

第 7 回 安 全 研 究 審 議 会

平成 2 2 年 1 月 2 7 日 (水)

独立行政法人 日本原子力研究開発機構安全研究センター

午後 1時29分 開会

○佐藤委員長 それでは、あと2～3分、定刻までにはあるようですが、皆さんおそろいでございます。きょうは大分議題も立て込んでおるようでもございますので、始めさせていただきます。

それでは、本日はお忙しい中をおいで賜りまして本当にありがとうございます。これから独立行政法人日本原子力研究開発機構、安全研究審議会の第7回の会合を開催いたします。

初めに申し上げておきますが、この会合は公開でございます。後ろに傍聴の方が来ておられる。発言の内容は速記をとらせていただいております。そういうことでございますので、ご発言が重ならないようにひとつよろしくご配慮いただきたい。ご発言は進行役、つまり私でございますが、の指名を待って、その上でご発言いただきますようお願い申し上げます。

議事に入ります前に、安全研究を担当しておられる横溝理事から一言ご挨拶をお願い申し上げます。

○横溝理事 原子力機構の安全担当をしております理事の横溝でございます。本日は先生方にはお忙しい中をお集まりいただきまして、どうもありがとうございます。

JAEAは発足いたしまして、この3月で4年半過ぎるところでありまして、ちょうど最初の中期計画が終わる段階になっております。それで、本日はその4年半の仕事についても評価していただくということを考えております。ただ、まだ一部分の仕事は続いている部分がありまして、今中期計画の最終的な評価は次年度に入ってからということになると思いますけれども、今までのわかっている範囲でご評価いただきたいというふうに思っております。

それから、次の中期計画がこの4月に始まることになっておりまして、今、中期目標が役所で作られて、我々は中期計画をつくっているところでありまして、それも役所とは、この評価委員会のほうで審議していただいているところでございます。その上に書かれることは、安全委員会がつくっている重点安全計画に従ってきちっと対応していきますということで、細かいテーマも書いてありますけれども、大枠としては広くご理解いただいている範囲になっております。ただ、きょうはそれに関しましていろいろご指導、ご意見いただきまして、細かいところで実施していく上では、そういう意見も反映させていただいてきちっと対応していきたいと考えております。そういう意味では、事後評価と事前評価を両方含めていろんなご意見を賜ればというふうに考えております。

本日、中身がたくさん詰まっているわけで大変とは思いますが、ぜひよろしくお願いいたします。

○佐藤委員長 ありがとうございます。

それでは、議事に入ります前に事務局のほうから配付資料の確認をひとつお願いいたします。

○村松研究計画調整室長 では、お手元に資料が束ねてございますけれども、まず議事次第と資料リストがございます。その次に安研審の7-1として安全研究審議会の委員の名簿でございます。それから2番目が7-2が安全研究審議会の第6回、前回の議事録(案)でございます。それから7-3は今後の評価の進め方について、それから7-4が重点安全研究についての安全研究委員会等における審議を行っていただいておりますけれども、その委員から出された所見等をまとめた資料でございます。それから7-5が次期中期計画に向けて、以下7-6から安研審の7-12までは各研究グループごとのパワーポイントの資料となっております。それから7-13というのが平成20年度の安全研究審議会の評価報告書(案)でございます。

それから、次に参考資料としまして、安研審の参の7-1が前回の安全研究審議会の速記録でございます。それから参考の7-2が前回の審議会で基本的に了承されております19年度の評価報告書です。ただ1カ所コメントがございましたので、佐藤委員長ともご相談させていただいて反映させていただきました。それから、その次が7-3として原子力安全委員会が本年8月に定めました原子力の重点安全研究計画をご参考までにコピーしてお配りしております。それから最後に、資料番号はとっておりませんが、安全研究審議会の評価をきょう行っていたくわけですけれども、そのコメントを書き込んでいただくための用紙を配付しております。

以上でございますけれども、抜け等ございましたらば。

○佐藤委員長 お手元、資料よろしゅうございますでしょうか。もし欠落等がございましたら、事務局までご通報いただきたいと思っております。

それでは、まずお手元にあります前回議事録の確認でございますが、これについてちゃんと読み上げてほんとはご承認をいただくというのが本格的でございますけれども、本日のところはそれをひとつ省略させていただきまして、もう1年近く前に開催したもので、何かもしごらんいただいてコメント等がありましたら、事務局にお知らせをいただきまして、その上で私と事務局とで協議して処置を決めたいというふうに思っておりますが、いかがなものでございましょうか。

(「結構です」の声)

○佐藤委員長 ありがとうございます。それでは、そのようにさせていただきます。

それでは、本日の最初の議題、今後の研究評価の予定ということで、村松さんからお願い申し上げます。

○村松研究計画調整室長 では、今後の評価の進め方ということで、今回の目的等についてご説明させていただきます。

これは、安全研究審議会の位置づけにつきましては、毎回ご説明させていただいておりますので、なるべく短くやらさせていただきます。まず、私どもは原子力安全委員会の重点安全研究計画に基づいて研究を行っているわけですけれども、その内容は先ほど資料としてお配りさせていただいておりますが、これを進めるときに中立性、あるいは透明性に留意するということが要求されております。このために、安全研究審議会を設置させていただいているわけです。

そこで、安全研究審議会には2つの評価の観点を設定されておまして、そのうちの1つがこの中立性、透明性の確保の観点です。もう一つは、各研究開発機関等に国から要求されている研究開発の大綱的指針に基づく評価でございます。今回はこのうちの事前評価を行っていただくということになります。またあわせて、私ども独立行政法人の評価というのも毎年受けているわけなんですけれども、これの参考にさせていただくという観点から、重点安全研究計画に基づいて今までに得られた研究の成果についてもご意見をいただきたいと考えております。

次に、この審議をいただくための体制図ですけれども、この安全研究審議会は主として大所高所の観点からご議論いただきたいと思っておりますけれども、参考として技術的な観点での議論をしていただくために、安全研究センターでは安全研究委員会を設置しておまして、きょうはそこでの検討の結果なども所見集としてお配りをしているわけでございます。それから、そのほかに重点安全研究計画を実施しております部門が3つございまして、まず次世代原子力

システム研究開発部門、これはFBRの研究を行っておりますが、その研究委員会、それから地層処分研究開発部門の委員会、そして放射線リスク等についての研究を行っております原子力基礎工学研究部門の委員会と、そのそれぞれの委員会で出された所見についても参考にさせていただくという観点で、先ほどの所見集の中に入れていただいています。

そのほか、これは所見の記入用紙ですけれども、これまでもご説明しておりますので、説明は省略させていただきます。

そのほか、審議会の評価対象についてですとか、それから評価のスケジュール、それから国の大綱的指針で求めている観点ですね、そういったものについて後ろに示してございますけれども、これらも毎回ご説明しておりますので、省略させていただきたいと思います。

以上でございます。

○佐藤委員長 それでよろしいんですね。ご説明は以上ですか。

○村松研究計画調整室長 はい。

○佐藤委員長 ありがとうございます。

それでは、ただいまのご説明にご質問等、委員のほうからございますでしょうか。

よろしゅうございますか。

よろしければ、それではご説明を承ったということで、次の議題に移ります。

次は、次期中期計画に向けてということございまして、現行計画での主な成果と次期計画の事前評価ということについてということで、先ほど村松さんのほうからご説明のあった現行の重点安全研究計画の成果及び次期の重点安全研究の、この原子力機構における計画についてご紹介をいただき、ご議論をいただきたいというふうに考えます。本日は時間も限られておりますので、本日のご発言の確認のためにはコメントシートを先ほどちょっとご紹介がありました、お配りしてございます。これについて、事務局からさっきもちょっとご説明がございましたが、何か追加のご説明はございますか。

○村松研究計画調整室長 これから、この各研究グループの成果及び今後の方針についてご説明させていただくわけですけれども、現在の状況では研究の予算等についてはまだいろいろ不透明なところがございまして、私どもがすべての研究について具体的なスケジュール等を示して計画をご審議していただくということが難しい面がございます。そこで、きょうは今後の5年間の研究の方針ですね、基本的な方針について、それから今までの成果ではここまで来ています、ですからこういうことが課題でこういう方針でやっていきたいと、そういうことをご説明させていただきたいと思っております。

それから、また評価の結果につきましても、実は評価期間というのがまだ終わっておりませんということがございますので、成果の正式な事後評価は次回、来年度の夏ごろに計画しておりますが、に行いたいと思っております。

そういうことで、きょうは現時点までに上がった成果について、特によい成果として評価していただけるものとか、あるいは最後のまとめまでに留意すべきことなどご指摘いただければと思います。

それから、評価の記入の書式でございますけれども、お手元に置かれておりますが、これはきょう記入いただいて机に置いていただければ幸いです。じっくり考えていただける場合には昨晚メールで書式を電子ファイルをお送りしておりますので、そちらに書いてお送りいただきたいと思います。また、ご専門の関係で記載しづらいところもあると思っておりますので、そうい

うところは全体的なご意見だけいただくとか、あるいは飛ばしていただいても結構でございます。

それから、ご参考にしていただく安全研究委員会その他の委員会の所見につきましては、本日は時間も限られておりますので、横目で見えていただくということにさせていただきたいと思っております。

それから、最後ですけれども、各OHPの資料はそれぞれ12～13分で説明するという必要がございますのですけれども、結構たくさんの成果の情報を盛り込んでおります。特に後半は参考として出しておりますので、そこまでは説明が行き届かない、無理な状態になっておりますので、特に重要な点などありましたらご質問いただきたいと思います。

以上でございます。

○佐藤委員長 それでは、各研究の発表の前に平野副センター長から次期中期計画に向けた安全研究センターの基本的な考え方というのをご説明をいただきたいと思います。

○平野副センター長 平野でございます。

次期中期計画に向けてということで、安全研究センターの基本的な考え方について説明させていただきます。

まず、「はじめに」でございます。本日は事前評価と事後評価をあわせたような形でご議論いただくわけでございますけれども、安全研究の今後の進め方につきましては平成20年の8月、もう1年半ほど前になりますけれども、この安全研究審議会でご議論をいただきました。その後、重点安全研究計画の第2期が策定されたわけでございますが、現在、先ほど理事のほうから説明がありましたように、現在まだ中期目標が提示されていない段階ではございますけれども、次期中期計画策定の準備を進めているところでございます。

ご承知のとおり、事業仕分け等さまざまな議論が進行中、今後の予算も不透明な状況にあると考えております。本日は、この中期目標に今後大きな変更がない、すなわち安全規制の技術支援というチャーターが今後引き続き与えられるというふうに想定し、また予算構造にも今後大きな変更がないと想定して、今後の研究の方向性についてお示ししたいと考えております。といった、ややもやまとした状況なんですけれども、そうした状況ですので、大局的な観点から少し大きな議論をいただければというふうに考えております。

私のプレゼンテーションでは、まずこの将来展望の議論を少し振り返ってみたいと思っております。その後、我々の主な研究の成果と課題、引き続きまして今後の研究の方向性ということで、お話しさせていただきたいと思います。

将来展望の議論でございますけれども、まず目標の設定を行いました。最新の科学技術的知見を取得して、科学的・合理的な安全規制に資する。国民からの信頼が得られるよう努めると、こういった設定をしたわけでございます。これにつきまして、この安全研究審議会でもさまざまなご議論をいただきました。例えば、現状の規制そのものにも大きな問題を含んでいる。より合理的な規制を出すのであれば、規制側からの独立も必要ではないかといったようなご意見もいただきました。それから、事業者にも役立つ安全研究をというご指摘もございました。それから、研究ニーズは今後ますます多様化する。機構がすべての分野をカバーしなければいけないということではないんだけれども、安全研究として実施すべき範囲なり規模なり、適切なものは一体どういうものなのか。あるいは優先度、役割分担は明確になっているかといった、さまざまなご意見をいただきました。我々はこうしたご議論を踏まえて、本日、今後の研究の

進め方についてお話しさせていただくということかと認識しております。

この将来展望では、この目標を達成するために4つのミッション、我々がきちっとしなければいけないことというのを決めました。まず第1は喫緊の課題への対応、これは燃料の高燃焼度化、高経年化、あるいはリスク情報活用といった課題に向けた対応でございます。2番目は、中期的課題への対応、これは新型炉の安全研究など早い段階から着手するという方向性でございます。3番目は、安全を支える人材の育成ということで、安全の論理に関する知見とその適応能力、これを身につけた人間を育成していくんだという考え方でございます。それから、4番目が施設基盤の維持ということで、この重要性はもうご説明する必要はないと思います。

この4つのミッションを達成するための4つの戦略ということもお示ししてございます。あるいは4つのアプローチということもございますけれども、まず第1は、産業界との協力の強化。2番目は基盤的・先行的、あるいは先見的研究の強化、これは研究資金の多様化を進め、若手研究者にとっても魅力のある安全研究へといった方向性でございます。それから3番目が、伝統的な研究グループ内での活動からその枠を超えた協働へということで、例えば核燃料サイクル施設のリスク情報活用では、発電炉のP S Aの専門家との協働が不可欠と、こういった視点でございます。それから4番目が、国際協力活動へのより積極的な参加ということもございます。

我々、こうした考え方に沿って、これまで安全研究を進めてきたわけでございますけれども、ここでは現行の中期計画期間を振り返って、主な成果と課題についてまとめてみました。

まず第1は、我々のチャーターであります安全規制の技術的支援ということでございますけれども、これを実施するに当たり、外部資金を獲得して着実に実施してきたということもございます。平成17年度は約30億円の規模から、現在、平成21年度は約50億円に達するレベルまで段階的に拡大してきております。これは金額が多ければ多いほどよいというものではないということは承知してございます。しかしながら、2法人統合という大きな変化がある中で、我々枠組みを構築して着実に安全研究を進めてきたということは高く評価できるのではないかと考えております。

このブルーで書いてあるところが課題でございますけれども、外部資金の獲得には人材・施設の基盤を有することが前提であります。その維持は、現在、あるいは今後とも最も大きな課題であるというふうに考えております。特に外部資金が多くなりますと人材の育成あるいは確保というところに大きな課題があるというふうに認識しております。

それから、2番目の産業界との協力は、これは最近大きく進展できたのではないかとこのように考えております。これは私の後の各分野ごとのプレゼンテーションでございますけれども、リスク情報活用に向けて資金分担を含む産官協力を実現。具体的には、J N E S、J N F Lとのマッチングファンドでございますけれども、こういったものを立ち上げ、現在進めているところでございます。それから、メーカーからの要請に応じ、新型軽水炉開発のためのR O S Aのシステム効果実験、システム実験を実施しております。これも新しい方向でございます。それから、ご承知のとおり、産業界では現在非常に精力的に学協会規格の策定を進めております。特に各種P S A、リスク情報活用、高経年化対策と、こういった分野で我々も学協会規格の策定に積極的に参加し、貢献してきております。

それから、次の項目が研究資金の多様化に向けてということもございますけれども、例えば地震時のプラント核熱水力挙動解析といった、少し将来を見据えた基盤的あるいは基礎的な研

究につきましても、この競争的資金を獲得して進めてきております。それから、地方公共団体の防災計画の策定支援といった新しい方向も少しずつ進めてきております。全体として少しずつ前進しているという評価をしております。

国際協力活動でございます。OECD/NEAの原子力施設安全委員会、CSNIでございますけれども、その傘下のプログラムレビューグループ、それから6つありますワーキンググループのうちの一つであります燃料安全ワーキンググループの議長も務め、全体としてこのCSNI活動を牽引することができたのではないかとというふうに自己評価しております。

今までご紹介してきましたけれども、OECD/NEA ROSAプロジェクトを昨年の4月に成功裏に完遂させ、その後、各国からの強い要請を受けて、現在、第2期を進めているところでございます。それから、大洗にございますJEAの高温工学試験研究炉HTTRを使ったOECD/NEAのプロジェクトを現在立ち上げるべく努力をしているところでございます。順調にいけばこの4月からHTTRのプロジェクトが立ち上がるものと考えております。

課題でございますけれども、国際の場で活躍できる人材を継続して育成する必要があるというふうに考えております。

それから、個別分野でございますけれども、例えば燃料安全分野ではNSRR、これは燃料のパルス照射炉でございますけれども、これを用いた試験研究で世界の燃料安全研究をリードできているというふうに自負しております。こうした成果を背景に原子力安全委員会による燃料安全に関する指針体系化整備を現在積極的に技術的に支援させていただいていると考えております。

それから、放射線廃棄物処分の分野でも、例えばウラン廃棄物のクリアランスレベルの策定など具体的に個別の貢献ができたものと考えております。それから、高経年化対応研究、あるいは核燃料サイクル施設の安全評価研究などにおきましても着実に技術基盤の拡充に貢献できたものと考えております。

この最後の項目でございますけれども、安全の専門家としての規制貢献ということで、原子力安全委員会、保安院、JNESなどが主催する安全委員会へ、委員会活動に専門家として参加し、中立的な立場から意見を述べさせていただいております。例えば、検査のあり方に関する検討、柏崎刈羽原子力発電所の再起動、パワープレート、立地指針の見直し検討、浜岡1・2号機の廃止措置計画の認可、こういった非常に重要な案件について、我々の研究者が参加させていただき、技術的な観点から発言させていただいているということでございます。

こうした成果と課題を背景として、今後、次期中期計画に向けてどのような方針をとるべきかということはこの1枚でまとめてみました。我々のチャーターとして安全規制の技術的支援というのが引き続き与えられているとすれば、我々の目標は科学的・合理的な安全規制に資するというで変わりはないと考えております。合理性の追求は事業者による安全確保にも貢献できるものという考え方で進めたいと考えております。

それから、次は喫緊の安全上の課題に対応しつつ、中長期的な視点から将来の安全問題にも先見的に対応する。特にこの新型炉あるいは放射線廃棄物処分に関する新たな研究ニーズへの対応でございます。それから安全論理の構築とそのためのコアとなる施設あるいは人材を維持し、国内外で安全研究を牽引する研究実施機関を目指すということで、研究そのものとして高いものを目指していきたいということです。

それから我々は非常に長く、30年、40年、安全研究を続けているわけでございますけれども、

その中で培ってきた研究の提案機能、これが非常に重要であると考えております。これを重要視し、あるいは活用して、今後とも資金の多様化を図っていく。

それから機構内の多様な基盤を活用するとともに、JNES、産業界、大学、学協会との協力、あるいは役割分担で、最終的なゴールを目指すということかと思えます。

それから、国際協力につきましては、諸外国での動向を研究計画に反映する。国際レベルでの役割分担、共同出資により研究の効率的な遂行を図る。国際で活躍できる人材を長期的に育成する。この最後の文につきましては、次の5年間で着実に前に進めなければいけないというふうに考えているところでございます。

それから、重点的に対応する分野につきましては、私の後ろに続きます各分野ごとのプレゼンテーションにゆだねたいと思えます。

最後に、現在の我々の人員についてご紹介させていただきたいと思えます。別添の最後のページをごらんいただきたいと思えます。

このグラフは横軸が5歳ごとの年齢別に分けてございます。全体の人数は125人なんです、そのうち研究系職員は65名、事務系が7名ということです。この緑の濃いところが研究系の職員でございます。この薄いグリーンは受託事業などに伴って外部から来ていただいている方々ということです。ですから、我々は約65名の研究者の集団であるというふうに考えていただきたいと思えます。1つ、55歳～59歳を見ますと、ちょうどそのところが約10人ということで、次期中期計画中にこの10人が退職すると。次の約10人が次の次期中期計画の核になると。大体そういう構造になっています。見た感じ、それほどひどい分布にはなっていないで、この若いところが順次補給されていけばそれなりの形をしていると。たまたまこの働き盛りの45～49がちょっと薄いというのが弱点かなというところで、技術能力の高い研究者指導集団を目指すというところにターゲットを絞りたいというふうに考えているところでございます。

以上です。

○佐藤委員長 ありがとうございます。

ただいまのご発表に何かご質問、ご意見等ございますでしょうか。

はい、どうぞ。

○草間委員 この機構が安全研究に対してさまざまなことを大変果たしていただいているということはよくわかります。それで原子力に対する皆さん国民の信頼を得るためにはやっぱり安全研究というのは大変重要なわけですけれども、特にこの機構の場合の安全研究がトップダウンというか原子力安全委員会の決定されたトップダウンの研究であると、これはもうそれはそういったことでいいと思うんですけれども、トップダウンの研究であっても研究成果を国民に見えるようにしていくという、広報の視点というのは大変重要じゃないかと思うんですね。例えば、国立大学機構等も今は大変評価等が厳しくなっているわけですけれども、そういった中で必ず広報をどうしているかということは評価のときに大変大きな項目の一つにちょうど私も国立大学評価の委員をさせていただいているんですけれども、広報にどれだけエネルギーをかけているかというのは大変大きな評価の視点になるわけですけれども、今聞かせていただきまして、こういったさまざまな研究成果を、私なんかどちらかというと原子力の最近はもうアウトサイダーなんですけれども、外にいまして、研究成果が見えるような形にしないと、それこそ事業仕分けのときにも評価されなかったりとかいろいろあるわけですので、やっぱりこういった中に広報の視点というのをもう少し入れていただいたほうがいいんじゃないかなとは思

たんですけれども、その辺はいかがでしょうか。

○平野副センター長 ありがとうございます。我々の一番痛いところをまず突かれたという、そういう印象なんですけれども、いろいろな分野で見える化ということを進めなければいけないということで、我々もそうであるという認識はございます。確かにその視点が今回は抜けているということから、何らか入れていきたいというふうに考えております。ただし、1点難しい点は、やはり外部資金が90%を超えるという状況で、見える化を進めるにしても委託元と相談しながらという形になりますので、若干難しい面はあるかと思えますけれども、もちろん委託元も見える化について積極的に進めたいと考えているだろうと想定すれば、きつとうまくその辺はできるのではないかとこのように考えますので、ぜひもう少し積極的に進めたいと考えております。

○佐藤委員長 よろしゅうございますか。

ほかに。はい、どうぞ。

○三島委員 最初のほうに4つのミッションというのが掲げられたんですけれども、その次に4つの戦略ということで説明されて、4つのミッションを実現するためには戦略が重要だと思うんですけど、その4つの戦略と4つのミッションというのが具体的にどうつながるのかというのがちょっと余りよくわからなくてですね。例えば人材の育成というのを掲げているんですけれども、それをどういうふう to 実施されるのかというのが、例えば4つの戦略では国際的に活躍できる人材というのを掲げているんですけれども、先ほど人員の配置の説明されたときに、内部で実際に研究される研究者とかその辺の配分とか、やはり人材育成にも関係していると思うんですけれども、その辺が何か具体的に繋がっていないような気がするんですね。

それから、予算というか資金のことを言われたんですけれども、中立性とか先見性とかいうことのキーワードを掲げられたときに、資金の配分で90%以上が受託というか、規制側からの受託というようなときに、先見性のある研究が本当にできるのかどうか、その辺のところがちよっと余りよくわからなかったんですけれども。その辺についてはどういうふうにお考えなのかということです。

○平野副センター長 まず、4つのミッションと4つの戦略の関係でございますけれども、例えば今例示いただきました安全を支える人材の育成というミッションを達成するために、具体的には方法論としてどういうものを考えるかということなんですけれども、例えば基盤的・先行的な研究の強化ということで研究資金の多様化を図り、若手研究者にとって魅力ある安全研究へと、こういった方向を志向することによって若手の人材育成あるいは確保を進めると。それから、国際協力で人材育成、技術力の向上、国際的ネットワークの構築と、こういうところから人材の育成につなげると、そのあたりが中心であると考えております。ですから、ここはいわば方法論であって、この方法論を使ってミッションを達成するという構造で考えてはいるんですけれども。

それから、2番目のご指摘の先行的あるいは基盤的研究、この強化はどうやればできるのかというのは、結局ここに尽きるのではないのかと。研究資金の多様化ということで、このあたり少し述べましたけれども、こういうところでJNES、保安院からの受託だけではなくて、競争的資金も積極的に獲得する、あるいはその他の資金も獲得して我々の自由度の高い研究もやって、そういう中で研究者の育成を進めると、そういった考え方でございます。相互にリンクしているというふうに考えておりますけれども。

○三島委員 確かにそうだろうと思うんですけども、例えば競争的資金とかは毎年来るとは限らないわけですよ。長期的観点で安全研究を先見性をもって進めようとする、ある程度どういいますか、あらかじめ予測できるような、事業仕分け、先ほど事業仕分けでお金が来るかどうかわからないということを言われたんですけども、そういうことではなくて、ある程度固定した資金というのがあって、それを先見性のある研究につなげるとか、そういうことも必要ではないかなという気はちょっとするんですけども。

○平野副センター長 おっしゃるとおりだと思います。それは我々にとっては運営費交付金ということだと思います。現在それが全体の10%を割っている状況でして、そこを我々としては何とかして、今は維持したい。できればそこをもう少し強くして、若手の育成につなげたいというのが我々の希望としてはあります。機構の中でもそういった主張を我々はしてきているつもりでございます。

○佐藤委員長 よろしゅうございますか。

それでは、小林委員よろしく。

○小林委員 運営費交付金が10%以下というのは衝撃的な数字だと思います。私も大学で苦しんでおりますけれども。先ほど人員構成のグラフをお見せいただいて、これで人材育成という観点からというお話だったんですが、20代、30代の研究のスタッフが非常にまだ少ないですよね。それで全体としてやや高齢化しているわけですけども、順次退職されていったときに、今の20代、30代前半の方々は、これ後からどんどん追加されて補充するようなことは可能なんでしょうか。大体こういう分布になったという経緯というのは採用を絞ったからそうなったのか、それとも途中から入ってくることによって右のほうが多いのかということなんですが、採用を絞ってきているという構造だとすると、人材育成もくそもないという状況ですよ。そのあたりの見通しはどうかということなんです。

○佐藤委員長 どなたか、お答えになられますか。

○平野副センター長 ここ数年でいいますと、毎年1人は新人をいただいていると。今年に関していうと2名いただくと、大体そういう状況でございます。機構全体として人員を制限しなければいけないという状況の中で、人間の確保というのは非常に難しい問題であるというふうに考えております。

○横溝理事 私は安全研究の全体の話聞くのがいい機会だなと思って来させていただいたんですけど、経営の立場からちょっとその状況を説明させていただきますと、統合になったときにやっぱり統合効果で合理化しろというので10%減らせということで4年半で500人減らしております。それで、一方で重点分野といえは圧倒的に人をつけているのが「もんじゅ」とか核融合関係、リーダー関係で強化していると。原子力機構の中の重点4分野というのがそういうところで、安全に関する人手というのは非常に薄くなってきている状況です。ですから、5年で10人減るということは毎年2人ずつほんとはふやさないといけないのに、それだけ回せない状況になっているということなんです。ですから、非常に委員の先生方からもそういうレコメンデーションをぜひ言っていただいて、原子力機構のほうの経営のほうに、私もその一角なんですけれども、お力添えをいただければと。そのとおりに言っていただいてもなっていくかどうかというのは非常に言えないところなんですけれども、そういう状況です。

○佐藤委員長 ありがとうございます。

ほかにご意見等ございますか。新田委員どうぞ。

○新田委員 ありがとうございます。また、これからのこの重点分野でのお話で出てくるのかもしれませんが、こういう基盤的なお話ともう一つ保安院さんで基本政策小委ですか、今後の規制のあり方で、あれもまとめられましたですね。

○班目委員 基本政策書。

○新田委員 基本政策書、ちょっと待ってくださいね、今後の規制のあり方の1回目つくられて、今度見直されてこの間パブコメ出した今後の……

○班目委員 基本政策書ですね。

○新田委員 基本政策書ですね。ああいう方向性、今後の規制のあり方とそれからこの安全研究のつながりみたいところを前で少し何かあっても言葉が出てきてもいいのかなと思ったんですが。ちょっと直接過ぎますでしょうか、どうでしょう。何かあれば。

○佐藤委員長 何かご意見、お答えございますか。

○平野副センター長 多分そこをつないでいるのは、保安院の中では安全基盤小委員会がそこをつなぐ議論をされているのではないのかなという感じはいたしますが、どちらかというところは行政庁の議論であって、我々は研究者集団としてなすべき研究を提案していくという立場かと考えております。

○佐藤委員長 よろしゅうございますか。

ほかに何かございますか。

それでは、ちょっと私からも皆さんのご意見を踏まえまして一言申し上げたいと思いますが、今のお話、ご説明に対して、特に人材をこれからどうするという点に委員のご関心がかなり高かったと思うんです。これは私前からその点は一生懸命言っていたつもりだったんですが、これまで安全研究、日本でもかなりの歴史を持ちますが、その最大の産物は、安全の専門家が育ったということなんです。そうして、安全性というものに対する技術基盤がだんだん充実してきたと、これがこれまでやった安全研究の最大の成果だと思っています。ご指摘のように委託だとか外部資金だのばかりでやりますと、一貫した人材の育成というのが非常に難しいところがありますが、難しいからといって放り投げないで、ぜひ頑張っていたいただきたいと思います。

ついでながら申し上げますと、安全なんていうのは、安全が非常に懸念されるときには皆さんの関心が高まるんですが、安全の努力が少しずつ実を結んでくると関心は急速になくなるんです。そういう因果な性格を持っていますので、ちょっとやるほうとしては痛しかゆしみたいところも出てくるんですが、そういうのにもめげず、ひとつこういうのは絶対必要なことなんですから頑張っていたいただきたいと思います。

では、よろしければ次の議題に移りたいと思います。どうもありがとうございました。

○平野副センター長 どうもありがとうございました。

○佐藤委員長 それでは、各グループからのご発表をいただきたいと思います。

最初は、リスク評価・防災、事故・故障の分析等にかかわります研究について、リスク評価防災研究グループの吉田さんからご説明をお願いいたします。

○吉田 リスク評価・防災研究グループの吉田です。

我々の研究室では、表題にもありますように大きな3つの研究テーマを実施しております。まずそれに関しまして、現行の重点安全研究計画ではどうなっているか、それでそれに対応して我々の中期計画はどうなっているかというのをこの1枚のOHPに示してあります。

まず、重点安全研究計画の中でこの3つの研究テーマなんですけれども、リスク情報活用に

関しましては、原子炉施設ごとの性能目標の策定に係る研究、また原子炉に対するP S A技術の高度化としてレベル2あるいは3の手法の改良整備を行うこと、また核燃料施設のP S A手法の開発整備を行うと、この3つが挙がっております。

また、事故・故障要因等の解析評価技術では、トラブルに関する情報を収集して分析評価すること、また海外の規制等に関する情報の収集整理があります。また、原子力防災技術に関しましては、緊急時における技術的指導の整備あるいは、手法の整備ですね、事故時の障害復旧に係る長期的対策に関する研究、こういうものが挙がっております。これに対応して、現行の我々研究グループに関わる中期計画としましては、この2つに大きく分けておまして、確率論的なP S A手法の高度化、開発整備ということで発電用軽水炉のP S A技術の高度化と核燃料施設のP S A手法の整備、さらに原子力安全研究委員会の策定する安全目標の作成とかそういったものに資するための原子力施設ごとの性能目標に関わる検討を行うこと。また、国内外の原子力施設の事故・故障等の情報について収集して分析すること。さらに規制等に係る情報についても分析収集し、教訓を導出するということになっています。

次に、原子力防災等に関しましては、防災研究計画作成に役立てるためにレベル3のP S Aなどの評価手法を活用して緊急時における判断や防護対策の指標、範囲、実施時期等の技術的な課題を検討するとともに、意思決定プロセスにおける専門家を支援するためにそういった支援手法の検討を行うという課題があります。

それに対しまして、次期重点安全研究計画とそれに対応した中期計画としましては、大きな研究項目は現計画と同じであります。リスク情報活用に関しましては、手法の整備ということで不確かさ、不確かさ・感度解析手法の高度化とか、重要度評価の手法の整備、原子炉施設のレベル2、3の手法の高度化、またリスク等を考慮した意思決定方法に関する研究というものが挙がっています。また、核燃料サイクル施設に対するP S A手法の高度化も引き続き行うということです。事故・故障に関しましては継続的に故障・トラブルの収集分析、あるいは規制等の情報の収集整備を続ける。

原子力防災に関しましては、防災指針の見直しのための技術的な支援研究ということでP S A手法を用いた実用上の判断基準の整備とか中長期的管理のための技術指標の整備、防護対策の最適化のための研究を行う。また実効性向上のための地域防災計画作成の技術的な支援研究も行うという、こういった研究項目が次期重点安全研究で挙がっております。

これに対応して、我々はリスク評価、管理技術に関する研究ということで、これら3つのキーワードをつけたみたいな文章なんですけれども、リスク情報を活用した安全規制に資するために、リスク評価管理手法の高度化を進めるとともに、原子力防災における防護体制の戦略を提案する。さらに、原子力の事故・故障情報について引き続き収集分析を行うということを次期中期計画の案として考えております。

現行の研究における成果をこの3つの項目に分けて、主要なものをここに示しております。まずレベル2、3に関しましては不確かさの評価実施手順を整備しまして、これが学会のレベル2、3のP S A標準の中に反映させております。軽水炉の性能目標策定に関しまして、それを導出するに係る技術的な情報をまとめておまして、これが安全委員会での審議のために提供されております。また、不確かさの寄与度に関する新しい重要度指標についても提案しております。核燃料施設のP S A手法につきましては、MO X燃料加工施設を対象にした内的事象のP S Aの実施手順を整備しておまして、規制庁のリスク評価レビューに貢献できているも

のと思っております。また、この手法をもちまして、仮想的なものなんですけれども、公開情報に基づいたMOX加工施設を対象にPSAを実施しまして、リスクプロファイルを明らかにするとかを行っております。また、再処理施設を主な対象にしているんですけれども、事故影響評価に必要な基礎的なデータを整備しております、これの研究の中で重要な事象についての事故情報が不足しているということを指摘をしております、それがもとになりまして、先ほど平野が説明しましたJNES・JNFLのマッチングファンド研究に結びついております。

事故・故障についてもこれらの年度におきましてIRSとかINESのこういった情報を収集整備しまして、件数としましては315件、117件のものを整備して規制機関とか電力に情報を配布したりとかインターネットで公開いたしております。また、米国NRCの規制関連文書についても分析し、報告書としてまとめております。

原子力防災に関しましては、短期防護措置の複合的な実施の効果の評価とか意見の最適化に対する費用便益分析などの分析を実施しております、今後の防災指針見直しの基礎資料として整理いたしております。また一時避難施設の遮蔽機能について評価をしております、これは島根県の防災計画策定のために役立てております。また、専門家支援のためのマニュアルの一次案をつくりまして、PC上のツールとして整備いたしております。

こういった成果を踏まえ、次の次期研究計画の取り組みの方向性ということで、まずリスク情報活用、事故・故障分析に関する国内の動向としましては、皆さんご存じのように安全目標が作成されたりとか、規制行政庁でPSAのガイドラインが作成されたりとか、リスク情報活用に関わる先行的な試行が開始されております、原子力学会におきましても、こういったPSAに関わる実施手順の標準が整備されております。国際的にも事故・故障に関わって運転経験をフィードバックすることの重要性が認識されております、各国の規制機関や産業界で事故・故障の分析が実施されております、我が国におきましても我々でいえばJNESが中心となりまして事故・故障の分析評価を実施しております。

こういった研究動向を踏まえまして、科学的、合理的な安全規制の意思決定にリスク情報を活用するためにリスク評価基盤技術を整備していくというのが重要であろう。また施設の安全性向上のためには運転経験に基づく情報を分析して活用していくことが必要である。防災に関しましてはIAEA等におきましてこういったものの枠組みが示されております、ICRPに関しましても被ばく状況に係る最適化に関する考え方が示されております。IAEAに関しましてもBSSの改訂でのこれらを反映とか、国際的取り組みが進展しつつあるという状況です。

これを踏まえまして、新概念に基づく防災指針への反映に必要な知見を整備するとか、地方自治体の防災指針策定をより実効的なものにするための技術的な支援を行っていくことが必要だと思っております。

研究の方針としましては、リスク情報を活用した規制の体系化、安全上の課題検討等の規制ニーズをにらみつつ、JNESとの連携や役割分担を踏まえた形で国際動向も注視して、PSA手法の整備を進めていく必要があるだろう。また防災に関しましても、計画策定支援研究をさらに進展させて自治体と協力した事例研究などを行って地域防災計画の実効性を上げることを図っていきたいということを方針に挙げております。

具体的には、レベル2、3、PSA手法の改良でありますとか、統計的な安全評価への対応を考慮した不確かさ・感度解析手法の整備といったリスク評価技術基盤の整備を行う。事故・

故障に関する分析についても引き続き継続する。核燃料施設のリスク情報活用の支援ということで、リスク上重要な事象のソースタム評価手法の高度化を図っていくことも考えております。また、レベル3、PSAの活用ということで、総合的な防護措置方策の最適化に関する研究、あるいは中長期的な管理の考え方と技術指標の整備を実施することによって、リスク情報を活用した地域防災計画の支援に関する研究を展開していくというふうなことを具体的な課題として考えております。

以上です。

○佐藤委員長 ありがとうございます。

何かご質問、ご意見等ございますでしょうか。はい、どうぞ。

○小林委員 大変地道な大事な研究をなさっていて、こういう研究は大変重要だと思うんですけども、活用方法のところで、地方自治体の防災計画策定のための基礎資料として提供されたというふうにも実績のところでお書きになっていますよね、島根県ですか、そのあともこれからこういうことをどんどんやっていくんだというふうにお書きになっています、この場合、これは逆に教えていただきたいということなんですが、このセンターあるいは研究者はこの防災計画の策定のときにどういう形で具体的に、どういう枠組みの中で貢献をされるというふうになっているのでしょうか。例えば、データだけ出しているのか、それともその地域へ行って、具体の場面でこのデータをどういうふうに翻訳するというか、そういうところまでコミットしてなさっていくのかとか、そのあたりどんな形の協力の仕方をされているのか、ちょっと教えていただければ。そして、今後どういうふうな形になるのかというのと同じだと思います。

○佐藤委員長 ご質問の趣旨はわかりますね。要するにね、協力する協力するといったって、こっちでぼけっとしていた日には協力にならないんですよ。だから、実際に何をやっているんですかというご質問だと受け取ってよろしいかと思うんですが。

○木村 リスク評価・防災グループの木村と申します。

それにつきましては、まず国に対してですが、防災指針の改訂に関してその技術的な情報というのを調査研究しまして、それを改訂のための既存資料として提供するような形で貢献しております。地方自治体に関してですが、今回この島根県に関しては、これは今回初めてのケースでして、島根県のほうからそういう要望がありまして、具体的に言いますと、防災、まず避難をするために現在の日本の現状ですと、まず避難所に住民が一時避難して、そこからバスで外に遠くに逃げるといようなことなんですが、避難施設が自然災害で用いられている施設と全く同等のものを県では想定してしまして、それに対して被ばくの低減効果というのがその施設にはあるのかどうかと、そういったものが島根県としてはそういうのはわからないということで、そういう一時的な待避場所として、それが住民にとって適切かどうかというようなことを被ばく評価のほうから調べて、それを避難計画のほうにつなげるというようなことで挙げられまして、今回このようなことは我々のほうとしてもそういった問題というのを県で抱えているんだなということを初めて認識したような形にはなるんですが、そういった意味で今回被ばくの低減の観点ということで、県のほうに技術的な情報を提供したというようなことでございます。

○佐藤委員長 よろしゅうございますか。はい、ありがとうございます。

ほかに。

○三島委員 運転経験のフィードバックが重要だということをおっしゃったんですけども、

この事故・故障のデータの情報源としては I R S それから I N E S を挙げられているんですけども、もっといろいろ情報源はあると思うんですけども、この2つの情報源で十分でしょうか。ちょっともっといろいろ情報源を広げられるとか、そういう、事業者サイドではいろんなもっと広い情報を集められていると思うんですけども。

○渡辺 おっしゃるようないろいろな事故情報でいろんなところが出しておりますけれども、すみません、安全研究センターの渡辺です。事故情報はいろいろなところが出しているんですけども、米国はご存じのように L E R というシステムがあって、それは公開ですので、その情報は使って実際にこういう一時冷却水応力腐食割れとかいうようなトピック的にテーマを選定して、その情報を収集して傾向を調べるとか、そういう分析を別途行っております。I R S というのは、もともとは規制のための国際的な情報交換システムという枠組みで動いておりまして、原則、情報は非公開、いわゆる関係者間だけでの情報の共有というふうで運営されているシステムです。それを採用している理由は、規制側にとってそれぞれの原子力発電所を持ついろんな国の情報が完全な画一的なレベルではないんですが、ある重要度に応じて報告されてくるということなので、比較的まとまった情報源としては非常に有用なものであるということでもまず I R S というものを対象にしているというのが一つです。それから I N E S のほうは、ご存じのように国民のためというか、公衆のための情報源ですので、これも重要な事象だけが国際的に報告されるという仕組みになっていますので、それをまず国民に知らせるといった一つの大きな役割として I N E S の分析はやっている、そういう2つの情報源を主たる理由としているのはそういう理由です。

○三島委員 それと、こういう活動に関して、事業者サイドのそういう情報分析とかと情報交換するようなことはあるのでしょうか。

○渡辺 実際に私はそういうことをほんとは望んでいるんですが、なかなか事業者サイドの側とコンタクトをとる機会というのが余りないのが実情です。やはり一つは今ニューシアという仕組みができていますので、我が国の情報もかなりある意味で公開性が高くなってきているということもあって、私なんかはその情報を随時入手できるという立場にあるものですから、それを見てわからないところは問い合わせをすとか、そういうことを当然にできる状況にあります。もう一つは保安院の事故・故障ワーキンググループの私メンバーになっているものですから、そこを介してより詳しい情報をいただけるということで、その場で我々の考えとかそのことも伝えていけるという場がありますので、多少はそういう、ダイレクトではないんですが間接的ですけども、情報交換はいつているのかなど。I R S とかの情報分析した結果は各社電力さんにも1年に1回、年報みたいな形にして日本語の概要版をつくって、それを配布しております。

○佐藤委員長 よろしゅうございますか。

じゃ班目先生。

○班目委員 現行の計画と次期を比べた場合は、私の考え方がちょっと偏っているのかもしれませんが、原子力発電所のリスクということにおいては、耐震問題というのが非常にクローズアップされたというのが昨今の情勢じゃないかと思っているんですね。事実、例えば規制のほうでも指針が変わって、残余のリスクを評価しなさいよ、けど具体的なことはまだ進んでいないとかですね。ちょっとこの計画を見ますと、地震 P S A 確かにちょこっとは書いてあるんですけど、具体的には何かほとんど現行の計画をそのまままた続けるというような感じに見

えてしようがないんですけど、ちょっとその辺はいかがなものでしょうか。

○村松研究計画調整室長 すみません。元P S Aをやっていたという関係でお答えさせていただきま。地震P S Aについては、幾つかの分野がございますけれども、一番基本になるのは当然機器や建物の強度の評価、フラジリティの評価ですけれども、そこら辺は既に軽水炉についての技術でもって、さまざまな原子力施設について対応できるようになっていると思います。そこは機構、私どもがやる必要のない領域ではないかと思っています。一方、今後の地震P S Aについて我々が貢献すべきところというのは、核燃料サイクル施設について、損傷したときの影響の評価をやる部分、そこはゼネコンでもメーカーでもできないところでございますので、そこで貢献をしたいと思っております。先ほど吉田のほうからご説明しましたように、影響評価の方法について系統的に学会等の場で私ども整備をしてきました。それで足りないところについては、後ほどサイクルの研究のほうで述べられますけれども、実験が必要だということで実験計画を始めているところでございます。それを今までに調査したものとあわせることで、核燃料サイクルについての総合的な影響評価手法を提示する。それは地震P S Aを国内の施設がやるときに使えることになるのではないかと、そういうふう考えております。

○佐藤委員長 よろしゅうございますか。

○平野副センター長 この問題は若干歴史的な経緯があって、十数年前は我々のリスク評価研究というのはもうほとんどサイエンスミックリスクだけをやってきた。で手法の開発をやってきた。その開発が一段落して、手法と開発に携わった人間も含めてJ N E Sさんのほうに移管されて、今J N E Sさんのほうで非常に大々的にやられているということで、この分野は我々役割分担かなということで、今後我々がやるのはちょっと先を見て新しい開発であり、そういう意味で今村松が申し上げたところを今後重点的にやっていきたい。例えば10年後それが重要になったときに我々やっていたよというふうに言えるように、それが先見的という意味じゃないかというふう考えております。

○佐藤委員長 よろしゅうございますか。

はい、それではどうぞ。

○山下委員 むしろより質問に近いんですけど、ご説明いただいた10ページのレベル3 P S Aのいろんな評価があるんですが、今お話に出ました私どもJ N E Sというものは地震のP S A、評価基準何をとるかによるんですが、レベル3まで考えたときにこういういわゆる死亡確率を計算するとき実際にL N Tの過程を越えたもので何かやっておられるのかどうかという、極めてちょっと細かい話なんです、線量効果、L N T仮説に基づいていろいろ諸計算をされているのか、あるいはもう少し何かモデルとして組み込んだものがあるのかどうかだけちょっと教えていただければ。

○佐藤委員長 お答えになれますか。

○村松研究計画調整室長 それにつきましては、例えば安全目標と比べるようなときには本当に影響を受けるのは比較的距離の近いところでございます。そういうところを考えますとL N T仮説が問題になるようなレベルというのはリスク評価上は重要ではなくて、もっとずっと大きい急性死亡なり、あるいは数百m S vといった領域のところ重要になりますので、余り影響しないというふうに我々理解しております。

○佐藤委員長 よろしゅうございますか。

○山下委員 そこはわかっているんですが、実はこれの中に出てこないんですけど、いわゆる

確率論的影響まで考え始めると、そこはどうしても集団線量との兼ね合いとかもあって、踏み込まざるを得ないとは思いますが、至近距離の急性死亡確率のところの問題は余りおっしゃるようにはないんですけども、全体として重要度をどう見るかなんですけども、何か特別なことがJAEにおける評価において組み込まれているかどうかだけなんです。

○村松研究計画調整室長 私ども安全研究センターではそのLNT仮説よりもより精度の高い評価をするための研究というのは行っておりません。しかし機構全体としては基礎工学部門でもっとメカニスティックなモデルをつくるかそういった研究を行っています。それはすぐに役立つかどうかはあれですけども、将来そういうことが実用化されていくことを目指してやっているものだと理解しております。

○佐藤委員長 よろしゅうございますか。

新田委員。

○新田委員 先ほど班目先生から地震PSAのお話が出まして、平野さんのご説明でそういう経緯の中で分野を絞っておられるというんですけど、我々も非常にたくさんこの耐震安全性については最新知見を常にフォローアップしてやっていくという話がありまして、その中にもたくさん項目がございます。それでこの地震PSA一応原子力学会で標準できているんですけど、やっぱりまだまだいろいろ経験なりデータなりを積み重ねてみると、いろいろ改良の余地もあると思いますし、この耐震安全性という一つの概念の中でやはり源流は村松さん平野さん、ぜひ貢献していただきたいなという期待しております。余りサイクル施設だけじゃなくてぜひお願いしたいと思います。よろしく申し上げます。

○佐藤委員長 大体よろしゅうございますでしょうか。

○草間委員 1つだけいいですか。

○佐藤委員長 はい。

○草間委員 この原子力防災の中に国民保護法の原子力に関しても入っているのか入っていないのか。これは各県がそれぞれ指針をつくらなければいけないようになっているんですけど、各県としてはつくる能力があるわけじゃないですよ。だからそういう意味では国民保護法について、どこがどう責任を持ってやってくださっているかということをお教えしてほしいなと思っています。

○佐藤委員長 わかりますか。

○渡辺 少なくともうちのほうではテロのほうのやつは今外しています。要するにどんなテロが日本で起こるかというのは想定するのは非常に大変なんです。

○草間委員 だけど、国民保護法ではやらなければいけないし、各県では用意しなければいけないようになっているわけですよ。

○佐藤委員長 機構ではやっていないというご返答のようでございます。

ほかになれば、大分時間も押しておりますので、次へ行きたいと思っております。どうもありがとうございました。

それでは、次が軽水炉利用の高度化に対応するための安全評価技術として燃料安全及び熱水力に関する研究について、これは更田さんからお願いいたします。

○更田 安全研究センターの更田でございます。

軽水炉利用の高度化に対応するための安全評価技術。安全評価技術というくくりになっておりますが、これは重点安全研究計画におきまして、この燃料安全研究と熱水力安全研究が安全

評価技術というまとめ方をされていることに対応しているものですが、燃料安全研究、熱水力安全研究それぞれかなり大きな分野ですので、研究の具体的な中身まで立ち入る時間がございませんので、計画とそれから取り組みの方針について評価をいただきたいと考えております。

まず、現行の重点安全計画からの抜粋ですが、軽水炉利用の高度化に対し規制行政庁が行う行政判断の妥当性を確認していく必要がある。規制行政庁においても軽水炉利用の高度化に対応した安全基準の適合性の判断等を的確に行う必要があり、そのための安全評価技術の開発が必要である。研究内容としては軽水炉の事故事象をできるだけ忠実に解析するための最適安全評価手法の開発、ウラン燃料、MOX燃料の高い燃焼度範囲における事故時挙動を高い精度で評価する技術の開発等が重要である。

これを受けた現行中期計画が燃料につきましては軽水炉燃料の高燃焼度化に対応した安全評価と題して、安全審査のための基準等の高度化に貢献するために事故時燃料挙動模擬実験を実施するとともに高燃焼度燃料特有の現象を解明することによって燃料挙動解析手法を高精度化する。

一方、熱水力分野は出力増強等の軽水炉利用の高度化に関する安全評価技術というタイトルで、安全余裕のより高精度な定量評価が可能な最適評価書を開発する。特に3次元二相流や核熱の連成を含む炉心熱伝達など、複合的な熱水力現象のモデル化を図り、必要なデータを取得する。シビアアクシデントに関してはリスク上重要な現象のソースターム評価の不確実さ低減を図ることとする。

重点安全研究計画について現行のものは中間評価を受けておりますが、その中ではRIA及びLOCA時の燃料挙動実験から得られたデータが今後の安全審査への活用や指針類への反映が期待できる重要な成果であるという評価をいただいております。

そこで、次期重点安全研究計画及び中期計画、この次期というのは重点安全研究計画はもう既に定められた第2期の重点安全研究計画を指しておりますが、そこからの抜粋ですが、軽水炉の供用期間延長、燃料の高燃焼度化、MOX燃料の利用、超サイクル運転、出力増強など軽水炉利用の高度化に対応するための安全評価技術の開発及びデータベースの構築整備が必要である。研究内容としては、軽水炉利用の高度化に際して導入される燃料の安全性に関する知見、データの整備及び安全評価技術に関する研究、熱水力的安全評価技術の高精度化に関する研究などが必要である。特に重点化すべき研究事例としては、軽水炉利用の高度化に係る事故時の燃料挙動に関する基礎データの中長期的取得、安全評価技術の高精度化。さらに今回の重点安全研究計画では基礎・基盤的な研究というのが強調されておりますが、核熱材料における複合的評価技術の高度化、軽水炉利用の高度化に係る燃料挙動評価及び関連の現象モデル等の整備、単相及び二相の3次元流動に係る数値流体力学解析手法の整備と最適評価高度整備への応用、シビアアクシデントに関する研究というのが挙げられております。

まだ案の段階であります。次期中期計画で燃料分野では軽水炉の高度利用に対応した新型燃料の安全性に関する研究というテーマで、近い将来に規制の対象となる新型軽水炉燃料などの安全審査や基準類の高度化に資するため異常過渡時及び事故時の破損限界や破損影響などに関する知見を取得し、解析コードの高精度化を進める。熱水力分野では軽水炉の高度利用及び新型炉に関する熱水力安全研究として、システム効果実験及び個別効果実験などに基づいて3次元熱流動解析手法の開発及び最適評価手法の高度化を行い、シビアアクシデントを含む安全評価に必要な技術基盤を提供するとしております。

まず、燃料分野のお話を申し上げます。国内外の動向と研究のニーズですけれども、既に繰り返し重点安全研究計画の中でも述べられておりますように、燃料のさらなる高燃焼度化、現行の燃焼度制限は集合体の取り出し平均で55GWd/t、PWR、BWRともにその値ですが、これの延伸、さらなる高燃焼度化、それから出力増強、長期サイクル運転、最適運転サイクルの採用といった軽水炉の高度利用が進められておりました、これらはすべて燃料にとっては負荷の増大する方向の進化ですので、産業界は性能を高めた新しい被覆管や新しいペレットを含む高度化燃料の導入が計画をされています。この高度化燃料の実用化に関してはロードマップが日本原子力学会において産官学共同で行われておりました、燃料高度化技術戦略マップというものが定められております。

下に示しておりますのが、その技術戦略マップで記された導入戦略ですけれども、既に国外では実用化されているBWRの十重の安全審査が行われておりました、それから55GWd/tを超えるPWR、BWRそれぞれの燃料の導入がここに示している機関での安全審査が予定をされております。これにあわせて主に規制からの資金を主とする事故時の燃料安全研究というのを行っております、第1期が平成19年までの6年間、そして平成20年度からの6年間で第2期の計画を行っております、それぞれの安全審査にあわせて個別の安全審査並びに基準類の妥当性並びには基準類の改定に向けたデータや知見を提供していくという流れになっております。

項目を挙げるだけになってしまいますが、研究の成果とその活用について2枚にわたってご報告します。まず燃料安全研究の中で最も大きな分野である反応度事故時の燃料挙動、成果としましては、燃焼度77GWd/t、現行の燃焼度制限を超える範囲まで破損しきい値などに関するデータを拡充しました。また新たに開発した高温カプセルを用いて実機の冷却条件を模擬した条件下でデータを得た。これは高温の水の条件下では世界初めの実験です。そして実機で照射された、具体的にはスイスのベツナウ等で照射されたプルサーマル燃料を対象に実験を行いました、室温並びに高温条件において燃料破損等々の挙動データを取得しました。これも水条件下で世界初のものであって、その成果はスイスで行われた学会での最優秀論文賞を受賞しております。また、反応度事故条件下で燃料が破損に至る際のメカニズムを検討して、破損限界と被覆管外面酸化膜厚さとの相関を実験的及び解析的に明らかにしました。これは原子力学会の論文賞をいただいております。さらに、高度の解析開発を並行して進めておりました、被覆管内の応力歪み分布や燃料ペレット内の熱応力分布などを解析して、燃料破損に至る条件やFPガスの放出条件などについて実験の結果を評価しております。

これらの成果の活用ですが、反応度事故時の燃料破損しきい値、これは燃料の性能向上を反映可能な基準の策定に向けて、燃焼度にかわる新たな指標を提案しております。また、現行の基準がカバーしている、現行の基準というのは65以上に関しては工学的判断で基準を引いているんですが、その65GWd/tを超える燃焼度範囲やプルサーマル燃料に対して現行のRIA基準の安全余裕を確認しております、特にプルサーマル燃料等に関しては個別の安全審査や立地地域などへの説明に使われております。

一方、冷却材喪失事故時の燃料挙動に係る成果としては、やはり急冷時の破断限界であるとか酸化速度に関するデータを燃焼度76GWd/tまで拡充をした。これについては韓国で行われたWR FPMという燃料に関する国際会議での最優秀論文賞をいただいております。高燃焼度燃料挙動解析コード、これは事故時ではなくて通常時及び異常稼働時の挙動を解析するFE

MAX I コード、これはもう20年来原研が開発を進めて、その都度公開をしているコードですが、FEMAX I というコードの開発と高度化を継続しております。それから、燃料挙動ではありませんが、MOX炉心のドップラー反応度測定、これはSCAを用いてドップラー反応度を測定しようとするものですが、これに関してだけは計画よりもほぼ1年の遅れを生じています。というのは、原子力機構の原子力科学研究所内の中の施設の安全総点検等もありまして、施設が長期間とまったこともあって、現在のところでは参照データのためのウラン体系でのU238のドップラー反応度測定を実施するところになっておりまして、今年度、次年度以降からプルトニウムサンプルを用いた実験を開始する予定としております。

成果の活用ですが、LOCA時の燃料挙動はECCS評価指針について、安全余裕の確認を通じて個別の安全審査や立地地域への説明などをサポートした。それから、フナツコードはクロスチェック用の解析コードとしてJNESに提供しております。

これらを受けた、今度は取り組みの方向性ですが、具体的な課題としましては、冒頭申し上げたように改良合金を用いた被覆管や添加物を加えたペレットなどを近い将来に導入が予定されている高度化燃料に関する事故時燃料挙動のデータを整備していく必要がある。これらはさらなる高燃焼度化、出力増強、最適運転サイクルの導入等に関する安全審査に必要となるものです。また、反応度事故時の過渡変化初期におけるFPガスの放出、ペレット膨張に与える寄与の解明、これはプルサーマルの安全性に関して特に重要なものです。さらに、これはちょっと中長期的な課題ではありますが、これまでとってきた手法である多くの実証的な実験に耐えることない反応度事故時の安全性の確認を目指している。

この1、2、3それぞれに数字を対応させておりますが、研究の方針として、高度化燃料、これは高度化燃料の照射というのは国内では行われておりませんで、国内電力各社とも海外で先行させて照射をしていますので、それらの燃料を欧州から導入をして、事故時燃料挙動実験に寄与していく。さらに、それらのデータを保管するためにOECD/NEAのCABRIホループ計画へ参加してデータを入手していく。それから、過渡変化初期におけるガスの挙動に関してはフランスのIRSNと共同してFPガスの動的挙動実験というのをNSRRにおいて実施する準備を進めています。3つ目は、実験に大きく耐えることがないという点ですが、1つの取り組みとしましては多軸応力下被覆管の機械特性測定試験、これは東京の農工大との共同研究として進めておりまして、炉外において反応度事故時の燃料挙動を模擬する分離効果試験技術の開発を進めるとともに、初亀裂先端部における応力集中などに関する理解をもとに破損予測モデルを開発して、RANNSコードにおける破損予測精度の向上を目指している。非常に雑駁に申し上げますと、RANNSコード、現在は実験解析に用いるというレベルですが、この精度を上げていって、実機の破損予測に使えるところまで今期で持っていきたいと考えております。また、高度の性能評価のためにOECD/NEAの燃料安全ワーキンググループにおけるコードベンチマークをIRSNとともにリードしていく計画としております。

さらに、具体的な課題と研究の方針が続きますが、LOCA時の炉心冷却可能限界、これは根拠とする考え方が日本と欧米とで異なっています。さらに、基盤的な燃料安全研究の実施、これは人材維持のためにも重要と考えております。それから、研究炉を含めた次世代炉に向けた展開、プルトニウム体系での先ほど申し上げたプルトニウム体系でのドップラー反応度を測定並びに臨界安全研究に関する基盤の維持・確保。LOCA時の冷却可能限界に対する考え方については先ほどと同じようにNEAの燃料ワーキンググループにおいて国際的な共通理解に

向けた検討タスクをリードしておりまして、現在技術意見書の策定を進めているところです。

それから、基盤的な燃料安全研究の実施、これはFEMAX Iコードを継続して、さらにIAEAにおけるコードベンチマークに参加していく。さらに、さまざまな共同研究等の実施を考えておりまして、動力炉において観察された被覆管の特異な腐食について、これは産業界との協力ですが、原資燃料工業との共同研究、それから将来の導入が予定されている二元系合金の腐食メカニズム、これは東北大との共同研究など、産学と連携した基礎的な研究を進めようとしております。

先ほど来、人材育成に関してご質問いただいておりますけれども、人材育成に向けて力点を入れようとしているところは、1つは先ほどの予算に関して交付金、もとより私ども受託事業だけでなく交付金を少しでもいただけるように努力に努めていく考えではおりますけれども、一方で経営の事情を鑑みるとそう大きな進展は見込めない。そうなったときに、では受託といっても規制側のお金からの受託だけではなくて、例えばJSTが行っているさまざまな制度であるとか科研費であるとか、そういったものへの応募も目指していきたいと考えています。というのは、組織としての競争的資金獲得ではなくて、研究者個人としての競争資金獲得というのは、人材育成に当たってかなり力をつけるのに役立つという経験を持っていますので、また共同研究もそれぞれそういった競争的資金を獲得して行っているものですから、そういった受託の交付金以外のリソース、さらにはそういった活動を通じて大学や産業界と触れることが人材育成にとっては極めて有益だと考えています。

それから、研究炉を含めた次世代炉への展開、これは軽水炉以外という意味ですけれども、現在、高温ガス炉燃料の実験を実施しておりまして、照射済み燃料実験に向けた協議をDOEと行っています。またTRIGA燃料実験、これはウラン水素化ジルコニウム燃料の実験を継続するとともに、次世代研究炉燃料であるウランモリブデン燃料の実験実施に向けてNSRRの原子炉設置変更等を検討しております。

臨界安全研究ですが、STACYの更新を通じて5%を超える濃縮度を持った燃料の臨界安全研究に向けて展開を進めてまいりたいと考えております。

既に時間がオーバーしているようなので、熱水力安全研究ですが、まず研究の成果、最適評価手法の開発、これはOECD/NEAのもとでROSAプロジェクト、これは計画を終了してさら第2期計画を開始しております。LSTF実験によるベスト・エスティメート手法の検証開発に有用なデータを得るとともに、軽水炉の国際的な安全性向上に貢献をしました。核熱安定性実験、THYNCという装置を用いまして核熱特性の相違がBWRの炉心安定性に大きな影響を及ぼさないなど、核熱安定性に関する技術的知見を拡充しました。過渡ボイド試験、これは反応度事故時のボイドフィードバックに関する実験ですけれども、低温時及び高温待機時のRIAを模擬した個別効果実験を行って、RIA時の特にBWR燃料の事故時制限値に関する解析に関して必要な過渡ボイドデータを取得しております。Post-BT試験、これもBWRの熱水力条件下でPost-VT領域の変化、ドライアウト、リウエットに関するデータを取得して、学会標準が推奨しているモデルの妥当性の評価をしました。RISA、これは照射容器表面活性ですが、RISAの電熱促進試験をJMTRで行いまして、照射可能海面活性効果によって限界熱流束が向上することを確認して、原子力学会の技術賞を受賞しております。ソースターム評価手法の開発、シビアアクシデント後の格納容器内の環境を模擬して、照射下でのガス状ヨウ素の放出に関するpH、雰囲気、有機物などの環境影響に関する系統的な

パラメータ試験を行うとともに、ヨウ素化学挙動コードを開発しました。地震時のBWR安定性解析、TRACK/SKETCHコードを改良して可振下での核熱練成解析手法の整備を行いました。

成果は、軽水炉事故時の現象解明と安全評価用熱水力評価手法、ベスト・エスティメント手法の整備や軽水度利用の高度化に伴うRIA指針やECCS性能評価指針など審査基準の見直しに活用されております。特に過度ボイド試験のデータに関してはJNESや産業界に提供して安全評価指標の検証などを支援しております。Post/BTに関しては学会の標準の技術的検討に有用な情報を検討しました。またAM策として未整備のシビアアクシデント後の防災対策解除の判断基準等の意思決定に貢献し、独自開発の水蒸気爆発コードJASMINを公開してJNESや産業界に提供、技術支援を行っております。

そこで、取り組みが2枚続くんですが、国内の動向、これは炉設計や既成の国際標準化、特徴的なのはMDEPなどの活動ですけれども、標準化の国際的な取り決めがなされていて、一方我が国では規制指針類の体系化やシビアアクシデントの対処などが議論をされています。原子力学会では熱水力のロードマップが策定され、次世代軽水炉開発や安全評価書の高度化を中心に具体的な実施課題が整理されているところです。また事故現象の詳細評価に関したCFD手法の開発や応用が本格化して、3次元熱流動予測を通じたベストエスティメント賞やモデルの精度検証をCFDとBUとを組み合わせた解析手法の開発が進められています。

右側半分に関しては既に出てきているところなので割愛をさせていただきます。

やっと最後の1枚にたどり着きましたが、NEAのROSA-2プロジェクトを継続し、リスク情報を活用した規制に対応する中口径破断LOCAやアクシデントマネジメントの有効性評価に係る蒸気発生器、電熱管破損事故回復を模擬したLSTF実験を実施してまいります。また、次世代軽水炉が備える先進安全系の性能評価のためLSTFにおけるシステム効果実験を計画しています。LSTFでのシステム効果実験並びに中・小型設備を用いた詳細な個別効果実験により、現行軽水炉の高度利用や新型軽水炉に係るより合理的な安全評価を目指したベストエスティメント手法のBE手法の高度化を図る。あわせて統計的安全評価手法の規制への適用に際する評価を行う。さらに3次元二相流を扱うCFD、数値流体力学手法の適用性検討やモデル開発を進めて、対応する詳細実験により必要なデータベースを整備してまいります。シビアアクシデントに関してはリスク評価上不確かさが大きい格納容器内ガス状ヨウ素放出強度に関わる実験、これは現在行っているものです。さらに解析コードの整備を継続してまいります。さらに、次世代軽水炉など新型軽水炉に対する規制での取り扱いの明確化、シビアアクシデントの取り扱いの明確化に備えて、シビアアクシデントを考慮した安全評価や安全機器の有効性評価に適用できる解析コードの整備を進める考えでおりまして、年次展開が下に示してございます。

以上です。

○佐藤委員長 ありがとうございます。

ご質問、ご意見等ございますでしょうか。大分時間も押しておりますので、ご質問、ご意見のほうもなるべくコンパクトにお願いいたします。それではどうぞ。

○三島委員 新しい安全評価手法を開発されているということで、具体的にはPost/BTとかそういうのがあると思うんですけれども、新しい安全評価手法を開発したときに、現行の判断基準に照らして判断されると思うんですけれども、現行の判断基準というのは決定論的

法を前提として定められた経緯があると思うんですけれども、新しい評価手法を開発したときに、それに照らして現行の基準でいいのか、あるいは新しい考え方が必要なのか、その辺も含めて検討していただけるとありがたいと思うんですけど。

○佐藤委員長 よろしいですか。

○更田 1つには、現行の基準がカバーしきれていない部分というのは、特徴的にはB E手法の導入に際して今の体系が決定論的、例えば最も保守的な条件を用いてとか、そういったくだりは、指針・基準の随所に出てまいりまして、それらがすべて制約となって、例えば統計的安全手法の導入を阻害している部分があって、これはつい最近も電気事業連合会が原子力安全委員会の体系化小委員会で最も強く喫緊の課題として解決してほしいという要望が事業者、申請者側からもあったところであって、これはある意味私ども機構の手に余ることではあるんですけども、安全委員会のほうがそういった改訂を進めていることに関しては、できる限りのサポートをしてまいりたいと考えております。

○三島委員 手に余るとかおっしゃらないで、できるだけ科学的合理性をもって何かそういうデータとかエビデンスを示しながら、考え方を提案していただけるとありがたいんですけども。

○更田 はい。

○佐藤委員長 ほか、よろしゅうございましょうか。

よろしければ、ここでちょっと休憩をとらせていただきます。大分時間を押していますけれども、一応3時15分まで休憩とさせていただきます。15分ぴったりに始まりますので、ひとつよろしくお願い申し上げます。

午後3時08分 休憩

午後3時17分 再開

○佐藤委員長 それでは、私の電波時計によれば、予告した時間にあと数秒でなりますので、再開させていただきます。

次は、材料劣化・高経年化対策技術に関する研究ということで、鬼沢さんによりしくお願いいたします。

○鬼沢 安全研究センターの鬼沢と申します。

材料劣化高経年化対策技術に関する研究につきまして、主な成果、それから今後の方向性についてご説明いたします。

まず1ページ目にお見せいたしますのは、現行の重点安全研究計画並びに現行の中期計画でございます。左側が安全委員会での重点安全研究計画の課題、それから原子力機構に期待する安全研究、さらには安全委員会からの指摘事項というものを並べてございます。

まず、重点安全研究計画におきます課題といたしましては、亀裂進展評価法や亀裂のサイジング技術等に関する最新の知見の整備、経年変化現象の解明とその予測評価手法の整備、亀裂や劣化の検出・測定法の開発整備並びに構信頼性評価手法の整備等が重要であるとうたわれております。このような必要となる項目に対しまして、原子力機構に対してはその特徴を生かした研究をするということで、このように材料劣化現象の解明と評価手法の開発について4項目が掲げてございました。1つは放射線場における材料劣化の機構論的な評価手法の高度化、圧力バウンダリ配管等の高経年化を考慮した地震時信頼性評価手法の高精度化、3つ目は確率論的破壊力学(PFM)、Probabilistic Fracture MechanicsなのでPFMと使う場合もありま

すけれども、その解析に基づく構造信頼性評価手法の確立、最後は監視試験片による原子炉圧力容器の破壊靱性評価手法の高度化ということでございます。さらに、これらの研究を生かして成果をもとに高経年化に対する安全規制手法の提案ということで、定期安全レビューやリスク評価等への貢献をしてほしいというようなことが書かれてございます。

また、安全委員会での指摘事項といたしまして、照射誘起応力腐食割れ（ISCC）に関するさらなる研究にも期待するというようなことがございました。

このような背景を受けまして、私どもの現行の中期計画は、右にございますように、研究目的を掲げてございます。具体的には、研究内容に4つほど箇条書きで並べたものがわかりやすいと思いますので、こちらを説明いたします。1つ目は確率論的破壊力学解析手法に関する研究でございます。当然のことながら左にありますように、その手法を用いた構造信頼性評価手法にかかわる研究ということでございます。また（ロ）は経年変化の予測手法及び検出手法に関する研究ということでございまして、やはり放射線場における材料劣化に注目した研究を進めてまいりました。また照射誘起応力腐食割れに関する研究は指摘事項への対応でございます。また、さらに3次元仮想振動台の開発・適用研究ということでございまして、これは計算科学の分野で実施しておりますものですが、中越沖地震さらには耐震指針の改訂などを受けまして、このような安全研究として掲げて進めてまいりました。

引き続き、2ページ目は次期重点安全研究計画、第2期ですね、それを受けてそれに対応する形で私ども考えております中期計画の案でございます。

まず上に掲げましたのが第2期におきます課題でございます。非常に細かく文字が並んでございますけれども、基本的には材料劣化現象の把握をさらに進める、さらには長期にわたる予測を行うといったことがまず最初に掲げられてございます。さらには、健全性評価技術、また確率論的な手法に基づく構造信頼性評価手法や長期の保全手法に関する技術基盤の整備などということで、引き続き同じような研究が重要であるということでございますけれども、さらに長期にわたる予測といったものが含まれているというようなことと理解しております。

さらに、原子力機構に対して期待されている研究といいますものをここに3つほど掲げてございます。1つはJMT R、これは材料試験研究炉でございまして、材料に中性子を当てるといったことによって材料の挙動を調べるために使っております研究炉でございます。このJMT R等を用いた放射線、高温水に起因する原子炉材料の経年劣化に対する予測評価の高度化の研究、これを期待されている。次が確率論的破壊力学解析手法を導入した検査や保全手法に関わる構造信頼性評価手法に関する研究。現行のものと似たような書きぶりになっておりますけれども、より実際の高経年化対策への適用を考えた研究を進めてほしいというような期待だと思っております。また、設備の健全性評価や材料劣化に関わるシミュレーション技術に関する研究、この辺は先ほどの計算科学的なことへの期待と考えております。4つ目に、再処理施設機器材料の高経年化評価手法の研究も掲げてございましたが、これは別途この次の発表の核燃料サイクル施設の安全研究のほうに含めてございます。

次期中期計画の案でございますけれども、原子炉機器における放射線や水環境下での材料劣化に関して実験データを取得し予測精度の向上を図るといったものが1つ目でございます。タイトルにあります材料劣化高経年化のうちの材料劣化の部分はこの前半に関わりまして、後半、高経年化に対応した確率論的手法等による構造健全性高度評価手法及び保全技術の有効性評価手法を整備するということが高経年化対策に関わる私どもの研究の役割かと思っております。

3 ページは、これまでの研究成果とその活用でございます。具体的な中身は参考資料のほうに掲げてございますので、ここは箇条書きを読み上げる形で説明させていただきます。

1 つ目は、確率論的破壊力学解析手法を整備しましたということでございまして、それぞれ経年劣化や亀裂進展評価法などを組み込んだ解析コードをつくりました。また国際ラウンドロビンに参加することにより妥当性の確認などを行っておりまして、この分野で原子力学会賞を受賞するに至っております。

また、材料劣化に関しましては原子炉圧力容器鋼の中性子照射脆化というものを放射線場における材料劣化の中心的な研究として実施してまいりまして、その破壊靱性を評価するための破壊靱性マスターカーブ法の整備に貢献するといったこと、それから脆化の中でも粒界脆化の発生という、将来的に顕在化する可能性のあるような脆化に関する研究を進めてまいりました。

同じように、圧力容器鋼の照射脆化に関わる溶接熱影響部に関する材料劣化の研究やケーブルの劣化、絶縁劣化ですね、それに関するメカニズムや非破壊診断手法に関する研究を進めてまいりました。また、この辺につきましては実は受託事業として進めているものでもございまして、引き続き次年度にも継続的に研究を進めていく予定であります。

また、照射誘起応力腐食割れに関しましては J M T R で照射した材料を用いてデータを取得いたしまして、I A S C C の評価ガイドの策定に貢献したということでございます。

また、3次元仮想振動台につきましては、実振動データと書いてありますが、これは実際大洗におきまして H T T R で測定したデータと比較することによって、その解析技術を検証してございます。

これらの成果の活用に向けての取り組みでございますけれども、照射脆化の評価における一つの手法であります破壊靱性マスターカーブ法について日本電気協会の規程の策定に貢献してございます。

また、P F M 解析コードの整備を進めてまいりましたけれども、この活用について現在検討中でございます。

このような成果を現行の中期計画において達成してまいりましたけれども、引き続き今後の取り組みにつきまして説明する前に、まず国内外の動向や研究ニーズについて1枚ほど説明させていただきます。

高経年化というキーワードで皆様ご存じだと思いますけれども、既に初期のプラントは、原子力発電所は40年を経過するという時期に来てまいっております。また30年を超えるプラントが全体の3分の1にも達するというような状況であることはご存じのとおりでございます。このような発電所に対する高経年化技術評価というものが既に実施されてまいっている。さらに、国際的に見ましても、I A E A や O E C D / N E A などにおいてこういった経年劣化管理に対する取り組みが昨今進捗しております。米国では特に60年を超えて80年までの運転といったことも視野に入れた研究が開始されるという状況に至っていると聞いております。このような高経年化対策に関しましては産学官や学協会が連携して高経年化対応技術戦略マップというものが既に策定されてございまして、これらに私どもも一部貢献してまいりましたけれども、毎年のようにローリングという形でアップデートしてございます。

また、国の動きといたしまして、高経年化対策の充実なども考慮した新検査制度といったものが導入されているというような状況でございます。

今後30年、40年を超えた供用や、それから50年目を迎えるプラントの技術評価といったも

のへの対応が必要になるということから、今後も引き続き材料劣化に関する知見、高経年化対策技術の一層の高度化が必要であるという状況でございます。

高経年化に対する対応のシナリオ、時間的なシナリオを下のほうにグラフとして表として書きましたけれども、基本的には現行中期計画期間、それから次期に向かって線があるわけではなくシームレスに長期の予測をとにかく精度を向上していく。さらには実際にリスク情報を活用した保全を行うとか規格基準類の整備を進めていくといったことが現状必要な状況であるという認識でございます。

このような背景を受けまして、私どもの研究の内容について触れさせていただきますが、まず方針といたしまして、私ども J M T R 等の施設基盤を活用するというをまず重要と考えてございます。さらにこういった基盤を活用して、機構論的な観点から放射線、水環境等の原子力特有の環境に起因する材料劣化に関する研究に取り組みたいということを考えてございます。また、高経年化対策をより合理的に評価するといった観点で必要と考えております確率論的な評価手法、それから健全性や材料劣化のシミュレーション技術の整備といったものにも取り組んでいきたいということでございます。

すみません。前のページでちょっと説明を忘れてしまいましたけれども、この技術戦略マップにおきましては、今後の研究のポイントといたしまして、実機で使われた材料、長期間供用された材料を使用した安全基盤研究の推進というものが今後重要であるというふうにうたわれております。これに対応した研究といたしまして、私どもは廃止措置を今進めております「ふげん」を利用した研究に取り組むということもその方針の一つに掲げてございます。

具体的に研究の方針を示しますが、1つ目は長期供用に対応した材料劣化予測評価法の高度化ということでございまして、これらはデータをとるということで高経年化技術評価の審査マニュアルなどへ反映していくということ、さらには後半に述べます健全性評価手法の高度化に反映していくということになると考えておりますけれども、先ほど申しましたように、放射線に起因する原子炉材料の経年劣化というものを考えまして、私ども研究をここには3つほど掲げてございます。

1つは、原子炉圧力容器鋼の中性子照射脆化でございます。これはもう30年以上にわたってずっと研究を進めてまいったものでございますけれども、さらに運転を開始する予定の J M T R、これは23年度から運転を開始するというようになっておりますけれども、その施設に照射研究関わる設備の整備を進めておりまして、それらを活用いたしまして、なおこれまで十分に組み込まれていない溶接熱影響部の非均質性とか、さらには50年・60年を超えるプラントに対する超高照射量域の脆化機構の解明などに取り組みたいと考えております。また、そのアプローチといたしましてはナノスケールの微細な組織を観察する、さらには破壊靱性という、物が壊れることを評価するための寸法効果までマルチスケールでの試験やシミュレーションを進めてまいりたいというふうに考えてございます。

また、炉内構造材の照射環境下での応力腐食割れにつきましても、先ども申しましたように J M T R に現在試験設備の整備を進めておりまして、これらを利用いたしまして、材料と放射線それから水環境の相互作用というものの着目した試験データを取得するという取り組みでいきたいと考えております。

また、材料劣化という観点ではケーブル絶縁劣化、最初に成果のところでは若干触れましたけれども、この研究も進めたいというふうに考えております。さらには制御棒用ハフニウムの照

射成長といった予測精度の向上に必要と考えられる研究にも取り組むという方針でございます。

最後のページになりますが、構造健全性評価手法の高度化及び保全技術の有効性評価手法の整備という題目で実施いたします項目をここに3つほど掲げてございます。

1つは破壊力学的な構造健全性解析手法の高度化ということでございます。破壊力学的なという観点では、現在多くのプラントでいろいろなひび、亀裂といったものが見つかるという事象が起きておりますけれども、構造的にかなり難しい部分、それから材料が不連続である。異種材料がつながっているといったところにひびが発生するといったことが往々にして起きますので、そういったものにも対応できるよう健全性評価手法というものを高度化という中で取り組んでいきたいと考えております。さらには確率論的な手法を導入した構造信頼性評価手法の適用性の検証を行うということ踏まえまして、規格基準に生かしていきたいというふうに考えております。

また、実機を利用した研究ということで先ほども申しました「ふげん」において長期間供用された材料を採取いたしまして、それらをその材料において実際に起きていた経年劣化、それを評価するといったことを踏まえまして、これまでの高経年化対策技術の妥当性を検証するようなデータをとっていききたい。さらには、これまで「ふげん」で取り組まれた保全技術、そういったものの有効性といったものも評価していきたいというふうに考えております。

最後は3次元仮想振動台という、これは計算機の中で大型の構造物を振動させるというものでございますけれども、こういった3次元仮想振動台につきましては、これまでも研究開発を進めてまいりましたが、非弾性の動的な解析技術というなかなか難しい問題に今取り組んでございます。時間がかかると思っておりますけれども、この辺の研究開発を進めまして、構造健全性評価手法の高度化、すなわち地震が起きたときの荷重の評価、それらを精度よく行うということに結びつけたいと考えております。

以上でございます。

○佐藤委員長 ありがとうございます。

何かご質問、ご意見等ございますか。

よろしゅうございますか。

それじゃ私から一つ質問を、私はこういう問題は素人ですので、全く素人的な質問になるかとは思いますが、これは機械だって人間だっておんなじで、使っていけば年をとるわけですよ。材料だって同じことです。ところがね、どういうふうに年をとって何が起こるかというのは、例えば人間を見ると一人一人全部違うんです。例えばここを見ただけでもわかるでしょう。ねえ、石島さん。

○石島安全研究センター長 はい。(笑)

○佐藤委員長 でね、そういう材料のほうだって試験の仕方、その解釈によって、ものすごいばらつきが出る可能性もあるんだと思うんです。こういう経年変化みたいなものに対しては。そういうものは何か統一的に解釈し取り扱う手法というものはあるんでしょうか。

○鬼沢 非常に難しいご質問だと思いますけれども、統一的に評価する手法というのは多分劣化をするモード、そういう事象のもとに多分違ってくるかと思えます。実際、実機で発生しているものもかなりばらついた状態で発生いたしますし、実験的にもかなりコントロールした状態で実験データをとったつもりでいても、かなりばらついてくる。

○佐藤委員長 そうですよ。

○鬼沢 ということは往々にしてございます。ですから、ある分野では試験の標準化、そこからスタートする部分もあるということです。さらには実際の本質……

○佐藤委員長 なるほど、わかりました。余り詳細は結構です。そういうことも念頭にあるということだけで私は結構でございます。

ほかに何か。はい、新田委員どうぞ。

○新田委員 6ページの「ふげん」の材料等を用いてというところの最後の長期保全技術の適用性や有効性の評価手法というのは、これはどんなものがイメージされているのでしょうか。

○鬼沢 具体的には配管減肉やSCCなどのそういった劣化事象を対象といたしまして、例えば水素注入をしたという実績がございますので、その影響、その効果がどういったものになっているのかというのは見ることが可能なのではないかというふうに、それが一つの保全に対する知見になる。それから配管減肉という事象もございますので、それについても流れの面で、実際の流れはどうだったかという評価をすることによって、減肉の予測といったことに寄与するデータが得られるのではないかと考えております。

○新田委員 わかりました。イメージされていることはわかりました。要は、その酸素注入して炭素棒の減肉、酸素皮膜をつくって減肉を防ごうとか、あるいは水素注入してSCCを防ごうとか、そのイメージをこの保全技術と呼んでおられるんですか。

○鬼沢 はい。ここではそういった「ふげん」で実際使われた技術ということを考えてございました。

○新田委員 ちょっと言葉から言うとぼくはちょっと検査技術とかその評価方法とか、何かそういうイメージでこの保全技術の言葉をイメージしましたので。

○佐藤委員長 はい、結構です。

ほかよろしゅうございますか。

それではどうもありがとうございました。

それでは、続きまして核燃料サイクル及び廃棄物・廃止措置の安全研究等につきまして、中山さんからお願いいたします。

○中山 中山でございます。

核燃料サイクル施設の分野とそれから廃棄物・廃止措置の分野、2つの分野をそれぞれ前半、後半でお話したいと思っております。大変ちょっと文章の量が多くなっていますので、ちょっと申しわけありませんが、もしかして飛ばしながら、あるいは順番を変えながら……

○佐藤委員長 いやいや、それで結構です。

○中山 なるべくわかりやすいように説明いたします。

まず、核燃料サイクル施設のほうのお話を始めます。これが現行の重点安全研究計画とそれに基づいて我々がつくった現行中期計画でございます。上のほうは安全委員会の重点安全研究計画を引き写しただけでありまして、我々としましては大きな研究テーマとして2つを考えていました。1つは核燃料サイクル施設の臨界安全性に関する研究、それからもう1つは事故が起こった場合の放射性物質の放出・移行特性に関する研究でございます。

臨界安全性に関する研究は、例えば再処理施設に対する臨界事故に対する臨界安全評価手法の整備、それからMOX燃料加工施設の臨界事故に対する実験データを蓄積するとか、それから同じく安全評価手法を整備するという研究でございました。それから、使用済み燃料の輸送だとか中間貯蔵施設の安全、今後の安全基準整備に資するために燃焼度クレジットと申します

か、燃えた分だけ余裕があるだろうという、そういう燃焼度クレジットの定量化とか、それを用いた場合の臨界管理手法の整備、臨界安全データベースを整備するという研究テーマでございます。

もう1つは、核燃料サイクル施設の火災だとか爆発だとか臨界事故とか、そういった事故が起きた場合の放出・移行特性、放射性物質の飛散の特性に関する基礎データを取得し、安全審査等に対する科学的知見を提供するというところでございますが、もちろん再処理のほうは既に安全審査等を通っていますから、その安全審査のためというわけではなくて、ほかの施設の今後の安全審査のためだとか、それから後続規制のためとか、そういったところでございます。

次のページが次期計画ですが、その前に先に今申し上げた研究に沿って行った成果をここに示し、3ページ目です。項目並べてありますが、1つ2つだけ申し上げますと、皆さんご存じと思いますが、STACYという、世界では多分1つしかないと思いますが、低濃縮ウラン溶液の臨界量をはかる実験施設を使いましてデータを取得する。それからそのほかにはいろんな解析技術を開発する。例えば、ここに臨界の制限値という $k=0.98$ という数字を得ましたということが一つの成果であります。従来0.95だったのが0.98になったというその数字だけ取り上げますと、それが直接的にご利益があるのは事業者なんですけれども、我々研究屋としては、例えばSTACYを初めいろんな実験によって信頼できるデータを得た、あるいは世界のデータのうち信頼できるデータを選んで、なおかつそれをもって我々が自分たちが開発した計算手法でもって非常に信頼できる数字0.98という数字を得たということ、あそこに書いてあります臨界安全ハンドブックと書いてありますけれども、これは中身はガイドラインみたいなものなんですけれども、それでもって公知したということに我々の研究の成果の貢献があるのだろうというふうに考えております。

1枚戻って、次期、今後の中期計画でございますが、この次期中期重点安全研究計画の2つの段落のうちの前半、これは前と全く同じとは言いませんが、ほとんど継続ということで変わっておりません。むしろここにあります研究内容としては、ここが要するに、次期、前と違うところでございまして、特に強調されていますのが核燃料サイクル施設におけるリスク情報に関することをやりましょうということで、何せ運転経験が少ないものですから情報自体が少ないんですが、実験等も加えて収集する、それからその解析手法も同時に並行して考える、さらに当然ながらその活用についても考える。そういうことを本格化しましょうということだと考えております。

それからそれ以外に、使用済み燃料の輸送や貯蔵に関する燃焼のクレジットを引き続き取り入れることを考えて、評価手法を整備する。それから新型燃料に対する臨界安全手法の整備、再処理施設の高経年化手法の整備ということで、次期中期計画としましては、ここに書きましたように、リスク評価上重要な事象の影響評価手法の整備を目的として、放射性物質の放出・移行率などの実験データの取得及び解析モデルの開発を行う。また新型の燃料等に対応した臨界安全手法や再処理施設、機器、材料の経年化の整備を行うということで、キーワードといいますか、着目したのは3つといいますか、リスク情報ということと、それから新型燃料等に対する臨界安全評価手法ということと、もう1つが経年化評価を進展させるということの3つというふうに考えています。

というわけで、我々の中期計画の中でさらに細分化した研究テーマというのを3つ考えまして、4ページと5ページに分けて3つが書いてあります。繰り返しになりますけど、1つがり

スク評価上重要な事故の影響評価に関する研究でございます。これの実験部分が先ほど防災のところのお話で出ました、あそこと連携してやって、こちらでは実験をやるということでございます。それから2番目が臨界安全性に関する研究で、ここにちょっと別にどこから認められた絵ではないんですけども、我々が考える現行燃料、次期燃料、それから将来燃料に対する加工、輸送・中間貯蔵、再処理という核燃料サイクルの工程においてどういうことを導入しなくてはいけないか、考えなくてはいけないかということを簡単に書いた絵でございまして、これに基づいて、まずは初期の濃縮度5%超のウランの燃料を想定して、臨界安全の想定、リスク評価の考え方の取り入れ、毒物クレジットという、わざと中性子を吸収するようなものを入れて、その効果を定量化する。そういった考え方を進めたい、研究をしたいというふうに考えています。

それから3番目が再処理施設機器材料の高経年化評価手法で、これも大変難しい課題だと思います。運転経験が少ないだけに難しい課題だと思いますけれども、高経年化するのは間違いないわけで、これから解析手法とかそれからデータの取得手法というのを考えていかなければいけないということだと考えています。早口ですけれども、以上が核燃料サイクル施設でございます。

後半の廃棄物・廃止措置にまいります。廃棄物・廃止措置だけで実は重点安全研究計画の中でも3つに分かれておりまして、それがここに書かれているものです。1番目が高レベル放射性廃棄物の地層処分、それから2番目がこれは高 β γ廃棄物云々と書いてありますが、要するに低レベル廃棄物のことでございます。その処理処分。それから3番目が廃止措置技術でございます。それぞれに対して中期計画を我々は計画の中でそれに対応してテーマを考えております。ですから、ほとんど繰り返しになりますけれども、高レベル放射性廃棄物の地層処分に関する研究、低レベル廃棄物の処分に関する研究、我々、処理のことは処理の安全のことはやっておりません、処分に関する研究、それから廃止措置に係る被ばく評価ということです。

高レベルはちょっと飛ばしまして、成果にまいりますと、低レベルが先ほど一番最初にちょっとご紹介があったと思いますけれども、ウランのクリアランスレベルの算出というのが、これが直接に原子力安全委員会の報告書によりまして規制貢献の一つの例でございます。この低レベル廃棄物の研究の中ではウラン廃棄物のクリアランスレベルのほかにTRU及びウラン廃棄物の埋設濃度上限値の設定というのもありました。浅いところに埋めるんですけれども、これ以上濃い放射性廃棄物は埋めてはいけないということの数値を出すために、いろいろ計算手法を示したり、それから試算値を示したりということで、これが既に19年ですか、原子力安全委員会の報告書になって示されております。それに引き続いてウラン廃棄物のクリアランスレベル、これ以上薄ければ放射性廃棄物として認める必要はありませんと、そういう数字を出すための計算手法と数値を出して、それが昨年10月ですか、21年10月5日ですね。原子力安全委員会報告書になっております。

それから、廃止措置についてですが、廃止措置については、ここに成果と活用というところに3つ書きました。まず1つはサイト解放基準算出のためのコード整備ということで、これはサイト解放といっても、まだ具体的にどこかサイト解放するところは見つかってなくて、ちょっとえらく早くやり過ぎたかなと思っているんですけれども、いずれ原子力施設を炉規法から解放するためにサイト解放の、それをサイト解放と言うんですけれども、その確認をどうしたらいいのかということの確認基準、技術開発も含めて研究をしました。

それから2番目は、解体作業の特徴を反映できる被ばく線量評価コードを開発するとともに、実機切断試験データを取得、評価パラメータの保守性を検証とありますが、これは廃止措置段階ということは既に使用済み燃料は取り去っているのと、取り去ってリスクがぐっと減っているのと、それから廃止措置を進めれば進むほどリスクは減っていくわけですから、それに応じて規制の合理化というか考えたらいいだろうと思うんですね。そのためにはきちんと被ばく評価を詳細にしないではいけません。それを将来の規制の合理化に向けて計算コードをつくりつつ、一方でその計算コードに導入するデータをとってくるというのがこの解体作業の特徴というんですが、その研究でございます。

それから3番目の核燃料サイクル施設の廃止措置における被ばく線量評価手法のあり方及び廃止措置計画の審査に必要な技術情報を整備というのは、原子炉の廃止措置はもう既に始まっているんですけども、次は核燃料サイクル施設で、これは特徴が全然違います。例えばサイクル施設を壊すときには、まず最初に気をつけなくてはいけないのは臨界のことを気をつけなくてはいけないというふうに、対象とする元素とか構造が全然違いますので、どういうところに気をつけたらいいのかということをしきりと精査したということでございます。これは当時JEAの人形峠の廃止措置の話があって、それに対応するのに急いでやったんですが、その廃止措置の話はちょっと遠のいているので、ちょっと適用には至っておりません。これは廃棄物廃止措置のこれまでの成果の内容です。

次のページから2ページにわたって、次期重点安全研究計画がここに書いてあります。ちょっとこれは飛ばさせていただいて、13ページが次期中期計画（案）です。前の中期計画（案）は3項目にもわたってえらくたくさん細かく書いたんですが、次期中期計画は非常にコンパクトにこれだけにまとめました。処分と廃止措置の2つを書いてあります。

地層処分の安全審査基本指針等の策定に資するため、地質環境の変遷や不確かさを考慮した、かつ時間スケールに応じた放射性核種移行手法だとか廃棄体・人工バリア性能評価手法を整備する。それから、余裕深度処分に関しましては、特段今のところこれを研究しなくちゃいけないということは考えていなくて、むしろ地層処分のほうで研究していますので、その知見を用いて国が行う安全審査等へ支援を行うというふうに考えております。

それから、廃止措置につきましては、ある程度継続ですけれども、対象施設がいろんな施設が、特徴を持った施設がありますし、先ほど申し上げた廃止措置の段階に応じて新たにいろんな注意をつくったらいいので、解体時の安全評価手法を整備するということを書いてあります。

その、ちょっと前後しますが、それに至ったバックの情報といいますか、それを14ページと15ページに書きました。14ページが地層処分でございます。国の動向としまして、地層処分でもまだこれから20年ぐらい先の話なんですけれども、地層処分は通常、規制庁はその事業申請が上がってきたことに対して対応するんですけれども、地層処分に関しては非常にスパンが長くて、その間に立地が段階的に進んでいるということから、その段階でもう規制庁が何らかの関与をするというふうに保安院は考えました。その具体的なことがここに書いてあるわけで、例えばNISA及びJNESがNUMOの技術報告書、NUMOは最後の事業申請だけではなくて途中でも技術レポートというのをここまで考えられますというのを出示してきますので、それに対していわゆるレビューを行って、規制研究レポートとして適宜まとめるといったことが国の動向でございます。それに対応して研究の方針を決めました。ちょっと読み上げはしませんけれども、評価手法を整備する。そしてそれに取り込むデータを極力科学的ベースを考え

て信頼性のあるデータをとっていくということでございます。

最後の一番下に研究の進め方を簡単に書いてありますけれども、JAEAと大学と産業の間の連携重点研究制度というのがございますので、これを大いに活用してというか、やっぱり大学の持っている知識とか知見とか、そういうものを非常に利用したいということでございますが、ここにかかわっていきたい。それから、JNESと産総研、筑波にあります産総研、ここは地質とかが強いところですので、我々とタイアップして、研究協力協定というのを持っています。それを大いに活用して、規制側の研究をやっていく。さらにJAEA内協力というのは、あとで清水さんという方から地層処分部門という別の部門の大きな話がありますけれども、そういう非常に大きな研究資源を持っているところがありますので、そこから出てくるデータ等を活用する。あるいは協力研究を行うなどして研究を進めたいというふうに思います。

それから、地層処分以外の廃止措置と解体廃棄物につきましては、国の動向としましては、余裕深度処分、これは事業申請がもう今年♪か来年かというふうに言われております。今大いにJNESが中心になって、処分はまだ安全評価にどういうことを書き込むかというそこから決めなくちゃいけないような段階ですので、それでJNESがそれに取り組んでおります。それに向けて協力するというふうに考えております。

それから、先ほど申し上げたウラン廃棄物、これはクリアランスは原子力安全委員会でもう既に報告書になりましたので、今度は文科省等々で制度化の話が進んでおります。それからRI廃棄物というのは、例えば、加速器が入っていたかな、研究機関から出る廃棄物のクリアランスレベルということです。それからご存じのように廃止措置につきましては、「ふげん」がもう廃止措置なんかに入っていますし、それから浜岡1号、2号がついこの間、12月ですか、認可を受けました。4段階に進めるうち最初の準備段階ということに対してだけまず認可が出まして、そのあとは変更許可でやっていくんだそうですが、それから大学などの研究炉の廃止措置が進んでいきますので、本格的な解体に移行しつつあります。そういうことも考えまして、先ほど言いましたように、繰り返しになりますけれども、いろんな施設がありますので、それに対応できるような廃止措置の評価手法というのを考えていきたいと思っております。

早口ですが、以上でございます。

○佐藤委員長 ありがとうございます。

ご質問、ご意見等ございますでしょうか。

よろしゅうございますか。

それでは、私から一つちょっと核燃料施設、これは非常にたくさんいろいろあるわけですが、その安全というものを考えますと、非常に広く考えますと、これはアメリカだったか、大分前ですが論文がありまして、そういう施設、再処理施設も含んでですが、では、放射線によるリスクよりは有害科学物質の放出によるリスクのほうがはるかに大きいという論文があるんです。今伺ったところでももっぱら放射線のリスクに集中しているようですが、ほかの有害化学物質の管理みたいなものについては、全然、今のところは触れていないと、そう理解してよろしゅうございますか。

○中山 はい。今のところ具体的な研究はされておられません。ただ、我々非常に重要なホット施設を持っていますし、それからそういうことが知見をやることができるのが我が国では我々しかないということを考えると、かつ、問題があるのであれば、それを解決するのを優先的にやるのは我々だと思っております。ただ、これだけ先ほどからリスク情報の活用、リスク情

報の活用と言っているわけですから、これも多分リスク情報だと思うので、核燃料サイクル施設全体を見回して、どこが一番危ないのかと、何が一番危ないのかということも今後……

○佐藤委員長 いや、それはわかります。ただね、こういう核燃料施設というのは原子炉なんかと違いまして、要するにそういう核反応にかかわる部分だけではなくて、化学工場的な性格も持っておりますので、その点は将来の問題としては視野に入れていただきたい。今まで人類が経験した最大の産業災害は化学工場ですよ。どうもありがとうございました。

○平野副センター長 つい最近、OECD/NEAのCSA内でその議論がございまして、ケミカルセーフティというのも重要ですねという議論がございました。そのときに米国NRCは我々は責任を持っていませんと。要するに国によって規制の範囲が違うということがあって、まずその辺から調べて国際的に少し議論をしてみましようかという議論もありました。

○佐藤委員長 わかりました。ありがとうございました。

ほかに。はい、どうぞ。

○三島委員 ちょっと細かなお話なんですけれども、各燃料サイクル施設のところで新型燃料への対応ということで5%超のウラン燃料のことが書かれているんですけれども、これは臨界安全とかそういうことなんですけど、燃料とか原子炉の設計自身の安全性ということもあると思うんですけれども5%超の、その辺、先ほどのところでは研究項目の中に入っていなかったような気がするんですけど、それはどういうふうにご考慮されておられるんですか。

○石島安全研究センター長 今のご質問というのは、要するに事故時の燃料挙動に対して5%超か5%以下、ものすごく濃縮では高くなるのは別なんでしょうけれども、5%前後あたりでは恐らく大きな差はないし、実際、未照射でありますけれども、未照射燃料であれば10%、20%レベルまでずっと実験でいろいろ調べている知見もありますので、評価はできるんじゃないかなと思います。

○三島委員 未照射挙動とか安全審査なんかに必要なデータというのはもうそろっているわけですか。原子炉の設計とか安全の面で。そこが恐らく難しいところだと思いますが。

○(安全研究センター) 今計画されている5%超燃料で最も安全上というか技術上着眼しなきゃならないのは毒物をあらかじめペレットにまぜることによって臨界上の管理を5%以下と同等にしているということで、今考えられている添加物というのはエルビアとそれから薄くガドリを入れると。ガドリに関してはかなりの経験のある毒物ですが、エルビアに関してはあんまり国内で実績が、国外では実績がありますから、そういう意味では事故時の挙動を考えるとときに例えば添加物が入ることによって融点が下がるとか、そういったものは優位に事故時の燃料挙動にききますので、添加物の影響を見るということは将来の知見計画として考えなきゃいけないとは思いますが、ただ、現在まだ毒物クレジット燃料というものの自体が製造上も簡単に入手できるものではありませんし、エネ総工研のほうで行っている次世代軽水炉計画の進捗を見て、恐らくは次々期の計画等々に必要があれば入れていくという対処になるかと思えます。

○佐藤委員長 よろしゅうございますか。

ほかにございますでしょうか。

新田委員どうぞ。

○新田委員 ちょっと廃止措置で1点申し上げたいんですが、クリアランスの検認手法の検討、実際私どももう既に東海で解体作業をかなり2期に入りまして、このクリアランス対象物たく

さん検認していただいて、再利用に回しているということなのですが、この研究という意味では、そういう意味ではもう既に我々やっていますので、その手法の検討とか、それが1点。それから解体作業時の被ばく評価、これもこのJ PDR「ふげん」の特有の話なのか、今後の軽水炉の解体計画に反映できる成果なのか、その辺の位置づけが、研究の成果の位置づけですね、もうちょっと教えていただきたいんですけど。

○中山 非常に細かいことまでモデリングしているという意味ではどうということでも対応できるように、そういうモデルコードをつくらうとはしています。ただ、現状、いろいろな問い合わせがあるのは、むしろ小さな研究炉だとか外国のこれから壊す研究炉だとか、そういったところから問い合わせがあって、実用発電用原子炉のほうからはまだ使ってみようということはないです。

○佐藤委員長 よろしゅうございますか。

ほか、よろしゅうございますか。

それでは、どうもありがとうございました。

では、ここからは、これは原子力機構の内部組織の問題なんですけど、安全研究センター外のところで行われている安全研究のカテゴリーに入るようなもののご紹介ということでございます。

まず、高速増殖炉の安全性評価技術に関しまして、中井さんからご紹介をいただきたいと思えます。よろしく。

○中井 次世代部門の中井と申します。それでは、高速増殖炉の安全評価技術に関する研究についてご説明させていただきます。

中期計画のほうでは高速炉の主として開発について中期計画が置かれていて、直接安全研究とのリンクはちょっとわからないような形にはなっているんですが、平成17年度までについてはいろんなタイプの炉について検討を進めて、研究開発の重点化の考え方を踏まえた課題をまとめられるということになっていて、この結果、平成18年度より、主として開発を進めていく概念というのをナトリウム冷却型高速増殖炉ということになりまして、それについて技術開発を実施しているというところです。その中で安全評価技術の開発というのにも含まれた形になっております。

現行の重点安全研究計画につきましては、その目的は安全評価技術に関する研究を実施して、安全規制の基本的考え方や安全基準類の基本的事項を検討する際に必要な判断事項の整備に資するというところで、課題といたしましては、ナトリウムを使っております関係上、ナトリウムの化学反応に関する安全評価技術の整備、それから特に高速炉の場合は炉心損傷とかという分野が非常に注目されておまして、ATWS時の炉心損傷の防止、影響緩和特性の実証、それから炉心損傷時の事象推移評価技術の整備、それからシビアアクシデント絡みではPSA技術の高度化というものを実施してございます。

それから、次期の重点安全研究につきましては、原子力安全委員会の重点安全研究計画の第2期のものにつきましては、やはりナトリウム漏えい燃焼、ナトリウム-水反応評価手法の整備・高度化、それから種々の原子炉及び照射施設を用いた実験データの蓄積、それからシビアアクシデントの発生を防止し、万が一発生した場合の影響を適切に評価する技術（PSA技術）というものが要ということ、それに対応した形で我々の次期重点安全研究計画を検討しております。したがって、项目的には現行のものと1から4まではほぼ同じということ

でございますが、5番目では今年度中に「もんじゅ」が運転再開いたしますので、「もんじゅ」を使ったプラント稼動に関する評価技術の整備というものも準備しているところでございます。

中期計画との関係におきましては、平成22年につきましてはナトリウム冷却高速増殖実証炉の実現に向けて必須な技術開発をやって、その上で23年以降につきましては、工学規模での設計成立性の評価を行うということで、その中の一つの注目点として安全性が含まれているというふうに考えております。

それで、今後の展開がどういうふうになっていくかというのを簡単にロードマップのイメージで示したものでございまして、国の政策大綱によりますれば2015年に実用施設及び実証施設に関する概念設計とその後の研究開発計画を提示することという要求がございます。それから国の高速増殖炉の研究開発計画におきましては2025年に実証炉の運転開始というのがうたわれております。その間をつなぎますと大体こういうイメージになりますので、安全審査につきましては2010年代の後半のあたりで安全審査が行われるだろうというふうに考えますと、2011年ごろから指針とか基準・規格の整備をやっていく必要があるだろうというふうに考えております。そういう意味では、この次期の重点安全研究はそちらへの情報を判断材料を提供していく重要な役割を持っているという段階に来てございます。

それで、これまでの成果、それから今後の課題、それから取り組み方針につきましては、少し字づらのページが3ページぐらい続いているので、ちょっと絵のほうを使いまして説明させていただきます。3ページを飛ばさせていただきます、まずナトリウムの化学反応に関する安全評価技術の整備ということにつきましては、まずはナトリウム漏えいしたときの微少漏えい検出に関する試験的な知見を得て、非常にこれは微少漏えいを検知するという場合に、誤信号というか誤作動が今ありますので、それをナトリウムだけを選択的に検知できるような手法ということで、原理的な知見は整理できる段階に来てございます。それから、ナトリウム燃焼につきましては各種試験を実施して、基本的なメカニズムを理解するということを中心に行ってまいりました。それから、あとシビアアクシデントに関わる場所ですが、ナトリウムが漏えいして最終的にコンクリートと反応するような場合になった場合を想定して、そのときに水素が発生して、そのときに空気雰囲気でありますので、ナトリウムは燃えている状態で水素が出ていくと順次ナトリウム界面で再結合が起こるということで、そういうようなデータを取得してございます。

今後の課題、取り組み方針といたしましては、ナトリウム漏えい現象につきましては、これまで随分やってきましたが、さらに安全審査等で使われることを鑑み、ナトリウム燃焼解析コード、「もんじゅ」での経験を踏まえてさらに高度化ということで多セルのコードとか多次元のコード、そういったものについて系統的に検証して適用性の向上を図っていくというふうに考えております。

それから、もう一つのナトリウムの化学反応でナトリウムと水の反応、蒸気発生器の電熱管がリークいたしますとナトリウム-水反応が出てまいります。これまでいろんな知見データをベースにした評価手法というのを構築してきたんですが、ここで機構論的に少しモデル化した手法を開発するというので、セラフィンということを開発しております。それにつきまして、いろいろ試験解析を実施しております、ナトリウム-水反応時での熱流動特性、温度とかボイド率分布などを概ね評価できるというような状況になってございます。その他基礎的な反応

ジェットの流れ現象の試験データとか、あるいは高温ラプチャというのが問題になりますので、そういったときの急速加熱時の水側の熱伝導率測定試験等も行ってございます。

今後の課題と取り組みの方針でございますが、まず現象解明の試験をやるということで、反応ジェットで生じる化学反応現象の理解、それからセルフウェステージ、それからターゲットウェステージ、自分自身のウェステージとターゲット側の間のウェステージのデータ、それから高温ラプチャ現象の解明を進めていく。あと、機構論的な評価手法につきましては、検証を通じた手法の高度化を図っていくということと、今かなり詳細なコードなのでもっと簡易にできるものもあわせて開発していくというふうに考えてございます。

それから、2点目の議題といたしまして、A T W S時の炉心損傷防止及び影響緩和特性の実証ということで、これは「常陽」を用いましてA T W S、原子炉停止系が不作動というものを模擬試験を実施して、その予備的な試験といたしまして、制御棒を少し引き抜いて少しそのままの状態を保つという、そういう試験を実施いたしまして、それをプラント同特性解析コードと比較して、よく模擬できるということを確認してございます。さらに、その反応度、フィードバック特性、温度係数、出力係数等の測定を行ってございます。「常陽」は不幸にして今停止中でございまして、再開の見込みはちょっとまだ未定なんですけど、これまでに蓄積したフィードバックの反応度の測定データで、そのフィードバックのメカニズムについて検討を進めるということと、再起動した後はA T W S模擬試験を実施する予定としております。

それからもう一つ、「常陽」をもちまして自動的な炉停止系といたしまして、自己作動型炉停止機構、キューリポイントの磁石を用いまして、温度が上がると磁力を失って保持力がなくなるというような特性のS A S Sと呼んでいる原子炉停止系のヨウ素につきまして、単体照射試験装置で照射するとともに、それで保持力を測定するとともに、ヨウ素試験に必要な照射を行っております。今後の取り組みといたしましては、その照射法試験を進めて評価結果をまとめるということをやるとしてございます。

それから、3つ目の課題で炉心損傷時の事象推移評価技術の整備ということで、シビアアクシデント時の解析コード等を整備しておりますが、あわせて実験的な研究、これはカザフスタンのほうでI G Rという炉を用いまして、炉内試験を実施してございます。実用炉の設計で採用を予定しております内部ダクト型の燃料集合体を用いまして、燃料が熔融したときにそのダクトを通して燃料が先行的に出ていくということで再臨界を回避するというような集合体の試験を行ってございます。知見は無事その燃料が排出されることを確認して、それらを用いた検証したコードで実機の評価ですと厳しい再臨界は排除できるだろうという見通しを受けております。

今後の課題といたしましては、今方向的には下向きに確認いたしましたので、今実際に設計で採用しようとしている上向きについて試験データを取得するということと、さらにそのあと炉内で熱的に収束性があるということ、損傷炉心が冷却できるかどうかというあたりは実験研究で詰めていきたいというふうに考えております。

それから、さらにP S A的に見ますと、炉内で事象が推移収束すれば、しない場合についても評価する必要がありますが、その場合の評価技術としてナトリウム・コンクリートそれからあるいはデブリ・コンクリートの相互作用、そういったものについて評価できるC O N T A I N / L M Rの評価コードの開発、それからヨウ素試験の実施をこれまでにしております。

今後の取り組みといたしましては、燃料からのF Pの放出試験、これは照射後の試験施設を

使って行っていく予定にしております。さらにCONTAIN/LMRの系統的な検証・整備を行う予定としてございます。

それから4点目のPSA技術の高度化ですが、まずPSAをやる上では機器の信頼性データというのが非常に重要になってきます。ナトリウムを使った機器のデータということですが、機構でやるしかなくて、「常陽」とか「もんじゅ」の運転、故障データを継続的に収集しているということで、この5年間分は収集整理された。それらをもちまして、これまでの蓄積したものをを用いて、「もんじゅ」のアクシデントマネジメントのための検討用に高速炉のPSAの機器故障率というのを推定して出しております。さらにそれらは「もんじゅ」のアクシデントマネジメントの有効性を定量的に示すためのPSAに活用されております。

今後の取り組みといたしましては、実証炉、実用炉へのPSA手法の適用性検討ということで、設計上の特徴を踏まえまして評価が行えるように検討を進めていく予定でございます。機器信頼性データについては引き続き拡充整備を続けていくことにしております。

それから、「もんじゅ」を使った評価コードの検証でございますが、これまでの試験結果である程度検証は進めてきておりまして、今後出力上昇試験を行いますので、その性能試験の結果によってコード検証を行っていきます。それから設計裕度、安全裕度が最適となる開発を行っていきたいというふうに考えております。

以上でございます。どうもありがとうございました。

○佐藤委員長 ありがとうございます。

何かご質問、ご意見等ございますか。

○山下委員 4ページの新規スケジュールなんですが、私ども一応まだ「もんじゅ」についてのこれまでのいろんな審査の結果の取りまとめという形で、燃料体についての技術基準の整備から要請を受けていろいろお知恵も拝借しながら進めているところなんですが、次期炉についてのいろいろ議論があって、例えば燃料体とか構造材の技術基準みたいなものを、ドラフティングをどこかでいろんな、JAEAのご協力を得て進めるということになるんだと思いますが、必ずしもいわゆるベーシックな被覆材とか一つをとっても、データとして基準化を図る、安全の判断基準をつくるだけの基礎データみたいなものを必ずしもまだ取り終わっていないという印象を持ってまして、そういったもののデータについて、いわゆる開発研究の立場から、設計と表裏一体なんだと思いますが、ストックみたいな計画がおりなのかどうか、それが機構がおやりになる安全研究に該当するかどうかは別にして、お聞かせを願えればと思うんですが。

○中井 ファクトの中では当然新しい構造材につきましては9クロム鋼の材料を使うことにしております。そういったデータを今取得しつつありまして、それを構造基準として多分機械学会の技術基準で、そこで整備されるように、今その具体的なロードマップも含めて検討しているところでございます。

それから、燃料につきましては、新しくODS鋼という燃料を導入を考えて照射をやろうとしているところなんですが、「常陽」のほうはやはり停止した影響がございまして、少し照射データが今少し出ているんですが、長時間のデータがまだ取れてないような状況なので、ちょっとODS鋼につきましては少しまだロードマップが見通せていないというところで、場合によっては既存の材料等で最初はいくということも含めて、その辺は今後「常陽」の再開等を含めて、あわせて検討していきたいというふうに考えております。まだその部分がちょっと未定

の部分がございますが、いずれにしても実証炉の安全審査に向けて必要な技術基準は整備できるように、我々はデータを整備していきたいなというふうに考えております。

○山下委員 すいません。ちょっと確認だけなんですけど、そういうカテゴリーのやつは今回のこういうFBRの場合はJAEAとしての安全研究の中には必ずしもカテゴリーとして入ってこないという整理をされているということなんですか。

○中井 一応、国の安全委員会のほうで重点安全研究として指定されたものを中心として出してきているということで、もちろん研究としては実施しておりますので、それはまた別の場で、例えば学会とかそういう場で議論していただくような形になるのかなというふうに思っております。

○佐藤委員長 よろしゅうございますか。

ほかに何かございますでしょうか。

よろしゅうございますか。

それではどうもありがとうございました。

続きまして、高レベル放射性廃棄物の地層処分に関する研究ということで、これは清水さんをお願いいたします。

○清水 地層処分部門の清水といいます。

研究開発の成果の活用というふうになっていますように、いわゆる安全規制に特化した研究ではありませんで、むしろ地層処分の事業を推進していくための基盤的な研究開発という位置づけで、こういうふうに処分事業と安全規制の双方に成果を反映する、双方を支えるための技術基盤を整備していくと、そういう位置づけでやっている研究です。ただ、研究の中身についてはこういった重点安全研究に書かれていることとほぼ対応しておりまして、重点安全研究、現行のものなんですけれども、地質環境、あるいは安全評価、人工バリア、こういったところがキーワードになっていますし、また成果の反映先としても、ここにありますように精密調査地区を選定するに当たっての環境要件の整備、あるいは安全審査の基本指針、こういったところへの反映というものを目指した研究ということになっています。

これは現行の重点安全研究に登録してある内容なんですけれども、目的のほうは先ほど言いましたように地層処分、技術基盤を継続的に強化し、地層処分の技術的信頼性、安全性を向上すると、こういったことを通じて安全規制のほうにも貢献していこうという位置づけでやっています。

中身については、人工バリアの研究、それから安全評価手法に関する研究、地質環境については特性と長期安定性という形でこの4項目を実施しておりまして、これは我々の部門のほうでは上の2つを東海地区を中心とした地層処分研究開発、下の2つは瑞浪と幌延の地下研ですね、それを中心とした深地層の科学的研究というような形で実施しているものです。

これまでの成果をざっくりと示したものがこれなんですけれども、東海でやっている地層処分研究開発については、処分場を設計したり安全評価をするときに必要となるいろんなデータベースですね、基本的なデータベースあるいは解析ツールといったものが大体一とおり整備できたかなという状況で、今後さらにその拡充を図っていく必要がある。ただし、一方では実際の地質環境ですね、現場に基づく現実的な設計、処分場の設計あるいは施工技術、あるいは安全評価手法の整備、こういったところについては、地下研を活用しながら、これからが本番だなと、そういった状況になっているという状況です。

一方、瑞浪と幌延の地下研については、地上からの調査ですね、掘る前の地上からの調査の段階の成果というのを取りまとめまして、概要調査に向けた技術基盤ということで公開しております。さらに研究用の水平坑道ですね、縦坑だけでなく人が入れる水平坑道を整備しまして、これについてはもちろん研究開発の場なんですけれども、一方で理解の場あるいは体験の場としても活用できるということで、整備をしています。

今後の問題としてはさらに坑道を掘りながらさらに深いところまで坑道を掘りながら技術の信頼性の確認、あるいは実用性の確認というものを進めていく必要があるという状況です。それからあと長期安定性、これは火山活動とか天然現象に関連する研究なんですけれども、今までのところそういった変動の激しい場所を避けて安定な場所を選ぶと、そういう観点で必要な調査技術については概ね整備できたというふうに考えていまして、今後は選ばれた場所をどう評価していくかというところがポイントになるというふうに考えています。

これは中間評価、原子力安全委員会のほうの中間評価でいただいた評価なんですけれども、これについては先ほど言いましたように地下研ですね、地下研を使いながら、研究開発が体系的に進められている。特に地下研にある地上からの調査結果がまとめられて、これは精密調査地区選定なんかにおいて環境要件の検討に資すると、こういった評価をいただいている。しかし一方で、規制側のニーズの把握、あるいはモデルパラメータの妥当性、あるいは個別の研究成果をどうやって安全評価手法全体に体系化していくか、高度化していくかと、こういったところが今後の課題ですねというような指摘をいただいているという状況です。

これが第2期の重点安全研究で、そんなに多く変わってないですね。特にこの処分事業、ご存じかもしれませんが、ご存じだと思いますけれども、最終処分の事業はスケジュールがあと送りになって、少し後ろ倒しになったということもありまして、マイルストーン的にはこの精密調査地区の選定、あるいは安全審査基本指針の策定、こういったところが目標になるという状況は第1期とほとんど変わっていないということです。

中身についても、ですからキーワードが変わっていないんですけれども、一つ目新しいところとしては、こういったところでサイト特性を考慮した手法の開発といったところが追加されたといったところかと思います。

このあとはちょっと中身について少し紹介したいんですけれども、これは一番目の人工バリアの研究としてやっていますオーバーパックの長期健全性に関する研究なんですけど、これまで我々がやった第2次取りまとめなんかで採用している腐食速度ですね。オーバーパックの腐食速度、このラインを使っているんですが、それは大体2～3年ぐらいの腐食試験ですね、オーバーパックの腐食試験のデータなどに基づいてこういうラインを引いていたんですが、腐食試験自体はその後継続しておりまして、現在、この10年間のデータが取れています。試験条件、ここにいろいろあるんですけれども、試験条件によってばらつきはあるんですけども、概して以前設定したこの腐食速度がかなり保守的であるといったことを裏付けるようなデータが蓄積されてきたというふうに考えています。さらに長期の部分についてはナチュラルアナログ研究という手法を使って、ここに写真にありますように遺跡からの出土品とかあるいは明治時代の水道管なんかを調べて腐食速度というのを計算しているんですけれども、そのデータがかなりふえました。これと比較しても、今まで使っているオーバーパックの腐食速度のラインというのはかなり保守的であるということが言えるかと思います。

今後の計画なんですけれども、こういった人工バリアの長期挙動に関するデータですね。要

するに処分場の設計に必要なデータベース、あるいは解析ツールというものの整備拡充を継続していくと同時に、地下研を使って実際の地質環境条件を踏まえて現実的な処分概念をどう構築していくかといった手法を整備をしていこうというふうに考えています。

次は、安全評価手法の高度化ということでやっている研究の一つなのですが、これはホームページのスクリーンなのですが、こういった形で処分場の安全評価をやるために必要なデータベースの公開を進めてきているのですが、最近の売りとしては、ここにもありますように信頼度情報を付与したデータベースを開発したということです。これは、国内外の専門家の協力を得まして、個々のデータについて信頼度がどのくらい、その前に信頼度のガイドラインというのを設定しているんですけども、これを踏まえて個々のデータについて信頼度をランキングしたというデータベースです。例えばこのグラフにあるのはネプツニウムベントナイトへの収着ですね、 k_d データと言われているものですが、すべてのデータを検索するこういった形でかなりばらつくんですが、こちらpHなんですけれども、ばらつくんですけども、これを信頼度でスクリーニングしてやるとかなりこういったなめらかなカーブが得られるということで、安全評価をやる時のパラメータ設定なんかはかなり効率的あるいは効果的にできるという状況になってきたかと思えます。

今後はこういった処分場の安全評価に必要なデータベース、あるいは解析ツールといったものの整備をさらに続けていくんですけども、一方では先ほどの人工バリアと同じように、地下研を使って、活用して、現実的な処分概念を踏まえた総合的な安全評価手法、こういったものを整備していく必要があるというふうに認識しています。

これは瑞浪、幌延の地下研を使ってやっています地質環境特性の調査評価手法に関する研究なのですが、瑞浪のほうは現在地下深度450mぐらいのところまで来ています。幌延のほうも地下250mぐらいのところまで来ています。加えて、瑞浪のほうでは地下300mのところにも研究用の水平坑道を整備した。同様に幌延のほうでも地下140mのところにもこういった研究用の水平坑道を整備しております。こういった水平坑道を使いますと、坑道周辺の詳細な調査ができる。あるいはその坑道を使って工学的な試験、これは低アルカリ性セメントを用いた吹きつけ施工の例ですけども、こういったいろんな試験が水平坑道を使ってできるというような環境はようやく整ってきたというような状況にあります。

これがその前ですね、坑道を掘る前にやった成果なんですけれども、瑞浪、幌延ともに地上から行った研究開発の成果というものを取りまとめて概要調査、あるいは精密調査の技術基盤として公開し、あるいは報告会で情報提供しています。

この右側のほうは単なる一例なんですけれども、これは幌延の地下水の水質に関するモデルですが、幌延は海水を起源とする塩水と鉱水を起源とする淡水それが混在しています。上は地上からの電磁探査という物理探査でやった比抵抗分布なんですけれども、こういった比抵抗の高い電気を通しにくいところが恐らく淡水であろうと。逆にこういった比抵抗の低い水、電気を通しやすいような部分というのは塩水だろうというふうに推定されます。こういった情報と実際にボーリングを掘って、2本あるんですけども、ボーリングを掘って採取した地下水の分析データというものを照らし合わせながら、統計学的手法を用いて解析したのが、これはCLの濃度でやった分布なんですけども、こういった形で地下の水質をモデル化するという技術が整備できてきたといった状況です。

今後は、瑞浪、幌延の地下研についてはさらにもう少し深いところまで坑道を掘りながら技

術を整備していく。それによって事業あるいは規制で必要な精密調査段階で必要となるような技術を整備していこうと。あわせてそういった地下の施設を体験の場としても活用していこうというふうに考えています。

これは長期安定性に関する研究の例なんですけれども、左側はマグマを探查する技術ということで、これも先ほどあったように電磁探查なんですけれども、比抵抗の分布がわかります。この部分、赤い部分は比抵抗が小さい、要するに電気を通しやすい部分というのは多分周りの岩盤よりも流性が高い。恐らくマグマであろうというふうに推定しているし、別の手法で化学的な手法でもってやってもヘリウムの同位体なんか、色のデータを取って、ヘリウムの同位体を調べてもこの部分が恐らくマグマ起源のヘリウムであろうということを示唆するような高い値になっているということで、恐らくこれはマグマと見て間違いないだろうという技術。こういった技術がどう役に立つかといいますと、現在は火山はないんだけど、地下にマグマがあって、将来的には火山活動が起こるかもしれないといったような地域がこの技術によって特定することができる。

右側のほうは隆起量の推定する技術なんですけど、隆起量については大体海岸とかあるいは川岸にある段丘ですね、段丘を指標にして調べるんですけども、内陸なんかだとそういった段丘が残っていないケースがたくさんあります。その場合でもこういった蛇行した昔の川の跡ですね、川の化石といってもいいんですが、こういったものが残っているケースがありまして、これを探ることによってこういう形でこの地域の隆起速度が計算できるということで、こういった新たな指標を取り入れることによって内陸部にあっても隆起量が計算できるというチャンスが非常にたくさんふえたということが言えます。今後は、こういった隆起とかあるいは侵食とか、選ばれた場所の変化ですね。あるいは安定性といったものを安全評価とリンクさせながらどう評価していくか、どう予測していくかという技術を整備していこうというふうに考えています。

あとちょっとこれおまけで、重点安全研究には登録していないものなんですけれども、我々の部門では平成17年に機構が発足して以来、こういった地層処分の知識マネジメントシステムといったものの開発にチャレンジをしています。これは先ほども人材の話がありましたように、世代交代によって知が喪失するんじゃないか、あるいは逆に情報のほうが爆発的にふえていくと、そういった警告をされているので、そういった中であって地層処分の安全性を実証するようないろいろな情報をきっちりと管理して伝達し、あるいは継承していこうということと同時に、いろんな関係者にそういった議論、そういった知識を共有し、議論を共有するという場、プラットフォームを提供しようという観点からチャレンジをしているものです。これについては、今年度末、平成21年度末にプロトタイプとして公開する予定で、その際には我々C o o l R e pと、クールビズをもじったものなんですけど、C o o l R e pとってウェブ上に展開する報告書、レポート、これとリンクさせる形、ここを入口にして中に入れるというような形で、一体として公開していこうというふうに考えているところです。

これはちょっと知識マネジメントとしてのイメージなんですけれども、ユーザーフレンドリーなインターフェースであるとか、これは討論ダイアグラムというものなんですけど、論証、反証、論証、反証というその繰り返しによって安全性を立証していこうという討論ダイアグラム、あるいは専門家が暗黙値として持っているようなノウハウあるいは経験といったものを表出化して可視化してどこかに活用していこうというエキスパートシステムと、こういったものを備

えたシステムを目指して今やっているという状況です。これについては今年度末にプロトタイプを公開しまして、いろんなユーザー方の意見を聞きながら、システムの改良をすると同時に、中身ですね、知識ベースの拡充を図っていきたいというふうに考えています。

説明のほうは以上です。

○佐藤委員長 ありがとうございます。

ご質問、ご意見等ございますでしょうか。

はい、小林さんどうぞ。

○小林委員 今いろいろと調査、安定性評価に関する研究というのをご紹介いただいたんですけども、こういう調査というのは実際の処分場の選定に際しての概要調査と精密調査とありますよね、その概要調査のところで特に使うということが念頭に置かれているのでしょうか。それともまたこれからその組み合わせというのは考えていくということですか。

○清水 一言先ほど言ったんですけども、こういった火山を見つけたり、火山の影響範囲を見たり、あるいは地下のマグマを見つけたりというのは、避けないといけないようなもの、これは概要調査ですね。最初文献調査をやって概要調査で場所を見つけると。場所が見つかった暁にはその場所がそう変化するかという評価をするときには、例えば隆起とか侵食というのはどの場所でも起こりますので、定量化しないとイケない。こういった技術はまた別途要ということで、調査する技術から場所を評価する技術に我々のスタンスを移行していこうと、そういった過渡的な状況に今現在あると、そういったところです。

○佐藤委員長 よろしゅうございますか。

○小林委員 もう1点だけよろしいですか。

○佐藤委員長 はい。

○小林委員 最後のマネジメントシステムなんですけれども、知識マネジメントシステム、このユーザーはいろいろとおっしゃっていたんですけども、どういうユーザーを想定されているのかちょっと教えてください。人材育成で研究者集団の中での問題なのか、それとも例えば選定地に名乗りを上げようかなと思う人たちが使うのかなと思ったり。公開するとおっしゃったので。

○清水 まず1つ我々の研究成果を載せますので、使ってほしいのはまずはNUMOと要するに事業者と規制側ですね、規制側に使ってもらいたいと。欲を言えば、さらにほかのユーザーですね、ステークホルダーと言ったほうがいいのかもしいんですけども、そういう人たちもアクセスしてそういった知識を共有できる場にしたい、プラットフォームにしたいんですけども、そのためには情報を非常にわかりやすくしないといかんというのがちょっとネックで、構想としては全ユーザー、だから難しいなということで、さっきから何回ほどチャレンジ、チャレンジと言わせてもらっているんですけども、そういうところに挑んでいるという状況です。

○佐藤委員長 よろしゅうございますか。

ほかに何かご意見がございますでしょうか。

じゃ私から、ちょっとね、これは質問でも何でもない感想なんですけど、こういう地層処分というのは実際これやるとなると、その活動そのタイムスパンというのはすさまじく長いんですね。これね、我々今まで経験したことのないようなタイムスパンなんです。それでね、そういうものにチャレンジ、そういうものに対して何かものを言おうというのは大変に難しい

話だろうと想像するんですがね、門外漢としては。だけどね、例えばということでお聞きをいただきたいんですが、私ある本を読みましたら、地球上にこれまでものごくたくさんの種の、生物の種ですね、があらわれては消えていった。今残っているのが何だか、これは数字は忘れましたがべらぼうな数の生物がいるんですね、種が。だけど、地球始まってからで考えると、90何%は既に絶滅した種だというんです。人類はね、いつまでいるんだろうかということをおちよつと考えちゃうんですがね、これは全くの感想で、質問でも何でもありません。要するに私感じているのは、そういうタイムスパンでものを考えるんだとすると、これは随分難しい話だろうなという気がして、しっかりやっていただきたいと思います。

○清水 ありがとうございます。我々もやれるということではなくて、やらないといけないということでチャレンジしているところでありますので。

○佐藤委員長 わかります。よくわかります、その話は。

ほかに何か。はい、どうぞ。

○三島委員 今のお話とちょっと関係しているかもしれないんですけども、安全評価手法の高度化ということをおっしゃったんですけども、その安全評価手法という、データベースなんかを整備するというのは具体的に説明されてよくわかったんですけども、安全評価手法というのは具体的には何を言われているのかよくわからないんですけども。

○清水 コードとかデータベースが当然必要で、ツールとして必要だと。で、実際に場所が決まったときにはその場所から出てくるデータ、全部が出てくるわけじゃなくて順番に出てくるし、取れないデータもある。そういった中で、具体的に安全評価をどうやるかということですね。だから、ツールさえあれば安全評価がだれにでもできるわけではなくて、当然人も要るしテクニックもあると思うので、そういったツールを使って、現場で現場をホシユウする技術というんですかね、現場で安全評価をやると。ほんとの安全評価をやると。そういった技術を身につけよう。

○三島委員 具体的には、生産物としては何か解析コードか何かができるわけですか。要するに何百年の時間経過を追えるような解析コードとかそういうことではないんですか。

○清水 コードとあとは手続、手順ですかね、安全評価をこういうデータを使ってこういう観点でこういう解析をやるという、どっちかという手順書のほうが近いかなと思いますね。

○三島委員 そちらのほうですか。じゃ実際にその地層処分した場合に、地下水がどう流れて地盤がどう動いてというようなことを長期間にわたって解析するとか、そういうことまでは考えているわけですか。

○清水 考えています。そういったコードは用意するし、データベースなども用意するんですけども、それをどうやって使うかですね。使って評価するかというのはやっぱり経験がものを言うところがありますので。

○佐藤委員長 よろしゅうございますか。

ほかにございますでしょうか。なければ、どうも本当にありがとうございました。

それでは、多分これが最後になると思うんですが、放射線リスクとそれから影響評価技術に関する研究ということで、これは茅野さんをお願いいたします。

○茅野 それでは、放射線リスク影響評価技術ということで、茅野から説明させていただきます。

まず初めに、現行の重点安全研究年次計画ですけれども、現行は最新の知見を取り入れた放

放射線被ばく線量評価法、それから放射性物質の環境中における挙動の評価法、それからリスク評価法を開発して原子力安全委員会が利用可能な基盤技術を確立するという一方で、直接は規制に特化するというよりは基盤技術開発になっています。項目としては、最初の2つありますが、いわゆる環境動態に関する研究、それから3番目が線量評価、それから4番目がリスクに関係したDNAの損傷・修復シミュレーションです。現行の中期計画もこの研究計画に対応した形になっております。

まず、現行重点安全研究年次計画中の主な成果ですけれども、環境動態研究のほうではSPEED I、今国内版が運用されておりますけれども、これの世界版のバージョン2が開発されたこと、それから2つ目は日本海の人工放射性核種それから海洋環境データのデータベースを構築したこと、それから3つ目が大気・海洋・陸域の包括的な物質循環予測モデルを開発したことです。

それから、線量影響研究のほうでは、臨界事故時における人体内にできるNa 24に基づいた迅速な線量評価システムの開発、それからICRP国際放射線防護委員会の新勧告ですとかアメリカの核医学会の線量評価用の放射性核種データベースを構築したこと、それから同じくICRPの新勧告及び大気中の宇宙線強度計算用の外部被ばく線量評価法を開発したこと、それから最後に、任意の荷電粒子によるDNA損傷過程を計算できるプログラムを開発したこと、これらが挙げられます。

これから特に成果の大きかったと思われるこの下線を引いた4つについて、もう少し詳しく説明させていただきます。最初は環境動態のこの2つです。

こちらが世界版WSPEED I、それからこちらが日本海の核種移行解明というものです。WSPEED Iはもともとあったんですけれども、これのレベルアップをしまして、バージョン2を完成して、昨年3月に学会賞をいただいております。そのバージョンアップの内容といいますのは、1つは大気拡散とか降雨沈着の予測性能を大幅に改善したこと、それからこれまでは4,000kmとか5,000kmスケールの範囲を粗いメッシュで計算していたんですけれども、ここにチェルノブイリのローカルの分布、計算例がありますが、外国の事故であっても非常に狭い範囲から半地球規模まで精度の高い計算ができるようにしたことが1つ。それからもう1つは、例えば国内でモニタリングポストの線量上昇があって、どこが発生源かわからないような場合に、放出源を逆に推定するとか、それから同じようなアメリカやヨーロッパのシステムと予測結果をリアルタイムで情報交換するような機能を追加すること、これが大きなことです。

これは、チェルノブイリの割と狭い範囲なんですけれども、こういったチョウチョ型の汚染分布、これは沈着量分布なんですけれども、こういった分布を世界で初めて計算できるようになっています。このシステムは既に昨年5月の北朝鮮の核実験のときに国に拡散予測を提供して文科省のホームページで計算結果が公表されておりますし、現在、IAEAの緊急時対応ネットワーク、RANETに登録を予定しているところです。

それから、日本海の核種移行解明ですけれども、こちらは約10年間にわたり日本海の海洋調査を行ってきた結果を取りまとめたものです。これも学会賞の貢献賞をいただいております。ここでやったことは、まず1つは日本海の人工放射線核種のデータベースを構築したこと。それからもう1つは、それをもとに核種分布マップを作成したこと。これは日本海のセシウム137のインベントリ分布を示しておりますけれども、こういったマップをつくっておくことは、このあと例えば事故で放射性物質の負荷があった場合に、それ以前のバックグラウンド

がどうであったかというようなことを知る上で非常に重要だと考えております。このデータは世界で最大の海洋放射能データベースであります I A E A の M A R I S にデータ公開をして20年9月に登録されております。

次は、線量評価研究のほうの成果で、被ばく線量評価用の放射性核種データベースです。このデータベースは、1つは放射線治療ですとか診断のバイブルのようになっております米国核医学界の M I R D、このデータベースの第2版の中身を全部この機構のデータベースで書き換えたというところが大きなところなんです。ここでは特に D N A レベルでの影響をきちんと評価できるように A u g e r 電子スペクトル、ここまできちんと入れた核種データベースをつくったというところが大きなところでありまして、このアメリカの核医学界のデータベースは準世界標準データとして利用されております。今後、世界じゅうで利用されることが期待されます。

それから、もう1つですけれども、I C R P にもやはりこのデータベースが採用されております。こちらでは1,252核種のデータベースを完成して I C R P に提供してありまして、P u b . 107、これはすべて機構から提供したデータで構成されております。これも今後 I A E A や日本を始めとした世界各国の放射線安全基準に取り入れが開始されることとなります。

もう1つ、線量評価研究の中の被ばく線量評価法の開発ですけれども、こちらは外部被ばく線量の計算に関するものですが、1つは I C R P の2007対応の外部被ばく線量換算係数、これを私どものほうで計算して、現在 I C R P へ提供の準備をしているところです。ここでは1000 G e V までの中性子、陽子、重イオンに対する外部被ばく換算係数を計算いたしまして、提供するわけですけれども、1990年の勧告データと比べますと、エネルギーレベルがかなり高いところまで提供できるようになっていることがわかります。こちらに関しましては、うちだけではなくてアメリカ、イタリアもデータを提供する予定です。これは原子力、R I 利用ですとか航空機飛行、それから宇宙滞在における線量評価の基準データとして今後使われるというふうに考えております。

この同じ手法を使いまして、宇宙線による被ばく線量評価システムも開発しております。この宇宙線による被ばく評価というのは、航空機搭乗員の被ばく管理のほうに重要なんですけれども、私どもは計算機の中に地球環境、大気環境をつくりまして、そこに宇宙線の大気スペクトルを入射させて、そこで実際に輸送計算を行って、まずどういう宇宙線による線量が地表で出てくるかということ計算します。それをもとにして、今度は簡易計算式をつくりまして簡単に計算できるようにしました。この結果を放医研が開発した航空機搭乗員被ばく線量システム、J I S C A R D - E X というのがあるんですけれども、ここに提供しまして、これが今年9月に公開されております。

以上が今期の成果ですけれども、次期につきましてはこの3つが計画として上がっております。1つは、施設起因の放射性物質の環境挙動と分布の最適評価法の開発、2つ目はリスク評価・規制手法の開発に資するための I C R P 2007年勧告に基づく内部被ばくコードの開発、それから新たな防護、例えば医療ですとか観測器利用、そういったものに対する防護のニーズにこたえるような被ばく線量評価研究、それから3番目が D N A の損傷・修復や線質係数の高度化に資する基礎・基盤的な研究です。中期計画もこれに沿ったものとなっております。

まず環境動態のほうですけれども、国内外の動向を見てみますと、再処理施設の稼働でこれからクリプトン85ですとかカーボン14、トリチウム、アイオダイン、こういったものが環境で検出されるようになります。それから U N S C E R 2000 によりますと原子炉からはカーボン14、

トリチウムの放出の相対比が希ガス、ヨウ素に比べて増加しているというような報告があります。

それから、一方緊急時の問題を考えてみますと、これまで緊急時初期の問題というのはいろいろと対策が取られてきたんですけれども、後期の大气から陸とか、大气から海洋にもものが移行していった場合の監視とかそういったものに対する問題、それから、それほど多くないんだけれども、微量に漏れたとき、こういったものに対してどうやって対応していくのかということが大事になります。これに対応して課題としまして、1つは放出された物質の分布と挙動に関する最適評価の開発ということで、ここで問題になるだろうと考えているカーボンとかトリチウム、こういったもののまず動態を解明すること、それから大气から放出されたものが海洋、陸域にどう動いていくか、そういう包括的な循環モデルを開発すること、それから3つ目は、今まで私ども計算が中心だったんですけれども、そういう計算シミュレーションと実際のモニタリングを統合して、最も最適な評価はどうやってやったらいいのか。どうやったらもっともらしい濃度、線量分布が出てくるか、そういう方法を構築したいと思っています。それからもう1つは、構造物が無視できないような環境に対応した事前評価技術の開発ということで、これは安全審査の高度化への動きですとか、国民保護訓練、これ実際は最近やっておりますけれども、将来的にはこういうものにも適用できるような局地的な建物、地形の影響を考慮できる最新のモデル開発も進めたいと思っております。

それから、これが最後ですが、線量・影響研究のほうに関しましては、1つは2007年勧告がICRPから出たわけなんですけれども、今後これに基づいて国内の基準策定に必要な新勧告に基づく被ばく評価技術を開発します。特に内部被ばくコード、こちらが大事だと考えております。それからもう1つは、放射線治療の診断の増加や人間活動の拡大などによる防護のニーズの拡大にこたえる研究ということで、CT等の診断被ばく線量評価法の開発、それから宇宙航空環境における高エネルギー、高線量環境の被ばく線量環境評価法の開発を進めていく。それから、既にICRPとか、こういった国際基準に貢献を始めているという説明をさせていただきましたが、今後も基礎・基盤的な研究として国際標準をリードできるような、こういった研究を進めていきたいというふうに考えております。

以上です。

○佐藤委員長 ありがとうございます。

何かご質問等ございますでしょうか。

よろしゅうございますか。どうぞ。

○草間委員 質問じゃないんですけれども、どのくらいの数で対応しているのかわからないんですけれども、大変特に線量評価とかそういったものに対して大変この機構がICRPあるいはMIRD等に貢献しているというのは、もう少しきっちり宣伝していてもいいんじゃないかと思つづく思います。これから2007年勧告に対応してさまざまな基準等もつくっていかねばいけないわけなんですけれども、これから特にこの機構がまた大変大きな役割を果たしてくれるのではないかというふうに期待しているところです。

○佐藤委員長 どうぞ頑張ってください。

○茅野 どうもありがとうございます。

○佐藤委員長 ほかに何かご質問等ございますか。

ちょっと時間がありませんでしたので、そこにトリチウムの話が出てまいりましたですね、環境放

射能の。トリチウムは私、妙な経験がありまして、あれは昭和56年ごろだったかな、大分昔の話ですが、J R R 3を改造する仕事を命じられました。昔のJ R R 3というのは天然ウラン重水炉ですので、漏れないように一生懸命封はするんだけど、原子炉の中で重水素からトリチウムができて、それはわずかでも出てくるわけですね。そのために炉室の中のコンクリートにそれがわずかですけど入っていると。よって、これはただ捨てられるかという話になったんです。まああれははかるのが難しいですよ、ピュアベータですから。コンクリの中に入っちゃったりすると本当に難しいらしいんです。私は知らない、素人でしたけど。苦心惨憺してはかってね、それで、さてというので元のJ R R 3は20年運転しましたので、建物の外の道路のコンクリを試しにやったらそっこのほうが濃度が高かったというのがあるんです。それで、どうしたものでしょうかと、こう当時は科学技術庁の原子炉規制課に持っていきましたら、課長が何でそんなもんはかったと言われてね、何ともはや、という妙な記憶がございますが、でもまあこういうほんとに立派なお仕事をなさっておられるようで、これからもどうぞ一生懸命やってください。どうもありがとうございました。

ということで、これで予定しておりました報告、あるいは発表等はすべて終了いたしました。全体について何かコメントがございましたら承りますが、ございますでしょうか。

○草間委員 ちょっとよろしいでしょうか。

○佐藤委員長 はい。

○草間委員 私、久しぶりに参加させていただきまして、ご説明とこちらのやりとりを伺いながら感じたのは、さきの最初のところに産業界との連携が大変重要だというお話を伺ったわけですけれども、特に軽水炉の高経年化とか廃止措置とかいうと、十分民間との連携をもうちょっと図っていかねばいけないんじゃないかなと。だからうたい文句としてはどこかに産業界との連携と言われておられますけれども、質問とのやりとり等を聞いていて、ほんとにどれだけ実質的な連携ができていのかというのがちょっと思いました。だからそういう意味では、こういったアプライズサイエンスですので、ベーシックサイエンスじゃないので、やっぱり産業界とのほんとの実質的な連携というのが必要じゃないか。やられているのかもしれないんですけども、きょうの印象では大変そういう印象を受けましたので、ぜひ産業界もたくさんデータ蓄積しているわけですので、連携を図っていくことはすごく重要じゃないかなというのを思いました。

○佐藤委員長 ありがとうございます。

ほかに何かご意見等ございますか。

よろしゅうございますでしょうか。

それでは、これで本審議会の報告等については、審議会で承るご報告等は終わりました。

これで、次の本審議会の報告書についてに移るわけでございますが、これについてということでございますが、何かございますか。

○村松研究計画調整室長 きょうは事前評価ということを中心にしてご議論いただきましたので、余り十分な時間がとれないんですけども、とれなかったんですが、資料の7-13ということで、前去年の3月に開催させていただいたときのご議論を踏まえた中間評価報告書というのをつくってございます。これを今後公開させていただきたいと存じますけれども、これについてご確認をいただきたいということです。ただ、これのつくり方としては、基本的にはご議論をいただいたときの議事録とか、それからコメントをいただいた所見ですね、用紙でい

いただいたものをベースにして全体を整理してつくったものでございます。そういうことではございますけれども、それから、もちろん安全研究委員会等の委員会の所見も含めてご紹介して考慮していただいたということで、その内容も含めて書かせていただいております。それで、そうではあります、まずこの委員会としての大きな意見を書いているところがページで7ページ、8ページあたりでございます。ここに総合評価結果というのが7ページからございまして、平成17年から19年度への成果の全般的所見ということとか、それからその下の留意事項といったことが書いてございます。それからその下に平成20年度以降の計画についても同じような形で書いてございます。そのあたりを中心にして、確認をいただければと思っております。お気づきの点等ございましたらば、これをワードのファイルでお送りさせていただきますので、書き込んでいただければ、私どものほうでまた整理させていただきます。

○佐藤委員長 ということだそうでございます。今ここでお気づきの点がありましたら、ここでご指摘いただいてもよろしゅうございますが、それは大変だということでしたら、そんなに長いことはお時間はとれないと思うんですが、事務方へご連絡をいただきまして、その処置等については、ご意見の内容によって、私と事務方で判断して適当に、あるいはもう一遍皆さんお集まりくださいなんていうことになるかもしれませんが、適当にやらせていただきたいと思うんですが、いかがなものでございましょうか。もしここで直ちにご意見があればここで承るのはもちろん結構でございます。それはちょっと無理だということであれば、じゃひとつお目通しをいただきまして、それで今ここが大事だよということは事務方から指摘いただきましたが、もちろんそこに限らず、ほかのところでもお気づきの点があれば指摘をいただければと思います。

○村松研究計画調整室長 それから、ちょっと申し上げ忘れましたが、一番最後のページですね、これで申しますと、5章ですね、「おわりに」というところがございまして、そこはまとめ的なことなんですが、これは事務局のほうでご議論いただいたことなどをもとにして一応原案として書いておりますけれども、ここについてもさらに書き込むことがあればお知らせいただきたいと思っております。

○佐藤委員長 はい、わかりました。

○村松研究計画調整室長 あともう一つ、これ、出来上がった報告書についてちょっと一言だけ加えさせていただきますよろしいでしょうか。

安研審の参考の7-2という資料がもう1つお配りしてございます。これはその前の年につくったものなんですが、そのあと、出来上がったものについてコメントをいただいたものがありまして、それでその点を入れて1カ所だけ実は修正をさせていただきました。それは、この資料の39ページ、終わりのほうにございますけれども、このところ39ページの上から3行目ぐらいの(4)評価及び留意事項というところがございまして、その留意事項の3行目に、我が国の原子力防災の実効性を向上させる上で、適切な研究が進められていると考えるというところがあります。これが、我が国の原子力防災の実効性について、最初の原案では現状では不十分ではないかというようにとれるような表現があって、それはむしろ意図としてはそういうことじゃなくて、不十分になっているわけじゃないんだということでご意見があって、修正をさせていただきました。それだけでございます。

○佐藤委員長 ということだそうでございますので、それを一つご了承を賜りたい。

以上でご審議のほうはおしまいですね。

では、どうも本当にありがとうございました。本日はご協力をいただきまして、予想より少し早く終わりました。こういうのは早く終わっても司会者はしかられることはないと思っておりますが、ここで事務局のほうから、次期会合その他、何か事務的なご連絡がありましたら、よろしくをお願いします。

○村松研究計画調整室長 きょうのお配りさせていただいております所見集でございますが、大変申しわけありませんが、2月5日ごろをめぐりにお返しをいただけると大変ありがたく思っております。また、今後の予定としましては、今後事後評価を来年度夏ごろに開催させていただきたいと思っております。

○佐藤委員長 それはまだ時間がありますから、事務局のほうで委員の方々のご都合等も確かめた上で日にちを決めていただきたいと思います。

ほか、よろしゅうございますか。

○村松研究計画調整室長 それと、今回の報告書（案）につきましては、また後ほどお送りさせていただきたいと思っております。

○佐藤委員長 はい、わかりました。

以上で、全部終わりのようでございます。どうも本日はありがとうございました。

午後 4時57分 閉会