

先端加速器LHC／ILCでのヒッグス・超対称性 ＋ 量子技術で拓く新しい素粒子実験

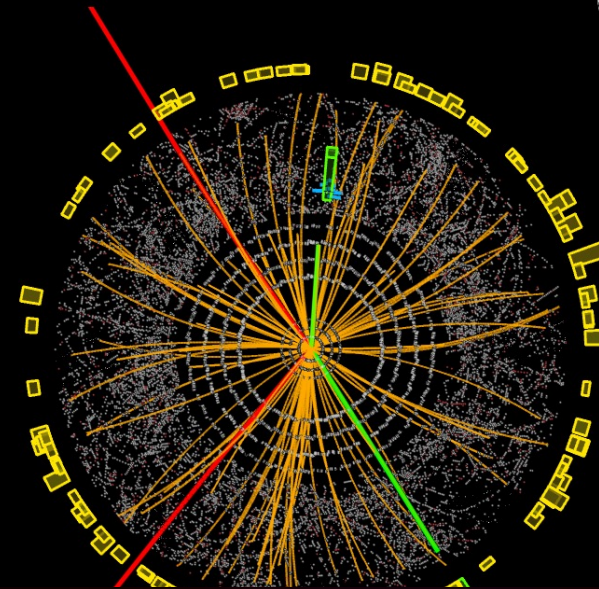
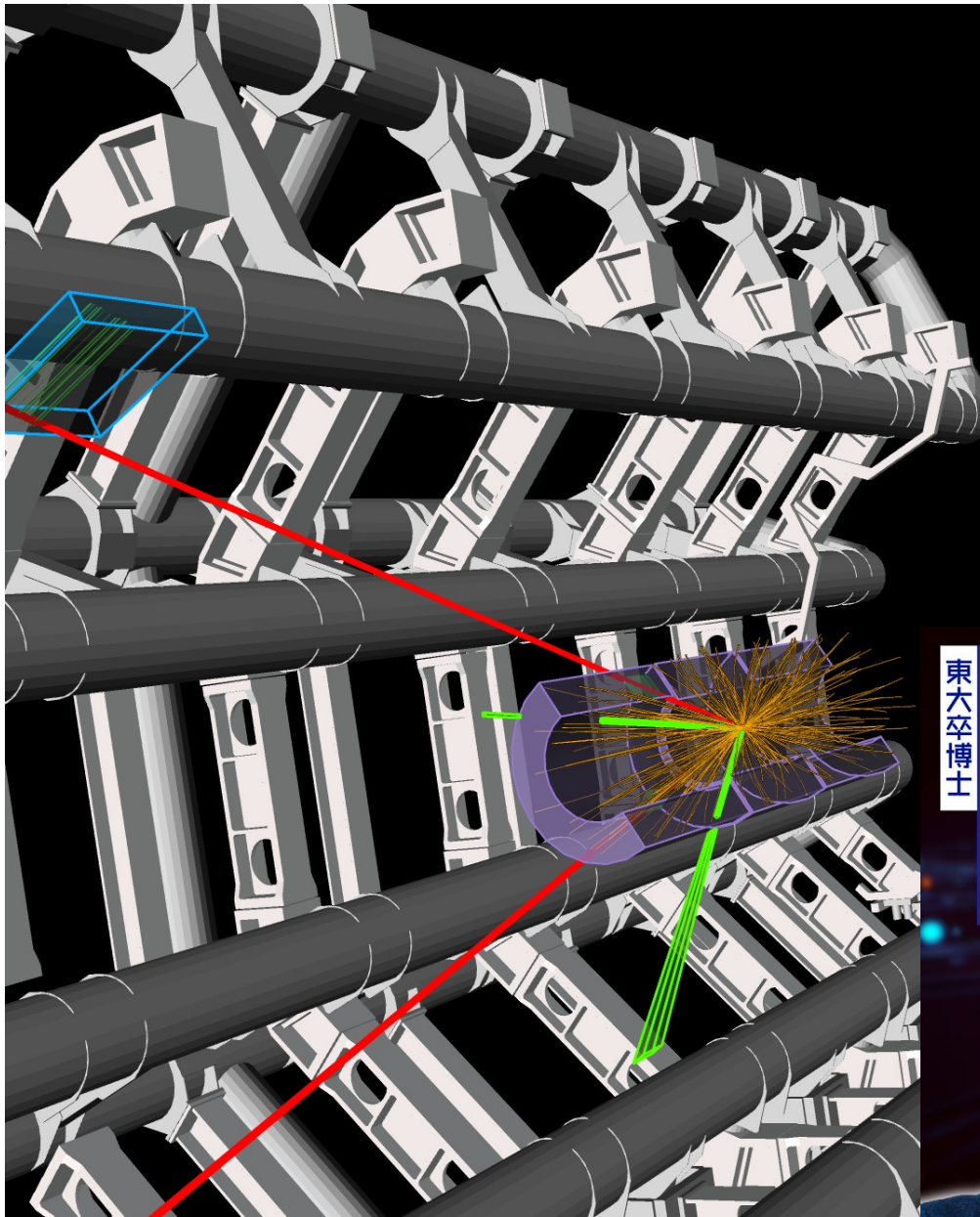
LHC加速器

ILC加速器

浅井+素粒子センター

ヒッグス粒子

浅井祥仁 youtube



ATLAS
EXPERIMENT
<http://atlas.ch>
Run: 205113
Event: 12611816
Date: 2012-06-18
Time: 11:07:47 CEST

東京大学
博士
須貝 駿貴

東京大学
教授
浅井 祥仁

ILCの研究者と学ぶ

宇宙をつくる

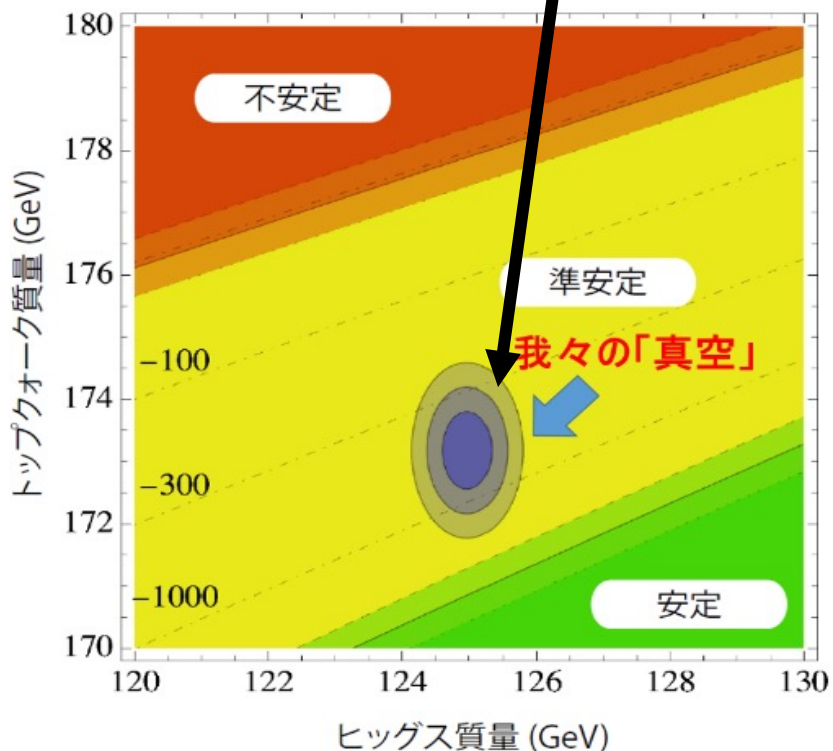
研究



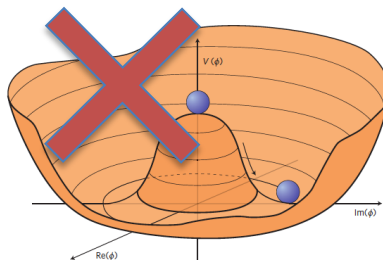
イベント生中継!

最近の我々の「ヒッグス粒子」研究で分かった

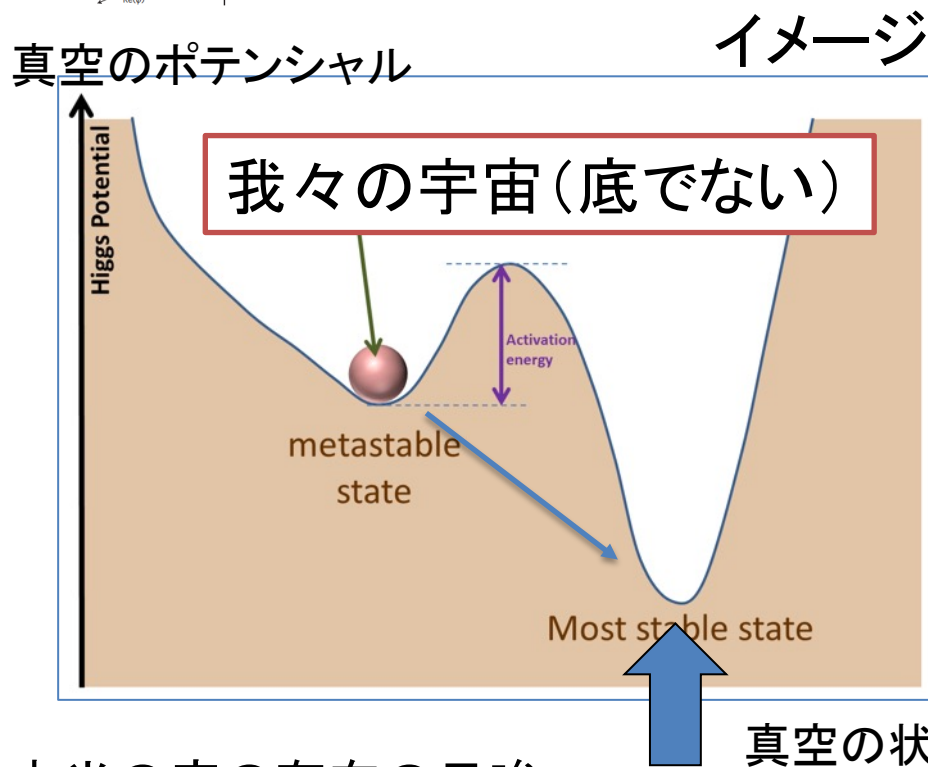
我々の宇宙(真空)は



**準安定: 宇宙はある日、
大きな変化(相転移)で消
えてしまう!!!**
心配無用 トンネル効果で確率
小さい



こんな簡単な話
ではなかった

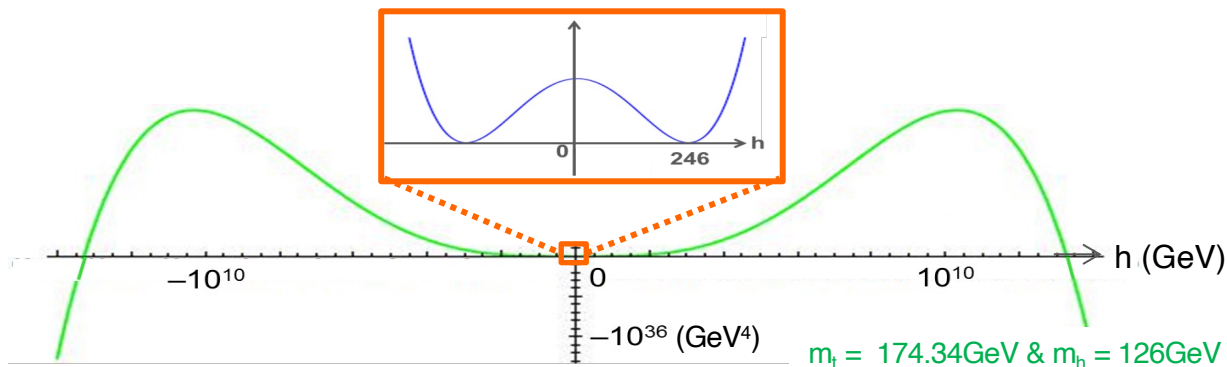


本当の底の存在の示唆

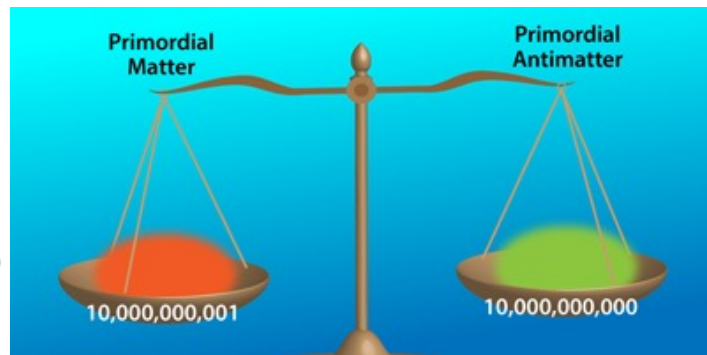
より高いエネルギーでの**新現象の示唆**

ヒッグス場は 宇宙の何故？と結びついている：6つの謎に直結

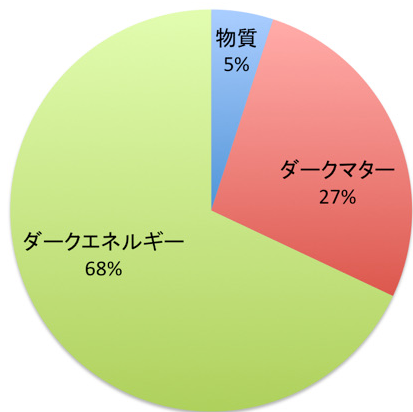
なんでこんな変な形してるの？



ヒッグスポテンシャルの形・電弱スケール起源



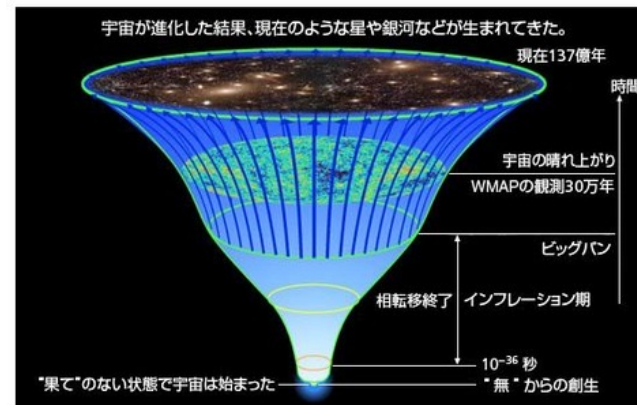
物質・反物質非対称性の起源？



暗黒物質・暗黒エネルギー



世代の起源



インフレーションの起源？

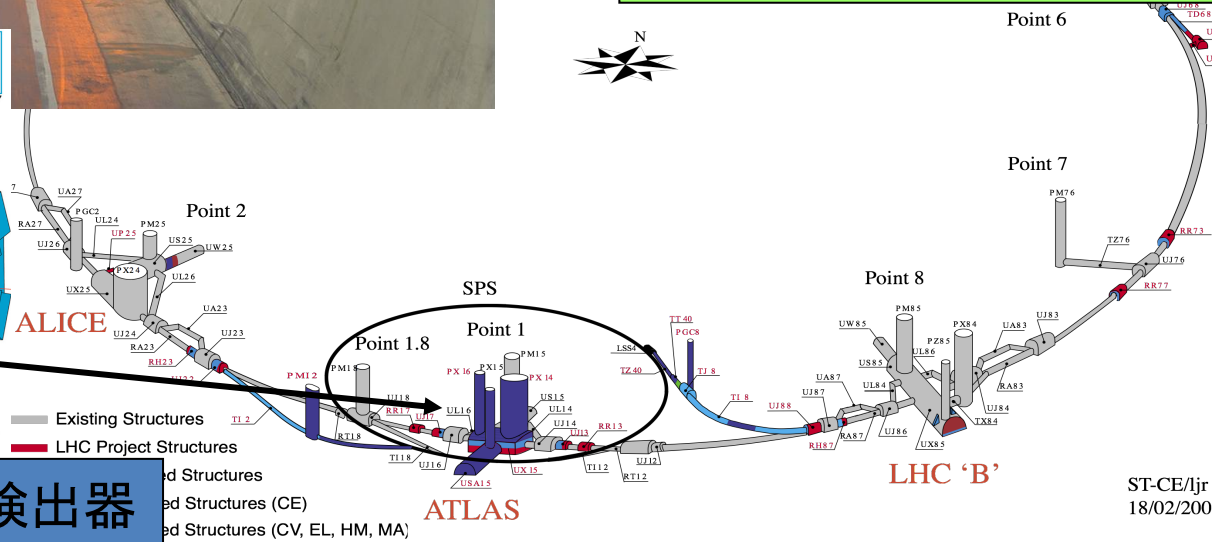
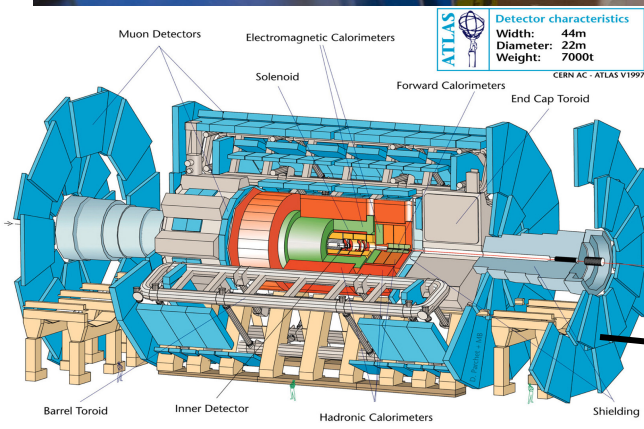
世界最高エネルギーLHC実験での研究

エネルギーを増強して再稼働をはじめた

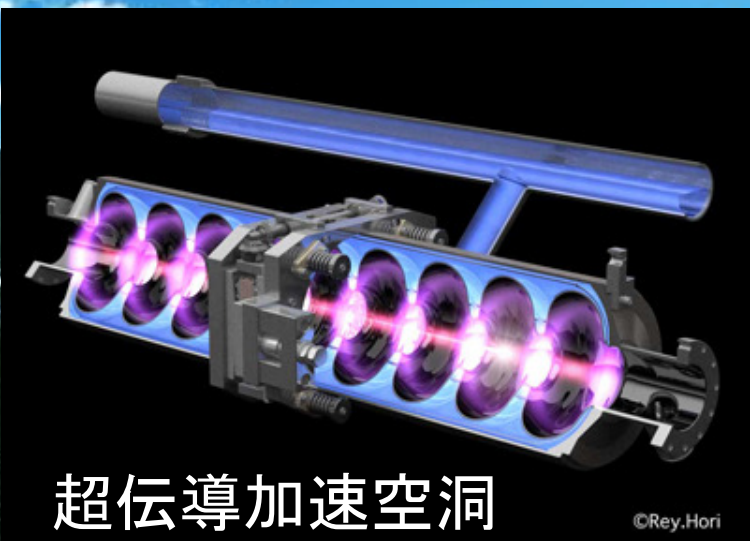


素粒子物理国際研究センター

一周27 km 地下トンネル、超伝導磁石
陽子を超高エネルギーまで加速・衝突させる。
ヒッグスや超対称性を研究

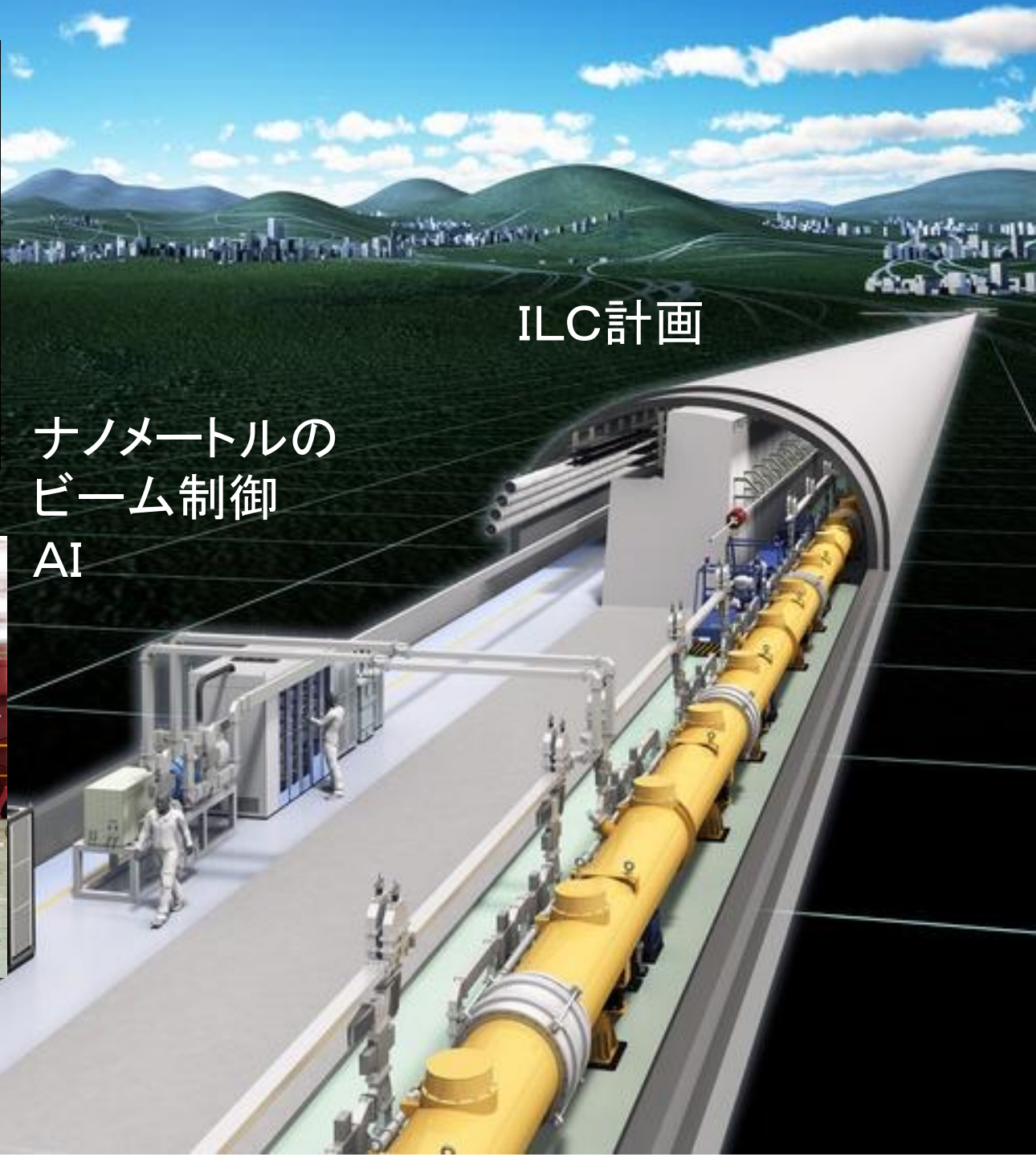


衝突する場所にATLAS検出器を置いて反応を調べる



超伝導加速空洞

©Rey.Hori



ILC計画

ナノメートルの
ビーム制御
AI



ヒッグス場はヤバい

真空が空っぽではない

バンドラの箱をあけたヒッグス粒子発見

これまでの素粒子と
全く違うタイプ(第3極)

物質を形作る素粒子
クォーク・レプトン

力を伝える素粒子
ゲージ粒子

質量を生み出す
真空:ヒッグス場

宇宙全体にひろがっている

暗黒
エネルギー
は60桁
大きいはず

ミクロな場:宇宙全体(マクロ)の広がっている。
真空のエネルギー:インフレーションのタネ?

1cm³のなかに

アイシュタイン
方程式を書き直そう

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}R g_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}$$

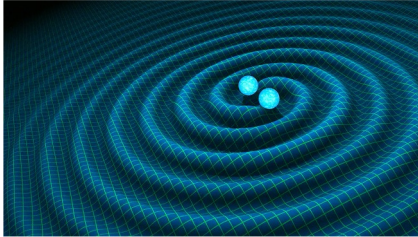


水素原子10⁴⁴個分
のエネルギーの
変なものが
つまっている

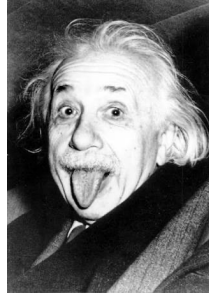
→ ミクロな世界は違う時空?

素粒子を使って「時間や空間」を研究

重力波発見

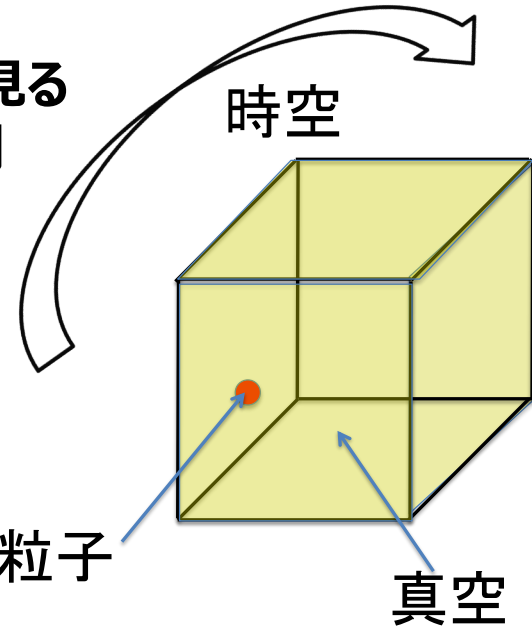
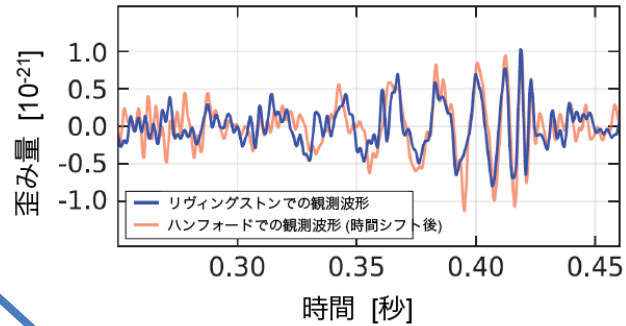


重力は、見かけ



素粒子の見る
空間・時間

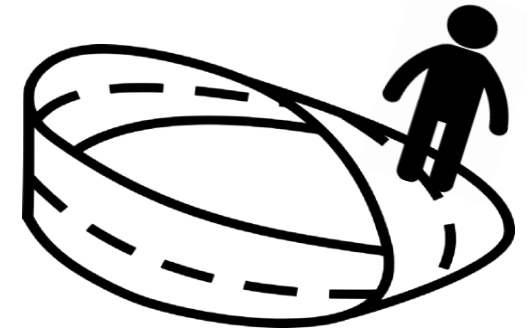
LIGOで最初に観測された重力波信号の波形



空間がゆれてる

空間って何
時間って何？
なんでできてる？

・表と裏があ
る空間
・4次元でな
くて10次
元？



ミクロな素粒子が見る時空って？

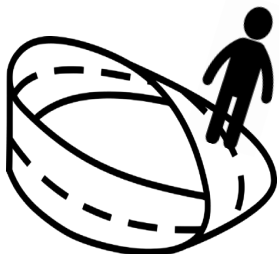
超対称性粒子の探索

「力の大統一」や
「暗黒物質」

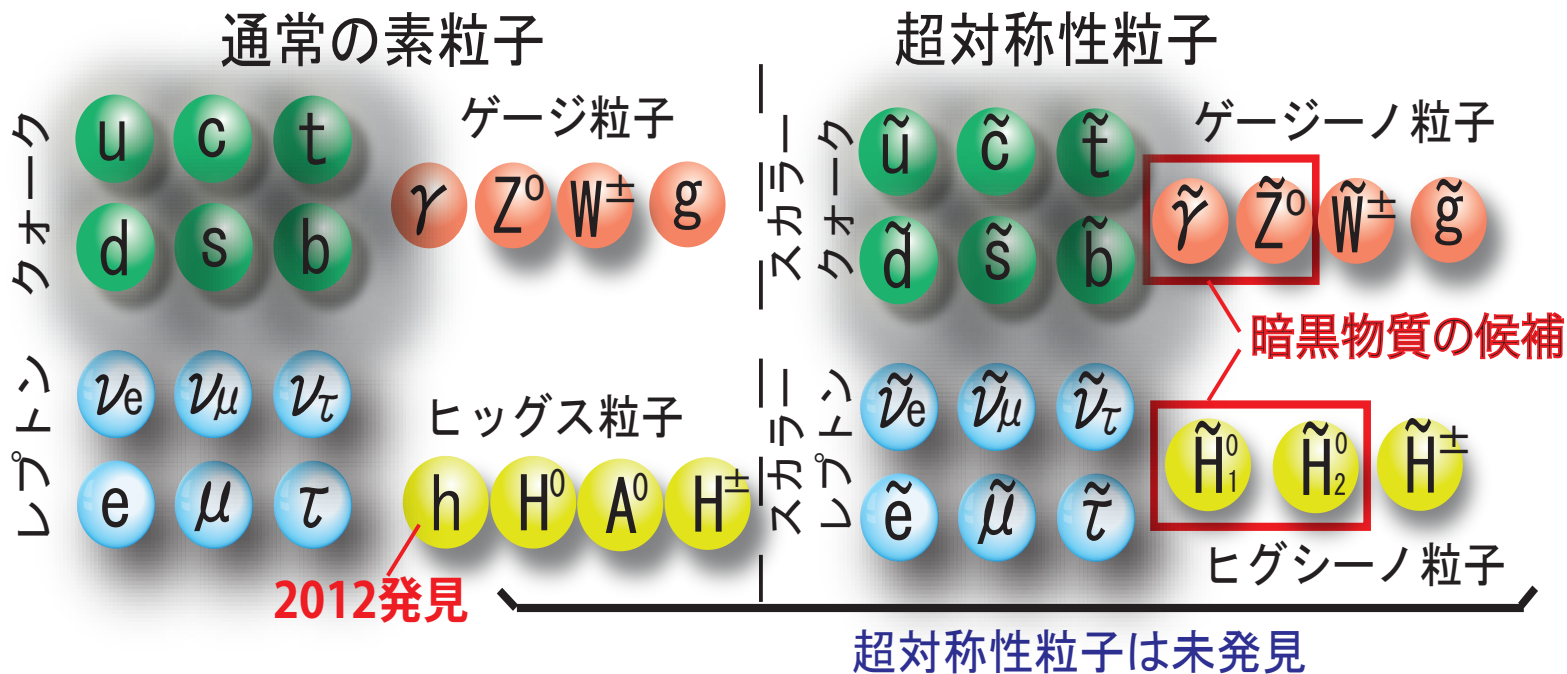
スピン: 素粒子から空間がどう見えているか？ $S=1/2$ 2回転対称 vs $S=0, 1$
時空の対称性と素粒子のもつ対称性を融合する: 超(ちょー)対称性



4次元？



メビウスの輪
(2回転もとに戻る)

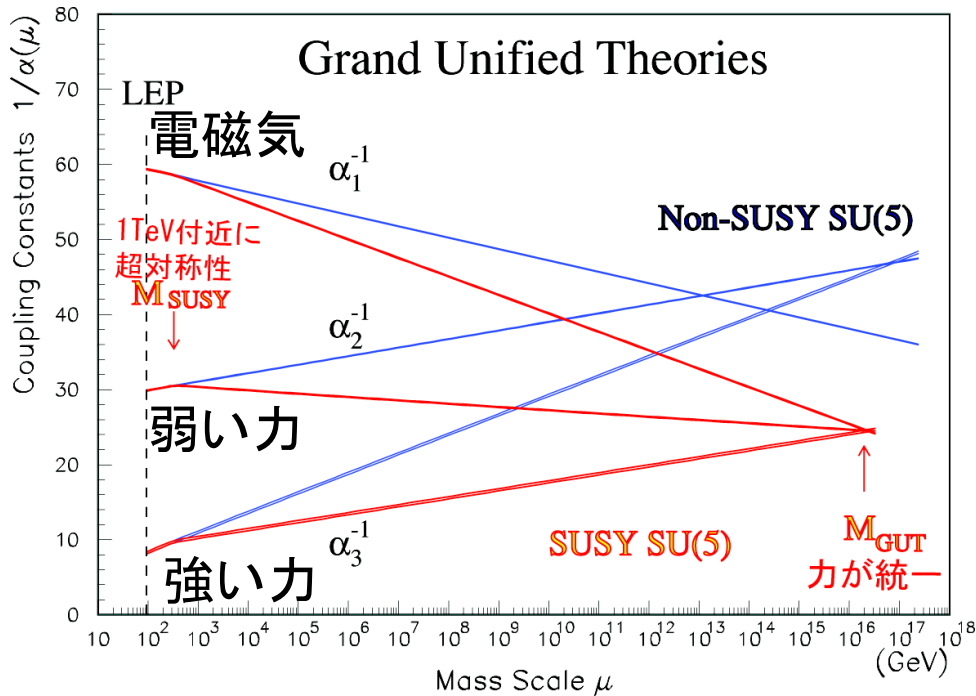


素粒子実験のメインテーマ・暗黒物質の解明

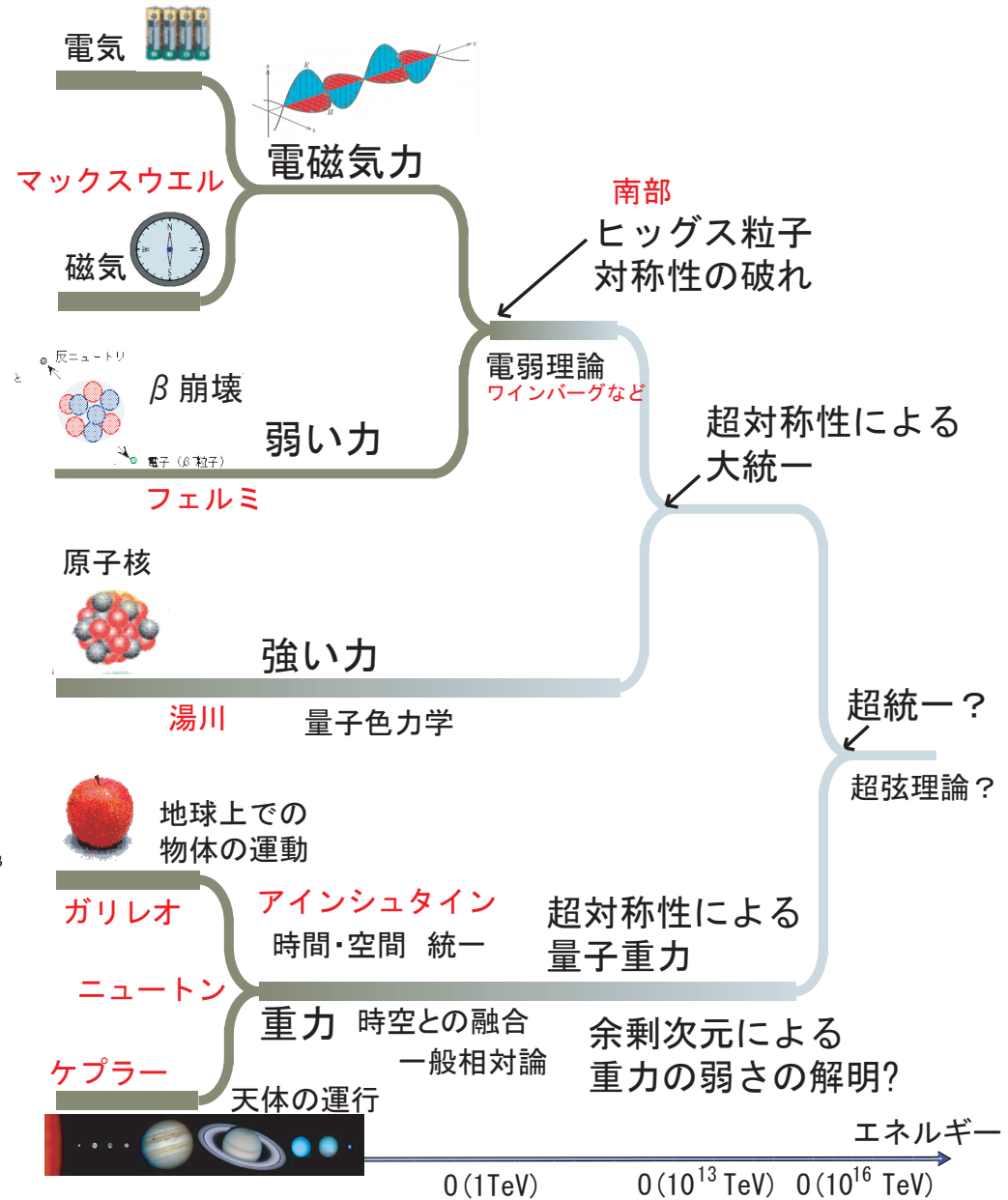
物理学は統一の歴史そのもの

大統一・超統一

力の強さは、どんな種類の粒子がいるかで変化する。
“超”粒子がいると、



3つの力がひとつだった！



超対称性って何？

asai icepp



「やっぱりSUSY講座」 (はじめての超対称性入門コース:学部生むけです)

2021年4月 開催済み (スライドとvideoでどうぞ)

[スライド](#) [ビデオ \(90分\)](#)

muon g-2 や暗黒物質など 超対称性のヒントとなるがいろいろあります. やっぱりSUSYです.

- ・超対称性ってなに？
 - ・破れの機構
 - ・どこらへんにある？
 - ・LHCや暗黒物質探索で どうやって探す？
- これで貴方も信者になります。

「素粒子最前線講座」 (LHCから非加速器まで～手段を選ばない素粒子マキャベリズム)

超対称性いいことばかりではないです。どこが問題なのか？

どういう可能性があるのか？ (正直に話します)

SUSYの理解をふかめる講座です。ヒッグスや非加速器実験も あわせて

できればB-anomalyもいれてかんがえるかも知れませんが未定

5/12

1. ヒッグス機構とその発見の意味 [スライド](#) [ビデオ \(90分\)](#) [書き物](#)

5/19

2.超対称性 旧約聖書 (Before Higgs) [スライド](#) [ビデオ\(100分\)](#)

5/26 (皆既月食 全然だめでした)

3. 超対称性 新約聖書 (After Higgs) [スライド](#) [ビデオ\(100分\)](#) [書き物](#)

6/2

4. 超対称性 どこに賭けるか？ g-2をうけてLHCや暗黒物質探索で どうする？ [スライド](#) [ビデオ \(100分\)](#)

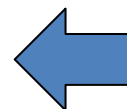
実は、3. After Higgsとは そんなに簡単にはつながらない

EDM, g-2, などとあわせて どうすべきか考えましょう (この日は かなり専門的です)

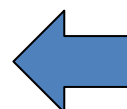


やっぱりSUSY講座

日付は
気にせず
去年のzoom録画



ヒッグスの意味



最先端の話も

録画じゃなくて、、、人は

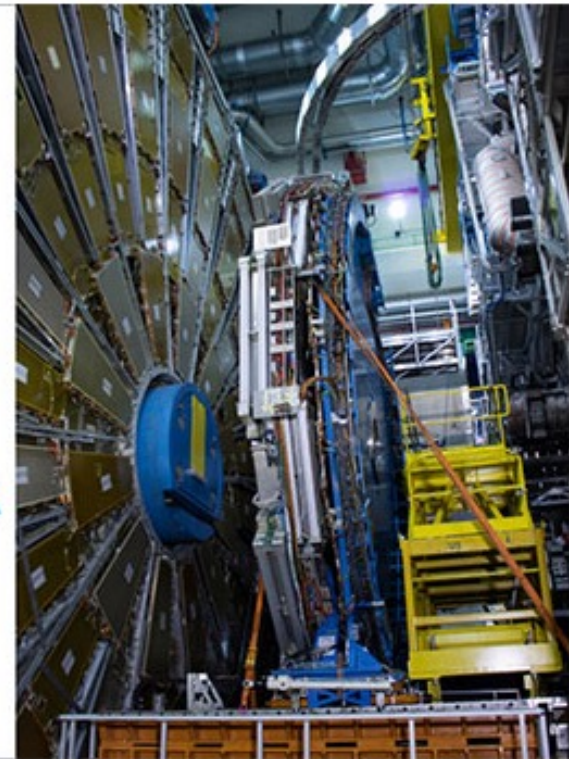
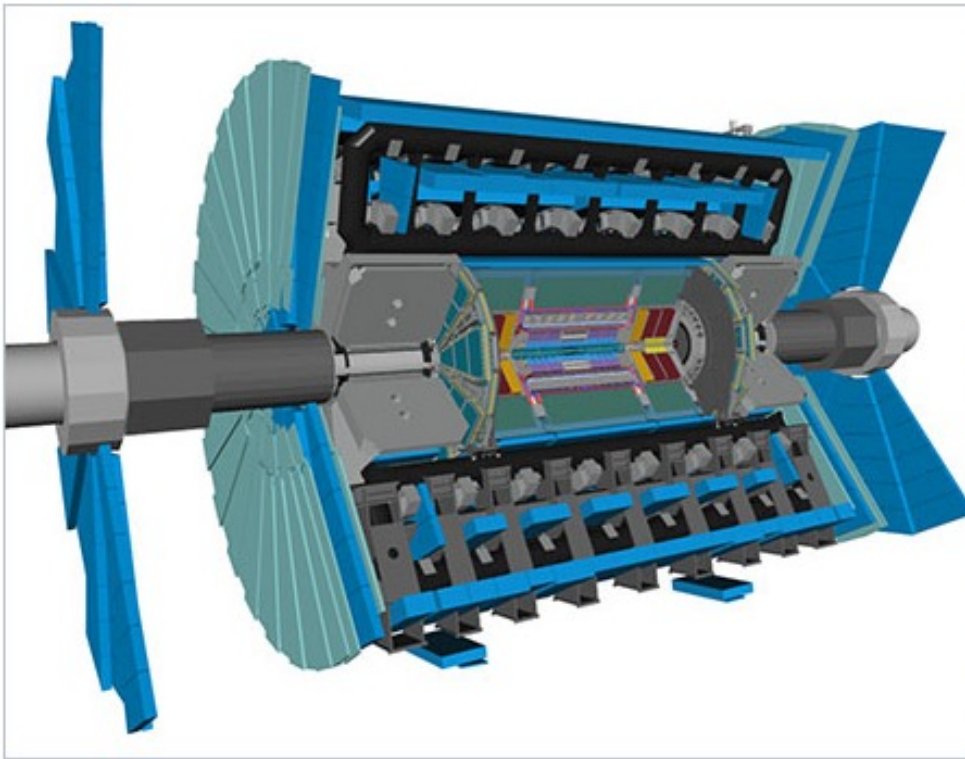
2023.04.28

進学希望者向け

ATLAS実験 学部生向け特別セミナー 2023
～最先端「加速器素粒子実験」を知ろう！～
＜学部生・大学院生・学内外問わず大歓迎＞

理学部4号館2階1220号室

<http://www.icepp.s.u-tokyo.ac.jp/information/20230428.html>



2023年6月5日(月)・9日(金) 各日 16:50～18:20(5時限目)

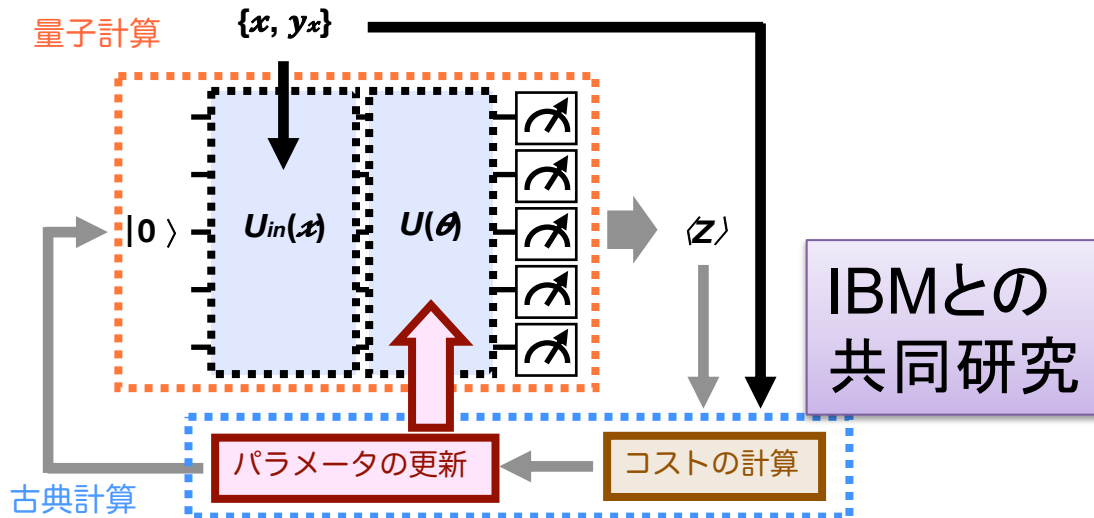
IBM 量子コンピューターを用いた「量子AI開発」

木曜日
1限
QC実習

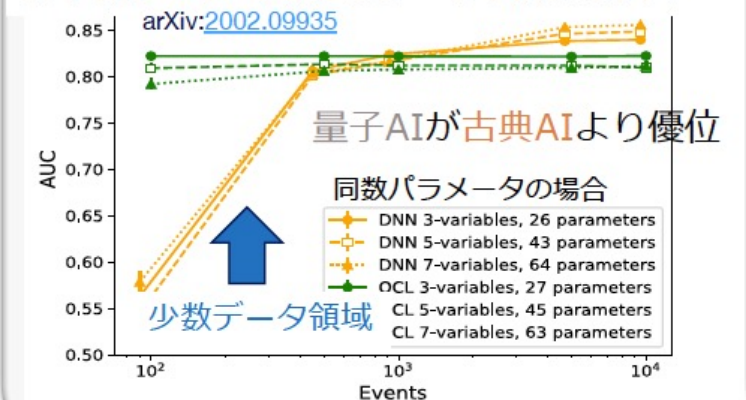


IBMリサーチセンター (素粒子センターがIBM-Qのハブ)

IBM Qにloginして量子アルゴリズムを経験・勉強(量子AIへ)

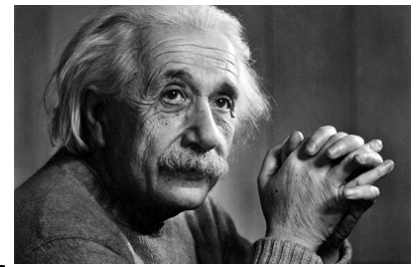


2. 少数データ・少数パラメータを使った学習



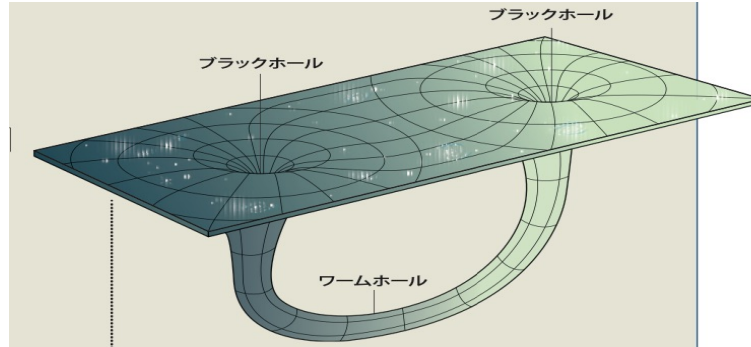
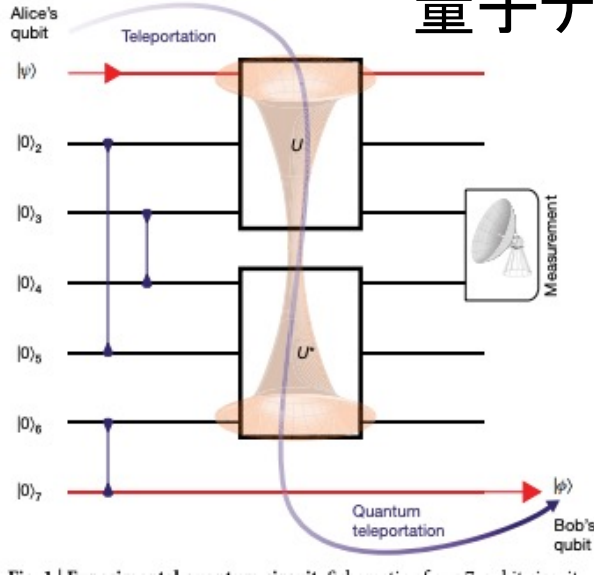
NISQで実現

量子コンピューター: 量子重力への窓口?



量子テレポテーション

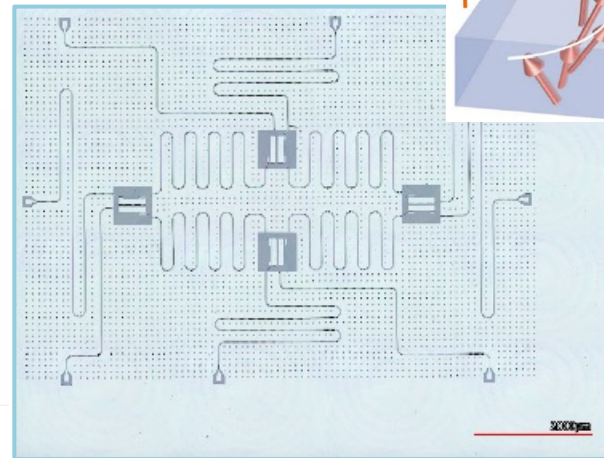
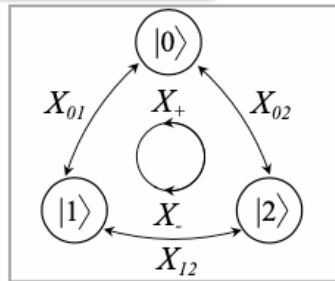
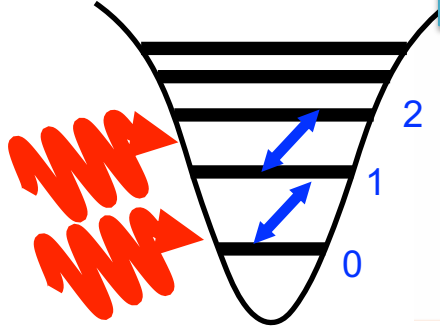
量子もつれの不気味さ



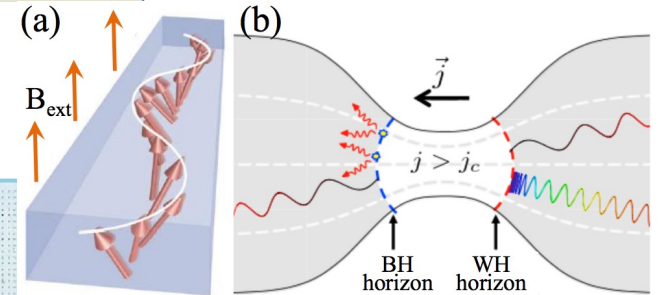
量子もつれ
=(?)
ワームホール

新しい量子
コンピューター

Qutrit



こういうQ-bitを自作



量子系
ニセモノ
BH

$|0\rangle, |1\rangle, |2\rangle$

量子論における弱い等価原理(WEP)

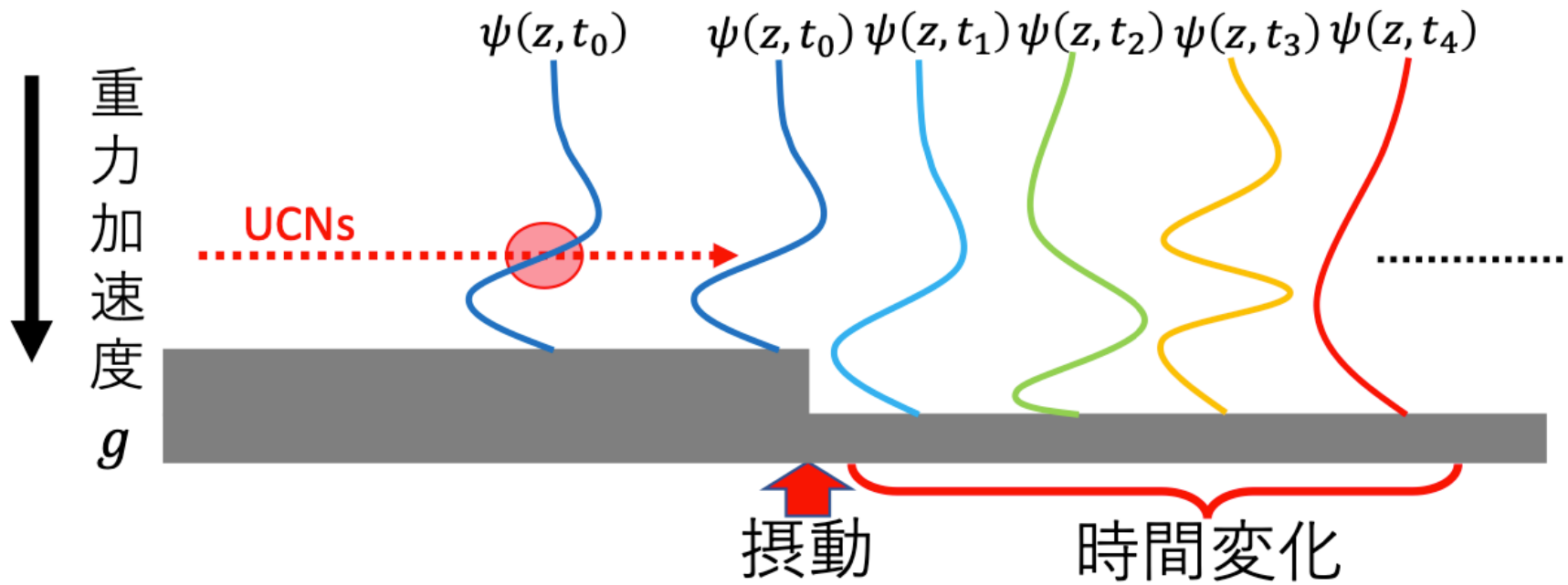
スピンで見えてる
時空が違う
等価原理???

~量子論でのWEP~

重力場中のSchrödinger方程式において

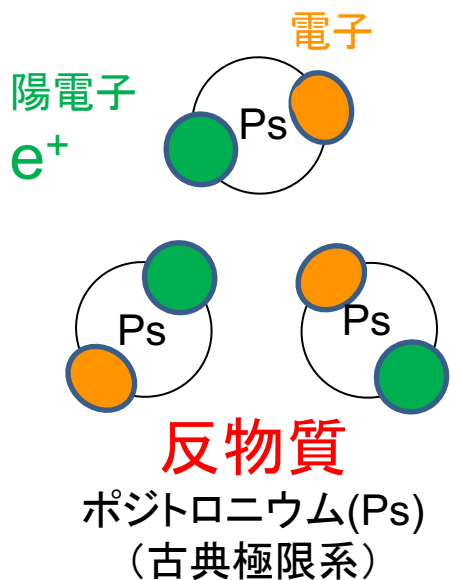
$$\text{Sch. eq. } i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} = \left[-\frac{\hbar^2}{2m_i} \frac{\partial^2}{\partial z^2} + m_g g z \right] \psi$$

$m_i = m_g$ が成立する。(慣性質量 m_i , 重力質量 m_g)

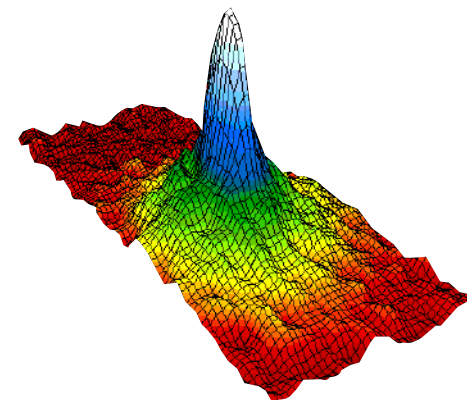
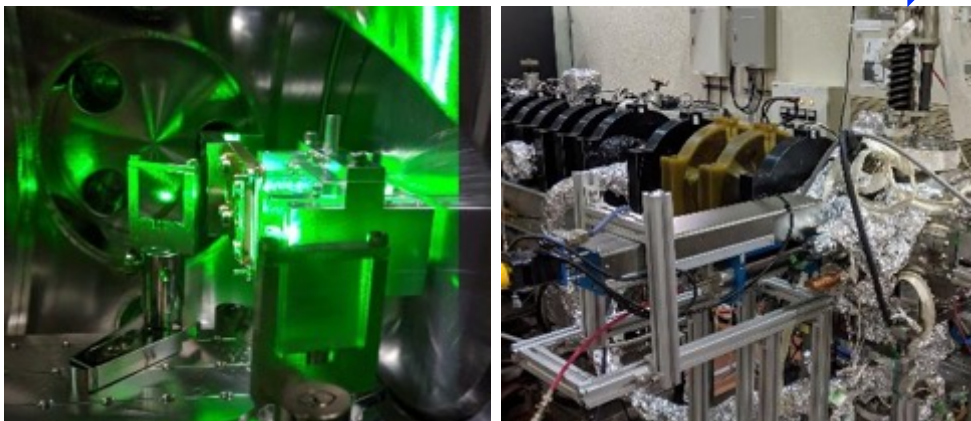


ポジトロニウムのボース・アインシュタイン凝縮 (Ps-BEC)

反物質の新量子多体系である低温量子凝縮相 = 反物質レーザーを実現

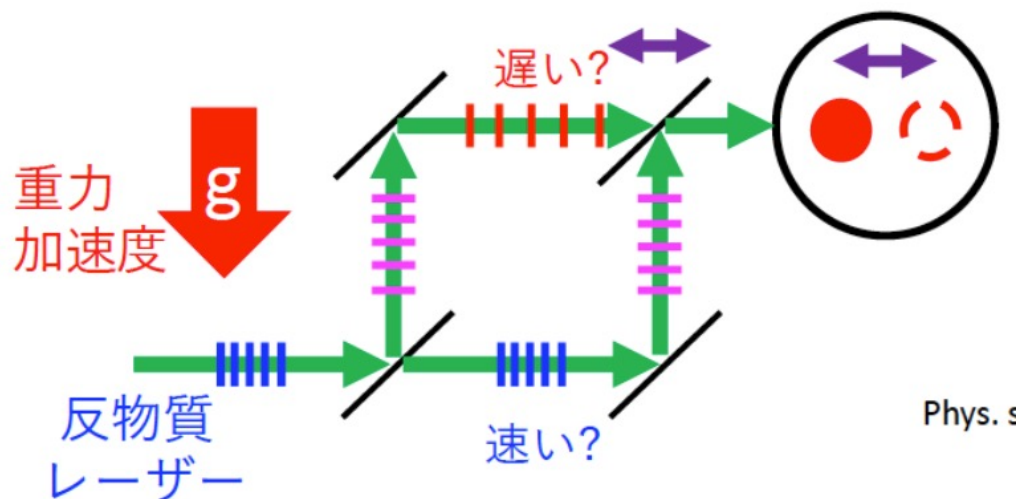


レーザー冷却 + 超高密度化



反物質新量子多体系

Psのボース・アインシュタイン凝縮 (BEC)



2. 暗黒物質を間接的に探す LHCで探している暗黒物質： 電波や光で探してみよう。

- 新しい観測提案
- 既存のデータでの探索
- 新しい波長での観察提案



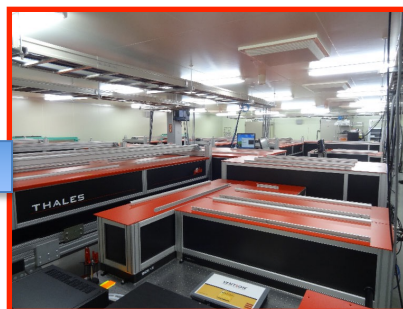
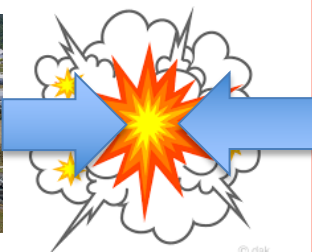
アメリカの電波望遠鏡

どうやって、真空場を探る？ 光と光を衝突させるコライダーを作ろう！！

3. 真空は空っぽではない。ヒッグスなどのいろいろな場に満ちている！！



世界最強強度X自由電子レーザー



世界最強強度レーザー

大学院生の教育

修士の間は、教科書輪講、論文読みや小実験・測定器開発・基礎的な物理解析などによって基礎的な教育を行い、十分な経験を積んでから、博士論文は国際的な実験に参加して物理解析で書き、国際コミュニティで通用し、それを牽引する研究者を養成する。

現在、約40名の大学院生が在籍（浅井研+素粒子センター）

40名のスタッフ

厚い指導と、いろいろな研究ができる

本センターの大学院生と
若手研究者@CERN

東京組

