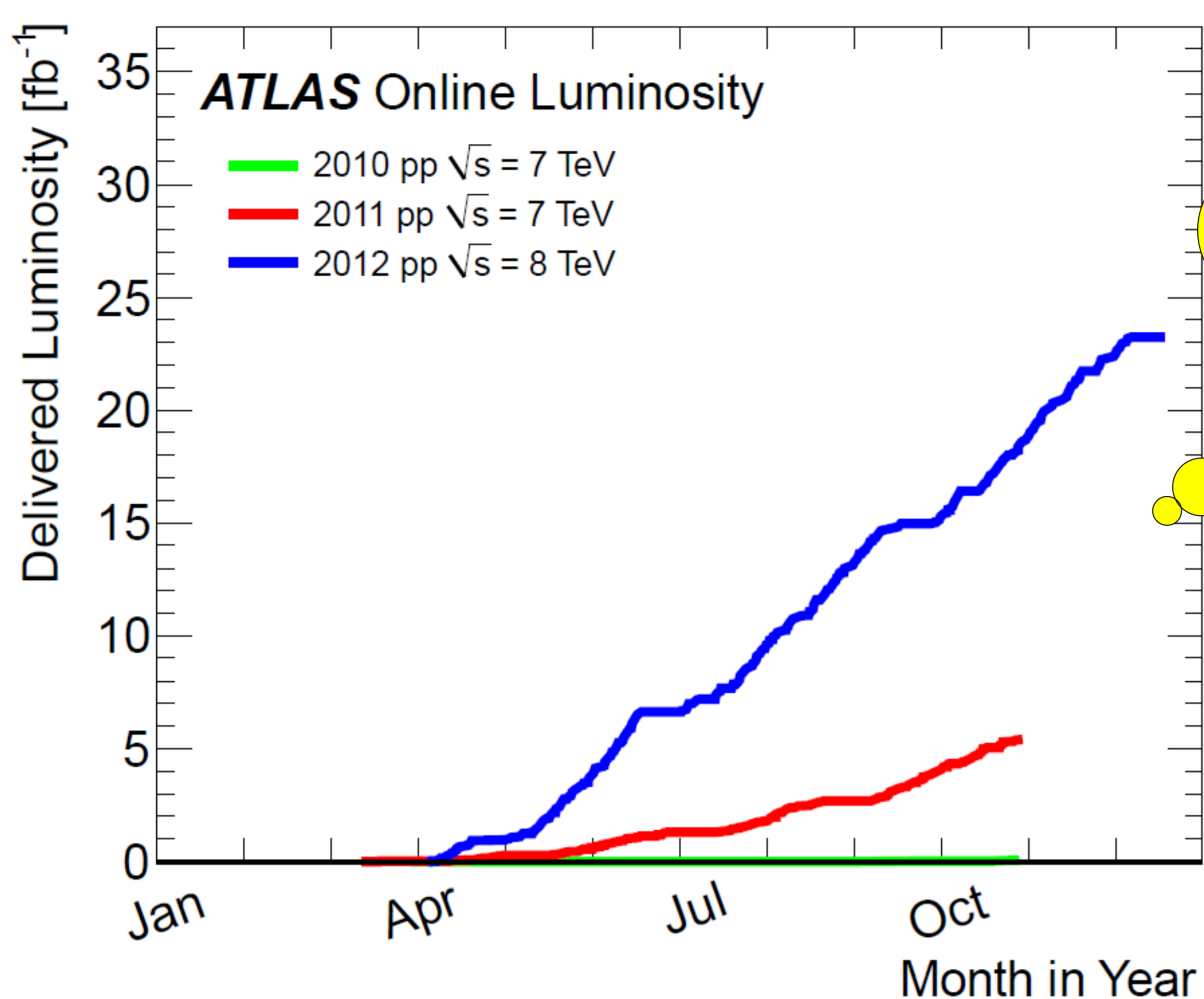


# 2012年末までのLHC運転状況

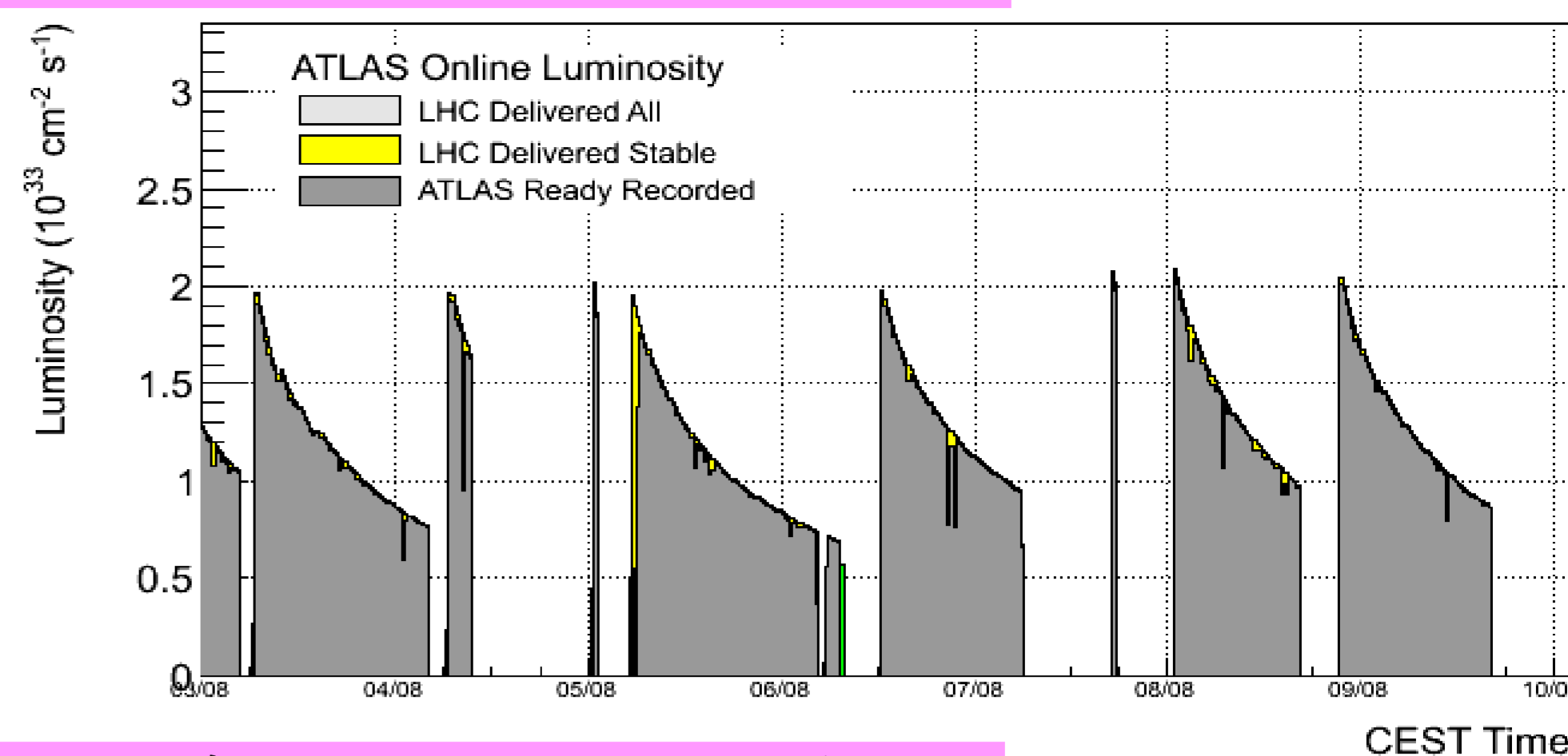


## 積算データ収集状況 (積分ルミノシティ) 2010-2012年

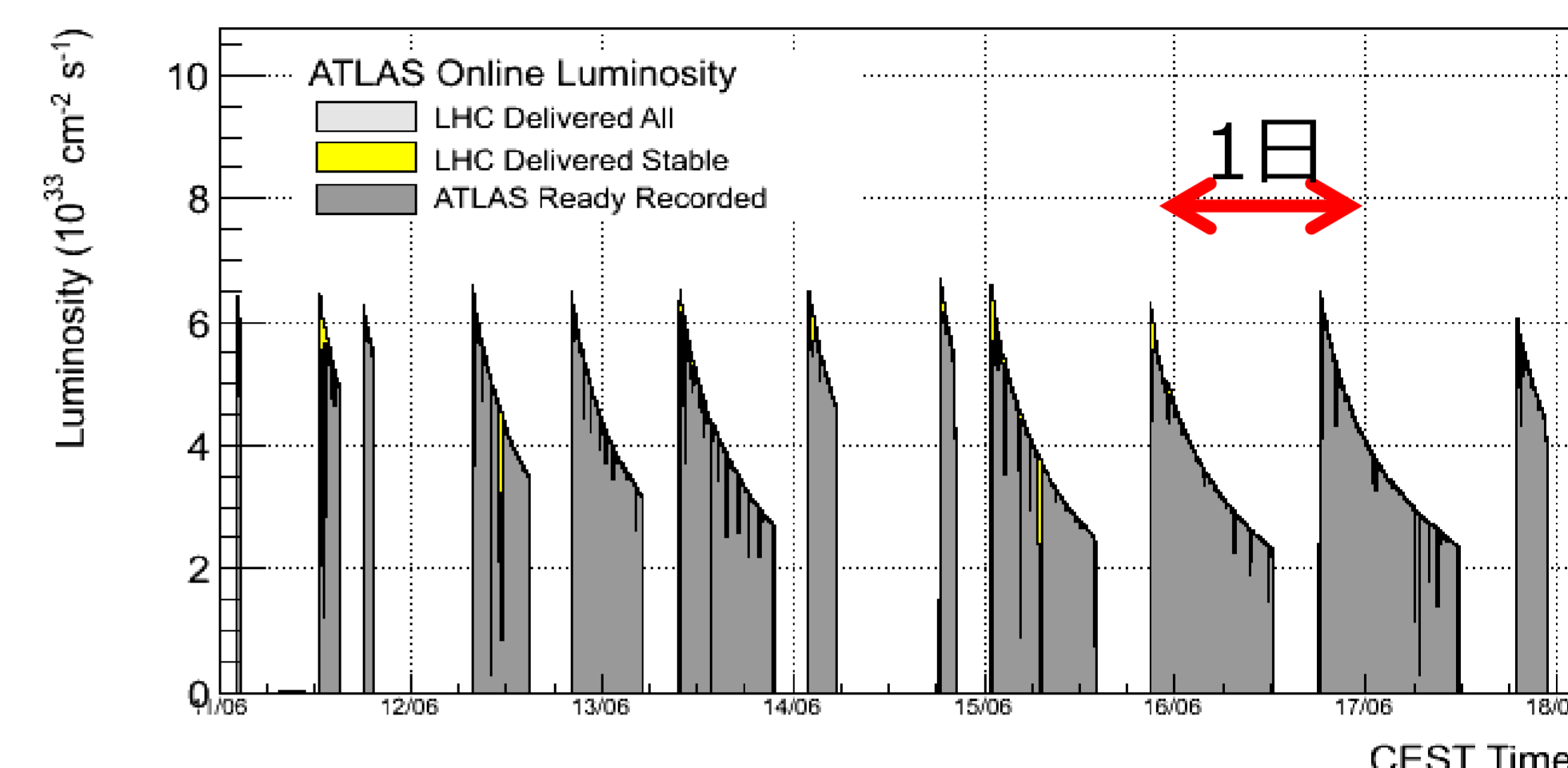


積分ルミノシティの単位: fb<sup>-1</sup>  
1fb<sup>-1</sup> は陽子・陽子衝突約100兆回の衝突に対応

2011年8月3日- 9日の1週間



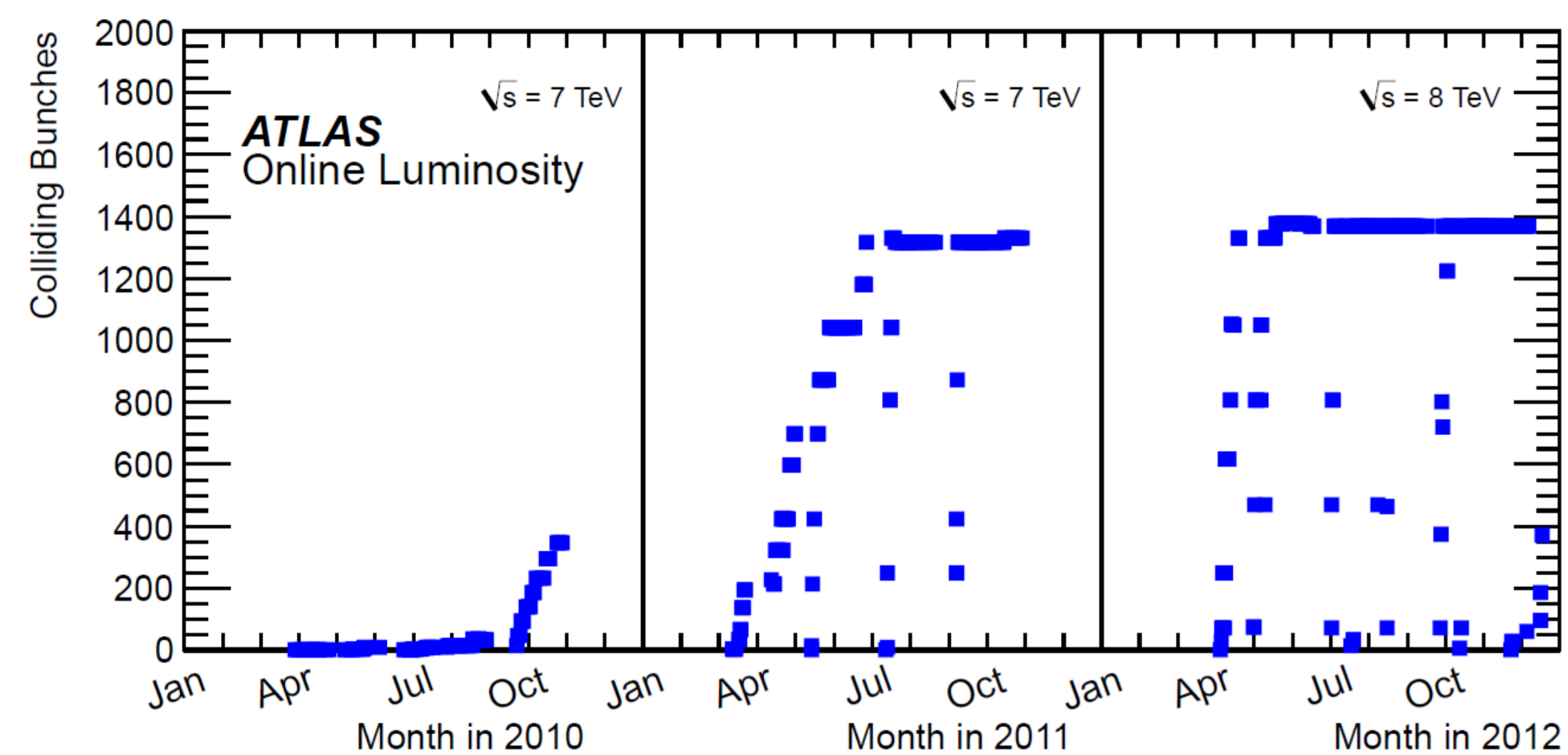
2012年6月11日-17日の1週間



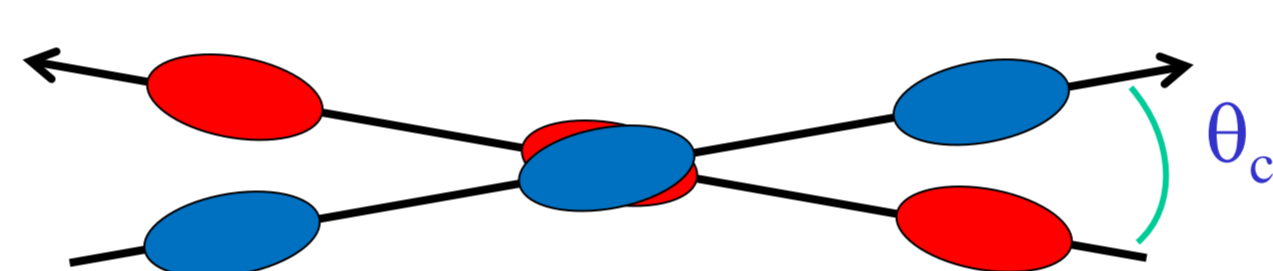
LHC は2010年3月30日に重心系エネルギー7TeVで陽子と陽子を衝突させる事に成功し、その後、性能を飛躍的に向上してきました。2011年は 2010年の100倍以上の 5 fb<sup>-1</sup> のデータを取得しました。2012年は衝突エネルギーを8 TeV に上げて23 fb<sup>-1</sup> のデータ取得に成功しました。

## ルミノシティの改善状況

バンチ数の移り変わり

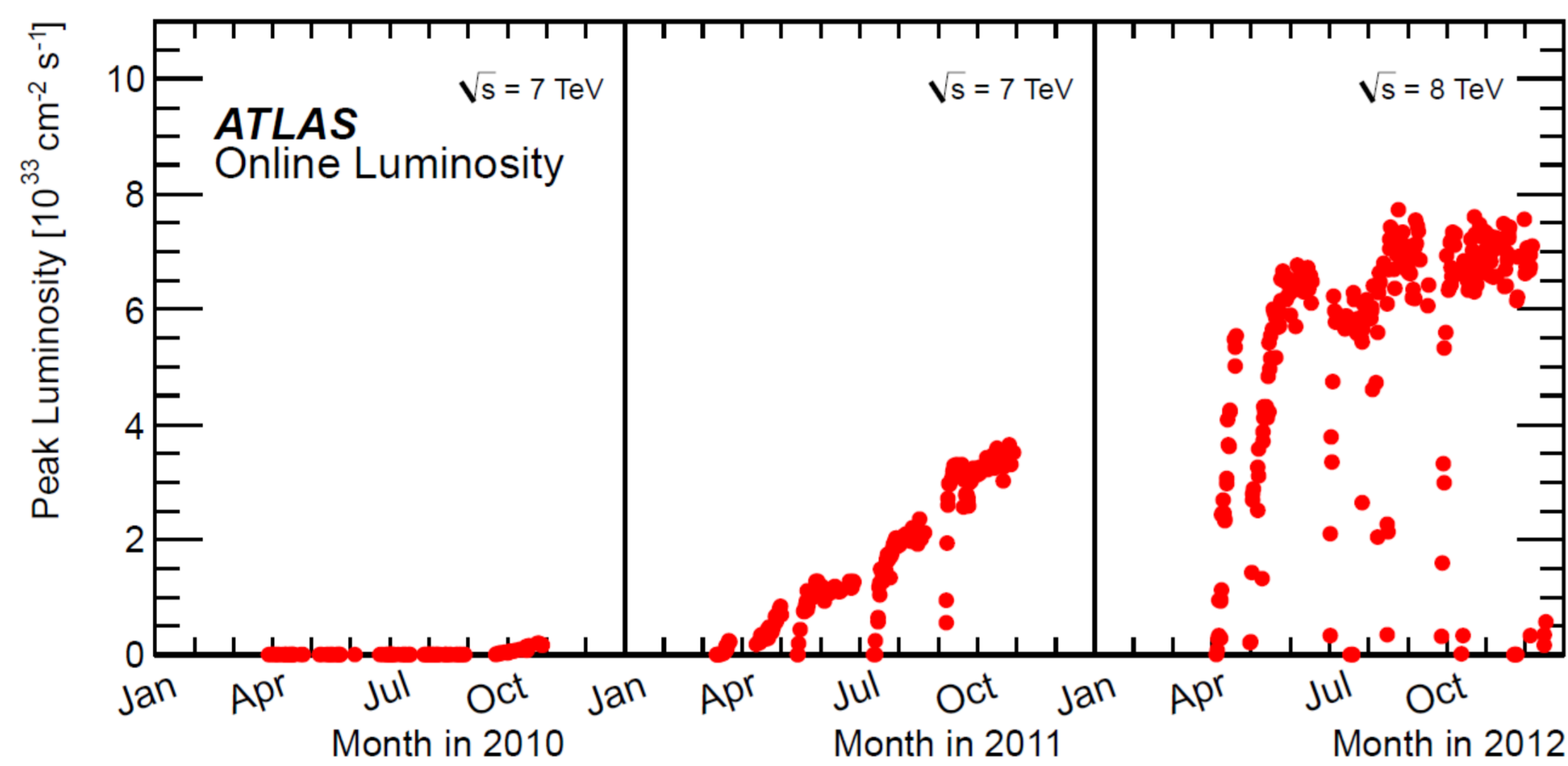


$$L = \frac{N^2 k_b f}{4\pi\sigma_x\sigma_y} F = \frac{N^2 k_b f \gamma}{4\pi\epsilon_n \beta^*} F$$



- バンチの数  $k_b$
  - バンチあたりの陽子数  $N$
  - 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  $\theta_c$
  - バンチの長さ  $\sigma_z$
  - 横方向の拡がり  $\sigma^*$
- 衝突点のパラメータ  $F = 1 / \sqrt{1 + (\frac{\theta_c \sigma_z}{2\sigma^*})^2}$

ルミノシティの移り変わり



2011年6月まで、徐々にバンチ数を増やしました。バンチ間隔50nsで、最大の1,380バンチに到達しました。その後はバン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
バンチあたりの陽子数	10 <sup>10</sup> 個	11.5	16	設計値よりよい性能
バンチの間隔	ns	25	50	
バンチの個数		2808	1380	
Emittance	μm	3.75	2.2 - 2.5	設計値よりよい性能
$\beta^*$	m	0.55	0.6	エネルギーが高くなれば小さくできる
バンチのサイズ(x,y)	μm	16.7	19	
バンチの長さ (z)	cm	7.55	> 9	
衝突角度	μrad	285	290	
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>	
バン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	140	

## LHCトリビア

- 陽子を長時間周回させる加速器のなかには、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。