

光学シミュレーションによる ソーラシミュレータの均一度向上検討



環境試験技術センター 丸山 健太

連絡先: 050-3362-7523, maruyama.kenta@jaxa.jp

1. 概要

8mΦスペースチャンバはソーラシミュレータが設置されており、宇宙機に均一なソーラ光を照射することができる。FY22までの検討結果より、ソーラシミュレータを構成する光学機器配置を変更することで容易かつ安価にソーラシミュレータの均一度を向上できることが分かった。その最適な配置を光学シミュレーションにより検討した結果と概要について示す。

2. 8mΦスペースチャンバの概要

8mΦスペースチャンバは、宇宙機の熱真空試験を実施するために、以下の宇宙環境を地上で模擬的に作り出す設備である。

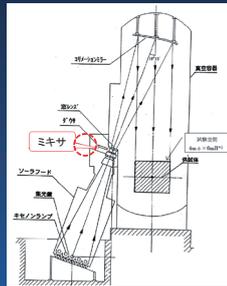
- ・高真空 (チャンバ内圧力: 10⁻³Pa以下)
- ・極低温 (シュラウド温度: 100K以下)
- ・太陽光照射 (模擬太陽光の最大放射照度: 約2ソーラ(約2.7kW/m²))



8mΦスペースチャンバ棟の外観図

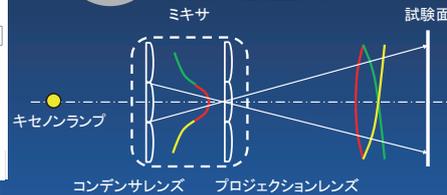


チャンバ本体上部の外観図 (8mΦスペースチャンバ棟内)



8mΦスペースチャンバ 概要図

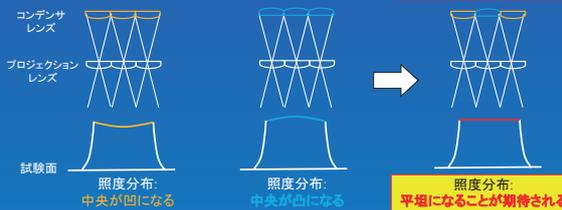
ミキサとは・・・
・光源から放射される光を均一にする役割を持つ
・2セットのレンズ群で構成される



3. FY22までの検討結果

本検討は、論文^{*1}で紹介されているシミュレーション結果がトリガーとなっている。

向きが同じ平凸型レンズによるミキサ (従来の8mΦスペースチャンバのミキサ) 向きが反対の平凸型レンズによるミキサ レンズの向きが同じものと反対のものを対象配置で混合する



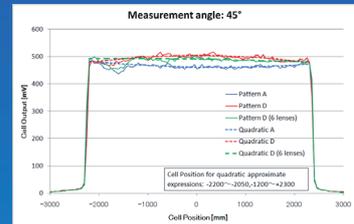
*1: Thomas I. Harris and Melbin N. Wilson, "Application of variable optics to solar simulation systems for generation of high intensity light beams", AIAA Paper No. 69-997

FY22までの実測に基づく検討結果より、以下のレンズ配置が最も均一度が良いという実測データが得られた。

＜均一度の算出式＞

$$\frac{U_{max} - U_{min}}{U_{max} + U_{min}} \times 100[\%]$$

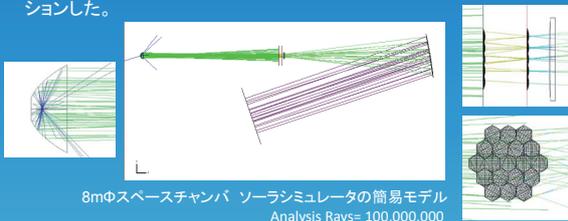
U_{max}: セル出力の最大値[mV]
U_{min}: セル出力の最小値[mV]



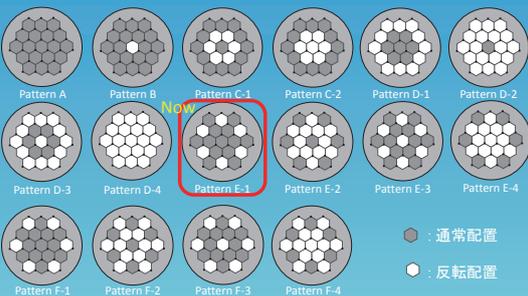
左記のレンズ配置による試験面での照度分布

4. 光学シミュレーションについて

より最適なレンズ配置を求めため、光学設計ソフト(ZEMAX)を用いて、簡易な8mΦスペースチャンバのソーラシミュレータをモデル化し、以下の16パターンに関して試験面における均一度をシミュレーションした。



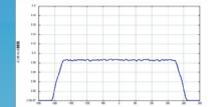
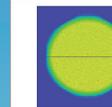
8mΦスペースチャンバ ソーラシミュレータの簡易モデル
Analysis Rays= 100,000,000



5. 光学シミュレーションの結果

Pattern C-2で均一度が最小になることが判明した。

No.	Pattern	Max irradiance [W/cm ²]	Total Power [W]	Uniformity (quadratic) [%]
1	A	1.48E-02	2.17E+03	3.21
2	B	1.26E-02	1.94E+03	0.96
3	C-1	1.49E-02	2.20E+03	1.24
4	C-2	1.29E-02	1.97E+03	0.31
5	D-1	1.50E-02	2.22E+03	0.61
6	D-2	1.55E-02	2.24E+03	1.49
7	D-3	1.30E-02	1.98E+03	1.03
8	D-4	1.35E-02	2.03E+03	2.35
9	E-1	1.50E-02	2.20E+03	1.62
10	E-2	1.50E-02	2.22E+03	0.97
11	E-3	1.28E-02	1.97E+03	0.45
12	E-4	1.32E-02	2.01E+03	1.48
13	F-1	1.49E-02	2.19E+03	1.97
14	F-2	1.49E-02	2.22E+03	0.48
15	F-3	1.27E-02	1.96E+03	0.47
16	F-4	1.31E-02	2.00E+03	2.06



6. 今後の予定

今後、以下の点を考慮しながら、最適なレンズ配置を求め、8mΦスペースチャンバの機能性能向上に係る改修に反映する。

- ・解析に用いる光線数の適切化
- ・トータルパワーと均一度との関係性