居室、福島環境安全センターは福島駅前のユニックスビルというところに在籍しておりますが、この1階にこのような80インチの大型ディスプレイがありまして、その中でいわき市、福島市、会津若松市、郡山市といった県内4都市の路線バスに、皆さんご存じだと思うのですが、京都大学が開発したKURAMAという放射線計測装置を積んでもらって、随時そこからデータを受け付けて、この1階で常に可視化することが今可能になっております。今後、県や自治体等から要望があれば、こういうシステムを今提供することが可能になってきております。

P) それから、被ばくの評価でもう一つ、先ほど遠藤から話があったPHITSというコードを用いる評価ですけれども、今後帰還住民が帰ってきたときに、できるだけきめ細かな対応を我々としてもしたいということで、いろんな建物が想定されますが、建物のいろんな特徴を考慮して27種類をモデル化選定しております。ここでは木造家屋の場合、それから病院の場合の2通りで、この建物の外側に地表広くセシウム137が分布した条件で、建物の外と内で線量率がどうなるかということです。木造家屋の場合、1階、2階で、これも構造によりましてけれども、最も低いのは木造家屋の場合は1階の中心付近で、外と内の空間線量率の比は0.42といった値が、これ例ですが得られています。一方で、コンクリート壁で囲まれたようなこういう病院の場合は、窓近傍は高いですけれども、このコンクリートの遮蔽によりまして低減効果はかなり、0.10とか低い値になります。これは今一般に0.4という目安が使われておりますが、いろいろな状況に応じてきめ細やかに解析はできるという状況にあります。

P) 続きまして、除染技術の高度化ですが、除染技術等の高度化に向けた課題は、こちらにお示ししてあります。例えば除染技術であれば、既存の、除染というのはあまり皆さん経験がないわけですが、事故直後からいろんなことをやられているので、それをどう集約・知識化するか。それから、今後も除染をどうするかということで議論が続くと思うのですが、森林・河川・ため池等の

除染をどうするのか。それから再除染、再汚染があったときにどうするか、あるいは除染すると除去物が大量に発生します。この減容・安定化をどうするかといった課題がございます。我々いろんな対応をしておりますが、本日はつい最近マスコミにも公開した除染効果評価システムの開発、それから除染効果の維持確認、これは環境省さんのホームページでも出ておりますが、その内容を、繰り返しになりますが紹介します。可燃の除去物に関しては減容という意味で、中間所蔵施設の横に焼却炉ができると思いますが、焼却時のセシウムの挙動、評価ということでモデル化をしております。

P) 最初に、除染効果評価システムの開発ですが、除染対象地域が決まると、まず最初に空間線量率を測定します。それに応じて土壌をはぎ取るとか、芝生をはぐとか、木を若干切るとか、いろいろな除染方法がありますが、その除染方法をそれぞれの場所場所で指定してやることによって、除染前後の空間線量率を三次元で解析することが可能になっています。目安、参考として除染費用も同時にはじき出すことが可能です。これに関しては、誰でも彼でも使うということでは今なくて、自治体中心に今後、特に浜通り等を中心に除染が行われるので、そういうところを中心に、まず自治体さんに使ってもらおうべく準備を開始しておるところであります。公開はしております。

P) それから除染効果の維持確認ということで、これも環境省さんのホームページに載っていると思うのですが、これは除染後のフォローモニタリングということで、一般の人は除染した後、再汚染があるのではないかとということで懸念があります。我々この横軸は、事故直後の内閣府から受託したモデル除染事業をやった各地区です。浜通りのかなり線量の高いところですが、縦軸はこれらの除染直後の値を100としたときに、除染した後これが上がってこないかどうかを個別の地区で確認をしております。今のところ上がってくる状況は見られません。1点だけ榎葉町でこういう特異な点もございますが、今のところ傾向としては上がっておりません。さらに最新のデータで、さらに2回ほど追加して、計4回追跡しておりますが、この榎葉町のこのデータを除いて、この範囲では再汚染は今のところ見られておりません。

P) それから、可燃物の焼却、除去廃棄物の焼却。燃焼シミュレーションによりまして、焼却炉における灰の生成にかかわるモデル、さらにこれに伴う灰にセシウムがどう凝集、付着して移動するかいうこのモデル、これをカップリングさせて、焼却炉の中でのセシウムの挙動解析ができるようにしてあります。これは今後中間貯蔵施設の横にできると思われる焼却設備を設計する際の支援ツールとして有効であろうと考えております。

P) 研究開発関係は以上、概要ですが終わりました、続きまして国内機関との連携あるいは国際協力ですが、国内機関との情報交換に関しましては、国立環境研究所さんとはかなり頻繁な

情報交換を継続しておりますし、現在ワーキンググループを3つほど立ち上げて活動を開始しております。さらに今後の農水系の復興に向けて農研機構さん等と情報交換を開始したところであります。共同研究に関しましては、我々森林の専門家ではありませんので、ことしの9月に森林総合研究所さんと共同研究契約を結びまして、協力を開始しております。各大学とも個別の研究契約を結んで共同研究を進めております。国際協力に関しては、イギリスのスコットランド大学連合環境研究センターと、ことし9月に協定を結んで、先ほど言ったウインズケールの事故等々の情報を移転するという含めて、協力を開始したところです。アメリカのパシフィックノースウェストの国立研究所とは、事故直後から協力を継続しております。

P) 最近のトピックスとして、国際セシウムワークショップというのをつい先だって、9月末から10月初めにかけて福島市で開催をいたしました。イギリス、アメリカ、スイス、フランス、ロシア、その他日本人を含めて80名が参加をし、ワークショップの冒頭、私のほうからも言いましたが、今福島の置かれている状況がどういう状況なのか、何が問題でどういう困難に直面しているのか。特に森林の除染の問題しかり、除去廃棄物の減容の問題しかり、そういうものをこの場で提示して皆さんの意見、議論をした。今後の方向性をできるだけ出したいということで議論をしています。

この中で合意された事項としては、冒頭申し上げたように、セシウムの汚染という意味ではイギリスの1957年に起こったウインズケール原子炉の火災事故の経験をもっと活用すべきであるとか、専門家だけでは環境回復は決してあり得なくて……画面が消えてしまった。ちょっと資料がお手元にあるかと思しますので、お手元の資料、明かりをつけていただいて、あと2~3枚ですので見ていただければと。

先ほど言いましたように専門家のみでは解決はできない。これは当たり前のことで、海外の専門家もいろんな問題を提起しても、技術屋だけで解決はできないと。マスコミ、政治家、いろいろな方々と協力しなければいけない。あと森林除染とか河川除染といった非常にセンシティブな問題が今もって残っているわけですが、これは浪江町の副町長さんからも我々要望されて、環境省さんと相談した上でお話に行きますが、かなりこういうセンシティブな問題に関しては住民参画型で、これも難しいのですけれども、解決すべきである。それから廃棄物の減容は、今焼却がメインですが、湿式分級が有効であるということで、この国際的な専門家の方々は湿式分級をやるべしという議論になりました。ということで、アメリカ、スイスから提案をもらうことにしております。

それから、環境動態研究を、我々それから大学、研究機関初めとしていろいろなところでやっておりますが、反映先を意識することが重要だとか、環境中でのセシウムの移行は粘土と天然有機物が競合して起こるということで、理解しようと思ったら「粘土」と「天然有機物」がキーワードで

ある。いろいろ議論しましたが、このような方向性等々が得られております。

P) 最後に、福島県が中心になっております環境創造センター構想への対応ですが、これは今設計がかなり進んで、ほぼ設計も終わってきています。A施設が三春町にできます。放射線計測と調査研究を行うということで、かなり大がかりな施設です。もう一つがB施設で、南相馬にできます。これは原発に近いということで、放射線計測が中心です。27、28年度からそれぞれ運転を開始して、福島県が中心になって原子力機構と国立環境研究所がこれを支える枠組みで、このセンターは動いていきます。IAEAも関与してくると聞いております。いずれにしろ、環境回復もかなり息の長い仕事になりそうですので、放射線の計測あるいは長期の環境動態の研究、高線量地域の除染活動の支援といったものが、今後この施設ができると、この施設中心で動いていくことになるということです。

P) 以上まとめますが、福島環境回復で直面している問題、課題に対して現状がどうなっているかということですが、いろいろな問題がありますけれども、一番大きいのは、福島県で7割を超える森林の扱い、まだ住民が完全に納得されてない、これをどうするのか。それから河川・ダム・ため池などの除染をどこまでやるのか。これはやれば切りがないし、やると膨大な廃棄物が出るわけで、生半可なことでは進まない。環境省さんも森林に関してはガイドラインを出していますが、まだ完全に住民の方々は納得されてない。そういう中で、我々はできるだけ定量的なデータで、例えばセシウムの環境動態研究によって森林からのセシウム流出は顕著ではありませんよ、森林対策で伐採などをすると逆にセシウムが移動しやすくなって環境破壊も進むし生態系も破壊するということで、これはわかっていますが、定量的に我々はこれを示してきた。

除染廃棄物は、ここに書いてある数字は膨大な、最大で3,000万 m^3 とか出るわけですが、これは環境省さんの最低、最大の数値ですが、この減容は我々全体としてやっていかなければいけないということで、今焼却時のセシウム挙動はほぼモデル化ができたという状況で、まだ完全に合ってはいませんが、ほぼ傾向性は出している。引き続いて減容に関しては、化学的な減容は難しいということで、当面湿式分級を取り入れるべく、国際的専門家の合意も得られているので取り組んでいきたい。

再汚染は、1点とか2点例外はありますが、基本的には顕著でないことが判明しています。

環境中でのセシウムの長期挙動、これはまだ研究が始まったばかりですけれども、かなりデータが出てきておまして、森林、河川・河川敷、ダム・ため池、河口域、海洋、こういったところでのセシウムの挙動がおおよそ把握できてきた。今後その除染の合理化ですとか被ばく評価に向けて反映していく基礎ができたのではないかと考えております。

P) 最後のまとめですが、ここに書いてあるとおりで、住民の方々の帰還も難しい問題ですが、より安心して生活できるように、今直面している問題を常にクリアにしながら、それを解決するために目的志向の先取りをした研究開発をしていきたい。福島県の環境創造センターには積極的に今後協力を継続します。また、得られた成果は国内中心で、今後も積極的に発信しますが、国外、IAEA等からもかなりきつく言われてきておりますし、ほかの国外の方々、学会等でも、私が行きますと、学会の方々も、もっと情報発信してくれといった意見も聞こえますので、国内が中心ですが、国外に向けても情報発信をしていきたいと考えております。

私のほうは以上です、ご清聴ありがとうございました。

閉会にあたって

日本原子力研究開発機構 副理事長 辻倉 米藏

副理事長の辻倉でございます。本日は第8回原子力機構報告会に多数の皆様方にご臨席賜りまして、厚く御礼申し上げます。まことにありがとうございました。

本日は「自己改革―「新生」へのみち―」と題しまして、当機構の改革に対します取り組み状況をご報告申し上げますとともに、福島への取り組みの状況でございますとか、最先端の研究一端のご報告をさせていただきました。

機構の改革は人の改革。一人一人がみずからの問題として認識をし、一丸となって取り組んでまいりますことで、必ず再生の道は開けるものと確信しております。また、我が国唯一の原子力に関します総合的研究機関として、東京電力福島第一原子力発電所の廃炉作業、あるいは福島県の環境復旧に向けて果たすべき役割、また責任、ますます大きなものになっているものと認識をしているところでございます。

さらに、最先端の量子ビーム研究、あるいは世界の専門家が着目します基礎基盤に関する研究開発等も広く行っているところでございます。その成果につきましては、今後とも世に広く発信を続けてまいりたいと考えているところでございます。

本日フロアからも多くのご意見を賜りました。本日いただきましたご意見なども踏まえまして、皆様の期待に応えられるよう、今後も機構の改革、研究開発に取り組んでまいりたいと思います。今後とも引き続きご指導、ご理解を賜りますことを改めてお願い申し上げたいと思います。

本報告会の締めにあたりまして、本日ご来席賜りました皆様方のご健勝をご祈念申し上げますとともに、改めて感謝を申し上げたいと思います。本日はまことにありがとうございました。