

研究開発専門部会 第5回加速器検討会 議事録

1.日 時 平成15年8月1日(水)14:00~18:00

2.場 所 中央合同庁舎第4号館 4階 共用第4特別会議室
東京都千代田区霞ヶ関3-1-1

3.出席者

検討会委員

永宮参与(座長)、上坪委員、小林委員、曾我委員、高橋委員、田中委員、谷畑委員、土井委員

原子力委員会

遠藤原子力委員長代理、竹内原子力委員

内閣府(事務局)

藤嶋参事官、後藤企画官、川口参事官補佐

文部科学省

研究振興局 量子放射線研究課 石井課長

研究振興局 量子放射線研究課 庄崎課長補佐

経済産業省

産業技術環境局 技術振興課 産総研チーム 宮本産業技術調査官

招聘者

京都大学 大学院 今井憲一教授

4.議 題

- (1)加速器研究開発利用についての意見聴取
- (2)加速器検討会 今後の検討項目について
- (3)大型加速器計画の現状と将来展望
- (4)その他

5.配布資料

資料加第5-1号 核物理研究と加速器

資料加第5-2-1号 加速器検討会 今後の検討項目について(素案)

資料加第5-2-2号 大型加速器計画フォローアップの方法・視点(素案)

資料加第5-3-1号 医療用加速器の現状と将来展望

資料加第5-3-2号 SPring-8計画の実施時期と進捗状況

資料加第5-3-3号 大強度陽子加速器計画(J- PARC)

資料加第5-3-4号 Rビームファクトリー@理化学研究所

6. 議事次第

(永宮座長) それでは時間になりましたので始めたいと思います。本日はだいぶ長く約4時間ミーティングをセッティングいたしました。まず、今井先生にお話しいただいた後、各プロジェクトのレビューをいたします。

途中、16時ごろに10分くらい休憩時間を設ける予定にしています。本日は、お一人、粟屋先生が欠席ですが、それ以外の方は皆さんいらしています。

それでは、配布資料の確認を事務局の方でお願いします。

(事務局より、配布資料の確認が行われた。)

(1) 加速器研究開発利用についての意見聴取

京都大学 大学院 今井憲一教授より、資料加第5-1号に基づき、概ね以下の通り説明、質疑応答があった。

(永宮座長) それでは最初の議題に入りたいと思います。

前回に続きまして、加速器研究開発利用についての意見聴取ということですが、今回は京都大学大学院の今井教授をお招きして、いろいろお伺いしようと思います。

今井先生は、京都大学大学院の理学研究科博士課程を終了された後、京都大学で助手、助教授、そして教授とられました。この間、アルゴン国立研究所の研究者もなされておりました。現在は、核物理委員会の委員長をなされておられます。

それでは、今井先生、よろしくお話しください。

(今井(京都大学大学院教授)) ただいまご紹介にあずかりました今井でございます。どうぞよろしくお話しください。

私は、きょうは「核物理研究と加速器」という題でお話をしたいと思います。

1つは、大学にいる研究者としての立場ということと、もう一つは、今ご紹介ありましたように、核物理研究者のコミュニティーである核物理委員会としてどういうことを期待しているか、どういうことを考えているかということの2つの観点からお話をさせていただきたいと思います。

まず最初に、核物理の現状、特に日本がどういうところで世界をリードしているかということをお話しして、それに引き続き日本が世界をリードしていくためにはどうしたらいいのかということ。それからもう一つは、大学研究者と加速器利用という観点で、大学にある中小の加速器と国際的な大型加速器の役割の問題。そして加速器科学の研究資金のあり方、どういうことを国に期待しているかと、そういうことを、必ずしもこの順番どおりにはいきませんが、お話をさせていただきます。

核物理本来の目的というのは、原子核の世界と、そこでの物理法則を明らかにするという非常に純粋科学的な目標を持っているわけです。これは同時に、前世紀の初めにスタートして以来、加速器とともに歩んだ学問ということがいえます。核物理が最初に加速器を要求して加速器をつくってきた。初期の加速器はほとんど核物理学者が考えてきたものであります。

そういうふうに古い学問であるということで、もうやることはないのではないかと時々言われることがあるのですが、そうじゃない、原子核世界のフロンティアというのは今でもあります。現在の核物理学はその原子核世界のフロンティアを追求しております。

そういう中には、キーワードとして極限状態の原子核といっております安定線から遠く離れた原子核があります。要するに、地球上に存在する原子核はもう古くから研究されておりますが、安定線から遠く離れた原子核は、ごく最近、研究が本格的にスタートしたという状態であります。

それから、普通の原子核じゃないクォークという新しい量子数を持ち込んだ原子核というのはハイパー核と呼んでおりますが、こういう世界をつくり出す原子核の研究。あるいは、普通の原子核は丸い絵がいろいろなところに書いてあると思っておりますが、超変形核といって非常に変形した原子核、あるいは高温高密度核、こういった極限状態の原子核を研究するのが現在の核物理のフロンティアということが言えます。

それと同時に、陽子や中性子はクォークから成り立っているということはわかっておりますからそのクォークの物質、その世界をささえるのがQCDと言われる量子力学のダイナミクスです。もともとこういう分野は素粒子物理学と言われていた分野だったのですが、現在は、そのクォークの多体系、原子核は核子の多体系ですが、クォークの多体系も同様にして同じ核物理の分野になりつつあります。その中では、クォークグルオンプラズマとかハドロン構造、どういふふうにくォークグルオンから陽子、中性子、その他のハドロンができて上がっているか。あるいはエキゾチックハドロン、それから陽子や中性子、あるいはそういうハドロンの質量の起源、そういった問題も原子核物理学の最近のフロンティアになりつつあるわけです。

もちろん、一般社会との関係でいいますと、核物理というのは長い歴史の中で広い応用研究を持ってあります。特に、ここで応用という意味は、核物理、実際的なというだけじゃなくて、核物理の知識、そして研究スタイル、研究手法というのがいろいろなところにどんどん広がっていく。例えば、宇宙物理ですと、元素合成、つまりどうして元素ができたかというのは、ほとんど核物理が答えなければならぬ問題となっております。物質・生命医科学といったことにも手法が応用されていく。例えば、ミュオンスピンという手法は、物質を研究する重要な手法ですが、そういったものも核物理の中から生まれてきたものです。それからエネルギーの問題、非常に広い範囲にわたって核物理学は境界領域を持っていて、多くの核物理で育った人たちが、こういういろいろな分野に乗り込んでいく、あるいは共同して研究していくということで、核物理というのは、ある意味ではそういう広い分野への出発基地としての役割も果たしてきたというふうに考えております。

日本の核物理ですが、研究者、ドクターコース以上の学生を含めまして600名ぐらい、実験の核物理研究者がおります。理論を合わせますと、大体1,000名ぐらいになっています。この規模は、大体アメリカの約半分です。

この核物理のコミュニティーでは、原子核談話会という名前のコミュニティーを持っていて、その代表機関が核物理委員会という機関です。これは研究者の自発的な組織であります。ここで日本の核物理のためのいろいろな加速器計画等の議論をしております。将来計画をどうすべきか、といったことも重要な課題として議論しております。

日本の核物理の国内の拠点としましては、高エネルギー加速器研究機構(KEK)、それから大阪大学の核物理研究センター、RCNPと呼んでいます。それから理化学研究所、この3つが大きな拠点になっております。

さらに国際共同研究の海外拠点。国際共同研究はたくさんありますが、日本から多額の予算と人を出しているという意味では、アメリカのブルックヘブン国立研究所のRHICという重イオン衝突型加速器の研究に大きく日本の核物理は貢献しています。そういう意味で、日本の海外拠点ということが言えます。

それから、各大学機関の中小加速器としましては、北の方から言うと筑波大学、東大、京大、阪大、九大、原研等にタンデムバンデグラフがあります。あと東北大学が1GeV電子加速器と最近更新したサイクロトロンというのを利用してあります。これがいわゆる各大学の、我々、核物理がある程度関与しているという意味での中小加速器群であります。

少し具体的な話をします。日本でどういう研究をしているかということについては非常に広範にわたりますので、全部はカバーできませんが、例として、世界をリードする日本の研究ということで、理化学研究所を中心に行われている不安定核の研究。それから、KEKで行われているハイパー核の研究。それからSPRING-8での最近のエキゾチックハドロンが発見等を紹介させていただきます。

これ(頁5)はニュークリア・チャート、縦軸が陽子数、横軸が中性子数でとった原子核の表ですね。これが1985年のニュークリア・チャートで、この黒い点のところが、いわゆる安定な原子核、それから黒いこれが安定曲線、それから少し離れた原子核は、ある程度、1985年でこのぐらいわかっていた。それが現在では、このように非常に多くわかってきた。特に注目していただきたいのは、こういう軽い原子核ではほとんどニュークライ(核種)は存在できる限界までだんだんわかってきているということであります。

今つくっている理研のRビームファクトリーで現在わかっている線はここまでですが、こちらの線まで研究が進められるというのが現在のRファクトリーの計画であります。

特に、こういった研究を進める上での一つの大きな発見は、これは谷畑さんの仕事ですが、原子核というのは丸い、中性子と陽子の分布というのはほぼ等しいというのが常識でありまして、ほとんど違わない。これは安定曲線近くの原子核はすべてそうだと教科書にも必ずそう書いてあるわけですが、実際に幾つかの安定曲線から離れた原子核では、中性子だけでできている層がある。あるいはハローといって非常に薄く中性子が分布している核というものを見つけたというのがあります。これは、今までの原子核の見方を大きく変えるものであります。

原子核では、魔法数というのが、原子核の構造を理解する上で非常に重要なパラメータになります。これはある数のところで原子核が安定になるということで、中性子や陽子の数が、ある数へいったときに安定になるということです。青いところ(頁7)、8あるいは20というのは安定な原子核ですが、ここではマジックナンバー、魔法数もこういう数ですよということが教科書にも書いてあり、それに基づいて核物理学が発展してきたわけです。ところが、実際にこの安定曲線から離れますと、魔法数が20ではこの辺で消滅してしまう。あるいは8ですと、この辺で消滅してしまう。ただ、消滅するだけじゃなくて、16とか24とか、こういったところで新しい魔法数があらわれる。これも理化学研究所の現在のRビームラインを使って発見してきたことであります。

こういうふうに、日本の研究が不安定核の物理の中で非常に世界をリードしてきたわけですが、世界も同時に、これらの研究に注目して、同じような加速器、さらにすぐれた加速器を建設しているわけで、日本がそのリードを保つためには、やはり現在のRビームファクトリーを、現在の理研をさらに発展させた形で新しい装置が必要だということになるわけです。

もう一つ、この二次元の平面での核図表は、ストレンジネスという量子数を加えますと、この原子核の空間は三次元に広がるわけです。普通の原子核は、もともと、uとdクォークからできているわけですが、このsクォークというのも、uとdと対称性が非常にある。これをSU(3)対称性というのですが、ですから、この三次元空間でも同様の原子核を構成することができると考えられます。事実、このストレンジネス1の世界では、35個のハイパー核が見つかっておりますし、この2のところでは2つ、3つ見つかっております。

こういう三次元世界でどういう物質があり得るかというのは、中性子星とか宇宙の問題にも深く関係することになっています。

これは、ハイパー核というカーボンの原子核にラムダというストレンジネスクォークが入った粒子を入れたときの原子核のインバリアント・マス、質量分布を示しております。ここに鋭いピークがありますが、これはラムダ粒子がどういう軌道に入っているかを示すもので、こういう原子核がどういう構造をしているかを明らかにするわけです。このデータは、この間、KEKでとられたもので、こういう種類の実験としては世界最高のエネルギー分解能を持ってあります。したがって、こういう原子核のこういったラムダの軌道順位を調べるということでは、日本は世界のトップをいっていることになります。

これはごく最近ですが、さらに高分解能にしていき、白抜き部分の研究を始めたときの分解能から、現在はこの緑色になっています。随分改良したということです。それで、こういうところにいる細かいピークが見えているのがわかります。こういう細かいところを実際に調べるには、ハイレゾリューションのガンマスペクトロスコープがいいということはおわかりでしたが、このハイパーボールという新しい検出器を使うことによりまして、これも日本で初めて、世界で初めて最近成功いたしました。リチウム6にラムダ粒子が入った原子核がどうゆうエネルギー構造、レベル準位を持っているかをこの線をすべてはかることによって決定いたしました。

これは何が興味深いかといいますと、このラムダにリチウムというのは $2p\ n$ でできていますが、ラムダ粒子がつくことにより、1つはスピンを持っているので、スピン依存の相互作用によってレベルが分岐してきます。これは原子の場合の微細構造と同じです。普通の原子核の場合は、原子よりは非常に大きいのです。このラムダが入った場合は、それとはまたかなり違った様相を示すことがわかりました。これは、こういう分岐を全部線ではかかったという世界で初めてハイレゾリューションの線がハイパー核から見えたというデータであります。

もう一つは、こういった線をはかりますと、ラムダ粒子がつくことで原子核の大きさがどうなるかがわかります。この場合は20%縮むということで、これはその原子核を縮めたということをニュースにした際の論文です。

さらに、ストレンジネスクォークが2つ入った原子核。今までは1つですが、2個入れた原子核というのは、特に中性子星の内部を議論する上で重要です。これは我々が高エネルギー研で見つけたヘリウム6の原子核で、ラムファという名前になっています。アルファ粒子というのはご存じかと思いますが、ヘリウムの原子核は、陽子2個、中性子2個からできていますが、それと同じようにラムダ粒子があと2個加わったもので非常に対称性の高い原子核です。これはこの原子核乾板上で粒子の軌跡をとらえたものであります。ヘリウム6のラムファがここで崩壊し、それからまたここで崩壊しているというものです。これは岐阜大学の大学院生が見つけたもので、NAGARAイベントと呼ばれていますが、この名前は世界的に有名になっております。

こういった研究をさらに推し進めていくためには、現在のKEKの装置では不十分でありまして、J- PARCに大きく期待をしているところであります。核物理コミュニティでは、この分野に非常に大きく期待している。もちろんほかにもいろいろありますが、このJ- PARCの原子核素粒子実験施設でこういった研究がされ続けて、我々は世界をリードしていけるというふうに考えているわけです。

もう一つは、レーザー電子フォトンSPRING-8です。SPRING-8では、核物理研究センターが中心になり、3.5エレクトロンボルトのレーザー光を正面衝突させて、反跳してくる線を使って実験をしています。反跳してくる光というのは、3.6エレクトロンボルトから実に2.4 GeVと

9けたエネルギーがアップします。これは非常にクオリティーのいい、しかも、直線偏向あるいは円偏向した線を得ることができます。この種の線のビームとしては、世界最高のエネルギーを誇っております。これが実験施設で、ここからレーザーを入れて、反跳してくる線を使って、ここで実験をするというものであります。これも核物理の装置として使っているわけです。

これは最近の成果ですが、ペンタクォーク(シータプラス)の発見ということで、これは何が興味深いかといいますと、普通、クォークできた物質というのはクォーク3つのバリオンとクォーク2つのメソンしか知られておりません。クォークの閉じ込めというのは、まだ完全に理解できていないことで、それ以外の種類がないということは証明できないのですが今まで一つも見つかっていません。これは、それが初めてはっきり見つかった例だと思います。これが dduus、こういうクォーク5体系であるということが、こういう反応で確認されました。フォトンニュートロンにぶつけて、シータプラスとKマイナスができてシータプラスはKプラスと中性子に崩壊する。この2つのK中間子をつかまえることによってこのシータプラスというのがこういうピークとして見つかった。

これは去年見つかったのですが、僕も最初はとて信じてことができなくて、グループの中で何人も独立に解析した結果、どうしてもやはりあるということで、昨年の秋の国際会議で報告いたしました。1,540メガ電子ボルトという常識的には非常に低い質量です。このことを国際会議で報告すると、すぐにほかのラボからも、これはJLabというアメリカの研究所、これはロシアの研究グループが、やはり同じところにシータプラスを発見したということで、今やこれは完全にコンファームされたことになっております。

このように我々の核物理分野では、世界をリードする加速器施設を日本に設けることは非常に幸いなことだと思います。特にハドロンビームに関しては、現在はKEK-PS、そしてこれを引き継ぐのがJ-PARCです。

それから重イオンビーム、これは不安定核ビームと言うべきかもしれませんが、理研はRビームファクトリー。このように2つの大計画を持っていて、これが日本の核物理が世界の先端をいくことを保障する二大研究施設であると考えております。

さらに、大きく分けまして軽イオンビームということでは、阪大核物理研究センターにあるサイクロトロンが世界で見ても最もエネルギー分解能の高い実験をする施設として、その存在意義を持っております。

今ご紹介したSPRING-8では、世界最高エネルギーのレーザー光子ビームというのを利用することができます。非常に特徴的な施設として、極めて有用であると思います。

それから、国際協力としては、超高エネルギー重イオン、クォークグルオンプラズマを目指す、あるいは陽子の構造解明を目指す実験がBNL-RHICで行われているというのが日本に関係した世界をリードする加速器群であります。

一方、大学での中小加速器という意味では、ちょっと例を引いて、私は京都大学ですので、京大のタンデム、8メガボルトですが、どういうふうに使われているかということをご紹介したいと思います。

もともとこういったタンデムバンデグラフというのは核物理の研究のためにつくられた加速器ですが、現在は、いわゆる学際的科学利用ということで、学内あるいは近隣大学の方が、例えば加速器質量分析に使っておられます。これはカーボン-14とか、ほかのものもありますが、考古学とか、あるいは地球科学等に、それからPIXEという微量分析、それからマイクロビームでの生物細胞照射等で使われております。

こういうふうに、学際的利用というのは、総合大学には広い分野の研究者がおりますので、そ

の英知を集めるという意味では、こういった分野に使われるというのが非常にいいわけですが、一方、いろいろな分野で使うということは、維持運営というのが非常に大変になります。現在は、この装置自身は私どもの研究室の特別装置になっておりますが、この維持運営が、これは我々のところだけじゃなくて、ほかのところもそうですが、非常に大変になっているというのが現状です。維持費がほとんどなくなっているところも多いです。私どももかなりカットされている。

私が一番重要だと思っているのは、教育ということで、京大では、この加速器を物理系の3・4年生の実験教育に当てております。これは、後継者育成に極めて役立っている。ほかの大学の方からも言われることですが、これが加速器分野、あるいは原子核素粒子分野に学生が魅力を持つということの一つの条件になっているんじゃないかと思っております。

それからもう一つ、核物理としては、大型加速器での実験のための検出器開発です。我々によく出撃拠点という言葉を使いますが、大型加速器の共同利用実験というのは長期にわたる場合もありますし、場合によっては、研究者、大学院生全部どこかへ出払ってしまうということで、下手をすると大学ではもう何もしないという傾向になるわけです。それでは大学の中での立場は弱くなりますので、こういうKEKとかRHECとか大きな装置のところでの検出器開発、あるいはデータ解析といったようなセンターを大学に持つことで中小加速器も十分に立つと考えております。

しかし、大学での中小加速器のあり方というのは非常に難しい問題です。特に維持費等の問題、あるいは人の問題、両方とも非常に苦しい、どの大学も非常に苦しい状況にあります。

私は、教育ということが非常に重要で、私のところでは、物理系の学部学生しか教育できておりませんが、本当はもう少し広い範囲で使われるべきだと思っております。社会教育、中高生とか一般に対する教育が重要です。こういう放射線というのは余り一般にはいいイメージが持たれていませんが、こういった加速器を使う研究というのは、物理の研究あるいはほかの研究にしる、十分意味のあるものでして、大学の一般公開のときにも、やはり高校生などは、小さいといえども非常に大きい加速器ですので、それを見て感激するということは往々にしてあります。

その意味で、拠点大学に加速器科学センターを置き、中小加速器を置いて、その地域での教育研究センターをつくるというのがよいと考えています。そのためには、運転・維持の容易な加速器にする必要がありますし、運営経費が一定程度保障されるということがどうしても必要です。

それ以外の目的特化型の中小加速器、これは特徴ある研究をする、あるいは特別な利用の仕方、年代測定とか医療とか、こういうものは一つの実験装置だと思えます。ですから、目的達成後はシャットダウンすべきです。

現在、この2つのことが、特に先ほど申しました我々の分野の中小加速器にとって非常に大きな問題です。要するに、研究成果を上げないといけないという面と、それから教育に使うという面が、なかなか少ない人間と予算では両立できないというのが非常に根本的な問題であると思えます。

ですから、ある意味で、こういった教育と一般的な利用というのはちゃんとその役割を分けて運転維持をするものであると考えるというのが正しいのではないかと思います。

大型加速器の問題ですが、大型加速器での実験研究については、これまでは研究所が実験費用の大部分をサポートしてきました。特に高エネルギー研究機構などは実験経費というのが明確に認められていて、したがって、かなりの額の経費が認められていまして、それを使って実験をするという形になっていました。実際、その研究というのは、加速器と実験装置と両方あって初めてできるわけで、実験装置の予算を確保しないと、加速器への投資が無駄になります。

一般には、例えば先ほどのKEKで実験費用がサポートされているというようなことがあるので、一般競争資金ではビッグサイエンスということで不利になることを心配しております。実際、そういう傾向はあります。

特に、これはJ- PARCの例ですが、このJ- PARCの原子核素粒子実験施設フェーズ1というのは建設されます。しかし、先ほどのハイパー核の研究をするためのK-中間子のビームラインですが、現在、この1本をつくるお金も十分出ないという状況にあります。普通なら、こういう大型の実験、加速器の場合は、現在のKEK、PSでも何本かビームラインはあります。BNLでも随分多くありましたので、これは何本か持ってないと非常にもったいないことですね、同時利用できませんから。そういう状況なので、とても実験装置をつくるお金はJ- PARCでは出ない。予算は認められていないということで、競争資金ということになりますが、一般競争資金というのはなかなか難しい。

それから大学法人化の問題に関係しましては、大学にやはり資金を持ってこれない分野は評価されないという、そういう傾向が徐々に出てくるのではないかと。現在でもいろいろなときに、彼はいくら研究費用をとってきた」ということが大学の中でのいろいろな議論に出てくるという状況になりつつありますので、特に、大学のグループにとっては気になるポイントかもしれません。

もう一つは、そういう意味では、その実験装置の実験費は担当のグループ、大学の方に直接配分する、ということで、そういう非難を免れることができるという関係にあるかと思えます。

これは、アメリカのDOEなどの資金配分は、加速器のセンターにもお金を出すが、そこで実験をするところにもお金を出すということになっております。そういった資金配分を、もし研究所がしないのであれば、今のJ- PARCではどうも難しそうに思いますが、やはり大型加速器研究の公募型資金というのをつくっていただくというのが我々としては非常に要望したいことであります。

そういうことで、まとめますと、国に期待することとしては、とにかくJ- PARC、Rビームファクトリーというのは、原子力核物理のコミュニティーにとって非常に大きな、将来を決める加速器計画になりますので、日本が世界をリードしていく上では、この計画どおりの完成というのがコミュニティーにとって非常にファーストプライオリティーの課題であります。

それから、これらの加速器施設の運転・維持の責任体制というのも重要であり、加速器をつくりっぱなしというのは困りますということです。

ビームライン・実験装置の予算の確保、これについては特に先ほどお話ししましたように、実験装置などの実験費の公募と大学等を含む実行グループの組織への予算配分というのが重要ではないかと思われます。

それから国際化の努力、このことについては触れませんでした。こういった加速器は世界トップなので、当然、世界の人々が日本に来て使うということを努力すべきである。

それから、地域の中小加速器施設については、やはり再定義して、必要なものは運営費の確保をして教育活動、特に社会教育を含めた広い範囲の教育活動の奨励ということを重視すべきではないかというのが私の意見です。

(なお、資料P15の dduusは、sの誤記との修正があった)

(永宮座長) どうもありがとうございました。ただいま専門的な話と、こちらがいろいろ挙げた一般的な問題について今井先生のご意見が述べられたわけですが、ご質問をお願いしたいと思います。

(上坪委員) さっきお話がありましたが、大学が大学法人になったときに、大学に附置されている共同利用研究センターなどはどういうふうになるのでしょうか。というのは、法律を読みますと

大型加速器はすべてKEKがやるというような書き方になっていて、大学にそういうものを持って、外部の人に広く使わせるというふうには読めないようになっていきますね。どういふふうにお考えですか。

(今井(京都大学大学院教授)) 核物理のことだけまず言うと、核物理研究センターというのは、大阪大学附置の研究所であります。これは核物理のコミュニティーが運営しているといってもいい共同利用研です。これについて、コミュニティーとしては法人化の問題は非常に心配をして、コミュニティーの装置あるいは研究所としていかにしてキープするかということを大阪大学の執行部等とも、あるいは文部科学省に対してもお願いに行きました。その後、国立大学附置研の取り扱いについては、一応、この6年ぐらいいはそのまま存続させるという方向であるということで、ちょっと一段落はしているんです。しかし、評価等の問題がありますので、それぞれの大学がどう考えるかということが非常に大きな要因になります。ですから、コミュニティーとしては、今までは文部科学省だけにいろいろお願いに行っていればよかったんですが、大阪大学の執行部がどう考えるかということが非常に重要なことになってきたということになります。もし、大阪大学が投げ出すということがあれば、やはり形態を模索しないといけない、そういうことになると思います。

(上坪委員) その場合に、もう一つは、附置研として存続していても、そこに新しい、例えば数十億から100億近いお金を投入して物をつくるというのは、またそれとは別な意味で問題があるようですね。

(今井(京都大学大学院教授)) そういう意味では、何らかの意味で独立行政法人のようなものに集約されていくということはあると思うのですが、当面は附置というのは大学の教育も担っているという側面があって、その辺をどう考えるかということになります。

今度のJ- PARCみたいにジョイントプロジェクトみたいなものを立ち上げていくというの一つの中間的な考え方としてあると思います。特に大阪大学の核物理研究センターは人がそんなに多くなく定員が全部で20名弱なので、余り大きな加速器を単独で建設するというのは非常に難しいと思っておりまして、そういう意味では、いろいろなほかのところとのジョイントプロジェクトを追求するというのが、大型計画を立てる上では必要ではないかと考えております。

(谷畑委員) 今の加速器の数というか、要するに、世界的にメインの大きな施設というのは、日本の中で数が限られている。それと今、大学の研究を手がけていく場合、先ほど、資金のことが関係あると言っていました。例えば、SPRING-8の場合は予算が大学からついたわけではないですが、ペンタークォークについて大変よい研究ができたのは、大学の研究者が大きな施設へ乗り込んで行って、そこにあるビームラインなり施設を自分たちのものとして研究できたというのが非常に大きかった。将来的に大学でそういうことが、自分の行きたい研究に例えばJ- PARCなりRBFに、ものづくりまで含めて自分でお金もかっついていってやるというようなことが、議論されているんですか。

(今井(京都大学大学院教授)) それはみんなが希望することです。現在では、科学研究費などのいろいろな競争的資金がありますので、そういったところに一生懸命トライして資金を取ってきて建設してということは、もちろんやっております。しかし、やはり大型加速器になればなるほど、実験設備の資金はどんどん上がっていくので、科学研究費ではなかなか難しいレベルがたくさんあります。そういうものには、やはりそういう種類の公募競争的資金を用意していただくのが、我々としては一番ありがたいと考えております。それはさっき言ったように、大学などにも配分されるのが、大学が主体的に研究に取り組む上では一番重要なファクターだと思います。

(永宮座長) おそらく今、科学研究費が競争的資金の一つの代表としてあるんですが、科学研究費はどうしても枠が限られている。それから、大型のものは、なかなか科学研究費に入り込まないということで、大型加速器の実験装置などに、どういうふうに資金配分されるべきか、というのが、これからの大きな問題ではないかと思えます。

(上坪委員) 先ほどお話のあったLEPSの計画は、大阪大学の核物理研究センターがつくったものですが、全部の建設にかかったお金は10億以下だと思えます。だから、私自身は、ああいう仕組みをもっといろいろ広げていただくのがいいと思っています。それから、大阪大学は蛋白系のビームラインをつくっている。それも二、三億のお金で非常に安くつくっています。そういうことから拠点の施設に自前の装置を持ち込んで拠点のところと協力すると、比較的少ない金額ですごく先端的な研究ができると思えます。

(永宮座長) 今、上坪さんの言われたようなことを実現するためには、どういうものを我々が用意したらいいのか、あるいは国として用意すべきなのか。大阪大学の例は非常にいろいろなものを通じてやっている。補正予算だったかもしれませんが。

(上坪委員) それからもう一つ重要な点は、核物理研究センターが共同利用研としてあるから、あそこに来られる大学の先生、外国の方も共同利用という形で来られて、旅費もセンターの方で支給できる。ですから、やはりああいうタイプの共同利用研はぜひ幾つかの大学に残しておいていただきたいというのが、私の非常に強い希望です。

(今井(京都大学大学院教授)) 私たちには、研究所が3カ所あると言いましたが、KEKと理研と大阪大学、それぞれ違うわけですね。理研は共同利用研ではないが、非常にリーダーシップをとって研究をどんどん進めている。大阪大学は共同利用研ということで大学がかなり主体性を持って参加して研究をするというスタイルをとっている。そういうのは総補的な関係にあるように思えます。両方必要だというのは、本当にそうだと思います。

(小林委員) 大学での中小加速器というのは、一つには、やはり教育というのが今後大きな役割だろうと思えます。学際的科学利用というお話もありますが、独立行政法人になって、産業界にもっと利用してもらえ、多分、放射光の場合にはかなりニーズがあると思えますが、こういうタンデムのようなものがどれくらいニーズがあるかというのはわかりません。また、大学にとっていいかどうかはわかりませんが、産業利用というのも多分考えていかなければいけないという気はするんです。

(今井(京都大学大学院教授)) 全くおっしゃるとおりだと思います。実際にタンデムバンデなどは質量分析等の会社が立ち上がるという話も聞いていますし、いろいろな意味で分析というのが産業にとって重要で、大学にある装置が使えて、資金まで入ってくれば言うことはないんですが、結局体制の問題ですね。

例えば、京都大学の場合ですと、私の研究室の持ち物になっているわけです。そうすると、学際利用とか、教育は一生懸命やるけれども、産業利用というところまでサービスはとてできない。しかも、一定の人員も必要ですし、維持をしていくという最低限の資金がある程度の期間保障されていないととてもできない。今はもういつ維持費が切られるかわからないという状況になっていますので、もちろん古い加速器はシャットダウンすればいいんですが、さっき言いましたように、できるだけ簡単に維持でき、あまり人がかからない、そういう加速器を大学には置くべきだと思います。しかし、いろいろな利用をするためには、人がかかります。使っている人を探す人や、宣伝をする人が必要ですが、そういうシステムが我々にできていないと思えます。どこの大学もできていないと思えます。それがやはり必要だと思います。

(小林委員) 今後、国立大学は独立行政法人、独立大学法人になってくる。ある意味でそういうふうにして、ビジネスをしても構わないんですか。それは全然制限がないんですか。

(今井(京都大学大学院教授)) そうだと思います。

(田中委員) 各地域の中小加速器施設の再定義」という表現ですが、まず、中小加速器というのは大体どの程度のイメージなのかということ。また、役割みたいなものもあるかと思いますが、大学の場合は教育という面があり、タンデムプスターとか、ティアラがどっちに入るのかなと、考えていたんです。タンデムですと比較的学術的な原子核物理を中心とした利用ですし、ティアラになりますと、産業利用も含めてかなり幅広いマルチパーパス的に使っているということで、再定義ということでは、そのあたりをどう考えるか。大型加速器は数が限られていて、いずれにしても全国共同利用的に使っていくということだし、そのための仕組みをどう考えるかというのは大きな課題だと思うんです。

それから、中小の加速器も非常に重要で、そのあたりをどの程度の拠点をもってどのぐらい、どういう使い方をするかということをつけて議論した方がいいと思ったんです。

(今井(京都大学大学院教授)) おっしゃるとおりだと思います。やはり中小加速器は、地域の中心みたいな形であるというのが一つのあり方だと思うんです。それは大型加速器とは違う役割を持っていて、大学にいる立場から言うと、教育というのはその中で一つあるべきだと思っています。それと、いろいろな利用というのが、それは各主要な地域に大体分散してあるのが望ましいと思います。

(永宮座長) 後ろもありますので、そろそろこの辺にして次に進みたいと思います。どうもありがとうございました。

それから、本日ご都合がよろしければ、以後の議論にご参加いただきたいと思います。

(2) 加速器検討会 今後の検討項目について

資料加第5-2-1、2号にもとづき概ね以下のとおり説明、質疑応答があった。

(永宮座長) それでは、次の議題に入らせていただきます。今後の検討項目について、今後検討すべき項目と、それから前回お話ししましたが、報告書の取りまとめに向けたスケジュールを事務局の方でまとめていただいておりますので、事務局の説明の後、約1時間かけて議論をしていきたいと思っております。よろしくお願いいたします。

それでは、事務局をお願いします。

(後藤企画官) それでは、まず資料加第5-2-1号に基づきましてご説明をさせていただきます。

加速器検討会「今後の検討項目について」ということでございまして、この紙は今後のスケジュールと、何を議論していくべきか、ということについての資料になってございます。

前回、第4回の加速器検討会のときに、今後の検討項目についてということで少し議論していただきましたが、今回、第5回目の8月1日は、大型加速器の現状と今後の展望ということのフォローアップを行うということで、現在、すでに運転が行われているもの、それから建設が行われているもの、大型加速器4件について今日ご議論いただくということになっております。その先に、今後の検討課題として第6回の9月2日にやりたいと思っているものは、この4点でございます。

1点目は、新法人における加速器開発利用についてという項目で、新たに2法人が統合されてきて新方針ができてきますし、その辺についてのご議論を進めていただきたい。

2点目は産学官の連携と役割という形で、基本的には研究所の加速器等についての議論は進んでおりますが、産との連携、学との連携をどう考えるのかということ。

3点目には、大学の今ちょうど議論もありましたように、教育 研究のあり方、中小加速器というお話しも出ておりましたが、その辺のあり方についてどういうふうに考えるのか。

4点目に、今回、全体像の取りまとめをやっていこうと思っているわけですが、その取りまとめのあり方について議論を行っていきたいと思っております。

これにつきまして、また座長の方から進めていただければと思っております。

(永宮座長) 今から50分ないし1時間議論することは、まず、次回の検討課題の4点はこれでいいのか。それから、これらについてどなたに発表していただくかということを決めておきたいということが一つ。もう一つは、今日の4つのプロジェクトに関するフォローアップの仕方というか、それについてどういう観点で我々が各プロジェクトを眺め、どういうふうに取りまとめたいか。以上の2点についてこれから議論したいと思います。

最初に、9月2日の会議で議論する項目について、4点ここに出ておりますが、それ以外に議論すべき項目があるか、あるいはこれで大体よろしいか、さらには、どなたに発表していただくかということについて議論したいと思います。

(小林委員) 2番目の産学官連携と役割分担のあり方の中にも含まれるかもしれませんが、今申し上げましたように、特に中小加速器の産業利用とか、あるいは産業用加速器という部分をどこかで議論をさせていただければと思うんです。3番目というのは、多分今のお話のように教育とか研究が中心だろうと思いますが、実は、日本の加速器の大半は病院だったり、産業界だったりしますから、そのあたりを少し2番の中に入れていただければ、それでよいと思います。

(永宮座長) これは2番に含めて問題ないと思います。

(小林委員) それから、大学におけるというときには、先ほど田中さんからお話がありましたように、原研のティアラだとか、産総研のニジだとかユビソウルだとかというのは、これは含まれると考えていいんですか、それともそうではないんですか。

(永宮座長) ここのくくり方が産業界と大学というふうに分けていますが、中小加速器は大学で使われてもいますので、中小加速器と大型加速器という分け方もあるかもしれませんね。そういう分け方もあるかもしれませんので、議論を進めながら考えてみましょう。

(上坪委員) 1番の新法人における加速器開発利用ということですが、実は、理研はこの10月から新法人になるんですが、中期計画の中に明確に加速器のことが書かれており、理研の場合はかなりはっきりしたことが言えるんですが、行政改革による法人化の中で、例えば、原研が持っている加速器がどんなふうになるかなどが明確にならないと、この1番と2番の話に関して、今、小林先生がおっしゃったようなことの明確な表現ができないという気がします。

(永宮座長) ここの新法人における加速器開発利用というのは、意識的にはJ統合における加速器のあり方等がかなり一つの大きなサブジェクトとして意識されています。報告書をこのタイトルでいっかどか問題は問題かもしれません。報告書の書き方をどうするかというのは、4番目の全体像のとりまとめに向けてと、いうところで、もう少し皆さんの意見を入れながら、考えていきたいと思っております。今言われたのは、大型加速器と小型加速器についてということですが、何かそういうことで、どなたかが今までの議論を取りまとめて発表されるというのも一つのやり方だと思います。それをどういうふうな報告書の中に入れていっかというのは、頭をひねらなければいけないことですが。

(上坪委員) 今後、大型加速器等の計画が出てきたときに、それをどういうプロセスで進めるか

をここで議論しないでいいのかというのが若干気になっています。既に高エネ研の中では、放射光の何年か先の計画としてERLというのが出ていますし、それから、国内・国際的には、JLCと前に言ったのがGLCになっているという。そういう計画があるときに、この会議にそういうことに関して何らかのお話を聞くのが必要じゃないかと思っていたんです。

この前、神谷先生が来られて、ERLの話をされましたが、JLCというかGLCに関して一切インフォメーションは無いのでしょうか。

(永宮座長) これは核心の議論になるのですが、この加速器検討会がどこまでのテリトリーをカバーするかということにかかってくるんです。我々の大きな方針というのは、総合科学技術会議等々に提案することが一つあると思うんです。もう一つは、次回の原子力長期計画に反映されるということもあると思うんです。そのときに、やはり我々のメンバーでGLC、いわゆるリアコライダーを議論するのは、問題があるんじゃないかということがいろいろなところから指摘されていますし、新たな人員構成で考えないと、アンフェアなジャッジメントになります。日本の加速器のあり方も、将来の加速器をどういうふうに進めていくかというジェネラルなステイメントは、ぜひ我々の中での知恵を絞って出すべきだと思いますが、個々のプロジェクトについてとやかく意見を言うことは、できれば差し控えたいというのが私の個人的な意見です。

(谷畑委員) 今の件については、座長がおっしゃったように、段階があると思うんですが、少なくともこの検討会では、これから日本の加速器を、計画を、つくるときに、どの範囲のものにするか、実際にできるかどうかということも含めて、どこで、どういうふうな議論で加速器計画を効率よく進めていけるかという場所を提案するところまでしたらいいと思います。そのときに、そういう考え方からいうと、最初から加速器計画を特定して議論するのは難しいとは思いますが、まずはそういう大枠のことを議論して、その上で必要ならば、それをやるために一番いい人員ということまで、その後に議論すればいいと思う。

ちょっと別のことですが、先ほどおっしゃったように、次回の議論は報告書の章分けになっている必要は全くないわけですから、テーマで話が重なっていてもいいわけですね。「人材」という見方から見たらこうだ。「小型化」という見方から見たらこうだ。「大学」という見方からこうだという。1つの加速器のことがいくつかのテーマに重なって出てきてもよいと思うんです。

その中で、1つ気になるんですが、人材をどういうふうはこの領域で育てるかということ、原子力全体の人材をどこでどういうふう育てていくかというようなことについてもどこかで少し議論しておいた方がいいんじゃないかと思うんですが。

(永宮座長) この大学における研究・教育のあり方というのは、かなり人材にもかかわってくるんですが、それ以外にそういうのも一つということですか。

(谷畑委員) 有能な人材を育てていくために、研究所としての役割だって当然あるわけで、そういうところまで含めて議論するのいいと思いますが。

(上坪委員) もう一つ、先ほどの今井先生のお話にもありましたが、私は、これから先、こういう加速器の非常に重要な点は、社会に対してどういうコントリビューションをするかということだと思います。最近少しずつやられていますが、3つぐらいありまして、1つは、なるべく多くの人に公開するということが必要で、高校生や中学生を集めたスクールのものも何とか機会を見て実施するということ。それから、最近理研でもKEKでもいろいろおもしろい映画とか宣伝用のいろいろなものをつくっていますが、そういうものをもう少し積極的に作って、それを一つのライブラリーとして、高校や、中学校に配布するような仕組み、そういう広報活動をもう少しきちんで行うのも大事な点で、私はこの中にぜひ、社会に対してどうかかわりを持っていくかということをきちん

と議論していただいた方がいいと思うんです。

(永宮座長) 非常にいい点だと思います。

(曾我委員) きょうは今井先生の話がスタート点だったから、どちらかというとアカデミックな話の観点が強いですが、後で話をしようと思いますが、特に、医学の方での人材の養成というのは、いわゆる大学の人材の様子を含む、いろいろな側面があります。それから、今、上坪さんがおっしゃられたような社会への福祉において、我々がそれを実際にどう展開していくかは、まさに我々の使命だと思っている。ですから、それを全部、HMACその他というところで述べるのか、あるいは、やはり今言ったようなところで非常にユニークな我々の立場を踏まえて話をするかは、後で報告書の章立てをどうするかという問題ではありますが、両方とも非常に密接に関連していることなので、ぜひそれなりに表示しておいた方がよろしいかと思えます。

人材といっても、必ずしも研究者ということだけではなくて、我々の場合、医学関係の人材とか、いろいろな問題を含んでいます。これは、後でちょっと短い時間ですけれども話そうとは思っていますが、そういう観点もありますので、そういうことも勘案していただきたいと思えます。

(永宮座長) 報告書を書くに当たって、どういふふうに進めるかは具体的にはまだ100%考えているわけではありませんが、今の提案をまとめて、どなたかが執筆していただいた後、ほかの方にも見ていただいて、どんどん加筆 訂正なりしながら一つのものにしていくことにしたいと思えます。Eメールか何かでコミュニケーションながら。

随分いろいろな意見が出てきましたが、ほかに、基本的につけ加えるべきところがありますでしょうか。なければ、今出てきたものをもうちょっとまとめますと、から まではそのままに置いておきまして、として、小型加速器と大型加速器の役割と加速器計画の進め方。5番目に、人材育成。それから6番目に、社会とのかかわり。中高生も含めて。7番目に、加速器研究開発の全体像とりまとめについてということにすればどうかと思えます。そこで、これだけ多岐になりますと、各項目を1人1つ、各項目ごとにはできたら1人をお願いしてやっていただく

(石井課長 (文部科学省)) 新法人における加速器開発利用ですが、現時点で新法人の統合についての報告書もまとまっていませんので、これについてしゃべれる方はいないですね。多分、田中さんは原研についてはお話しできると思いますが、新法人についてはできないと思えますので、ちょっとここはいろいろ検討しなければいけないことがあると思えますが、この表現だとちょっと難しいと思えますが。

(田中委員) 課長がおっしゃっていることについてですが、「新法人における」というのは、多分、原子力分野での加速器の利用ということで、新法人の加速器研究開発と加速器科学といわれると、ここでどんな役割を果たすかということは少し難しいですが、今までの現状と今後、原子力の研究開発利用についてどういふ加速器の役割があるかということぐらいの一般的なことは話せると思ってとらえていましたが、そういうことではだめでしょうか。

(石井課長 (文部科学省)) 原子力の加速器については、原子力委員会の加速器検討会がまさに原子力分野における加速器について検討されているのでしょ。だから、原研の加速器開発利用についてお話しするのは当然できるんじゃないでしょうか。そこをあまり原子力というまづいかもしれないですが。

(永宮座長) 石井課長、ここで書いているのは、新法人に移行するときに、加速器の検討会としてどういふ希望があるかという一種の希望みたいなものです。これが新法人の統合についての報告書に反映されるかどうかというのは別の問題ではありますが、要するに、すべての検討が終わらないと何も言えないというのは、我々何も言えなくなります。そういうことをぜひとも留意

していただきたい。もう遅いのかもかもしれませんが、こういう意見があったというのを、記録程度でもとどめておきたいということはいかがですか。

(石井課長(文部科学省)) そういお気持ちというか、話はよくわかりますが、報告書の方は現時点で既に取りまとめの過程に入っていますので。

(石井課長(文部科学省)) 多分、9月始めぐらいには案ができ上がって配布されることになる。正式に決まるのは、それからもう少しかかると思うが。ちょっとタイミング的にはつらいかなと。

(上坪委員) 非常にデリケートなタイミングで、かなり先ならいろいろ言えるけれども、今のお話のように、タイミングがほとんど重なることになる。加速器検討会の最終報告はいつごろ出すんですか。

(永宮座長) 12月。

(上坪委員) 12月ならば、この議論を少し後ろの方に延ばすことで話がクリアになるのかどうか検討した方がよいと思うんですが。

(永宮座長) それでは新法人の統合についての報告書を見てから、我々がそれに対して何かコメントをすることになり、もう意味がないですか。

(石井課長(文部科学省)) いや、意味がないということは全然ないと思います。

(永宮座長) 報告書の中に加速器について書かれていますか。

(石井課長(文部科学省)) 加速器という切り口ではなくて、放射線利用とか、放射線の関係の研究開発の中に入るとは思いますが。

(田中委員) 放射線利用という側面もありますが、原子力の発展の歴史を見れば明らかですが、やはり原子核物理の研究から始まって、加速器との関係というのは原子力の今までの歴史でも相当深いし、今後の、いろいろな原子力技術開発、エネルギー利用という面も含めて、相当関係してくる可能性があります。そう見るべきだと私は思っていますが、そのあたりをどういふうに見るかというのが一つある。

ただ、課長が心配されているように、例えば、SPRING-8とかJ-PARCとかいふうのをつくってきて、それを新法人が共同利用機関としてどういふうにそれに関与してくるのかということになると、まだはっきりしていないところもあるのかと思います。ある程度共用というミッションが与えられると今議論されていますが、それが、例えばKEKと同じような大学共同利用機関的なミッションになるかどうかということはまだはっきりしていないと思います。

今後、そういった大きな加速器を新法人が、どういふうな役割で関与していくのかというのは、少しまだ疑問が残ると思います。

(永宮座長) これは、どういふうにしたらいかがでしょうか。一応そういう二法人の統合についての報告書が出るということも知ったと。これを担当される田中さんはそういうことを踏まえながら、現在どうなっているかということをお我々に知らせていただく。それを加速器検討会の報告書に入れるかどうかは後の議論にして、一応、新法人ではどういふうになるということを発表していただくというのはいかがでしょうか。

(石井課長(文部科学省)) そういうところは全然問題なくて、田中さんのご心配も当たらないとは思いますが、多分、二法人の統合についての報告書や、そういう中で、「加速器」という項目で何かが出てくるということはないので、多分そこは読み替えないといけない。J-PARCについて書いている部分については、加速器の話ということであり、「加速器」というところの中にJ-PARCが入ってくるとか、SPRING-8が入ってくるというような、そういう整理の仕方にはなっていませんということをお言っただけです。もちろん、この加速器というところで議論しているところの中に

は入りますので、そういう意味では、このJ- PARCについては加速器のことということで説明していただく分には全然構いませんが、そこには一つ、翻訳みたいなのが入っているのかなということにはなるだろうと思います。

(上坪委員) 実は、Spring- 8は法律で共同利用施設に指定されているから、こういう言葉というのもよろしいんですが、ただ、少し心配するのは、その中に原研の共同利用する範囲は、原子力関係ということがかなりはっきりと書いてある。それは原研法にそう書いてあるのですが、今度、その原子力法人の中でJ- PARCが扱われるときに、その研究内容がそういう原子力機関がやるべき研究の範囲となっているかどうか。そういうことに関しては、この委員会でももう少しコメントはちゃんとしておく方がいいという気がしています。だから、その辺も報告書が出てきたりあるいはその議論の中でそういう点に関してはもっと共通、一般的なものだというようなことがわかればいいですが。

(永宮座長) 上坪さんが言われているように、皆さんが心配しているのは、一体、原研はJNCと一緒にあって、よりJNC的になってくるのか、あるいは、もう少し違った方向になっているのか。あるいは何か新しいものになるのか、そういうことが皆さんに皆目見当がつかないところがある。特に加速器など抱えているときに、どういふふうに一般に共用され、そういうもので利用形態はどうなっていくのかということについては、皆さん関心はありますよね。そういうことをお聞きすることにして、加速器検討会の報告書でどう扱うか、いずれ文科省とお話ししながら加速器検討会の報告書はつくっていきます。そういうことを聞くだけはよろしいんじゃないですか。

(石井課長(文部科学省)) 聞くなどは一言も言っておりませんので。

(竹内原子力委員) ちょっと交通整理した方がいいと思う

私は2法人の統合の方について、原子力委員会でも議論していますが、今まで、いろいろまとめたものと、加速器検討会で扱っている加速器とは切り口が違うと思うんです。ですから、余り最初から相手のことをおもんばかって遠慮すると、いい議論にならないと思うんです。たとえば、文科省さんの方は素案をその日程で検討しておられると聞いていますが、加速器関係の皆さん方は、それぞれの利用は原子力分野に限るといろいろ今言われていますね。この際自由な議論をして、原子力分野に限るといふのはこの時代に何でか」ということも議論されたらどうですか、こういう場で、その方がよろしいと思うんですが。

(上坪委員) 私もそれに非常に賛成です。というのは、今度のJ- PARCはKEKと原研が一緒にやるものですから、役割分担とか、両方がうまく協力して全部の分野、あるいは将来出てくる分野もカバーできるようにしてほしい、そうすべきであるというようなものは、今きちんと議論しておかないと困ると思います。

(竹内原子力委員) ですから、おもんばかって遠慮して、両方の報告書の整合だけとれていればいいというような格好だと、将来のためにならないんじゃないですか。この委員会としては、加速器の熱っぽい方が集まってやっておられるんですから、加速器というのは原子力でこういう扱いになっているというようなことをやはり何らかの格好で残すのは、この場じゃないですか。そう思いますけど。

(永宮座長) 今の竹内さんのお話は非常に説得力があると思いますので、それでよろしいでしょうか。それでは、一応これは次回取り上げるということにして、時間もありますので、人を決めていきたいと思います。は田中さんでよろしいですね。

7項目ありますので、整理しますと、産学官連携、大学における研究・教育のあり方、小型加速器と大型加速器及び加速器計画の進め方、人材育成、社会とのかかわり、加

速器開発利用の全体像のとりのまとめということで、後ほど担当を変えるかもしれませんが、産学官というのは、先ほど来からの意見を聞いていると小林さん。

(小林委員) そうですね、私が全部カバーできるかわかりませんが、産業利用との接点というところでしゃべらせていただければ、その部分はやります。ただ、高橋さんもしらっしゃいますしほかの方のご意見も、あるいは2人でやるというも構わないと思うんですけど。

(高橋委員) 私は、今の2番のところを分担します。見方が非常に狭い視点しかありませんので、非常に一方的に話になりますが、小林さんのおつくりになったのを見せていただいて検討させていただきます。

(小林委員) 場合によって、高橋さんから資料をいただいて。

(高橋委員) そうですね。

(小林委員) 共同でやるということによろしければ。

(高橋委員) 企業側からは踏み込んだ内容は書けませんので。

(永宮座長) 大学における研究 教育のあり方。

(曾我委員) 永宮さん、これは質問ですが、第5回の検討会で行う現状と将来展望。これに関しての記述は報告書にあるんですか。それとも、報告書には、この9月2日に行う今言われた7項目というのを載せるのですか。

(永宮座長) 違います、第5回のまとめもあります。それをどうまとめるかは、次に議論します。

(上坪委員) 新法人というのは、J統合の新法人だけを指しているんですか。理研も新法人になると思うんですが。

(永宮座長) 確かに理研もありますね。

(上坪委員) だから、独立行政法人になった理研は、加速器をどう考えているかというのをもしも入れるんだとしたら、それは谷畑先生に書いていただくのが良いと思いますが。

(永宮座長) 田中さんが発表した後、理研についても発表してもらうことにします。の人材育成は、曾我さん。サブの人も考えます。

(永宮座長) 皆さん、今までの議事録を見ていただくと、いろいろな人がいろいろな意見を述べておられますので、そのときに、どういう意見が述べられているかというも参考にして、自分のことだけじゃなくまとめていただければと思います。

(永宮座長) の社会とのかかわり、中高生とか広報活動についてですが、栗屋さんにここをやっていただきたいと思います。

(永宮座長) の大学における研究 教育と最後の の全体像。谷畑さんと私と2人で担当します。

(永宮座長) ただし、谷畑さんは の大学におけるというのもお願いします。

整理しますと、新法人が田中さん15分、理研で今いろいろやっておられるから、上坪さん5分。産学官連携を小林さん15分、大学における研究 教育を谷畑さん15分、小型加速器と大型加速器と各計画の進め方、上坪さん15分、人材育成、曾我さん15分、社会とのかかわり、栗屋さん15分、それで 加速器研究開発事業の全体像のまとめについて10分ずつ、谷畑さんと私ということで。

(上坪委員) 産学官連携に関しては、最近、SPRING-8が非常に精力的に取り組んでいまして、多分、J- PARCも同じようなことをしなければいけないと思うんです。特に、コーディネーターの仕組みをつくったり、サポーターグループをつくったり。ですから、そういうものもぜひ考えて取り入れていただきたいと思います。

先ほどの大学にある中小加速器の残留利用というのを考えた場合も、そういった仕組みを大学の連携でつくるというのも一つの案かもしれないので、このことをぜひ考えていただきたい。それから人材育成に関しては、SPRING-8もやろうとしていますし、J- PARCと連携でやったらと思っていますが、専門家養成のスクールと、それから大学生あたりを対象にした、こうした学問がおもしろいというスクールとか、産業界のエンジニアを集めたスクールとか、こうした社会人教育と専門家養成という人材育成のこともぜひ考えていただきたいと思っています。

(永宮座長) それでは次に移りたいと思います。フォローアップの方法と視点について、まず、事務局の方から説明をお願いします。

(資料加第5-2-2号にもとづき概ね以下のとおり説明、質疑応答があった。)

(後藤企画官) 本日、議事次第にもありますように、4つの大型加速器計画の現状と将来展望この後でお願いしておりますが、それについて、プレゼンテーションをお聞きになるときに、こういう論点が今後の議論の視点になるのではないかと考えてまとめた紙を1枚お出ししております。

現在進行中の加速器、それから現在建設中の加速器と大きく分けてございますが、チェック項目としては、今進んでいる計画については、計画どおりの進捗なのか。現在運転しているものについては、利用状況はどうか。成果、外的条件の変化等も書いてありますが、社会貢献も含まれるのではないかと思います。それから予算、これは研究開発予算が適切であったのか。実施機関の研究開発能力についてどうかという観点があるのではないかと思います。

現在建設中の方、J- PARC、Rビームファクトリーについてですが、これは現在の目標設定等は適切かということ。それから研究開発スケジュール、これは建設スケジュールにも影響性はあると思いますが、これらが適切であろうか。波及効果等が期待できるのか。考えられている予算は適切か。新規性、独創性はあるのか。研究開発能力はあるのかというような観点があるのではないかと思います。

これらを実際どうフォローアップするかということですが、今、実は担当委員の話がずっと出ておりましたが、これらについても担当の方を選定して、それらの先生によってコメントをつくっていくのはどうだろうかと思っています。それで、その担当委員だけではなくて、今回各分野の先生方がおられますので、その各委員のコメントも含めて所見をまとめていくということはどうだろうと考えております。どちらかといえば、ここにも書いてありますように、ネガティブチェックというよりも建設的な意見を中心にまとめていただければというふうに考えてございます。

紙の裏側を見ていただきますと、今まで議論の中で出てきた内容で、こういう点を留意すべきではないだろうかと思っています。

(1)大型加速器のフォローアップということで、長計で取り上げたもののチェックアンドレビューというのは、検討会でやっていくことですが、建設中のものにつきましては、今のタイミングでできること、できないことがありますから、できないことがあれば、また少しタイミングを見計らいながら検討をする。このときは、大学等という形で書いてありますが、これは所管官庁においてどうするのかという議論を踏まえる必要性は当然あるだろう。それから、単に日本だけのことを考えるのではなくて、世界の中でどういう役割分担があるかという議論も必要じゃないかというのが今まで出てきた議論でございます。

それから、中小加速器について言えば、これはきょうの議論とは直接関係ないかもしれませ

んが、やはり利用状況、設置状況等、将来の検討を行う必要があるのではないかということ。それから、利用促進策を考えるべきではないかという議論が出ておりました。

(3)長期的視野に立った利用の進め方ということでございまして、今の(1)(2)を中心にして、日本全体を視野に入れながら、長期的な観点についての検討を行う。それから、我が国の個々の加速器、つまり個別のプロジェクトの議論ではなくて、先ほどから議論出ていますように、どこまでテリトリーを置かかという問題はありますが、ある程度長期的な視点の議論をしたらどうだろうかというお話をさせていただいております。

(永宮座長)事務局の方からのご説明は以上ですが、紙の裏側の方のさっき言った(2)と(3)は全体的なことに取り扱う項目の中に入れたいと思いますので、(1)の大型計画のフォローアップという論点を留意しながら、さらに表に書いた運転中の大型加速器及び建設中の大型加速器について、こういう視点で皆さんの意見を書いていただくことにしたいと思います。この内容は議論いただきますが、今日の会議の前にフォローアップの方法 視点について、竹内さんと私と事務局の方で議論をしました。こういう計画は皆さん全員の意見をどこかで集約しなければいけないので、集約するために、各プロジェクト、例えばSPring- 8ならSPring- 8に担当委員を選定するという考えがあります。しかし、4つのプロジェクトがあると、4人の担当委員を選考しなければいけないということになり、そうしますと、そのプロジェクトに全くニュートラルと言ったらおかしいですが、かなり離れた方がならないと、余り近い方がなるとまずいということになります。しかし、委員の数も限られていますし、それから、個々個性を持った方が随分おられますので、非常に強い意見の方と弱い意見の方とばらつきも出てくることも考えなければいけないということもあります。そこで、提案としては、担当委員は決めないで、一括して1人の人にやっていただく。事務局の方でまず全部まとめて、お一人の方に事務局に付き合っていて、こういうまとめでよかったんでしょうかということと相談に乗っていただく(担当委員をお一人決めるという方法もある)ということで、その方法について議論をしました。

それで、こちらとしては、この方法が良いと思っておりますが、皆さんのご意見をお聞きしてから決めたいと思います。

まず、フォローアップの方法についてご意見を伺いたいと思います。

(曾我委員)原子力長計をまとめるときには、永宮さんたちは第4分科会で放医研は第5分科会で、当時の所長が出て議論していた。実際に原子力長計と第4分科会の報告書、あるいは第5分科会の報告書を読みましたが、HIMACに関しては何も記述がない。国民の健康問題だとか放射線とかという形で第5分科会の報告書を見ても、粒子線治療を含め放射線治療診断の進展を図る」と書いてあるだけで、原子力長計にもHIMACの記述はないんです。ですから、そういう意味で、フォローアップといったときに、もちろん自己評価はできますし、我々の方はどなたにやってもらっても一向に構いませんが、ほかの第4分科会でずっと活躍された方に比べると、立場がちょっと違うと思うんです。そこをこのところを考えてほしいと思っています。

(竹内原子力委員)次の長計の作業というのは、恐らく来年ぐらいから始まると思いますが、フォローアップという言葉は、原子力長計のそれぞれの分科会で全部出ておまして、それぞれの分科会でフォローアップは必ずやる。現状を把握して、次をどうするかというこれが原点だと思うんです。そこで、第4・第5分科会の関連は原子力委員になってから読ませてもらったんですが、やはりかなり時代も違いますし、次の長計での議論というのは、若干違って来る分野も出てくるんだろうと思うんです。HIMACは、原子力長計をまとめた後、ずいぶん脚光を浴びて、別の面で大変に有名になっておりますので、ですから、放射線の方で扱うか、加速器の方で扱うかは次

の長計のときに議論が恐らくあると思いますので、フォローアップということにとらわれて、長計であまり書いていなかったから、それをどうこうという書き方はすることはないと私は思っています。ですから、現状で、それぞれ将来に意味あるものはここでまとめて残していただいて、それを受けて、次のフレームを考えると使いたいんじゃないかと思います。

(曾我委員) 第4分科会の報告書というのも30ページ程ありますが、結局、こういう報告書というものの、ある意味での限界というのもあると思うんです。個別の具体的なことを書くわけではありませんから、評価の基準がこれにはっきり提示されているわけではない。ですから、そういう意味で、今、竹内さんが言われたように、これをもとにしてフォローアップしても、あまり意味がない。今の時点でのことを正確に提示する方が、現実的というふうに私は感じました。

(竹内原子力委員) 私は放射線の方で第5分科会の報告書を丹念に読みましたが、どちらかというと、放射線利用のPRブックのような感じですから、プロジェクトごとに全部書いてあるわけではないのでその方がよしいんじゃないかと思います。現時点では視点も変わっていく、ウエイトも変わっていくと思うので。

(宮座長) 今、竹内さんが言われたような方向でよろしいですか。

(田中委員) このフォローアップの目的ですが、SPRING-8とかHMACについては、評価という視点からいうと、別途いろいろな形で既に立派に行われていて、だから、この時点での目的というのが、いま一つ理解できないので教えていただきたい。さらに、例えばJ-PARCの場合ですと、これをスタートするときに、原子力委員会と学会議の合同部会で国の評価があって、その後も国際レビューが毎年行われて、ある種の評価というかプロセスの中では相当の評価が行われています。Rビームファクトリーもそうだと思うんですが、そこを踏まえて、チェックアンドレビューをどのように位置づけていくかということ、いま一つはっきりさせていただいた方がいいと思います。

(曾我委員) HMACの方は、それ自体というよりは、今後、HMACのいろいろな実績を生かして、日本に普及するにはどうしたらいいかというのが今後の力点になると思います。

(田中委員) よくわかりました。

(曾我委員) ですからそういう立場でこの加速器計画というものを考えたいと今考えております。

(後藤企画官) ちょっとつけ加えさせていただきますと、私ども事務局としての思いを申し上げますと、この前の長計ができてからもう3年弱になりますが、そろそろ次の長計のことも考えないといけないと思っていて、各種の専門部会では、徐々に現状の問題点の整理的な作業を始めつつあります。そういう意味では、今計画が進んでいる加速器の評価は、先生の方からお話が出たように、文科省の評価委員会の方でしっかりやっているというのは重々承知しておりますが、長計を見直して、次の長計をつくるという観点なども含めて、現状のレビューをしていただければと思っております。そういう意味では、いわゆる個別の評価というよりは、先を見据えた話という感じになるんじゃないかというふうに思っております。

(土井委員) 長計をつくり、それをきちんとフォローアップしていくということが一つの任務であり、成果のチェックは必要最小限度やるべきだと思います。

それから、先ほどの治療のところも、重イオンによるがん治療は始まったところであるが、重要な成果を上げつつある。今後はさらにより効果的な治療、さらには代謝の整理機能の解明に供されよう」とこう書かれているわけです。これの見通しが本当にそうであったかどうかということ、やはり次の長計を考えると非常に重要なポイントになるのではないかとということで、評価して、金を返せとか、そういうことに使うわけではないわけですね。ですから、やはりみんなが

知恵を集めてつくった計画が有用なものであったかどうかということは必要最小限度必要じゃないかと思います。

(永宮座長) フォローアップの視点についての議論に移る前に、方法についても最終的に、一応コンセンサスを取っておきます。事務局だけでまとめるのは限界があり過ぎますので、ちょっと離れた方で、お1人ご担当を決めておきたいと思います。そういう観点で考えますと、土井先生にその役をやっていただくのが一番よろしいんじゃないかなと思います。

(土井委員) いいですが、私は必ずしも専門家ではないので、この部分はかなり専門的な知識がないとできないと思いますが、いかがでしょうか。

(永宮座長) 専門的な知識がハイレベルにある人は大体何かのプロジェクトを抱えています。そこで、なかなかプロジェクトの人を全部除外して、そういう1人を選ぼうとしますと無理があります。この場合、公平性と、識見をお持ちの方がよいということです。事務局がまとめたものをよく読んでいただいて、おまとめいただいた後、竹内さんと私で一度確認して、土井さんにフィードバックするような形で素案をつくっていき、それを全員に何らかの形で流して、皆さんにも確認していただくというように進めたいと思います。

(谷畑委員) その素案というのは、何も無いところからつくられるという意味ではなくて、当然ここで議論したものを書いていくという意味ですよ。

(永宮座長) きょう皆さんに聞きながらメモしていただきます。そのメモを集めますから、それをもとに、それからどうしてもそのメモで足りなければ、後でEメールなどしていただいて、それを事務局の方で仕分け整理をします。土井さんには整理の仕方も含めて見ていただくということになると思うんです。まとめ方はこちらの方でも竹内先生と相談します。内容については皆さんのご意見のばらつきがありますので、お任せ頂きたい。

当初、例えばSpring-8に関して1人の担当委員ということも考えましたが、そうしますと、人によって忙しさが違うとかいろいろあって、担当委員によって評価に濃淡があると、後で不公平感が出てくる。どういプロセスでやったかということが後で問題になった場合、お話ししたようなやり方の方がよいと思います。

いかがでしょうか。土井さん、よろしいですか。

(土井委員) お手伝いいたします。

(永宮座長) 最初は事務局だけに任せることも考えたんですが、やはり委員の方が参加した方がよいということです。

ですから次回までにいろいろな作業があると思いますので、産業利用に関する話は小林さんをお願いします。もちろん土井さんに、いろいろやっていただいてもいいんですが、そちらの方よりもこちらの方にエネルギーが行くんじゃないかという感じがいたします。よろしくをお願いします。

それでは、あと数分ですが、大体こんなことを念頭に置きながら、皆さんが聞きながらメモを取るということでもよろしいでしょうか。

進め方としては、各プロジェクトに関して10分お話しいただいて、15分議論するということで、1テーマ25分。そうしますと、4テーマ終わりますと大体2時間弱となります。ここで今から10分ぐらい休憩をします。

午後 4時00分休憩

午後 4時10分再開

(3) 大型加速器計画の現状と将来展望

担当委員より資料加第5-3-1~4号に基づき、概ね以下のとおり説明、質疑応答があった。

(竹内原子力委員) 時間になりましたので再開いたします。

これまでもありましたが、これから永宮座長も発表者の一人になりますので、私がしばらく進行をします。よろしくお願いします。

その前に、内閣府の参事官が藤嶋さんにかわりましたので、藤嶋さんの紹介を。

(藤嶋参事官) 7月25日付で榊原の後任で参事官を拝命しました藤嶋でございます。よろしくお願いいたします。

(竹内原子力委員) それでは、先ほど来話が出ましたように、フォローアップということで、それぞれの担当のプロジェクトの4方から、これから順次発表して頂きたいと思います。

それじゃ、最初に曾我さんの方から。大体先ほどお約束したような時間配分でお願いいたします。

(曾我委員) 資料の5-3-1に基づいて今日はお話をしようと思っています。

今回は焦点をできるだけ絞った形で、図は既に(第3回加速器検討会)山田君の方で一度やったということで、問題点あるいは今後の計画に関して絞ってお話をしたいと思います。

HMACの現状というのは、臨床試験開始後もう9年経過したんですが、約1,500人の患者を治療した。治療成績が非常に良好で、最新鋭の放射線療法としての実績を確立してきている。世界的にも非常に高く評価されていると思っております。

具体的には、高度先進医療の認定を、平成16年までに認可される目標で厚生労働省に申請しているんですが、向こうも担当者が2年置きぐらいにかわるということなので、もう4、5年やっていて、もういだろうと昨年も思っていたんですが、また今年、申請をやり直してくれというようなことを言われているようです。しかしながら、それで実績を積んで、治療プロトコルが確立した対象は、一般保険適用に進みたいというふうに思っております。

放医研としては、設立の趣旨から、今後とも医療活動のかなりの部分を、臨床研究に置くことになると思います。今までは炭素線治療という形に絞ってきたんですが、今後、腫瘍対象部位の拡大です。昨年、難治がんの代表である膵臓がんの治療を開始しております。それから、分割照射回数の減少による治療期間の短縮ということで、肺がんは4回が、今年の4月から1回照射と、1日で終わってしまうというのが始まりまして、肝臓がんの方は2回で終わるという照射が既に10人あるいは7、8人という形を、1期の患者に関しては実施中です。多分、炭素は1,500人といっても部位が非常に広がりますので、まだ当分は統計を上げるということでも続くとは思いますが、かなり峠を越えているというところもあります。近い将来、浅在性の腫瘍に対する炭素以外の粒子、NeとかSビームによる治療等が実施されることになるんじゃないかというふうに思っております。

それから、照射技術では、現在行われているワブラー法の改良となる積層の原体照射法、レイヤー・スタッキング・コンフォーマル・セラピーというふうに訳したんですが、三次元のスポット・スキャニング、¹¹C(カーボンイレブン)のRビームの利用、これはPETの応用でオンラインでやる話になるんですが、実際に腫瘍ポリウムにどう照射されているかというのは、画像的にも確認しながら、ということです。これを診断あるいは治療にどこまで利用するかは、今後の問題ですが、既にセパレーションその他の問題が解決しております。スポット・スキャニング自体も、これは実際に1次ビームのほんのわずかのイールドしかありませんので、今までみたいなぜいたく

な粒子ビームの使い方はできません。スポット・スキニングの開発も既に終了しておりますので、時期を待つという感じになっております。照射治療計画の最適化プログラム、これは粒子線特有のプログラムです。

HMAC施設自体は、ここに書かれたように非常に順調に推移しておりまして、最後に書いておきましたが、過去に患者の治療スケジュールがずれた事象というのは、9年間でわずかに4件。加速器側で2回の故障がありまして、それから照射の方でもって、主にソフト・ハードのインターフェースの問題が2回ありましたが、それ以外は1日もずれていないという状況で、非常に安定した運転を行っております。

HMACに関してはこのくらいです。

先ほどお話ししたように、国内外における全国展開というようなこと、あるいは世界へということでもって、今翻ってみますと、現在、日本では医療専用施設として建設された本格的な粒子線治療施設、陽子線及び炭素線合わせて5カ所あります。併用施設としての1カ所を含めると計6カ所で、世界的にも見ても他国より数段進んだ体制になっているということです。それを国内の粒子線治療施設、筑波とか国立がんセンター東病院、兵庫県立粒子線医療センター、若狭湾エネルギー研究センター、静岡県のがんセンターと個別に書いておりますが、もともと既に5分ぐらいたっていますので、これは後で読んでいただくということにいたします。要するに、静岡が今年の秋から始めるというフォーマルなステートメントになってはいますが、みんなそれぞれ大学につくられたり、厚生労働省管轄であったり、県の粒子線医療センターです。兵庫県の場合には、成人病センターがありますが、静岡県の場合には、同じ県でもがんセンターがない県でもつくった。それから、若狭湾エネルギー研究センターというのは、地域の産業振興を目的として、静電加速器を据えつけて、それにシンクロトロンを付加するというような形で、それぞれみんな設置形態が違います。今後とも、いろいろ地方に展開することを考えるにしても、いろいろなケースが出てくるので、柔軟に対応したい。技術的には、我々の方でできるだけサポートしたいと思っております。

これに比するに、外国の粒子線治療というのはどうなっているかといえますと、旧来の原子核物理研究用の加速器を使っただけの陽子線治療施設は数多いんですが、大部分はエネルギーが低いので、治療患者数の多い施設は欧米人に多い眼球メラノーマ、飛程からいっても三、四センチというような感じでプロトンが使えるところなんです。治療専用の新規の加速器施設としてつくられたものは現在2カ所だけありまして、ロサンゼルス（カリフォルニア）と北東陽子線治療施設（ボストン）です。前者は1990年より稼働、半数が前立腺患者です。後者は建設、調整が大幅に遅れて2002年より稼働ということになっております。

ほかに、放医研の実績を参考に、1997年に開始したドイツのGSの炭素線治療の実績というのがありまして、これは物理あるいは工学の実験の合間に行っているということで、一応頭頸部だけですが、年間二、三十人ということで、それなりに人数をこなして、ハイレベルに欧米初の炭素線治療施設の建設が本年より認められた。

最近、テキサスのアンダーソン病院で陽子線治療施設の建設が決まった。日本のメーカーが受注したんです。

以上からわかるように、重粒子線治療は日本では少なくとも10年以上世界に水をあけてリードしてはいますが、陽子線を含めた実績はある意味で突出しているんですが、我々としては、治療効果が極めて優秀であるというようなこと、それから日本全体でがん患者の発生数が相当多くて、年間30万人ががんで死亡、国民の3分の1はがんで死亡することもありますし、それから、発生数もどんどん急激に増えてきていますので、国民の要望にこたえていくためには、もっと

普及活動をしなければいけない、これが我々に課せられた非常に大きな使命じゃないかと感じております。

今、その普及に向けてどういうことをしたらいいかということを考えますと、HMACは研究用の色彩が強いので、非常に広い大きな装置になっておりますし、それから、高コストである。我々としては、まず、ハード的には装置自体の小型化、普及に際してのソフト体制の整備ということでここ数年、次に書かれたような努力を継続しております。

小型化への技術開発というのは、経験を積んだ現在、最適化設計をするということで対応します。加速粒子としては、まずは炭素線に特化する。そうしますと、今、加速器の最大エネルギーはHMAC800ミリオンですが、これをシリコンを使うと想定したときの30センチの飛程ですが、実際上カーボンでは400ミリオンで十分なので、エネルギーは半分に下げる。それから、HMACは2台のシンクロトロンが入りますが、これもバーサティリティーを増やすために2台にしたんですが、研究用に非常に柔軟性をということで2台にしたので、1台でいいとか、実際に加速器の小型化のためのさまざまな工夫で、イオン源に永久磁石を採用とか、その他幾つか技術的なことが書いてあります。

現在、昨年度から複数の民間加速器メーカーの協力を得ながら、医用原子力技術研究振興財団を事務局として、普及用小型医療加速器を用いた粒子線がん治療施設普及方策検討会というのを開いていまして、技術的検討を行っております。

今年のこの春に第1回の技術報告書をつくりました。建物全体がHMACの施設の3分の1から4分の1、建設費についても3分の1程度になることが試算されています。

陽子線でも、がんセンターとか静岡のものは80億円ぐらいかかっているんですね、建物込みで。今、重粒子線が多分、第1回の非常にぜいたくな仕様で、照射系は全部、現在のHMACと同じように3室あって、垂直、水平、両用という3室あるというスペックでやってみた結果がまだ120億円ぐらいだった。それは非常にぜいたくで、お医者さんは何でもやりたいことは全部詰め込んでくれということで、ゼロ次案としてはそのくらいのお金ですが、実際上は多分100億円以下に下がるんじゃないかと今思っています。

一方、加速器物理工学部の方では、ここに書かれておりますように、放医研の中期計画の基礎研究課題でずっと小型化開発研究というのをやっております、これは97～98年から始めているんですが、実際に中期計画で2001年度に正式に予算措置がなされています。

それから、もう一つ、先進小型加速器の要素技術の普及事業ということでもって、これは特会の会計で、年間7億円ぐらいですが、原研、高エネルギー研、東大、京大、阪大、広大、産総研、それから放医研、高輝度光科学研究センターの方々に来ていただきまして、高輝度の方は参加が遅れたんですが、平成13年度から推進していまして、これはアイデアは既存でも未開発の次世代加速器技術を開発していこう。この前、田島先生からレーザーイオン源の話がありましたが、そういうことでやっております。

次のページへいきまして研究開発資金というのは、このような研究を推進するためにどうしたらいいかということで、毎回議論になっておりますが、加速器関連の研究予算枠を確保して加速器物理工学の発展を期することが望ましい。特に研究開発装置に大きな予算が必要なこと、それから、例えば最後のところは、大学などへ予算を供給するという意味も非常にありまして、その予算で随分ポストドクターの人たちを養っているといつか養成しているんです。

加速器の人材といえますと、KEKでこの前話があったと思いますが、220～230人いるんですね。だけど、大学は非常に少ない。加速器の講座もほとんどない。二、三カ所しかありません。

ですから、そういう意味で、加速器の人材養成のためには、やはり何らかの形での特別な予算が欲しいなというふうに思っております。

2番目の人材養成というところは、粒子線の特殊性を十分理解している医師とか放射線技師が絶対必要だし、加速器装置を運転、保守するエンジニアとかテクニシャン、これは特に物理実験を私も20年くらいやってきましたが、トラブルは起こってもそんなにどうってことはないんですが、ちょっと時間がかかって、1日、2日、マシンタイムがつぶれたという話で済むんですが、患者さんの場合には、治療をやめて、あした、あさってということになると、またがんがリグロースするという問題がありますので、絶対に、できるだけ運転スケジュールは守りたいということがありますので、かなりシユアなエンジニア、テクニシャンが必要だ。故障が起こったときの体制、我々のときは24時間オンコールでもって会社の人たちにもというようなシステムをずっととっております。

3番目の医学物理士というのは、やはりここに書いて特に強調したいことが書いてあるんですが、医学物理士を養成する大学はほとんどないんです。結局は今、放医研がそういう人たちを数年養って、大学院が終わってドクターをとったような人たちで、物理屋だった人を二、三年養って、それで兵庫にしる、あるいは静岡にしる、あるいは柏のがんセンターにしる、数人ずつサプライするという格好になっています。こういうような養成をやはり放医研だけじゃなくて、筑波にも大いに教育機関として期待しているんですが、どうなりますか、それは非常に大きな問題なのと、それから特に厚生省関係だと、そういう物理屋をポストとして遇するという、そういうポストが慣習的にもないんです。物理専門官という名前をつけて、ともかくある程度の待遇を確保しようとは思っているんですが、なかなかそういう方面での制度というもの、組織自体も含めて、法律的なこともあると思いますが、それはやはり欧米に比べて非常に遅れている面がありますので、そこを開発しなければいけない。

もう一つ、このところ、加速器の方の医療用の加速器計画というのは、ちょっと景気が悪いということもあって頓挫していましたが、また次のブームが来そうです。放医研に知事が入院したことがありまして、その知事が全国知事会議で宣伝していただいたという話があり、議員の間に、新しいがんの研究会を立ち上げようという動きがあります。個別には原発立地県など、七、八カ所から我々の研究所にいろいろ問い合わせが来るんですが、予算措置はまだできていない。しかし、多分ここ四、五年で相当のプロジェクトが立ち上がりそうであるということは事実です。

そうしますと、メーカーの方も人材を技術を継承していく、人材というものを枯渇させないで継続させることができそうです。メーカーの方も景気が悪いから、不採算のところは整理されるということで、かなり問題になってきつつあるんですが、少し明るい希望が見えてきたということです。

最後の体制の確立ですが、これは非常に広い範囲でいろいろなことがあります。この前(第3回加速器検討会)の山田さんの説明にもありましたが、5万人ぐらいが重粒子の治療対象になりそうだということになりますと、やはり50台ぐらいは日本で、陽子線、重粒子線を含めてサプライしていかなければいけないということになり、そうすると、管理体制とか、もちろんお医者さんの養成もありますが、いろいろな面で考えていかなければならないことがたくさんあります。

最後に、会社も数社ありますが、外国との競合というのもだんだん厳しくなってきました。最近の中国では3台の陽子線治療施設が立ち上がることになりまして、それがいずれもBA社(on Beam Applications (ベルギー))が受注しております。それから、韓国のナショナル・キャンサセンター、これも2005年立ち上げ、治療開始を目指しておりますが、これもそのBA社が立ち上げるということで、やはり日本の中で、例えば50台つくるということを考えると、全体に会社がうまく競合して成立するような体制をつくらなければいけないんじゃないかと我々は思っています。

もう一つは、平成8年度から13年度まで、科学技術庁では補助金制度というか、生活・地域科学技術研究施設整備費補助金で、粒子線の促進研究整備事業に5年間30億円の交付金が出まして、兵庫県、静岡県はこの制度を使えたんですが、その後、文部省と科学技術庁の合併という問題があって、いつの間にかある意味では立ち消えになっています。今後、どういう形になるかはお任せするにしても、やはりこういう制度を、類似の事業をぜひまたつくる必要があるということです。

(竹内原子力委員) どうもありがとうございました。

要目にあわせて非常によくまとまったお話をいただいたので、まだ5分弱時間がございますので、何か当面の質疑応答、どうぞ。

(小林委員) 非常に実績が上がっていて、今でも多分がん患者の方で使いたい方はたくさんいらっしゃると思うんですが、厚生労働省に申請して、許可が遅れているという大きな理由というのは何でしょうか。

(曾我委員) 従来の厚生労働省の先進治療といった場合、どういう道具を使うかといったときに、会社でこういうものができたと、それを医療器具に認定をるところから始まるんですが、大型の加速器装置で、一番最初に厚生省は、HIMAC全体を医療機器認定にすることをいってきたんです。そうしますと、我々改良もできないし、いじくれない。そういうことでは、我々の研究機関としての役割が非常に果たせないということで、いろいろな研究、話し合いを長い間ずっとやっておりまして、昨年度は、一応HIMACの場合には研究機関施設なので、したがって、その間に、照射室だけ医療認定してもらおうとか、いろいろなバリエーションを考えたんですが、HIMACの場合には特に医療機器の認定はスキップしてもよろしいということになって、やっとオーケーになったんですが、つい最近聞いてみると、また6月ぐらいにもう一度やるというような話になったと思えますが。

(小林委員) 国民からすると、早く認可してほしいというような気がいたします。

もう一点、最終的というか、今後、粒子線治療施設は日本で目指す場合、1施設として平均50台を目指すのが当面の指標ということですが、今のお話ですと、3分の1として1台100億円ぐらいはかかるわけですね。50台で5,000億円というのが、我が国のこういう医療予算といいますが、そういうことから可能な額でしょうか。

(曾我委員) そこは例えば、先日、予算担当の、昔、放医研にいた人と会ったんですが、年間もって、いわゆる科学技術予算というのは3.6兆円だということですね。年間の原子力予算というのも大体4,000億円ぐらいだと、それは単年度の話ですが、今後の科学技術の予算というものを漸増するにしても、でも、例えば10年後にそれがいいかどうかまた判断はいろいろあると思いますが、1年度分の10分の1ぐらいの予算をこういう国民の健康福祉に使うということは、そんなに無謀な要求じゃないんじゃないかなというふうに我々としては考えている。ただ、陽子線治療施設もだんだん安くなるでしょうし、すべてを重粒子線というふうには我々は思っていない。

(小林委員) ありがとうございました。

(竹内原子力委員) ほかにございますか。

(谷畑委員) この人材のところ、以前からそうですが、放射線治療をする方は、医師ではなくて技師しかいないという問題がありますね。これから放射線治療とか、こういう加速器治療が入ってくると、当然こういうものを使った医師というカテゴリーがやはり欲しいんですね。そういうものを含めて、何かそういう厚生省に対する働きかけとか、大学で、今ここに出ているような生物物理の講座をどうやっていかみたいなきっかけというのは何かあるんですか。それとも、例え

ばこんなところから、やはりそういうのは必要だというような意味があるのかなと思うんですが。

(曾我委員) そのことは非常に意味があると思いますが、大学の方は大学の自治の中で、分野ごとの競合という問題でなかなか広がっていかないようですね。

今の谷畑さんが最初に言った技師の問題というのは非常に重要でありまして、どういうところに照射をするかという最終判断は医者が責任を持つので、すべての患者の照射に関しては医者が最終チェックをすることになっているんですが、具体的には、例えば厚生省がんセンター東病院は、技師は2名です。今年の10月から2名増員ということになっていると思うんですが、技師が2名ですと、照射装置は2つあるのにもかかわらず、1カ所でしかやっていない。ですから、厚生省はまだまだできていないのですが、5年間で200人です。

一方、兵庫県の方は、実際に技師が七、八人いまして、それで年間250人から300人、1日40人照射をやっていると聞きますから、もう5年間をすべてカバーするぐらい。ですから、装置そのものを有効に生かすためには、いかに人のファクターが重要であるかということ。おっしゃるとおりです。

(竹内原子力委員) 大変興味あるところですが、今の最後のところは、県でやっている方が人気があるから、人が集まってきていると。

(曾我委員) いや、やはり県の方は時間がかかっているということも、建設に我々がかなりコミットしたということもあります。厚生省の方は、外国からBA社の装置をばんとメーカーに任せて設計・製作をやりました。当時のことを考えますと、厚生省としては科技厅でHMACをつくって、文部省は筑波でやっているというようなことがあったと思います。

(永宮座長) いろいろ問題点とか今後の課題を言われましたが、今最大のものというのは何でしょうか、1つか2つ挙げよという。どれもイコールならば、それで結構です。

(曾我委員) イコールとは言いがたいと思います。やはりまさに今、非常にデリケートなところなんです。多くの人たちが、同じようなことを我々に聞いてくるんですが、科学技術の立場からすると我々の方で基本的な基盤というものをある程度統一化して、普及型ということで、皆さんがアプローチしやすいような形で提示していくというのが一つです。それには一、二年ちょっとの時間がかかるかなという感じはありますが、それができれば、非常に希望が多いので、多分、10年間には10カ所ぐらい間違いなく出るとはたしかで、もうちょっとたくさん出るかもしれないという希望は持っております。

(竹内原子力委員) 技術が先行して、体制が追いついていないというのが現状ですね。

(曾我委員) そうですね、予算とかですね。

(竹内原子力委員) おもしろい議題ですが、時間の関係もございますので、次の議題に。

上坪先生の方からお願いします。

(上坪委員) それでは、SPring-8の状況について報告いたします。

お手元の資料に従って説明いたしますが、SPring-8は、原研と理研が共同してつくって、運営は高輝度光科学研究センターがやっております。実際の使用状況などは高輝度光科学研究センターの方に資料をお願いいたしました。それから、理研は播磨研でいろいろなプロジェクトを進めておりますが、SPring-8に関連したものについて、理研の方からも1つ資料をいただいています。

最初のページは飛ばしていただきまして、ビームラインが現在62本できるところを47本予算化されておりまして、そのうち45本が稼働中、2本が建設中であります。

共同利用ビームラインは30本の当初計画でございますが、現在25本稼働中であります。専用

施設は現在 9本ですが、最近、兵庫県が偏向磁石のビームラインをもう一本つくりたいという要求が出ておりました、これが認められますと10本になります。原研と理研が両方合わせて11本予算化されておりまして、10本稼働中です。このうち原研は4本でして、4本とも稼働中。理研が6本稼働中、1本建設中ということになっております。加速器診断は、偏向磁石 1本と挿入光源 1本であります。挿入光源部分はまだ設計中でございます。

ここに書いてあります赤が共同利用、ビームラインの名前で、ブルーが理研と原研のもの、グリーンで書いてありますものが専用施設ということになっておりまして、先ほど今井先生のお話にありました LEP というのは33番、右の方の下から5つ目に書いてあります。

次のページが、SPring- 8が平成 9年から稼働を始めております。本年度でちょうど7年目になりますが、それまでの稼働しているビームラインがどのように増えてきたかということと、それから利用課題がどのように増えているかということとであります。

この薄いブルーが共同利用のビームラインでの課題、それから濃いブルーが専用ビームラインを使った研究の課題になっております。

その次のページが、どのような成果が上がったかというので、ここ1年間ぐらいの成果をここに箇条書きで簡単にまとめてありますが、先ほど今井先生の話にもありました新粒子の発見。日本で新粒子が発見されたのはこれが最初でございます、その点で、SPring- 8がいろいろなところに使えるということで非常に注目を集めています。

2番目は、ダイハツ自動車と原子力研究所及びほかの大学との共同研究のテーマでございます、結果は「Nature」に出ています。エンジンは非常にうまく排気と吸気をコントロールできたため、排気ガスの中にそれに合わせた酸化的なフニキと還元的なフニキが作られる。その中で、ペロブスカイト型の酸化物触媒が、還元のとときと酸化のとときで結晶構造が変わることによって、触媒として働く金属であるパラジウムは、普通の触媒ですとどんどん熱のために大きくなっていった機能を失ってくるわけですが、熱のために、動く部分のときに結晶構造が変わって、そういうことを起こさないようにしているというのがSPring- 8の研究でわかりました。これは非常に高度な産業利用の特徴であります。

その次は「Science」に出たんですが、京都大学の佐藤教授だと思いますが、酸素の炭素系物質を一例に並べて、レオダイズとかナノチューブの中に入れて一例に並べるということを初めて成功したのを検証した実験でございます。

その次は、筋繊維のところにあるカルシウム濃度によって筋肉が縮んだり伸びたりしますが、その中で、カルシウムが増えたり減らしたりする機能は、東大のトヨシマ教授がSPring- 8を使って解明しましたが、そのときに、筋肉が動いたり動かなくするスイッチがあるんですが、その構造を決めた研究でございます、これは播磨研の前田主任研究員が行いました。「Nature」に出ています。

一番下のが、「Physical Review Letters」に出たんですが、理研のビームライン29番というのが1キロメートルありまして、そのところに来る放射光というのは非常に空間干渉性が高い。それを使って干渉して出てきたX線を使うと、実は像を再生することができる。しかも、その像の大きさが17メートルから27メートルぐらいまでのものが見られるという新しい方法が開発されています。

雑誌にどういふふうに出ているかというのは、これはほかのことで使ったのを挙げさせていただきまして、右上にインパクトファクターの非常に高い雑誌にどのぐらい載っているかというのを挙げておりますが、動き出してから着実に増えておりまして、現在、年間40本近く出るのではな

いか。先ほどの「Physical Review Letters」はまだ入っておりません。これは5月までのデータなもんですから。日本の建設が終わってから、どのようにそついったインパクトファクターの高い雑誌に載ってきたかというのが比較として書かれておりますが、SPring- 8がその点で非常に高度な進んだ実験が多くやられているということがご覧いただけると思います。

運転利用時間ですが、平成13年度までは5,300時間くらいまで順調に延びてまいりましたが、平成14年度に予算がカットになりまして、これは運転経費は原研と理研がほぼフィフティー・フィフティーで負担していたんですが、予算的に原研の方の予算のカットがひどくなりまして、平成14年度には運転が3,000時間ちょっとしかできないことになりました。そのため、RR2000、タンパク3000というプロジェクトの競争的研究資金をいただきまして、運転時間を1,600時間ほど補強している。それが15年度もそういう予定になっております。

ですから、SPring- 8に関しましては、運転経費というのがだんだん減ってきているという点が非常に大きな問題になっております。

その次に、SPring- 8の問題点は、非常にX線の強度が高い。しかも、エネルギーが高いために、施設の経年劣化がだんだん進んできております。

そこに書いてございますように、一番大きいのは高エネルギー放射線、特に高いX線による影響で、次のページに写真が出ておりますが、冷却パイプのところにごうい浸食されたような。これの理由をいろいろ検討した結果、水の中に溶けている酸素が活性化して活性酸素。よく最近、体の中で問題になりますが、活性酸素の影響で金属の腐食が進行しているということがわかってまいりまして、特に配管が切れたり、そこから水が漏るというようなことがございます。

これは、定常的な保守管理に加えて、特に夏、冬の長期シャットダウンのときに、放射線遮蔽、損傷部品の交換とか冷却水を増強して温度を上げないようにする。温度の関係になっておりますが、それから水質を上げるとか、そついったことをやっておりますが、今のところそれでカバーしております。そついったことが、施設が劣化しているということで進んできております。

ところが、さらに大きな問題は、それに関連しました大幅な予算の削減。横軸に平成10年、11年、12年、13年と書いてありまして、左側の図は運営関係の全体の予算がどのように減ってきているかを示したものです。一方、ユーザーはどんどん増えてきているということで、先ほどの運営予算の中で交付金とタンパク3000。交付金はナノテクノロジーとか産業利用とかということで交付金をいただいておりますが、そついったことで運営経費が減っている問題。

それから、右側の図に示すように保守費、高度化の予算がカットされてきているということが問題になっています。

1つページを戻っていただきたいんですが、ところが、SPring- 8が非常に多くの識見の方に使っていただいて、成果がどんどん上がっている一つの大きな理由は、当初に比べまして非常に高度化が進んでいることです。

一つは、エミッタンスがどんどん小さくなって、大体当初の設計より半分になっておりますが、そのため、X線の輝度が非常に上がってきている。それから、スタビリティが非常によくなっておりまして、そついった低エミッタンス、スタビリティを非常に良くするという高度化が進んでおります。

それでも、大体蓄積リングが100時間くらいで半分になるんですが、そのために、やはり光学素子等が、熱負荷が変わって温度が変わってくるというようなことで、実験精度が若干落ちてくる可能性があります。そこで、常時というのは、比較的短い時間で入射を繰り返して、蓄積電流の変動を、例えば、0.1%以内に抑える。あるいは1%以内に抑えるということをやろうとしておりま

して、技術的にはめどがついてテストを行っております。

これは世界でSPring- 8しかできないんですが、30メートルの長直線部というところがござい
ますけれども、そこにクラブキャビティーというのを入れますと、実は、1ピコセカンド以下の放射
光を非常に強く取り出すことができます。これができると、世界で最も強力な放射光で、どこも
できないようなことができるわけですが、現在そういった高度化をしようと計画をしている矢先、こ
ういった予算がカットされてきているというので、非常に大きな問題になっております。

そういったことで、私どもとしては、順調に動かす装置の運転経費、そういったものはなるべく
はきちんと確保できるようにしていただきたいということと同時に、こういう装置がいつも世界のト
ップでなければいけませんので、今後つくられる大型装置に関しても共通で言えることですが、
常時高度化する技術開発の経費というのは、ぜひ今後、大型装置には確保していただくことが
必要じゃないかというふうに思っています。

そういうわけで、実はまだほかにSPring- 8に関しましては、共同利用の旅費を原研、理研
の経費で出していたんですが、それが大幅なカットになりまして、現在、ほとんどのユーザーが
自費で実験に来るようになっております。一方、KEKの方は旅費が出ておりますので、いろい
ろなユーザーからかなり不満が出ております。これに対しては何らかの形で運営ができるようにな
ればいいと思っているんですが、最近の傾向を見ますと、かなりのユーザーが科研費等の競争
的資金を取ってしまして、その中から旅費を使ってくるケースも増えております。私どもとしては、
むしろ研究者が競争的資金をたくさん取って旅費に使っていただくという方向が、将来的には望
ましいのではないかとこのように考えておりますが、ただ、最初の非常に萌芽的な研究とか、若
くはまだ研究をスタートしたばかりの人たちに対する保障的な点については若干問題かなと思っ
ています。

その次、理研の資料2枚ございますが、先ほど申し上げましたように、1キロメートルの先にコ
ヒーレントなX線が出るのがわかっておりまして、それを使った研究で、アメリカのスタンフォード
大学のミヤワキ教授のグループと一緒にやったものです。左側は銅でシリコンの基盤の厚さの
違うところにこういうパターンを焼きつけたものをリフラクションではかって、左の図がリフラクシ
ョンの強度分布ですが、それをオーバーサンプリング・インターレーションという方法を使って復元
すると、右のようになります。右側は、大腸菌を同じようにして見たもの。大腸菌のリフラクシ
ョンをとると、右側にE. Coli Bacteriaと書いてあるところの下のような像になって、これをやはり
同じようなインターレーションをすると、そこにあるようなものが出る。これは大腸菌ですが、その
真ん中に核のあるものが見えまして、これの大体空間移動が25ミクロン程度だと言われており
ます。

こういったコヒーレントなX線というのは、実は、SPring- 8だけの特徴ですが、これをやる研
究費がずっと理研に高度干渉性放射光の研究というのに出ております。その第2期分として次
のページにありますWater Window領域でコヒーレントなX線を使った研究をやろうというこ
とで、世界で初めてとなる新しい技術開発に基づいた自由電子レーザー、パケットという方向を使
っているんですが、建設が始まっております。ところが、当初の計画は5億円ずつ7年間で35億
円ということでスタートしたんですが、予算カットによってかなり大幅に遅れております。私どもと
しては、何らかの形でうまくいって補正でも出ればと思っているんですが、そこ入れしてなるべく
早くWater Window領域での世界初めてのコヒーレントなX線を使った研究を開始したいと思います。

以上です。

(竹内原子力委員) どうもありがとうございました。

いろいろまだ議論足りないと思いますが、座長として、この話題になるといつも同じことを聞いているんですが、もう既にお話しになっているんですが、ユーザーがどんどん増えて人気上昇しているにもかかわらず、運転時間が国の予算で制約されるということ自身何らかの対策が必要であり、こういう立派なものを使うとき、着想を変えて、もっとも外部資金というんですか、競争的資金を入れるとか、民活的なものを入れてというのはあるんじゃないかと思うんですが、この辺はいかがですか。

(上坪委員) 運転経費に関しましては、今の競争的資金の中に、こういうものの運転経費を負担するという項目がないんですね。だから、今、例えば科研費といたしましても、旅費に関してはかなりきちっとフォーマルで認められております。だから、運転経費は多分これから先の非常に大きな問題だろうとは思えます。いずれにしても、そういうことが問題になる。

もう一つは、科研費も何種類もございまして、大型の科研費の場合にはチーム料みたいなものの支給は可能ですが、小さな科研費になると、なかなかそれは難しい。

(竹内原子力委員) ものによって違うと思うんですね。国がやっている研究で、萌芽的な研究で、それ自身も研究、こういう場合はどうですか。本当の民間があいているチームをもっとも使ってほしいというような要望はどうですか。

(上坪委員) 民間に関してはお金をいただいております、現在は1億円ぐらい入ってきているんですが、全体としては、今民間で使っているのが10数%ぐらいまで上がってきておりますが、大部分はまだ公的な機関の運転経費なので。

(竹内原子力委員) まだチームラインもあいていることはあいているんですね。

(上坪委員) そうです。実は我々としてはできましたら、それも使っていい。ただ、それに関しましては、民間や外国からのものをなるべく歓迎したいと思っています。共同利用に関しましては、30本つくることが25本でとまっておりますので、これは国の研究費でつくるものですが。

(永宮座長) 運転資金が減っている、いろいろ資金が減っている問題ですが、今現在は理研と原研を通して来ているわけですね。法人化後も全部そうですか。

(上坪委員) J統合の後はどうなるかというのに関しては、私にもわかりませんが、理研の中期報告の中には、SP Ring-8を運転するというのは、利用してもらおうというのに入っております。だから、この2つの機関がありますので、片側については今のところ私どもは何の情報もございません。ただ、16年度予算に関しましては、まだ統合前ですので。

(永宮座長) 逆にJASRがもらうことはできない。

(上坪委員) 財団法人ですから、交付金という形になるんですが、こういう大きな装置の運転経費というのは、どうも交付金という形にはなじまないんじゃないかと思うんです。その辺は中ではいつも議論するんですが、今、JASRが交付金をいただいておりますのは、産業利用と共同利用の推進という、放射光利用研究促進機構としてのオンライン業務と、産業界の利用促進、それからそういったものが交付金……。

(永宮座長) 最近年は「タンパク3000」など随分来てますね。直接、理研から来るわけですか。

(上坪委員) おそらく理研からだと思います。それから、ナノテクノロジーというのも来ているんですけども、これは運転資金には入っておりません。

(永宮座長) それを除くとすごく減っているわけですね。

(上坪委員) それから、交付金でコーディネーターの件費、それから支援チームの件費をいただくようになり、それから産業利用の共同利用チームラインを1本つくったことから非常に多

くの産業利用が始まっております。私は、やはりそういう部門をつくるというのが今後大事ではないか。SPring- 8は、それをやったために非常に進んだという成功例なので、J- PARCとかそういうものにもそういうのが必要ではないかなと思います。

(竹内原子力委員) いずれにしろ、J統合の話で若干影響を受けるんでしょうし、これだけ外から人気があって、他の産業、タンパクとかナノとか資金の方もそういう産業が資金を100%用意して使いたいというのがあれば、資金の方の仕組みもやはり大きく変えていくような議論をしていかなければいけないんじゃないか。

(上坪委員) ただ、「タンパク3000」というのは、ご存じだと思いますが、5年間で3,000のタンパクの構造改革をやろうということで、昨年1年間で日本は150、当初の計画からは減っているんですが、世界一のアメリカよりも多いと思うんです。アメリカの倍近いと思うんですが、そのうちの半分は横浜のMER、それから半分はほとんどSPring- 8、それをやっている大部分の先生は、理研の方と大学の先生方です。企業はほとんど入って来ません。

(竹内原子力委員) それでは、時間の関係もありますから、次に進めたいと思います。

それでは、永宮座長お願いいたします。

(永宮座長) それでは、お手元の資料の「大強度陽子加速器計画」というのをご説明したいと思います。まず、一番最初のページ、この計画はどのようなものかというのをもう一度おさらい的に示したのですが、この計画は、リニアックからビームが出まして、その後、3GeVシンクロトロンというのがございまして、そこでビームを3GeVまで加速いたしまして、それを物質・生命科学の実験施設に導きます。ここに書いていませんが、1MWという出力のビームを加速するというのがゴールであります。その一部分のビームを今度は50GeVというシンクロトロンに導きまして、そのビームを2つに分けて、1つは原子核・素粒子実験施設、これは専門的な言葉で言いますとスローエクストラクトドビームと呼ばれる連続ビームを出すセクターに導かれます。もう1つはパルスビームを出すセクターとしてニュートリノ実験施設への引き出しラインがございまして、それはこの図でいいますと斜め右下の方に打ち出しまして導くということです。さらに、現在、リニアックからのビームの一部分を使用する核変換実験施設があり、これとニュートリノ実験施設は2期計画として位置づけられております。

この計画は、元来、3つの目標でスタートいたしました。陽子ビームを原子核にぶつけますと、原子核は陽子と中性子から成り立っておりますので、そこに存在する中性子がぼろぼろ出ていきます。その中性子をいろいろな形で利用しようというのが第一の目標です。いわゆる中性子科学というものです。これは3GeVによる物質生命科学の基幹であります。非常に低エネルギーの中性子を使って、原子炉から出てくる中性子もこういう目的に使われるんですが、それをパルスのように使うということで、パルス中性子といいますが、それで物質生命科学、特に最近では生命科学の方を一生懸命やろうということでもあります。

それから、第2の目標として、かなり高エネルギーの中性子を用いまして加速器駆動消滅処理、要するに、原子炉から出てきます超寿命の原子核を壊して消滅処理をするという、そういうことが次の目標にあります。この計画はまだ現在進んでおりません。

それから、50GeVぐらいの高エネルギー陽子を原子核にぶつけますと、いろいろな二次粒子がたくさん出てきますが、例えば、中間子とかK中間子とか反陽子とか、そういうもの、あるいは中間子から出てくるニュートリノ、そういうものを使って原子核素粒子の実験をしようという、これが第3番目の目標です。

資料の各セクションで利点と課題を書きましたが、本計画は非常に多目的なものでござい

す。陽子ビームをぶつけますと、いろいろな粒子が出てきまして、この二次粒子、三次粒子をビームとして使うというのはこの計画のエッセンスであります。そのために陽子ビームの強度を上げなければいけないんですが、陽子ビームからたくさんの二次粒子が出てきますから、それを全部使えば目的がいろいろ多様化し、多くのユーザーができるということで、国際的にも、こういうマルチパーパスプロジェクトだとして非常に注目されて、学際分野の創出にも期待がかかっています。一方、単目的加速器に比べるとコストが増大いたします。そのために、幾つかのプログラムが第2期計画になるということになっているわけです。

次のページにいきまして、現在施設はどういうふうになっているかといいますが、これは2月に撮った航空写真ですが、リニアックがありまして、これは東海村ですが、海の方が上でありまして、3 GeVシンクロトロンが工事が行われています。50 GeVシンクロトロンはまだ工事が一部分しか進んでいませんが、もう8月ですから、これより現在はかなり進んできております。

このリニアックという文字の「ク」の下あたりに白っぽい建物がありますが、そこにプロジェクトチームのヘッドクォーターがありまして、そこにカメラを据えつけてまして、左側を見ますと、リニアックが見えます。右側を見ますと3 GeVが見えるんですが、そこからいろいろな写真を撮りますと、その下に示した写真になります。3 GeVシンクロトロンの建設地という右上の写真ですが、これは白い建物から右側を見た写真になります。今はトンネル工事、コンクリート打ち等々がかなり始まっています。50 GeVシンクロトロンも工事が始まっています。

最近、中央制御棟というメインコントロールルームが完成いたしました。我々の建物としては第1番目に完成した建物です。

その次のページにあります。50 GeVの工事中に遺跡が見つかりました。これは塩田ですが、かん水槽であるとか釜屋の跡とか人体がここで出てきて、若干工事がつまづいております。しかしながら、土木工事はおおむね順調に進んでおります。建物では、中央制御棟が既に完成いたしました。ただ、埋蔵文化財発見に伴う建屋工事の完成時期は遅れないように努力しております。そうはしているものの、いろいろ機器の搬入計画に見直しが必要ということで、今現在、数カ月から、たかだか半年以内の遅れですべては進めることができるというふうにしております。

ちょっと余談になりますが、せっかくなので埋蔵文化財が出てきましたので、これは教育に非常にいいということで、来週ですが、東海村の小中学生を何日か呼びまして、埋蔵文化財の発掘調査の体験学習というのを企画しております。

加速器に関しては、上流部にリニアックというのがございますが、リニアックはかなり完成して、リニアックの上流部だけが完成しているんですが、さらに、3 GeV電磁石、四重極磁石、こういうのもどんどんでき上がりがつあります。

その次のページに、3 GeVのビームパイプというのがございまして、これは専門的になりますが、3 GeVはラピッド・サイクル・シンクロトロンで、かなり早く何回もビームを回すため、うず電力が出るので、ビームパイプはすべてセラミックで作るということになっております。

それから、Fire meを搭載したRF加速装置と書いてありますが、これは実は我々が発明した非常にユニークな加速装置でありまして、今までのスタンダードより加速効率が10倍ぐらい上がったということで、世界的に注目されている加速装置、これは外側だけです。余りわかりませんが、そういうのも一応完成しております。

最後の写真は50 GeVの磁石です。現状と課題ということですが、加速器機器の建設はおおむね順調。発注に関しては、リニアックは80%、3 GeVは50%、50 GeVは60%の発注が既に終わっております。建設は現在3年目です。一方、完成後すぐに期待される1 MWという大出力を達

成できるかどうかということに関しては、いろいろ多くの困難は予想されますので、今は、単に目標出力の早期達成ができるかを十分に企画して考えて準備作業を進めています。

予算、スケジュール、建設組織ですけれども、予算は、2001年度にスタートいたしました。従って今年为建设3年目でございます。1期の計画は総額1,350億ほどで、2期も入れますと1,890億円という膨大なものです。最初のページに、マルチパーパスのためにお金がかかると言いましたが、マルチパーパスのために1,890億円ということに対して、高過ぎるのでプライオリティーをつけてやりなさいとの第三者評価によって、大体、総枠の3分の2程度をお認めいただいて、総枠の3分の2の1,350億、それあたりで現在スタートしています。次のページにまいりますが、KEKと原研の総予算の比は、原研が2で、KEKが1ぐらいです。だから、800億円余りが原研で400億円余りがKEK分だということで、KEK分は少ないわけですが、そのこともありまして、KEKはKEK分の46%を、前半3年が終わったときにも既に執行されております。

一方、今、原研は原研分の30%しか執行できていないということになっておりまして、残り70%は後年度の3年間の支払い。これは非常に大きい。原子力予算が今どんどん下がっていきまして、原研分は原子力予算から来ております。そういうところで、原子力予算に頼っている部分の後年度負担が非常に厳しいということです。

次のページにいきまして、建設の組織ですが、300人ぐらいでやっております。

現状と問題点として予算配分が大体、原研が2、KEKが1の割合で、平成15年度が終わった時点でKEK分46%、原研30%で、後年度負担が大きいということが、今、非常に問題と見ています。

完成後の運転に向けてということですが、既にLetters of Intentというのを中性子及び原子核素粒子で公募いたしました。この図では、原子核素粒子の例だけ書いてありますが、30件の応募がございました。それを今審査している途中ですが、大体500人ぐらいです。だから、1件当たり平均15人から20人近い実験者となります。国別では、日本が大体3分の1、ノースアメリカが3分の1、ヨーロッパが4分の1ぐらいで、参加国は非常にインターナショナルになっております。

一番大きなのはニュートリノ実験ですが、その人口比は大体これと同じ人口比でありますから、ほかの実験計画も大体そうなっているとお考え下さい。

また、2機関完成後の運営体制ということについて非常に詳細な議論を始めているということも書きました。

時間の都合で次に行きますが、現状と課題ということで、中性子分野も原子核素粒子分野もLetters of Intentを集めると、多くの装置建設希望が集まっております。課題は、実験装置の建設予算をいかに獲得していくかということにあります。実験装置の予算が現在実験経費の中に含まれていない。先ほど、競争的資金の話もありましたが、そういうことであります。

従来の大学共同利用研究機関では、実験経費というカテゴリーのお金が加速器運転開始後に計上されておりました。実験装置製作の経費に主に当てられておりました。しかし、今後どの程度の実験経費が計上されるかは不明でありますし、原研の場合は大学共同利用機関ではないので、そういうたいのものがどの程度なのかわからない。それが一つの問題。

それから、運営体制に関して言えば、これは2機関、非常に体質の違った2機関が共同してJ-PARC運営センターというをつくることになると思うんですが、それをつくったときに、どのような機能をこのセンターに託すか、要するに、両機関がどれだけの責任を果たして、このセンターがどういふふうに対応するのかというのが非常に今大きな論点になっている。

また、共同利用をいかに実現するか、産業界をいかに取り入れるか、外国の研究者をいかに取り入れるか、教育の問題はどうするか等々も大きな課題として議論されている途中であります。

6番目に地元の取り組みということですが、茨城県が「サイエンスフロンティア21構想」というのをスタートいたしました。これは東北地区の科学拠点をいかに開発してかに関して、我々は東北地区ですが、特にJ- PARCを中心に、県としてどうするかという取り組みが始まりました。その答申が大体まとまりまして、県が中心になって、我々の中性子のビームラインを設置しようということが決まりました。そういうことで、中性子ビームラインを数本ですが、特に産業界の橋渡し役にしたいということが県の主なねらいであります。これは我々としては非常に歓迎することなので、積極的に県に協力しながらやっていくということです。

東海村もいろいろ応援体制を構築しつつありまして、教育の充実や国際的なまちづくりなどの委員会がスタートしています。

今抱える問題点として2点掲げました。

1つは、ニュートリノ実験の早期実現ということですが、現在、2期計画にはあるんですけども、ニュートリノ実験に対して、日本は非常にリーダーシップを持っているということが挙げられます。国際的に最近競争が非常に激化してまいりました。小柴先生ノーベル賞受賞のお話にもありますが、ニュートリノというのは非常に脚光を浴びてきているために、競争が激化しております。できれば、早期実現をしてほしいと、来年度からのニュートリノの実験施設の建設着手というのを今要求しています。

ニュートリノには3種類ございます。太陽ニュートリノは太陽で生成されるんですが、エレクトロンニュートリノと呼ばれています。また原子炉から出てくるニュートリノもあるんですが、そういうものを使った実験にSNOとかKamLANDという実験がございます。さらに大気で行けるニュートリノの大気ニュートリノでは、カミオカンデのいわゆる有名なニュートリノ実験がございますが、それ以外に、加速器からできるニュートリノではK2K実験があります。T2Kという東海からカミオカにニュートリノを送る実験では、ミューニュートリノというものから加速器でできないタウニュートリノというのを經由してエレクトロンニュートリノに移行する過程、こういうものを主に調べたいということです。

それから、中性子における世界的競争も非常に激しくて、本プロジェクトでは原研担当は加速器では3GeVまでであります。実験施設では中性子を中心とする物質生命科学の実験を担当しております。この分野でも、既にSNS計画という米国の計画が総経費1,700億円で出力2MWということで、2006年度完成を目指して建設しています。さらに、パルス中性子源であるJ- PARCに負けまいとイギリスでも第2ターゲット増設計画というのを2007年の完成を目標に開始している。

そういうことで、我々も6年計画で実現すれば、国際的な競争力が強いんですが、それが7年とかに延びることになると非常に厳しくなるということで、2003年度に80億円ぐらいであった原研予算が来年度は200億円に伸びないと、6年計画で終わらないということで、当局の量子放射線課も、何回も、どこまで可能かという交渉をしています。これはひとえに原子力予算のことです。この付与はぜひともお願いしたいというのが我々の希望です。

(竹内原子力委員) どうもありがとうございました。外国からの参加というのは、やはり外国から費用負担は一緒に約束するような格好になっているんですか。

(永宮座長) 向こうから実験装置を持ち込んでというのはかなりたくさんあります。例えば、ビームラインぐらいはこちらで用意してほしいというのが一般的な話であります。我々が用意する

ビームラインでは不十分なようなプロポージャーもたくさん出ていますので、そのための費用が伴わないと、また外国からの受け入れもできないということです。

(竹内原子力委員) それはビームをさらに分散するようなことですか。

(永宮座長) 分岐するんです。

(竹内原子力委員) 分岐してリストアップする。

(永宮座長) そうい感じですね。

(竹内原子力委員) あと予算の話に尽きるようですが、原子力予算に関係しているので原研の方がちょっと弱い。そのようにも聞こえるんですが、原子力予算として原研が持っている予算が先細りになるという心配、そういう意味ですよ。

(永宮座長) ダイレクトに言うとそうですね。今心配していることは先ほど言いましたように、KEKの分担金が少ないということもあるんですが、大学特会ということで最初無理して入ったこともあって、今のところ順調には出ているんですが、原研へ交付されている原研総予算はどんどん毎年減っているんです。これは原子力予算が減っているということの裏返しでもあるんですが、そういうことで、こういう基礎科学を原子力予算の中でどういうふうに扱われるかということも含めて考えてもらいたい。

(竹内原子力委員) もう1点、大学自身、これも両方とも文科省になるのですが、将来、大学の共同利用研究の実験経費とかいろいろ書いてございますが、こういうものは大学のどこ科とかそういうのでかなり変わってくるんですか。これがよくわからない。

(永宮座長) 現実には、具体的な例で言いますと、いろいろな大学がもう既にこぞって共同利用計画作成を始めています。京都大学は3グループか4グループ集まって計画するとか、大阪大学とか、東北大学とかいろいろところで計画しています。今の共同利用研究所のあり方では、むしろ、そういう大学からの要求というのは認めないという方針できたんです。ですが、今後はそういうことはないだろうということで、ぜひそういうことは促進していきたいというのが個人的な意見です。

(上坪委員) 質問ですが、ビームライン、中性子の場合は1本幾らぐらいになっているんですか。

(永宮座長) 平均10億円。

(上坪委員) 当初どのくらい整備されそうですか。

(永宮座長) 非常に言いにくいんですが、最低1本ということです。県が一、二本用意して、数本は整備されるかと思いますが、今考えられるのはその程度です。

(曾我委員) 先ほどのSPring-8と上坪さんの話ですと、大体運営予算が100億円ぐらいですが、年間、KEKの第2期計画はともかくとして、第1期計画で運営費用というのは大体どのぐらいを 実験施設をどうするかという問題はあろうと思うんですが。

(永宮座長) 我々、電気代が今一番安いので概算して、フルに運転してですが、90億円ぐらいかかると言われているんですね。そうしますと、ほぼ200億円ぐらいは要求しているんですが、150億円ぐらいは最低必要じゃないかということは考えています。

(曾我委員) それは実験施設とはまた別の値段ということですよ。

(永宮座長) SPring-8は幾らですか。

(上坪委員) 運営経費は、ここに書いてありますように、初めは120億円ぐらいだったんですが、今は原研からいただいているのが弱まりまして80億円ぐらいになります。それであと20億円ぐらいは交付金とかいろいろ資金をいただいているのかな。だから、やはり110億円ぐらいかかっているんじゃないかと思うんですが。

(永宮座長) 結局、200億円ぐらいだと思っているんですが、150億から200億の間じゃないかなと思います。

(上坪委員) 先ほど申し上げなかったんですが、今、SPring-8に來ている運営経費等について、理研分は基礎基盤研究課の予算で、原研分が原子力予算。原研分が減っているのは、やはり原子力予算が減ってきているということの表れじゃないかと思う。SPring-8建設のときは、マシンは原子力予算でつくらせていただいていたんですが。

(竹内原子力委員) そういう関連で、原子力予算でいくのもあるでしょうし、もう一つは、独法化とかそういうのが進んでいますので、やはり日本が科学技術のトップランナーを維持する、いわゆるプレステージを維持するために、日本として使わなければならない必要な資金というのは必要ですね。これをやはり必ずしもニュートリノの話になると原子力予算というわけでもないし、さらに別の次元のトピックもいっぱいありますので。

(永宮座長) 原子力予算は、我々の計画が着手した頃は、スタートしたときは非常にオプティミスティックな見通しだったが、このように減っていくとは思わなかった。伸びが非常にまずいということが、結局後ろに延ばしている要因です。

(竹内原子力委員) 何かブレイクスルーの議論をしないといかんですね。総合科学技術会議とかですか。

(永宮座長) 原子力委員会はどういう対応をするのか。

(竹内原子力委員) 原子力委員会からこういうことを言うことは言えますけどね。

(永宮座長) 総合科学技術会議は原子力予算に関しては遠慮しているということもあると聞いています。だから、原子力予算以外のところからカットしていかれる場合には、総合科学技術会議で。

(竹内原子力委員) それでは、時間も時間ですから、最後、谷畑さんの方からお願いします。

(谷畑委員) それでは、この資料5-3-4号ですが、Rビームファクトリーについて説明します。

これは明らかに建設段階においてであります。まず簡単にRビームファクトリーを思い出していただくということから始めたいと思います。

Rビームファクトリーというのは、水素からウランまでの全元素のRI不安定な原子核を世界最大の強度のビームとして発生させて、それを利用して、基礎から応用にわたる幅広い研究をしようという産業技術に飛躍的發展させよう、そういうことで建設を進めております。

計画は、第1期計画、これは加速器からRビームを発生させるという部分が今進んでおりまして、2期としては、それを使った研究施設の整備という形に大きく分かれております。

現在、一つの目標の最大のものとして、核子当たり350MeVまでのウランを加速しまして、それから発生するRビームをつくるということを始めているわけですが、実は、歴史的に見ますと、Rビームを使った研究というのは非常に早い時点から始まっておりまして、現在のリングサイトトロンを使った研究が非常に早い段階から進んでおります。

実は、平成9年度には全体の建物基本設計、調査を始めまして、現在進行中で後で紹介しますが、18年度にはこの施設の整備が終了する予定でございます。Rビームを発生するというので、そこで新しく発生するRを見出すというような研究は、その段階で進められるわけですが、それ以降の、実際にRビームを使ったRビームファクトリーの目的とする研究は、2期の整備後進めるという形になっております。

期待される成果としては、これは理研の加速器施設の以前からの考え方でありまして、非常に基礎的な研究から産業応用までいろいろな分野への効果を期待しております。それに、さらに

放射線の源であるRの諸性質の解明による原子力技術の新開発への貢献。基礎では原子核の理論を新しく変えることによって、周辺分野にも影響を与える。それから、実際にここでRの利用をするという大学、ほかの研究所の方々の人材の育成にも役立てようと思っております。

計画自身はその次のページに、全体計画として書いてございますが、左側は現施設でありまして、右側のグリーンのプレートの上に乗った部分がRビームファクトリーの運用をあらわしております。

現在1期と申しておりますのは、建物の色は水色に書かれている部分でありまして、現施設からビームを持ってきて、それをRC、SRCという2つの加速器、SRCは世界で初めての分離セッター型の超伝導ビームサイクロトロンですが、これを建設しまして、その後、BigRIPSと書いてありますが、これでRビームを発生させる。その後、ピンクの建物になってきますが、これが2期の方で、そのRビームをそのまま使用する施設が分離機につながったところですが、さらに高度化の利用という意味で、ビームをストレンジするか、そのビームと電子算段をするというようなものが書いてございます。

これがRビームファクトリーの全体としてのゴールで、建設のゴールであります。現在どういうふうになっているかということをお話したいんですが、現在の第1期の加速器という意味では、次の複合加速器という図がございますが、現在ありますブルーのリングサイクロトロン、その後ろに3基のサイクロトロンを建設します。RC、RC、SRC、この3つですが、エッセンシャルにはリングサイクロトロンから来たビームをさらに加速して高エネルギーまで持っていくこと。エネルギーだけではなく、エネルギーというよりも、Rビームをつくるには強度が非常に重要でして、その強度をつくるために非常に工夫がありまして、RCというものは特に重いウラジウムの強度を強くしようという。それからエネルギーを上げようということで、RCというものが加わっております。

現在これは建設中でありまして、最終的なエネルギーは、その次のページに書いてございますが、これは多分皆さんご存じでしょうから、データとして成り立つかは見ていただければと思います。

5ページ目ですが、RBFにおける研究。

基礎としては、まず、3,000種にわたる世界最大の数のRビームを発生して、その研究することによって、未踏の原子核世界を切り開く。原子核の研究というのは、今まで約200種の不安定な原子核の研究がほぼ中心でありまして、こういう未踏の原子核を研究することによって、本当の原子核の姿を見る。今までは手探りでゾウを触って、ある一部を触りながら、ゾウはこんなものかというふうにビームをつくっていたんですが、全体を見ることによって、全容を、1つの原理から調べようということが一つであります。

もう一つ、基礎の問題で非常に重要な問題は、元素の誕生、この謎の解明ということ。この世の中の元素は全部宇宙の発達とともにゼロからつくられたものであります。全部それは原子核の反応でつくられているわけですが、そういう道筋を実験室で再現していかう。追いかけていこうというこの2点の研究をしていく。

これは、今までつくれなかったものがつくれるようになるというところから出発しまして、見れなかったものが見れるようになるということで、見れなかったものが見れるようになるというのは、例えばSpring-8のX線で画像をつくるとかということも同じですが、もう一つ前まで戻って、つくれなかったものをつくれるようにしようというのが一つの基礎的な方向での研究の大事なところ。です。

実用への貢献という意味では、これは先ほど曾我さんからありましたが、こういうRを打ち込む技術の開発で、1つは、がん治療法の開発ということで、これは非常に早い段階で放医研と共同研究をしましたが、これはがんに限らず、いろいろなところへRを打ち込んで、それを利用しようという実用化の方法がありますし、これはトレーサーの打ち込み技術としてのRの利用ということもございます。それから、新しいRが見つかるわけで、すべての元素のRにそれからいろいろな長い寿命、短い寿命までのいろいろなRでございまして、そのおのおのの特徴を利用して、例えば、R医薬品の創製などにも役立てたいと思っています。

核図表が書いてございますが、四角の中に元素名(元素名というか原子核の名前)が書いてございますが、これは全部、現施設で理研が発見した原子核をリストしたものです。

×と書いてあるのは、これはないということを証明した。それも非常に重要ですが、こういう方向で進んでおります。

それから、実際にこういう研究を進めていく中で、どれくらい広い領域を我々がカバーできるかということが、水色で書いてありますが、現在、ピンク色のところからブルーのところまで、まず全部つくるといところから始まる。研究をこの全領域に占めていくというふうに考えています。

実際の現状をこの後報告しますが、第1期計画(2006年完成予定)となっておりますが、その部分だけを書いたのが6ページの図でございまして、全体の計画と比較していただくとわかるんですが、加速器はすべて完成し、分離機が1つでき上がるということになりまして、これをつくることによって、新しいビームの発生、Rをつかってビームを発生するということは可能になりますので、この段階である程度重要な研究はスタートするものと考えています。ただし、もちろん先ほどお話ししたような研究は実験施設の完成がなされることが重要で、これは2期の部分として、この図では入っていないということになります。

実際にこれまでどういうふうな進展をしたかということが次の7ページの図にございます。この計画は、既に1994年に国際諮問委員会を開催いたしまして、その後、何らかのRビームなりというものが始まりまして、つくったのが1995年なので、もうそろそろ8年を経過しているわけです。今のところ、1期完成は2006年ということで、10年以上かかった建設ということになります。当初は、もう既に今ごろは最初の運転はしているものだというふうに期待しておったんですが、なかなか予算の伸びがそういうふうになかったということで、2006年までかかるということになっていきます。

それと、当初との違いは、2期計画は、1期計画のめどが立ったところからスタートすることになっておりましたが、今のところ、正直に言うと、予算的な予定は立っておりません。ただ、1期計画の加速器の建設が見える、もうあとはこなすだけになるという状況になる来年度中には、その部分の評価委員会、これは最初に、なぜ、Rビームファクトリーが必要かという議論をしたときからほぼ10年が経過しておりますので、実際の研究の内容ももう一度見直すということで、来年のどこかで評価、アドバイスをいただくようなことをしまして、それをもとに、これはこちらの希望であります。2006年くらいからは2期計画をスタートさせて、3年ないし4年の間に完成させたいというふうに考えています。

これは、1期全体で397億の計画ですが、予算の伸びが非常に遅かったところへ、最近の予算の減少は先にやってきました、なかなか苦労をしておるということでございます。

その次から少し写真がございまして、8ページ、これは建設現場の最近の写真でございます。

Accelerator Buildingと書いてあるブルーで屋根が見えているビルがありますが、これがAccelerator Buildingで、完成しております。

実験棟は、そこに見えますように今穴を掘っておりまして、コンクリートを詰めている段階です。完成した加速器棟というのが写真にあります、その次が、その建物の内部でありまして、超伝導のビームサイクロトンのマグネットを、今、搬入がどんどん進んでおりますが、実際の設置はまだ設置費の関係でできないんですが、その場所へうまくはまるのかどうかという意味で仮設置という形で進めております。

その次のRCというのは、これはサイクロトンとして完成をしております、これは実は、その建物の中ではなくて、つくっている企業での組み立て測定作業の写真でございますが、こういうふうにでき上がっています。

その次の12ページ目の写真は、これが分離器でありまして、分離器といいますが、これは世界最大のRビームをつくらうというわけで、非常に大きな、長さが70メートルもあるような分離器でございますが、予定では2本並列に分離器が入るというわけで、これはこんなに大きなシンドウがその間に入るといような建設の中間の段階です。現在ではこの分離器の方は、その次の写真にありますように完成しております。まず、1期では、このうちの1器の分離器が建設できるということで、左コーナーにあります、これは3つ磁石があって、クワトロポールマニアというんですが、3つセットに入った超伝導電磁石のテストをしたプロットファイルと、こういうものが数十メートルずっと並ぶというものになっております。

加速器はこういうふうにどんどん進んでおりますが、実験関係でも、実はこのRビームというのは、非常に実験としてもデマンディングでありまして、ビームの強度が非常に弱い。だから、効率は非常に高くしたい。しかし、ビームの性質は非常に悪いので、測定自身は非常に精度を上げないといけないということで、rフレクターターゲットをすべて再開発というふうな形になり、世界的にだれもやっていないことですから、いろいろな開発が必要です。

Rビームファクトリーというのは、1陽子マイクロアンペアのビームが出てきます。これは実はステンレスの板に当たりますと1秒もたたないで大きな穴があいてしまうという、それぐらいのパワーがあるビームです。ビーム自身で溶接ができるんじゃないかというぐらいのもので、それをターゲットにつけて、Rを発生するわけですから、ターゲットが強くないとだめです。このターゲットの開発というのは世界で初めてで、もう方式は完成しています。また、ビームを非常に効率よく使うということで、水素の標的の開発、それから分離法、非常に重いRの分離は非常に難しく、世界でもなかなかできていないんですが、全く新しい方法を開発いたしました。検出器もすべての部分に対して、今までにないような形を開発しています。加速器の検出の時間をはかっているということの裏腹ではあります、実験側の開発は着々と進んで、いつでも実験が進められるような開発は終わっております。

そうやって開発をしておりますが、最近にわかに世界でも、もちろんこのRビームというものの重要性が叫ばれるようになりまして、OECDのメガサイエンスフォーラムでも、世界の3極に大きなRBFの施設をつくるべきだという方針が出たこともありまして、日本でRBFというのはかなり早く開始したんですが、現在、ドイツのGSIこれはヨーロッパの大学のようなものですが、それからアメリカではR計画という、最終的にはほぼ同等の施設の議論が進んでいる。

GSIIのものは、これは理研とは違ってシンクロトロンを使うものですが、これはサイエンステックなレビューは全部終わりました、政府はこれを建設することを決めました。ただし、予算をいつ、どういふふうに出すかということがまだ決まっておりませんが、国際的に20%の予算を持ってくればすくなくても開発して始まるというふうなことを聞いております。この10月にも、どういふ資金計画でやるかという議論がされることになって、いつスタートするかということで心配しているところ

です。

それから、アメリカのRIA計画というのも原子核の、右端に書いてありますが、2002 Long Range Planでも最重要プロジェクトということになっておりまして、ただ、ちょっとおくれましたのは、ミシガンとアリゾナ2カ所の両方が自分のところでつくりたいという提案を出しまして、その調整にちょっと時間がかかったということで、実は、今月の終わりにワシントンでその辺の調整の会議が行われることになっています。

これが大きな施設として三つ巴でやっておりますが、次のページに書いてございますが、実は、今のところ、最終的に到達する性能は正直言って、ほとんど同じであります。それはもちろん、今現在、人間の力でできることの一番いいことをやろうと全部思っているわけで、その到達点は非常に近いものになりますが、RBFはほかに比べて、このままでいけば数年早く完成することができるので、競争上にまだあるというふうに考えております。

現状、なぜ、RBFかといえますと、この図で、理研の現施設というところは非常に濃い赤になっているんですが、この部分だけは非常にいろいろな研究が進んでおりまして、世界をリードするような研究が進んでいるんですが、そのほかの部分はまだ手がついていない。手がついていない部分の方が多いということですが、その部分に向けて進めるといことであります。

最後のページのまとめで、一番重要ですが、まず、今現在、RBF計画というのは世界のトップを切って建設が進んでいる。これは事実であります。このまま実験装置まで建設が進めば、世界で初めての研究が数多く可能であって、この時代に日本にRビームファクトリーをやったということが歴史に残るのは間違いないと思っております。ただ、現状として、ヨーロッパとかアメリカの計画が立ち上がりつつありまして、ヨーロッパとかアメリカの計画というのは、立ち上がる前は非常に時間がかかるんですが、立ち上がると、その計画でできるということがありまして、非常にいつも横目でにらんでおります。

今、このまままぐいけば、3年ぐらい水をあけて研究ができる。これは3年というのが一つの実験の周期です。だから、3年あれば1周期あける。実は、Rビームというのは日本人、我々理研が中心でやってきまして、世の中に10年と言いたいところだが、七、八年リードしてやってきたものですが、だんだん3年に近づいていって、これ以上遅れると、せっかく日本人が開拓して世界中を巻き込む動向をつくったのに、気がついたら離されるということになりかねない。そのためには、非常に簡単なことしかここに書いていないんですが、実験施設と実験装置の建設が早期に完了することが必要でありまして、加速器が完成しても、実験装置がないことにはどうにもならない。非常に当たり前のことですが、それが必要であるということと、建設完了後の安定した運営費と研究費が必要である。

現施設でも、原子力予算というのは頭が痛いところですが、減少がありまして、現施設の運転も運転時間を切らないといけないというような議論になっておりまして、今年度の予算でも、下手をすると半年しかマシンが動かないというような状況です。これだけの装置をつくるということは、それだけの理由があるわけで、それを建設して十分使えないというのは、これは大変残念なことですので、ここまで含んでご議論いただきたい。

(竹内原子力委員) どうもありがとうございました。

(永宮座長) ちょっと実際の質問ですが、397億円のうち来年度以降残っているのはいくらですか。

(谷畑委員) 80億円ぐらい。

(永宮座長) その80億円で、一応完成しますか。

(谷畑委員) 1期の完成はします。

(竹内原子力委員) 話を聞いていて、早くスタートしたなら、早くゴールに入るとおっしゃる。これはよくわかるんですが、よその国は遅くスタートしても最後には勝つというのは、やはり今までの例ですか。

(谷畑委員) 例えば、ドイツの計画ですと、スタートすると単年度予算ではなくて予算が出ますから、5年は5年で完成するわけです。

(竹内原子力委員) 建設総予算制度でやっているんだ。そこは日本と違いますね。

(谷畑委員) 毎年見直して、そのときの全体の予算のことでうまくはめていくという努力を毎年しているわけですが。

(竹内原子力委員) 建設にとっては非常に効率の悪いやり方ですね。短期でやって、成果品を早く社会に還元する、いわゆる知的な償却も早くするというのが本当ですね。

(谷畑委員) ここ数年は、常にあと3年したら完成するという状況です。

(竹内原子力委員) ただ、似た案件は多くなりましたね、後半の建設中の方は。ですから、やはり国の予算をどうするかというアピール性ですね。

では、私はこれでバトンを渡します。

(永宮座長) 時間が午後6時になってきましたので、事務的なことをまず申し上げますが、私も書いていて、このメモを今置いていくほど何も書いていないので、やはり自分でまとめて、Eメールで送る手段しかないのかなと思います。もちろん、もっと効率よく書かれた方は事務局に置いていっていただくのもいいんですが。

それで、一応期限を切っておきたいんですが、8月11日というのは月曜日ですが、8月11日までに出すというのはいかがですか。10日間ほど余裕を持ちますので、週末やられる方もおられるので、8月11日に、Eメールで事務局まで送るということをお願いします。

以上で本日予定していた議題は終了しますが、ほかに何か委員の方からございますか。事務局の方にバトンタッチしたいと思います。

(藤嶋参事官) 先生の方から、事務局の方で1個、もうEメールのことを言っていたいたもんですから、次回と次々回の開催の予定について確認させていただきます。

今回は9月2日火曜日、2時から6時までということで、場所につきましては、また事務局から追って連絡させていただきます。

また、先ほどございましたとおり、次々回、9月下旬に予定しておりますが、来週にも皆さんの日程調整をさせていただきたいと考えていますので、よろしくお願いいたします。

本検討会の議事録というのは公開されておりますが、議事録につきましては、要約版をつくらせていただいて、皆様のご確認をいただいた後、公表したいと考えていますので、よろしくお願いいたします。

最後に、もう一度確認ですが、きょうのフォローアップのコメントにつきましては、11日にEメール、事務局にご連絡いただくというふうにお願いしたいと思います。

以上です。

(永宮座長) それからもう一つ細かいことですが、次回の発表に関して、口頭で言いましたが、それを事務局で一応リストにして私の方に送っていただけますか。それで、それを構成して皆さんに渡すようにします。

では、本日はどうもありがとうございました。