

SUSY Model Discrimination at an Early Stage at the LHC

東京大学大学院理学系研究科 中村栄太

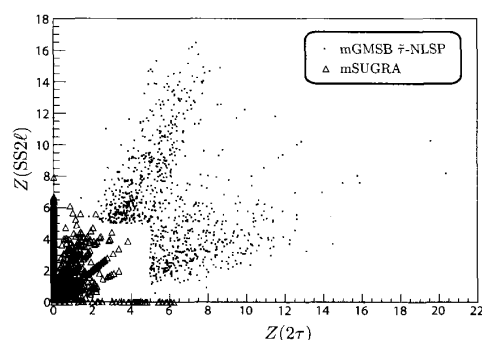
LHC 実験で新しい物理が発見された後には、それがどのような仕組みになっていて背後にある理論はどうなっているかということが問題になる。例えば、新しく発見された粒子の質量、スピンそして結合定数の測定はこの背後にある理論を探る上でとても重要である。しかし、一般的にこれらの測定に必要なイベント数は発見に必要なイベント数に比べてずっと多く必要である。実際の LHC 実験においては測定に必要なイベント数を得るために発見から数年間以上の時間が必要になることが予想される場合も少なくない。よって発見の後、直接粒子の性質を測定する前の段階で背後の物理についてどれくらいのことが言えるのかを調べることは重要であると考えられる。

ここではその一例として SUSY 標準模型での重要な候補である gauge-mediated SUSY breaking (GMSB) 模型と minimal supergravity (mSUGRA) 模型を区別することを考える。GMSB 模型のコライダー現象論は gravitino 質量に大きく依存するが、gravitino 質量が $\mathcal{O}(10)$ eV 以下の非常に小さい場合にはコライダーで生成された SUSY 粒子が prompt に gravitino に崩壊し、gravitino が missing energy として観測されるという特徴がある。これは同じく missing energy を出す mSUGRA 模型との区別が難しい場合であり、ここではそのような場合を考える。

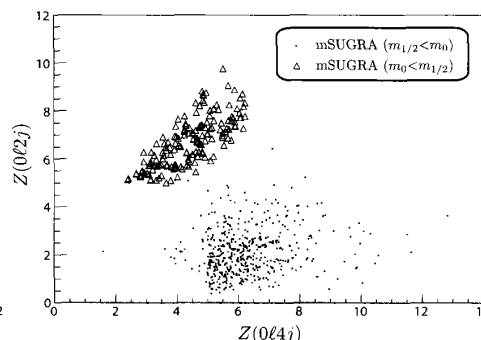
どちらの模型も colored SUSY 粒子がまず生成され最後に missing 粒子に崩壊するという共通した特徴を持っているので、コライダーでのシグナルは multi-jets + missing というものである。しかし、SUSY 粒子の崩壊においては jet 以外の粒子も放出され、これらの粒子の情報をうまく見ることによって模型の区別が出来る可能性がある。具体的には、GMSB 模型の場合には next lightest SUSY particle (NLSP) は slepton (stau) の場合と bino-like neutralino の場合があるが、どちらの場合にも重い SUSY 粒子は一度これらの NLSP へと崩壊した後で gravitino へと崩壊するという性質がある。これは gravitino との相互作用が弱いために gravitino への崩壊幅が他の標準模型粒子へのものとくらべると小さいからである。この性質によって、GMSB 模型では slepton-NLSP の場合には lepton が多く、bino-NLSP の時には photon が多いという特徴がある。一方の mSUGRA 模型においてはこれらの粒子は必ずしも放出されないで、その放出量を見れば模型の区別が出来るであろうと考えられる。

この考えを定量的に調べるために、実験において使われる significance という量を用いた。この significance を 0 lepton + 4 jets, 2 photons, same-sign (SS) 2 leptons そして 2 tau-jets (全て missing も課す) の各モードで測定し、その結果を比べるという方法で模型の区別をした。Monte Carlo simulation の結果、かなり良く区別が出来ることが分かった。(図 a) Significance の誤差は実際の実験によるが、統計誤差だけを考えると概ね 1 ぐらいの誤差となる。

また、同じ方法で mSUGRA 模型において dark matter (DM) を考えたときに興味がある 2 つの領域、(I) coannihilation region と (II) focus point region の区別も考えられる。この場合には、SUSY 生成に関与する粒子が (I) の場合には squark が多く、(II) の場合には gluino が多いという性質があることに注目して、0 lepton + 2 jets と 0 lepton + 4 jets の significance を比べるということによって区別が可能であることを示した。(図 b)



(a) Significances for SS 2 leptons and 2 tau-jets modes.



(b) Significances for 0 lepton + 2 jets and 4 jets modes.

References

- [1] H. Baer et al., PRD 52 (1995) 2746, PRD 53 (1996) 6241, PRD 62 (2000) 095007.
- [2] S. Asai, E. Nakamura and S. Shirai, to appear.