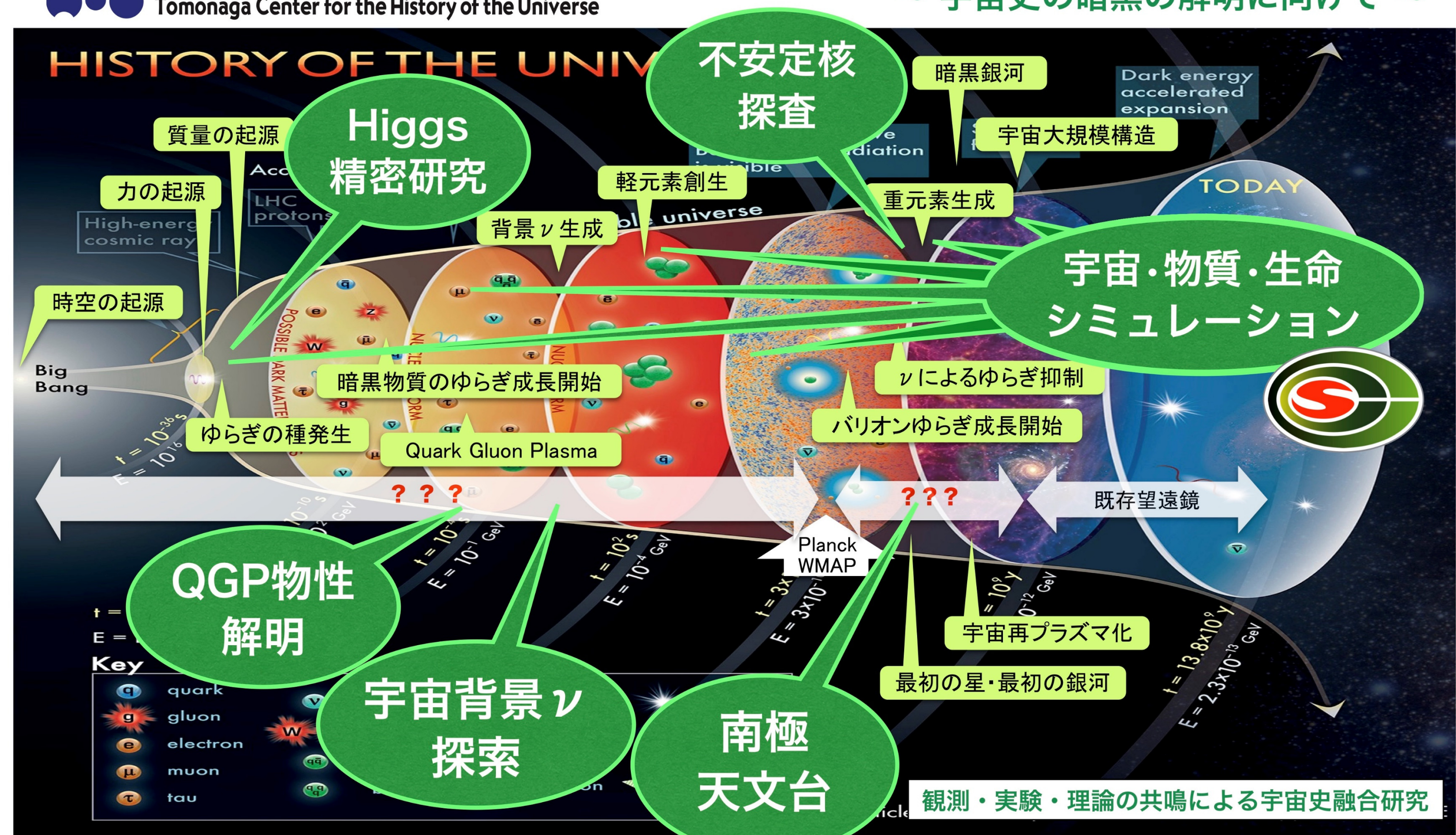


筑波大学
宇宙史研究センター
Tomonaga Center for the History of the Universe

～宇宙史の暗黒の解明に向けて～



不安定核 探査
暗黒銀河
宇宙大規模構造
Higgs 精密研究
質量の起源
力の起源
時空の起源
Big Bang
Quark Gluon Plasma
QGP物性 解明
宇宙背景ν 探索
南極 天文台
宇宙・物質・生命 シミュレーション
観測・実験・理論の共鳴による宇宙史融合研究

5件の実験プロジェクトと理論のコスモシミュレータ計画が学術会議マスタープラン2017に採択、4件は筑波大学が中核機関
生命につながる元素の起源？
宇宙の構造の起源？ 力・物質・時空の起源？
実験的に未解明の領域（暗黒）が多く残されている。

宇宙・素粒子・原子核の最先端理論・実験プロジェクトを融合
現象とメカニズム・プロセスの同時解明
物質と生命の起源に迫る新領域の国際的研究ネットワークを形成

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

「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

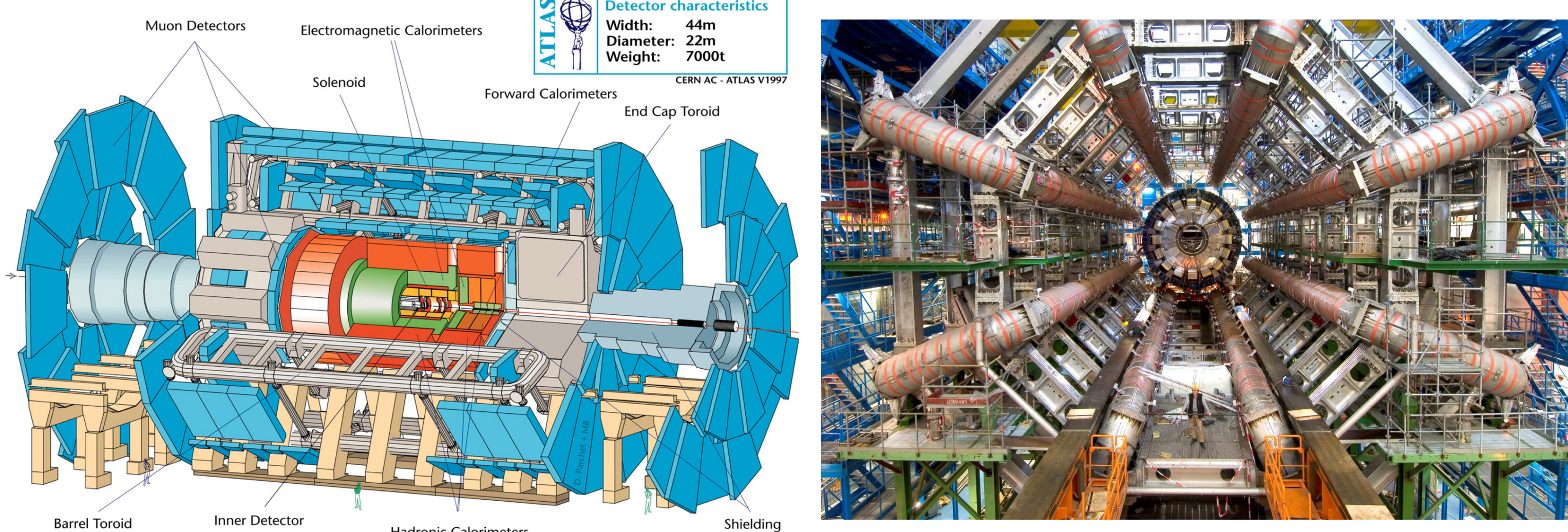
粒子加速器 LHC を用いた素粒子実験 ATLAS



Jura mountains
CERN
ATLAS
CMS
Geneve Airport
LHC tunnel (27km)

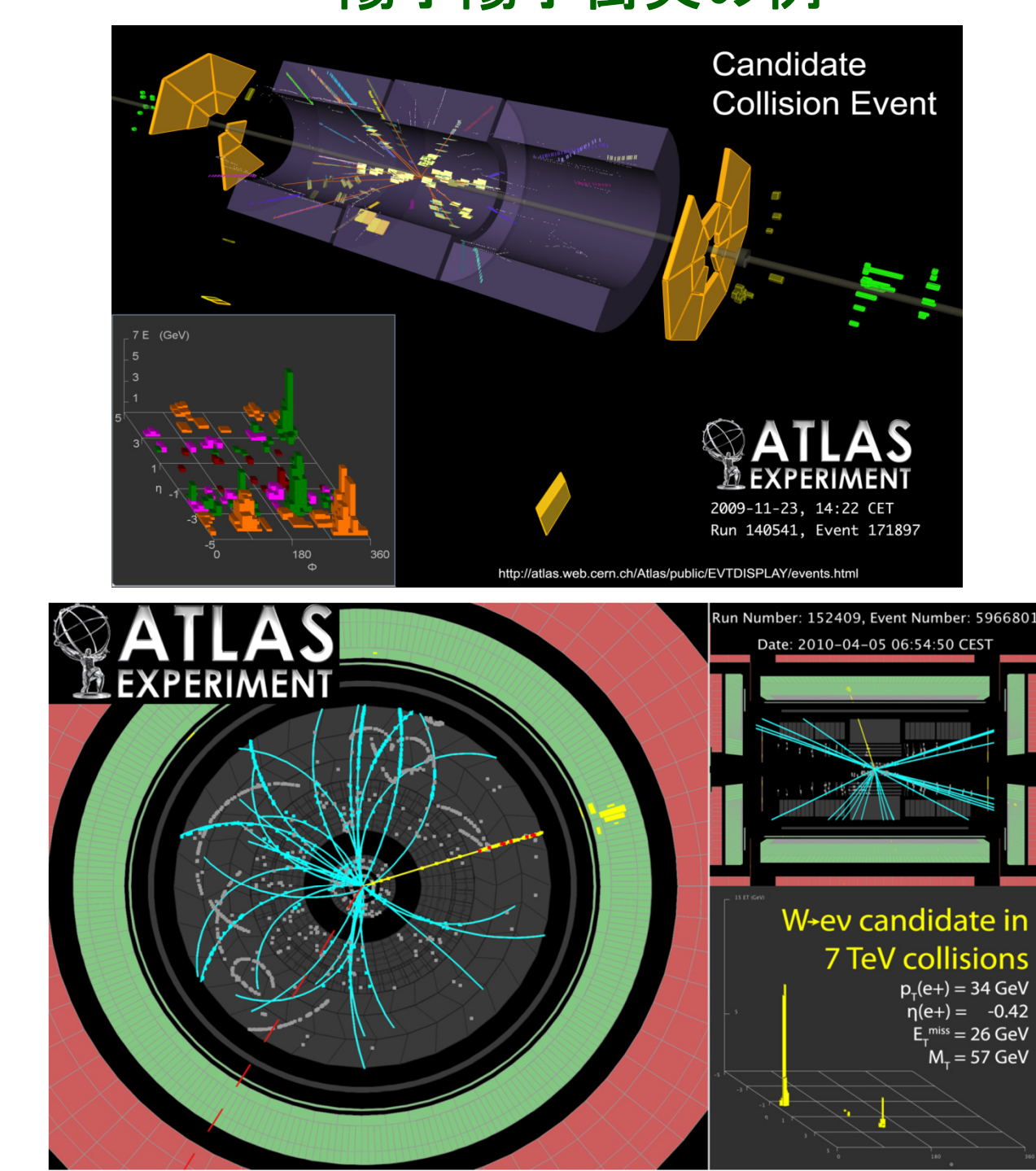
LHC: 世界最大・最高エネルギーの粒子加速器
陽子をエネルギー 7.5 兆電子ボルト (TeV) まで加速
陽子ビーム同士の衝突, 重心系エネルギー 13 TeV
ATLAS と CMS の2つの大型素粒子実験装置
国際協力で研究を推進
陽子陽子衝突を観測, 新しい粒子・法則を探究

ATLAS 実験の検出器



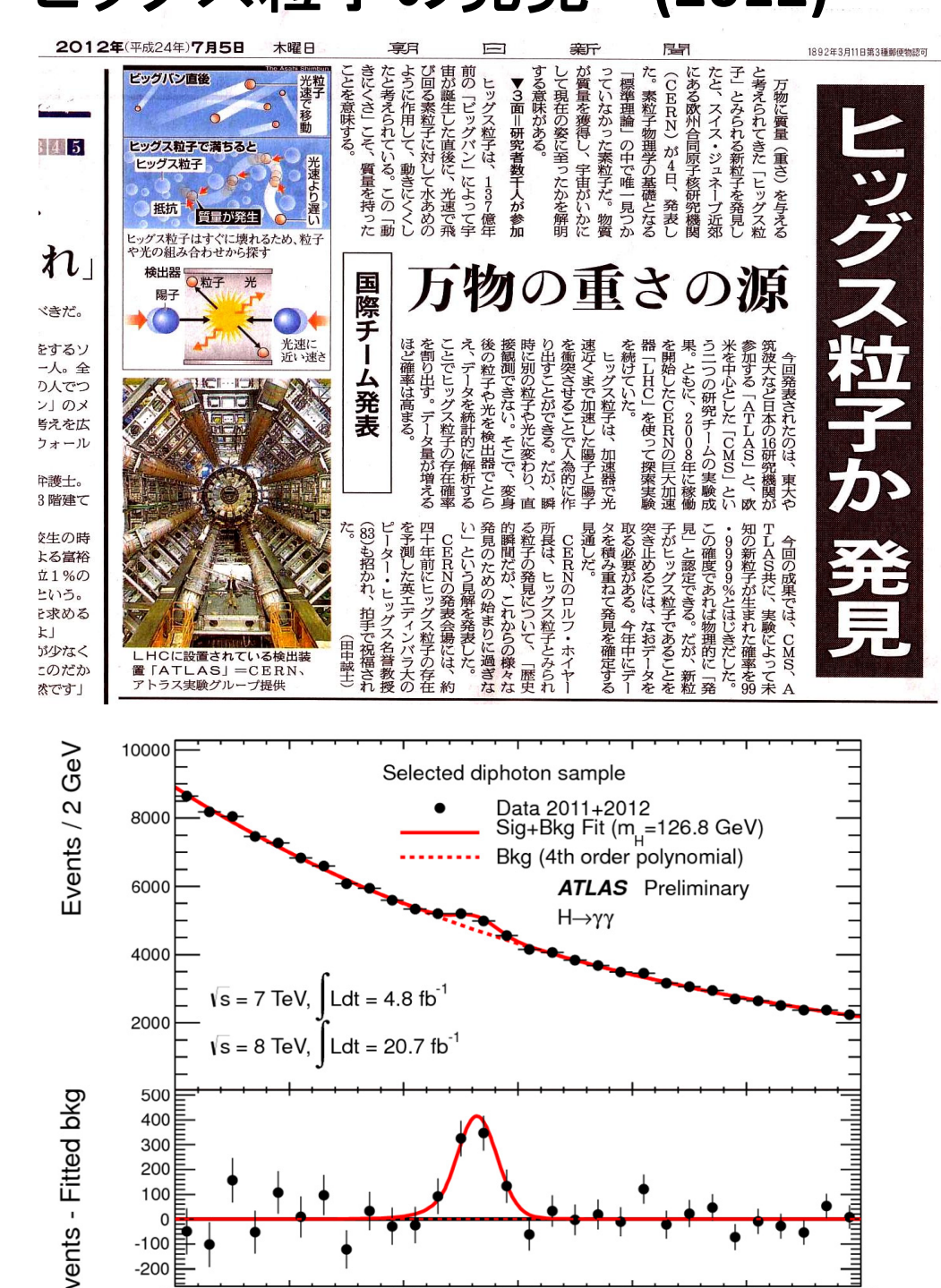
Muon Detectors
Electromagnetic Calorimeters
Solenoid
Forward Calorimeters
End Cap Toroid
Barrel Toroid
Inner Detector
Hadronic Calorimeters
Shielding

陽子陽子衝突の例



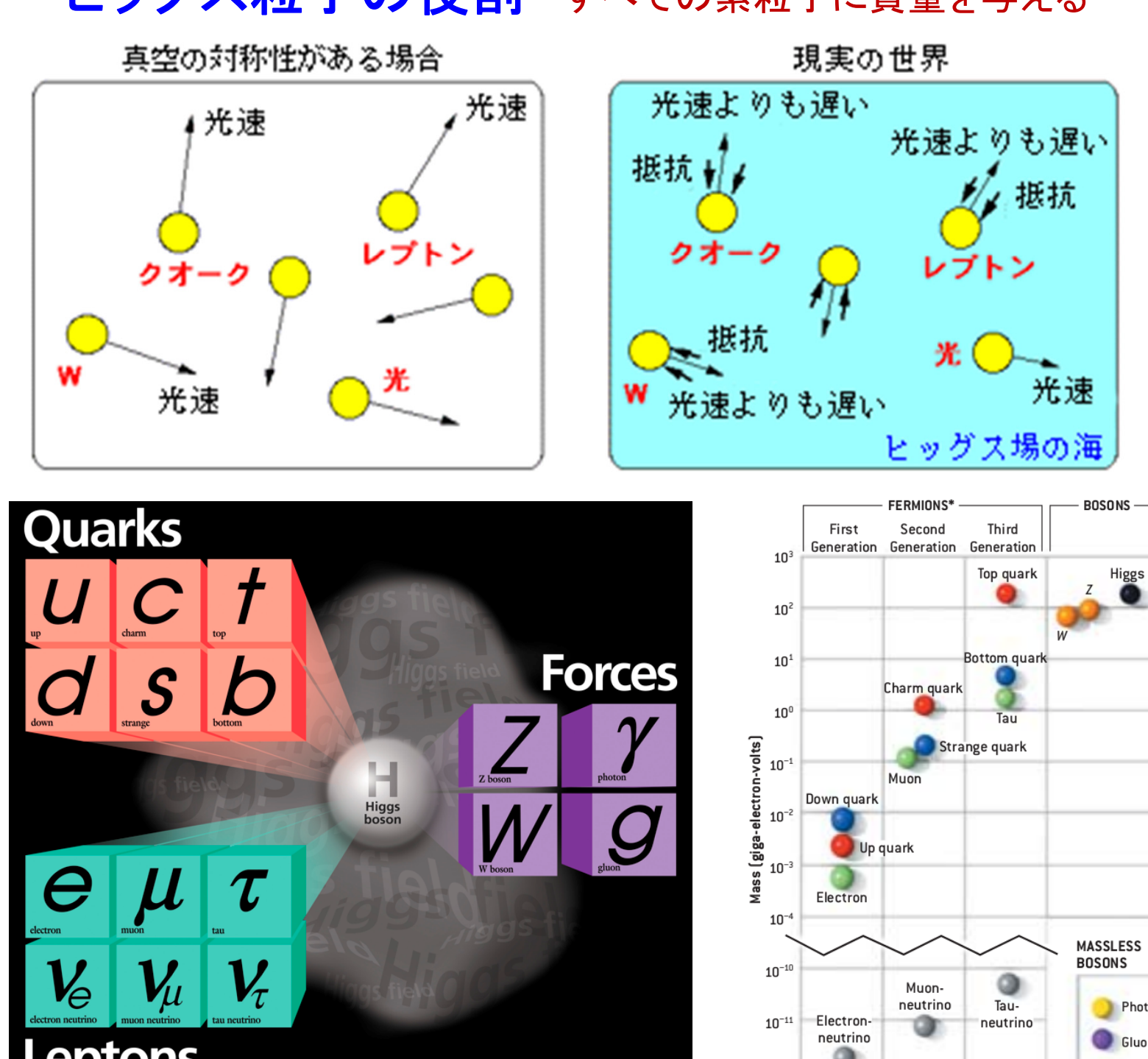
Candidate Collision Event
ATLAS EXPERIMENT
W-ev candidate in 7 TeV collisions
Run Number: 32409, Event Number: 596863
Date: 2010-04-05 06:54:50 CEST

ヒッグス粒子の発見 (2012)



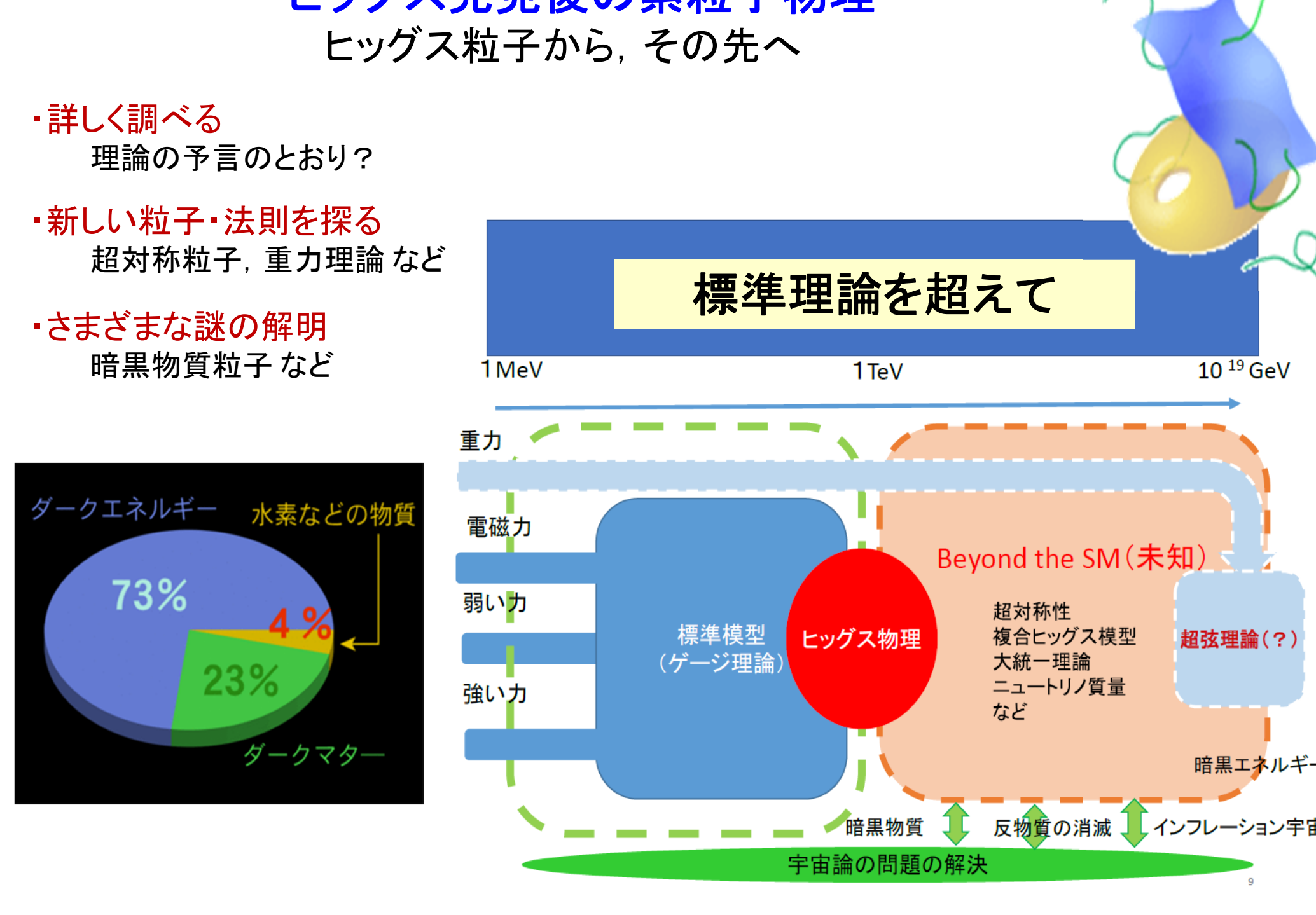
ヒッグス粒子が発見
万物の重さの源
Selected diphoton sample
Date: 2011-12-12
Sig(Bkg Fit) = 126.8 GeV
Bkg (4th order polynomial)
ATLAS Preliminary
1σ = 7 TeV, Lint = 4.8 fb⁻¹
2σ = 8 TeV, Lint = 20.7 fb⁻¹

ヒッグス粒子の役割



真空の対称性がある場合
現実の世界
クォーク
レプトン
W
Z
γ
g
e
μ
τ
ν_e
ν_μ
ν_τ

ヒッグス発見後の素粒子物理



標準理論を超えて
1 MeV
1 TeV
10¹⁹ GeV
重力
電磁力
弱い力
強い力
標準模型 (ゲージ理論)
ヒッグス物理
Beyond the SM (未知)
超弦理論 (?)
暗黒エネルギー
暗黒物質
反物質の消滅
インフレーション宇宙
宇宙論の問題の解決

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

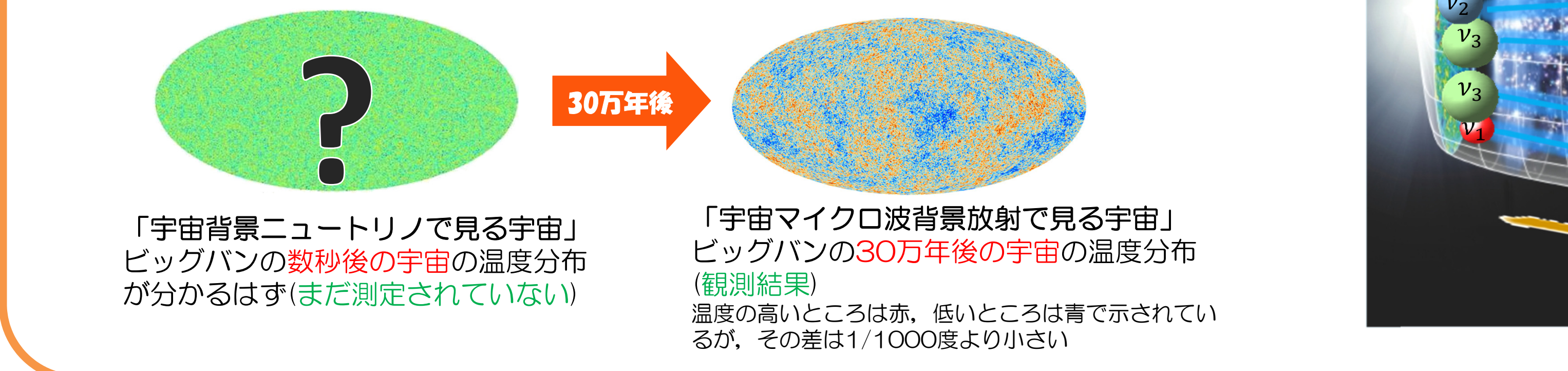
二つのキーワード

✓ 宇宙背景ニュートリノ
✓ ニュートリノ崩壊(ほうかい)

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).



ν₁ ν₂ ν₃
ニュートリノ(3種類)

γ
光子(光の粒)

ニュートリノ崩壊

宇宙背景ニュートリノ崩壊探索 (たんさく)



時間

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.



ニュートリノ崩壊の光子を捕まえる検出器の概念図
微弱な光子を電磁気的な増幅器で増幅する増幅器が搭載されている。

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