

## 第 27 回利用者協議会議事次第(抜粋)

1. 日 時 平成 28 年 1 月 12 日(火) 15:00~17:30
2. 場 所 TKP 東京駅日本橋カンファレンスセンター ホール 5A
3. 議 事

(はじめに)

J-PARC センター長 挨拶

利用者協議会委員の交代について

(報告事項)

J-PARC センター長からの報告

加速器の状況及び見通しについて

MLF からの報告

学術会議マスター プランについて

- a) 素核
- b) MLF
- c) 核変換

以上

## J-PARC利用者協議会 委員 新旧対照表

旧			新		
分野	氏名	所属機関及び職位	氏名	所属機関及び職位	
高エネルギー	中家 剛	京都大学大学院理学研究科 教授	中家 �剛	京都大学大学院理学研究科 教授	
	山中 卓	大阪大学大学院理学研究科 教授	山中 卓	大阪大学大学院理学研究科 教授	
	駒宮 幸男	東京大学大学院理学系研究科 教授	相原 博昭	東京大学大学院理学系研究科 教授	
	小林 隆	高エネルギー加速器研究機構 J-PARCセンター素粒子原子核ディビジョン ディビジョン長	小林 隆	高エネルギー加速器研究機構 J-PARCセンター素粒子原子核ディビジョン ディビジョン長	
原子核	田村 裕和	東北大学大学院理学研究科 教授	田村 裕和	東北大学大学院理学研究科 教授	
	永江 知文	京都大学大学院理学研究科 教授	永江 知文	京都大学大学院理学研究科 教授	
	中野 貴志	大阪大学核物理研究センター 教授・センター長	中野 貴志	大阪大学核物理研究センター 教授・センター長	
	田中 万博	高エネルギー加速器研究機構 J-PARCセンター素粒子原子核ディビジョン ハドロンセクション	田中 万博	高エネルギー加速器研究機構 J-PARCセンター素粒子原子核ディビジョン ハドロンセクション	
ハドロンホールユーザー会	南條 創	京都大学大学院理学研究科 助教	南條 創	京都大学大学院理学研究科 助教	
中性子	藤田 全基	東北大学金属材料研究所 教授	藤田 全基	東北大学金属材料研究所 教授	
	柴山 充弘	東京大学物性研究所 教授	柴山 充弘	東京大学物性研究所 教授	
	北澤 英明	物質・材料研究機構 先端的共通技術部門 量子ビームユニット ユニット長	北澤 英明	物質・材料研究機構 先端的共通技術部門 量子ビームユニット ユニット長	
	鬼柳 善明	名古屋大学大学院工学研究科 特任教授	鬼柳 善明	名古屋大学大学院工学研究科 特任教授	
	杉山 正明	京都大学原子炉実験所 教授	杉山 正明	京都大学原子炉実験所 教授	
	金谷利治	高エネルギー加速器研究機構 J-PARCセンター 物質・生命科学 ディビジョン ディビジョン長	金谷利治	高エネルギー加速器研究機構 J-PARCセンター 物質・生命科学 ディビジョン ディビジョン長	
ミュオン	秋光 純	広島大学キラル物性研究拠点 特任教授	秋光 純	広島大学キラル物性研究拠点 特任教授	
	久保 謙哉	国際基督教大学教養学部 教授	久保 謙哉	国際基督教大学教養学部 教授	
	三宅 康博	高エネルギー加速器研究機構 J-PARCセンター 物質・生命科学 ディビジョン ミュオンセクション	三宅 康博	高エネルギー加速器研究機構 J-PARCセンター 物質・生命科学 ディビジョン ミュオンセクション	
産業界	杉山 純	株式会社豊田中央研究所 分析部 量子ビーム解析研究室 主監	杉山 純	株式会社豊田中央研究所 分析部 量子ビーム解析研究室 主監	
	岸本 浩通	住友ゴム工業株式会社 材料開発本部 材料第三部 課長	岸本 浩通	住友ゴム工業株式会社 材料開発本部 材料第三部 課長	
	野間 敬	キヤノン(株)総合R&D本部 ナノ材料分析技術開発センター 分析 技術研究部 部長	野間 敬	キヤノン(株)総合R&D本部 ナノ材料分析技術開発センター 分析 技術研究部 部長	
MLF利用者懇談会	鳥養 映子	山梨大学大学院総合研究部 教授	鳥養 映子	山梨大学大学院総合研究部 教授	
茨城県	林 真琴	茨城県企画部 技監	林 真琴	茨城県企画部 技監	
核変換	山下 了	東京大学素粒子物理国際研究センター 准教授	山下 了	東京大学素粒子物理国際研究センター 准教授	
	卞 哲浩	京都大学原子炉実験所 准教授	卞 哲浩	京都大学原子炉実験所 准教授	
	加治 芳行	原子力機構 原子力基礎工学研究センター 燃料・材料工学ディビジョン ディビジョン長	加治 芳行	原子力機構 原子力基礎工学研究センター 燃料・材料工学ディビジョン ディビジョン長	

委員任期:平成30年3月末まで



# J-PARCの現状について

## 第27回J-PARC利用者協議会

### 平成28年1月12日

J-PARCセンター 齊藤 直人

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構  
大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構

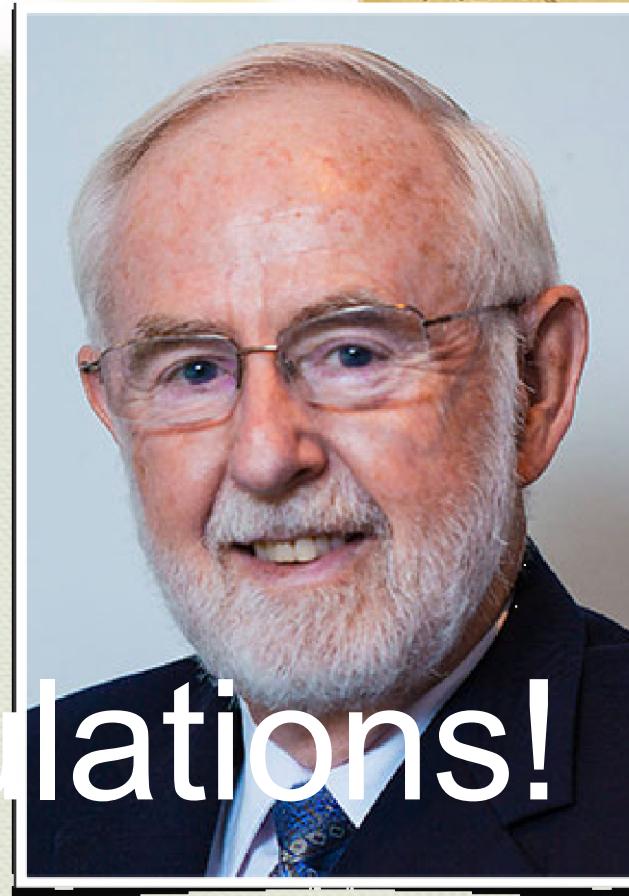
# 本日のご報告

- 研究成果
- 運転履歴と今後
  - 加速器
  - MLF
  - ニュートリノ
  - ハドロン
- 新年度に向けて
- 大型計画マスタープラン

*"For the greatest benefit to mankind"*  
*Alfred Nobel*

## 2015 NOBEL PRIZE IN PHYSICS

Takaaki Kajita  
Arthur B. McDonald



# Congratulations!

Prof. Takaaki KAJITA

Prof. Arthur B. McDonald

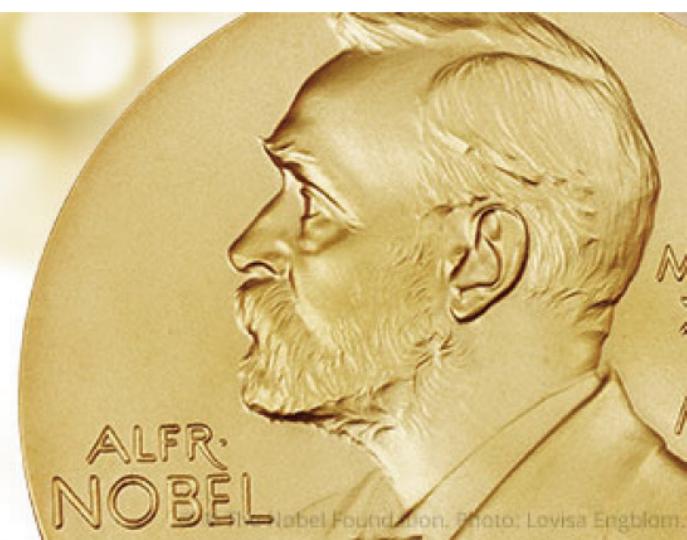
- For Discovery of Neutrino Oscillation

Pictures from

*"For the greatest benefit to mankind"*  
*Alfred Nobel*

## 2015 NOBEL PRIZE IN PHYSICS

Takaaki Kajita  
Arthur B. McDonald



梶田隆章 博士  
東京大学宇宙線研究所 所長

アーサー・B・マクドナルド 博士  
サドバリー・ニュートリノ観測研究所 所長



「for the discovery of neutrino oscillations, which shows that neutrinos have mass」

梶田氏はT2K実験の初期から、T2K実験を積極的に推進してきました。T2K実験グループは梶田氏の受賞に、心よりお祝い申し上げます。ノーベル賞受賞の対象となったニュートリノ振動の研究を、T2K実験はさらに一層推し進めて行きます。

# Breakthrough Prize

NATIONAL GEOGRAPHIC CHANNEL



BETA

VIDEOS

SCHEDULE



Sign In

Join

BREAKTHROUGH PRIZE

ABOUT

EPISODE GUIDE

FUNDAMENTAL PHYSICS  
BREAKTHROUGH  
PRIZE

[BOARD](#) [TROPHY](#) [EVENTS](#) [NOMINATIONS](#) [NEWS](#) [CONTACTS](#)  
[COMMITTEE](#) [PRIZES](#) [LAUREATES](#) [RULES](#)

Search



## LAUREATES

[Breakthrough Prize](#) [Special Breakthrough Prize](#) [New Horizons Prize](#) [Physics Frontiers Prize](#)

2016 [2015](#) [2014](#) [2013](#) [2012](#)



[Kam-Biu Luk and the Daya Bay Collaboration](#)



[Yifang Wang and the Daya Bay Collaboration](#)



[Koichiro Nishikawa and the K2K and T2K Collaboration](#)



[Atsuto Suzuki and the KamLAND Collaboration](#)



[Arthur B. McDonald and the SNO Collaboration](#)



[Takaaki Kajita and the Super K Collaboration](#)



[Yoichiro Suzuki and the Super K Collaboration](#)

# Breakthrough Prize for Fundamental Physics

西川公一郎 元K2K/T2Kスپークスパソコンと  
K2K/T2K実験グループ(610名)は、  
ニュートリノ振動の発見と研究についての業績を認められ  
SK(梶田隆章氏、鈴木洋一郎氏), Kamland(鈴木厚人氏), DayaBay  
(Y.Wang氏), SNO(A.McDonald氏)とともに、  
11/9 に標記の賞を受賞致しました。

これもひとえに皆様のおかげと、  
厚く御礼申し上げます。



# MLFの成果の一例:住友ゴム



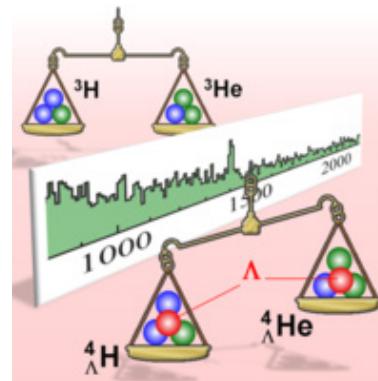
- J-PARCを使って開発した新材料開発技術を東京モーターショーにて発表！
- 詳細を本日、プレスレク



# ハドロン実験施設

「Observation of Spin-Dependent Charge Symmetry Breaking in  $\Lambda N$  Interaction :  
Gamma-Ray Spectroscopy of  ${}^4_{\Lambda}\text{He}$   
 $\Lambda N$ 相互作用におけるスピン依存の荷電対称性の破れの観測:  ${}^4_{\Lambda}\text{He}$  ガンマ線分光」

Physical Review Letters **115**, 222501 (2015)  
(published 2015/11/24)で  
“Editor’s Suggestion”に選ばれました。



プレスリリース(11/25付)

配布先：宮城県政記者会、文部科学記者会、科学記者会、原子力規制庁記者会（仮称）、  
茨城県政記者クラブ、筑波研究学園都市記者会



平成27年11月25日

報道機関 各位

国立大学法人 東北大学 大学院理学研究科  
大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構  
国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構  
J-PARCセンター

J-PARC ハドロン実験施設で  
“奇妙な粒子”が原子核の荷電対称性を破る現象を発見

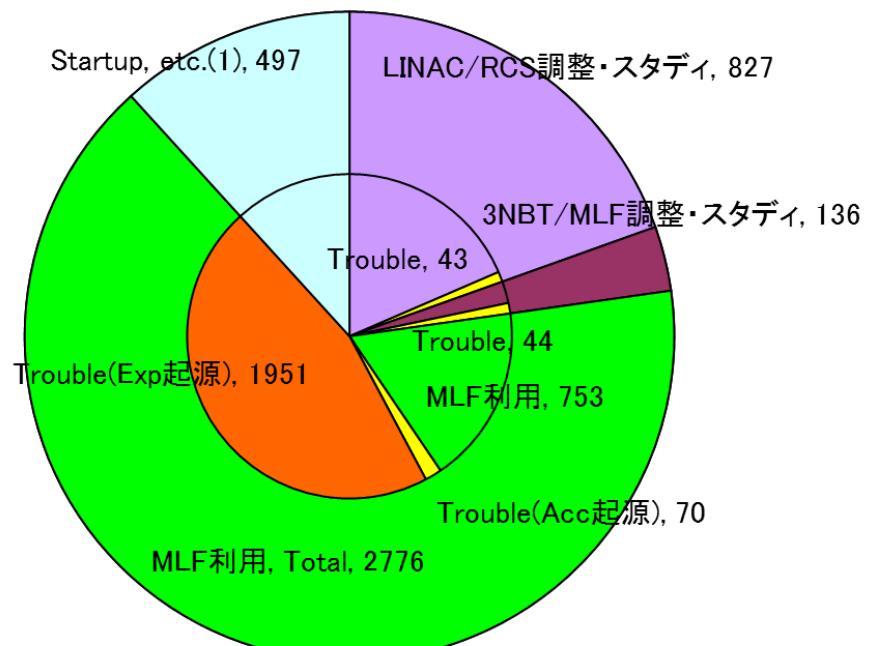
# 2015年度の運転統計 (中間報告:4月~12月)



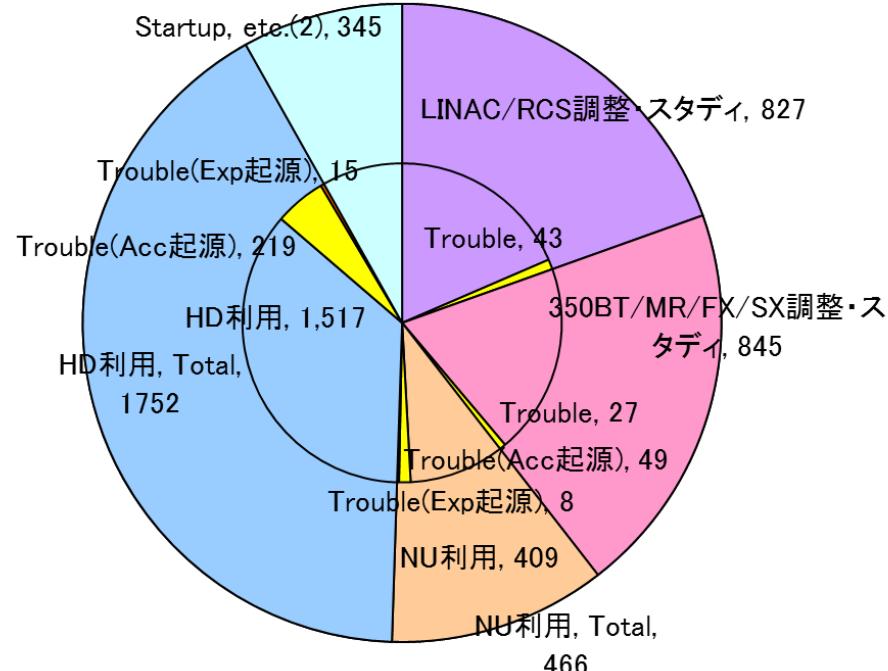
運転時間: 2,142	利用時間、 Total	停止時間 加速器起源	停止時間、 実験側起源	利用時間、 正味	稼働率 (%)
MLF*	2,776	71	1,952	753	27.1
NU	466	49	8	409	87.8
HD	1,752	220	15	1,517	84.5

\* 12月25日まで予定した利用時間(ただし、定期メンテナンスや加速器スタディを除く)をTotalに含め、中性子標的容器の 不具合に伴う停止を実験側停止時間に加味した結果

2015年度加速器運転統計(MLF)



2015年度加速器運転統計(NU、HD)



# J-PARC物質・生命科学実験施設(MLF)利用運転の一時休止について

平成27年11月24日  
J-PARCセンター

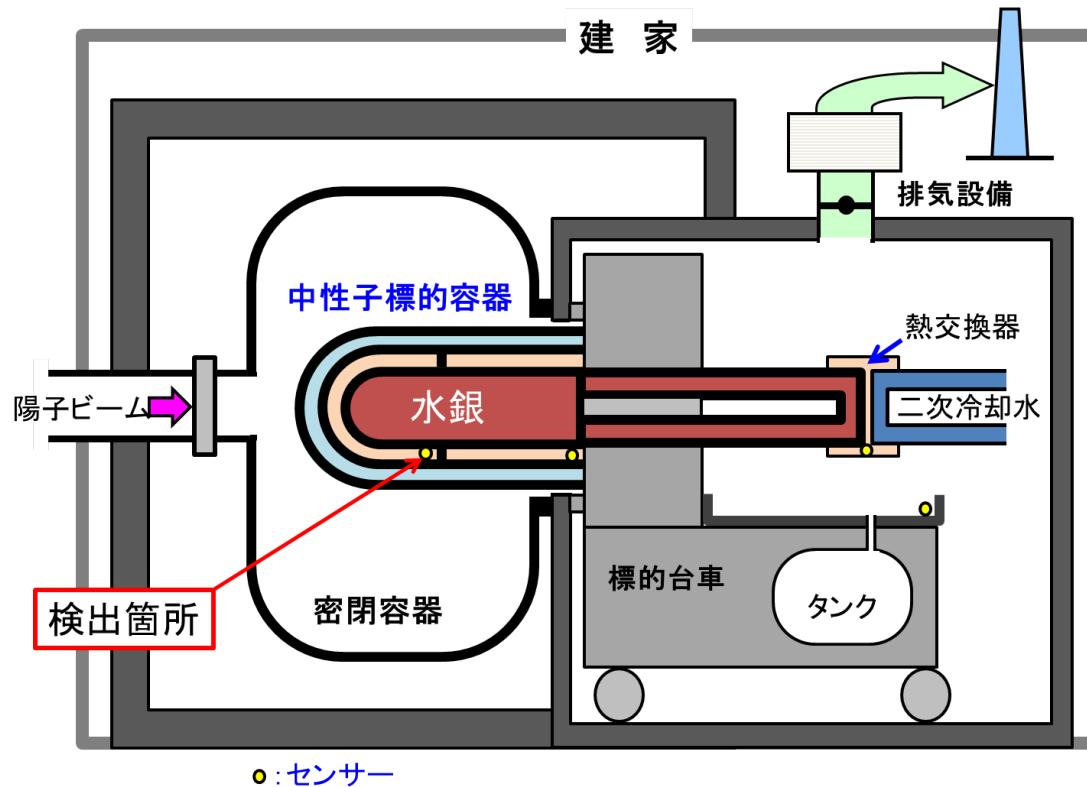
J-PARC物質・生命科学実験施設(MLF)において、11月20日(金)0時12分頃、中性子標的容器内に設置しているセンサーがヘリウム層内の水分を検知したため、利用運転を停止しました。

当該事象への対応として、今後、詳細な原因の調査・特定等を行うため、現時点において中性子標的容器の交換が必要と判断し、これに伴い、12月末までの間MLFの利用運転を休止することとしたのでお知らせします。

なお、中性子標的容器及び水銀循環系からの放射性物質等の漏えいはなく、施設内及び環境への影響もありません。

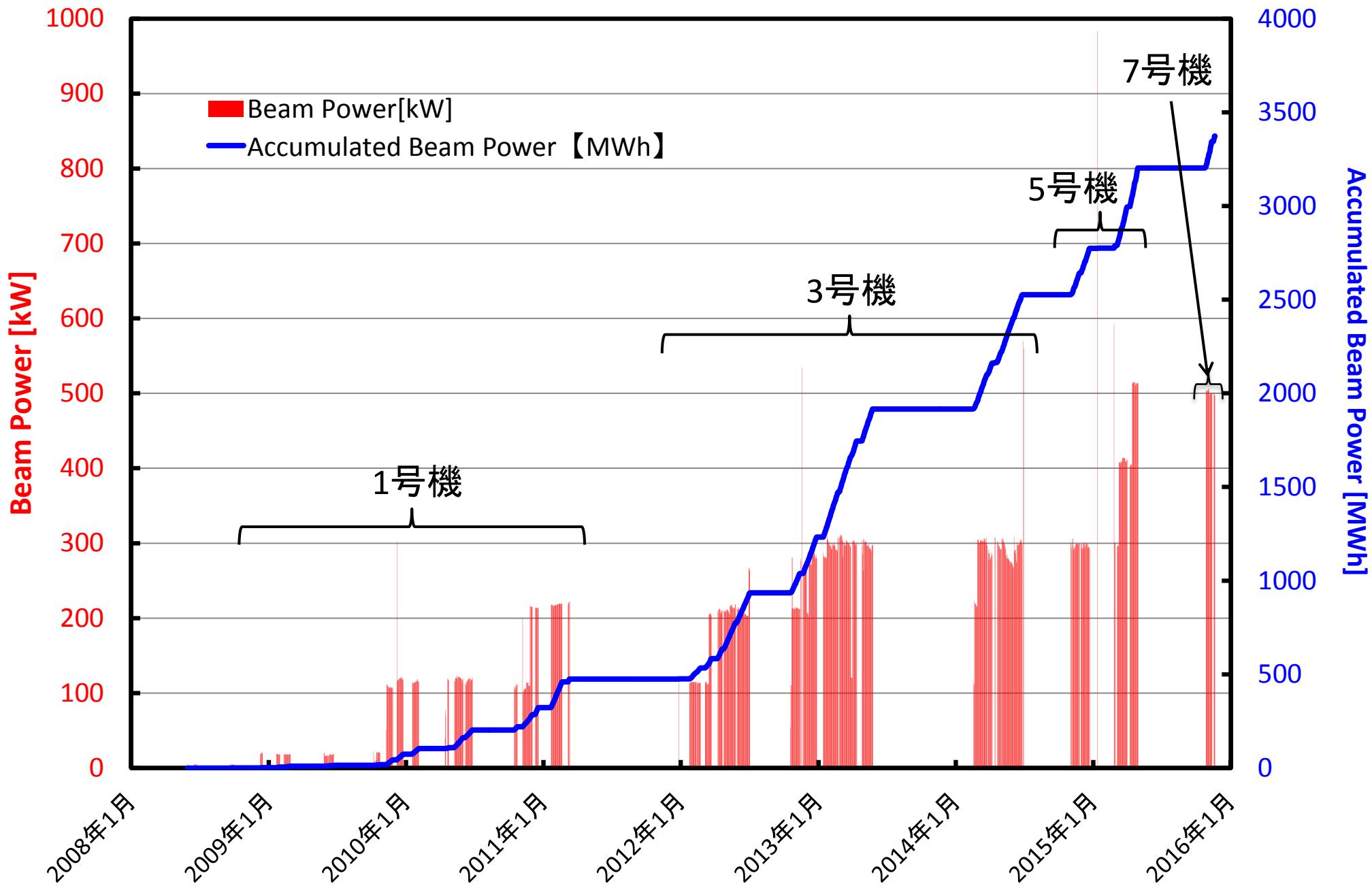
利用運転再開までの間、多大なるご不便・ご迷惑をおかけして大変申し訳ございませんが、ご理解頂きますよう宜しくお願ひ申し上げます。

ヘリウム層内に水(保護容器  
冷却水)が滲出したと判断  
した理由



- 電極式センサーで水の抵抗率に相当する抵抗値が観測されました。
- 保護容器の冷却水を排水後、真空引きによりヘリウム層の圧力変化を観測しました。
- ヘリウム層内ガスには水銀由来の放射性物質は観測されませんでした。

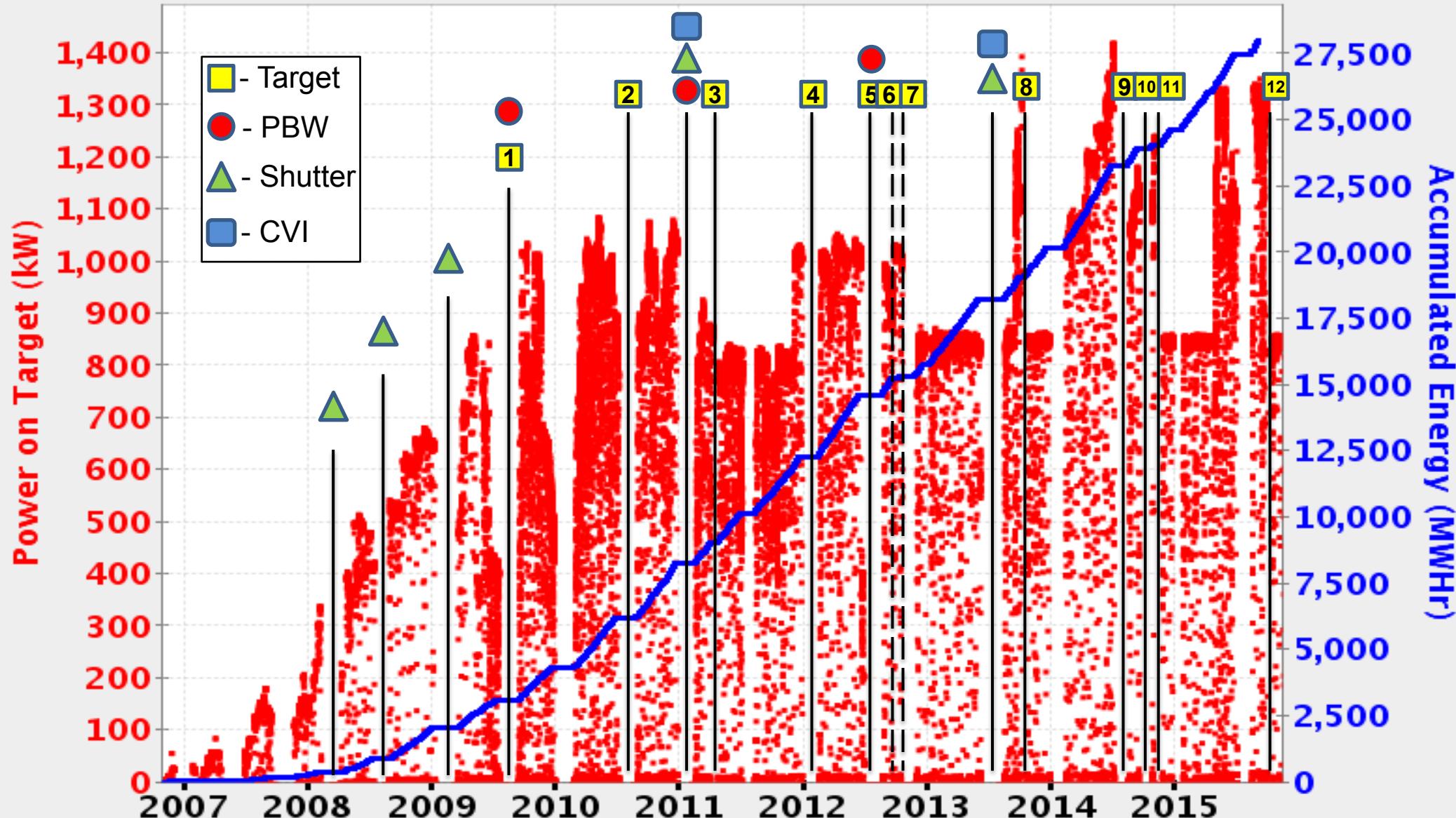
# J-PARC 中性子標的の運転出力履歴



# Major Remote Handling Component Replacements

## Power and Energy on Target

History: from 01-Nov-2006 to 12-Nov-2015



# ユーザーの声

## 主要な要望

- ビームタイムを補填してほしい(ほぼすべてのユーザーから)
- 早期に補填をお願いしたい(多数)
- 安定運転を望む(ほぼすべてのユーザーから)

## 【主な影響】

- 学位への影響: 博士2件(1件取得失敗(D1))、修士8件、不明2件
- 海外ユーザーへの影響(7BL)  
※3回連続でキャンセルとなった海外ユーザーも
- 高額の試料が無駄となった(BL03、15。BL15の損害は百万円単位)
- その他、大型研究プロジェクトの成果が出ない、国際協力プログラムへの影響等  
※500kWで良いデータが取れかけていたので残念といったような、J-PARCへの期待を含んだ声もあった

# ユーザーに対して考慮すべきこと

- 現在マシンタイムを予定しているユーザーの実験の可否を早く知らせる必要がある
  - ※予定されている海外ユーザーの渡航のキャンセル
  - ※国内でも試料準備を進めて良いかどうかの判断
  - ※個人の予定
- ・通常は、目安として国内1ヶ月前、国外2ヶ月前
- ・既に航空券を予約しているユーザー、試料準備を進めているユーザーにはASAP
- 状況が分からぬいらだちへの対応
- 確実に出るラインを設けて、それにマージンを付けて再開の目処をアナウンス
  - ※早く始まても、各BLはいくらでも対応できる
- 情報量が少なくても良いから、常に情報発信

# 中性子ユーザーの皆さんへ

日本中性子科学会の皆さん、

この度は、MLFの標的の不具合による利用運転の一時停止により、多くの利用者の方にご迷惑をおかけしています。今年に入って、三度目の長期停止となり、度重なるご不便をおかけしておりますこと、改めてお詫び申し上げます。

J-PARC MLFは、1 MWの大強度陽子ビームにより世界最高強度のパルス中性子およびミュオンビームを、広く利用者の方々にお使いいただくことで、物質・生命における多様な現象の発見、その発現機構の解明、また新材料物質の開発を通じての社会貢献を目指してきました。その根幹である利用運転を、度重なる施設の不備により停止せざるを得ない状況は、我々にとっても痛恨の極みです。

ご存知の通り、陽子ビームとしては、1MW相当のビーム加速成功など、目標値の達成にめどをつけ、また、標的としましても最大の問題と思われたピッティングによる容器損傷を、ヘリウムの微小気泡注入バーリングによって回避する技術開発など、世界をリードする技術開発を達成してまいりました。こうした開発の成功を通して、現場の実力は着実に上がってきています。しかし、利用施設としての存立要件といつても過言ではない安定な利用運転を守りきることができなかつたことは、ひとえに我々マネジメントに責任があります。

J-PARCは、安定な利用運転と世界最先端の技術開発という、一見相反する要件を両立させることを宿命として担っていくべきことを、もう一度肝に銘じ、J-PARC全体の力を結集するだけでなく、内外の専門家のお力も借りながら、皆さんに信頼していただける施設として再生してまいります。これまでにいたしました皆さまの叱咤激励の一つ一つを真摯に捉え、できる限りご要望に応えていけるよう、努力していきます。具体的には、問題を先取りして考えていくproactive thinkingを徹底し、事前に手を打っていくこと、また定期的かつ綿密なパフォーマンス評価に基いて運転パラメータを最適化すること、また利用者の要望に寄り添った利用環境の充実を行ってまいります。そのための人員の増強と保守費用の確保を各方面に働きかけながら実現して参る所存です。

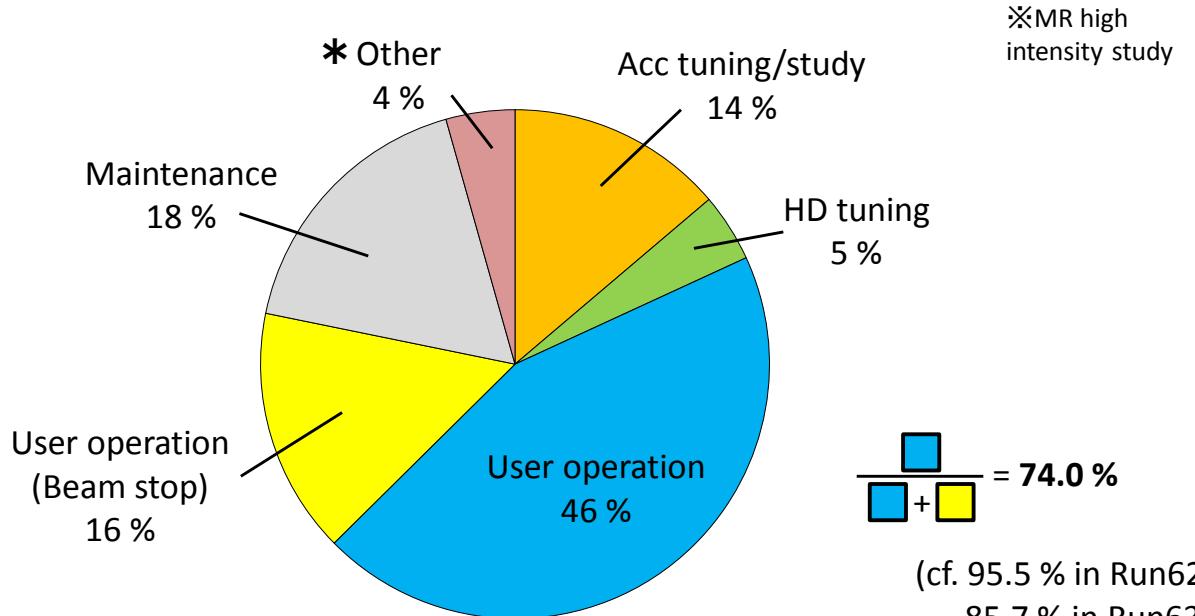
今しばらくのご不便をおかけしますこと、なにとぞご理解いただけますよう、また今後も皆さんのお力でJ-PARCを支えていただけますよう、衷心よりお願ひ申しあげます。

平成27年12月10日  
J-PARCセンター長  
齊藤 直人

# ハドロン実験施設

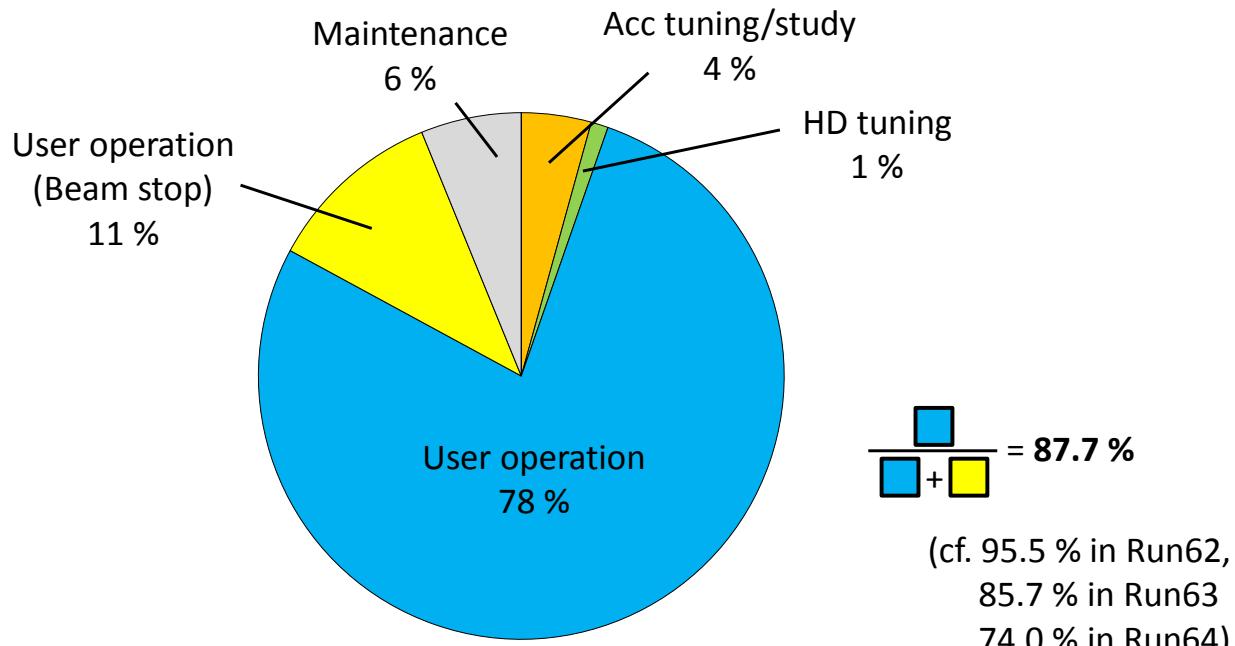
Run #64

[Oct16-Nov12,  
6秒周期→5.52秒周期  
38kW]

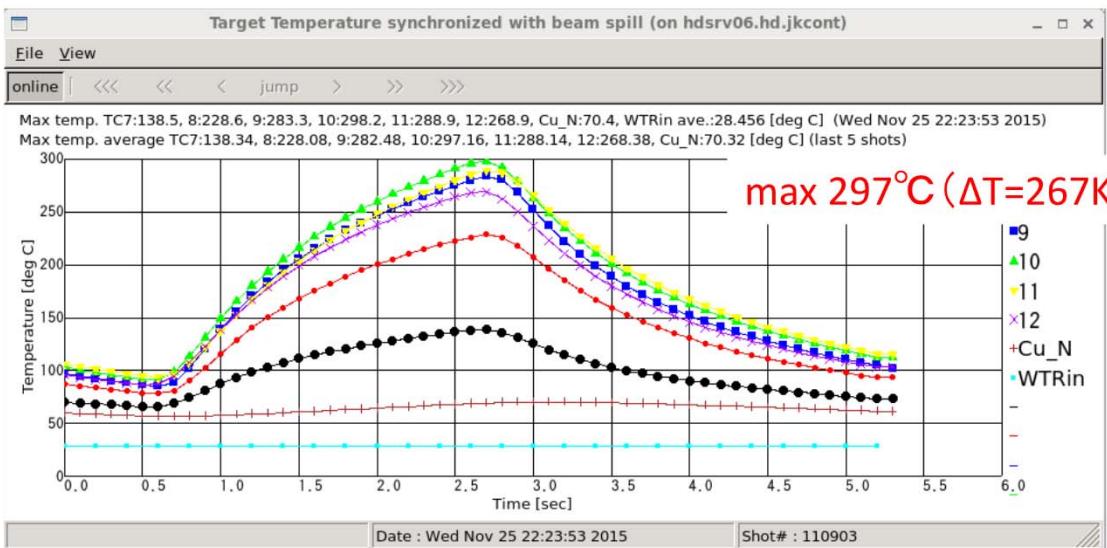


Run #65

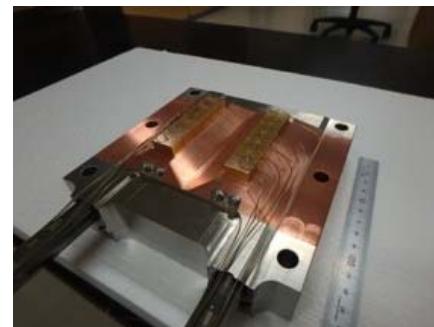
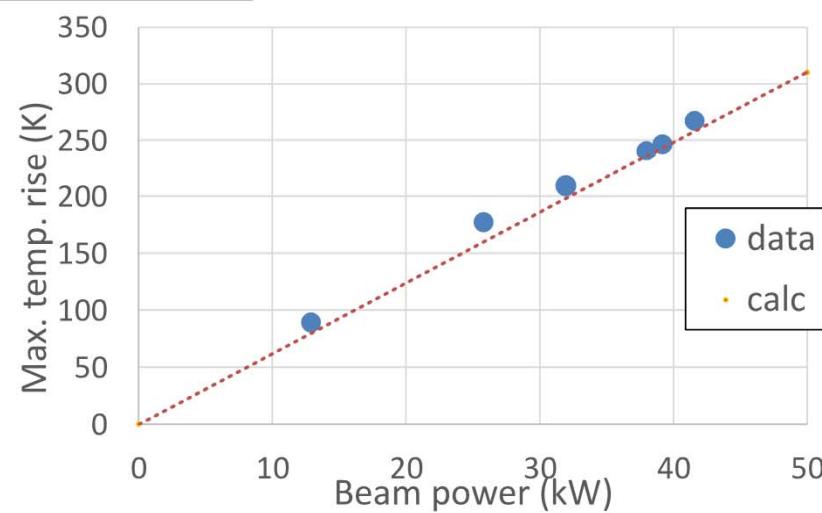
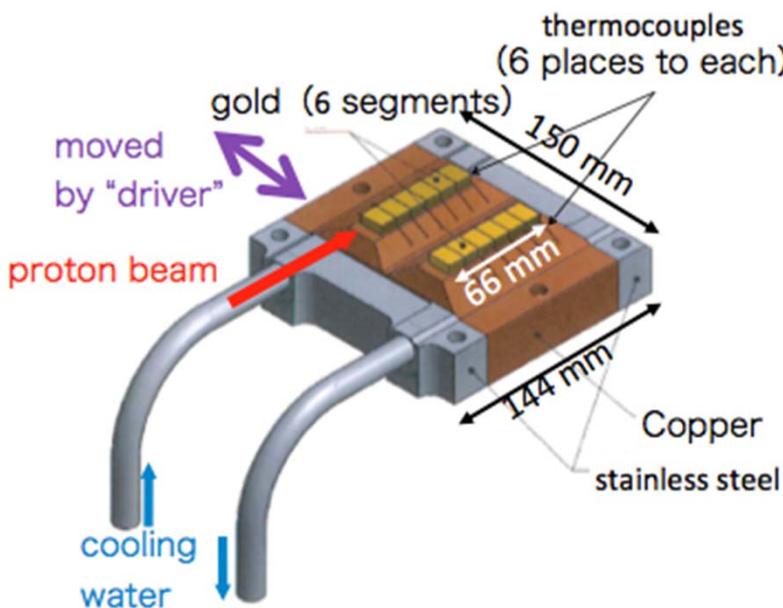
[Nov15-Dec18,  
38kW → 42kW]



# ハドロン実験施設



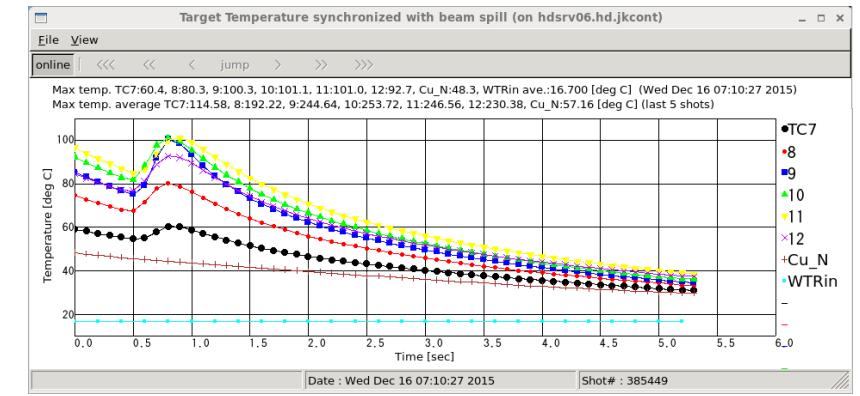
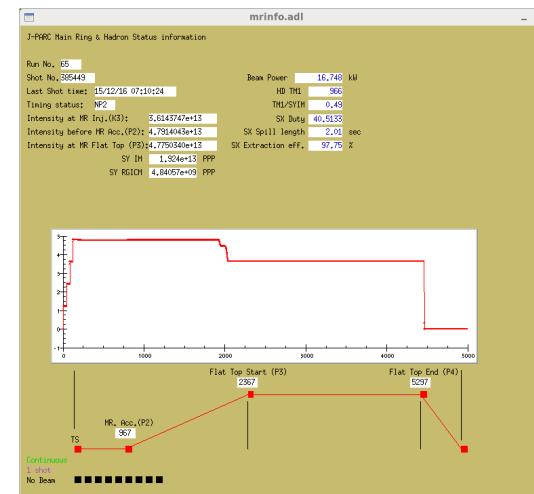
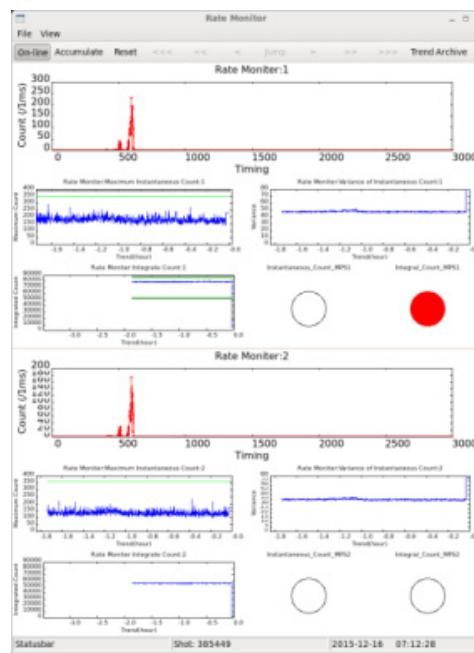
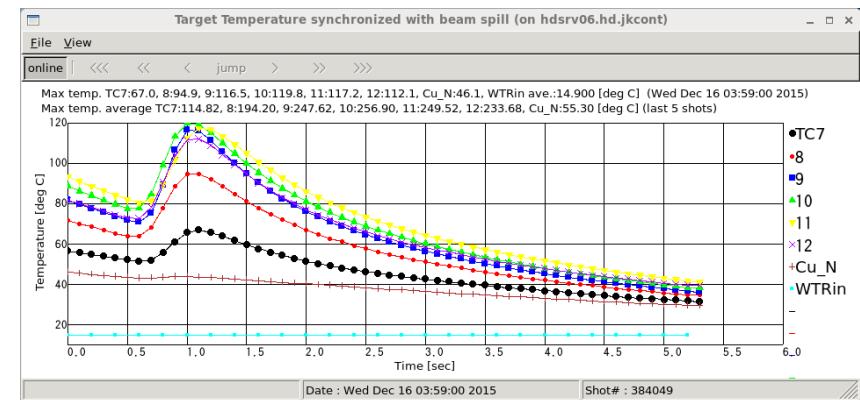
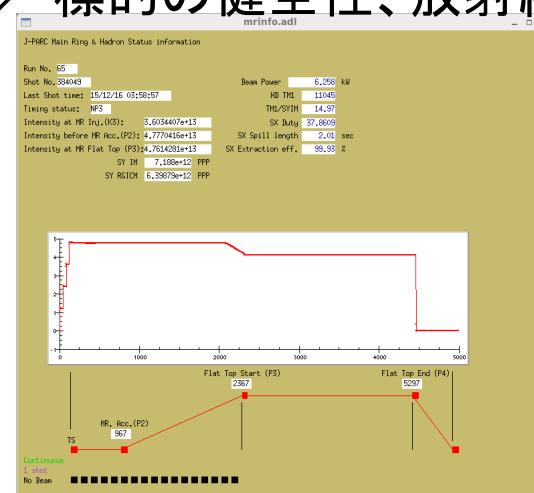
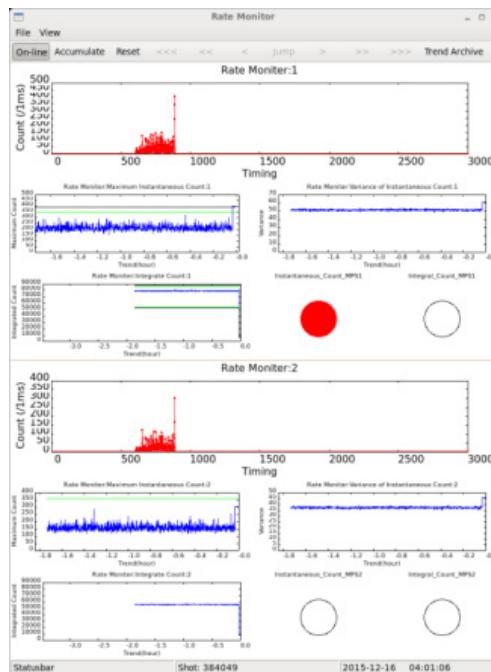
T1 Target temperature  
(41.6kWm 5.52sec-cycle)



# ハドロン実験施設

10月からMR加速器に導入された“仕掛け” **SX\_abort**:

通常と異なる取り出しを検知したら  
遅い取り出しを直ちに中止して残りのビームをダンプへ導く  
→ 標的の健全性、放射線モニタなどを確認してから再開



# ニュートリノ実験施設(素核Div. ニュートリノ Sc.)

6/3に'15夏前の運転を終了した。積分POT=1.1×10<sup>21</sup>(前回7/31既報)。

- ・現在メンテナンス作業中。
  - ターゲット冷却ヘリウム配管補修は完了した。
  - ホーン電源の更新(K2K電源→新電源)を行なった。
  - 通常の定期保守作業は継続中。

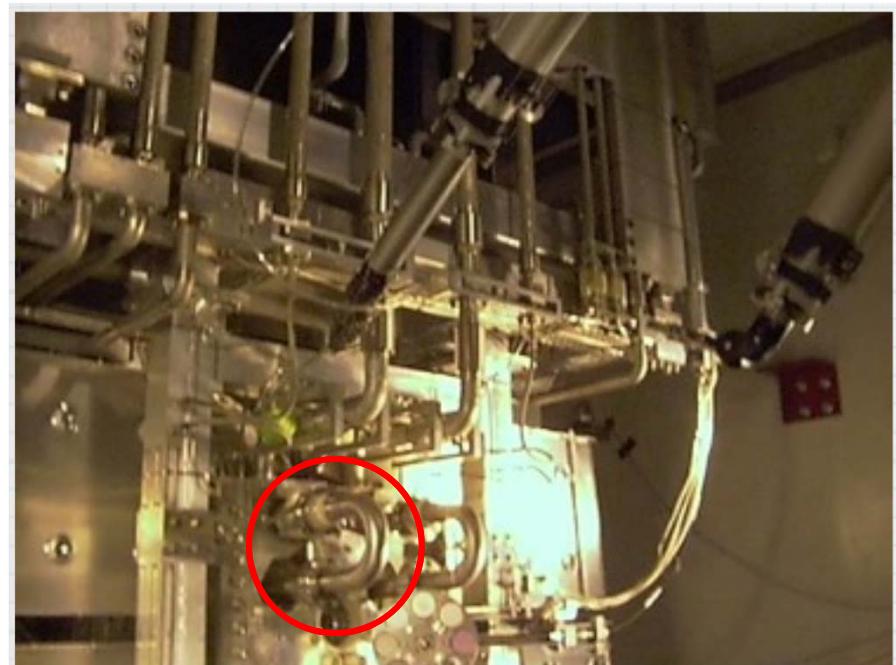
1/31 運転再開の予定。夏までに 1.7×10<sup>21</sup>POTの蓄積を目指す。

→ 反 $\nu_\mu$ から反 $\nu_e$ への振動出現事象が数イベント以上期待される。

## 前置検出器ホール

- ・T2K前置検出器の磁石内測定器保守は終了し、磁石は既に閉じた。
- ・ニュートリノ - 原子核反応断面積の精密測定のための検出器開発の 2件のテスト実験が進行中。
  - T59(H<sub>2</sub>O標的の3Dグリッド型検出器):  
プロトタイプの製作中
  - T60(エマルジョン検出器):  
2016年2月からのビーム照射の予定。

ターゲット配管修理は全てメンテナンスエリアでマニピュレータを用いて行われた→



# 8/4-6 に Workshop for Neutrino Programs with Facilities in Japan を開催した。

## Workshop for Neutrino Programs with facilities in Japan

from Tuesday 04 August 2015 at **09:00** to Thursday 06 August 2015 at **17:30** (Asia/Tokyo)  
at Ibaraki Quantum Beam Research Center ( 2F conference room )

**Description** In this workshop, we will discuss the future neutrino program with facilities in Japan.

### Discussion subjects:

- T2K upgrade (beam, near detectors and Super-K)
- J-PARC accelerator upgrade
- Super-K upgrade
- Hyper-K project and the connection/relation with T2K and Super-K
- Any new ideas to make the neutrino program with Japanese facilities more fruitful

### Meeting Style:

- We will allocate enough time for discussions.
- Session conveners will make the program of each session. You can also contact the session convenor present your idea and proposal.
- We focus new studies and new ideas for the future programs.

### Goals:

- We aim to make the strategy of the neutrino programs with facilities in Japan around 2020.
- We collect new studies and new ideas to make the strategy at the workshop.
- We may have the follow-up workshop to finalize the strategy (roadmap).



Future atmospheric neutrino measurements with multi-megatonne Water Cherenkov detectors



Workshop for Neutrino Programs with facilities in Japan

Tokai Japan  
August 5, 2015

Darren R Grant

Workshop for  
Neutrino Programs  
with facilities in Japan

August 4-6, 2015

We discuss the future neutrino  
program with facilities in Japan.

## GUT with neutrinos

Nobuhiro Maekawa (Nagoya Univ. KMI)

1. Neutrino can be a signature of (SU(5)) GUT!  
An assumption can explain the various hierarchies in quark and lepton masses and mixings.
2.  $E^{L6}$  GUT is attractive    $U\ell e^3 \sim \sin \theta \ell c, \delta L \sim O(1)$   
The assumption can be derived!
3. Nucleon decay is important!



## NOvA Experiment Status

Mark Messier  
Indiana University

programs with facilities in Japan

## T2K Sensitivities at $25 \times 10^{21}$ POT

M. Friend

KEK

August 4, 2015

# MLFの成果の一例:住友ゴム



- J-PARCを使って開発した新材料開発技術を東京モーターショーにて発表！
- 詳細を本日、プレスレク



# ハドロン実験施設

## ○四つの二次ビームライン+実験エリア:

北: K1.8、K1.8BR 南: KL、K1.1BR で実験を実施

- Run#62 [4/27~5/07]で 24kW → 27kW、  
Run#63 [6/05~6/26]で 27kW → 30 → 33kW  
Run#64 [10/16~11/12]で6秒周期 → 5.52秒周期、38kW  
Run#65 [11/15~12/18]で38kW → 42kW  
のビームパワーでの安定運転を実施。  
⇒物理成果の創出へ。

- K1.8ビームラインでの E13実験が終了。

$^4\text{He}$ 標的による $^4\text{He}$ ハイパー核のガンマ線分光を  
プレス発表。

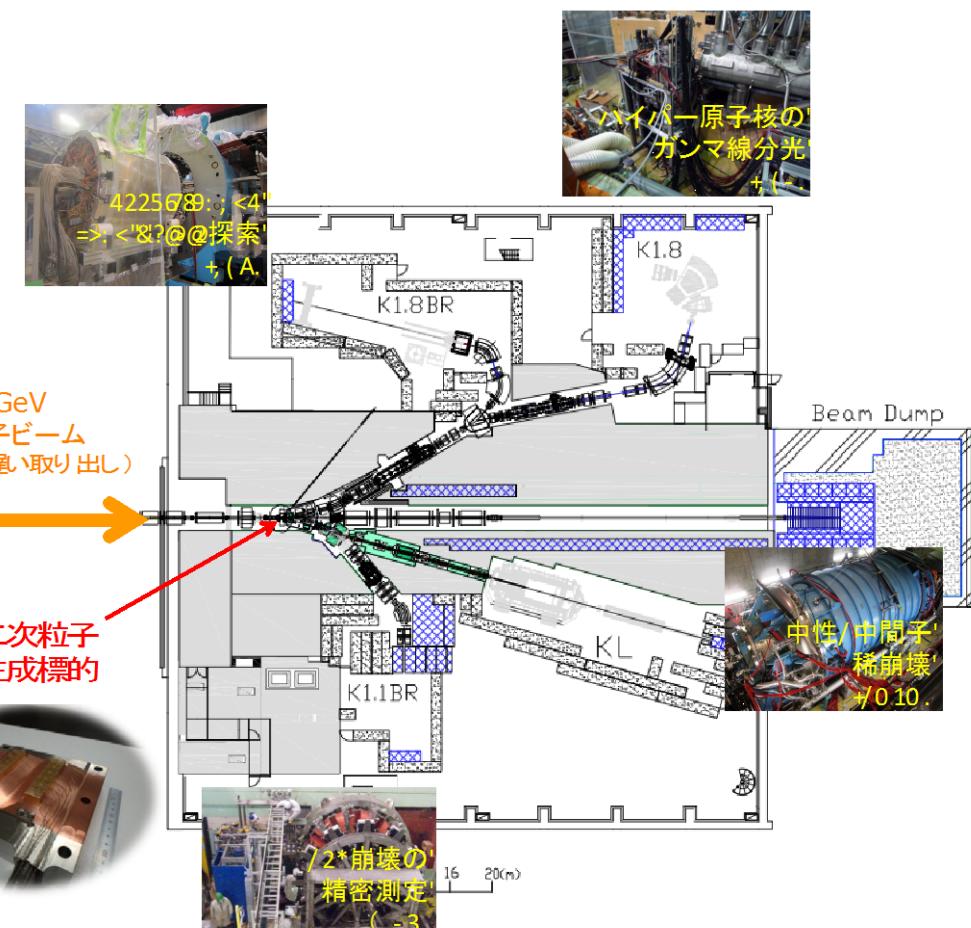
- K1.8BRビームラインでの E15実験

K1.1BRビームラインでの E36実験

KLビームラインのKOTO実験

がデータを取得。

- KOTO実験は測定器の高度化の作業へ



## ○南実験準備棟

- ミュオン→電子転換探索実験(COMET)  
のための超伝導電磁石(輸送ソレノイド)を  
エリアに設置。

- 検出器のR&D・建設も各研究機関で進行中。

- 3Fに運転管理室を移設し、  
10月から運用を開始。



# 核変換ディビジョン(1/4)

## ① MEXT群分離・核変換技術評価作業部会

- 8/13及び8/21に第8回、第9回会合が開催され、JAEA基礎工センターと協力し、群分離・核変換用燃料及び燃料サイクル並びにJ-PARC核変換実験施設に係る技術開発について報告。
- 評価結果は、「今後の進め方」として取り纏められた。
  - ◆ JAEAにおける群分離・核変換技術に係る研究開発が順調に進展している。
  - ◆ 引き続き、（中略）ロードマップに沿った着実な研究開発を進めるとともに工学的な課題抽出と解決する方策の検討を求める。

## ② ベルギーとの協力

- 本年5月の日・ベルギー首脳会談におけるベルギー側からのMYRRHA計画参画要請を受け、両国間で協力の進め方を協議するためのタスクフォースを立ち上げることになった。
- 8/18、「ADSによる分離変換技術開発の政策と資金に関する合同タスクフォース」のキックオフ会合が文科省で開催され、R&Dの総括的な協力リストの作成、OECD/NEAの Nuclear Innovation 2050 (NI2050) のADS分野において両国が主導的役割を果たす、等を決定。
- 現在、これまでの研究所間 (JAEA-SCK·CEN) 協力の成果及び今後の協力項目候補について記述した報告書を作成中。

(本務6名、兼務6名)

## ③ 組織改正

- 10/1、2セクション新設



# 安全ディイビジョン(1/3)

## 1. 放射線発生装置 定期検査・定期確認：5年毎 (5/25～11/18)

- ・ 線量測定、標識・設備確認、インターロック検査
- ・ 法定記録、帳簿類の確認
- ・ 12/8付合格

## 2. 放射線安全に係るeラーニング (6/22～7/22、8/24～9/7)

☆ 職員の放射線防護スキル向上のための新たな取組み

- ・ センター構成員338名受講



This is a screenshot of a lesson titled '2-5 内部被ばくの防護'. It contains text about internal exposure prevention and two photographs showing workers wearing respirators. Below the images is a section titled 'J-PARCにおける防護' with two numbered points about work processes.

This screenshot shows a question page for lesson 4. It asks users to check off correct answers from a list of numbers. The question text discusses air concentration limits and exposure times. A checkbox for '1' is checked.

## 3. センター長巡視・センター安全衛生会議 (9/18、12/11) 巡視箇所) LI、RCS、MR、MLF

# 安全ディビジョン(2/3)

## 4. J-PARC請負業者等安全衛生連絡会 (7/24)

### ★ 請負業者と安全意識を共有するため新設

- J-PARCにおける事故・トラブルの報告
- 作業時の注意事項、所内ルール等の説明
- 意見交換
- 75社80名の請負業者が参加



## 5. J-PARC放射線業務従事者再教育訓練 (9/29) : 346名参加

- 放射線安全講演会  
「放射線被ばくによる人体への影響  
～福島原発事故から自然放射線被ばくまで」  
弘前大学 被ばく医療総合研究所 床次眞司教授
- 放射線安全セクションからの注意事項
- 理解度確認



## 6. 放射線安全評価委員会 (10/6,12/18)

### 放射線安全委員会 (12/24)

- 変更申請、内部規定類の改正等

# 安全ディビジョン(3/3)

7. 自主防災訓練（11/5；津波防災の日）：569名参加
- 「震度6弱の地震発生、大津波警報発令」を想定し、避難、人員掌握及び報告
8. J-PARC非常事態総合訓練（11/13）
- 50GeVシンクロトロン加速器トンネル内に作業者を残した状態で加速器を運転し、作業者が被ばくする事故を想定
  - 大線量被ばく者に対して、原科研救急車による搬送など、医療機関との連携を意識した訓練内容



# The international workshop on future potential of high intensity proton accelerator for particle and nuclear physics (HINT2015)

HOME

REGISTRATION

PROGRAM

ACCESS

October 13-15, 2015



# HINT2015

Oct. 13 - 15, 2015  
IQBRC, Tokai

The international workshop  
on future potential of high intensity proton accelerator  
for particle and nuclear physics

- Muon particle physics with high intensity beam

# J-PARC 大型計画の説明会

Tuesday, 5 January 2016 from **15:30** to **19:00** (Asia/Tokyo)  
at **J-PARC** ( 研究棟2F大会議室 )

[Manage ▾](#)

Tuesday, 5 January 2016

15:30 - 15:35 はじめに 5'

Speaker: 齊藤

15:35 - 16:05 継続の計画 - ニュートリノと加速器 30'

Speaker: 藤井

Material: [Slides](#) 

16:05 - 16:35 継続の計画 - 実験施設拡張(Hadron, COMET, g-2/EDM) 30'

Speaker: 小松原

Material: [Slides](#) 

16:35 - 17:05 新規計画 - MLF次期計画(2nd target station + ミュオン) 30'

Speaker: 金谷、瀬戸

Material: [Slides](#) 

17:05 - 17:35 新規計画 - ADSプロジェクト 30'

Speaker: 前川

Material: [Slides](#) 

17:35 - 18:05 新規計画 - ハイパーカミオカンデ 30'

Speaker: 小林

18:05 - 18:20 計画の種 - 重イオン加速計画 15'

Speaker: 佐甲

Material: [Slides](#) 

# J-PARC-ANSTO 研究協力取決め締結

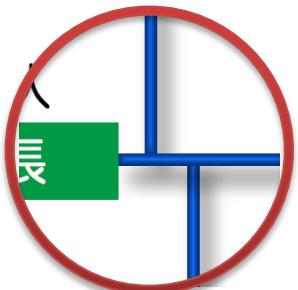
- 7/20 ANSTO-J-PARC 協力の取決め締結  
→8/18 ANSTO機構長J-PARC訪問  
→8/24 日豪科学技術協力の会合@Melbourne  
→9/9 ANSTO シニアアドバイザーJ-PARC訪問  
→3月にWS/スタッフの交流/予算獲得にむけて



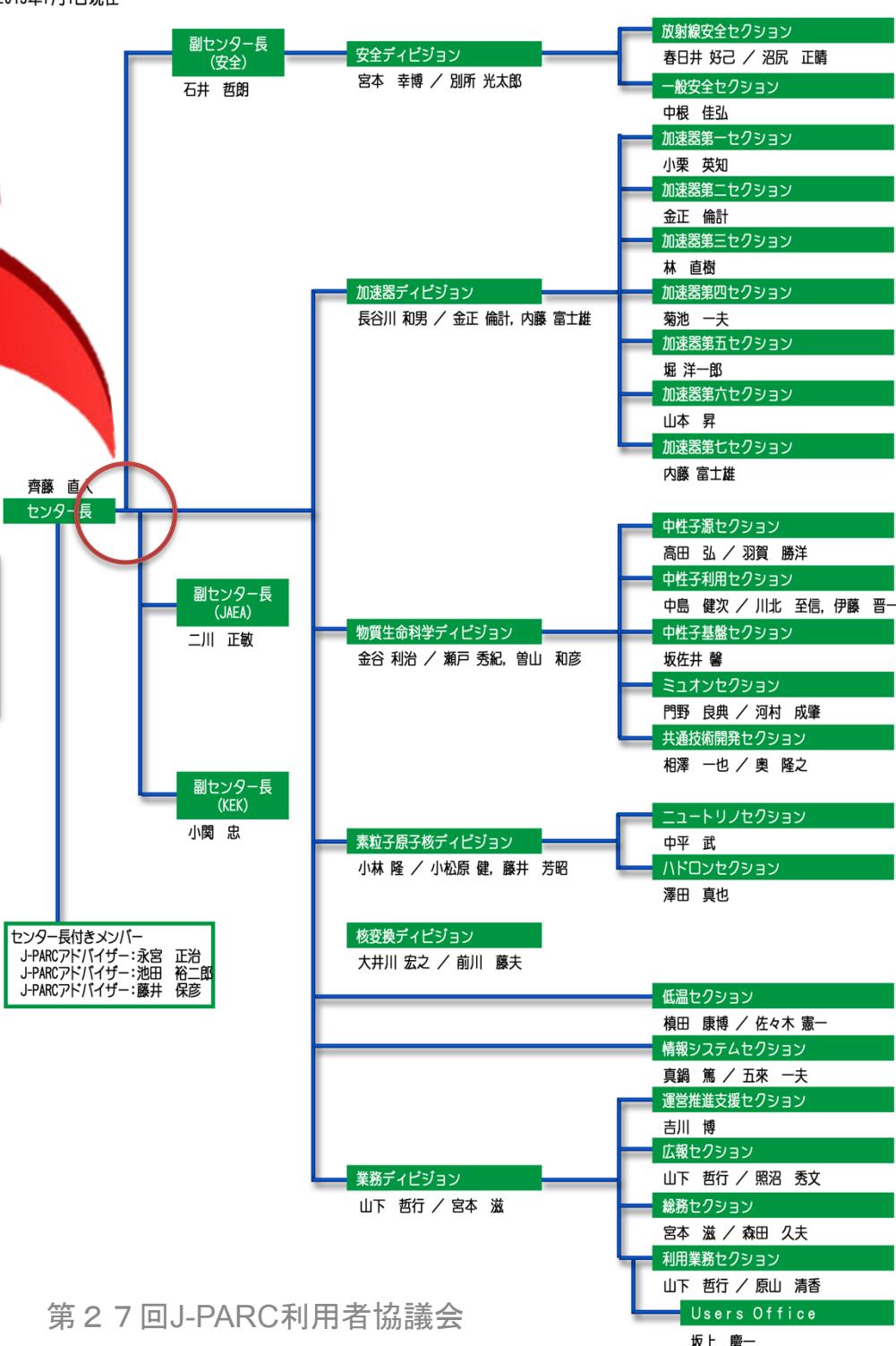
# KEK-TRIUMF 協力協定延長

- J-PARC のテーマ
  - ニュートリノプログラム T2K 他
  - ミュオンプログラム 物質科学、基礎科学
  - その他





## J-PARCセンター体制図 2015年7月1日現在



# 業務ディビジョン

## アウトリーチ活動

### ◆大空マルシェ(10月11日、東海村)

東海村観光協会が主催で毎年開催している“大空マルシェ”に今年も科学実験コーナーのブースを出展した。冷える世界の実験として「“もの”を凍らせるとどうなる?」、「超伝導コースター」を、また、コイルの中を自走する「走る乾電池」を、約700名を超える子供・親御さんたちに体験してもらった。



〔凍らせる実験〕



〔走る乾電池〕



〔超伝導コースター〕

### ◆多摩六都科学館サイエンスカフェ(11月23日、西東京市)

多摩六都科学館とKEKとの共催で行われているサイエンスカフェにおいて、今回、広報セクションの坂元眞一氏は“時間っていったい何だろう?”をテーマとして様々な実験を参加者と交流しながら様々な実験を披露した。参加者も「時間」について自ら考え、体感することができ、終始楽しいサイエンスカフェとなった。



〔子供たちも実験〕



〔坂元氏による「時間」の講演〕

### ◆“30分でわかる”今年のノーベル物理学賞(12月12日、東海村)

素粒子ニュートリノの研究で、梶田隆章氏(東京大学宇宙線研究所所長)が今年のノーベル物理学賞を受賞した。坂元氏は、ニュートリノの不思議や梶田氏が受賞した研究成果、J-PARCが関わるT2K実験についてわかりやすく説明した。また、実際にスーパーカミオカンデで使用されている光電子増倍管も展示して、参加者はその大きさに圧倒されていた。



〔坂元氏による講演〕



〔実際の光電子増倍管を見て〕

# まとめ

大強度フロンティアを牽引し、宇宙・物質・生命の謎を解く

## J-PARC: 安定運転への課題を十二分に認識

- ・設計値の達成 (RCS 1MW達成！安定化へ！ MRは現在約40%)
- ・サイエンスの成果創出 (Streamline of Physics Outputs)
- ・大強度フロンティア(ビームと標的技術)の牽引と安定的な運転

### 加速器

- ・LINAC、RCSの安定化とMRの0.75 MW(祝 予算化(予定))
- ・Multi-MW計画の策定から実現

### ハドロン

- ・既設施設での実験の本格化
  - 強い相互作用の研究
  - 小林益川理論を超えるCPV
  - ミュオン電子転換事象探索
- ・施設の拡張

### MLF 中性子とミュオン

- 先端的成果創出と施設強化(！)
- 生命科学の充実
- 産業利用のさらなる充実

### ニュートリノ

- ・反ニュートリノビーム
- ・CPVの制限と混合角の精度向上
- ・次世代実験(Hyper-K) へ

# 加速器の状況及び見通しについて

第27回J-PARC利用者協議会 2016年1月12日

長谷川和男

## 内容

### 1. 加速器の状況

- MLF 500kW利用（約1ヶ月間、標的の不具合で休止）
- MRのSX運転

パターンの変更 加速時間 1.9 → 1.4秒(FXと同じ)  
繰り返し 6.0 → 5.52秒

ハドロンの利用運転 32→42kWへ向上

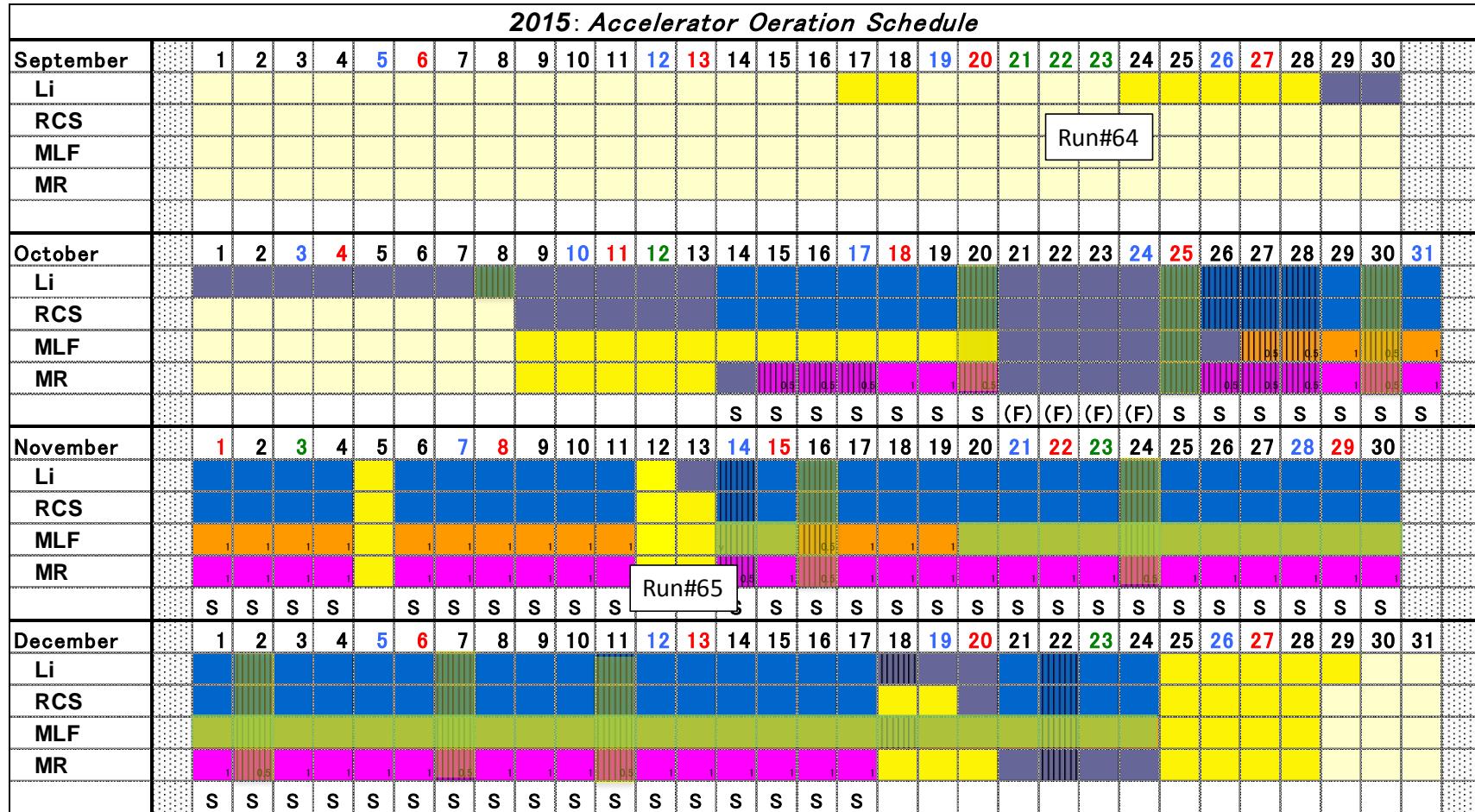
### 2. 運転の実績及び予定

- 2015年度の運転統計、主な停止要因
- 2016年1月–3月の運転計画案

### 3. MRの大強度化

# 2015年9-12月の運転

- MLFの利用運転: 10月27日開始(500kW)、11月20日の標的不具合で休止
- MRの利用運転: ハドロンの利用運転 10月15日から12月18日9時まで



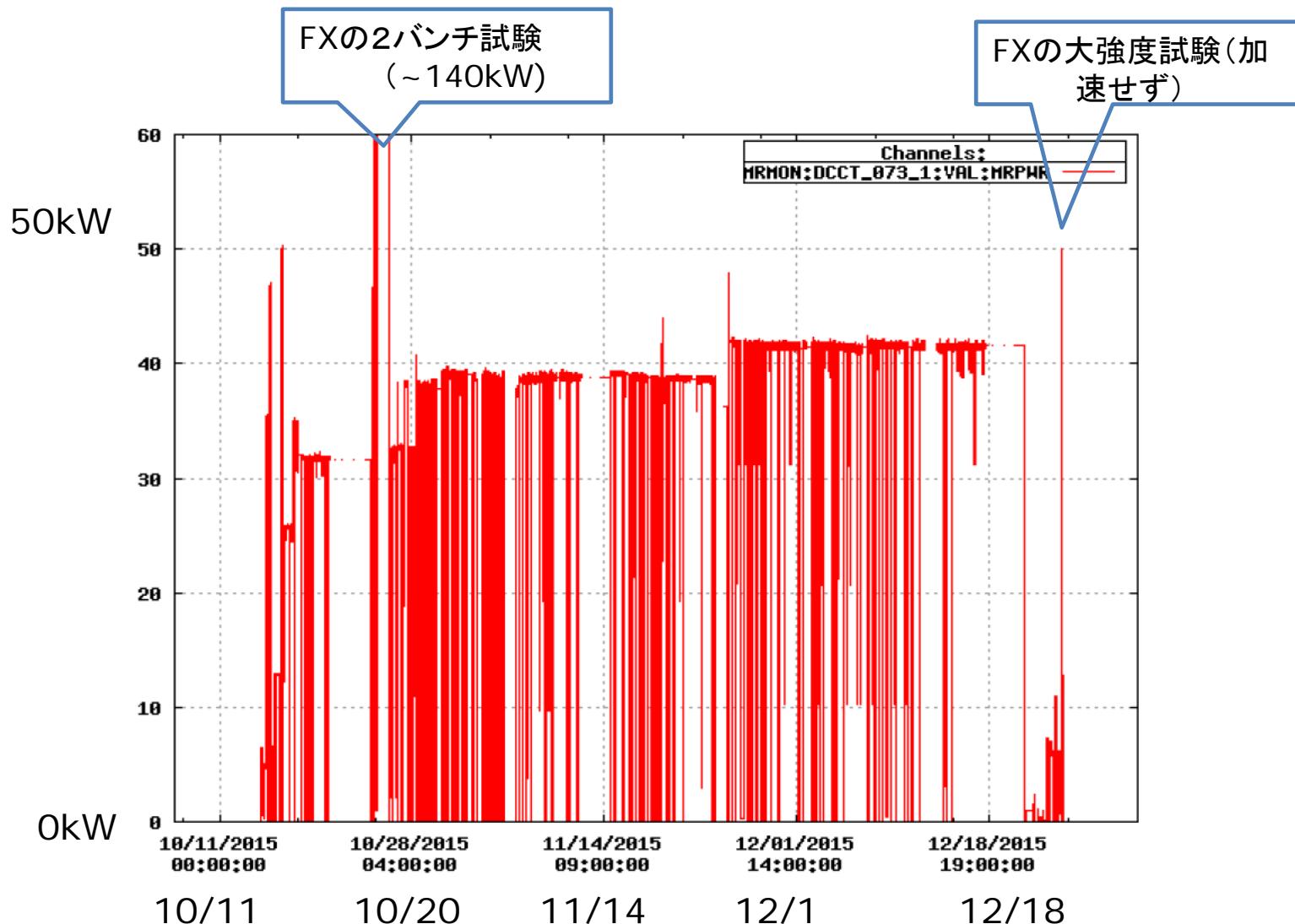
 保守  
 Tuning&Study  
 半日保守(半透明)  
 長期停止

 供給運転  
 半日供給  
 MLF利用  
 MLF半日利用  
 計画外長期停止(半透明)

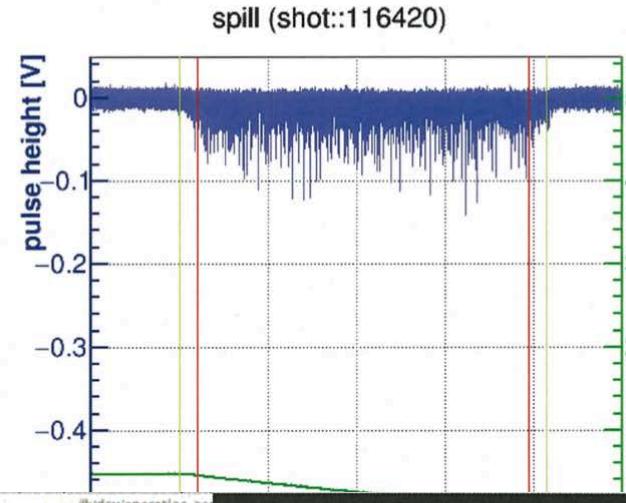
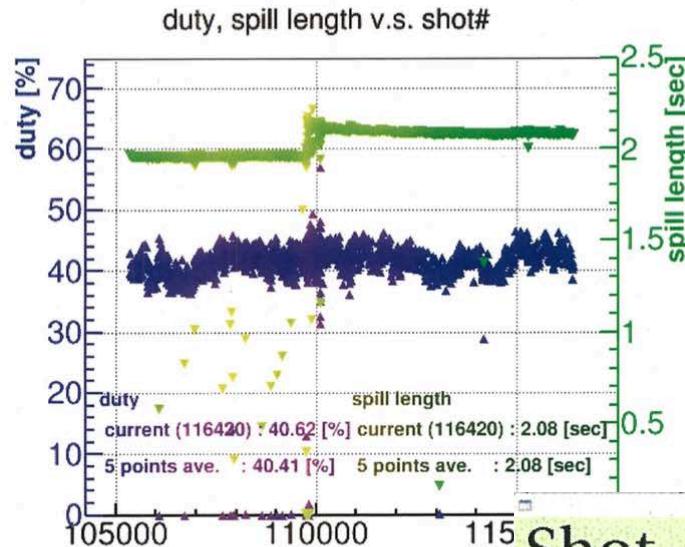
 MR利用  
 MR半日利用

# MRの出力（2015年10月－12月）

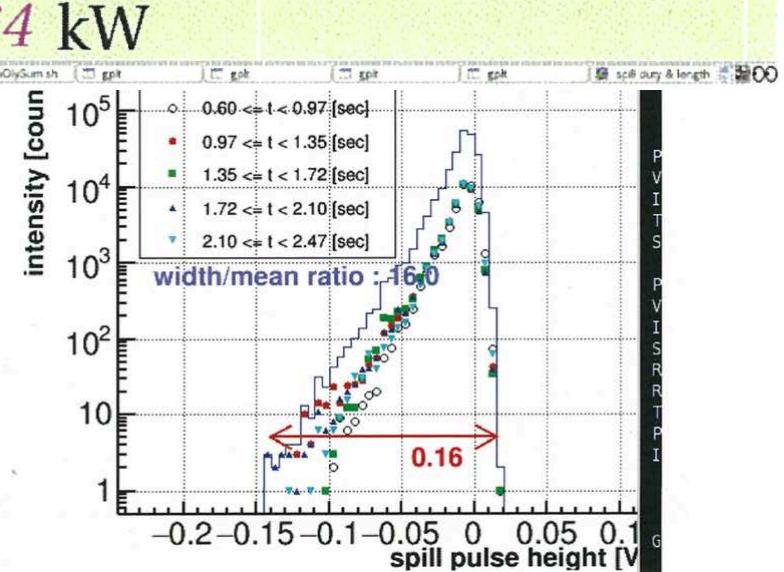
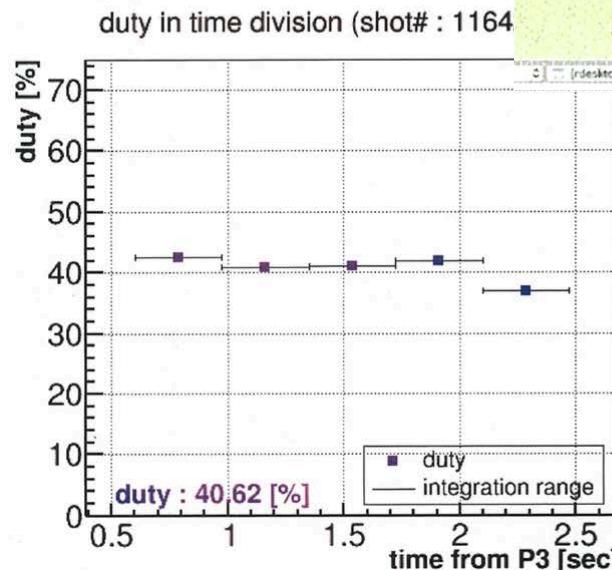
一部の速い取り出し(FX)の試験を除いて、基本的には遅い取り出し(SX)で運転  
ハドロン施設の利用運転は、 $32 \rightarrow 38 \rightarrow 42\text{kW}$  に向上



ビーム運転: SXモード 11/25に調整し、ビームパワー増加 39 -> 42 kW



Shot 116422 at 15/11/26 08:23:46  
41.64 kW



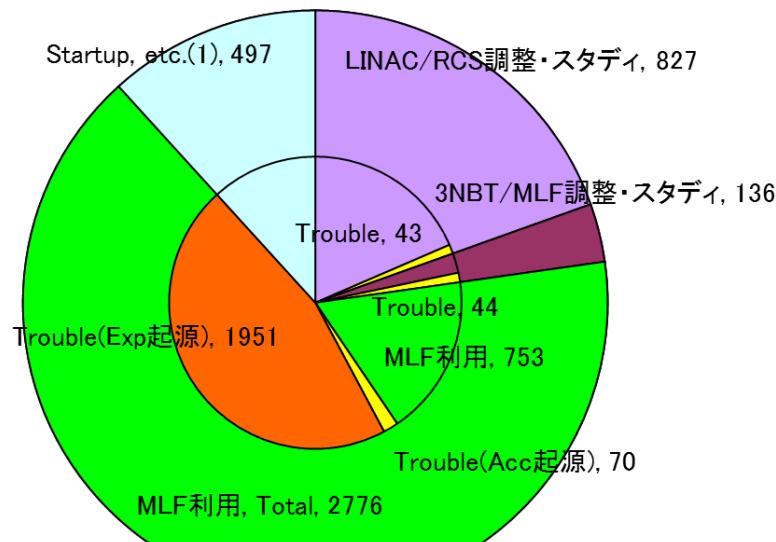
# 2015年度の運転統計 (中間報告:4月~12月)



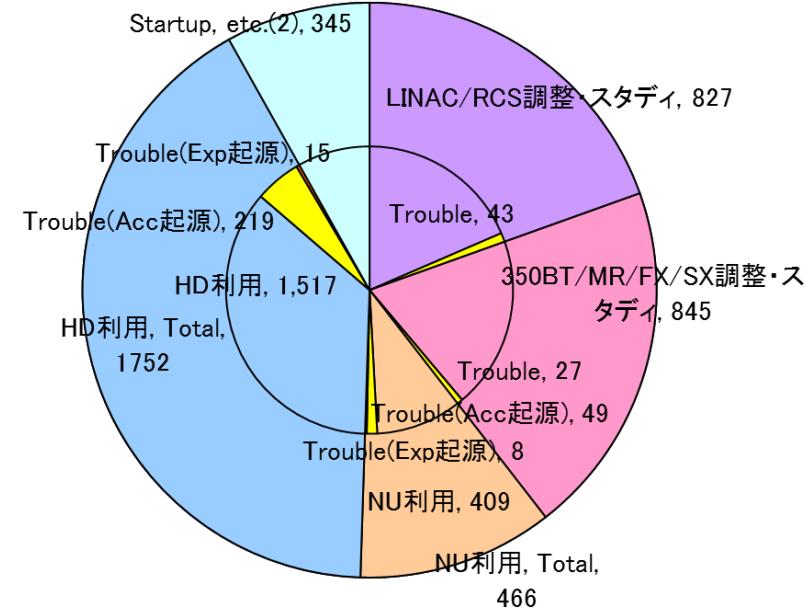
運転時間: 2,142	利用時間、 Total	停止時間 加速器起源	停止時間、 実験側起源	利用時間、 正味	稼働率 (%)
MLF*	2,776	71	1,952	753	27.1
NU	466	49	8	409	87.8
HD	1,752	220	15	1,517	84.5

\* 12月25日まで予定した利用時間(ただし、定期メンテナンスや加速器スタディを除く)をTotalに含め、中性子標的容器の 不具合に伴う停止を実験側停止時間に加味した結果

2015年度加速器運転統計(MLF)

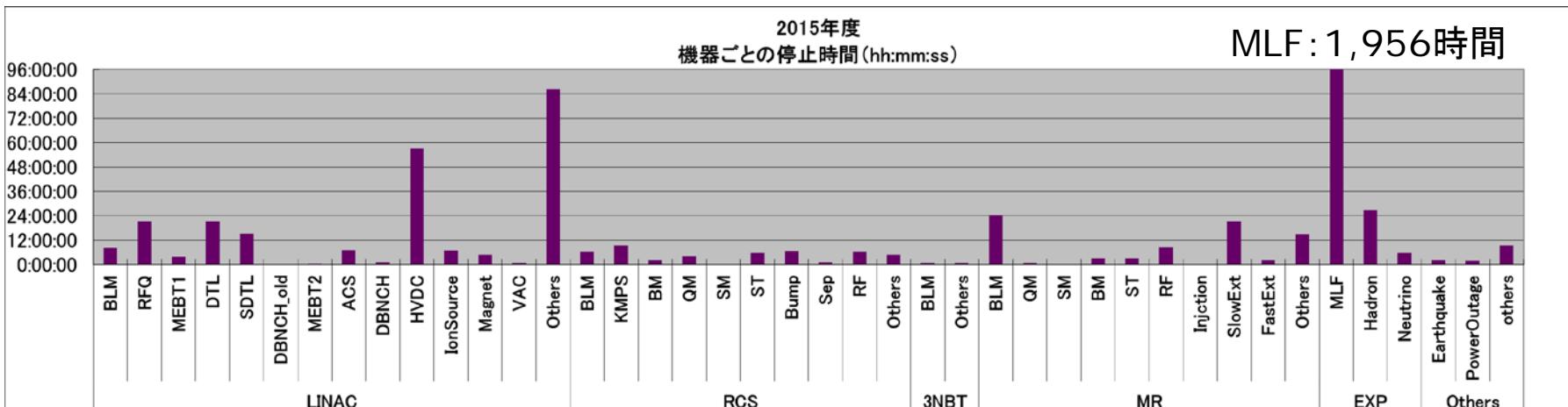
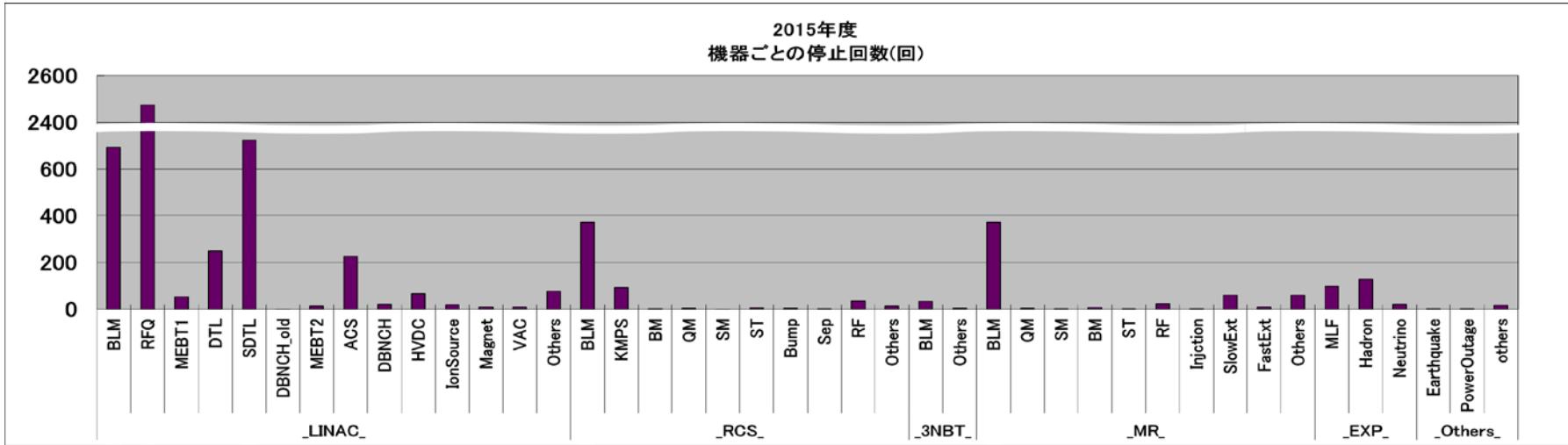


2015年度加速器運転統計(NU、HD)



# 機器ごとの停止回数・時間

- 停止回数: RFQが圧倒的に多いが、4月は10回/日だったものが12月は1-2回/日と激減している(ただし、MLFの運転が無いので条件が違うことに注意)
- 停止時間: リニアックの高圧電源、その他が突出している



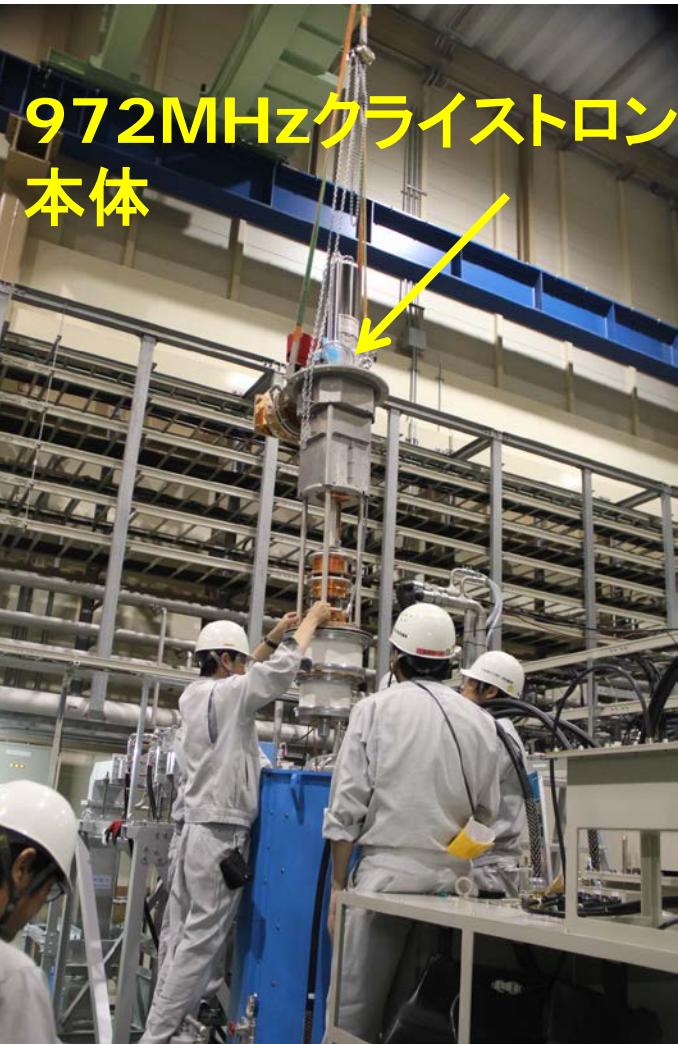
# リニアック高圧電源関係の不具合

972MHz クライストロン本体



今回不具合を起こした  
高圧同軸ケーブル  
(写真は予備品に交換後)

11月22日 高圧ケーブル不具合  
HD利用 11h36m停止

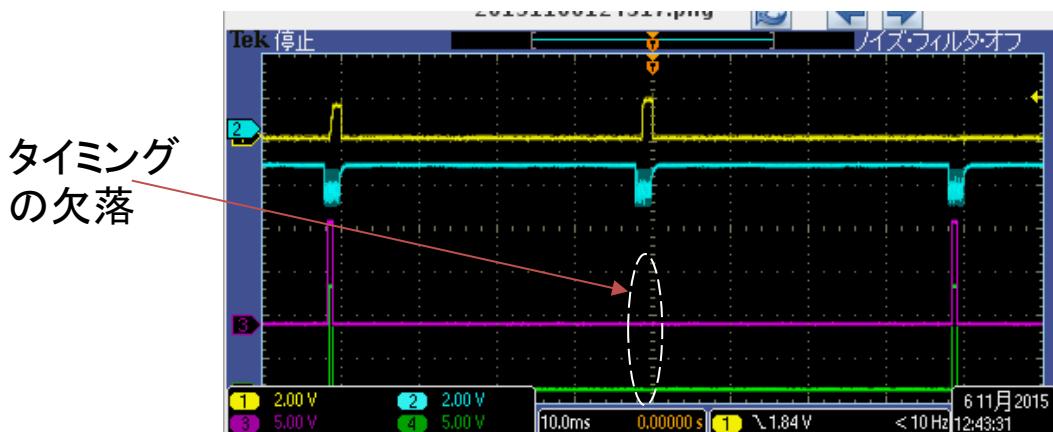


11月24日 クライストロン本体の絶  
縁性能劣化、交換  
停止 21h45m

# その他リニアック関係の不具合

- 建家給排気設備の一部停止（1回あたり数時間の停止）  
10月22日に1回、10月23日に2回、漏電遮断器トリップにより停止  
現在、漏電電流を監視しながら運転を継続中だが、その後発生していない
- MLFへのビーム量増加現象  
11月2日19:43 MLFで500kW運転時に、1発のみ、2倍程度のビームがリニアックから加速された  
原因：リニアックでビームを約半分に間引いているチョッパーのゲート信号が欠落し、間引きが行われずにRCSに入射したため。  
対策：  
  - ・電流モニタの積分値でリニアックからの入射電流を抑制
  - ・MRに蓄積した電流を監視し、閾値を超えた場合にHDにビームが出ないような対処

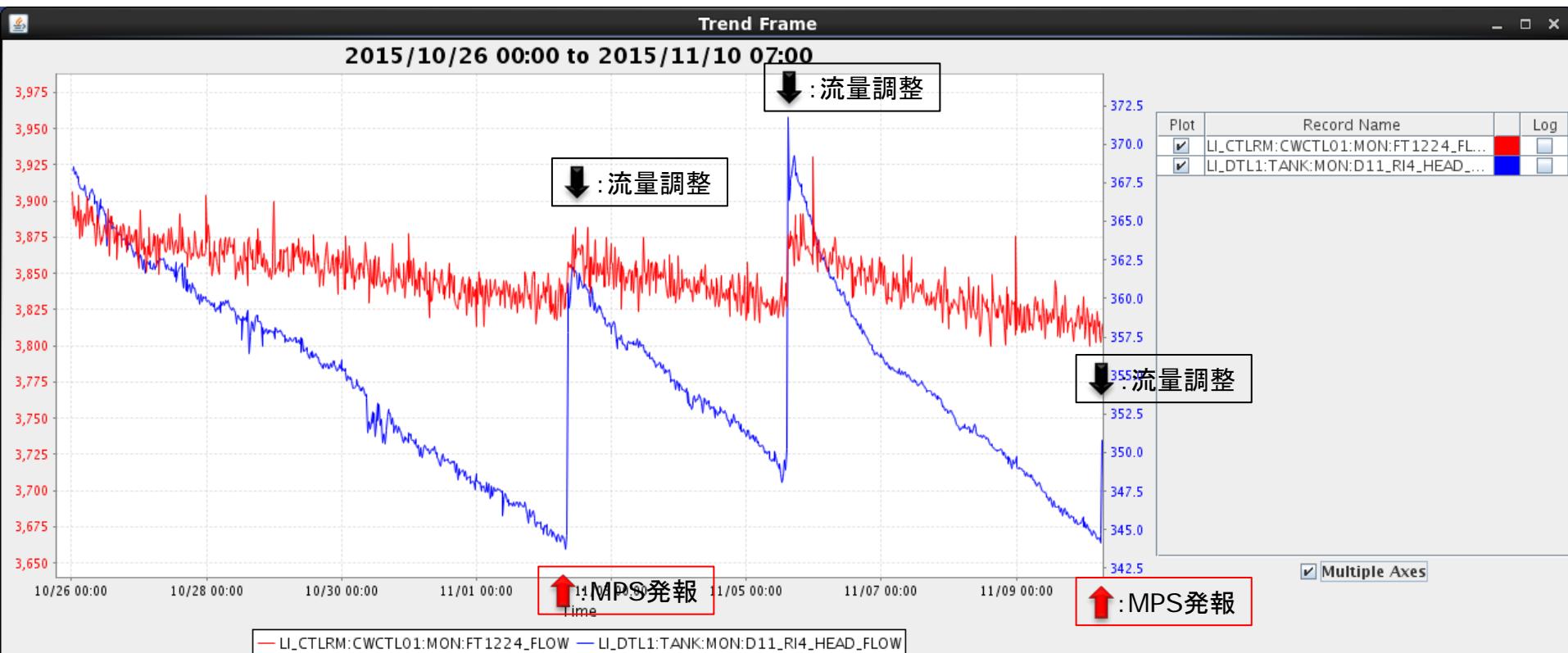
タイミングモジュール交換後、事象は起こっていないが、経年劣化等で再発する可能性もあるため、タイミングの欠落を検知してビームを停止するロジックを検討中。



Ch1(黄色) 電流モニタの積分出力  
 Ch2(水色) 光・電気変換出力信号  
 Ch3(紫) 制御ゲート信号  
 Ch4(緑) チョッパーの高周波制御信号

# リニアック(DTL)冷却水流量低下

## RI4系冷却水流量トレンドグラフ



冷却水施設からのRI4系流量全体が下がり続けている（赤）

→ 装置側ヘッダー（入；青）の流量も下がり、DTQの流量低下で発報する

（注）青線はD1-1ヘッダー流量で参考値。今回発報したのはD1-2のヘッダーにぶら下がっている系統（青と傾向は同じ）。

- 解決策を他施設の専門家に相談しながら検討中。
- 事象発生時に地上部で復旧できるように、遠隔バルブを手配し1月に試験予定。

# MRの大強度化：RF空洞の増強計画

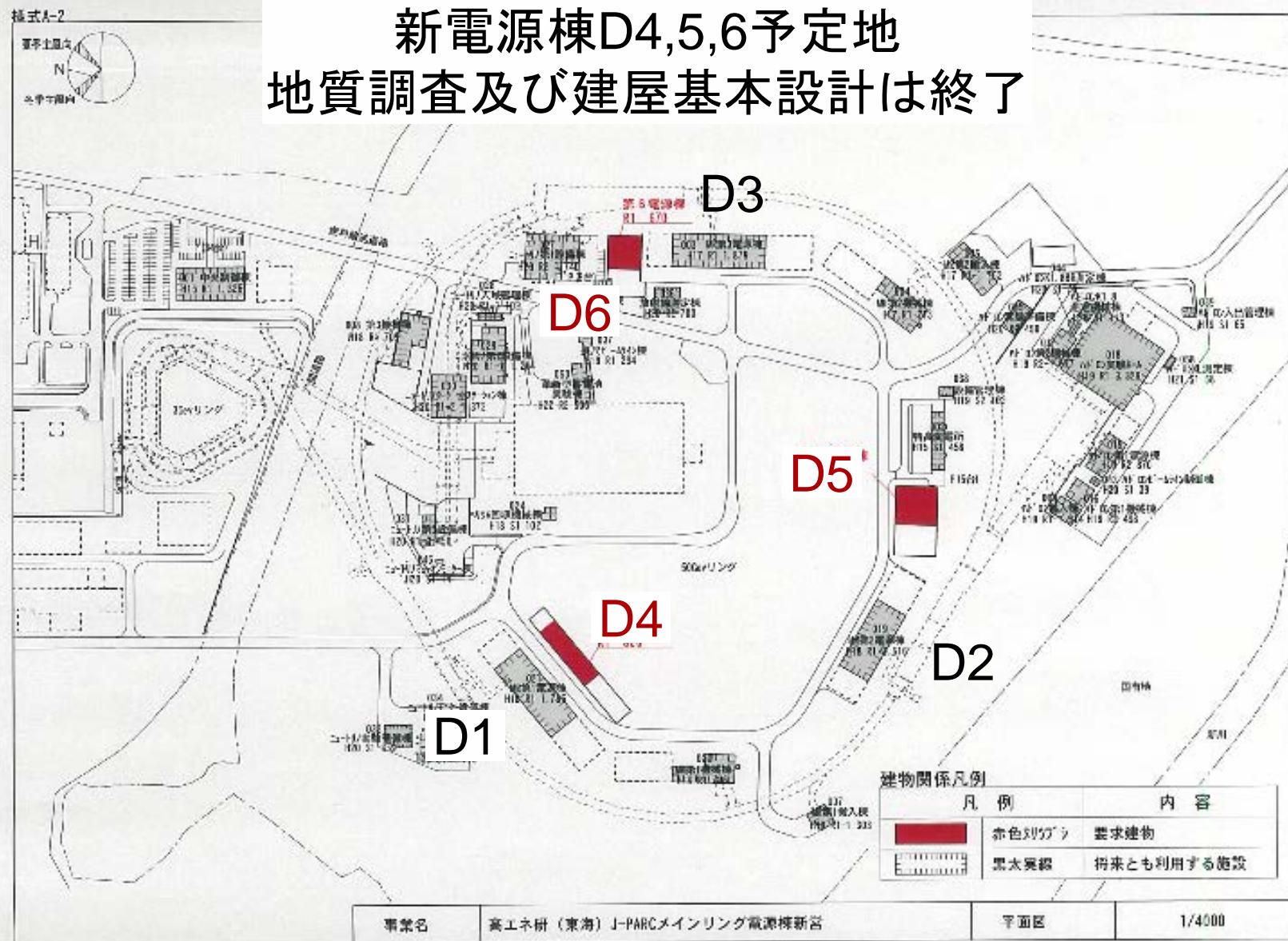
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Events	Li 400 MeV	Li 50mA	済			MR 1.3-sec operation
Present FT3M cavities	9	8	4	0	0	0
New FT3L Cavities	0	1	5	9	9	9
New FT3L 2 <sup>nd</sup> cavity	0	0	0	0	2	2
Available voltage (2 <sup>nd</sup> Harmonic)	315 kV (35 kV)	355 kV (70 kV)	485 kV (70 kV)	602 kV (70 kV)	602 kV (70 kV)	602 kV 80 kV
Number of cavity cells	27	29	36	43	43	43+8(2 <sup>nd</sup> )

Required voltage: 280 kV(~2017), 540 kV(2018~)



高勾配RF空洞（FT3L）  
2015年夏に4台設置

# 出力チョッパーと回生電力貯蔵用コンデンサーの設置場所



# まとめ

- MLFの利用運転は、10月24日、500kWで開始したが、11月20日に標的容器の不具合で休止となった。
- MRはSXのモードを基本に運転し、ハドロン施設に予定通りビームを供給した。パワーは、36kWから42kWまで向上した。
- 稼働率は85%程度:リニアック関係の故障、不具合が目立っている。  
    高圧関係(ケーブル、クライストロン)、冷却水流量低下、タイミング、地絡、など多岐の原因にわたっており、それぞれ対応中
- 1月に加速器スタディの時間
  - 大電流化へのスタディ
  - 稼働率向上へのスタディ
- 利用運転
  - 1月末からニュートリノ (>330kW)
  - 2月からMLF
- MRの大強度化:高繰り返し、低リップルに向けた展開を期待



# J-PARC・MLFの現状

MLFディビジョン  
金谷 利治

# 物質・生命科学(MLF)(中性子源)

## 中性子標的(5号機及び7号機)の不具合

4/29 4/13からビーム強度を 500 kWに増強し、利用運転中、5号機を装着した密閉容器内で水分を検知し、運転停止

5~6月 標的容器保護容器に欠陥を確認

7/6 欠陥の原因と対策を、外部有識者による技術委員会に報告

7月~9月 製作中の7号機で、欠陥の原因となつた溶接個所をTIG溶接で補修(図2)

10月 7号機に交換し、27日から利用運転を再開 (500kW)

11/20 保護容器内側のヘリウム層で水分を検知し運転停止。原因調査中

12月 過去に安定した使用実績のある標的容器と同等の性能を有する2号機を次に使用することとし、溶接部等の健全性を再検査

1月 標的容器の交換作業予定  
拡散接合面

2月初旬 陽子ビーム受入

2月中旬 利用運転再開予定

低出力運転～200kW (25Hz相当)

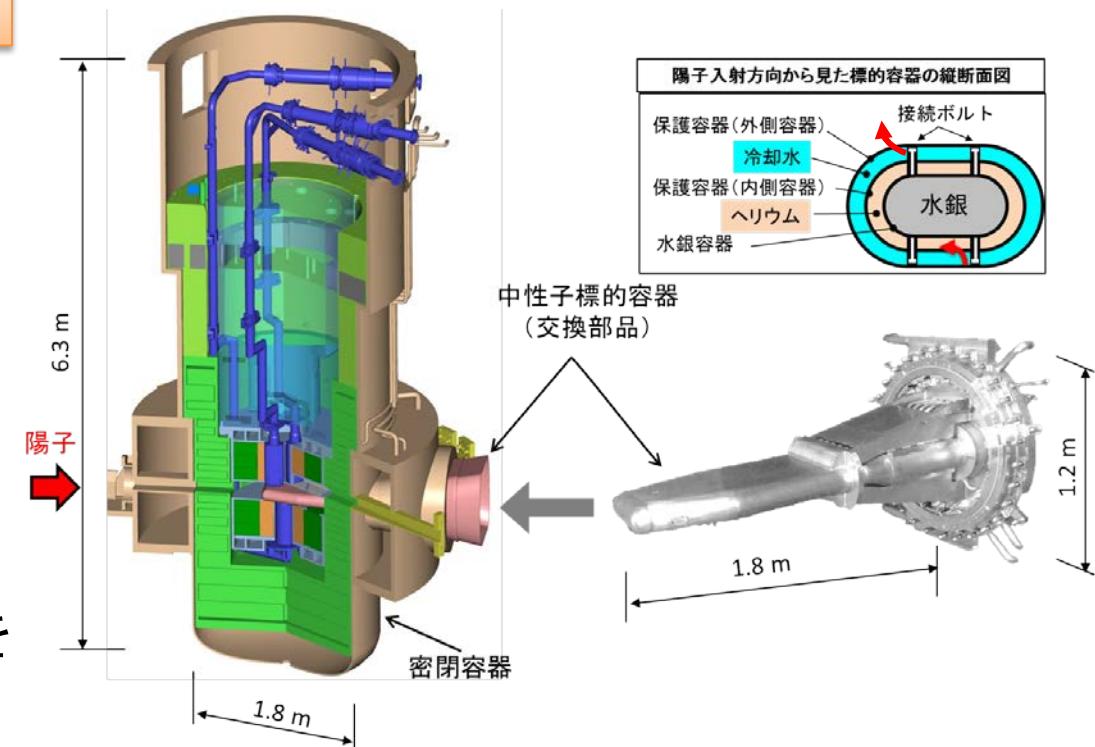


図1 中性子標的容器と密閉容器の概要

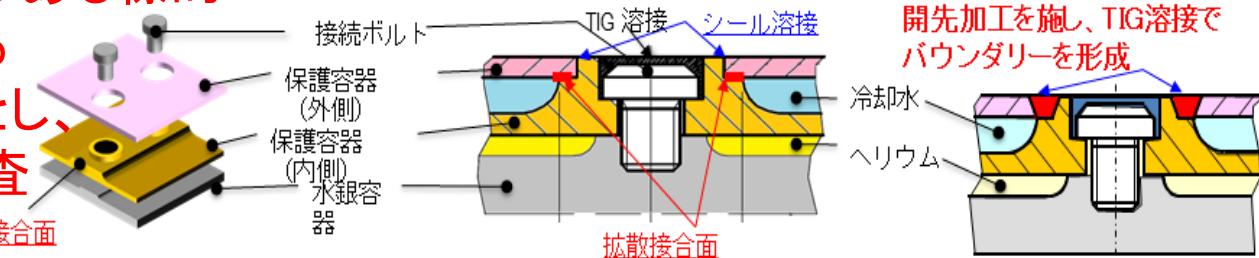


図2 5号機保護容器部の一部欠陥が発生した拡散接合面(中)と7号機のTIG溶接により強固に補修した箇所(右)

# 物質・生命科学(MLF)(中性子源)

## 中性子標的容器(7号機)の不具合調査

### 【原因調査】

**実地調査**: 欠陥箇所からのガス噴出の音響測定

**解析等による調査**: ①施工ミスによる溶接欠陥からの亀裂伝搬による可能性、②溶接後の検査方法の不備、③有限要素法による疲労亀裂導入メカニズムの検討

### 【今後の対策: 堅牢性を高めた設計・製作】

①新しい製作工程による対処 ②高負荷応力部から溶接箇所を排除、③水銀容器から保護容器の3層構造を一体加工で製作 (28年度に製作)

## 中性子標的容器の交換

- 確実性のある標的予備機を使用し、安定な連続利用運転を目指す  
2号機を用いた低出力運転  
~200kW (25Hz相当)で 28年度夏まで
- 12月中に寸法、気密性、耐圧性、溶接部等健全性を再検査で確認
- 1月から交換作業に着手、2月中旬利用運転予定

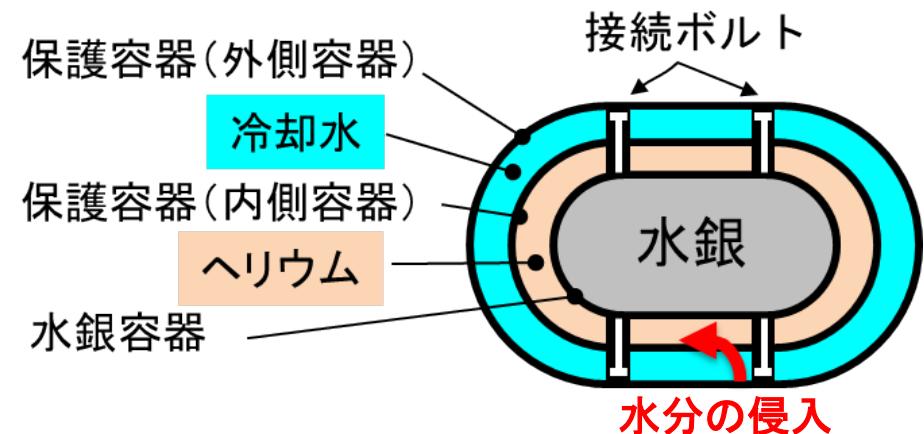


図 1 7号機保護容器部の欠陥発生箇所の概要

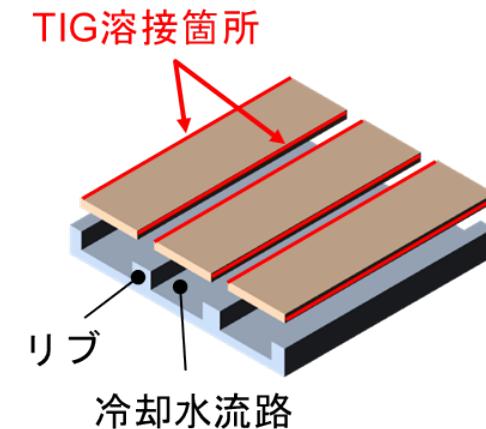


図 2 2号機における保護容器部の冷却水流路部の構造。信頼性の高いTIG溶接で、再度検査を行い12/28に搬入

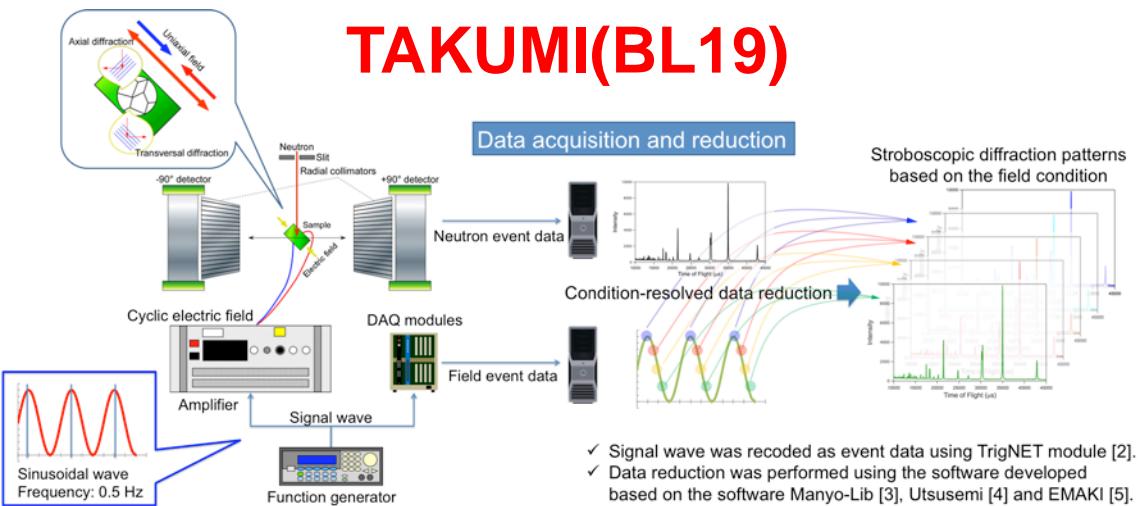
# 物質・生命科学(MLF)(中性子利用系)

## 装置建設・改造

### 偏極中性子非弾性散乱装置・建設進捗



### ストロボスコピック測定実証実験成功



- 真空槽、ビーム輸送系の設置を終え、電力盤の設置など調整作業を継続
- 偏極デバイス、チョッパー等の開発進捗
- 次回変更許可申請でビーム受入
- 共同建設主体である東北大学主催で、ワークショップ「中性子プラットフォームによる物質材料科学の進展」を開催(2015年11月12~13日)

- 時間遷移過程について瞬間瞬間の情報を切り出してデータ化する技術。
- 周期的な条件変更を繰り返し、必要な条件部分を測定後に切り出して積算する。
- MLFのイベントデータレコーディング技術を最大利用
- 外場の繰り返し変動、蓄充電過程...への応用

# 物質・生命科学(MLF)(中性子利用系)

## 表彰・受賞 第13回中性子科学会学会賞技術賞

「超高压中性子回折装置の建設と高温高圧中性子回折実験の実現」

服部高典、佐野亜沙美、有馬寛(現東北大、元利用S)

世界初の高温高圧条件を達成する専用高圧中性子回折装置

「PLANET」の実現とそれによる研究成果の創出

(Nature Communications (2014年9月プレス発表)他)。



## アウトリーチ活動



### The 7<sup>th</sup> AONSA Neutron School / 3<sup>rd</sup> MLF School

【日時】2015年12月1～5日

中性子科学、ミュオン科学等に関する講義と実習(ビームを使用しないシミュレーション)を実施。

【実習】BL01, 02, 03, 08/20, 14, 15, 16/17, 18, 19, 21, 22, D

【参加学生】日本: 8名、韓国: 7名、オーストラリア: 6名、インドネシア: 5名、インド: 4名、中国: 4名、台湾: 3名、マレーシア: 2名、アメリカ: 1名、イラン: 1名 (計10か国、41名)



# 物質・生命科学(MLF)(中性子利用系)

## 成果発表

住友ゴム工業株式会社他 10月29日東京モーターショウにて発表、11月12日プレスリリース

### SPring-8・J-PARC・京の連携活用による新材料開発技術 『ADVANCED 4D NANO DESIGN』を完成



ゴムの構造ダイナミクス研究から  
変形時に発生する応力・歪集中の  
コントロールに着目

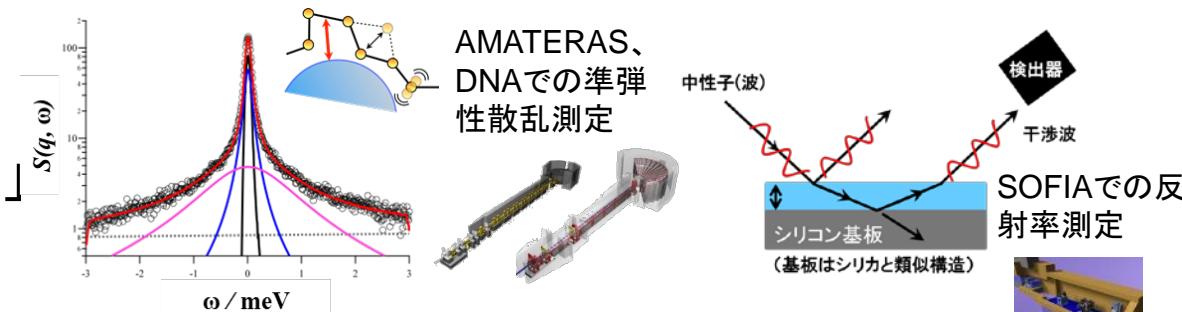
↓  
『ストレスコントロールテクノロジー』

↓  
低燃費性・グリップを維持し  
耐摩耗性能200%を実現 !!

J-PARCでは、

- ・「シリカ界面構造を調査」SOFIA
- ・「シリカ界面ポリマーのダイナミクス計測」AMATERAS、DNA

で寄与



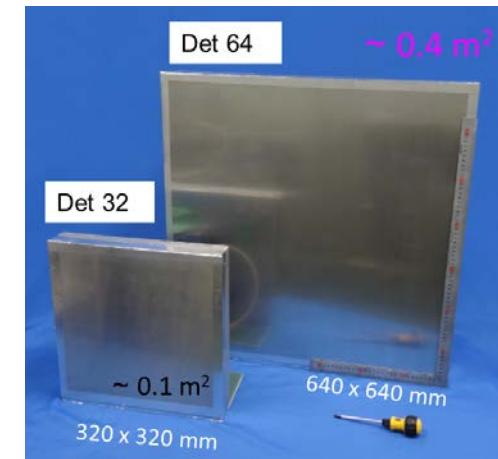
J-PARC, SPring-8、京の成果を連結することで耐摩耗性を  
大幅に向上させる基盤技術が完成

# 物質・生命科学(MLF)(利用系、ミュオン)

## 基盤開発

### $^3\text{He}$ 代替検出器の開発

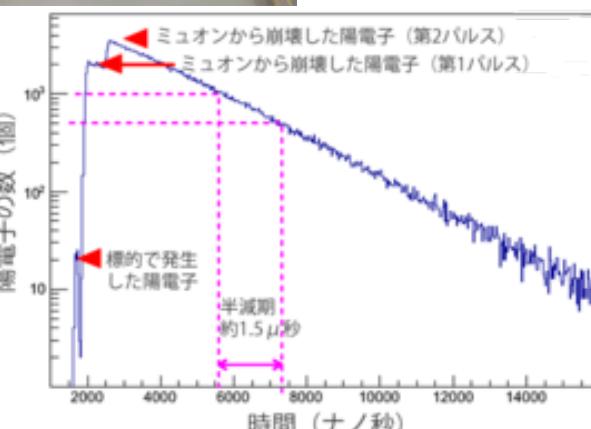
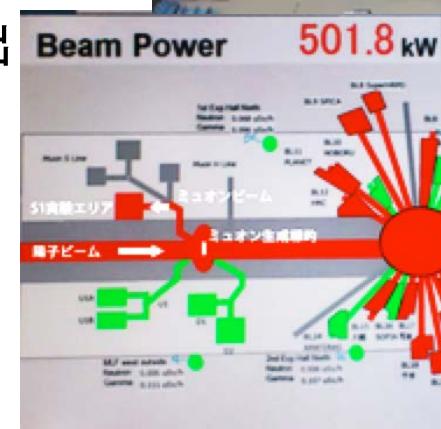
$^3\text{He}$ 代替検出器として波長シフトファイバを用いた大面積型の中性子シンチレータ検出器を試作した。シンチレーション光をファイバ両端から読み出すなどの工夫により、有感面積は $0.4\text{m}^2$ ( $640\text{mm} \times 640\text{mm}$ , 右図のDet64)と世界最大級の大きさを達成した。



## ミュオン施設 復旧・高度化

### 【施設更新】

- Dラインソレノイド電磁石交換、冷却・励磁試験を完了。1 MWへ向けて陽子ビームスクレーパー高度化を実施。
- 10月27日からの運転において、Sライン終端S1エリアにてミュオンビームの取り出しに成功。ミュオンビームを使った試運転を本格的に開始。現在、陽子ビーム強度500 kWに対して毎秒100万個を超えるミュオン強度を確認。



## 共同利用システムの改善

1)施設の都合により実施できなかった課題のキャリーオーバー

- 2014B, 2015Aの未実施課題の実施。(決定)
- 施設側の理由で実験が出来なかつた場合の課題有効期限を一年とする。

2)産業利用の活性化に向けて、KEK-BLでも産業利用課題を受け入れできることを確認

## 広報の充実

3)MLF成果のプレス発表手続きの流れの確認・周知

- JAEA, KEK, CROSS, 茨城県, 大学間連携

## ユーザー環境の整備

### 4)利便性向上に向けwebサイトの更新

- MLF 利用者情報サイト(→運用開始)
- 機器管理システム(→構築中)
- MLF 機器安全・化学安全ウェブページ(→運用開始)
- ユーザー支援システムの全面改訂(瀬戸)  
(→3年計画の1年目。今年度中に成果管理システムが立ち上がる)

### 5)試料環境の整備

- 上記webで順次公開開始

### 6)MLF持込み機器安全確認作業効率化の検討

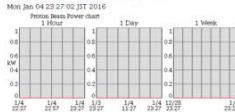
実験装置・施設

利用の流れ

運転情報

交通案内

滞在案内

MLF運転状況 [詳細](#)0kW  
(OkW at 25Hz)  
Mon Jan 04 23:27 2016 JST 2016

## 実験装置・施設

- 実験装置
- 実験装置配図・目的別
- 実験準備室・ユーザー施設
- 構内施設

## MLFを利用する

- 利用の流れ
  - 課題の申請手順
  - 課題採択後・実験手手続き
  - 到着時の手続き
  - 退去時・実験終了後手続き
  - 成果の公表・登録
- 実験に際しての注意事項

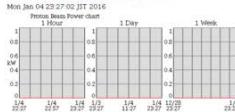
実験装置・施設

利用の流れ

運転情報

交通案内

滞在案内

MLF運転状況 [詳細](#)0kW  
(OkW at 25Hz)  
Mon Jan 04 23:27 2016 JST 2016

## 実験装置・施設

- 実験装置
- 実験装置配図・目的別
- 実験準備室・ユーザー施設
- 構内施設

## MLFを利用する

- 利用の流れ
  - 課題の申請手順
  - 課題採択後・実験手手続き
  - 到着時の手続き
  - 退去時・実験終了後手続き
  - 成果の公表・登録
- 実験に際しての注意事項

# MLF 利用者情報サイト

実験装置・施設

利用の流れ

運転情報

交通案内

滞在案内

## 実験装置・施設

- 実験装置
- 実験装置配図・目的別
- 実験準備室・ユーザー施設
- 構内施設

## MLFを利用する

- 利用の流れ
  - 課題の申請手順
  - 課題採択後・実験手手続き
  - 到着時の手続き
  - 退去時・実験終了後手続き
  - 成果の公表・登録
- 実験に際しての注意事項

## 実験準備室等利用手続き

- ネットワーク接続
- 宿泊について
- PHS・自転車の貸出

## MLFへ行こう！

- MLFへの交通案内
- J-PARC構内交通

## 滞在案内

## MLFを利用するには

MLFを利用するには課題公募期間中に申請を行い、審査を経て、採択される必要があります。また、採択された後や実験後に各種申請・手続きが必要です。大まかな流れは以下のようにになっています



### 1. 実験課題の申請と審査

J-PARC実験課題申請システム[利用](#)し、実験責任者が電子申請を行います。システムを利用する際にはユーザー登録が必要です。

#### 実験責任者の条件

国内外の大学、民間企業および公的研究機関などに所属する研究者(学生は除きます)

申請された課題は、課題審査部会（中性子課題審査部会、ミュオン課題審査部会）で審査され、採否が評価されます。

#### 利用相談

相談窓口(J-PARCユーザーズオフィス)

実験装置・施設

利用の流れ

運転情報

交通案内

滞在案内

### 1 四季 様

### 装置

- BL14
- BL15
- BL16
- BL17
- BL18
- BL19
- BL20
- BL21
- BL22

トップ » 実験装置 » BL01 四季 » 詳細情報

## BL01 四季 4次元空間中性子探査装置

### 概要

スピニ系および格子系の動的性質を運動量・エネルギーの4次元空間にわたって高い効率で幅広く観測

**研究対象** 高温超伝導体をはじめとする強相間電子系の磁気励起、格子振動の測定

**特徴** 高効率ビーム輸送系、大面积積検出器、さらにフェルミチヨッパーとしては世界初の複数エネルギー同時測定手法を採用し、これまで捉えきれなかった原子・スピニの微小な動きを効率よく捉えます。



四季(正式名・4次元空間中性子探査装置)はチヨッパー型の非弾性中性子散乱装置です。MLFに設置されている同種の装置の中でも四季は特に熱中性子領域(数10meV～数100meV)において高い強度と測定効率を実現することで、高温超伝導体、磁性体、誘電体、非晶質等における新奇なスピニ・格子ダイナミクスによる微弱なシグナルを観測することを目指して設計されています。そのため、高臨界角( $m=3\sim 4$ )の中性子スパースライダーを構円筒形状に配置した収束型中性子導管、長尺 $^3\text{He}$ 一次元位置敏感検出器(長さ2.5m)を大型真空槽内に円筒状に配置した大面积積検出器、複数同時エネルギー測定が可能なフェルミチヨッパー等の先進的な機器を備えています。

四季の建設は科学研究費補助金特別推進研究「4次元空間中性子探査装置の開発と酸化物高温超伝導機構の解明」

(2005～2009年、研究代表者・新井正敏、課題番号17001001)の一環として、日本原子力研究開発機構、高エネルギー加速器研究機構、東北大学の協力のもと建設されました。2008年度から運用を開始し、2011年度からは共用ビームラインのひとつとしてユーザー利用が行われています。

### 仕様

情報更新 : 2014-09-19

<b>装置名称</b>	4次元空間中性子探査装置 (4SEASONS・四季)
<b>装置の目的・概要</b>	スピニ系および格子系の動的性質を運動量・エネルギーの4次元空間にわたって高効率で観測することにより高温超伝導物質およびその関連物質などで見られる新奇な現象の解明を目指す装置
<b>ビームライン番号</b>	BL01
<b>モデレータ種類</b>	結合型モデレータ
<b>入射エネルギー範囲</b>	$5 < E_i < 300 \text{ meV}$
<b>検出器角度範囲</b>	水平 : $-35^\circ \sim 84^\circ$ 垂直 : $-25^\circ \sim 27^\circ$ (供用開始時)
	水平 : $-35^\circ \sim 130^\circ$ 垂直 : $-25^\circ \sim 27^\circ$ (完成最終時)
<b>エネルギー分解能 (<math>\Delta E/E_i</math>)</b>	$> 5\% (@ E = 0 \text{ meV})$
<b>中性子強度 (試料位置での中性子束)</b>	$1 \times 10^5 \text{ n/s/cm}^2 (@ E_i = 50 \text{ meV}, \Delta E/E_i = 5\%)$ (計算値)
<b>必要な試料のサイズ・体積</b>	$2 \times 2 \times 2 \text{ cm}^3$ (供用開始時)
<b>試料環境・機器</b>	ヘリウム循環型冷凍機 (5-300K)。 高温オプションにより600Kまで可能。 ラジアルコリメータ (使用条件はお問い合わせ下さい)
<b>その他</b>	<a href="#">詳細情報</a> (PDFファイル)

## 機器安全 - 安全基準

利用者が機器を持ち込んで実験を行う際は、MLF機器安全チームによる安全審査を受け、そこで持ち込み、使用の承認を受ける必要があります。

現物によるMLF施設内での現地試験を行う場合、多くは、実験実施の直前になるため、事前の十分な準備が必要になります。

以下に、機器の種類に応じた基準・ポイントを記したので、参考にして下さい。

1. 高温炉
2. 低温槽・冷凍機
3. 強磁場発生装置
4. 高電圧印加装置
5. 電気機器
6. 高圧力
7. レーザー
8. 試料容器
9. 真空ポンプ
10. 機器の設置

## MLFにおける安全

## 放射線安全

## 化学安全

- ▶ 化学安全について
- ▶ 安全審査
- ▶ 安全審査までの手順
- ▶ MLF実験準備室

## 機器安全

- ▶ 機器安全について
- ▶ 安全審査までの手順
- ▶ 安全基準
- ▶ 機器安全に係る規定
- ▶ お問い合わせ

## ガス安全（未整備）



## 機器安全 - 課題申請と安全審査までの手順

## MLFにおける安全

## 放射線安全

## 化学安全

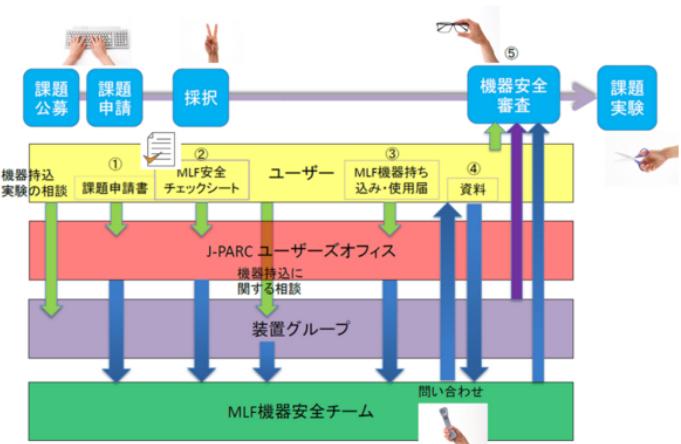
- ▶ 化学安全について
- ▶ 安全審査
- ▶ 安全審査までの手順
- ▶ MLF実験準備室

## 機器安全

- ▶ 機器安全について
- ▶ 安全審査までの手順
- ▶ 安全基準
- ▶ 機器安全に係る規定
- ▶ お問い合わせ

## ガス安全（未整備）

## MLFについて



## ステップ① 課題申請

ユーザーはユーザーズオフィスを通して課題申請をおこないます。

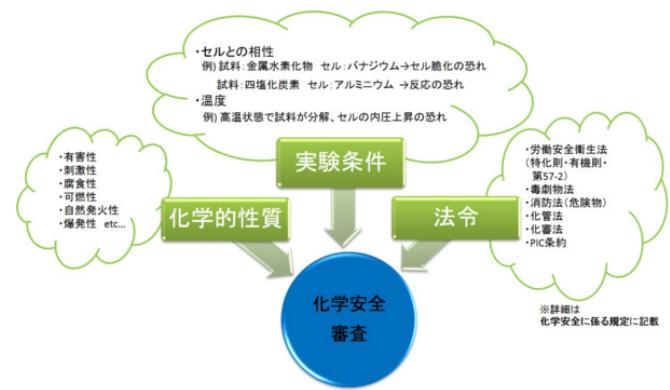
この課題申請時には、機器を持ち込むことを明記し、安全対策についても記載して下さい。課題審査の際、安全上の観点からも審査が行われます。

必ずしもすべての機器が相当するわけではありませんが、大電流、高電圧を使用したり、機械的に大きな負荷をかけたりする等、その機器の使用によって危険が発生する可能性がある場合、「課題申請前に」その機器の使用について機器安全チームへご相談ください。

## 化学安全 - 安全審査

## 審査内容

化学安全チームでは、課題申請書、試料および薬品等持込申請書に記載されている 試料および薬品等について、化学安全審査を行っています。実験条件、化学的性質、法令等を考慮し、審査します。



## 化学安全に係る規定

化学安全チームでは、実験に従事する皆様の 健康障害と災害の防止、J-PARC内及び周辺地域の環境の保全を確保することを目的として、持ち込まれる試料および薬品が、以下に該当するかどうかをチェックしています。

## 装置・器具類

## 第1実験準備室（第二種放射線管理区域）

設備・機器名	型式	仕様	設備・機器名	型式	仕様
ヒュームフード (排ガス処理装置付)	TCS-1500 ㈱アート科学	外寸: 1500×750×2300 mm 開口部: 1340×750mm ・排ガス処理装置SCR-22DN ・オフィンタル技研工業㈱	卓上製氷機	HZB-12 アズワン㈱	貯氷量: 1 kg 製氷能力: 12kg/日 氷タンク容量: 3 L
電子天秤	IBX-400 アズワン㈱	測定範囲: 0.001g~400g 計量寸法: 約108×105 mm	精密天秤	BM-500 エーアンドディ㈱	測定範囲: 0.1 mg~520 g 計量寸法: φ90mm
超音波洗浄器	W-113MK-II ヤマト科学㈱	振動周波数: 24kHz~31kHz 内槽寸法: 240×140×100 mm	超音波洗浄器	W-103T 東京硝子器㈱(TGK)㈱	振動周波数: 45kHz 内槽寸法: φ98×52mm
大型超音波洗浄器	MUC-630 アズワン㈱	振動周波数: 24kHz~48kHz 240Hz~48kHz 互換 内槽寸法: 500×420×300 mm	ホットプレート	HP-25A アズワン㈱	温度設定範囲: 0°C~+430°C タマー付 天板: 180×180mm
ハンディ型防水型 複合計	PCWP300 アズワン㈱	測定項目: pH・導電率・TDS・℃	スターラー	RS-1DN アズワン㈱	回転数: 100~1500rpm 攪拌容量: 50~3000ml ブリートサイズ: 158×143mm
分光光度計 (ナードロップ)	ND2000c ㈱ハイオーディタルサイエンス	光路長: 1mm 波長: 190nm ~840nm	密度計 (自動試料交換機能付)	・密度計 DMA-5000M ㈱アントン	密度: 0~3 g/cm³ 温度: 20~80 °C 圧力: 0~10 bar

# J-PARC実験施設の高度化

による

## 物質の起源の解明

小松原 健 / 澤田 真也 / 三原 智 / 三部 勉

for J-PARC素粒子原子核ディビジョン

2016年1月12日 (火)

J-PARC利用者協議会



## J-PARC 実験施設の高度化による物質の起源の解明

### ① 計画の概要

J-PARC 加速器は世界で有数の大強度陽子加速器である。この J-PARC の大強度陽子ビームを最大限に活用して研究成果を創出するために、J-PARC ハドロン実験施設の拡張とビームラインの整備・高度化を行うことを中心として、加えて物質生命科学実験施設(MLF)において新しい素粒子実験を展開する。これによって、K 中間子、反陽子、ミュオンなどのビームを用いた素粒子原子核実験を世界最高水準で行うことを目指す。具体的テーマとしては、(1)ストレンジネス量子数を持った原子核（ハイパー核）の究極的分光とそれによる一般化された核力の研究、(2)複数のストレンジネス量子数やチャーム量子数を持った原子核の生成と極限状態核物質の研究、(3)K 中間子の稀崩壊における CP 対称性を破る過程の世界最高感度での測定(KOTO-II)、

(4)荷電レプトンフレーバー非保存であるミュオンの電子転換過程の世界最高感度での探索(COMET)、(5)ミュオン異常磁気能率の世界最高感度での測定とミュオン電気双極子能率の測定( $g-2/\mu$  EDM、MLF で実施)、の5つである。これらの研究テーマを組み合わせることにより、宇宙開闢初期に起こった物質の起源と階層構造を解明することが出来る。これらの研究テーマを推進するために、ハドロン実験施設を約3倍の面積に拡張し、二次粒子生成標的を一ヵ所から三ヵ所に増強して、世界的にユニークで特徴ある二次ビームラインを新設する。これにより、上記の重要な実験を時間的に並行して効率良く行う。必要となる冷却水、電力などの関連設備の増強等を併せて行い、研究用大型スペクトロメータなど、実験研究用装置・設備を大幅に増強する。また、MLF に  $g-2/\mu$  EDM 実験設備を新たに建設する。

### ② 学術的な意義

物質の起源を求めて宇宙の歴史を遡行し現在の物質に満ちた宇宙を説明するには、LHC 加速器のようなエネルギー フロンティアのみならず、大強度ビームを用いたインテンシティ フロンティアでの研究が必要不可欠である。J-PARC では世界トップクラスの大強度の K 中間子、反陽子、ミュオンなどのビームが得られるが、本計画は、J-PARC ハドロン実験施設の高度化を軸に物質の起源に迫る研究を展開することを目的とする。(1)ハイパー核の究極的分光とそれによる一般化された核力の研究や(2)複数のストレンジネスやチャームを持つ原子核の生成と極限状態核物質の研究では、ストレンジ粒子と核子あるいは



# 文部科学省：大型プロジェクト ロードマップ2014【新たに掲載されたII計画】

(改訂版 2015年9月)

分野	計画名称	計画概要	主な実施機関と実行組織	所要経費 (億円)	計画期間															評価 ①	評価 ②	
						H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	H31	H32	H33	H34	H35	H36	H37	H38	H39
物理科学・工学	J-PARC実験施設の高度化による物質の起源の解明	<p>J-PARC大強度陽子ビームを最大限に活用し研究成果創出の為、<u>ハドロン実験施設の拡張整備</u>を行い、<u>ミュオン電子転換実験</u>や<u>ハドロン実験</u>を行う。更に<u>物質生命科学実験施設</u>に<u>ミュオンg-2/EDM実験</u>を実現する。</p> <p>【中心機関】 高エネルギー加速器研究機構素粒子原子核研究所</p> <p>【連携機関】 高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所・加速器研究施設・共同基盤研究施設、理化学研究所仁科加速器センター、大阪大学核物理研究センター、東京大学、京都大学、東北大学、大阪大学</p>		ハドロン施設拡張137、測定器整備30、ミュオン電子転換過程探索実験40、ミュオン異常磁気能率/電気双極子能率測定実験31、運転経費15.2/年	ミュオン実験(COMETとg-2/μEDM)H29-H38:建設と運転ハドロン施設拡張H30-H39:建設と運転															a	b	

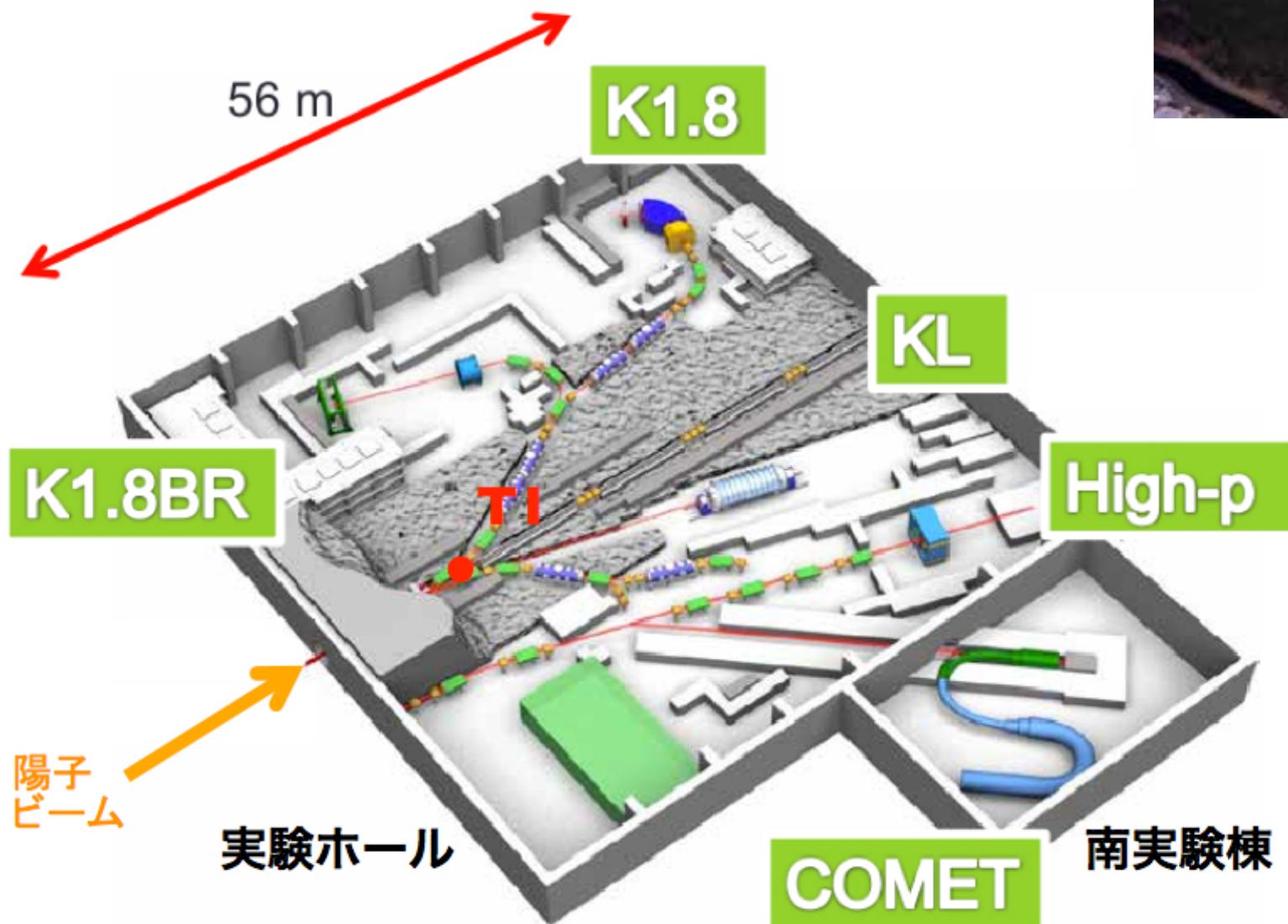
# 文部科学省：大型プロジェクト ロードマップ2014【新たに掲載されたII計画】

(改訂版 2015年9月)

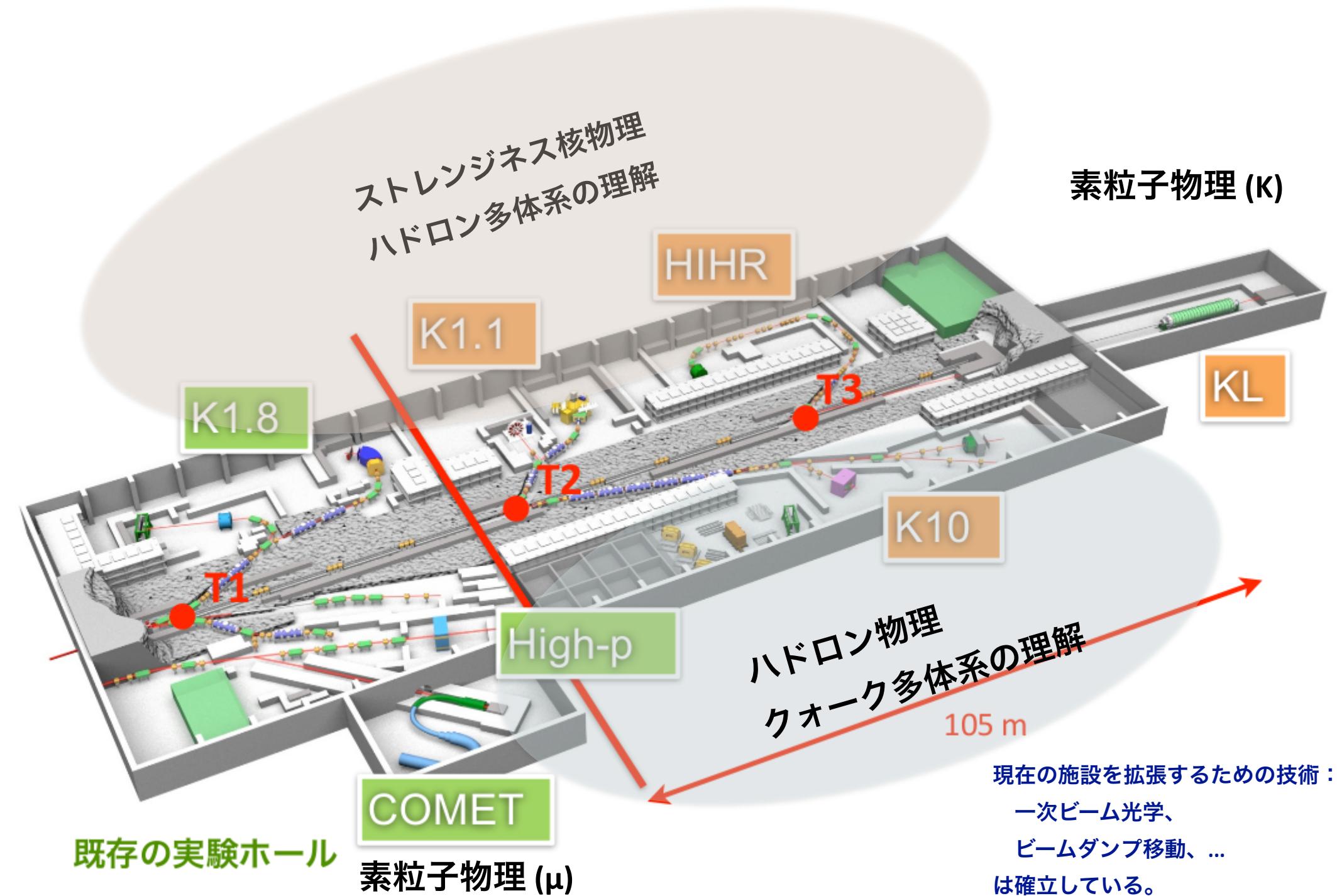
分野	計画名称	計画概要	主な実施機関と実行組織	所要経費 (億円)	計画期間															評価 ①	評価 ②	
						H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	H31	H32	H33	H34	H35	H36	H37	H38	H39
物理科学・工学	J-PARC実験施設の高度化による物質の起源の解明	<p>【中心機関】 高エネルギー加速器研究機構素粒子原子核研究所</p> <p>【連携機関】 高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所・加速器研究施設・共同基盤研究施設、理化学研究所仁科加速器センター、大阪大学核物理研究センター、東京大学、京都大学、東北大学、大阪大学</p> <p>J-PARC大強度陽子ビームを最大限に活用し研究成果創出の為、ハドロン実験施設の拡張整備を行い、ミュオン電子転換実験やハドロン実験を行う。更に物質生命科学実験施設にミュオンg-2/EDM実験を実現する。</p>	<p>ハドロン施設拡張137、測定器整備30、ミュオン電子転換過程探索実験40、ミュオン異常磁気能率/電気双極子能率測定実験31、運転経費15.2/年</p>	<p>ミュオン実験(COMETとg-2/μEDM) H29-H38:建設と運転ハドロン施設拡張 H30-H39:建設と運転</p>																a	b	

# ハドロン実験施設

- 現有の施設



# ハドロン実験施設の拡張



# ハドロン実験施設の拡張とビームラインの整備・高度化

【概要】 K中間子などのビームを用いた素粒子原子核実験を世界最高水準で行い、宇宙開闢初期に起こった物質の起源と階層構造を解明する。キーワードは大強度を生かした超精密測定；物質と反物質の非対称性；強い力による物質の形成。

- 物理に最適化した新たなビームライン：

**KL：中性K中間子**

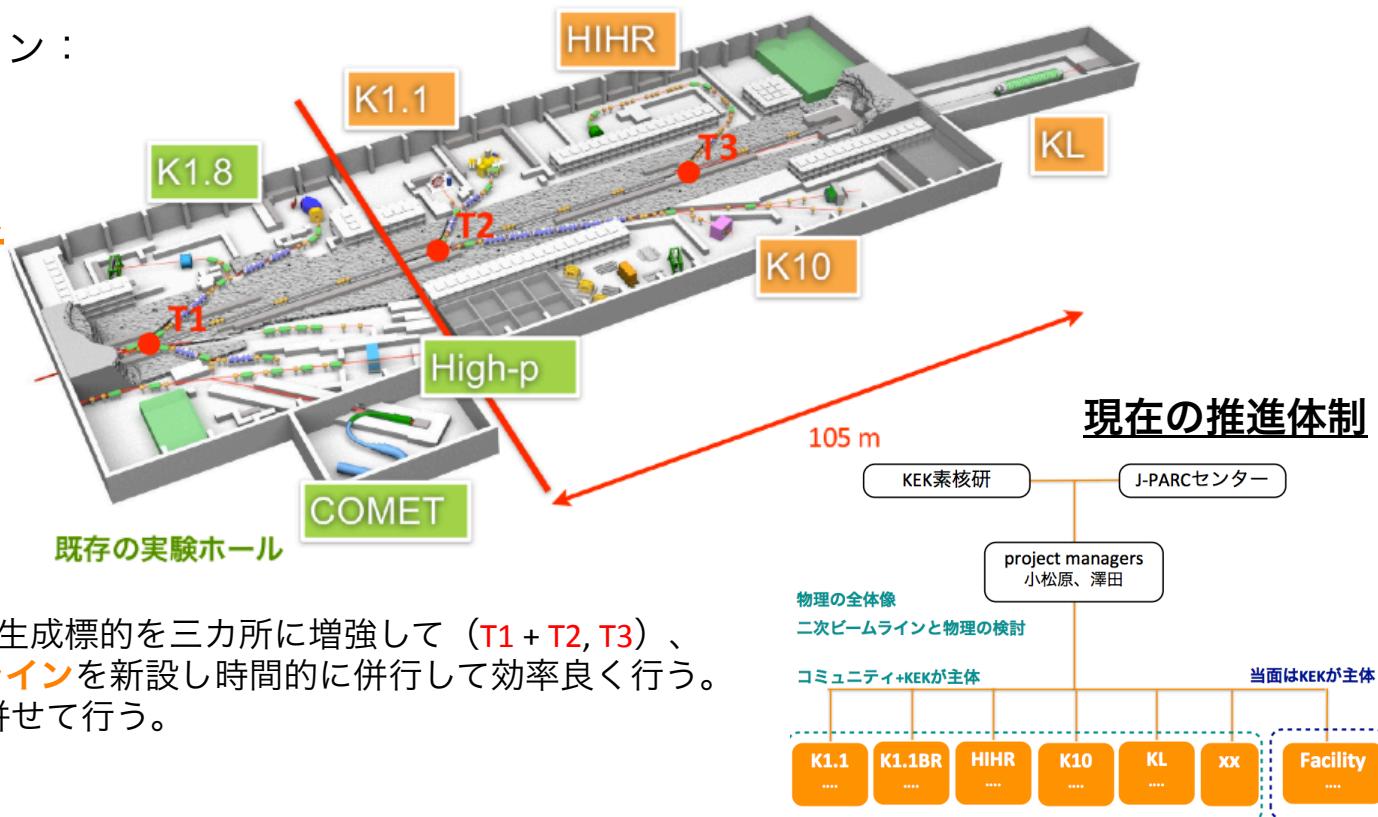
**HIHR：高運動量分解能のπ中間子**

- 新たな種類のビームの提供：

**K10：2 - 10GeV/c のK、π、反陽子**

- S=-1のストレンジネス核物理を更に展開できるビームライン

**K1.1：K**



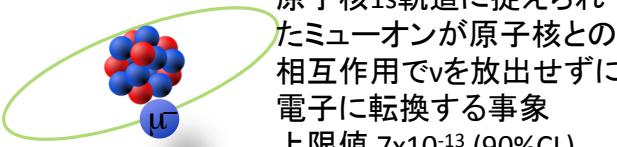
実験施設を3倍の面積に拡張し、二次粒子生成標的を三カ所に増強して (T1 + T2, T3) 、  
世界的にユニークで特徴ある二次ビームラインを新設し時間的に併行して効率良く行う。  
冷却水、電力などの関連設備の増強等を併せて行う。

【学術的インパクト】ストレンジ粒子と核子や原子核との相互作用から、中性子星に存在する極限状態核物質の成り立ちを理解する。チャームクォークを含む粒子の分光でクォーク間結合の核物質中の変化を研究する。現在の物質優勢宇宙の起源を解明する。

# COMET実験の大強度化による世界最高感度での荷電レプトンフレーバー数非保存事象の探索

【概要】ハドロン南実験棟にて大強度パルスミューオンビームを生成し実験室内でミューオン原子を生成する。その後ミューオンが原子核中のクォークとコヒーレントに相互作用しニュートリノを伴わずに電子に転換する現象( $\mu$ -e転換)を $10^{-16}$ 以下の分岐比まで探索する。

- レプトンフレーバー数の保存
  - 標準模型では厳密
  - ニュートリノ振動では非保存
  - 荷電レプトン(ミューオン、電子)でも非保存の可能性
  - 新物理の確固たる証拠
  - 超高エネルギーでの素粒子現象・ニュートリノ振動の起源に迫る有力な手段
- ミューオン-電子( $\mu$ -e)転換事象

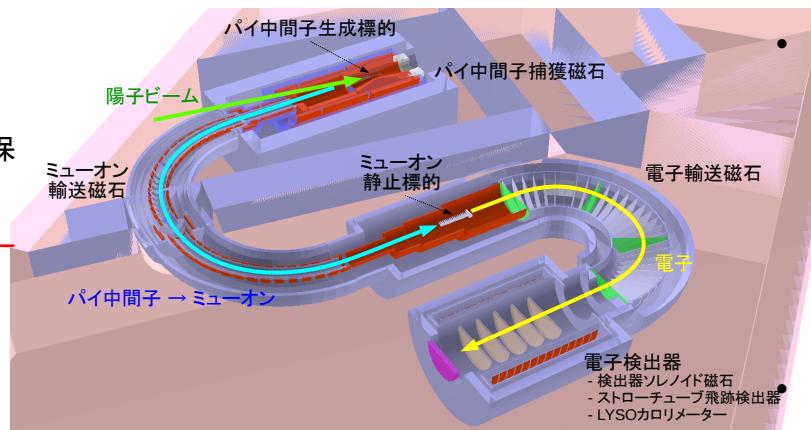


原子核1s軌道に捉えられたミューオンが原子核との相互作用で $v$ を放出せずに電子に転換する事象  
上限値  $7 \times 10^{-13}$  (90% CL)

$$\mu^- \rightarrow e^- \bar{\nu}_\mu \bar{\nu}_e \quad \leftarrow \text{通常の}\mu\text{-崩壊}$$

$\downarrow \mu\text{-e転換}$

$$\mu^- + (A, Z) \rightarrow e^- + (A, Z)$$



- 大強度陽子ビーム(56kW)によるミューオン生成
- 超電導電磁石技術を駆使した大強度パルスミューオンビーム
- 大強度ビーム用の先進的な検出器技術
- スイスPSI研究所のMEG I&II実験と相補的な新物理探索
- 米国FNALでのmu2eと競合関係

国際コラボレーションによる実験遂行



15カ国、33研究機関、175名の研究者が参加

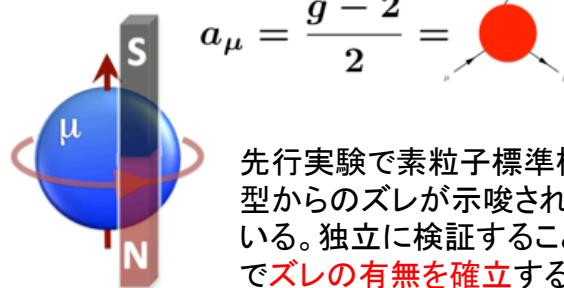
- 日本: KEK、大阪大、九州大、京都大 ((理論)埼玉大、宇都宮大、名古屋大)
- アジア: 中国、韓国、インド、ベトナム、シンガポール
- 欧米: ロシア、仏、英、独、ジョージア、ベラルーシ、チエコ、カナダ、JINR(国際機関)

【学術的インパクト】標準模型では荷電レプトンフレーバー数非保存事象が起こる頻度はニュートリノ振動を考慮しても極微なため、その事象の発見は、直ちに新物理の証拠となり、物質生成の起源となった自然法則の深い理解に繋がる。また事象の頻度が判明すれば宇宙初期の超高エネルギー環境下での素粒子の振舞いについての重要な知見も得られる。

# ミュオン異常磁気能率・電気双極子能率の精密測定

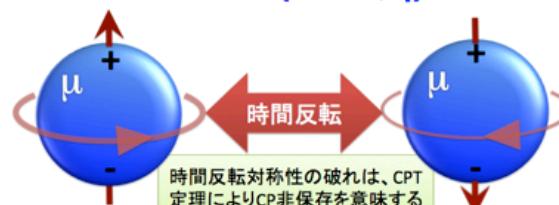
【概要】J-PARCミュオン実験施設Hラインにおいて、極めてエミッタスが小さいミュオンビームと超精密ミュオン蓄積電磁石を用いて、ミュオン異常磁気能率・電気双極子能率の精密測定を行い、素粒子標準模型を超える物理現象を検証・解明する。

## 異常磁気能率 ( $g-2$ )

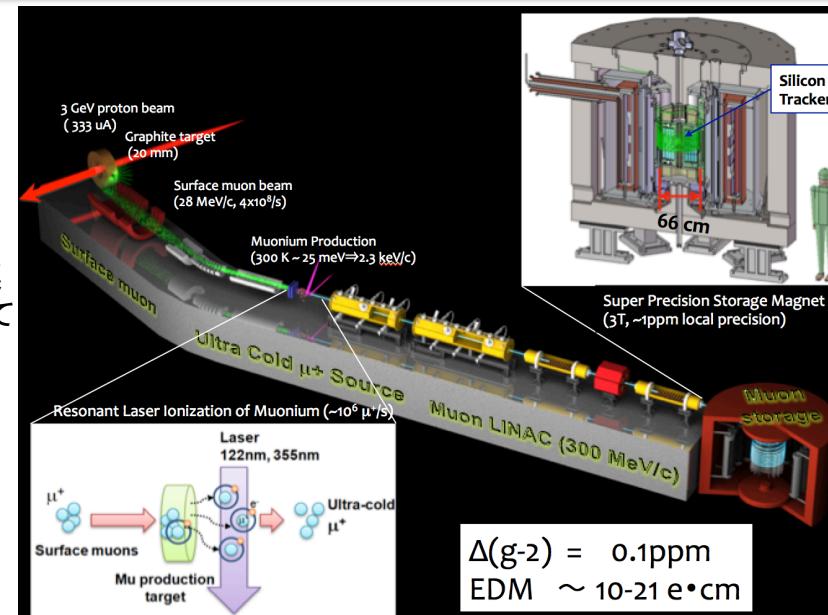


先行実験で素粒子標準模型からのズレが示唆されている。独立に検証することでズレの有無を確立する。

## 電気双極子能率 (EDM, η)



時間反転対称性を破る物理量である。CP対称性の破れは物質優勢宇宙の成り立ちに不可欠とされるが、**素粒子では未だ未発見**である。見つかればノーベル賞級のインパクト。



・Hラインで超低速ミュオンを加速し、コンパクトな蓄積磁石に蓄積して測定する。**先行実験および米国FNALで準備中の計画とは全く異なる手法**であり、系統誤差が本質的に改善される。世界最高強度ミュオンビームと革新的な新規技術を組み合わせることで実現。

・Dライン等で準備研究を実施中。



・9カ国(カナダ・中国・チェコ・フランス・日本・韓国・ロシア・英国・米国)・**136名の国際共同研究**。

・国内では、J-PARC・JAEA・KEK・理化学研究所・九州大学・立教大学・大阪大学が参画。

・KEK内では素核研・物構研・加速器施設・低温センター・機械工学センターが参画する、**機構横断的研究**である。

【学術的インパクト】素粒子標準模型を超える物理現象を解明することにより、物質の起源に関する自然法則の深い理解をもたらす。新しく開発する超低速ミュオン源・ミュオン加速・超精密磁場制御・高レート粒子飛跡検出器は、他分野への応用が期待されている。

# 核物理・高エネルギー物理のコミュニティによるサポート

- 核物理の将来（2012年）／高エネルギー物理の将来計画（2012年）
- KEKロードマップ2013
  - 「ハドロン実験施設では、現行および新1次陽子ビームラインによる実験を着実に進めるとともに、ハドロン実験施設の拡張を目指す。」

## • 素粒子原子核研究計画委員会（2015年）

- 3計画（ILC、ハドロン実験ホール拡張、ニュートリノの将来計画）は日本の素粒子・原子核コミュニティの長期戦略において、今後計画実施が承認されるべき最優先計画である。
- 拡張計画の実施のための物理研究の観点からの条件は、提案とおりに2018年頃には整うことが強く期待されている。
- 素核研と関係大学、理研仁科センター、核物理研究センター等国内主要研究機関との間に早期に研究協定等を結び強力な研究体制を可能な限り早い機会に整えること。
- 核物理コミュニティから、コミュニティとして建設要員を含むマンパワーの提供を行い（主要大学、理研、阪大核物理研究センター）KEK/J-PARCと一致協力して計画を進める旨の意思表明が行われている。

# 建設費

- ・ハドロン実験施設拡張 137億円
  - ・現行ハドロン実験施設の建設コストをもとにスケール
- ・測定器整備 30億円
- ・ミュオン電子転換過程探索実験 (COMET) 40億円
- ・ミュオン異常磁気能率/電気双極子能率測定実験 (g-2/EDM) 31億円

最近のコスト変化等を取り込んだ改訂作業を行っている。

文科省ロードマップ2014  
(改訂版 2015年9月)  
「主な課題・留意点等」

・中心機関である高エネルギー加速器研究機構は、ハドロン実験施設における放射性物質の漏洩事故及び不適切な会計処理事案を踏まえ、計画の推進に当たっては、社会や国民の理解を得るために、再発防止策の徹底、安全配慮及び適切な執行管理についての一層の努力が求められる。

# J-PARC実験施設の高度化による物質の起源の解明

(改訂作業中)

- ハドロン実験施設の拡張： 原子核、ハドロン、KOTO-II  
ミュオン： COMET大強度化 + g-2/ $\mu$ EDM@MLF
  - 所要経費（運営費を除く初期投資分）：238億円  
ハドロン拡張と測定器整備：137と30 COMET-II：40 g-2/ $\mu$ EDM：31  
運営費の増分：+15.2億円/年  
ハドロン：電気代増額(+17.5kW)と運営費：5.2と7 ミュオン：運営費：3
  - 計画期間（建設と運転）：  
ハドロン施設拡張：H30-H39  
ミュオン：H29-H38
  - 実施主体：  
KEK素粒子原子核研究所  
(+ J-PARCセンター + KEK各部署)。  
理研仁科センターや阪大RCNPなどと協力しつつ。  
二次ビームライン下流部や実験用測定器は  
各大学・研究機関と協力して。



# マスタープラン2017

## MLFからの提案

前回(マスタープラン2014)では、主にコミュニティー主導で提案をまとめた。

今回、MLFの中性子とミュオンで提案予定(新規)

コミュニティーとの直接的な議論は今後行う  
(特に中性子)

# マスター・プラン2014、概要

期間：平成25年度～平成34年度(10年間)

## MLF 前段5力年

中性子：4台の装置建設、研究環境の整備 → 成果創出に邁進

- ①偏極中性子装置(BL23)：中性子偏極技術開発(集光技術)
- ②巨大生体分子構造解析装置(BL10)
- ③先端小角散乱装置(BL13)、④分子分光装置(BL07)

ミュオン：BL整備と高度化

- 超低速ミュオン及びマイクロビーム実験装置(Uライン)
- 多機能ミュオン実験装置(Sライン)
- マイクロビームを格段に発展させた超高速BL(Hライン)

## MLF 後段5力年

中性子：第2ターゲットステーションの建設

4台の先端装置の建設

- 偏極超／極冷中性子顕微鏡、ホログラフィー装置
- マイクロビーム構造解析装置、マイクロビームダイナミクス装置

ミュオン：透過型ミュオン顕微鏡(T $\mu$ M)

## 他施設との協調：

中性子：研究用原子炉JRR-3 の整備と高度化

ミュオン：~~DCミュオン源MuSICのBL（大阪大学・核物理研究センター(RCNP)）（検討中）~~

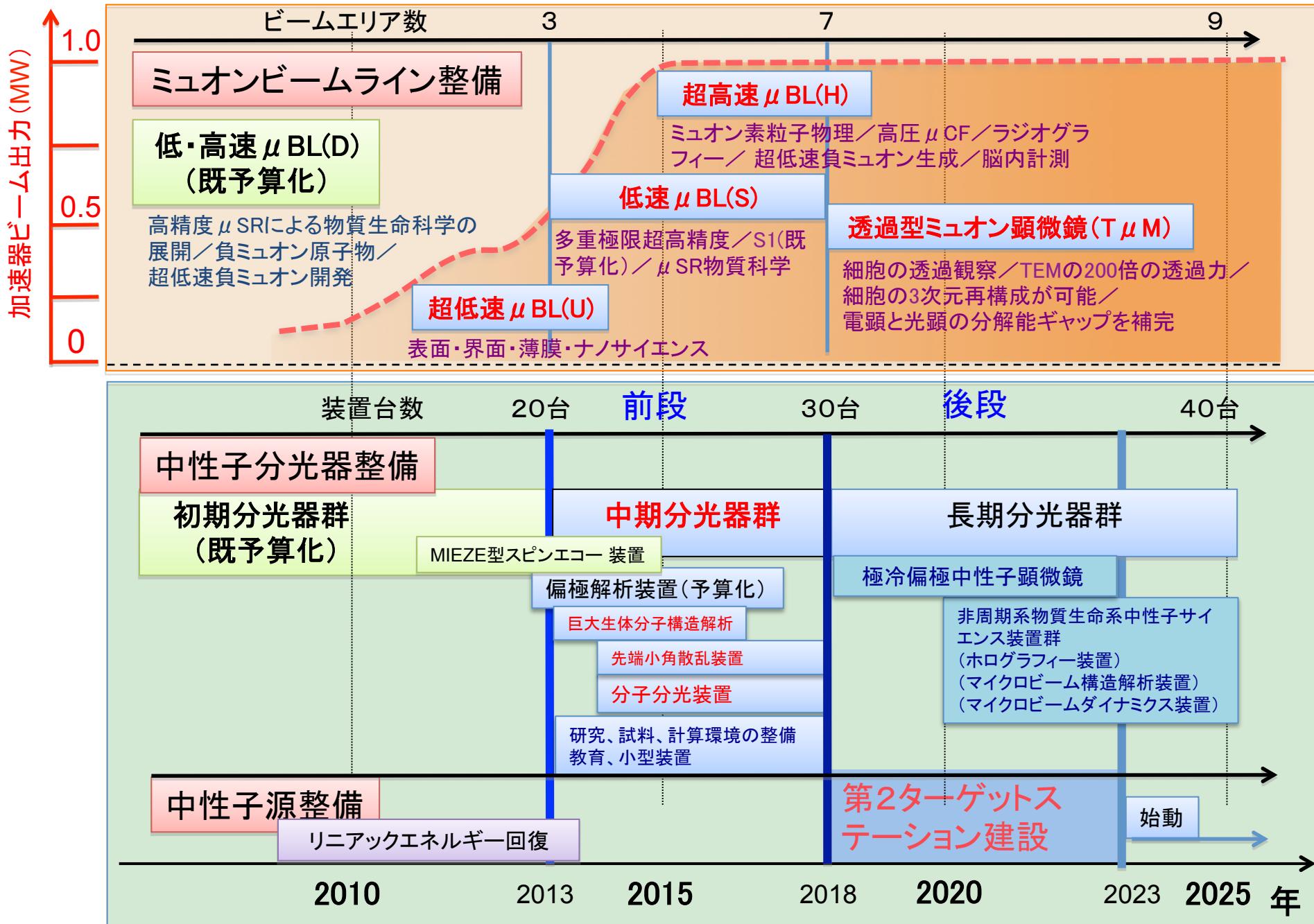
## 物質・生命科学の新展開：

中性子とミュオンの相補利用(中性子とミュオン両顕微鏡の相乗効果)

観察空間・時間領域の拡大、各コントラストの利用

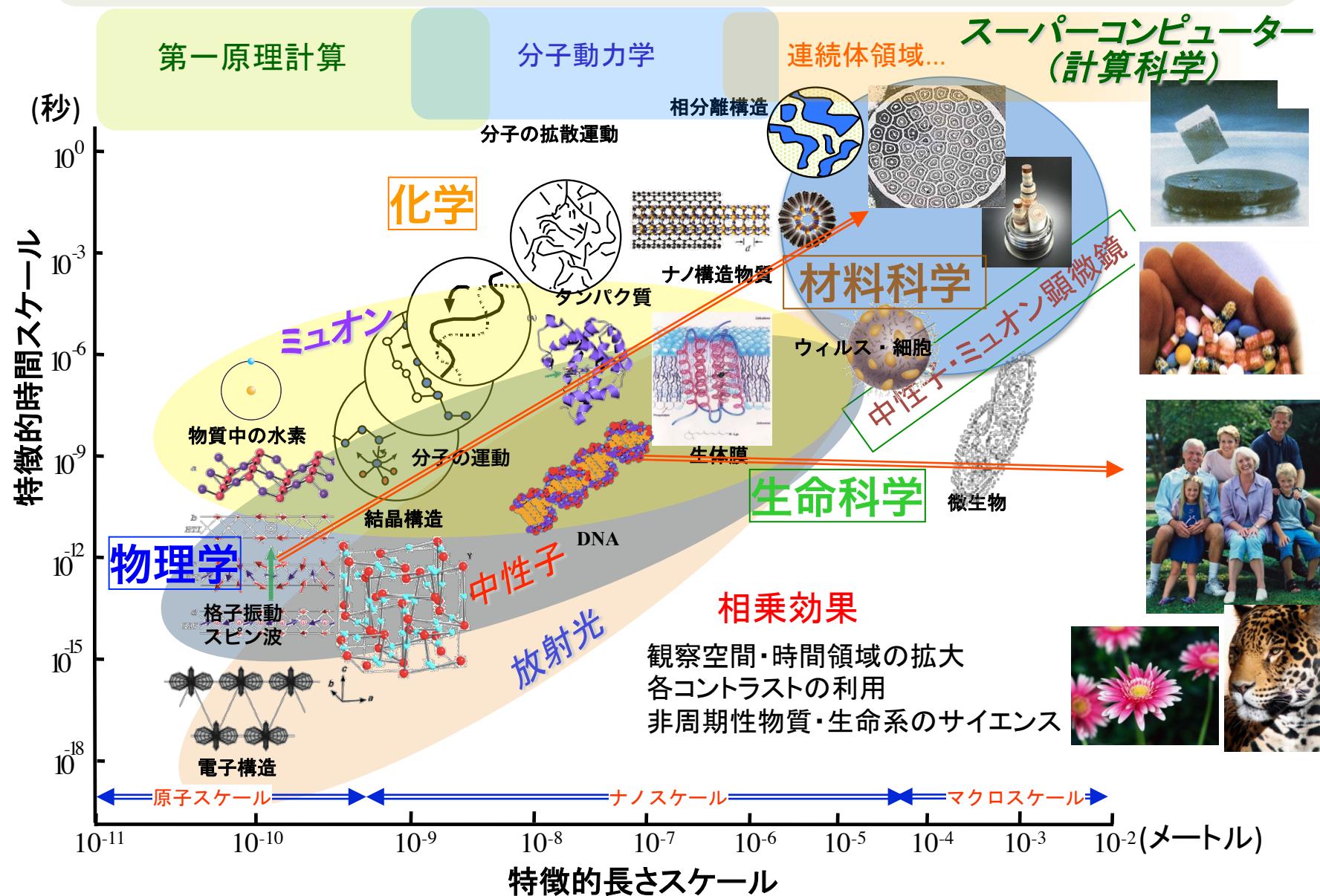
周期性を持たない物質・生命系の機能解明と実空間サイエンス

## J-PARC MLF(物質・生命科学実験施設)の整備年次計画



# 中性子・ミュオンがカバーする物質・生命科学分野

中性子、ミュオンと放射光、計算科学等との位置づけ



# 中性子

- 第2ターゲットステーションを軸に  
強度10倍を目指す  
低エネルギーを増強  
多くのBL(底辺を広げる)
- 近未来の中性子科学  
生命科学  
地球科学  
固体物理:創発物性・新奇物性  
ソフトマター、材料科学、分子科学、産業応用

# ミュオン

4つの新たなミュオンビームを創り、新領域を開拓する

- a) 薄膜・界面を見る(エネルギーの超低速化)
- b) 粒内・粒界を見る、波としての利用(ミュオン顕微鏡)
- c) 容器内を見る(エネルギー分布幅の減少)
- d) ストロボスコピックに観察(ビーム強度の飛躍的増大)

## その他

- サイエンスのゴール、学術的な価値  
物質・生命科学の飛躍的な進歩
- 実施主体  
MLF
- 内外の類似施設を使ったプロジェクトとの関係  
中性子:SNS, ESS  
ミュオン:PSI(延期)
- 社会的な価値について  
学術的価値(ピークサイエンス)  
産業的価値(持続的社会構築、省エネルギーなど)  
年次計画(予算プロファイルも含めて)  
10年(予算プロファイルは今後検討)
- 必要な技術の開発状況(readinessは)  
2TSの技術開発は今後必要(中性子、ミュオン共に)

# 大強度加速器で核のゴミの問題解決を図る J-PARC核変換実験施設設計画

J-PARC Transmutation Experimental Facility Program  
for Solving the Nuclear Waste Problem  
by Using High-intensity Accelerators

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

# 原子力発電から生じる核のゴミ問題



優れたエネルギー源

- ◆ 低炭素
- ◆ 準国産エネルギー源
- ◆ コストが低廉、安定的、昼夜を問わず継続的に稼働 → ベースロード電源
- ◆ 極めて高いエネルギー効率(少量の燃料から多大な熱量) → ゴミはそもそも少ない

## 原子力発電

国民の理解が得られない主な課題の1つ 『核のゴミ問題』

- ◆ 有害度が何万年にもわたって残り、将来世代に負担を先送り
- ◆ 地層処分による高レベル放射性廃棄物処分のための処分場立地選定が進まない

問題解決には

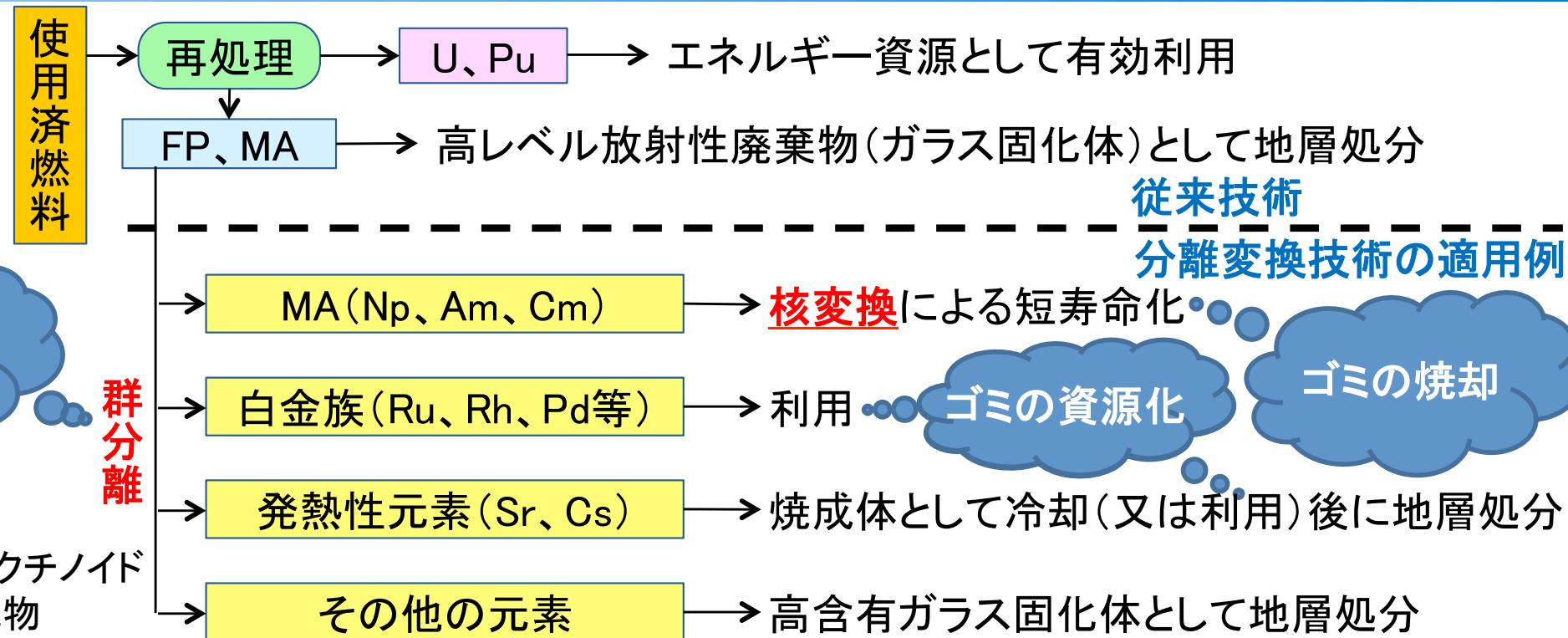
核のゴミの環境負荷低減が有効



## 分離変換技術

- ◆ 原子力発電について国民の理解を得て、低炭素、安価で安定したエネルギー源の活用へ
- ◆ 実用化が早ければ早いほど環境負荷低減効果は大きい
- ◆ 脱原発の場合でも、国内に蓄積した17,000トンの使用済み燃料処理処分に活用

# 分離変換技術 (Partitioning & Transmutation)



## 分離変換技術

高レベル放射性廃棄物に含まれる放射性核種を、その半減期や利用目的に応じて分離する（分離技術）とともに、長寿命核種を短寿命核種あるいは非放射性核種に変換する（変換技術）ための技術

## 目標

### ・長期リスクの低減:

廃棄物の潜在的有害度の総量を大幅に低減

### ・処分場の実効処分容量の増大:

発熱の大きい核種を除去してコンパクトに処分

### ・放射性廃棄物の一部資源化:

希少元素の利用(白金族など)

# ADSによる核変換技術の実用化に向けた道筋



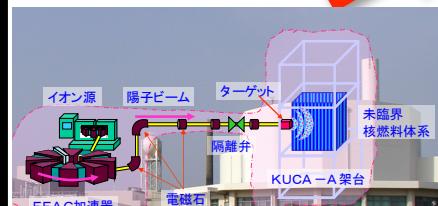
↑出力規模

MA燃料の無いADSの技術  
(Pb-Bi炉心、加速器、運転経験)



実験炉級ADS⇒MYRRHA  
~2.4MW-beam, 50~100MW<sub>th</sub>  
・ADS技術の実証と燃料照射

ビーム窓材料の高度化



J-PARC核変換実験施設  
250kW-beam  
・Pb-Biターゲット技術  
・核変換の炉物理

ループ実験、KUCA実験などの基礎試験



実用ADSプラント  
30MW-beam, 800MW<sub>th</sub>  
・LWR10基分のMA核変換

MA燃料の炉物理とターゲット材料開発

	J-PARC核変換実験施設	ベルギーMYRRHA
目的	要素技術開発 (ターゲット技術、物理)	照射試験、 未臨界炉運転経験蓄積
出力	陽子ビーム250kW 未臨界炉熱出力:500W	陽子ビーム2.4MW 未臨界炉熱出力50~100MW
MA	大量に用いて 核変換システムを模擬	少量の照射試験のみ

• J-PARCとMYRRHAが連携し、世界における核変換技術の開発・実証・高度化を先導  
• 2030年代に実用規模へ展開できる知見・経験を得る

2010

2020

2030

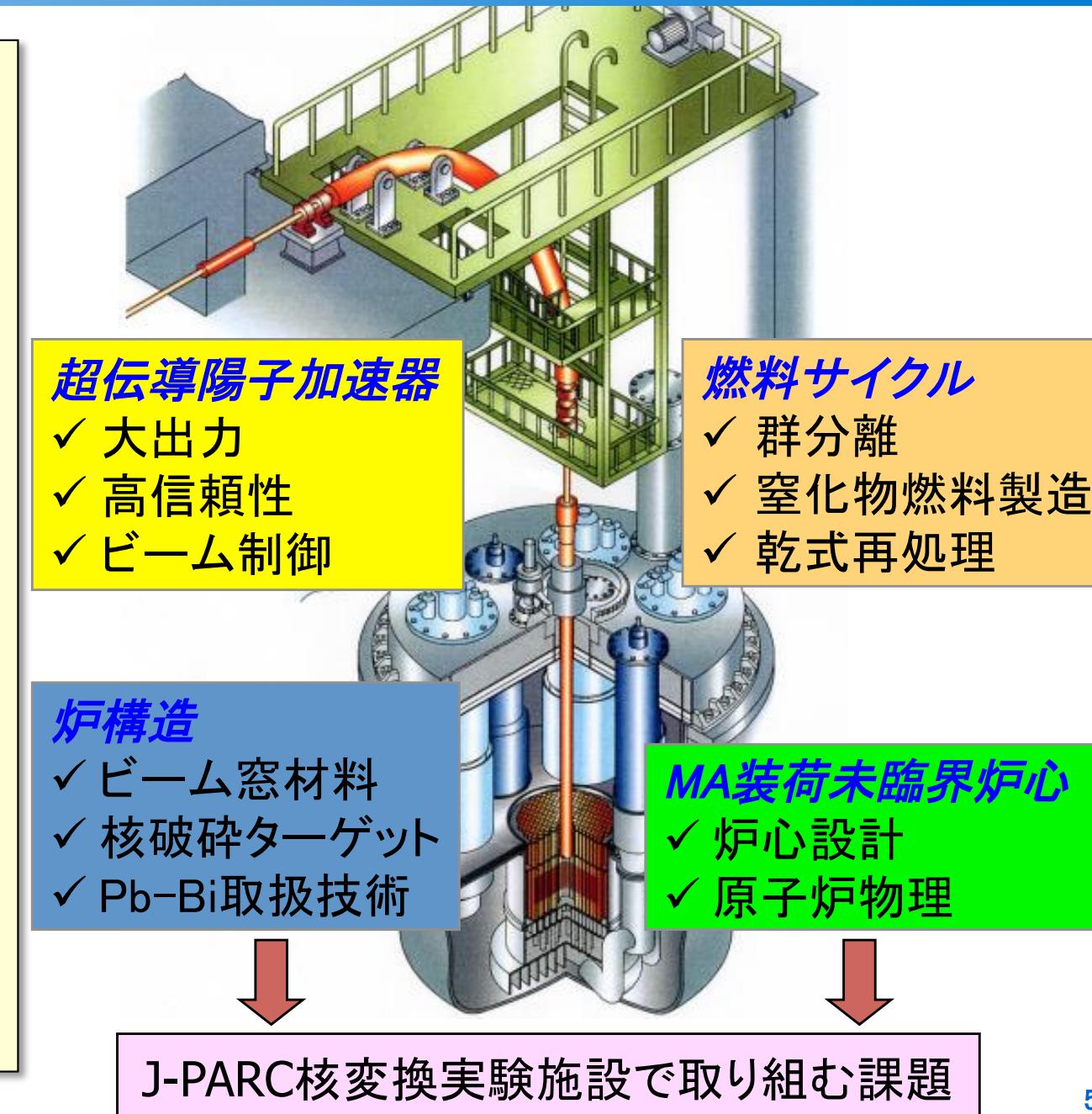
2050

年

# JAEA提案ADSの仕様と開発課題



- ◆ 陽子ビーム: 1.5GeV, 20mA, 30MW
- ◆ 核破碎ターゲット: Pb-Bi
- ◆ 冷却材: Pb-Bi
  - 入り口: 300°C, 出口: 407°C
- ◆ 最大  $k_{\text{eff}} = 0.97$
- ◆ 熱出力: 800Mwt
- ◆ MA初期装荷量: 2.5t
- ◆ 燃料組成:
  - (MA +Pu) N + ZrN
- ◆ 核変換効率:
  - 10%MA/年 (10基分のLWR相当)
- ◆ 燃料交換法: 600EFPD, 1 バッチ
- ◆ 主循環ポンプ: 2基
- ◆ 蒸気発生器: 4基
- ◆ 崩壊熱除去計: 3系統



# J-PARCにおける核変換実験施設設計画(第Ⅱ期計画)



## 核変換物理実験施設:TEF-P

目的：低出力で未臨界炉心の物理的特性探索とADSの運転制御経験を蓄積

施設区分：原子炉（臨界実験装置）

陽子ビーム：400MeV-10W

熱出力：500W以下

## ADSターゲット試験施設:TEF-T

目的：大強度陽子ビームでの核破碎ターゲットの技術開発及び材料の研究開発

施設区分：放射線発生装置

陽子ビーム：400MeV-250kW

ターゲット：鉛・ビスマス合金



# ADSターゲット試験施設 (TEF-T)



実用ADS炉心部

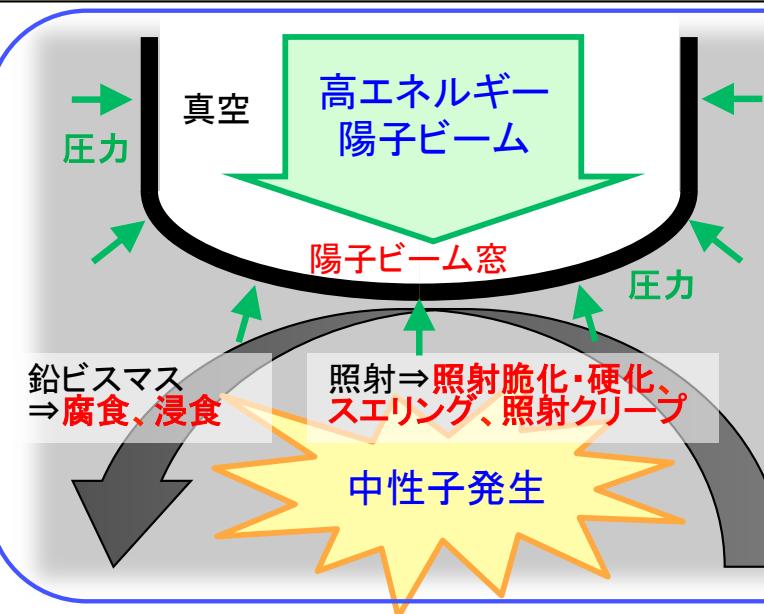
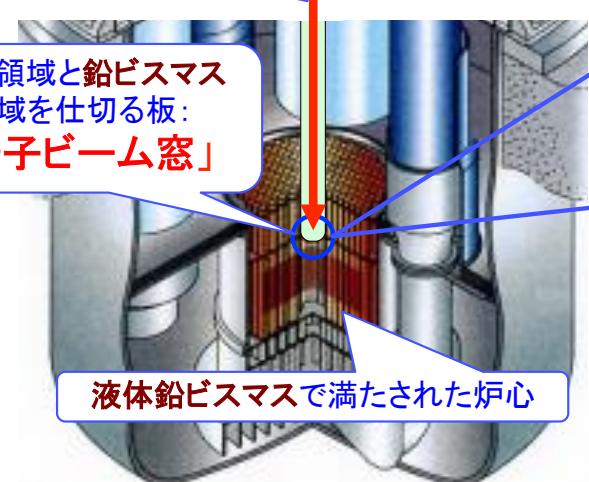
加速器側真空を輸送  
される陽子ビーム

真空領域と鉛ビスマス  
領域を仕切る板:  
**「陽子ビーム窓」**

液体鉛ビスマスで満たされた炉心

課題: 過酷な実用ADS環境①~④に耐えうる陽子ビーム窓材料の開発

目標: TEF-Tで実用ADS環境①~④を模擬した場で照射を行い、陽子ビーム  
窓材料開発に必要な実験データを取得する。



実用ADS環境

- ① 照射量 20dpa<sup>#</sup>
- ② 鉛ビスマス流動下 (2m/s)
- ③ 最高温度 550°C
- ④ 酸素濃度  $10^{-5} \sim 10^{-7}$  wt%

<sup>#</sup>dpa: 照射損傷量の単位で、  
原子1個あたり、結晶格子から  
弾き出された数

TEF-Tのターゲット

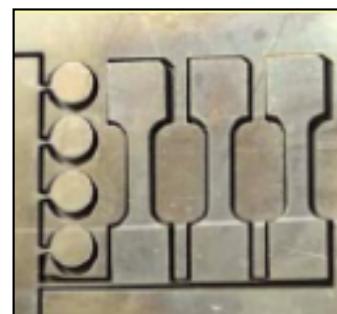
400MeV  
250kW

陽子ビーム

照射量 7dpa/年

照射材料(SUS・T91)

照射後、試験片を切り出し  
て材料試験  
(引張試験、顕微鏡観察等)



目標:

施設運転を通じ、放射化した鉛  
ビスマス取扱い技術を確立する。

# TEF-Tの多目的利用



ターゲットで発生する中性子等を、ADS核変換以外の研究に有効活用

## 考えられる多目的利用の例

### 多目的エリアを利用した研究

- 一次陽子ビームを一部切り出した実験施設導入の可能性検討中
- 基礎物理研究 (ISOL RIビーム、超冷中性子、核データ測定) 等



### ターゲットから引き出した中性子ビーム

- ターゲットから約7m位置
- $\Phi = 10^7 \sim 10^8 \text{ n/s/cm}^2$
- 宇宙線による半導体素子のソフトエラー試験 等

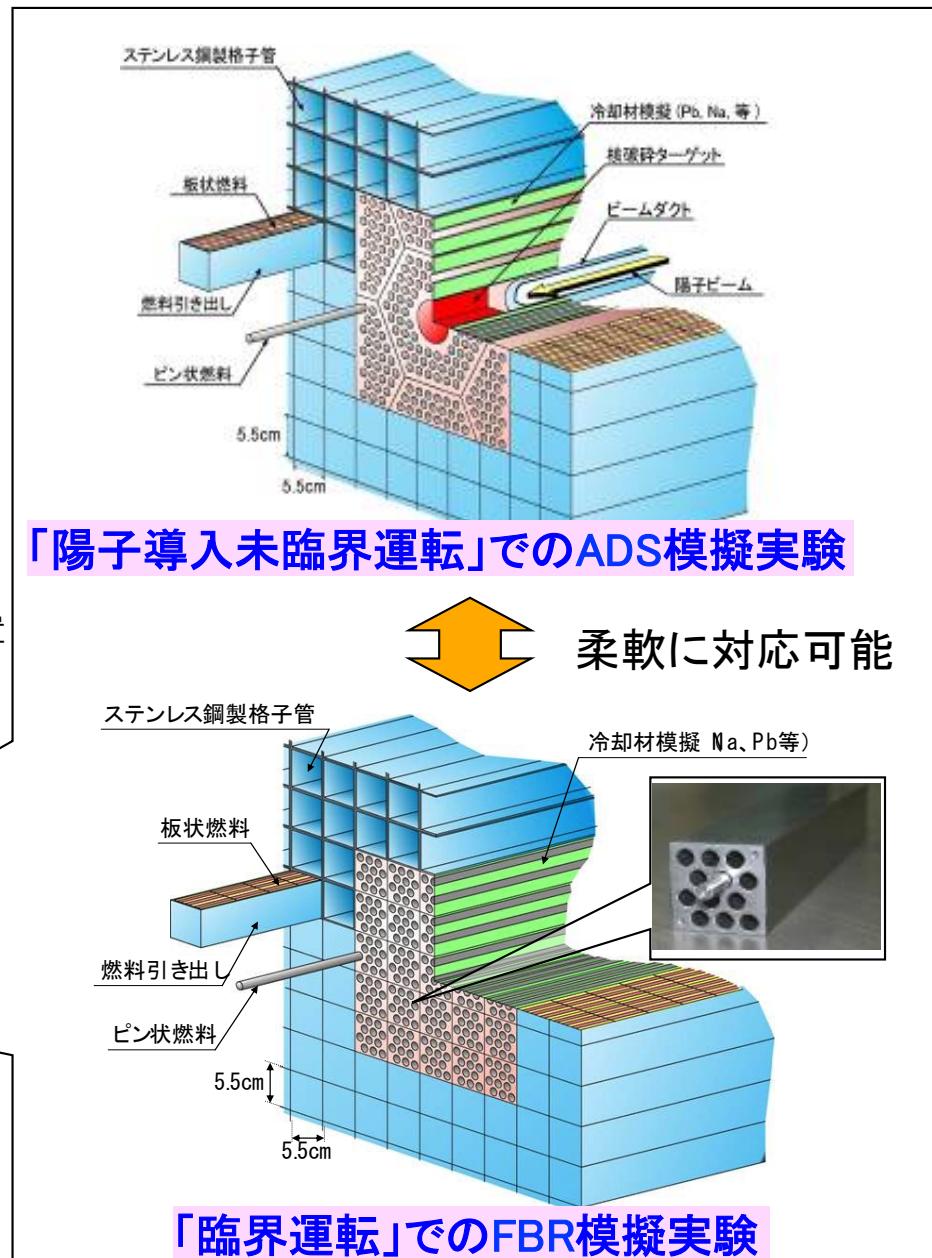
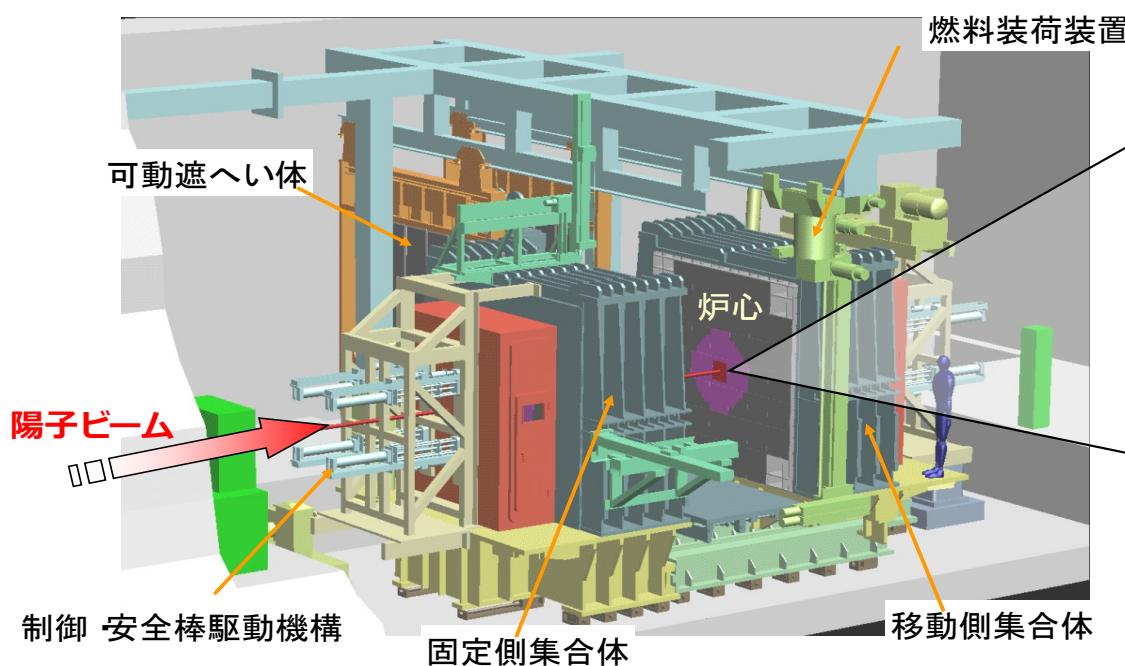
### ターゲット近傍の核破碎中性子場

- 気送管設備
- $\Phi = 10^{13} \text{ n/s/cm}^2$
- 医療用RI製造試験、材料照射 等

# 核変換物理実験施設 (TEF-P)



- 既存の高速炉臨界実験装置(FCA)に準拠した設計
- 世界初の、**陽子ビーム導入とMA燃料の使用**が可能な施設
- 核変換に係わる炉物理・核データの研究を実施 (ADSとFBRの双方に貢献)
- MA分離とMA燃料製造技術開発の成果を活用し、TEF-PにMA燃料を供給

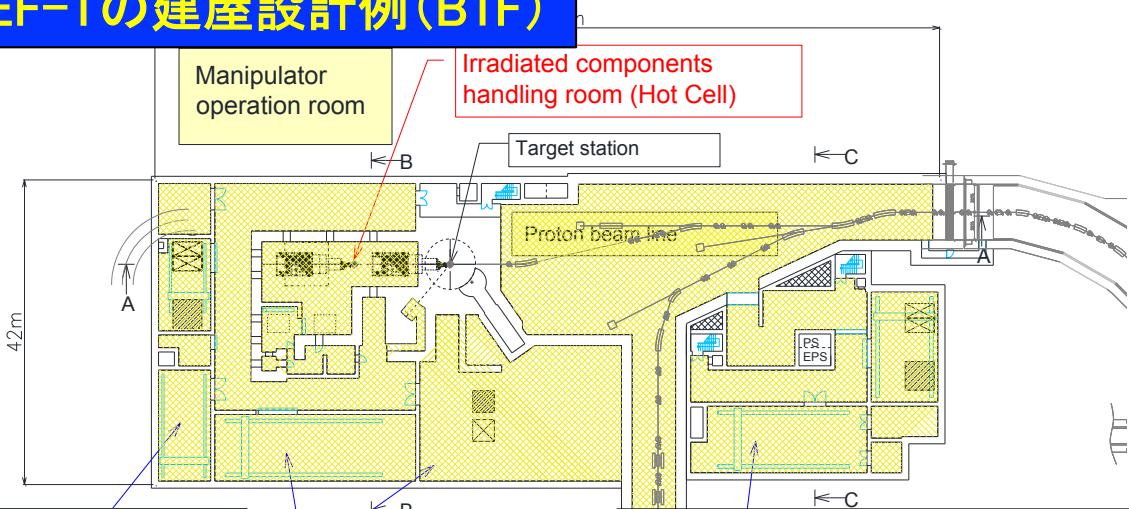


# 施設建設に向けた施設設計とR&Dの現状



先行着手するTEF-Tは、予算化され次第、建設に向けた詳細設計開始可能な段階

## TEF-Tの建屋設計例(B1F)



## MA燃料遠隔取扱試験



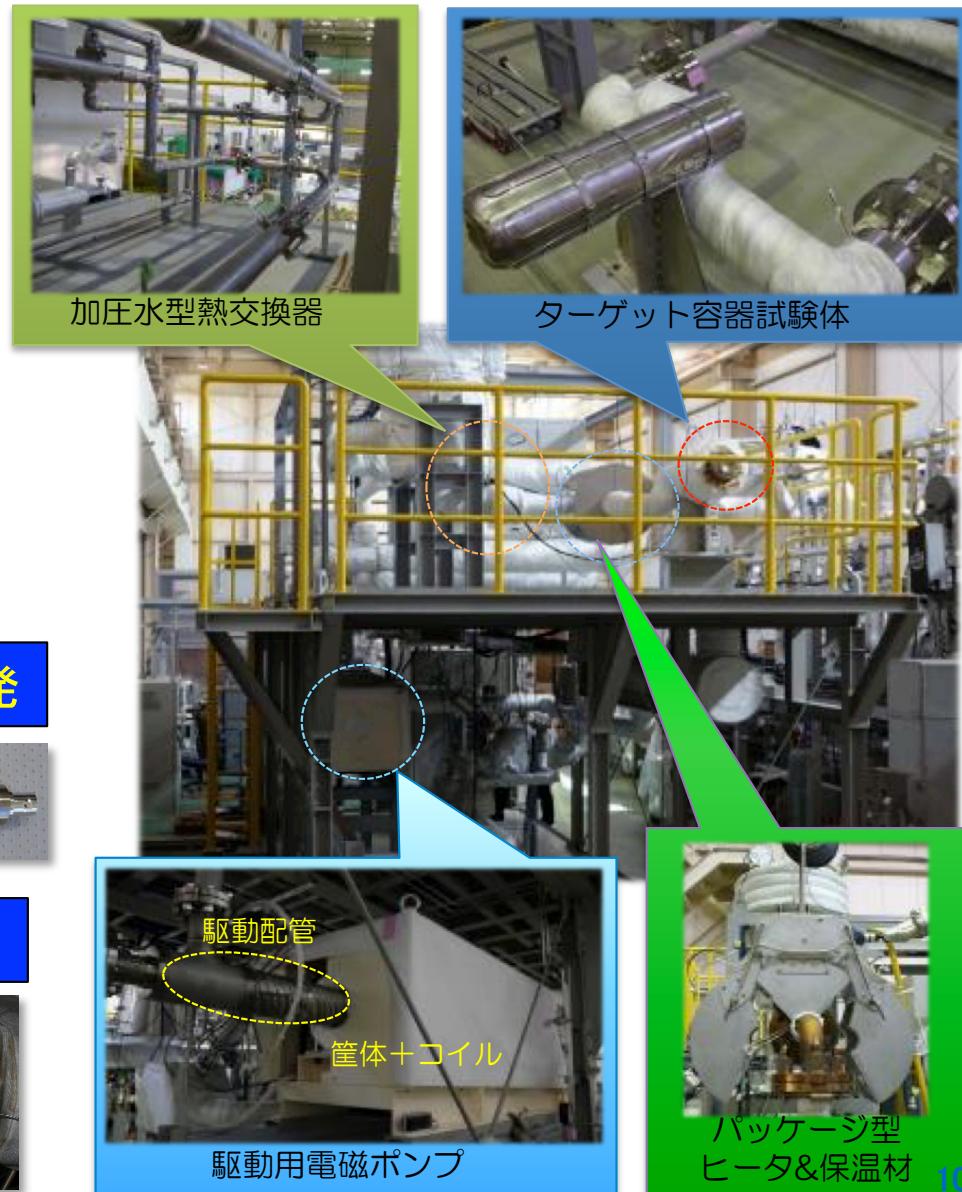
## 酸素濃度センサーの開発



## 超音波式流量計の開発



## 鉛ビスマスモックアップループ試験開始



次ページ以降、①～⑦の観点で整理

## ロードマップに基づく学術研究の大型プロジェクトの推進について

# ロードマップにおける各計画の評価

## 各観点における主な具体的視点

評価①

### ①研究者コミュニティの合意

- ・研究者コミュニティの合意形成の状況はどうか。

### ②計画の実施主体

- ・多数の機関が参画する場合、責任体制と役割分担は明確になっているか。

### ③共同利用体制

- ・共同利用・共同研究の実施体制が確立されているか。幅広い大学の研究者が参画できるか。

### ④計画の妥当性

- ・計画の準備スケジュール・実施スケジュールが明確になっているか。実施可能なスケジュールとなっているか。

- ・建設費および運用費は妥当か。十分検討されているか。

### ⑤緊急性

- ・国際競争に著しい遅れをとることとなるか。
- ・人材の流出が危惧されることとなるか。

### ⑥戦略性

- ・当該分野での世界トップを確実にし、我が国の強みをさらに伸ばすこととなるか。
- ・他分野への波及効果等はどうか。
- ・国際貢献や国際的な頭脳循環につながるか。
- ・将来的な我が国の成長・発展につながるか。
- ・計画を実施しないことによる国の損失はどうか。

評価②

### ⑦社会や国民の理解

- ・社会や国民に必要性を説得力をもって説明できるか。
- ・巨額の国費の投入について、社会や国民に支持していただけるか。

# ① 研究者コミュニティの合意



放射性廃棄物の減容化・有害度低減のための技術開発は、国のエネルギー政策

## エネルギー基本計画（平成26年4月）

- 放射性廃棄物を適切に処理・処分し、その減容化・有害度低減のための技術開発を推進する。
- 具体的には、高速炉や、加速器を用いた核種変換など、放射性廃棄物中に長期に残留する放射線量を少なくし、放射性廃棄物の処理・処分の安全性を高める技術等の開発を国際的なネットワークを活用しつつ推進する。

国の政策を踏まえJAEAでは、中長期計画期間(H27～H33年度)において、TEF建設を含む放射性廃棄物の減容化・有害度低減の研究開発を実施する計画

## JAEA中長期計画（平成27年4月）

- MAの分離技術、MA燃料製造技術
- 高速炉を用いた核変換技術
- ADSを用いた核変換技術
  - ◆ J-PARC核変換実験施設の建設に向けて必要な要素技術開発、施設の検討や安全評価等に取り組む。
  - ◆ ADSターゲット試験施設に関しては、(中略)目標期間半ばを目途に同施設の建設着手を目指す。
  - ◆ 核変換物理実験施設に関しては、(中略)目標期間内に設置許可を受けて建設着手を目指す。

# ① 研究者コミュニティの合意、 ② 計画の実施主体、③ 共同利用体制



## 実施主体: JAEA

- 原子力に関する総合的な研究開発機関としての研究実績
- 既存インフラの活用
  - ✧ J-PARC大強度陽子加速器
  - ✧ MA燃料を取り扱い可能なホットラボ施設
  - ✧ TEF-P類似の研究炉(高速炉臨界実験装置FCA) 等

協力連携

### 大学

- 個別の研究開発テーマについて共同研究等を実施
- 京大、東工大、東大、東北大、...
- KEK

### 産業界

- 施設設計を通じた技術交流

### 海外研究機関等

- ベルギーMYRRHA計画(SCK·CEN)
- ドイツKIT、スイスPSI
- 中国科学院、韓国の大学 等

- 日本原子力学会
- 核データコミュニティ
- ISOL、RI製造の研究者
- 等

### 共同利用体制

- 既存のJ-PARC施設利用制度や、JAEAの施設供用制度を参考に、施設の特徴を踏まえつつ今後検討

# ④ 計画の妥当性

- MEXT作業部会による第三者評価 -



平成25年7月、作業部会設置

- 設置目的:核変換技術の研究開発について、群分離・核変換技術の研究開発の現状等を評価するとともに、陽子ビームを用いた出力規模の高い核変換実験施設の整備の必要性や有効性、整備計画の妥当性等について調査検討を行う。

平成25年11月 中間取りまとめ

- 群分離、ADS、燃料サイクル及び燃料の各分野について技術成熟度の検討を行った結果、概ね、概念開発段階から原理実証段階に移行することが可能な研究開発段階にあり、工学規模の次のステージに移行することが適当。
- J-PARCの核変換実験施設については、(中略)段階に応じて進捗状況をチェックすることが必要。

平成26, 27年度評価の概要

- 研究開発が順調に進展していると評価。
- 引き続き、ロードマップに従った着実な研究開発を進めるとともに、工学的な課題抽出と解決する方策の検討を求める。



## ⑤ 緊急性



### 廃棄物を発生させた現世代の責任

- 我々現世代は、原子力のメリットを享受する一方、放射性廃棄物処理処分の負担を将来世代に先送り
- 現世代の責任として、放射性廃棄物の減容化・有害度低減のための研究開発を実施
- これにより、廃棄物問題解決の技術的選択肢を将来世代に提示

### 研究炉建設の技術継承

- 原子炉等規制法に基づく最新の研究炉の許認可は、30年近くも前  
(1988年 JAEA臨界実験装置STACY/TRACY)

### 人材育成

- 分離変換技術は、様々な国・分野の研究者・技術者の力を結集して、数十年かけて実現する技術
- 原子力研究の中核となる最先端研究施設を保有することは、若い研究者を惹きつけ、不足が問題となっている原子力人材育成の観点からも有意義

### 中国の追い上げ

- 中国では近年、ADS開発に多額の予算(第一期2011～2015年380億円、第二期も同額規模)と多数の研究者(数百人規模)を投入し、急速に研究開発を進めている。
- 分離変換技術分野における日本の技術的優位性確保が急務

## ⑥ 戦略性



### 3つの必要技術が揃う日本の強みを生かす

- 我が国は、ADSによる分離変換技術開発に必要な ①大強度加速器技術、②高速炉技術（ADSも高速炉心を利用）、③核燃料サイクル技術の全てを培ってきた、世界でも稀少な国
- これらの技術を駆使して、また平和利用のために核燃料サイクルを推進する唯一の国として、世界における原子力の安全な利用と廃棄物処分の負担軽減のためのADS分離変換技術開発を先導すべき

### 他分野への貢献

- 高速炉開発： 炉物理実験（TEF-P）、材料開発、液体金属取扱技術（TEF-T）
- 核融合炉開発： 材料開発、液体金属取扱技術（TEF-T）
- 基礎物理： 原子核物理、冷中性子物理（TEF-T多目的利用）
- 産業応用： 半導体ソフトエラー、医療用RI生産技術（TEF-T多目的利用）

# ⑦ 社会や国民の理解



## 低炭素社会とエネルギーの安定供給への貢献

- 原子力の廃棄物問題(核のゴミ)も一因となり、原子力エネルギー利用に関して国民の十分な理解が得られていない。
- 課題
  - 火力発電多用による、炭素放出量増加
  - 電気料金上昇による、国民負担増と産業の国際競争力低下
- 分離変換技術の開発により、廃棄物問題の解決策を示し、原子力発電に係る国民的理解を深め、地球環境保全とエネルギーの安定供給に貢献。
- 以上のメリットにより、計画に対する社会や国民の理解を得られると考えている。