



素粒子物理学

(高エネルギー物理学)

だけじゃないよ

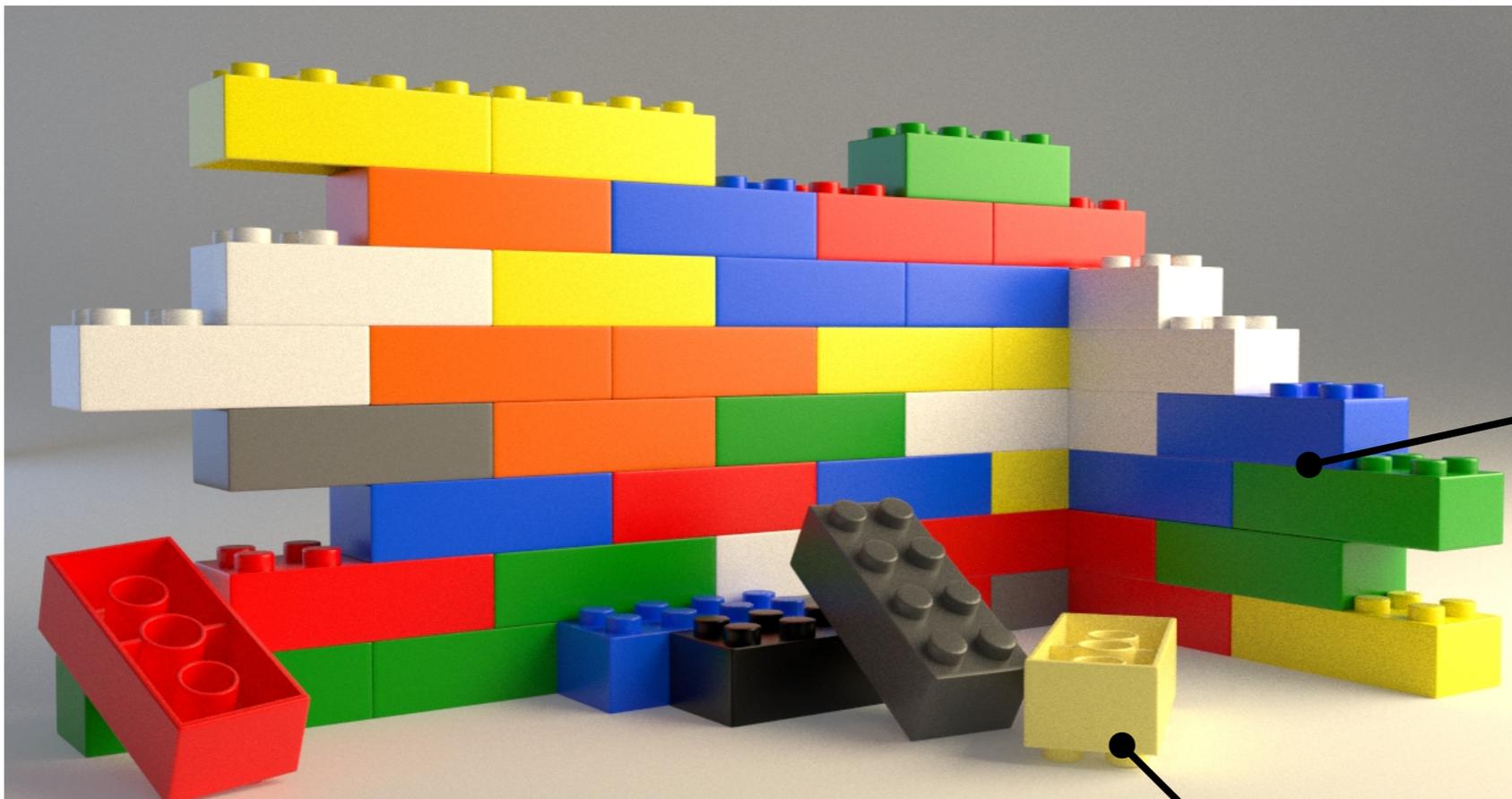
【プログラム】

1. 研究室紹介スライド(20分)
2. 実験グループ紹介1 (10分)
3. 実験グループ紹介2 (10分)

素粒子物理学とは？

この世界の物質は何で出来ているのか：**素粒子**
素粒子同士に働く力は？その運動の**法則**は？

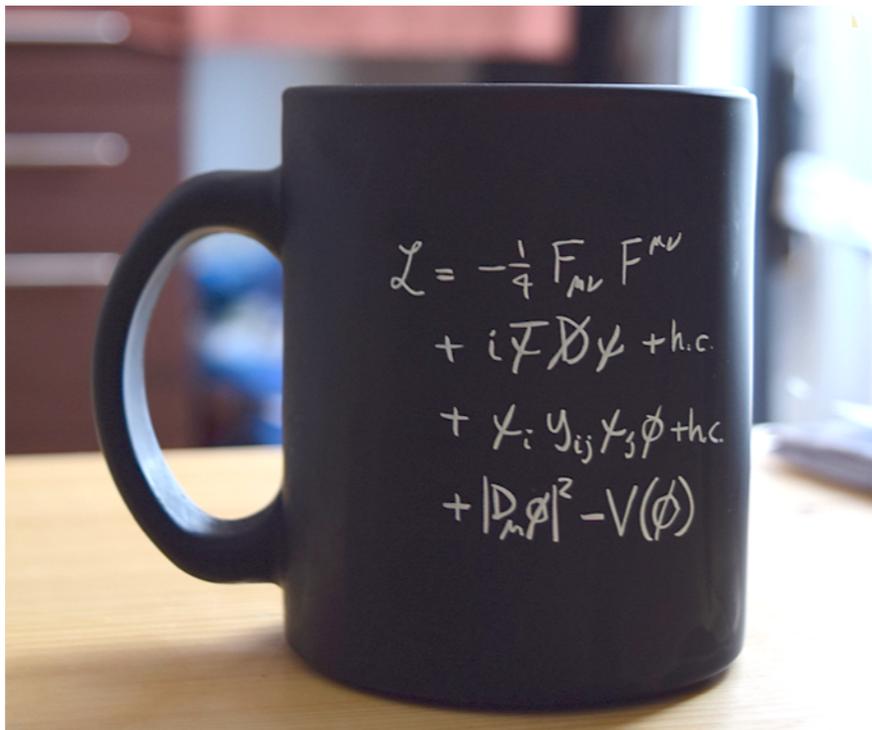
これらについて研究する学問が**素粒子物理学**



→ どういうルールでくっついている？
(力の法則)

→ 素粒子

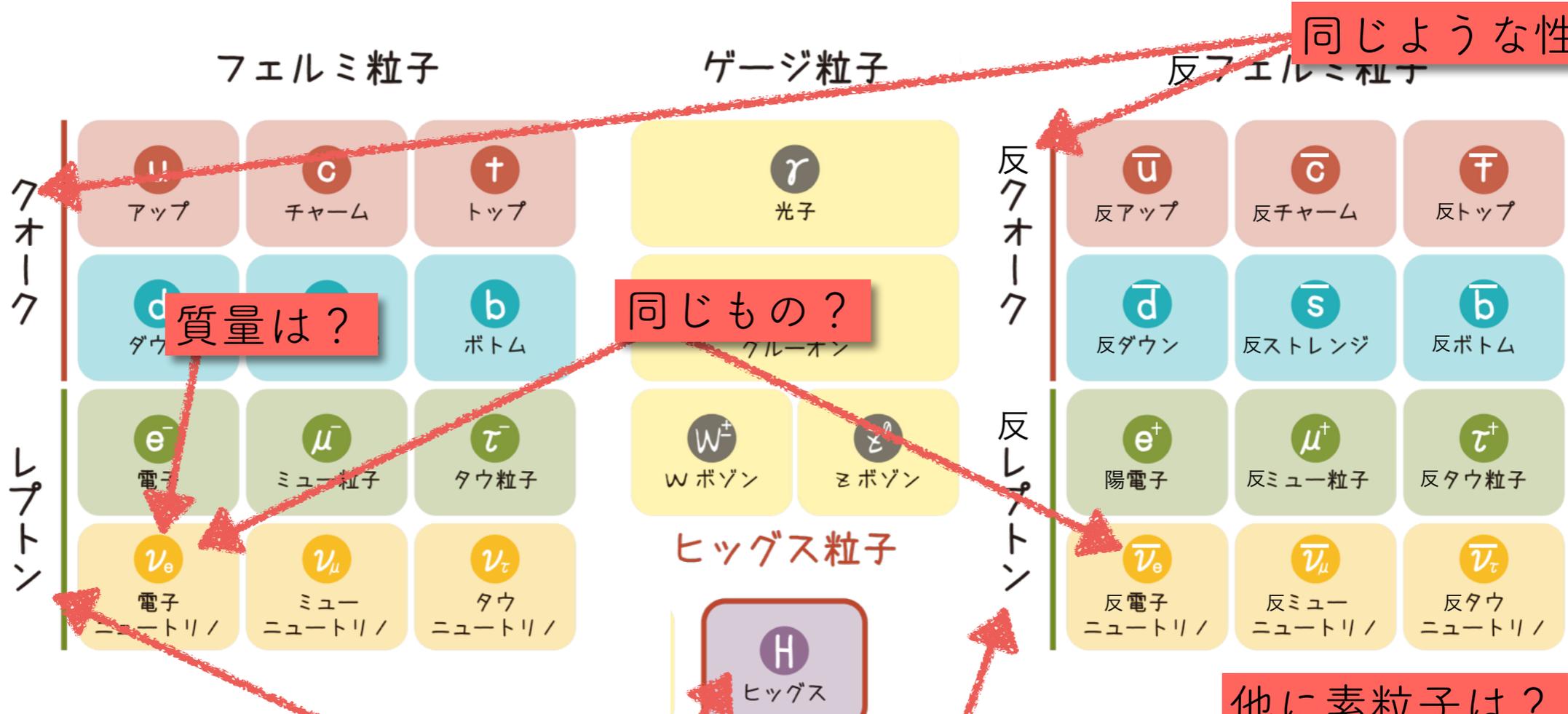
今わかっていること：標準理論



現在わかっている素粒子、力、運動の法則を
まとめて記述している理論

ほぼ全ての実験結果を説明できる**すごい理論**！

まだわかっていないこと → 新物理



同じような性質？

質量は？

同じもの？

他に素粒子は？

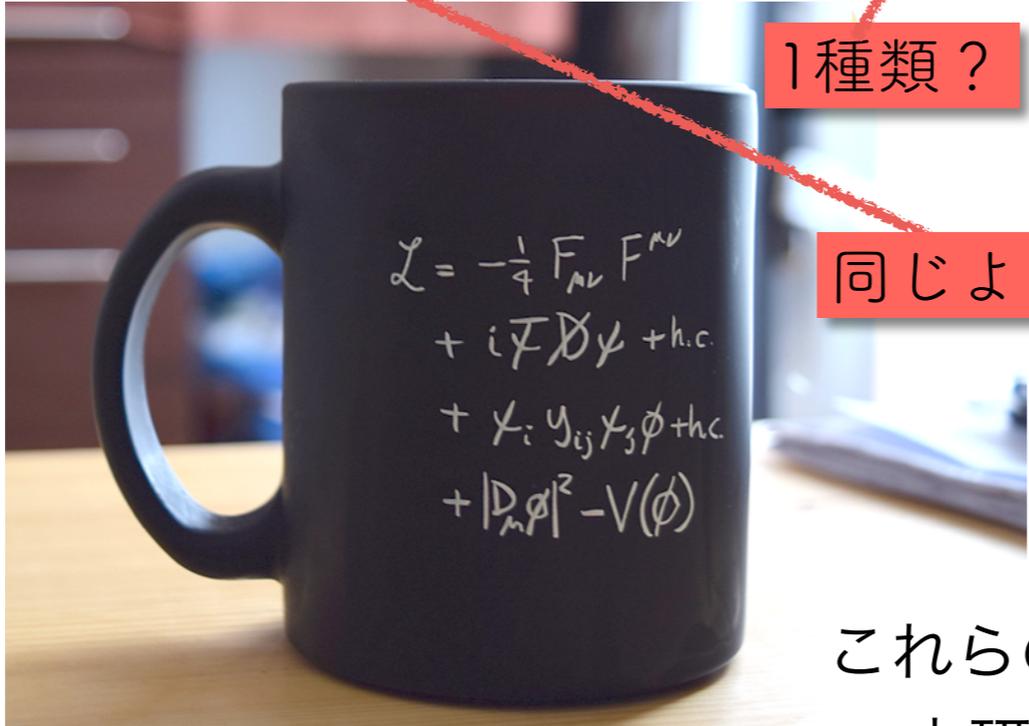
他の力はないの？

重力は？

ダークマター？

反物質はなぜ少ない？

などなど……



1種類？

同じような性質？

これらの未解決問題に実験を通してアプローチ
-> 本研究室(素粒子物理学、高エネルギー物理学)

京都グループの活動



世界最高エネルギーで新物理探索！



38カ国、約3000人



Hyper-Kamiokande

世界最高強度ビームと低背景事象で新物理探索！



11カ国、約500人



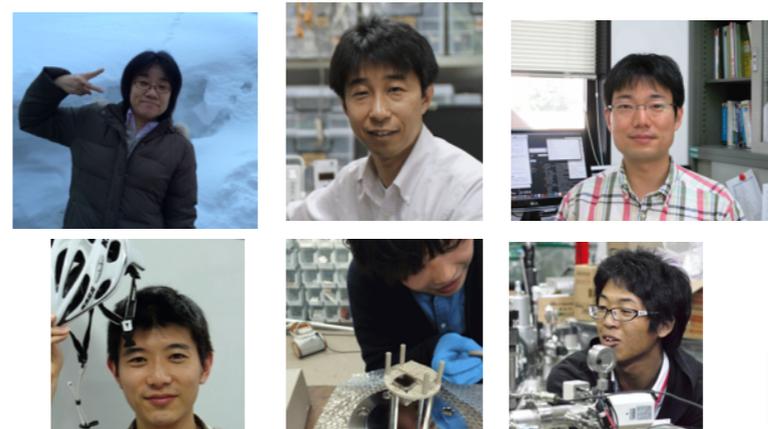
世界最高強度のビームで新物理探索！



5カ国、約60人



極低バックグラウンドで新物理探索！

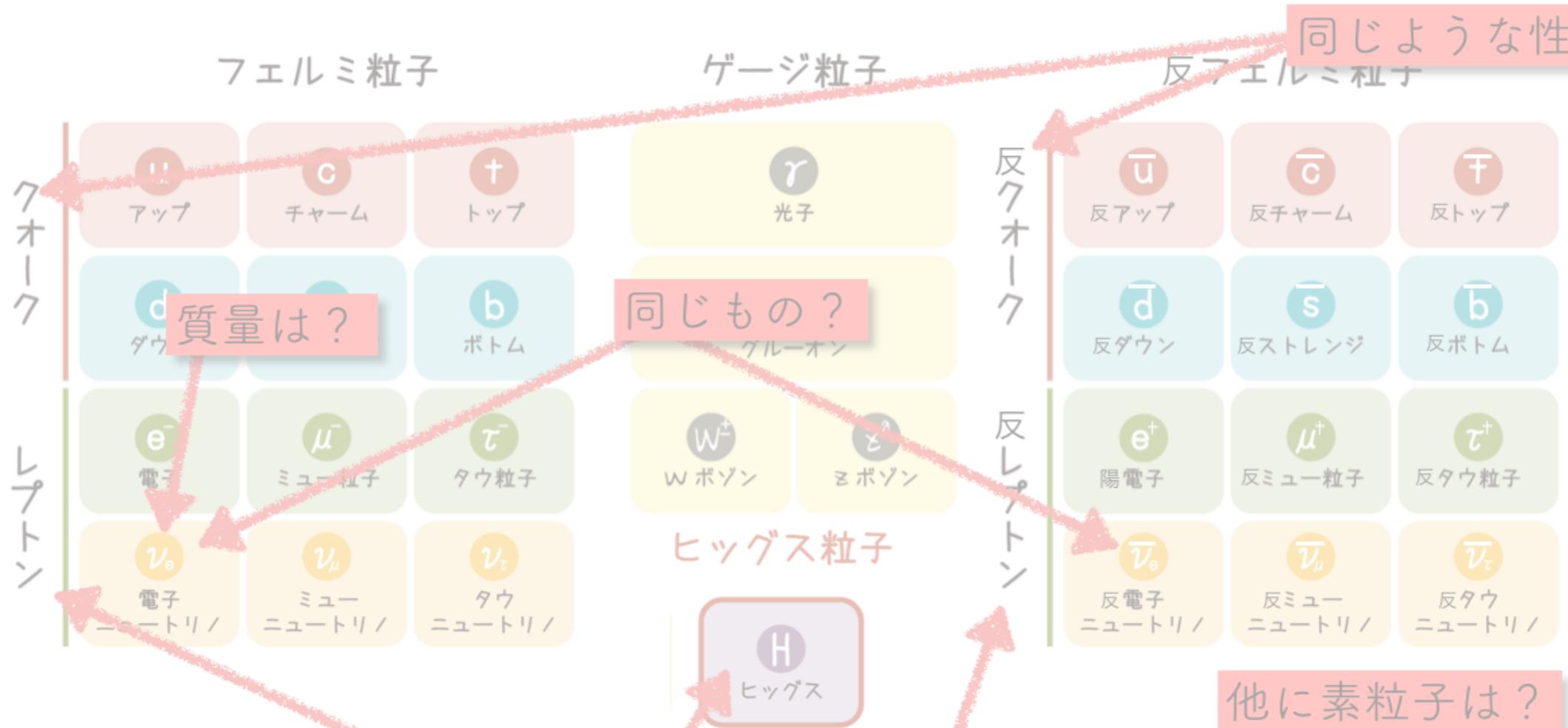


約10人

どの実験も主役は学生！

ここから、それぞれの実験について簡単に紹介します
このあと、聞きたいグループを2つ選んでもらいます

京都グループの活動(各実験紹介)



同じような性質？

質量は？

同じもの？

他に素粒子は？

他の力はないの？

重力は？

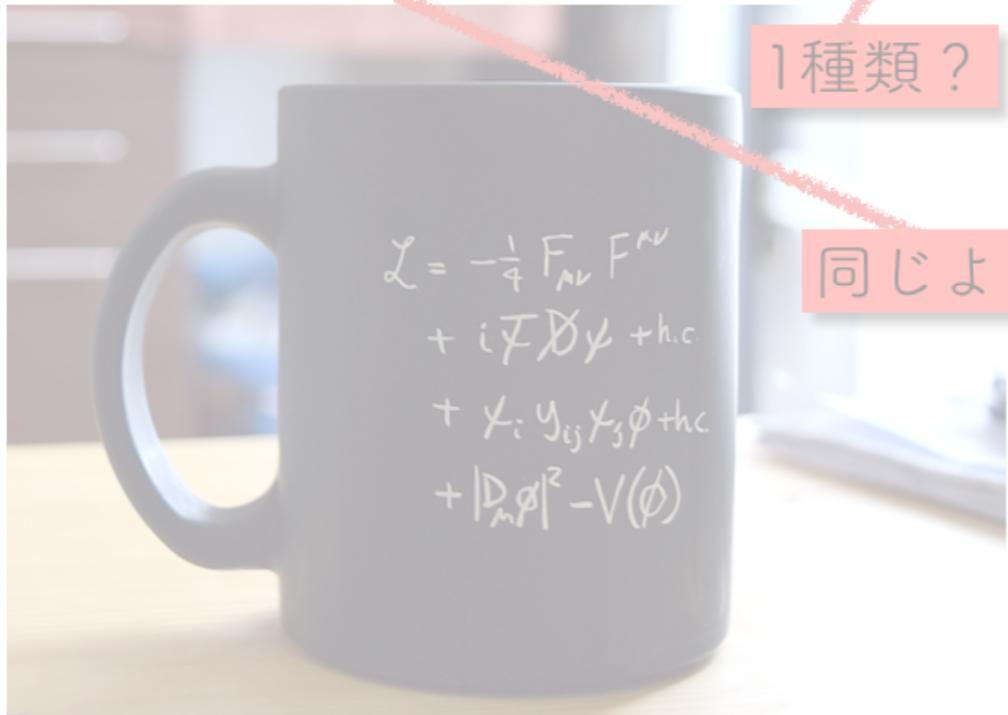
ダークマター？

反物質はなぜ少ない？

1種類？

同じような性質？

などなど……



同じような性質？

フェルミ粒子

ゲージ粒子

反フェルミ粒子

クォーク	u アップ	c チャーム	t トップ	ゲージ粒子	γ 光子	反クォーク	\bar{u} 反アップ	\bar{c} 反チャーム	\bar{t} 反トップ	
	d ダウン	s ストレンジ	b ボトム		グルーオン		\bar{d} 反ダウン	\bar{s} 反ストレンジ	\bar{b} 反ボトム	
	e^- 電子	μ^- ミュー粒子	τ^- タウ粒子		Wボゾン		Zボゾン	e^+ 反電子	μ^+ 反ミュー	τ^+ 反タウ粒子
	ν_e 電子ニュートリノ	ν_μ ミューニュートリノ	ν_τ タウニュートリノ		ヒッグス粒子		π パイオン	$\bar{\nu}_e$ 反電子ニュートリノ	$\bar{\nu}_\mu$ 反ミューニュートリノ	$\bar{\nu}_\tau$ 反タウニュートリノ

質量は？

同じもの？

ATLAS EXPERIMENT

他に素粒子は？

他の素粒子は？

重力は？

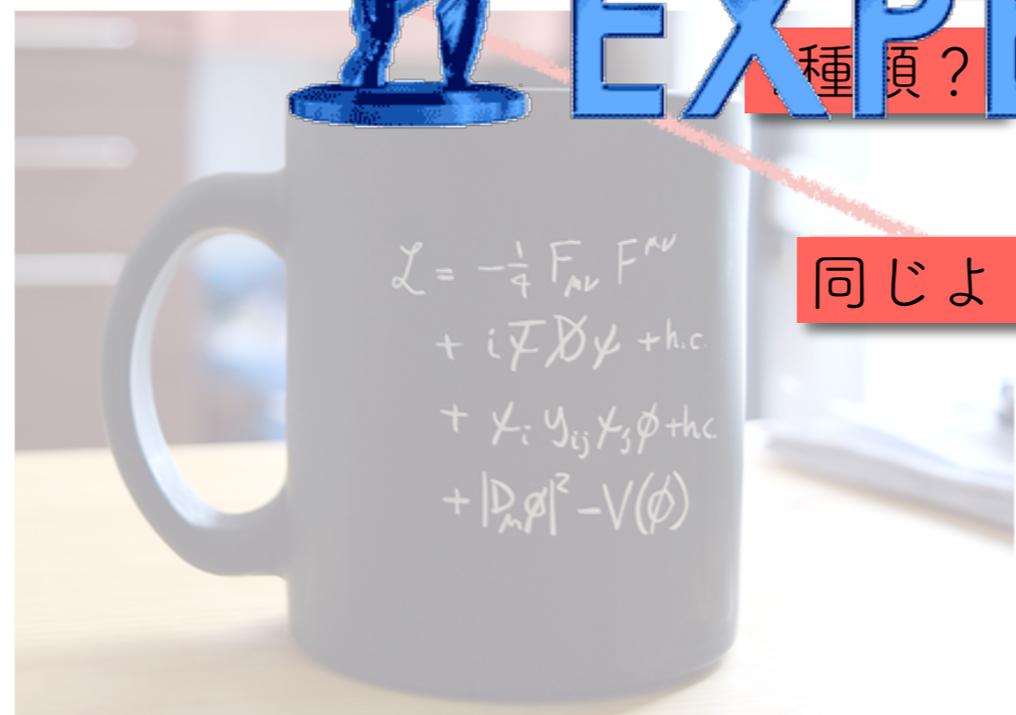
ダークマター？

反物質はなぜ少ない？

同じような性質？

種類？

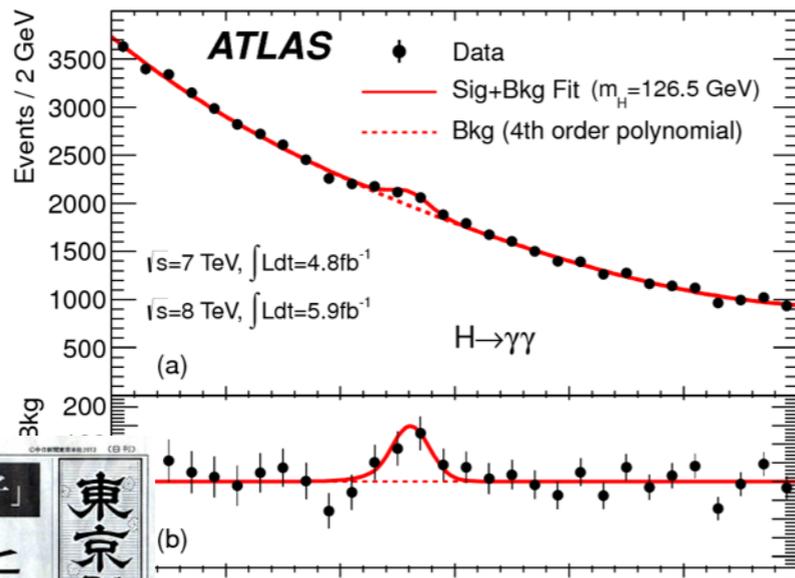
などなど……



更なる高エネルギーへ

2015年から、
世界最高エネルギー13TeVで運転再開！！
(自身のもつ世界最高記録8TeVをさらに更新！)

8 TeV



2012年(平成24年)7月5日(木曜日)

万物に質量与えた「神の粒子」

宇宙の始まり

ヒッグス粒子が働くところ

ヒッグス粒子で満たされた空間

国際チーム 99.9999%

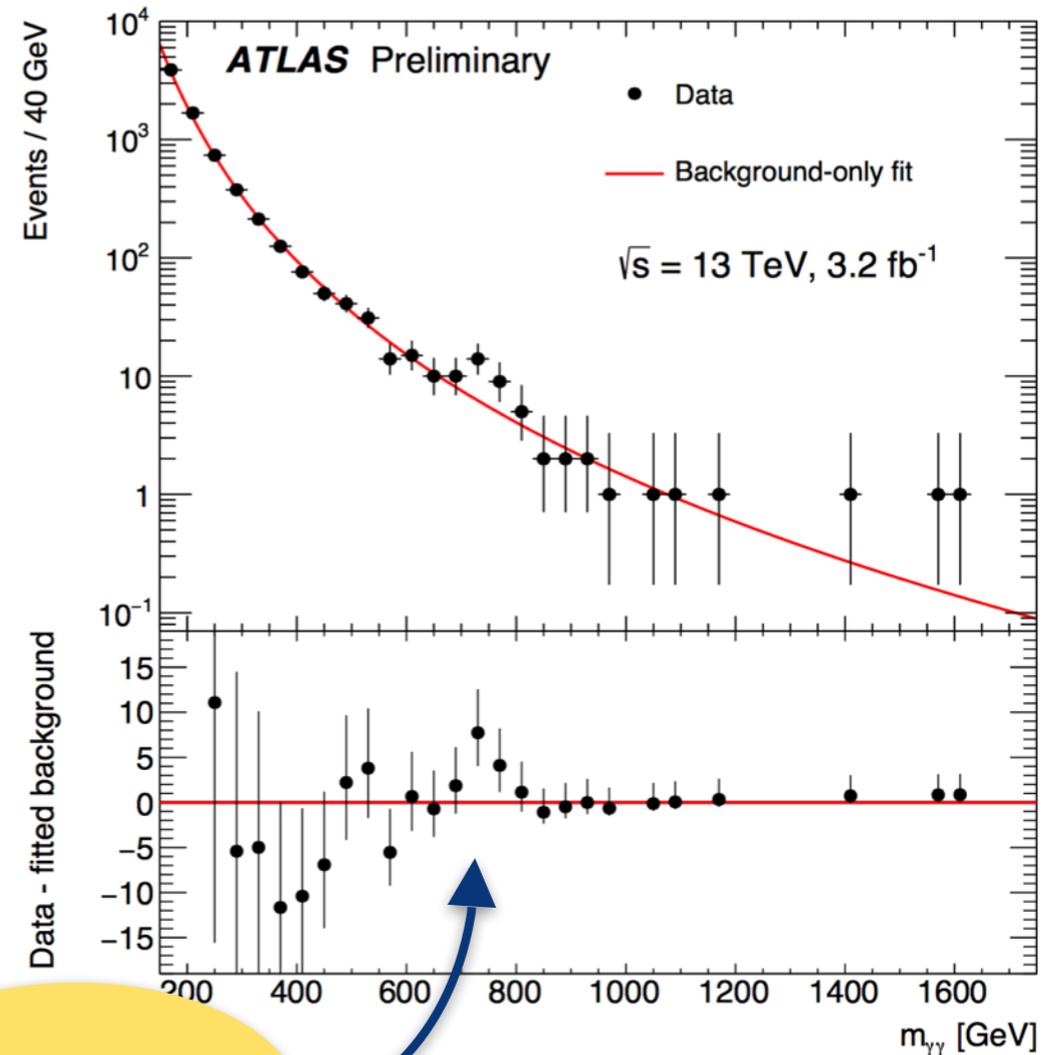
ヒッグス粒子ほぼ確認

東京新聞

VISION 今夜11:58

2012年には
ヒッグス粒子を発見！

13 TeV



質量750GeVに
新粒子の兆候

未知の領域へ

同じような性質？

	フェルミ粒子			ゲージ粒子	反フェルミ粒子		
クォーク	u アップ	c チャーム	t トップ	γ 光子	\bar{u} 反アップ	\bar{c} 反チャーム	\bar{t} 反トップ
	d ダウン	s ストレンジ	b ボトム		\bar{d} 反ダウン	\bar{s} 反ストレンジ	\bar{b} 反ボトム
レプトン	e^- 電子	μ^- ミューオン	τ^- タウ粒子	W^\pm Wボゾン	e^+ 陽電子	μ^+ 反ミューオン	τ^+ 反タウ粒子
	ν_e 電子ニュートリノ	ν_μ ミューオンニュートリノ	ν_τ タウニュートリノ	Z^0 Zボゾン	$\bar{\nu}_e$ 反電子ニュートリノ	$\bar{\nu}_\mu$ 反ミューオンニュートリノ	$\bar{\nu}_\tau$ 反タウニュートリノ

質量は？

同じもの？

NOT

他に素粒子は？

他の力はないの？

重力は？

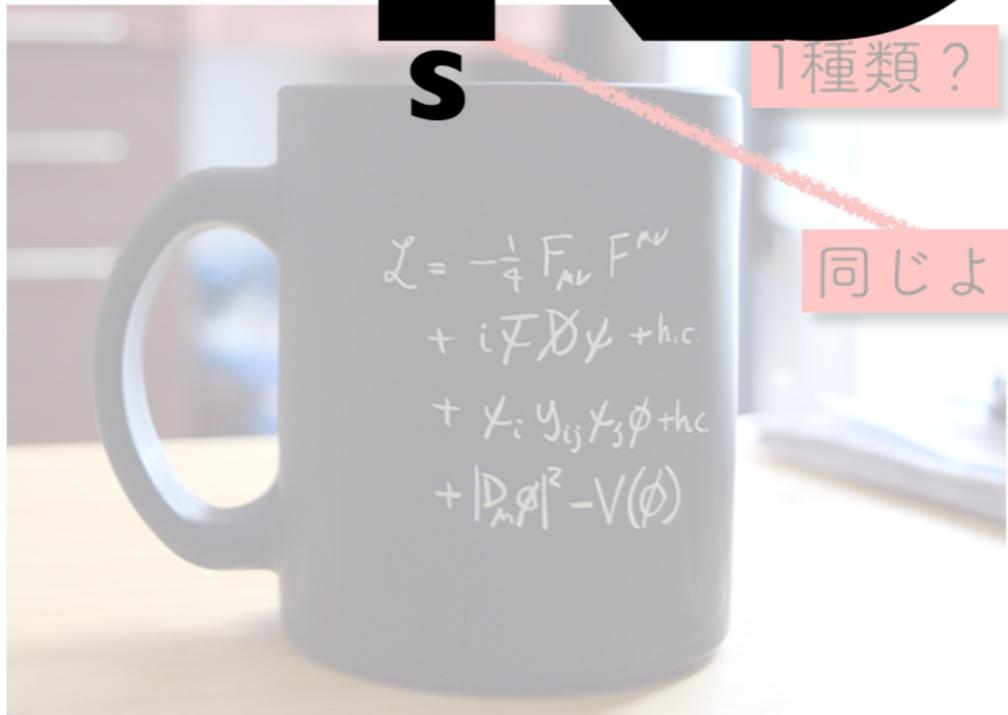
ダークマター？

反物質はなぜ少ない？

1種類？

同じような性質？

などなど……

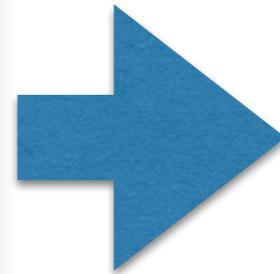


KOTO実験グループ

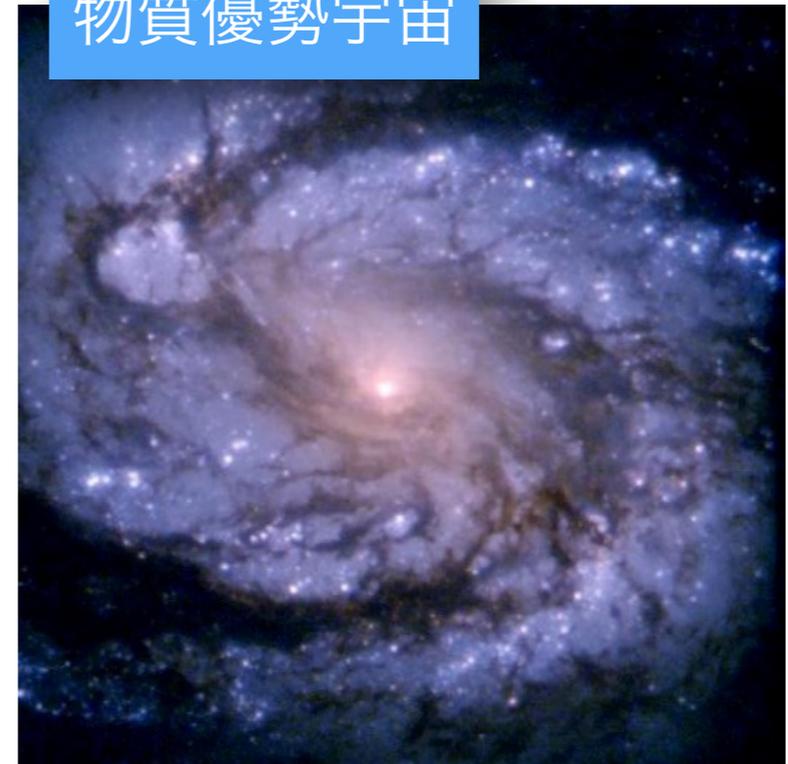
K中間子稀崩壊探索実験

物理屋に託された宇宙の謎を解き明かす実験
それがKOTOグループ

CP対称性の破れ
(小林・益川理論)



物質優勢宇宙



小林さん・益川さん

2008年 ノーベル物理学賞受賞



KOTO実験グループ

K中間子稀崩壊探索実験

物理屋に託された宇宙の謎を解き明かす実験
それがKOTOグループ

物質優勢宇宙

CP対称性

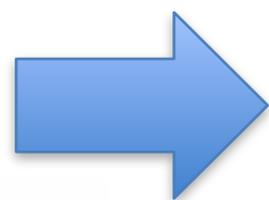
(小林・益川)

実際に説明できたのは

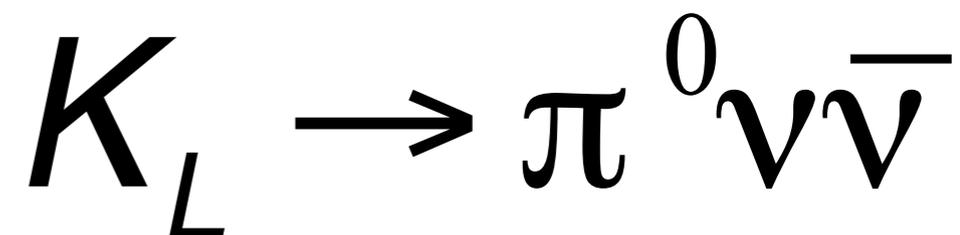
100億分の1だけ.....

小林・益川理論を越える

新しい物理が必要！



この物理を調べるために非常に有効なのが



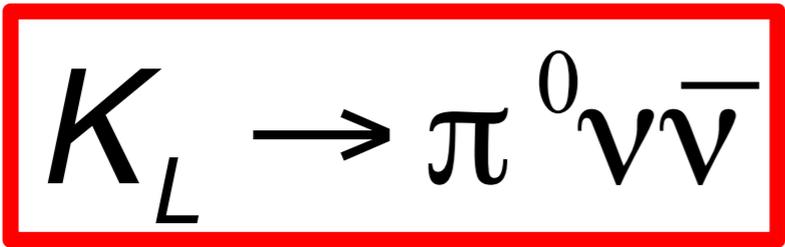


KOTO実験グループ

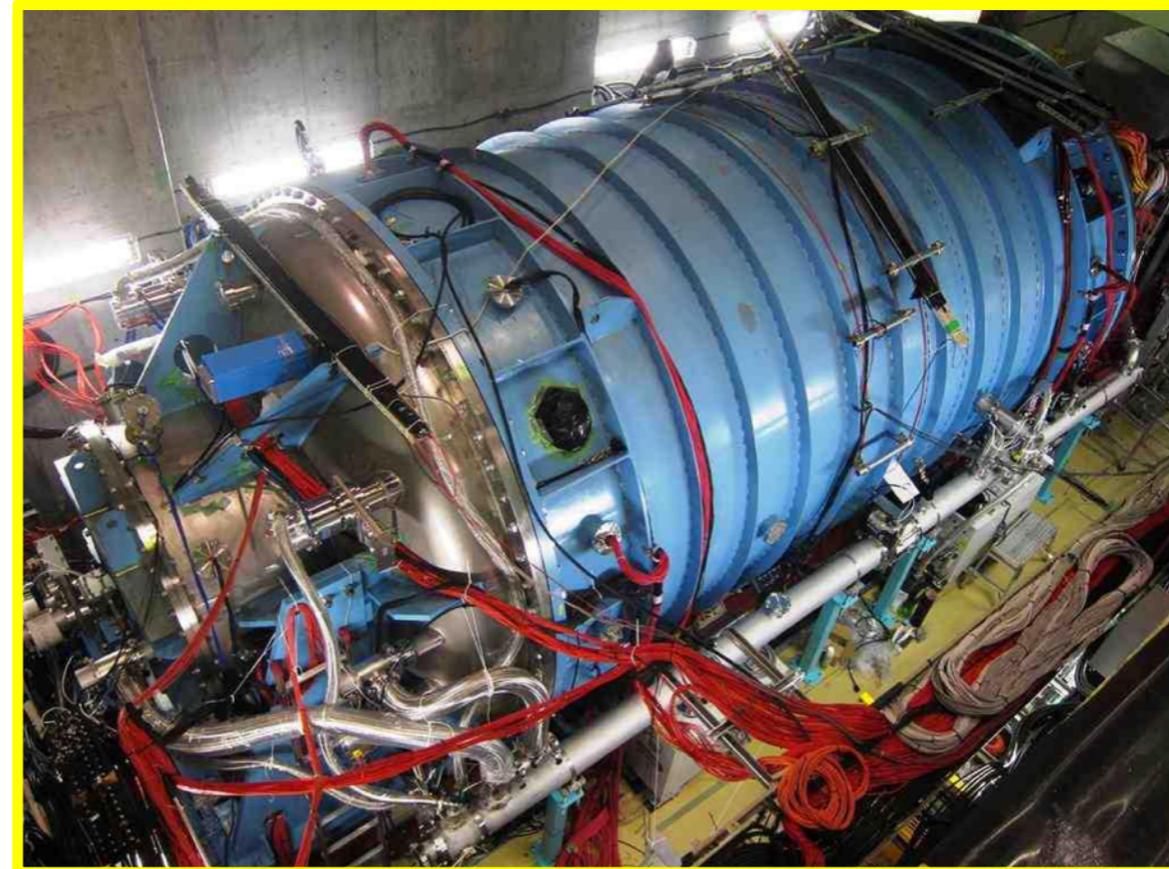
K中間子稀崩壊探索実験

検出器外観

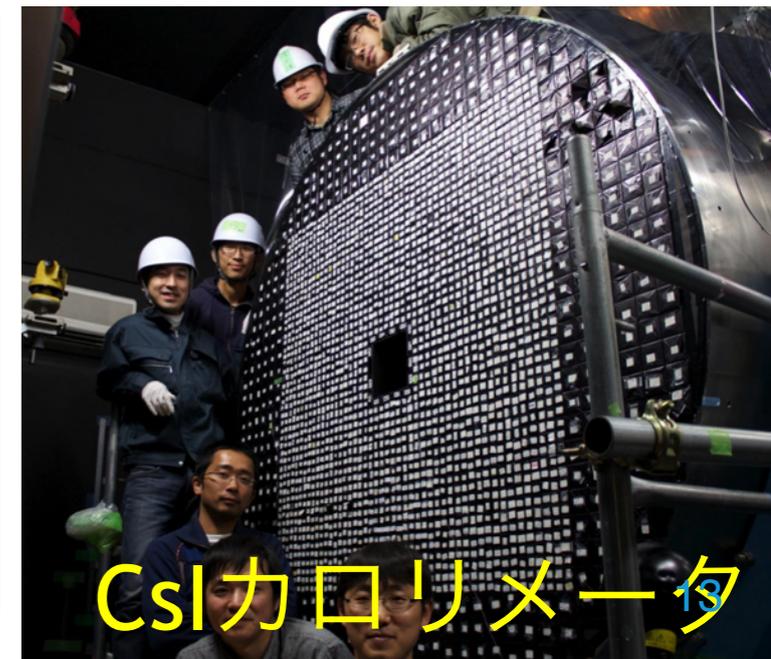
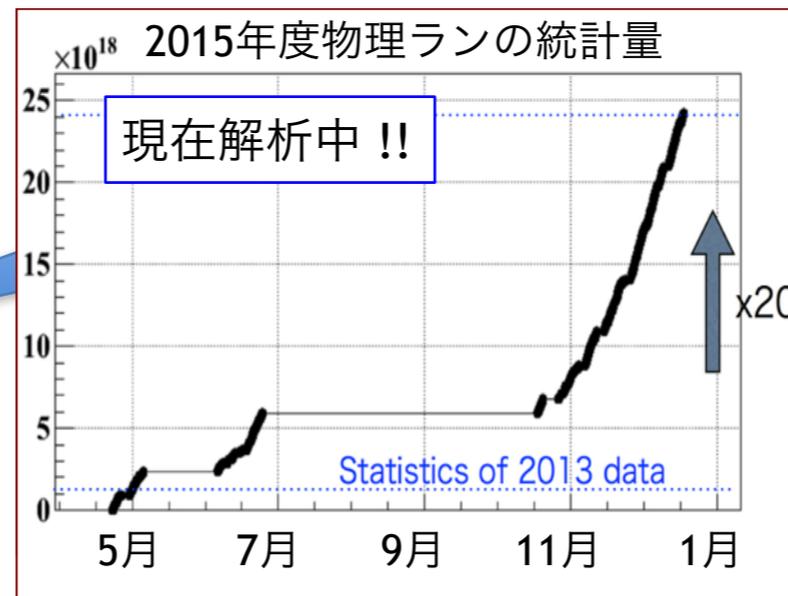
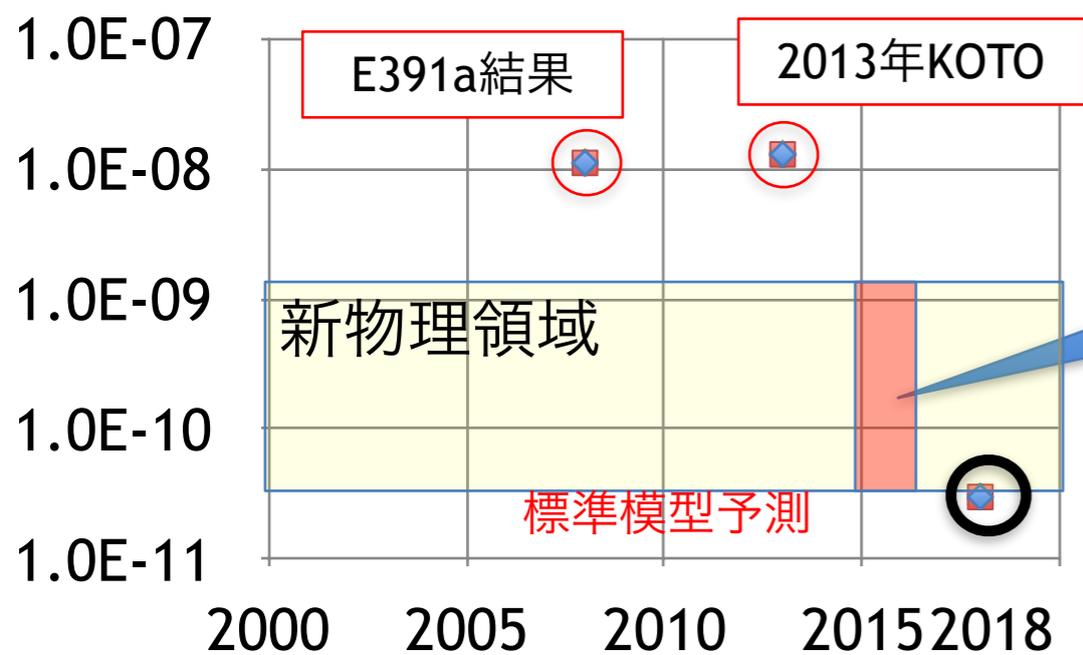
今年度中に新物理領域感度に到達を目指し実験&解析中！



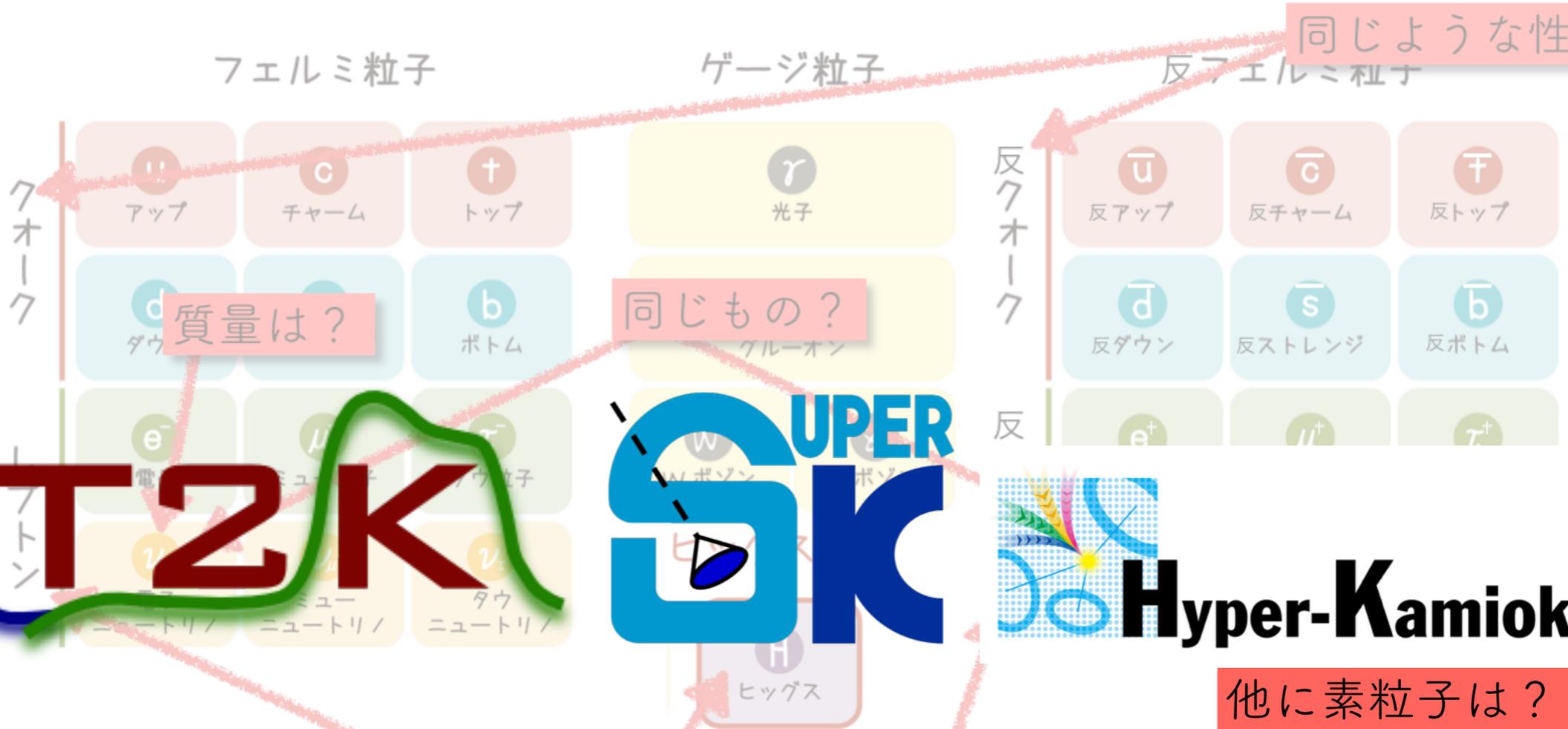
世界初観測を目指す！！



実験感度



CsIカロリメータ



同じような性質？

質量は？

同じもの？

T2K

SUPER SK



Hyper-Kamiokande

他に素粒子は？

他の力はないの？

重力は？

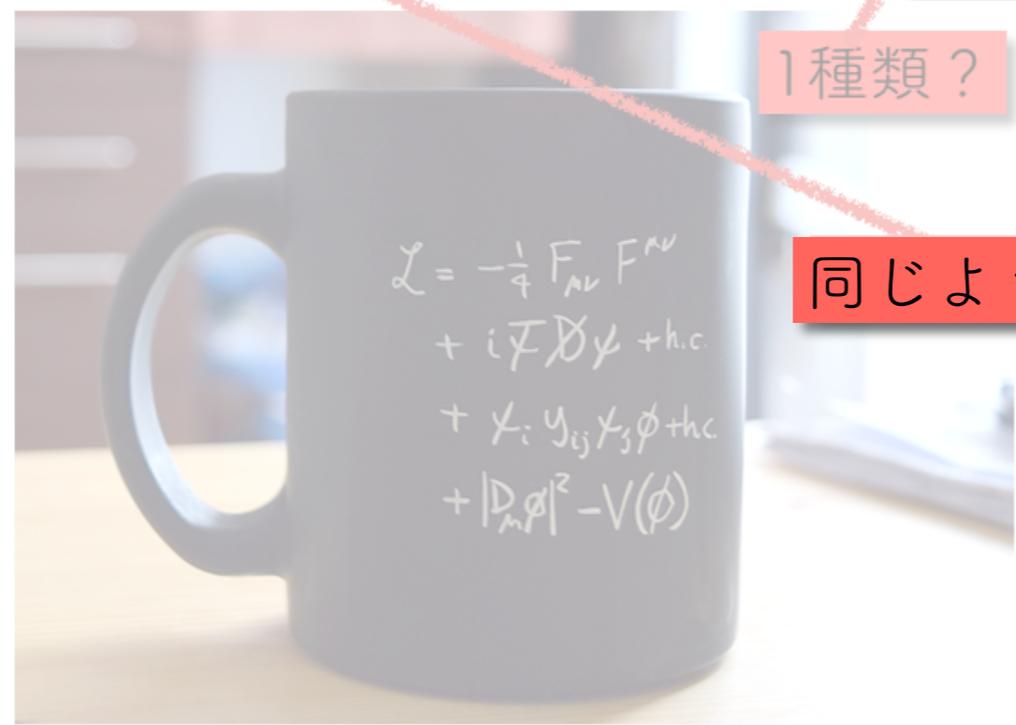
ダークマター？

反物質はなぜ少ない？

などなど……

1種類？

同じような性質？



ニュートリノ振動



ニュートリノの種類が勝手に変わっちゃう！

ニュートリノ振動

- ・ ニュートリノの質量がゼロならば起こらない現象
- ・ 発見すればニュートリノの質量の存在を証明 → 発見！！ 
- ・ 精密測定をおこなうことで
- ・ **CP対称性の破れの測定**：(クォークでは発見済、レプトンでは未発見)
- ・ ニュートリノの種類(本当に3種類？)

ニュートリノ振動の発見 スーパーカミオカンデ実験

<http://higgstan.com> より

上から飛んで来る
ミューニュートリノ

スーパー
カミオカンデ

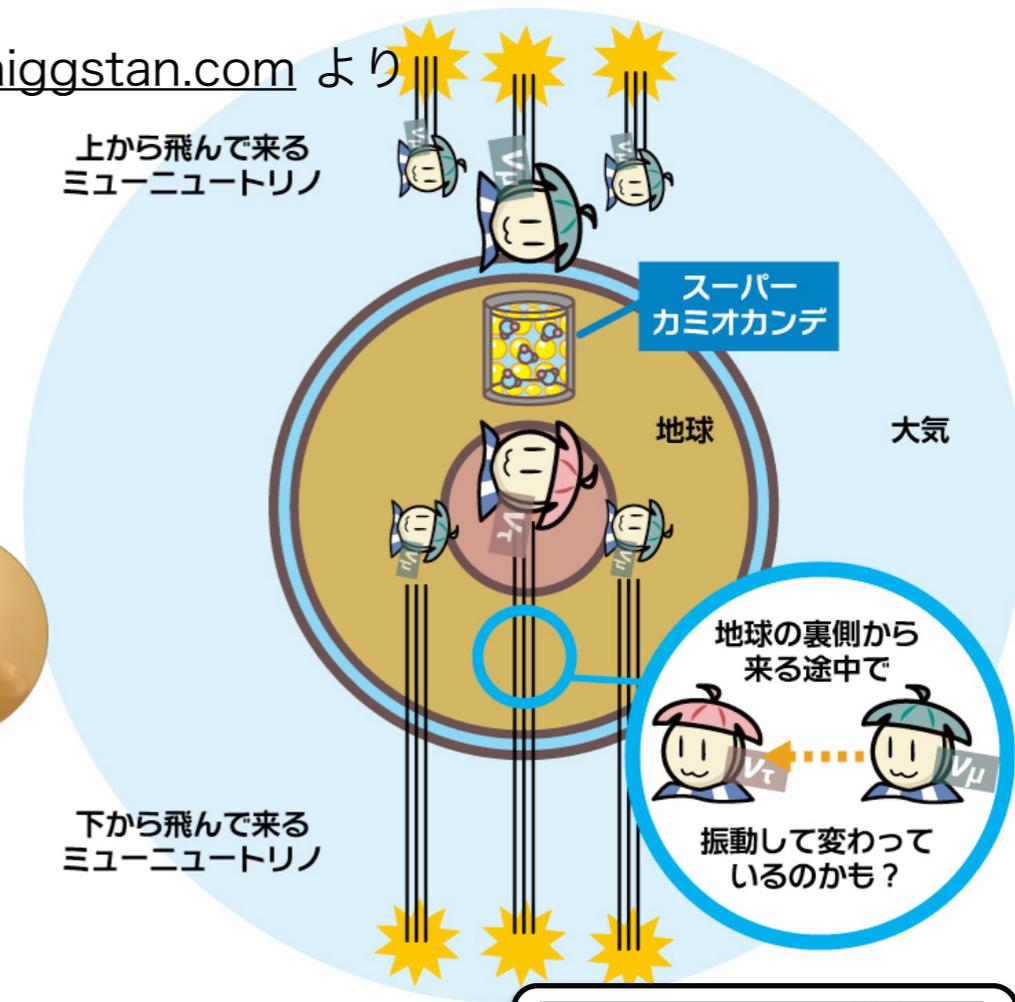
地球

大気

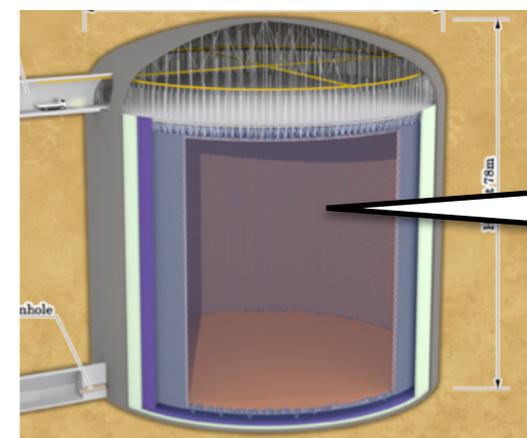
下から飛んで来る
ミューニュートリノ

地球の裏側から
来る途中で

振動して変わって
いるのかも？



- ・ スーパーカミオカンデ
 - ・ **5万トン!** の純水を蓄えたニュートリノ検出器
 - ・ **ニュートリノ振動の発見でノーベル物理学賞受賞!**
- ・ しかし、まだわかっていないことはたくさんある
 - ・ ニュートリノ振動の精密測定
 - ・ **レプトンにおけるCP対称性の破れの測定**
 - ・ ハイパーカミオカンデ計画
 - ・ スーパーカミオカンデの**10倍の大きさ**
 - ・ 陽子は崩壊するのか？



ハイパーカミオカンデ



Hybrid Photo Detector

T2K実験

・ T2K実験

- ・ ν_μ ニュートリノビームを生成する**J-PARC加速器**
 - ・ 30GeVの陽子ビームを炭素標的に打ち込む
 - ・ 世界最高レベルの強度
- ・ 生成直後のニュートリノビームを調べる**前置検出器**
- ・ ニュートリノの変化を捉える**スーパーカミオカンデ**
- ・ **これら全てで京都大学の学生が活躍！**
- ・ $\nu_\mu \rightarrow \nu_e$ に変化する振動を世界で初めて発見！
- ・ これからは、「粒子と反粒子の振動の違い」を調べ、なぜ宇宙が物質できているのかという謎に迫る！

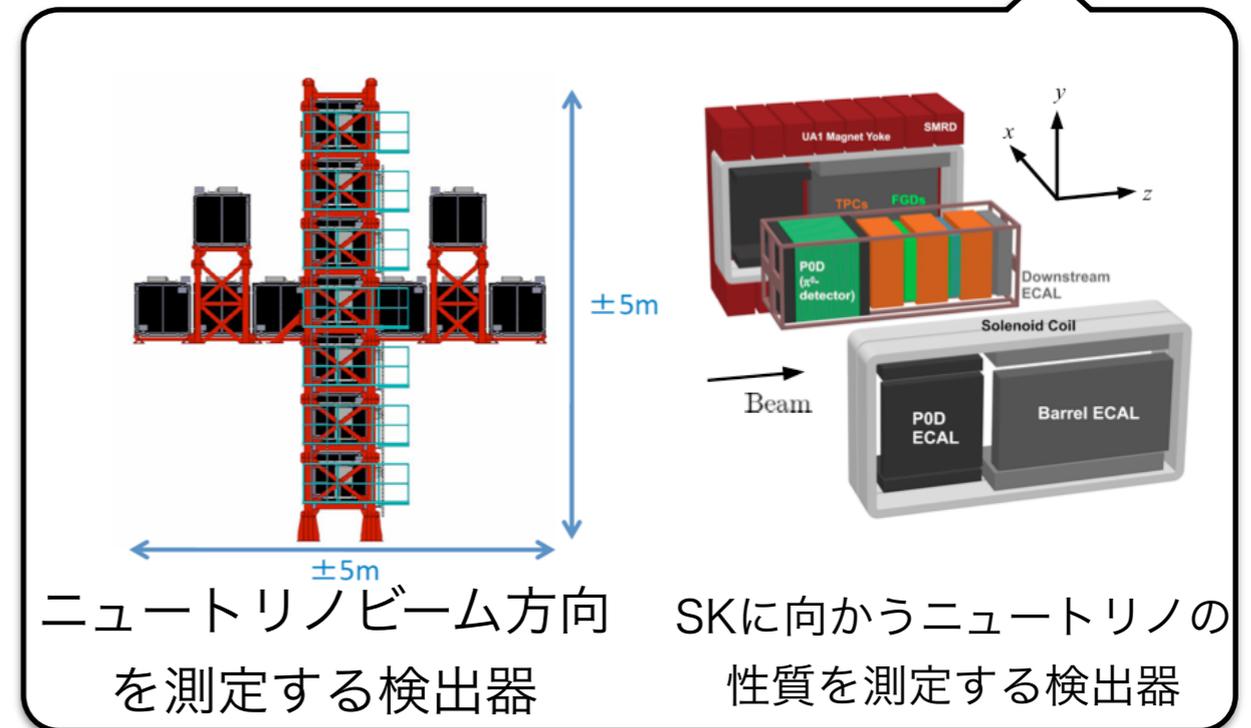
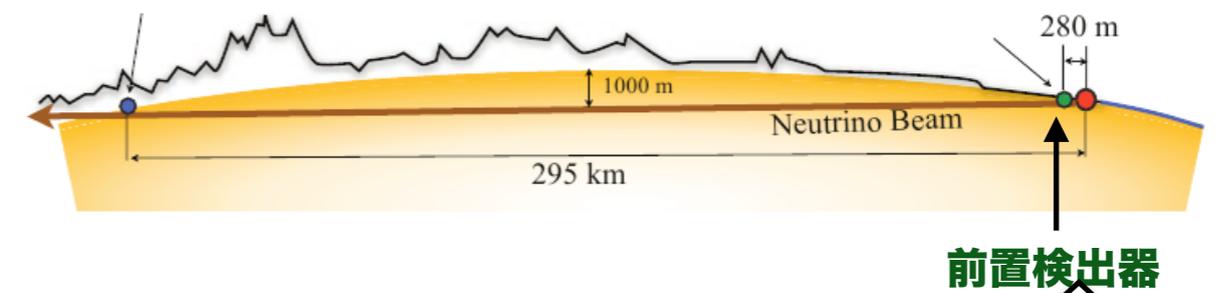


ν_μ と $\bar{\nu}_\mu$ は同じ数変化するか??



スーパーカミオカンデ

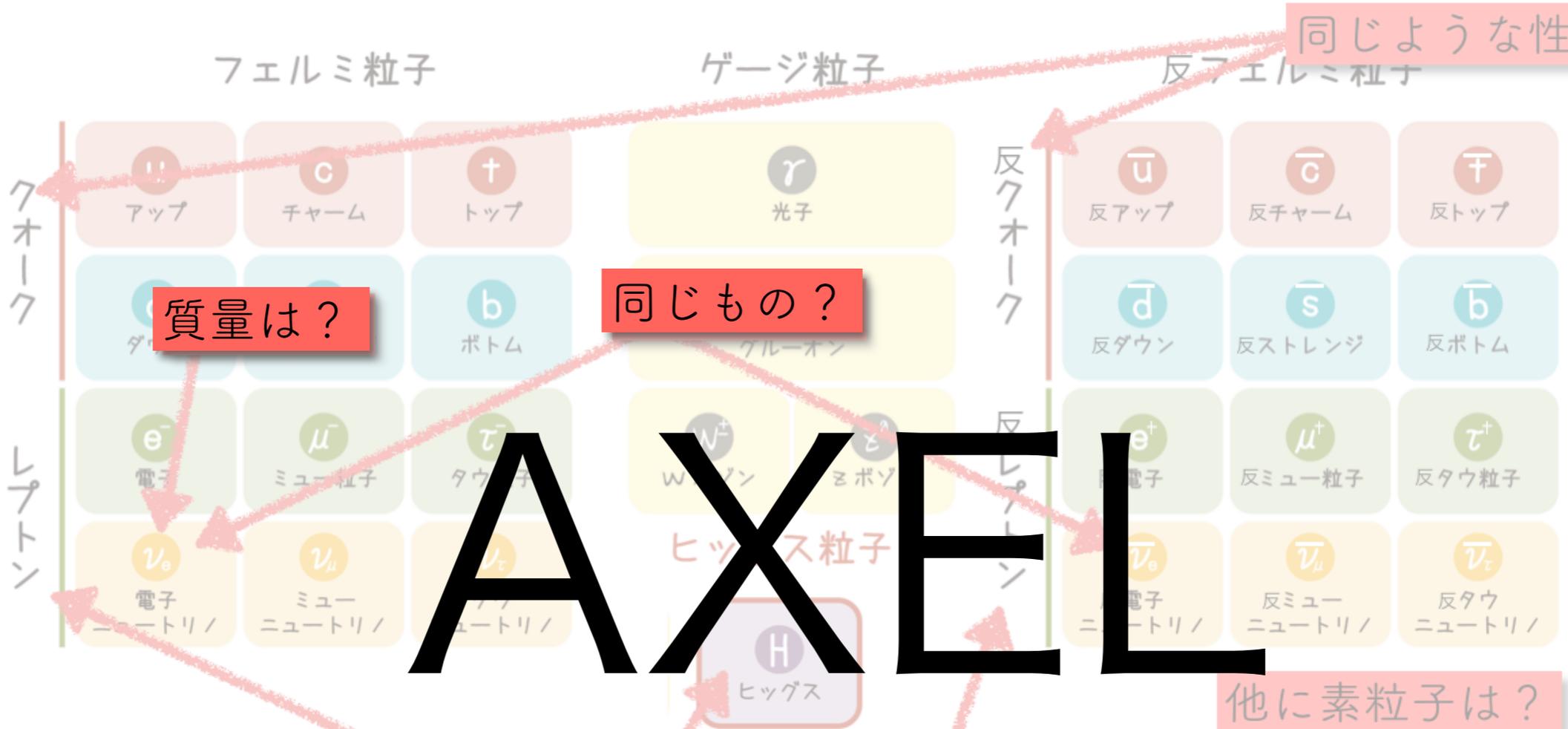
J-PARC加速器



ニュートリノビーム方向
を測定する検出器

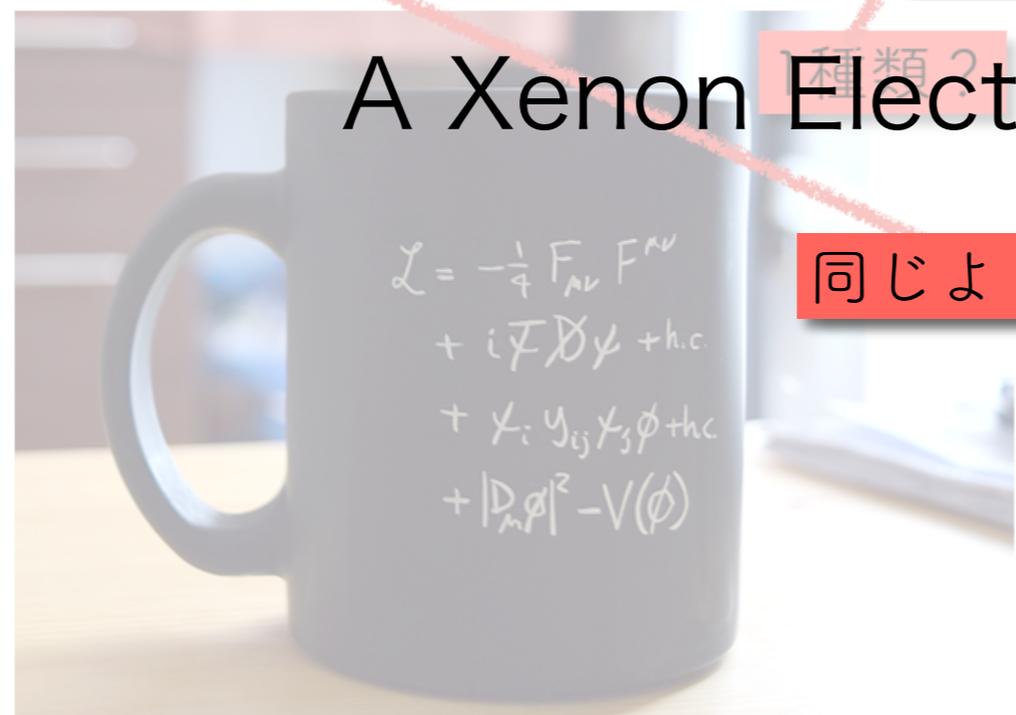
SKに向かうニュートリノの
性質を測定する検出器

数年以内に発見に立ち会える可能性！！



AXEEL

A Xenon ElectroLuminescence



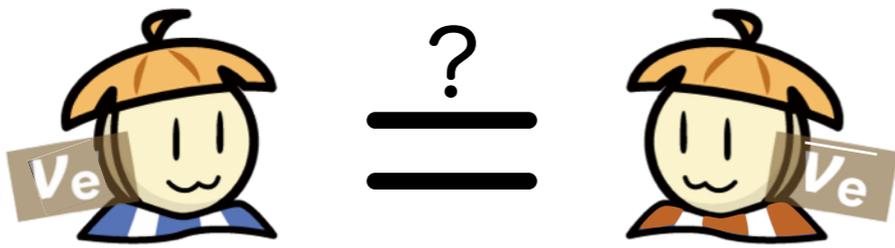
- 他に素粒子は?
- 他の力はないの?
- 重力は?
- ダークマター?
- 反物質はなぜ少ない?

などなど……

AXEL実験とは

知りたいこと

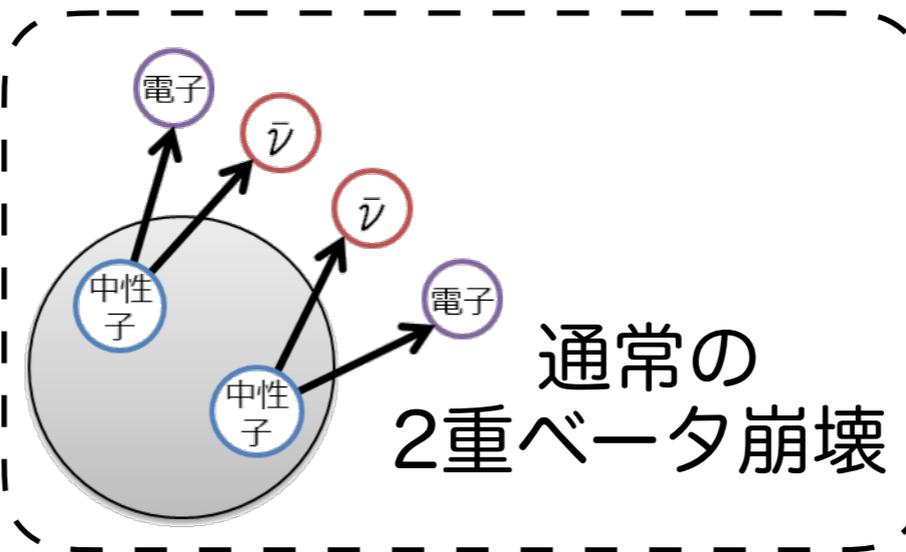
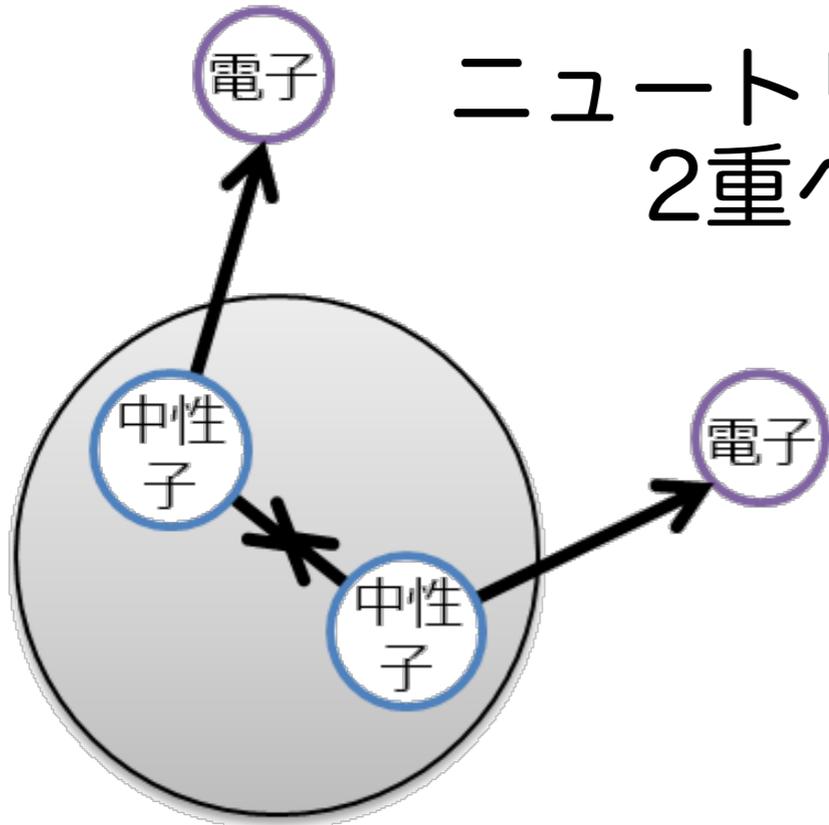
ニュートリノが**マヨラナ粒子**かどうか



つまり、ニュートリノと**反**ニュートリノが同一の粒子かどうか？

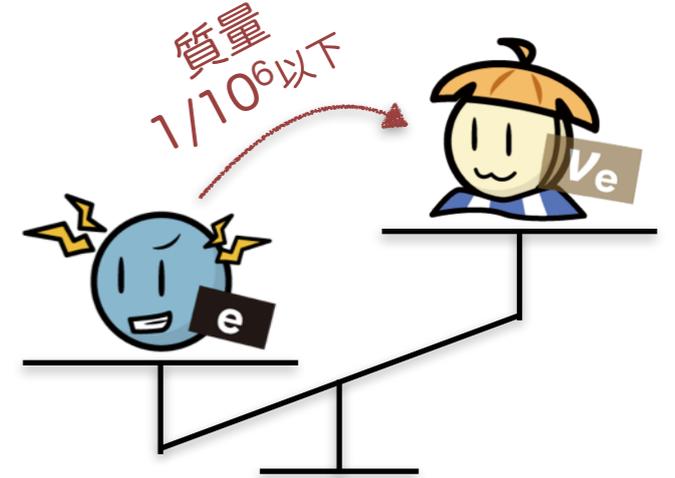
見たいもの

ニュートリノを伴わない
2重ベータ崩壊

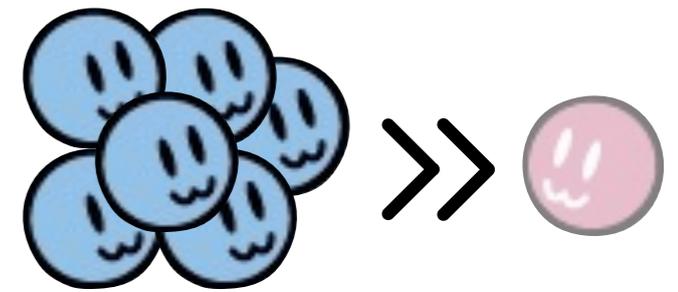


通常の
2重ベータ崩壊

わかること



ニュートリノが
異常に軽い理由



宇宙に反粒子が
ほとんど**存在しない**
理由

…への第一歩 19

やってること

2重ベータ崩壊は
非常に稀な現象なので…

確実に
識別する

高エネルギー
分解能

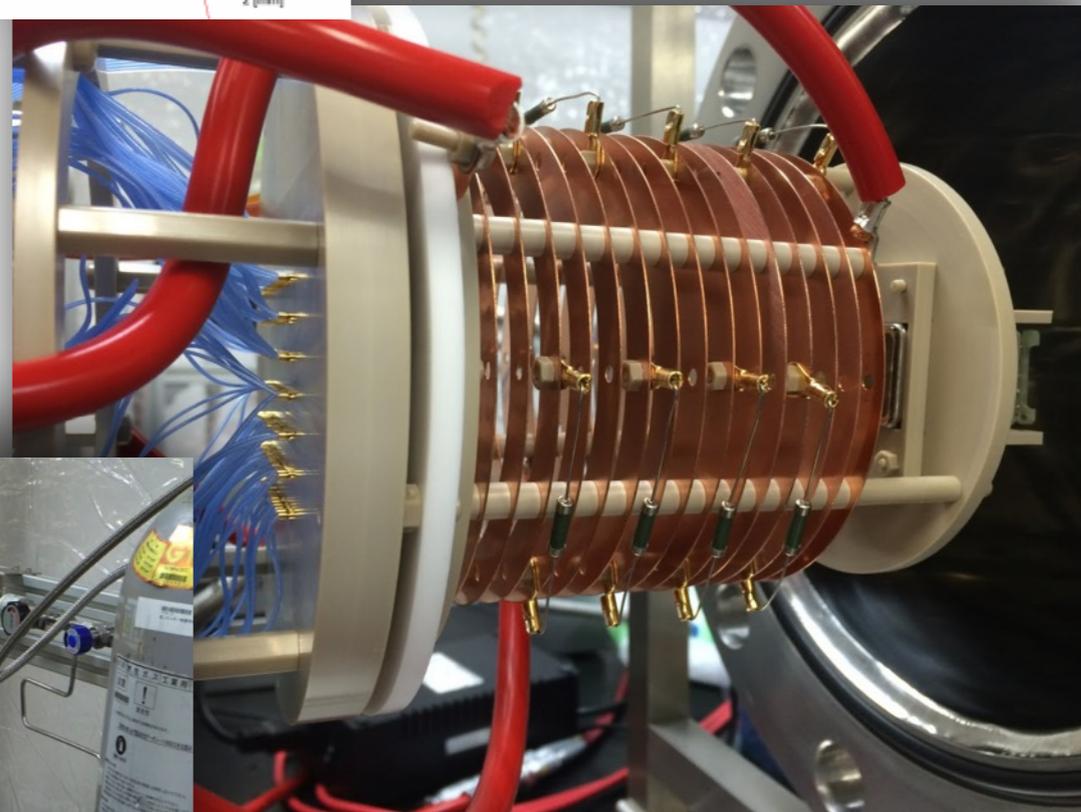
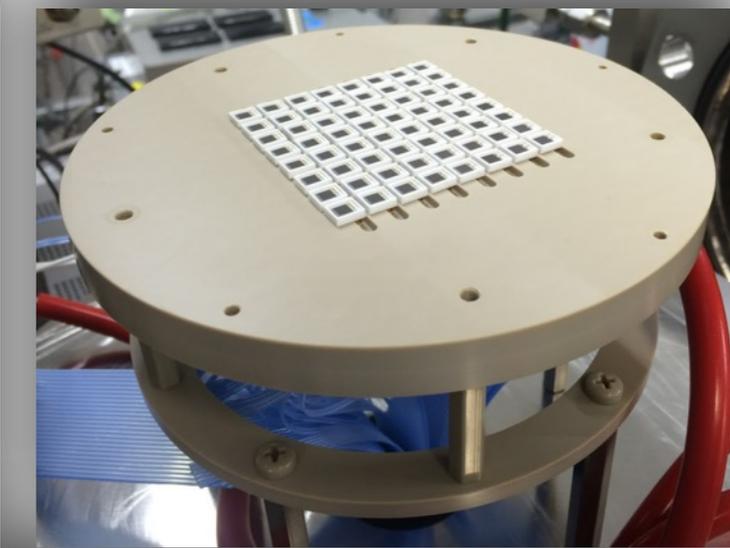
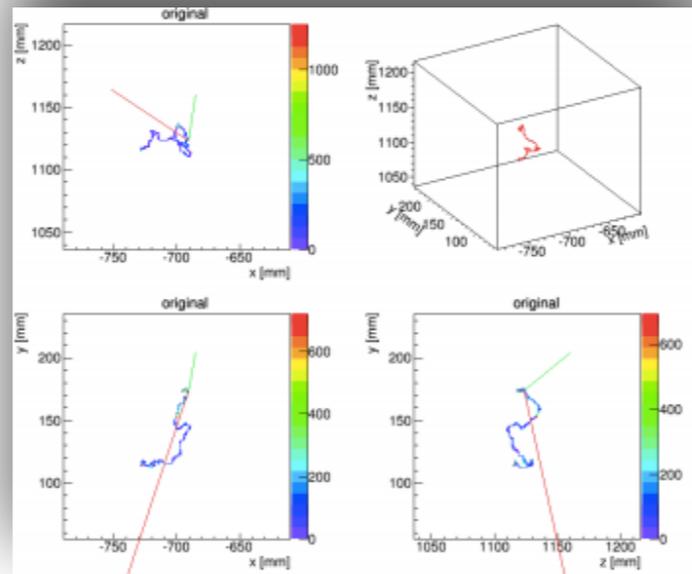
大質量

できるだけ多く
崩壊させる

低バック
グラウンド

間違ふ可能性を
少なくする

を持った
世界最高性能の検出器を
作成するべく研究中!!

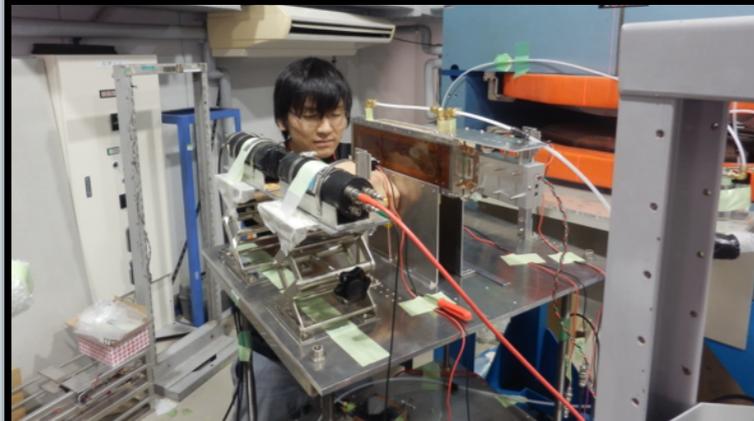
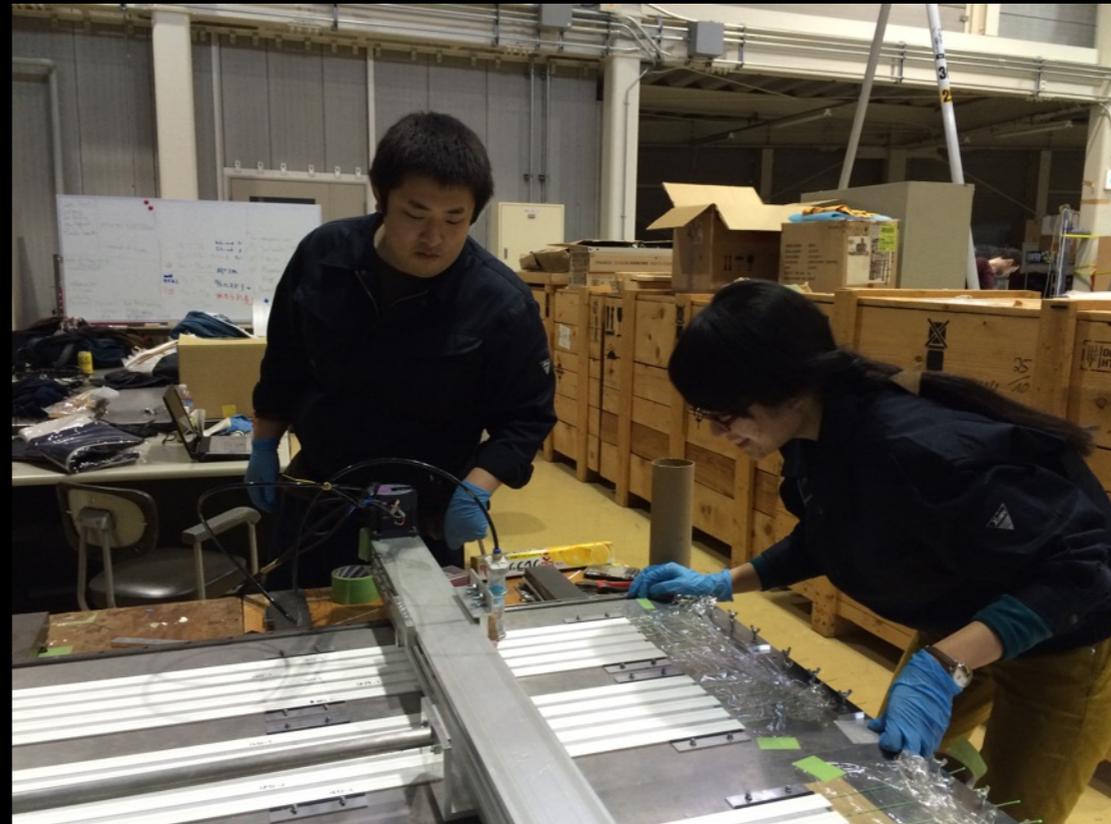
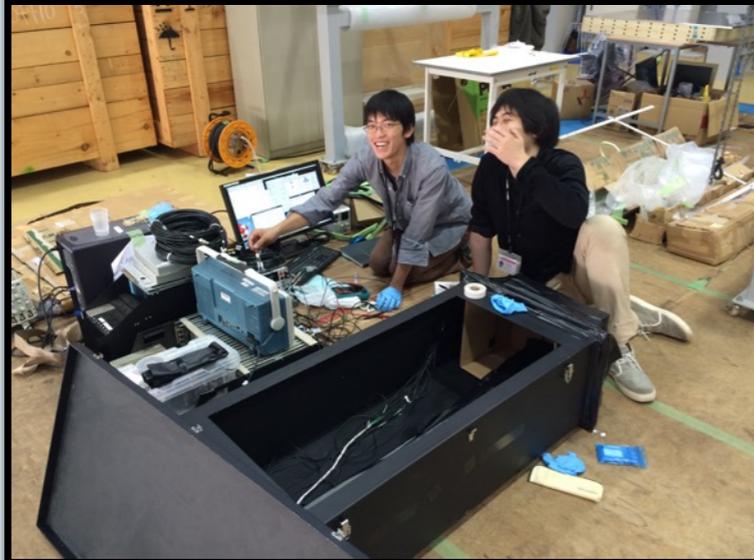
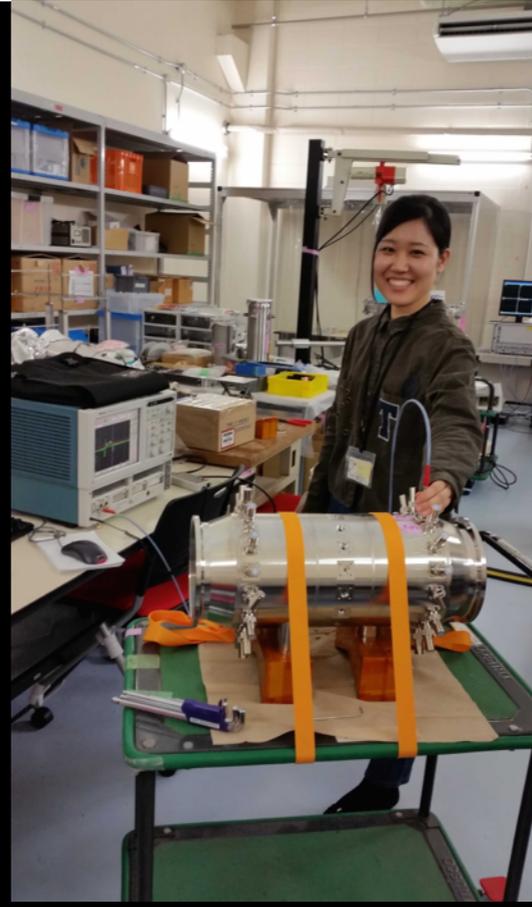
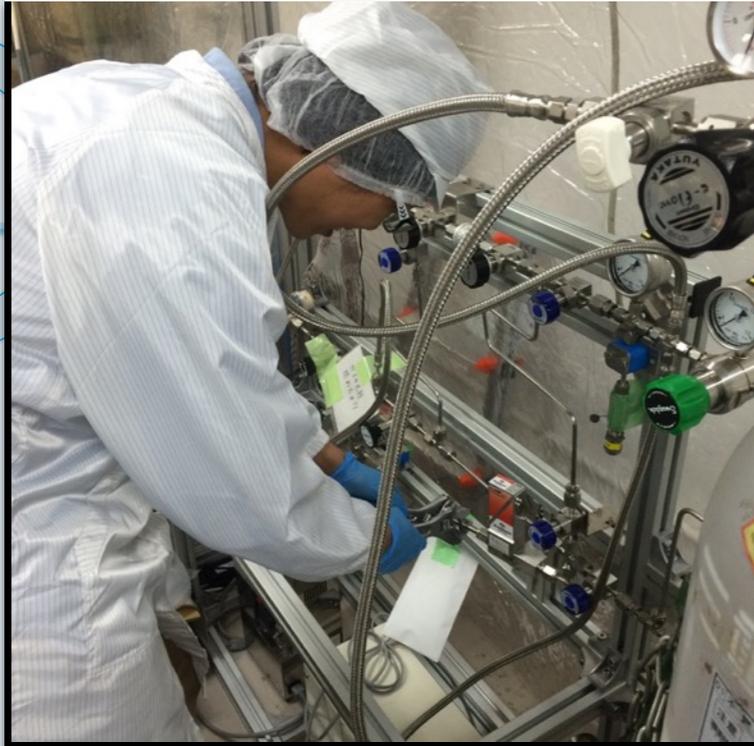


この後、309号室で
実物を見られます!!



研究生生活など

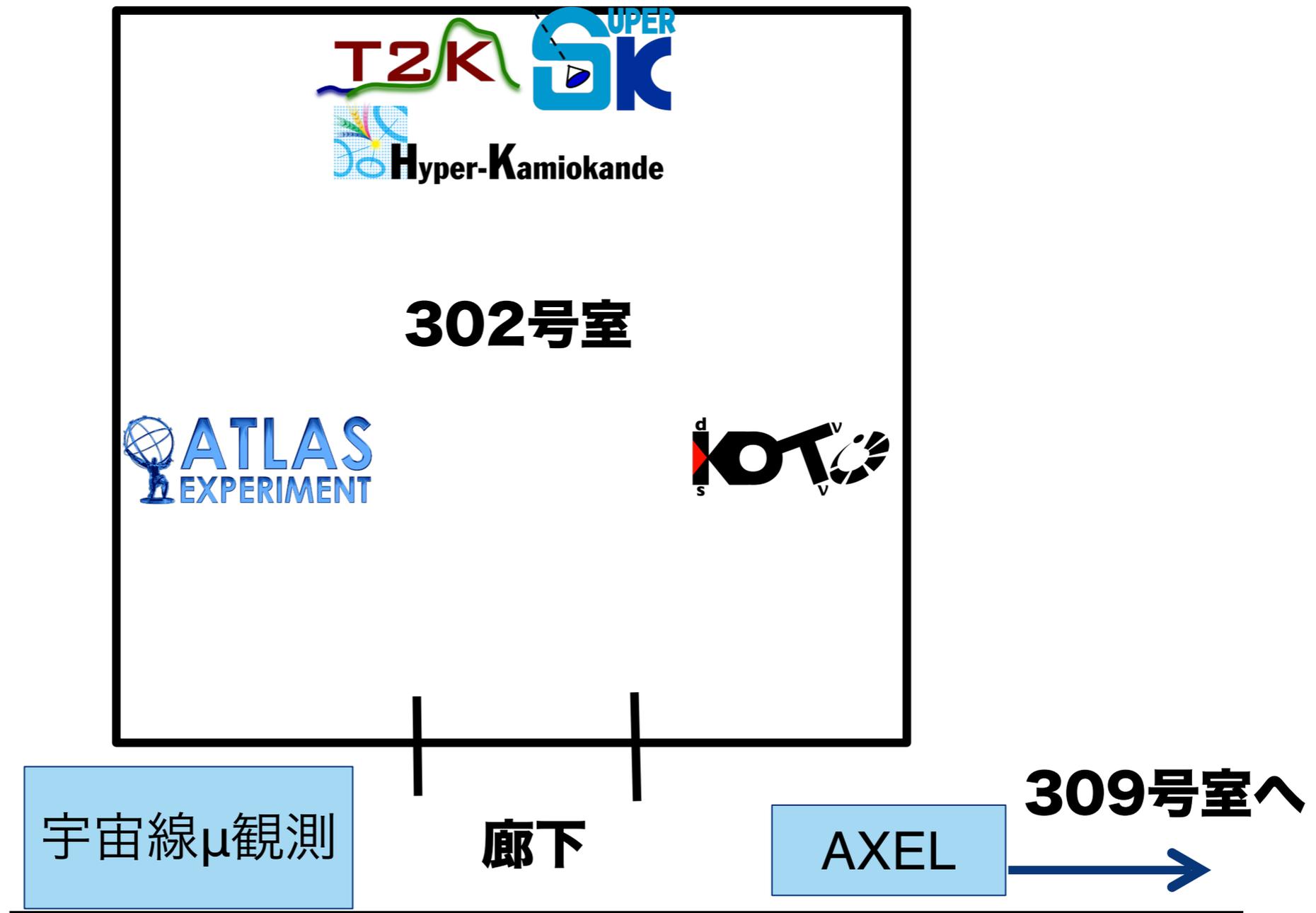
研究風景



このあと

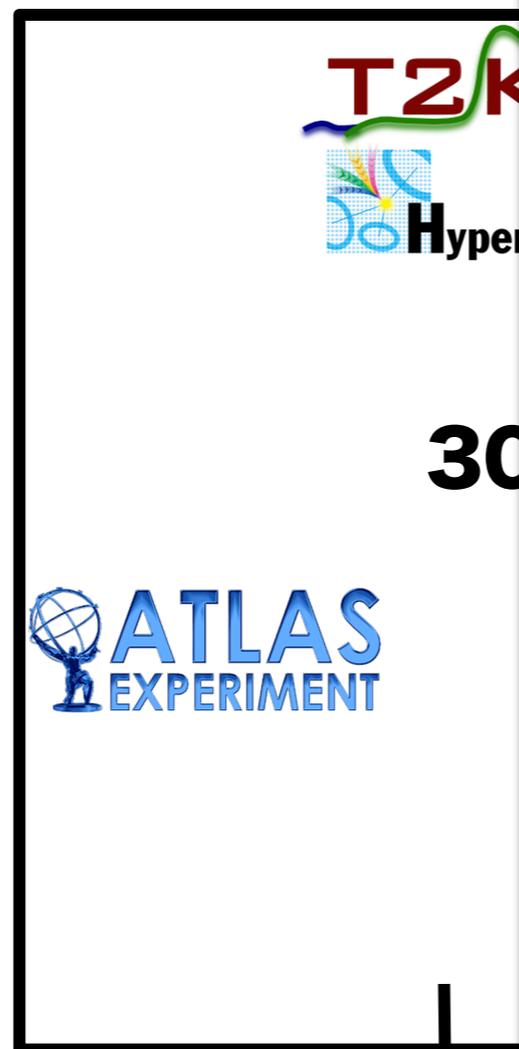
興味のあるところに行って話を聞いてください！

まえ



このあと

興味のあるところに行



宇宙線 μ 観測

宇宙線 μ 検出器：EDIT

- 素粒子を体感しよう！ -

宇宙から降り注ぐ、
今も私たちの体を突き抜ける
宇宙線 μ を廊下でリアルタイムで検出中！

