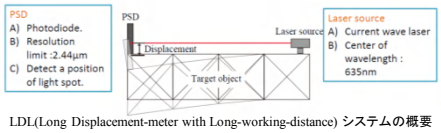
高精度大型宇宙構造システムの開発研究

高精度形状計測技術の開発研究

岩佐貴史，牧恒男，原田卓（鳥取大），岸本直子，亀井宏貴（摂南大），樋口健，相原弘匡（室蘭工大）
藤垣元治，吉川隆章（和歌山大），小木曽望（阪府大），田中宏明（防衛大），石村康生，河野太郎，神谷友裕（JAXA）
古谷寛，坂本啓，佐藤泰貴（東工大），中篠恭一（東海大），荻芳郎（東大），泉田啓（京都大），仙場敦彦（名大）

各種高精度計測法の開発と計測精度検証

レーザーによる高精度変位計測システム



LDL(Long Displacement-meter with Long-working-distance) システムの概要

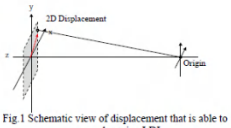
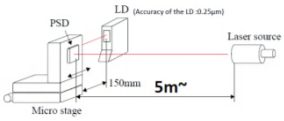


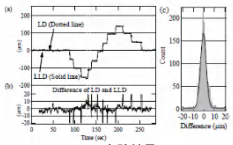
Fig.1 Schematic view of displacement that is able to measure by using LDL.



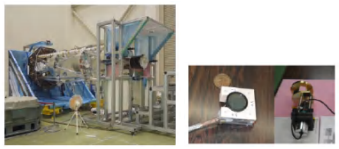
試験コンフィグレーション

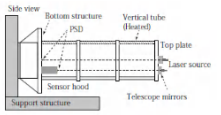
Put in 5m distance

実験装置

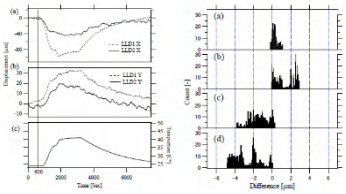


実験結果





ASTRO-H熱変形試験のコンフィグレーション

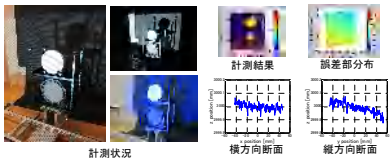


ASTRO-H熱変形試験における試験結果

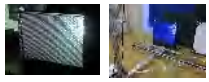
計測精度： 2.7μm@5m を達成

格子投影法による白色平板＆ハニカムパネルの表面形状計測

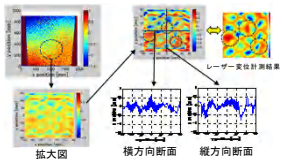
白色塗料（G13GP:6N/L01）付平板モデル＆ハニカムパネル



白色塗料（G13GP:6N/L01）付平板モデルの形状計測



計測状況

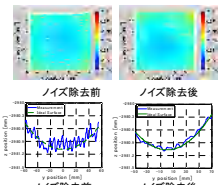


ハニカムパネルの形状計測

- 白色平板モデルの計測精度：40μm RMS
- ハニカムパネルの計測結果：短波長のノイズが発生するが，約0.6mm振幅のディンプル形状を計測可能

格子投影法の計測誤差の除去法の検証

➢ 提案するノイズ除去法
- 系統誤差：2DFFTによるバンドパスフィルター
- 偶然誤差：Wiener フィルター

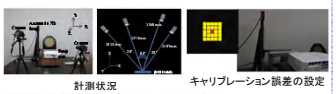


球面ミラーモデルの形状計測

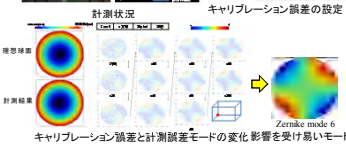
計測状況

➢ 検証結果
- 除去前：158μmRMS
- 除去後： 53μmRMS

DLT法の誤差モードにキャリブレーション誤差が与える影響



計測状況　キャリブレーション誤差の設定



キャリブレーション誤差と計測誤差モードの変化 影響を受け易いモード

大型宇宙構造物を対象とした形状計測法の提案

提案する計測法の概要

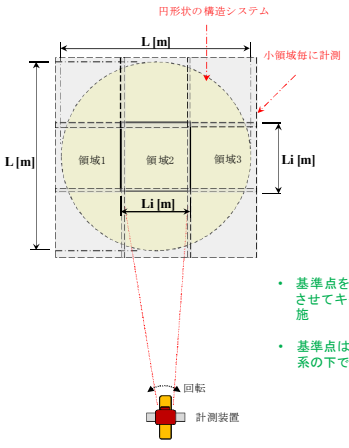
- 大型宇宙構造システムを部分領域に分割
- 分割した領域毎に面計測法で計測
- 計測した各領域の面形状の計測結果を統合
- 大型宇宙構造システムの全視野形状を復元

提案する計測法の特徴

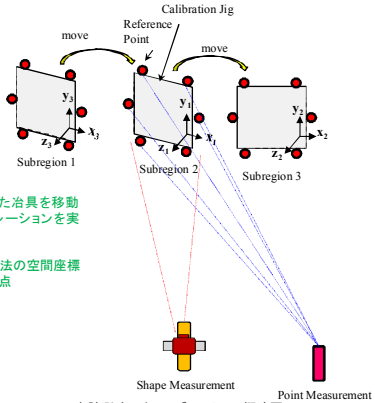
- 面計測法の計測範囲を限定するため精度の劣化を回避
- 計測システムの複数化により短時間計測にも対応可能

部分領域の結合法

- 面計測のキャリブレーション冶具に基準点を設置
- 基準点を高精度離散点計測法で測定
- 部分領域間の座標変換行列を計算
- 座標変換行列を利用して部分領域計測データを結合



計測法の概略図



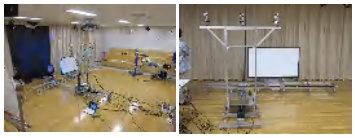
- 基準点を設置した冶具を移動させてキャリブレーションを実施
- 基準点は面計測法の空間座標系の下では不動点

本計測法のキャリブレーション概略図

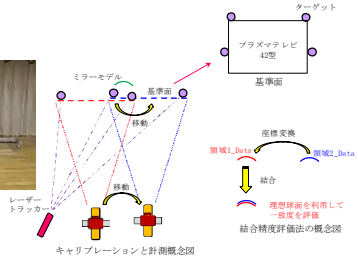
今後の課題

- 格子投影法座標系とレーザートラッカー座標系の相対的位置関係の高精度推定法の構築
- 結合精度の高精度化

計測精度の検証実験

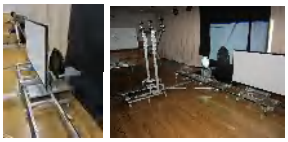


実験コンフィグレーション

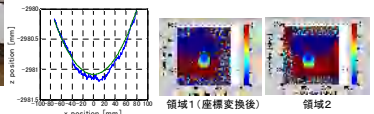


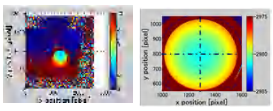
キャリブレーションと計測概念図　結合精度評価法の概念図

検証方法の概要

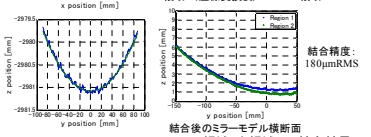


球面ミラーモデルの計測状況



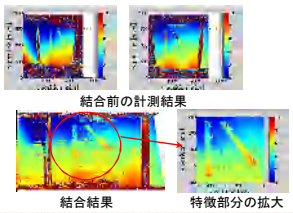


計測結果（領域1）



計測結果（領域1）　結合後のミラーモデル横断面　領域1と領域2の結合結果

パーティションパネルの計測状況



結合前の計測結果

結合結果　特徴部分の拡大

研究成果

- ✓ レーザーによる高精度変位計測システム　→　計測精度 2.7μm@5mを達成
- ✓ 格子投影法によるハニカムパネル表面形状計測　→　約0.6mm振幅のディンプル形状を計測可能
- ✓ 格子投影法による白色塗料（G13GP:6N/01）付平板モデル形状計測　→　40μmRMSを達成
- ✓ キャリブレーションに起因するDLT法の誤差モード　→　Zernikeモード6に影響
- ✓ 大型宇宙構造システムの形状計測　→　計測精度50μmRMS，結合精度180μmRMSを達成