

光学観測高度化に向けた高精度構造・材料システム統合

小木曾 望(阪府大), 田中宏明(防衛大), 石村康生(早大), 後藤健, 土居明広, 小川博之, 河野太郎, 馬場満久, 峯杉賢治, 村田泰宏, 佐藤泰貴(JAXA), 仙場淳彦(名城大), 秋田剛(千葉工大), 小林訓史, 鳥阪綾子(首都大), 樋口健, 宮下朋之(早大), 岩佐貴史(鳥取大), 勝又暢久(香川大), 池田忠繁, 加藤章(中部大), 波多英寛(熊本大), 坂本啓(東工大), 岸本直子(摂南大), 藤垣元治(福井大), 篠原主勲(大同大), 河野裕介(天文台), 上田政人(日大), 横関智弘(東大), 岩田稔(九工大), 米山聡(青学大), 向後保雄, 新井優太郎(東理大), 小山昌志(明星大), 田川雅人(神戸大), 坂井建宜(埼玉大)

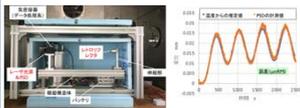
研究協力者: 石田学, 篠崎慶亮, 澤田健一郎, 西城大, 金城富宏(JAXA), 森浩二(宮崎大), 中澤知洋(名大), 大谷章夫(京都工繊大), 仲井朝美(岐大)

将来の科学観測に求められる高精度観測を実現するために、これまでに実施してきた指向性能が要求される1次元構造物, 高い形状精度が要求される2次元構造物, 熱変形・膨潤変形・経年劣化を抑制する高精度機能材料の研究開発をさらに発展させ, 高精度構造・材料システムの統合をめざす。

A. 高精度1次元構造物

【高精度変位計測】

10mの作動距離で, 5μm以下の精度での変位計測が目標。気球実験により, 低温低圧(-40℃, 10hPa以下)環境下での計測実証準備中。(2020年度はフライトレディであったが飛行機会を得られなかった)



左記の変位計測装置(2自由度計測)を拡張し, 5自由度計測装置を開発中。

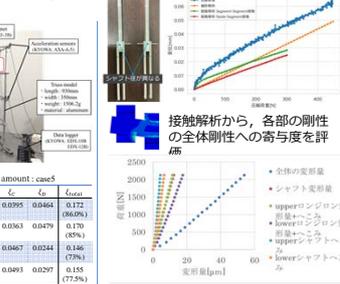
3台のレーザ射出口と受光部
2台のレトロリフレクタ(並進2つねじり)
1台のフラットミラー(チップセル)



【ジョイント接触部の剛性評価】



展開トラスの剛性を決めているロンジロンのシャフト部の精緻なモデル化を行い, 支配パラメータを明らかにする。



【SVMによる不確実性をもつ伸展マストの変形解析の効率化】

研究目的

部材長さとガタの大きさの不確実性を考慮する指向角分布を評価する際, 機械学習を用いて, 変形解析前に不定となる組み合わせを予測し, 効率よく指向角分布を得る手法を提案。

機械学習モデルと低段モデルの学習による多段モデルの予測

2クラスに分類するサポートベクターマシン(SVM)

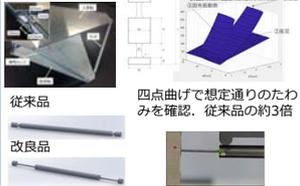
n 個の学習用データ集合 $(x_i, y_i)_{i=1}^n$, $x_i \in \mathbb{R}^d$, $y_i \in \{-1, 1\}$ に対して, 次の最適化問題を解くことで2つのクラスに分類する境界面を求める手法。 w と b は境界面を決定する係数, C はペナルティ係数。

変形解析の計算コストが小さな低段モデルで学習を行い, 多段モデルの不確実性を予測。学習用データとして3段モデルを用いて, 20段モデルの安定・不定の予測に成功。

学習用データ生成	従来手法	提案手法
SVMによる学習	-	21
指向角計算	25654	12826
合計	25654	12902

【ポインティング制御機構】

弾性ヒンジの最適化を行い, 耐荷重(10G), 固有振動数(100Hz)を維持しつつ, 可動域を向上させた。



【非線形振動特性評価】

振動時におけるジョイント内ガタ方向の滑り量を推定し, 展開トラス構造物の非線形振動特性を把握。

代表カタ量

Case1: 1mm, Case5: 50μm

カタ量に応じて, 滑り量の振動数依存性が異なる。

Table 11: Sliding amount: case1	
f [Hz]	ξ
20 Hz	0.090
30 Hz	0.279
104 Hz	1.118

Table 12: Sliding amount: case5	
f [Hz]	ξ
20 Hz	0.0399
30 Hz	0.0378
104 Hz	0.0258

B. 高精度2次元構造物

ExHAMによる圧電素子の宇宙環境曝露試験

PEACE: PiezoElectric Actuator Characteristic Experiments
目的: 圧電素子の宇宙環境特性を評価する

2019年8月21日 船外(曝露環境)に移動, 曝露試験開始

2020年10月27日 曝露試験終了

サンプルが地球に帰還後, 曝露後の特性変化を評価予定



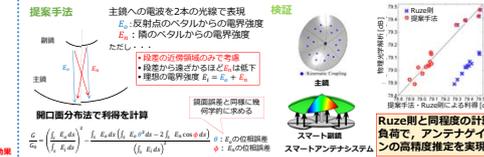
アンテナの背面支持トラスでの質量分布調整による鏡面誤差の低減

目的: 板ばねの導入と背面支持トラスの質量分布を調整することによる自重変形抑制効果の検証



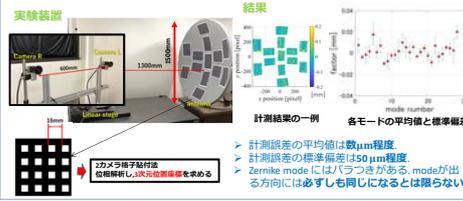
スマート副鏡アクチュエータ最適配置設計問題における光束分離法の提案

目的: Ruze則より高精度で, 物理光学解析より高効率な利得近似手法を提案する。



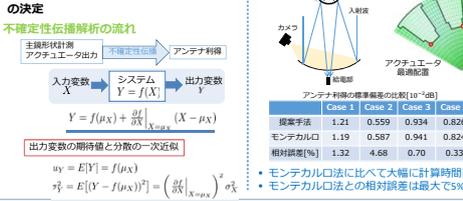
サンプリングモアレ法で生じる形状計測誤差のZernike分解

目的: サンプリングモアレ法による計測での計測誤差の特性をZernikeモードを用いて評価する



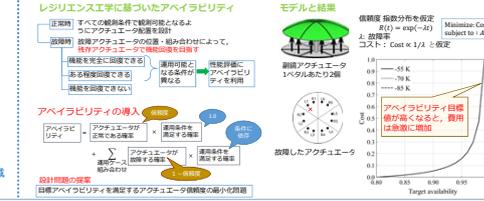
不確実性伝播解析によるスマート副鏡を用いた高精度アンテナにおける最適設計

目的: 不確実性がアンテナ利得に及ぼす影響を考慮した副鏡アクチュエータ最適配置の決定



レジリエンス工学に基づくスマートリフレクタの運用に関する考察

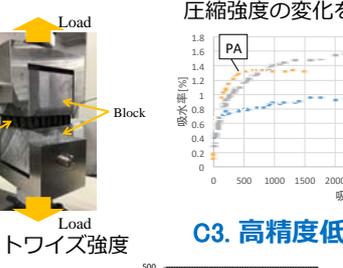
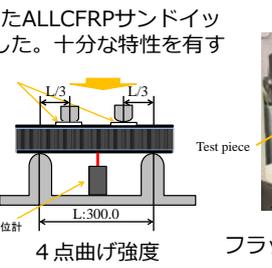
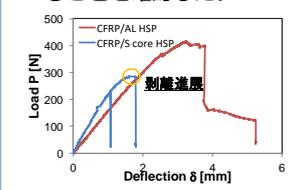
目的: アクチュエータの一部が故障しても, 残存アクチュエータで機能させたいという要求に対し, その実現可能性に関してレジリエンス工学に基づいた性能指標を提案



C. 高精度材料・構造要素

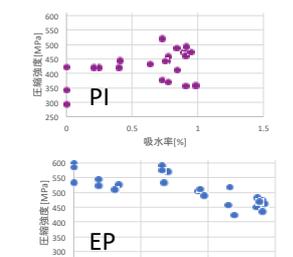
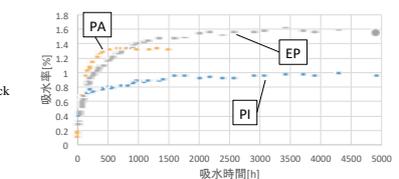
C1. 高精度構造要素の研究開発

CFRP/ハニカムコアを使用したALLCFRPサンドイッチパネルの力学特性を取得した。十分な特性を有することを確認した。



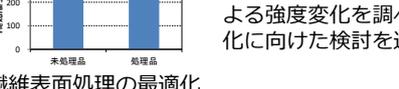
C2. 高精度構造要素の特性変動に関する研究開発

形状変形要因になりうるマトリックス樹脂の相違による吸水量の変化と, 圧縮強度の変化を調査した。



C3. 高精度低吸湿CFRPの研究開発

形状を付与した際の強度変化やプリプレグ作製条件による強度変化を調べ, 実用化に向けた検討を進めた。



金属/複合材接合構造の熱変形挙動を画像相関法によるひずみ計測により調査し, 全体変形に及ぼす各部の影響を調査した。

