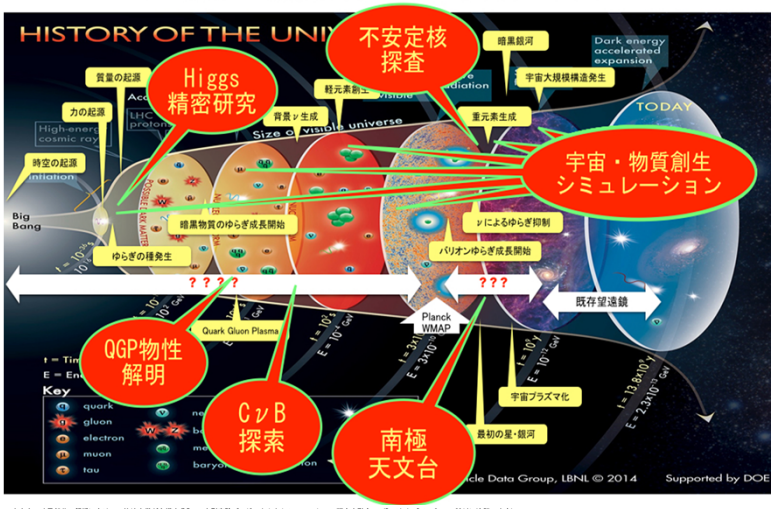
筑波大学 University of Tsukuba

# 筑波大学 宇宙史研究センター

Tomonaga Center for the History of the Universe

# 宇宙の歴史の「なぜ」をさぐる

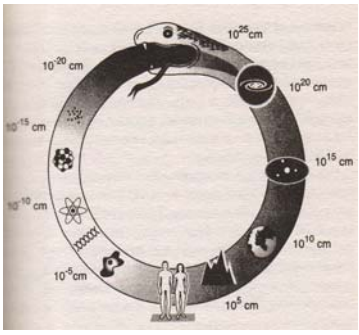
## 宇宙史の暗黒部分とその解明に向けて




宇宙史の暗黒部分の解明に向けて、筑波大学が主導する5つの大型実験プロジェクトとシミュレーション研究を融合。（Particle Data Group 2014に追記・改変）

### 宇宙史研究センター

- 南極天文学研究部門
- 素粒子構造研究部門
- クォーク・核物質研究部門




宇宙の極大と極微は繋がっている

### 「なぜ」

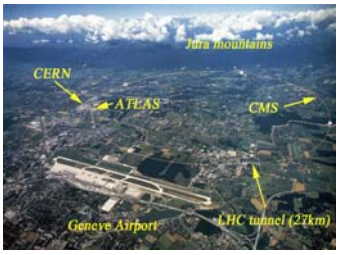
- 最初の星・銀河
- 力・質量・時空の起源
- ニュートリノの性質
- 宇宙初期の高温・高密度物質
- 元素の起源

### どうやって

- 実験，観測，理論，計算
- 世界の研究者と協力

## 素粒子構造研究部門　極微の世界から宇宙へ

### 粒子加速器 LHC を用いた素粒子実験 ATLAS




LHC: 世界最大・最高エネルギーの粒子加速器

陽子をエネルギー 7.5 兆電子ボルト（TeV）まで加速

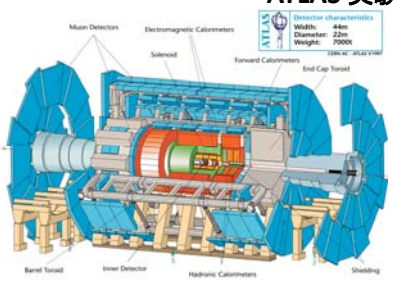
陽子ビーム同士の衝突，重心系エネルギー 13 TeV

ATLAS と CMS の2つの大型素粒子実験装置

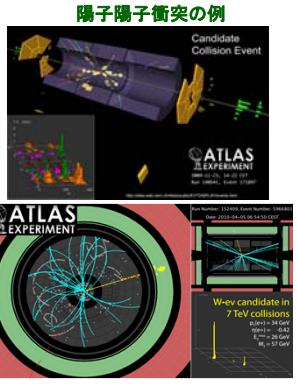
国際協力で研究を推進

陽子陽子衝突を観測，新しい粒子・法則を探究

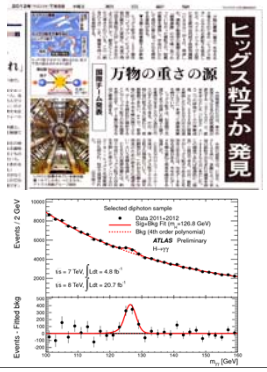
### ATLAS 実験の検出器



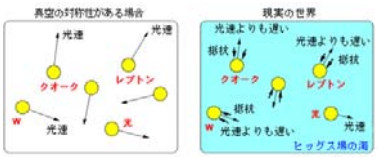
### 陽子陽子衝突の例

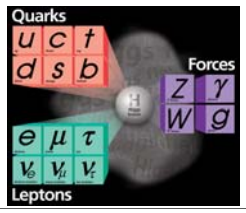



### ヒッグス粒子の発見　(2012)




### ヒッグス粒子の役割　すべての素粒子に質量を与える

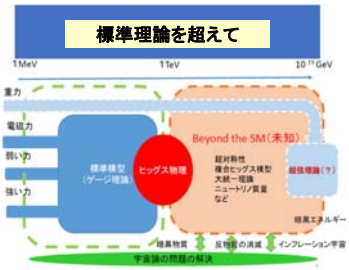



### ヒッグス発見後の素粒子物理

ヒッグス粒子から，その先へ

- 詳しく調べる
  理論の予言のとおり？
- 新しい粒子・法則を探る
  超対称粒子，重力理論など
- さまざまな謎の解明
  暗黒物質粒子など




## 宇宙誕生の1秒後に迫る　COBAND (COsmic Background Neutrino Decay)プロジェクト

宇宙　背景　ニュートリノ　崩壊

COBAND

http://hep-www.px.tsukuba.ac.jp/coband/

### 二つのキーワード

- ✓ 宇宙背景ニュートリノ
- ✓ ニュートリノ崩壊(ぼうかい)

### 宇宙背景ニュートリノ

ビッグバンの約1秒後，宇宙がまだ温度100億度の火の玉だった頃にいち早く自由に動けるようになったニュートリノは，今日に至るまでそのままに存在し続け，現在宇宙全体に約110/cm³の密度で，ほぼ一様に分布していると予想されています．このニュートリノは，検出が非常に難しく実験的には，まだ確認されていません．

光の粒（光子）が宇宙の中を自由に動けるようになったのは，約30万年後．こちらは現在宇宙マイクロ波背景放射として知られており，実験的にも確かめられています．

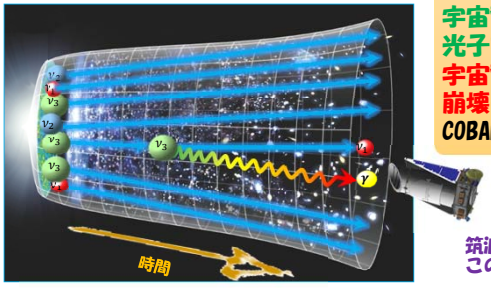
「宇宙背景ニュートリノで見る宇宙」
ビッグバンの数秒後の宇宙の温度分布が分かるはず(まだ測定されていない)

「宇宙マイクロ波背景放射で見る宇宙」
ビッグバンの30万年後の宇宙の温度分布
(観測結果)
温度の高いところは赤，低いところは青で示されているが，その差は1/1000度より小さい

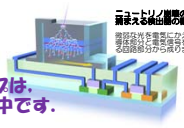
### ニュートリノ崩壊

ニュートリノは3種類あって，それぞれ重さが異なります．重たいニュートリノは，非常にまれに軽いニュートリノと光子（光の粒）へと壊れる（崩壊する）と予想されています(実験的には確かめられていません)．

### 宇宙背景ニュートリノ崩壊探索（たんさく）




宇宙背景ニュートリノの崩壊で生じる光子を宇宙望遠鏡で捕まえることで宇宙背景ニュートリノとニュートリノ崩壊の両方を実験的に確かめることがCOBANDプロジェクトの目的です．




筑波大COBANDグループは，この宇宙望遠鏡を開発中です．

© Ray Hori / KEK