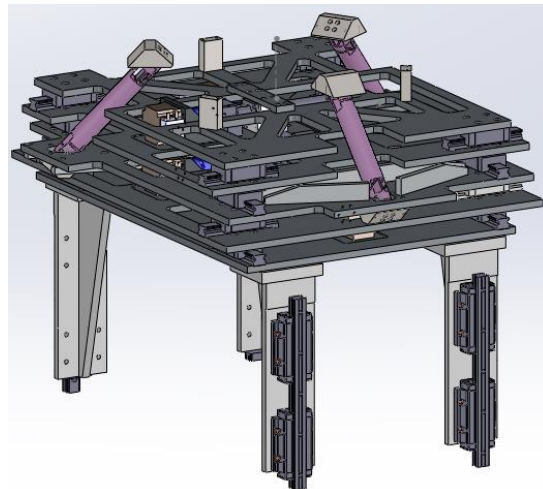


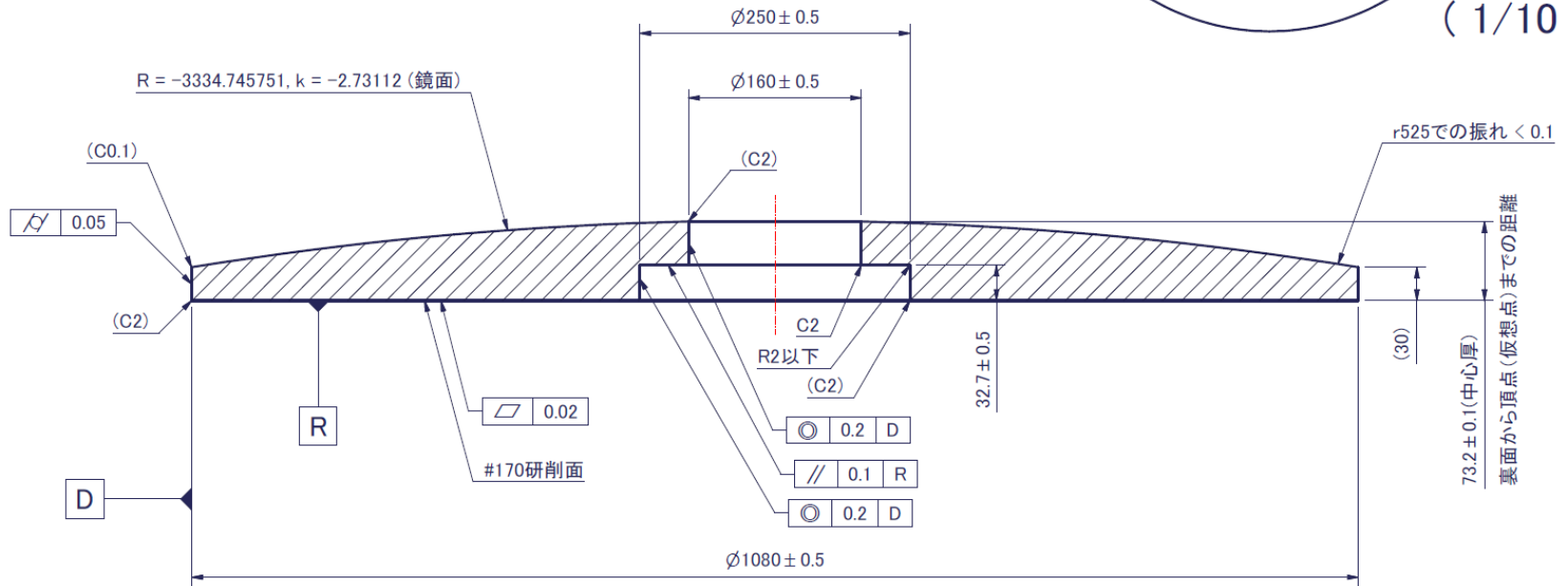
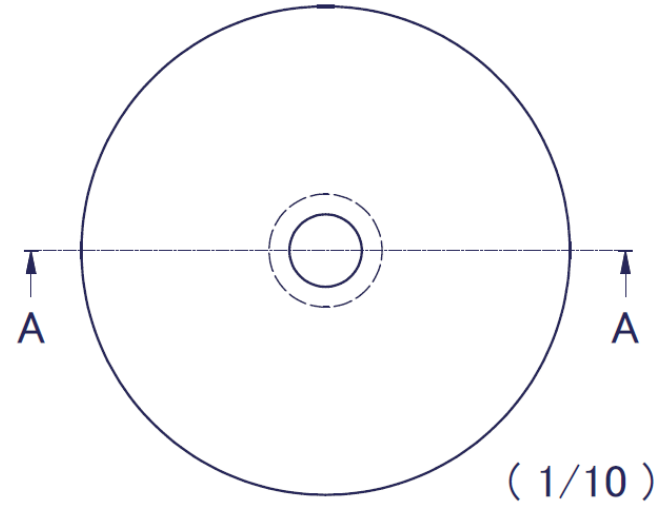
副鏡支持機構の検討

14/10/11 栗田光樹夫



副鏡最終形状

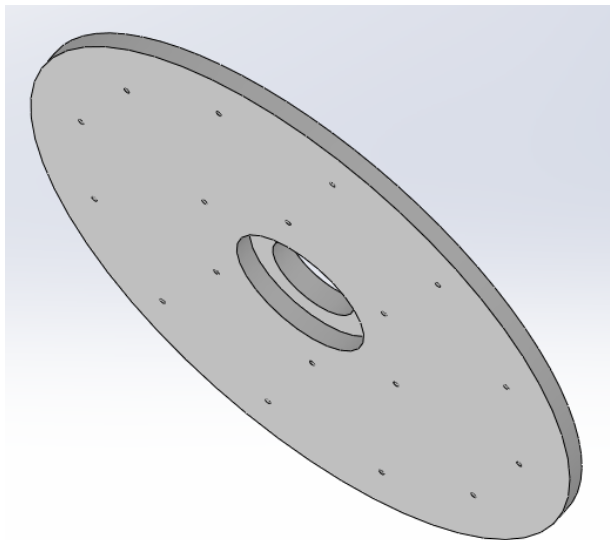
1. 鏡面の構造関数が仕様を満たすこと
2. 有効面は $\phi 199.1 \sim \phi 1059.4$



A-A (1 / 4)

設計	2014/05/21	製図	所 仁志	承認		図番		枚数	A3
副鏡最終形状.ppt				株式会社ナノオプトニクス・エナジー			ナノオプトニクス研究所		

ブランクの外形



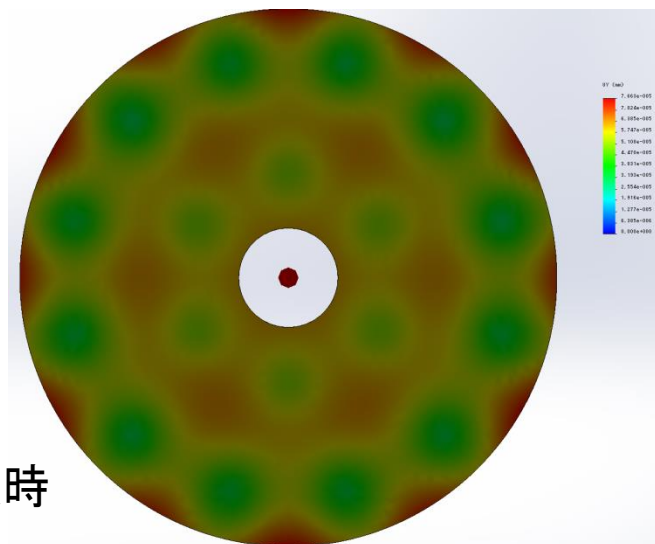
外径(有効系)	1080
内径	160
曲率半径(平凸)	3334
縁厚	30+0.5
ラテラル支持ホール	Φ250、深さ32.7
質量 kg	115

18点支持

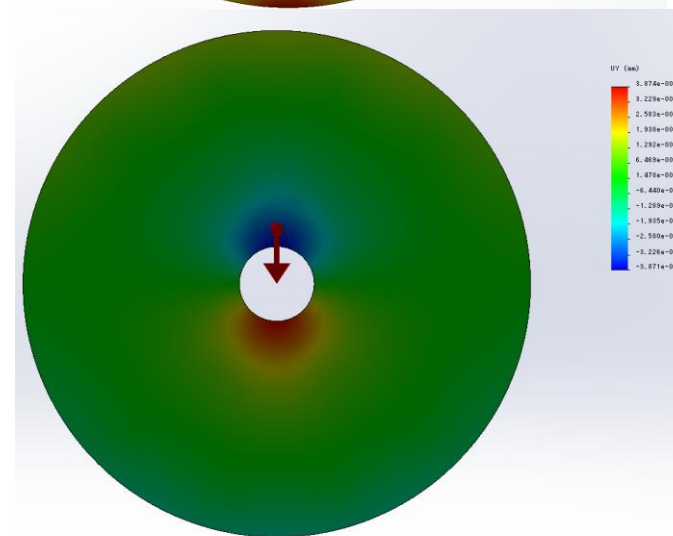
望遠鏡姿勢	天頂	水平
RMS nm	8.7	8.8
P-V nm	13.8	77

鉛直上向きでヌルになるように加工した場合は、天頂時に副鏡が反転するので、表の変形の2倍となることに注意。水平時はこのまま。

天頂時



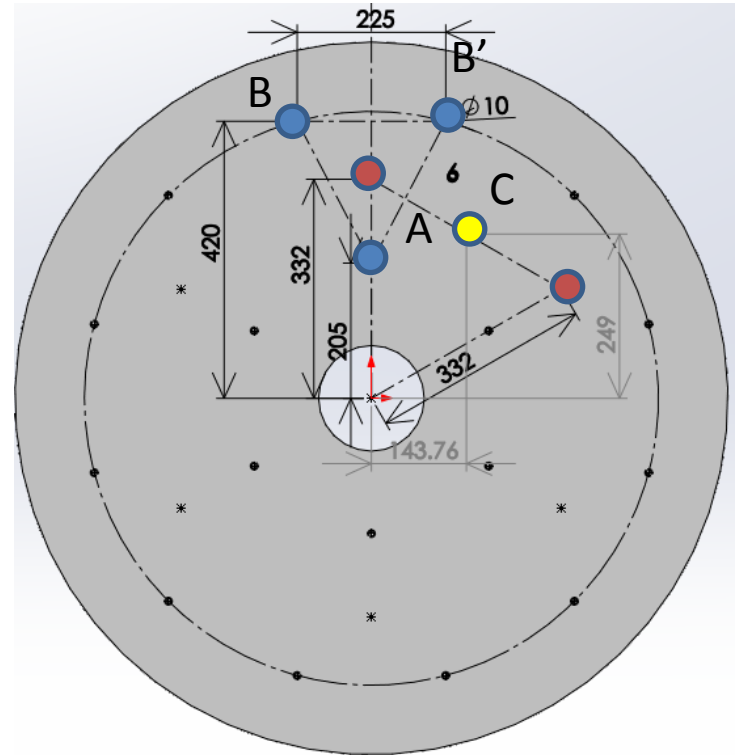
水平時



重心面で支えること
とくに、解析上はダイアフラムのハブの両面をこうそくすること。
僅かなモーメントでも結果が大きく異なる。
メッシュを十分細かくすること

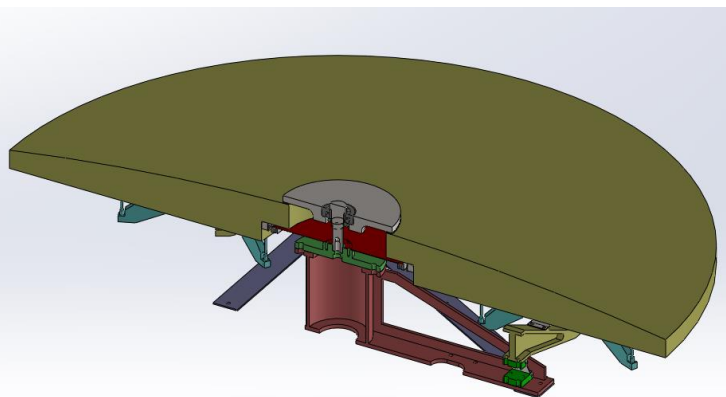
反力と重心

位置	反力N
A	78
B	56.4
B'	56.4

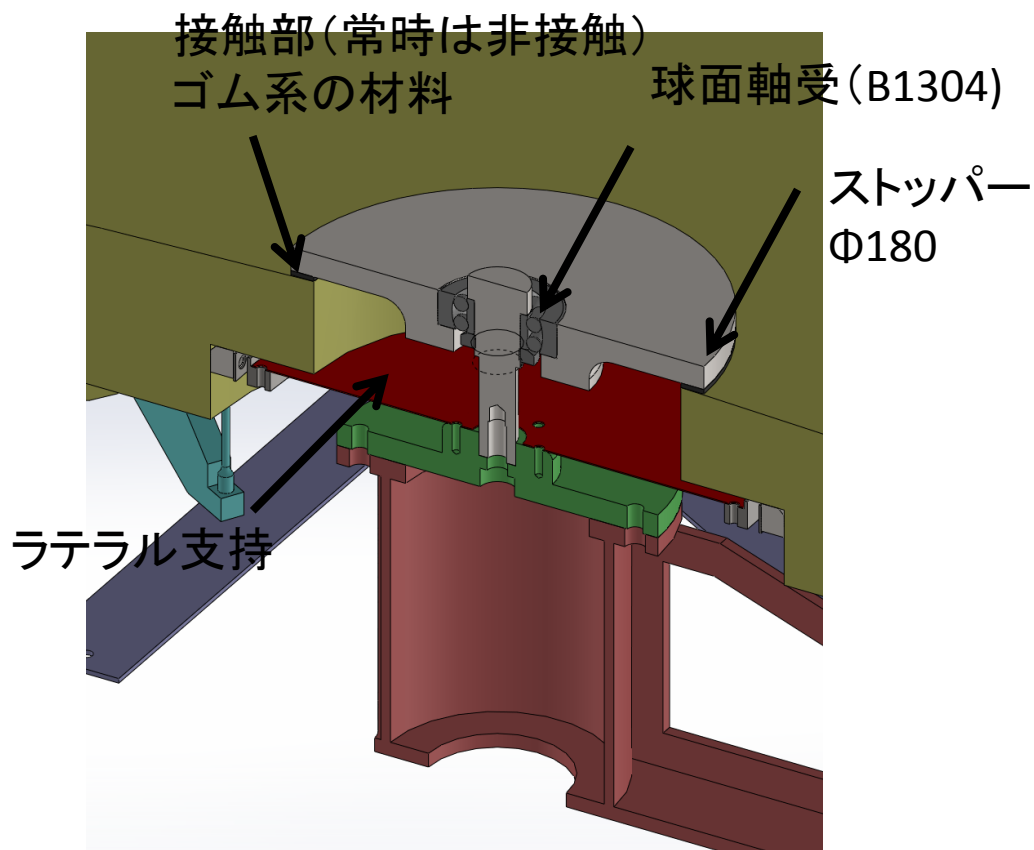


	重心x	重心y
上段ツリー ABB'	0	332
下段ツリー ABB'	143.8	249

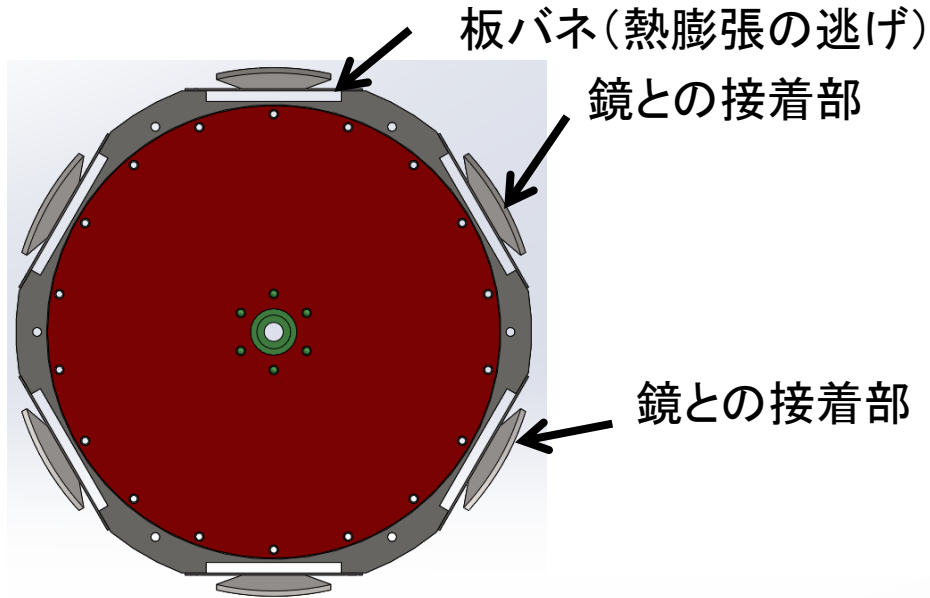
ラテラル支持と脱落防止機構



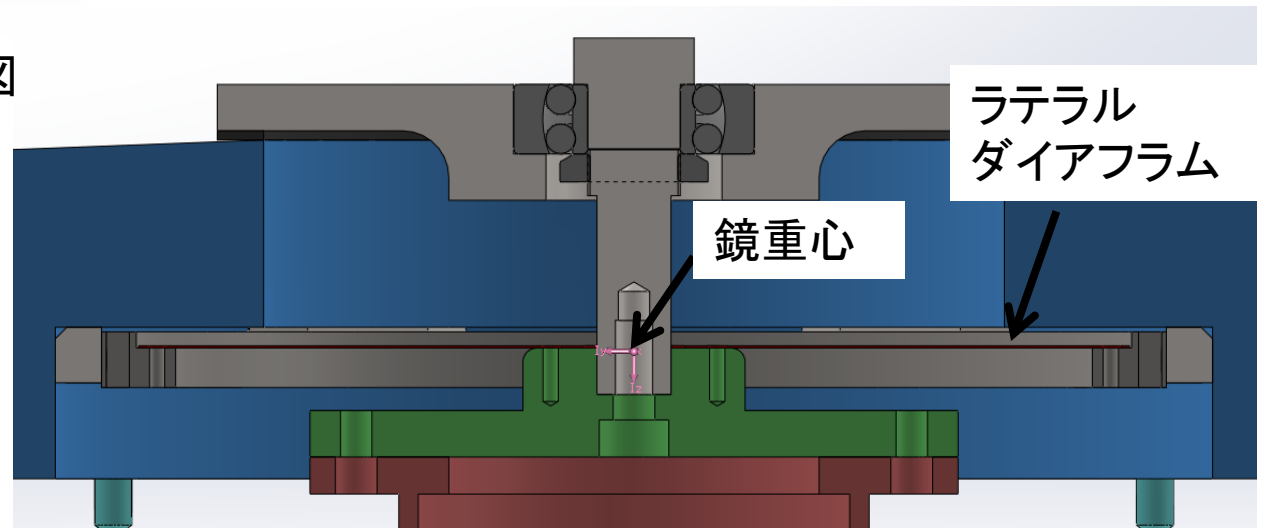
断面図



ラテラルダイアフラムと重心

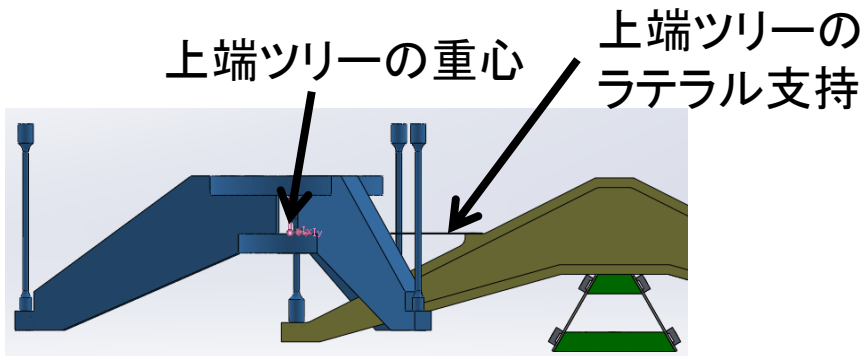


ラテラル支持上面図

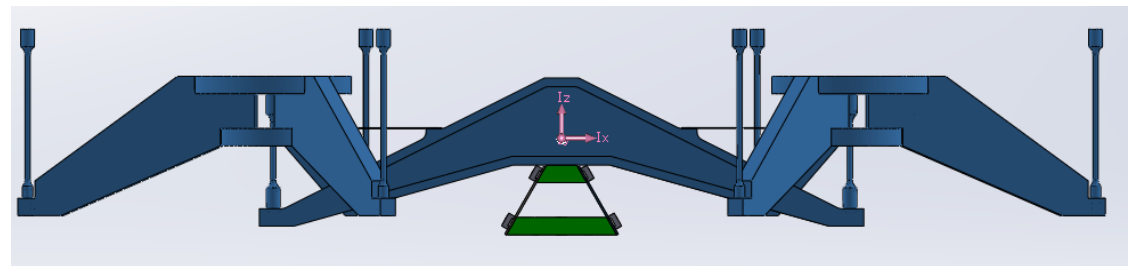
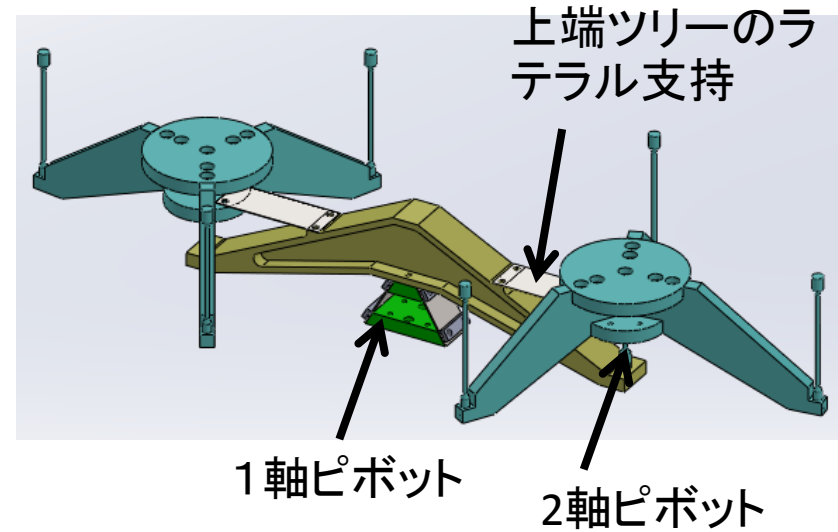


アキシシャル支持

- $3 \times 2 \times 3$ のツリー

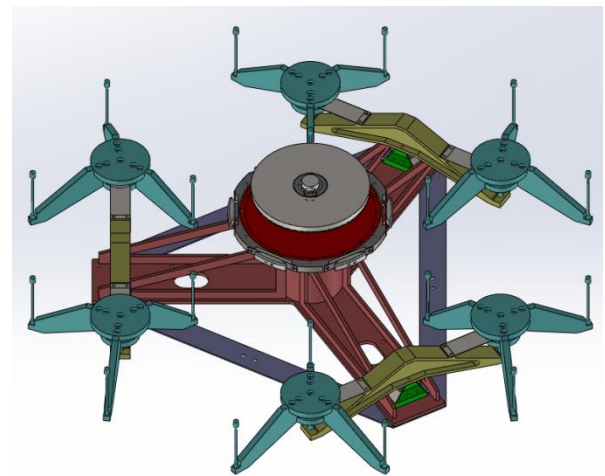
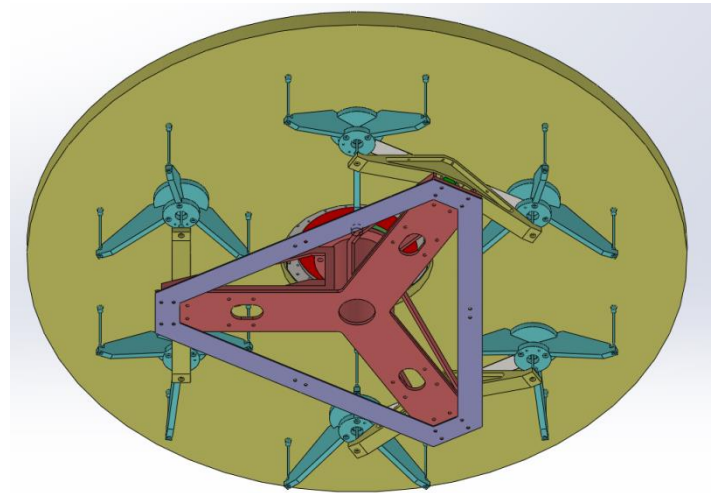
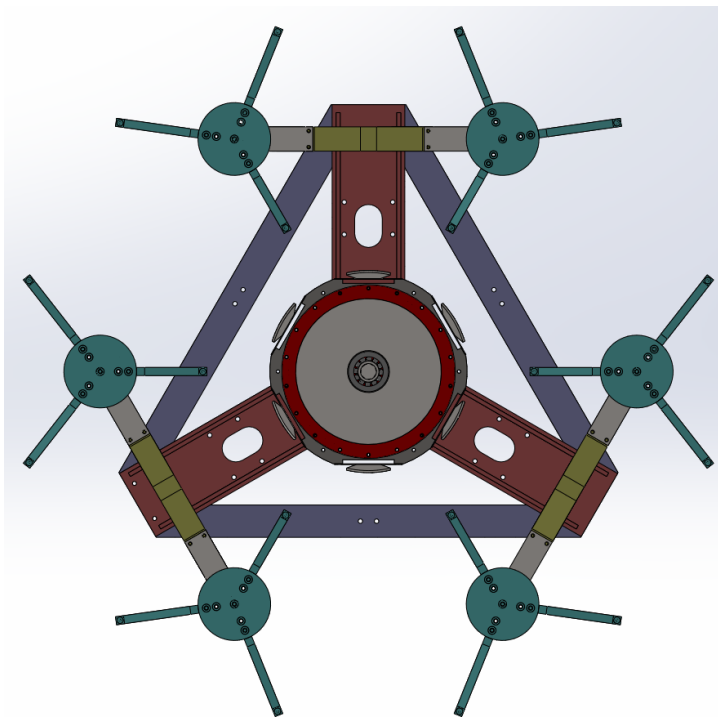


上段ツリーのラテラル支持はツリーの重心面通る



ツリー全体の重心と1軸ピボットの回転中心が一致する

- 支持機構質量: 28kg
(全て鉄で製作した場合)

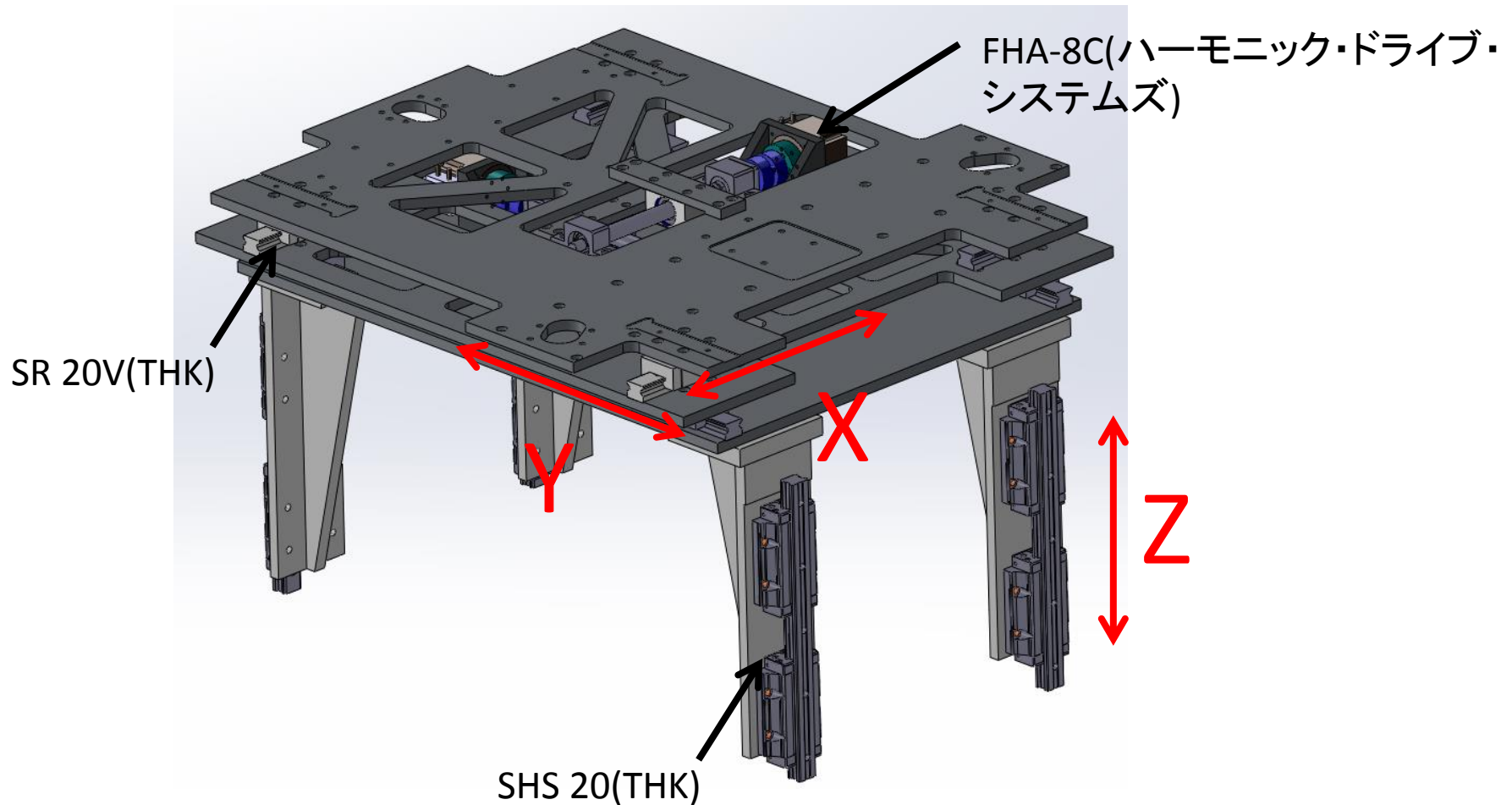


5軸ステージ

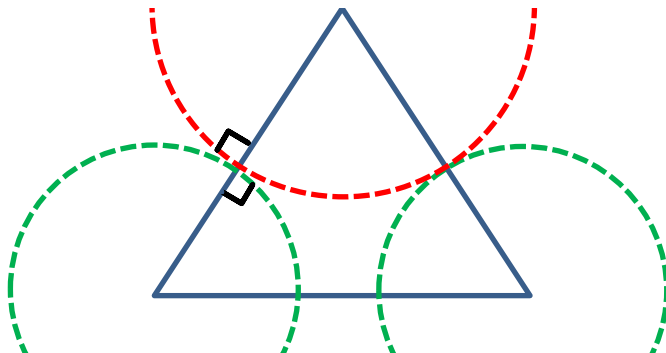
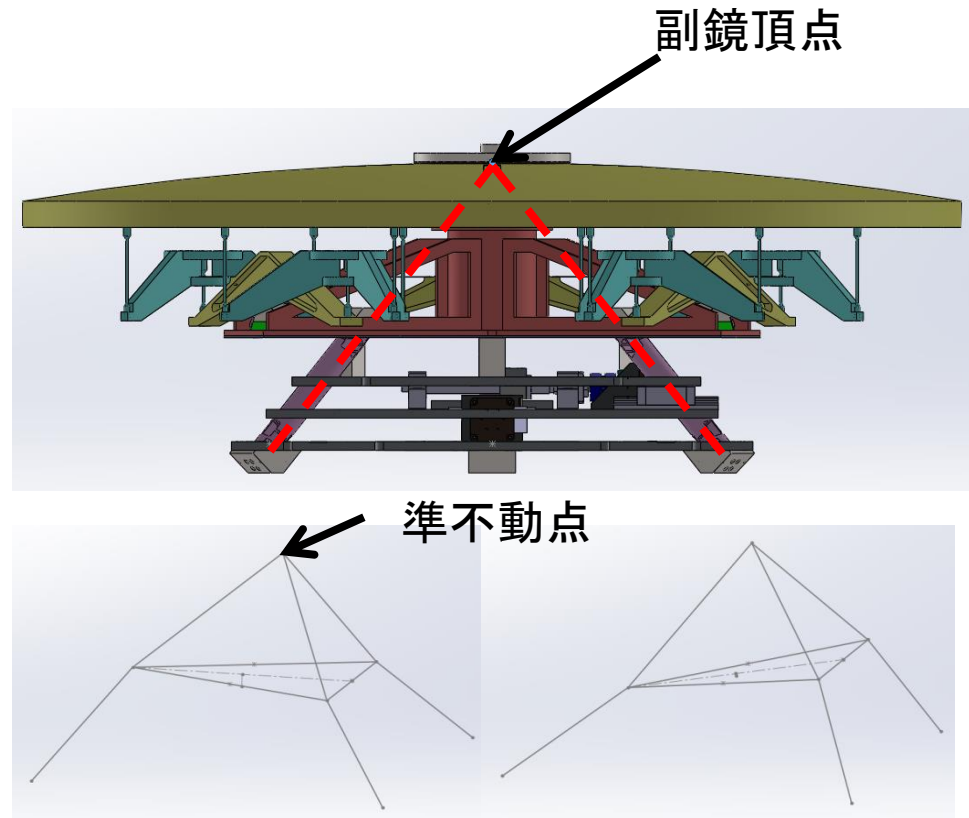
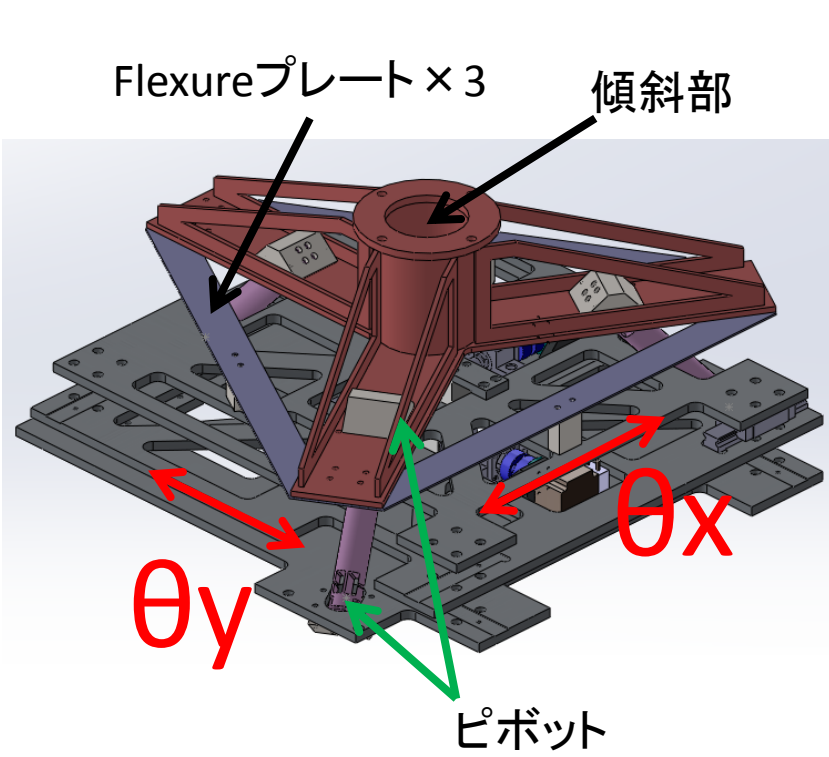
仕様

駆動軸	駆動範囲	位置決め精度	分解能
Z	±10 mm	10 μm	1 μm
X, Y	±5 mm	60 μm	1 μm
θ_x, θ_y	±1°	16 "	1 "

直動ステージ



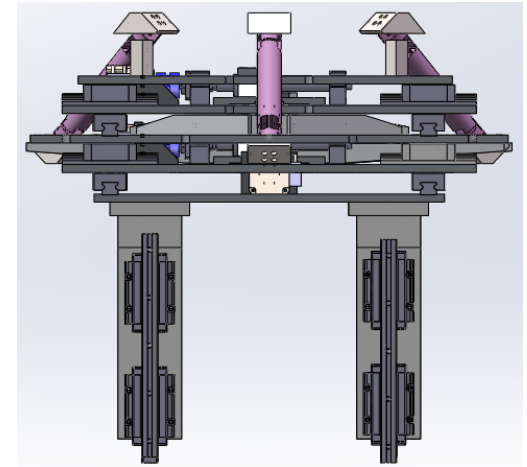
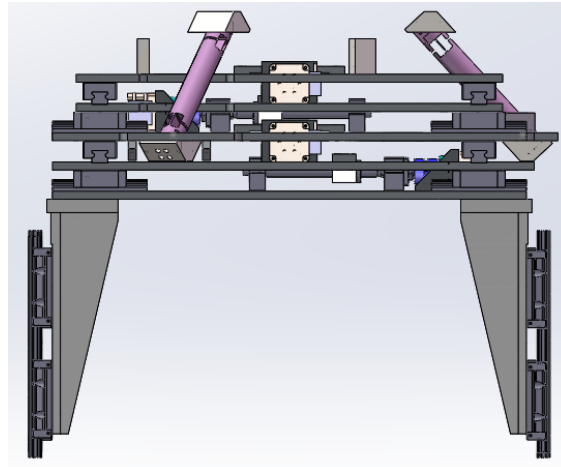
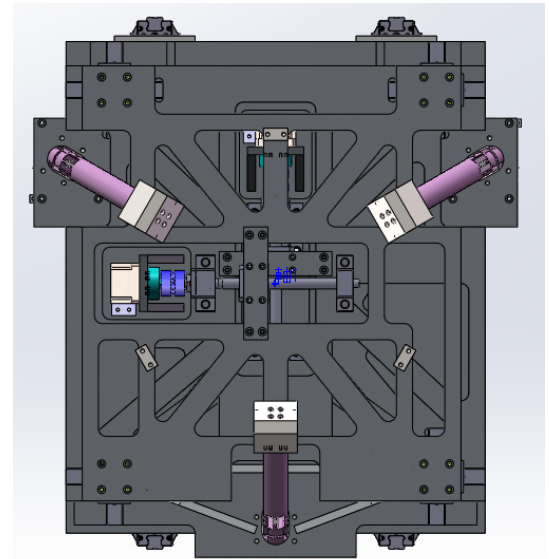
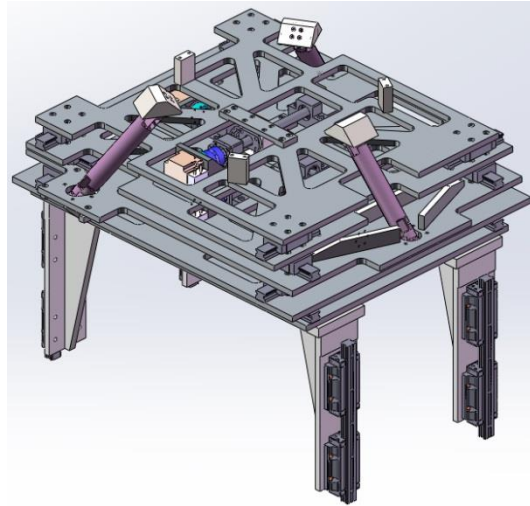
傾斜ステージ



直動運動を回転運動に変換し、回転中心をバーチャルに有するステージとなる

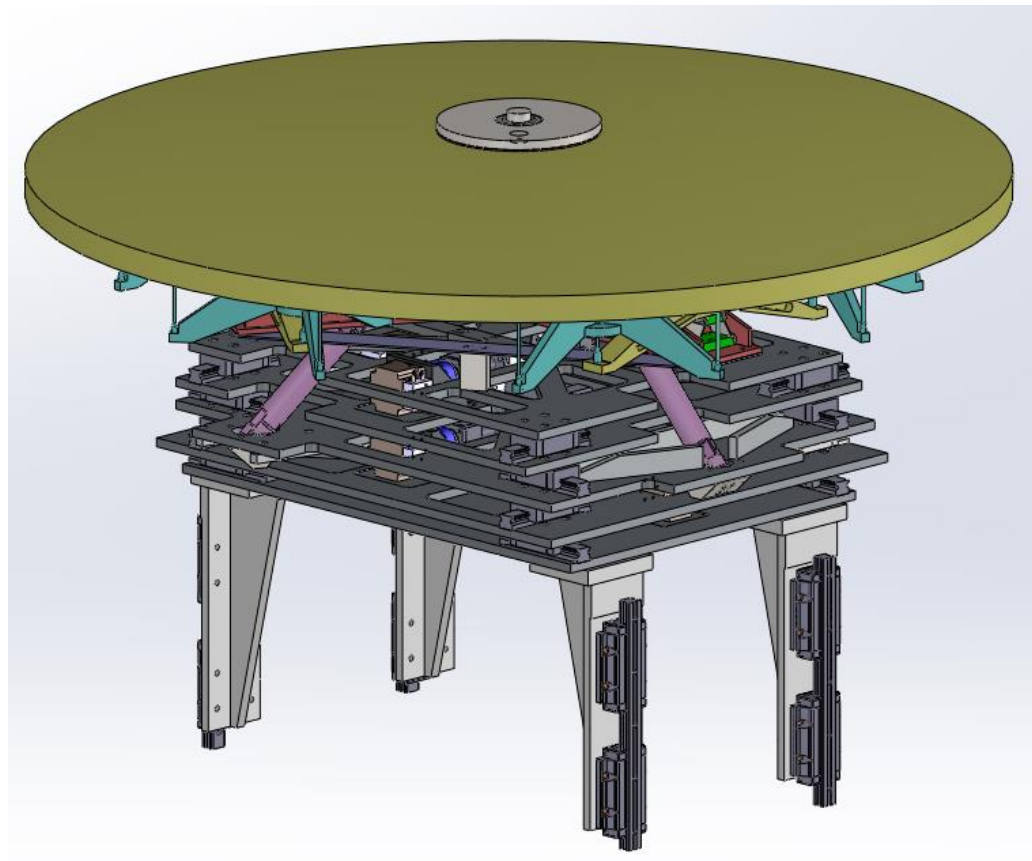
5軸ステージ

- 質量: 68kg

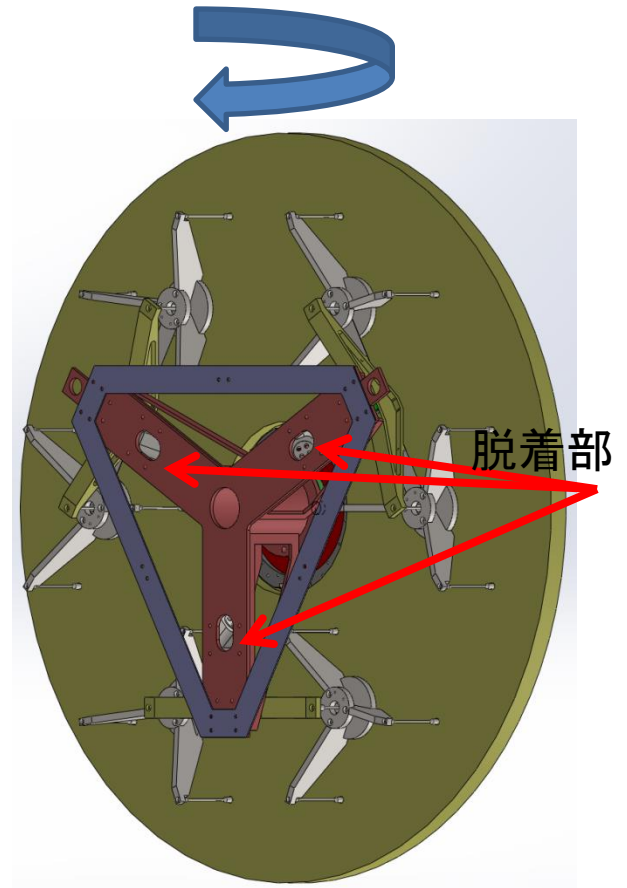
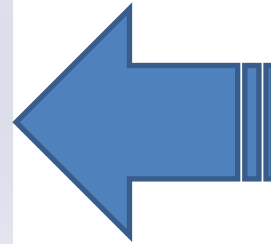
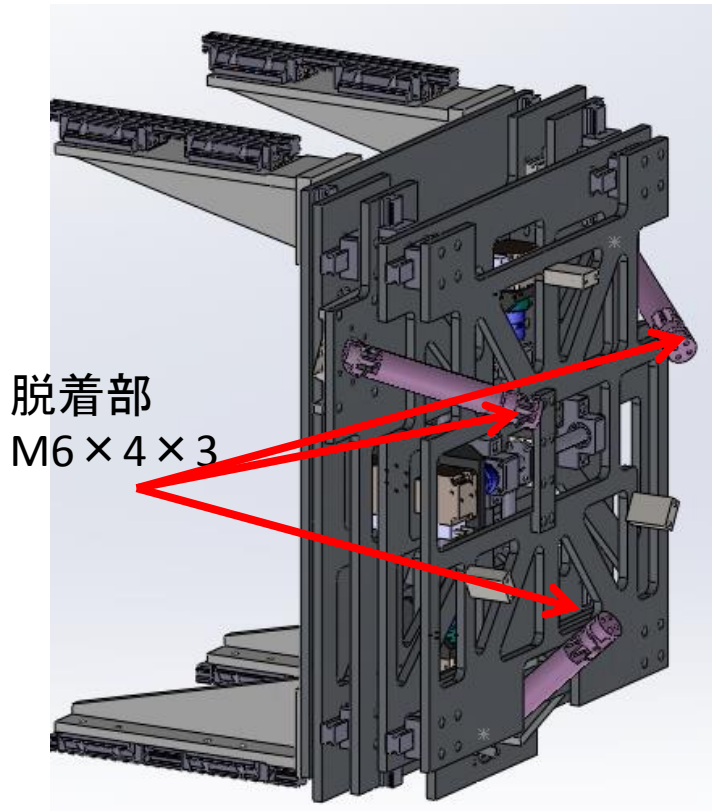


アセンブル

- 質量: 210 kg

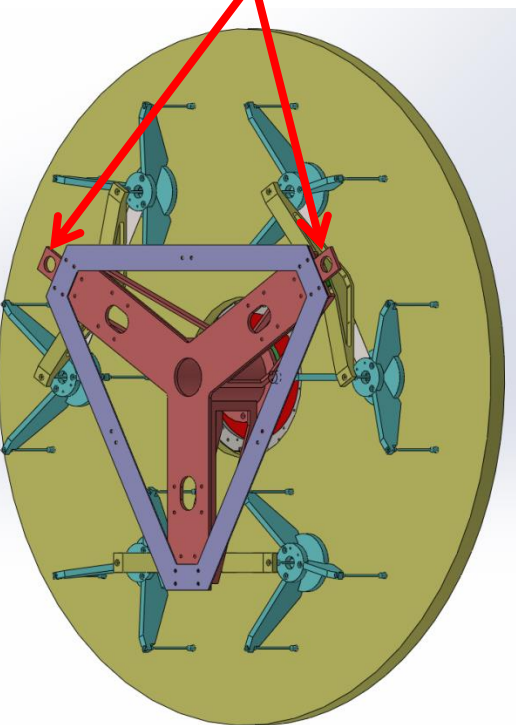


脱着

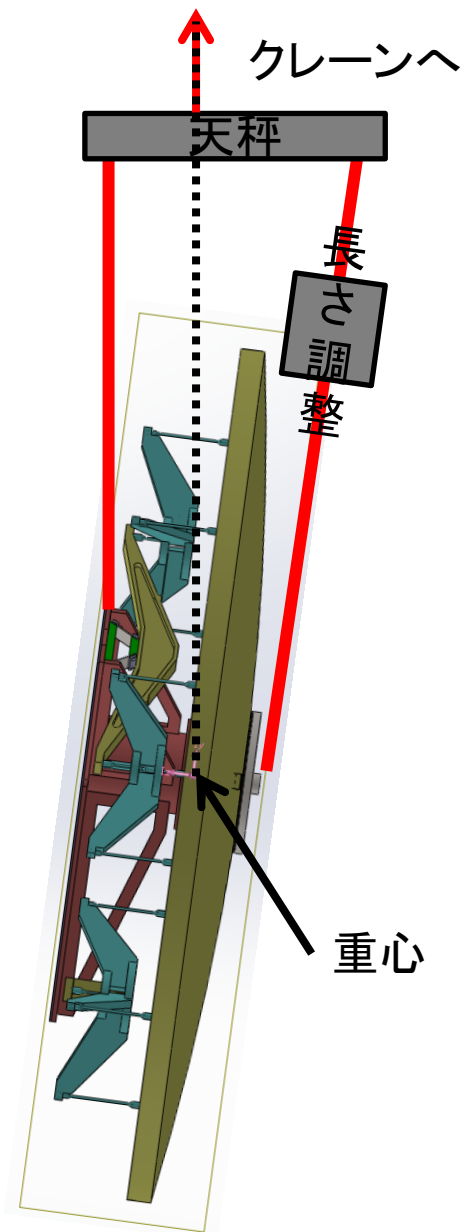
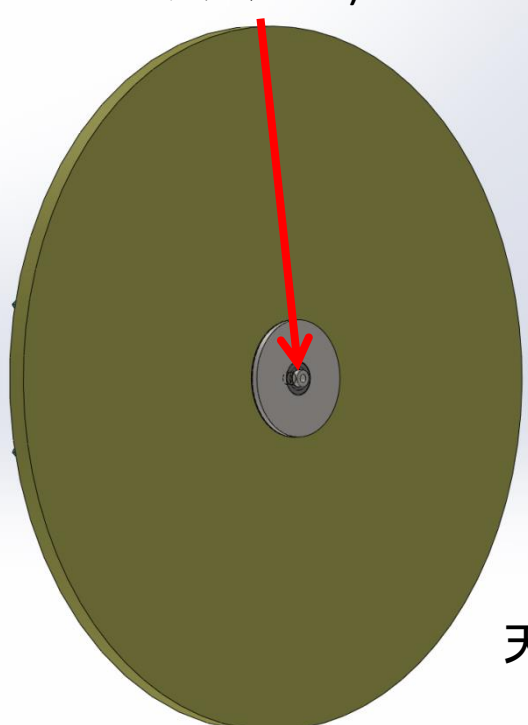


脱着 3点吊り(角度調整可)

フック



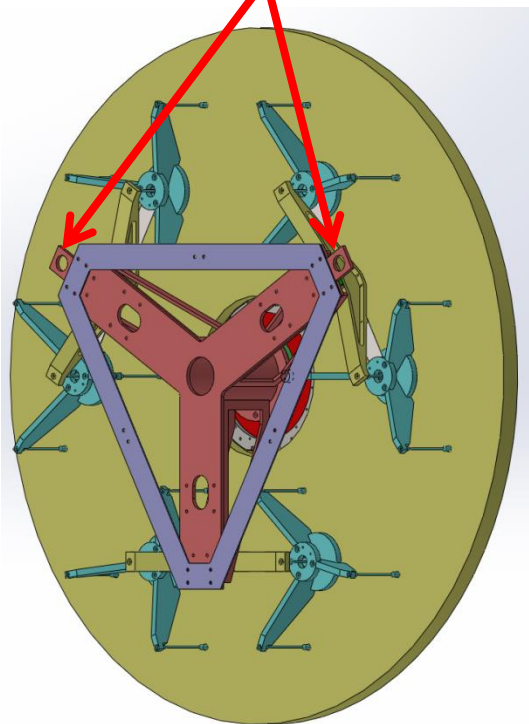
フック(M12)



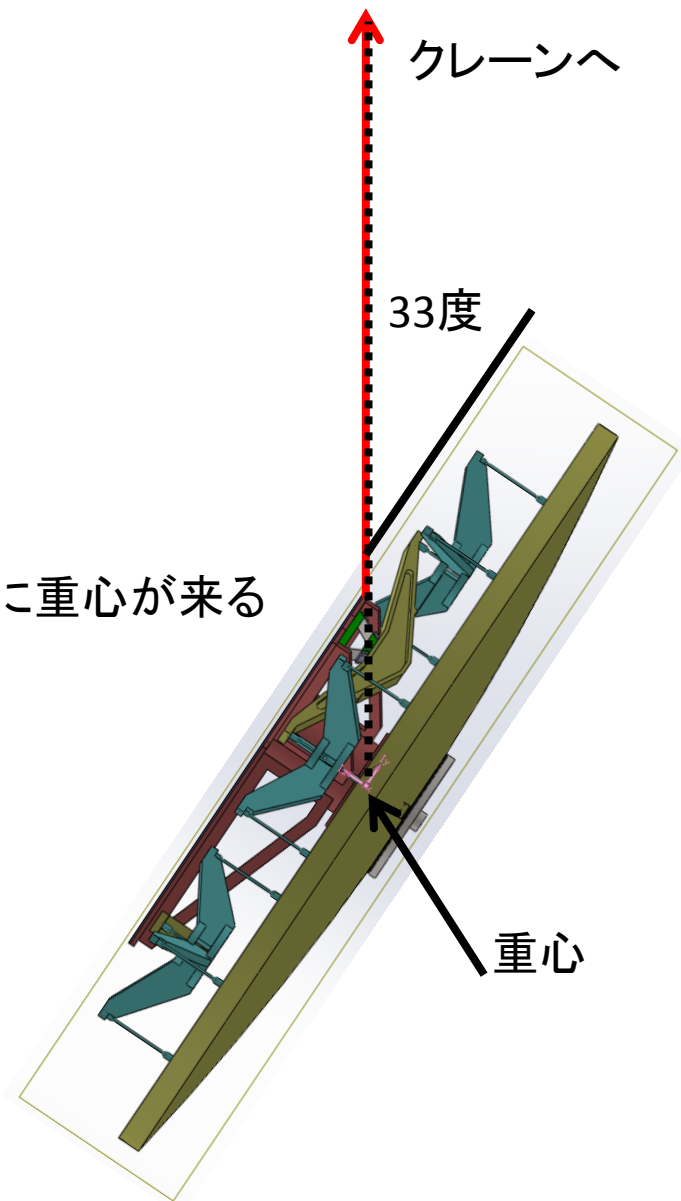
天秤の支点の直下付近に重心が来る

脱着 2点吊りの場合

フック



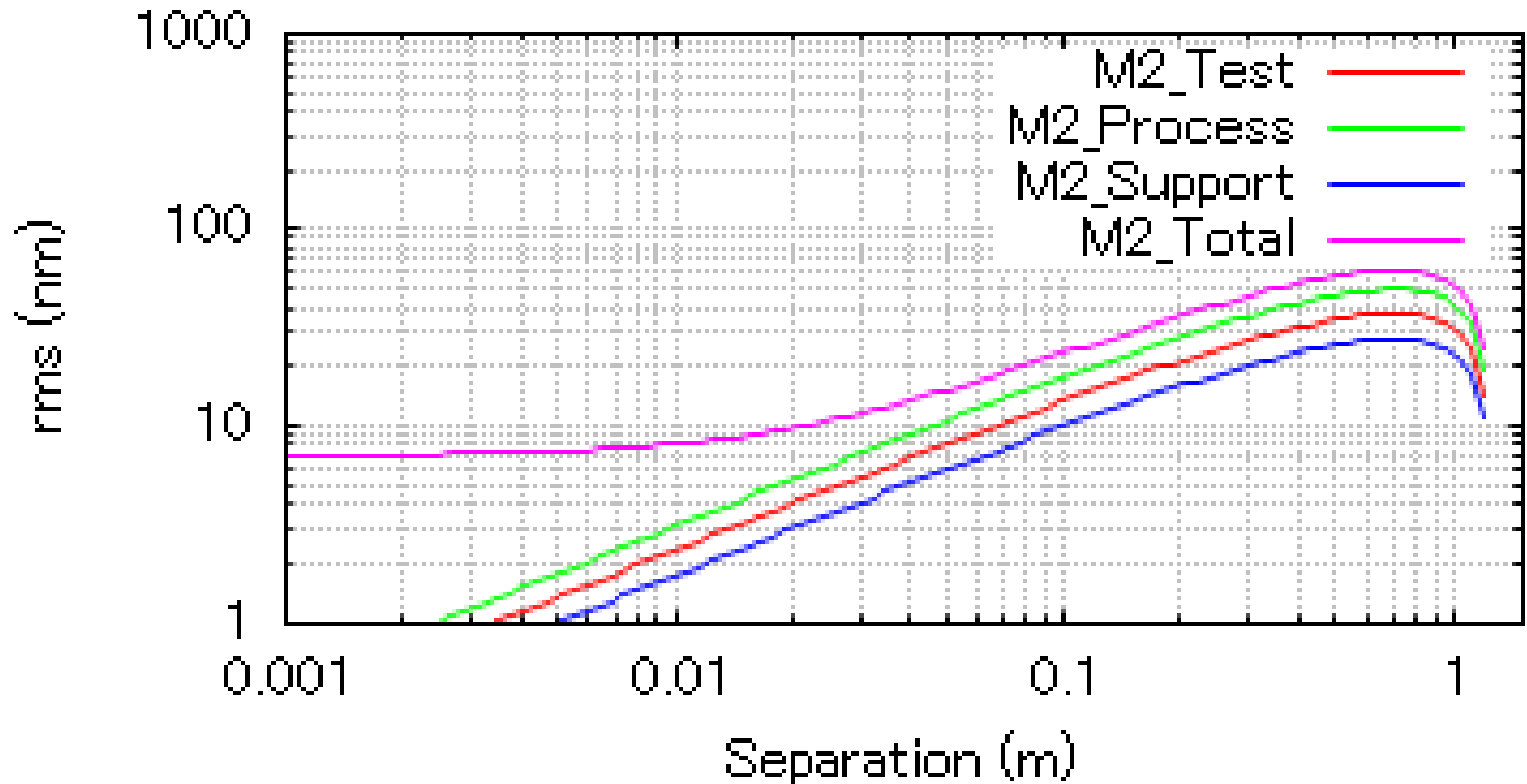
天秤の支点の直下付近に重心が来る



鏡筒仰角33度での脱着作業となる
(主鏡面上での作業とはならない)

參考資料

要求仕様 構造関数



- ブランクの変形は青線以下を満たす必要がある。RMSのピークで～30 nm

要求仕様

- 有効口径：1059.328以上
 - センターホール：195.681以下
 - 研削圧によるfootprintが十分小さいこと
 - 軽量であること
-
- 肉抜き加工をする場合はφ60のエンドミルを想定(オハラからの制約)。

検討の方向性

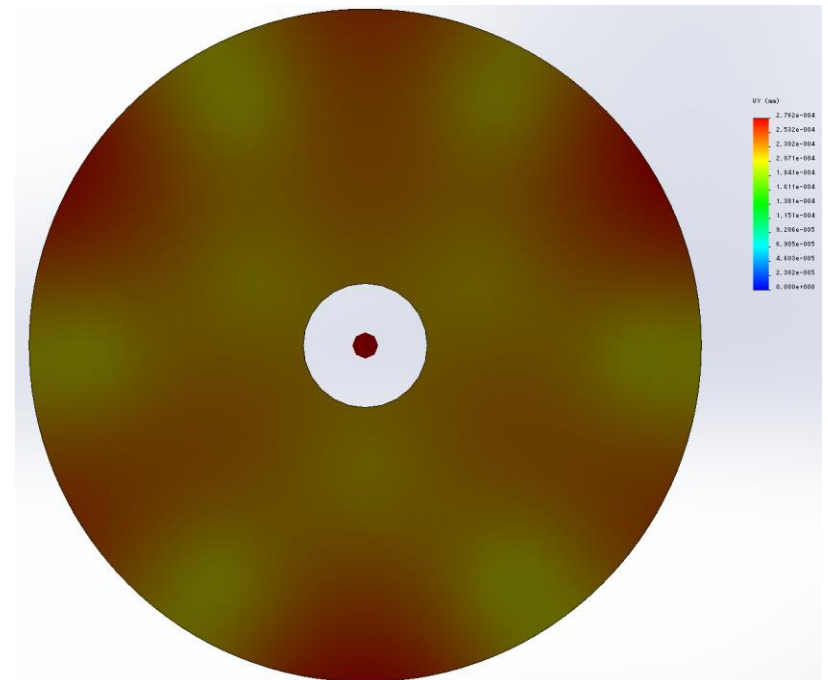
- Step 0
 - 肉抜き加工による軽量化は基本的に強度と関係なく、自重変形に影響を与える設計変数は厚さと支持点数のみである。この2点について検討を進める。
- Step 1
 - メニスカスは凸面の副鏡に対して力学的に効果が薄いこと、加えて加工時の支持機構等が煩雑なる一方、軽量化の効果はさほどないので検討から除外する。したがって、ブランクの外形は平凸となる。
- Step 2
 - 対称性が良く適当な支持点数の選択肢として9点と18点に限定する。したがって候補は厚手の9点支持と薄手の18点支持となり、9点支持は肉抜きが必須となる。

比較検討

- 以下の理由により薄手の18点支持の鏡を選択する
- footprintの懸念がない
- くり抜き加工が不要なためコストを抑えられる
- 厚手のブランクには大幅な軽量化が必要
- 加工時の支持方法は主鏡セグメントと同じ技術が使える
- 支持位置の自由度が大きい
- アスペクト比が1:33と極めて大きい。このようなブランクを支持する機構には、横方向のストレスが発生しないような注意が必要であるが、錘によるフロート方式であれば比較的容易に設計できる。

9点支持

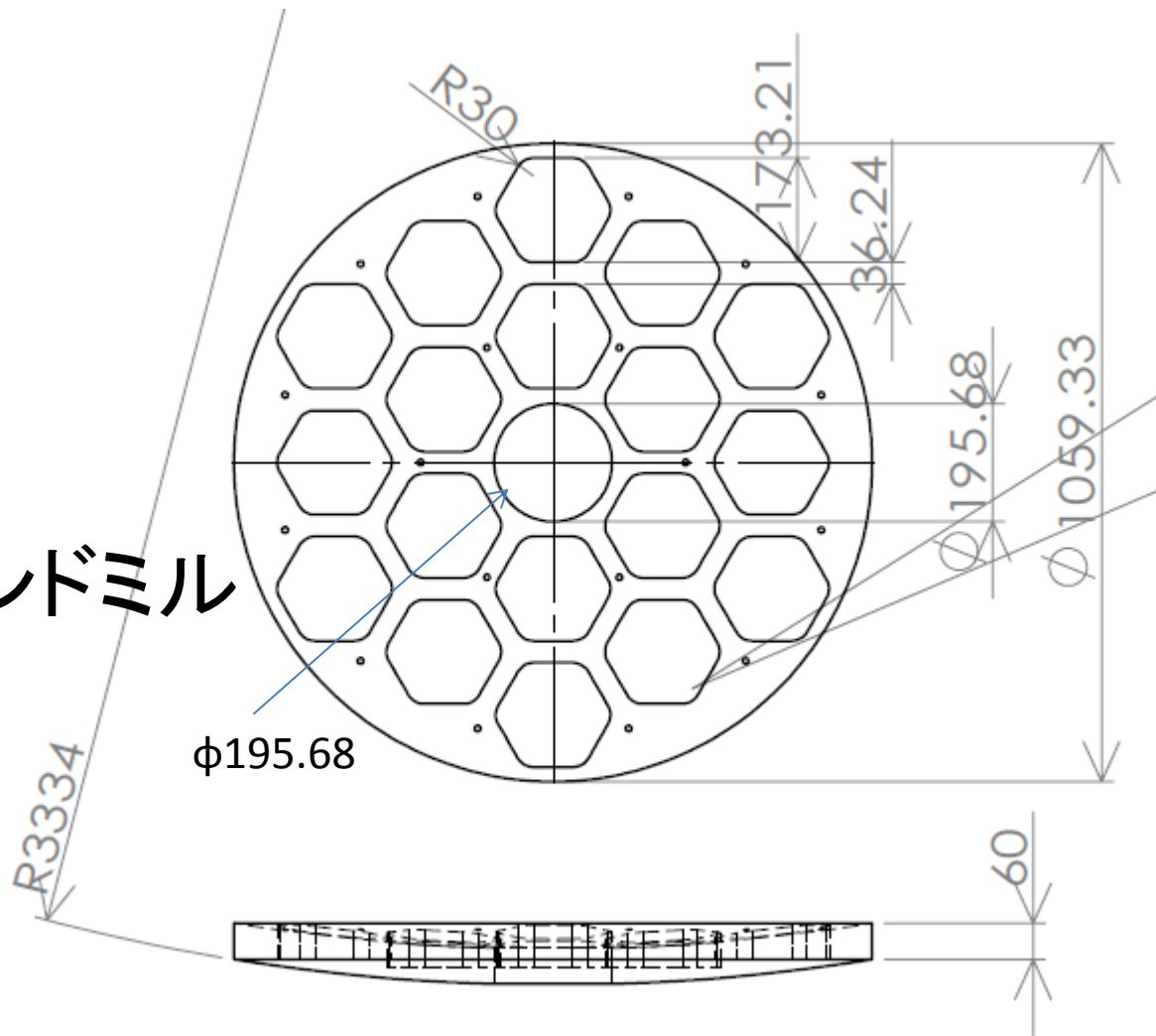
- 縁厚: 150 mm
- 質量: 372 kg
- RMS: 8.4nm
- 注意点
 - 100 kgを目指すには
70%以上の肉抜きが
必要



ブランク候補1

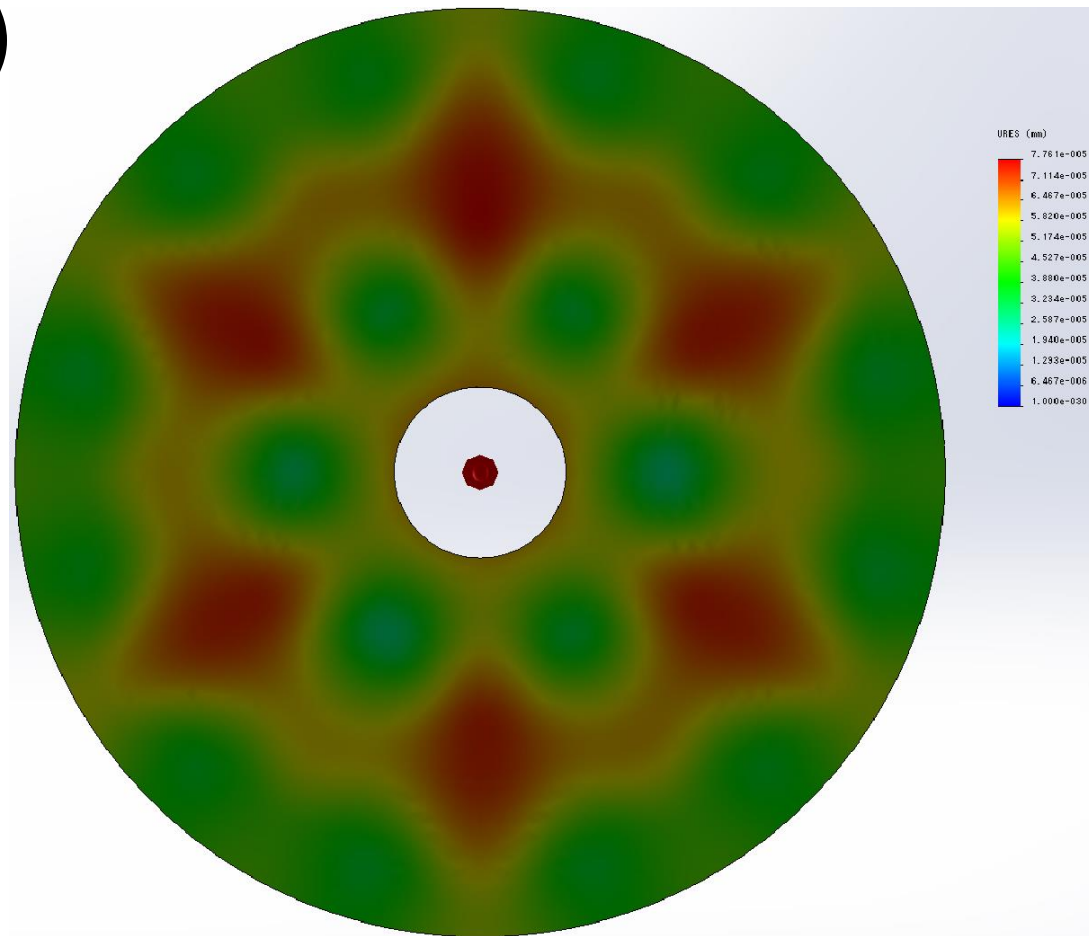
- メニスカス
- 厚さ: 60 mm
- 質量: 88 kg
- くり抜き加工

オハラ推奨のエンドミル



FEM解析結果

- 18点支持
 - RMS=10.8 nm (32)
 - P-V = 50 nm (150)
- カッコ内は内周セグメント



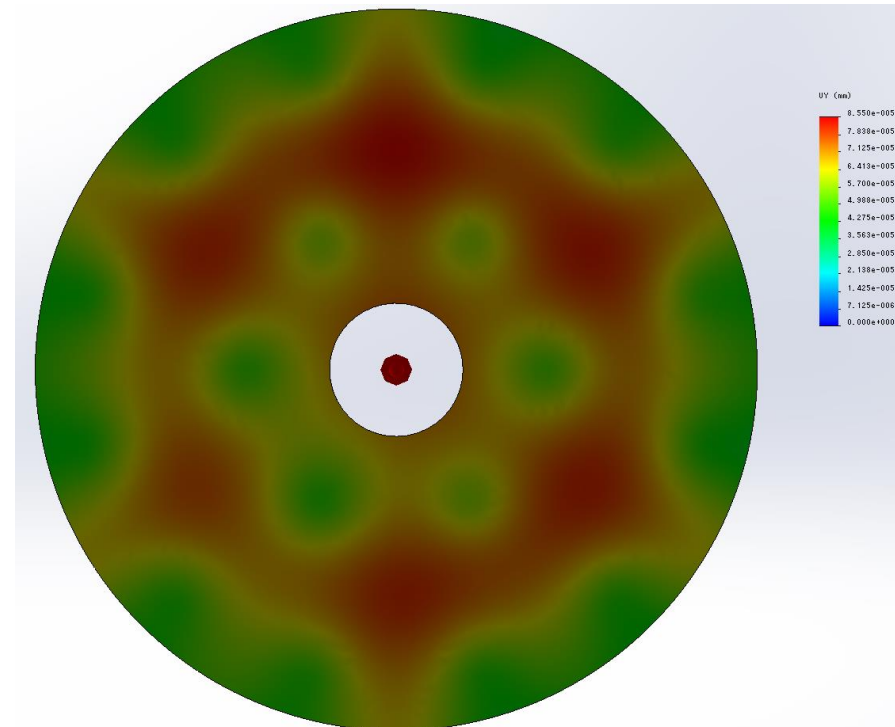
議論

- 副鏡は下向きなので、加工時に誤差ゼロの場合、姿勢が水平でRMS=10.8 nm、天頂でRMS=21.6 nm
- 要求性能は構造関数のピーク値で30 nm
(構造関数のピーク値は全面のRMS値の1.5倍くらいになるので、ピーク値は天頂で35 nmと推定)
- 加工時に、前もって、下向きで誤差ゼロの形状を作りたい。

この方向性で問題はないと結論する

ブランク候補2

- メニスカス
 - 厚さ: 60 mm
 - 質量: 130 kg
 - くり抜き加工なし
-
- 18点支持
 - RMS=10.5 nm
 - P-V = 44 nm



まとめ

								参考 主鏡
メニスカス	○	○	○	平凸	平凸	平凸	平凸	平凹
厚さ mm	60	60	60	50(縁)	40(縁)	30(縁)	151(縁)	~50
肉抜き	×	○	○	×	×	×	×	×
支持点	18	18	9	18	18	18	9	9
質量 kg	129	88	88	153	131	109	372	~70
RMS nm	10.5	10.8	69	7.3	9	11.2	10.1	32
P-V nm	44	50	273	37	43	56	50	150
評価		○			○	○		

9点支持は不可能

メニスカスの肉抜きは平凸のt40に劣る。

研削によるFootprintの影響とコストを考慮すると平凸t40が有力

ゴニオステージ

- 仕様: ± 1 度
- 傾斜による副鏡頂点のずれ

	X	Y	Z
Y+1度	0 mm	0.04 mm	-0.13mm
Y-1度	0 mm	-0.04 mm	-0.13 mm
X+1度	-0.18 mm	-0.02 mm	-0.51 mm
X-1度	+0.18 mm	-0.02 mm	-0.51 mm

