

## 第7回 原子力試験研究検討会議事録

1. 日 時：平成15年7月24日(木) 13:30～16:30

2. 場 所：虎の門三井ビル2階 原子力安全委員会 第1・2会議室

3. 出席者

原子力委員会：藤家洋一 委員長、竹内哲夫 委員

検討会：岩田修一 座長(東大)、阿部勝憲 委員(東北大)、石井 保 委員(三菱マテリアル)

井上弘一 委員(埼玉大)、小柳義夫 委員(東大)、小泉英明 委員(日立製作所)、

澤田義博 委員(名大)、嶋 昭紘 委員(東大)、三宅千枝 委員(元阪大)

村田 紀 委員(放影協)

文科省：石井利和 量子放射線研究課長

4. 議 題

(1) 平成16年度新規課題事前評価・平成15年度継続課題中間評価に係る評価結果について

(2) 原子力基盤クロスオーバー研究について

(3) その他

5. 配布資料

資料原試第7-1号：「第6回原子力試験研究検討会議事録(案)」

資料原試第7-2号：「原子力試験研究の事前及び中間評価結果について(案)」

資料原試第7-3号：「原子力基盤クロスオーバー研究の展開について(案)」

資料原試第7-4号：「原子力基盤クロスオーバー研究 研究構想」

資料原試第7-5号：「原子力基盤クロスオーバー研究(新クロスオーバー研究)における研究テーマの設定、プロジェクトリーダーの指名及び幹事機関の選定について(案)」

資料原試第7-6号：「原子力試験研究検討会研究評価ワーキンググループの設定について(案)」

参考資料：「原子力試験研究検討会委員名簿」

6. 議事内容

(1) 開会挨拶及び配布資料確認

岩田座長による開会挨拶に引き続き、事務局による配布資料の確認が行われた。前回議事録の確認については、事前に確認をお願いしており、省略された。

(2) 平成16年度新規課題に係る事前評価及び平成15年度継続課題中間評価に係る評価結果について

石井課長(事務局)より、資料原試第7-2号1頁及び2頁に基づき、今回の評価対象課題数、

各研究分野における評価結果の一覧について、同資料 3 頁及び 4 項に基づき、今回の評価における基本的な考え方及び評価基準について説明が行われた。引き続き、各WG主査による評価結果報告が行われた。

## 2-1．生体・環境影響基盤技術WG

嶋委員（生体・環境影響基盤技術WG主査）より、資料原試第 7-2 号 5～6 頁及び 11 頁～22 頁に基づき、生体・環境影響基盤技術WGにおける事前・中間評価の評価結果の報告が行われた。

事前評価にあたっては、書類一次審査を実施し、申請課題の半数に当たる 8 課題が原子力試験研究の課題として適当でないとの判断に基づきヒアリングを行わなかった旨、また、その主たる理由が、放射性同位元素の単なる利用、もしくは新規性の乏しい放射線の利用である旨の説明がなされた。本分野における評価結果の概要は以下のとおり。

A評価となった 3 課題については、いずれも本制度において従来から研究の実績があり、その実績の蓄積に基づきさらなる研究の進展が期待できるということでA判定とした。中でも、「前 5」については、14 頁に総合所見がまとめられているが、これは新しい I - 125 線源による前立腺癌の放射線治療に関する臨床的研究であり、国立病院東京医療センターから申請のあった課題である。

本課題については、研究を実施する上での研究環境に大きな変化が見られた。すなわち、従来から放射性同位元素、いわゆる密封線源を装着した医療用具というのは、厚生労働省の所管の薬事法と、文部科学省が所管である放射線障害防止法による、まず製造と承認をという規制を受けており、さらに、厚生労働省所管の医療法と先述の放射線障害防止法により、病院内での使用段階の規制という、実に幾重にも規制があった。このため我が国においては、この I - 125 線源を使った治療というのは実施できなかったわけである。

この療法は、特に早期の前立腺癌において、線源を胎内に永久的に挿入することにより約 14.5 Gy という大線量を組織内で局所的に照射することができ、良好な治療効果を有するとともに、患者は線源を胎内に永久挿入したまま社会復帰が可能であるという利点があることから、総合的に判断して非常にすぐれた治療法ということで、米国では既に広く普及・定着しており、我が国においても実施が要望されていたわけである。

これらの状況を踏まえ、昨年 12 月に厚生労働省が薬事法において前立腺癌治療用の I - 125 密封線源を医療用具として承認し、今年の 3 月には当該密封線源挿入患者の病棟からの退出基準を定め、そして最後に文部科学大臣が厚生労働大臣との協議を踏まえ、放射線障害防止法施行令第 1 条第 3 号に基づく医療用具の指定を行い、同法の適用を除外することについて、本年 7 月 15 日付で告示することになった次第である。

このように、本研究課題においては、非常に大きな研究環境の変化があり、これに伴って、この「新しい I - 125 小線源による前立腺癌の放射線治療に関する臨床的研究」が我が国においても実施することが可能となったわけである。

なお、本研究実施グループにおいては、これまで、I - 125 シード線源の代用として、Ir -

192という線源を一時的に挿入する研究が現在、この原子力試験研究の中で走っており、昨年度中間評価を実施し、Aと判定とした。この課題は今年度をもって終了するが、引続きさらにこの方面の研究を進める上で非常に重要であるということで、A評価と判定したわけである。あと2つのA評価の課題については、それぞれのシートをご覧いただきたい。

次にC評価となった2つの課題についてご説明申し上げる。

まず、「前4」について。この課題については、研究開発課題名と実際の研究内容に大きな隔たりがあった。すなわち、この研究の成果が新しい放射線影響研究の確立、ひいては新しい線量概念の導入に繋がるかという説得力のある説明が行われなかったわけである。但し、本課題で目指しているいわゆる「複合効果」のうち、「感染」と「線量放射線被曝」の2つの要因による複合効果の解析に主眼が置かれた研究であるならば、化学物質と低線量放射線による複合効果の解析研究である「前3」と適切な連携のもとに「複合効果」ということを共通項とした連携研究を行うことも可能ではないかとのコメントを付した。

次に、「前15」について。この課題は、放射線によって突然変異が起こる場合のメカニズムを解析する非常に重要なテーマであるが、この課題の場合には、ホットスポットの存在を想定し、それを突き止めようというものである。その意図自体は大変結構であるが、実際の研究計画では、10個の放射線誘発の突然変異体を調べることによりホットスポットの存在を決めたいという考えであるが、恐らくこの規模の変異解析では、その存在を統計的有意差をもって判定することは不可能であろうと判断した。さらに、実験材料としてメダカを使うことを計画しており、メダカのゲノムでわかったことを人のゲノムに適用しようという考えであり、そのねらい自体は大変結構であるが、実際には、そう簡単なことではない。そして、この研究期間内の目的達成は大変困難であり、それらを総合的に判定してC評価とした。

引続き、中間評価の評価結果についてご説明申し上げます。中間評価では、3つの課題についてヒアリングを行った。この中間評価では出席予定に委員の中から各課題毎に専門分野の比較的近い2名の委員にあらかじめ提出された書類を精査していただき、問題点の整理等を行っていただいた上で当日のヒアリングを実施した。今回の対象課題はいずれも事前評価でB評価であったが、3課題ともヒアリングの結果、各研究が当初の予定に従ってほぼ順調に進捗していると判断し、研究の継続を是としたものである。以上である。

質疑は以下のとおり。

(岩田) 前15について。ホットスポットの定義について教えていただきたい。

(嶋) ホットスポットというのは、端的に言えば、要するに突然変異が起こる場合、その非常に起こりやすい場所のことであり、あるという説とないという説がある。ただ、それをピンポイントすることは非常に難しいことであり、ホットスポットの存在の判定を行うには相当な数の解析を行う必要があると思われる。したがって、10個のミュータントの解析では恐らく不可能であると判断した。実は、私自身、もう既にメダカを使った20以上の解析を実施しているが、ホットスポットの存在は示唆すらされていないという状況である。

(岩田) 前3について。放射線と化学物質の複合効果の影響を分子基礎に基づいて考えると、低線量の評価についてある種の展望が開けるという可能性についてはどのように感じておら

れるか。

- ( 嶋 ) その展望が開けるであろうことを期待して、この「前3」にAという評価をした面もある。申し上げるまでもなく、複合効果というのは、何と何との複合かにより千差万別の組み合わせの可能性があり、実際問題としては、どのような実験及び実験方法を選択するかということが非常に難しい問題となる。今回の「前3」の申請内容は、研究の基盤が非常によく整っており、なおかつ選択されているのが、肺癌の影響因子と考えられているNKKという化学物質と低線量の線という組み合わせである。もちろん、この課題でNKKと線との全てのレンジの組み合わせについての答えを出すことはできないと思われるが、今までの研究を通じて、経験的に適切であると思われる濃度と線量を組み合わせ、それを解析することを試みるものである。

## 2-2. 物質・材料基盤技術WG

阿部委員（物質・材料基盤技術WG主査）より、資料原試第5-2号7頁及び23頁～46頁に基づき、物質・材料基盤技術WGにおける事前・中間評価の評価結果の報告が行われた。

本分野については、7月7日に事前評価の課題、7月8日に中間評価の課題のヒアリングをそれぞれ10名及び7名の委員により実施した。評価の方法としては、あらかじめ委員全員に関係書類を送付し、内容を吟味していただくとともに、ヒアリング当日は、出席委員全員が課題毎にそれぞれ共通チェックシートを作成する。それを各課題毎に専門分野の近い委員を担当に決め、予備的な検討を行った後、主査が最終的に責任をもってとりまとめるという形式で行ったものである。

各課題の詳細は後程詳しくご説明させていただくが、まず、事前評価及び中間評価それぞれの評価結果の概要について簡単に申し上げる。

まず、事前評価について。12件の申請課題に対して、A評価が1件、B評価が7件、それからC評価が4件という結果である。A評価は「前22」の課題。超伝導線材の開発実績をもとに、超伝導線材の低放射化を進めようという新しいねらいの課題であり、期待をもてるということでA評価とした。

それから、B評価は全部で7件あったが、それぞれ原子力用材料の開発や評価、また、それらを通じての安全性への寄与、それから放射線の計測応用を新たに開発しようという課題等々で、全体としては成果が期待される計画が多いと判断した。但し、研究の実施にあたっては、ねらいを具体的に絞り込む必要があると思われる課題も多く、A評価、B評価の課題ともに、中間評価では、そのあたりをチェックすることにより、試験研究が効率的に進められるものと考えている。

最後にC評価の4件について。それぞれに面白さはあるものの、全体的に準備不足の印象があり、Cという評価にさせていただいた。例えば、「前20」では、陽電子消滅法を生かそうという試みであるが、時期尚早である。「前25」は、検出器の開発を普及型まで持っていこうということに無理がある。「前26」は、基礎的な課題にとどまっている可能性がある。それから「前31」、これは非常に斬新なアイデアではあるが、申請書に記載されているシステムとし

ではまだまだ準備することが多いと考えられる。以上、全体としてはC評価となつてはいるものの、それぞれに着想は面白いと考えられ、原子力試験研究としての絞込み、あるいは具体的な成果までに結びつくまでに結びつくかに関しては、もう少し準備がいるのではと判断した次第である。

次に、中間評価について。対象課題11件に対して、A評価4件、B評価6件、C評価1件という結果である。A評価と判断したのは、「中37」の構造材料の損傷をアトムプローブで検出しようという研究開発課題、「中40」のセラミックスの微細加工に対してビームを新たに利用しようという課題、「中41」のダイヤモンド半導体基盤技術の開発にビーム照射を利用という課題、それから「中42」の超伝導素子を利用するエックス線検出器の開発という、以上の4課題である。これらの課題は、基盤技術開発が達成される可能性が高く、また、最近のいろいろな科学技術の進展に対して非常に意欲的に取り組んでいると判断し、A評価としたものである。

それから、B評価の6課題について。安全性につながる材料の研究、放射線の高度利用による新材料開発、高精度加工、高精度検出技術に発展する可能性が高く順調に研究が進捗しており、B評価としたものである。また、これから後半の研究を進めるにあたっては、成果の効果的な発表等を積極的に行い、完成度の高い研究にしていきたい。

最後に、C評価の1課題、「中39」について。本課題については、一定の成果は出ているものの、なお原子力試験研究としてさらに継続するにはやや物足りない部分もあり、また、他の研究予算等で対応できるのではないかと判断させていただいた。

以上が概略であるが、A評価及びC評価については、具体的に資料でポイントを確認させていただきたい。

まず、事前評価について。A評価の「前22」について。本課題は、低誘導放射化超伝導線材基盤技術の確立の一環として、核融合用の超伝導マグネットの低放射化を目指したテーマである。超伝導マグネットは、実験炉等の構造からもわかるとおり、プラズマ近傍で中性子量の多いブランケットなどと比較した場合、外側に位置しているため、中性子の量は4ないし5桁低いものの、物量が多い。よって、もしそれらを放射化しないように開発できれば、メンテナンスも楽になるし、さまざまな意味でクリアランスレベル以下にできる可能性があり、新しい発想であると判断した。また、超伝導材料については、マトリックス、界面、フィラメント、安定化材といろいろな要素が関連する。それらに対して低放射化という切り口で研究を進めることにより、さまざまな研究の展開が期待される。一方で、当該研究機関及びグループは、これまでも超伝導線材開発に実績がある。後は効率的に研究を推進するため、課題の絞込み等をさらに行うことも検討しつつ、進めていきたい。

続いて、C評価となった4課題について。最初に「前20」について。本申請課題は、陽電子ビームによる熱履歴の分析を犯罪捜査に応用しようという研究である。放射線が犯罪の捜査に役立つということであり、WG一同大変興味をもって審査を行ったが、本課題で目指している熱履歴の分析の検出ということに関しては、どのような格子欠陥があって、それに対して陽電子がどのように有効であるかということについて、なお陽電子のグループ等々において、よ

り準備が必要であるということが、WGとしての全体の評価であった。したがって、現状ではCという判定をさせていただいた。

「前25」について。本申請は、荷電粒子団ビームを利用した質量分析法の開発に関するものであり、研究の前半が大型加速器を用いた研究であり、後半が普及型装置の開発ということになっている。WG全体として、特に普及型装置の開発に関しては、いろいろな意味で準備不足という判断であった。したがって、大型加速器による2次粒子生成現象の研究に関しては、期待できるものの、普及型装置の開発を含めての全体の計画としては、なお調査すべきことが多いだろうと判断したものである。

「前26」について。本申請は、1 keV 以下の非常に低いエネルギーのイオンビームを利用した研究であり、基礎的には大変興味深いものであるが、原子力試験研究としての位置付けという観点においては十分ではないと判断し、C評価とさせていただいた。

「前31」について。この課題は、応力がかかってひずむと発光するという材料、すなわち応力発光体を、パイプにコーティングして、新リモート安全管理システムを開発することを目指したものであり、物質・材料のみならず、安全管理等にも関わる非常に興味ある提案であった。但し、計画の中身を精査したところ、高性能の応力発光体と、その利用自体は極めて独創的で新規性に富む研究であり、大変興味深いものであることについては、審査員全員の共通認識であったが、その応力発光体を原子炉関連のパイプラインにコーティングしてリモートシステムを開発しようということに関しては、コーティング技術、それからモニタリングシステムの成立性という観点において、現段階においては、非常に疑問であるというのが結論である。したがって、この発光体を塗布して異常を検知するシステムは、原子力以外にも民生用のさまざまなパイプラインであるとか、その他にも例えば橋梁とかトンネルとかいろいろな利用法が考えられる。まずは、そういったより緩やかなところでシステムとしてのフィージビリティを調査する必要がある。したがって、WGの結論としては、現時点では本研究を原子力試験研究として実施するには時期尚早であると判断させていただいた。ただ、WGを代表して申し上げるが、是非これらのコメントを参考に、よりよい計画に再検討していただきたい。

引き続いて、中間評価について。中間評価においては、A評価が4課題、それからC評価が1課題となっており、これらのポイントをご説明させていただく。

最初に、A評価の4課題について。「中37」について。本課題は、3次元アトムプローブという装置を用いて構造材料中における溶質原子クラスター形成と材質変化を研究するものである。電子顕微鏡でも見えないような欠陥を、圧力容器鋼に含まれる銅元素と結合したさまざまな析出物等を、例えば陽電子消滅、それからこのアトムプローブ等で検出することが可能であり、これにより現在さまざまな知見が得られつつある。特に、アトムプローブは、電子顕微鏡でも見えない原子スケールのものを3次元的に検出できるという特性があるものの、非常に高精度の検出精度が必要であり、現在、放射線管理区域では実験できていないのが実情である。本課題においては、これまでに得られた成果を基に、放射化物測定専用のアトムプローブを大学の共同利用機関である東北大金属材料研究所の大洗のホットラボに設置することに成功している。したがって、今後はこれを生かして大学及び各研究機関等で実際の原子力用の構造材料

について、放射化した試料をアトムプローブで検出等を行うことができるわけである。本研究はその意味で研究内容自体のレベルの高さもさることながら、当該分野における今後の研究の展開について非常に大きな可能性を開いたということが高く評価した。

「中40」について。本課題は、放射光及びイオンビームを用いて、3次元セラミックスの微細構造の作成を試みる研究である。現在までに非常に高い成果が得られており、これを今後3次元加工の方向で発展する可能性であるということに着目した。また、セラミックスは難加工性材料であり、これが技術的に確立されれば波及効果も非常に大きいと判断しA評価とした。

「中41」について。本課題は、ソフトイオンビームプロセスにより、高品質のダイナマモンド半導体の基盤技術確立を目指すものである。従来のイオンビームによる加工の場合に発生するダメージを、本研究では、動的アニールという手法、すなわち、レーザーによるアニールを組み合わせることにより、この問題を解決して高品質のデバイスを開発することに成功しており、その成果を高く評価した。但し、今後後半の研究においては、それが放射線に対してどのように対応できるかということについても十分に研究を行うようにとの注文を付けさせていただいた。

「中42」について。本課題は、超伝導素子を利用して、光子情報複合検出技術を開発することを目指した研究である。具体的には、フォトンの「エネルギー」、「数」、それから「位置」という3つの情報を検出するという、ある意味で理想的なエックス線の検出器の開発を目指すものであり、着実に研究が進捗していると判断しA評価と判断した。今後の研究においては、これらを実用に適用した場合には、どのような具体例があるのかについても検討していただきたい。

次に、C評価とさせていただいた「中39」について。本課題は、プラズマ利用イオン注入により金属材料表面にダイヤモンド状の被膜を形成させるという研究である。今回の中間評価の段階までにある程度の被膜ができているということについては一定の評価はできるものの、なおその被膜のフッ素化することに関しては、当初計画からだいぶ遅れている。それから、実際にこれが開発されていった場合における原子力分野への応用という面については、見通しがたっており、原子力試験研究としては十分とは言い難く、例えば、他のダイヤモンド関係の開発関連予算等での実施の検討も含め、最終的な判断をさせていただいた。

以上が、物質・材料基盤技術分野における事前・中間評価結果であるが、当該分野の評価全体に共通した事実として、申請書類上で、また、当日のヒアリングにおいても議論となったこととして、研究実施者の人数について、ある研究グループは従事率を考慮している記載しているのに対し、別の研究グループでは、従事率に関係なく研究に僅かでも携われれば1名として勘定して記載している。そこで、実際の研究体制がどのように組み立てられているのかということについて、判断に苦しむケースもあった。したがって、今後、評価を進めるに当たっては、具体的にどのようなメンバーで、かつ、どのような体制で研究が実施されているかということについても、ある程度フォローしていくことが適当であると思われる。

質疑は以下のとおり。

(岩田)「中39」について。「2名の研究者のみが実施しているようであり、その継続が難しい

ようにみえる」というのは、阿部先生が最後にご説明されたことと関連しているのではという気がするが、もう少し詳しくご説明いただきたい。

(阿部) 本課題は、当初 2 名以上の多くのメンバーで提案された計画のようであったが、中間評価までの研究発表状況等を見ると、そのうち 2 名の方にかなり特化されていた。そこでヒアリングにおいて、今後この 2 名が中心的に研究を行うのかということを確認させていただいたところ、ご定年等の関係もあり、その方々は後半の研究にはほとんど参加できないという状況が判明した。そうするとメンバー的に後半の研究を継続的に行っていくことは難しいであろうと、WG としては判断せざるを得なかったという次第である。

(岩田) 今のご説明が、阿部先生が最後にコメントされたことと関係しているということか。

(阿部) この課題も確かに関係しているが、先程のコメントは他の課題を含めた評価全般としてのコメントであると理解いただきたい。

(石井委員) 非常に多種多様な研究があり、評価されるのも大変だと思われるが、これらの課題の中で、いわゆる実用化への道筋という観点から見たときに、特に、どの研究が有効であると判断されているのか。

(阿部) 例えば、実用化という意味では、A 評価と判断した「前 2 2」の超伝導線材の開発では、実際に超伝導線材、超伝導マグネットを作製しており、関連する特許等も多い。その意味ではある程度の基盤をもって新しい課題にチャレンジしてきており、実用化を見通して開発を進めることができるであろうと判断した。また、特許等に関していえば、材料開発に関しても、放射線検出器の利用等に関しても、実用化への道筋をつけるような成果が何点か上がっている。それから実用化という意味では、先程もご説明させていただいたが、応力によって発光する材料ということで、非常に面白い材料であり、それを原子力施設の安全管理に応用しようという着想というかシーズ自体は大変ユニークである。しかしながら一方で、全体のシステムとして、原子力試験研究として原子力プラントに適用できるまでになるかということに関しては、時期尚早であり、もう少し事前の調査等が必要であろうと判断した。

(石井委員) 例えば、今のご説明の最初にあった超伝導線材の研究などは、確かに非常に面白いが、研究を実施した成果が、超伝導を実際に行っている機関の研究者等とのコンタクトを通じて採用されるというケースはままたまあるのか。

(阿部) たまたま、今話題になった研究は、核融合用の超伝導マグネットを開発することを最終目的にしている研究である。したがって、日本原子力研究所、それから核融合科学研究所の超伝導グループと連携して研究開発を進めている。

### 2-3 . 知的基盤技術WG

小柳委員(知的基盤技術WG主査)より、資料原試第 7-2 号 8 頁及び 47 頁～56 頁に基づき、知的基盤技術WGにおける事前評価の評価結果の報告が行われた。

本WGでは、6月12日に委員8名の出席のもと、事前評価4課題、それから中間評価5課題のヒアリングを実施した。



まず、事前評価結果について。結論から申し上げますと大変厳しい結果となっており、B評価が1件、C評価が3件という結果である。

個々の内容について簡単に申し上げます。まず、「前43」について。これは放射線事故における救助隊員の被曝を防止するため、放射線防御壁ロボットを複数作成し、それらが知的に連携して動くことにより被曝を防止するという申請課題であるが、審議した結果、防御という点においても、また移動ロボットとしての安全性・安定性といった力学的機能においても検討が不十分であり、まだ採択に値するレベルに達していないということでCと判断した。

それから「前44」について。本申請は物質・材料の照射下における損傷や被曝をマルチシミュレーションにより研究を試みる内容。この申請を行った研究グループは、このような物質と放射線との相互作用に関する基本的なシミュレーション手法については、十分な経験を持っていると判断されたが、原子力における材料研究に応用するという観点でとらえた場合、クリアすべき課題、それを克服するため方策の検討、さらには、シミュレーションの結果の検証を如何に行うかなどについて、まだ少し詰めが必要であろうと判断された。ただ、不採択というほどでもなく、実施は認めるものの再検討の要ありと判断しB評価とした。

あとの2課題「前45」「前46」の両件はともに、リターンマッチであり、昨年の申請を練り直したものである。

まず、「前45」について。この申請は、光ファイバーを用いた損傷監視センサーの開発であるが、昨年の評価におけるコメントを踏まえ、多少の改善は図られており、基本的なセンサー技術という点においては十分に経験があるということも認められるが、これを原子力のいろいろな諸局面に利用することを考えた場合、まだまだそのあたりの検討が不十分と言わざるをえず、Cと判断した。

それから「前46」について。この申請は、確率論的信頼性安全評価のプロジェクトであり、昨年もいろいろとコメントしたが、去年の申請と比べて故障に関するデータベースの充実ということが大事だということを認識している点については評価できるものの、それでは果たして本申請のあった研究グループにでそういうことができるのか。あるいは、実際にこの手法を用いて原子力分野にとってプラスになることができるのかということが疑問となり、これもCと判定した。

昨年も申し上げたが、これらの4提案は、原子力の研究を直接の目的としない研究機関から申請されたものである。もちろんそういった研究機関から原子力分野へ参入してくること自体は、技術のクロスオーバーという観点からも大変重要なことであり、奨励すべきことであると認識している。但し、そういう場合にえてして、自分自身もしくは同じ研究分野の研究者が開発している手法を単に原子力に適用すればいいという、非常に安易な発想が見受けられ、原子力分野でそれがいかに妥当性を持ち、有用であるかということの検討が十分になされていないという指摘がWG全体としてあったことを申し上げておきたい。

それから、これも昨年も申し上げたが、事前評価に際し、研究機関の内部評価として研究担当者の所属長が評価を行うのだが、その内部評価もやはり研究担当者と同じような視点で、その特定の分野の観点から評価されており、原子力分野でいかに妥当かという視点が抜けている

という傾向が全般に見受けられた。これについては、昨年のコメントともあわせて今後の問題点であるかと思われる。

引き続いて、中間評価の結果についてご説明申し上げます。今回、中間評価の対象となる継続課題は、全部で5課題あり、ヒアリングの後、議論した結果、A評価2件、B評価2件、C評価1件という結果となった。

A評価と判断したのは、「中48」「中49」の2課題。これらはいずれも遮蔽計算に関する課題であり、両者とも実用となる遮蔽計算手法をつくっている点、さらにソフトウェアを利用可能にし、ハンドブックをつくるというような実用的なものをつくっている点等を高く評価し、Aと判断した。但し、総合所見にも記載のとおり、「中48」については、ハンドブックとか学会などでは頑張っているものの、いわゆる通常の学問的な研究発表といったものがまだ少ないという指摘がされており、今後、その点については努力していただきたい。

B評価と判断したのは、「中47」「中50」の2課題。「中47」は爆発の評価、特に再処理の場面における爆発の問題を分析するために、爆発の評価を計算機シミュレーションと実験の両面から実施しており、順調に進捗していると評価されたが、スケーリング、すなわち、小規模の爆発実験が実規模にどれだけ適用できるのか。そのあたりの計算コードのシミュレーション結果との対応等、今後さらなる分析が必要であろうという点が指摘されており、この点に関しては、残りの研究期間で配慮して研究を進めていただきたい。

「中50」について。この課題は、使用済燃料の貯蔵システムでの遮蔽の問題をモンテカルロ計算により安全評価を実施するであり、これも順調に進捗しているものと判断されたが、実際にこの手法がどれだけ有効であるかについては、まだまだ検討の余地があるとの指摘がなされており、さらに、中間報告の中で予算増額の要求があったが、これには説得力がないというのがWGとしての判断であった。

最後に「中51」について。熱流動現象がプラント機器に与える影響を明らかにするというテーマである。本課題は、3つのサブテーマが実施され、それぞれはそれなりの成果は得ているものの、それらがどのように全体的に統合されて、流体構造の連成モデルとどう比較するのかという視点が欠けていた。さらに、高経年化というタイトルにもかかわらず、材料の劣化についての配慮が欠けており、一定の成果は認められるものの、原子力試験研究という観点で考えてみた場合、研究の位置付けに問題があるとして、中止もやむ無しということで、Cという判定をさせていただいた。

質疑は以下のとおり。

- (岩田)最後の「中51」について。題目からすると、基本的な連成問題や劣化の問題を考慮する必要のあるテーマだと思われるが、それができていなかった。きちんと考慮に入れておれば、評価結果も違っていた可能性もあるのか。
- (小柳)きちんと考慮されておればもう少し評価も違ってきたのかもしれない。確かに、当初の目的の中には、それらしきことが書かれており、割と単純なモデル実験、モデル計算的なもの(例えば、円柱の中でどういう振動が起こるとか)は考察されているが、あくまでそのレベルに留まっていて、その間の連関性が全く考慮されていないという印象が強かった。

- (竹内)今の課題に関連して。課題名と今までのご説明を伺っていると、研究の内容的には今電力会社でもかなり悩んでいる問題に近いと思われる。実際にそういう電力関係の方と、いわゆるBWR等において、こういった問題について最先端の研究をしている方との接点もなく研究計画を立案されていたということか。
- (小柳)この申請については、先程も申し上げたとおり、原子力を中心的な目的としていない研究所で立案されたものである。この海上技術安全研究所は、昔の船舶研であるが、船の流体力学とか、そういう分野においては非常に専門性を有しているが、原子力試験研究という観点からすると今ひとつまとまりに欠けるというのが、WGの評価であった。
- (阿部)「前44」について。照射下での材料のシミュレーションに関する課題であり、このタイトルどおり、全体にきちとしたことができれば大変価値があるかと思われるが、具体的にこの研究では、最終的な目標をどのあたりに設定されているのか教えていただきたい。
- (小柳)照射データ等をマイクロなレベルから、さらには粒塊に至るまでの構造的な面までシミュレーションする技術を開発するというのが、全体的な構想である。
- (岩田)Bという評価であるが、そうするとむしろ、照射等に関する事前の検討が十分になされていないかったという判断であるのか。
- (小柳)この研究グループは、割とマイクロな視点とか、そういう物質材料の基本的な振る舞いとかいう点については、専門性を有している。しかしながら、やはり原子力との関係という点からみると、具体的にこれをどのように応用していくのかというあたりの検討をもう少し深めておかないと、折角のプロジェクトが実用の中に生きてこないであろうという判断に基づきBという評価になったものである。
- (石井委員)先程の質問とも関連するが、企業にいると一体この研究は何のためにやっているのかということに興味が行く。こういう研究所の中には論文を書いて、学術的意味を明らかにすることに留まるものも散見されるが、その結果をメーカーやユーザーが使うとか、それとも許認可側に役立たせるとか、そのあたりの目標設定の仕方が非常に重要なのではないか。やはり国のお金を使って研究をしている以上、どういう視点に立って、誰がどう利用するのかというあたりが、気になるところである。
- (竹内)ちょうど私も似たようなことを感じており、ほとんど同じコメントになってしまうかもしれないが、海上技術安全研究所という、余りなじみのないところで大変申し訳ないが、こういうところで中間貯蔵の遮へい演算のコードを作っておられる。国として考えてみた場合、このような際は、客観的なデータを許認可なり規制に使うか、ないしは、よって出たシステムをどこかに売るなりして実用化を図るといふ、どちらかなのではないかと思われる。この研究所に限ったことを申し上げているわけではないが、これまでの報告を聞いていて、これはいったい何の目的で実施された研究なのかなという点が気に掛かるところである。石井委員と全く同じ発言になってしまうが、やはり国のお金を使って研究を行う以上、規制もしくは実用のどちらかに役に立たないと成果品がもたないのではないか。
- (小柳)私もそれほど詳しいわけではないが、本申請に関して申し上げますと、これは放射性廃棄物の運搬船の経験から、一応ベースのある技術であり、その技術を使って、これは別に船

に限ったものではなく、例えばある放射線の基準のもとで、例えばこの中間貯蔵システム云々というものは、どういうふうに貯蔵して、どういう密度で、どこまで置けるかということシミュレーションするための基盤技術という位置付けである。

(石井委員) 今も竹内先生からお話があったとおり、貯蔵の基準と輸送の基準というのは、当然違うわけであり、輸送でははっきりとした数値基準があるのに対し、貯蔵の方は施設全体が対象になってくる。輸送のための基準等がクリアできるかどうかという話だけであればある程度理解できるが、どうもそうではないように見受けられ、その辺りが少し気になるところである。

(岩田) おそらく募集の段階からどういう問題設定とするか、あるいは事前評価を行う際に、それぞれの研究グループの意図なり問題意識というものをもう少し確認して、明らかにしておいた方が全体としてわかりやすくなるのではという感じがする。募集要綱とか、そういったところについても、そういう意味でどういう位置付けで何をやるようとしているのかに対しては、より詳しく評価の過程で明らかになるように、今後やっていけたらと思うので、評価委員の先生方及び事務局によるしくお願いしたい。基準の問題と、それから科学的な価値のようなものが必ずしも一致しない場合もあり得る。別の視点から少し小柳先生にお伺いしたいと思うが、今回評価をした課題の中に計算科学という点において非常にチャレンジングな課題はあったかどうか教えていただきたい。

(小柳) 科学研究のチャレンジングという話と、原子力の研究として意味があるかというのは、また少しベクトルが違うが、例えばマルチスケールシミュレーションというのは、今いろんなところで重要性が指摘され始めており、実際に複雑なものを扱うためには、実用的な面でも、それから研究的な面でも必要なわけである。そういう意味では、多くの人が今チャレンジしているテーマとして挙げられると思われる。ただ、非常にチャレンジングということは、逆に言うと、その結果をすぐ、規制や実用に使えるかということ、これはまた別の問題である。

#### 2-4 . 防災・安全基盤技術WG

澤田委員(防災・安全基盤技術WG主査)より、資料原試第7-2号9~10頁及び57頁~72頁に基づき、防災・安全基盤技術WGにおける事前・中間評価の評価結果の報告が行われた。

本WGでは、6月26日に10名のWG委員出席のもと、事前評価5課題、それから中間評価10課題のヒアリングを実施した。

まず、事前評価について。事前評価は5課題のうち、A評価1件、B評価1件、残りの3課題はC評価という、やや厳しい結果となった。

A評価と判断した「前53」について。これは放射性ヨウ素のいわゆる固定化手法として、アパタイトを開発することを目標としたもの。研究ニーズの他、新規性も有り、研究能力も十分高く、こういう専門のところで研究を実施するのが適当であると判断し、A評価とした。

B評価と判断した「前55」について。これは、軽量のプラスチックシンチレータ、板状のものを開発して、高さ数十メートルのところを無人ヘリコプターで調べようというもの。この

申請は前年度にも申請がなされた課題であり、昨年は、気球による調査の提案であったが、ガンマ線のエネルギー弁別に見通しがなかったりといろいろと注文が付き、結局、不採択という結果となった課題である。今回、そのあたりをかなり調査されてクリアされたと判断した。その一方で、常時、原子力施設の周辺の放射線量を調べる意味がどこまであるのかということもあるし、現在のモニタリングポストとどう棲み分けるかとか、という問題もある。ただ、逆に事故時などにおいては、非常に有用となる可能性もある。そういうことで一応一定の意義は認めるといことでBという評価となった。

残りの3件については、いずれもC評価である。「前52」について。本課題は、ナトリウム化合物の火災安全性ということで、非常に重要な研究である。その重要性は十分に認められるし、提案者である消防研究所は、火災に関する専門家そろっているところでもある。しかしながら、事前評価の共通調査表にかなりの記載漏れがあり、内容がいま一つ理解できなかった。ヒアリングでも随分その辺りのことをお聞きしたが、やはり、もう少し研究計画を練って、来年度再提案していただきたいという意味でC評価とさせていただいた。

それから「前54」について。本申請は、土壌による放射線の遮へい効果というものの機構を明らかにすることと、全国規模での土壌の遮へい機能・効果のデータベース化を目指してものである。もちろんこれについては、国際的な規制レベルの見直しへの対応といった観点においては非常に意義があることは認められるが、しかしながら、高レベル廃棄物の貯蔵ということに対して結びつけるのは、なかなか難しいと判断し、原子力試験研究としては、採択し難いと判断した。

最後に「前56」について。本課題は、有機着色性の化合物分散体を用いた放射線マーカーの開発ということで、例えば、スプレー方式みたいな形で、ちょっと噴きかけることによって放射線があるとパッと色が変わるとか、確かに非常に新規性に富んだものではある。しかし、マーカーの感度をどこまで上げられるかが一番のキーポイントであり、そのあたりの基礎的調査をもう少し詰める必要である。いきなり原子力試験研究で研究を実施する前に、フィジビリティスタディをもう少し行う必要があるとの判断でCとした。ただ、本課題については、新規性を評価してBとすべきではとの意見もあり、そういう意味ではかなりBに近いCであるといえる。

続いて中間評価について。10課題のうち、A評価2件、C評価1件、残り7課題がB評価という結果であった。

A評価は、「中63」及び「中64」の2課題。

まず、「中63」について。本課題は、地層処分用の緩衝材材料、すなわちベントナイトの機能評価と高度化に関するものである。さまざまな組み合わせのベントナイトについて調べており、大変優れた信頼性の高い評価データを得られている。それから資料にも記載したとおり、副次的な成果も多く、研究発表についても数多くなされており、学会賞なども受賞している。したがってA評価と判断した。

「中64」について。近年、特に兵庫県南部地震以降、地震特性についての研究の重要性が増すとともに、また地震に関するデータそのものも充実してきている。そういったものを背景

に、原子力施設用の設計用地震動をよりよい、合理的なものに高度化していく研究であり、現行の設計スペクトルの改良に成功するとともに、設計の模擬地震動を合成する手法を確立し、さらに精度を高めることに成功するなど優れた成果が得られつつあり、今後も是非継続すべきであるとともに、成果の中身・質を精査し、A評価と判定した。

それから、次にC評価となった「中65」について。これは耐震設計用ハザードマップに関する研究であり、先程申し上げた「中64」とも似たようなところもある研究。要するに、地震に関するデータが最近急速に充実してきており、さまざまところで研究が進んでいることを背景にして、地震荷重の地域係数なようなものをもっと合理的なものに改良しようというものである。こういったものは、まずは一般的な建物に当然適用されるべきものであるが、原子力施設の場合には、一般的な構造物の耐震設計を一つの背景として、それよりさらに高い設計を行っており無関係ではない。しかしながら、本研究に関していえば、どうも最終的なアウトプットのイメージが掴めない。また、膨大なデータを集める必要があり、その収集と整理にかなりの時間を割かれているため、研究全体としてはかなり遅れ気味であると考えざるを得ない。これには研究に従事している人数が実質的に少ないということもあるようだが、研究計画の設定並びに進捗に問題があると言わざるを得ず、継続は少し難しかりうと判断した。また、所見にも記載したとおり、所属機関の内部評価資料に、評価責任者名の記載がないという書類不備もあり、そのあたりも評価結果に勘案した。

最後にB評価となった7件であるが、いずれも概ね計画どおり進捗しており、当初予定の成果が得られつつある。1件1件については、多少注文したいこともあり、そのあたりは資料の10頁に書いてあるとおりである。しかしながら、研究の継続については、問題なしと判断した。

最後に、具体的には申し上げないが、BとかCの課題の中には、情報交換が余りなされていないものが目についた。それからもう一つは、所属機関による内部評価が適切でない、あるいはきちんと実施されていないのではないかと憂慮されるものもあった。今後、そのあたりを意識して評価を進めていただきたいということを評価者からの要望として申し上げたい。

質疑は以下のとおり。

- (小泉) 今まで聞かせていただいた全体にも共通する問題であるが、企業の場合だと過去に行った研究について、それがどういう形で実際に製品の中に組み込まれたのかという評価を常に行っている。こういう研究も、ある時点で一度レトロスペクティブに過去を振り返るとともに、それによりさらに将来どういう方向で研究をすすめると効果がより出るかというプロスペクティブな方法、それらを両方組み合わせる必要が一つにはあるのではないかとというのが全体の印象である。それから、それぞれの領域について、例えば、今社会から要請の強い重点分野のようなものを設定して、そこについて募集をかける。そういうような一つトップダウン的なところも重要なのではないかと思われる。
- (岩田) 例えば、このハザードマップとか土壌のデータベースというのは、言葉だけ聞くと非常に大規模なプロジェクトという印象を受け、この原子力試験研究の規模で実施することを考えた場合、むしろ、そこの本当の基盤になるような技術なりアイデアといったものの

提案であればよかったのだろうと思われるが、そういった点でもなかなか難しいものがあったということか。

(澤田) 確かに土壌の放射線遮へい効果については、全国大のそういうデータベースをつくるのは数を限れば不可能ではないと思われるが、土壌の場合は試料を取るのになかなか手間がかかるものであり、研究の最後の2年間だけで試料のデータベースを作るのは無理であるとの判断したものである。

(岩田) 今お話を伺っていて思い出したのだが、昔台湾電力で、温排水の周りの生態影響についていろいろ調べて、それをかなり情報化したのだが、その今となっては何十年か前の答申が現在、バイオダイバーシティに関するかなりきちとした評価のための知的基盤となっており、原子力の予算が、ある意味でもう一回原子力に関する環境評価に対する適切な情報を提供するという結果になっており、やはり、研究を推進する方の意図とかクオリティといったところをきちっと見ておくと、いつかいいことがあると感じたところである。

(澤田) 原子力試験研究費の予算が潤沢で、もっと周辺技術分野を巻き込んで進んでいけるようであればいいと思うが、こういう厳しい情勢の中だと、やはり多少の絞り込みをせざるを得ないということになるのかと思う。

岩田座長より、検討会として、各評価WGの審査結果を尊重し、本評価結果を了承することとしたい旨発言があり、異議なく了承された。今後、原子力委員会への報告を行了承が得られた後、評価結果を確定する旨があわせて伝えられた。

### (3) 原子力基盤クロスオーバー研究について

岩田座長から、引き続いて原子力基盤クロスオーバー研究関連の3つの議題に係る審議に移る旨が述べられた。

審議に先立ち、岩田座長から、以下、検討経緯等についての説明があった。

(岩田) クロスオーバー研究については、平成元年度の研究開始以来、複数の研究機関が連携し、その研究ポテンシャルを結集させつつ、積極的な研究交流のもと数多くの成果を上げてきた研究制度であると認識している。しかしながら、平成15年度をもって第3期の研究が終了すること、財政状況等を含め、クロスオーバー研究を取り巻く環境が大きく変化している中、先程の小泉委員からの重点分野設定の必要性のお話とも関連し、まさに今、クロスオーバー研究の今後の方向性について議論を行う絶好の機会であると考えている。

前回、平成16年3月6日に開催した第6回検討会以降、各WG主査の先生方を初めとして、有識者の皆様からご指摘、ご助言をいただきながら、クロスオーバー研究の新たな展開に向けての具体的な研究制度の枠組み、今後展開すべき研究テーマ等について検討を重ねてきた。本日の検討会においては、これまでの議論、ご意見等を集約したものを審議したいと考えている。

また、本日は次期クロスオーバー研究において、各研究テーマの研究全般の指揮をとっ

ていただくべくプロジェクトリーダーへのご就任をお願いしている、電力中央研究所、木下先生、並びに東北大学の小野先生にもお越しいただいており、両先生については、後ほどご紹介させていただくとともに研究構想についてご説明いただきたい。

本日は、新しいクロスオーバー研究をさらに質の高い研究制度として構築すべく委員の皆様から、ご忌憚のないご意見をお願いしたいと考えている。

引き続き、岩田座長から、具体的な審議に先立ち、最初に藤家委員長及び竹内委員の方から、ご意見をいただきたい旨の発言がなされた。

(藤家) このクロスオーバー研究が始まって原子力の広がりが見えてくるとともに、その全体を見ながら話を進めて、特に研究機関が相まって、それぞれの立場から協力するということで大変いい展開ができたと思っている。しかし、こういう制度ができると、その次の日からだんだんとマンネリ化していくという危険性も同時にはらんでいる。このごろ原子力委員会は「原点に戻る」という言葉を使い過ぎるので私は余り使いたくないが、このクロスオーバー研究について言えば、趣旨を再確認して新しいポストを起こしていただくのに大変いい時期だと考えている。

ご承知のように、原子力委員会は原子力の広がりや長期展望を今明確に示しており、その中で何がどう動いていくのか、最近の動きを見ていると、例えば安全の世界でいうと、歴史的にはプラントの設計の安全から始まったものが、運転安全なり防災にまでつながっていったということもある。その中で、実際の放射線とそれがどうつながるのかということはまだ準備中である。例えばそういう領域があるので、これは恐らくは一つの機関が見てきた問題ではなくて、やはり関係機関がお互いに協力してやっていただくのがいいのではないかと考えている。

今回のクロスオーバー、新しい方向を目指して大変いいアイデアが出てきたんじゃないかと、私も前もって聞かせていただいて大変期待をしているところである。どうぞよろしくをお願いしたい。

(竹内) 私自身、たまたまこの検討会の担当委員として関与してきて、これは門前のけさがけで聞いていて、だんだんこういう分野がわかってきたというレベルの人間である。

クロスオーバー研究が、ちょうど節目に来たということで、クロスオーバー研究を考えたときの夢を、藤家委員長にも聞かせていただいて、なおかつ今回、テーマとして出てきたものを聞かせていただき、なるほど一つの分野でやっても大きな成果品がないものは、あるいはマルチチャンネルで検討すると、ひょっとすると新しい発展をするんじゃないか、新しい夢が出るのではないかと強く期待をしている次第。全くの感想であるが、何卒よろしくをお願いしたい。

岩田座長から、引き続いて具体的な審議に移る旨が述べられた。

### 3-1. 原子力基盤クロスオーバー研究の展開について

まず、配布試料「資料原試第7 - 3号、原子力基盤クロスオーバー研究の展開について(案)」



について文部科学省量子放射線研究課石井課長から説明がなされた。

(石井課長)私の方からは、1、2、3章の2.のところまでの概略をご説明させていただきまして、あと推進すべき研究テーマについては、また岩田座長の方にお返ししてご説明いただきたいと思います。

まず、はじめにのところは省略させていただきます。

第1章、3頁であります。原子力基盤クロスオーバー研究のあゆみ。これにつきましては経緯、歴史等であり、それを簡単に述べております。内容の説明は省略させていただきます。

それから5ページからが第2章、クロスオーバー研究の実施状況についてということになります。クロスオーバー研究は開始されて14年余が経過しております。第1期が平成元年から始まっており、現在行われている第3期の研究については、国立試験研究機関、独立行政法人、それから特殊法人等において、5つの技術領域において研究開発が進められているという状況であります。平成15年度現在、延べ32機関により8つの研究テーマの研究開発が行われており、15年度の予算総額は3.6億円というような状況になっております。5技術領域の研究テーマとその概要等につきましては、ここに書いてあるとおりであり、各テーマの内容に関する説明は、省略させていただきます。

9頁であります。その研究推進のシステム、これがどのようなになっているかということに記載させていただいております。まず研究推進の体制でございますが、現行の第3期のクロスオーバー研究におきましては、原子力委員会のトップダウンにより定められました各技術領域における研究テーマ、ここに対して関係の研究機関が個別に課題を応募し、評価を受けた後、課題が採択されます。その後、テーマ毎に研究交流委員会が設けられまして、採択課題間で連携・協力を図りながら、研究交流を推進しているという形になっております。この研究交流委員会の主査は外部の有識者に就任していただきまして、研究の統括をしていただくとともに、この交流委員会の構成メンバーは研究の実施者のほか、外部の有識者も参加するというようなことでの産学官の連携体制で進めております。

このやり方は、参加研究機関の自主性を生かしながら研究を推進するという一方で、極めて有効な方法と考えておりますが、一方では研究テーマ全体としての目標設定とか研究分担の体制、そういうことについて事前検討ということがあまり行われなく、主査のリーダーシップが発揮されにくいというような問題点もあると考えておりました。

次に、現行システムの予算的な枠組みであります。これにつきましては文部科学省の内局予算である原子力試験研究費と、主要機関であります日本原子力研究所、理化学研究所、それから独立行政法人放射線医学総合研究所、この各法人の自主財源とを合わせた形で研究が実施をされておりました。さらに、個々の研究機関の判断で大学や民間企業の参画を得る、共同研究とか受託研究を実施することにより産学官の連携体制を構築していたわけでありまして。

こういったやり方は、限られた資金の中で研究を進めるうえで有効に機能してきたわけですが、ここ数年非常に厳しい予算の状況になっているということもあって、研究

活動の一層の効率化、重点化が必要になっているというところでもあります。

そういう中で、特に自主財源で参画してきた法人の予算が、なかなか厳しいということもあり、法人の経営判断というもので法人の予算がいろいろと左右されるというようなことで、制度全体における柔軟かつ弾力的な資源配分というのは難しい状況になってきております。

それから、現行制度においても、国際的な展開については、交流委員会で国際シンポジウムやワークショップを行っているとか、研究者間の研究交流が活発に行われております。

最後に、研究評価の実施につきましては、分野ごとに設置された研究評価ワーキンググループにおいてピアレビューを実施するとともに、評価結果については公にされて、予算配分等にも反映させるというようなことで実施してまいりました次第であります。

こうした状況の中、先程も少し申し上げましたが、いろいろと問題点となってきたところもあるということで、11頁から第3章として、クロスオーバー研究の新たな展開方策ということでまとめております。

「1 .」でございますが、今申し上げましたとおり、クロスオーバー研究を取り巻く状況は大きく変化しております。特に法人については厳しい予算状況のもと、自主財源による研究の参加が難しくなっているという経営判断が、法人の経営陣の方から示されております。平成16年度から開始する新たな原子力基盤クロスオーバー研究につきましては、これらの前提条件を踏まえつつも、制度全般の見直しを行って、より高いクロスオーバー性を有する制度にしたいというねらいがございます。

そこで、12頁に、新クロスオーバー研究の推進方策ということで、ここにまとめさせていただいております。

まず、プロジェクトリーダーの指名と幹事機関の選定ということでもあります。先程も申し上げましたとおり、現行のクロスオーバー研究におきましても、研究テーマについてはトップダウンで定めておりますが、そこに対して参画を希望する機関が、個々に手を挙げて研究課題を応募して、採択されたあとでグループを組むということで、そういう意味で機関間の連携が大きな研究テーマのもとで十分に発揮できないというような傾向が否めませんでした。さらに、その研究交流委員会の主査につきましても、課題が採択された後に調整役というような形で就任することもあり、リーダーシップが発揮されにくいという側面もありました。そこで、新しく制度を見直しまして、原子力試験研究検討会におきまして、研究テーマの設定とそうテーマを総括するプロジェクトリーダーの指名を行うとともに、事務をバックアップする幹事機関の選定までを行っていただきまして、プロジェクトリーダーが中心となって研究計画を構想していただき、それについて研究を実施するというような体制に抜本的にやり方を変えたいということでございます。

そして、そのプロジェクトリーダーからの研究テーマの設定が終わった後、その計画について、評価ワーキンググループで評価を実施していただき、評価検討の結果を反映いたしまして、その結果を受けた研究計画を、またこちらの検討会に提出して最終的な承認を得る。そのうえで、事務局の方から予算配分を幹事機関に一括して行い、その後その予算

を幹事機関から再配分して、全体の研究を進めていくというような形に変えていきたいということでございます。

現行の第3期研究における評価につきましては、分野毎に設置されております評価ワーキンググループで、個別的に評価が行われているわけですが、これにつきましては、13頁に(2)として記載のとおり、新クロスオーバー研究における研究評価につきましては、原子力試験研究検討会の下に新たにクロスオーバーの研究について専門に評価を行うワーキンググループを設けまして、そこで一元的に、研究テーマの内容に関するピアレビュー、それから研究計画を推進するための責任体制とか分担あるいは予算配分といったようなこと研究テーマ全体をトータルに評価していただくとともに、今後の研究展開、成果の発信の方策等を含めて、さまざまな助言・指導を行っていただくというような体制にしたいと考えております。

それとともに(3)でございますが、予算の一元化による一体的・弾力的な運用ということで、先ほども申し上げましたが、法人の自主財源の予算が、法人側としてその捻出が難しい状況となっているということで、新クロスオーバー研究におきまして原子力試験研究費に予算を一元化するとともに、それを幹事機関に一元的に投入して、その後研究費の再配分を行うというような形にしていきたいと考えております。この背景には、法人の経営状態等に左右されることなく、原子力試験研究費の配分方針及び評価を所掌する原子力試験研究検討会の一括管理の下で、これまでのクロスオーバー研究よりも、さらに高い一体性を有する制度にしたいというねらいがございます。

最後に、(4)であります。研究交流の促進による新クロスオーバー研究の高度化・活性化というところにつきましても、このクロスオーバー研究の特色は、国の内外を問わず交流を図るところでございます。また、そういう意味で国際的な展開につきましても従来にも増して研究者の派遣・招へいを実施するという、あるいは海外の第一線の研究者との研究交流を図るということももとより、海外との機関との共同研究といったようなことも含めて、積極的な国際展開を図っていきたいというふうに考えております。

以上、新しいクロスオーバー研究の制度の概略を説明させていただきました。引き続きまして、岩田先生の方から推進すべきテーマの説明をご説明いただきたいと思います。

(岩田) 推進すべき研究テーマについて、に基づきご説明申し上げます。資料は15頁から。

何を推進すべきかについては、ワーキンググループの主査の先生方ほか、さまざまな先生方からいろいろご意見いただきまして検討してきた。その方針として、まず一つにはチャレンジングであること、あるいはそこに冒険的な要素をそこに含むということ。それから、そこには必ずある種の先端性があるということ、そういうことを意識しながらテーマの選定の議論してきた次第。そして、その議論の結果として、基本的に、原子力のエネルギーとか放射線の利用を考えた場合に、ほんのわずかしが、まだ我々の社会は利用できていないということに思いが至り、その潜在的な可能性について、できるだけチャレンジングに研究開発を行うということができるといことが大事であり、そういった広大な未踏領域への不断の挑戦の中では、新しい原子力の出てくる可能性があるし、そこに対しては単なる最適化では

ない、新しい原子力に対する予測、解釈、評価、そういったものが基本的に要請されることとなる。これは非常に高度で新しい領域の研究開発の場合における基本的な属性であり、特性ともいえる。そういう意味で、原子力分野を眺めてみた場合に、我々一人一人の研究者として非常にもどかしい思いをしているのは、低線量の被曝に関して、ある意味で隔靴搔痒のいろんな研究があるわけだが、そこに対してどこまで確かなことを今の科学技術で言えて、新しく獲得したデータはどんなふうに、より適切な判断に使われていくかと、そういったところについての、もう少し突っ込んだ科学技術をきちっとやってみたいということ。それからもう一つは、逆の領域であるが、線量の非常に高い領域、これは核燃料等では55,000メガワットデパートンというところに仕切り線が引かれており、本来もっと燃やして十分にエネルギー使いたいとの希望はいろんなところであるし、そういったところに関するいろんな知見も逐次獲得されているわけであるが、そういった新しい領域にチャレンジをするときに、実績がないからそこにチャレンジできないというのではなくて、そこに対して、こういった予測に基づいて、どういうふうに攻めたらいいかということをサイエンティフィックな根拠をもとにプランニングできるか、また、その際に、そういった新しい分野をこれから育てていく人材をどこまで養成できるか、そういうところが非常に大事なのではないかと議論が進んだ次第。以上のようなことを踏まえ、2つのテーマを選定させていただいた。

その内容については、16頁真ん中のパラグラフに記載のとおりであるが、今までキャッチアップ型で、単に最適化をやっていた場合には特に必要ではなかったのだが、データを獲得しながら、しかもその中で新しいプランニングをしていくという、新たな情報獲得にダイナミックに連動した予測手法、あるいは予測結果に迅速かつ先見性的に対処するための手法についての研究開発を必要とするという、そういったことが非常に大事だという、そういう確認をさせていただいて、最終的に次の2つの研究テーマを本日はご提案させていただいた次第である。

最初のテーマは、高線領域における原子力用材料等の挙動予測・制御に関する研究。それから2番目のテーマは、低線量域における放射線の生物影響に関する研究で、ともにどこまで結果が出せるかということに関しては、非常にたくさんの不確定要素を含む挑戦的な課題であるが、ここまで我々がいろいろ研究開発を重ねてきて、今までの成果に基づいて、どこまで本当のチャレンジができるかというようなことをぜひやってみたいということで、この2つの研究テーマを選定させていただいた次第である。

岩田座長から特段のご意見等なければ、新クロスオーバー研究の方向性についてはご承認いただけたものとさせていただきたい旨の発言がなされ、異議なく承認された。

### 3-2．研究構想について

引続き、プロジェクトリーダーへのご就任の内諾をいただいている木下、小野プロジェクトリーダー候補から、資料原試第7-4号に基づき、それぞれの研究計画案についての説明が行われ

た。説明に先立ち、木下候補について、岩田座長から紹介がなされた。

(岩田) 最初に私の方から、木下先生をご紹介申し上げます。略歴等については、後で見てくださいということにして、まずリーダーの条件として、これは小野先生にも同じようなことが言えるかと思われるが、非常に緻密であるということとともに、将来に対してドリーマーであるというか、大勢の人を将来の目標に向かってポジティブに引っ張っていける方、そういう観点で、木下候補は、特に核燃料分野では長年にわたってポジティブに核燃料研究、さらにそこでのモデリングを引っ張ってこられた先生である。大変お忙しいことも承知していたが、是非にということをお願いした次第。それでは、木下先生、自己紹介とご説明をお願いしたい。

(木下) 電力中央研究所の木下でございます。今、岩田座長からご紹介のありました今回の挑戦的な課題につきましてご指名いただいたのは非常に光栄でございます。簡単に自己紹介いたします。

私は、かれこれ30年ぐらい、特に軽水炉燃料の挙動のモデリングを勤めてまいりました。いわゆる、先ほど後追的ではなく、割合独自にモデルを開発してまいった経験がございます。今回は、よりミクロからマクロにつながった計算科学あるいは実験を合わせた研究ということで、クロスオーバーということにふさわしい、横断的な研究を進めたいというふうに考えております。

では、研究内容あるいは研究構想につきまして、ご説明させていただきます。

今回、現時点ではまだ構想段階でございますので、また挑戦的なものでございますので、若干これから変更があるかもしれません。その辺はお含みおきいただきたいと思っております。課題名ですが、「照射・高線量領域の材料挙動制御のための新しいエンジニアリング」、資料は原試第7-4の(1)号です。構成機関及び研究担当者ですが、これは資料の3枚目に図で簡単なお互いの関係を示したものがございまして、それを参考にご覧いただければと思っております。

機関としましては、東京大学、日本原子力研究所、北海道大学、九州大学、理科大それから電力中央研究所というところを考えております。基本的に、電力中央研究所と東京大学で、プロジェクトの組織化につき仕事をしたいと思っております。また、この図には書いてございませんが、幹事機関としては原研などにいろいろ事務的な作業をお願いするというふうに考えております。

また、電力会社と機関名に書きました。これはまだ、未定でございますけれども、これから申し上げます内容の中で電力との関係をご説明いたします。

それから、研究予算は1億2,000万円で5年間ということで考えております。

研究目的にまいります。研究目的として、原子力発電所で現在話題になったりしておりますが、材料挙動が、時として予想外のことを示すということがございます。このような原因の一つに、やはり照射、高線量というような問題がございまして、そういう場での材料挙動制御のために新しいエンジニアリングが求められていると考えております。それを一つの切り口といたしましては、ナノメーター領域からマクロな挙動までをつなぐ非線形

的なプロセスというものを、一つのキーワードですが自己組織化的なプロセスとしてとらえる方法があります。これはいろいろな見方がございます。ただ、これまでの先見的な予測手法では必ずしも有効でない現象があるということで、むしろ使用現場、実際には原子力発電所におきまして、複雑な相互作用がある。例えば出力が非常に変動するとか、温度勾配が激しいとか、冷却水と材料が常に接触していて、環境変数が変化するなど、そういったものがございまして、そういう状況因子に合わせてプロセスを制御していくということが必要になります。このためには、その因子を総合的に扱うホリスティックなアプローチということを進めたいと考えております。

これは目標ですが、その手始めといたしまして、具体的に例題が必要だと考えておまして、特に原子燃料では、非常に強い放射線を浴びるわけでございます。つまり、核分裂というのは200MeVという非常に大きなエネルギーが運動エネルギーとして解放され、それが熱化していくわけですが、そのような照射下でも核燃料材料は体積変化しないし、非常に安定に保持されます。すなわち、その中では自己修復機能というものが常に働いているということがわかっております。これは燃料の場合ですが、この原型では、まず燃料材料、この図の中の一番真ん中にセラミックス燃料材の細粒化現象のモデルと書いてございまして、そういう現象をより詳しく調べて、それを制御する方法を開発していくということ为例題にいたしまして、それ以外にも例えば被覆管ですとか、いわゆる圧力容器材ですとか、配管材とか、そういったものの中にも自己修復機能のようなものがあり、これらをホリスティックの一つの要素だと考えているんですが、こういったことが存在するということ現場の原子力発電所の方々が意識して運転できるように、そういうような技術ベース、エンジニアリングベースをつくりたいというのが目標でございます。

そのために、(1)から(5)まで目標を書いてございまして、(1)では、照射・高線量下での自己修復プロセスが見られる、ここでは原子燃料セラミックスがございまして、それに対して現場の因子、出力とか温度とか、そういったものの因子をパラメータとした即時的に使えるシミュレーションコード 即時的と申しますのは、インタラクティブにすぐ答えが出るという意味で使っておりますが、そういったものを開発したい、これを1つの成果物にしたいと考えております。

その目的に向かいます、(2)では、発電現場で単に手法がありましても、それだけではなくて、できればこれは発電現場で観測する方法も並行して検討したいと思っております。これは創案し、評価するということでございまして、現場との調整でどこまで本当に実証できるかは今後の課題でございまして、シミュレーションをただやるのではなくて、現場とつながっていきたいということでございます。

(3)～(5)は、実際の学問的な研究内容でございまして、(3)は計算科学的方法を用いて、ナノスケールから巨視的状态に向けての非線形過程について、明解にその解明を進めます。内容を簡単に申しますと、研究内容の中の3番に相当しますが、実際にはこの図に書いてございまして、原子燃料セラミックスではある燃焼度、岩田先生がおっしゃったように、5万5,000というのがございまして、実際は7万ぐらいの燃焼度以降に

なりますと、セラミックスがこのような これはカリフラワー構造というふうに称して  
おりまして、一種のフラクタルストラクチャーを持っております。この1つの粒々が、2  
00ナノメートルというサイズであります、そういう形態になることによって、次の段  
階が安定な状態に戻っていくという一種の自己回復作用がございます。これを、まずセラ  
ミックス材の原子論的な挙動を、第一原理計算によってこういう現象を評価し、解析して  
いくということと、それからより大きなスケールで非線形相互作用を評価するために、キ  
ネティックモンテカルロ法を適用して、可能であれば、これはチャレンジですが、自己組  
織化的にこのようなストラクチャーができてくる様子をシミュレーションしたいというふ  
うに考えております。

(4)ですけれども、4番目は非線形数学的方法というふうに書きましたが、このよう  
ないわゆる実験計算、計算科学の問題点は、計算量が多くなって、たくさんのパラメータ  
で計算するのは結構時間がかかるわけですが、それを単純にモデル化して数学的にあらわ  
すことが可能であれば、解析的にしきい条件を相関式として導くことができます。このよ  
うな分野は、ちょっと古くなりますが、プリゴジンから始まってブラッセル学派のWal  
graef等が進めておりまして、照射材についてはUCLAのプロフェッサーGhoni  
iemのところでもう十数年の歴史があり、今それがまとめられているところでございま  
す。このセラミックス材について、そのような研究はまだ行われておりません。実は、私  
の方でしばらくやっておりますけれども、取っかかりのレベルでございまして、そうい  
った解析的方法をそこで開発にすることによって、さっき申し上げましたインタラクティブ  
なシミュレーションが可能になるようなモデルに結びつけていきたいというふうに考えて  
おります。

(5)でございますが、さらにいわゆる計算科学、あるいはこういう解析的方法だけで  
はなくて、実物でこのような回復過程をシミュレーションする実験を行いたいと。これに  
は、加速器及び高倍率の電子顕微鏡を使って、ミクロ構造が実際に手元で発生する様子  
を詳しく調べてみたいというふうに考えております。これは、いわゆる原子燃料の問題点は、  
なかなか手元で見られないし、非常に高価なホットラボで仕事をしなくてはならないん  
ですが、プロセスが十分解明できれば模擬材料でも再現して実施することができるというふ  
うに考えておりまして、その方向のチャレンジを行いたいというふうに考えております。  
簡単に申しますと、この5項目でございますけれども、この研究がうまくいきますれば、  
実際の現場に これはセラミックス材料ですが、同じようなことがやはり金属材料、被  
覆管材料でもございまして、並行して別なところで研究を進めておりますが、そういうと  
ころでのいわゆるエンジニアリングアプローチの1つのベースができるであろうというふ  
うに考えているわけでございます。さらに、今後、研究交流体制及びその関連ですが、高  
照射量でのこういう回復原子の議論は、恐らく生命系の低線量でのプロセスと、ナイーブ  
であります。何らかの関係があるだろうというふうに考えて期待しております。ですから、  
その辺りについては、ぜひクロスオーバー的な研究交流を進めていきたいというふうに考  
えておりますし、また世界各地の、特にフランスとかアメリカの最先端研究機関、実際に

我々はよくつき合っているわけですが、そこと連携していきたいというふうを考えております。以上でございます。

質疑は以下のとおり。

(阿部) 今、ご説明を伺って、全体のねらいについては、例えば重照射領域で予測性とか計算科学を取り入れて進めるということであり、クロスオーバー研究の特色を生かして実施されるということで、全体としては大変結構であると感じた。ただし手法に関しては、私の理解不十分かもしれませんが、2点ほど述べさせていただくので、よろしくご検討いただきたい。

最初に、手法の第1点として、実際の研究の進め方において、最終的なコードとか計算科学とか、そういう形である予測するものをつくれる。それに対しては、現場、例えば発電所とか、そういうところでのいろいろな知見とか、そういったものを生かしつつ進められるという前提は非常によろしいかと思うが、実際に、こういった燃料のいろいろな現象とか、そういうこと自体は非常に昔からずっと起こっている。実際に発電所とかそういうところで、ある意味では膨大な実験データの蓄積されており、それから現在でもいろいろな現実には進んでいるわけである。いろいろなことが起こりつつも、ちゃんとそれで運転されているわけである。よって、むしろそれを予測とかコードできちんと高めるということが大事であり、その手法としては現場での発電所のいろいろなデータとか、そういうものをよほどちゃんと取るということが一番大事にする必要があると感じた。そうすると、それにかかわる実験としては、例えば加速器の実験でモデル実験とか、そういうことが提案されているが、実際の試験炉とか材料試験炉とか、そういうもので燃料の試験等をやっているということが一番あるわけなので、そのところの情報が生きるよというか、例えばより計量的にする、それから例えば温度とか、そういう計測精度をより高める、それからその最中でもちゃんと計測できるようにするということが、現在の発電所とかそれにかかわる材料試験関係の研究炉とか、そういうところのデータがちゃんと生きるように取り組むというのがもっと大事なことなんじゃないかなと思われるが、ある意味ではアレンジしやすい加速器のモデル実験等を中心に据えるということよりは、そのことを是非やっていただきたい。

それから、もう1点は燃料関係ということで、セラミックス関係について、大変いろいろな興味深いところがあって、それは結構だと思われるが、全体としてはセラミックスもその1つであり、その他の金属に関してのいろいろなことにもきちんと取り組んでいただきたい。それからむしろ、例えば金属とセラミックスの界面というような形で、また両方がかかわるような現象での重照射領域におけるさまざまな振る舞いというものがある。是非、セラミックス、金属、それから界面等も含めてのいろいろな複雑系という形で取り組んでいただきたい。

(小泉) 大変意欲的な計画だと感じるが、この融合型の研究のときに1つ重要だと考えられるのは、たくさんの違った分野の人たちとともに研究を実施されるわけですから、その目標をどういう形で定量的にきちっと設定するか、それから最終的なねらいがどこにあって、そして



どこのところまでを今回は目標としてねらうかというのを、それぞれについて定量化する必要があると思う。その定量化もその条件を明確にした上で定量化する必要がある。つまり、例えば今お話が出ていたように、これはどういう条件下でのデータなのか、そのデータをどういう形でとっていくかということを確認にする。そして、そのあとはスケジュール的な目標を立てていく。その辺が見えてくると、多分たくさんの人たちと協力し合っ  
てやった場合に、具体的なデータにつながるのではないかと感じた次第である。

小野プロジェクトリーダー候補からの説明に先立ち、嶋委員から、小野候補についての紹介があった。

(嶋) 低線量域における放射線の生物影響に関する研究ということ、新クロスオーバー研究として行いたい。ついては、この研究を責任持って監督できる人を探せというご依頼が岩田座長からあり、種々私が思いをめぐらせました結果、現在、東北大学の昔風に言いますと医学部の教授をしております小野哲也さんが適任であろうということで、岩田座長にご推薦申し上げた次第である。

なお、小野さんは、現在、私どもの生体影響関係分野におけるワーキンググループの委員をなさっているが、そのことが今回の推薦の要因ではないということをお願いしたい。

(小野) 小野です。よろしくお願ひします。私の個人的な研究の興味としては、生物と時間というか、小さなネズミが3年しか生きられなくて、ヒトが100年近く生きられるのはなぜかというようなことに興味を持っていて、仕事をずっとしてきたんですけども、それと同時に、放射線を当てると寿命が短くなるとか、放射線を当ててもものすごく時間がたってからがんが出てくるということにも興味を持ちまして、両面から研究をしております。放射線の研究分野では、放射線の生物影響として幾つか大きなテーマがあるんですけども、低線量の影響ということについては、かなりの研究者が大きなチャレンジだということとは認識していますし、それからもしできることであればきちんと研究成果を出して、放射線に対する一般的な認識を深めるということにもなりますし、また生物と環境、いろいろな環境ストレスがあるわけですけども、そういう中で生物がどういうふう生きていくか、ないしは環境のリスクをどういうふう評価していくかということに関しての先導的な研究ができるのではないかとこのように考えています。具体的には、放射線の場合には、ストレスが線量という形ではっきり示されますので、ほかの例えば心理的なストレスとかいろいろなストレスに比べると、非常に定量化して物を考えやすいということがあります。低線量の放射線影響がどんなものかということ、きちんとサイエンティフィックに明らかにすることは、非常にチャレンジングであるし、そう簡単に結果が出てこないという問題があるかと思ひますけれども、やりがいのある仕事だろうというふうに思ひます。

今回、10日ぐらい前だと思ひますけれども、「やれ」というお話が来まして、そのテーマのことを伺ひましたところ、低線量に絞ってやれということですので、ではやらせて

いただきましょうかということで、計画をつくらせていただきました。

タイトルは、そこにありますように、低線量域放射線に特有な生体反応の多面的解析というテーマであります。

研究に参加するグループとしては、放射線医学総合研究所、国立医薬品食品衛生研究所、日本原子力研究所、理化学研究所、国立感染症研究所、近畿大学、東北大学ということ想定しております。

予算は、年間1億2,000万円ぐらいで5年間という計画であります。

研究の目的・目標と、それから研究内容について、書いたものに沿ってご説明したいと思います。

そこに書きましたように、今のところは、放射線の生物影響につきましては、1グレイないしは2グレイ、3グレイと、人によってちょっとレンジは違いますが、1グレイ以上の放射線の影響に関しては、かなり生体影響がわかってきています。具体的には、ヒトの場合には、3グレイ、4グレイ、5グレイの被曝線量を浴びたらば、その浴びた人をどういうふうに治療して治すかというようなことも具体的にできつつある状況なわけですが、1グレイ以下の線量に対する生体影響というのはまだよく解明されていません。今のところ世界的な認識としては、どんな低い線量であっても、バックグラウンドの放射線よりもちょっとでも浴びたらば、それに相応する健康リスクがあるというふうに考えられているわけですが、必ずしもそれが正しいかどうかということについては、わからないというのが現状であります。

具体的には、ではどうするかというと、ほんのちょっとでも被曝したらば、それに見合ったリスクは受けるということになりますから、それに見合ったお金で解決するというのかどうかはわかりませんが、リスクを覚悟して、ないしはそのリスクがほかの職業に比較してパラレルなリスクであるということで、職業人の許容線量というのが決められているわけがあります。今実際に使われている値としては、一般人ですと1ミリシーベルト、職業人ですと50ミリシーベルトということになりますが、それが本当にリスクがあるのかどうかということについてはわかっていないわけです。ちゃんと説得力のあるデータがないということですね。

そういうふうな一応のエスティメーションで世の中、世界じゅうが動いているわけですが、ただこの頃は、だんだん低線量域に対する放射線の影響がどんなものかということに対して幾つかデータが出てきていて、一部のグループは、低放射線の領域では閾値があると。ある一定以下の放射線ならば、浴びても具体的に生物影響としては何もないと言われる、そういう閾値があるというふうなデータもありますし、それから逆に、普通の高線量から外挿したリスクよりももっと高いリスクがあるんだというような研究データもありますし、もう一つは、ご案内のことかと思いますが、放射線のホルミシスというふうについて、低線量の放射線であれば浴びた方が健康のためになる、ちょっとぐらいストレスを受けた方がいいんじゃないかというような研究もあります。ただ、それぞれの研究はかなり断片的でありますし、どれが正しいかということに関しては、世界が納

得するようなデータはないというのが現状であります。

ところが、最近、私が今回の依頼を受けた動機の1つになっているんですけども、青森県の六ヶ所村にあります環境科学技術研究所におきまして、10年ぐらい前に大がかりな施設がつけられ、その施設を用いて、400日間かけてずっと理論的には2年間でも3年間でもかけられるんですけども、バックグラウンドの10倍の放射線量、それから200倍の放射線量、それから4,000倍の放射線量をずっと連続照射したときに、ネズミに対してどういう影響があるかという生物影響を調べている研究があります。今年度か来年度でそのプロジェクトが終わるんですけども、その結果わかったことは、バックグラウンドの4,000倍は寿命を短くするし、がんの発生率も高める。だけれども、バックグラウンドの200倍は怪しげだ、ほとんどないんじゃないかと。バックグラウンドの10倍ではどうかというと、それはもう全然差がないんですね。ホルミシスといったような寿命を延ばすとか、がんが抑制されるといった効果ももちろんないんですけども、かといってがんを促進するとか、寿命を短くするといった影響もないということがわかっています。ですから、その意味するところは、具体的にかなり大がかりな研究ですけども、そういう大がかりな研究をすれば、実際に閾値があるのかないのか、ないしは低線量の放射線に対して、具体的に安全かどうかということが出せるのではないかとというようなサイエンス、生物学の状況になってきたのではないかとこのように理解しています。

私が考えました研究では、まだ、それははっきりさせるというまではなかなかいかないんですけども、柱を3つつくりまして、青森県の六ヶ所村で今年まで行われる研究と同じような放射線の照射の仕方をして、それによって別の指標、特に分子レベルですね。遺伝子、染色体、それから遺伝子が転写されてできるmRNAですけども、そういうレベルに絞って、それで何か影響があるのかないのか、ないしは閾値があるのかないのかというようなことを、六ヶ所村ではやらなかった指標をもって調べたらいいんじゃないかというふうに考えました。その染色体とDNA、それからmRNAに関しては、それぞれ一応責任部署を決めまして、そこで原則的にやってもらうということを考えております。

それからもう一つは、そういう研究をして、実際に低い線量で生物影響があるのかないのかということをもとめたとしても、いつまでも問題になるのは、もっとたくさんの動物を使ったら、ほんのちょっとしたリスクがあるということが証明できるんじゃないかという文句が必ず来ます。それからもう一つ、最大の問題は、マウスの問題がヒトに外挿できるかどうかという2つ目の問題があります。

それにこたえるためには、どうしてもマウスで低線量の影響がこれだけありますよということ調べているだけではとてもだめで、やはりメカニズムを解明して、実際にこういう分子の動きがあるから、こういうことでこういうリスクがあるんだということを構築していかなきゃいけないということになると思います。そのために、分子レベルで低線量の放射線影響のメカニズムを何とか解決したいというふうに思いまして、特に重要なのが適用応答と言われる現象と、それからバイスタンダー効果と言われる現象なんですけれども、その2つを簡単にご説明したいと思います。

低線量の方では、生物影響として、生物は適用するという能力を持っていますので、それが低線量でどんなものか、本当にあるのかないのかということですね。それから、バイスタンダー効果というのは、今まで細胞1つ1つの影響として見ていたんですが、細胞1つが被曝したときに、被曝した細胞が何か物を出すことによって、被曝していない細胞に何らかの影響が及ぶ、そういうことがだんだんわかってきていますので、その実態も、要するに最終的には臓器とか固体の多体問題を扱わなければいけないので、そういうところを解明していかないといけないんじゃないかということで、その2つのテーマを考えました。

それからもう一つは、将来へのアプローチとしまして、その生体の情報、分子レベルの情報をコンピューターに入れてなるべくモデル化していく、シミュレーションをしていくということと、それからもう一つは、放射線だけの影響ではなくて、化学物質と放射線を両方同時に受けたときにどうなるかということについても、その効果がどんなものか、メカニズムがどんなものかということに対して研究していきたいというふうに考えた次第であります。

質疑は以下のとおり。

(石井委員) この低線量の話は、実用上、非常に重要だと思う。例えば、何かちょっとした事故があったときでも、一般の人はごくごく小さい線量であっても、そのとき少しでも浴びてしまったということが非常に不安になって、ノイローゼになったりする例もある。実際にはまず、先程バックグラウンドがどのくらいかという話があったが、そのバックグラウンドのデータ自身も、日本全体で十分調べられているわけではなく、一般に出回っているのは、15年ぐらい前の調査データである。そして、そのデータも県ごとに平均したものであり、実際はその県の中でも場所によって相当なばらつきがあると思われる。このように低線量の話をするには、まず基準となるバックグラウンドのデータベースそのものを、正確に把握する必要があると感じている。また、例えばある種の温泉地などでは、付近のバックグラウンドに比べて非常に線量が高い場合がある。ホルミシスの効果がどうかかわからないが、どうもその辺りには長生きする人が多いとかいう話さえ聞かえる。先程ご説明いただいたメカニズムを解明することは重要であるが、それに先立ちベースとなる自然放射線データのばらつきについてのデータベースがまだ不足しているのではないかなという感じがしている。

自然の放射線はこのぐらいまで許せるんだけど、人工のものはちょっとでも許せないという考え方がある。両者の間に何か違いがあるのか。その辺のところも、何かこのメカニズムを調べることによって、説明できるなら面白い。

### 3-3. 研究テーマの設定、プロジェクトリーダーの指名及び幹事機関の選定について

引続き、資料原試第7-5号、「原子力基盤クロスオーバー研究(新クロスオーバー研究)における研究テーマの設定、プロジェクトリーダーの指名及び幹事機関の選定について(案)」に基づき、石井課長からの説明に引続き、審議が行われ、検討会として異議なしと認められた。

### 3-4. 原子力試験研究検討会研究評価ワーキンググループの設置について

引続き、資料原試第7-6号、「原子力試験研究検討会研究評価ワーキンググループの設置について(案)」に基づき、審議が行われた。説明に先立ち石井課長から資料の説明が行われた。

(石井課長) 先程もご説明させていただきましたとおり、新クロスオーバー研究における評価につきましても、研究テーマとしての一体性のある評価の実施、さらには評価結果の予算配分への適切な反映ということで、これまでクロスオーバー研究で実施してきた評価とは、大きく異なるものになると考えており、原子力試験研究検討会のもとに、新たにクロスオーバー研究の評価を専管するワーキンググループを設置したいと考えております。

また、評価要領等につきましても、本日のご議論等も踏まえ、もう少し検討させていただきたいと存じますので、岩田座長の方にご一任いただければありがたいと考えております。

なお、クロスオーバー研究評価ワーキンググループの委員の人選につきましても、岩田座長を初め評価ワーキンググループの主査の先生方にも委員をお願いしたいというふうに考えております。また、その他、有識者として、原子力委員会における他の専門部会の先生方などにもワーキンググループの委員としてお迎えしたいと考えております。以上につきましても、評価要領等とあわせ、岩田座長の方にご一任していただくというようなことをお願いしたいと考えております。

岩田座長から、資料7-6号について異議がなければ、原子力試験研究検討会研究評価ワーキンググループの設置について、その趣旨に照らしてご承認いただくとともに、研究評価実施要領及び委員の人選等について、座長一任とさせていただきたい旨発言があり、検討会として、異議なく了承された。

#### (4) その他

(岩田) 大変有意義なご意見を数々頂戴し、感謝申し上げます。平成16年度からの新たな研究の開始に向けて、徐々に形が見えてきたものと思う。新しいクロスオーバー研究が、よりすぐれた研究制度となるよう、今後も委員の先生方におかれましては、いろいろとご意見を賜り、ご協力を仰ぐこともあろうかと思っておりますので、何とぞよろしくお願いしたい。

最後に、藤家委員長、竹内委員の方からご意見があればお願いしたい。

(藤家) クロスオーバーについては、先ほどお話し申し上げたとおり、この試験研究の専門部会で、日ごろ感じていることを少しお話しさせていただきたい。私は、やはり日本が科学技術創造立国を目指すということについては、国民の理解が必要であると感じている。しかし、その中で、原子力が先端部分を占めるんだということも大変大事なことであり、私は原子力をそういう位置付けにしたいと常々思っている。と同時に原子力の研究開発に参加なさる方々が、やはり夢と、それから誇りを持ってこの分野に参加していただくことが大変大事だとも考えている。この試験研究の分野は、そういう意味で大変大事であり、私としてはその中で2つのことをお願いしておきたいと思っている。

これは、原研とサイクル機構の統合についても申し上げたことであるが、先ほど来、先生方のお話の中にも出ていたが、キャッチアップからの脱出・脱却というのは、これはもう既に平成6年の長期計画をつくるときからの大変重要なテーマであったわけである。それを、今風に表現しようとする、1つはやはり難しさに挑戦していただきたいということである。易しさというものは、もう既に我々がここで議論するテーマでもないと考えており、やはり難しさに挑戦するような領域を開いていただきたいということである。

同時に、二律背反と言われることを覚悟しながら申し上げるが、やはりアウトプットを出していただきたいということである。これは、やはり自分の仕事に誇りを持ち、自信を持つからには、いかにチャレンジする領域が難しい領域であったとしても、アウトプットなしではなかなか自信を持つことができないのだろうと思われるからで、この難しさに対する挑戦と同時に、アウトプットを出すことについても努力をする。ただし、このアウトプットは、何も原子力委員会がこういうアウトプットを出せというようなことではないわけで、やはり先進国の研究開発がもたらす1つの結果としてのアウトプットであれば、それが何も原子力という名でくくらずにはならないことでは、必ずしもないとも考えているところである。

いずれにしても、原子力委員会は、これからやはり原子力の研究開発に参加して下さる方々が、ここへ来てよかったと思うような状況をつくるために精いっぱい努力したいと思っており、今後とも、よろしくご協力いただきたい。

(竹内) 藤家委員長ほど立派なことは申し上げられないが、本日は、クロスオーバーのいわゆる15年たって新しいものということで、ちょうどこの新しい時期を迎えるこういう会合に出て、いろいろ私自身も、感銘もあるし、自分なりの印象を非常に強く持った次第。

本日、出されたテーマの1つが、高い線量というか、ハイバーンアップの物質を扱うということであり、これは人類の新しいチャレンジである。これについては、原子力発電所においても実際のところ限界的なデータは余りないと理解している。また、もう一方の低線量のしきい値の問題というのは、私の専門とするところとは全く違う領域であるが、原子力委員になってから、にわか勉強をさせていただき大変興味を持っており、こういう発表会は日本中のあちこちで、たくさんの先生が年々歳々やっておられるにもかかわらず、相変わらずこの問題については日本中が、日本というか世界中がそうなんだと思うが、1つのトラウマの中にある。それで、ご案内のように、JCOの事故などがあり、あの線量といわゆる病気の関係はわかりませんが、日本人全体がPSEというのか、受けたことによる精神的な病気の方が非常に強いのだろうと思っている。それから、東海で火災事故が起こった件では、私はその際青森にいたのだが、その線量を計算してみると、自然放射線における青森県と神奈川県あたりの差分のわずか5分の1ぐらいのデータであったわけである。バックグラウンドという話ではなく、その差分のわずかな量の話でもあれだけ大騒ぎになる。思うに、全体がまだトラウマの中において、いわゆる魑魅魍魎に驚いているような中にあるわけであり、是非このクロスオーバーのこのような研究を契機に、日本人の正しい知識を出すような、そういう発信の仕方、発表の仕方というものもしていけないと、

やはり日本は変わっていかないのではないかとと思われる。

勝手な感想であるが、プロジェクトリーダーのお二人の先生には、両テーマとも非常にチャレンジングな内容であるとともに、たくさんのグループの方と共同で研究されるもの。是非この成果が使い易いものとなるように、みんなで仕上げていただきたい。

( 5 ) 今後のスケジュール等について

石井課長より、本日の議事録については、委員の意見を確認後、了解が得られ次第公開する旨が伝えられた。また、次回の検討会の開催日程については、別途日程を調整のうえ、ご連絡をさせていただく旨があわせて伝えられた。