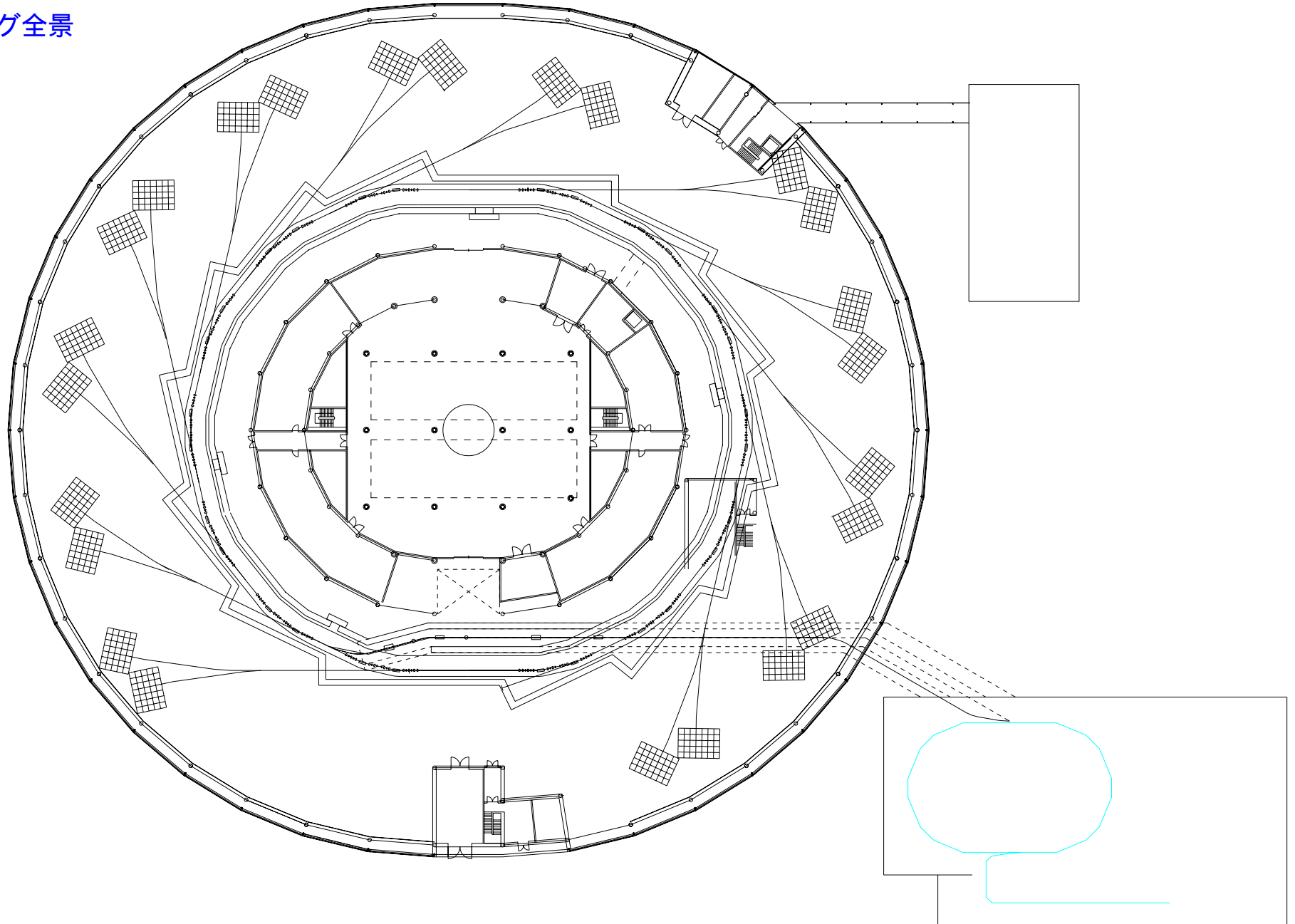
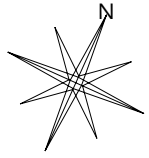


# Lattice and Optics

--Optics of hybrid mode--

VSX Workshop 2003 年 8 月 22 日

# リング全景



パラメータ

		High Beta	Hybrid
Energy	GeV	1.8	
Circumference	m	280.549631	
Emittance	nm rad	7.260110	7.805480
Energy Spread		0.000667524	0.000667524
Momentum Compaction Factor		0.001003	0.001003
Betatron Tune			
horizontal		14.12	15.20
vertical		5.18	5.86
Chromaticity			
horizontal		-43.329854	-42.310387
vertical		-19.450166	-25.701216
Magnetic Field of Bend.	T	1.121997	
Curvature Radius of Bend.	m	5.347606	
Critical Photon Energy of Bend.	keV	2.419223	
Energy Loss / turn	keV/rev	173.656400	
Radiation Damping Time			
horizontal	mSec	19.319200	19.318930
vertical	mSec	19.400420	19.400410
longitudinal	mSec	9.721412	9.721406
Revolution Frequency	MHz	1.068590	
RF Frequency	MHz	500.1	
Harmonic Number		468	

## Hybrid optics

6.2m の直線部において.....

1、 入射点の  $x$  は大きくなければいけない。

そうでもない？（小林さんの計算を参照。）

2、 RFの  $x$ 、  $y$  は小さく抑えなくてはならない。

水平垂直とも 10m 以下であれば HOM に依る不安定の閾値をクリアできる。

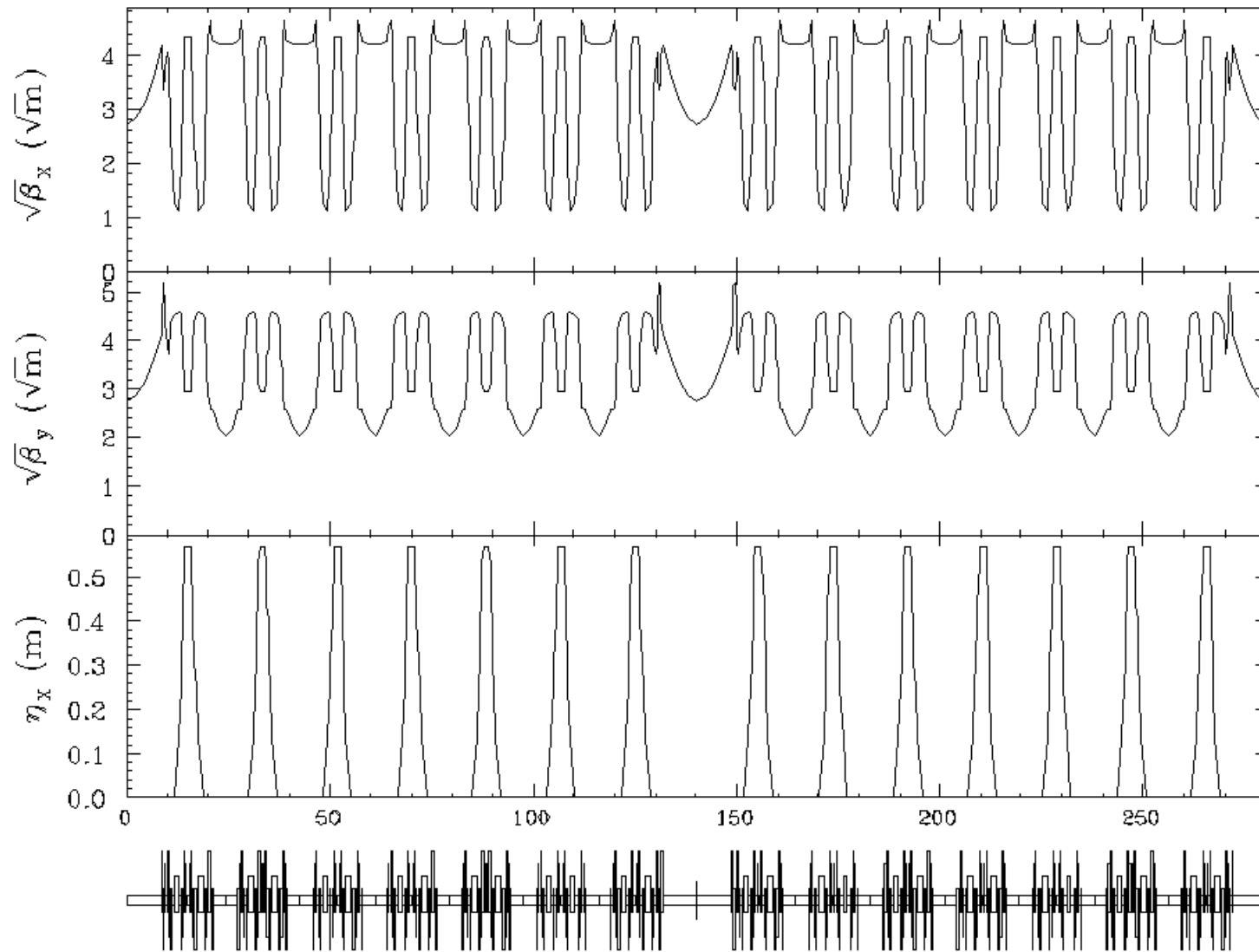
3、 リングの対称性をできるだけ壊したくない。

17m の直線部があるのもともと 2 回対称？

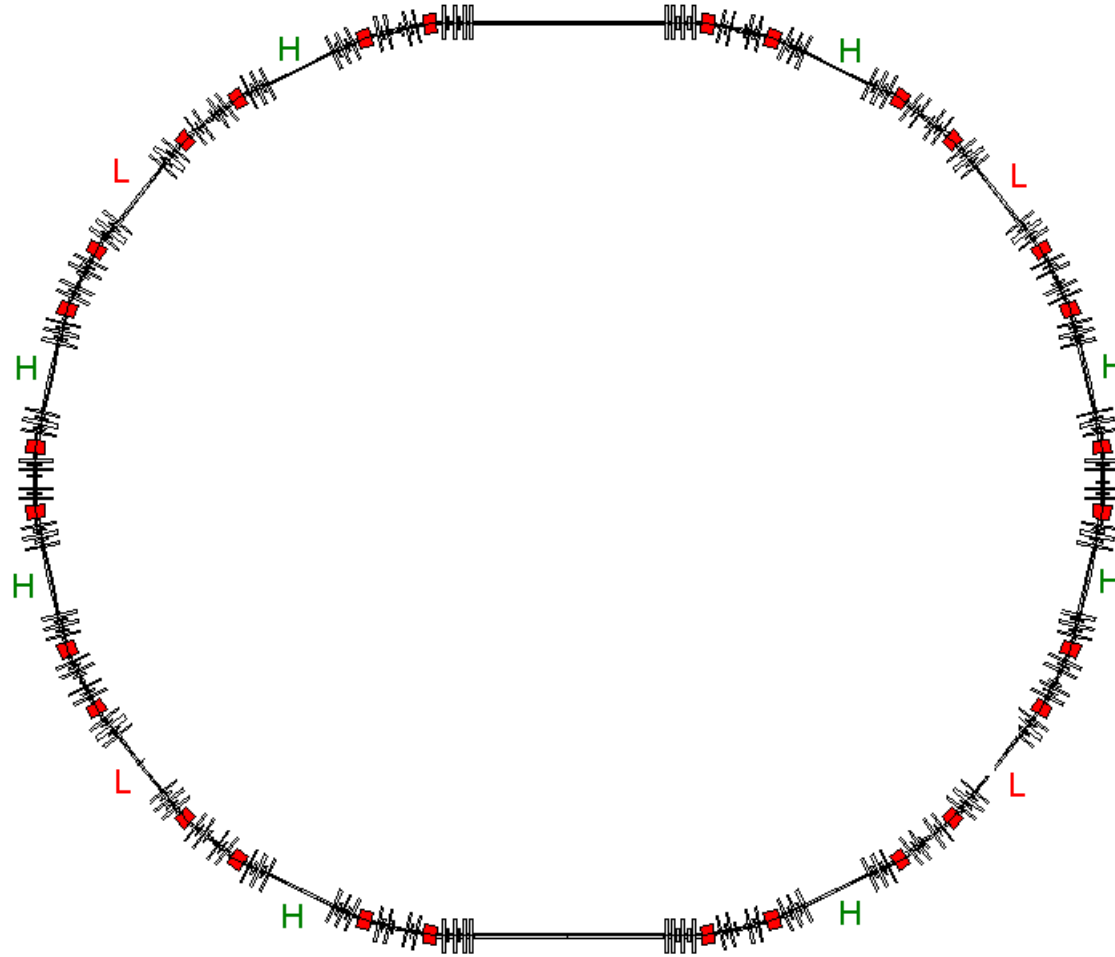
Hybrid optics とは

対称性を保って、美しく high セルと low セルを配置した dynamic aperture の広い optics

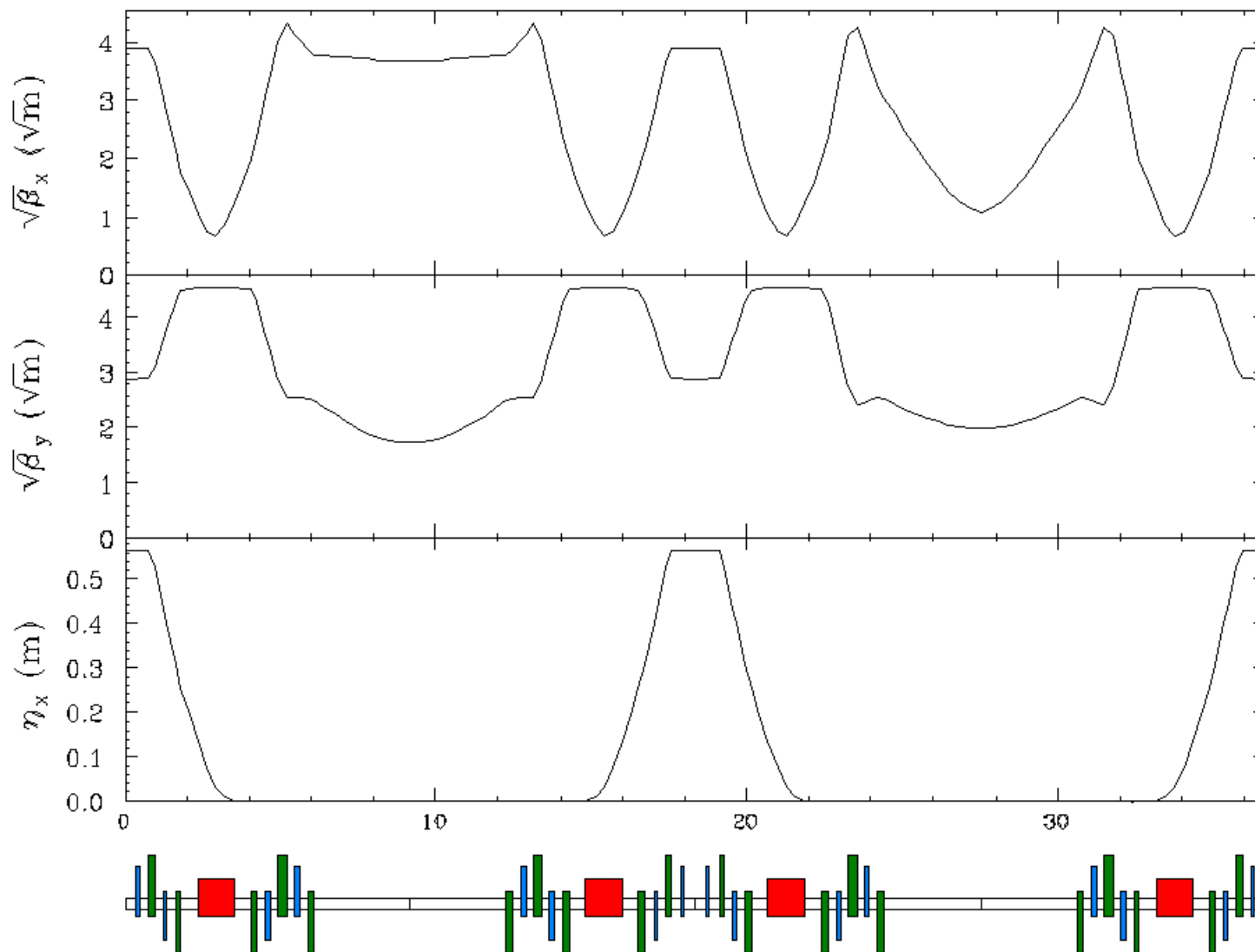
Normal mode (high  $\mathcal{D}$ ) optics



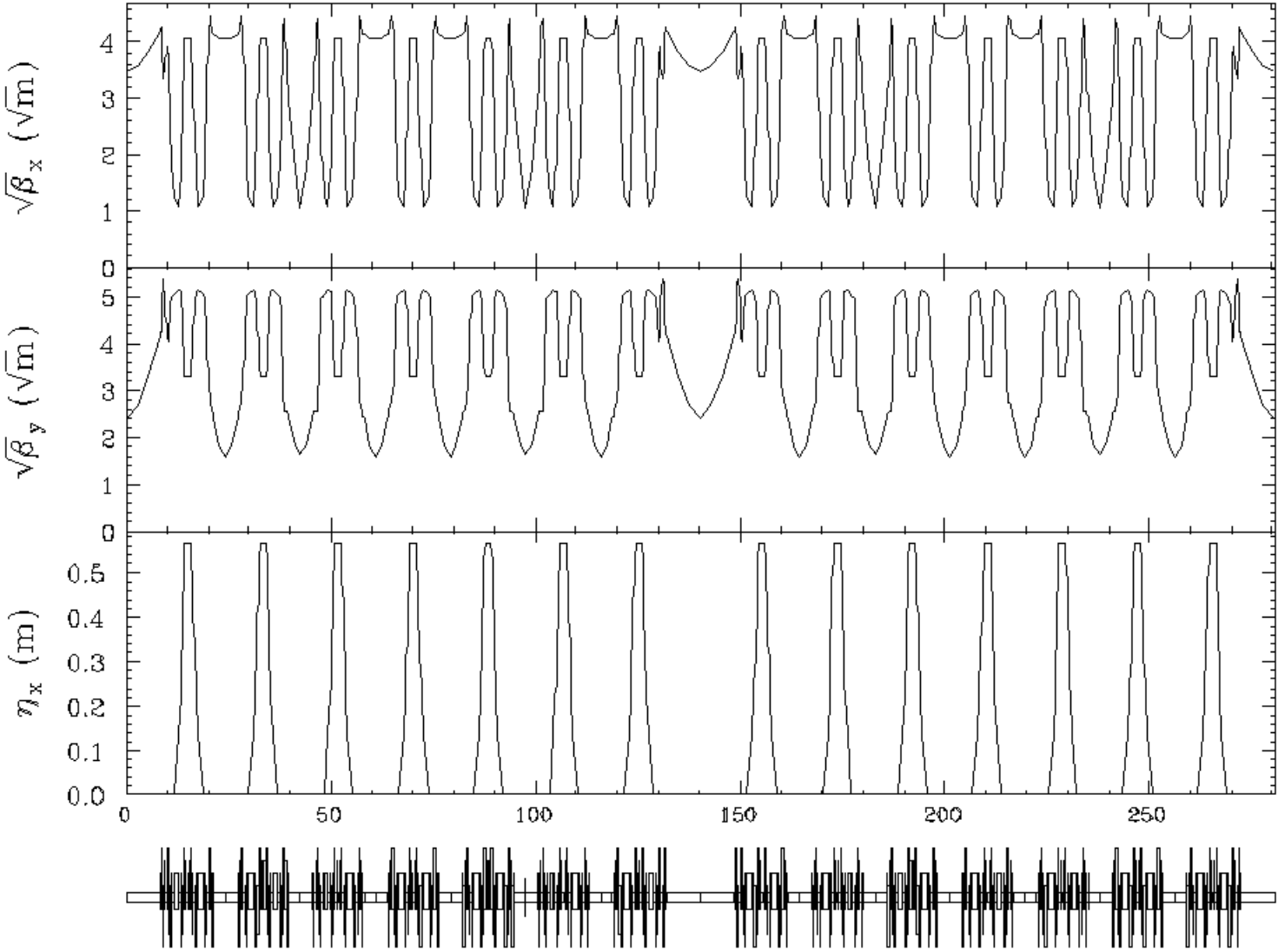
Configuration of high cell and low cell



High cell と low cell の optics



Hybrid optics





## Dynamic aperture を広げる為に.....

Off-momentum、大振幅粒子の感じるリングの optics の対称性が、設計粒子の感じる対称性と大きく変わらないならば、dynamic aperture は運動量依存チューンシフト、振幅依存チューンシフトによって強力な共鳴（正数や半整数）に当たるまでの領域となる。

Harmonic sextupole を用いて、運動量依存チューンシフト、振幅依存チューンシフトを小さく抑えることで、momentum aperture と振幅 aperture を広げることができる。

## Tune shift

運動量依存

$$\delta\nu_x = \xi_x \frac{\Delta P}{P} + \xi'_x \left( \frac{\Delta P}{P} \right)^2 + \xi''_x \left( \frac{\Delta P}{P} \right)^3 + \dots$$

$$\delta\nu_y = \xi_y \frac{\Delta P}{P} + \xi'_y \left( \frac{\Delta P}{P} \right)^2 + \xi''_y \left( \frac{\Delta P}{P} \right)^3 + \dots$$

振幅依存

$$\delta\nu_x = \frac{\partial \nu_x}{\partial J_x} J_x + \frac{\partial \nu_x}{\partial J_y} J_y + \frac{1}{2} \left( \frac{\partial^2 \nu_x}{\partial J_x^2} \right) J_x^2 + \frac{1}{2} \left( \frac{\partial^2 \nu_x}{\partial J_x \partial J_y} \right) J_x J_y + \frac{1}{2} \left( \frac{\partial^2 \nu_x}{\partial J_y^2} \right) J_y^2 + \dots$$

$$\delta\nu_y = \frac{\partial \nu_y}{\partial J_x} J_x + \frac{\partial \nu_y}{\partial J_y} J_y + \frac{1}{2} \left( \frac{\partial^2 \nu_y}{\partial J_x^2} \right) J_x^2 + \frac{1}{2} \left( \frac{\partial^2 \nu_y}{\partial J_x \partial J_y} \right) J_x J_y + \frac{1}{2} \left( \frac{\partial^2 \nu_y}{\partial J_y^2} \right) J_y^2 + \dots$$

## Harmonic sextupole の決め方

### 1、 何種類のファミリーを用いるか？

off-momentum、大振幅の粒子の optics は左右 2 回対称 + 上下鏡面对称なので、17m の脇と弧部中央の high cell は別のファミリーとしてもよい。Harmonic sextupole は最小 2 family 最大 8 family。セルの上下流で変えるならば、14 family。

### 2、 運動量依存と振幅依存のどちらをどの割合で補正するか？

tune にも依るので、やってみないと分からない。

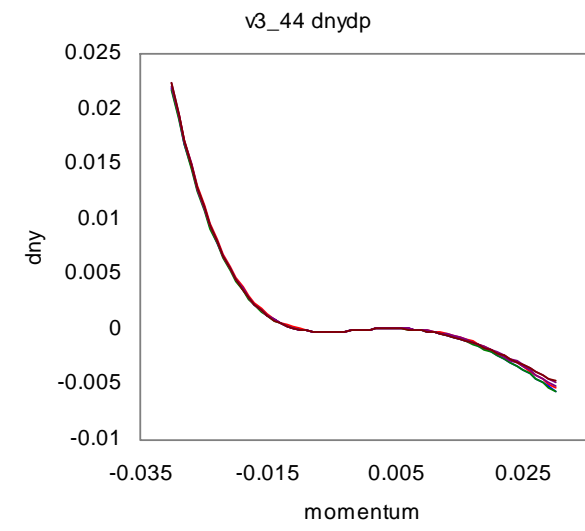
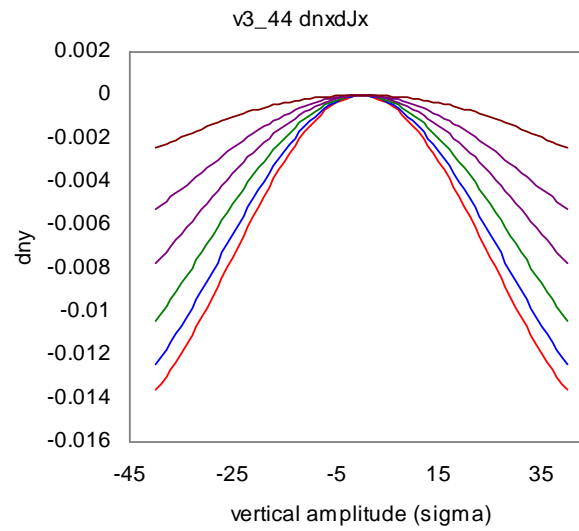
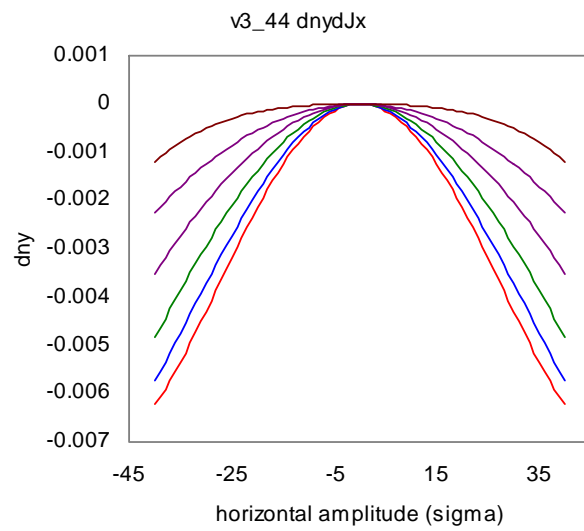
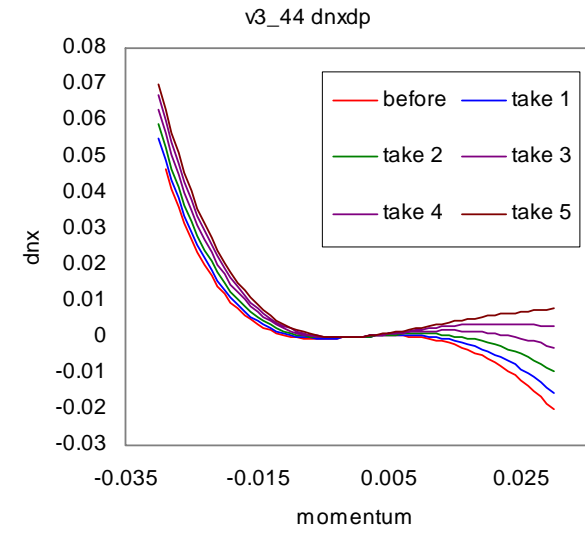
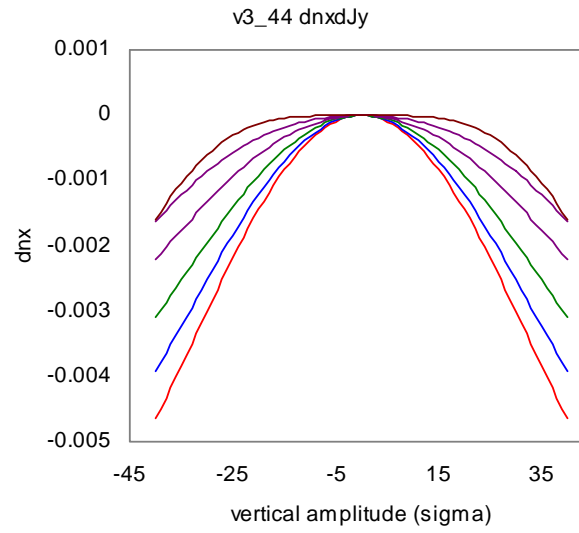
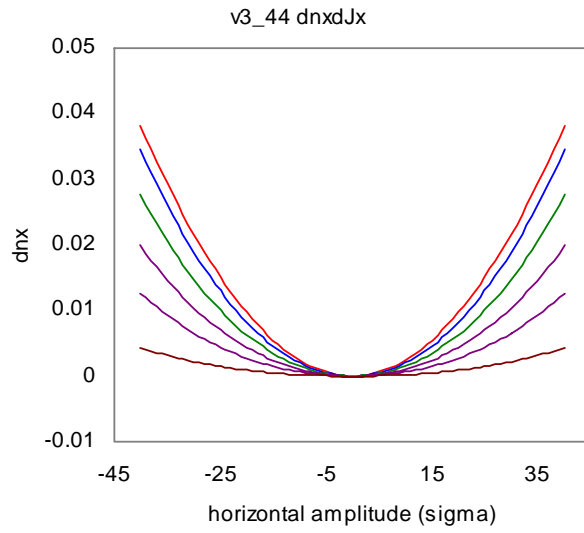
## 計算内容

- 1、 運動量依存と振幅依存の補正の順序と重み
- 2、 SF、SD を high 、low 、long cell で変えて意味があるか？
- 3、 2 family での計算
- 4、 6 family での計算

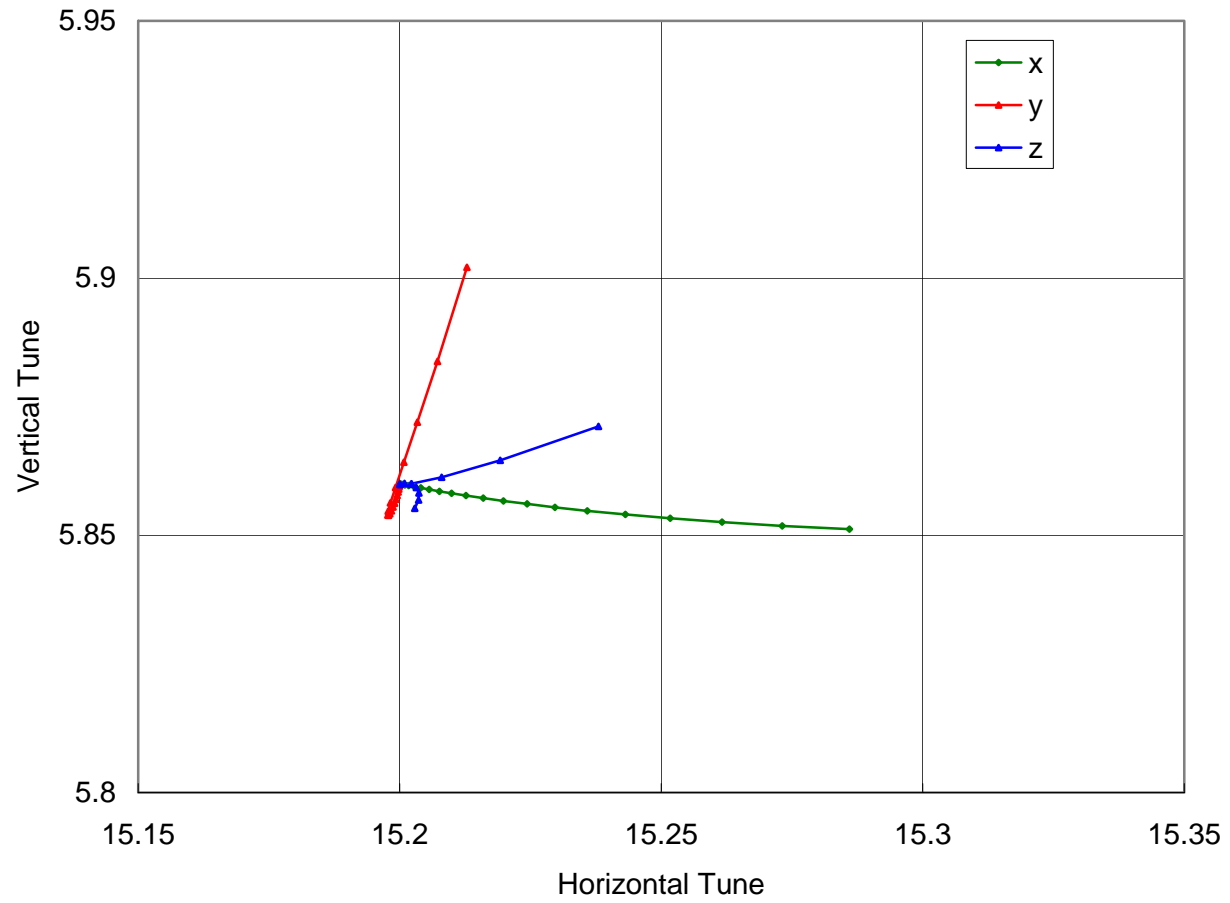
## 計算結果

- 1、 SD、 SF は全セル同じでよい。
- 2、 運動量依存 tune shift を最初に直すのがよい。6 family で高次まで直すのはよくない。運動量数%で跳ね上がったたり、不安定になったりする。2 family で2次成分まで直せば十分。
- 3、 2 family で運動量依存 tune shift を補正した値を初期値として、振幅依存 tune shift を直す。その際、運動量依存 tune shift は一般に悪化しない。
- 4、 2 family で振幅依存 tune shift を直す場合、カップリング成分まで含めて4つの係数すべてを直すのは困難。(なお、 $\partial v_x / \partial J_x$  だけが1桁大きいので、それだけを直しても効果がある。) 当然、その場合には垂直方向の aperture は若干狭くなってしまう。
- 5、 6 family で振幅依存 tune shift を直すのが最もよいが、完全に直しきらない方がよい。(6極の値を変えすぎると、対称性が悪くなる。)

## Tune Shifts



Tune Shift





## Dynamic aperture

