

第35回J-PARC利用者協議会議事次第

1. 日 時 令和2年6月26日(金) 13:30 ~ 15:30

2. 場 所 J-PARC研究棟 2階 大会議室

3. 議 事

(はじめに)

(1) J-PARCセンター長挨拶

(2) 利用者協議会及び委員について

(確認事項)

(3) 前回議事録の確認

(報告事項)

(4) J-PARCセンターの近況について

(5) 加速器の状況及び見通しについて

(6) MLFからの報告

(7) 素粒子原子核ディビジョンからの報告

(8) 核変換ディビジョンからの報告

(9) 日本学術会議マスター・プランから文科省ロードマップに向けて

(協議事項)

(10) 施設運営に関するディスカッション

(11) 令和3年度J-PARC概算要求の基本方針及び令和3年度概算要求額について

(その他)

(12) 次期J-PARCセンター長の選考について

(13) 今後の利用者協議会の運営に関する意見交換

以上



cqhuang

Naohito SAITO (J-PARC)

ANSTO Presenter1

Kenji Nakajima

Sun

Rob Dimeo

Valery Shvetsov

Toshiya Otomo

Jürgen Neuhaus

McGreevy, Robert (STFC,RAL,IS...)

Paul Langan

fwwang

J-PARCの近況

令和2年6月15日

第35回 J-PARC 利用者協議会

別のマイクまたはスピーカーに切り替える場合にクリックする



chenhs
J-PARCセンター

第35回 J-PARC 利用者協議会
参加者 チャット 面面を共有 反応

退出

本日の報告

- 運転状況と増強計画
 - 各施設:
 - 加速器: RCS / MR 経年劣化もあるが、概ね 高稼働率。
 - MLF : 運転再開:その後、順調。“1 MW” 運転中。
JSNS² 実験 今期分、順調に終了。
 - ニュートリノ施設: 順調にビームタイムを経て、メインテナンス中。
 - ハドロン施設: 規制庁の許可; 施設検査合格; B-Line 初ビーム!
- 今後10年計画について
- 連携
- アウトリーチ
 - プレスリリース

MLF 530 kW → 600 kW超で安定

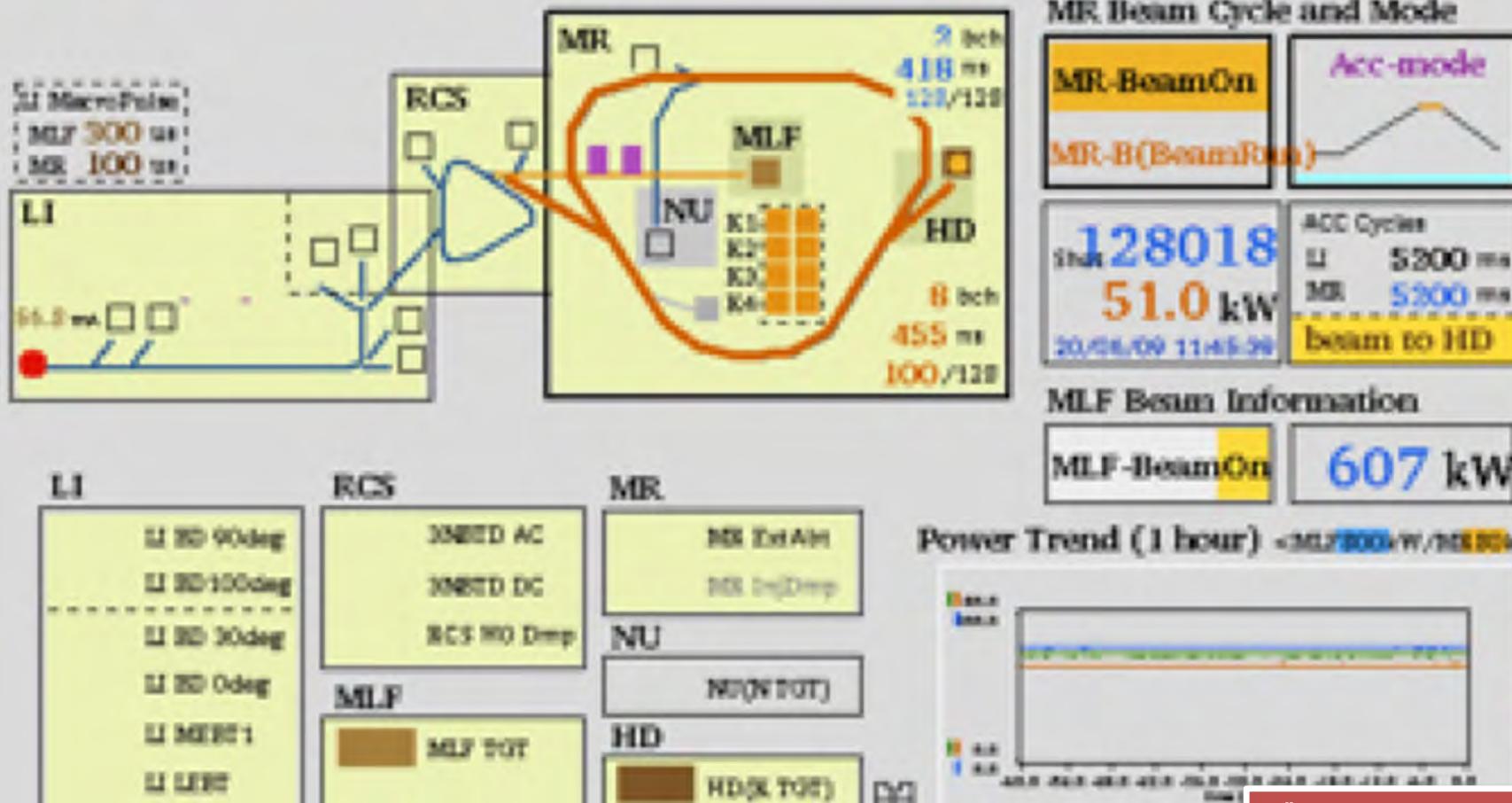
Operation Status / 総合運転情報 : refreshed every 2 minutes.



Beam Destinations of Accel. Run 85

20/06/09 11:45:42

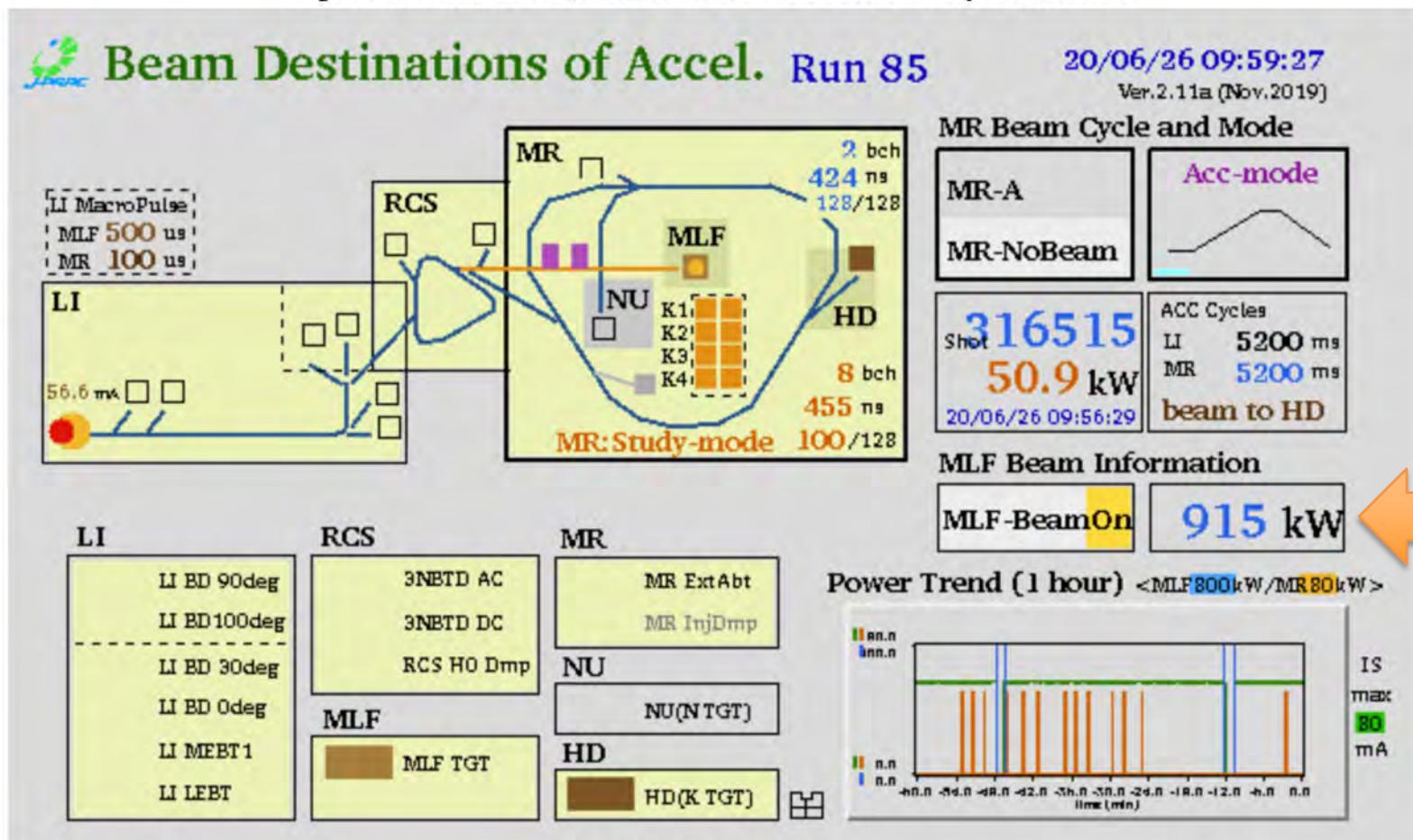
Ver.2.11a (Nov.2010)



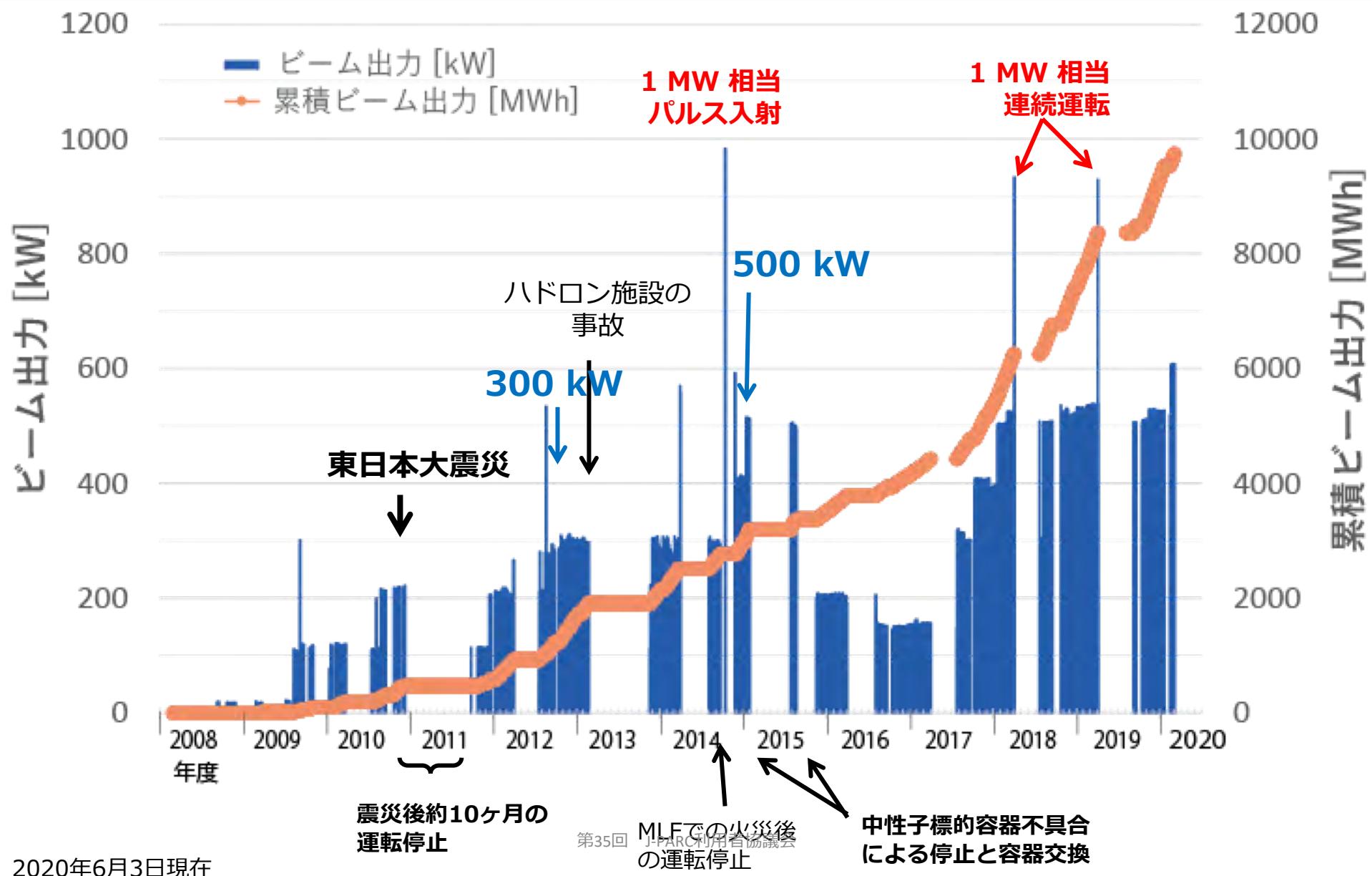
MLF “1 MW”運転 長期安定！



Operation Status / 総合運転情報 : refreshed every 2 minutes.

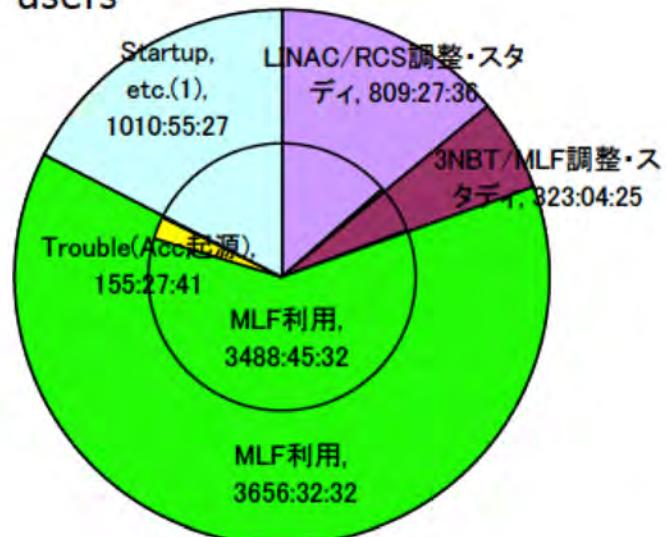


MLF中性子源のビーム運転履歴

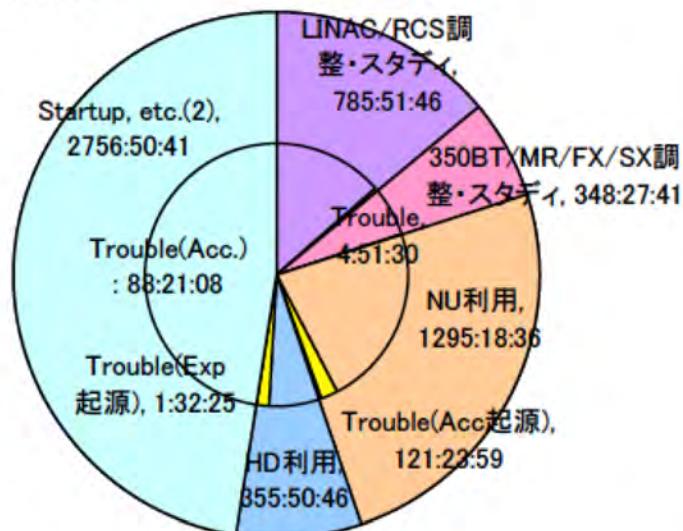


運転統計 (2019年度)

For MLF users



For MR users

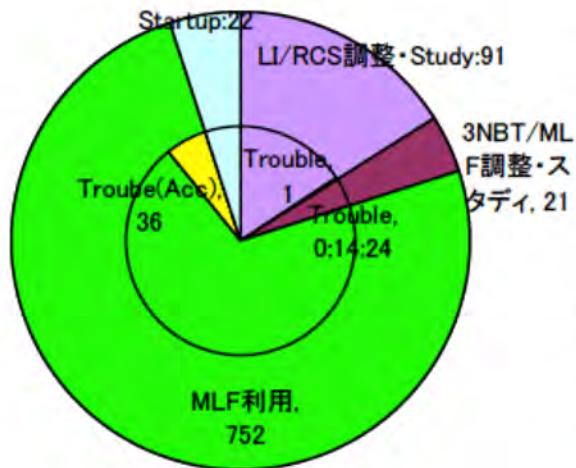


JFY2019 (H31, R1) from April 1 (2019) to March 31 (2020): Total 5,800 hours

Facility	User time (hours)	Trouble, Acc. only (hours)	Trouble, Fac. only (hours)	Net time, (hours)	Availability, Total (%)
MLF	3,656	155 (4.3%)	12 (0.3%)	3,488	95.4
Neutrino (FX)	1,434	121 (8.4%)	17 (1.2%)	1,295	90.3
Hadron (SX)	445	88 (19.8%)	1 (0.3%)	355	79.8

運転統計 (2020年4月1日-5月31日)

For MLF users



- MLFビームパワー
 - 4/20 : 500kW
 - 5/15-5/18: 500kW
 - 5/18 - : 600kW

JFY2020 (R2) from April 1 (2020) to May 31 (2020): Total 752 hours

Facility	User time (hours)	Trouble, Acc. only (hours)	Trouble, Fac. only (hours)	Net time, (hours)	Availability, Total (%)
MLF	752	36 (4.8%)	0	716	95.2

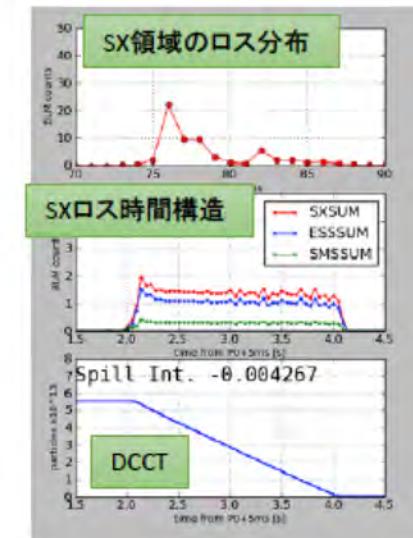
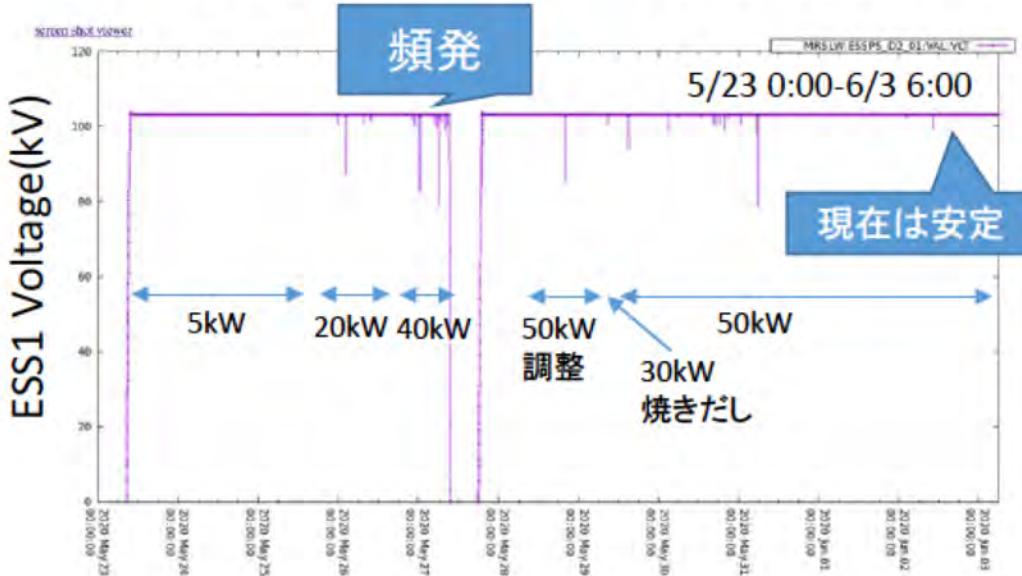
MR: 遅い取り出し立ち上げと運転

SXはこのRUNから RF beam loading 保証

$h=8,9,10$ FeedForward → $h=8,10$ FeedBack, $h=9$ FeedForwardに変更。

調整開始時は、wakeが大きくdebunch過程での運動量ロスは前回RUNより大きかった

- 5/19 Abort行先で調整(tune測定、Flying wire profile測定)
- 5/23 5kW SX調整 取り出し効率97%から始める(再現性が悪かった) 5kWでHDへ
- 5/25 20kW SX調整 20kWでHDへ
- 5/26 40-50kW SX調整 50kW調整が不十分なため40kWでHDへ
40kW連続運転中、ESS1 Voltage-drop MPSが頻発
- 5/28 50kW SX調整 RF $h=9$ FF調整でdebunchの運動量ロスが0.2%程度改善
→ SX h-Chromaticity変更 50kWでHDへ。
- 5/29 6時から約5時間 30kW連続(ESS1放電対策の焼きだし)
その後50kWに戻し現在に至る
- 6/2 Cシフト時間帯に HD Bline BLM MPSが頻発したが、その後MPSは発生していない



6/2 16:32頃
パワー 51.1kW
効率 99.48%
Duty 56%
スピル長 1.98 s

10年を経て、新しいフェーズへ！

- 多岐にわたる研究成果

- 素粒子・原子核

- ニュートリノ振動からCP非保存へ
 - 新種の超原子核

- 物質・生命科学

- 新たな超電導物質、電池材料、固体冷却技術
 - ミュオンで、非破壊元素同定、
 - 産業利用による成果：高機能タイヤ素材の開発

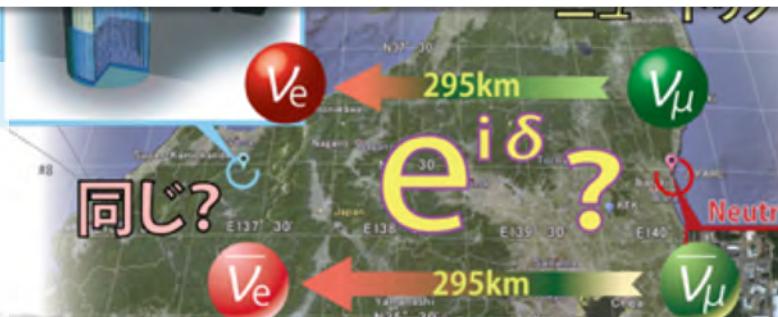
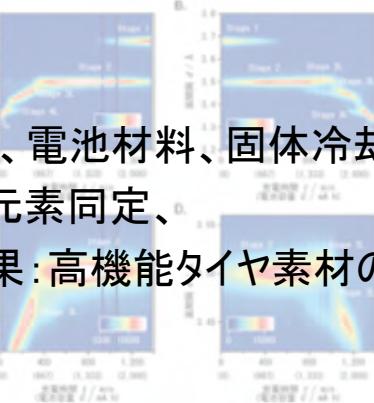
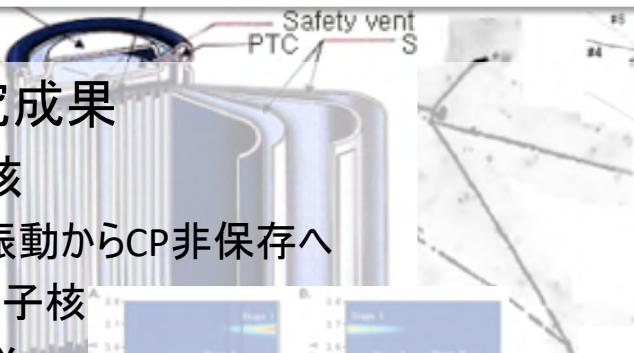
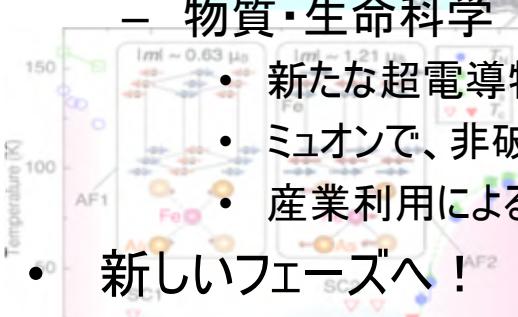
- 新しいフェーズへ！

- 素粒子・原子核

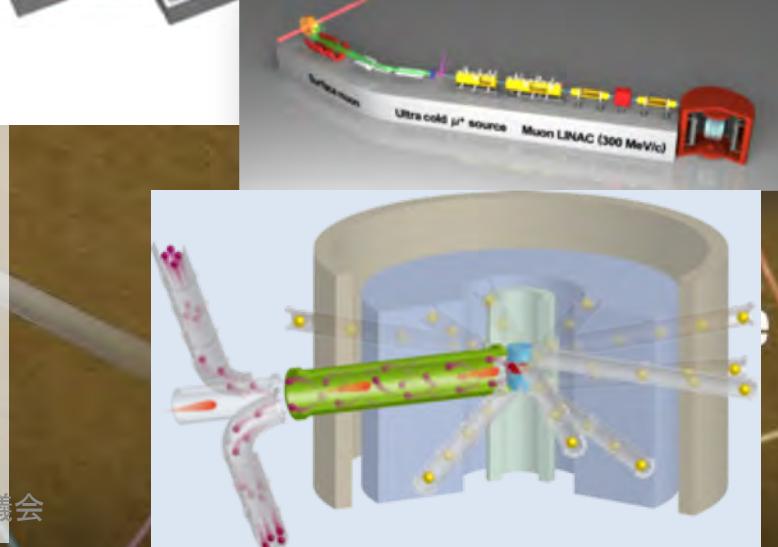
- ハイパー・カミオカンデで世界を牽引
 - ミューオン基礎物理：標準模型の綻び
 - 超高密度物質の研究へ

- 物質・生命科学

- 水素・生命・エネルギー問題
 - さらなる産業界との連携
 - 第二標的・ビームライン拡充

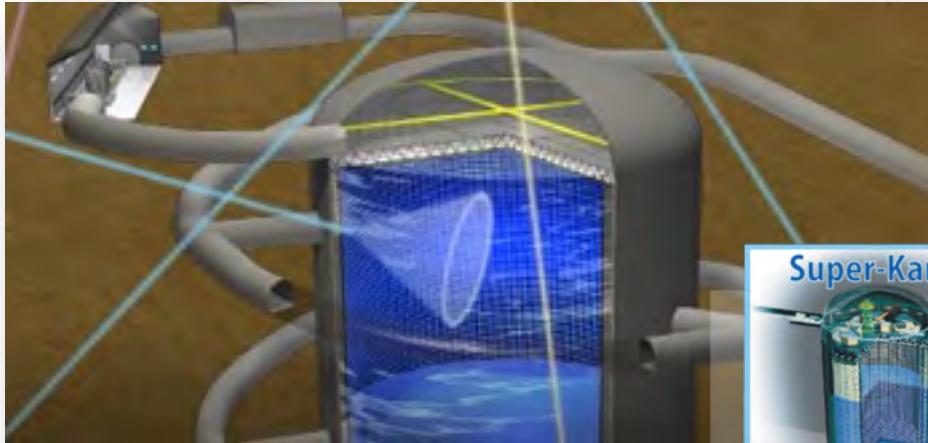


g-2/EDM



ニュートリノ実験は、新フェーズへ！

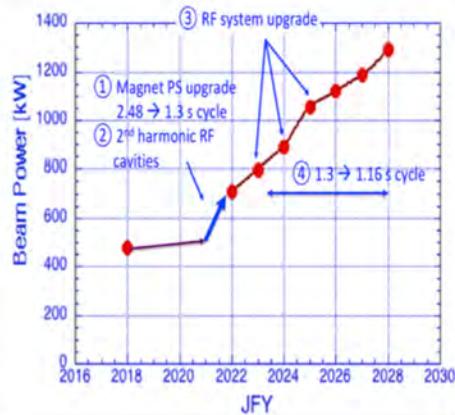
- ・ハイパー・カミオカンデ計画建設開始の為の予算（含む J-PARC側のアップグレード予算）が、R1年度補正で措置。



More Power at MR → 750 kW → 1.3 MW

More Rapid Cycle:

- Main Power Supply to be renewed
- High gradient RF Cavity
- Improve Collimator
- Rapid cycle pulse magnet for injection/extraction



More Protons / Pulse:

- Improve RF Power
- More RF Systems
- Stabilize the beam with feedback

東大・宇宙線研一KEK・J-PARC
による運営体制を準備中。





OUT THERE

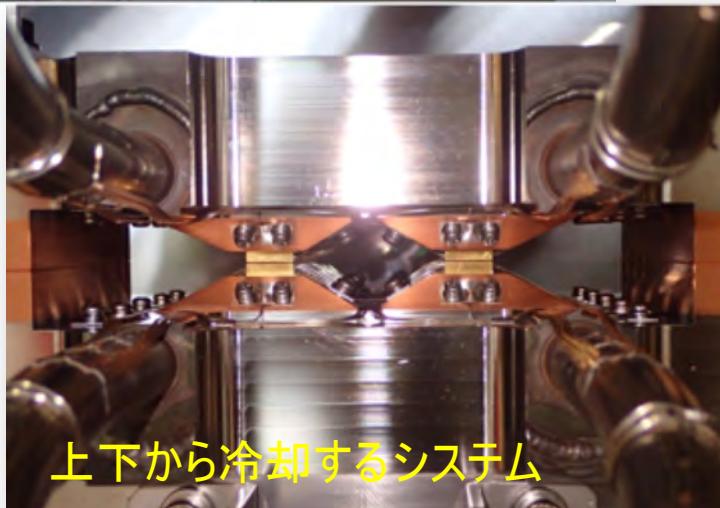
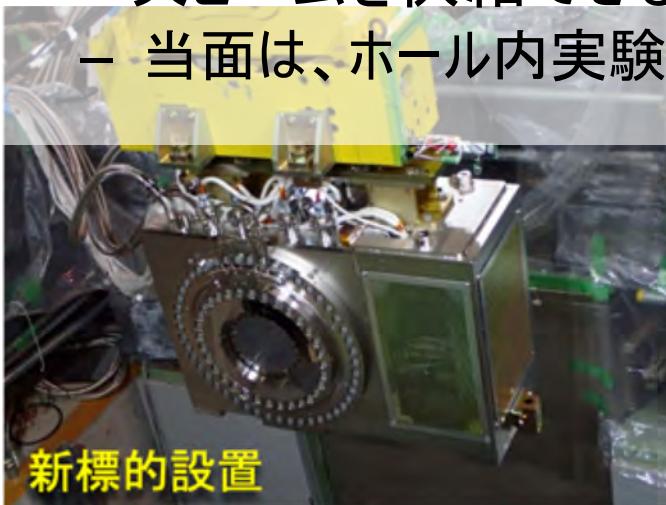
Why the Big Bang Produced Something Rather Than Nothing

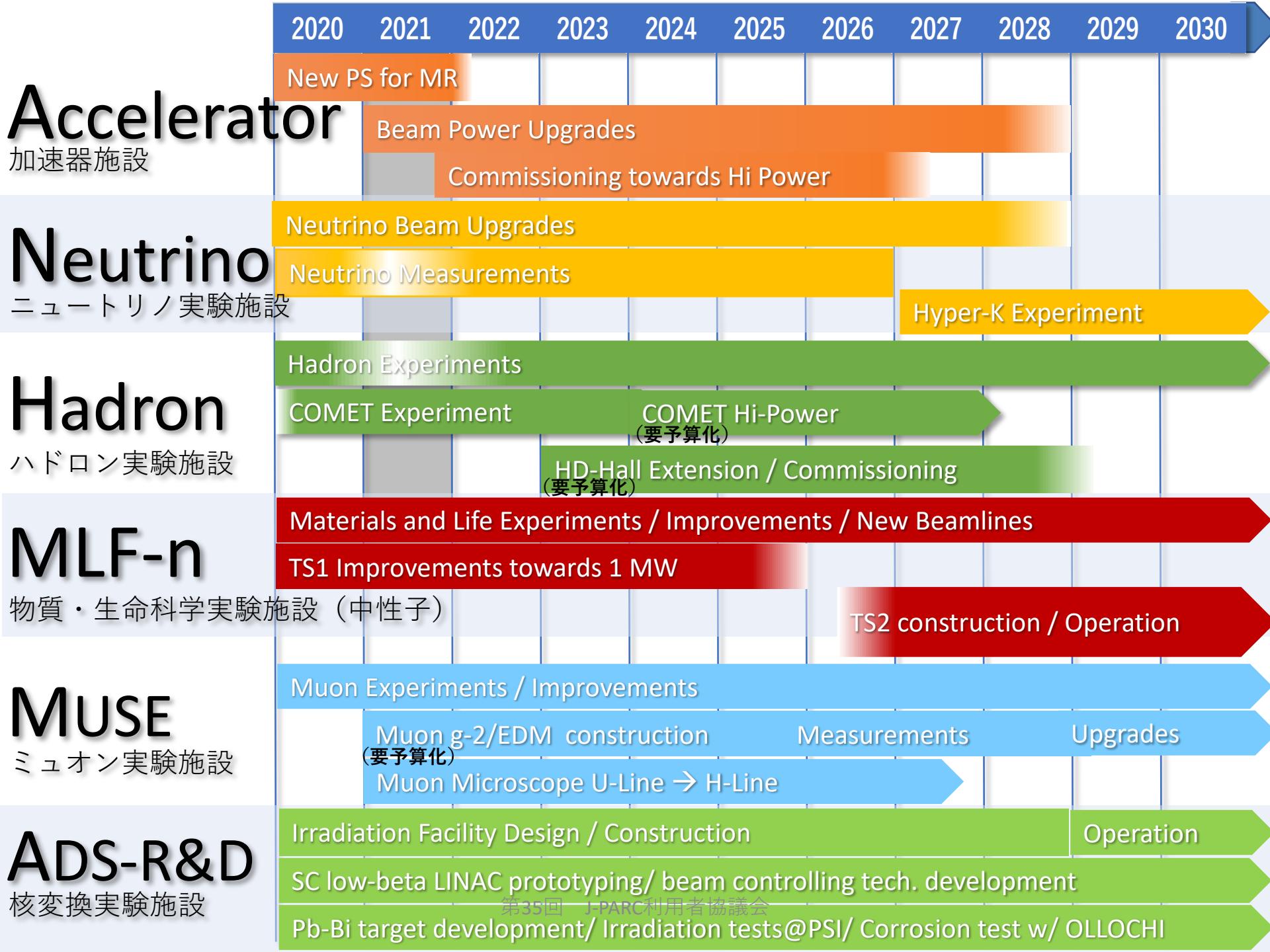
...in the edge over antimatter in the early universe? ...
e, neutrinos.

猿橋賞に市川温子・京都大准教授
ニュートリノの性質解明に貢献

ハドロン実験施設も、新しいフェーズへ！

- 80 kW 超を 受けられる新標的システムを導入した。
 - (従来は、60 kWまで)
- 一次ビームを供給できるビームラインの運用を開始する。
 - 当面は、ホール内実験専用だが、近い将来COMET実験にも供給の予定。





令和2年度運営基本方針

* 近未来計画の推進とユーザービーム確保の両立

- ハイパーカミオカンデへのビーム・施設増強
- MLF 1 MW の安全定常運転に向けた施設増強
- ハドロン施設の新旧ビームラインからの成果創出
- 施設稼働率>90%を維持して、最大限ビーム供給

* 成果創出の継続的加速

- MLF:サイエンスグループを軌道にのせる。
- 大学など内外研究機関・企業との連携をさらに強化
- 外部資金の獲得を加速

* 将来計画を更に具体化する

- 大型計画マスタープランから文科省ロードマップへ
- ADS開発を計算科学と要素技術開発で加速

* 安全の基本の再徹底

- 次世代へ技能と設計理念の継承
- 施設運営の効率化—省電力を含む
- 社会への還元

- アクセス道路の実現でさらに開かれた研究施設へ
- 積極的な発信で社会の理解を拡大する
- 気候変動問題の解決に貢献

10年の運転を経て、新しいフェーズへ！

第35回 J-PARC利用者協議会

学術・産業 における連携関係

国内大学との連携



茨城大学・新専攻設置

J-PARCの講義と演習で、先端科学との施設運営にダイレクトに触れる機会を次世代を担う若者に。クロスアポイントメントによる連携研究室の運営で人材交流を促進。



大学のJ-PARC分室設置

先端施設を用いた大学院教育、将来の施設創りができる人材育成に大きく貢献。阪大・京大(設置済)を皮切りに、多くの大学が検討中

海外研究機関との連携



米国ORNLとの協力 (2019/08/07)
中性子施設SNSを持つオークリッジ国立研究所との協力協定を締結。米国エネルギー省科学局クリストファー・フォール局長と協定書に署名。



九州大学



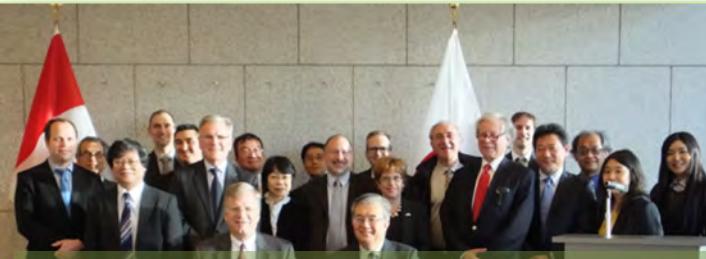
名古屋大学



大阪大学



岡山大学



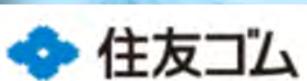
カナダTRIUMFとの協力

実験における研究協力だけでなく、人材交流、施設整備や保守管理におけるノウハウの交換など



ESSとの協力

建設中の欧州中性子施設ESSにJ-PARCで培われた技術を活かし、研究交流を促進



J-PARC 産業フェローシップの拡大
先端施設のフロンティアを熟知する企業人の人材育成

住友ゴムの
技術がある。



そのほか、報告資料

核変換ディビジョン

鉛ビスマス(LBE)ターゲット 及び 陽子ビーム関連の技術開発を実施中

■ LBEループの酸素濃度制御技術を開発

- LBEターゲットの腐食抑制に必要なLBE中酸素濃度制御技術開発を実施中
- 大型LBE試験ループを用いた非等温環境でのLBE中酸素濃度制御試験を計画・準備中



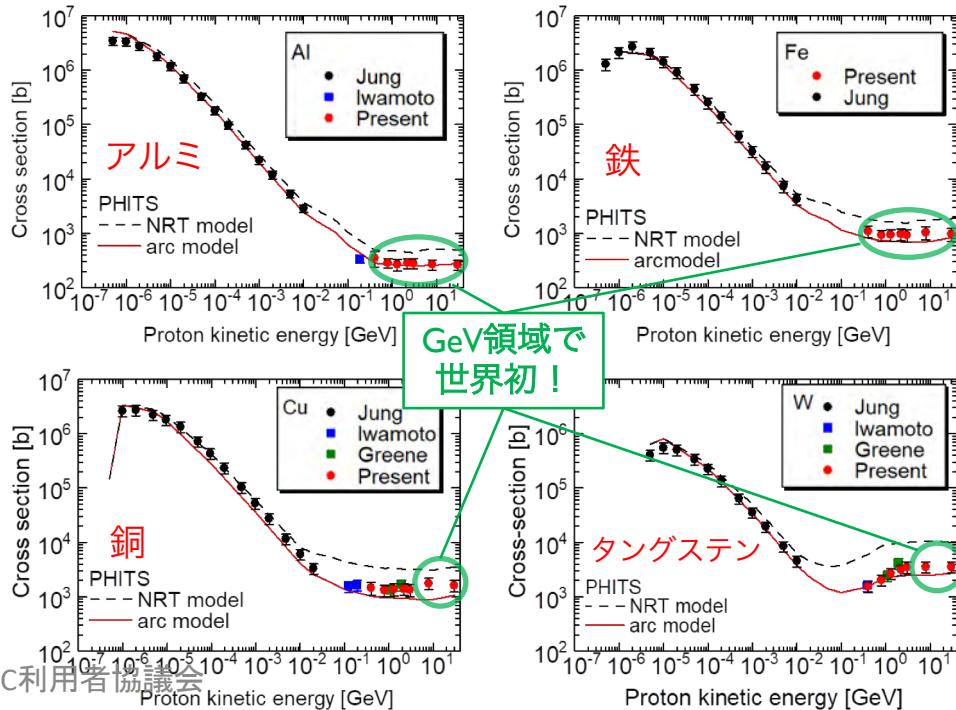
高温腐食試験ループOLLOCHIに設置した
酸素濃度制御装置（赤枠内）

第35回 J-PARC利用者協議会

■ MEXT 原子力システム研究開発事業完遂

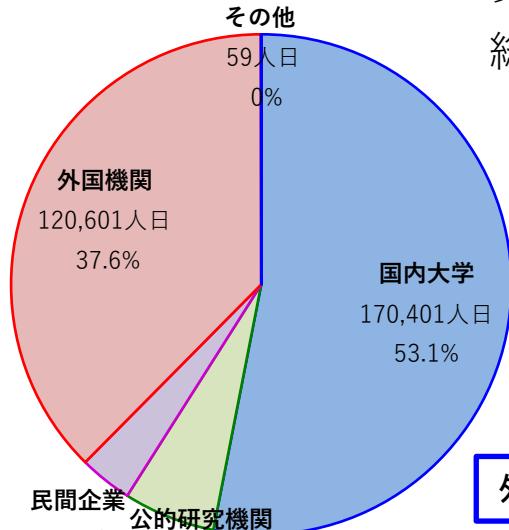
- 「J-PARCを用いた核変換システム（ADS）の構造材の弾き出し損傷断面積の測定」（H27～R1年度、代表・明午伸一郎）
- **世界初**のAl, Feの弾き出し断面積を取得（ADSに用いられる陽子ビームのエネルギー範囲において）
- 原子当たりの弾き出し(dpa)の計算には、非熱的再結合(arc)の考慮が必要なことを示した。

実験で得た弾き出し断面積と計算の比較



J-PARC ユーザー来所者数 (令和2年3月末現在)

所属機関別

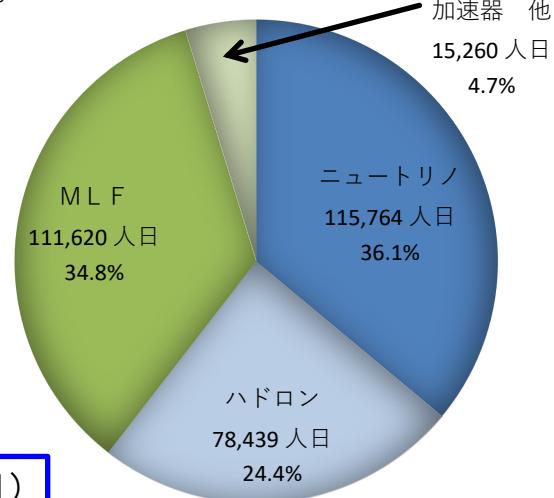


平成20年12月の稼働開始以来、
多くのユーザーがJ-PARCに来訪している。

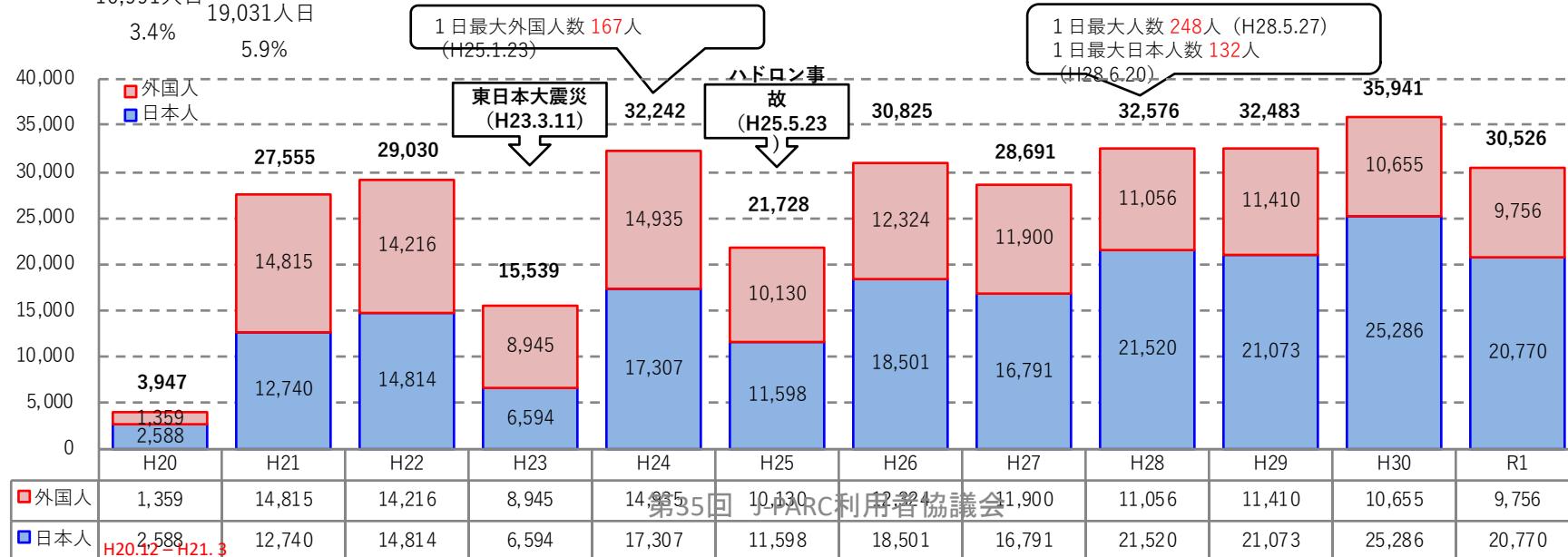
総数 : 延べ **321,083人日**

H21年度 27,555人日
 H22年度 29,030人日
 H23年度 15,539人日
 H24年度 32,242人日
 H25年度 21,728人日
 H26年度 30,825人日
 H27年度 28,691人日
 H28年度 32,576人日
 H29年度 32,483人日
 H30年度 35,941人日
 R1年度 30,526人日

来訪施設別

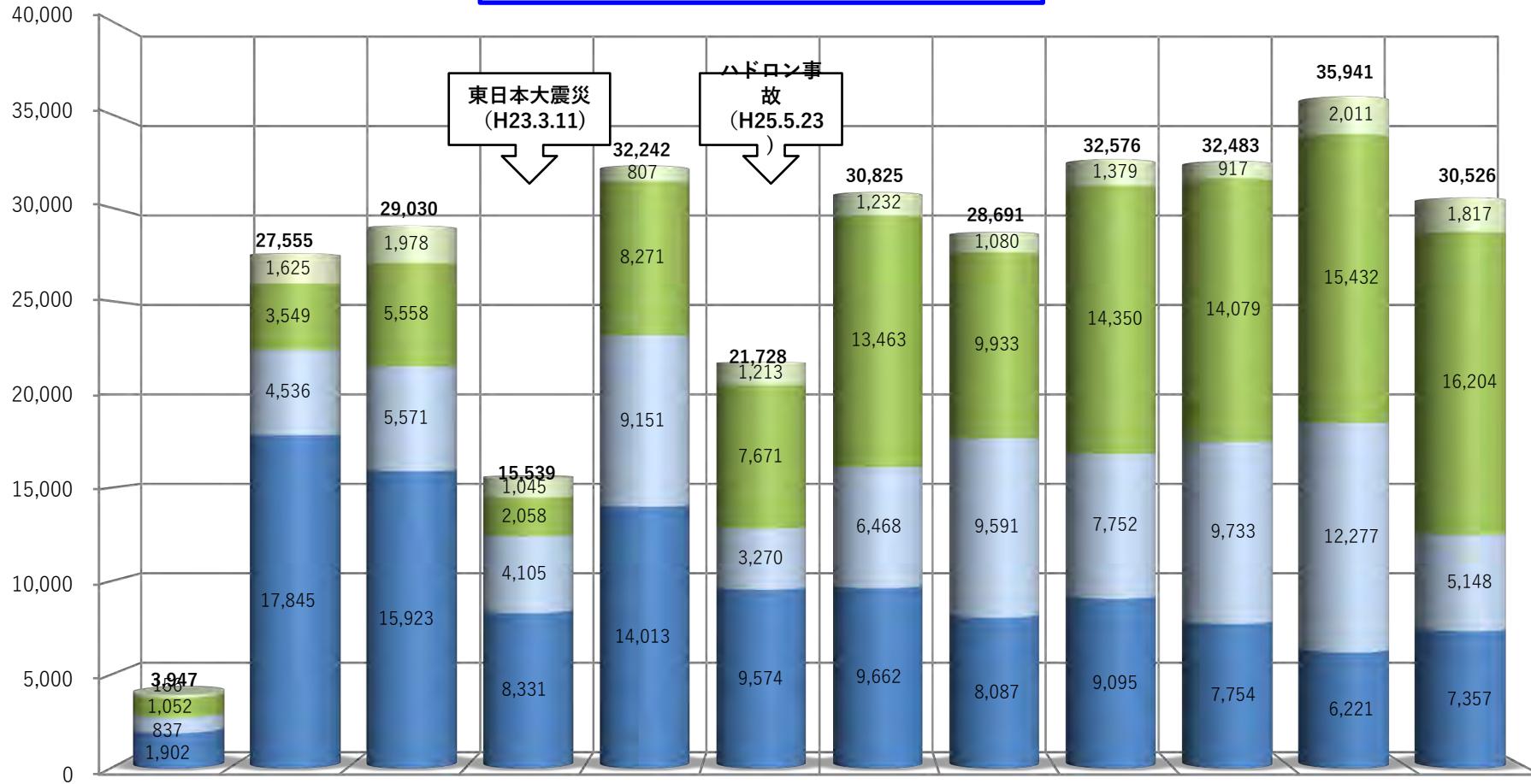


外国人・日本人別来所者数推移(人日)



J-PARC ユーザー来所者数 (令和2年3月末現在)

来訪施設別来所者数推移(人日)



	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	H31/R1
■ 加速器 他	156	1,625	1,978	1,045	807	1,213	1,232	1,080	1,379	917	2,011	1,817
■ MLF	1,052	3,549	5,558	2,058	8,271	7,671	13,463	9,933	14,350	14,079	15,432	16,204
■ ハドロン	837	4,536	5,571	4,105	9,151	3,270	6,468	9,591	7,752	9,733	12,277	5,148
■ ニュートリノ	1,902	17,845	15,923	8,331	14,013	9,574	9,662	8,087	9,095	7,754	6,221	7,357

主なアウトリーチ活動の状況

● J-PARCハローサイエンス(毎月末金曜日18時～ 於：アイヴィル)

- ・4月及び5月は、コロナ渦のため開催中止

● J-PARCニュース180号の発行(4/30)

J-PARCニュース181号の発行(5/29)

主な報道関係の状況(1/2)

●プレスリリース／記事掲載等（4月-6月）

○プレスリリース

- ・物理学の未解決問題に光！～超流動ヘリウム中の流れの可視化へ～
4/10リリース(資料配布)名古屋大学主体、JAEA、CROSS、京都大学との共同
- ・ニュートリノの「CP位相角」を大きく制限
-粒子と反粒子の振る舞いの違いの検証に大きく前進する成果をネイチャー誌で発表-
4/16リリース(資料配布)KEK主体・T2K実験国際共同研究グループ、東京大学宇宙線研との共同
- ・宙に浮く水素イオン?! -大型タンパク質の中性子結晶解析で見えた特異な世界-
4/28リリース(資料配布)大阪大学主体、QST、筑波大学、茨城県、茨城大学との共同
- ・ミュオンでリチウムイオン電池電極に析出した金属リチウムを検知
-ミュオン特性X線による非破壊元素分析の応用-
6月調整中(資料配布)KEK主体、大阪大学、国際基督教大学、CROSS、豊田中研との共同



○J-PARC関連記事掲載

- ・4.16福島民友9面 素粒子ニュートリノと反ニュートリノ 性質違う可能性大(4.16プレスリリース、以下同じ)
- ・4.16山陽新聞4面 ニュートリノ9年間実験「反物質」性質違う可能性
- ・4.16岐阜新聞朝刊1面 Sカミオカンデ活用、ニュートリノ実験 反物質、性質違う可能性大
- ・4.16中日新聞朝刊23面 宇宙の成り立ち解明へ成果
- ・4.16茨城新聞23面 ニュートリノと反物質 性質異なる可能性大
- ・4.16静岡新聞朝刊25面 ニュートリノと反ニュートリノ 対の物質 性質に違い
- ・4.16山形新聞朝刊20面 反物質、性質違う可能性 ニュートリノ9年間実験
- ・4.16産経新聞朝刊24面 ニュートリノ 反物質と性質違う可能性大
- ・4.16埼玉新聞朝刊14面 反物質、性質違う可能性 ニュートリノ実験から
- ・4.16日本経済新聞朝刊26面 ニュートリノと反物質「性質違う可能性大」
- ・4.16下野新聞朝刊4面 ニュートリノ実験9年 反物質 性質違う可能性大
- ・4.16高知新聞朝刊20面 ニュートリノ9年間実験 反物質利害関係会議会可能性大

主な報道関係の状況(2/2)

○ J-PARC 関連記事掲載のつづき

- ・4. 16徳島新聞朝刊23面 宇宙存在の素粒子ニュートリノ「反物質」性質違う可能性大
 - ・4. 16大分合同新聞朝刊20面 反物質の性質異なる可能性 ニュートリノ9年間実験
 - ・4. 20京都新聞夕刊6面 京大准教授ら論文 ニュートリノ9年実験 反物質、性質違う可能性大
 - ・4. 24熊本日日新聞朝刊12面 ニュートリノ 反物質異なる性質か 9年実験で確認 宇宙の成り立ち解明へ
 - ・4. 28日経産業新聞朝刊4面 ニュートリノ・反物質は異質?
 - ・4. 28日経産業新聞朝刊4面 「ミュー粒子」で物質観察
 - ・4. 30電子デバイス産業新聞(半導体産業新聞)朝刊7面 京都大学ら 伝導メカニズム解明 固体フッ化物の電解質
 - ・5. 10東京新聞朝刊10面 宇宙誕生の謎 ニュートリノが鍵か
 - ・5. 24茨城新聞朝刊21面 「猿橋賞」に市川温子さん ニュートリノ研究
「T2K実験」に貢献
 - ・5. 25朝日新聞朝刊2面 ひと ニュートリノ研究で猿橋賞を受けた京大准教授
市川 温子さん
 - ・5. 26日刊工業新聞28面 猿橋賞に市川さん ニュートリノの性質解明
宇宙の成り立ち解く力ギに
 - ・5. 26原子力産業新聞朝刊2面 「猿橋賞」に京大・市川温子氏
ニュートリノ実験で成果
 - ・5. 28読売新聞夕刊8面 「反物質」消失の謎 ニュートリノで迫った
高エネ研研究10年
 - ・5. 29科学新聞 第40回猿橋賞に京大の市川氏 ニュートリノ研究で顕著な業績



直面している課題の解決に向けて

- ・ **アクセス道路問題**
 - 有史以来、最大の追い風をタイムリーに生かす。
- ・ 適切な安全管理について
 - 巨大なインベントリーを持つ加速器施設
≠ 原子力施設
- ・ 調達・契約にかかる時間の問題
 - 研究の日常における職員・スタッフの負荷を軽減できるか
- ・ そのほか
- ・ 従来を超える両機構の協力が必須
 - 例：アクセス道路
 - 地元交渉：原科研総務 +J-PARC
 - 設計・技術選択・実施計画策定：J-PARC+建設部
 - 周辺監視区域の変更：安核部 +J-PARC
 - 予算申請：部門企画、事業統括 +J-PARC
 - ユーザー・職員の調整：JAEA + KEK

定期的に運営会議にレポート
するタスクフォースを設置

ニュートリノ報告

ニュートリノ実験施設

- 2/12に2019年度のビーム運転を終了し、保守・増強作業に移ったが・・・
- COVID-19 拡大防止のため、殆どの保守作業、増強・改良作業を停止し、法規上必要な点検、装置保全に必要な作業のみ実施してきた。
 - ・冷凍機等の法規点検、機器保全点検
 - ・放射化水の排水作業（稀釀排水、ローリー引き渡し）
 - ・ホーン保全のためのホーン冷却水の定期循環
- 特定警戒都道府県の指定解除を受け、5/19にJ-PARCのガイドラインが改訂された。
→ コロナ対策を実装し、5/25から通常活動を再開した。
 - ・消毒薬を各所に配備、対面仕切りシート設置、防護用品の非共有化、など
 - ・マスク着用、人-人 間隔保持、換気などの適切行動の励行
- NU2増築工事開始に向けて、各方面で調整進行中。

ニュートリノ報告

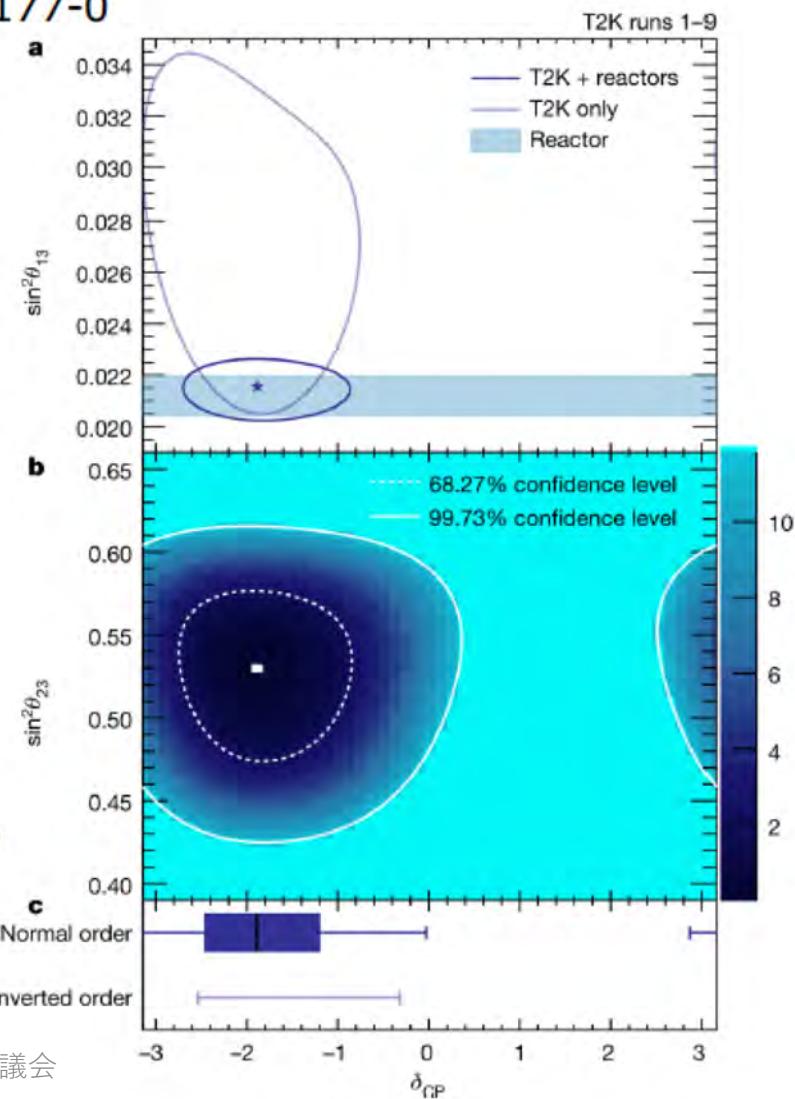
T2K実験 (E11)

- CPVについてのT2Kの論文がNatureのwebに掲載された。
<https://www.nature.com/articles/s41586-020-2177-0>
"Constraint on the matter–antimatter symmetry-violating phase in neutrino oscillations",
Nature volume 580, pages339–344(2020)
- 測定器保全のための最小限の保守作業のみ実施。
- 2020年度後半のビームタイムとSKのGd注入のスケジュールについて検討中。
- 市川氏（京都大学）が第40回猿橋賞を受賞しました。

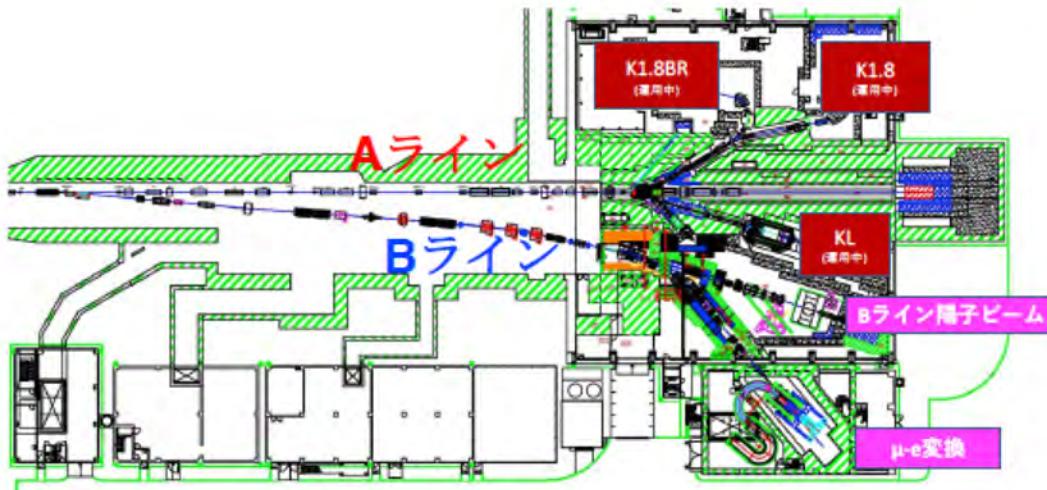
NINJA実験 (E71)

- 順調にデータ収集を完了し、現像も完了した。
- 下流の測定器（WAGASCI, BabyMIND）との連携解析を行っている。
 - CP位相最大とconsistent
 - 初めて 3σ で順階層・逆階層両方の場合にCP位相に制限をつけた。
 - CPを破らない $0, \pi$ は
- 95%では排除出来ていたが、
- 3σ では順質量階層の場合には π は排除できていない。

今後のデータに期待 第35回TPARC利用者協議会



ハドロン実験施設



- 県・村に事前了解書発行の手続きを依頼(5/8朝)
→ 県・村から事前了解書の交付(5/22夕)
→ 原科研から工事完了報告書を提出(5/22夕)
を経て
(もともとは2/12～3/7に実施を予定していた)
ビーム調整運転を5/23(土)から開始。
- 施設検査(6/22予定)に向けて調整を進める。

- 昨年12/6に提出した
変更申請に対する
許可(4/28決裁、5/8発行):
 - 標的交換に伴う
Aラインの粒子数増
 - Bライン**の設置

放射性同位元素等使用許可証

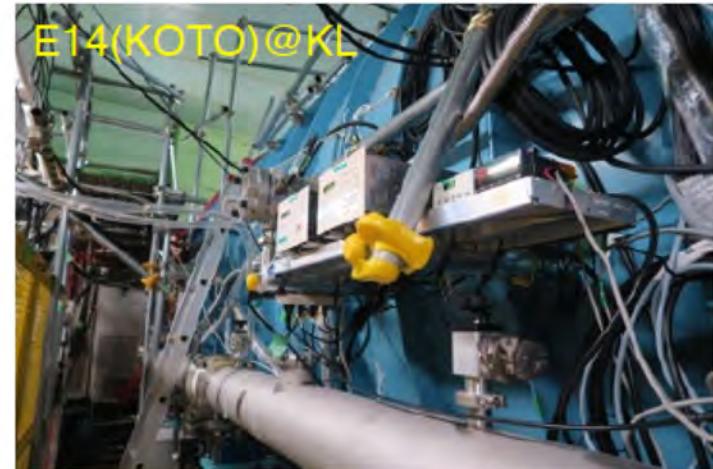
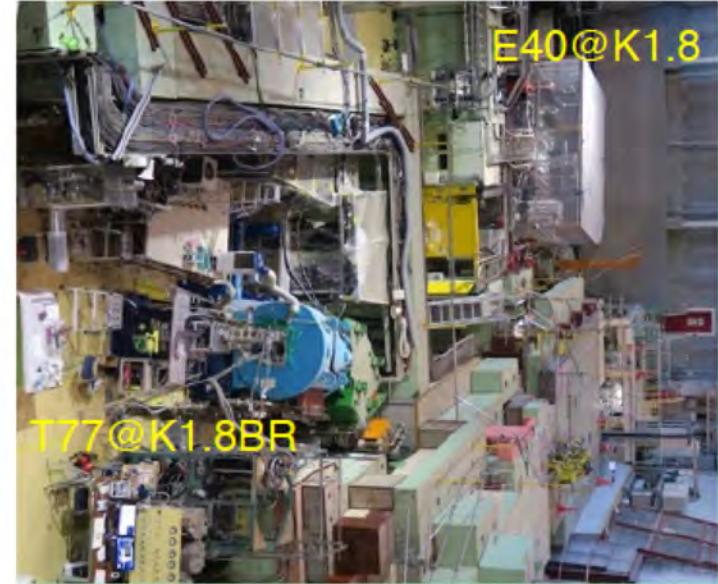
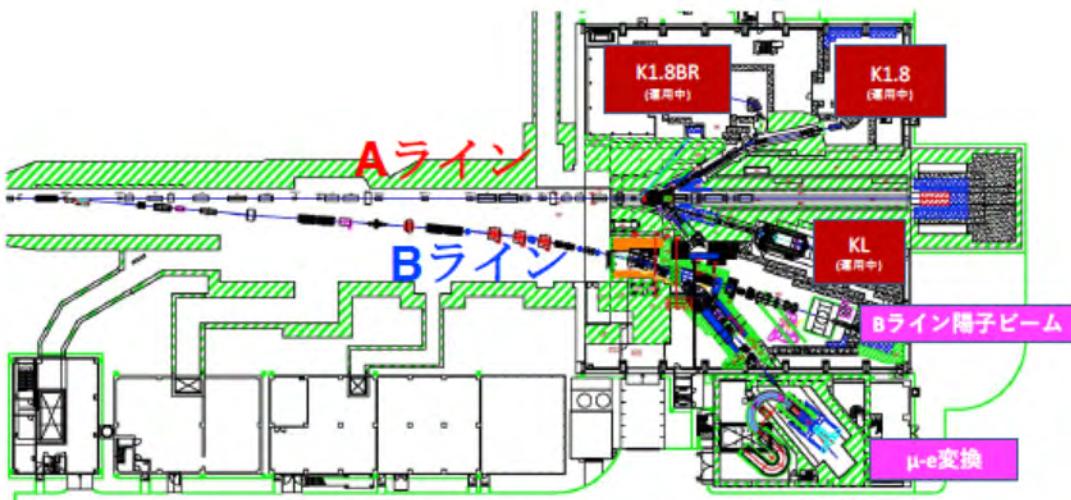
放射性同位元素等の使用に係る規則第2条第1項第1号の規定による許可証

立場: 令和 3年 5月 2日付

原子力規制委員会

登録番号	平成 16年 3月 1日	新規: 5429 3
法人名	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理・化・バイオ連携研究機構	
住所	高エネルギー加速器研究機構 大学共同利用機関 法人 理・化・バイオ連携研究機構 (茨城県つくば市大保町 1-1)	
監理者	大田英輔	リーダー丸山一
監修者	吉田義郎	吉田義郎

ハドロン実験施設



低温セクション

超伝導磁石システム運転・整備技術支援

- ニュートリノ超伝導ビームライン-冬季運転無事終了
- HD/ミュオン実験用超伝導磁石(COMET)-建設中
- HDE42ヘルムホルツ超伝導磁石-HDへ搬入予定
- MLFミュオンの超伝導磁石(U、Dライン)-運転中
- MLFミュオンの超伝導磁石(Hライン)-建設中
- g-2/EDMおよびMuSEUM実験 要素開発中
- MLF BL5での超伝導磁石利用-運転終了・待機中

ユーザーへの液化ヘリウム、液化窒素の提供

- ヘリウム入手難により大学・研究機関での液体ヘリウム供給停止が相次いでいますが、J-PARCでは供給を継続しています。
- ヘリウムリサイクルへのご協力感謝します。

極低温装置での協力、ご相談ください

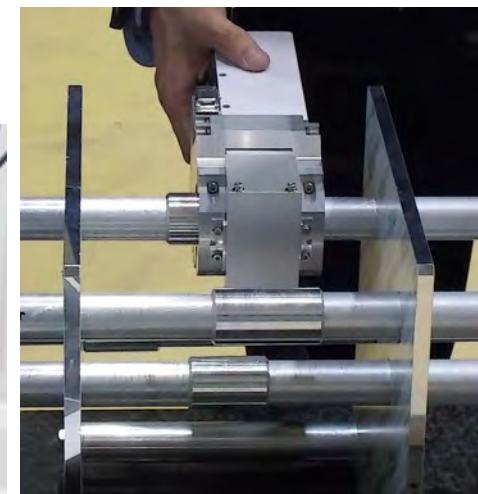
HDミュオン(COMET)超伝導磁石開発



電流リード開発テスト実施中
(3000 A伝導冷却方式)



コイル構造体（サポートシリンダー）の完成
第35回 J-PARC利用者協議会



アルミ冷却管自動溶接機
開発中

安全ディビジョン

- 放射線障害防止法に基づく使用変更許可申請 (12/6申請 ⇒ 4/28許可)
 - ハドロン実験施設における標的変更、High-pビームライン新設等
- 作業責任者ライセンス制度：実作業での運用開始 (4/1～)



- 管理区域内作業計画書の運用に係る合理化 (4/1～)
 - 従来の紙処理（年間千数百件を処理）から電子メール処理へ移行
- 外来業者の年度更新教育(対象者74社514名；4月～5月)
 - COVID-19対策として、例年の集合教育は中止し、DVD送付による各社での教育または個別教育にて対応
- R2年度の「安全の日」（例年は5月開催）：COVID-19の影響を考慮し延期
- RI規制法に係る定期検査・定期確認 (5/20開始予定 ⇒ 延期)
 - 本来は5/25以前に開始することが必要だったが、原子力規制委員会の「新型コロナウイルス感染症対策上やむを得ない場合、合理的な範囲で弾力的に運用可」との方針を受け、原子力規制庁へ打診の上、延期を決定



第35回 J-PARC利用者協議会

J-PARC Symposium & Ceremony of the 10th Anniversary





第35回 J-PARC利用者協議会

市民公開講座

2019



10th Anniversary J-PARC 参加無料

宇宙物質の起源を求めて

市民公開講座 場所：つくば国際会議場 3階中ホール 300

J-PARC(大強度陽子加速器施設)は、基礎物理から産業応用まで幅広い分野で最先端研究が行われています。2009年のJ-PARC全施設の利用運転開始から10周年を記念して、市民公開講座を開催いたします。対象は中・高校生以上ですが、どなたでもご参加いただけます。

9.23 月祝

第一部

10時～ 齊藤直人 J-PARCセンター

11時～ 村山齊 東京大学 Kavli IPMU/カリフォルニア大学バークレー校

第二部

13時30分～ 加藤晃一 自然科学研究機構 生命創成探求センター

14時30分～ 岸本浩通 住友ゴム工業株式会社 分析センター

15時30分～ 梶田隆章 東京大学宇宙線研究所

モダレーター

横山広美 東京大学 Kavli IPMU

EXPO'70 FUND
(公財)関西・大阪21世紀協会

お問い合わせ
J-PARC 2019 Secretariat: j-parc2019_contact@j-parc.jp
URL: <https://j-parc.jp/symposium/j-parc2019/pub-lecture/>

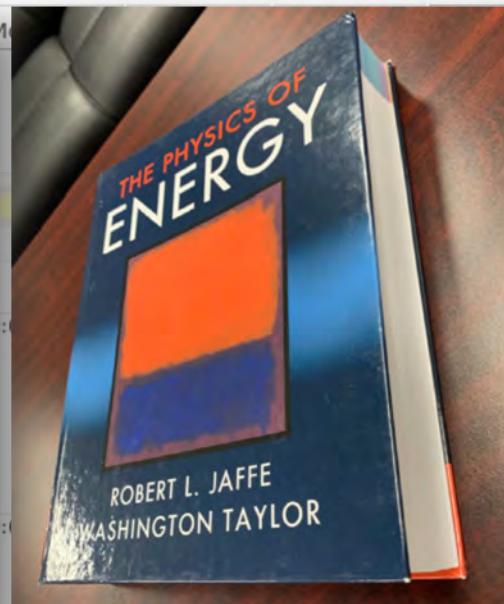




J-PARC Symposium 2019

23-27 September 2019
Asia/Tokyo timezone

<https://conference-indico.kek.jp/indico/event/91/>



First: **Congratulations to J-PARC on 10 years of creative accomplishments**

And thank you to Director Naohito Saito and the Organizing Committee for the invitation to speak about

Physics and Energy

University physics curriculum in energy studies at MIT

“...Where are we going?
and what are our responsibilities
and opportunities as physicists
and teachers?



R L Jaffe MIT
September 24, 2019

J-PARC Symposium
2019

center for
theoretical
physics



10th Anniversary
J-PARC Symposium 2019

Unlocking the Mysteries of Life, Matter and the Universe

Special Panel Discussion

“Role of Science in Society, Role of Japan in the World”



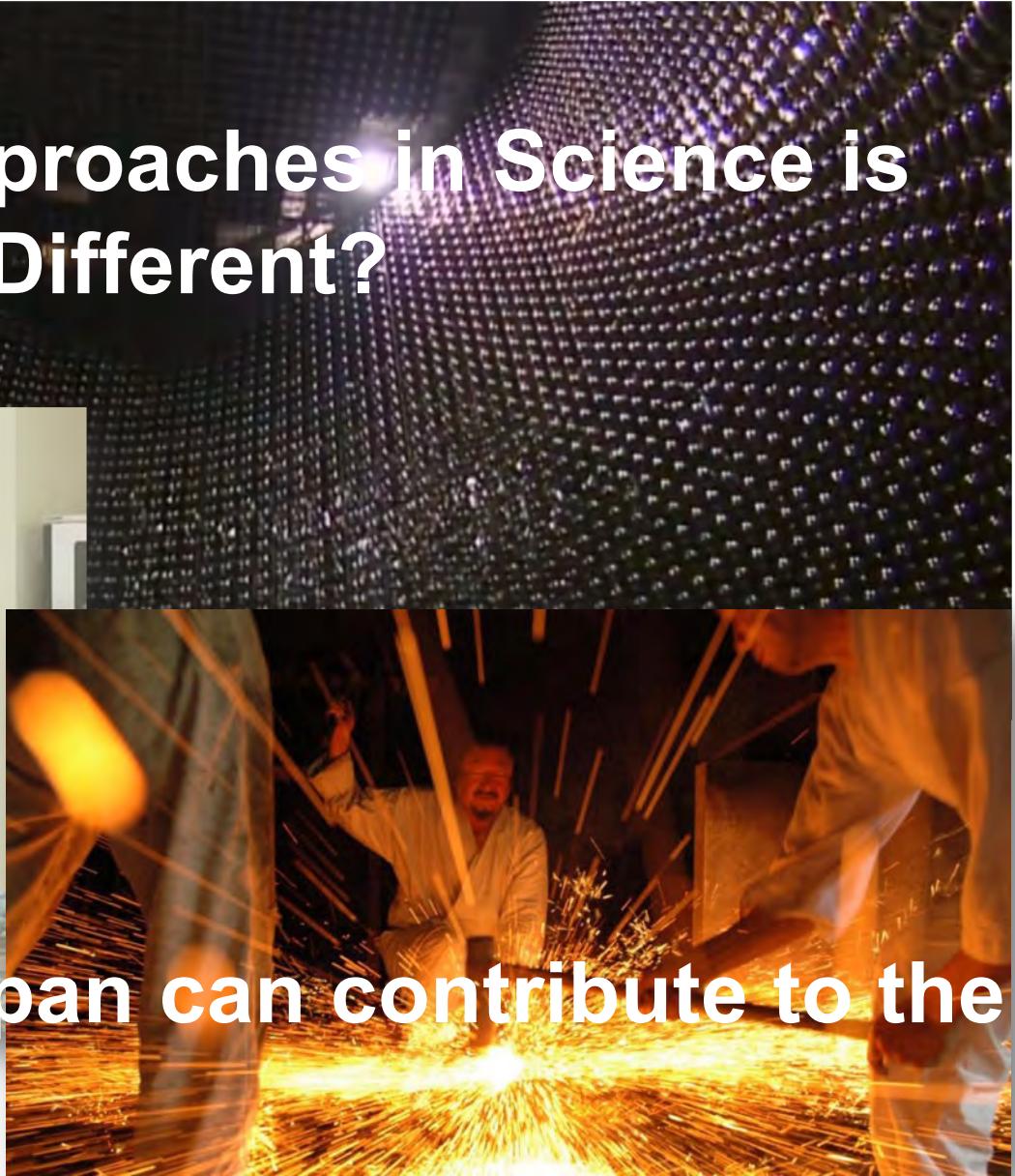
10th Anniversary
J-PARC Symposium 2019



Japanese Approaches in Science is Different?



How Japan can contribute to the World?





J-PARC 十周年記念式典・国際シンポジウム懇親会 The 10th Anniversary of J-PARC / J-PARC Symposium 2019



主催 日本原子力研究開発機構 高エネルギー加速器研究機構 J-PARC センター



第35回 J-PARC利用者協議会

加速器の状況及び見通し

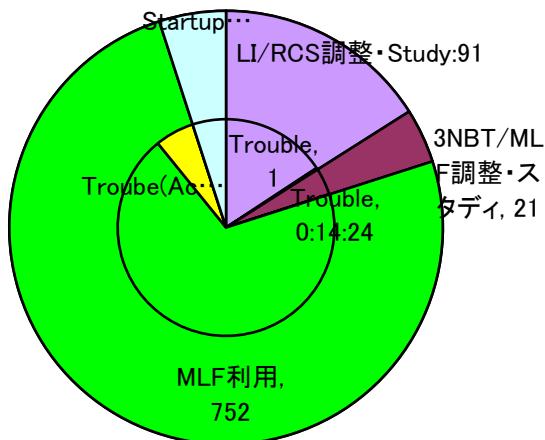
2020年6月26日 J-PARC利用者協議会

金正 倫計(きんしょう みちかず)

- (1) 運転状況、及びMLF運転統計(4月1日から5月31日まで)
- (2) 2020年度後半運転計画案

運転状況、及びMLF運転統計 (2020年4月1日-5月31日)

For MLF users



2020 Accelerator Operation Schedule																														
April	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	Li																													
	RCS																													
	MLF																													
	MR																													
	FX/SX																													
	Run#84 (Cont)										Run#85										600kW利用運転									
	500kW利用運転										MLF: 54.5日 MR: 31日										HD施設検査									
	1MW利用運転										HD施設検査										MLF: 54.5日 MR: 31日									

- MLFビームパワー

- 4/20 : 500kW
- 5/15-5/18: 500kW
- 5/18 - : 600kW
- 6/25-26: 1MW

- MR/HD運転状況

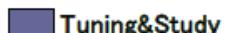
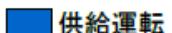
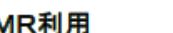
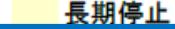
- 5/23: 調整運転開始
- ビームパワー: ~50kW
- 6/22: HD施設検査

JFY2020(R2) from April 1 (2020) to May 31 (2020): Total 752 hours

Facility	User time (hours)	Trouble, Acc. only (hours)	Trouble, Fac. only (hours)	Net time, (hours)	Availability, Total (%)
MLF	752	36 (4.8%)	0	716	95.2

2020年度後半運転計画(案)

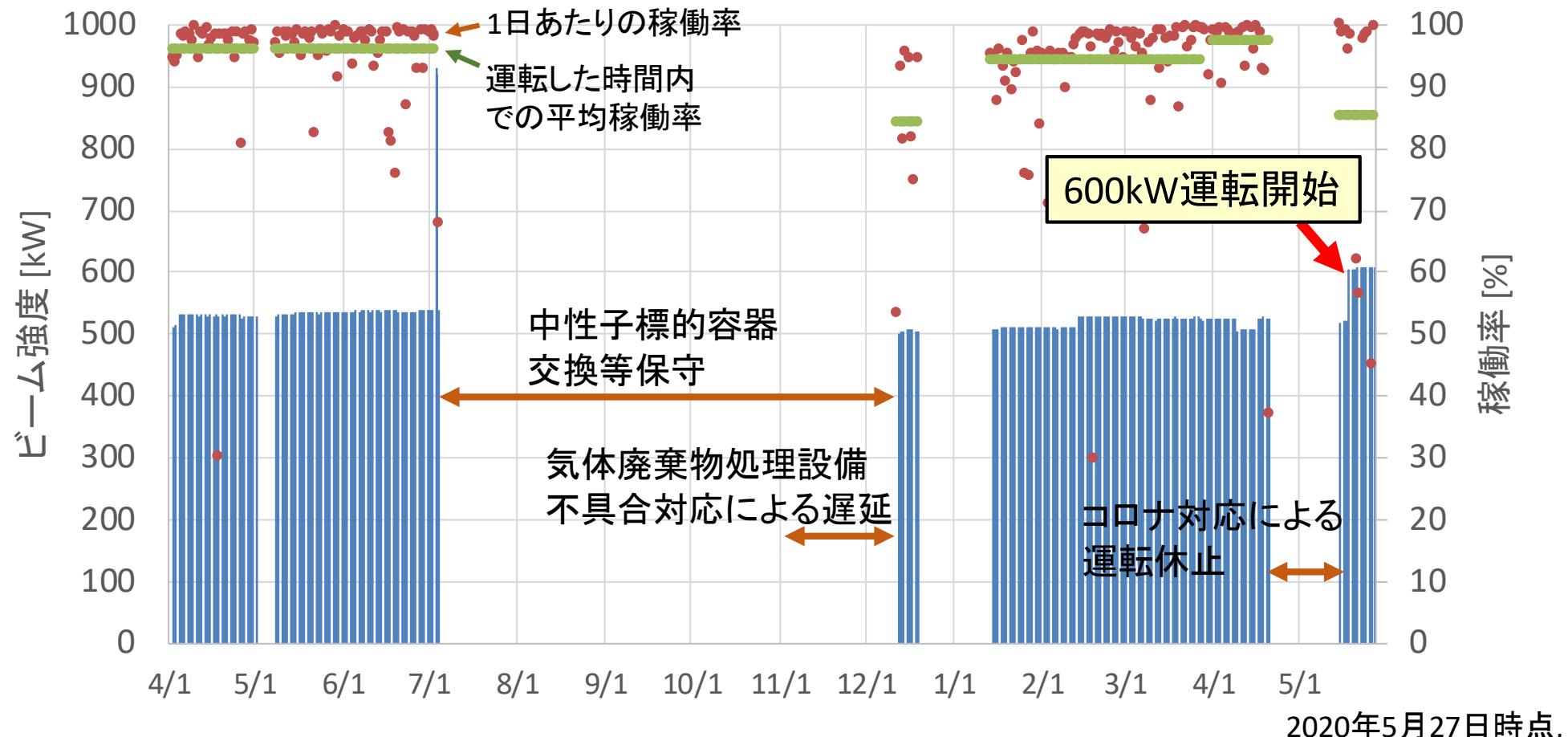
November	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Li																															
RCS																															
MLF																															
MR																															
December	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Li																															
RCS																															
MLF																															
MR																															
January	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Li																															
RCS																															
MLF																															
MR																															
February	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28			
Li																															
RCS																															
MLF																															
MR																															
March	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Li																															
RCS																															
MLF																															
MR																															

 保守
 Tuning&Study
 Li, RCS 半日 Study
 供給運転
 半日供給
 MLF利用
 MLF半日利用
 MR利用
 MR半日利用
 予備日
 長期停止

COVID-19により、実施できなかった合計13日分(4月:9.5日、5月3.5日)の利用運転を3月末に追加で実施。→予定の159日を確保。

物質・生命科学(MLF)(中性子源)

- 2019年度4月1日～3月31日の利用運転実績
 - 利用運転の年度目標:7.7サイクル(169日)
 - 利用運転した時間内の稼働率:94.58%、運転再開の遅れを加味した稼働率:85.67%
- 2020年4月20日～5月14日はコロナウイルス対応で利用運転休止.
- 2020年5月15日から利用運転を再開し、18日から600kW運転へ移行.



ミュオン

- 回転標的2号機：順調に稼働中
半年経過(2019年12月～500 kW)



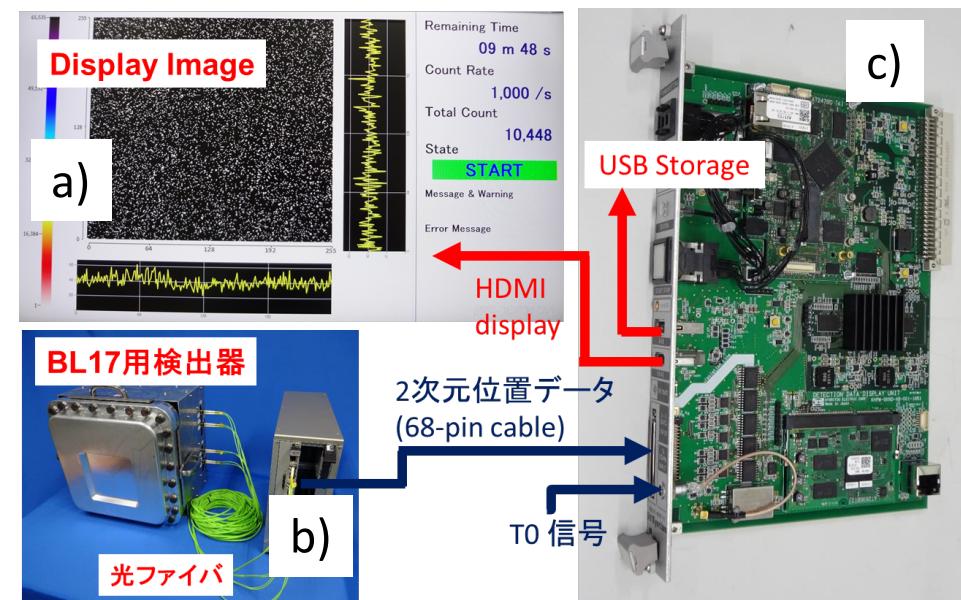
- 受電ヤード建設完了

2019年度末に竣工、通電試験を待つ(COVID-19の影響で遅れ)



基盤開発

- 検出器性能評価用DAQシステムを開発
設定項目の多い、複雑なものだったMWPC用性能評価DAQシステムについて、データ収集時間を設定するだけでデータの保存・表示が可能なシステム(パルススペア分解能:<1μs、直線性:1MHz)を開発、完成させた。本システムはBL17の検出器の維持管理に資され、装置性能向上に寄与することが期待される。(本システムはBL用検出器に限らず同形式のデータ集積を採用するどの検出器でも使用可能)



a) ディスプレイイメージ b) MWPC(BL17用) c) 新型DAQボード。
データ収集時間の設定だけで、データの保存・表示が可能

物質・生命科学(MLF)(中性子利用系)

3/30プレス

生体膜に水和する水に対する金属イオンの影響

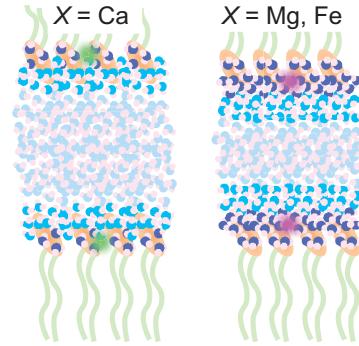
Appl. Phys. Lett. 116, 133701 (2020)

【中心研究者】瀬戸秀紀(KEK)

【研究協力者】山田武(CROSS)

【研究概要・成果】生体膜の基本構成物質であるリン脂質二重膜に水和する水の運動状態を解析して、強結合水/弱結合水/自由水の3種類があることを明らかにした。また金属イオンの種類に応じて強結合水の数が変化することが分かった。

【学術・産業への貢献】生体膜の機能に重要な金属イオンと水の関係を解明。生体親和性材料の開発への貢献が期待できる。



3/26プレス

ハイエントロピー合金の高い力学特性を発揮する機構を解明

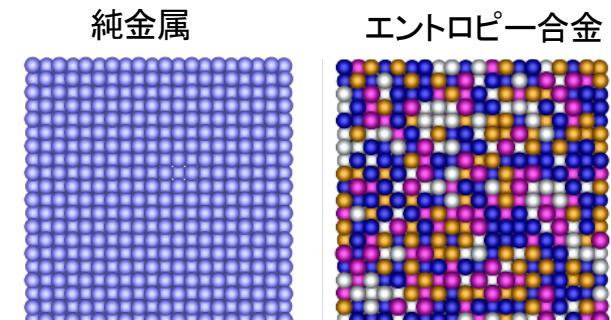
Science Advances 6, eaax4002 (2020)

【中心研究者】M. Naeem, X-L. Wang (Hongkong City U.)

【研究協力者】ハルヨ ステファヌス、川崎卓郎 (JAEA)など

【研究概要・成果】強度と高延がともに増大したハイエントロピー 合金の原因を調べるために、極低温における変形中のその場中性子回折実験を行い、延性の増大が結晶構造の変化によるものでなく、複数の種類の結晶欠陥の導入・移動が多段階に起こりまたその組合せによって生じることを解明した。

【学術・産業への貢献】宇宙開発、リニアモーター等の部品用低温環境で高い力学特性を発揮する構造材料の設計のために有用。



ハイエントロピー合金では5種以上の金属原子が等しい割合で混ざり合い、結晶中でどの原子がどのような順番で配置するかはランダムになっている

3/16プレス

フッ化物イオン導電性固体電解質のイオン伝導メカニズム

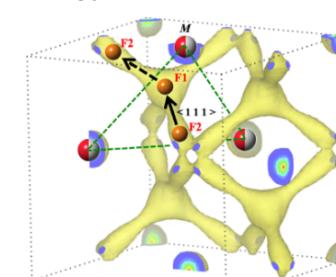
ACS Appl. Energy Mater. 3, 2873, (2020)

【中心研究者】森 一広(京都大学)

【研究協力者】嶺重 温(兵庫県立大)、齊藤 高志(KEK)、神山 崇(KEK) など

【研究概要・成果】フッ化物イオン導電性固体電解質 $\text{Ba}_{0.6}\text{La}_{0.4}\text{F}_{2.4}$ において、中性子回折を用いてフッ化物イオンの伝導経路を可視化し、準格子間拡散をベースとするその拡散機構を原子レベルで解明した。

【学術・産業への貢献】ポスト・リチウムイオン電池の最有力候補の1つであるフッ化物シャトル電池の材料開発を大きく前進させる。



$\text{Ba}_{0.6}\text{La}_{0.4}\text{F}_{2.4}$ におけるF⁻イオン伝導経路とイオン流れのイメージ図

物質・生命科学(MLF)(中性子利用系)

4/10プレス

可搬型⁴Heエキシマー観測装置の開発

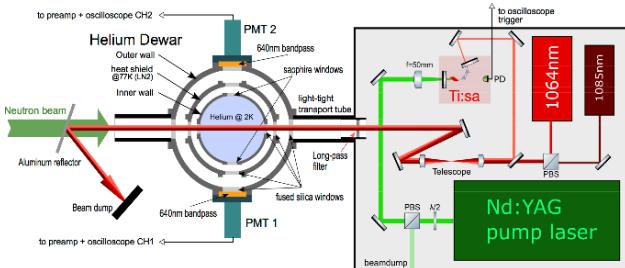
【中心研究者】Volker Sonnenschein(名古屋大)

【研究協力者】松下琢(名古屋大)、辻義之(名古屋大)、篠原武尚(JAEA)など

【研究概要・成果】中性子を照射することで生成される⁴He₂エキシマー集団をトレーサーとして超流動⁴He中の流れを可視化する研究を推進。⁴He₂エキシマー蛍光を誘起するための非常に小型で高強度のTi:Sapphireパルスレーザーにより可搬型エキシマー蛍光観察装置の開発に成功した。

【学術への貢献】超流動⁴Heの流れの可視化により量子乱流の研究へ応用可能。

Rev. of Sci. Instr. 91, 033318 (2020)



可搬型⁴He₂エキシマー蛍光測定装置の模式図

4/28プレス

大型タンパク銅アミン酸化酵素の構造解析に成功

【中心研究者】村川武志(大阪医科大学)

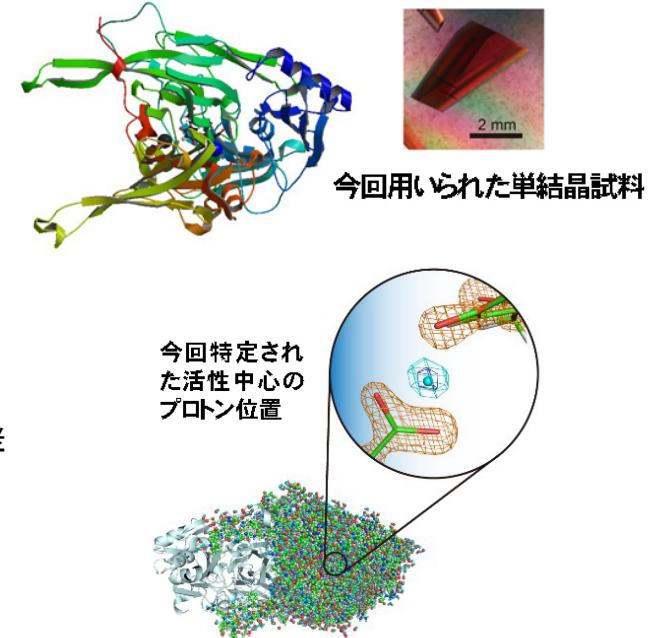
【研究協力者】栗原和男(QST)、庄司光男(筑波大)、日下勝弘(茨城大)、鈴木 守(大阪大)など

【研究概要・成果】これまでに中性子結晶構造解析が行われた中で最も大きなタンパク質(分子量: 70,600)となる銅アミン酸化酵素の高分解能中性子結晶構造解析に成功。活性中心のプロトンの位置の特定、補酵素トパキノンの湾曲構造、銅イオンに配位したヒスチジン残基のプロトンが解離し、銅イオンとの結合が安定することなど、酵素反応の働きに中心的役割を果たす水素原子やプロトンの正確な位置を明らかにした。

【学術・産業への貢献】生体物質の研究における中性子散乱の優位性を示す大きな成果例。実験的に決定された水素原子核の位置に基づく量子化学計算によって、解離基のプロトン化状態やエネルギーレベルを理論検証することが可能となった。酵素反応のミクロな機構解明がまた一つ進むことが期待される。

PNAS 117, 10818 (2020)

銅アミン酸化酵素



新型コロナウイルス禍でのMLFの取組

○運転状況

- 4/8 スタッフおよびユーザーの安全確保を優先し、外部ユーザーの受入停止
- 4/20 緊急事態宣言の拡大及び茨城県の要請を鑑み、J-PARCの運転を停止
- 安全を確保しつつ、5/15より利用運転を再開
 - 5/18~ 500 kWから600 kWにパワーアップ
 - 5/22~ 茨城県内ユーザーの受け入れ再開
 - 5/28~ 緊急事態宣言が解除された都道府県からのユーザー受け入れ再開（要許可）

○新型コロナウイルス関連研究への貢献のために

- 文部科学省のホームページに掲載
- 外部有識者の協力の下、新型コロナウイルス関連研究の情報収集
- 海外中性子施設（9カ国）とのコロナ禍での国際連携のあり方の検討

○今後の課題

- 施設運営の強靭化
 - 実験の自動化・省力化
 - リモートアクセス実験ができる環境整備
 - 課題審査のあり方の再検討
- 大学の研究室が大型施設を使って教育を行うためのサポートシステムの構築

一般利用課題（短期、1年）の公募

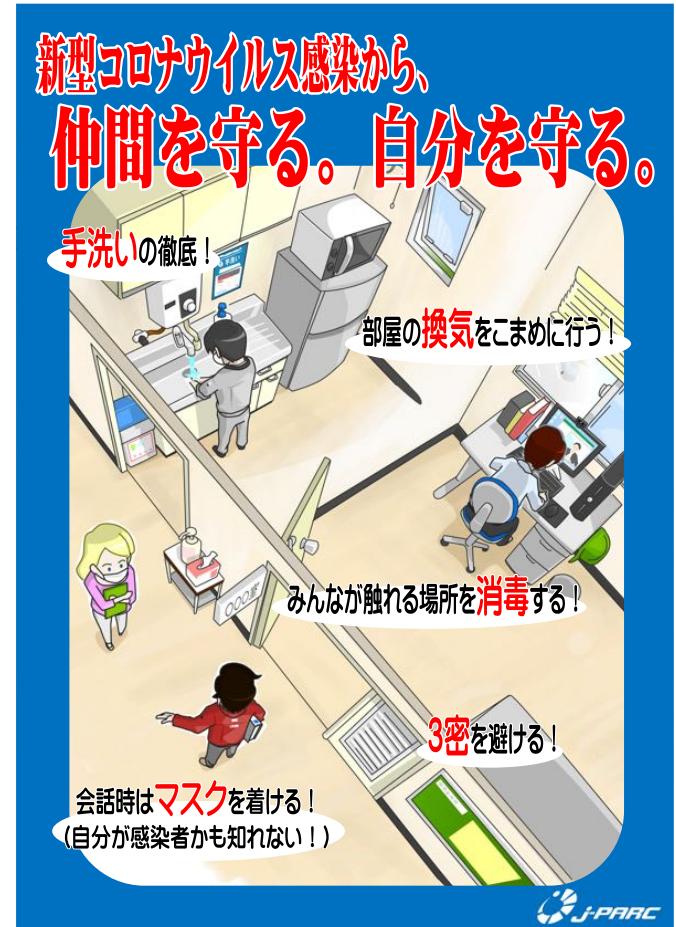
新型コロナウイルス感染症による実験課題への影響に対応

- 2020Bと2021Aを統合した期の短期課題
- 2020Bと2021Aを統合した期に2021B期を加えた期の1年課題
(BL11のみ)
- 公募期間：2020年6月17日（水）～7月15日（水） 約1ヶ月
- 利用期間：
 - ・ 短期課題：2020年12月～2021年6月
 - ・ 1年課題： 2020年12月～2022年3月（予定）
- 陽子ビーム出力：600kW（予定）

例年10～11月頃に実施する（今回の場合は2021A）の公募を今年は実施しない可能性あり

参考：MLFにおける主な感染防止対策

- ・ユーザーズオフィスでの体調確認票の提出
- ・MLF管理区域入域時の感染防止対策
 - ・手消毒・検温・行先記帳
 - ・マスク配布
- ・MLF内の定期消毒(1回/日)
 - ・実験ホール手摺・ユーザー控室・玄関ロビー・トイレ
- ・実験室内キャビンでの感染防止対策
 - ・3密回避と換気
 - ・マスク着用
 - ・共通使用物品の消毒
- ・十分な休養をとり、免疫力を高めることを推奨



20.06.26
利用者協議会
@J-PARC

素核D報告

小林 隆

行事

- 5/23: ハドロンビーム開始
- 5/23頃
 - 例年開催している安全の日 → コロナのため延期
- 7/1 : FIFC開催なしの予定
- 7/20-22: PAC
 - コロナで、リモート会議の予定。
 - 21:00- (3時間前後)の予定

ハドロンビーム

新ビームライン(B-line)と、新標的(陽子数)：申請、許可事項。

2019

- 5/31 J-PARC内放射線安全評価委員会で了承
- 7/30 地元説明開始
- 11/28 新増設計画書提出
- 12/6 県口頭了解
- 12/6 原子力規制庁へ変更許可申請



地元自治体との協定に基づく

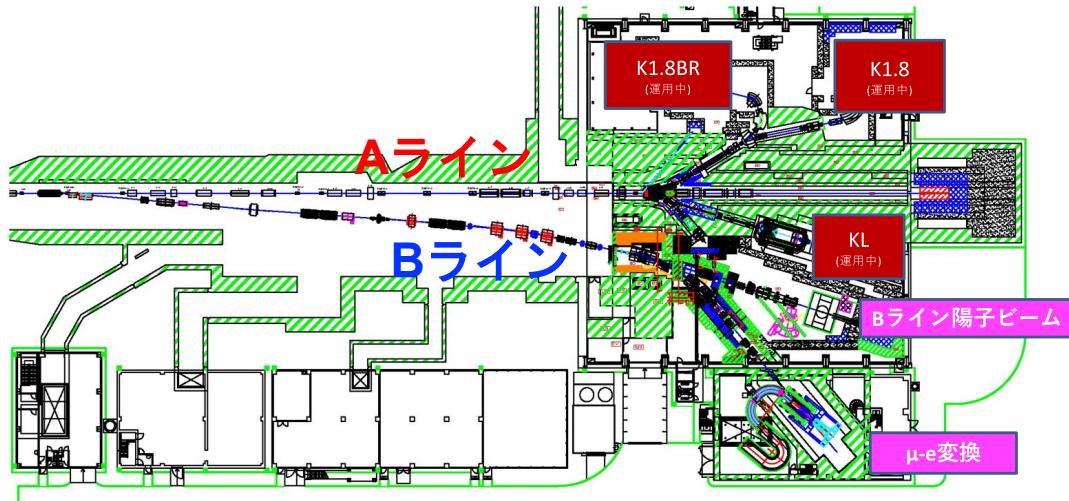
2020

- 2/12~ HD再開の予定だった
- 4/28 規制庁許可
- 5/22 地元自治体の「事前了解」 → 運転可能に (地元自治体との協定に基づく)
- **5/23 ハドロンビーム運転開始 (3ヶ月以上の遅れ)**
- 6/22 運転時検査

運転再開の大幅な遅れ、大変なご迷惑とご心配をおかけして申し訳ありませんでした。

事態の分析と、再発防止のための体制、対策を検討していきます。

J-PARC ハドロン実験施設の現況



- 県・村に事前了解書発行の手続きを依頼（5/8朝）
→ 県・村から事前了解書の交付（5/22夕）
→ 原科研から工事完了報告書を提出（5/22夕）を経て
(もともと 2/12～3/7に実施を予定していた)
ビーム調整運転を5/23（土）から開始。
- 6/22（月）に施設検査を実施し、6/24（水）付けて合格。
- 6/25(木)08:48に「利用運転」を開始、6/26(金)04:30に終了。
- ピーク電力が原科研全体の契約デマンドを超えないよう、6/13-6/20の日中はAラインのみで連続運転。
- ハドロンの運転管理室とCCRのMRシフトをVidyoのテレビ会議回線で常時接続して運転。

昨年12/6に提出した変更申請に対する
許可（4/28決裁、5/8発行）：

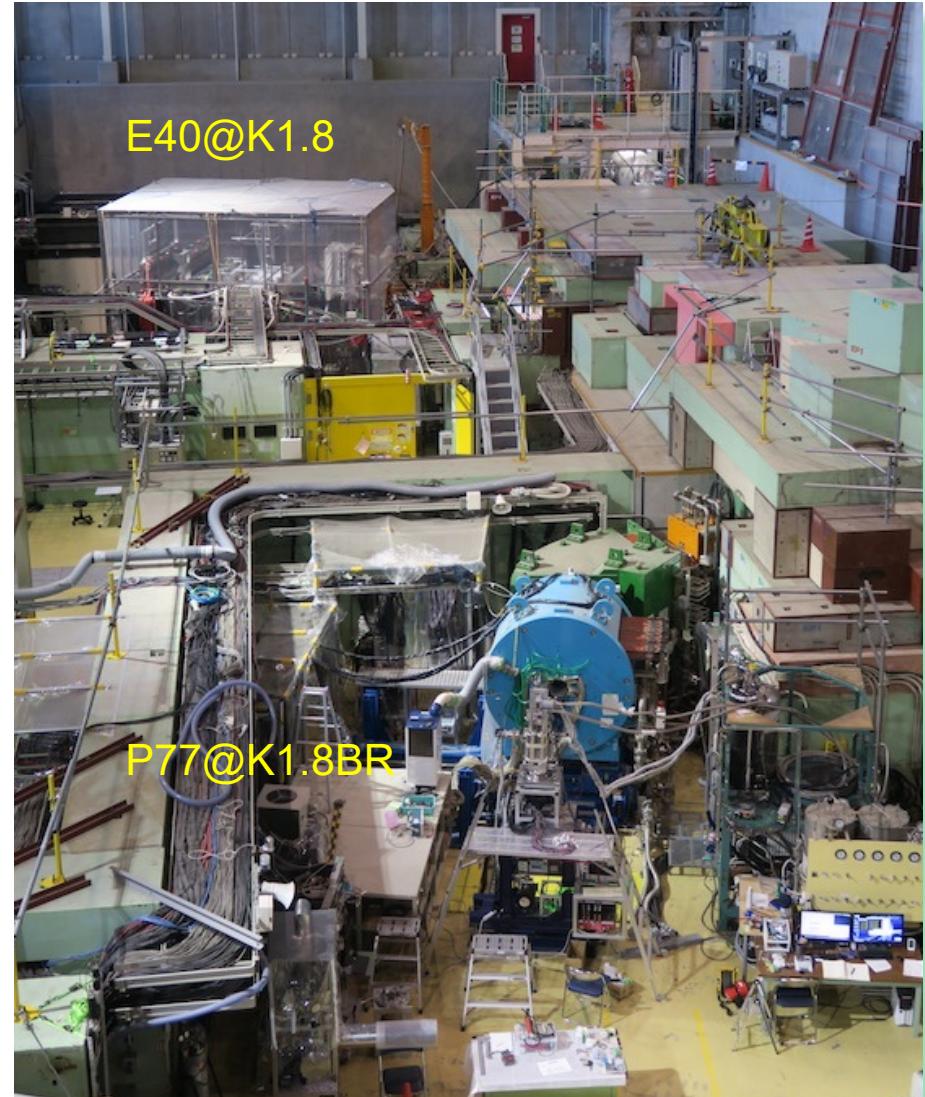
- 標的交換に伴う
Aラインの粒子数増
- Bラインの設置

放射性同位元素等使用許可証			
放射性同位元素等の規制に関する法律第9条第1項の規定に基づき本証を交付する。			
令和 2 年 4 月 28 日			
原子力規制委員会			
許可年月日	平成 18 年 3 月 7 日	許可番号	使第 5429 号
氏名 又は 名称	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		
住 所	茨城県那珂郡東海村大字舟石川 7 6 5 番地 1 茨城県つくば市大場 1 番地 1		
工 場 又は 事業所	大熊度電子加速器施設 (J-PARC)		
所在	茨城県那珂郡東海村大字白方 2 番地 4		

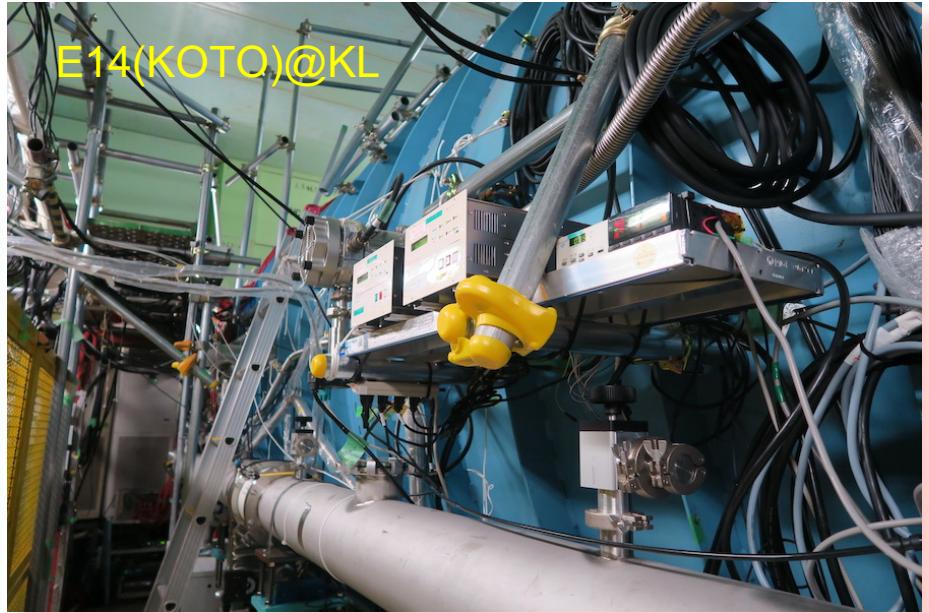
施設検査合格証
令和 2 年 6 月 24 日

J-PARCハドロン実験施設の現況

E40@K1.8



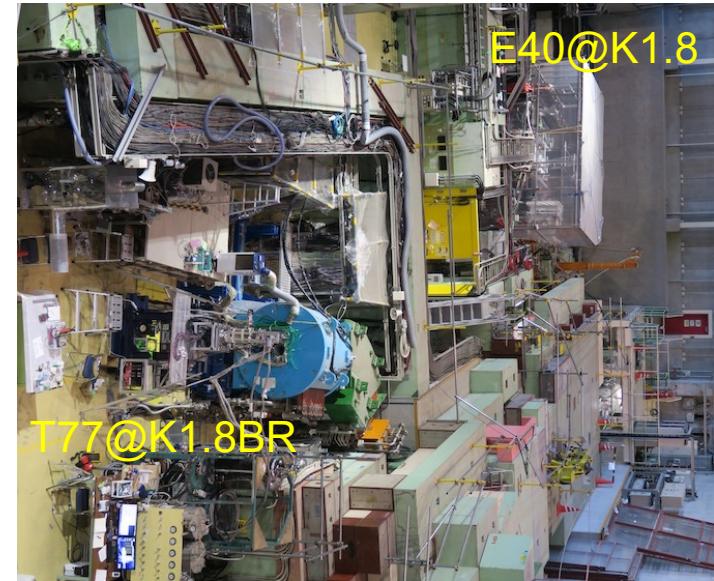
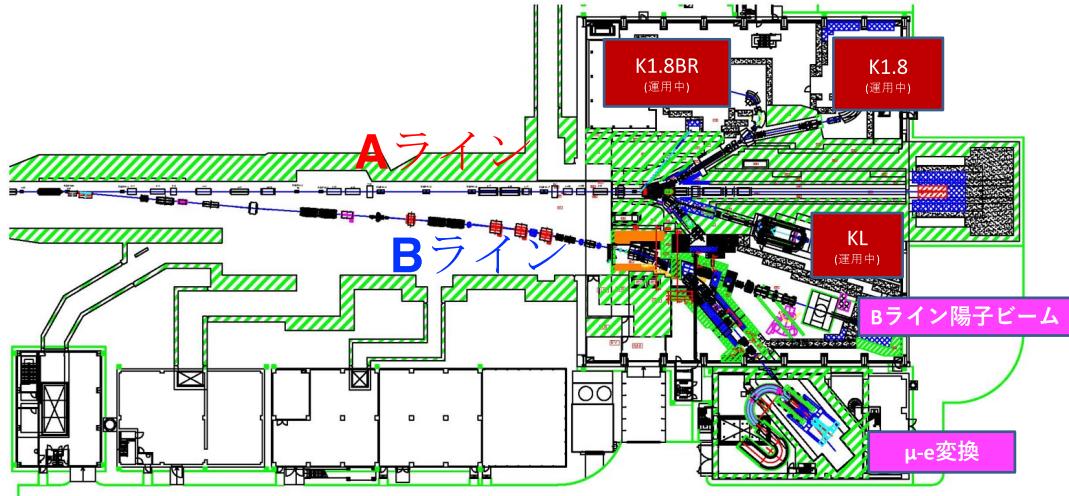
E14(KOTO)@KL



E16@high-p



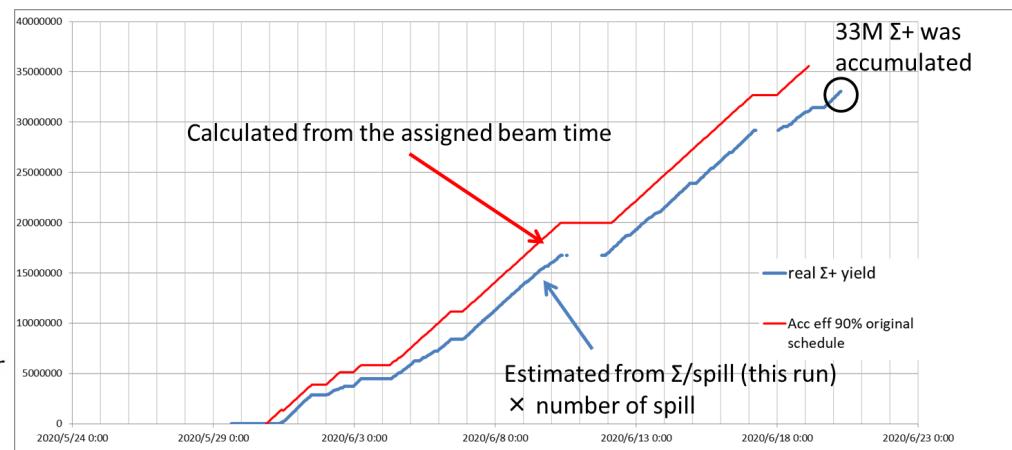
ビーム調整運転の内容



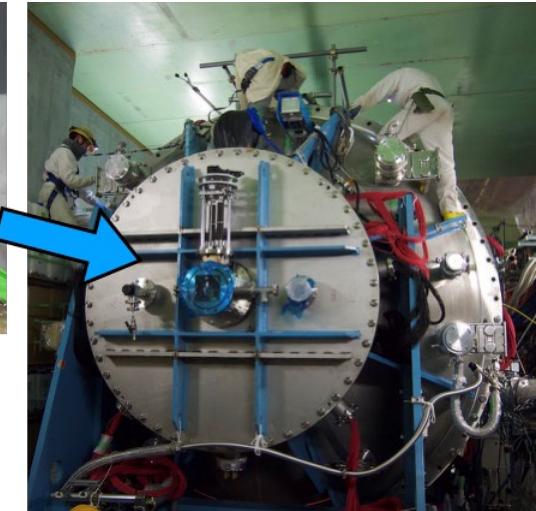
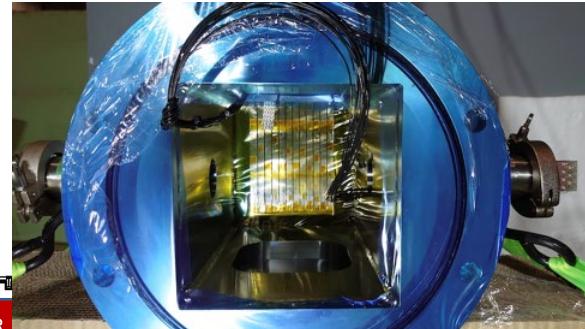
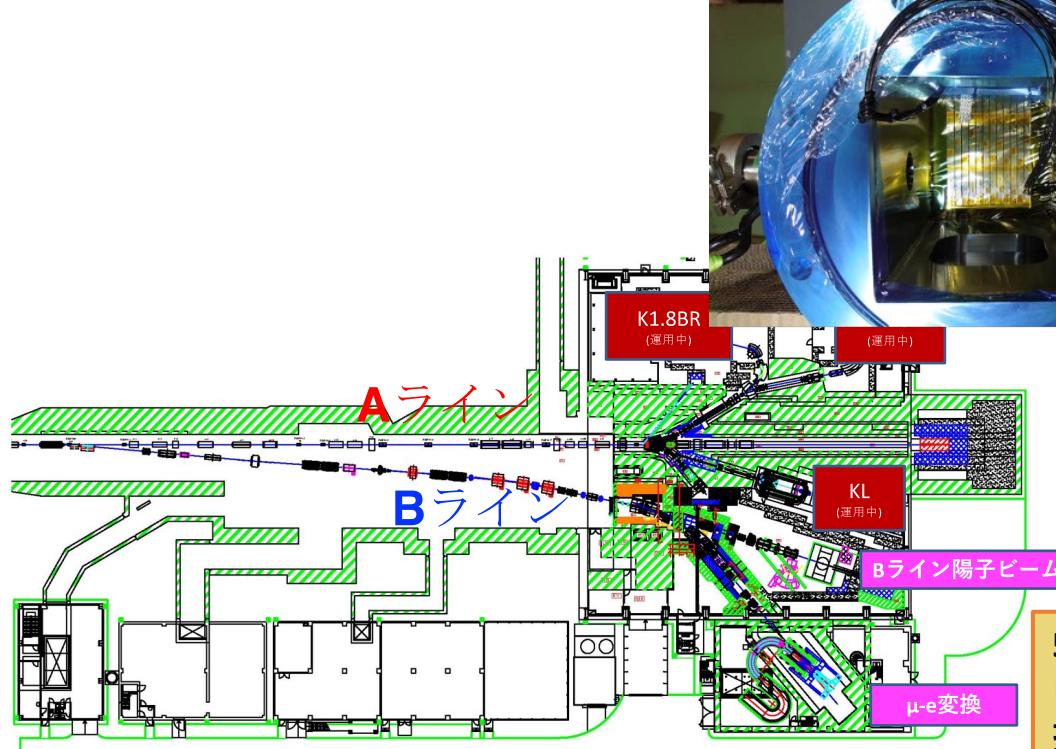
E40 (Σ 粒子と陽子の散乱)

5/31～5/21
 $\Sigma^+ p$ 散乱のデータを収集

T77
(6/20、21~23、25にデータを収集)

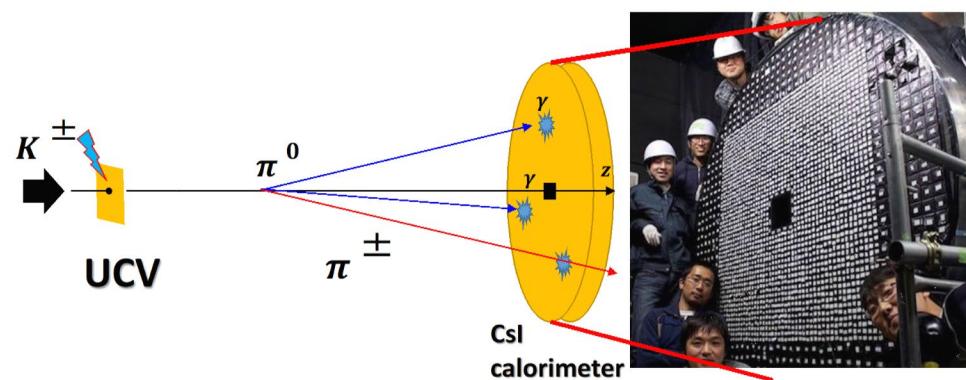


ビーム調整運転の内容



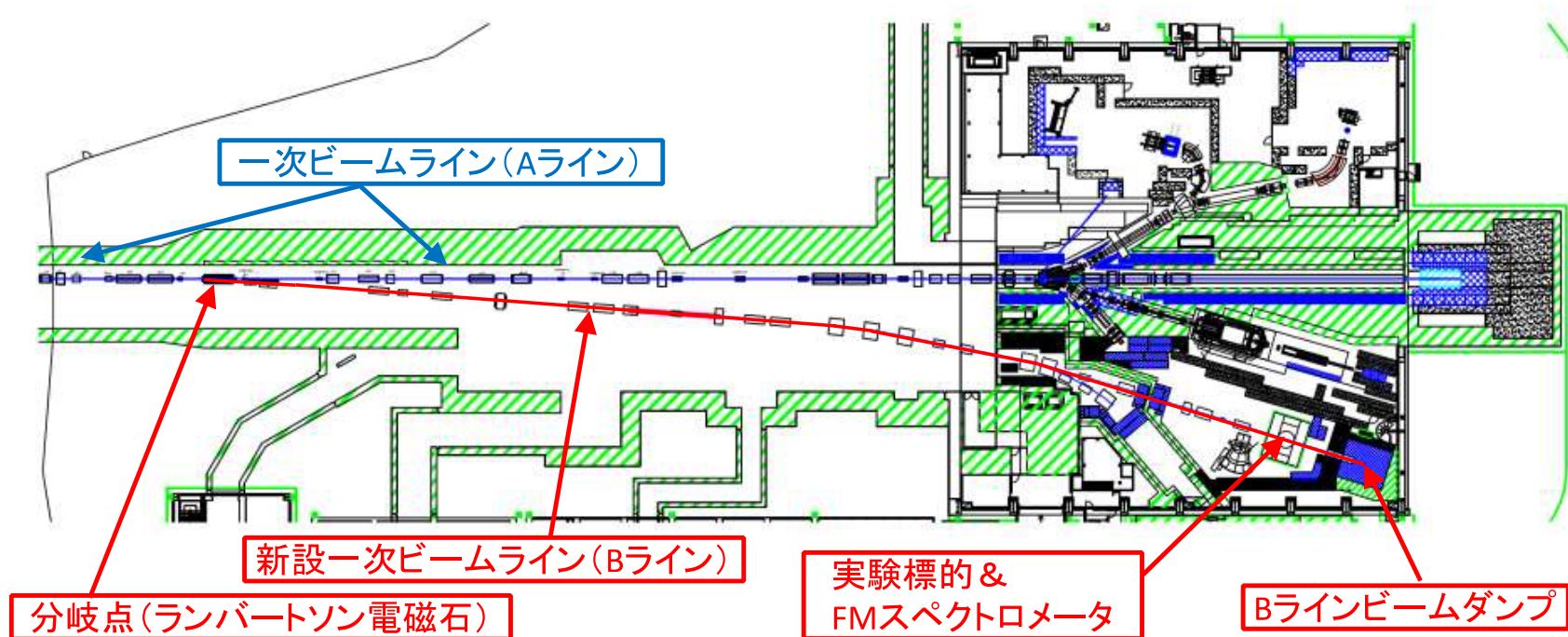
E14-KOTO (K中間子の稀崩壊)

5/31よりデータを収集
中性ビームライン中の荷電K中間子イベントを
捉え始めている。

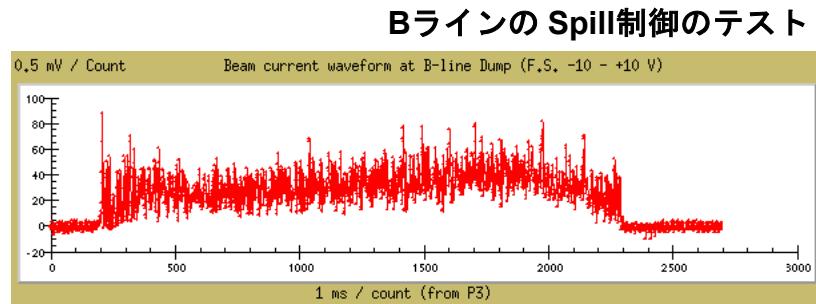
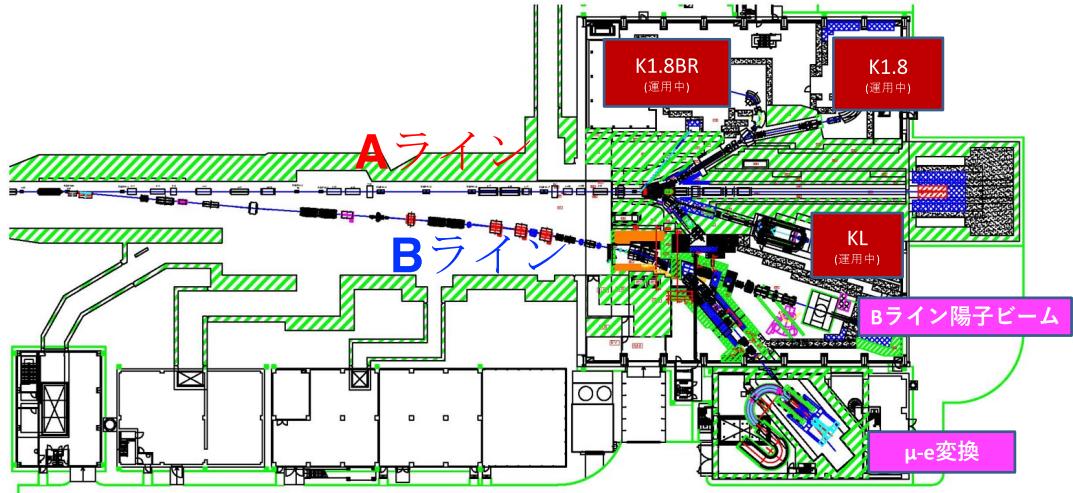


高運動量ビームライン(Bライン)の概要

- 既存の一次ビームライン（Aライン）より 2.6×10^{10} 個/spill (24W相当) の陽子ビームを分岐し実験に使用する。
 - ハドロン実験施設の使用方法は、Aラインのみの使用と Aライン + Bラインの使用の2種類となる。



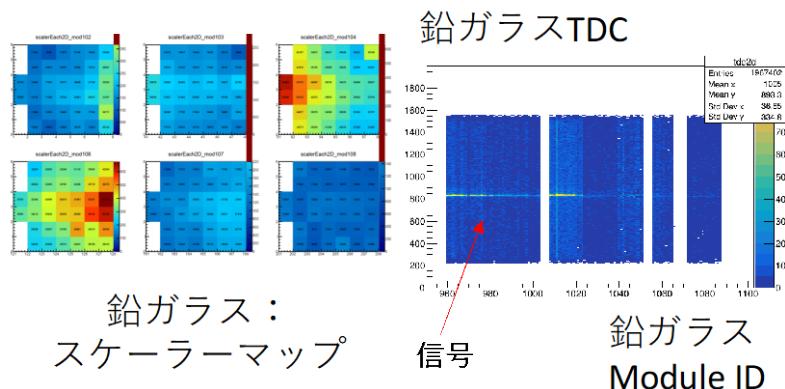
ビーム調整運転の内容



E16 (ϕ 中間子の質量スペクトル)

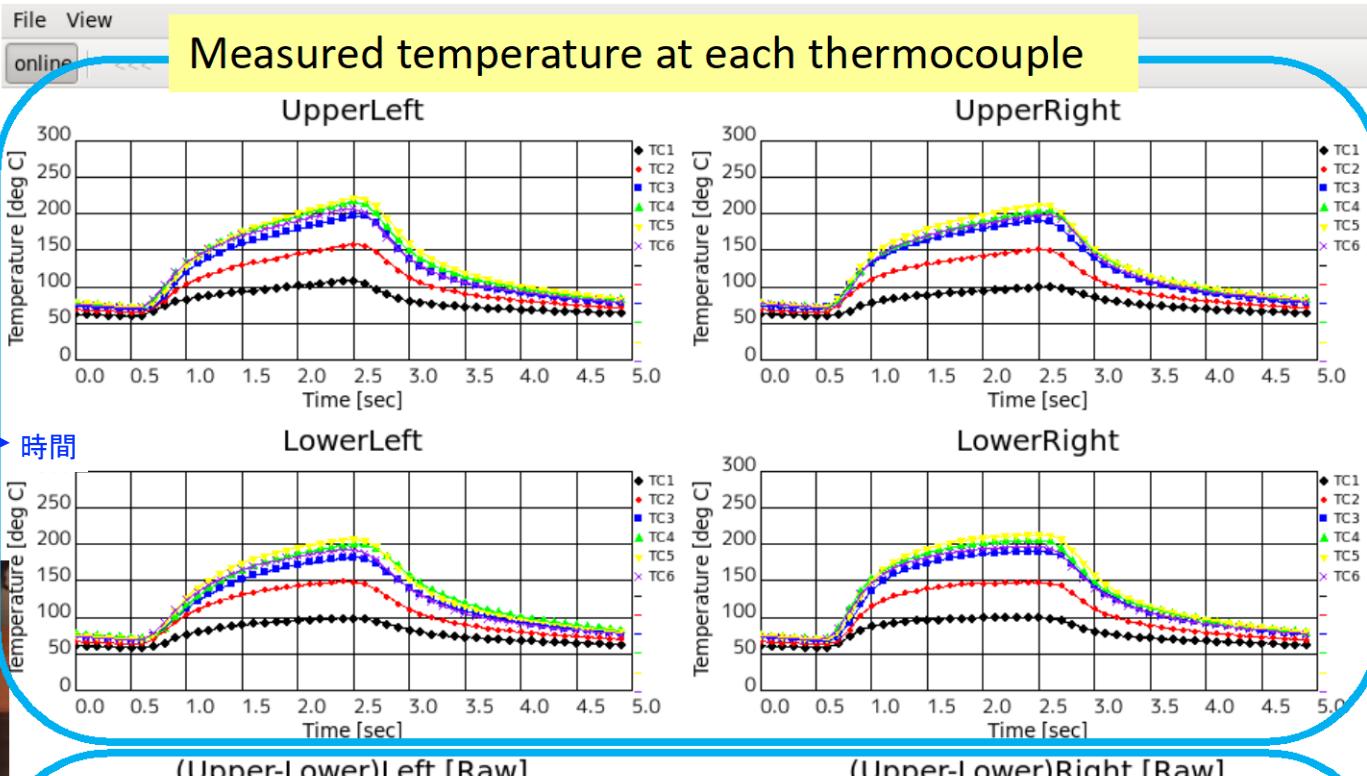
30GeV一次陽子ビームを用いる実験を日本で初めて行う。

- 低い強度 ($10^8 \sim 10^9$ ppp) で検出器調整
 - Bラインのビーム強度の安定性
 - Bラインのハローのスタディ
- 各検出器：
鉛ガラス、GEMtracker、HBD のゲインとタイミングの較正
- $5 \times 10^9 \sim 1 \times 10^{10}$ ppp での連続運転

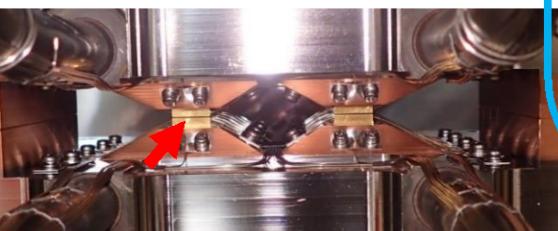


新T1標的の スピル内の温度上昇 (50kW)

温度

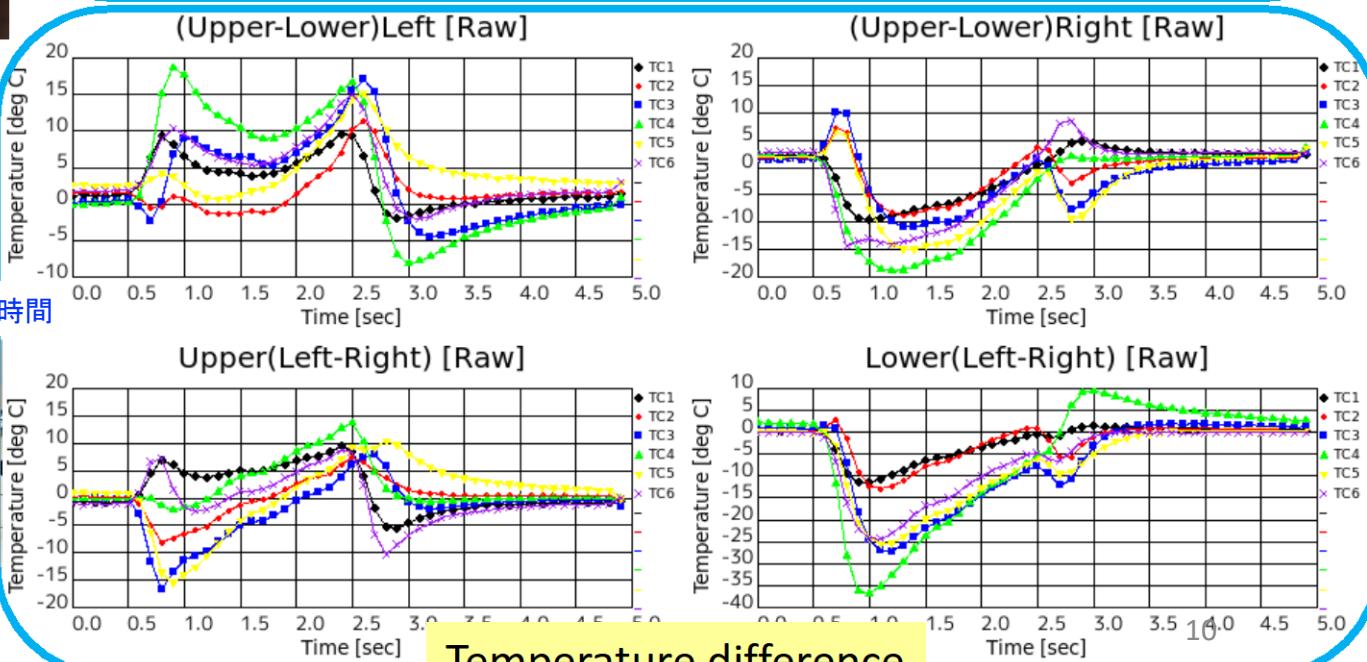


金標的を上下に分割し
各々を間接水冷



金標的(六分割)を 左右から熱電対で温度測定

温度差



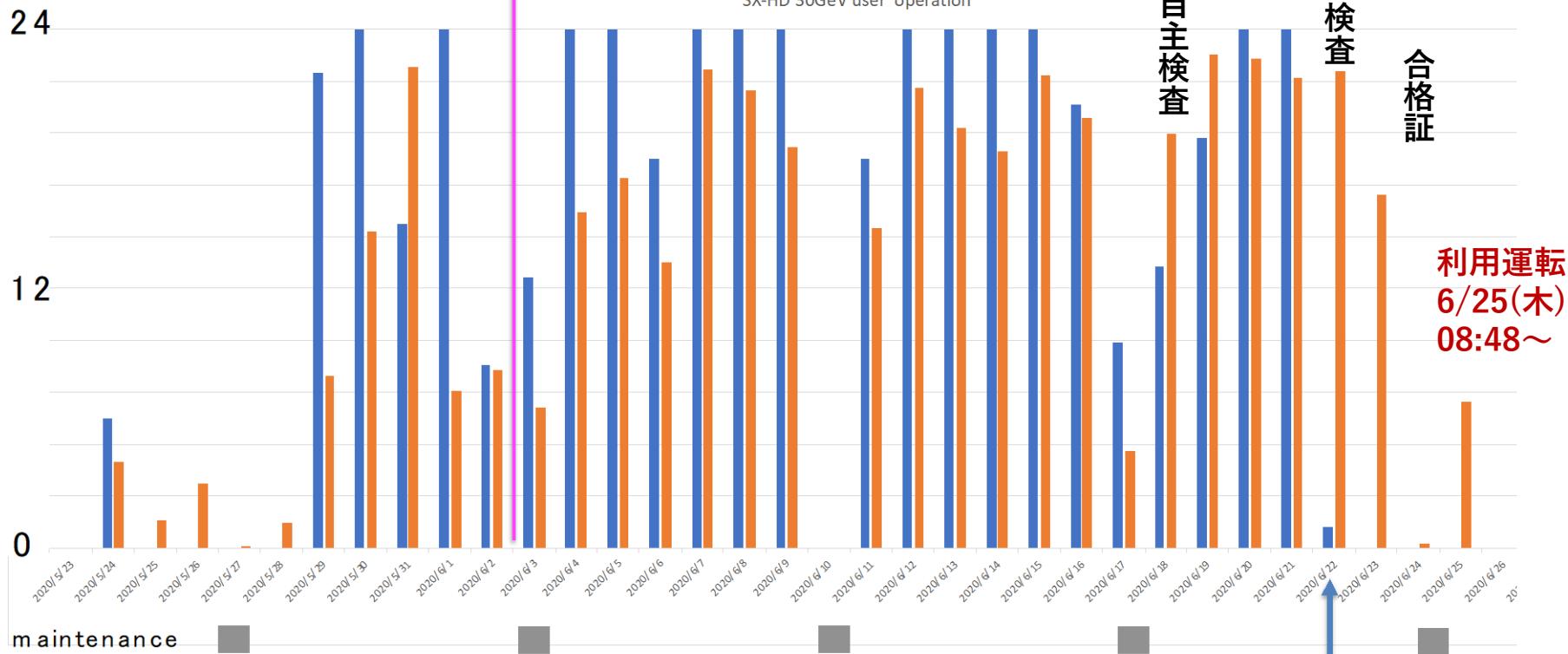
SX-HD 30GeV commissioning

hours/day

B-line
adjustment

SX-HD 30GeV user operation

preliminary



from

5/23(Sat)09:00

originally to
6/22(Mon)24:00

expected: 475 hours (19.8days) in total

- 475 hours until 6/26(Fri)04:30, 92% of the original goal

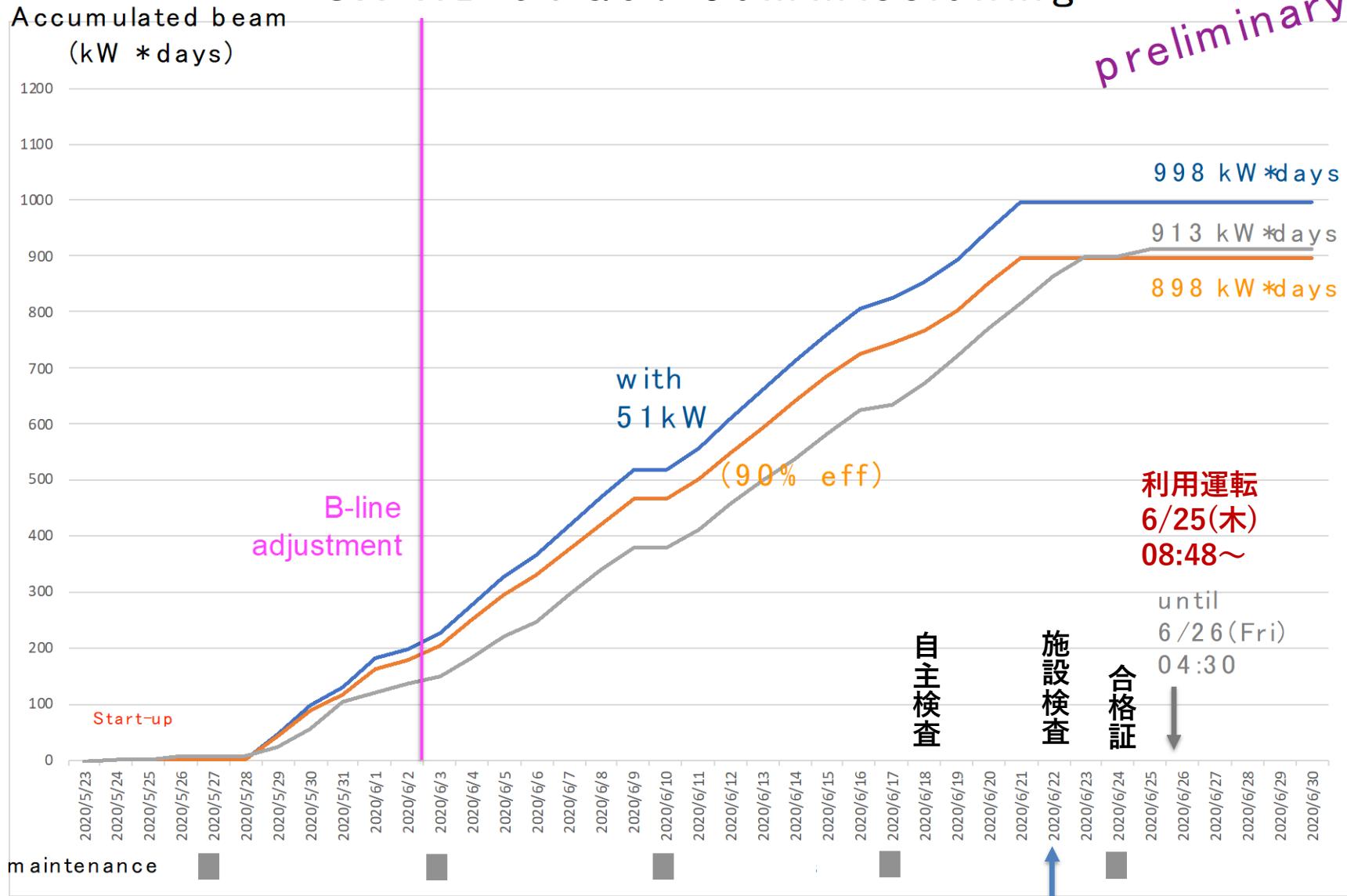
利用運転
6/25(木)
08:48~

施設検査

合格証

SX-HD 30 GeV commissioning

preliminary

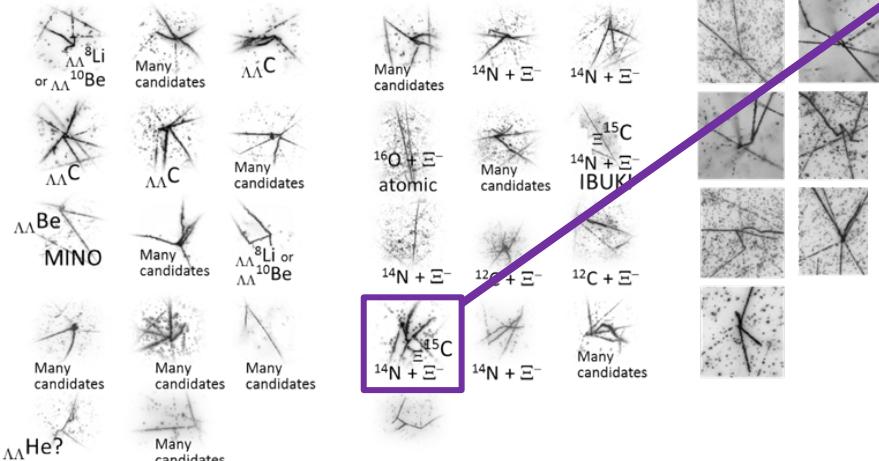


**from
5/23(Sat)09:00**

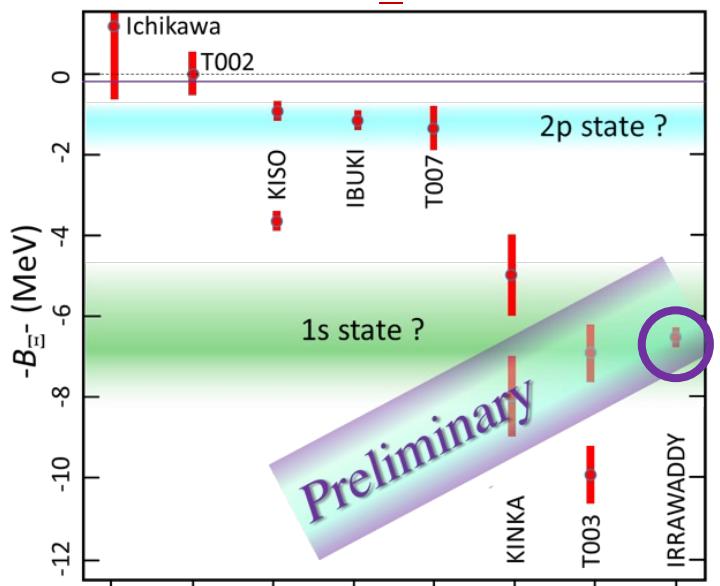
Status of E07 emulsion analysis

34 events were found in the 1st scanning.

14 double-Λ events 13 twin events 7 confused



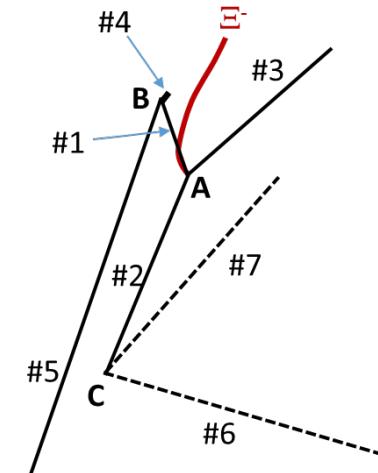
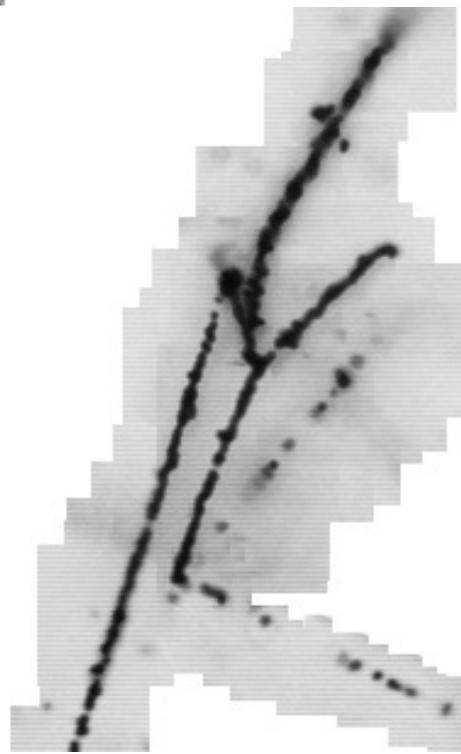
Levels of ^{15}C



suggesting
weak EN-ΛΛ interaction
paper in preparation

Irrawaddy event **New!**

uniquely identified as
 $\Xi^- + {}^{14}\text{N} \rightarrow {}^{15}_{\Xi}\text{C} \rightarrow {}^5_{\Lambda}\text{He} + {}^5_{\Lambda}\text{He} + {}^4\text{He} + n$
 B_{Ξ} will be uniquely determined.

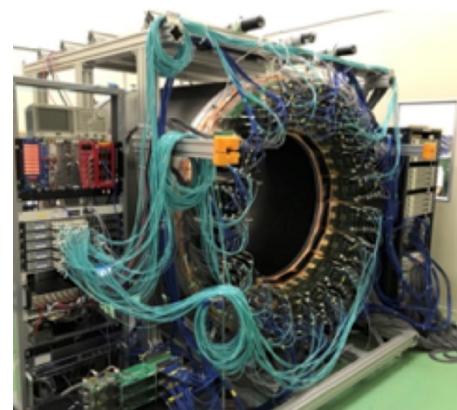
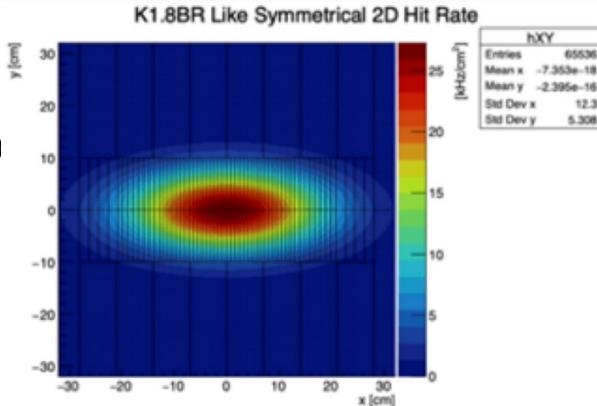


By Bjørn Christian Tørrissen - Own work by uploader,
<http://bjornfree.com/galleries.html>, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=17476156>

ミュー・オングループ: COMET

- 全体の状況
 - CM31(6月) 東海村開催予定であったが新型コロナウィルス感染症対策のためオンラインで開催
 - 新年度 メンバー継続、金属技研と共同研究(牧村)
 - つくばキャンパスに阪大RCNP分室 吉田学立さん
- 施設建設状況
 - 2020年度以降に予定している捕獲ソレノイド磁石: コールドマス製作、クライオスタッフ製作、全体組上げの入札が終了。3年の複数年契約
 - 一次ビームライングループと協力してCラインの建設
- 検出器建設状況
 - 8GeV試験・エクステンションファクターの測定準備中 九州大 野口
 - プロポーザル準備中
 - CDC検出器全チャンネルエレクトロニクスを装備した宇宙線試験継続中
 - LYSOカロリメータ
 - 結晶大量生産(ほぼ)終了
 - 宇宙線検出器
 - シンチレータ検出器(BINP)
 - GRPC検出器 (FJPPL-TYLプロジェクトとして承認)
- アウトリーチ活動
 - 総研大と協力してネット配信物の準備中

R_{ext} 測定のための
高レート対応検出器
デザイン(九大・野口)



CDC CR試験継続中
(阪大RCNP分室・吉田)

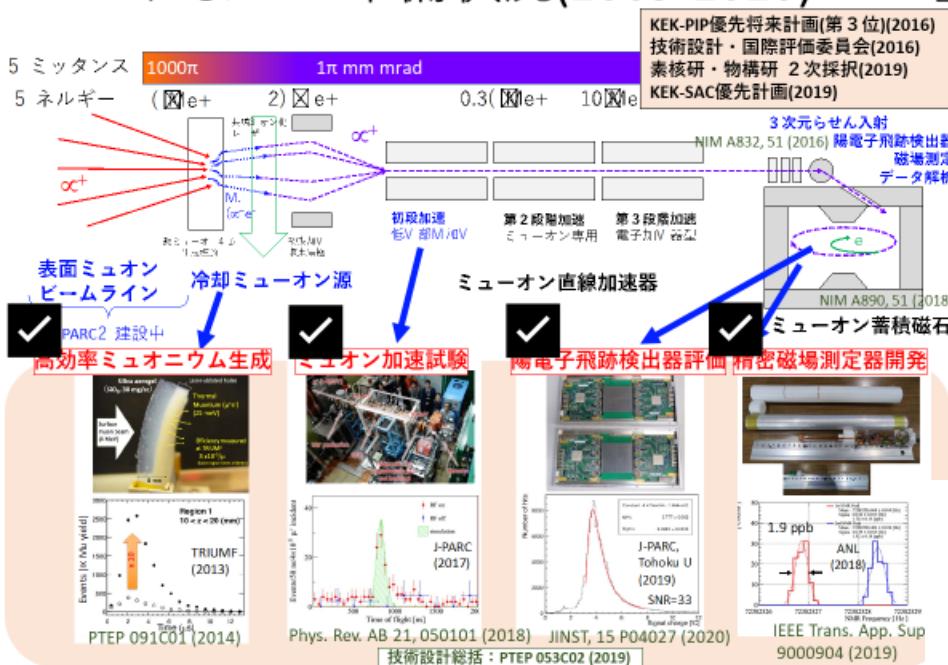


GRPC検出器プロトタイプ
(IN2P3 Clermont)

ミューオングループ:g-2/EDM

これまでの準備状況(2009-2020)

2



目指すスケジュール

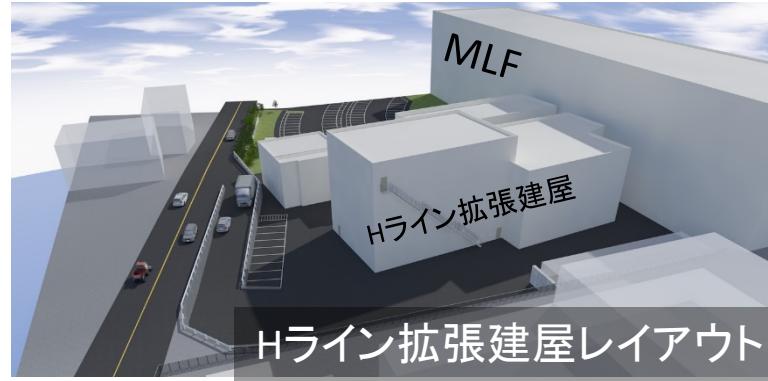
年次計画・マイルストーン

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
KEK 建設予算							
Hライン	★ H1エリアビーム取出		★ H2エリアビーム取出				
拡張建屋 設備	調査				★ 建屋完成		
ミュオン 源	★ 1s-2sイオン化試験@S2		★ イオン化試験@H2				
ミュオン 加速器	再利用検討	★ 1 MeV加速@S2	★ 10 MeV ★ 210 MeV				
入射・ キッカー		★ 電子入射試験完了			★ ミュオン入射		
蓄積磁石			★ 直通プローブ準備 ★ インストール			シミング完了	
検出器		★ Mass production ready		★ Installation			
DAQ 計算機				★ 準備完了			
データ 解析			★ 解析ソフトウェア準備完了			★ 解析環境整備完了	

ミューオングループ:g-2/EDM

- 全体の状況(三部准教授)
 - 概算要求の準備

- MLF MUSE Hラインの建設(山崎物構クロアポ助教)
 - 受電ヤード建設中(物構研)
 - J-PARC Hライン拡張建屋:埋設設備調査の準備

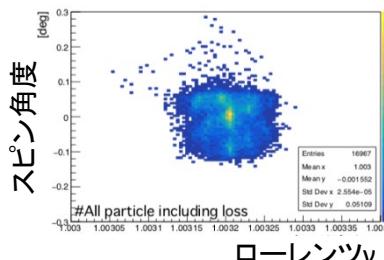


- ミューオン源・加速の開発(鈴木研究員)
 - 室温ミューオニウムのレーザーイオン化試験準備@KEK
 - (物構研、UBC、理研、岡山大)
 - ミューオン源・診断ビームラインのアップグレード@つくばキャンパス
 - 論文: 熱ミューオニウム生成技術(5/19 投稿)
 - ミューオンLINACの開発(加速器、東大、茨城大、名大、九大)
 - ピクセルビームモニター試験(SOIグループ, 加速器)

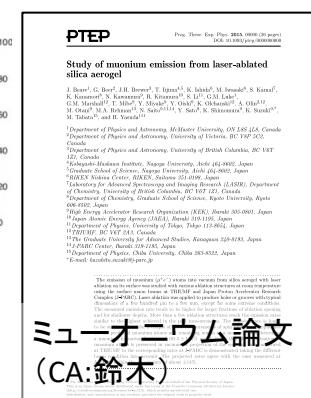


- 陽電子飛跡検出器の開発(佐藤研究員 →4月から茨城大)
 - (E-SYS, 機械セ、東大、九大、東北大) + ATLAS & Belle II groupの協力
 - 読み出し集積回路・フレキシブル基板・組み立て試験
 - 論文: 検出器モジュール(JINST 15 P04027(2020), 4/30出版)
 - 読み出しASIC(投稿準備中)
 - Mu-HFS測定(投稿準備中)

- ミューオン入射・蓄積電磁石の開発
 - (低温セ、加速器、物構研、東大、ソウル大、茨城大、KAIST)
 - らせん入射試験@KEKB入射器棟
 - 超均一磁場生成・超精密磁場測定@J-PARC NU1



加速ミューオンのスピンダイナミクス
シミュレーション(安田)



ミューオニウム論文
(CA:鈴木)



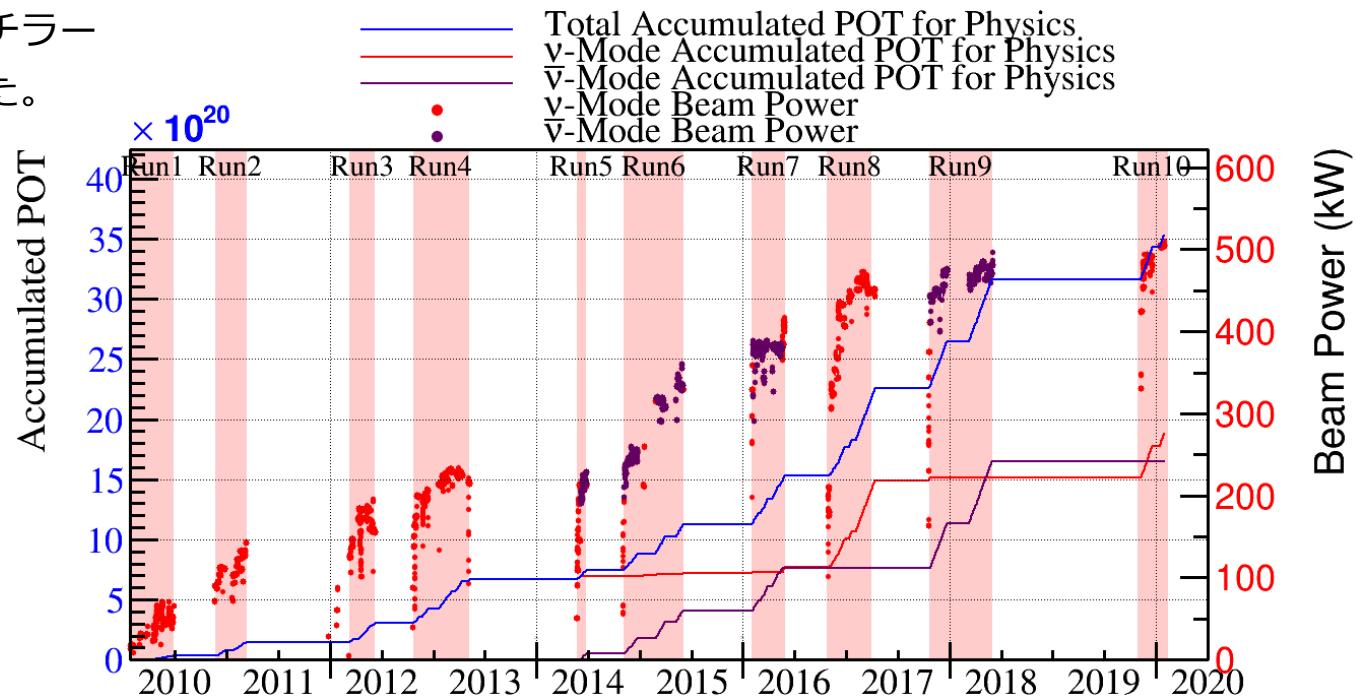
検出器モジュール論文
(CA:山中・佐藤・本多)

- 教育
 - 大学院生(長期滞在): 東大(2名)、総研大(3名)、北京大、九大(1名)、茨城大(2名)

ニュートリノ報告

2019年11月5日よりビーム運転を開始し、2020年2月12日に終了した。

- ・2018年6月-2019年10月の長期保守期間中に、諸々の大規模メンテナンスを実施した。
 - ・SKタンク補修+一部PMT更新、
 - ・電磁ホーン本体の調査、
 - ・老朽化したGPSの更新、など
- ・11/5より 17ヶ月ぶりの運転開始。超長期停止後ということで慎重に立ち上げ。当初はビームロスが極めて多かったが徐々に改善、ビーム強度を上げ、終盤は**約515kW**で定常ランを達成した。
- ・物理ラン率も89%と、順調であった。
- ・オフアクシス前置検出器はチラー故障のため励磁出来なかった。
 - 国外製品のため、原因特定、補修等に時間を要した。
- この間取得したSKデータは振動解析に用いられる。
- ・この期間に 3.7×10^{20} (速報値) の積分POTを蓄積した。



ニュートリノ報告

ニュートリノ実験施設

- 2/12に2019年度のビーム運転を終了し、保守・増強作業に移ったが・・・
- COVID-19 拡大防止のため、殆どの保守作業、増強・改良作業を停止し、法規上必要な点検、装置保全に必要な作業のみ実施してきた。
 - 冷凍機等の法規点検、機器保全点検
 - 放射化水の排水作業（稀釈排水、ローリー引き渡し）
 - ホーン保全のためのホーン冷却水の定期循環
- 特定警戒都道府県の指定解除を受け、5/19にJ-PARCのガイドラインが改訂された。

→ コロナ対策を実装し、5/25から通常活動を再開した。

 - 消毒薬を各所に配備、対面仕切りシート設置、防護用品の非共有化、など
 - マスク着用、人-人 間隔保持、換気、居場所分散 などの適切行動の励行
- "6/18までは慎重に" というガイドラインがあり、共同研究者はまだ来所を再開していない。
- 放射化水処理改善のためのNU2増強予算が認められた。
 - 工事開始に向けて、各方面で調整進行中。
 - 6/22から旧管理区域撤去作業を開始。
 - 6/29から杭打ち関連工事を開始する。

ニュートリノ報告

T2K実験 (E11)

- CPVについてのT2Kの論文がNatureのwebに掲載された。
<https://www.nature.com/articles/s41586-020-2177-0>
"Constraint on the matter-antimatter symmetry-violating phase in neutrino oscillations",
Nature volume 580, pages339–344(2020)
- COVIDのため、2/23-27に予定されていたコラボはweb開催。
測定器保全のための最小限の保守作業のみ実施している。
- 2020年度後半のビームタイムと
SK の Gd注入 のスケジュールについて検討中。
- 市川氏（京都大学）が第40回猿橋賞を受賞しました。

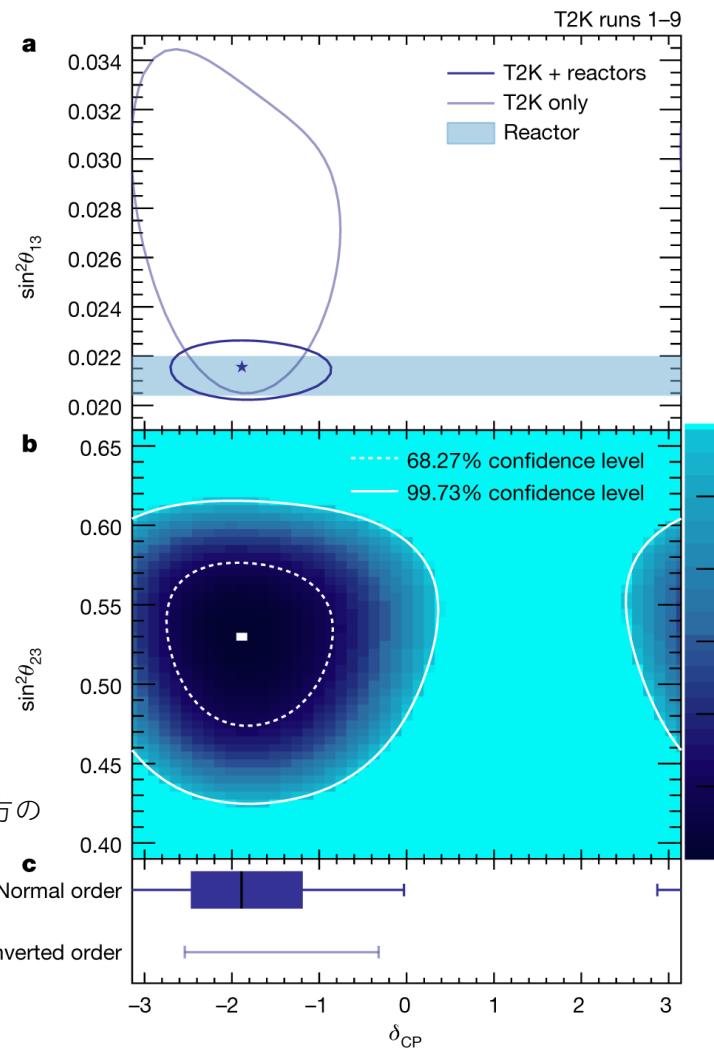
NINJA実験 (E71)

- 順調にデータ収集を完了し、エマレションの現像も完了した。
- 下流の測定器 (WAGASCI, BabyMIND) との連携解析を行っている。

HyperK

- 2019年度補正予算が認められて、正式にプロジェクトが始まった。
- ビームの大強度化、前置測定器の高度化をさらに推し進める。

- CP位相最大とconsistent
- 初めて 3σ で順階層・逆階層両方の場合にCP位相に制限をつけた。
- CPを破らない0, π は
- 95%では排除出来ていたが、
- 3σ では順質量階層の場合は
 π は排除できていない。
今後のデータに期待。





OUT THERE

Why the Big Bang Created Something Rather Than Nothing

How did matter gain the edge over antimatter? Maybe, just maybe, neutrinos.



猿橋賞に市川温子・京都大准教授
ニュートリノの性質解明に貢献



東京大学、KEK ハイパーカミオカンデ計画の推進に関する覚書を締結

2020年05月25日

#J-PARC

#トピックス

#素核研



山内正則機構長（左）と五神真総長(右)

東京大学
高エネルギー加速器研究機構
J-PARCセンター

東京大学と高エネルギー加速器研究機構(KEK)は、これまでハイパーカミオカンデ計画構想を具体化するための機関間の協力に関する覚書により、関係を強固なものにしてきました。このたび、本計画の本格着手に併せて、当該覚書を発展させ、両機関の協力体制を確実なものにするための組織を明確化するなど連携をより一層強化し、本計画の着実な推進を図ることを目的として、本年5月、ハイパーカミオカンデ計画の推進に関する覚書を締結しました。

ハイパーカミオカンデ計画は、日本をホスト国とする国際協力科学事業であり、スーパークミオカンデの8.4倍の有効体積を持つ水槽に超高感度光センサーを取り付けた超大型地下実験装置と、大強度陽子加速器J-PARCの大強度化を組み合わせることにより、宇宙の物質の起源と素粒子の統一理論の解明を目指すものです。本年2月には、ハイパーカミオカンデ計画の初年度予算35億円を含む令和元年度補正予算が成立し、ハイパーカミオカンデ計画が正式に開始されました。

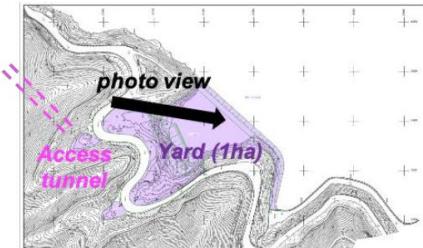
東京大学の五神真総長、KEKの山内正則機構長がこのほど締結した覚書では、両機関が連携・協力して本計画を推進するため、合同でハイパーカミオカンデ計画推進室などを置くことに加え、東京大学が岐阜県飛騨市にハイパーカミオカンデ検出器を建設、KEKがJ-PARC大強度陽子加速器とニュートリノビームラインの増強および前置検出器の整備を行い、両機関がそれぞれの運用に責任を持つことなどを挙げています。

覚書の締結は、新型コロナウイルス感染拡大を受けた緊急事態宣言の最中のため、両機関が一堂に会する形での締結式は行われず、両機関の代表がそれぞれ覚書に署名し、郵送で交換する方法が取られました。

ハイパーカミオカンデ計画の実験開始は令和9年を目指しており、国内外からの参加パートナーと協力し、宇宙の物質の起源や究極の物理法則といった根源的な謎に迫ります。

<https://www.kek.jp/ja/newsroom/2020/05/25/0903/>

HK建設状況



Photos by Asaoka-san
and Shiozawa



Jan. 29 (before start)



Apr. 4



Apr. 17



Apr. 30



May 7



May 12

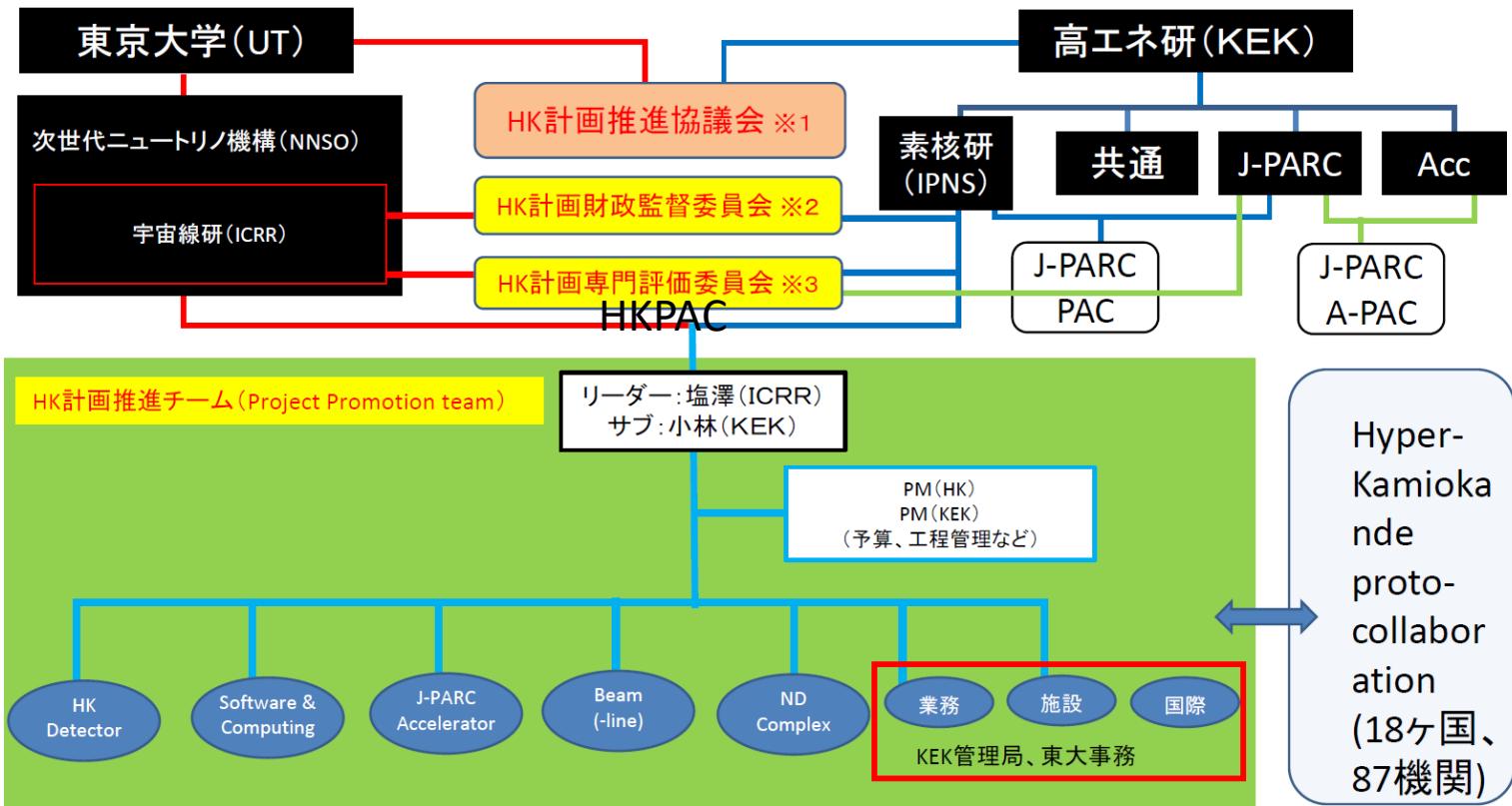


May 15



May 20

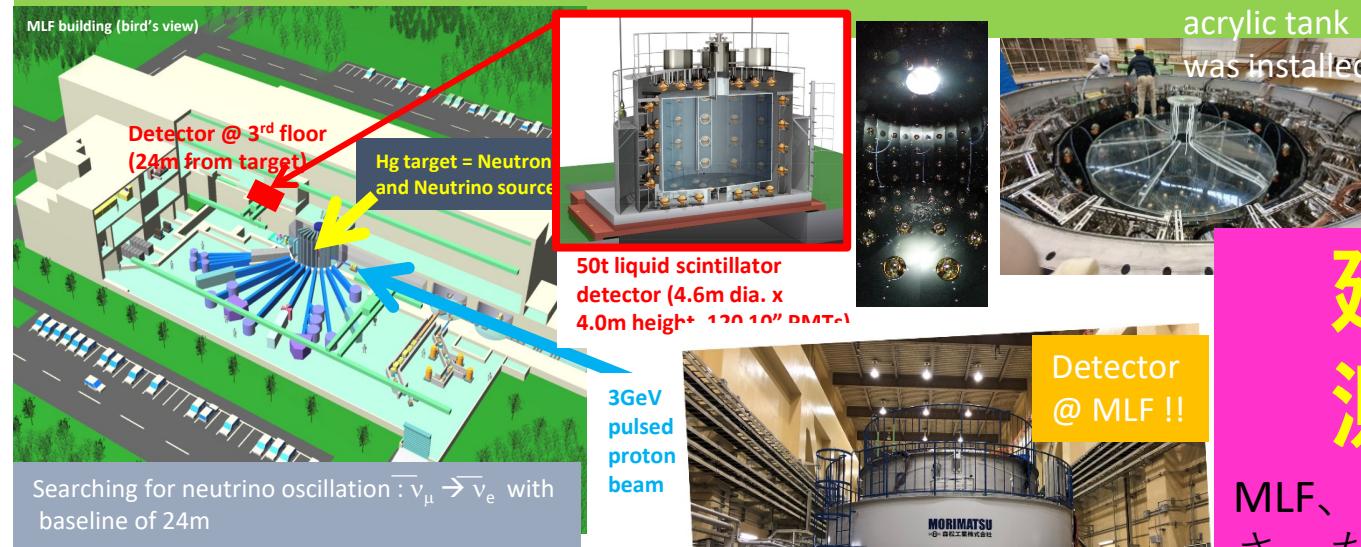
HK計画推進体制



NNSO = 宇宙線研、理学系研究科、
カブリIPMU、地震研で構成

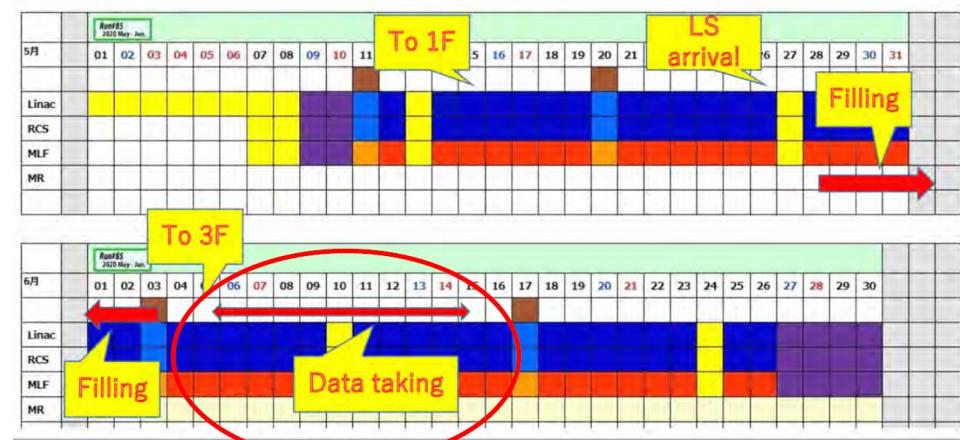
- ※1 HK計画推進協議会
HK計画の推進に必要な事項についての連絡協議
- ※2 HK計画財政監督委員会 (旧 HKFF(Hyper-Kamiokande Financial Forum))
参加国(財源機関等)による分担の指針の合意および資源の監視
- ※3 HK計画専門評価委員会
HK計画に関する物理学的成果及び研究推進計画等の検討、研究成果の評価

J-PARC E56 (JSNS²) ステライルニュートリノ探索実験



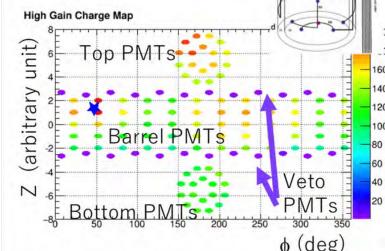
建設完了！ 測定開始！

MLF、安全をはじめご協力くださったすべての皆様に感謝いたします。



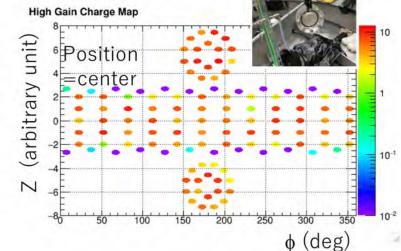
LED and ²⁵²Cf Runs

Fig. a: 12 blue-LED and 2 UV-LED are prepared



The detector is working.
Physics data can not be shown
because of the BLIND ANALYSIS.

Fig. b: Movable Cf source



Slides taken from Run Meeting on 6/12 by Sugaya-san (RCNP)

令和2年 6月 26日(金) 13:30-15:30
第35回 J-PARC利用者協議会

核変換ディビジョンからの報告

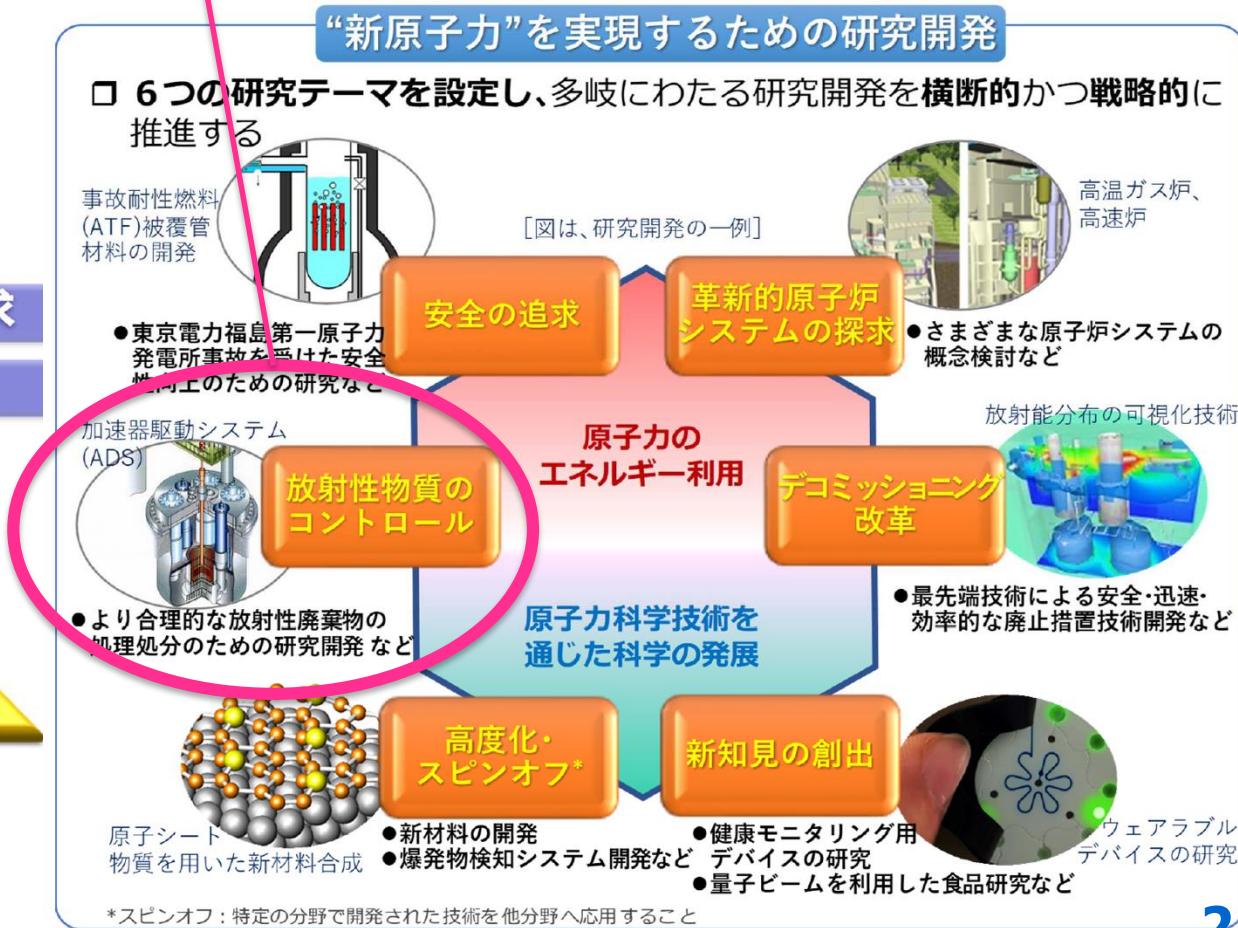
J-PARCセンター 核変換ディビジョン
前川 藤夫

わが国の政策目標(「エネルギー基本計画」、「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」、Society5.0、持続可能な開発目標(SDGs)を踏まえ、原子力機構が将来にわたって社会に貢献し続けるために、2050年にむけて、何をめざし、そのために何をすべきか、を取りまとめたもの

将来ビジョンの全体像

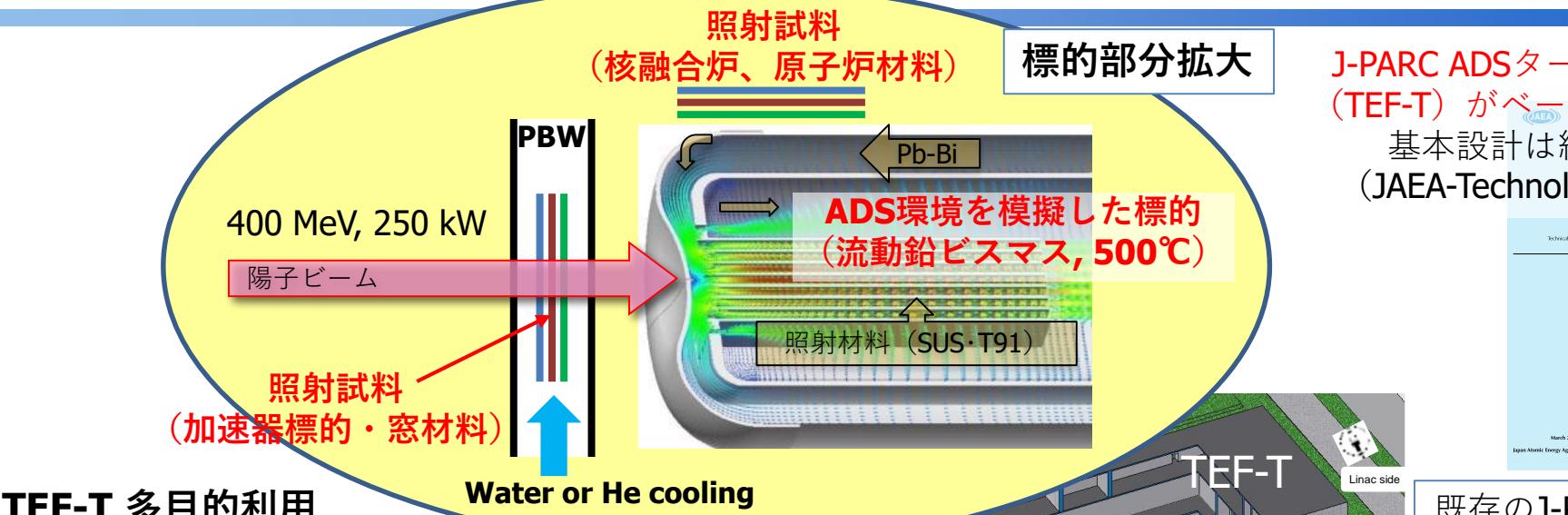


分離変換技術の開発は、6研究テーマのうちの1つ！



*スピノフ：特定の分野で開発された技術を他分野へ応用すること

陽子ビーム照射施設の検討状況



J-PARC ADSターゲット試験施設
(TEF-T) がベースラインの設計.
基本設計は終わっている
(JAEA-Technology 2017-003)



J-Technology

既存のJ-PARC Linacの
陽子ビーム利用
(400 MeV, 250 kW)

隣接する土地を有効利用し、
ホットラボ 及び
大強度加速器開発
のためのスペース確保

**大強度
加速器開発**

ホットラボ

PIE specimens

JAEAのホットラボ

- MLF
- HD
- NU
- ...

最近の R&D 成果

■ 遠隔操作によるターゲット容器交換技術開発

- 鉛ビスマスが高温（約500°C）によりフランジ接続が困難なため、ターゲット容器から伸びる2本の配管を遠隔操作により切断・溶接・溶接検査して交換を行う。
- モックアップ装置を製作し、基本動作を確認。



↑ モックアップ装置による切断・溶接工程検証試験

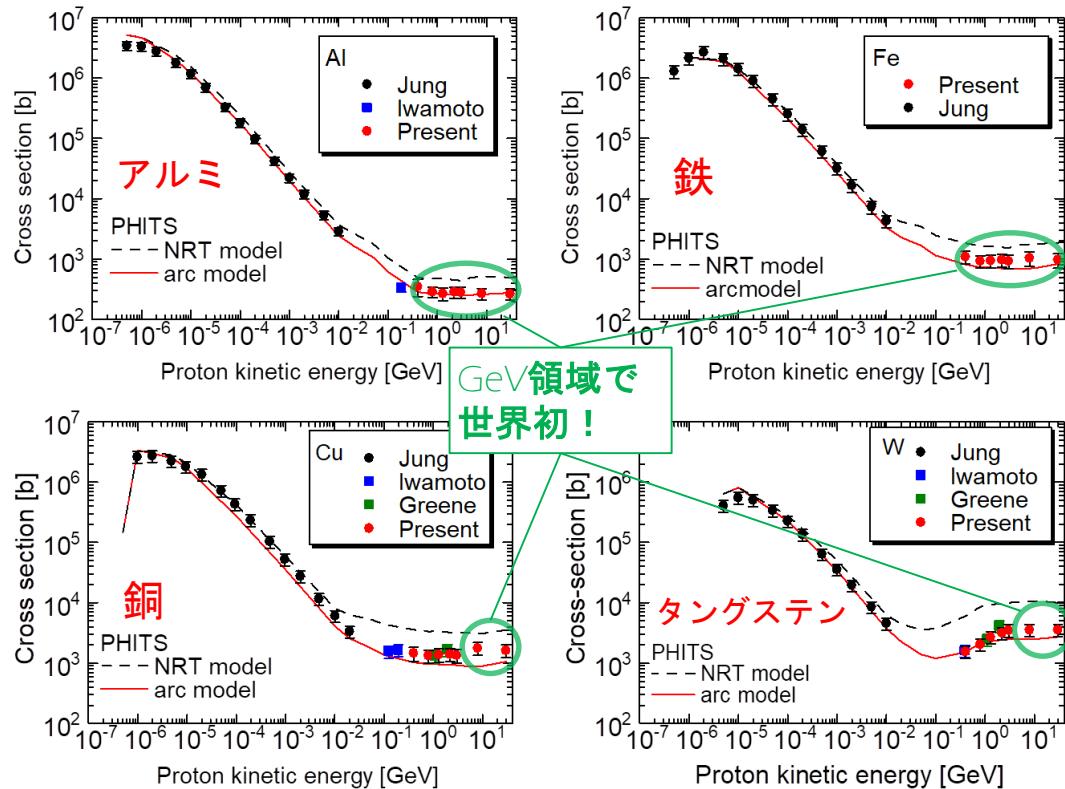


遠隔X線透過検査装置模擬体 →

■ GeVエネルギー領域における、材料の放射線損傷の指標を与える弾き出し断面積測定

- “J-PARCを用いた核変換システム（ADS）の構造材の弾き出し損傷断面積の測定”（MEXT 原子力システム研究開発事業 H27～R1年度、代表・明午伸一郎）

実験で得た弾き出し断面積と計算の比較



- 原子当たりの弾き出し(dpa)の計算には、非熱的再結合(arc)の考慮が必要なことを示した。

国際協力

- ベルギー MYRRHA 計画との協力が進む -



4/10-11
ADS 加速器に関する
情報交換会議@ベルギー

田村潤氏 (Linac専門家)
2020年1月から1年間、
留学でMYRRHA加速器
チームに合流
(ただし、COVID影響で3
ヶ月在宅勤務)



11/27
理事長 Dr. Eric van
Walle を含む SCK CEN
7名の代表団が
J-PARC訪問、今後の協
力強化について合意

11/5
三浦理事、MYRRHAセミナー@ベルギーで講演

SCK·CEN
STUDENCENTRUM VOOR KERNENERGIE
CENTRE D'ETUDE DE L'ENERGIE NUCLÉAIRE

MYRRHA

Seminar on MYRRHA
European Research Infrastructure for High Level Waste Management
of the Belgian Government on its realization at SCK-CEN, Mol (BE)

25 November 2019
Embassy of Belgium in Tokyo
5-4 Nibancho, Chiyoda-ku, Tokyo 102-0084

The international cooperation is of great importance, because we should overcome many technical challenges. For example, NI2050 launched by OECD/NEA is a good opportunity to discuss the collaborative study.

For example, our experience of commissioning and operation for 400MeV Linac and 1-MW mercury spallation Linac would be accelerated the R&D for P&T.

For example, our experience of commissioning and operation for 400MeV Linac and 1-MW mercury spallation Linac would be accelerated the R&D for P&T.

Yukitoshi Miura
EXECUTIVE DIRECTOR JAPAN ATOMIC ENERGY AGENCY

11/25
セミナー “The Belgian decision on MYRRHA”
@在日ベルギー大使館
参加



2/3-5
JAEA-SCK CEN研究協力
取決に基づく技術会合
@JAEA
テーマ：鉛ビスマス技術、核工学

- ベルギー MYRRHA計画
- ・ ベルギー原子力研究センター(SCK CEN)が中心となって開発を進める ADS による多目的照射炉。
 - ・ 加速器: 陽子Linac, 600 MeV, 2.4 ~ 4 mA (max. 2.4 MW)
 - ・ ターゲット: 鉛ビスマス共晶合金 (LBE)
 - ・ 炉心: 65 ~ 100 MW_{th}, MOX, k_{eff} = 0.95, LBE冷却

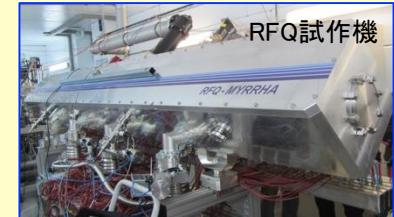
**2018年9月、ベルギー政府が558M€の支出を決定
(100MeVまでの加速器建設・運転費とR&D費)**

2019 2026 2027 2038

Phase-1 (100 MeV加速器+陽子ターゲット施設) (287 M€) 運転(156 M€)

Phase-2(加速器600 MeV増強), Phase-3(未臨界炉心)
のための設計とR&D (115 M€)

▲Phase-2+3 建設許可取得



研究会開催計画

主題： JAEAにおけるADSを中心とした分離変換研究

主旨： JAEAにおけるADSを中心とした分離変換研究の目標・現状・課題を、国内の分離変換関連研究者を対象に説明し、研究の活性化し、協力体制を構築する。

時期： 2020年春～夏（ただし、COVID影響により遅延）

時間： 13:00～最大17:00

場所： 東京

発表：（15分＋質疑10分） 目標・現状・課題に加え、現在外部と行っている共同研究
全体概要につづき、研究分野毎の各論紹介
全体討論（15分）

国内関連研究者：

大学： 北大、東北大、東工大、名古屋大、京大、阪大

研究機関： 電中研、理研、QST、KEK

メーカー： 三菱重工、東芝、日立、三菱電機

100人規模の会議場

計画No.44 物性物理学・一般物理学（大型
施設計画）MLF第2ターゲットス
テーション：中性子・ミュオン科
学の新たな展開

齊藤直人（J-PARCセンター）

二川正敏（J-PARCセンター）

金谷利治（J-PARCセンター）

J-PARC/MLF 第1ターゲットステーション(TS1)から (TS1+TS2)への発展

J-PARC 加速器



水銀中性子ターゲット 篇

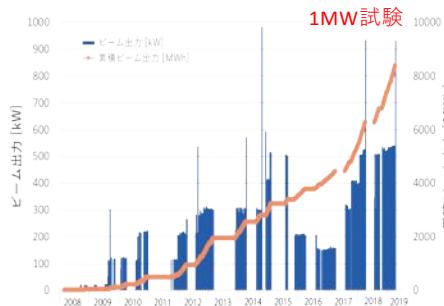


第1実験ホール(中性子)



強度の増大による新しいサイエンスの創出

ビームパワーの増大



論文数の増大(中性子+ミュオン)



更なる輝度・強度増大による新展開

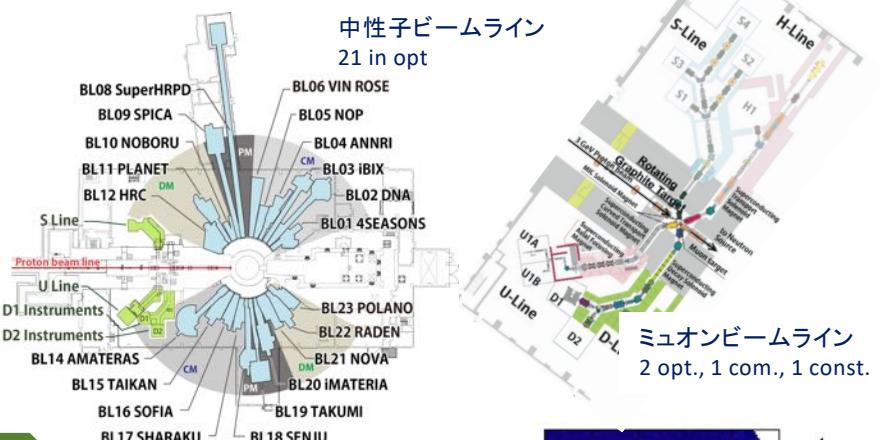
ユーザーの増大



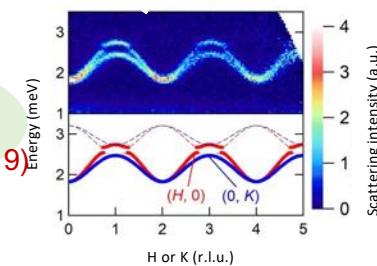
- TS1 ではできない新たなサイエンスの創出
 - 産業利用も含めた裾野の拡大
 - 国際競争の激化

TS2 ↗

中性子・ミュオンの高輝度化・大強度化
→微小試料や表面界面の測定が可能となる



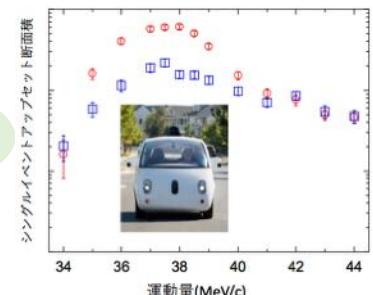
固体物理
トポロジカル物質の探索
Nature Comm., 10, 2096 (2019)



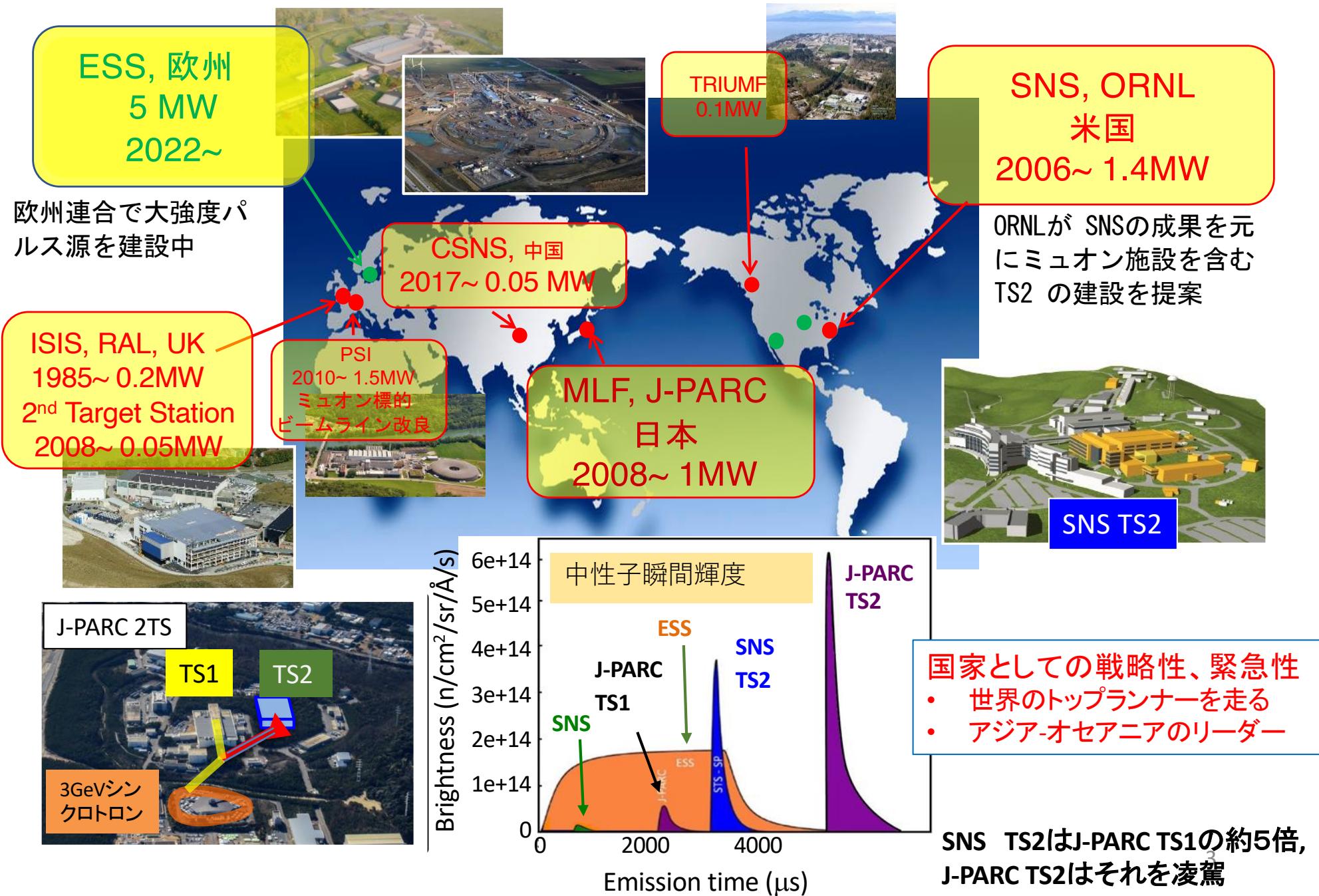
エネルギー、電池
新たな固体冷媒の開発
Nature, 567, 506 (2019)



産業利用 ミュオンによるソフトエラー研究 国際シンポ RADECS. 2017



世界の情勢：世界の大強度パルス中性子・ミュオン源



これまでの検討経緯

科学者コミュニティの合意・連携

マスタープラン2017

「中心メンバーによる企画段階」として提出
ヒアリングまで進んだが、「重点計画」に選
ばれなかった。

マスタープラン2020

中性子学会, 中間子学会の全面的協力

学会でのサイエンス検討WGの開催

施設での毎月の技術的検討会の開催

進捗報告と全体討議：MLF将来計画検討開催

(MLFと2学会共催で4回開催)

1回：2017年9月、東大駒場。2回：2018年3月、茨城県民文化センター。
3回：2018年9月、京大宇治。4回：2018年12月、茨城県民文化センター

物理学会拡大物性委員会

大型計画検討会（3回）での合意

1回：2018年9月、阪大。2回：2018年12月、東大。3回：2019年2月、学術会議（日本学術会議公開シンポジウム）

TS2に関するサイエンス提案と技術検討

概念設計書（CDR, 113頁）の作成と公開

<http://j-parc.jp/researcher/MatLife/ja/publication/files/TS2CDR.pdf>

J-PARC物質・生命科学実験施設

第2ターゲットステーション

概念設計書

(2019年3月22日)

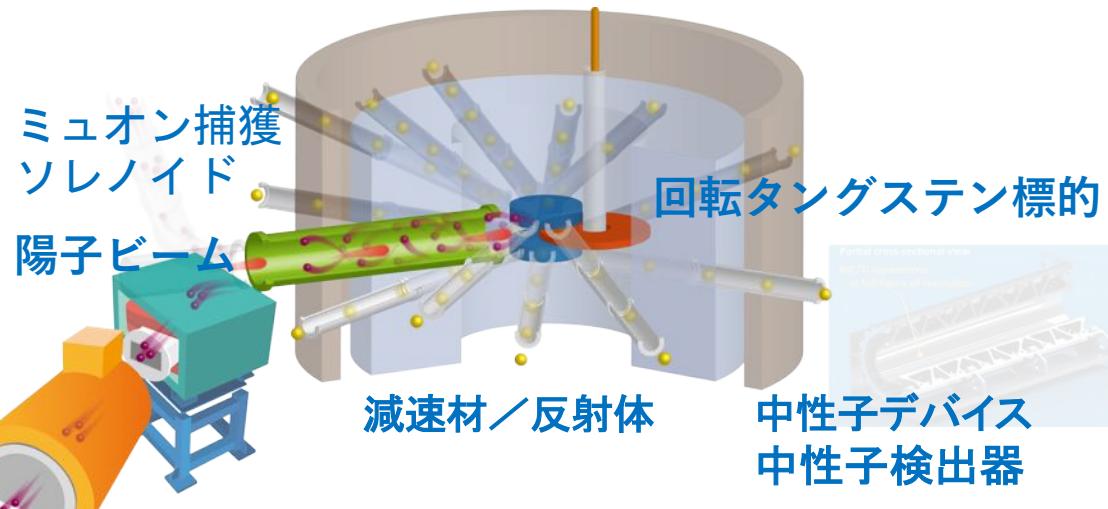
第1.1版

CDR の作成



新たな概念による TS2 中性子・ミュオン標的

中性子・ミュオン標的を一体化



中性子: 標的: 10 倍 × デバイス 2 倍 → **20 倍**の輝度向上

ミュオン: 標的: 10 倍 × 捕獲ソレノイド 5 ~ 10 倍
→ **50 ~ 100 倍**の強度

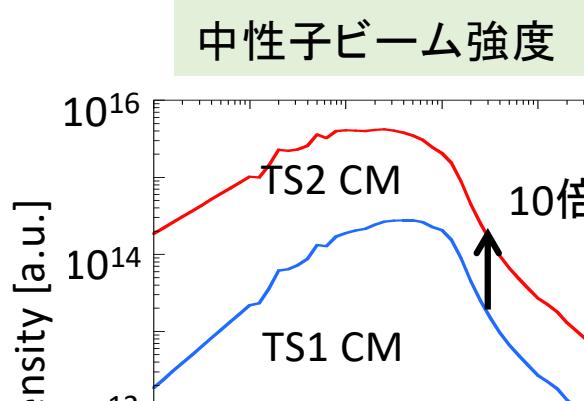
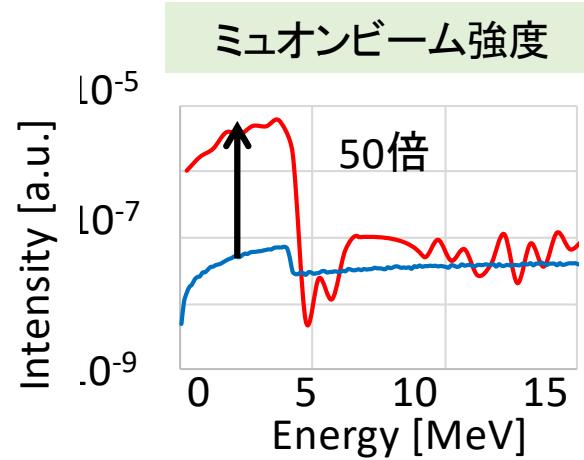
加速器のアップグレード

加速器強度を 1 MW → 1.5 MW (TS1:1MW, TS2: 0.5MW)

繰り返し周期 25 Hz → 25 Hz (TS1:17Hz, **TS2: 8Hz**) **長波長の効率的利用**

		1 MW出力	1.5 MW出力
ピーク電流	[mA]	50	62.5
パルス幅	[ms]	500	600
繰返し	[Hz]	25	25
平均電流値	[mA]	333.3	500
リニアック最大エネルギー	[MeV]	400	400
RCS最大エネルギー	[GeV]	3	3

中性子・ミュオン強度計算

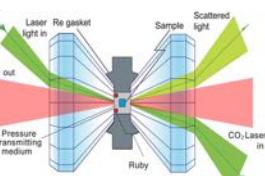
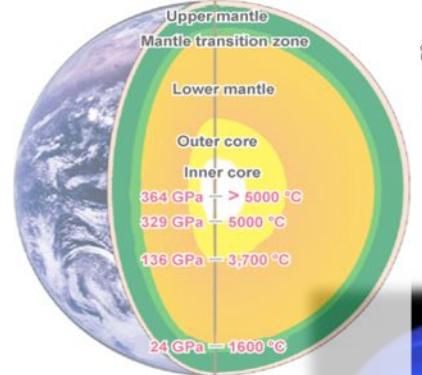


TS2でのトップサイエンスの例(1)

中性子長波長・高輝度、ミュオン高強度 → マイクロビーム、スローダイナミクス

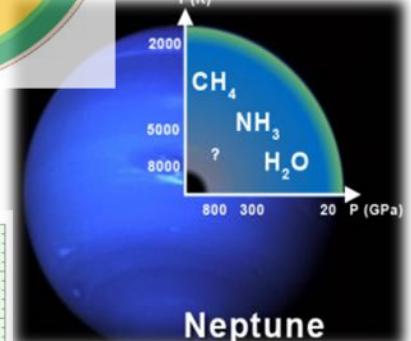
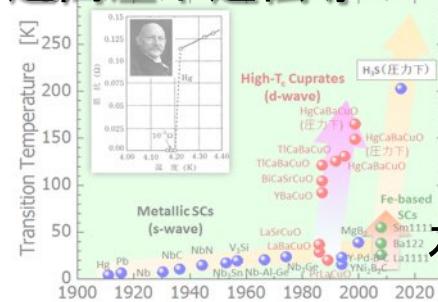
極端条件(高圧科学、強磁場)

地球中心核、巨大氷惑星

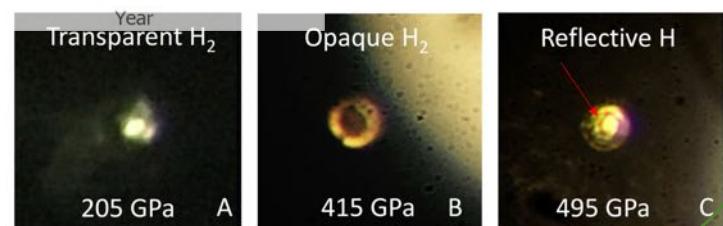


ダイアモンド
アンビルセル

水素化硫黄の
超高圧下超伝導



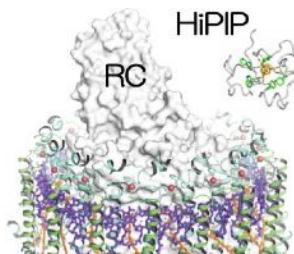
水素の高压下金属化



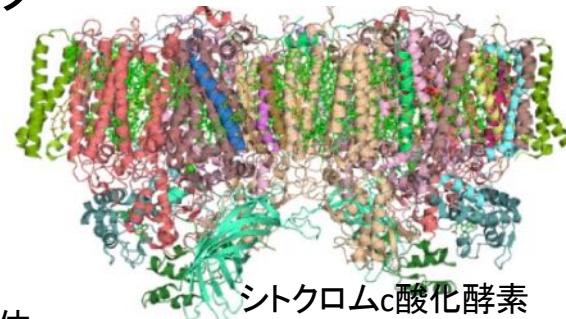
生命科学

微小蛋白結晶測定可

光合成関連タンパク プロトン輸送タンパク

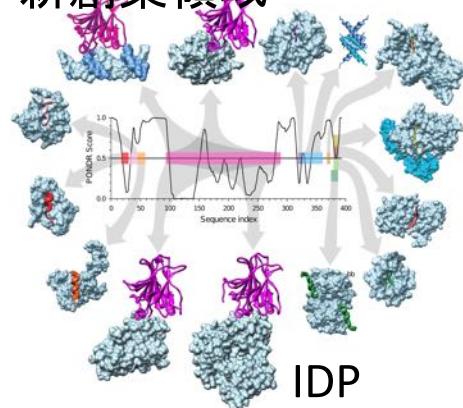


光合成細菌LH1-RC複合体
& HiPIP

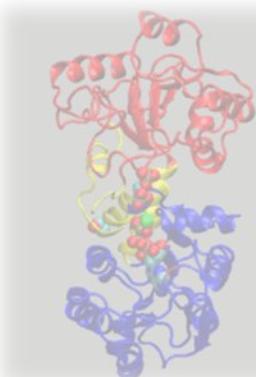


シトクロムc酸化酵素

新創薬領域へ



創薬標的タンパク
ヒト由来タンパクをターゲットとした
創薬。ガン抑制メカニズムに迫る



タンパクの
スローダイナミクス

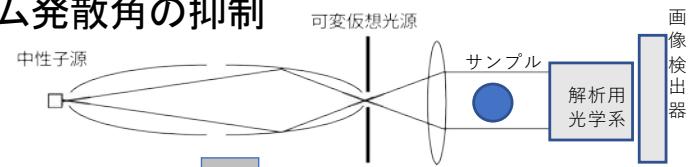
TS2でのトップサイエンスの例(2)

中性子長波長・高輝度、ミュオン高強度（偏極技術、平行化技術、検出器技術）

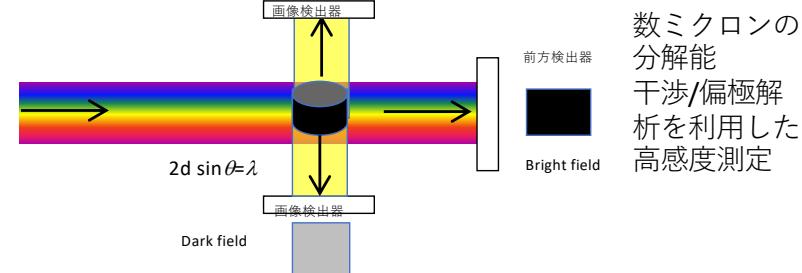
実空間サイエンス(不均一系、実在系) → 産業利用
イメージング、ホログラム、中性子顕微鏡、ミュオン顕微鏡

イメージング技術

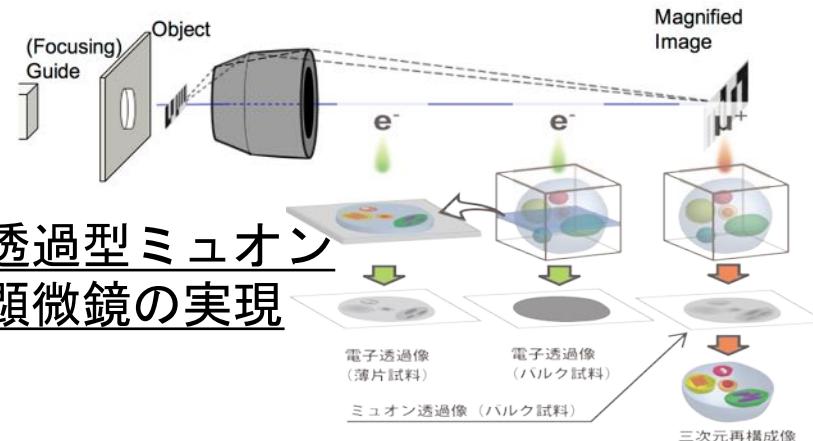
ビーム発散角の抑制



平行ビーム : Diffractionを利用



中性子顕微鏡の実現（結像光学系の活用）

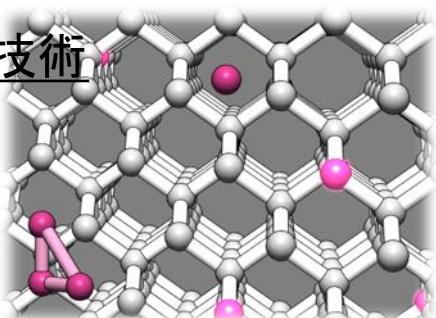


透過型ミュオン顕微鏡の実現

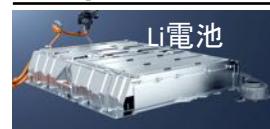
ホログラフィー技術



1%以下活性サイト観察



産業応用への展開



Li電池



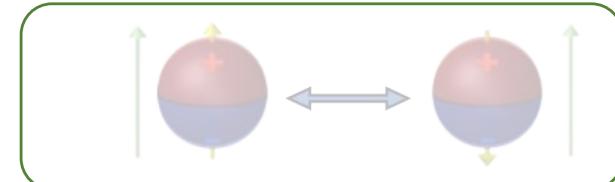
PCU



モーター

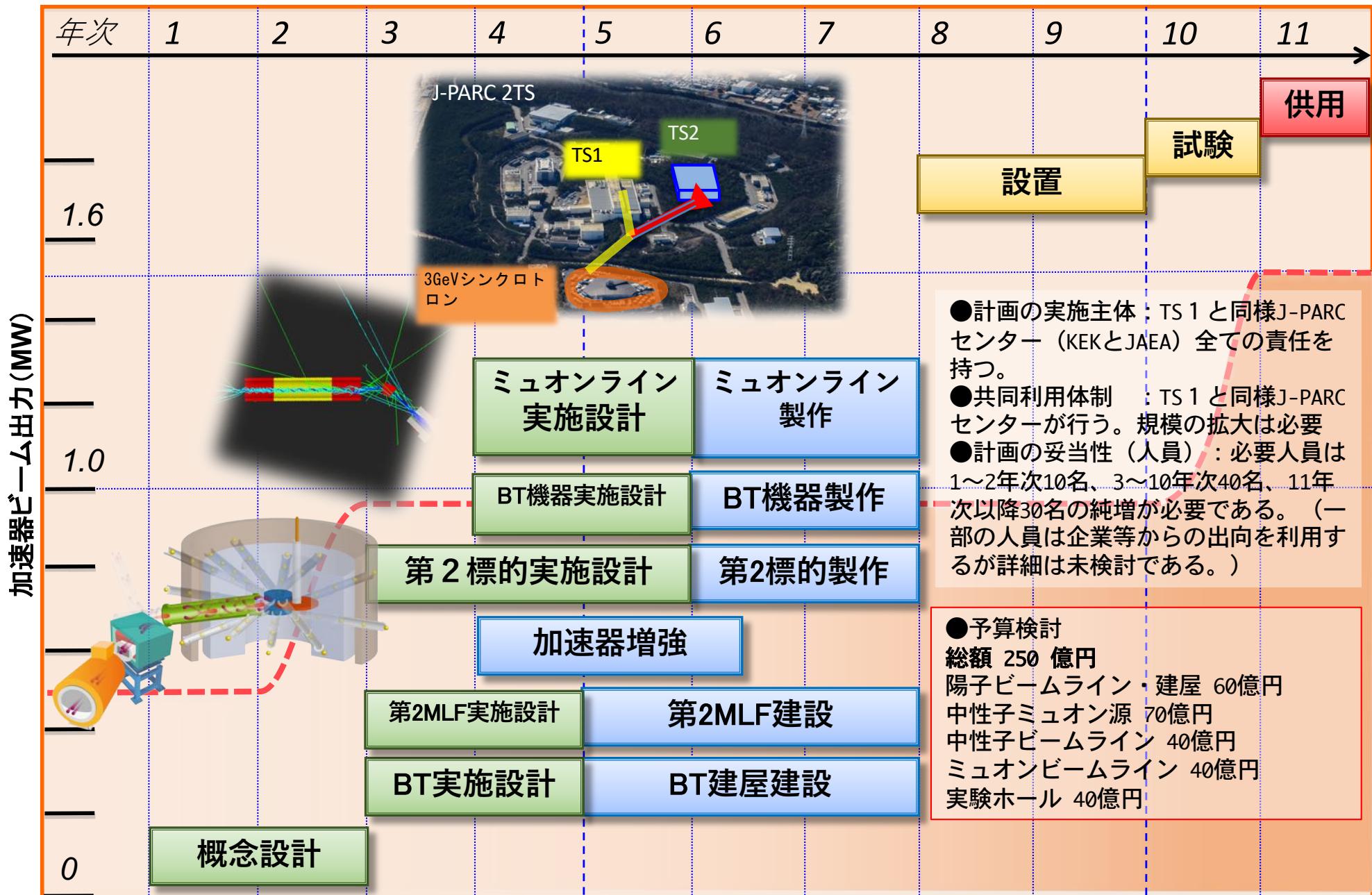
<http://www.toyota.co.jp>

基礎科学
中性子EDM
ミュオン精密測定



社会への貢献：エネルギー問題、低炭素社会、疾病の克服など、社会の最重要問題解決

MLF TS2の年次計画と実施計画



学術研究の大型プロジェクトの推進 に関する基本構想ロードマップ2020

1. 計画の学術的意義
2. 研究者コミュニティの合意
3. 計画の実施主体
4. 共同利用体制
5. 計画の妥当性

1. 計画の学術的意義

- ・新たなコンセプトによる中性子・ミュオン源を建設して中性子・ミュオンの輝度の大幅な増大（中性子20倍、ミュオン50倍～100倍）を達成可能。
- ・「トップサイエンスの実現」と「裾野の拡大」の両面で学術および産業に貢献する。
- ・J-PARCの中性子・ミュオンの国際的な優位性の確保
- ・マスター・プラン申請時からの変更点
 - ・無し

2. 研究者コミュニティの合意

- ・中性子科学会および中間子科学会の全面的な協力のもとTS2に関するサイエンス提案と技術検討からなる概念設計書（CDR）を作成し公開した。
 - ・2回にわたる物理学会拡大物性委員会での報告と議論を行い物理物性分野の合意を得ている。
-
- ・マスタープラン申請時からの変更点
 - ・「中性子施設ネットワーク」などの計画とのシナジーを高めるべく、MLF、中性子科学会、中間子科学会が主体となって検討を続けている。

3. 計画の実施主体

- J-PARCセンター（高エネルギー加速器研究機構及び日本原子力研究開発機構）が建設から利用に至る全ての責任を持つ。
- マスタープラン申請時からの変更点
 - 無し

4. 共同利用体制

- MLFにおいては、現在J-PARCセンターがKEKの大 学共同利用とJAEAの共用法利用を統合して共同 利用を実施しており、 TS2実現以降も実行可能。
 - 申請課題やユーザー数の倍化が予想されること から人材と予算の増は必須。
-
- マスタープラン申請時からの変更点
 - 無し
 - (MLF内部でTS1の人員配置や予算を含めた再検討 を並行して進めている)

5. 計画の妥当性

- 予算および人員計画の策定、学術および産業に貢献については、TS1の実績をもとに実現可能な計画を策定
- マスタープラン申請時からの変更点
 - 無し
 - (MLF内部でTS1の高度化計画の再検討も並行して進めている)

計画No. 057 物理学分野（大型施設設計画）

計画名

大強度陽子ビームで究める

宇宙と物質の起源と進化

報告者

齊藤 直人(高エネルギー加速器研究機構／J-PARCセンター)

随行者

山内 正則(高エネルギー加速器研究機構)

永江 知文(京都大学大学院理学研究科)

大強度陽子加速器研究施設 Japan Proton Accelerator Research Complex



J-PARCとは、KEKとJAEAが茨城県東海村において共同建設および運営する、加速器研究施設。2008年から運転を開始し、全施設ユーザー利用開始から10周年を迎え、設計値達成を見込める状況が整った。安定運転とともに、徐々にユーザー数は増加し、年間延べ3.5万人日に達する。学術研究から産業利用まで、広く成果創出し、論文発表は年100本以上、プレス発表は年10本以上行っている。

更なる大強度化と施設高度化で新たなフェーズに入る

茨城県 東海村にあるJ-PARCの俯瞰図



主な研究成果

国際・产学・大学連携

ニュートリノ振動実験T2Kの成果

* J-PARCでミュー型ニュートリノを大量に
神岡のSuper Kamiokande 検出器に送
り、電子型への変換を、世界に先駆け
て発見(2013)。

* 同様に反ニュートリノを作り出し、違
いを探索。CP非保存のヒントを掴み、
更なる大発見の礎を確立(2017)。

* 総引用数 5,544; 3本の500+ 論文。



熾烈な国際競争

T2K実験は、米国フェルミ研のNOvA実験と
熾烈な国際競争を繰り広げている。
T2Kが持つ優位性を、大強度化と運転時
間増で、保持し続ける必要がある。

世界から約500人が集う国際協力実験



T2K



BREAKTHROUGH
PRIZE



H24年度仁科賞
小林・中家教授

物質科学の成果

産業界との連携による成果と社会還元

高機能タイヤ素材の開発



全固体電池の開発



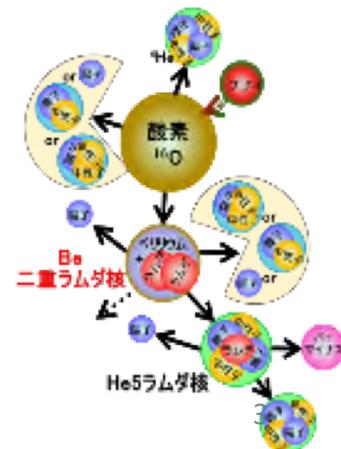
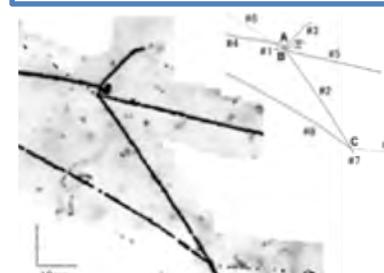
(東工大)菅野教授



トヨタ自動車

ハドロンの成果

- * 超原子核の新型を発見。
- * 超原子核における荷電対称性の破れを発見。
- * 小林・益川理論を超える
CP非保存過程に制限。



本計画の概要

施設運転時間の提供

これまでの成果に立脚し、世界から集まる研究者と
新たな成果を加速度的に創出する。
世界に伍していく施設として更に飛躍するために、
必要な施設運転時間を提供する。

主リング(MR)の電源更新完了する2022年度まで、
年間6ヶ月の運転を行う。
2023年度から、年間9ヶ月の運転を行う。



実験施設の高度化

継続して研究の世界的優位性を保持するために、
実験施設の高度化し
世界一の実験装置群を実現する。

主リングの大強度化(1.3 MW 180%出力)
高安定化(100万分1以下の一定な磁場出力)
ハドロン実験施設の拡張
ミューオン素粒子実験の拡張と高度化

宇宙と物質の起源と進化を究める

- * 新物理法則の最高感度での探索
- * 中性子星=極限高密度状態の理解
- * 時間空間的に細分化した物質や生命の機能の理解

主リングの大強度化と高安定化



ハドロン実験施設の拡張



ミューオン超精密実験の高度化



ii. 科学者コミュニティの合意

* 核物理委員会(☆)
* 高エネルギー物理学研究者会議
* 中性子科学会
* 中間子科学会
の強いサポートを得ている。
(☆)核物理委員会の提案中、最重要項目

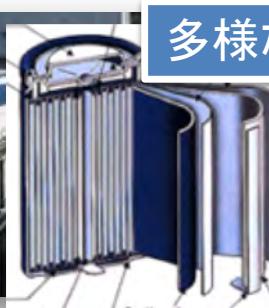
iii. 実施主体の明確性

本計画の実施主体は、KEKである。
大学の連携協力があり、特に大阪大学は、部局を超えて協力することで合意がある。
(J-PARCは、KEKとJAEAの共同運営である。)

i. 計画の学術的意義

多様な物性と生命の進化

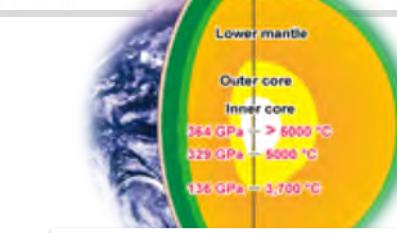
大強度ビームの特徴を活かした多目的施設で、分野横断的協力により、宇宙と物質の起源と進化を究める世界的拠点を形成する。



物質・生命の謎： 創発性

超電導、磁性など多様な物性の発現
地球・生命の起源と進化
エネルギー材料、新材料の発見

MLFの中性子やミュオンを用いた測定を時間空間的に細分化し、酸化物高温超伝導メカニズムや生体関連物質の機能の解明を加速する。KEKつくばの放射光や陽電子の施設とあわせた多面的な実験により物質や生命の機能の総合的理解に発展させる。



地球誕生と進化

物質生成の謎： 強い力

クオークから陽子・中性子ができる、
* 重合反応で軽い原子核の生成
* 星の中で、鉄程度まで
* 超新星爆発などで、さらに重い原子核

ハドロン実験施設の拡張により、新実験が可能になる。地球上に存在する多種の原子核が作られた場として近年注目されているのが連星中性子星の合体である。その理解には、“一般化された核力”を理解する必要がある。



中性子星 or ブラックホール

消えた反物質の謎： CP非保存

小林益川理論を超えるCP非保存・荷電レプトンミュオンの役割

CP非保存を含む多くの謎の解明には、標準模型を超える新物理法則の存在が必須である。LHCの高エネルギー実験での新粒子の探索とともに、J-PARCでの多様な実験対象と手段で精密測定を行って、標準模型からの“ずれ”を見出すことが喫緊の課題となっている。



物質 vs “反物質”

世界のコミュニティと磨き上げた計画

iv. 計画の妥当性

- * 実験計画は、PAC, IACなど、国際的な専門家によるレビューでの議論を通してより磨き上げた計画になっている。
- * 文科省の中間評価(5年ごと)で、1.3 MW 実現を筆頭に、運転時間の確保、施設の高度化が重要との評価を受けている。
- * 運転経費(6ヶ月80億円)は、文科省大規模学術フロンティア促進事業・中間評価でも妥当とされた金額である。

PAC = 実験課題審査委員会

Program Advisory Committee

IAC=国際諮問委員会

J-PARC International Advisory Committee

IAC 委員長からのサポートレター



重要な実験計画は国際レビュー委員会でも議論検討。



500ページに及ぶ実験技術設計書のエッセンスを24ページにまとめて論文化し出版。

この提案には適切な運転時間と施設の高度化が盛り込まれており、この提案でJ-PARCは世界中の研究者たちが選択する施設となる。



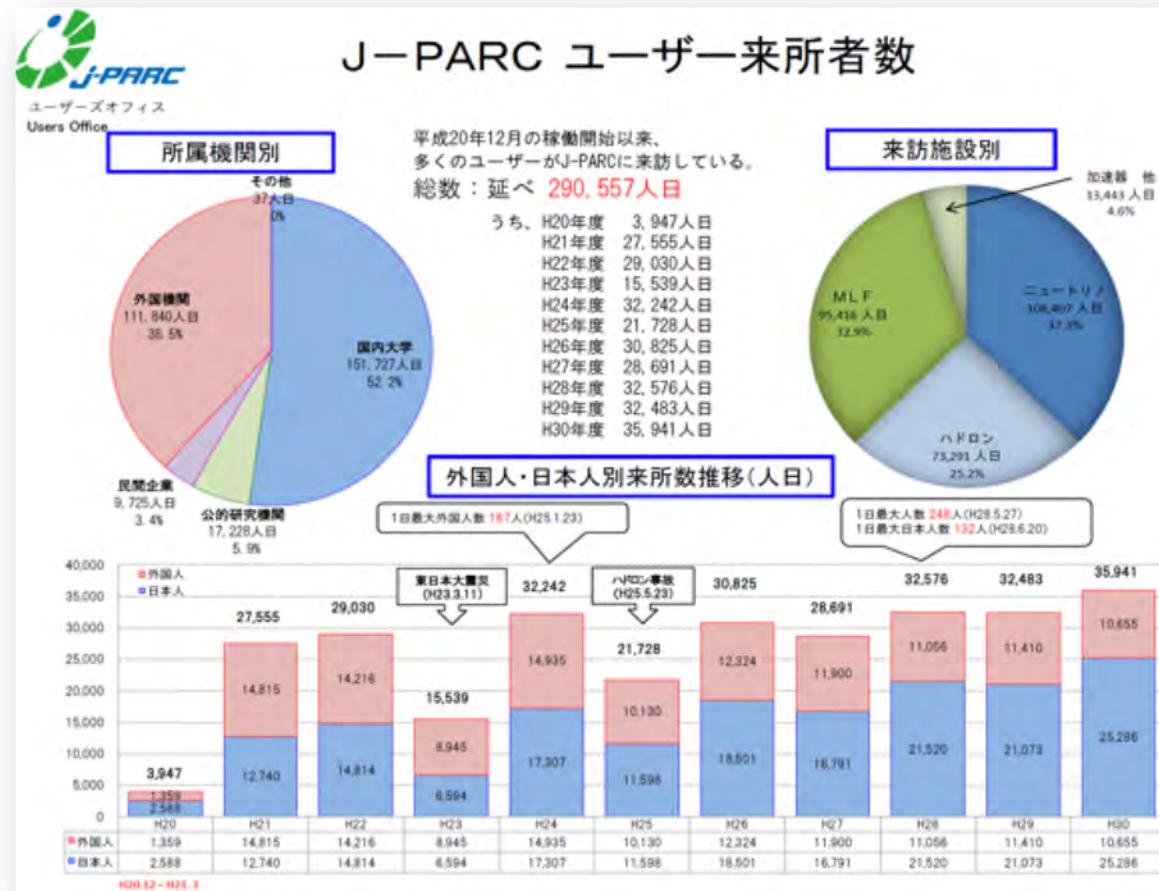
世界の研究所の経験あるリーダーを集めたIAC⁶

vii. 成熟度

- * 10年にわたって積み上げた成果を基盤に提案する計画である。
- * 「実験施設の高度化」は、マスタープラン2014, 2017と重要項目に選出。
- * 難易度の高い重要実験は、実験技術設計書を作成し、国際的なレビュー委員会を開催して、更に磨き上げた計画としている。
- * 国際コミュニティとともに実験施設の拡張計画をWhite Paperとしてまとめて世界に公表し、フィードバックを得ている。

v. 共同利用体制の充実度

- * 素粒子原子核実験課題、物質生命科学実験課題、ともに年2回、国際的な専門家の審査に基づいて、採否を決め、ビームタイムを配分するシステムが確立。
- * ユーザーは、最近の安定運転を受けて、増える傾向(年間3.5万人日)。
- * 約3分の1は、海外のユーザー。
- * 各コミュニティの代表者から成る利用者懇談会を通して、ユーザーの要望に丁寧に対応。
- * ユーザーオフィスと宿泊施設を運営して、ユーザーの利便性に貢献。



vi. 社会的価値

- * 宇宙の歴史や物質の起源と進化に対する理解は、
 - 人類の知的資産として社会的・文化的意義を持ち、
 - 国家・社会の発展の基盤・原動力となる。
- * 大学の分室設置で、より強固な大学との連携を実現。
- * 国際スクールを開催し人材育成・交流。
- * 国際的頭脳循環のハブとなり、国際社会の信頼と尊敬を獲得。
- * 科学水準と社会の活力の向上させる。
- * 産業界との強い連携でイノベーションにも貢献。
- * SDG's にも、大きく貢献。

国民の理解のために

ノーベル賞受賞者による一般向け講演会
プレス発表
出版などを積極的に行っている。



中性子・ミュオンスクール
講義と実験演習

大阪大学J-PARC分室



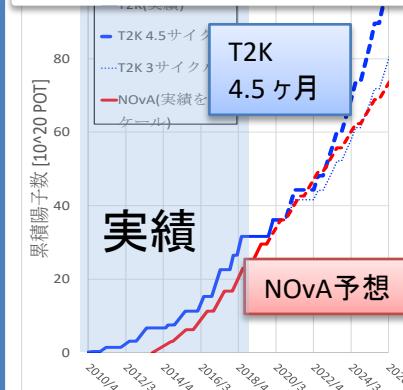
ESSとの協力
建設中の欧州中性子施設ESSにJ-PARCで培われた技術を活かし、研究交流を促進



viii. 我が国としての戦略性、緊急性

- * 大強度ビームの特徴を活かした多目的施設で、分野横断的協力による世界的拠点を形成。
 - 素粒子・原子核・物質・生命科学、原子力工学
- * 他の国家的研究プロジェクトとの協奏効果。
 - スーパーコンピューターによる理論計算
格子QCD計算による核力解明、天体数値シミュレーション、物性第一原理計算など
 - KEK-PF / Spring-8 と合わせたマルチプローブ物質科学
 - KAGRA による重力波天文学と中性子星
- * 国際協力と国際競争。
 - 先進性を保つことで熾烈な国際競争を勝ち抜き、さらなる国際協力を呼び込む

T2K実験と米国NOvA 実験の熾烈な競争



J-PARC/住友ゴム フェローシップの創設

先端施設のフロンティアを熟知する企業人の人材育成



- i. 計画の学術的意義＝宇宙と物質の起源と進化を究める
 - 新物理法則を最高感度で探索、代表として 標準模型を超えるCP非保存 の探索
 - 中性子星＝極限高密度状態の理解
 - 時間空間的に細分化した物質や生命の機能の理解
- ii. 科学者コミュニティの合意
 - 核物理委員会、高エネルギー研究者会議、中性子科学会、中間子科学会が強く支持
- iii. 計画の実施主体の明確性
 - 高エネルギー加速器研究機構が実施。大阪大学も部局を超えて協力。
- iv. 計画の妥当性
 - 国際的な専門家によるレビューを通して磨き上げた計画
 - 文科省の評価でも重要、妥当とされた項目で構築
- v. 共同利用体制の充実度
 - 課題審査・採択、施設の運転管理、ユーザーサポート、国外研究者への対応の実績がある。
- vi. 社会的価値
 - 人類共通の知的資産
 - 多目的施設として多分野発展の重要な基盤・原動力
 - 国際的頭脳循環のハブ、国際社会の信頼と尊敬
 - 科学水準と社会の活力の向上、一般向け講演会、施設公開、メディアを通して国民の理解を増進
- vii. 成熟度
 - 10年の成果に立脚した計画で、国際的な専門家によるレビューを通して磨き上げた
 - 「実験施設の高度化」は、マスター・プラン2014, 2017と重要項目に選出
- viii. 我が国としての戦略性、緊急性
 - 大強度ビームの特徴を生かした多目的施設で、分野横断的協力による世界的拠点を形成
 - 素粒子物理、原子核物理、物質科学、生命科学、原子力
 - 他の国家的研究プロジェクトとの協奏効果
 - スーパーコンピュータによる理論計算
 - 格子QCD計算による核力解明、天体数値シミュレーション、物性第一原理計算など
 - Spring-8/KEK-PFと合わせたマルチプローブ物質科学
 - KAGRAによる重力波天文学(中性子星の状態方程式)
 - 国際協力と国際競争
 - 大強度ビーム実験施設の先進性を保つことで、さらなる国際協力を呼び込める

分野	計画No.	学術領域番号	施設/研究の別	マスター プラン 2017の重 畠大型研究実験	計画タイトル	計画の概要	学術的な意義	社会的価値	年次計画	所要経費(億円)	実施機関と 実施体制
物理学	11	23-1	施設	強磁場コラボラトリー統合された次世代全日本強磁場施設の形成(High Magnetic Field Collaboratory-Formation of Unified Next Generation All Japan Facility)	物質・材料科学研究の中核を担う強磁場科学研究施設を、世界トップの次世代施設へと発展させるべく、2019年3月締結の強磁場3拠点の連携協定を基盤として、統合的研究機構(強磁場コラボラトリー)を構築する。	強磁場は物質・材料科学に必須の環境であり、極限の環境下の物質の状態の探求を通して、多彩な現象の発見と物質観の革新に加え多様な学際的研究の発展に寄与しており、学术的に大きな可能性と意義をもつ分野である。	強磁場利用研究は、超伝導材料や磁性材料の開発を中心とし、エネルギー、環境、医療分野において大きな社会貢献をなし、強磁場を利用して開発された材料研究の成果が広く社会に還元され、社会的価値は極めて高い。	R1-R4:新設備建及び順次部分運用開始期間 R5-R11:本格運用	総額37 33T無冷媒超伝導磁石16、準常磁場電源10、非破壊バルス電場電源9、可換型共有強磁場装置1、施設運営費1	東京大学物性研究所、東北大 学金属材料研究所、大阪大学 大学院理学研究科の3機関が、2019年3月締結の強磁場コラボラトリー運営に關わる協定書に基づき、関連機関と連携して実施。	
	12	23-2	施設	KEKスーパーBファクトリ計画(Super B-Factory Project at KEK)	学術大型研究計画として支援を受け、2018年よりビーム衝突運転を開始したスーパーKEK加速器とベル2測定器を用いた国際連携事業を推進し、素粒子物理学・ハドロン物理学分野における研究成果を上げる。	素粒子標準理論を内包する新しい物理理論を同定する、あるいは候補・パラメータ空間を較り込むことで、素粒子物理学の次の方向性を決定する。また、新複合粒子を研究し、ハドロン構成機序を解き明かす。	基礎科学を推進することで、広く国民と知的価値を共有する。また、計画遂行のために必要とされる、高度な装置・機器の開発・製造を通じて、企業の技術力を底上げし、社会へ産業的価値を還元する。	H31-R9: 年間平均8か月の本格物理運転。 残りの4か月の運転停止期間に、装置の保守・改良、増強を行う。	総額768 運営費: 年間80×9年間=720 (年額内訳) 装置の維持、保守、改良、26 施設維持、放射線安全、計算機使用料等10 光熱費等 44 装置建設費:48	加速器はKEKが一元的に責任を持つ。ベル2に参加する115機関の国際組織を運営し、諸機関委員会の助言を得ながら計画を推進する。加速器・測定器間も、様々な層で情報共有し意思統一を図る。	
	13	23-2	施設	○ 大強度陽子ビームで究める宇宙と物質の起源と進化 (Quest for the origin and evolution of universe and matter with high-intensity proton beams)	J-PARC大強度陽子ビームで多彩な二次粒子を生成し、基礎研究から新産業創出につながる応用研究に至るまで幅広い分野の実験を行う。年間9ヶ月の運転を実施し、宇宙と物質の起源と進化の解明を目指す。	新しい物理法則の最高感度での探索、中性子星の内部のような極限高密度状態での物質の性質の解明、物質や生命の機能の総合的理解、イノベーション創出や産業競争力強化への貢献などを行うことができる。	宇宙の歴史や物質の成り立ちに対する理解は、人類が共にする新たな英知の創造として社会的・文化的意義を持ち、國家・社会の発展の基盤・原動力となる。人材の育成、国際社会で信頼と尊敬を得ることにも資する。	H25-R4: 現行の運用 R5: 期末評価 R5-R15以降: 運用の継続、並行して実験施設の電気代、施設・機器のメンテナンスのための維持費、性能向上費などを含む。	総額は高度度建設費406、年間運営費R4まで80、R5から100、高度化後は118。運営費は施設運転のための電気代、施設・機器のメンテナンスのための維持費、性能向上費などを含む。	KEKの各部署でJ-PARC施設を運用するグループが連携して運用と研究開発を行う。分室を設置している大学が連携協力を強めており、特に大阪大学は部局を超えて協力を取り組む。	
	14	23-3	施設	宇宙と生命の起源を探求する大型ミリ波サブミリ波望遠鏡アルマ2計画(Atacama Large Millimeter/submillimeter Array 2 (ALMA2) in Search of Our Cosmic Origins)	日米欧共同で南米チリのアタカマ高地に設置したアルマ望遠鏡の機能を段階に向上させ、比類なき電波観測性能を国際学術コミュニティに供し、惑星の誕生の現場そして生命素材を含む宇宙での物質の進化の解明に迫る。	多数の原始惑星系円盤で地球型惑星形成領域の構造から惑星系の多様性の全貌を明らかにし、惑星誕生現場で生命素材物質の進化をとらえ、宇宙初期に重元素の存在を探ることで、宇宙における私たちのルーツに迫る。	宇宙における私たちのルーツを探る本計画は、人類普遍の真の知的財産を生み出す。革新的センシングやビッグデータ処理技術開発を通してSociety 5.0の課題解決に貢献し、国際協力でSDGs達成に貢献する。	R5-R16: アルマ望遠鏡の機能更新を段階的に行い(アルマ2計画)、性能実証と国際共同利用による観測を並行して実施する。	総額: 米欧分含む12年間で運用経費約1,368、機能強化費約216 運用経費: 日本分担は総額の25%の約342 機能強化費: 東アジア分担は総額の25%の約54(台湾と韓国と調整)。	自然科学研究機構、米国国立科学財団、欧州南天天文台間の協定。そして国立天文台と米国国立電波天文台を加え、最高意思決定機関アルマ評議会の下で強固な国際連携体制によって計画を推進する。	
	15	23-3	研究	大型低温重力波望遠鏡 KAGRA 計画(Large-scale Cryogenic Gravitational wave Telescope (KAGRA))	KAGRAは連星ブラックホールや連星中性子星の合体を観測する重力波望遠鏡である。LIGOやVirgoとの国際観測ネットワークに加わり、重力波天文学およびマルチメッセンジャー天文学の発展に貢献する。	重力波観測は、一般相対性理論の検証だけでなく、ブラックホール時空やコンパクト星の状態方程式の解明、さらにはハッブル定数の精密測定など宇宙論などへも大きな寄与が期待されている。	重力波研究への理解を得るために、新聞・雑誌の記事やTV報道による広報だけでなく、一般講演会や見学会等に積極的に取り組んでいる。また、開発した最先端技術の医療分野への応用も期待されている。	H22-H30: 建設期間 R1-R4: 第一期運用 R5-R24: 本計画(後継計画)	総額90.6 観測装置および施設: 運営費(R5-R24)90.6 (上記以外に第一期運用経費(R3-R4): 9.1)	宇宙線研究所をホスト機関とし、国立天文台、高エネルギー加速器研究機構と共に建設を進めてきた。近年、富山大学が拠点となつた。現在、共同利用研究者は国内外で300名を越えている。	



大強度陽子ビームで究める宇宙と物質の起源と進化

① 計画の概要

大強度陽子加速器施設（J-PARC）は、大強度陽子ビームを標的に衝突させて多彩な二次粒子を生成し、基礎研究から新産業創出につながる応用研究に至るまで幅広い分野の実験を行う。本計画では、J-PARCの大強度ビームによる運転を毎年長期間（年間9ヶ月）実施して研究を着実に推し進め、宇宙と物質の起源と進化の解明を目指す。2021年から主リング加速度器（MR）のビーム強度を増強し、現在進行中のプログラムを進捗するとともに、ミュオン超精密測定のためのビームラインや、ハドロン実験ホールの拡張など実験施設の高度化を行う。新しい物理法則の最高感度での探索、中性子星の内部のような極限高密度状態での物質の性質の解明、時間空間的に細分化した測定による物質や生命の機能の理解、などの学術的な意義がある。産業利用により、イノベーション創出や産業競争力強化にも貢献する。大強度ビームを着実に供給するJ-PARCの優位性を保ち世界中の研究者を惹きつけることができるので、施設の能力を発揮するための長期の安定運転を中核にしつつ、さらに実験施設を高度化して特徴ある実験を実現する。すでに国外の多くの研究者がJ-PARCでの実験に貢献している。J-PARC運営のこれまでの実績に加え、大学がJ-PARCに分室を設置して連携協力を深め、素粒子・原子核・中性子・ミュオンのコミュニティからの支持もある。共同利用のための体制は整備されている。

② 学術的な意義

JLCの高エネルギー衝突実験で新粒子の探索を続けるとともに、多様な実験対象と手段で精密測定を行ってそれを見出すことが際立った課題となっている。J-PARCでは、ニュートリノ振動、K中間子の種崩壊やミュオンの稀な現象、ミュオン異常磁気能率と電気双極子（g-2/EM）の測定により、新しい物理法則を最高感度で探索する。KEKつくばのSuperKEKB施設と併せることで、トップクォークを除く全てのクォークとレプトンを生成し包括的に探索できる。

ハドロン実験ホールの拡張により、新しいビームでの実験が可能になる。大強度中性ビームラインを設置し、CP対称性を破るK中間子の種崩壊を世界最高感度で測定できる。また、地殻に存在する多種の原子が作られた場として近年注目されているのが、中性子星の合体である。その理解には、普通の原子核の中の力だけでなく、ストレンジクォーク（s）を含んだ“一般化された核力”を理解する必要がある。大強度高分解能バイ中間子ビームラインを新設し、sを一つあるいは複数含んだ超原子核を多種生成して、そのエネルギーレベルをこれまでより15倍高い精度で測定し、中性子星の内部のような極限高密度状態での物質の性質を解明する。

MLFの中性子やミュオンを用いた測定を時間空間的に細分化し、酸化物高温超伝導マニズムや生体記録物質の機能の解明を加速する。KEKつくばの放射光や陽電子の施設とあわせた多面的な実験により物質や生命の機能の総合的解釈に発展させる。

産業利用では、基礎研究の知見や手法を発展的に活用し、中性子を用いた全固体セラミックス電池、高性能タイヤの開発・製品化、負ミュオンによる電子機器の動作評価など、イノベーション創出や産業競争力強化にも貢献している。「はやぶさ2」による希少サンプルの分析や負ミュオンを用いた非破壊分析法の考古学等の分野への応用などへも広がりを見せている。

③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

J-PARCは2021年からのビーム強度の増強により世界の様々な専用施設を凌駕する。競合する実験はいろいろあるが、着実にビームを供給すれば、研究の優位性を保ち世界中の研究者を惹きつけることができる。本計画は、施設の能力を発揮するための長期の安定運転を中核にしつつ、さらに実験施設を高度化して特徴ある実験を実現し、大強度を生かしたユニークな研究へ展開するものである。

米国のフェルミ研究所でニュートリノ実験とミュオン実験、欧洲CERNでK中間子実験、米国のトマスジェファーソン研究所やドイツGSIのFAIR計画でストレンジ核物理やハドロン実験が進められ、J-PARCと競合している。

MLFでは、ビームの安定供給により、成果創出の基盤が整った。J-PARCの中性子とミュオン、KEKつくばでの放射光と陽電子により、他に類を見ないマルチプローブ研究が可能な拠点を形成している。米国のSNSや欧洲のESS計画などの大強度中性子源施設、スイスのPSIやカナダのTRIUMFなどのミュオン施設でも実験が進められており、特色のあるビームラインと測定装置を設置して総合的に高度化する必要がある。

④ 実施機関と実施体制

J-PARCは、高エネルギー加速器研究機構（KEK）と日本原子力研究開発機構（JAEA）が共同で施設を整備・運用している最先端研究施設である。国内20以上、国外約50の機関から年間3万人日の利用者が来訪して実験を行っている。ニュートリノ振動実験は、スヌーベーカミオカンデ測定器を整備・運用している東大・宇宙線研究所と共同で行っている。

KEKは国内の大学に対して大学共同利用機関としてJ-PARCでの研究を進めている。KEKが今後取り組む研究の方針を示した「ロードマップ」将来プロジェクトに係る優先順位として公表している「KEK Project Implementation Plan」の中にも挙げられており、実施すべき課題と優先度を明確にしながら進めている。

KEKは東海キャンパスを設立し、JAEAとの共同組織であるJ-PARCセンターを通して施設を運営している。KEKの各部署：素粒子原子核研究所、物質構造科学研究所、加速器研究施設、共通基盤研究施設、管理局にはそれぞれ既設のJ-PARC施設の運用を行っているグループがあり、連携をとりながら運用と研究開発を行うとともに、実験に参加する共同利用研究者やその所属する各大学・各研究機関にも協力している。

現時点で大阪大学（2016年3月）、京都大学（2017年2月）、九州大学（2018年3月）、名古屋大学（2018年10月）、岡山大学（2019年3月）がJ-PARCに分室を設置し、連携協力を強めている。特に大阪大学は、部局を超えて本計画に協力して取り組むことで合意している。

⑤ 所要経費

J-PARCは2001～2008年度の期間に総額666億円（計画全体1,524億円）で建設された。2008年度より運転を行っている。年間の運営費は約80億円で、これには施設運転のための電気代（年間6サイクル）、や施設・機器のメンテナンスのための維持費、性能向上費などを含む。

2023年以降は、年間9か月の運転のための電気代、施設や機器のメンテナンスおよび性能向上費を含め、年間の運営費として約100億円を予定している。それ以外の高度化に関わる建設費は、ニュートリノ振動実験のためにビーム強度を設計仕様値の750 kWから1.3 MWまで増強する高度化に32億円、ミュオンg-2/EM実験のビームラインと実験設備に46億円、ハドロン実験ホールの拡張とビームライン・測定器の整備に276億円、μ-e転換実験設備の大強度対応に52億円を見込んでいる。ハドロンホール拡張とμ-e転換実験の大強度化が終了した後の運営費は18億円の予額となる。

⑥ 年次計画

J-PARCは2013年度より大規模学術フロンティア促進事業で運用されている。ビーム強度の増強のためのMR加速器の高繰り返し化による大強度化（電磁石電源、加速高周波機器など）と実験施設大強度対応（ハドロン実験的、ビーム収束電磁石電源、機器冷却能力など）のための建設を2020年度まで行う。2022年度を最終年度とし、2023年度に期末評価を行うことになっている。

2023年度以降もJ-PARCの運用を十年以上継続し、大強度のビームでの運転時間に充分確保し、ニュートリノにおけるCP対称性の破れ、K中間子における新物理、超原子核の発見など、新たに整備された偏極中性子装置とミュオン超精密測定のためのビームラインの基幹部整備で、世界をリードする研究成果の創出を図る。並行して実験施設の高度化、具体的にはミュオンg-2/EM実験のビームラインと実験装置、ハドロン実験ホールの拡張とビームライン・測定器の整備、μ-e転換実験設備の大強度対応などを実行。高度化に向けての準備は進んでおり建設に着手できる状況にある。ハドロン実験ホールはJ-PARCエリア内のホールに隣接した場所に拡張する。建設を開始して二年目半ばまでは現在のホールの既存の二次ビームラインでの実験を継続できる。二年目半ばから四年目半ばの約一年半の間、高運動量ビームライン及びCOMETビームラインでの実験を引き続き実施することが可能である。五年目にはホールの拡張が完成し、調整運動が行われ、実験が開始される。施設の二次ビームラインの数が増え、多彩な実験を同時に遂行できる。

なお、米国フェルミ研究所はg-2実験を従来の実験手法を踏襲し2018年度に測定を開始した。現在、本計画の独立した新手法による検証実験の意義が高まっている。

⑦ 社会的価値

宇宙の歴史や物質の成り立ちに対する深い理解は、人類全体が共有する新たな英知の創造としての社会的・文化的意義を持ち、国家・社会のあらゆる分野の発展の基盤・原動力となる。

ニュートリノ研究は日本の大型実験が牽引的に世界を主導している分野である。T2K実験も2016年基礎物理学ブレークスルー賞を共同受賞するなど、マスメディアで取り上げられ国民の関心と期待も高い。ハドロン実験施設を中心に開発される最先端のビーム制御技術、放射線測定技術、大量データ処理技術などは、材料科学、情報工学等の分野に応用される。ミュオンは火山・原子炉内部構造の監視に応用され我が国の安心・安全社会の構築に役立つ。MLFでは、耐摩耗性能を200%アップした高性能タイヤの開発が行なわれるなど産業界への貢献も大きい。

J-PARCを研究のメッカとする国際的別個循環のハブとして機能させることは人材の育成、さらに我が国が国際社会の中で信頼と尊敬を得ることに大いに資する。

J-PARCの研究活動はSDGsの3（健康と福祉）、4（教育）、7（エネルギー）、9（産業と技術革新の基盤）、17（パートナーシップ）に貢献している。

⑧ 本計画に関する連絡先

岡田 安弘（大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構）



分野	計画No.	学術領域番号	施設/研究の旗	ヒアリング対象	マスター・プラン2017の重点大型研究計画	計画タイトル	計画の概要	学術的な意義	社会的価値	年次計画	所要経費(億円)	実施機関と実施体制
薬学	62	20-8	研究		多変量4次元創薬に向けたインキュベーション・イノベーション研究拠点の形成 (Establishment of research center based on incubation and innovation towards multivariate 4-dimensional drug discovery)	次世代シーケンサや深層学習等の大きな技術革新に基づく創薬パラダイムシフトを積極的に牽引する産官学創薬ネットワーク研究拠点の形成を企図し、健康・長寿を地球規模で実現する多変量4次元創薬科学を加速させる。	新技术がもたらす多変量4次元データにより創薬科学は革新的な変貌を遂げる。ミリ秒から年に至る多時相での多変量4次元データのリンクを解明し、次世代創薬科学を創成する。	薬は「いいのち」に関わるものであり国民の関心も高い。しかし、医薬品輸入量は輸出を超過している。国内研究開発型製薬企業の生き残りには産学官が一体になって行うオールジャパン創薬は一つの鍵となる。	R1-R5:組織および研究設備の整備 R6-R10:研究者、技術のインキュベーションと創薬	総額60 大型設備・計測機器20、大型計算機5 新規教員30(教授、准教授、助教各10名×10年間) 新規建物5	中核拠点となる京都大学薬学研究科と3拠点(医薬基盤・保健・栄養研究所、京都大学生命科学研究所、大阪大学薬学研究科)で実施	
環境学	63	21-9	研究		アジアにおける陸域システムと土地利用の持続可能性向上に向けた総合的研究 (Comprehensive Research for Sustainable Land System and Land Use in Asia)	陸域システム科学の統合的アプローチにより、土地利用・土地被覆変化を通じて生じる陸域システム変化の解明と予測、陸域資源の持続的利用手法の開発、社会実装に向けた教育プログラム開発とネットワーク構築を行う。	データセンター・知の統合センター設立による知の集積およびフューチャー・アースの超学際的な取り組み等との連携・協働により、陸域システムの問題解決と持続可能な地球人間圏の構築に大きく貢献することができる。	研究者と社会の多様な主体との協働により「社会のための科学」を大きく推進することができます。SDGsについては「陸の豊かさを守る」をはじめ「水・衛生」「都市」「気候変動」「教育」等多くの目標へ貢献できる。	R2-R3:体制構築・準備期 R4-R10:センター設立・地域重点研究実施・教育プログラム開発 R11:取りまとめと提案	総額70 データセンター・知の統合センター建設・運営費10、データベース構築費10、地域重点研究費30、教育プログラム開発費10、研究・情報ネットワーク構築・運営費10	東京大学及び北海道大学を中核機関グループ、広島大学、国立環境研究所、筑波大学、大分大学、千葉大学、関西学院大学を研究・教育・情報拠点とするネットワーク型推進組織により実施される。	
63	64	21-9	研究	○	人類世(人新世)のダイナミクスと地球人間圏の未来可能性の追求—Future Earth アジアの推進—(Dynamics of the Anthropocene and sustainable future of the earth-humanosphere -A proposal for Future Earth in Asia-)	地域からグローバルまでの「持続可能な未来地球社会」を構築するために必要不可欠な!自然と社会の統合システム知、2)未来社会の設計知、3)よりよい社会への変革知を統合する研究を行う。	多様な地球環境問題の根幹の人間・自然相互作用を、超学際による「水・エネルギー・食料(WEF)ネクサス」の分析から包括的に理解することで、地球全体の持続性に向けた社会変革までの統合的探求が可能になる。	持続可能な地球の実現に向け、社会との協働により分野・世代・地域を横断し、統合的・統合的に環境問題解決の道筋を示すため、長期的視野での経済発展と環境保全の両立できる制度設計など新たな社会変革につながる。	R2:4課題担当機関の調整・予備研究 R3-R11:データ整備・社会調査・統合モデル構築・持続性シナリオ作成	総額128 施設等基盤設備費用11 運営費・人件費75 設備維持及消耗品費20 国際推進経費・旅費22	中核機関: 総合地球環境学研究所・京都大学・国立環境研究所・東京大学・東京工業大学・慶應大学・JST/RISTEX ネットワークサブ拠点:18機関	
物理學	65	23-1	施設	○	MLF第2ターゲットステーション:中性子・ミュオン科学の新たな展開(MLF 2nd Target Station)	J-PARCに中性子輝度20倍、ミュオン強度100倍の第二ターゲットステーションを建設し、新たなサイエンス創出を行うとともに利用者拡大を行う。これによりイノベーションにも貢献する。	これまで測定不可能だったタンパク質の機能解析や地球の下部マントル中の水素の状態、ホログラフィーなど実空間測定の展開により様々な新たなサイエンスに貢献するとともに、裾野の拡大も期待できる。	軽元素の物質中での位置や運動状態、磁気構造などを明らかにできる。それによりリチウム電池や超伝導物質、タンパク質等の機能解明を行い、産業利用を通じてイノベーションに貢献できる。	R2-R3:概念検討・設計 R4-R5:実施設計 R6-R8:施設建設 R9-R11:機器設置 H12-:試験及びビーム供用	総額250 陽子ビームライン・建屋60、中性子ミュオン源70、中性子ビームライン40、ミュオンビームライン40、実験ホール40	J-PARCセンター(高エネルギー加速器研究機構及び日本原子力研究開発機構)	
	66	23-1	施設		極限コヒーレント光科学イノベーション: THz波からX線までの極限コヒーレント光科学と非平衡物性科学の共同研究開発拠点 (Open facility of novel lasers with extreme coherence from THz to X-ray for innovative non-equilibrium science and technology)	THz波からX線までの6桁周波数に及ぶ、テーブルトップ高強度・極限コヒーレント光を、レーザーをベースに開発し、新しい光科学・物性・光産業ニーズ/シーズの全国共同研究ハブ施設として活用する。	開発する新光源は、超高速固体物性計測、高分解能光電子分光、固体～生体までの多様な物質の超高速構造変化、励起状態・非平衡状態・非線形現象のオペランド分光など、未踏の物性物理の開拓を可能にする。	THzからX線までのマルチパルスを同時に発生して組み合わせたオペランド分光実験技術は、動作中の触媒・光加工・光デバイスなど社会・産業ニーズに対応した現象の超高速ダイナミクス研究に役立つ。	R2-R4:基盤建物の整備 R5-R7:光源と計測システムの整備 R8-R11:高度化と共同利用拡大	総額40 レーザーハブ実験棟新設費12、既存除振実験棟改修費5、装置建設・開発費10、運営費13	実行の中心組織は東京大学・物性研究所。主な参画機関は、東京大学、京都大学、大阪大学、東京工業大学、東北大学、産業技術総合研究所、物質・材料研究機構、理化学研究所。	



ME 第2ターゲットステーション・中性子・ミュオン科学の新たな展開

① 計画の概要

大腹度陽子加速器施設日本高エネルギー加速器研究機構(KEK)と日本原子力研究開発機構(JAEA)の協力により建設され、国内だけでなく国際的に広く利用されている。中性子とミュオンを用いて実験を行う物質生命科学実験施設(MLF)に関しては、アメリカのSNSやイギリスのRALとともに世界最強のパレスソースとして利用が並びつつある。J-PARCの計画最大出力は 1MW なので、500kW 運転を行っている。2019年3月現在は計画達成の道半ばではある。しかし、SNSでは第2ターゲットステーションの計画が具体化し、ヨーロッパでは最大計画出力が 5MW の ESS 計画が進んでいる現状を考えると、J-PARCにおいても次期計画を検討する必要がある。本計画では新たなコンセプトによる中性子・ミュオン源(2nd Target Station -TS2)を建設して中性子・ミュオンの輝度の大幅な増大を達成し、その協奏により現在の MLF では達成できない新たなサイエンスの創出と利用者拡大を目指す。

陽子ビーム集束や中性子標的とモデレータ及びビーム輸送の最適化などにより現在の MEF の 20 倍以上の輝度増大を達成する。同時に中性子標的表面から発生するミュオンを効率的に取り出し、50~100 倍のミュオン強度増大を実現する。

これにより、1MWのMLFでも不可能な中性子による生命科学や高圧科学などが可能になる。ミュオンにおいては、パルス周期に合わせた時間分解測定や透過型ミュオン顕微鏡を実現する。これらにより物質生命科学、基礎物理学の新領域を拡大するとともに、産業界を含むユーザーの拡大によりイノベーションに貢献する。本計画の詳細については、概念設計書(CDR, <http://j-parc.jp/researcher/MatLife/ja/publication/files/TS2CDR.pdf>)を作成し、公開した。

② 学術的な意義

TS2 の実現により、中性子科学とミュオン科学はトップサイエンスと振幅の拡大の両面で学術および産業に貢献する。トップサイエンスとして、TS2 高輝度中性子を活かした生体高分子の構造・運動解析を挙げることができる。生体高分子結晶構造解析において、中性子では水素原子の可視化が常温および放射線損傷無で可能であるが、現在の中性子輝度では 1 立方ミリメートル以上の単結晶が必要であり、このサイズの単結晶が作成できる生体高分子は非常に少ない。TS2 高輝度中性子の実現により 0.05 立方ミリメートルの結晶で測定可能になる。水素イオンポンプの役割を果たすバクテリオロドブシニや、癌細胞の増殖や転移に関わるキナーゼタンパク質の抗がん新結合部位の解析等の重要なタンパクの測定が可能になる。さらに、高等生物で多く見られる結晶化しないタンパク (IDP) では、生体機能に運動性が強く関係しており、TS2 で有効利用できる長波長中性子により、これまで迎撃不能であったマイクロ秒領域の運動の解明が期待できる。高科料においても、TS2 高輝度中性子により、0.05 立方ミリメートルの試料サイズで数百 GPa が実現し、地球や惑星の下部マントルにおける軽元素の状態解明や酸化水素などの高圧下での室温超伝導機構の解明が期待できる。また、新たな技術発展によりイメージングやホログラフィーなど異空間でのサイエンスが期待でき、産業利用への展開も含め振幅の拡大に大きな力を發揮する。

二桁近くミュオンビーム強度が強化されれば、従来不可能だったバルス周期に同期した短時間測定により水素状態の瞬時変化のオペラント観察などを行うことが可能となり、新機能材料の創成に貢献する。加えて透過型ミュオン顕微鏡を「生きている細胞の丸ごとイメージング」を可能とする新たなツールとして提供するなど、多くの実験で生中性子・ミュオンの協奏が期待されます。

③ 国内外の動向と当該研究計画との関連づけ

MLFは震災被害などにより多少立ち上がりは遅れたが、現在は安定運転を続けており、超伝導物質、全固体電池、高性能鉄鋼材料、水素貯蔵材料、有機EL、タンパク質構造、メモリーエラー、高性能タイヤの開発など学術と産業の両分野で多くの成果が挙げており、利用人口拡大の一途にある。

このような傾向は世界的にも同様であり、むしろ国内よりも拡大のペースは速い。例えばアメリカSNSでは設計最高出力1.4MWを達成し、さらなる発展を目指し、第2ターゲットステーション TS2 の建設計画が具体化した。欧洲においては次世代加速度器中性子源のESSの建設が進んでおり、2022年にはビーム供給が始まる予定である。ミュオンについてはハルス・ミュオン源と定常ミュオン源の世界をまたいだ両利用が進んでおり、MLF-TS2 では核磁場から電子磁場に渡る広い時間領域での物質生命科学研究が可能なシステム。

この状況を鑑み、TS2の実現に加え、2020年10月に再稼働が予定されている原子炉JRR-3や実用のレベルに入った小型中性子源との競争、中性子とミュオンの連携も取りながら、新たなサイエンス創出と複雑拡大を行い、国際競争に勝ち抜く。

④ 家族規則と家族休制

IPARCセンター（高エネルギー加速器研究機構及び日本原子力研究所開発機構）が建設から利用に至る全ての責任を持つ。

5) 所需経費

現在、共用中の TS1 の運用に対する影響を最小化しつつ、かつ予算の最適化をはかる検討が進みつつある。また TS1 の実績をもとに、当面の課題に着目して、課題に沿った改善策を進めている。[詳細](#)

LINAC, 3GeV シンクロトロン増強	33 億円
(→J-PARC 全体の性能向上に関わるため、本予算枠外)	
陽子ビームライン	30 億円
中性子ミュオン源	70 億円
中性子ビームライン	40 億円
ミュオンビームライン	40 億円
実験ホール	40 億円
陽子ビームライン建屋	30 億円
放射化物処理施設	45 億円
(→J-PARC 全体の性能向上に関わるため、本予算枠外)	
回速器増強・放射化物処理施設を除いた合計	250 億円
(運営費)	
運営経費	25 億円

TSK-電子工作マガジン



図2 TS2で展開されるサイエンス

⑥ 年次計画

現時点での年次計画は以下のとおりである。J-PARC の運動計画に整合させた詳細な建設スケジュールは、今後の検討課題である。

- 1 年次：概念検討・設計
 2 年次：概念検討・設計
 3 年次：中性子ミュオン源実施設計、陽子ビームライン実施設計、実験ホール実施設計
 4 年次：中性子ミュオン源実施設計、陽子ビームライン実施設計、実験ホール実施設計、加速器機器製作、中性子ビームライン実施設計、ミュオンビームライン実施設計
 5 年次：中性子ミュオン源実施設計、実験ホール建設、加速器機器製作、中性子ビームライン実施設計、ミュオンビームライン実施設計、陽子ビームライン機器実施設計、陽子ビームライン建屋建設
 6 年次：中性子ミュオン源製作、実験ホール建設、加速器機器製作、中性子ビームライン実施設計/製作、ミュオンビームライン実施設計/製作、陽子ビームライン機器製作、陽子ビームライン建屋建設
 7 年次：中性子ミュオン源製作、実験ホール建設、中性子ビームライン実施製作、ミュオンビームライン製作、陽子ビームライン機器製作、陽子ビームライン建屋建設
 8 年次：機器設置
 9 年次：機器設置
 10 年次：試験
 11 年次以降：ビーム供用
 必要人員は
 1～2 年次 10 名
 3～10 年次 40 名
 11 年次以降 30 名
 の純粁が必要である。（一部の人員は企業等からの出向を利用する、また 11 年次以降も必要となる 30 名は KEX, JAEA, CROSS 等の関連機関による雇用が望ましいが未検討である。）

⑦ 社会的価値

J-PARC MLF は 2008 年より中性子・ミュオンビームの供用を開始し、実験課題を国際公募して利用を進めてきた。東日本大震災等による多少の遅れはあったが、ここ 3 年稼働率 93%以上の安定運転を続けており、応募課題は 1 年で約 650 件を上回る。利用者数は年間 1100 人強と国際的な水準になっていて、利用者の内訳も海外から約 20%、産業利用ユーザーも成果非公開有償利用を含めて約 20%と増大してきている。それに伴って発表論文数も確実に増えており、年間 200 報に近づいている。中でも水素やリチウムなどの軽元素の物質中の位置や運動状態を調べる、あるいは微観的な構造を調べると言う点では中性子とミュオンは強力な測定手段であり、タンパク質の中の水素と水、あるいはリチウム 2 次電池内におけるリチウムイオンの位置と運動特性の解明、全固体電池のリチウム拡散経路の決定、鉄系超伝導物質における新しい相の発見等、質の高い国際的な成果が生まれてきている。更に産業利用においても耐摩耗性性能を 200%アップした高性能タイヤの開発が実現されるなど学術のみならず産業界への貢献も大きく、様々な成果として結実してきている。

⑧ 本計画に関する連絡先

岡田 安弘（大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構）