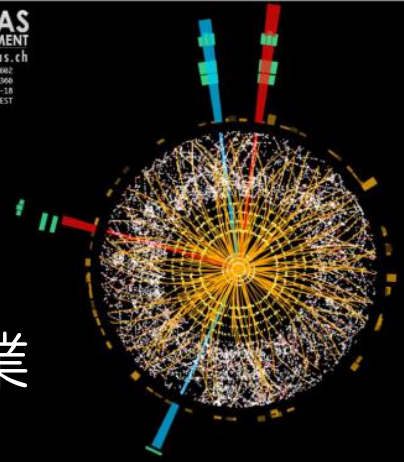




素粒子と宇宙

ATLAS
EXPERIMENT
http://atlas.ch
Runs: 201002
Events: 8303490
Date: 2012-05-18
Time: 29:28:11 CEST



2013年9月18日

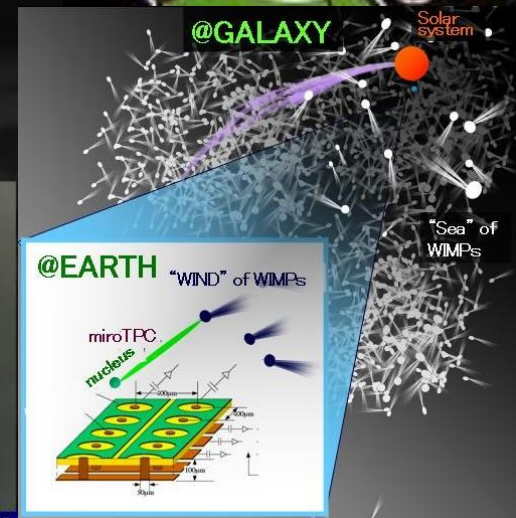
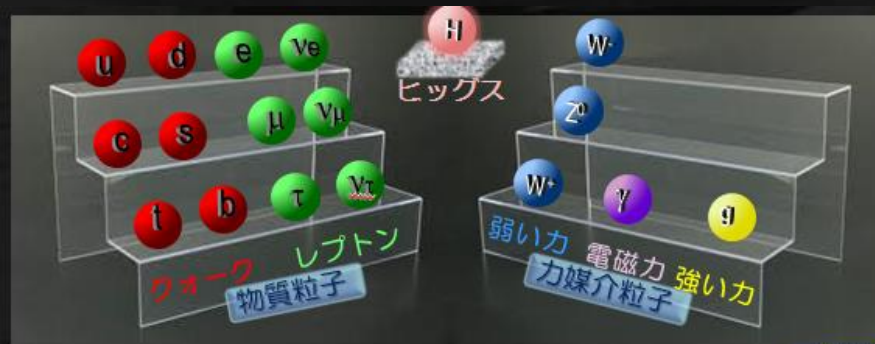
神戸大学 理学部 模擬授業



神戸大学 理学部 物理学科

粒子物理研究室

准教授 身内賢太郎



本日の目標

物理 でなくてもいいや、
サイエンスは



「お勉強」は高校の先生にお任せします。

Direction Sensitive
WIMP-search
NEWAGE

参考図書

中学の時に読んだ

最近出た



sitive
earch

NEWAGE

物理

守備範囲は50桁!

銀河団 10²⁴m

銀河 10²⁰m

太陽系 10¹²m

暗黒物質
(未発見)
10⁻²⁴m以下

物理

地球惑星科学

クォーク
10⁻¹⁸m以下

メダル 10⁻¹m

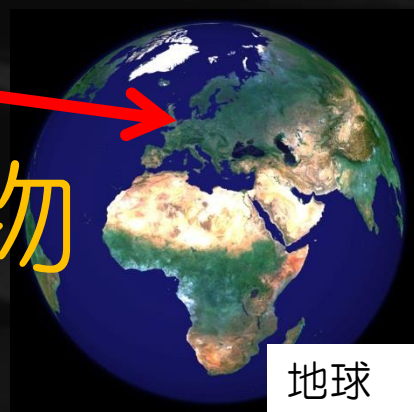


陽子・中性子
(2種類) 10⁻¹⁶m

化学

生物

地球 10⁷m

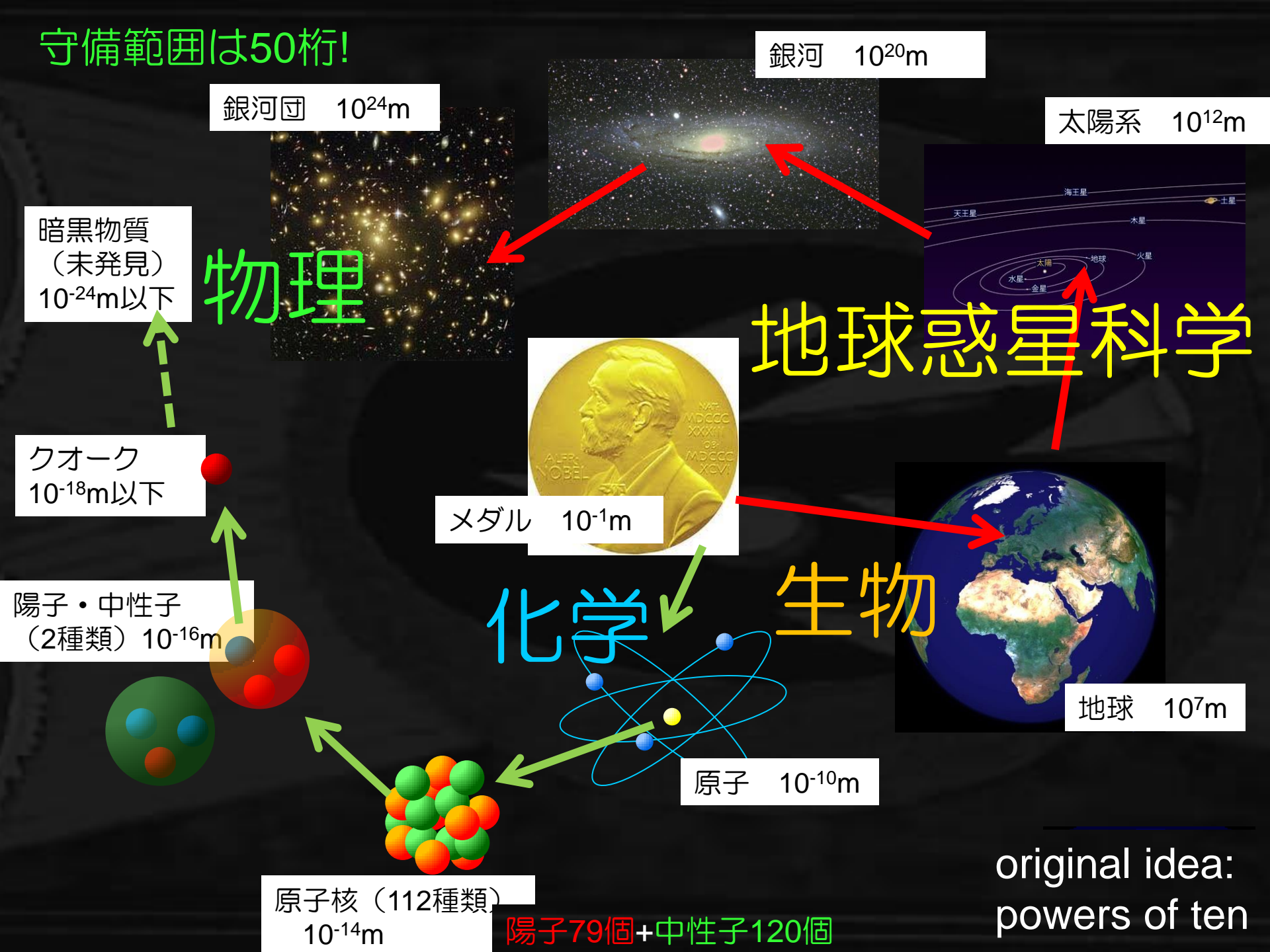


原子 10⁻¹⁰m

原子核 (112種類)
10⁻¹⁴m

陽子79個+中性子120個

original idea:
powers of ten



守備範囲は50桁!

銀河団 $10^{24}m$

銀河 $10^{20}m$

太陽系 $10^{12}m$

暗黒物質
(未発見)
 $10^{-24}m$ 以下

物理

「物理」で分かったこと。
50桁!! にわたる現象を20個弱の粒子で説明

クォーク
 $10^{-18}m$ 以下



メダル $10^{-1}m$



地球 10^7m

陽子・中性子
(2種類)

一番大きな「銀河団」は
一番小さな「暗黒物質」がつなぎとめている

原子 $10^{-10}m$

原子核 (112種類)
 $10^{-14}m$

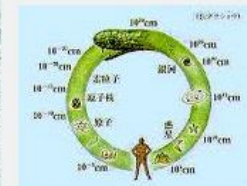
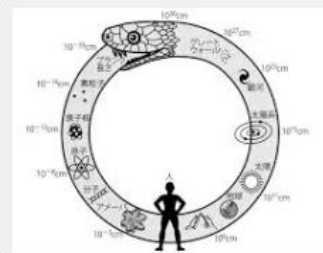
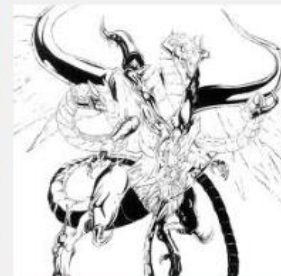
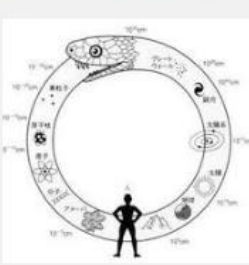
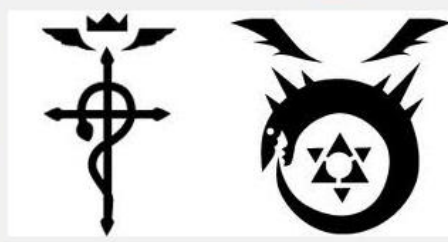
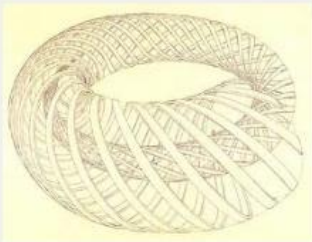
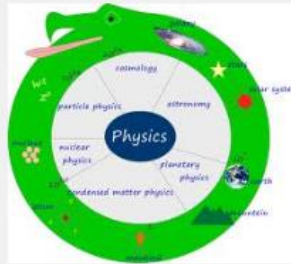
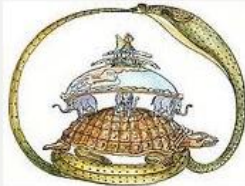


物理とウロボロスの蛇

ウロボロス

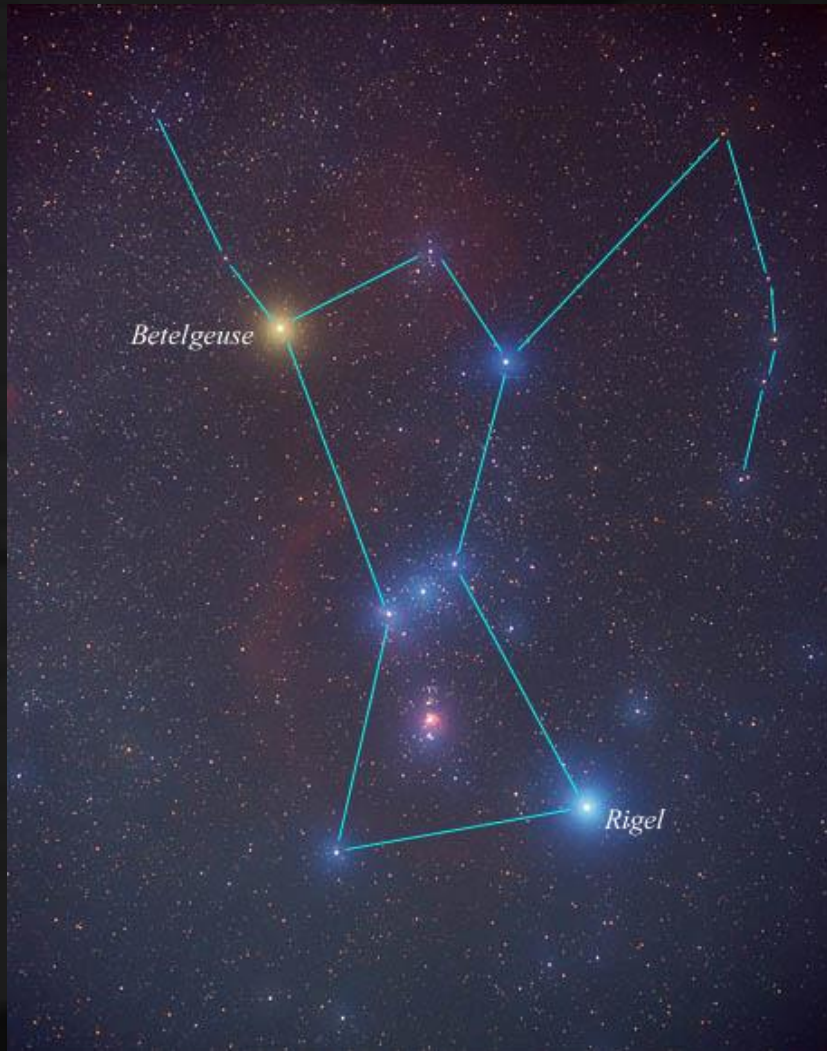
ファイル(F) 編集(E) 表示(V) お気に入り(A) ツール(T) ヘルプ(H)

他のキーワード: うろおぼえウロボロス ウロボロスの蛇



ection Sensitive
WIMP-search
WAGE

クイズ



ベテルギウスとリゲル
どちらが高温でしょうか？

2013/9/24

光のエネルギー

- 可視光とエネルギー
- 大学の物理「黒体放射」で学びます



低い

エネルギー

高い



光

波長

長い

短い

1 km

1 m

100 μm

770 nm

380 nm

1 nm

0.01 nm

電波

赤外線

可視光線

紫外線

X線

ガンマ線

1 MHz

1 GHz

1 eV

1 keV

100 keV

1 MeV

低い

高い

振動数(周波数)あるいはエネルギー

Betelgeuse

Rigel

素粒子

現在の物理「標準理論」

- 陽子、中性子、電子、光子などは知られていた。
- 1970年代 コレクションのひな壇完成
- 2012年 コンプリート

2000

質量を与える粒子



「コンプ後」の物理：「標準理論」を超えて

- ニュートリノ質量
- 重力波
- ダークエネルギー
- **ダークマター** あり
- **ヒッグスの性質解明**



ダークマター
「XMASS」

粒子物理：最高感度の検出器で
新粒子を検出する
粒子の新しい性質を調べる

LHC

アトラス実験

ニュートリノ

◆ ニュートリノ

● 「ニュートリノ天文学」 以来、「お家芸」

● 現在の研究対象

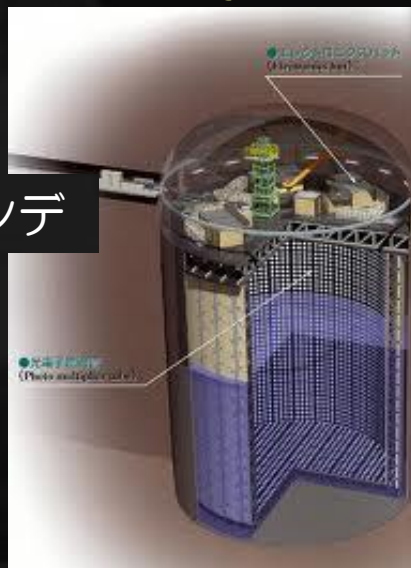
- ニュートリノ質量
- ニュートリノ振動



● スーパーカミオカンデ

● T2K

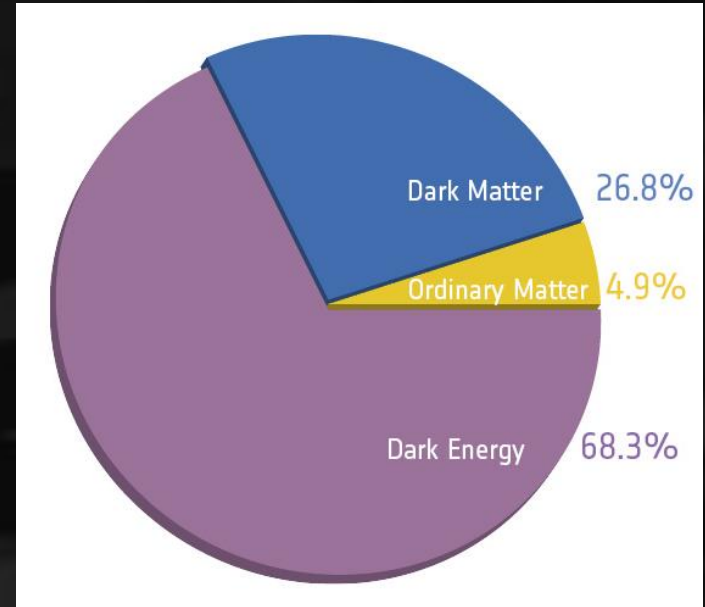
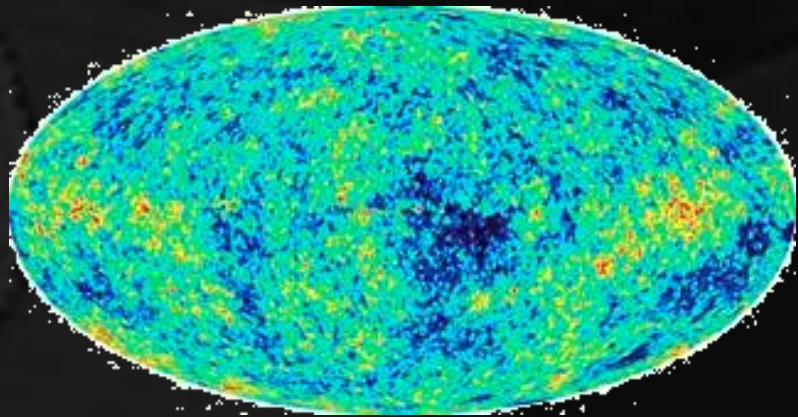
スーパーカミオカンデ



<http://legacy.kek.jp/ja/activity/ipns/T2K.html>

ダークマター

宇宙の 95%はまだわからない



ダークマター

わかっていること

- 質量をもつ物質
- 宇宙の約1/4を占める
- 運動の速度

わからないこと

- 何だかわからん。
- 質量
- 「物」との反応の仕方

これをなんとか調べたい。

Direction Sensitive
WIMP-search

NASA WMAP TEAM

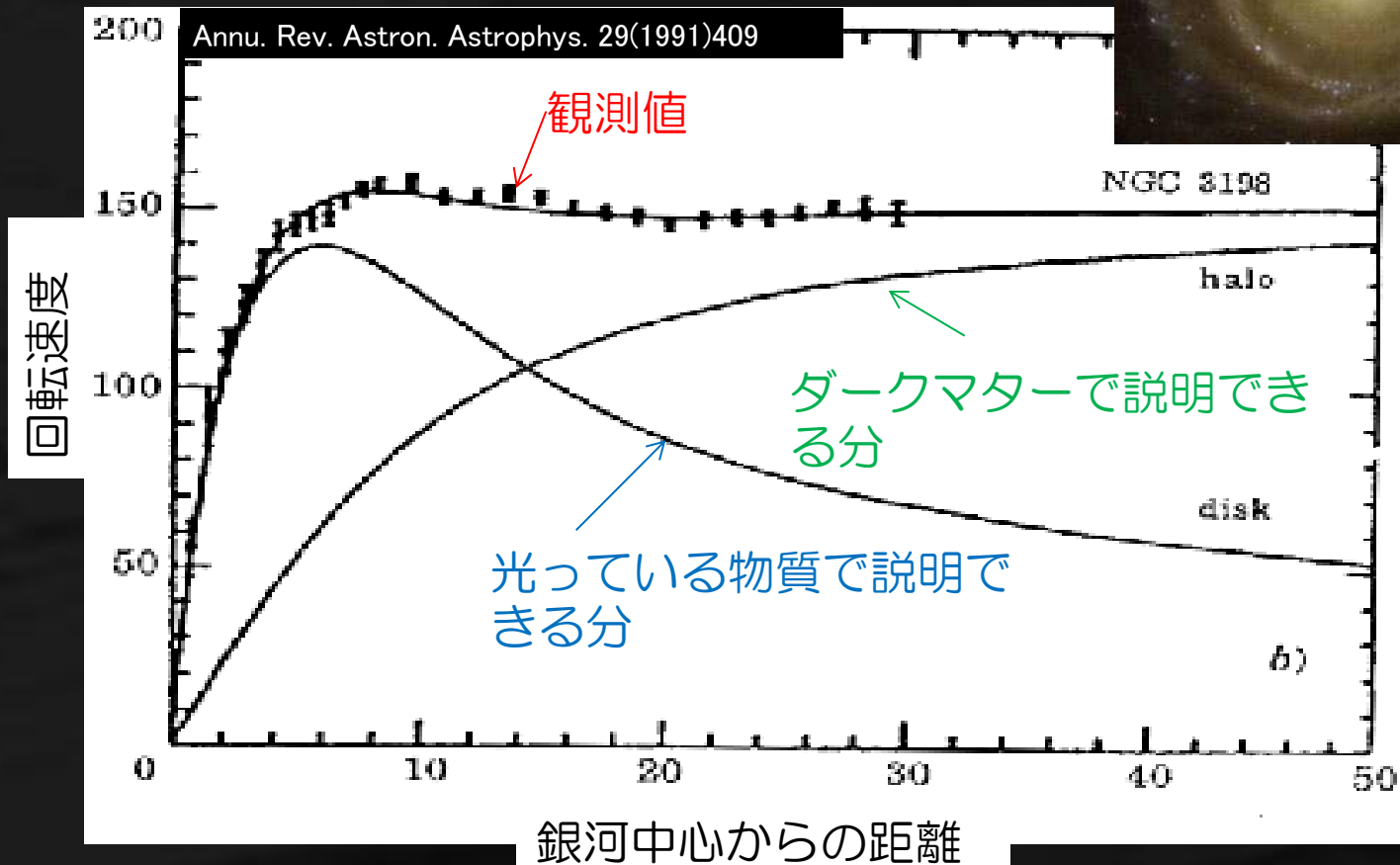
力学 問1

- 銀河の回転速度の r 依存性を求めよ



ダークマター研究の歴史

● 銀河の回転曲線 (1930~)



光っている物質のみでは、外周部の速度が説明できない。 ⇒ ダークマター???

Direction Sensitive
WIMP-search

NEWAGE

◆ ダークマター

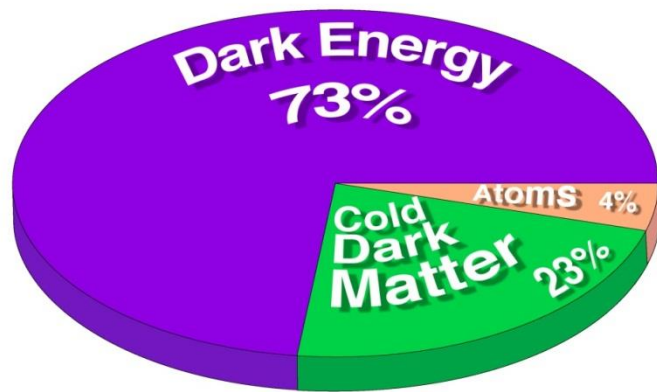
● 遠方銀河の重力レンズ効果 (1990~)



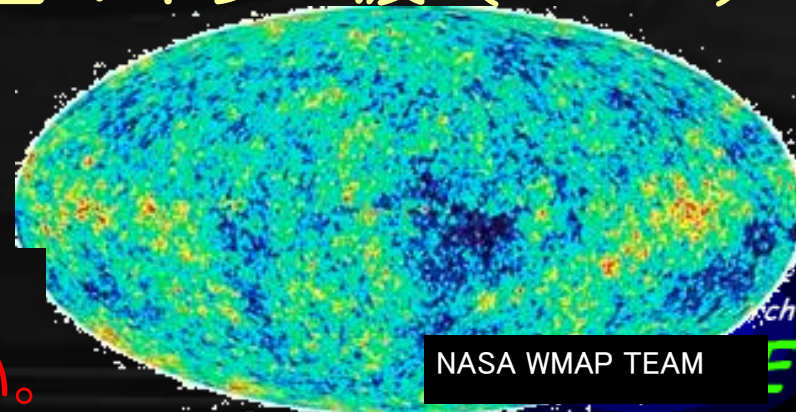
暗黒物質で空間
がゆがんでいる。

● 銀河団の衝突 (2007)

ピンク：通常物質
青：暗黒物質



● 宇宙マイクロ波 (2002~)



暗黒物質がないと
ムラムラが説明できない。

暗黒物質の探し方

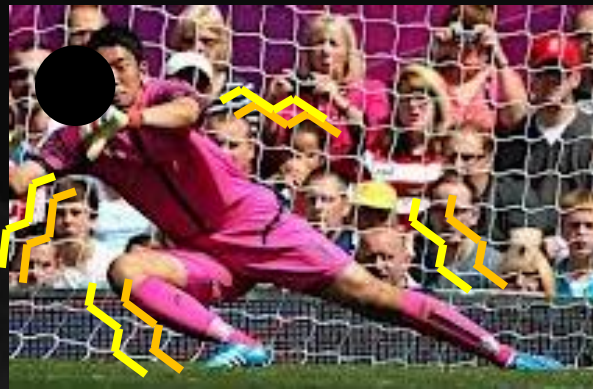
「物」に暗黒物質が「当たる」

● 捉え方：

① 温度が上がる

② 電気が生じる

③ 光が生じる



「検出器」というものです。

暗黒物質探索

- 宇宙から降り注ぐ「余計なもの」避ける。
⇒ 地下で実験する。

A world-wide effort to search for WIMPs

世界の地下活動



talks in the afternoon sessions
some basics + brief review of the field

日本の暗黒物質探索実験 : XMASSとNEWAGE

日経新聞
(2010年2月14日)

神戸大学はどちらも
やっています。
NEWAGEは神戸中心。

2010年(平成22年)2月14日(日曜日)

神岡鉱山跡で観測準備が進む

642本の光センサー

内部5トンの液体キセノン

(東大の鈴木教授の資料を基に作成)

暗黒物質をとらえる世界の主な装置

検出装置	研究グループ	特徴
XMASS	東大など	キセノンとの反応を検出、従来の100倍の感度
NEWAGE	京大など	フッ素との反応を検出、飛来する方向を検知
XENON100	米コロンビア大など	キセノンとの反応を検出、高感度が可能
CDMS II	米ミネソタ大など	半導体との反応を検出、感度を上げにくい

多数のセンサーを取り付ける

岐阜、富山県境の山深い鉱山跡に先端装置を備え付け、宇宙最大級のなぞに迫る実験が3月にも始まる。宇宙の質量の4分の1を占めるとされるものの、いまだに見つかっていない「暗黒物質」の観測に東京大学などの研究チームが挑む。宇宙の誕生や変遷の解明につながるだけに米欧の研究者からも観測一番乗りへのきを削っており、日本の取り組みに熱い視線が注がれている。

ない「暗黒物質」を探せ

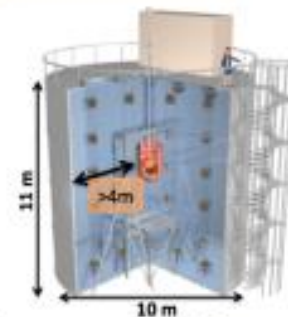
1月下旬、雪が積もる岐阜県北部・飛騨市の山あい左進み、かつて垂鉛や鉛を産出した神岡鉱山跡の坑道にたどり着いた。中へは車で入れる。数分後、東大空

XMASS 「検出器」くみ上げ
中に 800kgの液体キセノン

Detector Construction



- 2009.11: PMT holder and PMT installation



- 2010.09: Construction Completed



12/07/25

Y. Suzuki @IDM2012 in Chicago

NEWAGE

暗黒物質検出の決定的証拠を目指す！

山梨日日新聞

2009年(平成21年) 1月1日 木曜日



ムービーを見てみましょう

ガスを使った電子霧箱



@GALAXY

Solar system

"Sea" of WIMPs



ちなみに、

◆ Track1 Bob Dylan "Blowin' in the wind "

- この曲自体も名曲すが、、、
- 「ディランの声は神の声だ」 in
「アヒルと鴨のコインロッカー」も楽しい映画です。

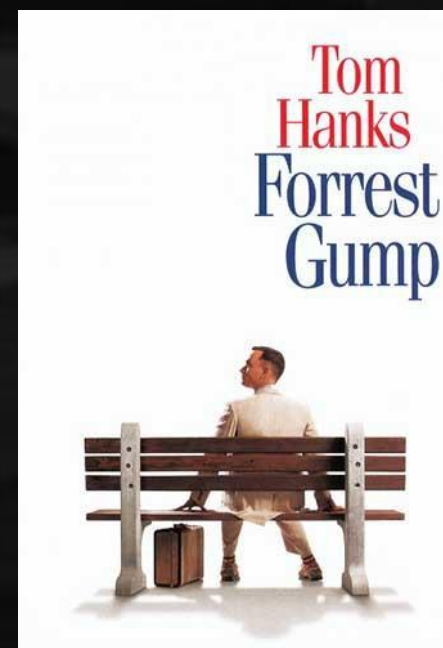


◆ Track2 JAMIROQUAI "Going Underground"

- 時々HIT出してます。

◆ Track3 Forest Gumpサウンドトラック

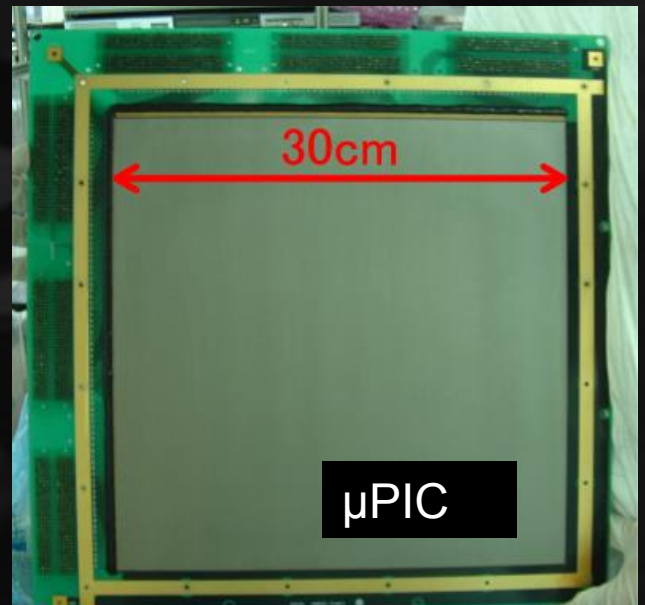
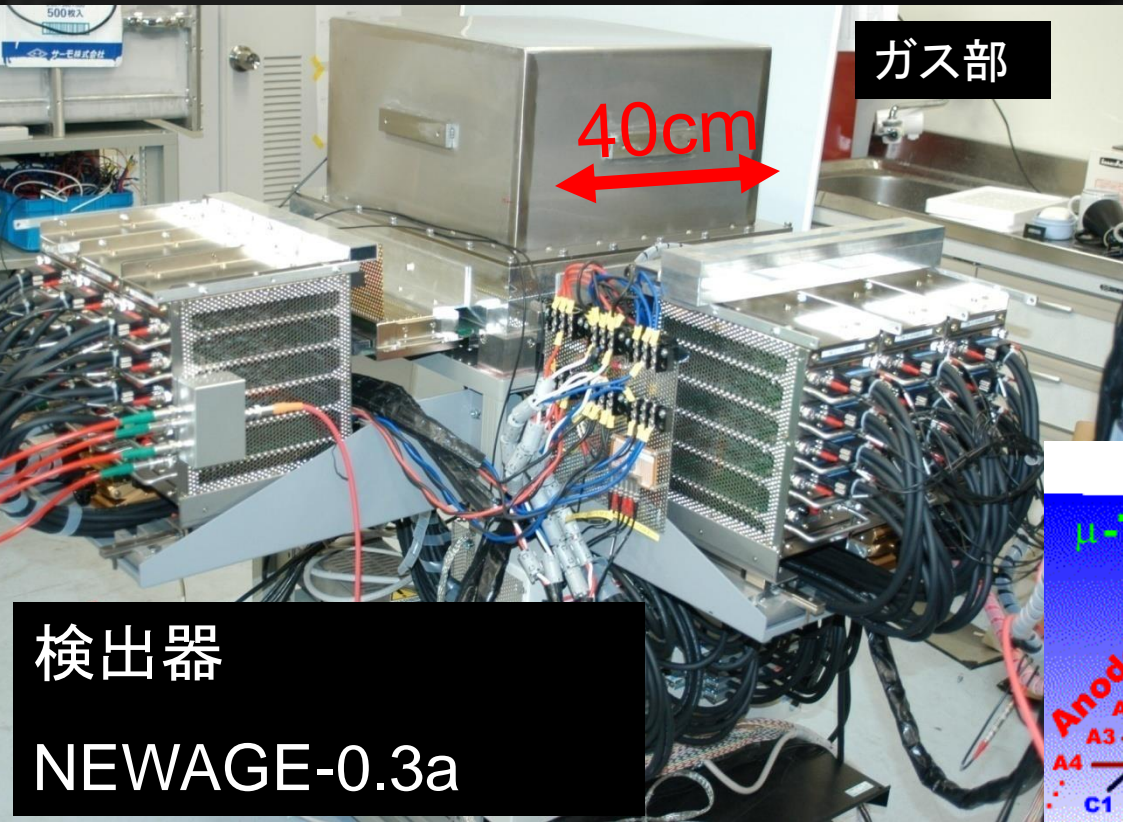
- アカデミー作品「Forest Gump」、
好きな映画です。



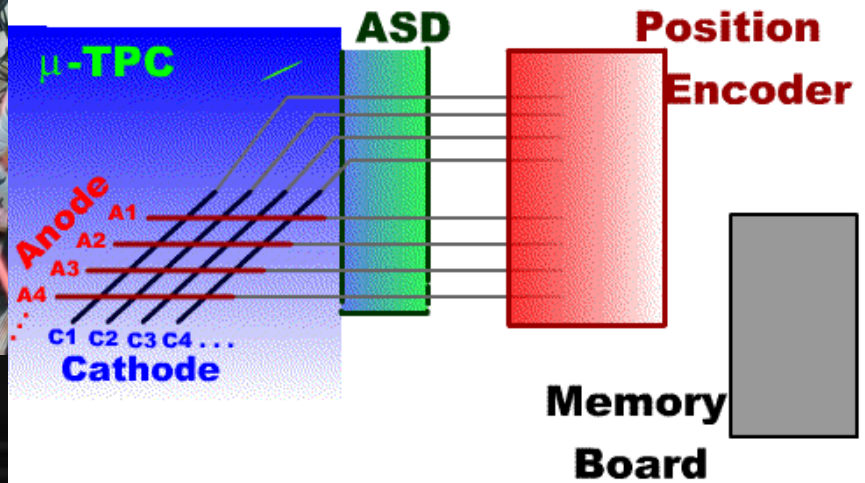
NEWAGE

NEWAGE : 詳しく

- 京大・神戸大で開発した「 μ PIC」検出器
- 30cm角検出器で地下実験中
- CF4 ガス



検出器
NEWAGE-0.3a



ヒッグス

HIGGS

● 2012年7月4日 ヒッグスらしき粒子を発見!

特別講演会「LHCにおけるヒッグス粒子探索」

Fabiola Gianotti
(ATLAS spokesperson)

Peter Higgs



あらゆる物質に質量を与えたと考えられる仮説
のシュノーアの欧州合同原子核研究所（CERN）
HCCによる実験で、ヒッグス粒子とみられる新
グス粒子は、万物に含まれる素粒子の基本理論と
論で存在が予言された18種の素粒子のうち、唯

未確認

「ヒッグス粒



Press Release

Home | Sitemap | Contact us | CERN Home

Search

this site All CERN

Press Releases | For Journalists | For CERN People

Archive

2012

2011

2010

2009

2008

2007

2006

CERN experiments observe particle consistent with long-sought Higgs boson

PR17.12
04.07.2012

Geneva, 4 July 2012. At a seminar held at CERN¹ today as a curtain raiser to the year's major particle physics conference, ICHEP2012 in Melbourne, the ATLAS and CMS experiments presented their latest preliminary results in the search for the long sought Higgs particle. Both experiments observe a new

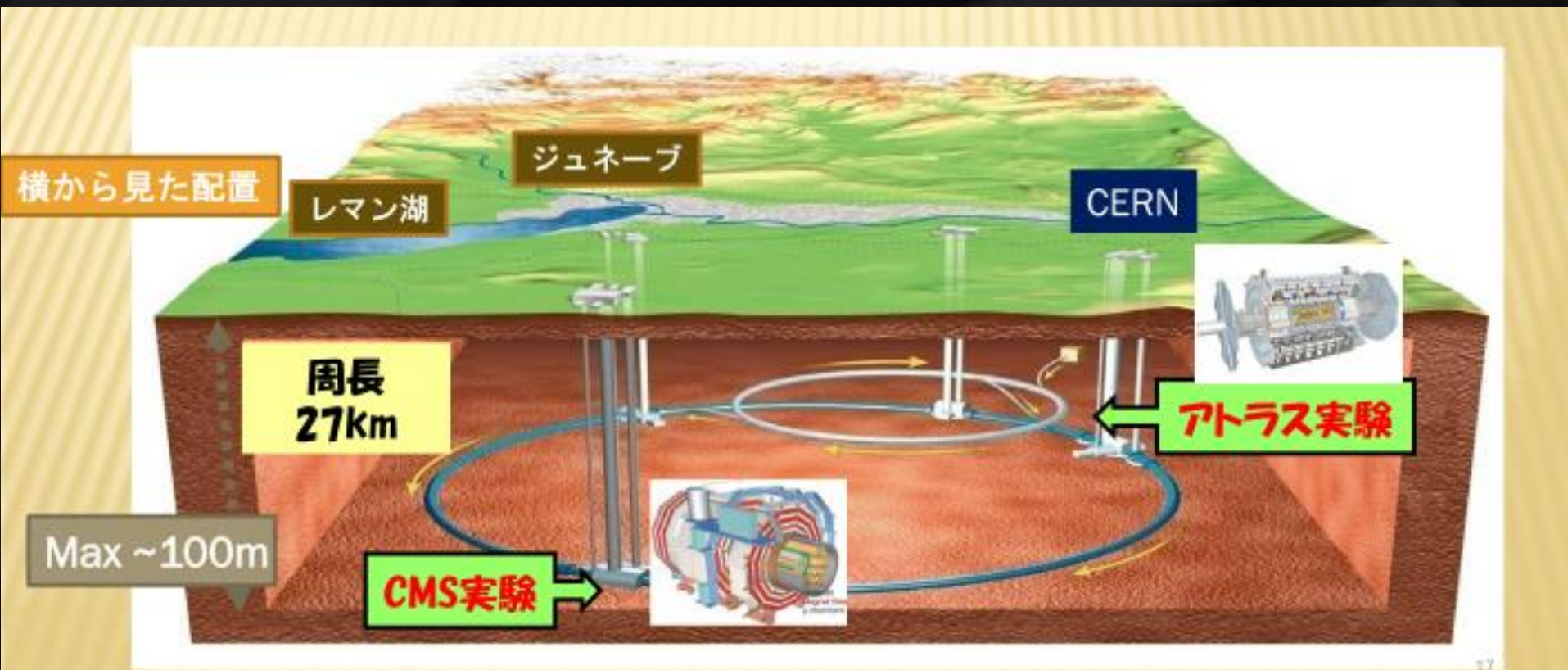
2

tion Sensitive
WIMP-search

NEWAGE

◆ ヒッグス（LHC実験）

- ヨーロッパCERN研究所
- 陽子を光速の99.999997%
まで加速して衝突
⇒真空からヒッグスをたたき出す



◆ アトラス実験（神戸大学も貢献）

- 1992年 計画書完成
- 1994年 日本グループ結成
- 1997年 測定器製造開始
- 2008年 測定器完成

ATLAS Collaboration

38 Countries

174 Institutions

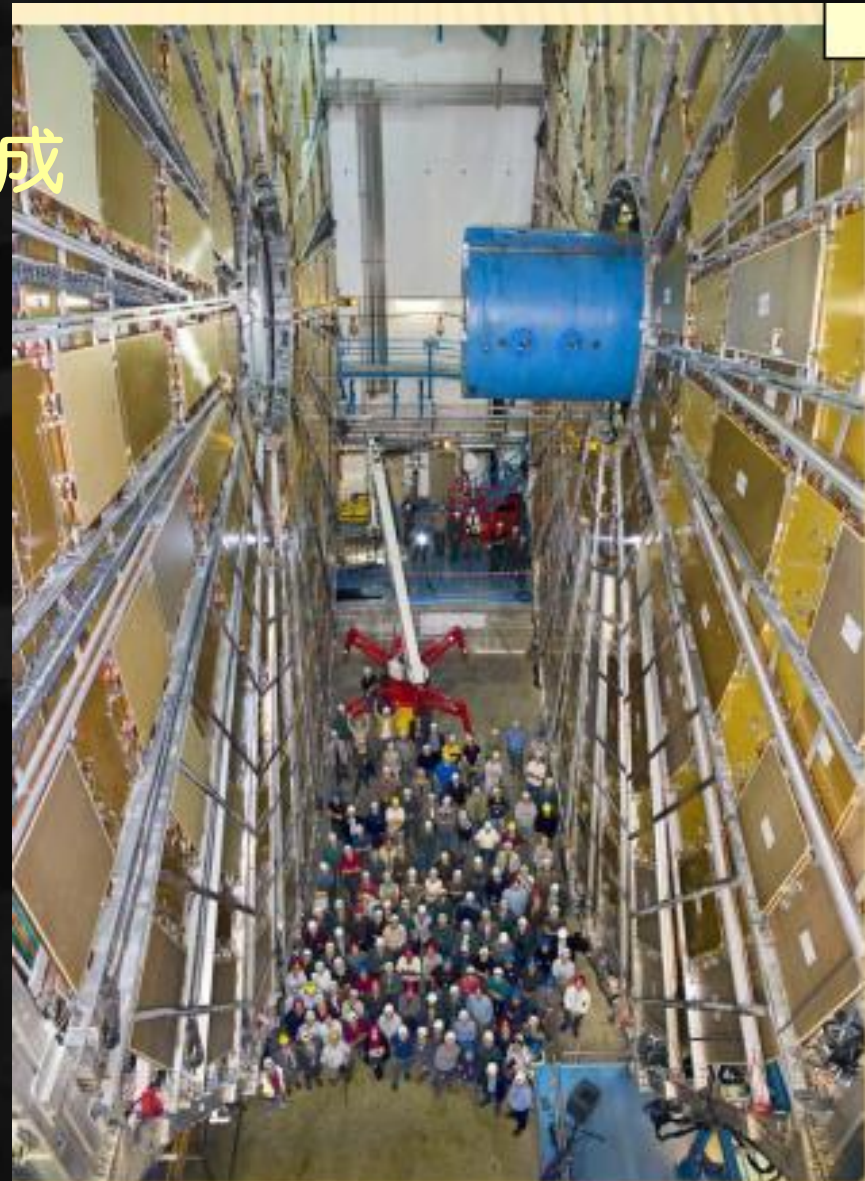
16 Japanese Institute

>2800 Scientific Authors

(~1000 students)

~110 Japanese

13 Kobe Univ. member



2007年9月21日 全てのビッグホイール(8台)の組立が完成した。

◆ 2012年7月4日 日本時間16時～

- CERNからのインターネット中継
- 新粒子発見!

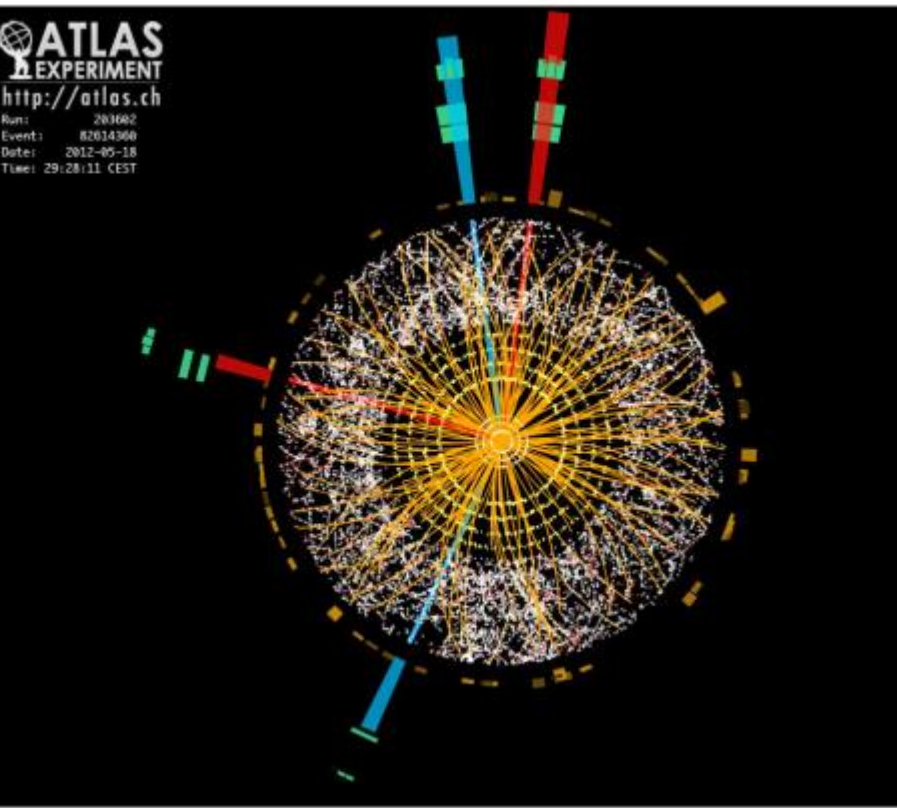


Figure 1. ヒッグス粒子が4つの電子に崩壊する事象の候補 (2012年 ATLAS データ)。

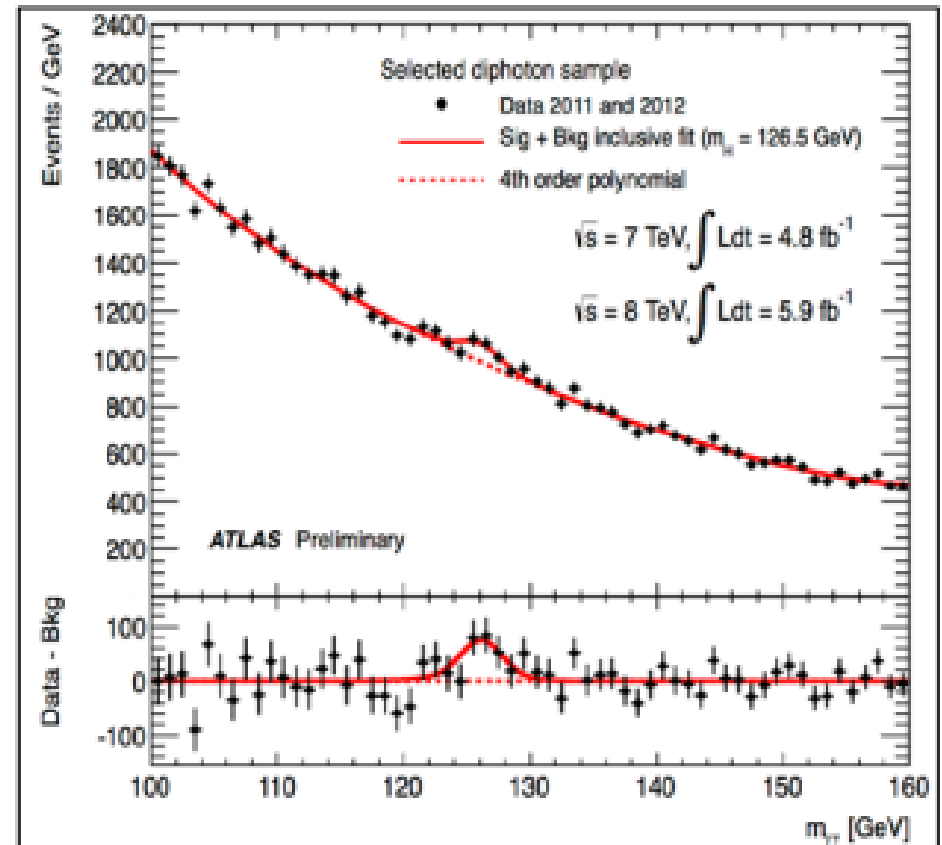


Figure 3. 2光子チャンネルにおける質量分布。

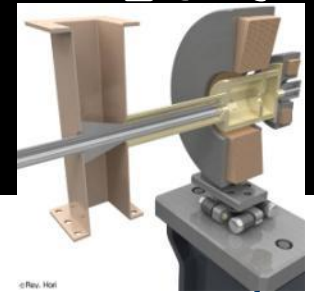
この先：ILC(international linear collider)

ILC加速器のビーム主要諸元

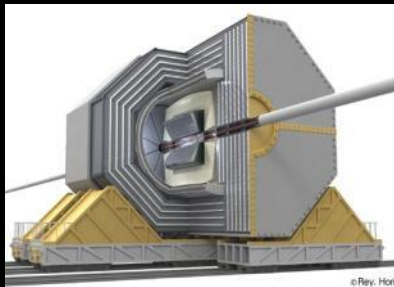
衝突エネルギー：0.2~1.0 TeV

ルミノシティ： $2\sim 3 \times 10^{34} \text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$

電子源



©Rev. Hori



測定器



超伝導加速空洞



先端融合科学特論I-2
ダンピング・リング



ILC PROJECT [国際リニアコライダー計画]

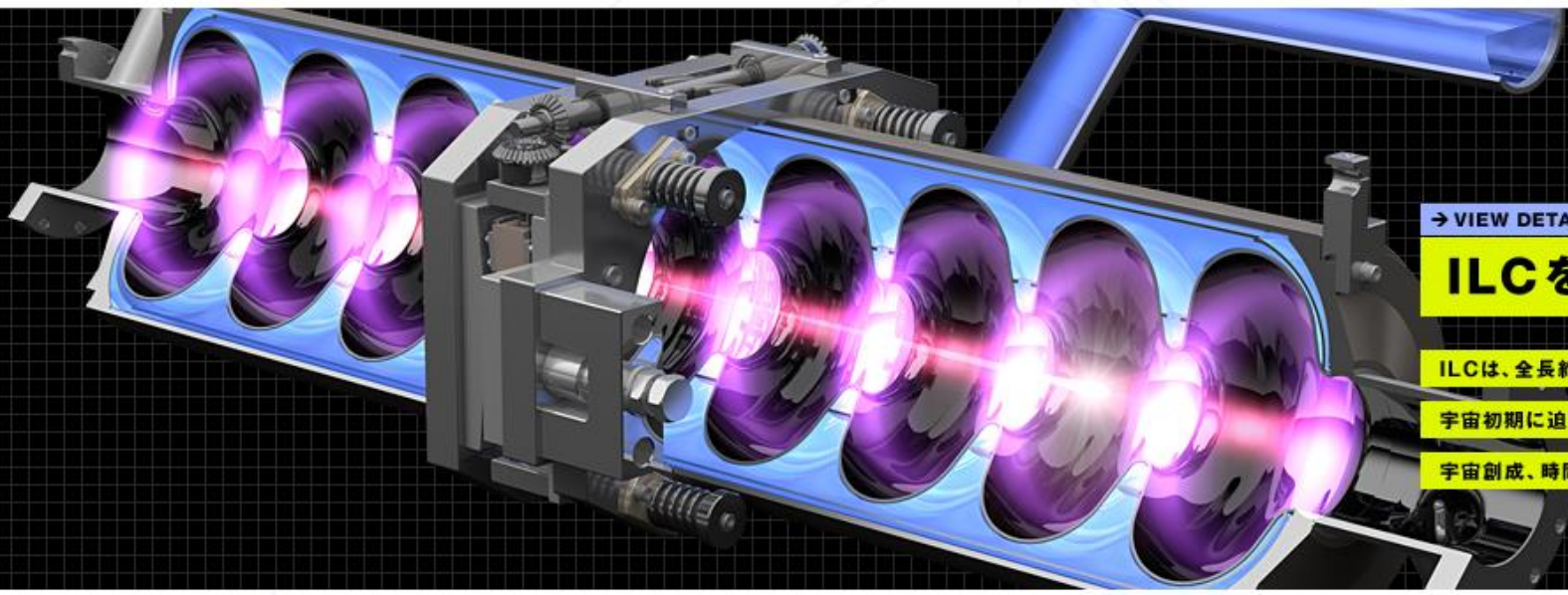
最新情報
TOPICS

ILCを知る
About ILC

宇宙を知る
About Physics

加速器を知る
About Collider

ILCを創る人
ILC People



→ VIEW DETAILS

ILCを知る

ILCは、全長約30kmの直線状の加速器

宇宙初期に迫る高エネルギーを作りだし

宇宙創成、時間と空間、質量の謎に迫りま

◀ 2013年8月23日

- 国内のILC候補地が 北上山地 に決定
- 担うのは みなさん



素粒子と宇宙

物理

- 守備範囲は50桁
- 常に新しい謎

◆ ニュートリノ まだまだ「実に面白い」

- ニュートリノ振動

次世代の物理を切り拓いてください。

◆ HIGGS

- 発見、性質解明に

◆ 暗黒物質

- 挑戦中