

# リニアックチューニングと必要なビームダンプについて (F2)

2001.7.19 T. Kato

## まとめ

リニアックの性能を達成する為にはビームスタディ等を含むリニアックチューニングが必須であり、ビームエネルギーが変化しても使用できる直線部のビームダンプの短時間許容電力をある程度大きくしておく必要がある (2-4 kW)。この場合、リニアックチューニングの方法を考慮すれば、長期間平均では、例えば 0.6 kW として放射化を見積もれるのではないかと。

## 1. ビームスタディの概要

加速器では、そのデザイン値までのビーム加速を成功させる為には、ビームスタディが必須であり、その知見に基づき、常日ごろの営業運転の立ち上げを迅速に行い、要求されるビームを安定に供給する事が初めて出来る。その意味で、ビームスタディ (いわゆるビームコミッショニング、チューニング等を含む) の果たす役割は極めて大きいと思われる。リニアックの場合、ビームスタディは以下の三種類に大別される。

### 1) 縦方向の運動の理解 2) 横方向の運動の理解 3) 縦と横の関係の理解

大強度高エネルギー陽子リニアックでは、これらは、ビーム電流の増加に伴う空間電荷効果、マシンパラメータとビームパラメータのミスマッチ等に由来するエミッタンス増加、あるいはビームハローの生成等の課題となる。更に、加速器全体の加速電流限界を決めるビーム損失の問題がある。これはリニアックにとっては、最良と思われるビームパラメータ (あるいは定性的にはビームの質) となるように、加速パラメータをチューニングし、かつ維持する事を意味する。以上より、リニアックのビームスタディの半分程度は縦方向の運動に関係している事が了解されると思う。ビームスタディにおいて、実際には、各タンクの加速電場と加速位相を変化させる事になり、リニアック出力ビームの平均エネルギーは大きく変化してしまう。従って、このようなビームスタディの時に、偏向磁石以降のビームダンプを使うという事は極めて難しい。

## 2. どの程度のデューティのビームが必要か

スタディを行う上で必要ないくつかの条件が満たされなければ、実質的にはスタディの成果が皆無という結果に終わる。その条件は、次のようなものと思われる。

### 1) ピーク電流が使用可能な事

常に必要ではないが、最終的には、ある一定の時間はピーク電流 (50 mA) が必

要と思われる。ここでは、チョッパーによるファクター1/2を入れていない。最も厳しいリニアック中のビーム損失のスタディの場合、チョッパーを使うとビーム損失が、チョッパーに起因するのか又はタンクのチューニングエラー等によるのかわからない事、ビームの脈動による空洞電圧の変化により、精度の良い電場等の測定が難しい事等による。

- 2) ビームあるいは加速パラメータに変化が生じるに十分な時間幅。少なくとも 100 マイクロ秒。
- 3) 繰り返し周波数。 1-2 Hz。

スタディでは、チューニング後、最終的に何らかの測定を行うが、それらは通常、ビームの性質はパルス毎には変化しないと仮定して、長時間の間にデータを取得する。例えば、KEK 陽子リニアックでは、3 Hz のビームパルス繰り返しで、約 15 分かかってエミッタンスデータを取得している。今後の更なる迅速化の努力に期待をすることも。この数字は一応の目安になると思われる。仮に 4 秒に 1 パルスのデータ取得とすれば、エミッタンス取得に 3 時間かかってしまう。これでは、イオン源からのビームの性質の変化、及び途中の加速パラメータの変化等も無視できなくなり、実質的には、測定が出来ないと思われる。

まとめると必要な最小ビームパワーとしては、

$$\underline{400 \text{ MeV} * 50 \text{ mA} * 100 \text{ マイクロ秒} * (1-2 \text{ Hz}) = 2-4 \text{ kW}}$$

### 3. ダンプのビームパワーを 2 種類にわけて考える (短時間最大と長期間平均)

前項に述べたビームパワーは、ビームスタディの間の、ある一連の測定の最終測定時間内に必要であり、全体のスタディ時間内の平均ビームパワーは、大分小さくなると思われる。従って、残留放射能を決める長期間平均としては、例えば、0.6 kWでも充分であるが、短時間平均のビーム損失の場合には、前項の 2-4kW に対応出来るシールドを提案する。このような運用により、将来の SC の増設時のシールド撤去にさいし、支障が生じないような状態となるような方法を提案したい。