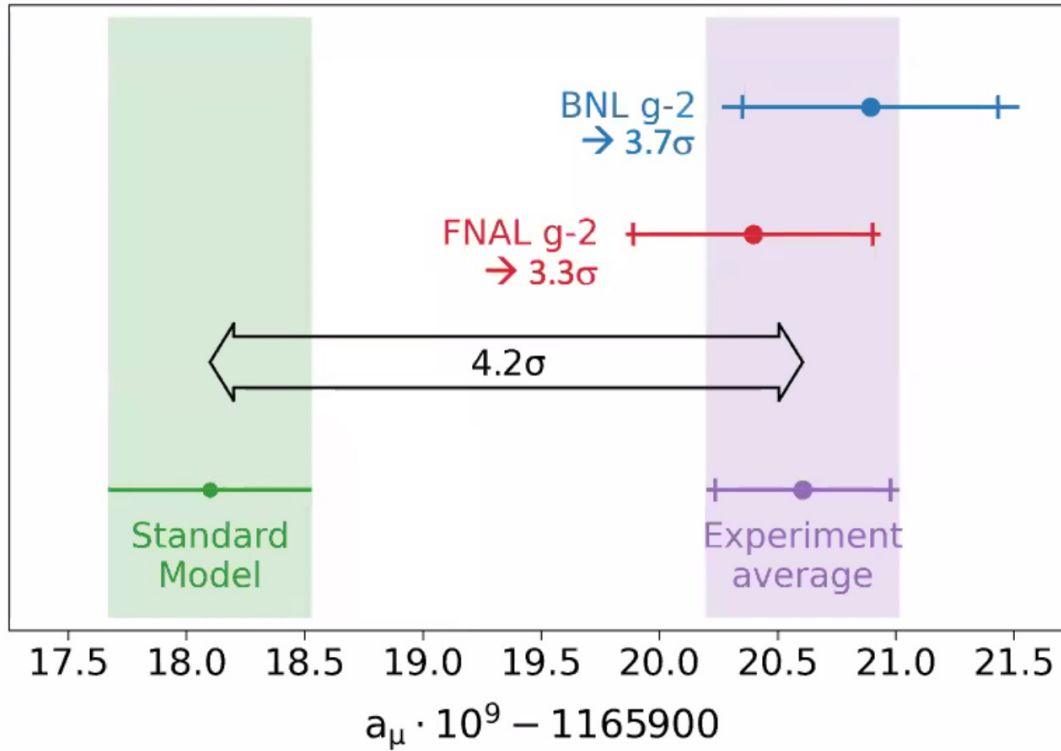


LHCで何をやるべきか？

結合の形
一意きまる g factor

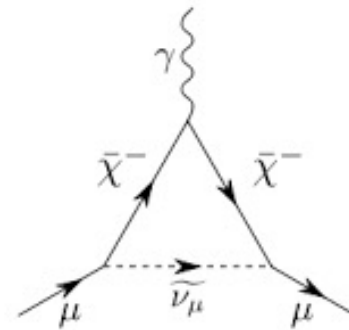
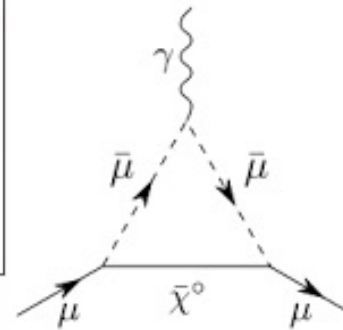


$$a_\mu(\text{SM}) = 0.00116591810(43) \rightarrow 368 \text{ ppb}$$



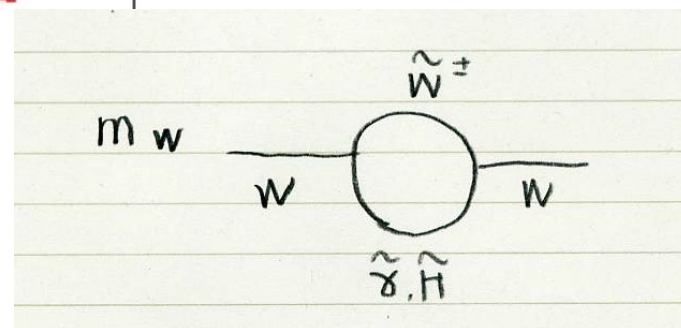
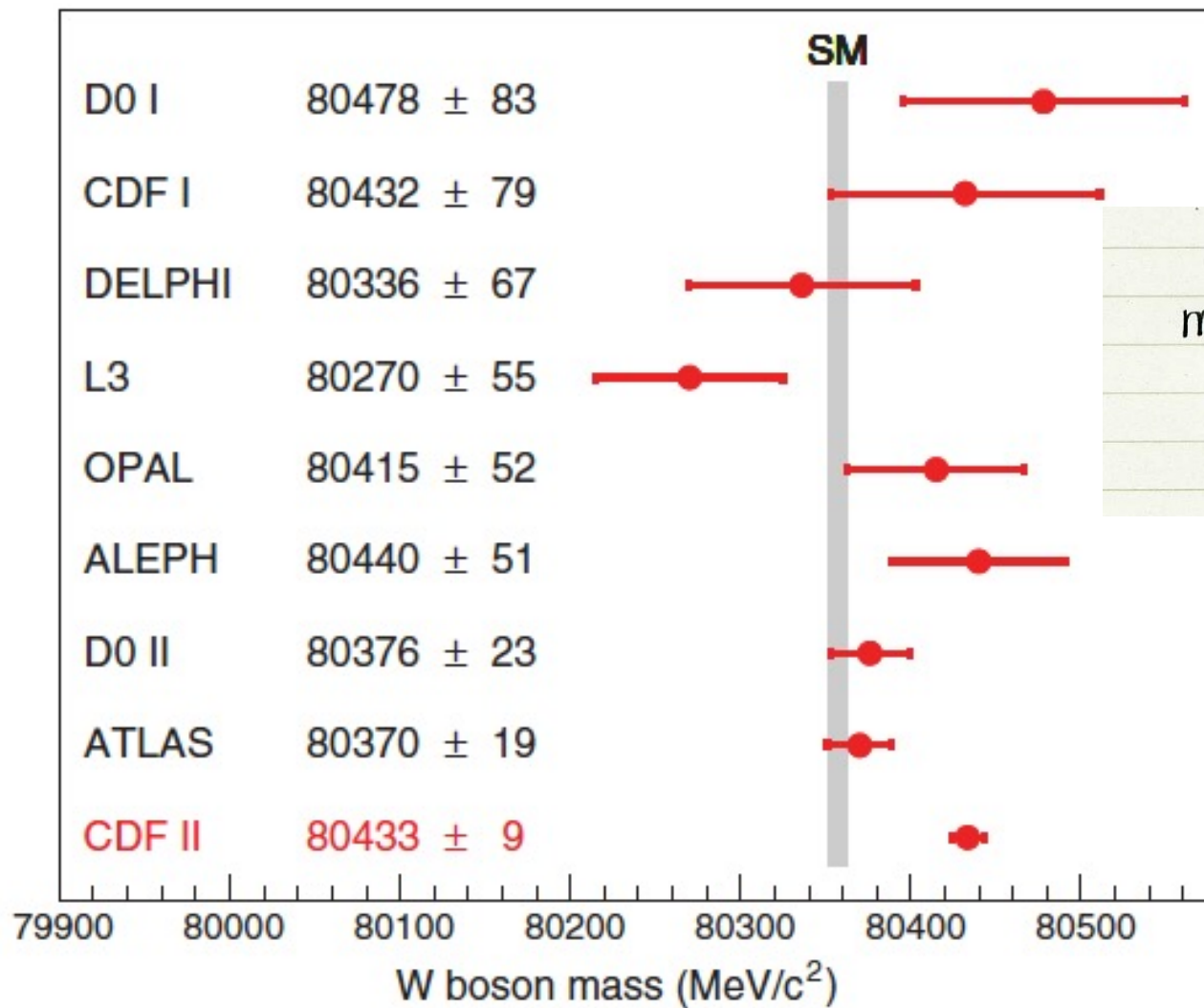
• Individual tension with SM

- BNL: 3.7σ
- FNAL: 3.3σ



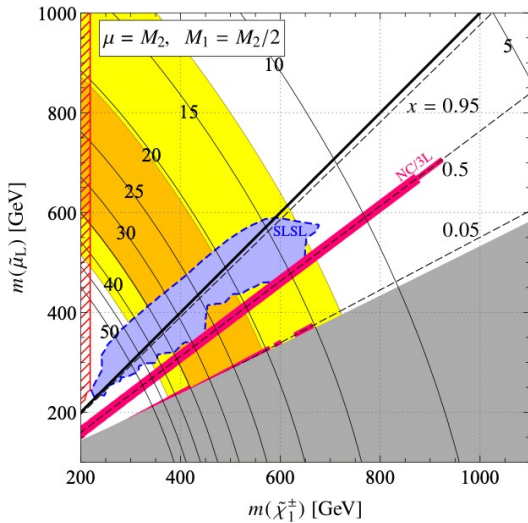
$$a_\mu(\text{Exp}) - a_\mu(\text{SM}) = 0.00000000251(59) \rightarrow 4.2\sigma$$

W粒子（弱い力を伝える光みたいな）がやっぱり重い

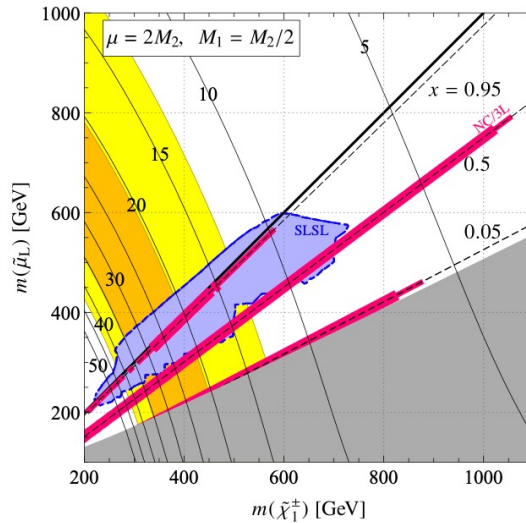


別のHiggs?

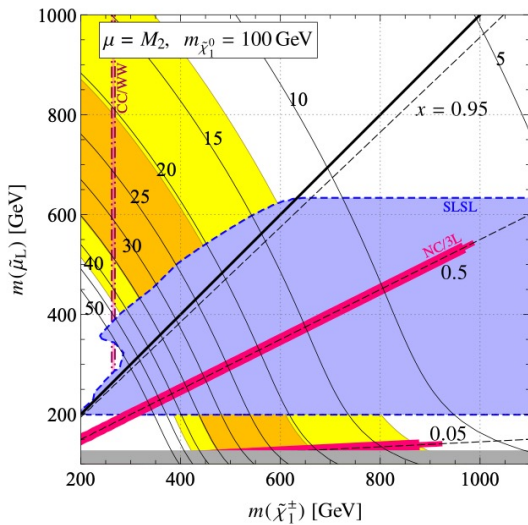
pMSSM $\not\Leftarrow$ M3 decouple / Msquark Mslepton decouple



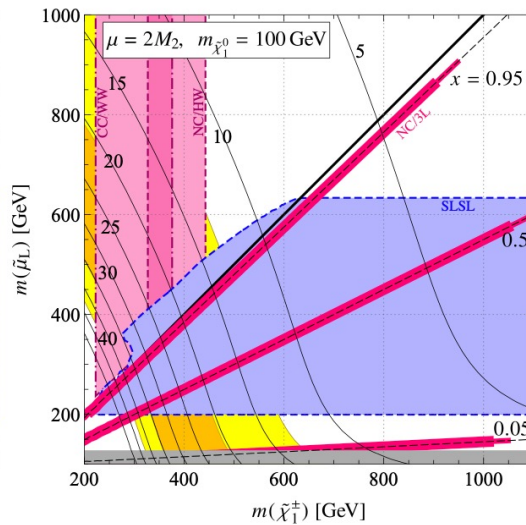
(A) $\mu = M_2, M_1 = M_2/2$



(B) $\mu = 2M_2, M_1 = M_2/2$



(C) $\mu = M_2, m_{\tilde{\chi}_1^0} = 100 \text{ GeV}$



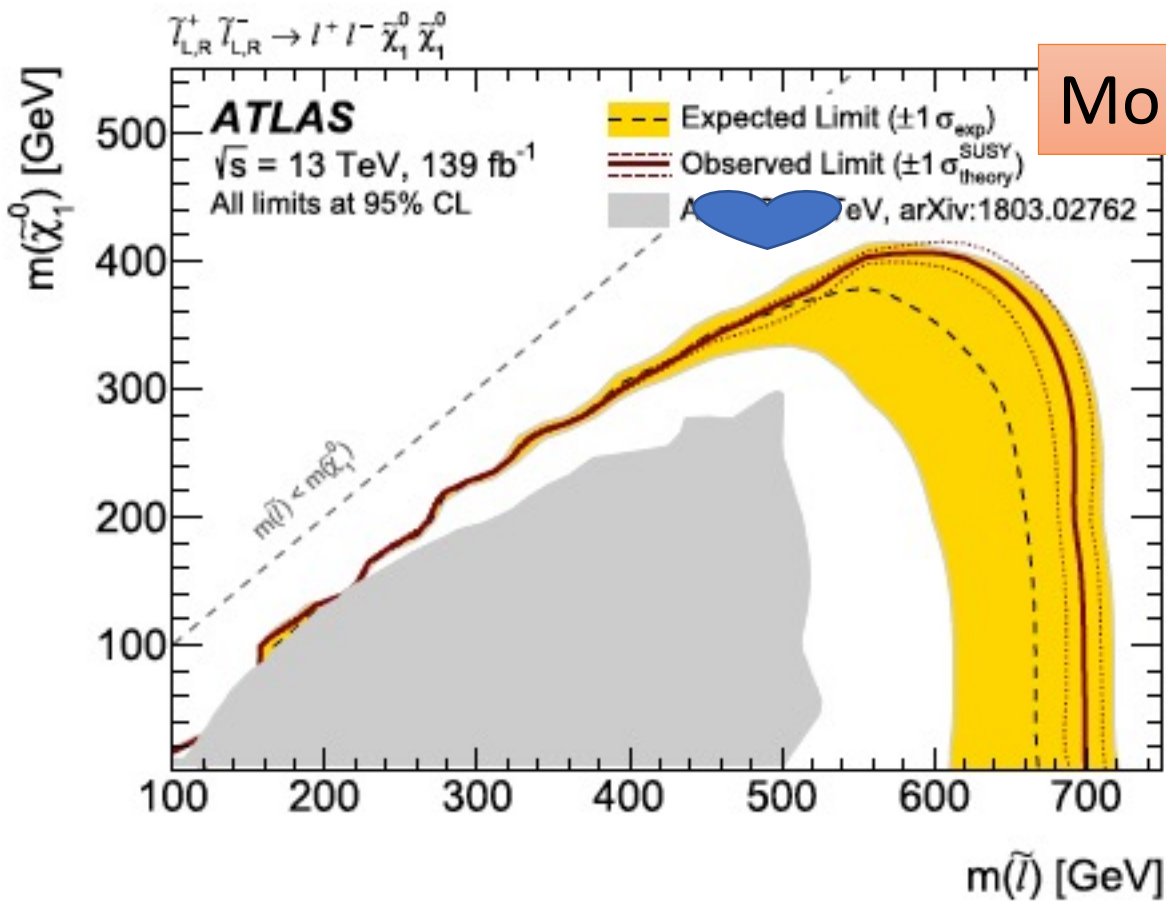
(D) $\mu = 2M_2, m_{\tilde{\chi}_1^0} = 100 \text{ GeV}$

1) Smuon 400-600 GeV
Bino-Like DM
 $\Delta M \sim 50 \text{ GeV}$

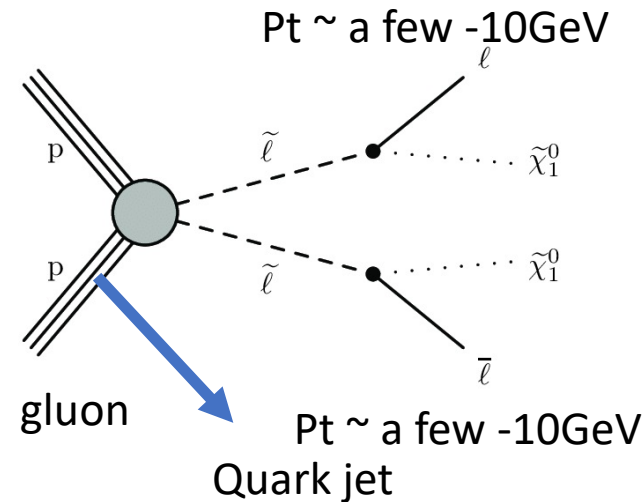
Co annihilation

2) Chargino 350-500 GeV
Neutralino $\Delta M \sim 100 \text{ GeV}$

Co annihilation

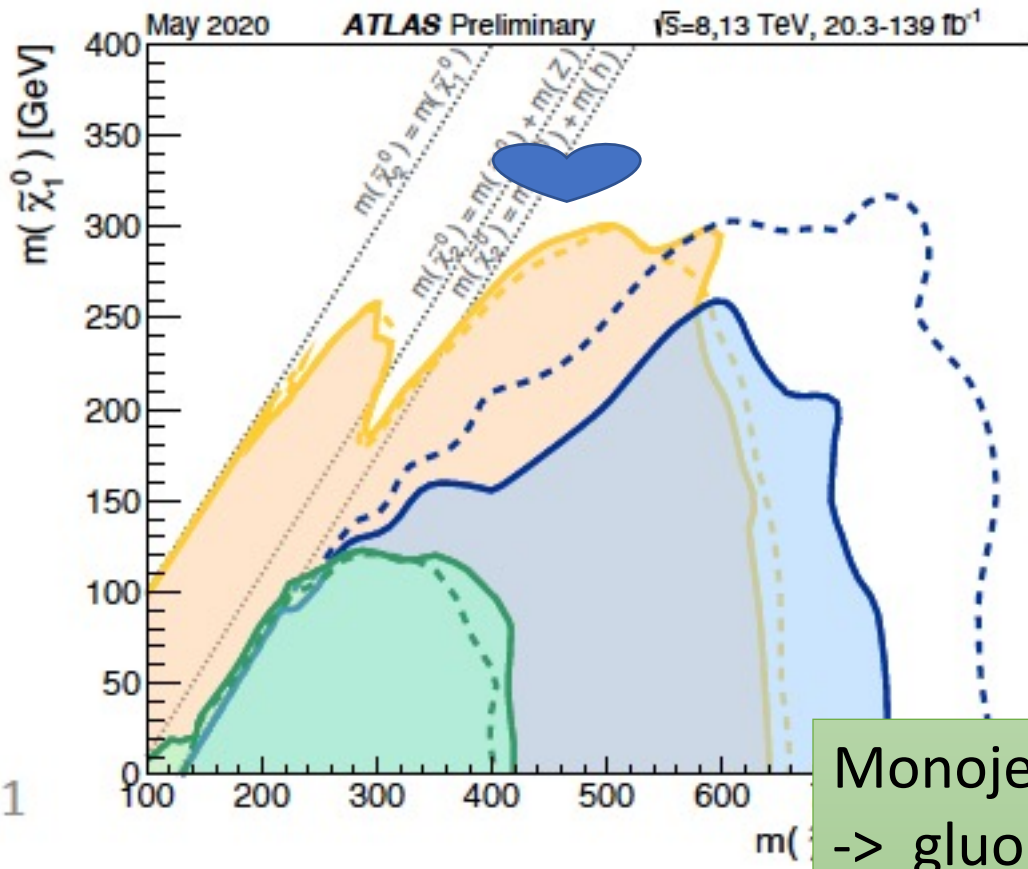


Monojet + soft e/mu ?



(c) $\tilde{l}\tilde{l}$ production

Monojet -> gluon でなくて quark jet (AI)
 soft lepton / muon electron ID < 10GeV
 soft track 再構成 → MET 配分 再構成



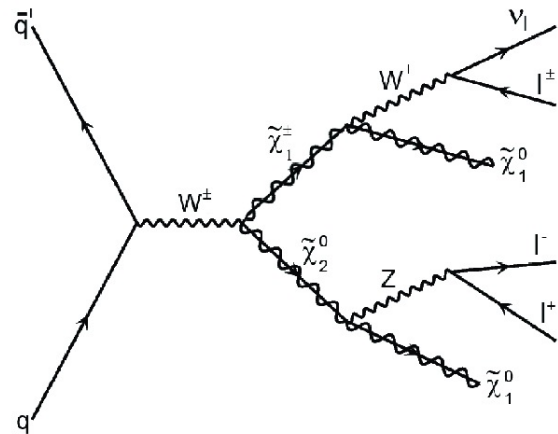
All limits at 95% CL

Monojet/Fdijet
+ soft e/mu ?

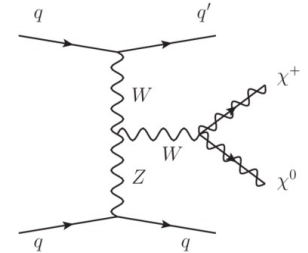
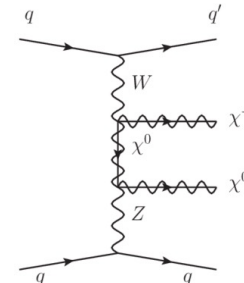
- $\tilde{\chi}_1^\pm$
- WZ** 2l, 3l
arXiv:1806.02293
arXiv:1911.12506
ATLAS-CONF-2020-015
- Wh lbb, $\gamma\gamma$, 3l**
arXiv:2004.10894
arXiv:1909.09226
ATLAS-CONF-2020-015
- $\tilde{\chi}_1^+ \tilde{\chi}_1^-$ via
MM 2l

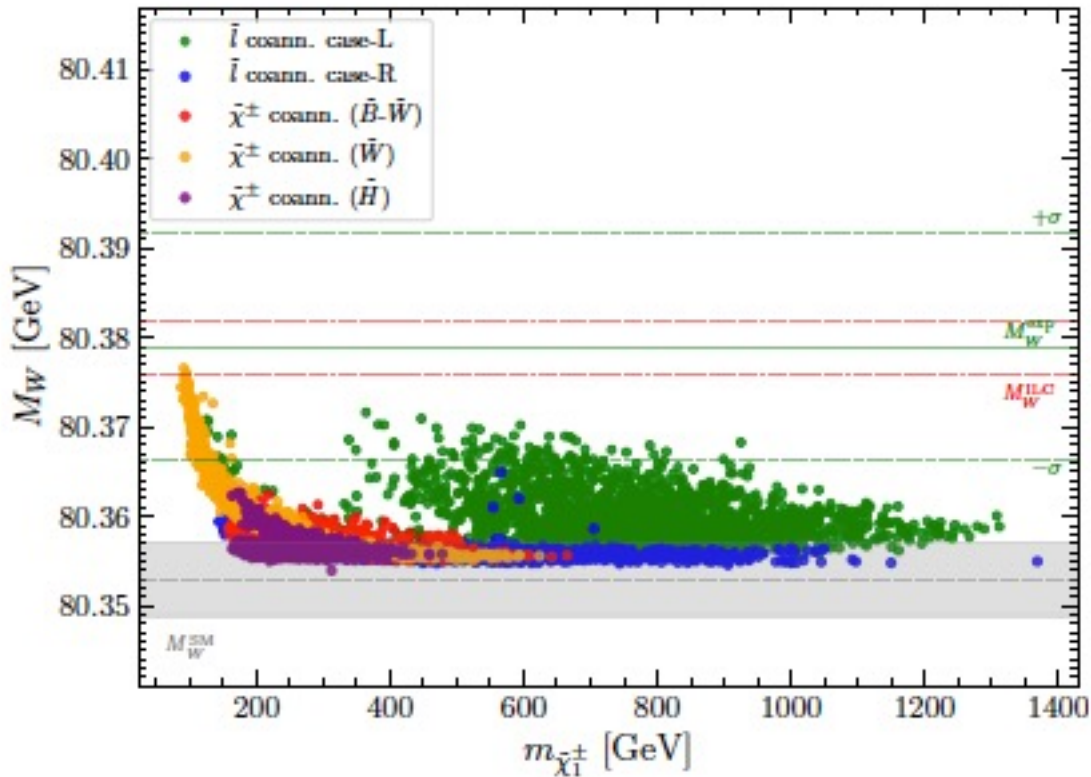
Monojet / VBF

-> gluon ではなくて quark jet (AI)
soft lepton / muon electron ID < 10GeV



Full MEで出来ない?
OFF-Shell まで全部
いれて





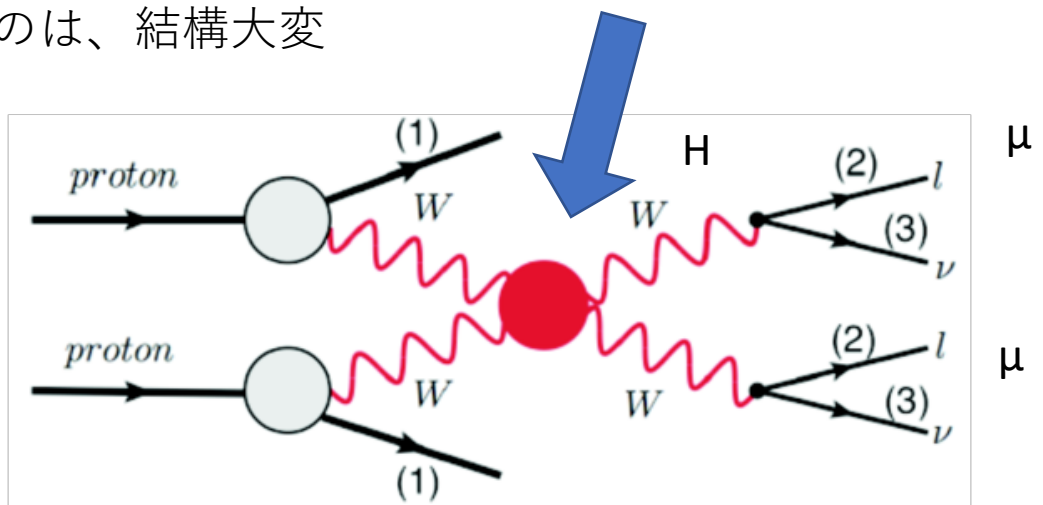
- 1) NMSSM
- 2) VBF + $\mu\mu X$

Wを重くするのは、結構大変

2HD+SUSY(SUSYは2HD)

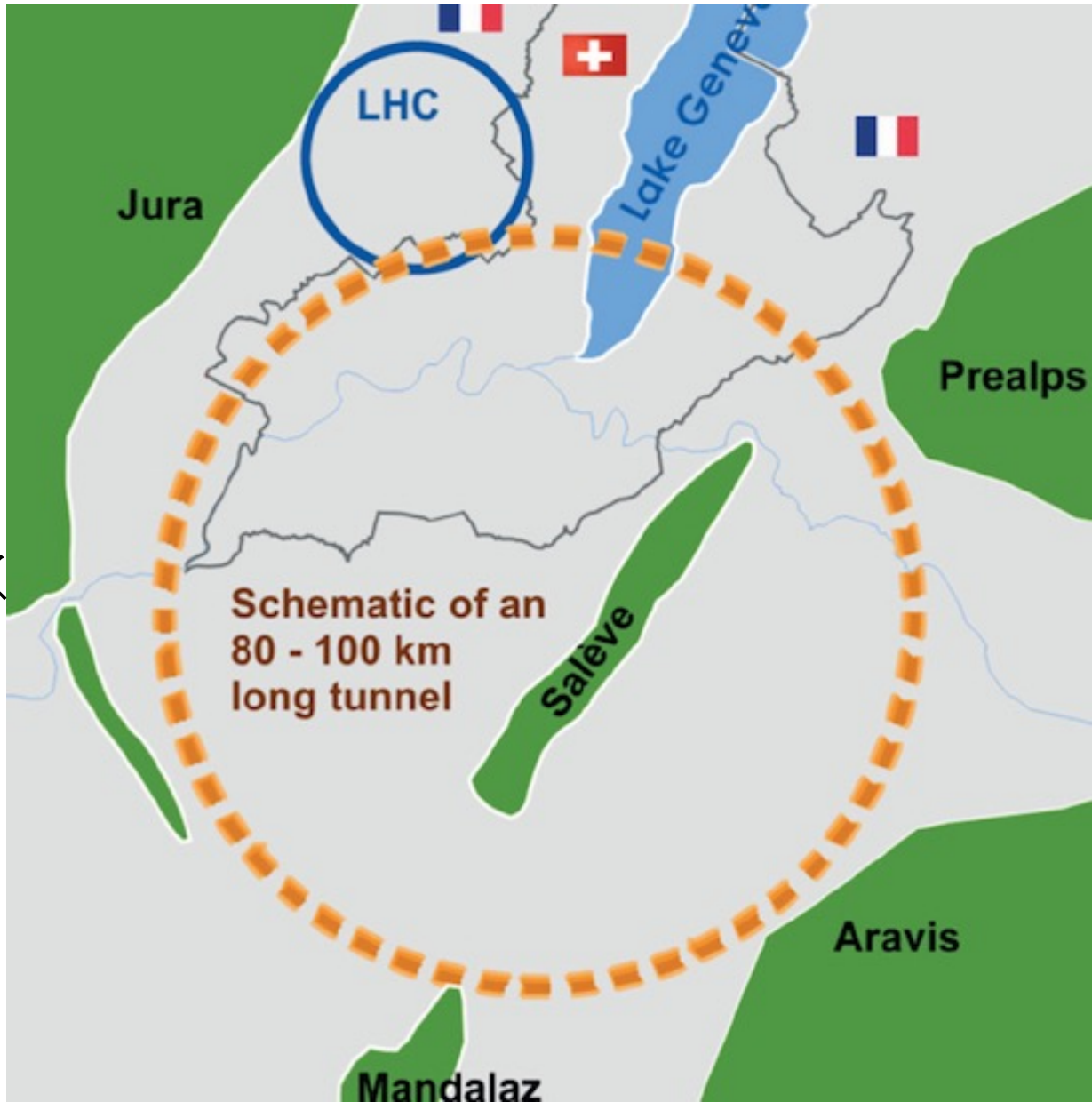
簡単な2HDでなくて
→ muon との結合
の強さ

NMSSM



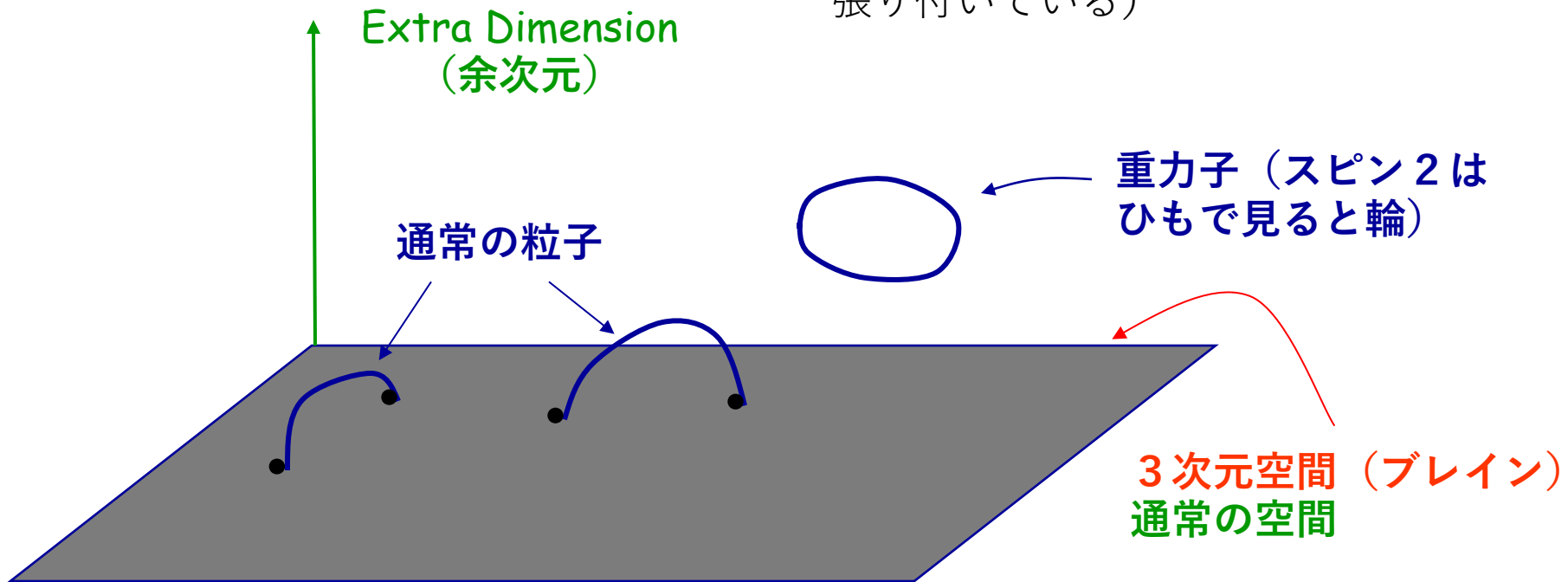
FCC

アイデア
論文を書く



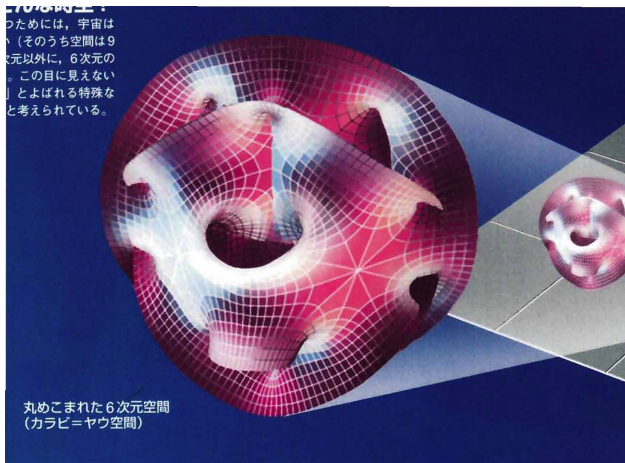
「余剰次元とブレイン理論」

膜に張り付いた人生 (空間は9次元 (ヒモ理論)
我々はその中の3次元の膜に
張り付いている)



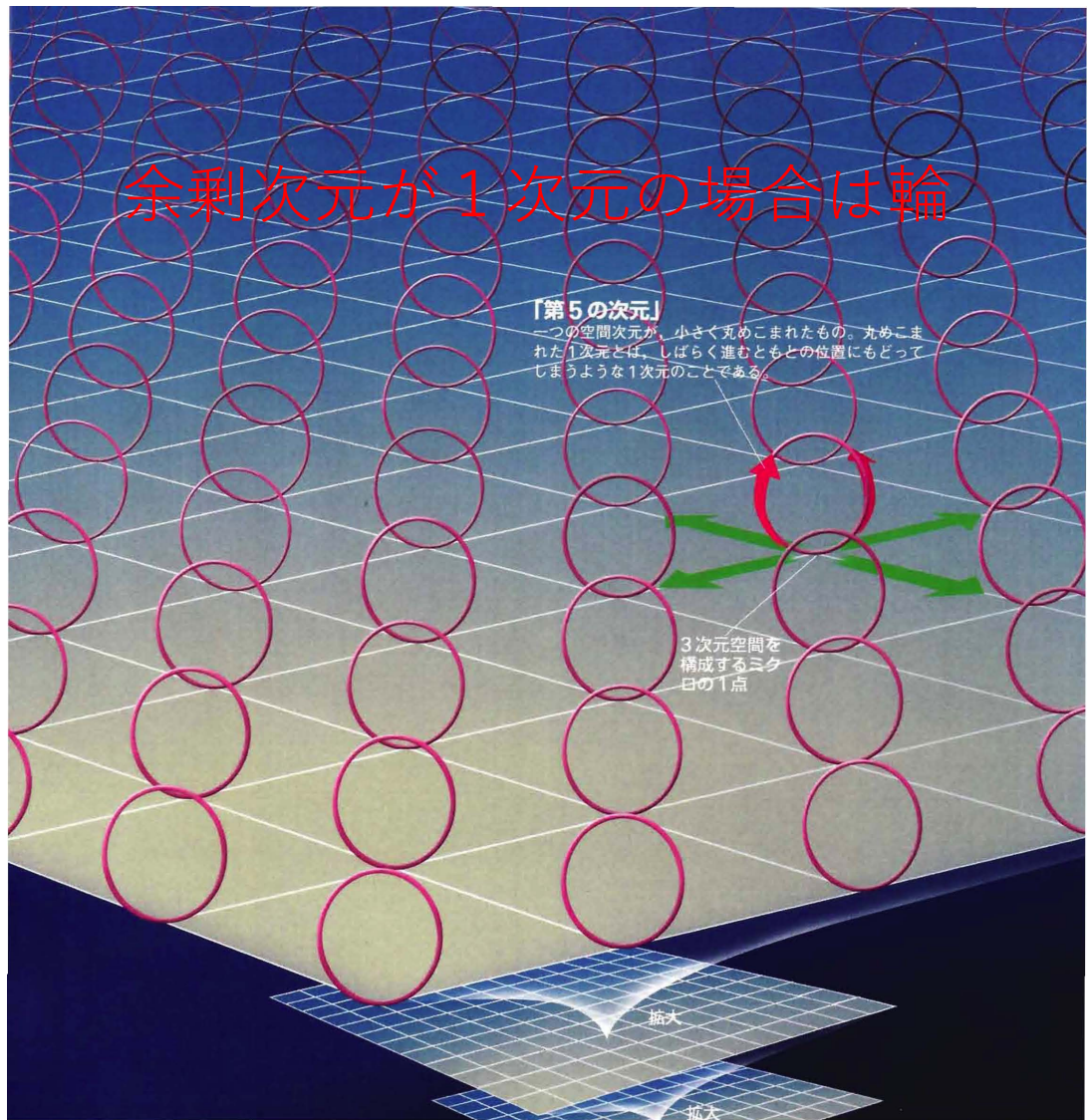
重力子は、広い空間を自由に行き来して、我々は3次元の膜にはりついている。
重力子がこの膜に来たときだけ感じる → 重力が弱くみえる。

余剰次元は
コンパクトに縮まっていて
みえない。



余剰次元が6次元の
場合はふしぎな形

これの大きさが不明
 10^{-35}m くらいかもしれないし
 10^{-19}m と大きいかもしれない



10^{-35}m だと ヒッグス粒子が不安定
 10^{-19}m 程度だと 安定

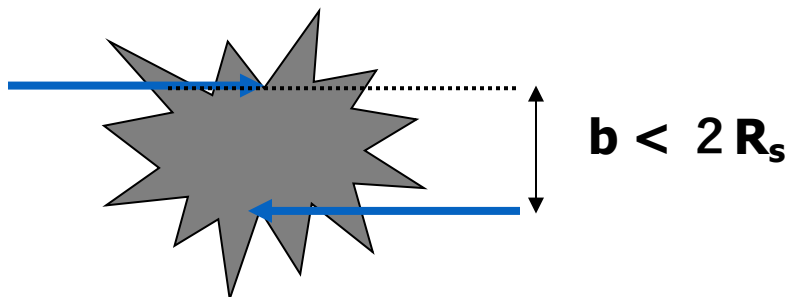
(1)生成過程

余剰次元nまで含めた重力定数 G_D
DLでの定義:

$M_P = 1/G_D$ (Fundamental Planck scale
~ TeV)

このとき シュバルツシルド半
径

$$R_S = \frac{1}{\sqrt{\pi} M_P} \left[\frac{M_{BH}}{M_P} \left(\frac{8\Gamma(\frac{n+3}{2})}{n+2} \right) \right]^{\frac{1}{1+n}}$$



$2R_S$ より小さい距離(インパクトパラメータ
で2つのpartonが衝突すると
ミニブラックホールができる。

衝突するpartonの重心系

$E/2$ のエネルギーのparton:

このpartonのドブロイ波長($2\pi/(E/2)$)
これが $2R_S$ の半径の中に入ると、
“点としてのparton”がぶつかるという
古典的な近似が駄目になる。

ブラックホールの質量 $M_{BH} \sim E$ として、
(全部のenergyが中に入った)

$$4\pi/M_{BH} < 2R_S$$

$$M_{BH} > (4-5.5) M_P \quad (n=2-6) \quad !!!! \quad 14\text{TeV}??$$

この最低値は、LHCではfix
不連続な閾値:

free parameterとして研究している。

古典的な近似:

$$\sigma = \pi R_S^2 \sim M_P^{-2} (M_{BH}/M_P)^{2/(n+1)}$$

古典断面積からのずれはどのくらい？

Yoshino-Nambu-Rychkov (2つの重力場がぶつかる Aichelburg近似) :
BHが出来る。 古典からのズレ : Formation factor

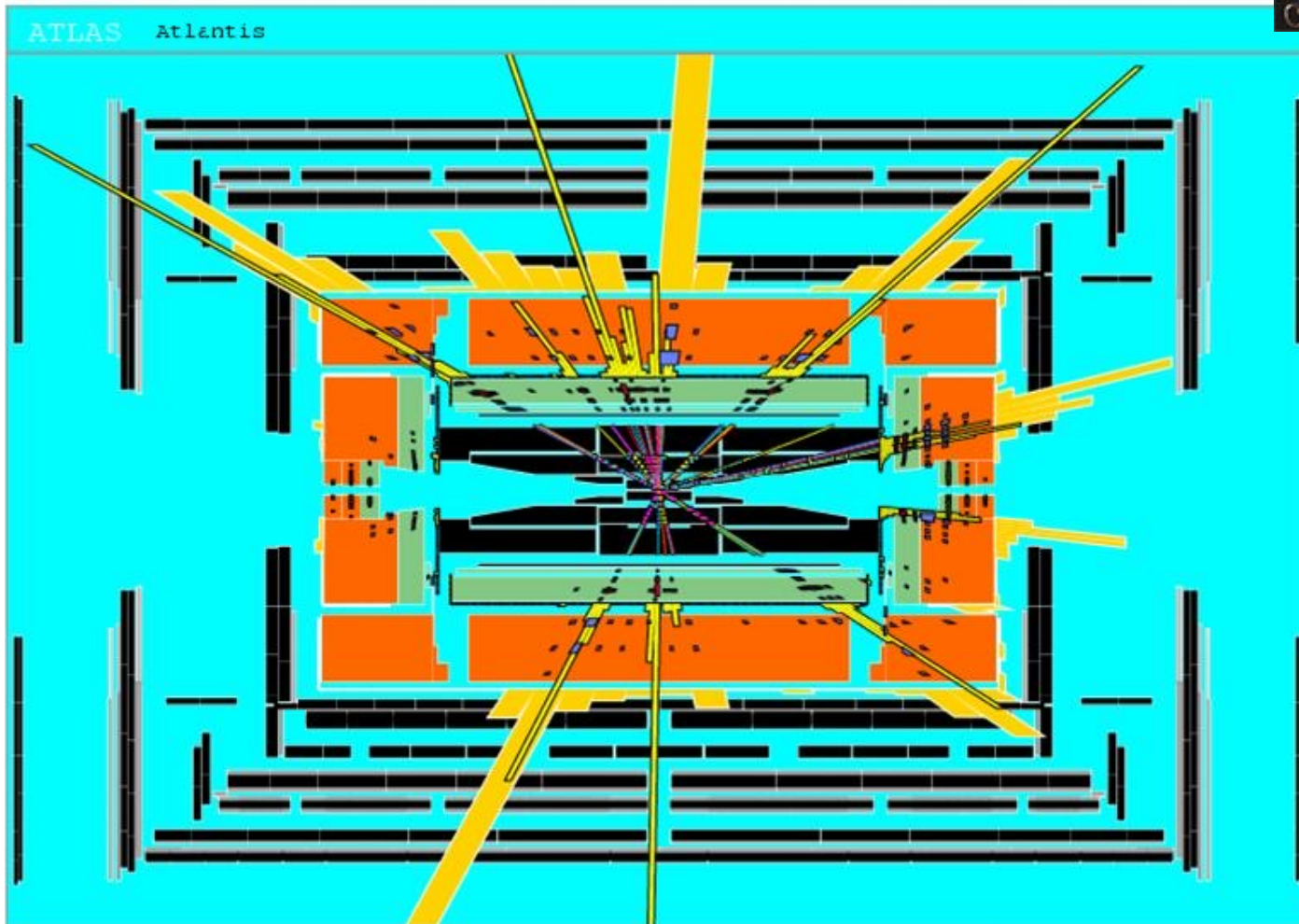
D	4	5	6	7	8	9	10	11
$\sigma_{\text{production}}/(\pi r_H^2)$	0.71	1.54	2.15	2.52	2.77	2.95	3.09	3.20

高次元ほど : 出来やすくなる。2次元surfaceでなく 2+n次元surfaceにtrapされる。
でも $O(1)$

そんなに悪くはない近似

新しい charybdis 2 にはもう取り込まれている。 (look at table 形式)

ブラックホールはすぐにホーキング輻射（蒸発）する。
地球を飲み込む心配はない。
蒸発で出てきた粒子が下の様に発見される。



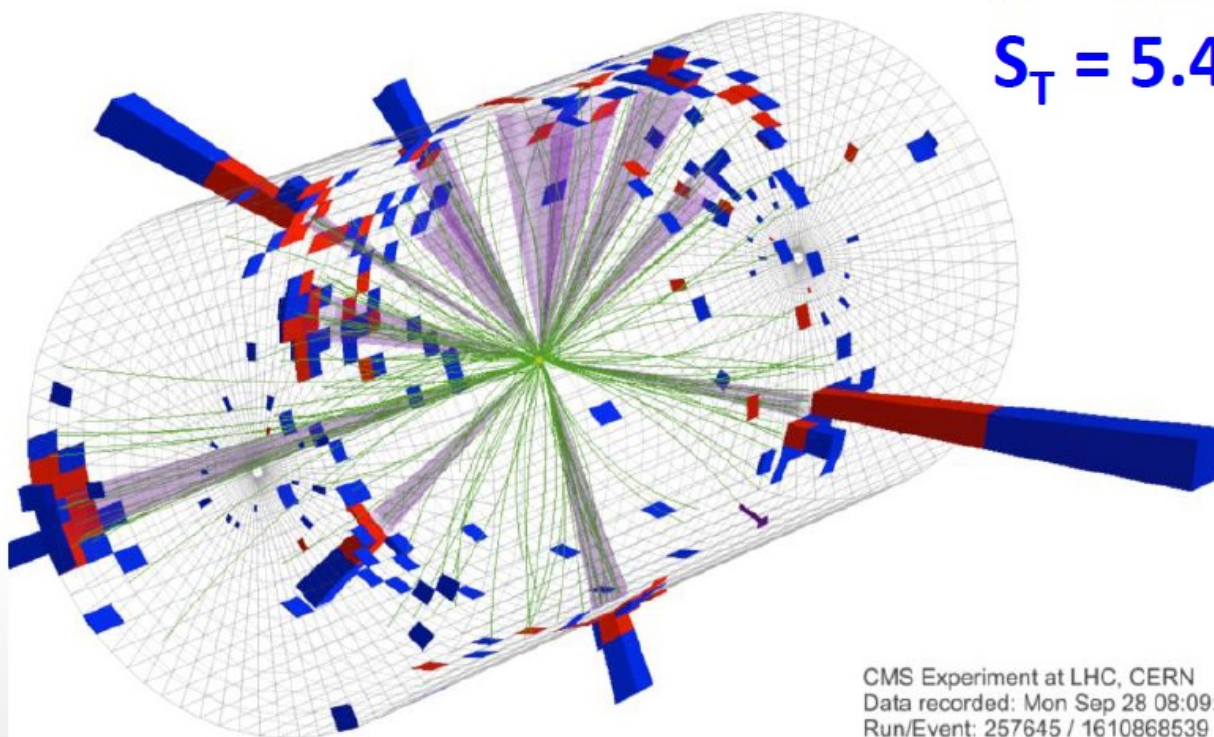
エネルギー
の高い粒子
がいっぱい
発生する事象
(計算機で予想
したもの)

LHCでの見え方 ブラックホール

ブラックホールはすぐにホーキング輻射（蒸発）する。
地球を飲み込む心配はない。
蒸発でてきた粒子が、高いエネルギーで無数にでる。

$N = 12$
 $S_T = 5.4 \text{ TeV}$

これは
13TeVで
観測された
候補の一つ



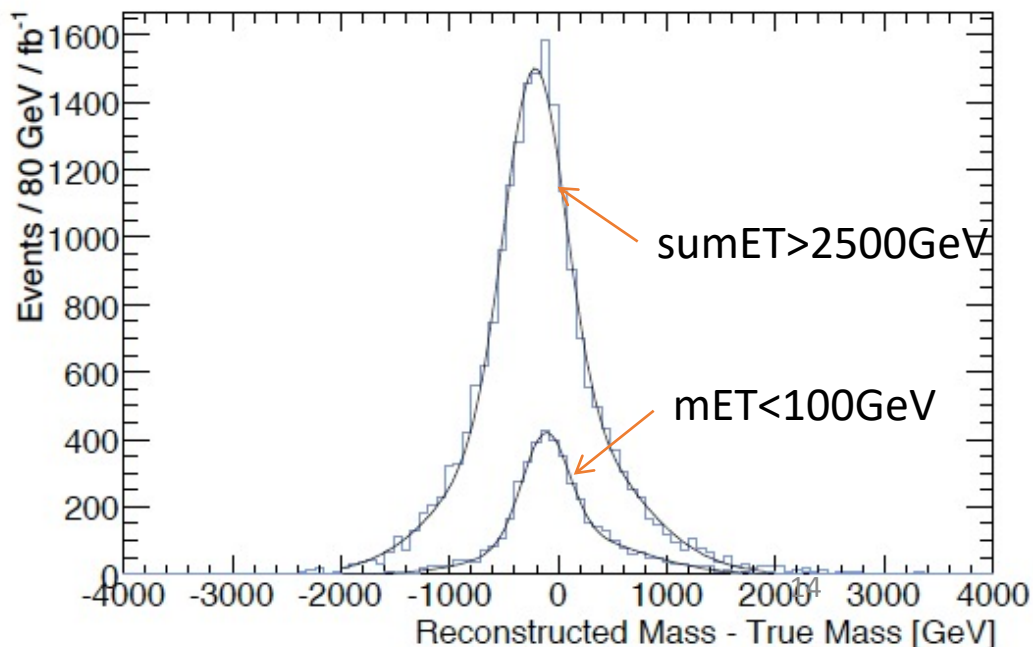
CMS Experiment at LHC, CERN
Data recorded: Mon Sep 28 08:09:43 2015 CEST
Run/Event: 257645 / 1610868539
Lumi section: 1073

BHのmassの決定： 崩壊で出てきた全粒子のエネルギー・運動量 不変質量
事象ごとにちがうが、PDFの効果で閾値付近がおおくなる。

高い方の分布からPDFの効果を除くと 断面積 $\sigma \sim \text{Mass}$ で増えていくことをcheck
-> BHの有効な傍証？

ただ組むだけでは、 ν の効果で低くなる。(Gravitonまで考慮すればもっと低くなる)：
 $mET < 100\text{GeV}$ で効果を抑えることができる。

立ち上がり、THS付近の研究は、古典的でないBHを探ることができるが、



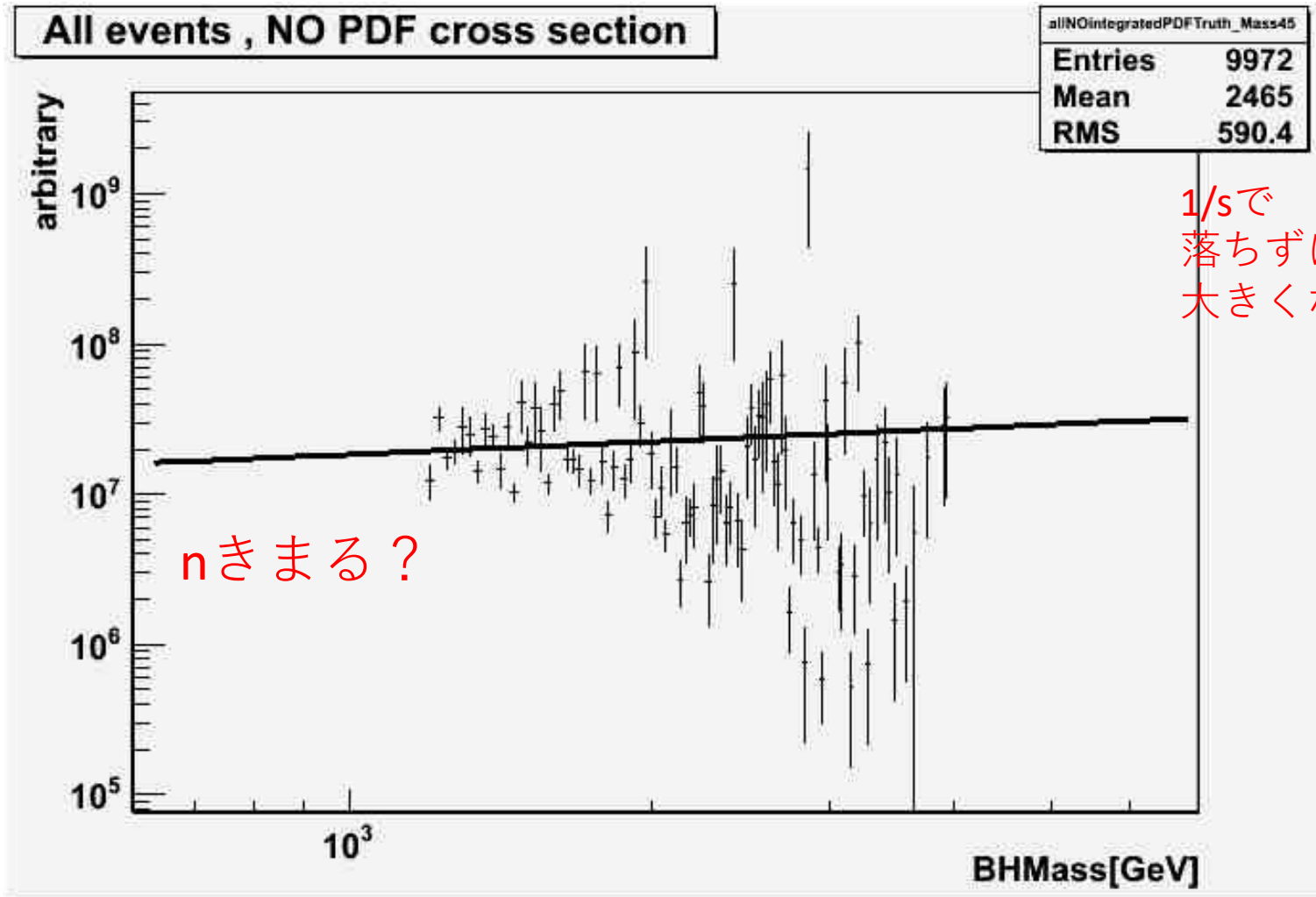
ズレは -100GeV
分解能は 200GeV 程度
事象ごとに

10%ほどで M_{BH} が決まる。

電荷も観測可能？
jet: jet-charge あと
で

古典物理であることの証明できるか？

微分断面積測定をPDFの weight を解く



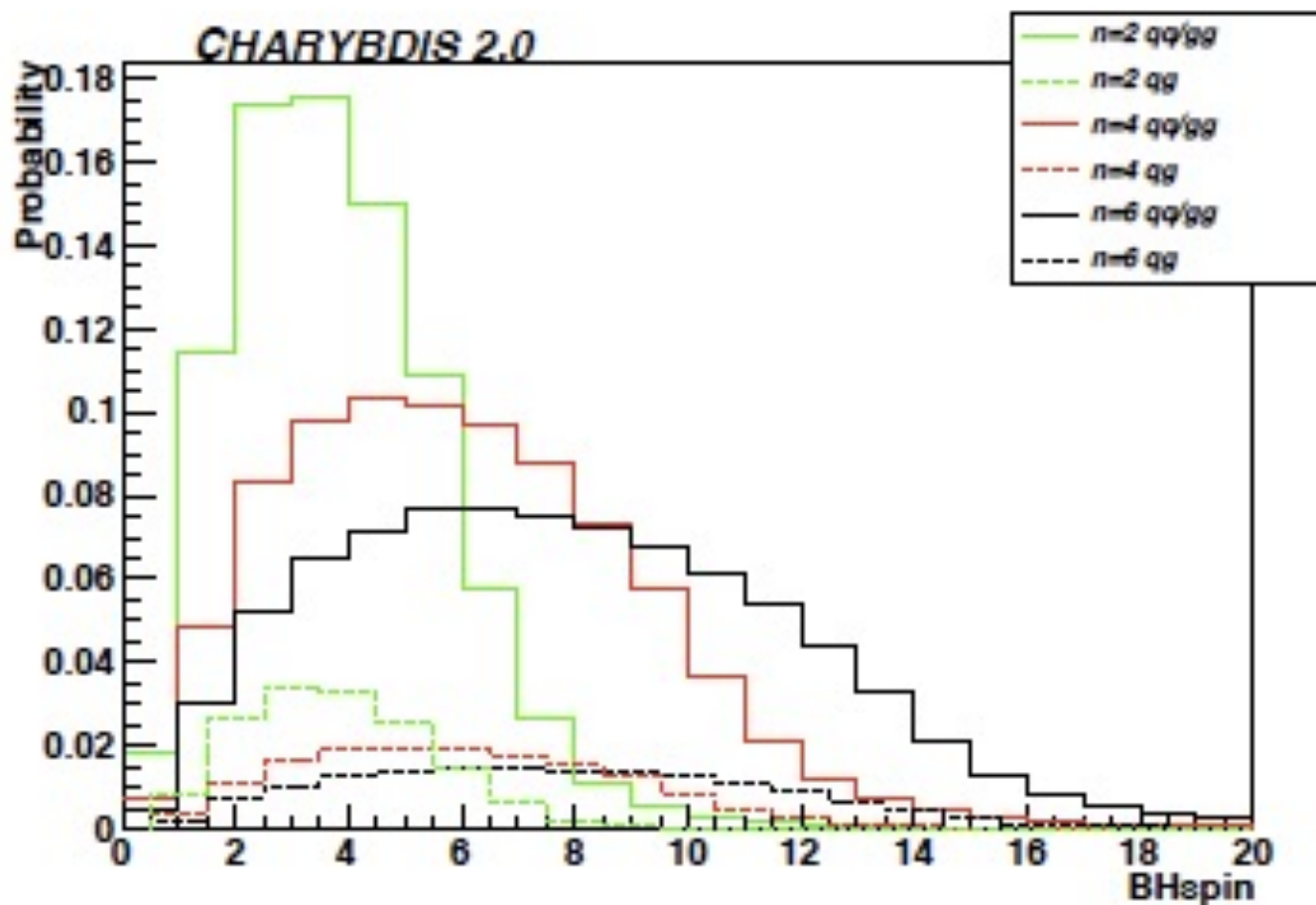
1/sで
落ちずに
大きくなっている

nきまる？

7TeV
 $L=100\text{fb}^{-1}$
MD=1TeV
を仮定して

Mth=1TeV
から生成

断面積の多くがhead-on collisionでなく、角運動量
 $J_{\max} = R_s M_{\text{BH}}/2 \sim 3\text{-}10$ 程度($n=2\text{-}7$)をもっている。
 $E=M_{\text{BH}}/2$ 最大 R_s のimpact parameter 断面積は R_s の大きい方が効くので
 大部分のBHは、角運動量をもつことになる：廻るといろいろ面白いことがおきる



スピンをもった
 BHができる

(2)崩壊過程

10^{-26} 秒程度の短い寿命

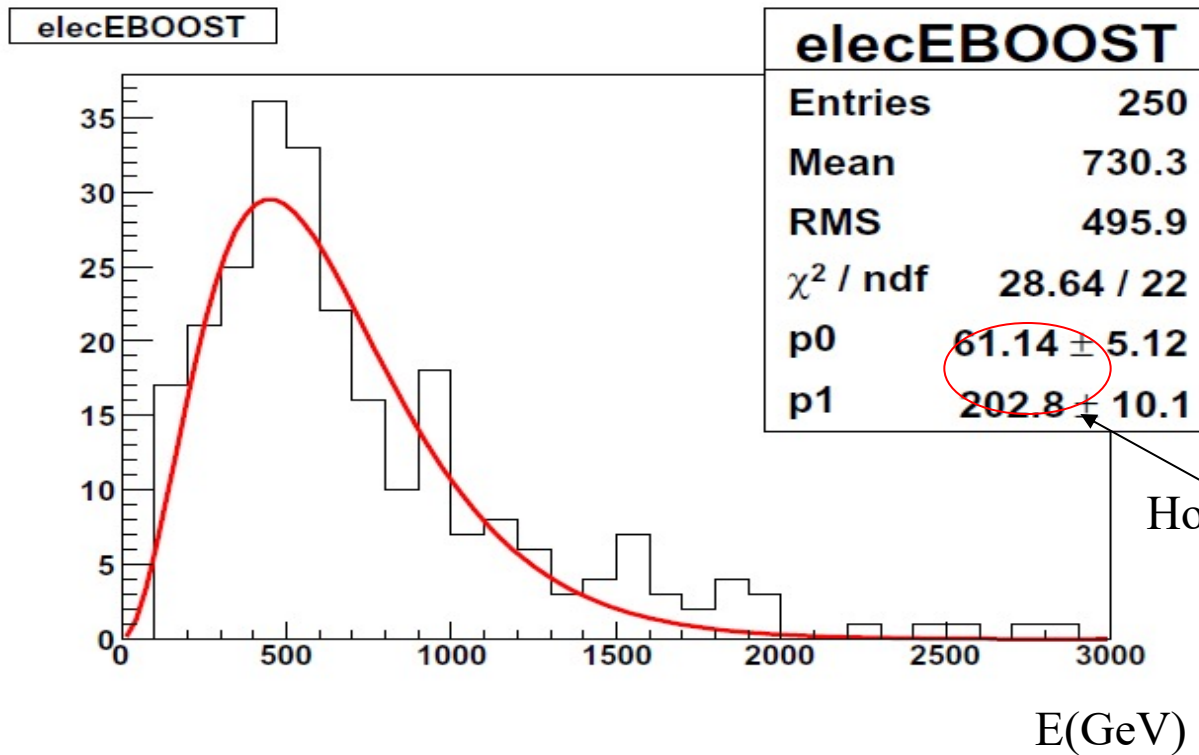


- (1) Balding phase
BHには毛が4本（mass, 電荷、角運動量、QCD色）しかない。
多重極、その他の量子数を失う過程（主に Gravity）
- (2) Spin-Down phase スピンをうしなっていく（ホーキング輻射に従う）
角運動量より beam pipeに垂直な成分にゲージ粒子がたくさんで
- (3) Schwarzschild phase spin=0 (2)と同時進行だが(2)の方が早い
丸いBlackholeが質量を失う（ホーキング輻射）

軽く熱く (4) $M_{BH} \sim M_P$ 量子重力の効果が重要で扱いにこまる
なっていく

電子を使って (high E で良くなる) 温度測定

BH param:: $M_p=1\text{TeV}$, $d=6$, $M_{\text{BHmin}}=5\text{TeV}$



180度
蒸発の過程
で
温度が上
がっていく。

Energy after Boosted to rest frame of BH
Fitting function:: $p_0 * (E/p_1)^2 / (\exp(E/p_1) + 1)$

あと、charge計れるかな～

jet charge charge of jet $\Sigma qP^{(1/3)}$

