

Conversion of Industrial Synchrotron into HiSOR-II System

Kohei Kanaoka^{1,A)}, Goto Kiminori^{B)}, Hiroshi Tsutsui^{C)}, Yuji Hayashi^{A)}, Atsushi Miyamoto^{B)}, Toshitada Hori^{B)}

^{A)} Graduate school of science, Hiroshima University
1-3-1 Kagamiyama, Higashi-Hiroshima, 739-8526, Japan

^{B)} HSRC, Hiroshima University
2-313 Kagamiyama, Higashi-Hiroshima, 739-0046, Japan

^{C)} Sumitomo Heavy Industries, Ltd.
2-1-1, Tanido, Nisitokyo, Tokyo, 188-8585, Japan

Abstract

The future plan of HiSOR-II has been studied as for the thing of a premise with new magnets. However, we search the possibility of conversion of an industrial synchrotron to the HiSOR-II system toward low-emittance light sources. In this study, we transfer magnets using by an 800 MeV industrial ring into a 700 MeV main ring, and into a 150 to 700 MeV booster ring at HiSOR-II.

産業用加速器のHiSOR-IIシステムへの適用

1. はじめに

本研究では周長約50m、DBAタイプ、800MeVの第二世代の産業用放射光リングを第三世代リングに組み替えた場合のHiSOR-IIの蓄積リングおよび、ブースターリングへの転用の可能性について考察した。転用元のリングの仕様を表1に記す。

表1 転用元の産業用リングの基本パラメータ

| | |
|--------------------------|---------|
| Beam energy [MeV] | 800 |
| Circumference [m] | 52.76 |
| Type of lattice | DBA |
| Number of bending magnet | 8 |
| Straight sections | 2.0 m×4 |

2. 蓄積リングへの転用

HiSOR-II蓄積リングへの転用についてビームエネルギー700MeV、周長約50mを基本仕様とした。HiSOR-II蓄積リングは直線部の挿入光源を主な放射光源とする、数〜数10eV領域の強い光を出すことが特徴である。小型である必要性は現在と変わらないことから、HiSORとほぼ同じ規模のリングであるUVSOR-IIを参考にし、建設予定のスペースにあわせて直線部の長さを最適化するなどした。結果、エミッタンス20.9nm-radのリングを設計することができた。概略図を図1に示す。

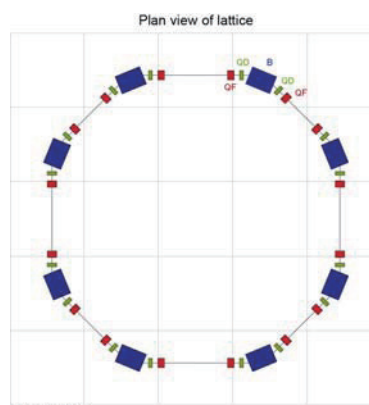


図1 蓄積リング概略図

四極電磁石のK値をそれぞれ変化させた時のエミッタンスは図1のようになった。同様にチューンを変化させたときのエミッタンスを図3に示す。

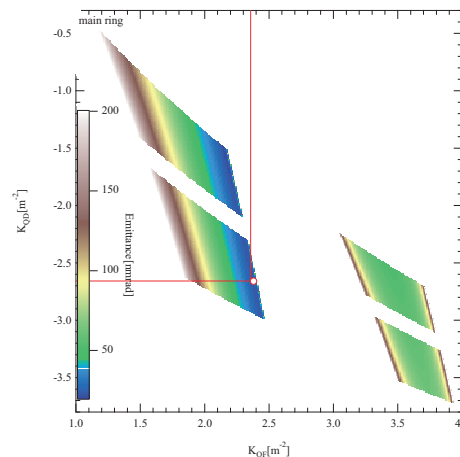


図2 集束力を変化させたときのエミッタンス

¹ E-mail: m061848@hiroshima-u.ac.jp

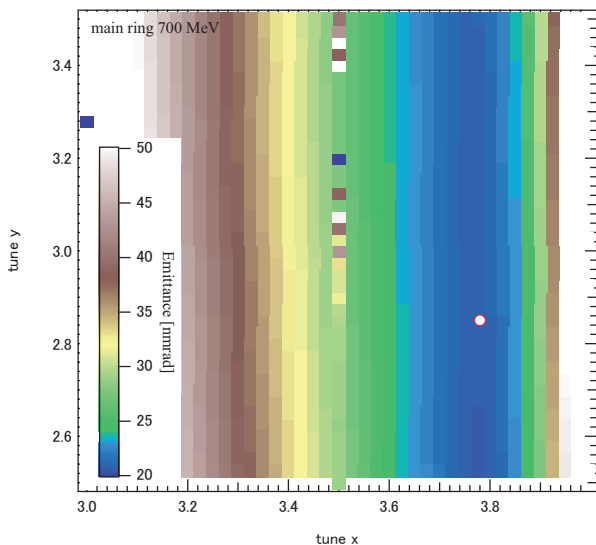


図3 チューンを変化させたときのエミッタンス

四極電磁石を蓄積リングにそのまま使うと、図2の赤線内で動作点をとるが、集束力が十分でないため動作点を広くとることが出来ない。十分な動作点を確保するためには四極電磁石の磁極面の改造、または新たな四極電磁石の追加などの対策が必要不可欠である。

チューンを変化させたときの直線部中央におけるtransverse面のダイナミックアパーチャーの大きさは図4のようになった。動作点を白抜きの赤丸で示した。

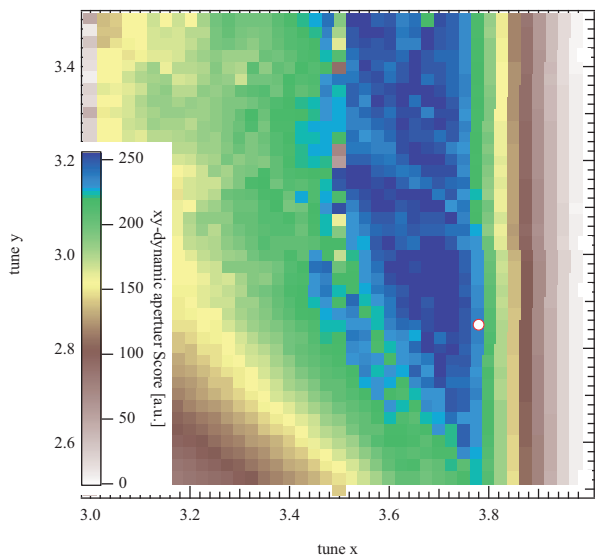


図4 図3と同範囲のdynamic aperture

チューンを変化させたときの直線部中央におけるエネルギー方向のダイナミックアパーチャーの大きさは図5のようになった。

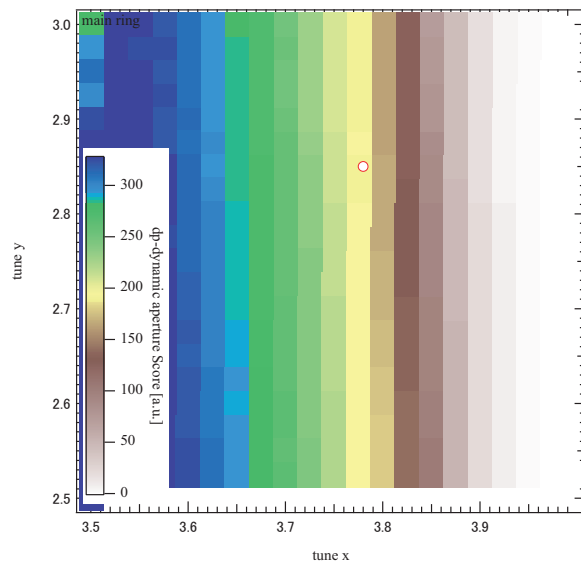


図5 エネルギー方向のdynamic aperture

エミッタンスが小さく、ダイナミックアパーチャーが広い場所を探した結果、QF,QDのK値(2.38, -2.66)、チューン(3.78, 2.85)を動作点とした。動作点でのTwiss parameterは図6のようになった。

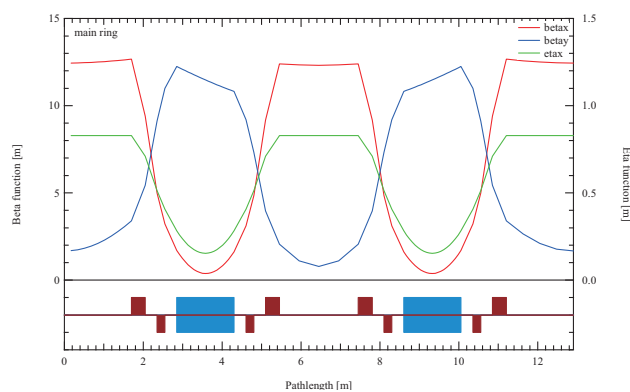


図6 Twiss parameter

直線部中央でのtransverse方向のdynamic apertureは図7のようになり、十分広いことが確認できた。

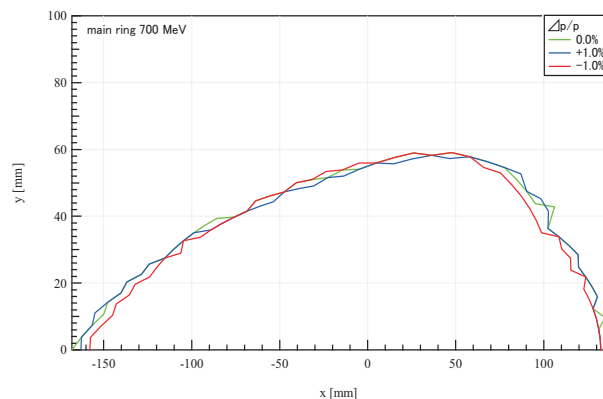


図7 x-y dynamic aperture

表 2 蓄積リングの基本パラメータ

| | |
|---------------------------|--------------------|
| Beam energy [MeV] | 700 |
| Circumference [m] | 51.62 |
| Natural emittance [nmrad] | 20.9 |
| Straight sections | 3.4 m×4 2.0 m×4 |
| Betatron tune | (3.78 2.85) |
| Harmonic number | 8 |
| RF frequency [MHz] | 46.45 |
| Touschek life time [hour] | 4.82 |

エミッタンスが小さく、ダイナミックアパーチャーが十分大きい場所に動作点を取ることが出来たが、Touschek寿命が短いためいずれTop-up運転が必要になる。

3. ブースターリングへの転用

蓄積リングへの転用と同時にHiSOR-IIシステムにおけるブースターリングへの転用についても考察した。概略図を図8に示す。

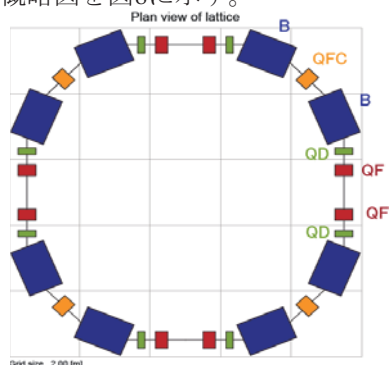


図8 ブースターリング概略図

表3 ブースターリングの基本パラメータ

| | | |
|--------------------|-------------|--------|
| Beam energy [MeV] | 150 | 700 |
| Circumference [m] | 30.42 | |
| Straight sections | 2.0 m×4 | |
| RF frequency [MHz] | 49.25 | |
| Harmonic number | 5 | |
| Tune | (2.72 1.38) | |
| Dumping time [sec] | 1.26 | 0.0124 |

ブースターリングへの転用に関しては、DBAのラティスタイプを選択した。現在のところ、現行の150MeVマイクロトロンから入射し700MeVまで加速

させて取り出す予定でいる。その設置場所として入射器室のマイクロトロン隣の隣を候補としており、スペースの関係上、周長は約30mに抑える必要がある。ところが現在、その場所には超高速電子周回装置が設置されており、このリングで行われている実験も継続させるほうがよい。そこで、ビームの遅い取り出しを行いやすいよう直線部のdispersionには大きな可変域を持つラティスであることが望ましい。以上のような制限の下で、検討した結果、要求を満たすラティスを組むことができた。ブースターとして使用する場合のTwiss parameterは図9のようになった。

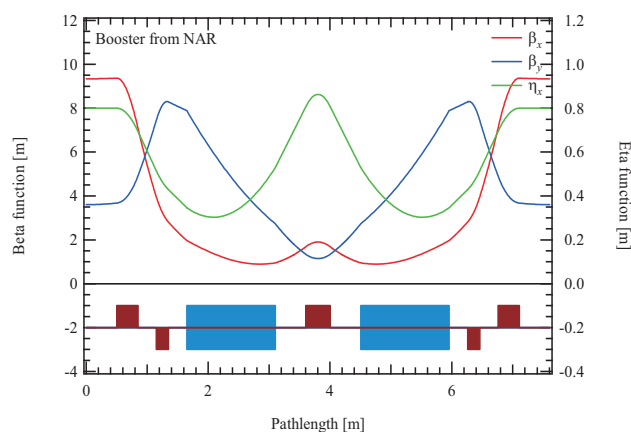


図9 Twiss parameter

4. まとめ

これまでの研究で、蓄積リング、ブースターリングともに転用の可能性を見出した。

蓄積リングでは、四極電磁石を六極電磁石とのcombinedにしなければならない。また、四極成分の強さも足りないため磁極面の改造が必要である。十分に広いダイナミックアパーチャーを確認できたが、一方でタウシェック寿命が短いという面もみえた。この点からも、いずれTop-up運転に移行する必要がある。

ブースターリングに関しては、クロマチシティを適当な値にするための六極電磁石の配置等の検討や、バンプ電磁石の配置、入射及び取り出しの方法に関する検討が今後必要である。

この研究はKEKの加速器科学総合支援事業における大学等連携支援事業の援助に基づいて行われています。

参考文献

- [1]K. Yoshida, et al., APAC '98, KEK, 1998, pp.653-657.
- [2]住友重機械工業, HiSOR-IIのための基本設計検討
- [3]S. Y. Lee, "Accelerator Physics", World Scientific, 1999.
- [4]富増 多喜夫. "シンクロトロン放射技術"
- [5]EDMUND WILSON, "an introduction to PARTICLE ACCELERATORS"