

高精度大型宇宙構造システムの開発研究

～形状可変スマート構造システムの設計・開発

田中宏明（防衛大）、石村康生、後藤健、朝木義晴、土居明広（JAXA/ISAS）、神谷友裕（JAXA/ARD）、古谷寛、坂本啓、佐藤泰貴、稲垣章弥（東工大）、池田忠繁、仙場淳彦（名大）、小木曾望、南部陽介（大阪府大）、荻芳郎、川口健一、岡部洋二、斎藤一哉（東大）、秋田剛（千葉工大）、岩佐貴史（鳥取大）、宮崎康行（日大）、槇原幹十郎（東北大）、鳥阪綾子（青学大）、勝又暢久（室蘭工大）、河野裕介、小山友明（国立天文台）

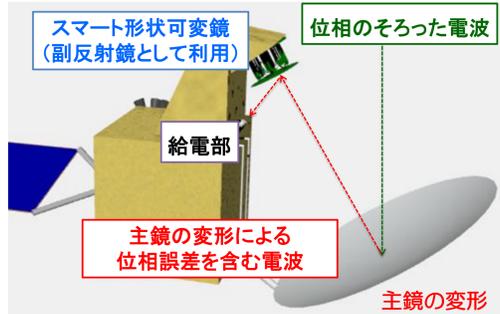
目的： 将来の高精度構造システムの実現のカギとなる形状可変スマート構造システムに関して、スマート形状可変鏡システムのBBMを設計・開発するとともに、設計法や圧電アクチュエータなど関連する技術課題に取り組む

スマート形状可変鏡BBMの開発・評価

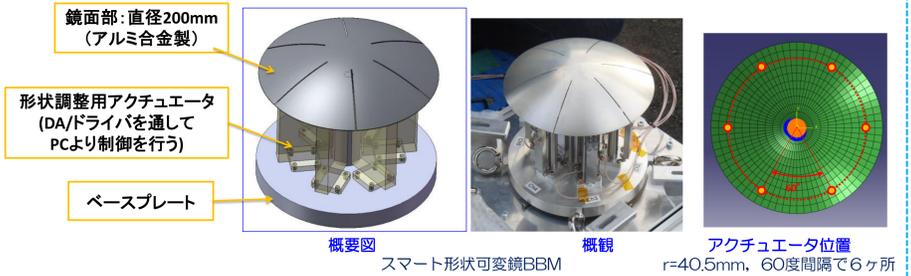
100GHzを超える電波に対応できる高精度アンテナシステムの実現に必要な、スマート形状可変鏡システムの開発を目指し、そのBBMを開発・評価する。

スマート形状可変鏡を用いた高精度アンテナシステム

主鏡の変形による行路誤差をスマート形状可変副鏡で補正し、位相の揃った電波を給電部に導くことで、高精度な鏡面系を実現する



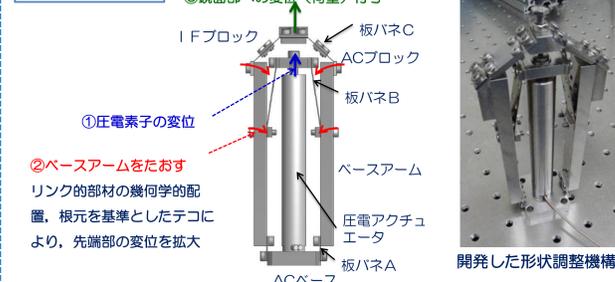
スマート形状可変鏡BBM



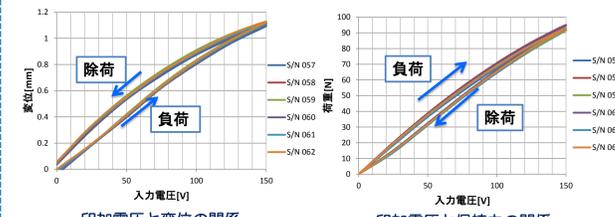
鏡面調整用アクチュエータの開発・評価

高い精度(1μm程度)と十分なストローク(サブmm程度)を実現できるよう、積層型の圧電アクチュエータと変位拡大機構を組み合わせた鏡面調整用アクチュエータを設計、開発

動作メカニズム



性能評価試験



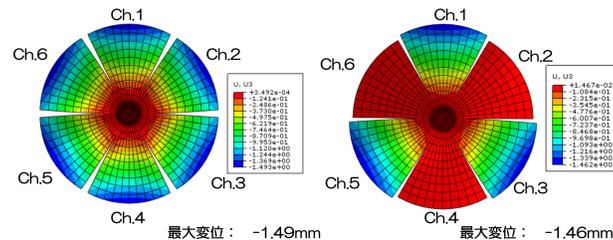
最大ストローク:1.095mm以上、保持力:91.7N以上が得られ、高保持力モデルの仕様を満たすことを確認した。

スマート形状可変鏡の性能評価

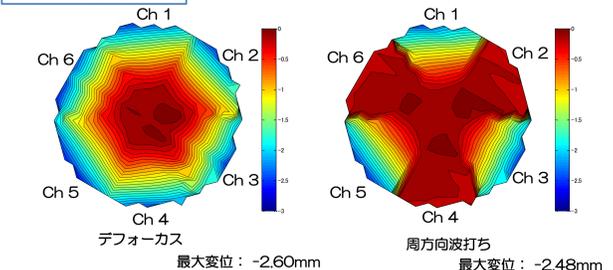
スマート形状可変鏡に下記の変形を付与する評価試験を実施、解析結果との比較を行う。

▷デフォーカス: アクチュエータ Ch1~6を駆動、焦点位置を変化させる
▷周方向波打ち: アクチュエータ Ch1,3,5を駆動、周方向に波打つ形状を付与
※アクチュエータ位置に0.6mmの変位を付与

数値解析結果



形状付与試験結果

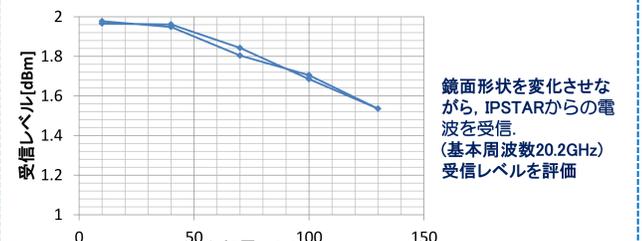


製作された鏡面厚さが解析モデルと異なるため、変形量自体は大きいものの、解析と同じ変形モードが得られている。

スマート形状可変鏡を組み込んだアンテナシステムによる特性評価



国立天文台のアンテナを利用し、スマート形状可変鏡の効果を確認

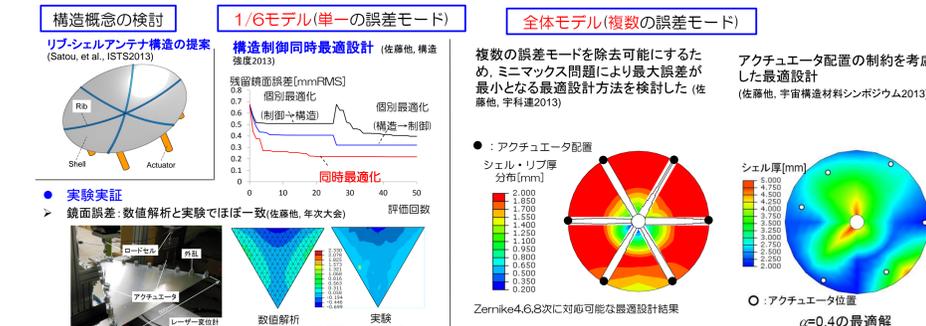


鏡面にデフォーカス変形を付与し、受信レベルの変化を確認。変形に応じて変化し、除荷時には元の受信レベルに戻る。

高精度構造実現のための解析・設計技術

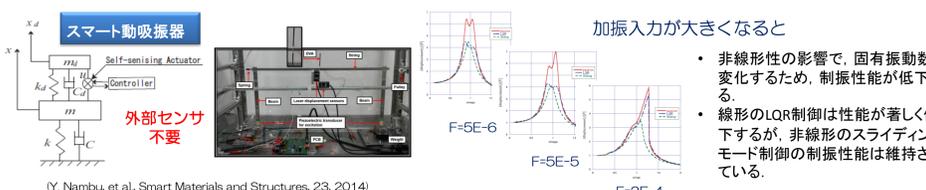
高精度平面アンテナの構造制御同時最適設計と実証実験

リップ・シェルアンテナ構造形態を提案し、構造制御同時最適設計を通して、変形誤差を最小化する構造寸法およびアクチュエータ出力を求め、そして、実験により、その効果を検証する。



マイクロアクティブ動吸振器によるロバスト振動制御

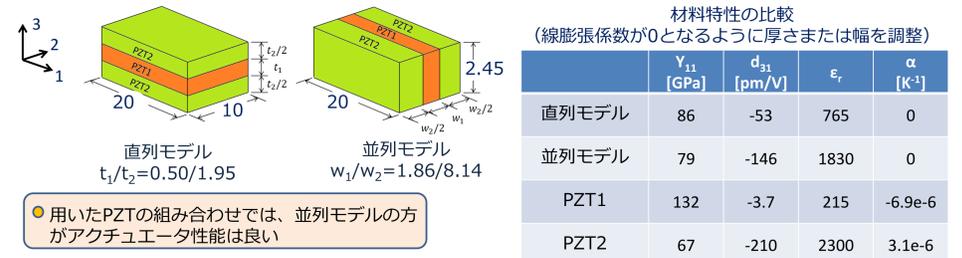
微小振動に対しても効果的な振動制御を実現するためのスマート動吸振器を提案し、宇宙空間での実現をめざす。



スマート材料

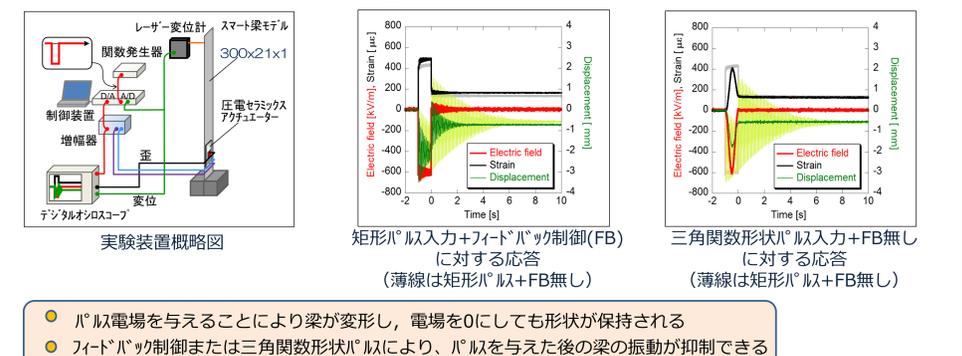
低熱膨張圧電セラミックスの設計

スマートリップ構造に用いる圧電材料の熱膨張係数をリップ構造と合わせる方法を提案しその効果を検証する



圧電セラミックスのヒステリシスを応用した無/低電力形状保持制御法の提案

スマートリップ構造の形状維持のための電力消費量を低減する方法を提案し、その効果を実証する



- パルスを電場を与えることにより梁が変形し、電場を0にしても形状が保持される
- フィードバック制御または三角関数形状パルスにより、パルスを与えた後の梁の振動が抑制できる