

3GeV ERLオプティクスの進捗状況

ERLビームダイナミクスWG

2011年2月1日(水)

3号館7F会議室

加速器第7研究系

島田 美帆、小林 幸則

SADによる3GeV Linacの設計

3GeV linacの変更点

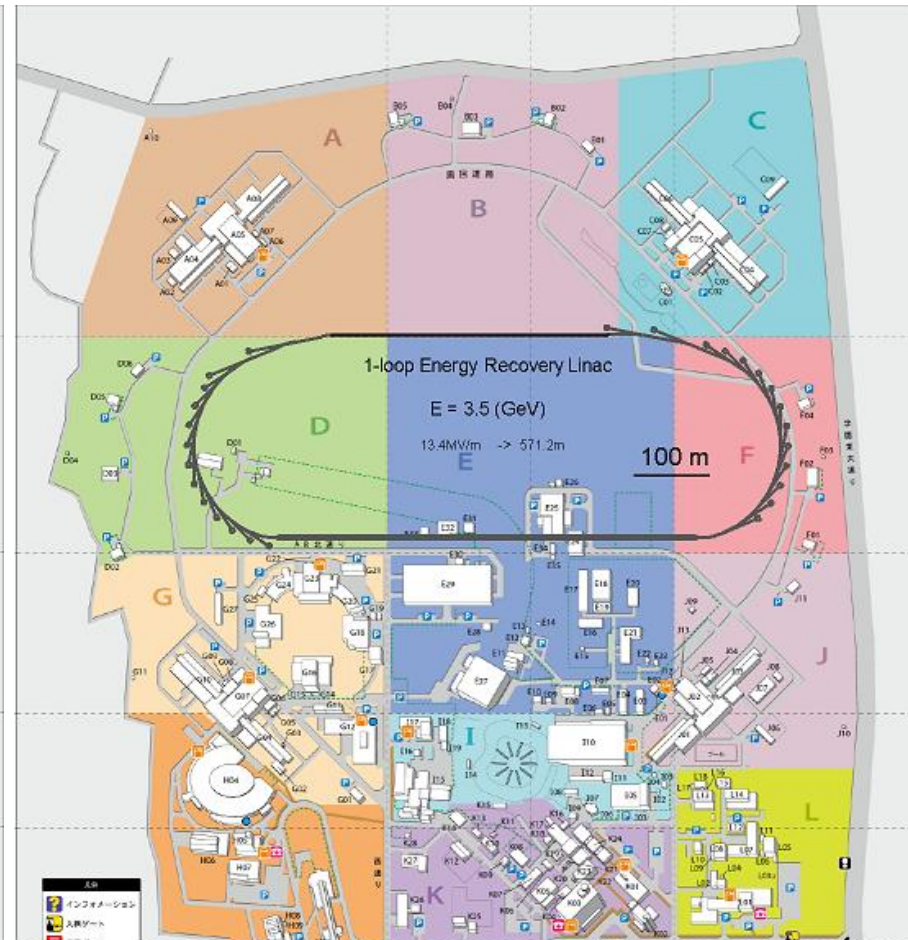
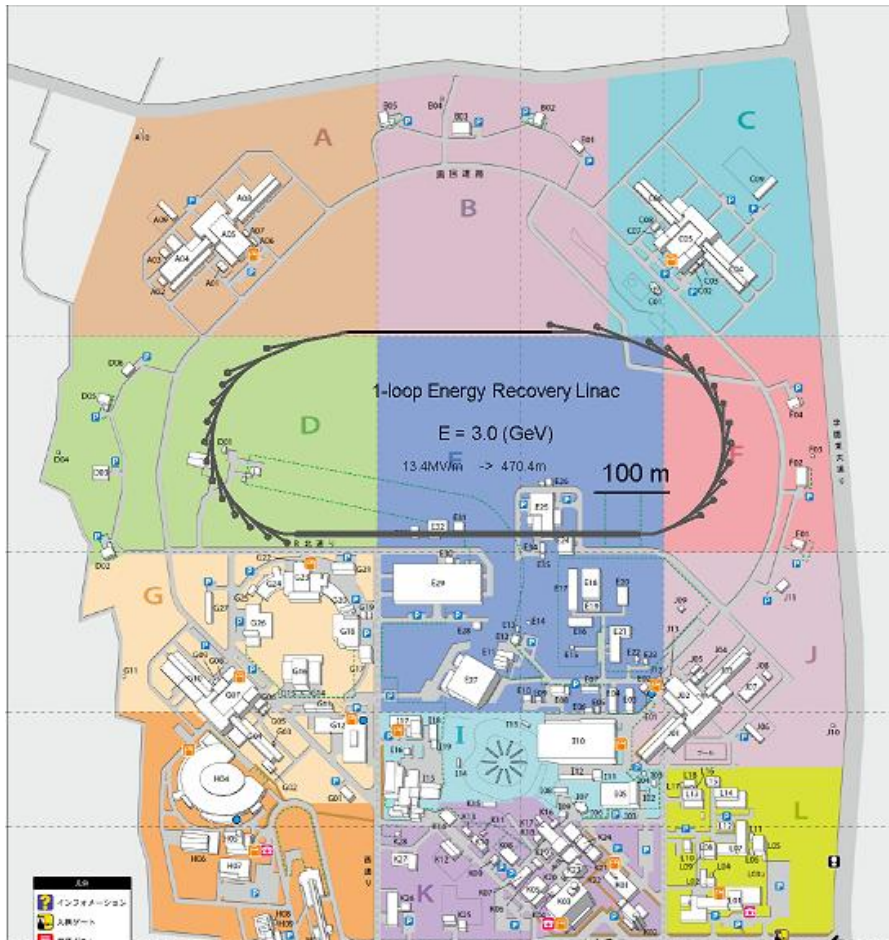
- ✓ 加速勾配が15MV/m以上
→ 15MV/m以下とする。
- ✓ Optics設計の都合でクライオモジュールの数を偶数とする。
- ✓ 直線部の長さは400mを超えてもいいものとする。

	修正前1	修正前2	修正後	修正後(3.5GeV 拡張)
空洞加速勾配 [MeV/m]	15.625	15	13.4	13.4
加速距離 [m]	403.2	400	470.4	571.2
加速量 [MeV]	3000	3000	3001.6	3644.8
クライオモジュール数	24	25	28	34
クライオモジュール+Tripletの長さ [m]	16.8	16	16.8	16.8
クライオモジュール当たりの加速 [MeV/module]	125	120	107.2	107.2

敷地

3.0 GeV版
470.4m

3.5 GeV拡張版 for 7GeV XFEL
571.2m



- 3.5GeVに拡張した場合、KEKBトンネル敷地内に収めることが困難。
- XFELは最大で150m(往復で1MHz)? 4枚ミラーならさらに小さくなるため、敷地の心配はいらないのではないか。

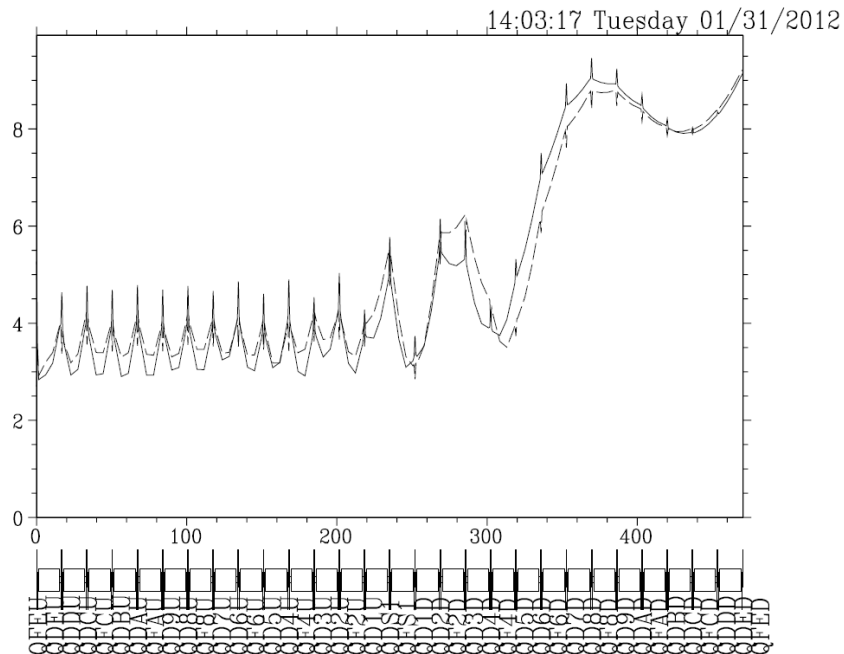
3GeV Linac Optics I

加減速は対称なOpticsで、加速のみプロット。

BBUの電流閾値を上げるには、 R_{12} を小さく設計することが肝要

$$R_{12}(i \rightarrow f) = \gamma_i \sqrt{\frac{\beta_i}{\gamma_i} \frac{\beta_f}{\gamma_f}} \sin \Delta\psi$$

→全体的に β 関数を小さく



小林さんのSADのコードを元に最適化。

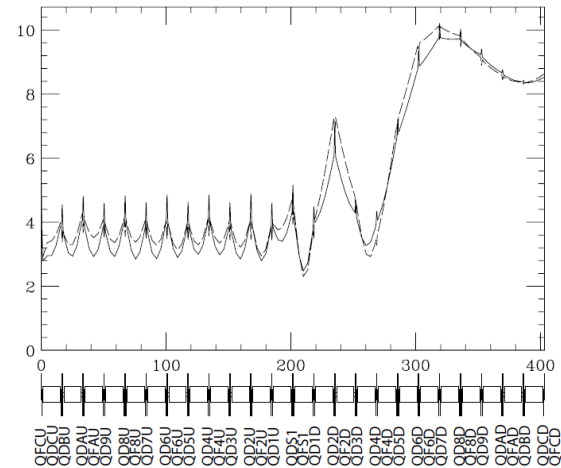
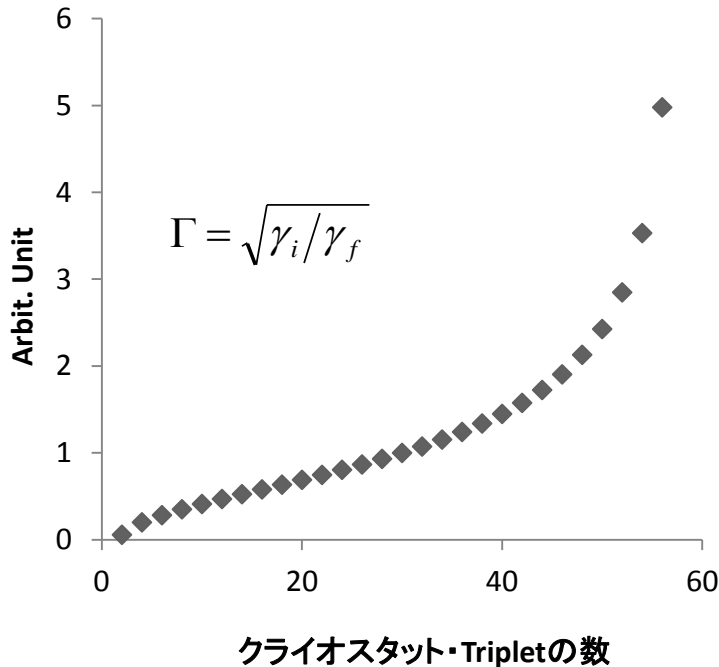
3GeV加速後で $(\beta_x, \beta_y) = (84\text{m}, 85\text{m})$
全体にわたって90m以下に抑えた。

3GeV Linac Optics II

$$R_{12}(i \rightarrow f) = \gamma_i \sqrt{\frac{\beta_i \beta_f}{\gamma_i \gamma_f}} \sin \Delta\Psi = \sqrt{\frac{\gamma_i}{\gamma_f}} \sqrt{\beta_i \beta_f} \sin \Delta\Psi$$

$\sin \Delta\Psi$ 全ての空洞に対して、最適化することはほぼ不可能。

$\Gamma = \sqrt{\gamma_i / \gamma_f}$ Γ が大きい場所では β 関数を小さくした方がいいか？

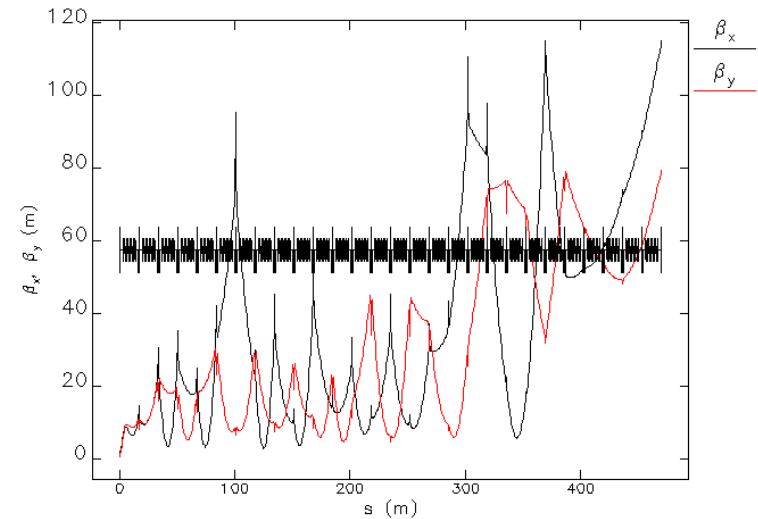
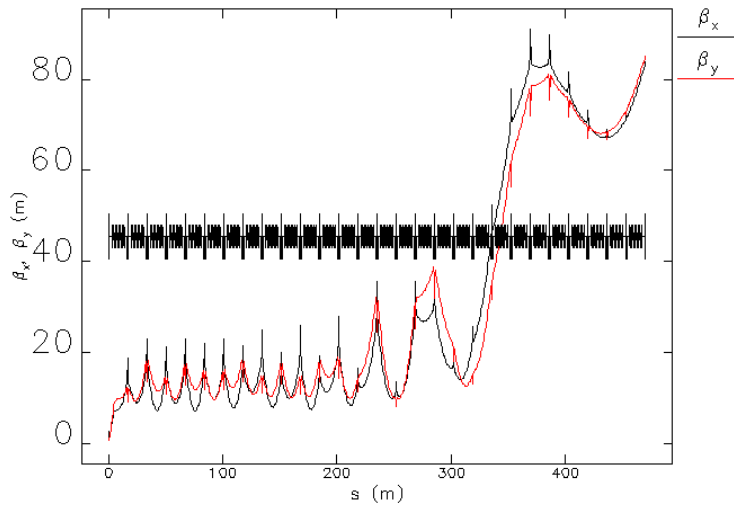


小林さんの計算例では
加速後で $(\beta_x, \beta_y) = (72m, 74m)$ と小さい。
(しかし、空洞の数は24個)

さらに最適化を試みるにはBBUに特化したシミュレーションコードが必須か？

3GeV Linac Optics III

SAD → elegantに焼き直し



空洞のbody focus、Edge Effect含む。
QのK値はSADの結果と同じ。

Elegantで β 関数を小さくするために
微調整を試みた結果→悪化

equation = "0 max.betax + max.betay + ave.betax + ave.betay + ",

	空洞の収束力	28個のTripletの最適化にかかる時間	K値とエネルギー比の関係
SAD	Edgeのみ 必ず組み込まれる。	数秒	指定可能で崩れることはほとんど無い。
elegant	BodyとEdge 組み込むかどうか選択可能	1時間	指定可能だが、崩れるケースが多い。

まとめと今後の方針

- 15MV/mを超えない範囲で直線部のラティスを調整した。
 - SADを用いて全体的に β 関数を90m以下に抑えることができた。
 - Elegantは計算に時間がかかりすぎる上、エネルギーに対応したK値の比が崩れることが多い。
-
- 現時点では、Linacの最適化にはSADのほうが適していると思われる。SADとelegantを組み合わせることで周回部を設計したい。
 - 今後のさらにLinacのOpticsを最適化するにはBBUのシミュレーションコードで当てる必要がある。