

2015年のLHCは、重心系エネルギー13TeVで陽子陽子衝突を行い（Run2の開始）、ATLASでは図1に示すように、約 4 fb^{-1} のデータを収集した。7月まではバンチ間隔50nsで、その後は25ns間隔で陽子陽子衝突を行った。

Run2開始当初は、Run2用に新たにインストールしたLHCのクエンチ保護回路に使われていたICの放射線耐性が低く、陽子数を増やすとクエンチ保護回路が誤作動を起こしてビームを落としてしまう、という問題があった。この問題のせいで陽子数を増やせず、特に25ns間隔での運転を開始した8月はルミノシティを上げることができなかった。結局、この回路を旧型に全部交換し直すことで、陽子数を順調に増やすことができ、これが9月以降のルミノシティ上昇に繋がった（図1参照）。

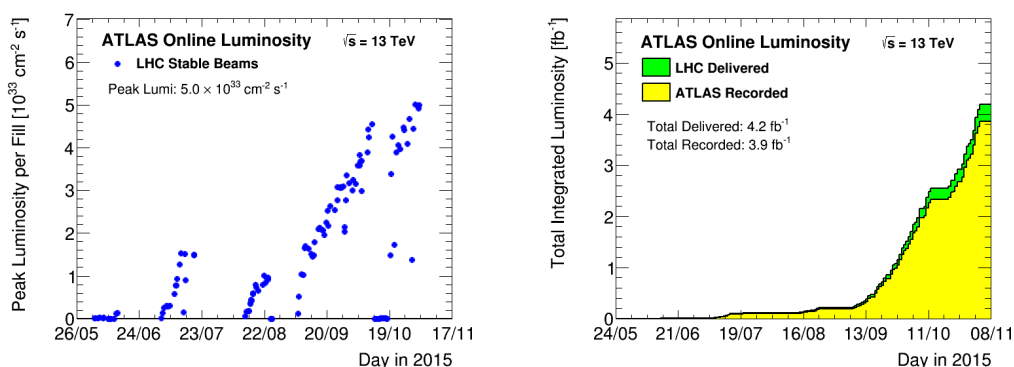


Figure 1: 日毎のルミノシティの最高値（左）と、積算ルミノシティの日毎の変化（右）。

クエンチ保護回路以外での加速器の大きな課題は以下の3つであった。いずれも対策が施され、9月以降は安定した運転を行えた。

- 電子雲の問題。25ns間隔での運転で顕著に現れる。バンチあたりの陽子数を増やして、かつ、バンチ数を減らしてビームを周回させること（beam scrubbing）により、生成2次電子数を減らすことに成功した。
- Unidentified Falling Object の問題。ビームパイプ中の塵にビームがあたり、大きなビームロスが生じる。具体的な改善策はないが、運転を続けると頻度は減っている。Run1でも同様の効果を観測している。
- Unidentified Lying Object の問題。ビームの軌道が強く制限される箇所がビームパイプ中に一箇所ある。何らかの物体があるが、ビームパイプを開けてみないと確認できない（これには、超電導電磁石を一度常温に温める必要があるので、数ヶ月から半年程度の時間を要する）。その物体を避けるビーム軌道を確立できたので、ビームパイプを開けることなく運転を続けた。

バンチ数は、設計値の2808に対して、これまでのところ2232を達成した。ルミノシティの最高値は $5 \times 10^{33}\text{ cm}^{-2}\text{ s}^{-1}$ で、2016年は、バンチ数の増加に加え、 β^* を2015年の80cmから40cmに絞ることで、 $1 \times 10^{34}\text{ cm}^{-2}\text{ s}^{-1}$ 超えを狙う。

収集した全データを使った物理解析結果を ATLAS グループは公表し始めている。以下ではそのハイライトとして3つの結果を紹介する。

図2は、ヒッグス粒子生成断面積測定を $\gamma\gamma$ および ZZ 終状態を用いて行った結果を重心系エネルギーの関数として示したものである。図からわかるとおり、13TeVでは断面積ゼロと無矛盾で、ヒッグス粒子生成を有意にはまだ確認していない。標準模型によると、8TeVに比べて断面積は2倍程度になるはずであるが、統計量が1/5程度なので现阶段で観測できていないことは驚きには値しない。重要な点は、結果としてまだ見えていないが、ヒッグス再発見に向けてデータが揃い始め、解析も進んでいるということである。

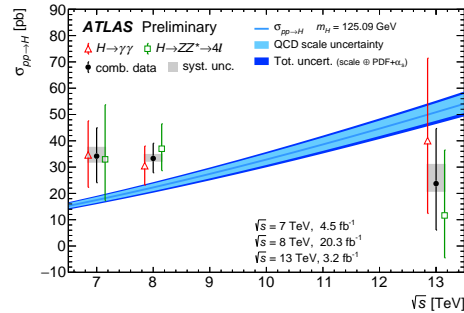


Figure 2: ヒッグスの生成断面積の重心系エネルギー依存性。点が実測値で、青の帯が理論予想。

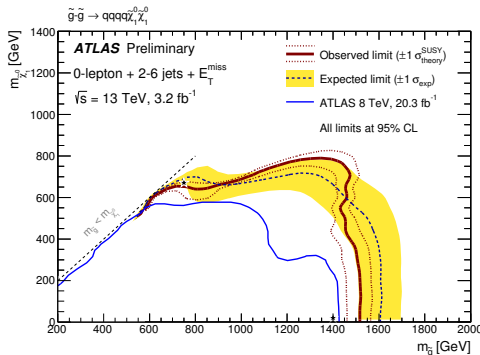


Figure 3: レプトン無し終状態でのグルイーノ探索結果。

作用での生成が支配的である超対称性粒子の探索については、13TeVの感度を超えているが、残念ながら信号の兆候は今のところ見えていない。

超対称性以外でも、7TeV近い dijet 質量を持つジェット事象が観測されるなど、重心系8TeVでの探索感度を超える感度での新物理探索が活発に行われている。様々な結果の中で一番の話題は、diphoton 事象分布に resonanceらしき事象過剰が観測されていることである。図4に見られるように、750GeV付近の事象数が、滑らかに減っている背景事象数に比べてわずかに多い。この事象数超過の統計的優位性を議論するには、質量未知の粒子の探索なので、幅広い質量領域で無数の探索を行うことにより背景事象を信号と間違える確率も考慮しなければならない。この効果も入れた global significance は 2.0σ (崩壊幅が検出器の分解能に比べて十分小さいと仮定したとき)であった。この事象超過が未知粒子の崩壊によるものなのかを判断するためには、さらなるデータ収集が待たれる。

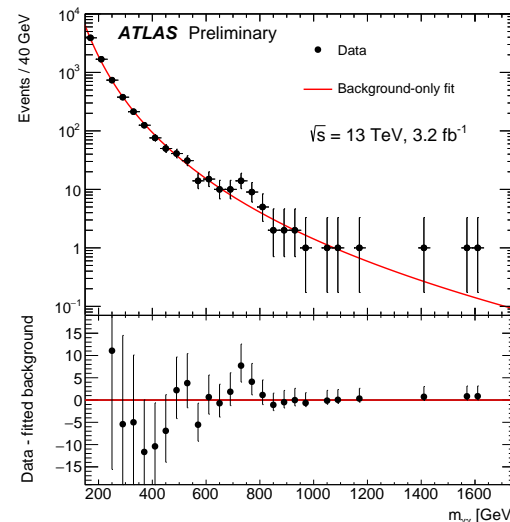


Figure 4: diphoton 質量分布 (上)。下は背景事象数の期待値を引いた後の分布。