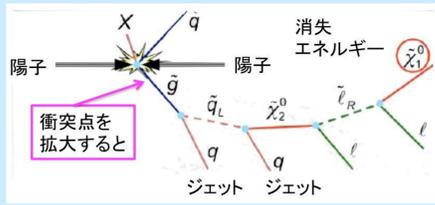


2016年夏までの成果:標準理論を超える新粒子の探索(その1)

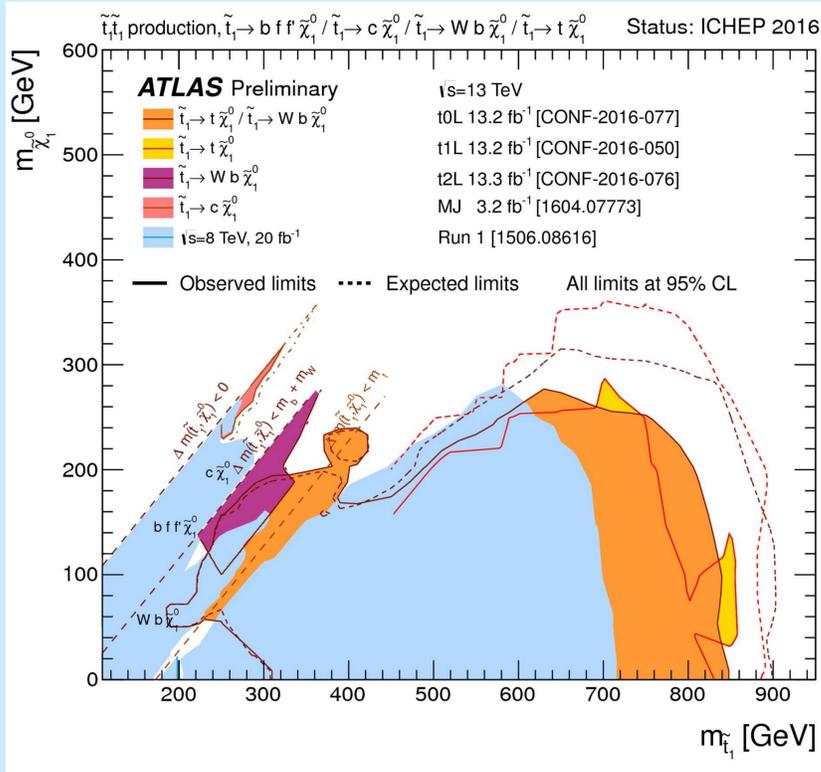
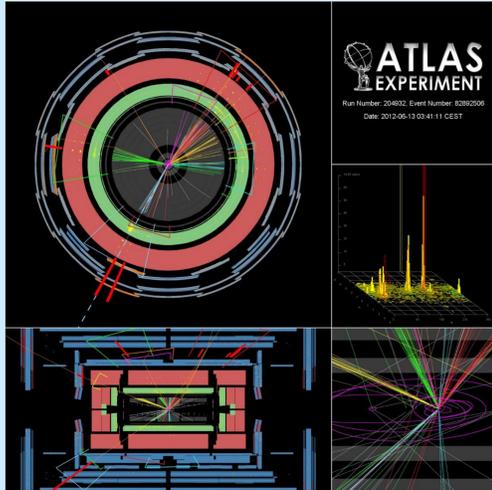
[1] 超対称性粒子の探索



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

(右図) 大きな消失エネルギー
(413GeV)をもつ4b事象の例

(下図) 探索パラメータの棄却領域



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付近に存在する可能性が高く、LHC実験で発見されると期待されている。

2015,2016年に行われた重心系エネルギー13 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。

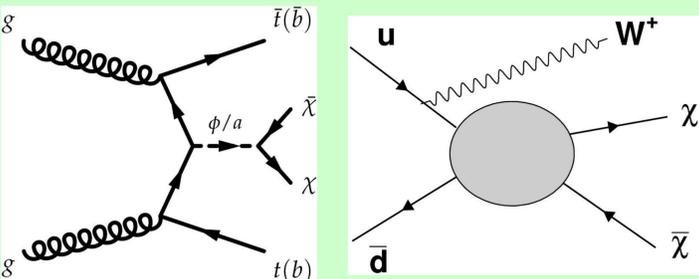
SUSY粒子探索のまとめ(2016.8現在)

ATLAS SUSY Searches* - 95% CL Lower Limits						ATLAS Preliminary	
Status: August 2016						sqrt(s) = 7, 8, 13 TeV	
Model	ε, μ, τ, γ	Jets	E ^{miss}	[L d/(fb ⁻¹)]	Mass limit	Reference	
Inclusive Searches	MSUGRA/CMSSM	0-3 e, μ/1-2 τ	2-10 jets/3 b	Yes	20.3	1.85 TeV	
	qq, q → qq ⁰	mono-jet	1-3 jets	Yes	3.2	608 GeV	
	qq, q → qq ⁰ (compressed)	0	2-6 jets	Yes	13.3	1.86 TeV	
	gg, g → gg ⁰	0	2-6 jets	Yes	13.3	1.83 TeV	
	gg, g → gg ⁰ (compressed)	0	2-6 jets	Yes	13.3	1.7 TeV	
	gg, g → gg ⁰ (compressed)	3 e, μ	4 jets	Yes	13.2	1.8 TeV	
	gg, g → gg ⁰ (compressed)	2 e, μ (SS)	0-3 jets	Yes	13.2	1.8 TeV	
	GMSB (f NLSB)	1-2 τ + 0-1 e	0-2 jets	Yes	3.2	2.0 TeV	
	GGM (bino NLSB)	2 γ	-	Yes	3.2	1.65 TeV	
	GGM (higgsino-bino NLSB)	γ	1 b	Yes	20.3	1.37 TeV	
	GGM (higgsino-bino NLSB)	γ	2 jets	Yes	13.3	1.8 TeV	
	GGM (higgsino NLSB)	2 e, μ (Z)	2 jets	Yes	20.3	900 GeV	
	Gravitino LSP	0	mono-jet	Yes	20.3	865 GeV	
3rd gen. squarks	gg, g → bb ⁰	0	3 b	Yes	14.8	1.89 TeV	
	gg, g → tt ⁰	0-1 e, μ	3 b	Yes	14.8	1.89 TeV	
	gg, g → tt ⁰	0-1 e, μ	3 b	Yes	20.1	1.37 TeV	
EW direct	b ₁ , b ₂ → bb ⁰	2 e, μ (SS)	1 b	Yes	3.2	840 GeV	
	b ₁ , b ₂ → tt ⁰	2 e, μ (SS)	1 b	Yes	13.2	325-685 GeV	
	t ₁ , t ₂ → tt ⁰	0-2 e, μ	1-2 b	Yes	4.7/13.3	17-170 GeV	
	t ₁ , t ₂ → tt ⁰ or tt ⁰	0-2 e, μ	0-2 jets/2 b	Yes	4.7/13.3	90-198 GeV	
	t ₁ , t ₂ → tt ⁰ or tt ⁰	0	mono-jet	Yes	3.2	90-323 GeV	
	t ₁ , t ₂ (natural GMSB)	2 e, μ (Z)	1 b	Yes	20.3	150-600 GeV	
	t ₁ , t ₂ → tt ⁰ + Z	3 e, μ (Z)	1 b	Yes	13.3	290-700 GeV	
	t ₁ , t ₂ → tt ⁰ + b	1 e, μ	6 jets + 2 b	Yes	20.3	320-620 GeV	
EW	t ₁ , t ₂ , b ₁ , b ₂ → tt ⁰	2 e, μ	0	Yes	20.3	90-335 GeV	
	t ₁ , t ₂ , b ₁ , b ₂ → tt ⁰	2 e, μ	0	Yes	20.3	140-475 GeV	
	t ₁ , t ₂ , b ₁ , b ₂ → tt ⁰	2 τ	-	Yes	20.3	355 GeV	
	t ₁ , t ₂ , b ₁ , b ₂ → tt ⁰	3 e, μ	0	Yes	20.3	715 GeV	
	t ₁ , t ₂ , b ₁ , b ₂ → tt ⁰	2-3 e, μ	0-2 jets	Yes	20.3	425 GeV	
	t ₁ , t ₂ , b ₁ , b ₂ → tt ⁰	4 e, μ	0	Yes	20.3	270 GeV	
	t ₁ , t ₂ , b ₁ , b ₂ → tt ⁰	4 e, μ	0	Yes	20.3	635 GeV	
	GGM (bino NLSB) weak prod.	1 e, μ + γ	-	Yes	20.3	115-370 GeV	
	GGM (bino NLSB) weak prod.	e + τ	-	Yes	20.3	590 GeV	
Long-lived particles	Direct t ₁ , t ₂ prod., long-lived t ₁	Disapp. trk	1 jet	Yes	20.3	270 GeV	
	Direct t ₁ , t ₂ prod., long-lived t ₁	dEdx trk	-	Yes	18.4	495 GeV	
	Stable, stopped t ₁ R-hadron	trk	0-1.5 jets	Yes	27.9	850 GeV	
	Metastable t ₁ R-hadron	dEdx trk	-	Yes	3.2	1.58 TeV	
	GMSB, stable t ₁ R-hadron	dEdx trk	-	Yes	19.1	537 GeV	
	GMSB, t ₁ → G, long-lived t ₁	2 γ	-	Yes	20.3	440 GeV	
	GGM t ₁ → G, long-lived t ₁	displ. vtx + jets	-	Yes	20.3	1.0 TeV	
	GGM t ₁ → G, long-lived t ₁	displ. vtx + jets	-	Yes	20.3	1.0 TeV	
RPV	LFV pp → t ₁ + X, t ₁ → qq/τμ	4 jets + μτ	-	Yes	3.2	1.9 TeV	
	Bilinear RPV CMSSM	2 e, μ (SS)	0-3 b	Yes	20.3	1.45 TeV	
	t ₁ , t ₂ , b ₁ , b ₂ → tt ⁰ + qq	4 e, μ	-	Yes	13.3	1.14 TeV	
	t ₁ , t ₂ , b ₁ , b ₂ → tt ⁰ + qq	3 e, μ + τ	-	Yes	20.3	450 GeV	
	gg, g → qq	0	4-5 large-R jets	Yes	14.8	1.08 TeV	
	gg, g → qq	0	4-5 large-R jets	Yes	14.8	1.55 TeV	
	gg, g → qq	2 e, μ (SS)	0-3 b	Yes	13.2	1.3 TeV	
	gg, g → qq	2 e, μ	0-2 jets + 2 b	Yes	15.4	410 GeV	
	t ₁ , t ₂ → tt ⁰	2 e, μ	2 b	Yes	20.3	850-510 GeV	
Other	Scalar charm, c → c ⁰	0	2 c	Yes	20.3	0.4-1.0 TeV	
	Scalar charm, c → c ⁰	0	2 c	Yes	20.3	510 GeV	

[2] 暗黒物質探索

宇宙の暗黒粒子をLHC実験で直接、生成し、検証する。(未発見)

超対称性粒子は、暗黒粒子 WIMP(χ) (Weakly Interacting Massive Particle)の有力候補である。他には、余剰次元モデルなどでも、暗黒粒子を预言する。



実験的には観測されない。(消失エネルギー)

χは、実験的には観測されないが、運動量保存則を利用して、見えない粒子の運動量(消失エネルギー)を推定する。

既存の良く分った物理事象を用いて、分布の正しさを証明する。

(右図) 上記左側の物理事象探索に於けるトップ対生成事象の検証。

