

総合科学技術会議 評価専門調査会
「X線自由電子レーザーの開発・共用」
評価検討会（第1回）議事概要（案）

日 時：平成17年9月22日（木）10：00～12：16

場 所：中央合同庁舎4号館（4階）第2特別会議室

出席者：川合座長、黒田議員、北里専門委員、原山専門委員、板東委員、
堀委員、松下委員、山田委員、若槻委員

説明者：文部科学省研究振興局基礎基盤研究課課長 米倉 実

文部科学省研究振興局基礎基盤研究課

大型放射光施設利用推進室室長 小島 泰典

独立行政法人理化学研究所理事 土肥 義治

独立行政法人理化学研究所播磨研究所主任研究員 石川 哲也

慶應義塾大学理工学部教授 中迫 雅由

- 議 事：1. 開 会
2. 調査・検討の進め方について
3. 研究開発概要の説明と質疑応答
4. 議論
5. 閉 会

（配布資料）

資料1－1 調査・研究の進め方について

資料1－2 評価検討会運営要領（案）

資料2 「X線自由電子レーザーの開発・共用」評価検討会資料

（机上資料）

○国の研究開発評価に関する大綱的指針（平成17年3月29日）

○科学技術基本計画（平成13年3月30日）

議事概要：

【事務局】ただいまから「X線自由電子レーザーの開発・共用」にかかります
第1回の評価検討会を開催させていただきます。

本日はこの評価検討会のメンバーとして加わっていただきました委員の皆様方におかれましては、非常にご多忙のところ、また私どもの方から非常にタ

イトな日程の中でのお願いということになりましたけれども、快くご出席を受けていただきまして、御礼を申し上げたいと思います。

まず、この評価検討会の座長でございますけれども、総合科学技術会議評価専門調査会の専門委員の中からこれまで座長を選出するという方法でやってきております。先般、9月16日に開催されました評価専門調査会におきまして、川合眞紀専門委員に座長をお願いするということでご了解をいただいておりますので、この評価検討会につきましては、川合先生に座長をお願いしたいということでございます。

それでは、これから先の進行につきましては川合座長をお願いをしたいと思いますので、よろしくお願いいたします。

【座長】ただいまご紹介に預かりました川合でございます。短い時間で大変な作業をお願いいたしまして大変なことだと思いますけれども、よろしくお願いいたします。

それでは、ただいまから総合科学技術会議評価専門調査会「X線自由電子レーザーの開発・共用」評価検討会第1回を開催いたします。

まず、この検討会の設立の経緯についてですが、総合科学技術会議は内閣府設置法に基づき、科学技術に関する大規模な研究開発その他の国家的に重要な研究開発について評価をすることとされております。これを受けまして、総合科学技術会議では平成15年3月28日の本会議において、新たに実施が予定されている大規模な研究開発で国費総額が約300億円以上という研究開発については、総合科学技術会議がみずから評価を行うことを決定しております。

本日のこの検討会はその大規模な研究開発に該当します文部科学省の研究開発課題、「X線自由電子レーザーの開発・共用」の評価のために必要な調査・検討を行うために設置されたものであります。皆様方にそのメンバーをお引き受けいただいたことでありまして、よろしくお願いいたしますと思います。大変急なお願いにもかかわらずお引き受けいただきました皆様方に対しましては厚く御礼を申し上げます。

それでは、本日は初めての検討会でありますので、事務局から本日ご出席の方々をご紹介させていただきます。

<事務局から名簿に基づき出席者の紹介を行った。>

【座長】それでは、この検討会の進め方等につきまして、事務局から説明していただきます。

<事務局から、配付資料の確認の後、資料1－1及び資料1－2に基づき説明

が行われた。＞

【座長】ご説明いただきました内容について、ご質問もあるかと思いますが、我々のミッションは2年前にまとめられたこれと同じような報告書をまとめること。そのために、本日はヒアリングをさせていただき、項目の要点を抽出すると。それが本日のミッションになります。抽出する上で足りない資料があれば、それは請求し、次回の検討会のときにそれも合わせて聞くと。次回の検討会で大体の方向性をまとめますので、本日足りないもの、不足のもの、それから疑問のあるところというのはメモいただき、後ほど事務局の方に返していただくということになるかと思います。

ご質問ございますでしょうか。

【委員】ちょっと1つだけ確認させてください。

【座長】どうぞ。

【委員】先ほどいただいた「X線自由電子レーザー計画評価について中間とりまとめ概要」というのがありますけれども、これにさっと目を通しますと、基本的にはこの計画進めるべしという立場のまとめがされているわけですね。本日のこの検討会は、要するにこれをサポートする資料づくりという位置付けでよろしいのでしょうか。それとも白紙からもう一回議論し直すという位置付けなのでしょうか。

【座長】これは文部科学省の方でとりまとめて、文部科学省として推進すべきということでここに上がってきていることです。その裏付けがこれですから、これをお読みいただくことと、それから本日のヒアリングをお聞きいただいて、これはとてもサポートできないということであれば、それなりの意見を返すことになるかと思います。基本的にはこれだけ検討されたことですのでベースとしては進めるべきであろうという提案を我々はもう一度違う立場からコメントをつけ加えると、そういう立場で対処すべきものだとは私は理解しております。

事務局、よろしいですか。

【事務局】はい。

【座長】ほかにいかがでしょうか。よろしいでしょうか。

それでは、評価検討会の運営要領に関しまして、座長から、本検討会の運営につきまして提案をさせていただきたいと思います。

公開・公表に関する具体的な取り決めについてですが、会合は非公開といたします。主に評価者の自由な発言を確保するためです。

傍聴は総合科学技術会議の事務局に限りたいと思います。

それから、府省より説明を求めるときには、必要部分のみ出席いただきメインテーブルに着席。この際、若干名の説明補助者の随行は認める。

資料は会合終了後に公表する。ただし、公表に適さない部分は理由を明確にした上で非公開とする。

議事録は発言者の校正後に、発言者名を伏して公表。校正における修正は最小限にとどめ、特段の理由がない限り、実際の発言に沿ったものとする。

こういう方針で進めさせていただきたいと思いますが、よろしいでしょうか。ありがとうございます。

それでは、これから文部科学省から「X線自由電子レーザーの開発・共用」の概要を説明いただくことにいたします。よろしくお願いいたします。

【説明者入場】

＜事務局から、ヒアリングに当たり注意事項について説明が行われた。＞

【文部科学省】文部科学省の基礎基盤研究課でございます。

説明資料ですが、主に資料2-2に基づいて説明をさせていただきます。

説明に入ります前に、16日に行われました評価専門調査会で幾つかご質問をいただいております。それにつきましては資料2-2の中に資料を用意しております。まず、自由電子レーザーの技術的進歩の歴史ということでご質問いただきましたが、これは20ページに用意しております。その次に、波長0.06ナノメートルというターゲットを選んだ理由は何かというご質問でしたけれども、これは17ページに用意しております。それから、タンパク質が非常に強いエネルギーで破壊されるのではないかとご質問いただきました。これは18ページ、19ページに用意しております。最後に、欧米の計画に比較してコストはどうかということにつきましては、2ページ、4ページに用意しております。これにつきましては、後で説明をさせていただきます。

それでは、説明の方を始めたいと思います。

【文部科学省】最初に、本日のX線自由電子レーザーの開発につきまして説明を行う前に一言あいさつをさせていただきます。

理研は昭和3年にサイクロトロン建設を着手いたしまして、完成間近のRIBFまで加速器研究を長い間継続的に実施しております。このように加速器の建設運転の長い実績を持っております。また、近年では日本原子力研究所と共同で播磨にSpring-8を整備運転しております。放射光科学にも技術的、科学的な経験を蓄積しております。このように、理研は次世代の放射光研究施設を整備する主体として高いポテンシャルを有する最適な機関であると私ども認識しております。

X線自由電子レーザーは人類が初めて手にするコヒーレントなX線を提供する施設であります。ライフサイエンス、ナノサイエンス、光科学など、さまざまな科学分野で新たな可能性を切り拓くものであると確信をしております。

理研としましては、本施設の整備着手を平成18年度の予算要求のファーストプライオリティーとしておりまして、文科省とともに本計画を全力で推進する所存です。

なお、本施設は大型の共用研究施設として整備されるものでして、完成後は広く科学界、産業界において活用される施設です。どうぞよろしくお願いいたします。

【座長】ご説明の方、よろしくお願いいたします。

【文部科学省】では、引き続きまして内容の説明に移ります。資料2-2の1ページですが、まず、新しい観察ツールが出てきますと、それによって拓けるサイエンスがあるということは、ここにいらっしゃる先生方皆さんご存じのとおりだと思います。最近では放射光、レーザー、それぞれにいろいろ新しいサイエンスを拓いてきたわけですが、今ここでお話しさせていただきますX線自由電子レーザーというのはX線の領域でレーザーをつくるというものです。

そのものを見るときに、特に電磁波でものを見るときに細かさの限界が何で決まるかということ、波長で決まるわけですので、ナノが見えるX線でレーザーをつくるというのは、レーザーでナノが見えるということとある意味で同義語になるわけです。

次のページ。まず全体的な説明をさせていただきますが、このX線自由電子レーザーと申しますのは、今世界で一番明るい放射光と言われておりますSPRING-8の輝度に比べて10億倍を上回る高輝度のX線レーザーを発振いたしまして、電磁波ですからいろいろなことに使えるわけですが、原子レベルの超微細構造とか化学反応の超高速動態・変化等々を瞬時に計測・分析することを可能とする研究基盤施設です。

この特徴を見てみますと、左下の表ですが、放射光による強力な“高干渉性硬X線”を実現するということでして、レーザーと放射光の特徴を合わせ持つ光となります。

まず、短い波長ですが、硬X線、波長0.1ナノメートル以下で、これは原子・分子レベルでの構造解析を可能にする。短いパルス、これはフェムト秒領域に入る短いパルスで、より高速な動態・変化をとらえる。質の良い光、これはコヒーレントな光ですが、これはよりシャープな像の取得・精密計測を可能にするものです。強力な光、SPRING-8の10億倍の輝度を持つ光で、非常に強い電場を形成したり、短時間の解析が可能になります。

このX線自由電子レーザーが装置的にどういうものであるかということを示したのが右の図でして、線型加速器をベースにしまして、長いアンジュレータという、これは永久磁石を並べたものですが、この中で電子から光を出していく。コヒーレントな光を出すのは電子の固まりが自分の出した電磁場によって波長の長さにそろって、波長の長さにそろった電子がコヒーレントに動いて電磁波を出すとコヒーレントな光が出るという仕組みでレーザー光が出ます。

これに関していろいろな要素技術開発を行っておりまして、電子銃、線型加速器、真空封止型アンジュレータ等々の要素技術開発を行ってきたところです。

次に、その性能ですが、放射光はPhoton Factoryに代表される第2世代と呼ばれるもの、Spring-8に代表される第3世代と呼ばれるものと発展したわけですが、今、我々が提案しているX線自由電子レーザーはこの第3世代放射光、Spring-8と比較しましてピーク輝度で10億倍、パルスの短さで1,000分の1、コヒーレント度ですと1,000倍というような、どれも3桁を超えるような性能の向上が見込まれるものです。欧米では放射光からX線レーザーへのこのジャンプは、かつて実験室線源から放射光へのジャンプがあったわけですが、これを凌ぐものだろうと言われております。

もちろん、この競合する施設というのは欧米でも計画されておりまして、米国ではスタンフォードの線型加速器センターで、高エネルギー物理学に利用しておりましたリニアックを利用して、その後ろにアンジュレータを置いて自由電子レーザーの施設をつくる計画が進んでおります。これは2009年の運転開始に向けて今計画が進んでいるところであります。この計画はDOEの研究施設整備計画におきまして、プライオリティ第3位ということで進められております。

一方、欧州ですが、これはドイツのハンブルクにありますDESY研究所におきまして、EU全体の共同の計画といたしまして欧州11カ国による共同プロジェクトとして進んでいます。これは2012年に運転を開始することを計画しておりますが、現状では真空紫外線、波長6ナノメートルのFELを開発いたしまして、X線のFELに向けて試験研究を実施しているところです。

次のページにいきまして、このような欧州の計画というのは実はSpring-8を我々がつくっているところに出されたもので、Spring-8はそのころ世界一のものをつくるのだといって頑張っていたわけですが、それをやっているときにもうヨーロッパ、アメリカではその次のを考えているということで、いろいろと我々も考えさせられるところがあったわけです。実はこのSpring-8で実用化した新しい技術及びKEKの技術を組み合わせると、アメリカ、ヨーロッパを凌ぐ、凌ぐというのは大きさの点で非常にコンパ

クトにして同じ性能のものができるのではないかということに思い至りまして、それが2000年ころの話ですが、こうして、この計画をスタートしたわけです。

我が国独自の戦略として2つありまして、1つは今申しました独自技術を使ったコンパクト化が可能である。2つ目は、S P r i n g - 8という放射光施設と同じ場所につくることによってその相乗効果を期待する。この2つが我が国の独自の戦略で、欧米にはないものです。

このために、電子銃、これは従来の常識を破る低エミッタンスの電子銃をつくりまして、あと線型加速器はK E Kでリニアコライダーのために開発されておりましたCバンド加速器で、非常に高勾配で高いエネルギーを短い線型加速器で出すことができるものを採用しました。アンジュレータはS P r i n g - 8で開発されました真空封止型アンジュレータを使いまして、これも欧米に比べてずっと短い長さで同じ性能が出るものです。これによって、欧米計画が数キロメートルであるのに対して、全長800メートルで同等以上の性能を出せるということを確認しまして始めたわけです。

このように、小さなアンジュレータを使いますと、実は電子の加速エネルギーが欧米より低くても同じ波長、X線までいくということにして、全体が小さくなって建設コストが抑えられるのと同時に、運転コストも非常に軽減されるわけです。

次のページ。2番目の独自戦略といたしまして、S P r i n g - 8と併設するということがあります。これでまず1つは、X線レーザーと放射光を同時に使って、例えばX線レーザーポンプ、放射光プローブのような実験、あとはX線レーザーをS P r i n g - 8の電子ビームとの逆コンプトン散乱でガンマ線を出すというような可能性が出てくるのと同時に、非常にX線レーザー用につくった良質な電子ビームをS P r i n g - 8に入射して、S P r i n g - 8全体の性能をさらに向上させる可能性があります。

以上が施設としてのX線自由電子レーザーですが、次に、利用に関するお話をさせていただきます。

【文部科学省】では、7ページから利用に関しての話をさせていただきます。

X線自由電子レーザーで初めて可能となる画期的な研究テーマがいろいろ考えられるわけですが、まだだれも見ただことのない光を使った物質科学、生命科学の実験というのが、今までの例を見てみましても、新たな科学の研究の展開がもたらされることが非常に大きく期待されております。

従来、例えばS P r i n g - 8で実験をやっておりますも、X線領域の強度が不足して非結晶物質の構造解析が困難であったり、時間分解能がまだ足りないということで、電子状態の観測制御が困難であったり、X線領域のコヒー

レント光がないということからイメージングが極めて低解像度でしかない、
こういう状態にあるわけです。X線自由電子レーザーの出現によって、X線領
域の強度が10億倍、それから時間分解能がフェムト秒、X線のコヒーレンス
が完全コヒーレントのX線が出現する。

ということで、大ざっぱに言いますと、非結晶物体の原子レベルの構造解
析が可能であろう。それから、超高精度、超高速イメージングが可能になるこ
とによって、生物学や医学、いわゆるライフサイエンス分野のみならず、ナノ
サイエンス、ナノテクノロジーにおける物質の電子状態観測あるいはさらに積
極的に進んでその制御、さらには先ほどもお話にありましたが、強光子場ポン
プ、X線回折プローブといったような新たな実験、そして、意外な展開が期待
されておりますが、例えばX線天文学において観測されているようなデータの
地上における再現実験というようなものが期待されております。

この中で、次のページ、いわゆる創薬に直結する「膜タンパク質」の構造解
析などにおいて展開が期待されます。膜タンパク質と申しますのは、脂質と結
合した細胞の活動を左右する非常に重要なタンパク質でありまして、ヒトの疾
病に深い関連を持っております。ところが、現在プロテインデータバンクとい
う立体構造のデータバンクを見てみましても、水に溶ける水溶性タンパク質が
約3万1,000個構造解析されているのに対して、膜タンパク質の新規なも
のというのは100しかない。このような重要性があるにもかかわらず、ここ
に書いてありますように、結晶化という問題が現在でもありまして、従来のS
P r i n g - 8のような光源を使う場合には必ずこの非常に困難な過程である
膜タンパク質を取り出してきてから年単位の条件探索を経て結晶を取得し、そ
してX線回折実験を行うことになります。

この表にも書いてありますけれども、ヒトゲノムの中にはタンパク質が3〜
4万あって、そのうち約30%程度が膜タンパク質であろうと考えられていま
すから、生命の理解あるいは疾病に対する創薬を考えた場合には、膜タンパク
質の構造解析というのは極めて重要になります。

X線自由電子レーザーが出現してきますと、極めて輝度が高いために、結晶
化せずとも1分子で構造解析に必要なX線散乱データが得られる可能性が高く
なってきました、タンパク質の分子ビームを使ってXFELのパルスに照射す
ることで散乱パターンを取得し、位相回復・構造決定の単粒子構造解析アルゴ
リズムを適用することで、構造解析の全過程を大幅に短縮できる可能性が示唆
されております。

次のページ。さらに最近何かと話題の多いRNAですが、従来は細胞という
のはタンパク質によっていろいろ動かされていると考えられていたわけですが
けれども、最近の発見によりますと、RNA分子が非常に重要な役割を果たして

きた。ところが、RNA分子というのがタンパク質やDNAと散乱能が余り変わりませんので、これが細胞の中でどのように発現されて、どこにいるのかというようなことがまだわかっていない。そういうことで、目的転写産物に相補的なRNAプローブを金属ラベルすることによって、それを細胞に導入し、XFELのパルス当てて、RNAの存在量あるいは存在場所、発現場所というのを解析することにより、単一細胞レベルでの精密なRNA発現マップが実現できて、生物学の新たな展開、医薬品、治療効果判定の応用に使えると考えられております。

また、次のページ、これらの研究をさらに発展させるならば、遺伝子産物がいつどこにあらわれて、どんな格好で、どのように細胞を制御しているのかということを知ることが生物学的な利用における究極の課題でありますけれども、SPRING-8では現状大腸菌集団からのX線散乱パターンが30ナノメートルの分解能で取得できておりますので、XFELがもたらす完全コヒーレント高強度のX線によりまして、サブミクロンからサブナノ領域の空間領域において細胞構成生体分子の相互作用を、できましたら原子レベルでの可視化を目指したいというようなことが考えられます。

以上でライフサイエンスの方の説明を終わります。

【文部科学省】続いて、ナノ関係のお話をしますが、ライフとかナノとか人間が分けているわけですが、実は原子の集団を扱うということに関しては変わりありません。ナノ以下の波長を持つ光がナノの原子の集団とどう相互作用して、そこでの運動や形を見るということにおきましては、ライフもナノもないわけです。ナノでは、11ページに示しておりますように、まず動きが見える。これは最近のSPRING-8の結果ですが、SPRING-8では形が見えるわけですが、自由電子レーザーを使いますと、それに加えて動きが見えるようになるという特徴があります。

12ページ。もう1つ光子場を使って、例えば定在波である空間的な電場分布をつくりますと、そこにナノの物体をきれいに並べるようなことができるのではないかというような提案もなされているわけです。ナノ、バイオにかかわらず、X線自由電子レーザーというのは放射光を使ってレーザーで今行われて、マイクロの領域で行われているようなことがナノの領域に展開できる装置であると結論することができると考えております。

【文部科学省】続きまして、13ページをご覧ください。X線自由電子レーザー計画に関します事前評価につきましては、本年2月にこの分野における世界の第一人者を、DESYとかSLACからお招きをいたしまして、国際レビュー委員会を実施いたしました。また、科学技術・学術審議会の下に次世代放射光源計画作業部会を設けまして、X線自由電子レーザー計画の評価についてご

審議をいただきました。いずれも早期に着手すべきという評価をいただいております。

作業部会につきましては、別途資料を用意しております。資料2－3をご覧ください。これは初めの4ページが概要でして、次5ページ目から中間とりまとめの本文があります。概要、1ページをご覧ください。本年5月に日本放射光学会の次世代光源検討特別委員会の中間報告などを受けまして、X線自由電子レーザー計画についての国の研究開発評価に関する大綱的指針等に基づきまして評価を実施いたしました。

委員の先生は4ページにありますように、16人の先生で、東京大学の太田教授に主査をしていただきまして、3ページにありますように、6月21日から8月にかけて4回実施をいたしまして、8月末に中間とりまとめを出していただいたところです。

中間とりまとめの概要ですが、大綱的指針に基づきまして、X線自由電子レーザー計画の必要性、有効性、効率性という3つの観点から審議をいただきまして、最後2ページの4のところにありますように、総合評価で科学技術・学術的な意義が極めて大きく、積極的に進めるべきで、早期に着手すべきであるという評価をいただきました。

なお、指摘事項につきましては、特に利用研究ですが、完成後速やかに最先端の研究に着手できるようにその利用研究の推進体制を建設と並行して確立することが必要とのご意見をいただきました。

次に、14ページですが、そのようなご指摘をいただきましたのを受けまして、資料2－2の14ページをご覧ください。X線自由電子レーザーの利用に向けてということで、先ほどの指摘事項等も受けまして、文部科学省が主体となって「X線自由電子レーザーの利用推進協議会」を来年度設置いたしまして、大学から招聘しましたプロジェクト・ディレクターの強いリーダーシップのもと利用方策、利用計画の策定、利用研究のための技術開発の推進を実施する予定です。

15ページをご覧ください。年次計画ですが、平成18年度から22年度の5年間で整備を行う予定でありまして、5年間の総事業費は375億円を予定しております。

以上で説明を終わらせていただきます。どうもありがとうございました。

【座長】ありがとうございます。

ただいまのご説明につきまして、ご質疑、ご討論をお願いしたいと思います。

では、私から全体的な運営について。建設に関しての費用概算等は今こちらに年次計画のところにきちっと挙げられているのですが、実際に長期にわたって運転をするためにかなりの経費がかかると思うのですけれども、どのくらい

の経費が見込まれていて、かつ文部科学省としてはどのようにその経費をサポートしていくおつもりかについてお尋ねします。

【文部科学省】資料2-2の15ページのところに年次計画の2011年、平成23年度から運転費年間28億円を予定しておりまして。これの内訳ですが、ランニングコスト年間28億円で、光熱費が3億6,000万円、人件費が2億6,000万円、保守費が21億8,000万円ということを予定しております。SPRING-8が年間約82億円かかっておりますので、それと比べると相当節約しています。これは、1つはSPRING-8と併設をするということである程度施設や人件費の効率化が図れているということです。これにつきましては、文部科学省の全体の予算の中で精査をして十分やっていけるといって出させていただきます。

【座長】ありがとうございます。

委員の先生方。どうぞ。

【委員】関連してなんですけれども、先ほど利用研究ということが必要だとお話しになったのですけれども、そちらの方の経費はどの程度お考えになっていきますか。

【文部科学省】これは最初の5年間ですけれども、毎年年間4億5,000万円を考えておりまして、14ページにあります利用推進協議会の中で、特に赤で書いておりますけれども、利用研究を実施するためにやはり技術的な課題がありまして、その課題の解決のために研究開発するとか、新たな利用計画のための準備ということで、そのSPRING-8を使ったり、プロトタイプが今年の10月末に完成しますので、それを使った試験研究の委託費が主です。

【委員】技術的に細かいことになるかもしれませんが、このプロジェクトは、まず熱陰極電子銃、Cバンド線型加速器、真空封止アンジュレータ、というこれまで既にかなり開発されてきている要素技術を使って、しかもコンパクトなシステムを用いて世界に対抗する性能が出せるということで、これを見ると非常にすばらしい内容になっているかと思います。一方で、自由電子レーザーの世界では、例えばレーザーフォトカソードRF電子銃でありますとか、あるいはデューティを上げるために超伝導加速器を使うとか、そういった新しい、ある意味アグレッシブな手法で諸外国では取り組まれているんだろうと私は思っています。

従来技術を駆使して、それを超えるような装置をつくろうという理研の計画は、逆の意味で非常にチャレンジングだと思うのですけれども。この場合、ある程度完成された技術とはいいつつも、やはり超えなければならないハードルがいっぱいあると思うのですね。例えば今言いました電子銃にしても、これは熱陰極のDCタイプのものですし、それから加速器管も常伝導ということで、

将来利用研究を広げる、実用化していくといったときに、高繰り返し化するといったような立場に立つと、かなり厳しくなるのではないかと。

確かにサイエンティフィックなレベルでの研究には非常に有効だろうと思うんですけども、長期的な展望に立ったときに逆にちょっと厳しくなるのではないかなという印象を受けます。そのあたりの考察はされていると思うのですが。お考えを伺えませんか。

【文部科学省】まず、RF電子銃につきましては、実はDESY、スタンフォードで一番苦労しているところはRF電子銃の性能がちゃんと出ないところでありまして。それは何かというと、非常に高密度の電子ビームを低エネルギーのところにつくってしまうのでエミッタンスブローが必ず起こる。それを抑えるのにいろいろなご苦労をなさっているわけです。

実は我々の将来計画の中にモジュレーションを先につくって、それを圧縮していったFELにするという計画があります。それを実現するためには薄いビームのところでモジュレーションをつくって、それを圧縮してX線までもっていく必要があって、それも考えてDCガンを採用しております。まずそれが1点。

超伝導を使って繰り返しを大きくするというのは、これはおっしゃるとおりですが、現在の超伝導技術を考えますと、現時点で超伝導を採用するのが果たしているのかどうかというところがありまして、それは今日お配りしてあると思うのですが、我々のCDRの中にどうして今超伝導ではないのかということを議論しています。

1つ間違いなく言えることは、ドイツが超伝導でやっておりますが、ドイツは発振したと言っているのですが、非常に苦労して発振させているわけです。一番の問題になっているのは、暗電流によるアンジュレータの劣化が非常にシビアな問題になっています。これはむしろ超伝導にして何でもかんでも加速できてしまうことが非常に大きなネックになっているわけですし、そのことを考えると、非常に細いビームだけを後ろにもっていく方式というのはそれほど間違っていないと感じております。

あと、その繰り返しも、例えば超伝導だとキロヘルツで繰り返しが可能だと言われているわけですし、我々の場合は、今は60ヘルツを考えているわけですけども、その60ヘルツの中にマイクロバンチをつくって、例えば5ナノ秒ごとで100パルスというようなバンチを60ヘルツで打つというようなことが可能な設計になっております。

【委員】大変重要な技術開発だと思うのですが、欧米から少し遅れてスタートするということもあったときに、先ほどの提案では、コンパクト化とか、それからSpring-8など幾つかのアドバンテージはあるとは言いながら

も、本来の性能的なところでどれだけ差別化して本当に世界一のものになるかという、そこは必ずしもクリアでなくて、少し発振波長が短いとか言っておられたんですけども。性能的なところでどれだけよりいいものができるかと、その辺はどうなんでしょうか。

【文部科学省】ここにお示しいたしました第1期の計画ですと、SASE方式と申しまして自己増幅、自発誘導放射ですが、それは欧米もみんなねらっているところが同じです。第1期では我々のところがちょっと波長が短い、だから、ちょっとだけ細かいものが見えるという、おっしゃるとおりのことです。

けれども、先ほど申しましたように、この電子銃を欧米のものとは違うものを使ったことによって、プリバンチのFELという全く新しい可能性が残るわけです。これは、難しい話になりますけれども、今使おうとしているのは出てくる光で電子を波長にそろえてやって、それをコヒーレントに動かして、コヒーレントな光を出す。けれども、可能性として持っているのは、非常に長い波長で電子をバンチしてやって、それを加速しながら縮めてやって、それで一緒に動かすという可能性がこれにはありますので、そういう意味で将来的に非常に違うものになっていくだろうと思っています。それが1点。

もう1つは、欧米の数キロメートルのものを、ここで800メートルにしたというのは、アンジュレータのところを従来技術の限界までいって小さくしたわけですが、従来技術を使わないアンジュレータを開発していくとこれをもっとどんどん小さくなる可能性があります。

そういうわけで、我々の計画は、単に小さくしたというのではなくて、X線自由電子レーザーを小さくするためのステップを示したという意味付けがあると思っています。

【委員】それと、これ利用研究が大変重要だと思うのですが、利用研究、これからいろいろ推進化を検討されるということですが、いろいろ利用するときに、やはり一番我々材料やっている者からすると、試料損傷みたいなのが一番気になるところです、強いビームですよね。その辺は理論的を含めてどこまできちんと予測されているのでしょうか。

【文部科学省】ある意味でこのあたりの、例えば絞り込んだコヒーレントビームをつくってやりますと、今原子物理学的な理論がもう本当に正しいかどうか分からない領域です。ただ、このコヒーレントビームを使う際に、ビームを集める、広げるなど、いろいろなオプティクスを開発を既に行っておりまして、X線のコヒーレントを壊さずにビームを集めたり広げたりするオプティクスを開発しております。ですから、例えば、弱いけれども非常にきれいなコヒーレントビームが必要であれば、拡大型のオプティクスを使って試料にあてることによって試料を壊さないことは可能ですし、逆に、試料を壊すようなことをや

りたければ、非常に集めて、エネルギー密度を上げれば、例えばプラズマ生成等の実験も可能です。このような意味で、オプティクスを使ってある程度の強度調整ができると考えております。

【文部科学省】資料2-2の18ページのところに、今、石川主任から説明したことが書いてあります。光学系による強度の調整とか、一番右には超高速計測で壊れる前に測り終えるというようなこと。それと、さらにこれは今後の開発課題ですけれども、シーディング技術を使うことによってさらに強度の調整ができるということで、これを使いながらその試料に応じて実験をしていけると考えております。

【委員】プリバンチとおっしゃったのがスーパーシーディングというものですか。

【文部科学省】はい、我々スーパーシーディングといっております。

【委員】その技術的な可能性の検討というのはどの程度ですか。

【文部科学省】これは、もう可能だということになっております。テクニカルな問題は、きれいなスーパーシーディング、プリバンチを行うためには、今我々が持っているものよりも電源の安定度を1桁高いものが必要だということまでわかっております。この電源の安定度を1桁高くする方法についてはもう既に開発済でして、試作機の製作に入っております。

【委員】もう1つ、先ほどの予算のお話と多分関連すると思うのですが、建設とそれからその後維持していくためにマンパワーというのはどのくらいかかるものですか。また、それについての目途というのはどのようになりますか。

【文部科学省】建設のところのマンパワーは50人程度のチームで建設をするということになると思います。それはいろいろな、理化学研究所、JASRI、KEKのご協力を得て、あと日本の大学の加速器をやっている方の協力を得ることになります。

【委員】フルタイム換算でですか。

【文部科学省】50はフルタイム換算です。既に建設は目途が立っております。

その次の、オペレーションにどれだけの人がいるかということですが、これは30人規模だと思っています。これは、今Spring-8のオペレーションをやっているチームと、ある意味で一緒にやることによって非常に効率化が図れるのではないかと考えております。

【委員】外国ではそのマンパワーというのはどのくらいでしたでしょうか。

【文部科学省】アメリカやドイツは、かなり施設が大きくて、高エネルギーの研究所ですので、かなりのマンパワーを抱えています。アメリカのLCLSは200人規模だったと思いますが、ドイツは高エネルギーの方にカウントされている人がたくさんいるので、TESLAといいますか、ヨーロッパアンXF

ELとしての人数というのはまだちゃんと出ていないというのが実際のところだと思います。ただ、高エネルギーから加速器でコンバートされた方が非常にたくさんいるというのは事実です。

【委員】幾つか質問があるのですが。まず先ほどの18ページでおっしゃられた光学系による強度調整、ここに書かれているのはどれもすべて必要なものだと思うのですが。先ほどの質問の、多分もう1つの意味は、特に光が直接当たる光学系でどのくらいダメージがあるか、試料にはもちろんダメージがあるわけですが、光学系でどのくらい持ちこたえるかというようなことのアセスメントというのはアメリカの例を見てもまだまだ私は検討が不十分かなと思うのですが。具体的にそちらの方向の検討というのは考えていらっしゃいますか。

【文部科学省】はい、おっしゃるとおりです。おっしゃるとおりでというのは、直入射で当たる部分というのはなかなか問題があると思っております。ただ、その直入射で当たる部分は光の外側で切っていけば、その直入射で当たる部分で吸収されるエネルギーは少ないので、多段階にすることで解決可能だと思っています。

ただ、一番の問題はオプティクスでして、オプティクスというのは少しずつ切り取ることができないところですので、今の考え方は思い切り斜入射にしてフットプリントを大きくしてやる。単位面積当たりのパワーを小さくしてやることによって、今Spring-8で使っているのと同じ程度のパワー密度まで落とし込むというのが我々の考え方です。

【委員】もう1つ。例えばスタンフォードの例を見ますと、今もう建設中である時点から例えばアンジュレータを2本、3本並べていくようなトンネルの作り方をしていますよね。ここの本日のご説明の資料だと、16ページに、実際に利用者から考えたときに一体全体実験できるステーションが幾つできるのかというのがちょっとよくわからないのですよね。5年間で三百数十億ということですが、どこまでいったところでどのくらいのステーションができて、どのくらいの種類の実験ができるかということについてコメントいただきたい。

【文部科学省】これは説明を余りしなかったのですが、最後の16ページをご覧ください。まず、当初の計画といたしましては2本、硬X線のビームライン1本とあと広帯域ビームライン、これは赤外から軟X線まで振れるようなビームラインを1本この両者のポンププローブを可能にするような配置になります。点線で書いてありますが、将来必要であればアンジュレータを増やしていくということです。

【委員】そうすると、利用実験として幾つか例が挙げられましたけれども、そのどれをとっても多分実験ハッチの中でかなり複雑な装置を組み上げるという

ことをすると思うのですよね。それで実際に利用研究が、例えば1年間のうちにどのくらいの実験ができるかということを考えると、やはり少なくとも準備に関してはパラレルにできて、実験のときだけ光が入っていくというようなそういう設計の方がユーザーからするといろいろなR&Dを含めた利用研究ができるのではないかなと思います。

【文部科学省】それは当然そういう設計になりまして、今加速器のところが既にそうになっているわけですがけれども、カイネティックマウントとか、空気で浮かせる移動装置とかを使いましてかなり容易に入れ替えができるようなシステムを構成することを考えております。

【委員】基本的に入れ替えるということを考えているのですか。

【文部科学省】入れ替えるというよりは、タンデムにつないでにおいて、後ろに通すときにはわきにどかす。

【委員】S P r i n g－8の10億倍ということを知ると全然想像がつかないのですが、創薬研究に当たって、結晶化に成功しなくてもこういう測定ができるということには大変魅力があるものですから、できるだけ早く使いたいという気持ちは非常に強いものです。ただ、問題は、新薬を製造する場合に、その新薬の安全性については徹底的に調べなければいけない、それはわかっているのですが。それと同時に、製造業として作業者の安全性ということにかなり事前にデータを取るわけですが。その点について、このものの安全性についてはどの程度検討されているのか、あるいは、この研究期間中にその安全性についてもいろいろな面から検討するということなのか、ちょっと教えていただきたい。

【文部科学省】はい。これは放射線障害予防法という法律に規定される施設として、強い光が出るところには原則として人間は行けません。ここも同じだと思いますが、鉛、鉄の箱で囲った中に実験装置を入れて、オペレータはその外からオペレートする。もし中に入って作業をする場合には、もとをとめないとか中に入れないというようなインターロックがかかるという、このあたりS P r i n g－8でも同じですが。そういう意味で、放射線障害防止法に基づく安全性が確保された施設です。

【委員】ただ、その10億倍という数字を聞いて、さらに二重、三重のプロテクタが必要ではないかというような考えだったものですから。

【文部科学省】はい。多分その鉛、鉄のところはS P r i n g－8に比べると仕様の違うものになると思います。

【委員】2期計画でシーディングを挙げておられますけれども、これは例えばBNLとかBESSYとかで提案しているような方式と考えてよろしいわけですね。

それで、もしそうだとするならば、やはり時間コヒーレンスを重要視されているのかなと思うんですけども。だとすれば、これは予算の関係もあるのかもしれないですけども、最初からどうしてその方式を同時に検討されようとしなかったのかなという疑問があります。

それから、利用研究の方で説明がされているのは、ショートパルスあるいは高強度というものの利用がほとんどなんですね。タンパク質の構造解析にしても、結晶化しなくていいという部分は必ずしも時間コヒーレンスがなくても、要するにショートパルスで高輝度であればできるという研究ですよ。

そうしたときに、時間コヒーレンスを上げることによって初めてできるような利用、そういうものが非常に重要になるような利用というのがどの程度あるのかを伺いたいんですが。

【文部科学省】今2点ご質問があったと思うのですが。まず、1点目のBESSY、BNLで検討しているようなシーディングをなぜ検討しないのかというのは、これが硬X線でありまして、硬X線のところは若干難しいところがある。

実は、DESYでダブルアンジュレータの間に、あれは軟X線ですけども、ダブルアンジュレータの間に分光器を入れてシード光をつくるという方式を検討しているわけです。それと同様に、ダブルアンジュレータの間にX線の分光器を入れてシード光をつくるということはそう難しくなくできると思っております。

2期計画と言っておりますけれども、簡単に建設中に余分な資金が余りかからないようなシード方法が見つければそれは最初からやっていくつもりです。これが1つの答えです。

その次の、時間コヒーレンスが大事、要するにシード光というのは当然時間コヒーレンスを考えているわけで、時間コヒーレンスが何に使えるのだというご質問かと思いますが。実は、光の方がコヒーレントになりますと、単パルスを考えるわけですが、ナノの領域である原因と結果があった場合、光がその原因、結果の時間の間、コヒーレンスを保った状態で散乱をしますと、原因の波動関数と結果の波動関数の干渉が起こると理論屋さんには言っております。それが見えると非常におもしろいことになるのだと。

要するに、ものが変化していくときの原因と結果の波動関数の干渉が光で観察できる。原因と思われるものと結果と思われるものが本当に関連しているのか関連していないのかが観測によってわかるのではないかとっている理論家がおります。これは、今のところぼやっとしておりますが、もしそんなことがちゃんとできたら大変なことになるだろうと私は考えています。

【委員】この計画、Spring-8のときは確かヨーロッパとアメリカ、ESRFとAPSに先を越されて、世界ナンバーワンはそのかわり8GeV機と

いう最高エネルギーにしたという経緯があったかと思いますが。今回の計画はこれもやはり後追いのイメージですか、それとも世界の先陣を切ってこれを硬X線のあれをやるという位置付けになっているのでしょうか。

軟X線の領域ではもう既にT E S L Aとかほかのあれでもう既に出たとかいう話もあるようですけれども。

【文部科学省】それで、資料の4ページに海外の状況をおつけしたのですが。アメリカが2009年開始で今計画を進めております。

【委員】硬X線ですか。

【文部科学省】はい。ドイツが2012年開始で計画を進めております。我々も非常に頑張るとアメリカとほぼ同着にはなるのですが、いろいろな関係で2010年の完成ということで計画を進めておりますので、S P r i n g－8のときの、おっしゃるようにS P r i n g－8のときには数年おくれたために非常に簡単でおもしろい研究というのはみんなやられてしまったわけです。それがないように、少なくともほぼ同着でいきたいというのが我々の非常に強い希望です。

【委員】そうしますと、それと今プロトタイプ機、確かS C S Sですか、つくられていますね。

【文部科学省】はい。

【委員】あれの当初の年次計画だともう少し、あと数年ですか、期間がありましたよね。本来ならこういう計画はあれが完成して、その結果を見て反映して次へ展開すると思うのですが。今これは感じとして前倒しでスタートしようとしている、そこらのところは何か。

【文部科学省】欧米に遅れることなくX線にいきたいというところですよ。

【委員】そうしますと、プロトタイプ機のいろいろR&Dとかどんどん桁違いに難しくなるところの、そのデータはもう既に成果を得られたとみてよろしいんでしょうか。それらもまだこれから、そちらも並行していろいろR&Dやってどんどんデータを集め、それをフィードバックしながらこの本事案の計画を今後いろいろ変更もあり得るというイメージで進むのでしょうか。

【文部科学省】いや、要素技術に関してはプロトタイプでほぼでき上がった、この8 Ge V機に対する要素は全部でき上がったと思っております。これからやっていく必要があるのは、どうやって効率的に量産するかとか、長いものを並べる技術、この8 Ge Vに特有な技術はこれからやっていかなければいけないわけですが、難しいところはほぼできたと考えております。

ただ、全体として動くことを確認するために組み上げてみて動かすということはやりますし、もう1つ、プロトタイプというのは60ナノというケミストリーにとっては非常におもしろいと言われている波長領域の自由電子レーザー

になりますので、プロトタイプはプロトタイプとして、このX線の装置ができた後も60ナノの実用機として使っていくという計画です。

【委員】では、それもやはり共用施設として運営していくということですか。

【文部科学省】はい。

【文部科学省】資料の23ページにプロトタイプ機の位置付けということでペーパーを載せております。

今、石川主任の方から説明ありましたように、実機整備のための要素技術開発はもう既に完了しておるということで、今後プロトタイプ機が担う2つの役割としましては、ここに右に書いておりますように、強力レーザー光のハンドリング技術の開発と、紫外線～軟X線レーザー光源の実用機として使っていくと位置付けております。

【委員】今回かなり経済性とかいろいろメリットしてコンパクトにつくるという意思だと思いますが、往々にして予測しないところに無理が出て、初期の性能が1と思ったら0.8ぐらいしか期待できないということになったときにそれを補完するといいますか、そういうバックアップみたいな、不具合のときはこうしようとかいう何かそういう手だても今から考えているんでしょうか。

【文部科学省】それが先ほどから何回か出ておりますプリバンチです。プリバンチがしっかりとできると、アンジュレータの長さを短くすることができます。ですから、アンジュレータのところはかなり費用がかかりますので、そのプリバンチの技術をつくっていくと、アンジュレータが短縮できるという仕組みになっております。

【委員】イメージ的に、今の設計でもう十分に完璧に初期の所定の性能は出せると、将来的にはそれをさらに短くしても出るのではないかという方向にどんどんもっていきたいという感じですか。

【文部科学省】今はそう考えています。

【委員】先ほど委員からもいろいろ出ましたけれども、レーザーフォトカソードRF電子銃とかあるいは超伝導とか、いろいろ我々加速器屋にとってはチャレンジングな技術があるんですが、例えばそういうのが非常にうまくいきそうと今後なったときには、それはいろいろここにもどんどん置き換えてそれも採用すべしというお考えなんですか。

【文部科学省】これは難しいところですが。例えばリニアコライダーができて、そうしますと超伝導の技術というのが今のコストよりずっと圧縮されると思いますので、そうなったときには考えてみる価値はあると思っております。

【委員】1つは、プリバンチですけども、ちょっと加速器の専門の人に聞いたところ、エレクトロンビームとの単色性がすごいとのことですが。

【文部科学省】おっしゃるとおりです。

【委員】それは多分、現在より3桁ぐらいよくなる必要がある。

【文部科学省】今より3桁というのは実は正確ではなくて、実はC D Rを書くときにそのエネルギー分散を計算してみるととんでもなくいい値が出てきてしまって、これは決して信じてもらえないだろうとあって、その値は適当な値が書いてあります。その適当な値をもとに議論をしているのでいろいろなことになっているのですが。ただ、1つ言えるのは、スタンフォードのリニアックで予想した値のエネルギー分散でやっていくと、不安定性が起こって、レーザーでたたいてエネルギー分散を上げないと運転できなかったというようなことがあります。

リニアックのエネルギー分散というのは非常によくわかっていないところがあって、そのあたりは今後ちゃんとやっていかなければいけないところだと思っていますが、我々はそのエネルギー分散については余り心配しておりません。

【委員】もう1つは、このC D R読ませていただいて、また国際レビュー委員会のレポートもホームページに出ていたのでちょっと見てきたんですけども、サイエンスケースがC D Rでは非常に短く書いてあって、レビュー委員会もサイエンスケースはin

its formative stageでこれからワークショップやってよくなっていくだろうというようなことが書いてありました。ワークショップをやったりしてそういう作業もやられているのですか。

【文部科学省】はい、それはやっております。あと、ここにも書いていませんが、国の方でもオールジャパンでそういうものをやっていくということになっているわけです。もちろん理研の中では理研の中でやっております。

【委員】外国ではサイエンティフィックケースは非常に厚いものが出ているのですけれども、そういうものが例えばT D Rのような形で出てくる可能性はあるのですか。

【文部科学省】そのレビュー委員会の原文をよく読んでいただければわかるように、形成段階にあるというのは我々のことだけを言っているのではなくて、世界中で形成段階にあると書いてあるわけです。もちろん外国で非常に厚いものが出ているわけですが、これはS P r i n g - 8のときにも厚いものを出したけれども、そのどれだけが役に立ったかということを考えると、厚いものをつくるばかりがいいことではないだろうと私は思っております。

【委員】今のに関連して、そういう考え方もあるのだと思うのですが、実際にスタンフォードの例を見ると、50億円ぐらいのお金を利用研究に充てて、しかもワークショップだけでなく実際に人が集まって仕事をもう既にしているというのをわきから見てみると、やはりこの、例えば1年あたり4.5億で利用研究をやっていきましょうというのが、やはり割合からいうともうちょっと

パワー不足のように見えます。私はむしろもっと利用研究を強調していかないと、2010年から利用研究しましょうといったときに利用者が、え、これどうやって使うのといったことになるのではないかという気がすごくするのですが。

【文部科学省】我々としても何とかもう少し。1つは、理研本体の方で研究もありまして、その分と内局の文部科学省本体でやるお金が4億5,000万円ということで、この4億5,000万円がすべてではないのですけれども、それはもう少し拡大をしていきたいと考えております。

【委員】利用研究の1つで、バイオロジーで結晶を使わなくても解析ができるというお話がありました。私も非常にこれについては興味を持ってしまして、これができるならば大変すばらしいことだと思います。

あと、2つだけお聞きしたいのですが。1つは、例えば膜タンパク質の場合に脂質が周りにあるからこそ機能を持つというようなことを考えたときに、何らかの形で1つだけ分子を飛ばしてイメージをとるときに、果たしてファンクショナルな形を見ているかどうか、それは可溶性の複合体でも同じだと思うのですが。

それから、結晶解析の利点は、何といっても結晶ができることで平均化をしている。言ってみれば、溶液中でいろいろな形を持っているものの中の、それなりにそろったものが集まってきたのが結晶で、それに放射光をあてることで構造がわかる。今これからやろうとされているのは、1つ1つ飛ばしたときの形がいろいろな形をしているものを10の6乗個集めてくるといったときに、個々の分子がどれだけ同じ形をしているかということをどうやって確かめるか、ということの2つをお聞きしたいのですが。

【文部科学省】まず第1点ですが、今質量分析みたいなものを使って分子ビームをつくれないうことをみんな考えているわけです。確かにおっしゃられるように、脂質がついてないと膜タンパク質としての機能はなくなってしまうわけですが、そういうものを何か質量分析機の中で飛ばせる可能性はないことはない。恐らく、脂質がかなり強固にバインドした状態に対して何かケミカルな試薬とかを入れてやらないと脂質は取れないだろうというふうな予測もありまして、一応可溶化したものから膜タンパク質だけを立体構造保ったまま取り出せるのではないかと考えています。

それは、次の質問とも絡むのですが、タンパク質は特に複合体、それからここに資料として挙げましたが、この8ページのカルシウムポンプなんていうのは非常に大きな動きをして機能するわけです。恐らく初期の段階、まだ何もわからないで分子ビームがもしできたとして、それを飛ばすというときには、例えばカルシウムポンプの場合ですとカルシウム結合状態とか、それから

カルシウムを吐き出してサクチガーギンという阻害剤が存在するのですけれども、そういうものがついた状態があるわけです。

ですから、今結晶化、例えばカルシウムポンプの場合ですと今4つの状態が解かれていますけれども、そういうコンフォメーションの固定した状態というのはまず解いてみるということが最初の段階にあるだろうと思います。

そこでコンフォメーションがわかってしまえば、あとはそのコンフォメーションに対して、例えば飛ばしている分子がどういう状態に近いのかというのは何かしらのアルゴリズムを使ってコンフォメーションの中間状態を求めていくことができるのではないかなというふうな期待が持てると思っています。

ですから、結晶化するときもそうなのですが、ある特定のコンフォメーションを保って最初行って、恐らくこのX F E Lの場合は構造解析した後にタンパク質がどんな立体構造変化を起こすのかということまで含めて、これは結晶の中ではほとんどできない話なので、そういうことにまでつなげていける可能性が期待できるのではないかと思います。

それから、今膜タンパク質を溶かすということを考えたわけですが、例えば10ページに書いてあるようなかなり先の話になりますけれども、オルガネラとかあるいは膜成分とかいうものを何かしら放射線損傷の問題もありますけれども、見るができるようになってくると、非常にインタクトな、細胞の中での姿というのを見ることができるようになって、それこそがX F E Lが目指すべきバイオロジーの方の利用研究の究極の姿であろうというふうに考えております。膜の中に存在する状態でも見れないかというようなことをやはり研究しながら、最初の構造解析というのは何となくできそうに思うのですが、次第にインタクトなセルを見るというふうな方向に研究を広げていくことが非常にこの線源を使った研究としてバイオサイエンスの中では重要な位置を占めてくるのではないかと考えております。

【委員】そのオルガネラレベルで見る、10ページに書いてあるのは3次元で見ようというのでしょうか。

【文部科学省】そうです。

【委員】その場合のラディエーションダメージというのは大丈夫なんですか

【文部科学省】それが、例えば、絞る、絞らないという話ほどあったと思いますが、オルガネラレベルになりますとマイクロメートルオーダーになっています。この辺の数値というのはよくわからないところがあるのですけれども。10ナノメートルにビームを絞った場合と、それから1マイクロメートルに絞った場合のフォトンフラグス、それからラディエーションダメージの率というのはやはり違うわけで、でき得ればオルガネラの中にどういうふうな原子がどう分布しているか、そういうことを水分子まで含めて見れないかと

というような夢の測定をここに書いてあります。

【委員】運営面ですけれども、これは設備ができ上がった23年以降の話ですけれども。高輝度光科学研究センターと理研というのはどのような形でもって関わっていくのか。それから、その利用研究の主体というのはどこが主体になるかというのをちょっと説明していただきたい。

【文部科学省】高輝度光科学研究センター、JASRIですけれども、これはSPRING-8の運営をずっと平成9年から供用開始以来やっておりまして、その経験もノウハウも持っております。それで、そのノウハウを使って高輝度光科学研究センターに共用とか支援業務を移行していきたい。運営を委託をそこにしてやってもらおうと考えておりまして。利用主体はやはりそこに諮問委員会がありますので、諮問委員会の中で課題選定委員会をつくりまして、そこでSPRING-8も同じようにやっていますけれども、そのX線自由電子レーザーでなければできないような研究、卓越した研究をそこで選定をしてもらおうということで、オールジャパンで、海外も含めて広く共用に供したいと考えております。

【座長】まだまだいろいろ質問あると思うのですが、時間が限られておりますので、これで質疑応答の時間を終わらせていただきたいと思います。

ご説明いただきました皆様、どうもありがとうございます。それでは、ご退席ください。

【説明者退場】

【座長】少し予定をオーバーいたしましたけれども、質疑応答非常に重要かと思われましたので、我々の中でのディスカッションの時間を割いて少し伸ばさせていただきました。

それでは、ただいまの説明を受けて、ここで議論をしたいと思います。冒頭に事務局の方からご説明がありましたけれども、本日の我々のミッションは、報告書をつくるべく論点の整理ということでございまして。まず、本検討会でどういう評価の視点を項目として考えるべきかというところを少し議論いただきたいと思います。

オフィシャルな資料としてその問題の検討項目というのは先ほどご説明ありましたように資料1-1の4ページのところに項目が整理してありますので、それを見ながらこの課題に関しての視点を少し議論いただきたいと思います。

それから、もう1点は、本日は大分時間をかけて質疑応答もさせていただきましたが、まだ資料としてこういうものが足りないのではないかとすることがあれば、文部科学省等に追加の説明を求めることができますので、その事項に

についても検討いただきたいと思います。

【委員】私どもは新薬を開発し、製造するに当たってどうしても先行特許というものが非常に邪魔になるわけなんです、その場合にはどうしても使わなきゃならない場合にはその利用するために折衝しまして、かなりのお金を払う必要があります。この予算を見ますと、そういう点については今日は質問しなかったんですが、この領域というのはそういう先行特許が邪魔になってこの計画どおりにいかない面が多々あるものなのか、あるいは今の計画すると先行特許というのはそう気にしないでいいのか、ちょっとご意見を伺いたかったんですが。

【座長】これは文部科学省に聞いた方がよかったかもしれませんが。

【委員】よろしいですか。これ例えば3次元の構造解析をしようと思ったときに使われるアルゴリズムとかプログラムとかというのはほとんど今までつくられているものはパブリックドメインにまず出ますので、特許というのは余り考えなくていいと思います。

ただし単分子構造解析で一番肝心な手法、例えば先ほど議論のあった膜タンパク質が可溶化させて中にあるものをレーザーで飛ばすやり方として、形を保ちながら飛ばすなんていう新しい方法は多分特許の対象になると思います。

【委員】それはできないということですか。

【委員】今はだれもできないです。なので、それがうまくできるようになるというのは、マスの方でたくさん特許があるのと同じようなことで出てくると思います。ただ、それは先生がおっしゃられる創薬の場合にかかるような特許のお金のかかり方とはちょっと違う、その点1点だけでいきますので、余り金額としては問題にならないのではないかと、多分説明者も同じ答えをされると思いますけれども。

【委員】特に欧米が先行しているだけで、非常に我々その辺が障害になってできないプロジェクトもかなりあったものですから、ちょっと伺いました。

【座長】今日のお話を全部総合しますと、開発は今ほとんど欧米とパラレルに行われているという理解でよろしいんですかね。だから、技術的にも独自のものを一応確保して開発研究の展開を図っているというふうに理解してよろしいのかと聞いていたんですが。もし間違いでしたらぜひコメントいただきたいと思います。

【委員】欧米とパラレルというか、先ほど説明者もおっしゃっていましたが、ある意味スタートは遅れたんだけど、我々日本の持っている加速器技術を駆使してそれにほぼ追いつく形、あるいは一部追い越す形で同等なものができるという技術レベルに達しているという意味で、非常に効率よく技術開発をしていると言えると思います。やはりスタート時点はかなり遅れていて、

細かな議論というのはできていない部分があるかと思います。それは私が一番最初に質問したことにも関連するんですけども、欧米では非常に長い年月をかけて先端的な技術を積み上げながらX線自由電子レーザーを今つくろうとしているんですけども、日本の場合は既存の技術の組み合わせでできるだけコンパクトに経済的につくろうということです、一見非常に効率がいいし、できそうなんですけれども、逆にそれがゆえに障害が起こるという可能性もゼロではないと思うのです。なので、その辺をもう少ししっかり押さえるべきかなという印象もあります。それに関しては、260 MeVでしたか、プロトタイプのもの、というのが近々できてくるということです、この出来ばえを見て多分判断できるのではないかと思います。

【委員】関連して。光をつくる以外に利用の技術、利用の技術でも光をハンドリングするのと実験周りがあり、後ろへいくほどちょっと欧米の方がまだ進んでいるような印象を受けます。このCDRでもサイエンスケースというのは非常に短くて、欧米ではそういう部分を随分出している、そこはやはりこれから頑張らなければいけないのかなと思います。

【座長】今の視点は非常に重要ではないか。特に生物利用の方で大分ご指摘がありましたけれども、利用技術のパラレルな開発というのはもう少し力を入れてもいいのではないかとのご意見が大分出たようなんですけれども。この辺の観点について、ほかの材料系についても同様なことが言えるのでしょうか。

【委員】大型装置を開発するときに欧米とほぼできたものは、時間差はあってもほぼ同じレベルのものをつくってますよね。やはりそうしたときに、日本初のすごい成果を目指すべきで、それはいい装置ができただけではだめだと思うんです。そうしたときにここでいう利用研究とか、強いビームを用いた周辺技術、例えばX線顕微鏡みたいなそういうものがあって本当に装置を生かされた世界初のものになってくるわけです。

そうしたときに、利用研究のテーマ、今回も創薬から幾つか例があったんですが、かなりまだ漠然としていて、もう少し絞り込んでスペシフィックで、これをやればそれこそノーベル賞級のものが出るような、そういうものを1つでもこの中からまず出すこと。将来はもちろん利用研究でいろいろな成果出てくるんでしょうけれども、まずこのプロジェクトの中で1つの研究を絞り込んだものを何か1つ目玉をぜひ検討して欲しいなという印象を受けたんです。

【委員】同じ意見でありまして、こういう大型の装置をつくるまでは皆さん一生懸命なさるんですけども、やはり重要な、一番のコアの部分というのは利用の面だと思うんです。その利用する方々の利用しやすいようなスキームをつくることと、それから目指すものというのはある程度絞り込みというのが重要であって、やはり社会に対する説明責任というのはそこから出てくると思う

のですね。その辺のところがちょっと今の印象だと薄いような気がしたのが1つ。

それから、もう1つ、要素技術の開発がかなりのところまでいったとおっしゃっているんですけれども、プロトタイプにいくまでは要素技術積み重ねではないわけですよね、総合しなくてはいけなくて、そこから新たな課題というのも出てくると思うのです、その辺のところの問題というのは今の話、専門家の方に伺いたいんですけれども、どの程度までは把握してらっしゃっていて、想定をつくものであって、例えば5年間の計画の中でこの計画というのは本当に妥当なものなのか、いろいろな問題がどの辺で飛び出してくるか、その辺のところの印象を教えてくださいませんか。

【委員】今日の資料にこのデザインレポートというのがついていまして、私もこれにざっとは目を通したんですけれども。これを見る限り、技術的には本当にこれで突き当たって開発ができないというほどの問題は多分ないのではないかな。ただ、2010年完成という非常にタイトなスケジュールなので、そのあたりで若干遅れが出るかもしれないかな、という心配はありますけれども。技術の芽としてはできていると思っていいと思います。

【委員】今私がいろいろな先生方から聞いたところでは、とにかく既存技術を高度化してやると、なるべくリスクは負わないというイメージあったんですけれども。そうすると、これタイトかもしれませんけれども、それでも1年ぐらいアメリカが順調にいったら遅れるという話だったんですけれどもね。今の話を聞くと。そうしますと、じゃあ、もしこれがプロト機で十分もう、石川先生の説明も問題点は出尽くしてオーケーという確信を持っているという印象を私受けましたのでね。そうしたらあとはもう、どれだけ短期間に資金とマンパワーをつぎ込んで集中してやるかということ。

S P r i n g - 8はたしか数年遅れておってかなり成果をよそに取られたという話がありますので、じゃあ、その今既にプロト機ですべて問題が出尽くしているのであれば、もっとこれを前倒して本当に世界初にという計画にはならないのかというのを私は1つお伺いしたかったんですがね。

【委員】D E S Yの計画が2012年、S L A Cの計画が2009年となっていますけれども、私の印象では、逆にS L A Cの方が遅れるんじゃないかなという感じもしますけれどもね。

【委員】それなんか我々にとっては幸いなことですね。

【委員】ですので、私は、2010年本当に出るのであれば、日本として遅れるという印象はあまり受けません。

【委員】S L A Cが遅れるというのはなぜですか。

【委員】説明者も言っていましたけれどもやはりいろいろな要素技術、例えばR

F電子銃にしてもまだ問題を抱えているということもありますし、非常に長いアンジュレータの中をビームを安定に通すというようなことも、短時間はできても長時間安定に動かせるかとかいろいろな細かい点でまだ残された課題はあると思うんです。

【委員】ビームをアンジュレータの中を通すというのは、この理研のプロジェクトでも同じ問題があるのですか。

【委員】基本的には同じですけども、このレポートの中では、かなりその辺は意識して細かく検討されているようです。なので、決してSLACのレベルに彼らは遅れているとは思えなくて、逆にいうと、SLACもそのような問題を抱えているのではないかなと思います。私も完全な専門家ではないのですけれども。そのあたりはやはりどこも同じような問題を抱えながらやっているのだらうと思っています。

【座長】ほかに観点として考えるべきものはありますか。今、利用技術開発をもう少し充実してポイントをフォーカスした形の研究がスタート時から、ビームが出たところからすぐできるようにする配慮というのはご指摘がありました。それから、もう1つは、開発に出てくるであろう諸問題についてもう少し計画的にきちんと、要するにきちんと2010年には光が出るんでしょね、ということについての項目ですが。ほかにご意見ありますでしょうか。

【委員】先ほどシーディングの話が出て、シーディングという、最初はSASEでやって、それからあるところまでいったところでシーディングすると。先ほどは時間コヒーレンスの話が出ていたんですが、実は構造解析をするときにエネルギーが何%も変わってしまうようなSASEの、要するに不確定性があるようなビームだと、普段私たちが研究している感じからすると、結構構造解析自体も難しいのではないかなと思うんです。なので、私はかなり強く思うんですが、シーディングの技術を少し早めにもうちょっと練り上げてやる方向を考えるべきじゃないかなと思うんです。それがどのくらい必要かということの見きわめが多分彼らはまだできていないのではないかなと思うんです。というのは、先ほどの単分子の構造解析のためにどのくらいの光がどのくらい必要かというのが、少なくともCDRにももちろん出ていませんし、今日のパワーポイントの資料にもきちんとした形ではアセスメントとして出ていないので。本当にSASEで2010年に光が出たとして、それが単分子に使えるかどうかというのがちょっと見えないので、その辺の検討状況をできれば追加資料としていただくこと。もしそれがやはりSASEでは無理でシーディングが必要だということであるとすれば、利用系から考えると、むしろシーディングを早めてほしいという希望を出したらどうかなというように思いますけれども。

【委員】今のご意見ですけども、私も実は話を聞いていて、やろうとしてい

るご本人もやはりシーディングというのをかなり意識しておられるとすれば、やはり最初からそれを取り込んだ形で開発していくのがいいんじゃないかなという印象を受けました。その辺は利用側から、S A S Eのああいうエネルギーの広がりがあるようなものではだめだと、実際にはこれぐらいのものが必要だというような意見を出してあげないと、なかなか開発側だけでは判断が難しいのではないかなと思うのですね。

もちろん理研の中でもS P r i n g - 8を利用されている人たちとも相談されていると思うんですけども、外部からもそういう意見をどんどん出してあげることがやはり重要ではないかなと思います。レーザーの開発側からいうと、やはりシーディングというのはそれだけ複雑要素が1つ増える訳で、できればS A S Eという非常にシンプルな手法でやりたいと思うのですね、コストの面でも、構造の単純さの面でも。利用者の意見をもう少し大きく出していかないとフィードバックされない気がしました。

【座長】ありがとうございます。非常に重要なポイントで、多額の資金を投入しての大型研究開発ですので、将来的なところをみすえて、必要な追加事項があればそれも含めて検討してもらうことが非常に有効だと思います。そういう意味で、先生はビームラインをちゃんと利用して生物の研究をやってらっしゃる世界でも屈指の方ですので、そこら辺の意見というのは先方にも伝えて、少し資料を用意していただくことにしたいと思います。

【委員】先ほど質問させていただいたときに、やはりプロト機の計画が終わらないでもこれは世界的情勢から本番が多分スタートしたという私は理解したんですけども。そうしましてもプロト機がなぜ今の状態でそれでいいのかと、その整合性とか、そこらの説明というか。プロト機もまだまだこれで終わりじゃなくて、ちゃんと最後まで進んで利用・共用施設になるという話を聞いて安心したんですけども、そのプロト機の現状どこまでいって、それでこれでここにどう本番の計画にスタートするか、そこらはちゃんとしておかないと整合性というか、そういうところが説明がつかなくなるんじゃないかという気がしたので。本来のプロト機の計画はもうまだ数年残っているはずですけども、それが現時点で十分見きわめついたらと、それで本番はいけると、プロト機は今後どうするということところはちゃんといろいろ資料なんかそろえていただいた方がいいんじゃないかと私は思いました。

【座長】先ほどのこの資料のどこかにプロトタイプ機の位置付けというのがありましたでしょうか。

【委員】23ページにあります。

【座長】23ページにあるんですね。要素は既に完了済みで、これは開発途中だと先ほど説明者がおっしゃったのですが。実施研究計画はまだきっと年度途

中なのだと思うのですけれども。

【委員】当初の予定ではこれかなり長い、ロングレンジの計画でしたよね、これ。途中で短縮されたのですかね。

【座長】事務局の方はこの辺何かつかんでいますか。

【事務局】明確につかんでおるわけではないのですけれども、次の24ページにマイルストーンということで、こちらには一応2005年中に要素試験、11月からと書いてありますけれども、行うということ。それから、2006年にシーディングについての研究を行うというようなことがこの中にあります。

【座長】そうすると、ちょうどこの今計画を出されているものがスタートする時点にはもう要素開発から今のところ行われていたものは利用研究に入り、さらなる発展研究としてはシーディングの方に入るということなので、SASEの方はもうこれで一応今年度で完成していることになっているわけですね。

【委員】完成ですか。

【座長】まだ将来の話ですけれども、今年度とはいえ。ちょっとそのところはあれですが。ということで、研究計画上では、建設期間はダブってなくて、利用研究に入ったところで新しい建設が始まるというような形にはなっているようです。

【委員】様子を聞くと、今プロト機の加速器を並べていて、11月ごろに初めて光出す。あと数カ月だけでプロト機でのスタディは済んで、それで学んだ経験を本機のデザインとかそういうものにうまくフィードバックかけられるのかなと、非常に単純に思います。DESYなどだともうちょっとプロト機でのスタディが長いんですけれども、そういう感じはちょっと受けます。

【委員】本番がスタートしても随時プロト機の成果をフィードバックして、そのモディファイしていくようなお考えなのだとよろしいんですけれどもね。

【委員】今のに関連した質問ですが。実際の予算としては、このプロトタイプというのも入っているのですか、それともこれは理研で今まで、確か10億ぐらい、数週間前に行ってプロトタイプを拝見したんですけれども、既にいろいろなものが並んでいました。プロトタイプ8 GeV機との仕分けみたいなのはそれなりにあるのですかね。

というのは、プロトタイプを使ってシーディングの研究をするというのは私すごく大事だと思うので、それはむしろ多分このプロジェクトが動き始めればそちらですべきだと思うので、ちょっと聞きたかったのですけれども。

【座長】この資料にそれがあるかどうかですが。

【事務局】一応15ページのところに年次計画がありまして、全体計画、施設整備、利用開発等に何年で年幾らかけるというようなことはありますけれども、明確にこの中にプロトからのフィードバックのようなものが含まれているのか

含まれていないということはこれだけではちょっと把握できませんので、そこは再度確認すべき事項として文部科学省に投げ返したいと思います。

【座長】では、プロトタイプの中でのシーディングの研究の重要性にかんがみ、プロトタイプの研究開発が継続して行われるのかどうかについてということで、明確な答えをいただけるような問いかけをお願いいたします。

【委員】時間がなくて聞けなかったのですけれども、割に説明を聞いていると、S P r i n g－8と同じような感じでこの利用というのも考えておられるように受け取れました。けれども、多分、利用研究技術とか対象もある意味では非常に違っていて、例えばS L A Cの責任者は、これは今までと違ってむしろ高エネルギー物理に近いような研究の進め方だということを僕は聞いたことがあるのです。どうやって利用研究を推進するかというのをもうちょっと知りたい。何かS P r i n g－8の成功体験があるからそれに沿ってやればいいというようなご説明のようにも思えたのですけれども。X F E Lの場合の研究の進め方というのはあのような非常にたくさんのユーザーのたくさんのニーズをこなすものと違うのではないかなと思って、その辺をもうちょっと聞きたいと思ったのですが。

【座長】この点もちょっとご本人たちにお聞きしないとわからないことですので、今のご発言は、完成後の利用計画についてということ。それから、運営の仕方のことですよね。多数のユーザーを抱えるS P r i n g－8とはまた違う運営方針が必要と思われるが、そこはどう考えているかということでよろしいでしょうか。

そうすると、利用技術開発と開発中に出てくる要素問題と、それからプロトタイプにおける技術開発を平行に行うことの重要性と、それから完成後の利用の体制についてのこと、この4点が今観点としても出てきたわけです。

資料請求としては、プロトタイプの件と、利用運営の方式がS P r i n g－8とは少し違ってしかるべきだと思うけれども、その点についての考え方をもう一度整理して聞かせてもらいたいということですか。

【委員】利用研究に関しては、当然利用者の負担といいますか、課金といいますか、そんなようなものもやはり考えていかないとだめだろうと思います。サイエンティフィックな利用だけではなくて、やはりテクノロジカルといいますか、もっと産業利用、インダストリアルな利用もやっていかないと、これだけの大きな予算を使うという説明ができないと思うのです。その辺になると利用課金の問題がやはり具体的に出てくると思うのですね。だから、その辺も意識した利用のための組織、システム、そういうものを考えておいた方がいいのではないかと思います。

【座長】わかりました。では、今の利用の方法、運営方針については、産業利

用も視野に入れた利用者課金等についての考え方を聞くということですね。

【委員】やはりこれだけの予算を使うとなると、国民にどういうメリットがあるかということ、創薬も1つになるかもしれませんが、そういうものもこの計画の中に入れておいた方が後が進めやすいと思いますので、ぜひその辺も配慮していただきたいです。

【座長】この点は資料の1－1のジェネラルな観点のところにも挙げられている社会的な云々というところ、それを明確にしろということですね。

【委員】そうですね。要するに国民に具体的にどういうメリットがあるかというのを少し入れておいた方がわかりやすい。それが後で非常に進めやすくなると思うんですけれども。

【委員】利用のことについてちょっと補足しますと、私が思ったことは、このX線FELでやる実験は非常に新しい難しいことをやるので、非常に大きなたくさんの協力者からなる研究グループが知恵を出し合って長い期間集中するという、そういう利用方法になるのではないか。高エネルギー物理は割にそういうやり方をしている。また、スタンフォードではそういう考え方をしているみたいですけれども、その辺を本日の説明だとSpring-8と似たようなという感じだったので、どうお考えなのかという意味で聞きたいということです。

【座長】はい。事務局から出していただくときにチェックをさせていただきたいと思います。

【委員】これは質問ですが、先ほどから何度かプロトタイプの話が出ていますが、やはり要素技術は開発したけれども、まだ組み合わせて発振したことがないと、11月の発振テストが言ってみれば本当にクリティカルなときだと思うんですよね。だけれども、欧米とのタイミング等の関係からすると、私はやはりここでゴーサインを出すというのは非常に意味のあることだと思うのです。じゃあ、ゴーサインを出したからあと5年間どうぞおやりくださいというのは、私は大変危険だと思いまして、これだけイフがたくさん並んでいるプロジェクトなので、何か年度ごとにでもかなりクリティカルなアセスメントを、進捗状況に対するアセスメントする機構があった方がいいかなと思うんです。それは、文科省内部でもそうかもしれませんし、もちろん理研ではされると思いますが。文科省内部もしくは総合科学技術会議でされるのかちょっと私はよくわかりませんが、かなりクリティカルなことをきちっとしていった方が、すればむしろこのプロジェクトにとってもいいことではないかと思ってお聞きしたいのですが。

【座長】多分文科省の方からの今のことに対する答えは、この運営するときに委員会をちゃんとつけてそこでやるという、一般的な方式の中でやるというようなお答えが恐らく返ってくると思うのですけれども。それにさらにもう少し

違ったシステムをつけることを提案しますかね。そこできちっとやっているということで、メンバーも厳選し、ちゃんとやれていれば大丈夫だという判断であれば、そういうシステムをやるというご提案がありますので、そこをしっかりとやれよというようにこちらからもう一回後押しするということかなと思うのですが。

【委員】例えば、こういう大きなものの場合に、総合科学技術会議が毎年行うS、A、B、Cというのがありますよね。それは予算の方にはフィードバックされていくんですか。

【事務局】今私どもが実施しているものは研究開発が始まる前の予算要求時に出てきたときの事前評価です。毎年度につきましては、これは継続で当然また予算要求が出てくるということになりますので、その際には、今ありましたように、S A B Cという優先順位付けという中で今年の内容どうなんだというメカニズムは一応あります。ただ、そちらの方はあくまでも優先順位付けということですので、先ほどご指摘ありましたような毎年のアセスというようなこととは多少ちょっと観点は違ってくるのではないかと思います。

【座長】中間評価というのは多分ありますね。多分それだともう遅くなってしまうのですよね。だから、文科省の中の審議会の中にある委員会というのは多分毎年チェック入れているはずなので、そこでもフィードバックはかけ得ると思います。ですから、こちらから提言しておくことはできると思います。

【事務局】今年はこの件に関してX線自由電子レーザー、S A B Cという優先順位付けのヒアリングは行いました。そちらはそちらで審査結果があるんですけれども、こちらの事前評価の結果を待って、それで総合して判断しようということにしております。

【座長】このS A B C付けのときのコメントは少し紹介してもいいんですか。これは伏せておいた方がいいですか。

【事務局】はい。それから、この検討会で行う評価は、国家的に重要な研究開発の評価ということでお願いしているのですが、それは総合的かつ計画的に推進する国の科学技術政策を総合的かつ計画的に推進するという観点から行うというものですので、このX線自由電子レーザーそのものだけを評価することではなくて、この研究分野全体、例えばここだと加速器、陽子加速器とか電子加速器とかありますから、そういうものの全体の中でこれをどう位置付けていくのかという観点で評価をしなければならないだろうと思っています。今回、文部科学省の方にはそういう資料も用意していただくようお願いしていたのですが、どうやら今回はそうになってなかったようですので、次回はその周辺の資料もご用意いただきたいと思います。

【座長】今、事務局からのご発言は多分皆さんもうご理解いただいたと思うの

ですけれども。要するに今ハードXレイリージョンのこういうものをつくられると。それから、ソフトXレイリージョンを考えたときに既存の放射光施設のあり方、それはそのままでいいのかなということも頭にちょっとおきながら、これを置いたときに、あと全体としてケアしなきゃいけないことがどんなことがあるかというのも一緒に考慮していただきたいということだと思います。

【委員】これ理研の推進体制なんですけれども、これ必ずしも見えなかったのですけれども、どのくらいのメンバーの人がこのプロジェクトに参加してこれを推進するとかそういうのは多分データはあるのでしょうかね。

【事務局】資料を提出いただきたいと思います。

【座長】先ほどどなたかがご発言されたときの質問の答えにマンパワーの話が出てきましたね。

【委員】50人とか。

【座長】建設で50人、理研、JASRI、KEKそれから外の大学の方々全部をインクルードして、既にそこは見込んでいます。でき上がってからは、オペレーション体制としては30人は必要で、これは現在のSPRING-8を運転しているJASRIの陣容と、何かふにゃふにゃでしたが、合わせると無理な数字じゃないというようなことをお答えされたような気がします。かなり少ない人数でやるような気はしますね。

【委員】できれば、それが本当に少ないのか、力として大丈夫そうかと判断するためにはどういうレベルの人が何人ぐらいいるのかという内訳を、ブレイクダウンを出していただかないと、ちょっと30人と言われたときに、テクニシャンが30人いたんじゃないでしょうがないわけですから、どのくらいの人があるのかということや、それをちょっと資料として出していただけたらと思うのですけれども。それは大学の人が何人、どのくらいのレベルの人が入るかということも含めて、理研外部の人がどのくらい入る予定だということも含めてできれば知りたいと思います。

【委員】マンパワーに関しては、要するにこれ超伝導も使わない、それから難しいのは避けて既存技術をとにかく高度化するようで、そうするとある程度R&D進んでメーカーに任せて、大学とか何かのマンパワーは少なくともあるいは済むという観点もあるのかなと思うんですが、そこら辺のところもわかればこういう既存技術はとにかくメーカーに任せていけば量産できると、そういうところはどうか考えなのかというのをちょっと参考のためにお聞かせ願えたらと思いますね。

【委員】いや、これはどの要素技術を見ても、今並んでいるものについては、量産で会社に頼むというのはほとんど不可能じゃないですか。

【委員】その要素技術がある程度確立するのがプロト機ですよ。で、プロト

機というのは一応ほぼ確立できたという回答でしたよね。まだまだR&Dがあるんでしたらもう本当に理研とかK E Kの専門家がやらないといけないけれども、ある程度それをメーカーに移転も、どんどんつくればいいのであれば期間の短縮も可能かと思うのですけれども。そこらの当事者の見解というのは。

【座長】一応先ほど説明されたと思うのですけれども、そのマンパワーに関しての内訳を聞くと。それから、建設全体に関して製造会社なり何なり、民間の会社に任せられる部分がどのくらいあるのかということ。

【委員】ええ、それでかなりこれは確立したからもう民間に任せると言うことになれば、必要なマンパワーも決まると思うのですよね。

【座長】その内訳を教えてくださいによってその50人と30人というものの意味が少し見えてくるかと思うのですが。

【委員】マンパワーの内訳を聞くというのは大変いいと思うのですけれども。多分、よくこういうので答が出てくると名前が出て、その人がどのくらい関与しているかというのがわからないで、結構たくさん名前を並べることがある。もしマンパワーのブレイクダウンを聞くのならば、その辺の情報もあった方がよい。先ほどフルタイムで50人と答えられたので、その辺がないとデータが中途半端になるような気もするのですが。

【委員】そんなにコントリビュートできる専門家がいますかどうかとか。

【座長】この質問は我々はどういう観点で使うために聞くということになるのでしょうか。これだけの大きな計画で人員が足りないのではないかと、もうちょっとちゃんと補強せよということをするためになりますのでしょうか。

【委員】そういうことじゃないでしょうね。これだけ大きなプロジェクトですから、推進体制がきちんと理研の中で組まれているかどうかということを見るということではないでしょうか。

【座長】それでは、質問にそういう観点を加えて、これだけの建設に人員を、質問に対して50人プラス30人ということであったが、非常に効率がよく見えると。実際にこれで可能かどうか不安であると。具体的にどういう陣容で取りかかれるのかの内訳を出していただきたいと。補足する、企業に任せられるところがあるならばその部分も明記いただくことによって全体の計画がスムーズに運営できるかどうかの確認をとりたいということですね。

先ほど全体に対しての位置付けは資料の何ページに、とかいって一番最初に文科省の方がサラサラとおっしゃったような気がしましたがけれども。聞き違いだったのかな。

【事務局】先ほど補足的に全体の中での位置付けということを説明申し上げましたけれども、私どもの方で、そもそも今我が国における加速器なり軟X線含めて放射光設備なりといったものが現状どうなっているのかと。その中でこれ

はどのような位置付けになるのかということについて補足説明資料を出してくれということを申し入れるようにいたします。

【座長】よろしくお願いします。

大体、先ほどの質疑応答に付随するような項目について議論いただいたと思うんですが。さらにもしつけ加えることがありましたら、この場で出るようでしたら、もうちょっとだけ時間をとりたいと思いますけれども。よろしいでしょうか。

本日は大変急なお願いにもかかわらずお集まりくださりましてありがとうございます。この熱心なご議論いただいた内容を事務局の方で整理いたしまして、皆様にお渡しいたしますので、内容を検討いただきますと同時に、さらにこの場で議論足りなかったこと多々あると思いますので、それに関しましては追加資料として提出いただければと思いますので、よろしくお願いします。

では、閉会の前に、次回の日程等につきまして、事務局から説明をいただきます。

【事務局】追加意見書というものをお手元にお配りしてございます。本日も議論いただきました内容等も踏まえまして、今後評価を行っていく上でもうちょっと議論したいようなことがあるとか、あるいは文科省に追加で確認を求めるべき事項等がございましたら、ご提出いただきたいと思います。

それから、文科省から追加で確認を求めるべき事項について事務局でカテゴライズなり明文化をしたものを一度皆様の方にフィードバックさせていただきます。趣旨が違ふようなところがあればご指摘いただいた上で文科省に投げ返したいと考えております。その点については、次回2回目の検討会の際にまた改めて説明を求めたいと考えております。

次回ですけれども、10月12日水曜日の午後4時から予定をしております。ぜひご出席方よろしくお願いします。

以上です。

【座長】ありがとうございます。次回の日程はただいまのとおりです。それでは、これにて閉会とさせていただきます。ありがとうございました。

—了—