

THE AUSTRALIAN NATIONAL UNIVERSITY



RESEARCH SCHOOL OF CHEMISTRY
PHYSICAL AND THEORETICAL

PROFESSOR J W WHITE CMG, FAA, FRS

CANBERRA ACT 0200 AUSTRALIA

TELEPHONE: +61 2 6125 3578

FACSIMILE: +61 2 6125 4903

EMAIL: jww@rsc.anu.edu.au

14 April 2004

Professor Shoji Nagamiya
Director J-PARC Project
1-1 Oho, Tsukuba-shi
305-0801
JAPAN

永宮教授殿

2004年3月に開かれた国際アドバイザー委員会の会議報告を提出するにあたり、特に、ディレクターであるあなたとJ-PARC計画のために働いている全ての人々に対し、委員会の準備の質の高さと本報告書を書き上げるにあたっての我々の質問や要求に対する寛大さに、深く感謝します。委員会は、J-PARCの進捗状況に非常に感銘を受けました。この添え書きは、添付した報告書の重要点を指摘するものです。委員会の指摘する重要な点は以下のようにまとめられます。

- 運用時期までの計画の定められた時限のなかで予算確保に努めること。国際アドバイザー委員会は、これからの2, 3年の予算獲得が、J-PARC計画の成功にとって最も重要となるだろうと強く信じます。
- J-PARCの幅広い実験計画のなかの「バランス」を取る。物質・生命科学、核変換科学技術、ハドロン物理学の大きな進展へと繋がるような必要最小限のことは、現在の予算枠の中で優先順位をつけつつ進めなければならないと考えます。

施設全体に係わる組織、ユーザー対応、運用に関する問題

これらの問題は、J-PARCにおける個々の計画に関連した重要な問題であり、早期に検討を開始し解決を図ることが計画全体のためになると考えられます。

- 国際アドバイザー委員会は、全てのビーム利用施設において、ユーザーやユーザーコミュニティからの要求を調整、集約するためにどうすべきかの提案をできるだけ早く作成することが賢明であることを助言します。
- J-PARCへの明瞭なアクセス方法をできるだけ早く確立すること。このことは、J-PARCの建設時期や運用時期における国内外からの可能な限り広い参加を促すことに繋がるとは思いますが、必ずしもそうとは限りません。

- 計画のあらゆる段階において、参加するためには何を準備しなければならないのかをより明確にするために、利用施設としての J-PARC の管理・運営の概要を決定すべきです。

報告書のなかの答申の骨子では、計画全体に関する章において、これらの点についてやや拡張して議論しています。その実現には、予算と参加人員の「バランス」がとられることや今後3年間において予算が予定通りに確保されることが特に重要であると考えます。

敬具

国際アドバイザー委員会委員長
John White

J-PARC 計画国際アドバイザー委員会

報告書 2004 年 3 月

委員会開催 3 月 8-9 日 2004 年

於、東海村、日本

目次

答申の骨子.....	3
加速器計画.....	6
181 MeV リニアックでの設計仕様.....	6
リニアックのエネルギー回復計画.....	6
人員.....	7
稼働率.....	7
原子核素粒子物理.....	7
ハドロンビームライン.....	8
ニュートリノビームライン.....	8
凝縮系物性と生命科学.....	9
核変換 / 加速器駆動システム(ADS).....	12
APPENDIX I.....	15
第3回 J-PARC 国際アドバイザー委員会議事次第.....	15
APPENDIX II.....	17
委員リスト.....	17

答申の骨子

日本原子力研究所と高エネルギー加速器研究機構(KEK)の J-PARC 計画ディレクターに対する国際アドバイザー委員会(IAC)は、2004 年 3 月 8-9 日に原研東海研において会合を開き建設現場を視察した。

2003 年 11 月には、ディレクターの永宮教授の要請により、電子メールのやりとりによる非公式打ち合わせを持った。その時点で、ニュートリノ計画は、総合科学技術会議によって計画から除外されるかもしれないという C 評定を受けていた。この非公式打ち合わせでは、広く意見を聴いた後、(計画の第 1 期における)相対的優先順位に関して 11 月 13 日に暫定的な助言を、それから 12 月 2 日付けで最終助言を与えた。すなわち、ニュートリノ科学に第 1 優先度を、400 MeV への加速器入射エネルギーの回復に対して第 2 優先度を設定した。これらの動きを受けて、日本政府はニュートリノ計画の建設予算を第 2 期から第 1 期へと前倒しすることを決定した。

加速器テクニカルアドバイザー委員会(A-TAC)も 2004 年 3 月 IAC の直前に開かれた。181 MeV 入射による加速器全体の性能への影響や 400 MeV 入射へとできるだけ早く回復するために必要な手順について触れている A-TAC 報告書の暫定版が IAC にも示された。中性子源テクニカルアドバイザー委員会は 2003 年 10 月に、ミュオン科学実験施設委員会(MUSAC)は 2004 年 2 月に開催された。両委員会と原子核素粒子実験施設委員会について、3 月 8 日の IAC で報告を受けた。この日の議事次第は、Appendix I にある通りである。

IAC は、ディレクターとプロジェクトチームに対し、これらの進展について詳細な情報と議論を提供してくれたことを感謝するものである。会議の前に資料を配布してもらったことは大いに役立ち、これに対し感謝したい。

2002 年の IAC において、当委員会は以下のように提言した。

“当委員会は、この計画により、日本は多くの分野において世界のリーダーとなる機会を得ることになると考える。更に、委員会は、加速器や最初に出来上がる実験装置の建設において、たとえ実験装置や可能な実験の数が制限されるとしても「世界級標準」レベルを維持するという方針が採られることを提言する。プロジェクトディレクターは、本施設の運用開始の初日から実験プログラムの最新の成果が世界の注目を浴びるものとなるよう、生み出される成果の重要性に応じて実験プログラムが計画に取り込まれるよう配慮すべきであると委員会は提言する。”

上記のコメントは、2004 年の今回においても真実のままであり、2002 年と 2003 年にも行ったように、このことを再び提言するものである。ニュートリノ計画を前倒しにすることは、この分野における卓越した日本のリードを最大限に生かし、基礎物理に新たな知見を与えるに違いない。世界の他のどこでも凌駕することのできない「大いなる飛躍」への挑戦である。

2004 年における IAC の注目したいのは以下の 4 つの重要な問題である。この 4 点については、少なくとも部分的には来年には解決されるべきであると考えます。

- 運用時期までの計画の定められた時限のなかで予算確保に努めること。国際アドバイザー委員会は、これからの 2, 3 年の予算獲得が、J-PARC 計画の成功にとって最も重要となるだろうと強く信じる。

提言 1: 委員会は、以下に述べるような優先順位を考慮して計画の第 1 期ができるだけ速やかに完了されることを提言する。このためには、最新の予算計画が大き

変更されないことが重要である。計画が予定通りに進行することが、プロジェクトチームと利用者コミュニティにおいて今や非常に重要になっている。

- J-PARC の幅広い実験計画のなかの「バランス」をとることと予算の着実性を保証すること。物質・生命科学、核変換科学技術、ハドロン物理学の大きな進展へと繋がるような必要最小限のことは、現在の予算枠の中で優先順位を付けつつ進めなければならない。

提言 2: 委員会は、ニュートリノ計画は、J-PARC 第 1 期計画の第一流の主要計画の一つであることを繰り返しておきたい。

提言 3: このことと関連して、「バランス」を保つために第 1 期計画を越えたより広い実験計画のなかでの優先順位の設定の必要性を提言する。このことよってのみ、上記の広範な目的を成功させることができるであろう。原研と KEK が卓越したイニシアチブをとってきたことは認めるが、より広い実験計画に対してもっと予算を呼び込むような方策を要求したい。

400 MeV への入射エネルギーの回復は、これらの実験計画をサポートするために最も重要な一歩となるであろうが、人員の確保や実験装置建設予算の確保もまた必須である。

提言 4: リニアックのエネルギー低下からくる J-PARC 全体への悪影響の可能性は、J-PARC 計画にとって危険の一つであることに変わりはない。委員会は、遅くとも 2010 年度までにリニアックの能力を 400 MeV に回復し、600 MeV へと向けたリニアック開発計画が継続されるよう提言する。

提言 5: J-PARC 経営陣は、完成を成功させるために十分なマンパワーがこの加速器計画に配備されるよう人員計画をたてるべきである。その際に、建設を完了し、加速器群を立ち上げ調整し、運用期において R&D を継続しつつ加速器施設を支援していくために必要な人員数をよく考慮するべきである。また、加速器技術について新しい人々を訓練する機会を与えることも考慮した方がよいであろう。

提言 6: 委員会は、加速器と中性子源のチームが正式に交流して稼働率/信頼度に関する基準を設定するべきことを、昨年に引き続き繰り返し提言する。多くの既存の中性子や放射光源は 95% 以上の稼働率の実績があり、このことは多くのユーザーによる利用にとって非常に重要なファクターである。

施設全体に係わる組織、ユーザー対応、運用上の問題

ここでは、J-PARC の個々の計画に関連する重要な提言をまとめる。委員会は、全てのビーム利用施設において、ユーザーやユーザーコミュニティからの要求を調整、集約するためにどうすべきかの提案をできるだけ早く作成することが賢明であることを助言する。このことは、「陽子経済」（陽子ビームの分配）計画を立案し、競合がどこにありそうかを認識することを可能とするであろう。委員会は、特に J-PARC の多様な施設間でのバランスに関する調整についてディレクターからの諮問に応じる準備がある。

- J-PARC への明瞭なアクセス方法をできるだけ早く確立すること。このことは、J-PARC の建設時期や運用時期における国内外からの可能な限り広い参加を促すことに繋がるはずである。一年以内に、魅力あるよう整備された web ページにおいて、この方針を公表すべきである。委員会は、この方針のなかにプログラム採択の仕組みも含まれるよう助言する。例えば、原研及び茨城県による予算追加によって中性子利用センターが発足し実験装置の建設が実質的に始まったことは、J-PARC の中性子科学計画にとって大きな弾みとなっている。KEK からの予算の追加や現物支給等の可能性について速やかにはっきりとさせるべきである。

提言 7: 委員会は、J-PARC ディレクターが計画全般に係わるような中央での調整についての提案を創るよう提言する。これらの提案には、将来のユーザーや利用者コミュニティからの運用に関する要求や全ビーム利用施設の管理などが含まれ、ビーム利用の競合が起こる可能性の指摘や陽子ビーム配分のバランスに関する提案などを見据えたものとなるだろう。これらは、IAC においてその時々で評価されることとなるかもしれない。

提言 8: 委員会は、J-PARC ディレクターが、原研と KEK と共に J-PARC の運営形態案とユーザーアクセス方法を作成することを提言する。これにより、日本と全世界の最高の研究者を J-PARC へと惹きつけることになる。これは、日本国内の関心という点からも最優先でやるべきである。

運営形態とユーザーアクセス方法に関する基本的な事項については、最新の魅力ある web サイトにおいて公開されるべきである。

提言 9: 委員会は、J-PARC での実験計画に新たな資源を呼び込むように共同研究協定を確立するための J-PARC 全体での方針を J-PARC 経営陣が策定することを提言する。

- 計画のあらゆる段階において、参加するためには対応する機関の側で何を準備しなければならないのかをより明確にするために、利用施設としての J-PARC の管理・運営の概要を決定すべきである。

提言 10: 運転経費が十分あるということが国際的な利用者を J-PARC に惹きつける要因の一つであろう。委員会は、各施設に十分な予算配分が行われるよう議論を直ちに開始することを提言する。

提言 11: 委員会は、J-PARC における核変換技術開発の重要性を繰り返し強調するものである。J-PARC の他の施設や原子力施設が近くにあるということは、原子力エネルギー技術、特に物質科学においてユニークな研究の可能性を与えるものである。委員会は、加速器駆動システムの役割を、国際的でより広い意味での分離 / 変換技術と原子力燃料サイクルの視点から明確にすることで、この研究計画が進められることを前回に引き続き繰り返して提言したい。

これらの提言の基は、J-PARC 計画の関連する個々の計画に関する章において記載されている。個々の計画そのものについてのより詳細な提言については、そちらの文章を参照されたい。

加速器計画

J-PARC 計画では 400 MeV リニアック、3 GeV の速い繰り返しのシンクロトロン (RCS)、50 GeV の主リング (MR) からなる、最先端の加速器システムを建設する。二つのシンクロトロンは非常に高い平均出力を供給するように設計されている、すなわち、3 GeV RCS から 1 MW、MR (第一期では 40 GeV 運転) から 0.75 MW である。昨年 IAC 以後、第一期のリニアックのエネルギーは、元々第二期とされていたニュートリノ実験施設を第一期に繰り上げるために、正式に 181 MeV に下げられた。この変更に伴い、第一期の性能目標は、3 GeV から 0.6 MW、50 GeV から 0.72 MW に下げられた。これらの能力は依然として、今日運転されている世界中のどの加速器よりも高いものである。しかしながら、この 181 MeV のリニアックエネルギーでは、J-PARC 加速器の当初性能目標を達成することは、ほとんど不可能と IAC は判断する。したがって、リニアックエネルギーの 400 MeV の回復が第一期完成後直ちに履行されるべきことであることに変わりはない。

加速器システムに関する設計と建設の状況は、IAC の直前の 3 月 5、6 日に開かれた加速器テクニカルアドバイザリー委員会 (A-TAC) で審議された。審議の結果のまとめは IAC の会議の場で報告された。過去一年の間に多大の進展があり、もっとも意義深いものは以下の様なものである。

リニアックエネルギー 181 MeV での、各加速器の性能基準が確立し、設計も完了した。性能基準は計画の当初目標より低い。

予算計画は一年遅れている。ニュートリノ施設を除く第一期計画完了は 2007 会計年度まで延びた。

現実的なリニアックのエネルギー回復計画が策定されているが、資金獲得についてはまだ決まっていない。

殆ど全ての加速器要素は設計が完了し製作段階にある。納品も始まり、約 80% の部品の発注が済んでいる。

東海サイトでの土木建設工事は急ピッチで進んでいる。

加速器チームの人員はこの一年ほとんど変わっていない。

181 MeV リニアックでの設計仕様

リニアックの初期運転でのエネルギー変更は、最も重要な変更といえる。J-PARC チームが評価した性能への影響は、MR へのビーム供給をしない場合の 3 GeV RCS のビーム出力は 0.6 MW へ低下、MR での速い取出し (ニュートリノ施設用) 運転を同時に行う場合で 0.5 MW、となる。失われた性能をほぼ回復、0.72 MW、する運転方式が設計されているが、入射時間が長くなることの、強い空間電荷効果へ与える影響には不確かさがある。出力回復の最善の方策は、2011 年にリニアックの 400 MeV 運転を開始することである。

リニアックのエネルギー回復計画

リニアックのエネルギーを 400 MeV に回復する手順が整理された。この方策の概要は、第一期完成に続き 2008—2010 年で環結合型空洞 (ACS) を製作、2011 年の前半で設置、試運転後、運転開始を目指すものである。A-TAC としては、提案されたエネルギー回復計画が、科学的な目標にたいし最小限の影響で目標性能を回復するものと判断する。しかし IAC としては、回復計画に必要な資金 (85 億円) が未だ認可されていないことを書き加えて置く。

J-PARC 加速器システムは、181 MeV のリニアックエネルギーでは、性能目標を達成出来ないであろう、というのが本委員会の判断である。したがって、委員会は、遅くとも 2011 年までにリニアックの能力を 400 MeV に回復し、さらに 600 MeV までの増強を目指した開発計画を推し進める事を提言する。

人員

約 130 名が J-PARC 計画の加速器施設のために働いている。これらのスタッフは非常に専門的で熟練した人達ではあるが、IAC は、昨年同様、これだけの野心的、かつ複雑な加速器施設の人員配置としてはまだ不十分と感じている。研究所の執行部が人員増強を約束したことは喜ばしいことであるが、各研究所には、他の計画の終息に伴い、J-PARC 計画に集中出来る熟練した加速器の専門家がまだいるのではないかと思われる。

提言

J-PARC 執行部は、加速器計画の成功を支援するために、十分な人材の配置を保證する計画を策定すること。計画策定にあたっては、建設完成、試運転、営業運転時の支援、及び関連する研究開発に必要となる、人員規模を考慮すること。執行部はまた、加速器技術における初心者を訓練するために与えられた機会について考えなければならない。

稼働率

現存する中性子や放射光施設で達成されている稼働率（実稼働時間と計画運転時間の比）から判断すると、IAC としては J-PARC 施設の利用者が非常に安定な、稼働率 95% に近い運転を期待すると考える。しかしながら、稼働率、信頼度にたいする基準が加速器グループに伝わっているように思えないし、又加速器の計画に反映されているようにも見えない。稼働率は、平均故障間隔だけではなく、故障部品の修理取り換えのための時間を含む。したがって目標稼働率によっては、修復時間を最小限にするため、計画の設計段階において機械部品の予備品を作ったり、冗長性を持たせたりすることが通常行われる。このような設計作業は計画の予算に影響を与えるであろう。IAC は、稼働率、信頼度の基準を策定し加速器及びターゲットチームに正式に伝えることという、昨年来の提言を繰り返す。多くの現存する中性子、放射光施設は 95% 以上の稼働率を達成している。――多くの利用者がいる場合には大変重要な点である。

提言

委員会は、加速器と中性子源のチームが正式に交流して稼働率 / 信頼度に関する基準を設定すべきことを、昨年に引き続き繰り返し提言する。多くの既存の中性子や放射光源は 95% 以上の稼働率の実績があり、このことは多くのユーザーによる利用にとって非常に重要なファクターである。

原子核素粒子物理

委員会は J-PARC プロジェクトの責任者らによる、現在考えられている原子核素粒子物理プログラムの総括的なプレゼンテーションを聞き、また、大阪大学の山中教授が議長を務める原子核素粒子実験施設委員会の報告を聞いた。以下、これらのプレゼンテーションの内容と、そこで提起された問題について報告する。まず我々は、ニュートリノプログラム以外のすべての施設のユーザーに影響を与えるであろう一つの重要な問題の出現に注目する。それは、J-PARC プロジェクトのすべてで具現化しつつある予算的な困難、とりわけ 2005 年度の原研分の予算の困難が、原子核素粒子物理のプログラムの多くの面を危機にさらし得るという見方で要約される。この財政上の潜在的な問題は、原子核素粒子物理実験の測定器の予算は J-PARC プロジェクトの範囲外から見つけなければならないという一層悪い状況をもたらすであろう。

このような観点から、日本政府の財政状況で余儀無くされる、最近明らかになった実験プログラムの総合的なスケジュールの 1 年の遅れに我々は注視する。我々は政府がこの財政状況による遅

れを1年にとどめたことをよしとし、将来さらなる遅れが起るのを防ぐために最善の努力をすることの重要性を強調したい。

ハドロンビームライン

原子核素粒子物理の実験プログラムの準備においては、この1年間に多大な進展があった。次の2つの事柄が含まれる：i) 実験ホール全体、ビームライン、及び当面の実験装置の技術的なレイアウトとデザインが進展したこと、それに ii) 実験プログラムを選び確定するプロセスへの最初のステップの踏み出されたことである。

前者に関しては、委員会は、50 GeV で 15 μ A までの大強度を受け入れる実験ホールとなる NP ホールの現状と、その計画を詳らかにするプレゼンテーションを聞いた。低くなったりニアックのエネルギーとそれによる加速器全体の第1期での性能低下のために、原子核素粒子のプログラムの実際のパラメータは、遅い取り出しビームでは 30 GeV (速い取り出しでは 40 GeV)、9 μ A でビームパワー270kW に制限される。しかし、このような条件下でも J-PARC 加速器の性能は世界的に比肩するものはなく、最先端の研究プログラムに供される。

事実、これらのビームパラメータは、ビームラインとその要素装置の設計における放射線耐久性で、そして標的及びビームダンプの建設におけるパワーハンドリングでも、過酷で新しい挑戦を提起するようなものとなっている。この1年間の主要な努力は、このような観点での NP ホールの設計に向けられ、第1期の技術的なレイアウトを進展させるために向けられた。これらの設計作業の多くは既に完成に近く、実験プログラム立案のときの参考基準を提供している。NP ホール建設は、最初のビーム受け入れが 2008 年となるべく進められる。

委員会は準備の進展に感銘を受け、また全体的な設計コンセプトを合理的なものと認める。勿論、詳細な技術的アセスメントは今回のレビューの限られた時間内では不可能であった。多岐に亘る技術的問題は、実験グループとともに、そして NP ホール内に置かれる装置の機械工学的観点から、コラボレーション内で議論され決定されることが必要なことは明らかである。このような観点において、恒久的なシールド構造を今構築しようとする建築側からの要請と、実験の効率とその科学的成果を最大限にするために柔軟性を持たせたい実験側からの要請の間に、ある妥当な妥協点を見出すことが、思慮深いことと思われる。この点が委員会が表明したい一つの懸念である。

とはいえ総体的には、原子核素粒子プログラムに向かってこのような短期間で踏み出されたステップは印象的なものであると委員会は感じる。このプログラムを認定するプロセスが時宜にかなって始まっている。この1年の進歩は相当の内容のあるものであった。国際的な注目が集まっている。このことは、J-PARC 施設で提供される様々な高性能ビームで、最先端の科学的な利用がされることを約束している。

まとめとして、近い将来に問われる最重要な問題は、① 後戻りできない土木建築がはじまる前に NP ホールレイアウトへの実験からの要請との詳細な整合性をとること、② PAC の設立とそれによる実験提案のレビュー、③ プログラムを確定する上での“陽子ビームの経済性”のアセスメント、④ 幾つかの実験による同一標的の共用、⑤ そして何よりもビームラインと実験装置の予算(あるいはその不足の)問題を努力して解決することである。

ニュートリノビームライン

我々は小林助教授からのニュートリノビームプログラムについての進捗報告で、首尾よくニュートリノビームが J-PARC 第1期に最近加わったことを聞いた。このビームは 2004~2008 年度の期間で建設され、運転は 2009 年度に始まることが予定されている。提案されているニュートリノ

物理プログラムは、ニュートリノ質量と振動についての理解で、近い将来における重要な飛躍をもたらす。もし、スケジュールが予定通り進行し、要求されている年間の陽子数がニュートリノ生成に得られるならば、このプログラムはこれらについて世界で最初の結果を与えることになる。また、ニュートリノ物理の提案者によって、現在のスーパーカミオカンデ測定器のより大きい測定器、すなわちハイパーカミオカンデによるニュートリノ物理のさらなる発展の構想が描かれている。この構想はニュートリノセクターでの CP の破れ等のニュートリノ物理を発展させるものであるが、これは 1 メガトン級のより大きい測定器で初めて可能となる。このような測定器は、核子崩壊（それはハイパーカミオカンデ測定器で到達可能な感度で観測されると期待されるが）の探索を、実現に近付けるための能力も兼ね備えている。

委員会は、この重要で国際的な素粒子物理実験を時宜を得たスケジュールで可能ならしめた今回の予算措置と、プライオリティの決定を大変喜ばしく思う。

凝縮系物性と生命科学

J-PARC で計画している凝縮系物性の科学と生命科学は、日本そして国際的な科学における重要な一分野としての地位を強化するもので、ニュートリノや他の計画と等しく重要なものである。凝縮系物性科学と生命科学が他と大きく異なる点は、J-PARC の実現により、毎年何千人もの研究者が国内外から来ることである。その多様なユーザーの流れが、斬新なアイデアや新しい科学的な展望を日本の科学にもたらすことになる。日本の科学、ここでは中性子を利用した科学は、既に高い評価を得ている。これまでにない珍しい磁性を示す材料や超伝導、高分子、誘電体、薄膜などの科学技術として重要な材料を理解の基礎となる中性子科学の広範な適用は、日本の経済にとっても重要となる。計画されている工夫をこらした装置と強力な中性子ビームは、生命科学の進展における新たな好機となる。特に、たんぱく質や中間的な複雑性を持つ結晶の回折実験によって、酵素反応の理解が進むであろう。溶液中の生体物質や生体集合体の中性子による弾性・非弾性散乱実験は、今後注目されるであろう。最初の装置群の計画書が早期に提出され、それらが厳しい審査による選択過程が進んでいることを IAC は歓迎する。

J-PARC は、21 世紀の最初の 10 年に米国、ヨーロッパ、アジア - 太平洋地域それぞれに主要な中性子源をそれぞれ作るべきとする OECD メガサイエンスフォーラムの提言に沿っている。J-PARC の 1MW 中性子源パワーは、米国の SNS 計画、ヨーロッパで計画中の核破砕中性子源（計画検討中）と同等の規模をもつ。IAC は与えられた予算上の制約の中で如何に当初目標の性能を実現するかについて時間をかけて検討した。なぜならば、J-PARC の他の計画についても同様だが、次年度以降の施設整備の優先順位のあり方と、その後の施設運営のあり方に関し早期に明確にすることが最も大事なことと認識し、それをプロジェクトに対して求めるからである。それがこの時期必要とされる追加的予算と人員を獲得するために必須のステップであると我々は確信する。

OECD で取り上げられた他の高出力核破砕中性子源と同等なゴールに到達するためには、加速器エネルギーの回復を可能な限り早期に達成することが不可欠であることに加えて、他に解決すべき問題がある。それは、1MW 対応のターゲット設計や、発生した中性子を減速するためのモデレータ設計、中性子および中間子科学のためのビーム計測機器、すなわち供給されるビームを有効に利用する測定機器の設計等である。これらの課題に対応している中性子のプロジェクトチームから素晴らしい報告があった。しかしながら、チームの精力的な努力にもかかわらず、資金計画の遅延が明らかとなった。本報告の 1 と 2、3、及び 4 は、これらに関係する。

プロジェクト予算とは別に、原研の実験装置設計と技術開発のための予算がついたことが報告され、これを IAC は歓迎する。この資金は、藤井教授によって率いられる JRR-3M 原子炉利用も含めた東海研の中性子利用センター設立を通して充てられたものである。さらに、茨城県からの追加の資金も加わり、昨年度来の装置建設の資金難の問題は緩和された。最初に作られる 9 台の装

置の設計概要は興味深いものであり、応募された計画書の選択から建設チームの編成を行う手際の良さは賞賛に値する。現状の資金計画の中で 2009 年に開始される低い出力の初期運転時でも、実験開始第 1 日（デイワン）として画期的な科学実験がなされるよう更なる検討を望む。

IAC の主な関心は、ターゲット、モデレータ、検出器開発に加えて、今後運転開始までに必要となる追加の資金を得るための方法にもある。機器の製作はそれなりに進んでゆくであろうが、前述の課題の具体的な対応として、目標とする実験装置の性能を達成させるために、強力な国内の推進力と同時に国際的な協力が不可欠である。N-TAC 委員会のレポートはこれらのポイントを強調している。そして、それは IAC においても有効な勧告である。

中間子科学実験施設（MSL）のコンセプトは着実に固まってきた。多くの機器は予算が執行され次第入札となる準備ができている。中間子施設は 4 つの中間子チャンネル容量を持つ中間子生成ターゲット一台に計画が縮小された。初期段階では、2 つのチャンネルのみ利用可能となる。中間子生成ターゲットモジュール、陽子ビーム輸送および付帯設備は詳細検討の段階にある。現在の計画は確立された技術に基づいている。そして、運転上の制約（アライメント、交換、修理など）に対する検討が進行している。中性子施設と中間子施設は、両者が相乗的に展開できるよう一体化されている。

中間子ユーザー組織は、新しい種類の分光器開発を始めた。それにより J-PARC で得ることができると期待される強力なパルス中間子ビーム強度を最大限利用できるようになるだろう。重要な進展の一つは、原研による材料科学研究の一環として新たに中間子グループが創設されようとしている。中間子ビームラインに設置される測定装置については、中性子の測定装置と同様、予算上の問題がある。そこで、外部資金を得るために革新的な計画が提案されている（以下の参加型研究主導協定 (PRIA) を参照のこと）。

J-PARC 全体に亘る組織、ユーザー、取合、運転に関わる課題

上に述べた技術的な問題と同じ比率で重要なことは、施設の運営体制を関係者の間で早急にまとめることである。これはプロジェクト関係者が「運転段階」についてもきちんと関与して決定すべきであることを意味する。少なくとも中性子や中間子科学部門に対して、運転条件は、他の「巨大科学」施設における条件と同等で、それが多数の「小さな科学」プロジェクトを牽引するものであると考える。これらの考えには中性子ビームの供給、実験装置の運転、そして付帯設備の利用が無償であることを含むものである。さらに本質的なことは、できるだけ早く現在のユーザーや潜在的なユーザーによる選択された領域の研究会を通じて科学的な組織作り、積極的な関与を醸成することである。

提言：委員会は、J-PARC ディレクターは原研と KEK と共に J-PARC の運営組織及び利用者受入れ計画を策定すべきであると提言する。これが日本及び世界にわたり最高レベルの科学者を確実に引きつけるものである。これが日本の国益にとって最重要項目である。

運営組織と利用者受入れ計画の内容は然るべく早期に、常に更新される魅力的なウェブサイト上で公開されるべきである。

この勧告の内容で具体的な項目として、非営利ユーザーへの無償のビームタイム、大型装置を設置するグループの協力に対する優先的な便宜、訪問者に関する方針、国内外の協力研究機関との協定の覚え書き、などがある。

一般的な問題の一つとして、原子核と素粒子物理の計画には明らかなことだが、実験は PAC による審査と J-PARC 執行部による承認を経るというプロセスに関するものがある。我々は、資金計画の妥当性だけでなく、特に J-PARC の物理実験計画で検討されている原子核や素粒子物理実

験のように一次陽子を大量に必要とする実験がある場合に、一次陽子ビームがどれだけ使えて、それをどう割り当てるのかという問題を指摘したい。実行計画が策定される前に、利用可能な陽子ビーム強度が時と共にどう増大していくかを予測し、これを基に執行部は、原子核素粒子物理の実験計画全体の進展計画を策定するべきである。「陽子経済」問題は、将来のニュートリノ計画において顕わになるだけでなく、K中間子やミュオンの稀崩壊実験ばかりでなく多くの実験においても問題になるのは疑いないだろう。この点に関し、以下にいくつか提言する。原子核と素粒子物理の計画書(LoI)の募集に対する反応は極めて良く、30の応募がなされた。また提案された実験計画の範囲は、現在のこの分野の研究の重要な領域を包括するものである。

密接に関連するものとして、空間配置計画の問題がある。提案されたNPホールの配置は、上述の技術的な設計活動を基礎にしている。このことは、IACも好ましい経過だと見ている。しかしながら、どの程度、どのレベルにまで、計画提案グループから言及された意見が具現化され、この議論がどのような技術的詳細にわたってなされたのかが完全に明らかになっているわけではない。そこで、IACは、やや言わずもがなのことではあるが、正式な実験プロポーザルの公募とPAC(実験課題審査委員会)の形成を含む次の段階において、上記のような実験提案者からの実験施設設計へのフィードバックが強化されるよう提言する。

提言：J-PARC 執行部は、PAC と研究所による承認に引き続き、できるかぎり早い時期に最優先の原子核と素粒子物理実験プロポーザルの承認、スケジュール、および資金計画に対する信頼できる手順を確立するべきである。この計画の企画において J-PARC 執行部は、実験期間全体にわたり、承認された実験へ一次陽子ビームをどう分配するのかの全体計画（陽子経済）を持つ必要がある。

一般利用プログラムに加えて、上述した原子核と素粒子物理の構成計画にみられるように、主要な研究グループ(例えば高分子、生命科学、中間子科学など)による参加型研究主導協定(PRIAs)への積極的な参加が一つの選択肢になるかもしれない。PRIAは、ユーザーに対して、ビームタイム利用に対するある程度の優先権と引換えに、外部資金(J-PARC 外部の利用可能な資金源)に基づいてJ-PARCへ装置の寄与を可能にする仕組みである。

そのような研究協定に必要な条件として、以下のことが挙げられる。

- J-PARCが目指す科学計画を強力に推進するものであること
- 提案される装置から得られる科学的展望が卓越しているものであること
- J-PARCの全体計画に矛盾しないものであること
- 資金、運転および人員の面から、新しい資金源をもたらすのもであること
- 協定条件により、厳格に規制されるものであること

例えば、KEKから実験装置増強のための予算が獲得されれば、国内外の参加者からの寄与をてこ入れするものとなる可能性がある。PRIA実施の受入れでは、始めにユーザー側にどういう権利があるかを明確に定義し、その継続期間の明示が必要とされよう。

提言：委員会は、J-PARC 執行部が、J-PARC 実験計画に新たな資金をもたらすような共同研究主導協定(PRI)を締結するためのJ-PARC 施設全体に亘る方針を策定することを提言する。

そのような主導的協定がJ-PARCの科学計画の発展に、運営側と参加側の両者に利益を生む状況を作り出すと委員会は考える。利用者への装置使用の広範囲な開放が維持され、施設内グループによる支援が協定の不可分の一部となるよう委員会は助言する。強い内部的な支配を生み、または、データ等の資源へのアクセスを限定することにより、「特定の」科学領域を作り出すような

協定に対し、委員会は警戒する。そして、新しい PRI を創造したり、すでに存在している PRI を拡張したりするような審査の決定に強い影響力を持つ事前審査過程が提案された。

上に述べた審査過程によって、多くのアイデアの流入による日本にもたらされる利益は、フランス・グルノーブルの ILL やイギリスの ISIS 核破砕中性子源、そして米国オークリッジ国立研究所の SNS のような、すでに実現されている主要なセンターと同様なものとなる。- 実際、それらの研究センターでは、上述の原則の全てが何年にもわたって機能している、もしくは今後適用されようとしている。J-PARC が持つ意味からも、中性子、中間子、生命科学施設は、国の施設として明示されるべきであろう。

施設へのアクセスや陽子経済に対するコストに係わる大小の調整は、プロジェクトの全体調整を経てバランスよく行われるのが最良であろう。そして、これを達成するための調整にはディレクターからの提案部分を形成するべきだ。本委員会はこの点を強調してコメントしておきたい。施設利用に関する巨額なものから少額なものに亘る提案や「陽子経済」から見たコストの調整は、プロジェクトの全体調整を経てバランスよく行われるのが最良であろう。そして、追加の資金を得るための手法や計画が最大の効果を発揮するよう、ディレクターと関係者によりできるだけ早期に、この調整プロセスの基本的枠組みが策定されねばならない。利用者諮問組織や原子核素粒子実験施設委員会のような専門委員会の関与は望ましく、このような仕組みを組み上げていくことが、ディレクターが行うべき基本的枠組み策定の一部を形作ることとなるはずである。委員会はこの点を強調してコメントしておきたい。

提言: 委員会は、J-PARC ディレクターが計画全体の中央での調整に関する提案書を策定することを提言する。これらの提案書には、将来の利用者あるいは利用者コミュニティからの運営に関する要求や、全てのビーム利用施設の管理などを含み、潜在的な利害関係の予測、バランスのとれた「陽子経済」見通しに基づくものとなろう。「陽子経済」の問題は、その時々 IAC においてもレビューされることとなろう。

提言：運転予算が十分供給されるという保証は、海外の投資者にとって J-PARC の魅力の一部となるだろう。委員会は施設への十分な予算が供給されるための議論を直ちに行うことを提言する。

核変換 / 加速器駆動システム(ADS)

当委員会は J-PARC における核変換 / 加速器駆動システム(ADS)の部分に関して、大きな矛盾を指摘する。即ち、高い見通しがあるにもかかわらず、J-PARC の計画立案と開発において殆ど、あるいは、全く優先的ではないということである。我々のこの見解は以下の事項に基づいている。

見通し

核変換は J-PARC の三つの主要な目標分野のうちの一つとして示されている。その重要性は、日本の OMEGA 計画において加速器を用いたシステムの開発と利用に関する原研の初期目標にまで遡ることが出来る。

優先度

その反面、核変換（核変換実験施設（TEF）と（超伝導技術による）リニアックの 600MeV への延長）に関する J-PARC の主要開発活動は、第 1 期には含まれておらず、第 2 期に割り当てられている。その上、J-PARC 全体予算の圧迫から、最近では J-PARC における核変換に関する事項をより一層危機的な立場に置く動向となっている。即ち、核破砕反応による中性子生成は数百 MeV 領域の陽子エネルギーを必要とするため、180MeV という現在のリニアックのエネルギーでは、核変換実験施設で必要となる中性子源の設置の見込みがないのだ。核変換プログラムの実現性を再び確立するためには、リニアック陽子エネルギーの 400MeV への時宜を得た回復が必要である。リニアックを 600MeV に拡張するための具体的な立案と準備もまた行われるべきである。

核変換/ADS が盛り込まれた第 2 期計画は、遅滞無く実現されるべきである。核変換/ADS は J-PARC の主要プログラムの一つであることから、このことは非常に重要である。

前回の IAC 提言で述べられたように、J-PARC 計画における核変換実験施設は、核燃料サイクル、放射性廃棄物処分、そして、分離/核変換 (PT) 技術についての日本の政策という面において議論され、開発されるべきである。このような議論には JAERI と JNC の統合も考慮に入れるべきである。高レベル放射性廃棄物管理の重要性に鑑み、原子力エネルギーの研究機関として統合される新法人において、ADS 技術の開発は重要な使命である。委員会は、原研とサイクル機構が、核燃料サイクル技術に関する両法人の研究開発ロードマップにおいて、核変換実験施設の役割と重要性について議論することを奨励したい。また、委員会の認識では、今年始めに開始された日本の原子力長計改定のための議論は、原子力に対する日本の政策という面から核変換実験施設の役割を明確に定義づける良い機会である。

J-PARC の核変換/ADS プログラムは、先進的核燃料サイクルにおける ADS 技術・システムの開発と実証を目標とした幾つかの国際的なプログラムの一つである。これらの活動は、ポールシェラー研究所の MEGAPIE 計画、TRADE 計画 (イタリア、Carlo Rubbia)、そして MYRRAH 計画 (ベルギー) に見られるように、ヨーロッパ連合の研究開発計画において特に強力な役割を果たしている。これらの取り組みは全て、大きな技術規模で ADS の研究、開発、そして実証活動を行うことを狙ったものである。開発スケジュールが合わせられれば、提案されている J-PARC 核変換/ADS プログラムは、これらの取り組みに勝るとも劣らないものである。どのような状況においても、J-PARC の ADS プログラムと国際的な ADS に対する取り組みは、密接な協力によって強化されるであろう。

最後に、J-PARC は全体として、原子力と先進的核燃料サイクルの技術開発に適用可能なたぐいまれな研究開発資源を潜在的に有している。このような活動に対して核変換プログラムが果たす役割に加えて、J-PARC の中性子散乱の能力もまた重要であろう。照射環境下における材料性質を基礎的に理解することは、J-PARC の実験能力が効果的に利用され得る分野である。核燃料と構造材料分野の両方における材料性能は、原子力システム技術を成功裏に開発し実用するための基本である。このような研究開発において大学コミュニティからの J-PARC 利用者の参加によって、原子力と先進的核燃料サイクルの技術開発に興味を持つ若い研究者を増やすこともできるであろう。

このような所見と議論に基づいて、本委員会は J-PARC 核変換/ADS プログラム活動が重要であるとの立場を再確認し、このプログラムと、J-PARC 及び日本の原子力開発環境における優先性を共に強化するために一連の活動を行うように勧告する。

提言： 委員会は、J-PARC 開発における分離変換技術の必要性と役割を強く支持し、分離変換に対する取り組みを強化するための、以下の活動を行うことを勧告する。

- 1) 先進的な原子力技術開発に関連する J-PARC の研究開発能力を活用するための、明確な戦略を明らかにすること。(中性子散乱、核変換実験施設、等)
- 2) 分離変換技術における J-PARC-ADS の役割を明らかにし、原子力委員会のレビューのための情報を整えるために、分離変換技術に対する原研/サイクル機構の効果的な協力計画立案を進めること。特に IAC は、プロジェクトチームがサイクル機構の研究者や経営陣と積極的に作業を行い、核変換/ADS に向けての J-PARC による研究開発の重要性を確立し、この方面での共同研究を促進することを勧告する。
- 3) J-PARC の核変換実験施設を世界的な ADS 開発の中で位置付けるために、EU やその他の ADS に対する取り組みと主要な協力を進めること。
- 4) 若く、新しい考えに満ちた技術者を惹きつけるという目的を持って、将来の原子力技術開発を行っている大学グループからの強い支援を得ること。

- 5) 核変換実験施設を将来の原子炉システム研究開発と一体化すること。(中性子動特性、核変換効率、材料性能)
- 6) ADS/核変換実験施設プログラムを確実に実行するために必要な予算の見通しを得ること。

APPENDIX I

第3回 J-PARC 国際アドバイザー委員会議事次第

日時: 2004年3月8日(月)、3月9日(火)
場所: 原研東海研究所 情報交流棟3階第2会議室

March 7 (Sun)

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

March 8 (Mon)

9:00 – 9:20 Executive Session (Committee + Nagamiya + Yokomizo)

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

9:20 – 9:40 Welcome + JAERI and J-PARC (S. Tanaka)

9:40 – 10:00 KEK and J-PARC Y. Totsuka

10:00 – 10:20 Coffee Break

10:20 – 11:20 One year progress S. Nagamiya/ H. Yokomizo

Budget, Interim Review, Construction, Schedule,
Organization, Activities at Committees,
Actions for the last year's recommendation items

11:20 – 12:20

Accelerator

Progress, Status
Y. Yamazaki

A-TAC report

S. Holmes

12:20 – 13:20

Lunch

13:20 – 14:20

Neutron sciences

One-year progress +N-TAC
Committee report

Y. Ikeda
Y. Fujii

14:20 – 14:50

Muon

One-year progress
Committee report

Y. Miyake
J. –M. Poutissou

14:50 – 15:10	Coffee Break	
15:10 – 16:40	Nuclear and Particle Physics One-year progress Neutrino Program Committee Report	J. Imazato K. Nishikawa T. Yamanaka
16:40 – 17:10	Nuclear Transmutation	H. Oigawa
17:10 – 18:00	Executive session	
18:00 –	Dinner Party	

March 9 (Tue)

9:00 – 10:00	Executive Session (Committee + Needed Persons)	
10:00 – 12:00	Working hours Open Discussion, Report writing, Up to chairperson	
12:00 – 12:30	Summary Session	
12:30 – 13:30	Lunch	
14:00 – 15:00	Tour of the Site (optional)	

APPENDIX II

委員リスト

委員のリストは以下の通り。

ARTHUR, Edward	Senior Scientist, Los Alamos National Laboratory, USA. earthur@lanl.gov
CHEN, Jia'er	President, National Natural Science Foundation, China. chenjer@mail.nsf.gov.cn
CHO, Yanglai	Technical Director, Spallation Neutron Source, USA. choy@sns.gov
FROIS, Bernard	Director the Department Energy, Transports, Environment 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
HOLMES, Steve	Associate Director, Fermilab, USA. holmes@fnal.gov
KIRK, Tom	Associate Director, Brookhaven National Laboratory, USA., tkirk@bnl.gov
KONDO, Shunsuke	Professor, Department of Engineering Science, The University of Tokyo, Japan. kondo@sk.t.u-tokyo.ac.jp
PETITJEAN, Claude	Deputy Head, Laboratory of Particle Physics, Paul Scherrer Institute, Switzerland. claude.petitjean@psi.ch
POUTISSOU, Jean-Michel	Associate Director, TRIUMF, Vancouver, Canada. jmp@triumf.ca
SUZUKI, Atsuto	Dean, School of Science, Tohoku University, Sendai, Miyagi 980-8578, Japan. suzukia@awa.tohoku.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, J.W.	Professor, Australian National University, Canberra, Australia, Chairman, National Committee for Crystallography, (Chairman) jww@rsc.anu.edu.au