

おり、バンチ純度悪化の可能性が十分にあったこと、さらに改造後にはチューンシフトがバンチ純度に影響のない程度に十分減少していることがわかる。

表 1: 冷却設備改造前後における各電磁石の励磁電流値の変化量及び予想されるチューンシフト

		1GeV フラットボトム平均電流 [A]			QF,QDの変化量より 予想される チューンシフト Δv_r
		収束四極	発散四極	偏向	
改造前	連続	55.072	47.443	169.94	-0.00213
	間欠	55.055	47.433	169.86	
	変化量	-0.017	-0.01	-0.08	
改造後	連続	55.057	47.435	169.90	0.00052
	間欠	55.054	47.436	169.88	
	変化量	-0.003	+0.001	-0.02	

また、冷却設備の改造後に行った定期的なチューン測定の結果、電磁石の通電時間に関係なくチューンの変化量は全幅で 0.0013 程度に抑えられていることを確認した。これにより、蓄積リング中の孤立バンチの純度を悪化させることなく間欠運転によるトップアップ入射が可能であると判断した。

間欠運転を適用した 2009 年 9 月からの第 4、第 5 サイクルのユーザー運転中のバンチ不純度（メインバンチに対する割合）の変化を図 4 に示す。赤が孤立バンチの前方、緑が後方のバケットの不純度を表す。途中の段差はフィリングパターンの変更による孤立バンチの電流値の違いによるものであり、これらの期間中ではバンチ純度の悪化は見られていない。

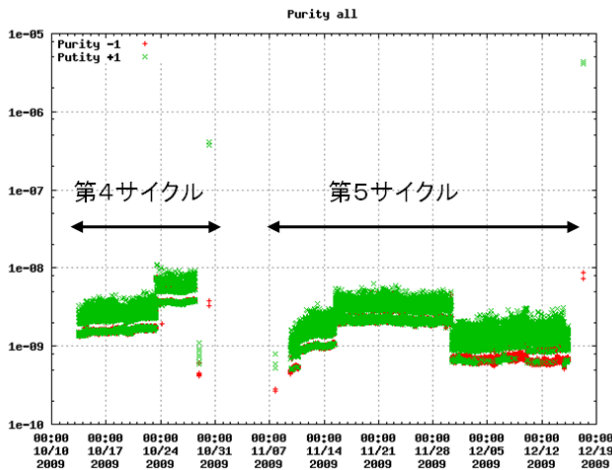


図 4: ユーザー運転中のバンチ不純度の変化

5. 電力量の削減結果

2009 年 9 月 30 日開始のユーザー運転より、あらゆるフィリングパターンにおいて間欠運転の適用を行った結果、電力量の大幅な削減が可能になった。図 5 に間欠運転の有無による偏向電磁石電源の 1 ヶ月間の電力量の比較結果を示す。間欠運転を行っていない 2008 年 10 月を青線、間欠運転適用後の 2009 年 10 月を赤線で示す。電力量の段差状の変化はフィリングパターンの変更による入射間隔の変化、

スパイク状の増加はビーム入射によるものである。トップアップ運転中の電力量は連続運転時と比較して、最大で 1/6 まで減少していることがわかる。

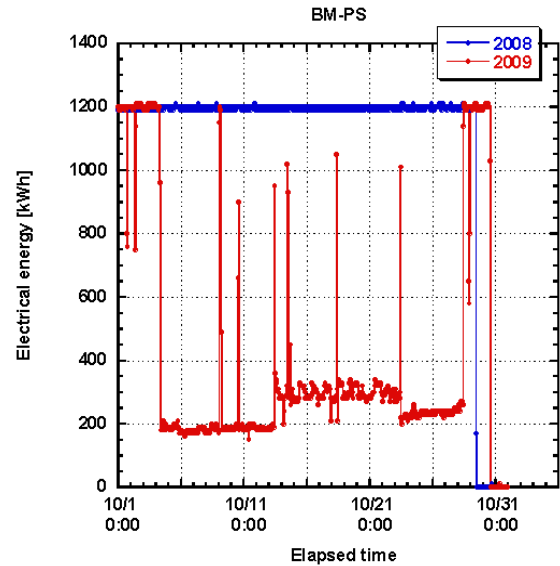


図 5: 偏向電磁石電源の一ヶ月間の電力量の変化

表 2 にビーム調整やマシンスタディを含む一月間の電力量（1 時間当たりの平均値）を示す。この結果、間欠運転により年間で約 1/2~1/3 程度の電力消費の削減が期待できることがわかる。

表 2: 間欠運転の有無による電力量の比較

	平均使用電力量 (kWh)		
	偏向電磁石	四極電磁石	合計
2008年10月(間欠なし)	1097.2	276.5	1373.7
2009年10月(間欠あり)	408.3	115.2	523.5

6. まとめ

2009 年 9 月よりブースターの省電力化を目的とする電磁石電源の間欠運転を開始した。この結果、電力量を従来の 1/2 以下にまで削減しながらもユーザー運転に支障のない高いバンチ純度のビームを供給することが可能となった。

参考文献

- [1] H. Tanaka, et al., "Top-up Operation at SPring-8 - Towards Maximizing the Potential of a 3rd Generation Light Source", Proc. of the 9th European Particle Accel. Conf., Lucerne, 2004, p.222.
- [2] M. Takao "SPring-8 加速器運転の現状", 第 5 回日本加速器学会年会第 33 回リニアック技術研究会報告集 (2008), p.13.
- [3] N. Hosoda, et al., "Reconfigurable Timing Controller using PLDs", Proc. of the 9th International Conference on Accelerator & Large Experimental Physics Control Systems (ICALEPCS03), Gyeongju, Korea, (2003) 13 Oct.
- [4] T. Aoki, et al., "Bunched Beam Cleaning System of SPring-8 Booster Synchrotron", Proc of the 2003 Particle Accelerator Conference (PAC03), Portland, USA, (2003) 12 May.