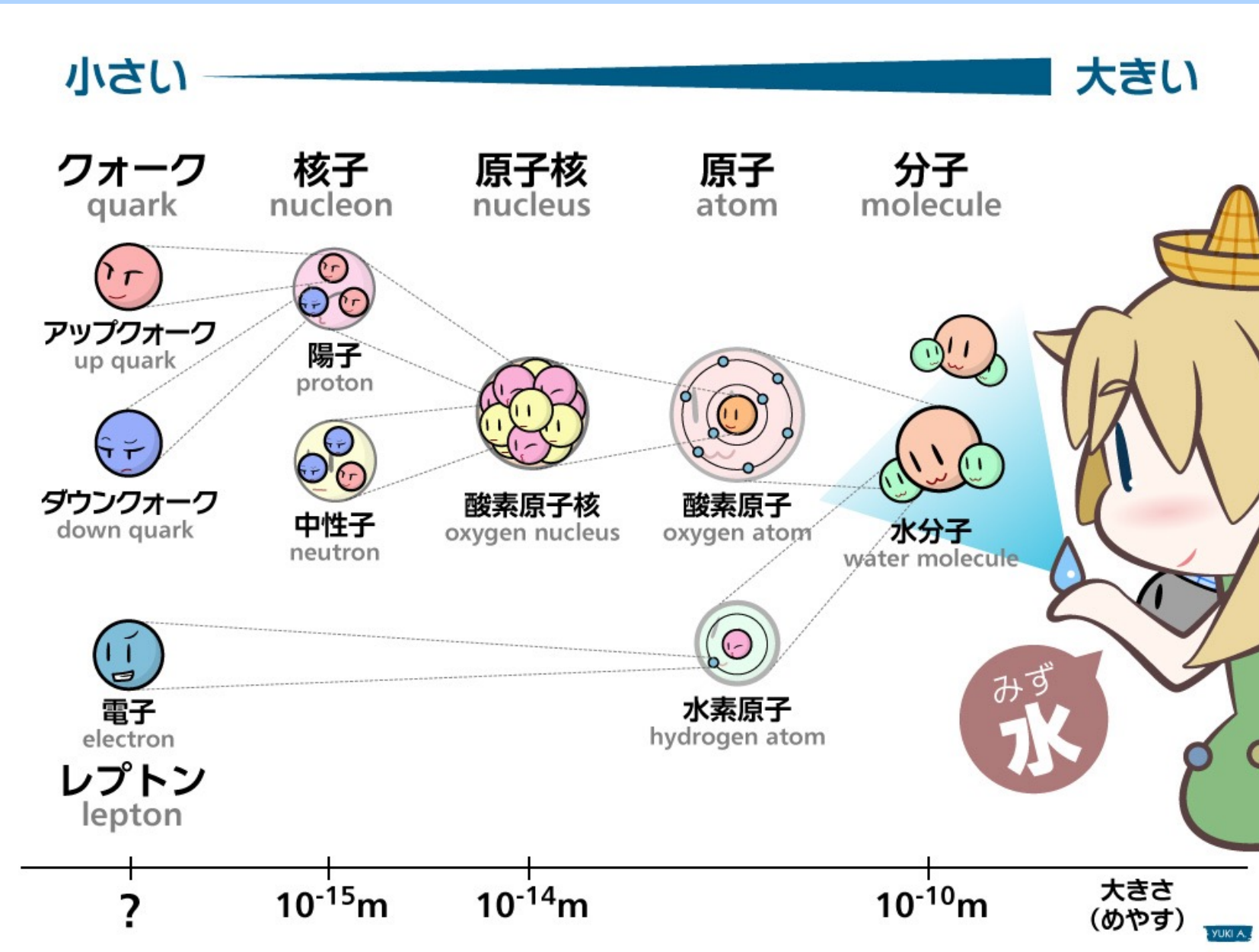


素粒子？ 実験？

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。

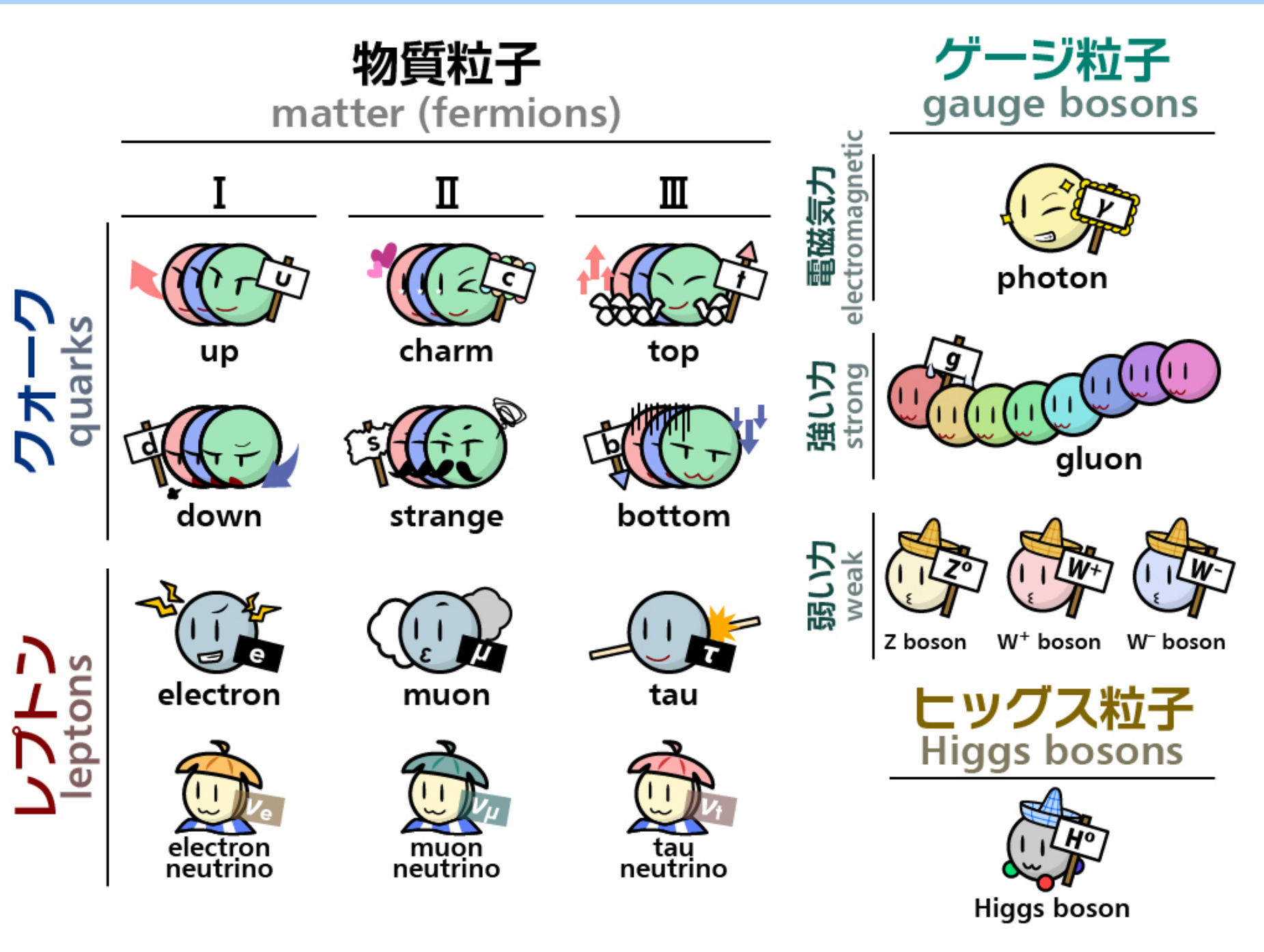


実は、世の中のほとんどのものはアップクォーク・ダウルクォーク・電子の組み合わせでできています。



どんな素粒子があるの？

普段なかなかお目にかかれない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。



素粒子標準模型で预言されている素粒子は2013年にヒッグス粒子が発見され、全て見つかりました。

〈イラスト 版權元〉 **Higgunstan**
秋本祐希 <http://higgstan.com>
出版物 「素粒子の世界」
「素粒子実験の世界」

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。理論的に予想されていた事の証明から、全く予想しないような発見まで、様々なドラマが作られてきた実験、その最先端について紹介をしていきたいと思います。

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
1969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
1979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

ニュートリノって知ってる？

“ニュートリノ”ってなに？

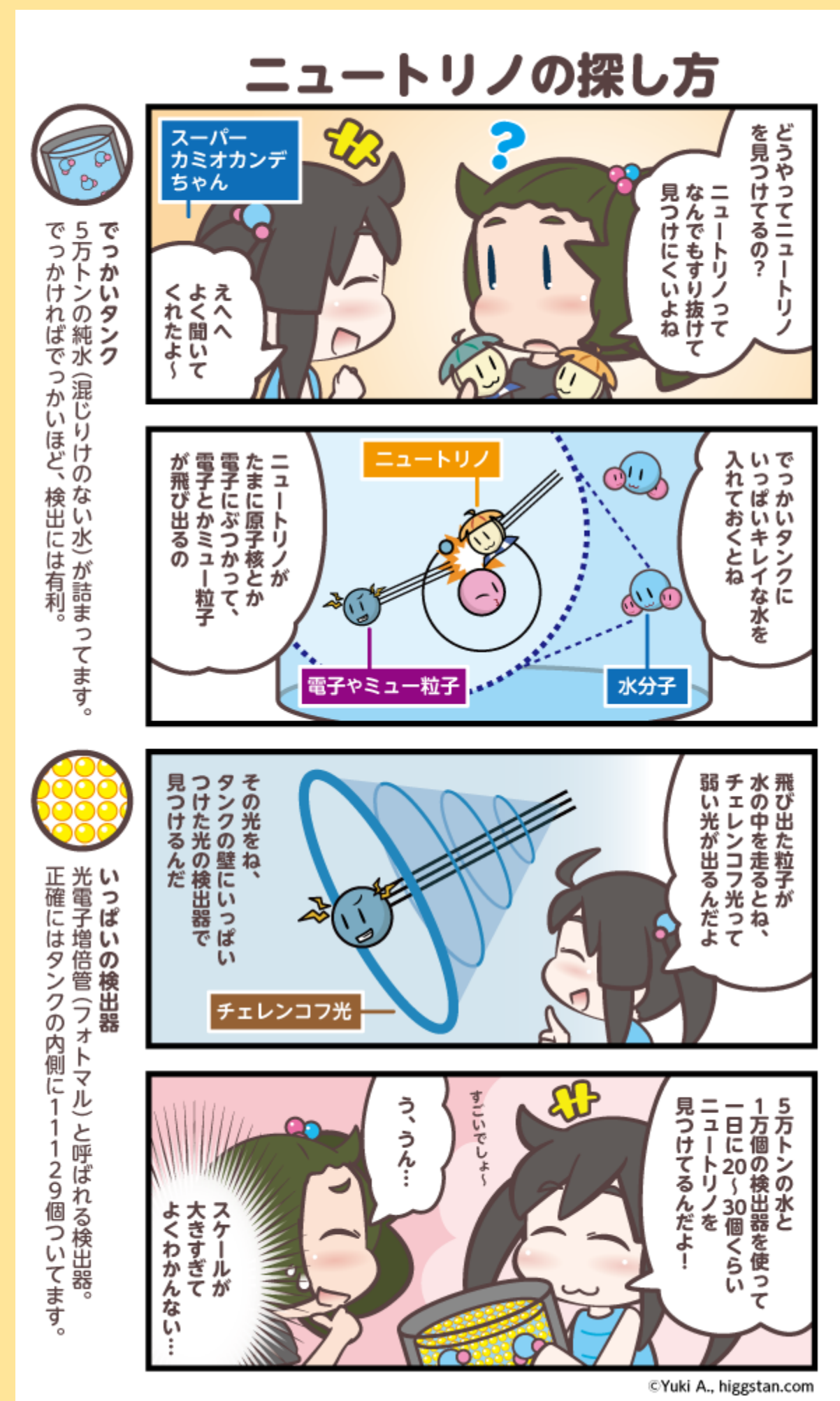
“ニュートリノ”とは、「**ニュートラル**=電気を帯びていない」+「**イノ**=(イタリア語で)小さい」という意味の名前を持った宇宙で二番目に多い素粒子です。

実はたくさんある！！

ニュートリノは太陽が熱を生み出す過程や超新星爆発などで生成されています。1秒間に**約100兆個**ものニュートリノが私たちの体を通過しています。

お化け粒子??

ニュートリノは中性で非常に小さいので、原子の中も通り抜けることができるため、検出することが非常に難しいです。そのため“お化け粒子”とも言われています。



日本が誇る検出器“カミオカンデ”

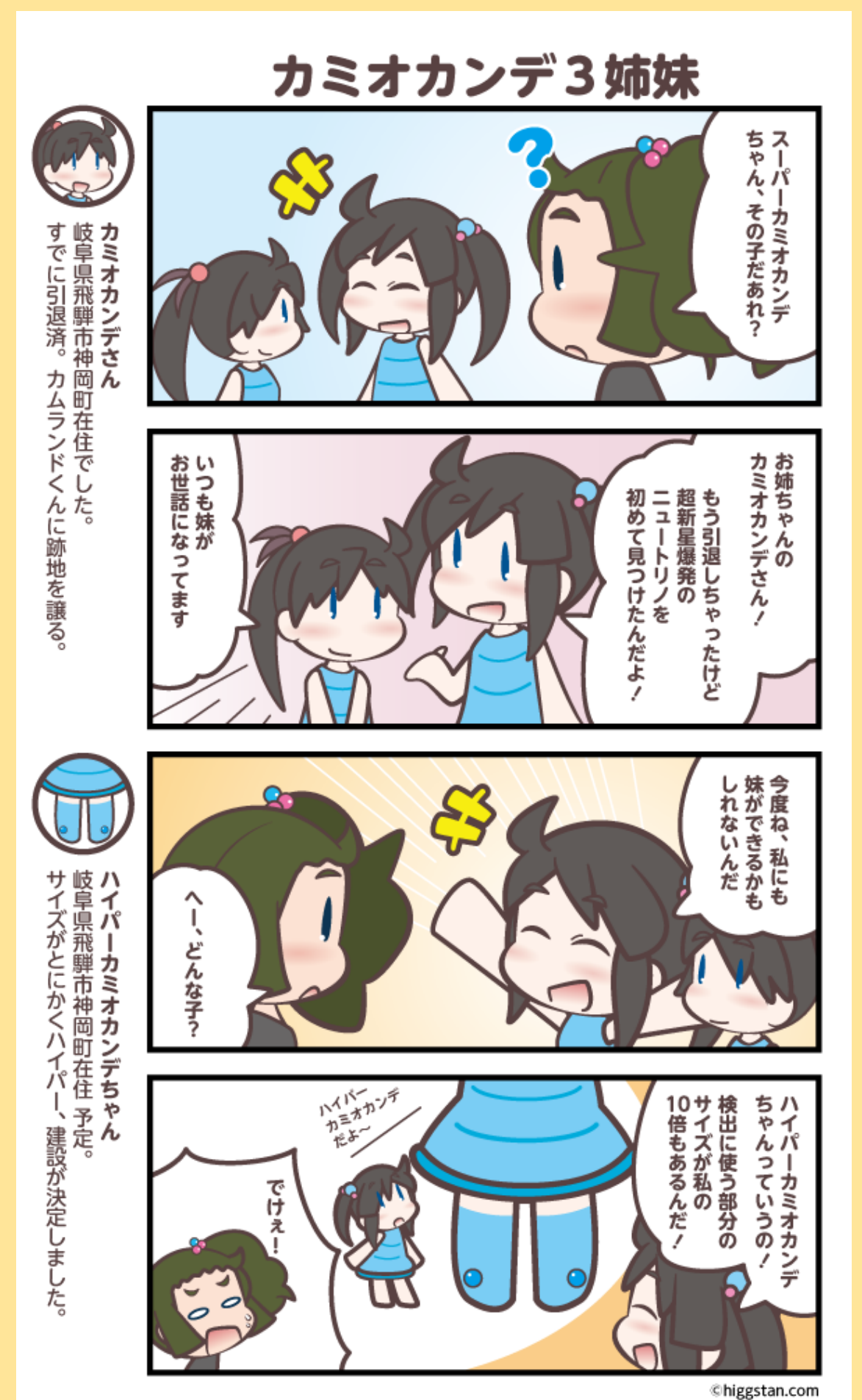
カミオカンデとは、3000トンの超純水を蓄えたタンクと、その側面に設置した1000本の光電子増倍管からなる検出器です。1983年にカミオカンデが観測を開始してから、1996年にスーパーカミオカンデへとアップグレードし、そして今年の9月にハイパーカミオカンデ計画へ着手することが決定されました。

カミオカンデの歴史年表

1983年	カミオカンデ観測開始
1987年	超新星爆発によるニュートリノを観測
2002年	ノーベル物理学賞受賞
1996年	スーパーカミオカンデ観測開始
1998年	ニュートリノ振動を観測
2015年	ノーベル物理学賞受賞
2025年	ハイパーカミオカンデ観測開始予定

何がわかるの??

ニュートリノは宇宙で二番目に多い素粒子です。しかし未だに謎は多く、その性質を理解することで、**宇宙の誕生**や**物質の起源**の謎を解き明かすことができるのではないかと期待されています。



ATLAS

どんな実験？

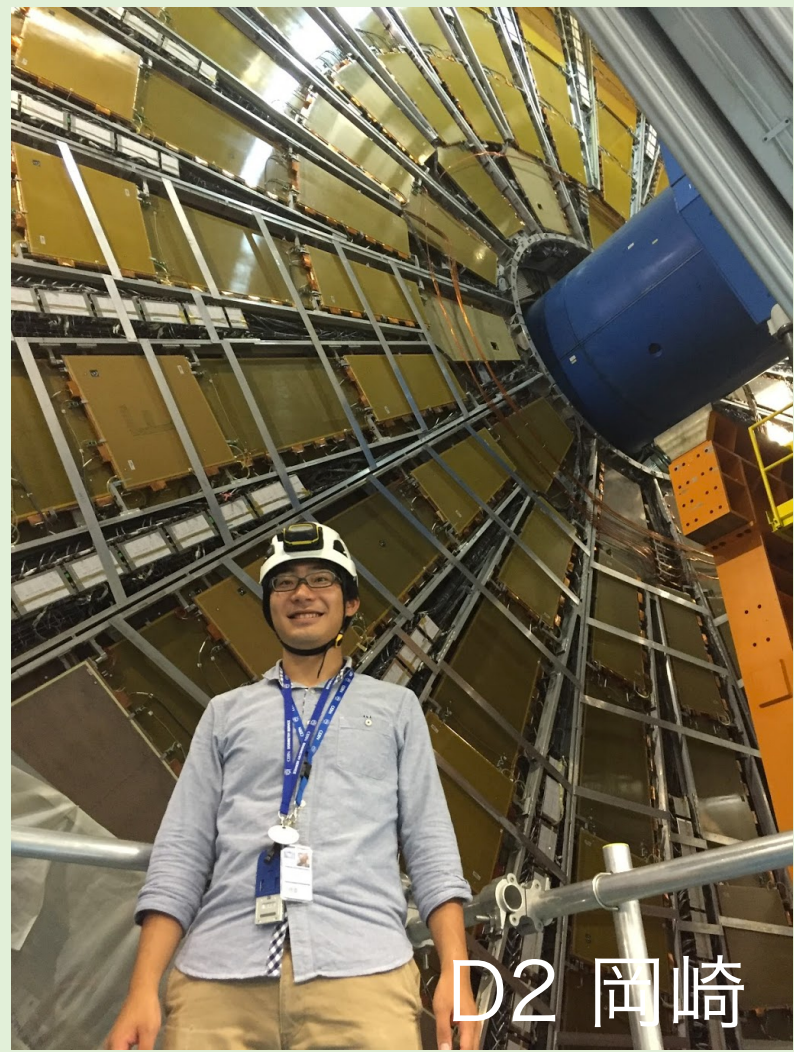
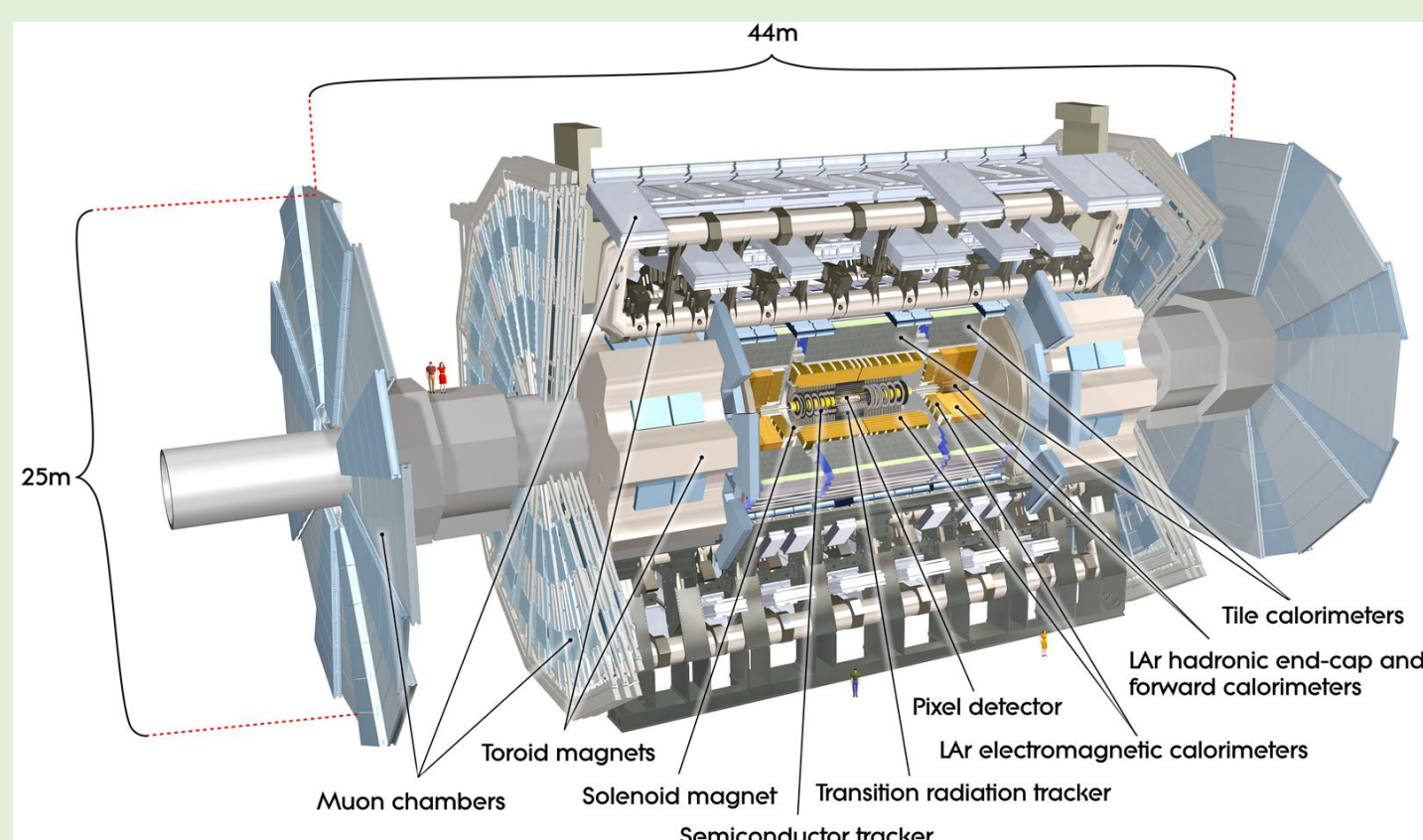
世界最高エネルギーの加速器、**Large Hadron Collider (LHC)**を使って陽子と陽子を衝突させる！

目的は？

高いエネルギーで陽子をぶつけると、**重い粒子を作ることができる！**
→ 今までに発見さ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？

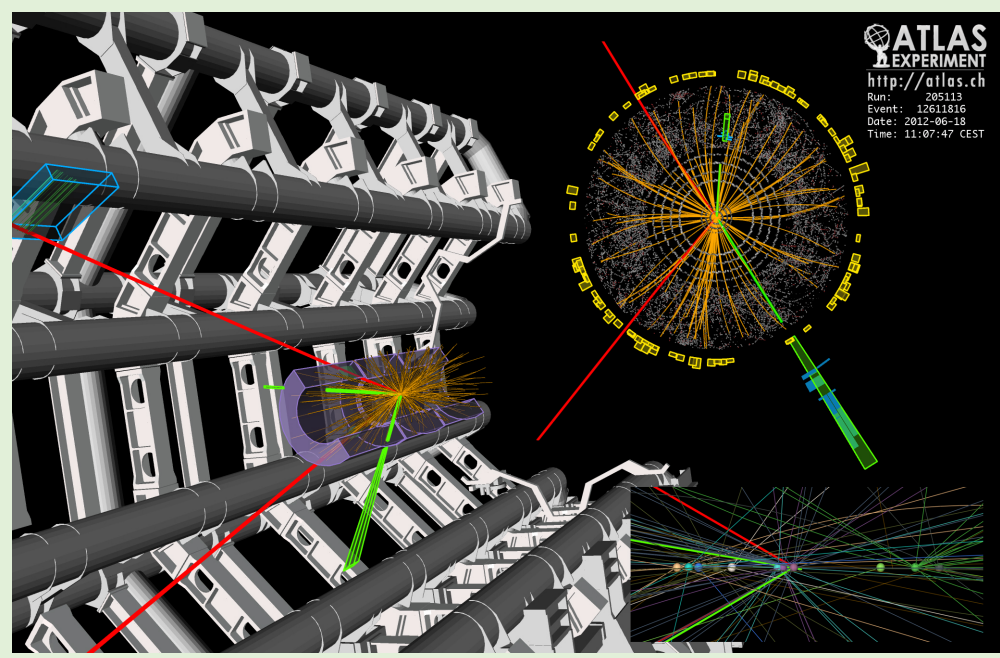
超大型検出器 **ATLAS** を使う！



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、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**！

高いエネルギーで真っ向勝負！

$$E = mc^2$$

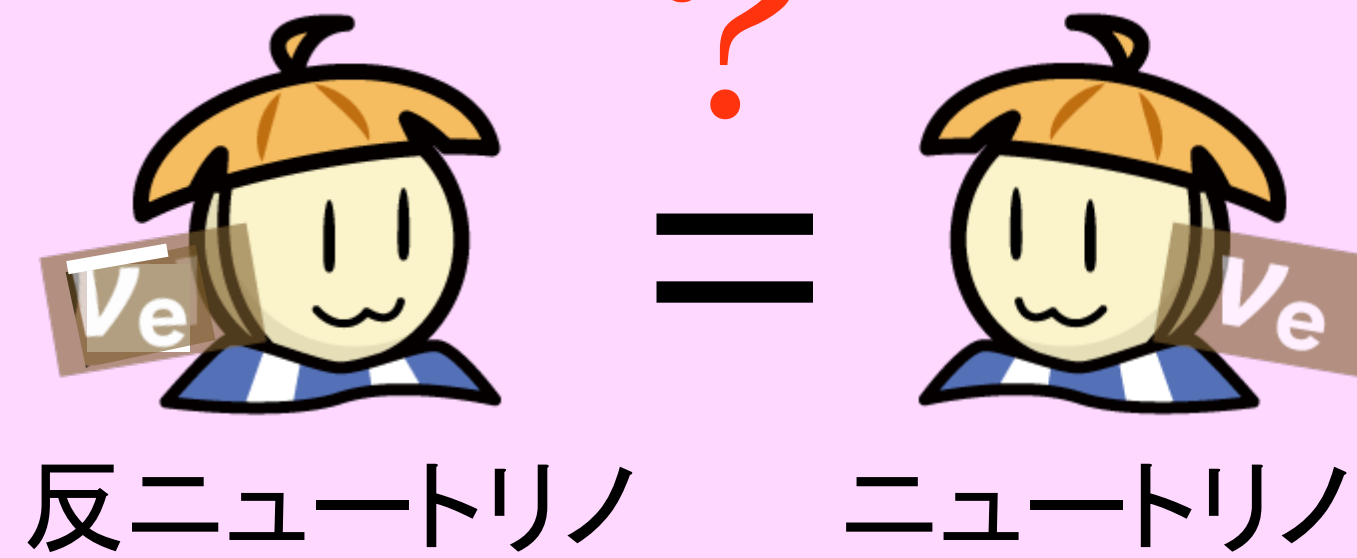


2012年に ヒッグス粒子を発見
2013年ノーベル賞を受賞！



AXEL

★ニュートリノはマヨラナか？



★もしマヨラナだと・・・

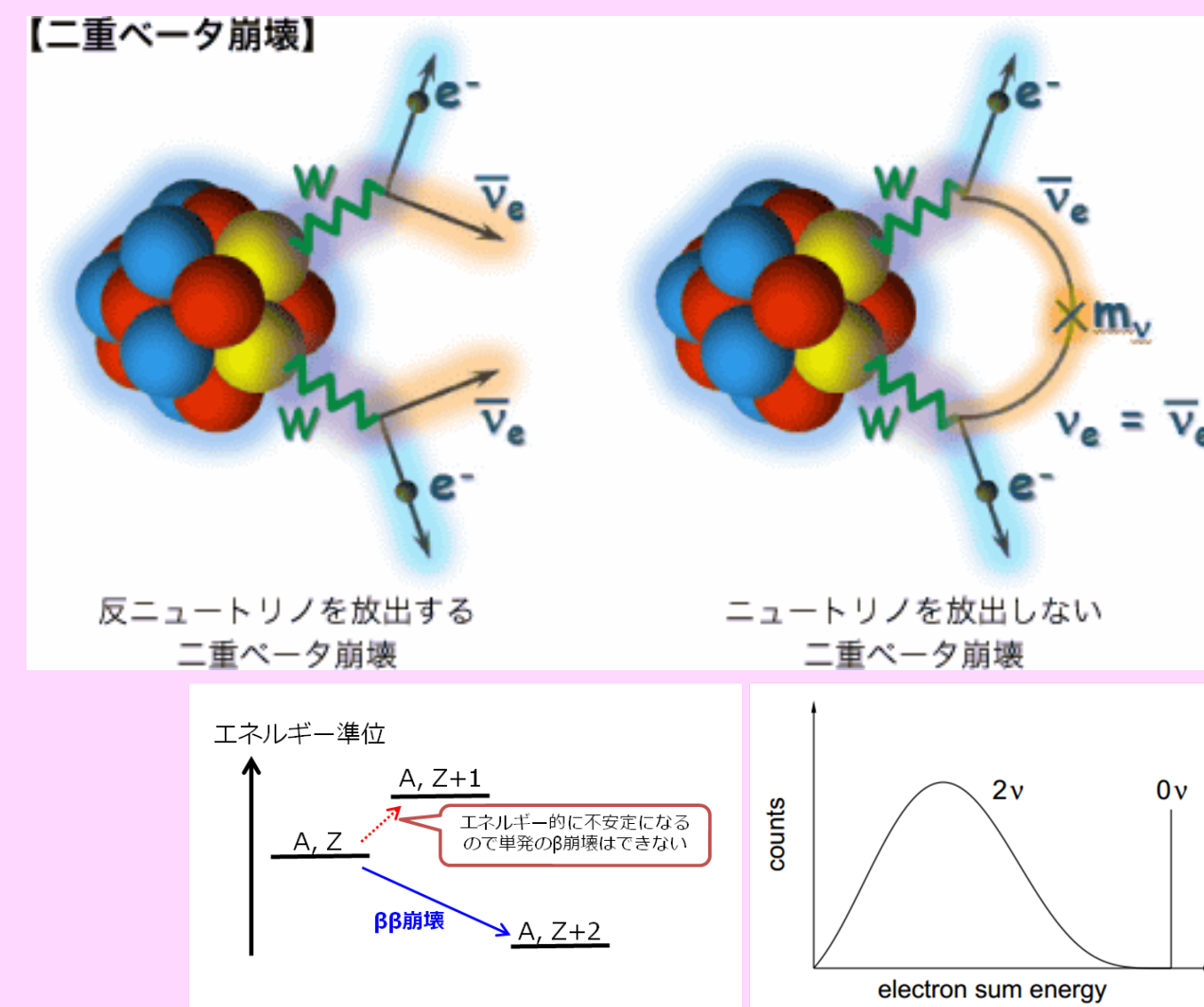
- ・ニュートリノがめっちゃ軽いことが説明できるシーソー機構(かも)
- ・めっちゃ重い右巻きニュートリノの崩壊で物質優性宇宙(かも)
- ・ニュートリノを放出しない二重ベータ崩壊が起きる(かも)

★二重ベータ崩壊

- ・寿命: $\sim 10^{26}$ 年以上

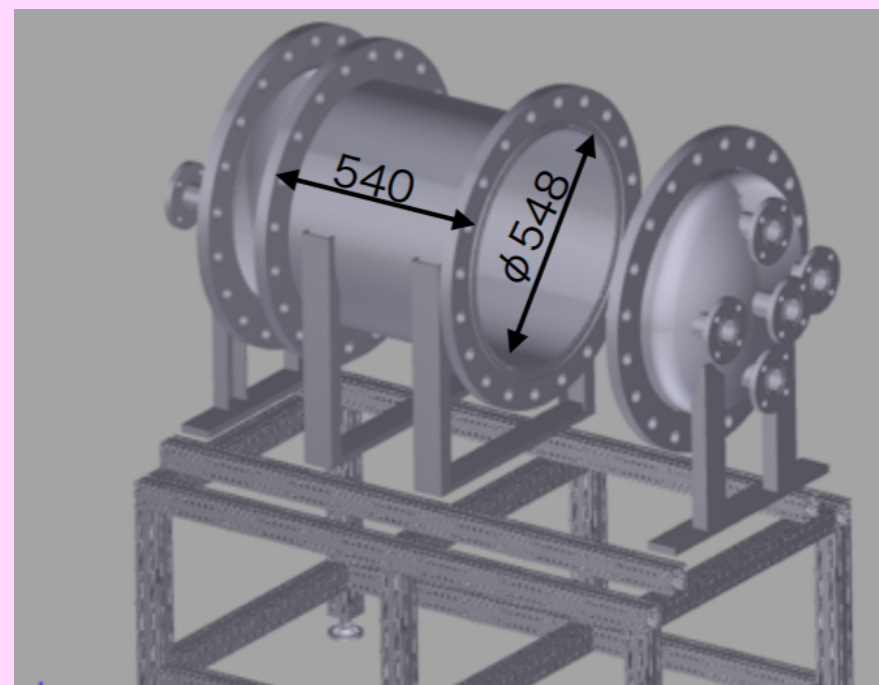
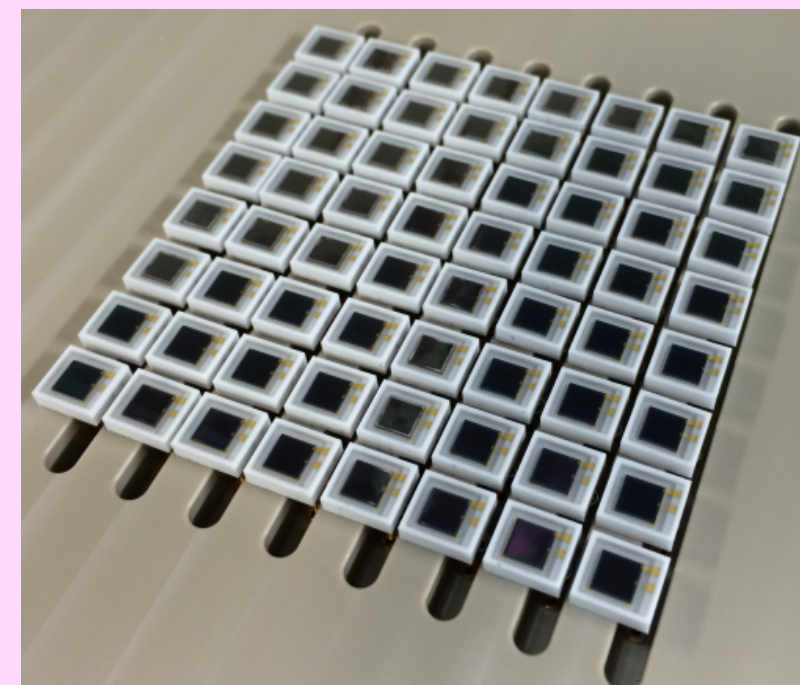
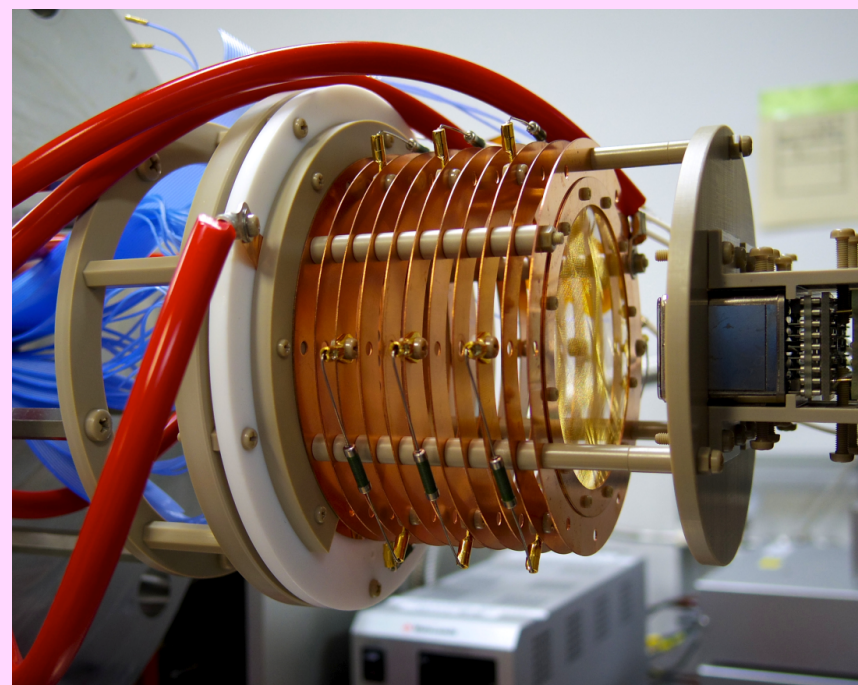
10²⁶年ってどれくらい？

- ・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粒落とし続けると地球が覆われる
- ・毎年砂を1粒積むと100kmくらいのピラミッドができる
- ・ちなみに宇宙年齢は1.38 × 10¹⁰年



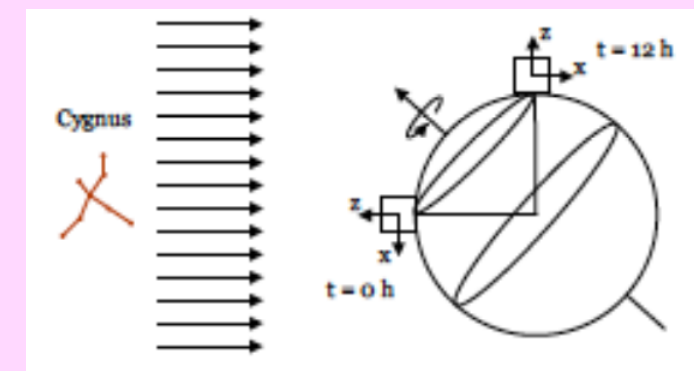
★研究室の取り組み

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



量子揺らぎ

インフレーション

強い相互作用の分離

自発的対称性の破れ
(ヒッグス場の相転移・電弱分離)

粒子反粒子対消滅

ビッグバン原子核合成

原子生成・CMB

構造形成

現在の宇宙

原始重力波

陽子崩壊

ニュートリノのCP位相

CMB

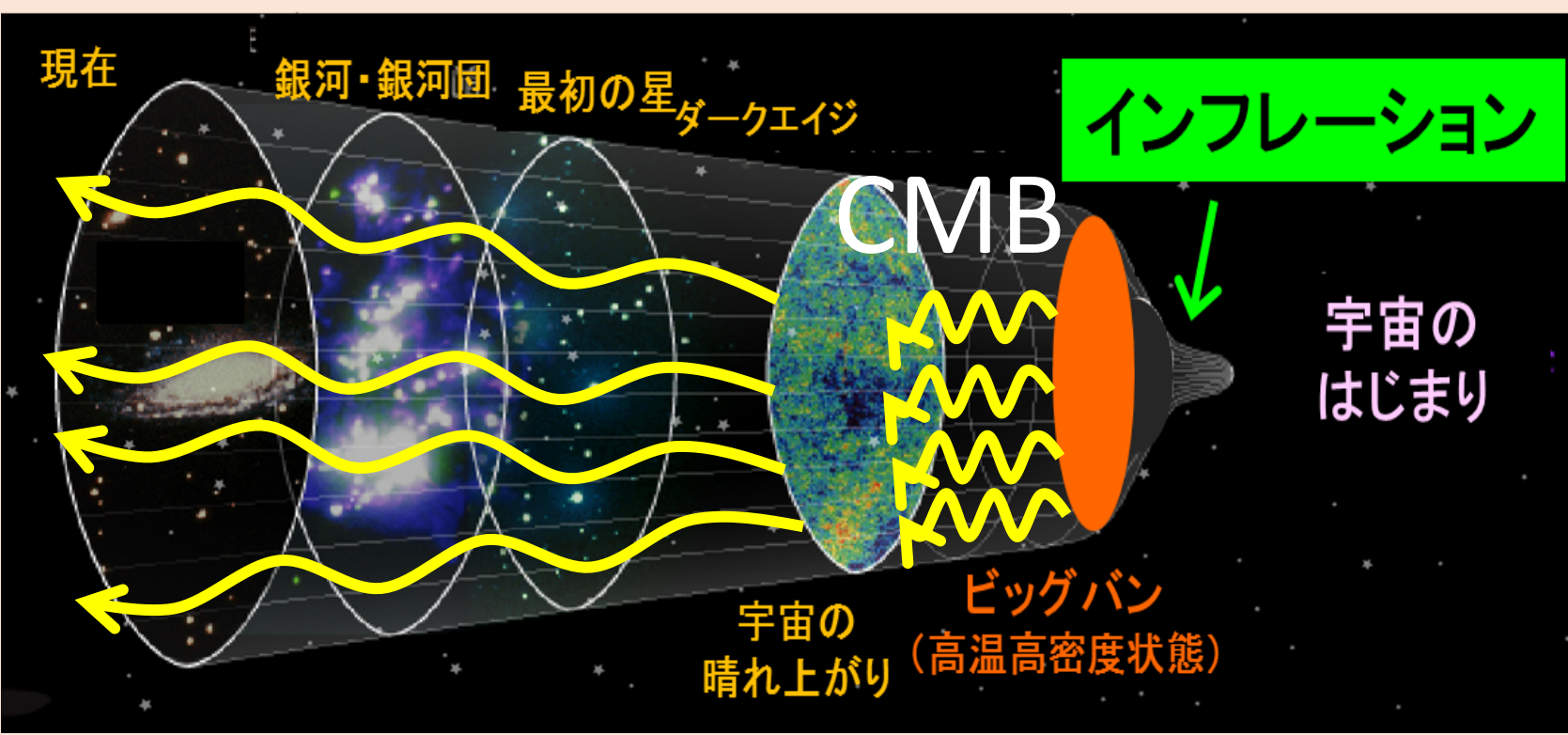
暗黒物質

超新星爆発

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!!



“CMBって何？”

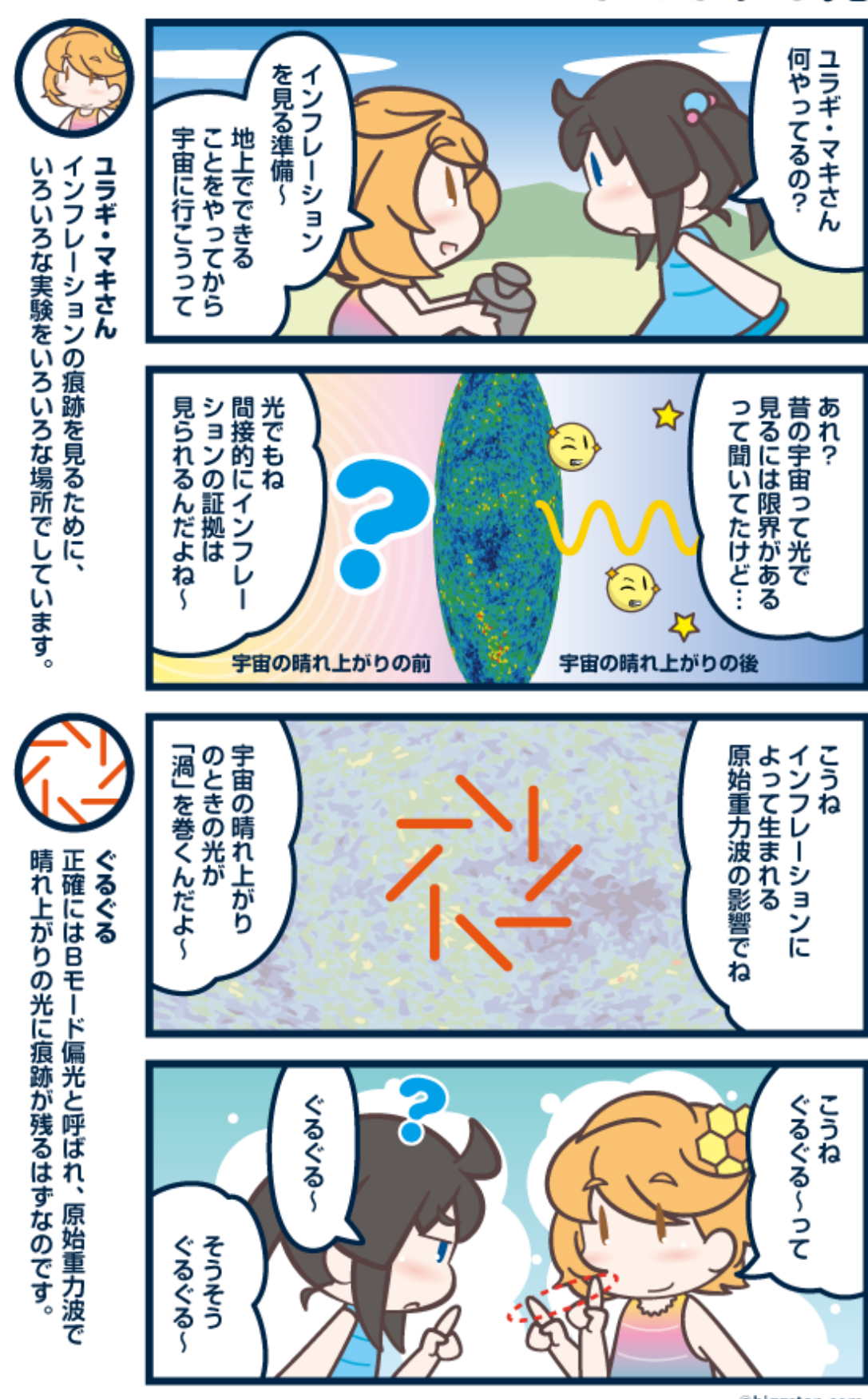
Cosmic **M**icrowave **B**ackground
(宇宙背景放射)
“宇宙最古の光”
★インフレーションがあると...
⇒CMBに渦巻きの偏光模様

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！



ぐるぐるする光



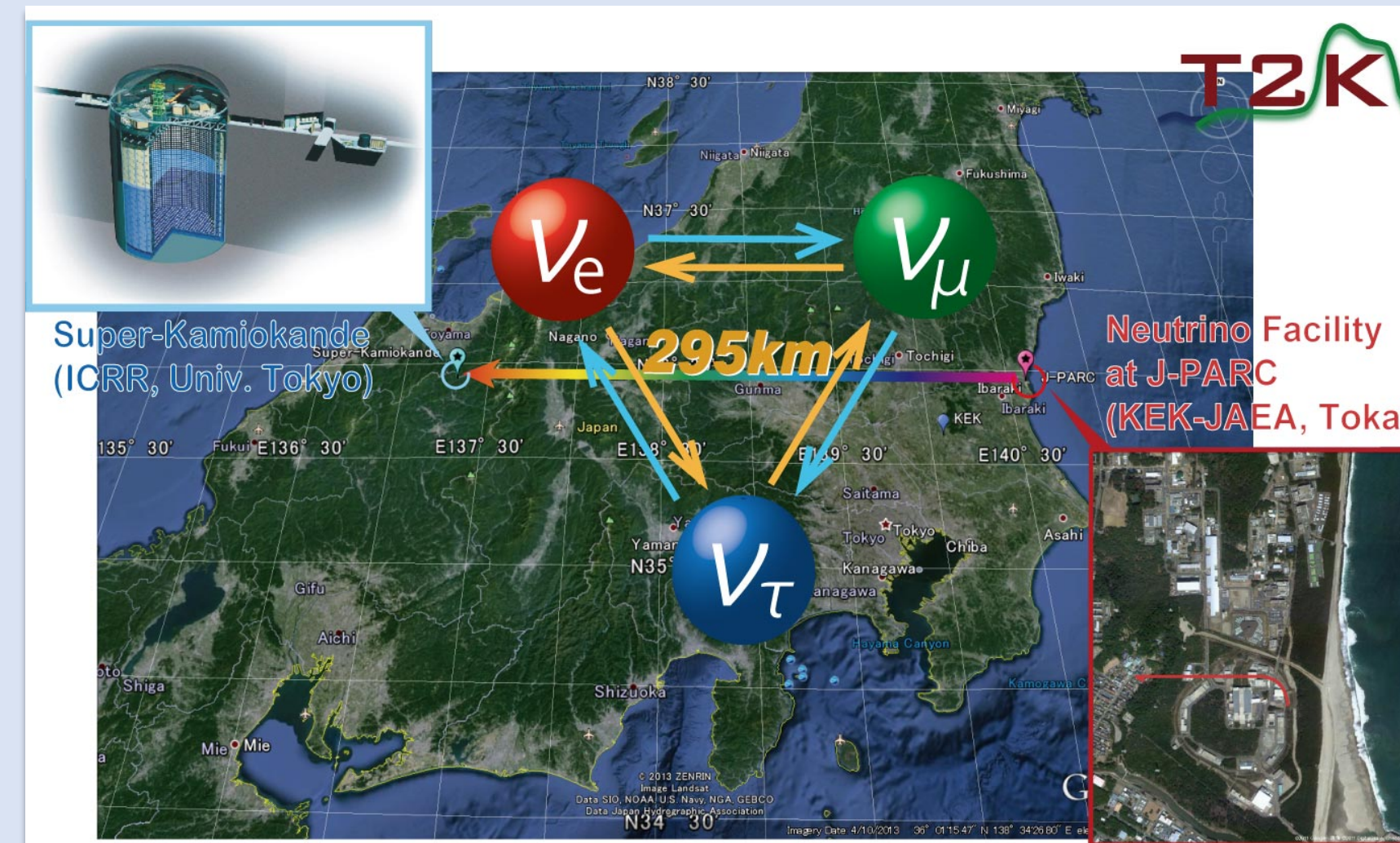
T2K・SK



・ 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。



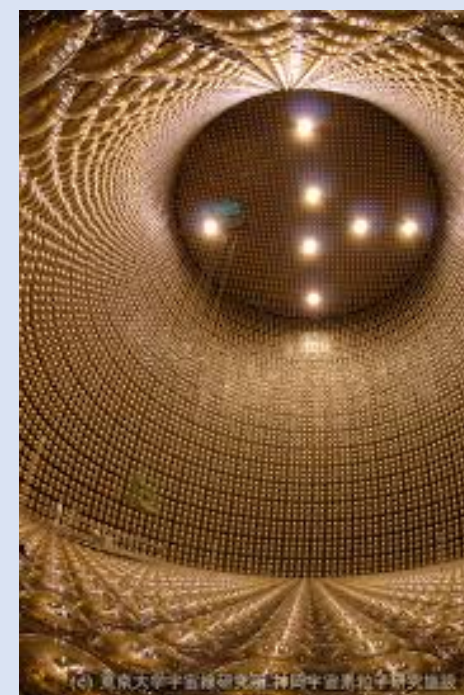
・ スーパーカミオカンデとは？

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
右の検出器が約**1万1千本**取り
付けられています。



スーパーカミオカンデで使われて
いる直径約**50cm**の**世界最大！**
の光検出器

粒子と反粒子は性格が違う？

