



J-PARCの第II期計画について

高エネルギー加速器研究機構
日本原子力研究開発機構

(発表者:永宮正治 (J-PARCセンター長))



計画を二期に分割した経緯

- 平成12年度の事前評価(大強度陽子加速器施設計画評価専門部会)での結論

「(抜粋)本計画は、計画提案者の構想を全て実現しようとする、当初の約1,500億円を越えて約1,900億円にも及ぶ大型のプロジェクトである。我が国の現下の財政状況を踏まえれば、緊急性、重要性の高いものから実現することを考える必要がある。このため、現実的な資金計画を作成するとの観点から、各施設のプライオリティ付けを行なった上で、必要な性能を落とすことなく、順次建設に着手することが必要であろう。また、補完できる他の施設または競合する国内類似計画が存在するものについては、当該施設の建設計画の再検討を行うことを求めるものである。」

上記を受けて、

- 第I期として、最優先すべき施設として、加速器を優先。
- 実験施設の一部を第II期とする。

第II期計画の位置づけ

平成15年度の間評価での結論

4. 大強度陽子加速器建設計画の今後の進め方について (抜粋)

(2) 中間評価の実施について

上記の他、現時点で整備計画が具体化していない、核変換実験施設については、原子力委員会等他の国レベルの検討結果を踏まえ、計画を具体化することが適当である。また、素粒子・原子核実験施設の一部、物質・生命科学実験施設の一部、50GeVシンクロトロン用フライホイール等については、施設等を更に拡充するものであることから、財政状況等をみて計画を具体化することが適当である。

以上のようなことから、リニアックの性能回復の具体的な手順や、核変換実験施設、素粒子・原子核実験施設の一部、物質・生命科学実験施設の一部、50GeVシンクロトロン用フライホイール等の建設をどのように進めるかについては、加速器からビームが取り出され実験が開始されるまでに、その時点での本計画を取り巻く状況等を踏まえつつ、再度計画全体についての間評価を実施して、その中で、実験計画を含め、具体的な整備計画を立案することが適当である。



第I期計画と第II期計画の現状

<p>平成12年度事前評価の結果</p> <p>第I期計画 (最優先で建設すべき施設)</p> <p>第II期計画 (順次建設すべき施設)</p>	<p>平成15年度中間評価の結果</p> <p>第I期計画の追加部分</p> <p>リニアック性能回復(400MeV)</p>
---	---

原子核素粒子
実験施設
(ハドロン施設)

今後の原子力委員会等の国
レベルの評価を踏まえて計画
を具体化

核変換実験施設

400-600 MeV リニアック
(超伝導)

リニアック 常伝導
(当初200MeV, その後400MeV)

第I期計画運転開始後速やかに
建設開始を希望(CSTPでも要
請)

3GeV シンクロトロン

ミュオンと中性子
のビームライン
高度化

物質・生命科学
実験施設

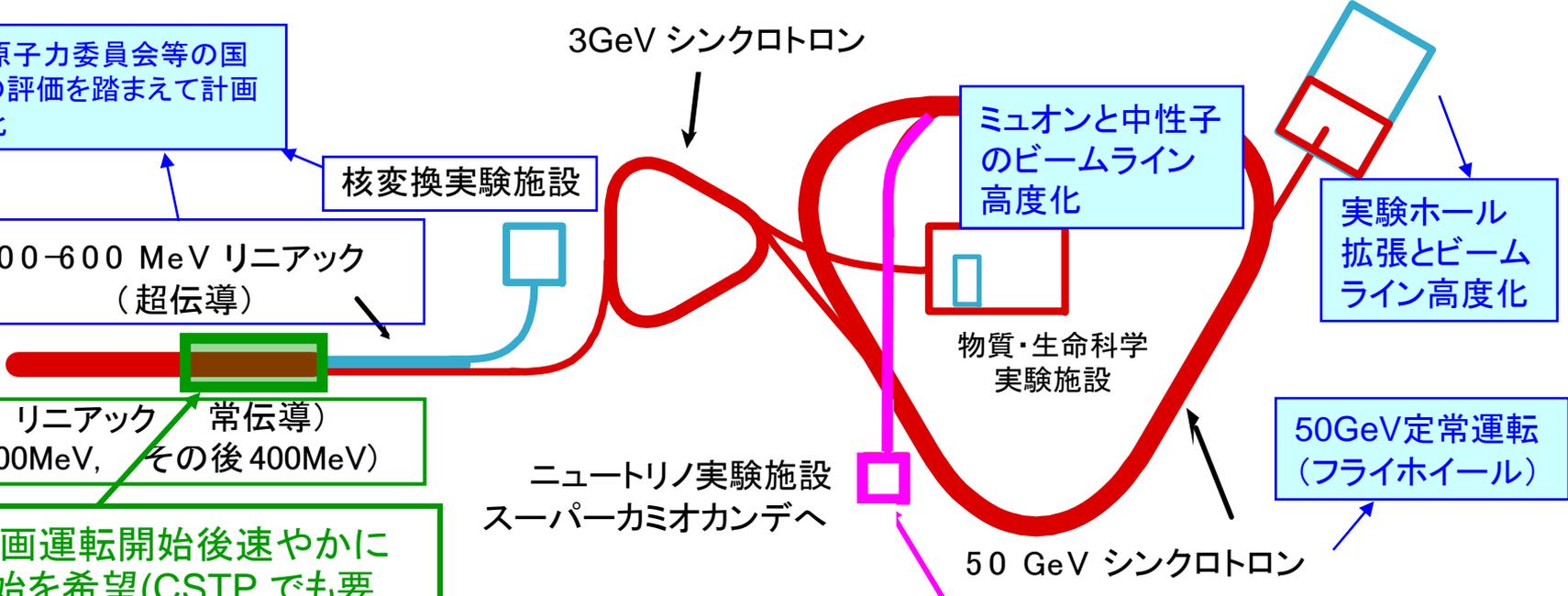
実験ホール
拡張とビーム
ライン高度化

ニュートリノ実験施設
スーパーカミオカンデへ

50GeV定常運転
(フライホイール)

50 GeV シンクロトロン

平成16年度より、第II期計画から第
I期計画に変更して着手



第II期計画の必要性

各施設	第II期の内容	第I期計画でできること	第II期の必要性
ミュオン実験施設	2次ビームライン高度化	汎用チャンネルによる暫定的共同利用実験の開始	先端的超低速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ンネルの出發
中性子実験施設	中性子ビームライン高度化	第I期に整備した汎用実験装置を用いた、物質・生命科学における従来型の研究が中心	ビームライン高度化により、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次ビームライン高度化	限られた運動量領域での荷電K中間子ビームを用いた原子核素粒子実験	多様な(電荷の種類、運動量領域、ビーム粒子の種類)二次ビーム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)	ビーム出力を大きく損なわない運転モード	50GeV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

第II期計画の総額は約130億円規模、但し、核変換実験施設は含まず。



ミュオン、中性子、
ハドロン、及び
50 GeVシンクロトロン



J-PARCミュオン第II期計画の必要性

■ 日本で育ったミュオン科学

- 日本で育った科学:
 - ゼロ磁場 μ SR開発と久保・鳥谷部理論
 - ミュオン触媒核融合実験、超低速ミュオン源開発
- ミュオン科学は、物質科学や生命科学においてこれから発展する科学:
 - 中性子と放射光と並ぶ物質研究のプロープ

■ 第I期計画で完成する汎用ビームチャネル

- ミュオン標的および中性子源にいたるビームラインの構築
- 正ミュオン、負ミュオン、4-40MeVミュオンビーム
 - 機能性物質(磁性、超伝導、半導体など)の研究
 - エキゾチック原子、分子の研究

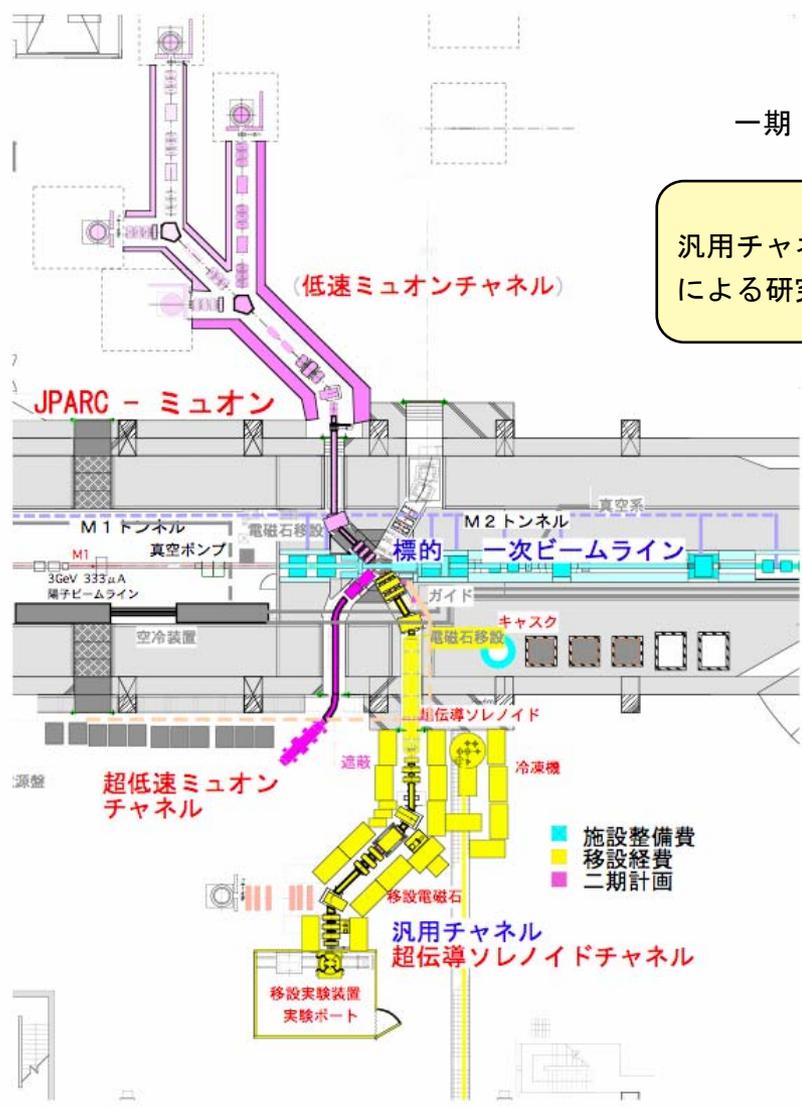
■ 第II期計画: 世界で最も優れた超低速ミュオン源

: 多くのユーザーの為の基幹チャネルの創成

- ナノサイエンス、表面・界面近傍の物理(ナノオーダーの深さを変えての測定)
 - 世界最高輝度のミュオンビーム、微小試料の μ SR測定
- ビーム分配による多くのビームチャネルと多くの実験ポートの創成
 - ミュオンによる産業利用(燃料電池等)、アクチナイド化合物などの物質研究



J-PARCミュオン第II期計画



一期

科学

二期

汎用チャンネルによる研究

- 負ミュオンによる科学
(エキゾチック原子分子)
(非破壊分析)
(負ミュオンによる物性研究)
- 正ミュオンによる物性研究
- バルク試料の微視的性質
(機能性物質研究)
(産業利用)
- ナノサイエンス、表面物理

超伝導ソレノイドチャンネルによる本格的推進

低速ミュオンチャンネルによる本格的展開 (分岐が可能) パルス分割

超低速ミュオンチャンネルによる先端的研究

■ 施設整備費
■ 移設経費
■ 二期計画



J-PARC中性子(KEK)第II期計画の必要性

- 第I期計画対応のための整備: 多くのユーザーへの利用機会の提供
 - 物質・生命科学における学術研究のための汎用実験装置の建設。
 - 既存の技術を中心としながら、大強度中性子源の特性をフルに活用して、新展開を図る装置群
 - KEKにおける大学共同利用実績から、多くのユーザーによる利用が見込まれる装置群である。

- 第II期計画: 新領域への挑戦
 - 新奇な学術研究の開拓と推進を目指す。
 - 絞られた研究テーマの遂行が目的
 - 新規開発技術を導入した新しい実験手法の確立

J-PARC中性子(KEK)第II期計画



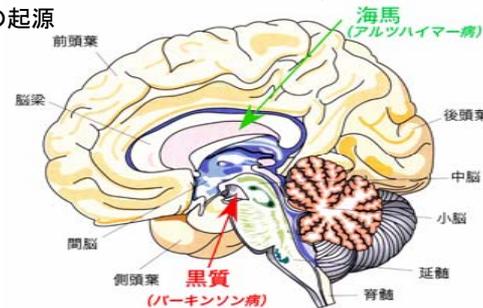
地球科学・宇宙科学への挑戦

地震や火山の発生メカニズムを解明
 マグマの構造(液体)、物理的性質を解明
 地球内部の水



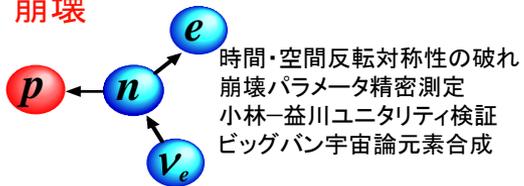
医学への挑戦

蛋白質の機能と形状
 蛋白質の異常解明
 アルツハイマーやパーキンソン病の起源
 白内障の起源



第II期計画で拓く 新領域

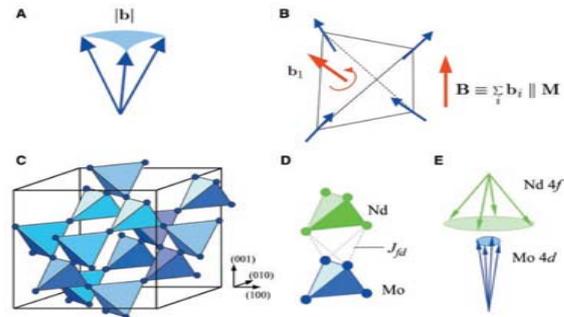
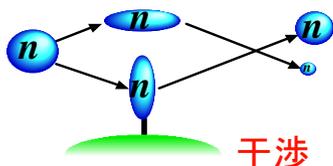
崩壊



散乱



地球重力による中性子位相変化
 Aharonov-Casher効果



強相関電子系、巨大磁気抵抗、軌道秩序、スピントロニクス
 超高压、超高磁場、レーザー照射下の原子・分子
 のダイナミクス

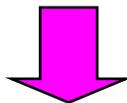
基礎物理学への挑戦

極限物性への挑戦

ハドロン実験施設 - 第II期計画の必要性

■ 第I期計画

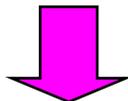
- 1本の一次陽子ビームライン+1個の二次粒子生成標的
- 限られた二次粒子ビームラインの整備



- 限られた実験プログラムを、順次実施していかなければならない。

■ 第II期計画

- 2本の一次陽子ビームライン+2個の二次粒子生成標的
- 多様な二次粒子ビームラインの整備

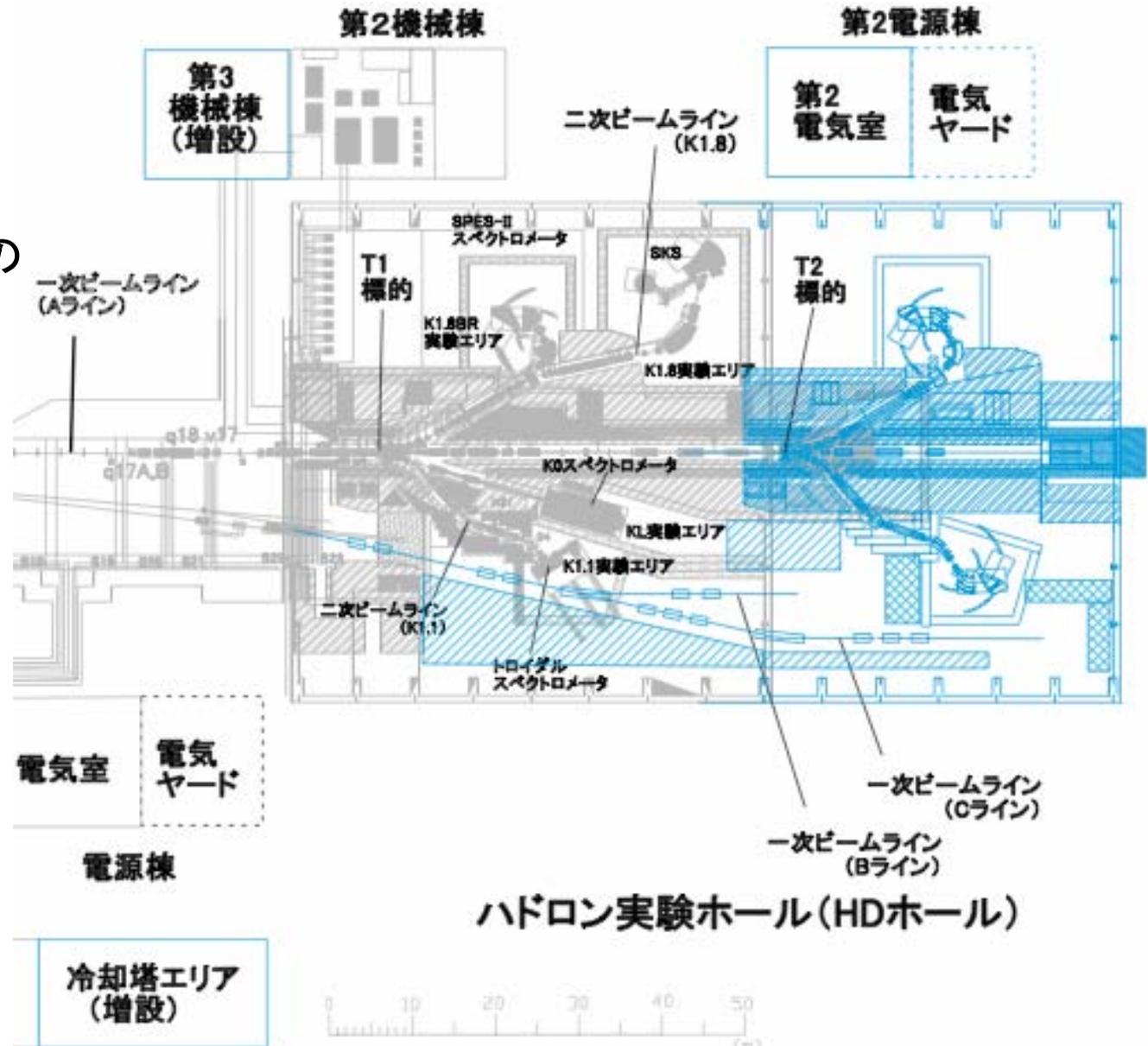


- 専用中性K中間子ビームラインや高運動量ビームラインなど、多彩な二次粒子を利用する実験が同時に実施可能。
 - 第I期施設の数倍の効率で実験課題を実施可能となる。→ユーザー数の増加、研究成果の飛躍的向上へ
 - 各実験に最適化した二次ビームラインの整備が可能となる。
 - 緊急の新たな実験課題に対しても柔軟な対応が可能となる。

世界的なスタンダードから見て、第II期計画程度の実験室の広さは必然！

ハドロン実験施設-第II期計画

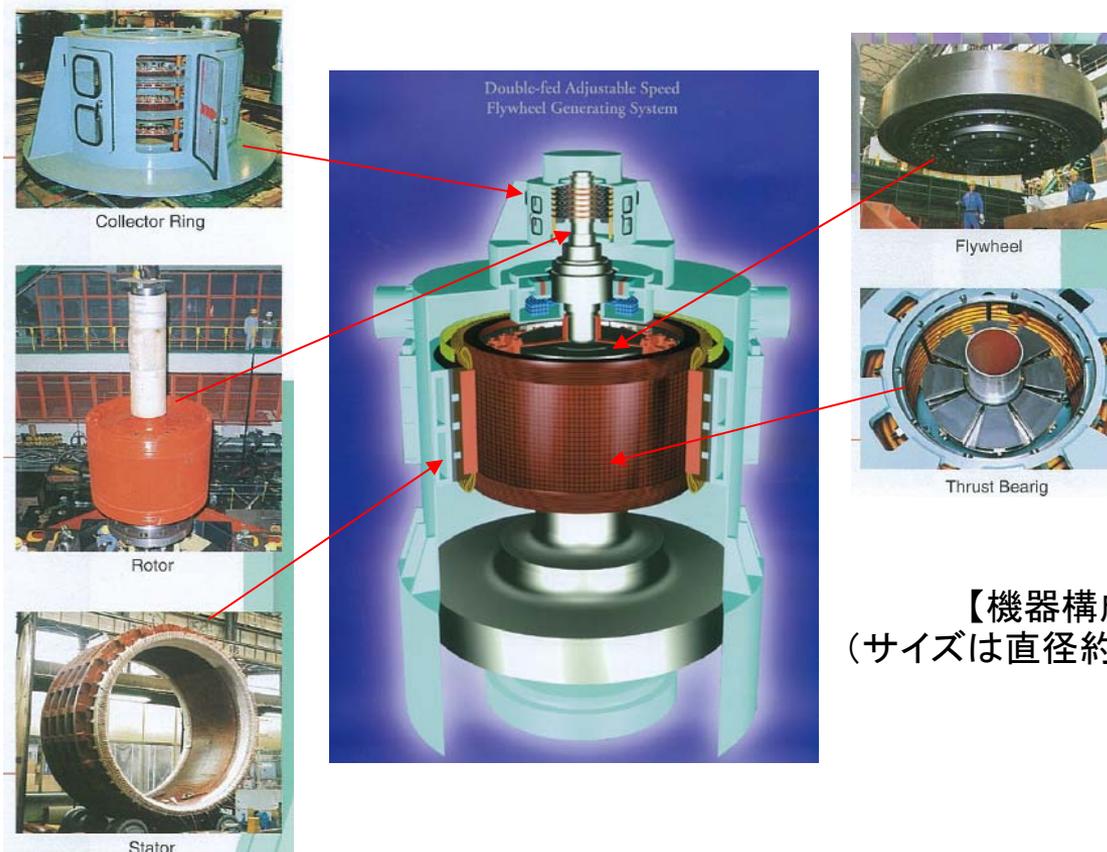
- 実験室の拡張 (60m→100m)
- ビーム生成標的の増強(1個→2個)
- 二次ビームラインの整備
- 各種付属施設の拡充



50 GeV シンクロトロンとフライホイール (1)

フライホイール(電力貯蔵装置)とは

フライホイールは、電力系統における急峻な負荷変動や故障等に対し、大電力の出し入れを高速に行い、50GeVでの定常運転時における電力系統の安定化や電力使用量の縮減等を可能とする。

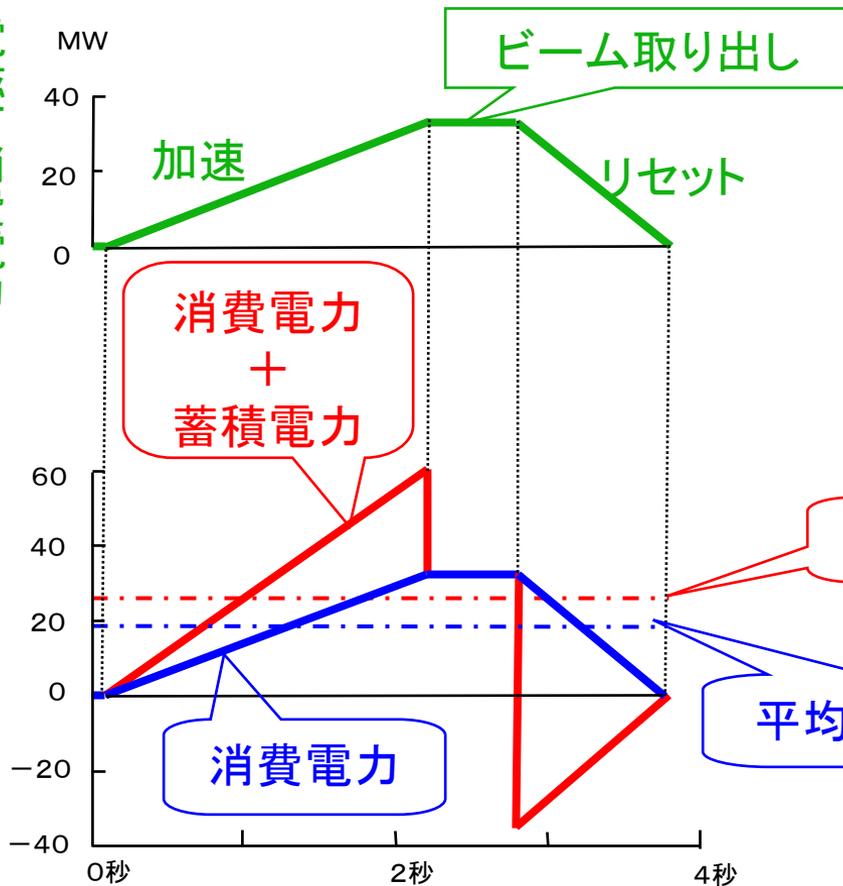


【機器構成概念図】
(サイズは直径約10m程度を想定)

50 GeV シンクロトロンとフライホイール (2)

電磁石消費電力

電力



ビームを加速するために、電磁石の電流を上げ下げすると、電磁石等への電力の蓄積と放出にともなう大きな電力変動が生じる。

フライホイールにより
約30%低減

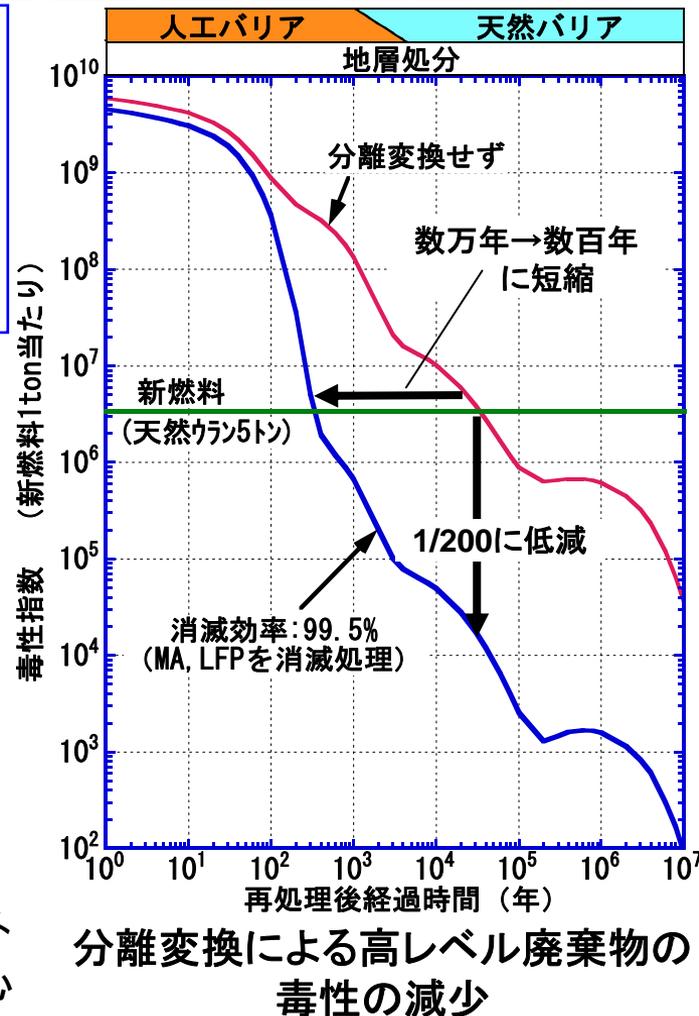
50 GeV での定常運転は、各実験におけるニーズを踏まえながら、段階的に対応。



核変換実験施設

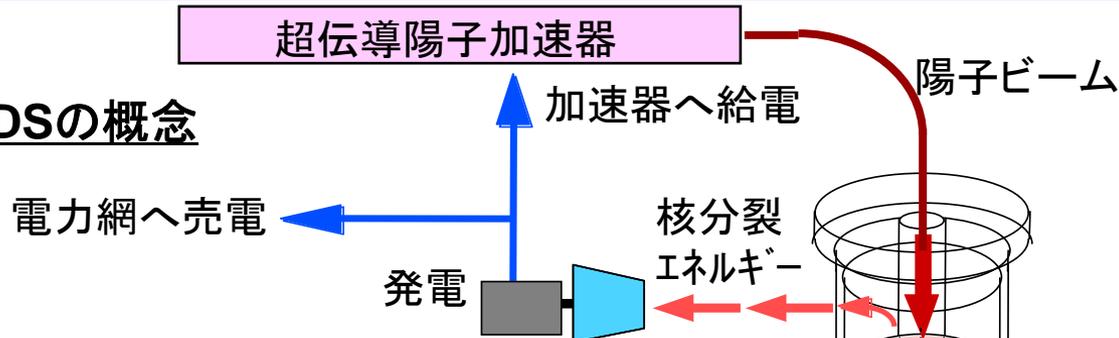
核変換技術とは

- 高レベル放射性廃棄物(HLW)のうち、長寿命で毒性の高いマイナーアクチノイド(MA)と長寿命核分裂生成物(LLFP)を**短寿命化**
- 毒性と発熱の低減により、**HLW処分の負担を軽減**
- **発電用高速炉**を用いる方法と**加速器駆動核変換システム(ADS)**を用いる方法に大別
- ADSは**MAの集中的な核変換**を目指す技術

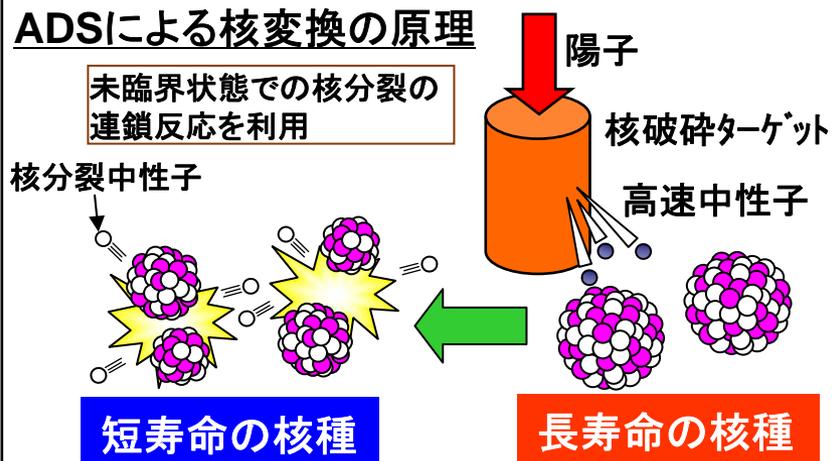


核変換技術は基礎的・基盤的段階にあるため、基礎実験施設を整備して着実に研究開発を進めることが必要

ADSの概念



ADSによる核変換の原理





核変換技術に関する研究開発の現状

■ 我が国における核変換技術の位置づけ

- 原子力委員会・研究開発専門部会・加速器検討会(2004年)
 - 加速器駆動核変換システム(ADS)について「原子力利用にブレークスルーを生み出すことが期待されている」と言及
- 原子力政策大綱(2005年)
 - 「基礎的・基盤的な研究開発の主要な活動」の一つとして「分離変換技術」を提示
- 総合科学技術会議による分野別推進戦略(2006年)
 - エネルギー分野の「重要な研究開発課題」の一つとして原子力基礎・基盤の中で「分離変換技術」を提示
- 高速増殖炉サイクルの実用化戦略調査研究に関する一連の評価(2006年)
 - 核変換によって廃棄物発生量を低減することの重要性認識が浸透

■ 世界的な高レベル放射性廃棄物(HLW)処分の負担軽減への期待

- 米国では、「GNEP計画」でユッカマウンテン処分場の容量増大等(2006年から開始)を検討
- フランスでは、FBR及びADSを用いた分離変換など研究開発を実施するための「放射性廃棄物等管理計画法」を2006年に制定
- 欧州原子力共同体(EURATOM)では、2005年からADSの総合的な開発プロジェクト「EUROTRANS」を開始

前回中間評価では原子力委員会等他の国レベルの検討結果を踏まえ、計画を具体化することが適当との結論

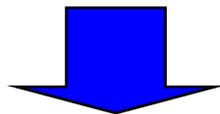
核変換実験施設の必要性

■ 加速器駆動核変換システム(ADS)に期待される役割

- 将来の核燃料サイクルにおいて取扱の厄介なマイナーアクチニド(MA)を集中的に核変換できるADSは、将来の核燃料サイクルの柔軟性を確保する可能性を有するものである。

■ FBRも含めた核変換技術の基盤整備の重要性

- ウランやプルトニウムに比べてMAの核データの精度は著しく低いため、FBRを用いる方法を含めて核変換技術の実現には核特性の検証が必須である。



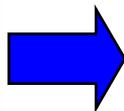
2050年頃の導入を目指す核変換技術のために、高速増殖炉の導入が予定されているが、一方、核変換実験施設を**基礎実験施設として整備**することも、原子力技術の新たな展開、技術基盤の確保、人材の育成、安全審査用データベースの構築等の観点から極めて重要

核変換実験施設に関する検討の進展

- 長期的な観点から、国際協力体制の中で研究開発を推進することで計画全体を見直し、「ADSターゲット試験施設」と「超伝導リニアック」を必要に応じて拡張できる施設として、物理実験施設を優先して検討。

■ 平成15年時点

- 核変換物理実験施設
- ADSターゲット試験施設
- 600MeV超伝導リニアック
- 基幹施設



■ 現在検討中の施設構想

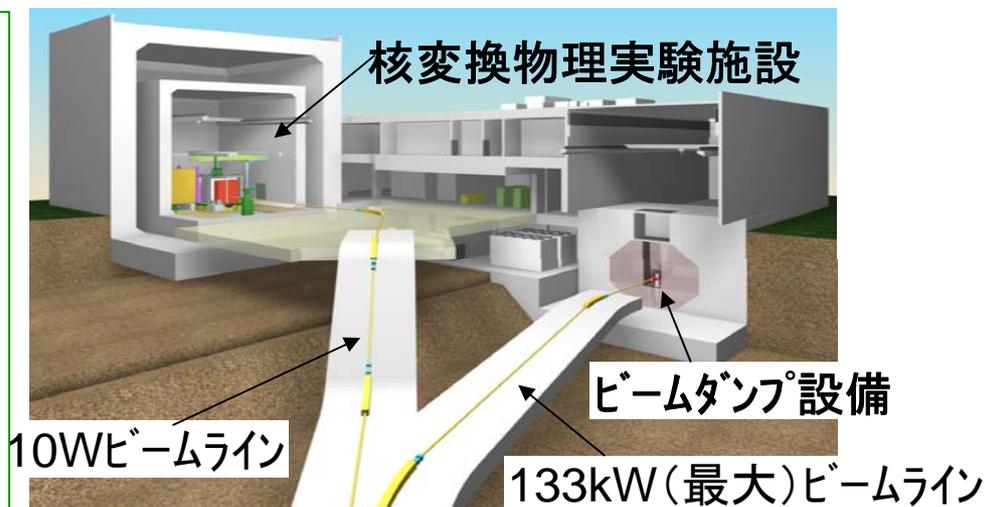
(前期)

- 核変換物理実験施設、ビームダンプ設備

(後期)

- ADSターゲット試験施設、超伝導リニアック

- **核変換物理実験施設**では、陽子ビーム、核破碎中性子、核燃料を組み合わせ、**ADSの物理実験**を行う。
- また、**MA燃料を装荷し、高速炉を含む核変換技術の総合的な基礎実験の国際拠点施設**として整備。
- **ビームダンプ設備**を利用して、陽子ビームを用いた材料照射試験や発生する中性子を用いた各種の**核工学実験**を実施。



今後の原子力委員会等の国レベルの評価を踏まえて計画を具体化

国内外からの施設利用の要望

- 2006年2月から現在までに提出された利用要望の総数： 37件

- 主な分野

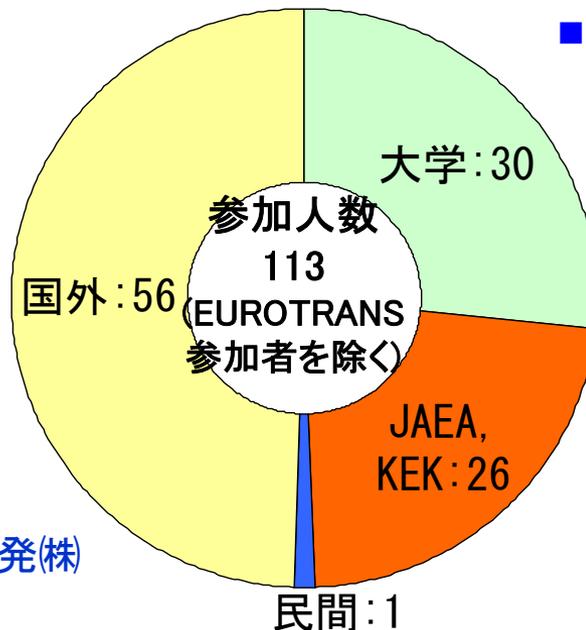
1. ADSの炉物理（加速器特性、多領域炉心、未臨界度等） 11件
2. 新型燃料、新型炉の炉物理（MA装荷炉心特性、重金属冷却炉、LLFP変換等） 10件
3. 粒子スペクトル・核データ測定（TOFスペクトル測定、MA閾値計測等） 6件
4. 高エネルギー物理・遮蔽・安全（粒子挙動、ビーム輸送ライン遮蔽等） 5件
5. 原子核物理（未臨界炉起源ニュートリノ計測、超冷中性子） 2件
6. 鉛ビスマス核破碎ターゲットの研究開発（材料照射、技術開発） 2件
7. ホウ素中性子捕捉療法（ビームダンプ利用） 1件

- 国外

- EUROTRANS(欧州)
- PSI(スイス)
- CIAE(中国)
- ソウル大(韓国)
- MINT(マレーシア)
- NTI(セルビア)

- 民間

- エンジニアリング開発(株)



- 大学

- 北海道大学
- 東京工業大学
- 名古屋大学
- 京都大学
- 九州大学
- 東北大学
- 新潟大学
- 大阪大学
- 近畿大学

- JAEA

- 量子ビーム応用研究部門
- 原子力基礎工学研究部門
- 次世代原子力システム研究開発部門
- J-PARCセンター