

リニアックコミッショニング pre-stage 加速用収束磁場の設定 (F14)

2002.12.6 T. Kato

リニアックのコミッショニング時には、エネルギーの低いビームを直線ダンプまで輸送する必要がある。そこで後続のビームラインの収束磁場を変化させて、ビームをロスする事なく輸送する方法を考察した。ここで考えるビームエネルギーは 3 MeV から約 70 MeV とする。これ以上エネルギーが高くなれば、調整は一層容易になると思われるので、上記エネルギー範囲を選んで、考察する。

1) 前提とするビームライン

MEBT - DTL - SDDL - A0BT が 50 mA ビームに対して適切にチューニングされている状態とする。その場合のベータファンクションを図 1 に示す。

2) チューニングの方法

1. 加速しないラインのそれぞれの磁場勾配を、入射ビームの β_y と通常の通過ビームの β_y の比に従って変化させる。

2. マッチングセクションは、そこへ入射するビームパラメータと、そこに続くビームラインのアクセプタンスとを使って、そのラインの最適収束パラメータを算出する。

マッチングセクションは、DTL-SDDL 部分 (およそ 30m 付近)、及び SDDL-A0BT 部分 (およそ 120m 付近) の 2 カ所である。

3) MEBT ビーム : 3 MeV

図 2 にマッチングセクションのチューニングを行う前のラインの様子を示す。図 3 に DTL-SDDL マッチングセクションのチューニング後を示す。図 4 に、更に SDDL-A0BT マッチングセクションのチューニングをした結果を示す。MEBT のチューニングでは、DTL 入射の横マッチングの調整の時に、横方向の twiss parameters を変化させる事が予想される。DTL 入射ビームの β_x β_y を 40% 増加させた場合を図 5 に示す。更に入射ビームの α_x (-0.12 \rightarrow -1.12) α_y (-0.13 \rightarrow -2.12) を大きく変化させた場合を図 6 に示す。チューニングの初期状態では、ビーム種別は 5mA, 5 Hz, 50 マイクロ秒程度なので、ビームパワーは、4 W 程度である。従って、後続ビームラインにおける 3 MeV ビームの外側部分の少々ロスは問題ないと考えて良いと思われる。

更に、この結果より判断すると、MEBT で行う横方向の DTL 入射チューニングが、3 MeV ビームを使ってできる可能性が考えられる。

4) DTL-1 ビーム: 19.7 MeV

DTL-2 以降においてチューニングしない場合を図 7 に示す。DTL-SDDL のトランジションのチューニングをした場合を図 8 に示す。SDDL-A0BT のチューニングは計算上では容易なので省略。

5) SDTL-6 ビーム : 68.4 MeV

図9になんのチューニングもしない場合を示す。図10にSDTL-A0BT マッチングセクションのA0BTの部分を実際の値（その後ろの磁場の値と同じ）に戻した場合の結果を示す。従って完全なマッチング状態ではない。

以上より、わずかのチューニングにより、ビームロスがないような pre-stage 加速用の磁場勾配はセット可能である。実際には、計算とビームのパラメータは一致しない事があるため、SDTL に配置するプロファイルモニター（あるいは BPM）によりビームサイズのラインに沿った変化を見ながらマッチングセクション部分のチューニングを行う事が必要と思われる。

以下に示す図では、縦軸（ベータ）のスケールは図ごとに変化しています。

ビームサイズは $\sqrt{E * \beta}$ で与えられる。規格化エミッタンスが 2π -mm-mrad の場合のパラメータを表1に示す。

表1 ビームパラメータ ($\epsilon_n = 2\pi$ -mm-mrad の場合)

エネルギー MeV	非規格化エミッタンス mm-mrad	最大ベータ（半径 18mm に対応する） m
3	25	13
19.7	9.7	33
68	5.1	63

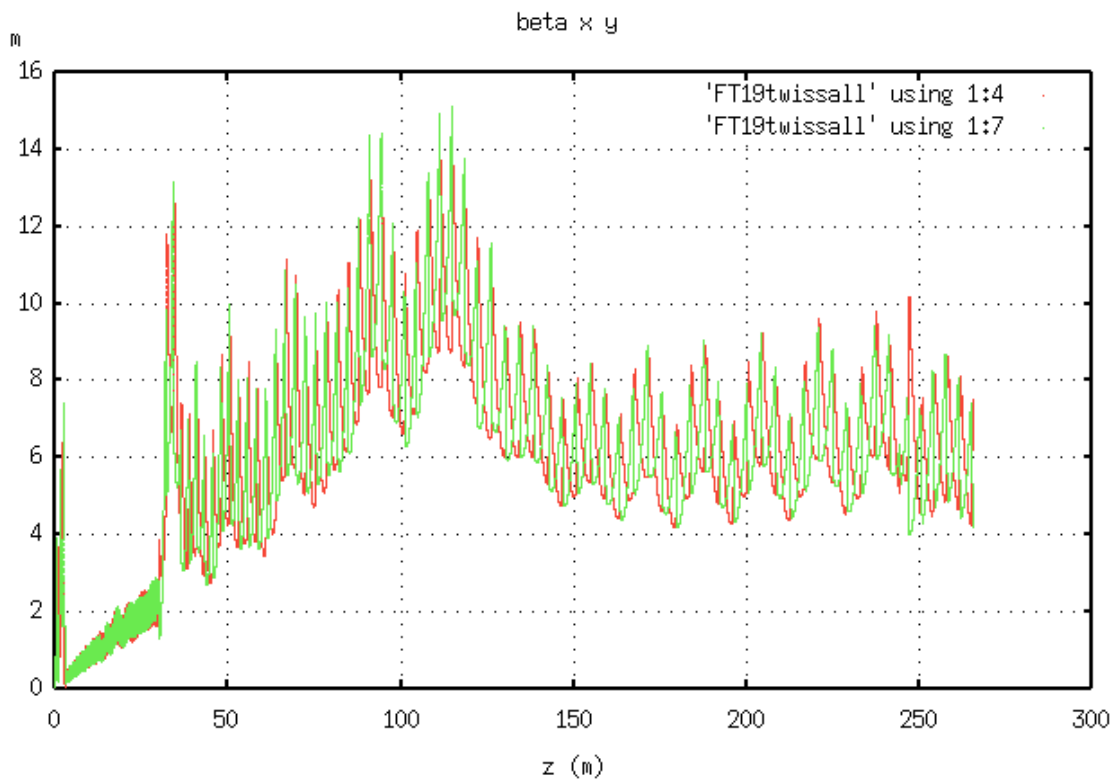
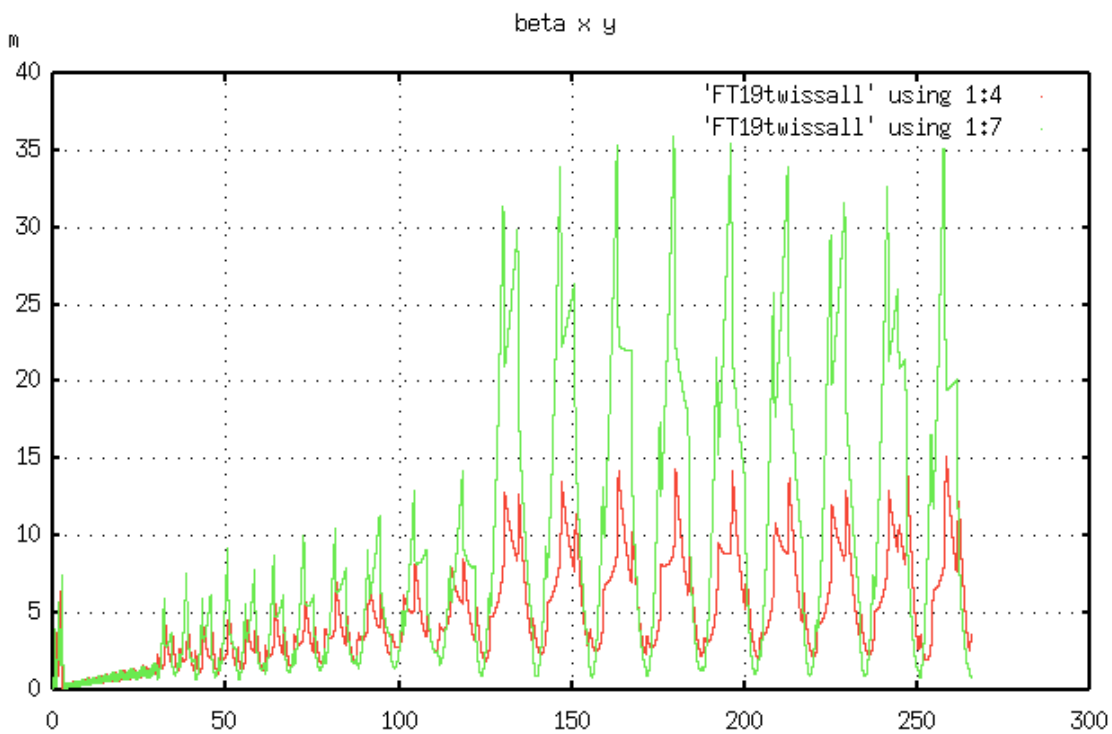


図1 MEBT-DTL-SDTL-AOBT のベータ関数。



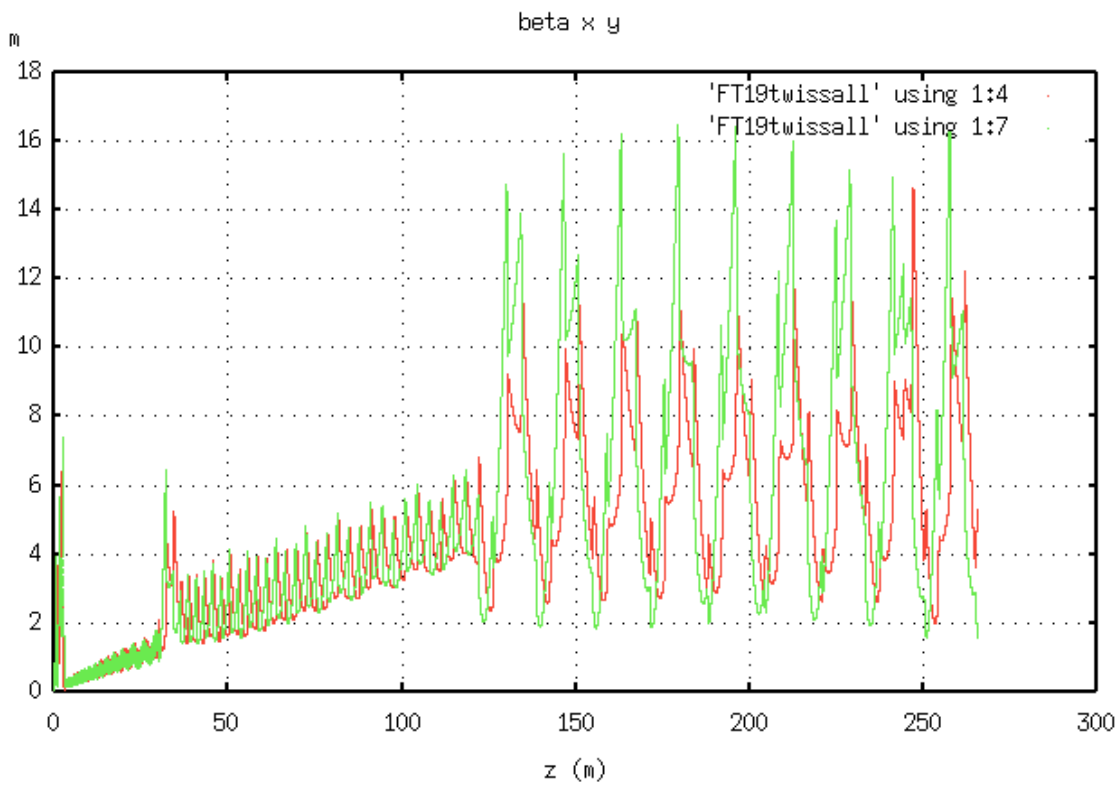
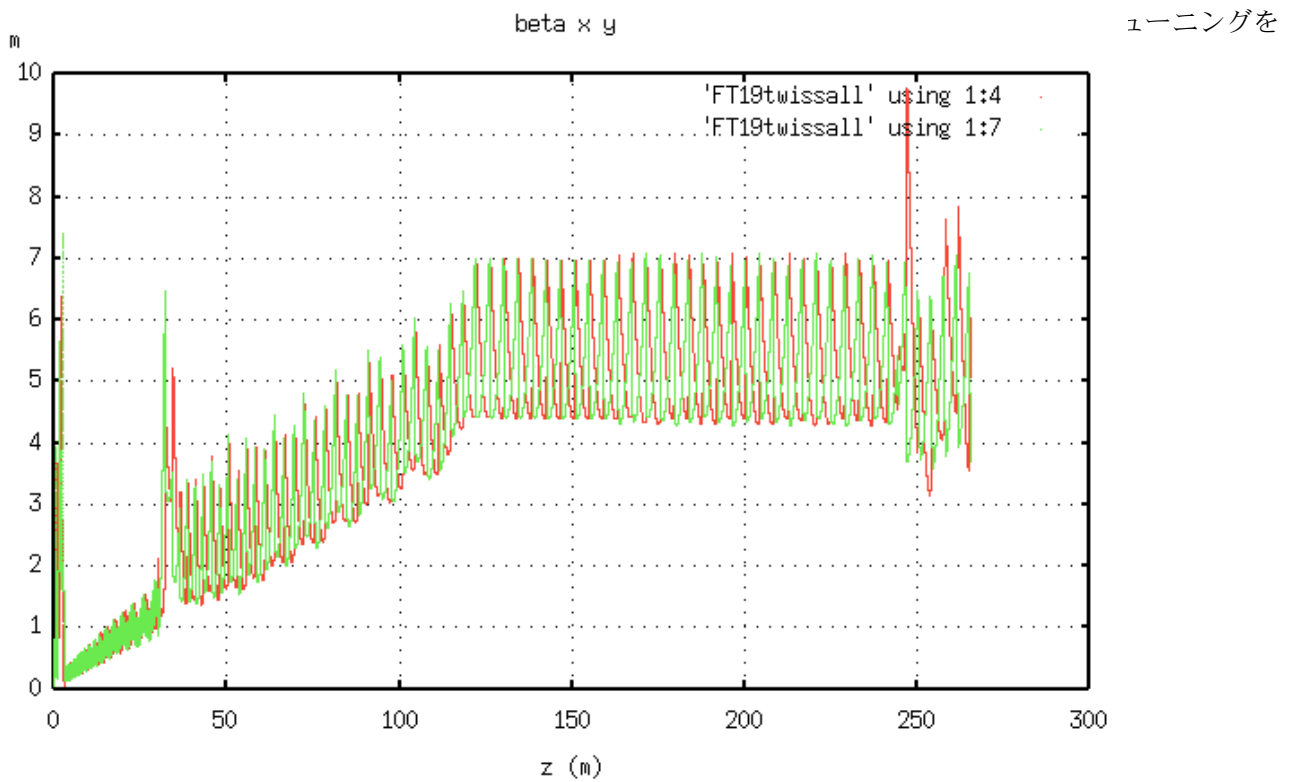


図3 (上) 3MeV ビーム。DTL-SDTL マッチングセクションのチューニングをした時。



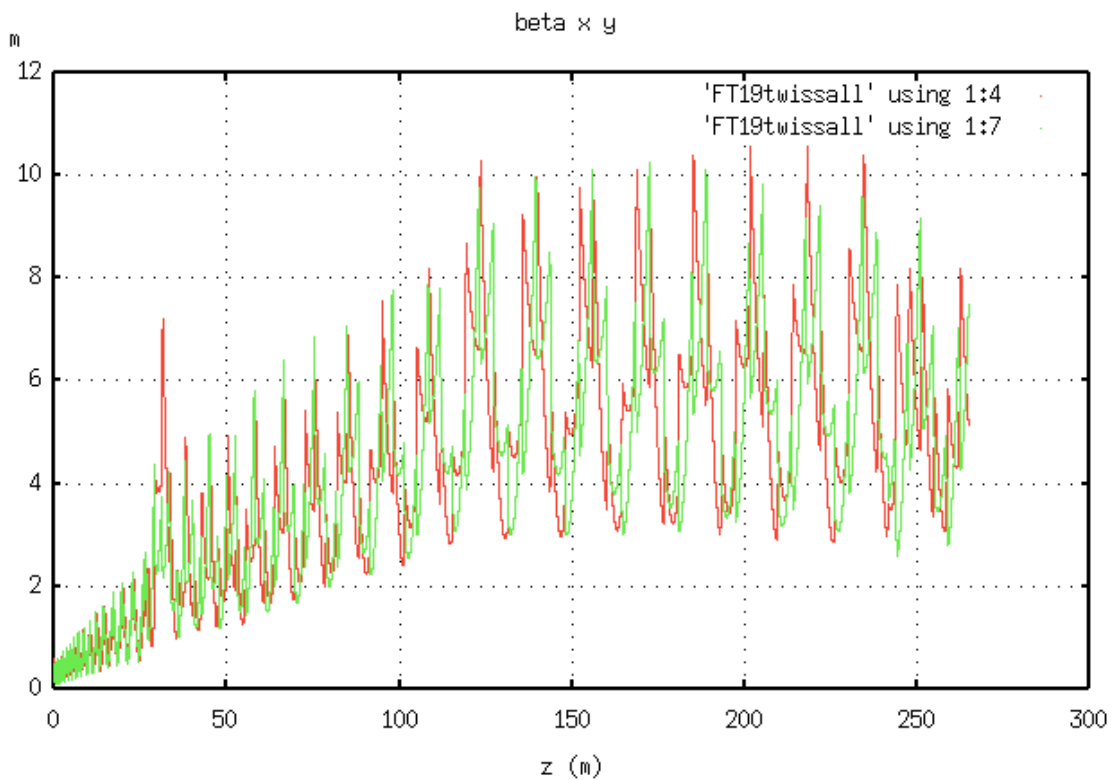


図5 (上) 3 MeV ビーム。DTL 入射ビームの β_x と β_y が 40%大きくなった入射エラーの場合。

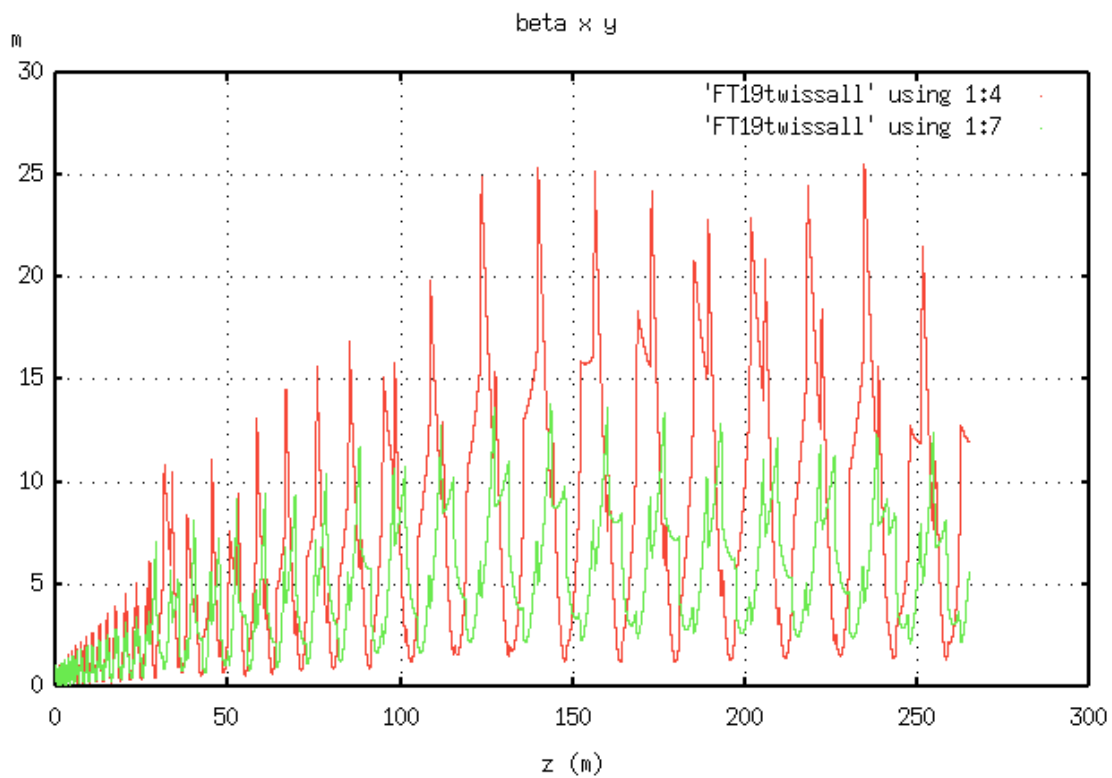


図6 (下) 3 MeV ビーム。DTL 入射ビームの β_x と β_y が 40%大きくなり、更に α_x と α_y が大きく変化した入射エラーがある場合。

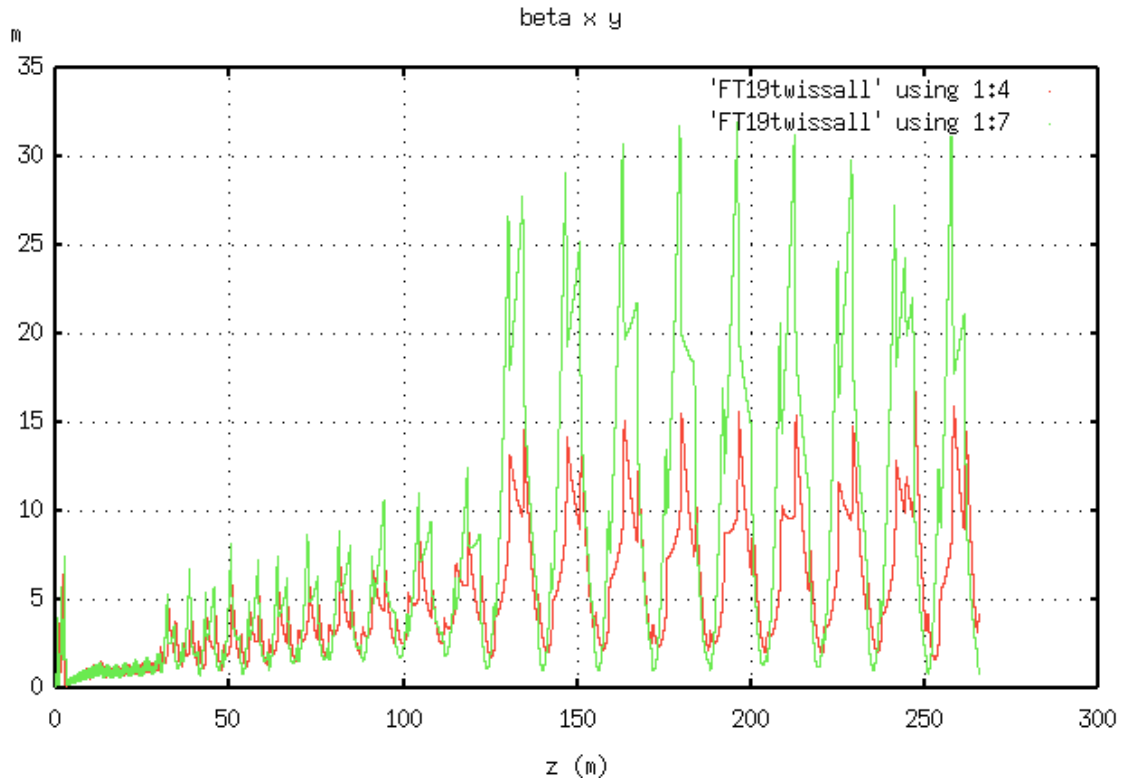


図7 19.7 MeV, DTL-1 ビーム。マッチング部分のチューニングをしない場合。

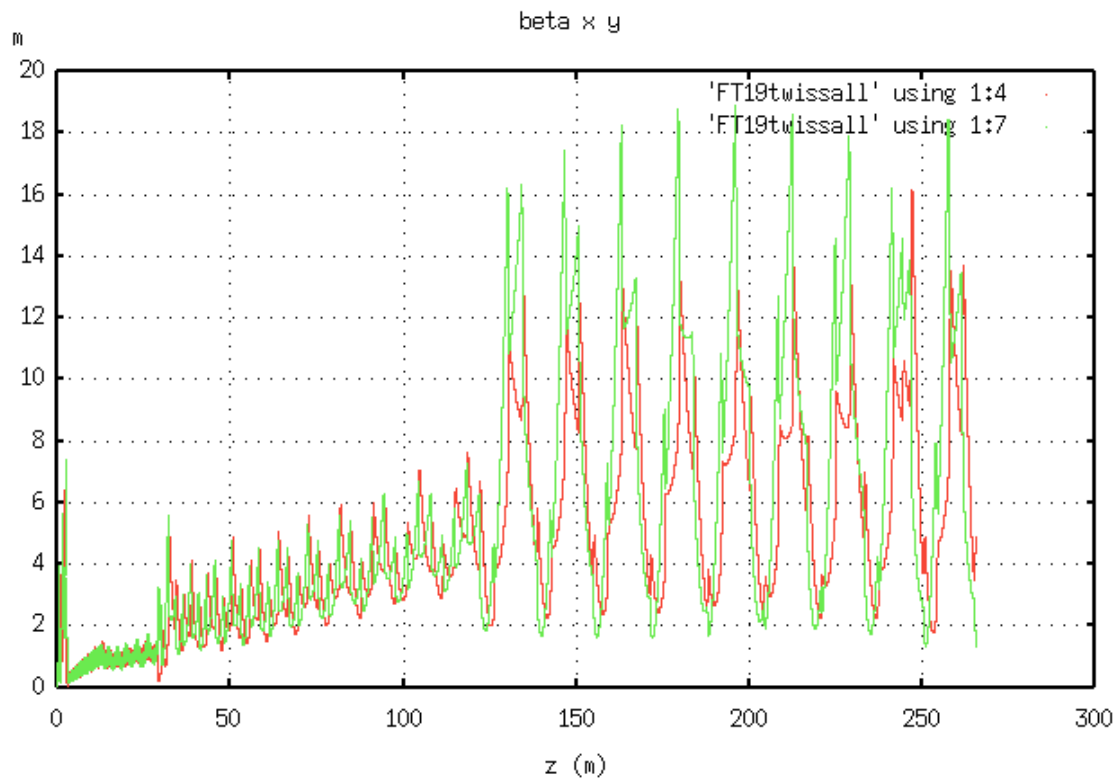


図8 19.7 MeV, DTL-1 ビーム。DTL-SDTL マッチング部分のチューニングをした場合。SDTL-A0BT マッチングセクションのチューニングはしていない。この部分は、ラティス構造が似ているのでチューニングは容易。

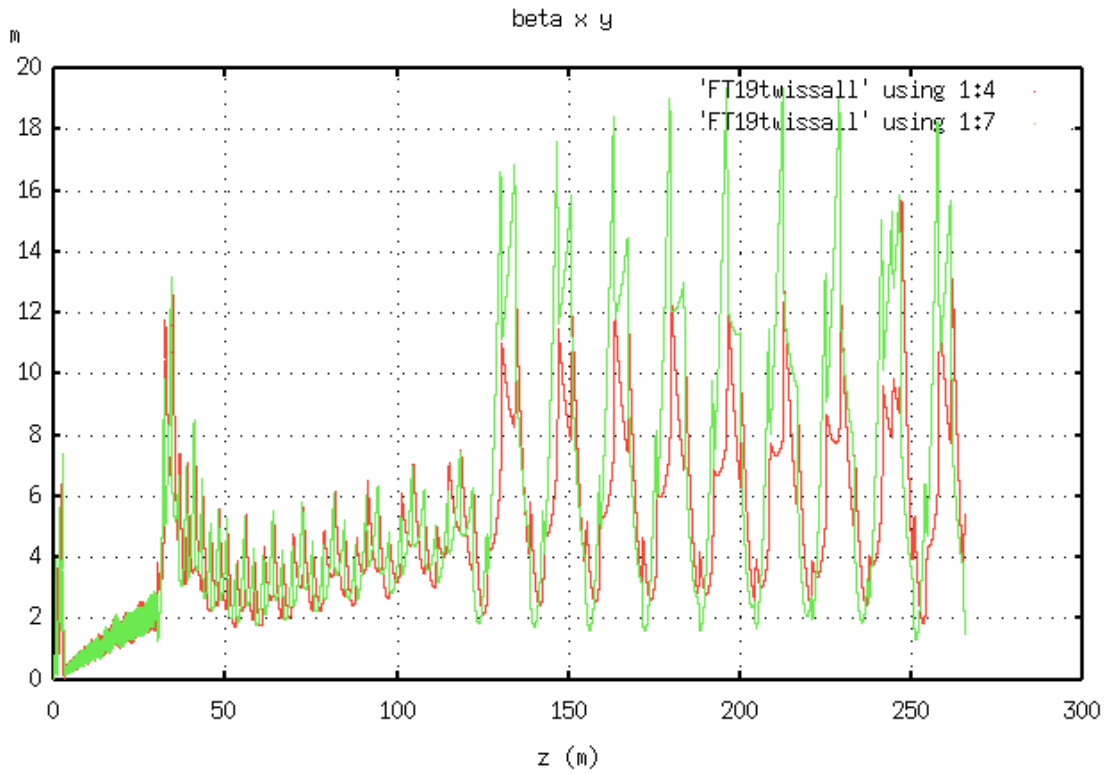


図9 68.4 MeV、SCTL-6 ビーム。SCTL-A0BT のチューニングをしない場合。

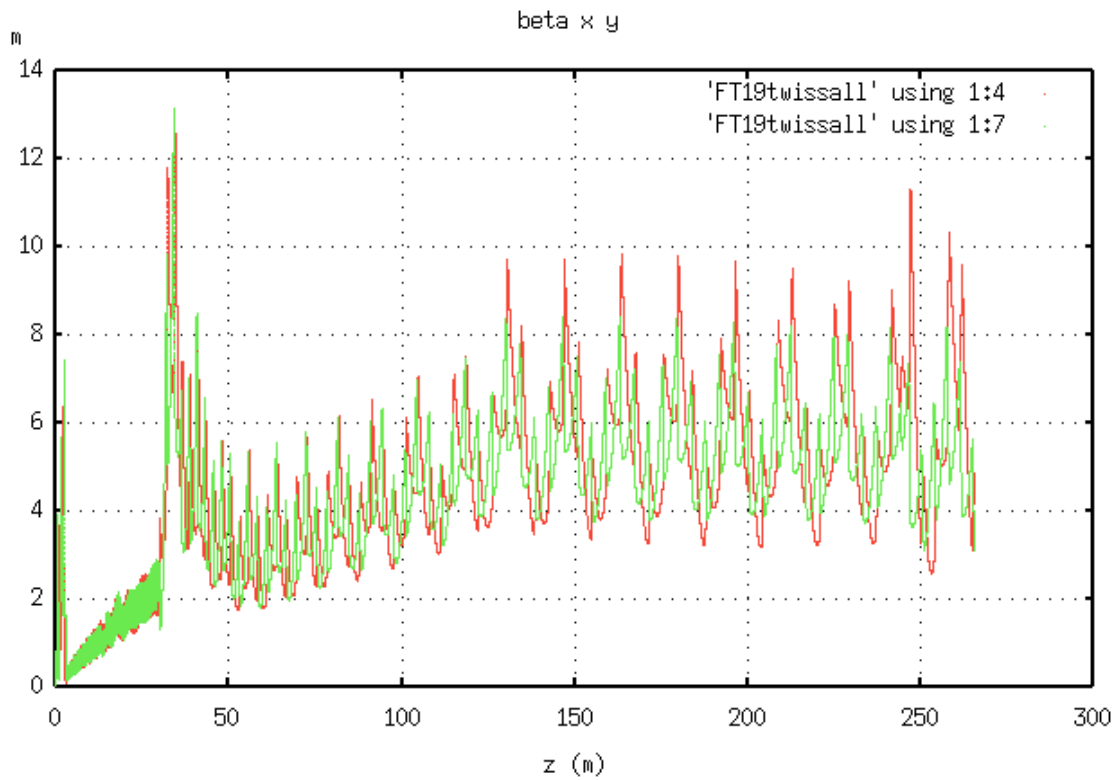


図10 68.4 MeV、SCTL-6 ビーム。SCTL-A0BT のチューニングをした場合。

Pre-stage 加速用収束磁場 Table (DTL-3 まで加速する場合)

各エネルギーに対応した収束磁場テーブルは以下のコマンドで作成する。

```
kato% runqmagtrans
```

Selection of pre-linac stage

1. RFQ = R
2. DTL-1 = D1
3. DTL-2 = D2
3. DTL-3 = D3
4. SDTL-N = SN N is number of sdtl tank
5. all table only = all

Enter selection please

D3 と入力した時の磁場 Table を示す。

表中で J は磁石の番号を表している。

J= 1 - 8 MEBT

J= 9 - 306 DTL Q-magnets. ここまでは ratio=1 となっており、磁場の変化はない。

J= 307 以降は SDTL 磁石。これ以降は ratio が変わる。

注1) 本表のデータは概算なので、ベータ等は本来の数値と若干異なる場合がある。

注2) 計算用にアサインされた磁石番号 J と実際の磁石番号との対応をどのようにするかは、今後決める。

(計算では磁石を 2 分割するなどしている場合が多いので、J は実際の磁石数と一致しない)

J=magnet number, nseg=segment number (no use here), newBDT/m= new focusing strength
OldBD=previous focusing strength, betas=beam energy beta, bg= $\beta\gamma$, QLinmm=magnet length in mm.

J	nseg	newBDT/m	oldBD	ratio	betas	bg	QLinmm
1	2	-45.0000	-45.0000	1.00000	0.07973	0.07999	60.00000
2	4	31.9800	31.9800	1.00000	0.07973	0.07999	60.00000
3	8	-18.5000	-18.5000	1.00000	0.07973	0.07999	60.00000
4	14	12.0000	12.0000	1.00000	0.07973	0.07999	60.00000
5	16	-13.3930	-13.3930	1.00000	0.07973	0.07999	60.00000

6	20	20.9090	20.9090	1.00000	0.07973	0.07999	60.00000
7	22	-30.0060	-30.0060	1.00000	0.07973	0.07999	60.00000
8	25	24.0730	24.0730	1.00000	0.07973	0.07999	60.00000
9	27	-115.6600	-115.6600	1.00000	0.07973	0.07999	18.44390
10	29	-115.6600	-115.6600	1.00000	0.07973	0.07999	18.44390
11	33	116.8150	116.8150	1.00000	0.08132	0.08159	18.60840
12	34	116.8150	116.8150	1.00000	0.08132	0.08159	18.60840
13	38	-113.6950	-113.6950	1.00000	0.08291	0.08320	18.97650
14	39	-113.6950	-113.6950	1.00000	0.08291	0.08320	18.97650

途中略

303	759	16.0000	16.0000	1.00000	0.31261	0.32910	72.11690
304	760	16.0000	16.0000	1.00000	0.31261	0.32910	72.11690
305	764	-12.0000	-12.0000	1.00000	0.31412	0.33086	72.46600
306	765	-12.0000	-12.0000	1.00000	0.31412	0.33086	72.46600
307	785	20.7311	21.3000	0.97329	0.32185	0.33994	90.00000
308	788	-20.3417	-20.9000	0.97329	0.32185	0.33994	90.00000
309	806	18.9560	19.9930	0.94813	0.32947	0.34896	90.00000
310	809	-18.5929	-19.6100	0.94813	0.32947	0.34896	90.00000
311	827	17.4333	18.8960	0.92259	0.33757	0.35862	90.00000
312	830	-17.7488	-19.2380	0.92259	0.33757	0.35862	90.00000
313	848	20.4303	22.7360	0.89859	0.34552	0.36820	90.00000
314	851	-20.4303	-22.7360	0.89859	0.34552	0.36820	90.00000
315	869	20.4739	23.4200	0.87420	0.35397	0.37847	90.00000

後略