

中間評価票

(平成24年6月現在)

1. 課題名 大強度陽子加速器施設 J-PARC

2. 評価結果

(1) 課題の進捗状況

【5年間の進捗状況】

- A) 平成13年に整備を開始、平成21年4月に計画どおり全施設の稼働に成功している。
- B) 物質・生命科学実験施設 (MLF) の中性子源については、中性子強度や波長分解能で世界最高クラスの性能を達成。また、平成21年7月には中性子線施設が「特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律」における共用施設として指定された。
- C) 東日本大震災 (震度6弱) においては、施設・設備等に甚大な被害が生じた。復旧においては、センター長の強力なリーダーシップの下、日本原子力研究開発機構 (JAEA) 及び高エネルギー加速器研究機構 (KEK) の両機関の垣根を越えて早期復旧に取り組み、被災から1年もたたない平成24年1月には一部で修復が行われているものの、早くも運用を再開した。
- D) リニアックの400MeVへの性能回復については、平成20年の運転開始後直ちに整備が開始され、平成25年度夏期に実施予定となっている。第Ⅱ期計画として構想されていたものについては、前回中間評価の指摘を踏まえつつ、準備段階としての整備が一部進められている状況である。
- E) J-PARCを構成するそれぞれの実験施設において、学術分野から産業分野に至るまで、数多くの成果が創出されている。

【必要性・有効性・効率性】

- F) 先導性や発展性等から科学的・技術的意義は極めて高く、産業応用や国際競争力の向上等の観点から社会的・経済的意義、国や社会の課題解決への貢献や学術的価値の創出等の観点から国費を用いた研究開発としての意義についても高いものである。
- G) 新しい知の創出や研究開発の質の向上、人材養成等に対し非常に貢献しており、J-PARCの有効性は極めて高い。
- H) J-PARCセンターを中心として、JAEAとKEKの両機関が連携・協力して、利用者が運営主体の違いを意識せずに利用できるようユーザーオフィスの一元化など効率的・効果的な運営に向けた取組が行われている。

【前回評価の指摘事項への対応状況】

- I) 施設が建設段階であった前回の評価においては、計画の意義及び計画の進捗に加え、以下①～⑤の各項目について検討・評価が行われた。それぞれの指摘事項への対応状況については一部遅延しているものがあるものの、全体的には概ね順調に進捗していると考えられる。特に、東日本大震災からの早期復旧は、J-PARCセンターが一丸となった取組によるものであり極めて高く評価できる。一方で、未着手な課題や引き続き対応が必要なもの、内外の状況変化による新たな課題や更なる取組の強化が必

要なものがある状況である。各項目の対応状況は以下のとおりである。

- ①平成15年度の評価における継続検討事項については、引き続き取組が必要であるが、状況の変化も踏まえつつ、適切に対応しているものと言える。
- ②多目的研究施設としての運営体制の構築については、引き続き改善していくべき課題があるものの、概ね適切に対応していると言える。
- ③中性子線施設の運営・利用の推進及び運営経費については、様々な取組が順次進められ、震災からの早期復旧により平成24年1月に共用法に基づく共用を開始したことは高く評価できる。しかしながら、産業界からの期待も大きいことも踏まえつつ、引き続き、利用者視点に立った運用の改善を進めていくことが必要である。
- ④国際公共財としての取組については、一部進められてはいるものの、世界最先端研究施設として国際的な研究拠点を構築するためには、研究居室等の環境整備をはじめ、より高いレベルでの取組が必要である。
- ⑤運用・利用体制については、J-PARCセンターに設置された各委員会で個別にレビューがなされているが、施設全体の運用開始から間もないこともあり、まだ全体的なレビューは行われていない。J-PARCセンターの位置付けを含む運営体制については、引き続き国際諮問委員会で評価を受けるとともに、運用・利用体制に関して、今後の利用の進展を踏まえたレビューを次回評価までに行うことが必要である。

(2) 各観点の再評価と今後の研究開発の方向性

【意義について】

- J) J-PARCの目指すところは、新しい科学の開拓である。世界最高強度のビームを活用して、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・生命科学等について、基礎・基盤研究から産業応用まで幅広い分野の研究開発を飛躍的に発展させることを目指す世界最先端かつ多目的の研究施設であり、世界のフロントランナーとして、第4期科学技術基本計画において果たすべき役割は極めて大きく、本格的な運用が始まる中、我が国が目指す科学技術創造立国への貢献がますます期待される状況となっている。
- K) また、5年後の利用者は最大で7000人程度に増加することが見込まれ、我が国の中核的研究拠点、国際公共財として、施設を最大限効果的・効率的に活用する点からも、引き続き、J-PARCの着実な整備が求められ、また熾烈な国際競争を踏まえれば、J-PARCを利用した研究の有効性は明白であり、その研究能力を更に向上させる緊急性は極めて高くなっており、引き続き積極的な取組を図ることが極めて重要である。

【必要性・有効性・効率性】

- L) 科学的・技術的意義、社会的・経済的意義、国費を用いた研究開発としての意義については、前回評価からその必要性が変わるものではない。
- M) 有効性については、今後は課題解決型研究開発の実現やイノベーションの推進、国際頭脳循環の拠点形成など科学技術政策における中核施設としての役割が重要である。

N) 効率性については、引き続き、利用者視点にたつて施設を円滑かつ効果的に運営しつつ、最先端の研究施設にふさわしい成果を創出していくことが重要である。

【今後の課題】

O) 取り巻く状況変化を踏まえ、本格的な運用期に入った J-PARC について、今後の課題及び研究や利用の方向性等について重要な点は以下の通りである。

① 研究能力の更なる向上 について、トップダウン型の研究開発、産業界と連携、効果的な広報、大規模先端施設との有機的な連携・活用等が重要である。加速器・ニュートリノではビーム強度の増強等、中性子では一貫した分析サービスの提供、生命科学分野の装置整備等、ミュオンでは新規ラインの波及効果の明瞭化等、ハドロンではメインリングの高度化、ビームラインの効率的整備の検討、核変換では今後の原子力政策における位置付けを踏まえた柔軟な対応等、施設整備では総合研究基盤施設及び放射化物使用棟の整備などが課題である。

② 教育及び研究者育成の役割 について、学生や若手研究者が研究の最前線に触れられる高度な教育を受ける場として、更なる人材育成などが課題である。

③ 国際研究拠点化の役割 について、常駐外国人研究者の増加、生活支援等に係る地元自治体との連携・協力、海外からの非公開利用の取扱基準の検討などが課題である。

④ 中性子線施設の共用の促進の役割 について、利用者支援等の充実・強化、潜在的利用者の掘り起こし、専用ビームラインの有効利活用、JRR-3 との一体的な利用、産学連携ビームラインの整備などが課題である。

【今後の方向性】

P) 施設全体を通じた運営の基本的な方向性として、今後 5 年程度の間においては、以下の点について重点的に取り組むべきである。

① 真の国際研究拠点となるために、世界トップレベルの研究開発とそれを支える環境の整備を強力に推進する。

② 国内唯一の大型陽子加速器施設かつ複合研究施設として、研究者養成・若手人材の育成を強化する。

③ 共用法に基づく共用を促進し、イノベーションの創出と国際競争力及び産業競争力の強化に貢献する。

④ 国民の信頼と支持を得ていくために、様々な関係者が情報発信と広報活動について、更なる工夫と強化を図る。

Q) これらの方向性を踏まえつつ、J-PARC の能力を最大限発揮できるよう取り組むことが重要であり、各施設の今後の課題が適切に取り組まれることが求められる。

(3) その他

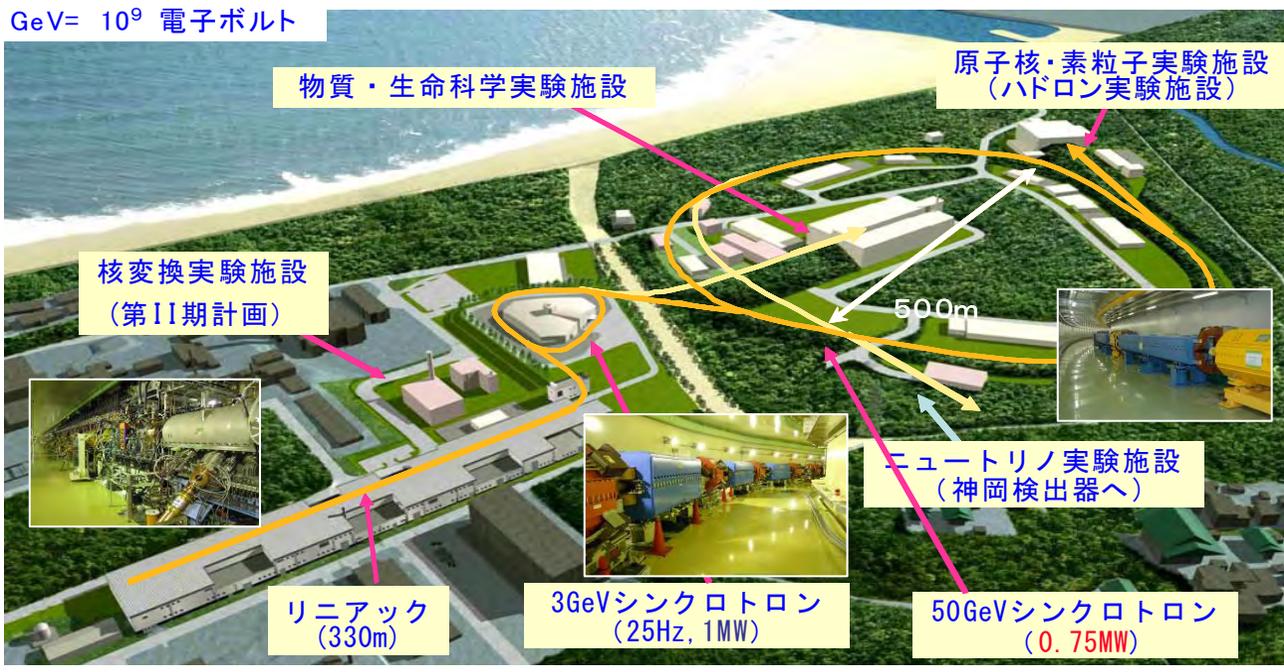
R) S P r i n g - 8 や S A C L A、「京」等の最先端施設が本格的に活用できるという強みを最大限に活かして、科学技術全体を押し上げていくことが重要である。

S) J-PARC が、国際的な頭脳循環の中核的拠点として、また研究開発プラットフォームの一翼を担う研究基盤として、科学技術及び学術の振興、産業の発展に大いに貢献し、我が国の未来を築いていくことを期待する。

J-PARCの概要

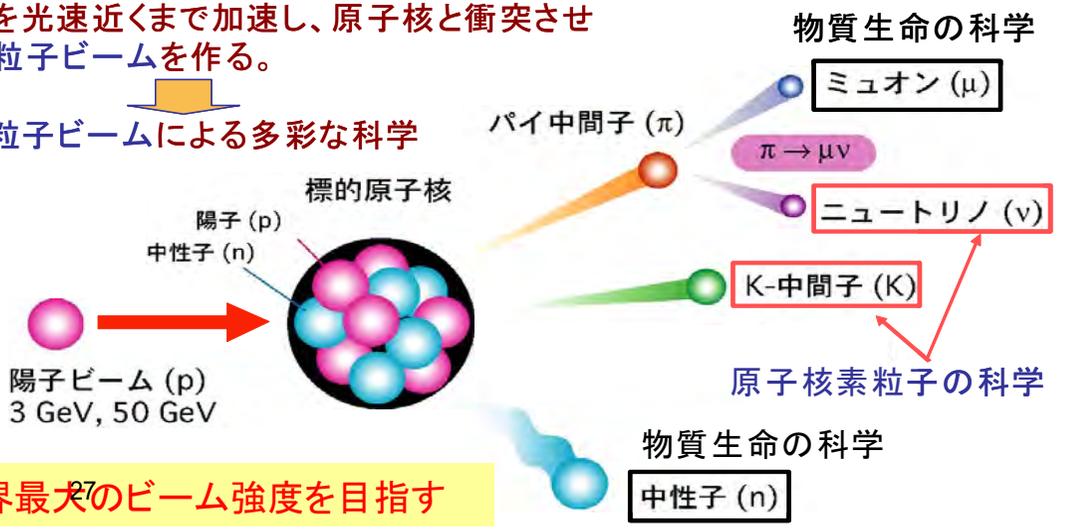
- 日本原子力研究開発機構(JAEA)と高エネルギー加速器研究機構(KEK)が両者のポテンシャルを活かし、共同して加速器計画を推進。
- 世界最高レベルのビーム強度を有する複合陽子加速器施設により多彩な二次粒子を用いた新しい研究手段を提供し、物質科学、生命科学、原子核・素粒子物理学など、基礎科学から産業応用までの幅広い研究開発を推進する複合施設。
- このうち特定中性子線施設を、共用法(※)に基づき、産学官の多様な分野の研究者へ広く共用。
- 2001年建設着手、2008年施設運用開始。
- 東日本大震災で甚大な被害を受けたが、平成24年1月に運用を再開するとともに、中性子線施設の共用を開始。

GeV= 10⁹ 電子ボルト



陽子を光速近くまで加速し、原子核と衝突させ二次粒子ビームを作る。

二次粒子ビームによる多彩な科学



世界最大のビーム強度を目指す

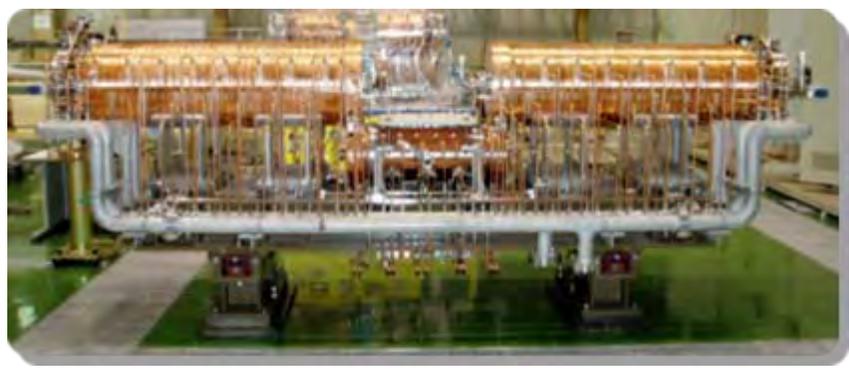
(※) 特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律

J-PARCの経緯

- 平成12年 8月：原子力委員会・学術審議会加速器科学部会にて事前評価取りまとめ
10月：中性子の産業応用フォーラム「大強度陽子加速器計画における中性子利用に関する要望と意見」
- 平成13年：建設着手
- 平成15年12月：科学技術学術審議会研究計画・評価分科会、学術分科会にて中間評価取りまとめ
- 平成18年 3月 J-PARC国際諮問委員会報告書
- 平成19年 6月：科学技術学術審議会研究計画・評価分科会、学術分科会にて中間評価取りまとめ
- 平成20年 5月：中性子産業利用推進協議会が発足
7月：J-PARCの利用方策の在り方に関する懇談会 報告書
12月：物質・生命科学実験施設(MLF)の供用開始
- 平成21年 2月：ハドロン実験施設の利用開始
4月：ニュートリノ実験施設の利用開始
7月：J-PARC中性子線施設が「特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律」の対象（7/1施行）
11月：MLFで陽子ビーム120kWで安定運転（世界最高のパルス状ミュオン強度達成）
12月：MLFで陽子ビーム300kWで1時間運転（世界最高の中性子パルスピーク強度達成）
- 平成22年 2月：スーパーカミオカンデにてJ-PARCによるニュートリノの検出に成功
11月：MLFで陽子ビーム200kWで安定運転
- 平成23年 3月：震災により運転停止
12月：ビーム試験開始
- 平成24年 1月：運用再開、中性子実験施設が共用開始

加速器出力の推移と今後の予定

- 加速器は、ビームパワー向上、運転時間や稼働率改善を図り、ユーザーへのビーム供給を行ってきた。現在は、震災前と同等かそれを超えるMLF 210kW、MR-FX 180kW、MR-SX 3kWで供給運転を実施。
- リニアックの400MeV化とRCSでの入射対応、リニアック初段部（イオン源、RFQ）の大電流化によりRCSの1MW出力を目指す。
- メインリングは高繰り返し化による速い取り出し750kW、ビームロスの低減などにより遅い取り出し100kWを目指す。



リニアックの400MeV化に用いる加速空洞

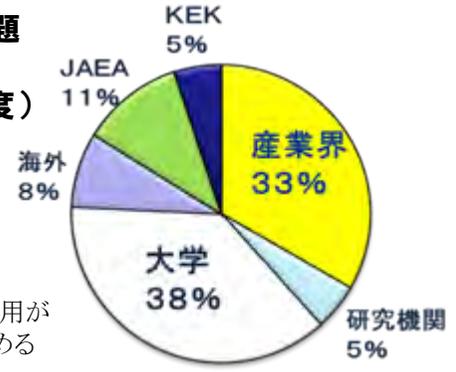
年度	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
RCS利用ビームパワー (最大パワー)			~300kW	>300kW	~1MW (1MW)	~1MW (>1MW)	
リニアック400MeV化 (リニアック加速空洞等、RCS入射対応) リニアック(RFQ、イオン源)大電流化	R&D、製作、試験		据付、調整	利用運転、1MW出力化		1MWの安定運転	
FXのビームパワー [kW] SXのビームパワー: 利用(スタディ)[kW]	150 3 (10)	200 10 (50)	300 <50	400 50 (100)			750 100
主電磁石電源: 繰り返し ※ 新主電磁石電源の開発、製作 ※	3.04 s	2.56 s	2.4 s R&D	製作・設置・試験			1.3 s
遅い取り出し機器のコリメータ、チタン化 ※	コリメータ設置	セプタム磁石ダクトのチタン化	静電セプタムチタン化	局所遮蔽設置等			

※J-PARCセンターとしての予定

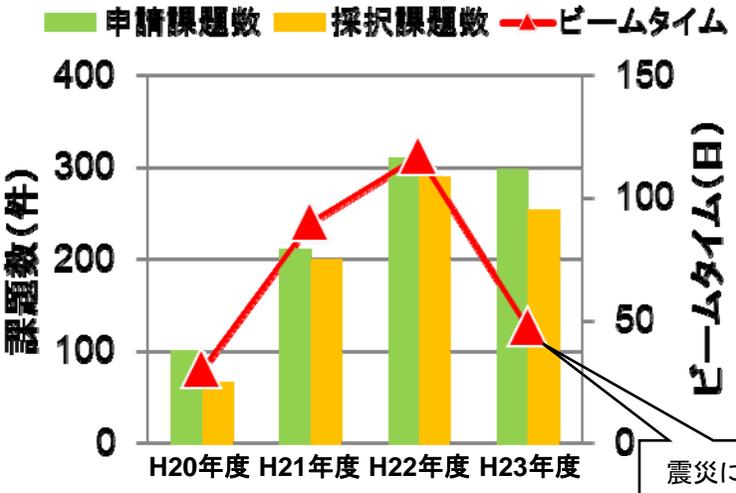
中性子実験について

- 発生する二次粒子のうち中性子を利用した研究を実施。世界最高性能の大強度中性子ビームを供給。
- 中性子実験施設は、「特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律」に基づく共用施設
- 設置可能ビームラインは23本。うち20本が運用・建設中。(共用6本、設置者10本、専用4本)
- 今後、計算環境、試料環境ラボの整備、4本の中性子実験装置整備を目指す。

一般課題への課題申請の割合 (H20からH23年度)



産業界からの利用が全体の1/3を占める



課題申請と採択課題数の推移 (プロジェクト利用、装置グループ利用を含む)

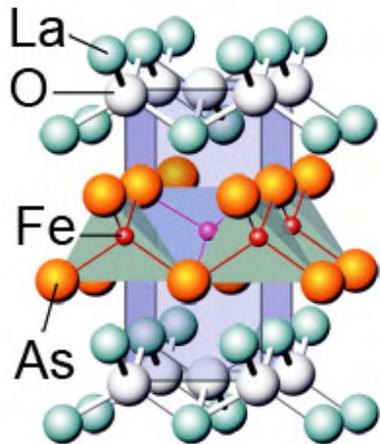


中性子ビームラインの設置状況

ミュオン実験について

- ▶ **Dライン**; 陽子ビーム出力120 kWで世界最高強度のパルス状ミュオン発生・供給開始し、高温超伝導体や、Li電池、非破壊検査、他多くの成果を輩出している。
- ▶ **Uライン**; 科研費新学術領域研究の資金にて装置建設中(2011年度～)。多層薄膜・ナノ、生命科学、スピントロニクスなどの産業利用にも展開が期待される。
- ▶ **Sライン**(未着手); 複数の特殊装置専用ビームラインで多彩な μ SR物質科学(極低温 μ SR、高時間分解能 μ SR、パルス強磁場/励起下 μ SR、 μ PMS)を展開する。
- ▶ **Hライン**(未着手); ミュオン基礎物理研究(ミュオニウムHFSの測定、ミュオン $g-2$ /EDMの測定、 $\mu-e$ 転換探索実験)を行う。

鉄系超伝導体の島状超伝導を発見

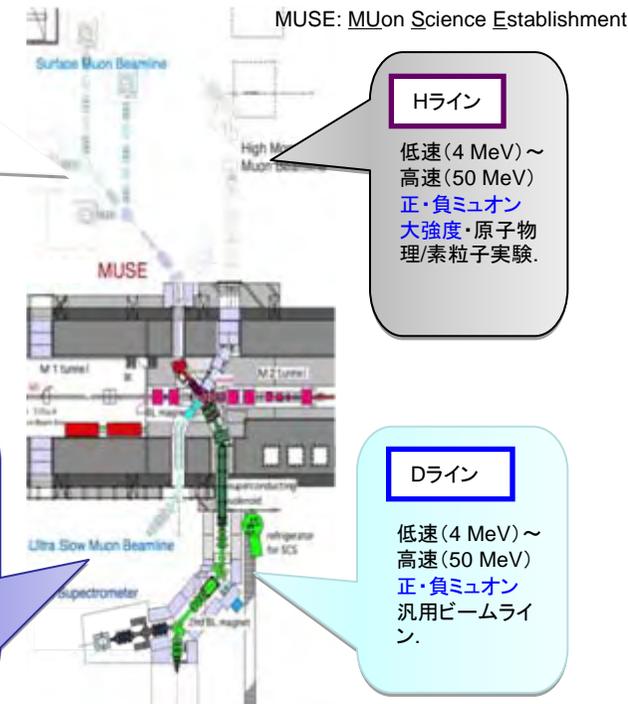


LaFeAsOの結晶構造

超伝導を担うFeAs面のFeをCoで置換すると、通常は超伝導が阻害されると予想されるが、鉄砒素系では超伝導が発現。



ミュオンスピン回転で同系物質 $\text{CaFe}_{1-x}\text{Co}_x\text{AsF}$ について調べ、超伝導が島状に発達し、磁性相と共存していることを発見。



今後のユーザー数予測と根拠

- ✓ 現在はDライン1実験エリアのみで、150人。
 - ✓ Dラインでは、キッカー電磁石整備により実質的に1.5倍のビームタイム(+70人)
 - ✓ Uラインの新設: 薄膜、生命科学の研究者等の、新規ユーザー(+60人)
 - ✓ Sライン: 物質生命科学のユーザー(+180人) 現在、外国施設ユーザー数
 - ✓ Hライン: 基礎物理の新規ユーザー(+200人)
- 利用者数は将来、600人以上に達する見込