

Probing the Higgs CP Property through Top Quark Pair Production at Future colliders

浅川 恵理 (お茶の水女子大学)

標準模型に含まれるヒッグス粒子は CP-even の中性スカラー粒子が 1 つであるが、拡張模型の多くはヒッグスセクターの拡張を必要とし、CP-odd の擬スカラー粒子も現れる。このことは、CP-odd ヒッグス粒子の確認が標準模型を超える理論を示唆するものであり、ヒッグス粒子の検出と同様にその CP 変換性を探ることが重要であることを意味する。

より一般的に、ヒッグスポテンシャル中に CP の破れを含む場合も考慮すると、CP-even ヒッグス粒子と CP-odd ヒッグス粒子はそれらの質量固有状態において混合する。この時、これらの質量固有状態は一定の CP パリティを持たず中途半端な CP 変換性を示す。すなわち、ヒッグス粒子とトップクォークとの結合を

$$-ig \frac{m_t}{m_W} (S_t + i\gamma_5 P_t) \quad (1)$$

のように表すと、 S_t と P_t が同時に値を持っている。このようなことが起こる拡張模型の 1 つとして、explicit CP violation を伴う最小超対称標準模型 (MSSM) [1] が挙げられる。MSSM のヒッグスポテンシャルは、tree level では CP が保存しているが、輻射補正を取り入れると \tilde{t} や \tilde{b} のループにより trilinear パラメータ A_t 、 A_b がポテンシャルに寄与し、sizable な CP の破れを生じさせる可能性がある。この CP の破れにより CP-odd ヒッグス粒子を含む 3 つの中性ヒッグス粒子は混合を起こし、この模型では、一定の CP パリティを持たない 3 つの質量固有状態が現れることになる。

ここでは、ヒッグスファクトリーとして期待されている (中性ヒッグス粒子の s チャンネル直接生成が可能である) 将来の光子リニアコライダーやミュオンコライダーにおいてこのようなヒッグス粒子が生成された場合に、その CP 変換性を測定する (上記の S_t と P_t のようなヒッグスと他粒子との結合定数を測定する) 手法の 1 つを提案する。衝突ビームの偏極や終状態粒子のヘリシティ測定に加え、ヒッグス粒子生成を伴わないバックグラウンド過程とヒッグス粒子生成過程との干渉に着目するというものである。終状態粒子のヘリシティ測定まで含めた、より一般的な解析を示す為に、今回は終状態が $t\bar{t}$ であるような重いヒッグス粒子の生成過程を考える。

まず、ミュオンコライダーの場合 [2]、主要なバックグラウンドとして、s チャンネルに γ 、 Z が交換する過程がある。これらのバックグラウンドはヒッグス粒子が生成される $J_z = 0$ チャンネルでは非常に抑えられる為、衝突ビームを縦偏極にした場合にはバックグラウンド振幅はヒッグス粒子のレゾナンス振幅に比べて非常に小さくなる。一方、衝突ビームの横偏極を考えるとバックグラウンド振幅とレゾナンス振幅の大きさが同程度で効いてくることになり、これらの干渉項が大きく保

たれる。従って、両方の衝突ビームを横偏極にした場合と、一つのビームを縦偏極にし、もう片方のビームを横偏極にした場合には、これらの干渉効果が sizable になる。ヒッグス粒子生成振幅だけが効いてくる縦偏極によって得られる断面積が4つであるのに対し、ヒッグス粒子生成振幅がバックグラウンド振幅との干渉効果として現れる偏極の組み合わせも考慮すると、更に8つの断面積（CP-evenな観測量が4つ、CP-oddな観測量が4つ）が得られる。それぞれの偏極の組み合わせで十分なルミノシティが得られれば、ヒッグス粒子の質量や崩壊幅だけでなく、そのCP変換性（ヒッグス粒子とミュオン、トップクォークとの結合定数）をある精度で完全に決めることが可能である。

同様のことが光子コライダーの場合 [3] にも言える。ここでバックグラウンドとなるのは、 t, u チャンネルにトップクォークが伝播する過程であり、 $J_z = 0, 2$ の両方のチャンネルで十分大きい。従って、衝突ビームの縦偏極、横偏極のいずれの場合にも、バックグラウンド-レゾナンス干渉項が効いてくる。

Ref. [2], [3] では、衝突ビームの偏極やトップクォークのヘリシティ測定から得られる独立な観測量を分類し、上記の loop-induced CP violation を伴う MSSM を例にとって、数値計算や考察を示している。我々の、干渉効果から CP 変換性を測定する手法は、ヒッグス粒子生成振幅がバックグラウンドの振幅に比べて小さい場合に特に有効に働くことが期待される。ヒッグス粒子生成振幅自体が小さくてもバックグラウンド振幅との干渉が有意に効いてくれば、レゾナンスが見えるのに必要なルミノシティよりも少ないルミノシティで、ヒッグス粒子生成が無い場合の予測からのずれを観測できる可能性がある。

参考文献

- [1] A. Pilaftsis and C.E.M. Wagner, Nucl. Phys. **B553**, 3(1999);
M. Carena, J. Ellis, A. Pilaftsis and C.E.M. Wagner, hep-ph/0003180.
- [2] E. Asakawa, S.Y. Choi and J.S. Lee, hep-ph/0005118.
- [3] E. Asakawa, S.Y. Choi, K. Hagiwara and J.S. Lee, hep-ph/0005313, (to appear in Eur. Phys. J. C).