Opt Layoutの検算

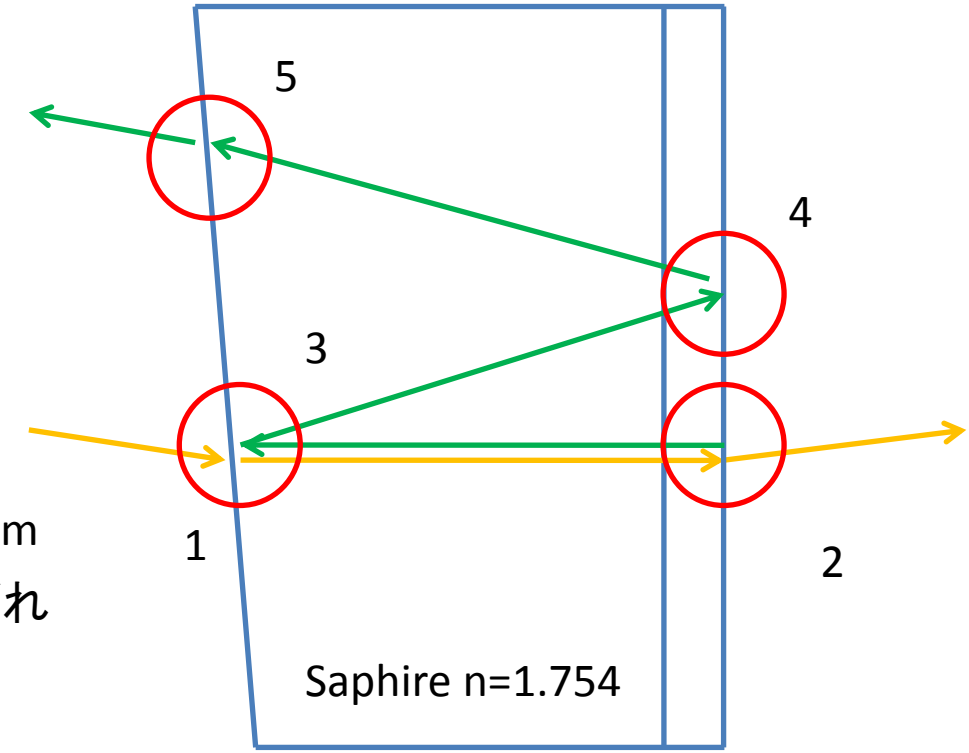
麻生さんの光線追跡コードLCGT_OptLayout.py（2011/02/11）から得られた図面bLCGT_OptLayout.dxf を検証する。

1.各鏡での反射、屈折が正しいかどうかをCADソフトを使って計測し、計算と比べる。（VariCADを使用して角度を読み取った。）

2.Arm中のモードからPRMまでのGaussian Beamを計算し、コード中にあるInput Beamと一致するかどうかをみる。

3.PRC内のGouy Phase Shiftを計算し20度になっているかどうかをみる。

ITMX



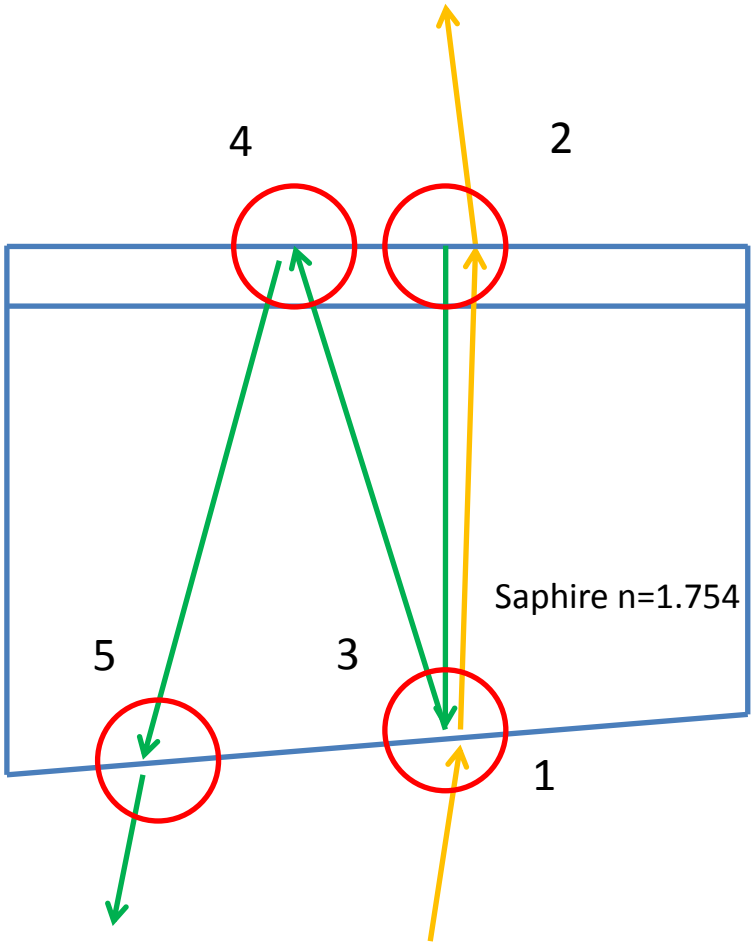
w@ETM~3.5cm

3000m先では2cmのずれ

	入射角[度]	出射角[度]	入射角[rad]	出射角[rad]	出射角の計算値[rad]	差[rad]
1	89.649387	89.799924	0.00611935	0.00349198	0.00348878	0.00000320
2	90.000000	89.999618	0.00000000	0.00000667	0.00000000	0.00000667
3	89.799924	89.800155	0.00349198	0.00348795	0.00349198	0.00000403
4	89.600079	89.600098	0.00697994	0.00697961	0.00697994	0.00000033
5	89.400022	88.947721	0.01047159	0.01836573	0.01836787	0.00000214

屈折	反射

ITMY



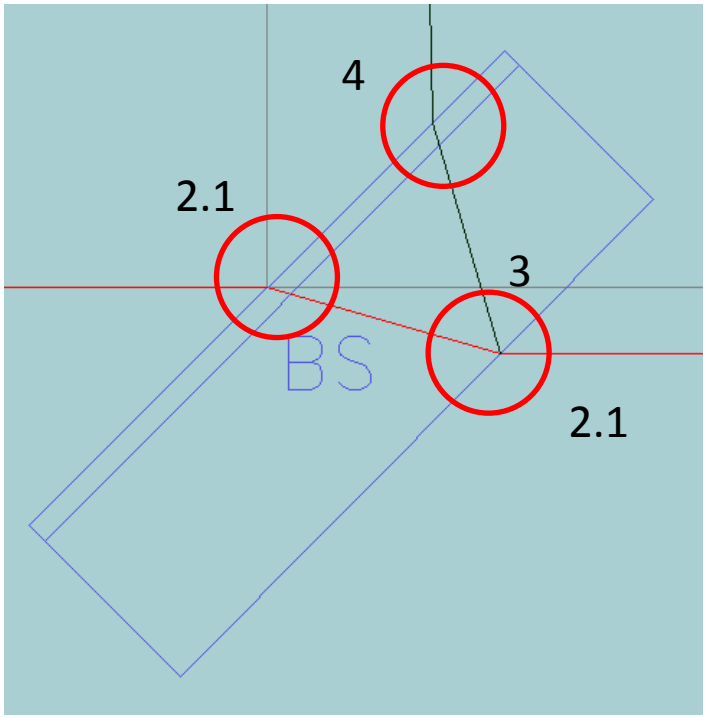
3000m先では2cmのずれ

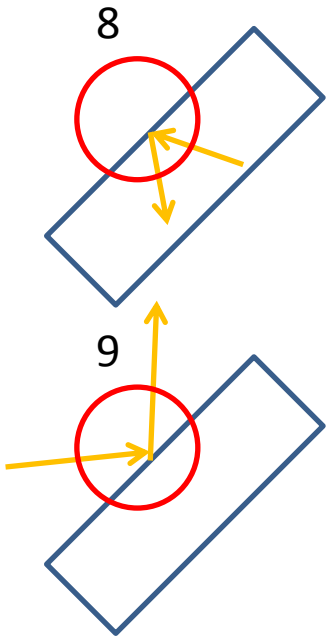
w@ETM~3.5cm

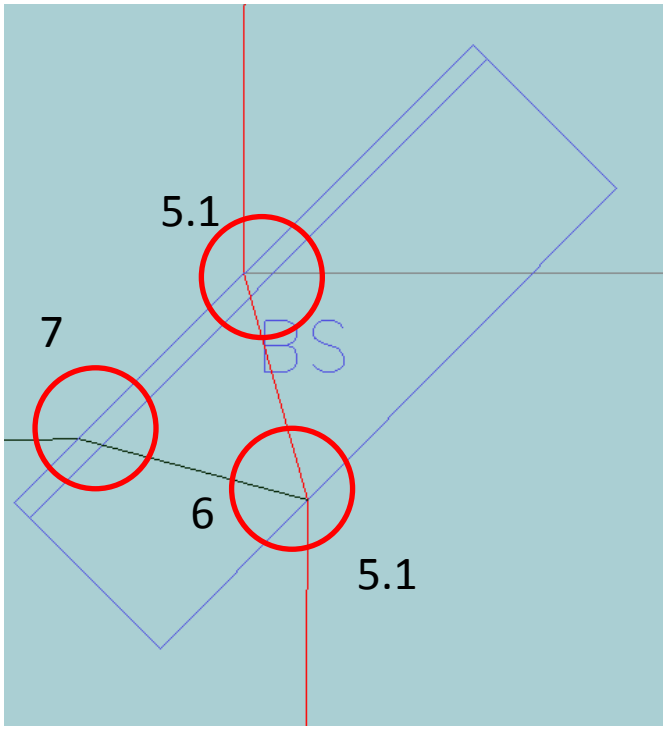
	入射角[度]	出射角[度]	入射角[rad]	出射角[rad]	出射角の計算値[rad]	差[rad]
1	89.649503	89.800306	0.00611733	0.00348532	0.00348763	0.00000231
2	89.999618	89.999618	0.00000667	0.00000667	0.00001169	0.00000503
3	89.800306	89.800155	0.00348532	0.00348795	0.00348532	0.00000264
4	89.600079	89.600098	0.00697994	0.00697961	0.00697994	0.00000033
5	89.400022	88.947836	0.01047159	0.01836373	0.01836787	0.00000414

屈折	反射

BS Silica n=1.45





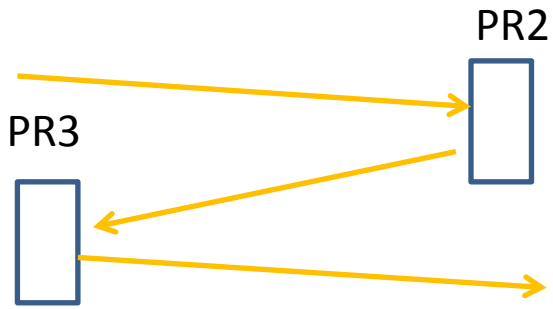


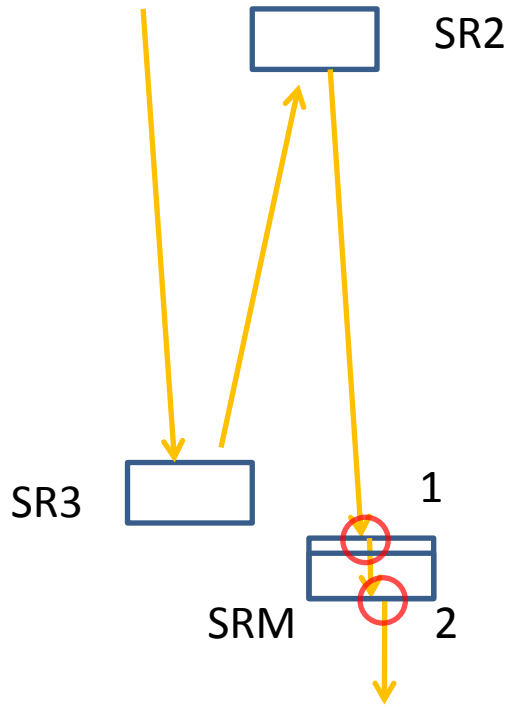
	入射角[度]	出射角[度]	入射角[rad]	出射角[rad]	出射角の計算値[rad]	差[rad]
2.1	44.849579	60.729075	0.78802351	0.51087402	0.51087240	0.00000162
2.2	61.111929	45.533391	0.50419195	0.77608873	0.77609108	0.00000234
3	61.111929	61.11207	0.50419195	0.50418949	0.50419195	0.00000246
4	61.494924	46.211682	0.49750743	0.76425032	0.76424629	0.00000403
5.1	44.849579	60.728922	0.78802351	0.51087669	0.51087240	0.00000429
5.2	60.346068	44.160068	0.51755875	0.80005774	0.80006610	0.00000835
6	60.346068	60.346686	0.51755875	0.51754796	0.51755875	0.00001079
7	59.963832	43.464653	0.52423003	0.81219502	0.81218579	0.00000924
8	60.729075	60.728922	0.51087402	0.51087669	0.51087402	0.00000267
9	44.849579	44.849579	0.78802351	0.78802351	0.78802351	0.00000000

屈折 反射

PR, SR

Silica n=1.45





	入射角[度]	出射角[度]	入射角[rad]	出射角[rad]	出射角の計算値[rad]	差[rad]
PR2	89.300081	89.300633	0.01221589	0.01220626	0.01221589	0.00000963
PR3	89.300174	89.299660	0.01221427	0.01222324	0.01221427	0.00000897
SR3	89.299854	89.300156	0.01221985	0.01221458	0.01221985	0.00000527
SR2	89.300156	89.300557	0.01221458	0.01220758	0.01221458	0.00000700
SRM						
1	89.999868	89.999417	0.00000230	0.00001018	0.00000159	0.00000859
2	89.750538	89.637060	0.00435393	0.00633450	0.00631323	0.00002127

屈折	反射

ここまでのまとめ

1.CADファイル中の反射、屈折の中で描かれた角度と、計算による角度の差は大きいもので0.00002radであった。

2.Armに入る前のレーザーの角度がXY共に89.999618度で、3000m先では2cmのずれとなる。ETMでのBeam Sizeは3.5cmである。

Opt Layoutの検算

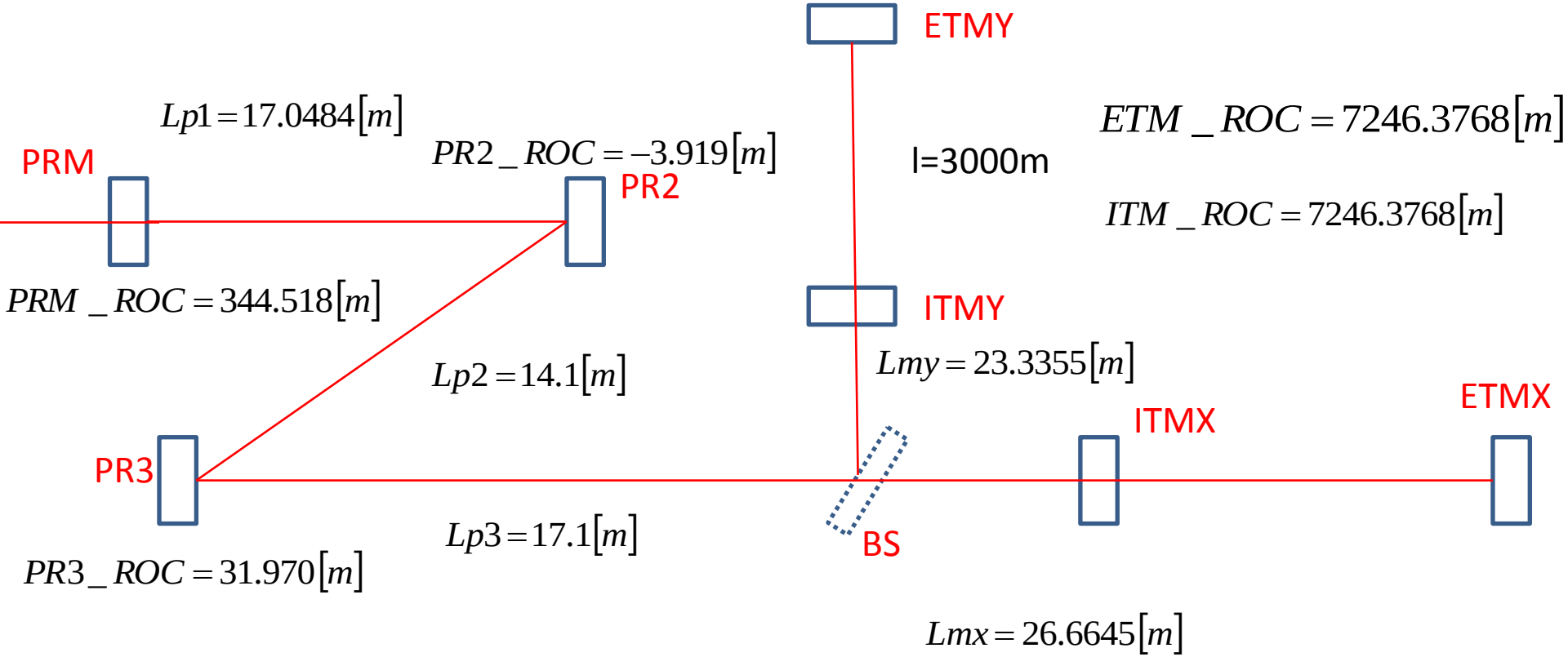
麻生さんの光線追跡コードLCGT_OptLayout.py（2011/02/11）から得られた図面bLCGT_OptLayout.dxf を検証する。

1.各鏡での反射、屈折が正しいかどうかをCADソフトを使って計測し、計算と比べる。（VariCADを使用して角度を読み取った。）

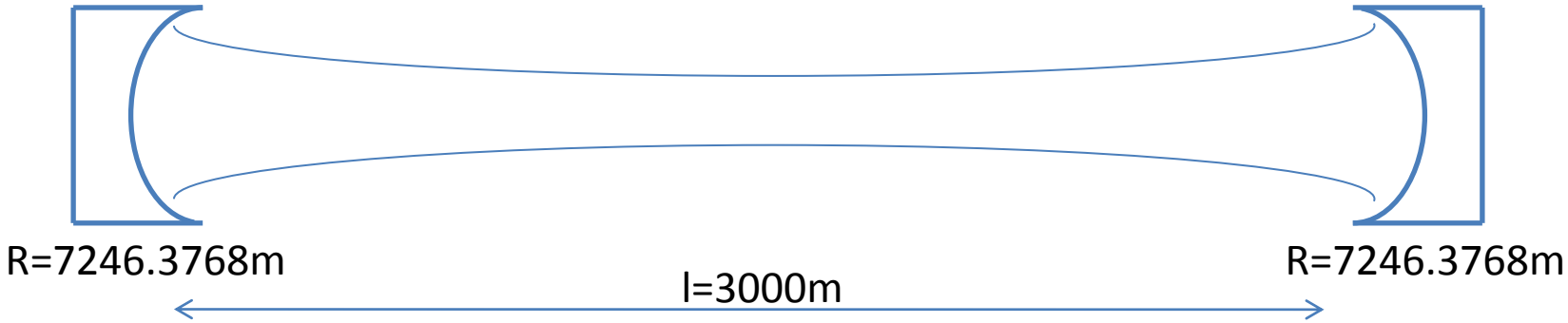
2.Arm中のモードからPRMまでのGaussian Beamを計算し、コード中にあるInput Beamと一致するかどうかをみる。

3.PRC内のGouy Phase Shiftを計算し20度になっているかどうかをみる。

使用したパラメータ


ETMY
$Lp1 = 17.0484[m]$
$ETM_ROC = 7246.3768[m]$
PRM
$PR2_ROC = -3.919[m]$
PR2
l=3000m
$ITM_ROC = 7246.3768[m]$
$PRM_ROC = 344.518[m]$
ITMY
$Lmy = 23.3355[m]$
$Lp2 = 14.1[m]$
ETMX
ITMX
PR3
$Lp3 = 17.1[m]$
BS
$PR3_ROC = 31.970[m]$
$Lmx = 26.6645[m]$

Arm 内の共振モード



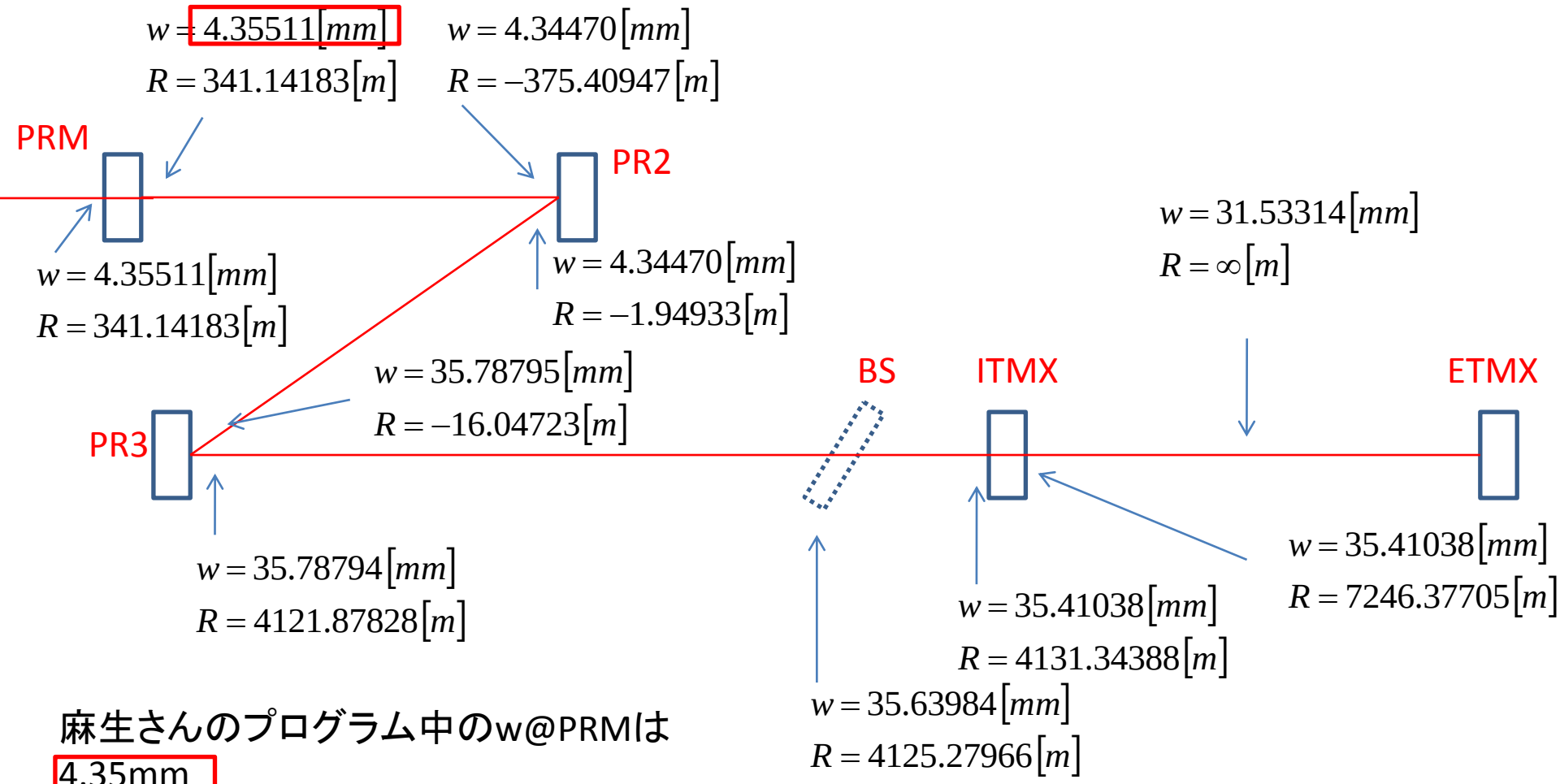
$$g_i = 1 - \frac{l}{R_i} \quad (i = 1, 2)$$

$$w_0^2 = \frac{l\lambda}{\pi} \frac{\sqrt{g_1 g_2 (1 - g_1 g_2)}}{|g_1 + g_2 - 2 g_1 g_2|}$$

$$w_0 = 31.5331399 [mm]$$

Arm中央からPRMに向かってGaussian の伝搬を計算した。
最終的にPRM上で麻生さんの指定したbeam sizeになるかをみた。
計算方法はBeamの複素曲率qを求めて、ABCD matrix を一つひとつ演算させていく方法。

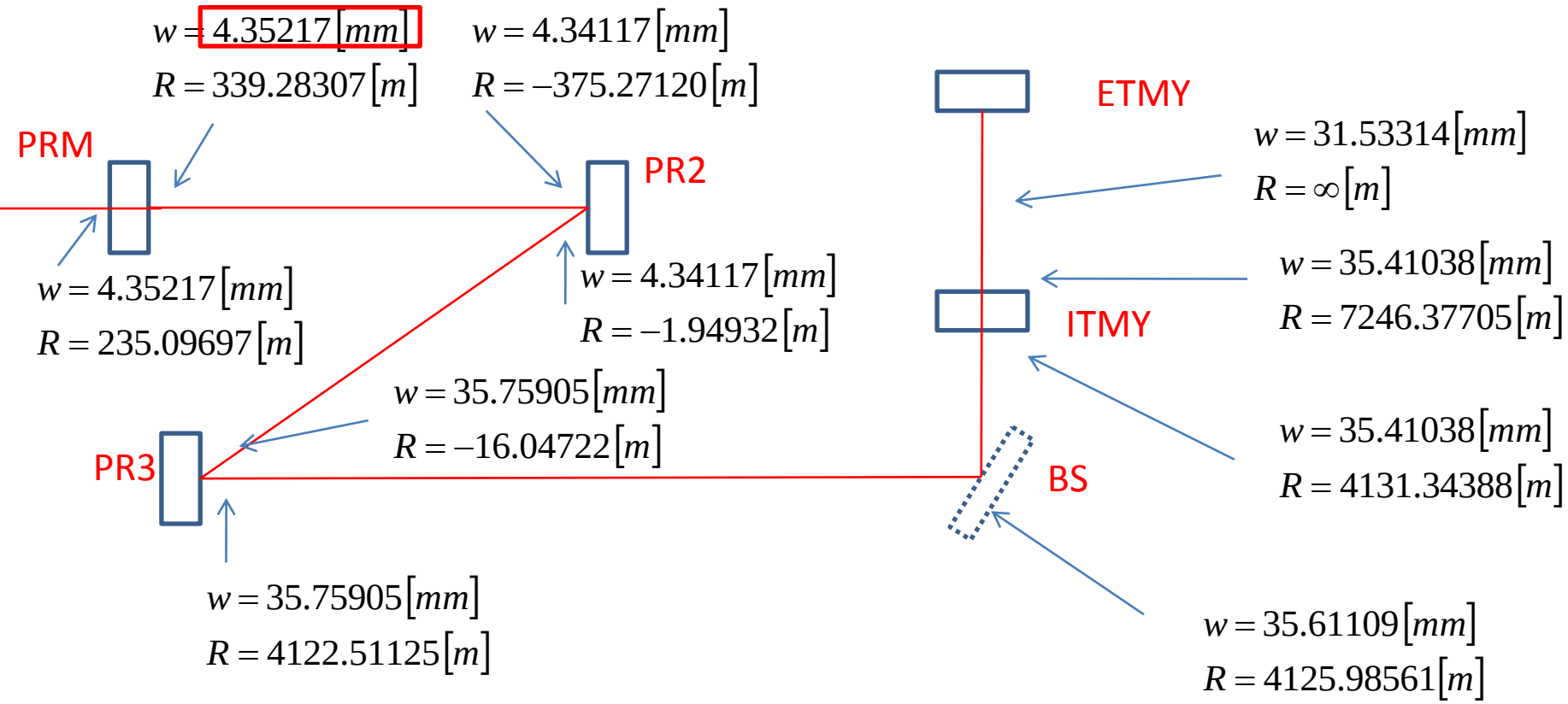
Gaussian beam の伝搬



麻生さんのプログラム中のw@PRMは
4.35mm

Fortran77を使用して、各点でのqを求め、
ABCD matrixを演算していった。上述の値はArm→PRM方向の計算。
同じプログラムを使用し、PRM→Arm方向で検算した。

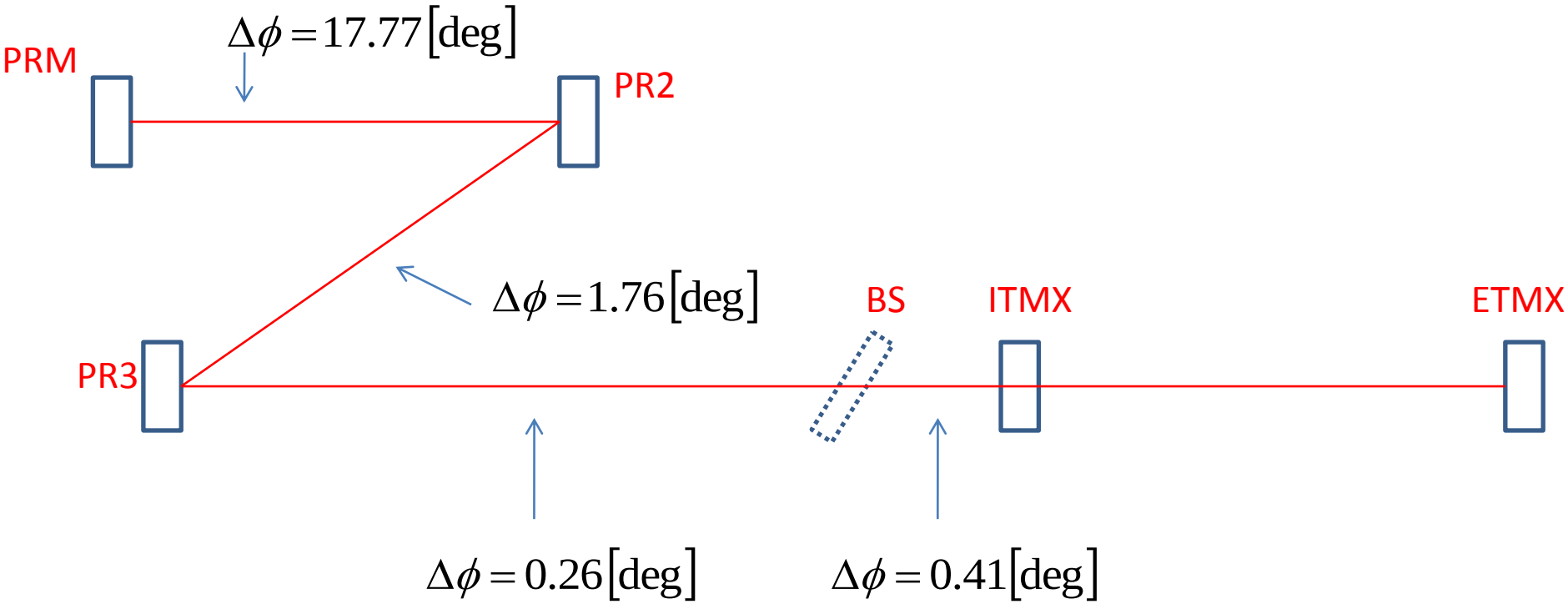
Gaussian beam の伝搬



麻生さんのプログラム中のw@PRMは
4.35mm

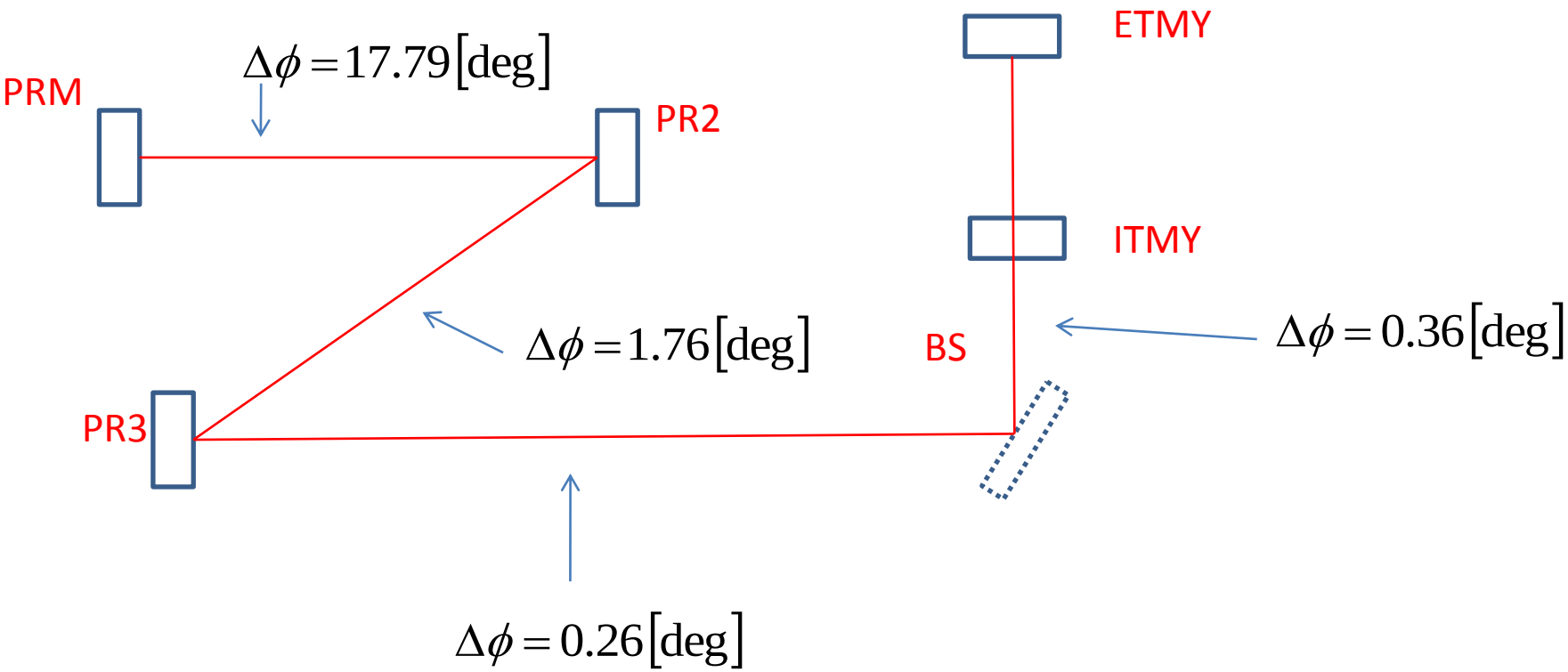
値はArm→PRM方向の計算。

PRC中のGouy Phase Shift



$$\Delta\phi_{ITMX \to PRM} = 20.20[\mathrm{deg}]$$

PRC中のGouy Phase Shift



$$\Delta\phi_{ITMY \to PRM} = 20.18[\mathrm{deg}]$$

まとめ

1.麻生さんのコードのInput Beam size@PRMが4.35mm。Armのモードを伝搬させた今回の計算では4.355mm(X), 4.352mm(Y)となった。

2.Gouy Phaseは20.20[deg](X), 20.18[deg](Y)だけ回っていた。