

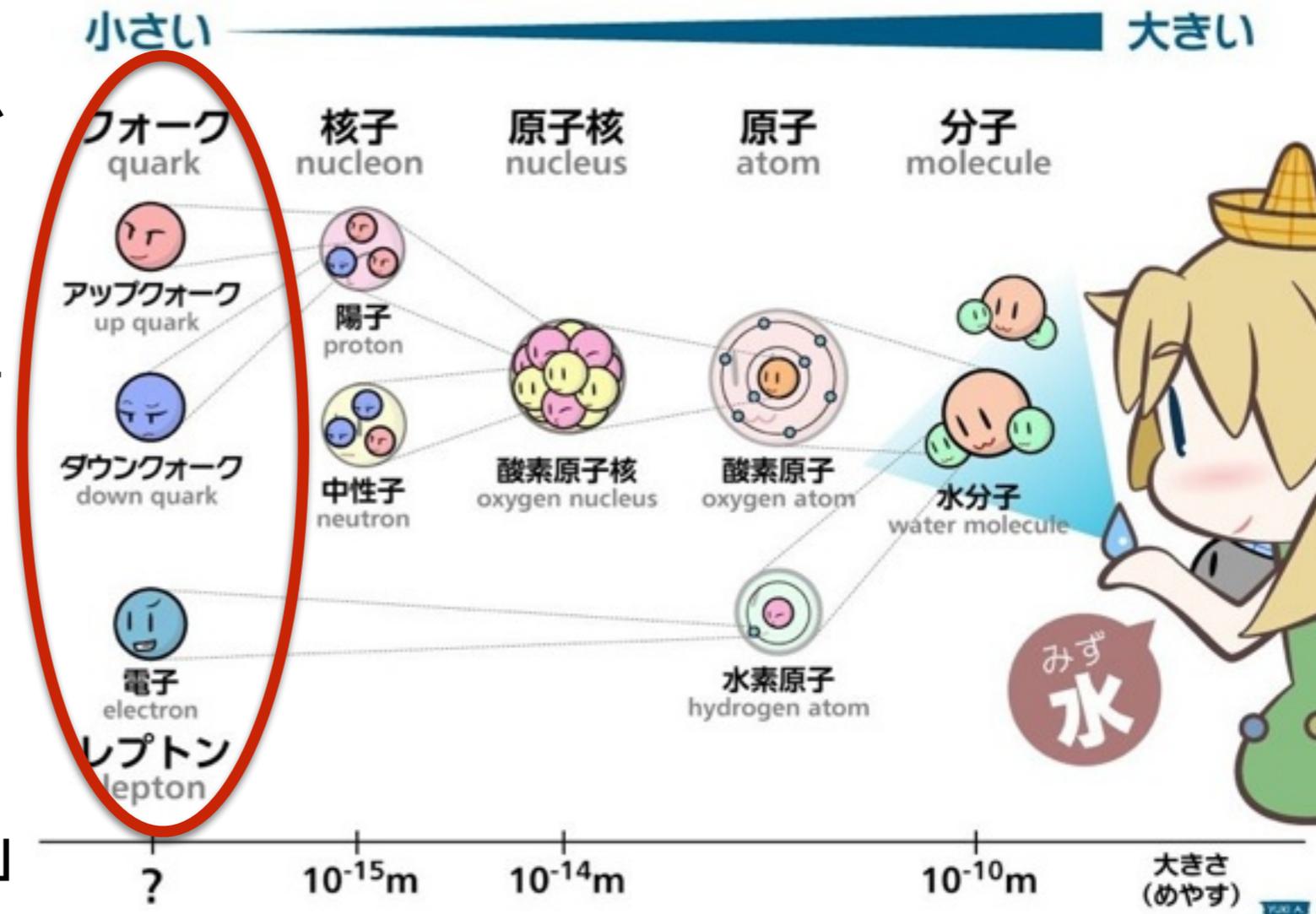
素粒子物理学

2014年6月13日

@5号館302号室

素粒子物理学について

物質を構成する最小単位である素粒子や空間の性質、起源を解明していく物理学

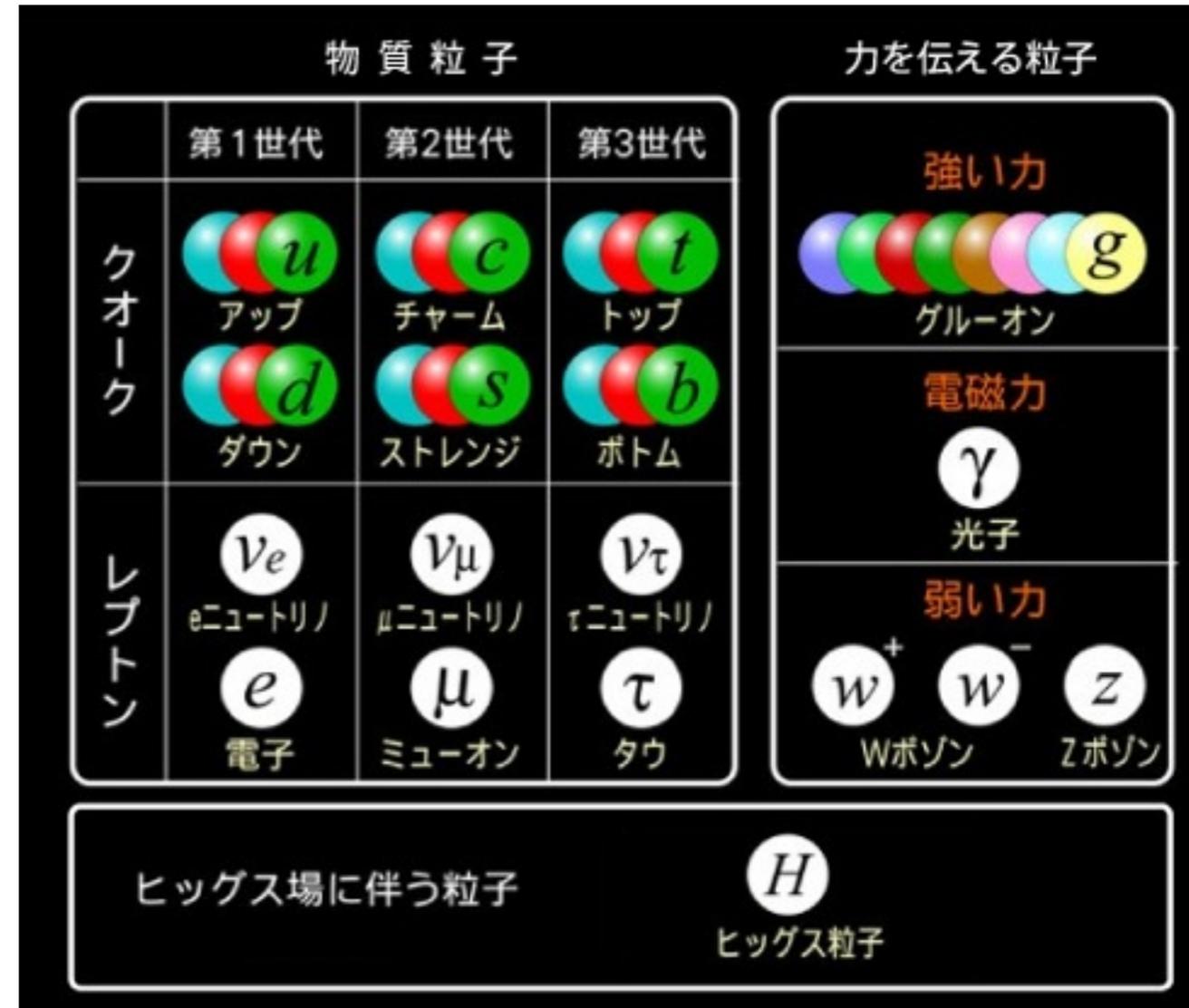


通称 「**高エネルギー物理学**」

細かく見るには、高エネルギーの実験が必要

標準模型 (the Standard Model)

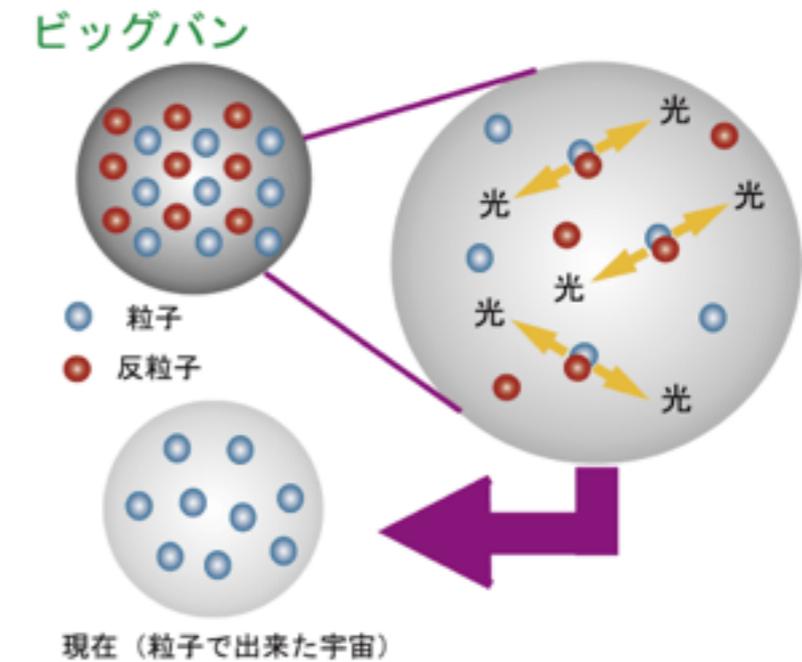
- 物質を構成するフェルミオン、力を媒介するゲージボソン、質量を与えるヒッグス粒子で素粒子世界を記述する理論
- ほぼ全ての実験結果を説明できる理論



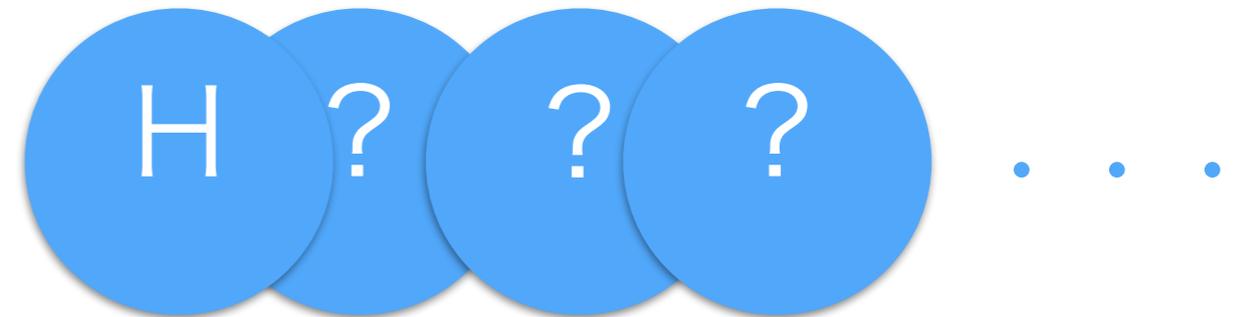
標準模型でも説明できない物理

観測済

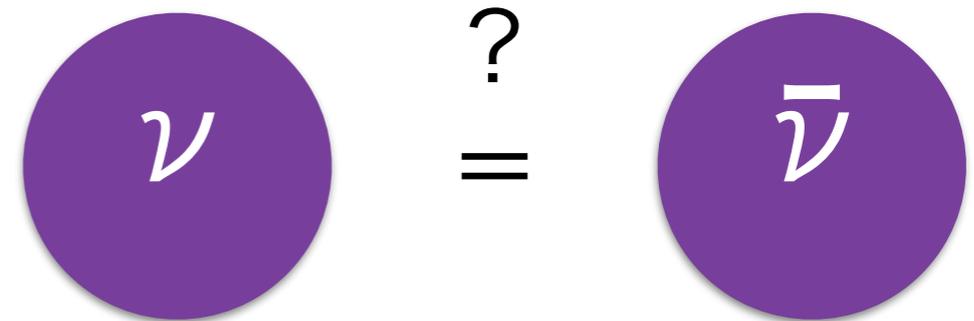
- ニュートリノが質量を持つ
- 物質優勢宇宙 (CP非保存) ?



- ヒッグス粒子は何種類？



- ニュートリノはマヨラナ粒子？



..etc

標準模型を超える物理 (新物理) を探索する！

素粒子の謎解明へのアプローチ

JPARC@茨城県
東海村



エネルギーフロンティア

ATLAS



LHC

強度フロンティア

T2K
KOTO

宇宙ミックフロンティア

地下実験



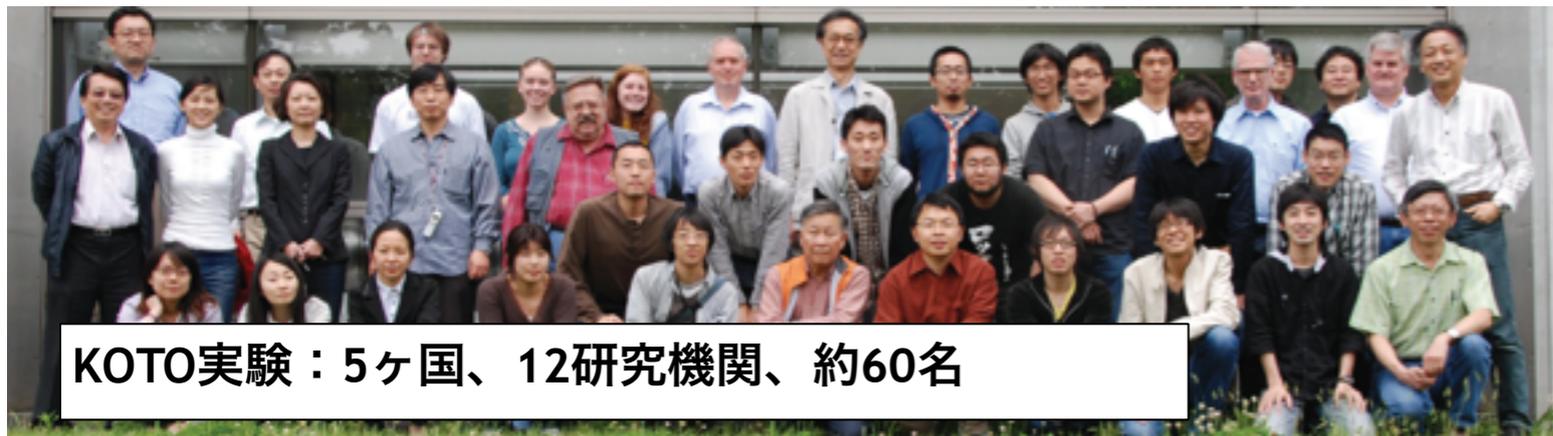
岐阜県神岡市

実験グループ

T2K実験：11ヶ国、59研究機関、約500名



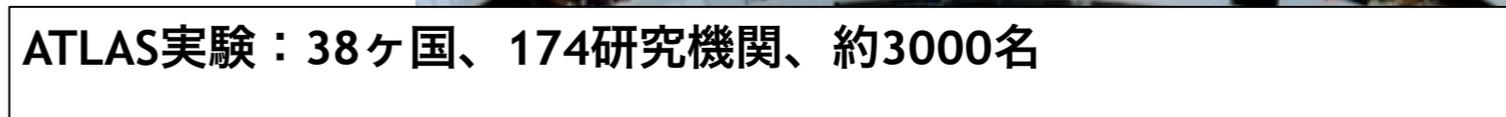
KOTO実験：5ヶ国、12研究機関、約60名



AXEL実験：京都大学、約10名



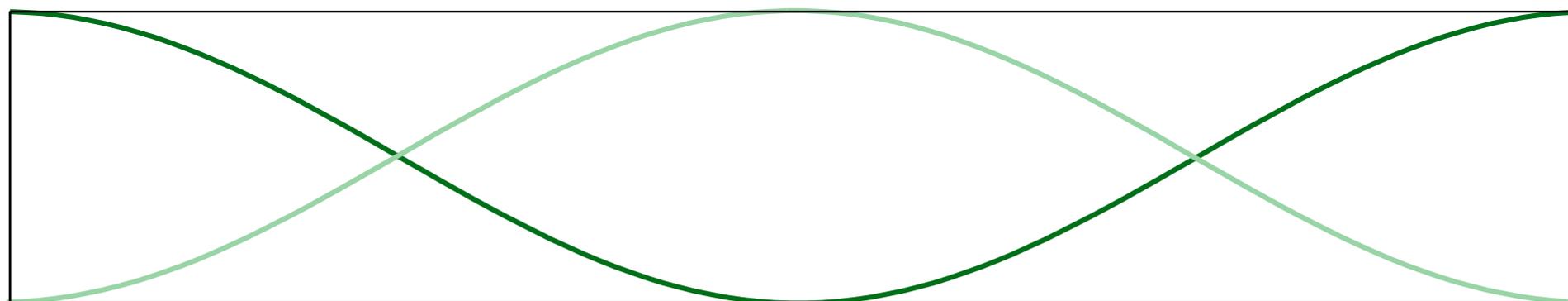
ATLAS実験：38ヶ国、174研究機関、約3000名



- ニュートリノは素粒子の1つ
- ニュートリノは3種類ある
(実はもっとあるかも)
- 飛行中に種類が変わる事がある
(ニュートリノ振動)

電子ニュートリノ (ν_e)ミューニュートリノ (ν_μ)タウニュートリノ (ν_τ)

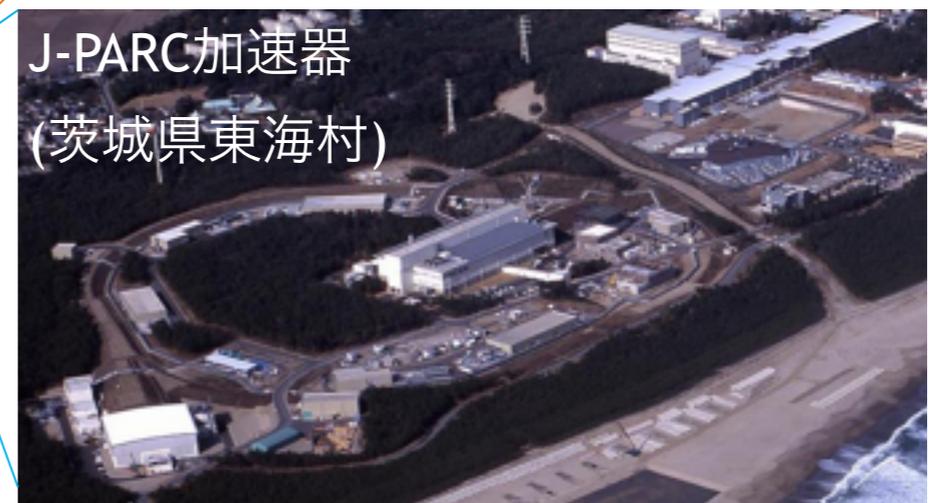
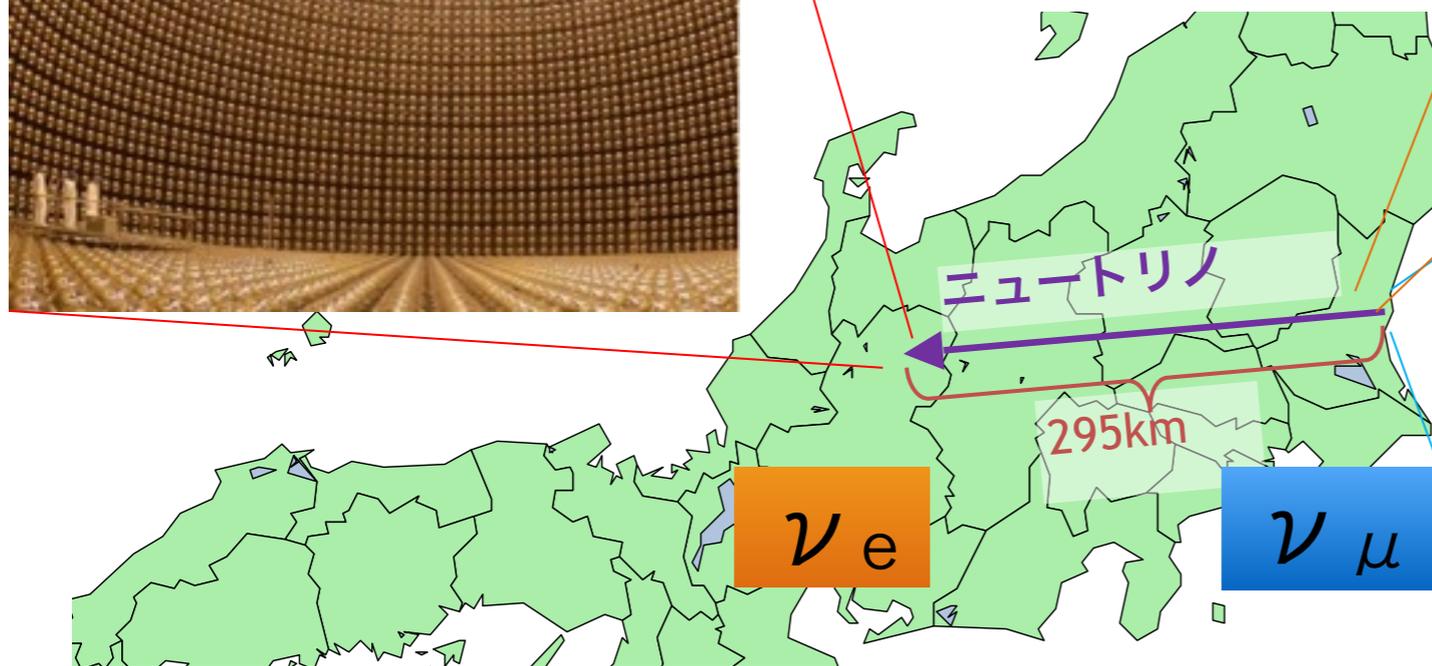
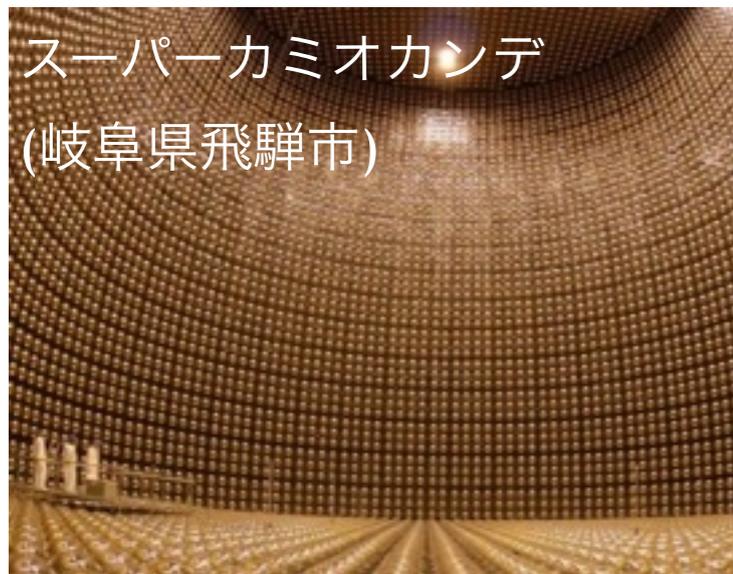
割合



飛行距離

T2K長基線ニュートリノ振動実験

- ・ J-PARC加速器により大量の ν_{μ} を生成
- ・ 生成点直後の前置検出器と295 km離れたスーパーカミオカンデ検出器によりニュートリノを測定



これまでのT2K実験の結果

- $\nu_{\mu} \rightarrow \nu_{e}$ の変化を発見(世界初)
- ν_{μ} からそれ以外への変化を世界最高精度で測定

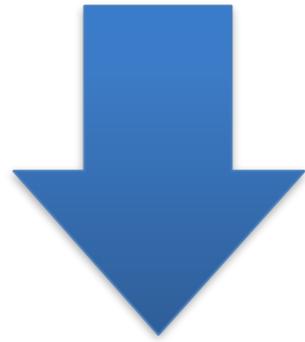
2013年7月の記事



CP対称性は破れているのか、謎がまだまだある！

物質優勢宇宙の謎

物質と反物質の非対称性
(CP対称性の破れ)



小林益川理論で説明できないCP破れを探す！
その探索に有効な崩壊モードが

$$K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$$



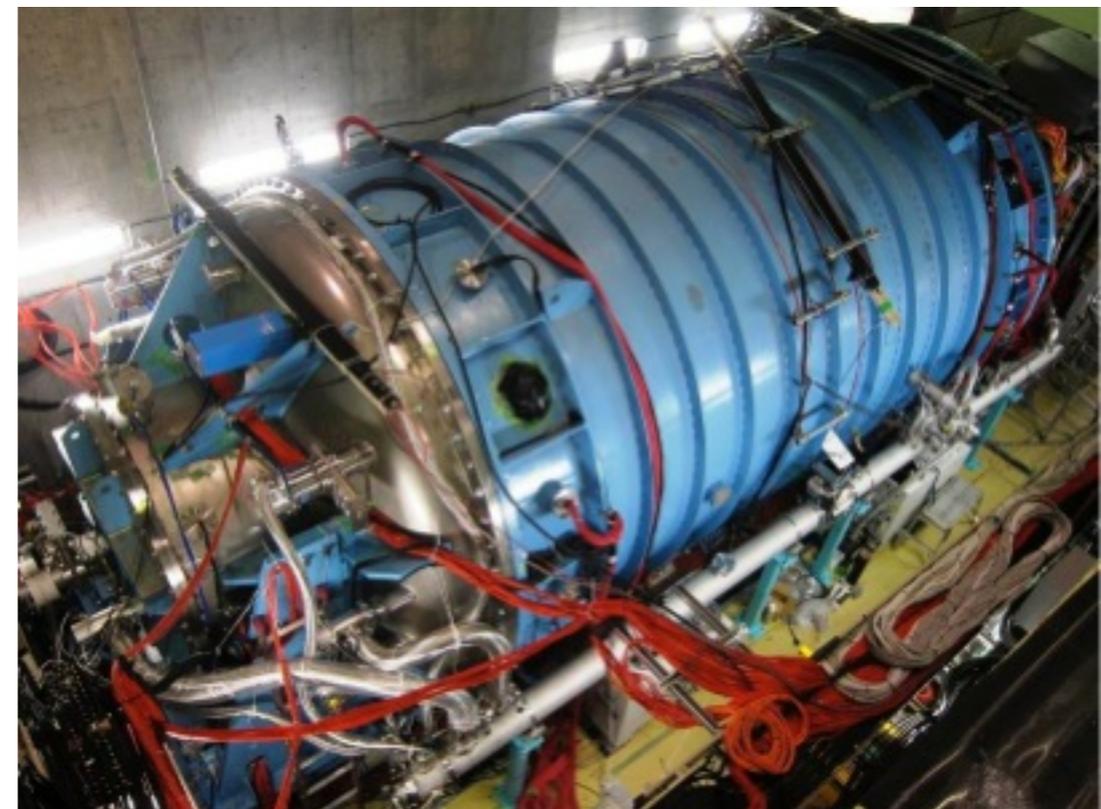
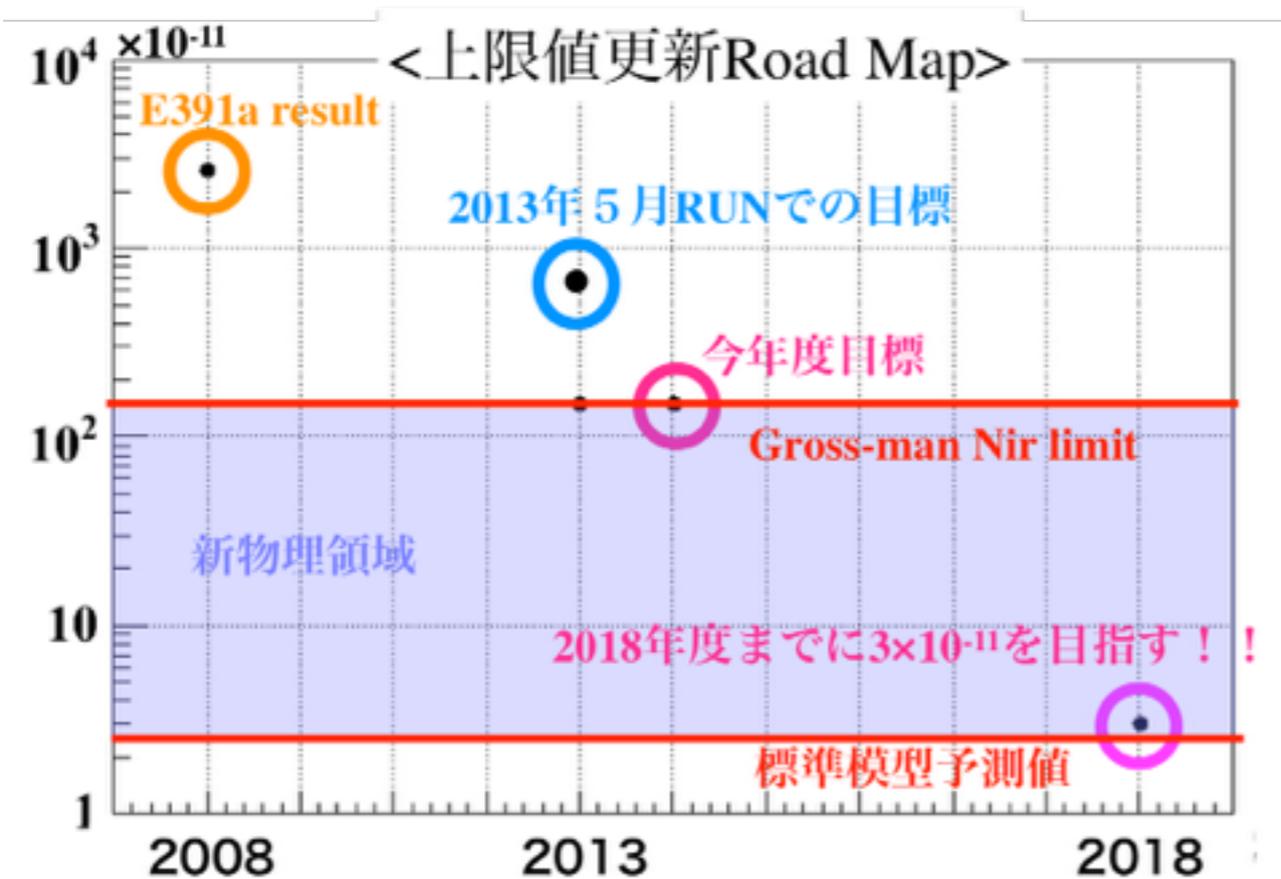
KOTO実験 今までとこれから

昨年準備を終え、初めての物理ラン

▶ $K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$ の発見感度世界記録更新を目指し鋭意解析中！

検出器をUpgradeして新物理領域へ踏み込み、 $K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$ 事象の世界初観測を目指す！！

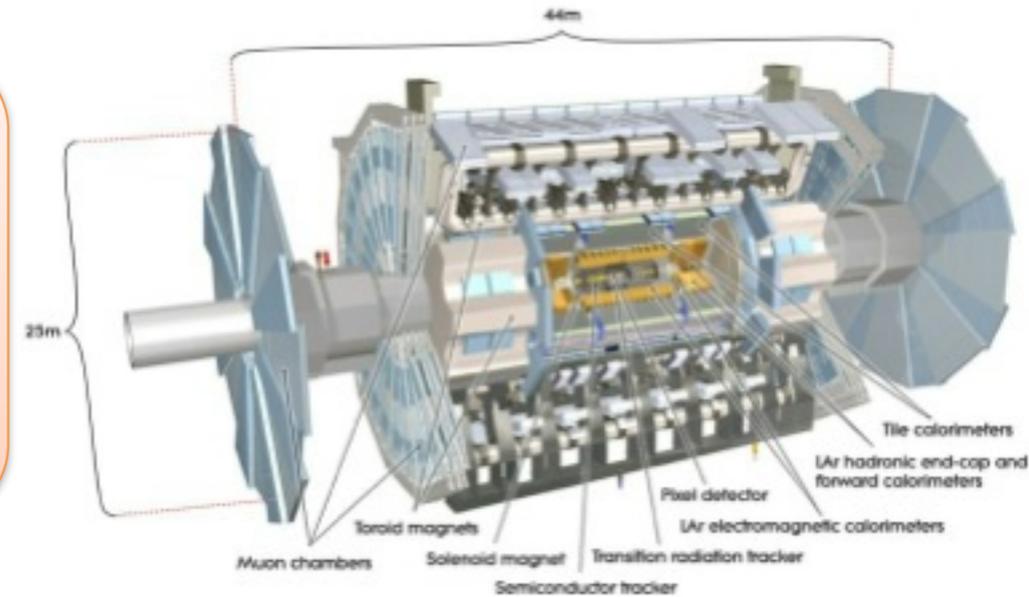
KOTO検出器@J-PARC



ATLAS実験

ATLAS実験とは？

世界最高エネルギーの陽子陽子
衝突型加速器**LHC**を使用した実験



東京新聞

・ 2012年7月

ヒッグス粒子発見！

-ヒッグス粒子は質量の起源

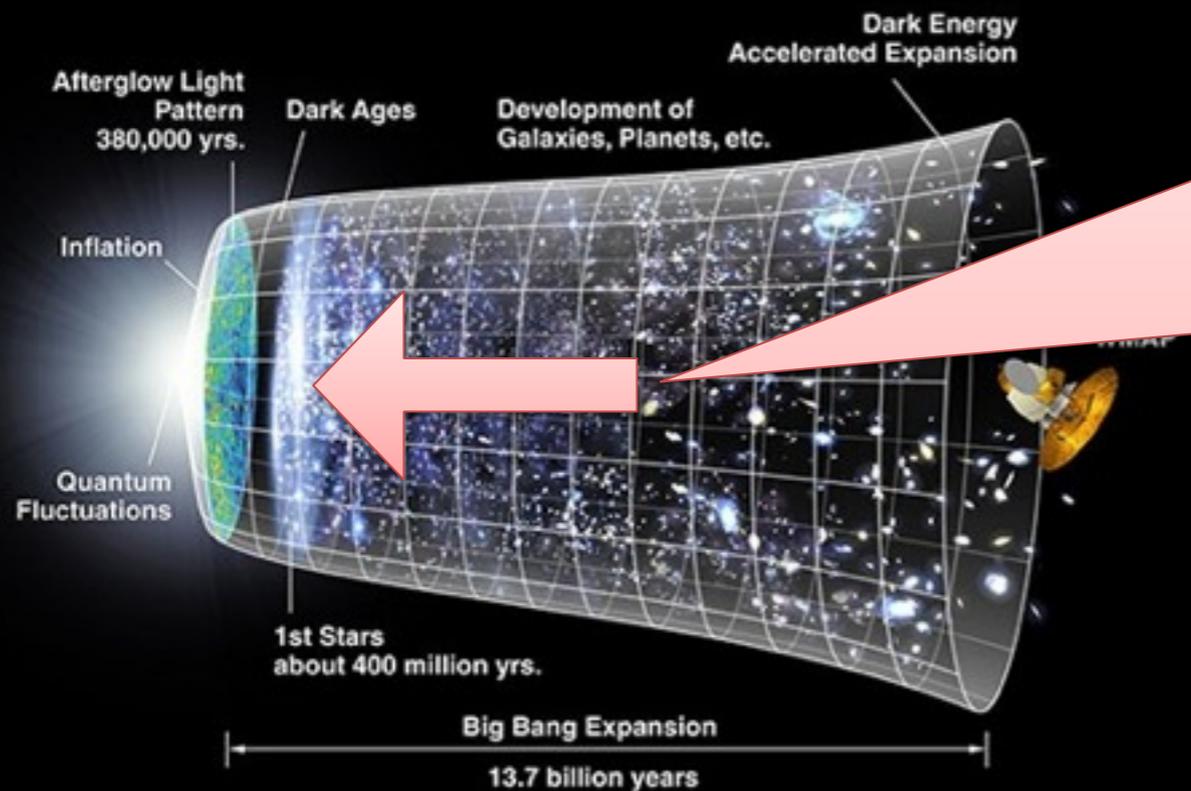
-長年に渡って探索が行われていた

世界最高エネルギー

• 更なる高エネルギーへ

- アップグレードに向けてLHCは運転停止中
- 2015年世界最高エネルギー（**13TeV**）で運転再開

未知の領域へ



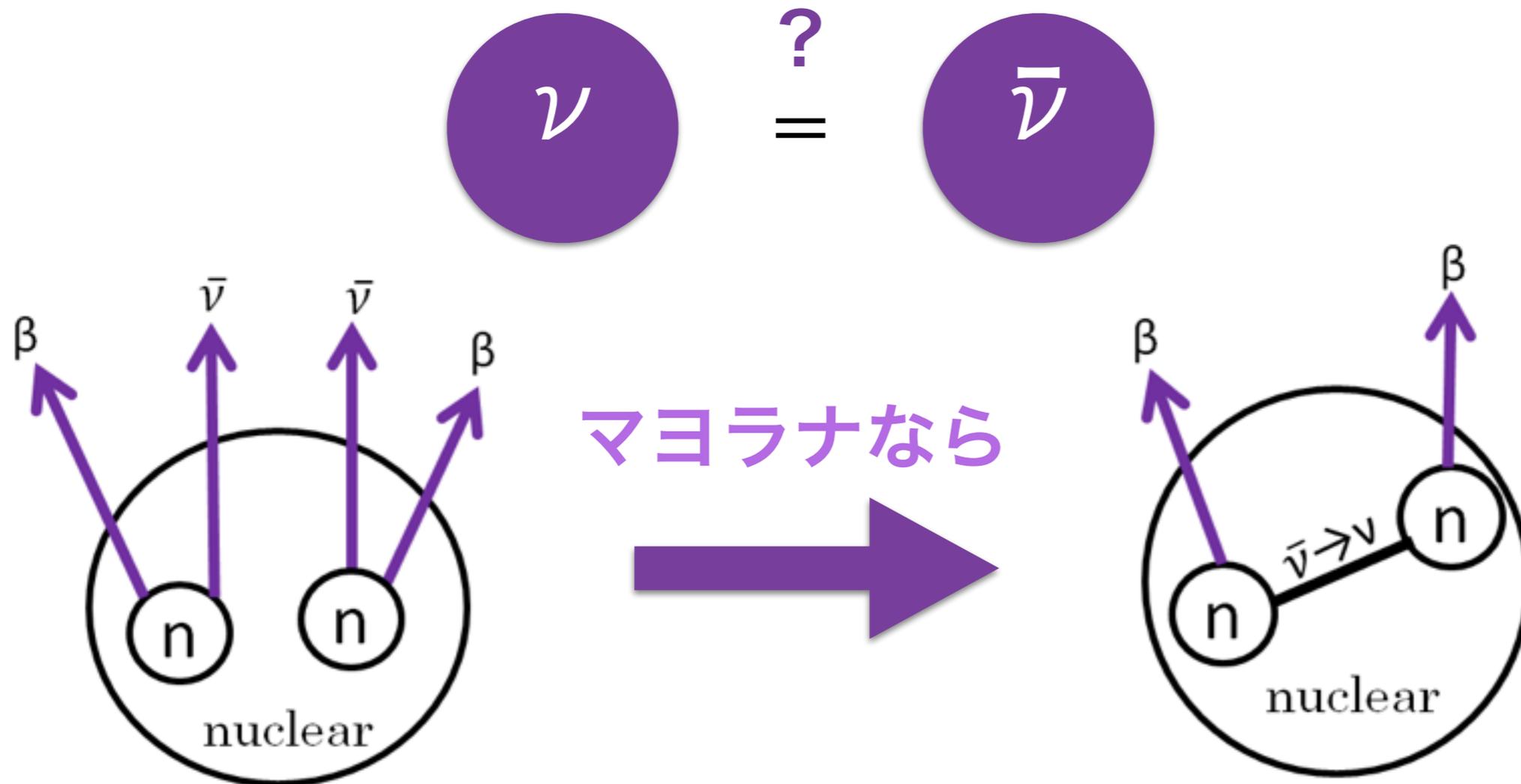
宇宙の始まりの様子

エネルギーを上げた
探索は宇宙の始まり
を知るための王道だ！

AXEL($0\nu\beta\beta$ 崩壊探索)

A Xenon ElectroLuminescence detector

ニュートリノがマヨラナ粒子かを調べる実験

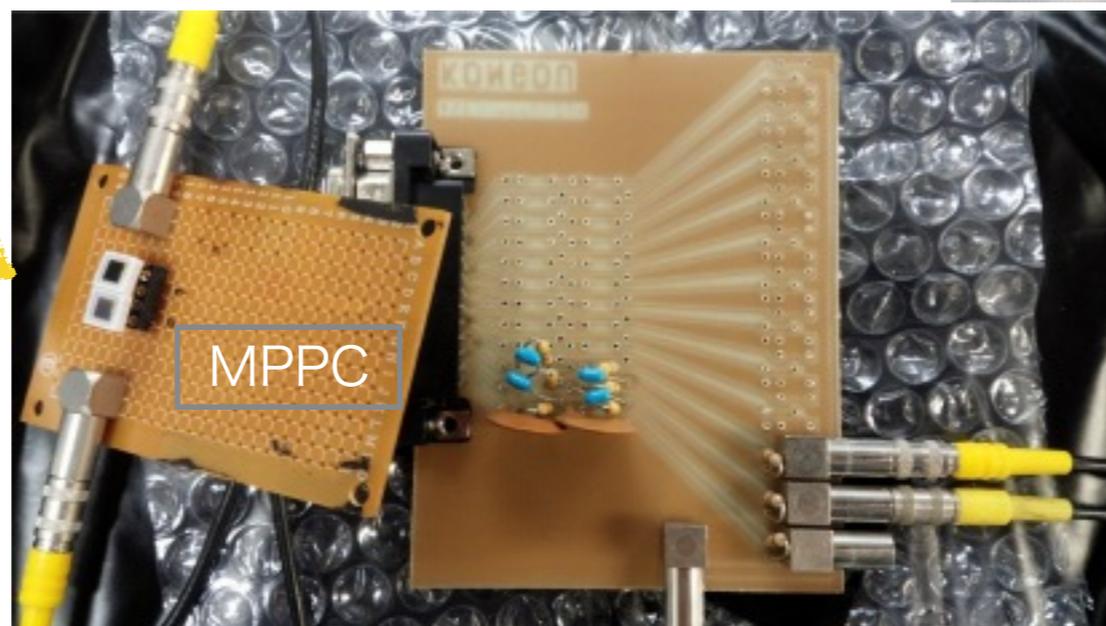
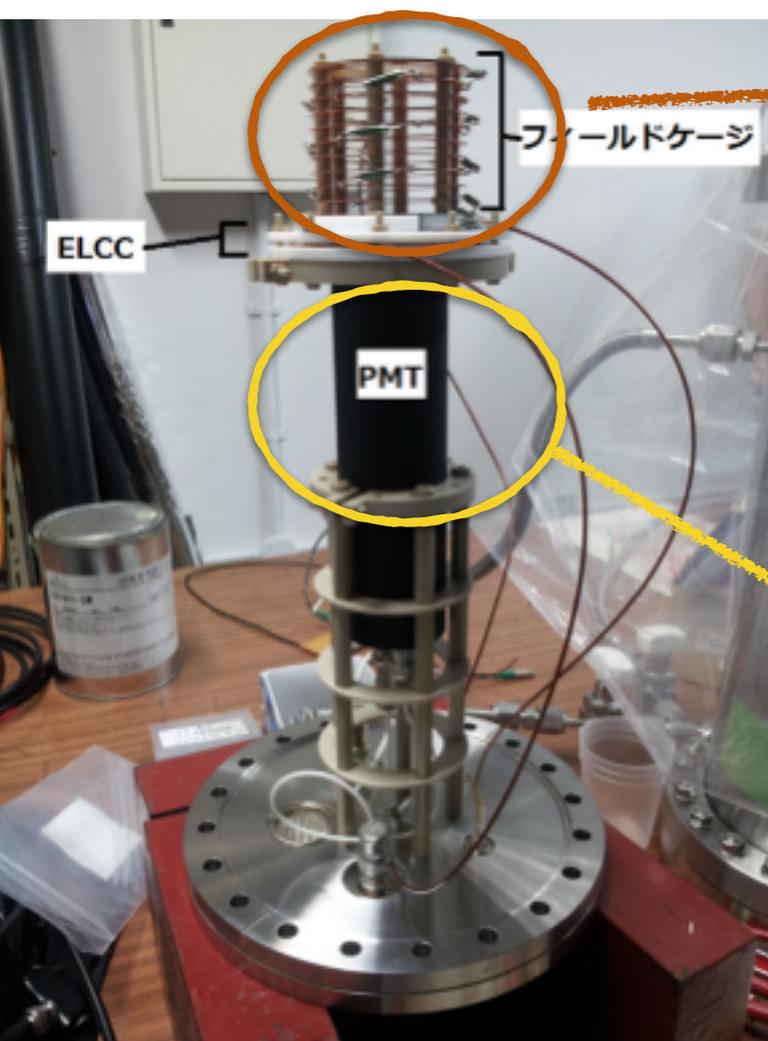


▶観測できればニュートリノの絶対質量に制限がつく

AXEL($0\nu\beta\beta$ 崩壊探索)の現状とこれから

—昨年からはまったばかりのプロジェクトだが、目標の性能まであと少し！

検出器の大型化に向けて現在奮闘中！



- ▶ ニュートリノにおけるCP対称性の破れの検証
- ▶ $K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$ の発見
- ▶ ヒッグス粒子の性質の解明
- ▶ ニュートリノのマヨラナ性の検証



世紀の発見に

直に出会える

チャンス！



高エネに入ってその後

- 修士課程

M1前期	M1後期	M2前期	M2後期
講義・ゼミ	研究（検出器開発）		修士論文
	学会	学会	学会

- 博士課程

一本実験、データ解析 → 博士論文

2011年度

優秀修士論文賞を受賞
木河さん（現在D3）



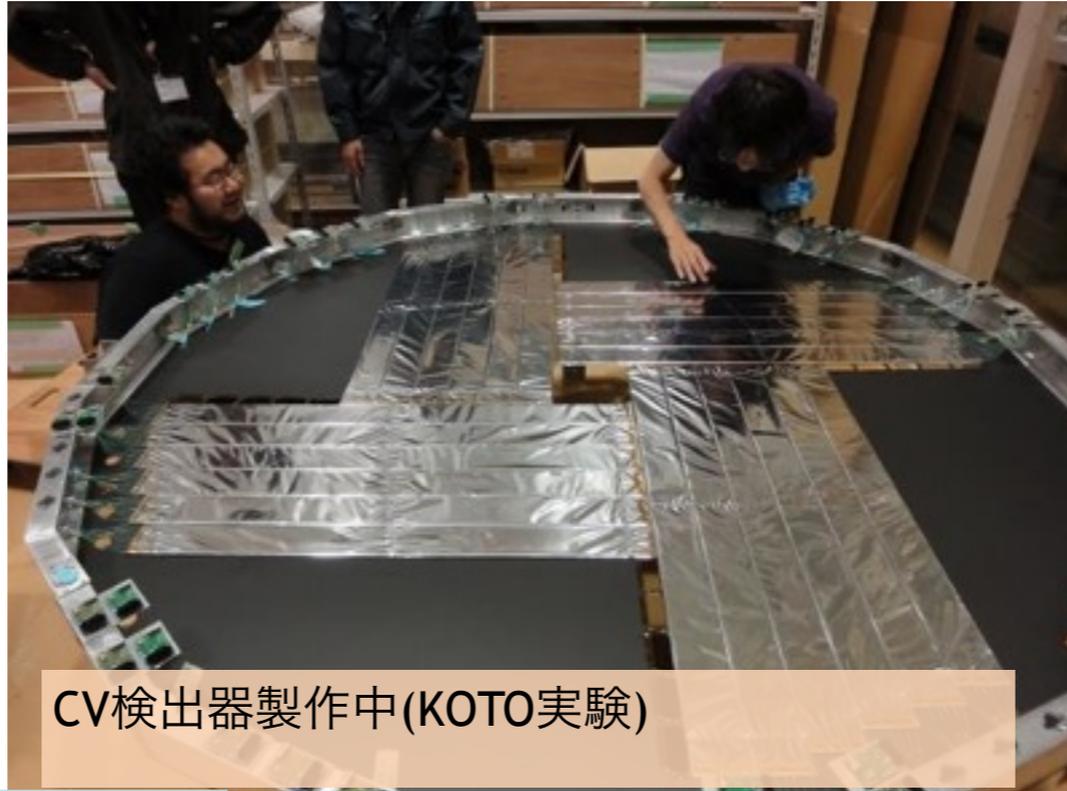
2013年

日本物理学会
若手奨励賞を受賞
松岡さん
(2010年度卒業)



研究風景

学生が主体となって検出器を開発しています！



CV検出器製作中(KOTO実験)



EDIT検出器準備中

ビームテスト (T2K実験)



TGCの作業中



是非、一緒に研究しましょう！

素粒子があなたたちを待っています！

08.研究以外の趣味は？(複数回答ok)

- お昼寝
- テニス
- 映画
- 漫画喫茶
- 睡眠（1日12時間以上）

09.高エネに入ってよかった？

10.指導教官について

11.進路について

院生のとある一日①

8:00 起床
8:00～9:00 朝の読書
9:00～11:00 ミーティング
11:00～12:00 回路基板図面作成
12:00～14:00 サイクリング
14:00～16:00 昼寝
16:00～18:00 夕食
19:00～20:00 はんだ付け (続き)
20:00～22:00 測定
22:00～22:30 シャワー・歯磨き等
22:30～23:30 嫁と戯れる
22:30～26:00 測定 (続き)
26:00 就寝

9時：起床
10～12時：ミーティング
12～13時：ご飯
13～18時：解析&論文執筆
19～24時：解析&論文執筆
25時：就寝

院生のとある一日②

7:00~9:30 起床&解析 眠い

9:30~11:00 ミーティングという事を忘れていて電話で呼び出される。急いで移動&出席

11:00~12:30 また移動&昼食。雨で結構ぬれる。魚康でマグロづけ丼定食。うまい。

12:307:00 ~ 9:30 起床&解析 ねむい

9:30~11:00 ミーティングという事を忘れていて電話で呼び出される。急いで移動&出席

11:00~12:30 また移動&昼食。雨で結構ぬれる。魚康でマグロづけ丼定食。うまい

12:30~15:30 また解析

15:30~16:30 歩いて移動&解析のプログラムを走らせる。雨ですぶぬれ。

16:30~16:45 ミーティング

17:00~18:00 また移動&解析。またぬれる。

18:00~18:30 夕食。卵とじ天丼定食うどん大盛り。うまい

18:30~19:30 ぬれすぎて気持ち悪かったので帰って風呂。

19:30~24:00 解析やら読書やらネットサーフィンやら。あんまり覚えてない。

24:00 就寝

院生のとある一日③

- ・ 午前中：ミーティング
午後：解析
夜：実験
- ・ きょうはなんにもないすばらしい一日だった
- ・ 目を開けるとそこは研究室だった

院生のとある一日④

- きょうはなんにもないすばらしい一日だった
- 目を開けるとそこは研究室だった

学部生に伝えたい事

- 電磁気学とプログラミング言語（高エネ業界的にはC++やpython）のお勉強はきっちりとやっておくことをお勧めします。
- 積みゲーの処理は学部うちに。
- 素直な目と優しい心を忘れずに研究に励みましょう
- 個性的な人が多くて楽しい研究室です

学部生に伝えたい事

- やっぱ律っちゃんすわ
- ここ（高エネ）は俺が引き受けるから、その間に逃げるんだ！
- マジキチがたくさんいる、マジキチな研究室です☆我こそはと思うマジキチな人は是非、うちの研究室へ！！！！



backup

KOTOスライドメモ

• 1 枚目

- 目的：物質優勢宇宙の謎（物質 \gg 反物質）、すなわちCP（物質・反物質の対称性）の破れの謎の解明
 - 現在の標準理論でも小林益川理論からCP破れは説明されているが、物質優勢宇宙を説明するにはもっと破れていなくてはならない \rightarrow 高エネルギー領域に未知のCP非保存機構が存在するはず！
- 滅多に起きない事象（稀崩壊）を見ることで、非常に高いエネルギー領域のものを見ることが出来る $\rightarrow K_L \rightarrow \pi^0 \nu \nu$ 崩壊から未知のCP非保存機構を探る！
 - 未知の粒子の寄与がある場合、 $K_L \rightarrow \pi^0 \nu \nu$ の崩壊分岐比に非常によく現れる（分岐比が大きくなる）
- 標準理論にない未知のCP非保存機構を発見したい！！

• 2 枚目

- 京都グループが中心になって検出器開発などの準備を進めてきた
- 去年初めての本実験を行ってデータ取得、現在解析中
- 検出器のアップグレード計画も進行中で、今後SM予測値に迫る感度まで探索していく
- SM予想値より大きいところで見つかれば、それは新物理の寄与が見えているということ

ボツ図

