

の飽和値にはビーム進行方向の不安定抑制用に印加していた RF 位相変調^[5]の影響が含まれている。すなわち、本実験で観測された飽和値は原理的な限界ではなく、RF 位相変調による周期的なバンチ伸縮の影響を含んだ値と考えられる。

3.4 深刻なビームロス後の復旧

図 7 は、実際のユーザー運転中に本システムの有効性が示された一例である。前項でも少し触れたように、本システムはマルチバンチフィルの平滑化を主な目的として、2010 年 3 月からユーザー運転で使用されている。その期間中に、入射キッカーの異常動作が原因でフィルの一部が大きく削られるトラブルが発生した(a)。このような場合、従来のシステムでは一度蓄積ビームを全て捨ててから再入射する必要があったが、本システムでは上述したフィードバック機構により削られた部分へ自動的に入射が集中するため、その必要は全くない。一時的にトップアップ入射の間隔を短くするだけで、最短時間のうちに効率良く復旧することができた(b)。

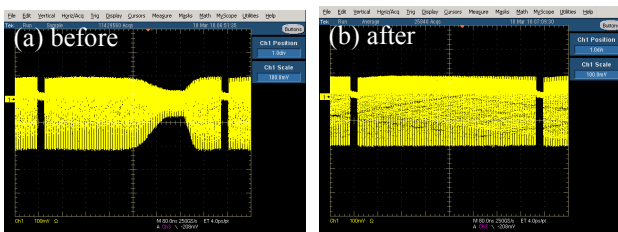


図 7. ビームロス後の復旧例

3.5 実現可能になった様々なフィル

図 8 に本システムを使って生成した様々なフィルパターンの例を示す。言うまでもなく、従来のシステムではこれらのパターンを生成・維持することは不可能であった。特に、冒頭でも述べたハイブリッドフィルは、マルチバンチユーザーとシングルバンチユーザーでマシンタイムの共有を可能にする魅力的なパターンであり、オプティカルチョッパーの高

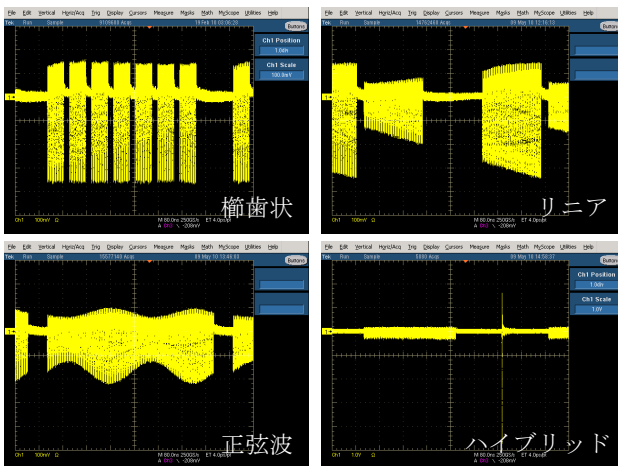


図 8. 新システムで生成した様々なフィル

速化を背景に PF リングでもユーザー運転への導入が検討されている^[6]。本システムの開発で初めてその目処が立ったと言える。また、適当な間隔でバンチを間引いた楕円状フィルやバンチカレントにモジュレーションをつけた特殊フィルは、現在 PF リングで問題となっているビーム進行方向のバンチ結合型不安定性^[7]を抑制する手段の 1 つと目されており、今後もマシンスタディ等での利用が予定されている。

3.6 EPICS を利用した制御パネル

前章で述べたとおり、解析プログラム内で使用している任意のデータは CA ライブラリを通じて EPICS レコードに変換できる。したがって、EPICS 付属の GUI 作成支援ツールを利用すれば、短時間で容易にフィルパターンの制御パネルを作成可能である。ただし、WCM の生波形のような大容量 2 次元データは、ネットワーク負荷を増大させ、スムーズな信号伝達を妨げる恐れがあるため、表示の際は適当な間隔で間引く等の配慮を必要とする。図 9 は、EDM^[3]を用いて作成した制御パネルの一例である。各種波形の他、現在の入射バケット、解析プログラムの繰り返し周波数、異常停止アラーム等が掲載されている。今後は、フィルパターン名の表示機能や各種波形の一括保存機能を付加する予定である。

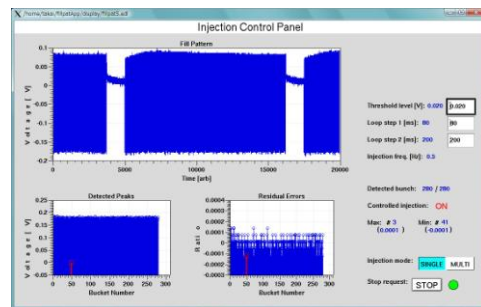


図 9. フィルパターン制御パネル

4. まとめ

任意のフィルパターンを生成・維持することができるフィルパターン制御システムを新たに開発した。システムは汎用のオシロスコープであり、1 台で高速デジタイザーと信号処理機、EPICS-IOC の 3 役を兼ねている。2010 年 3 月からは PF リングのユーザー運転で使用され、マルチバンチフィルの平滑化や深刻なビームロスからの素早い復旧に貢献している。今後もオペレーターやユーザーの意見を取り入れながら、より使い易く柔軟なシステムを目指して改良を続けたい。

参考文献

- [1] T. Honda, *et al.*, Proc. IPAC'10, (2010) 2561.
- [2] B. Kalantari, *et al.*, Proc. EPAC'04, (2004) 2885.
- [3] <http://www.aps.anl.gov/epics/>, and links therein.
- [4] See, e.g., <http://msdn.microsoft.com/>.
- [5] S. Sakanaka, *et al.*, Phys. Rev. STAB **3**, (2000) 050701.
- [6] R. Takai, *et al.*, Proc. IPAC'10, (2010) 2564.
- [7] T. Obina, *et al.*, Proc. BIW'08, (2008) 120.