

L3BT デザイン (3) 2種類のアークの比較 (F10)

2002.5.6 KEK T. Kato

まとめ

L3BT の第1 アーク部の2種類のデザインについて、ビームダイナミクスの観点から比較を行った。空間電荷効果に対する振る舞いを比較すると、横エミッタンス増加が小さい事、およびピーク電流の変化に対してビームパラメータの大きな変動が無い事の二点において、ダブルバンドアクロマティック方式がすぐれている結果となった。

1. はじめに

L3BT アーク部デザインとして、2台のバンド毎に分散を消す方式(DBA)と3台のバンド毎に分散を消す方式(TBA)が提案されている(参考文献1, 2)。そこで両者の比較検討を行った。基本的な構成を Table 1 に示す。両者の長さはほぼ同じであるが、DBA では、バンドを含めた磁石がほぼ均等に配置されているのに対し、TBA で既存のトンネルに収めるためには、中間部に約15メートルの直線部が設定されている。磁石の総数はあまりかわらない。

Table 1 DBA と TBA の比較

	DBA	TBA
Length (m)	47	44
Number of bend	6	6
Number of quad	27	28

2. ラティス関数

Fig.1 と Fig.2 に電流ゼロの場合のラティス関数 (β and η) を示す。

Fig.3 と Fig.4 に、電流 150mA でチューニングをしない時の結果を示す。これは、ピーク電流が変化する時のビームの振る舞いの目安となる。パラメータを Table 2 にまとめた。

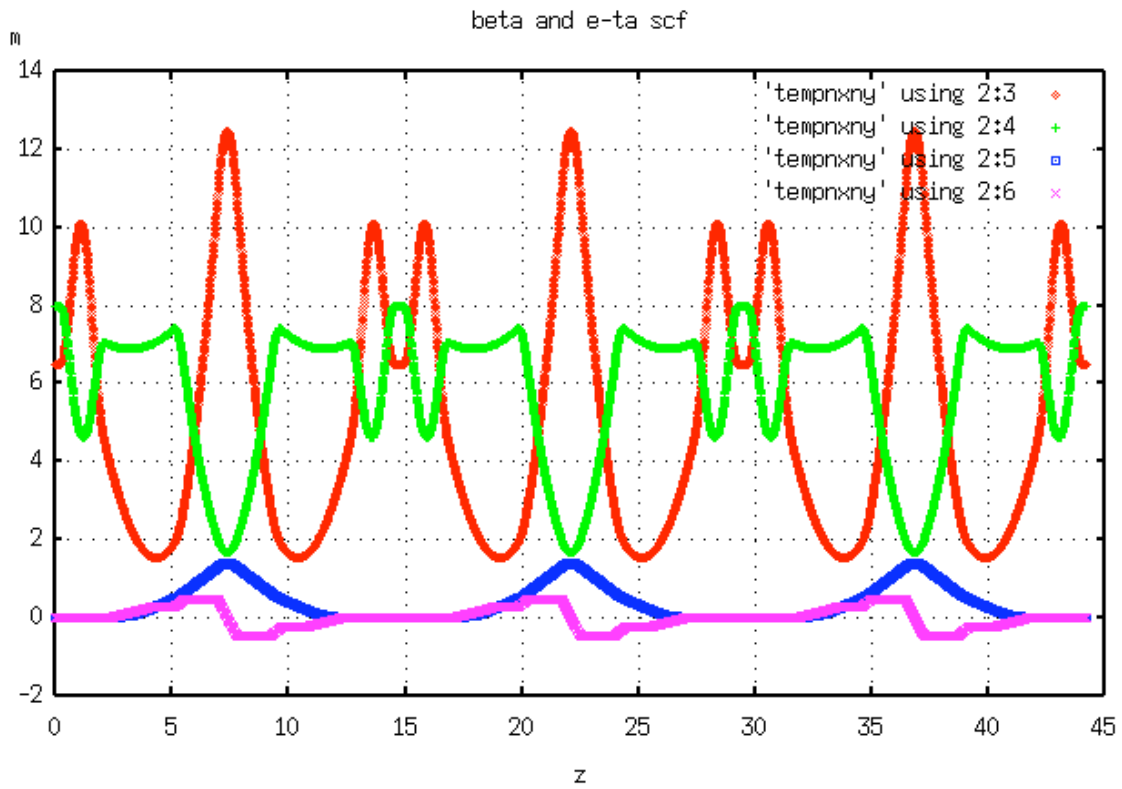


Fig.1 $\beta_x, \beta_y, \eta, \eta'$, DBA, 0mA.

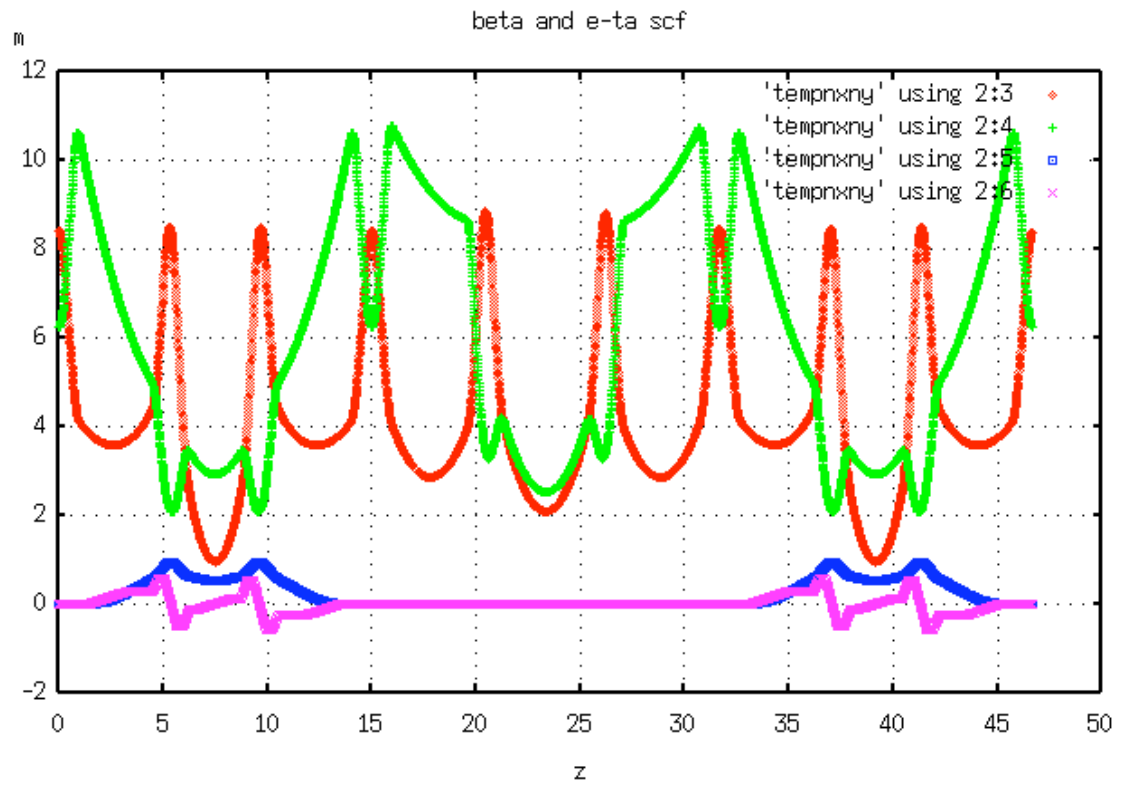


Fig.2 $\beta_x, \beta_y, \eta, \eta'$, TBA, 0mA.

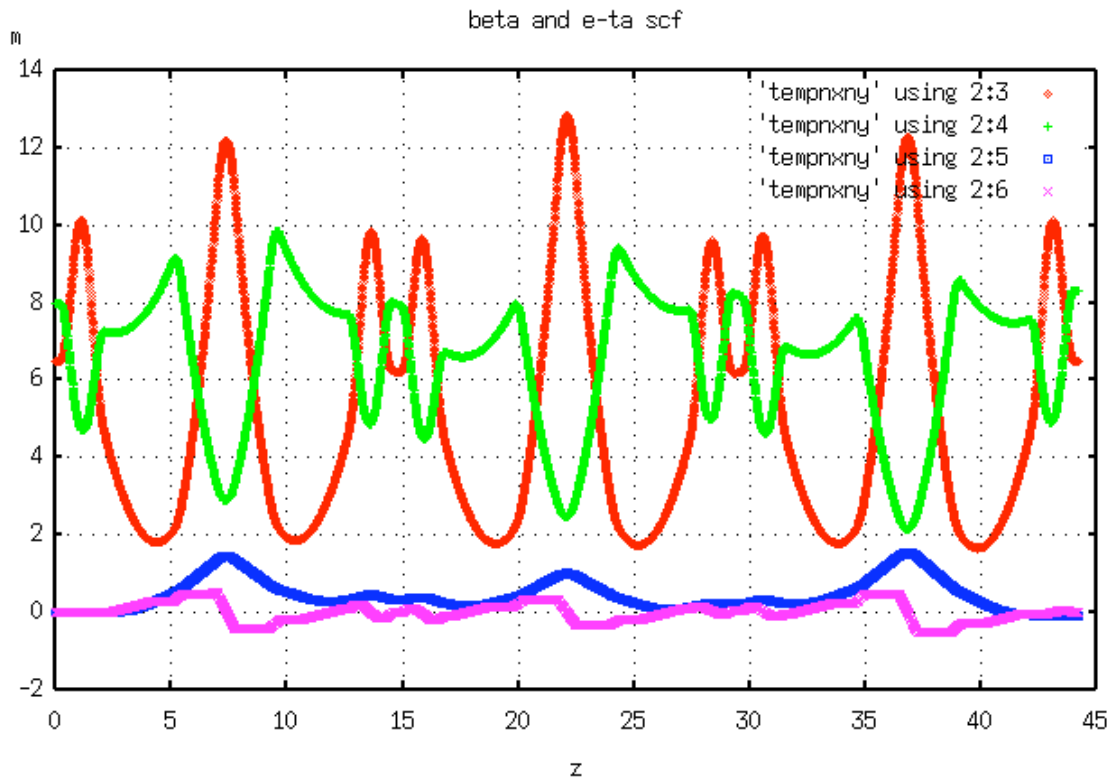


Fig.3 $\beta_x, \beta_y, \eta, \eta'$, DBA, 150 mA, no tuning.

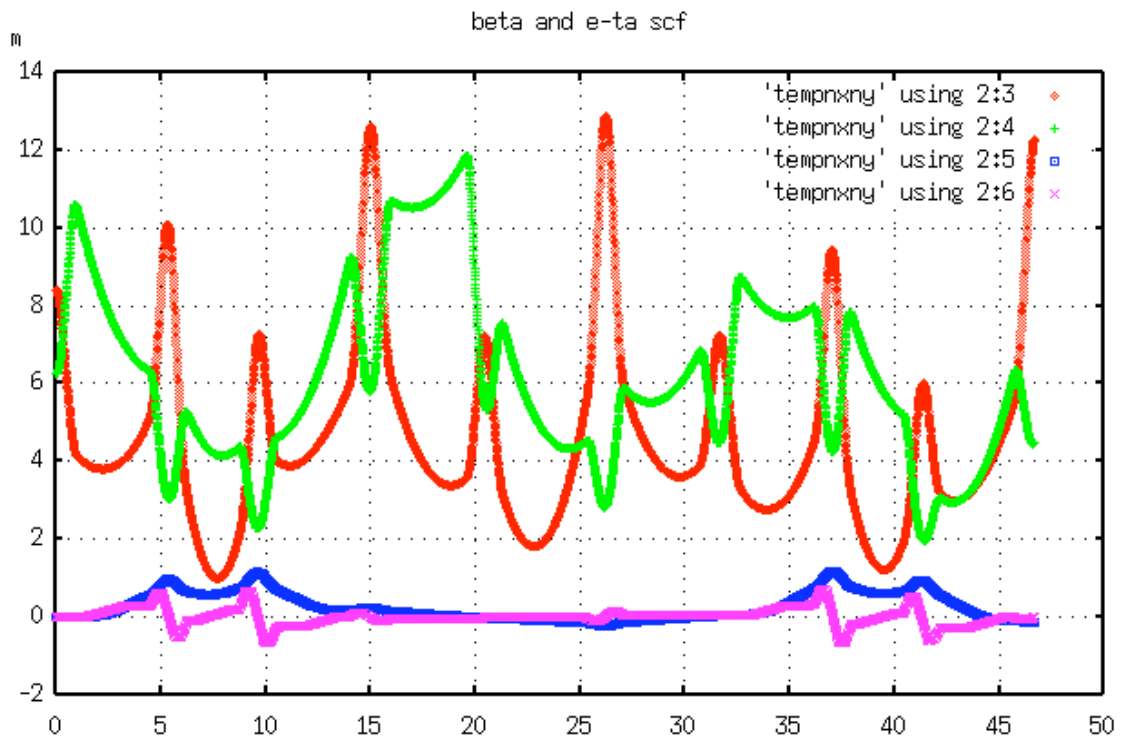


Fig.4 $\beta_x, \beta_y, \eta, \eta'$, TBA, 150 mA, no tuning.

Table 2 Summary of parameters for DBA and TBA with the bt3d code.

	DBA		TBA	
	0 mA	150 mA	0 mA	150 mA
$\beta_{x\max}/\beta_{x\min}$	12.5 / 1.53	12.8 / 1.65	8.84 / 0.95	13.0 / 0.99
ratio	8.2	7.8	9.3	13.0
$\beta_{y\max}/\beta_{y\min}$	7.98 / 1.66	9.85 / 2.16	10.8 / 2.06	11.9 / 1.96
ratio	4.8	4.6	5.2	6.1
η_{\max}	1.39	1.54	0.94	1.18
η at exit	0	-0.10	0	-0.15
$\alpha_{x\text{out}} / \beta_{x\text{out}}$	0 / 6.49	0.004 / 6.49	0 / 8.38	-0.32 / 12.3
$\alpha_{y\text{out}} / \beta_{y\text{out}}$	0 / 7.98	0.044 / 8.31	0 / 6.25	-0.60 / 4.50

注) 150 mA の場合、ラインのパラメータは 0 mA 用にチューニングしたままの状態としたので、空間電荷効果によるミスマッチが起こる。

この結果より、ピーク電流の変化（空間電荷の効果）により、TBA の出力 twiss parameter は大きな影響を受けるが、DBA では、あまり影響を受けないことがわかる。TBA のラインの特徴は、x と y の二つの横方向のビームサイズが同時に小さくなる場所があることと思われ、この場合、空間電荷効果は増大する。

3. ビームシミュレーション結果

アーク部分だけのビームシミュレーションを行った結果を Table 3-4 に示す。計算は bend code と lebt code を使い、電流 150 mA、粒子数 3200 である。

Table 3 Output emittance (cm-mrad) for DBA and TBA.

	Xrms	X90	X99.9	Yrms	Y90	Y99.9
DBA	0.0264	0.114	0.214	0.0255	0.107	0.192
TBA	0.0267	0.116	0.230	0.0260	0.113	0.238
Injection	0.0248	0.106	0.177	0.0251	0.106	0.178

Table 4 Output twiss parameters for the DBA and TBA arc simulations.

	DBA		TBA	
	0 mA	150 mA	0 mA	150 mA
α_x / β_x input	0.013 / 6.58		0.013 / 8.52	
α_x / β_x output	0.025 / 6.39	0.095 / 6.17	-0.029 / 8.17	-0.729 / 11.84
α_y / β_y input	0.006/8.10		0.006 / 6.96	
α_y / β_y output	0.008 / 8.06	-0.022 / 8.06	0.039 / 6.80	-0.744 / 4.28

シミュレーションでは、ラインの入り口と出口に短いドリフトをつけているので、Table 2 の出力 twiss parameter と Table 4 に示した値とは正確な比較はできないが、bt3d コードの結果とシミュレーションの twiss parameter に関する結果は、ほぼ一致していると思われる。

4. 評価

エミッタンス増加に関して、明確な差が見られる事、およびピーク電流の変化に対して、出力の twiss parameter の変化が小さい事の二つの理由により、DBA がアーク部デザインとして適していると思われる。

参考文献

1. T. Kato, “L3BT デザイン (1) アーク部について,” 2002 March.
2. Matsuoka, “l3bt メモ 020430.doc.”