

J-PARC

世界最先端量子ビームの世界

平成21年10月7日

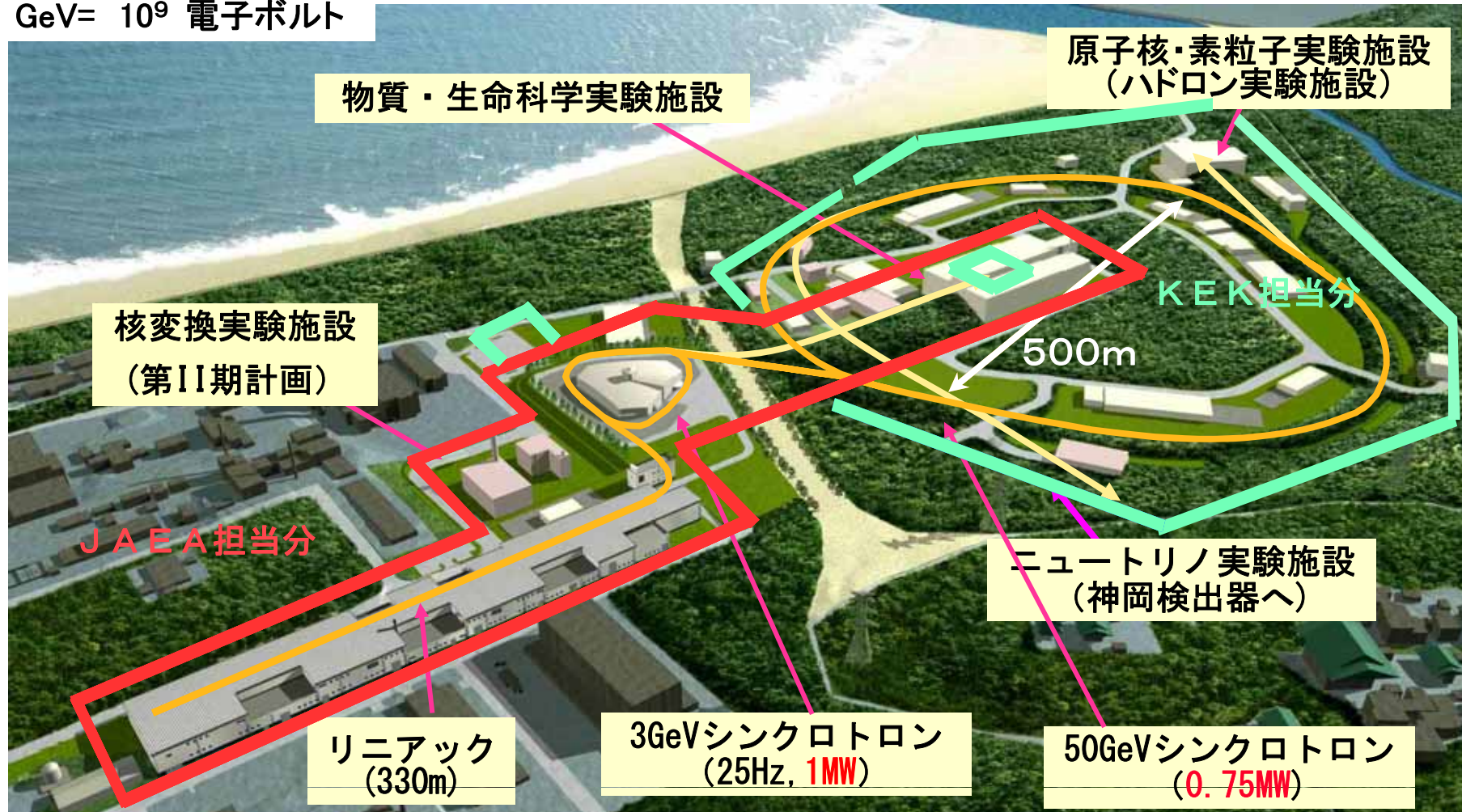
独立行政法人 日本原子力研究開発機構
J-PARC センター長

永宮 正治



J-PARC 大強度陽子加速器施設

GeV= 10^9 電子ボルト

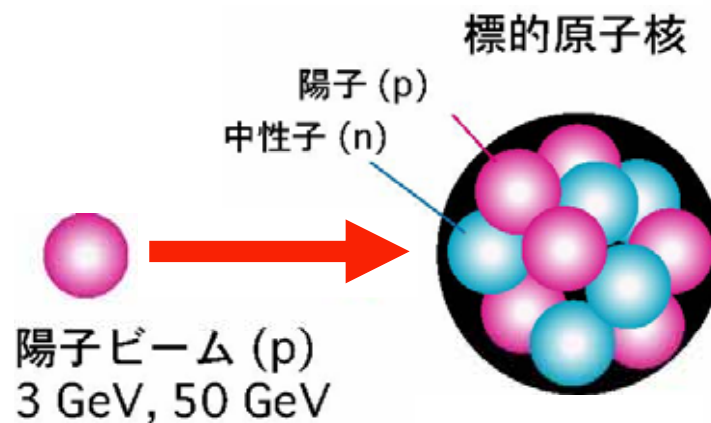


日本原子力研究開発機構 と高エネルギー加速器研究機構の共同事業

J-PARC 計画の目指すもの

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



物質生命の科学

ミュオン (μ)

$\pi \rightarrow \mu \nu$

ニュートリノ (ν)

原子核素粒子の科学

物質生命の科学

中性子 (n)

原子力の科学
(核変換... 2 期)

世界最大のビーム強度

フルパワー時の各ビームの強度

	入射陽子 1 個に 対する発生粒子数	1 秒間の 発生粒子数	典型的なビームライン における粒子数/秒*
中性子	8 0	1.0×10^{17}	1.0×10^8
ミュオン	1.0×10^{-4}	1.0×10^{11}	1.0×10^7
K 中間子	1.0×10^{-4}	1.0×10^{10}	1.0×10^6
ニュートリノ	6	1.0×10^{15}	3×10^7

*) ニュートリノは神岡検出器を通過するニュートリノ数

J-PARC 施設
(KEK/JAEA共同)

南から北を

リニアック

3 GeV シンク
ロトロン

ニュートリノビーム
(神岡へ)

物質・生命科学実験施設

50 GeV シンクロトロン

— 平成19年ビーム
— 平成20年度ビーム
— 平成21年度ビーム

ハドロン実験施設

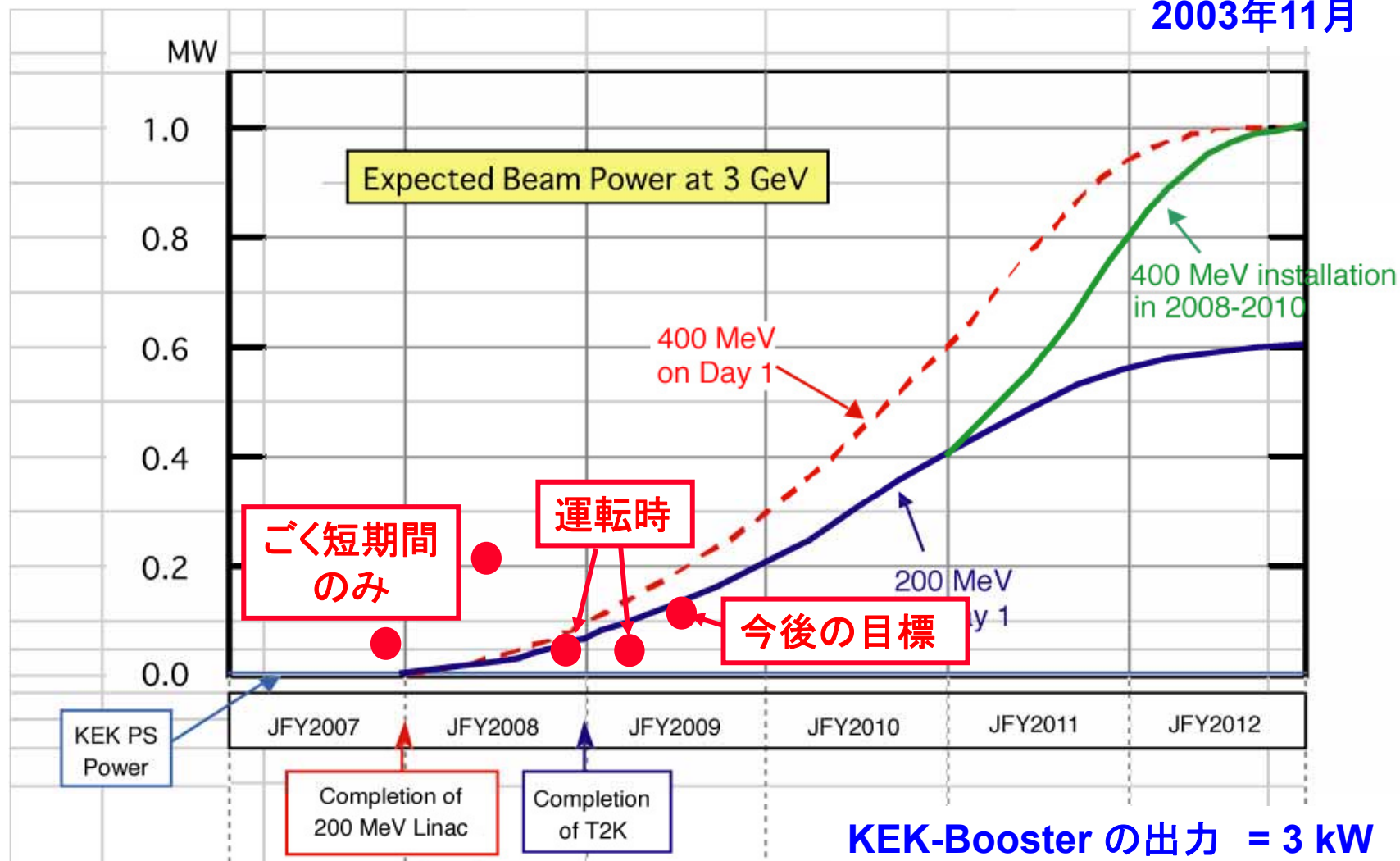
Photo in July of 2009



ここ1年の主な出来事

2008	2	3 GeV にて5 kW/pulse ビーム出力 (130 kW equiv.), 50 kW 引き出し成功
	3	
	4	
	5	MR にて, 3 GeV ビームの RF 捕獲と取り出しに成功 (5/22)
	6	中性子ビーム発生成功 (5/30)
	7	
	8	J-PARC 施設特別公開 (8/10)
	9	3 GeV にて 12 kW/pulse 瞬間値 (300 kW equiv.), 210 kW 引き出し成功
	10	ミュオンビーム発生成功 (9/26)
	11	
	12	MR にて 30 GeV 加速成功 (12/23)
		中性子とミュオンの共同利用開始 (12/23)
2009	1	30 GeV ビームのハドロンホールへの取り出し成功 (1/27)
	2	K中間子ビーム発生成功 (2月)
	3	
	4	ニュートリノビーム発生成功 (4/23)
		(2009/7/6: 完成記念式典 (東京九段会館にて))

2003年11月



完成記念式典 (1)



参加者（全部で約900人）

完成記念式典 (2)



フィナーレ



外国人参加者



J-PARC 施設公開



昨年は約2,600名来訪

今年は東海研究開発センターと
同じ日に実行（8月1日）

今年は 4,600 名来訪
内J-PARC見学者は3,700名



国際センターとしての J-PARC

- 物質生命科学: 世界の3極の一つ. 特にアジアオセアニア圏の利用者
- ハドロン物理: 世界ではユニークな Kaon Factory
- ニュートリノ物理: 世界をリードしつつ3極の一つ



ISIS: 英国ラザフォード研究所の中性子源、SNS: 米国オークリッジ国立研究所の中性子源
 CERN: 欧州合同原子核研究機構、FNAL: 米国フェルミ国立研究所、GSI: ドイツ重イオン研究所

物質・生命科学

中性子

ミュオン

核変換 (2期)

中性子

大強度陽子加速器 J-PARC

素粒子・原子核物理

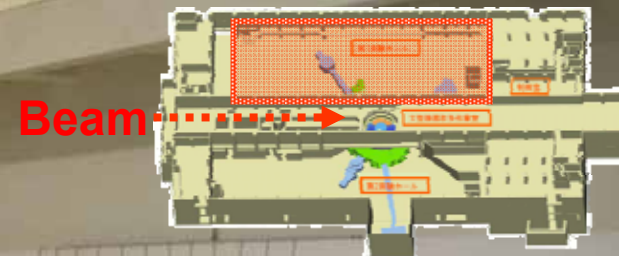
ハドロン物理

K中間子

ニュートリノ物理

ニュートリノ

中性子実験施設 (第1実験ホール)



中性子核反応測定装置
NNR (北大, JAEA, 東工大)

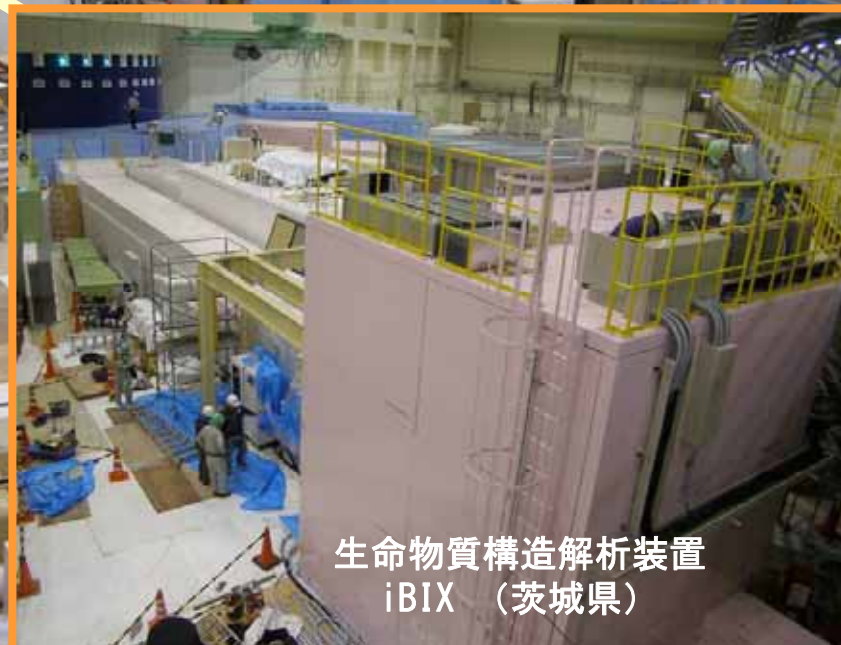
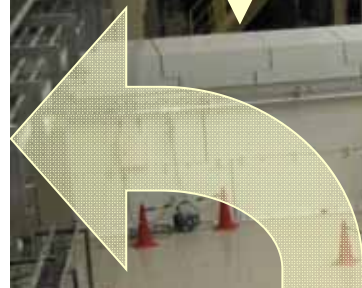
4次元空間中性子探査装置
四季 (JAEA, KEK, 東北大)

中性子光学
基礎物理実験装置
NOP (KEK)

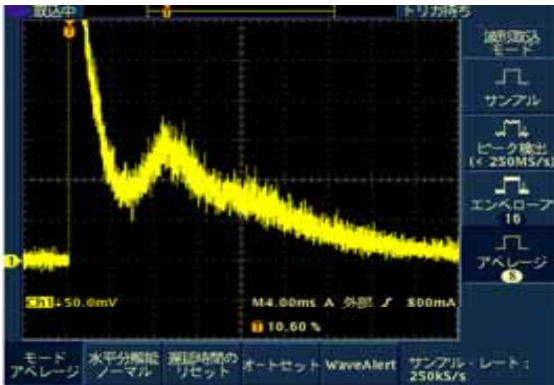
特性試験装置
NOBORU (JAEA)

高分解能チョッパー分光器
HRC (KEK)

超高分解能粉末回折装置
SHRPD (KEK)



世界最高性能のパルス中性子



2008年5月31日
J-PARC初の中性子発生

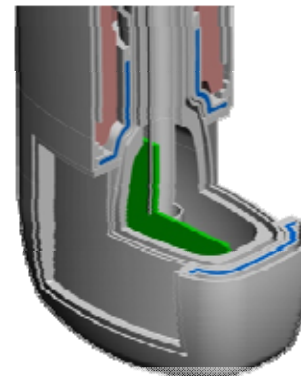
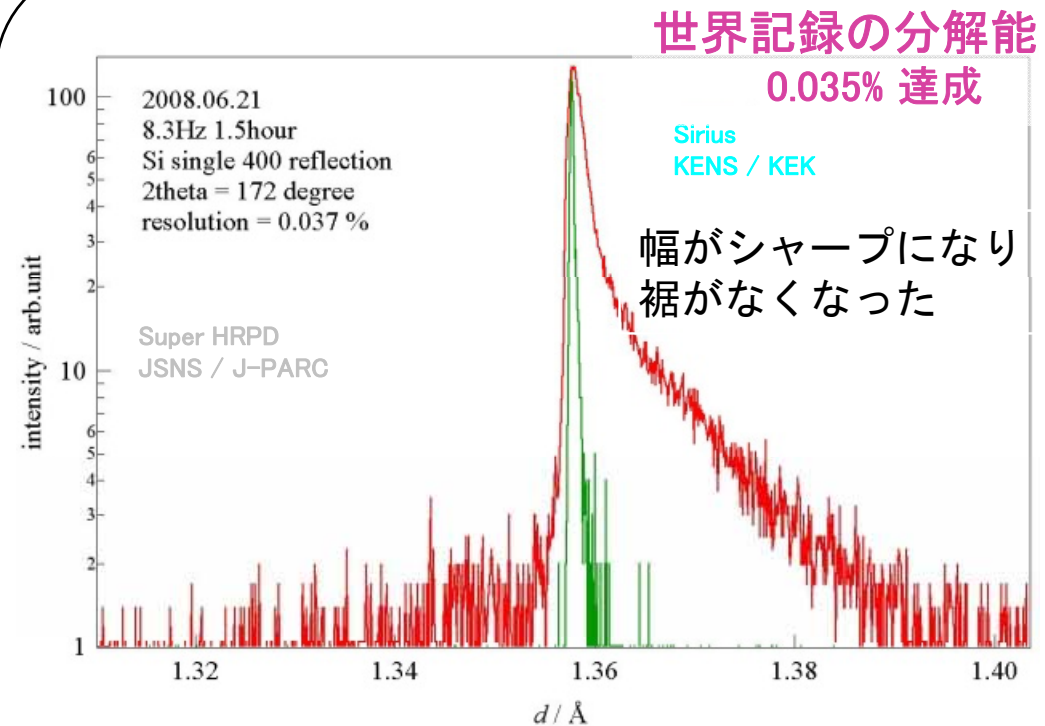
モデレータに工夫
極低温水素: 中性子を実験に
適した温度に冷やす

高強度型



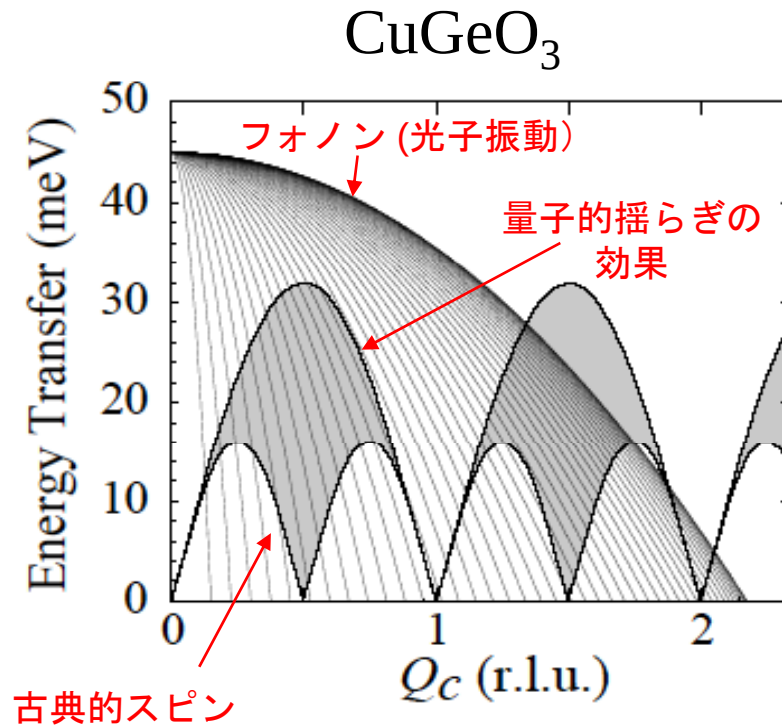
世界最高強度の中
性子パルスを供給
米国 SNS施設の 約4倍
⇒ 短時間で実験可能

- ・ 詳細な最適化計算に
よる材料・配置決定
- ・ パラ水素の特長に着
目した形状の工夫



Ag-In-Cd合金

- ・ 新しい中性子吸収材
Ag-In-Cd合金の開発
- ・ 合金とアルミ母材との
HIP接合技術
- ・ 3次元湾曲形状加工・
成形技術

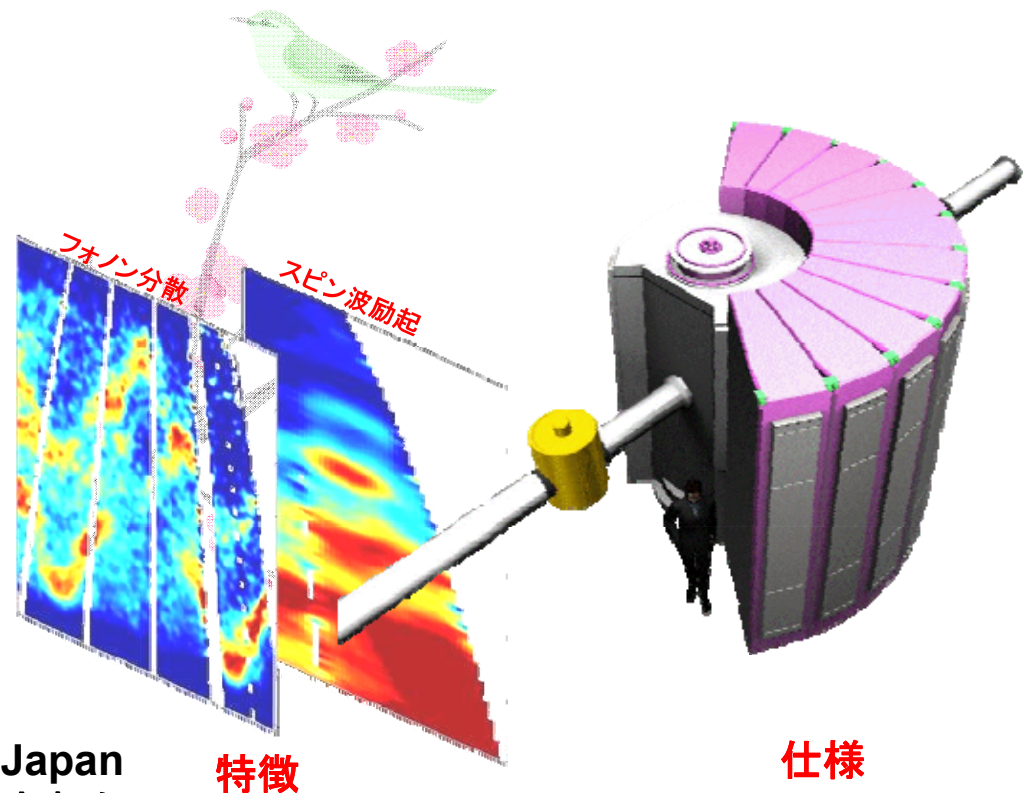


ISIS実験の約100倍の
感度の測定をJ-PARCで

すでに、この英文論文は J. Phys. Soc. Japan
に掲載。今年の Editor's Choice に選定された

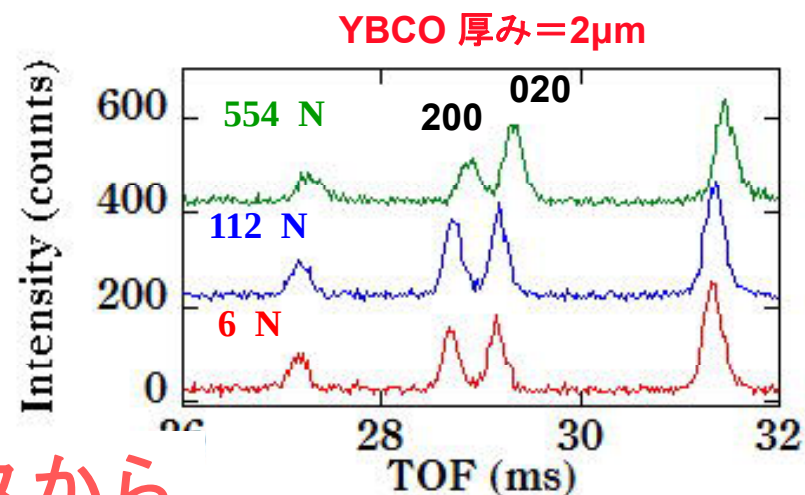
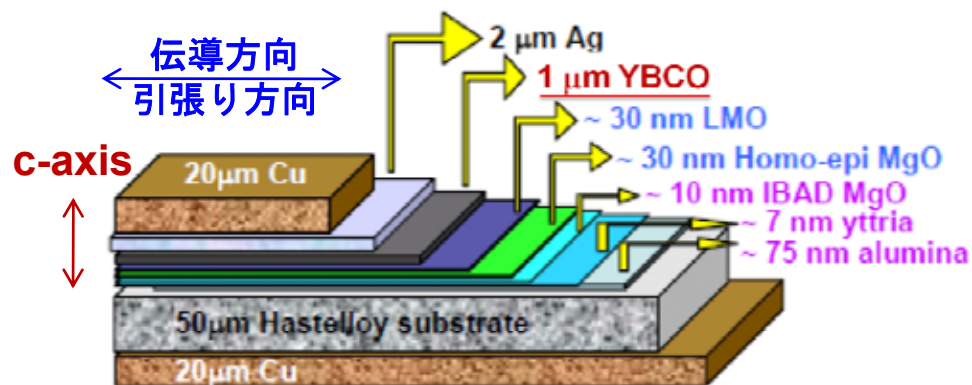
多くのカウンターを用いて、同時に
広い空間を覆う検出器を準備した

四季分光器



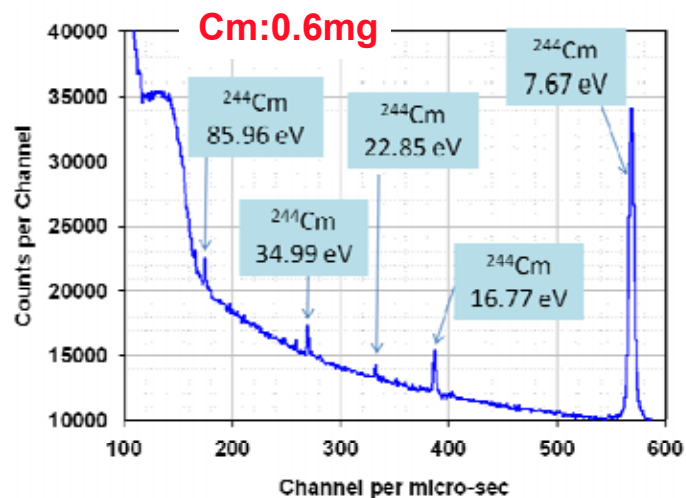
歪みの測定

$\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ (YBCO) 超伝導テープの引張変形中の中性子回折。内部歪みは超伝導特性に影響を与える。 $1\mu\text{m} \times 2$ 枚のテープの格子変形を観測



最新のデータから

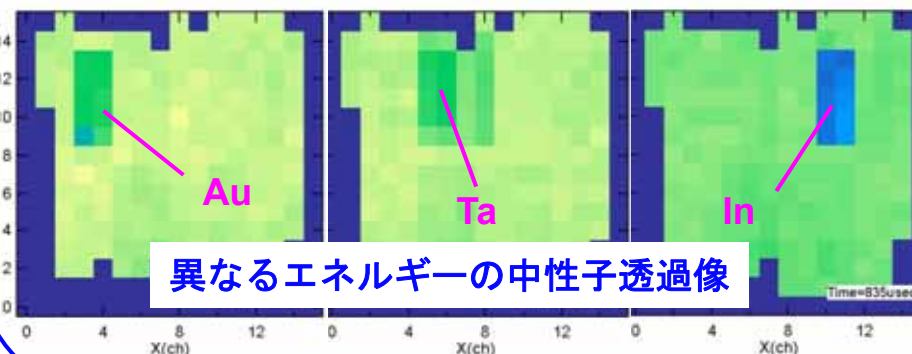
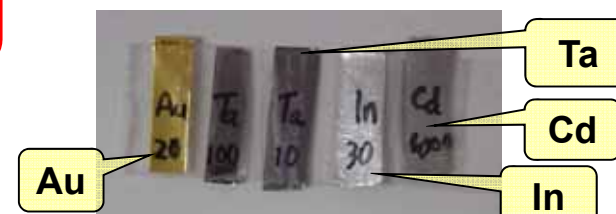
中性子核反応の測定



^{244}Cm はMAの1核種で1969年の原爆実験(ロスアラモス)以降初めての測定結果

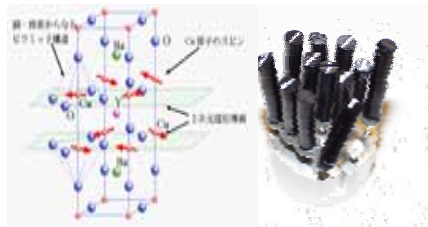
元素の識別

元素識別が可能な
中性子共鳴吸収ラジオグラフィー

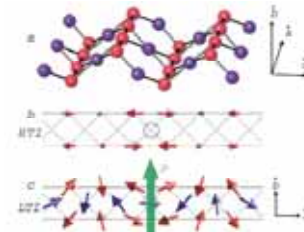


中性子の幅広い応用

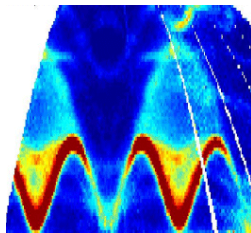
速い
↑
時間スケール
(energy scale)
↓
遅い



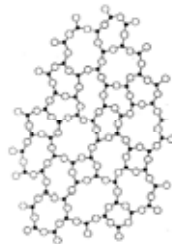
高温超電導物質
巨大磁気抵抗物質



量子スピン系



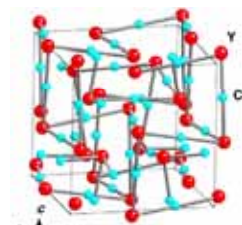
Spin dynamics



Glass

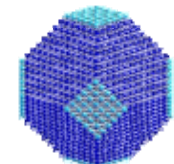


ナノチューブ

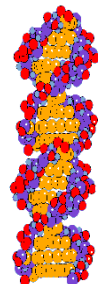


結晶構造

燃料電池



ナノ結晶



DNA



高分子



ウイルス



医薬品

空間スケール

微視的サイズ

植物、農業
実物サイズ

産業利用

産業界を含む幅広い中性子利用研究
の促進 → 新産業の創出

・中性子の産業応用推進協議会

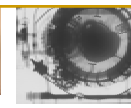
会員数57社

・茨城県サイエンスフロンティア21構想

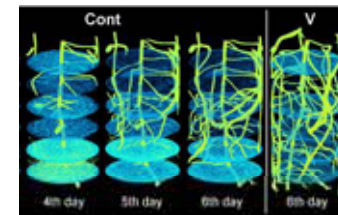
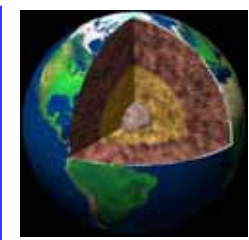
茨城県中性子ビームライン検討



エンジン 工業製品

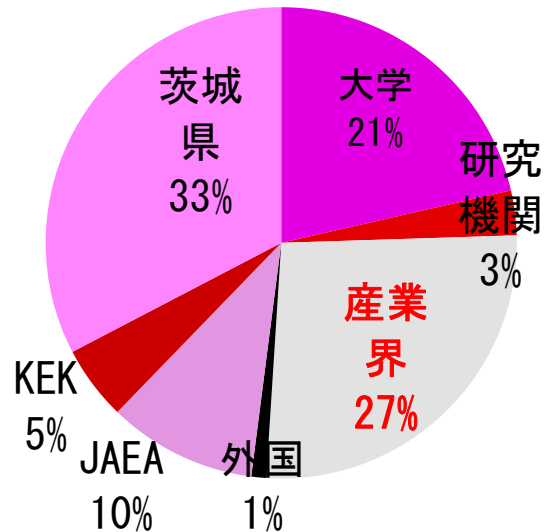


建築物、惑星

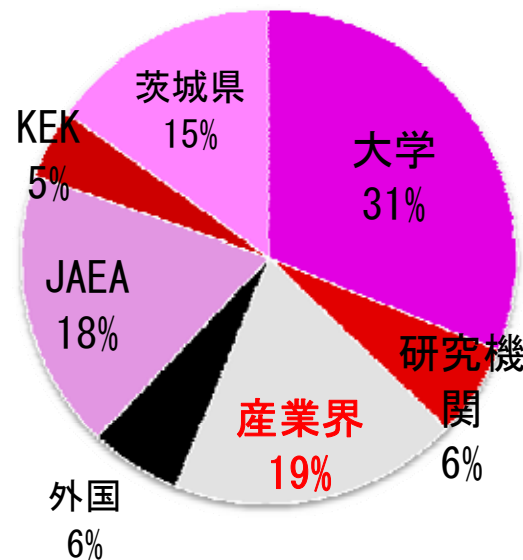


利用者の申請課題

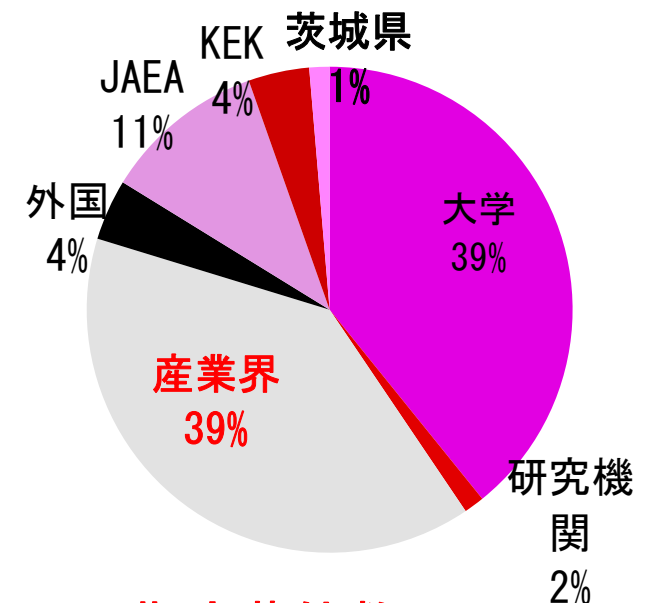
開始当初から大学、研究機関のみならず
産業界から多くの利用希望がある。
海外からの申し込みも来ている。



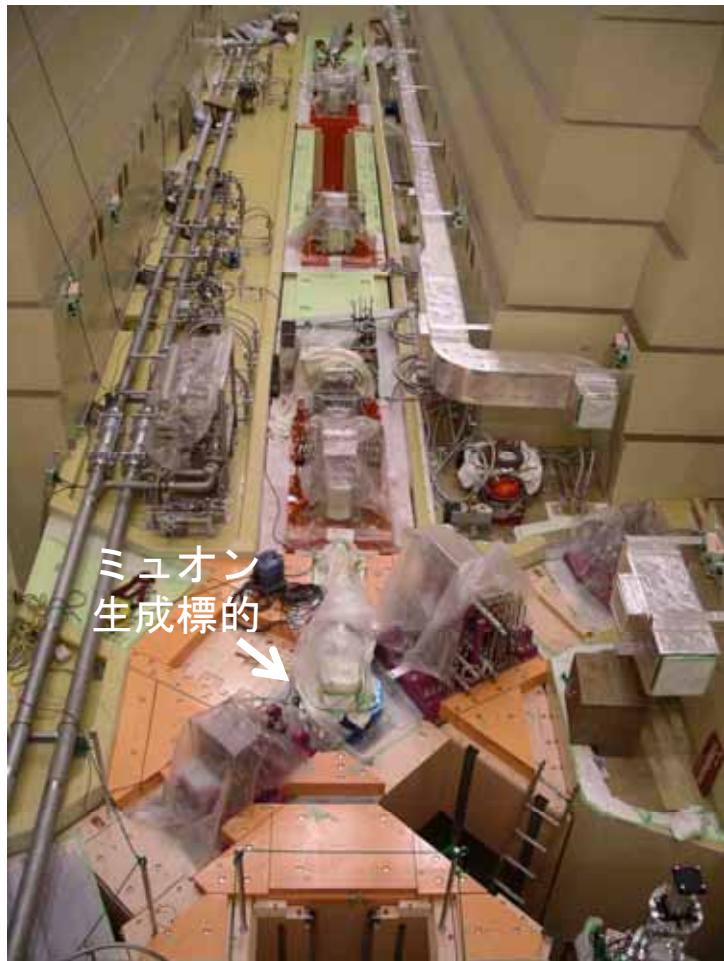
2008年課題件数 98



2009A期課題件数 132

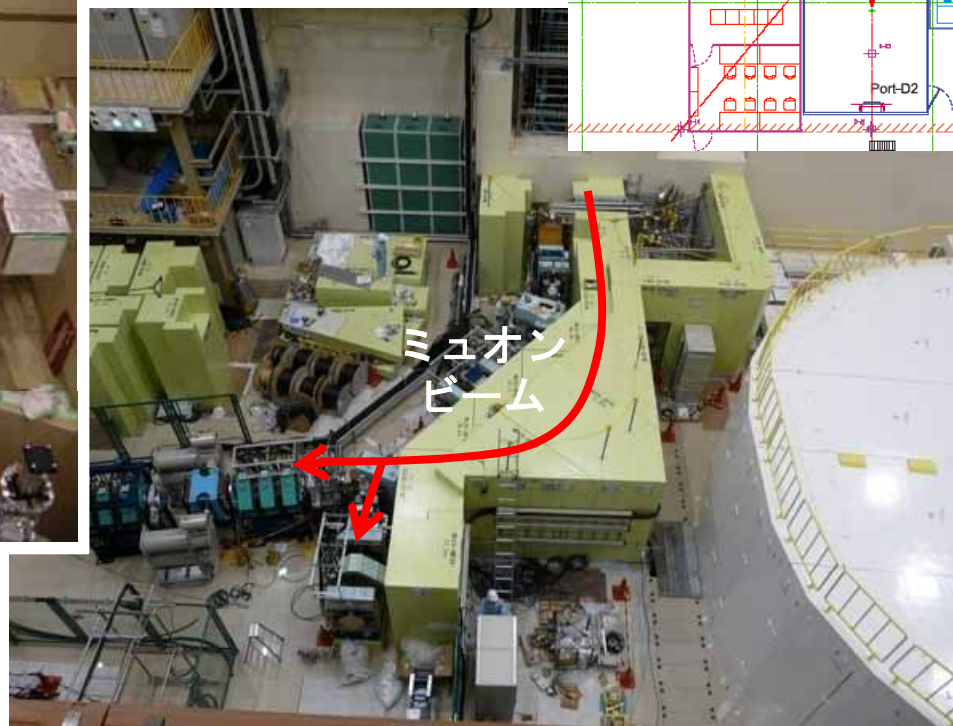
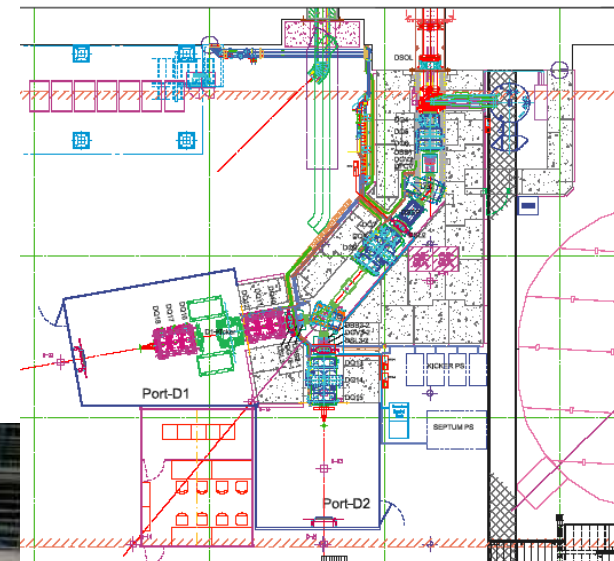


2009B期応募件数 74



ミュオン
生成標的

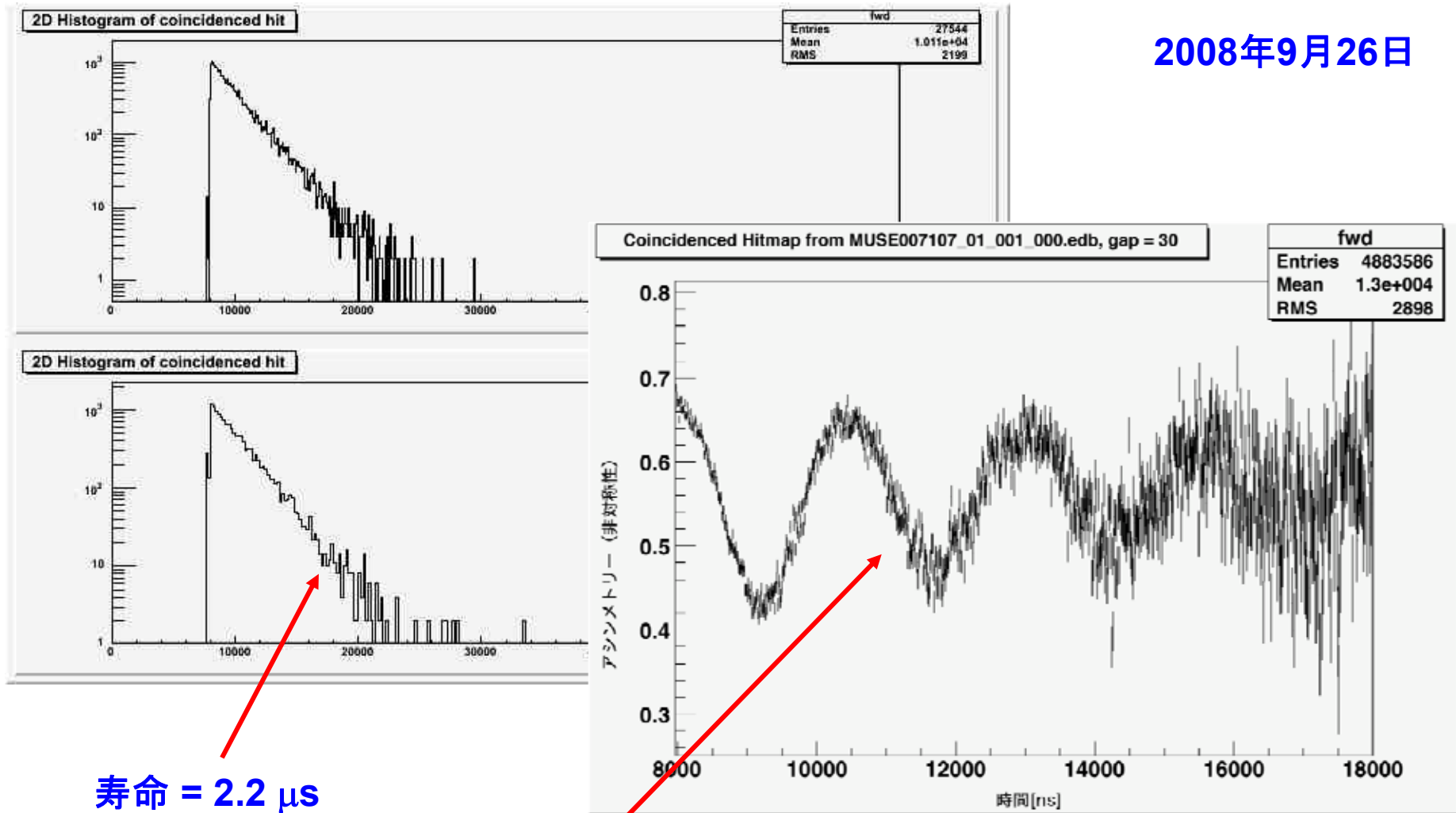
陽子ビーム



ミュオン
ビーム

ミュオンの寿命とスピン回転

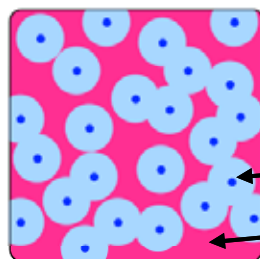
2008年9月26日



磁場中でのミュオンスピンの回転（歳差運動）

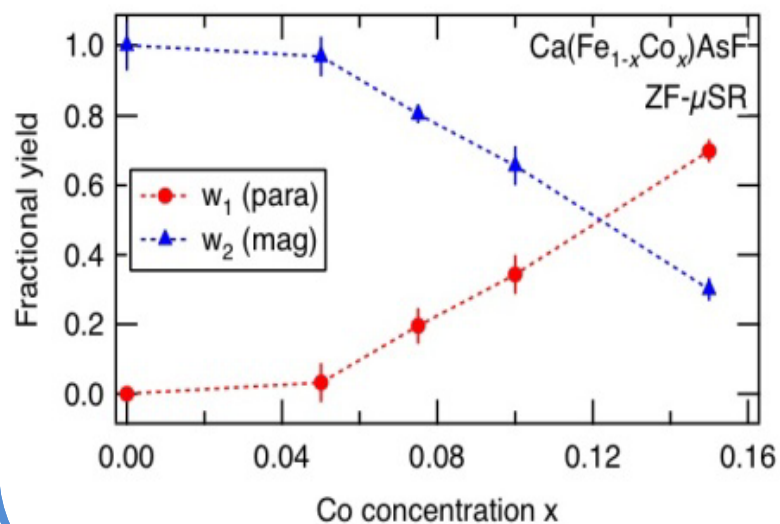
鉄砒素超伝導で島状超伝導を発見 (PRL (103 027002) 誌掲載)

J-PARCからの最初の論文

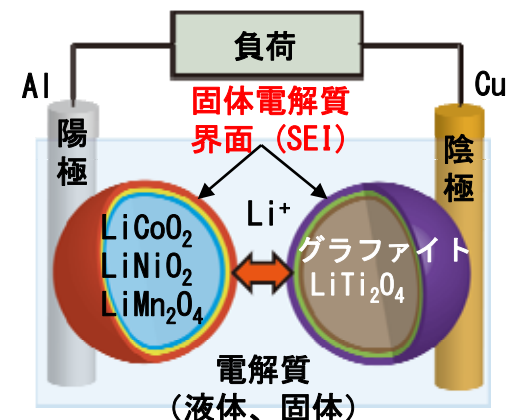


超伝導相

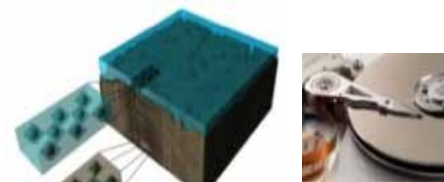
磁性相



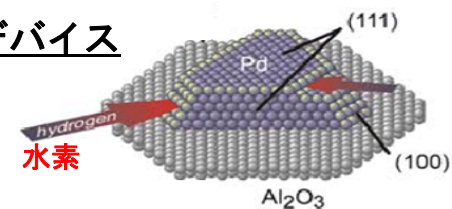
5-10年後の期待される成果： 超低速ミュオン



界面利用リチウム電池の高性能化



界面利用のデバイス



固体表面での水素触媒の解明

ハドロン実験施設とK中間子発生

2009年1月27日、
陽子ビームを導入！

2月にK中間子発生
を確認！

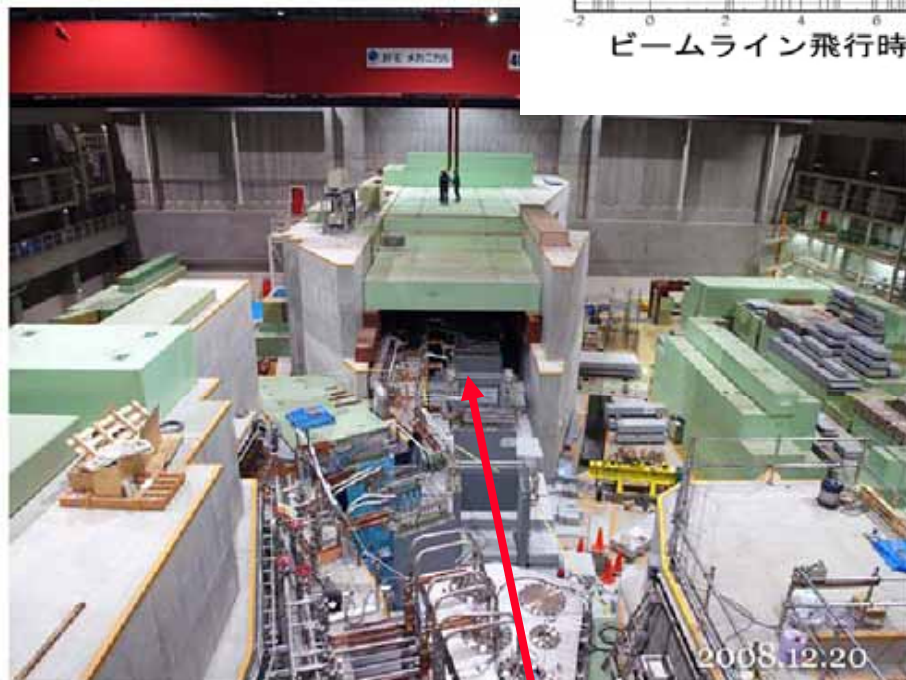
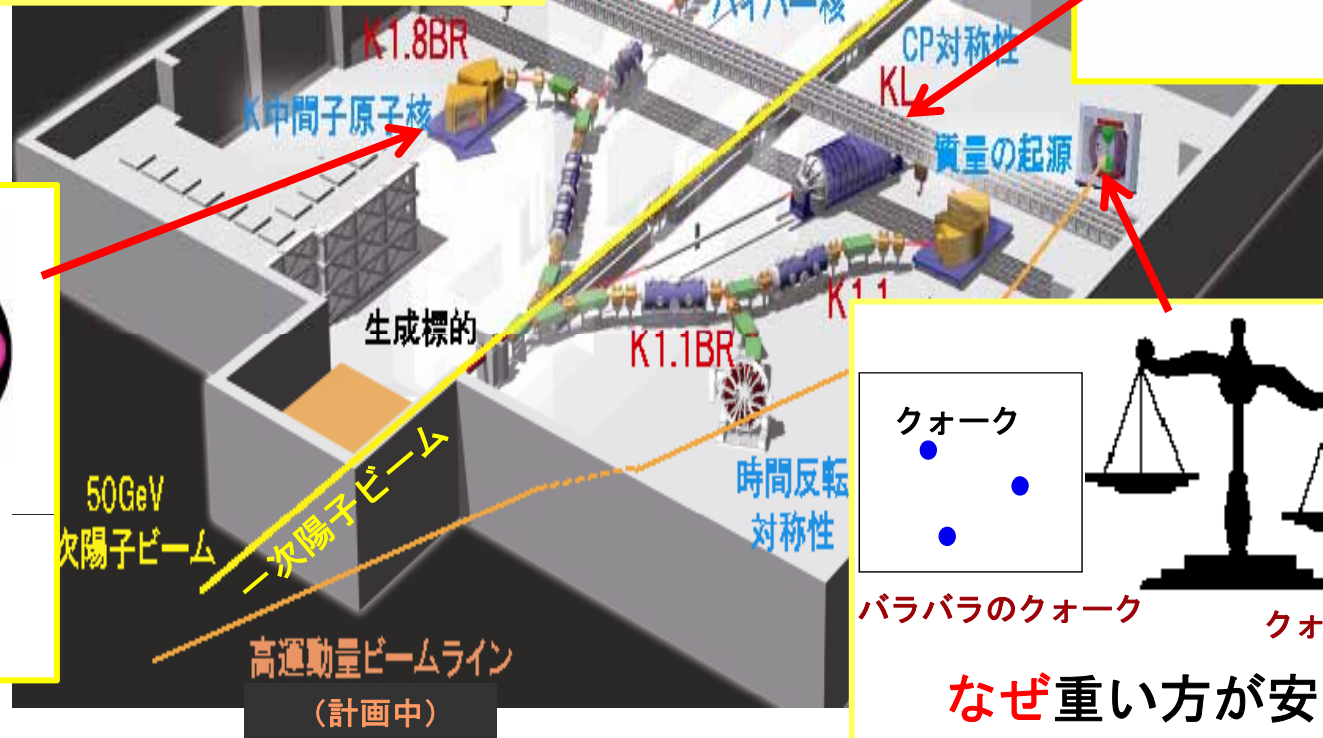
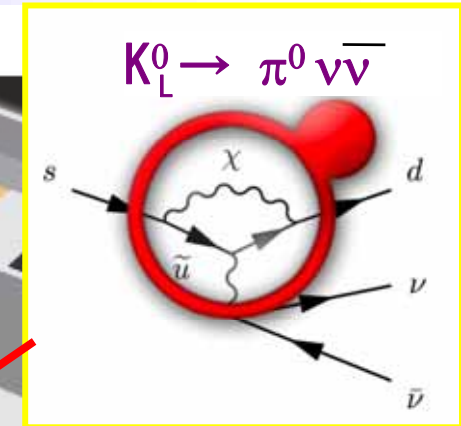
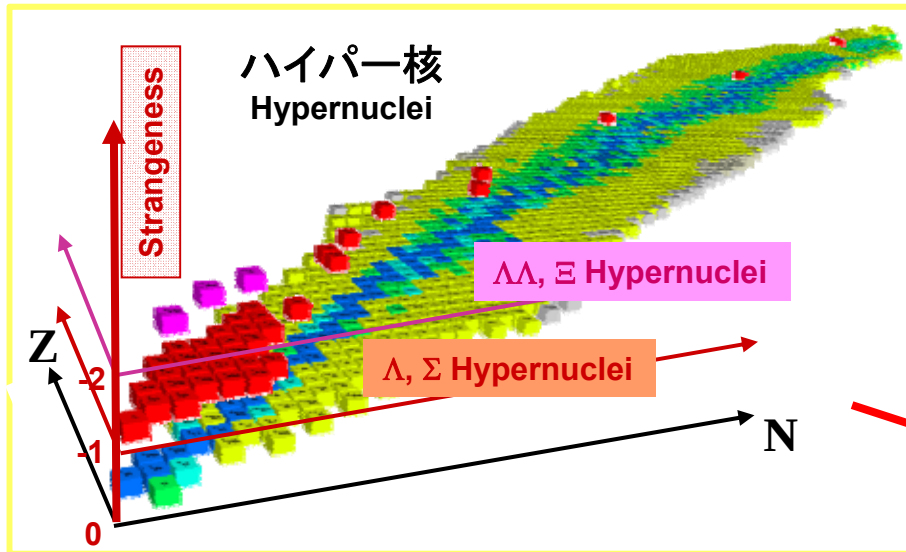


Figure 2 : Hadron Experimental Hall in 陽子ビーム shield was completed.



ハドロン実験施設 における実験計画



なぜ重い方が安定？

Mass without Mass Puzzle



ニュートリノ実験施設の状況

神岡方面に絞る

電磁ホーン

パイ中間子を作る

標的(グラファイト)

ニュートリノモニター棟



陽子ビーム



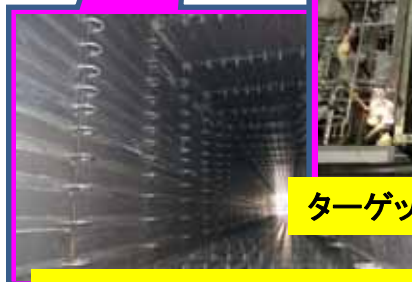
CERNから寄贈された
UA1磁石(1000ton).
ニュートリノモニター棟内に
設置済み

ニュートリノ生成
を確かめる
敷地内検出器



ビームダンプ

パイ中間子の崩壊から
ニュートリノを作る



Decay volume completed

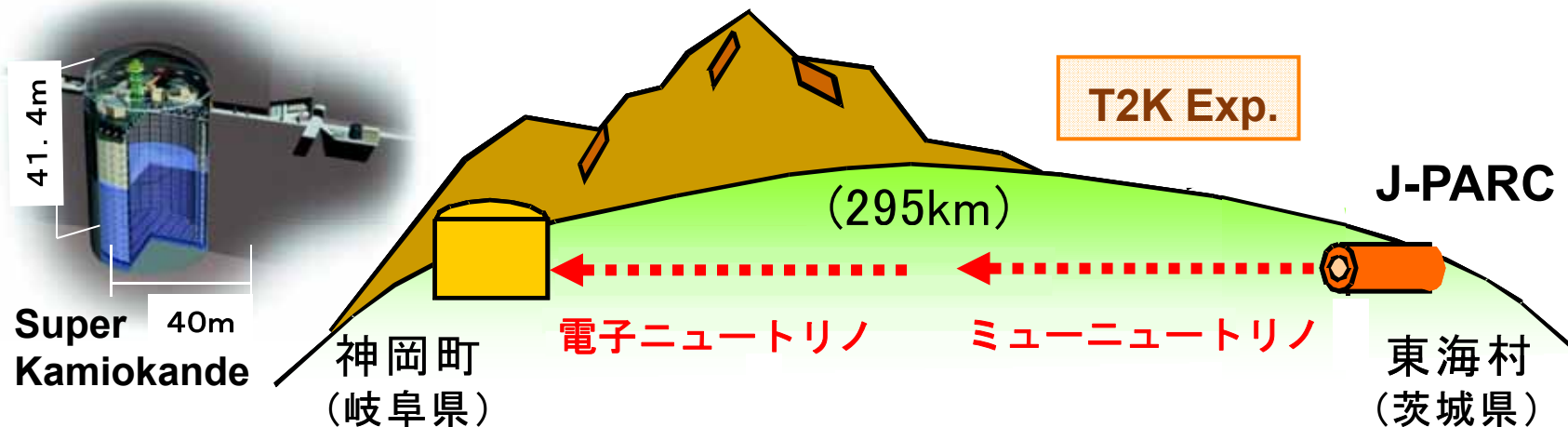


ターゲットステーション完成

一次陽子ビームライン(超伝導)



ニュートリノ振動実験



すでに350名の外国人が参加
(日本人は70名)

第1と第3のニュートリノ
混合角を世界で初めて測定

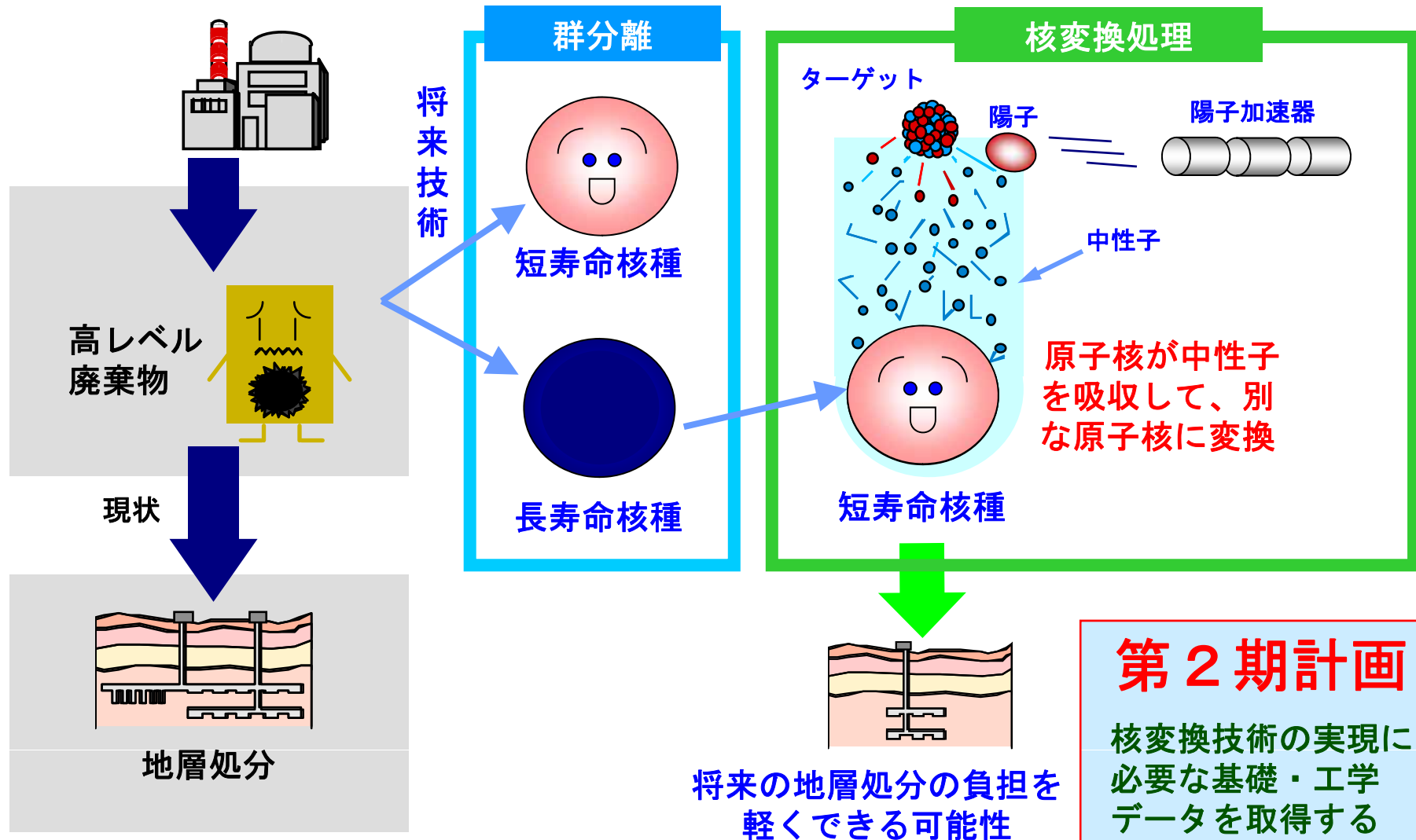


最初の
ニュートリノ生成
(April 23, 2009)



第2期計画としての核変換技術の研究

原子力発電所・再処理施設





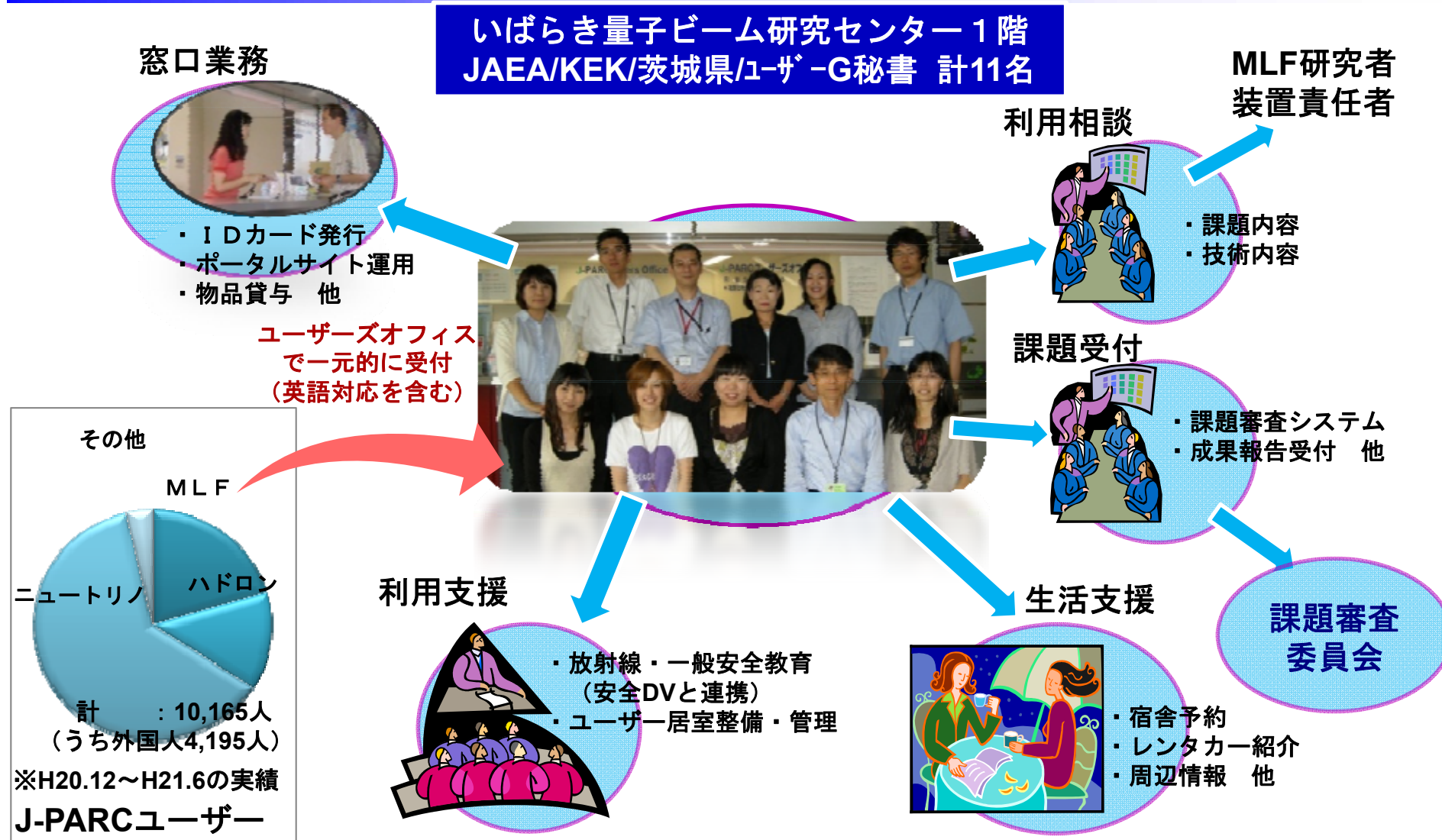
いばらき量子ビーム研究センター

1階 ユーザーズオフィス、等
2階 会議室、等
3-4階 居室



ユーザーズオフィス

ユーザーズオフィス



少数精鋭で多くの外国人を含むJ-PARCユーザーに最良の環境を提供するために奮闘

- ユニークな加速器プロジェクト … 多目的施設
 - 世界最大強度の大型陽子加速器 → 多種類の二次・三次粒子 → 多目的施設。
 - 広範囲の科学（物質・生命科学、原子核素粒子科学、原子力工学）→ 学際複合施設。
 - 今年度より、全施設での運転開始。
- 今や、全施設を開放
 - 中性子、ミュオン、ハドロン、ニュートリノの全領域に亘って、利用者の受け入れ体制の整備に努力中。
- 今後の課題 … 優れた成果の創出
 - 世界最先端施設としての突出した成果の創出。
 - 利用者本位の運営。
 - 国内外に開かれた国際的施設にするためのあらゆる施策。
 - 産業界にいかに関与できるかの施策。
 - 共用促進法の適用