



素粒子物理学

(高エネルギー物理学)

【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)

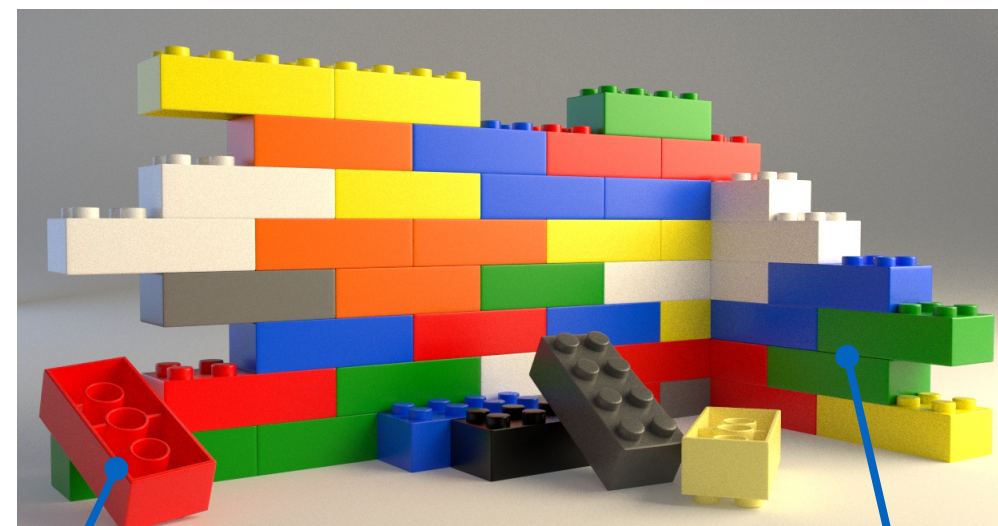
素粒子物理学・高エネルギー物理学とは

この世界は何で出来ているのか？ どうやって出来たのか？

➡ **素粒子**とその振る舞い(**法則**)

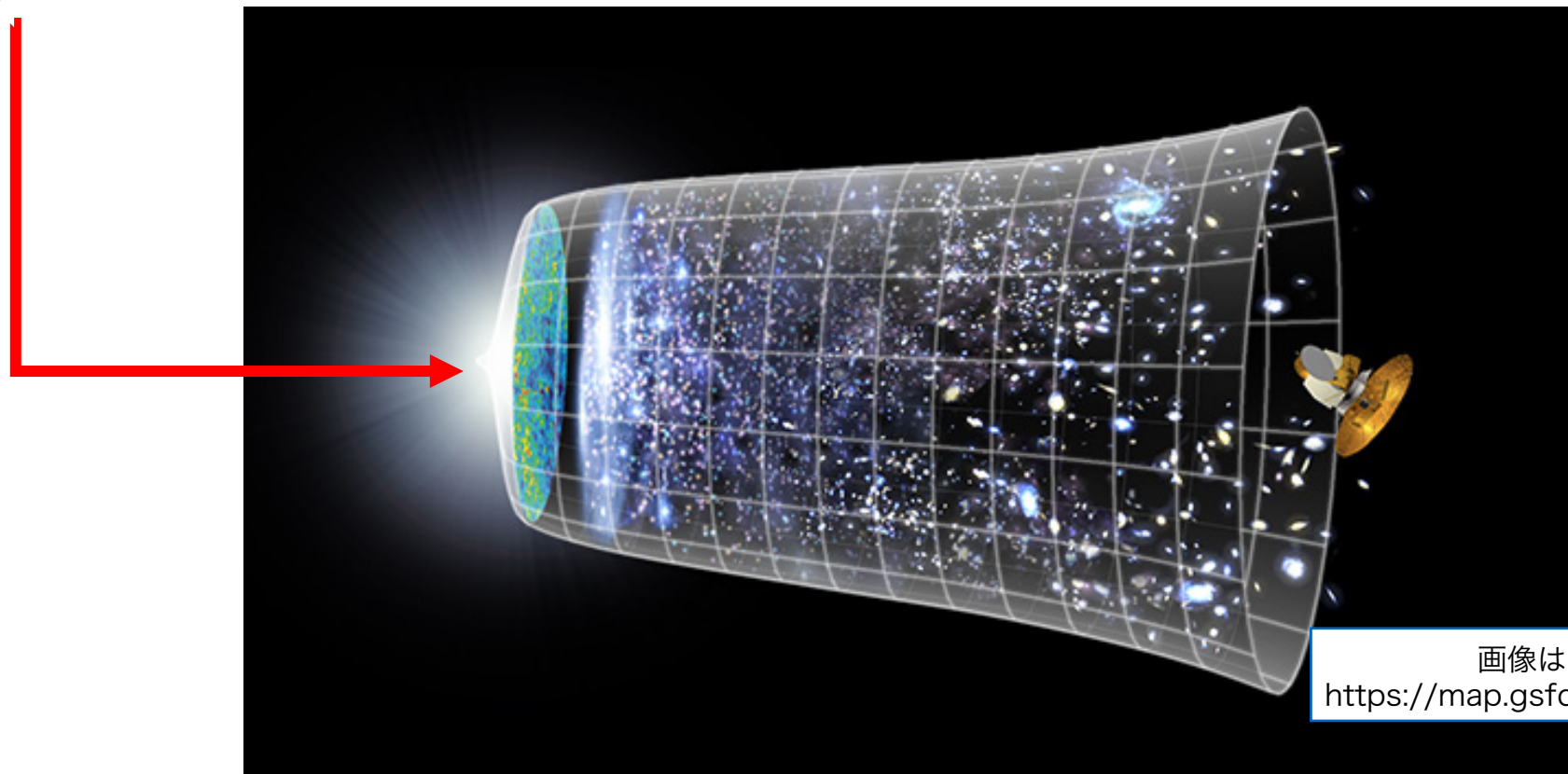
これらについて研究するのが
素粒子物理学

宇宙初期の高エネルギー状態
(=素粒子が生まれたとき)を
研究することでもある。



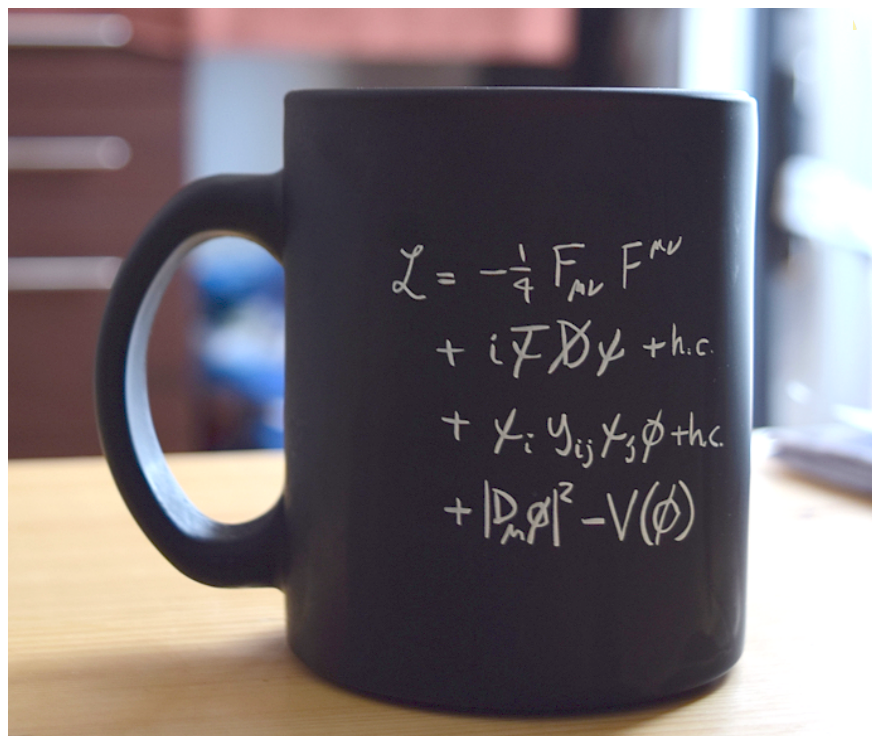
素粒子

どういうルールで
くっついている？
(力の法則)



画像はNASA WMAPのHPより引用
<https://map.gsfc.nasa.gov/media/060915/index.html>

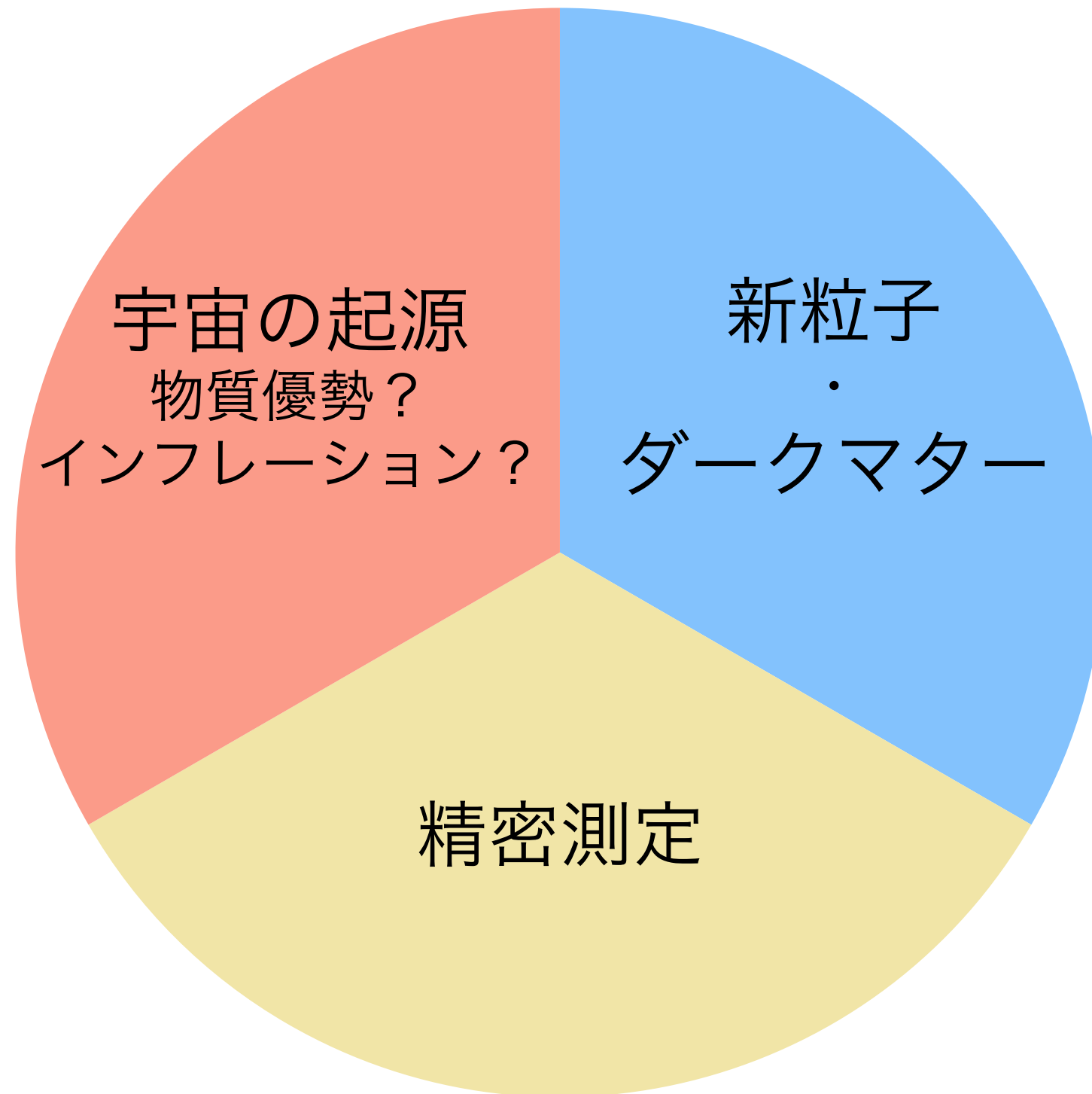
今わかっていること：標準理論



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**！

これから目指すこと



京都グループの活動

共通の課題に
様々な方法で
アプローチ！

CMB観測

AXEL

宇宙の起源
物質優勢？
インフレーション？

新粒子
・
ダークマター

精密測定

T2K



Hyper-Kamiokande





ATLAS EXPERIMENT

ATLAS実験とは？

世界最高エネルギーの
陽子-陽子衝突型加速器を
使用した実験

$$E = mc^2$$

↑
高いエネルギー

↑
重い粒子

超高エネルギー衝突

➡ 質量の大きな未知の粒子を直接生成する

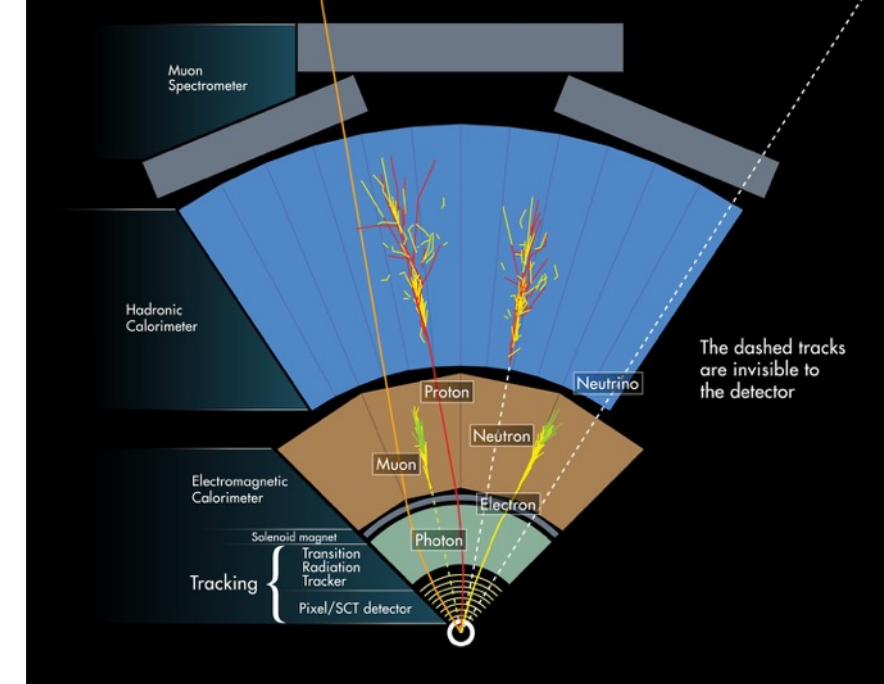


大型陽子衝突型加速器LHC
周長27km

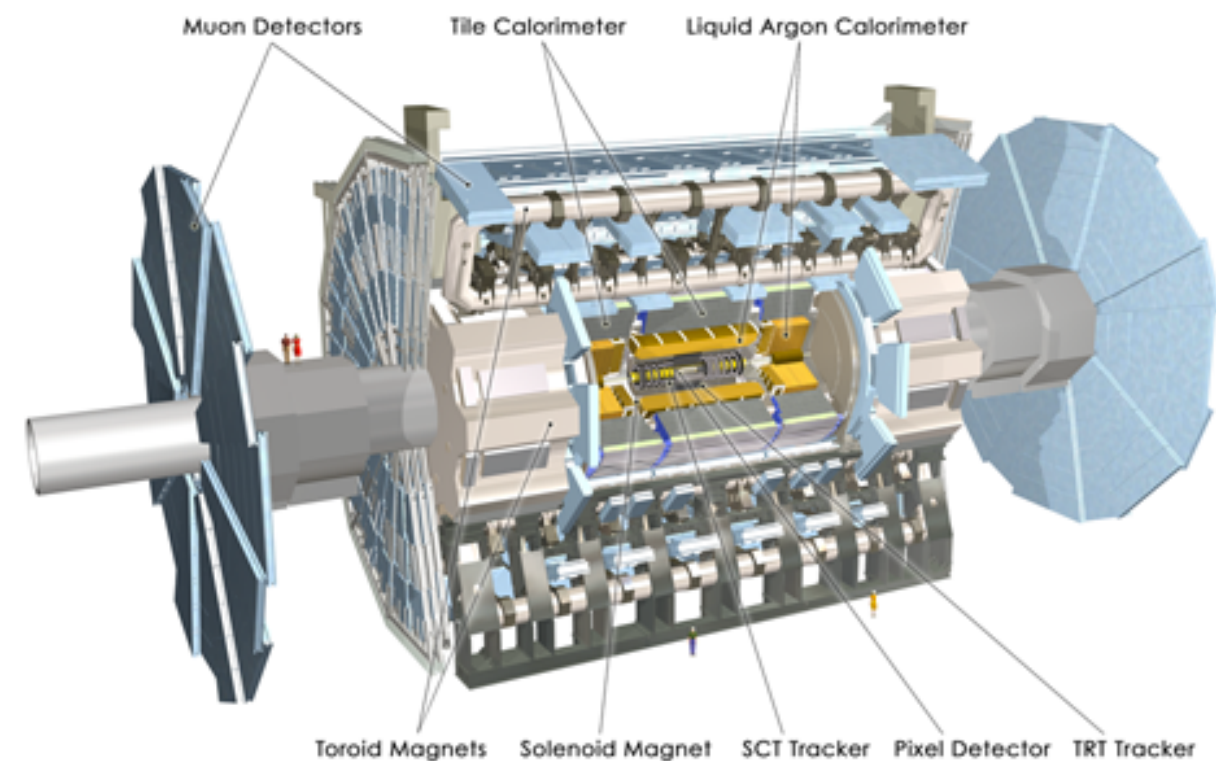
ATLAS検出器

陽子陽子衝突で発生した粒子の

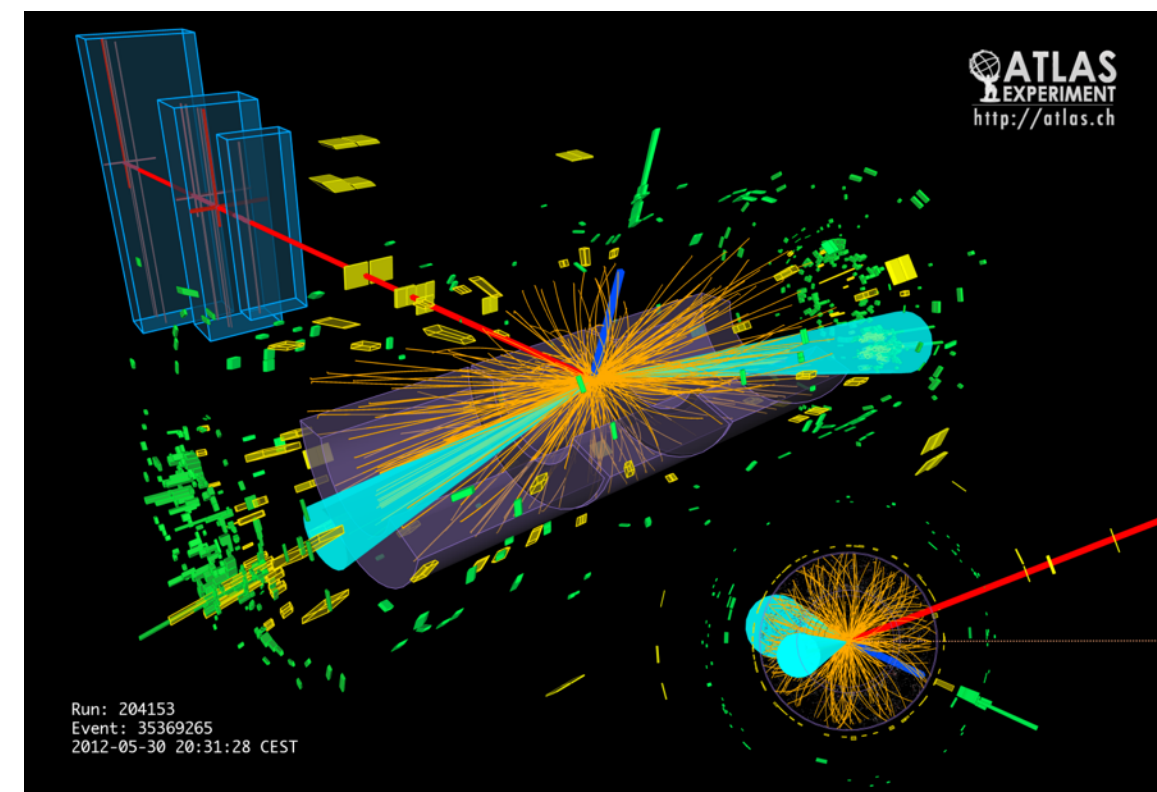
- 種類を識別
- エネルギー-運動量を測定



ATLASによる粒子の識別



ATLAS検出器



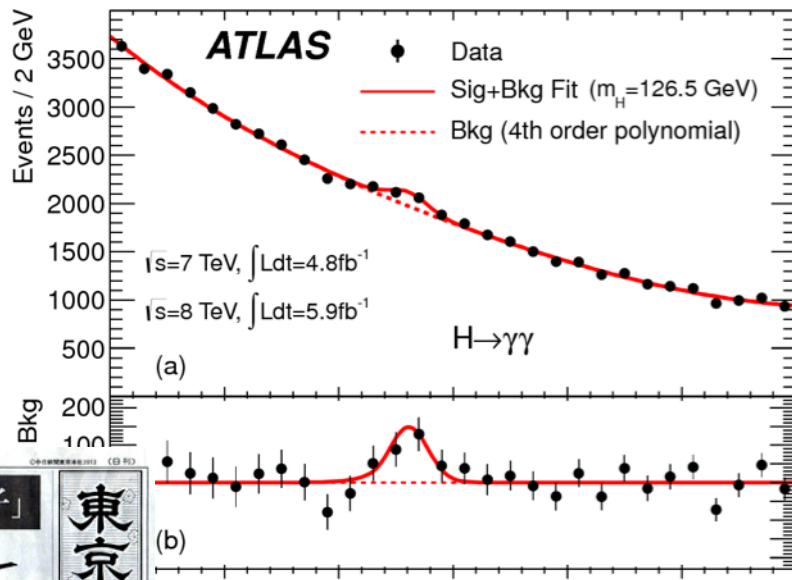
Higgs \rightarrow $\tau\tau$ の崩壊

衝突で起こる多種多様な反応を調べることができる!!
未知の粒子の検出も目指す。

更なる高エネルギーへ

2015年から、
世界最高エネルギー13TeVでデータ取得中！！
(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

国際チーム 99.9999%

ヒッグス粒子ほぼ確認

東京新聞

99.9999%

年内断定へ追加実験

2012年には
ヒッグス粒子を発見！

13 TeV

未知の領域

- ヒッグス粒子の性質
- 超対称性粒子
- ダークマター
- etc..

幅広く
標準模型の検証や
新粒子の探索を行う



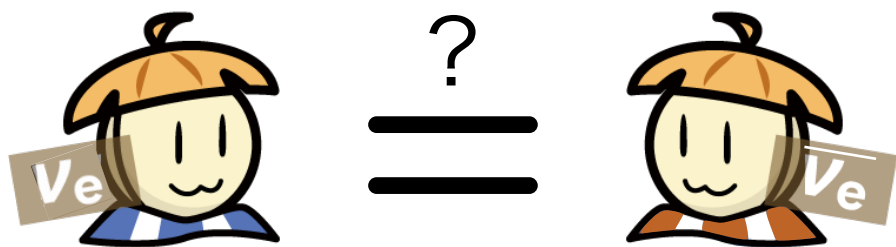
AXEL

A Xenon ElectroLuminescence detector

AXEL実験とは

知りたいこと

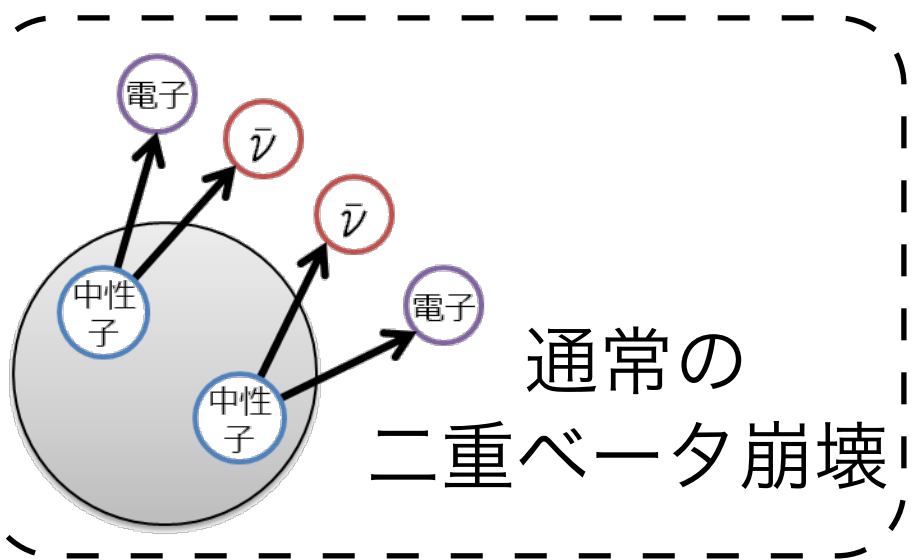
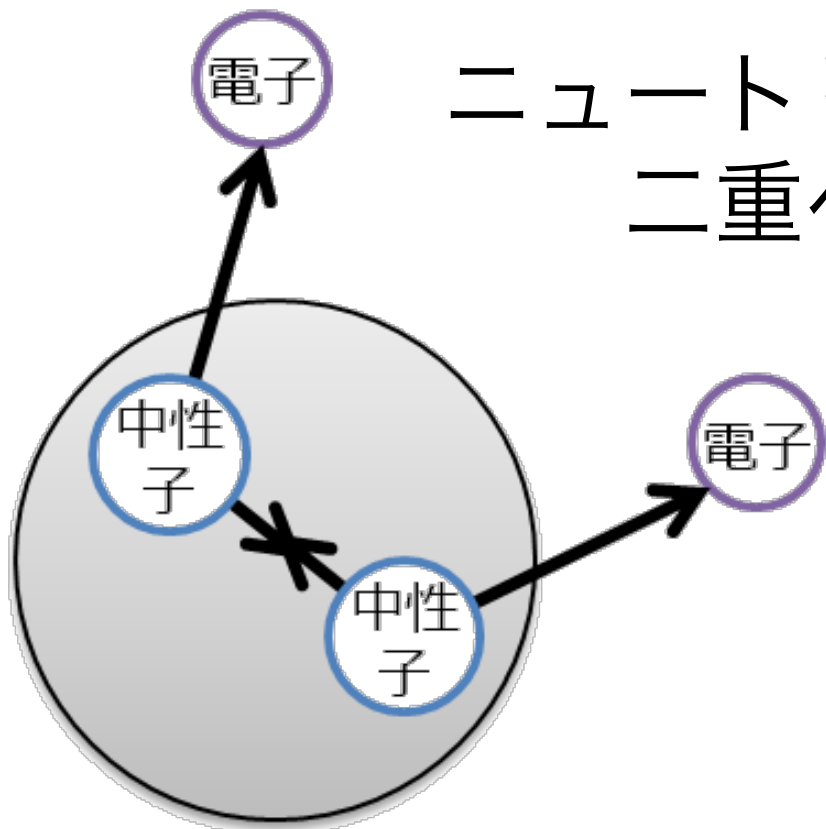
ニュートリノがマヨラナ粒子かどうか



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？

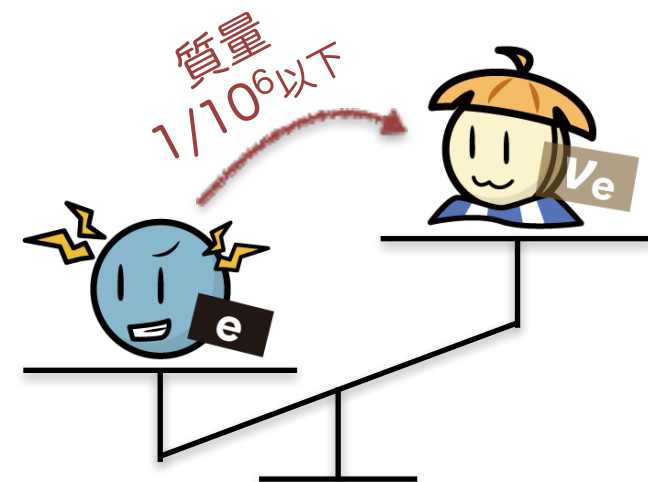
見たいもの

ニュートリノを伴わない
二重ベータ崩壊

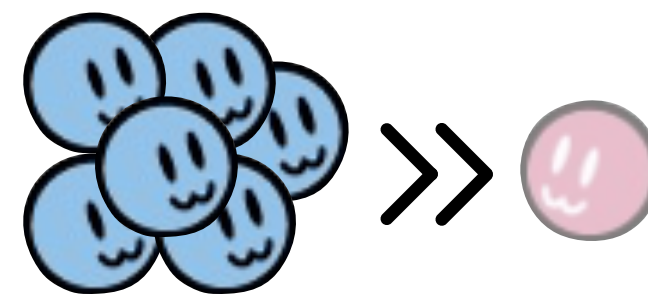


通常の
二重ベータ崩壊

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

やってること

二重ベータ崩壊は
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

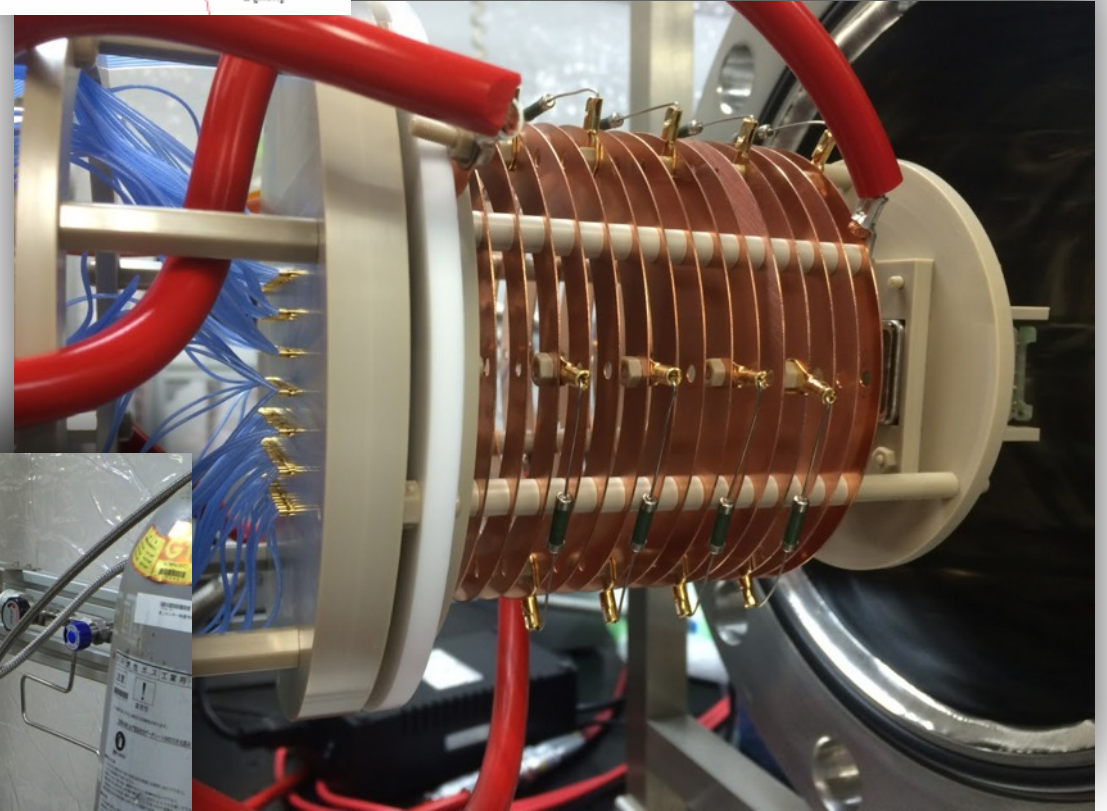
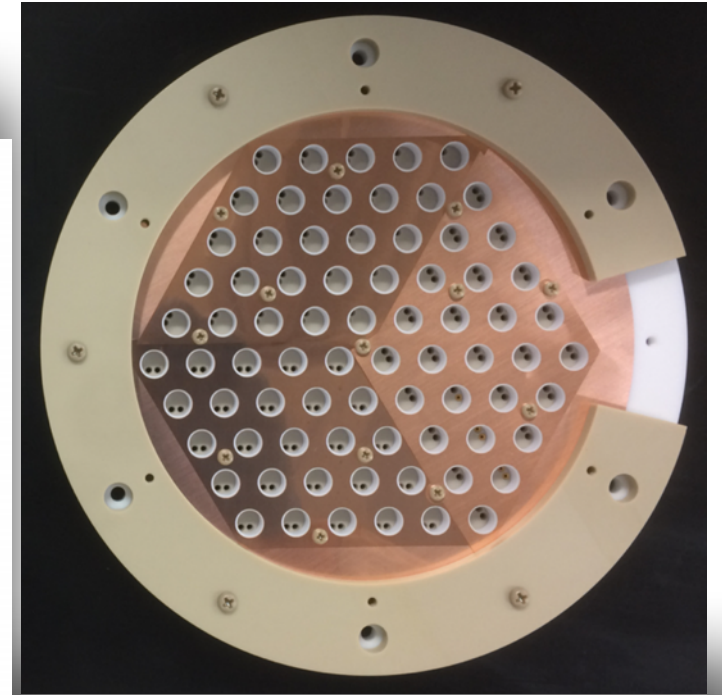
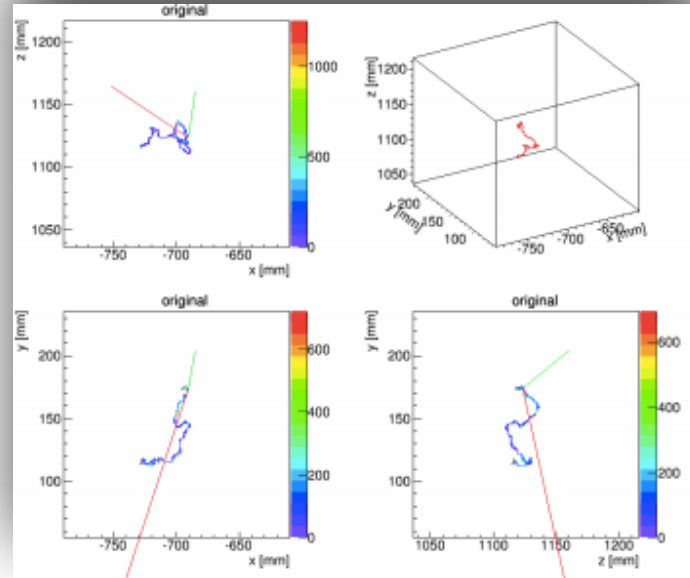
大質量

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
作製するべく研究中!!



この後、309号室で
実物を見られます!!

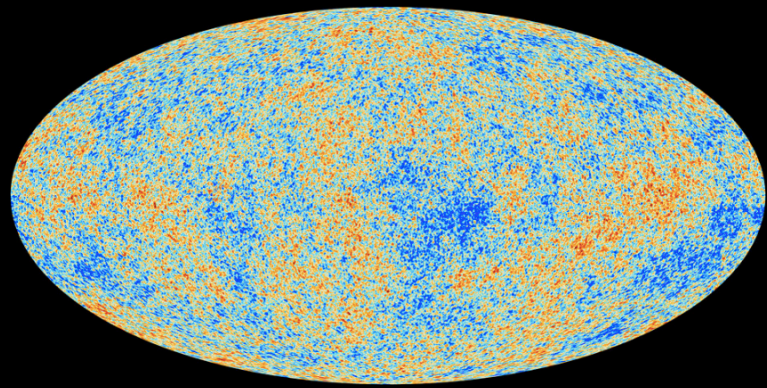


CMB 観測

ビッグバンの残光

宇宙のはじまり

CMBで観る超高エネルギー事象！



2.7 Kの熱放射として観測
(超微弱な電磁波「ミリ波」)

現在 (138億年)

ダークエネルギー
優勢期

大規模構造
の形成

星形成
(400万年)

ダークエイジ

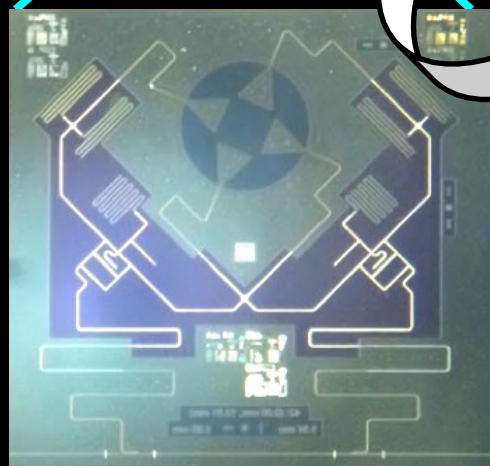
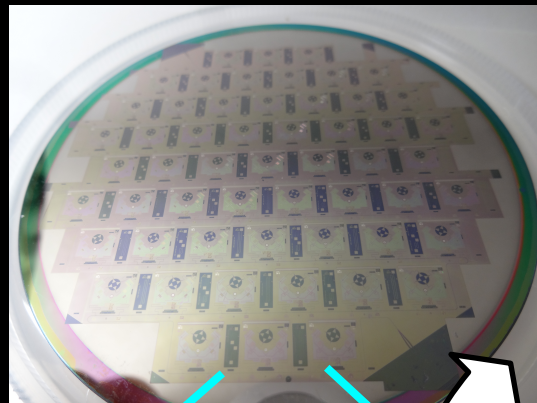
GUTスケール
 $\approx 10^{16}$ GeV

インフレーション ONE
LE →

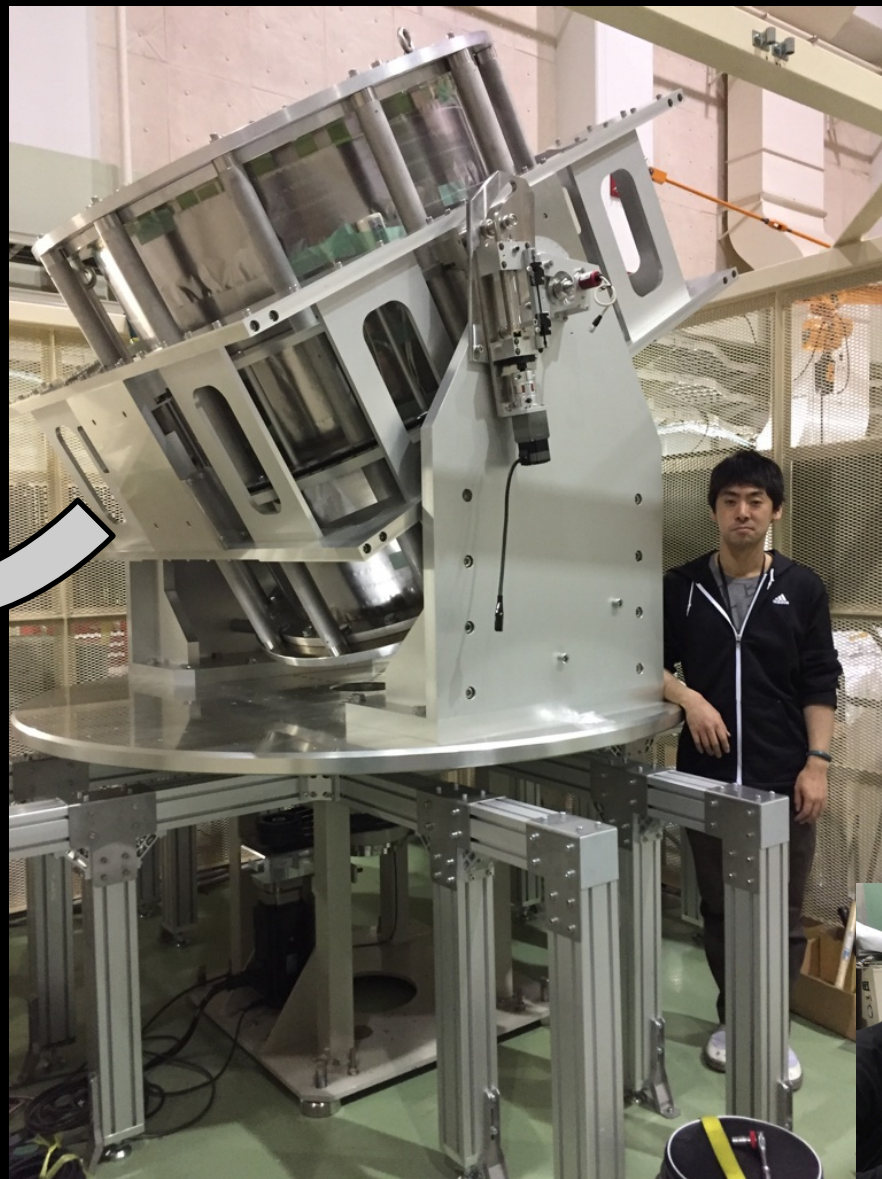
← ビッグバン

(超高温・高密度状態)

ミリ波望遠鏡と超伝導検出器 + チームワークで宇宙創成を探る！



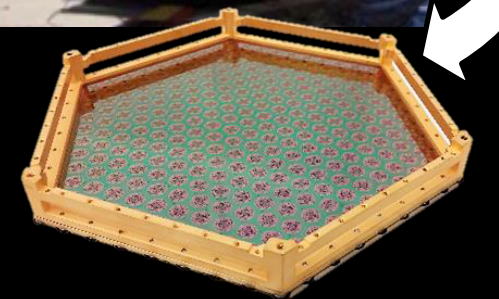
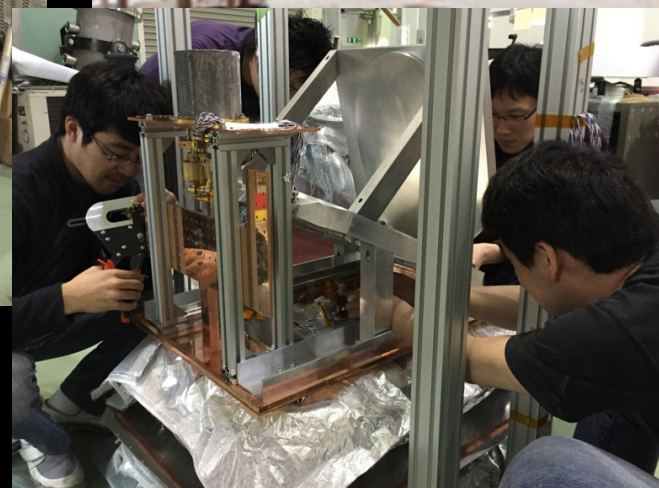
最先端
超伝導検出器
“KIDs”



GroundBIRD望遠鏡
(カナリア諸島 2,400m)

Simons Array
望遠鏡群
(チリ・アタカマ高地 5,200m)

Funded Expansion
(Artist's conception)



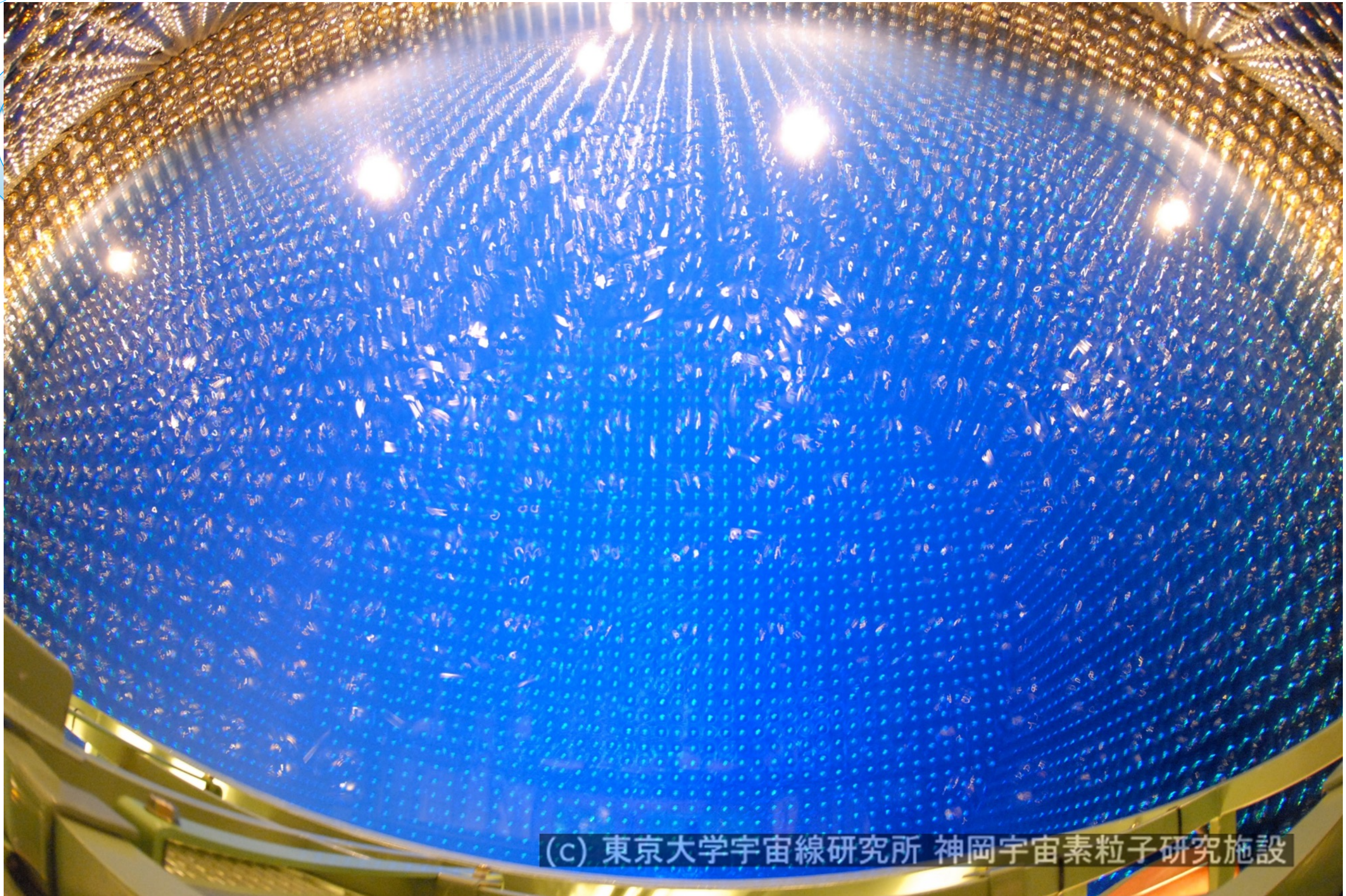
超伝導検出器
“TES”

「宇宙のはじまり」や極地での観測実験に興味がある人は是非！




Hyper-Kamiokande

スーパーカミオカンデ実験



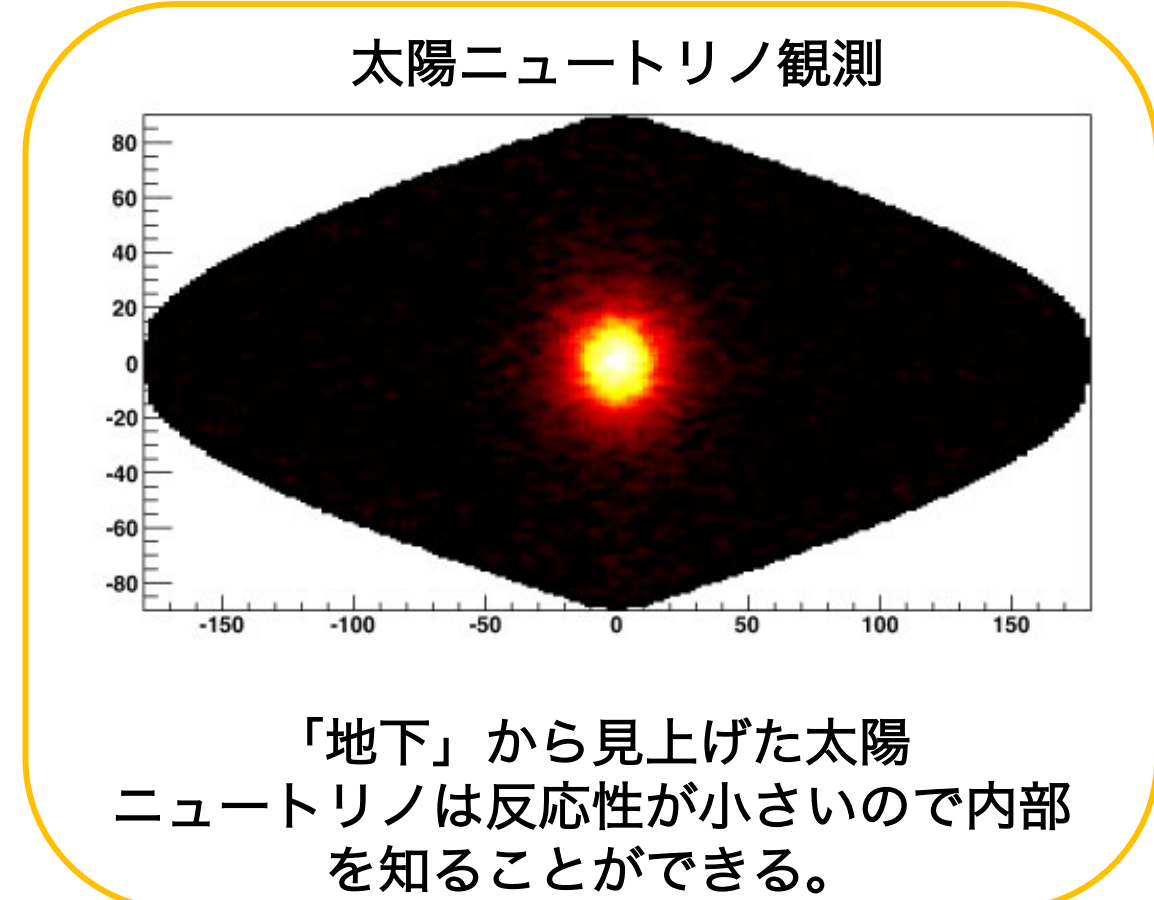
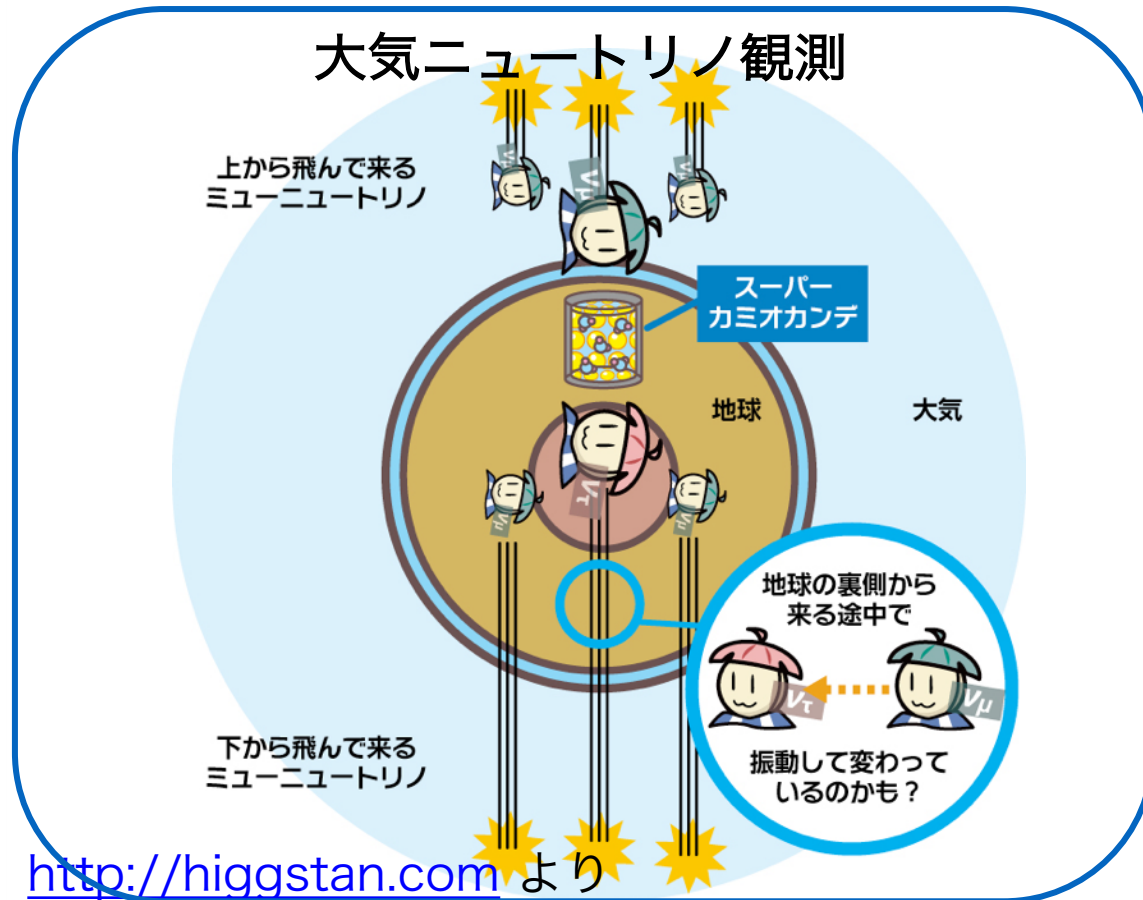
(c) 東京大学宇宙線研究所 神岡宇宙素粒子研究施設

スーパーカミオカンデ実験

- ・ スーパーカミオカンデ
 - ・ 5万トン！の純水と1万本！の光検出器を備えた水チェレンコフ型検出器
 - ・ ニュートリノ振動の発見でノーベル物理学賞受賞！ 
 - ・ 太陽ニュートリノ問題を解決！
- ・ しかし、観測しなければならないことはたくさんある！！
 - ・ ニュートリノの絶対質量は？
 - ・ 陽子は崩壊するのか？ 大統一への一歩
 - ・ 超新星ニュートリノ ニュートリノ天文学！！
 - ・ ダークマター まだ見ぬ新物理
- ・ ハイパーカミオカンデ計画
 - ・ スーパーカミオカンデの10倍の大きさの検出器を2基！！

(c) 東京大学宇宙線研究所 神岡宇宙素粒子研究施設

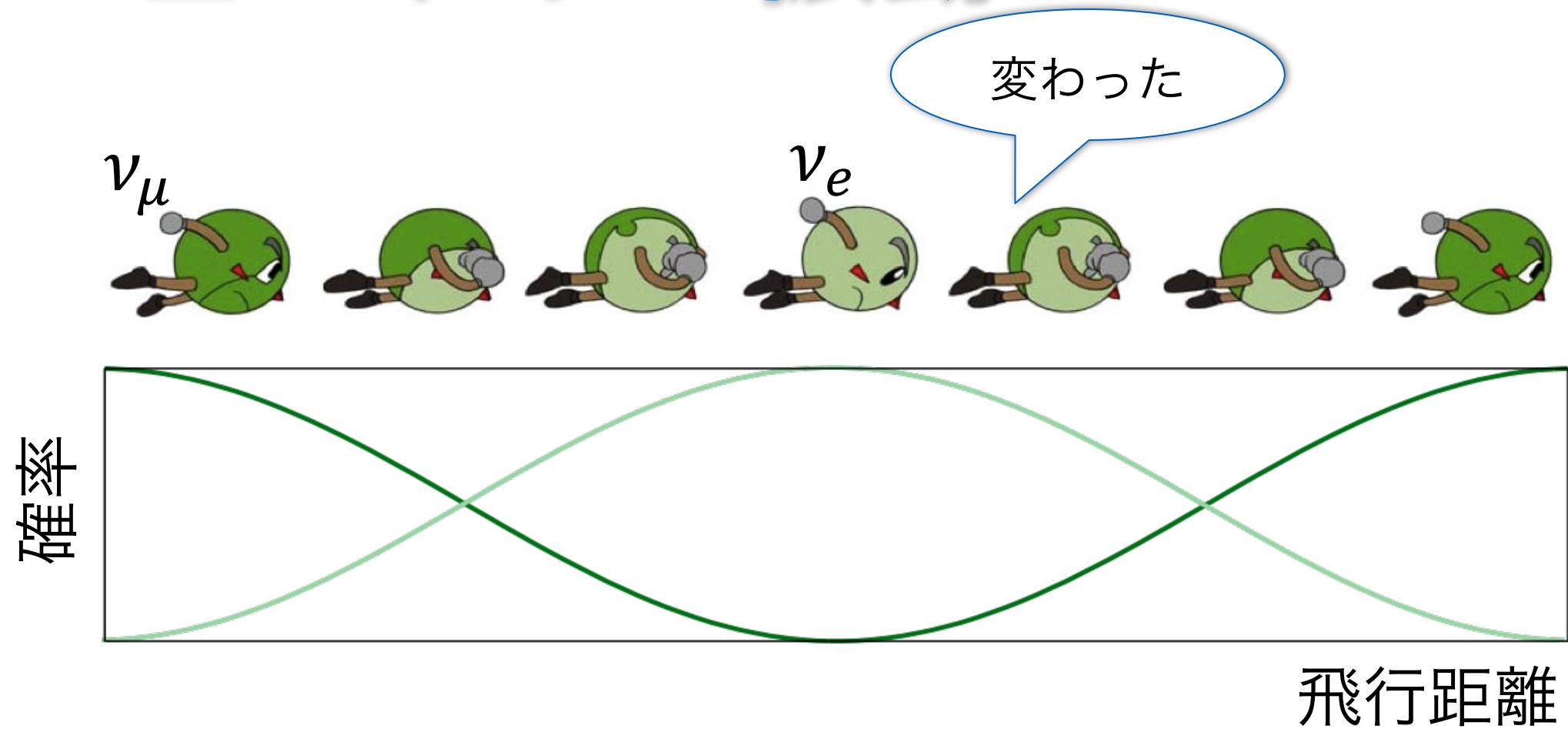
スーパーカミオカンデ実験で観測しているもの【一部】





TZK

ニュートリノ振動

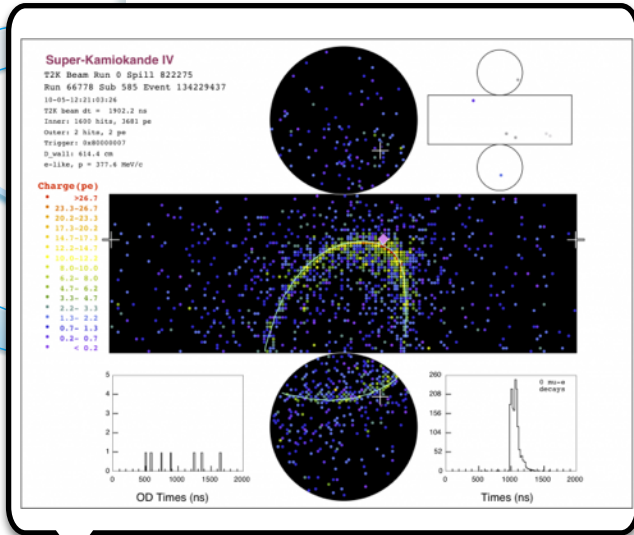


- ・ ニュートリノの質量がゼロならば起こらない現象
 - ・ 発見すればニュートリノの質量の存在を証明 -> 発見！！
- ・ 精密測定をおこなうことで
 - ・ **CP対称性の破れの測定**：(クォークでは発見済、**レプトンでは未発見**)
 - >クォークのCPVだけでは説明できない物質優勢宇宙のなぞを解決できるかも
 - ・ **ニュートリノの質量差**を測定
 - ・ **ニュートリノの種類**(本当に3種類？)

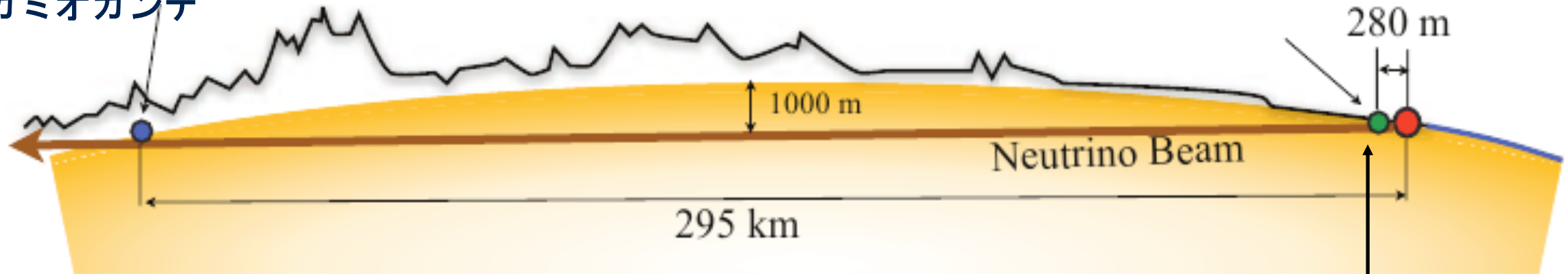
T2K実験

ν_μ ビームを生成する世界最高レベルの強度

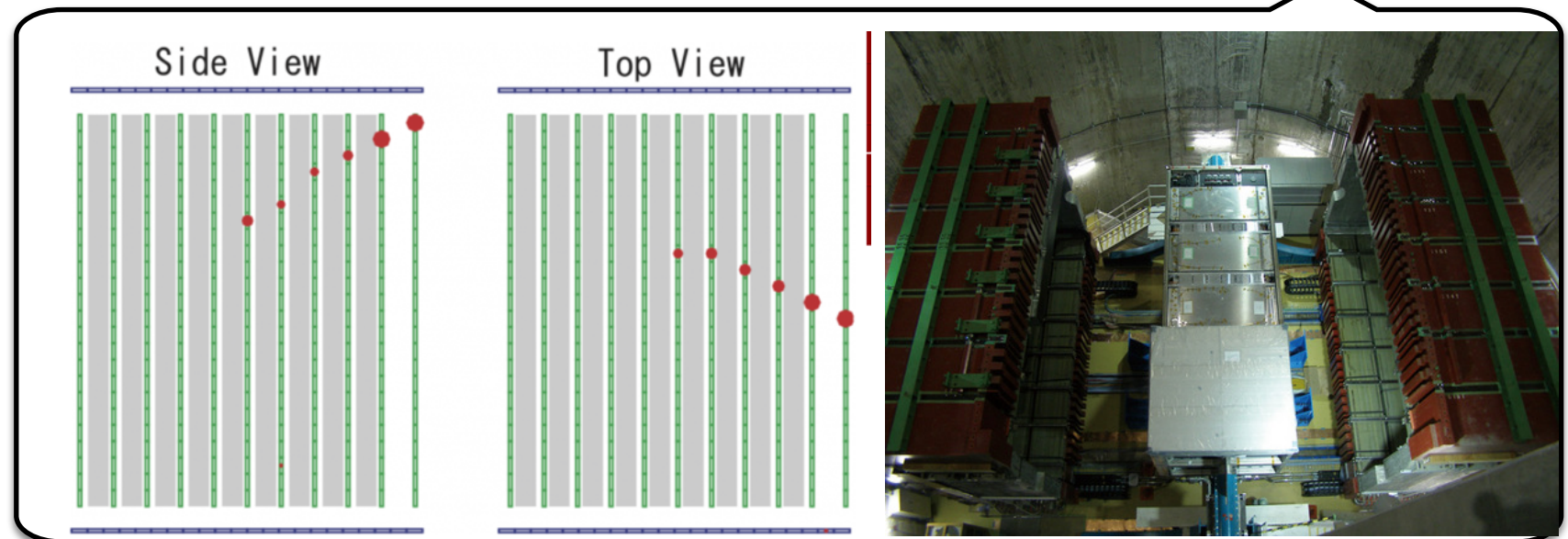
J-PARC加速器



スーパーカミオカンデ



J-PARC加速器



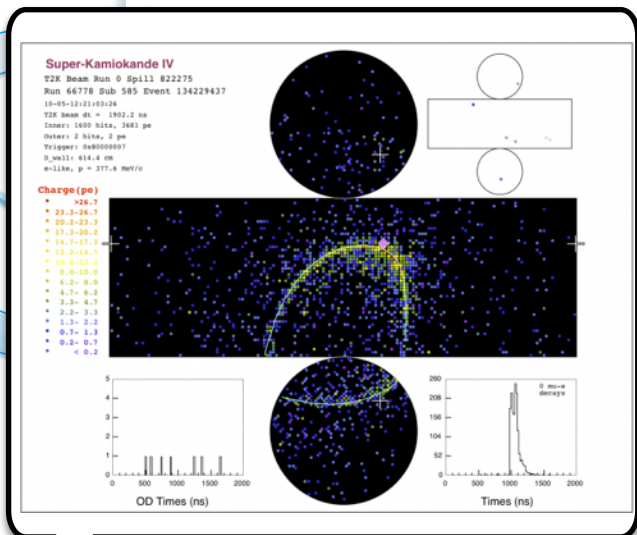
T2K実験

ν_μ ビームを生成する世界最高レベルの強度

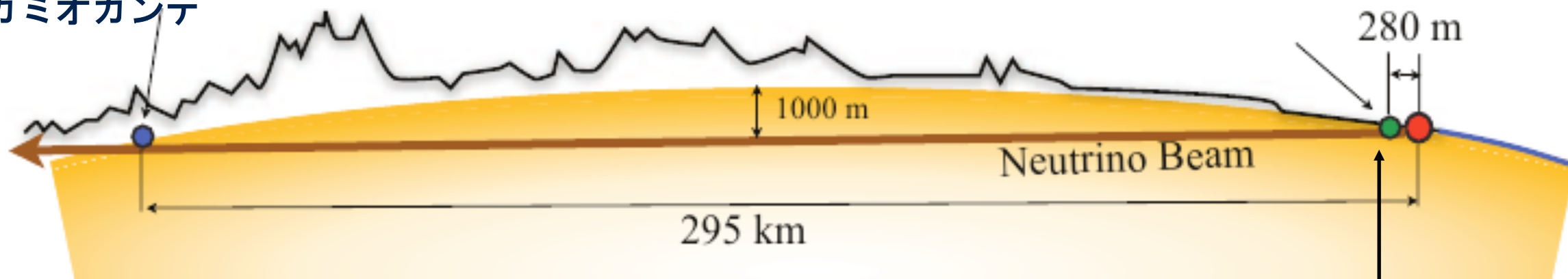
J-PARC加速器



J-PARC加速器



スーパーカミオカンデ

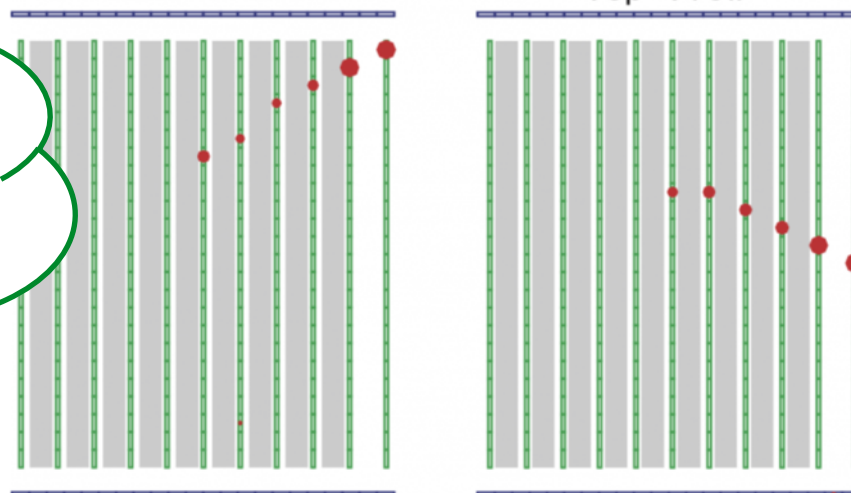


生成直後のニュートリノビームを調べる

前置検出器

Side View

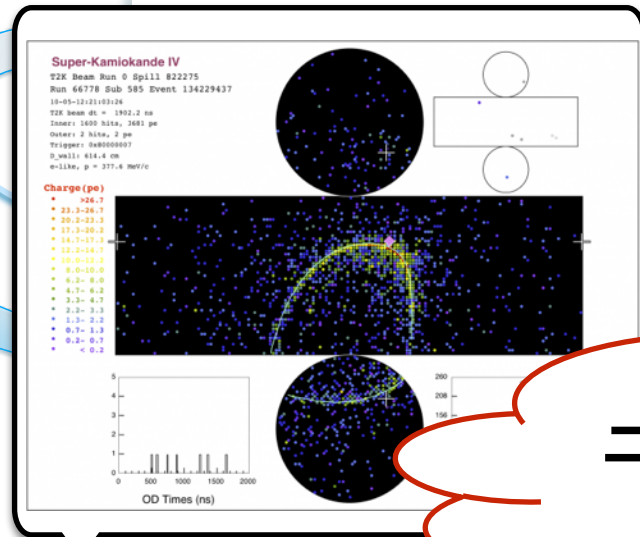
Top View



T2K実験

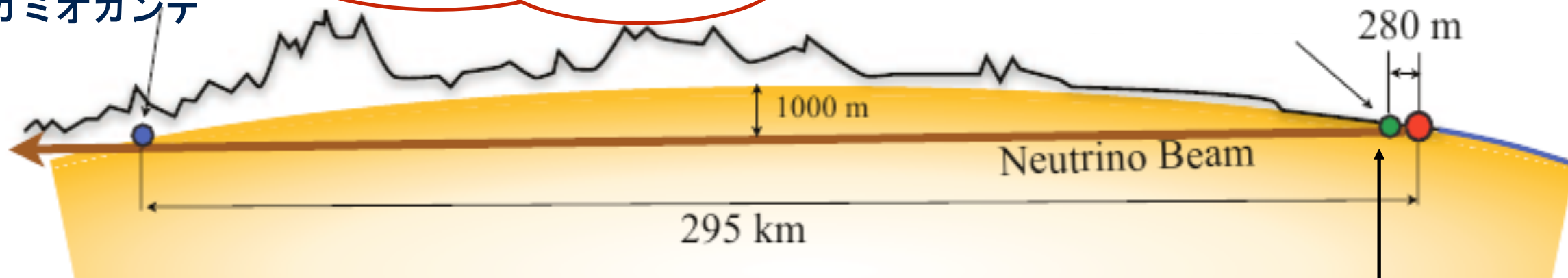
ν_μ ビームを生成する世界最高レベルの強度

J-PARC加速器



ニュートリノの変化を捉える
スーパーカミオカンデ

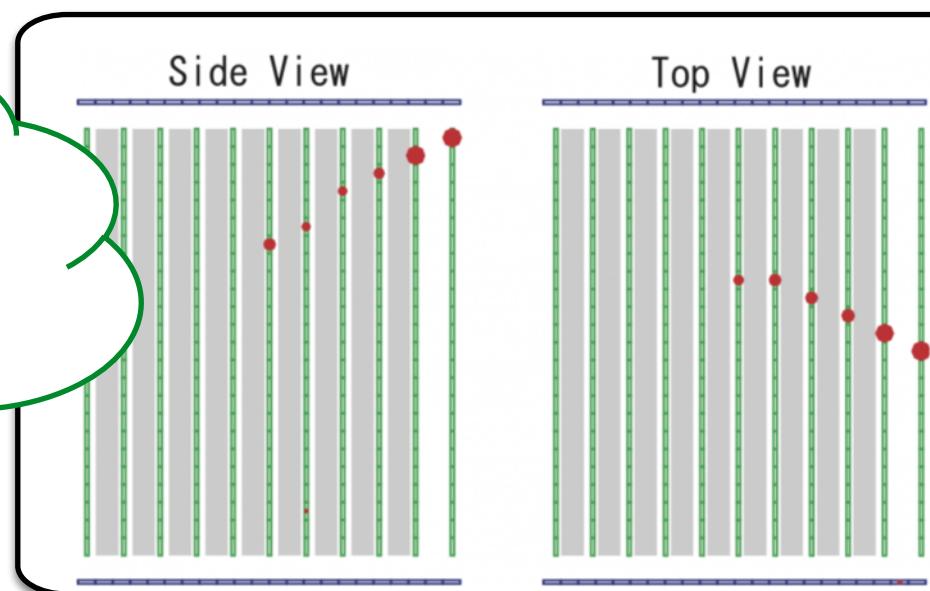
スーパーカミオカンデ



J-PARC加速器

生成直後のニュートリノ
ビームを調べる

前置検出器



T2K実験

ν_μ ビームを生成する世界最高レベルの設備



500人規模の実験でも京都大学の学生が前線で活躍！

これまで： $\nu_\mu \rightarrow \nu_e$ に変化する振動を世界で初めて発見！

これから：「粒子と反粒子の振動の違い」を調べ、なぜ宇宙が物質でできているのかという謎に迫る！

数年以内に大発見に立ち会える可能性！！

スーパー

生成直

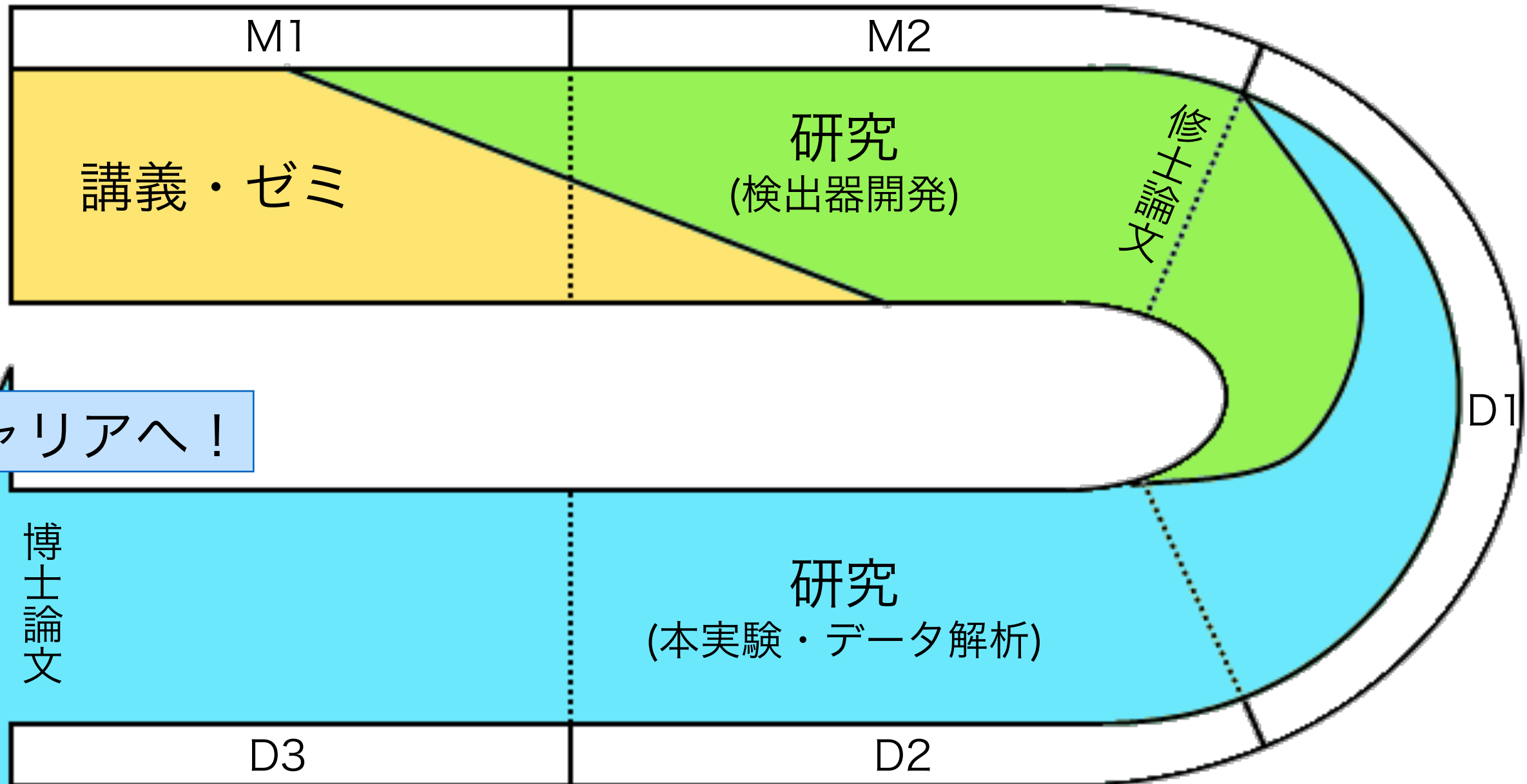
ビ





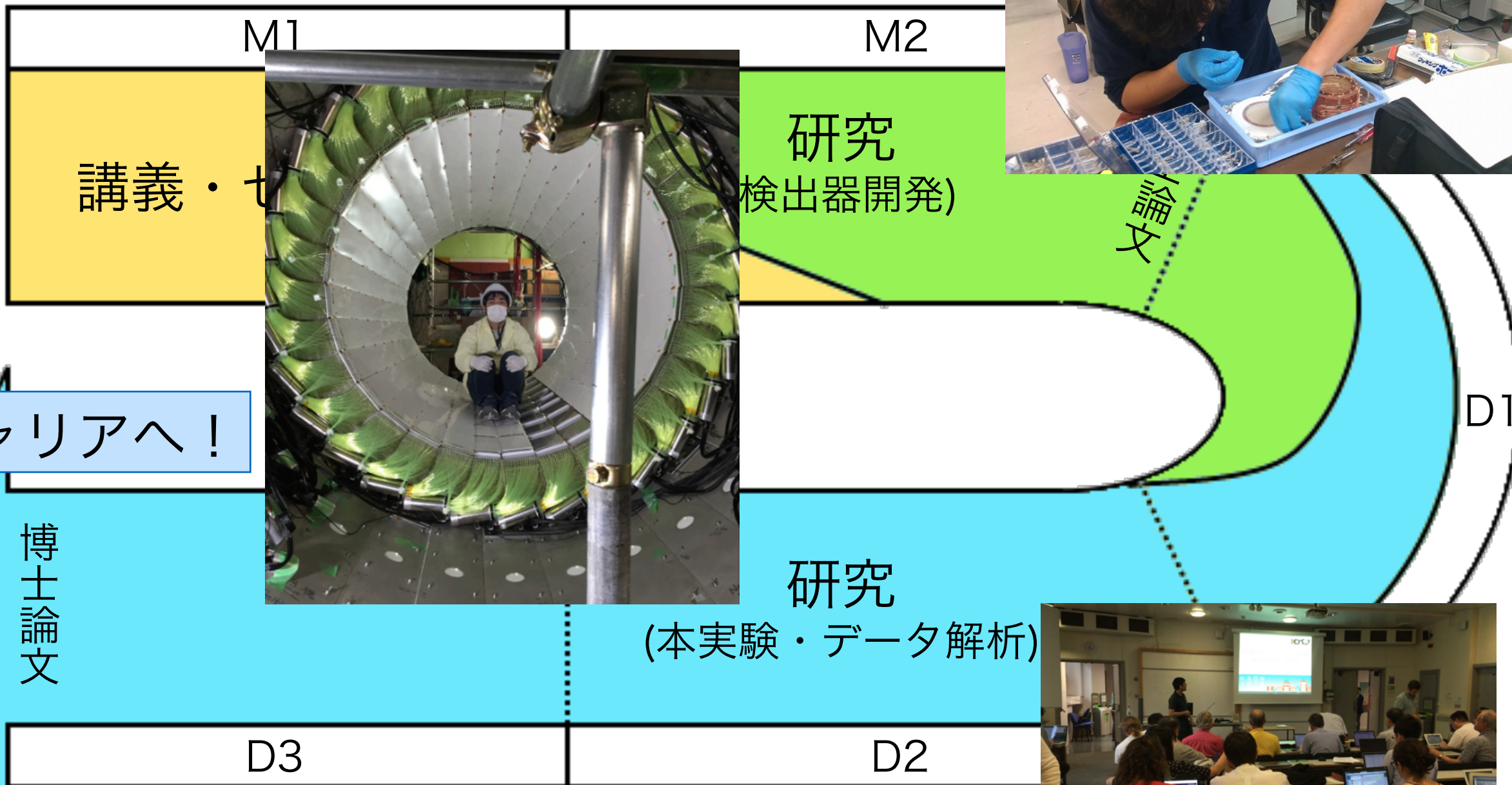
研究生生活など

高エネ研に入ってから



- 成果発表の機会も多数!
- 論文賞の受賞も多数!

高エネ研に入ってから



- 成果発表の機会も多数！
- 論文賞の受賞も多数！



2015年度
測定器開発優秀論文賞
とHUA修士論文賞のW受賞
篠原さん(D2)

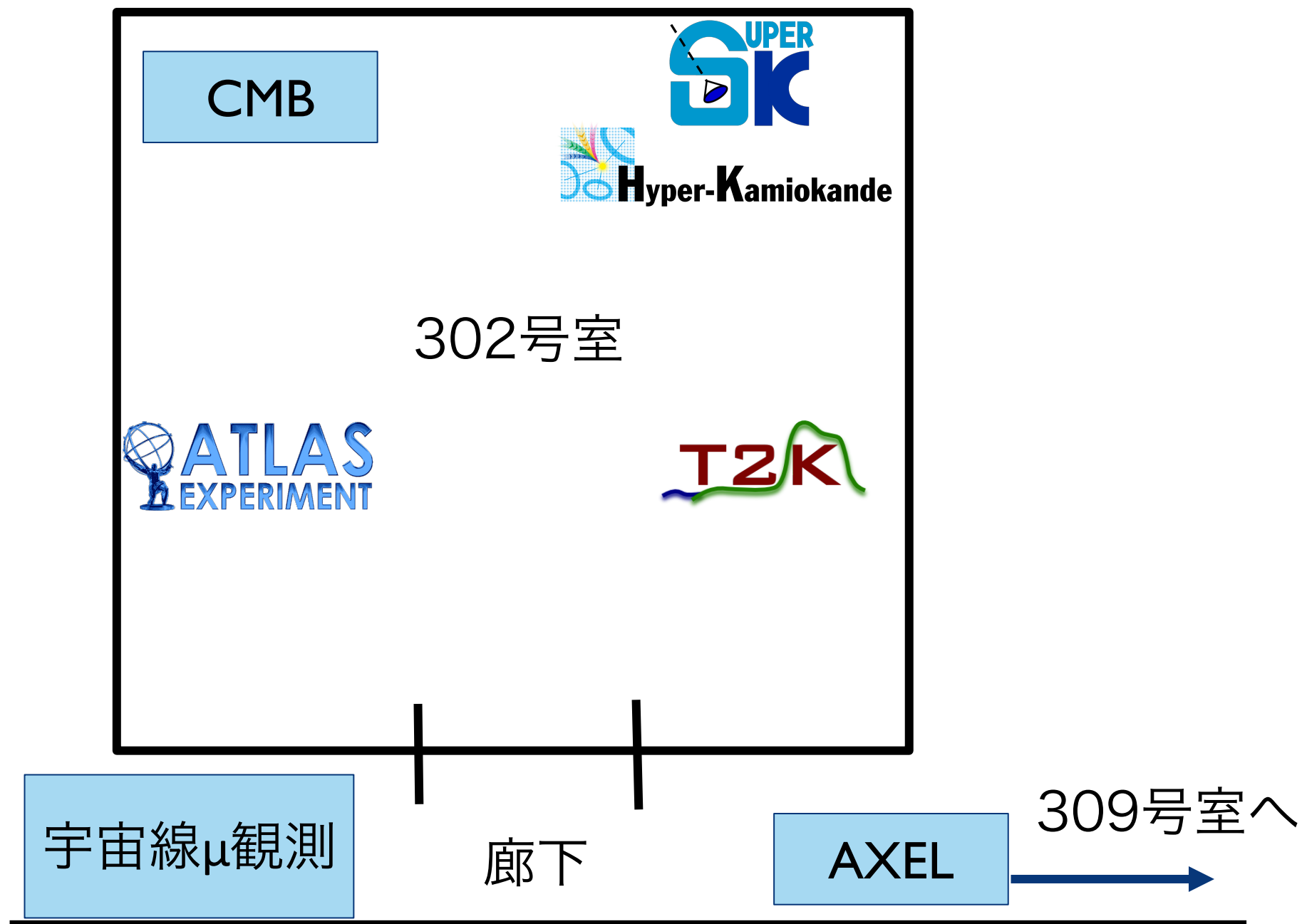


2016年度
日本物理学会若手奨励賞を受賞
木河さん(2014年度卒業)

このあと

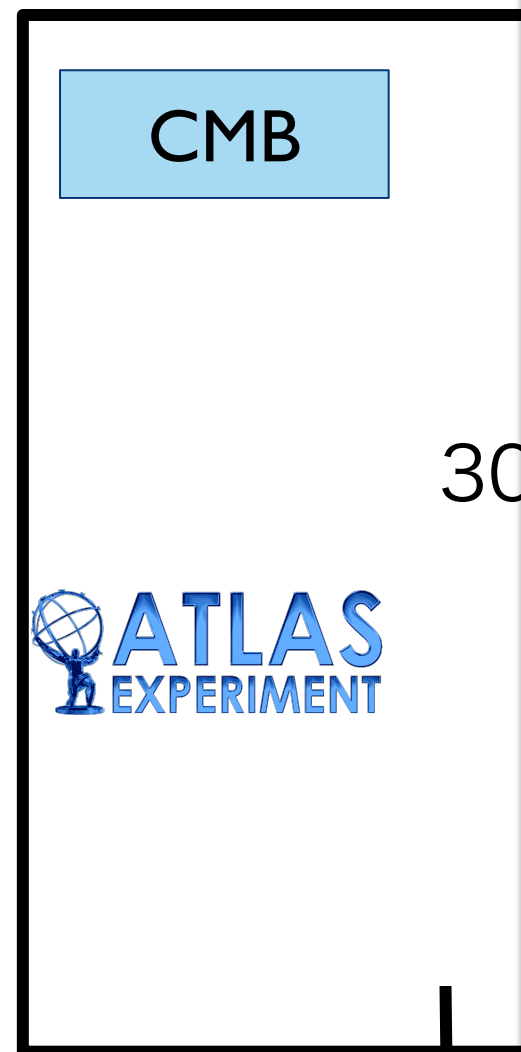
興味のあるところに行って話を聞いてください！

まえ



このあと

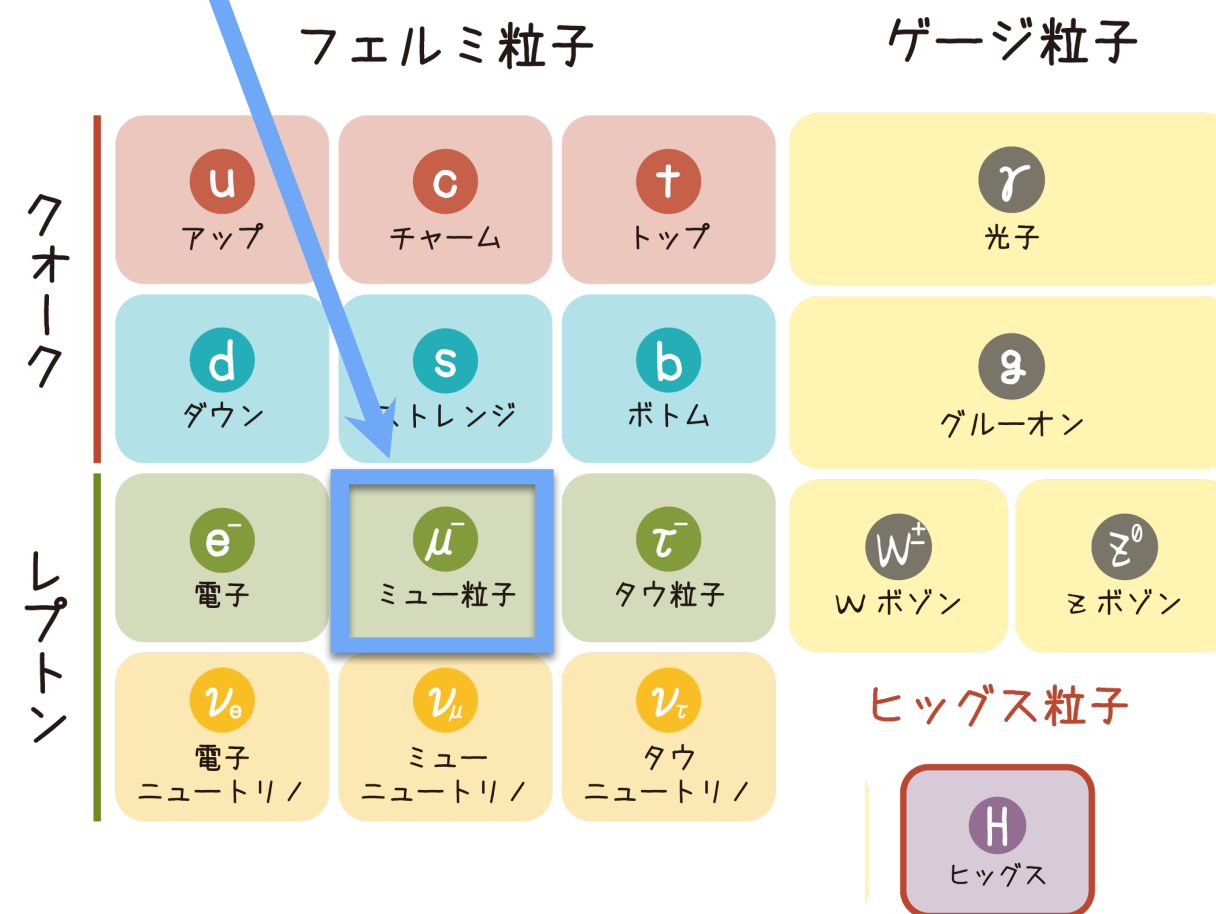
興味のあるところに行



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！



Back up

