

PF-AR リング：春の運転状況

小林正典

PF-AR は PF リングと同じく 3 月 18 日に運転を停止して保守を行った。4 月 11 日（木）朝 9 時からリング内パトロールを行い 10 時から立ち上げて今年度の運転を開始し、当日深夜には 40mA ストージすることができた。15 日には COD を調整して基準軌道を定め、4 月 26 日（金）朝 9:00 まで運転を続けた。この間電磁石電源のトラブル、ダミーロードのトラブルなどが起こった。ビーム運転による放射光照射で真空度の改善が進み、終了間際のビーム寿命はおよそ 700 分となった。入射は 40mA まで確実に進めるようになった。

5 月の連休を PF リングと同じく停止し、5 月 9 日（木）から運転を再開した。通常は 6.5GeV のビームエネルギーで運転しているが、医学臨床応用 5.0GeV 運転のマシンスタディを進め、安定運転に必要な条件をつかんだ。それを受けて、6 月 20 日（木）には PF-AR 高度化改造後初の医学臨床応用が行われた。当初二人の患者さんが予定されていたが病院側の都合で一人だけとなった。高度化以前の PF-AR ではビーム寿命が短く、医学臨床応用の途中で再入射ということがあったため、PF 光源研究系ならびに加速器研究施設スタッフにはかなりの緊張があった。しかし、PF-AR 高度化によってリング全体の性能改善が進み、安定した軌道で、40～30mA、十分なビーム寿命と云う条件を満たすことができるようになり、途中入射の可能性が小さくなって制御室スタッフは極端な緊張をしなくても済むようになった。医学臨床応用の結果説明会が運転終了後の 7 月 2 日午後に加速器スタッフと PF スタッフ向けに開かれた。ビーム電流がさらに高い 50mA 程度あることが望まれている。

図 1 に 6 月の典型的な運転の様子を示す。横軸は時間（一日分）で、縦軸はビーム電流である。一日当たり 5～6 回の入射となっている。改造以前は一日あたり 11～12 回の入射となっていた。5 月の連休以前の運転では、ダストトラップによると推定されている「予期せぬビーム寿命の減少」が頻発していたために、ビーム寿命が長くなってきたにもかかわらず途中入射を行わざるを得ないことが起こり、入射回数を 5～6 回に留めるといふわけにはいかなかった。しかし、運転を続けるに伴い徐々にこの「予期せぬビーム寿命の減少」が起こる頻度は減ってきている。次の入射直前のビーム電流は 30mA 以上あり、ビーム寿命もおよそ 1050 分前後と伸びている。したがってビーム電流 I_b とビーム寿命 τ の積 $I_b \tau$ の値は 35A·min となって、改造前の 7A·min の 5 倍となった。この変化を図 2 に示す。ビーム電流で規格化した真空度は最近ではほぼ横ばいになっている。理由は、高度化改造で手を入れることができなかった高周波加速空洞部（2ヶ所）と古い挿入光源部の真空度が高いままのためである。

PF-AR は以上のように信頼性を含めた性能が高まっている。AR 高度化プロジェクトは成功と云ってよい。

マシンスタディとして 3.0GeV 入射をテストした。これ

までは 2.5GeV 入射としているが、ビーム電流が 35mA 近くまで増えたときにビーム不安定が起こってビームを失うことが多く、当面の目標である初期電流 40mA にすることができないことが起こっていた。ビーム不安定を回避する方法として 3.0GeV 入射とすることを 6 月 10 日に試みた。3.0GeV 入射とすることで最大 65mA にまで入射できた。また、このビームを 6.5GeV まで加速することが試みられた。しかしながら初めての高電流のためかなりのガス放出があり、真空度が悪化した。このためビーム寿命が短く、加速中にビーム電流は 52mA に減ってしまった。秋の立ち上げ時のマシンスタディを利用して時間をまとめて確保し、高いビーム電流による真空焼きだしを進めれば、6.5GeV でのストージ電流を 40mA 以上としたユーザー運転に道が開かれるものと期待している。現実問題として高電流ストージとユーザー運転に立ちはだかる課題は PF-AR の冷却能力である。エネルギー交換用冷却塔の増設、リング内冷却水配管の増強などを進めないと 60mA を長時間安定にストージすることは難しい。秋のマシンスタディ時に、3.0GeV 入射、高電流ストージに加え、4 極電磁石の「位相を進める」調整によるエミッタンス改善を試みることにしている。

利用側とマシン側の共同の「運転反省会とマシンスタディ報告会」を運転の終了した 7 月 10 日に開いた。

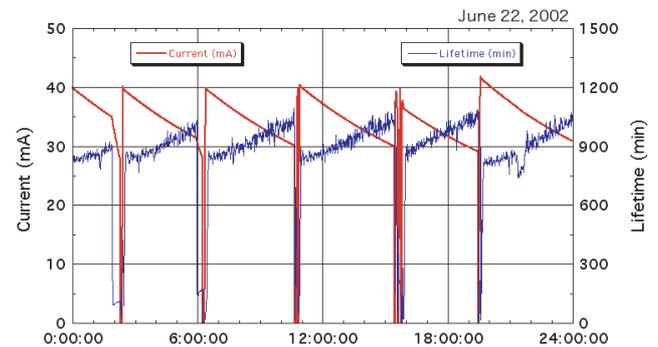


図 1 ビーム電流およびビーム寿命

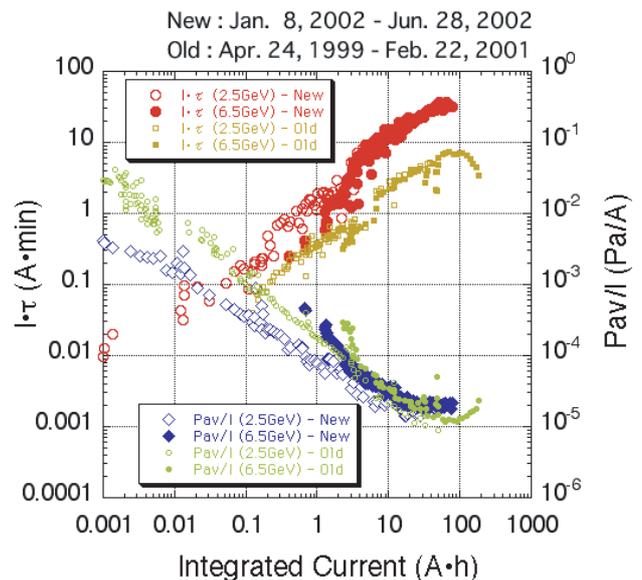


図 2 ビーム寿命と真空の改善(濃い色は改造後、薄い色は改造前)