

# PF 将来計画としての ERL の検討(ラティス設計)

小林幸則

物質構造科学研究所放射光源研究系

## 1. はじめに

PF 将来計画としての光源加速器案として One Pass もしくは Two Pass の ERL 検討をするにあたり、利用研究の側から光源仕様として、以下のパラメータとしてほしいという要望があった。

- ビームエネルギー 2.5~5.0 GeV (5.0 GeV Max)
- 挿入光源の数 (5m 級 ~ 20 本, 30m 級 2~4 本)
- 波長 0.1 nm (~12keV) で、
  - Average brilliance  $10^{22}$ (ph/s/0.1%/mm<sup>2</sup>/mrad<sup>2</sup>)
  - Average flux  $10^{16}$  (ph/s/0.1%)
- パルス長 (1ps 以下, 可能ならば 100fs)
- ビーム安定度(ビームサイズの 1/10 以下)

このような要望をふまえ、光源加速器を KEK 敷地内に建設することを想定し、ERL のアーク部(挿入光源を設置する場所)のラティス設計(暫定版)を行ったので報告する。

## 2. ラティス設計

上述した要望を踏まえた上で、以下の点を加えて基本セルを作成し、アーク部全体のラティス設計を行った。

- (1) 数多くの挿入光源を設置できるラティスであること。
- (2) 直線部は achromat ( $\eta_x=0$ )にできること。
- (3) パンチ長を制御するため R56 を容易に可変できること。
- (4) ライナックとのオプティクスマッチングが容易にできること。

これらの点をふまえて、まず 7m の短直線部を設けた基本セルを設計した。基本セルには 24m の TBA (Tripple Bend Achromat) ラティスを採用した(図1)。この基本セルを拡張し、35m の中直線部を設けたセルを作った(図2)。これらのセルをつなぎ合わせて ERL のアーク部のラティスとし(図3)、さらにライナック部および長直線部(200m 級挿入光源設置可能)でつなぎ合わせて ERL 全体を作った(図4)。

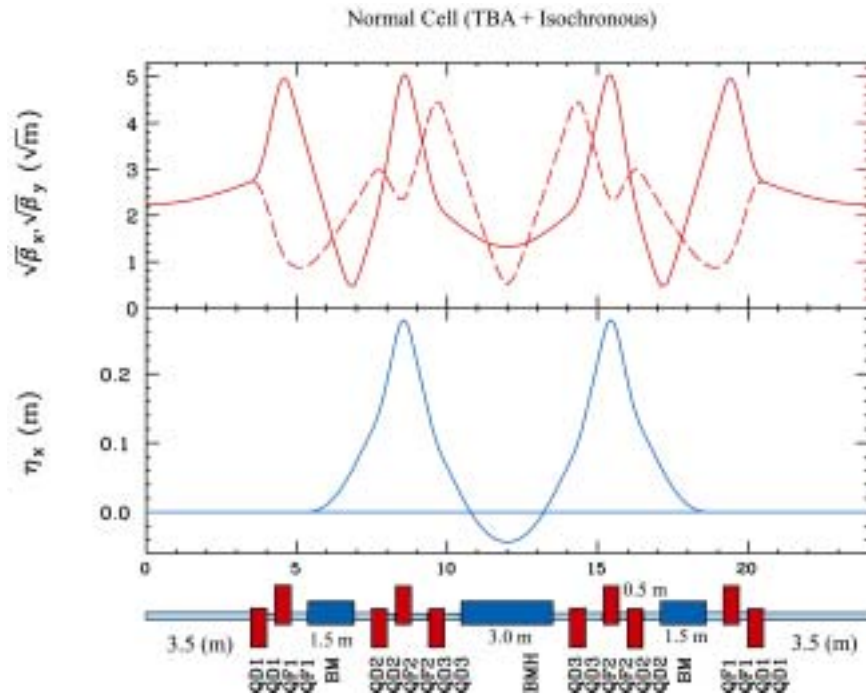


図1 7m 直線部の基本セルのラティス。

この図のオプティクスは Achromat で Isochronous( $R56=0$ )となっている

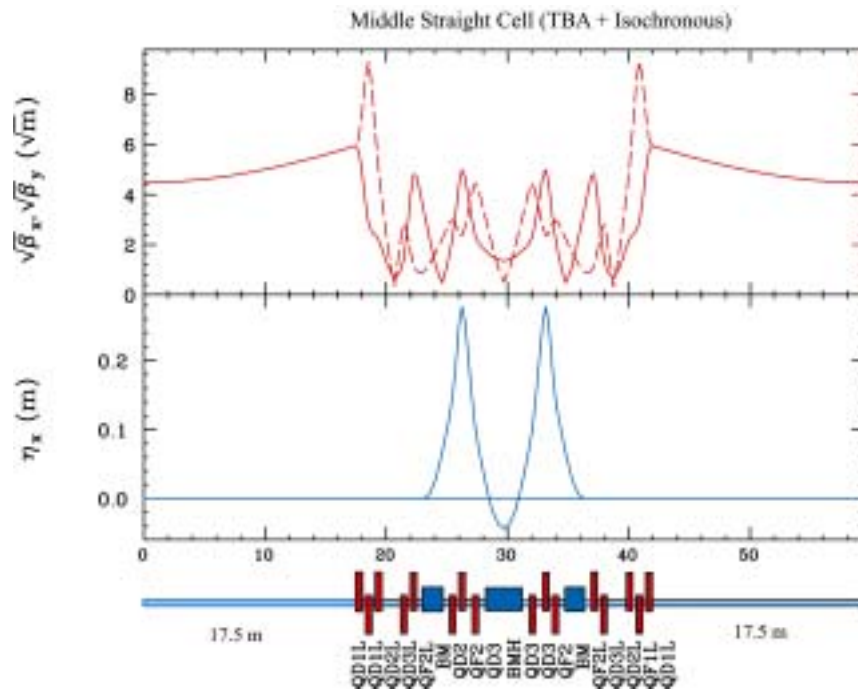


図2 30m 直線部を含んだ拡張セルのラティス。基本セルと同様、オプティクスは Achromat で Isochronous( $R56=0$ )となっている

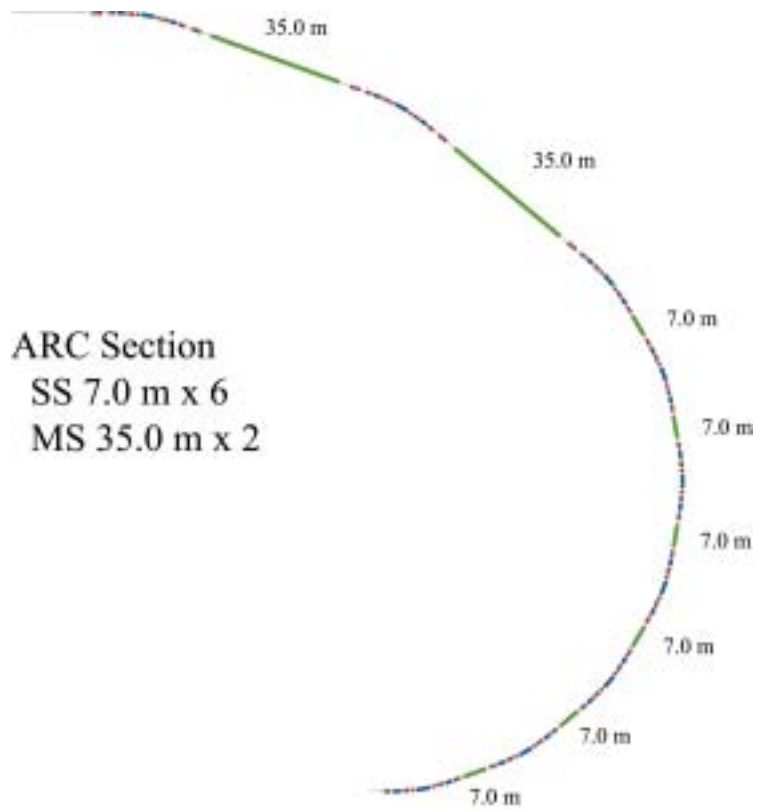


図3 アーク部のラティス。基本セル6.5分と拡張セル2.5分をつなぎ合わせて作られている。  
5m級の挿入光源が6箇所、30m級が2箇所設置可能。



図4 ERL 全体図。ERLの周長は約1250mで、加速器および実験ホールを含めて横600m、  
縦200m程度の敷地となる。

### 3. ビームパラメータ

ERL 光源の主なビームパラメータを表1に示す。ただし、これらは十分検討されているパラメータではなく、あくまで目標値である。

#### PF-ERL Main Parameters

Beam Energy	2.5 ~ 5.0 (GeV)
Injection Energy	10 (MeV)
Circumference	1253 (m)
Beam Current	~100 (mA)
Normalized Emittance	~0.1 ( $\mu\text{mrad}$ )
Horizontal Emittance	~10.0 (pmrad) at 5.0 GeV
Vertical Emittance	~10.0 (pmrad) at 5.0 GeV
Energy Spread	~ $5 \times 10^{-5}$
Bunch Length	1 (ps) ~ 100 (fs)
RF Frequency	1.3 (GHz)
ACC. Gradient	~20 (MV/m)
Long Undulator	200 (m) x 1
Middle Undulator	30 (m) x 4
Short Undulator	5 (m) x 12

表1 ERLの主なビームパラメータ

### 4. ERLと蓄積リングとの比較(ビームサイズ、バンチ長)

ERLの特徴を可視化するため、ERLで想定されているエミッタンスと第3世代高輝度光源(蓄積リング)の典型的なエミッタンスから求められたビームサイズの比較図を図5に示す。また、バンチ長についての比較は図6に示す。

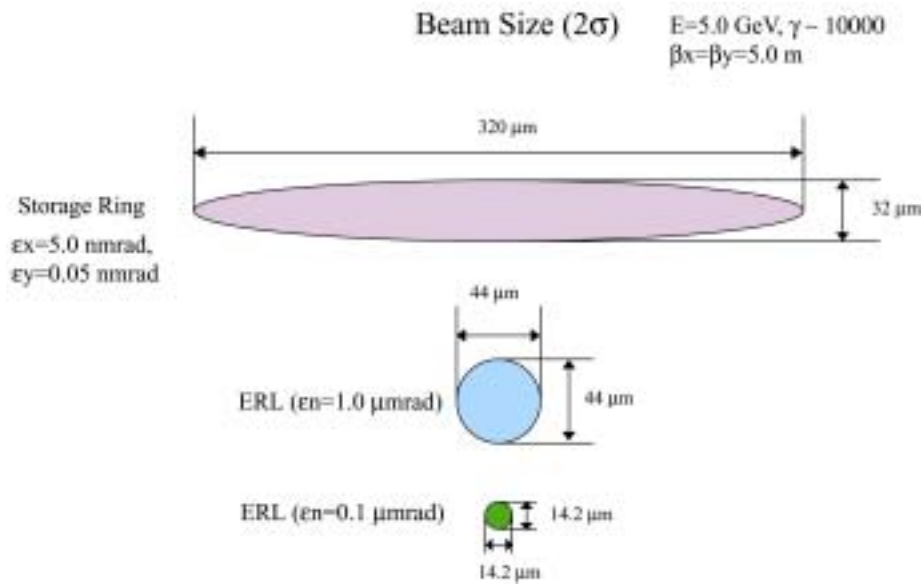


図5 ERLと蓄積リングにおけるビームサイズの比較

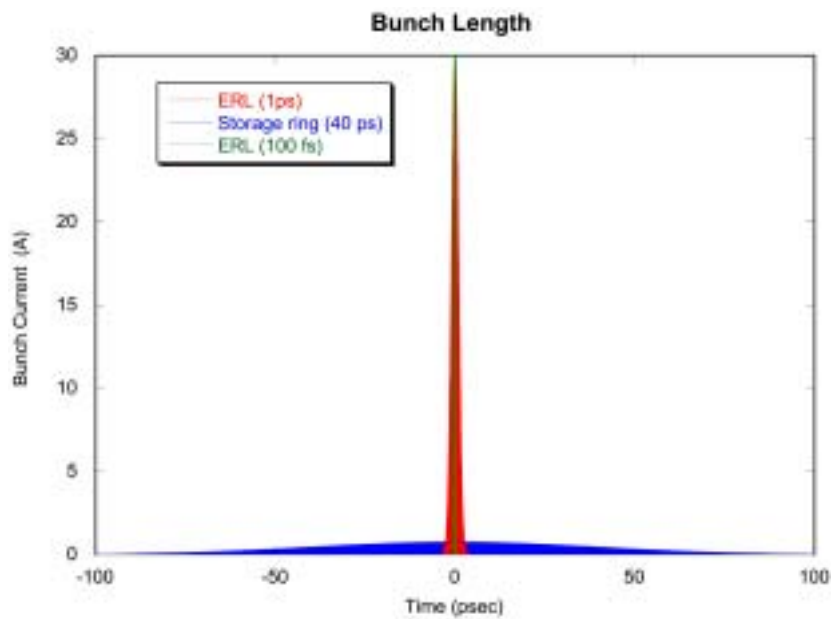


図6 ERLと蓄積リングにおけるバンチ長の比較

## 5. おわりに

ERL の検討はまだ始まったばかりで、今回報告するラティスやパラメータは日々変化していくであろうことをご了承願います。ERL における課題は多々ありますが、加速器としては挑戦的で興味深いものです。しかし、ERL が光源としても魅力のあるものであるかどうかは、どのようなサイエンスがこれを用いて展開できるかにかかっていますので、ユーザの方々にもその点についてご検討していただければと思っております。