

長期計画策定会議第四分科会（第3回）議事概要

1. 開催日時：平成11年11月29日（月） 14：00～17：00

2. 開催場所：東京グランドホテル 3階 「桜の間」

3. 出席者

委員：秋山座長、永宮座長、石井委員、伊藤委員、井上委員、大瀬委員、岡委員、上坪委員、小林委員、齋藤委員、谷畑委員、平井委員、福永委員、藤井委員

原子力委員：藤家委員長代理、遠藤委員、依田委員、木元委員

科学技術庁：川原田研究技術課長

通商産業省：入江原子力発電課長

4. 配付資料

資料1 長期計画策定会議第四分科会（第2回）議事概要

資料2 検討に当たっての視点（素案）

資料3 先端的研究開発に係わる諸問題－基幹技術としての位置づけ、国際競争力の重視、中長期ストラテジーなど－

資料4 ユーザーの立場からの期待（放射光利用に関して）

資料5 中性子散乱と科学技術

資料6 加速器を用いた元素分析技術（PIXE法）の利用と原子力工学の応用の普及

資料7 未来を拓く新たな量子ビーム研究と核融合研究

・原子力安全委員会 ウラン加工工場臨界事故調査委員会 緊急提言・中間報告

・中性子科学分野における研究開発の意義・将来展望（改訂版）

・中性子散乱と科学技術（追加資料）（藤井委員）

5. 議題

（1）未踏分野への挑戦について（第2回）

（2）その他

6. 議事の概要

(1)開会について

○座長より、開会の挨拶が行われ、前回同様、時間が足りなくなることが考えられるため、終了時間を30分延ばすこともある旨の説明があった。

(2)検討に当たっての視点（素案）

○事務局より、資料2に基づき、前回（第2回）会合の際に提案があった「各々のプレゼンテーションを踏まえ、委員はどういう視点で議論していくのか」という点に関してまとめた素案について説明があった。

○素案について議論が行われ、主な意見は以下のとおり。

原子力を総合科学技術として検討することが本分科会の審議事項であるが、原子力をエネルギー源として期待する観点からの未踏分野もあると思う。この点での検討は、どこかの分科会で取り扱っているのか。このままでは、原子力の先端・基盤分野は加速器、レーザー、放射光、核融合を見ているという印象を若い人が持つてしまう。基盤的な原子力の安全に必要なダウンストリーム（再処理、廃棄物処理）について、若い人のやる気が起こるような観点で、どこかで議論されているのか。

(原子力委員長代理)

20世紀は、確かに原子力はエネルギーが中心であったが、原子力研究は必ずしもエネルギーが全てではなく、原子力基本法は原子力エネルギーの開発とともに放射線利用の観点からも捉えている。21世紀には、全体を含んだ総合科学技術として進んでいくと思う。質問された点については、第二、第三分科会では核燃料サイクル、先端サイクルを含めた検討が進んでいる。第四分科会でも、高温ガス炉、小型炉、研究炉が検討項目にあり、若い人の夢が育つような将来展望がその中で十分議論されると思う。

「未踏分野への挑戦について」は、前回と今回がヒアリングで、中性子利用について、前回、齋藤委員が紹介して、今回は私が紹介することになっている。中性子利用はこれから大きな流れになるが、レーザー、放射光をビームプローブ（探索子）とすれば、中性子も検討項目として重要と思う。

(座長)

加速器ということで、中性子も含めて、いろいろ検討することになっている。中性子だけを取り上げて検討するとは必ずしも限らない。

中性子は原子炉でも加速器でもできるので、位置づけをはっきりしてもらいたい。

(座長)

私自身もそう思っていた。提案もそのような主旨と思っていたが、いかがか。

(座長)

項目に中性子の括りがないとしても、「加速器」に含まれている。

必ずしも、検討項目に挙げられているものがこのまま最終報告にも載るとは理解しなくてもよいと思う。最終的に書かれる項目は今は決めなくてもよいと思う。

大学の場合、研究炉で代表されているが、実際は原子炉工学のいろいろな分野を扱っている。未踏分野、これから広く発展していかなければいけない分野は工学分野でもいろいろある。検討分野を狭くするということではなく、もともと私の担当は「研究炉等」となっているので、そういうものも含めて、この分科会で話をしたいと思っている。

(座長)

研究炉を弾力的かつ幅広く捉えていくということで、よろしいか。

資料2の「2 検討の視点(2)」で、「経済の発展」、「人類の知的共有財産の創成」とある。前者はエコノミクス(経済)、後者はサイエンス(科学)に該当するということによいと思うが、例えば、人類の福祉、安全といった、経済では計れないことは検討の対象とならないのか。

(事務局)

ここに挙げた2つのものは、研究開発の意義の例であって、福祉が入るのは当然と思う。必要ならば視点に入れてよいと思う。

この素案の流れはわかるが、これでは、「こんな分野があって、このように進めていこう」という従来型の分類方法だと思う。この分科会の冒頭に、原子力委員長代理から出された視点「大きく見て、大きく捕まえる」をどう取り入れるか、検討する必要があると思う。そのような視点をもっと出したらよいと思う。大きな視点でまとめる上で、原子力委員会はどんな役割を果たして、どこを補強していくかという視点を取り入れるとよいと思う。

(座長)

今の意見は重要と思う。

研究開発の意義としての「我が国経済の発展」については国策として議論することになる。一方、巨大プロジェクトは、国際的な経済戦争のように位置づけられよう。我が国経済の発展というよりも、世界経済の中で捉えるという視点が入ってもよいと思う。

(座長)

検討にあたっての視点については、逐次取り扱っていけばよいと思う。

(座長)

最終的にまとめなければならないので、この素案を見て気づいた点やまとめるにあたっての別の観点があれば、後でもよいから、知らせて欲しい。

○事務局より、配布資料の確認があった。

○座長より、本日プレゼンテーションを予定していた澤岡委員が欠席で、あらためて別の機会にプレゼンテーションをお願いしたい旨の発言があった。

(3)未踏分野への挑戦について

(3-1)先端的研究開発に関わる諸問題 ―基幹技術としての位置づけ、国際競争力の重視、中長期的戦略など―

○上坪委員より、資料3に基づき、プレゼンテーションがあった。要旨は以下のとお

り。

現代社会は、生活を支える技術、社会活動を支える技術及び豊かさ（知的好奇心を満たすことを含む）を支える技術の上に構築されている。基盤的研究からこれらの技術の新しい種を見出し、実用化していく技術が基幹技術であると思う。

原子核の研究は、歴史的に見れば、原子力の基盤的研究であり、基本的な実験手法やツールを開発する技術（原子力基盤技術）は、現代社会における基幹技術になっている。基幹技術の開発を進めるにあたって、我が国は「効率的な2番手からトップランナーへ」という視点に立つ必要があると思う。このためには、研究開発を進める際の評価を行う場合に、どこに欠陥があるのかという従来の評論家的視点（減点法）から誰も行っていない、新しい点を積極的に評価するという加点法に変える必要がある。

国際競争という観点からは、これまでの共同利用施設の方式を変え、重点的な利用機会の割当てを検討する必要がある。それとともに、国際競争力の強化のためには、少々失敗してもすぐには否定せず、その克服を評価し支援する仕組みが今後重要になる。また、このような視点に立った研究課題の評価も重要である。

国際化については、国際的な研究センター以外にも、訓練機能と研究機能の両方をあわせ持つ科学技術の国際協力訓練センターが必要である。国際協力は、文化の主体性について国際的に競争する場でもあるので、日本の独自性をはっきりさせ、閉鎖性を排除する必要がある。そして、我が国の研究者が多くの優れた成果を挙げることが、国際協力の何よりの成功のカギとなる。

基盤的経常研究が人材育成の母体となり、新しい萌芽研究はそこから生まれることが多いので、中長期的戦略として、経常研究を強化、支援する必要がある。大型施設をつくるにあたっては、計画の最適化が大事であり、できるだけ、当初設定した予算、期間で完成させることが必要である。長期間、トップランナーとなるような施設をつくるためには、施設内に装置研究者、技術者による研究グループを有することが重要である。

人材育成の点では、世界最先端の施設で若い人に実験させることが必要である。また、産業能力の点では、経常的な技術開発を進めて新しい技術の基盤的研究の実用化を目指すことが、技術力を向上させる上で重要な要因になる。

○上坪委員のプレゼンテーションに対する議論が行われ、主な意見は以下のとおり。トップランナーへの方策、原子力基盤技術の意義、経常的研究の重要性等、まさにプレゼンテーションのとおりのことと思う。工学分野についても先端的な分野がいくつもある。この分科会で議論になっている物性分野の先端とうまく結びつくものもあろう。前回、材料の例を述べたが、工学分野では、物質そのものではなく、材料が使われていくうちにどうなるのかを予測することが必要で、これがまさに1つの未踏分野である。ニーズ側の要求とうまく整合性を取りながら研究が進めばよいと思う。その際、大学と研究機関の連携が重要になってくる。大きい技術革新は、主要技術を扱っている機関や企業以外

のところから出ることが多い。学問の横断的性格を考えると、技術革新や学問の革新における大学の役割は大きいものがある。技術革新を目指した大学と研究機関の役割分担と連携がうまくできれば非常によいと思う。

(上坪委員)

言い忘れたが、大学と研究機関の連携は一番重要と思う。材料の問題のように、生活を支える技術のニーズとシーズが行き交う部分を大事にすることが、今後、原子力の先端技術を考える底辺になると思う。

総論は賛成である。今プレゼンテーションされたことは、どの研究でもいえることで、学術審議会にも通じる問題であると思う。ここで議論する場合、原子力委員会の色があるはずだと思う。原子力委員会が長計（原子力開発利用長期計画）を策定するところにどんな特徴があるのか、はっきりさせた方がよいと思うが、それがまだ見えない。原子力関係の計画は、今まではプロジェクトとそれからのスピン・オフ（副産物）という格好で、プロジェクトの面が強く出ていたと思う。今の「未踏分野」にはそのような牽引力というものが見えないと思う。

(上坪委員)

どんな過程でテーマが出て、どんな過程でテーマを評価するか、ここで議論すべきと思う。今までと違う観点でテーマを評価し、それを十分支援する仕組みをぜひ国として作ってもらいたい。米国では、研究評価委員会の責任体制は非常にしっかりしている。我が国では研究評価委員会の結論は、最後はバラ色になってしまう。結果に順位を付けて優劣をはっきりさせる評価が重要で、そのためには、評価する専門家の立場と責任を明確にすることが必要である。

原子核物理、素粒子物理が原子力の基盤を与えたことには同意できる。一方、自然界の基本原理を探るのも原子力分野なのだろうか。テクノロジープッシュ（研究開発の発展による他の分野の研究や社会での実用化に向けた新しい開発要素の提供及び要求の開拓）という観点では、加速器が進歩してきた背景に、自然界の基本原理を探求することがニーズプル（要求先行型）にあって、加速器の進歩のスピン・オフとしてシーズプッシュ（新しい開発要素の提供）があったという見方が適切と思う。今後は、加速器を原子力から見たニーズプルとして捉えようとしているのか。

(上坪委員)

学術研究は自然界の基本原理を探るための道程と位置づけられ、いろいろな分野が入っているので原子力という必要はない。しかし、研究開発のツールのための技術は原子力から生まれたものが多く、この技術を強化することによって、その上にいろいろな新しいサイエンスが生まれてくる。この構造をきちんと理解することが必要である。前回（第2回）、「自然界の基本原理を追求するところまで原子力を拡げて、他の分野の方は納得するのですか」という質問が出た。米国では基盤技術の開発に原子力予算を使ってうまくいっていることは、学術研究のための技術を大事にしている証拠ではないかと思って

いる。

(座長)

この場だけでは議論の時間が足りないので、関連した質問がある場合、臨機応変に意見交換して、事務局にも連絡してもらいたい。その結果は本分科会で公開にて議論してもらえばよい。

(3-2) ユーザーの立場からの期待 (放射光利用に関して)

○平井委員より、資料3に基づき、プレゼンテーションがあった。要旨は以下のとおり。

放射光利用にあたっては、強度が強いことが重要で、これによりS/N比(雑音に対する信号の比率)を向上させることができる。産業界では、1990年代から本格的に放射光利用を行うようになって、電気、通信、精密機械、薬品などの分野で大いに活用されるようになった。具体的には、リソグラフィー、光科学反応、タンパク質構造解析、材料の構造・組成解析が行われるようになった。

新しい利用技術を拓くために、光源は、高輝度、大強度、可干渉、可変偏光へと性能が高められ、更なる小型化が期待されている。

光源とビームラインとの整合が取れた測定装置により、従来得られなかった情報を得ることが重要であり、今後、その場測定により時間変化がわかること、生体を生きたまま観測することなどが期待されている。

放射光施設は、産官学及び国際交流による共同利用の一環として、国の使命と融合して使用する形態となることが期待される。多くの実験試料を常時測定するためには国による分析・解析事業が必要であろうし、ある特定のユーザーの利用時間の増加もあり得ると思う。産官学による多数の融合プロジェクトで新技術創出を目指すことは運営の1つの方法となろう。

○平井委員のプレゼンテーションに対する議論が行われ、主な意見は以下のとおり。

放射光利用の場合、SPring-8(日本・大型放射光施設)のような各国又は各地域に一つしかない大型装置とBESSY(ドイツ・ベルリンの施設)、ELLETRA(イタリア・トリエステの施設)のような波長は長いけれども数カ所にできる装置、また、もう少しエネルギーが低くても建設費が少なくてもっとたくさん作れる装置と、いろいろな分類の装置があると思う。産業界では、異なる規模の装置の導入について、どう考えているのか。

(平井委員)

産業界では、放射光装置の導入にあたって、際立った特長が認められれば可能かもしれない。

21世紀には、他機関との協力のとき、ネットワークを強力にして、どこからでも等しく操作するようになっていくと思う。放射光は拡がりのある分野なので、オンラインでの操作は1つの視点と思う。

第三世代まではわかったが、これからは、第四世代を目指すのか、多岐化の方が重要なのか。あるいは両方とも重要なのか。

(平井委員)

ここ10年くらいでいろいろな放射光のユーザーが増えると思うので、その周辺が盛り上がると思う。また、特殊な放射光、光源の開発により新しい利用法を開拓する必要がある。期待する面としては、一般ユーザーの増加と先進的なものの開発の両面がある。今、最も重要な点はセキュリティーの問題である。外部のインターネットとの切り離し方は、Fire-Wall（コンピュータネットワークに、外部からの進入を防ぐための防護機能システムの一種）を入れても難しく、完全に分離せざるを得ない。セキュリティーがあり、かつ、共有もできる仕組みの開発が重要である。研究の方向としては、大型のSPring-8でできることがあって、その次に実用化、単能化があると思う。まず、大きな装置を使ってできること（有効性）を確認することが重要だと思う。

今、日本には大型の放射光施設が2台ある。あと何台くらい、日本にあれば、ユーザーを満足させられるのか。北海道・東北、関東、中部など各地域に1台くらいか、それとも、小さいものを各大学に置く程度なのか。

(平井委員)

現在ある施設のPF(KKK(高エネルギー加速器研究機構)の放射光施設)、SPring-8によって、放射光施設は、巨大なものとか、立地場所が限られるといった先入観があるかもしれない。小型の物でも用途がいろいろとあることがわかれば、利用方法も広まっていくと思う。今、何台必要かは答えられない。

現状では、SPring-8はマシンタイムが埋まっていて、希望の半分くらいしかもらえないと聞いたことがある。もう1台くらいあってもよさそうな気がする。

(平井委員)

企業の立場では、なるべく最小の人数で最大の効果を狙う。一概には言えないが、装置の数が増えても、それに対して必ずしも人をたくさんつけることはないと思う。

(3-3) 中性子散乱と科学技術

○藤井委員より、資料5に基づき、プレゼンテーションがあった。要旨は以下のとおり。

中性子散乱で原子を観るとき、X線が電子で散乱されるのに対して、中性子は、原子核と相互作用する(核散乱)ので、生体高分子などの水素の観察能力において優位である。同様な例として、リチウムバッテリーのリチウムの位置の観測がある。現在より10倍から100倍の強度の中性子源があれば、バッテリーが充電、放電するときのリチウムが動く反応過程も観ることができるので、材質開発に大きな貢献が期待できる。

中性子は、磁気モーメントを有し、一番小さい磁石の性質を持つので、磁性体物質の中も調べることができる(磁気散乱)。

中性子散乱施設の実験容量を原子炉や加速器の出力と設置されている散乱装置とを掛

け合わせた値で定義すると、日本は、現在、原子炉の中性子源について世界で第4位から第5位であり、トップとファクター4しか変わらないので、よいテーマさえあれば、いくらかでも勝負できる状態にある。加速器による中性子源については、日本がパイオニアであり、非常に誇るべき成果であるが、現在はイギリスの施設に容量で50倍の差をつけられている。

研究支援体制について、京大炉（京都大学原子炉実験所）、KEK、原研（日本原子力研究所）といった国内の施設では、職員が13～17人で研究、装置の開発、共同利用の支援を行っており、この人数は必要とする人数（臨界サイズ）よりも遙かに少ない。さらに、予算についても、装置の維持費、運転費が少なく、特に文部省関係では建設費の4%しか配算されていないが、10～15%は必要と思う。今後、新しい施設をつくる際には、ある程度組織を改編し、対応しなければならないと思う。

○藤井委員のプレゼンテーションに対する議論が行われ、主な意見は以下のとおり。日本の中性子源の紹介で、パルス中性子源（加速器）の出力はkW（キロワット）単位で、原子力ではMW（メガワット、1MW=1000kW）単位であることが示されていたが、性能は研究用原子炉の方が加速器に対してよいのか。

（藤井委員）

同数の中性子を発生させるためには、加速器で核破砕反応をさせる場合、原子炉の約1/6のパワーでできる。実効中性子束を増やすには、原子炉は頭打ちで、今後は加速器による方法が有力で、世界的に加速器を使う方向に向かっている。

加速器では、ピーク時にそれだけ出るとということなのか。

（藤井委員）

資料に示したのは積分した結果であり、原子炉の中性子源と直接比較できる量である。加速器中性子源がたくさんあれば、原子炉はいらないということか。

（藤井委員）

1MWクラスでは、両方の測定方法が相補的なので、両方必要である。さらに超えて数MW以上では、加速器中性子源がかなり有効である。

前回（第2回）の齋藤委員のプレゼンテーションのときにも質問したことだが、エネルギーのスペクトルでいうと、この場合、熱中性子のオングストローム波長が適していると聞いた。レベルが異なると見えるものも変わると思う。見るレベルが上がると、コストもそれなりに大きくなると思う。コストと研究領域の広がり（見えてくるもの）を定量的に評価できないのか。

（藤井委員）

中性子散乱では、数オングストロームから数十オングストローム（タンパク質、酵素を見る波長）を測定対象にする。大きな物質を見るときには、波長の長い（すなわちエネルギーの低い）冷中性子を使わなければならない。冷中性子を発生させるためには、通常の熱中性子源からなるステーション（中性子源施設）に、さらに液体水素等で冷やす

冷中性子源を取り付ける必要がある。冷中性子源には数十億円のコストがかかるが、全体のシステムに対する割合は少ない額である。ただし、ユーザーが非常に多くなって、冷中性子源をいくつもつくる必要が生じた場合は、いくら金がかかることになる。

(3-4) 加速器を用いた元素分析技術 (PIXE法) の利用と原子力工学の応用の普及

○石井委員より、資料6に基づき、プレゼンテーションがあった。要旨は以下のとおり。

PIXE法は、加速した陽子を試料に当て含有元素から発生する特性X線が固有なエネルギーを持つことを利用して元素分析する方法であって、非常に感度よく、ナトリウムからウランまでの元素を同時に、しかも非破壊で検出できる特徴を有している。

新しい技術としては、PIXE法によるデータを画像で提供できるマイクロPIXEカメラを開発して、これによって細胞に分布する元素の空間分布状況を画像で観察できるようになった。この技術を応用すると抗ガン剤がガン細胞に取り込まれる具合を観察でき、医療への応用が期待される。さらに画像をインターネットを通じて転送すれば、遠隔地でも画像データを解析して、診断することが可能となり、遠隔地医療の発展に貢献できる。

PIXE法は、医療の他、考古学などの幅広い分野に利用できるので、理系の人にも、文系の人にも、興味を持つようなイオンビームの利用ができる。安全にしかも費用があまりかからずにPIXE法用の装置を利用できるので、教育機関に設置して、原子力の応用を直に経験してもらい、その実体験を更に波及させる教育の実現が期待される。

○石井委員のプレゼンテーションに対する議論が行われ、主な意見は以下のとおり。

X線蛍光分析に比べて、PIXE法の長所と短所は何か

(石井委員)

X線蛍光分析ではエネルギーが限られるので全部の元素が同時に測定できない。PIXE法では陽子のエネルギーが高いので、ナトリウムからウランまで全元素がppmオーダーで同時に測定できる。

陽子だと試料の損傷が大きい気がする。

(石井委員)

もちろん大きい。考古学分析では、紙に若干損傷がある。考古学研究所との研究において、土器、瀬戸物などの硬いものには損傷がなく、結果が画像として出てくるので、たいへん興味を持たれて、測定に使われている。

PIXE法は重いイオンを試料に当てるので、制動放射線が少なく、連続X線のバックグラウンド（雑音成分）が少ないことが特徴と理解しているが、それでよろしいか。

(石井委員)

その通りである。電子の場合、その入射エネルギーが20 keV では20 keV 以上のX線は見えない。電子が減速するときに放射する制動X線が20 keV 以下に出る。陽子ビームを使うと、制動X線は極めて弱いので、電子入射よりも1,000 倍感度が上がる。

分析技術については、これまで微量元素の分析が一生懸命に行われていたが、元素を分析するだけでなく、その空間分布（例えばミクロな領域）を画像化するという点で、新たな段階を迎えたと思う。

画像化について、等高線は定量化されているのか。

（石井委員）

定量化されている。画像化の情報を書くソフトウェアは一般に非常に普及している。リンの分布を定量化した値によって等高線図で表している。臭素が核の周りに集まっている様子を色を変えて示している。マイクロPIXEカメラを利用することにより、抗ガン剤が核に入ってDNA合成を止める現象を直接見る手段にならないかを原研高崎研究所のプロジェクト共同研究で検討している段階である。

量がどれくらいであるか、元素に対する比について聞きたい。

（石井委員）

微量元素の量は、X線の発生断面積、ビーム電流等を用い、計算して求めることができる。

（3－5）未来を拓く新たな量子ビーム研究と核融合研究

○小林委員より、資料7に基づき、プレゼンテーションがあった。要旨は以下のとおり。

自由電子レーザーについて、短波長側では193nmのレーザーが得られていて、フッ化アルゴンのエキシマレーザーで得られる波長に近い領域になっている。長波長側は応用段階に入っていて、出力を上げる方向に向かっている。産業への応用では、テーブルトップ型の非常にコンパクトなレーザーが開発課題であり、加速器、アンジュレータ、光共振器が開発対象である。

電子蓄積リングからの電子ビームとレーザーを衝突させるレーザー逆コンプトン散乱により高エネルギーな光子（X線、 γ 線）を発生させることができる。これまで電総研（電子技術総合研究所）では40MeVまでの電子を発生させた。レーザーの波長や電子のエネルギーを変えることによって、エネルギー可変の γ 線を得ることができる。高強度の γ 線ができると、産業用CTなどの応用にもつながる。

陽電子の利用では、電子と陽電子がぶつかったときの消滅 γ 線を測定して電子の運動状態を測定でき、陽電子の寿命を測定すれば材料中の欠陥や電子密度が測定できる。

イオンビーム技術はかなり進んでいて、イオン注入については一般化されている。今後は、広いギャップ（荷電子帯と伝導体とのエネルギー差）の半導体、光機能材料へのイオン注入が考えられる。バイオへの利用では、原研高崎研究所でよい成果が出ている。核融合研究では、短波長のフッ化クリプトンレーザー（エキシマレーザー）を使った慣性核融合の高速点火の検証のためのビーム整備が行われている。磁気核融合では、逆磁場ピンチで閉じこめ性能の向上を目指した装置が開発されている。

○小林委員のプレゼンテーションに対する議論が行われ、主な意見は以下のとおり。

量子ビームという言葉について、それは、政府の報告書に出るくらい市民権を得ているのか。その由来は、量子的な効果で発生させるビームだからなのか、量子的な振る舞いをするビームだからなのか。

(小林委員)

言葉の厳密な定義はないと思う。レーザーは昔から量子エレクトロニクスという範疇で呼ばれている。反転分布を起こして増幅することは量子効果だと思う。量子はとびとびのエネルギーを持っているという認識であれば、学問的に正しいかどうかわからないが、そういうビームは量子ビームといってよいと思う。ただ、世の中に必ずしも承認はされていないと思うが。

石井委員と小林委員に質問であるが、放射光と中性子について、日本が世界で今、どのレベルにあるかわかったが、量子ビームについては、日本がどういう位置づけにあるのか教えて欲しい。

(小林委員)

自由電子レーザーの研究を日本で行っているのは、我々の電総研、原研、分子科学研究所（岡崎国立共同研究機構）、大阪大学のレーザー核融合研究センター、自由電子レーザー研究所がある。短波長の分野では、日本は世界に並んでいて、トップレベルに位置している。リングを使用した自由電子レーザーはデューク大学（米国）とドルトムント大学（ドイツ）が研究していて、デューク大学が最先端を走っている。電総研がほぼ同じレベルにあるといえる。陽電子についてR Iを使ったレーザーはたくさんあるが、電子ビームを使った装置は限られており、電総研の装置は世界的にニーズが高く、使いたいという希望がたくさんある。

逆コンプトン散乱による γ 線の研究は、S Pring-8 など世界で5カ所くらいしかきちんとは行われていない。イオンビームは割といろいろなところにあるが、特徴的なものとしてバイオ分野への利用でよい成果出している原研高崎研究所のT I A R A（イオン照射施設）があり、我が国のトップレベルにあると思う。

(石井委員)

マイクロPIXEカメラは、ドイツ、イギリス、アメリカ、オーストラリア、シンガポール、中国で用いられている。我が国は、世界に遅れて研究を開始したので、始めのうちその技術が遅れていたが、ここ数年の間の原研と大学との共同プロジェクト研究により、細胞中の元素分析を大気中で生のままに近い状態で行うことができた。これは世界初の成果である。

S Pring-8のレーザー逆コンプトン散乱では世界で最高の3 GeV単色光が出た。数十MeVのX線は、同じ方法で大強度を出せるのが特徴で、この領域では電子ビームの強度を減らさずに高周波電力を加えた分だけの光が取り出せ、1015～1016くらいの強度が得られる。このX線を用いると、新しく、 (γ, n) 反応によりクリーンな「遅い中性子」の取出しが可能である。

(小林委員)

イオンビームの新しい方向として、超伝導サイクロトロンをつくる野心的な計画が原研高崎研究所にある。

陽電子に関して、S Pring-8で考えている新しいことは、10テスラの磁場のウィグラーを用いて1 MeV以上の光子をたくさん出すことである。陽電子は対生成反応で生成されるので、中性子が発生せず放射化の問題はなくなる。ただし、これは放射光の新しい利用法の一つであって、恒常的に行うつもりはない。

(3-6)全体議論

○これまでのプレゼンテーションについて議論が行われ、主な意見は以下のとおり。

上坪委員のプレゼンテーションで、産業界が利用する際の意識を改革することをいわれた。日本の場合、企業が利用する際、基礎研究との連携が悪いと思う。日本の企業界からマサチューセッツ工科大にはたくさん人は行くが、国内の大学には行かないという感じがする。

自分が行っていることに対する評価がどれくらいかを自分ではなかなか出せない。自分で評価が出せれば、次に進みやすい。日本では、外から評価をもらわないと、次へ進まない感じがする。この点について、上坪委員は何か考えがあるか。

S Pring-8やPFのような大型施設を企業に本格的に使ってもらうように、国としてもっと打ち出してよいと思う。広く、公平に使ってもらうという考え方もあるが、利用課題に重みをつけてもよいと思う。米国アルゴンヌ研究所の放射光施設APSでは、特定の企業が自らのために施設を使っており、それがひいては、国の産業技術を向上させると考えられている。このような考え方を今後のプロジェクトに入れてもよいと思う。産業界と密接な関係のある学会で、基礎的ではあるが産業界にとって重要な問題を検討するとよく、今までと違ったアメリカ型の産学連携ができると思う。その例として、機械学会では、マイクロマシンなどの応力をS Pring-8を用いて調べられないか検討しようとしている。

企業が装置を施設に持ち込めるような仕組みをS Pring-8で考えている。産業界がもっと乗り込んで来れる仕組みが国家プロジェクトには必要と思う。

評価については、3年くらい毎に定期的に行う仕組みが必要である。米国エネルギー省DOEでは、3～5年毎に施設の現場まで行って評価する仕組みが確立している。原子力委員会でも常置な委員会を組織として、大学、研究機関と中立的な評価専門チームをつくればよいと思う。

(原子力委員長代理)

今の指摘はまさに原子力委員会で既に考えていることである。今までの原子力委員会の機能に加えて、評価、公聴機能を持たせることをいったものと思う。今日の話は参考になったが、予算のヒアリングを聞いているような点もあった。これから21世紀に向けて日本の先端科学技術をどうしていくか、大きな視点からまとめてもらいたいというの

が、私の意見である。こういう場合は、出された意見を忠実にまとめると、千差万別なものを全部書くことになってしまうので、できるだけ、抽象化してもらいたい。国際性と国益のバランスが絡んでくると思う。実現できるか、委員会がどう考えているかというより、意見を出してもらって、その中から委員会で採択することを考えているので、そういう観点で考えてもらいたい。

原子力委員長代理の意見はたいへん難しいと思う。この素案の中に、「加速すべきか減速すべきか検討する、優先度を付ける」という文言が書かれている。そのためには、評価の基準をいろいろ議論する必要があるし、もし、そこで収束しなかったときにどうするのか、両論併記とするのかについても、検討しなければならない。その点はいかがか。個々のことに対して、どれが1番で、2番かということではなく、経常的に行う基準はどこなのかが必要と思う。評価チームについては、大学は大学、研究所は研究所でしつらえたというのではなく、まさしく評価チームとして横断的にできるものにして欲しい。ただ横断的に評価するだけでなく、評価された場合、よいものはそれなりに扱うシステムをつくらないといけない。そのためには、マイナスをつける評価では簡単だが、意味がない。よいところが実際に政策や研究にプラスになるという姿勢が必要である。これを考えると、分科会の議論も自ずと違ってくると思う。

評価についての原子力委員長代理の言葉を推測すると、我々が研究計画の自己評価をできることが一番望ましい、ということであると思う。計画がどこまで煮詰められていて、どこからがリスクで、またチャレンジになるのかななどを、プラズマ、核融合研究分野について考えた。1月、2月の発表の機会に報告したい。

日本は、文部省、科学技術庁、通産省など毎に、大型の申請型研究費制度がある。大型のものもよいが、もっと研究者にとって適正規模の予算が必要と思う。一千万、二千万くらいの規模で比較的若い人を中心に振り分けるよう、評価の基準を変えた予算の執行にぜひしてもらいたいと思う。今は、予算が大型で、特定の先生・グループに集中する傾向が見える。予算を配分する方から見れば、あそこに予算をつけておけば何か成果を出してくれるから安全だろうというリスクを避ける方法がとられているが、これは、ぜひ何らかの形で考え直すべきであろう。

小・中・高の生徒をひきつける教育の一環として、具体的な先端研究に参加させる仕組みを長計の中にぜひ取り入れて欲しい。

(座長)

全てのものに優先度をつける作業する時間はない。素案はまとめ方を考える上での指標として提案されたと思ってもらえばよい。これから21世紀に日本が行く大まかな方向を見据えながら、その中で優先度を機動的に考えながら進めていけばよいと思う。1つ1つをやっていくことではないので、今までの発表からある程度大きな項目をいくつか考え、それについて皆で方向性を考えるべきと思う。

(座長)

今、座長が整理されたことに賛成である。研究評価は非常に重要である。これをきちんと時間をかけながら行っていくのが、長計のみならず他の分野でも重要と認識している。今回の長計策定の限られた時間で、研究評価の問題にあまり労力を割くことは許されないが、この視点について意に止めてもらい、この分科会の適宜な機会にその問題点を具体的に出して、可能な範囲でまとめてもらい、今後のテーマの取り上げ方、検討の仕方に反映していきたいと思う。

我々の定義している広義の原子力という意味では、国内でどれくらいの人が、どのような分野で、どうしているかというようなリストがあれば、用意してもらえないか。

(事務局)

全体で何人、技術者や研究者がいるかというデータであるか。調べてみる。

大勢の人が係わっていると思うので、重要と思う。

各学会に入っている人数も示して欲しい。

(4)閉会について

○座長より、次回(第4回)会合について、以下のとおり開催する旨説明があった。

開催日時：平成12年1月24日(月) 14:00～16:30

開催場所：KKRHOTEL TOKYO(竹橋)

議題：持続可能な発展を目指して(第1回)

説明者：井上委員、伊藤委員、岡委員、大瀬委員

○その他、以下のような発言があった。

(座長)

質問のあった点について、関連の情報を持っている委員は、協力して欲しい。

(座長)

分科会のまとめ方の論点(検討に当たっての視点)について抜けている点があれば、事務局に連絡してもらいたい。

以上