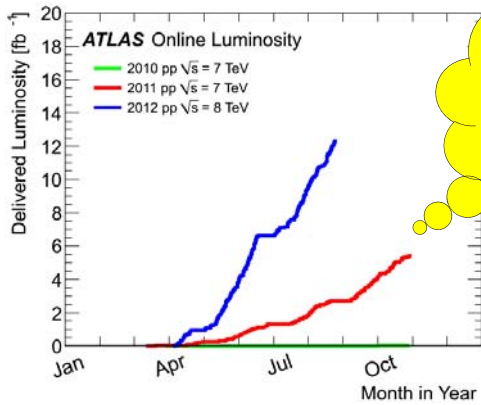
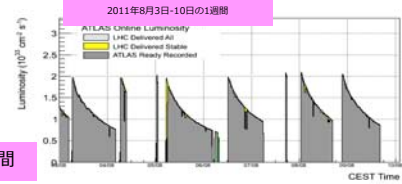
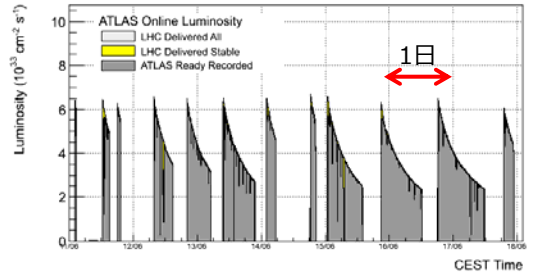


## 積算データ収集状況 (積分ルミノシティ) 2010-2012年



積分ルミノシティの単位: fb<sup>-1</sup>  
1fb<sup>-1</sup> は陽子・陽子衝突約100兆回の衝突に対応

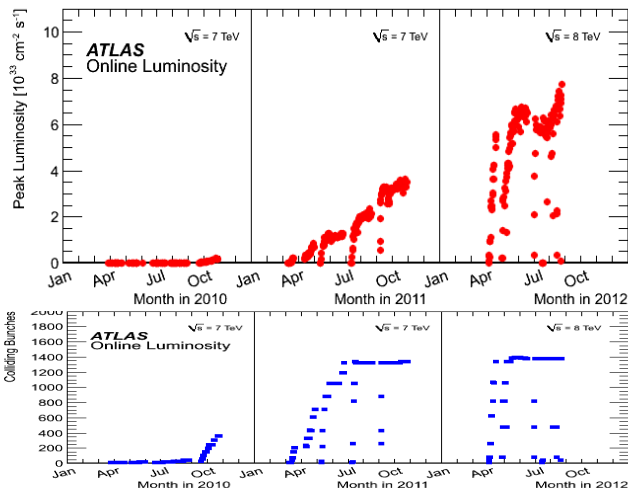
2012年6月10日-16日の1週間



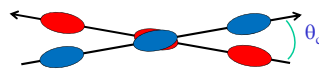
2010年3月30日の重心系エネルギー7TeVでの初衝突以来、LHCの性能は飛躍的に向上してきました。2011年の目標は1fb<sup>-1</sup> (=1,000pb<sup>-1</sup>) を集めることでしたが、5fb<sup>-1</sup>以上とれました。2012年はエネルギーを8TeVに上げて8月末までで12fb<sup>-1</sup>集まりました。

## ルミノシティの改善状況

ルミノシティの移り変わり



$$L = \frac{N^2 k_b f}{4\pi\sigma_x\sigma_y} F = \frac{N^2 k_b f \gamma}{4\pi\epsilon_n \beta^*} F$$



- バッチの数  $k_b$
  - バッチあたりの陽子数  $N$
  - 規格化エミッタンス  $\epsilon_n$
  - 相対論効果(E/m<sub>0</sub>)  $\gamma$
  - 衝突点でのベータ関数  $\beta^*$
  - 衝突パラメータ  $F$
  - 衝突角度  $\theta_c$
  - バッチの長さ  $\sigma_z$
  - 横方向の拡がり  $\sigma^*$
- 衝突点のパラメータ
- $$F = \sqrt{1 + \left(\frac{\theta_c}{2\sigma^*}\right)^2}$$

2010年6月まで、徐々にバッチ数を増やしました。バッチ間隔50nsで、最大の1,380バッチに到達しました。その後はバッチあたりの陽子数を増やしたり、ビームをさらに絞ったりすること ( $\beta^*$ を小さくする) で、ルミノシティを上げてきました。

加速器パラメータ	単位	設計値	到達値	コメント
各ビームエネルギー	TeV	7	4	2013-4年の改造後に設計値に
バッチあたりの陽子数	10 <sup>10</sup> 個	11.5	16	設計値を達成
バッチの間隔	ns	25	50	
バッチの個数		2808	1380	
Emittance	μm	3.75	2.9	設計値よりよい性能
β*	m	0.55	0.6	エネルギーが高くなれば小さくできる
バッチのサイズ(x,y)	μm	16.7	34	
バッチの長さ(z)	cm	7.55	8.7	
衝突角度	μrad	285	240	
ルミノシティ	cm <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>	1.0×10 <sup>34</sup>	7.7×10 <sup>33</sup>	
バッチあたりのルミノシティ	cm <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>	3.6×10 <sup>30</sup>	5.5×10 <sup>30</sup>	設計値よりよい性能
ビームのエネルギー	MJ	362	120	

## LHCトリビア

- 陽子を長時間周回させる加速器のなかは、超高真空に保つ必要があります。1兆分の1気圧以下で、月面の真空度よりよくなっています。 (<10<sup>15</sup> H<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> : 水素分子に換算して1m<sup>3</sup>あたり10<sup>15</sup>個以下)
- 設計値でのビームパワーは362MJ。8両編成の電車(400トン)が時速150kmで走っている運動エネルギーに対応します。
- LHCの運転で使っている電力は120MW。入射加速器などを含めたCERN全体の電力使用量は230MWです。これに対してつくば市の家庭での消費電力が約50MWです。LHCで使われる電力の多くの部分は、陽子の加速のためでなく、たくさんの超伝導磁石を冷やすための冷凍機で消費されています。
- LHCに使われている超伝導線は7μm径のNbTi線をより合わせて作ります。使われた線材をすべて合わせて伸ばすと、太陽と地球の間の距離の10倍以上になります。