



素粒子物理学実験の現場から

第45回

大阪大学 花垣 和則

ヒッグス粒子と超対称性

先月号からの続きで、今回はヒッグス粒子と超対称性についてお話しします(超対称性については本稿2011年7月号と8月(*)をご参照ください)。いきなり重要な事実を書きますが、私たちが観測する素粒子の質量は、その素粒子が持つ裸の質量に補正量が加わっています。イメージとしては、補正量は私たちが体重を測る際の服とを考えていただければよいかと思います。ただし、実際には補正量がプラスのときもマイナスのときもあります。

補正量と呼ぶくらいですから、通常のスカラー粒子=ヒッグス粒子以外は、裸の質量に比べて補正量はそれほど大きくありません。ところが、標準模型だけで考えると、ヒッグス粒子だけはこの補正量がとんでもなく大きく、人類が観測するヒッグス粒子質量のなんと10の17乗程度にもなります。裸の質量と補正量の大きさが10の17乗という異常に高い精度で釣り合っているのはどう考えても不自然です。そこで、この問題は微調整問題と呼ばれ、現在の素粒子物理学上の最大の謎の一つとなっています。

ところが、超対称性が宇宙に存在すると、この問題を解決あるいは回避することができます。というのは、質量の補正では様々な素粒子からの寄与を受けるのですが、超対称性が存在するとそれに伴い人類がまだ観測していない素粒子(=超粒子)がこの宇宙には存在し、超粒子からの質量補正の寄与も勘案すると、ヒッグス粒子に対する補正量も不自然ではない大きさになります。

超粒子の一つが暗黒物質の性質を満たしていること、超対称性があると電磁気力・弱い力・強い力を統一できること、そして、紐理論を無矛盾に作るためには超対称性が必要だとわかってきたことなどから、超対称性理論は極めて大きな注目を浴びています。しかし元々は、微調整問題を回避できることが理論的研究の大きな動機でした。つまり、ヒッグス粒子の存在なくして研究の動機のない理論だったのですが、皆さんご存知のようにヒッグス粒子の実在が確かめられ、理論的には超対称性が存在するのがますます自然な状況になっています。しかし実験の状況は…また来月号でお話します。

(*) <http://www.sci-museum.jp/study/universe/universe.php>



著者紹介 花垣 和則(はながき かずのり)

大阪大学大学院理学研究科 准教授

CERNでLHC実験に参加