

ATLAS実験におけるSUSY の発見能力

日本物理学会
2007年9月21日 @北海道大学

岸本圭司, 金谷奈央子^A,
浅井祥仁, 小林富雄^A

東京大学理学系研究科,
東京大学素粒子物理国際研究センター^A

Introduction

研究の動機

- これまでmSUGRAをベースにSUSY事象の最適化を行ってきたが、他のモデルではどうか。
- Full Optimizationは実用的でないので、他の最適化を考える。

超対称性モデル

- 今回解析した超対称性モデル

mSUGRA (minimal Super Gravity model)

最大限に強い仮定を入れて、パラメータ数を最小にしたSUGRAモデル

NUHM (Non Universal Higgs Masses model)

SUGRAの1種だがminimalでない、Higgsinoのmassをフリーにしたモデル

GMSB (Gauge Mediated Symmetry Breaking model)

Gauge相互作用により超対称性の破れが伝わるとするモデル

- 実験的にはこれらのイベントトポロジーは同じ

missing Et + high Pt multi Jet + (leptons)

しかし、これら3つの比率はモデルやパラメータに依存する

(例えば、モデルによってleptonが多かったり少なかったりする。)

- LSPについて

mSUGRA → lightest neutralinoがLSP

NUHM → 同上 ただし

GMSB → GravitinoがLSP、今回はsleptonがNext LSPとなる(Nm=5)を仮定

mSUGRAだとlightest neutralinoはBino-likeな粒子になりやすいが、NUHMではそうではない(Higgsino-likeにもなりうる!)

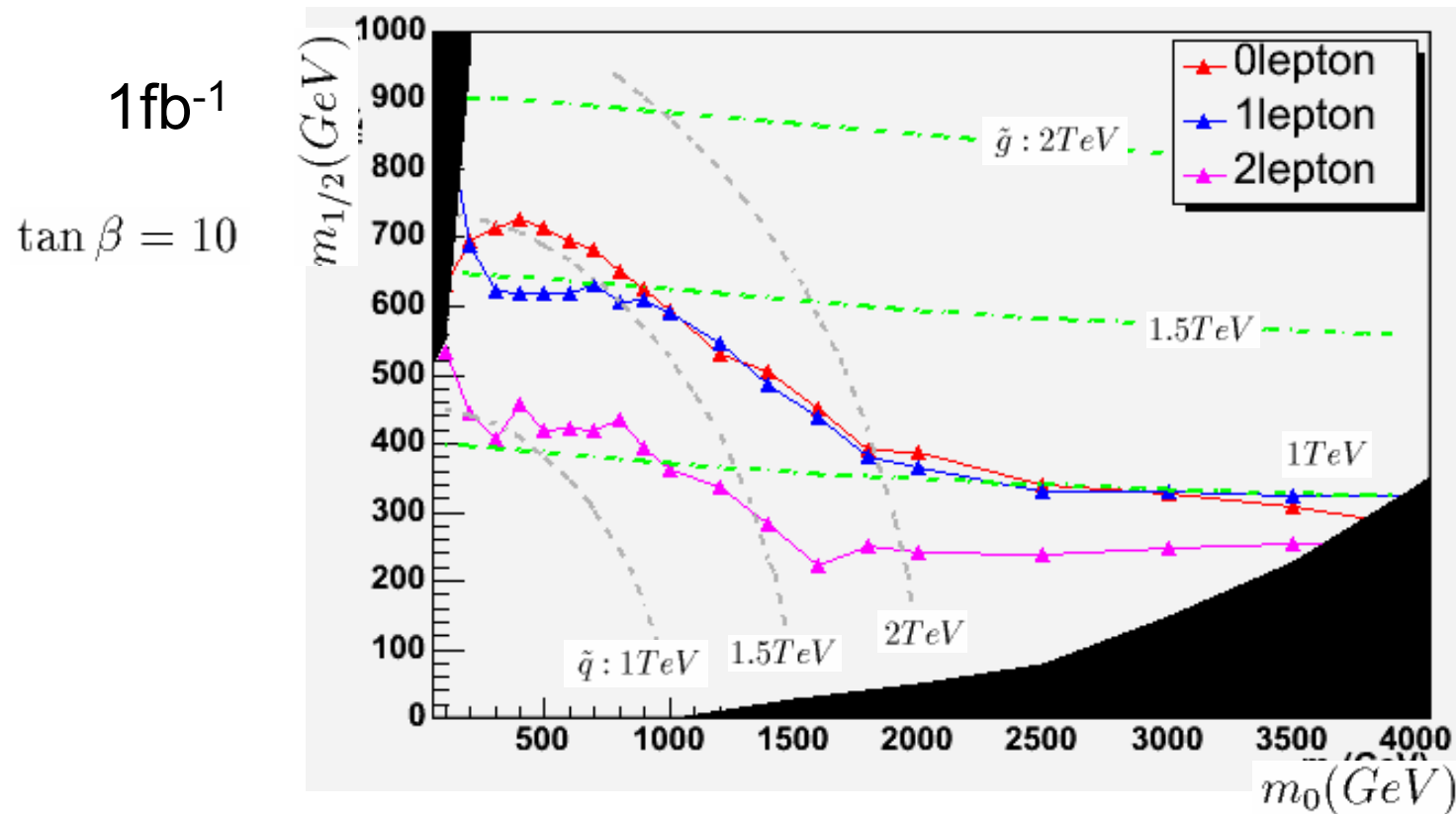
発見能力の評価方法

- 「発見可能」を以下で定義する。
 # of signal : $S > 10$ かつ significance : $S/\sqrt{B} > 5$
- **Significanceが最大になるようにCutを決定し、その上で発見可能かどうかの判定をする。**
- 最適化したcut変数は以下の3つ
 - missing Et cut**
 - 1st Jet Pt cut**
 - 4th Jet Pt cut**

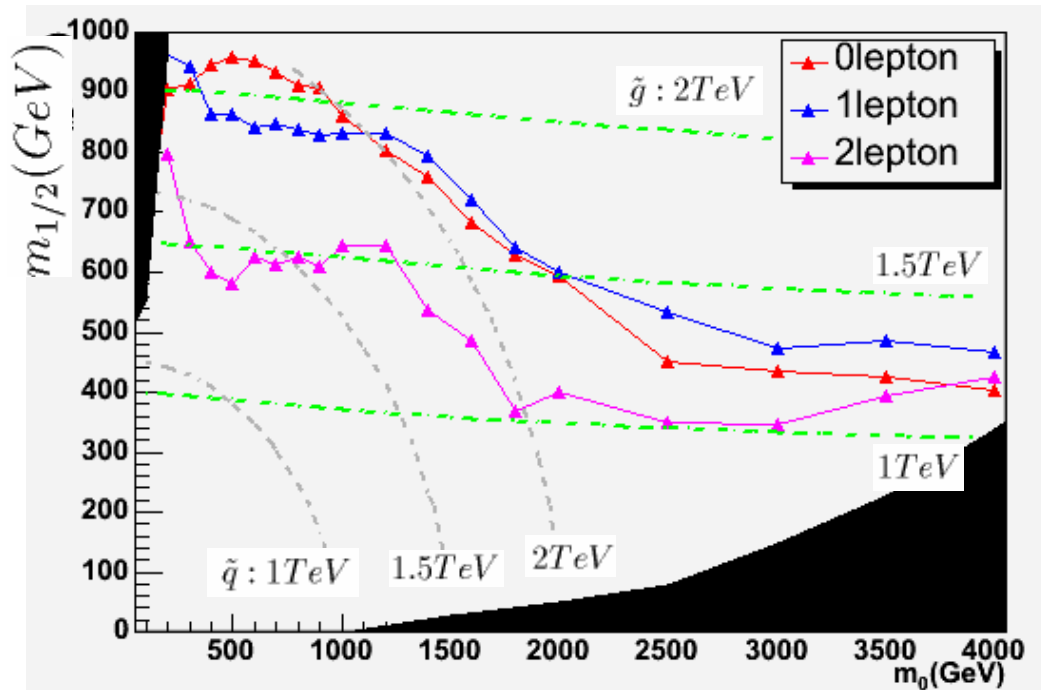
これら全てを独立に最適化するので**Full Optimization**と呼んでいる。

mSUGRAの発見能力

- **Full Optimization**でmSUGRAの発見能力を評価した結果が下図である。
(ラインより下の領域でmSUGRAが発見可能であることを示している。)

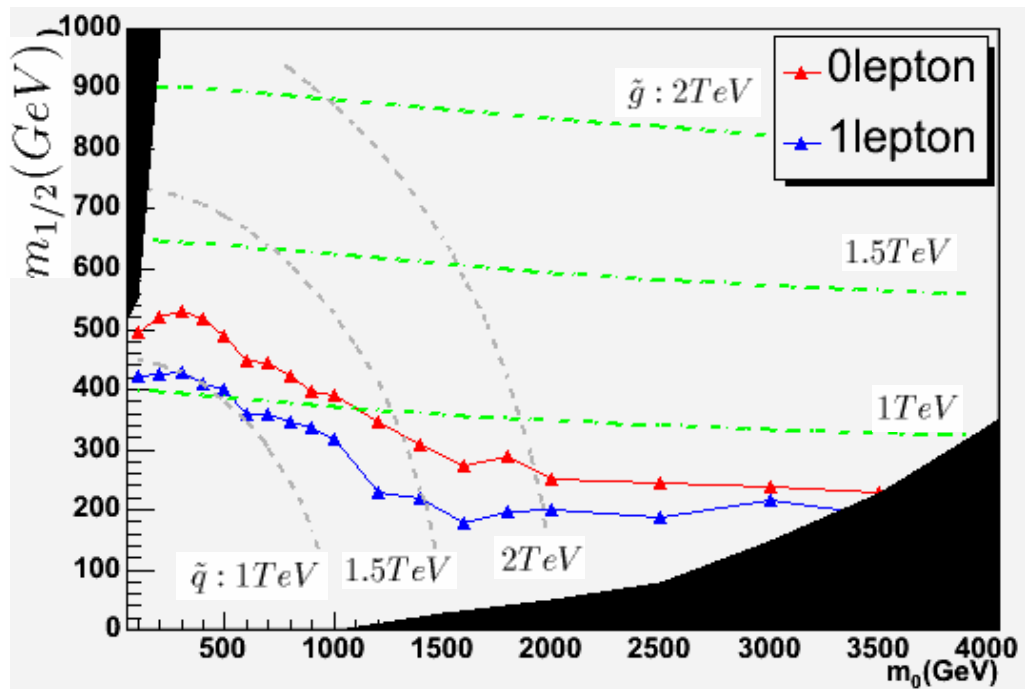


⇒ 1fb^{-1} で 1.5TeV程度までのsquark,gluinoが発見可能



10fb^{-1}

→2TeV程度までのsquark,gluino
が発見可能



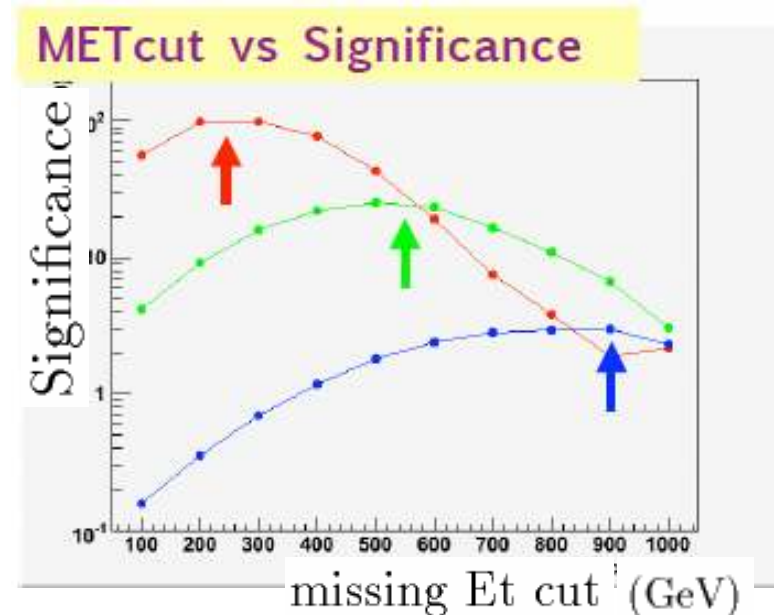
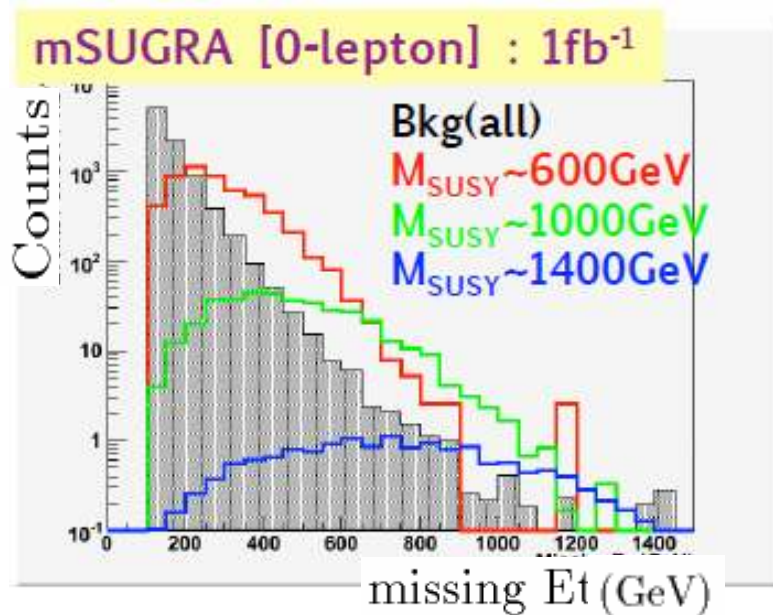
0.1fb^{-1}

(2008年末までに到達予定)

→1TeV程度までのsquark,gluino
が発見可能

mEt Optimization

- 実際の実験では、よりシンプルなCutを準備したほうが良い。
- そこで、missing Et cutのみを最適化する(mEt Optimization)



- mass scaleが大きいほど、大きなmissing Et cutが必要
- 到達可能なmass scaleと積分luminosityは対応

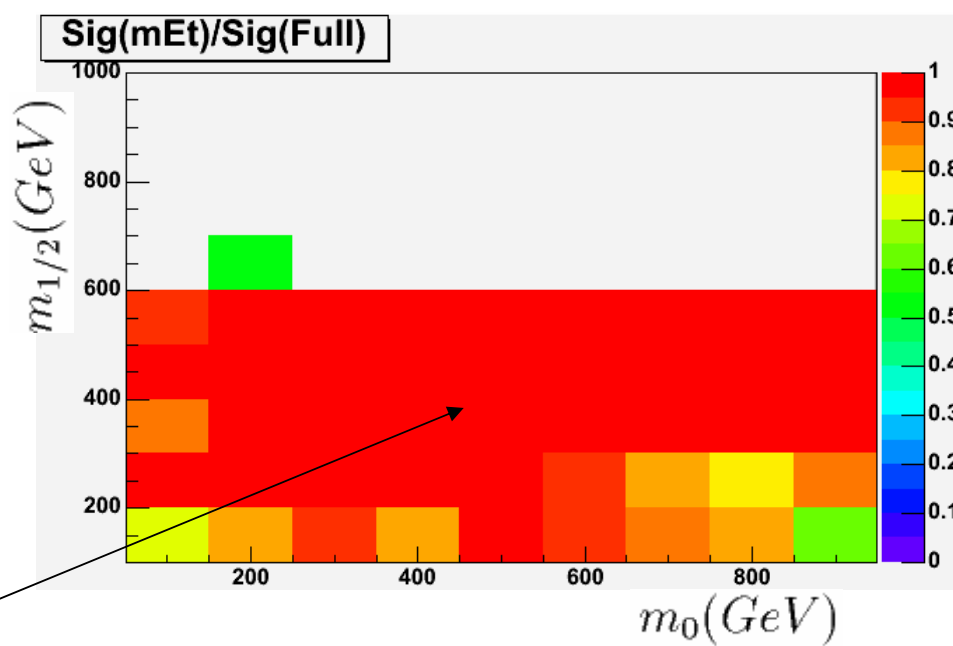
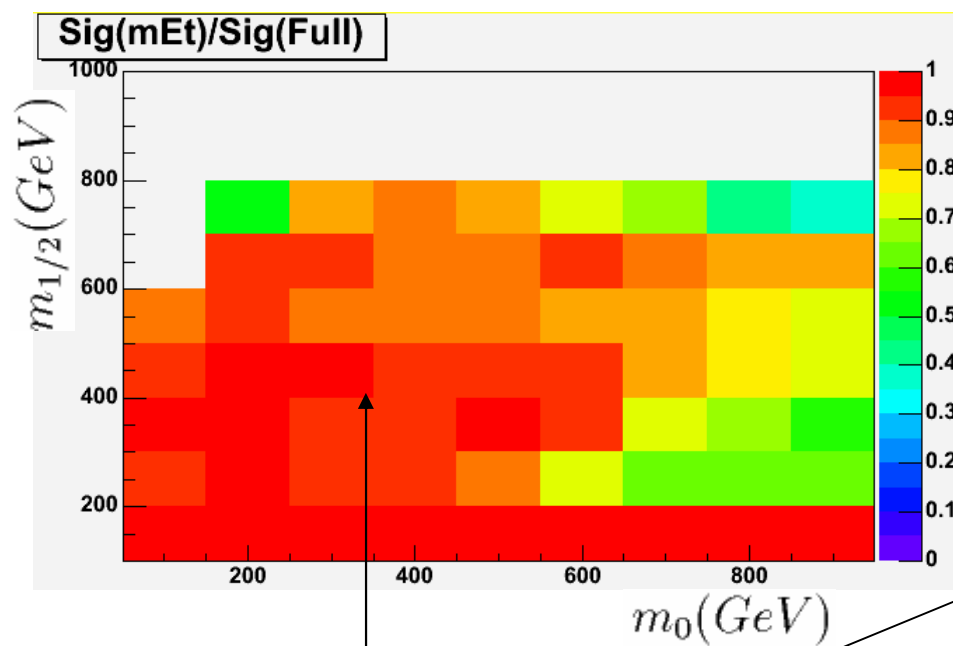
luminosityの増加にともない、missing Et cutを強くすればよい。

mEt Optimizationのパフォーマンス

Z軸方向に $\frac{\text{Significance}(mEt)}{\text{Significance}(Full)}$ をプロット

0leptonモード

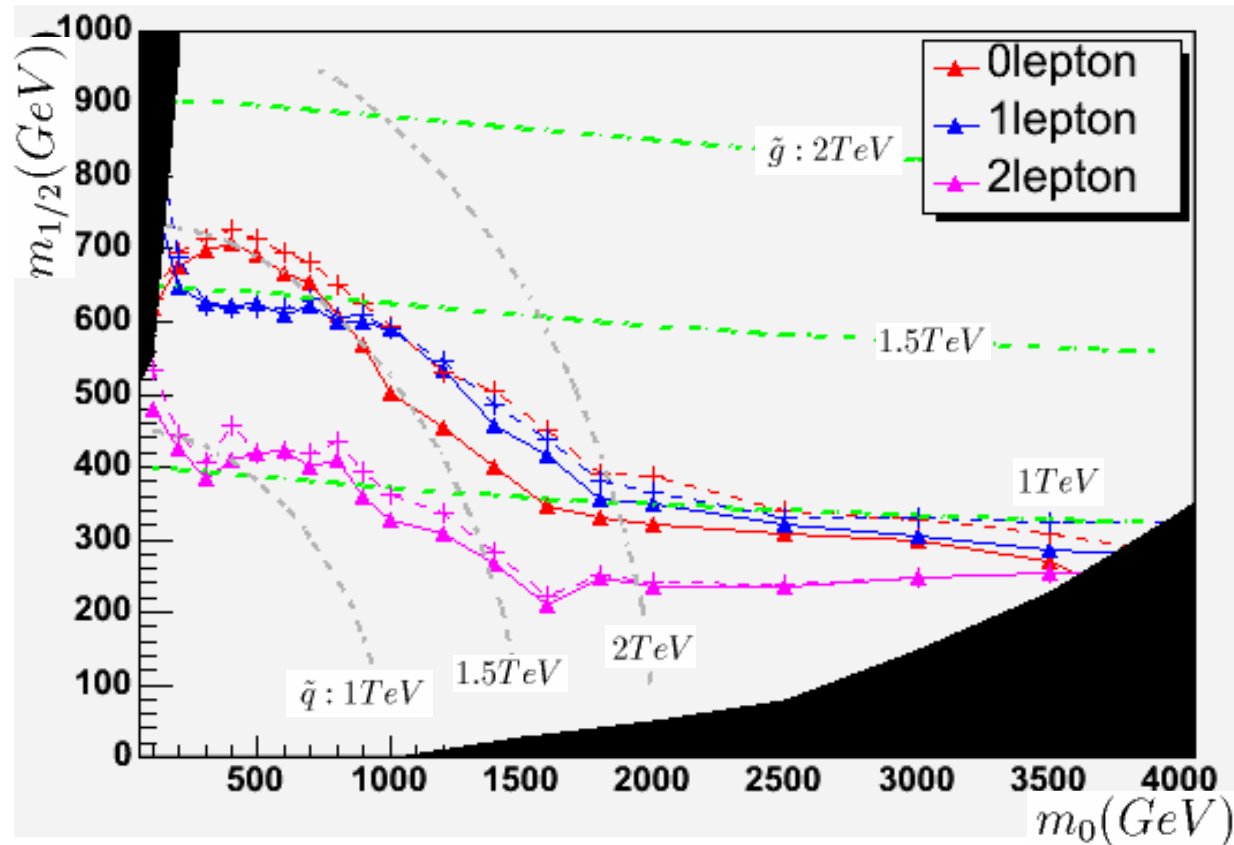
1 leptonモード



赤が1に近い領域

mSUGRAの発見能力2

- mEt Optimizationにより、mSUGRAの発見能力を再評価した。(破線はFull)



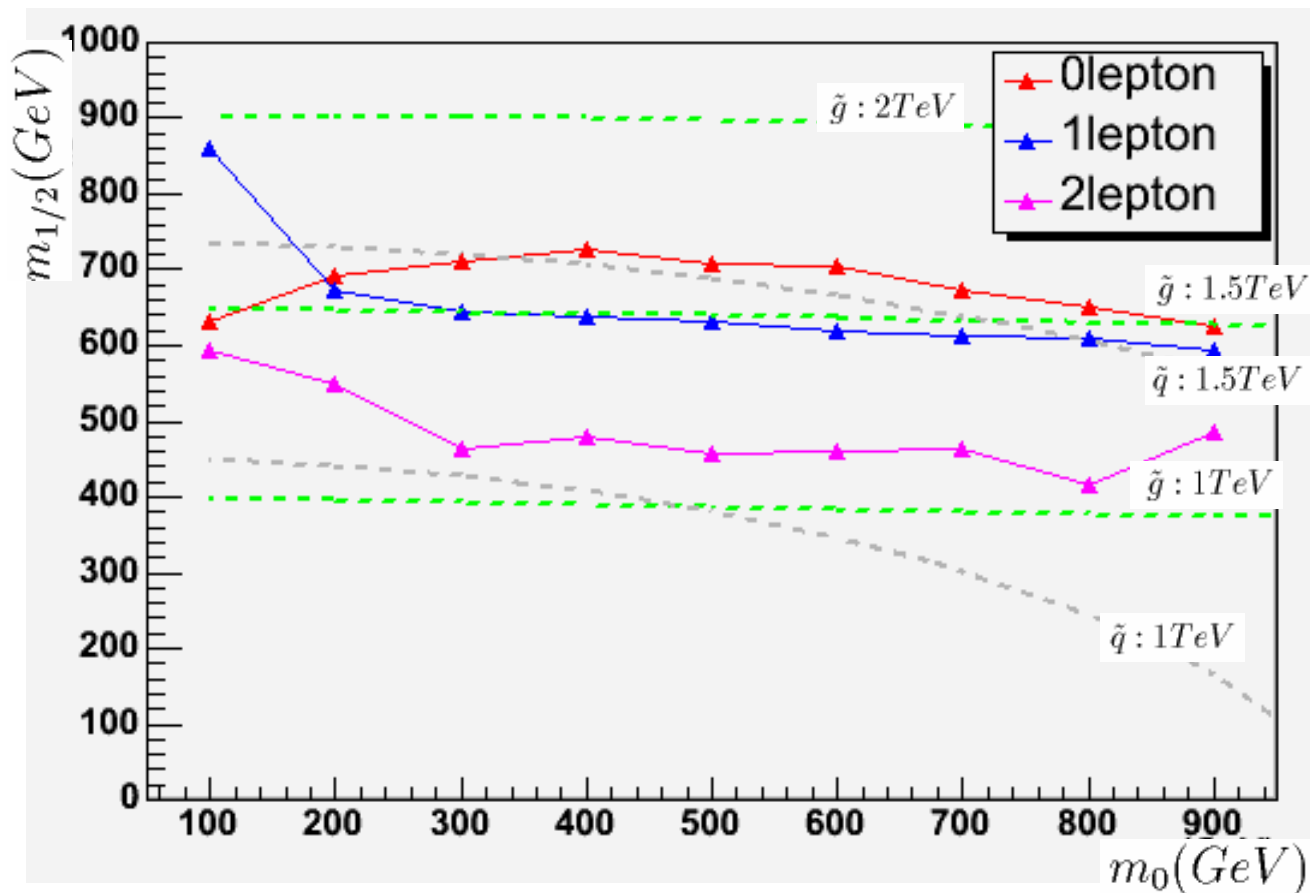
→ Discovery Reachはほとんど変わらない。

⇒ 以下では、mEt Optimizationを他のモデルにも適用する。

NUHMの発見能力

- mEt Optimizationを用いて、NUHMの発見能力を評価した。

1fb⁻¹

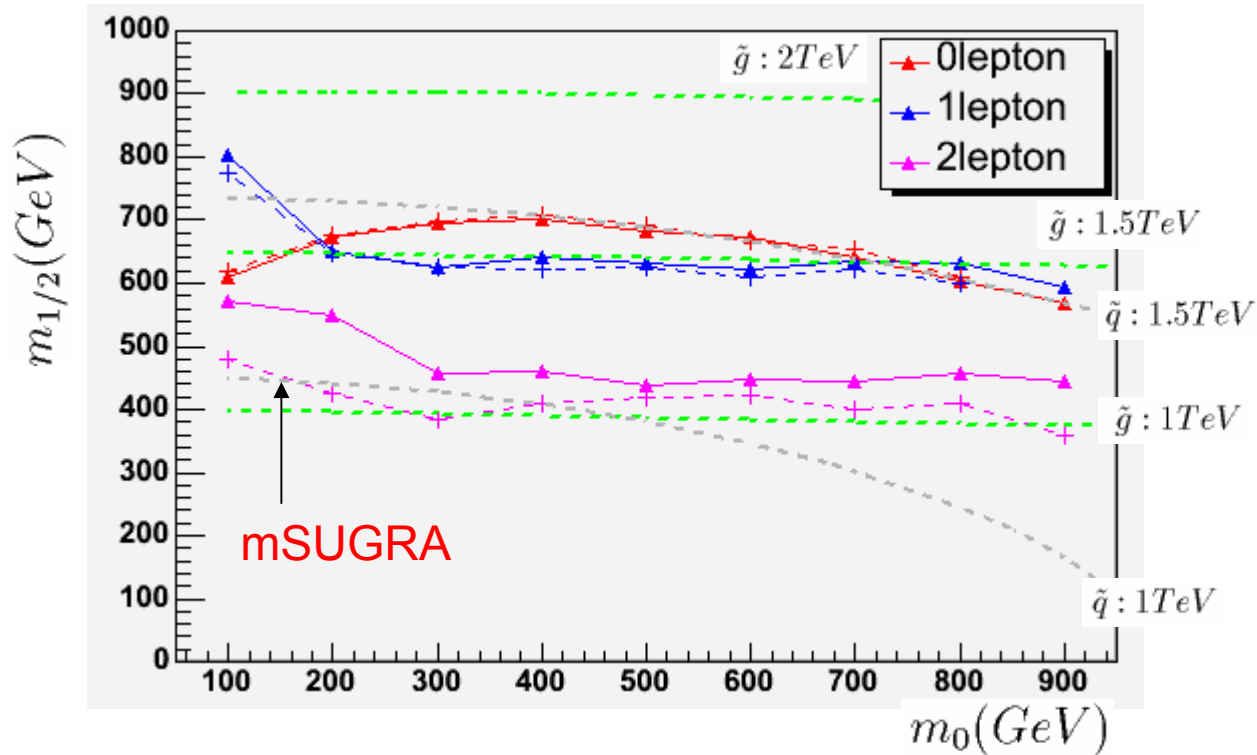


⇒mSUGRAと同程度の発見能力を持つ

1fb⁻¹で1.5TeV程度のsquark,gluinoが発見可能である。

NUHM と mSUGRA の比較

- mSUGRAのDiscovery Reach(破線)を重ねると



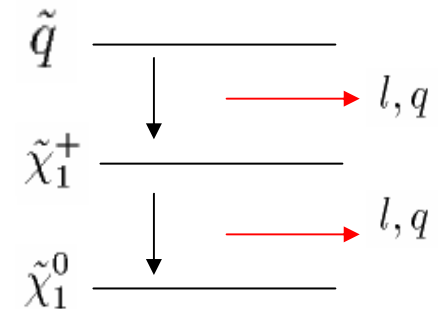
2leptonモードの発見能力がmSUGRAより、良くなっている

なぜなら、NUHMはHiggsinoが軽くなる

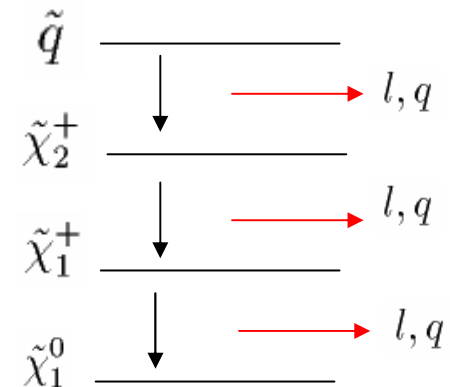
→ 重いgauginoにWino成分が混ざる

⇒ 崩壊の段数が増え、レプトンが増える

mSUGRA

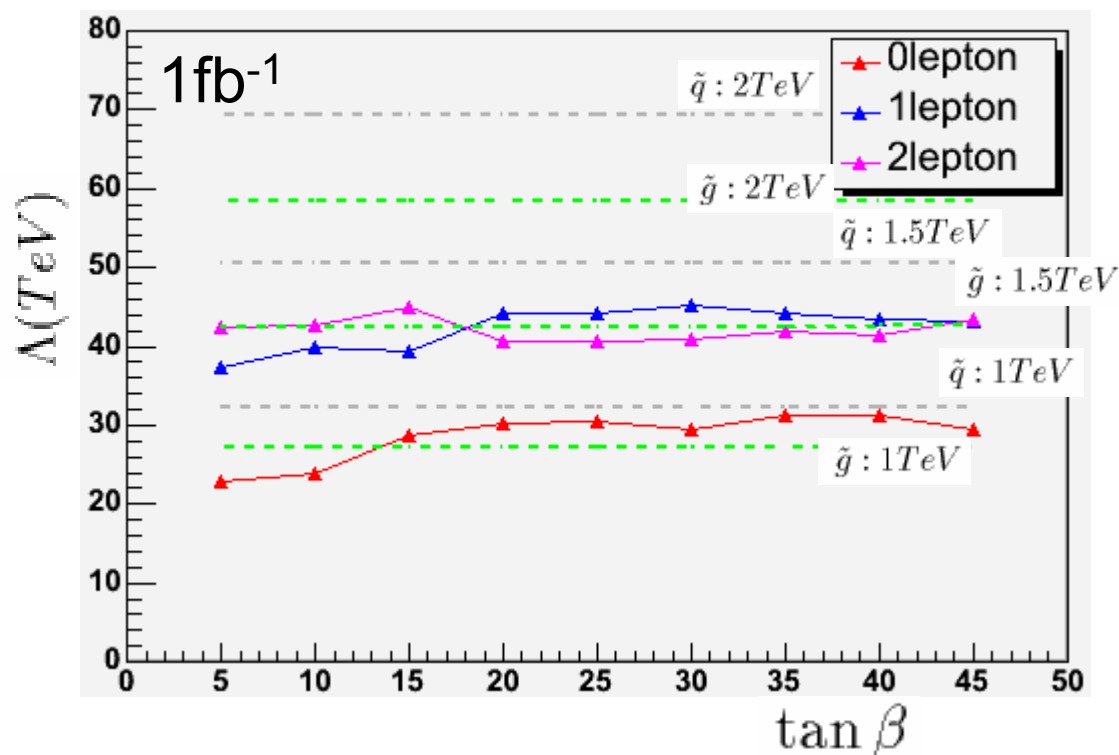


NUHM



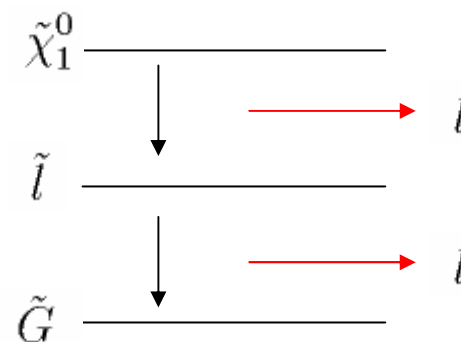
GMSBの発見能力

- mEt Optimizationを用いて、GMSBの発見能力を評価した。



GMSBでは2レプトンモードの
発見能力が高い

GMSB (sleptonがNLSPである場合)
はSUGRAに比べて放出される
leptonがかなり多い(下図)



mEt Optimization

⇒ 1fb^{-1} でおおよそ1.5TeV程度までのgluino,squarkが発見可能

Summary

- シンプルな最適化の方法として、mEt Optimizationが有効である。
- mET Optimizationを各超対称性モデルに適用した結果、
mSUGRAは、 **0.1fb^{-1}** で**1TeV程度**のmass scaleまで発見可能
 1fb^{-1} で**1.5TeV程度**のmass scaleまで発見可能
 10fb^{-1} で**2TeV程度**のmass scaleまで発見可能
NUHM,GMSBの発見能力も同程度である
ことが分かった。
- 今後はAMSBなどの他のモデルの発見能力も評価していきたい。

backup

バックグラウンドの系統誤差を含めた 発見能力

- バックグラウンドを2倍にして、発見能力を評価した。(破線はエラーなし)

