



Φ研では、中性子やミュオンを用いた実験を行っています！

ミュオンとは？

- ◎素粒子（最小の粒子）の一つ
- ◎電子に似てるけど**200倍重い**
- ◎**磁石**の性質を持つ
- ◎構造がシンプル

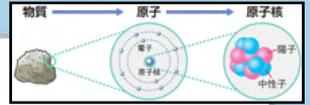
Anderson



私がミュオンを見つけました
in 1936

中性子の特徴

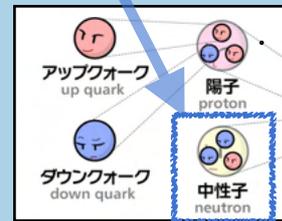
- ◎大きさは1000兆分の1メートル
- ◎陽子や電子と違い**電荷がない**
- ◎粒子だけど**波**の性質を持つ
- ◎**磁石**の性質をもつ
- ◎約15分で**崩壊**する



原子核は**中性子**と陽子からできているんだよな～
中性子ってどういうもの？



物質粒子 matter (fermions)			ゲージ粒子 gauge bosons	
第1世代	第2世代	第3世代	電磁気力 electromagnetic	強い力 strong
アップクォーク up quark	チャームクォーク charm quark	トップクォーク top quark	光子 (フォトン) photon	グルーオン gluon
ダウンクォーク down quark	ストレンジクォーク strange quark	ボトムクォーク bottom quark	弱い力 weak	ウィークボソン W/Z boson
電子 electron	ミュオン粒子 muon	タウ粒子 tau lepton	ヒッグス粒子 Higgs boson	ヒッグス粒子 Higgs boson
ニュートリノ neutrino	ニュートリノ neutrino	ニュートリノ neutrino		

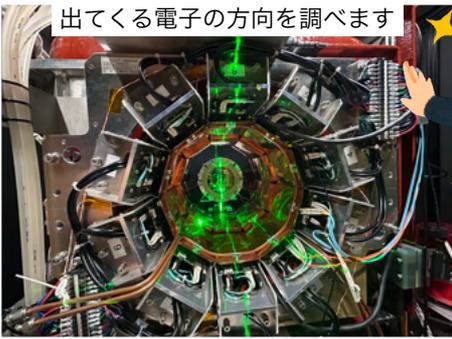


私が中性子を見つけました
in 1932



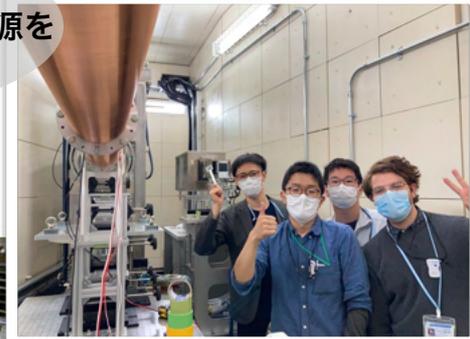
Chadwick

ミュオンの向きを揃えて
出てくる電子の方向を調べます

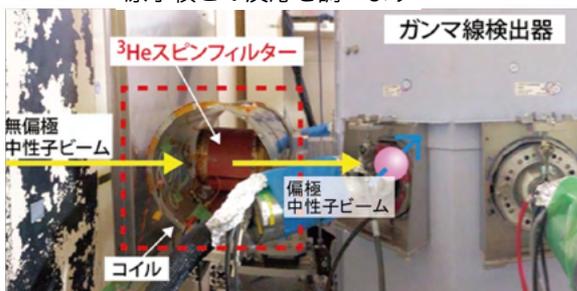


茨城県東海村にある
世界トップクラスの中性子源を
使って実験しています！

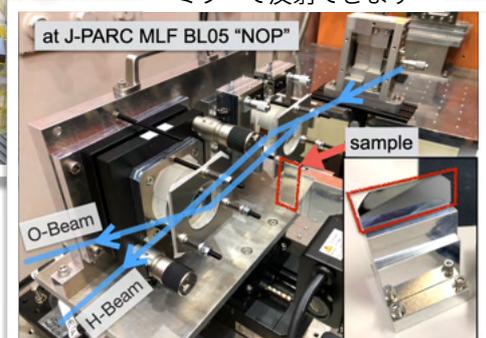
★ J-PARC



中性子の向きを揃えて
原子核との反応を調べます



中性子は“波”の性質もあり
ミラーで反射できます



反粒子はどこに消えたのか？

素粒子標準理論に含まれる粒子と反粒子の性質の違い「CP対称性の破れ」だけでは、宇宙背景放射から導かれる現在の宇宙の物質の量を説明できない。

$$\frac{\text{理論による計算値}}{\text{観測による推定値}} = 10^{-9}$$

CP対称性が成り立たない、未発見の素粒子反応や粒子の性質が存在するはずだ。

実際に反粒子をつくらなくても「時間反転」に相当する反応を調べることで、CP対称性の破れを研究することができる。

中性子と原子核との反応



中性子自身の電気的分極



時間

反転

スピンの向きの組み合わせで反応率が異なるか？

時間反転とは

動画の逆再生のように時間の向きを逆にする変換。運動の向きや自転（スピン）は反転する。素粒子理論の極めて基本的な性質（CPT定理）のもとで、CP対称性と等価な関係にある。

スピンは反転/
電気分極は非反転
電気的な偏りの存在自体が時間反転に対して矛盾する

新しい物理法則はどこにあるのか？

ミュオンと電子でできた原子の状態は、理論と実験とで超精密に比較できる。

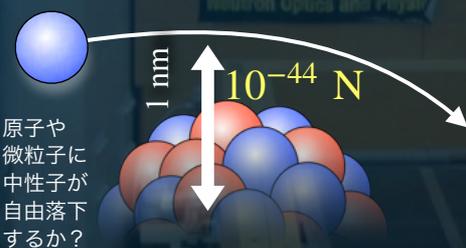
マイクロ波でエネルギーを与えてスピンの状態を変える



超微細構造の計算と測定

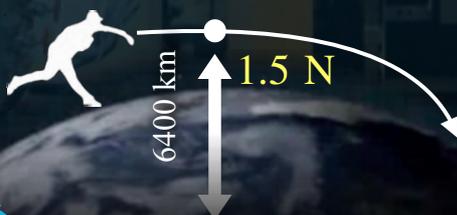
ミュオンと電子の相互作用は高精度な理論計算が可能。吸収されるマイクロ波の周波数測定精度は10 ppbに及ぶ。

電気的に中性である中性子は電磁気力の影響を抑えて重力を研究するのに適している。



重力と余剰次元モデル

3以上の空間次元が存在すると短距離で重力の形が変わるかもしれない。重力が他の力に比べ極端に弱いことを説明する。



中性子の崩壊寿命が測定によって異なるのは、未知の物理法則を示唆しているかもしれない。



中性子寿命と宇宙元素合成

宇宙初期、ヘリウムやリチウムなどの元素を合成する材料として中性子が必要。その存在量は崩壊寿命で決まる。



名古屋大学

素粒子物性研究室

