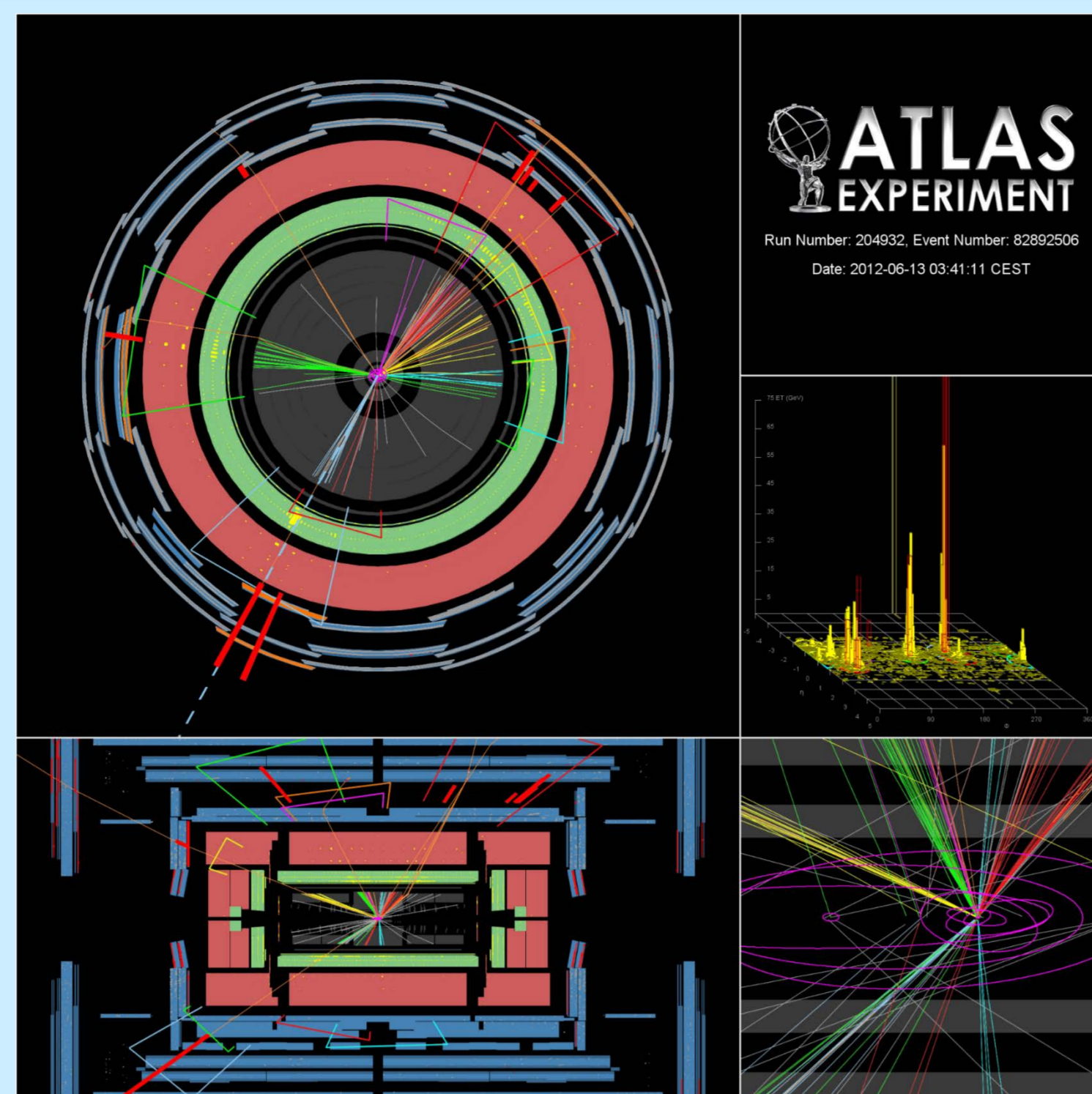
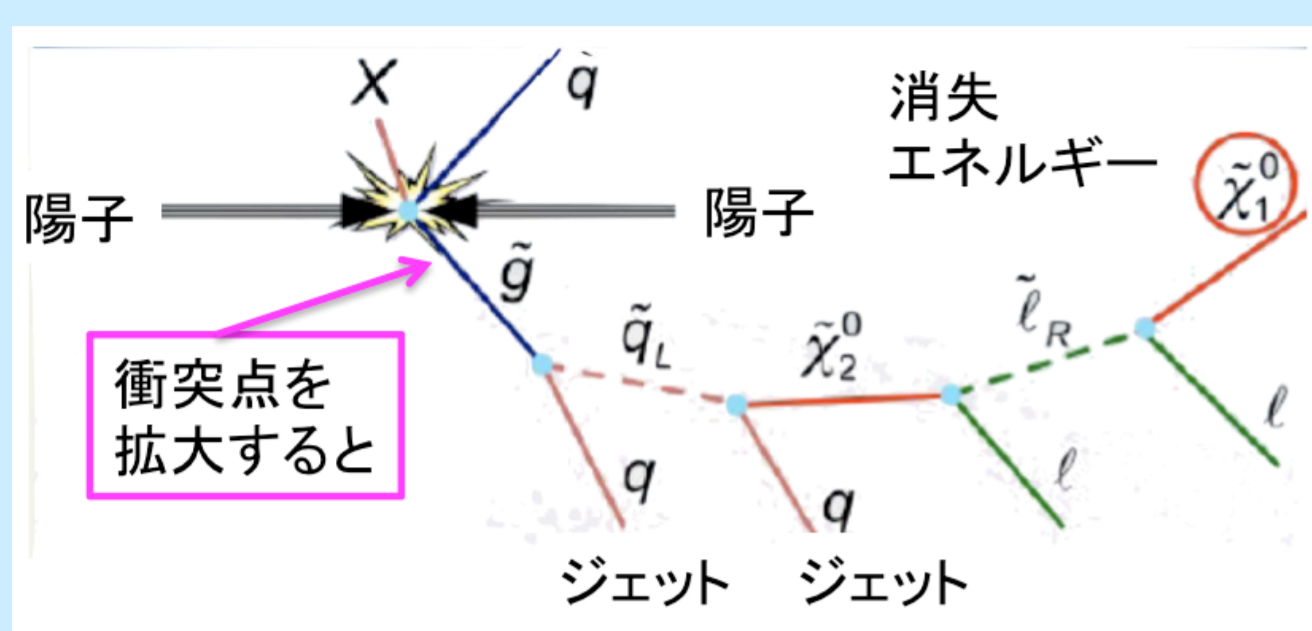


# 2015年夏までの成果: 超対称性(SUSY)粒子の探索

## ATLASによる超対称性粒子探索の現状



LHCにおける典型的な信号の例  
高エネルギーの複数ジェット及び  
消失エネルギーを伴う

大きな消失エネルギー(413GeV)をもつ4b事象の例

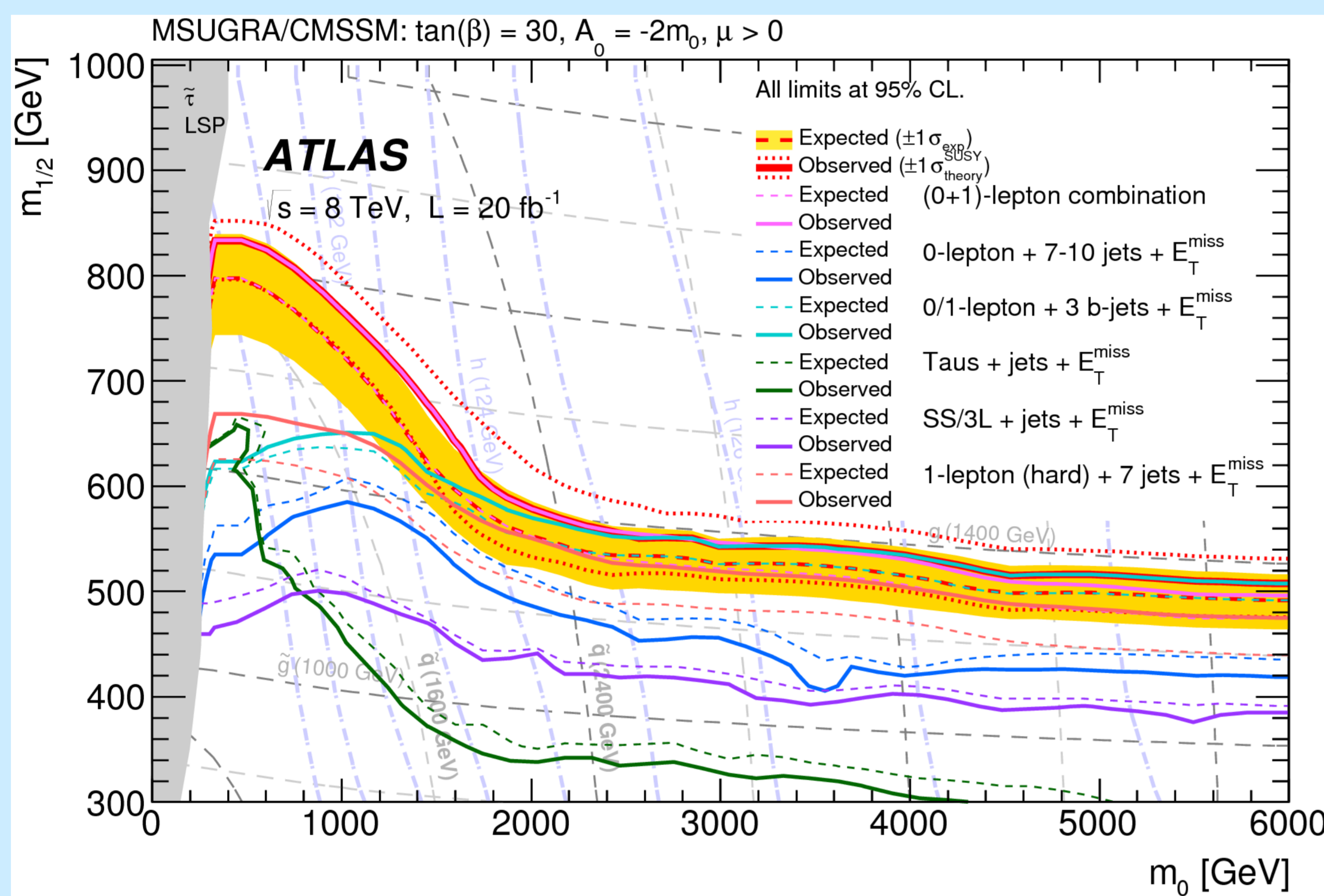
超対称性粒子が存在すると標準理論の不完全な点を解決できる:

- ヒッグス粒子質量の不安定性の解決
- 3つの力(強・弱・電磁)の統一が可能になる
- 宇宙の暗黒物質(23%)の有力候補になる

これらの解決のためには、超対称性粒子は1 TeV付近に存在するはずである。LHC実験で発見されると期待されている。

2011,2012年に行われた重心系エネルギー7, 8 TeVでの陽子・陽子衝突実験では、約50種類におよぶSUSY粒子の特徴をもつ生成および崩壊モードを使ってSUSY粒子を探索したが、いまだ存在の兆候はない。

## SUSY粒子探索のまとめ(2015.7現在)



探索例: mSUGRAモデルにおいてtanβ=30の点を解析した結果

Model	$\epsilon, \mu, \tau, \gamma$	Jets	$E_T^{miss}$	$L/\mathcal{L}(fb^{-1})$	Mass limit	Reference
MSUGRA/CMSSM	0-3	1-2	2-10	jets 3	Yes 20.3	1507.0525
$\tilde{g}, \tilde{q} \rightarrow \tilde{g} \tilde{q}$	0	2-4	jets	Yes 20.3	1407.7075	1507.0525
$\tilde{g}, \tilde{q} \rightarrow \tilde{g} \tilde{q}$ (compressed)	0	2-4	jets	Yes 20.3	100-440 GeV	1503.0290
$\tilde{g}, \tilde{q} \rightarrow \tilde{g} \tilde{q}$ (compressed)	2	$e, \mu$ (off-Z)	2 jets	Yes 20.3	780 GeV	1407.7075
$\tilde{g}, \tilde{q} \rightarrow \tilde{g} \tilde{q}$ (compressed)	0	2-4	jets	Yes 20.3	1.33 TeV	1507.0525
$\tilde{g}, \tilde{q} \rightarrow \tilde{g} \tilde{q}$ (compressed)	0	1-1	2-6 jets	Yes 20	1.26 TeV	1501.0305
$\tilde{g}, \tilde{q} \rightarrow \tilde{g} \tilde{q}$ (compressed)	2	$e, \mu$	0-3 jets	Yes 20.3	1.26 TeV	1407.6800
GMSB (f NLSIP)	1-2	0-1	0-2 jets	Yes 20.3	1.6 TeV	1507.0549
GGM (bino NLSIP)	2	$\gamma$	-	Yes 20.3	1.26 TeV	1507.0549
GGM (higgsino-bino NLSIP)	7	1-1	Yes 20.3	1.3 TeV	1507.0549	
GGM (higgsino-bino NLSIP)	7	2 jets	Yes 20.3	1.3 TeV	1507.0549	
GGM (higgsino NLSIP)	2	$e, \mu$ (Z)	2 jets	Yes 20.3	850 GeV	1503.0290
Gravitino LSP	0	mono-jet	Yes 20.3	865 GeV	1502.0118	

緑: 除外されたSUSY粒子の質量範囲 [TeV]

## pMSSMモデルによるSUSY探索のまとめ

最近のアトラス論文 JHEP 10(2015)134 (2015.10.21)より

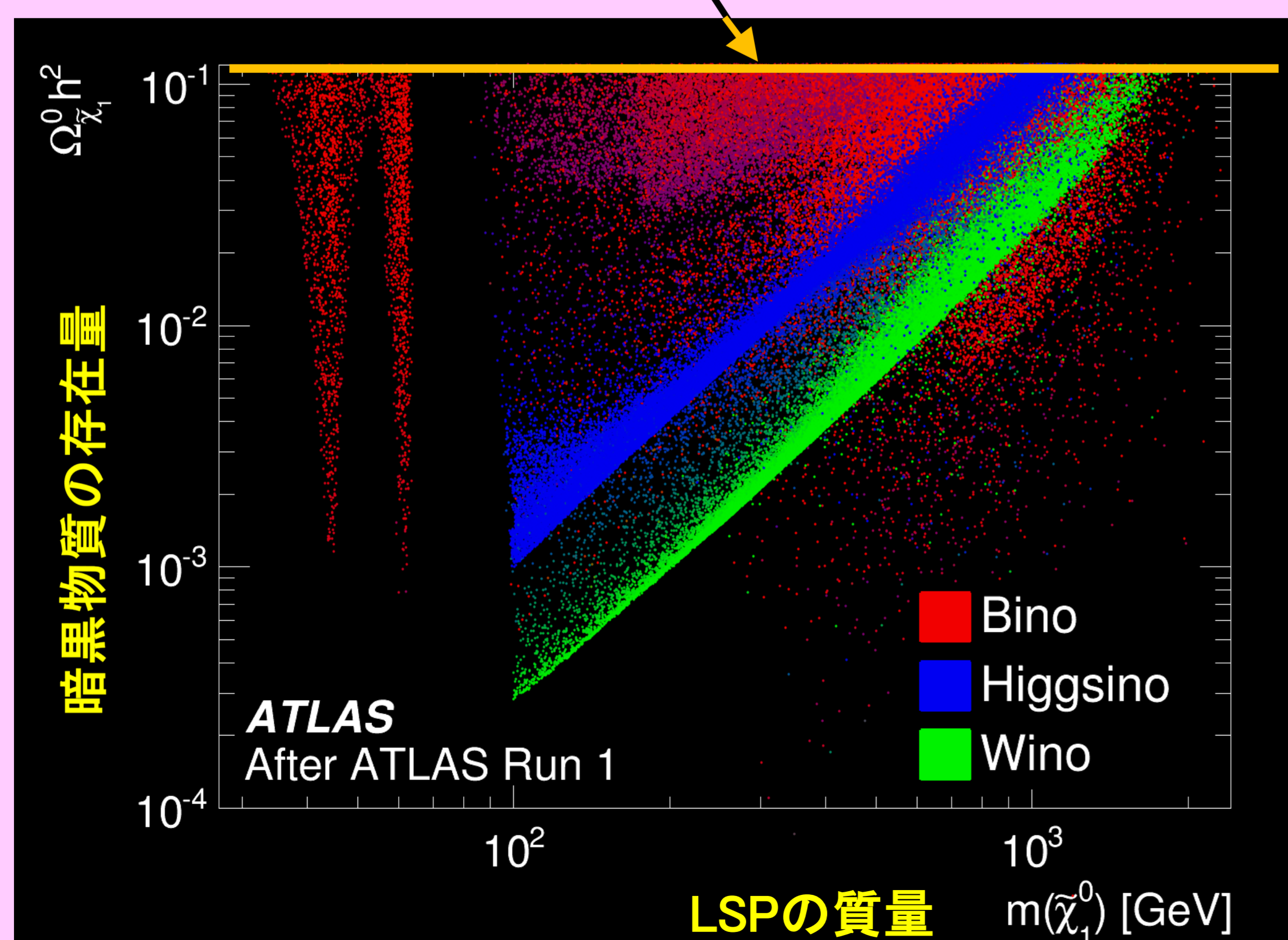
超対称性モデルにはフリーパラメーターが100個以上もある。pMSSM (pはphenomenologicalの略)モデルでは、Rパリティの保存、(小林・益川行列以外の)CPの保存、FCNCが無いなどの5条件を課すことでパラメーター数は19個に減る。最も軽いSUSY粒子をLSP(Lightest SUSY Particle)と呼び、宇宙に存在する暗黒物質の候補である。どのようなパラメーターセットが残っているかを以下の方法で調査した:

- (1) SUSY粒子の質量の上限を4 TeVとして、5億点の19個のパラメーターセットをランダムに抽出する。
- (2) 次にg-2値やpパラメーター、b→sγ分岐比、LHC実験によるヒッグス粒子の質量やB<sub>s</sub>→μ<sup>+</sup>μ<sup>-</sup>分岐比などを満たすかどうか調べる。
- (3) 生き残った約30万点(左図)について、アトラス実験による22種のSUSY探索結果によって棄却されるかどうかを判定する。

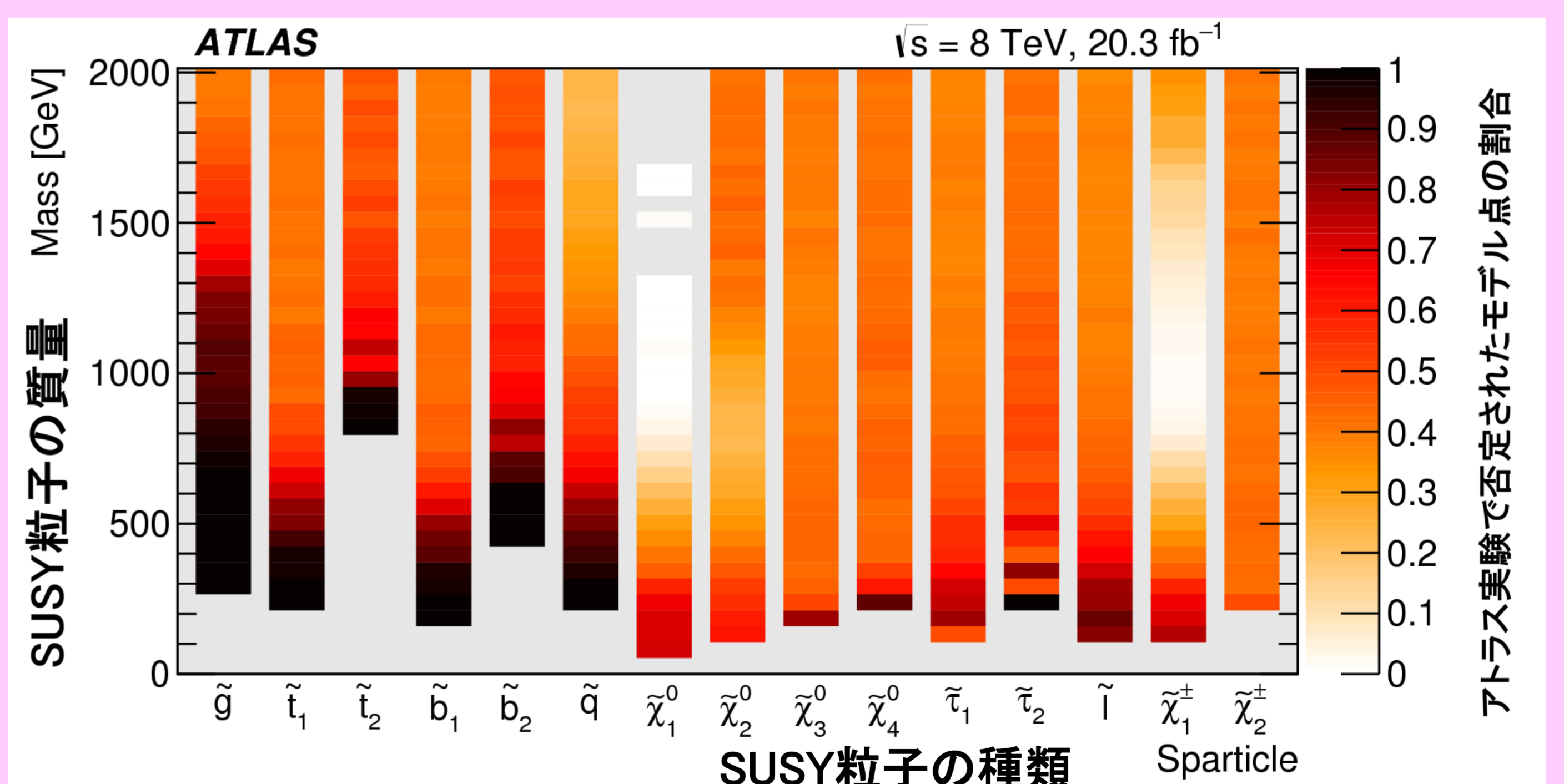
左図: 生き残ったパラメータ点をLSP( $\tilde{\chi}_1^0$ )の質量と暗黒物質の宇宙での存在量( $\Omega h^2$ )の2次元プロットに表示している。

右図: アトラス実験のSUSY探索結果によってpMSSMモデルで可能だった点がどれほど否定されたかを示している。

オレンジ線 = プランク衛星による宇宙背景マイクロ波の観測で得られた暗黒物質の存在量 ( $\Omega_{CDM} h^2 = 0.1188 \pm 0.0010$ )



アトラス実験の結果を入れた後もSUSY粒子の存在が可能な点 (Bino, Higgsino, Winoはそれぞれ  $\gamma$ , Higgs, W/Zの超対称パートナー名)



アトラス実験のSUSY探索によって狭まった各種SUSY粒子の質量の範囲  
黒色: ほぼすべてのモデル点が棄却された  
赤色: 約半数のモデル点が棄却された  
白色: 存在の可能性が残っている