

J-PARCプロジェクトに関する国際アドバイザリー委員会

報告書

2008年4月2日



J-PARCの最初の大きな成果 — 運用段階での課題

会議 2008年3月3～4日

東海村にて

目次

要約 .....	4
IAC 提言 .....	7
補足提言 .....	8
プロジェクトの全般状況 .....	10
J-PARC センターの組織 .....	11
加速器の現状 .....	12
Linac .....	13
Linac エネルギー増強計画 .....	13
3 GeV 高速循環シンクロトロン の現状 .....	14
メインリングシンクロトロン の現状と調整運転計画 .....	15
RCS およびメインリング RF システム .....	16
J-PARC 施設 の全潜在能力 の実現 .....	17
ハドロン実験 .....	19
ニュートリノ実験 .....	21
コンピュータネットワーク およびリモートアクセス .....	22
物質 および生命科学 .....	23
ターゲットシステム .....	23
キャビテーション腐食 .....	25
制御システムと建物 .....	25
制御 および診断機器 .....	25
予備品 .....	26
立上げ手順と文書化 .....	26

システムに関する全般的コメント .....	27
中性子散乱 .....	28
MLF 部門の実験システムの監督 .....	28
将来の中性子機器パッケージの開発 .....	28
MLF ミュオン施設 .....	29
ユーザーインターフェース .....	30
核変換 .....	30
付録 1 .....	33
第 7 回国際アドバイザー委員会会議議事次第 .....	33
J-PARC .....	33
付録 2 .....	35
委員名簿 .....	35

## 要約

日本原子力研究開発機構（JAEA）および高エネルギー加速器研究機構（KEK）の共同プロジェクトである J-PARC に関する国際アドバイザー委員会（IAC）は 2008 年 3 月 3 日および 4 日、JAEA 東海において会議を開催し、J-PARC の建設現場視察を行った。

IAC は前の週東海で会議を開催した加速器技術諮問委員会（A-TAC）および中性子源技術諮問委員会（N-TAC）から報告を受けた。また、2008 年 1 月 15～16 日に東海で会議を開催したミュオン科学実験施設委員会（MUSAC）から現状報告がなされた。IAC 会議の議事次第は付録 1 として添付、委員の名簿は付録 2 として添付されている。

J-PARC プロジェクトは、第一期が成功裏に終了することに伴って、2008 年の運用を開始しつつある。IAC が今回の訪問において読み、聞き、見たことを表現するには、最上級の言葉をもってする他ない。建物および加速器施設の 2 台の装置ならびに機器類は予定通り、かつ予算通り設置が進んでいる。

この大いなる成功は、組織的には、J-PARC センターの設置およびそれに対するパートナー組織である JAEA および KEK からの支援のおかげであると考えられる。人的レベルにおいては、これらの成果はセンター長（永宮教授）を始め、あらゆる活動分野におけるスタッフから成る全 J-PARC チームの、英雄的な働きによって成し遂げられたものである。これらの人員の士気の高さが発揮された。この進展具合は、IAC の経験に照らして言うと、財政的その他の制約およびこの短期間のスケジュールを考えると、ほとんど奇跡的である。

第一期中における予算の制約は、パートナー組織や日本政府の努力によりだいぶ緩和されたとはいえ、運転段階での予備がすべての部門において少ないという結果をもたらした。ある分野においては大きなリスクを抱えている。例えば、クライストロンの予備は 3 台しかないし、中性子ターゲットの予備はない。さらに、製造が不安定で故障し易い加速器の機器に対する交換能力は最低水準である。

また、予算の制約により、施設の使用が増加する次の段階において、加速器およびターゲットシステムにおける出力の増加に伴い発生する解決可能な問題にお金を使う必要が生じる事態

が起こるであろう。たとえば、加速器の空洞はその定格の 100%近くで稼動しており、長時間かつ高出力が一般的となるにつれて何らかの解決策を講じる必要が出てくる。加えて、作業は継続しなければならず、中性子ターゲットシステムのすべての重要なキャビテーション問題に関する国際共同研究も維持しなければならない。従って、運用段階では、一般運転およびユーザー支援の要素に加えて R&D の要素も含むこととなる。

上記の期間において適切な運用予算が確保されれば、IAC としては、中性子（2008）および原子核物理とニュートリノ（2009）に関する最初のユーザー運転立上げに、何ら支障はないものと見ている。この段階における予算上の留意点は、2007 年の IAC 報告での提言で述べた通り、4～5 年間にわたって持続されることが必要という点である。

当委員会は、J-PARC ディレクター陣とパートナー組織の人々が日本政府と共にこの目標を追求していることを承知している。委員会は、力強い運営予算、少なくとも 2007 年の報告書で提案し、提言を行った水準を最低限とした予算を獲得するためのこのプロセスを強く支持する。2007 年報告書のキーポイントを以下に再掲する。

*「我々の求めに応じて、センター長は運営費コスト削減手段の検討結果を提出した。それにより、2008 年以降の全面運用において年間約 190 億円（昨年推計）の予算内で、加速器システムおよび各種機器の組織的な改良が可能となるものである。」*

これまでの成果の記録に接して IAC は、前回も提言した、エネルギー増強に対する明確なスケジュール表と資金供給の必要性を確信した。すべての分野における実験の需要での我々の評価は、加速器およびその付属機器において、世界最高の性能を有するというビジョンを堅持することを十分正当化するものと思われる。

IAC は J-PARC センターの組織についての提言を J-PARC が受入れたことを歓迎する。提言のすべてについて肯定的な反応が得られたが、第一期の残りの装置のより円滑な据付を行い、ユーザーコミュニティを効率良く巻き込むためにはもっと多くのことをしなければならない。管理プロセスの重要な分野—その一部は 2007 年の提言で指摘したものであるが—が残っている。それには以下のものがある。

- 機器、ターゲットステーション、加速器施設、および技術サポートを構築した人員の実験「ノウハウ」が、書類の形と永続的な個人的知識の形で保存されるように、キーとなる人員の建設から運転へ円滑な転換をはかること。
- 新しいユーザーや実験グループにとって、責任範囲が非常に明確になっているように、調整プロセスをさらに強化すること。
- 親しみやすいユーザー担当部門および機器類について個人的に責任を持つ科学者や技師といった文化を徐々に確立する必要がある。実験および機器がオンライン化されるに伴って、この組織上の体制は外部から良く見えるようになっていなければならない、容易に接触できるようになっていなければならない。

IACからの助言として、運用開始後2、3年がJ-PARCの科学的名声を確立する上で非常に重要である、と申し上げたい。JAEA、KEK および日本政府からの資金供給に関するはっきりした予算措置の表明が決定的に重要となる。物質・生命科学のような大量の実験ユーザーのために、国内外の最良の科学者をスカウトし、新しいユーザーに対して実験の最初の段階での指導を行い、その科学者たち自身の優秀さで、J-PARC がそのユーザーの研究にとって世界最高の研究機関であるとの印象を植えつけるべきである。

J-PARC 自体のスタッフ科学者の地位の問題については2007年にも論じられた。IACは、内部競争とすべてのユーザーに対する単一PACプロセスに関するそれらの提言にまだこだわるが、2008年にはさらに一歩進んで、以下のことを提案したい。すなわち、優秀な「自前」の科学者は、彼ら自身の研究課題のかなりの部分（例えば20%）を最終的な目標の範囲内で、外部の補助金を申請し、彼らの仕事のために外部の共同研究補助金獲得に参加する時間に使うという権利を与えられるべきである。

IACは、J-PARC センター長の永宮教授およびプロジェクトチームの準備作業とIACでの議論の開放性に対して感謝申し上げます。会議に先立って配布された資料のおかげで、会議前にIACのメンバーがキーとなる政策問題についての意見を整理し議論することができ、IACの作業を円滑に進めることができた。IACの2007年の提言がプロジェクトチーム、個々のプロジェクトリーダー、およびパートナー組織によって取り上げられたその範囲について、IACは肯定的に評価する。

## IAC 提言

提言 1 : IAC は、KEK、JAEA および日本政府が共同して J-PARC の 2009 年—2012 年の予算の概要を決定することを提言する。2007 年の IAC 報告の分析をこの作業の基礎とすること。このような複数年のコミットメントは、計画立案のため、および日本や外国のグループが J-PARC に科学的にコミットメントをするためのユーザープログラムを立上げるために必要である。

委員会は J-PARC ディレクター陣およびパートナー達の、この問題を解決するための日本政府との努力を強く支援する。例えば、新しい法律のもと SPring-8 が J-PARC を「国家的施設」と指定するために用いられた手法が、JAEA が機器の調達費用を獲得するためには魅力的であったように思われる。われわれは、バランスを取るため、革新的な手法を KEK サイドにも適用することを提言する。

提言 2 : IAC は、181MeV の Linac では J-PARC 施設の潜在能力をフルに発揮することはできないと確信している。従って、Linac のエネルギーを 400 MeV へと回復させるための資金的な裏付けをはっきりさせることを高優先度の項目として求める。

提言 3 : IAC は、適切なレベルの予備品を確保するため、および RCS から 0.6MW、メインリング (MR) から 0.4MW 供給するという、J-PARC 施設の目標に向かって必要な能力向上をはかるため、J-PARC 運営予算の中に十分な資金を確保することを提言する。

提言 4 : IAC は、KEK および JAEA の両組織の経営陣に対し、運営責任とそれに伴う財政的、人的資源の J-PARC センター経営陣への移管をできる限り早期に進めることを求める。センターは、ユーザーの期待に世界のベストプラクティスという形で答える為に、すべての J-PARC の実験プログラム調整の強力で明確な責任体制を確立すべきである。

提言 5 : IAC は、第一期の目標 (RCS から 0.6 MW、MR から 0.4 MW) を達成するのに必要な正式の運営計画と概念的資金計画を作成し広く伝えることを提言する。そのような計画は、必要なハードウェアの改善とそれらの予想配備スケジュール、高信頼性運転に必要な予備品、予想ビーム軌道、見込み性能および各エンドユーザーのプログラムに使用できる予想運転時間、ならび

に加速器物理学の研究に割り当てる時間を盛り込む必要がある。IAC は、様々な J-PARC の技術諮問委員会が、次回の IAC 会議の前にこれらの計画を評価することを提言する。

提言 6 : J-PARC のセンター長は、J-PARC 利用のあらゆる要素に対するプログラム諮問委員会 (PAC) の提言を取りまとめ、センター長に直属する中央諮問委員会を含む、J-PARC 運営に対する提案評価体制を設置する必要がある。我々は、これを KEK および JAEA の支援並びに新たに設置されたユーザー委員会の助言を得て進めることを提言する。

### 補足提言

IAC は以下の件の重要性について十分強調できていない。

- J-PARC 施設の最終的な運転能力、すなわち、RCS から 1 MW、MR から 0.75 MW のビーム出力を達成するための、Linac のエネルギー増強の実行計画作成。

IAC は、ATAC の以下の提案に同意する。すなわち、もし全面的な資金計画が遅れるのであれば、Linac エネルギー回復計画における加速構造のタイプを、超伝導式や側面連結式を含め、再考する時期に来ている。

IAC は、J-PARC が中性子散乱装置について当初用の 10 基分の予算を獲得したことを喜ぶ。それは、初期の運転にとって確固とした基盤を提供するものとなる。IAC は、次期の装置選定時には、特に革新的で先見性のあるものを選ぶよう提言する。

IAC は、ATAC、NTAC、および MUSAC の諮問委員会としての有用性を認識している。そこで、MLF 内の中性子散乱施設の建設および利用を監督する同様の委員会の設置を提言する。



## ユーザー対応

- 1) ユーザーが実験の承認を受ける際、すべてのユーザーが J-PARC センターの所定の窓口を経由することを勧める。この窓口はユーザー共通の手続きを定めること。
- 2) 全体のプログラムバランスと陽子の経済性に関して、様々な PAC の提案も考慮に入れた提案を行うディレクター諮問委員会を持つことは大変重要である。
- 3) 科学研究の規模に応じた提案選定システムを作り上げる必要がある。大規模実験の場合、公開会議での提案者によるプレゼンテーション（および質疑）の実施も含む可能性がある。
- 4) 実験計画承認後のプロセスを定めておく必要がある。これは、PAC からの結果の伝達、フィードバック、スケジューリング手順、日常のスケジュール管理、スケジュールの柔軟性、安全性の検討などを含む。

## プロジェクトの全般状況

プレゼンテーションおよび加速器の視察から、委員会は J-PARC がパートナーである JAEA と KEK が当初目標として設定した、広い科学分野における世界の卓越した研究拠点になるという確信を得た。

国際アドバイザー委員会に対するプレゼンテーションは詳細にわたっており、2007年3月から2008年3月までの間に、J-PARC のスタッフにより成し遂げられた仕事の量と質を包括的に理解することができるものであった。仕事量については、その範囲と、取組み克服した問題についての詳細さの両方において実に印象的なものであった。既に到達した目標は、その成果を見れば、建設が多くの方で高品質なものであることが分かるし、今後の成行きを十分予測させるものである。

3 GeV RCS および 50 GeV メインリング用の建物および地下のスペースは予算通りにかつ時間通りに完成しており印象的なものである。加速器はほぼ完成しており、ビームは 3 GeV シンクロトロンに成功裏に入射された。RCS は 2007年3月31日にビームを設計値である 3 GeV まで加速した。加速器は 50-kW のビーム出力を 4 分間出し続けた（ビームのダンプ能力のみが制約要素であった）。この高出力が得られたことは、節目となる意義深い成果である。それに続いて、RCS は 25Hz で稼動したとすると 130 kW に相当するビームを 1 ショット放出した。50 GEV リングは 2008 年の 12 月にビームを受けられるようになる予定であり、物質・生命科学ビームホール用の機器は順調に進んでいる。

これらすべてのことが予算通り、かつ 2006 年に設定したスケジュール通りに行われていることは、実に印象的である。これらの成果の中でおそらく最も重要なものは、水銀ターゲットシステムの設計と建設であろう。オークリッジ国立研究所（米）との共同研究が両者にとって実り多いものとなった。ターゲットウインドウにおけるキャビテーション問題－陽子ビームによる高出力損失時の水銀の流れにより発生する－の解決における日本側の貢献により、1 メガワット運転に向けて大きく前進した。もう 1 つの共同技術－水銀ターゲット中に泡を入れることは、高出力運転時のターゲットの寿命を飛躍的に延ばす結果をもたらすことにつながりそうである。最後に、日本側が発明した水銀ポンプ（現在オークリッジの SNS に取り入れられている）はこの共同研

究の大きな成果である。両者の中性子源は 1 メガワットのレベルに近づいているので、この共同研究は今後も継続することが望まれる。

N-TAC の報告（下記）はターゲットに関する成果について非常に称賛しており、これらの最新の技術から円滑で継続的な運転を確保するための最も良い方法に関する重要な詳細問題について、賢明な助言を行っている。

### **J-PARC センターの組織**

J-PARC センターは現在順調に運営されている。 IAC はこの過去 2 年間にわたるスタッフの大きな前進を、建設段階を完了させるという課題に対する献身だけでなく、昨年大きく育った共通の成果に対する共有感によるものであると思っている。 IAC はこの一体感の醸成を支援した KEK および JAEA に感謝したいと思う。われわれはそれが外部ユーザーの実験開始に伴ってさらに価値を増すものと確信する。

IAC に対して示された新しい組織体制によると、J-PARC に権限を持たせた、透明性のある組織構造という提言は、パートナーに承認されたものと考えられる。 プロジェクトの将来にとって本質的な重要性を持つものの 1 つとしては、中央諮問委員会（CAC）によるユーザー対応管理が J-PARC センター長と、連携するセンター長直属のプロジェクト管理オフィスによるものとなったことにある。センター長から CAC を経由し個別のプログラム諮問委員会（PAC）にまで達する指示系統は、明瞭に規定されている必要があり、この枠組みの中で形成される、KEK と JAEA の研究体制により構築される感度の高い管理プロセスである必要がある。例えば、JRR（Japan Research Reactor - 日本研究炉）-3 の研究炉にある優れた中性子機器と物質・生命科学エリアにある新しい飛行時間機器との間の補完関係は、日本の科学界および産業界、そして場合によっては、KEK および JAEA の東海施設にある国際研究にとって大きな利点である。これらのエリアにあるプログラム間の相互にとって利益のある関係の構築は、現在作られつつある良好な関係の長期間にわたる試験となることであろう。

**提言** J-PARC のセンター長は、J-PARC 利用のあらゆる要素に対するプログラム諮問委員会（PAC）の提言を取りまとめ、センター長に直属する中央諮問委員会を含む、J-PARC 運営に対

する提案評価体制を設置する必要がある。我々は、これを KEK および JAEA の支援並びに新たに設置されたユーザー委員会の助言を得て進めることを勧める。

物質・生命科学セクションのユーザープログラムについて、以下のような特別の、そして一般的な意見がある。ここで、我々は適切なスタッフの供給、およびスタッフとユーザーオフィスの長距離および現場での新しいユーザーとの相互作用のあり方に関する 2007 年の報告のコメントを補充したいと思う。科学・技術スタッフによる情報の提供、指導およびユーザーの誘致、そして最終的には J-PARC スタッフとユーザーの共同作業は、経営陣により注意深く育成される J-PARC における計画的な政策の問題である。

### 加速器の現状

J-PARC プロジェクトに対する加速器技術諮問委員会 (ATAC) はその 7 回目の会議を 2008 年 2 月 28 日から 3 月 1 日にかけて開催した。ATAC はその報告書を IAC の会議中に配布した。

昨年はずべての前線で大きな前進がなされた。特に、ハイライトは RCS においてフル加速が達成され、3 GeV ビームの抽出が行われたことである。IAC は ATAC と共に、全 J-PARC チームのこれらの成果に対してお祝いを述べたいと思います。

J-PARC プロジェクトは、大きなものとしてはニュートリノビームラインの建設・据付を残して、ほぼ完成に至っている。ビームの調整運転は Linac および RCS 共にかなり進んでいる。ハードウェアの調整運転はメインリングで進行中であり、ビームの調整運転は 5 月に開始される予定となっている。スケジュールは 2 年前に IAC に提示されたときから変更されておらず、際立った成果である。研究計画支援の加速器運転の立上げは 2008 年度の第三四半期に予定されている。

建設プロジェクトが完成に近づいたいま、運用段階へのスムーズな移行と J-PARC 施設の能力の十分な発揮を確保するために継続して注意を要するいくつかの分野が残っている。

- Linac のエネルギーを 400 MeV まで増強するための計画立案。
- メインリングの性能
- 長期目標をサポートするのに十分な RCS および MR での rf 加速システムの構築。

- 運転の最初の数年間にわたってJ-PARC施設の能力を最大限発揮すること。

これらの項目については ATAC の報告で詳しく論じられており、ここにはそのまとめを記している。

## ***Linac***

Linacはその設計エネルギーである181 MeVで一年以上稼動してきた。それは順調にかつ確実に稼動しており、Linac自身およびRCSにおける調整運転活動を支援してきた。Linacの性能レベルはJ-PARC施設の最初の運転目標にとって十分なものである。

## ***Linac エネルギー増強計画***

Linacエネルギー増強は、J-PARC施設の第一期計画の範囲に元々含まれていた400 MeV Linacの能力を復活させることとなる。181 MeV Linac出力エネルギーでは、RCSは0.6 MWのビーム出力に制限され、メインリングは0.45 MW未満のビーム出力に制限される。これらの性能レベルはJ-PARCの想定稼動能力を大幅に下回っている。

**提言:** IACは、181MeVのLinacではJ-PARC施設の潜在能力をフルに発揮することはできないと確信している。従って、Linacのエネルギーを400 MeVへと回復させるための資金的な裏付けをはっきりさせることを高優先度の項目として求める。

エネルギー増強の総費用は約90億円である。増強には21台の加速モジュール、2台のバンチャーモジュールおよび2台のデバンチャーモジュールを含んでいる。モジュールにはすべて（室温の）環状連結構造（ACS）を採用している。現在までに2台の環状連結構造（ACS）バンチャーモジュールが製作され、高出力での試験を行っている。また、1台の低ベータ加速モジュールが製作され、低出力での特性評価を行った。

ACSの「特長」は蝸着後には加速空洞の調整ができないことである。従って、製作誤差がそのまま空洞中の「フィールド傾斜」となって現れる。低ベータモジュールの場合そのような傾斜を示しても、おそらくそのまま使用可能であろう。そうであっても、ATACからの提案通り、この問題は、i) フィールド傾斜の許容範囲を吸収するのに必要なACSアセンブリーの仕様を設定す

ることおよびii) 連結セルの調整を可能にする方法を考慮することの重要性を指摘するものである。

**IACは、もし資金供給が1、2年遅れるのであれば、エネルギー増強のための加速構造のタイプを、超伝導式や側面連結式を含め、再考するとATACの提案に同意する。**

### **3 GeV 高速循環シンクロトロンの現状**

RCSビームの調整運転において大きな成果が達成された。ビームの調整運転は10月初旬に開始され、スケジュールより早くその月の末までには3 GeV に加速されたビームが得られた。RCSは低強度で順調に稼動しており、ビームの多くのアスペクトおよび格子の特性も良好に特徴付けられている。特に重要な成果は、50 kW のビーム出力で数分間のRCSシングルバンチ運転ができたことである。そのRCSは、5月に予定されているMRにおけるビーム調整運転を支援するために準備されている。IACはこれらの素晴らしい成果をあげた全RCSチームに対しお祝いを申し上げます。

現在の構成で2009年の300 kW 運転を支援することが期待されている。

RCSにおいて、ビームが色付けされていない条件の下、名目強度の約10%で6%のビーム損失が観察された。この損失の原因を把握することは重要である。可能性としては、空間電荷（ビームが色付けされていないため）、光学系のミスマッチ、rf バケツからの漏洩および/または広範囲のフォイルの相互作用が考えられる。より高い強度での運転を検討するため、入射ペインティングによる調整運転調査を継続することが、次に控える研究期間にとって優先順位が高い。

ATACは依然として、どれくらいの損失がコリメーターに配分されるかに関心を持っており、特に、あらゆるコリメーター開口部の定格能力を超えるコリメーター上への不均一な堆積の可能性に関心がある。

**IACは、RCSのコリメーターシステムに対し、現実的な運転シナリオと整合するように、十分な余裕を持たせる改善計画を作成する必要があるとのATACの提案に同意する。**

取出しキッカーインピーダンスは、設計ビーム出力レベルですぐに不安定さを生じかねないレベルのままである。IACは、大きなキッカーインピーダンスによるビーム不安定性に取り組む計画を作成することが非常に重要であることに同意する。

## メインリングシンクロトロン<sup>1</sup>の現状と調整運転計画

メインリング（MR）の据付けはいくつかの入射/取出し機器およびコリメーターを除いて完了している。出力試験が2007年12月から進行中である。3 GeVの入射エネルギーでのビーム調整運転が2008年5～6月に予定されている。夏のシャットダウン後にビーム加速および取出しの調整運転が2008年12月にスタートする予定となっている。

運転開始は、 $1.2 \times 10^{13}$  陽子/バンチで100 kW のビーム出力を生み出すべく、30 GeV、6 バンチ、3.0 秒のサイクル時間という条件で行われるという決定がされており、それは設定された2009年度の運転目標である。その後、この性能レベルより上に行くための具体的な計画は立てられていない。IACは、第一期の構成のフル能力を実現するために、Linac増強が完了するまでに100 kW を大きく上回る性能を獲得するための準備をすることは非常に重要であると考える。

ATACは、スタートポイントとして2009年4月の構成に基づき、181 MeV LinacでMRにおいて400 kW 性能を達成する複数年の戦略作成を提案している。そのような戦略には以下に挙げるものいずれか、またはすべてが盛り込まれる可能性がある。すなわち、8バンチ運転、サイクル時間の短縮、MR rf システムの2番目の調和運転、3 GeVでの損失許容範囲の増加、MRのh=18運転、RCSのh=1運転またはRCSからのより長いバンチ供給手段。

IACは、181 MeV Linacで400 kW MR 性能を達成するための複数年戦略を作成するというATACの提案に同意する。

400 kWに到達するために取組む必要のあるいくつかの技術的問題がATACによりリストアップされた。すなわち、

- 運転を6バンチ（設計値は8バンチ）に制限している高速取出しキッカーの遅い立ち上がり時間。
- 6番目のRFステーションでのサイクル時間を現在の3.0 秒から必要な2.0 秒に短縮することが必要。
- 200 kW運転において、ビーム損失限度400 Wに対してビーム損失シミュレーションでは330 ワットと予測している。

- 加速器インピーダンスおよびビーム不安定問題は運転を数百kWに制限するおそれがある。現存のシミュレーションコードの全能力を利用して不安定の閾値を求めるようにこれらの調査を拡大する必要がある。

IACは、i) 現存の複数粒子シミュレーションツールを利用して現実的な条件下での不安定性の閾値を推計する不安定性分析を継続する、ii) 横ダンパーを開発する、iii) クロマティシティはビームの安定化に有効化どうか、および必要な動的アパチャー要求と矛盾しないかどうかを調査するというATACの提案に同意する。

### RCS およびメインリング RF システム

現在RCSには10 基のRFステーションが設置されており、MRには4ステーションが設置されている。RCSステーションは順調に稼動しており、約500時間の累積稼動時間を記録している。RCSステーションは外部誘導子付き未切断コアを使用している。MRステーションは1年前に作成した計画に従って、切断コアを使用している。

RCSビームを損失なしに加速するのに必要な電圧は予想より大きいことが判明した。結果として、空洞はATACが示唆したものより高い傾斜で運転された。(ATACは限られたフィールド(設計の85%)での運転を提案した。現在の運転は100%に近い。なぜビームで観測する電圧が低いのかを知ることは非常に重要である。

RCSで0.6 MW ビーム出力をサポートするためには11~12 ステーションが必要である。ATACは、RCSの潜在能力をフルに発揮させるためには、RCSの中に12 rf ステーションを用意しておくことを提案している。

MRで30GeV時に2.0秒サイクルの第一期の潜在能力をサポートするためには、6~7 ステーションが必要である。ATACは、第一期におけるMRの潜在能力をフルに発揮させるためには、少なくとも6 rf ステーションの設置を用意しておくことを提案している。



設置されたRCSのRFステーションは約500時間運転されている（未切断のコアで）が、ATACはRCSおよびMRのRFシステムの長期間稼動に依然として関心を寄せている。ATACは初期の劣化に対する監視が無いことを懸念しており、従って監視戦略の作成を勧めたい。

ATACは、特にMR用の長期対策として油封入方式空洞の調査を支援した。設計作業はこの代替案にもとづいて行われてきたが、ATACは、2、3年以内にMR空洞についての全面的な実証を行うことを目標に、油冷却の研究につき込んだ努力を強化することを提案している。

ATACは、試験と開発を追求するためにリングの外部で利用可能なRCSおよびMRタイプのrfシステムの必要性を繰り返し強く求めている。

### *J-PARC 施設の全潜在能力の実現*

プロジェクトのこの段階においてスタッフの努力が、直近の課題およびプロジェクトの据付け・調整運転の節目と性能目標を達成することへの圧力に集中しているのは当然のことである。さらに、後続年における運営予算が不確実な状況で、詳細な運転計画を作成することは非常に困難である。このような直近の問題に集中することは理解できるが、一方で **IAC** はプロジェクトのこの時期において **J-PARC 施設の最終目標達成にもう一度注意を向けることの重要性を強調したい**。すなわち、RCS により提供される 1 MW のビーム出力が可能にする、世界クラスの、強力な物質・生命科学プログラムおよびメインリングが提供する 0.75 MW のビーム出力が可能にする、世界をリードする素粒子物理学プログラムである。

その目標に向けて、**IAC** としては以下の点の重要性についていくら強調してもしすぎることはない。

- 予備品に対する十分なサポートとビーム調整運転中に学んだ教訓の結果として出てくる必要不可欠な設備改善のための、現実的な運転予算を確保すること。
- 加速器施設の第一期性能目標を達成するための運転計画を作成すること。すなわち、RCS から 600 kW、MR から 400 kW。
- Linac の出力エネルギーを 400 MeV に増強するため、Linac エネルギー回復プロジェクトを即座に開始するための資金の確保。
- **J-PARC 施設の最終的な稼動能力を達成するための Linac エネルギー増強の展開計画の作成**。すなわち、RCS から 1 MW、MR から 0.75 MW。

J-PARC が運転段階に入る準備を進めるに際して、ATAC および NTAC が予備の機器準備に関して懸念を表明していることに IAC も同様の懸念を持っている。委員会は、当初の予備品補充として約 10 億円が必要であると聞いている。クライストロンやターゲットモジュールといった高価な「消耗品」の調達は、起こりうる長期間の運転の中断を避けるため、迅速に入手する必要がある。

ビーム調整運転が進むにつれて、チームは運転の早い段階で改善しなければならない既存のハードウェアの限界を発見している。調整運転の早い段階での弱点を持つ機器の発見、およびその改善または交換は、すべての大規模加速器施設で繰り返されてきた必要不可欠のプロセスである。既に、再設計、改造、再整備あるいは交換を要する大量のハードウェア機器およびシステムのリストができています。このリストには MR および RCS の追加の RF ステーション、MR 用横ダンパーシステム、MR 用の新しい取出しキッカー、コリメーションシステムの潜在的改良などが含まれている。この歴史が語りかけていることは、早期運転予算における、適切な設備改善を確保するための 5～10 億円レベルの資金確保の必要性である。

**提言:** IAC は、適切なレベルの予備品を確保するため、および Linac エネルギー増強の完成までに RCS から 0.6MW、MR から 0.4MW 供給するという目標を有する J-PARC 施設に対する適度な改善への支援を行うため、J-PARC 運営予算の中に別途十分な資金を設定することを勧める。

2009 年度までの加速器性能仕様の決定にいくらかの前進が見えた。第一期のフル能力へ到達する道筋を明らかにするためにこの努力を継続する必要がある。

**提言:** IAC は、適切な資金供給がなされることを前提として、第一期の目標（RCS から 0.6 MW、MR から 0.45 MW）を達成するのに必要な正式の運営計画を作成し広く伝えることを勧める。そのような計画は、必要なハードウェアの改善とそれらの予想配備スケジュール、高信頼性運転に必要な予備品、予想ビーム軌道、見込み性能および各エンドユーザーのプログラムに使用できる予想運転時間、ならびに加速器物理学の研究に割り当てる時間を盛り込む必要がある。IAC は、様々な J-PARC の技術諮問委員会が、次回の IAC 会議の前にこれらの計画を評価することを勧める。

第一期レベルの性能を獲得したとしても、400 MeV Linacエネルギー増強がなければ、J-PARCの全潜在能力は実現されない。この報告書の中で既に何度も述べてきたことであるが、エネルギー増強のみが、0.75 MW のMRの性能を世界規模で競争力のあるものにする。

## ハドロン実験

ハドロンホールにおける土木工事は昨年中に素晴らしい進展を見せた。2本のビームライン、K1.8BR および K1.8 用の機器類の開発は、荷電 K 中間子ビームをこれらのラインに対してそれぞれ 2008 年 12 月と 2009 年 10 月に供給する予定で、順調に進行中である。IAC は追加の中性 K 中間子ライン (K0) を 2009~2010 年の期間に完成させるという暫定計画を示された。多くのハドロンホールでの実験の申し込みを行っており、必要な検出装置の多くを製作するのに忙しい既にコミットしたあるユーザーコミュニティがある。原子核および素粒子物理学プログラム諮問委員会は既に 5200 時間のビーム時間を 300 kW の 1 次ビーム出力を前提に承認しており、さらに追加の 15000 時間のビーム時間の申し込みも第 1 段階承認の段階に来ている。このユーザーコミュニティは実験を行うのに際して、1 次ビーム出力の増強、追加のビームラインおよび J-PARC からのより大きな資源のサポートを強く望んでいる。これらの要望に関する話合いの中でのユーザーコミュニティへの約束において、J-PARC 経営者が早期に実験の優先順位と目標スケジュールの設定を始めることが重要である。

IAC に対して非常に詳細に説明された初期の実験は、K1.8BR ラインと K1.8 ラインを使う多様なプログラムで、ハドロンの相互作用とストレンジネス領域の原子核分光の研究を行うものであった。K1.8BR ラインは、 $K^-$  を原子核に拘束している仮説的な深い原子核ポテンシャルの効果を探る 2 件の実験 (E15 および E17) 用に使用されることとなるであろう。E15 は、すべての最終状態の粒子を検出することで、 ${}^3\text{He} (K^-, n\Lambda p)$  の反応を通じて拘束された  $K^- pp$  システムを探ろうとするものであり、E17 は原子  $2p$  状態の幅とシフトから強い相互作用を求めため  ${}^3\text{He}$  による  $K^-$  の原子捕獲の後に X 線分光を使おうとするものである。これら 2 件の実験用のターゲットと検出装置はビーム供給スケジュールと良く整合しているようである。両方の実験とも国際競争があり、メインリングからの低速取出しモードで使える 100 kW を優に越えるビーム出力の早期のデモンストレーションが有効に働くであろう。ビームライン K1.8 はハイパー核分光用のシステムで、特に二重ストレンジ核を扱うことができ、電荷を持った反応生成物と同時に起こるハイ

パー核ガンマ線を検出するため、SKS 磁気スペクトロメーターおよび ゲルマニウムハイパーボール-J を使用している。これらのハイパー核実験を提案する日本のチームは世界をリードする存在であり世界中で競合相手がほとんどいない。

上記の実験はハドロンホールにとって格好の調整運転実験であるように思われる。衝撃は大きい長期の原子核および素粒子物理学の実験は発表の中でついでに触れられるだけである。これらは、まれな崩壊分岐  $K_L^0 \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$  を通じての標準モデルを超える CP 非保存の調査、原子核のフィールドにおける  $\mu$ -to-e 変換を通じた電荷レプトンフレーバー非保存 (PRISM project) の調査および既に最良の標準モデル計算からの興味をかきたてる乖離を示している、ミュオンの異常な磁気モーメント (g-2) の洗練された測定を含んでいる。これらの実験のそれぞれについての深刻な国際競争が現在フェルミ研究所および (g-2 のケースについて) ブルックヘブンの AGS で議論されている。これらの実験は、すべて 400 MeV に増強された Linac が提供する高ビーム出力から多くの利益を得ることができ、もしそれらを競合における時間の範囲内で実施することができれば、J-PARC が原子核および素粒子物理学において、世界のリーダーとしての地位を確立するために役立つものである。それぞれの実験に使用される検出装置の推定費用は数十億円の金額となるであろう。

上に述べたような背景があるため、J-PARC 経営陣にとって明らかに重要なことは、早急に、ユーザーコミュニティとの連携をはかりながら、Linac の増強か、新しいハドロンホールのビームラインか、あるいは注目度の高い実験用の追加のサポートを行うかを選択することである。IAC は経営陣が早急に原子核・素粒子物理学の分野で世界での名声を獲得することができるような、そしてそれゆえに資源配分と共同研究構築支援をしようと思う実験の 1つか2つを決定するよう求める。この決定と平行して、そのコミュニティと可能性のあるビーム出力の進化および今後数年間の実験にとっての都合の良いスケジュールについての現実的な話し合いを行うことは重要である。

**提言** (これらは明らかになり一般的な提言に含めることができた) :

IAC は J-PARC 経営陣が短期および長期の両方における J-PARC の科学的インパクトを最適にするための資源配分の優先順位計画を作成することを勧める。そのような計画は、運転資金および性能向上の時間軸についての現実的な評価に基づいて、世界中の類似の施設との競合の下、J-

PARC がその成果を確立することが可能であるような 2、3 の特定のインパクトが高い実験またはプログラムを指定する必要がある。

IAC は、J-PARC の経営陣が運転資金、ビーム出力進化、機器の対応度、世界での競合および科学的優先順位に関して、最良の見込みに基づいて組み立てられたスケジューリングおよび施設の開発計画に対するユーザーとの対話を、改善することを勧める。

### ニュートリノ実験

T2K 実験プログラムは、J-PARC 施設の一部として建設中のニュートリノビームおよびおよそ 295 km 離れたスーパーカミオカンデ検出器に基づいている。実験はニュートリノ領域の重要なパラメータ、特に混合パラメータ  $\sin^2 2\theta_{13}$  を、現在準備中である原子炉ベースの実験 (DayaBay) における次回のラウンドで得られるもの以上の感度で探るものとなる。このパラメータについての理解が、ニュートリノ質量ヒエラルキーおよびニュートリノ領域におけるあり得る CP 非保存のより基礎的な理解への「入口」を提供するものとなる。これらの疑問は、宇宙における物質と反物質の間の非対称性についての我々の理解に対し、潜在的意味を持つものである。

T2K は、12 カ国 61 の研究所と今のところ合計 400 人の研究者を巻き込んだ国際共同研究として組織されている。これほど多く世界にまたがる研究所を含み、複数の資金源に支えられた共同研究の組織と管理は、難問そのものである。昨年設立された T2K 国際組織はこの難問に直面している。機構は活動および参加研究所からの財政支援の調整のための部門、科学的戦略のマッピングを行う部門、検出器を操作する部門、および結果を分析し公表する部門を持っている。IAC が見るところ、この組織は T2K の活動を効率よく調整することができているようである。J-PARC センターにおいては、T2K の実験は素粒子/原子核物理学部門の一部として含まれている。必要な資金は用意されており、共通の項目を完成させるための費用については合意に達している。共有項目について共通の運転資金を設けるための話合いが資金提供機関との間で進行中である。

J-PARC 施設におけるニュートリノビームラインの建設は大きく先行しており、以前計画された 2009 年 4 月の立上げへのレールに乗っている。これは、2009 年 4 月 1 日にニュートリノ運転を 3 ヶ月間低強度運転で開始、次に 2 ヶ月のシャットダウン、そして 100 kW のビーム出力で長期間運転、という J-PARC のメインリングのスケジュールと整合性が取れている。

T2K 共同研究の短期目標は、2010 年の夏までに  $100 \text{ kW} \times 10^7$  秒のビームをターゲット上に集めることである。この目標はメインリンクビームをニュートリノとハドロンプログラムとでほぼ等分に分けることを前提とした場合の J-PARC 加速器チームの計画性能と整合性が取れている。このような照射は 2010 年の末に競争力がある物理学成果の発表を可能にすることとなる。これに続く当然の次のステップはおよそ  $300 \text{ kW} \times 3 \times 10^7$  秒の照射となろう。この照射を 2011 年から 2013 年の間に行うことが望ましい。実験の最終目標に達するために、T2K 共同研究はターゲット上へ  $750 \text{ kW} \times 5 \times 10^7$  秒のビーム照射を要求している。この照射により CP バイオレーション相の値、 $\delta$  の可能範囲の半分にわたってダヤ湾のそれを超える感度を得ることとなる。（ $\delta=0$  における  $\sin^2 2\theta_{13}$  の 90% に対する感度  $< 0.008$ ）.IAC は、この目標は Linac エネルギーの 400 MeV への増強なしにはタイムリーに達成される見込みは非常に低いと認識している。

IAC は過去において実験担当者と加速器グループの間の期待のミスマッチに関して懸念を抱いた経験がある。今回の会議での 2 つのグループのプレゼンテーションは良く整合しており、良いコミュニケーションが取れていることを示していた。このことは期待のミスマッチの問題を防ぐ上で重要なことである。

#### コンピュータネットワークおよびリモートアクセス

J-PARC に設置される情報システムについては大いに進展したとの報告を受けた。現在の活動は基本ユーザーサービスを新しい JLAN ネットワークを経由して実行することである。2008 年 3 月までに 960 ユーザーと接続可能となると期待されている。主要なアップグレードは来年（第二期）に予定されている。ただし、いまのところ JLAN システムの試運転期間中は、アクセスは内部スタッフに限られている。科学プログラムが始まろうとしているため、これは外部のユーザーまで拡大することが必要となろう。活動の焦点は基本の総務的サービス（ホテルの予約、旅行、登録、コンピュータアクセス、放射線トレーニングなど）を提供するためのユーザーデータベース作りに重点をおいている。IAC はもう 1 つの層が特に外部ユーザー用として非常に重要であることを繰返し強調したい。

J-PARC のキャンパスに来る **すべての訪問者**が J-PARC センター、ゲストハウスおよびサポートラボ内から、インターネットへのオープンアクセスを通じてその所属研究所とやり取りができる、

シームレスな無線アクセスを実現することが期待される。非常に大規模な国際 T2K 実験の機器据付けが今年から本格的に始まるため、T2K 共同研究が J-PARC における多くの IS サービスにとっての試験場となることであろう。しかし、これはまたすべての外部のユーザーにとっても、2008 年秋のビームタイムに向けて準備を整える機会となる。

**IAC は、JLAN の第二期計画は科学プログラムが 2008 年度に開始されるとの見込みに基づいて、できる限り早期に実施されることを勧める。**

何人かの J-PARC ユーザーは実験をモニターし、データにアクセスするために、J-PARC のシステムへの限定的で管理されたアクセスを必要とするであろう。何人かの**特定の共同研究者は**実験システムおよび診断装置を遠隔操作するために、J-PARC システムにアクセスする特権を必要とするであろう。

また、彼らは既に、世界中のパートナー研究所に所属するエキスパートがその実験またはビーム供給システムに関連したシステムへのこのようなアクセスを持つことの必要性を明らかにしている。そのような特権的アクセス - 適切なサブシステムに対する管理者の監督付きで - は国際実験機関では標準的ではあるが、JAEA システムについての安全性のため、制限的であり、安全であることが実証される必要がある。

## 物質および生命科学

### ターゲットシステム

N-TAC 委員会の報告が 3 月 3 日 Dr G Bauer により IAC に対して口頭でなされた。J-PARC システムが運用段階に入ったことに伴う 2007 年の成果に対する委員会の称賛はその提言のまとめの中およびターゲットシステムに関する詳細な助言の中ではっきりと表明された。そのまとめは真に印象的な前進について語った。ターゲットベッセル構造、シール性能、リモートハンドリング、アラインメント、ターゲットベッセルの保守、およびトロリーの保守、機能上の性能および据付け調整準備状況チェックリストはすべて完了していた。

N-TAC の見解では、このすべての完了が主な成果であり、チームは称えられるべきである。

ターゲットについてはより多くのビーム診断ができるように陽子ビーム窓の再設計作業の継続が提案され、これが優先的に実行されることとなった。窓は新しいものが出来次第交換されることとなった。現在のものは予備として保管されることとなった。

#### 委員会からの詳細な助言

- ターゲットトロリーリモートハンドリングに関するチェックリスト残作業はトロリーレールへのグリース塗布とスライドユニットの交換である。  
リモートハンドリングツールによるグリース塗布は難しい可能性があり、ツールの改造が必要かどうかを判断するためにこの試験を早急に行う必要がある。
- ホットセルエリアで非常に多くの詳細な調整運転作業が残っている。時間は限られており、おそらく資源に対する競争もある（例えば、パワーマニピュレーター）。したがって、詳細な管理が必要となるであろう。
- **リモートハンドリング機器**における素晴らしい進展に関して
  - 主要な機器と交換する機器は良好な状態である。
  - しばしば観察が困難となる問題が発生した。－移動可能なカメラの設置を考慮する必要がある（例えば、マスタースレーブマニピュレーターまたは三脚に支持されるタイプ）。
  - ホットセルにおけるいくつかのサービス（例えばカメラ、ケーブル）の保守は遠隔操作の方法では非常に困難であるようである。－要求をチェックする必要がある。
  - 試験中に「脆弱な」活動のリストを残すことを考慮すること－すなわち、機器の故障からの回復が特に難しいもの。
  - **減速材**交換について、排水終了後流出を防ぐため回路から残留水を集める方法を改良するための作業が必要である。
  - ミュオンターゲットのリモートハンドリングおよびホットセル中の機器は実証試験を残しており、管理者は初日の「不可欠の」項目としてホットセル中のミュオンターゲット交換の調整運転を始める必要がある。



## キャビテーション腐食

ここで再びキャビテーション腐食（CE）—メカニズム—の理解に関して、もっと素晴らしい進展が報告された。重要な結論は、泡の大きさの分布が損傷の緩和に最も効果的である可能性があるということである。ターゲットの寿命は、幾何学的配置関係および流れの条件の効果が不明であるため依然として予測困難であるが、実際のターゲットについて測定により損傷の可能性を評価することはできそうであり、期待できる。

N-TAC は今後の調査計画（パルス持続時間の影響と泡のターゲットへの輸送）を評価し、以下の通り結論付けた。

- それらは良く考えられたものであり、十分にサポートされるべきである。
- 新しい圧力波発生器（AUTOLITH<sup>®</sup> スパークデバイス）は MIMTM に対する完璧な補完品である。

委員会は SNS（オークリッジ）チームとの共同研究は依然として非常に重要であり（TTF および WNR の使用）、拡大して最初の SNS ターゲットに PIE 活動を含めるよう勧める。

## 制御システムと建物

N-TAC は、MLF 一般制御システムが良好な状態であり残作業は時間内に完了可能であると報告している。また、MLF の建物の沈下（機器からの荷重および現時点でのシールドイングの下）は予想値に近い。実験ホールの床の歪み（不均一な沈下）は許容限度内であるが、建物への荷重は変わるので、MLF の建物内の陽子ビームの再調整が必要になる可能性がある。

## 制御および診断機器

- 放射線安全性の機器診断は非常に良く準備されているようである。

- 中レベル出力（約 100 kW）に達する前に水銀フィルターおよびオフガスプロセスシステムのモレキュラーシーブコラムのまわりにシールドを設置する必要がある。
- シリカゲルは HTO だけでなく H<sub>2</sub>O も吸収する。システムのトリチウムをホールドする能力の容量と運転期間にそのことも考慮に入れる必要がある。
- ホットセルの換気システムはフィルターの水銀捕集量を見積もるためにモニターする必要がある（例えば、空気サンプリングにより）。

### 予備品

N-TAC は特に、ターゲットシステムおよび機器に対する予備品の方針を作成する必要があるとコメントした。特に以下のことを勧める。

- 運転予算が許す範囲で、最も重要な部品は納入業者の在庫状況や納期に左右されることなく、在庫しておく必要がある。
- 予備部品の問題は特に電子機器について懸念される。電子機器の製品寿命年々短くなるからである。  
運転予算が許す範囲で、最も重要な部品は納入業者の在庫状況や納期に左右されることなく、在庫しておく必要がある。

### 立上げ手順と文書化

- 準備状況チェックリストは警報とシステムのアクションのための判断基準と数値および設定点（H,HH & L,LL）を決めておく必要がある。それらはシステムの最終運転条件がわかっている場合にはプロセスの必要性に応じて暫定的な初期値で構わない。
- 多くの個別システムのチェックリスト上での進展状況を追跡するための共通未完案件リストを 1 部作成する必要がある。未完案件は、共通版でのみ、システムエンジニアとプロジェクト管理者によりその案件の取扱いについて決定が下されたときにクローズされ文書化される。

- 未完の B 案件と C 案件だけのマスターリストを残すことを考慮すること。
- すべての「不可欠」な項目がリストアップされていることおよびいくつかの項目は「望ましい」に再分類できるかどうかを確認するためレビューを作成することを考慮すること。このレビューはすべての合格基準における必要な運転手順の準備および運転パラメーター／限界値を含む必要がある。

### システムに関する全般的コメント

N-TAC は、すべてのシステムが非常に良く設計されており、建設と据付けは大変プロらしい仕上がりで、清潔さは特別すぐれている、リモートハンドリングの操作と保守には適切な注意が払われているとの意見を表明した。

水素システムの試験が合格するとの前提で、システムは 5 月にはビームについての準備完了となる予定である。次のレベルの準備は手順の書類化とプロセスの変数に対する運転限界値と警報基準の設定である。

N-TAC の全体の結論は、JSNS チームのこれまでの成果はめざましいものであるというものであるが、同時に極端にタイトな予算についての懸念も表明している。特に、以下に述べる点について懸念がある。

ターゲットチームは明らかにスタッフ不足である。委員会は、ある程度の仕事量のオーバーロードは、プロジェクトが終盤に向かいつつある中ではノーマルであるが、不必要なミスにつながらないように注意が必要であるとの意見を表明している。

チームは今までのところ厳しい予算の制約に非常に良く対処してきているが、1 つの深刻な影響は予備部品が不足していることである。彼らはこれが深刻な問題となるように感じている。

また、現存の問題を解決する重要な R&D には、適切な資金供給を受け**最高出力**運転と施設の高利用率を確保するようにしなければならない。それでも、我々は JSNS が近い将来においてその運転対応態勢が整わない理由を見つけることはできない。

## 中性子散乱

国際アドバイザー委員会は、その会議で説明を受け、中性子散乱用の機器据付け中の MLF 棟の床の上で見た進展状況を喜ばしく注目している。非常に広い検出範囲の目的の用途、大きな利益を持ついくつかの新しい検出器の開発、そしてターゲットから供給される高ビーム強度は、据付けられる最初のグループの機器と共に行われる仕事にとって素晴らしい見込みを提供するものである。

2008～2009 年のビームに間に合うように機器を製作するためにスタッフにかかる負荷にもかかわらず、検出器および付属機器を同時に開発したことについて称賛された。高圧、可変温度などのこれらの付属機器およびユーザープログラムに必要な関連の研究室用設備は、ユーザー志向の中性子散乱プログラムにとって不可欠の側面である。運転段階に入り、継続するにつれて、データ処理と共に付属機器および新しい機器の開発を続けることに非常に高い優先順位が置かれる必要がでてくる。

### **MLF 部門の実験システムの監督**

IAC は将来の中性子機器の開発とそれらの開発計画およびそのユーザー志向性を監督する最良の方法を議論した。ソースの技術面は ATAC/NTAC 委員会がカバーし、ミュオン用にはフォーラム (MUSAC) が存在するが、中性子機器パッケージおよび MLF に対する全体のユーザー「経験」(例えば、標準化されたサンプル環境から、実験前、実験中および実験後のサポートおよびユーザーオフィス文化) を監督する高レベルのアドバイザー委員会は存在しなかった。

### **提言**

IAC は、ATAC、NTAC、および MUSAC の諮問委員会としての有用性を認識している。そこで、MLF の中の中性子散乱施設の建設および利用を監督する同様の委員会の設置を勧める。

### **将来の中性子機器パッケージの開発**

IAC は、J-PARC が MLF プログラム用の、最初の 10 台の高品質中性子散乱機器を開発するための資金集めに成功したことに強く勇気付けられた。このパッケージの範囲と多様性は MLF の最初の運転を国際規模で見て、非常に信頼性の高いものになっている。これらの機器に最大の性能を発揮させるための資源が与えられ、日本および国際散乱コミュニティがその能力の恩恵を蒙ることができるように、統合の期間が今必要である。

J-PARC により与えられた新しいレベルのソースの稼動において得た経験を頼りに、機器の次期パッケージの選定は、前世代の反応炉や破砕ソースでの開発を単に繰り返すのではなく、非常に革新的な、建増しを行うような冒険的なものになる機会がある。

## MLF ミュオン施設

第一期のミュオン施設は完成に近づいており、5 月 8 日の最初のビーム調整運転というマイルストーンに間に合わせるためのチームの大変なハードワークは報われた。プロジェクトの精密な実行は実に印象的である。陽子ビームラインは真空引きされ、真空度は十分仕様内に入った。配線と配管は 9 月のビームオン調整運転に間に合わすべく進行中である。現段階では何の障害物も見えない。

第一日目、ミュオンは 1 チャンネルだけ使用可能となっているであろう。修理済みの KEK 超伝導ソレノイドが据付けられ、この秋のビーム供給の計画された 2 ヶ月サイクルの間にユーザーにミュオン生成を保証するため、9 月 8 日の調整運転に間に合うように準備されるはずである。ミュオンユーザーコミュニティが、中心的ユーザープロジェクトを行う、別の補完的資金拠出先を求めるためのインセンティブを提供するべく、従って MUSE 施設をできる限り早く完成させるべく、この最初のミュオンチャンネルから早く物理の成果を出すことが決定的に重要である。外国のユーザーおよび産業投資を引き付けることは、立上げのときに、早期の、最低限の、初期プログラムを利用できるようにすることと直接つながっている。委員会は MUSE チームが 9 月 8 日までに運転施設を立上げるという約束を果たすことに対してお祝いを申し上げる。

第二期プロジェクトの中で、委員会は熱ミューオン原子のレーザーイオン化技術に基づく独自の超低速ミュオンソースの開発を支援することを再確認する。委員会は、日本のミュオンユーザーにとって最も革新的で、類のない機会とみなされているため、できる限り早く超低速ミュオ

ンビームを実現する経路を見つけ出すためのタスクフォースを結成するという MUSAC の提案を支持する。

## ユーザーインターフェース

J-PARC に構想されているような学際的施設においては、ユーザーインターフェースは多くの次元を持っている。それは以下のようなものを含む。

- J-PARC から与えられる機会を、広範囲の科学分野に対して伝えること
- バランスの取れたプログラムを確保するための適切なピアレビュー方法の構築
- 実験の前、中および後のサポートを計画し準備すること
- J-PARC ユーザーに対する適切な安全文化の創造
- 施設へのユーザーからのフィードバックの伝達、将来の能力の向上
- 新しいコミュニティへの J-PARC の成功の広報および J-PARC の魅力の普及

これらのすべてを今後作り上げて、磨きをかける必要がある。ユーザーオフィスの設置は J-PARC にとって必要な次のステップである。それは J-PARC のユーザーコミュニティの生活の様々な面の文化を明らかにするものとなろう。そしてそれは例えば JRR3-M のユーザーを含むより広い東海のユーザーコミュニティとの調和を作り出す可能性を持っている。

## 核変換

IAC は、その 2007 年の報告書で行った提言が開発の成功につながったことおよび重要な作業が OECD/NEA, IAEA、アジアの国々（中国、インド、韓国）やヨーロッパで開始されたことを聞いて嬉しく思う。強いつながりが、特に EUROTRANS の枠組み（33 の研究機関と 16 の大学）の中

のヨーロッパの活動的なパートナーとのつながりが確立された。欧州と日本における変換の研究専門のワークショップで最近重要な相乗効果が見られた（FZK, 2008年2月27-28日）。

IAC は、変換実験および ADS 研究において長期の共通戦略を立てることを勧める。日本の共同研究参加は欧州のプログラムで最も歓迎されるものであり、J-PARC の将来の変換プログラムは欧州の 6 次および 7 次の枠組みプログラムを最も良く補完するものであると考えられる。加速器開発、ADS の設計と安全研究、燃料研究、物質科学および原子核データにおける日本の大量の知識は、安全で信頼性の高い核廃棄物管理における知識のフロンティアを広げるのに欠くことのできないものである。

IAC は、JAEA が高速増殖炉および加速器駆動システムにおける先進の核燃料および変換技術について、詳細で具体的な実験提案を J-PARC の将来の TEF 施設を使って、EUROTRANS のパートナーと共に作成することを強く勧める。J-PARC は第二期において新世代の実験作業を主催することができるようになり、核廃棄物管理の革新的な分野における世界の指導的施設になっていることであろう。

実験的変換プログラムは、第二期の建設に予定される J-PARC のフルパワーを必要とする。IAC は、このプログラムは他と同様に加速器の第二期において、超伝導空洞と組み合わせることによって、特に現在の加速器研究の焦点の 1 つである、高度に安定的なビームの開発用にとってかなりの利益を得られると信じている。

2007 年、気候変動に関する政府間パネルは広く認知された原子力を、市場で入手可能な気候変動緩和技術の中に含めた。これは、国連のパネルが初めて、地球温暖化対策として原子力の重要性を認めたものである。原子力は広がってゆくと期待されるが、多くの国ではまだ、安全性、拡散および廃棄物が主な先入観となっている。最も大きな懸念のいくつかは、隔離および変換の実験的研究によってのみ答えられるものであろう。将来の高速増殖炉は核廃棄物（マイナーアクチニド）のかなりの部分を燃やすこととなると期待されている。しかし、これには新しい世代の革新的（放射性）燃料における変換プロセスの完全な理解が要求される。

欧州および国際プログラムは最近、原子炉研究に対する補完的なアプローチを用いて核廃棄物の燃焼を完全に理解するために、その ADS 研究に対する支援を確認した。新しいフランスの法律は、原子炉における変換の研究および欧州 7 次 FP における ADS の研究の両方の研究を義務化した。問題は非常に大量のアクチニドを専用ではないシステムで燃焼させることができるかどうかである。複合された革新的燃料はまだ存在していない。そして変換プロセスは実験によ

るデモンストレーションで検証される必要がある。大量の核廃棄物の燃焼は、ADS に基づく特定の専用システムが必要となる可能性がある。

日本における学術的コミットメントは、原子力の将来について世論の信任を得る上で大きな重要性を有している。世論の信任が、第四世代の高速増殖炉の広がりにとってキーとなる。これが原子力の拡大に関心を持つすべての国における一般的症状である。過去において見られた障害を取除くため、学術研究と産業の間に強いつながりを作り上げる必要性は全員が知っている。さらに、今後 20 年間にわたって、科学者とエンジニアの新しい世代を作る大きな必要性がある。東海の JAEA の施設での教育と研修、先進の反応炉および J-PARC は研究とエンジニアリングの他にはない組合せを強化するまたとない機会を提供するものである。

IAC は、AEC の「5 年計画」の準備における JAEA の強力なコミットメントを支持する。IAC は、学問と産業の技術研究を結ぶ強力な研究開発コミュニティを作り上げるための多大な努力を傾注することを勧める。



付録1

第7回国際アドバイザー委員会会議議事次第

**J-PARC**

Date: March 3 (Mon) and March 4 (Tue) , 2008

Place: J-PARC Center – Tokai

March 3 (Mon)

8:50 - 9:10	Executive Session (Closed) Committee + Nagamiya, Oyama, Yamazaki	
9:10 – 10:10	Status of J-PARC	S. Nagamiya/Y. Oyama
10:10 – 10:30	-- Coffee Break –	
10:30 – 12:00	Accelerators - Progress report - A-TAC report	Y. Yamazaki / A. Ando S. Holmes
12:00 – 13:20	-- Lunch –	
13:20 – 14:50	Nuclear and Particle Physics Experimental Facility	
(13:20-13:45)	- Hadron Experiment	H. Tamura
(13:45-14:05)	- Hadron Facility	K. Tanaka
(14:05-14:50)	- Neutrino Experiment	K. Nishikawa
14:50 – 15:20	-- Coffee Break –	
15:20 – 17:00	Material and Life Science Experimental Facility	
(15:20-16:05)	- Progress report of Neutron	Y. Ikeda

(16:05 -16:20)	- N-TAC Report	G. Bauer
(16:20 -16:45)	- Progress report of Muon	Y. Miyake
(16:45-17:00)	- MUSAC report	J.-M. Poutissou
17:00 – 18:00	Closed Session	
18:30 -	Reception (Akogi-ga-ura Club)	

March 4 (Tue)

8:50 - 9:10	Executive Session (Closed)	
9:10 - 9:30	KEK and J-PARC	A. Suzuki
9:30 - 9:50	JAEA and J-PARC	H. Yokomizo
9:50 – 10:15	-- Coffee Break –	
10:15 – 10:45	Nuclear Transmutation	H. Oigawa
10:45 – 11:00	Information System	A. Manabe
11:00 – 11:15	Users Office	M. Ieiri
11:15 – 12:15	Closed Session & Working	
12:15 – 13:15	-- Lunch –	
13:15 – 14:30	-- Site Tour --	
14:30 – 15:30	Working Hour	
15:30 – 16:00	Summary Session	
	Adjourn	

付録2

委員名簿

BEIER, Eugene	Professor, University of Pennsylvania geneb@hep.upenn.edu
CHEN, Jia'er	Professor, Peking University chenje@pku.edu.cn
FROIS, Bernard	Director, CEA - Saclay, France bernard.frois@cea.fr
FUKUYAMA, Hidetoshi	Professor, Tokyo University of Science, fukuyama@rs.kagu.tus.ac.jp
HENDERSON, Stuart	Director, Research Accelerator Division, SNS, Oak Ridge, shenderson@ornl.gov.
HOLMES, Steve	Associate Director, Fermilab, USA. holmes@fnal.gov
PETITJEAN, Claude	Science coordinator, Laboratory of Particle Physics, Paul Scherrer Institute, Switzerland. claud.petitjean@psi.ch
POUTISSOU, Jean-Michel	Associate Director, TRIUMF, 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, RAL and ISIS, UK. adt@isise.rl.ac.uk

VIGDOR, Steve

Associate Director for Nuclear and Particle Physics,  
Brookhaven National Laboratory, [vigdor@bnl.gov](mailto:vigdor@bnl.gov)

WHITE, John W.  
(Chairman)

Professor, Australian National University  
Canberra, Australia, [jww@rsc.anu.edu.au](mailto:jww@rsc.anu.edu.au)