

素粒子を“見る”

ハドロンの解析を通して
クォークの研究へ

2104 今村宗一郎

素粒子物理学を1分で

- **素粒子**: 物質を構成する最も基本的な粒子
- 素粒子は何かを明らかにする学問

▪ 現在の見解:

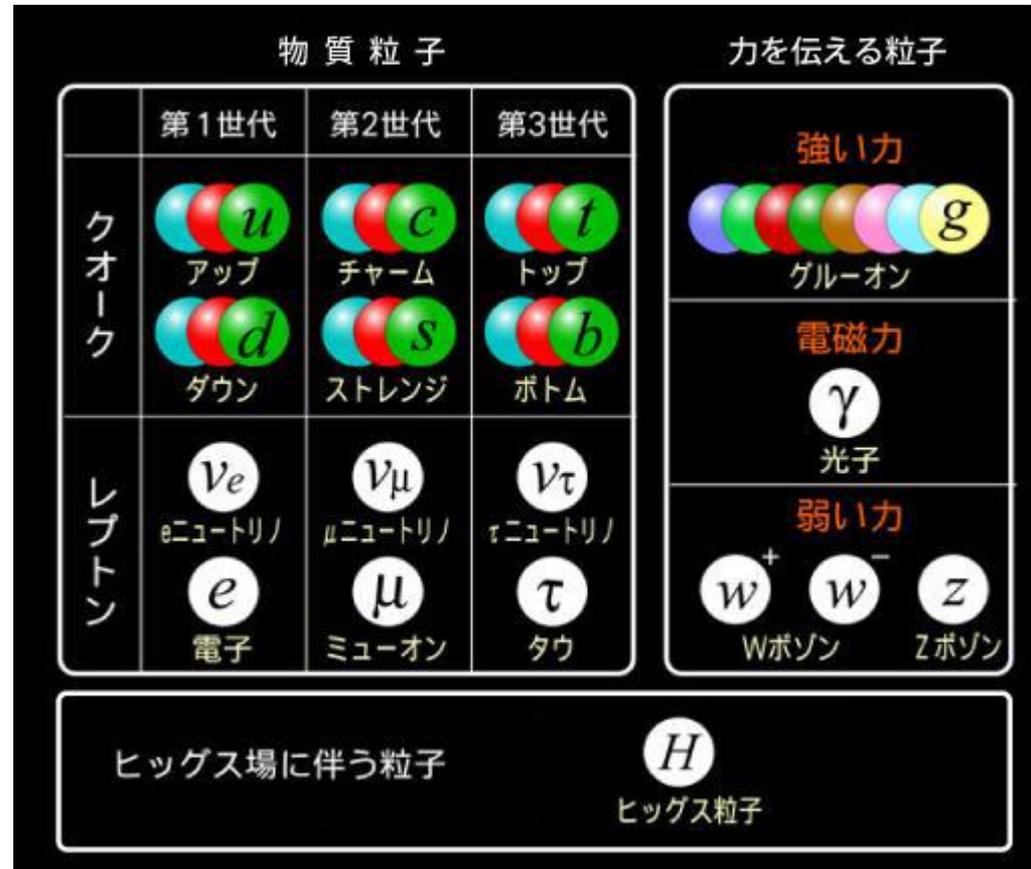
標準模型 ⇒

によって説明できる

▪ **クォーク**:

物質を構成する
素粒子の1つ、
6種類

☞ クォークに注目



どうやって調べるの？

クォークは直接検出できない
→ハドロンを研究する

ハドロン:クォークが複数個結びついた複合粒子

メソン:クォークが2つ結びついた複合粒子

バリオン:クォークが3つ結びついた複合粒子

 粒子をどうやって生み出すか？

加速器を使った実験

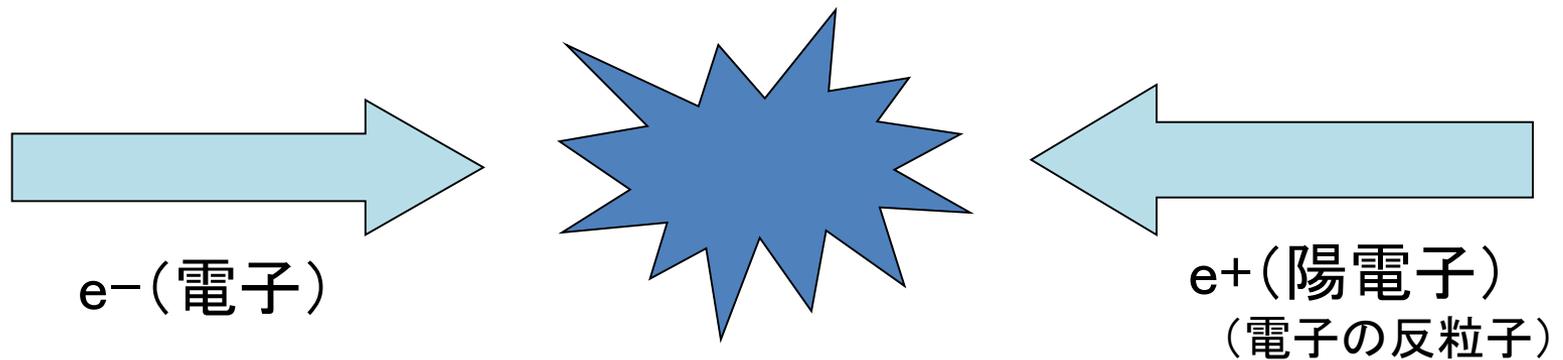
加速器: 粒子と粒子を加速させ、ぶつける装置

反粒子: ある粒子と電荷が逆の粒子

粒子と反粒子をぶつける

→ 対消滅し、エネルギーだけが残る

→ そのエネルギーから新たな粒子が生まれる

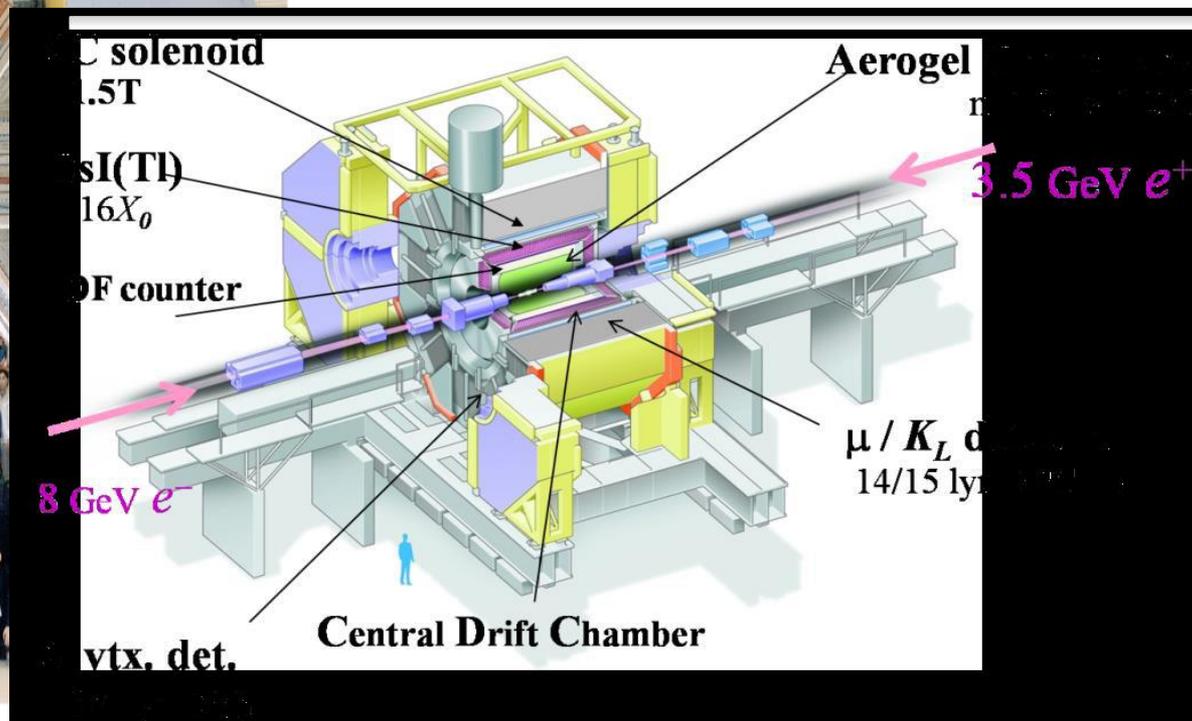
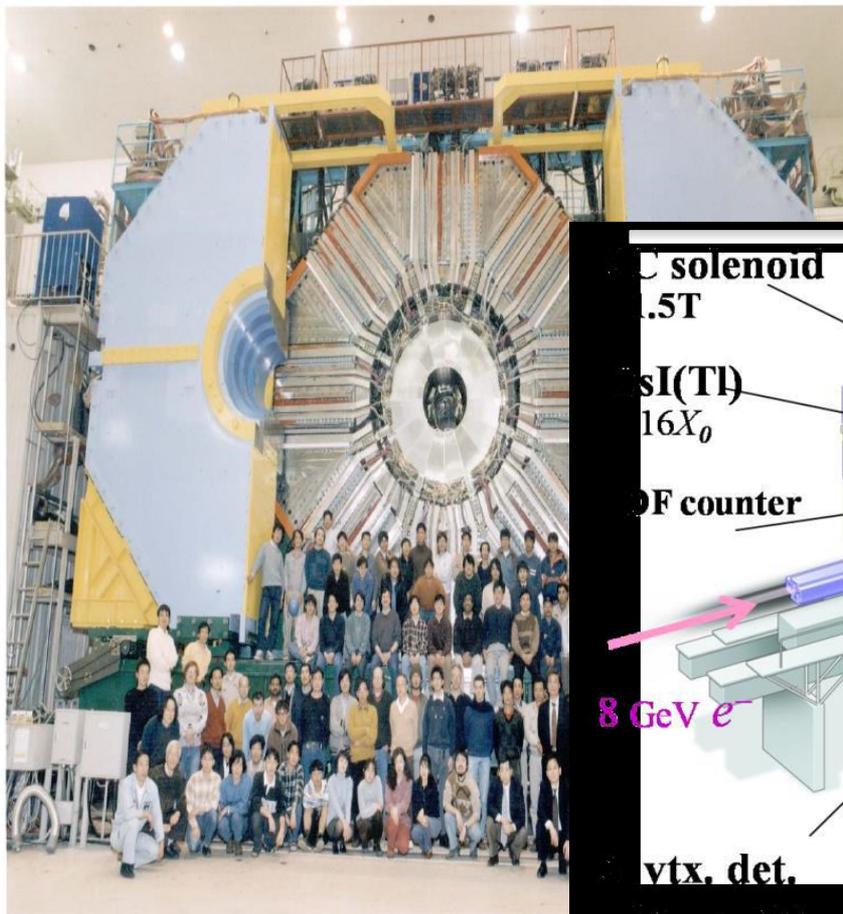


新たな粒子の生成

KEKB加速器



Belle測定器



粒子観測の問題点

$$E=mc^2 \rightarrow m=E/c^2$$

※E:エネルギー(J)
m:質量(kg)
c:光速(約3億m/s)

⇒質量が大きい粒子には

大きなエネルギーが必要

しかし・・・質量が大きい粒子は

質量が小さい粒子に“崩壊”する

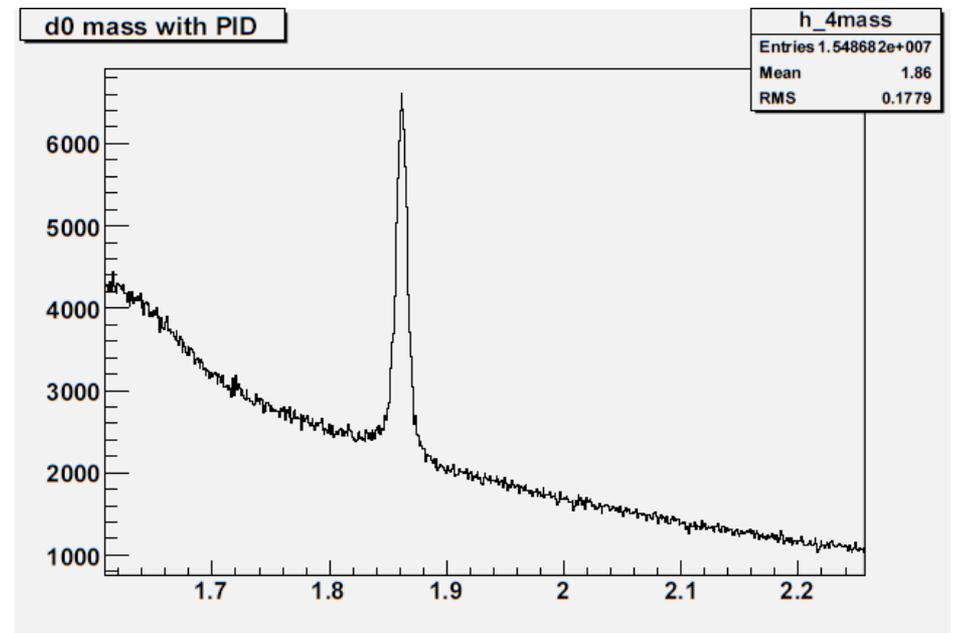
実際に検出されるのも、質量が小さい粒子

☞ 検出されない粒子をどうやって調べる？

質量を計算してヒストグラムへ

検出器のデータ: 飛跡、電荷、エネルギー
→ 運動量やエネルギーの保存則を使い、
複数の子粒子を組み合わせて
ヒストグラムに入れる(再構成)

→ ほぼランダムな
値になるが、
本当に親粒子が
存在すれば、
ヒストグラムに
ピークができる⇒



D₀の発見

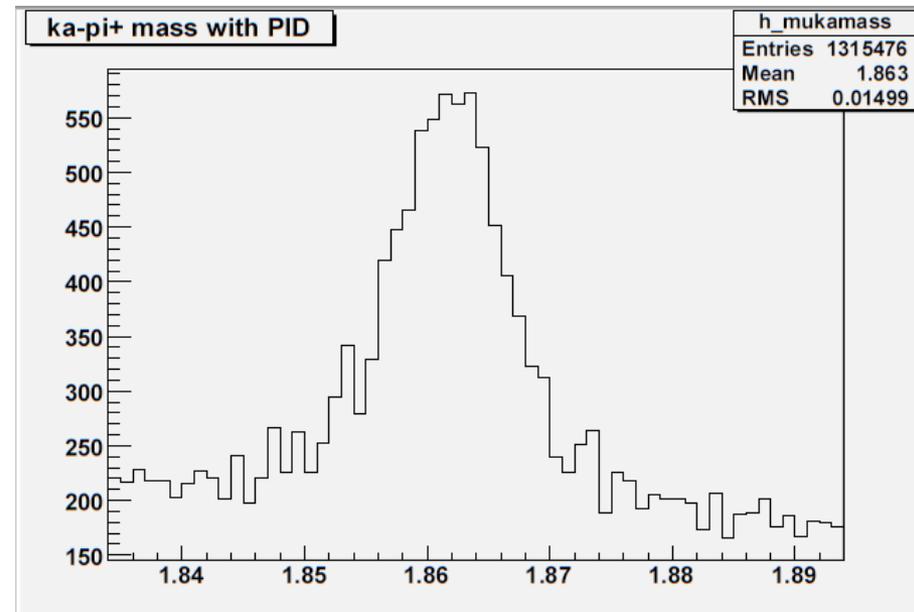
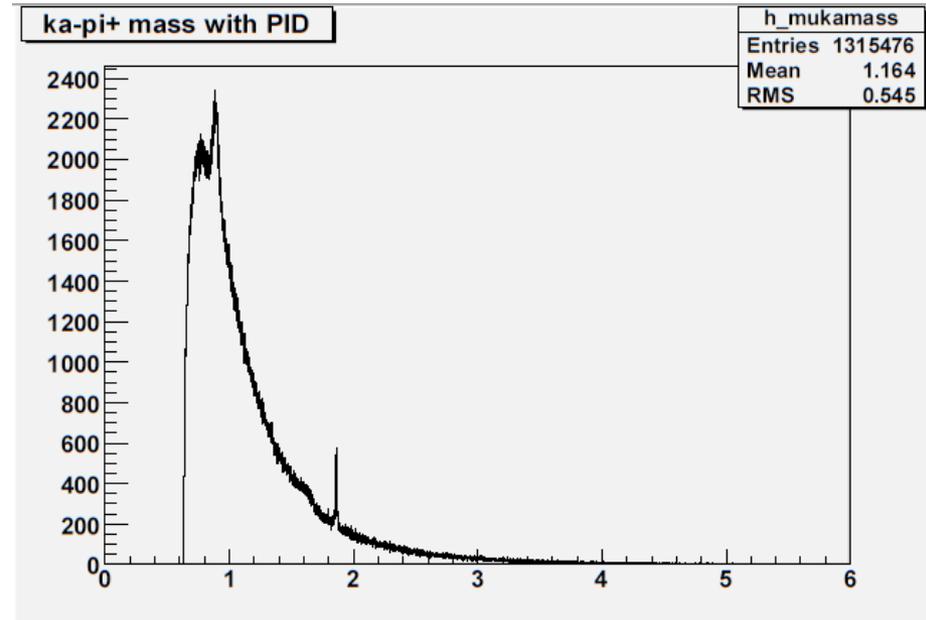
K⁻とπ⁺を再構成

D₀ → K⁻ π⁺

D₀の質量: 1864.83 MeV

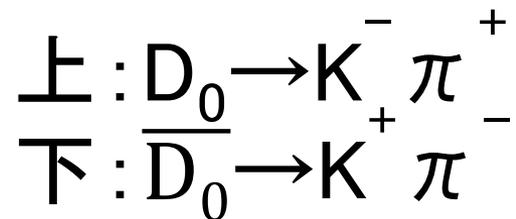
D₀の発見!

※ K^{*0} → K⁻ π⁺もあるので
約498 MeV (K^{*0}の質量)
のところにも
ピークがある

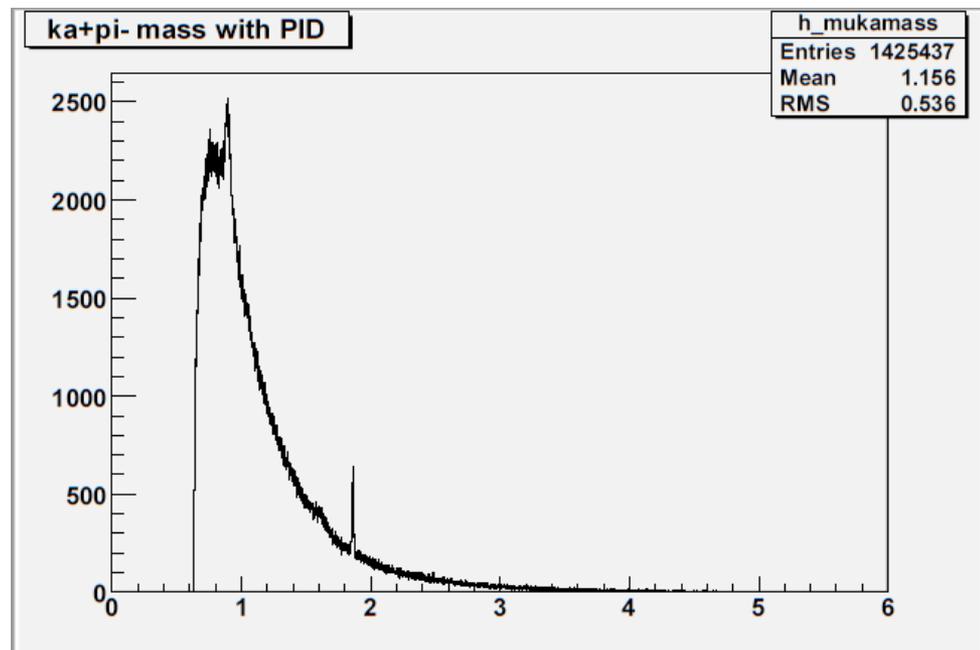
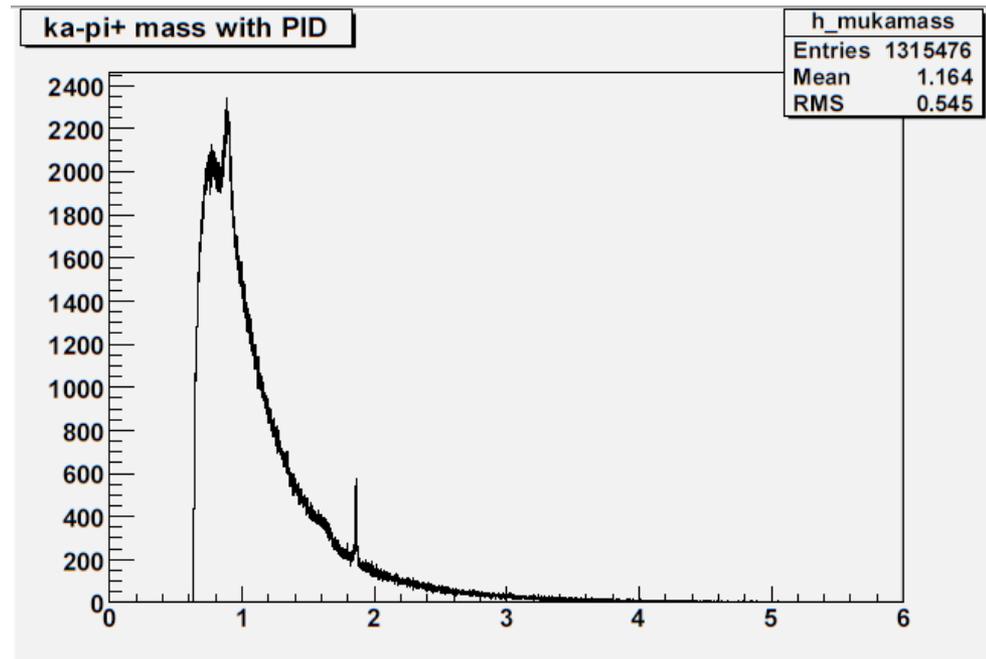


粒子と反粒子

粒子と反粒子では
ほとんど**同じ現象**が
起きる

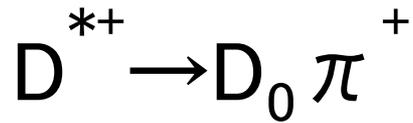


反粒子の現象も同じ
ヒストグラムに入れて
統計量を二倍に！



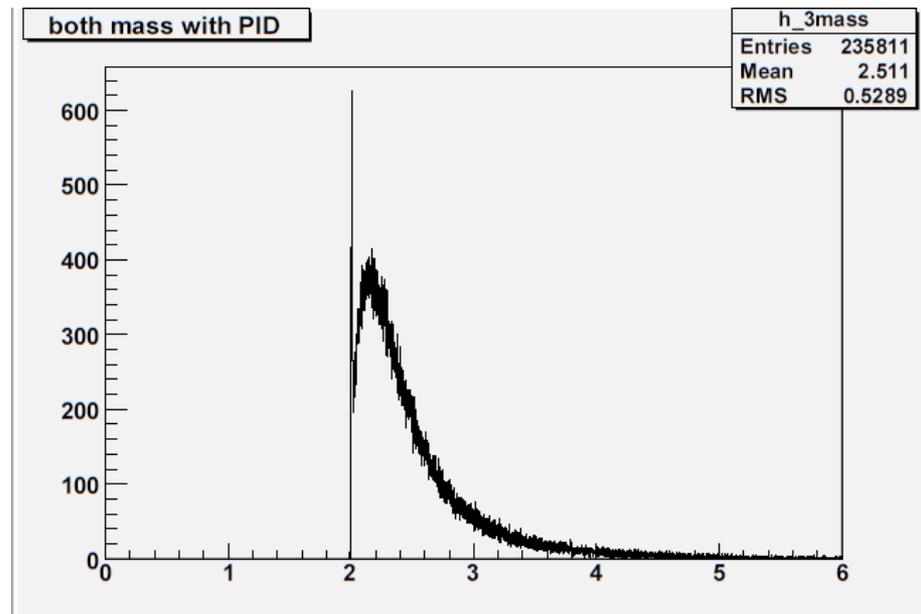
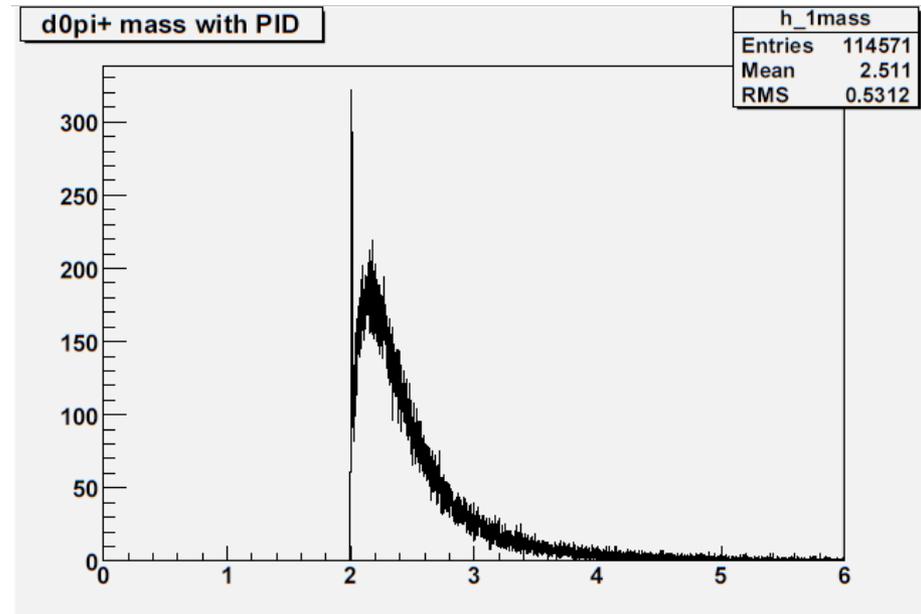
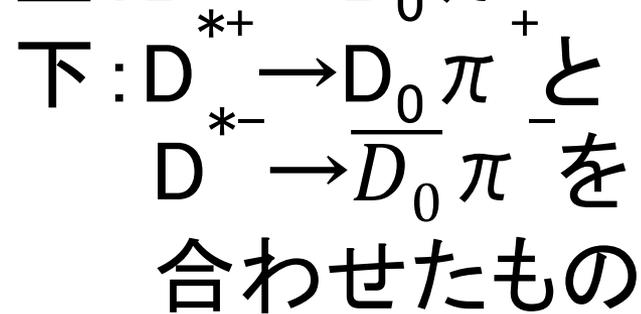
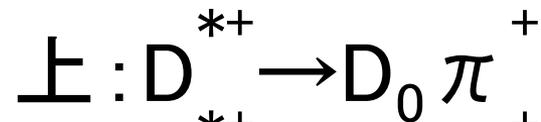
D^{*+} の発見

D_0 と π^+ を再構成



D^{*+} の質量: 2010.26 MeV

D^{*+} の発見!



ここで疑問が1つ

$D^{*+} \rightarrow D_0 \pi^+$ と $D^{*-} \rightarrow \bar{D}_0 \pi^-$ は出来るのに
 $D^{*+} \rightarrow \bar{D}_0 \pi^+$ と $D^{*-} \rightarrow D_0 \pi^-$ は出来ないのは
なぜ？

→クォークによって説明できる

※クォークにはそれぞれ反クォークがあり
クォークと反クォークのペアが

生まれることがある

※反粒子はもとの粒子を構成するものの
反クォークからできている

クォークによる説明

メソン : クォークが2つ

結びついた複合粒子

※ $D^{*+}, D^{*-}, D_0, \bar{D}_0, \pi^+, \pi^-$ は全てメソン

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	 トッブ
	 ダウン	 ストレンジ	 ボトム

起る

D^{*+}	→	D_0	π^+
c		c	u
\bar{d}		\bar{u}	\bar{d}
D^{*-}	→	D_0	π^-
\bar{c}		\bar{c}	\bar{u}
d		u	d

起らない

D^{*+}	→	D_0	π^+
c		\bar{c}	u
\bar{d}		u	\bar{d}
D^{*-}	→	D_0	π^-
\bar{c}		c	\bar{u}
d		\bar{u}	d

結論

- ・クォークによって説明できる
 - 標準模型が正しいことの1つの**証拠**
- ・最先端の研究：既知の粒子とは違う値にピークを見つけることで、**新粒子**を発見！
- ・より大きな衝突エネルギー、
より多くの衝突回数でのデータの解析で、
新粒子の発見へ！
- 素粒子は何かを明らかにするという
素粒子物理学のゴールへ！

謝辞

名古屋大学理学部N研

飯嶋徹 教授

戸本誠 准教授

加藤悠司 特任助教(KMI)

麻田晴香 さん

江角悠 さん

N研の皆様

ご清聴ありがとうございました！