

第6回 原子力試験研究検討会議事録

1. 日 時：平成15年3月6日(木) 10:00～12:00

2. 場 所：中央合同庁舎第4号館4階 共用第2特別会議室

3. 出席者

原子力委員会：藤家洋一委員長、竹内委員

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)、北村正晴 委員(東北大)

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)

関本 博 委員(東工大)、三宅千枝 委員(元阪大)

内閣府：榊原裕二 参事官(原子力担当)、後藤 収 企画官、川口悦生 参事官補佐

文科省：石井利和 量子放射線研究課長、奥野 真 量子放射線研究課長補佐

4. 議 題

(1) 平成13年度終了課題の事後評価結果について

(2) 平成16年度原子力試験研究に関する基本方針及び課題募集について

(3) 原子力基盤クロスオーバー研究の今後の在り方について

(4) その他

5. 配布資料

資料原試第6-1号：「原子力試験研究検討会(第5回)議事録(案)」

資料原試第6-2号：「平成13年度終了課題の事後評価結果について(案)」

資料原試第6-3号：「平成16年度原子力試験研究に関する基本方針及び課題募集について(案)」

資料原試第6-4号：「原子力基盤クロスオーバー研究の今後の在り方について」

参考資料：原子力試験研究検討会委員名簿

6. 議事内容

岩田座長による開会の辞、今回初参加となる文科省石井量子放射線研究課長の自己紹介の後、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。

(1) 平成13年度終了課題の事後評価結果について

石井課長(事務局)より、資料原試第6-2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概況説明が行われた。引続き、各WG主査による評価結果報告が行われた。

1-1. 物質・材料基盤技術WG

評価内容の説明に先立ち、両評価WGを代表し、阿部委員（物質・材料基盤技術WG主査）より、資料原試第6-2号3頁に基づき、今回の事後評価の実施における「評価の基本方針」及び「事後評価の留意点」の説明がなされた。優れた研究開発活動を奨励し、その成果を社会に向かってきちんと発信するとの観点に基づき評価を実施した。また、A、B、Cの評価結果もさることながら、ネガティブチェックだけでなく、その後の研究のフォローアップを念頭において総合所見を作成しており、ここで得られた成果を今後の研究にポジティブに生かすための推進方策や、成果の発表の仕方等にも言及しており、コメントを生かして今後の研究をさらに深める、あるいは応用につなげる等に役立てていただけることを期待している旨が伝えられた。

引続き、阿部委員より、資料原試第6-2号4頁及び7～11項に基づき、物質・材料基盤技術WGにおける事後評価結果の報告が行われた。

今回評価を実施した4課題のうち2件は原子力試験研究にふさわしい内容で成果のレベルが高く公表も十分でありA評価とした。ビーム応用分野の励起中性子線の研究においては、ビーム生成技術開発とビーム・物質相互作用の解析研究を連携して進め新しい現象の発見につなげるなど、今後の展開が期待される。材料分野の同位体制御材料の研究においては、同位体の濃縮、単結晶化、物性評価を効率的に進めて、高純度のシリコン同位体の合成に成功するなど今後の波及効果が期待される。他の2件のうち中性子による軽元素測定については、検出法の基礎技術で成果が得られていることからB評価としたが、動的挙動など未解決の部分が残された。遮蔽材の研究については、複数の手法により高性能遮蔽材の作製を試みているが、現用材との比較がさらに必要と考えられることからC評価とした。後の2件については成果の公表をさらに進めることが望まれる旨の報告がなされた。

質疑は以下のとおり。

- (岩田)「後2」同位体制御材料の課題について。シリコンの28の100%とあるが、同様の研究は、ロシアなどで随分と行われていた気がするが、その辺りはリサーチされているのか。
- (阿部)この純度の単結晶、素材を育成して、それから、本研究の実施機関である物質・材料研究機構の特色かとも思われるが、単結晶育成というところまできちんとつなげているところが、ロシアなどで行われている研究と比較しても非常にレベルが高いと判断した。
- (岩田)「後3」速中性子の課題について。軽元素の深さ分布の研究は、いろいろなところで随分行われていると思うが、ここで必ずしも十分でないというのは、どこに原因があったと考えられるか。
- (阿部)イオンそのものを用いる場合は、最もよく使われるのは、軽元素でそのまま、弾性反跳法で測定するという方法であるが、その場合は、精度が高い反面、割と表面に限られる。中性子を用いる場合には、原理的にもう少し中までいろいろ調べられる可能性もあり、着想としては非常に面白い。但し、今度は逆に中性子を用いると、深さ方向に対して十分な分解能を得ることが非常に困難であり、その部分がまだ克服できていないという判断である。
- (岩田)割と角度を浅くして行う等の試みは取り組まれているのか。

- (阿部) まだ、そこまでは至っていない。
- (岩田) 「後4」について。C評価となっているが、最適化というのは、これはプロセスの最適化なのか。あるいは、遮蔽材としての最適化なのか。
- (阿部) 製造法の最適化という意味では、中性子線、電子線その他、紫外線の硬化法など、ある材料に対して、プロセス全体を通していい方法を探るという形で検討されている。ただ、電子線硬化法については、最適化のチェックまでには至っていないと判断した。
- (北村) 「後3」速中性子の課題について。この課題はB評価となっているが、この課題についても、計画の段階で動的測定が難しいことは把握できたはずであるという指摘がある。とすると、やはりこれは事前評価とか中間評価の実施した、どなたかは別にして、その評価グループにも、若干責任があるのでは。もっと強く言ってあげればよかったのではという感じもするが、その辺りはいかがか。
- (阿部) 測定法であるので、まず全体の平均的な濃度プロファイルを測定する。それに成功したら、その次の段階として、この研究では、特に軽元素に着目しているので、温度に応じていろいろと動き回るなどの動的な測定まで広げたいという形で掲げた看板であると判断している。しかし、実際に十分な軽元素の移動に対して、時間分解能も十分に、動的測定に成功するということは、非常に高い目標であり、そういう指摘はあったかと思う。具体的にこういうふうにしたらという、もう少し踏み込んだコメントができればよりよかったかと、評価全体としては反省すべきところがあったと思っている。
- (小泉) 現在、ライフサイエンスの分野では、倫理委員会というのがいろいろな形で動いているが、こういう原子力関係の課題等において、ライフサイエンス以外の、例えばセキュリティ等に関連している内容などは、どういうところで論議されているのか教えていただきたい。
- (岩田) それは、セーフガード等を含めたセキュリティということか。
- (小泉) 以前DOEでしばらく働いた経験で、例えば同位体分離のような場合にも、セキュリティの問題はついてまわる。特に原子種が異なっても材料レベルでの同位体純度を上げる、そういう開発というのは、普通技術のいろいろな問題が関わってくると思われる。そのあたりの問題は、どこで合議されておられるのかということである。
- (石井課長) 例えば同位体でも、ウランとかプルトニウムに関して言えば、そういう議論は当然なされており、おそらく研究の成果について、きちっとしたコントロールがされているが、ここでいうシリコンでは、おそらくそういう条件はかかってきていない。したがって、恒常的に議論をされている場はないと思われる。具体的に核燃料等であれば、ここでの研究についてもそのあたりを検討しなければならなくなると思われる。
- (岩田) 先程申し上げたロシアの同位体分離の技術は、そもそも核兵器用に開発された同位体分離技術が今、民間転用で、いろいろなタイプの同位体材料を生成し、そこから新しい機能を出すというような、そういう研究の方向転換がされている。そういう意味で非常に共通的な技術だと思っているが、技術そのものに対してどういうふうに政治的なチェックを入れるかということに関しては、割と難しい問題もたくさんあるかと思われる。今の倫理の話は、全体の学術連合とかいろいろなところで、非常に多面的に議論されており、それが

どういう形で施策に反映するのか、あるいは具体的なセキュリティをそれなりに確保するためのアクションにつなげるかということに関しては、かなりしっかりと考えないといけない問題だと思っている。

1-2. 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6-2号5頁及び12頁～26頁に基づき、生体・環境影響基盤技術WGにおける事後評価結果の報告が行われた。嶋委員から今回の評価においては、先程の阿部委員からの説明にあったとおり、「原子力試験研究の事後評価の観点について」を基本方針とし、各課題が採択されたときの初期条件、すなわち、採択時に事前評価が行われたか、あるいは中間評価が行われたかを勘案しつつ、事前、中間評価の行われなかった課題については、当該課題が関係する学問分野での当時の国内外における研究の進捗状況、あるいは研究水準等も考慮しながら評価を実施した旨が伝えられた。

その結果、今回の事後評価を実施した14課題のうち、事前評価が実施されたのは、「後6」「後11」「後18」の3課題であり、「後6」については事前がB、事後はC。「後11」については事前がB、事後がC。「後18」については、事前評価においてABCの評価はなされていないが、ポジティブなコメントがなされており、事後はAという結果となっている。中間評価については、「後17」「後18」の2課題に対して実施されており、「後17」については中間がA、事後もA。「後18」については、中間がA、事後もAとなっており、ある意味では整合性のある結果となっている。また、14課題のうち、事前評価、中間評価がともに実施されていなかった課題であって、事後評価でA評価となった課題もあり、それらは、「後7」「後16」の2課題であったことが報告された。

さらに、今回の14課題中に、食品照射、あるいは生薬の滅菌、食品の滅菌のための放射線照射に関する課題が「後7」「後9」「後17」と3課題あり、いずれもすぐれた成果を上げており、今後これらの成果がさらに高度化されれば、実用化が十分に期待できると判定した。しかし、一方で、大学入試センター試験問題を例に引き、これらが一般社会で受容されるためには、また別の次元での努力が必要であるのではと感じている旨が述べられた。

最後に、「後13」は、実験のための培養が非常に難しい特殊な細菌であるらい菌（ハンセン病の病原体）をC-14でラベルした脂肪酸の1つであるパルミチン酸を用いることにより、細胞の数、細胞の生死、あるいは菌数の増減をアッセイしている。本課題はややもすると、単なるアイソトープ利用にすぎない研究であるということになりかねないが、この方法以外に代替法がなく、唯一の研究手法であるという現状から言えば、本研究は放射線、ラジオアイソトープを有効に利用した研究であるとの評価ができるという結論に達したとの報告がなされた。

質疑は以下のとおり。

（岩田）食品照射の課題のうち、「後9」については、B評価となっているが理由は、

（嶋）従来の食品照射は線が使われているのに対し、本課題では、電子線を使うという試みがなされている。この課題においては、生薬を対象としており、電子線を均等に照射する等々、あるいはその材料の形状に対する工夫ということに関して、もう少し踏み込んだ研

究が行われればよかったという意味で、B評価になったと記憶している。

(石井委員)「後7」について。照射したかどうかという研究の問題というのは、極めて今日的な課題であり、非常に興味深く感じたが、例えば、実用性、適用性、あるいは検知の速度といった点は、これからどのように展開できる可能性があると考えられるか。

(嶋)主として、本課題の研究評価時におけるディスカッションに基づいてお答え申し上げますと、照射したかどうかという検知ということに関しては、何を照射するかということによって、何を調べればいいのかということが違ってくる。この課題では、肉類を対象としており、肉類に関して言えば炭化水素法というのが最も適切であるという研究結果が得られたと理解している。したがって、この炭化水素法以外に、ミトコンドリアのDNAを調べる方法、あるいは核のDNAにおける断片化の程度を調べる方法、あるいは、シクロブタンを調べる方法等々、いくつもの方法があり、先程の入試問題にある一般的な検出方法というのが、本当の意味で、1つ調べればすべて使えるというふうなアプローチの仕方というのは、まだ難しいと理解している。

(石井委員)やはり、今日本に入ってくる食品で照射されているものは極めて多いというふうに言われているが、そのあたりはよくわからない。これはある意味では、原子力に対するアレルギーにもつながる問題であり、是非こういう研究は、今後チャンスがあったら今後も続けていただきたいと希望している。

(関本)「後13」について。専門外の者としての質問なのだが、らい菌の代謝活性がC-14の取り込みということではかわからないというお話があったが、例えば細胞のようなものであれば、きっとほかにも元素があるわけで、例えばトリチウムとか、そういうものはやはりだめなのか。

(嶋)この研究課題で使用された物質は、C-14でラベルしたパルミチン酸という脂肪酸であり、これは細胞の中に入って代謝され、カーボンを含んだものはCO₂としてメタボライズされる。そして、このCO₂ガスを液体シンチレーションカウンターで測るという手法をとっている。普通、細胞が増える場合などであれば、核酸の前駆物質としてトリチウムもしくはカーボンでラベルしたものを与える。そうすると、細胞がDNAを合成するときにそれを使って合成を行うので、DNA中のカウントにより分析できるというのが最もオーソドックスな方法である。ところが、このらい菌は、簡単には培養系で増やそうと思っても増えない。しかし、何故かアルマジロという動物の体内であると増えるという不思議な細菌であり、普通、例えばO-157のようなものは、プレートに寒天を置いて、その上にまけば、コロニーを作って、何個コロニーがあるから、もともと幾つの菌があったかというのがわかるのであるが、このらい菌に関しては、人間が実験室の条件で増やすことが非常に難しい。ただ、アルマジロを用いた動物実験でも、その細胞が活着しているかどうかを調べるのに、半年から1年かかるという、ある意味で非常に取扱いが難しい病原菌である。パルミチン酸を菌に投与し、その代謝の結果としてCO₂が出てくる場合には、細胞が活着しているという非常にいい証拠であり、CO₂中のC-14のカウントを測ることにより、インダイレクトに細胞の生死、あるいは生菌数を知ることが可能である。

- (岩田) 電子線照射について。エネルギーのデポジットと、それからチャージのトランスファーと、多分両方について、コントロールの仕方については楽だろうと思われるが、深さ方向はなかなか厳しいような気がするが、なぜ電子線を選択したかというあたりは十分フォローされていたのか。
- (嶋) 電子線を選択という点に関しては、余り深くヒアリングの席上で尋ねなかったが、障害防止法との兼ね合いではないかと理解している。
- (岩田) チャージの影響はほとんどないのか。
- (嶋) その点に関しては、多少のディスカッションがあったが、まだ、評価WGとして正確な認識には、至っていない。
- (北村) 幾つかの研究機関でB評価を受けているが、口頭発表のみで論文がないとか、割と論文を発表するという意識が薄いのか、それとも研究領域のカルチャーとして余りそのことに重きを置いていないのか、その辺りがよくわからない。先程の材料の方では、27編とかいっぱいある。こちらの方では、1編とか、口頭発表のみだとか。なおかつ、評価としてはBを受けているので、研究そのものはそこそこという評価だろうと思われる。そのあたり、カルチャーの背景とか、教えていただけるとありがたい。
- (井上) 確かに研究内容によっては、論文になりにくいというケースもある。だから、必ずしも論文が出ていないからといって、その評価を低くするというのではなく、内容的にみて、非常に有効であると判断できれば、そこはきちっと評価する一方、もちろん、論文を全く無視しているというわけではない。
- (北村) やはり、これだけの研究を、国費を投じて行うからには、ある種の発信の義務というのが当然あると思われる。したがって、そこそこいい成果が得られているというのであれば、論文に限らず、別の発信方法というのは何か考えられるのか。そのあたりを教えていただきたい。
- (井上) そのことについては、評価のヒアリングの席でも申し上げているが、例えば学会なり、あるいは研究会等で積極的に発表を行うよう助言を行っている。
- (阿部) 「後14」について。血液をきれいにする研究ということで、こういう研究開発がすすめば大変いいなと感じたが、実用化への今後の見通しについて教えていただきたい。
- (嶋) 血液の血球成分の一つとしてリンパ球があり、輸血用血液でこのリンパ球が生きると、GVHDといわれる一種の免疫拒絶反応が起きる。そこで、輸血用血液中の血小板その他の有効成分は生かしたままリンパ球だけを、できるだけ選択的に殺して除去することが求められる。そこで、どういう照射線量を設定するか、あるいは線量率を設定するかというところで微妙な問題となる。この課題における研究成果並びにその周辺の成果から申し上げますと、用いる線の線量としては、20 Gyというところが、一応一般的な線量とされていると理解している。したがって、今後、この照射の方法そのものに関しては、恐らく大きな変化はないと考えている。ただ、一方で、細胞が死ぬときにいわゆるアポトーシスといわれる現象があるわけであり、それを正確に測ることによって、必要にして最小限の線量を、さらに最適化する可能性としては多少は残っていると思われる。

岩田座長より、以上の個別課題に対する評価結果について、特段の意見がなければ各 WG での評価結果を尊重し、本日の審議をもって了承いただきたいとの発言があり、了承された。なお、結果については、岩田座長より検討会の評価結果として原子力委員会への報告の後に確定する旨が伝えられた。

(2) 「平成16年度原子力試験研究に関する基本方針及び課題募集について」

文部科学省石井課長より、資料原試第6-3号「平成16年度原子力試験研究に関する基本方針及び課題募集について(案)」に基づき、平成16年度原子力試験研究に関する基本方針及びおよび課題募集についての説明がなされた。総合的研究(クロスオーバー研究)についての募集については、現段階において、次期の研究における制度の概要、あるいは研究領域等がまだ定まっておらず、本日のこれからの議論も含め、今後、検討していく予定であり、別途、課題募集の有無、開始の時期といったことを確定したい旨が伝えられた。

岩田座長より、平成16年度原子力試験研究の基本方針及び課題募集については、原子力委員会に報告した後、募集を開始するようとのコメントが付された。

(3) 原子力基盤クロスオーバー研究の今後の在り方について

文部科学省石井課長より、資料原試6-4号に基づき、クロスオーバー研究の概要、検討の背景、今までの検討状況及び今後の検討事項等について説明がなされた。質疑は以下のとおり。

(藤家) 原子力はまだ新しい分野であり、全体として広がりを持ちながら進んでいかなければいけないし、その中で、クロスオーバー研究を日本が持つ原子力の非常にいい方策として発展させていくことが望ましいと考えている。テーマ選定は、十分可能だと思っているが、仮にそのテーマすら見出せないような状況であれば、やめざるを得ないなと感じている。

(竹内) 次期研究制度の形態については、第3期研究への評価を踏まえた上で決定してはどうかと思っているが、全く根を消してしまうということではないと思う。例えば低線量中性子線の人体への影響に関する研究のようなものがテーマとして出てくるのではないかと。

(北村) 領域ごとに違いはあるにせよ、トップダウン的なテーマ設定はやはりあり得るのではないかと考えている。第3期研究について言えば確かに成果は出てきているし、根を消すことは非常にもったいないと思っている。ある方向への強い駆動力を方式の中いかに組み込むかという工夫が必要ではないかと。

(小泉) クロスディスプリナリー、トランスディスプリナリーといった考え方が新しい学術の方向として大変重要であると思うが、米国のNSFなどでは重要と認識しつつも類似のシステムがうまく機能していないと聞いている。単に多分野を並置するのではなく、どのようにブリッジング(架橋)とフュージョン(融合)を起こすかというプロセスが重要であり、

そこには強いインセンティブが必要になると思う。目的志向型でないと、現実には架橋・融合は起こらないので、そのためのプロセスやスキームをしっかりとやっていくということが重要。

- (阿部) クロスオーバー研究において、関連分野の研究機関が集まって、いろいろな成果を出してきたのは事実であると思う。また一方で高い研究レベルを持つ研究機関が、それぞれ共同研究等を目指していろいろやっているという部分もある。個別研究における成果以上のものをクロスオーバー研究において創出するためには、定量的な目標をどう設定するかというようなシナリオ作りが重要ではないかと思う。
- (小柳) クロスオーバー研究を進めることは、大変意義深いことであると考えている。トップダウンという面を強化する必要があることも、一般論としてはもっともであると思う。その一方で、各法人との意思決定部門との連携、意思疎通を図っていくことが制度運営において重要であると思う。
- (藤家) 今の小柳委員のコメントは大変重要であると思っている。トップダウンの意味というのは、研究テーマが上から降りてくるということではないと思っている。意味のある研究テーマをどうやって考えるかについてはアカデミアにも期待したいと思う。
- (石井) 研究資金の大小と研究評価結果の間に極めて大きな相関関係があるのではないかと考えている。機関、法人が自己の資金を投入してでも実施したいというような意味のある研究テーマを設定し、成果創出に至るステップを皆で納得できるまで議論して徹底的に詰めていくということが、成功に導く鍵なのではないかという気がしている。
- (関本) クロスオーバー研究が非常に重要であることに変わりはないが、予算推移の現状を見れば、今のロジックだけで予算が増えていくという状況ではなく、実用化を見据えて財源を外に求めなければいけない状況になってくるのではないかと考えている。その際に、特許の問題や民間の参画について検討していく必要が出てくるのではないか。
- (澤田) 基盤技術の研究開発においても、やはり原子力に対する国民の総意や安心といったものをいつも意識しなければいけないと思っている。原子力研究の裾野を広げるのであれば、もう少し民間も含めてやっていけるような方策を用意した方がいいのでは。
- (三宅) 強力なリーダーシップをとれる人物をいかにして選び出すかということにかかっているのではないかと考えている。
- (岩田) インターナショナル・カウンセル・フォア・サイエンス、エルエスト、ユネスコのような国際的な枠組みでの研究の進め方が最近の基調となっている。キーワードとして、コンバージェンスサイエンスとかコンバージェンステクノロジーのように、クロスオーバー研究が目指すところでもう少し結果を出すという意味で、コンバージェンスという言葉が割と強調されるようになってきているし、ササヤティという言葉が、国連を中心にかなり頻繁に繰り返されるようになってきている。クロスオーバー研究においても、国際的な動向の中での日本の役割をビジブルに外に対して表示していくことが大事なのではと思う。
- (藤家) 大きなテーマを取り上げるのか、非常に先端性のあるテーマを取り上げるのかという問題がある。設計安全から始まって、スリーマイル島の事故が起これば運転安全、チェルノブイリ事故が起これば防災あるいはアクシデントマネジメント、JCOの事故が起これば医療問題というように、コンバージェンスという意味では、放射線あるいは原子力安全というものが全体で1つに見えていないのではないかと思う。そういった中で、個人に対する安全問題、例えばデコミの話も相当出てきているので、こういう話がうまくまとめられ

ば良いのではと思っている。

(竹内) 研究のシーズや萌芽的なものを実用化するための、例えば産業界とのクロスオーバー研究のようなものもあるのではないかと考えている。

(岩田) 次回の検討会では、ある程度形にしたいと考えている。本日の議論を踏まえ、次回の検討会に向けた作業を、事務局等をお願いしたい。

(4) その他(今後のスケジュール確認)について

内閣府川口参事官補佐より、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。なお、次回検討会の日程については、別途事務局において調整することです承された。

以 上