

夢ナビライブ2015 東京会場 2015.7.11

ヒッグス粒子の発見で 面白くなった物理学

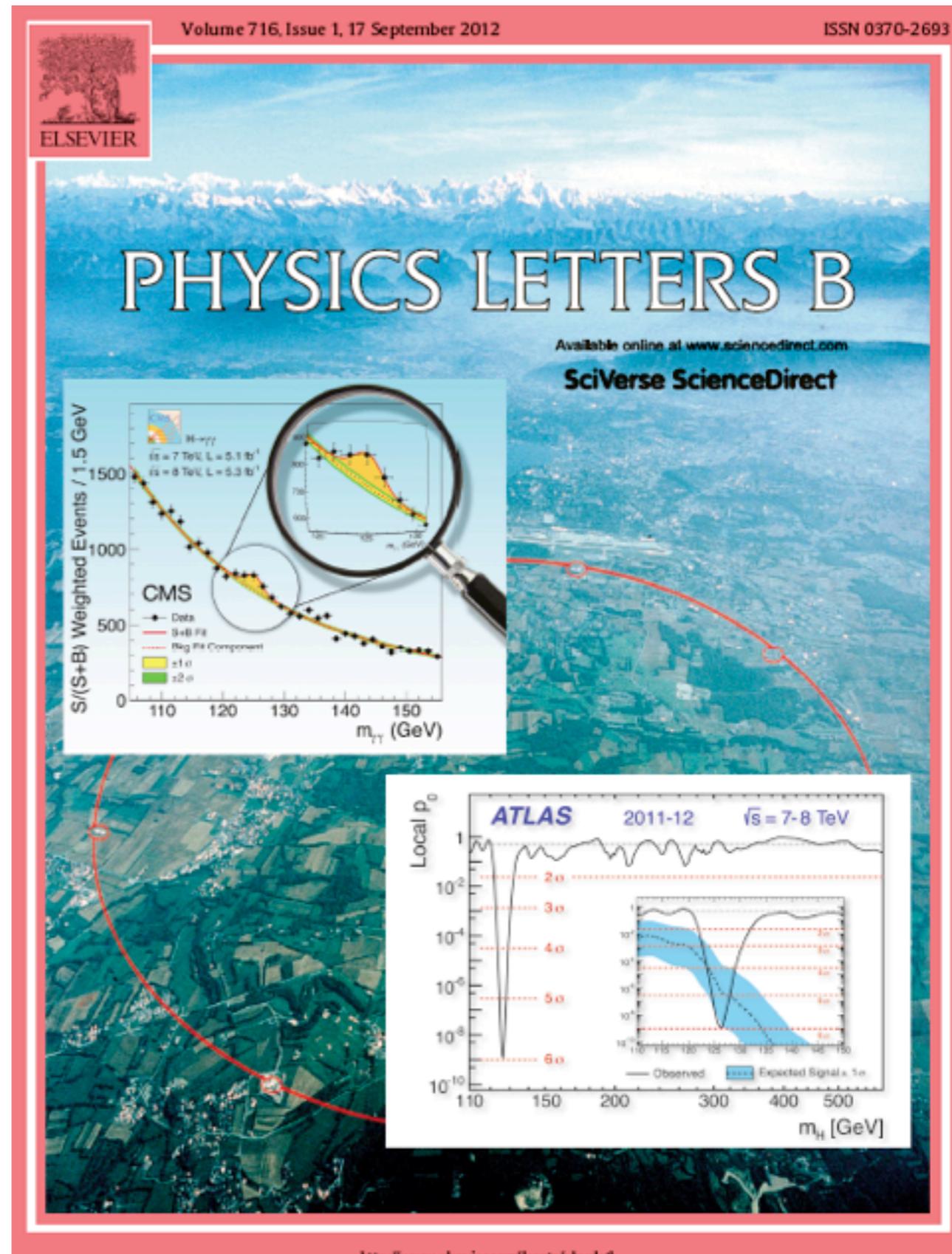
戸本 誠

名古屋大学 理学部 物理学科

高エネルギー素粒子物理学研究室

2012年7月4日

17番目の素粒子「ヒッグス粒子」の発見



内容

素粒子物理学とは？

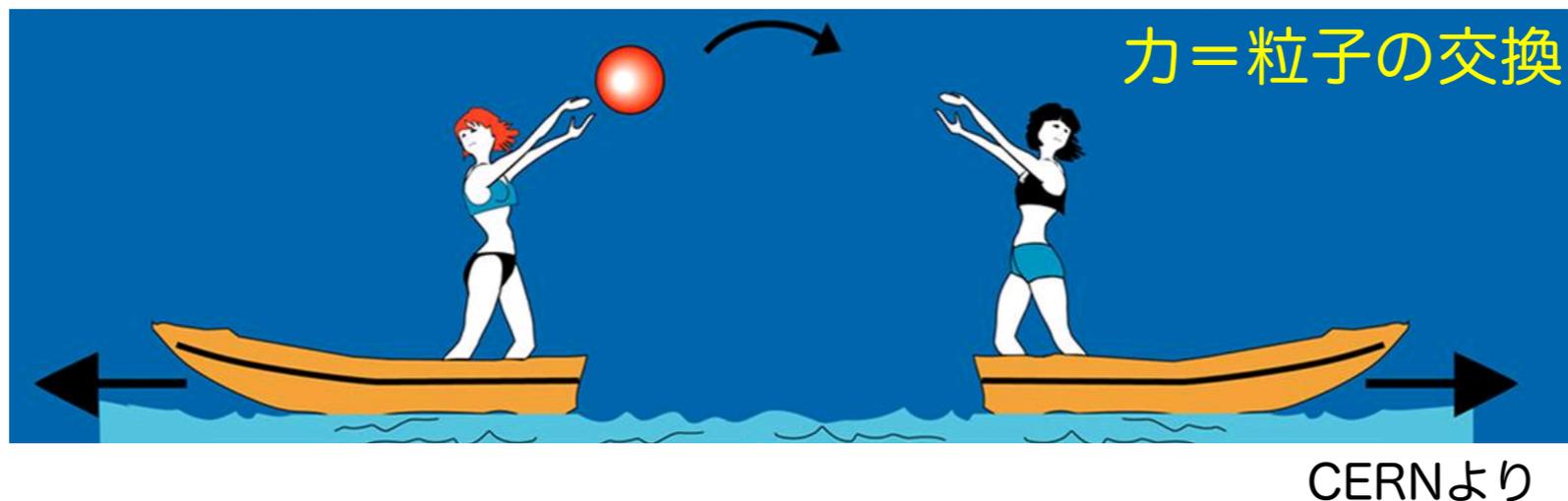
ヒッグス発見で面白くなった素粒子物理学

最先端の素粒子実験
～新粒子発見を目指して～

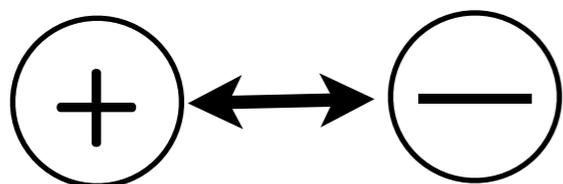
素粒子物理学とは？

素粒子物理学とは？ 2

素粒子が従う力学法則は？

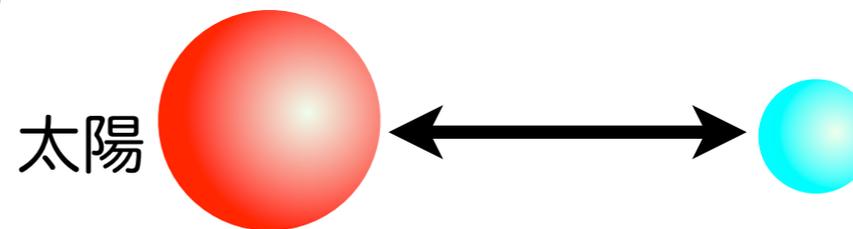


電磁気力



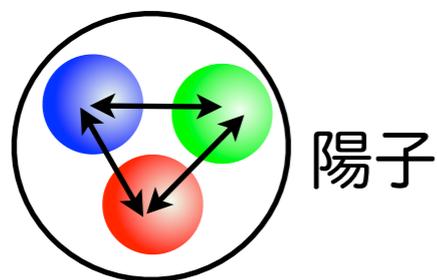
電荷：光子を交換

重力



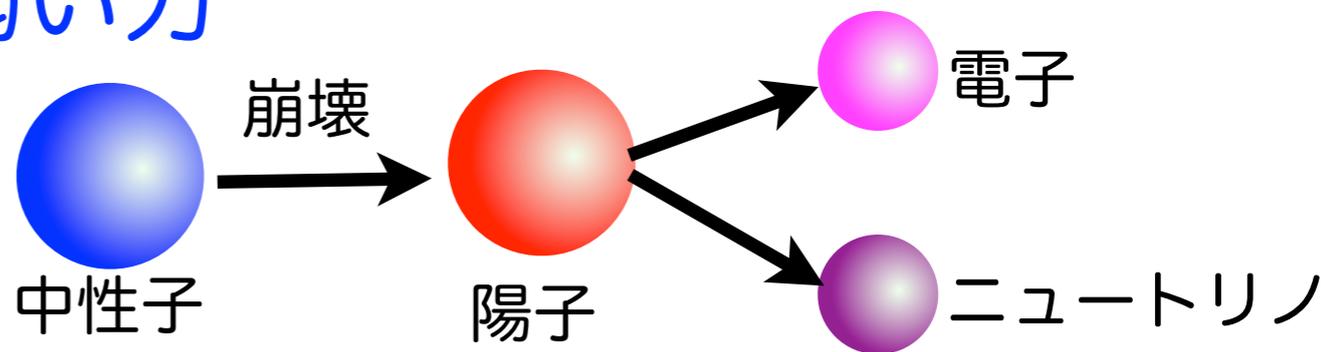
質量：グラビトン(未発見)を交換

強い力



色電荷：グルーオンを交換

弱い力

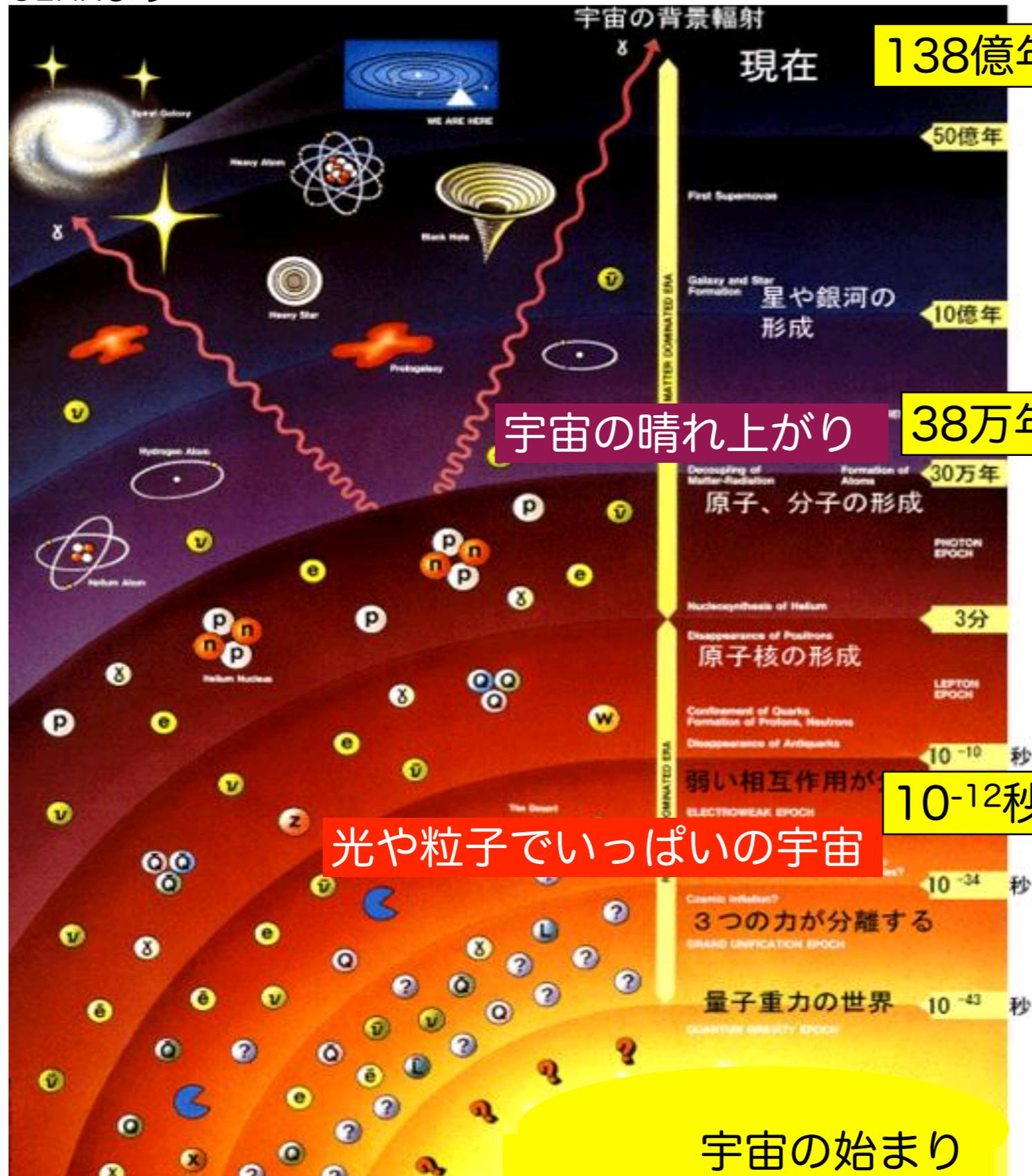


弱電荷：W、Z粒子を交換

素粒子物理学とは？ 3

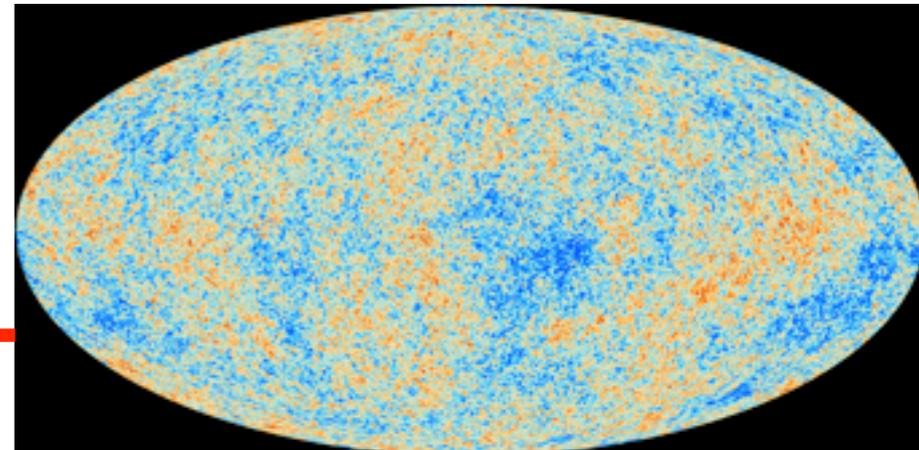
宇宙誕生の謎に迫る

CERNより



← 現在の宇宙の姿

光で38万年後の宇宙を観測



プランク <http://www.esa.int>

光による
それ以前の宇宙の観測は無理

← 加速器で初期宇宙を再現
LHCで10⁻¹²秒後までさかのぼる

光や粒子でいっぱい宇宙

これまでの研究でわかったこと

素粒子標準模型

物質を構成する



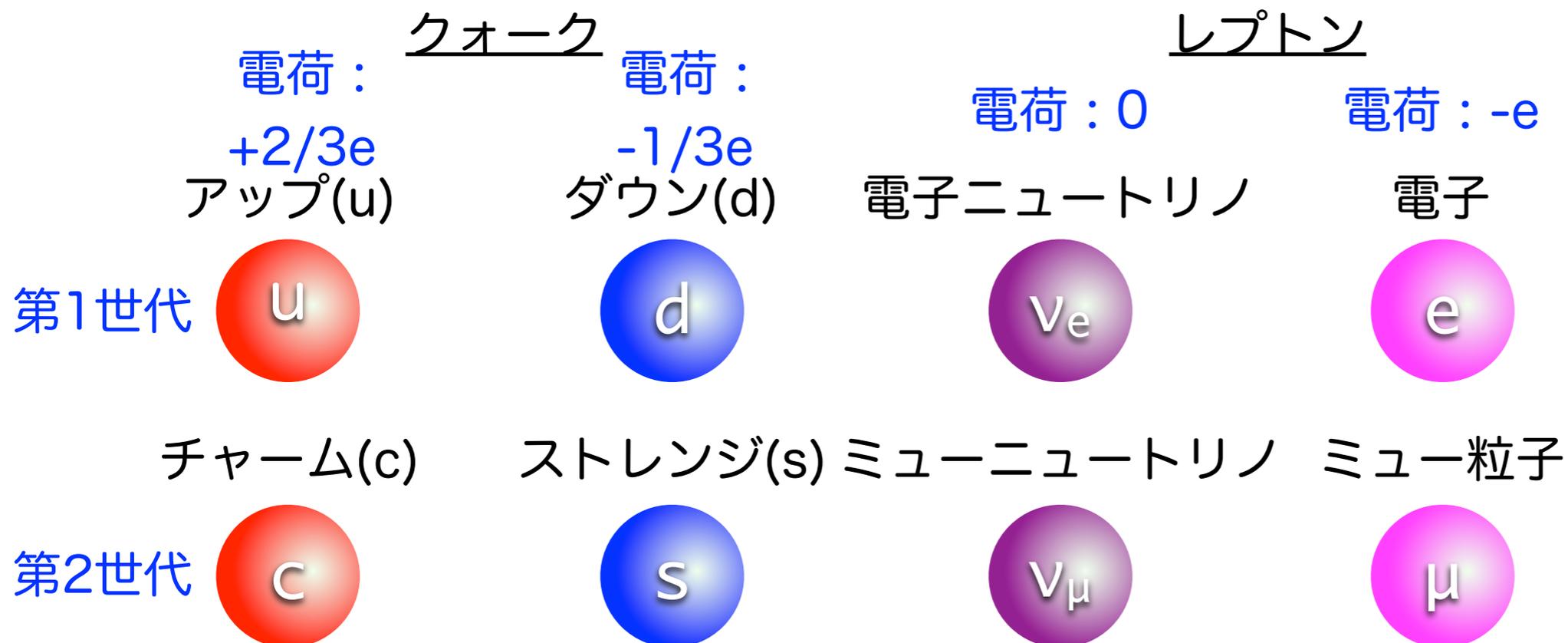
力を伝える



これまでの研究でわかったこと

素粒子標準模型

物質を構成する



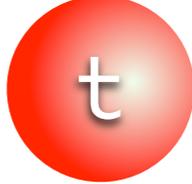
力を伝える



これまでの研究でわかったこと

素粒子標準模型

物質を構成する

	クォーク		レプトン	
	電荷： $+2/3e$	電荷： $-1/3e$	電荷： 0	電荷： $-e$
第1世代	アップ(u) 	ダウン(d) 	電子ニュートリノ 	電子 
第2世代	チャーム(c) 	ストレンジ(s) 	ミューニュートリノ 	ミュー粒子 
第3世代	トップ(t) 	ボトム(b) 	タウニュートリノ 	タウ粒子 

力を伝える

電磁気力：光子



強い力：グルーオン



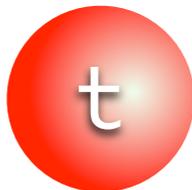
弱い力：Z、W粒子



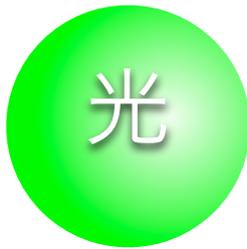
これまでの研究でわかったこと

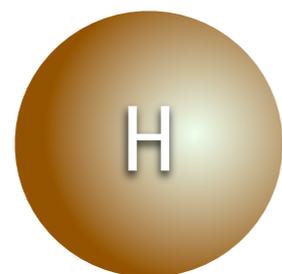
素粒子標準模型

物質を構成する

	クォーク		レプトン	
	電荷： $+2/3e$	電荷： $-1/3e$	電荷： 0	電荷： $-e$
第1世代	アップ(u) 	ダウン(d) 	電子ニュートリノ 	電子 
第2世代	チャーム(c) 	ストレンジ(s) 	ミューニュートリノ 	ミュー粒子 
第3世代	トップ(t) 	ボトム(b) 	タウニュートリノ 	タウ粒子 

力を伝える

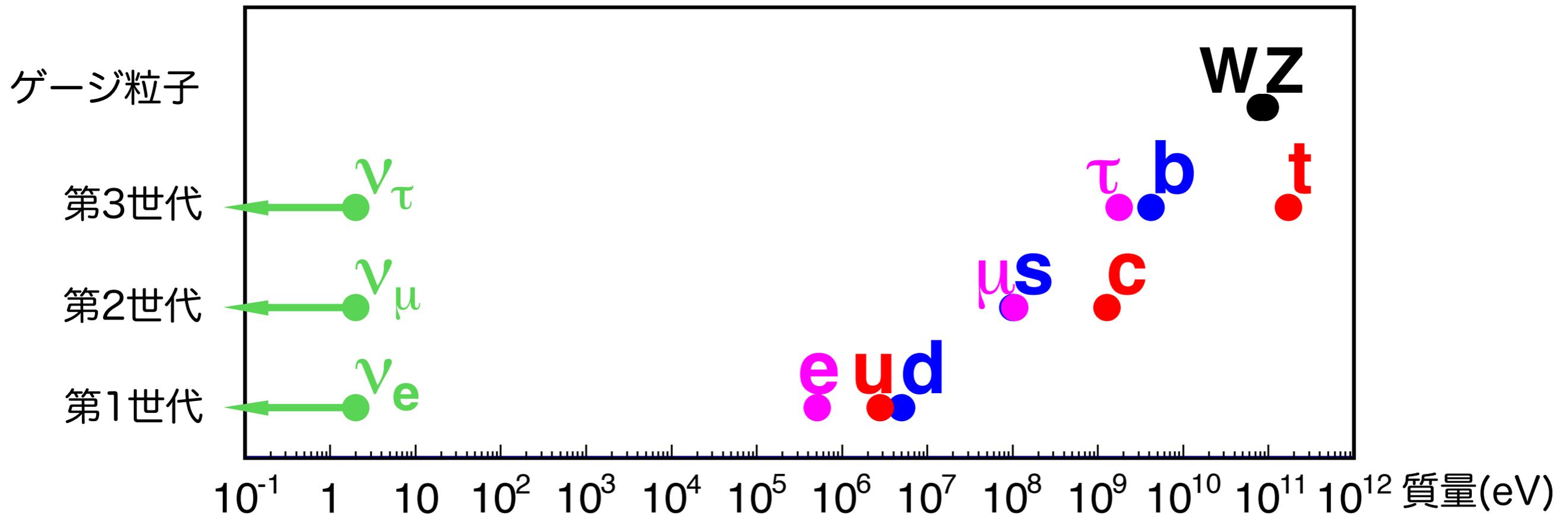
電磁気力：光子 
強い力：グルーオン 
弱い力：Z、W粒子  



H ヒッグス粒子：素粒子に質量を与える

ヒッグス発見で面白くなった 素粒子物理学

素粒子の質量起源



1/1000mg

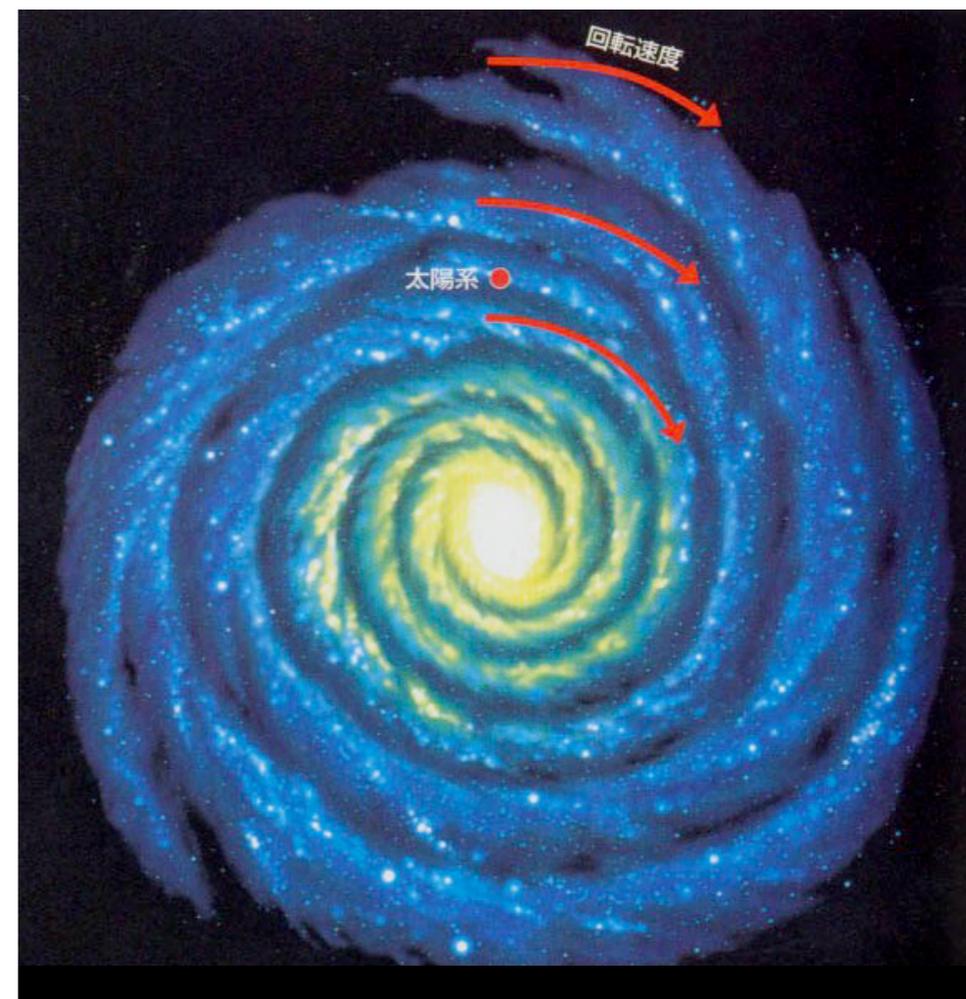
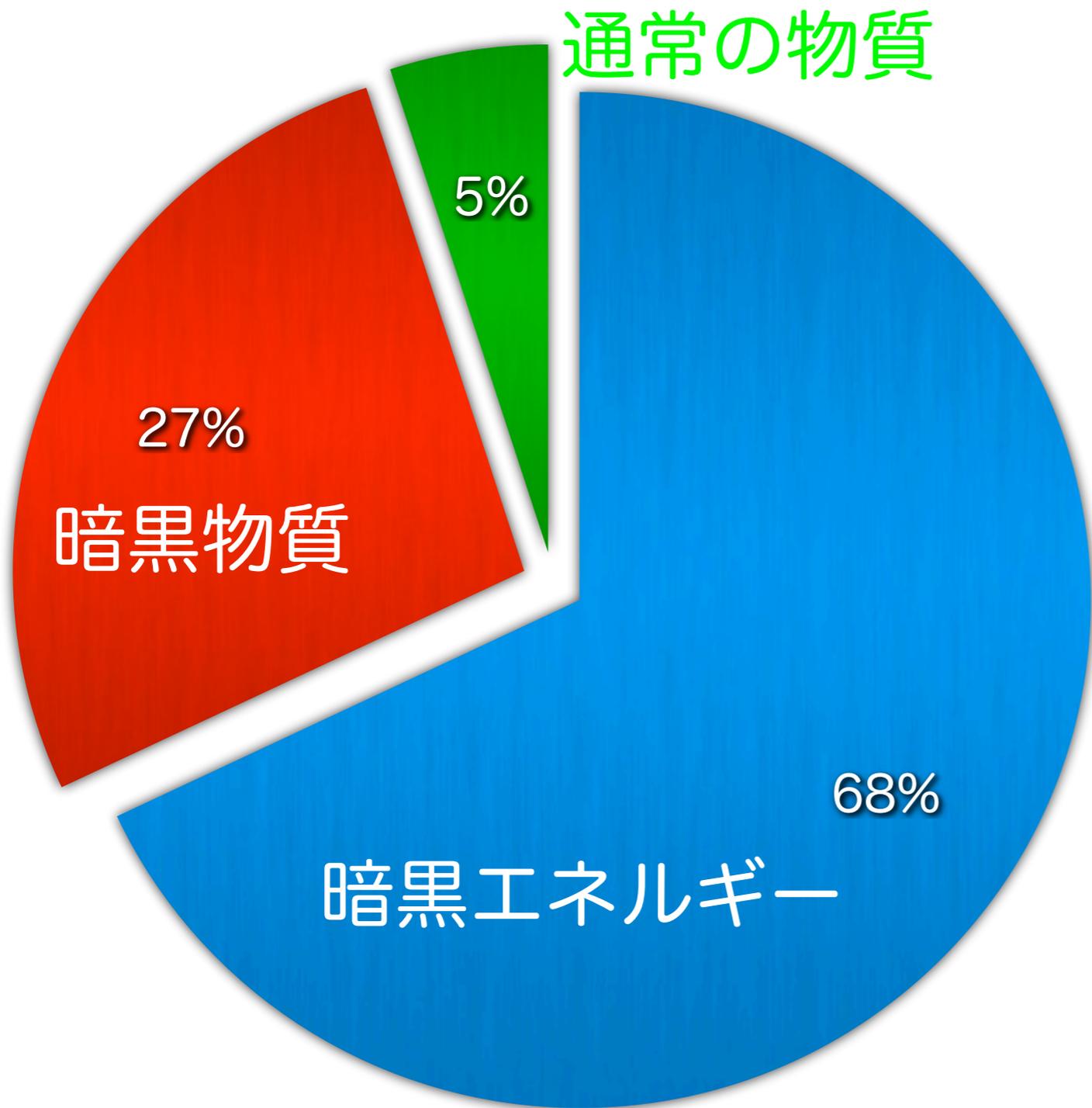


1000kg



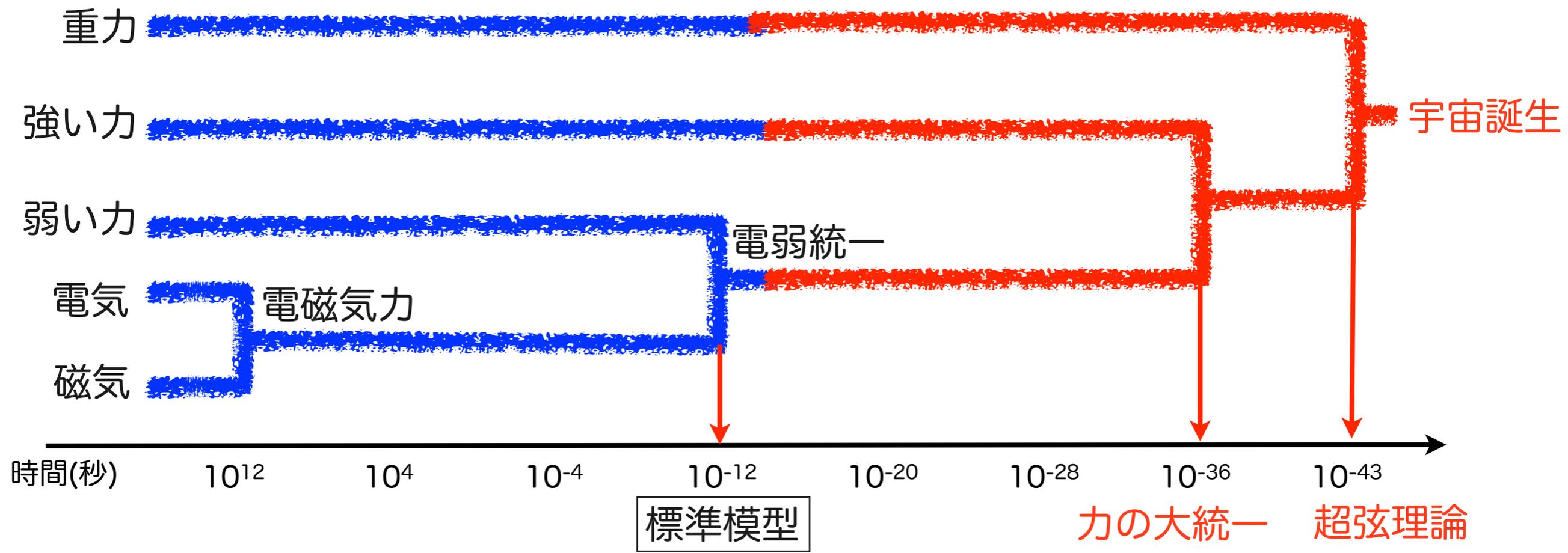
ヒッグス粒子が鍵を握る

暗黒物質の謎

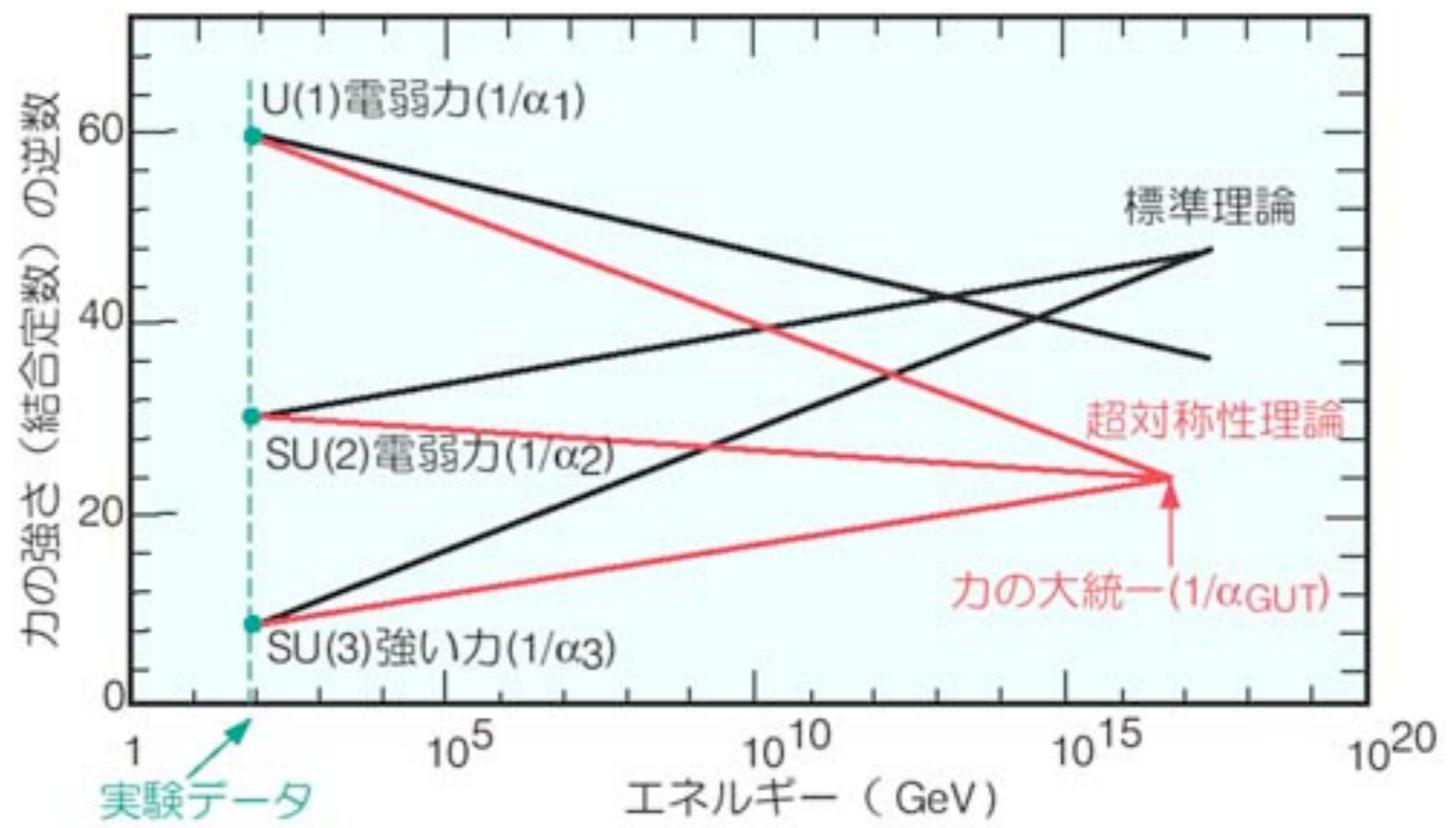


新しい素粒子の存在？

力の統一

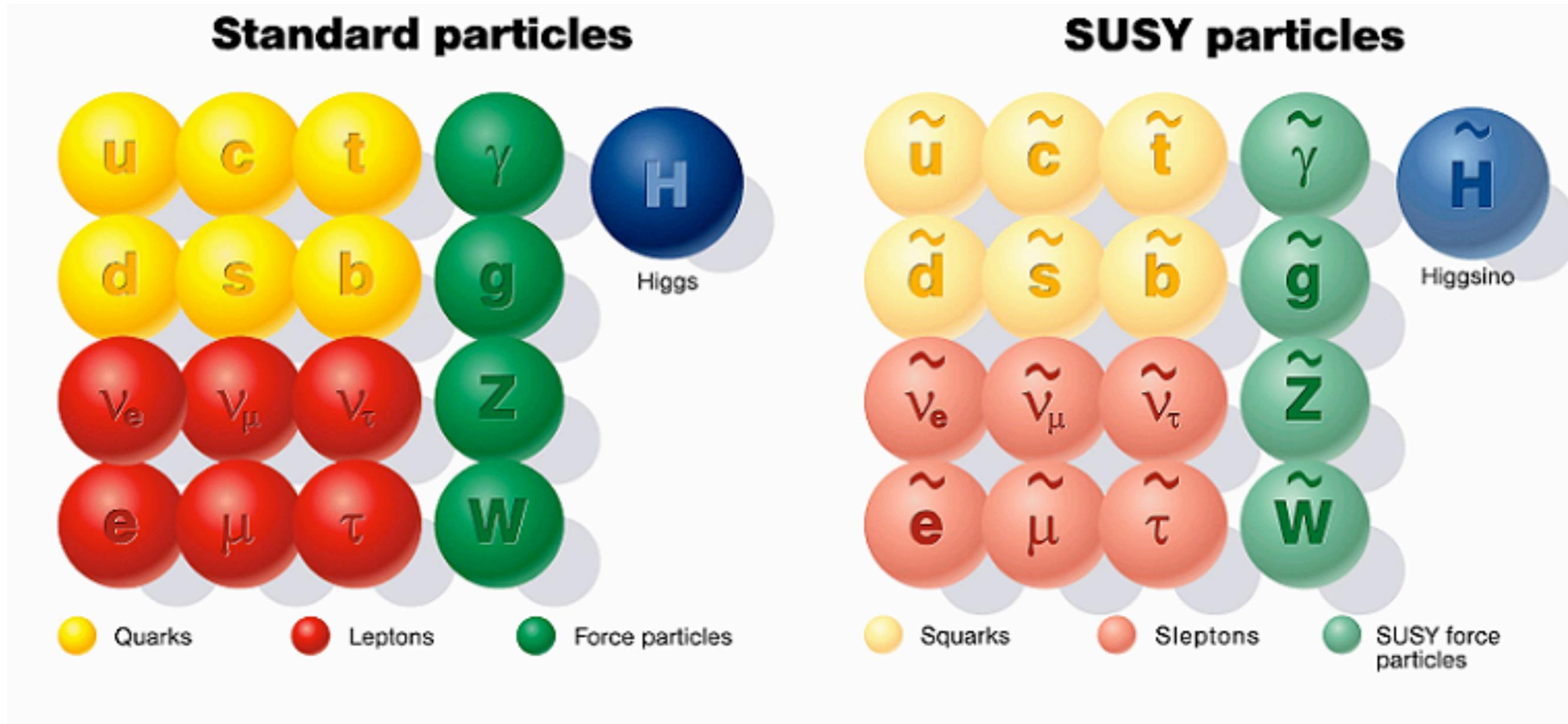


1TeV程度の質量の超対称性粒子が存在すると3つの力がもともと同じであることが言える。



超対称性粒子

“スピン”という素粒子固有の性質だけが違う



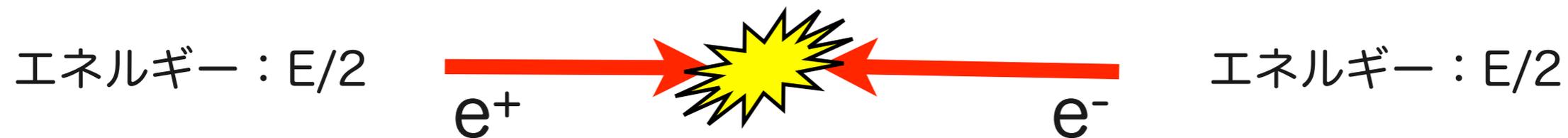
力の大統一の可能性
暗黒物質の候補

最先端の素粒子実験
～新粒子発見を目指して～

素粒子実験の考え方

未知粒子を作り出し、それを観測する

未知粒子 = これまでの実験では作り出せない → 重い



$$E = Mc^2$$

質量 $M = E/c^2$ の未知なる素粒子を生成する能力

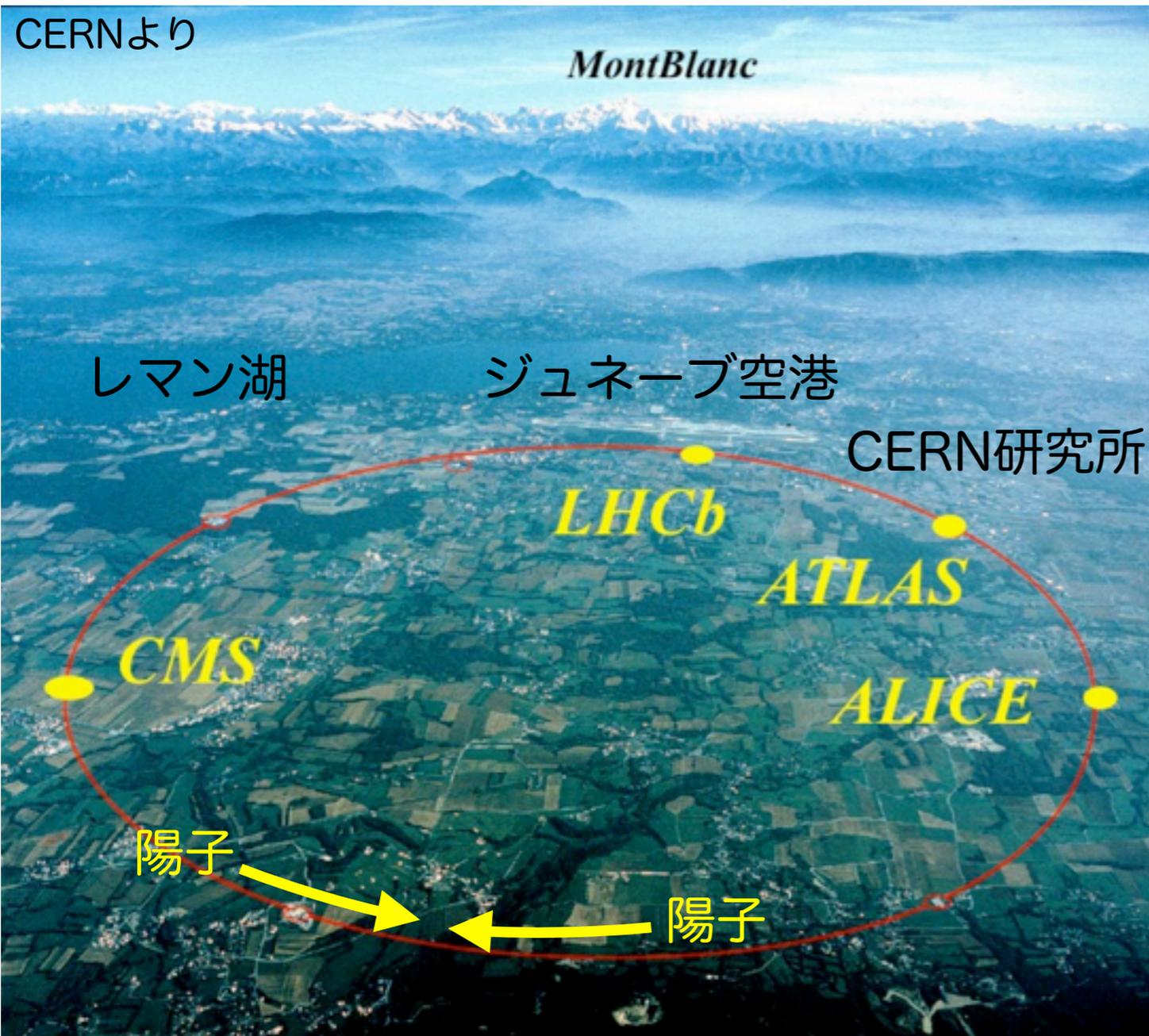
加速した粒子を衝突させる

高エネルギー！

最先端加速器 Large Hadron Collider

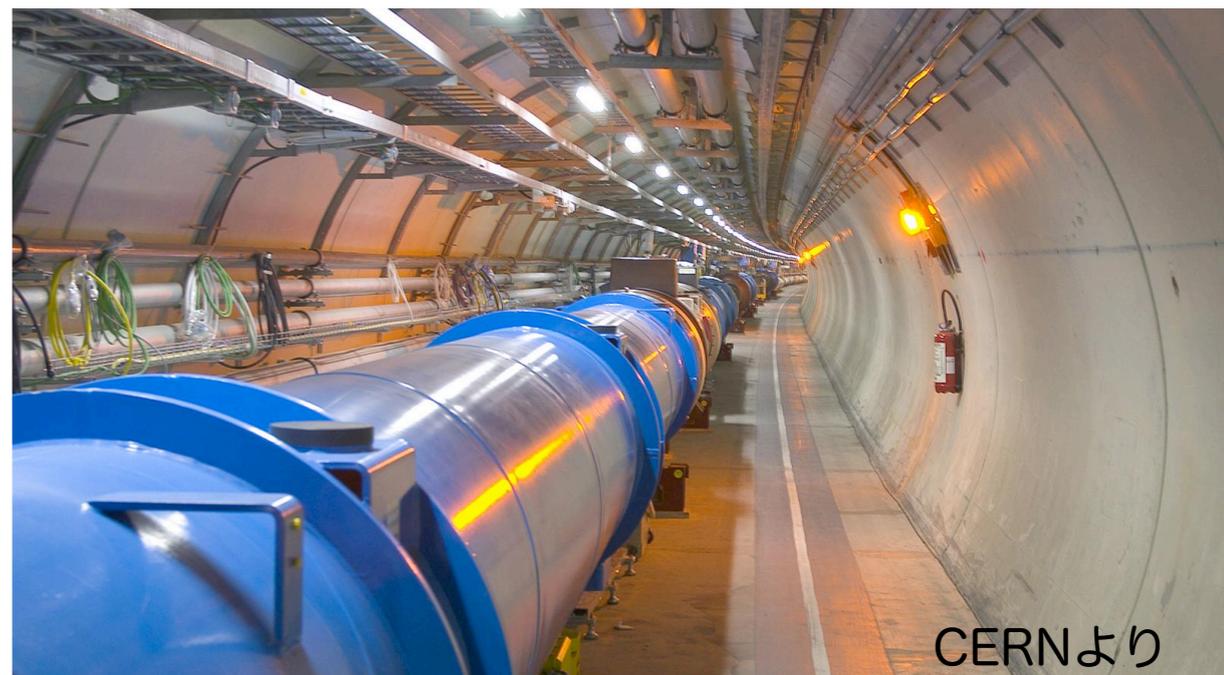
高エネルギー陽子を光速の99.99999991%にまで加速させ、その衝突によって宇宙誕生直後 ($\sim 10^{-12}$ 秒後)の世界を再現。トップクォークやヒッグス粒子, 未知の素粒子を作る。

CERNより



1232台の8.33T超伝導磁石(15m)

液体ヘリウムで冷却, -271°C



毎秒1億回の陽子・陽子衝突

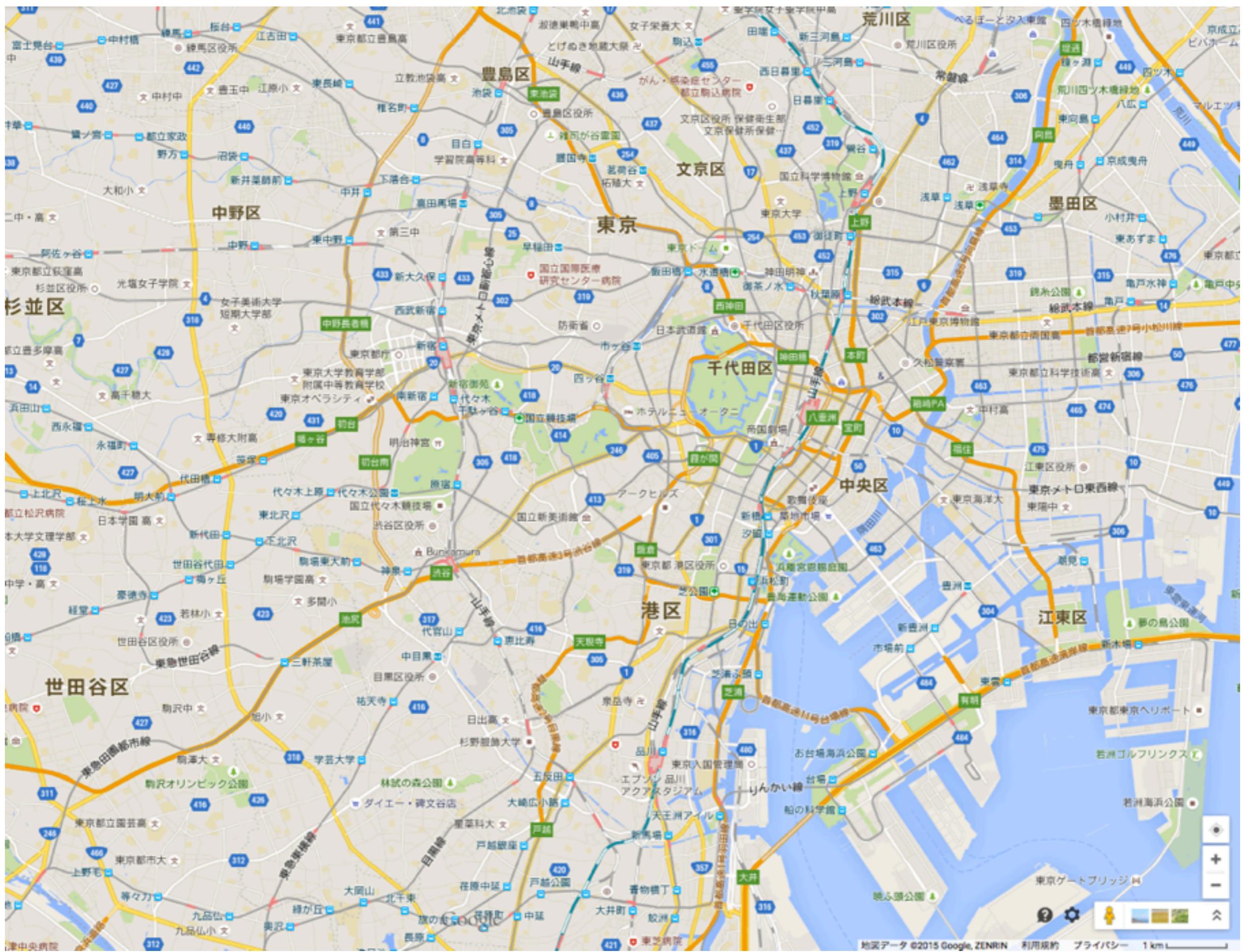
(1年=31,536,000秒 → 千万秒)

2011年と2012年に第1実験

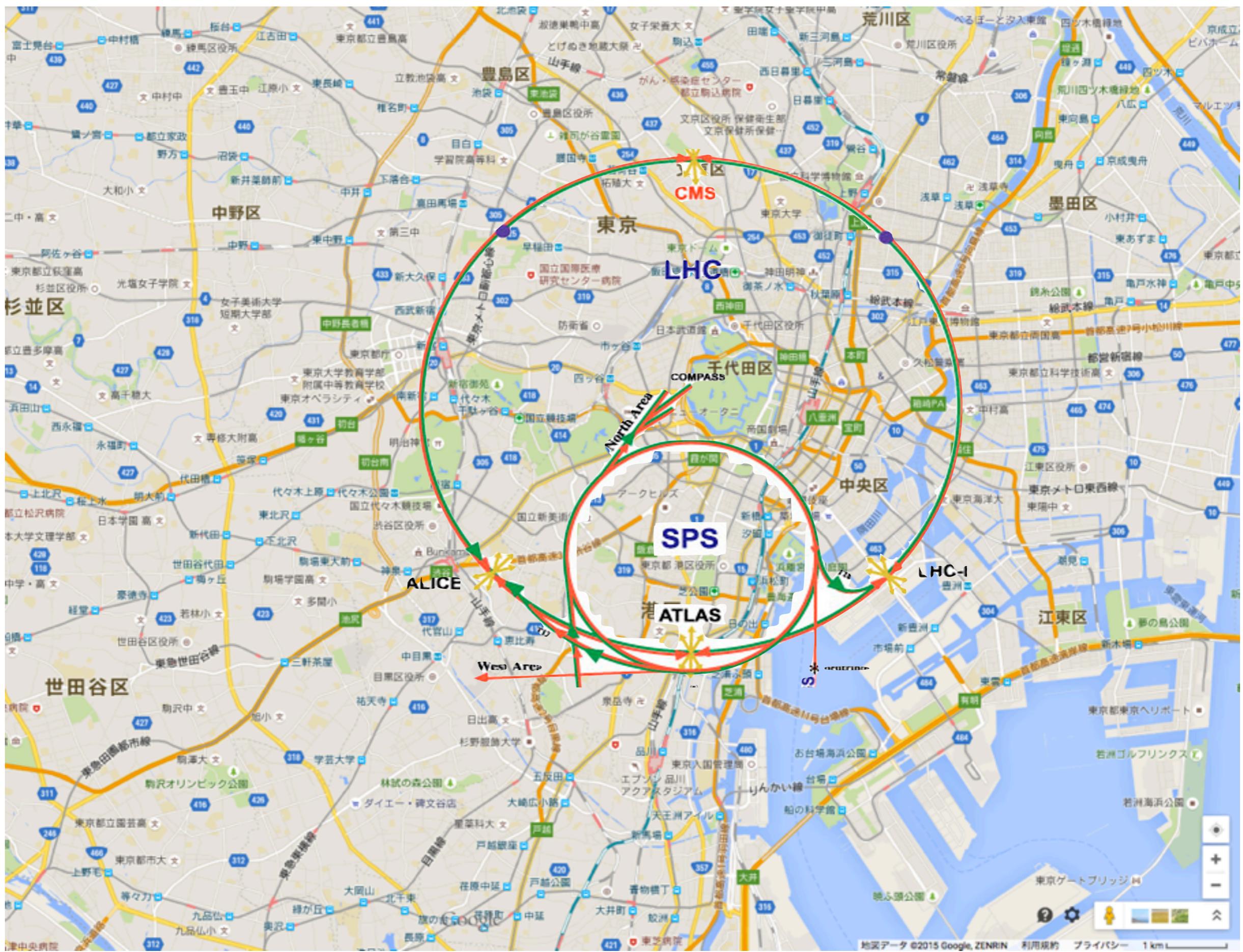
2000兆回の陽子・陽子衝突データ取得

2015年6月から新しい実験スタート！！

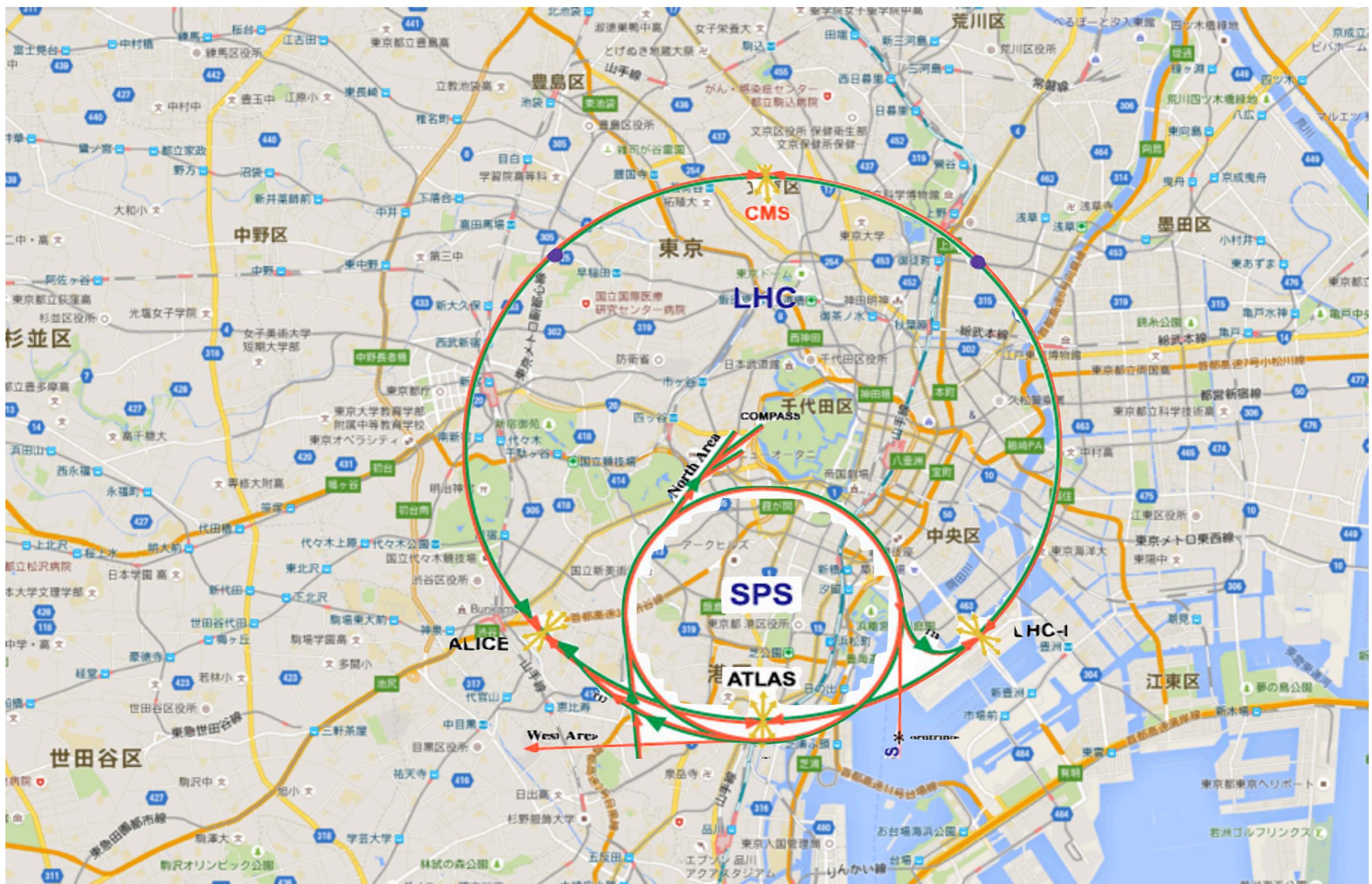
LHC加速器の大きさ



LHC加速器の大きさ



LHC加速器の大きさ



大阪環状線 < LHC~名古屋地下鉄名城線 < 東京山手線

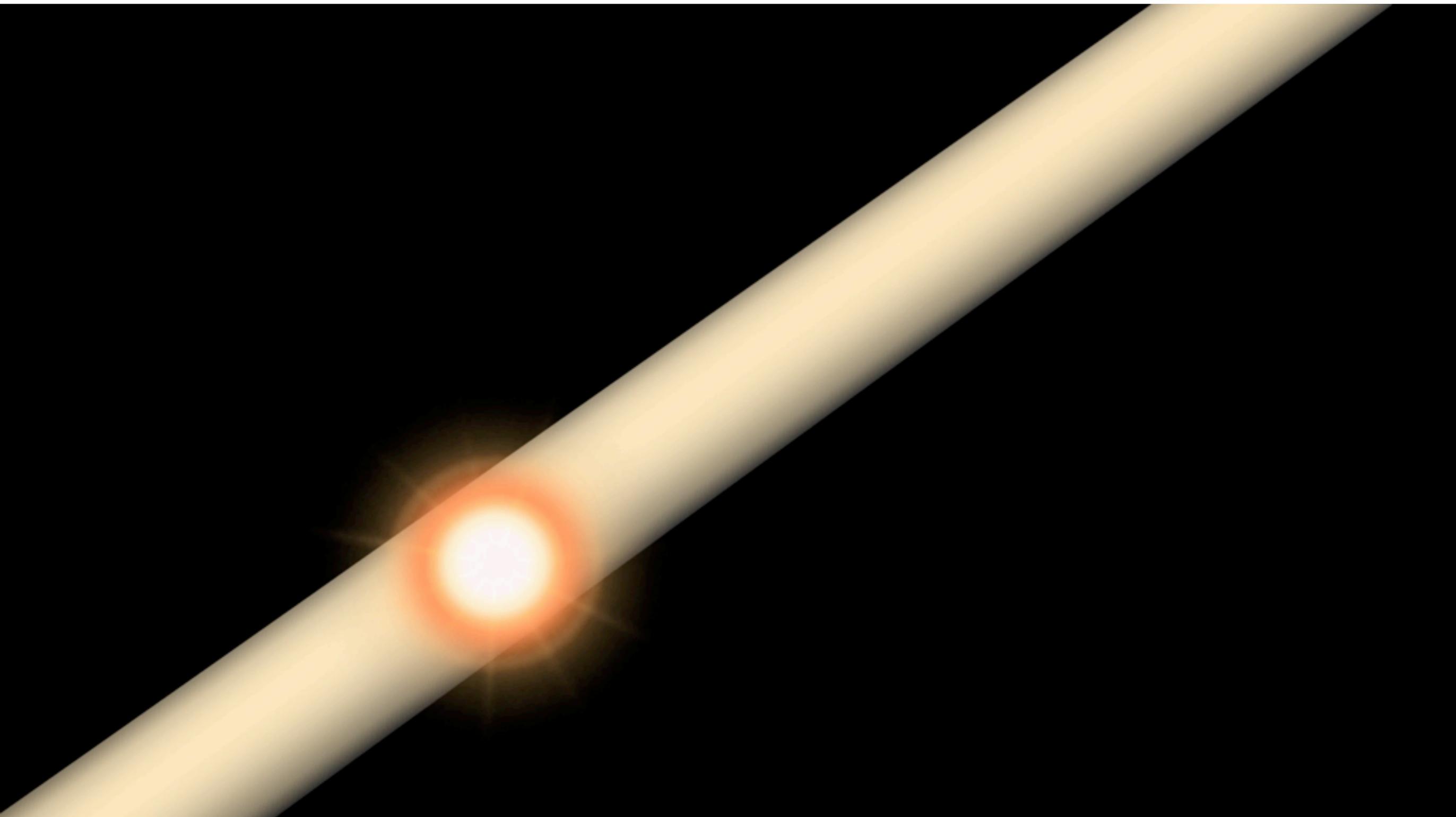
~21km

~27km

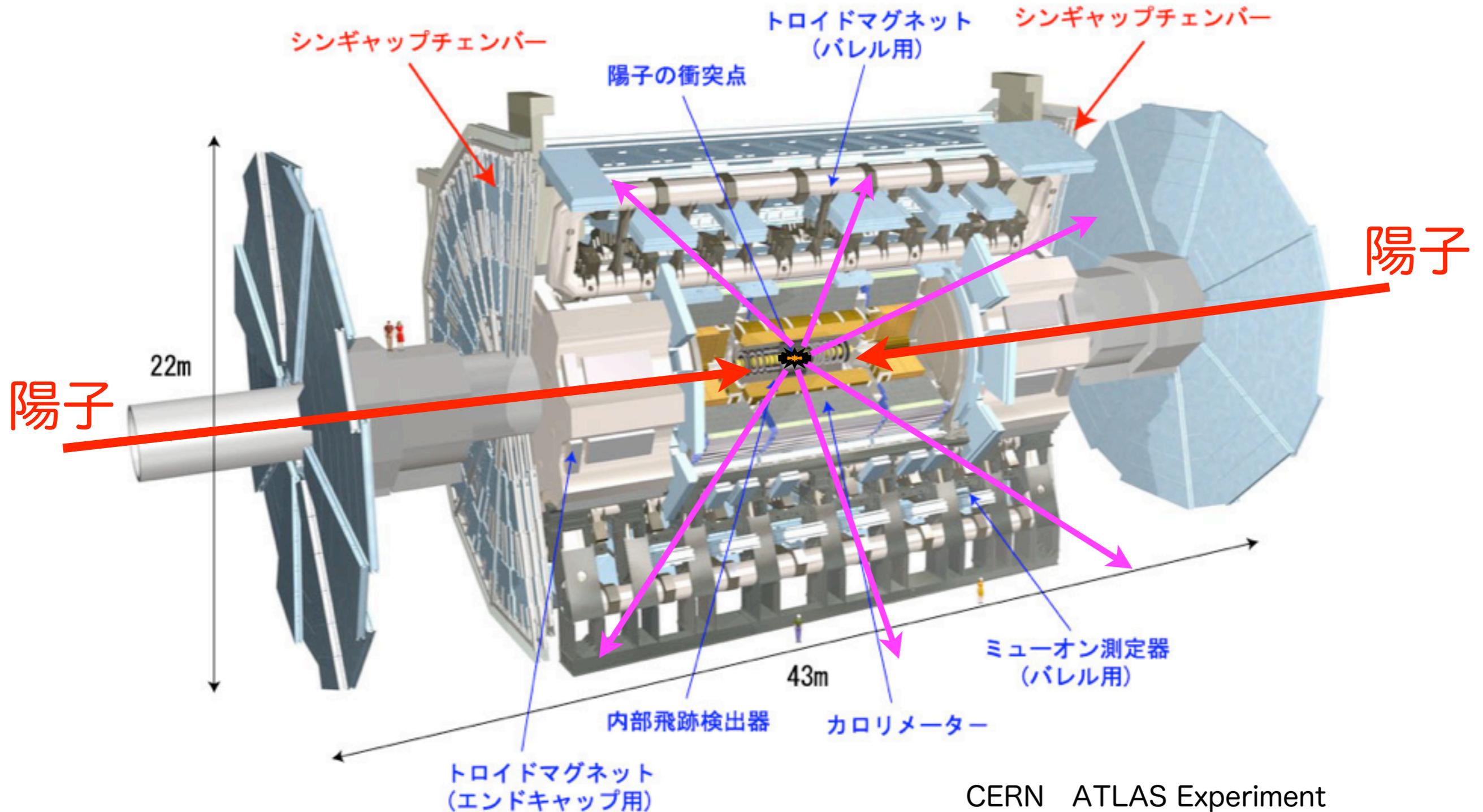
~34.5km



陽子・陽子衝突のアニメーション



検出器 アトラス検出器

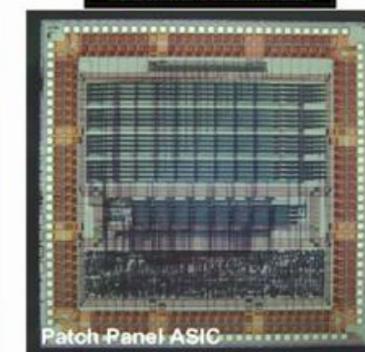
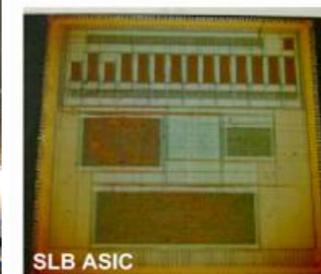
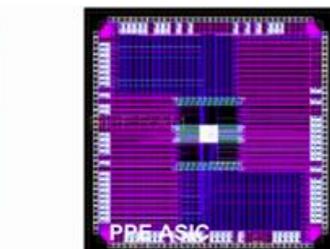
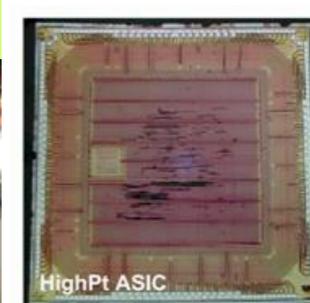
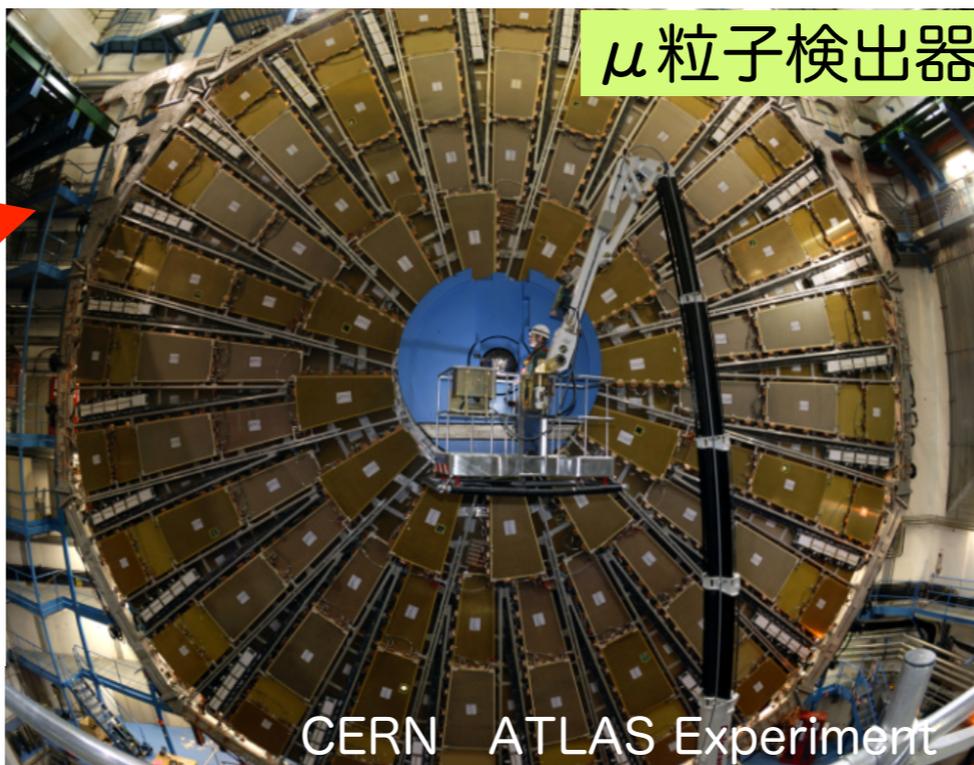
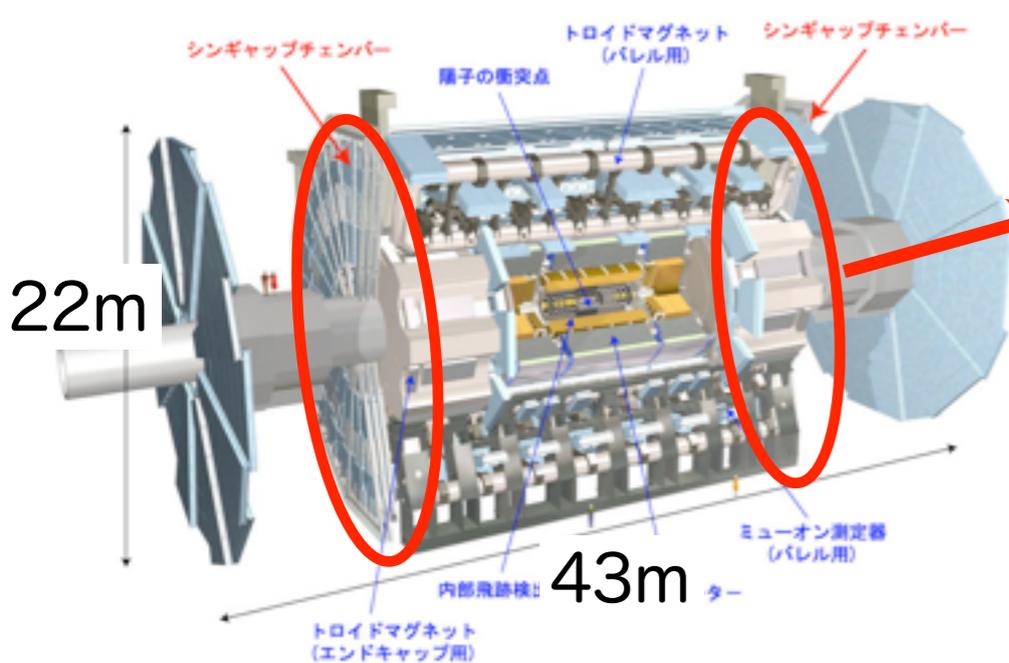


未知の素粒子を作る → 崩壊した軽い安定粒子を観測

光、電子、 μ 粒子、陽子、中性子、 π 中間子、K中間子、ニュートリノ

検出器の建設

検出器も、回路も研究者の手作り



若い学生達が頑張っています！！

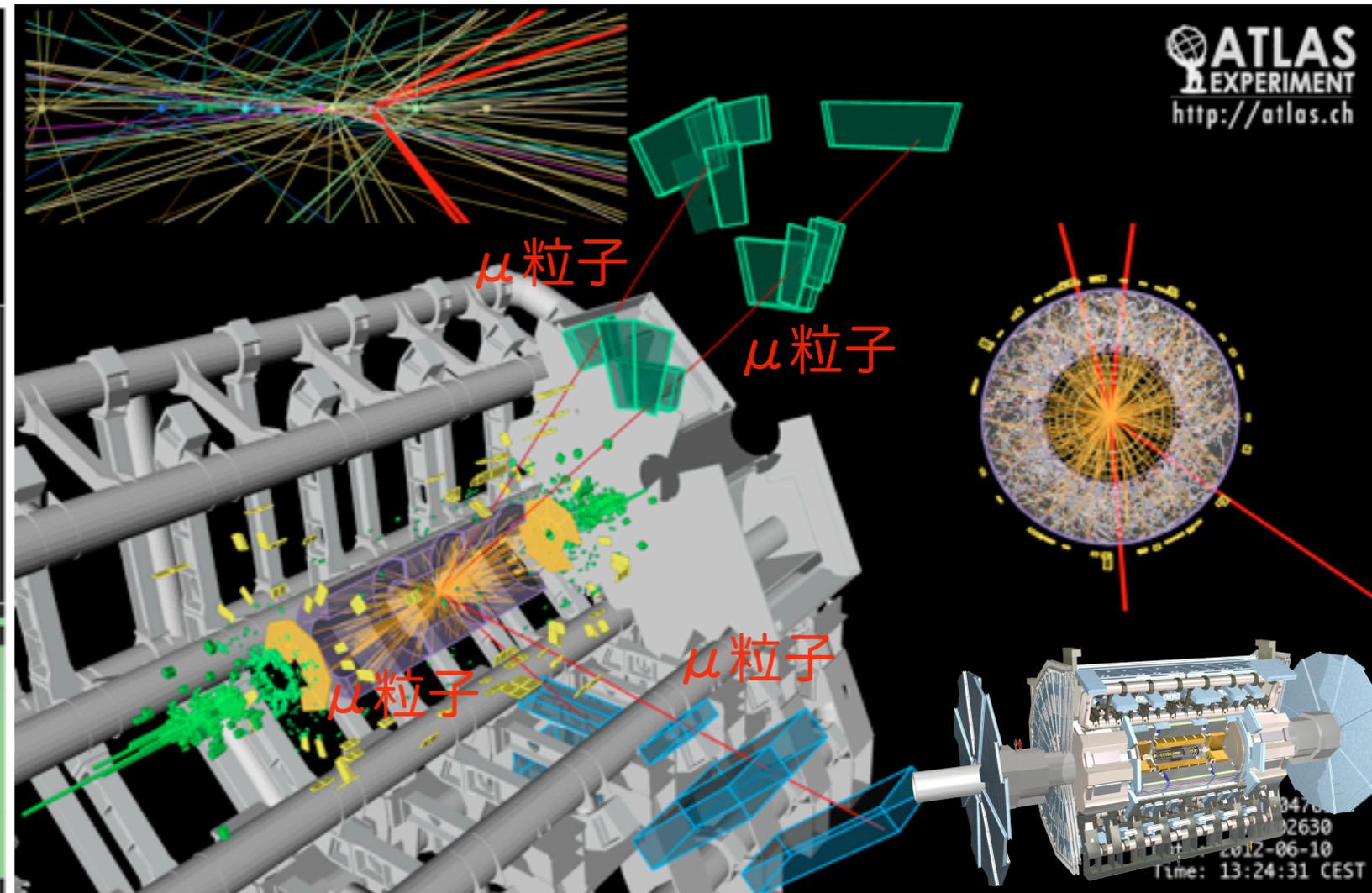
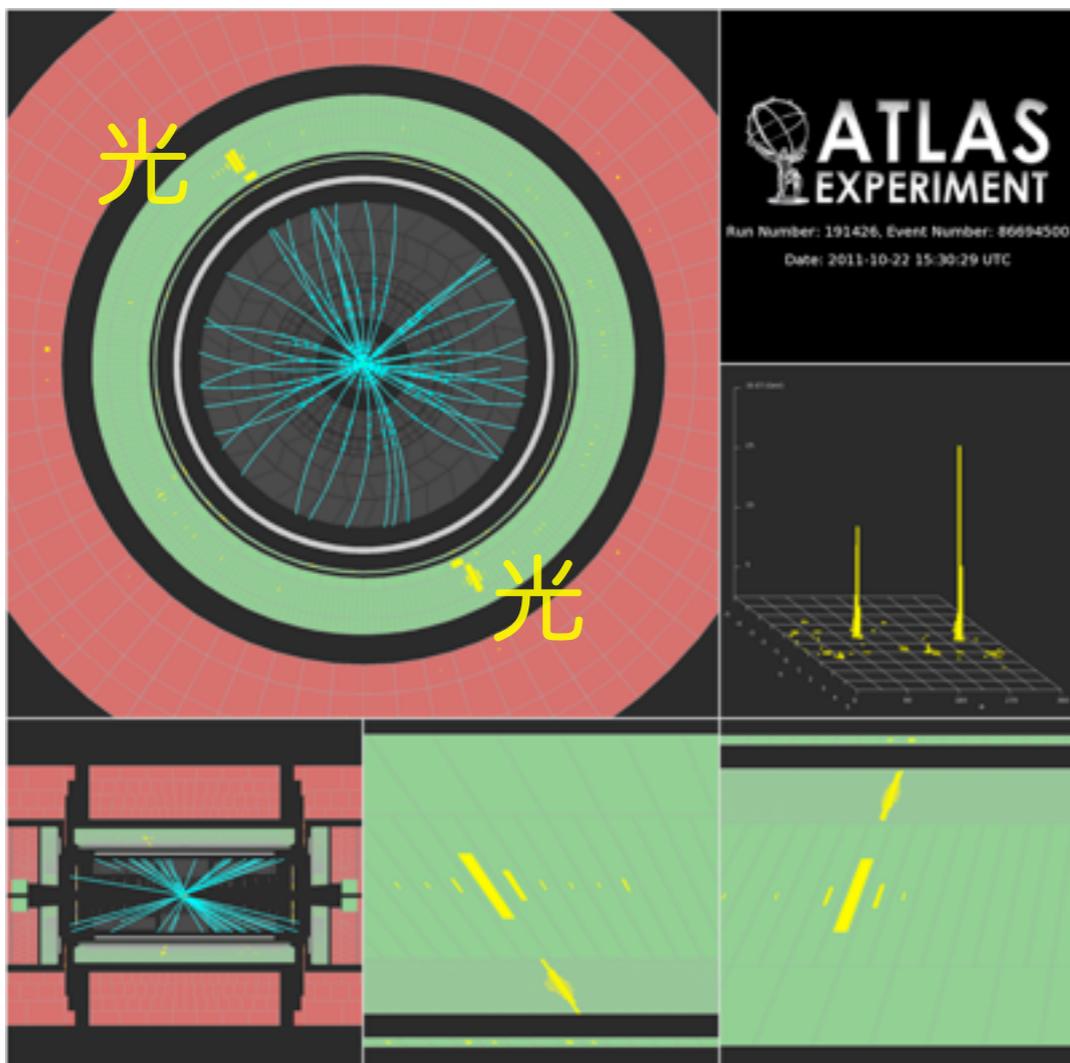
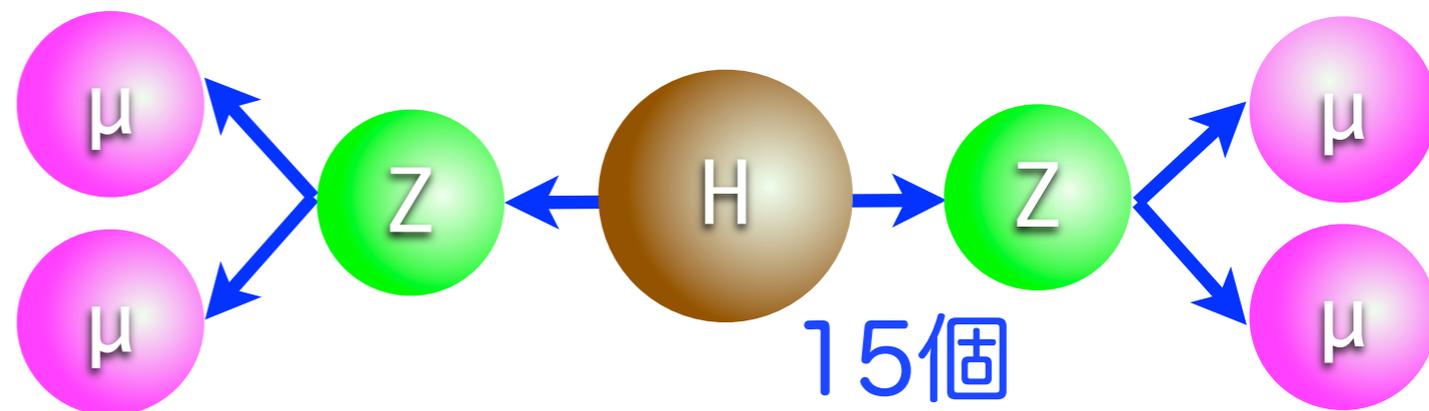
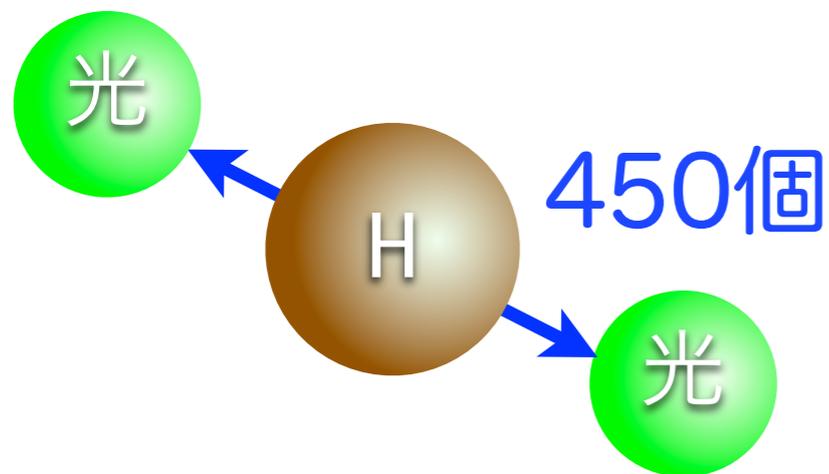


ヒッグス粒子の反応

2千兆回の陽子陽子衝突 → 40万個のヒッグス粒子が生成

○ ヒッグス粒子 → 光子 + 光子の候補

○ ヒッグス粒子 → ZZ → 4本のμ粒子の候補



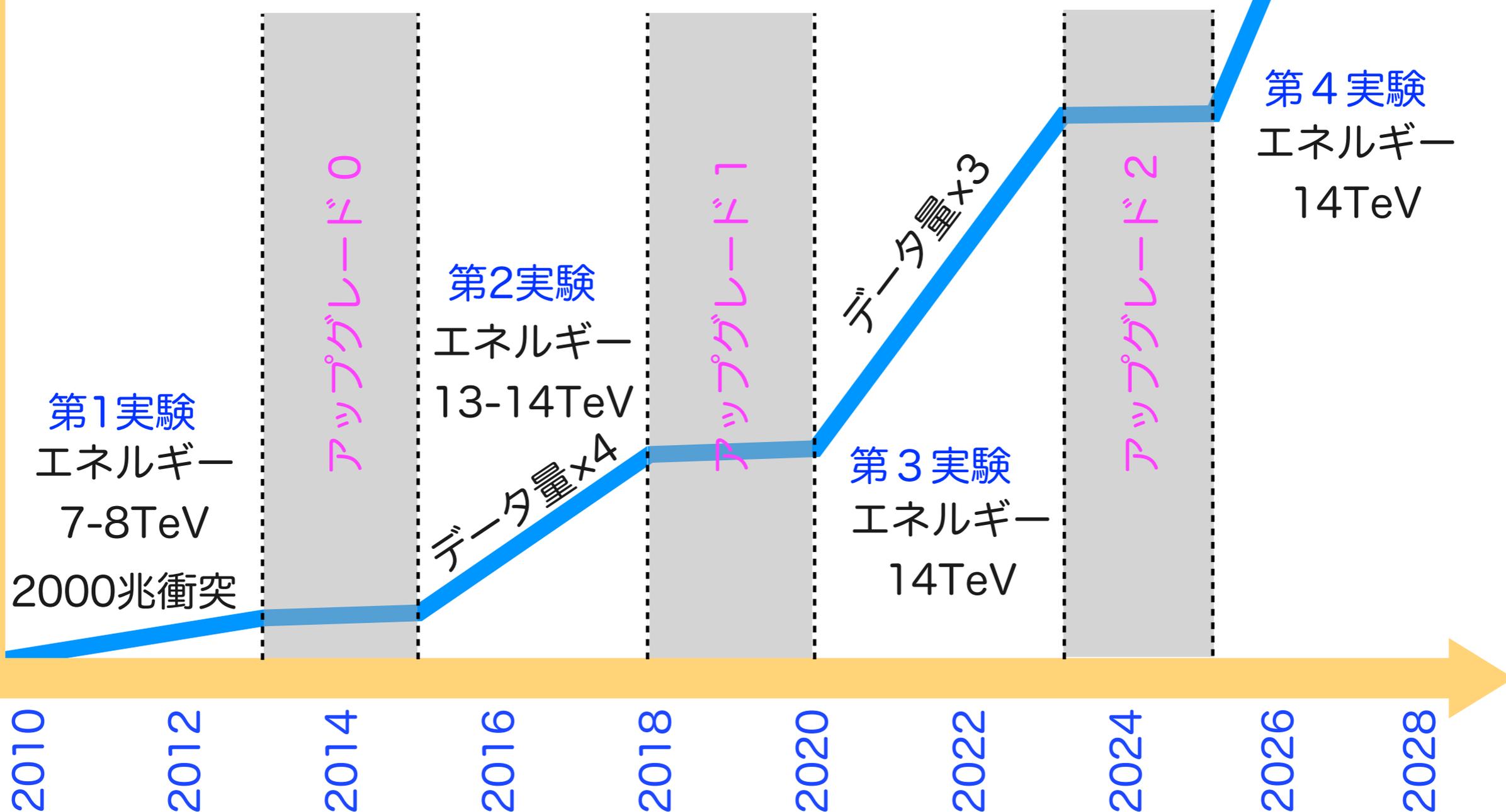
LHC実験の今後

より高エネルギーへ、より沢山の陽子衝突を

新しい素粒子の発見
ヒッグス粒子の精密測定

→ 新しい標準模型を作り上げる！！

データ量

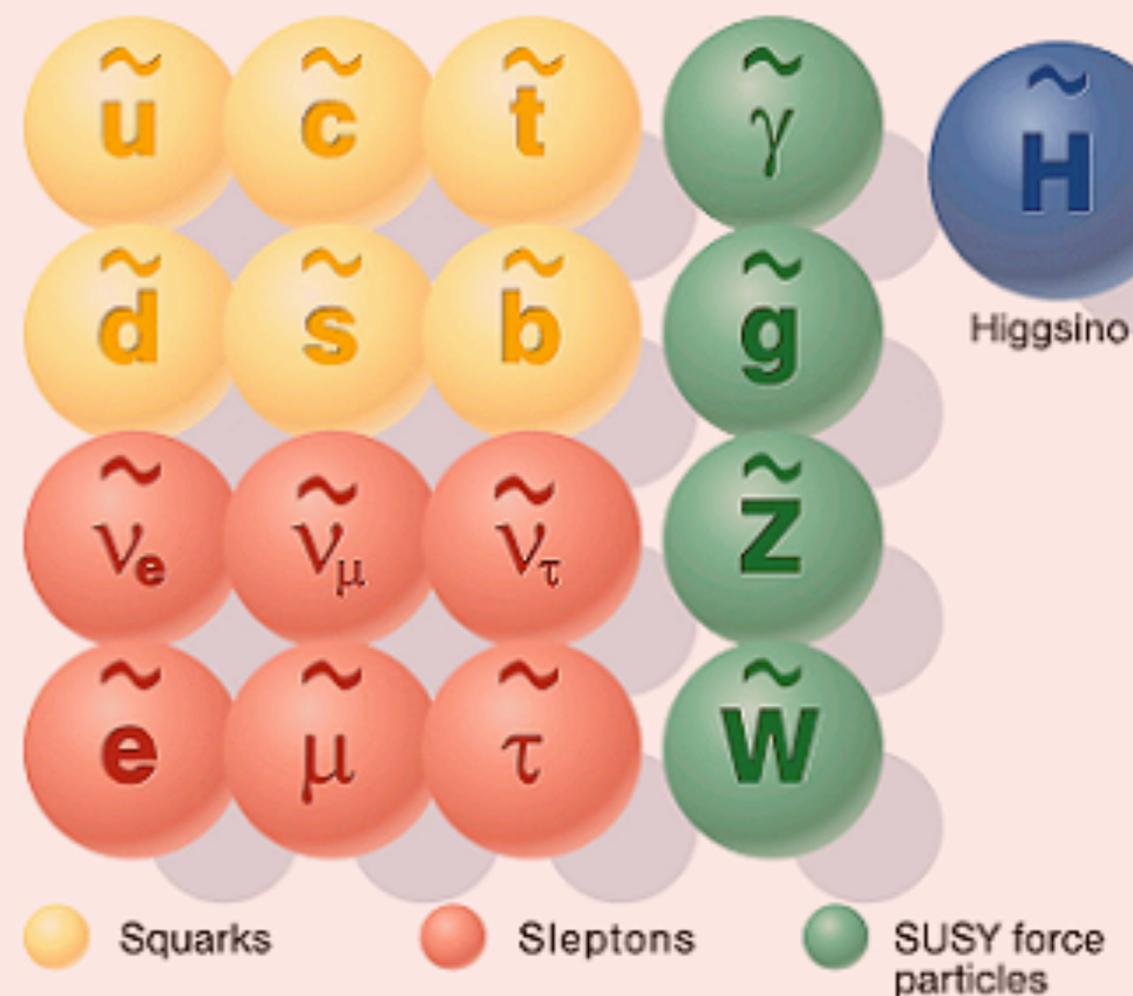


今後の展開

標準模型の素粒子



超対称性粒子 未発見



- 新しい素粒子(暗黒物質、超対称性粒子、、、)の発見
→ 衝突エネルギーを13~14TeVに
- ヒッグス粒子の性質の理解
→ 沢山の陽子衝突

→ 新しい素粒子物理学の幕開け

素粒子物理は
これからが面白い！

宣伝

名古屋大学理学部に興味がある人は、



名古屋大学

理学部・大学院理学研究科 多元数理科学研究科



English

[問い合わせ](#) | [アクセス](#) | [キャンパス案内](#) | [リンク](#) | [サイトマップ](#)

学部長メッセージ

概要

組織・施設紹介

沿革

教員紹介

入試情報

広報誌



理学部の先人たち

動画



[動画の一覧](#)

訪問者別メニュー

学部受験生の皆さんへ

大学院受験生の皆さんへ

在学生の方へ

留学生の方へ

卒業生の方へ

お知らせ & イベント情報

イベント

[2015年度 名古屋大学理学部オープンキャンパス](#)

日程：2015年8月11日（火）

会場：名古屋大学東山キャンパス

※学部企画への参加は事前申し込みが必要

イベント

[2015年度数学アゴラ夏季集中コース](#)

日程：2015年8月5日（水）～8月7日（金）

会場：名古屋大学多元数理科学棟 509講義室

イベント

[第24回公開セミナー「天文学の最前線」](#)

日程：2015年8月22日（土）～8月24日（月）

学科・授業紹介



数理学科



物理学科



化学科



名古屋大学理学部に興味がある人は、



名古屋大学

理学部・大学院理学研究科 多元数理科学研究科

検索



English

[問い合わせ](#) | [アクセス](#) | [キャンパス案内](#) | [リンク](#) | [サイトマップ](#)

学部長メッセージ

概要

組織・施設紹介

沿革

教員紹介

入試情報

広報誌



理学部の先人たち

動画



動画の一覧

訪問者別メニュー

学部受験生の皆さんへ

大学院受験生の皆さんへ

在学生の方へ

留学生の方へ

卒業生の方へ

お知らせ & イベント情報

イベント

2015年度 名古屋大学理学部オープンキャンパス

日程：2015年8月11日（火）

会場：名古屋大学東山キャンパス

※学部企画への参加は事前申し込みが必要

学科・授業紹介



数理学科



オープンキャンパス2015

8月7日, 10日, 11日 (理学部は8月11日)

<http://www.nagoya-u.ac.jp/extra/open-campus/2015/index.html>