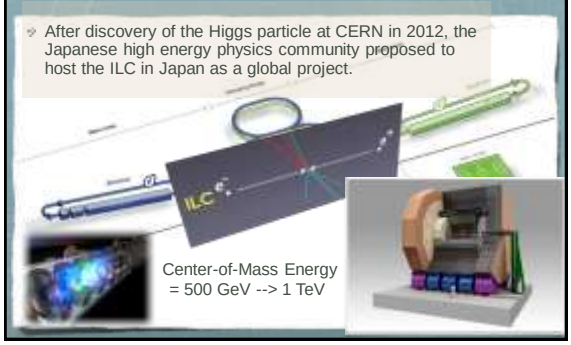
High Energy Frontier

International Linear Collider

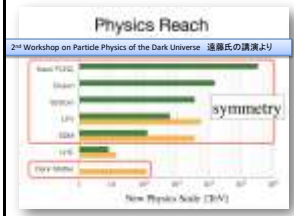
- After discovery of the Higgs particle at CERN in 2012, the Japanese high energy physics community proposed to host the ILC in Japan as a global project.



必然的存在の新物理法則の”形”を究める

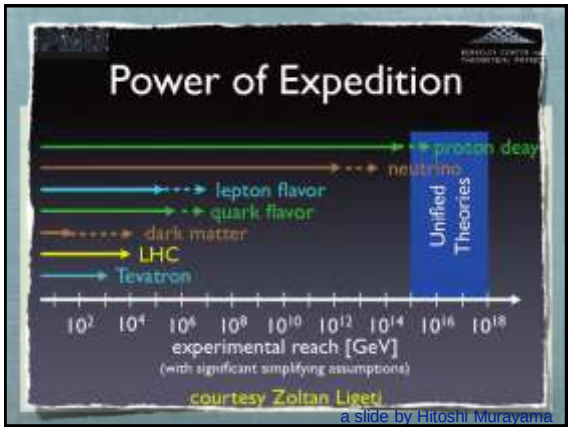
- 「物質の起源」を「消えた反物質の謎」と「強い相互作用」から
  多角的に究める新しい物理法則の探索

「物質・反物質の非対称性の謎」「素粒子の世代起源の謎」
「ハドロンの生成と構造の謎」「核力と原子核生成の謎」
「高密度核物質の謎」



”群盲象を評す”

我孫子サイエンスカフェ



a slide by Hitoshi Murayama

量子力学を使い尽くす

不確定性原理

- 運動量と位置は同時に決められない。
  - 位置の測定をすると量子状態が擾乱を受けて、変化してしまう。
- エネルギーと時刻は同時に決められない。
  - エネルギー保存則は短時間ならば破っても良い！
  - 滅多に起こらない。したがって大強度が必要！

$$\Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{\hbar}{2}$$

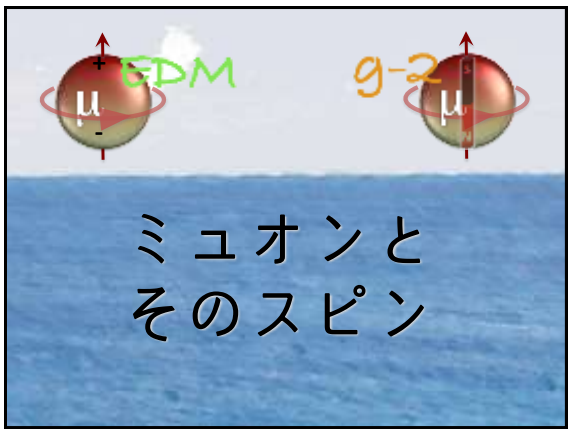
$$\Delta t \cdot \Delta E \geq \frac{\hbar}{2}$$

“古典的”な例

- 中性子のベータ崩壊
  - ウィークボゾンの媒介で生じる

  中性子質量 ~ 1 GeV/c^2
  Wボゾン質量 ~ 80 GeV/c^2
- ミュオン g-2（異常磁気モーメント）

  ミュオン質量 ~ 0.1 GeV/c^2
  （仮想）新粒子の質量~ 1 TeV/c^2
- 測定値 ＞素粒子標準模型の予言値
  - 3標準偏差程度のズレ⇒新物理？
  - 偽物でも1000回に1回ぐらいは出てしまう



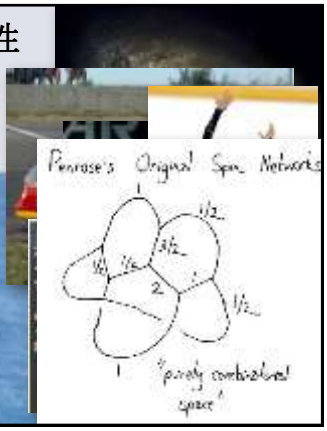
ミュオンと
そのスピン

みなさまからの質問

- 素粒子の「自転」にあたる性質（スピン）は何の相互作用によるものか。
- 1. ミュー粒子？によるピラミッド透視が話題になっているがどのように像を結ぶのか？
- 2. ミュー粒子に限らず素粒子には変化しない保存物理量があって、それによって素粒子が識別できないといけないと思うのだが、ミュー粒子の場合の識別する保存量とはなにか？またその保存量をどのように計測するのか？（どうやってミュー粒子を識別するのか？）

スピンの重要性

- 物理における基本的な概念
  - 銀河から時空構造まであらゆる階層に現れる
- 素粒子の基本的な量子数
- 対称性の研究において重要な役割を果たしている
  - 空間反転対称性
  - 時間反転対称性



素粒子のスピン

スピン角運動量

「自転」

粒子の持つ固有の性質：
内部自由度

1/2の奇数倍：フェルミ粒子

1/2の偶数倍：ボーズ粒子

その起源は？

粒子のスピンとその役割

フェルミ粒子

交換に対して反対称

⇒　符号が逆

⇒　加えるとゼロ　＝　排他率

同種粒子が同じ状態には入れない；安定的

ボーズ粒子

交換に対して対称

同じ状態に複数粒子が入れる超流動

力を伝える粒子

Spin	Particle	Role
0	Higgs	真空に凝縮
1/2	クォーク、レプトン	物質を構成する（排他率）
1	ゲージ粒子	力の伝播・源
2	重力子	重力（時空）を伝える

ポアンカレ群

ローレンツ変換、並進対称性を包含する群

ポアンカレ群は２つの回転群に分解される。

回転群はスピンから生成される

量子論的スピンの起源はここにある。

つまり、ローレン変換不変性と並進対称性という時空の性質により、スピンは生まれた。