

# 大強度陽子加速器計画

## 中間評価報告書(案)

平成19年 6月

科学技術・学術審議会  
学術分科会  
学術研究推進部会  
研究計画・評価分科会  
原子力分野の研究開発に関する委員会

大強度陽子加速器計画評価作業部会

# 目 次

|   |    |
|---|----|
| 1. はじめに .....                               | 1  |
| 2. 計画の意義及び進捗状況について .....                    | 1  |
| (1) 計画の意義について .....                         | 1  |
| (2) 計画の進捗状況について .....                       | 2  |
| 3. 中間評価（平成 15 年 12 月）における指摘事項への対応について ..... | 3  |
| (1) リニアック性能回復について .....                     | 3  |
| (2) 第Ⅱ期計画について .....                         | 3  |
| 4. 多目的研究施設としての運用体制の構築について .....             | 4  |
| (1) 円滑な運営に向けた体制の構築について .....                | 4  |
| (2) J-PARC センターの役割及び両機構との関係について .....       | 4  |
| 5. 円滑な施設利用体制の構築について .....                   | 5  |
| (1) 利用ポリシー・利用料金について .....                   | 5  |
| (2) 各施設の利用方法や課題選定の指針について .....              | 5  |
| (3) 先端研究施設としての幅広い利用への対応について .....           | 6  |
| (4) 物質・生命科学実験施設の産業利用の促進について .....           | 6  |
| 6. 運転経費の考え方について .....                       | 7  |
| 7. 国際公共財としての取組みについて .....                   | 8  |
| (1) 国内外に開かれた研究施設としての環境整備について .....          | 8  |
| (2) 諸外国との連携強化や国際的な広報活動について .....            | 8  |
| 8. 今後の課題等について .....                         | 8  |
| 9. おわりに .....                               | 9  |
| 参考資料 .....                                  | 11 |

## 1. はじめに

(これまでの経緯及び評価)

大強度陽子加速器 (J-PARC) 計画は、独立行政法人日本原子力研究開発機構 (JAEA) と大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構 (KEK) による共同プロジェクトとして、物質・生命科学実験施設、原子核・素粒子実験施設、ニュートリノ実験施設等を整備し、幅広い分野において最先端の研究を行うために平成13年度から施設の建設等を開始したものである。

本計画は、平成12年8月に事前評価が、平成15年12月には中間評価が行われたところであるが、中間評価においては、ニュートリノ実験施設の早期建設着手の必要性等が指摘されるとともに、リニアックの性能回復や第Ⅱ期計画の進め方については、計画全体についての中間評価を再度実施する中で検討することが適当であるとされた。

(本作業部会の設置)

本計画は、平成20年度のビーム供用開始を控え、適切な施設運用・利用体制等の構築が必要な、極めて重要な時期を迎えているとともに、平成15年の中間評価実施後3年が経過し、諸情勢の変化もみられる。

このため、科学技術・学術審議会学術分科会学術研究推進部会及び研究計画・評価分科会原子核分野の研究開発に関する委員会は、利用のあり方を中心とした本計画の今後の方向性を示していくために、大強度陽子加速器計画評価作業部会を合同で設置し、9回に亘り、審議を行った。

本部会は、計画全体についての意義について改めて確認するとともに、平成15年の中間評価における指摘事項への対応、施設の運用体制や利用体制、運転経費の考え方や国際公共財としての取組みについて妥当であるかどうかという観点から評価を行い、ここに結果を取りまとめた。

## 2. 計画の意義及び進捗状況について

(1) 計画の意義について

本計画は、多目的の最先端研究施設を整備・運用するものであり、中間子やニュートリノを用いた自然界の基本原理を探求する原子核・素粒子物理学や世界最大強度の中性子やミュオンを用いた物質・生命科学といった、フロンティアを拓く基礎研究から新産業創出につながる応用研究に至る幅広い分野の研究が期待され、以下のような意義があると認められる。

(原子核・素粒子物理学分野)

原子核・素粒子物理学の分野では、ニュートリノ振動の精密測定による標準理論を超えた新しい学問体系の構築や、中間子ビームを用いた新しい核物質の生成と物質の質量発生機構の解明を目指すものである。これらの研究は、いずれも自然界を記述する基本的な理論の構築に貢献し、この分野を世界的にリードする我が国の地位をさらに躍進させるものである。

#### （物質・生命科学分野）

物質・生命科学の分野では、従来の国内施設の 100 倍以上のビーム強度を有する中性子及びミュオンビームが実現され、量的・質的に新しい研究分野が開拓される。例えば、磁性等を含む物質構造の解明による高温超伝導材料や燃料電池用薄膜等の新材料の開発、タンパク質の水素・水和構造の決定及び機能の解明による新しい医薬品の開発等が期待されている。

特に中性子は、水素やリチウムなどの軽元素分析や物質の磁性解析に強みをもつとともに、透過力に優れるため非破壊検査や水分を含む物質の観察を行うラジオグラフィなど、X線（放射光）と相補的な特徴を活かした研究の進展が期待される。

#### （国の基本政策との関係）

J-PARC が目指す方向性は、第3期科学技術基本計画における「人類の英知を生む」及び「国力の源泉を創る」という理念に合致するものであり、原子力政策大綱においても、「量子ビームテクノロジーに関しては、革新技術の探索や新しい利用分野を開拓する研究、原子力以外の広範な分野での利用を開発する研究等を着実に推進することが必要」とされており、幅広い分野の研究に大きく寄与する本計画の役割は非常に大きいと考えられる。

#### （国際的な拠点と国際競争）

また、本計画は OECD メガサイエンスフォーラムにおいて、アジア・オセアニア地域における中性子科学研究の拠点やハドロン科学における世界的な拠点として位置づけられるなど、国際的な研究・教育センターとしての役割が期待される。一方で、米国や英国の同種計画との知的財産の獲得における熾烈な国際競争の中にある。さらに、我が国が世界に先駆けて推進してきたニュートリノ振動実験に関しても、欧米で実験計画が進行するなど、国際的な競争となっており、我が国として優位性を保持していく必要がある。

このように本計画は、科学技術・学術的意義等の極めて高い計画であり、国際公共財としての規模の大きさ、対象とする研究分野の多様性、関連する研究者層の広がり、見込まれる成果の重要性などに鑑みれば、国として、本計画を着実に進めることが必要である。なお、本計画は加速器などの研究者や中性子利用の技術支援者等の人材育成という観点からも非常に重要な計画である。

#### （2）計画の進捗状況について

平成15年の中間評価の時点からは6ヶ月程度のスケジュールの遅れはあるものの、平成20年度のビーム供用を目指し整備が進められ、平成19年6月の時点で全体の約7割強の施設が完成している。また、リニアックについては、平成19年1月に所期のエネルギーまでのビーム加速に成功するなど、計画は順調に進捗していると評価できる。

### 3. 中間評価（平成15年12月）における指摘事項への対応について

#### （1）リニアック性能回復について

（これまでの指摘）

リニアックの性能回復については、平成15年の中間評価において、「200MeVでのリニアックの運転開始後速やかに着手することが必要」と指摘されるとともに、総合科学技術会議による科学技術関係施策の優先順位付けの評価においても「当初計画性能への回復については速やかに対処する必要がある」と指摘されているところであり、その必要性についてレビューを行うことが求められている。

（性能回復による効果）

400MeVへの性能回復に伴い、SNSを超える世界最高のパルス強度を有することとなり、より鮮明な情報を得られるようになるなど国際競争力を獲得することが期待される。また、中性子の強度が増加し、測定時間が短縮することにより、より多くのユーザーの利用が可能になることや、測定データにおけるノイズ（バックグラウンド）の影響が少なくなり実験精度の向上が期待されるとともに、構造解析に必要な結晶サイズについても、現在の一般的な技術で作製できる結晶の大きさでの測定が可能となることが期待される。

さらに、ビーム強度の増大により、ニュートリノのCP対称性の破れの発見やハドロンの様々な稀崩壊現象の探索に道を開き、ますます活発に国際共同研究が展開されることが期待される。

このように、性能回復による効果は大きく、世界最高性能の施設として、J-PARCは、その機能を最大限発揮できるようになることから、最優先課題として取り組むべきであり、平成20年度からの着手は適切である。

#### （2）第Ⅱ期計画について

第Ⅱ期計画については、J-PARCの機能を最大限発揮させる意味では、いずれの計画も重要なものと考えられるが、以下のように、施設の運用開始後の情勢の変化等を踏まえて対応していくことが適当である。

（物質・生命科学実験施設及び原子核・素粒子実験施設）

中性子・ミュオンのビームラインの高度化、ハドロン実験施設の拡張などについては、関連する研究者コミュニティで、当該分野における優先順位付けを行い、その時点での財政状況等を踏まえつつ、判断していくことが必要である。

（核変換実験施設）

また、核変換技術については、重要な基盤技術として引き続き研究開発を進める必要があるが、核変換実験施設の整備については、原子力政策全体の中で検討していく必要がある。今後、原子力委員会等の評価を踏まえて進めていくことが適当である。

(フライホイール)

50GeV シンクロトロン用フライホイールの整備については、その導入により効率的な電力の使用が期待されるが、原子核・素粒子実験においては、エネルギーよりも強度の方が重要な実験も多いと考えられ、今後の 50GeV シンクロトロンの運転状況を見ながら適切な時期に再度レビューを行い判断することが必要である。

#### 4. 多目的研究施設としての運用体制の構築について

##### (1) 円滑な運営に向けた体制の構築について

JAEA 及び KEK (以下、「両機関」という。) は、J-PARC の円滑な運営の実施に向けた協力協定を締結するなど、一致協力して本計画の着実な推進に取り組んでいることは評価でき、安全管理、運転・維持管理、ユーザーへの対応など J-PARC の一体的かつ効率的・効果的な運営を行うために「J-PARC センター」を設置したことは適切である。

今後、J-PARC の運営に当たっては、国際諮問委員会や利用者協議会などの仕組みを有効に活用することにより、ユーザーの意見を汲み上げるような運営を目指すことが必要である。

##### (2) J-PARC センターの役割及び両機関との関係について

###### (運営会議の設置)

J-PARC を適切に運営するために、J-PARC の人事計画案や資金計画案等、運営に関する重要事項についての協議・調整を行うための会議体として両機関の代表及びセンター長から構成される「運営会議」を設置し、そこで合意された事項に関して、両機関の長がその合意を尊重する仕組みを構築したこと、また、予算の執行や施設の運転・維持管理等について、センターにおける柔軟な運営を可能とすることは評価できる。

###### (センター内における役割分担・情報共有)

また、J-PARC センターの円滑な運営のためには、センター長のリーダーシップはもとより、各副センター長の明確な役割分担やディビジョン長への必要な権限と責任の付与が必要である。さらにセンター内各組織が緊密に連絡を取り情報を共有できるような運営体制を構築していくことが今後必要である。

###### (両機関とセンターとの関係)

J-PARC を円滑に運営するためには、両機関の技術・ノウハウが不可欠であり、本計画が両機関の共同プロジェクトとして進められていることを踏まえれば、当面は、両機関の協力の下、J-PARC センターにおける明確な指揮命令系統の下、両機関の人員が融合し一体となってセンターを運営していくことが必要である。

J-PARC センターは、2つの独立した法人が合同で設置したユニークな組織であり、今後の運営も試行錯誤しながら行われていくと思われる。しかしながら、今後、J-PARC がユーザーにとって使いやすい施設となり、最先端の成果を創出していくためにもセンタ

一の役割は重要であり、順調な運営を期待する。

## 5. 円滑な施設利用体制の構築について

### (1) 利用ポリシー・利用料金について

施設全体の利用方針として、IUPAP ガイドラインに則り、成果公開課題の利用については原則無償とすることは適切である。なお、物質・生命科学実験施設において、成果非公開の場合は、運転に係る経費を回収する観点から、適切な利用料金を徴収することは適当であり、この考え方に基づく1ビームライン当たりの利用料金(約180～210万円/日)については、他の同様な大型施設の利用料金と比較しても妥当である。

### (2) 各施設の利用方法や課題選定の指針について

#### (ワンストップ窓口の整備)

各実験施設とも課題公募は、J-PARC センターが一元的に受け付けるとともに、審査結果も J-PARC センターから利用者に通知するなど、ワンストップ窓口の体制が整備されることは適切である。

#### (審査体制と利用体系)

物質・生命科学実験施設については、①幅広い利用者に開放する大学共同利用、施設共用、②両機関が主導的に推進する研究に関する利用、③実験装置の維持・性能向上を最大限発揮させる先導的研究開発に関する利用と大きく分けて3つの利用体系があるが、同施設の利用課題に関する審査委員会(MLF-PAC)を設置するとともに、MLF-PACの下に中性子及びミュオンの専門部会を設け、一元的な審査体制を整備することは適切である。なお、その際、様々な分野における課題の応募が想定されることから、専門部会の下に課題分野ごとの専門の分科会を設けることが適当である。

また、原子核・素粒子実験施設については、大学共同利用の仕組みを活用し、KEKの素粒子原子核研究所に設けられた課題審査委員会において課題審査を実施することは適切であり、学術研究を中心に基礎科学分野での卓越した成果を創出することを期待する。

#### (JRR-3 や茨城県との合同審査)

さらに、中性子の利用に関しては、JRR-3 と連携して運営することによる科学技術レベルの向上が期待されることから、JRR-3 との合同審査体制の構築など、一律的な運営を目指した検討が必要である。この際、J-PARC と JRR-3 のどちらを利用するのが適当か、コーディネータの適切なアドバイスの下でユーザーが利用できるように配慮すべきである。また、茨城県のビームラインの合同審査体制の確立に向けた検討も望まれる。

#### (両機関の留意事項及びユーザーへの配慮)

また、両機関は異なったミッションを有しており、外部利用についても、大学共同利用と施設共用というコンセプトが異なるものであるため、両機関は、機関の評価に際しては異なった評価基準で評価を受けることに留意する必要がある。一方、ユーザー側か

らは、このような利用体系を意識することなく利用できるような配慮が必要である。

### (3) 先端研究施設としての幅広い利用への対応について (ビームラインの利用)

我が国における唯一のパルス中性子やパルスミュオンを利用する物質・生命科学実験施設では、基礎研究から産業界の利用までの幅広い利用が期待され、目的に応じ、複数の主体がビームラインを設置することになる。

KEK の設置するものは専ら学術利用に、第三者の設置するものはそれぞれの目的に沿って利用に供されるものであり、それぞれの目的を達成することが求められている。

JAEA 設置ビームラインは、本来原子力の研究開発のために設置されるものであるが、そのスペックから見て学術研究から応用研究・産業利用に至る多様な分野での利用の可能性がある一方で、放射光と比べ産業利用の割合はまだ低く、中性子の利用が産業界に根付いている状況にはない。

この状況を踏まえれば、当面は、最先端の成果を創出するとともに、トライアルユースと施設共用制度などを最大限活用し、ユーザー層を広げていくことが重要である。

なお、両機関のミッションを超えるような分野で利用されるビームラインの設置が必要になった場合や、より多くのユーザーが利用を希望するようになり、かつ施設共用制度等、既存の制度で対応が困難になるような蓋然性が生じた場合には、特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律（共用促進法）の適用など国が必要な対応をしていくことも求められる。

### (今後のビームライン整備)

産業利用においては、今後特に生体の構造解析のニーズが増えていくと考えられるなど、利用者ニーズを適切に反映したビームラインの設置が求められる。

今後のビームラインの整備に当たって、国際諮問委員会や利用者協議会などを通じて利用ニーズの把握に努めるとともに、これらニーズを踏まえ、研究分野のバランス、学術研究と産業利用のバランスを考慮して適時に設置することが必要である。

### (J-PARC と JRR-3 の有効活用)

J-PARC と JRR-3 という二大中性子源が隣接して設置されることになるメリットは非常に大きく、研究内容に応じて使い分けていくことが有効である。具体的には、J-PARC は、パルス中性子源であり、非常に高いピーク強度及び広いエネルギースペクトルを有するため、この特徴を活かした残留応力測定や分子構造のダイナミクスの解析に有利である一方、JRR-3 は定常中性子源であり、熱中性子領域の時間積分強度が強いため、熱中性子を用いたラジオグラフィや放射化分析に有利である。したがって、J-PARC と JRR-3 は相互補完の関係にあり、今後のニーズの広がりを見ながら、両者の一体的な運営と同時に有効な使い分けの方策を検討すべきである。

### (4) 物質・生命科学実験施設の産業利用の促進について (中性子・ミュオン利用の普及)

物質・生命科学実験施設における産業界の利用を拡大するためには、まず基礎的な研究分野において早急に成果を創出することが肝要である。この中で、J-PARC でどのような成果が期待できるかという産業界の認知度を高め、利用の可能性を広く普及することが重要である。

また、既に中性子利用が実施されている JRR-3 においては、平成 18 年度からトライアルユース制度が開始されたことにより、産業利用の日数は倍増するなど、本制度が潜在的なニーズの掘り起こしに有効であることが示されており、産業界のニーズを掘り起こし、利用を促進して行くにはトライアルユースが非常に有効であることから、J-PARC の中性子利用においてもこれを導入することが適切である。

#### （産学官の連携）

また、産業界との共同研究の推進、コーディネータや技術支援者の育成など、産学官一体となった取組みも産業利用の幅を広げていく上でも重要である。なお、コーディネータや技術支援者を育成するためには、適切な評価の仕組みやキャリアパスを検討する必要がある。

#### （産業界に使いやすい仕組み）

さらに、今後、利用研究に馴染みの薄い者の利用を促進するために、試料の前処理からデータ取得・解析までの一貫した分析サービスを受けられるような制度も検討することが適当である。また、知的財産権の保護や機密保持の徹底など産業界に使いやすい仕組みを整備することが必要である。

なお、産業利用を進めるに当たって、J-PARC は国際公共財であるとともに、我が国の産業競争力の強化に密接であるという観点からは「国際競争財」と捉えることもできることに留意する必要がある。

#### （茨城県の取組み）

茨城県が J-PARC を核として「つくば・東海・日立」地区の連携強化による一大先端産業の形成を目指す「サイエンスフロンティア 2.1 構想」の一環として中性子の産業利用を目的としたビームラインを整備するとともに、産業利用に向けた普及啓発やコーディネータなどの支援スタッフの配置を検討するなど、産業利用促進の取組みを強化していることは、評価すべきである。今後、J-PARC センターは、県との緊密な連携のもと、コーディネータの人材交流などを実施することが望ましい。

### 6. 運転経費の考え方について

J-PARC の機能を最大限発揮させるために、定常的に運転（運転日数約 230 日、利用日数約 200 日）した場合、施設全体の運転経費を約 187 億円（両機関の人件費を含めた場合約 217 億円）と算定した考え方は妥当である。

一方、電気の使用量や機器の交換頻度など、今後のビーム試験や運用の経験を基に、経費削減に向けての努力を行うことが必要である。また、J-PARC が国内外に開かれた国際公共財であることを踏まえれば、安定した運転が重要であり、ユーザーの利用状況や

財政状況等を踏まえつつ、国においても必要な運転経費の確保に向けて努力する必要がある。

## 7. 国際公共財としての取組みについて

### (1) 国内外に開かれた研究施設としての環境整備について

J-PARC が国内外の研究者が利用可能な国際的に開かれた国際公共財と認知されるためには、研究環境及び生活環境の国際化が必要である。

#### (研究環境の整備)

特に、外国人研究者が J-PARC を利用するために、課題申請の英文化やインターネット環境の整備などはもとより、外国人研究者のユーザズオフィスの整備や、外国の研究環境やニーズを理解し、汲み取ることのできる支援者の雇用などの環境整備が必要である。

#### (生活環境の整備)

生活環境に関しては、特に、利用者の居室や宿舎等の環境整備が喫緊の課題であり、宿舎については、PFI の導入による整備や住居をあっせんする優秀な専門家の雇用も効果的であると考えられ、今後、茨城県や東海村など自治体との連携・協力の下、速やかな対応が必要である。また、居室における英語表記や多種民族に対応した食堂などの環境整備とともに、研究者の家族の教育、医療等の生活支援や家族の活動機会の充実など自治体・地域社会と協調した取組みが望まれる。

### (2) 諸外国との連携強化や国際的な広報活動について

世界中の研究者を惹きつけるためには、環境整備とともに、諸外国との連携の強化や国際的な広報活動の強化が重要であり、以下の取組みが求められる。

中性子分野では世界最大のパルス中性子施設として、先端技術開発の推進においてアジア・オセアニア圏における中心的な役割を果たすべきである。原子核・素粒子物理分野においても、研究者の半数以上が外国人研究者と見込まれ、世界における中心的な役割を担うことが期待される。

アジア・オセアニア圏のみならず、欧米も含めた世界の研究者が J-PARC で研究することに魅力を感じることができるよう、環境整備も含めた総合的な国際化戦略をたてる必要がある。このために、J-PARC センター内に J-PARC の国際化を推進するための組織を設置したことは適切である。このような取組みの中で将来に向けて J-PARC の目標、理念、研究成果の理解を深めていくために、優れた広報官を配置し、国際的な広報活動の強化を図っていくことが必要である。

## 8. 今後の課題等について

J-PARC センターの位置づけ等については、前述したとおり、当面は、両機関の協力の下、センターを運営することが適切である。審議においては、将来的には J-PARC の運

営に必要な権限と責任を全てセンターに付与すべきであるという意見がでた一方で、両機関の一定の関与が必要という意見もでた。今後、センターの位置づけ等については、今後の施設の運用の状況等を踏まえて両機関でそのあるべき姿について検討することが必要である。

センターの位置づけを含む J-PARC の運用・利用体制については、今後の J-PARC を取り巻く情勢、研究や技術の進展、利用ニーズの動向、運用開始後における知見や経験等を踏まえ、適切な時期にレビューを行うことが必要である。

## 9. おわりに

J-PARC は、我が国が世界をリードする分野の研究を引き続き先導するユニークな先端的かつ多目的の研究施設であると同時に、国際公共財としての利用も期待されるものである。一方で、多額の経費が投じられており、その必要性を国民に理解してもらう努力を続ける必要があり、今後とも積極的に情報発信していくとともに、安全管理に万全を期す必要があることはいうまでもない。

本計画は JAEA と KEK というミッションや文化が異なる機関が共同で進めている画期的なものであり、今後のビッグプロジェクトの進め方の試金石であるといえる。今後の運用に伴い、両機関がお互いの文化を尊重しつつ融合していく中で、新しい文化や成果が発信されることを期待する。



## 参 考 資 料

|          |                         |     |
|----------|-------------------------|-----|
| 参考資料－ 1  | 大強度陽子加速器計画の概要           | 資 1 |
| 参考資料－ 2  | 第Ⅱ期計画の構想の概要             | 資 4 |
| 参考資料－ 3  | 両機関と J-PARC センターの関係     | 資 5 |
| 参考資料－ 4  | J-PARC センターの組織          | 資 6 |
| 参考資料－ 5  | MLF の利用料金の算定の考え方        | 資 7 |
| 参考資料－ 6  | JRR-3 における利用の現状         | 資 8 |
| 参考資料－ 7  | 運転経費の内訳                 | 資 9 |
| 参考資料－ 8  | 用語解説                    | 資10 |
| 参考資料－ 9  | 大強度陽子加速器計画評価作業部会の設置について | 資17 |
| 参考資料－ 10 | 大強度陽子加速器計画評価作業部会開催経緯    | 資20 |

# 大強度陽子加速器計画の概要

## ○ 計画の概要

世界最高レベルのビーム強度を有する複合陽子加速器施設を建設し、原子核・素粒子物理学、物質科学、生命科学など広範な研究分野を対象に、多彩な二次粒子を用いた新しい研究手段を提供し、基礎科学と研究開発を推進する。

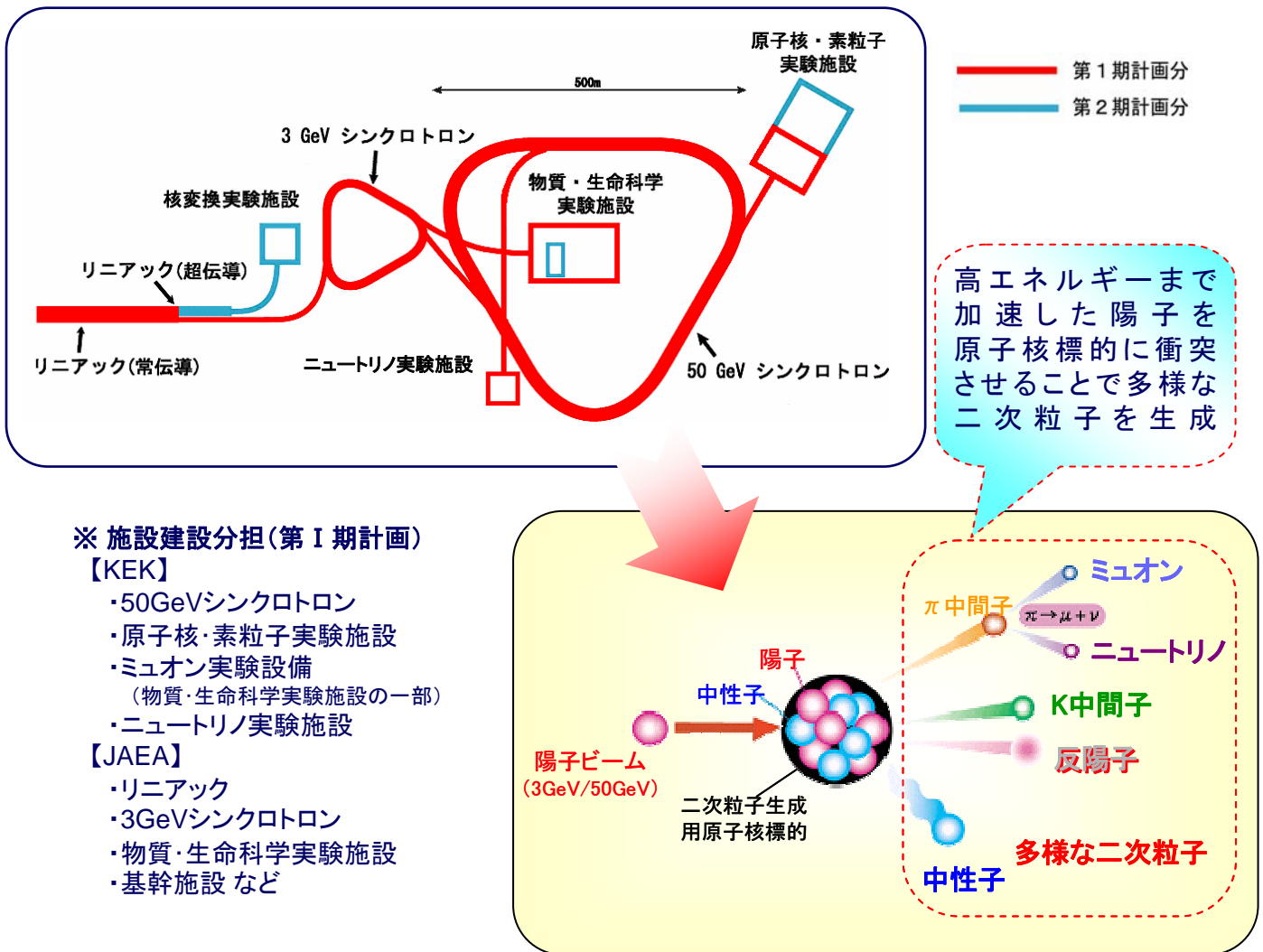


## ○ 事業主体

高エネルギー加速器研究機構 (KEK)  
日本原子力研究開発機構 (JAEA)

※ **J-PARC** = Japan **P**roton **A**ccelerator **R**esearch **C**omplex

## ○ J-PARCの施設構成

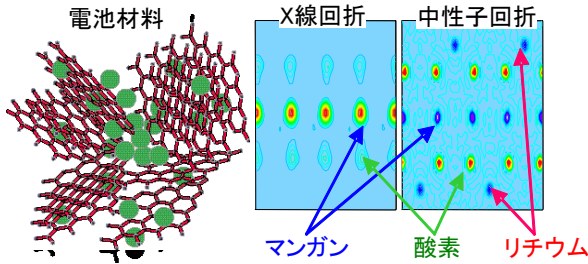


# ○ J-PARCの利用

## 物質・生命科学研究

物質・材料科学の進展

→ 機能構造の解明 → 新素材の創成



中性子を利用することで、X線などでは困難な軽元素の位置情報が得られる。この特徴を利用して、物質構造と機能を解明。

→ 高性能電池材料、水素吸蔵合金 など

生命科学の進展

→ 新薬の開発 → 難病克服へ



水素に感度の高い中性子の特徴を利用して、タンパク質の機能解明に必要な水素の位置や周りの水の情報が得られる。

これにより、生命現象の基本となるタンパク質などの働きを解明

## 原子核・素粒子物理学

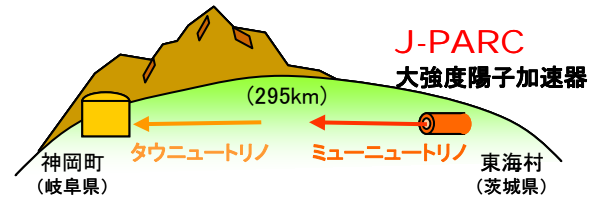
物質世界の基本法則を探求



- ・ 質量の起源の謎  
裸のクォークは軽い、ハドロンを形成すると重くなる。なぜ？
- ・ 宇宙創生の起源  
ビッグバン直後に物質はどのように創られたのか？
- ・ 素粒子物理学の標準理論の見直しと、より高次の理論への展開

ニュートリノの謎の解明

- ・ 3世代あるニュートリノの質量と混合の全貌の解明 など



# ○ 年次計画と今後の予定

|                           | 平成13年度<br>2001年 | 平成14年度<br>2002年 | 平成15年度<br>2003年 | 平成16年度<br>2004年 | 平成17年度<br>2005年 | 平成18年度<br>2006年 | 平成19年度<br>2007年 | 平成20年度<br>2008年 | 平成21年度<br>2009年               |
|---------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|
| リニアック                     |                 | 装置製作・建家建設       |                 |                 |                 |                 | 通電試験            | ビーム試験           | 3GeVシンクロトロンへビーム供給             |
| 3GeVシンクロトロン               |                 | 装置製作・建家建設       |                 |                 |                 |                 | 通電試験            | ビーム試験           | 50GeVシンクロトロン及び物質・生命実験施設へビーム供給 |
| 物質・生命科学実験施設               |                 | 装置製作・建家建設       |                 |                 |                 |                 | 通電試験            | ビーム試験           | 供用                            |
| 50GeVシンクロトロン              |                 | 装置製作・建家建設       |                 |                 |                 |                 | 通電試験            | ビーム試験           | 原子核・素粒子実験施設及びニュートリノ実験施設へビーム供給 |
| 原子核・素粒子実験施設<br>(ハドロン実験施設) |                 | 装置製作・建家建設       |                 |                 |                 |                 | 通電試験            | ビーム試験           | 供用                            |
| ニュートリノ実験施設                |                 | 装置製作・建家建設       |                 |                 |                 |                 | 通電試験            | ビーム試験           | 供用                            |

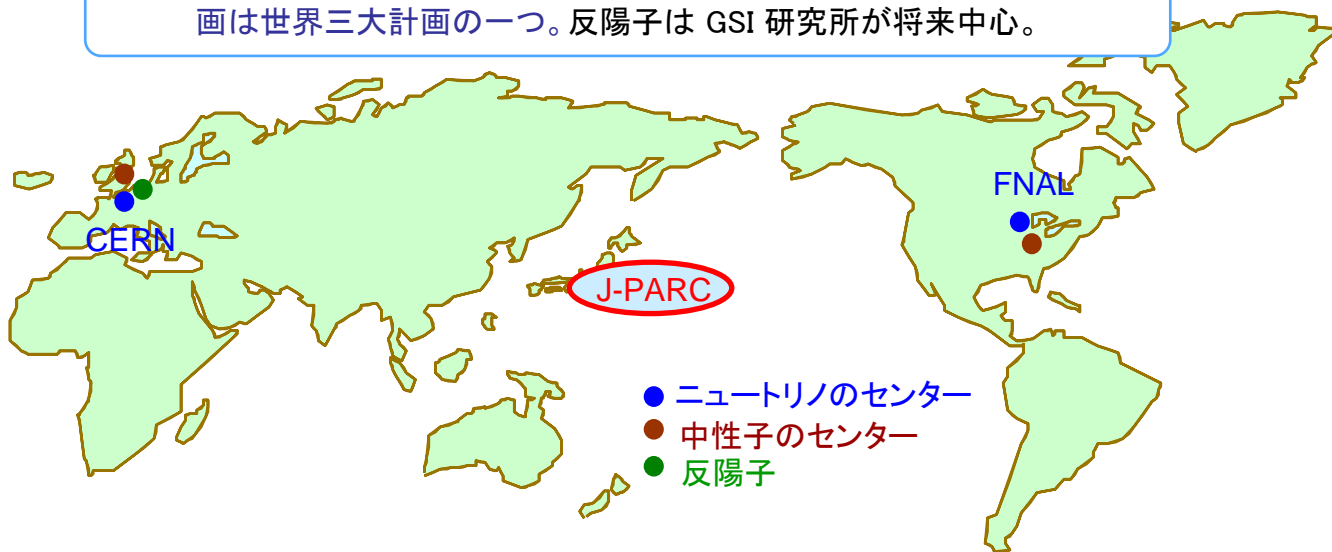
KEK PS 運転

米国SNS施設稼働開始

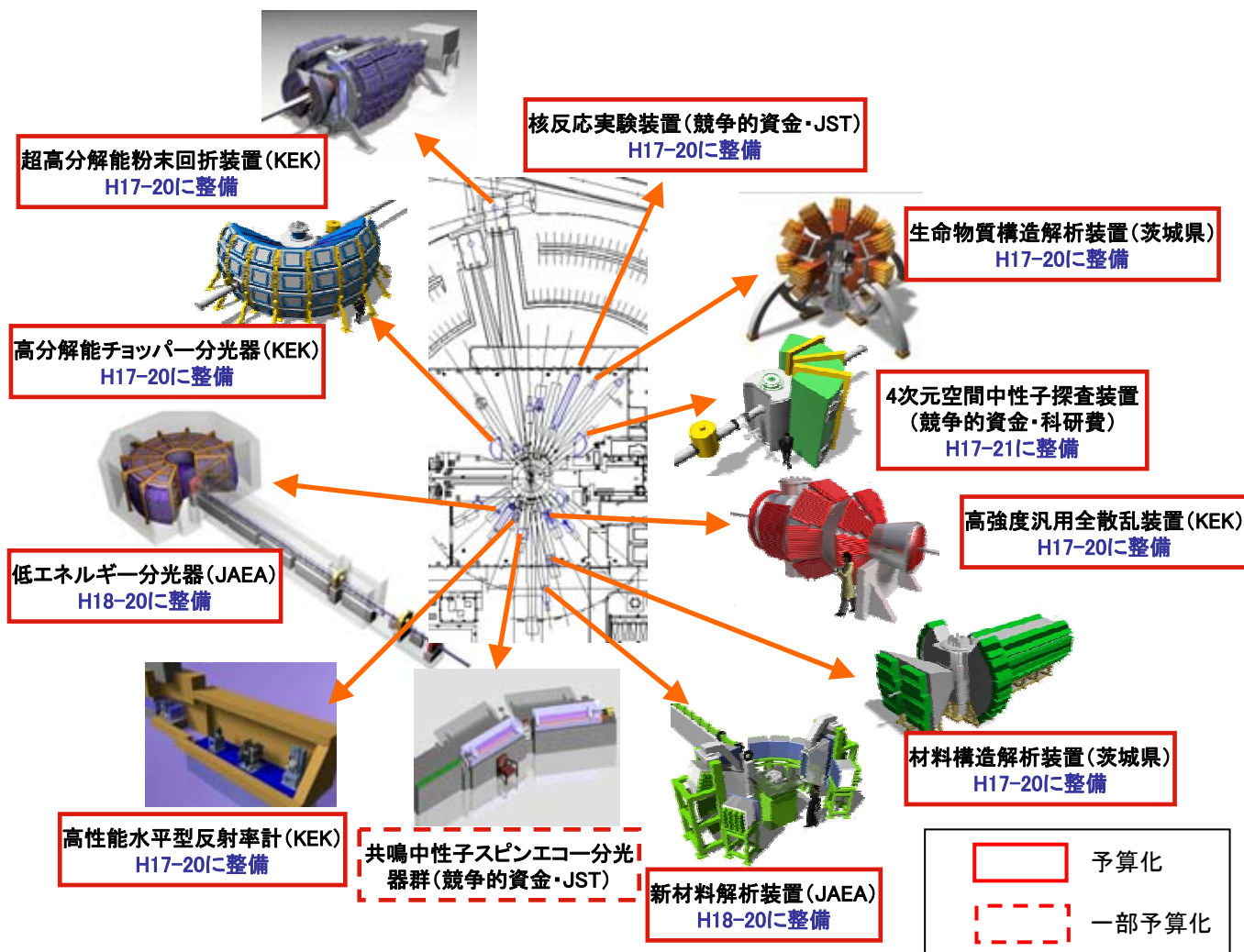
英国ISIS(第2ステーション)施設稼働開始

## ○ 国内外の研究・教育センターとしてのJ-PARC

- 物質・生命科学では、中性子等を用いる世界三大計画の一つ。
- 原子核素粒子物理では、K中間子計画で世界の中心。ニュートリノ計画は世界三大計画の一つ。反陽子は GSI 研究所が将来中心。



## ○ J-PARCに整備中の中性子ビームライン(平成19年6月現在)



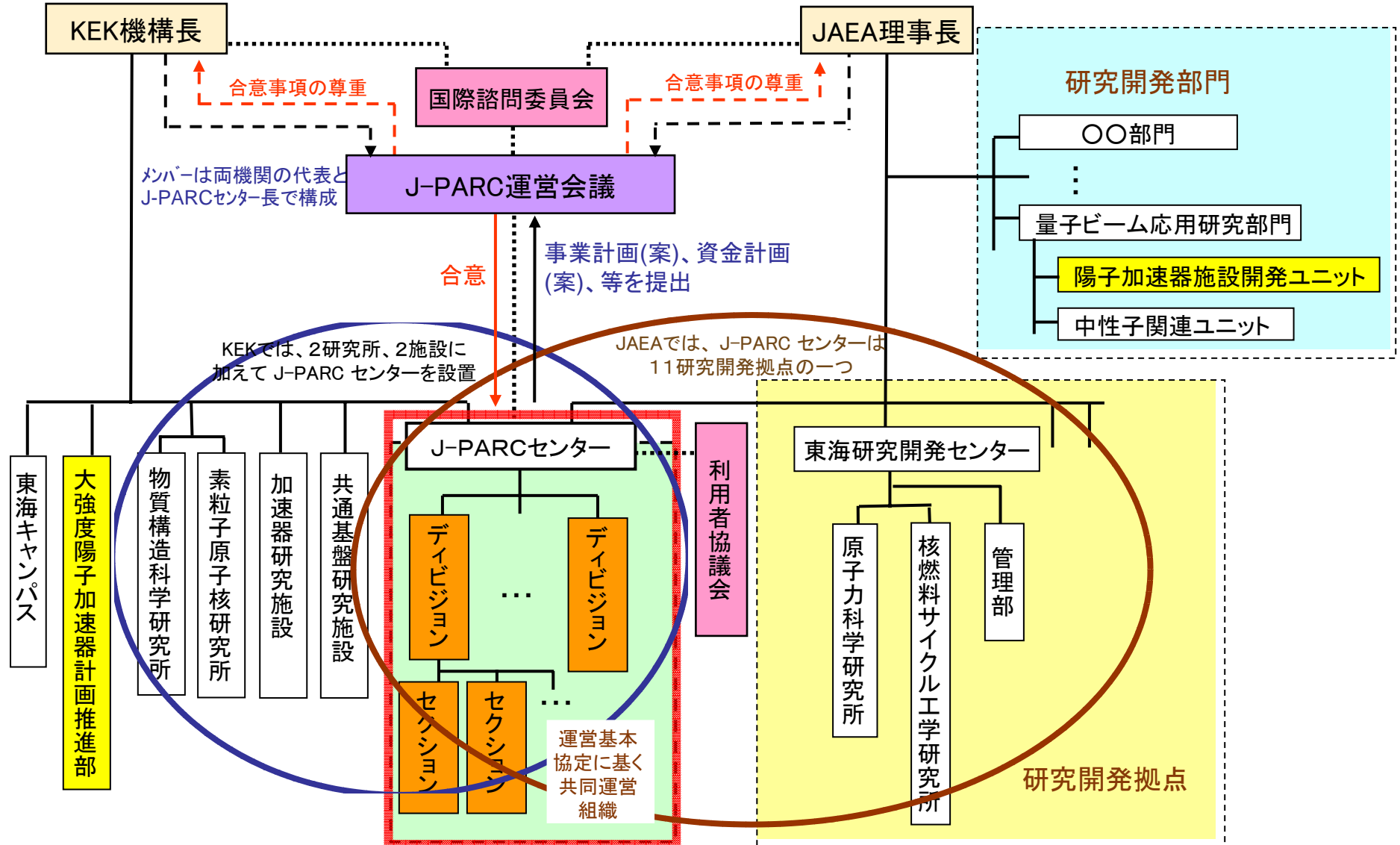
## 第Ⅱ期計画の構想の概要

| 各施設          | 概要                    | 構想の内容  |
|--------------|-----------------------|--|
| ミュオン実験施設     | 2次ビームラインの高度化          | 先端的ミュオンビームによるナノサイエンスの開始、パルス分割による本格的分岐チャネルの出発         |
| 中性子実験施設      | 中性子ビームラインの高度化         | 広範で新奇な学術研究の開拓と推進を目指す新領域への挑戦                          |
| ハドロン実験施設     | 実験ホールの拡張と2次ビームラインの高度化 | 多様な(荷電の種類、運動量領域、ビーム粒子の種類)2次ビームラインを用いた原子核素粒子実験の効率的な遂行 |
| 50GeVシンクロトロン | フライホイール(蓄電器)          | 50GeVシンクロトロンでの定常運転(効率的な電力使用)                         |
| 核変換実験施設      | 核変換物理実験施設など           | 加速器駆動システム及び高速炉における核変換技術の基盤研究開発の開始                    |

# 両機関とJ-PARCセンターの関係

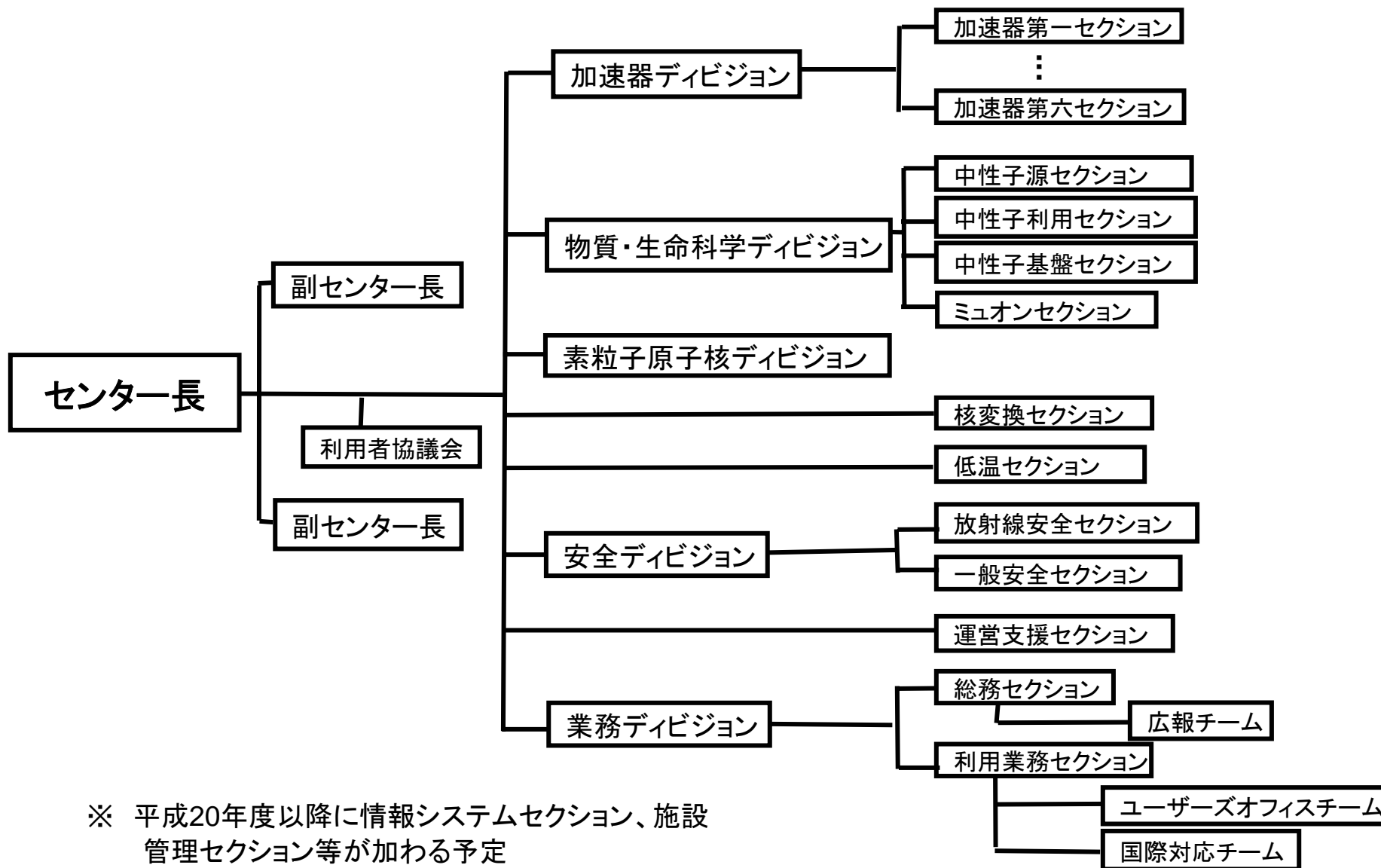
高エネルギー加速器研究機構  
(KEK)

日本原子力研究開発機構  
(JAEA)



資5

# J-PARCセンターの組織（平成19年6月現在）



※ 平成20年度以降に情報システムセクション、施設管理セクション等が加わる予定

# MLFの利用料金の算定の考え方

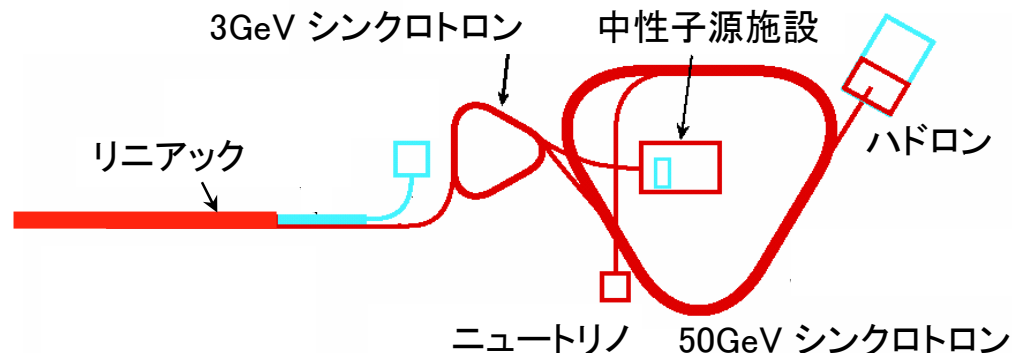
$$\text{ビームラインあたりの利用料金(円/日)} = \frac{(\text{施設区分毎の運転経費} \times \text{MLFの経費負担割合}) \text{の和}}{\text{運転日数} \times \text{MLF中性子ビームライン数}}$$

| 施設区分                          | MLFの経費分担割合 |
|-------------------------------|------------|
| リニアック及び3GeVシンクロトロン            | 50%～95%    |
| 中性子源施設、3GeVからの輸送系及びビームライン維持費  | 100%       |
| 共通施設、安全等その他                   | 50%        |
| 50GeVシンクロトロン、ハドロン施設及びニュートリノ施設 | 0%         |

MLFの経費分担割合に応じて利用料金は変動するが、おおよそ180万円/日から210万円/日と試算

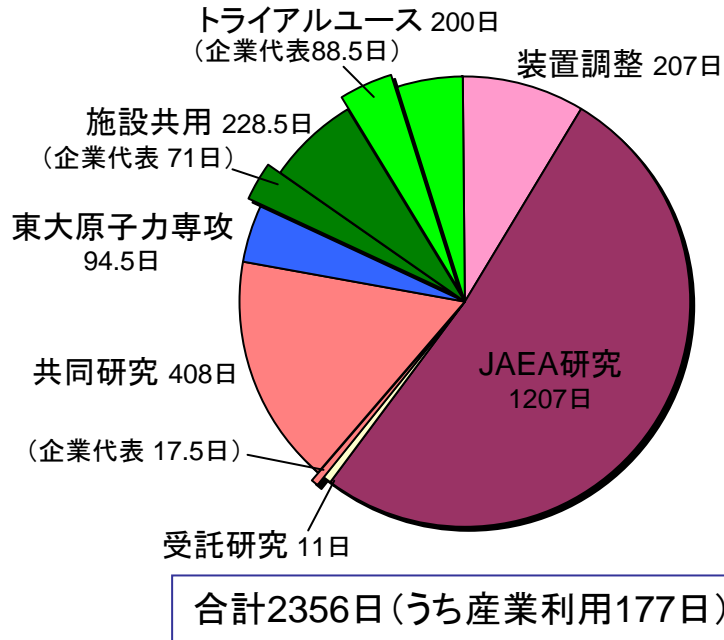
## 運転経費の主な算出要素

- |       |        |
|-------|--------|
| ①租税公課 | ⑤維持費   |
| ②保険料  | ⑥施設保守費 |
| ③人件費  | ⑦清掃費   |
| ④光熱水費 | 等      |

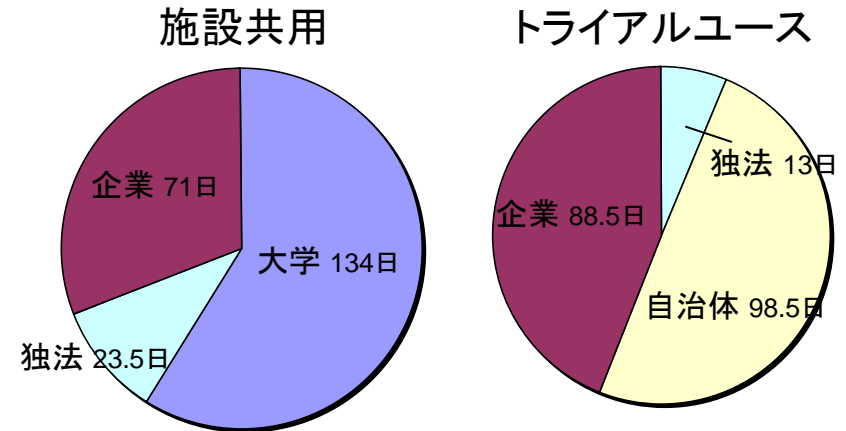


# JRR-3における利用の現状

## JRR-3(JAEA管理装置)の利用日数内訳(H18年度)



## 研究代表者の種別

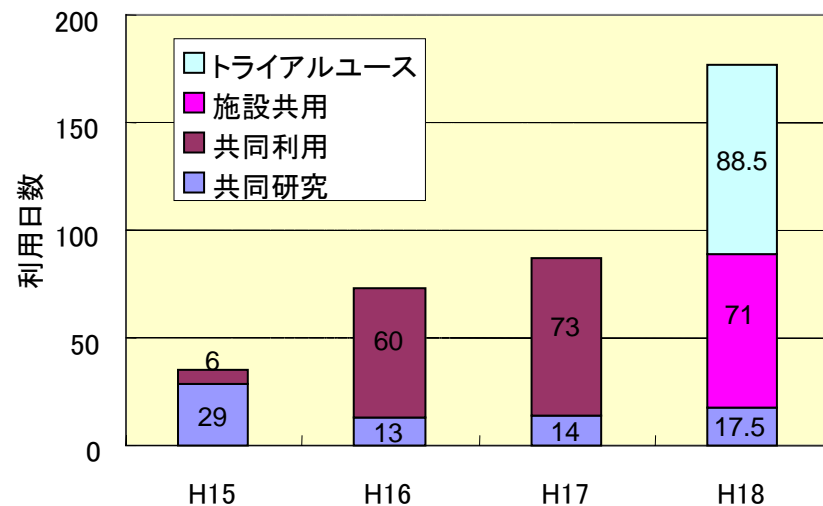


\* 産業利用のうち成果非公開39日

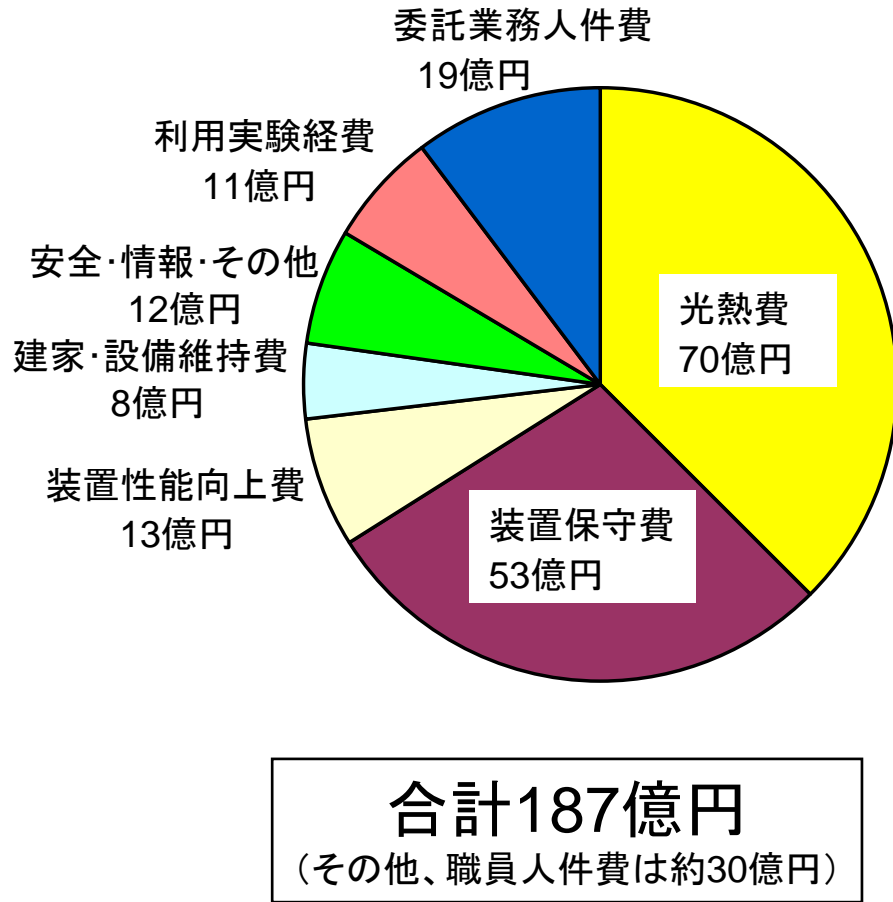
\* 成果公開が前提

## 産業利用(利用代表者が企業のもの)日数の推移

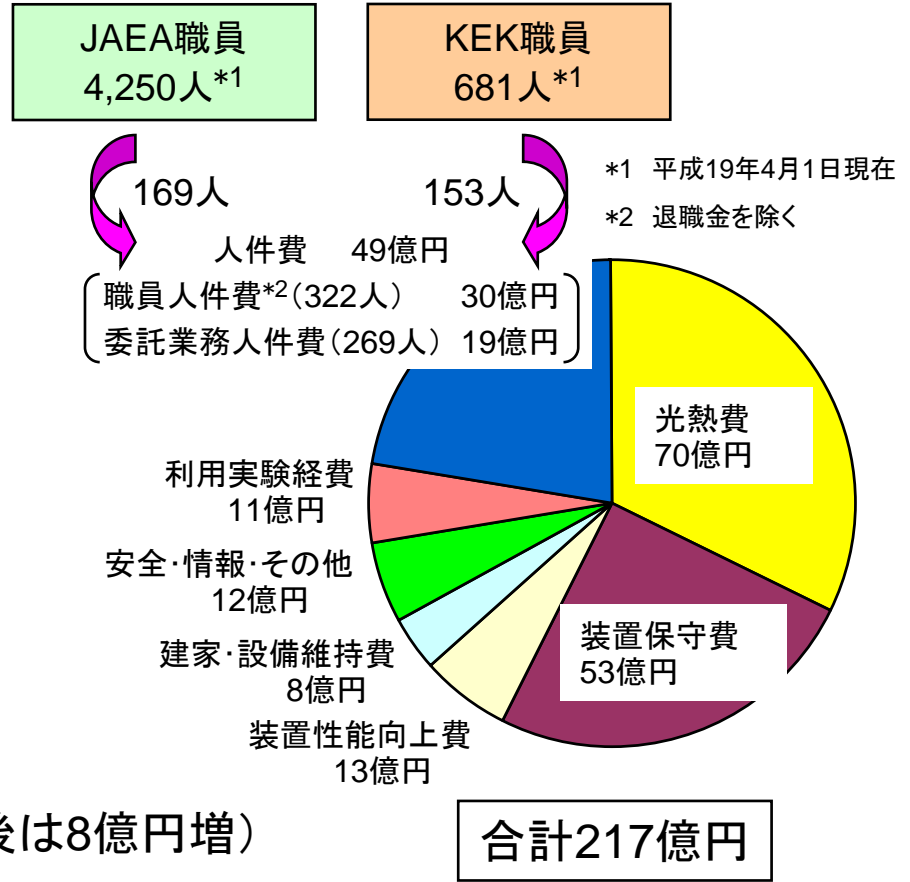
- 施設共用はH18年度より開始。H17年度以前は共同利用(有償)に相当
- トライアルユースはH18年度より開始



# 運転経費の内訳



## 職員人件費を含めた場合



(リニアック回復後は8億円増)

\* 小数点以下を四捨五入をしているため、合計金額は一致しない

# 用語解説

## 【A-Z】

### CP 対称性の破れ

物理現象において電荷を反転させる変換を C (Charge) 変換、空間的に反転させる変換を P (Parity) 変換と呼び、両者を合わせて CP 変換と呼ぶ。ある物理現象とそれを CP 変換した現象との間に違いがあることを CP 対称性の破れと呼ぶ。CP 変換は粒子と反粒子を入れ替える変換となるため、CP 対称性の破れを調べることで現在の宇宙では反物質がほとんど存在しない原因が明らかになると考えられている。

### eV (電子ボルト)

エネルギーの単位。1 電子ボルトは 1 ボルトの電圧で加速された電子や陽子など素電荷  $e$  を持つ粒子が得るエネルギー。百万電子ボルトをメガ電子ボルトあるいは MeV (メブ)、十億電子ボルトをギガ電子ボルトあるいは GeV (ジエブ) という。

### ISIS

英国ラザフォードアップルトン研究所にある、160kW 出力の核破砕中性子源で、米国の SNS が完成するまで世界最高強度のパルス中性子源であった。現在、陽子加速器を 240kW に増力し、2 つ目の中性子源を併設する計画が進行中である。第 2 中性子源施設は 2007 年 (平成 19 年) 6 月に稼働を開始し、2008 年 (平成 20 年) 10 月には、現在建設中の 7 台の装置が一般利用を開始する予定である。さらに 7 台の装置の建設が計画されている。

### IUPAP ガイドライン

IUPAP (International Union of Pure and Applied Physics、国際純粋・応用物理学連合) は、欧米、日本などの物理学会の代表によって、1) 国際的な物理学の研究の支援、2) 国際協力の促進、3) 人類が抱える問題についての物理学を活用した解決、を目的として 1922 年に設立された国際機関で、現在 48 の国と地域が参加している。

1996 年の総会において、主要な物理学ユーザー施設の利用に関するガイドラインが示された。実験の選定基準として、①科学的意義 (優位性)、②技術的妥当性、③実験グループの能力、④必要とするリソースの利用可能性が示されている。また、受け入れ施設は、通常施設側で維持管理される関連実験エリアと設備を含めた施設の運転コストを、成果占有の場合を例外として、実験グループに要求しない、などの基本的理念が示されている。

### JRR-3

日本原子力研究開発機構原子力科学研究所内にある研究用原子炉。我が国初の国産研究炉として 1962 年に初臨界を迎えたが、1985 年より高性能化のための改造工事を行っ

た。改造後の原子炉は 1990 年の初臨界を経て最高熱出力 20MW で運転を開始した。

## **PFI**

Private Finance Initiative の略。公共施設等の建設、維持管理、運営等を民間の資金、経営能力及び技術的能力を活用して行う手法。

## **SNS**

米国オークリッジ国立研究所に建設された核破砕中性子源（The Spallation Neutron Source）の略称。1GeV の陽子加速器及びこれにより駆動される 1.4MW 出力の中性子源から得られるパルス中性子ビームを用いて中性子利用研究を行う。米国会計年度 1998 年から建設に着手し、2006 年 5 月に完成した。

## **W（ワット）**

電力を表す単位で、電流をアンペア（A）、電圧をボルト（V）で表した場合、その積がワット（W）である。加速器のビーム出力の単位としても用いられ、その場合、ビーム電流をアンペア（A）、ビームエネルギーを電子ボルト（eV）で表してその積がワット（W）となる。MW はメガワットと読み、百万ワットを表す。核破砕反応によって生じる中性子ビームの強度はほぼ陽子ビームのワット数に比例する。

### **【ア行】**

#### **エネルギースペクトル**

エネルギーに対する強度の分布。

### **【カ行】**

#### **核破砕中性子源**

高エネルギーに加速された陽子ビームを重金属の標的に照射し、重金属原子核の核破砕反応により中性子を大量に発生させる方式の中性子源。一般にはパルス陽子ビームを用いてピーク強度の高いパルス中性子を生成し、中性子散乱研究などに利用する。陽子ビームのエネルギーと電流の積（ワット）が発生する中性子の量に比例することから、核破砕中性子源の強度を 1MW など表す場合が多い。

#### **核変換技術**

核反応によってある核種が他の異なる核種に変わることを利用して放射性核種の寿命を短縮する技術。半減期（存在する数が半分に減少するのに要する期間）が数千年から数百万年の長寿命の放射性核種を、半減期が数十年の短寿命の核種または放射線を出さない安定な核種に変えることが期待されている。

#### **クォーク**

物質を構成する最も基本的な構成要素の一種。u（アップ）、d（ダウン）、s（ストレ

ンジ)、c(チャーム)、b(ボトム)、t(トップ)の6種類ある。通常単体では存在せず、クォーク複合体を形成して核子や中間子などを構成する。

### 高温超伝導

低温において物質の電気伝導が0となる現象を超伝導と呼ぶ。高温超伝導とは超伝導が高い温度で起こることをいうが、一般には銅酸化物系の超伝導体を示す現象を指す。銅酸化物高温超伝導体は1986年にベドノルツとミュラーによって発見されたが、その起源については未だに論争が続いている。

### 国際諮問委員会

J-PARCの運営及び利用に係る重要事項について、日本原子力研究開発機構・理事長、高エネルギー加速器研究機構・機構長、及びJ-PARCセンター長の諮問に応じて審議を行い、答申をするために設置された委員会。10名程度の国内外有識者から構成される。

### 【サ行】

#### 残留応力

材料に外力を加え、その外力を取り除いた後にも材料内部に残る力。材料の亀裂や破壊の原因となる。

#### 時間積分強度

ビーム強度を参照。

#### シンクロトロン

円周状に偏向電磁石を並べて加速された荷電粒子が一定軌道を回るようにした加速器。粒子は円周の一部に挿入された高周波加速空洞で徐々に加速される。粒子速度の上昇に合わせて偏向電磁石の強度を上昇させることで軌道半径を一定に保つ。

### 【タ行】

#### 中間子

メソン、メソンとも呼ばれる。ハドロンの一種でクォークと反クォークの対からなる。

#### 中性子

陽子とともに原子核を構成する粒子(核子)のひとつ。水素の原子核である陽子とほぼ同じ質量を持ち、電気的には中性である。また、微小磁石としての性質(磁気能率(モーメント))も持つ。物質の構造やダイナミクスの研究などにも用いられ、物質内への透過力が高い、水素などの軽い原子や物質の磁氣的性質(磁性)に対し敏感、などの特徴がある。

## 中性子ビームライン

原子炉や加速器中性子源から中性子をビーム状に取り出して利用するための装置で、中性子実験装置とも言う。十メートルから百メートル程度の中性子導管と遮蔽からなるライン状の部分と散乱中性子の測定器が試料を取り巻くように配置される計測部から構成される。

## 定常中性子源

定常的に中性子が発生する中性子源。原子炉での核分裂反応を利用した中性子源の多くは定常中性子源となる。対語としてパルス中性子源を参照。

## 特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律

特定先端大型研究施設の共用を促進するための措置を講ずることにより、研究等の基盤の強化を図ると共に、研究等に係る機関及び研究者等の相互の間の交流による研究者等の多様な知識の融合等を図り、もって科学技術の振興に寄与することを目的として、現在、次世代スーパーコンピュータ、SPring-8、X線自由電子レーザーが対象施設となっている。

## 【ナ行】

### ニュートリノ

中性微子とも呼ばれる。レプトンの一種で電荷を持たず、弱い相互作用しかしない。電子、ミュオン、タウオンと対をなす3種類が存在し、それぞれ電子ニュートリノ ( $\nu_e$ )、ミューニュートリノ ( $\nu_\mu$ )、タウニュートリノ ( $\nu_\tau$ ) と呼ばれる。ベータ崩壊の際などに発生するが、ほとんど物質と反応しないので検出が困難である。他の粒子に比べて大変軽く、標準理論では質量ゼロとされていたが、近年のスーパーカミオカンデでのニュートリノ振動の研究により、微少なながら質量を持つことが示唆された。

### ニュートリノ振動

ニュートリノが質量を持つことによりニュートリノの種類が変化する現象。変化の周期はニュートリノ間の質量差で決まる。

### 熱中性子

中性子はそのエネルギーによって低い順から冷中性子、熱中性子、熱外中性子、高速中性子などと呼ばれる。熱中性子は数十 meV ~ 数百 meV のエネルギーを持つ中性子のことをいう。

### 燃料電池

水素と酸素の化学反応によってエネルギーを取り出す装置。小型でも高効率期待され、排出物も水だけなのでクリーンであるため、次世代の分散型エネルギー源として注目されている。

## 【八行】

### ハドロン

強い相互作用をする核子（陽子と中性子）や中間子の総称。複数個のクォークから構成される。クォーク相互を結びつける糊の役割をしている粒子がグルーオンである。

### パルス強度

ビーム強度を参照。

### パルス中性子源

パルス状の中性子を発生させる中性子源。J-PARC などのように陽子加速器から得られる陽子ビームを重金属のターゲットに当てて中性子を発生させる方式の中性子源（核破砕中性子源を参照）では、陽子ビームがターゲットに入射するタイミングに合わせてパルス状に中性子が発生するため、パルス中性子源と呼ぶ。対語として定常中性子源を参照。

### ピーク強度

ビーム強度を参照。

### ビーム強度

一定時間内にターゲットなど、ある面を通過する粒子の数。ビームがパルス状に生成される場合、そのパルス内の瞬間的な最大粒子数をピーク強度、パルス内に含まれる粒子の数をパルス強度、時間的に平均した強度を（時間）平均強度、実験に使われた全粒子数を表すときなどにはその積分値を（時間）積分強度と呼び、区別する。

### 標準理論

標準模型ともいい、素粒子に働く強い相互作用、弱い相互作用、電磁相互作用を記述する理論。強い相互作用を記述する量子色力学、弱い相互作用と電磁相互作用を記述するワインバーガーサラム理論、小林－益川理論からなる。

### フライホイール

物体の回転運動の形でエネルギー（電力）を蓄えておく装置。50GeV シンクロトロンは、3GeV で入射してから 50GeV に加速するということを約 0.3Hz で繰り返す。これに応じて電磁石磁場を繰り返し上げ下げしなければならない。そのために生じる電力変動を低減し平滑化するためにフライホイールが用いられる。

### 放射化分析

試料に放射線を照射して放射性核種を作り（放射化）、その放射性核種が安定核種に戻る際に放出する放射線を分析することで試料に含まれる元素の量を分析する手法。

## 放射光

電子、陽電子等の高エネルギーの荷電粒子が磁場中で軌道を曲げられるときに軌道の接線方向に電磁波（光）を出す現象をシンクロトロン放射と呼び、そのとき放出される光をシンクロトロン放射光あるいは単に放射光と呼ぶ。指向性が高く輝度が高いのが特徴。

## 【マ行】

### ミュオン

ミュオンとも呼ばれる。電子と同じくレプトンの一種で電荷とともに磁気能率を持つが、質量は電子のおおよそ 200 倍である 105.7MeV である。磁気能率を持つことや軽い陽子として振舞うことを利用して、物質の磁気的な性質や拡散現象の研究などに利用されている。

## 【ヤ行】

### 陽子

プロトンとも呼ばれる。原子核を構成する粒子（核子）のひとつで、電子と同じ大きさ（電荷素量）の正の電荷を持つ。水素の原子核は陽子 1 個からなる。

## 【ラ行】

### ラジオグラフィ

物質によって放射線の吸収、透過の大きさに差があることを利用し、放射線を試料に照射してその透過像を撮影することで試料内部の構造や欠陥を調べる方法。

### リニアック（LINAC）

線形加速器（Linear Accelerator）。直線状に並べた電極に交互に電場をかけて荷電粒子を加速する加速器。加速エネルギーが高くなるほど長くなる。

### 利用者協議会

J-PARC の利用者の立場から、J-PARC の運営及び利用に関する事項について協議し、J-PARC センター長に助言するために設置された協議会。両機関に所属しない、J-PARC の各実験施設を利用する研究分野毎に数名の代表者で構成されている。

### 量子ビームテクノロジー

加速器、高出力レーザー装置、研究用原子炉等の施設・設備を用いて、高強度で高品位な光量子、放射光等の電磁波や、中性子線、電子線、イオンビーム等の粒子線を発生・制御する技術、及び、これらを用いて高精度な加工や観察等を行う利用技術からなる先端科学技術の総称。

## レプトン

物質を構成する最も基本的な構成要素の一種で強い相互作用を受けない素粒子。電荷を持つ  $e$  (電子)、 $\mu$  (ミュオン)、 $\tau$  (タウオン) と電荷を持たない  $\nu_e$  (電子ニュートリノ)、 $\nu_\mu$  (ミューニュートリノ)、 $\nu_\tau$  (タウニュートリノ) の計6種類がある。

## 大強度陽子加速器計画評価作業部会の設置について

科学技術・学術審議会  
研究計画・評価分科会原子力分野の研究開発に関する委員会  
学術分科会学術研究推進部会

### 1. 設置の趣旨

大強度陽子加速器（J-PARC）計画は、原子力委員会及び学術審議会加速器科学部会により合同で設けられた評価専門部会において事前評価（平成12年8月）が実施され、独立行政法人日本原子力研究開発機構（当時、特殊法人日本原子力研究所）と大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構（平成16年4月より法人化）の共同プロジェクトとして、平成13年より建設が着手された。

また、平成15年12月には科学技術・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の評価作業部会において中間評価が実施された。

本計画については、平成20年度の供用開始を目指し、施設等の建設が順調に進捗しているところであり、J-PARCを円滑に利活用するために、適切な施設運用・利用体制等について検討する重要な時期にきている。また、前回の中間評価実施後3年が経過し、諸情勢が変化していることもあり、改めて本計画の評価を実施し、今後の方向性を示していく必要もある。

このため、上記に係る検討・評価を行う本評価作業部会を設置する。

### 2. 主な検討事項

- (1) 前回の中間評価における指摘事項への対応について
- (2) 多目的研究施設としての適切な運用体制の構築について
- (3) 各種実験施設における円滑な利用体制の構築について
- (4) 運営経費の考え方について
- (5) 国際的に開かれた研究施設の考え方について
- (6) その他

### 3. 設置の形態

科学技術・学術審議会学術分科会学術研究推進部会及び研究計画・評価分科会原子力分野の研究開発に関する委員会合同による大強度陽子加速器計画評価作業部会を設置する。

### 4. 庶務

大強度陽子加速器計画評価作業部会の庶務は、関係課室の協力の下、研究振興局基礎基盤研究課量子放射線研究推進室が処理する。

## 大強度陽子加速器計画評価作業部会 委員名簿

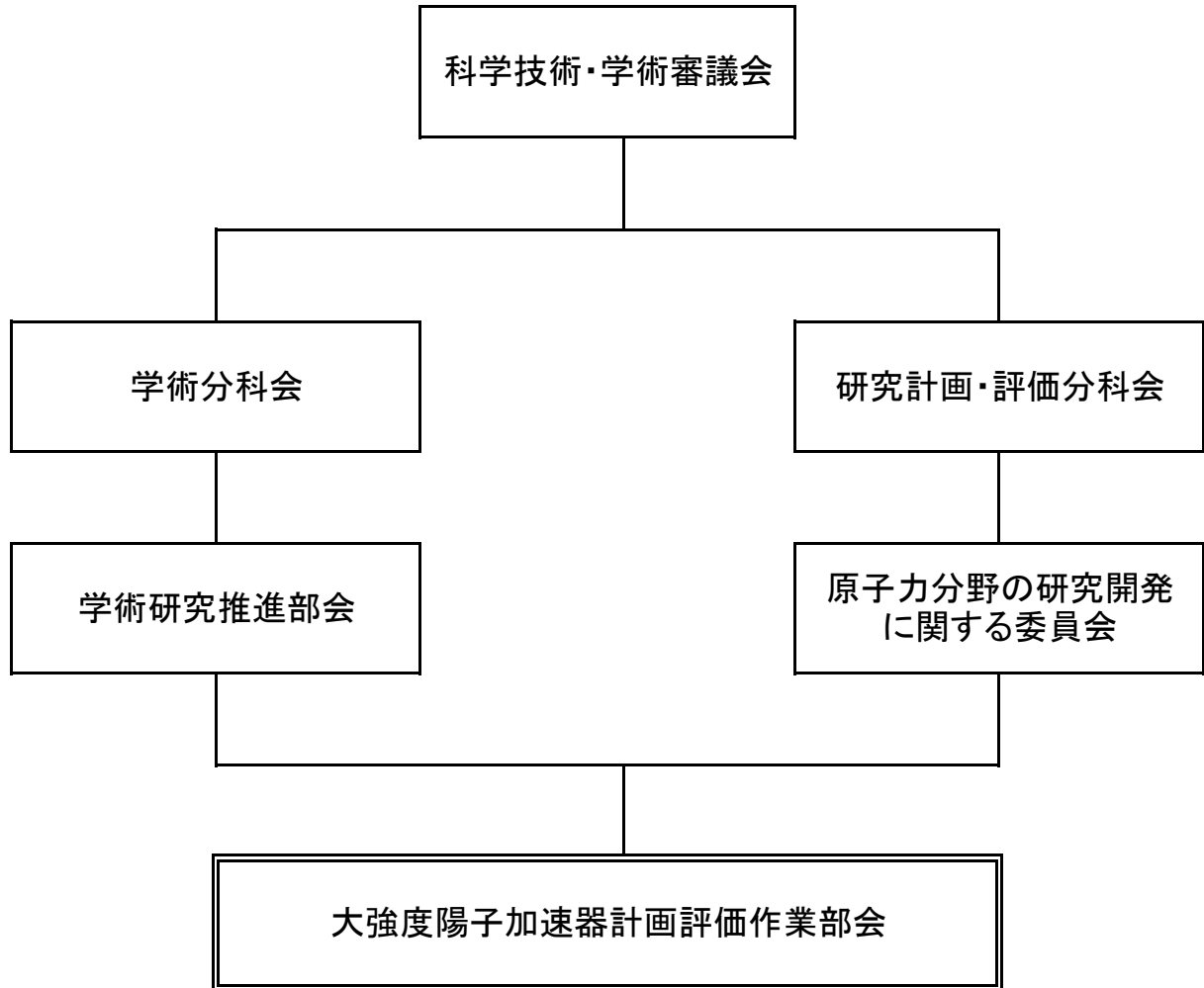
| 氏名       | 所属・役職                                      |
|----------|--|
| 飯吉 厚夫    | 中部大学総長                                     |
| 家 泰弘     | 東京大学物性研究所教授                                |
| 主査 井上 明久 | 東北大学総長                                     |
| 井上 信     | 京都大学名誉教授                                   |
| 大野 英雄    | 財団法人高輝度光科学研究センター専務理事                       |
| 小川 智子    | 岩手看護短期大学副学長                                |
| 長我部 信行   | 株式会社日立製作所基礎研究所長                            |
| 金子 美智代   | トヨタ自動車株式会社第2材料技術部材料解析室グループ長                |
| 川上 善之    | エーザイ株式会社創薬技術研究所主幹研究員                       |
| 駒宮 幸男    | 東京大学素粒子物理国際研究センター長                         |
| 酒井 英行    | 東京大学大学院理学系研究科教授                            |
| 荘司 弘樹    | 宇都宮大学地域共生研究開発センター准教授                       |
| 西村 紀     | 株式会社島津製作所ライフサイエンス研究所技術顧問<br>大阪大学蛋白質研究所特任教授 |
| 福山 秀敏    | 東京理科大学理学部教授                                |
| 横山 広美    | 東京大学大学院理学系研究科准教授／サイエンスライター                 |
| 和気 洋子    | 慶應義塾大学商学部教授                                |

計16名（五十音順、敬称略）

（平成19年4月現在）

別添

## 評価作業部会設置形態



【合同作業部会】

## 大強度陽子加速器計画評価作業部会 開催経緯

第1回：平成18年12月5日（火）

- 議題 （1） J-PARC計画の概要等について  
（2） これまでの評価について  
（3） 大強度陽子加速器計画評価作業部会の進め方について

第2回：平成19年1月19日（金）

- 議題 （1） 学際複合施設としての適切な運用体制の構築について  
（2） J-PARCの円滑な利用体制の基本的な考え方について  
（3） その他

第3回：平成19年2月27日（火）

- 議題 （1） 各実験施設の利用方法や課題選定のあり方について  
（2） 利用料金の基本的な考え方について  
（3） 物質・生命科学実験施設における産業利用の促進について  
（4） その他

第4回：平成19年3月7日（水）

- 議題 （1） J-PARCセンターの運営について  
（2） ユーザーからのJ-PARC利用における要望等について  
（3） その他

第5回：平成19年3月23日（金）

- 議題 （1） 中間評価報告（平成15年12月）のフォローアップについて  
（2） 国際的に開かれた研究施設の考え方について  
（3） その他

第6回：平成19年4月16日（月）

- 議題 （1） J-PARCセンターのあり方及び運用体制について  
（2） これまでの議論についての整理

(3) その他

第7回：平成19年4月24日（火）

- 議題
- (1) 中性子利用における成果と今後の期待
  - (2) 先端的研究施設としての幅広い利用への対応について
  - (3) 運転経費の考え方について

第8回：平成19年5月22日（火）

- 議題
- (1) 運転経費の考え方について
  - (2) 報告書の素案について
  - (3) その他

第9回：平成19年6月13日（水）

- 議題
- (1) 報告書（案）について
  - (2) その他