

第47回原子力委員会定例会議議事録

1. 日 時 2006年11月21日(火) 10:30~11:40

2. 場 所 中央合同庁舎4号館6階共用643会議室

3. 出席者 近藤委員長、齋藤委員長代理、木元委員、町委員
日本原子力研究開発機構
湊燃料・材料工学ユニット長
内閣府 原子力政策担当室
黒木参事官

4. 議 題

- (1) 先進原子力システムのための基礎研究課題—米国DOEレポートの概要紹介—
- (2) 第7回アジア原子力協力フォーラム(FNCA)大臣級会合の開催について
- (3) その他

5. 配付資料

- 資料第1号 先進原子力システムのための基礎研究課題—米国DOEレポートの概要紹介—
- 資料第2号 第7回アジア原子力協力フォーラム(FNCA)大臣級会合の開催について
- 資料第3号 第45回原子力委員会定例会議議事録

6. 審議事項

(近藤委員長) それでは、第47回の原子力委員会定例会議を始めさせていただきます。

本日の議題は、1つが先進原子力システムのための基礎研究課題—米国DOEレポートの概要紹介—でございます。

2つ目が、第7回アジア原子力協力フォーラム（FNCA）大臣級会合の開催について御報告をいただき、3つ目はその他でございます。よろしくお願いいたします。

（1）先進原子力システムのための基礎研究課題－米国DOEレポートの概要紹介－

（近藤委員長） それでは、最初の議題ですが、FBRシステムの研究開発においては多くの学術分野に係る知見が生み出され、試されなければなりません。この過程で構造化される知の体系が将来における新型原子炉の設計、建設、運転という活動を支える技術基盤となるわけです。この基盤が柔軟かつ頑健であるために基礎からの積み上げが重要であることは経験からして明らかであり、原子力委員会は原子力政策大綱におきましても基礎・基盤研究の重要性を指摘したところですので。そこで、事務局に、この方面の最近の米国の動きの一端をご紹介頂く機会を設けて頂くことをお願いしたところ、本日それが実現した次第です。よろしくお願いいたします。

（黒木参事官） 議題の1番目の先進原子力システムのための基礎研究課題－米国DOEレポートの概要紹介－について、日本原子力研究開発機構湊ユニット長から御説明をお願いいたします。

（湊燃料・材料工学ユニット長） 原子力機構の湊でございます。

（近藤委員長） よろしく申し上げます。

（湊燃料・材料工学ユニット長） 先進原子力システムのための基礎研究課題－米国DOEレポートの概要紹介－ということでお手元の資料に沿って御説明いたします。

次のページ、2ページ目と書いてあるところに目次がございます。

先進原子力システムのための基礎研究課題関連のワークショップというのがこの夏に3件開催されました。そして、ここでは2つ目の黒ポチのところにありますように、Basic Research Needs for Advanced Nuclear Energy Systems について中心にお話いたします。

そして、2番目、3番目に開催されました核物理関係、Nuclear Physics and Related Computational Science R&D というワークショップ、3番目の Simulation and Modeling に関するワークショップについて簡単に御説明いたします。

そして最後に、これらに関連してJAEA（原子力機構）での取組について御紹介いたします。

3ページ目になりますが、今お話ししましたように、先進原子力システムの為の基礎研究関

連のワークショップがこの夏に3件開催されました。これは2月に米国がGNEPを発表したことに関連いたしまして、基礎研究がこういった先進原子力システムにどのように役に立つか、その為にどのようなことをしたらいいかということにつきまして予算要求も絡みましてこういったワークショップが開催された次第でございます。そして、そこでは基礎科学関連のワークショップが1つ目、2つ目といたしまして原子核物理関連のワークショップ、そして3つ目が計算科学関連のワークショップでございます。

この1つ目の基礎科学関連のワークショップは、DOEの科学局の中の Basic Energy Sciences が主催しております。

そして2番目の原子核物理関連のワークショップも、やはりDOEの科学局でございますけれども、その中の Basic Energy Sciences と Advanced Scientific Computing Research、計算科学のオフィスが主催したものです。

最後の計算科学関連のワークショップは、DOEの原子力局と科学局、科学局の中の計算科学のオフィスですが、その共同の主催というものでございます。

日本からは、それぞれにつきまして数名オブザーバーで参加したということでございます。

次のページ4ページ目にまいりますと、これが1つ目のワークショップ、どんなことをやったらいいかということのいろいろ議論した結果まとめた報告書でございます。全体で付録も含めて400ページ、本文で200ページ程度の報告書でございます。

5ページ目にまいりますけれども、この報告書の中での大きな流れというものにつきましては、基礎研究と先進原子力システム技術がどのように関わっているかということでございますが、原子力エネルギーの効果的利用においては極限条件、放射線場があるところ、それから温度、高温である、また腐食条件、そういったところでの材料や化学プロセスの性能が制限因子になっている。

そして、そこで基礎研究がどのように役立つかということですが、基礎研究の成果によって先進原子力システムの科学技術を劇的に変える可能性があるんだということです。それは、実験では材料を原子・分子レベルから観測していく、そして理論的には原子・分子レベルからバルクの状態を予測するような、こういったことで新材料でありますとか新プロセス、予測モデルを構築する。そして、それが先進原子力システム技術に対しては、そこで使われます材料、燃料、分離技術、廃棄物固化体等について性能の向上でありますとか開発時間を短縮する、そういったような基礎研究の成果を活用することができるということでございます。

次のページにまいります。そして、今、実験、それから理論ともに原子レベル、分子レベ

ルというお話をしましたけれども、1つの考え方といたしましては、マルチスケールモデリングというのがこの報告書の中でずっと一本筋の通った論理になっております。それがどういうものかといいますと、右上の方、ここは割といわゆる現実世界に近いバルクの状態での測定でありますとか理論になりますが、左隅の方、分子軌道法、分子動力学法とありますが、ここにありますように分子のレベル、原子のレベルで物事を理解していく。そして、その物事の理解、理論付けをいたしまして、そこから大きな方、右上の方へ論理展開をしていってものを予測していくということでございます。経験に基づかずにこのように理論的にモデリングをしていこうということでございます。

7ページに移りますが、この報告書の中では、基礎研究の課題、研究の方向、これからのような研究をしていけばいいのか、また研究の方法としてはどのようなことなのかということをお話し合っ、そしてここにまとめてございます。

その中では3つに大きく分けられておりますけれども、まず1つは、科学的に大きな挑戦課題ということです。これは、関連する科学分野を変化させうる基本的理解をもたらすものという位置づけでございます。

2つ目の枠組みといたしましては、優先的に行うべき研究の方向。これは、大きな挑戦課題に向かっていく為に、ある特定の研究または技術分野へのインパクトが最も高い可能性のある基礎研究分野ということで位置づけております。

3つ目、これは横断的研究テーマということで表わされておりますけれども、ある特定の研究分野または学問分野を超えて、広範囲の分野の基礎科学の進展の基礎を与える基礎研究という位置づけでございます。

そして、それぞれ幾つかの課題を選定してございます。

次のページ8ページに移りますけれども、それでは、科学的に大きな挑戦課題とは何かということですが、3つがここでは謳われております。

1つは、f電子系の解明によるアクチニド及びアクチニド含有物質の化学と物理の理解ということです。これは、先進原子力システムでいえば燃料に関わるものでございます。燃料に対してはこういった新しい燃料に対して現状のモデルでは上手く挙動を予測出来ないんですけれども、こういったf電子の解明というのが重要であるということでございます。

2番目は第一原理、マルチスケールモデルによる極限条件下の多成分材料の物性予測。これは、先ほど図でご説明したところのマルチスケールモデルによって材料の物性を予測していこうというものでございます。

3番目、分離プロセスにおける化学的選択性を制御する新規の分子システムの理解と設計。これは、再処理に関係するものですが、再処理における先進分離技術では、複雑な系における化学的選択性の制御が必要であり、こういった調整の課題が必要というように位置づけております。

9ページ目、次に移りますが、今度は優先的に行うべき研究の方向。これは少し具体的な分野になっておりますけれども、ここでは9つのものが選定されております。

ざっと見ていきますと、燃料に関わるようなこと、材料に関わること、また分離プロセスに関わるようなことが挙げられております。

そして、次のページからは9つの課題について説明しておりますけれども、幾つか代表的なものを選んで御説明していきたいと思っております。

まず1つ目のPRD1、これは Priority Research Direction の訳でございますけれども、極限照射環境での性能限界を急激に向上させる材料及び界面のナノスケールでの設計というものでございます。

これは、欠陥とナノ構造の相互作用の基礎的理解が、欠陥挙動を制御し照射損傷を軽減する材料及び界面の設計を可能とするということで、こういったことを行っていくためには、多成分の材料、界面での複雑な挙動を描写する新しいモデルが必要ということでございます。そして、先進原子力システムへのインパクトといたしましては、このような理解から材料を設計できることとなりますと、劣化しにくい材料ができ、そして性能向上、寿命延伸に貢献し、信頼性、安全性、経済性の向上につながるというようなものでございます。

右下に図がございますが、左の写真、これは実験を行ったものだそうですけれども、原子がきれいに並んでおります。これが照射されてもその界面が上手く制御されていて乱れていないということですが、右側が我々の今の知識レベルでの計算です。そうしますと、どうも照射をするとこのように乱れてしまう。ですから、このところで我々もまだ基礎的理解が足りないということでございます。

次のページ、2番目、PRD2でございますけれども、アクチニド含有物質の物理と化学、ならびにf電子系解明というものでございます。

これは、燃料に関わるものですが、燃料の性能及びふるまいは、化学的、物理的及び機械的特性が支配するということでございますけれども、ウランの酸化物については信頼できるデータベースが存在しますが、それ以外のアクチニド化合物についてのデータは限定的である。先進原子力システムにおいては、ウランばかりではなくマイナーアクチニドと呼

ばれますものまで取り扱わなければいけなということですが、それらについてのデータは限定的であるということでございます。

そして、先ほども出てきましたけれども、f 電子の挙動というのがアクチニドの物質に対しては重要なものがございます、それを理論的に描写できるようにすること、それによって物性が予測できるということです。

そのようにいたしますと、先進原子力システムに対しては、このような理解に基づいて基礎特性データを利用することによって、革新的燃料やその分離プロセスの開発に直接的効果を与えるというものでございます。

次のページ、極限環境下でのマイクロ構造と特性の安定性ということで、これは先ほどのナノ構造ということが出てきましたけれども、それと同様な方向性のものがございます。

極限環境下でのマイクロ構造及び物性の変化を理解し予測することは、構造材料、燃料、廃棄物固化体の合理的な設計に不可欠ということです。

ですから、このような欠陥特性ですとかマイクロ構造変化と機械的挙動及び相安定性との関係の第一原理による理解をもってすればいろいろなことが分かっていくということです。

このようにいたしますと、抜群の性能を持つ燃料の開発と挙動予測が可能になったり、また高照射量また高温で優れた性能を持つ構造材料の開発と挙動予測ができるということがございます。

ですから、このような基礎的な理解が重要であるということでございます。

次のページ、4 番目でございますけれども、種々の化学環境におけるアクチニドと核分裂生成物の化学的理解というものです。これは再処理、分離に関わることについてのものがございますけれども、再処理の時もアクチニドを相手といたしますが、そうしますとまた f 電子ということが重要になってきます。ですから、その f 電子を扱うことの出来る計算科学的手法を開発する。それによってアクチニドと核分裂生成物の化学的挙動を予測することが可能になっていくということです。

それには、第一原理に基づくようなマイクロなところ、f 電子からの理解、そしてバルクとの物性の関連をモデル化することが重要になっているということです。

このようなことが理解されてきますと、新しいアクチニド分離系の開発、また経済的な分離プロセスが構築できるというものでございます。

14 ページになりますけれども、ナノからマクロスケールにわたる分離化学という部分、これもやはり再処理、分離に関わるものがございますけれども、局所構造をナノレベルで解

析する。そして、それをもう少し大きな構造のところまで持っていく、そういう理解をしていく。そして実験も小さいところ、分子・原子のところから行う。そして、理解もそこから進めるというものでございます。それらによりまして分離システムの経済的、またプロセスの簡素化等につなげることができるというものでございます。

15ページ、6番目でございますけれども、極限化学条件に順応する材料－環境界面。これも界面の化学というものは、材料の製造、性能及び安定性において非常に重要な役割を担っているということです。ですから、ここの部分、やはり界面において現象論的なアプローチではなくて、基礎的アプローチ、原子レベル、分子レベルのアプローチが必要であるというものでございます。

それによりまして、より高燃焼度までもつ燃料、また高温まで耐える材料、耐腐食性の再処理用材料、こういった良いものが作れるというものでございます。

次のページに移りますが、7番目、化学プロセスにおける放射線や放射線分解の基礎的影響。これも再処理に関わるものですが、再処理におきましていろいろな抽出剤等がございますが、それらについて放射線によって分解したり、そういった影響をきちんと理解して、分子のレベルで理解し、そういうことによって新しい耐放射線に優れた、また分離性能に優れた分離試薬の開発が可能になるというものでございます。

17ページ、燃料の製造と性能に係る多成分系における基本的な熱力学的及び速度論的プロセス。これも燃料というのは多成分物質でありますけれども、そういったものに特にマイナーアクチニドが入った製造及び性能に係る基本的プロセスの理解はまだ十分ではないというものでございます。

これらについて、やはり微細組織や物性への影響を支配する、熱力学的また速度論的因子の基本的理解をすることが必要であるということです。

そして、このようなことを原子・分子レベルの挙動の理解、マルチスケールモデルの開発によりまして、現在、燃料開発は割と試行錯誤的にやっているところがありますけれども、燃料開発をもう少し効率的に良いものにできるというものでございます。

次のページ、9番目になりますけれども、材料のマルチスケールモデリング予測と極限環境における多成分系化学現象の理解ということで、これは先ほどから何回も出ておりますけれども、マルチスケールモデリングということで、原子・分子レベルからの理解、実験的にはまたマイクロ、それからナノのレベルでの理解、そういったことを進めていくべきである。そういうことが材料、燃料、全てについて効果的なインパクトを与えることができるという

ことでございます。

今、研究の方向性というようなことを御説明しましたけれども、19ページ目からは横断的研究テーマということの説明でございます。

ここでは、4つのことがテーマとして挙げられておりますけれども、耐照射性の機能材料及び構造材料のためのナノ構造、4f及び5f電子系の溶液及び固体化学、次のページに移りますと、界面及び極限環境での物理と化学、多成分系における物理及び化学の複雑さというようなことで、先ほど少し詳しく御説明しました9つの報告を横断的に見ていくテーマでございます。

以上が1つ目のワークショップにおける報告書、議論された内容でございますけれども、21ページ目には2つ目のワークショップについて簡単にまとめてございます。

このワークショップは、原子核物理（核データ）研究の分野に対するAFC（GNEP）からのニーズを整理し、必要な研究開発項目を提言するということが議論がなされたものでございます。

そして、右下に絵がありますけれども、やはりこれは80ページ程度のものでございますが、報告書としてまとめられてあります。

そこでは、核データのR&Dのニーズとして、断面積共分散データをとること、断面積評価をすること、また、アクチニド核種断面積が不足しておりますけれども、こういったものを取得することが重要であるということが提言されております。

次のページ22ページになりますけれども、これは3つ目のワークショップ、計算科学関連のワークショップでございますが、ここではGNEPにおける次世代炉開発、核燃料設計及び材料挙動、燃料サイクルに対するシミュレーション及びモデリング技術の短長期的役割について議論し、提言を行うという目的で開催された。

そして、これは原子力局と科学局の共催という形でございますけれども、原子力局の主導によって、技術分野についての議論等、それから科学局の主導によりまして計算科学技術分野における立場からの議論がなされたものでございます。

そして、これもやはり右下にありますような、80ページ程度の報告書にまとめられております。

以上がこの夏に行われましたワークショップ関連の内容の御説明でございますけれども、これらに関して現在JAEA（原子力機構）ではどのような取組がなされているかというのを簡単にまとめてございます。

まず、材料に関してですけれども、なかなか原子レベルまで一生懸命見ること、そしてここで計算シミュレーションを行うということが難しいわけですが、幾つかそういう手法を用いた研究を進めております。

ここでは、3次元アトムプローブというものがございまして、そういったもので原子レベルの粒界近傍の化学組成分析等を行い、また計算科学シミュレーションによってメカニズムの解明をしようという研究を進めています。

また、燃料につきましては、まだ始めたばかりのところではございまして、マイナーアクチニド含有のMOX燃料の物性評価手法の一つとして、放射光を用いてネプツニウムの酸化物でありますとかアメリカウムの酸化物の電子状態を解析しようという実験的試み。

もう一つは、プルトニウム酸化物の第一原理計算による酸素欠陥構造の解明、これは理論的計算科学からの解明ということをやって、これらを結びつけようというふうに考えております。

次のページに移りますが、分離技術に関してですけれども、分離技術に関しましては、アクチニド分離用抽出剤開発と計算化学的評価というものを行いまして、計算科学によって予測し設計し、分離用の抽出剤を作る。それからまた、第一原理計算から得られたポテンシャルを基にした分子動力学計算等を行って、その図にありますように水相と有機相の2相分配挙動に関するシミュレーションなども手掛けています。

また、核データにつきましては、先ほどR&Dのニーズということが出ておりましたけれども、原子力機構におきまして、既にJENDL-4の作成を通しまして、FP核種やMA核種を中心とした核データの評価等を行いますとともに、新たにアクチニド核種断面積測定も現在行っているところでございます。

また、最後のページになりますけれども、計算モデルによる大型シミュレーションということでは、熱流動関係に関して取り組みを行っております。

ここにお示ししましたのは、詳細二相流解析手法の開発というようなことで、水炉に関するものでございまして、このように地球シミュレータを用いまして、今後大規模なシミュレーション技術を使いまして大規模試験を必要としない炉心の熱設計をできるような技術、そういったものを開発しようというところでございます。

このような機構論的モデルに基づいておりますので、ここでは水についての例を示しておりますけれども、物性値を変えることによりましてナトリウム系の高速炉関係の仕事も手掛けようとしているところでございます。

以上でございます。

(近藤委員長) ありがとうございます。それでは、御質問、御意見をお願いします。

齋藤委員。

(齋藤委員長代理) さすがアメリカといいますか、非常に系統的に基礎研究課題が議論されているなという印象を持ちました。

それで、幾つかお伺いしたいのですが、ここで、例えば7ページに、3つの分野に分けて課題を選定していますけれども、これはそこに参加していた研究者の総意としてこういう課題が選定されたということなのかどうかということが1点であります。幾つか御質問をまとめて申し上げますので。

それから、その課題については、研究者の目から見て、何年ぐらい経てばそれは解決できるのかというようなことで議論されているか。

2番目の質問といたしましては、非常に広範囲な課題について検討されているわけですが、日米の比較をした場合に、こういう分野における研究者の数とか予算はそれぞれどのくらいのもので、現在の実カレベルを比較するとどうかといったようなことが分かれば教えていただきたい。

また、1番目の質問と関連いたしますけれども、この会合には、いわゆる先進的原子力システムの設計者側の人は参加していたのか。一方的に基礎研究の人だけで議論されたのか。両者のキャッチボールが当然なければまずいと思うのですけれども、そういう議論もあったのかどうかということが1番目に関連した質問です。

3番目に、計算科学というのは、20年ぐらい前から理論、実験に次ぐ第三の科学として非常にクローズアップされてきたわけでありましたが、それで第一原理に基づくモデルとかいろいろなモデルが開発されていますけれども、たとえば燃料の挙動解析というのはなかなか難しいので、やはりそれに影響するすべての因子が分からないと計算だけでは済まないところもまだあるのではないかと、そういう議論はどうだったのかというようなことをお伺いしたい。

最後に、日本でもこういう系統的に基礎基盤研究の重要性というものを、JAEAや大学の先生等々集めてしっかりとした議論をやって、政府並びに一般の人に理解していただくという努力が必要であろうと思うが、そういう取組についてももしお考えがあれば伺いたい。

(湊燃料・材料工学ユニット長) ここで幾つかの基礎課題、それから選んでということでございますけれども、まずワークショップの進め方といたしまして、100人、200人規模で

集まっているわけですが、まず、全体会議を開きまして、そこでこの会議の趣旨、どのように進めるかというようなことの説明がなされていく。その後、5つ、6つの分野にそれぞれ分かれまして、それぞれの分野で数十人の参加者がそれぞれブレインストーミングといいますが自由に発言をする。そして、その中で良い方向を探っていくというような、日本では余りやり方としては見られないようなワークショップをやっている。そこである課題をそのグループの中で総意で出してもらおうということでございます。その後、今度はまた全体会議を開きまして、各グループ・分野からの発表がありまして、そこであれがいい、これがいいというような議論、そしてそれはおかしいのではないかといったような議論が全体会議でなされて、最終的にこのような課題が選定される。

(齋藤委員長代理) 当然会議の参加者の総意として選ばれる。

(湊燃料・材料工学ユニット長) はい、そうでございます。

それから、日米を比べて実力ということでございますけれども、我々、原子力機構で基礎研究をやっているという部署がございますけれども、なかなかこのような、ここで提案されているような原子・分子レベルからものを理解して、そしてそれを予測モデルでバルクのものまでというようなところは活動としては全体から見ればまだ少ないということが我々の実情でございます。

アメリカはどうかといいますと、やはりいろいろな会議等も出席して見ておりますけれども、まずアメリカの方が断然、こういうことに携わっている人数が多いであろう。

(齋藤委員長代理) 比率でいったら。

(湊燃料・材料工学ユニット長) 比率でいうと10倍はいくのではないかという気がいたします。

やはりこういった基礎科学に対しては、アメリカは底力があるなと感じております。

それから、予算規模につきましても、向こうの予算規模がこの辺にどのくらい投入されているかよく分からないところがございますけれども、日本でこういった分野に幾ら入っているかという、本当に微々たるものであるということです。

それから、ここに参加している研究者、どういう方が参加されたかといいますと、やはり実際にこういった基礎研究をやっている人もいますし、またもう一つは、こういったもう少し工学的なことをやっている人、工学的なことをやっていてこんなことが問題だよというような問題提起をするような人が混ざって、それからもう一つは、計算機屋さんというんですかね、計算機技術の研究しているような方が入っておりまして、いろいろな物の見方をして

いる方がいまして、その中で意見交換をするということで、これが非常に良い方向の議論を行っていたのではないかなというように思います。

それから、燃料挙動に対して計算科学は難しいということですが…。

(齋藤委員長代理) 一例ですけど。

(湊燃料・材料工学ユニット長) 計算科学でいいますと、なかなか分子・原子レベルで理解することが難しいというのがございます。

一つは、先ほどから f 電子という言葉がこの中でも出てきていますけれども、元素が大きくなる、重くなるとか、相対論的理論も含めないとうまく成り立たないというようなことがございまして、軽い原子ではある程度計算で上手くいっているところがございましてけれども、重たい原子になってくると、このようなアクチニドについてはまだまだこれから理論的にもやらなければならないことが、ブレークスルーがないといけないところがあると思います。

もう一つは、ある原子・分子レベルで理解をしても、それをバルクの状態まで持っていくというものがなかなか難しい。6 ページにマルチスケールモデリングの概念ということで図を示してありますけれども、右上に点線で囲ってある丸、これはいわゆる我々が普通、物性測定をしたりするようなバルクでのもの、それから左下のところが原子・分子。難しいのは、真ん中に書いてあります相場モデルでありますとかモンテカルロ法というところが書いてありますが、その部分のつなぎ、この3つの点線の丸のつなぎの真ん中の部分がなかなか今上手くいっていないというのが全体としての印象でございます。

これがどの程度のところでできるかといいますと、例えば、今 GNEP でありますとか日本でやっております FS (FaCT) について5年、10年のレベルで、こういったことを全部理解して、そして燃料開発、材料開発がすぐに役立つか、それに対してすぐに役立つものになるかという、そこのところはもう少し時間がかかるのではないかと思いますけれども、研究の方向としては、これは絶対進めなければいけない方向だと思いますので、こういったことは地道に重ねていくことによって、将来、少しずつでも前進ということだと思っております。

それから、このようなワークショップに参加してみまして、結構精力的に皆さん議論をして、そして報告書をまとめるというようなことが初めての経験だったもので、すごく新鮮に感じました。そして、これはそこで今まで知らない人、それから先ほどお話ししたように、いろいろな分野の人が一緒に議論するというので、いろいろなアイデアが出てくるというところでございます。ですから、こういったことで基礎研究をやる人たちだけが集まって何

かをまとめるということよりも、やはりもう少し広い人と意見を交換し合ってまとめるということが重要でありますし、このようなことも日本においても大学、それから原子力機構等、もっと広く参加を求めてまとめるということはこれからの研究開発を行う上で重要なことではないかというように考えています。

(近藤委員長) 町委員。

(町委員) 計算科学が進んでいる中で、理論的な解析によって材料の特性等を予測するということは大事なことだと思うんですけども、予測が正しいかどうかは実験で確かめるしかないので、実験と理論の担当者が上手く協力して進めるのが非常に大事なことだと思うのです。それは、実験者は単に材料のバルクの測定をやるということだけではなくミクロな構造、ナノレベルの構造の変化とか、そういうものを観測する専門家が必要です。S P r i n g - 8とか、J - P A R Cとか、あるいは既にある分析方法を駆使してやっていくんだらうと思うんですけども、理論をやる人との連携を初めから考えておかないと、トータルとしてこういう研究の成果が見えてこないことになるので、今どうやっているのか、あるいは今後どうしていくのかということをお伺いしたい。

これは基礎研究なので、国際的な特許の問題とかはなく、オープンな国際的な交流ができるのではないかと。人的な交流もあるでしょうし、会議の場でのいろいろな情報交換もあると思います。日本がアメリカ等に比べて遅れているとすれば、国際交流を盛んに活発にやって、お互いに利益を分かち合っていくということが必要かと思えます。

最後に、材料研究は、原子力に限らずいろいろな分野で基盤的なことです。材料無しではいかなる産業も成り立たないわけですから。そういう意味で、放射線という場というのが原子力材料の特徴ではあるのですが、高温とか、あるいは高い応力とかの極限条件は、他のいろいろな用途でもあるわけで、そういう分野の方々とも交流して、放射線の効果を明らかにする事も非常に大事。化学反応の予測に応用できる量子化学とか分子軌道法等の教育も大事だと思います。

(湊燃料・材料工学ユニット長) 議論と実験、これはもちろん理論だけやっても正しいかどうか分からないし、それはそれを確かめる、検証するような実験というのは必要で、今おっしゃったとおり、新しい分析技術等々を用いて、またこれから開発していかなければいけないと思いますけれども、理論を証明するような実験をしないといけません。そしてまた、実験が先に進んで、それがまた理論に反映されるというようなことが必要で、理論と実験はいつもペアになっていかないといけません。

そして、これはJAEAの我々の部門の中では、こういったシミュレーション、理論的解析、また実験、分子的・原子的から見るというのは非常に大事なことであり、10月から1つ研究グループを立ち上げました。その中では、理論系の人と実験系の人がお互いに1つの研究室の中で上手く密接にできるような関係を作って、そういう研究を行おうということで着手したところでございます。

それから国際交流、これはやはりいろいろ今アメリカを中心にシミュレーションとか材料の研究に関して会議が結構開かれているところがございます。そういったところには積極的に参加いたしまして、そういった基礎的なところ、シミュレーションも含めて、これからも交流は大変重要な問題だと思っております。

それから、計算科学をいろいろな分野に利用する、応用するという点において、先ほどおっしゃったように、材料に関しては放射線場というのがなかなか特徴的で大変な問題でございますけれども、そうではないところで、他の分野で進んでいる部分もでございます。そういったところは、よく調べて交流をしていかなければいけないと思っておりますし、それから抽出剤、化学分離、再処理で使うようなこと、それは我々も今計算科学によって設計を試みているところでございます。製薬、薬の分野でありますと、そこはかなり進んでいるようなところもございまして、視野を広く持って開発に役立てたいと思っております。

(近藤委員長) 木元委員。

(木元委員) 先進原子力システムということですが、日本の中でもシンポジウムを開催した際、時たま御質問があったりして話が出るございますけれども、ほとんど知らない。アメリカの中で一般国民の人は先進原子力システムをどの程度理解しているというか、知っているのでしょうか。もしお分かりでしたら。あるいは、これは特殊な研究であるという認識の程度なのか、その辺が分からない。

それから、参加したのは日本とフランス、とこの間お聞きした、それは数名でしたか。また、そのフランスの方の御感想はあったのかどうかということ。それからアメリカの参加者は230名と、130名ですか、アメリカ主導ですから多いですね。これは基礎研究をやっている方々の御参加なのか、あるいはオブザーバー的な人もいたのか。つまり、どの程度それが理解されて後押しされるような体制になるのかが知りたい。

(湊燃料・材料工学ユニット長) まず、先進原子力システムというのがアメリカの中でどのように浸透しているかということでございますけれども、まず、事の発端は、2月にブッシュ大統領が国際原子力エネルギーパートナーシップGNEPというものを打ち上げたというこ

とです。ですから、そういった意味では、大統領がああいう演説をされているわけなので、一つの政策としてある程度知っている方は知っていらっしゃるのかなと。

それで、ここでワークショップはGNEPがあった、GNEPが発表されたということに関わって今回ワークショップが開かれたと思うのですけれども、その中では日本はオブザーバーとして数名ずつ参加しているということでございまして、その他の国からは、フランスが10名弱それぞれのワークショップに参加しています。フランスからの方は、オブザーバーではなくてメンバーみたいな形でパネルの講演者になっている方もいらっしゃいます。

そして、参加されている方はアメリカの方がもちろん殆どなんですけれども、これは基礎研究をされている方もいますし、それから基礎研究はやっていないんだけど、もう少し原子力システム、工学的なことをやっている方もいらっしゃる。それから、計算も関わっているので計算機屋さん、計算機技術の方、そういったような少し専門分野の違う方が混ざって、そしてその中で一つのことに向かって議論されたということでございます。

それから、基礎研究をやっている人達だけがこれがいい、これがいいと言っているのではなくて、やはりもう少し皆さん広い視野、広い議論の下にこういった提言がなされているというように考えております。

(木元委員) 分かりました。ありがとうございました。

(近藤委員長) ただいまの点は、この報告が米国の原子力研究開発予算の取り合い合戦にどういう影響を持ち得るものなのか、基礎研究であればDOEじゃなくてナショナル・サイエンス・ファンデーションが予算を持ち、公募の審査権を持っているところ、そういうところにインパクトがあるのかどうかということだと思いますが、米国はこういう報告が議員の判断材料になり、連邦予算に大きな影響を与える国ですから、それなりのインパクトを有することは確かと思っています。

もう一つは話題になりましたフランスのことですが、この会合のセッションの仕切り役にフランス人が指名されていることからわかるように、フランスも基礎研究をまじめにやっています。フランスというかヨーロッパはキュリー夫人以来の伝統でしょうか、基礎研究を大事にしています。私もCEAの原子力部門の科学委員会、これは評価委員会なのですが、これもこの委員を引き受けたことがあります。そこは、応用数学の第一人者に始まり、私のように原子力システム工学の専門家に至るまで、多方面の学術の面での専門家がいて基礎研究の内容、進め方、結果を評価して提言するのが仕事なのですが、そこで対象にした研究は、今日ご紹介いただいたところに重なるところも少なくないと記憶しています。

ところで、今日、湊様にお越しいただき、お話しいただいたのは、日本のこの方面、つまり基礎・基盤的分野における取組が、今後、日仏協力や日米協力でFBRシステムのR&Dを競争的或いは協調的にやっていきたいと思いますところ、その三極の一つとしての日本が他の2国とこういうことについてもコンペティティブなレベルで活動しているかどうかを確認したかったからです。一般的に考えると、これから時間を掛けて高速増殖炉を中心とする先進原子力システムを我が国で実用化に向けて研究開発しようとしているところ、こうした足腰を強くする活動を実証試験のような派手な活動と並行して地道に進めていかないと投資の結果が実用化に繋がらない恐れもあるところ、現場においてそうした問題意識をもって研究活動が企画・推進されていることが大事と思うからです。

おそらく、アメリカの場合は様々な研究所があり、得手不得手があるから、こうした格好でどこかに人を集めて集中的に議論するので、こうした活動が目立つが、日本の場合はいまや基礎から応用までが全部JAEAの中に入っちゃっているから、JAEAの中でご指示に従い、きちんと議論して進めていますといわれると、たぶんそれについても文科省科学学術審議会でも専門的な検討が行われているとなると、頑張ってくださいと言い、然るべき時期に成果をお聞きして評価し、方向づけをすることでいいのかもしれませんが。ただ、新型炉の研究開発に対してということでのこういう切り口での取組の方向性についての議論を行う会議というのはなかなか見たことがないのです。日本原子力学会の委員会活動にあるのでしょうか。あるいは、原子力委員会としてこういうテーマでご意見を聞く会を開催して、現状と課題について論点整理をする会を持った方がいいのかもしれないとも思ったりするのです。このことについて、何か御意見というか御提言がありますか。

(湊燃料・材料工学ユニット長) やはりこういった分野は、すぐに役に立たないのはもちろん効果はないかもしれないですけども、こういったところはやはり将来きちんと何か出てくる基礎の部分、こういうところは今きちんとやる以外ない。ですから、大事だ、大事だと言ってもしょうがないので、その部分、本当に何をやるべきかということをごきちんと明らかにする、そういったことを何らかの形で議論をするということは大変重要なことではないかと思えます。

(近藤委員長) 一般的には、何月何日までに何をやるというプロジェクトと基礎研究の両立には難しい面がありますよね。基礎研究が必要であると言うことでは到底時間を限った成功を約束はできないからです。だいたい先の何月何日までに今はない、ある性能を有するものをつくるという研究開発活動は、そのことを100%保証できるといって始めるものではなく、

その確率を高くするためのリスク管理活動であり、このリスクを小さくしたいとすればするほどお金がかかるものです。だから、選択と集中で成果物を実現する技術を絞って実証に臨めば、成果の出ない確率が相対的に小さいものを選んで実施することになりますから、費用は少なくすむかもしれないけれども、残留リスクは、その選択で決まる面が大きくて、しかも、そんなに小さくはならないでしょう。それよりも問題なのは、そうした場合にはつぶしの利かない結果しか得られないリスクが大きくなることです。リスク管理の観点からは、そうした選択と集中を行うにしろ、リスク要因を早くから取り除くことができるシミュレーション技術を並行して開発し、あるいは原理的理解に基づいてそれを回避する方策を考えたりする機会を増やすことができる基礎・基盤的研究を実施している部門との協調に合理性ありとされていますが、効果的と言われていています。そういう協調がJAEAの中で行われているんですか、あるいはそういうことが計画されているのですかという質問をしたらどうですか。あなたに聞くのは間違いなのかもしれないけど。

(湊燃料・材料工学ユニット長) 今、いわゆる高速炉開発を進めている部門と、基礎研究、基盤研究をやっている部門、それと一つの組織になっているわけですから、それぞれ刺激を合ってやっていかなければいけないというような議論が進められています。そして、もちろん基礎基盤の部門がプロジェクトにどっぷり浸かっていくということはありません。その為に、いわゆるプロジェクトの部門ではあるマクロのデータで勝負するというようなこと、我々のところではそれをきちんと基礎づけをして、そしてそれが間違っていない方向だよというような理解が得られるような状態というようなことで、今、双方いろいろな分野、燃料の分野、材料の分野、分離の分野、それぞれ会合を頻繁に持ちまして、どのようなことをお互いに刺激し合った方がいいかということを実行盛んに進めているところで、まだこれで上手くいっているというようなことはなかなか言えないところがありますけれども、今そういう方向で一つの組織で違った物の見方をしているところがあるので、そういうのを、それがお互い役に立つようにしようというところで議論を進めています。

(近藤委員長) 確か、三菱さんだと思うんですけども、ナトリウムと水は激しく反応するんですけども、どういうわけかナノパーティクルをナトリウムに入れるとこの反応の激しさが抑制されるということを見出したと。そこで先生、これ説明できないかと。だけど、私の持っているナトリウム水反応モデルというのはナノスケールの現象の理解からできていないので、ナノパーティクル入りのナトリウムとそうでないナトリウムを区別できないから、応えようがないので、ギブアップしたことがありました。今学会でどういう議論しているか、

私今離れているから分からないんだけど。これなんか、安全審査で理由はわからないけれども反応が収まるから、反応対策を薄くしますといわれても受け取れませんから、原理的理解は必要条件ですら有るんですね。あなたの説明されたマクロとミクロの中間のところのモデリング世界は、どっちから見ても合理性が必要ですが、結構プロジェクトと密接に結びついて、つまりマクロの要求を受け止めることのできるものでなければということがありますね。現在、そういうマクロの研究のプロジェクトとミクロの水準の基礎研究の間で仕事をしている人はいるんですか、それともテーマ毎にどっちかが寄っていくんですか。

(湊燃料・材料工学ユニット長) 私がいる部署は原子力基礎工学というところで、どちらかというと、余り今原子・分子ということに入り込んでいないというか、そういった活動ももちろんございますけど、もう少し大きなものになっている。プロジェクトの方でいえば、もっと大きなデータを扱っているところですけども、やはりプロジェクトですとある一定のデータを取ればいいというような事がございますが、我々はもう少し広くデータを取って、そしてその中で理論的構築を行って、そうすると、そのデータが本当に崖っぷちにはいないんですよというようなことも分かってくるわけですし、そういった、ちょっと違った方向からプロジェクトに対しては貢献していくというようには考えています。

(齋藤委員長代理) 先端基礎研究センター等では5 f 電子というのは15年ぐらい前から一生懸命研究やっていますよね。だけど、そういう人は先進原子力システムを対象とした研究ではなくて、別の目的ですとその研究をやっている。それで今、あなたのおっしゃったように、こちらの方を向いたそういうミクロの研究との結びつきが必ずしもないかもしれない。だから、そういう人でこちらの方に役に立つものは、お互いに刺激し合って引っ張り出していくということが必要だと思います。

それから、どこが企画するかという話で、文部科学省なのか原子力委員会なのか、やはり大学の方々も先進的な再処理等についてのいろいろな蓄積があるわけで、そういうことも含めると文部科学省なり、あるいは公募研究で原子力試験研究をやっている、それは原子力委員会ではないかという話になると、原子力委員会が企画しますかというオプションもあるかと思うのですが、それは事務局で検討して貰えばいい。いずれにせよ、私はこのようなことを専門とする研究者等が集まって、活気を持って今回のようなワークショップをやれというような意見をどんどん持ち込んでもらえると、こっちとしても動き易いのではないかといいことで頑張ってくださいと思います。

(近藤委員長) 予算のチャンネルがどこにあるんですかという質問の仕方もありますね。いま

は、それが分かり難い。

(齋藤委員長代理) そうそう。だから、原子力試験研究…。

(近藤委員長) 学術的であれば文科省の科学研究補助金に応募してということでしょうし、もう少し、ミッション指向的であれば、高速増殖炉の開発に係る公募研究と言うことになるのでしょうか、今はどうされているのですか。

(湊燃料・材料工学ユニット長) そうですね、今我々がやっているのは、いわゆる原子力基礎工学に文科省の方からいただいている小さなパイの中でやっているということです。公募云々の話になりますと、額は大きいですがけれども、こういった基礎研究はやはり少しはじかれるということです。ですから、科研費ぐらいです。

(町委員) こういう、先端的な分野は人材が非常に大事だと思うんですね。多分若い人というのは、こういう分野はかなり関心があるんじゃないかという気がするんです。そういう意味では、大学で優秀な人材を育てる、原子力機構にドクターコースの学生とかを持ってきて育てる、外国の優秀な人材を連れてくる。優秀な人材を集めないとこういう研究は進まないと思うんです。その辺の人の戦略というのはどういうふうに考えていますか。

(近藤委員長) 基本的にはまず、そういう分野に対して研究資金がある、あるいはありそうだとということが明確であることが重要だと思います。研究費のないところに人は集まりません。これが基本原理では。

(齋藤委員長代理) 良い成果があればそこに人が集まってくるというのもあるんですけどね。

(近藤委員長) よい知見が生まれたら、それが人とお金を引きつけることはありますが、それにしても、人を集めるためにはお金が必要です。

(齋藤委員長代理) 後半の件で言えば、外国の優秀な一流の研究者を引っ張ってくる時の一つの問題は、これまで何回もいろいろアタックしたことがありますけれども、給与の問題の他に、子弟の教育、それから奥さんに秘書のような職場を用意するとかの問題があり、その辺が解決しないとなかなか先方も乗ってこない、そういう構造的な問題がありますね。

(近藤委員長) とにかく大学にこういう研究をやるべきとお説教をたれても駄目なんです。これはすごく意味がある、可能性があるよというメッセージはお金を添えて言ってこそ迫真性が生じる。だから、そういう基礎・基盤研究がなくてプロジェクトが遂行できますかと尋ね、必要に応じて是正を求め、あるいは、頼りがいのある基礎研究が遂行される土壌を整備しておくべきとして、そういうことについて適切な研究資金が配分される仕掛けを作れというのが私たちの仕事。ですから、そういう仕組みが今無いと考えるのか、機構で頑張っているか

ら、我々の出る幕ではないと整理するのか、それが今日のポイントなんですけどね。

(湊燃料・材料工学ユニット長) 原子力機構では、先ほど出ました新しい分析装置ですとか加速器だとか、そういったことは外部の方と一緒に利用したり、また刺激し合っていくということが重要だと思います。実際また原子力機構ではアクチニドを扱うという特徴がございます。ですから、外からそういう人達が集まっていたいて一緒に研究をするということは、やらなければいけないし、理想だと思うのですけれども、今、委員長がおっしゃったように、どの資金でというところがないというのが事実です。ですから、我々は大学等々と協力しながらいろいろやっていきたい、そうしないと、原子力関係は、大学では今はウランも扱えなくなっているということがありますから、やはり上手くセンターにしてやっていかないといけないと思うのです。でも、どこに集まるのというものが今つかめない。

(近藤委員長) 東京大学の岡教授は、100億のプロジェクトを進めるときには10%とか20%を基礎研究に回すことをルールにという提言をされていますが、日本の場合はそういう20%を回すというデシジョンをするのはJAEAの経営者の仕事なのか、それとも予算を出す文科省の仕事なのか、あるいは原子力関係経費の見積もりを行う原子力委員会がそうせいでいなければならないのか、そのところは明確なんでしょうかね。思わず知らずというべきか、そうしたことは多少なりともやってはきているけれども。

(木元委員) 単なるつぶやき、ではない。

(齋藤委員長代理) それは本質的な問題ですよ。

(近藤委員長) 現場を経験した人としてどう思われますか。

(齋藤委員長代理) まず経営者がそういう意識を持っていないと駄目ですね、第一に。それで、文科省をきちんと説得できるかと。

(湊燃料・材料工学ユニット長) お金の区分でいえば、高速炉のプロジェクト、特会で。我々基礎の研究は一般です。

(齋藤委員長代理) 先細りのね。

(湊燃料・材料工学ユニット長) そういう式がまず一つありますから、これが高速炉にすごく役に立つとって特会のプロジェクトの方の予算から回していただけるかということ、そこはなかなか難しい。

(町委員) こういう研究は、総合科学技術会議では重視しているわけです。だから、そういうところとの連携というのは必要だと思うんですよ、原子力だけではなくて。

(近藤委員長) なるほど。特会の問題になっちゃうんですね。特会は基礎研究に使っちゃいか

んというか、目的、使途が明確じゃなければならないですからね。だけど、リスク管理上基礎研究がなくちゃ目的が達成される確率が下がりますよという時にはとどうという規定はあるのですか。

(齋藤委員長代理) その中に含ませる努力も必要かもしれない。

(近藤委員長) そういうことですかね。はい、それでは今日はこの辺にしておきましょうか。湊さんには、今日は貴重なお時間を割いてきていただいて、興味深い御説明をいただき、質疑に応じて頂きましたこと、お礼申し上げます。ありがとうございました。

(2) 第7回アジア原子力協力フォーラム(FNCA)大臣級会合の開催について

(近藤委員長) では、次の議題。

(黒木参事官) 2番目の議題、第7回アジア原子力協力フォーラム(FNCA)大臣級会合の開催について、まず事務局の方から御説明いたします。

資料第2号でございます。

今月末11月25日土曜日から27日月曜日までということで、内閣府・原子力委員会とマレーシア政府との共催で、マレーシア・クアantanにおきまして上級行政官会合、大臣級会合という第7回目の会合がそれぞれ開催される運びになってございます。

FNCA大臣級会合につきましては、我が国主催で毎年開催しているものでございまして、隔年で海外で実施して、昨年度日本の東京で行われましたので、本年度につきましてはマレーシアで実施という形になっております。

第7回会合のテーマとしては、「アジアの持続的発展における原子力発電の役割」及び「原子力エネルギーの広報」といった2つを考えてございます。

参加国は、FNCAに加盟しています10カ国、今回よりバングラディッシュが正式に加盟した形になっております。

2ページ目にプログラムが書いてありまして、土曜日に上級行政官会合、月曜日に大臣級会合という事で、午前中にオープニングセッション、カントリーレポートの発表やFNCAの各種活動の発表などを予定してございます。昼食は大臣主催の昼食会を考えております。午後のセッションで、上級行政官会合からの報告とFNCA活動の報告、トピック1が「アジアの持続的発展における原子力発電の役割」ということで、3年間のパネル結果を踏まえた今後の取組について議論していただくということになっております。トピック2が「原子力エネルギーの広報」について、これはマレーシア側からの希望がございまして、トピック

2はこういうテーマで開催する予定になっております。最後に総括セッション、サマリーという形になっております。

出席者につきましては、次のページ3ページに記載してございまして、中国、インドネシア等々を初め各国の大臣クラスの方に御出席いただく予定になっております。日本からは大臣。今、大臣は国会開会中で大変厳しい場合につきましては副大臣になるかと思いますが、調整を行っていくということでございます。また、原子力委員会は主催者でもございますので、近藤委員長に大臣級会合、町先生には大臣級会合と併せて上級行政官会合に御出席いただく予定にしております。

以上です。

(近藤委員長)何か御質問ありますか。

よろしければ、次。

(6) その他

(近藤委員長)次に、その他。

(黒木参事官)その他は特に事務局の方ではございません。

次回の会合でございますが、28日火曜日、10時半から虎ノ門三井ビル、原子力安全委員会第1・第2会議室ということになります。

(近藤委員長)ありがとうございました。

それでは今日はこれで終わります。