

# 未来の学術振興構想

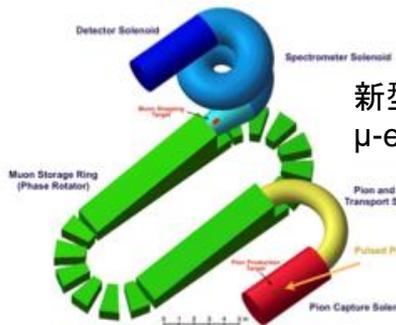
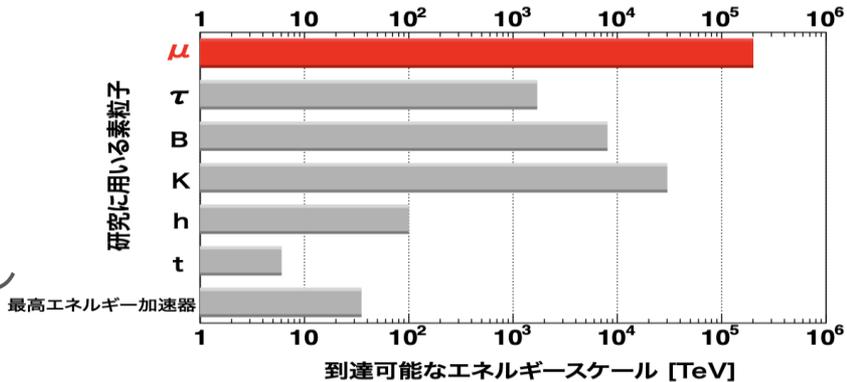
## ミューオン素粒子物理（仮名）

上野一樹（大阪大）他ミューオン素粒子物理グループ

# ミューオン素粒子物理の展望

## ミューオンで切り開く未踏物理

- 大強度ミューオン源と量子効果の精密測定で探るビッグバン
- ミューオンで実現する高エネルギー衝突型加速器

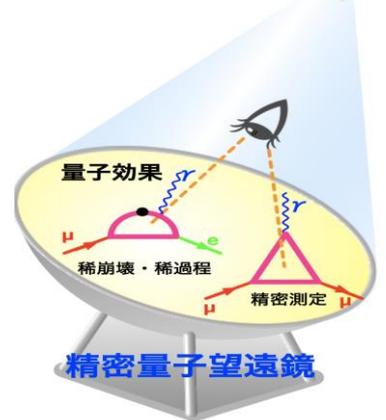


新型ミューオン源PRISM  
μ-e転換の研究PRIME

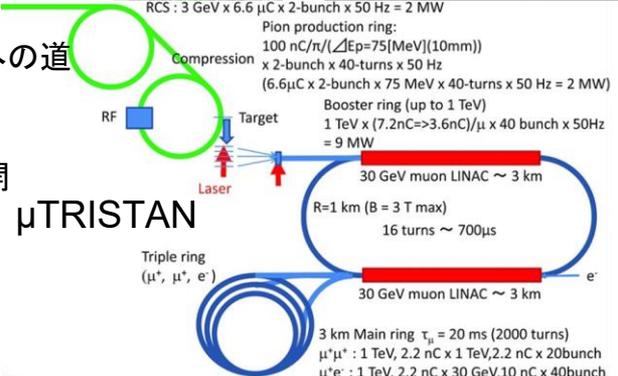
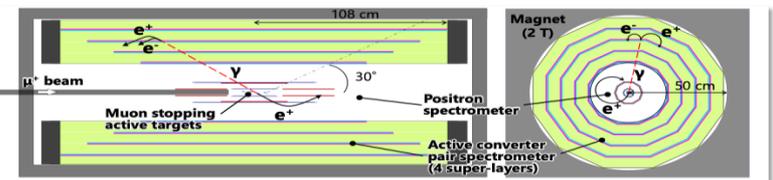
ミューオン冷却と加速  
μEDM  
ミューオンコライダーへの道



高エネルギー現象  
未踏物理 **Big Bang**

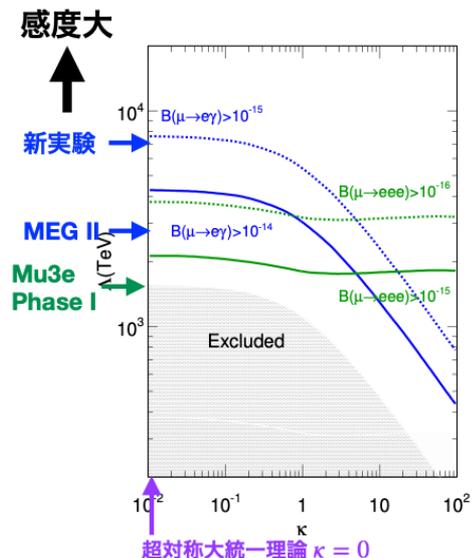


次世代大強度DCミューオン源  
ミューオンフレーバ物理( $\mu \rightarrow e\gamma$ ,  $\mu \rightarrow eee$ , LFU)の新展開

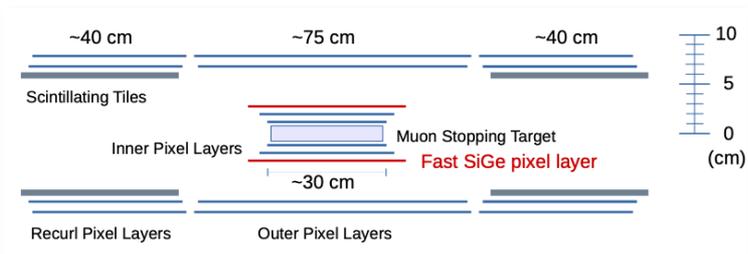


# $\mu \rightarrow e\gamma$ 、 $\mu \rightarrow eee$ 探索

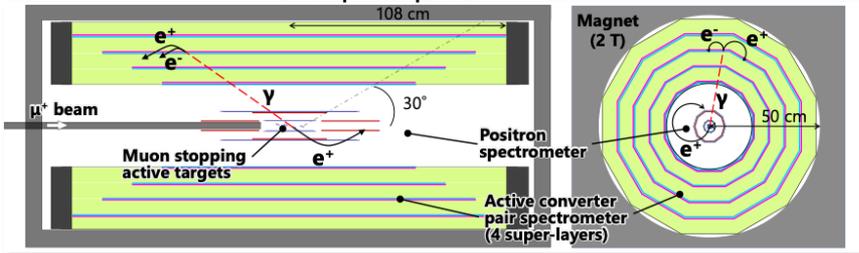
- ミューオン稀崩壊現象探索により宇宙誕生時の素粒子の大統一の謎に迫る
- 2030年以降、次世代直流ミューオン源の登場で稀崩壊実験は新たな段階に(これまでの100倍： $O(10^{10})\mu/\text{sec}$ )
  - PSI：HIMB (2027-2028導入予定)
  - Fermilab：PIP-II (2028稼働開始予定)
- 「発見」から「測定」の時代へ
  - 崩壊分岐比、崩壊角分布の測定で大統一理論のモデルを特定
- 鍵：高レート耐性・高分解能・高効率測定器技術の開発



Mu3e Phase II実験コンセプト( $\mu \rightarrow eee$ )



次世代 $\mu \rightarrow e\gamma$ 実験コンセプト

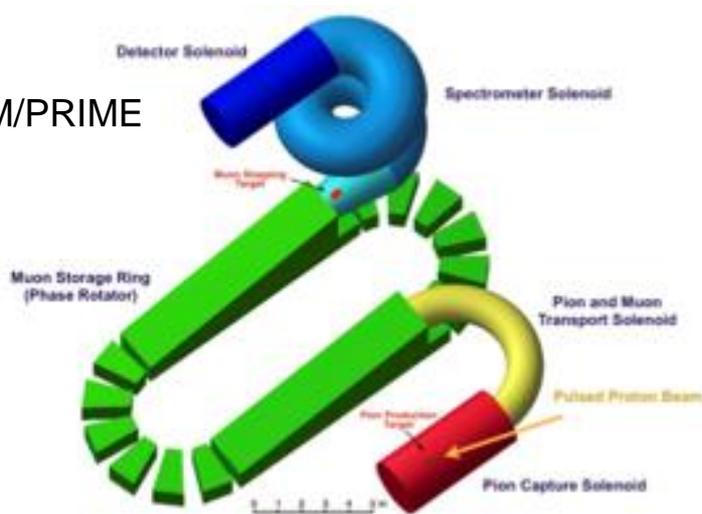


# $\mu$ -e conversion探索

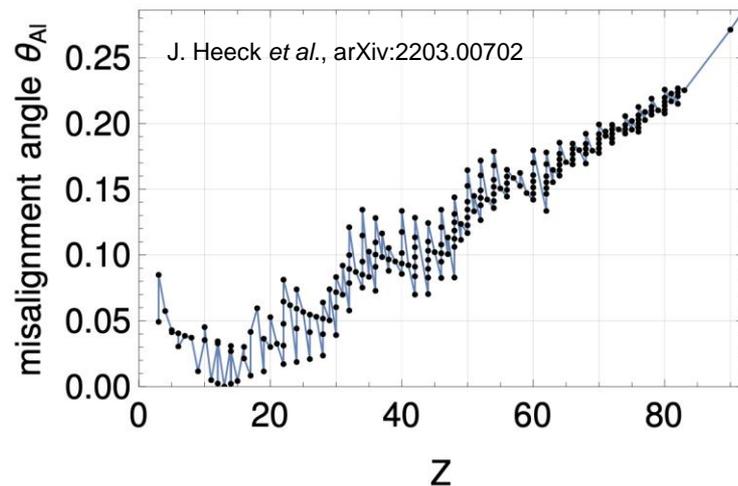
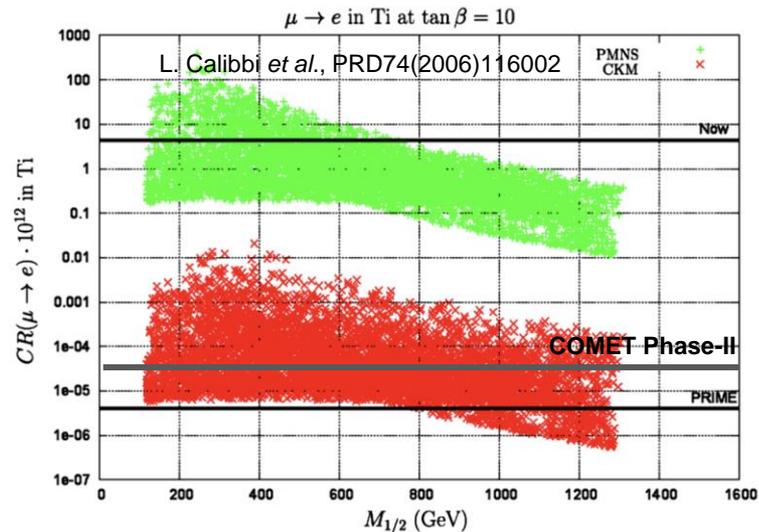
COMET Phase-3 and/or PRISM/PRIME

- $10^{-18}$ よりも高い感度
- モデルの分別

PRISM/PRIME



A. Alekou *et al.*, arXiv:1310.0804



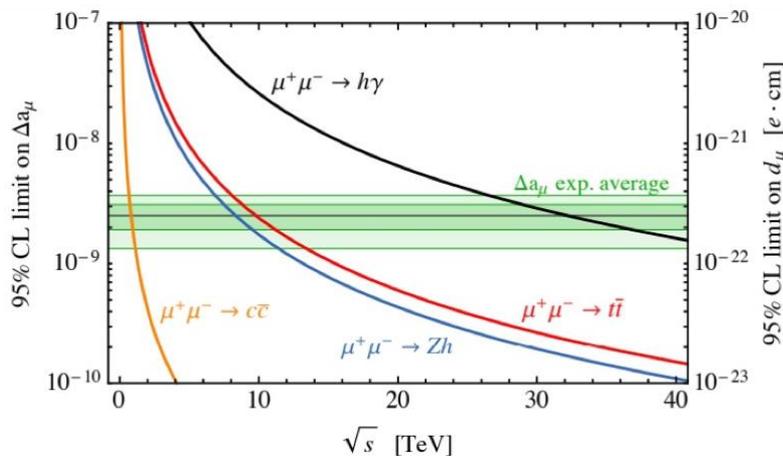
# ミュオンg-2/EDM測定

- 達成する物理目標：レプトンのg-2やEDMを通して、新物理シナリオの絞り込み
- 2030-40 (次につながる流れ)
  - J-PARC g-2/EDM実験(2027年~)→ g-2アノマリーに決着、EDM  $10^{-21}$  ecmまで探索
  - PSI EDM実験の開始 ( $5 \times 10^{-23}$  ecm/year)
  - J-PARCで $\mu$ EDMに特化した実験の可能性。
- 2040以降 (将来)
  - 高感度のEDM探索 (PRISM, J-PARC LOI 2007)  $< 10^{-24}$  ecm
  - ミューオンコライダー(>10 TeV)でg-2アノマリに起因する粒子を直接生成
    - 技術課題：ミュオンの冷却・加速技術 (g-2/EDM実験で一部実証)

NP type	diagrams	mass range	probe
Supersymmetry		200~500 GeV	$\bar{\chi}_2^0 \chi_1^{\pm} \rightarrow (h\bar{\chi}_1^0) (W^{\pm}\bar{\chi}_1^0)$ $pp \rightarrow \gamma\gamma \rightarrow \bar{\ell}\ell^*$
Leptoquark		1.5~2.1 TeV	$pp \rightarrow LQL\bar{Q}$ $Z \rightarrow \mu^+\mu^-$
Vector-like lepton		100 GeV~1 TeV	$h \rightarrow \mu^+\mu^-$ $Z \rightarrow \mu^+\mu^-$
Scalar extensions		10~100 GeV (A), 150~300 GeV (H)	$Z \rightarrow \tau^+\tau^-$ $pp \rightarrow HA \rightarrow 4\tau$
Axion-like particle		40 MeV~200 GeV	$e^+e^- \rightarrow \gamma a \rightarrow 3\gamma$ $e^+e^- \rightarrow \mu\mu a \rightarrow 4\mu$
U(1) <sub>Lμ-Lτ</sub>		10~200 MeV	$e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^- Z'$ $K \rightarrow \mu\nu Z', \mu e \rightarrow \mu e Z'$

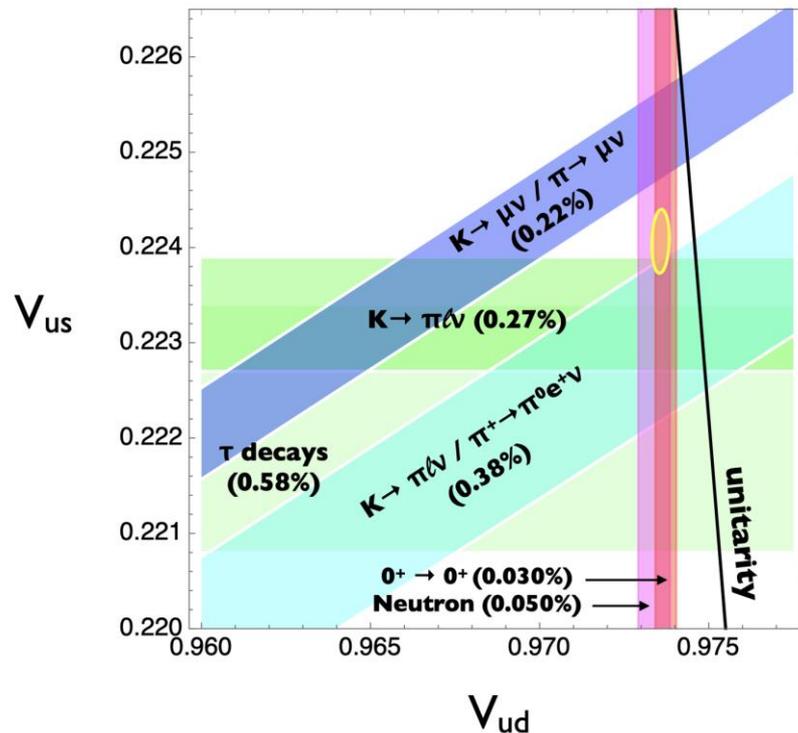
次世代コライダー実験で拓く物理  
北原 敦平 (名大KMI) / KEK, 次世代エネルギーフロンティア実験の検討会, 2022年8月18日

[Muon collider snowmass, 2203.07261+2203.07256]



# パイオン精密測定

- 大強度ミュオン源は大強度パイオン源
- パイオン崩壊の精密測定でTeVスケール物理に迫る
  - $\pi^+ \rightarrow \mu^+ \nu$ 、 $\pi^+ \rightarrow e^+ \nu$ 、 $\pi^+ \rightarrow \pi^0 e^+ \nu$
  - Lepton Flavor Universality
  - Cabibbo Angle Anomaly
  - ALP間接探索



# ミューオンによる高エネルギーコライダー実現に向けて

- ミューオン・電子衝突によるヒッグスファクトリー実現の可能性
  - 周長数kmの貯蔵リングで実現できる可能性 ( $\mu^+e^-$ )
  - TeV超えて「W+W-」コライダーとして標準理論エネルギースケールの徹底研究
- 同じ貯蔵リングで $\mu^+\mu^+$ の衝突により、TeVスケールコライダー実現の可能性

