

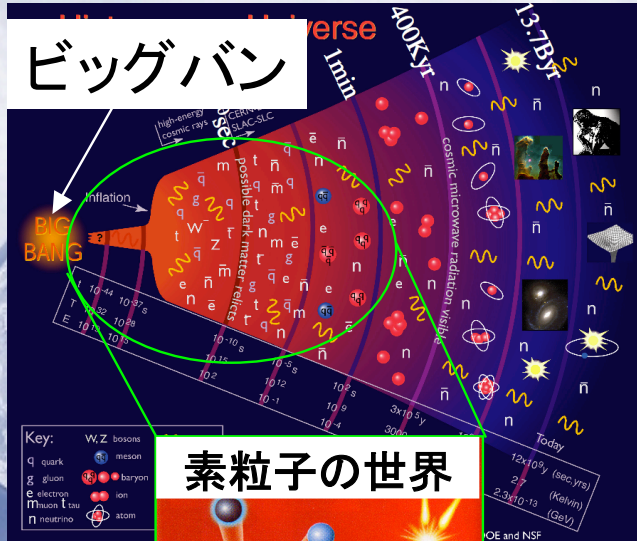
加速器を用いて、  
宇宙の謎に迫る  
～ Belle & ILC ～

2008/7/30-31

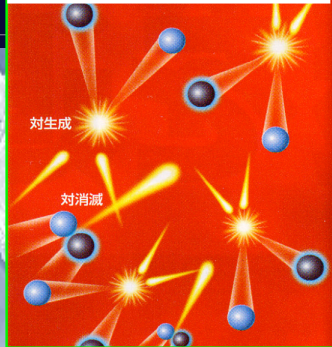
研究室紹介

加速器実験グループ

# < 宇宙の歴史 >



## 素粒子の世界



# 素粒子物理？

万物の根源 ~ 素粒子

	物質粒子			ゲージ粒子	
	第1世代	第2世代	第3世代		
クォーク	$u$ アップ	$c$ チャーム	$t$ トップ	強い力 グルーオン $g$	
	$d$ ダウン	$s$ ストレンジ	$b$ ボトム	電磁力 光子 $\gamma$	
レプトン	$\nu_e$ eニュートリノ	$\nu_\mu$ μニュートリノ	$\nu_\tau$ τニュートリノ	弱い力 W ボゾン $W^+$ $W^-$ Z ボゾン $Z$	
	$e$ 電子	$\mu$ ミューオン	$\tau$ タウ		
	ヒッグス場に伴う粒子 (未発見)			ヒッグス粒子 $H$	

宇宙創世の謎に迫る！

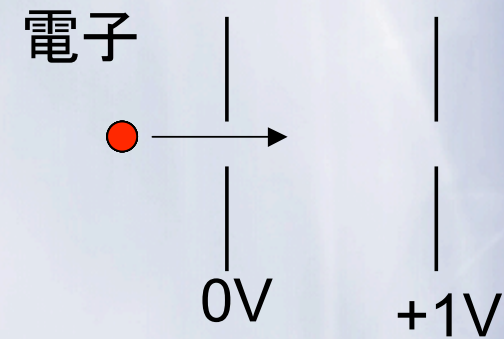
素粒子の世界に働く、  
物理法則を解き明かす。



# 加速器

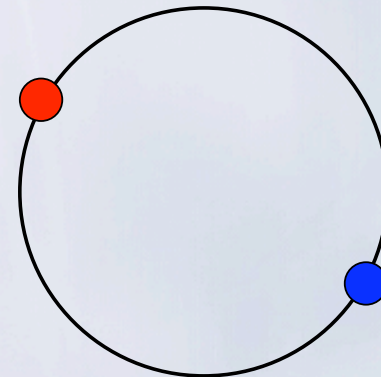
## ◆ 原理

- 電圧を加えることで、荷電粒子を加速する。



## ◆ 加速器の種類

- 円形加速器
- 線形加速器



# 2つのプロジェクト



## ◆ Belle 実験

- 現在、茨城県つくば市の高エネルギー加速器研究機構で行われている実験(1999~)
- これまでにない**高い精度**で実験をする。



## ◆ ILC 計画

- 世界中の研究者が協力して進めている素粒子実験の中核を担う重要計画(2019~)
- これまでにない**高エネルギー領域**で実験をする。





# Belle実験

# 粒子 と 反粒子

◆ 全ての粒子には反粒子が存在する。

(例) **粒子** ⇔ **反粒子**

電子(-) ⇔ 反電子(+)

陽子(+) ⇔ 反陽子(-)

◆ 粒子と反粒子の反応

- 粒子と反粒子が出会うと、エネルギーになって消滅する。
- 逆に、エネルギーがあれば、粒子と反粒子がペアで生成する。



# Belle実験

Q. 現在の宇宙において、粒子と反粒子の割合は？  
(ビッグバンから始まって、粒子と反粒子が同量作られた?)

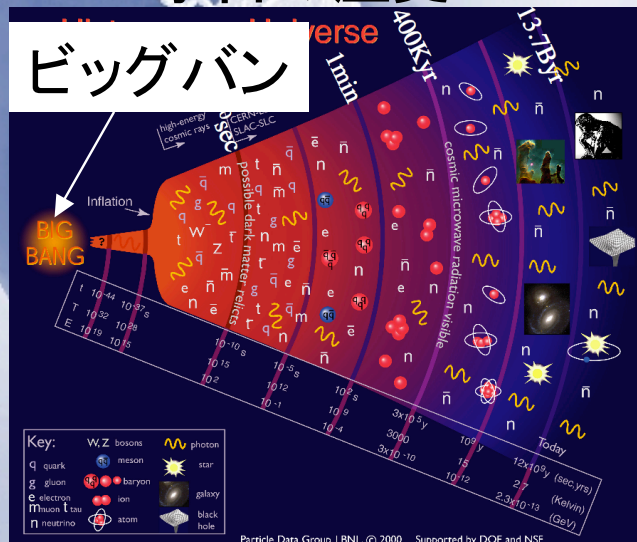
A. ほとんどが粒子！ 反粒子はほとんど存在しない。



その違いはなぜか？



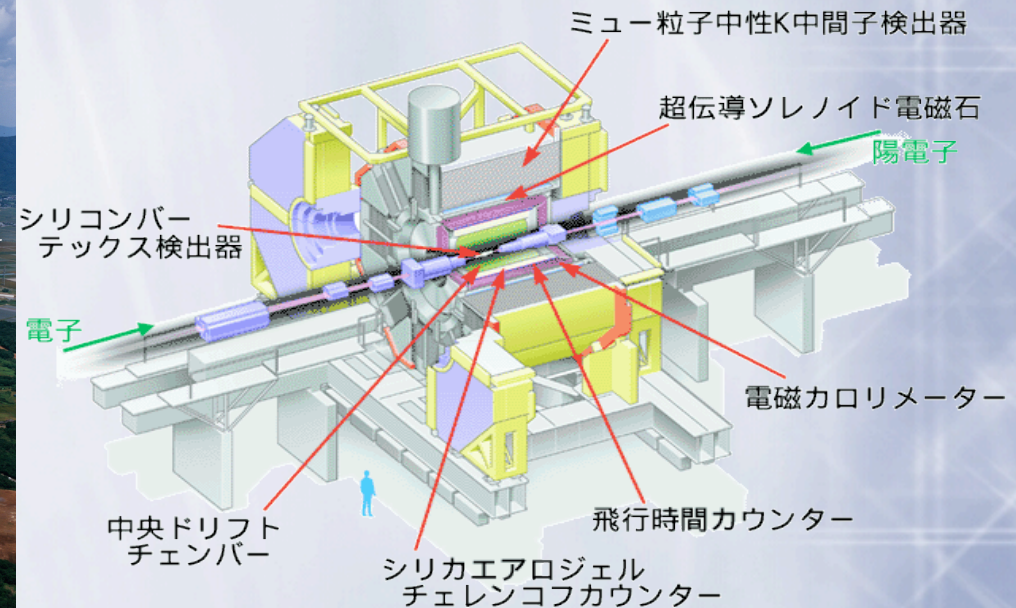
<宇宙の歴史>



## ◆ Belle の目的

- 粒子と反粒子の違いを理解する。
- B粒子を大量に作る  
(B粒子は粒子・反粒子の違いが見やすい)

# Belle実験



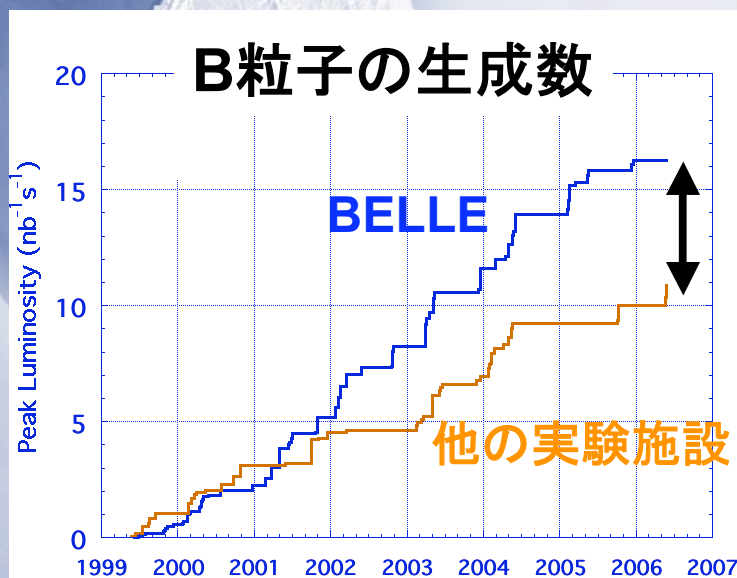
**B粒子を1日130万個作れる**  
**世界最高強度の加速器**

**わずかな違いも見逃さず**  
**最高精度の物理が見える!**



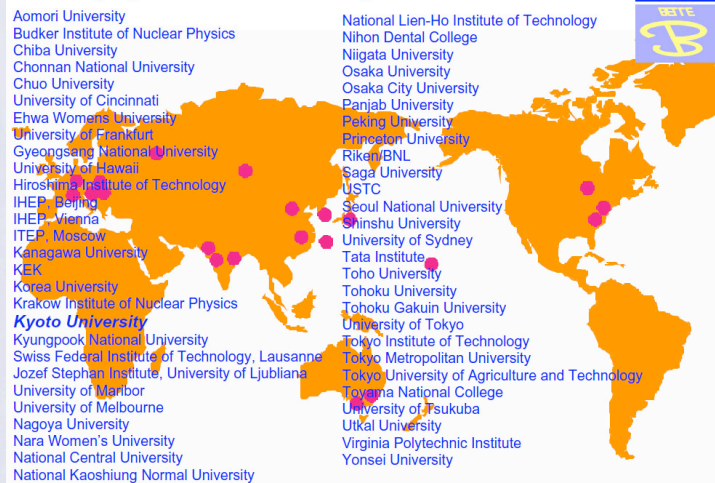
# Belleのまとめ

- ◆ **世界最高強度の加速器！**
- ◆ B粒子を用いて**粒子と反粒子の違い**を理解する。
  - **宇宙の誕生が解明される。**
- ◆ **国際共同実験**なので、共同実験者がたくさん！

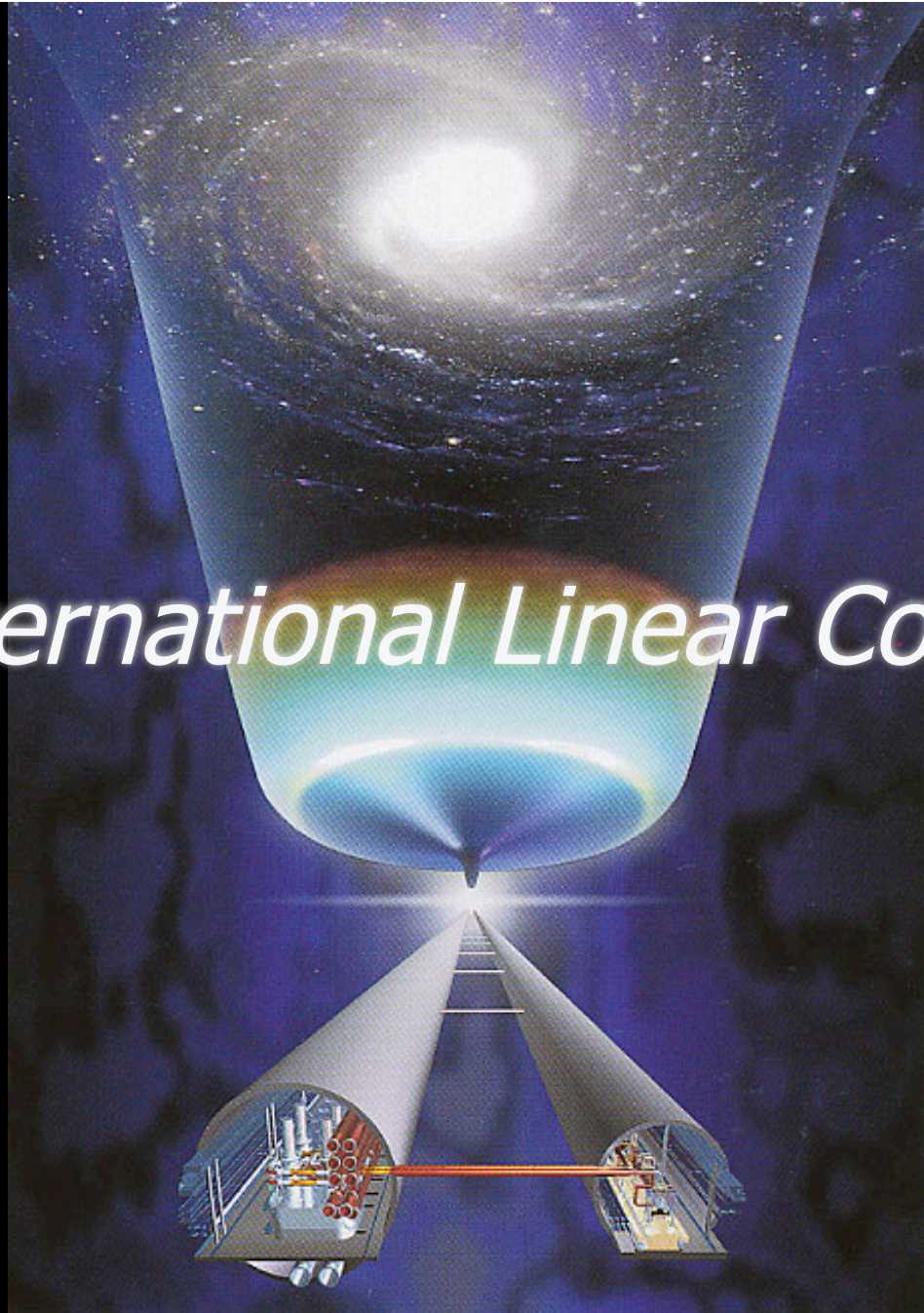


## The Belle Collaboration

~400 physicists from 13 regions, 59 institutions



*International Linear Collider*

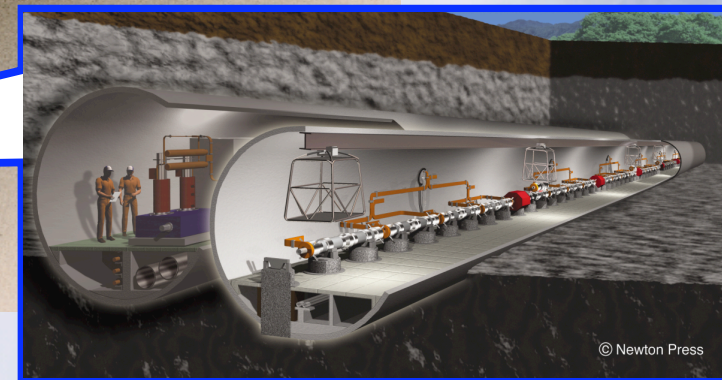
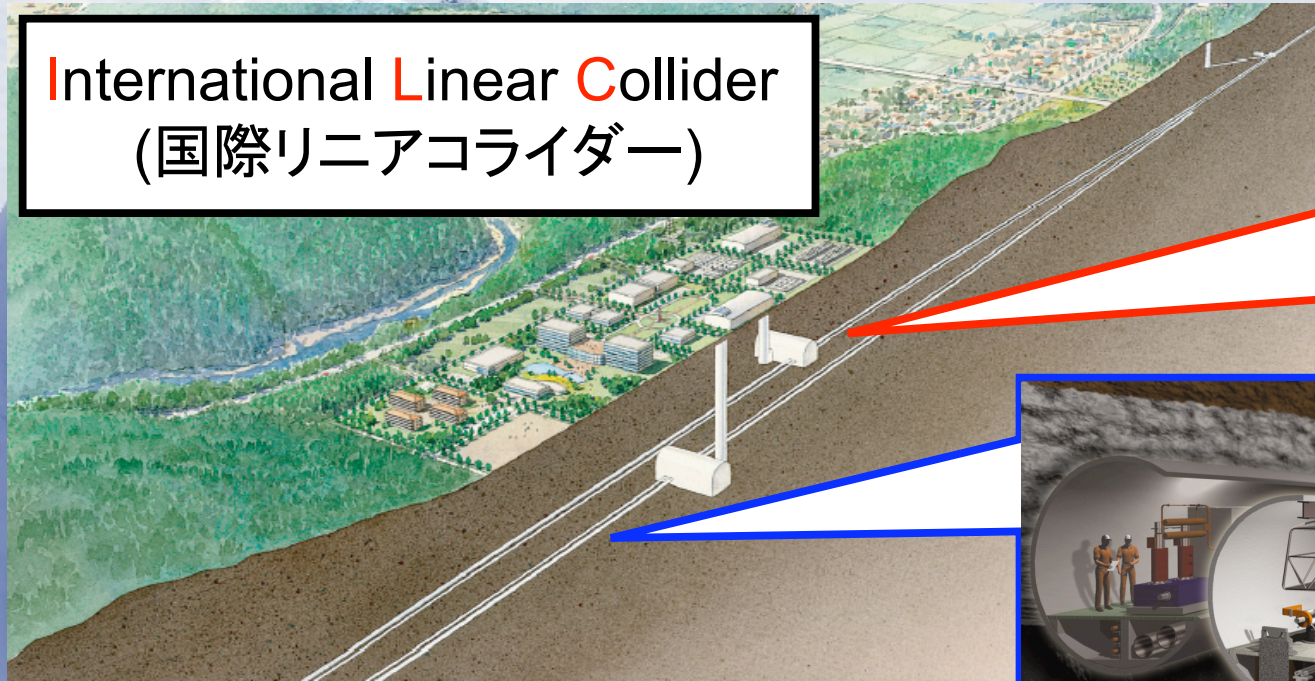
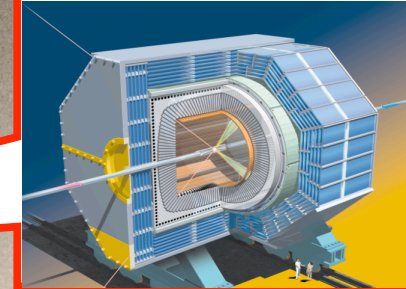




# ILCとは？

International Linear Collider  
(国際リニアコライダー)

検出器



1TeVという超高エネルギーの線形加速器実験計画。  
(2019年開始予定)

宇宙誕生から  
1兆分の1秒の世界を再現！

全長は 40km！

T(テラ) :  $10^{12}$   
eV : エネルギーの単位



# ILC計画

## ◆ ILC で期待されていること

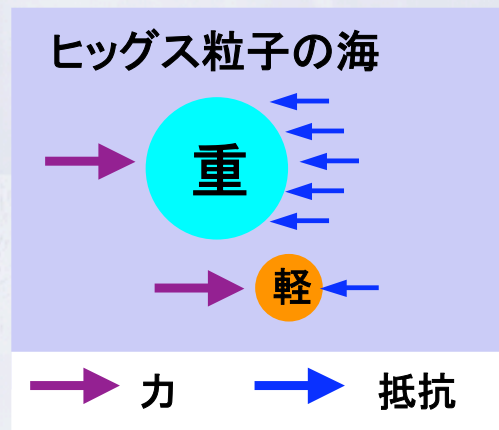
- **ヒッグス粒子の発見・精密測定**
  - 物質に質量を与えている粒子。
- **超対称性粒子の発見**



# ヒッグス粒子

Q. 粒子に質量があるのはなぜ？

A. ヒッグス粒子の海の中を粒子が動くと、  
粒子は抵抗を感じる。 → それが**粒子の質量**！



ヒッグス粒子を発見するためには...

ヒッグス粒子の海にエネルギーを与えれば、  
水しぶき(ヒッグス粒子)が見える！！



# ILC計画

## ◆ ILC で期待されていること

- ヒッグス粒子の発見・精密測定
  - 物質に質量を与えている粒子。
- 超対称性粒子の発見

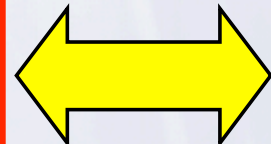


# 超対称性粒子

私たちが知っている粒子だけでは宇宙を説明しきれない。  
 ➤ パートナー(超対称性粒子)がいると、うまく説明できる。

**知っている粒子**

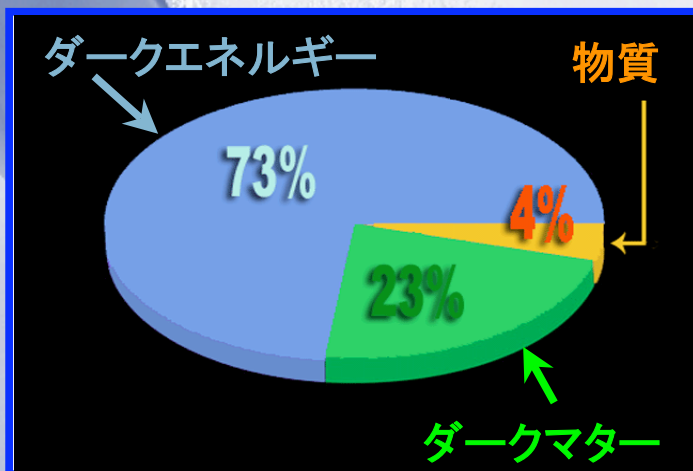
クォーク	u	c	t	ゲージ粒子	$\gamma$	$Z^0$	$W^\pm$	g
レプトン	$\nu_e$	$\nu_\mu$	$\nu_\tau$	ヒッグス粒子	h	$H^0$	$A^0$	$H^\pm$
	e	$\mu$	$\tau$					



**超対称性粒子**

スカラーフェルミオン	$\tilde{u}$	$\tilde{c}$	$\tilde{t}$	ゲージノ粒子	$\tilde{\gamma}$	$\tilde{Z}^0$	$\tilde{W}^\pm$	$\tilde{g}$
	$\tilde{d}$	$\tilde{s}$	$\tilde{b}$					
	$\tilde{\nu}_e$	$\tilde{\nu}_\mu$	$\tilde{\nu}_\tau$					
	$\tilde{e}$	$\tilde{\mu}$	$\tilde{\tau}$	ヒッグスノ粒子	$\tilde{H}_1^0$	$\tilde{H}_2^0$	$\tilde{H}^\pm$	

暗黒物質の候補



ダークマター？

私たちが知っているのは  
宇宙のたった4%でしかない！

# ILCのまとめ

- ◆ **超高エネルギー**の次世代加速器実験計画。
- ◆ **質量の起源**や、**ダークマター**の発見が期待されている。
- ◆ 現在、**世界中**で測定器などの開発が進められている。
  - 本研究室の教授が検出器開発の**アジア代表**を務めている。







最後に

◆ Belle実験 + ILC計画

➤ 宇宙の創世、宇宙の構成、質量の起源に迫る！

◆ 海外出張(タダで)

➤ 世界の観光地に迫る！

(スイス、イタリア、ドイツ、ポーランド、イギリス、  
アメリカ、カナダ)

◆ 素粒子実験

➤ あなたの知的好奇心に迫る！

素粒子の世界にはまだまだ分からない事がいっぱい！  
是非、一緒に研究しましょう！