

## 報告書（案）

### 1. はじめに

J-PARC 計画は、日本原子力研究所と高エネルギー加速器研究機構が共同で進めている「大強度陽子加速器計画」であり、平成13年度から総額約1,355億円の予算で第1期計画の建設が始まった。平成16年度予算の要求に当たり、総合科学技術会議の評価を受けて見直しが必要になったこと及び計画の事前評価実施後3年が経過し諸情勢が変化していることなどから、文部科学省は、科学技術・学術審議会の学術分科会基本問題特別委員会および研究計画・評価分科会原子力分野の研究開発の評価に関する委員会の合同作業部会として「大強度陽子加速器計画評価作業部会」を設けて中間評価を行った。

評価作業部会はその報告書の計画の進捗状況に関する部分で、「3GeV シンクロトロンについては、詳細設計の段階において、新しい研究成果に基づき、・・・仕様変更を行う必要が生じた。この仕様変更については、当初の設計段階で問題を把握できなかったことは大変残念である」と述べ、「仕様変更に伴い所要経費が増大することについては、リニアックの出力エネルギーを当初必要とされた400MeVから200MeVに下げたことで建設を進めることにより対応している」ことを「当面の対応としてはやむを得ないものと考えている」としている。しかし、議論の過程では設計変更の経緯と責任の所在を明確にすべきであるとの指摘がなされた。

J-PARC プロジェクトチームはこれらのことに対応するために、

- ・なぜ加速器の設計変更が必要になったかの理由を詳らかにすること。
- ・設計変更後、組織等においていかなる措置を講じたかを明確にすること
- ・評価作業部会の指摘をふまえて、今後の加速器建設の進め方に対する留意事項を明らかにすること

などの検討を行うことを期待して、本委員会即ち「加速器出力特別委員会」を設けた。

### 2. 加速器設計変更の経緯

#### 2.1 「当初設計」・見積もりに至るまでの経緯

##### 2.1.1 統合計画以前の状況

大強度陽子加速器計画が2機関の統合計画となる以前には、高エネルギー加速器研究機構（高エネルギー物理学研究所（旧 KEK）が東京大学原子核研究所（核研）と合併してできたもので、以下 KEK という）では JHF 計画、日本原子力研究所（以下原研という）では中性子科学研究センター計画の構想があった。JHF 計画は、当初、核研が高エネルギー原子核計画を推進するために提案した「大型ハドロン計画（JHP）」をもとにして、KEK が新たに提案した計画である。その加速器構成は 200MeV リニアック、3GeV ブースターシンクロトロン、50GeV シンクロトロンであった。一方、中性子科学研究センター計画は、出力 1MW の核破砕中性子源と加速器駆動核変換施設の建設を目的とする計画であった。これは

1GeV 級の大強度陽子リニアックを主加速器とする計画であった。その加速器は、低エネルギー一部が高周波四重極 (RFQ) 型リニアック及びドリフトチューブ型リニアック (DTL) で、高エネルギー一部が超伝導リニアックで構成されるものであった。低エネルギー一部は JHF 計画のリニアックと同様の構造であったが、原研においてはビーム強度の目標値が JHF より高かったため、サイズを大きくする必要から、加速高周波は低い周波数 (200MHz) であった。

JHF 計画に先立ち、核研が推進する JHP 計画に高エネルギー物理学研究所が協力して、432MHz の小型化大強度陽子リニアックに必要な要素技術の開発が行われた。一方、原研においては 200MHz の RFQ、DTL の試作機の製作が行われた。また、高エネルギー一部の超伝導リニアックについても超伝導加速空洞の試作開発が行われた。

平成 8 年 (1996 年)、核研と高エネルギー物理学研究所の合併を視野に入れて JHF 計画が立案されたときに、JHP 計画では 432MHz であったリニアックの周波数が 324MHz に変更された。(ビーム物理の研究成果をふまえ、大強度の場合は DTL でのビーム集束力が調整可能であることが不可欠と判断し、集束要素を永久磁石から電磁石に変更したため構造が大きくなったことがこの変更の理由である。) 周波数が変わったことによってリニアックの各要素の製造技術に新たな開発が必要となったものもあった。平成 11 年補正予算によって JHF 用リニアックの最上流部 (エネルギー 20MeV まで) の建設が認められ、開発が進むこととなった。加速管本体のほか、324MHz のクライストロンの開発が行われたことも、この種の技術力確保にとって特筆すべき有意義なものであった。現在これは、ビーム加速試験で既に 30mA のピーク電流を実現しており、統合計画の実機として用いられるものと位置付けられている。

## 2.1.2 統合計画に係る設計作業とコストの推定

KEK の JHF 計画と原研の中性子科学研究センター計画がいずれも大強度陽子ビームを利用するものであることから、平成 10 年 9 月に、両研究機関の計画を統合して大強度陽子加速器施設を建設する「統合計画」の検討が始まった。翌平成 11 年 3 月には KEK と原研との間に同計画を共同で推進する覚書が交わされ、永宮正治氏をリーダーとする共同推進チームが結成された。

加速器の設計作業は新たに発足した共同推進チームによって行われたが、これと併行して予算の策定作業も行われた。その結果、原研東海研究所を敷地とし、原研・KEK の共同プロジェクトとして、400MeV リニアック、3GeV シンクロトロン及び 50GeV シンクロトロンを主要加速器とする「大強度陽子加速器計画」が正式に提案された。この加速器構成は JHF 計画に似ているが、リニアックのエネルギーが 200MeV から 400MeV に変わっているのは、統合計画となった段階でビーム強度の見直しが行われ、中性子施設へビームを供給する 3GeV シンクロトロンのビームパワーが JHF 計画より大きい 1MW に設定されたためである。また、加速器建設予算に関しては、原研が 400MeV リニアックと 3GeV シンクロトロンを分担し、KEK が 50GeV シンクロトロンを分担することが決まった。

平成 11 年 4 月にこの統合計画について国際レビューが行われた。その後、コストの見直しを行って、急遽平成 11 年度補正予算要求として提出されたが、この段階では計画は認められなかった。さらに、大規模プロジェクトの事前評価に関する国の方針に基づいて、平成 11 年 12 月から翌平成 12 年 8 月にかけて「第三者評価」が行われたが、これと併

行してプロジェクトチーム内部でコストの再評価がなされ、平成12年夏に体系的なコスト評価がまとまった。本報告書において「当初設計」及びそれに基づく見積もりと記したものは、第三者評価を受けた後、共同推進チームが平成12年夏までに作成したものを指す。これを基にあらためて概算要求を行った結果、平成13年度に正式に総額約1,355億円の予算が認められ、建設が開始された。

このように、統合計画として進めることになってから正式に発足するまでの1年あまりの短期間に、仕様の変更及びそれに伴う再見積もりが繰り返されている。3GeV シンクロトロンについては以下のような事情にあった。JHF 計画では最も規模が大きい50GeV シンクロトロンの費用対効果の最適化検討から、3GeV シンクロトロンの仕様が決まり、ビーム出力0.6MW が決定されたという側面があった。統合計画となっても、50GeV シンクロトロンの設計はほぼJHF 計画のものを踏襲し、3GeV シンクロトロンのビーム出力を1MW に増強するため、リニアックのエネルギーを200MeV から400MeV に増強するという方針をとった。こうして加速器の設計と経費の積算が併行して進展し、二度にわたって建設予算の再見積もりが行われた。最初の見積もりと比べて正式発足時の見積もりは4割以上増額になっている。研究の進展に伴う性能向上のための設計見直しと、計画全体の予算総額に対する制約を考慮しつつ、状況の変化に沿って短期間に再見積もりが繰り返され、「当初」案となった様子が見えてくる。

## 2.2 建設開始後の仕様変更とコスト増大に至った理由

本委員会は、プロジェクトチームからの報告をもとに、3GeV シンクロトロン設計変更の理由ならびに加速器建設コスト増大の要因について検討した。

平成12年夏に13年度概算要求を提出した後も大強度陽子シンクロトロンに関する加速器物理的な側面からの検討は急速に進められた。特に大強度化に伴う空間電荷効果によるビームの不安定性は世界的に注目されており、既存の加速器での実験的研究とより精度の高いシミュレーションコードの開発がKEKの加速器グループを含む内外の研究所で進められていた。後に新現象ではないことが判明するが、文部科学省の合同作業部会で問題視された、米国の加速器によるビームの不安定性に関する「新しい研究成果」の情報がもたらされたのもこのような状況下であった。

このような研究動向も考慮し、3GeV シンクロトロンのビーム出力を優先させつつ、50GeV シンクロトロンとの整合性も保ちうる案について、平成13年8月初頭、加速器グループのほぼ全員が集まり集中的な検討を行った結果、設計の見直しとそれに向けての検討指針が決定された。併行して進めていた空間電荷効果シミュレーション計算についても、プロジェクトチームが開発したものを含めて3種類のシミュレーションコードを併用し、かつ精度を上げ、また、国内外の加速器で得られた最新の知見をも考慮して再検討を行った。その結果、平成13年度概算要求に用いた「当初」設計のままでは3GeV シンクロトロンでのビーム損失が目標値の3倍になり、装置が放射化して保守不可能になることが明らかになった。しかし幸いに、平成13年8月に開始した新設計では新しいシミュレーションでも問題がなかったため、そのまま加速器グループ内で設計変更作業が本格的に進められ、約半年以上の作業の後、平成14年4月に、ほぼ800ページに及ぶ技術設計報告(TDR)がまとめられた。この結果は、同年5月に開催された国際加速器技術助言委員会(A-TAC)で審議され、その承認を受けて具体的な仕様変更の内容が確定した。

その後、加速器グループ内で新たな設計に基づいた経費の算定作業が始まった。平成14年8月末までに、機器設計の最適化とコストの合理化を両立させるために最終的な検討が行われ、機器設計およびコスト確定作業等が終了した。この間、プロジェクトチームとしては、この作業結果に対する当事者以外の専門家のコメントを求めるために、新たに評価委員会を設置し、コスト評価を受けた。その結果が本委員会で「当初」案と比較した現在の執行案に近いものになっている。

以上のように、3GeV シンクロトロン設計変更の最大の理由がビーム損失の大きさの再評価にあることはすでにプロジェクトチームによって文部科学省合同評価作業部会において説明されたとおりであり、それに伴う周長及び電磁石の断面積の変更が計画の所要経費増大の主な要因となっている。しかし、それと同時に、現在の執行案を見ると、実施段階に入って具体的に製作を進めた結果、ハードウェアの製作上新たに対応すべき技術課題の存在が明らかになり、これがコスト増大の要因の一部になっていることも事実である。また、全体に当初設計での見積もり段階と執行段階での建設費の差額が大きい項目があることも明らかになった。

そこで、本委員会としては、コスト増大の要因を、3GeV シンクロトロンの設計変更によってもたらされたもの、実施段階において新たに新技術の開発と導入の必要性が明らかとなったもの、当初の検討・見積もり精度が十分でなく実施段階において予想以上の対応が必要になったと思われるもの、の3つに整理分類した。

## 2.2.1 3GeV シンクロトロンの設計変更

### 1) ビーム損失再評価について

大強度シンクロトロンにおいては、入射直後に起きる空間電荷効果によるビームサイズの拡大（ビームハローの発生）がビーム損失の主要な原因の一つであり、放射線管理の立場からビームコリメータに吸収されるビーム量に上限を設けるのが普通である。ビームハローの生成は加速器物理の中でもとりわけ正確な推定の難しい問題である。定性的な取り扱いが解析的に行うこともできるが、詳しいことは計算機シミュレーションで予測する以外に方法はない。

ところが、計算機シミュレーションでもどれだけ正確なモデル化ができていないかが問題である。加速器の世界では目下モデリングの研究に多数の研究者が携わっているが、絶えずより実体に近いモデリングに向けての闘いを続けているのが実情である。

加速器の設計においてビーム口径の決定は最も基本的な作業の一つであるが、統合計画においても、当初の設計段階で空間電荷効果を考慮に入れて必要ビーム口径の決定がなされ、電磁石の大きさなどが決定されていた。

しかし、既に述べたように建設が正式に認められた後、加速器の設計について改めて組織的、包括的なチェックが行われた。この際に 3GeV シンクロトロンの入射時のビーム損失とそのコリメーションの問題は最も議論となった点であった。空間電荷効果問題についても、プロジェクトチームが開発したものを含めて3種類のシミュレーションコードを併用し、また、国内外の加速器で得られた最新の知見をも考慮して再検討を行った結果、ビームハローの生成が当初予想値より大きくなることが判明し、現在問題となっている仕様変更に至った。

シミュレーションによる予測には限界がある。経験に基づく知見の蓄積が多ければシミ

ュレーションの精度は向上するが、これまでに経験のない大強度ビームの場合には、どれが確かな計算であるとは断定できない。このような事情から、今回の場合にも3種類のコードでクロスチェックして、仕様変更を行っている。

新しい加速器を作る場合はそれまでの知識と経験を総動員することになるが、それでも試運転後に、ビーム物理の点でも、またハードウェアの点でも改良を必要とすることは多々発生する。最先端の加速器であればあるほど、所期の目標を達成するためには不断の改良が必要である。そこで設計当初に、将来起こるかもしれない事態をある程度頭に描きつつ、対応が可能であるような設計を行っておくべきである。

今回の件でいえば、実施設計の段階で問題点が明らかとなり、事前に設計に変更が加えられたことは、まことに幸運であったが、当初設計の早期からビーム損失問題への対応が十分ではなかったと、本委員会は判断する。しかし、先に述べたように、統合計画以前のKEK、原研の計画内容と両研究機関による検討状況や、共同推進チーム結成からの時間的余裕を考えると、陽子リニアックや50GeVシンクロトロン設計作業に比べ3GeVシンクロトロン設計検討が遅れざるを得なかったことは理解できる。また、加速器のモデリングに関する研究は、いまでは大強度加速器に限らず、あらゆる先端加速器で不可欠の技術となっており、あらゆる知見を取り入れてシミュレーションの精度を高めることはたえず行わなければならないことである。その意味からも、今回の設計見直しもJPARC加速器における技術の発展の一過程であったと考えられる。さらに、以上の観点に立つと、現在の設計といえどもビームハローの生成の問題、ビームコリメーションの問題は決して解決された問題ではないことを肝に銘じて、ハード、ソフト両面からさらなる取り組みを続ける必要がある。

なお、「大強度陽子加速器計画評価作業部会」の報告において「新しい研究成果に基づき、・・・仕様変更を行う必要が生じた。」とされる部分は、部会の議論の中で、海外での実験結果を知って初めて見直しを行い、仕様変更をしたのではないかと指摘されたことを受けた記述であるが、実際の検討は上述したような経過をたどっており、先端的加速器の設計・建設作業において通常見られる状況である。

## 2) 設計変更によってもたらされた機器の主要変更点

ビーム損失再評価の結果、コリメータへ吸収される損失ビーム量を目標値内に抑えるために、3GeVシンクロトロンのビーム口径の拡大が必要となり、また、空間電荷効果に起因するビームハローの生成を極力抑えるために、ビーム入射系の見直しも必要となった。

これに対応するために、ラティス（電磁石配列構造）の変更を行ったが、その際、建設経費への影響が大きいことから、偏向電磁石のギャップは変えないという条件でラティス設計を行っている。

### リング周長

直線部における入射機器及びコリメータの適性配置を再検討し、あわせて真空システムの保守作業性を向上させるためにアーク部における偏向電磁石と四極電磁石の間隔を若干長くするなどした結果、リングの周長は313.5mから348.333mに変更された。

### 電磁石及びその電源

偏向電磁石のギャップは変わらないが、水平方向の有効磁場領域を190mmから210mmに広げた結果、磁極の幅が500mmから540mmに広がった。また、四極電磁石のボア径も、と

くに直線部に設置されるものについて大きくなった。(これによりアクセプタンスが約1.5倍になり、ビーム損失を所定の目標値に抑えられる見込みが得られた。)

四極電磁石のボア径が広がったことによって電源の容量が大きくなった。また、ラティスの変更により四極電磁石の種類(ファミリー数)が3から7に増えた。

#### セラミック製真空ダクト

偏向電磁石内のビームが水平方向に大きくなったために、偏向電磁石用のセラミック製真空ダクトの形状が直径188mmの円形から横248mm縦188mmの扁平ダクトに変わった。

#### ビーム入射用機器

ビーム損失の再評価作業の結果、入射用バンパ電磁石を当初設計の4台から8台で構成されるシステムに変更した。また、入射後の周回ビームのエミッタンスが当初設計の1.5倍に増えたこと、また、入射用機器が設置される直線部のビームサイズが増えたことにより、バンパ電磁石の口径が大きくなった。

設計見直しにあたり、リニアックから来るビームに関して、安全を考慮して当初設計よりもビームハローを大きくとり、入射ビームサイズを1.5倍(エミッタンス換算で2.25倍)に仮定して入射システムを設計することとした。これもいくぶんか入射機器の設計変更に影響を与えている。また、この機会に、入射ビームの電荷を負から正に変える荷電変換装置も仕様を強化した。

このようにして、ビーム入射系は全面的な設計変更となった。

## 2.2.2 特に技術開発を必要とした項目

### 1) シンクロトロン用磁性合金コア高周波空洞

3GeVシンクロトロンのような速い繰り返しのシンクロトロン(RCS)にとって、高周波加速系は電磁石系と並んで技術的に最もチャレンジングな要素を含む部分である。ビーム損失の再評価により周長が長くなった結果、必要な高周波電力が増え、それが高周波加速空洞のコストアップの一因となったという面もあるが、加速器技術としては常に改善を加え、最善の技術を導入する必要があるという面がある。

3GeVシンクロトロンの場合、加速中の周波数の変化が大きい上に、25Hzという速い繰り返しなので加速電圧が高い。さらに、ビーム強度も格段に高い。なるべく限られたスペースでこのような条件を満たす加速空洞を実現する必要がある。

平成9年頃から金属磁性体をコアに使用した、これまでとは異なる新型の加速空洞を開発してきた。統合計画の当初設計・見積もりの段階ではすでに実証試験も終了してはいたが、実施設計の段階にいたり、カットコア(コアに1mm程度のギャップを入れる)の加工精度を確保する方法など、未経験の技術について新たに検討を要する問題が発生した。

### 2) リニアック製造技術

すでに述べたように、JHF計画の段階でRFQおよびDTLの周波数は324MHzに変更された。変更の主な動機はDTLの集束力を可変にするためということであったが、この変更の結果、リニアックの製造技術に新たな開発課題が生まれた。

#### ドリフトチューブ電磁石

DTLのドリフトチューブ内の集束用四極電磁石は電鋳法とワイヤーカッティングという高度な技術を駆使したコンパクトな水冷の電磁石である。これについてはJHF計画の中ですでに開発が進められていたが、これをいかに安価に製造するかが課題であった。実際の

建設において量産効果を価格に反映できなかったことが予想以上に製作費が必要となった理由である。

#### PR 電鍍法の空洞への応用

周波数が 324MHz になったことによって加速空洞の形状が大きくなり、432MHz の場合に開発してきた無酸素銅の削りだし法は応用できなくなった。空洞の製作法を新たに開発する必要が生まれ、鍛造鉄に高品質の銅をメッキするという、従来から行われている電鍍法を採用した。

ただし、加速空洞の伝導性を良くし、表面を滑らかにすることが、電力の効率化と放電対策のために必要であるとの判断から、従来のメッキ法とは異なり、最近に開発された PR (Periodic Reverse) 銅電鍍法を採用した。このために空洞製作技術の開発費用が生じ、コスト高の要因となった。

#### 導波管の製造技術

大電力高周波用の導波管の形状も周波数が低くなったために大きくなったが、単なるスケールアップでは対応できず、製造方法が変わった。この部分は当初の予想外のコスト高を招いた。

### 2.2.3 その他の高性能化、安全性向上のための変更など

#### 1) 3GeV シンクロトロン of 電磁石用電源

当初は 3GeV シンクロトロン of 電源についても電源容量を基準に経費を算出したが、このシンクロトロンは速い繰り返しで運転されるので、電源本体より、速い繰り返しのパルス運転に対処する共振回路や関連する電線等に要する経費が増加した。これは既に述べたビーム損失の再評価に伴って電磁石の仕様を変更したこととは別の要素でコスト高になったものである。

#### 2) リニアックと 3GeV シンクロトロンを結ぶビーム輸送系 (L3BT)

L3BT も当初見積もりより大幅にコストアップになった部分である。上述のように、ビーム損失低減の観点からリニアックのビームの性質に関してより安全な（保守的な）数値を採用することとし、L3BT のビーム径を大きく見積もった。このためにビームダクト径が大きくなるとともにビームラインの長さおよび分岐数が増加した。また、ビームモニターにも当初考えていた以上に高い精度を要求した。

これを実現するために四極電磁石や偏向電磁石のボア径の増大、電磁石の数の増加、真空ポンプやビームモニターの増強などが必要になった。

この結果、コストが当初の 2 倍以上になった。このうちビーム損失低減化対策が約 3 分の 1 でこれは開発的経費といってよいと考えられる。残りの 3 分の 2 は追加的に必要になった経費である。

#### 3) その他

このほかの当初設計の段階では十分に配慮がなされていなかった主なものを以下に述べる。

#### 放射線安全対策

大強度陽子加速器ではインターロックシステムとして、人を護るためのものおよび装置を護るためのもの（それぞれ、PPS および MPS という）ともに、従来以上の高度なものが必要になる。当初検討したものよりも信頼性の高いシステムにするよう、安全設計グルー

から強い要求が出てきたために変更が必要になった。

#### リニアック低レベル高周波系

リニアックのビーム性能向上のためには集束要素の性能向上だけでなく、高周波系の高精度のモニター・制御が必要であり、その開発費がコストに影響した。

#### 受配電設備等

当初、建物施設予算の内に含めてあると考えていた特高変電所等の設備建設経費のうち、実施段階で加速器実験設備の予算の中で処理しなければならなくなった部分が経費増になった。

### 2.2.4 コストアップの分類別まとめ

本委員会は、リニアックと 3GeV シンクロトロンのコストについて、当初予定コスト計画と現在の実施コスト計画との比較を行った。ただし、後述のように、現在のリニアックは、当初の 400MeV 案から高エネルギー部の環状結合構造 (ACS) 型リニアック部を除き、RFQ、DTL および分離型ドリフトチューブリニアック (SDTL) からなる 200MeV 案に仕様変更されたものになっている。したがって、ここでは現在の加速器構成に対応する部分について、コストアップの原因分類別まとめを行う。

若干単純化しすぎている点もあるが、おおよその傾向を理解するために以下の表のようにまとめた。比較検討結果を要約すると、合計で約 7.3 億円の赤字になる。

表 当初のコスト計画と現在の実施コスト計画との差額 (概数)

	小 計	リニアック	3GeV リング
ビーム損失再評価による分	18		18
技術開発の必要による分	17	12	5
当初過小評価による分	38	20	18
合 計	73	32	41

(単位：億円)

この表からわかるように、「大強度陽子加速器計画評価作業部会」の報告書で指摘されている、「3GeV シンクロトロンについて当初想定していた以上のビーム損失が生じることが判明して仕様変更したことに伴い増大した経費」は、約 1.8 億円であり、差額全体の 2 割強である。その他最先端の研究装置建設では常に生じる研究開発の成果を採用したことによるものがリニアックを合わせてやはり差額全体の 2 割強である。3GeV シンクロトロンについても性格的には研究開発に伴う変更に近いので、いずれも開発的要素によるものとする、両者合わせて見積もりの差額の約 5 割、建設費総額の約 2.6% である。ただしそれ以外の当初注意深く設計・積算していれば避けられたかもしれないものが差額全体の 5 割強、建設費総額の 2.8% である。

なお、今後エネルギーを 400MeV に回復するためには、当初予定よりアップして約 8.5 億円必要であるとされているので、全体についての当初見積もりとの差額という意味ではこの値をいうべきであろう。この値を採用すると、経費増 (あるいは見積もりの誤差は) 建設費総額の約 6.3% となる。

### 2.3 コストアップに対するプロジェクトチームの対応策について

このようなコストアップの状況に対応するために、プロジェクトチームとしては、予算規模の変更を避けるために、リニアックは周波数 324MHz を用いる RFQ、DTL、SDTL（ここまででエネルギーは 181MeV となる）を建設し、972MHz を用いる ACS の建設を後回しとして計画を進めるとの方針を立てた。（したがって、変更後のリニアックのエネルギーは正確には 181MeV であり、200MeV というのは公称値である。）

もちろん、エネルギーが下がることによって空間電荷効果はより大きくなるので、ビーム損失量を目録値 4kW 内に抑えるためには、400MeV の場合に比べてビーム強度を下げなければならない。このため、3GeV シンクロトロンでのビーム出力は当初の設計値 1MW の約 60% に下がることになった。

この設計変更に関して、後に記述するように、いろいろなレベルの議論、評価等を経て方針を最終的に確定し、さらにリニアックの今後のエネルギー回復シナリオについても検討している。

## 3. 建設体制の経緯について

### 3.1 建設開始前の共同推進体制の状況

平成 10 年 9 月に KEK と原研の計画を統合する議論が開始され、ただちに加速器の概念作りとコストの試算が始まった。平成 11 年 3 月には覚書が交わされ、共同推進チームが結成された。最初は、プロジェクトリーダーの下に設けられた加速器その他の全てのセクションには、2 機関間の調整を図るという理由で、両機関から推薦された 2 人のリーダーを置くという 2 人制が採られたが、直ぐに多くのセクションは 1 人制に整理された。

一方、概算要求については、責任分担としては両機関が分け合う形をとり、中性子に重点を置く原研側がリニアックと 3GeV シンクロトロンまでを、素粒子原子核に重点を置く KEK 側が 50GeV シンクロトロンを守備範囲とした。

このため KEK および原研が共同で行うとはいうものの、加速器の各部分で予算に関しては設計とは別の責任体制が併存しているという複雑な執行体制であった。特に 3GeV シンクロトロンについては、このような状況下で、KEK 側には陽子シンクロトロンに専門家がいたにもかかわらず、KEK 側研究者の 3GeV シンクロトロンに対する参画が限定的になる雰囲気があった。

共同推進チームは、一組織がその敷地内に建設する場合と比較すると、大きなハンディキャップを負っていた。時間不足、人員不足、互いに慣れない組織原理、地理的に離れていることなどのうえに、2 機関が各部分を別々に分担するのではなく共同で作業するという、前例のない形の合同チームの結成や両機関の合意形成に主力を注がねばならなかった。しかし、このようなハンディキャップにもかかわらず、加速器設計、予算策定作業を進め、最終的に世界が注目する大計画を他に先駆けて発足させることに成功した。

### 3.2 設計変更に対する専門家評価などの経緯

平成 13 年 8 月末に、加速器グループ内で 3GeV シンクロトロンに関し、仕様変更の必要性を確認し、ディレクター、サブディレクターに報告してプロジェクトチームとしての

確認事項とした。既に述べたように、このことに関して技術的には平成14年5月に加速器アドバイザー委員会（A-TAC）の承認を受け、またその後の機器設計およびコスト確定作業に関して、加速器専門家で構成される通称「神谷委員会」によるコスト評価を受けた。

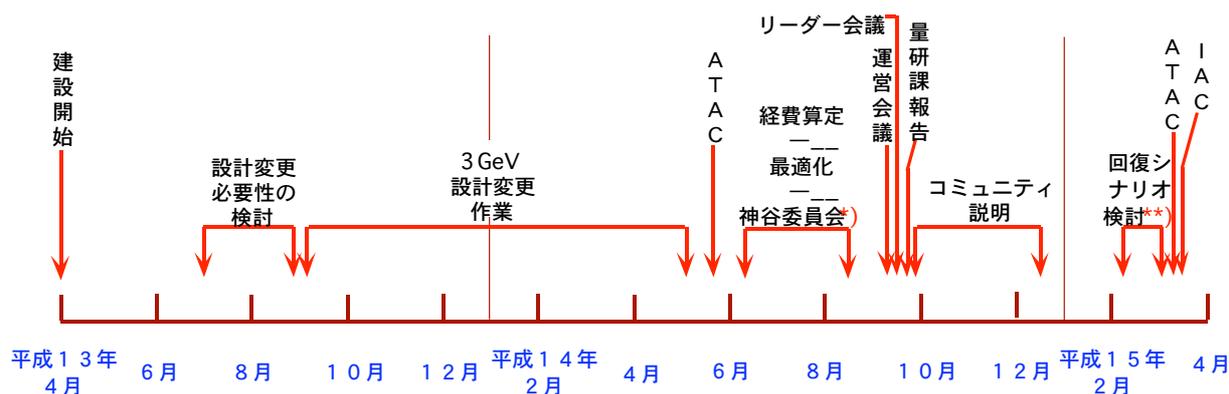
この設計変更とコスト評価に関する作業結果は、まず、平成14年8月6日のKEKハドロン加速器推進委員会において、加速器グループリーダーから「リニアックのエネルギーと3GeVシンクロトロン性能について」という題目で報告され、予算内にコストを抑えるためにリニアックのエネルギーを200 MeV付近にした場合の予想されるビーム出力低下についても報告された。さらに、9月6日、原研とKEK両機関の責任者が集まる第5回運営会議において、加速器グループリーダーから3GeVシンクロトロンの設計変更、リニアックエネルギーを200MeV下げることなどの検討に関して説明を行い、引き続き、量子放射線研究課に対して、9月19日、上記の経過をプロジェクトディレクターが説明した。

その後、9月下旬から12月上旬にかけて、原子核素粒子コミュニティ、日本学術会議物理学研究連絡委員会、中性子学会、等に対してプロジェクトチームの責任ある立場の人からの説明が行われ、コミュニティの了解と理解を得た。

その後、翌年の平成15年2月には、400MeVへの回復シナリオに関するプロジェクトディレクターのAdHoc委員会が設置され、コストの算定や今建設しておくべき項目、建設に必要な年次計画、等のレビューが行われた。これらの結果を踏まえ、平成15年3月の第2回A-TACにおいて、リニアックエネルギー低下説明が行われ、加速器技術上の承認を受けた。引き続き、第2回IACにおいて、リニアックエネルギー低下に対する議論が行われ、エネルギー回復シナリオの策定が指示されることとなった。

以上の経過を以下に表としてまとめる。

### 設計変更の経過と措置



\*) 神谷委員会は3 GeV と Linac の経費査定と提言を行った。

\*\*\*) プロジェクトディレクターのAdHoc Committeeにて検討。

## 3.3 建設体制の強化

### 3.3.1 建設着手時の加速器グループの責任体制とその後の強化策

建設着手時の加速器グループの責任体制については、加速器全体責任者であるグループリーダーがリニアックの責任者を兼任し、3GeV シンクロトロン の責任者はサブディレクターが兼任する等、十分な体制が組めていなかった。加速器グループ員については、KEK では他の加速器の建設・試運転と重なり、十分に人的資源を活用することができなかったし、原研では専任者の数が十分でなかった。

合同作業に伴うさまざまな問題に翻弄されて、プロジェクトディレクター及び加速器グループリーダーが加速器全体の問題点を細部までの確に掌握し KEK・原研双方のマネジメントに強力に訴えて問題を解決するという状況になっていなかった。

設計変更の問題を契機として、意志決定メカニズムに関しては、隔週に開かれる各サブグループ・リーダーを中心とした加速器グループリーダー会議を加速器グループとしての最終確認機関とし、ここに種々の問題点が上がってくるルートを確立した。こうしてその後の種々の問題に対処する確認事項は、建設チーム全体のリーダー会議に報告され、建設チーム全体としての決定とする体制になった。これにより、それまでに見られがちであったグループ内での情報伝達不足はほぼ解消された。

さらにその後のラインの強化策として、3GeV シンクロトロンについては、平成15年1月に専任責任者を指名するとともに、原研の職員としてライン上も責任体制を明確化している。また、リニアックについては、原研 KEK とともに長い開発の歴史の間に、有能な中堅実務者が育っており、それら6名からなる執行委員会を組織し、そこに権限を与えて機動性を高めている。また、徐々に加速器グループ員の増強を行っている。さらに、プロジェクトチームの責任体制を組織においても裏付けるために、原研のラインをプロジェクトチームラインと一致させるように変更している。

### 3.3.2 プロジェクトチーム全体のレビューメカニズム

今回の設計変更とコストの上昇に関しては、プロジェクトチーム内部に確固としたレビューメカニズムが存在しなかったことも大きな原因である。既に述べたように、設計変更とコスト上昇が判明した時点で「神谷委員会」を立ち上げ、レビューを行なった。さらに、リニアックのエネルギーを 200 MeV に変更せざるを得なくなった時点で、プロジェクトチーム内に「400 MeV へのエネルギー回復シナリオ策定委員会」を立ち上げた。しかし、これらは、事後対策的な委員会であって、コストの上昇を食い止めるための委員会ではなかった。このため、最近、プロジェクトチーム内部には、必要に応じて、コストの上昇を食い止めるための委員会を設置し、レビューを行っている。

### 3.4 両機関への意志の伝達と両機関の対応

今回、プロジェクトチームが両機関に報告を行ったのは、設計変更やコスト上昇の全てが判明した後の運営会議においてであった。この当時は共同推進事業でありながら、両機関それぞれの固有の管理体制、責任体制の論理があって、プロジェクトチームが一体的な活動を行うことが困難であった。ある程度予想されたこととはいえ、障害を乗り越えることの困難さは予想以上であった。この困難さは J-PARC 計画における具体的な課題に関してプロジェクトチーム及び両機関の各組織が果たす機能・役割がよく整った形で明文化されていなかったことにも現れている。このような状況でプロジェクトチームは、主として内部的に問題に対処しており、さまざまな事情を乗り越えて両機関の自覚を促すべく報

告・連絡・相談をするという努力が不足していたことも、問題解決への両機関からの適切な対応が引き出せなかった理由であろう。

### 3.5 コミュニティとの意志の疎通

今回問題になった点の一つに、コミュニティの意見をいかに汲み上げたかに関する疑問があった。プロジェクトチームとしては、各種学会や委員会を通じて、コミュニティに説明を行って来ている。今回の設計変更に関しては、それらの説明が平成14年後半期に行われている。しかしながら、このような説明活動があったものの、コミュニティの不満感が払拭されたとはいえない。プロジェクトチームには「利用者協議会」と呼ばれる委員会が存在するが、この機能も明文化されてなく、利用者の声を直接にプロジェクトに反映させるための強力なメカニズムとしては機能してこなかった。

## 4. 文部科学省作業部会の指摘と本委員会での検討

### 4.1 加速器設計変更に関する総合科学技術会議および文部科学省評価作業部会の指摘

#### 4.1.1 総合科学技術会議の評価

平成16年度の概算要求に当たり、文部科学省は第1期の平成16年度分の他に、新たに当初は第2期分であったニュートリノビームラインの建設費（総額約160億円）を前倒しして要求した。総合科学技術会議は、平成16年度の科学技術関連施策の優先順位付けにおいて、既定の第1期分の建設費についてはAと評価したが、ニュートリノビームラインに関してはCと評価した上で、「3GeV シンクロトロンを中心とする第1期計画分の建設計画について当初の性能を落とすことなく完遂することが最重点であり、このための合理的かつ現実的なスケジュールを検討し、これに基づき第2期計画分の建設計画を検討すべきである」とコメントした。

#### 4.1.2 文部科学省評価作業部会

これに対し文部科学省は、総合科学技術会議から「ニュートリノ実験施設の建設着手については、計画の見直しが指摘された」とこと、「計画の事前評価実施後3年が経過し諸情勢が変化している」とことから、科学技術・学術審議会学術分科会基本問題特別委員会及び研究計画・評価分科会原子力分野の研究開発の評価に関する委員会の合同評価作業部会として「大強度陽子加速器計画評価作業部会」を設置して、本計画の中間評価を実施した。この評価作業部会は、「ニュートリノ実験施設の建設とリニアックの整備に焦点を絞って、今後の進め方について評価を実施し」、その報告書の中で、計画の進捗状況について「3GeV シンクロトロンについては、詳細設計の段階において、新しい研究成果に基づき、当初想定していた以上のビーム損失が生じることが判明し、その周長及び電磁石の断面積を拡大する仕様変更を行う必要が生じた。この仕様変更については、当初の設計段階で問題点を把握できなかったことは大変残念である」と述べている。その上で、この仕様変更に伴い所要経費が増大することに対してリニアックの出力エネルギーを400MeVから200MeVに下げて建設を進めることにより対応したことについては「第1期計画については、まず実験を開始することが重要であることから、リニアックについては、200MeVで当面建設を進めることが適切である。しかしながら、長期的には研究に影響があるため、

当初求められている 400MeV までリニアックの性能をできるだけ早く回復する必要がある。したがって、200MeV でのリニアック運転開始後速やかに整備に着手し、3 年程度で完了することが適当である。」と結論した。しかし、この議論の過程では、3GeV シンクロトロン設計変更の経緯をつまびらかにし責任の所在を明らかにすべきであるとの指摘がなされた。一方、ニュートリノビームラインについては計画を取り巻く状況の変化から早期着手を説き「ニュートリノ実験施設については、研究の重要性、緊急性及び継続性に鑑み、平成 16 年度から建設に着手し、平成 20 年度の完成を目指すことが適当である。」と結論した。

#### 4.1.3 概算要求結果と作業部会報告に対する総合科学技術会議の見解

この作業部会報告に基づき、文部科学省は、総合科学技術会議への説明を行って理解を求め、最終的にニュートリノ実験施設の建設着手は平成 16 年度予算の政府案として認められた。

なおこの過程で、総合科学技術会議からは、具体的な供用計画、既存施設の整理、維持費を含む建設・運転計画等について検討すべきとの宿題が出されたが、その中で、研究者コミュニティの声の汲み上げ、合意形成が十分でないのではないかという懸念が表明された。

#### 4.1.4 歴史的経緯と本委員会がおかれた立場

J-PARC 計画は多目的の加速器計画である。一方では、核研のニューマトロン計画の挫折以後に検討された大ハドロン計画や高エネルギー物理学研究所における中間子・中性子科学の将来計画である GEMINI 計画などの歴史的経緯を引継いだ 4 大分野（アレナ）からなる核研の JHP 計画、さらに核研と高エネルギー物理学研究所を統合しニュートリノ研究を包含した KEK の JHF 計画という曲折を経た計画があり、他方では、わが国の原子力分野の重要課題である使用済核燃料の処理処分を目的としたオメガ計画の一部である核変換研究や原子炉中性子源による中性子科学の伝統を引継ぐ原研の中性子科学研究センター構想とがあった。これらを統合整理し、文部省と科学技術庁の統合の象徴的計画として立案されたのが J-PARC 計画である。J-PARC 計画として統合する際に短寿命核ビームの分野のようにこの計画から外す工夫がなされた分野もある。しかし、総じて全体計画の規模が大きくなった結果、計画を一気に完成することは無理となった。このため計画を 2 期に分けて実現を図ることとし、まず第 1 期分の予算が認められた。

このような曲折を経た多目的計画においては、全体の調整は容易でない。それをここまでまとめ上げたリーダーの努力は特筆に値する。しかし、時間不足で全員の納得は得られない状態での決断も必要とされたと判断される。また、設計変更によってリニアックのエネルギーが低下しても運転の仕方を工夫することで 50GeV シンクロトロンのビーム強度を下げないようにすることで、ニュートリノ実験は予定通り可能である一方、そうすることにより中性子ビーム強度がさらに低減することに関して十分な納得が得られていない状況があった。総合科学技術会議がコミュニティの意見の汲み上げに懸念を示した背景には、このような事情がある。

加速器の出力に関しては、このような大強度ビームは段階的に性能を上げて目標値に近づけていく必要があり、今回とられた措置は、そのためのしかるべき対応が施してであると

理解できる。しかし、このことが共通認識になるように時間をかけて説明する努力がプロジェクトチーム側にやや不足していた。

結果的に、このような様々な歴史と異なる組織文化を包み込んだプロジェクトの問題点が、評価作業部会において 3GeV シンクロトロン設計変更問題に集約された形で表面化したと判断される。そこで本加速器出力特別委員会としては、プロジェクトチームから期待された検討項目を考慮しつつ、評価作業部会で指摘された 3GeV シンクロトロン設計変更の経緯をつまびらかにし責任の所在を明らかにすることについて検討するとともに、これに関連して加速器建設全体について反省点を明らかにし、今後に資するための検討を行った。なお利用者コミュニティの問題は利用者協議会で扱われることになっているので本委員会ではこれ以上立ち入らない。

## 4.2 本委員会での検討

### 4.2.1 設計変更の経緯と経費に関すること

本委員会は、3GeV シンクロトロン設計変更の経緯について、加速器建設リーダーから説明を聞くなどして、検討した。その詳細は第2章で述べたとおりである。その結果、海外の実験結果を知ってから設計を見直したのではないと判断した。しかし、計算精度を高めて見直す作業が集中的に行われた時期に、海外の実験に関するニュースが得られたため、この情報がこの作業を促進したとは考えられる。設計ミスとまではいえないが、当初の粗い精度での計算に基づく設計段階において必要な余裕を確保していなかったことは、幸いにして製作前に見直し・改善されたものの、反省点と考える。

しかしながら同時に本委員会としては、空間電荷効果の再評価の結果として 3GeV シンクロトロンを設計変更することになったことが、予算的にリニアックのエネルギーを 400MeV から 200MeV に変更することになった主要な原因ではないことを指摘しておきたい。即ち、当初設計の後で研究開発が進んだために変更が必要になった部分、設計は固まっていたものの当初の見積もり精度が粗かった部分などが多く、これらが予算不足の大きな部分を占めていることが判明した。そこで本委員会としてはこれらを区分して評価した。

その結果、3GeV シンクロトロンにおける空間電荷効果によるビーム損失対策が原因と考えられるものは、予算不足の2割強であり、研究開発の進展によるものが、やはり2割強で、それ以外の当初見積もりと執行案の積算の差によるものが約5割であると考えに至った。なお、本委員会としては、当初の課題に答えるためもあって、上述のように3GeV シンクロトロンビーム損失対策とその他の研究開発の成果を取り入れたことによるものを区別したが、これらはいずれも研究開発の進展によるものと解釈できる。また、執行案の積算との差が出た原因としては、研究者側の期待と現在の厳しい競争原理にさらされている企業の対応にずれがあったことが考えられる。

なお、本プロジェクトには、開発を伴う大型計画にありがちな偶発的な事象に対処する予算超過の許容範囲 (contingency) という考えは導入されていない。また細かい項目ごとに予算額を計上してきたことも、問題に対処する柔軟性を欠くことになったと考えられる。ただし、これらのことが見積もり精度の粗さを正当化することにはならない。

### 4.2.2 責任の所在

本委員会の第1の検討事項は 3GeV シンクロトロン設計変更に関わる経緯と責任の所

在をつまびらかにすることであった。しかし、上述のような経緯であってみれば、責任は個別設計者の問題を超えた、建設チーム全体が抱えていた構造的な問題であると考えられる。さらに、本委員会は建設体制に関してもプロジェクトチームから経緯と反省点を聞くなどして検討した。その詳細は第3章に述べたところである。当初設計作業段階での人員不足と時間的制約は明らかであり、特に 3GeV シンクロトロンに関しては、当初の人員が人数においても専念度においても極めて不十分であったと考えられる。しかし通常、多くの計画が発足までには人的制約が多いものであるため、J-PARC 計画のみの問題とはいえない。

本委員会としては、今回の設計変更に関して、何が本質的な構造的欠陥であり、どこに責任があるかを断定することは困難であるが、以下には本委員会が感じた建設推進体制の問題点を掲げる。

- イ) KEK 原研双方に、それぞれ以前の計画の主要関心事に対する経緯があり、両機関同士の J-PARC 計画全体に対する共同事業としての取り組みが困難であった。
- ロ) プロジェクトリーダーが両機関のトップに自覚を促すように問題点を日常的に報告・連絡・相談することが不足していた。
- ハ) 当初は加速器建設リーダーが一部の設計担当を兼ねるなどしていたこともあり、全体設計への目配りがおろそかになったきらいがある。
- ニ) 当初は設計上の責任体制と予算上の責任体制が一致しておらず、KEK と原研の共同作業であるにもかかわらず、ある種の遠慮があり、一体的な協調の意識が不足していた。この点は 3GeV シンクロトロンにおいて顕著であり、専従者の確保が十分でないうえに個別設計者が専心できてなかった。
- ホ) 統合計画として進めるための準備期間が、設計上も体制上も極めて短期間であった。このため予算面でも、まず総額予算枠を設定してから内容を検討するという手順にならざるを得ない面もあり、企業の見積もりとの差が生じたが、この見積もりをチェックし、矛盾を克服する体制は必ずしも十分でなかった。

#### 4.2.3 設計変更後の措置について

設計変更後の組織等における措置については、第3章に詳述したところであるが、要約すると、意志決定メカニズムに関しては、隔週に開かれる各サブグループ・リーダーを中心とした加速器グループリーダー会議を加速器グループとしての最終確認機関とした。ここに種々の問題点が上がってくるルートを確立し、建設チーム全体のリーダー会議に報告され、建設チーム全体としての決定とする体制にしている。さらにその後のラインの強化策として、3GeV シンクロトロンについては、平成15年1月に専任責任者を指名するとともに、原研の職員としてライン上も責任体制を明確化している。

#### 4.2.4 加速器建設の進め方の反省点

以上の経緯から J-PARC 計画は、加速器の個別要素の研究については長年にわたって行われており、その意味では機が熟してなかったとはいえないものの、一つの計画としてまとめ、2機関の共同作業として推進するには準備期間が短すぎた。省庁統合の象徴的計画として短期間にこの大計画をまとめあげたことは賞賛に値するが、それが加速器設計に影響したとも考えられる。

また、加速器技術的にも、大強度の中性子源と 50GeV 級の大強度のシンクロトロンを限られた予算で一つのシステムに統合することは、相当に挑戦的な計画であり、それなりの設計思想に基づいて、開発的要素を克服する準備をしてから発足するか、そうでなければ今日的技術で実現可能な現実的な計画でスタートし段階的に目標とする到達点に近づくと、という構想の理解を得て進めるべきであった。かつて加速器は核物理学者が自らの研究用実験装置として、それなりの設計思想をもって自作してきたものである。しかし J-PARC のような多目的の大型計画になると、様々な期待を背負ったものとなる。こうなると、いかにチーム全体の明確な設計思想のもとに、各人が自覚的に責任感と緊張感をもって取り組んでいるかが成否を分ける。J-PARC 計画は統合の初期においてその環境作りが不十分であった。

しかし、今回、見直しによって予算不足でリニアックのエネルギーを下げるという結果になったとはいえ、幸いにして実際の製作前に迅速に設計の見直しが行われ、先端加速器においては伝統的にメーカーへの丸投げではなく、研究者自身が加速器の開発設計をしてきていたからでもある。加速器開発を取り巻く環境も大きく変化しており、今後の世代交代に伴う研究者の技術の継承が円滑に行われるようにすることが重要である。

## 5. 今後の進め方に関する提言

本委員会としては、以上の検討及び反省に基づき、J-PARC 計画の今後の進め方に関して、以下に箇条書きで提言をまとめて示す。

- 1) 運営委員会とディレクターの役割：プロジェクトディレクターは、KEK 原研双方のトップと緊密な連携をとって計画の推移について共通理解のもとに問題に対処して、適宜、運営委員会を開くとか、両機関のトップ会談を設けるなど、プロジェクトチームと両機関の責任者との日常的な連絡を強化すべきである。運営委員会への働きかけはプロジェクトディレクターの責任である。プロジェクトディレクターを、社長・CEO とすると、運営委員会は、コーポレートガバナンスでいう経営役員会に当たると考えられる。メンバーは両機関の理事クラスから選ばれるであろうが、若干の「社外重役」も入ってよい。
- 2) ディレクターを中心とした執行体制の確立：ディレクターは計画全体の代表で、特に外に向かった顔として多忙である。ディレクターの代理的補佐役ではなく、内部に対し全体の計画執行状況を常に厳しく点検し問題点の早期発見とその対策に努める執行体制が必要である。これはプロジェクトディレクターを中心とした執行役員会に当たるもので、ここから KEK・原研両執行部に迅速かつ的確な提案が出せるようなシステムになるよう、明文化された規定等も整備すべきである。具体的には現在のグループライダー会議を強化して日常的な報告・連絡・相談を緊密に行うという方向であろうが、この執行役員会はグループの利益代表の会ではなく、計画全体の執行に責任を持つものである。さらに、このような執行体制を利用した日常的活動として、建設チームのメンバー全体に問題点と進むべき方向の明確な共通認識を与えるために、加速器建設リーダーがその設計思想に基づいて責任ある定期的レビューを行い、全員に対するフィードバック体制を確立することが必要である。なお、放射線管理等の加速器以外のチームとの連携も強化すべきである。
- 3) 実人員計画と体制：A-TAC 等では、これだけの計画に対して、当初より増えたとはい

え、人員が少なすぎるとの指摘がある。両機関の積極的な人員の支援を望む。この際、人数だけでなく、専念度が重要である。このためには両機関における他の仕事とのトータルな人員計画が適切なものになっている必要がある。今回のことである程度改善されているが、なお十分ではない。今後も、今までにないビーム出力を達成するに当たって、予想を超えた新しいビーム不安定性やハロー発生メカニズムが現れる可能性を考慮しておく必要はあり、これらのことにも迅速かつ的確に対処できる体制を整えることが望ましい。これには KEK 側の KEKB 建設やリニアコライダー開発に従事してきた専門家集団の協力が不可欠である。原研側についても、さらなる人員の採用とともに、原研と核燃料サイクル開発機構との統合・新法人化における全所的な観点から、J-PARC 計画に対する理解と支援体制の確立を望む。

- 4) 建設後体制への移行：建設後のコミッショニング及び定常運転体制への移行も考慮しつつ、KEK と原研・新法人がよりいっそう協調して建設・運転する環境を醸成し、プロジェクトチームのラインが両研究組織のラインと表裏一体となりうる体制をさらに工夫する必要がある。この点で現状は事務組織が一カ所になってないなど、プロジェクトチームの両機関における位置づけとして、これだけのプロジェクトを遂行すべき十分な体制に構築されていないと判断される。さらに、国際的に英知を結集する環境整備、特に外国の研究者の責任ある参画体制を整備充実させる必要がある。
- 5) 予算措置：独創的な計画であればあるほど、設計研究は発足後も続けられるのが常であるから予算面でも、このような研究開発の進展に柔軟に対応できる配慮が必要である。本計画のような未知の現象に取り組む必要のあるプロジェクトにおいては、大規模計画であることから当初見積もりを精度よく行う努力をすることはもちろんであるが、そのうえで偶発的な事象への対応、いわゆる contingency の導入が今後必要である。さらに、現在の企業は厳しい市場経済の競争原理のもとで活動しており、加速器の基盤技術の開発を行う余裕はなくなっていることを考慮し、国家的プロジェクトの推進のためには、公的機関で常に挑戦的な開発課題をもって加速器づくりの実践を続けていかなければ技術の空洞化が起こるであろう。既存の加速器施設においても、新計画の推進にあたっては、ある程度の基盤開発経費を確保する必要がある。なお、建物関連施設と加速器施設の仕分けに見落としのないような配慮も必要である。
- 6) リニアックのエネルギー回復：加速器建設手順の変更をリニアックのエネルギーを低下させるという、やや柔軟性のない形で表現したことが適当であったかどうか疑問であるが、シンクロトロンへの入射ビームを段階的に増強することは、これまでの多くの加速器のコミッショニングにおける段階的なビーム強度増の経過を見ても自然である。したがって、最初のコミッショニング時にリニアックのエネルギーが 200MeV であるという進め方は、予算不足に対する対処としては適切であり、最終仕様に影響を及ぼさないことを追求した周到な回復シナリオといえる。この回復シナリオについては建設チームのシミュレーション等の努力と着実な進歩が A-TAC においても評価されている。しかし最終性能を遅滞なく実現するためには、200MeV までのリニアックの完成後速やかに 400MeV への増強がなされる必要がある。一方厳しい予算事情もあるので、加速器だけでなく、試料の位置での中性子束を高める中性子

導管システムで世界をリードする開発を行うなど、特に中性子関係の利用者コミュニティの理解を得る努力が必要である。

## 6. おわりに

本委員会は、国際的にも関心が高い国家プロジェクトである J-PARC 計画の推進に関して、プロジェクトチームの反省と今後の推進に関して、いささかでも貢献できないかとの思いで、検討作業を行った。この作業に対してプロジェクトディレクターをはじめ建設チームの方々に、資料づくりや状況の説明など多くの労を煩わせた。本委員会の作業が、そうでなくても忙しい建設作業を妨げることになったのではないかと危惧しつつ、関係者に感謝を申し上げる。

加速器の仕様変更に伴う様々な批判とそれを受けた改善はまだ終わっているとはいえない。文部科学省の評価作業部会を受けた形での本委員会の作業はひとまず終了することになるが、今後起こりうる進展を含めて、関係者が適切な対応をとり、一日も早い完成を願うものである。

委員会名簿

委員会日程