

ビーム径の距離依存性について

作成日：2016年1月27日

最終更新日：2016年2月08日

まず、以下のように数値・記号を定める.

レンズの厚さ： t ($t \ll f$)

π : pi()

x^y : x^y

\sqrt{x} : $\text{sqrt}(x)$

xy : $x * y$

$A = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$ とすると

A : $[a, b, c, d]$

a : $A(1,1)$

b : $A(1,2)$

c : $A(2,1)$

d : $A(2,2)$

$C = \alpha + i\beta$ とすると

α : $\text{real}(C)$

β : $\text{imag}(C)$

$q_0 = 1187.48 + 4009.39i$ % BSにおける q パラメータ (m)

$d_{01} = 15.7638$ %BS-PR3距離 (m)

$r_1 = 24.9165$ %PR3の曲率半径 (m)

$d_{12} = 11.0661$ %PR3-PR2距離 (m)

$r_2 = -3.0764$ %PR2の曲率半径 (m)

$d_{23} = 22.8835$ %PR2-IMMT1距離 (m)

$r_3 = 19.5$ %IMMT1の曲率半径 (m)

```

d34 = 9.1528          %IMMT1-viewport距離 (m)
d45 = 0.7            %viewport-periscope距離 (m)
d56 = 0.5            %periscope-lens距離 (m)
f66 = 1              %lensの焦点距離 (m)
d67 = 1.0168         %lens-RFPD距離 (m)
d78 = 0.5            %RFPDから任意の距離 (ここでは0.5m)

```

```

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

```

```

k = (2*pi)/(1064*10^-9) % k:波数

```

```

m01 = [1, d01;0, 1]*[q0;1]
q01 = m01(1,1)/m01(2,1) %PR3反射直前のqパラメータ

```

```

m11 = [1, 0;-(2/r1), 1]*m01
q11 = m11(1,1)/m11(2,1) %PR3反射直後のqパラメータ

```

```

m12 = [1, d12;0, 1]*m11
q12 = m12(1,1)/m12(2,1) %PR2反射直前のqパラメータ

```

```

m22 = [1, 0;-(2/r2), 1]*m12
q22 = m22(1,1)/m22(2,1) %PR2反射直後のqパラメータ

```

```

m23 = [1, d23;0, 1]*m22
q23 = m23(1,1)/m23(2,1) %IMMT1反射直前のqパラメータ

```

```

m33 = [1, 0;-(2/r3), 1]*m23
q33 = m33(1,1)/m33(2,1) %IMMR反射直後のqパラメータ

```

```

m34 = [1, d34;0, 1]*m33
q34 = m34(1,1)/m34(2,1) %viewport到達時のqパラメータ

```

```

q34 = 6.8806 +19.2576i

```

```

w034= sqrt((2*imag(q34))/k) %waist

```

```

w34 = w034*sqrt(1+(real(q34)/imag(q34))^2) %beam radius

```

```

m45 = [1, d45;0, 1]*m34

```

```

q45 = m45(1, 1)/m45(2, 1) %periscope到達時のqパラメータ

m56 = [1, d56; 0, 1]*m45
q56 = m56(1, 1)/m56(2, 1) %lens到達時のqパラメータ
w056= sqrt(2*imag(q56)/k) %waist
w56 = w056*sqrt(1+(real(q56)/imag(q56))^2) %beam radius

m66 = [1, 0; -(1/f66), 1]*m56
q66 = m66(1, 1)/m66(2, 1) %lens透過直後のqパラメータ
w066= sqrt(2*imag(q66)/k) %waist
w66 = w066*sqrt(1+(real(q66)/imag(q66))^2) %beam radius

m67 = [1, d67; 0, 1]*m66
q67 = m67(1, 1)/m67(2, 1) %RFPD受光面におけるqパラメータ
w067= sqrt(2*imag(q67)/k)
w67 = w067*sqrt(1+(real(q67)/imag(q67))^2) %RFPD受光面におけるbeam radius

m78 = [1, d78; 0, 1]*m67
q78 = m78(1, 1)/m78(2, 1) %RFPDからd78(m)進んだ時のqパラメータ
w078= sqrt(2*imag(q78)/k)
w78 = w078*sqrt(1+(real(q78)/imag(q78))^2) %beam radius

w = [w34, w66, w67, w78] %beam radius
d = [0, d45+d56, d45+d56+d67, d45+d56+d67+d78] %Optical path length from viewport
plot(d, w)

```

【まとめ】

凸レンズの位置 : viewportから $d_{45}+d_{56}=1.2\text{m}$, periscopeから $d_{56}=0.5\text{m}$

凸レンズの焦点距離 : $f_{66}=1000\text{mm}$

RF PDの位置 : viewportから $d_{45}+d_{56}+d_{67}=2.2168\text{m}$, periscopeから $d_{56}+d_{67}=1.5168\text{m}$

RF PD到達時のビーム径 : $w_{67} = \underline{0.1245(\text{mm})}$

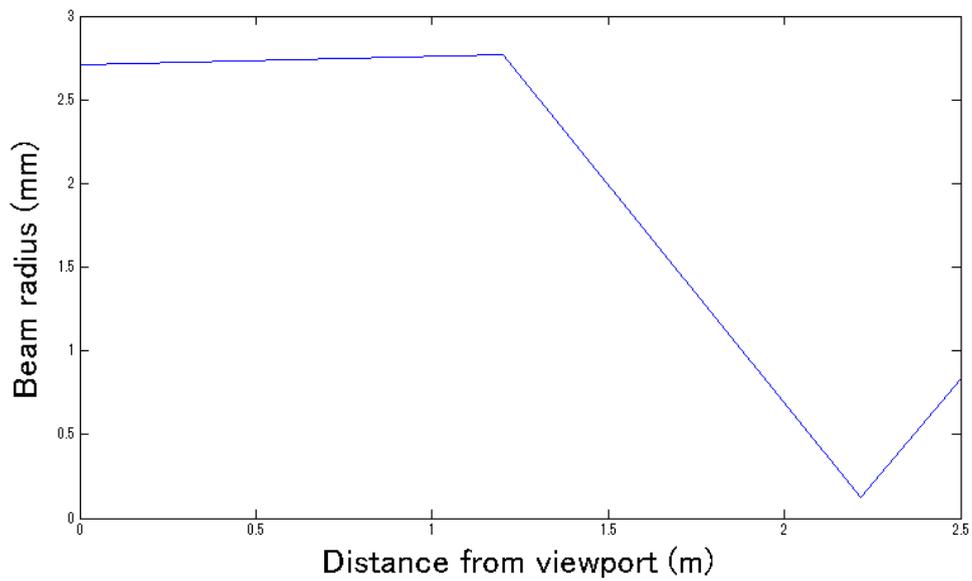


図2 IFI REFLにおいて waist が 0.1mm 程度になるように凸レンズを置いた時の Beam radius 距離依存特性

参考資料等

[1] : http://en.wikipedia.org/wiki/Ray_transfer_matrix_analysis

[2] : <http://gwdoc.icrr.u-tokyo.ac.jp/cgi-bin/private/DocDB/ShowDocument?docid=3115>

[3] : <http://granite.phys.s.u-tokyo.ac.jp/michimura/document/noteOpticalCavity.pdf>