

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（鳥取大），田中宏明（防衛大），樋口健（室蘭工大），岸本直子（摂南大）

石村康生，神谷友裕（JAXA），古谷寛，坂本啓，佐藤泰貴，松尾雄太郎（東工大），小木曾望（阪府大）

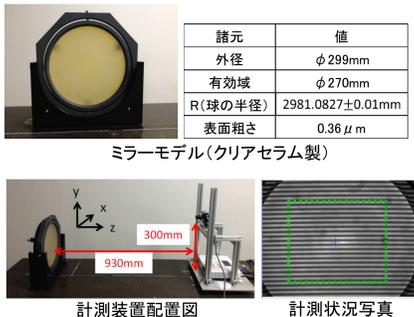
目黒在（東京都市大），中篠恭一（東海大），荻芳郎（東大），秋田剛（千葉工大），泉田啓（京都大），仙場敦彦（名大）

高精度大型宇宙構造システムの軌道上計測および地上計測のための高精度形状計測技術の開発

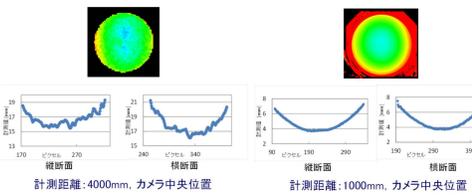
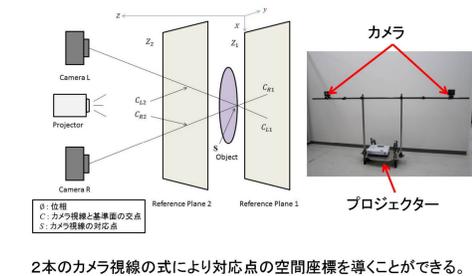
- ✓ 格子投影法，格子投影2カメラ法，照度差ステレオ法，平行ステレオ視法，DLT法における誤差モードの抽出とその除去法の検討
- ✓ 大型宇宙構造システムを対象とした全視野形状計測法の提案

各種計測法の誤差モードの抽出と計測誤差の低減法

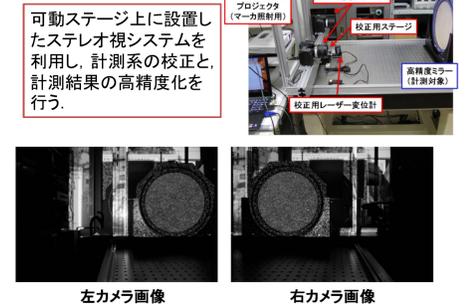
格子投影法



格子投影2カメラ法



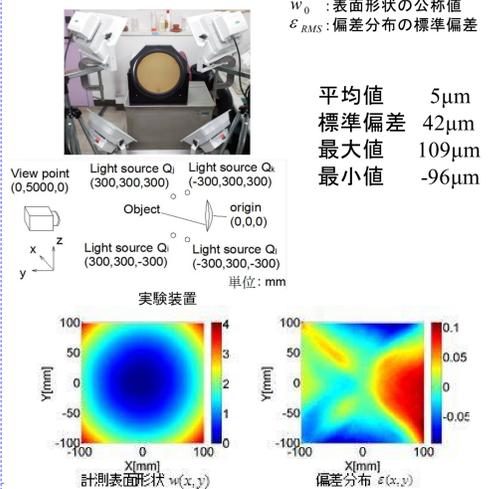
ステレオ視法



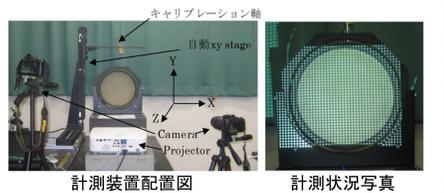
ミラーの形状計測結果の1例
※中心のずれは，計測系が正対していないことに起因する。(結果は改善される予定)

照度差ステレオ法

- 照度差ステレオ法により法線ベクトルを導出
- 画像中心を原点として，法線ベクトルを積分し，表面形状を導出
- $\epsilon(x, y) = w(x, y) - w_0(x, y)$
- $\epsilon_{RMS} = 42 \mu m$

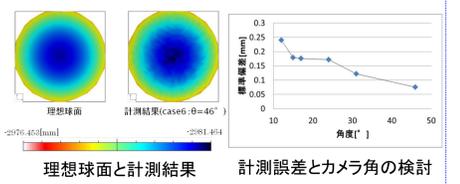


DLT法



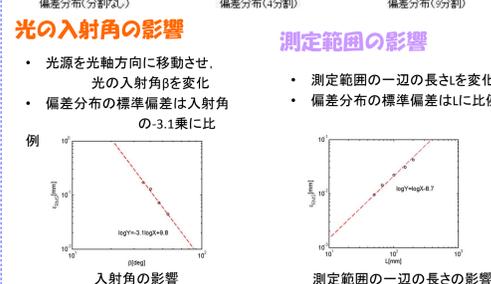
実験ケース

ケース	角度 [度]	撮影距離 [mm]	ターゲット [個]	
CASE1	12	1424	1374	814
CASE2	15	1409	1416	813
CASE3	17	1336	1375	813
CASE4	24	1307	1383	811
CASE5	31	1296	1355	812
CASE6	46	1285	1398	812



測定範囲を分割して形状計測

- 測定範囲をn分割(n=1,4,9), それぞれの中心を原点として形状を導出
- 分割して得られた表面形状から全体形状を構成
- 分割数増により標準偏差減
- 最大値，最小値の変化小



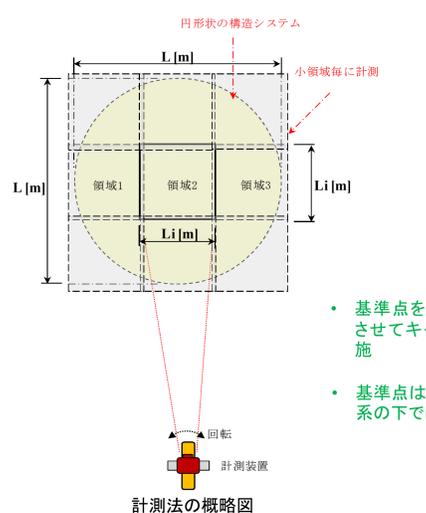
検討方法

- 連続30回計測
 - 系統誤差と偶然誤差に分類
 - 系統誤差のモード特性の検証
 - 偶然誤差の低減化法の検討
- 初回の計測結果
- 計測誤差分布
- 系統誤差
 - 偶然誤差
- 系統誤差の抽出
- 平均値 - 理想球面
- 横縞模様抽出
- STFFT
- 卓越する空間周波数成分の抽出
- 短空間フーリエ解析
- 偶然誤差の抽出
- 初回データ - 平均値
- 標準偏差130 μm
- 平均化処理による偶然誤差の低減度を調査
- 平均回数と誤差の低減度
- 系統誤差: 投影格子の幅とほぼ同一の波長成分が卓越
- 偶然誤差: 30回程度の平均化処理で9割以上のノイズが低減

大型宇宙構造システムを対象とした全視野形状計測法の提案

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的全視野形状を復元

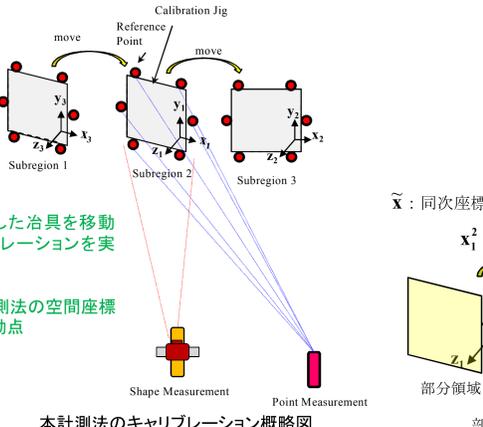


提案する計測法の特徴

- 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

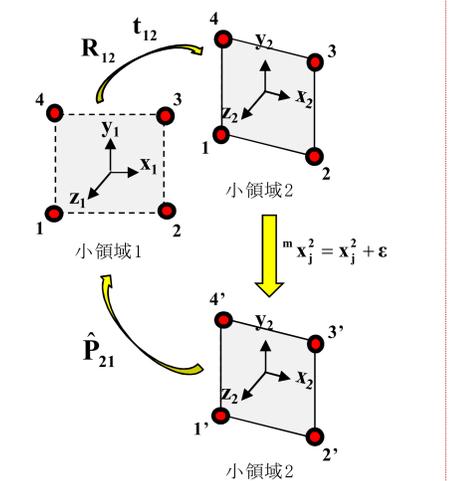
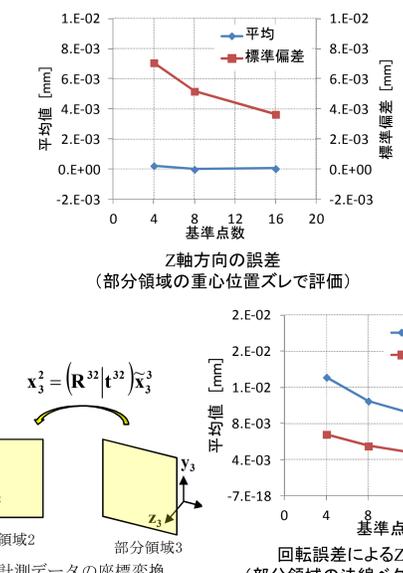
部分領域の結合法

- 面計測のキャリブレーション治具に基準点を設置
- 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



結合精度の事前検討

- 点計測法: レーザートラッカーを想定
- 計測精度: 最大許容誤差44μm



今後の課題

- 面計測法と点計測法の計測誤差の相乗効果の検証
- 座標変換行列の推定値の高精度化
- 提案する計測法的全視野計測時の測定誤差の高精度推定法の確立