

第 41 回 J-PARC 利用者協議会議事次第

1. 日 時 令和 5 年 3 月 8 日(水) 13:30 ～ 16:00

2. 形 式 J-PARC 研究棟 2 階大会議室(Zoom 併用)

3. 議 事

(はじめに)

(1) J-PARC センター長 挨拶

(2) 新規委員の紹介について

(確認事項)

(3) 前回議事録の確認

(報告事項1)

(4) J-PARC センターの近況について

(5) 令和 5 年度の予算について

(6) 加速器の状況及び見通しについて

(議論)

(7) J-PARC の将来計画についての最近の状況

① ハドロン実験ホール拡張

② ADS の将来

③ MLF の将来

④ ミュオンの将来(ミュオン顕微鏡とg-2)

(報告事項2)

(8) MLF からの報告

(9) 素粒子原子核ディビジョンからの報告

(10) 核変換ディビジョンからの報告

(議論) その他

(閉会) 閉会挨拶

以上

230308

J-PARC利用者協議会

J-PARC報告

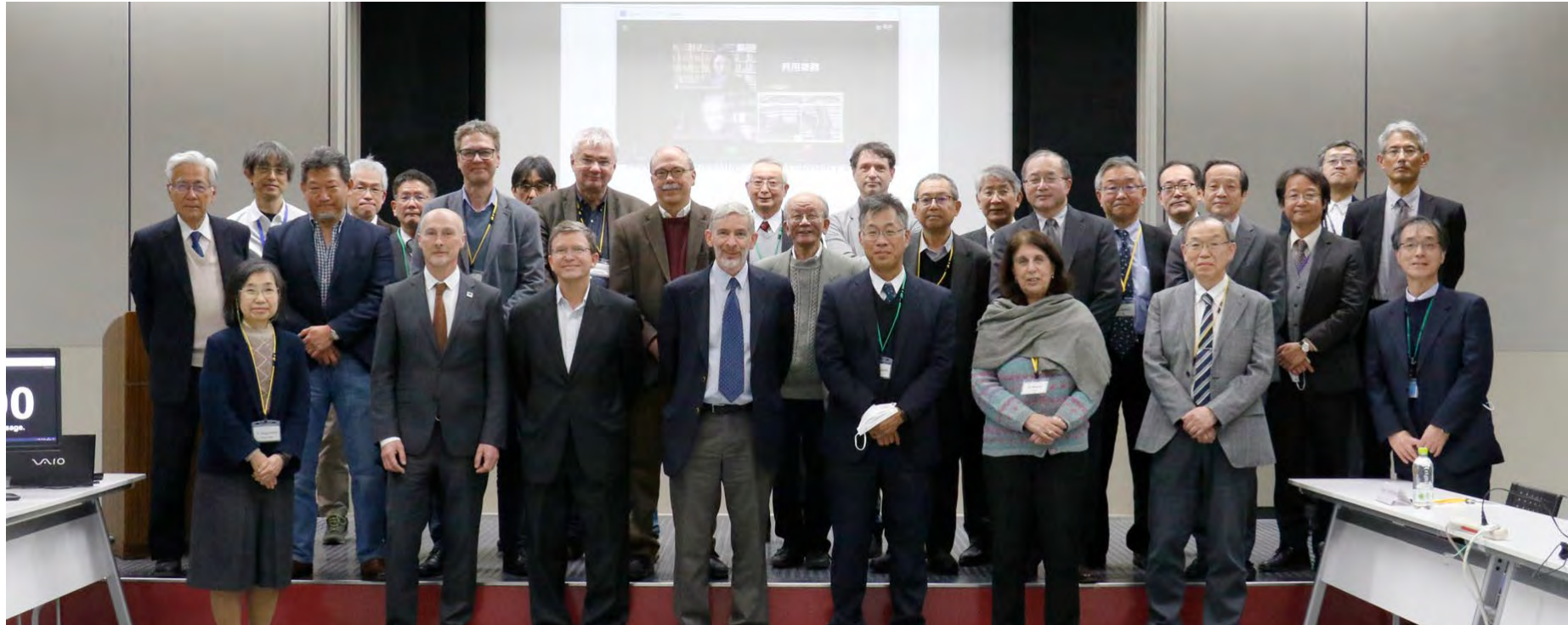
小林 隆

前回8/1からとこれからの行事

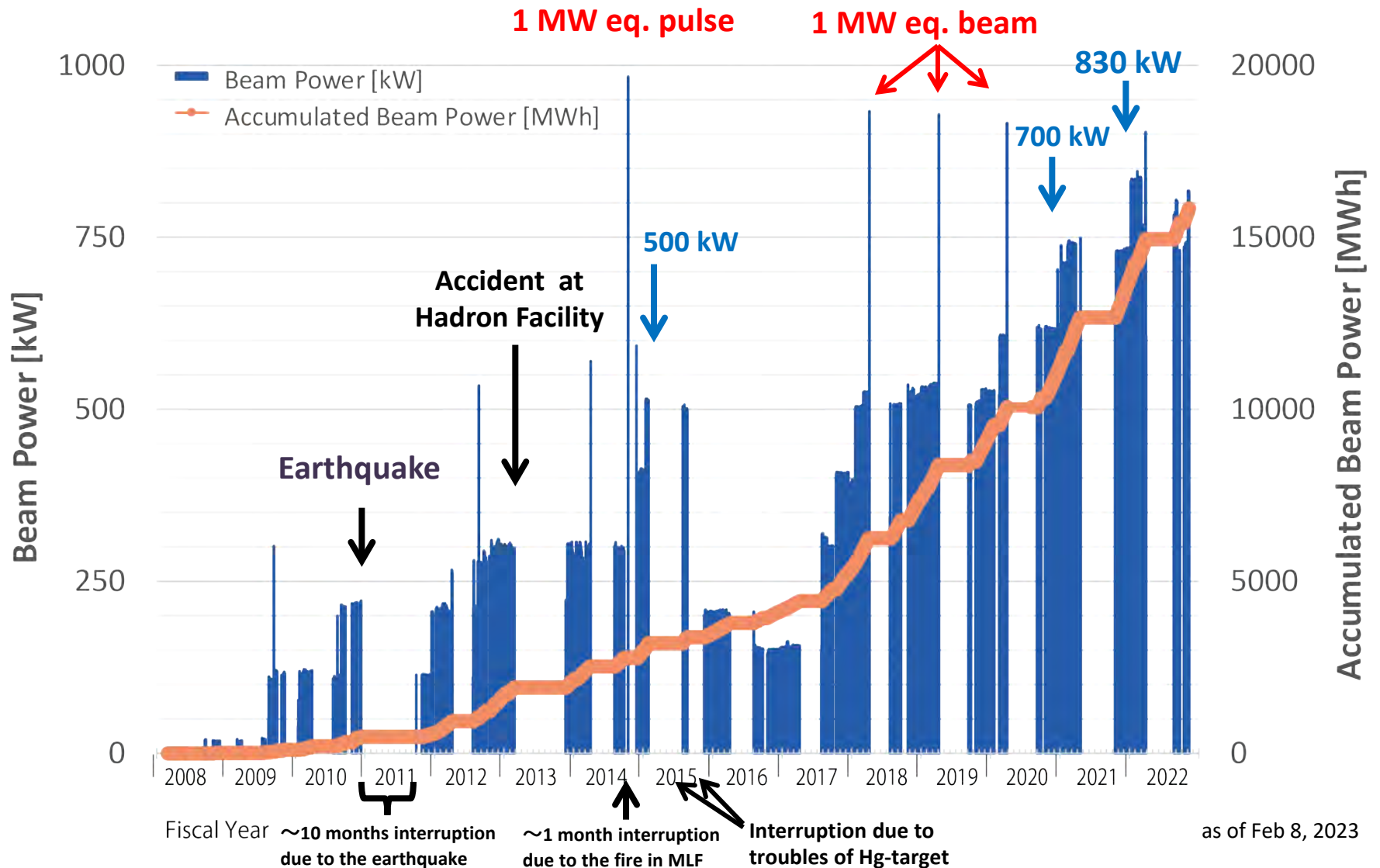
- **8/24 規制庁変更許可申請許可 (189days)**
- 8/27 J-PARC施設公開(オンライン)
- 9/15 J-PARC運営会議
- 10/19 茨城県原子力安全対策委員会
- 10/25 J-PARC非常事態総合訓練
- **11/4 茨城県・東海村 事前了解**
- **11/21 MLF秋の運転開始**
- 11/28 J-PARC安全監査
- **1/23 MR 調整運転再開**
- **1/26(木)13:30- J-PARC運営会議**
- 2/9(木)13:30-16:00 第 17 回東海フォーラム
- **2/9 First beam to COMET beam line!!**
- 2/24,25 J-PARC IAC
- 3/23(木)13:30- J-PARC運営会議
- **将来について考えようキックオフ**
 - 3/31(金)13:30~ 2hほど
 - 4/10(月)13:30~ 2hほど
- **5/23 J-PARC安全の日**

レビューの季節

IAC 2/24,25



Beam Power History at MLF



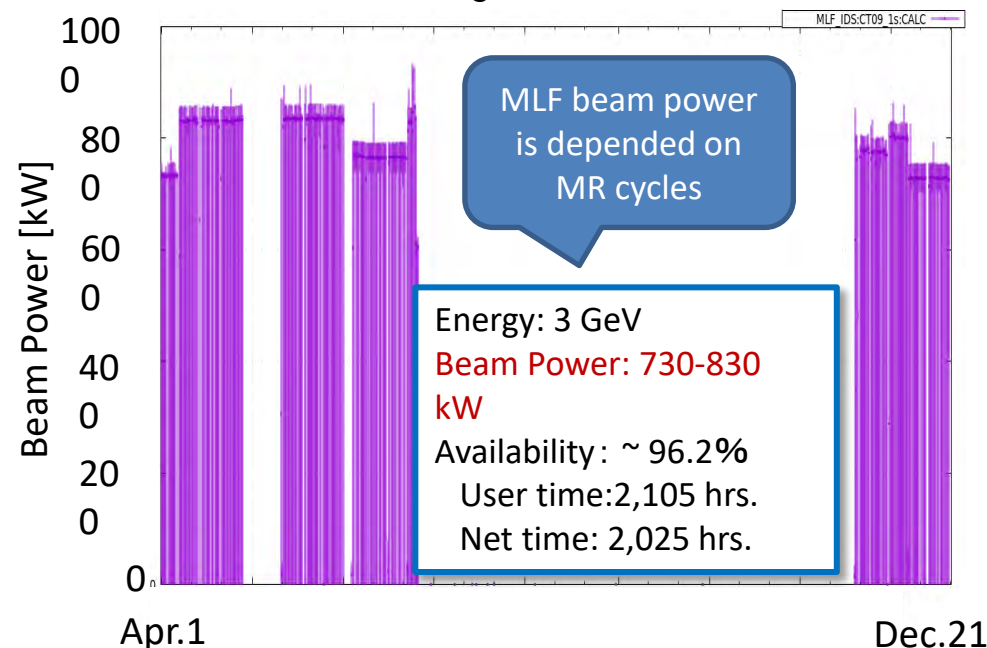
Topics of the Year in JFY2022

● MLF user program

- 7.2 cycles (159 days) of the MLF user operation were planned at the beginning of the fiscal year.
- Since the additional budget was allocated to cope with the rising electricity prices, we expect to be able to operate for 6.5 cycles (143 days) this fiscal year (from April, 2022 to March, 2023).
- It was performed with **about 96%** high availability at the beam power of **730-800kW** by middle of July as scheduled. The user operation could be restarted as scheduled both after summer maintenance and new year holiday. High availability operation could be kept.

● Beam study at the linac and RCS

- for beam loss mitigation, low emittance beam, and **higher power feasibility study** have been performed.



for beam loss mitigation

Estimated residual beam loss at 1 MW: <0.05%
Dominated by the foil scattering beam losses.
The rms beam emittance more than 30% reduced.

MR cycle and MLF/MR beam ratio

MR cycle	MLF	MR
5.2s	96.9 %	3.1 %
2.48 s	93.5 %	6.5 %
1.36 s	88.2 %	11.8 %

30GeV Main Ring status

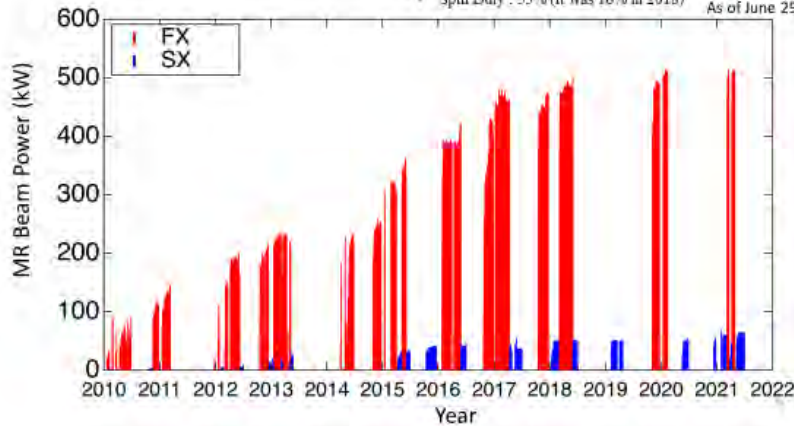
MR Beam Power

FX operation (Mar. and Apr. 2021)

- Beam power (max.) : 510 kW

- Run 87 (May 10 – June 29, 2021)
- SX 30 GeV Extraction
 - Beam Power : 64.5 kW
 - Extraction Efficiency : 99.5 %
 - Spill Duty : 50 – 55%
- SX 8 GeV Extraction (May 20 – 25)
 - Beam Power : 1.8 kW
 - Extraction Efficiency : 99.1% (It was 97.3 % in 2018)
 - Spill Duty : 55% (It was 16% in 2018)

As of June 29, 2021



Future (on-going) Main ring upgrade

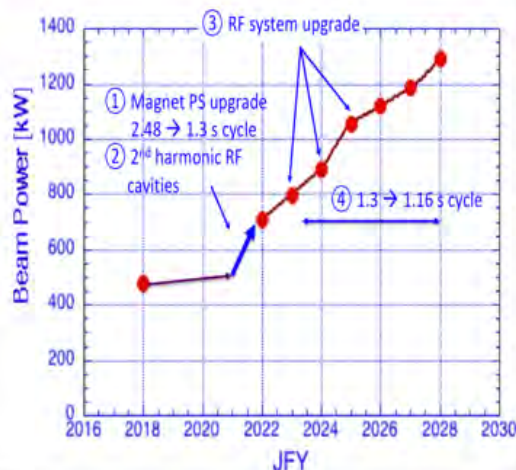
More Rapid Cycle:

2.48 s → 1.32 s → 1.16 s

- 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



- Achieved stable operation at

- FX: 515 kW

- SX: 64 kW

Before major upgrade

- Major upgrade for power up

- Rep rate 2.48 s → 1.32 s (→ 1.16 s)

- Ppp 260 Tp → 330 Tp

- L.S. from Summer 2021 ~ March 2022 for installation

- ~2022/3 New PS installation

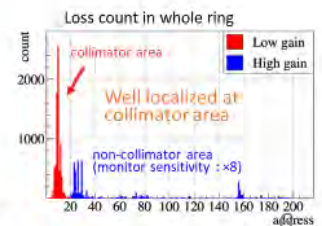
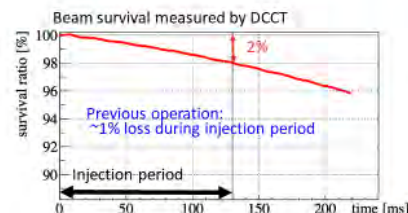
- 2022/4 ~ PS test operation/tuning

- 6/27-7/7 : Beam circulated @ 3 GeV

- After some unexpected initial failure, beam operation restarted Jan 23, 2023!

High Intensity Beam Tuning

- High-intensity beam study was performed with two bunch beams (2.7×10^{13} ppb) at the flat-bottom.
- Although the beam loss during the injection period was a little worse, loss localization was very good.
 - Protons of 740 kW equivalent were accumulated with well-controlled beam loss.

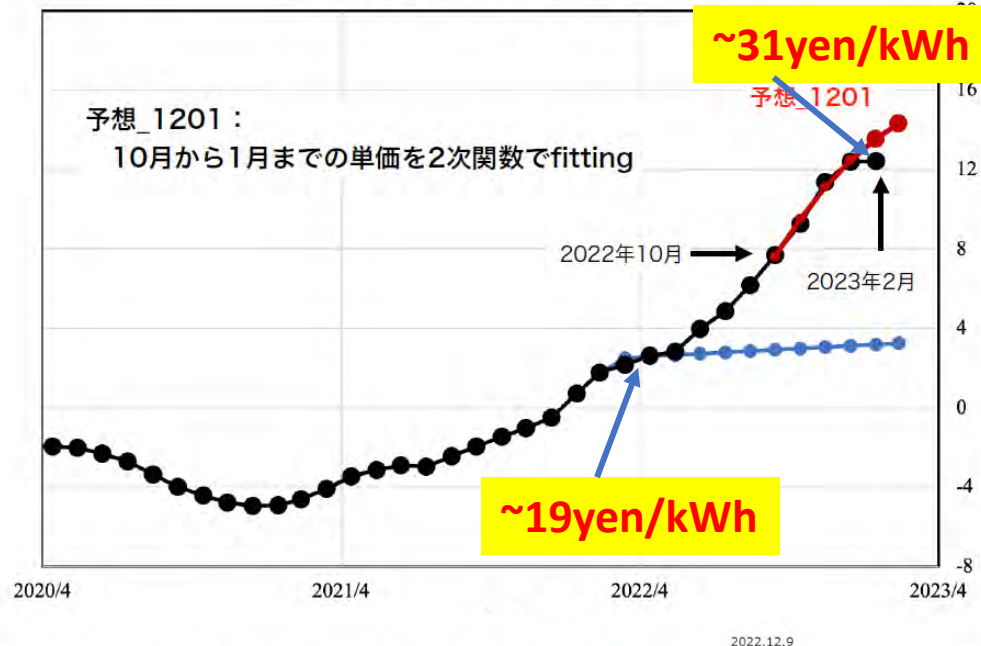


Electricity in FY2022

- Unit price kept rising up during whole FY2022 exceeding our assumption of rise
 - JAEA announced in July to run until Feb. 10
 - KEK anticipated operation until around early March
- Nov. 2023: Supplementary budget for electricity for both JAEA and KEK
 - LI/RCS/MLF operation extended until Mar. 14
 - KEK also will run until Mar.14

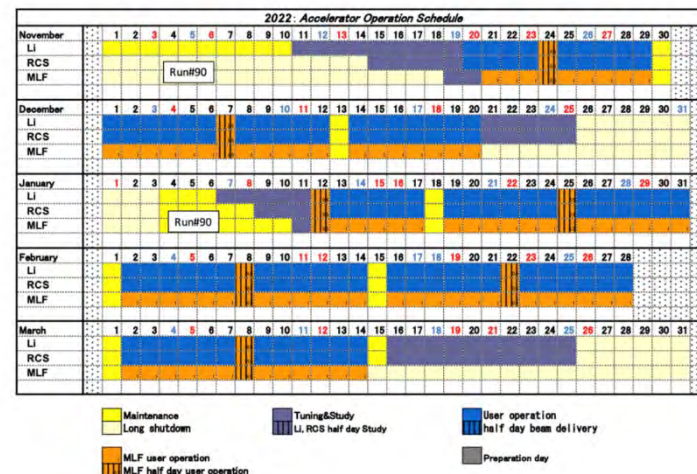
Dec.2022

燃料費調整単価(1227)



Operating schedule in the 2022B period

J-PARC has reviewed operation schedule upon the approval of supplementary budget and decided to elongate the MLF user operation until March 14th.
We appreciate your cooperation.



FY2023 draft budget (to be approved by Diet)

Operation	FY	2021	2022	2023
JAEA	Cycles	7.2	7.2	7.2
	Oku-yen	101.8	101.8	101.8
KEK	Cycles	1.5	4.5	6.5
	Oku-yen	41.96	52.19	53.08

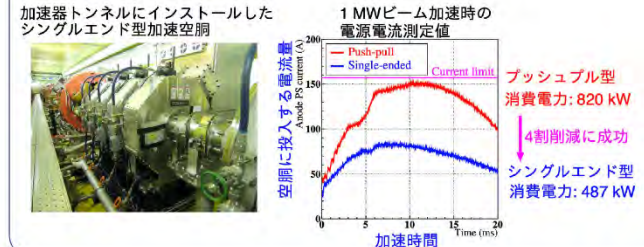
“cycle”=22days. # of cycles not taking electricity price up

Facility upgrade		2022 suppl.	2023
KEK	MR power upgrade		3.47
	J-PARC upgrade for Hyper-Kamiokande project	6.49	
	MLF muon beamline		0.4
JAEA	Neutron data center	14.1	
	Replace to power saving RF cavities of RCS	5.81	



(参考) 省電力化の取組

大強度陽子ビーム加速の消費電力の改善
 ・消費電力を4割改善した加速空洞を開発。順次、RCSへ導入予定。



これ以外にも以下のような節電を実施

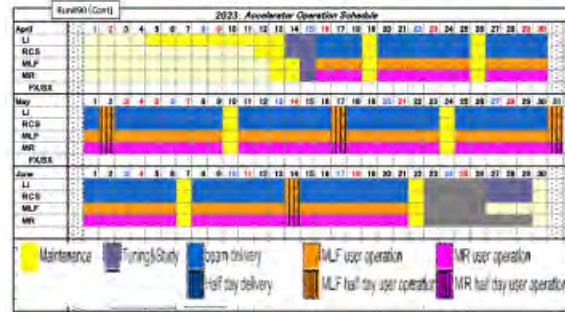
- ・ 半日及び1日メンテナンス時には、RCS構成機器の通電を必要最低限停止。
- 1メンテナンス当たりの平均で、消費電力量が117,663 [kWh]減少。金額に直すと1メンテナンス当たり、約220万円節約。

Oku-yen = 10^8 yen ~ M\$

Operation prospect in FY2023

- Due to soaring electricity price, severe situation of operation cost persists
- **In JAEA, we plan to run 60days (2.7 cycle) in 2023A period**
- **In KEK, still under discussion but assuming 2.7 cycle before summer**
- We will make every efforts to secure more operation time in the later half of FY2023

Operation Schedule from April to June 2023



- ◆ MLF User operation time
 - The number of days that can be operated with the currently committed budget for the MLF users is **60 days**.
 - The 60-day operation will be conducted prior to maintenance work to be performed in the summer.
- ◆ Beam power for MLF
 - 800kW-900kW; consultation with MLF target group
- ◆ The daily scheduling (same as 2022)
 - A half-day or one-day maintenance / tuning day in a week
To prevent unscheduled beam interruption for users.

MR beam tuning and use operation

- ◆ FX tuning and operation 1.36 s cycle 30 GeV ext.
- #1. FX tuning (Abort) 6 days (4/15 – 4/21)
- #2. NU beamline tuning (NU) and Abort high power tuning (Abort) 14 days (4/22 – 5/7)
- #3. Vacuum baking / NU operation (NU) at least 10 days for vacuum baking (5/8 –)
- #4. Upgrade work of main magnet power supply stop sequence 3 days (5/10 – 5/12)
- ◆ FX tuning and operation 30 GeV ext.
- #5. FX tuning for 5.2 s cycle (Abort / HD) 10 days / for 4.24 s cycle (Abort / HD) 6 days
- #6. HD operation (HD)

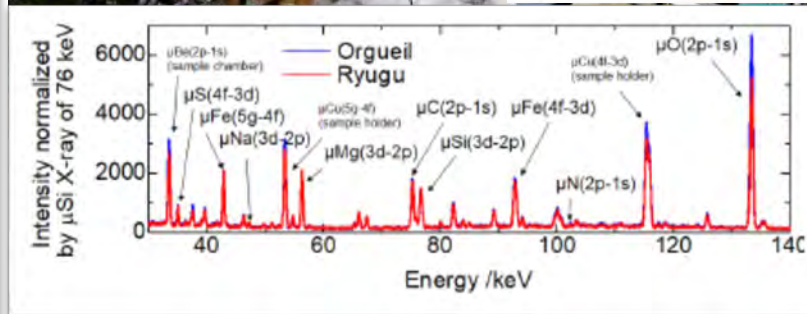
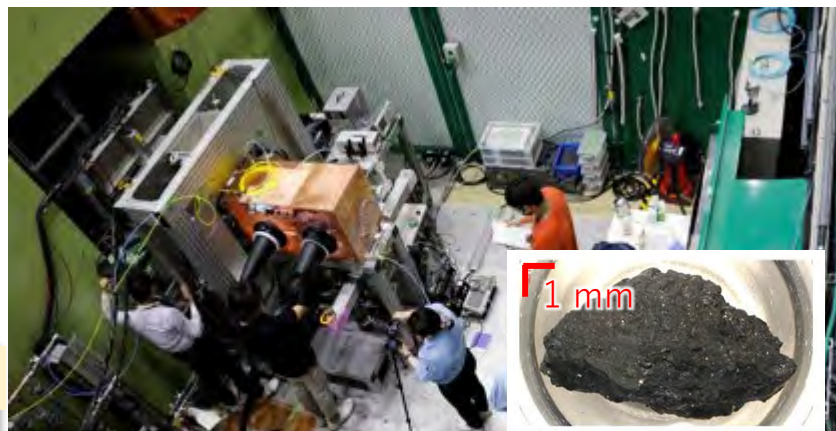
For MR/NU/HD presented in PAC.

Operation prospect in FY2023

- Due to soaring electricity price, severe situation of operation cost persists
- Currently discussion in KEK is ongoing on how long beam time we can secure
- We aim for 3 cycle operation before summer, and will make every efforts to secure more operation time in the later half of FY2023
- For the discussion at this PAC, (Mandate to be presented by Saito-san)
 - Review operation plan for the 3-cycle operation before Summer
 - Consider possible priority IF we can secure additional 3 cycles, which needs to be revisited in the next PAC (~July)

D line: elemental analysis by negative muon

Muonic X-ray non-destructive element analysis of samples by Hayabusa-II



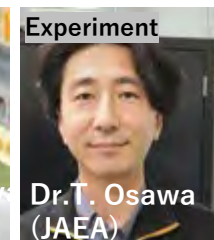
**Formation and evolution of carbonaceous asteroid Ryugu
:Direct evidence from returned samples**

T. Nakamura *et al.*, DOI : [10.1126/science.abn8671](https://doi.org/10.1126/science.abn8671)

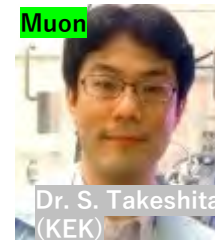
Leader



Experiment



Muon



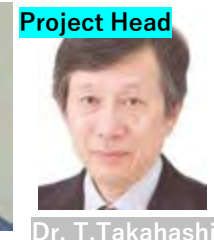
Muon



Muon



Project Head



Planetary Science



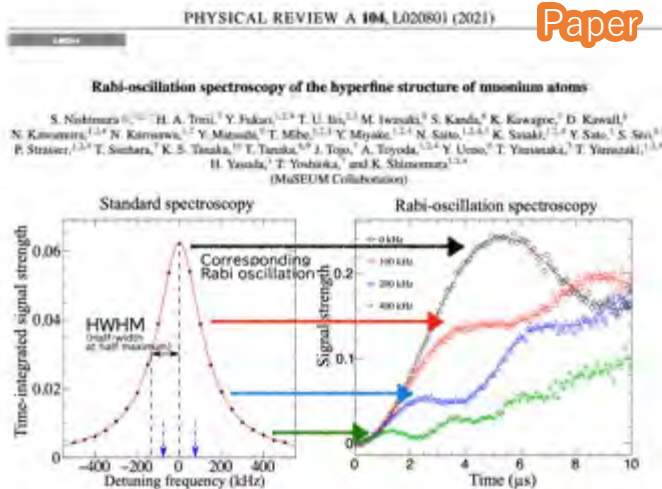
Planetary Science



Rabi-Oscillation Spectroscopy for Muonium Atoms

Precision Measurement of Muonium Hyperfine Structure

- Precise Bound-State-QED test
- Strongly related with muon $g-2$



Rabi-oscillation spectroscopy established for higher precision measurements in the future

Nishikawa Prize



K. S. Tanaka

H. A. Torii

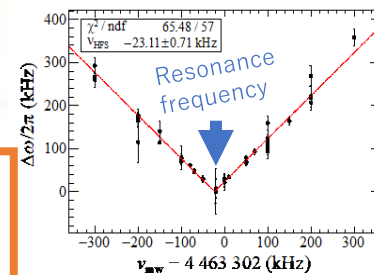
S. Nishimura

K. Shimomura

Kanda

2022/05/03 ARCADIA ICHIGAYA

Results



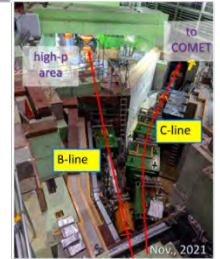
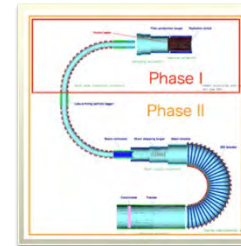
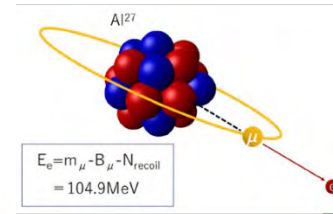
Press



First beam to C-line for COMET!!

First beam on target @ Feb.9,19:44:30, 2023

COMET Hall



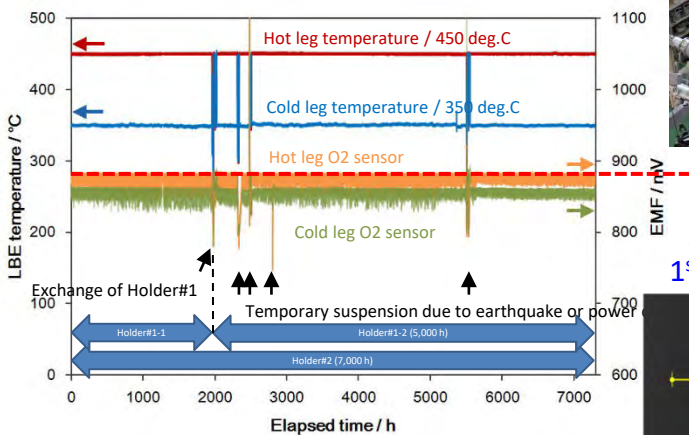
28



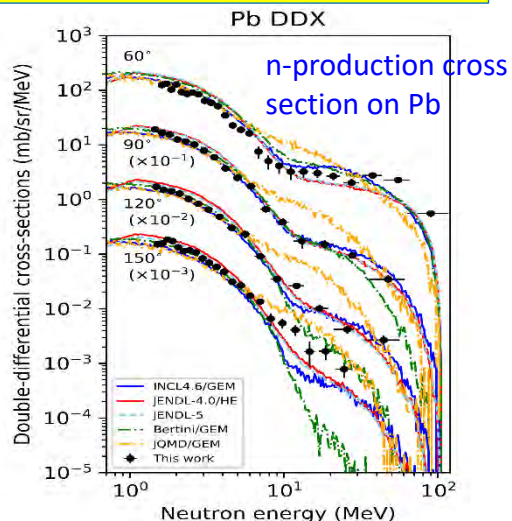
Transmutation Experimental Facility

- R&D on nuclear transmutation with Accelerator Driven Systems (ADS) is progressed.

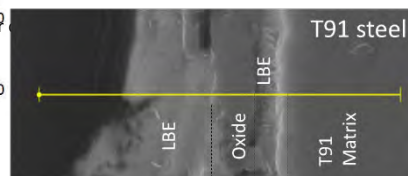
Succeeded in the stable 7,000-hours operation with controlling oxygen concentration of the Pb-Bi loop for corrosion test



Neutronics data further accumulated



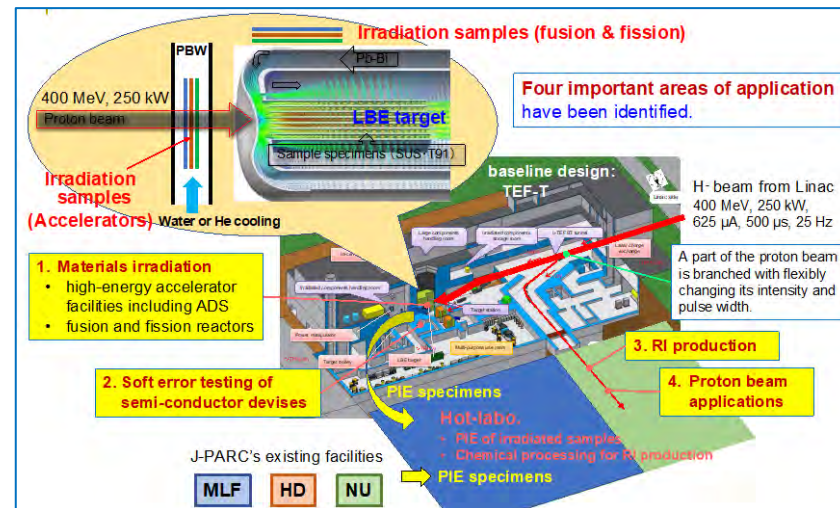
Control target
883mV=1 × 10⁻⁶wt%
1st result of corrosion test!



Prototyping of a spoke cavity for SC Linac development



- According to suggestion of the MEXT's "P-T Technology Evaluation Task Force" in 2021, the facility plan is being reframed based on results of related R&D and versatile needs to the facility in addition to nuclear transmutation research.



- A workshop for the facility planning (hybrid) was held in June 2022. In total 133 persons including universities (14), industries (36), research institutes other than JAE & KEK (22) attended.

- ✓ High expectations to the facility
- ✓ A user community for supporting the facility planning launched



RaDIATE collaboration

radiate.fnal.gov

Radiation Damage In Accelerator Target Environments

Target and beam window survivability :

Limiting beam power in recent major accelerators

Radiation damage studies under RaDIATE collaboration:

Mutual utilization of accelerator & post-irradiation exam. facilities

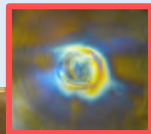
RaDIATE collaboration meeting 2019 at TRIUMF



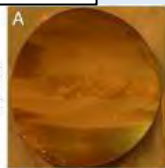
Led by FNAL & STFC, 13 institutions (~Dec. 2022) + 6 new institutions (Dec. 2022 ~), J-PARC joined with CERN in 2017.

Need for RaDIATE

J-PARC, T2K BW



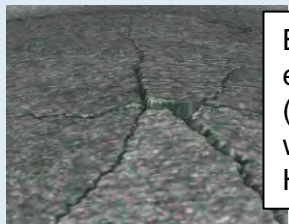
Center



Downstream

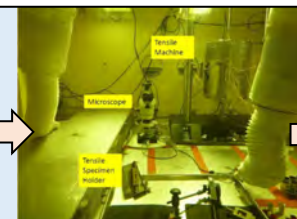
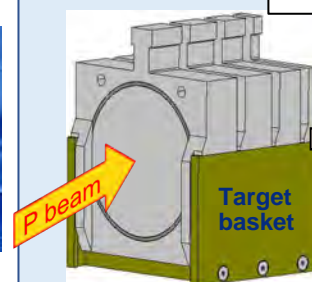


J-PARC Mercury vessel:
Cavitation damage



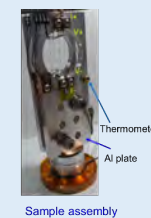
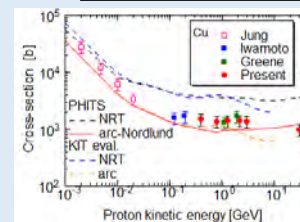
Be window embrittlement
(FNAL, common with J-PARC, Hadron)

Highlight of achievements



- P+ irradiation at Brookhaven N. lab.
- Post irradiation exam. at Pacific N.W.N. lab.

Prototyping of next-generation Neutrino beam window



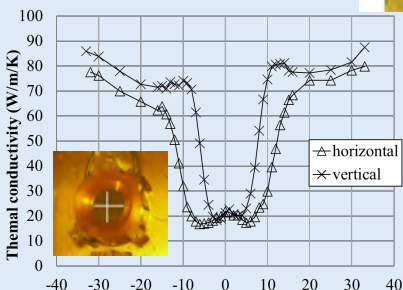
Experimental validation of DPA X-section



Thermal shock experiment at CERN HiRadMat

RaDIATE J-PARC for Next-gen. Target & B.W.

Thermal conductivity degrades in graphite, Muon, Nu, COMET



Big concern on very extended period of approval process of RI (Radio Isotope) facility modification by NRA

- Period to receive approval by NRA (Nuclear Regulation Authority of Japan) for RI facility modification is getting longer and longer > 6 month, although it has been nominally 3 month
 - 2014~2019: 9 times applications
 - 56 days (ave.), min 13days, max 80days
 - 2019/12/6 application: 144 days
 - 2020/10/5 application: 247 days
 - 2022/2/16 application: waiting for approval (>5month)**
- Two measures
 - RI facilities in universities collectively sent request to NRA
 - Self-protective measure = long term planning assuming increased process time with enough leading time**

My PAC2208 slide

【現時点での経過と見込】

年度	2020		2021				2022		
四半期	Ⅲ	Ⅳ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
① MLF: ミュオンS, H NU: 排水設備		申請(10月) ▼		許可(6月) ★					
① NU: 650→750kW			申請(6月) ▼	許可(10月) ★					
② NU: 650kW→<1.3MW HD: COMET-phase α MLF: ミュオンH延長他									

現在

【県原子力安全対策委】
 ① 申請(2022年2月16日) → 口頭了解 → 事前了解 → 補正申請 → 許可

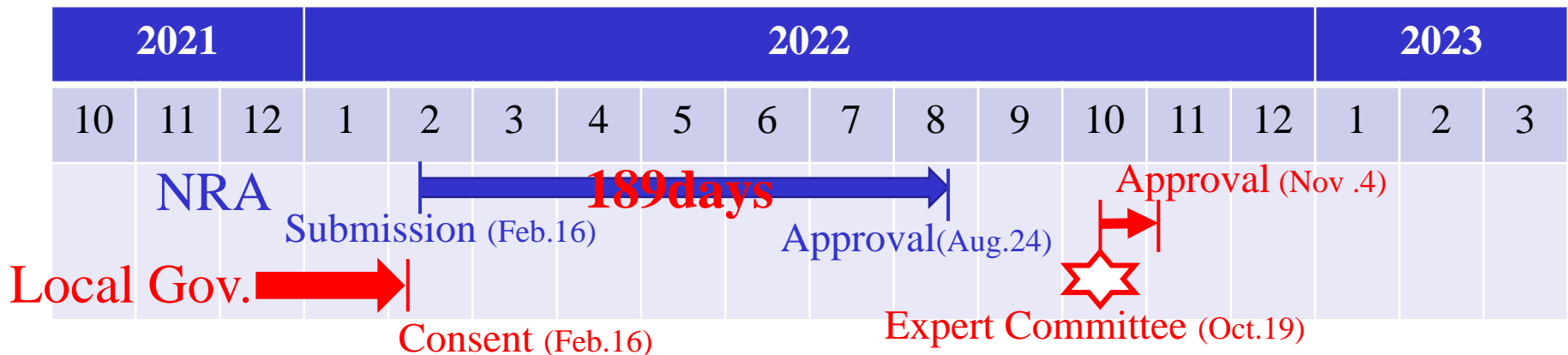
申請後の進捗状況について

- 2/16: J-PARC 変更許可申請を提出
- 3/10: J-PARC 規制庁に進捗状況を確認
- 3/24: J-PARC 規制庁に進捗状況を確認
- 4/12: 規制庁 ヒアリングの日程調整
- 4/19: J-規 ヒアリング(対面&オンライン)
- 5/20: J-PARC 修正資料を送付
- 5/31: 規制庁 コメント
- 6/01: 規制庁 コメント&許可証案の確認依頼
- 6/03: 規制庁 ヒアリングの日程調整
- 6/10: J-PARC 修正資料を送付
- 6/14: J-規 ヒアリング(対面&オンライン) → 補正申請の指示あり
- 6/15: 規制庁 コメント&補正申請書記載例の送付
- 6/23: J-PARC 修正資料を送付
- 6/29: 規制庁 コメント
- 6/30: J-PARC ヒアリングの日程調整
- 7/06: J-規 ヒアリング(対面)
- 7/08: J-PARC 補正申請(修正資料を含む)の資料案を送付

申請後のヒアリング(今回初)を3回実施し、コメント→資料修正のやり取りを4回実施した

Acquisition of approval on facility modification

- **Approval** on facility modifications of the following items submitted on Feb. 16 was finally **successfully acquired on Nov. 4th** according to our schedule in 2022.
 - **Neutrino**: Upgrade of the proton beam intensity from 650 to 1300 kW
 - **MLF**: Extension of muon H-line by adding a muon accelerator
 - **Hadron**: New beam line for COMET Phase- α



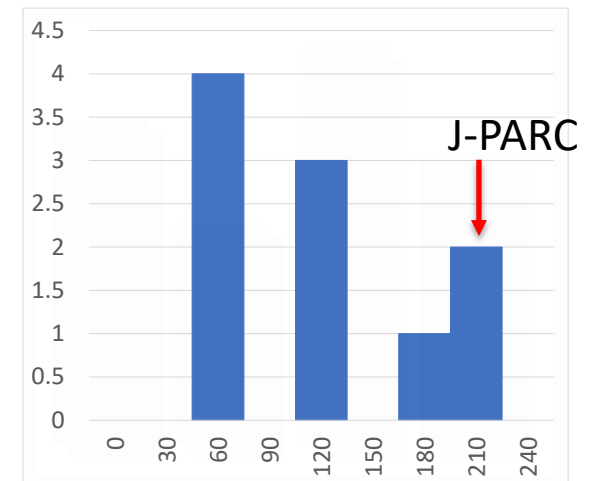
IAC Recommendations on general (4)

- J-PARC should work in collaboration with universities to **seek an improvement in NRA approval times**. However, until the situation is seen to improve J-PARC unfortunately needs to forward plan on the basis of long approval times.

Answers

- Communications with NRA
 - Mar.2022: RCNP director talked with NRA
 - Apr.27,2022: Delegation from Radiation council of Universities (which KEK joins) met NRA officials and exchange opinions
 - Agreed to have place to exchange opinions ~twice/year
- Recent situation
 - 10 RI facility applications in 2022, average 112 days, seems getting improved
 - J-PARC 189days shortened from the last one, but still a bit outlier

Period (days) took for approval in 2022



新規

宇宙線ミュオンによる古墳探求プロジェクト推進事業

教育委員会生涯学習課
博物館・文化財担当

令和5年度当初予算額 11,750千円

【内訳】委託料 11,580千円（ミウ測定器製作・古墳三次元測量）バス借り上げ料等 170千円



SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

1. 背景・目的

通常、人の目には見えないが、私たちが普段生活する地表には、常に「ミュオン」という宇宙線が降り注いでいる。近年の考古学界では、この宇宙線ミュオンを用いた古墳の内部探査法が文理融合型の新しい調査法として注目されている。

そこで、本事業では、宇宙線ミュオンを専門とするJ-PARCセンター・大学との連携により、久慈川下流域の大首長墓と目される村指定文化財「舟塚古墳群2号墳」を舞台に、未だ謎に秘められた埋葬施設の存在を宇宙線ミュオンで解明する。また、本事業の一部は、人文科学・自然科学の融合教育プログラムとして、宇宙線ミュオンの測定器製作・測定から将来的な発掘調査を村の子供たちと一緒に行うことで、サイエンスシティとしての“まちづくり”，両分野の将来を担う“ひとづくり”を推進すると共に、こうした“東海村だから実施できる”文理融合型且つ地域一体型の新しい遺跡調査のモデルを全国に強力に発信する。

2. 事業概要

【概要】

- ①宇宙線ミュオンを活用した舟塚古墳群2号墳の埋葬施設探査実施
- ②人文科学・自然科学の将来を担う人材育成を目的とした教育プログラム展開
- ③成果報告書作成・交流館での展示公開

スケジュール	R5	R6(予定)	R7(予定)	R8(予定)	R9以降
総事業費 (24,667千円)	11,750千円	9,750千円	1,270千円	1,897千円	未定
ミュオン測定器製作等委託					
古墳三次元測量委託					
ミュオンによる古墳探査					
教育プログラム展開					
報告書作成・展示公開					
発掘調査					

3. 事業の効果

- ・舟塚古墳群2号墳の埋葬施設の存在・位置を特定することで、保存活用を目的とした発掘調査を効果的に実施できる。
- ・宇宙線ミュオンを活用した古墳探査の発展・普及に貢献できる。
- ・村内小中学生、高校生など、年齢に応じた見学会や体験会、講座等を開催することで、郷土理解の促進が図れる。
- ・J-PARCセンター・大学等と連携した教育プログラムを展開することで、サイエンスシティとしての“まちづくり”，人文科学・自然科学の将来を担う“ひとづくり”を推進できる。

事業のイメージ



Draft(変更の可能性あり)

「まる博」や「T・キャンサ」

宇宙線ミュオンで古墳を透視プロジェクト

通称 ミュオンにコーフクラブ

壮大な歴史ロマンがそこにある…

宇宙線
の力で、
古墳の謎に
迫ろう！

参加者大募集！

主催 東海村教育委員会/J-PARC

<問い合わせ>

東海村歴史と未来の交流館
東海村村松768番地38
電話029-287-0851
E-Mail : syougaigakusyu@vill.tokai.ibaraki.jp

『ミュオンにコーフクラブ』は外からは見ることはできない古墳（昔の有力者のお墓）の中を、宇宙線の力で透視するプロジェクトを行います。宇宙線について学んだり、古墳を見学したりしながら、実際に測定器を手作りして、古墳の中身を見ることができるか実験します！ 特別な知識はいりません！ 加速器科学および考古学の専門家が指導します。このプロジェクトにロマンを感じたあなた！ぜひ一緒に夢を追いかけてみましょう。

参加資格

小学生5年生～高校2年生

募集人数

15名

活動日

毎月末の土曜日 午後1時半～3時

申込

令和5年9月末日までにメールか電話

申込先 東海村歴史と未来の交流館

☎029-287-0851

✉syougaigakusyu@vill.tokai.ibaraki.jp

興味をもったあなた！ まずは、以下から参加してみませんか？

年月	募集人数	申し込み
5月28日 講座 古墳の謎	30名	5月26日までにメール・電話
6月25日 講座 宇宙から降り注ぐもの	30名	6月23日までにメール・電話
7月30日 講座 古墳の中は何がある？	30名	7月28日までにメール・電話
8月 (日程は調整中)		
実験 簡易測定器で透視実験	15名	8月4日までにメール・電話
実験 簡易測定器で透視実験	15名	8月4日までにメール・電話
見学 J-PARC施設見学	30名	8月4日までにメール・電話
9月24日 見学 古墳見学	30名	9月22日までにメール・電話

※日程は変更する可能性があります。詳細は歴史と未来の交流館までお問合せください。
申し込み先 東海村歴史と未来の交流館(東海村村松768番地38)☎029-287-0851✉
syougaigakusyu@vill.tokai.ibaraki.jp

KEK Project Implementation Plan (PIP)

- KEK Roadmap (RM) 2021
 - guideline for promoting its research programs in order to achieve the goal of KEK
 - “portfolio” of KEK research program
 - 2007, 2013
 - KEK-RM 2021
 - Discussed throughout FY2020 and updated in view of the fourth 6yrs medium-range goals&plans period beginning in FY2022 (Apr.2022)
 - https://www.kek.jp/wp-content/uploads/2021/06/KEKroadmap2021_E.pdf (May 2021)
- KEK-PIP 2022
 - Project Implementation Plan of the research program described in KEK-RM
 - Projects by KEK general operating budget
 - Projects requiring new funding request
 - Discussions within KEK and with communities throughout JFY2021
 - A draft was circulated to communities and public comments were accepted
 - Proposed & reviewed by KEK Science Advisory Committee (Mar 7,8,9, 2022)

- **KEK PIP 2022 was published on Jun.24,2022**
- <https://www.kek.jp/en/roadmap-en/>
- **J-PARC Operation**
 - **≥ 6 cycle MR operation**
 - **Complete COMET-I**
 - **“g-2/EDM construction is expected to start”**

New project requiring new funding requests

- Down selected to 9 projects
- Ask KEK-SAC to further down select to 4 projects with priority.
- KEK finally decided to proceed with five research projects in the following two categories as KEK's priority plan.

**Category I: A Project to Be Implemented by KEK without Specifying the Rank
- R&D for New Light Source Facility**

Category II: Projects to make new budget requests according to priority

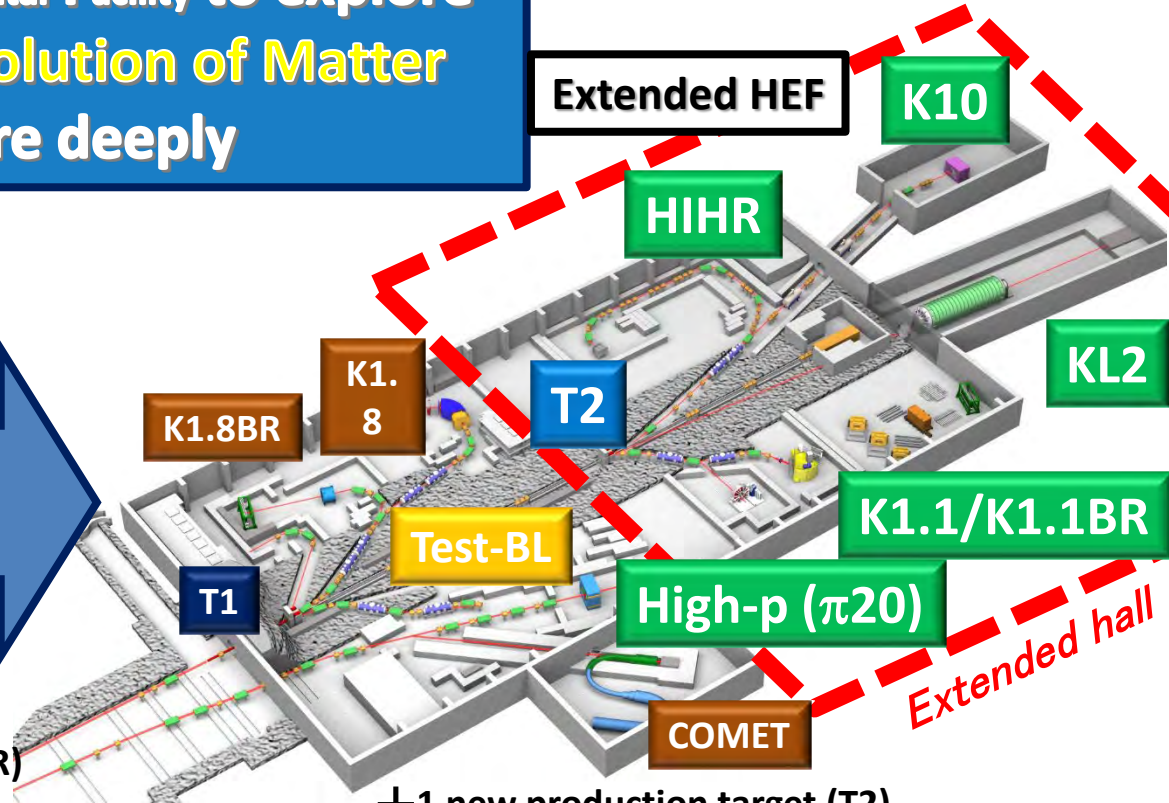
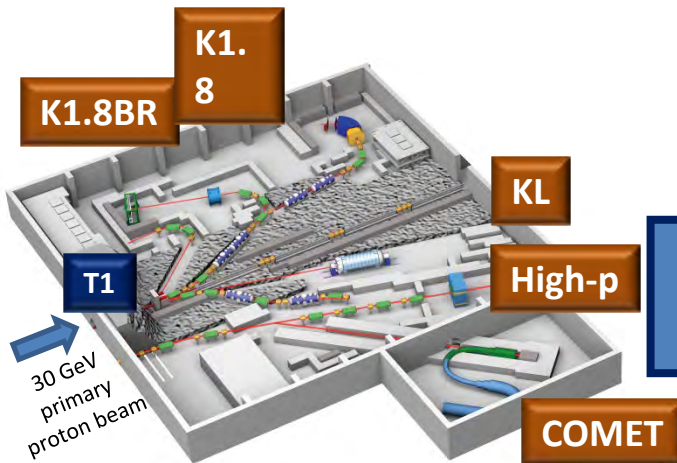
1. **Extension of the J-PARC Hadron Experimental Facility**
2. **Strengthening the cooperation with CERN in projects including HL-LHC**
3. **LiteBIRD (Satellite CMB)**
4. **Transmission muon microscope (J-PARC)**

Hadron Experimental Facility eXtension (HEF-ex) Project

Expand research programs at the
Hadron Experimental Facility to explore
Origin & Evolution of Matter
more deeply

Present HEF
(2009~)

Extended HEF



Extended hall

1 production target (T1)

1 secondary-charged beamline (K1.8/K1.8BR)

1 neutral beamline (KL)

1 primary beamline (High-p)

1 muon beamline (COMET)

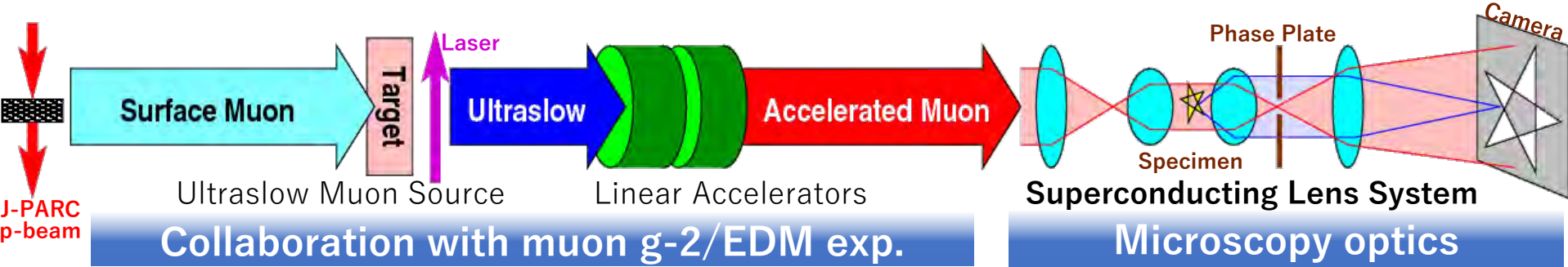
+ 1 new production target (T2)

+ 4 new beamlines (HIHR, K1.1/K1.1BR, KL2, K10)

+ 2 updated beamlines (High-p ($\pi 20$), Test-BL)

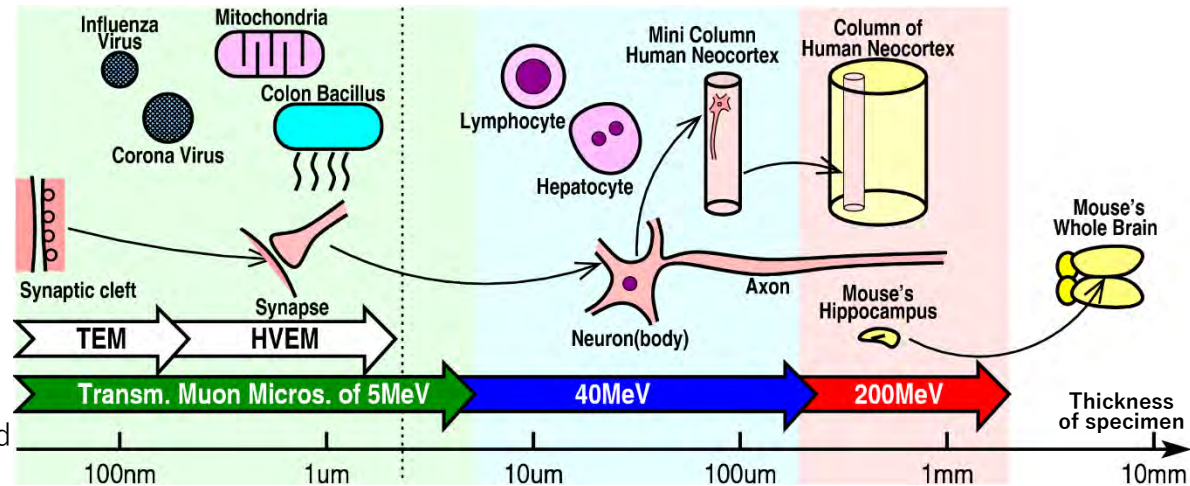
Transmission Muon Microscope

= Accelerated Muon : Strong Penetration + Ultraslow Muon : High Luminance / Resolution

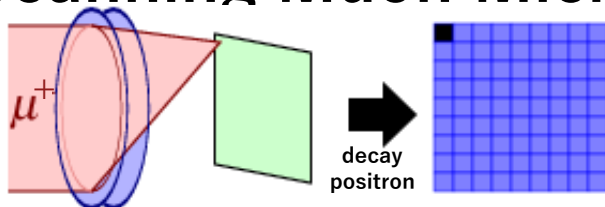


Nano scale visualization of electromagnetic fields in macroscopic objects

- Any methods for TEMs are applicable, like Lorentz imaging or Zernike phase contrast.
- Functional imaging of living/cryo-tissues: Cross scale understanding of our brain from synapse, neuron, network to organ.
- Industrial use: It can see EM fields in packaged IC/LSI, Li ion battery, solar cell, piezo, etc.



Scanning Muon Microscope



3-dim mapping of magnetic field and its fluctuation, density of Fermi surface, state of hydrogen, and etc. in nano resolutions. → **Scanning μ SR microscope**

Schedule	2022	23	24	25	26	27	28	29	30	32	33	2034~
g-2/EDM exp.	Construction					Eng. run → Phys. run						
Transmission	Design	Const.			Phase 1 run							Phase 3
Scanning			Design			Const.			Phase 2 run			

大規模学術フロンティア事業移行評価・事前評価

- J-PARC(KEK)は大規模学術フロンティア事業の一つ。
- 10年ごとに期限が来る
- 続ける場合には移行評価・事前評価
- 事前評価報告書

– https://www.mext.go.jp/content/20220728-mxt_gakkikan-000025950_1.pdf

3. まとめ

(1) 総合評価

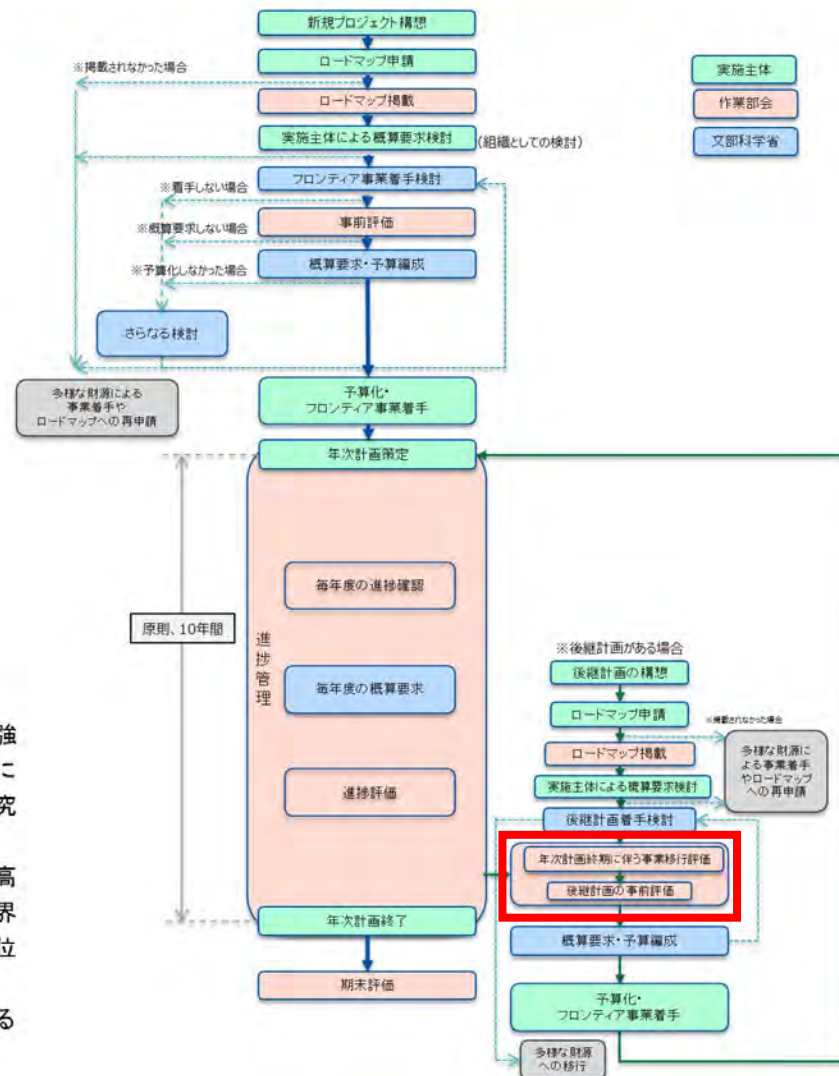
本計画は、我が国の科学技術・学術を牽引する一翼となっている J-PARC において、大強度陽子ビームで多彩な二次粒子を生成し、基礎研究から新産業創出につながる応用研究に至るまで幅広い分野の実験を行うものであり、高い緊急性、戦略性を持ち、国内外の研究者コミュニティの合意や社会・国民の支持を得られる計画として評価できる。

これまでの優れた成果をベースとした5つの科学目標を達成するため、各実験施設の高度化に係る研究開発や、計画的な老朽化対策を実施することにより、実験施設として世界最高の性能を維持しつつ、継続的な成果創出により我が国が国際的研究拠点としての優位性、プレゼンスを維持し、関連研究コミュニティを先導していくことが期待される。

以上を総合的に勘案し、本計画は積極的に進めるべきであり、早急に着手すべきであると評価する。

主なフローは次のとおり

大型プロジェクトの推進（フロンティア事業におけるマネジメント） フロー



Proposed plan for next 10 years

年次計画

[研究テーマ]

1. 加速器のビーム強度の増強

Accelerator power to 1.3MW

2. ハドロン・ミュオン 素粒子実験

Hadron/muon expts in HD hall
HD hall extension

3. ニュートリノ振動実験

T2K, Upgrade for HK

4. 中性子・ミュオン 物質生命科学実験

Neutron/muon in MLF

5. ミュオン異常磁気能率と 電気双極子能率の 測定実験

Muon g-2/EDM in MLF



【年次計画】

項目 (研究テーマ)	1年目 2023年度	2年目 2024年度	3年目 2025年度	4年目 2026年度	5年目 2027年度	6年目 2028年度	7年目 2029年度	8年目 2030年度	9年目 2031年度	10年目 2032年度	10年目 以降	備考
1. 加速器のビーム強度の増強 MR加速器の増強により、ニュートリノ振動実験に必要な速い取り出し1.3MWとハドロン実験に必要な遅い取り出し100kWを実現する。	大強度化のための施設整備 加速器の運転											
成果指標	750kW				1.2MW	1.3MW				1.3MW		最大ビーム強度
2. ハドロン・ミュオン素粒子実験 K中間子・ニュートリノによる素粒子原子核実験、高運動量ビームの実験、ミュオン電子交換実験 (COMET) などを引き続き行う。さらに、実験施設の拡張とビームライン・測定器の整備、大強度化対応を進める。	素粒子・原子核研究の展開											
成果指標	280本				350本					440本		実験機材・博士論文数
3. ニュートリノ振動実験 東大宇宙線研究所と共同で、ニュートリノにおけるCP対称性の破れと質量の階層性の探索を引き続き行う。	大強度化・新実験装置の整備 ニュートリノ研究の展開・実験の高度化											
成果指標	38 (T2K)				100 (T2K)					130 (HK) 230 (T2K+H)		国際論文数 (J-PARC20論文)
4. 中性子・ミュオン物質生命科学実験 世界最高のピーク強度を持つJ-PARCパルス中性子・ミュオンを用いた物質・生命科学実験を引き続き行い、測定装置の高度化により、社会課題開発への貢献を視野に入れて発展させる。	物性研究の展開					測定装置の高度化						
成果指標	170本				230本					310本		J-PARCビームラインでの実験論文・博士論文数
5. ミュオン異常磁気能率とミュオン電気双極子能率の測定実験 ビームラインと実験設備を設置して実験を行う。	建設					運用						
成果指標	施設設計完了				運転開始予定					国際論文数 (J-PARC1論文)		

加速器だから見える世界。



「未来の学術振興構想」の策定に向けた「学術の中長期研究戦略」の公募

K E K 役職員からの提案

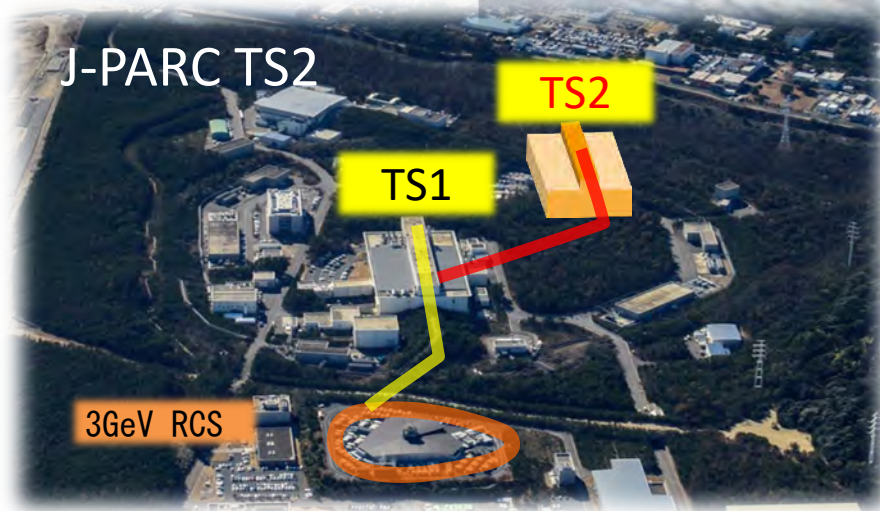
No	「学術の中長期研究戦略」の名称	提案者	所属機関・部局又は学協会名
1	高エネルギー加速器による素粒子原子核物理学の研究	山内 正則	高エネルギー加速器研究機構
2	量子ビーム施設統合マルチプローブ学術研究基盤	山内 正則	高エネルギー加速器研究機構
3	超伝導加速器研究拠点	小関 忠	加速器研究施設
4	MLF第2ターゲットステーション：中性子・ミュオン科学の新たな展開	小林 隆	J-PARCセンター

K E K 以外からの提案

No	「学術の中長期研究戦略」の名称	提案者	所属機関・部局又は学協会名
5	大型先端検出器による核子崩壊・ニュートリノ振動実験(ハイパーカミオカンデ計画の推進)	中畑 雅行	東京大学・宇宙線研究所
6	アト秒レーザー科学研究施設 (ALFA)	山内 薫	東京大学・大学院理学系研究科
7	新学術分野の創成と社会課題の解決を実現する先端放射光科学	横山 利彦	日本放射光学会
8	中性子ビーム利用の中長期研究戦略	加倉井 和久	日本中性子科学会
9	大強度低速陽電子ビームによる物性科学・基礎科学の革新的展開	藤浪 眞紀	日本陽電子科学会
10	21世紀の量子プローブ「ミュオン」を用いた学際科学の新展開	久保 謙哉	日本中間子科学会
11	J-PARCでの高強度重イオンビームによる超高密度物質の研究	初貝 安弘	筑波大学大学院理工情報生命学術院数理物質科学研究群
12	高エネルギー大強度陽子ビームが拓く核子エンジニアリング社会	小林 隆	J-PARCセンター (JAEA)
13	大型低温重力波望遠鏡KAGRA計画	梶田 隆章	東京大学・宇宙線研究所

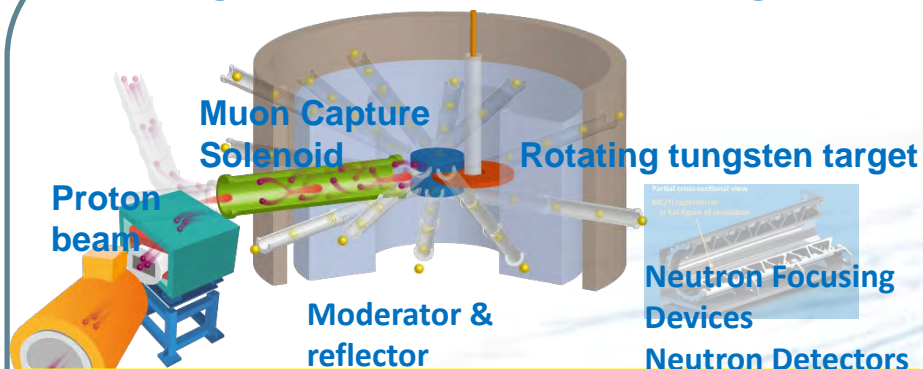
Target Station - 2

J-PARC, MLF



- Integration of neutron and muon sources (world's first)
- J-PARC proton accelerator intensity (1 MW) increased to 1.5 MW
- 1 MW (17 Hz) for TS1 and 0.5 MW (8 Hz) for TS2

Integrated neutron and muon target

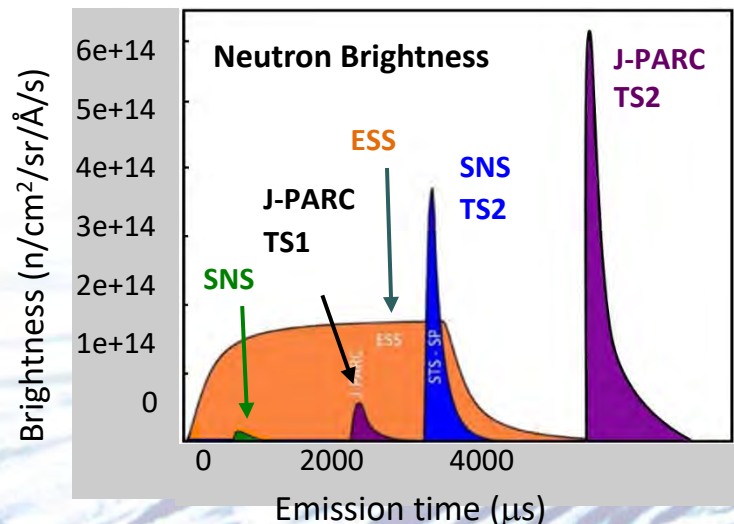


Neutron:

10 (target) x 2 (device) → 20 times gain of brightness

Muon: :

10 (target) x 5~10 (Muon capture solenoid) → 50 ~100 times gain of flux

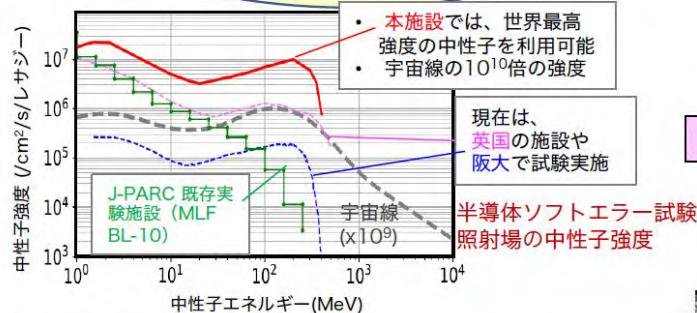
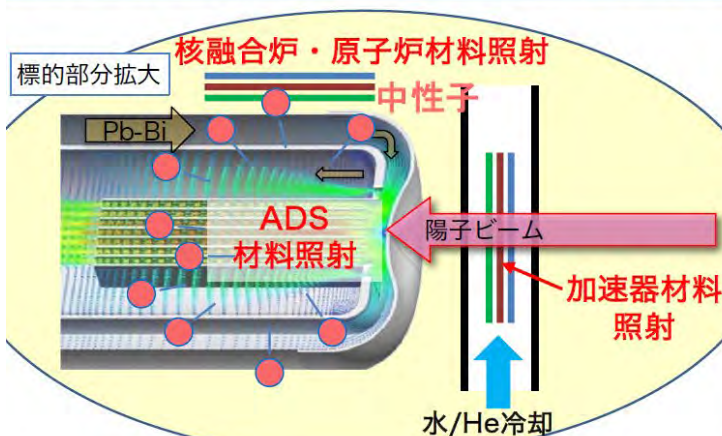


Brightness of MLF TS2 will be the world's highest compared to the next plan of overseas facilities

Nucleon engineering society opened up by high-energy and -intensity proton beam

J-PARC 核子エンジニアリング施設

ベースライン設計: ADSターゲット試験施設
(JAEA-Technology 2017-003, 539 pages)
→ 概ね「計画の全容が定まり予算要求段階」

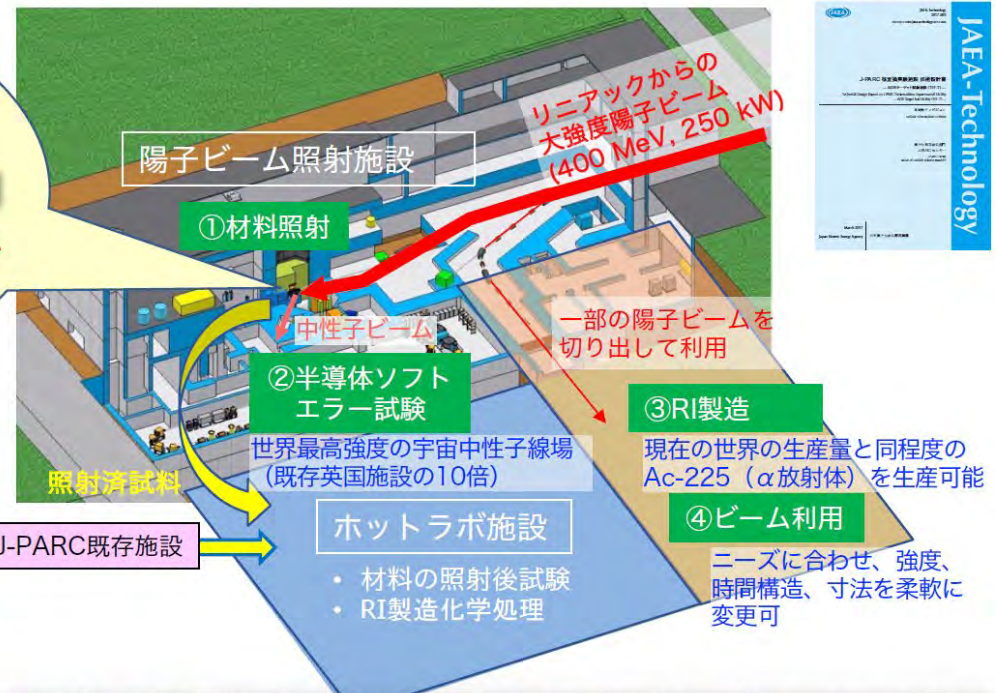


J-PARC に建設するメリット

- ✓ 既存のリニアック利用により、全体コストを大幅削減
- ✓ リニアックの性能を2倍 (25 Hz → 50 Hz) に引き上げ、その半分 (25 Hz) を利用、既存実験施設に影響を与えない

スケジュール (希望)

	▽2026	▽2031
陽子線ビーム照射施設	設計検討	施設建設
ホットラボ施設	設計検討	施設建設
	▽2031	▽2036
		運用

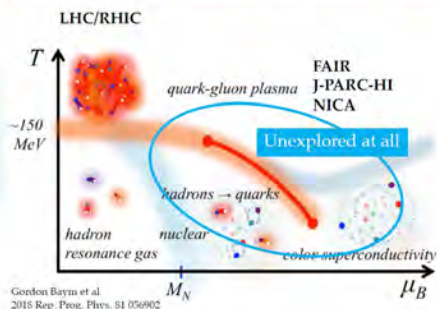


Study of super high-density matter with high-intensity heavy-ion beams at J-PARC

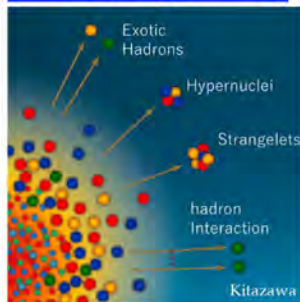
J-PARC-HI Project: Subjects

30

Exploring Dense QCD Matter and Phase Diagram



Strangeness Physics (multi-strangeness production)



400MeV リニアック

HI LINAC & Booster

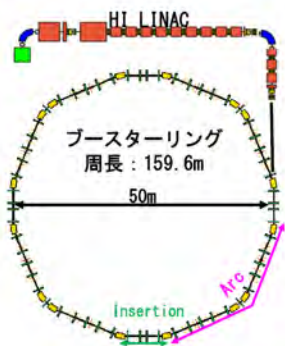
3GeVシンクロトロン

物質生命科学実験施設

主リングシンクロトロン

ハドロン実験施設

重イオン用入射器～線形加速器とブースターリング～



加速器	電荷	エネルギー	繰返し	Duty
線形加速器	U^{35+}	10 MeV/u	25 Hz	~1 ms
ブースター	U^{66+}	67 MeV/u	25 Hz	20 ms

<線形加速器>

- ◆ Uまでを想定
- ◆ リジリティ(Q/M)で加速可能な核種がある (加速空洞の構造・周波数で決まる)

<ブースターリング>

- ◆ 様々な核種(Uまでを想定)
- ◆ 蓄積能力(パンチ化、大強度化)
- ◆ RCSへの入射にマッチしたビーム

Facility	J-PARC-HI
Experiment	DHS, D2S
Start	>2025(?)
$\sqrt{s_{NN}}$, GeV	2 – 6.2
μ_B , MeV	850 – 490
Int. rate (kHz)	10,000
Hadrons	+
Dileptons	+
Charm	(+)

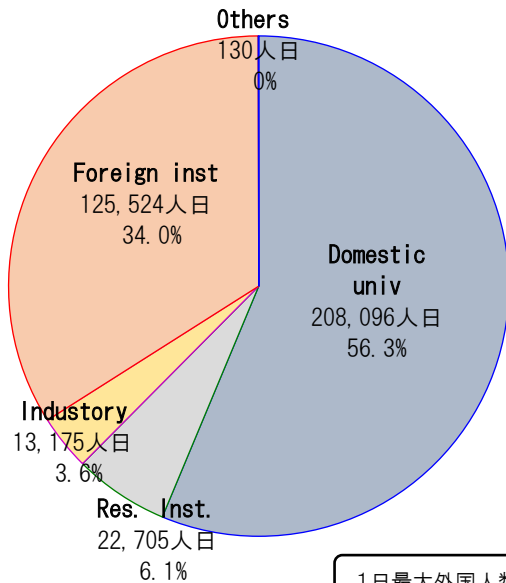
Discussion on the future projects at J-PARC

- We are achieving original goals of J-PARC we planned ~ 30years ago
 - 1MW LI/RCS/MLF
 - 750kW → 1.3MW MR/NU
 - HD hall extension listed next highest priority
- We believe that we can do much more exciting science using proton beam at J-PARC
- We'd like to make "next 30year vision" of J-PARC
 - based on bottom-up discussions by young researchers leading next generation
- We start series of workshops to discuss future ideas/plan
- **We'd like to present and appeal the future vision to world communities at the next J-PARC symposium**
 - Around later half of JFY2024
- **First kickoff meeting for the discussion planned**
 - **Mar. 31, Apr. 10 @ AQBRC**
 - **Users are welcome to join the discussions**

J-PARC is open to international users

ユーザーズオフィス
Users Office

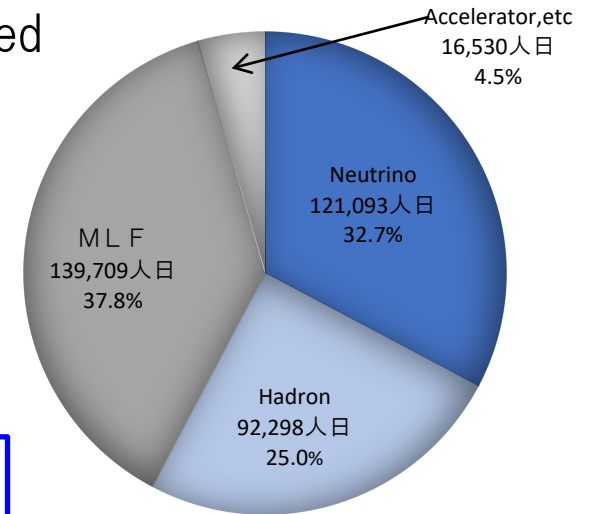
By Institution



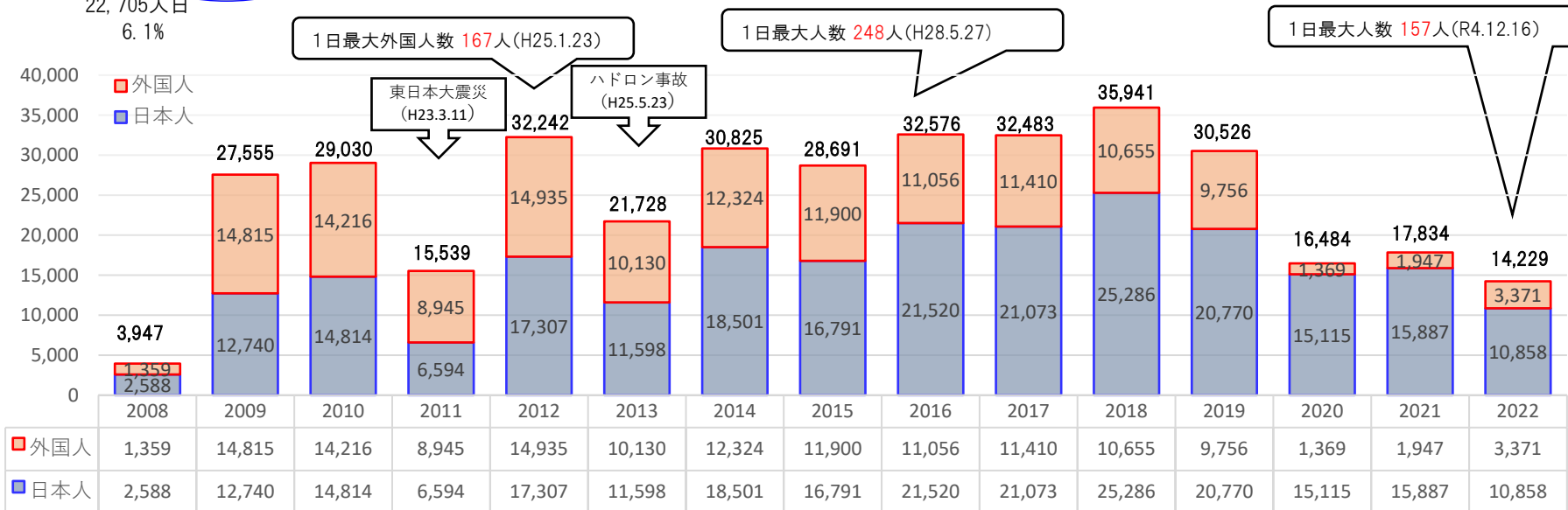
Total number of users visited
J-PARC since 2008.12

369,630 personxdays

By Facilities

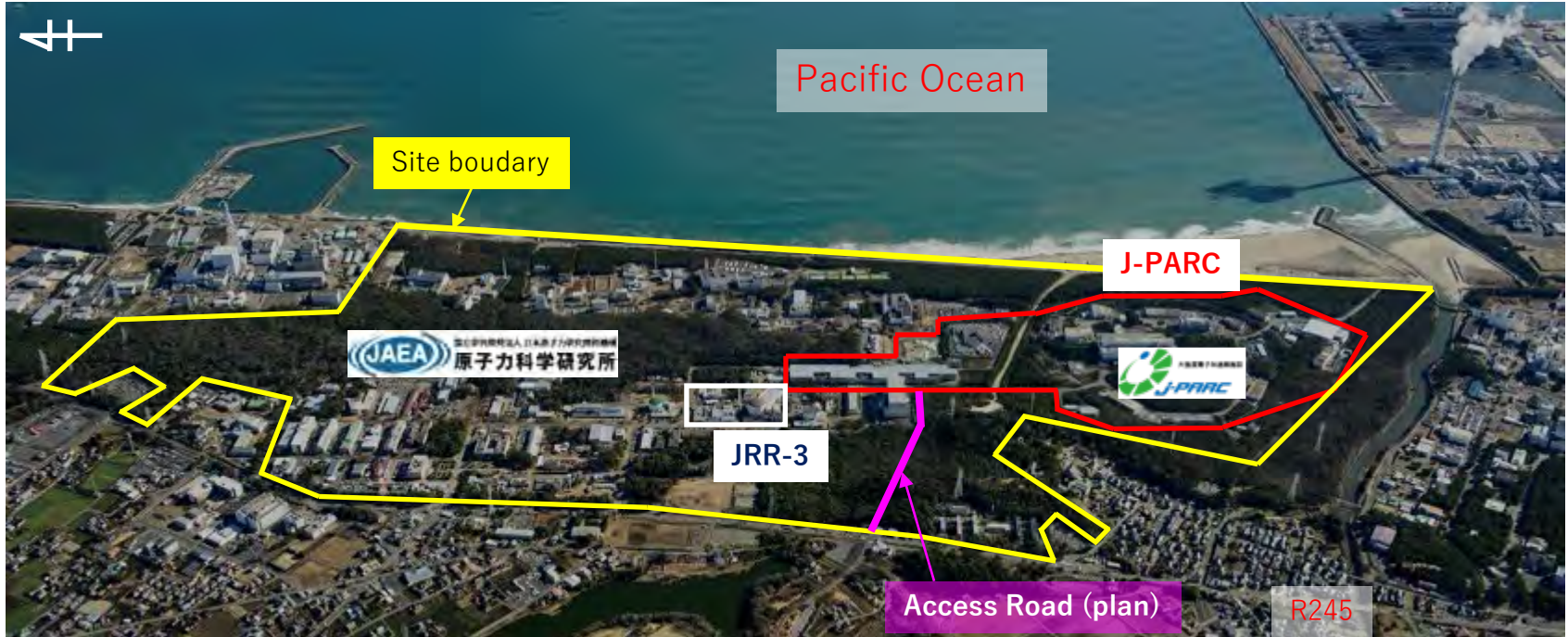


Transition of users Foreign nationals and Japanese(person per day)



Access road

- Long standing desire from user communities to directly access J-PARC site
- Extensive discussion, work, design work, negotiation within JAEA/KEK, and Tokai village, and also MEXT
- Progress in FY2022:
 - Detailed design has been done.
 - We started administrative consultation with the Nuclear Regulation Authority about radiation-controlled area set-back.



J-PARC利用者協議会

ユーザーへの利便性向上のための取組状況について

令和5年3月8日

J-PARCユーザーズオフィス

1. 令和4年度におけるユーザーへの利便性向上のために実施したこと

- J-PARCまでの移動手段についてR4年7月にユーザー向けアンケートを実施し、実態の把握や具体的な要望を伺い今後の利便性向上の参考資料とした。
- 会議用品(オンライン用スピーカー、マイク)の貸出を始めた。
- 東海ドミトリーで宿泊者がコロナ感染症の疑いがあった場合の対応フローの作成及び実際に感染した宿泊者への対応を行った。
- 東海ドミトリー玄関脇及びレストハウス脇でキッチンカーによるハンバーガー、パスタ等の販売を行った。

2. ユーザーへの利便性向上のために検討・準備を進めていること

(1)カーシェアリングの導入について

概要： 東海キャンパス西地区(いばらき量子ビーム研究センター(IQBRC)、東海ドミトリー、東海1号館) ⇄ J-PARC
間の移動手段の1つとしてカーシェアリング車両1台を賃貸借契約することを検討中。
カーシェアリング車両の固定料金は法人が負担し、時間に応じた料金及び燃料代はユーザーが負担する。
また、法人の車両でないので機構外で買い物や食事の移動にも利用できるメリットもある。

- 台数 1台(試行的に運用)
- 導入予定時期 令和5年5月又は6月
- 車両設置場所 東海ドミトリー駐車場を想定



スタンドサイン設置イメージ



車載器

(2) 共用車(UOで管理している車両)の貸出しについて

概要: 東海キャンパス西地区(いばらき量子ビーム研究センター(IQBRC)、東海ドミトリ、東海1号館)⇄J-PARC間の移動手段の1つとしてJ-PARCユーザーズオフィスに配備している共用車1台を無料で貸出できるように準備を進めております。



➤ 導入予定時期: 令和5年4月

(3) シャトルバス(ジャンボタクシー)の運行について

概要: 東海キャンパス西地区(いばらき量子ビーム研究センター(IQBRC)、東海ドミトリ、東海1号館)⇄J-PARC間の移動手段の1つとしてシャトルバス(ジャンボタクシー)の借上げを検討中。

➤ 運行予定時期 未定(J-PARCの運転期間中かつ予算の範囲内で運行を想定)
➤ 運行本数 1日6~7便

(4) J-PARC各種カードの統合について

概要: ユーザーがJ-PARC滞在中に使用するカードは多くて4枚である。多くのカードを持つのは紛失等の恐れがあるためカードの一元化を図る目的で検討中。

- ① ユーザーIDカード(原科研構内に入構するためのカード)
- ② J-PARCカード(MLF、研究棟、その他特定の実験建屋に入るためのカード)
- ③ KEKカード(東海1、2号館に入るためのカード)



上記、3枚のカードを1枚に統合して運用する。(Felica方式で運用が可能)

➤ 導入予定時期 未定

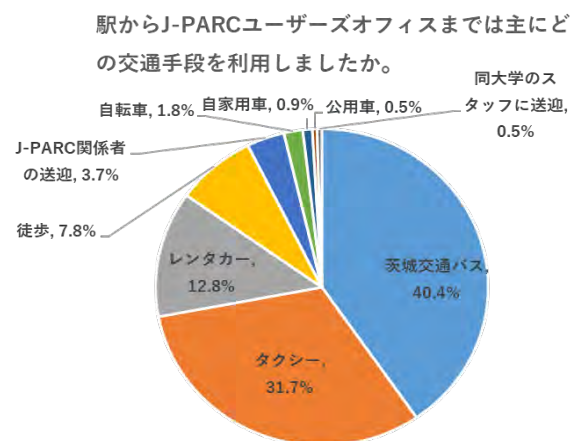


(5) 茨城交通バスの増便及び時刻の変更について

概要：令和4年7月に実施したユーザー向けアンケートで東海駅到着後の茨城交通バスとの接続が悪いとの意見を踏まえ、具体的にセンター内で増便及び時刻変更の内容（例：何時台の時刻を変更）を検討した。現在、JAEA総務・共生課と茨城交通バス（株）及び東海村へ増便又は時刻の変更の働きかけが出来るか相談しているところです。

ユーザーの茨交バス利用者見込数

	年間来所者数 (実人数) × 往復分	運転日数 (8か月)	1日当たりの 来所者数	1日当たりの 茨交バス利用者数 (1日の来所者の 40%)	備考
平成30年度	8,256 (4,128人)	240日	34.4人	約14人	コロナ前
令和元年度	7,190 (3,595人)	240日	29.9人	約12人	コロナ前
令和2年度	3,990 (1,995人)	240日	16.6人	約7人	
令和3年度	4,798 (2,399人)	240日	19.9人	約8人	
令和4年度	3,488 (1,744人) 12月末	150日	23.2人	約9人	



ユーザーミーティング

- ユーザーと施設側との直接の懇談の機会
- J-PARCに対する様々な要望など直接コミュニケーションする
- 内外のユーザー対象
 - 去年は素核ユーザーメイン対象で開催
 - 次回は素核以外のユーザーも含めて。
- 5月ぐらい開催を予定
- 1~2h で、ユーザーからの要望と、施設側から要望に対する対応状況を直接説明

令和4年度第2次補正予算及び令和5年度予算内示

令和5年度予算内示

施設運転：

利用運転

ニュートリノ及びハドロン運転（MR運転期間は調整中）

運転経費：JAEA(共用補助金) 101.8 億円（前年同額）

KEK 53.08 億円

実験装置等の整備：

→ (K) MRの加速粒子数増強とビームロス低減のための高度化費（3.47 億円）

→ (K) ミュオンビームライン（0.4 億円）

核変換技術の研究開発（核変換補助金）： 0.6 億円（前年同額）

→ 陽子ビーム診断技術開発・核特性実験費、鉛・ビスマスループを用いた要素技術試験費

令和4年度第2次補正予算

施設運転（研究活動等の継続に必要な予算措置）：

→ (J) 12.8 億円

→ (K) KEK全体として予算措置

運転維持費（施設運転及び性能向上）：

→ (J) J-PARC 高周波加速空洞の省電力化 5.81億円

施設整備：

→ (J) 成果創出の効率性を向上するためのJ-PARCの計測環境のDX化、中性子データセンターの整備 14.1億円

→ (K) ハイパーカミオカンデ（HK）計画に係る整備費 6.49 億円

試料の送付に関して
課題採択後・来所手続き

トップ » 2023年度の運転について

2023.2.10周知

MLFについて

- MLFについて
 - 組織
 - 諮問・評価
 - 委員会
- 中性子実験
- ミュオン実験
- 採択課題一覧
- 統計情報
- 成果リスト
- MLF月間報告
- パンフレット・刊行物

課題公募情報

- 課題公募情報
- 審査の流れ

施設・運転情報

- 中性子・ミュオン源
- 中性子・ミュオン実験装置
 - 実験装置リスト
 - 実験ホール地図
- 実験準備室・ユーザー用設備
- 試料環境
- 計算機・ソフトウェア
- 運転状況・スケジュール
- 中性子装置提案募集要領

MLFを利用する

- 利用するには(利用の流れ)
 - 課題の申請手順
 - 課題採択後・来所前手続き
 - 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
- 実験に関するルール
 - 入退室管理
 - 化学安全
 - 機器安全
 - 放射線安全

2023年度の運転について

平素よりJ-PARCセンターの活動にご高配を賜り感謝申し上げます。

2023年度上期の運転スケジュールにつきまして、4月16日から6月21日までの60日間の利用運転を実施いたします。

2023年度下期の運転スケジュールについては、昨今の電力料金の高騰の状況を勘案しつつ、改めてお知らせする予定です。



加速器の状況及び見通し

2023年3月8日

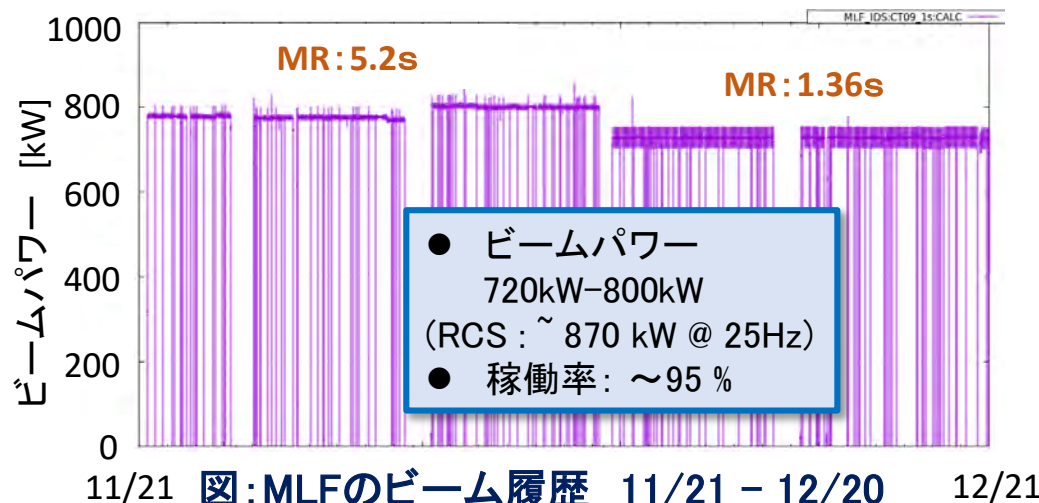
第41回J-PARC利用者協議会

- (1) 2022年度 後半の運転状況
- (2) MRビーム調整試験結果(速報)
- (3) 2023年度 運転計画案

加速器の運転状況（2022年11月21日～12月20日）

状況

- ・MLF: 利用運転 約800kWで運転(MRサイクル: 5.2秒)
- ・12/7 半日保守日 MRサイクルを5.2秒から1.36秒に変更
- ・MR: 電源、取り出し電磁石故障のため、ビーム運転は1/23以降に変更



MR機器の故障

● MRビーム調整運転

新電磁石電源（BM4）やビーム取り出し電磁石（SM31）の故障により、11月19日から予定していたビーム調整運転は、12月末まで全て中止した。1月23日ビーム調整運転開始

MR BM-4電源故障

● 事象

11/3 15:10 BM4 コンバータ盤 V相(V43)のIGBTが破裂した。

パターン 4.24秒で、フラットボトム電流に立ち上げてDC通電中に発生。

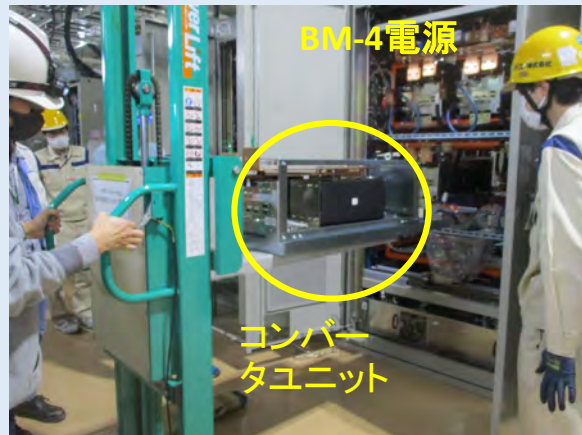
- ✓ BM4 capacitor bank #4 Fuse 24個すべて断線した。
- ✓ converter #4系統のFuse破損(1個)

● 原因

故障したIGBTと制御基板を現地及びメーカーで調査したが、原因の特定には至っていない。

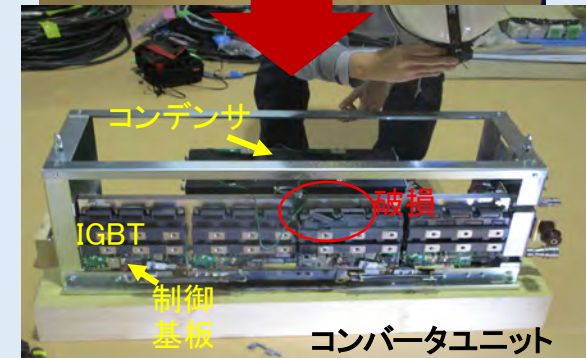
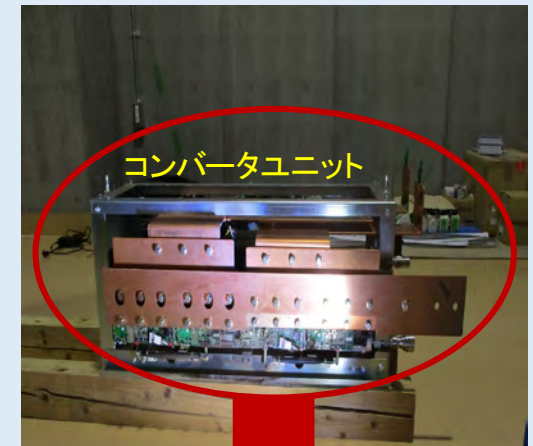
● 影響

ビーム調整の開始が、11/19から12/12に遅延した。

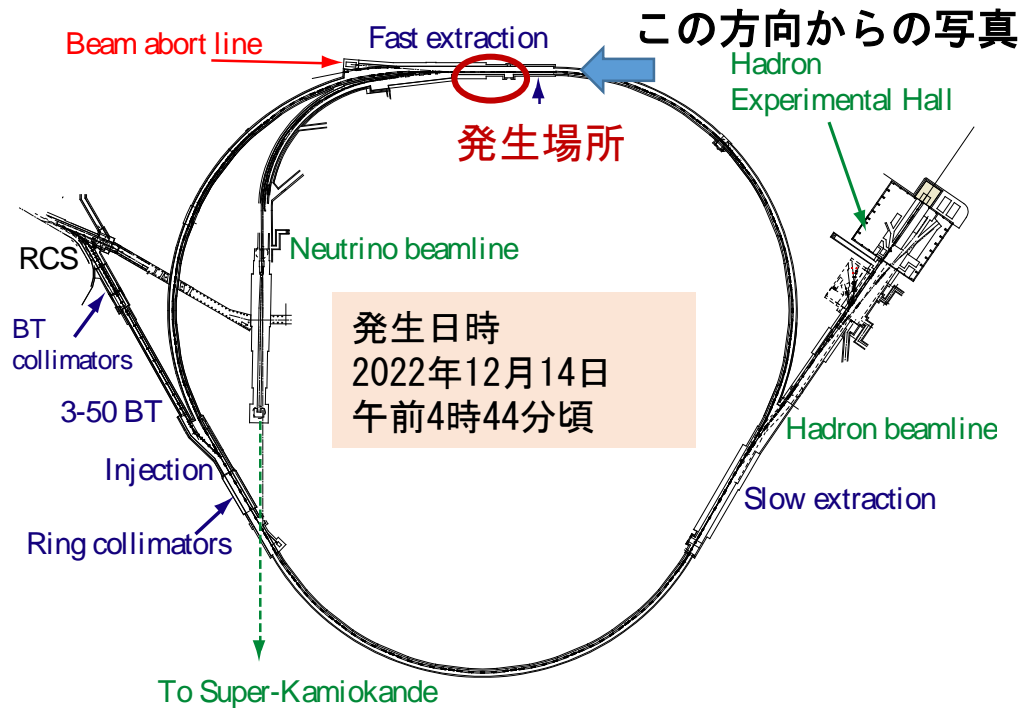


● 懸案事項

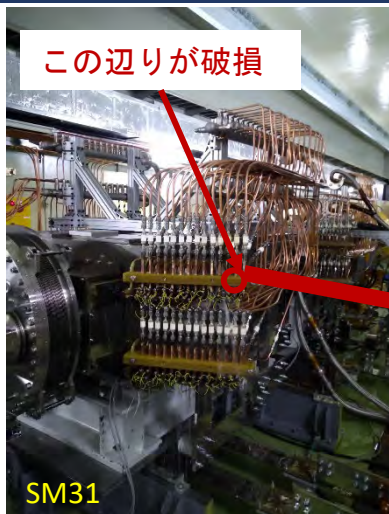
- (1) 再発する可能性はゼロではない。
- (2) 予備品の不足。発注から納品まで、約8か月必要。



MR FX-SM31電磁石故障報告



具体的な破損の概要と対応策



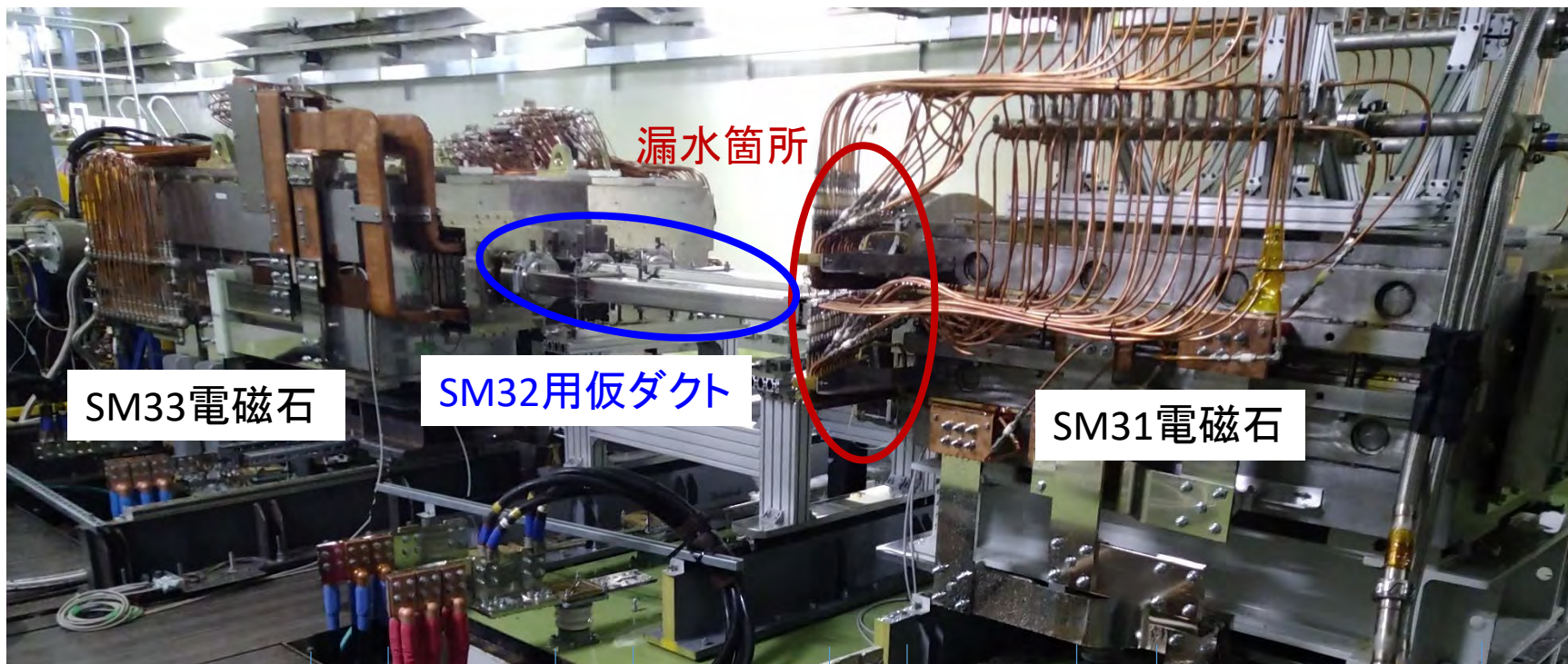
ターン形成のところで
ホロコンが溶けて、
割れている。



- ・ニュートリノビームラインと周回の分岐部に置かれている電磁石 (SM31) が故障し、**MRの運転が不可に**。
- ・ホローコンダクター接合部の電氣的な接触不良により、その箇所が発熱し、破損、漏水が発生したと考えられる。

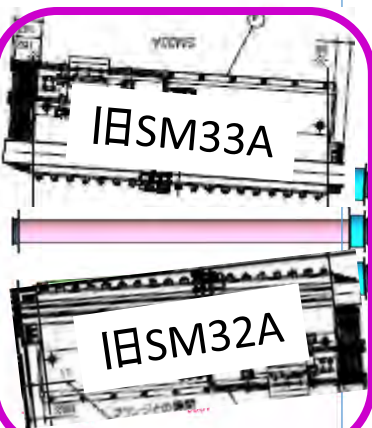
【必要となる対応】

- ・同型電磁石のホローコンダクター接合部補強 (応急処置)
- ・一部補修済みの電磁石 (SM32) を急遽再設置 (応急処置)



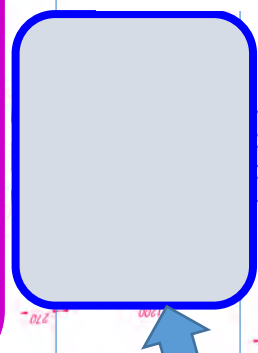
to
MR
Abt

to
Neu



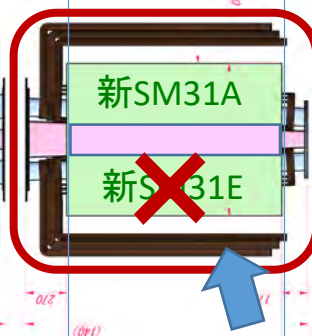
SM33電磁石

新電磁石: Sigma-Phi 製

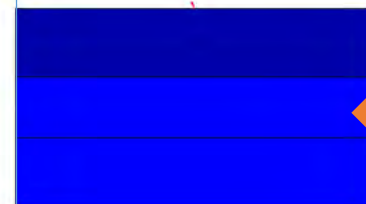
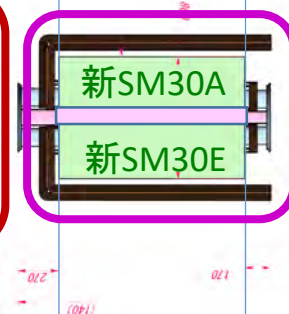


新SM32故障中(仮ダクト)

2021年8月にNeu側の
コイルで水漏れ発生



新SM31問題発生



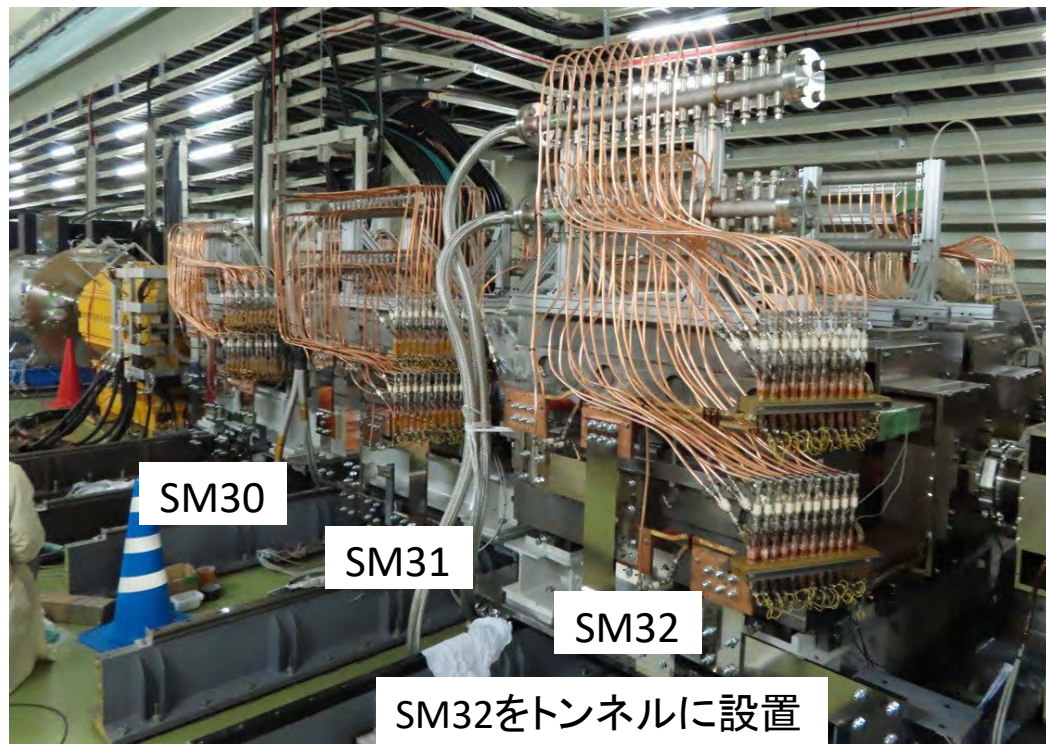
ビーム

下流側

のコイルは同じメーカーで製作



SM30A,30E,31A,32Aコイルを
半田と銅板(厚さ2mm)で補強

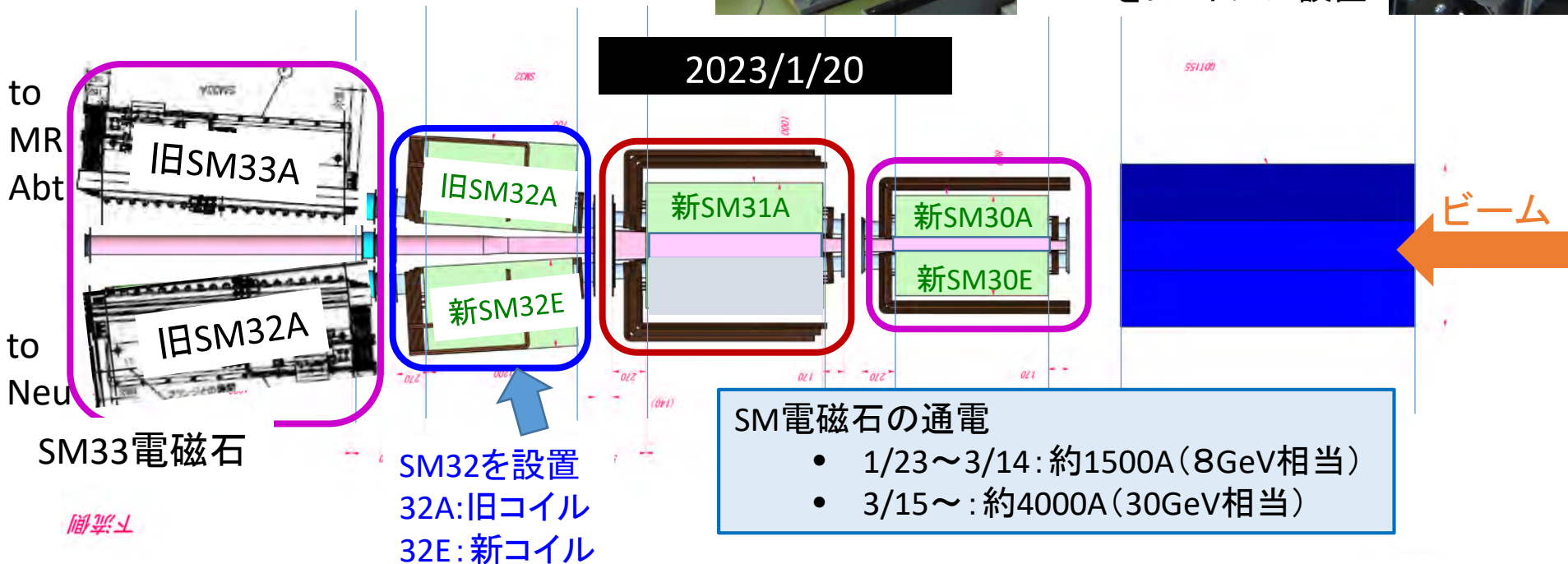


SM30

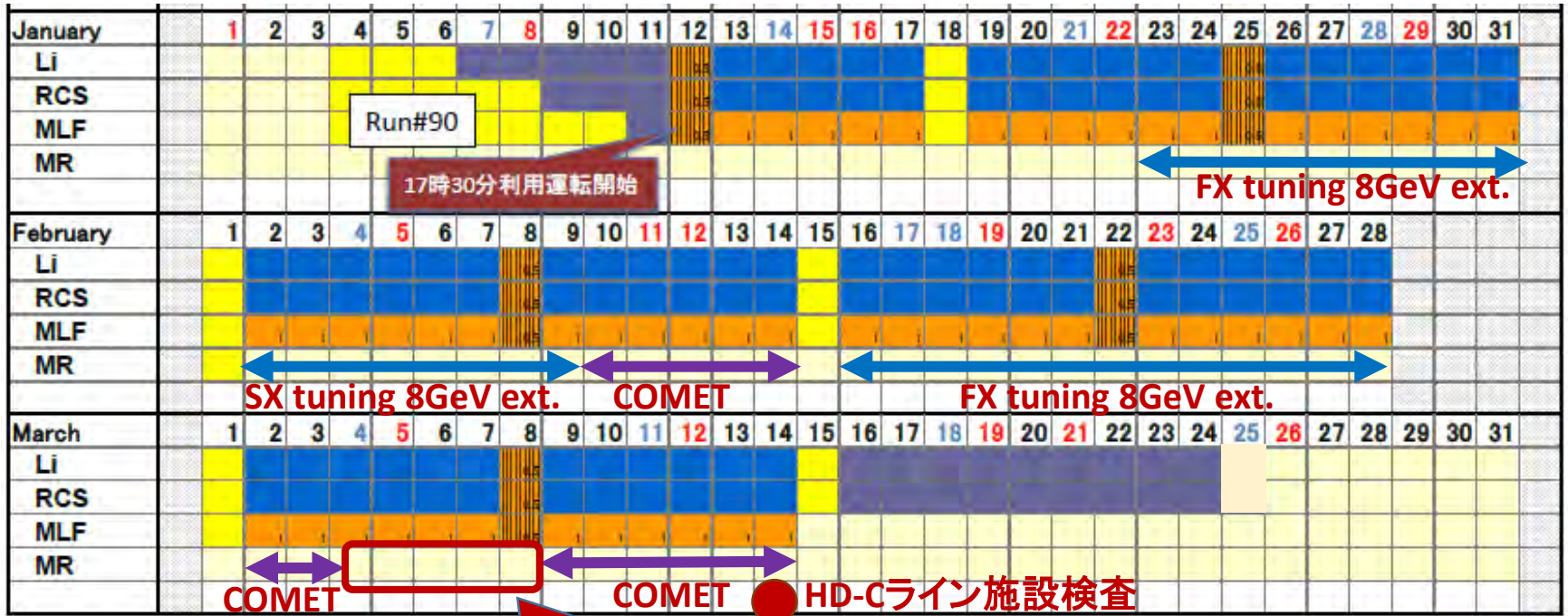
SM31

SM32

SM32をトンネルに設置



加速器の運転状況 (2023年1月12日～3月1日)



MR:ビーム運転中止

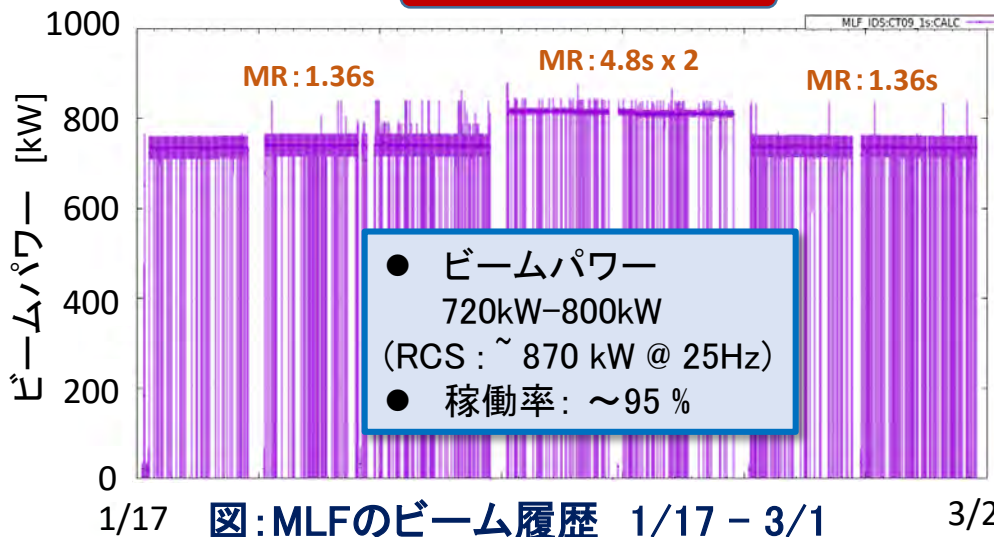


図: MLFのビーム履歴 1/17 - 3/1

状況

- MLF: 利用運転
 - ビームパワー: 約740kW/815kW (MRサイクル: 1.36秒/4.8秒)
 - 稼働率: 約95%
- MR: ビーム調整
 - 8GeV、1.36秒/4.8秒x2
- MR: ビーム運転停止
 - 3/4 11:16 - ; QDN電源故障

MR-QDN電源故障

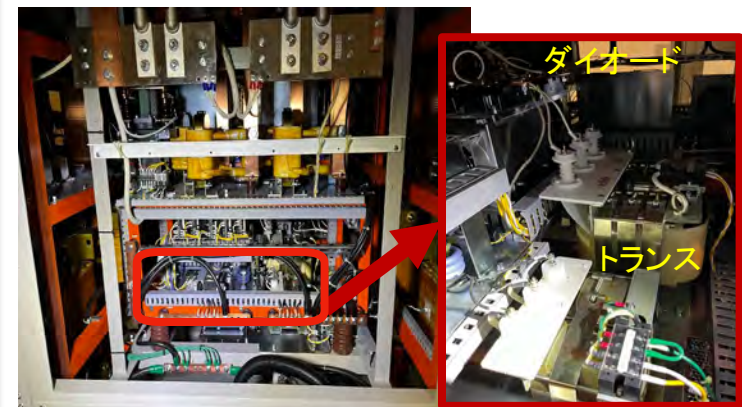
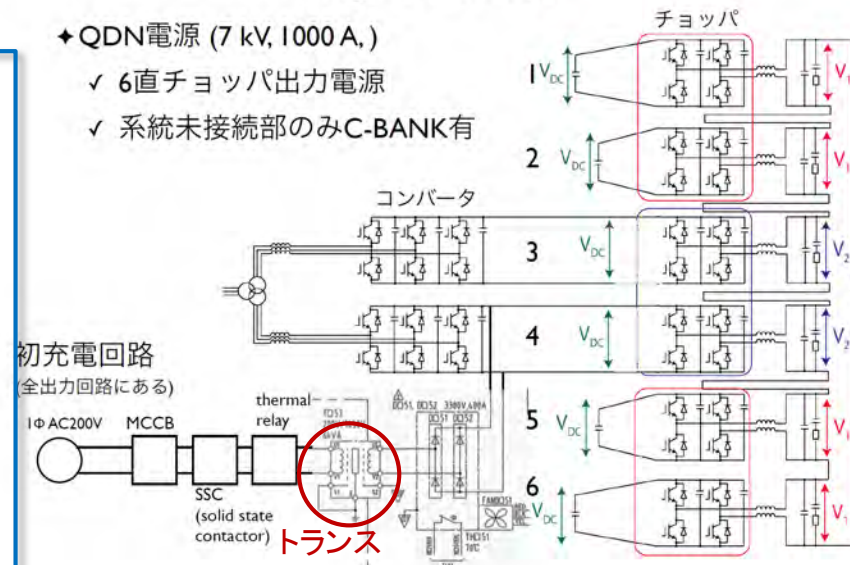
【時系列】

- 2023/3/4 11:16 MR QDN MPS発報
 - ✓ QDN電源 チョッパ盤4の初充電回路用トランスの**温度高による停止**（電源監視用PLCやIGBTドライブ回路用の受電等とは独立のトランス）
 - 該当トランスの変色を発見（2次側のみ、1次側は問題なし）
 - 該当トランスおよび周辺機器の取出し方法の確立
- 3/5
 - ・ チョッパ盤4 からトランスおよび周辺回路の取出し作業
 - ・ ダイオード整流器の健全性確認：健全であった。
 - ✓ 準方向： $\sim 2.8\Omega$ 、逆方向： $5G\Omega @ 1kV$
- 3/6
 - ・ 同型電源QFNの通電試験実施
 - ✓ 変圧器にかかる電圧を測定し定格内であることを確認。
 - ✓ QFNの変圧器の外観にも異常なし。
- 3/7
 - ・ QDNの別のチョッパ盤から使用していない変圧器を取り出し、該当箇所に設置作業実施。
 - ・ 同型電源QFNを連続通電し、トランスの温度計測
 - 5時間の連続通電で、温度上昇は1度以下
- 3/8
 - ・ QDNの通電試験を行い、変圧器にかかる電圧や温度を測定し、異常がなければ、夜にはビーム運転再開予定。

✦ QDN電源 (7 kV, 1000 A,)

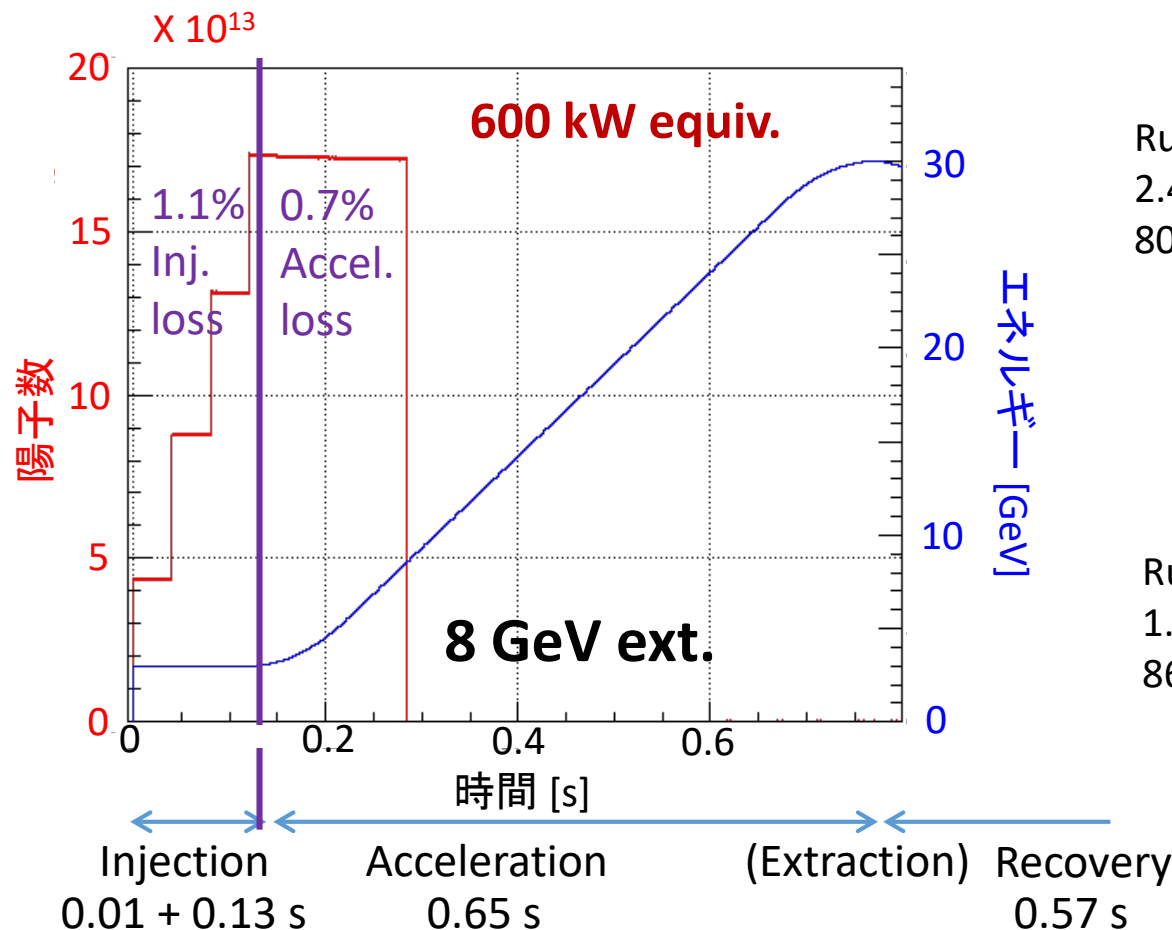
✓ 6直チョッパ出力電源

✓ 系統未接続部のみC-BANK有

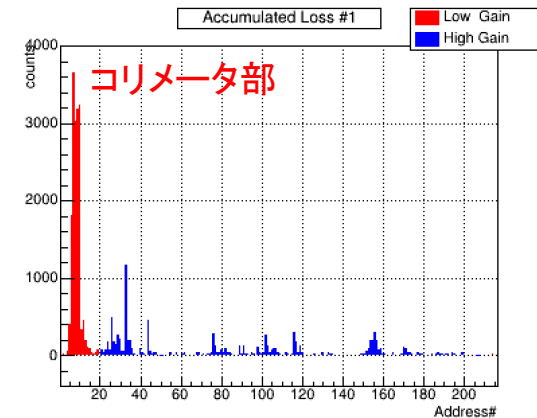


FX ビーム調整 速報

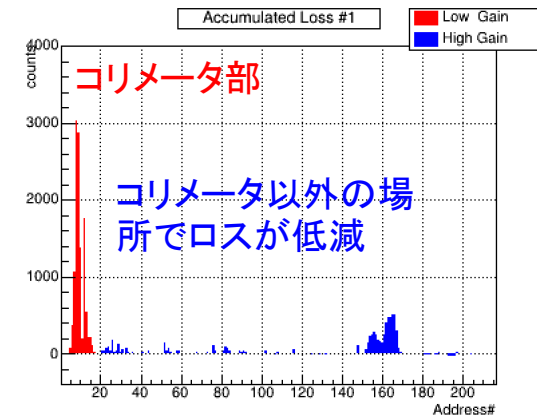
- 速い繰り返し(1.36秒周期)の調整を行った。(1/23 – 2/1, 2/16 – 3/1)
 - FXセプトラム電磁石の負荷の減らすために、8 GeV 取り出しで行った。
 - **600 kW** のビーム運転の目処がついた。
 - コリメータ増強により、ビームロスの局所化に改善が見られた。



Run 84
2.48 s cycle
800 W loss

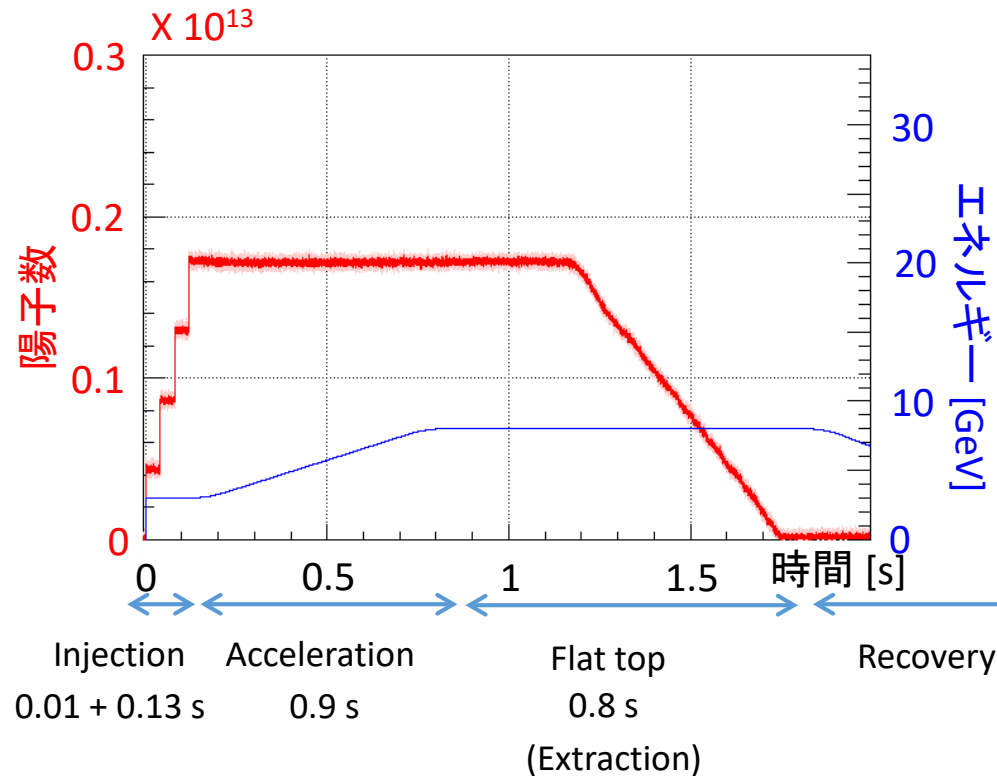


Run 90
1.36 s cycle
860 W loss

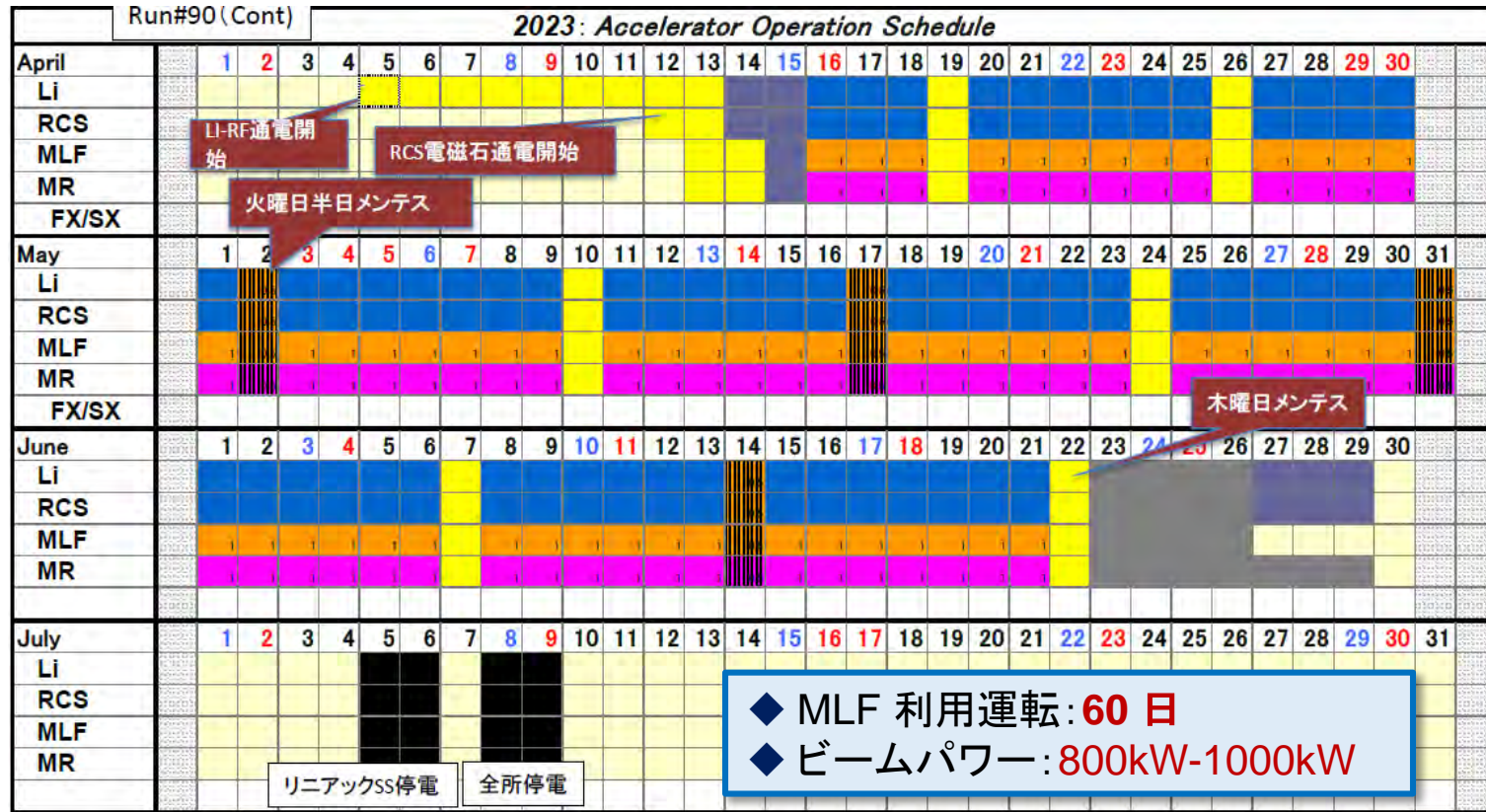


SXビーム調整速報

- 遅い繰り返し(4.8秒周期 × 2)の調整とビーム供給を行った。(2/2 – 2/15)
 - 8 GeV 取り出し
 - ビームパワー 240 W、粒子数 $1.8\text{E}12$ ppp (4 バンチ)
 - 取り出し効率 : 99%、スパイルデューティ : 76%
- 3/2 – 3/15 SXビーム(HD-Cライン)供給予定。



2023年度 加速器運転計画案



◆ MR ビーム調整と利用運転

● FX tuning and operation 1.36 s cycle 30 GeV ext.

- #1. FX tuning (Abort) 6 days (4/15 – 4/21)
- #2. NU beamline tuning (NU) and Abort high power tuning (Abort) 14 days (4/22 – 5/7)
- #3. Vacuum baking / NU operation (NU) at least 10 days for vacuum baking (5/8 -)
- #4. Upgrade work of main magnet power supply stop sequence 3 days (5/10 – 5/12)

● SX tuning and operation 30 GeV ext.

- #5. SX tuning for 5.2 s cycle (Abort / HD) 10 days / for 4.24 s cycle (Abort / HD) 6 days
- #6. HD operation (HD)

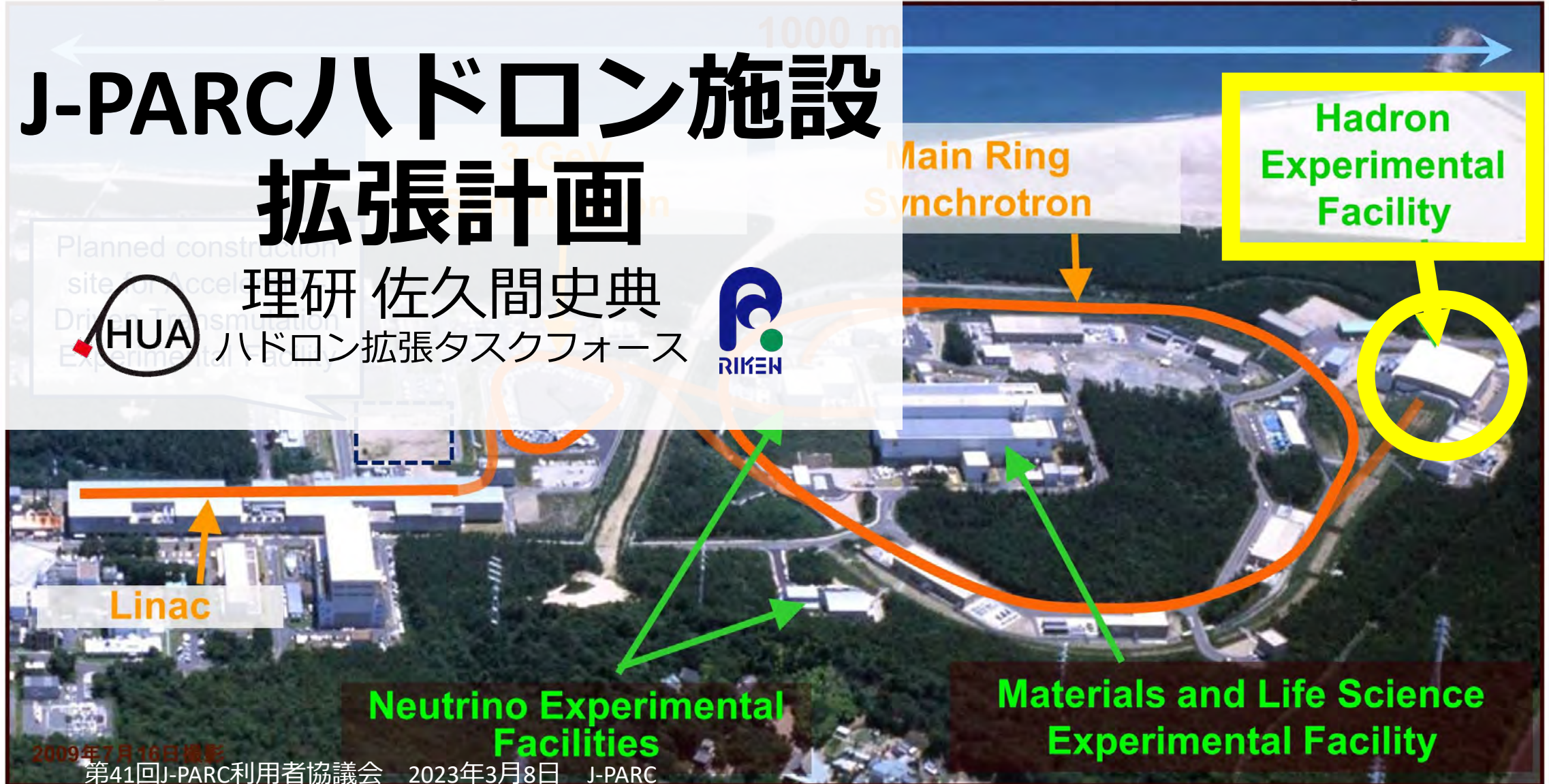
J-PARC

Japan Proton Accelerator Research Complex

J-PARCハドロン施設 拡張計画



理研 佐久間史典
ハドロン拡張タスクフォース



2009年7月16日撮影

第41回J-PARC利用者協議会 2023年3月8日 J-PARC

物質の起源と進化を探る

物質・反物質の対称性

物質優勢宇宙の誕生

物質創成の起源

クォークからハドロンの生成

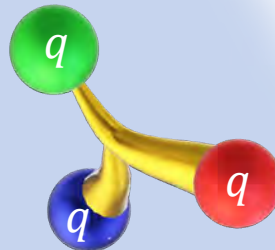
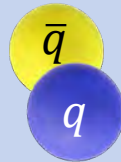
極限物質へ

中性子星深部における
高密度物質の性質

フレーバー物理

CP対称性の破れ
弱い相互作用
→ 新物理探索

K中間子稀崩壊
 $\mu \rightarrow e$ 転換



ハドロン物理

ハドロンの質量獲得機構
クォーク相互作用

ハドロン分光
核内中間子

ストレンジネス核物理

ハドロン相互作用がおりなす
ハドロン多体系

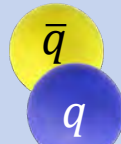
ハイペロン-核子散乱
ハイパー核分光



物質の起源と進化を探る

物質・反物質の対称性

物質優勢宇宙の誕生



フレーバー物理

CP対称性の破れ

K中間子稀崩壊
 $\mu \rightarrow e$ 転換

J-PARCハドロン実験施設：

「素粒子の世界」から

物質創成の起源

クォークからハドロンの生成

「高密度ハドロン物質の世界」

までを系統的に研究できる

世界でも貴重な施設

ハドロン分光
核内中間子

極限物質へ

中性子星深部における
高密度物質の性質



ハドロン相互作用がおりなす
ハドロン多体系

ハイペロン-核子散乱
ハイパー核分光

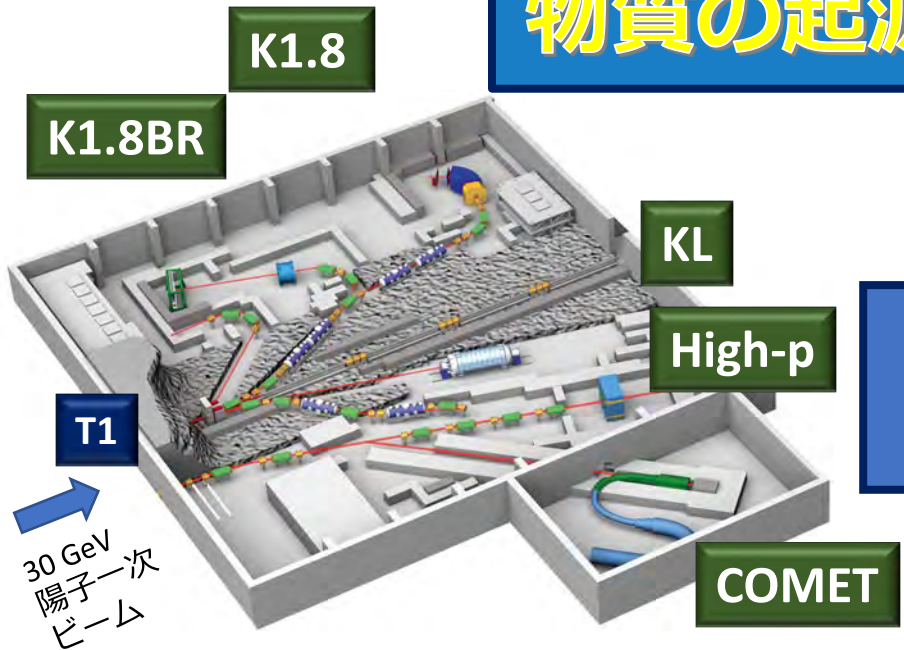
トレンジネ ス核物理

ハドロン実験施設拡張計画

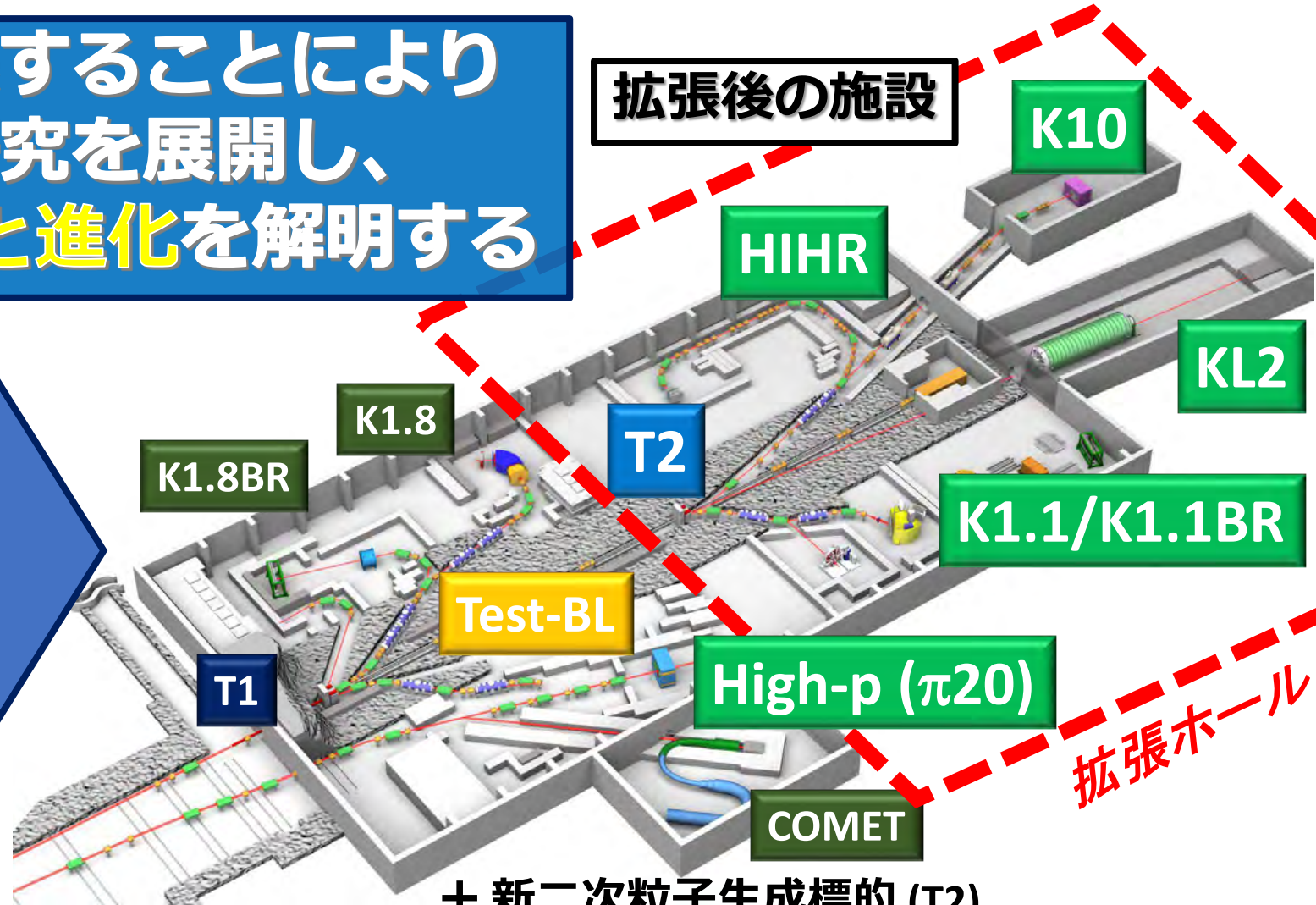
現在の施設
(2009～)

施設を拡張することにより
新たな研究を展開し、
物質の起源と進化を解明する

拡張後の施設



二次粒子生成標的 (T1)
荷電粒子ビームライン (K1.8/K1.8BR)
高運動量ビームライン (High-p)
中性粒子ビームライン (KL)
ミューオンビームライン (COMET)



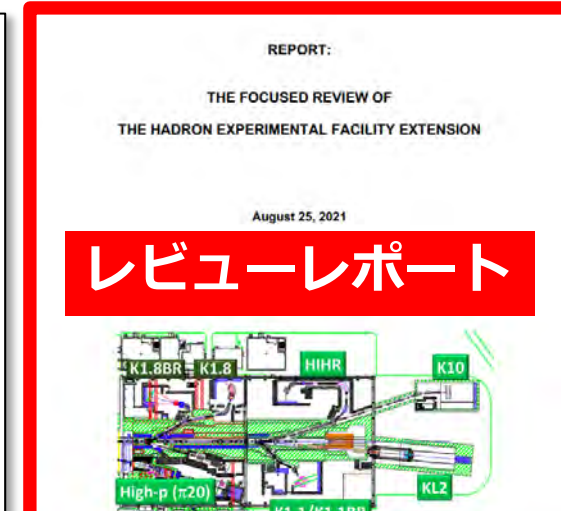
+ 新二次粒子生成標的 (T2)
+ 新ビームライン (HIHR, K1.1/K1.1BR, KL2, K10)
+ 機能を向上させたビームライン (High-p (π20), Test-BL)

拡張ホール

コミュニティと磨き上げた計画

ハドロン実験施設稼働以来、ユーザーコミュニティと施設側が協力しながら拡張計画を進めてきた

- 2020年度、Hadron hall Users' Association (HUA) において**タスクフォース**を結成、拡張計画の準備を加速
- 2021年度、複数回の**国内/国際ws**を開催
 - 世界中の研究者のサポート
 - 3つの新しい**実験プロポーザル**
 - **第3版白書** ([arXiv:2110.04462](https://arxiv.org/abs/2110.04462), 268 pages)
- 2021年8月、**国際レビュー**
 - J-PARC PAC下での委員会：chair 初田氏(理研)
 - 拡張計画に対する**高い評価**



Top-Priority Project @ KEK-PIP2022

- **KEK-PIP2022** においてKEKの中期計画(FY2022-26)で予算化されるべき**“top-priority project”**として選出
- “大規模学術フロンティア促進事業”の事前評価に本計画は織り込まれている

いよいよ本格的に
計画が始動!

KEK Project Implementation Plan 2022

June 24, 2022

High Energy Accelerator Research Organization (KEK)

8. Projects to Be Prioritized for New Budget Requests

Category II: Projects to make new budget requests according to priority

Of the new research programs proposed in the process of formulating KEK-PIP2022, the following four are given high priority, and appropriate efforts will be made to receive new budgetary measures in this order.

II-1. Extension of the J-PARC Hadron Experimental Facility

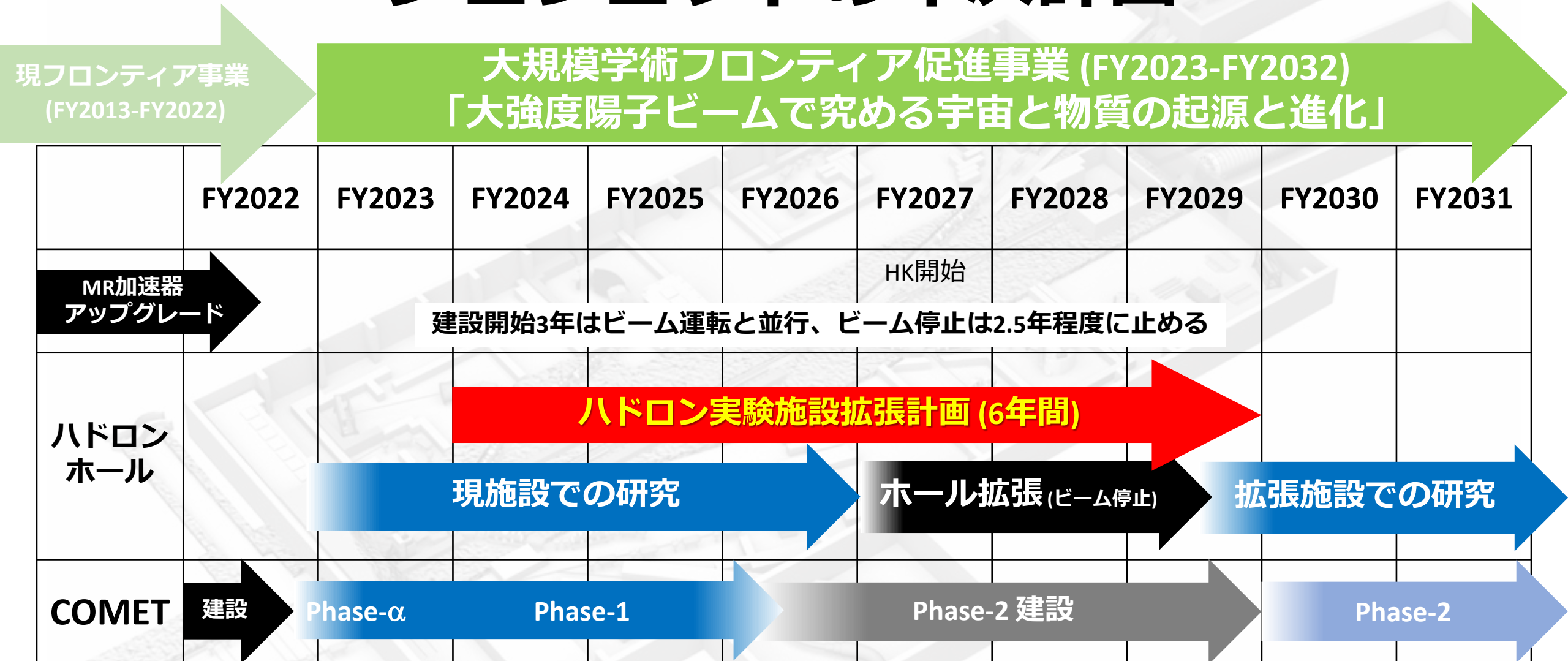
II-2. Strengthening the Cooperation with CERN in Projects Including HL-LHC

II-3. LiteBIRD

II-4. Transmission Muon Microscope

<https://www.kek.jp/wp-content/uploads/2022/07/KEK-PIP2022.pdf>

プロジェクトの年次計画

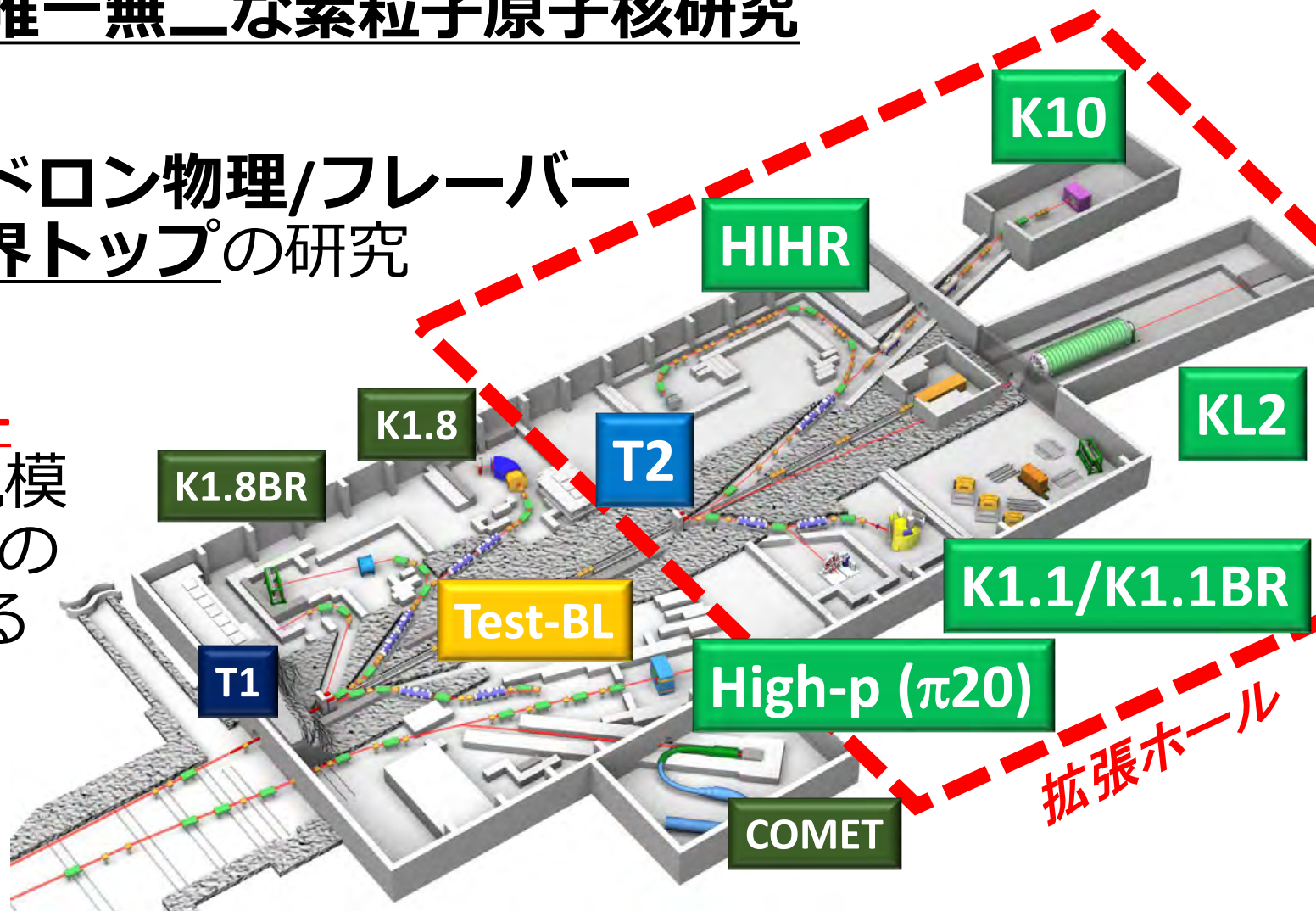


タイムラインの整合性を取りながら進めている

ハドロン拡張プロジェクトまとめ

- 大強度2次ビームを用いた唯一無二な素粒子原子核研究
- ストレンジネス核物理/ハドロン物理/フレーバー物理各々の分野において世界トップの研究
- KEK-PIP2022において、Top-priority projectに選出 / “大規模学術フロンティア促進事業”の事前評価に織り込まれている

Stay tuned!



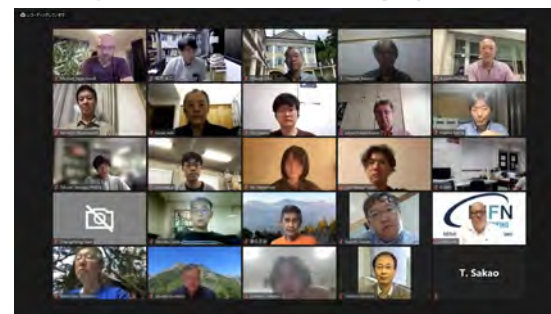


ご清聴ありがとうございました。

<https://www.rcnp.osaka-u.ac.jp/~jparchua/en/hefextension.html>



International WS on the Extension Project for the J-PARC Hadron Experimental Facility (J-PARC HEF-ex WS), 7-9 July 2021, online



2nd International WS on the Extension Project for the J-PARC Hadron Experimental Facility (J-PARC HEF-ex WS), Feb.16-18 2022, online



2023年3月14(火)-16(木)に
the 3rd J-PARC HEF-ex WS
を開催

<https://kds.kek.jp/event/44086/>

令和5年 3月 8日 (水) 13:30-15:50

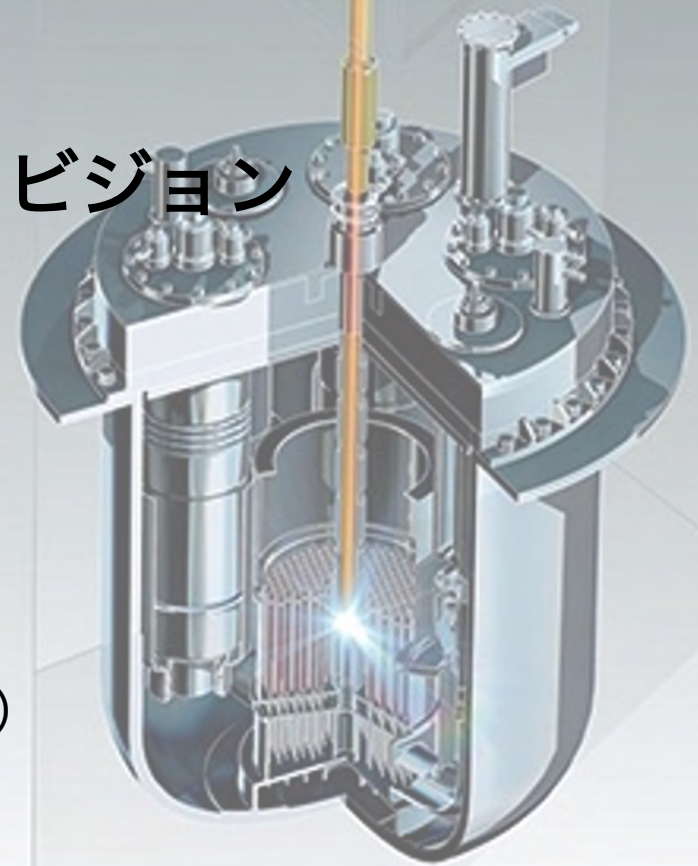
第41回 J-PARC利用者協議会

J-PARCの将来計画 – 核変換研究 –

J-PARCセンター 核変換ディビジョン
前川 藤夫

大強度加速器により放射性廃棄物を燃やす
加速器駆動核変換システム

Accelerator Driven nuclear transmutation System (**ADS**)



J-PARC における(旧)核変換実験施設計画

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砕ターゲットの技
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

安全設計書完成(JAEA-Technology 2017-033,
2018/2, 383 pages)、原子炉の設置許可申請の
一手前まで到達

技術設計書完成(JAEA-Technology 2017-003,
2017/3, 539 pages)、建設着手準備完了

臨界集合体

レーザー光源

陽子ビーム

10W

250kW

多目的照射エリア

核破砕ターゲット

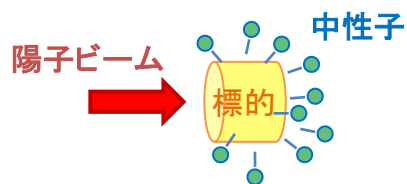
高エネルギー大強度陽子ビームが拓く核子エンジニアリング社会

日本学術会議
学術の中長期研究戦略

－ 大強度加速器 J-PARC を活用した核子エンジニアリング施設計画

- J-PARC の陽子ビームを標的に当て、中性子を発生
- 核子(陽子・中性子)を用い、エンジニアリングの課題を解決

提案者：原子力機構/KEK J-PARCセンター長 小林 隆



4つの応用分野

- ① 材料照射
- ② 半導体ソフトウェア試験
- ③ RI 製造
- ④ 陽子ビーム利用

核子エンジニアリング
で課題を解決

数十年先の未来社会実現

原子力材料照射

- ・ 既存原子炉運転期間延長
- ・ 次世代革新炉導入
- ・ 核のゴミ問題解決

原子力エネルギー利用促進
→ 2050カーボンニュートラル

放射線損傷機構説明・データ蓄積

加速器材料照射

- ・ J-PARC等の安定・効率的な運転

基礎科学・産業応用の加速

半導体のソフトウェア耐性
向上

Society 5.0
自動運転
AI・IoT・ビッグデータ

α 放射体等新規医薬品開発

高度医療サービスの提供

原子力機構の試験研究炉「常陽」との協働で、
年間を通じたシームレスなAc-225供給体制確立へ

安心・安全

宇宙デバイス開発・核物理

基礎科学・産業応用の加速

貢献可能な主なSDGs



“高エネルギー”と“大強度”のメリット

高エネルギー (400 MeV)

- ・ 多種多様な核種生成
- ・ 宇宙線・宇宙環境模擬

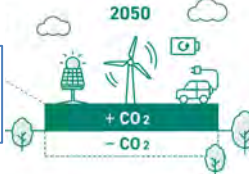
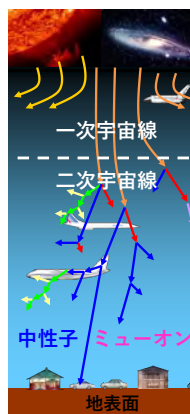
大強度 (250 kW)

- ・ 多数の生成核種
- ・ 高強度陽子・中性子場

世界における本施設の位置付け

高エネルギー大強度加速器は、「学術利用」から「工学利用」に大きく展開する時代。世界に先駆け、工学利用を最優先に指向した施設。

- ・ ビーム照射等の工学利用が本来目的
- ・ ホットラボ施設併設で照射試料の取扱可能
- ・ 運転時間の全てをビーム照射に提供



- 令和3年5月、文科省 原子力科学技術委員会 原子力研究開発・基盤・人材作業部会の下に設置
- 趣旨：令和4年度から新たな原子力機構の中長期目標・計画（R4～R10）を策定するにあたり、群分離・核変換技術についても、我が国の現在の技術レベル、国際的な研究開発の状況、関連分野の技術の進展や産業界の動向等を踏まえ、核変換実験施設の実現性について再評価し、必要な研究開発について整理
- 7月～12月にわたり計4回開催され、その結果を12/23に公表「群分離・核変換技術評価について」

I. 群分離・核変換技術の現況

1. 政策的な位置付け
2. 海外の動向
3. 研究開発の進捗状況
4. 計算科学技術の進展

II. 群分離・核変換技術の研究開発の今後の進め方

1. 今後の研究開発の方向性
2. 重点的に取り組むべき研究開発項目
3. J-PARC核変換実験施設の在り方
4. ロードマップ
5. 基礎基盤研究の充実

III. 引き続き検討が必要な事項

要点

- TEF-Tで予定していた陽子照射下、かつ高温Pb-Bi流動環境下におけるビーム窓材料の実証試験は、照射損傷シミュレーションと既存施設での照射試験だけでは代替困難である可能性が高く、～
- TEF-Pで実施予定であった炉物理研究項目が大幅に制限される。
- TEF-Tの機能を優先した試験施設として検討することが妥当である。
- また、ADSの工学的課題解決に加え、多様なニーズへの対応の可能性を含め、既存のJ-PARCの陽子加速器を利用可能な利点を最大限活用する施設仕様を検討することが望ましい。

J-PARC 陽子ビーム照射施設計画とユーザーコミュニティ設立

○ 開催主旨

原子力機構では、高レベル放射性廃棄物の減容化・有害度低減を目的とした、加速器駆動システム（ADS）による核変換技術の研究開発を進めています。ADSは大強度加速器と未臨界炉心で構成され、その開発にあたっては実際に陽子ビームを利用した各種試験が不可欠であるため、大強度陽子加速器施設 J-PARC では核変換実験施設の検討を進めてきました。

2021年3月、実験施設計画に関連した2つの研究会「大強度加速器による材料照射施設の可能性」および「J-PARCにおける半導体ソフトエラー研究の展開」が開催され、実験施設は様々な研究分野において魅力的な実験環境を提供出来ることから、ユーザーから施設への高い期待が示されました。最近では、国内における α 放射体等の医療用 RI 製造のニーズが非常に高まっています。

加えて、同年秋、文部科学省「群分離・核変換技術評価タスクフォース」において ADS を中心とした群分離・核変換技術の研究開発の進め方について検討が行われ、陽子ビームによる ADS 材料照射試験の重要性が確認されるとともに、ADS の工学的課題解決に加え多様なニーズへの対応の可能性を含め、既存の J-PARC の陽子加速器を利用可能な利点を最大限活用する施設仕様を検討することが望ましいとされました。

こうしたことから J-PARC センターでは、核変換実験施設を新たに様々な分野の材料照射が可能な陽子ビーム照射施設として位置付けるとともに、多様なニーズにも対応出来るよう設備の検討を進めています。本研究会では、J-PARC 陽子ビーム照射施設の検討状況や様々な利用形態の可能性について議論するとともに、施設計画に反映するための多様なニーズの明確化を主目的とするユーザーコミュニティの設立を行います。

- 主催： 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
- 開催日時： 2022 年 7 月 28 日（木）13:05～16:00
- 開催方法： J-PARC 研究棟大会議室(2F)および ZOOM のハイブリット形式

- | | | |
|-------|---------------------------|-------------------|
| 13:05 | 開会挨拶 | JAEA 大井川 宏之 |
| 13:10 | 核変換の社会的意義 | JAEA 辻本和文 |
| 13:25 | J-PARC 陽子ビーム照射施設計画 | J-PARC 前川 藤夫 |
| 13:40 | 高エネルギー粒子材料照射試験の現状と施設へのニーズ | KEK 牧村 俊助 |
| 14:00 | 陽子ビーム利用研究の現状と施設へのニーズ | 情報通信研究機構 大辻 賢一 |
| 14:20 | 休憩 | |
| 14:40 | 医療用 RI 製造の現状と施設へのニーズ | QST 永津 弘太郎 |
| 15:00 | 半導体ソフトエラー試験の現状と施設へのニーズ | 京都工繊大 小林 和淑 |
| 15:20 | 総合討論
ユーザーコミュニティの設立について | |
| 15:50 | 閉会挨拶 | J-PARC センター長 小林 隆 |

世話人

- 材料分野 KEK 牧村 俊助
- 半導体分野 京大・橋本 昌宜
- RI 製造分野 理研・羽場 宏光
- 陽子利用分野 阪大・RCNP 福田 光宏
- 主催者 J-PARC 前川 藤夫、明午 伸一郎

ユーザーコミュニティを設立

□ 活動目標

- ✓ J-PARCの陽子加速器を利用可能な利点を最大限活用する施設仕様の検討を進め、施設実現のためのロードマップを作成する。
- ✓ 加えて、J-PARCで実施可能な研究開発を推進する。

□ 具体的活動内容

- ✓ 各分野における新施設へのニーズを取りまとめ、明確化する。
- ✓ 大強度陽子ビームを最大限活用して研究成果を創出できる、施設実現のためのロードマップを作成する。
- ✓ J-PARCは、定期的に施設の検討状況をユーザーコミュニティに報告する。
- ✓ J-PARCを利用した将来の施設活用に資する研究開発を推進する。

□ 分野

- ✓ 核変換
- ✓ 材料の放射線損傷
- ✓ 半導体・ソフトウェア試験
- ✓ 医療用RIの創製
- ✓ 陽子ビーム利用（宇宙開発等）

- 現在、ユーザーニーズを取りまとめ中。（現在、MS Word 6ページ）
- 今年度内に一旦集約し、コミュニティからJ-PARCに提出していただく予定。
- 今後もニーズ調査を継続するとともに、ニーズに沿った施設仕様の検討を進める。
- ニーズの具体例

① 材料照射分野

- ・ 可変な条件による照射
 - ・ 最先端設備による照射後試験
 - ・ J-PARC各施設の標的・ビーム窓材を用いた研究
 - ・ JAEA照射後試験施設・人材・経験との連携
 - ・ 世界の加速器材料照射研究のハブとしての機能
- その他、ハード・ソフトに対する多数の要件

② 材料照射分野

- ・ 専用ラインが望ましい
- ・ 強度可変、中性子ビームon/off
- ・ システムレベルの照射場確保
- ・ 測定器を設置できる遮蔽された部屋の確保
- ・ 低廉な利用料金
- ・ 迅速な利用が可能

③ RI 製造分野

- ・ 医療用RI国産化が重要
- ・ α 線の核医学応用・実用化を
- ・ 同位体分離設備の必要性
- ・ 化学分離の手法やホットセル設備の検討要
- ・ コスト評価が必要

④ 陽子ビーム利用分野

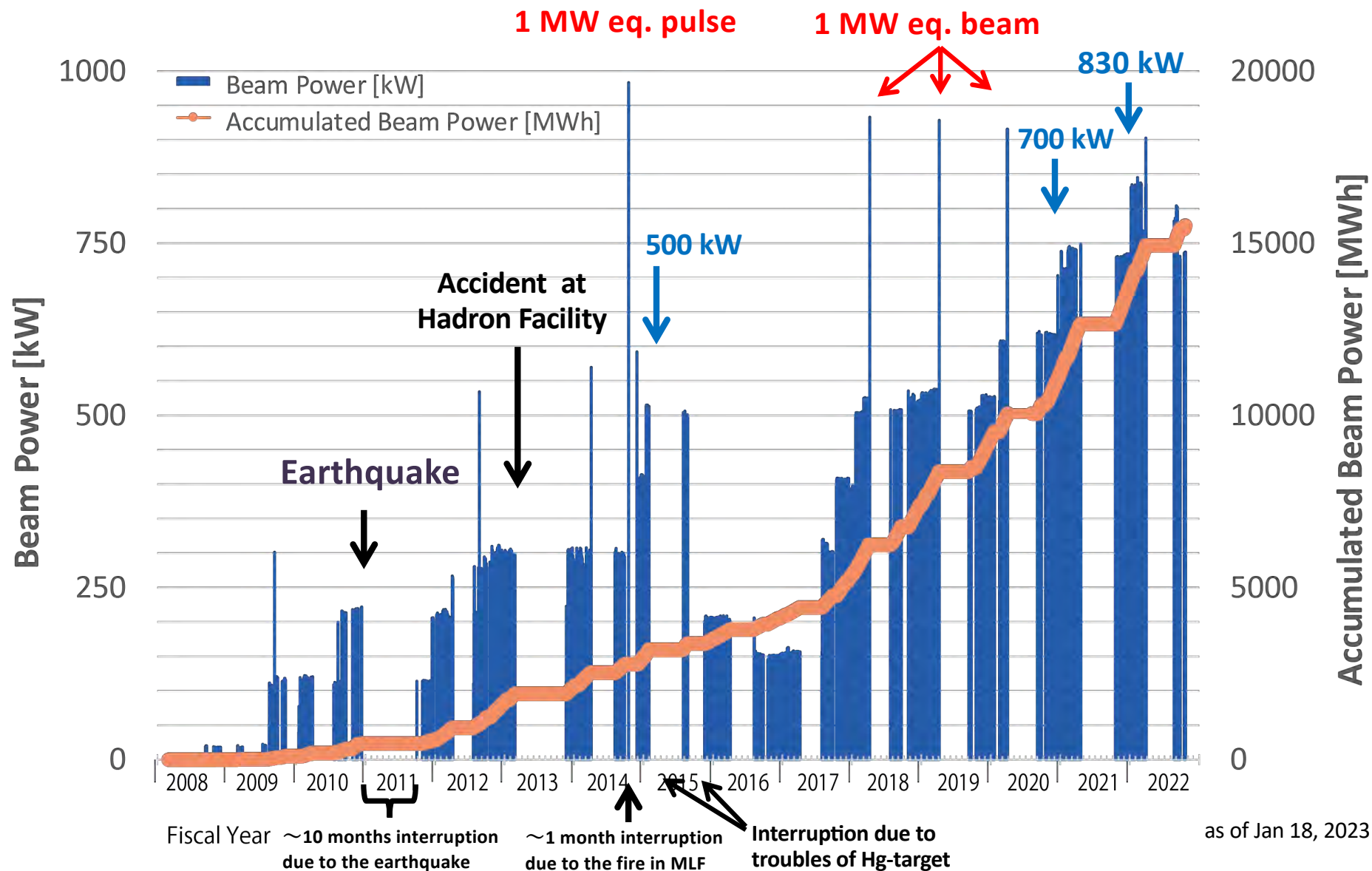
- ・ 安い（安価）、早い（即応性）、「うまい（正確性）+ カスタマイズ可能（拡張性）
- ・ エネルギー、強度、ビーム径等可変
- ・ 正確なモニタの必要性

MLFの将来

MLFディビジョン長
大友季哉

TS1における高度化

Beam Power History at MLF



Materials and Life Science Facility (MLF)



JAEAの技術開発

高性能水銀標的容器

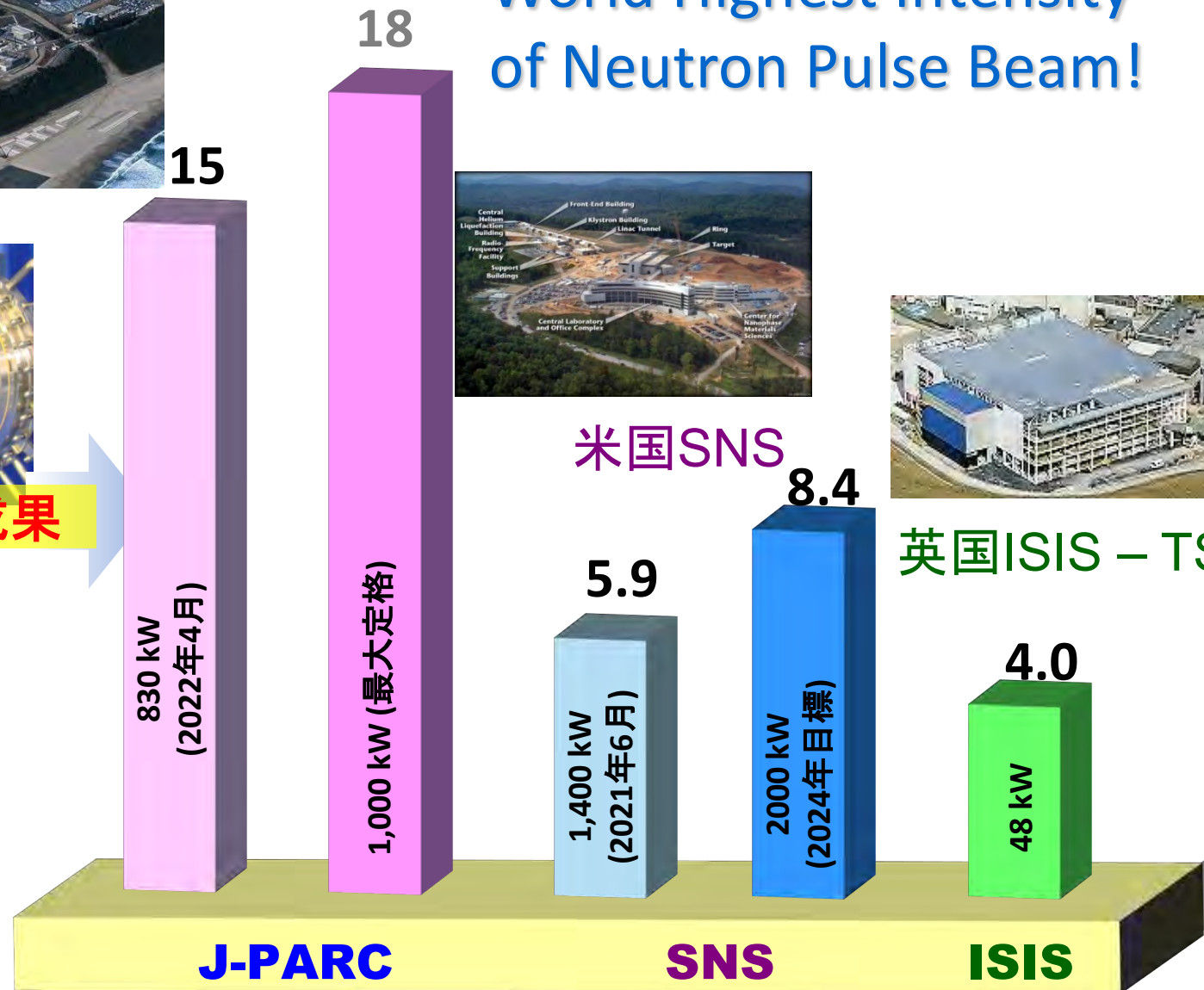


原子力技術の成果

高性能 結合型減速装置



World Highest Intensity
of Neutron Pulse Beam!



米国SNS



英国ISIS – TS2

単位: 10^{12} n/(sr·pulse)

単位: 10^{12} n/(sr·pulse)

MLF 中性子

- ◆ 中性子源は改良を重ね、1MW定常運転を達成目前
- ◆ 中性子実験装置部会やNeutron Advisory Committeeでは、ハードウェア性能は世界トップレベルとの評価
 - 海外からの課題申請数は40%程度
- ◆ 論文生産性は海外施設と同等
 - 1 MW定常運転により成果創出促進に期待
- ◆ 中性子源容器の交換頻度を2年に延長を検討中
 - 廃棄物保管場所の確保
- ◆ “ソフトウェア”には改善が必要
 - スタッフの負荷軽減、大学との連携・人材交流、JRR-3との連携
- ◆ 多くのBLは10年以上経過しており高度化の具体化が必要
 - MLF全体で連携した技術開発
- ◆ BL07とBL13へのBL設置の検討が必要

Relationship between MLF Future Plan and MLF2030-neutron



Instruments Upgrades

Implementation of polarized neutron technique in each BL
Detector upgrade
Automation and remoteness of instrument control

Aging measures

Developments are necessary, as parts are no longer manufactured at the time of construction, or manufacturers have withdrawn from the market.

Major Upgrades

Major modifications of instruments are necessary to continue to be at the forefront of the world in next 10 years. It is necessary to obtain a consensus from the user community.

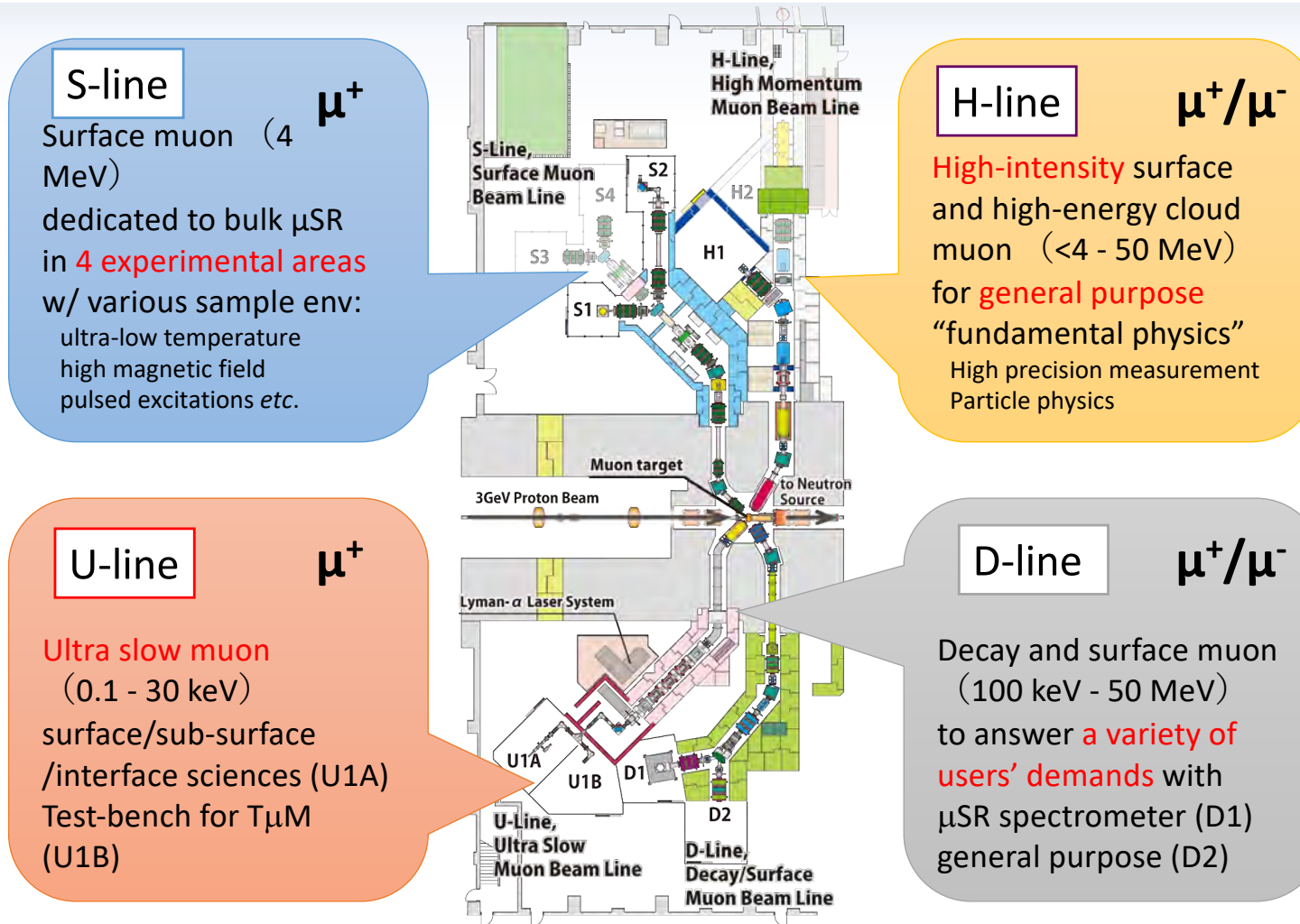
MLF2030-neutron

- Clarify the neutron strategy of MLF in the situation where the world is changing
- Recognize the past and current situation of the instruments, and decide a direction for the future.
- New project to study the future plan as well as passing on technology to the next generation and develop human resources.

MLF 中性子BL高度化案

- ◆ 高効率化
 - 光学系(中性子ガイド管)の最適化
 - 検出器増強
 - ノイズ低減
- ◆ 高分解能化
- ◆ 偏極中性子利用
- ◆ データ解析手法
- ◆ 新規BL
- ◆ 人員体制の検討
- ◆ MLF内での検討を進め、コミュニティに提示したい

MUSE: Design Concepts



MACにおいて高評価
 基礎物理から文理融合まで幅広い領域で成果創出
 人的資源の確保が必要

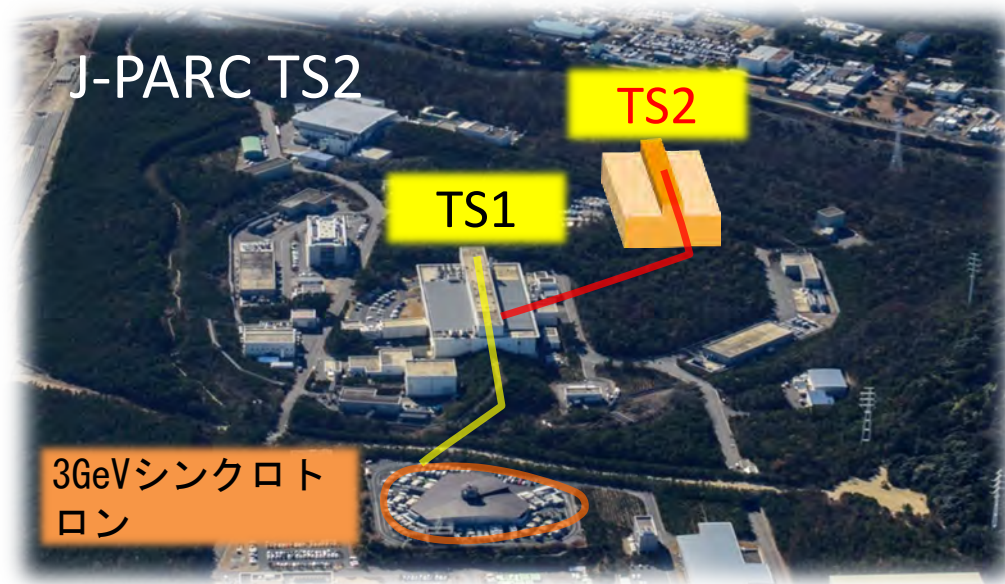
TS2計画

マスタープラン2020作成時に、中性子科学会、中間子科学会の協力のもと概念設計書を作成

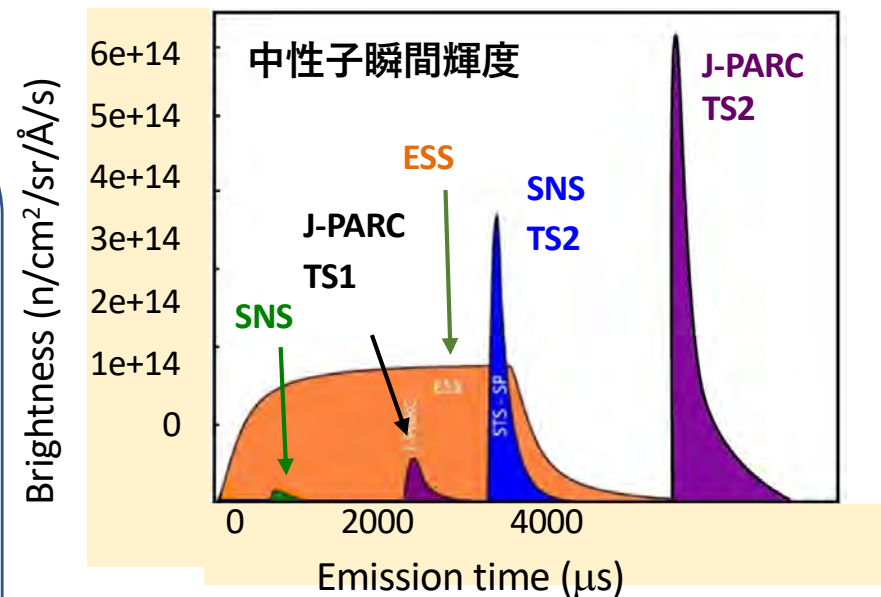
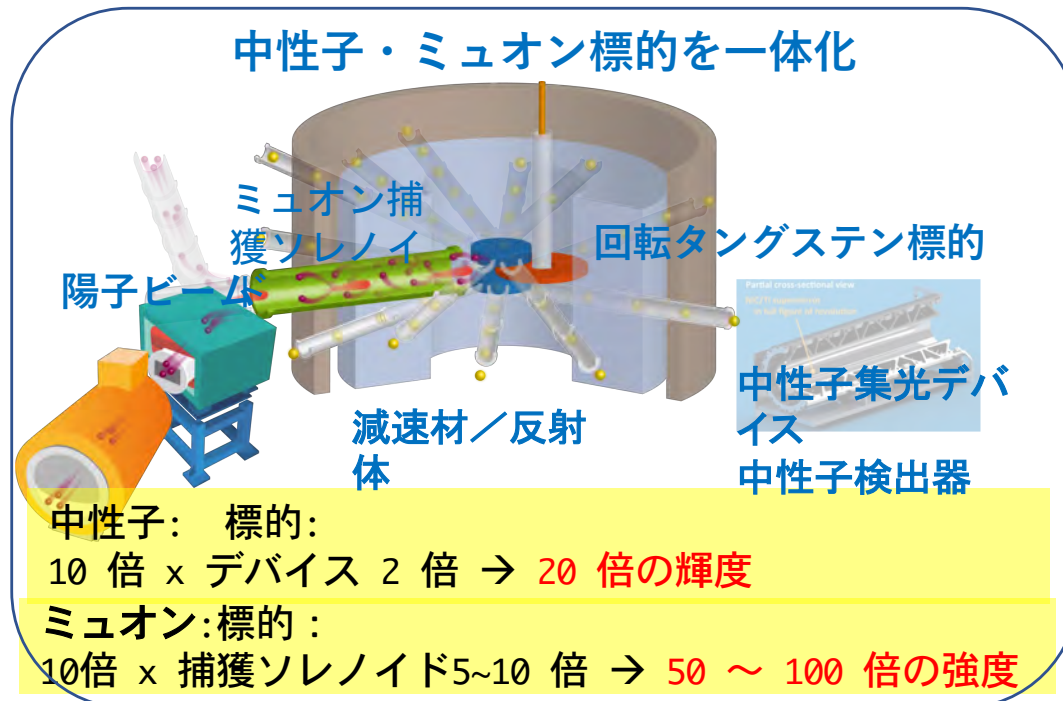
CDR:

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

J-PARC MLF TS2 中性子・ミュオン源の概要



- 中性子源とミュオン源を一体化（世界初）
- J-PARC陽子加速器強度（1 MW）を 1.5 MWに増強
- TS1に1 MW（17 Hz），TS2に0.5 MW（8 Hz）を振り分け

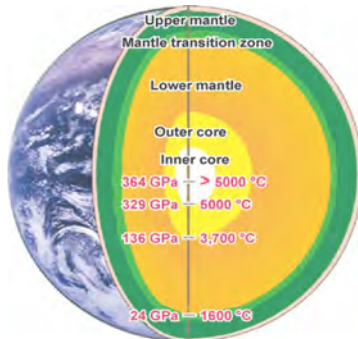


J-PARC MLF TS2は海外施設の次期計画を凌駕

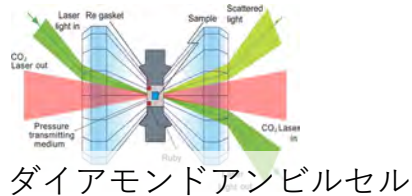
TS2でのトップサイエンスの例

極端条件(高压科学、強磁場)

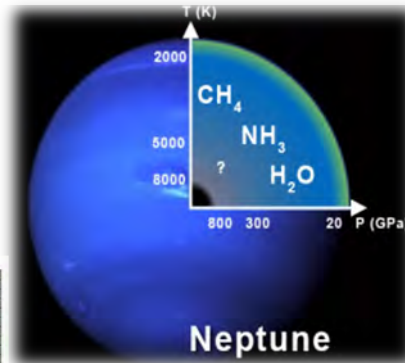
地球・惑星科学



微小試料測定

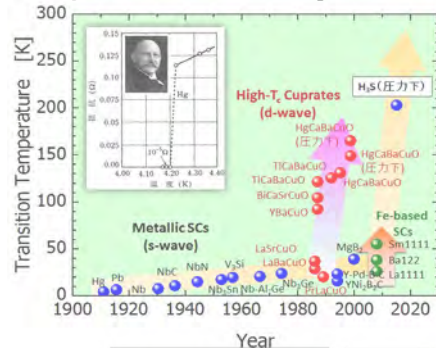


ダイヤモンドアンビルセル

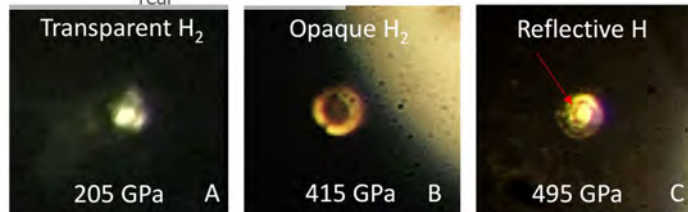


Neptune

水素化硫黄の 超高压下超伝導



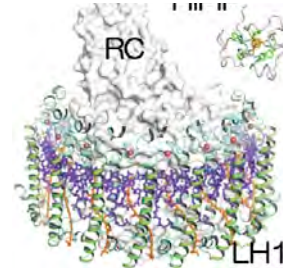
水素の 高压下金属化



生命科学

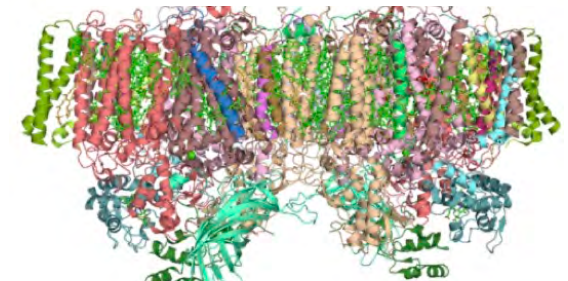
微小蛋白結晶測定

光合成関連タンパク



光合成細菌LH1-RC複合体 & HiPIP

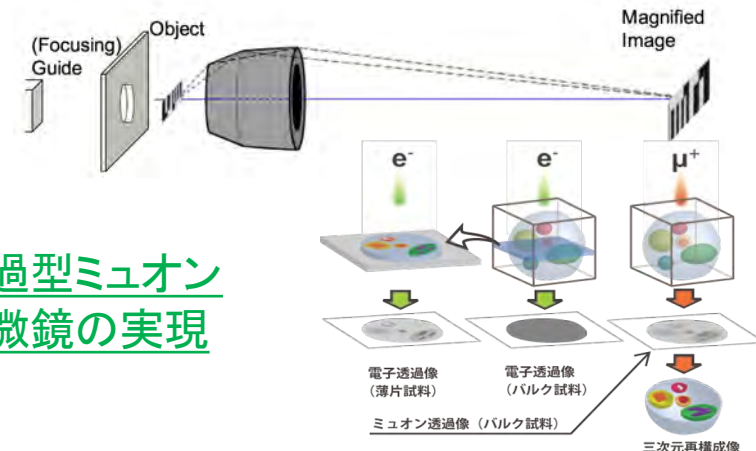
プロトン輸送タンパク



シトクロムc酸化酵素

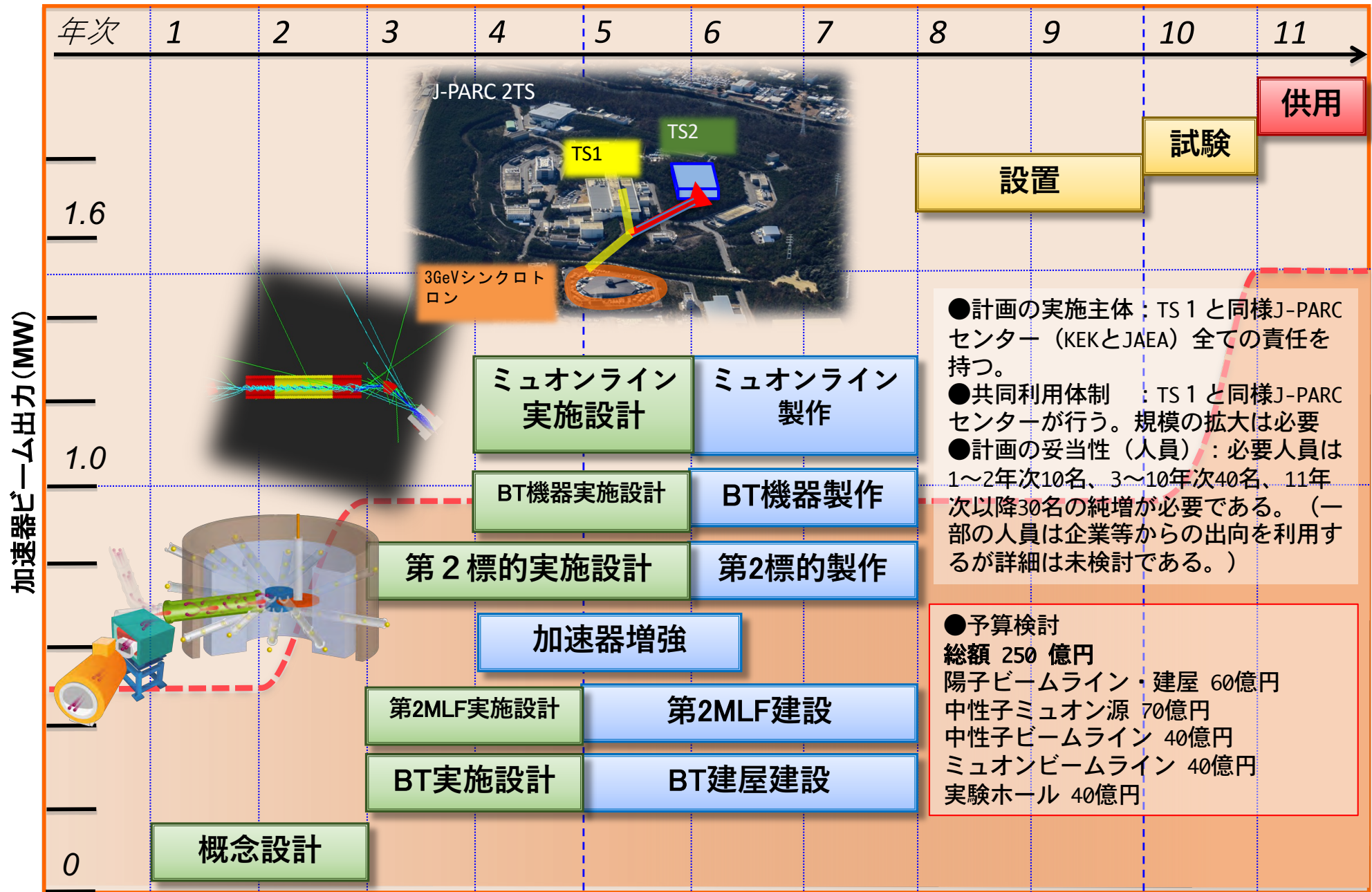
中性子顕微鏡の実現(結像光学系の活用)

透過型ミュオン 顕微鏡の実現



社会への貢献：エネルギー問題、食や水に関する研究分野、環境問題や資源問題など

MLF TS2の年次計画と実施計画



コミュニティとの議論

MLF TS2に関する学会会議の未来構想提案

- ◆ MLF TS2
 - 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
- ◆ KEK物構研
 - 量子ビーム施設統合マルチプローブ学術研究基盤
- ◆ 中性子科学会
 - 中性子ビーム利用の中長期研究戦略
- ◆ 中間子科学会
 - 21世紀の量子プローブ「ミュオン」を用いた学際科学の新展開

3月13日	第14回MLFシンポジウム
時間	内容
15:00-15:15	休憩
15:15-16:50	<p>施設トピック2：将来計画 座長：柴山充弘 (CROSS)</p> <p>15:15-15:20 0. 趣旨説明 大友季哉 (KEK物構研/J-PARC MLFディビジョン長)</p> <p>15:20-15:35 1. MLF2030-neutron 中村充孝 (JAEA J-PARC)</p> <p>15:35-15:50 2. MLF2030-muon 幸田章宏 (KEK物構研/J-PARC)</p> <p>15:50-16:05 3. MLF-TS2 原田正英(JAEA J-PARC)</p> <p>16:05-16:15 4. 学術会議学術構想 (物構研) 小杉信博 (KEK物構研所長)</p> <p>16:15-16:25 5. 学術会議学術構想 (中性子科学会) 加倉井和久 (CROSS/日本中性子科学会会長)</p> <p>16:25-16:35 6. 学術会議学術構想 (中間子科学会) 久保謙也 (ICU/日本中間子科学会会長)</p> <p>16:35-16:50 7. ディスカッション モデレータ：柴山充弘(CROSS)</p>

MLFの将来計画立案

- MLF2030
 - MLF2030-neutron + MLF2030-muon
 - 施設側からのTS1の性能を最大限に活かす提案
 - 人員体制の検討
- MLF TS2
 - 中性子・ミュオン科学の新たな展開を目指す
 - TS1では実現できないサイエンスの追求
- TS1からTS2まで、MLFが目指すサイエンスについて、コミュニティとの議論を進める
 - 学術会議未来構想、文科省ロードマップ

ミュオン $g-2$ /EDM実験と 透過型ミュオン顕微鏡

- 計画の概要
- 整備計画
- 現在の状況

J-PARC ミュオン $g-2/EDM$ 実験：現状

J-PARC 物質・生命科学
実験施設(既設)

2021年度建設



ミュオンHライン実験棟

透過型ミュオン顕微鏡

分岐

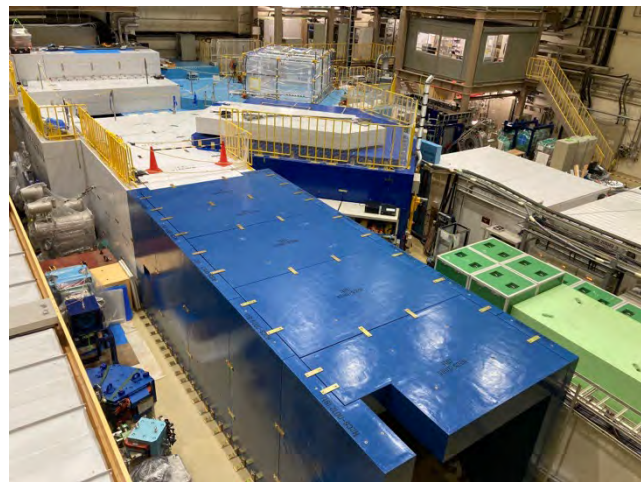
加速

ミュオン加速実証

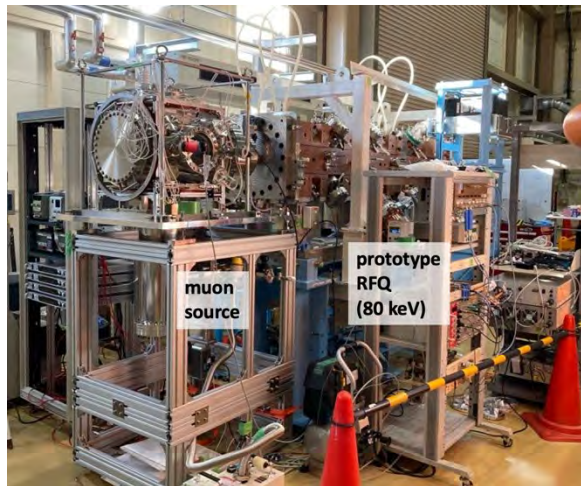
210 MeV

3次元
らせん
入射

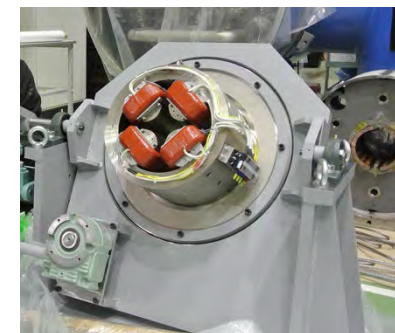
素粒子実験
 $g-2/EDM$



遮蔽体製作・設置 (2022年10月)



80 keV加速試験@S2エリア (2023年4月予定)



ビーム輸送ライン回転4極磁石 (2022年12月)

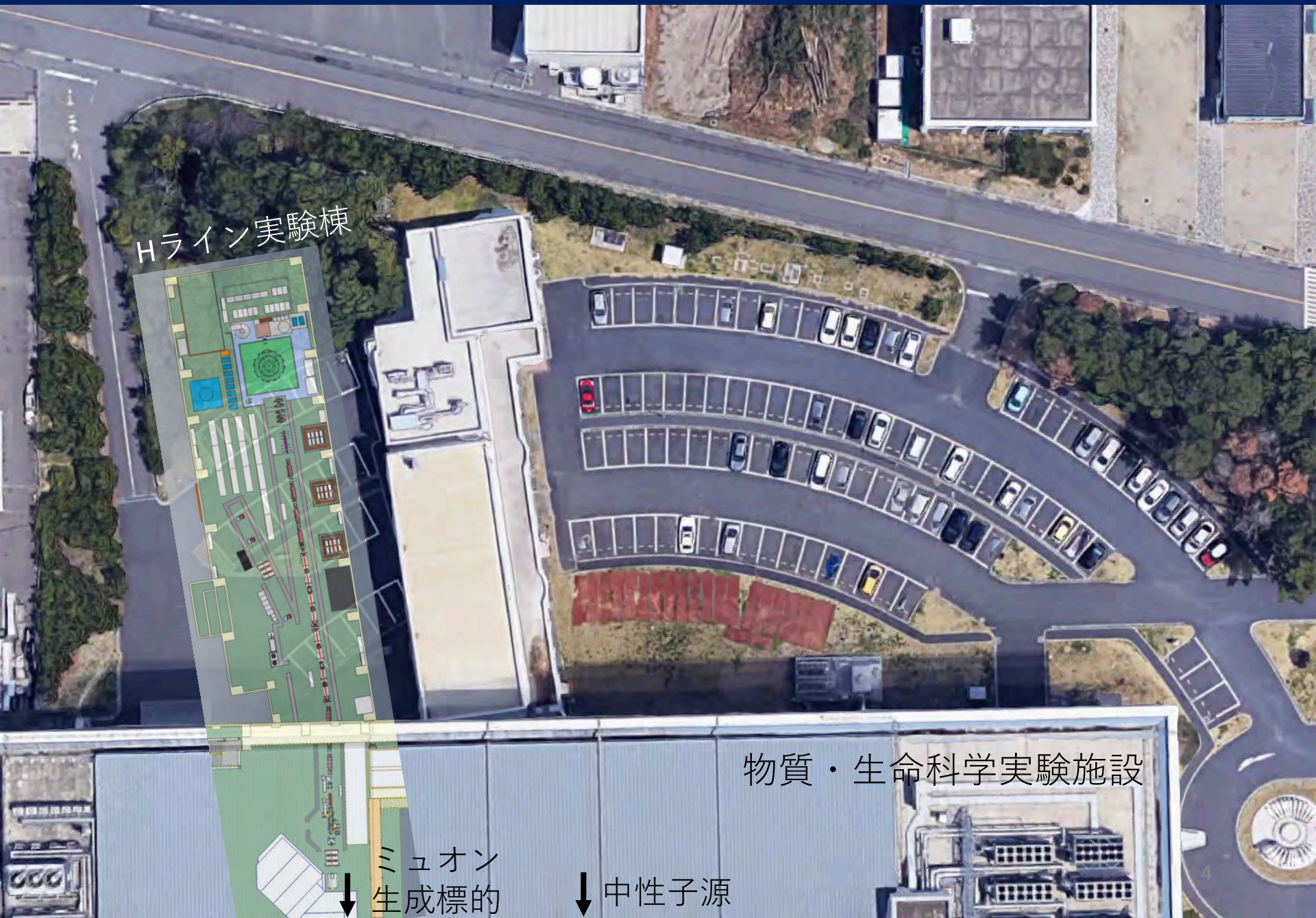
建屋整備予定地

Hライン実験棟

物質・生命科学実験施設

↓ ミュオン
生成標的

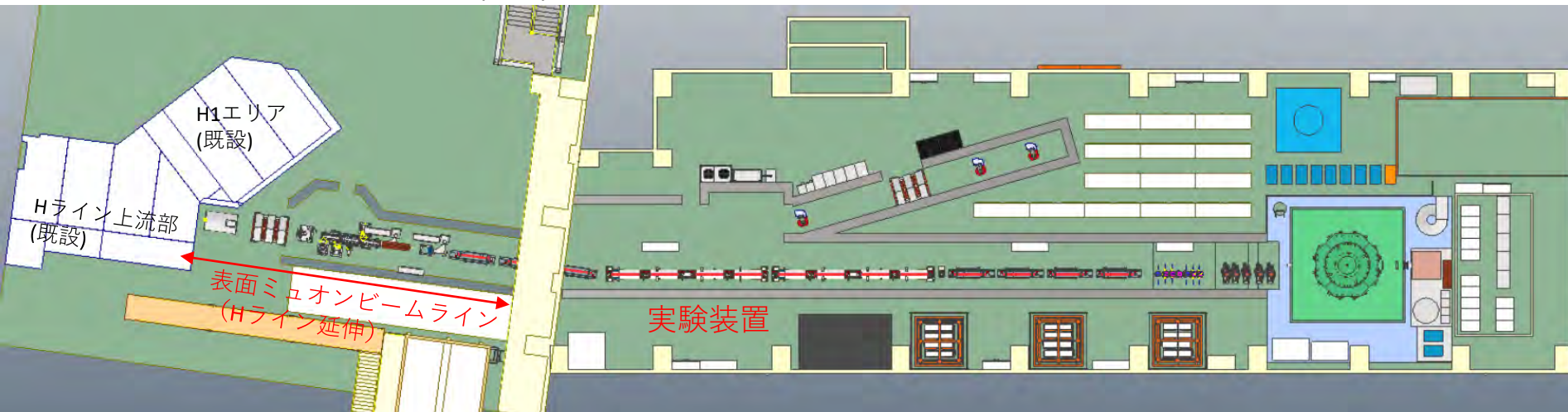
↓ 中性子源



整備計画

J-PARC 物質・生命科学実験施設(MLF)

拡張建屋（Hライン実験棟（新設））



2022年度までに完了した準備工事

- ✓ 配管試掘調査
- ✓ 情報通信ケーブル等改修その他工事
- ✓ 放送用ケーブル等改修工事
- ✓ 東側屋外排水設備等改修工事
- ✓ 情報通信設備取設工事
- ✓ 林地開発行為計画変更に係る資料作成

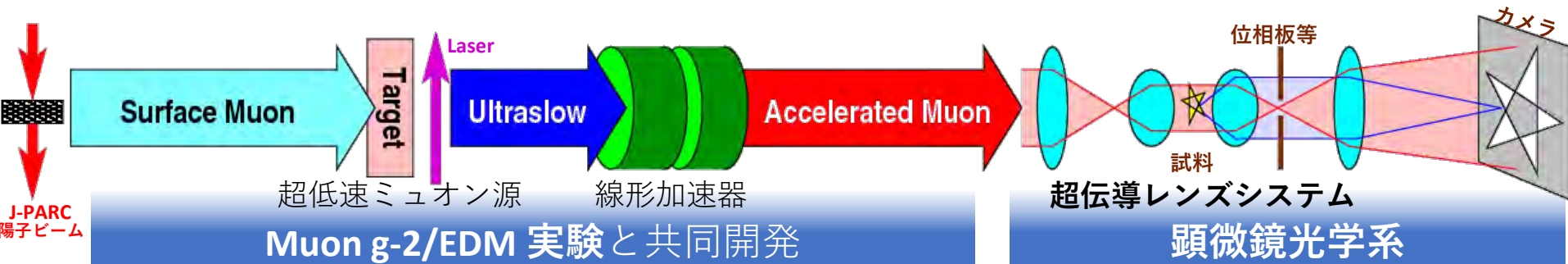
2028年からのデータ取得を目指して準備を進めています。

	2022 R4	2023 R5	2024 R6	2025 R7	2026 R8	2027 R9	2028 以降
Hライン 延伸	遮蔽体	エリア整備 機器準備	磁石製作 設置				全体 調整 ・ データ 収集
実験 建屋	移設工事	外構工事 建屋設計	建屋・設備工事				
冷却・ 加速・ 蓄積装 置	ミュオン源 リアック 蓄積磁石	開発・実証	★冷却@H2 加速試験・準備 線材調達	★4.3 MeV加速		★設置・調整	
測定器 等	陽電子飛跡検出器・磁場測定装置						
	科研費 特別推進						

透過型ミュオン顕微鏡 T μ M

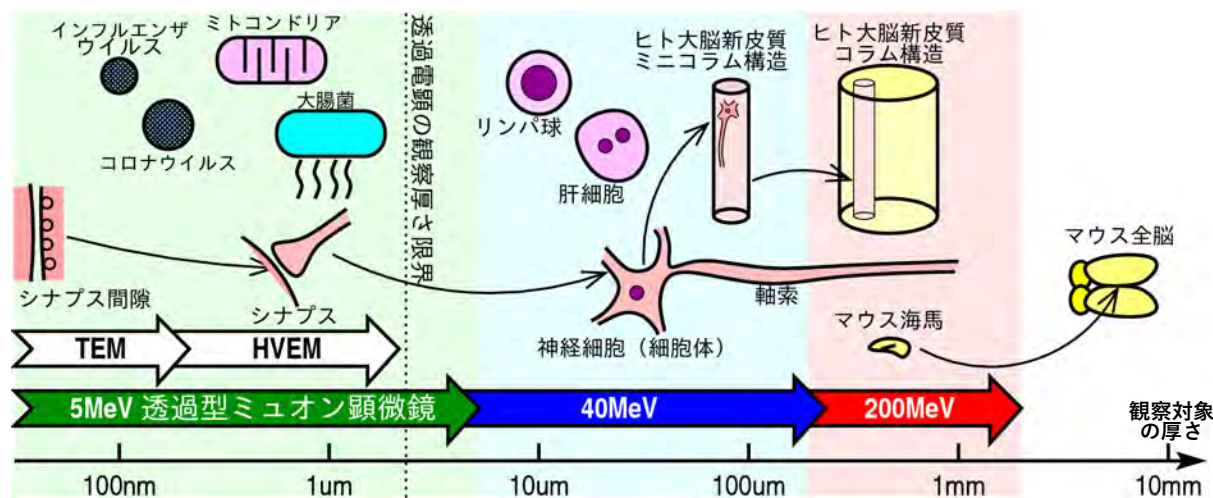
Muon
Microscopy

= 再加速ミュオン：強い透過能力 + 超低速ミュオン：高輝度 / 高分解能

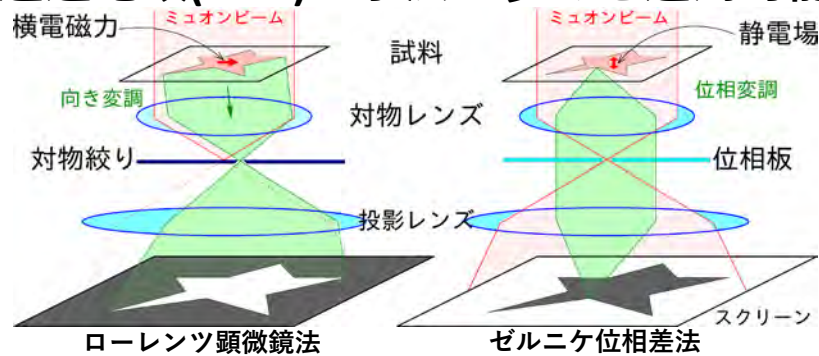


マクロサイズの物体内部の電磁場分布を3次元可視化

- 生きた/凍結した生体組織の機能の可視化
シナプス間隙、神経細胞から脳レベルまで、
スケール横断的な機能の理解が究極目的
- 産業利用：物体内部の電磁場可視化能力
半導体：IC/LSI素子、RF/パワー素子
Liイオン電池、太陽電池、ピエゾ素子、他



透過電顕(TEM)の手法の多くを適用可能



走査型ミュオン顕微鏡も併設



走査型μSR顕微鏡として動作：各点のμSRスペクトラムを測定
磁場の強度・向き・時空間ゆらぎをナノ3次元マッピング
フェルミ面密度、水素の状態などを可視化

なぜ電磁場を観るのか？

- 現代文明は電磁気学の上に構築

半導体、コンピューター、通信機器、電気自動車、レーダー、・・・

- パワー素子[パワー/RF半導体、コンデンサ、磁石、電池、ピエゾ...]



超音波診断装置

「高耐圧化、高速化、高効率化、大容量化」で、
EV/電機/発送電網の省エネ、通信の高速大容量化、レーダー高性能化
産業の競争力と社会のSDGsに直結。

- パワー素子内部の電磁場の可視化は高性能化に直接に寄与

例：電界集中箇所の特定 ⇔ 電界緩和の設計 → 高耐圧化

- 宇宙で最も複雑な機械である「脳・神経」



も、活動電位の高度なネットワークで、思考や感情などを情報処理。

バルク試料内部の電磁場可視化は産業～学術のあらゆる面で重要
広く大きな波及効果

どの様に物体内の電磁場可視化するか？

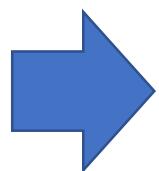
ミュオンを用いれば可能

- ミュオンは荷電粒子 → 電場と磁場の両方に高い感度
- 加速で最も物質透過能に優れた荷電粒子
- 人工的に大量に生成できる ← 加速器
J-PARCは世界最高強度のパルスミュオン源
- 高い分解能と感度が得られる ← ビーム冷却
パルス正ミュオンならレーザー再解離で冷却可能
- 収束、像の拡大、電磁場可視化 ← 電顕の技術が使える
- 像の高分解能検出も可能 ← 電顕用CMOS画像センサ

加速器と電子顕微鏡の技術融合で可視化

透過型ミュオン顕微鏡($T\mu M$)の概念

- 電子とミュオンは同じ分類の素粒子のレプトン、性質が酷似
- 加速器で作る人工ミュオンは高い輝度に出来る
- 人工ミュオンを加速すれば、高い透過能力を獲得



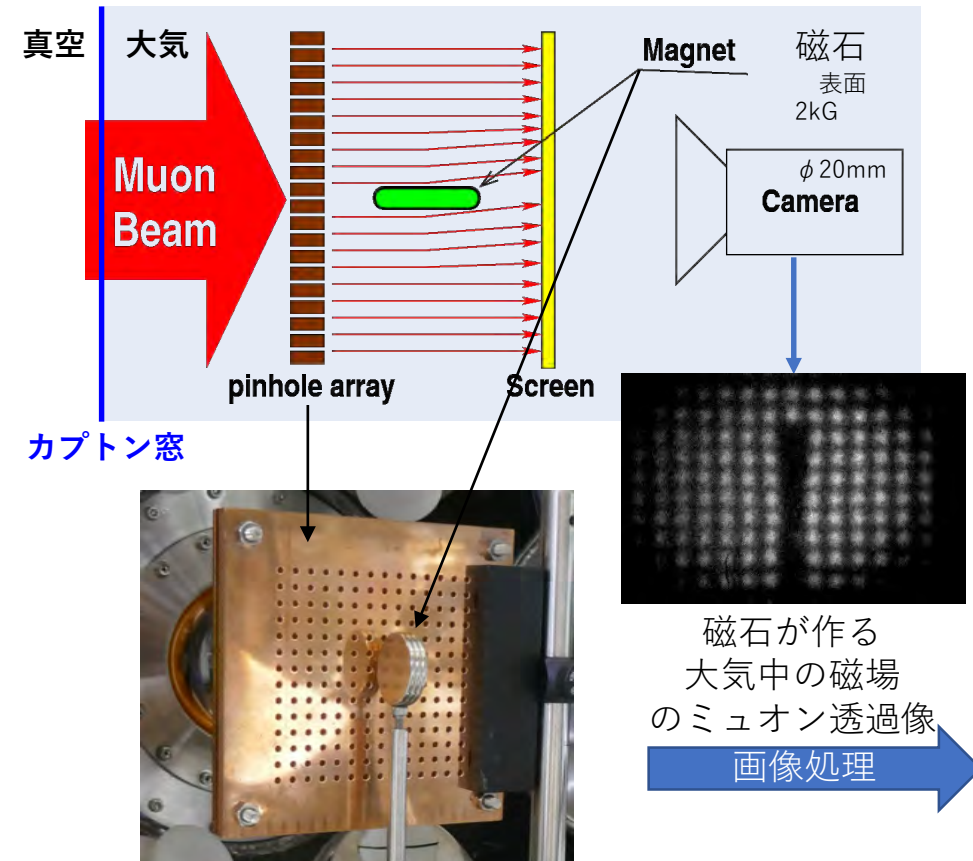
透過電顕の電子の代わりに、人工の加速ミュオンを用いれば、
ぶ厚い試料内部の電磁場を観察できる！

世界最強パルスミュオン源のJ-PARCならではの研究開発

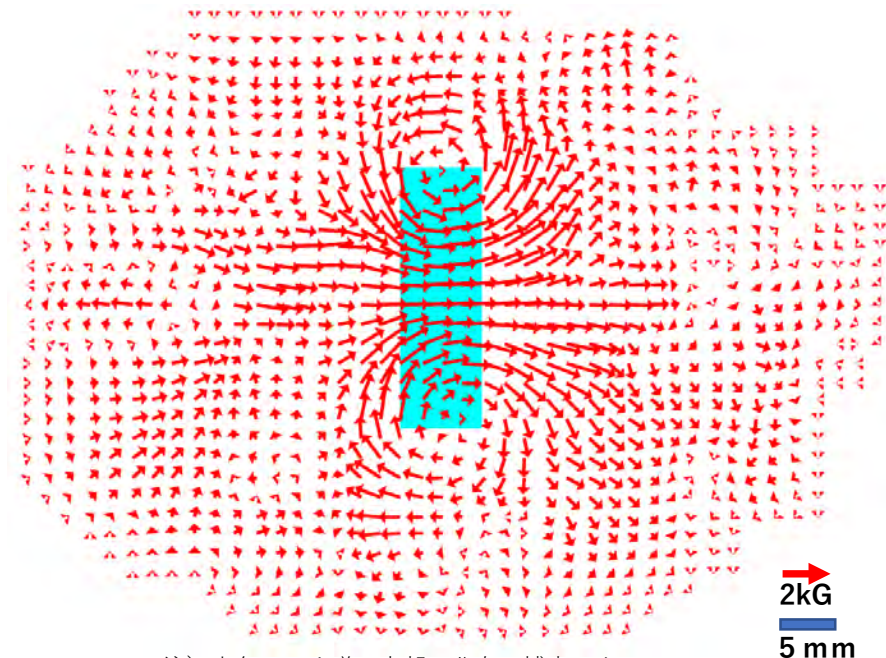
従来手法との比較

	磁場	電場	透過力	汎用性
本手法 ($T\mu M$)	○	○	○ $10\mu m \sim cm$	試料を選ばない
電子線 (TEM)	○	○	× 数100nm ~ 数 μm	極薄試料に限られる
中性子線	○	×	○ 数cm	試料をほぼ選ばない(B, Gd, Cd等は不可)
円偏光X線	△間接	×	△ $10\mu m$	X線磁気円二色性をもつ磁性体に限られる
光カー顕微鏡	△間接	△間接	透明か表面	透明磁性体か非線形光学物質に限られる
Caイメージング 蛍光顕微鏡	×	△間接	透明組織	生体組織に限られる。あくまでCa濃度の測定

原理実証：大気中の電磁場可視化に成功



磁石が周囲の大気中を作る電磁場の分布を透過ミュオン法を用いて可視化に成功



注) 水色で示す磁石内部の分布は補完による。

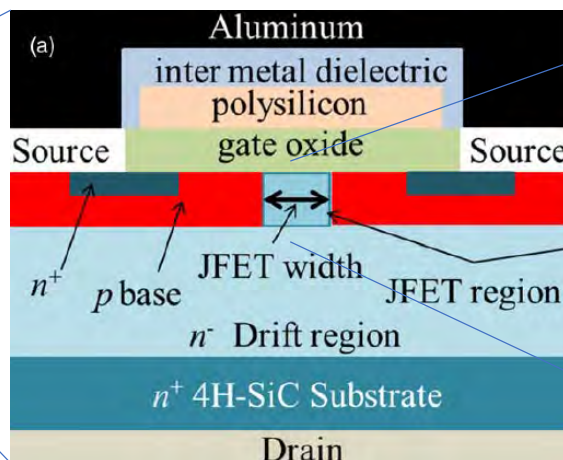
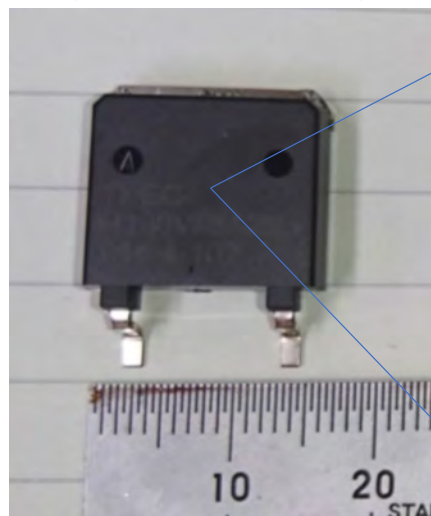
- 加速器生成の正ミュオンそのままの利用で原理実証
- STEMの磁場可視化法 (iDPC) のミュオンへの拡張に対応

超高耐圧トランジスタ開発

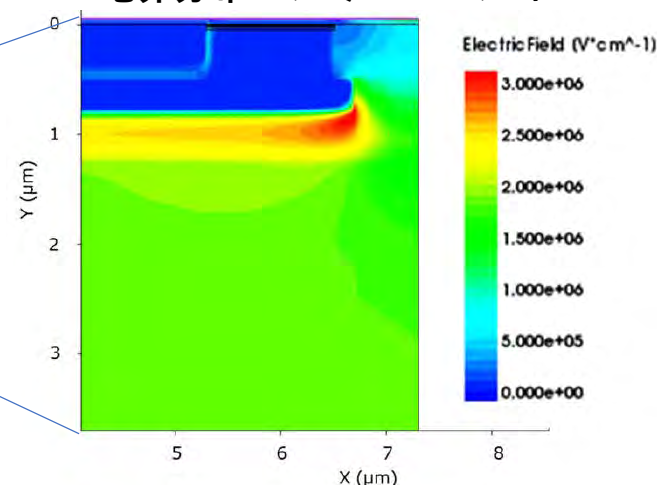
産総研との共同研究

- 産総研 パワエレ センターが開発：**14kV耐圧 SiC MOS FET**。

(市販品の最高は3.3kV)



電界分布のシミュレーション



- 実際の**電界集中箇所と電界破壊の瞬間**を押さえれば、さらなる高耐圧トランジスタの開発に直結。小型化、低ロス化。
- 電気自動車, 送電網の高効率化。➡SDGs。
- SiC, GaN, Ga₂O₃ 系**パワー半導体素子は未だ日本が優位を保持**。
- **GHzストロボ撮影**すれば、素子内のRF電界分布・RF性能も可視化。
 - ➡通信網の高速化、RF送電の高効率化、レーダーの高性能化。
 - ➡経済安保(量子・半導体)。

パワー素子 全般

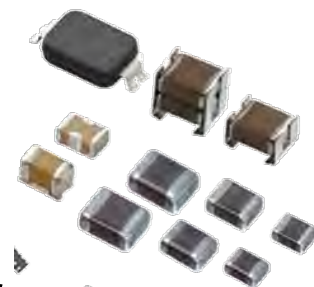
• セラミックコンデンサ (MLCC)

高容量化 & $E = (C/2) \times V^2$

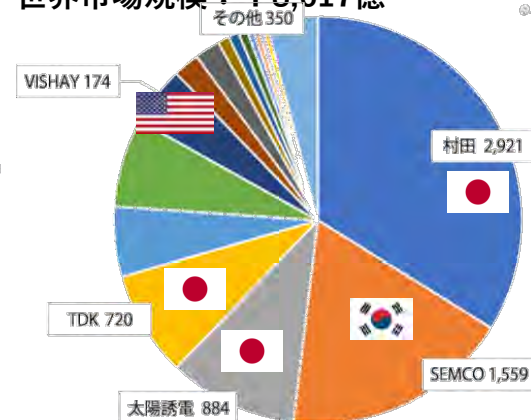
→ 高耐圧化が競争の本質

電界集中箇所・劣化・破壊現象を可視化

→ 産業競争力



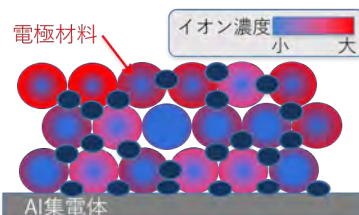
2017年MLCCメーカー別売金額シェア
世界市場規模：¥8,617億



引用：J-Chipユーザー会2018年
電子部品の供給逼迫とその対策

• リチウムイオン電池の内部の電磁場

充放電中の電位分布を可視化



• ピエゾ素子内部の電圧分布

→ 医療、非破壊検査や超音波モーターの高性能化

• 永久磁石内部の構造と磁場の可視化

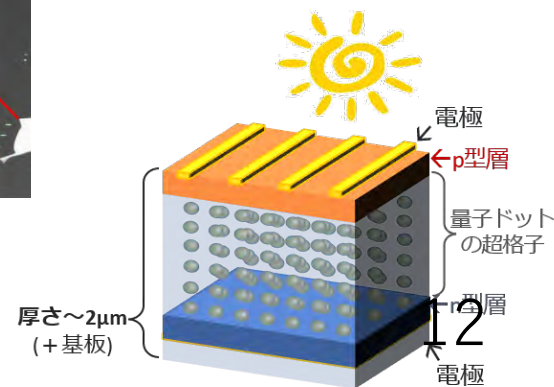
グレイン構造と磁区の可視化

→ EV産業、電機産業、省エネ

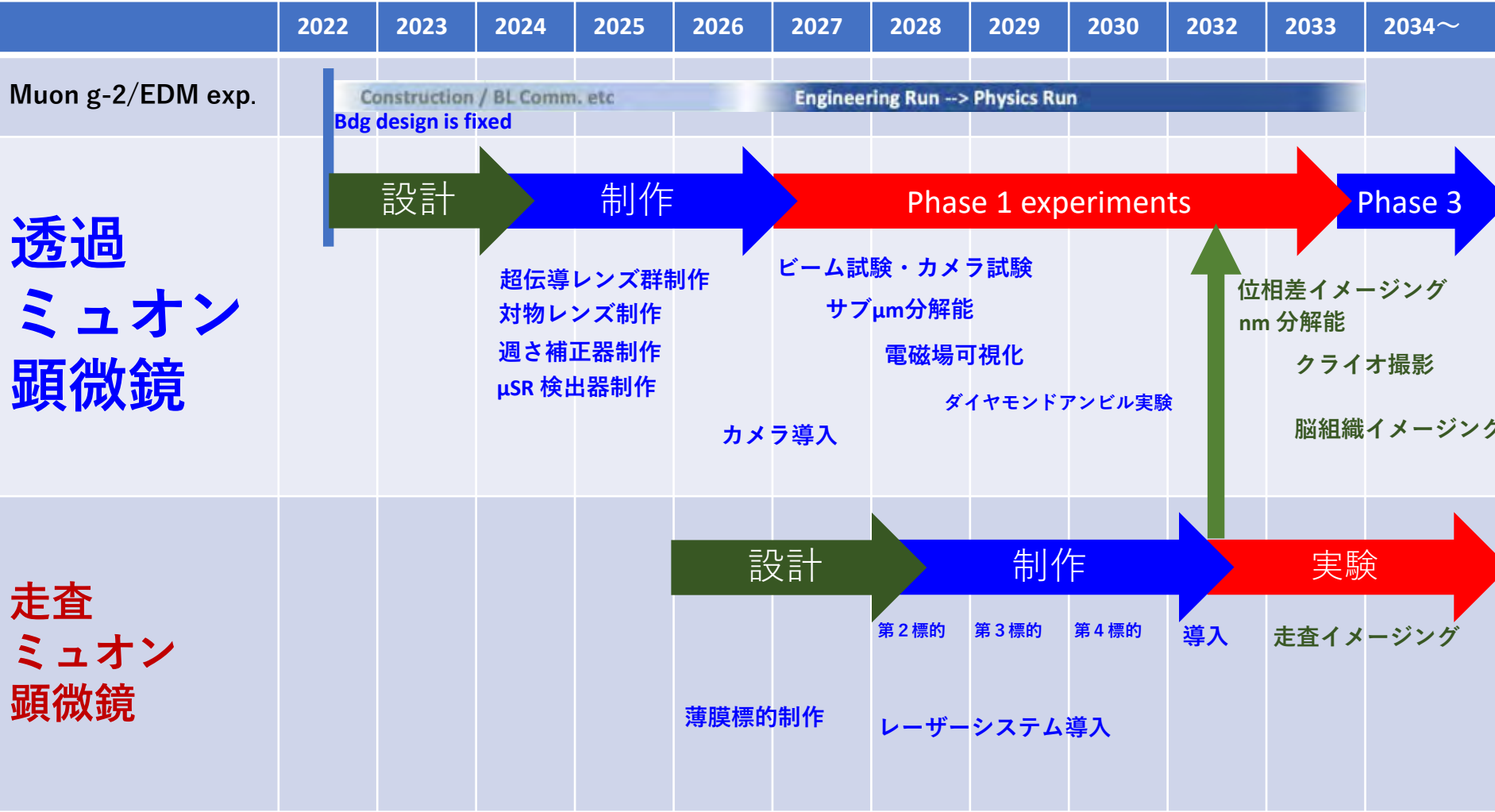


• 量子ドット内部の電場の可視化

太陽電池の高効率化、ディスプレイ高輝度化



年次計画



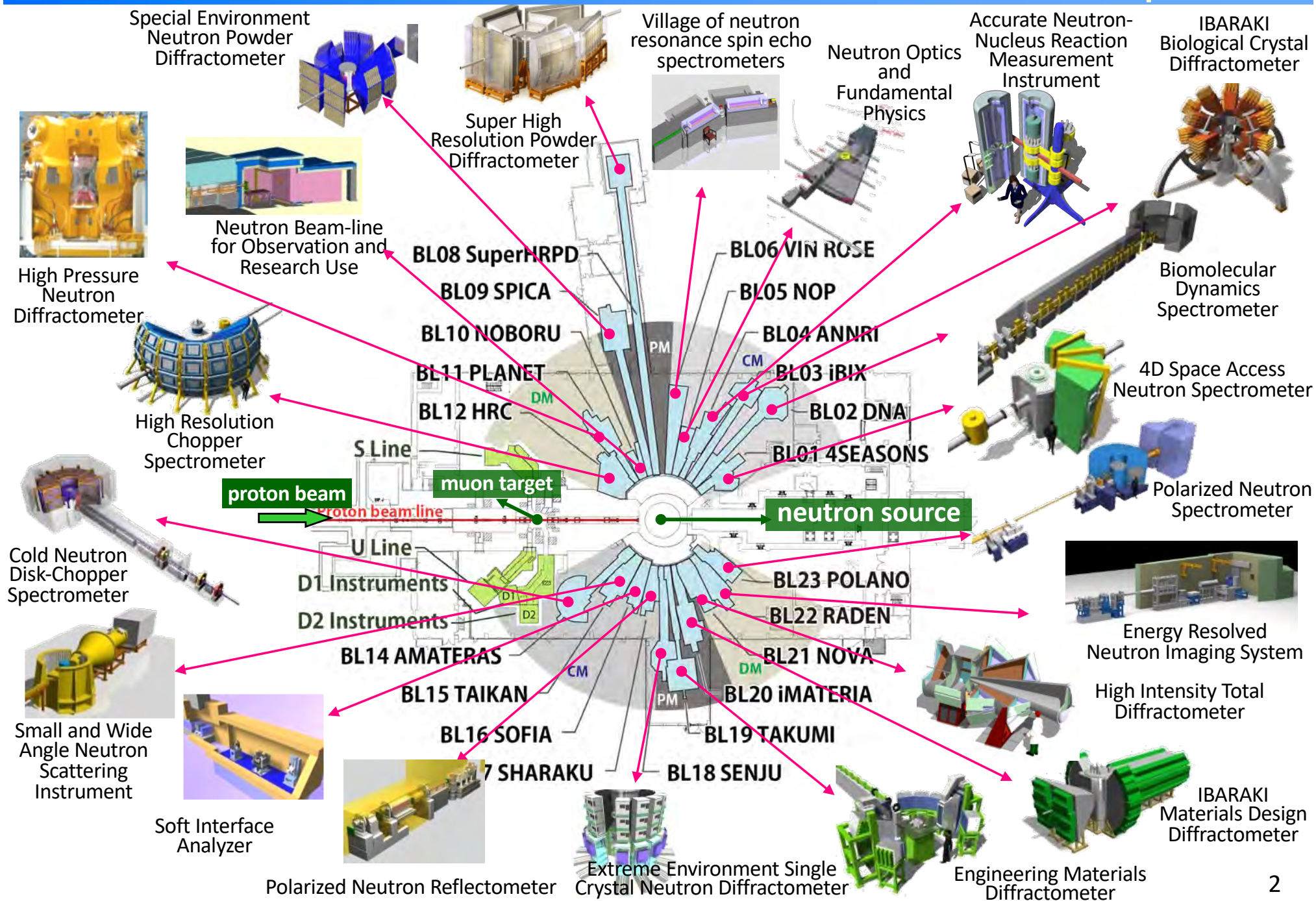
MLFからの報告

MLFディビジョン長
大友季哉

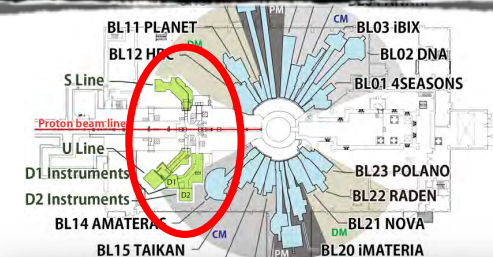
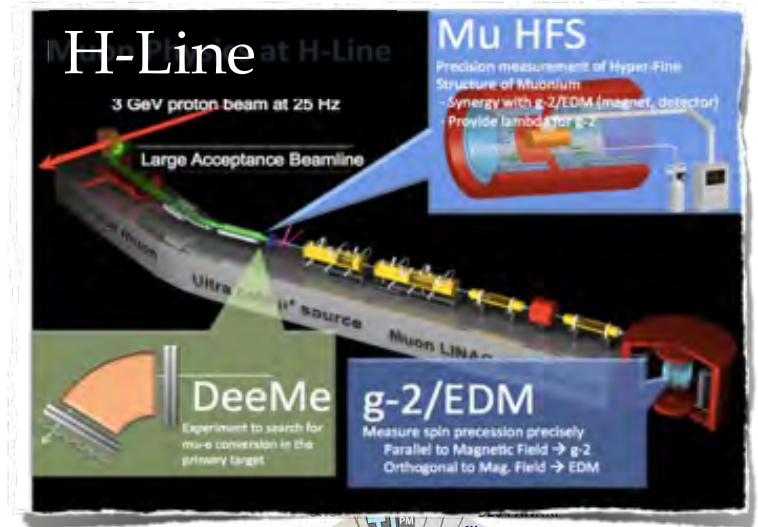
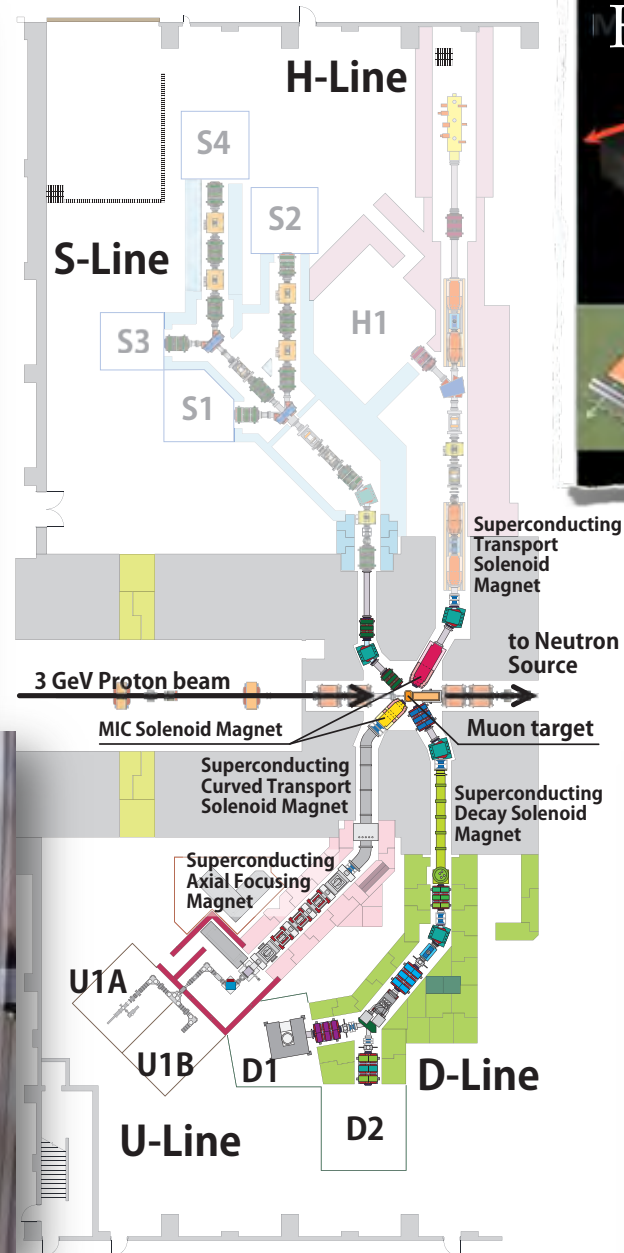
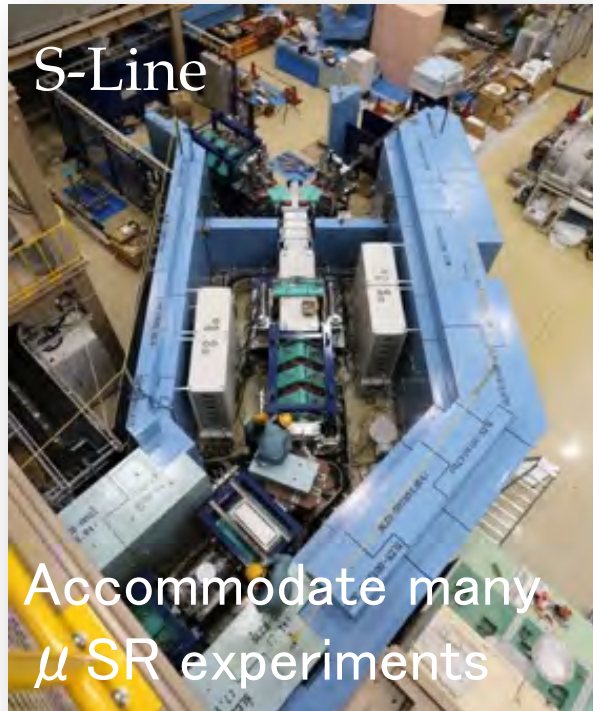


Neutron Instruments in MLF

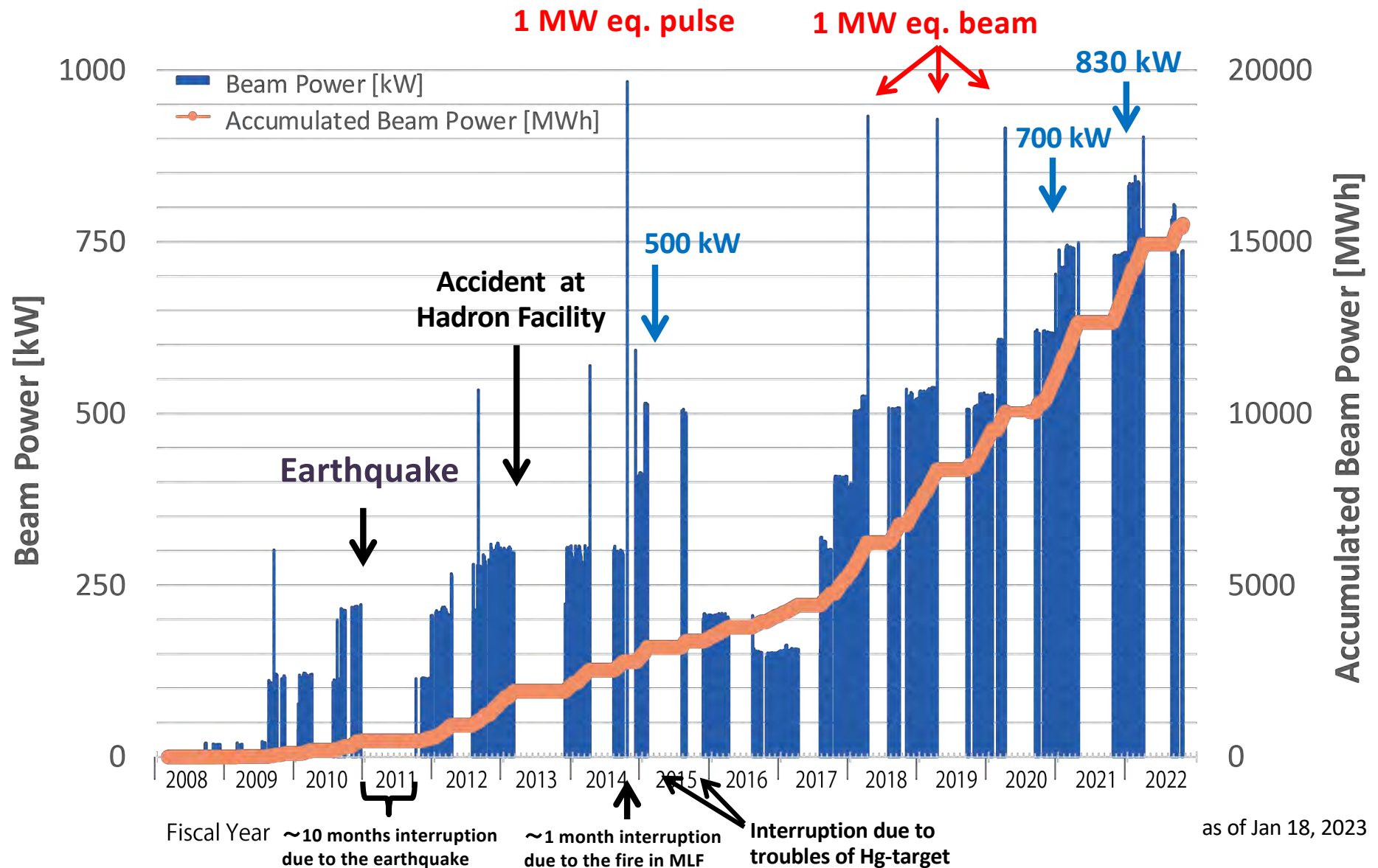
23 beam ports
21 in operation



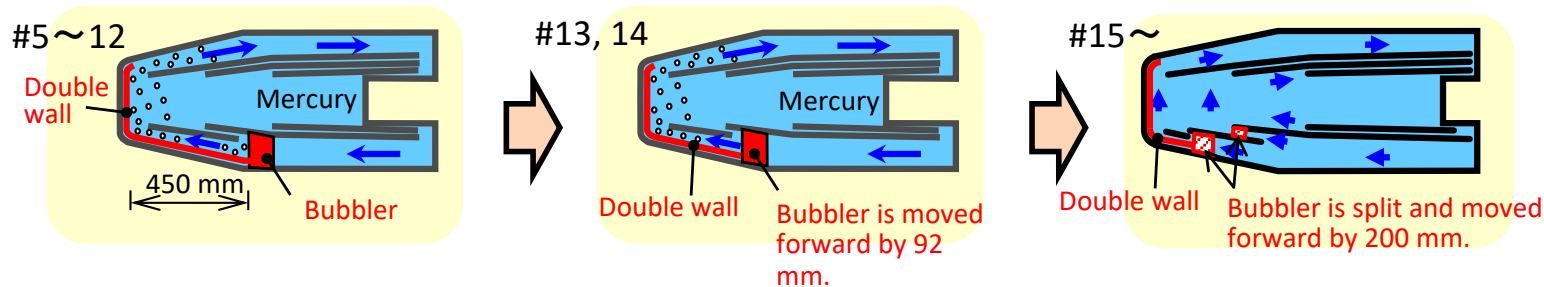
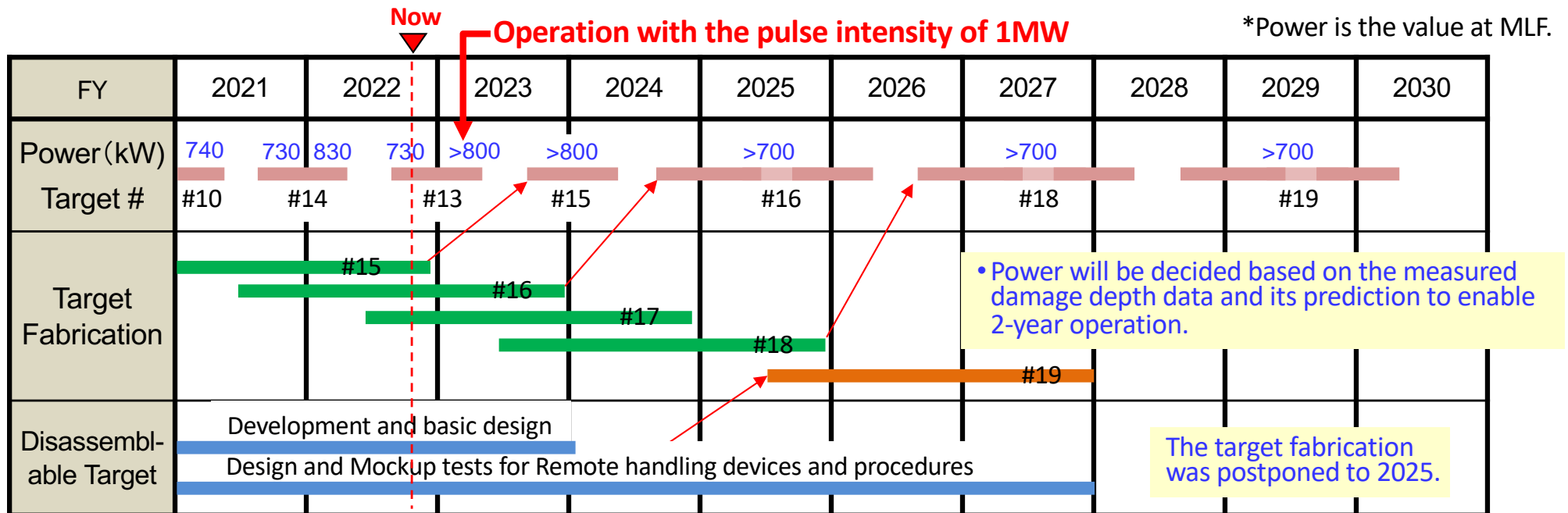
Muon Facility MUSE @ MLF



Beam Power History at MLF



Operation Plan of Neutron Source



- User operation with the pulse intensity of 1MW is going to be held during latter period of #13 operation, which will demonstrate the attainment of our initial goal of neutron source.
- The target vessel #15 with new structure will start its operation this year.
- Fabrication of the disassemblable target was postponed to investigate further the remote handling scenario, corresponding target design and the total cost including storage cask and transportation.



2023A期運転スケジュールについて

平素よりJ-PARCセンターの活動にご高配を賜り感謝申し上げます。

2023年度上期の運転スケジュールにつきまして、4月16日から6月21日までの60日間の利用運転を実施いたします。

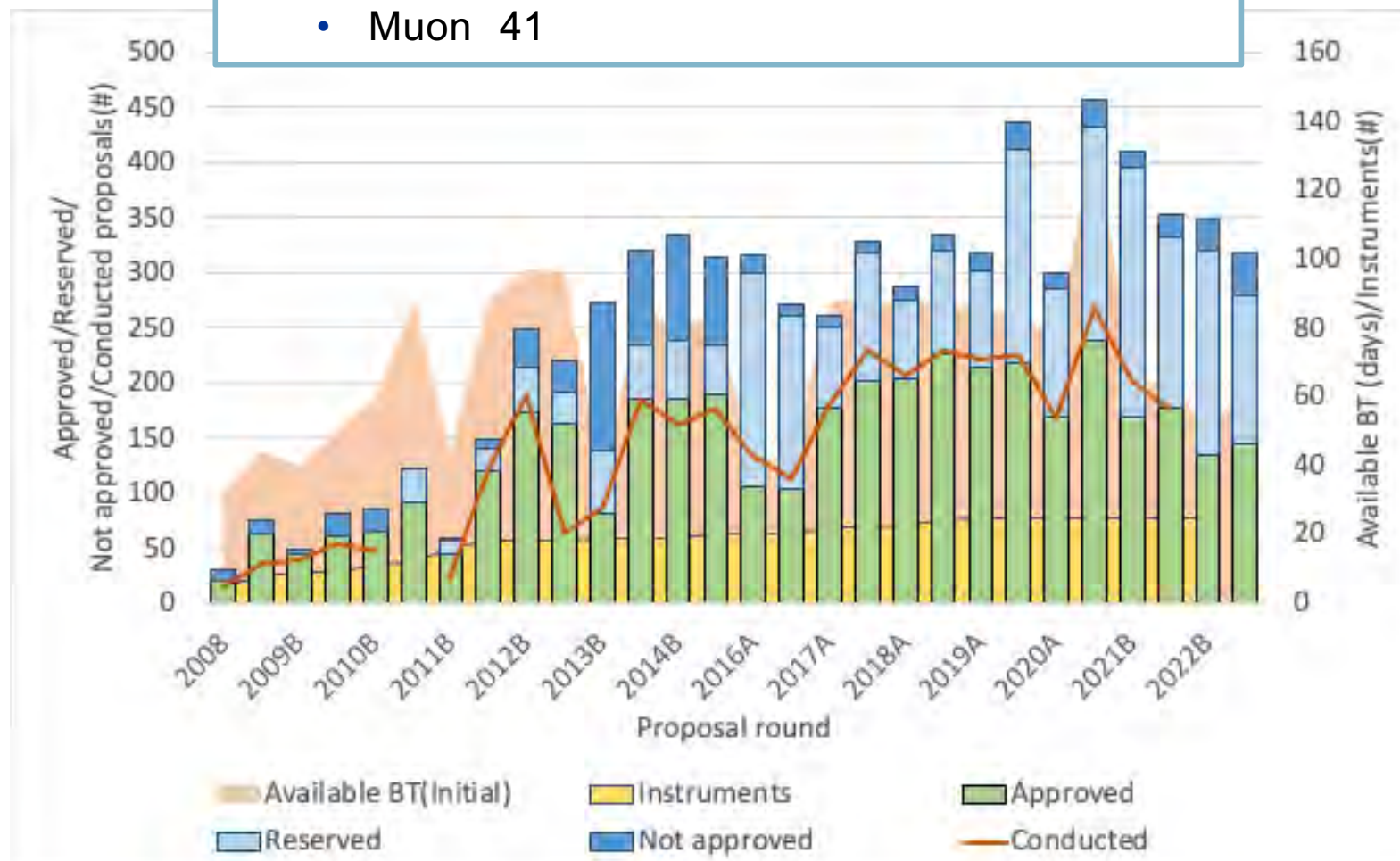
2023年度下期の運転スケジュールについては、昨今の電力料金の高騰の状況を勘案しつつ、改めてお知らせする予定です。



Number of proposals of MLF

◆ No. of 2023A proposals: 318

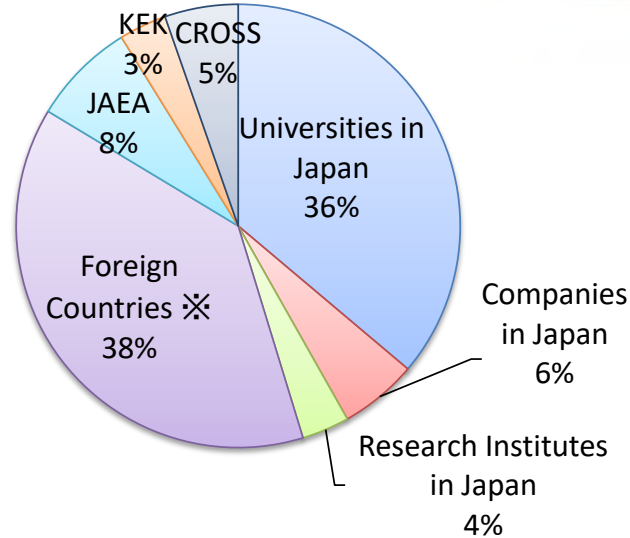
- Neutron 277
- Muon 41



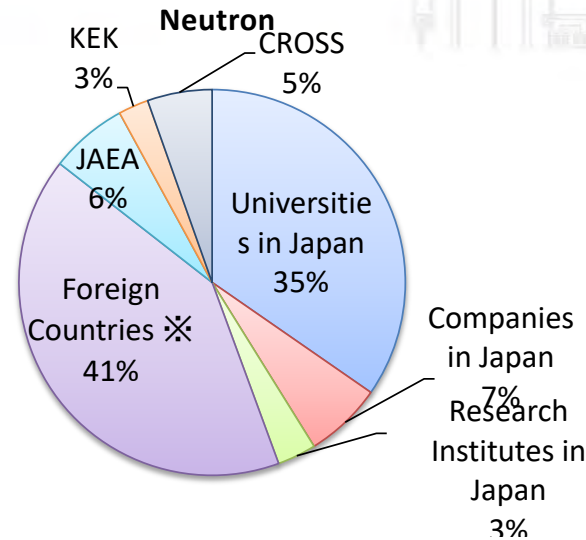
PI's affiliation in 2023A and Annual trends

J-PARC, MLF

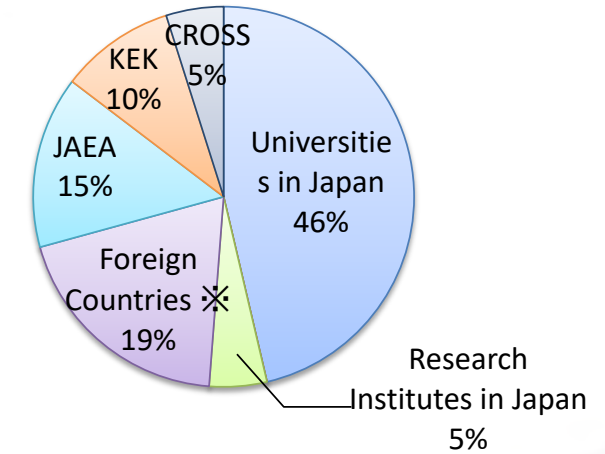
Neutron + Muon



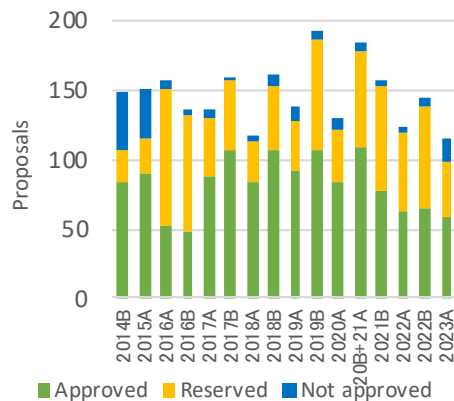
Applicant's Affiliation



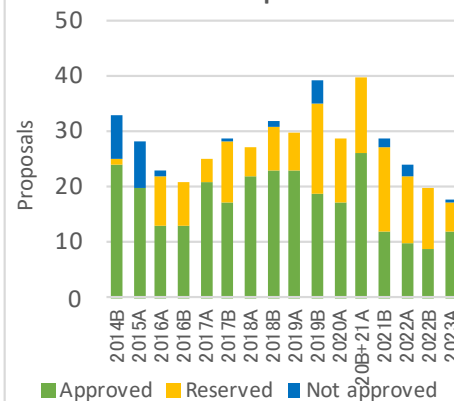
Muon



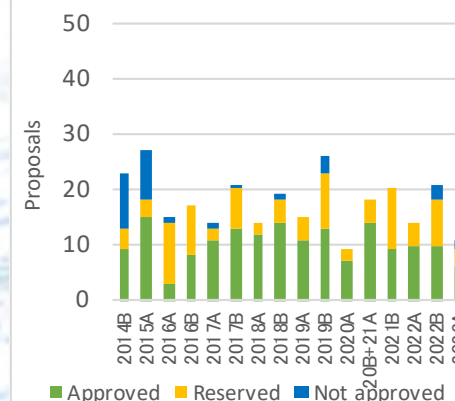
Universities



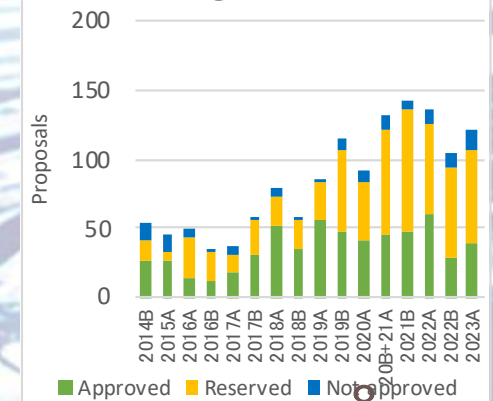
Companies



Research Institutes

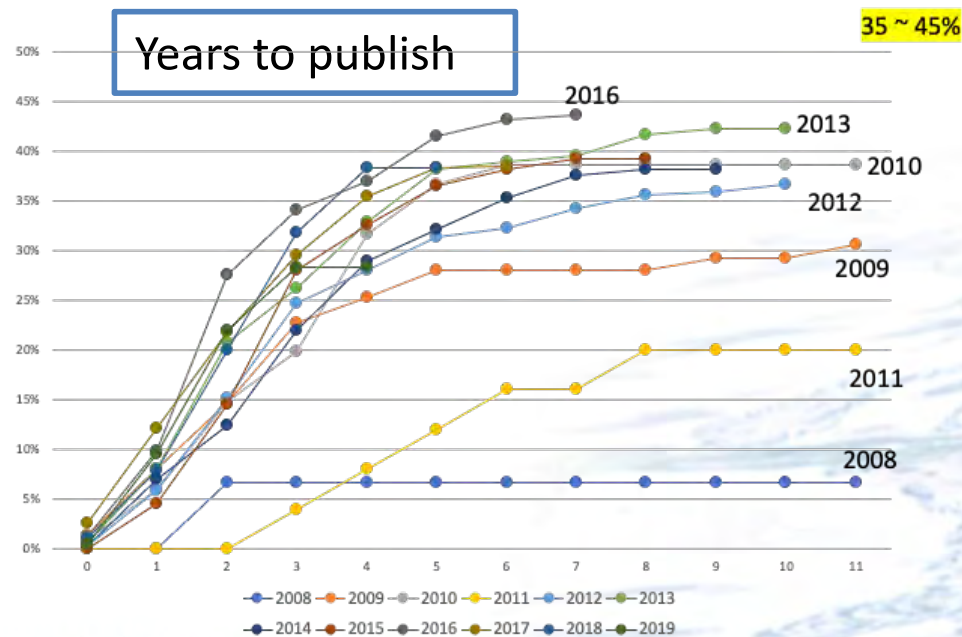
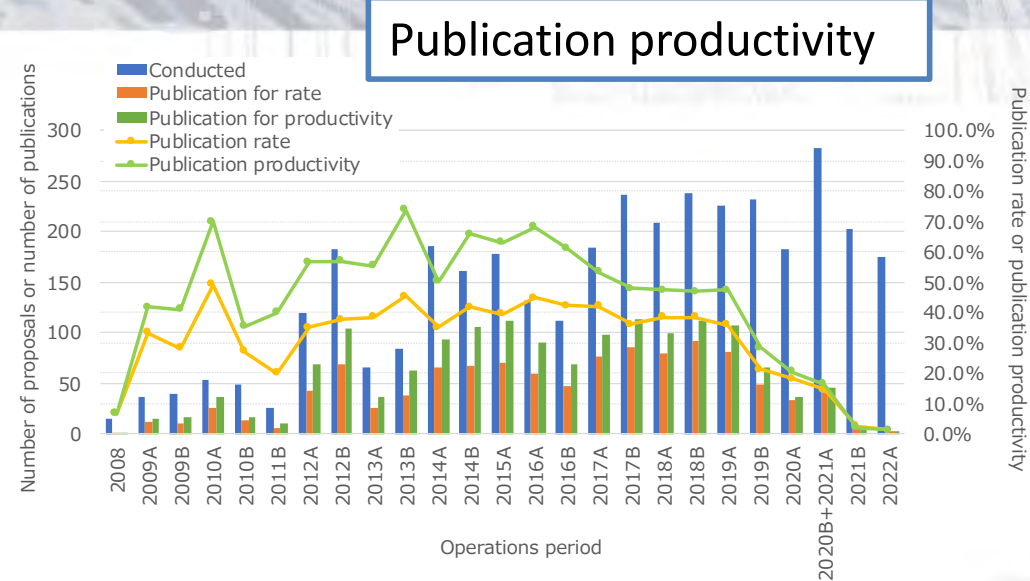
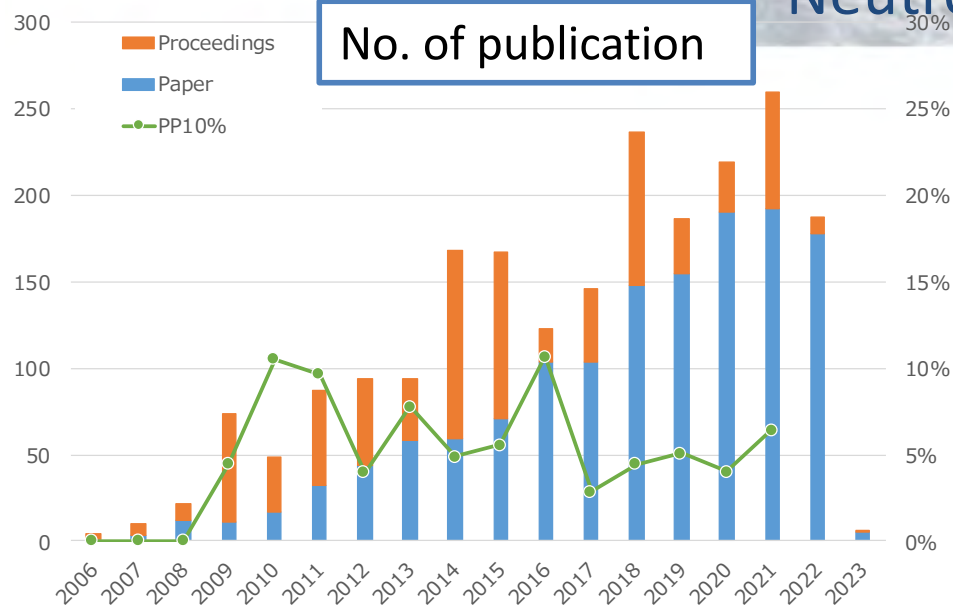


Foreign Countries



Annual trend of Publications

Neutron & Muon

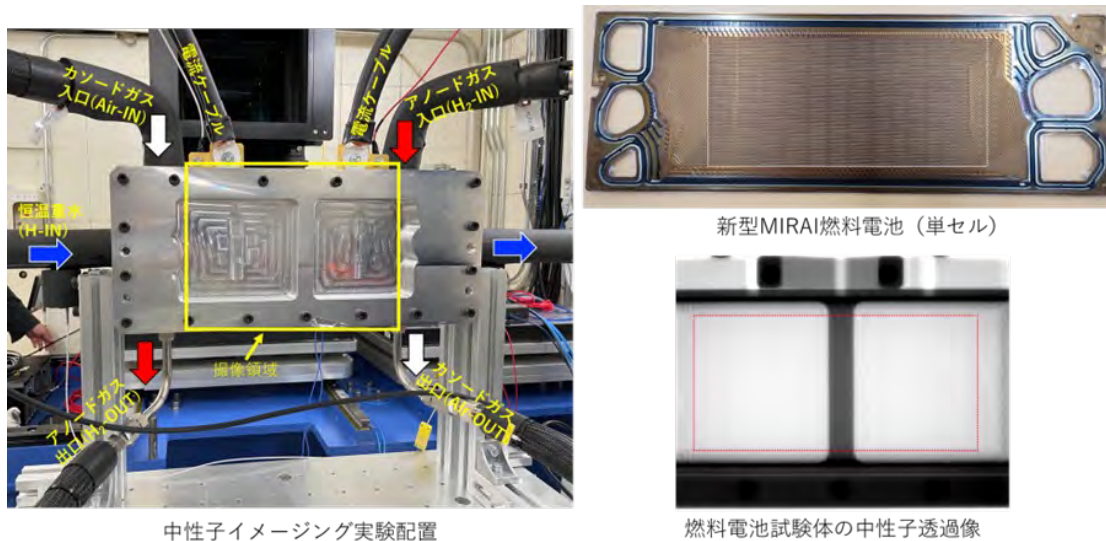


- ◆ Number of publications is gradually increasing
- ◆ Publication productivity is ~ 50%
- ◆ Fewer years to publication.

BL22 Success in Visualizing Water Inside Automotive Fuel Cells with Pulsed Neutron Beam

NEDO, J-PARC Center, Nissan Arc, FC-Cubic

Collaboration with : Totoya Central Lab, Honda R&D, TOYOTA corp.

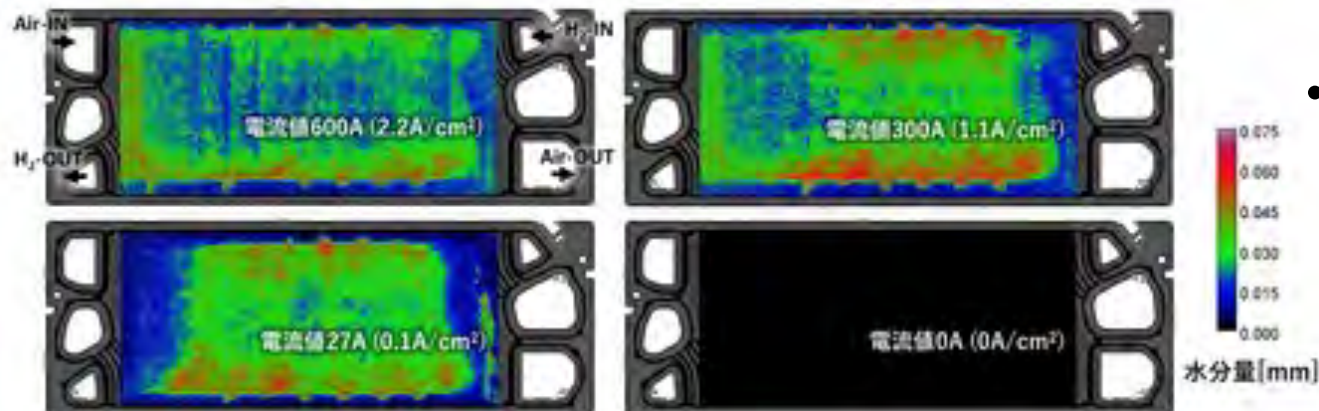


中性子イメージング実験配置

燃料電池試験体の中性子透過像

Fig. Fuel cell cell used in neutron imaging water visualization experiments

- Success in Visualizing the Behavior of Water Generation and Discharge inside a Fuel Cell Cell (2nd Generation MIRAI) of Actual Size Installed in a Fuel Cell Vehicle (FCV)



- This is the first time in the world that a pulsed neutron beam has been used to clarify the behavior of water inside an actual size cell.

Fig. Visualized image of water behavior in a fuel cell of MIRAI (change in water distribution with current value)

Rabi-Oscillation Spectroscopy for Muonium Atoms

Precision Measurement of Muonium Hyperfine Structure

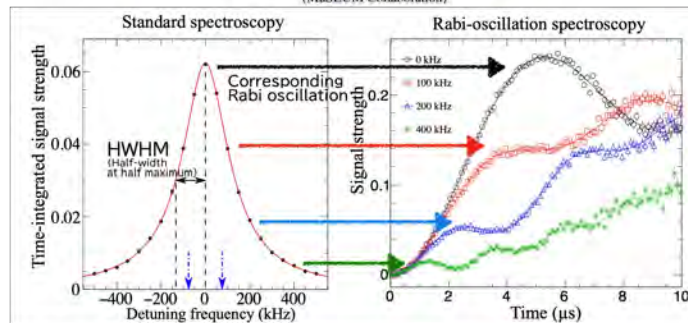
- Precise Bound-State-QED test
- Strongly related with muon $g-2$

PHYSICAL REVIEW A 104, L020801 (2021)

Paper

Rabi-oscillation spectroscopy of the hyperfine structure of muonium atoms

S. Nishimura,^{1,2,3,4} H. A. Torii,^{1,2,3,4} Y. Fukao,^{1,2,3,4} T. U. Ito,^{2,3,4} M. Iwasaki,⁵ S. Kanda,⁶ K. Kawagoe,⁷ D. Kawai,¹ N. Kawamura,^{1,2,4} N. Kurosawa,^{1,2} Y. Matsuda,⁹ T. Mibe,^{1,2,4} Y. Miyake,^{1,2,4} N. Saito,^{1,2,4} K. Sasaki,^{1,2,4} Y. Sato,¹ S. Seo,^{8,9} P. Strasser,^{1,2,4} T. Suehara,⁷ K. S. Tanaka,¹⁰ J. Tojo,¹ A. Toyoda,^{1,2,4} Y. Ueno,⁶ T. Yamazaki,^{1,2,4} H. Yasuda,¹ T. Yoshioka,¹ and K. Shimomura^{1,3,4}
(MuSEUM Collaboration)

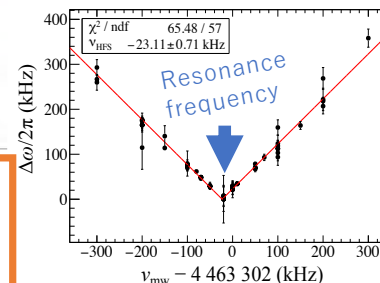


Rabi-oscillation spectroscopy established for higher precision measurements in the future

Nishikawa Prize



Results



Press

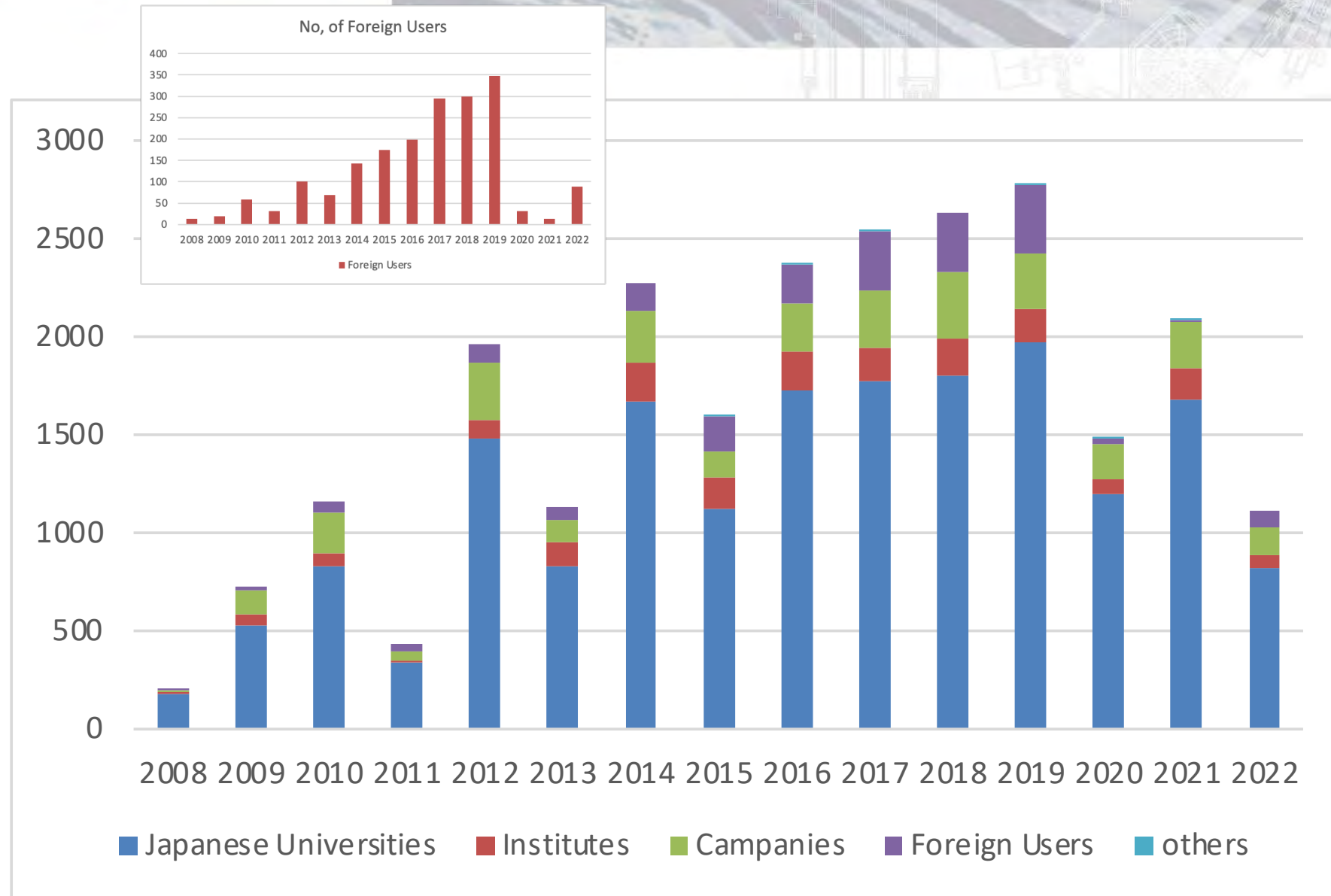


Percentile Top 10 in 2021

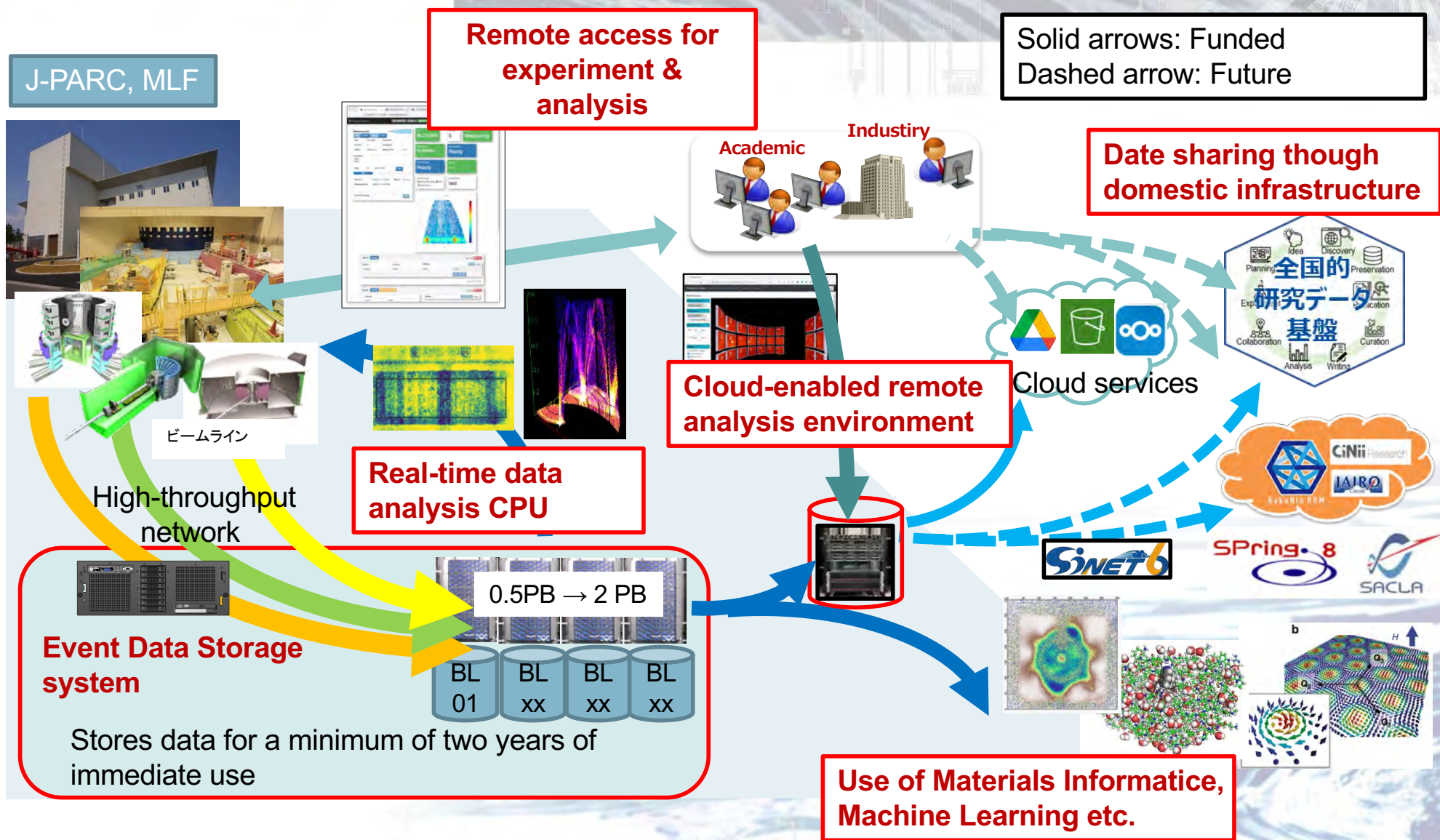
Rank	被引用回数	CNCI	Percentile	タイトル	雑誌名	ESI22分野	Inst.
1	34	5.93	98.29	Nanocomposite NiTi shape memory alloy with high strength and fatigue resistance	NATURE NANOTECHNOLOGY	MATERIALS SCIENCE	BL20
2	18	4.84	96.94	Spin-orbit phase behavior of Na ₂ Co ₂ TeO ₆ at low temperatures	PHYSICAL REVIEW B	PHYSICS	BL01
2	26	4.53	96.94	Quantifying internal strains, stresses, and dislocation density in additively manufactured AlSi10Mg during loading-unloading-reloading deformation	MATERIALS & DESIGN	MATERIALS SCIENCE	BL19
2	18	4.84	96.94	Charge-Density-Wave Order and Multiple Magnetic Transitions in Divalent Europium Compound EuAl ₄	JOURNAL OF THE PHYSICAL SOCIETY OF JAPAN	PHYSICS	BL18
5	21	4.5	96.93	Hydride-based antiperovskites with soft anionic sublattices as fast alkali ionic conductors	NATURE COMMUNICATIONS	CHEMISTRY	BL09, BL20
6	17	4.57	96.58	Field-induced quantum spin disordered state in spin-1/2 honeycomb magnet Na ₂ Co ₂ TeO ₆	NATURE COMMUNICATIONS	PHYSICS	BL12
7	15	3.22	94.08	Experimental evidence for the existence of a second partially-ordered phase of ice VI	NATURE COMMUNICATIONS	CHEMISTRY	BL11
8	18	3.14	93.75	Stacking Fault Driven Phase Transformation in CrCoNi Medium Entropy Alloy	NANO LETTERS	MATERIALS SCIENCE	BL19
9	15	3.17	93.44	Multiscale constitutive modeling of additively manufactured Al-Si-Mg alloys based on measured phase stresses and dislocation density	INTERNATIONAL JOURNAL OF PLASTICITY	ENGINEERING	BL19
10	11	2.96	92.5	Relationship between Viscosity and Acyl Tail Dynamics in Lipid Bilayers	PHYSICAL REVIEW LETTERS	PHYSICS	BL15
11	15	2.61	91.4	The average and local structure of TiVCrNbD _x (x=0, 2.2, 8) from total scattering and neutron spectroscopy	ACTA MATERIALIA	MATERIALS SCIENCE	BL21
12	10	2.69	91.19	New precise spectroscopy of the hyperfine structure in muonium with a high-intensity pulsed muon beam	PHYSICS LETTERS B	PHYSICS	D2

Source data @ 2023-01-10
Citation data @ 2023-01-10
Figure revision @ 2023-01-11

No. of Users Visits of MLF



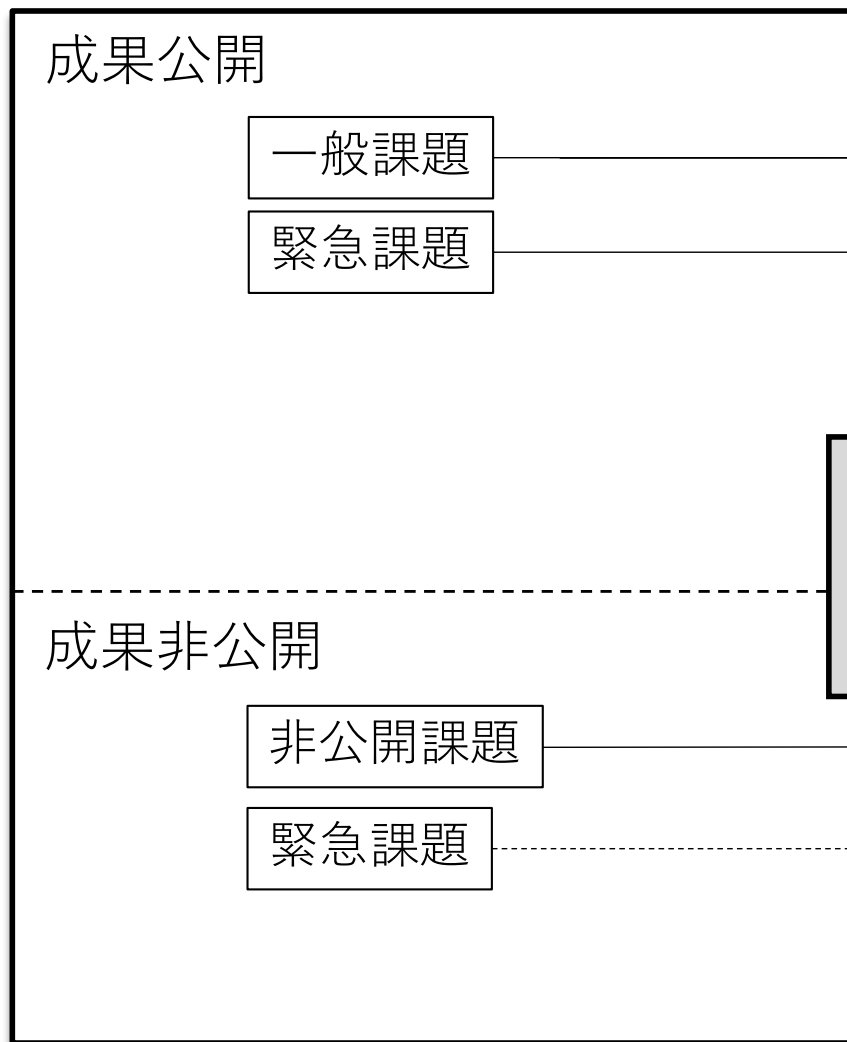
Data handling infrastructure (under implementation)



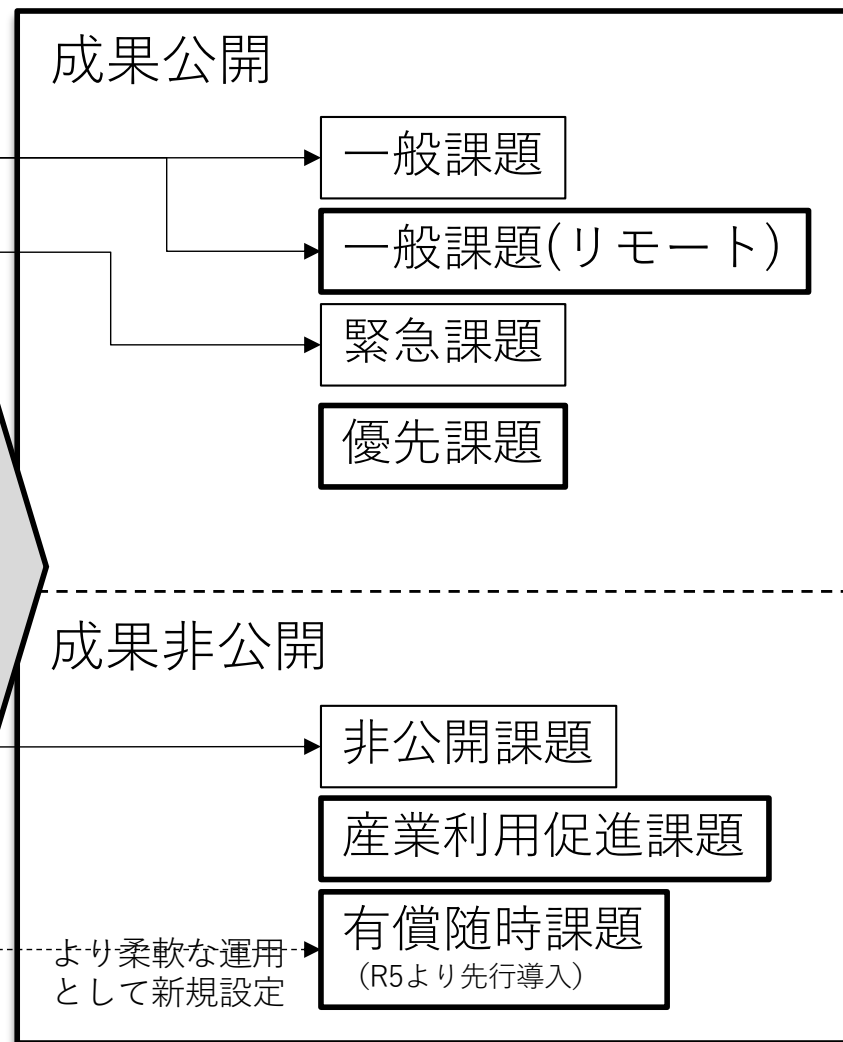


J-PARC MLF 利用形態の検討

R5年度まで



R6年度から(案)



*太枠は新規に設定した利用形態



J-PARC MLF 利用形態の内容

利用形態			定 義	募集形態
成果公開	一般課題	無償	◆ 学問上の価値、産業利用の価値、社会的意義、技術的実行の可能性、実験組織の能力、J-PARCの必要性、実施の安全性などの観点から総合的かつ専門的に審査を行い実施する課題。	公募 (年2回)
	緊急課題	無償	◆ 学術的に緊急性の高い課題について、MLFディビジョン長・CROSSセンター長の判断のもと緊急的に実施する課題	随時
	一般課題 (リモート)	有償	◆ 一般課題のうち、課題申請者が来所せずにリモートで実験を行う課題。	公募 (年2回)
	優先課題	有償	◆ 国プロなどの大型研究資金に審査を経て採択された課題で、安全性、実施の技術的可能性を確認の上実施する課題。	公募 (年2回)
成果非公開	非公開 課題	有償	◆ 成果を非公開とする課題。安全性、実施の技術的可能性を確認の上実施する。	公募 (年2回)
	産業利用 促進課題	有償	◆ CROSS、産業利用推進協議会、茨城県等が主催する勉強会やコンソーシアム等の成果非公開課題を一部減額した料金で実施する。	公募 (年2回)
	有償随時 課題	有償	◆ 産業界ユーザーを対象とし、産業利用の観点で緊急性、今後の産業利用の発展の観点から簡便かつ早期に実施することが適切である課題。J-JOINを窓口とする。	随時

*上記の前装置統一的な利用形態に加えて、一部の装置において空き時間の活用などによるFast track proposalを運用している。

素粒子原子核（素核）ディビジョンからの報告

2023年3月8日（水） J-PARC利用者協議会 小松原 健

2021年7月からの保守作業・増強作業を経て2月より調整運転を開始

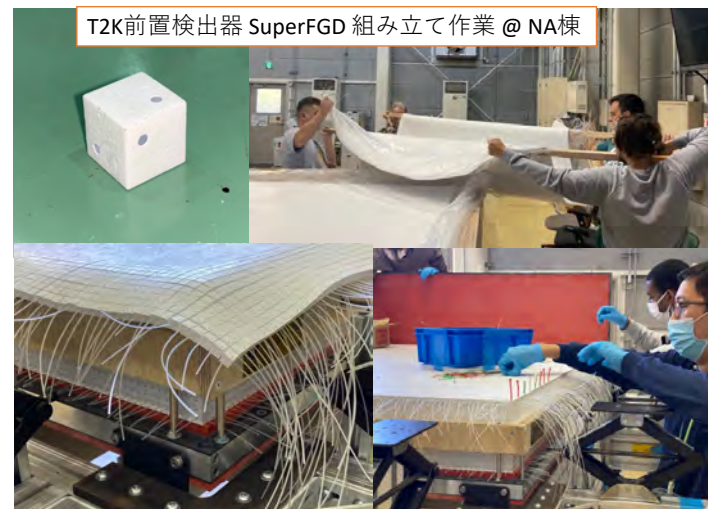
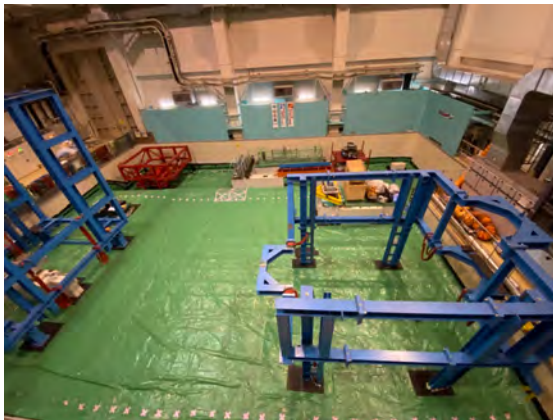
- 9/24（土）日本学術会議「未来の学術振興構想」素核分野のシンポジウム
- 10/19（水）茨城県原子力安全対策委員会@水戸
- 10/29（土）日本学術会議「未来の学術振興構想」物理全体でのシンポジウム
- 12/16（金）日本学術会議への提案「高エネルギー加速器による素粒子原子核物理学の研究」
- 12/20（火）FIFC委員会 - Technical Design Reportを審査
- 1/23（月）24（火）25（水）J-PARC素核PAC ハイブリッド形式
- 2/22（水）23（木、祝）24（金） KEK Science Advisory Committee
- 2/24（金）AM KEK-SAC委員とJ-PARC IAC委員のJ-PARC視察
- 2/24（金）25（土） J-PARC International Advisory Committee
- 3/14（火）15（水）16（木） ハドロン実験施設拡張国際ワークショップ ハイブリッド形式
- 3/22（水）23（木）24（金）25（土） 日本物理学会2023年春季大会 オンライン開催



保守作業・増強作業

ニュートリノ実験施設

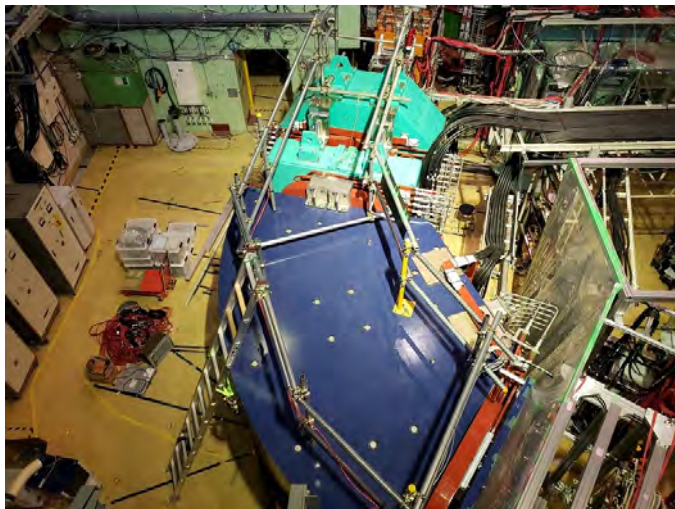
- 一次ビームライン
- 二次ビームライン
- NU2排水設備増強等の施設工事（完了）
- 測定器の保守、増強



保守作業・増強作業

ハドロン実験施設

- 一次ビームライン
- 二次ビームライン
- 南実験棟でのCOMET実験用超伝導磁石（輸送ソレノイド）の冷却・通電試験
→新しいCラインで8GeV陽子ビームを受け入れて調整運転を開始
- K1.8実験エリアでのS-2S検出器設置



S-2Sスペクトロメータ磁石の全体像



Cライン標的から実験エリアへミューオンの輸送に成功

素粒子原子核（素核）ディビジョンからの報告



<https://www.heas.jp/index.shtml>

西川賞：高エネルギー加速器ならびに加速器利用に関する実験装置の研究において、独創性に優れ、国際的にも評価の高い業績を上げた単数または複数の研究者及び技術者
小柴賞：素粒子分野などの基礎科学における測定器技術の開発研究において、独創性に優れ、国際的にも評価の高い業績を上げた単数または複数の研究者及び技術者
諏訪賞：加速器科学の発展上、長期にわたる貢献など特に顕著な業績があったと認められる単数または複数の研究者及び技術者ならびに研究グループ
熊谷賞：研究開発、施設建設など長年の活動を通じて、加速器や加速器装置への顕著な貢献が認められる企業の単数または複数の加速器関係者

諏訪賞受賞者：田中 万博（高エネルギー加速器研究機構 名誉教授・研究員）
研究題目：「大強度加速器施設のための耐放射線電磁石の開発」

選考理由：

大強度陽子ビームを使いこなすためにはさまざまな技術開発が必要であり、二次粒子のそれぞれの利用分野でさまざまな技術開発が行われてきた。田中氏は、長年にわたって施設全体の建設・運営を主導すると共に、さまざまな機器の開発を行ってきたが、その中でも特に耐放射線電磁石の開発は多数のサイエンス分野へ大きな貢献をもたらしており特筆すべきである。

田中氏は、電磁石のコイル絶縁にビスマレイミド・トリアジン樹脂を用いることで、それまでの10倍、約108 Gyの耐放射線性を実現し、さらに、製造技術の確立を図った。一方、Mineral Insulation Cable (MIC) を用いた電磁石開発を先導し、1011 Gyまでの高い放射線環境にも対応が可能な電磁石を完成させた。

これらの結果、田中氏が中心となって開発を進めた多数の電磁石は、PS北カウンターホール、K2Kニュートリノビームライン、J-PARの加速器、ハドロン実験施設、T2Kニュートリノビームライン、MLFのM2トンネルなどに適用され、大強度陽子ビームを使うさまざまなサイエンスに大きな貢献をしている。

これらの研究開発は、田中氏の熱意と強力なリーダーシップでもって成し遂げられたものであり、氏の長きに渡る研究活動を通じて、多くの研究者や技術者を育成し、学会や産業界に輩出している。

以上のように、田中氏は長年にわたって加速器科学の発展に貢献し、顕著な業績を上げており、諏訪賞の候補に相応しいと判断された。

<https://www.heas.jp/award/2022zyusyou.html>



授与式（3/1 アルカディア市ヶ谷にて）

令和5年 3月 8日 (水) 13:30-15:50

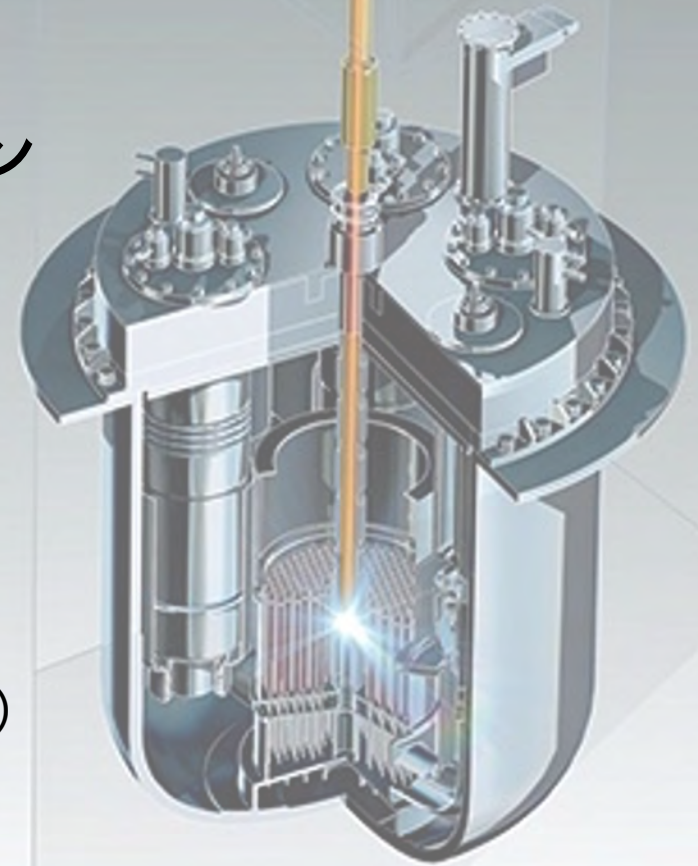
第41回 J-PARC利用者協議会

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

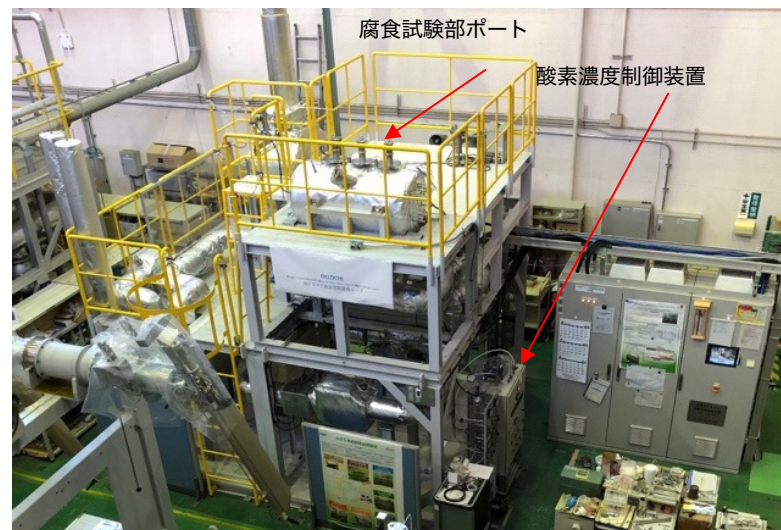
大強度加速器により放射性廃棄物を燃やす
加速器駆動核変換システム

Accelerator Driven nuclear transmutation System (**ADS**)

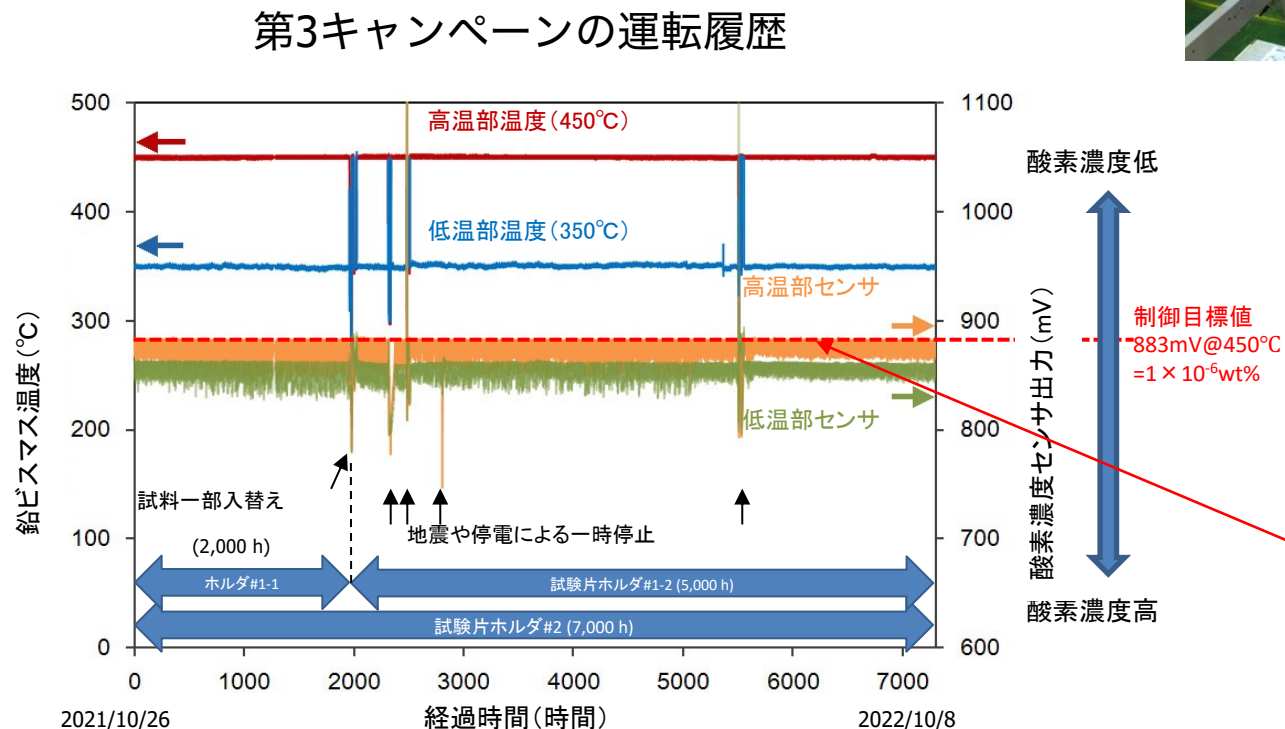


■ OLLOCHIでの材料腐食試験

- 2022/10/8 腐食試験第3キャンペーン完了
 - ✓ 450/350°C, 酸素濃度: 1e-6wt%, 7,000時間
- 2023/3/1 第4キャンペーン開始
 - ✓ 500/400°C, 酸素濃度: 1e-6wt%, 2,000時間



高温腐食試験ループOLLOCHI 外観

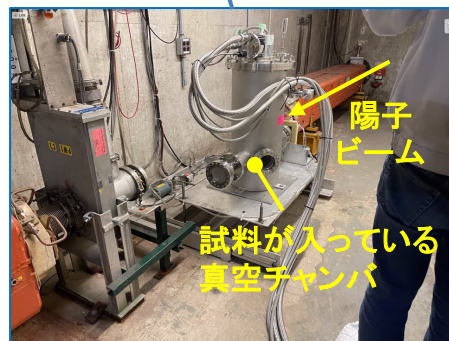


鋼材の腐食抑制に大きな役割を果たす鉛ビスマス中酸素濃度の制御技術を開発、7,000時間超にわたり目標値に制御することに成功！

R&D の進捗 (陽子ビーム技術)

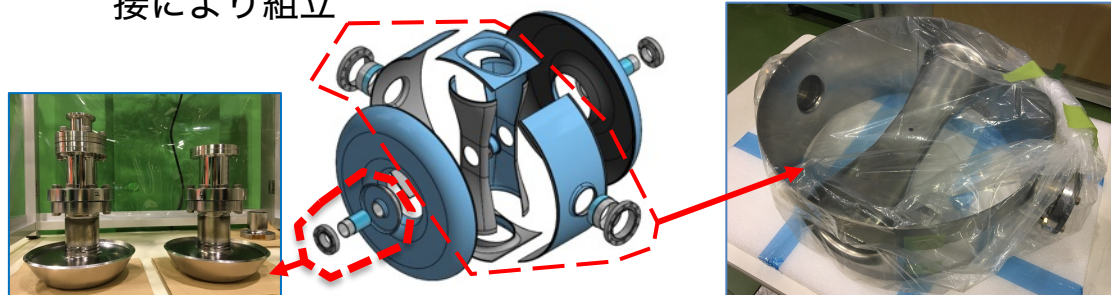
■ 核特性試験

- ADSの核特性計算に用いる核データおよび計算コード(PHITS)の予測精度向上のため、各種実験実施中。
 - ✓ 1/11-29 米国FNAL A1~W弾き出し断面積測定実験 @120 GeV
 - ✓ 100 MeV陽子+Fe, Pb, Bi 中性子生成実験@京大FFAG(外部資金:原子力システム研究開発事業(R1-4))



■ ADS用超伝導加速空洞開発

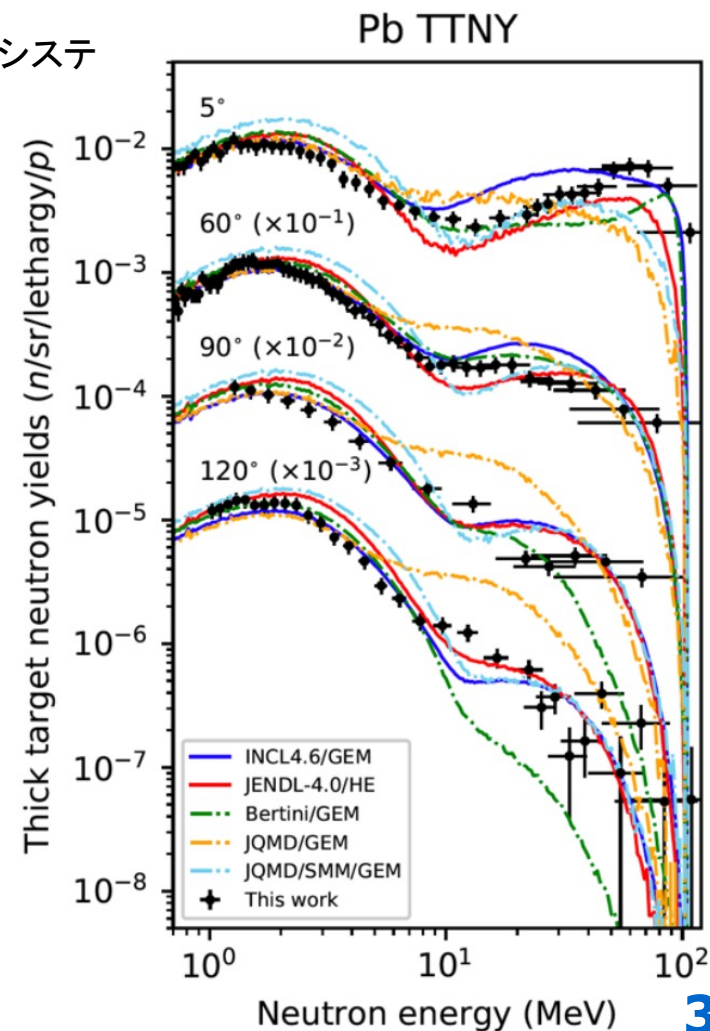
- 国内で開発実績のない、スポーク空洞を試作中
- ニオブ板をプレス成形した部品を電子ビーム溶接により組立



R4年度

R3年度に完成した中央部分

京大FFAG加速器を利用した実験結果
107 MeV陽子を厚い鉛標的に入射、
様々な角度方向に放出される中性子ス
ペクトル強度測定値(黒点)を各種計
算値(線)と比較した結果。



9th T-TAC Meeting

Friday 3 Feb 2023, 16:00 → 20:00
J-PARC

オンライン

日本時間: 16:00-20:00

EU時間: 8:00-12:00

16:00 → 16:20 Welcome and Mission of T-TAC

Convener: Takashi KOBAYASHI (KEK IPNS)

16:00 Welcome, J-PARC Overview ⌚ 20m

Speaker: Takashi KOBAYASHI (KEK IPNS)

16:20 → 16:30 Closed session

16:30 → 17:40 Report by J-PARC: 1st half

16:30 Overview of Nuclear Transmutation Division ⌚ 15m

Speaker: Fujio MAEKAWA (J-PARC Center, JAEA)

16:45 J-PARC Transmutation Experimental Facility Program and Future Direction ⌚ 15m

Speaker: Shin-ichiro MEIGO (J-PARC)

17:00 OLLOCHI and Corrosion Study ⌚ 15m

Speaker: Shigeru SAITO (J-PARC)

17:15 Status of LBE handling technologies ⌚ 15m

Speaker: Hironari OBAYASHI (JAEA)

17:40 → 18:00 coffee break ⌚ 20m

T-TAC 委員

Marc SCHYNS (委員長)	ベルギー原子力 研究センター	R&D programme manager of the MYRRHA project Deputy manager of the Advanced Nuclear Systems Institute	ADS全般
Michael BUTZEK	ユーリッヒ研究所 (独)	Team leader automation, magnet bearing and gears	鉛ビスマス 標的技術
Thierry STORA	CERN	ISOLDE target expert	鉛ビスマス 標的技術
渡辺幸信	九州大学	教授	中性子工学
長谷川和男	QST	核融合炉材料研究開発部長	加速器
Georg MÜLLER	カールスルーエ 工科大学(独)	Deputy Director, Head of Department, Professor	鉛ビスマス 標的技術
伊藤啓	京都大学	准教授	熱流動

18:00 → 19:05 Report by J-PARC: 2nd half

18:00 Neutronics study ⌚ 15m

Speaker: Hiroki IWAMOTO (J-PARC)

18:15 Accelerator development for ADS ⌚ 15m

Speaker: Yasuhiro KONDO (ACCL)

18:30 Study of accelerator reliability ⌚ 15m

Speaker: Hayanori TAKEI (J-PARC)

18:45 Beam monitor development ⌚ 15m

Speaker: Shin-ichiro MEIGO (J-PARC)

19:05 → 19:10 Closing ⌚ 5m

Speaker: Shuichi WAKIMOTO (J-PARC)

19:10 → 20:00 Closed session

➤ 2/21(火) 報告書受領

✓ observation (所見): 21, comment (コメント): 21, recommendation (勧告): 18

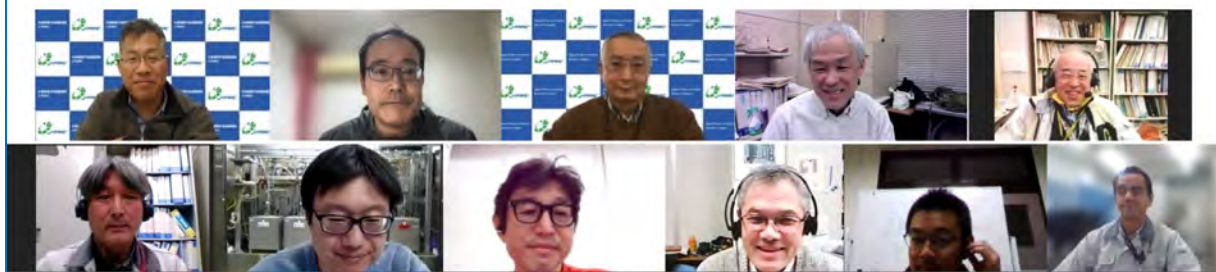
✓ 実験施設検討に関する勧告

- 実験施設のユーザーコミュニティのニーズを定期的に把握し、施設の実現に向けてコミュニティの活用を。
- 施設が目指す4分野(材料照射、半導体ソフトエラー試験、RI製造、陽子ビーム利用)の最新の状況把握を。
- 国内外の他の施設との補完性や独自性の特定を。
- (RI製造にあたり) JAEA先端研の放射化学および同位体質量分離の専門知識の活用を。
- RaDIATE等の既存の協力枠組みの活用も含め、ユーザーコミュニティの国際化を。
- 日本のADS開発計画の枠組みで、国内および国際レベルでの協力関係継続を。

T-TAC委員



J-PARC出席者



「2022年度 J-PARCの運営に対する提言」への対応



3. 将来計画の具体的検討と着実な実現 (エ) 核変換施設の早期実現

- 2021年には「大強度加速器による材料照射施設の可能性」と「J-PARCにおける半導体ソフトウェア研究の展開」を開催し、2022年には「J-PARC陽子ビーム照射施設計画とユーザーコミュニティ設立」を開催した。核変換施設実現に向けたロードマップを作成して、実施に向けて準備をより一層加速させるべきである。

7. 組織・利用者コミュニティの設置と推進

- 核変換施設の早期実現に向けたロードマップを共に作り上げ、実施に向けた準備をより一層加速させるべきである。核変換施設実現に向けたロードマップを2022年度内に作成すべきである。

- 研究会開催およびユーザーコミュニティ設立により、2022年度は主にユーザーニーズの調査を行い、年度内にニーズが取り纏められる予定です。施設実現に向けたロードマップについては、2023年度開催予定の研究会での議論等を通じ、固めていきたいと考えています。

「2022年度 J-PARCの運営に対する提言」への対応



7. 組織・利用者コミュニティの設置と推進

- 核変換に関しては、最新の施設の検討状況を利用者（アカデミア・産業界）および潜在的利用者のコミュニティ(国内・海外)と共有して議論する恒常的な場を設置することが必要である。
- 2021年と2022年に施設検討のための研究会を開催し、2022年にユーザーコミュニティ設立しました。施設の検討状況共有やユーザーニーズ把握のため、毎年の研究會開催を定例化する予定です。また、ユーザーコミュニティの国際化について検討を進めるとともに、2024年開催予定のJ-PARCシンポジウム等の機会を利用して海外ユーザーとの情報共有を進める予定です。

7. 組織・利用者コミュニティの設置と推進

- また、JAEA原子力基礎工学研究センターと、ベルギー原子力研究センターMYRRHA計画、ドイツ・カールスルーエ工科大学、スイス・ポールシェラー研究所との国際協力を継続していくことへのサポートをお願いしたい。
- ADS開発とそのための国際協力については、これまで原子力基礎工学研究センターとJ-PARCセンターが緊密に協力して実施してきたと認識しています。厳しい資源の制約下で効率的に研究開発を進めるため、今後とも緊密な協力をお願いさせていただきたい。