

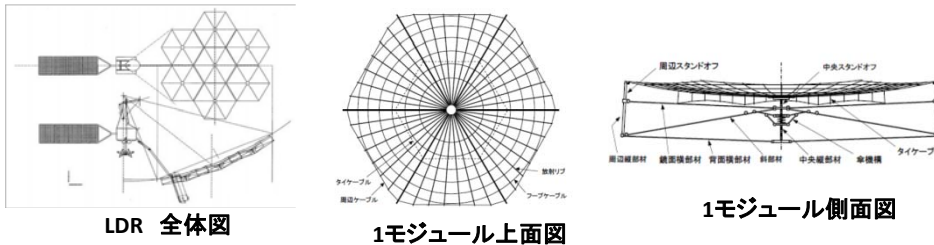
Astro-G

LDR の総合評価

石村康生, 紀伊恒男, 小松敬治, 後藤健, 村田泰宏, 岩田隆浩, 朝木義晴, 土居明宏 (ISAS/JAXA),
樋口健 (室蘭工大), 萩野慎二 (NEC), 土屋正治, 入門寛, 隈下恭介, 吉原真 (NTSpace),
Astro-G技術実証チーム

- Astro-Gにおける大型展開リフレクタ(LDR: Large Deployable Reflector)の軌道上における鏡面精度およびそれに基づくアンテナ特性の評価結果, **打ち上げから 1/2 EOLまでの間, 等価 rms 1 mmの鏡面精度を維持できる見通しを得た.**
- 評価過程において, **複数要因(展開再現性, 材料劣化, 熱変形, モジュール結合誤差)および材料特性の不定性を考慮した効率的なWorst Case Analysisの方法論が確立された.**

LDR(Large Deployable Reflector) 概要



精度予測の困難さ

- 複数の要因による各変形をLinear Sum (LS) すべいか, Root Square Sum (RSS) すべいか?
- 要因の**独立性(相関性)**で判断
 - すべてのパラメータの不定性の影響について, 組み合わせを考えると計算量が発散.
 - 各パラメータが変形に与える影響の**単調性**を仮定
独立な変形モードではMax/Minのみ考慮

主要変形要因と相関係数

		1-1	2-2	4-1-2	4-2-2	5-1-2	7A-1	8-1-2	8-2-2	4-5-1	5-2-1	6-2	8-5-1	3-1	4-3-2	4-6-2	5-3-1	7-2	8-3-2	8-6-2
CFケーブルモード	N1-1: 展開非再現性		-0.97	-0.97	-0.76	-0.97	0.94	-0.88	0.77	-0.20	0.33	0.33	-0.20	-0.21	0.04	-0.34	-0.18	-0.20	-0.10	-0.45
	N2-2: CFケーブル初期伸び		1.00	0.78	1.00	-0.96	0.91	-0.79	0.32	-0.47	-0.47	0.32	0.27	0.06	0.41	0.25	0.27	0.20	0.51	
	N4-1-2: 熱変形_BOL_CFケーブルCTE				0.81	1.00	-0.96	0.93	-0.83	0.33	-0.48	-0.47	0.33	0.28	0.08	0.42	0.26	0.27	0.21	0.54
	N4-2-2: 熱変形_BOL放射リブCTE					0.78	-0.76	0.96	-1.00	0.36	-0.33	-0.33	0.37	0.20	0.06	0.38	0.18	0.19	0.22	0.58
放射リブモード	N5-1-2: クリープ CFケーブル						-0.96	0.91	-0.79	0.31	-0.47	-0.47	0.32	0.27	0.06	0.41	0.25	0.27	0.19	0.51
	N7A-1: Eドリフト CFケーブルCTE						-0.87	0.76	-0.25	0.36	0.36	-0.25	-0.01	0.11	-0.17	0.01	-0.01	-0.08	-0.34	
	N8-1-2: 熱変形_EOL_CFケーブルCTE								-0.96	0.41	-0.44	-0.44	0.41	0.27	0.10	0.44	0.24	0.26	0.61	
	N8-2-2: 熱変形_EOL放射リブCTE									-0.37	0.33	0.34	-0.37	-0.21	-0.07	-0.39	-0.19	-0.20	-0.24	-0.59
タイケーブルモード	N4-5-1: 熱変形_BOL放射リブE									-0.73	-0.74	1.00	0.41	0.65	0.54	0.41	0.41	0.72	0.62	
	N5-2-1: クリープ放射リブ									0.99	-0.72	-0.61	-0.72	-0.64	-0.61	-0.61	-0.66	-0.62	-0.59	
	N6-2: Eドリフト放射リブ										-0.74	-0.62	-0.73	-0.66	-0.62	-0.62	-0.62	-0.67	-0.60	
	N8-5-1: 熱変形_EOL放射リブE										0.41	0.65	0.54	0.41	0.41	0.72	0.62			
放射リブモード	N3-1: QFケーブル初期伸び													0.74	0.94	1.00	1.00	0.56	0.72	
	N4-3-2: 熱変形_BOL_QFケーブルCTE															0.76	0.74	0.74	0.91	0.68
	N4-6-2: 熱変形_BOL_QFケーブルE																0.94	0.94	0.70	0.91
	N5-3-1: クリープQFケーブル結合誤差																	1.00	0.56	0.72
	N7-2: EドリフトQFケーブル結合誤差																		0.55	0.72
	N8-3-2: 熱変形_EOL_QFケーブルCTE																			

全体変形 中央放射リブ(横軸)
各モードのz方向(鏡面法線)変形

鏡面精度 推定結果

設計依存分	誤差要因	誤差配分 (mm, rms相当)			
		2009年10月時点	目標値	検証性能(現状)	
設計依存分	直線近似	0.12	0.12	0.12	
	ヒロー変形	0.05	0.20	0.20	
製造誤差成分	単体モジュール	0.20	0.20	0.20	
	モジュール間結合	単体調整	0.00	—	—
		測定誤差	0.38	0.31	0.29
		結合誤差	0.02	0.10	0.10
軌道上初期変形	地上重力影響誤差	0.02	0.05	0.05	
	展開再現性	単体モジュール★	0.66	0.33	0.59
		振動による影響	—	—	上項目に含む
		モジュール間結合	0.46	0.16	0.07
	測定誤差	0.00	—	—	
	鏡面変形(真空試験時変形)	0.19	0.19	0.19	
軌道上変形	BOL★	0.31	0.43	0.22	
	1/2 EOL (1.5 yr)★	1.00	0.79	0.70	
	EOL (3 yr)	2.00	—	—	
総合評価					
電磁界解析(幾何合成鏡面)	BOL	—	0.75	0.57 (nominal) 0.67 (worst)	
	1/2 EOL (1.5 yr)	—	1.00	0.76 (nominal) 1.16 (worst)	

worstは★におけるすべての要因の組み合わせのworstであり, 確率的には極めてありえないケースを含んでいる

鏡面精度推定法 概要

- 具体的な鏡面変形が予測される要因(右表★)とランダムな変形をする要因を識別
- ★の各変形を導出し, 全てを合成 (LS). ただし, 以下の手順により, 各要因のパラメータの不定性を考慮した最悪値探索を実施.
各パラメータ変動が変形に与える影響の単調性を仮定
各パラメータのMax/Minのみを考慮
同一変形モードで, +側, -側の変形をそれぞれLS
異種変形モード間は組み合わせをすべて考慮(2³)し, LS
- ★の合成変形に対して電磁界解析を実施し, 等価RMSを導出.
- 各ランダム要因の各RMSを導出.
- 上述2種類(★とランダム)の各RMS値をRSS