

平成25年6月21日
有識者会議説明資料

J-PARCの概況

J-PARC センター

日本原子力研究開発機構
高エネルギー加速器研究機構



3種類の加速器施設と3つの実験施設

ミクロの世界を探る粒子強度最前線

J-PARCの加速器施設

大出力の陽子加速器群

□ リニアック(線形加速器)

- 長さ: 249 m (125 m)
- 加速エネルギー: 400 MeV (181 MeV)、光速の71% (55%)
- 加速された陽子を3 GeVシンクロトロンに陽子を入射



□ 3 GeVシンクロトロン(RCS)

- 周長: 348 m
- 加速エネルギー: 3 GeV、光速の97%
- ビーム出力: 1 MW (0.30 MW)
- 90%~95%の陽子を物質・生命科学実験施設に供給
残りの陽子は50 GeVシンクロトロンに入射



□ 50 GeVシンクロトロン(MR)

- 周長: 1,568 m
- 加速エネルギー: 50 GeV (30 GeV)、光速の99.98% (99.95%)
- ビーム出力: 0.75 MW (0.23 MW)
- ハドロン実験施設、ニュートリノ実験施設に陽子を供給



()内の数字は現在の値

J-PARCの実験施設

多彩な二次粒子を用いた幅広い研究、開発

□ 物質・生命科学実験施設(MLF)

- 世界最大強度の中性子とミュオンをプローブとして利用
- 物質の構造や性質、生命物質の機能等の研究、産業応用



□ ハドロン実験施設(HD)

- K中間子、パイ中間子などを生成し利用
- 原子核の構造や素粒子の性質を研究



□ ニュートリノ実験施設(NU)

- 大強度のニュートリノを生成
- 岐阜県神岡にあるスーパーカミオカンデとの間でニュートリノ振動実験



□ 核変換実験施設、第Ⅱ期

- 中性子による放射性廃棄物処理実現へ
- 加速器駆動の核変換技術の研究、開発





物質・生命科学実験施設

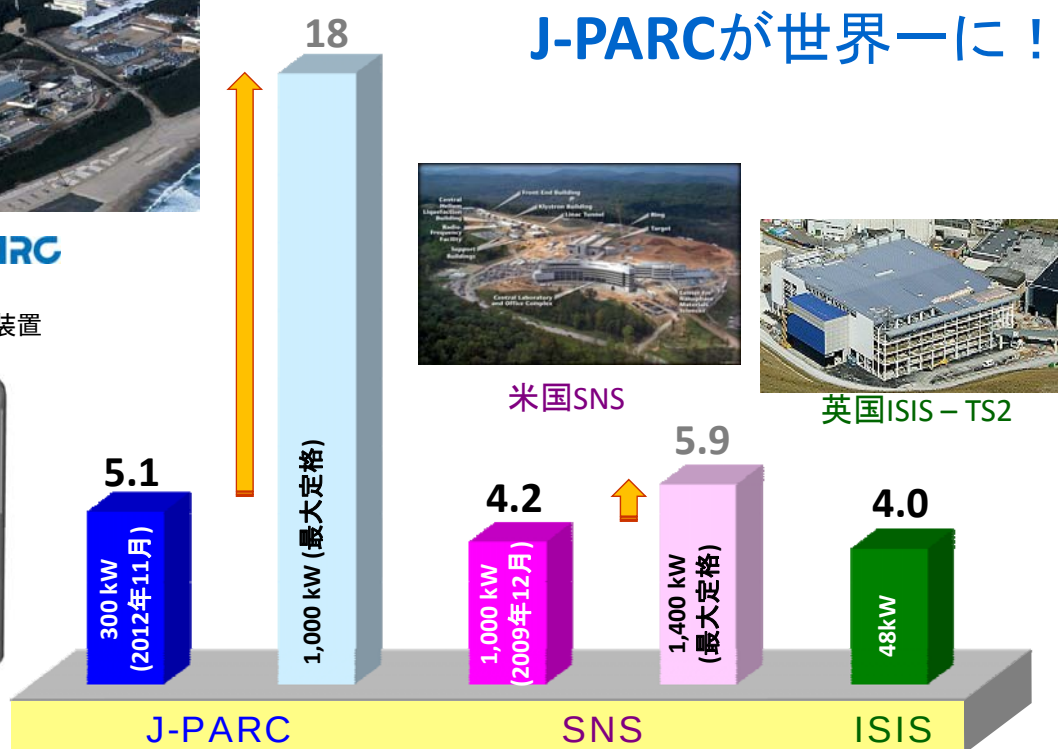
物質・生命科学実験施設 (MLF)

パルス当たりの中性子強度
J-PARCが世界一に！



J-PARC

JSNS 結合型減速装置



単位: 10^{12} n/(sr·pulse)

物質・生命科学実験施設(MLF)

パルス当たりのミュオン強度も世界一！



J-PARC

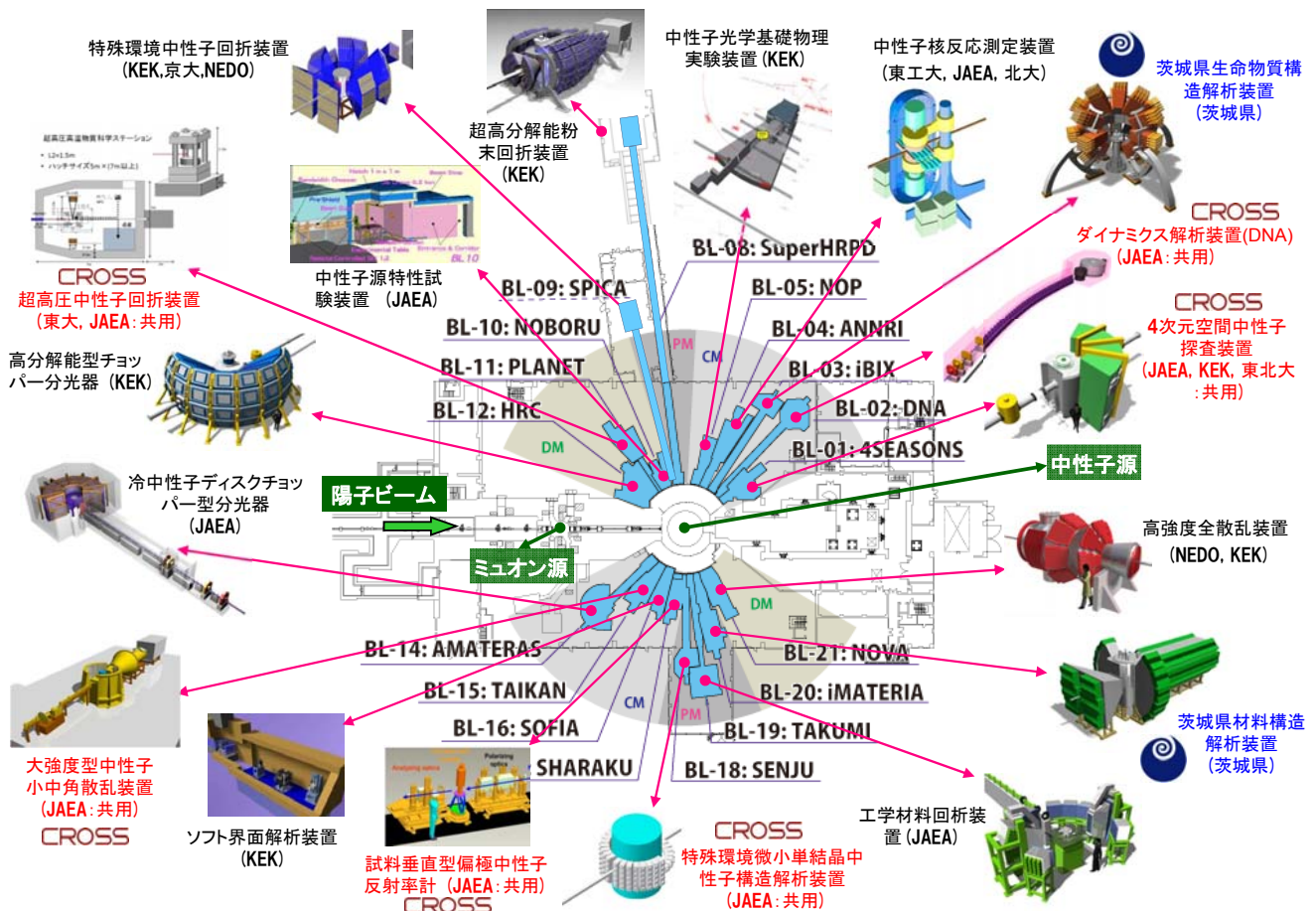


英国ISIS

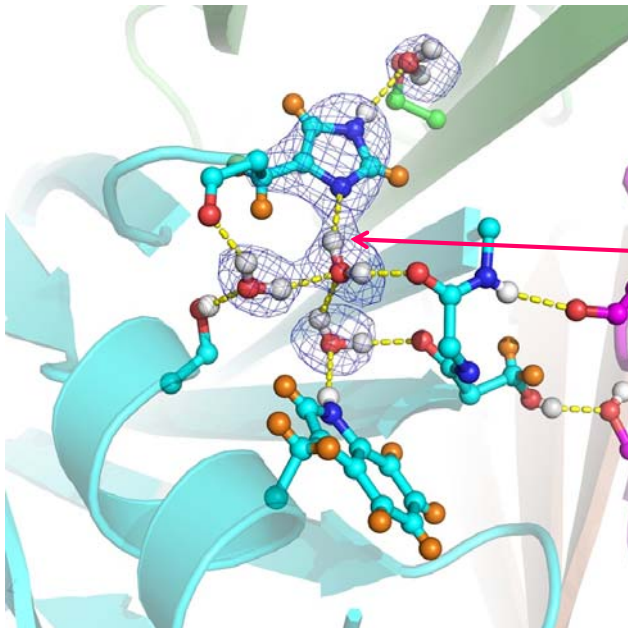
施設名	1パルスあたりのミュオン数 (括弧内は陽子ビーム出力)		
J-PARC MLF(Uライン)	2,500,000個	(212 kW)	2012年11月
J-PARC MLF(Dライン)	72,000個 180,000個	(120 kW) (300 kW)	2010年3月
英国ISIS (ラザフォード・アップルトン研究所)	30,000個	(160 kW)	

MLFの中性子実験装置

中性子実験装置: 18台が稼働 (3台が建設中)



アミロイド疾患の原因物質トランスサイレチンの結晶構造解析 水素結合ネットワークからpHに依存するアミロイド繊維化の解明へ



トランスサイレチン(TTR)の中性子構造解析を行い、水素原子を含む水分子の方向性を決定(黄色い点線は水素結合)

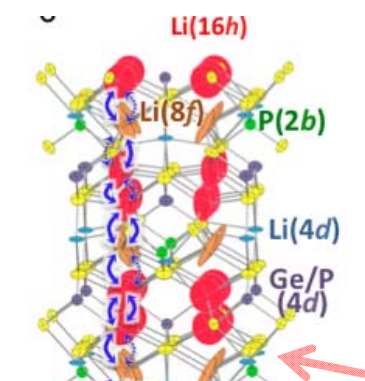
低pHで水分子ネットワークの部分が影響を受け、タンパク質集合体構造が壊れる事が判明(黄色の破線は水素結合)

茨城県、茨城大学、富山大学

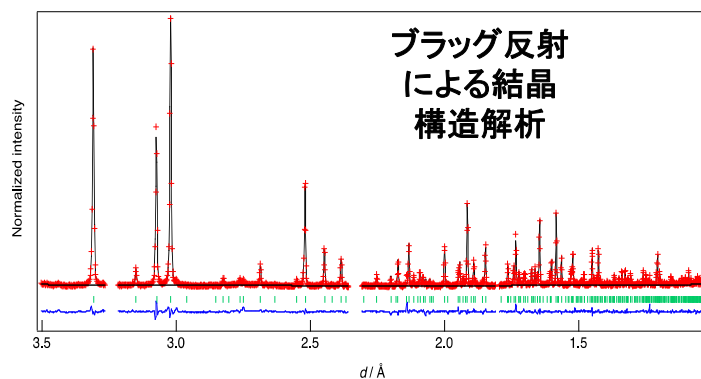
発表論文: アミロイド症の原因タンパク質の構造解明、J. Struct. Biol. 177 (2012) 283
→ 専門家による生物医学分野論文のトップ2%の優秀論文に選ばれた。

中性子は水素がよく見える！

セラミックス電池の開発

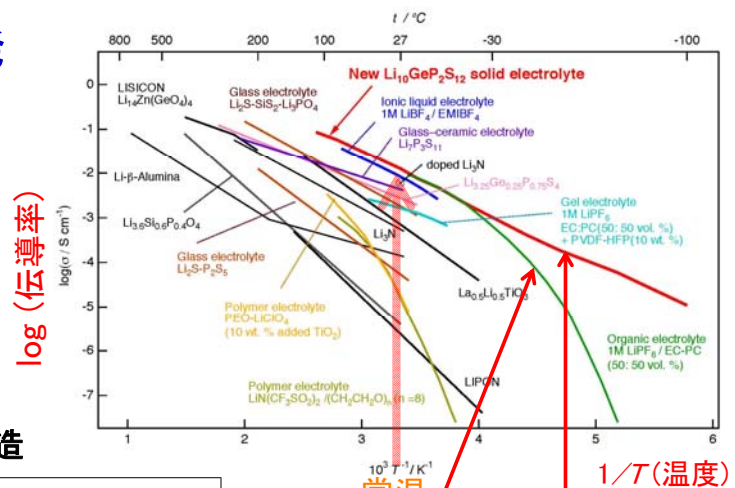


結晶構造



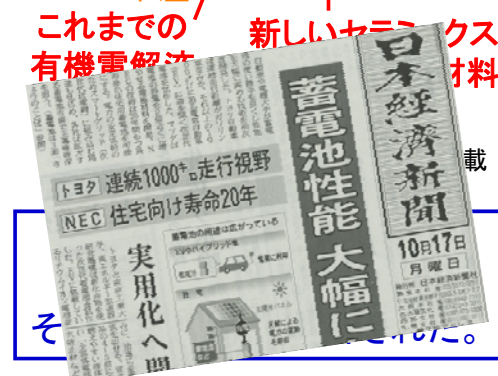
ブラッグ反射による結晶構造解析

$P4_2/nmc$ (137); $a = 8.69407(18) \text{ \AA}$, $c = 12.5994(4) \text{ \AA}$



これまでの有機電解液

新しいセラミックス材料



物質・生命科学実験施設(MLF)

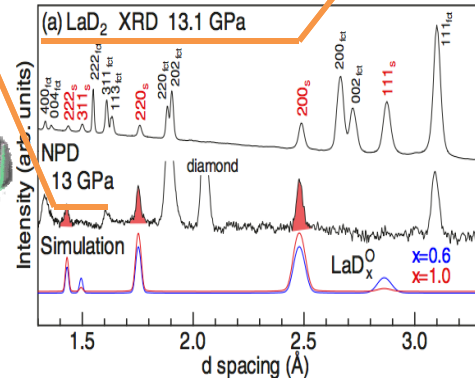
中性子・ミュオン実験: 物質・生命の機能性のルーツを原子や電子の動きや構造から解明

高圧で新しい水素構造の発見

HYDRO STAR

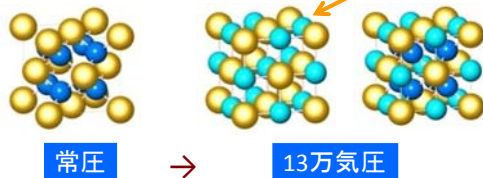
中性子回折

X線回折

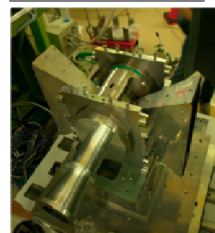


水素の位置を知る

新しく発見



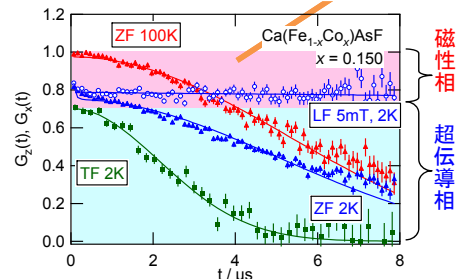
BL21(NOVA)



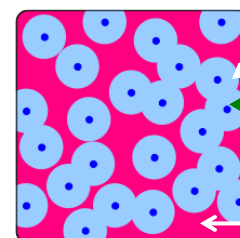
パリ・エジンバラ型
高圧容器

鉄系超伝導体で島状超伝導の発見

ミュオンspin回転・緩和



局所電子状態を見る

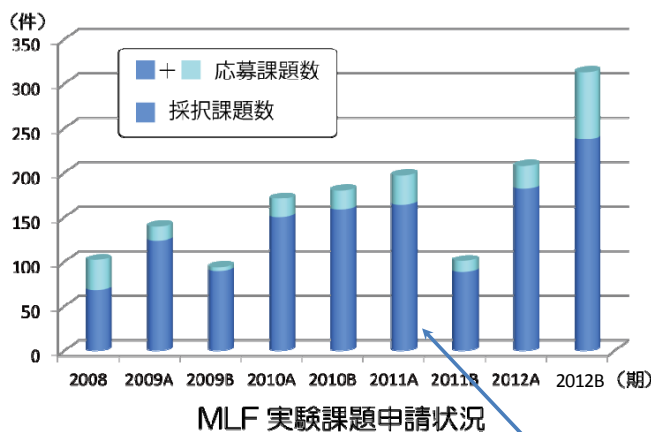


S. Takeshita *et al.*, Phys. Rev. Lett. **103**, 027002 (2009)

MLFでの実験課題

□ 物質・生命科学実験施設(MLF)実験課題申請の状況

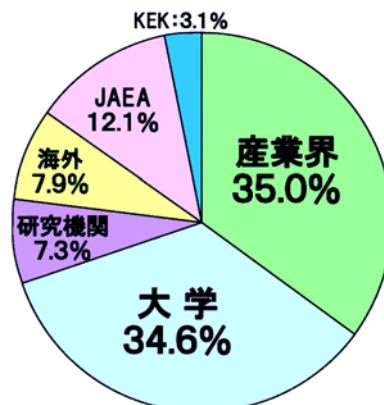
- 震災の影響で減少した2011B 期を除き、順調に増加
- 2012B 期は、同A期の50%増の課題申請あり



震災により142件がキャンセル
このうち38件が外国等の実験
施設で実施された。

2008～2012BにおけるJ-PARC利用状況

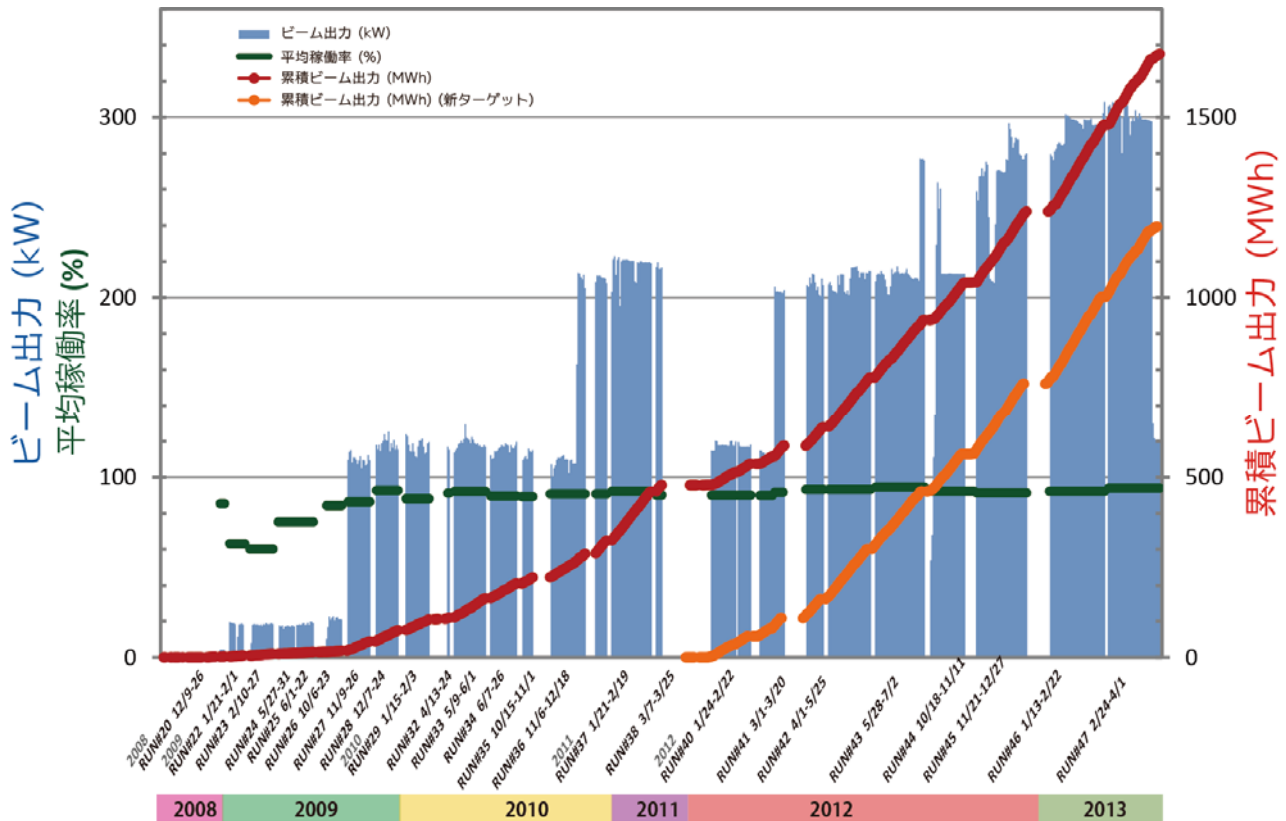
装置Grとプロジェクト利用を除く課題数: 671件





物質・生命科学実験施設 (MLF)

MLFへの陽子ビーム運転記録(3月末まで)



16 July 2009

ハドロン実験施設

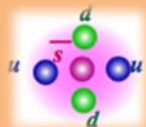


ハドロン実験施設(HD)

ハドロン J-PARC E19実験

ペンタクォークの探索。生成断面積に強い制限を与えた。

Physical Review Letters誌に掲載：



PRL109,132002 (2012)

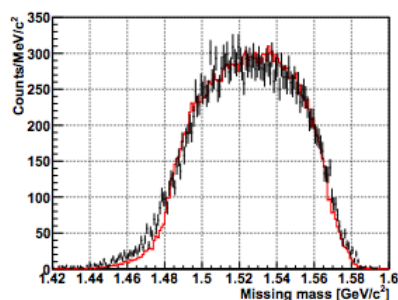
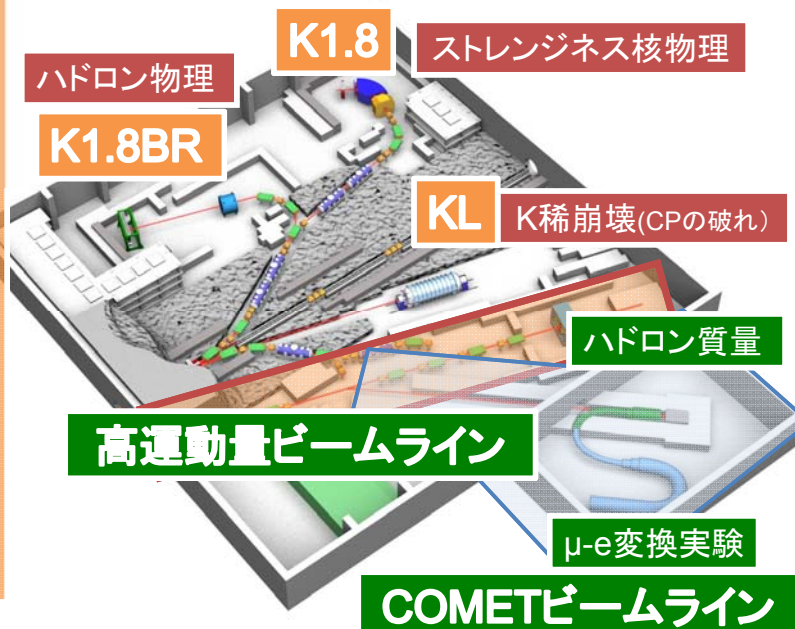


FIG. 2. The missing mass spectrum and the background shape for the $\pi^- p \rightarrow K^- X$ reaction at the beam momentum of 1.92 GeV/c. The black points with error bars are the experimental data. The contribution of the simulated background is indicated by red histogram.

ハドロン実験とは、MRからの取り出しビームで生成した二次ビーム(π 中間子、 K 中間子)を用いて行う素粒子・原子核実験群の略称で、ミューオンを用いた実験も広い意味で含む。



ニュートリノ実験施設

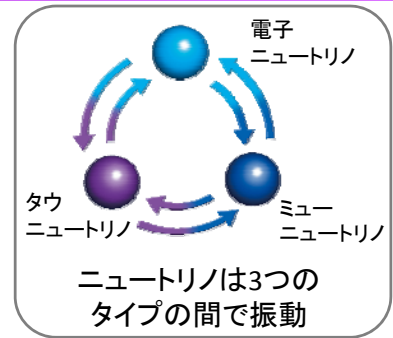


ニュートリノ実験施設 (NU)

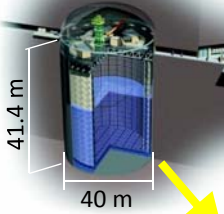
岐阜県神岡のスーパーカミオカンデに向けて
ニュートリノを発射

⇒ ミューニュートリノが電子ニュートリノに変身(振動)するか？

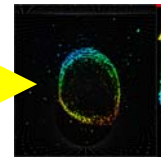
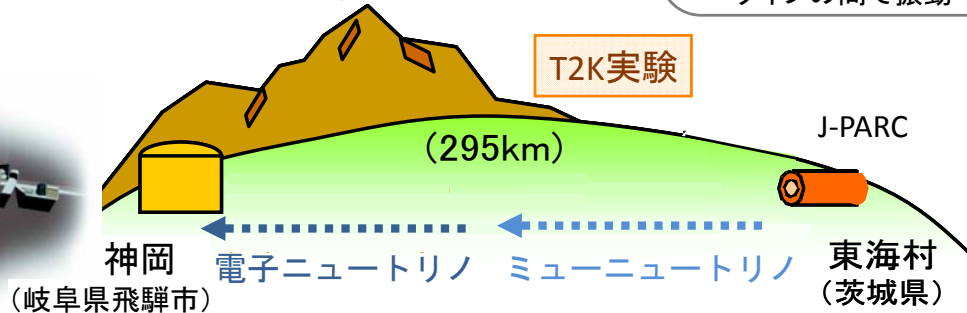
500名余の国際実験チーム
(日本人は70名)



電子との衝突でチェレンコフ光を発生



スーパー
カミオカンデ



光電子増倍管でチェレンコフ光を検出

第1世代と第3世代のニュートリノ
混合角を世界で初めて測定

ニュートリノ実験施設 (NU)

ミューニュートリノが電子ニュートリノに“振動”した兆候をキャッチ

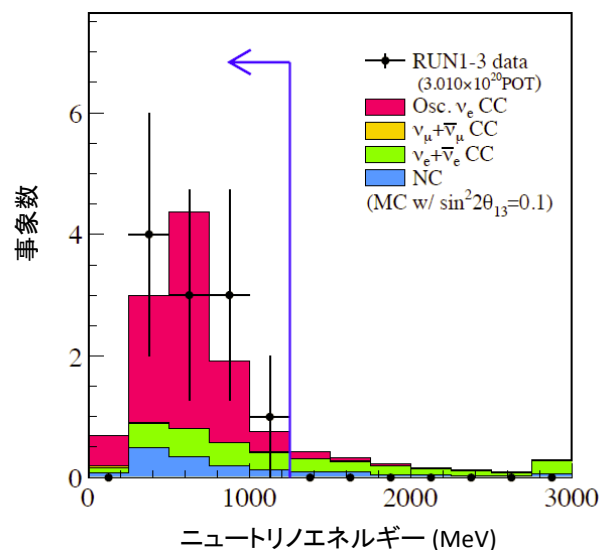
11個の電子ニュートリノ候補を検出

振動が起こらない($\theta_{13}=0$)と仮定した場合、
観測されると予想される電子ニュートリノ
の数(バックグラウンド)は、 3.22 ± 0.43

ニュートリノ振動が起こっているという
仮説が正しい確率は、99.92% (3.2σ に
相当)

英国のPhysics World 2011年の
十大成果の一つに選定

観測された電子ニュートリノのエネルギー分布



これまでの物理の理論を書き換える発見

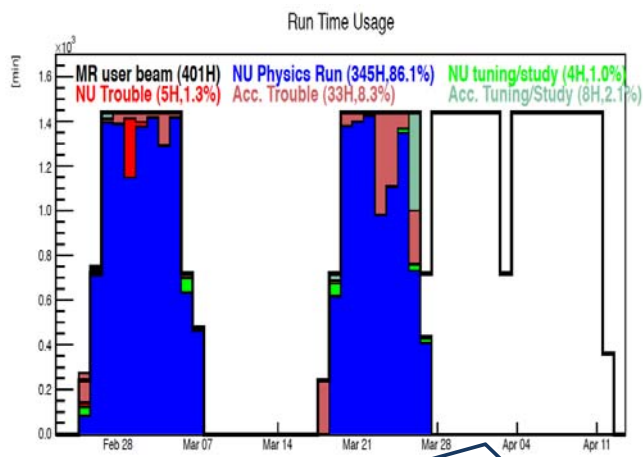
黒丸が観測された電子ニュートリノ
棒グラフはシミュレーションの結果

ニュートリノ実験施設 (NU)

3月末までの運転状況

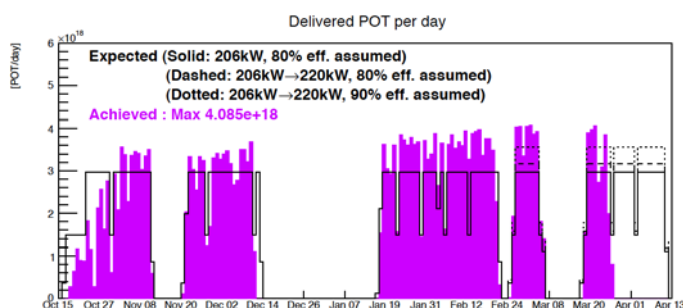
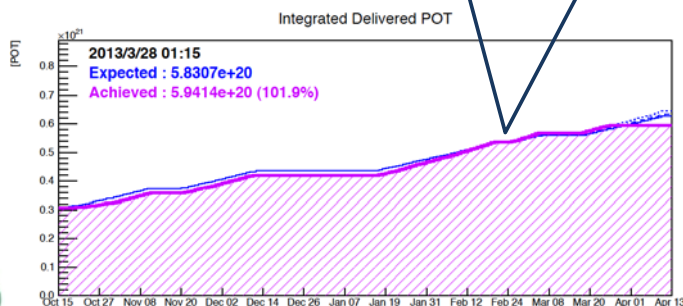
– 3月末で累積POTを $\sim 6 \times 10^{20}$ POTに到達の見込み (POT: プロトン オブ ターゲット)

– 7月末までに 8×10^{20} POTを達成し、電子ニュートリノに変化する確率を 5σ (99.9999) にし、発見事象とする計画は順調に進展



黒枠が運転時間予定。青色が運転実績。
 その他の色はトラブル停止時間。

青色が予想、紫色が実績2月下旬より実績が予想を超え始めた。



累積のDelivered POT と POT/day

ビーム出力上昇で予定を上回る。

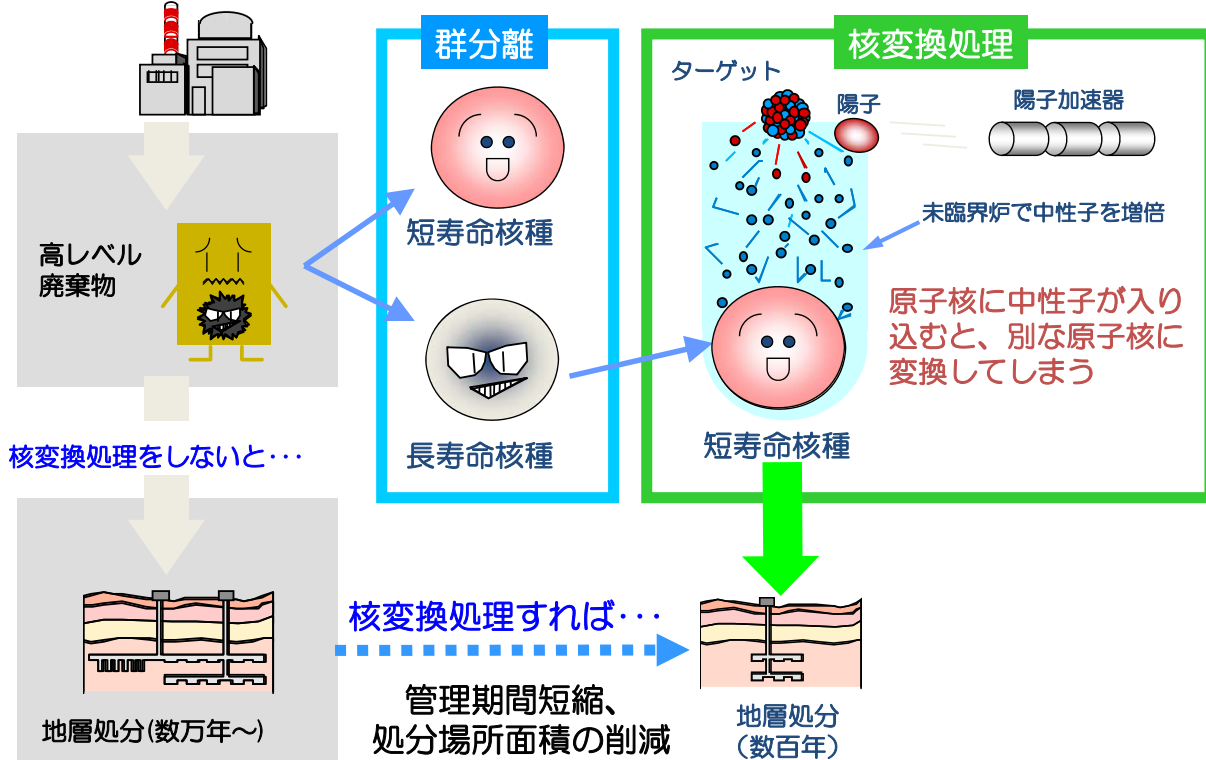


核変換実験施設 (第Ⅱ期)

核変換実験施設(TEF)

技術の最先端 — 核変換技術研究 —

原子力発電所・再処理施設



核変換実験施設(TEF)

- 中性子を用いて放射性廃棄物の環境負荷を低減する技術の開発を推進
- 加速器駆動システム(Accelerator Driven System)の実験施設の設計が急ピッチで進む

核変換物理実験施設

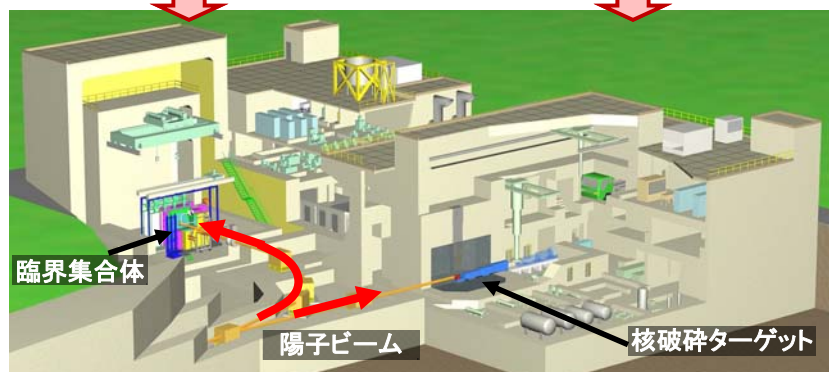
TEF-P

ADSの未臨界炉心の物理的性質や運転制御特性を把握

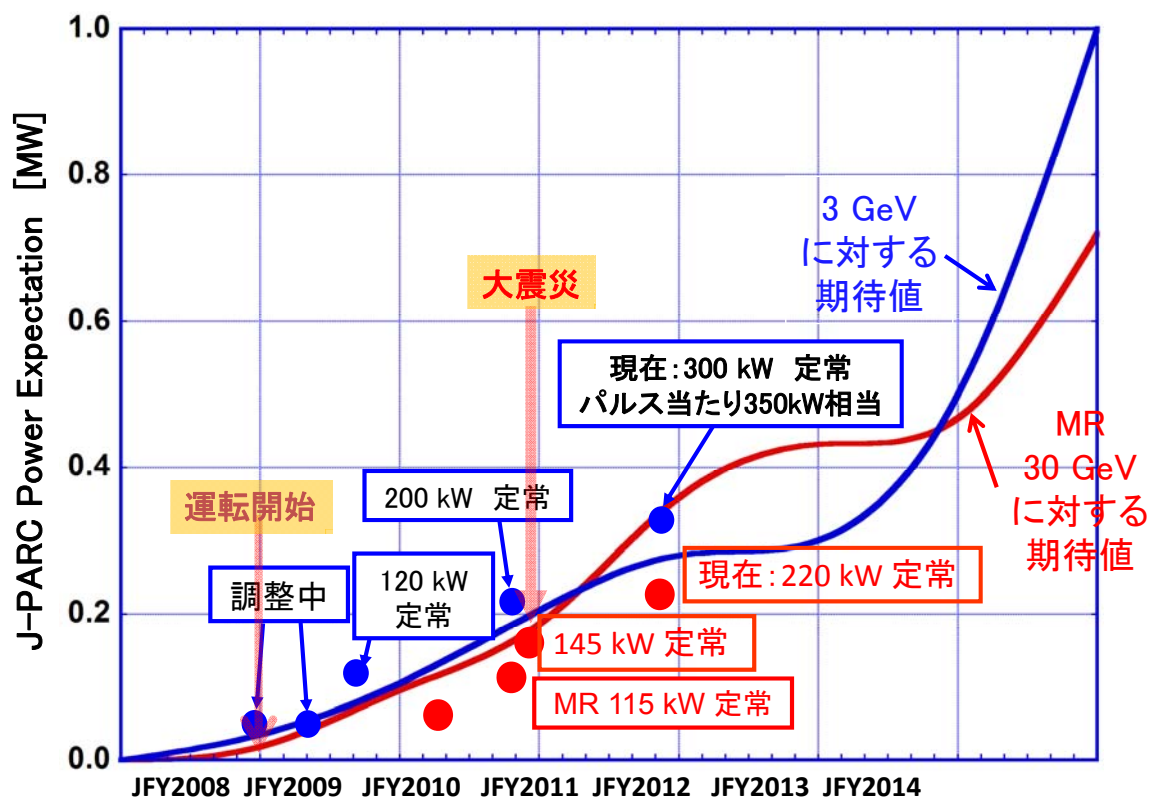
ADSターゲット試験施設

TEF-T

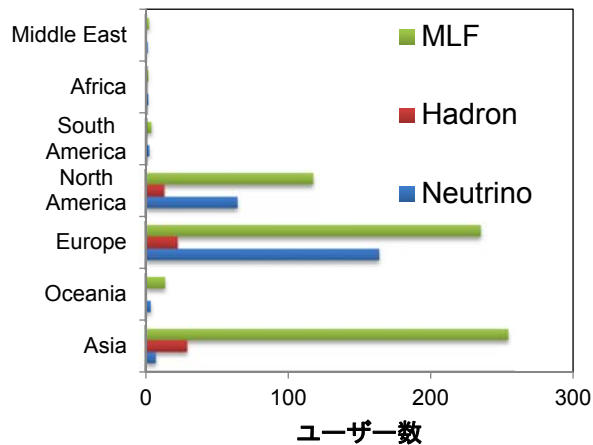
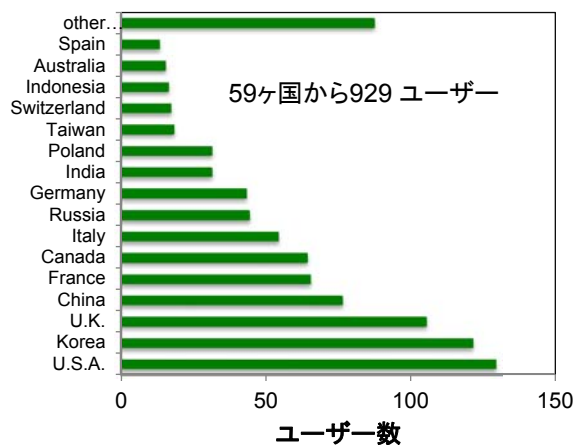
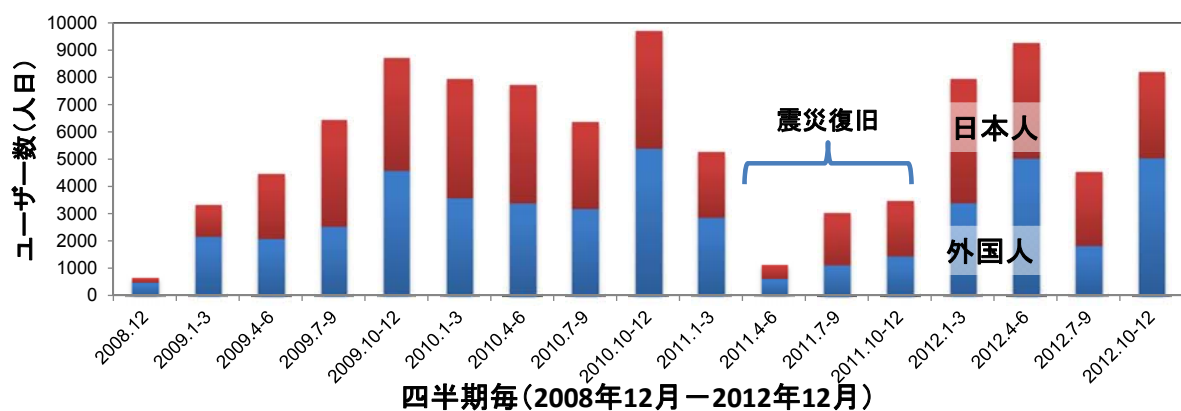
ADS用核破砕ターゲットや構造材料の技術開発を実施



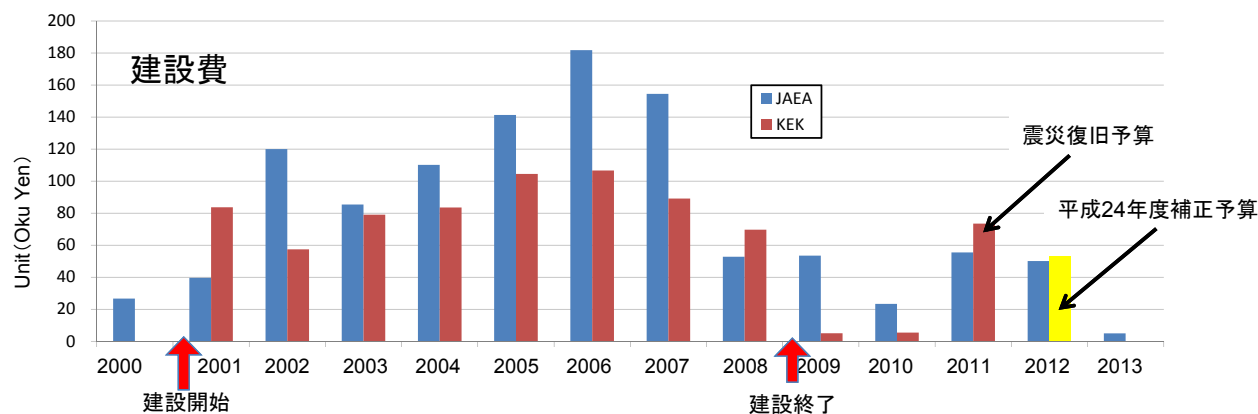
加速器出力の推移 震災前と現在



J-PARCユーザーの統計

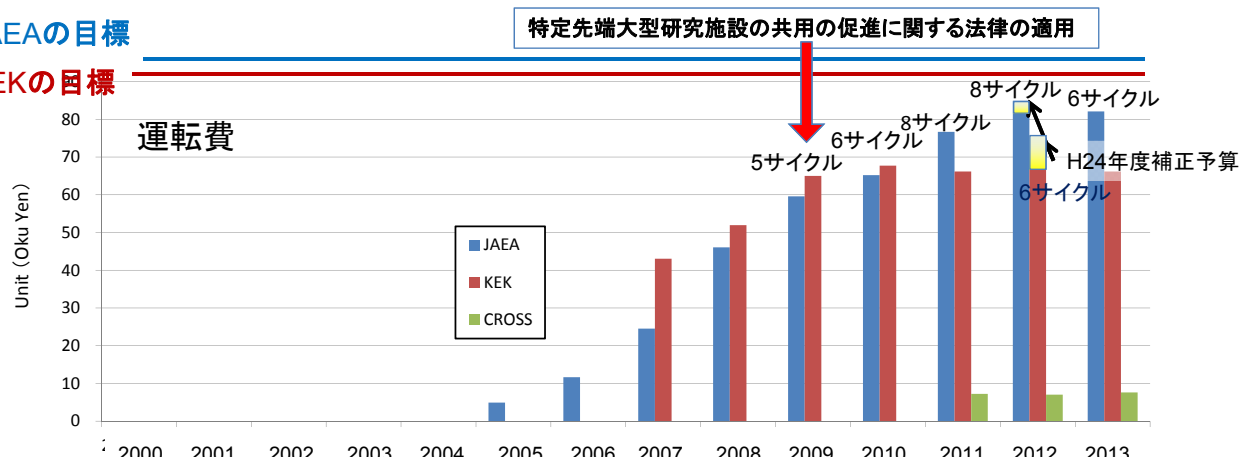


J-PARC予算の推移

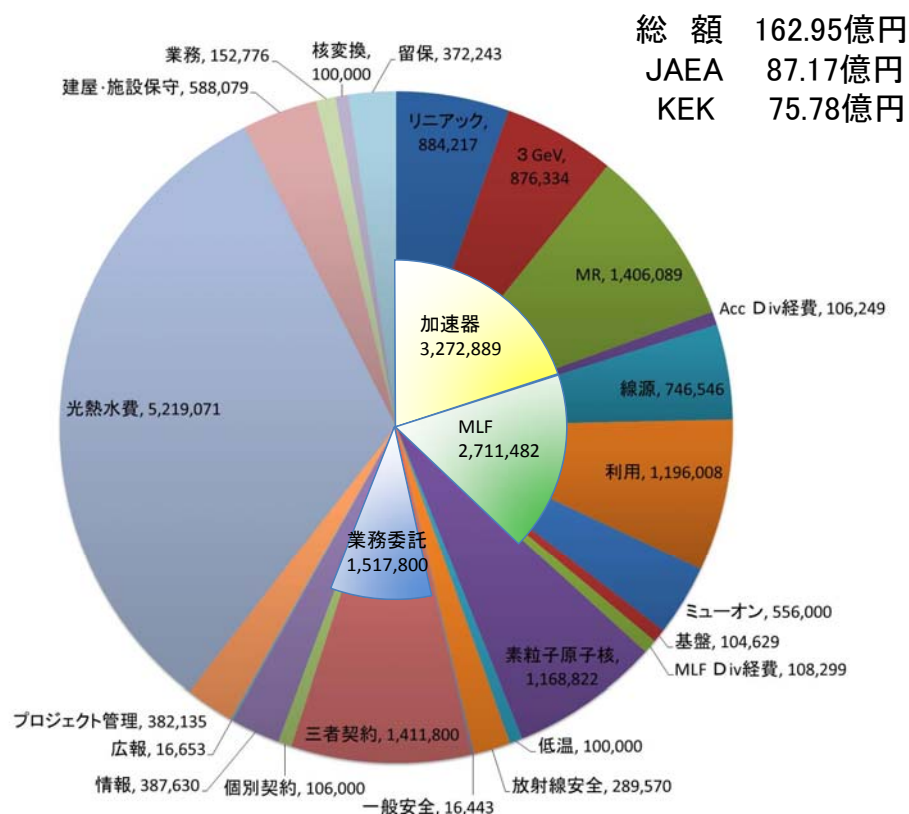


JAEAの目標

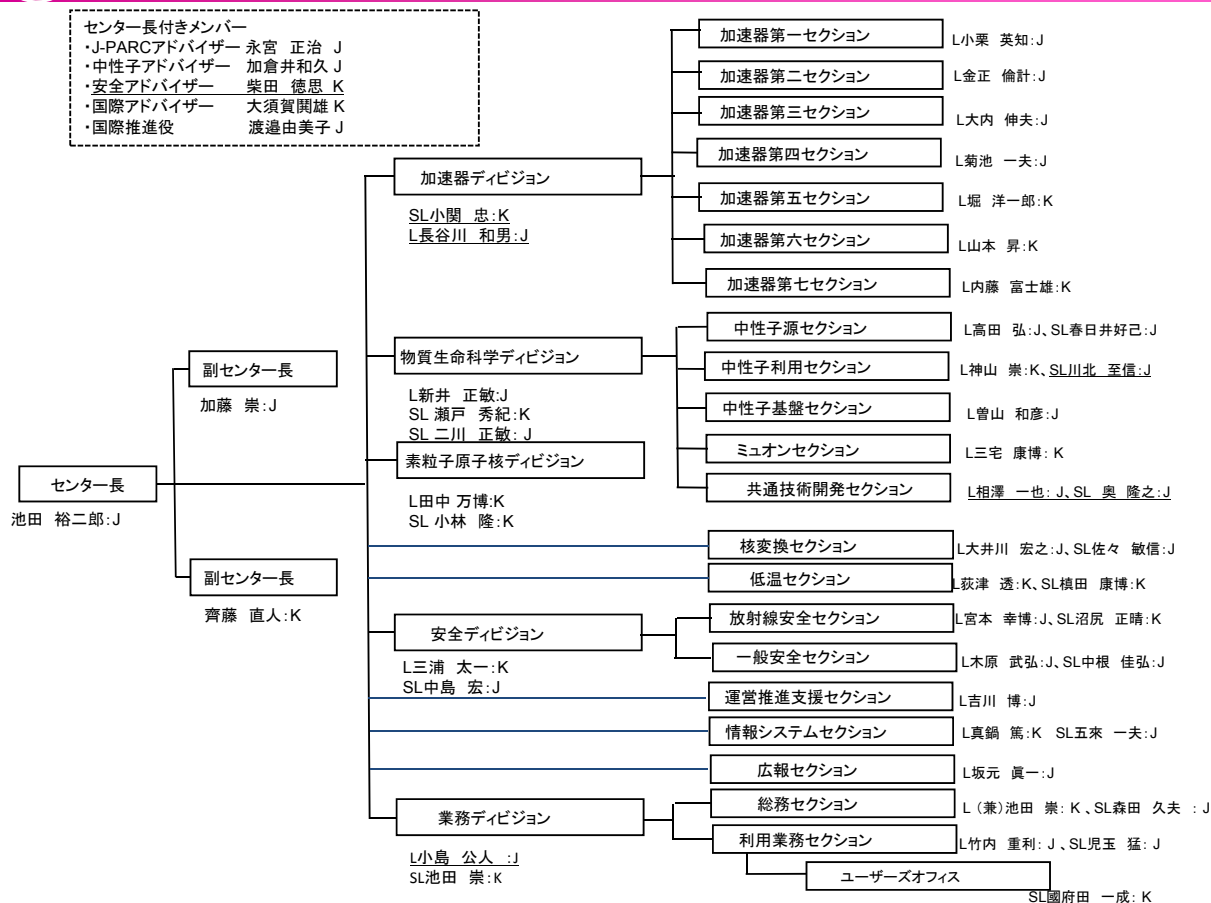
KEKの目標



J-PARCセンター平成25年度予算概要



J-PARCセンター平成25年度体制



まとめ

- 大強度の陽子加速器
 - － ビーム強度は世界トップクラス
 - － 高い安定性、稼働率
- 多目的の研究施設
 - － 幅広い分野での研究を展開、素粒子物理、原子核物理、物質科学、生命科学、産業応用・技術開発
 - 着々と新しい成果
 - － 産業界からの利用が増加
 - － 世界に開かれた研究施設へ
- 平成25年度実施計画
 - － 加速器増強の実施(6ヶ月利用運転停止)
 - － 300kW以上での6サイクルの利用運転の実施