

J-PARC 大強度加速器による
高品質ニュートリノビーム



大気



超新星爆発



太陽



HIH

資料3
科学技術・学術審議会
大強度陽子加速器施設評価作業部会(第4回)
平成30年5月18日

K1.1

K10

ニュートリノ

今後の計画について

平成30年5月18日

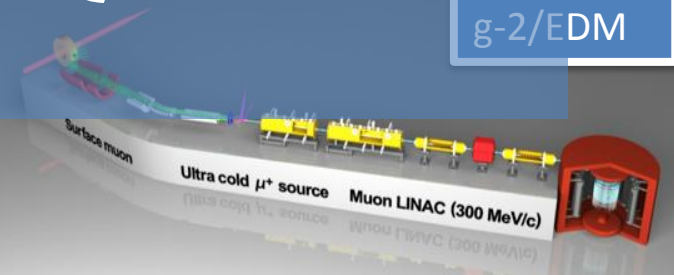
総質量 26万トン
有効質量 19万トン

水槽(超純水)
直径7.4m × 高さ60m

新型光センサー
(従来の2倍の感度)
4万本



g-2/EDM

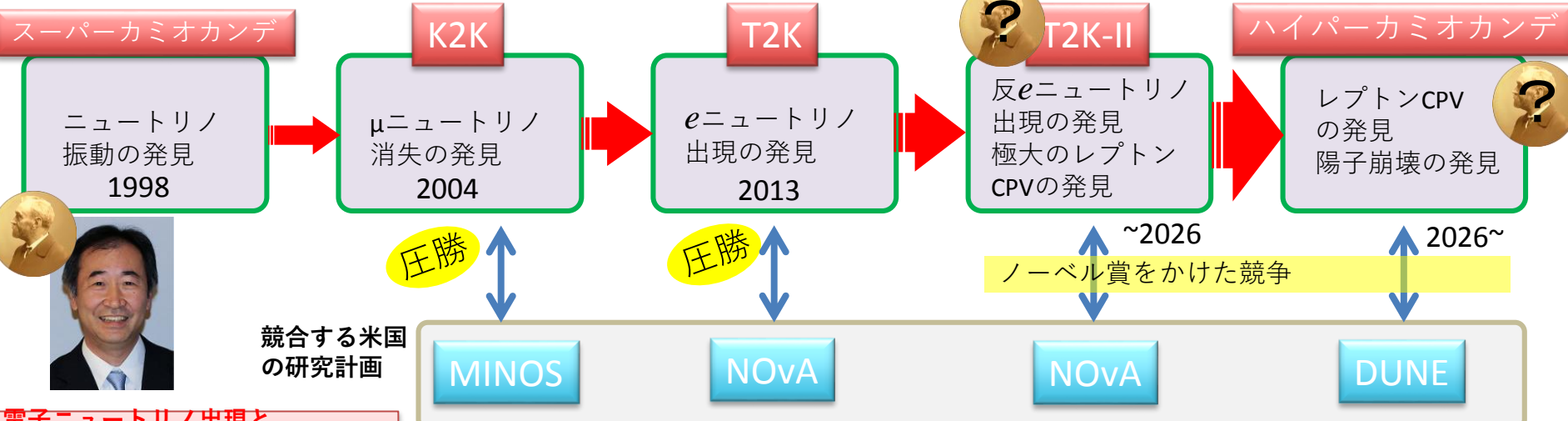


J-PARC センター 中間評価対応チーム

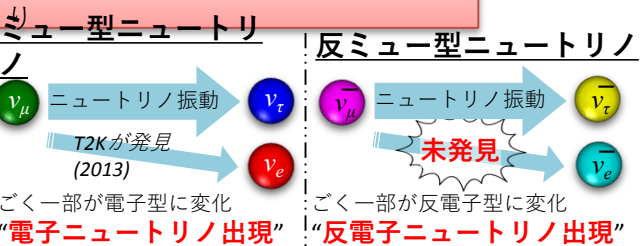


ニュートリノ実験施設

米国実験との競争



電子ニュートリノ出現と反電子ニュートリノ出現が手がか



違いがあれば CP対称性の破れ (If there is a difference, CP symmetry is broken)

反 e ニュートリノ出現の発見 (Discovery of anti- e neutrino appearance)

今後10年の競争 (Competition in the next 10 years)

ニュートリノ振動で最後に残った未確認の現象 → 発見されれば、レプトンのCPV探索が可能に。 → 発見されなければ、

素粒子物理のパラダイムチェンジ

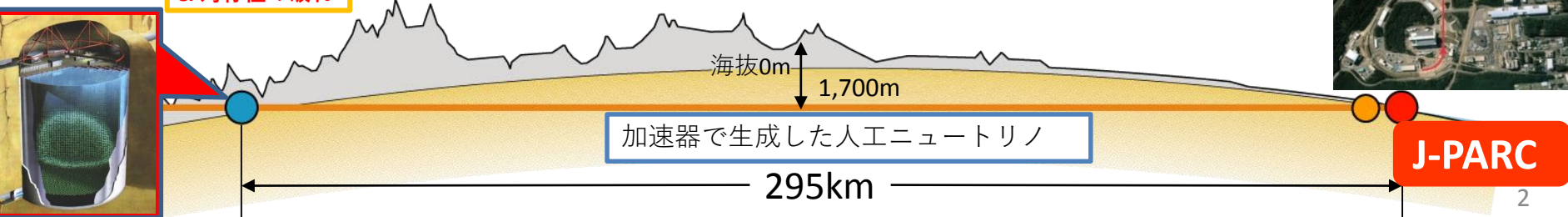
- 未知のメカニズムのCPVが存在？
- ニュートリノは、未知の素粒子に変化？

レプトンCPVの発見 (Discovery of lepton CPV)

今後20年の競争 (Competition in the next 20 years)

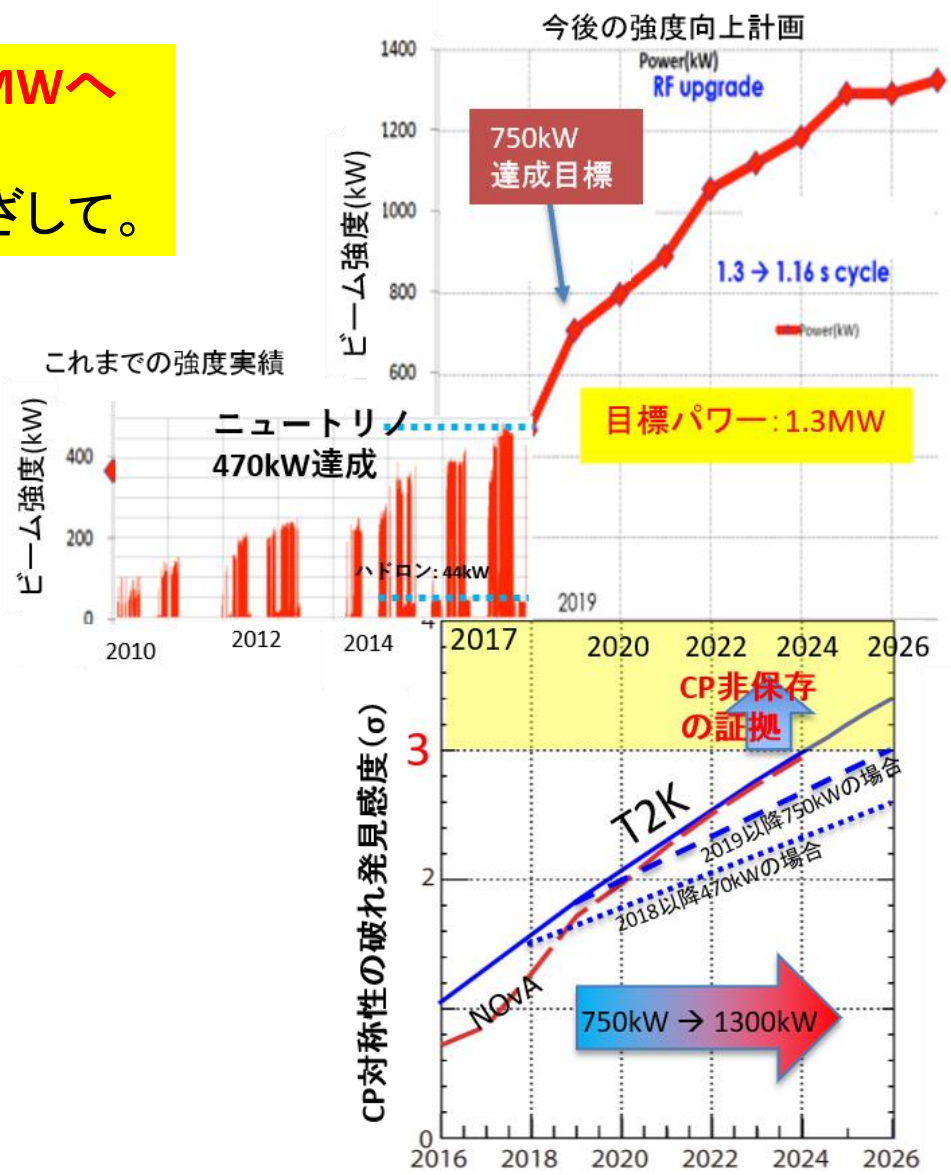
宇宙の物質起源解明の手がかり (Clue to the origin of matter in the universe)

クォークの1000倍のCPVの可能性。ニュートリノは未解明な点が多く、さらに大きなCPVの可能性も。ハイパーカミオカンデではCPVのメカニズムに迫ることが可能。



熾烈な国際競争

新たな目標: 750kWから1.3MWへ
反電子ニュートリノ出現発見
CP対称性の破れ発見 をめざして。



より速い繰返し:

2.48 s → 1.28 s → 1.16 s

- 主電磁石電源の増強
- RF空洞の高勾配化
- 入出射用パルス磁石の高繰返し化
- コリメータの増強

より多い陽子数/パルス:

- RF電源の増強
- RFシステムの増設
- フィードバックによるビーム不安定性対策

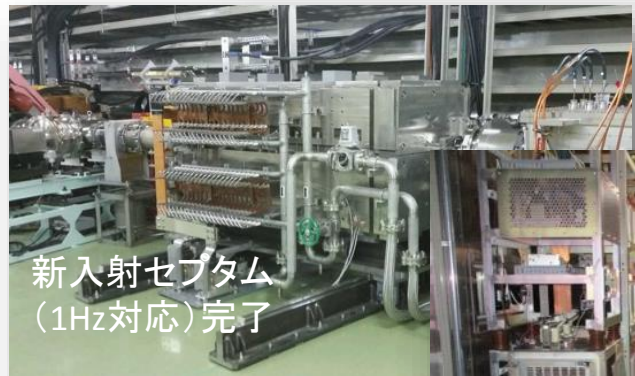


新たに開発された金属磁性体 (MA)による高勾配化は完了。

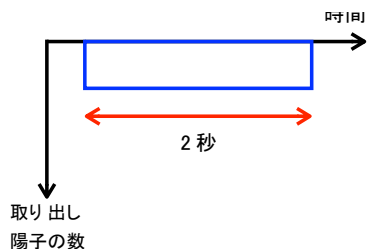
現在、高繰返し用電源の製作(量産)を継続中。予算待ち。



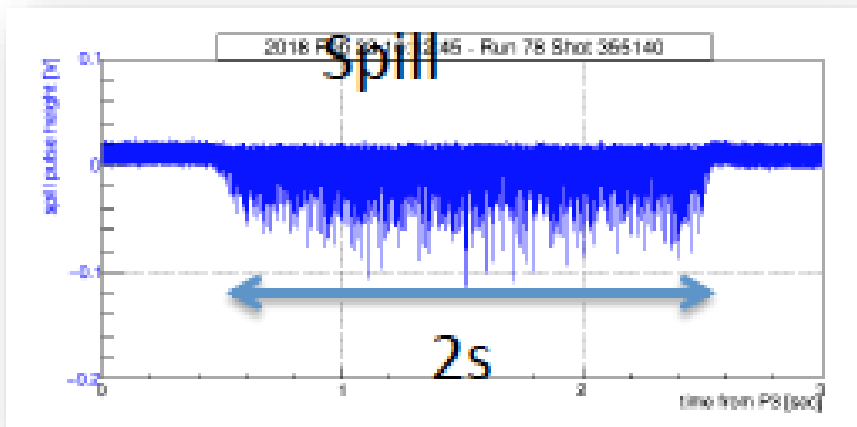
- →750kW
技術的には確立している。電源製作中。(予算待ち)
- 750kW→1.3MW
技術的にはほぼ確立している。(大きなジャンプはない)
- 課題はビームロスの低減
スタディを重ねて改善していく



主電磁石電源の増強によるハドロンへの遅い取り出しスピルの構造の改善

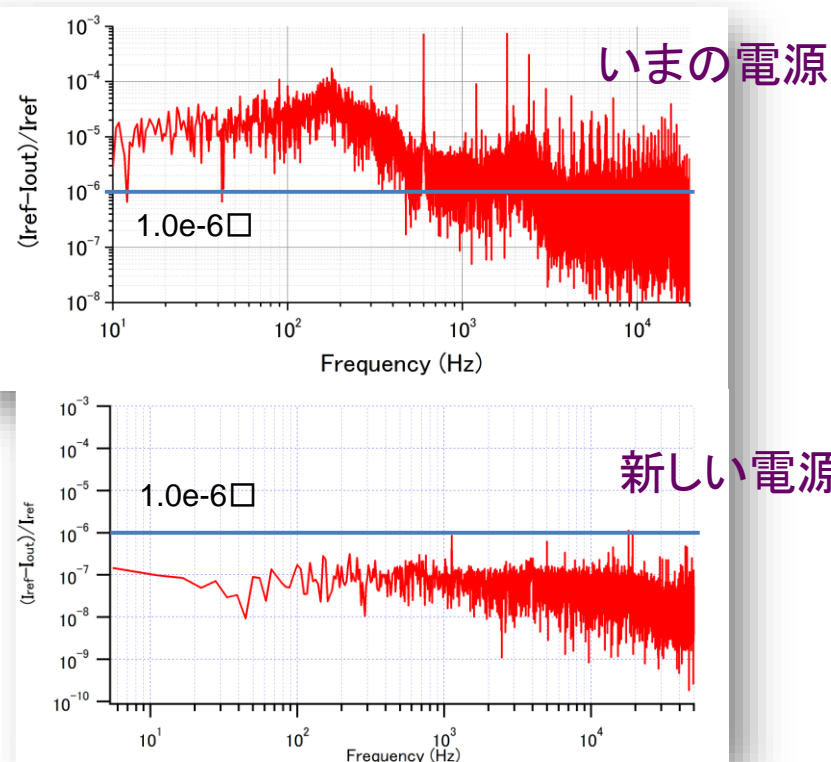


現在の遅い取り出しにおけるスピルの時間構造



主電磁石電源の電流リップルに起因するスパイク状の時間構造が検出器の動作に悪影響を与える。
→ 電流リップルの低減が必須。

現行電源と高繰り返し用新電源(六極)の電流リップルの比較



新電源の導入によりスピルの時間構造が大きく改善しハドロン実験にとって大きなメリットがある。

【論点】今後の計画について ニュートリノ実験施設、ハドロン実験施設

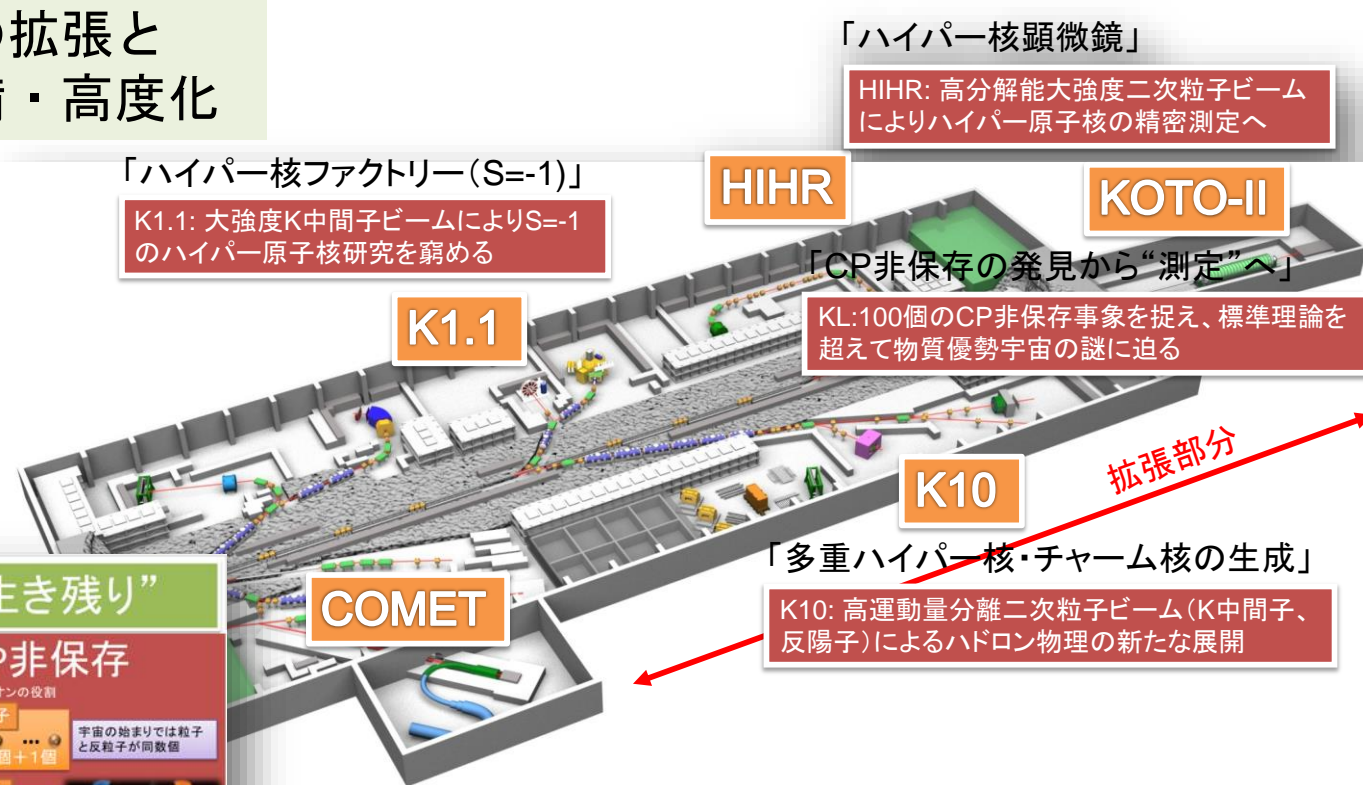
- 大強度の実験施設として引き続き国際競争力を保ち、世界の研究者を惹きつけるために、また、ビームラインや実験装置の建設・運転・維持に貢献してきた国内外の研究者の期待に応えるためにも、目標強度の早期実現をはかる。
- そのために、**主リング電源アップグレードの予算措置により、2021年度までに主リング電磁石電源を完成させることを目指す。**
- それに加えて、ニュートリノ実験施設では1.3MWの強度、ハドロン実験施設では100kWを上回る強度を目指し、検討と開発を続ける。
- **十分な運転時間**を確保するためには、**運転経費**が必要。引き続き稼働率の向上を目指す。

JFY	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Event	New buildings		HD target		電源更新 長期停止			
FX power [kW]	475	>480	>480	>480		>700	800	900
SX power [kW]	50	50	50	70		> 80	> 80	> 80
Cycle time of main magnet PS	2.48 s	2.48 s	2.48s	2.48s		1.32 s	<1.32s	<1.32s
New magnet PS	Mass production installation/test							

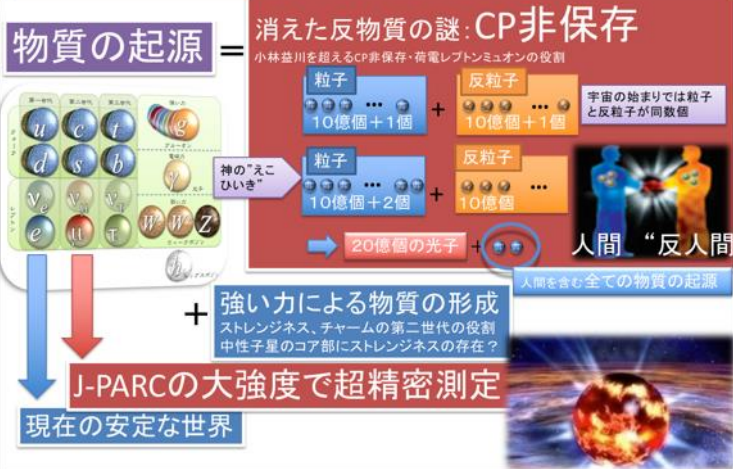
【論点】今後の計画について ニュートリノ実験施設、ハドロン実験施設

将来計画 - 新しい実験ビームラインの整備に向けて 「J-PARC実験施設の高度化による物質の起源の解明」

ハドロン実験施設の拡張と ビームラインの整備・高度化



我々は”10億分の1の生き残り”

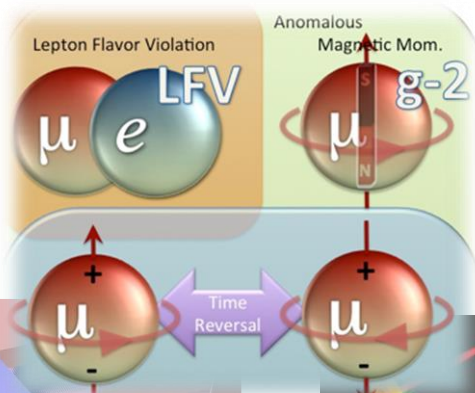


大強度陽子ビームを最大限に活用して成果を創出:

- 世界最高水準のK中間子・ハドロンビームを複数整備して
- 多様なビームを用いて多様な実験を一カ所で行える
- 複数の重要課題を時間的に並行して効率良く取り組む

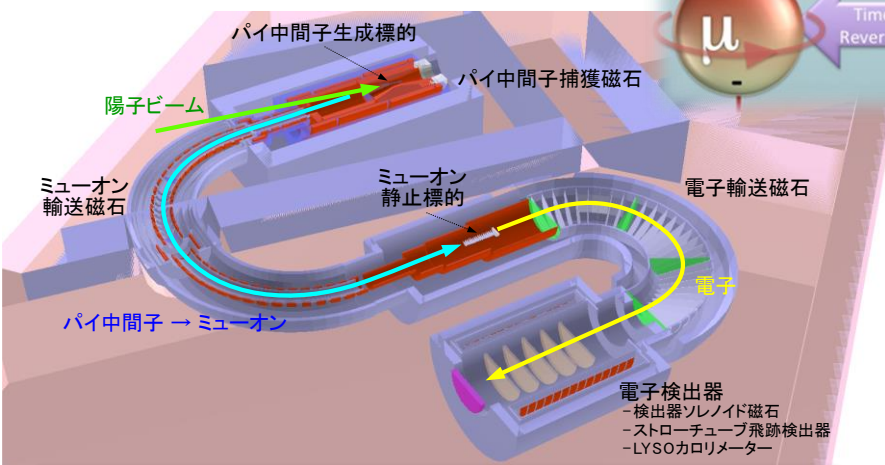
将来計画 - 新しい実験ビームラインの整備に向けて
「J-PARC実験施設の高度化による物質の起源の解明」

ミュオン電子転換事象の探索 COMET実験

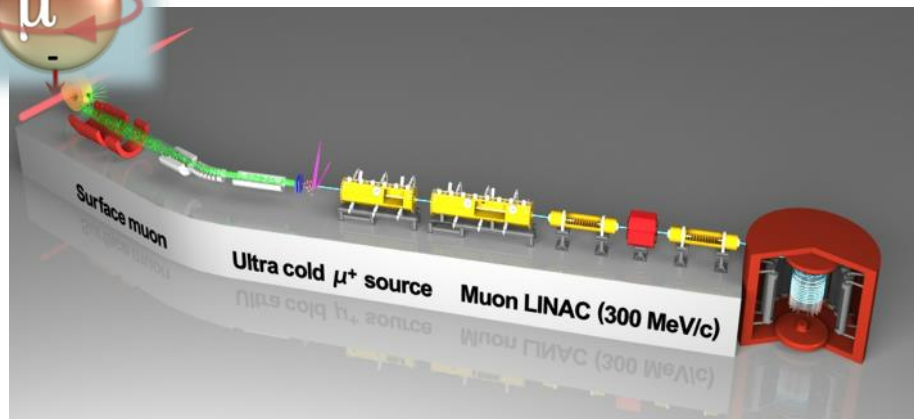


ミュオン磁気/電気双極子能率 g-2/EDM実験

ハドロン実験施設



MLF ミュオン実験施設 Hライン



原子核に捉えられたミュオンが電子に転換する稀な事象

現在の上限値 7×10^{-13} (90%CL)

- Phase-I(建設中) 感度 $< 10^{-14}$

まず百倍の感度に

- Phase-II(将来計画) 感度 $< 10^{-16}$

さらに一万倍の感度に

先行実験とは全く異なるビーム技術と測定手法による精密測定

先行実験 $< 1.9 \times 10^{-19} \text{ e} \cdot \text{cm}$

- **世界初、ミュオンのRF加速に成功** (2017年10月)

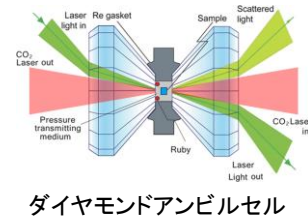
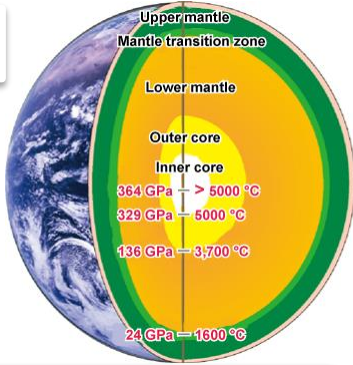
- J-PARCでは $1.5 \times 10^{-21} \text{ e} \cdot \text{cm}$

百倍の感度に

第二ターゲットステーション(TS2)

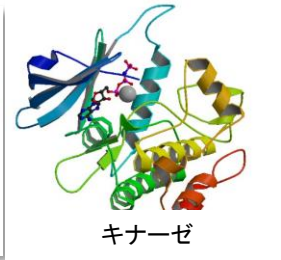
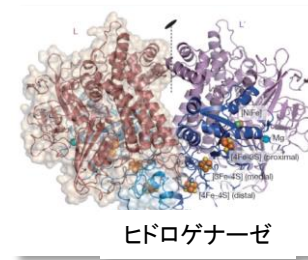
高輝度中性子ビームと
ミュオンマイクロビーム利用

地球中心核構成物質の解明

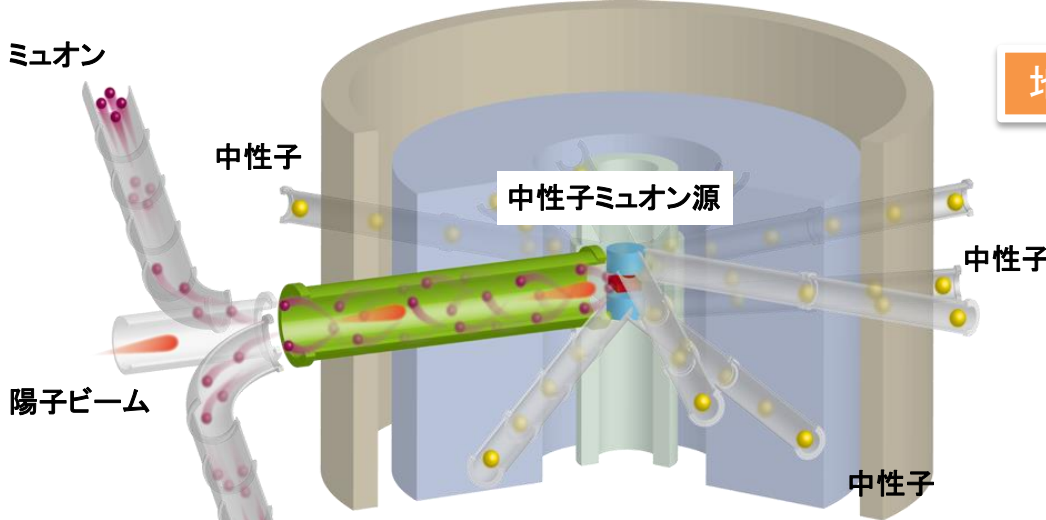
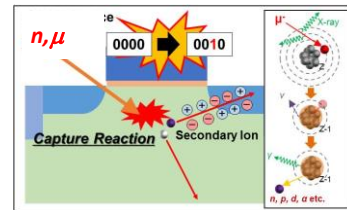


ダイヤモンドアンビルセル

タンパク質の構造と機能の解明



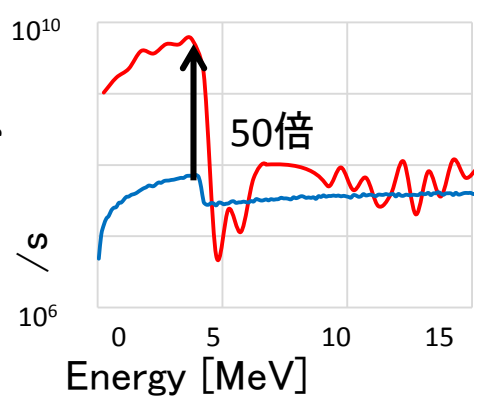
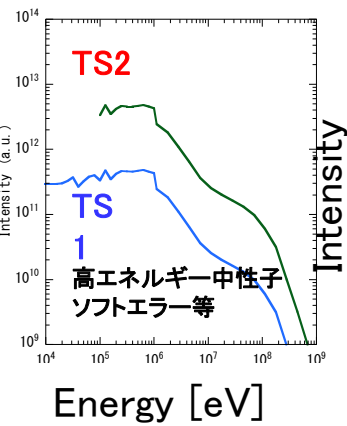
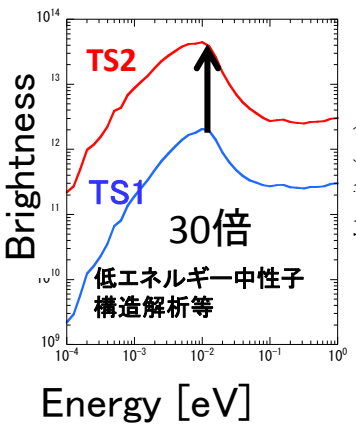
産業利用: 半導体ソフトエラー等



陽子集束とコンパクト中性子ミュオン源

中性子輝度: 30倍以上

ミュオン強度: 50倍以上



SNS TS2はJ-PARC TS1の約5倍, J-PARC TS2はそれを凌駕