〔P－17〕

SAGA-LS 電子蓄積リングのラティス関数測定

高林雄一[1], 岩崎能尊[1], 江田茂[1], 吉田勝英[1], 冨増多喜夫[1], 大垣英明[2]
[1]九州シンクロトロン光研究センター, [2]京都大学エネルギー理工学研究所

SAGA-LS 電子蓄積リングのラティス(電磁石配置)の性質を表す関数、分散関数とベータ関数を測定した。図 1 に、リング 1 周 75.57 m にわたる分散関数を示す。図 2 には、1 セル(リング 1 周の 8 分の 1)あたりの平均化されたベータ関数をプロットした。QF1、QD1、QF2 はリングの 4 極電磁石、BPM はビームポジションモニタにおける値を示している。図 1、2 の実線は設計値(計算値)を表しているが、約 10%の精度で測定値と計算値は一致していることが確認された。また、チューンの測定値も設計値(νx, νy)=(5.796, 1.825)に 0.01 以下の精度で一致していることが確認されており、総合的にみて設計どおりにラティスが実現できているといえる。

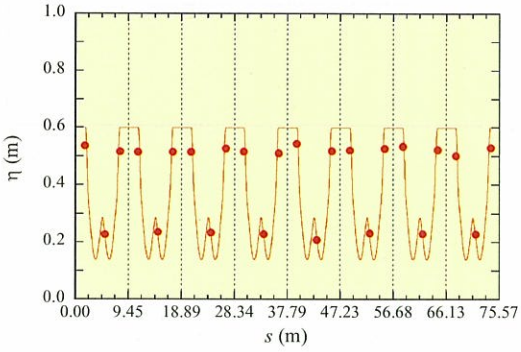


図 1.　分散関数.

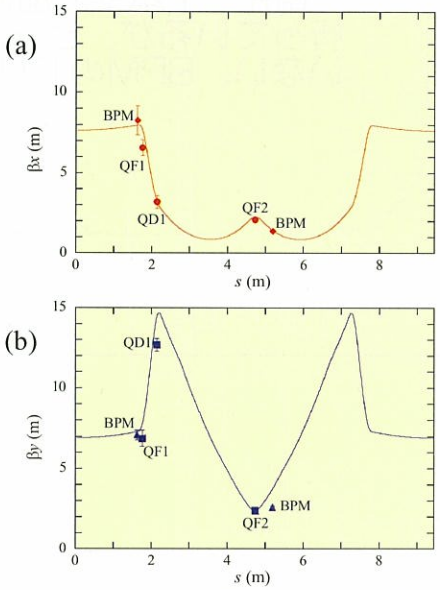


図 2.　ベータ関数. (a)水平方向. (b)鉛直方向.

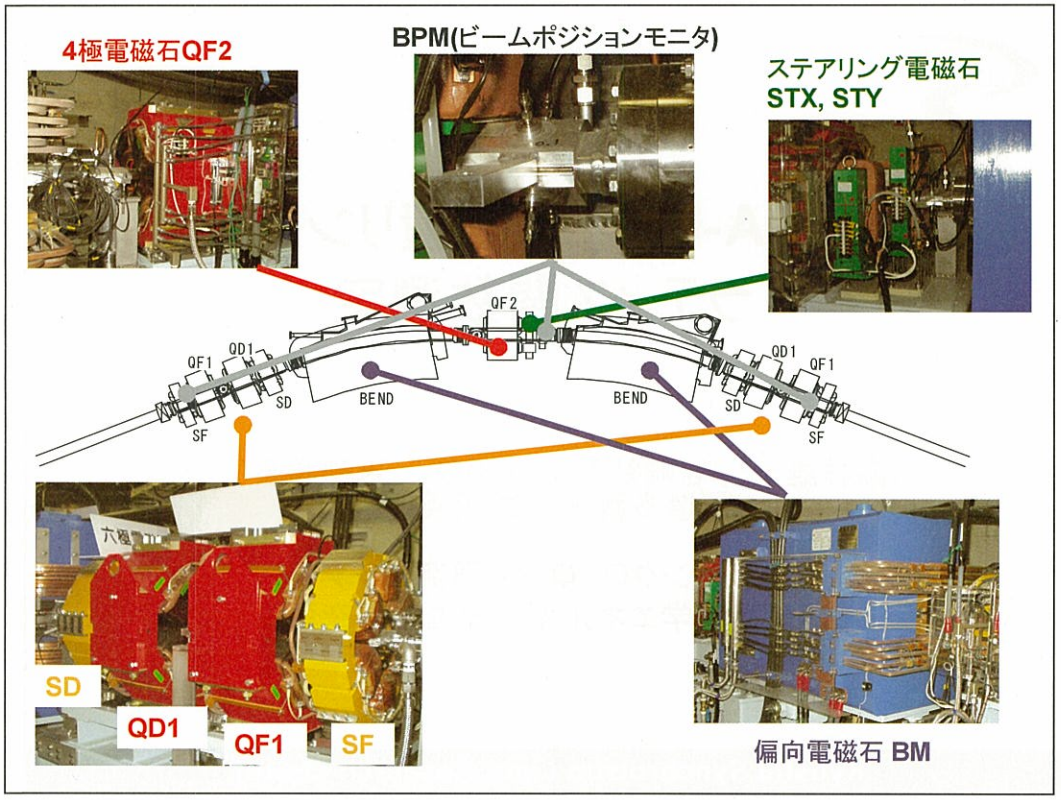
SAGA-LS電子蓄積リングのラティス関数測定

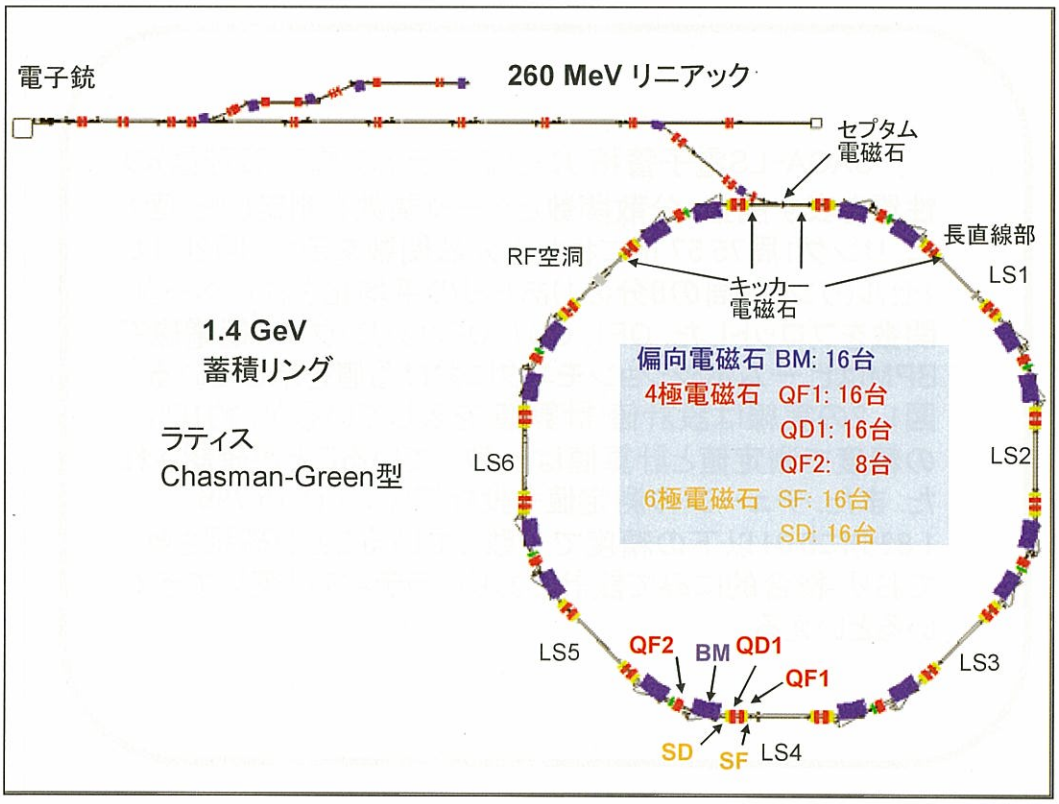
高林雄一[1]、岩崎能尊[1]、江田茂[1]、吉田勝英[1]、冨増多喜夫[1]、大垣英明[2]

[1]九州シンクロトロン光研究センター
[2]京都大学エネルギー理工学研究所

Kyushu Synchrotron Light Research Center

SAGA-LS電子蓄積リングのラティス(電磁石配置)の性質を表す関数, 分散関数とベータ関数を測定した. 図1に, リング1周75.57 mにわたる分散関数を示す. 図2には, 1セル(リング1周の8分の1)あたりの平均化されたベータ関数をプロットした. QF1, QD1, QF2はリングの4極電磁石, BPMはビームポジションモニタにおける値を示している. 図1, 2の実線は設計値(計算値)を表しているが, 約10%の精度で測定値と計算値は一致していることが確認された. また, チューンの測定値も設計値(νx, νy)=(5.796, 1.825)に0.01以下の精度で一致していることが確認されており, 総合的にみて設計どおりにラティスが実現できているといえる.


4極電磁石QF2
BPM(ビームポジションモニタ)
ステアリング電磁石
STX, STY
QF2
QF1
QD1
SD
SF
BEND
BEND
SD
QD1
QF1
SF
偏向電磁石 BM


電子銃
260 MeV リニアック
セプタム
電磁石
長直線部
LS1
RF空洞
キッカー
電磁石
1.4 GeV
蓄積リング
ラティス
Chasman-Green型
偏向電磁石 BM: 16台
4極電磁石 QF1: 16台
QD1: 16台
QF2: 8台
6極電磁石 SF: 16台
SD: 16台
LS2
LS6
LS5
LS3
QF2
BM
QD1
QF1
SD
SF
LS4

周長	75.57 m
入射エネルギー	260 MeV
貯蔵エネルギー	1.4 GeV
蓄積電流値	100 mA
エミッタンス	25 nm·rad
チューン (ν_x, ν_y)	(5.796,1.825)
モーメンタムコンパクション因子	0.0134
エネルギー幅	6.7×10^{-4}
ナチュラルクロマティシティ (ξ_x, ξ_y)	(−7.1, −8.6)
クロマティシティ (ξ_x, ξ_y)	(+3.0, +3.0)
RF周波数	499.8688 MHz
RF電圧	500 kV
ハーモニック数	126

分散関数

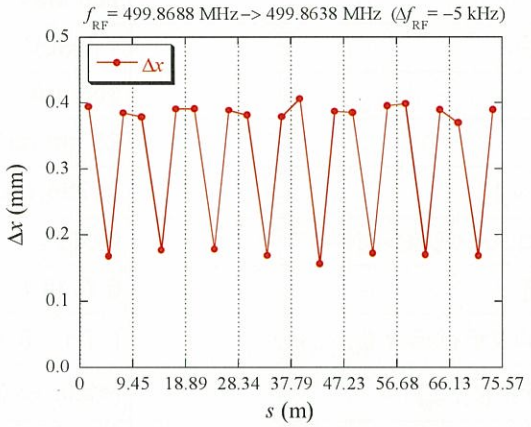
分散関数ηは, ビームの運動量のずれ$\Delta p/p$に対するビーム位置のずれΔxを表す量.

$$\Delta x = \eta(\Delta p / p)$$

$$\eta = \frac{\Delta x}{\Delta p / p} = \frac{\alpha \Delta x}{\Delta C / C} = \frac{\alpha \Delta x}{(-\Delta f_{RF} / f_{RF})}$$

η: 分散関数
$\Delta p/p$: 運動量のずれ
Δx: 位置のずれ
α: モーメンタムコンパクション因子
C: 周長
f_{RF}: RF周波数

分散関数



リングのRF周波数を499.8688 MHzから–5 kHz変化させたときのビーム位置の変化量Δx. リング1周に設置されている24台のBPMで測定した. 周波数を小さくすると周長は大きくなるので, ビーム位置はリングの外側(図のプラス側)にずれる. 左の式を用いてΔxから分散関数ηを求めることができる.

分散関数

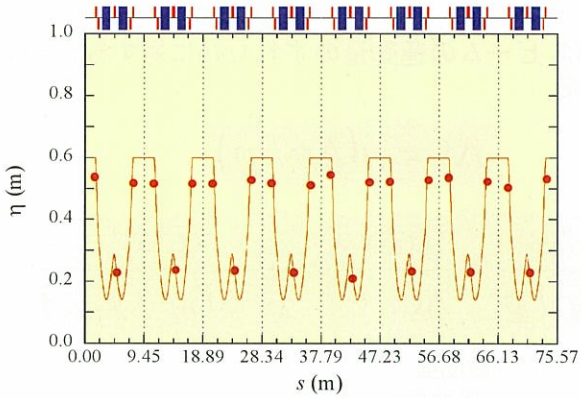


図1: 分散関数.
実線は計算値(設計値)を示す. 図の上に模式的に電磁石の配置を示した. 青い四角は偏向電磁石, 赤い四角は4極電磁石を示す.

ベータ関数

(i) 4極電磁石の磁場の強さ(K値)を微少量(ΔK)変化させたときのチューンのシフト量$\Delta\nu$から求める方法.

$$\Delta\nu = \frac{1}{4\pi}\int \beta(s)\cdot\Delta K(s)ds \cong \frac{1}{4\pi}\beta\cdot\Delta K\cdot NL$$

$$\beta = 4\pi\frac{\Delta\nu}{N\cdot\Delta KL}$$

β: ベータ関数
ν: チューン
N: K値を変化させた4極電磁石の数
L: 電磁石の有効長

(ii) ステアリング電磁石でシングルキックを生成したときの CODの変化量から求める方法.

$$\beta = 2\Delta z\cdot\tan(\pi\nu)/\Delta\theta$$

Δz: 水平または鉛直方向のビーム位置の変化量
$\Delta\theta$: ステアリングによるキック角

ベータ関数

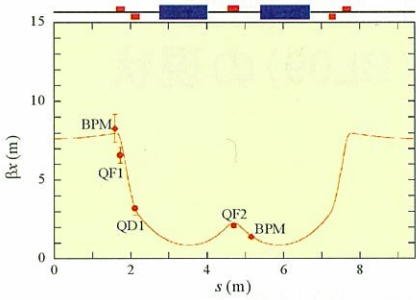


図2(a): 水平方向のベータ関数.

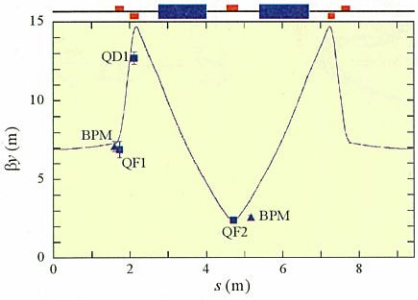


図2(b): 鉛直方向のベータ関数.

測定点は, 1セル(リング1周の8分の1)あたりの平均化されたベータ関数を示す.
QF1, QD1, QF2の点は方法(i), BPMの点は方法(ii)で求めた値である.
実線は計算値(設計値)を示す.
測定値と計算値はよく一致していた.