

第4回 J-PARC 計画国際アドバイザー委員会

報告書

2005年3月



ニュートリノディケイボリウム工事現場(2005年3月1日、日没時)

2005年2月28日～3月1日開催

つくば於

目次

答申の骨子	3
提言のまとめ	4
J-PARC 計画の状況	5
J-PARC センターの組織構造	6
J-PARC センターの実験計画の管理に関する所見	7
ユーザー支援	8
計算環境	9
立ち上げ時期のユーザーに対するアドバイス	9
運転費用	9
加速器プログラム	10
加速器の現状と提言	10
加速器の実装とコミッショニング計画	12
原子核素粒子物理	12
凝縮系物質と生命科学	15
中性子散乱	15
ミュオン科学	15
核変換/ADS	17
付録 I	19
付録 II	21
付録 III	23

答申の骨子

日本原子力研究所（原研）と高エネルギー加速器研究機構(KEK)の共同計画である J-PARC 計画の国際アドバイザー委員会(IAC)は、2005 年 2 月 28 日と 3 月 1 日に筑波の KEK で開催され、東海の建設現場を視察した。

加速器テクニカルアドバイザー委員会(A-TAC)は、IAC の直前の 2005 年 2 月に開かれた。加速器全体をまとめた中間報告が IAC に提出された。2004 年 10 月の中性子源テクニカルアドバイザー委員会(N-TAC)、2005 年 2 月に開かれたミュオン科学実験施設アドバイザー委員会(MUSAC)、及び原子核素粒子実験施設委員会(NPFC)からの IAC への報告が、2 月 28 日に行われた。今回の IAC の議事次第を付録 II に、また当委員会の委員のリストを付録 III に示す。

本委員会は、プロジェクトディレクターの永宮教授とプロジェクトチームに対し、これらの進展に関して本委員会に詳細な情報を提供し議論に応じてもらったことを感謝する。委員会に先立ち、電子化された文書を配布してもらったことは、今回の委員会に大いに役に立った。ディレクター及び事務局に対し、この配慮に関し深く感謝する。本委員会は、2004 年の委員会での提言が、プロジェクトチームと個々のプロジェクトリーダーによってかなり受け入れられていることを、今回の彼らの発表から知ることができた。

施設建設だけでなく加速器のコンポーネントや標的システムなどの建設は、大いに進展を見せている。実験装置建設に関するプロポーザルや設計提案の審査は、うまく扱われている。本委員会は、これに関してプロジェクトチームとKEK機構長及び原研理事長のなされた仕事について敬意を表したい。当委員会が2002年に行った提言「加速器と初期の実験装置の建設において、たとえ、実験装置や実験プログラムの数が限られることになろうとも、その品質において世界標準レベルを目指すこと」が守られているといえる。

この計画の日本と世界に対する重要性は変わっていない。 実のところ、今回施設建設と加速器建設の進展を知るにつけ、計画の重要性の認識は高まるばかりである。原研と KEK 双方からのプロジェクトチーム員の優秀さと勤勉さは目を見張るばかりである。このようなことが、非常に限られた予算状況のなかで達成されてきたことを賞賛したい。

東海サイトへのスタッフの移動、現地での装置のインストールや機器の試験といった、非常に重要な段階を 2005 年のうちに迎えようとしている。この段階の重要性は強調してし過ぎることはない。 このことと運転のための準備ということが、今回の IAC 報告書の主要な観点である。計画

の進行を促すための 2005 年度と 2006 年度の建設予算の状況と、提案されている J-PARC センターに関連した運営組織の問題が、今回の委員会の関心事であり提言の中身である。

加えて、今こそ J-PARC が成るであろう主要国立研究施設の運転時期のことに
ついて考えるときである。本委員会の委員がもつ国際的な経験をもとに、
国内及び国外からの研究者をユーザーとして最も効果的に惹き付けるよ
うな運営形態について考えてみた。建設された基幹施設の品質に見合う
運転経費をいかに配分すべきかという問題について委員会は議論を行い、
いくつかの提言を行っている。

本報告書では、主要な提言は番号を振って答申の骨子にまとめてある。本文
中には、これ以外にも多くの番号の振られていない個別の提言が含まれ
ている。

提言のまとめ

提言 1 本委員会は、J-PARC 施設の政策決定者が、2005 年度と 2006 年度に
J-PARC に必要とされる建設費と運転費のどうしても必要な増加をサポ
ートするために予算増の措置を至急とるべきことを強く提言する。特に、
2006 年度には巨額であり危機的ともいえる建設予算不足が見込まれる
ことに注意を促すものである。我々は、政策決定者に対して、このよ
うな深刻な予算不足が生じた際にひきおこされる損害を避けるために、こ
れからの 2 年間に必要とされる予算増への対策を見つけるよう強く注意
を喚起したい。

提言 2 本委員会は、J-PARC をかかえる両機関が、J-PARC センターの運営組
織の設立に関する当委員会の提言をよく考慮するよう提言する。

提言 3 本委員会は、J-PARC 執行部が、国際レベルの実験プログラムのため
の速やかで実り多い施設利用という J-PARC のミッションを遂行するの
に絶対不可欠な予算額に関して、包括的でボトムアップの解析を行い、
これに関して 2005 年中に外部評価を受けることを提言する。

提言 4 本委員会は、2010 年までにリニアックのエネルギーが 400 MeV となる
よう提言する。リニアックエネルギーの低下は、J-PARC の運転初期にお
いて、J-PARC の持つべき最高の成果を上げることが制限することになる
であろう。

提言 5 本委員会は、J-PARC の運転初期におけるニュートリノ実験のためのビ
ーム強度改善に関する A-TAC の提言を強く支持するものである。

提言6 本委員会は、J-PARC 執行部が 2007 年の運転開始に先立って開始時点で最低 10 本の中性子実験装置が整備されるような計画を確固たるものとするよう提言する。

J-PARC 計画の状況

IAC へのプレゼンテーションや建設現場の視察により、2004 年から 2005 年の 1 年間に J-PARC サイトにおいて多くの進展があったことが示された。施設建設は順調に進んでおり、すべて高い品質にあるようである。よく起こる問題であるが、新たな建屋の建設による地盤沈下の影響が見られるようであるが、全体が安定した状態になってから加速器要素の位置調整が可能となるよう、加速器のインストール時に適切な方策が必要となるであろう。中性子散乱や原子核素粒子物理実験における主要な技術要素の一つである中性子の標的ステーションは組み入れが進行中であり、その他の多くの装置の設計も大分進んできている。これらの仕事に責任を持ってきた科学者による委員会へのプレゼンテーションは、明解で熱気にあふれ、そのチームの士気の高さを感じさせるものであった。

J-PARC 施設は、建設の年を重ねるごとに、陽子、中性子、中間子、ニュートリノ、ミュオンの利用により結びついた非常に重要な科学技術の広い分野の基礎研究や核変換技術の分野において世界の最先端の施設となるべきというポテンシャルを現実のものとしつつある。J-PARC 施設は、建設が完了しその実験プログラムを開始すると、日本に絶大なる高い評価をもたらすこととなる。それは、よく考えられてお互いが成り立つようにつくられた J-PARC の複数の加速器、ビームライン、実験装置が、その共通の科学的メリットや計画上のメリットのために協調して動き、その中で多くの科学と技術分野が統合されていくという、先見性をもった J-PARC の思想が具体化されていくということで実現されていくであろう。その本性によって、J-PARC は、この困難な科学技術のミッションをたった一つの施設において学問上の非常に重要な相乗効果と経済効果をもたらすことで達成するであろう。

J-PARC とそのミッションの価値は、総合科学技術会議 (CSTP) による 2004 年 9 月から 10 月に行われた評価においても "A" 評価となるなど、高く評価されてきた。本 J-PARC の国際アドバイザー委員会は、同等の陽子加速器施設を有する世界の専門家の見地から CSTP の評価に賛同するとともに、計画された J-PARC 施設の建設が終了し実験開始となる際には、計画が世界レベルで大いに成果を発揮できる状態にあることを切望する。

このような背景のなかで、今回の IAC において、法人化という大きな組織改革が J-PARC のスポンサーである KEK と原研にも直接影響を及ぼし、

2005 年度と 2006 年度の J-PARC 予算、特にその 2 年目に深刻な影響を与えて計画の健全性をそこないかねないということを聴き、非常に驚かされた。この新たな事態を受けて、本委員会は以下のような重要な提言を行うものである。

提言 1 本委員会は、J-PARC 施設の政策決定者が、2005 年度と 2006 年度に J-PARC に必要とされる建設費と運転費のどうしても必要な増加をサポートするために予算増の措置を至急とるべきことを強く提言する。特に、2006 年度には巨額であり危機的ともいえる建設予算不足が見込まれることに注意を促すものである。我々は、政策決定者に対して、このような深刻な予算不足が生じた際にひきおこされる損害を避けるために、これからの 2 年間に必要とされる予算増への対策を見つけるよう強く注意を喚起したい。

本委員会は、2004 年に設定した優先順位を維持するが、2004 年にコメントした以下のことを繰り返しておきたい。ニュートリノ実験に第一の優先順位を与えた後、J-PARC の広い分野にわたる実験計画において、個々の予算間の「バランス」とその安定確保が保証されることに注意を喚起する（2004 年の IAC による提言 2）。我々は、（2005 年の茨城県からの予算のように）このために外部からの追加予算を確保しようとするプロジェクトチームの努力に敬意を表すものである。2005 年度と 2006 年度の予算は、物質・生命科学、核変換技術、ハドロン物理のための実験装置の建設を行うに適切なものでなければならない。

2004 年の本委員会の提言 4 に引き続き、リニアックエネルギーの 400 MeV への回復は、ポスト Phase I のなかで IAC が最も高い優先度を与えるものであることに変わりはない。このことについては、加速器の節でより詳しく述べる。

J-PARC センターの組織構造

J-PARC の建設は非常に効果的に前進しており、施設設計と建設という計画の使命に向けてよく組織されて進められている。この段階で、J-PARC のユーザーとその実験に最大限利するような実験プログラムを立てていくのに、どういう形態が望ましいのかをよく考えてみるべきである。我々は、この運営概念について、今回、KEK の戸塚機構長と永宮 J-PARC ディレクターよりプレゼンテーションとコメントを聴いた。原研の田中副理事長からのこの件に関するコメントはなかった。各実験がどのように提案され、審査され、認可されるのかについては、それぞれの J-PARC 実験施設の進展状況において多くの発表が行われた。しかし、本委員会は、それぞれの発表者の期待していることが完全に一致しているようには聞き取れなかった。

IAC の見るところ、いろいろな分野の実験プログラムにおいて、どのように、また誰によって実験が採択されるのかということが、完全には決定されていないし同意されてもいないようである。この問題は、現在の J-APRC プロジェクトの組織が、建設のみを使命とし、J-PARC の運営を使命としていないということのために少々込み入ったものとなっている。概念的には、“J-PARC センター”と呼ばれる実体が運営組織として使われている。永宮ディレクターは、発表の中で、J-PARC, KEK, 原研の間で“現在合意されている運営形態”という組織図を示していた。彼によれば、最終的な組織案は文部科学省による承認が必要とのことである。センターの長は KEK の機構長と原研の理事長の双方に報告することになる。センターのこの部分は、現在の J-PARC プロジェクトチームの構造と同じである。センター長の下には二人の副センター長があり、一方は KEK 側を管轄し、もう一方が原研側を管轄する。その下のレベルは、運転と実験計画の部隊である。これらの部隊からはセンター長に報告がいくようになってきている。

センターの執行部に助言する“利用者協議会”と呼ばれる諮問機関も存在する。J-PARC の各実験施設の発表者の多くが実験計画諮問委員会を“PAC”と呼んでいたが、PAC がどのような形態のものであり、J-PARC 全体でいくつの PAC が存在し、PAC の審査結果が誰に報告されるのか、はっきりとしていなかった。また、異なる分野の実験計画の間で陽子ビームをどう割り当てるのかという（“陽子経済”）問題やセンター全体に係わる管理上の問題も持ち上がることになり、お互いの実験計画どうしで競争しなければならなくなるだろうことも認識された。このような問題は、各分野毎にそれぞれの方針によって実験の採択のために競争するという通常の競争過程の上のレベルの問題である。注意深く構成された PAC が J-PARC ディレクターに助言を行い、このような不協和音から守る助けをすることにより、これらの予想される実験計画間の衝突は抑えられるであろう。

このような問題を持ち込むために J-PARC センターに特定の組織を置こうという計画や方針があるとは聴いていない。実験計画を立案し採択するための組織を決定し設置するという、また、うまく機能する管理運営上の組織を設置するということの重要性に鑑み、IAC は、世界にある複数分野の実験計画を抱える研究所やセンターで成功してきている実験計画の運用上の根本方針について助言を行いたい。これは、提言としてではなく、多分将来助けになるであろう助言として示すものである。

J-PARCセンターの実験計画の管理に関する所見

1. IAC は、永宮ディレクターが現状報告において示した“現在合意されている組織形態”というスライドの内容に賛同し支持するものである。

2. J-PARC センター長は、(スライドに示されるように) J-PARC センターの運営の全てと J-PARC における実験計画の承認及び実施に対して、最終的な決定権と責任を持たねばならない。
3. センター長は、KEK 機構長と原研理事長の双方により任命され、J-PARC という共同事業を両機関が運営することにより、KEK と原研の各々が J-PARC において責任を果たさなければならない使命を達成するという両機関の使命を果たすことになる。
4. 副センター長には、KEK と原研のそれぞれの研究上の使命を実現するために、実験計画を先導していくことが期待される。副センター長は、J-PARC の実験計画に対し健全で革新的な実験提案がなされるように努め、J-PARC 実験施設において支援可能な実験を採択するであろう。センター長は、二人の副センター長に時機に応じて特定の研究上や管理上の責任を分担させることが望ましいであろう。
5. 複数の実験課題審査委員会(PAC)が、管轄する副センター長の同意の下、センター長によって指名されるであろう。これらの実験課題に特化した PAC は、各分野において提案された実験の相対的価値に関して評価しセンター執行部に助言を行う。
6. センター長は、J-PARC 全体の実験計画のバランスについて助言し、その間での資源の競合が起こらないようにするための J-PARC センター評議会(CAC)を設置する。各 PAC の議長は、ex-officio メンバーとして CAC に参加するものとし、高いレベルの学識経験者が入ることが強く望まれる。
7. センター長は、定期的に KEK 機構長と原研理事長に対して、J-PARC の実験計画の状況と進展について報告を行う。
8. センター長は、J-PARC のユーザーコミュニティの興味と問題意識を代表する J-PARC ユーザーの活動組織の立ち上げを促進するべきである。この組織の下にユーザー実行委員会(利用者協議会?)が選出され、ユーザー組織を先導するとともに、J-PARC センターの執行部へユーザーの声を伝えることが期待される。

提言2 本委員会は、J-PARC をかかえる両機関が、J-PARC センターの運営組織の設立に関する当委員会の提言をよく考慮するよう提言する。

ユーザー支援

J-PARC プロジェクトチームは、いくつかのユーザーサポートグループを立ち上げ、横断的分野のユーザーを引きつけるための付帯設備について考えている。これらの成果がいくつか発表された。良い例は計算機基盤と web インターフェースである。J-PARC web の改革は、J-PARC の情報をユーザーに適時かつ的確に知らせるのに多いに役立つ。また、web は一般の人々にまで J-PARC を展示するものである。このような努力は、ユーザーコミュニティとの有効な情報交換に不可欠であり、また J-PARC 共用時にはより一層重要になる。本委員会は、これらの成果を歓迎する。

計算環境

本委員会は、J-PARC 計算センター組織について非常に包括的な提案を聞いた。多様なユーザーの個々の解析から、KEK と原研を統合しユーザーに対して均一計算機サポートを提供する環境について説明がなされた。全てのユーザーアクセスを web を基本とし、直接的なアクセスを最小にするという究極の目的のため、ユーザーから施設へのアクセスを容易にし、全ての個人情報を中心集約するユーザーデータベースが提案されている。高速データ解析のための計算機資源へのアクセスとともに個別の実験グループの様々な要求を勘案しながら、すべての実験グループのための情報集積システムも提案されている。このような構想は、KEK 及び原研、双方の計算センターにおいて検討されている。

LAN と WAN の戦略は、KEK と原研のセキュリティを保全しながら妥当なアクセスを提供するために採用されている。KEK と原研双方の計算センター内の人的資源が J-PARC 計算センターの開発にあてがわれている。予算見積りと実装計画は練られているが、ともかく厳しいであろう。

本委員会は、全ての J-PARC ユーザーが使い易くそして効率的な計算サポートを提供するために、川端博士のもとの計算グループを組織する事を強く支持する。提案された組織は、J-PARC の独自性を明瞭にする上で非常に有効になる。

提言：本委員会は、J-PARC 計算センターを実現するための資源を明らかにする事を提言する。

立ち上げ時期のユーザーに対するアドバイス

運営計画の一端として、フル強度になるまでの時間差の予測をユーザーに速やかに周知する事を提案する。大きな施設では、時間差があるのは通常のことである。我々は、2006年にDay-1を見込んでいるSNS (Oak Ridge) が2002年に作成したような「討議資料」の作成を提案する。*(“Discussion Paper, February 6, 2002, Thom Mason/Norbert Holtkamp - The Spallation Neutron Source: Operational aspects and reliability in the transition from commissioning to fully committed User Operation”)*

運転費用

第1期完成後の J-PARC 運転について定量化するために、本委員会は、J-PARC のようなユーザー利用を前提とした加速器センターの必要運転経費について、世界のこれまでの現状を振り返ってみた。本委員会は、運転経費の予備的な見積りを永宮教授に依頼し、回答を得た。J-PARC の利用方法から評価し、メンテナンスやアップグレードのための費用とともに積み上げるという見積もり方法は正しいものである。我々は、J-PARC 運転費用を把握し必要不可欠な予算見積もりをうまくやるには、J-PARC 全体で必要となる人材レベルについて注意深く見積もることが必要ということを指摘する。

提案された運転費用水準の正当性を確認するために求められる積み上げ評価の一例として、IAC は、メンテナンス、修理、そして運転に必要な条件は、J-PARC において経験することとなる厳しい放射線環境により大きく左右されることを指摘したい。この環境は、放射線線量管理、強力な予備部品備蓄指針、そして遠隔操作技術の開発における大きな挑戦になるであろう。これらの要因は、最終的にビームタイムがどれだけ有効に利用できるかを決定する。強力な内部技術チームが、外部業者に依頼する前に予防的メンテナンスや修理を行なうための熟達した診断や限界評価が行なえるように訓練される必要がある。このようにして、計画されたシャットダウンを含み、偶発的なメンテナンス費用やビーム停止時間を、J-PARC において最小にすることができる。このようなことが、メンテナンス契約費用において大きな効果を及ぼすと思われる。

建設と将来の運転予算の双方とも、「J-PARC のスポンサーである KEK 及び原研に直接的に影響を及ぼすであろう現在日本政府が行なっている広範な行政改革」（建設予算に関連して先に触れた）による危険に曝されている。IAC が最も注意を引いた深刻な問題は、新しい日本の組織的構造が、J-PARC の運転を支えるための新規予算獲得や適切な予算の維持を難しくしているという行政上の問題である。IAC は、この行政上の障害を克服する事と数年後に J-PARC に的確な運転予算が与えられる事が必須であると認識している。これらの所見から、IAC は関連した提言をする。

提言 3 IAC は、J-PARC が、そのワールドクラスの科学施設の時宜にかなった利用を成功させる使命を果たすために必要不可欠な予算増加の積み上げ評価を行ない、2005 年に外部評価を受ける事を提言する。

運転費用のより長期的な予測に関連して、IAC は重要な政策展開について知らされた。これは、J-PARC のような日本の主要大型施設の運転や国外ユーザーへを惹き付ける力に肯定的な影響を与えられると思われる。

加速器プログラム

加速器の現状と提言

IAC は昨年 1 年間の加速器建設の素晴らしい進展について加速器諮問委員会 (ATAC) から報告を受けとった。我々はこれを承認し、支持するものである。J-PARC プロジェクトは、建屋施設の建設及び加速器コンポーネントの製作において前進した。コンポーネントを加速器建屋ヘインストールする時期が間近に迫っており、続いて直ぐコミッシングが

始まるであろう。執行部が特に留意すべき事項として ATAC で指摘されているのは以下の項目である。

- 完成に向けた予算及び計画
- RCS 及びメインリングの性能目標
- インストール、及び通常運転への橋渡しを含むコミッショニング計画

速い繰り返しのシンクロトロン (RCS) とメインリング (MR) の性能目標

J-PARCプロジェクトは、第1期の性能目標として3 GeV RCSで1 MW及びMRからの40 GeVビームで0.75 MWとして設立された。しかし1年以上前、第1期計画においてリニアックエネルギーを400 MeVから181 MeVに低減することが決定された。この400 MeV入射を回復しないという決断は、ニュートリノビームライン建設資金をプロジェクトの第1期に取込むための優先順位決定のためのものであった。リニアックエネルギーは2008年から2010年にかけて400 MeVに回復されることが期待されている。

リニアックエネルギーの低下は、RCSとMRの性能に対して大きな意味を持つ。これらの影響の軽減、及びリニアックエネルギーの低下において達成される性能の評価は、過去2回のATACミーティングの主な議題となった。リニアックエネルギーが181 MeVであるときの最近確定された性能目標は、RCSで0.6 MW及びMRで0.72 MWである。これらの目標は共にRCSとMRの運転モードの修正を含んでいる。それらは一応良さそうに見えるが、十分な解析に裏打ちされたものとはいえない。2004年3月に開催されたATACの判断は、これらの目標は保持すべきものではあるが、より確実な目標は、それぞれ0.33 MW、及び0.45 MWというものであった。ATACは、2005年2月のミーティングでもこの評価を再確認した。これらの性能見積りに係わる幾つかの技術的課題はATAC報告に含まれており、ここでは繰り返さない。しかし、RCSとMRが最終性能を回復するための幾つかの選択肢の中で、ATACは、リニアックエネルギーの回復が最も手取り早く、かつ、最小のリスクを伴うものであると感じている。

400MeVへのリニアックエネルギーの回復には85億円の費用が掛かることが2004年3月のATACで算定されている。回復のための資金とマンパワーを用意することは、現在検討中の予算の中で非常に高い優先度を持つものである。

提言4 低下したリニアックエネルギーは、J-PARCのプログラムがすべての可能性を運転開始後初期の段階において達成することを制限する。IACは、400MeVリニアックを2010年までに回復させることを提言する。

ATAC及びIACにおけるこの勧告についての議論の中で、ニュートリノ実験の科学上の優先度のことが考慮された。このプログラムは全体のプロ

グラムと融和しつつも依然として最も高い優先度をもっている。このことを再確認するために、IACは次のことを繰り返し強調する。:

提言5 本委員会は、J-PARCの運転初期におけるニュートリノ実験のためのビーム強度改善に関するA-TACの提言を強く支持するものである。

加速器のインストールとコミッショニング計画

J-PARC サイトへの移動、そして加速器のインストール（実装）が開始されることで大変重要な新しい局面が始まる。実装活動、即ち各装置の搬入・据付、及びコミッショニングと同様にそれらの試験運転等の取り纏めは、注意深く計画されなければならない。この期間及びコミッショニングから通常運転への過渡期は、ライン管理機能が明確に記述され、各々の役割と責任が、詳細な組織表の中でエンジニアや技師サポートのレベルまで浸透していることが極めて重要である。

提言 IAC は J-PARC 執行部が、指名された全職員をリストアップし、その役割と責任を明確にした組織表を作成し、各部門に伝達することを提言する。

来るべきこの時期に備え、総括的な実装と、特にコミッショニング計画の作成は、ATAC の報告でも示唆されている。コミッショニングの各段階及び最終目標は書き下し、プロジェクト全体に伝えられなければならない。時間通りに実装とコミッショニングをうまく終了するには、不足無い人的資源、即ち十分な経験ある人々が KEK 及び原研より供給されることが必要である。コミッショニング期間、及び通常運転への移行期間中においても加速器コンポーネントは故障すると予想される。したがって、予備品計画を練り、それらを今、もしくは工場の生産ラインが使える状態にあるうちに調達するための十分な資金を充てることが重要である。加速器コンポーネントの故障シナリオの作成は、そのような故障品リストを作成する際の手助けになるだろうし、全加速器とそのコンポーネントに対して議論されなければならない。

提言 IAC は J-PARC 執行部が、総括的な実装並びにコミッショニング計画を作成し、経験ある人材を指名することを提言する。出来るだけ早急に購入すべき予備品リストを纏め上げ、ATAC にそのリストを評価させるべきである。

原子核素粒子物理

IACは、T2K実験のためのニュートリノビームラインを建設する高いプライオリティの活動をはじめとする、原子核素粒子物理実験のすべての最前線の進捗についての包括的な報告を聞いた。ゴールはいまだなお

2008年にハドロン実験室へのファーストビーム、そして2009年に最初のニュートリノビーム運転を達成することである。このニュートリノビームの2009年という目標は、J-PARCがどこか他の($\sin^2(2\theta_{13})$)を測る原子炉実験やフェルミ研究所のNova実験が言及されたが、)競合的となりうるニュートリノ計画と競争できるためには必要とされることであることが述べられた。しかし、この2009年という期日は以下に議論されるよう、年次計画の手直しを必要とする。原子核素粒子の計画のすべての最前線には感銘的な進展が認められるし、J-PARCチームは明らかにその意気込み、能力そして責任を立証しつつある。

ハドロン実験室の報告者田中博士は、ほぼ完了している実験施設とビームラインの設計、並びに高強度ビーム標的とビームダンプのR&D及び設備設計の進展を説明した。彼はまた、世界中の研究所から再利用できるビームライン磁石を見つける徹底的な努力が首尾よくされたことに言及した。これらの磁石はJ-PARCで獲得され、新たなビームラインのコストを削減することとなっている。計画の関係者はこの磁石(再利用の)企画で上首尾な成功を収めたが、田中は陽子ビーム輸送ラインの1区間がKEK、トリスタン、そしてSLACをはじめとする他の施設からの再利用磁石のみで構築されることを示した。ハドロン施設の設計は、概ね予定どおり前進しているようだ。K中間子ビームについては最大4本の荷電K中間子ビームラインと1本の中性K中間子ビームラインが、1本のテストビームとともに、すべて一つの共通標的から導かれるデザインとなっている。この相互に干渉を持つ多重ビーム方式の信頼性を裏付ける詳細は示されなかったが、それは恐らく実現可能であり、ハドロンエリアの陽子ビームの非常に効率的な使用となるであろう。

小林博士がニュートリノビームのプロジェクトの発表を行った。ここでは超伝導交勾配双極磁石を用いた新しい陽子ビーム輸送ラインが使われる。このデザインはそもそも、一次陽子ビームを50GeVリングからニュートリノ生成標的に向け内側に曲げ出す要請で必要となった。この条件は常伝導電磁石では実際的でない高い磁場強度を必要とする。超伝導磁石の技術的なデザインはすでに完了し、この3月には実機サイズの試作1号機が出来上がる。計画の関係者は、2006年度には量産が始まると見込んでいる。ビームライン最終フォーカスとプレパレーション区間の常伝導電磁石は、2005年度に製作され2007と2008年度に設置される。低温設備、真空、ビームモニター、制御、標的系、ホーン収束系、Heガスディケイパイプ、そしてビームダンプなど多くのシステムも計画的に進展している。これらの中、委員会は、ニュートリノディケイボリウムの土木工事現場を見ることができた。丁度ディケイパイプがディケイボリウムの巨大な掘削に設置されつつあるところであった。この現場はニュートリノビームに向けた活動の規模を感銘的に示すものであった。

発表の中で小林博士は、ニュートリノビームライン建設計画の変更提案、特に第一設備棟とターゲットステーションの地下及び地上部の入れ替えの提案を、委員会が支持してくれることを熱烈に力説して訴えた。この請願の根拠として彼は差し迫った挑戦として存在するフェルミ研究所の Nova 計画をあげた。それはまだこれから PAC に提案されるので、スケジュール的には比較的競合は少ないと考えられるが、既に採択されている CHOOZ 2 原子炉ニュートリノ実験あるいは、より短期間での実施がもくろまれている Daya Bay 原子炉ニュートリノ実験が T2K 事業にとって最も深刻な競争相手となりうる。いずれにしても、彼の発表スライドによると、要求されているスケジュールの変更は T2K のスケジュールを、2010 年から 2009 年へ約 1 年前倒しする。このスケジュールの見直しは、見たところ J-PARC の他のどの部分にも影響を与えることなく、ニュートリノプログラムのプラスになるということに委員会は同意する。

予定されている実験研究の範囲は非常に意欲的で大掛かりなものであるが、資金年次計画と機器設置への様々な制約とが、現存するスーパーカミオカンデ測定器へのニュートリノビーム運転についてさえ、開始の日程に影響を与えかねない。資金の問題は今回の発表者にも明白なものであったが、彼らにはこの資金の問題を満足行く形で処理する何かの方策を見極めることはできなかった。この問題はすぐに対処されないならば、今後 2、3 年後にはますます大事となるであろう。

しかしながら、J-PARC 全体としての似たような状況を見ると、とりわけ前に触れた 2006 年建設予算の不確定さを考えると、これらの制約が最終的に問題となるかは明らかでない。より深刻な関心は J-PARC の第 1 期で最大ビームパワーを達成するスケジュールである。原子核素粒子物理プログラムの場合、ハドロン施設の発表者田中博士は、50 GeV からのビームパワーが、400MeV リニアックのエネルギーが 180MeV となったことで 750kW から 270kW に減少するこの問題を 1 枚のスライドで劇的に強調した。J-PARC を建設する重要な理論的根拠はまず第一に、世界の何処よりもそれらを凌駕するビームパワーであった。J-PARC は、現実的に可能なできるだけ早期に 400 MeV リニアック復活に断固として向かうのでなければ、自らの存在理由を失ってゆくことになる。この緊要な問題は、我々が J-PARC 建設予算に欠けている最も重要な要素と見なす入射リニアックのエネルギー回復に、高い優先度を与えるという提言に結びつく。(IAC2004 報告の提言 4 も参照のこと。)

本委員会は、T2K への参加国からのコミットメントを得ることにおける大変励みとなる進展があることを特筆したい。これらはしかし、約束されているスケジュールどおり T2K 実験へビームを供給する日本側の責任があって初めて、実現可能なものである。

凝縮系物質と生命科学

中性子散乱

J-PARCのサイエンスプログラムでは、物質科学と生命科学の両者に同じように重点がおかれている。これらの科学では、数少ない高度な実験のみならず、多様な分野に広がった学際的な数多くの研究で、世界を牽引する性能を持ったJ-PARCの中性子およびミュオン実験装置を利用することで、超一流の成果が得られる。J-PARCは毎年国内外の何千人に上る研究者を惹き付ける世界的にも卓越した施設となるであろう。集まってくる研究者は斬新なアイデアと新しい研究展開を施設にもたらし発展させることになる。

委員会は、施設建設の進捗及び現実的な目標設定のもとに利用者と情報交換して検討されている初期の運転計画の進展を歓迎する。現在進行中のターゲット寿命に関する R&D は高出力運転の実現に向けて継続されるべきで、引き続き国際協力が大事である。

さらに委員会は、藤井教授の下で厳格な審査手続きにより採択された広がりや斬新性のある中性子実験装置提案に強く印象付けられた。プロジェクトがこれらの装置提案を実現することが残された挑戦である。産業利用に関連した比較的確立されている2つの実験装置は地元自治体の茨城県によって予算化されているが、供用開始時にプロジェクトが想定している包括的な装置配置に向けた予算計画を作成することが喫緊の最重要課題である。その実現のために残された時間は短い。

2007年に最初のビーム受け入れによりターゲットステーションが放射化される前に、確実に装置を設置できる機会は想定されているが、その期間は限定されている。ビーム受け入れ後、実験装置設置は著しく困難さを増し、限られた予算と時間の中で、サイエンスへのビーム利用とのせめぎ合いとなる。

提言6 本委員会は、J-PARC 執行部が 2007 年の運転開始に先立って開始時点で最低 10 本の中性子実験装置が整備されるような計画を確固たるものとするよう提言する。

ミュオン科学

ミュオン施設は、2005年2月25日(金) 26日(土)に開催された第3回ミュオン科学実験検討委員会(MUSAC III)による国際的な評価を受けた。また、MUSAC 委員会に先立って、J-PARC のミュオン科学実験施設に関連したすべての技術的問題の詳細について検討する専門家による技術助言委員会 (M-TAC)が立ち上げられ、2004年12月に開催された。ミュオンチームは、M-TAC によって勧告された数々の技術的な指摘に対

して速やかに対応している。すべてのビームラインや標的などの構成要素を設計・製作・設置するにあたって、運用上の観点から要求される諸条件が今まさに組み込まれようとしている。委員会はミュオン施設の建設に向かって、大いなる進展があったことを認める。建家建設が足早に進んでおり、また、極めて重要な決断がなされなければならないので、J-PARC の建設サイトにおける密接な取り組みが必要である。ビームラインの電磁石や標的チェンバーも発注されようとしている。

MUSAC 委員会では第 1 期、第 2 期において計画されているミュオン施設を増強する可能性を持った、多数のコアプロジェクト案が提示された。これらの提案はミュオン科学計画を発展させうる新しい資産を提供するとともに、ミュオン施設の設計、建設にも効果的なフィードバックをもたらす。MUSAC 委員会では、コアプロジェクト計画の提案者が競争的資金を申請する前提条件として、提案された計画をどのように審査していくのかというプロセスについても議論した。MUSAC 委員会は、国際的な実験提案 (letter of intent) 募集を 2005 年 12 月までに行い、提案されたコアプロジェクトを MUSAC 委員会と J-PARC の執行部が共に審査する事に同意する。J-PARC 第 1 期、第 2 期に計画されている施設利用に沿ったコアプロジェクトのみが原則として認められ、また、補助金の申請が許される。提案されたコアプロジェクトの考え方は、昨年の国際諮問委員会 (IAC) によってなされた勧告に沿っている。また、ミュオンを用いた科学研究を一刻も早く実現する為に必要なミュオン施設の重要な追加的な資産となるであろう。

提言； IAC は J-PARC ミュオン施設に対して、提案されたコアプロジェクトを設立し、2005 年に最初の国際的な実験提案 (letter of intent) 募集をする事を提言する。

ユーザー施設を創設する事はミュオン源を建設するより以上の事が求められる。技術的に優れた中性子源並びにミュオン源から出発して、物質科学、ナノ-生命科学の分野で革新的なインパクトを与えうる、躍動的で創造性のある科学施設に変貌させる為には、今現在計画されている以上の基盤整備や利用者の為の施設整備が必要である。必要な基盤整備には試料の準備や開発をする支援実験室、所内だけでなく所外の研究者をサポートする研究環境、高度な試料環境の提供、並びに適切な補完的実験装置が含まれる。

国際的に通用する宿泊施設、ホテル、リクリエーション施設などの包括的な地域の基盤整備もまた必要である。これらが実現された時に初めて施設の潜在能力が完全に発揮されるようになる。また、J-PARC は、地域経済に大きなインパクトを与えることになるので、県に基盤整備の資金援助を求めるのは適切であろう。

提言； プロジェクトディレクターは、基盤整備計画をまとめ、ありとあらゆる可能な財源を探求していく事を提言する。

核変換/ADS

発表で明確に示されたように、核変換実験施設はTEF-P^(訳注1)とTEF-T^(訳注2)と呼ばれる2つの施設で構成され、TEF-PはFBRによる核変換の研究も含めた臨界状態及び未臨界状態での核特性実験を行うことのできるユニークな施設であり、TEF-Tは加速器駆動システム(ADS)の中性子源と候補構造材の照射試験を行う施設である。このような施設は、PSI^(訳注3)やLANSCE^(訳注4)にある施設に比べて、より大きな可能性を与えるものである。核変換技術で用いられる材料は、300 から 800 の温度場において、高い中性子束・高エネルギー陽子束にさらされるという過酷な環境下で用いられる。このような環境下なので、材料は非常に早い速度で照射による弾き出しを受け、核破碎反応によって多量の水素・ヘリウム原子をその材料中に蓄積する。TEF-T施設によって、ADSシステムで使用される材料に対して許容できる応力を明らかにすると共に、このような過酷な環境下で劣化しにくいように改良された材料の開発も行うことができるようになる。許容応力を大幅に改良した材料によって、将来これらの技術を用いるようになった産業のコストを削減できるとみられる。

J-PARCの核変換/ADS部分に対する国際的な状況をIACの三人の専門家が分析した。その報告を付録Iに示す。委員会での議論とこの報告から得た結論を以下に示す。

IACは、原子力の開発と高レベル放射性廃棄物の管理のために、J-PARCにおいて行うADS技術開発の重要性と優先性を再度明言する。J-PARCはADSのために設計される最も進んだ研究施設である。これは、国際協力を模索する大きな機会である。

提言

- TEF-Pの性能をRACE^(訳注5)、MEGAPIE^(訳注6)、MYRRHA^(訳注7)などの他のADS実験と詳細に比較すること。
これは、TEF-P施設の建設で得られる利益を浮き彫りにするために必要である。
- 米、仏、スイス、中国、産業界代表(日本国内企業、COGEMA等)からの国際的なメンバーで構成するワーキンググループ/技術諮問委員会を立ち上げること。
このグループは、ターゲットの詳細や燃料組成を含む施設設計や実験計画の助けとなる。
- 原子力委員会による評価がADS施設を開始するのに必要であることから、プロジェクト・ディレクターと原研は、そのような委員会を開始するよう原子力委員会に働きかけるべきであり、それはリニアックのエネルギー回

復と第 期について議論するための中間評価委員会が開催される前でなくてはならない。

付録 I

核変換-ADS Frois、Maloy、田中による分析

日本において原子力発電は不可欠なエネルギー源である。現世代の原子炉は今後 20 年以内に交換を必要とするだろう。日本は最近、GENERATION IV におけるナトリウム・ガス冷却高速炉に関する重要な研究計画の協定に調印した。これらの原子炉ではかなりの量の高レベル核廃棄物を燃焼する事も目論む。再処理工場と新燃料の導入によって、核廃棄物の量は非常に小さくなるだろう。

加速器駆動システムは、より完全に放射性元素を核変換するための補完的な方法を提供するものである。研究計画は欧州、米国、及びロシアで進んでいる。Carlo RubbiaによるイタリアのTRADE計画^(訳注8)が放棄されたことから、J-PARCは加速器駆動システムに関する最も先進的な計画となっている。

様々な技術による核変換の可能性は一般に認められている。様々な研究の結果は以下の事項を示している。：

- ・ 核変換によってエネルギーを回収するという経済性の点では、熱炉が優れている。
- ・ ウラン資源を最大限に活用しながら核変換するという効率の点では、高速炉が優れている。
- ・ 超ウラン元素の核変換において、重量当り低いコストで早く核変換を行う点では、加速器駆動システムが優れている。

これらの技術の最適な組み合わせは、原子力エネルギー利用と廃棄物管理戦略に対する各国独自の考え方に依存する。

ADSに対する欧州の協力であるEUROTRANS^(訳注9)は、現在、TRADE計画の取り止めにより残された課題を克服するために、戦略の見直しを必要とされている。J-PARCはできるだけ早期にEUROTRANSと協議し、この分野で欧州と強固な協力を開始すべきである。最近、EUROTRANSには米国及びロシアからの接触があったが、J-PARCにはEUROTRANSに提案できる多くの事項がある。IACIは、EUROTRANSとJ-PARC間の現在の議論を促進し、国外協力のための覚書を提案するよう勧告する。EUROTRANSに参加している主要国でのJ-PARCに関する一連の発表や、ブリュッセルの欧州委員会への訪問などは非常に有意義だろう。

フランスと原研の協定は、TRADE計画が取り止めになった今、より効果的に活用されるべきである。CEA^(訳注10)とCNRS^(訳注11)はADSへの取り組みを一体化している。4月に行われるCNRS代表団のKEK訪問は、様々な日仏協力を議論する機会となる。J-PARCにはフランスのADS研究にとって重要な潜在力がある。

原子力産業界への支援は不可欠である。材料関連分野では、高い放射線量にさらされる材料の照射効果に関する問題を含め、興味深い議論が原子力産業

界とできると考えられ、それにより国内産業によって支持された強力な研究計画を構築することができる。

訳注

- 1 : 「TEF-P」 : 核変換物理実験施設 (Transmutation Physics Experimental Facility)
- 2 : 「TEF-T」 : ADS ターゲット試験施設 (ADS Target Test Facility)
- 3 : 「PSI」 : スイスのポール・シェラー研究所 (Paul Scherrer Institute)
- 4 : 「LANSCE」 : 米国ロスアラモス研究所のロスアラモス中性子科学センター (Los Alamos Neutron Science Center)
- 5 : 「RACE」 : 米国の複数の大学で計画中の電子加速器中性子源と未臨界体系を結合する実験。 (Reactor - Accelerator Coupling Experiment)
- 6 : 「MEGAPIE」 : スイスのポール・シェラー研究所の陽子加速器中性子源施設に 1MW の鉛ビスマス核破碎ターゲットを装荷する実験 (Megawatt Pilot Experiment)
- 7 : 「MYRRHA」 : ベルギーで検討中の熱出力 30MW の鉛ビスマス冷却 ADS
- 8 : 「TRADE」 : イタリアで計画されていた実験計画で、トリガ型研究炉に陽子加速器を結合するもの。 (TRIGA Accelerator Driven Experiment)
- 9 : 「EUROTRANS」 : 欧州の第 6 次 Framework Program として開始された ADS の総合的な研究開発計画。
- 10 : 「CEA」 : フランス原子力庁
- 11 : 「CNRS」 : フランス国立科学研究センター

付録 II

Agenda for the 4th International Advisory Committee Meeting J-PARC

Date: February 28 (Mon) and March 1 (Tue), 2005

Place: KEK

February 27 (Sun)

18:00 – 19:30 Informal Welcome Reception (place TBA)

February 28 (Mon)

8:50 – 9:10 Executive Session (Committee + Nagamiya + Oyama)

Change of comm. members, Points of advice,
Agenda, etc.

9:10 – 9:30 Welcome + KEK and J-PARC Y. Totsuka
9:30 – 9:50 JAERI and J-PARC T. Okazaki (or S.
Tanaka)

9:50 – 10:10 Coffee Break

10:10 – 11:10 General S. Nagamiya / Y. Oyama

Progress of Construction, Budget, Schedule,
Organization, Operational Budget, Activities by Committees,
Actions for the last year's recommendation items, etc.

11:10 – 12:10 Accelerator Progress, Status H. Kamiya / Y. Yamazaki
A-TAC report S. Holmes

12:10 – 12:30 Executive Session (Committee + Nagamiya? + Oyama)

Review of the Morning Talks, Writing Tasks, etc.

12:30 – 13:30 Lunch

13:30 – 15:00 Materials and Life Experimental Facilities
One Year Progress (40) Y. Ikeda
NTAC Report (10) Y. Ikeda
Neutron Committee (10) Y. Fujii
One Year Progress for Muons (20) Y. Miyake
Muon Committee (10) J. –M. Poutissou

15:00 – 15:30 Coffee Break

15:30 – 17:00 Nuclear and Particle Physics Experimental Facilities
Hadron Experimental Area (40) K. Tanaka

17:00 – 18:00	Neutrino Experimental Area (40)	T. Kobayashi
18:00 –	Committee Report (10)	S. Sawada
<u>March 1 (Tue)</u>	Executive session	
	Dinner Party	
9:00 – 9:30	Nuclear Transmutation	H. Oigawa
9:30 – 10:00	Network and Computing	S. Kawabata
10:00 – 10:30	Improvement of website	T Komatsubara/ Y.
Uno		
10:30 – 11:00	Coffee Break	
11:00 – 12:30	Working Hours (1)	
	Open Discussion, Report writing (Up to chairperson)	
12:30 – 13:30	Lunch (could be a working lunch)	
13:30 – 14:30	Working Hours (2)	
	Open Discussion, Report writing (Up to chairperson)	
14:30 – 15:00	Summary Session	
15:00 – 18:00	Tour of the Site (Return to hotels near KEK)	

付録 III

委員会メンバー

CHEN, Jia'er	President, National Natural Science Foundation, China. chenjer@mail.nsf.gov.cn
FROIS, Bernard Environment	Director the Department of Energy, Transport, and Natural Resources, Ministry of Research, France. bernard.frois@technologie.gouv.fr
FUKUYAMA, Hidetoshi	Professor, Tohoku University, fukuyama@imr.tohoku.ac.jp
HENNING, Walter	Director, GSI, Darmstadt, Germany W.Henning@gsi.de
HOLTKAMP, Norbert	Spallation Neutron Source, Oak Ridge National laboratory, USA holtkamp@sns.gov
HOLMES, Steve KIRK, Tom	Associate Director, Fermilab, USA. holmes@fnal.gov Associate Director, Brookhaven National Laboratory, USA, tkirk@bnl.gov
MALOY, Stuart	Materials Project Leader, Advanced Fuel Cycle Initiative, MST-8, LANL, Los Alamos, NM maloy@lanl.gov
PETITJEAN, Claude	Deputy Head, Laboratory of Particle Physics, Paul Scherrer Institute, Switzerland. claud.petitjean@psi.ch
POUISSOU, Jean-Michel	Associate Director, TRIUMF, Vancouver, Canada. jmp@triumf.ca
SUZUKI Yoichiro:	Director, Institute for Cosmic Ray Research, University of Tokyo. suzuki@icrr.u-tokyo.ac.jp
TANAKA, Satoru,	Professor, University of Tokyo, s-tanaka@q.t.u-tokyo.ac.jp
TAYLOR, Andrew	Director, ISIS, UK. Andrew.Taylor@rl.ac.uk
WHITE, John.W.	Professor, Australian National University, Canberra, Australia, Chairman, National Committee for Crystallography, (Chairman) jww@rsc.anu.edu.au