

2つの測定値の
一致・不一致について

ミューオン寿命の測定で...

- 世界平均

$$\tau_{\mu}^{world\ ave.} = 2.1969811 \pm 0.0000022 (\mu s)$$

- 僕・私の測定結果(例えば):

$$\tau_{\mu}^{my\ meas.} = 2.07 \pm 0.10 (\mu s)$$

2017
Review of
Particle
Physics

- 中心値の差 = $2.1969811 - 2.07 = 0.13 > 0.10$ (僕・私の誤差)

(疑問) 世界平均と一致しない結果をだしてしまったのか!?

実験失敗か？

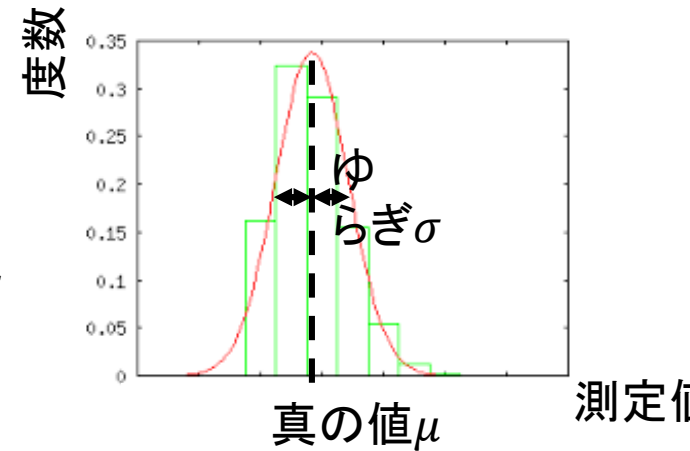
N回の実験での測定結果のゆらぎ

- ミューオン寿命の真の値 μ 。
- 1週間データをため、ミューオン寿命を測った結果 x
- まったく同じ実験をN回繰り返し測定する。

□ 測定結果にはゆらぎ σ がある

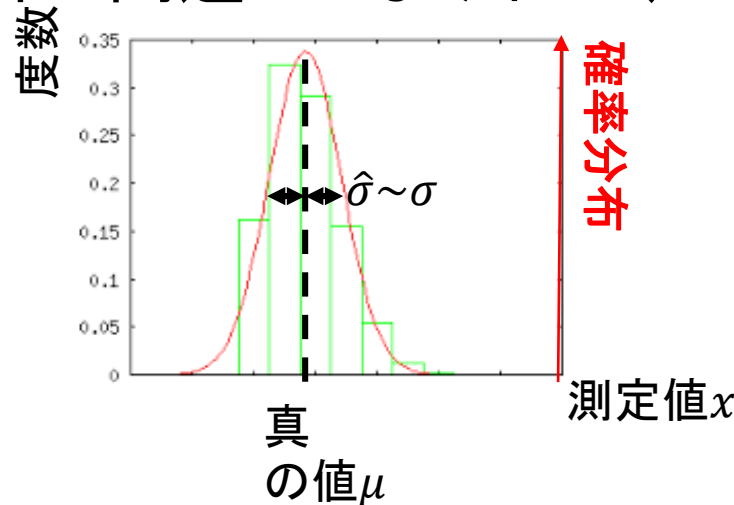
⇒ N回の測定結果 $x_1, x_2, \dots, x_N$ は標準偏差 σ で分布する。

⇒ 多くのケースで、Nが大きければガウス分布に従う。



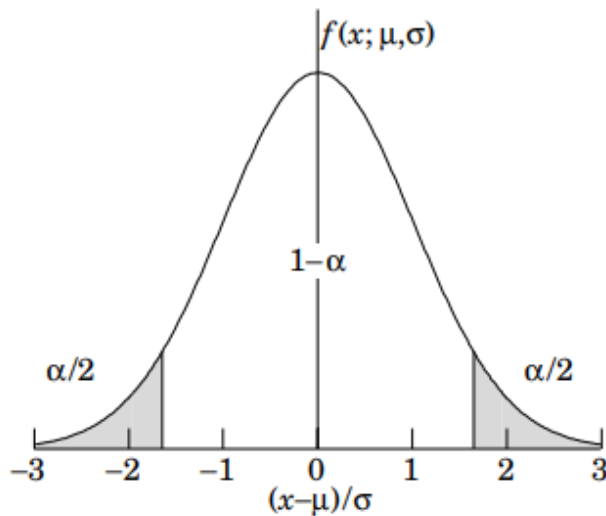
1回だけの実験結果をどう解釈するか

- ミューオン寿命の真の値 μ 、ゆらぎ σ
- 1回1回の実験結果 x は、中心値 μ 、標準偏差 σ の確率密度関数に従う。
- 1回の実験では測定誤差 = 測定のゆらぎ σ
 - われわれが見積もった測定誤差 $\hat{\sigma}$
 - 実験・解析が間違っていなければ、 $\hat{\sigma} \sim \sigma$



ガウス統計での確率分布

- 世界平均の誤差は学生実験の誤差に比べて無視できるくらい小さいことが多いうえ、測定結果は世間的に信頼されている。
- わかりやすさのため、「真の値～世界平均の中心値」とイメージしてみてください。(注あとで但し書きあり！！)



α	δ	α	δ
0.3173	1σ	0.2	1.28σ
4.55×10^{-2}	2σ	0.1	1.64σ
2.7×10^{-3}	3σ	0.05	1.96σ
6.3×10^{-5}	4σ	0.01	2.58σ
5.7×10^{-7}	5σ	0.001	3.29σ
2.0×10^{-9}	6σ	10^{-4}	3.89σ

$(x - \mu)$ が真の値の $1\sigma(2\sigma)$ 以内になるのは、68%(95%)の確率。
100回測定すれば、30(5)回は外れる。

- 2つの結果が 1σ 以内に一致しなかったからと言って不一致と結論するのは厳しすぎ。 $> 2\sigma$ をはずれた場合は、不一致を疑いはじめる。
- 不一致の場合は、測定に間違いがある、誤差の見積もり δ が小さすぎ(考え忘れている系統誤差～「タイプB不確かさ」がある)、を疑う。

世界平均との比較についての⑨

- 前ページでは、「真の値～世界平均の中心値」とイメージしてもらった。
- 最先端の実験では、「世界平均の誤差<<自分たちの誤差」は成り立たない場合も多い。
 - 「先行研究(世界平均)の誤差>>自分たちの誤差」を目指して論文を書いている場合が多い。
 - 先行研究の結果と一致しない場合、自分たちの間違いはもちろん、先行研究の間違いも疑ってかかる必要がある。