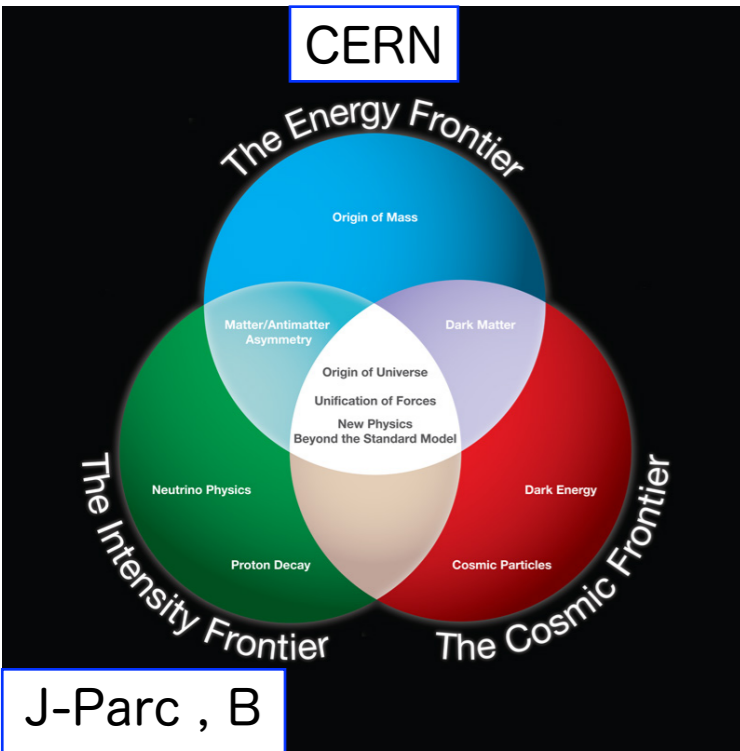


HE グループの (主な) プロジェクト紹介



合田パンフレットより

高エネルギー物理学研究室(素粒子物理学研究室)は、実験を通して物質の構成要素である素粒子や空間の性質、起源を解明することを目指しています。

新しい物理を発見するためにはフロンティアで研究を行う必要があります。
高エネルギーフロンティア → LHC(ヨーロッパ) ATLAS実験
強度フロンティア(稀な事象の探索) → J-PARC(茨城県) T2K実験 K⁰TO実験
その他に、CdTe半導体放射線検出器の開発やハイパーカミオカンデ計画も行っています。

J-Parc , B
FNAL ?

CP対称性の破れ?
質量の起源?
超対称性?
ニュートリノ振動?
反物質?
etc...



J-PARC



LHC

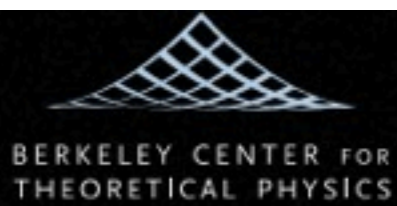
いずれの実験も今後数年以内に結果を期待されており、
新しい物理の発見に立ち会えるチャンス!

自分で発見する

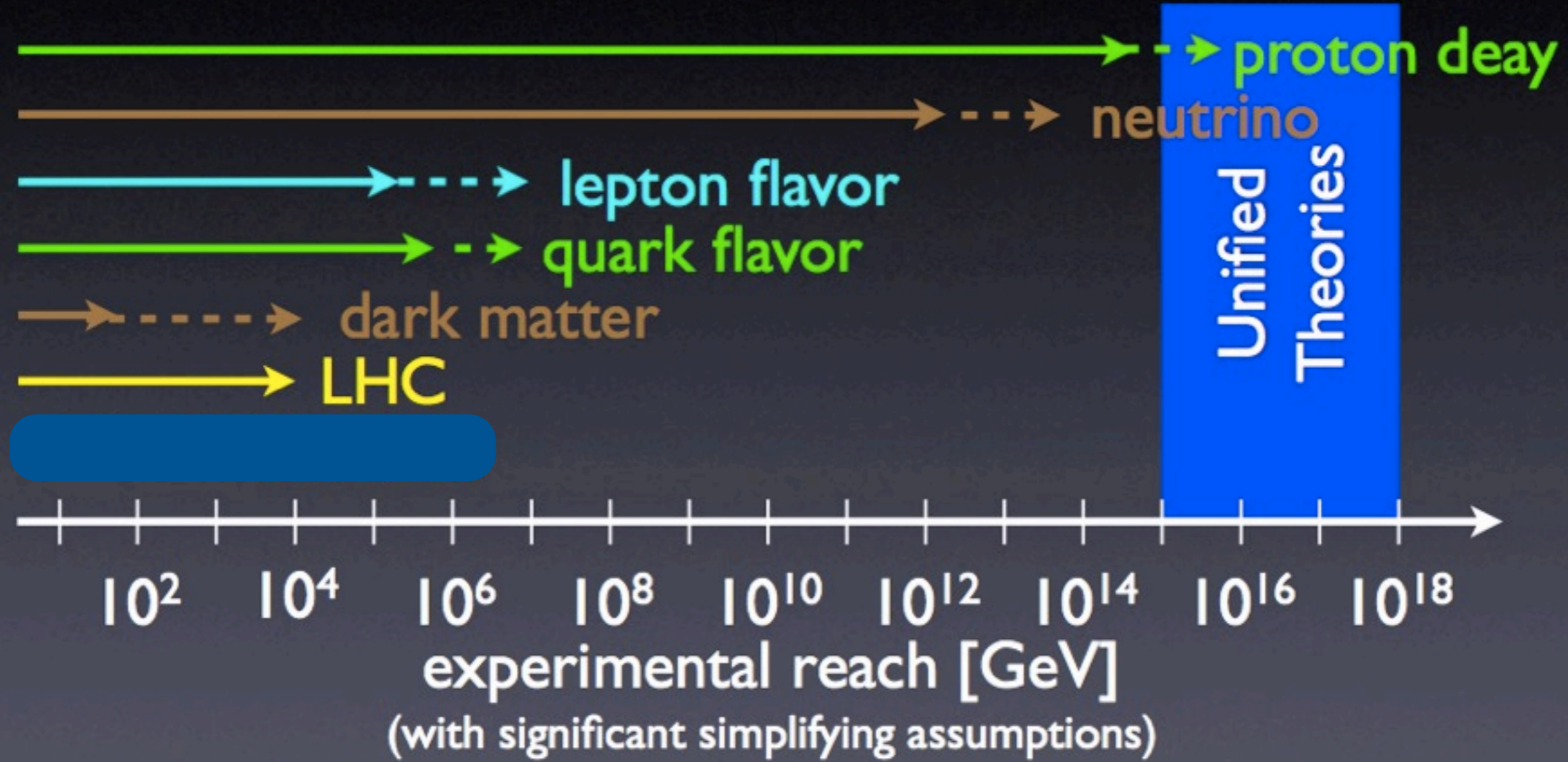
project mapping by Ligeti



探検力 (?)



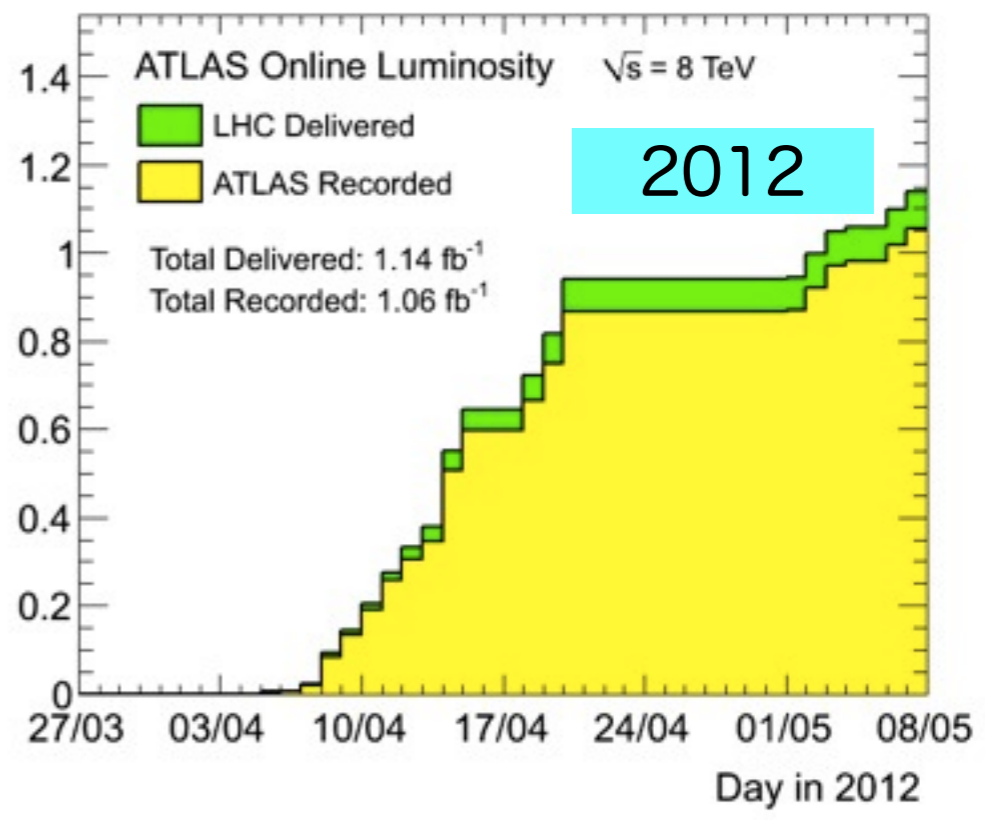
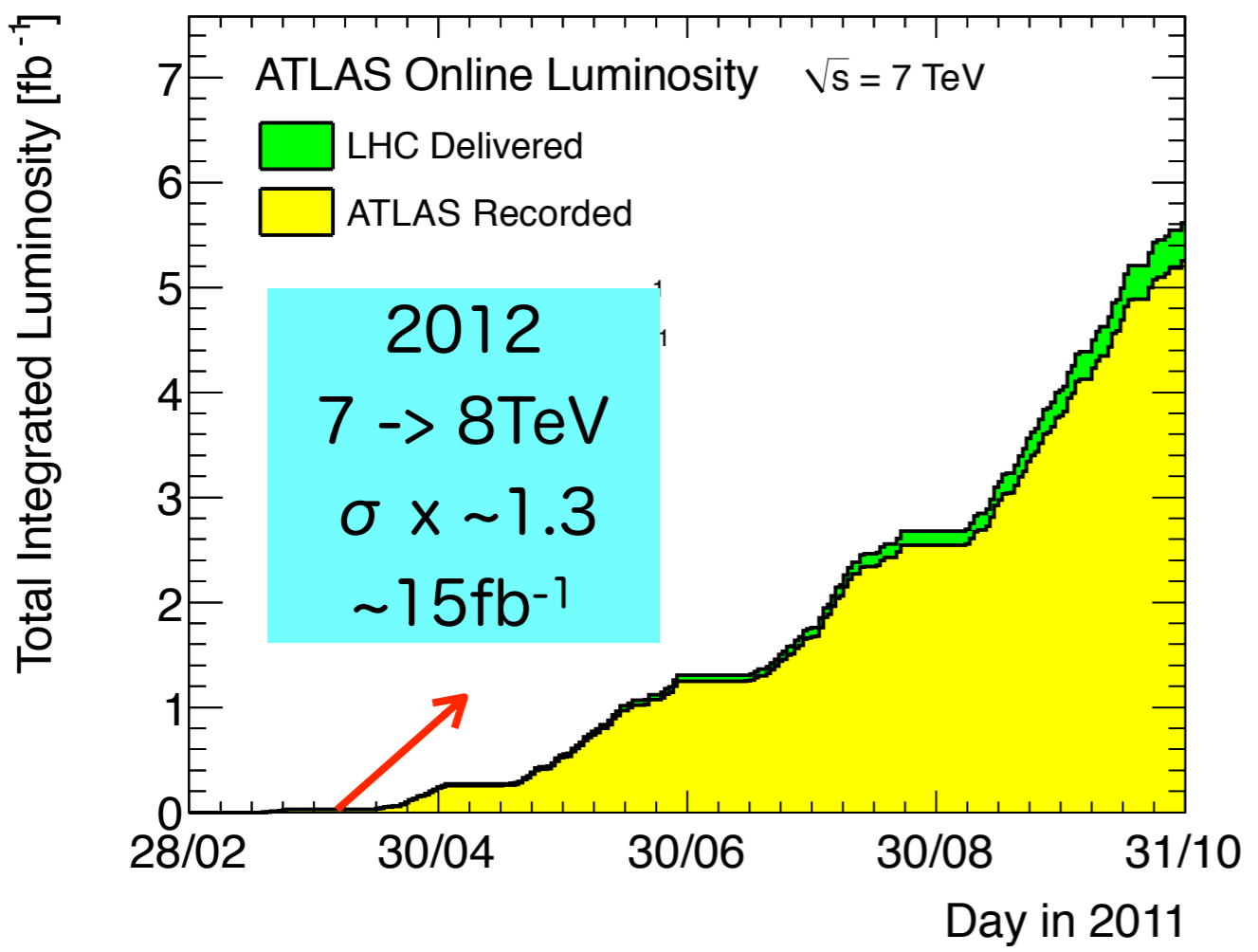
Power of Expedition



courtesy Zoltan Ligeti

LHC と ATLAS の様子

世界最高エネルギー かつ データの順調な蓄積



あらゆるaggressiveな予想をうわまる integrated luminosityをもたらした 5 fb^{-1} in 2011

$10 \text{ pb} \times 5 \text{ fb}^{-1} = 50,000$ 個の Higgs (120GeV)

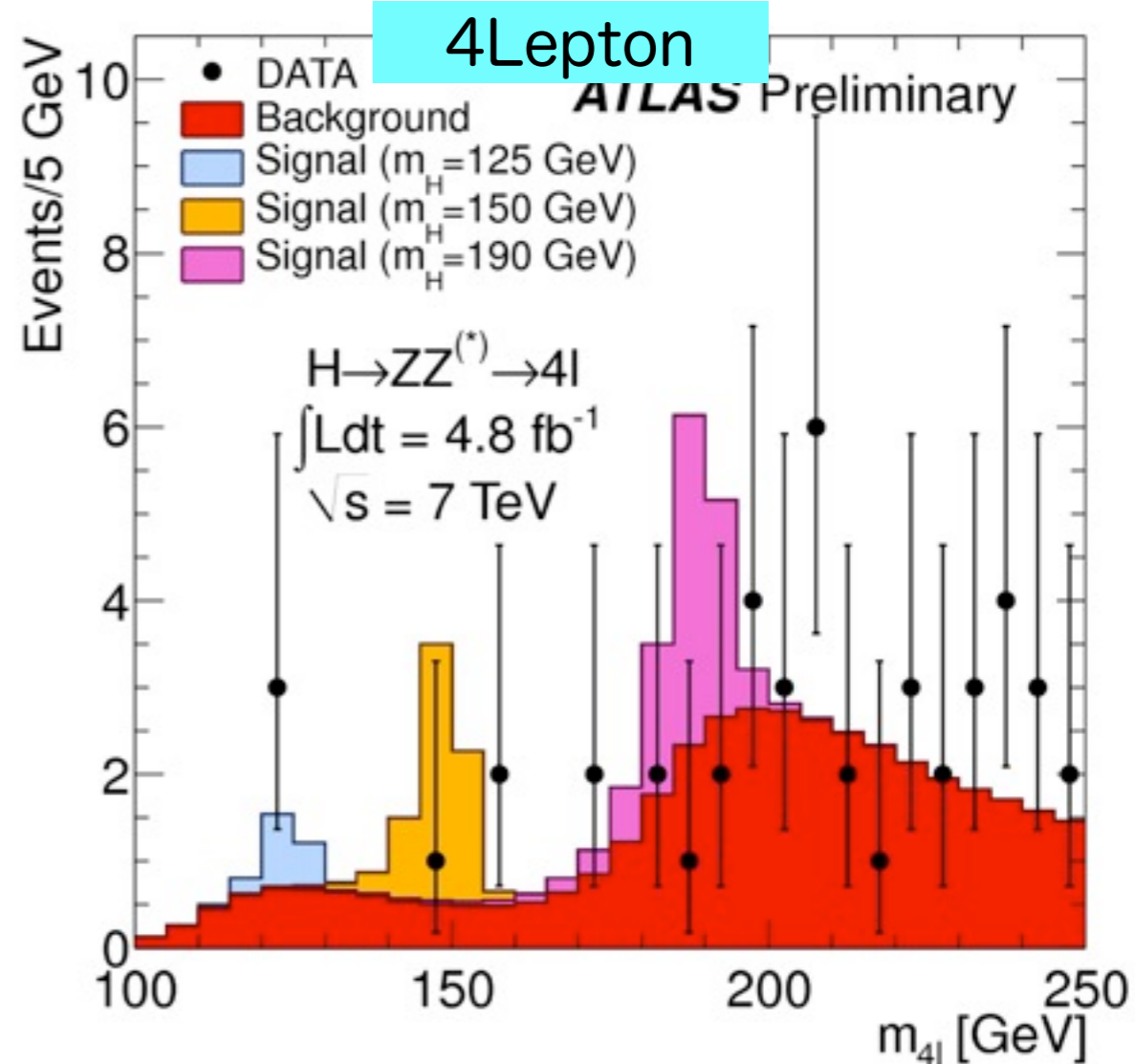
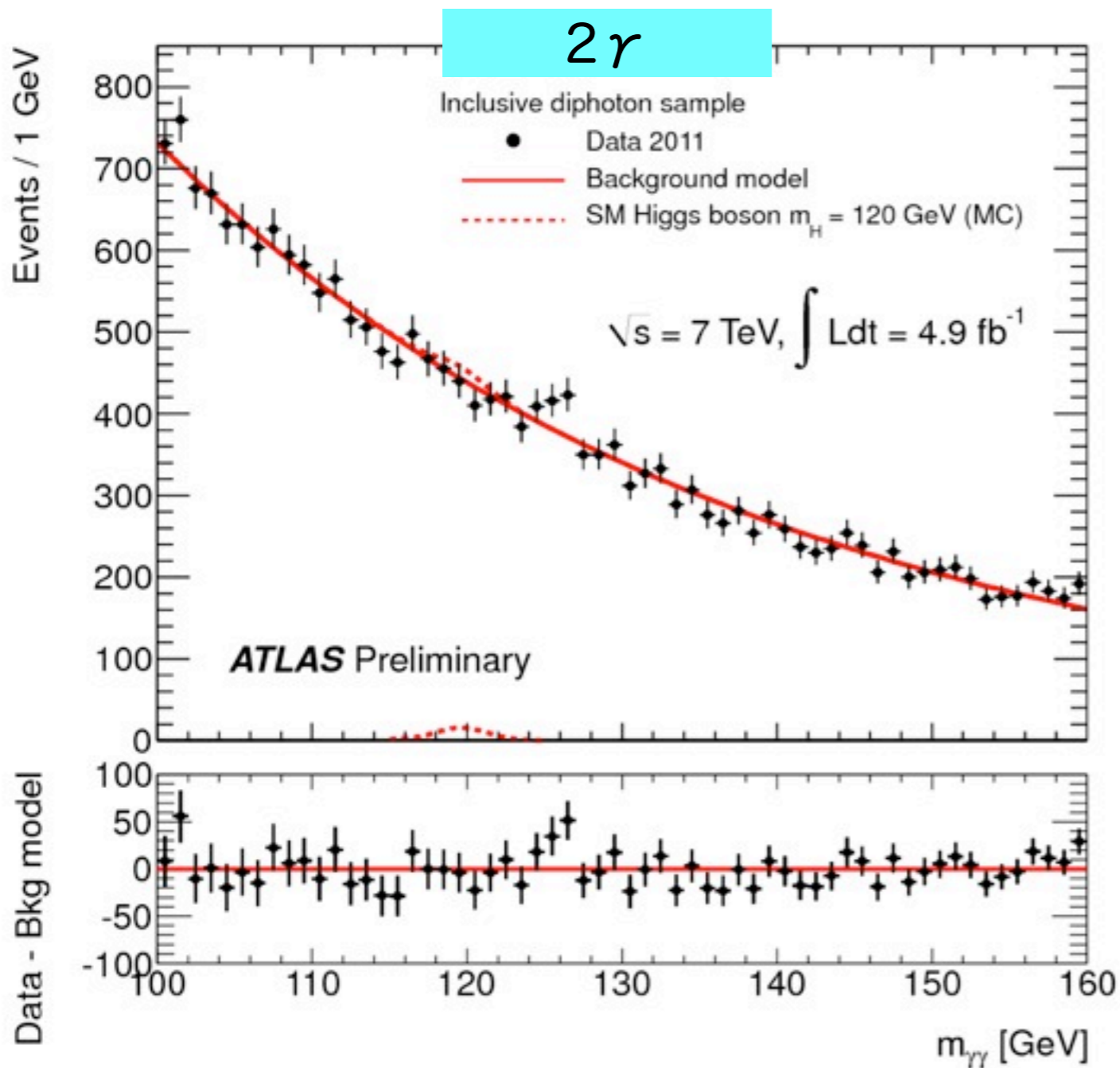
$5 + 15 \text{ fb}^{-1}$ (2011+2012)

安定して**予定通り (or 上まわる)** データをとれる加速器で実験をやる

-> どんな物理を、どんなタイミングで狙っていくか、**作戦がきちんと立てられる**

(例: 125GeV Higgs ならば 5σ と言えるまで加速器を延長してでもまわす ...)

LHC と ATLAS の様子

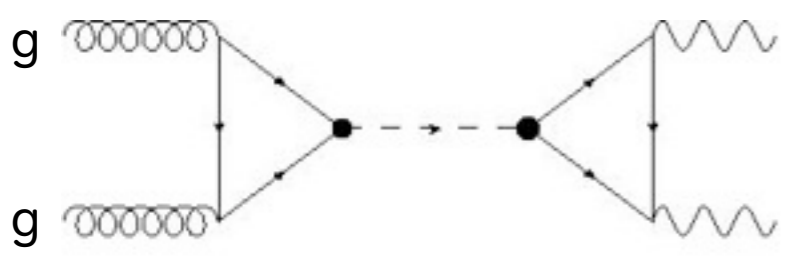


1 個目の (?) Higgs の Discovery は 2012 年末にできるだろう

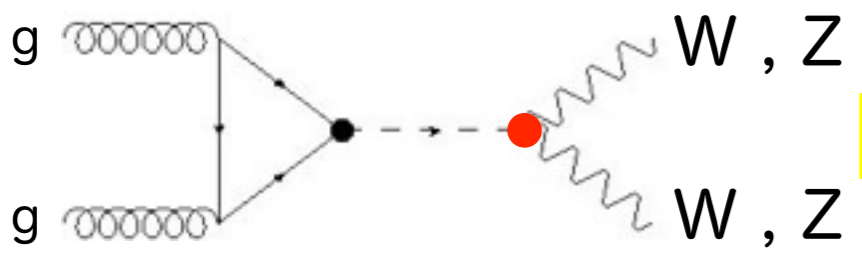
その次の重要な物理？

1. 素粒子の質量獲得は本当に Yukawa か検証
2. 標準模型を超えた世界の姿を直接、みる

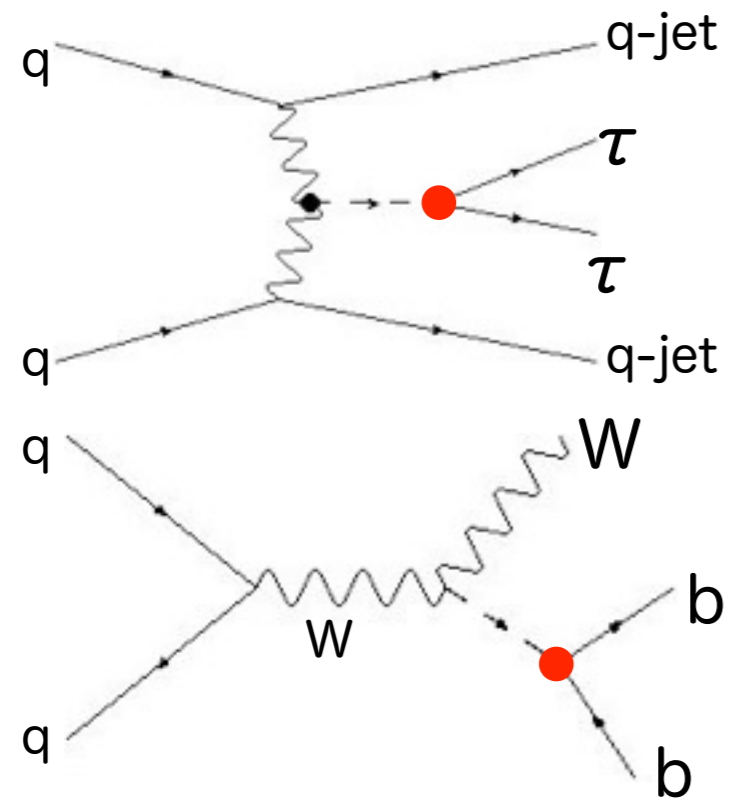
next step !



indirect
 Y_t



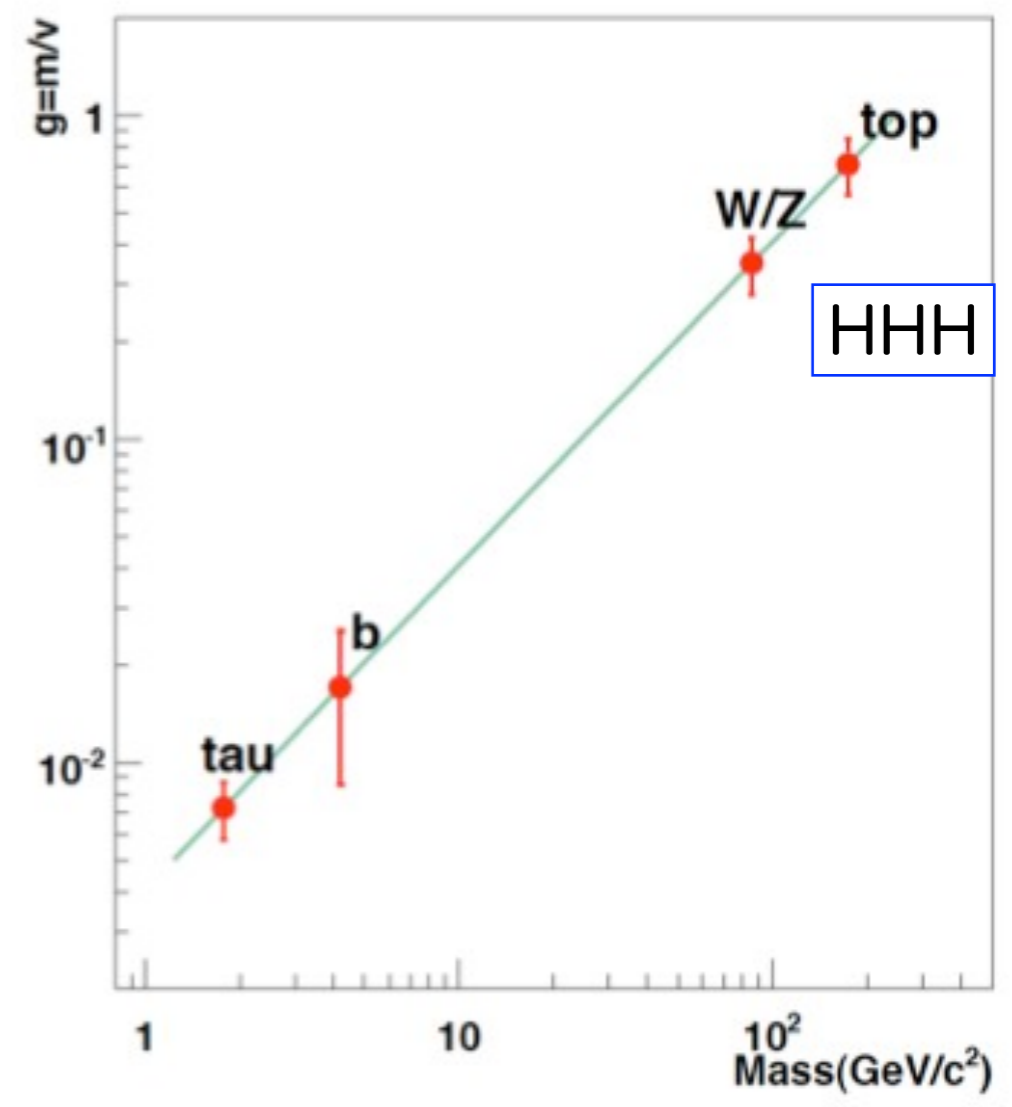
g_{ZZH} , g_{WWH}



Y_{τ} (tau)

Y_b

Higgsの物理 : coupling (gauge boson , lepton , quark) の測定
 -> **HHH** self-coupling 重要



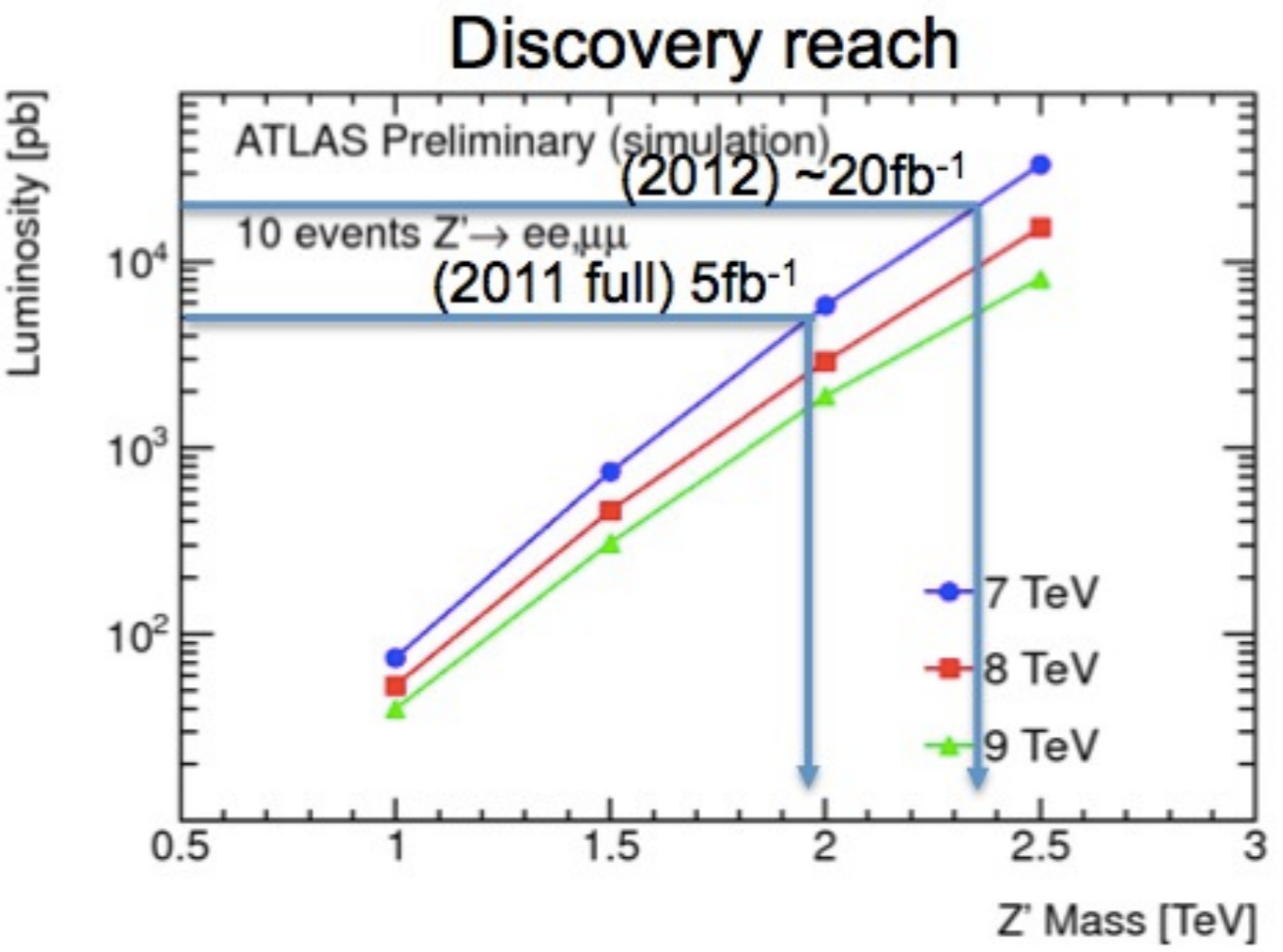
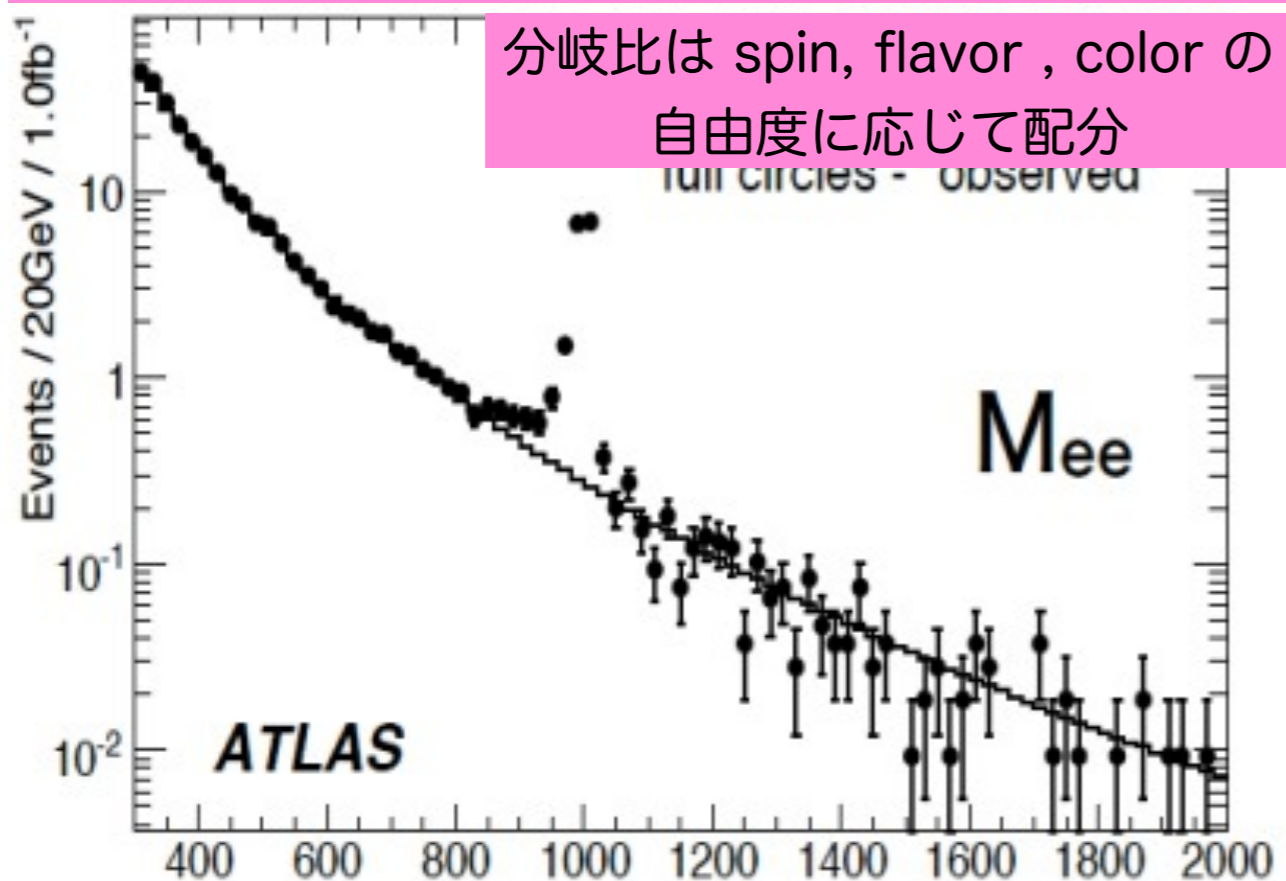
7->14TeV , 300fb⁻¹ , 3,000fb⁻¹

next step !!

fine tuning problemの解決
 -> Extra Dimension を考える：
 「発散するような高エネルギースケール
 M_{Plank} は小さくしてしまえばいい
 (真のPlank Scale ~ 1TeV)
 Gravitonのみ：余剰次元を動ける

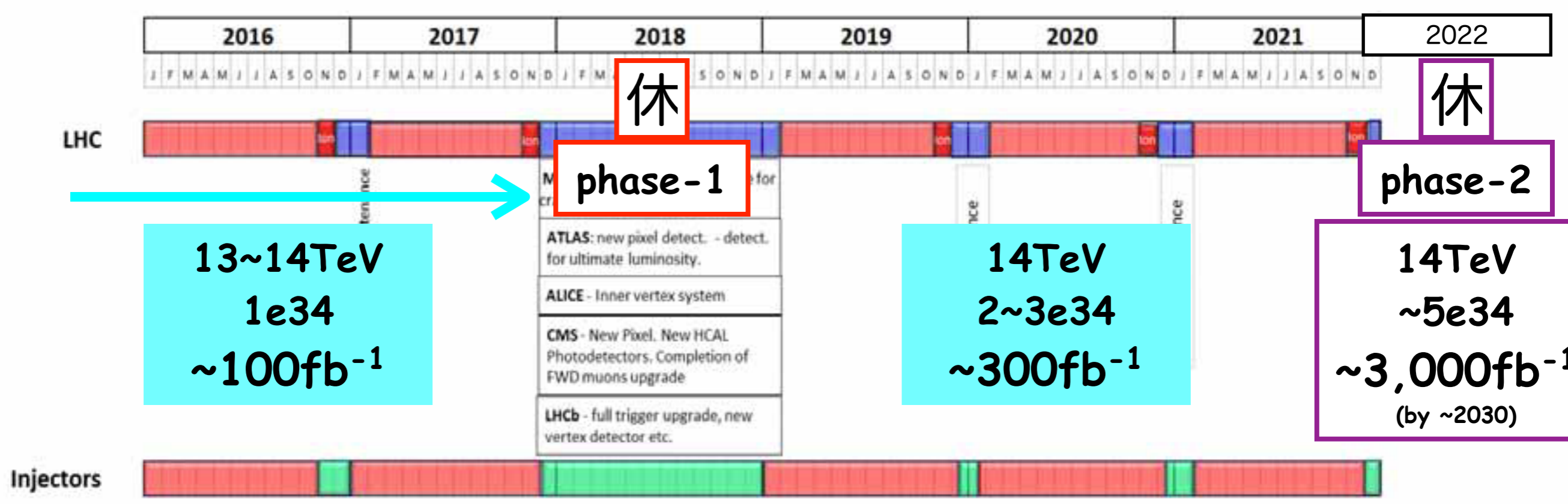
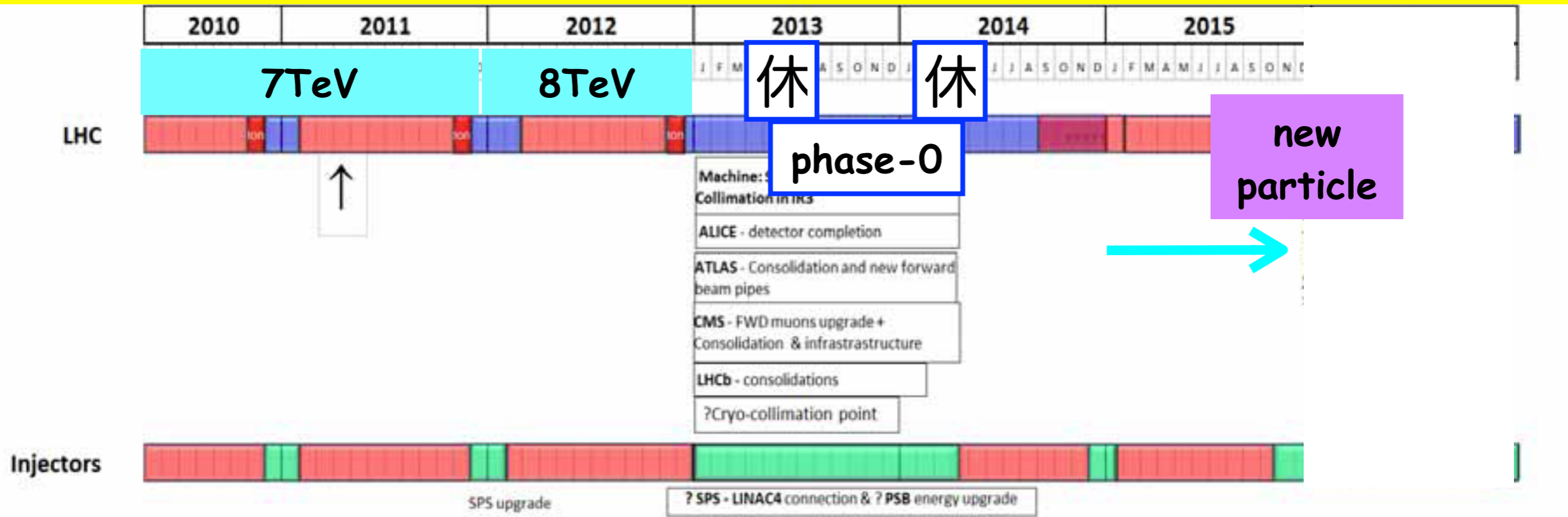
LHC : 7 -> 8 -> 13 -> 14TeV
 と増加していく時は、new particle search
 の季節

Graviton の resonance : -> $2j$, 2μ , $2e$
 分岐比は spin, flavor , color の
 自由度に応じて配分



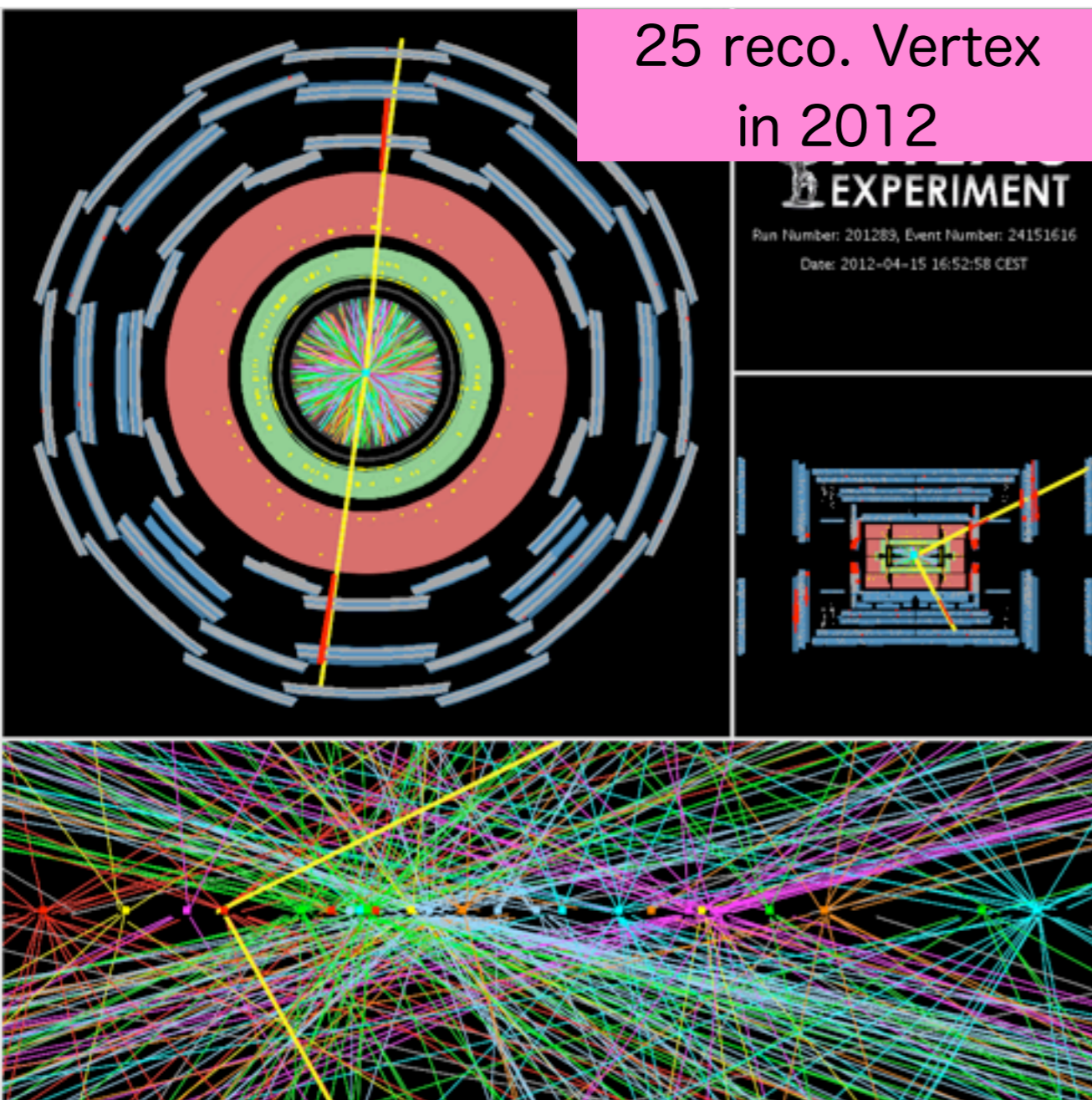
時空構造、
 入れ物へのアプローチ

LHC : 2010 -> 2021



よいデータをとる・よい物理をだす

25 reco. Vertex
in 2012



イベントの重なり

- Jet エネルギーの測定精度を悪くする
- トリガーレートの L^n ($n>1$) 上昇
- ...

いろいろの困難を引きおこす
解析・ハードウェア、進化させ続ける

3,000人のグループだと、だまって座っていてもデータは「出てきて」しまう。

が、

よいデータ・よい物理を引き出すための努力
自分の名刺がわりになるような仕事をひとつ
やって、ドクター論文を仕上げた次の
ステップへ行ってほしい

-> 2つの可能性

可能性 1

JETのキャリブレーションとその物理

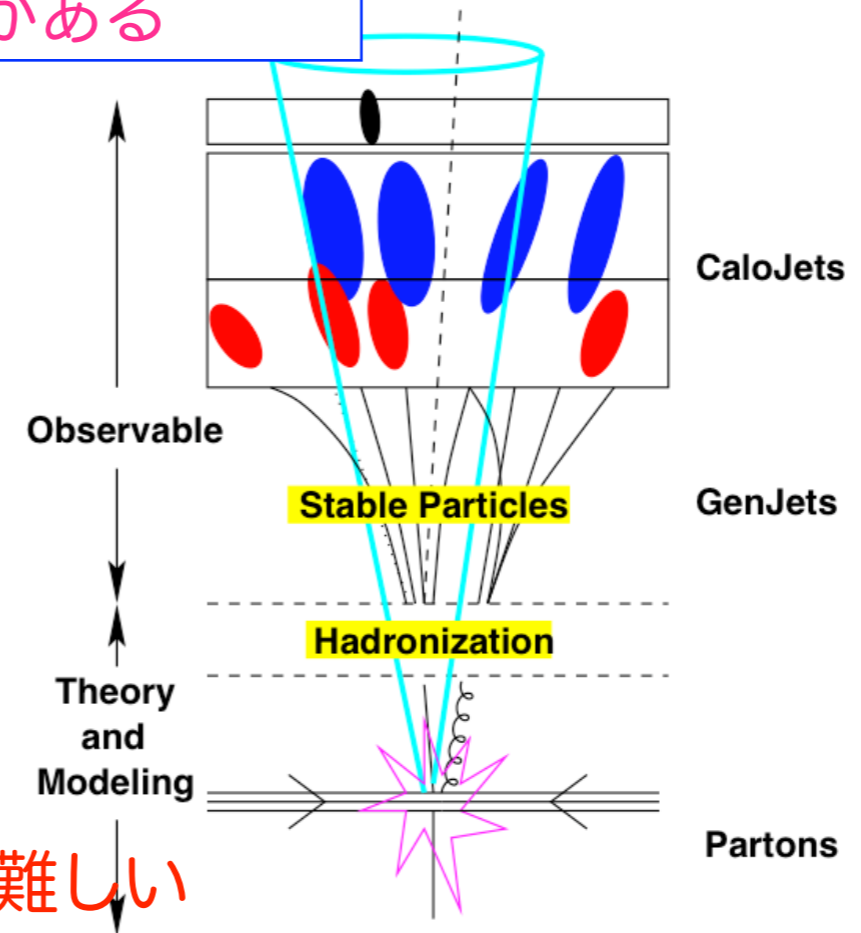
なにせ、LHCはハドロンコライダー
 95%の物理チャンネルでJETとは縁がある

- Jetの横方向運動量(p_T)を正しく測る事は、あらゆる物理解析において最重要項目の一つ
 - この測定自体が、
 - ▶ パarton分布
 - ▶ 高エネルギーpartonのハドロン化
 - ▶ 検出器中の物質質量
 - ▶ カロリーメータのノイズ
 - における不定性を含むので**非常に難しい**

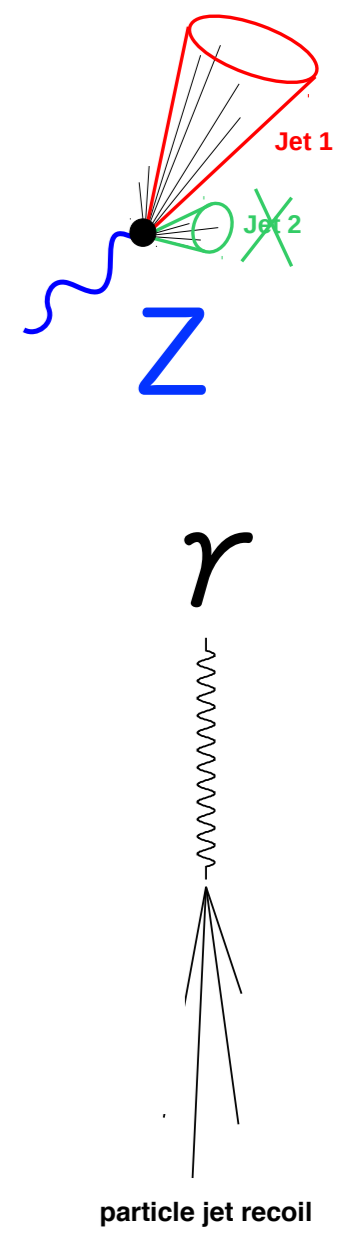
間に物事がはさまりすぎていて、元々、なにが起こっているのか見通しにくい

が、観測量 -> 元々 どんなpartonがでてきたのか?
 焼き直さねば物理はできない -> **Jet Energy Calibration**

LHC energy上昇 -> 高い p_T まで calibration する



MC base
 ↓
 in situ



pile-up 対策

2011 -> 2012

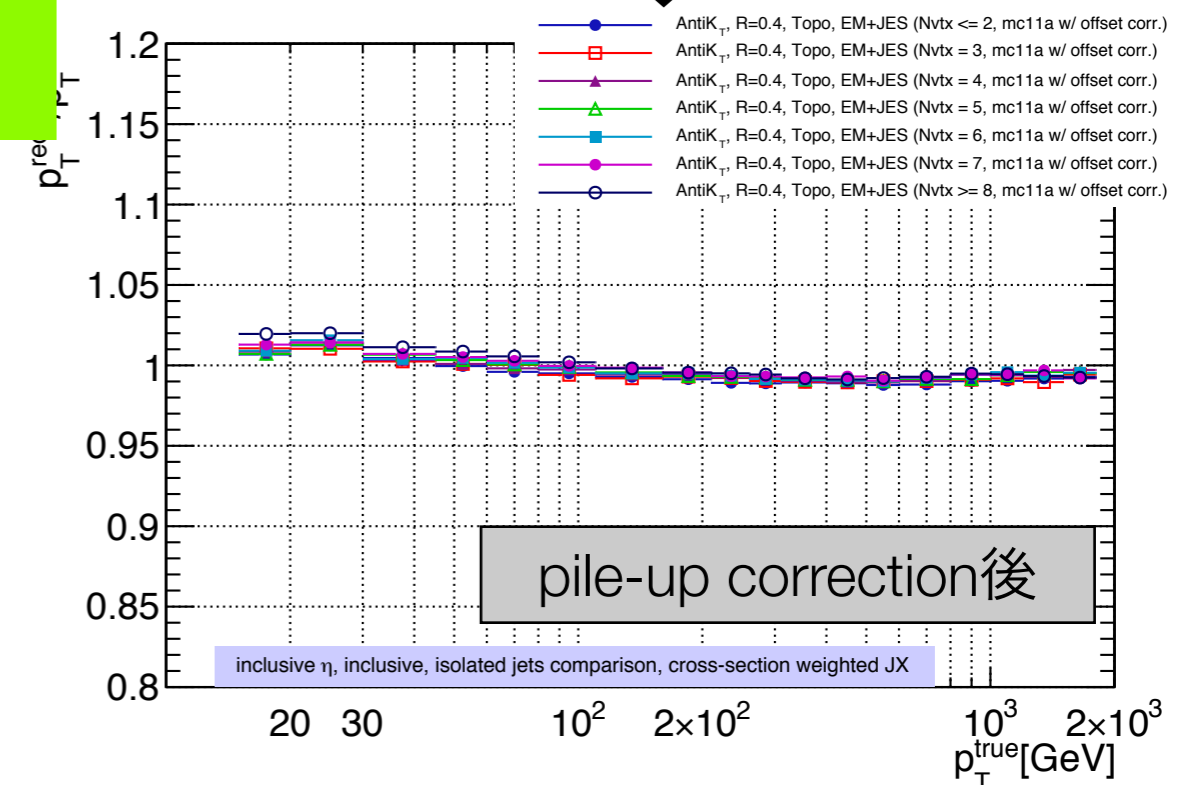
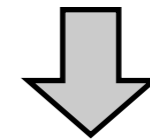
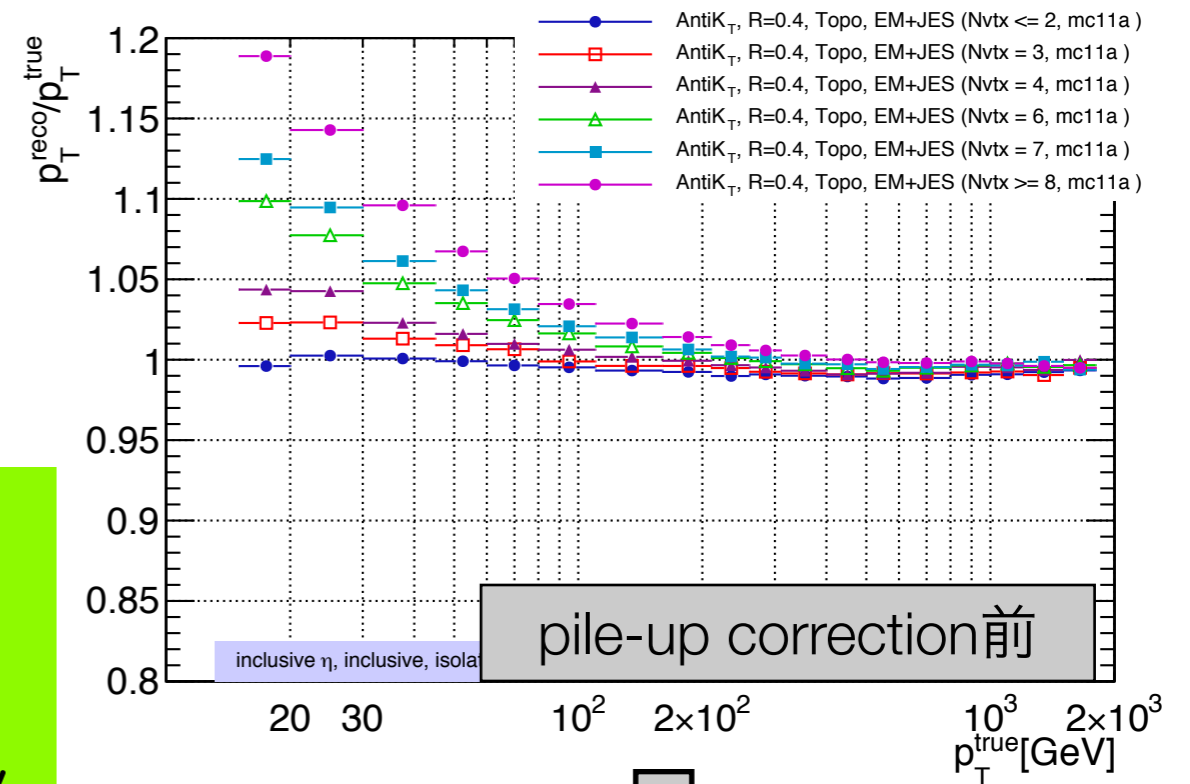
- ✓ pile-upからのエネルギーの補正関数を作成、MCを使った検証を行った。

現時点でのベスト、

でも、よりよい方法についてのアイデアは多数。
物理を出すために、どうしてもクリアせねばいかん

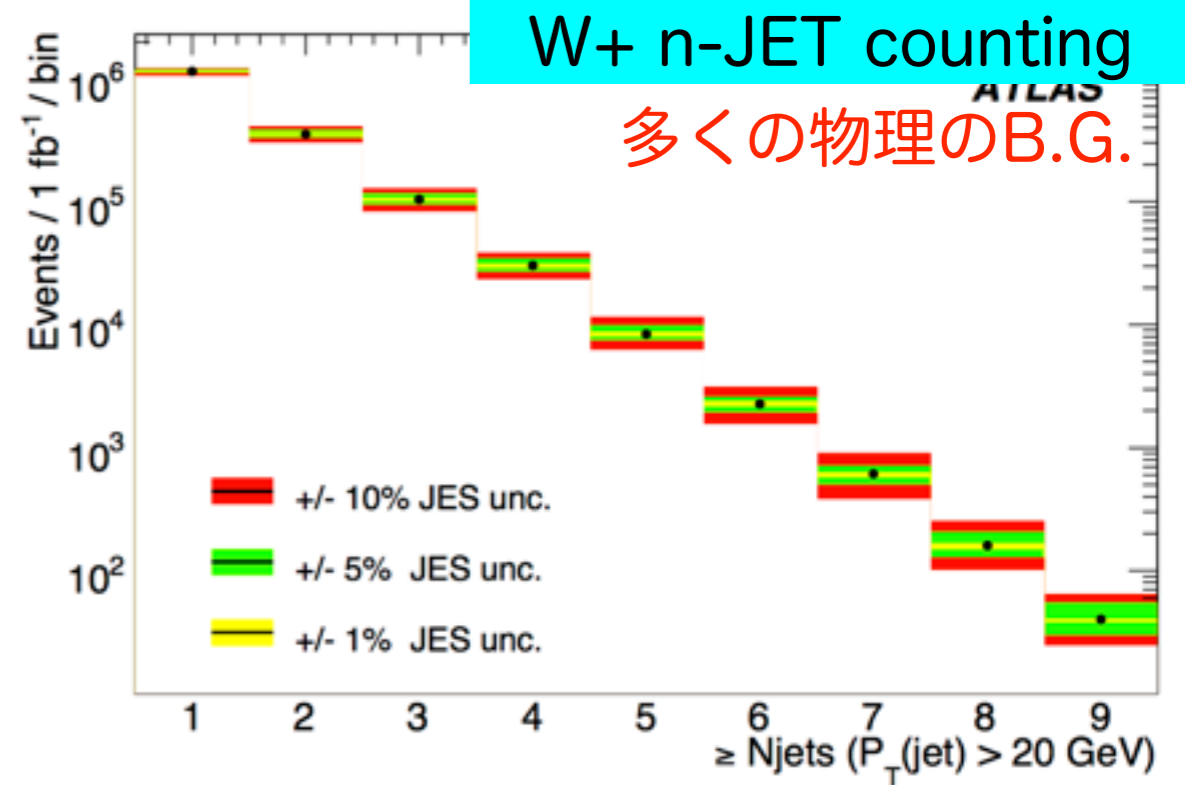
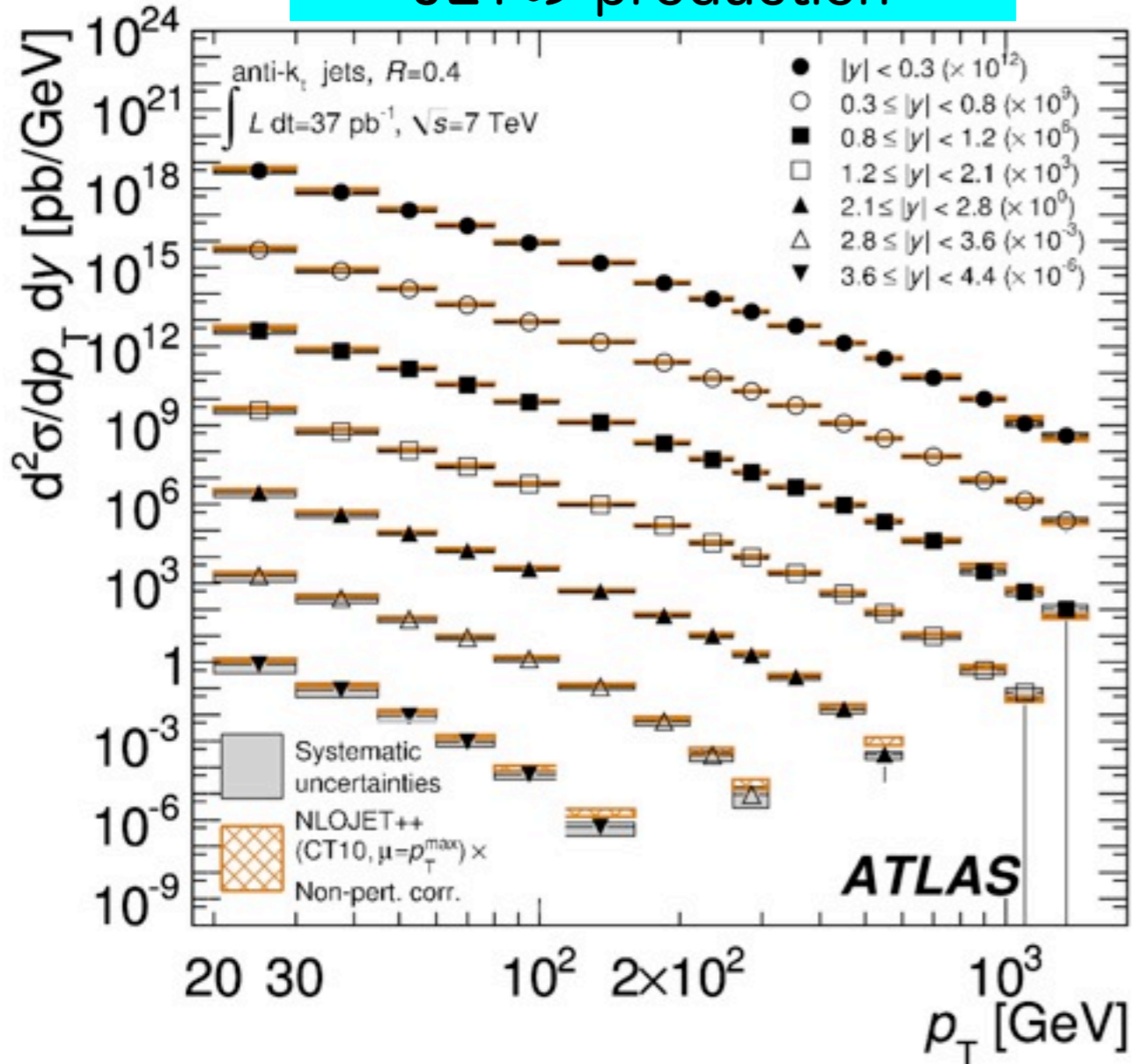
LHCが進化する度に、必ず直面する問題

よい一般解をみちびくと、一生、
食っていけるでしょう ...



- JETを使ってできる、直結した物理がある。
-> よい calibration -> 速攻 D論
- なにをやってもJETとは縁がきれないので、
将来性もある

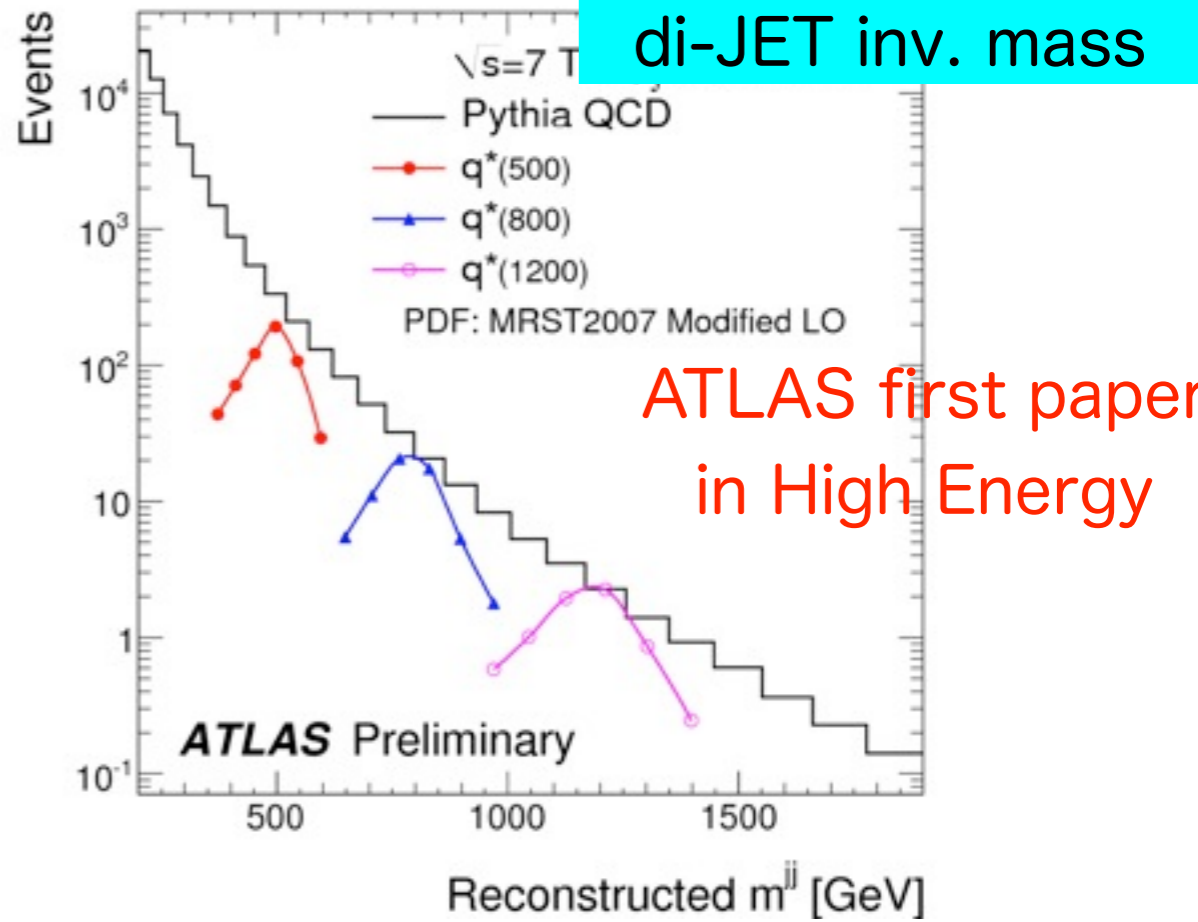
JETの production



W+ n-JET counting

多くの物理のB.G.

di-JET inv. mass



ATLAS first paper in High Energy

可能性 2

ミューオントリガーの 回路・検出器開発

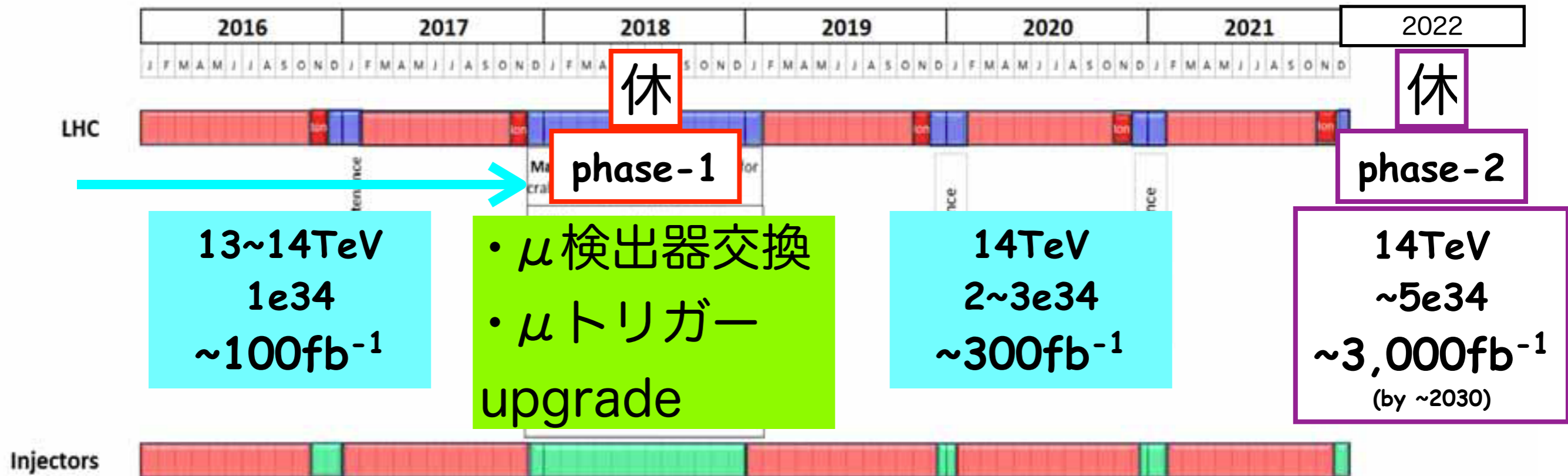
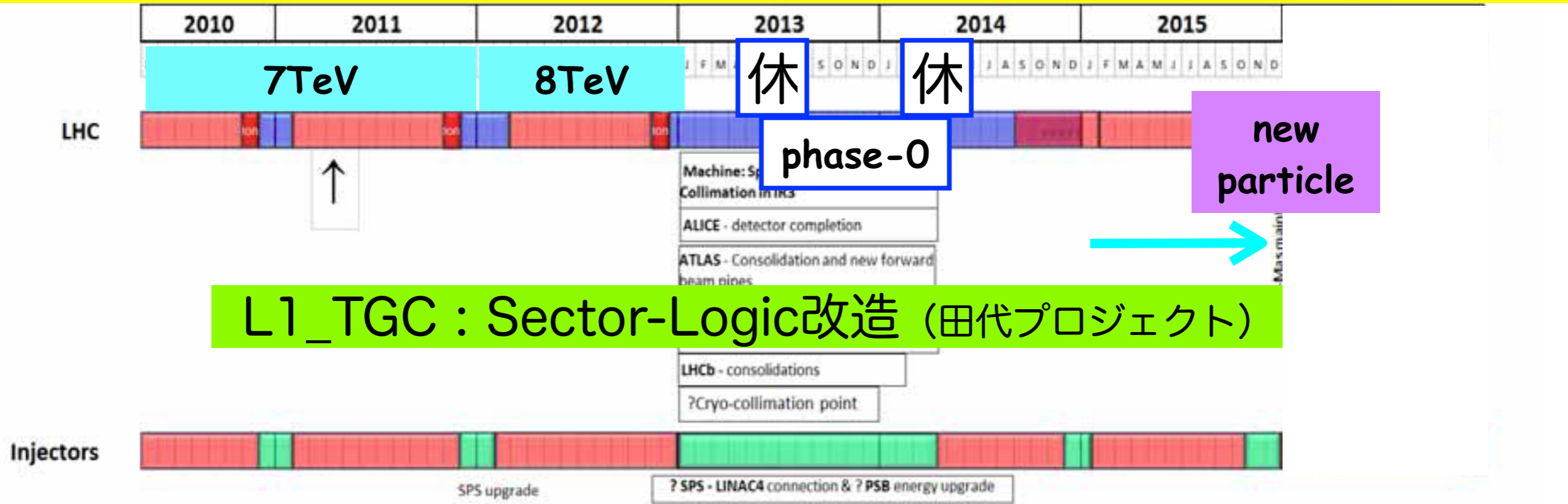
40MHz → 400Hz

どのイベントを記録するか？（捨てるか）

選択するのはトリガー

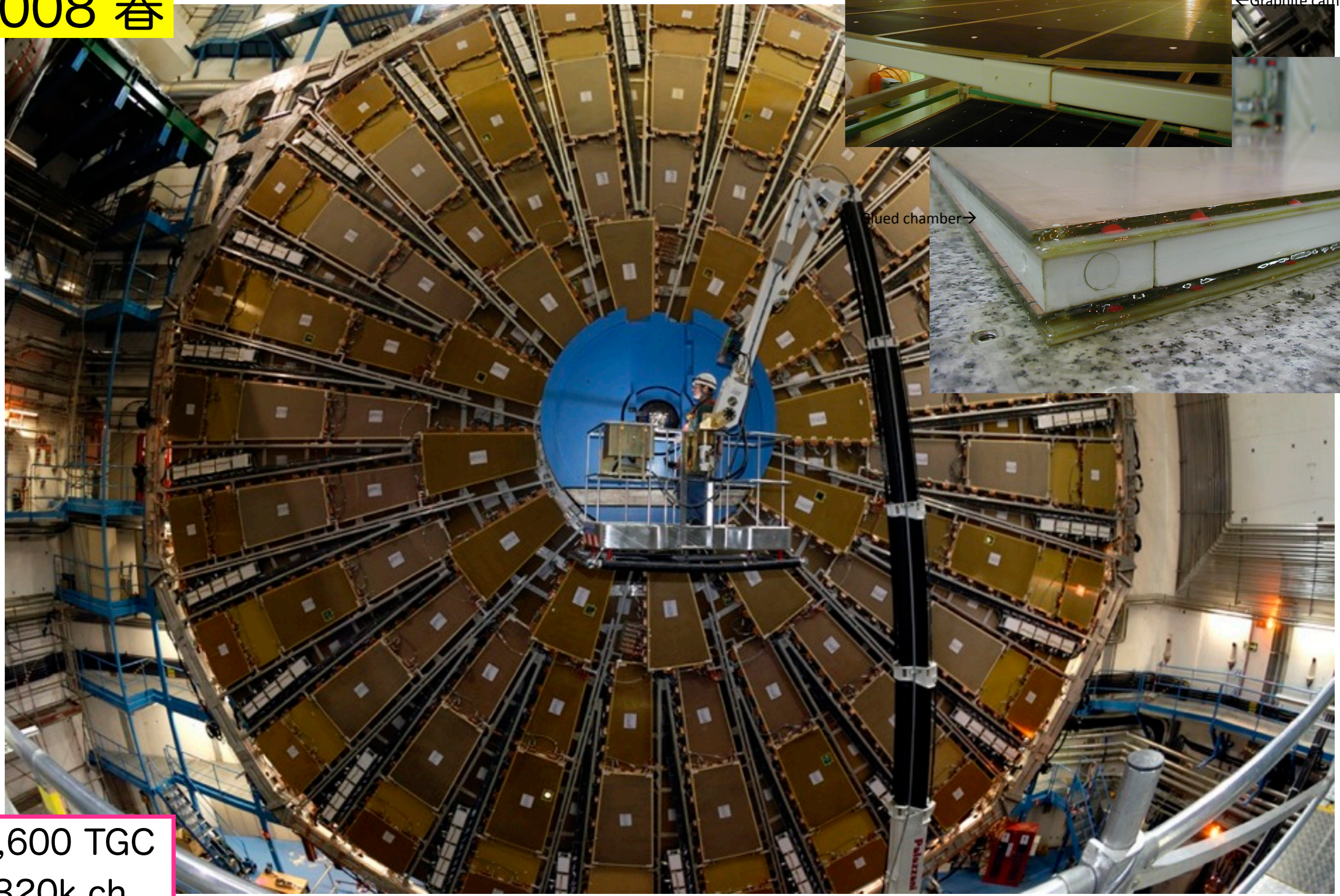
ハドロンコライダーの物理はトリガーで決まる

LHC : 2010 -> 2021



LVL1_Muon Trigger

2008 春



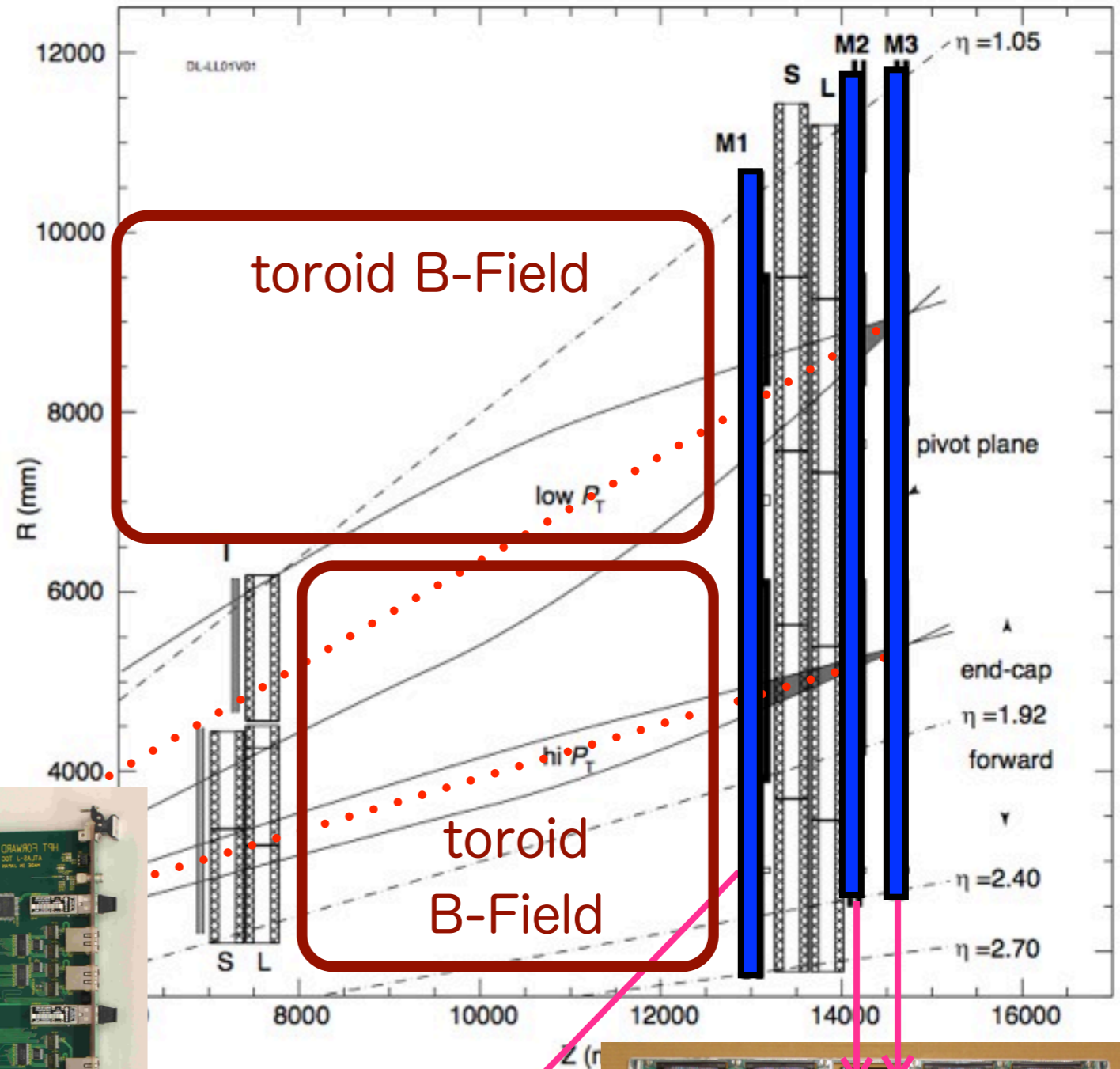
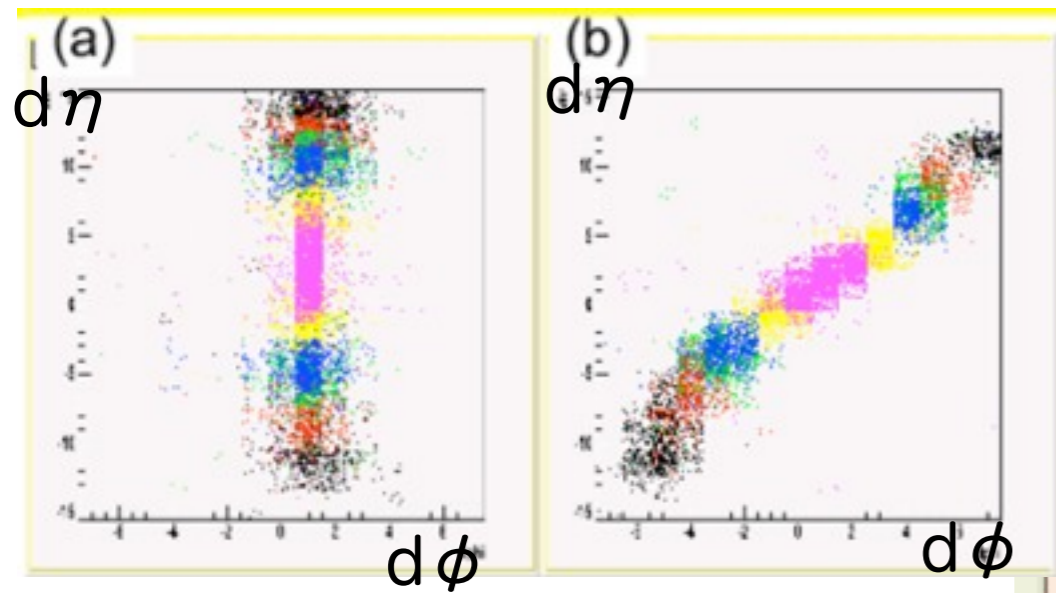
← Graphite cathode

Glued chamber →

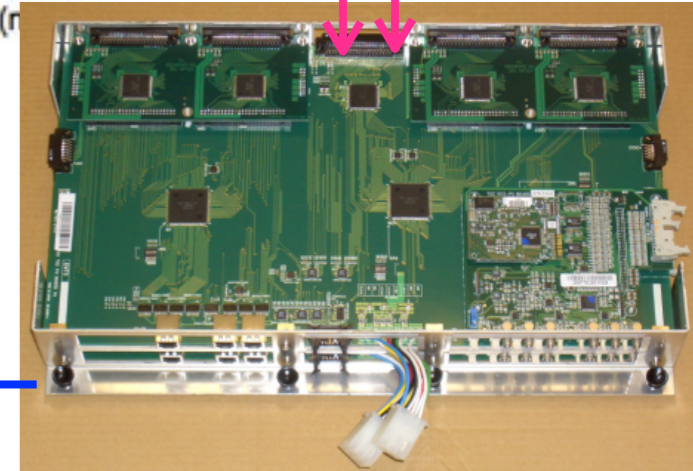
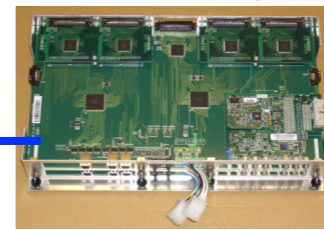
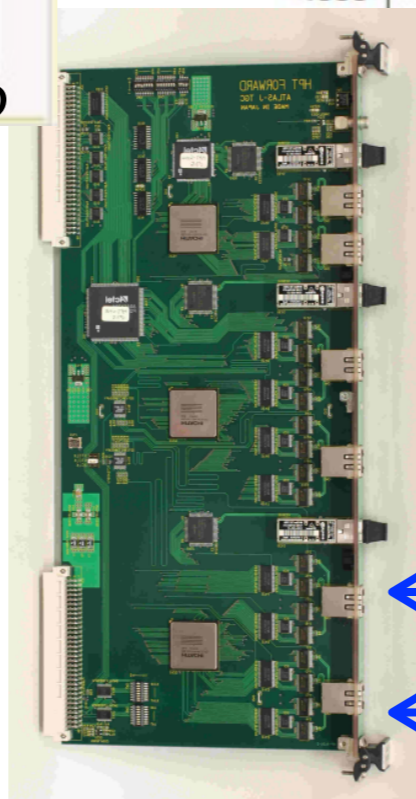
3,600 TGC
320k ch.

LVL1 μ -トリガースキーム

1. IPから μ (仮定)
2. 3/4 coincidence (1/2)
3. 全 layer coincidence
4. $d\eta$ v.s. $d\phi$ map $\rightarrow P_T$



セクター
ロジック



μ Spectrometer - Phase0 , 1

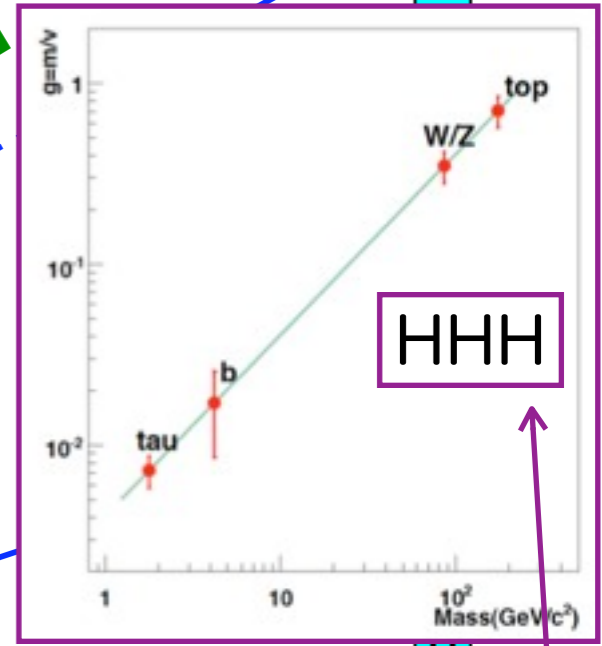
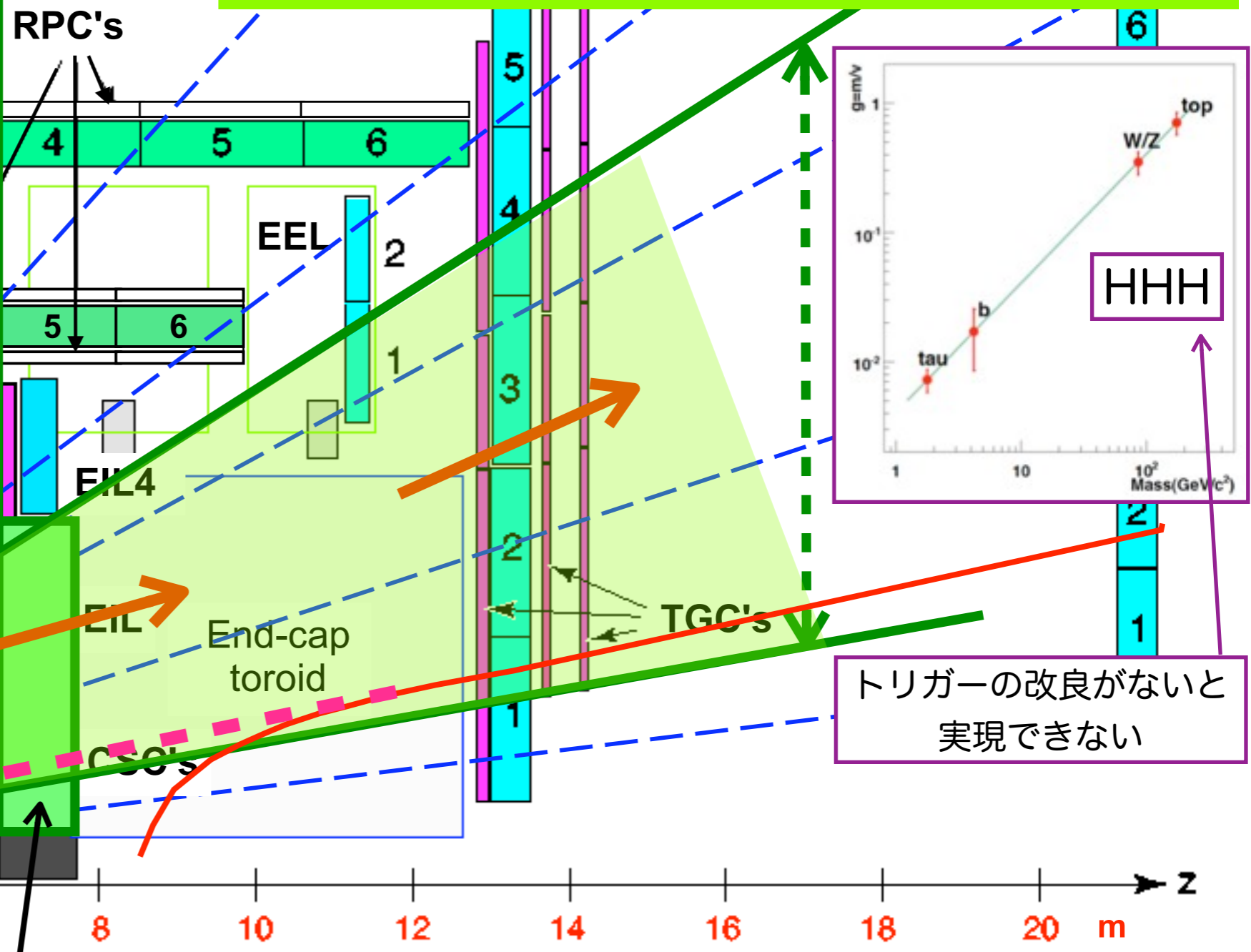
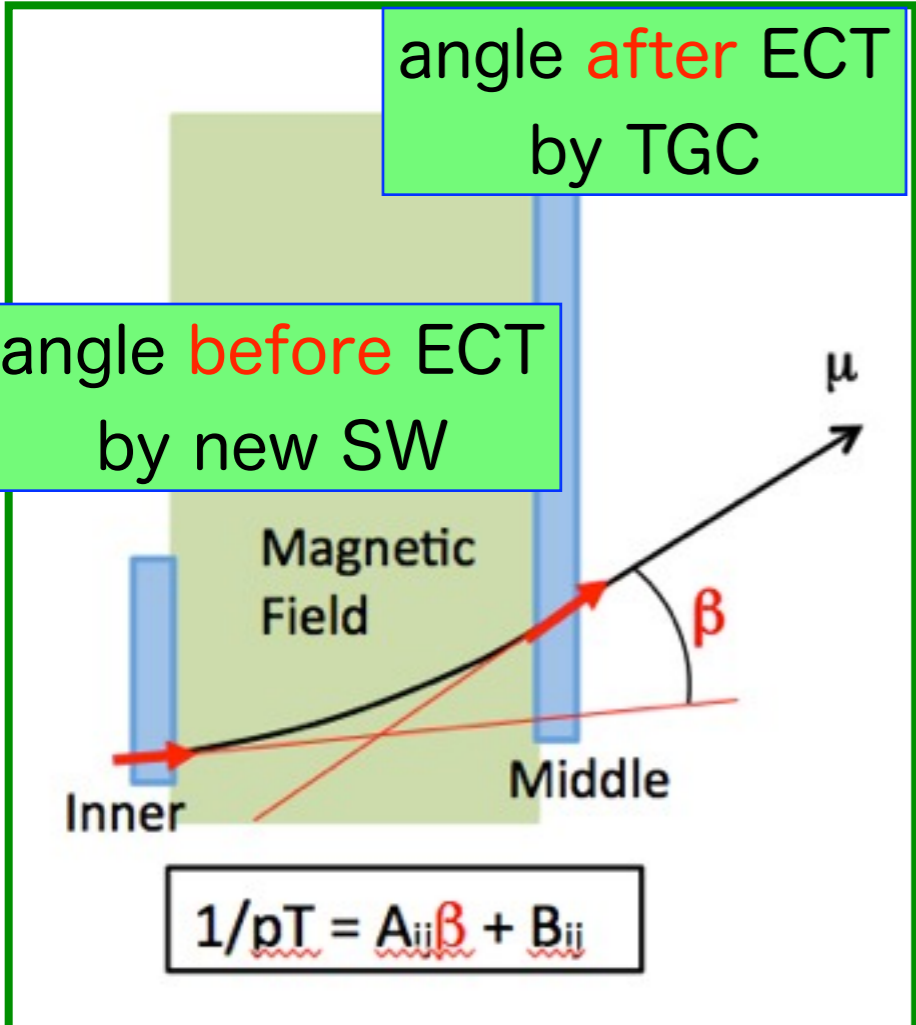
[Sector-Logic 回路]

2013 : 現行の検出器のヒット要求 \rightarrow ゴミ掃除
 2015 : 新検出器からの入力を利用

\rightarrow momentum resolution 向上

angle **after** ECT
by TGC

angle **before** ECT
by new SW

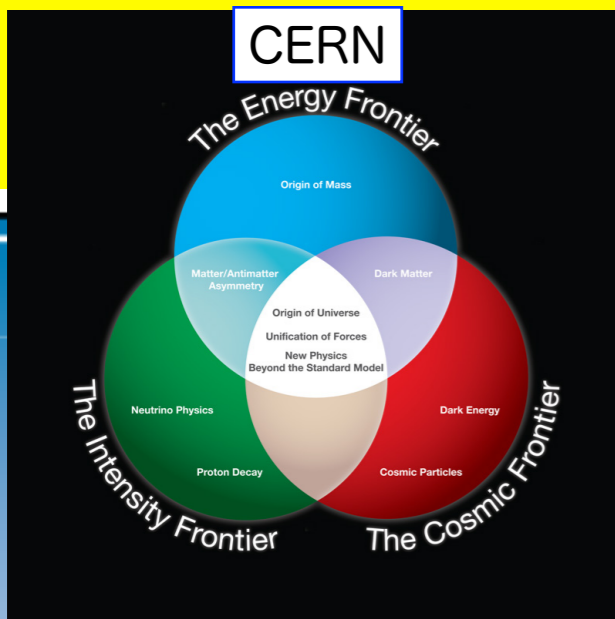


トリガーの改良がないと
実現できない

新検出器、それ自体の R&D

放射線耐性 , neutron/ γ , 性能評価 , ...

final words



- ❑ 38 Countries
- ❑ 174 Institutions
- ❑ ~ 2950 active scientists:
 - ~ 1840 with a PhD → contribute to M&O share
 - ~ 1100 students

- 個人のアイデア・スキルを発揮する場は 本当にいっぱいある
- CERNに集まった多くの優れた人間と戦えるのは、とても面白い
- 「歯車」? -> 立派な歯車になれば、一生、食っていけるでしょう

Argentina
Armenia
Australia
Austria
Azerbaijan
Belarus
Brazil
Canada
Chile
China
Colombia
Czech Repu
Denmark
France
Georgia
Germany
Greece
Israel
Italy
Japan

Poland
Portugal
Romania

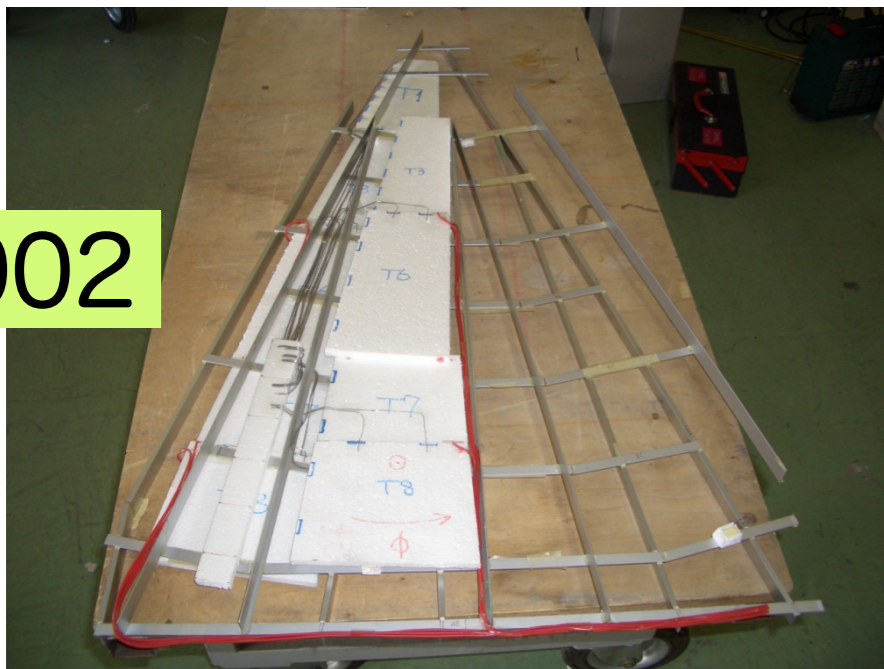
Albany, Alberta, NIKHEF Amsterdam, Ankara, LAPP Annecy, Argonne NL, Arizona, UT Arlington, Athens, NTU Athens, Baku, IFAE Barcelona, Belgrade, Bergen, Berkeley LBL and UC, HU Berlin, Bern, Birmingham, UAN Bogota, Bologna, Bonn, Boston, Brandeis, Brasil Cluster, Bratislava/SAS Kosice, Brookhaven NL, Buenos Aires, Bucharest, Cambridge, Carleton, CERN, Chinese Cluster, Chicago, Chile, Clermont-Ferrand, Columbia, NBI Copenhagen, Cosenza, AGH UST Cracow, IFJ PAN Cracow, SMU Dallas, UT Dallas, DESY, Dortmund, TU Dresden, JINR Dubna, Duke, Edinburgh, Frascati, Freiburg, Geneva, Genoa, Giessen, Glasgow, Göttingen, LPSC Grenoble, Technion Haifa, Hampton, Harvard, Heidelberg, Hiroshima IT, Indiana, Innsbruck, Iowa SU, Iowa, UC Irvine, Istanbul Bogazici, KEK, Kobe, **Kyoto**, Kyoto UE, Lancaster, UN La Plata, Lecce, Lisbon LIP, Liverpool, Ljubljana, QMW London, RHBNC London, UC London, Lund, UA Madrid, Mainz, Manchester, CPPM Marseille, Massachusetts, MIT, Melbourne, Michigan, Michigan SU, Milano, Minsk NAS, Minsk NCPHEP, Montreal, McGill Montreal, RUPHE Morocco, FIAN Moscow, ITEP Moscow, MEPhI Moscow, MSU Moscow, Munich LMU, MPI Munich, Nagasaki IAS, Nagoya, Naples, New Mexico, New York, Nijmegen, Northern Illinois University, BINP Novosibirsk, NPI Petersburg, Ohio SU, Okayama, Oklahoma, Oklahoma SU, Olomouc, Oregon, LAL Orsay, Osaka, Oslo, Oxford, Paris VI and VII, Pavia, Pennsylvania, Pisa, Pittsburgh, CAS Prague, CU Prague, TU Prague, IHEP Protvino, Regina, Rome I, Rome II, Rome III, Rutherford Appleton Laboratory, DAPNIA Saclay, Santa Cruz UC, Sheffield, Shinshu, Siegen, Simon Fraser Burnaby, SLAC, South Africa Cluster, Stockholm, KTH Stockholm, Stony Brook, Sydney, Sussex, AS Taipei, Tbilisi, Tel Aviv, Thessaloniki, Tokyo ICEPP, Tokyo MU, Tokyo Tech, Toronto, TRIUMF, Tsukuba, Tufts, Udine/ICTP, Uppsala, UI Urbana, Valencia, UBC Vancouver, Victoria, Waseda, Washington, Weizmann Rehovot, FH Wiener Neustadt, Wisconsin, Wuppertal, Würzburg, Yale, Yerevan



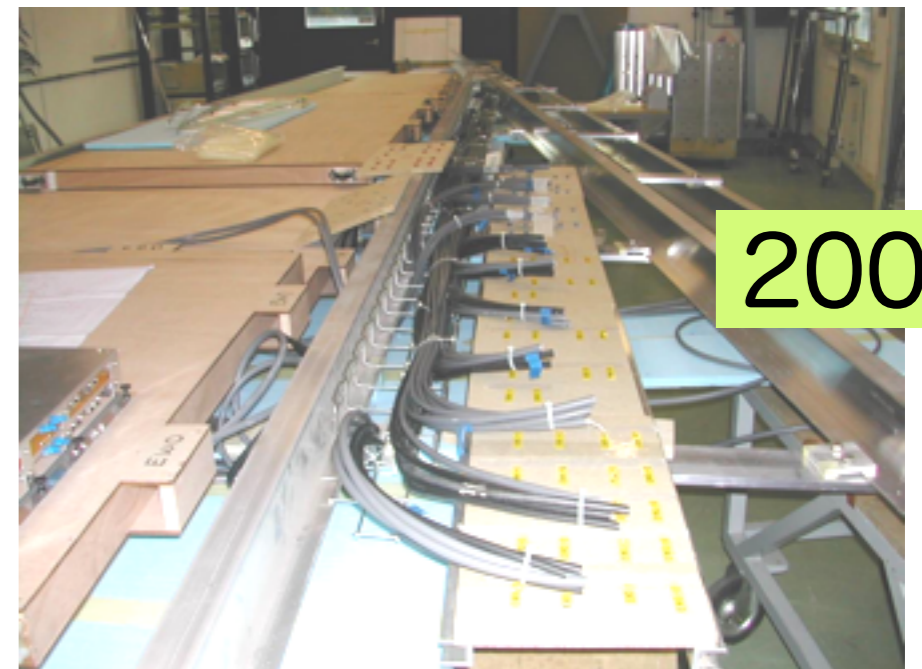


「歴史」 @ CERN

2002

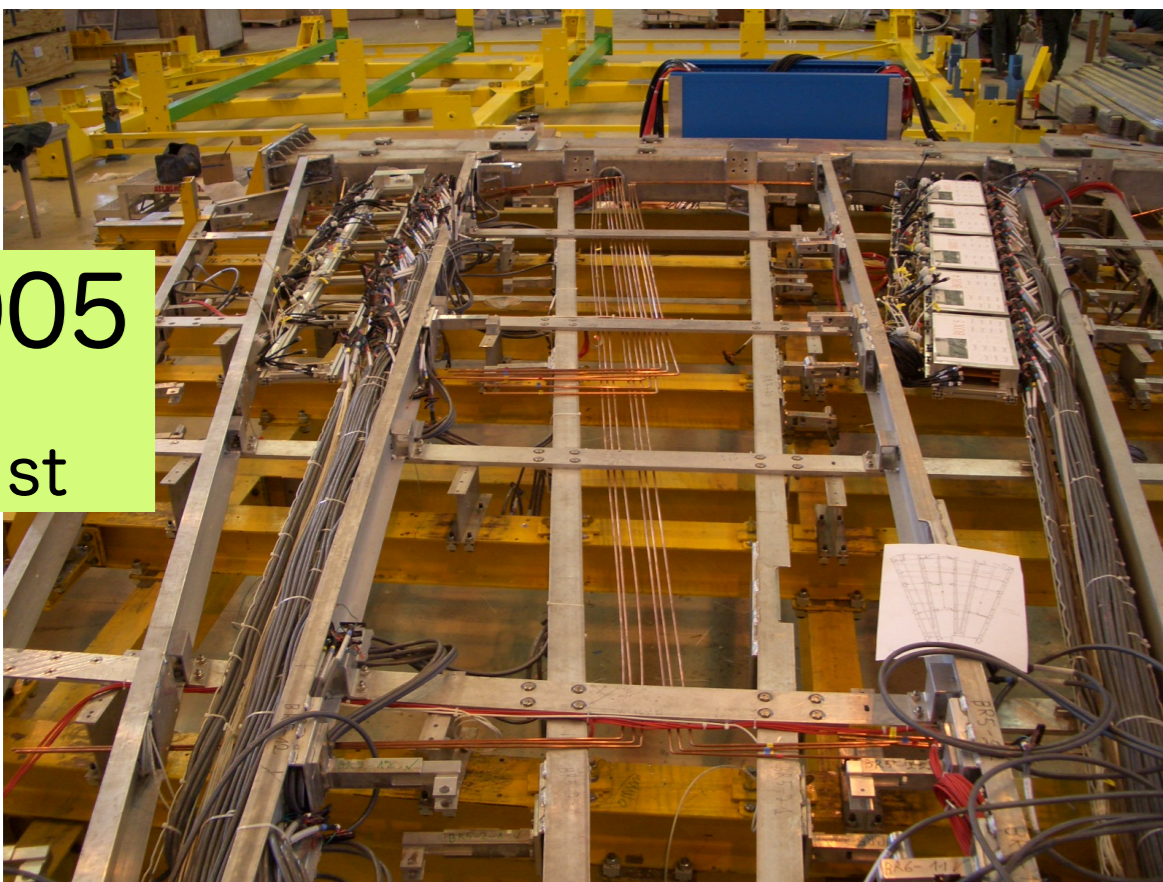


2003



2005

1st



2007

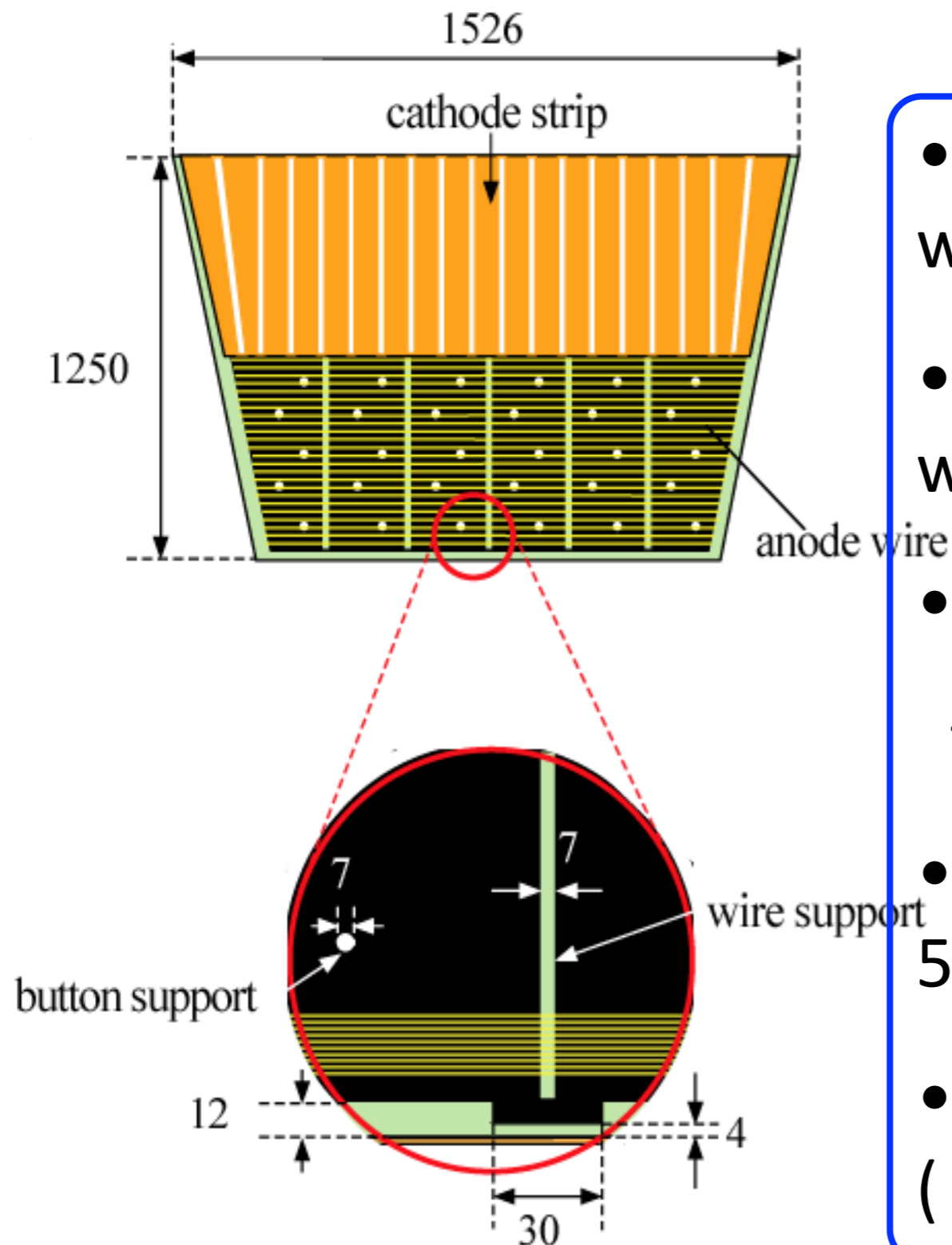
72th



point of no-return

モックアップから完成品まで
そのすべてに 指紋と思考の跡が刻みこまれています

TGC : Thin-Gap-Chamber



- the basic structure is like MWPC with graphite cathode
- the signal is read from both anode wire (η) and cathode strip (ϕ)
- the wire spacing is 1.8 mm
the gap between a / c is 1.4 mm
- The diameter of tungsten wire is 50 micron
- the gas is CO₂ and n-Pentane (55 : 45)

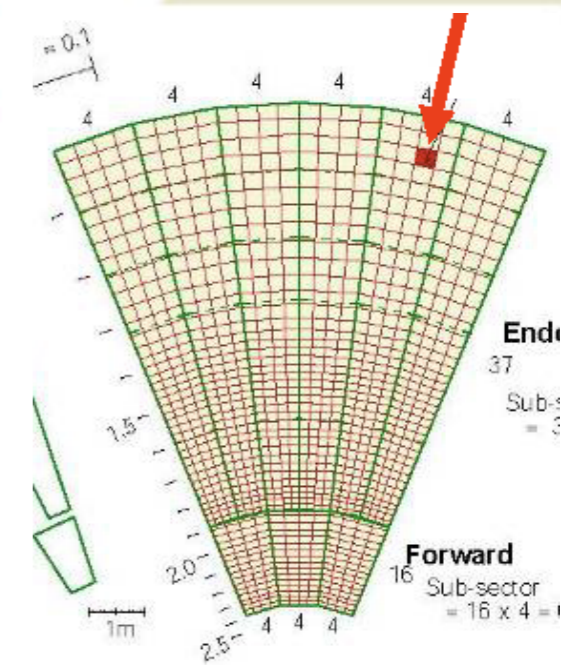
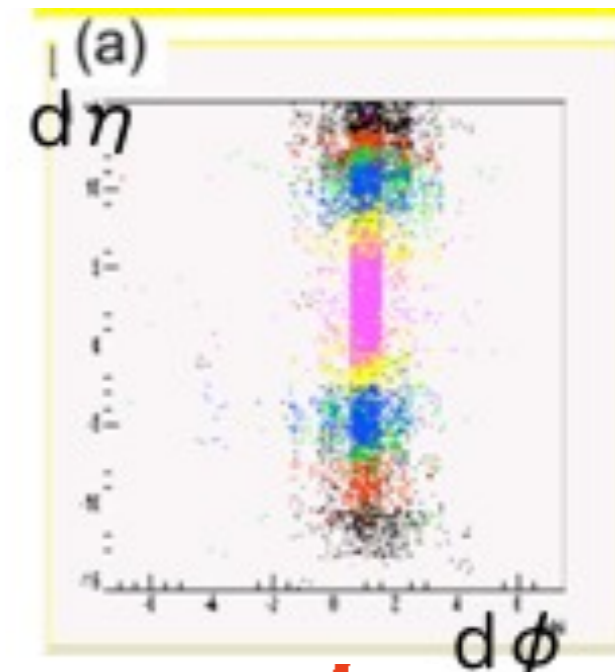
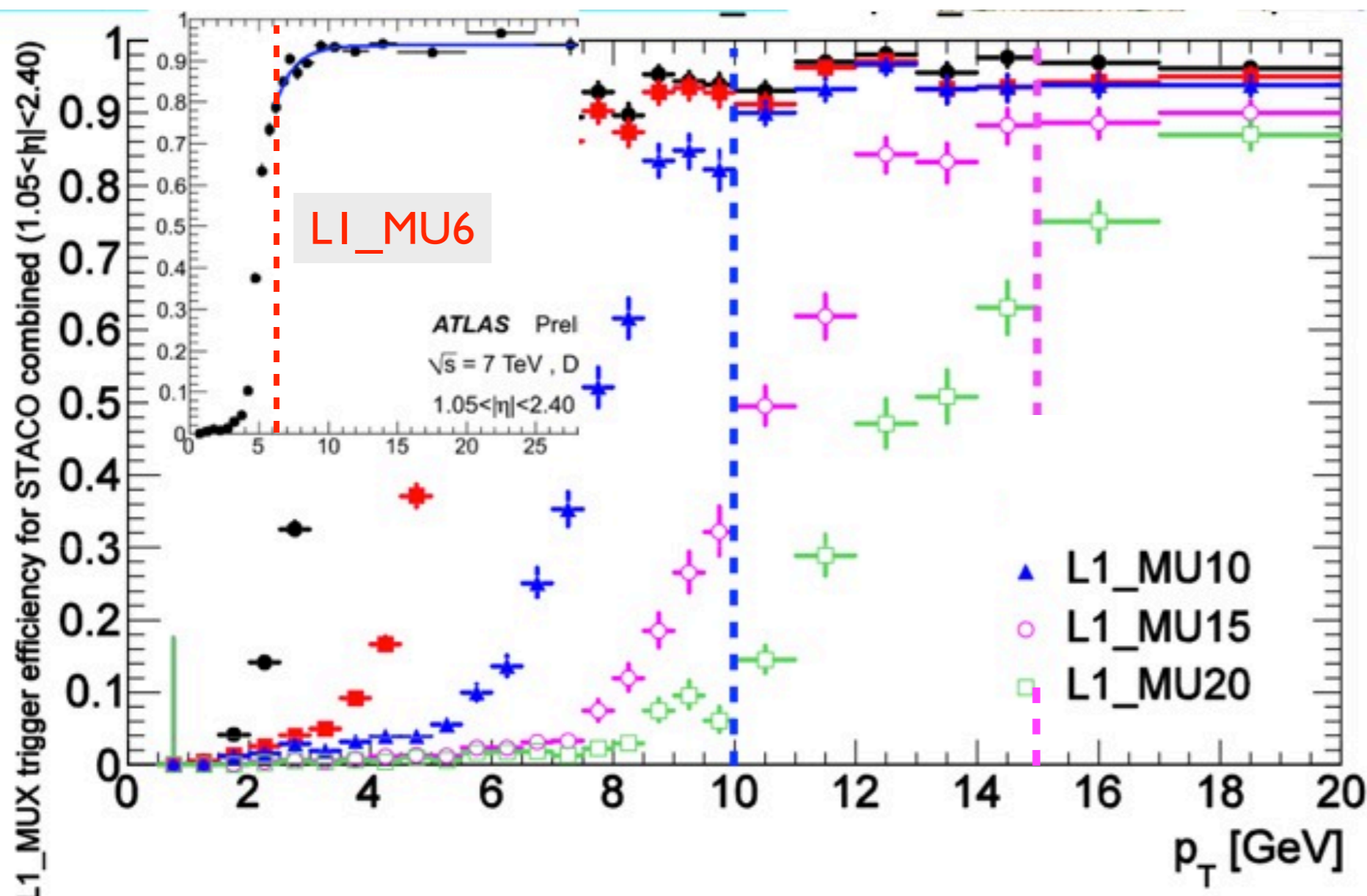
LVL1 μ -トリガースキーム

IP - HIT位置を結んだ直線からのズレ

$(d\eta, d\phi)$

different color \leftrightarrow different P_T

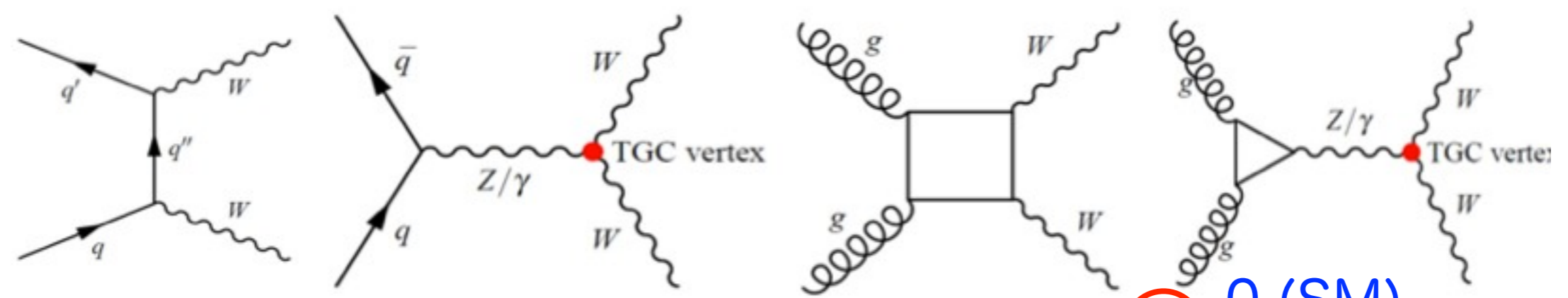
1,080 Look-Up-Table



μ-トリガー → WW

mu20 (or 2mu10)

W/Z (+jets), WW, WZ, ZZ, Wγ, Zγ



$$L/g_{WWV} = \underbrace{g_1^V}_{1(\text{SM})} (W_{\mu\nu}^* W^\mu V^\nu - W_{\mu\nu} W^{*\mu} V^\nu) + \underbrace{i\kappa^V}_{1(\text{SM})} W_\mu^* W_\nu V^{\mu\nu} + \underbrace{\lambda^V}_{0(\text{SM})} \frac{1}{M_W^2} W_{\rho\mu}^* W_\nu^\mu V^{\nu\rho}$$

もし “anomalous coupling” あれば、 g, κ, λ の値が 1, 1, 0 ではなくなり、観測 σ_{WW} が σ_{SM} と異なる。

10⁻²までしかいかない。W → WZ (I, II) の方が sensitivity 良い (10⁻³くらい行きたい)

2Lepton Opposite-Sign + MET
Higgs → WW と同じトポロジー
よく研究しておく

