

ヒッグス研究の意義と コミュニティのコンセンサス

東京大学素粒子物理国際センター
(CERN LHC-ATLAS実験の日本の代表)

浅井祥仁

「ILC 250 が建設された時の2040年頃の物理」を語ろう

ILCとは、関係のない
LHC, SuperKEKBや理論の
研究者があつまって、
純粋に科学本位で
議論したものです。

ILC 250GeV Higgs Factory の物理意義を検証する委員会 報告書

平成29年6月22日

メンバー

浅井祥仁（委員長 東京大）、田中純一（東京大 ICEPP）、後田裕（KEK）、
中尾幹彦（KEK）、Tian Junping（東京大 ICEPP）、兼村晋哉（大阪大）、
松本重貴（東京大 IPMU）、白井智（東京大 IPMU）、遠藤基（KEK）、
柿崎充（富山大）

2017年 2月末～6月初め 合計9回

報告書→高エネルギー委員会（日本語版）、ICFA, LCB（英語版）へ提出

本日のお品書き 4つの質問への回答

<物理>

- 1) ヒッグス結合の精密測定が、素粒子物理学の最重要課題と言えるか、標準理論からのずれの検出には様々なアプローチがあるのでは。
- 2) 実験の結果、標準理論からのズレが見い出されない場合の研究戦略。
- 3) ILCは20年後にも魅力ある装置であり続けることができるか。

<コンセンサス>

- 4) 素粒子物理学コミュニティにおいてどのようなコンセンサスができているか

1章 ヒッグス粒子発見の意義

大事なのは「ヒッグス粒子」ではなくて、「ヒッグス場」

「17番目の素粒子が
みつかった」
という **チョロい**話ではない

物質を形成する素粒子

物質粒子			
	第1世代	第2世代	第3世代
クォーク	アップ	チャーム	トップ
	ダウン	ストレンジ	ボトム
レプトン	eニュートリノ 電子	μニュートリノ ミューオン	τニュートリノ タウ

ゲージ粒子

強い力 グルーオン
電磁力 光子
弱い力 W ⁺ W ⁻ Z Wボゾン Zボゾン

力を伝える素粒子

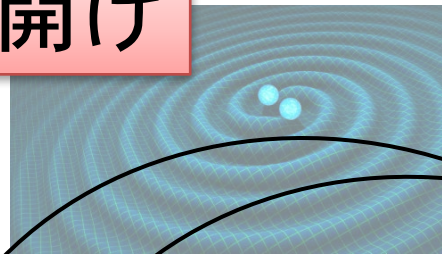
3極目が発見

宇宙の進化や
インフレーションにも関係

宇宙全体に広がっている: 真空は、空っぽなのではなく「ヒッグス場」に満ちている

真空: 向き(スピン)がない。これまでの素粒子と違って不安定
→ 何か新しい原理がないとまずい

新しい時代の幕開け



重力波
発見

ただの箱でない。
(dynamicな存在)
簡単な4次元でない！？
4次元+裏表ある(スピン)

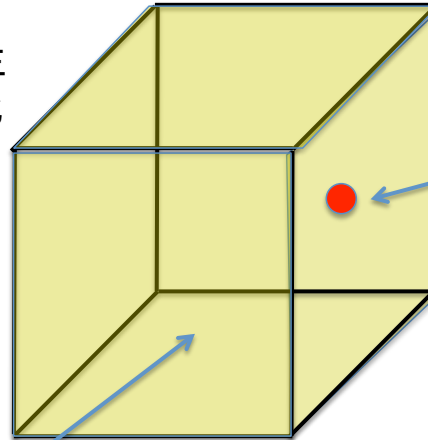
ゴール

量子重力
新しいアインシュ
タイン方程式

空っぽではない！
何かが充ちている
(ヒッグス場)

必ず新現象ある
宇宙の進化
インフレーション
ニュートリノ振動

時空



- ・宇宙の誕生
と進化
- ・暗黒エネ
ルギー

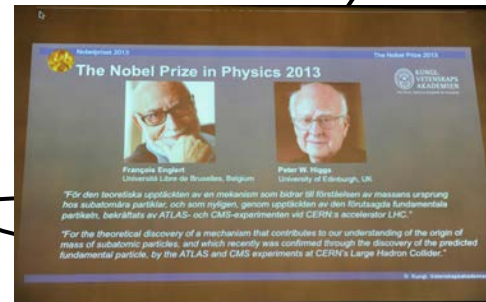
- ・超対称性
- ・マクロな重力と
ミクロな素粒子の融合
- ・余剰次元

素粒子

- ・ヒッグス粒子(質量の起源)
- ・自発的に対称性の破れ
→多様な宇宙

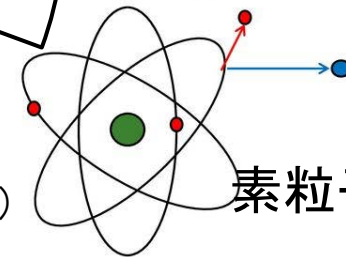
真空

ヒッグス粒子
発見



超対称性

暗黒物質



素粒子反応

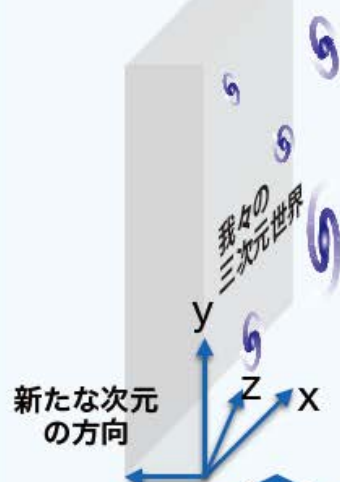
素粒子自体が
研究目的でなく
プローブ

第1回の委員会での藤井さんが見せた図

時空概念の拡張

超対称性または余剰次元

究極理論へ一直線



物質構造の拡張

複合ヒッグス

原子

原子核

核子

電子

究極理論へ
新たな突破口

クォーク
q

レプトン
l

ゲージ粒子
γ

ヒッグス粒子
h

新しい階層
新しい強い力

第二の道：「より深い階層」

全く新しい原理？

複数字宙+人間原理？

標準理論と究極
理論が直結？



標準理論からの
ズレが見られな
かった場合

第一の道：「新たな次元」

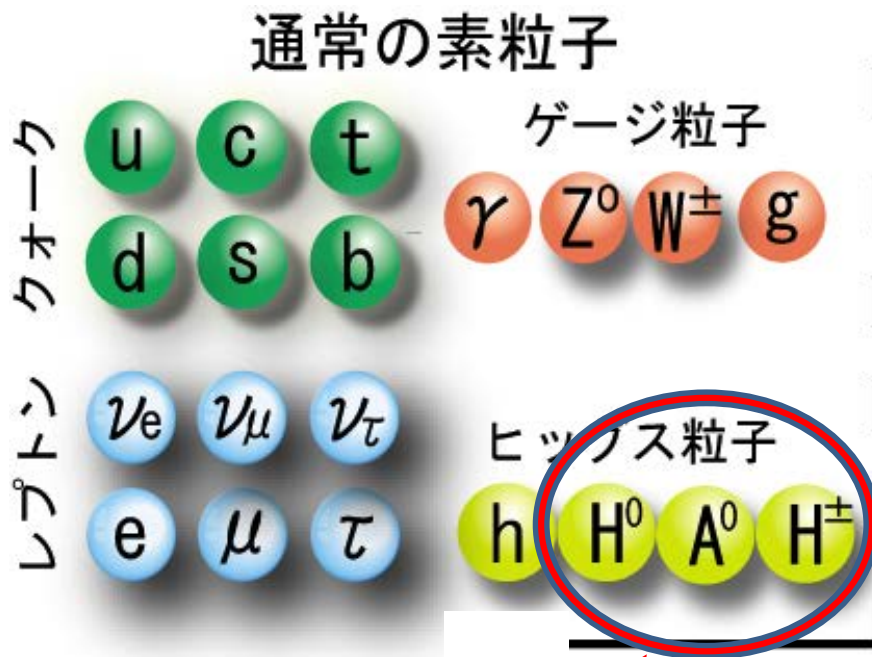
第三の道：「複数字宙？」

ILC

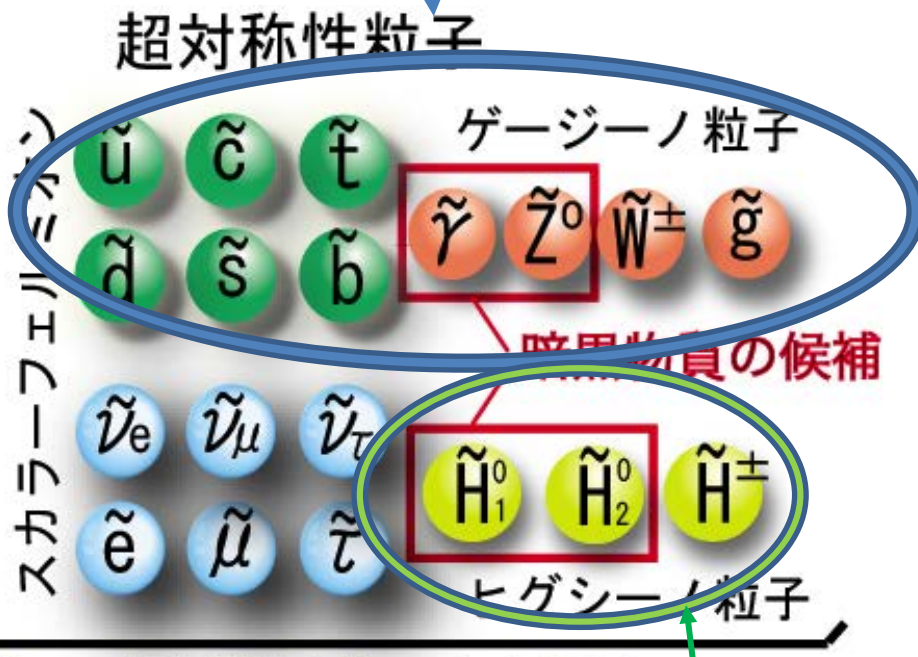
第一の道を例に

どれが、一番軽くなるかは、モデルに依存するので分からない。全部カバーすることが、大事。

2つのアプローチが必要



ア) 超対称性粒子(高輝度LHCが主に)



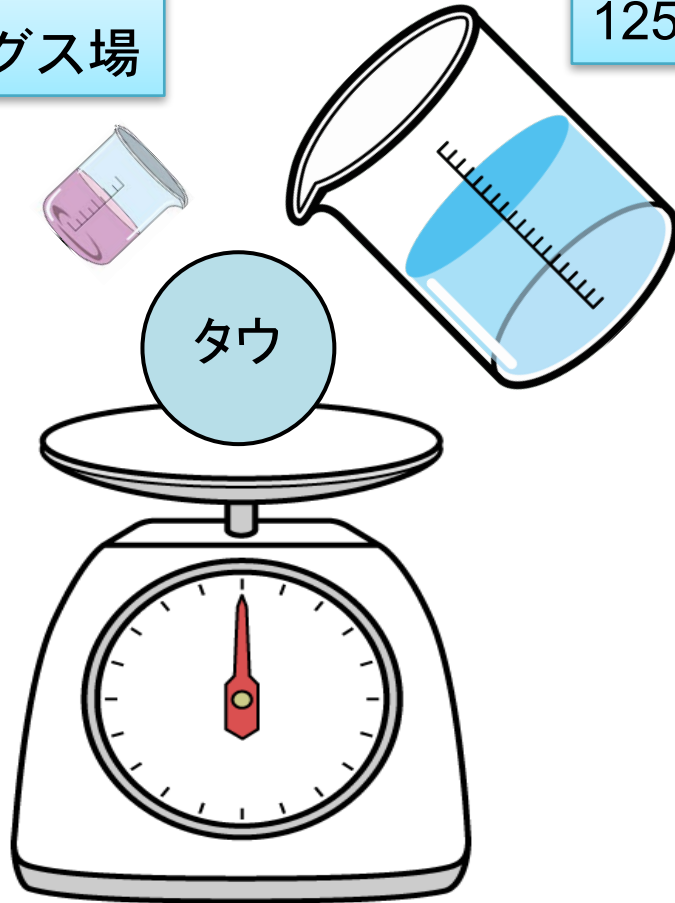
重いヒッグス、超対称性粒子は未発見

イ) 重いヒッグス (ILC)

ヒッグスの超対称性パートナー
(ILC/HL-LHC)

重い未発見のヒッグス場がある場合には

未発見の
重いヒッグス場



発見された
125GeVヒッグス場

測定精度

	ILC250 +All	ATLAS +SM
$g(HZZ)$	0.63%	4%
$g(HZZ)$	0.63%	4.5%
$g(Hbb)$	0.89%	11%
$g(Htt)$	7%	7%
$g(H\tau\tau)$	1.0%	9%
$g(Hcc)$	1.8%	---
$g(H\mu\mu)$	6.2%	6.2%
$g(Hgg)$	1.6%	6.5%
$g(H\gamma\gamma)$	1%	1%
Γ_{Total}	2%	----



こういう重い
ヒッグス探し
に有効なパターン

