

粒子の再構成実験

2009 安原 晃弘

目次

- クォークの標準模型
- バリオンの特徴
- 粒子の発見のためには
- Σ^+ 粒子の再構成
- p と Σ^+
- Λ 粒子の再構成
- Λ と $\bar{\Lambda}$
- 粒子と反粒子

目的

標準模型は正しいのか

クオークの標準模型

	第 1 世代	第 2 世代	第 3 世代
	u	c	t
	d	s	b

バリオンの特徴

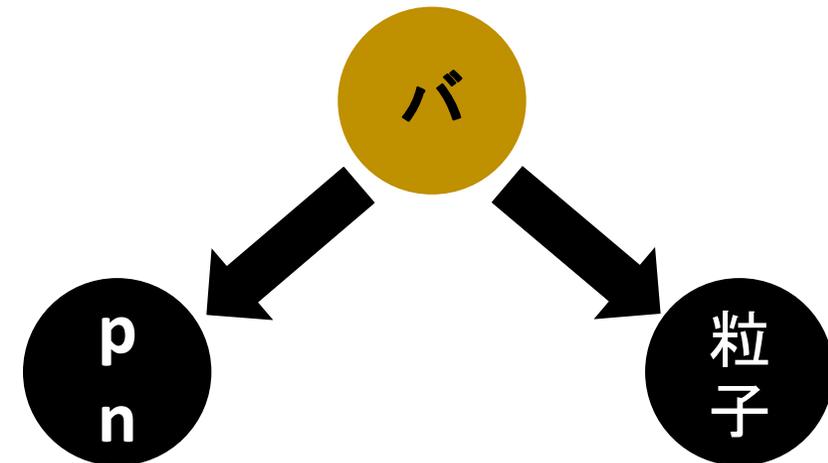
- バリオンは3つのクォークを持つ
Ex) 陽子 (p) : uud・中性子(n) : udd

- バリオンでクォークを研究する

- 陽子か中性子が崩壊先に現れる
(一番軽いバリオン)



出典: KEK



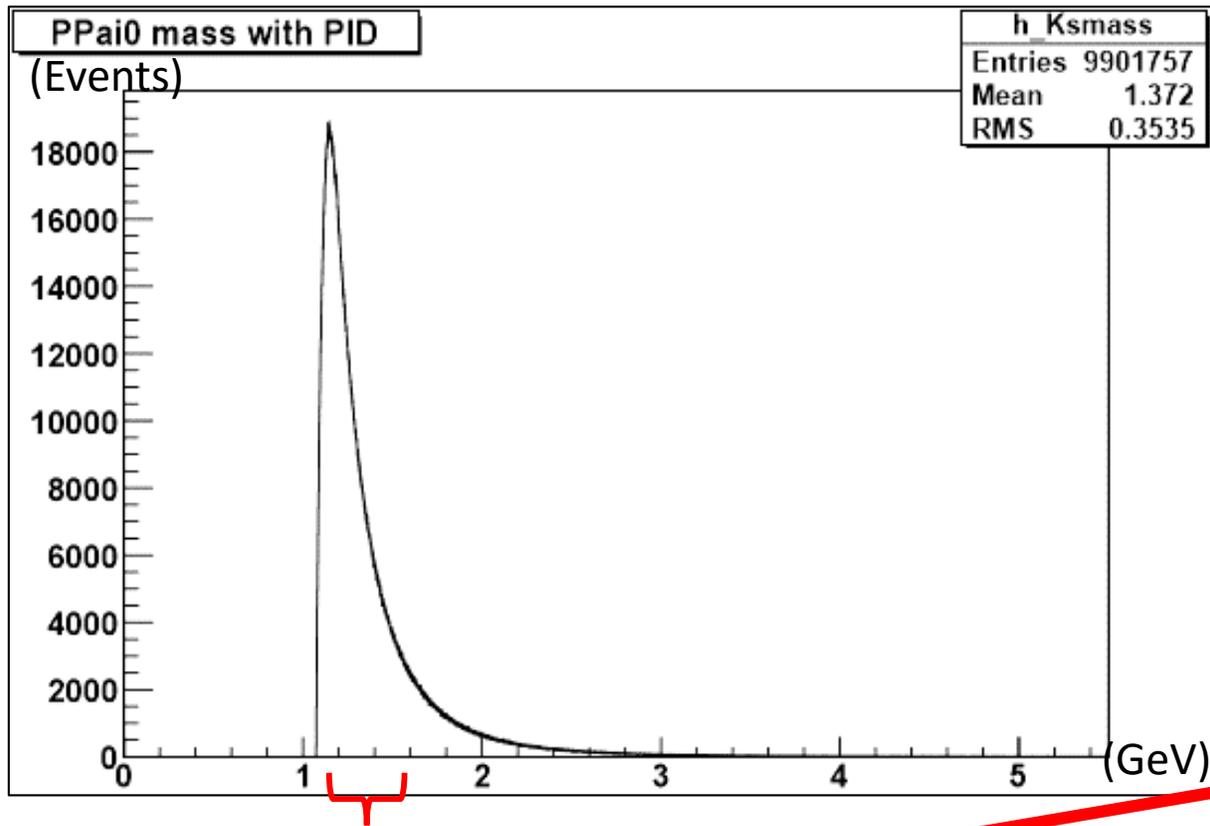
粒子の発見のためには

- 親粒子の崩壊時にできた子粒子たちのエネルギー・運動量から計算する → 粒子を再構成する

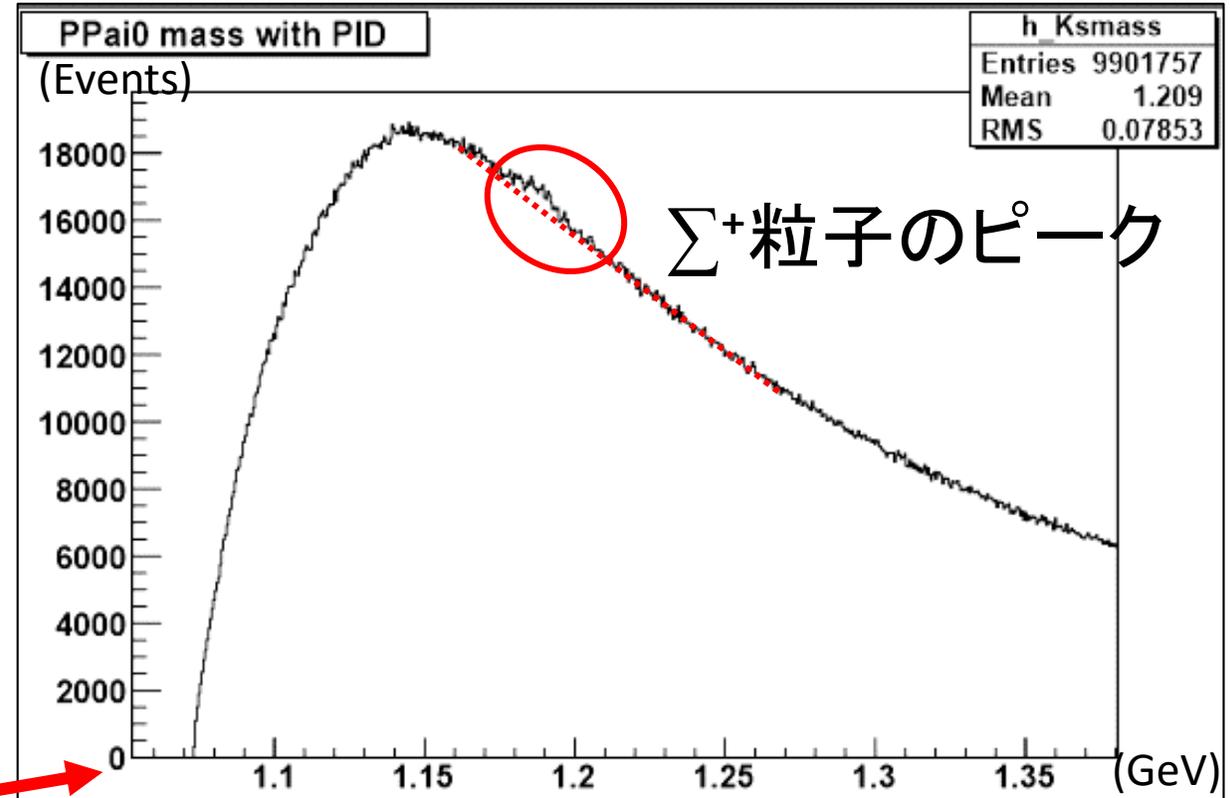
$$m = \sqrt{E^2/c^4 - p^2/c^2} \quad (E: \text{エネルギー}, p: \text{運動量}, c: \text{光速})$$

- 実習ではB-Labを用いて粒子の再構成を行った
- 粒子の質量と子粒子同士を適当に組み合わせたものとの質量の違いを見抜く → ピークの存在

pと π^0 中間子の再構成

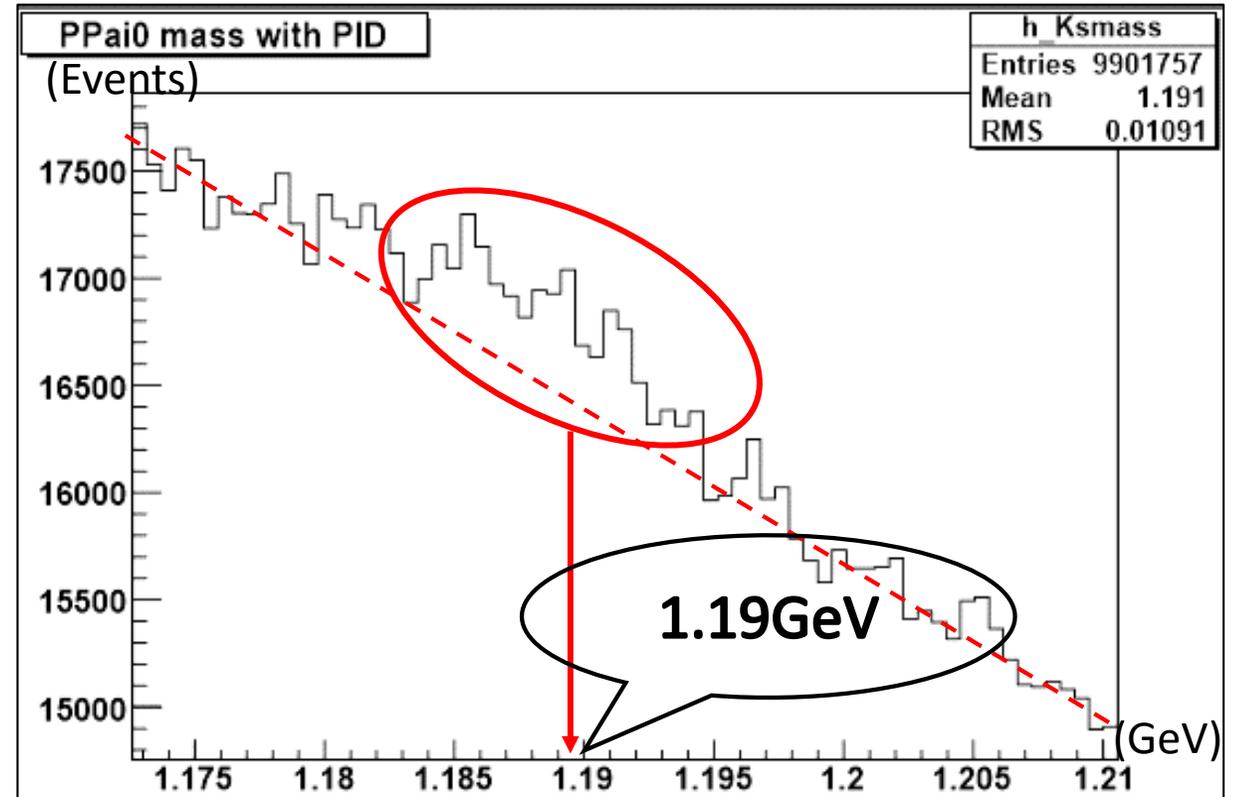


拡大すると



Σ^+ 粒子

- 崩壊型
 $\Sigma^+ \rightarrow p \pi^0$ が最大
- 質量
1189MeV (1.19GeV)



p と Σ^+

- 質量が大きく違う p: 938MeV Σ^+ : 1190MeV

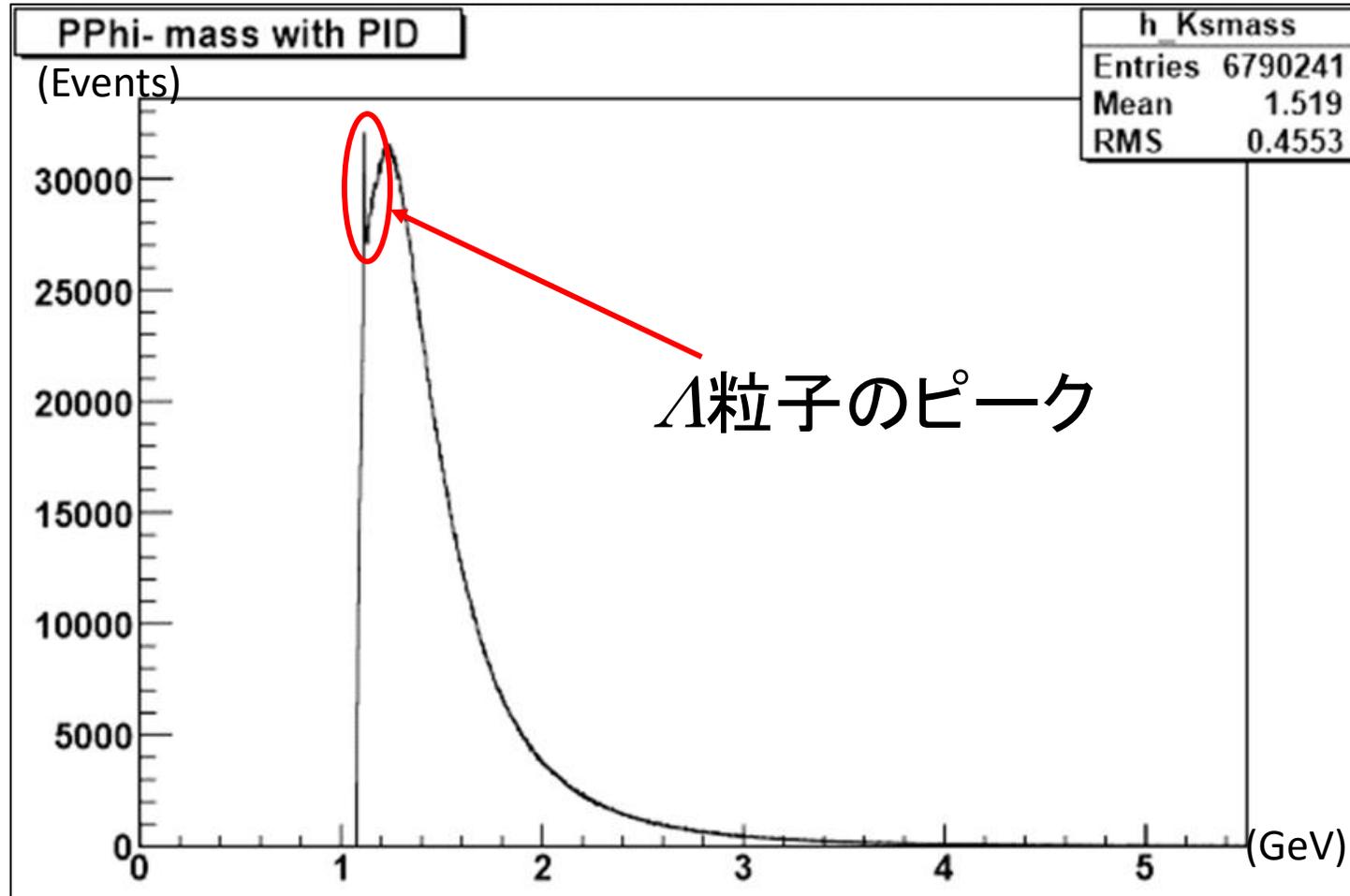
→構成するクォークに違いがある？

Ex) p: uud → 938MeV n: udd → 940MeV

- 構成するクォークの種類を試してみる

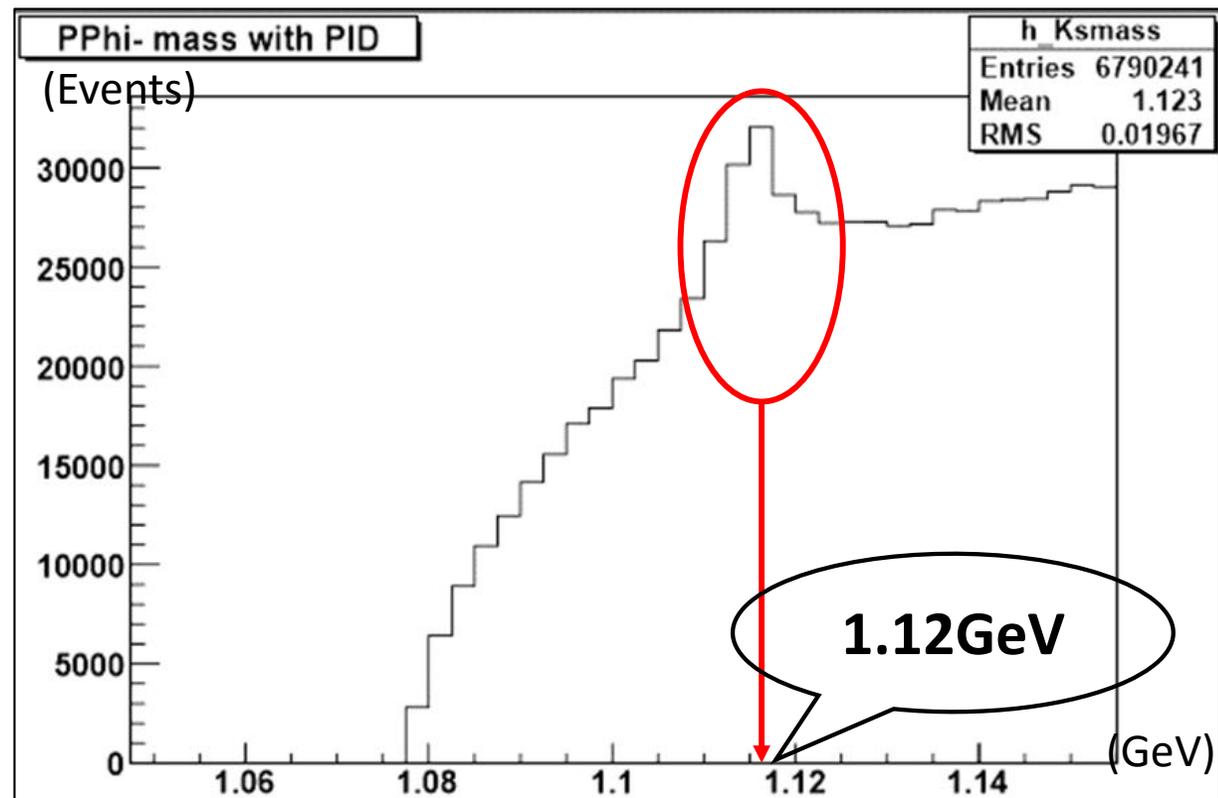
p: uud Σ^+ : uus

陽子と π^- 中間子から再構成

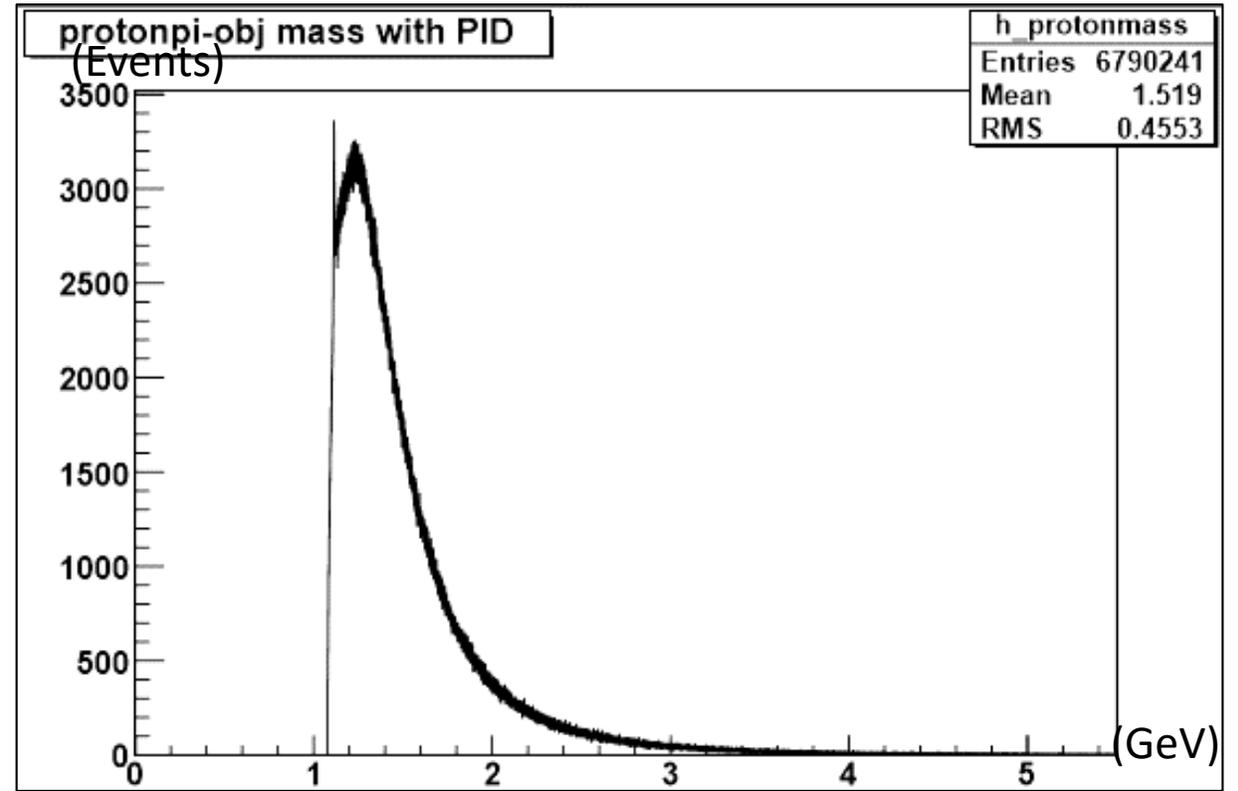
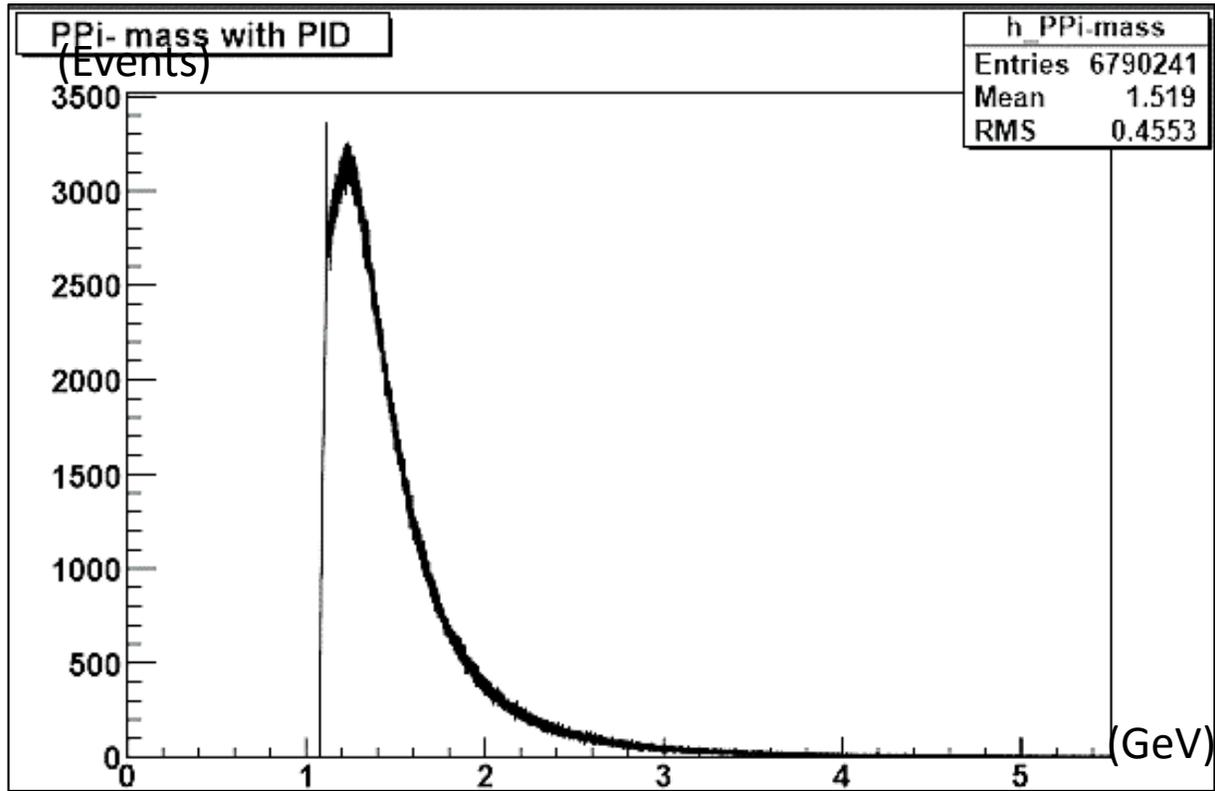


Λ 粒子

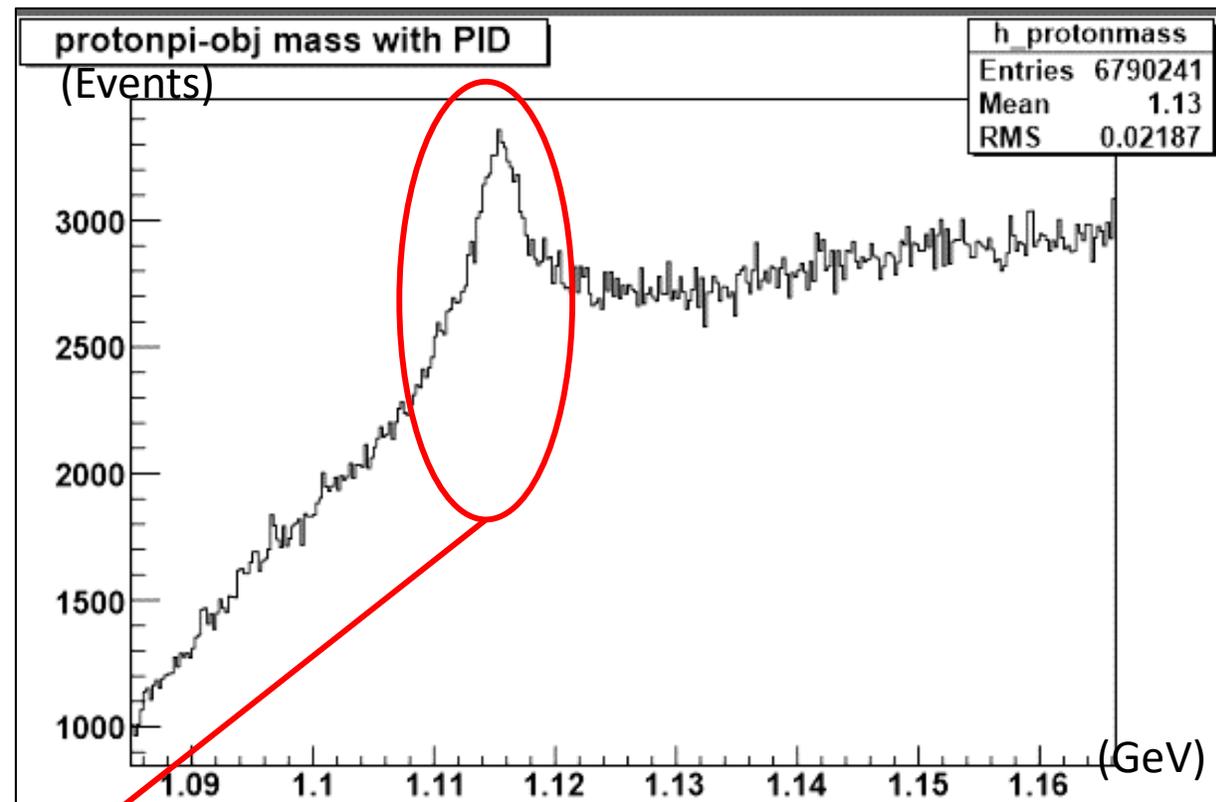
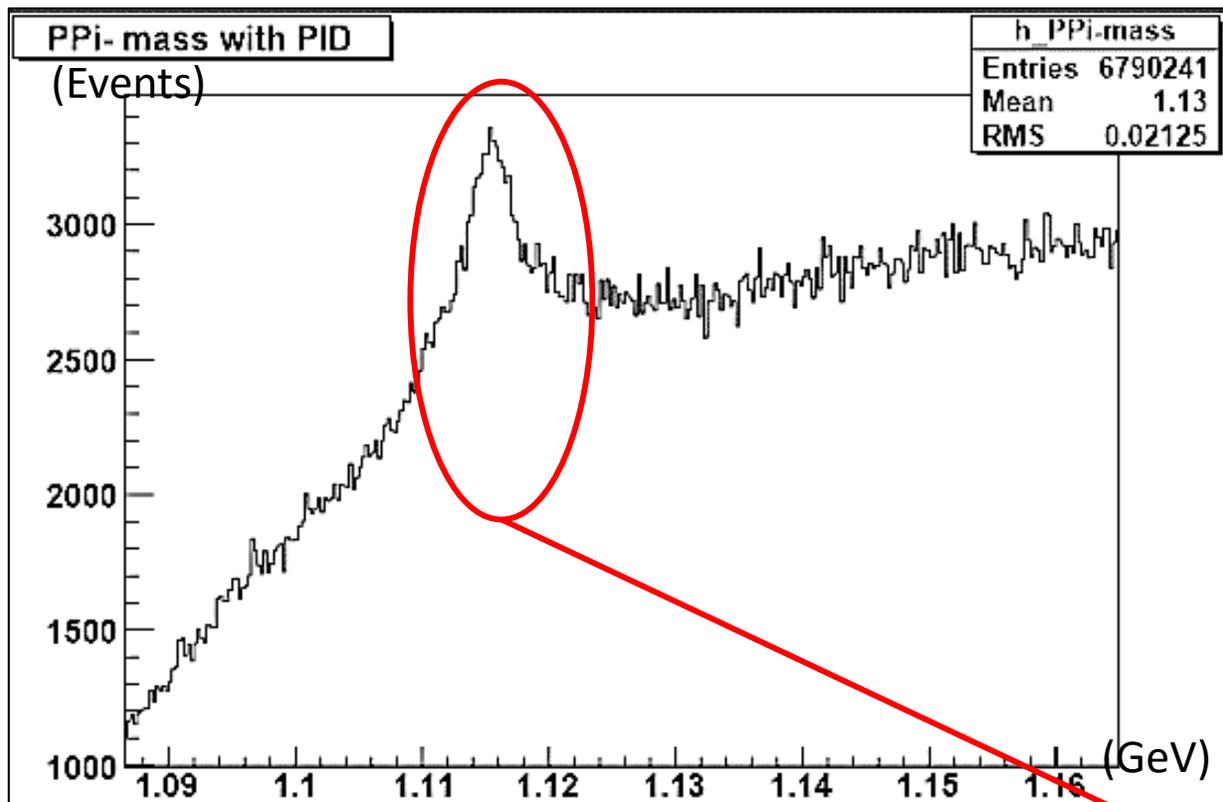
- 崩壊型
 $\Lambda \rightarrow p \pi^-$ が最大
- 構成クォーク
uds
- 質量
1116MeV (1.12GeV)



Λ と $\bar{\Lambda}$



Λ と $\bar{\Lambda}$



同じ質量

粒子と反粒子

- 相違点：構成クォークの電荷が全て逆

→崩壊する粒子の電荷も逆

$$\Lambda : uud \quad \bar{\Lambda} : \bar{u}\bar{u}\bar{d}$$

- 共通点：質量

まとめ

- 質量の違うクォークが存在した ($u \cdot d$ と質量が違う c)
→ 標準模型は正しい
- 粒子と反粒子は電荷は逆、質量は同じ
→ 加速器で再構成できたので、自然界に存在するはず？