

# 神の粒子ヒッグス

2013年1月31日  
静岡大学理学部物理学科  
青山 昭五

講演の前半ではCERNにおけるヒッグス粒子の実験を説明した。ヒッグス粒子を予言する標準理論を解説し、理論の最後のパラメータが固定できたことを説明した。講演の後半では、ヒッグス粒子は基本粒子ではなくて、その正体プラズマ振動する見かけの粒子であることを説明した。その見かけの粒子との相互作用がフォトンやフェルミ粒子(電子、クォーク)の質量の起源であることを説明した。(ヒッグス機構)

# 電弱統一理論 (ワインバーグ, サラム, グラシヨウ 1969年)

電磁気のカ                      弱い力

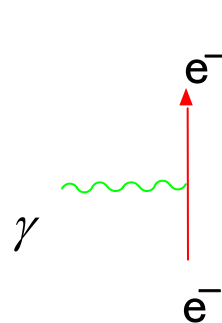


統一

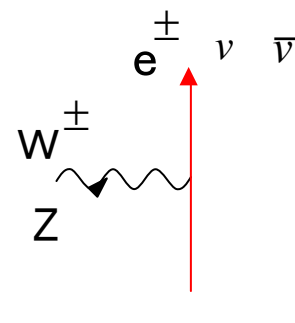
1 Gev = 1000 Mev

- $M_{e^-} = 0.5 \text{ Mev}$
- $M_{W^\pm} = 80 \text{ Gev}$
- $M_Z = 91 \text{ Gev}$
- $M_H = 126 \text{ Gev}$
- $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ クーロン}$

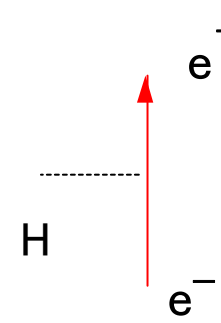
電磁相互作用



弱い相互作用



湯川相互作用



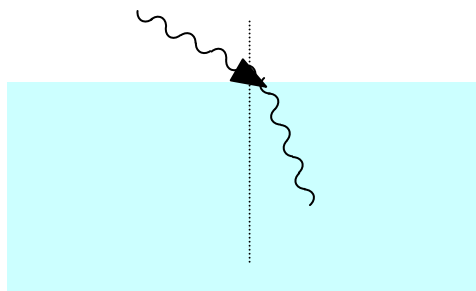
## 5個のパラメータ

- ゲージ結合定数.....2個     $e$      $g$
- 湯川結合定数.....1個         $G$
- ヒッグス結合定数.....2個     $\mu$      $\lambda$

ヒッグスポテンシャルの形を決める

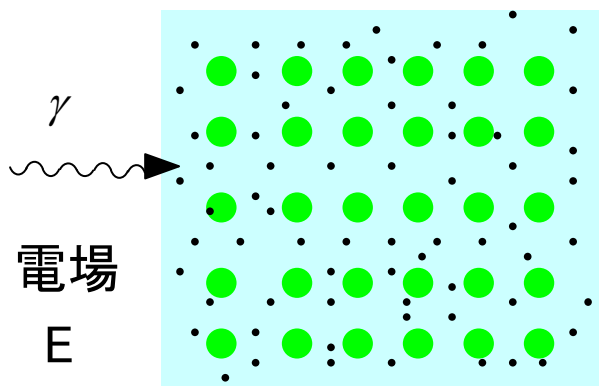
# 光はなぜ重くなるか？

光速  $v = \frac{c}{n}$   $n > 1$



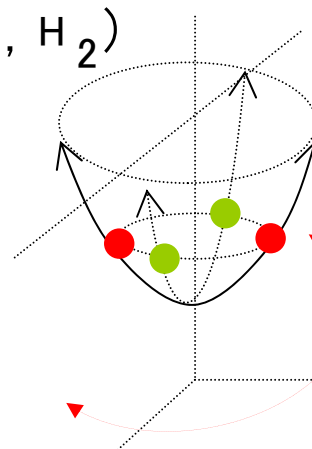
屈折率

メカニズム1 (プラズマ振動)



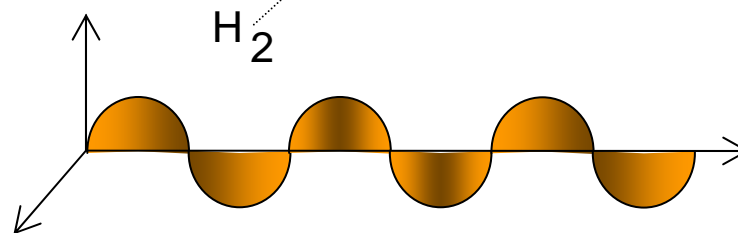
- ⊕ イオン
- ⊖ 電子

$U(H_1, H_2)$



$H = \begin{pmatrix} H_1 \\ H_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$

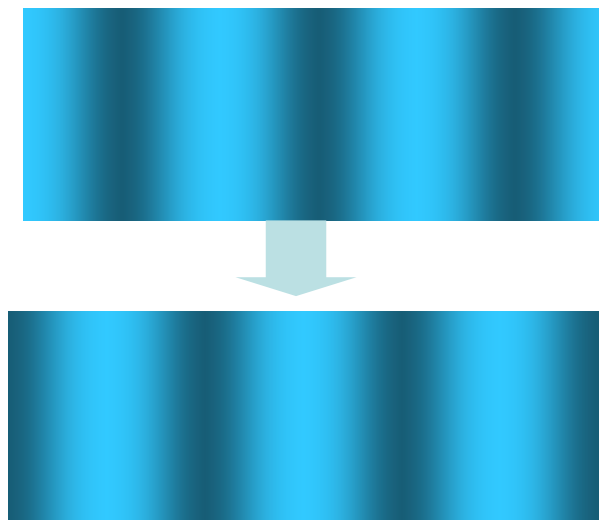
を中心に振動



電子分布に濃淡

**集団運動**

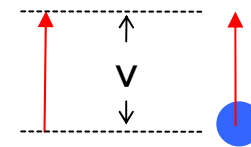
粒子に見える!!



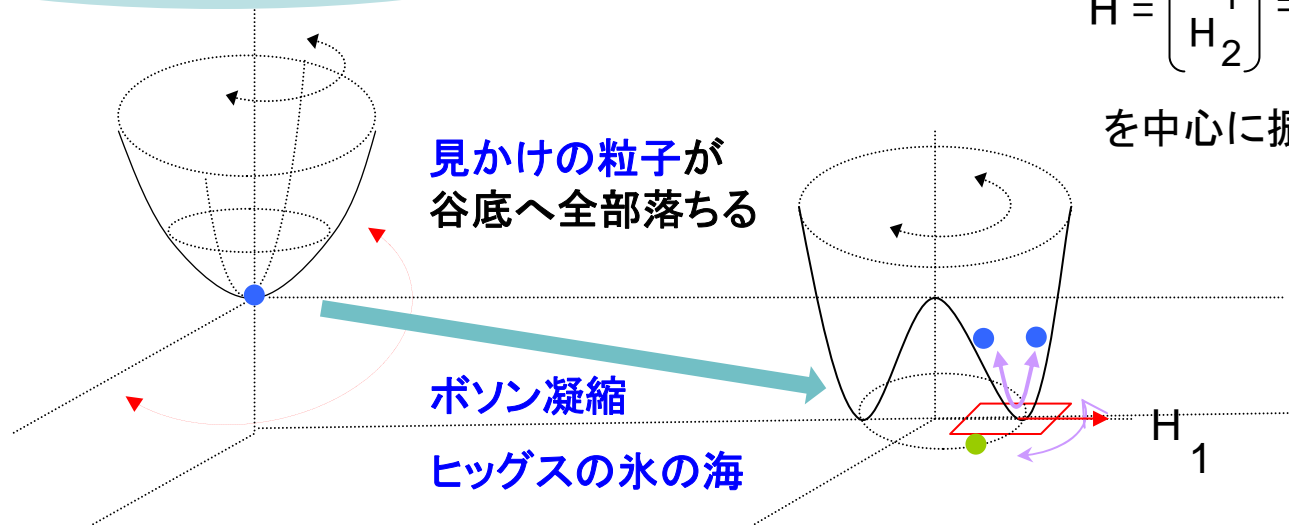
# メカニズム2 (ヒッグス機構)

## アイソスピン

$$H = \begin{pmatrix} H_1 \\ H_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} v \\ 0 \end{pmatrix}$$



を中心に振動

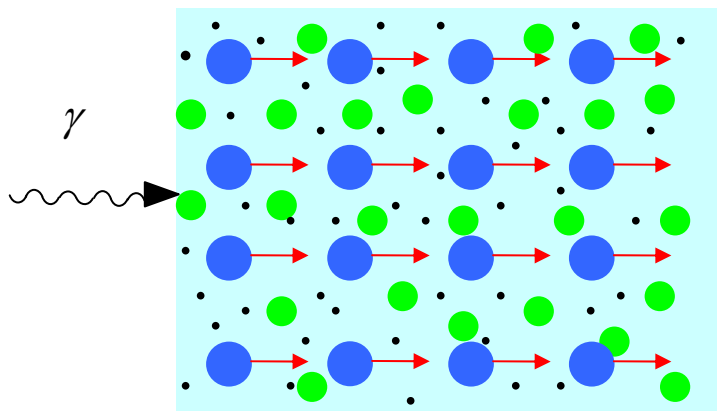
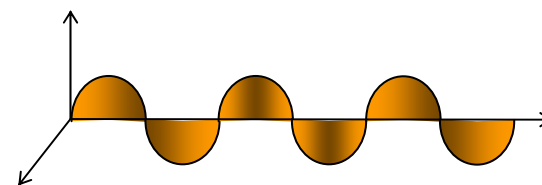
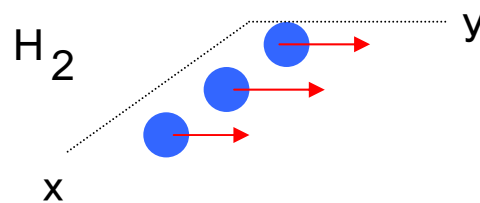


見かけの粒子が  
谷底へ全部落ちる

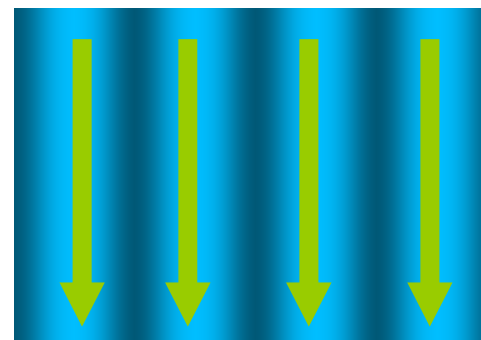
ボソン凝縮

ヒッグスの氷の海

- ⊕ イオン
- ⊖ 電子

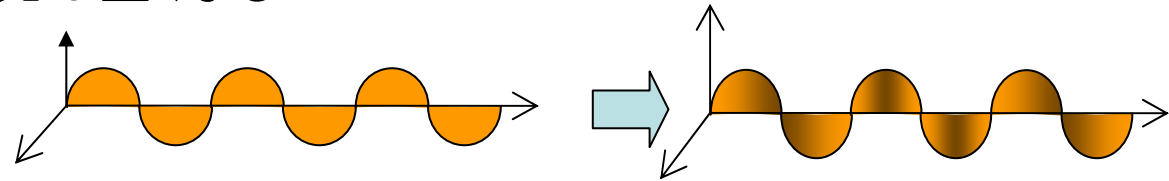


ポテンシャル  
の谷間を  $H_2$   
が**集団運動!!**  
**超伝導流**



## まとめ

- ✓ 見かけの粒子(準粒子, 素粒子論ではヒッグスと南部-ゴールドストーン粒子)  
……プラズマ振動, 超伝導流の集団運動の担い手
- ✓ これらと相互作用して光は重くなる



見かけの粒子(準粒子)は

電子と相互作用して質量を与える……メカニズム2が必要

