

ICEPP研究紹介

MEG実験

担当教員：森俊則*・大谷航

*今回学生受入はありません

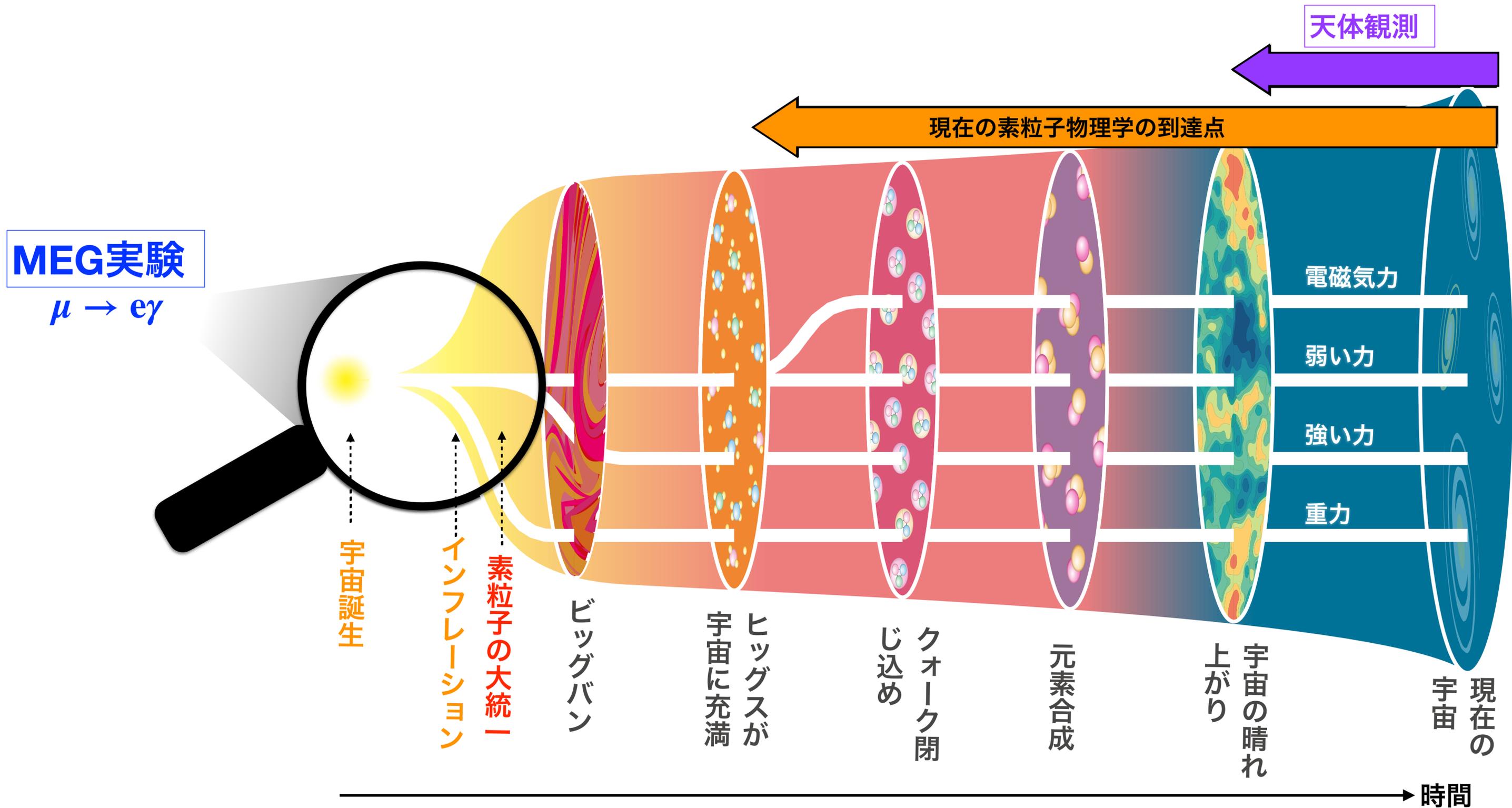
ICEPP研究紹介

MEG実験・PIONEER実験

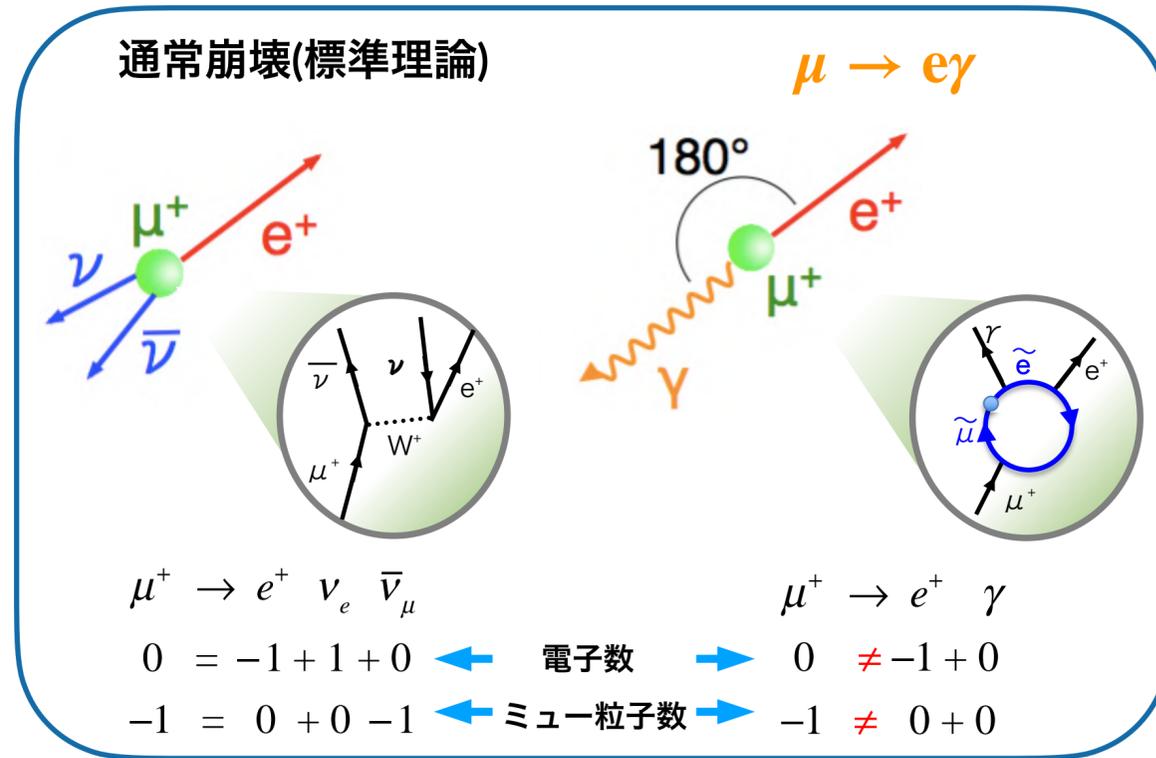
担当教員：森俊則*・大谷航

*今回学生受入はありません

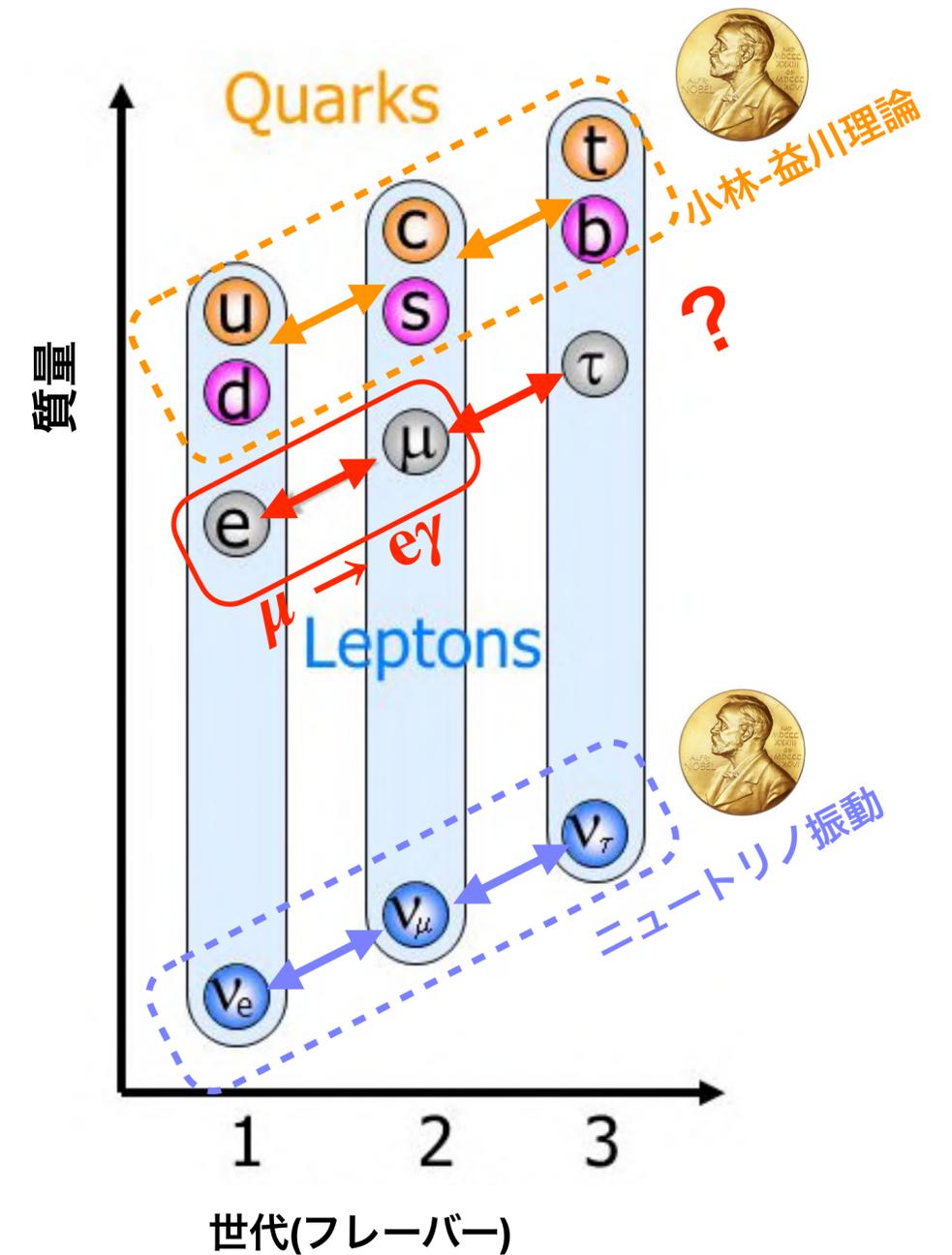
レプトン精密素粒子物理で宇宙誕生の謎に迫る



MEG実験



物質粒子(クォークとレプトン)の3世代構造



● ミュー粒子の稀な崩壊現象 $\mu \rightarrow e\gamma$ を世界最高感度で探索、その発見をめざす

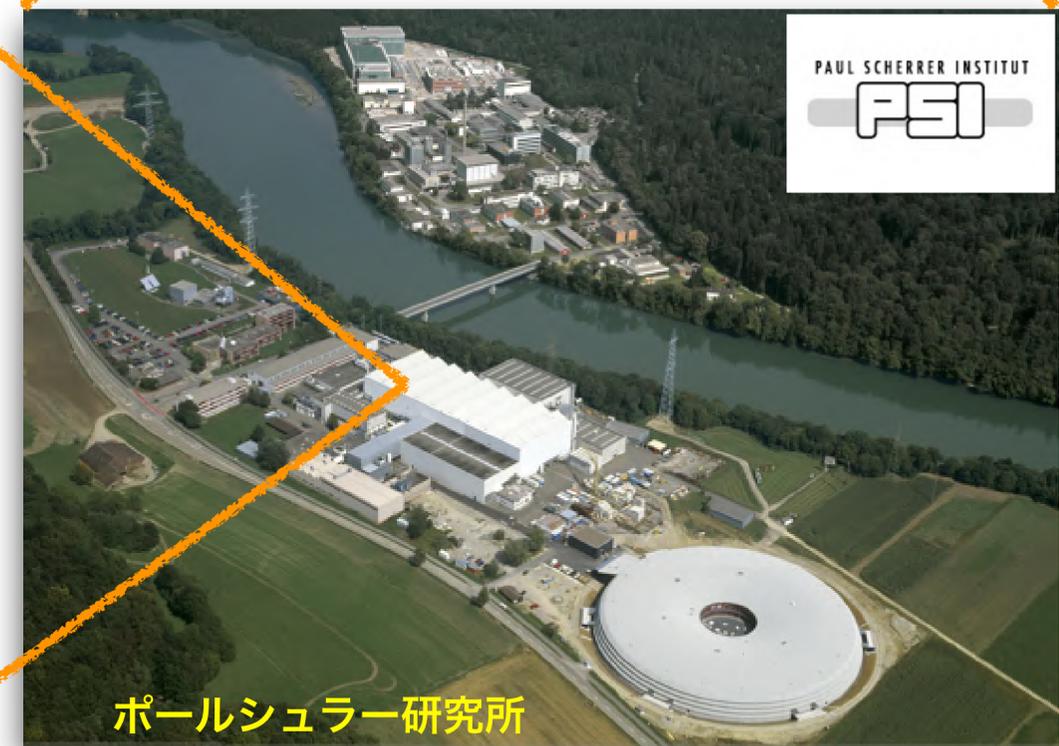
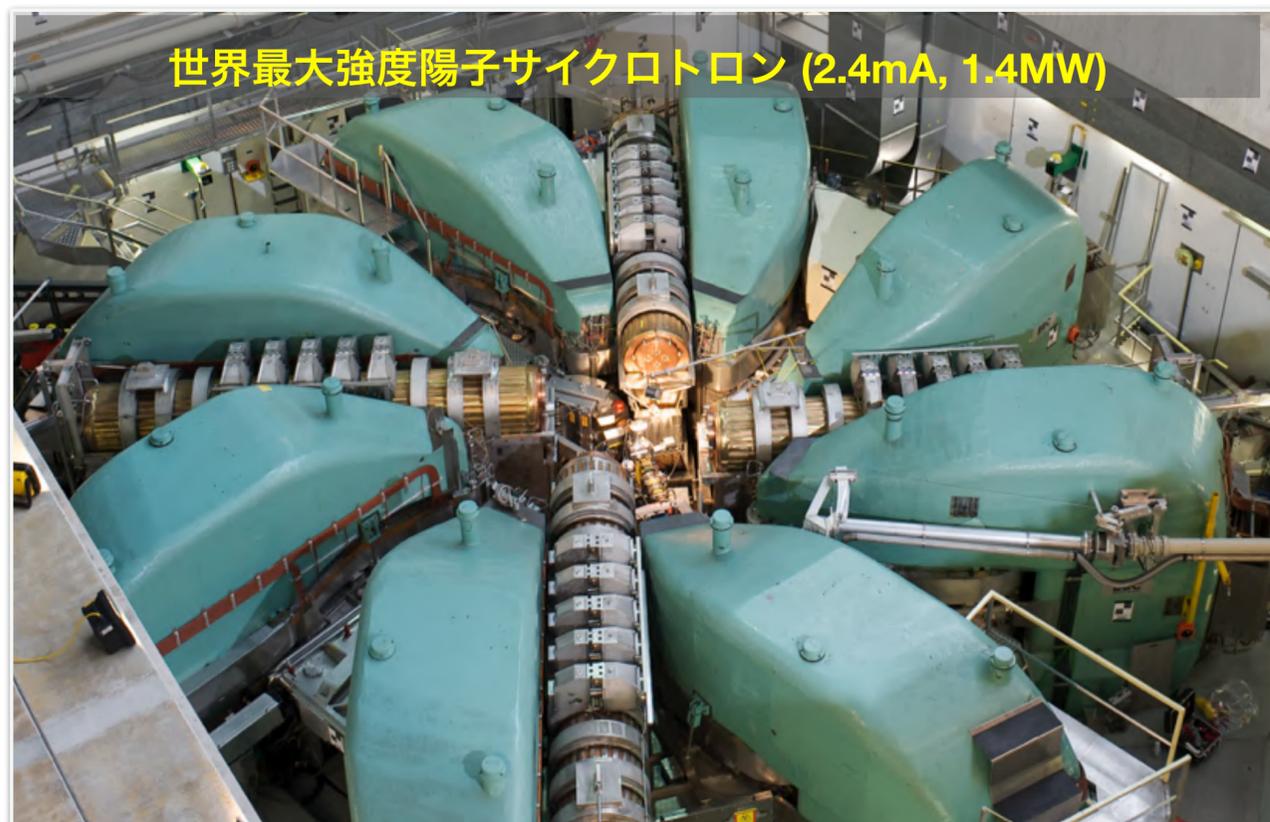
● なぜ $\mu \rightarrow e\gamma$?

- 電荷を持つレプトン(μ, e, τ)の世代間の遷移現象
- 素粒子の標準理論では禁止
- 超対称大統一理論など新物理を仮定すると観測可能な頻度で起こり得る

$\mu \rightarrow e\gamma$ 発見 = 新物理の決定的証拠

スイス・ポールシェラー研究所(PSI)

- 世界最大強度のミュオン粒子源(毎秒 10^8 個以上！)
- 世界最高感度の $\mu \rightarrow e\gamma$ 探索ができる唯一の場所



MEGからMEG IIへ

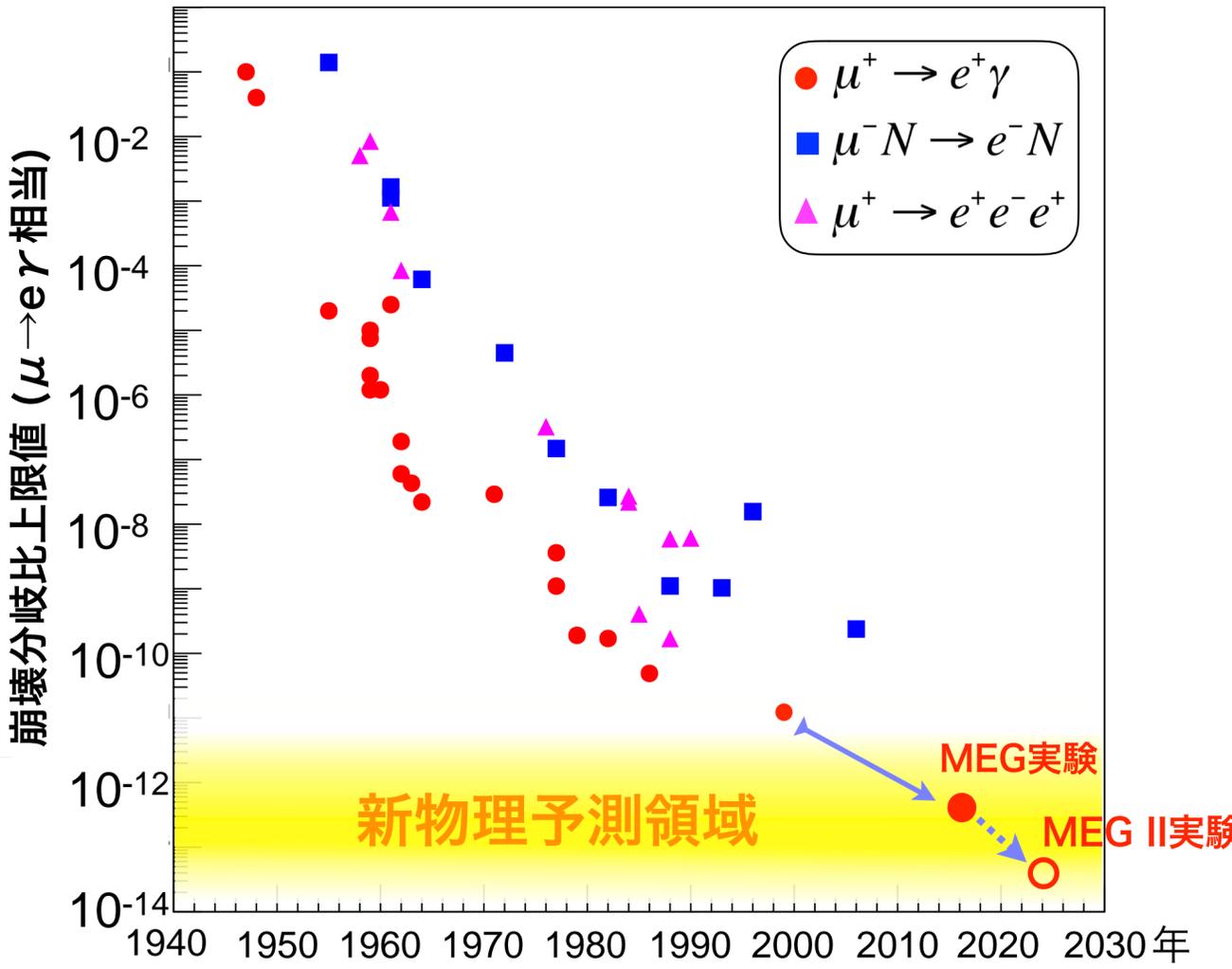
●MEG実験は前実験の30倍の実験感度で探索を行った(最終結果@2016)

- 既に新物理予測領域に突入していて、いつ見つかってもおかしくない

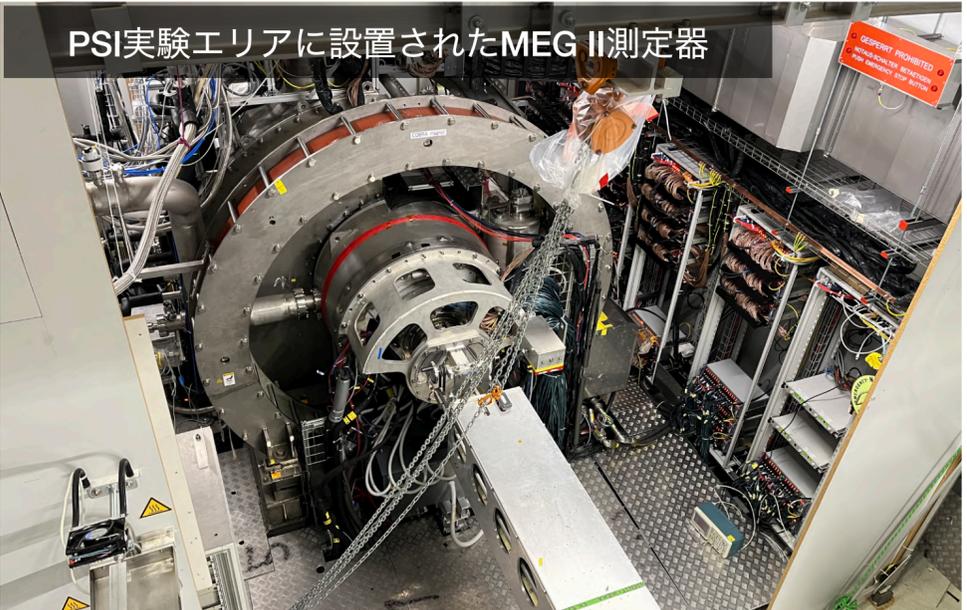
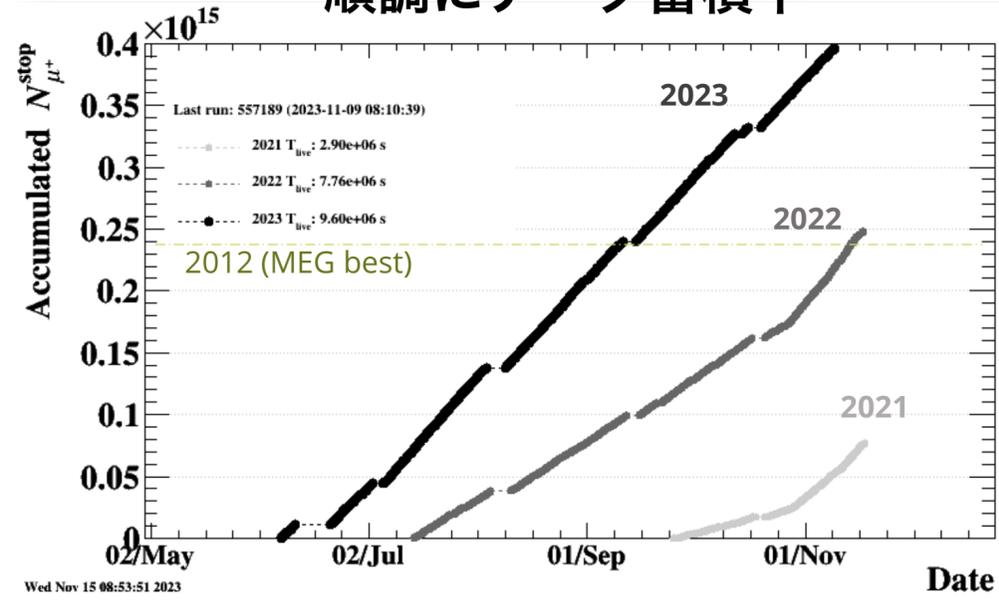
●アップグレード実験 MEG II がよいよ開始！

- 目標探索感度：MEGの10倍 ($\sim 6 \times 10^{-14}$)
 - 2022年 本格測定開始
 - 既にMEGを大幅に超える感度の探索が可能なデータ量を取得済み
- 未到領域へ！

$\mu \rightarrow e\gamma$ 探索実験の歴史



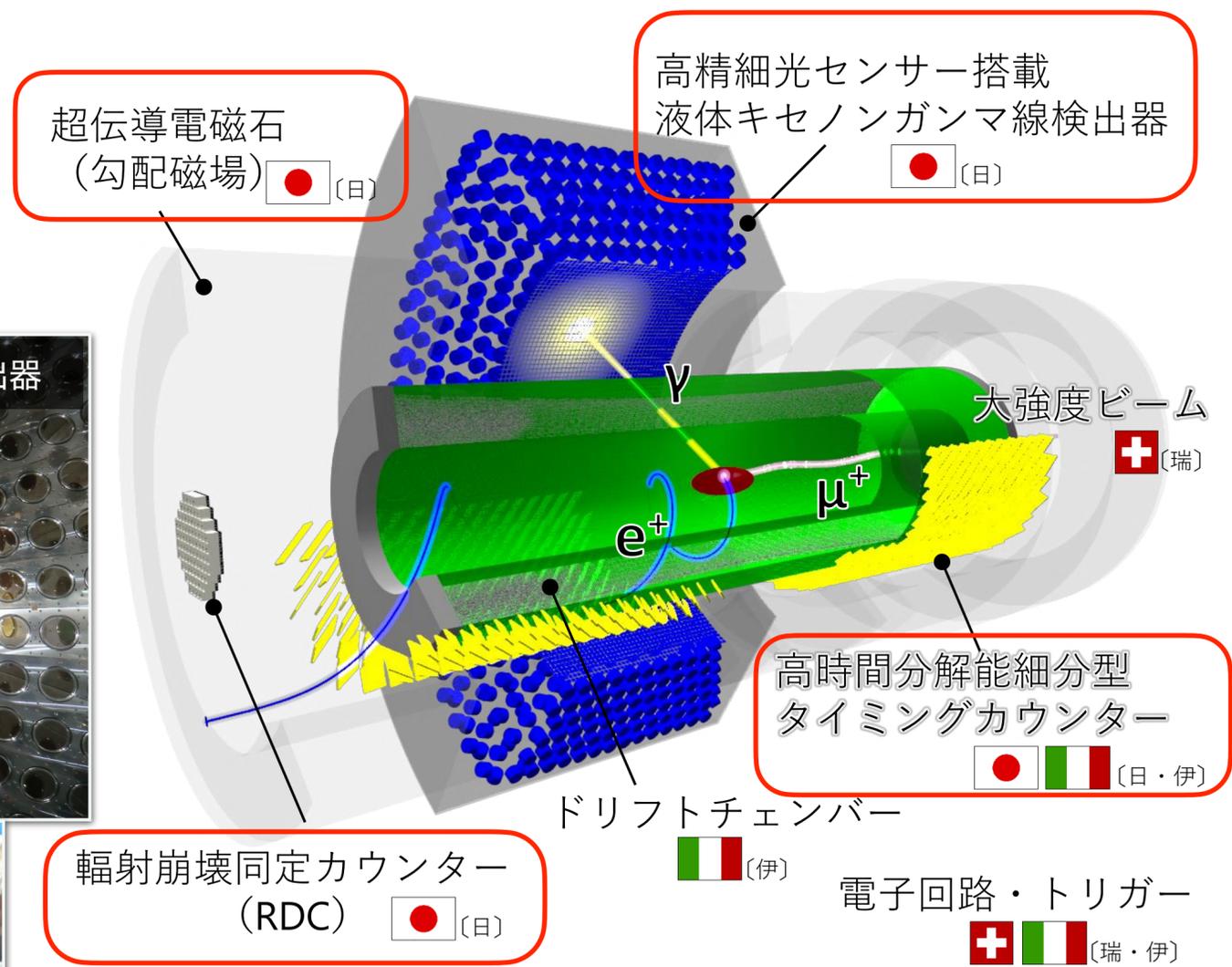
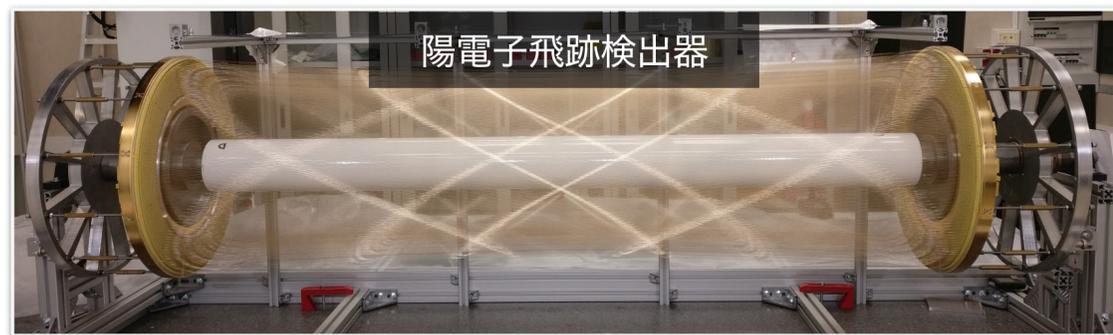
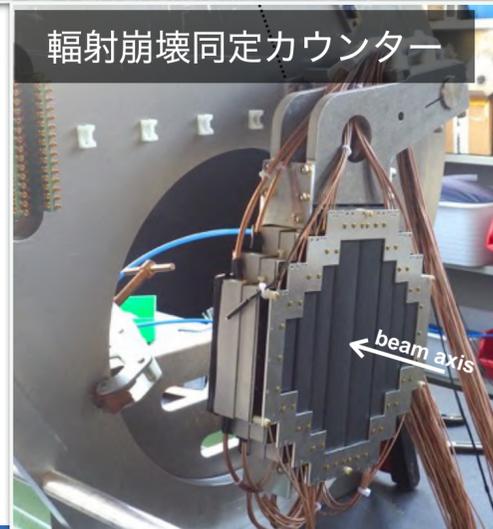
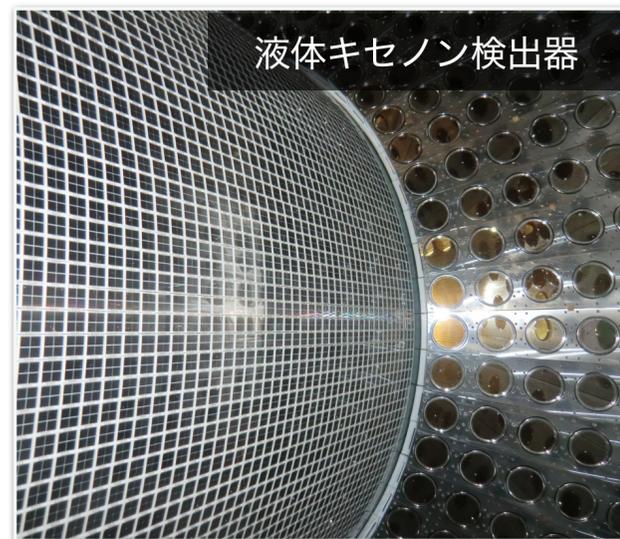
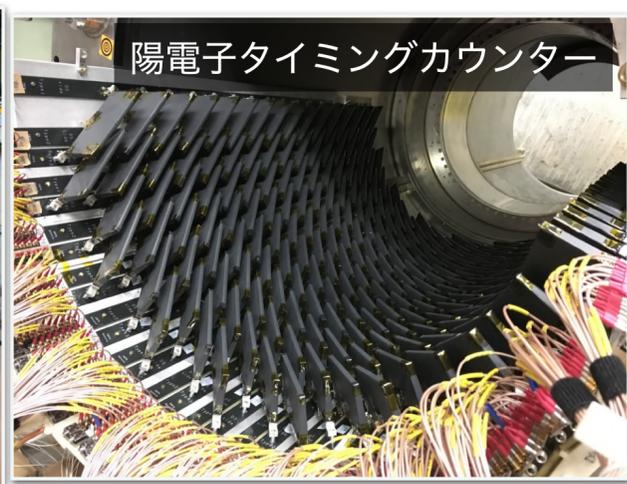
順調にデータ蓄積中



MEG II実験測定器

●世界最高感度の実験には世界最高性能の測定器が必要！

- 独創的で巧みなアイデアに基づく高性能測定器を開発・建設
- ICEPPが中心となり考案、開発



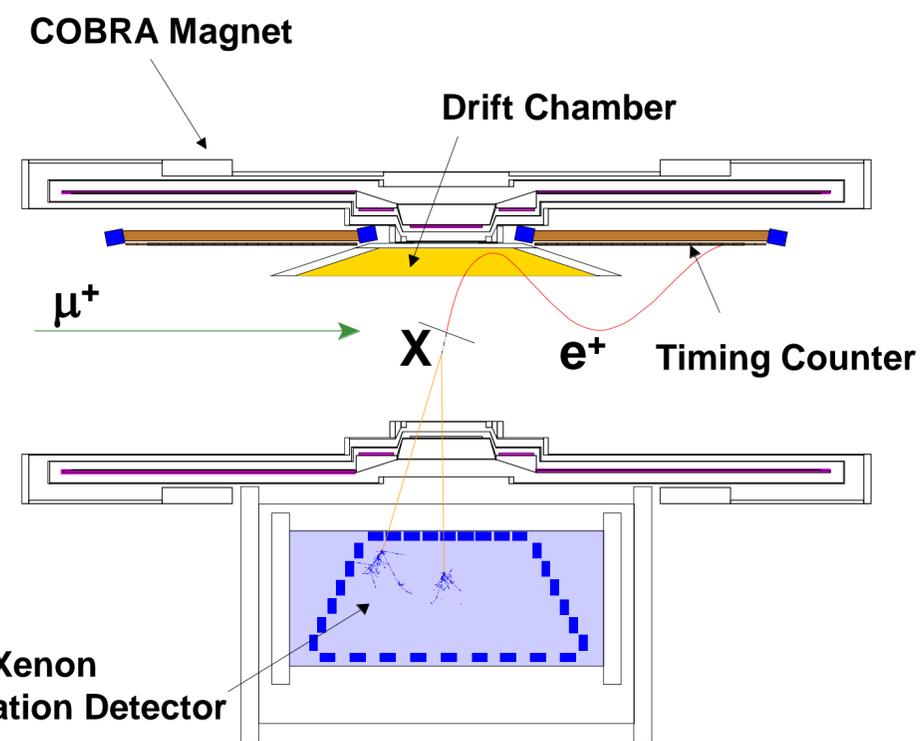
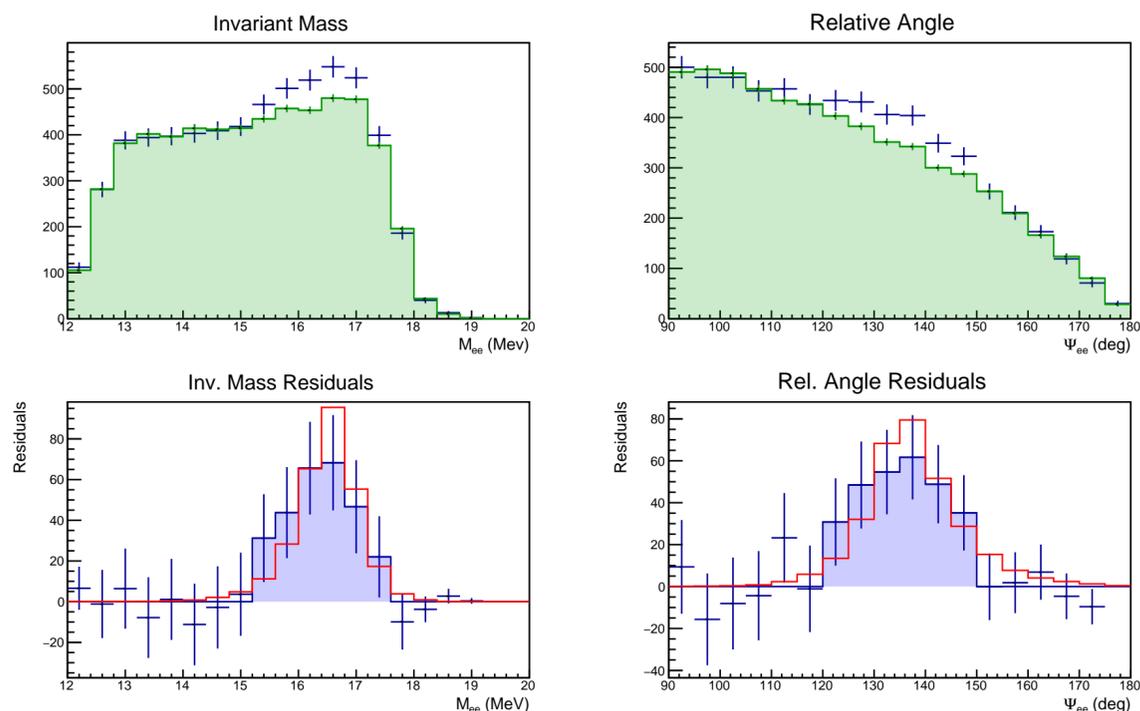
ICEPPが担当する測定器

$\mu \rightarrow e\gamma$ 以外の物理

- 博士論文のネタは $\mu \rightarrow e\gamma$ だけじゃない！
- 優れた性能のMEG II測定器を用いて $\mu \rightarrow e\gamma$ 以外の稀な現象を探索
 - レプトンフレーバーを破る軽い新粒子の探索 ($\mu \rightarrow eX, X \rightarrow \gamma\gamma, \mu \rightarrow e + X, \mu \rightarrow e\gamma + X$)
 - Be原子核の脱励起反応における17MeVボソン (Atomkiアノマリ検証)

$\mu \rightarrow eX, X \rightarrow \gamma\gamma$ 探索

Atomkiアノマリ検証@MEG II (simulation)



将来計画：究極感度の $\mu \rightarrow e\gamma$ 探索実験

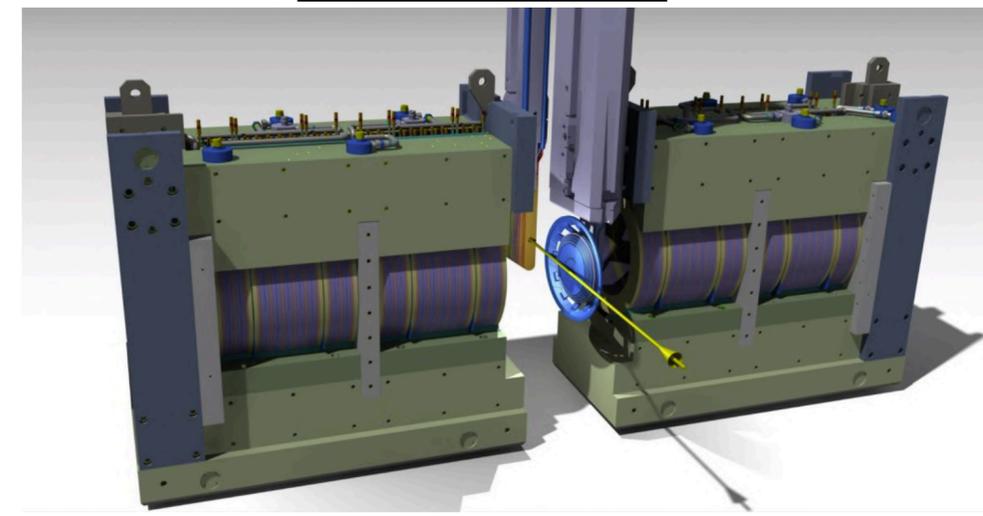
●PSIのビーム増強計画 (HiMB計画)

- ビーム強度が最大100倍！

●増強ビームを使った新しい $\mu \rightarrow e\gamma$ 探索実験実現に向けた研究開発

- MEG IIとはまったく異なる原理の新実験装置で探索感度を格段に向上
- MEG IIで発見した $\mu \rightarrow e\gamma$ を精密測定することが可能。発見から測定へ
- $\mu \rightarrow eee$ など $\mu \rightarrow e\gamma$ 以外の物理も

HiMB計画@PSI

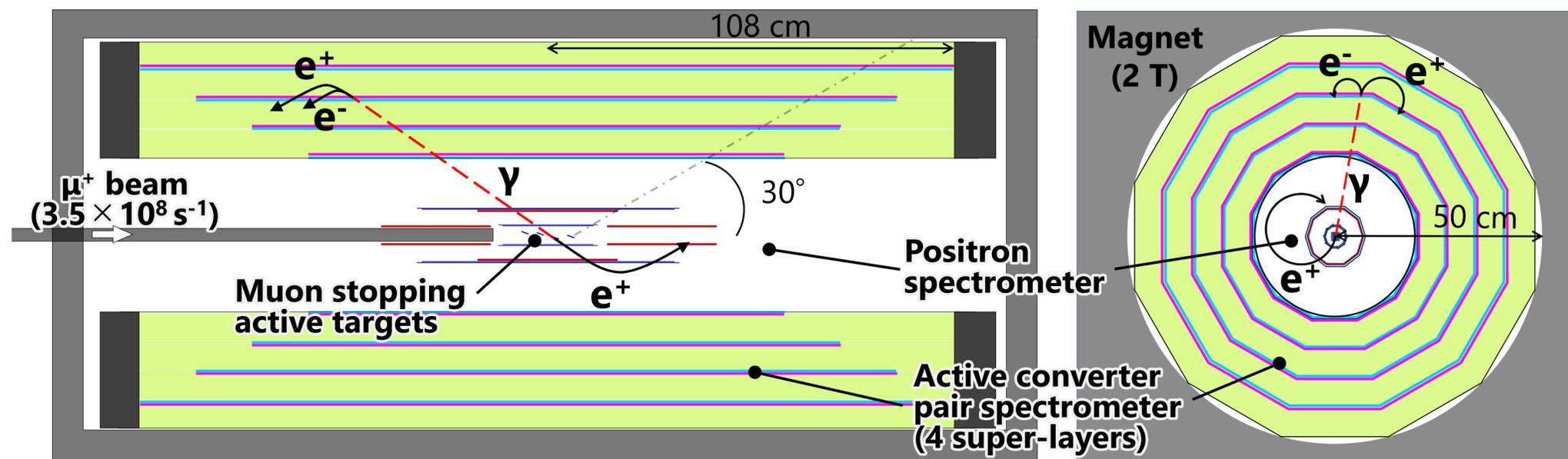


●革新的測定器開発の新たな挑戦！

新 $\mu \rightarrow e\gamma$ 探索実験測定器デザイン



新測定器ビーム試験@KEK

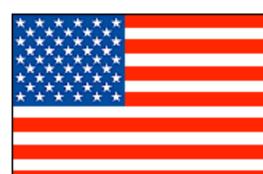
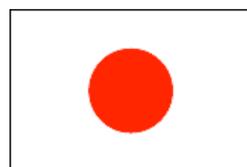


MEG実験 国際コラボレーション



6ヶ国15研究機関から総勢約70名の研究者

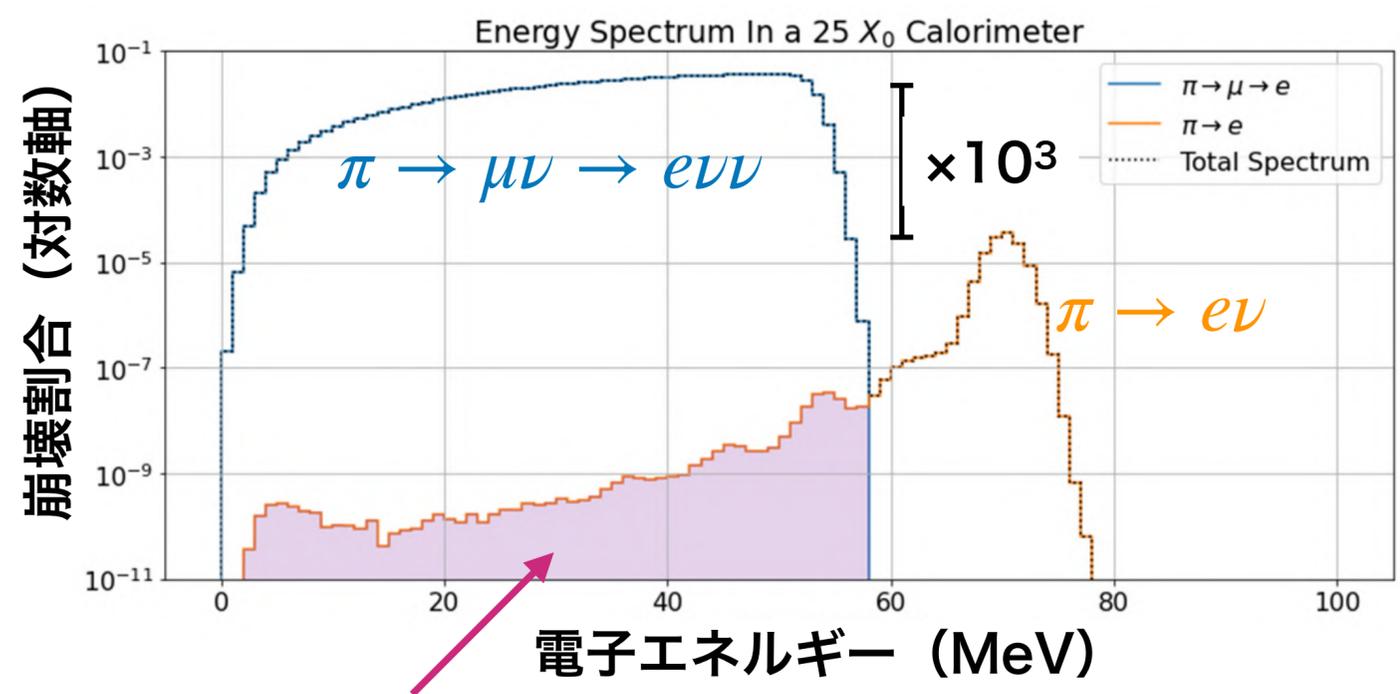
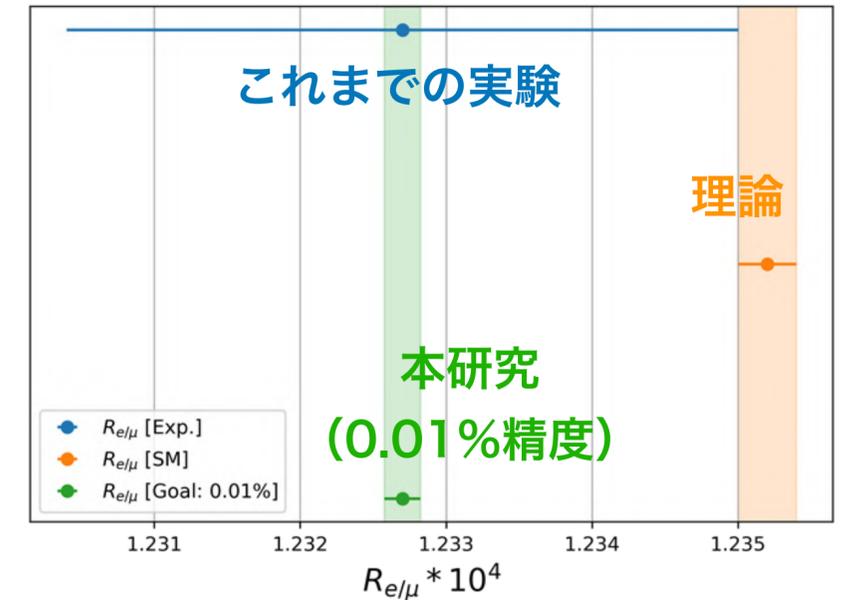
国内参加研究機関



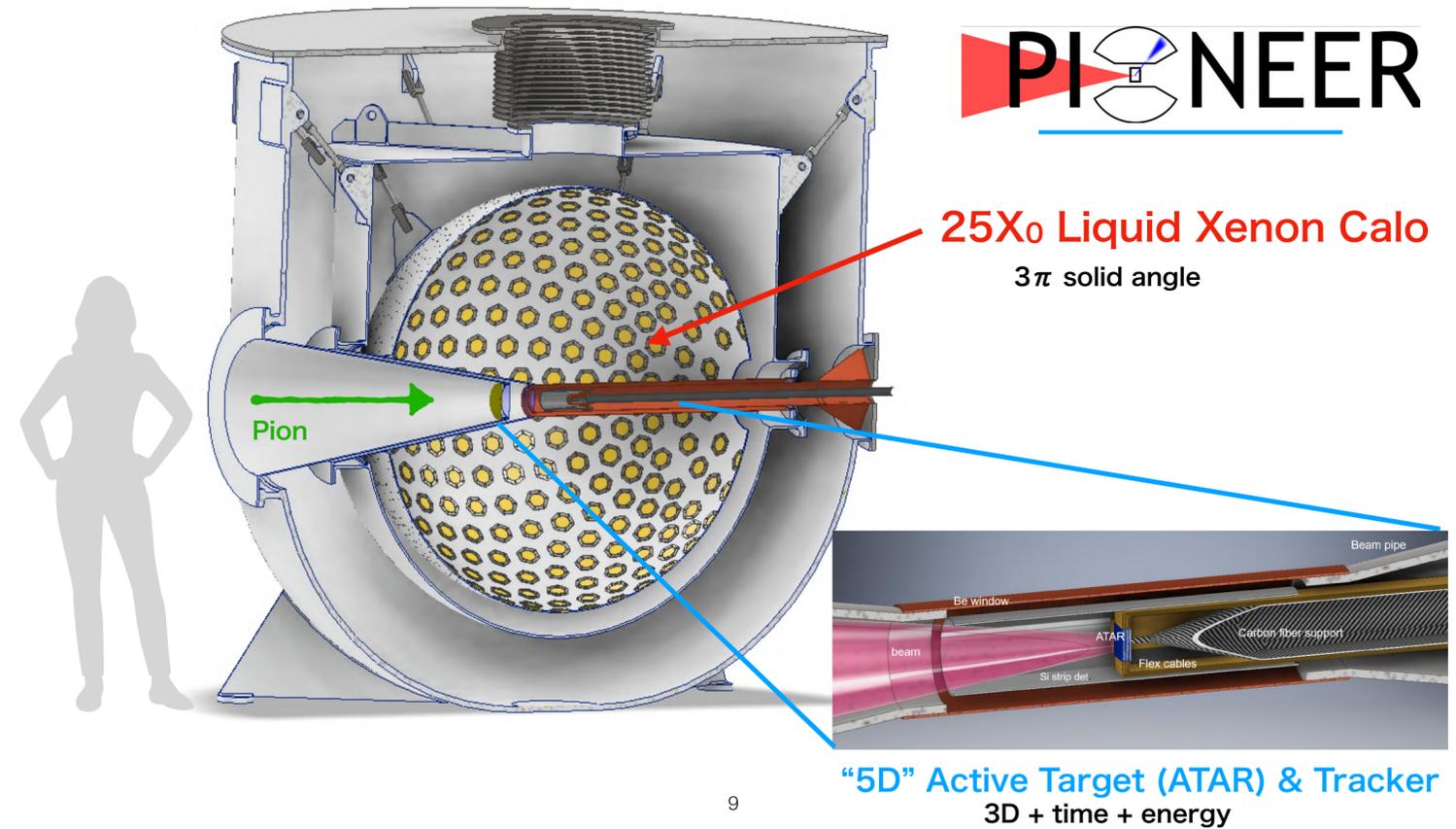
PIONEER実験

$$R_{e/\mu} = \frac{\pi^+ \rightarrow e^+ \nu_e}{\pi^+ \rightarrow \mu^+ \nu_\mu} = \left(\frac{g_e m_e m_\pi^2 - m_e^2}{g_\mu m_\mu m_\pi^2 - m_\mu^2} \right)^2 \sim 10^{-4}$$

- レプトン(μ, e, τ)に対する相互作用は普遍的@標準理論 (レプトン普遍性 $g_e = g_\mu = g_\tau$)
- レプトン普遍性が破れていることを示唆する複数の実験結果 → 新物理?
- PIONEER実験: パイ中間子の崩壊精密測定でレプトン普遍性を強力に検証 → 新物理探索
- 2022年PSIで実験提案が採択
- 日本グループは最重要測定器である液体キセノン検出器を担当



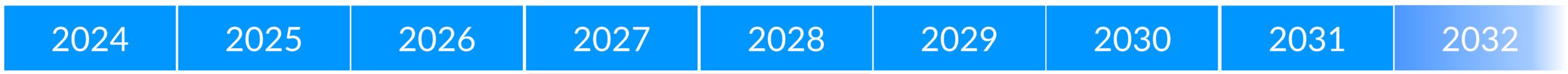
以前の实验に比べこの低エネルギーテールを大きく削減



“5D” Active Target (ATAR) & Tracker
3D + time + energy

学年： M1 M2 D1 D2 D3

タイムライン



PSIビーム増強 (x100!)

MEG II



将来実験



PIONEER



- 大学院生が測定器の建設・運用からデータ取得、物理解析まで実験の全ての段階に主体的に関わることが出来る
- 学生が修士課程のうちからスイスPSIに長期滞在して研究を行うことが可能
- 一緒に新物理発見を目指しましょう！
- 担当研究室・教員

- 森俊則研究室(＊)、大谷航研究室 ＊今回学生受入なし

- 岩本敏幸(助教)、Lukas Gerritzen(特任助教)、潘晟(特任助教)、大矢淳史(特任助教)