

OASIS 前置光学系部品配置

柳澤 顕史 (OAO/NAOJ)

2001/02/06

概要

Canon の光学設計を、前置光学系で実現するように光学部を配置することは可能であるが、M3 の配置に工夫をしなければならないことが判明した。

1 光学部品配置の配置方法

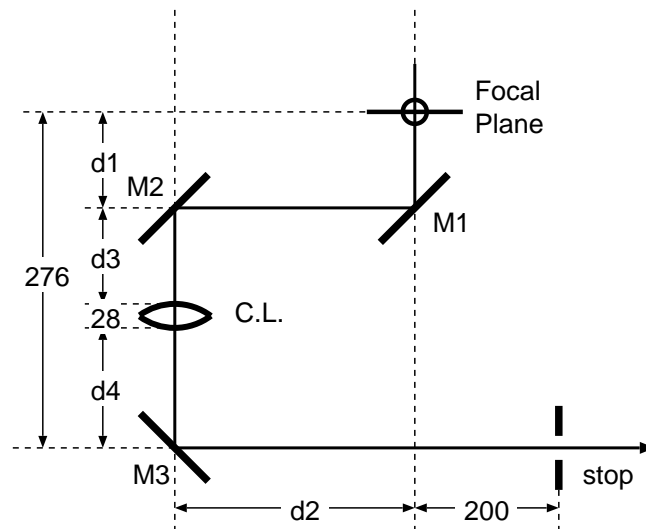


図 1: 前置光学系の部品配置と距離パラメータの定義。数値は実測値で変更できない。

図 1 に、光学部品のレイアウトと距離パラメータの定義を示した。数値はすでに決められている値であり、クライオスタットや光学系を作り変えない限りは操作することはできない。また、光学設計の制限から、Telescope Focus からコリメータレンズまでの距離は 384 [mm]、Telescope Focus からリオストップまでの距離は 818 [mm] である。以上から、以下の関係式を得る。

$$2 \cdot d2 + 200 + d1 + d3 + 28 + d4 = 818 \quad (1)$$

$$d1 + d3 + 28 + d4 = 276 \quad (2)$$

$$d1 + d2 + d3 = 384 \quad (3)$$

では、 $d1 \sim d4$ を求めることにする。式 (1) と式 (2) から、

$$d2 = 171 \tag{4}$$

が導かれる。式 (4) を式 (3) に代入すると

$$d1 + d3 = 213 \tag{5}$$

をえる。式 (2) と式 (5) から、

$$d4 = 35 \tag{6}$$

が得られる。

$d1, d3$ は式 (5) により、どちらかを決めれば、残りも決まる。

以上をまとめると次のとおり。

$$\begin{cases} d1 + d3 = 213 \\ d2 = 171 \\ d4 = 35 \end{cases} \tag{7}$$

2 実際の部品配置の様子

2.1 コリメータとレンズセルが衝突している

以上で求めた光学部品間の距離数値をもとに、Zemax で部品のレイアウトをしたものを図 2 に示す。ここでは、 $d1 = 80, d3 = 133$ を採用¹してある。

コリメータと M3 付近をより詳細に描いたものを図 3 に示す。この図は、コリメータレンズ・セルの実測にもとづき、ほぼ正確に部品を描き配置してある。すると、M3 とコリメータレンズセルが衝突していることが分かる。M3 とコリメータレンズの間の距離は 35 [mm]、レンズの凸部分からレンズセル端の距離は 2 [mm] 程度である。つまり、レンズセル端から M3 中心の距離は 33 [mm] となる。一方で、M3 の A の角 (図 3 参照) と M3 の中心の距離は光軸方向 (縦線) に 35.4 [mm] である。よって、2.4 [mm] 程重なってしまい衝突は必至である。

2.2 鏡の照射範囲を見て解決策を考える

図 4 から図 6 に鏡の照射範囲を示す。これらは、望遠鏡焦点部の視野隅と中心の合計 9 点に端を発する光線の Full Field Spot Diagram で、もっとも外側のスポットの輪郭をなぞってできる領域の内側に光が照射されている。図中にはそれを細線の四角形で示し、鏡端 (太線の四角形で表示) からの距離を書き込んである。いずれの鏡においても、全域に光が照射されているわけではないことがわかる。図 6 は M3 の様子を示している。この図において上側がコリメータレンズ側である。みると、鏡端から 7.7 [mm] の距離をおいて照射領域が存在することがわかる。

ここで、もう一度図 3 にもどって見る。M3 でつくられる照射領域は 3 次元空間上で固定であるけれども、それをつくり出すために、M3 の中心を光軸と一致させなければならない理由はないので、M3 の A の角を図中の B 方向にずらすことを提案する。仮に、A から B に向かって 7.7 [mm]

¹ $d1 = 80$ としたのは、鏡を板ばねで押える際の”おさえしろ”を確保するのが目的である。 $d1$ が小さくなればなるほど”おさえしろ”は大きくなる。

動かすと、A とレンズセルの間は 3.4 [mm] 確保できることになり、コリメータレンズセルと M3 の衝突を回避することができる。

3 まとめ

Canon の設計を実現するように前置光学系の部品を配置することはどうにか可能である。このとき、図 1 の距離パラメータ $d1 \sim d4$ は、

$$\begin{cases} d1 + d3 = 213 \\ d2 = 171 \\ d4 = 35 \end{cases} \quad (8)$$

を満たす必要がある。このパラメータで部品を配置する際に、M3 だけ注意する必要がある。M3 中心は光軸と一致させずに、M3 の面は保存したまま 7 [mm] 程度コリメータとは反対側に移動させる必要がある。

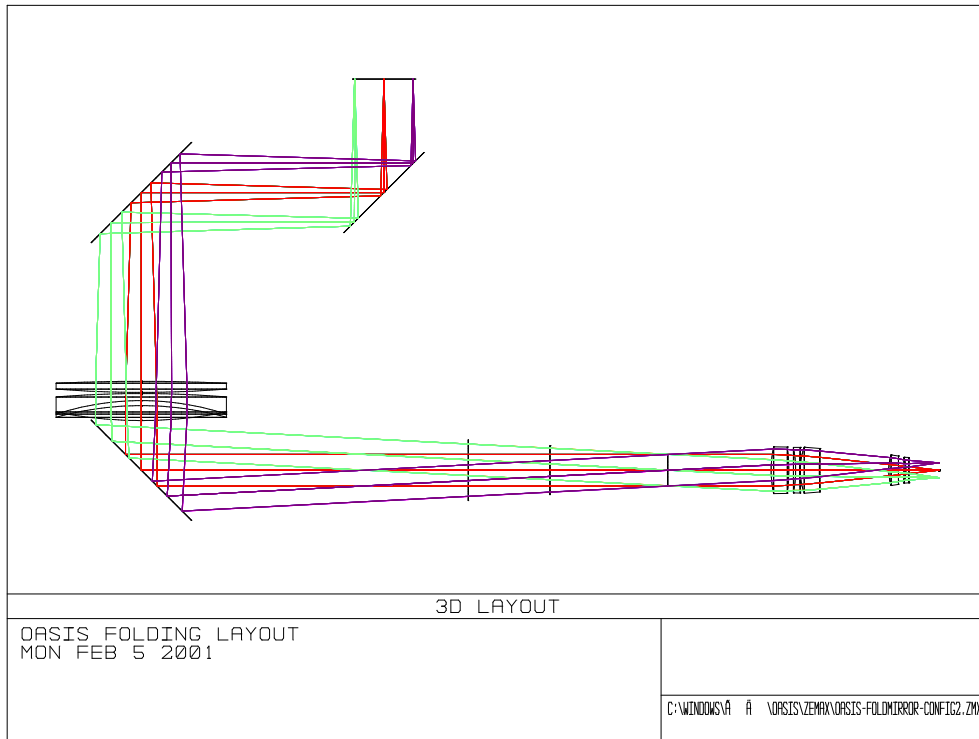


図 2: 光学部品配置の様子

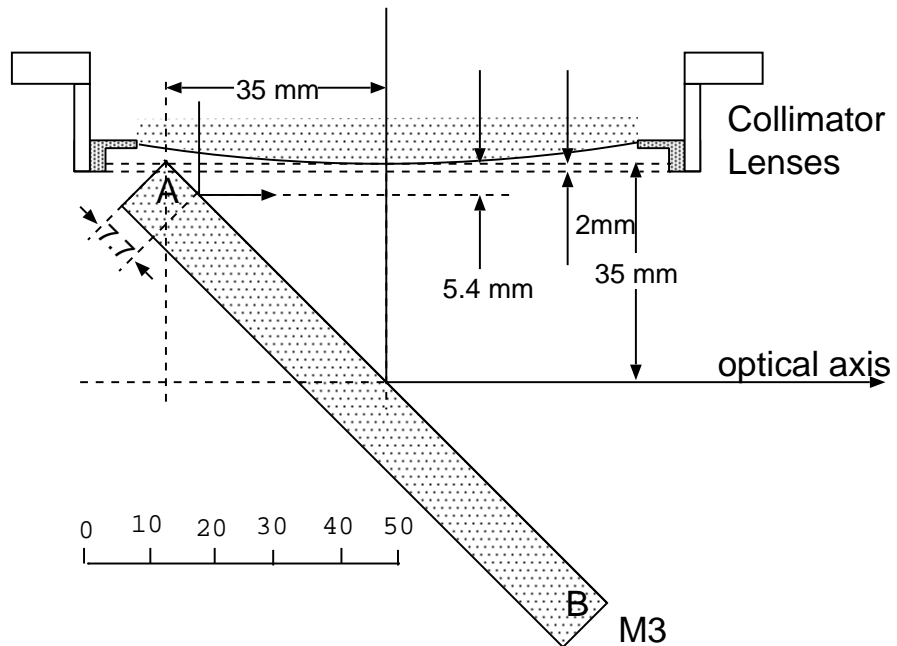


図 3: コリメータレンズと M3 付近の部品配置

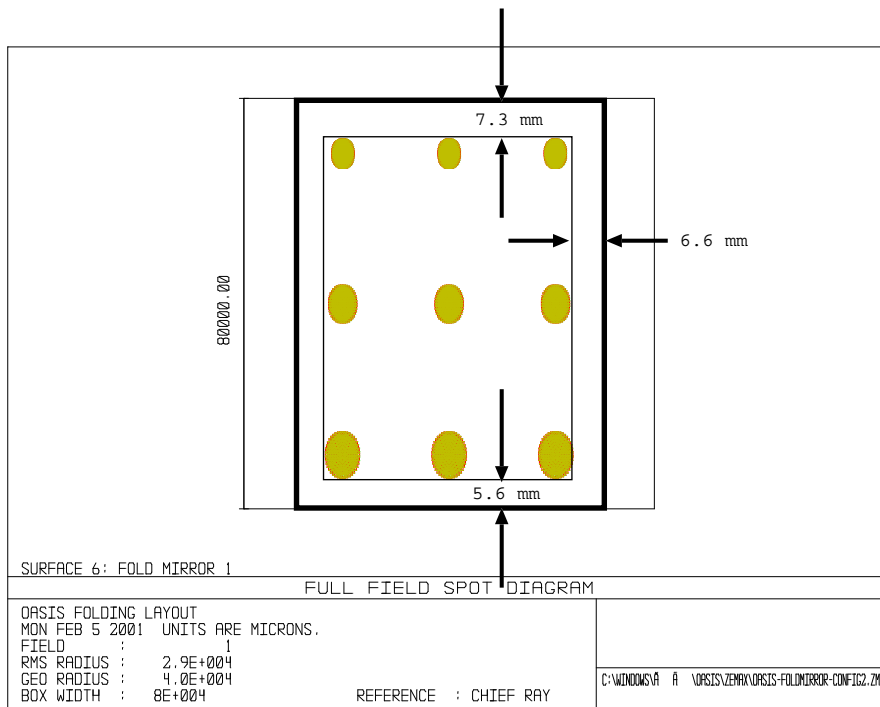


図 4: M1 における照射範囲

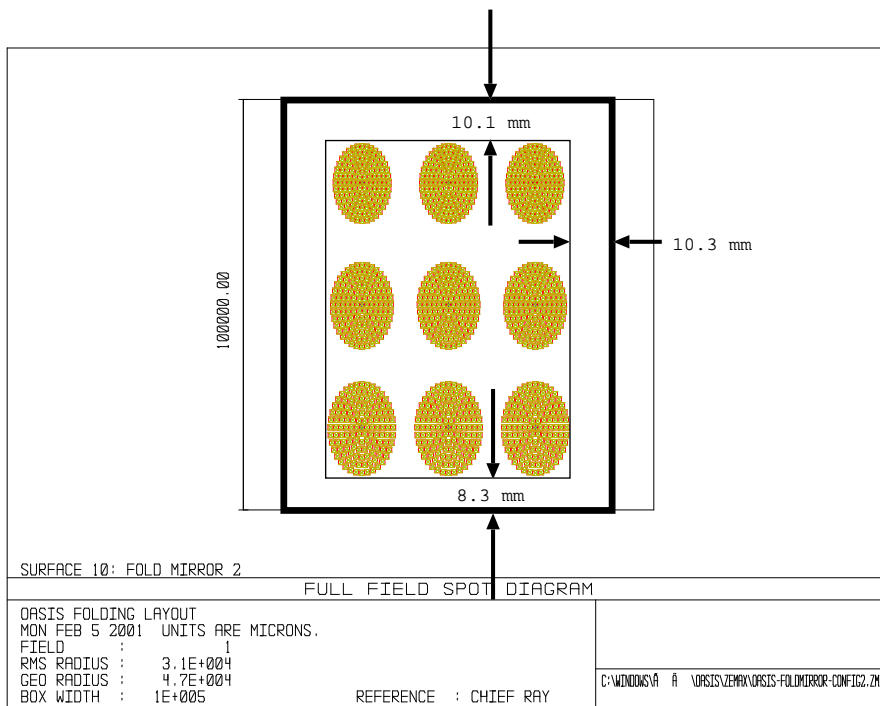


図 5: M2 における照射範囲

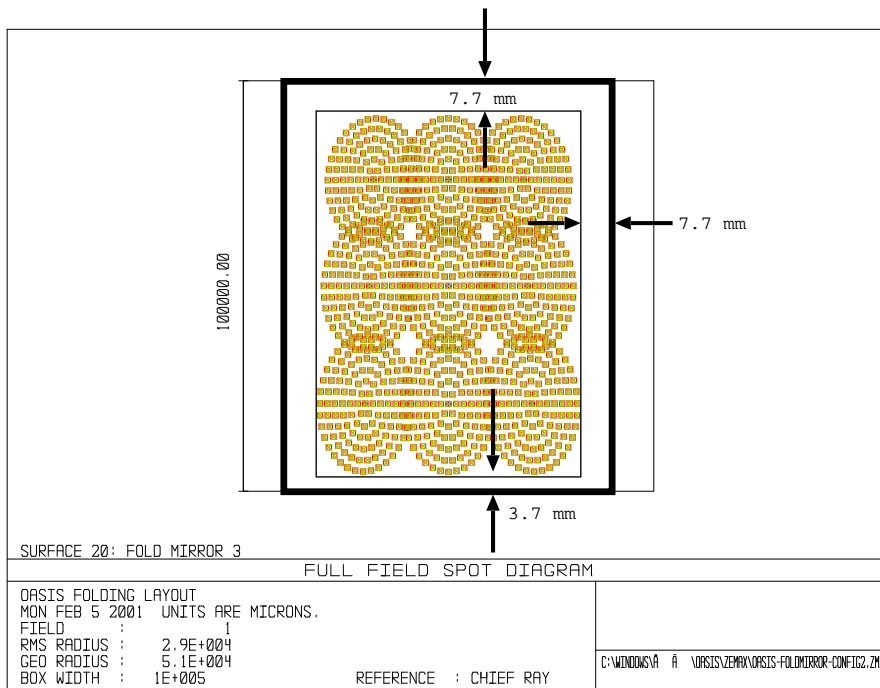


図 6: M3 における照射範囲

A Zemax simulation parameters

System/Prescription Data

File : C:\WINDOWS\デスクトップ\OASIS\Zemax\OASIS-foldmirror-config2.ZMX
 Title: OASIS Folding Layout
 Date : MON FEB 5 2001

LENS NOTES:

Notes...

GENERAL LENS DATA:

Surfaces : 36
 Stop : 2
 System Aperture : Entrance Pupil Diameter = 1880
 Ray aiming : Off
 Apodization : Uniform, factor = 0.00000E+000
 Eff. Focal Len. : -8449.501 (in air)
 Eff. Focal Len. : -8449.501 (in image space)
 Back Focal Len. : -0.0600581
 Total Track : 9538.1
 Image Space F/# : 4.494415
 Para. Wrkng F/# : 4.494415
 Working F/# : 4.492538
 Image Space N.A. : 0.111249
 Obj. Space N.A. : 9.399992e-008
 Stop Radius : 940
 Parax. Ina. Hgt. : 7.299474
 Parax. Mag. : 0
 Entr. Pup. Dia. : 1880
 Entr. Pup. Pos. : 8467
 Exit Pupil Dia. : 42.96024
 Exit Pupil Pos. : 193.1412
 Field Type : Angle in degrees
 Maximum Field : 0.04949747
 Primary Wave : 1
 Lens Units : Millimeters
 Angular Mag. : 43.76139

Fields : 9

Field Type: Angle in degrees

#	X-Value	Y-Value	Weight
1	0.000000	0.000000	1.000000
2	0.035000	0.000000	1.000000
3	-0.035000	0.000000	1.000000
4	0.000000	-0.035000	1.000000
5	0.000000	0.035000	1.000000
6	0.035000	-0.035000	1.000000
7	0.035000	0.035000	1.000000
8	-0.035000	-0.035000	1.000000
9	-0.035000	0.035000	1.000000

Vignetting Factors

#	VDX	VDY	V CX	V CY
1	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
3	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
4	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
5	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
6	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
7	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
8	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
9	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

Wavelengths : 4

#	Value	Weight
1	1.000000	1.000000
2	1.200000	100.000000
3	1.600000	100.000000
4	2.400000	100.000000

SURFACE DATA SUMMARY:

Surf	Type	Comment	Radius	Thickness	Glass	Diameter	Conic
OBJ	STANDARD		Infinity	Infinity		0	0
1	STANDARD		Infinity	8467		1891.142	0
STD	STANDARD	PRIMARY	-18300	-6988.099	MIRROR	1879.262	-1
3	STANDARD	SECONDARY	-5937.5	7954.584	MIRROR	456.622	-3.05
4	STANDARD	FOCAL PLANE MASK	Infinity	80		58.21578	0
5	COORDBRK		-	0	-	-	-
6	STANDARD	FOLD MIRROR 1	Infinity	0	MIRROR	80	0
7	COORDBRK		-	0	-	-	-
8	COORDBRK		-	-171	-	-	-
9	COORDBRK		-	0	-	-	-
10	STANDARD	FOLD MIRROR 2	Infinity	0	MIRROR	100	0
11	COORDBRK		-	0	-	-	-
12	COORDBRK		-	133	-	-	-
13	STANDARD	COLLIM-1-IN	1336.123	7.78028	OASIS11	120	0
14	STANDARD	COLLIM-1-OUT	-778.6767	0.83932		120	0
15	STANDARD	COLLIM-2-IN	751.35	5	OASIS22	120	0
16	STANDARD	COLLIM-2-OUT	194.4	3.52022		120	0
17	STANDARD	COLLIM-3-IN	223.1132	10.4748	OASIS11	120	0
18	STANDARD	COLLIM-3-OUT	-301.7141	35		120	0
19	COORDBRK		-	0	-	-	-
20	STANDARD	FOLD MIRROR 3	Infinity	0	MIRROR	100	0
21	COORDBRK		-	0	-	-	-
22	COORDBRK		-	-230.5	-	-	-
23	STANDARD	FILT3-ENTRANCE	Infinity	-57.5		42.85006	0
24	STANDARD	INTERFACE	Infinity	-83		34.45115	0

25 STANDARD	COLDSTOP	Infinity	-72.9		22.56445	0
26 STANDARD	CAMERA	-76.63324	-12.39024	OASIS33	32.98368	0
27 STANDARD	CAMERA	135.2568	-4.8649		32.70059	0
28 STANDARD	CAMERA	81.196	-2.8	OASIS44	32.07825	0
29 STANDARD	CAMERA	-240.78	-0.4		32.17761	0
30 STANDARD	CAMERA	-46.78112	-13.53664	OASIS33	32.41675	0
31 STANDARD	CAMERA	-301.2302	-48.90493		30.67656	0
32 STANDARD	CAMERA	-37.5243	-6.82758	OASIS33	21.58614	0
33 STANDARD	CAMERA	1333.973	-5.19237		20.0015	0
34 STANDARD	CAMERA	32.58812	-1.99997	OASIS33	18.25318	0
35 STANDARD	CAMERA	-267.1571	-21.39143		17.82959	0
IMA STANDARD		Infinity			1	0

SURFACE DATA DETAIL:

Surface OBJ : STANDARD
Surface 1 : STANDARD
Surface STD : STANDARD
Comment : PRIMARY
Surface 3 : STANDARD
Comment : SECONDARY
Surface 4 : STANDARD
Comment : FOCAL PLANE MASK
Aperture : Rectangular Aperture
X Half Width : 22
Y Half Width : 22
Surface 5 : COORDBRK
Decenter X : 0
Decenter Y : 0
Tilt About X : -45
Tilt About Y : 0
Tilt About Z : 0
Order : Decenter then tilt
Surface 6 : STANDARD
Comment : FOLD MIRROR 1
Surface 7 : COORDBRK
Decenter X : 0
Decenter Y : 0
Tilt About X : -45
Tilt About Y : 0
Tilt About Z : 0
Order : Decenter then tilt
Surface 8 : COORDBRK
Decenter X : 0
Decenter Y : 0
Tilt About X : 0
Tilt About Y : 0
Tilt About Z : 0
Order : Decenter then tilt
Surface 9 : COORDBRK
Decenter X : 0
Decenter Y : 0
Tilt About X : 45
Tilt About Y : 0
Tilt About Z : 0
Order : Decenter then tilt
Surface 10 : STANDARD
Comment : FOLD MIRROR 2
Surface 11 : COORDBRK
Decenter X : 0
Decenter Y : 0
Tilt About X : 45
Tilt About Y : 0
Tilt About Z : 0
Order : Decenter then tilt
Surface 12 : COORDBRK
Decenter X : 0
Decenter Y : 0
Tilt About X : 0
Tilt About Y : 0
Tilt About Z : 0
Order : Decenter then tilt
Surface 13 : STANDARD
Comment : COLLIM-1-IN
Surface 14 : STANDARD
Comment : COLLIM-1-OUT
Surface 15 : STANDARD
Comment : COLLIM-2-IN
Surface 16 : STANDARD
Comment : COLLIM-2-OUT
Surface 17 : STANDARD
Comment : COLLIM-3-IN
Surface 18 : STANDARD
Comment : COLLIM-3-OUT
Surface 19 : COORDBRK
Decenter X : 0
Decenter Y : 0
Tilt About X : 45
Tilt About Y : 0
Tilt About Z : 0
Order : Decenter then tilt
Surface 20 : STANDARD
Comment : FOLD MIRROR 3
Surface 21 : COORDBRK
Decenter X : 0
Decenter Y : 0
Tilt About X : 45
Tilt About Y : 0
Tilt About Z : 0
Order : Decenter then tilt
Surface 22 : COORDBRK
Decenter X : 0
Decenter Y : 0
Tilt About X : 0
Tilt About Y : 0
Tilt About Z : 0


```

Order      : Decenter then tilt
Surface 23 : STANDARD
Comment    : FILT3-ENTRANCE
Surface 24 : STANDARD
Comment    : INTERFACE
Surface 25 : STANDARD
Comment    : COLDSTOP
Surface 26 : STANDARD
Comment    : CAMERA
Surface 27 : STANDARD
Comment    : CAMERA
Surface 28 : STANDARD
Comment    : CAMERA
Surface 29 : STANDARD
Comment    : CAMERA
Surface 30 : STANDARD
Comment    : CAMERA
Surface 31 : STANDARD
Comment    : CAMERA
Surface 32 : STANDARD
Comment    : CAMERA
Surface 33 : STANDARD
Comment    : CAMERA
Surface 34 : STANDARD
Comment    : CAMERA
Surface 35 : STANDARD
Comment    : CAMERA
Surface IMA : STANDARD

```

EDGE THICKNESS DATA:

Surf	X-Edge	Y-Edge
1	8442.570915	8442.570915
STU	-7037.394887	-7037.394887
3	7958.970603	7958.970603
4	80.000000	80.000000
5	0.000000	0.000000
6	0.000000	0.000000
7	0.000000	0.000000
8	-171.000000	-171.000000
9	0.000000	0.000000
10	0.000000	0.000000
11	0.000000	0.000000
12	133.000000	133.000000
13	4.117363	4.117363
14	5.553895	5.553895
15	12.091422	12.091422
16	2.248317	2.248317
17	-3.770330	-3.770330
18	41.026091	41.026091
19	0.000000	0.000000
20	0.000000	0.000000
21	0.000000	0.000000
22	-230.500000	-230.500000
23	-57.500000	-57.500000
24	-83.000000	-83.000000
25	-73.735055	-73.735055
26	-9.585454	-9.585454
27	-4.193526	-4.193526
28	-4.934716	-4.934716
29	-2.715515	-2.715515
30	-11.075403	-11.075403
31	-51.792156	-51.792156
32	-5.198213	-5.198213
33	-3.657388	-3.657388
34	-3.459990	-3.459990
35	-21.242652	-21.242652
IMA	0.000000	0.000000

SOLVE AND VARIABLE DATA:

```

Semi Diameter 1 : Fixed
Semi Diameter 2 : Fixed
Semi Diameter 6 : Fixed
Parameter 3 Surf 7 : Pickup from 5 times 1.000000, plus 0.000000
Parameter 3 Surf 8 : Pickup from 5 times -2.000000, plus -90.000000
Semi Diameter 10 : Fixed
Parameter 3 Surf 11 : Pickup from 9 times 1.000000, plus 0.000000
Parameter 3 Surf 12 : Pickup from 9 times -2.000000, plus 90.000000
Semi Diameter 13 : Fixed
Semi Diameter 14 : Fixed
Semi Diameter 15 : Fixed
Semi Diameter 16 : Fixed
Semi Diameter 17 : Fixed
Semi Diameter 18 : Fixed
Semi Diameter 20 : Fixed
Parameter 3 Surf 21 : Pickup from 19 times 1.000000, plus 0.000000
Parameter 3 Surf 22 : Pickup from 19 times -2.000000, plus 90.000000
Thickness of 35 : Variable
Semi Diameter 36 : Fixed

```

INDEX OF REFRACTION DATA:

Surf	Glass	1.000000	1.200000	1.600000	2.400000
0		1.00000000	1.00000000	1.00000000	1.00000000
1		1.00000000	1.00000000	1.00000000	1.00000000
2	MIRROR	1.00000000	1.00000000	1.00000000	1.00000000
3	MIRROR	1.00000000	1.00000000	1.00000000	1.00000000
4		1.00000000	1.00000000	1.00000000	1.00000000
5	<CRD BRK>	1.00000000	1.00000000	1.00000000	1.00000000
6	MIRROR	1.00000000	1.00000000	1.00000000	1.00000000
7	<CRD BRK>	1.00000000	1.00000000	1.00000000	1.00000000
8	<CRD BRK>	1.00000000	1.00000000	1.00000000	1.00000000
9	<CRD BRK>	1.00000000	1.00000000	1.00000000	1.00000000
10	MIRROR	1.00000000	1.00000000	1.00000000	1.00000000
11	<CRD BRK>	1.00000000	1.00000000	1.00000000	1.00000000

12	<CRD BRK>	1.00000000	1.00000000	1.00000000	1.00000000
13	OAS IS11	1.43045000	1.42928000	1.42736000	1.42325000
14		1.00000000	1.00000000	1.00000000	1.00000000
15	OAS IS22	1.44995000	1.44758700	1.44296700	1.43120201
16		1.00000000	1.00000000	1.00000000	1.00000000
17	OAS IS11	1.43045000	1.42928000	1.42736000	1.42325000
18		1.00000000	1.00000000	1.00000000	1.00000000
19	<CRD BRK>	1.00000000	1.00000000	1.00000000	1.00000000
20	MIRROR	1.00000000	1.00000000	1.00000000	1.00000000
21	<CRD BRK>	1.00000000	1.00000000	1.00000000	1.00000000
22	<CRD BRK>	1.00000000	1.00000000	1.00000000	1.00000000
23		1.00000000	1.00000000	1.00000000	1.00000000
24		1.00000000	1.00000000	1.00000000	1.00000000
25		1.00000000	1.00000000	1.00000000	1.00000000
26	OAS IS33	1.43109000	1.42992000	1.42799000	1.42384000
27		1.00000000	1.00000000	1.00000000	1.00000000
28	OAS IS44	1.44937000	1.44700700	1.44239700	1.43063201
29		1.00000000	1.00000000	1.00000000	1.00000000
30	OAS IS33	1.43109000	1.42992000	1.42799000	1.42384000
31		1.00000000	1.00000000	1.00000000	1.00000000
32	OAS IS33	1.43109000	1.42992000	1.42799000	1.42384000
33		1.00000000	1.00000000	1.00000000	1.00000000
34	OAS IS33	1.43109000	1.42992000	1.42799000	1.42384000
35		1.00000000	1.00000000	1.00000000	1.00000000
36		1.00000000	1.00000000	1.00000000	1.00000000

THERMAL COEFFICIENT OF EXPANSION DATA:

Surf	Glass	TCE
0		0.00000000
1		0.00000000
2	MIRROR	0.00000000
3	MIRROR	0.00000000
4		0.00000000
5	<CRD BRK>	0.00000000
6	MIRROR	0.00000000
7	<CRD BRK>	0.00000000
8	<CRD BRK>	0.00000000
9	<CRD BRK>	0.00000000
10	MIRROR	0.00000000
11	<CRD BRK>	0.00000000
12	<CRD BRK>	0.00000000
13	OAS IS11	0.00000000
14		0.00000000
15	OAS IS22	0.00000000
16		0.00000000
17	OAS IS11	0.00000000
18		0.00000000
19	<CRD BRK>	0.00000000
20	MIRROR	0.00000000
21	<CRD BRK>	0.00000000
22	<CRD BRK>	0.00000000
23		0.00000000
24		0.00000000
25		0.00000000
26	OAS IS33	0.00000000
27		0.00000000
28	OAS IS44	0.00000000
29		0.00000000
30	OAS IS33	0.00000000
31		0.00000000
32	OAS IS33	0.00000000
33		0.00000000
34	OAS IS33	0.00000000
35		0.00000000
36		0.00000000

F/# DATA:

F/# calculations consider vignetting factors and ignore surface apertures.

Wavelength:		1.000000		1.200000		1.600000	
#	Field	Tan	Sag	Tan	Sag	Tan	Sag
1	0.0000, 0.0000 deg:	4.4925	4.4925	4.4941	4.4941	4.4951	4.4951
2	0.0350, 0.0000 deg:	4.5087	4.5449	4.5102	4.5465	4.5113	4.5477
3	-0.0350, 0.0000 deg:	4.5087	4.5449	4.5102	4.5465	4.5113	4.5477
4	0.0000, -0.0350 deg:	4.5449	4.5087	4.5465	4.5102	4.5477	4.5113
5	0.0000, 0.0350 deg:	4.5449	4.5087	4.5465	4.5102	4.5477	4.5113
6	0.0350, -0.0350 deg:	4.5666	4.5666	4.5682	4.5682	4.5694	4.5694
7	0.0350, 0.0350 deg:	4.5666	4.5666	4.5682	4.5682	4.5694	4.5694
8	-0.0350, -0.0350 deg:	4.5666	4.5666	4.5682	4.5682	4.5694	4.5694
9	-0.0350, 0.0350 deg:	4.5666	4.5666	4.5682	4.5682	4.5694	4.5694

Wavelength:		2.400000	
#	Field	Tan	Sag
1	0.0000, 0.0000 deg:	4.4930	4.4930
2	0.0350, 0.0000 deg:	4.5093	4.5461
3	-0.0350, 0.0000 deg:	4.5093	4.5461
4	0.0000, -0.0350 deg:	4.5461	4.5093
5	0.0000, 0.0350 deg:	4.5461	4.5093
6	0.0350, -0.0350 deg:	4.5680	4.5680
7	0.0350, 0.0350 deg:	4.5680	4.5680
8	-0.0350, -0.0350 deg:	4.5680	4.5680
9	-0.0350, 0.0350 deg:	4.5680	4.5680

GLOBAL VERTEX COORDINATES, ORIENTATIONS, AND ROTATION/OFFSET MATRICES:

Reference Surface: 1

Surf	R11	R12	R13	X
	R21	R22	R23	Y
	R31	R32	R33	Z
1	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	0.000000	1.000000	0.000000	0.000000
	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000

	0.000000	-0.000000	-1.000000	290.155140
	0.000000	1.000000	-0.000000	9709.100438
29	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	0.000000	-0.000000	-1.000000	292.955140
	0.000000	1.000000	-0.000000	9709.100438
30	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	0.000000	-0.000000	-1.000000	293.355140
	0.000000	1.000000	-0.000000	9709.100438
31	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	0.000000	-0.000000	-1.000000	306.891780
	0.000000	1.000000	-0.000000	9709.100438
32	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	0.000000	-0.000000	-1.000000	355.796710
	0.000000	1.000000	-0.000000	9709.100438
33	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	0.000000	-0.000000	-1.000000	362.624290
	0.000000	1.000000	-0.000000	9709.100438
34	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	0.000000	-0.000000	-1.000000	367.816660
	0.000000	1.000000	-0.000000	9709.100438
35	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	0.000000	-0.000000	-1.000000	369.816630
	0.000000	1.000000	-0.000000	9709.100438
36	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	0.000000	-0.000000	-1.000000	391.208063
	0.000000	1.000000	-0.000000	9709.100438

ELEMENT VOLUME DATA:

Values are only accurate for plane and spherical surfaces.
 Element volumes are computed by assuming edges are squared up
 to the larger of the front and back radial aperture.
 Single elements that are duplicated in the Lens Data Editor
 for ray tracing purposes may be listed more than once yielding
 incorrect total mass estimates.

Element	surf	13 to 14	Volume cc	Density g/cc	Mass g
Element surf	13 to 14		67.287366	1.000000	67.287366
Element surf	15 to 16		96.209310	1.000000	96.209310
Element surf	17 to 18		38.318178	1.000000	38.318178
Element surf	26 to 27		9.392290	1.000000	9.392290
Element surf	28 to 29		3.148072	1.000000	3.148072
Element surf	30 to 31		10.167284	1.000000	10.167284
Element surf	32 to 33		2.202759	1.000000	2.202759
Element surf	34 to 35		0.713169	1.000000	0.713169
Total Mass:					227.438429

CARDINAL POINTS:

Object space positions are measured with respect to surface 1.
 Image space positions are measured with respect to the image surface.
 The index in both the object space and image space is considered.

	Object Space	Image Space
W = 1.000000 (Primary)		
Principal Planes :	-369744.439021	8449.440725
Nodal Planes :	-352845.437454	-8449.560841
Focal Planes :	-361294.938238	-0.060058
Anti-Nodal Planes :	-352845.437454	-8449.560841
W = 1.200000		
Principal Planes :	-372756.831274	8452.243844
Nodal Planes :	-355852.456917	-8452.130513
Focal Planes :	-364304.644095	0.056665
Anti-Nodal Planes :	-355852.456917	-8452.130513
W = 1.600000		
Principal Planes :	-373812.262349	8454.138973
Nodal Planes :	-356904.232946	-8453.890429
Focal Planes :	-365358.247647	0.124272
Anti-Nodal Planes :	-356904.232946	-8453.890429
W = 2.400000		
Principal Planes :	-366129.714557	8450.280307
Nodal Planes :	-349229.044167	-8450.390083
Focal Planes :	-357679.379362	-0.054888
Anti-Nodal Planes :	-349229.044167	-8450.390083