

高エネルギー物理学

奥沢 徹 教授 清矢 良浩 准教授 山本 和弘 准教授

このたび、我々の先達である本学名誉教授南部陽一郎先生がノーベル物理学賞を受賞されましたことは、大変おめでたいことであり、また、我々も大変誇りに思うことであります。

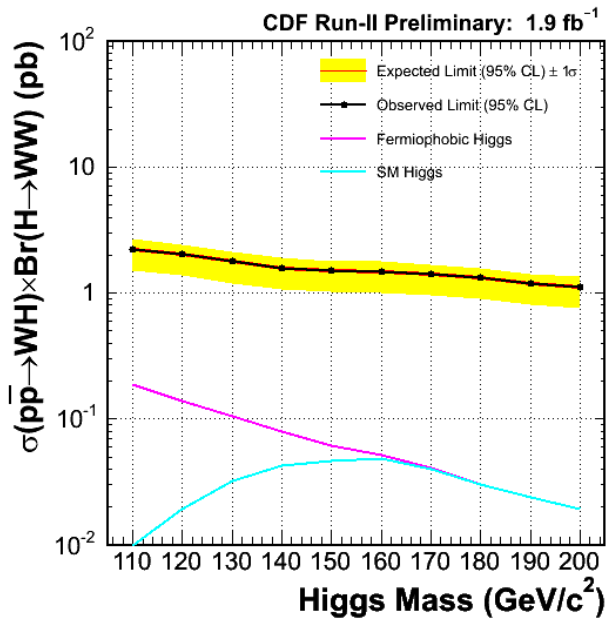
大阪市立大学の高エネルギー物理学研究室では、南部先生の受賞対象となった業績の一つである「自発的対称性の破れ」に伴って現れる「ヒッグス粒子」の探索を行っておりますので、南部先生の理論の検証である実験的側面の一つとして以下に概要を紹介いたします。

米国フェルミ国立加速器研究所の陽子・反陽子衝突型加速器テvatron(世界最高の重心系衝突エネルギー1.96TeV)と汎用型素粒子検出器CDFを用いた実験で集積されたデータ(約1900 pb⁻¹)を使用しています。我々が着目している反応過程は

$$p\bar{p} \rightarrow W^\pm h^0 \rightarrow W^\pm(W^{**}W^{*-}) \rightarrow \ell^\pm \ell^\pm + X$$

と表され、ヒッグス粒子(h^0)の生成と崩壊にはWボソンとの結合のみが関与しています。終状態としては、Wボソンのレプトン崩壊からの電子あるいは μ 粒子を2つ含み、かつそれらが同符号の電荷を持つものを選択しています。

このような反応過程は、素粒子物理学の標準模型においてはヒッグス粒子の質量が130 GeV/c²以上と比較的重い場合に有効になります。軽い場合は、 $h^0 \rightarrow b\bar{b}$ のように、 b クォーク・反 b クォーク対への崩壊が主要なモードになり、 $h^0 \rightarrow W^{**}W^{*-}$ は感度を失ってしまいます。しかし、ヒッグス粒子がフェルミオンと結合しない場合(fermiophobic)には $h^0 \rightarrow b\bar{b}$ は禁止されるため状況は一変し、広い質量領域での探索可能性が生まれます。この場合に期待されるヒッグス粒子生成事象数は、質量領域110~160GeV/c²において0.5±0.2であります。一方、背景事象数の見積もりは3.2±0.7であり、信号事象と背景事象の比(SN比)は1/6から1/15となります。発見のためにはこれらのSN比は決して満足できるものではないのですが、それでもCDFヒッグス粒子探索研究の中ではトップクラスであります。データを見てみますと、観測された事象数は3であり背景事象数と矛盾しません。これからヒッグス粒子生成断面積の上限値を求めると図のようになります。断面積の上限値は理論予想より上にあり、まだ理論に制限を与えてはいません。次の段階ではさらなるデータを加えSN比を改善して、上限値を下げることで、ヒッグス粒子を発見すべく解析を進めております。



実験で得られた中性ヒッグス粒子生成断面積の上限値(黒点)と理論計算(ピンクと青の曲線)。ピンクはヒッグス粒子とフェルミオンが結合しない場合(fermiophobic higgs)、青は標準模型の場合の生成断面積(SM higgs)。