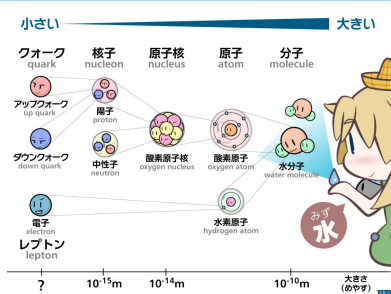


# 素粒子？ 実験？

## 素粒子ってなんですか？

身の回りにあるもの(なんでも!)をこれ以上ばらせないとどこまで細かくした**最小単位**が素粒子です。



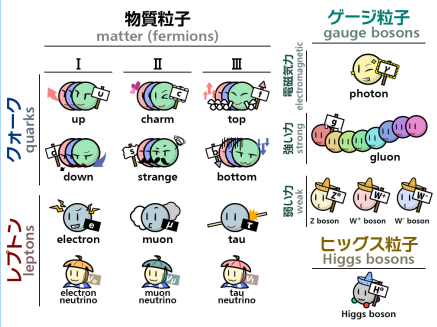
実は、世の中のほとんどのものは(現在素粒子だとされている)アップクォーク・ダウンクォーク・電子の組み合わせでできています。



〈イラスト著作権元〉 **Higgstan**  
 秋本祐希 <http://higgstan.com>  
 出版物 「素粒子の世界」  
 「素粒子実験の世界」

## どんな素粒子があるの？

普段なかなかお目にかかれぬ素粒子が結構あります。崩壊して別の粒子に変わってしまう粒子、なんでもすり抜ける粒子、ごく一部の領域でのみ効果のある粒子、などなど。



2012年のヒッグス粒子発見以降、物理学者たちは”標準模型を超える物理”を求めて新粒子を探索し続けています。

## 素粒子実験って？

これまでに様々なアイデア・装置を用いた実験によって数々の素粒子の発見、性質解明が行われてきました。現在行われている最先端の素粒子実験、その中でも京大が関わっているものについて紹介していきたいと思ひます。

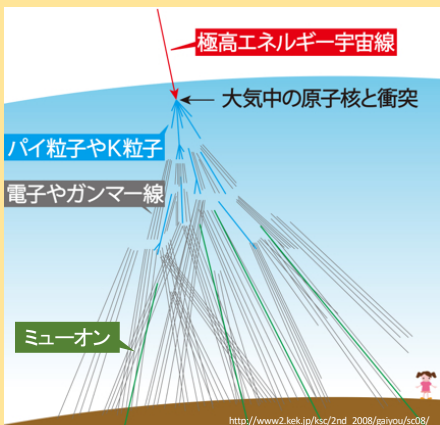
### 素粒子発見の年表

1897年	電子の発見
1919年	陽子の発見
1932年	中性子の発見、陽電子(反粒子)の発見
1937年	ミュー粒子の発見
1956年	ニュートリノの発見
1956年	u、d、sクォークの発見
1974年	cクォークの発見
1975年	タウ粒子の発見
1977年	bクォークの発見
1977年	グルーオンの発見
1983年	W・Zボソンの発見
1995年	tクォークの発見
2012年	ヒッグス粒子の発見
20XX年	更なる新粒子発見...!?(SUSY,右巻きニュートリノ,...)

# ミューオンを“見て”みよう！

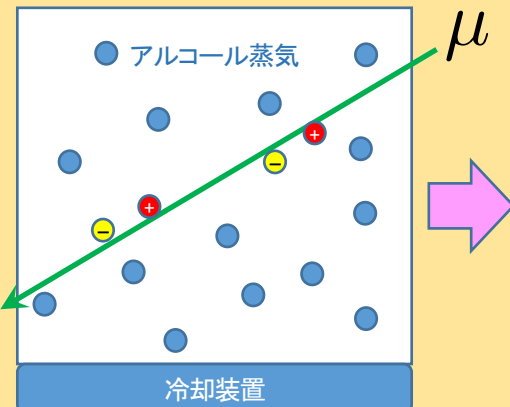
## 身近な素粒子“ミューオン”

身近な素粒子として、ミューオンがあります。日常生活で感じることはありませんが、ミューオンは大気上空で生成され、私たちの生活する地上にも大量に降り注いでいます。手のひらの面積には、平均して1秒間に1個のミューオンが降り注いでいます。



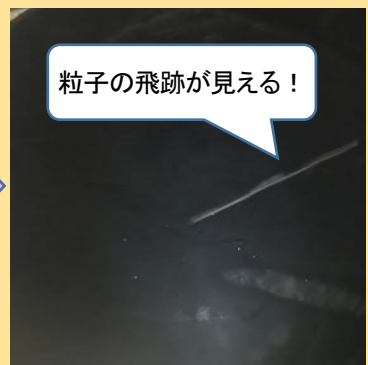
## ミューオンを“見る”

人間の目は素粒子を見ることはできません。『検出器』を通してはじめて、私たちは素粒子を“見る”ことができます。ここでは霧箱という検出器を使って、宇宙から降り注ぐミューオンの飛跡を見てみましょう。



## 霧箱で粒子が見えるワケ

霧箱の中は冷やされたアルコールの蒸気で満たされています。冷えた蒸気は液体に戻ろうとしますが、周りに核となる不純物がないと”過飽和”となり空中に漂いつづけます。この中を粒子が突き抜けると、発生するイオン対が核となり蒸気が凝結、飛跡に沿った雲の白い線として目に見えるのです。



[http://www2.kek.jp/ksc/2nd\\_2008/gaiyou/sc08/](http://www2.kek.jp/ksc/2nd_2008/gaiyou/sc08/)

<http://contest.japies.jp/tqj14/140054/kansatu.html>

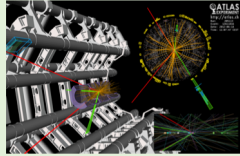
# ATLAS

高いエネルギーで真っ向勝負!

$$E = mc^2$$

## どんな実験?

世界最高エネルギーの加速器、**Large Hadron Collider (LHC)** を使って陽子と陽子を衝突させる!



## 目的は?

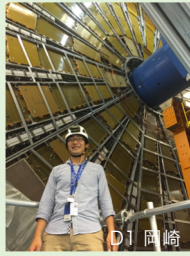
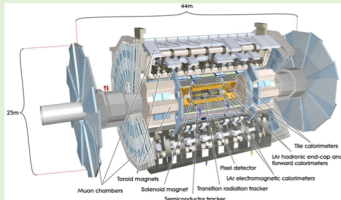
高いエネルギーで陽子をぶつけると、**2012年にヒッグス粒子を発見**、**2013年ノーベル賞を受賞!**  
**重い粒子を作ることが出来る!**

- 今までに見られていない粒子を探す
- LHC でしか作れない粒子の性質を調べる



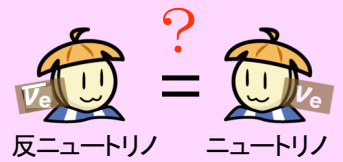
## どうやって測る?

超大型検出器 **ATLAS** を使う!



粒子の方向・エネルギーを測るため、様々な検出器を組み合わせて、全方向を覆った巨大な検出器。  
なんと全長 **44 m**、重さ約**7000 トン!**

# AXEL



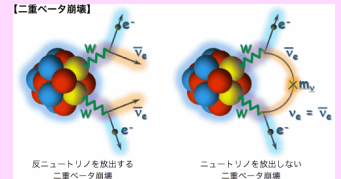
★ニュートリノはマヨラナか?

★もしマヨラナだと...

- ・ニュートリノがめっちゃ軽いことが説明できる**シーソー機構**(かも)
- ・めっちゃ重い右巻きニュートリノの崩壊で**物質優性宇宙**(かも)
- ・ニュートリノを放出しない**二重ベータ崩壊**が起きる(かも)

★二重ベータ崩壊

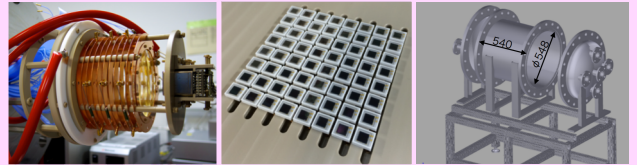
- ・寿命: ~ $10^{26}$ 年以上



10<sup>26</sup>年ってどれくらい?

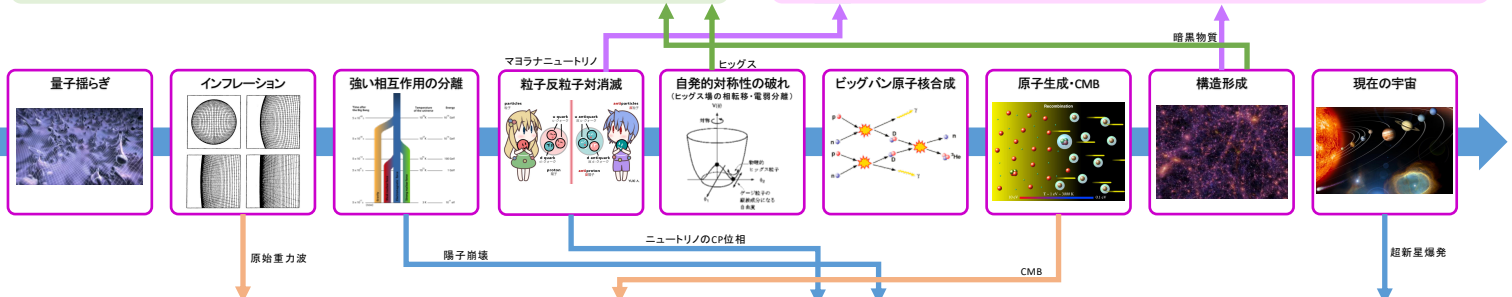
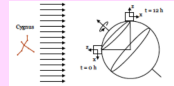
- ・毎年紙を1枚重ね続けるとアンドロメダ銀河に届く
- ・毎年黄砂を地表に1粒落とすと続けると地球が覆われる
- ・毎年砂を1粒落とすと100kmぐらいのピラミッドができる
- ・ちなみに宇宙年齢は $1.38 \times 10^{10}$ 年

★研究室の取り組み  
この崩壊を見つけるべく、**超高性能な検出器を開発しています**



★暗黒物質?

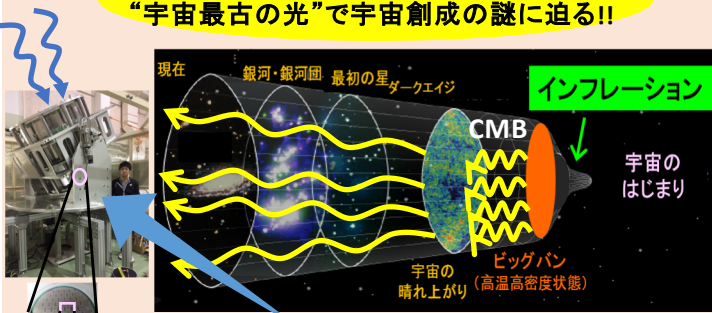
AXEL実験で暗黒物質も探せる可能性も



# CMB

## CMB観測実験

宇宙が生まれて約**138億年**  
“宇宙最古の光”で宇宙創成の謎に迫る!!



電波望遠鏡でCMBに潜む最古の宇宙の痕跡を探ります

2019年からスペイン領テネリフェ島で観測を開始!

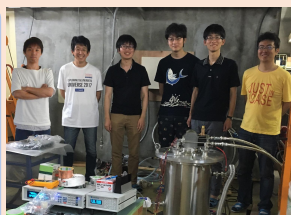
超伝導を利用した検出器

「CMBって何??」

Cosmic Microwave Background (宇宙背景放射)

“宇宙最古の光”

★インフレーションがあると...  
⇒ CMBに渦巻きの偏光模様



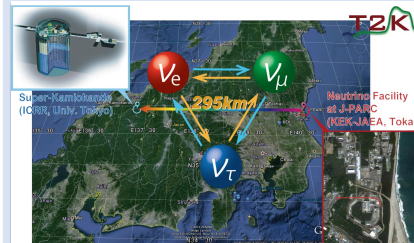
今年度から  
京大で本格始動!!

# T2K・SK



• T2K実験って??

茨城県東海村の**J-PARC**で作られたニュートリノビームを岐阜県神岡町にある**スーパーカミオカンデ**に打ち込む実験  
ニュートリノ振動を観測することで物質と反物質の性質の違いを調べています。



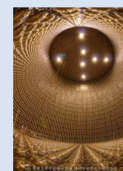
• スーパーカミオカンデとは?

直径**41.4m**高さ**39.3m**のタンクに**50kton**の純水を入れた**巨大検出器**  
J-PARCからのニュートリノ以外にも

- ・宇宙からの天文ニュートリノ
- ・大気ニュートリノ
- ・陽子崩壊

などを測定しています。

これらを調べることで宇宙の謎やまだ見ぬ新物理の手がかりを得ることが期待されています。



スーパーカミオカンデの内部の検出器が約**1万1千本**取り付けられています。

## 粒子と反粒子は性格が違う?

