

# 多関節アーム型 3D スキャナの精度検証

機械電子科 山口智之 長津義之

## Verifying the Accuracy of an Articulated Arm 3D Scanner

YAMAGUCHI Tomoyuki and NAGATSU Yoshiyuki

Keywords : Articulated measurement arm, 3D scanner, Reverse engineering

多関節アーム型 3D スキャナ (FaroArm Quantum S Max 3.5m xP : FARO Technologies Inc. 製) と解析処理システム (PolyWorks Inspector : InnovMetric Software Inc. 製) について、レーザープローブとタッチプローブにおける測定精度検証を行った。その結果、各関節のロータリーエンコーダが測定精度に影響しており、測定時のアームの動かし方によって測定精度に影響があること、アームの姿勢を大きく変えずに測定することで高精度な測定ができることを確認した。

キーワード : 多関節アーム式測定機、3D スキャナ、リバースエンジニアリング

### 1 はじめに

当センターでは、寸法測定や形状測定には、それぞれ据付け型の三次元測定機、カメラ式の 3D スキャナを使用していたが、これらの装置は、1m を超えるサイズの測定や測定機の変更が難しいなど測定条件に制限があり、大きい物や運搬が困難な重量物の測定に対応することができなかった。これに対し、多関節アーム型 3D スキャナ (図 1) は、測定範囲が約 3.5m と広範囲を測定できるほか、測定機本体がコンパクトでセットアップが容易のため測定物の設置場所に持ち運んでの測定が可能である。また、アームの先端には、レーザープローブとタッチプローブが着いており、両方を合わせた形状測定と寸法測定をすることができる。

今回は、両プローブの空間測定精度の検証として、高精度な三次元測定機 (UPMC850CARAT : カールツァイス (株) 製) での計測結果との比較を行った。

### 2 方法

8つの球を表 1 のように配置した精度検証用のゲージ (図 2) を多関節アーム型 3D スキャナのタッチプローブとレーザープローブでそれぞれ測定し、最小二乗球を求めた。この時、タッチプローブ



図 1 多関節アーム型 3D スキャナ

では、球の頂点 1 点と側面 4 点により球を測定し、レーザープローブでは、球の上半分程度をスキャンすることで球を測定した。求めた最小二乗球の中心座標を用いて、以下の座標系を作成し、この座標系における、各球中心の  $x$ 、 $y$ 、 $z$  座標を取得した。なお、測定によるばらつきを考慮し、それぞれ同様の測定を 5 回行い、平均値を求めた。

- ・原点 : 球 1
- ・ $x$  軸 : 球 1、2
- ・ $xy$  平面 : 球 1、2、8

次に、三次元測定機で同様に求めた値を基準値とし、多関節アーム型 3D スキャナで求めた値と基準値との差を求めた。

表 1 精度検証用ゲージの各球の中心座標

	座標 (設計値) (mm)		
	X	Y	Z
球 1	0	0	0
球 2	350	0	0
球 3	250	50	150
球 4	50	100	250
球 5	100	200	100
球 6	200	250	200
球 7	300	300	50
球 8	0	350	0

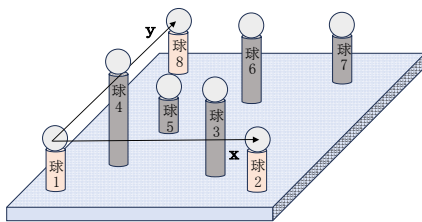


図2 精度検証用ゲージ

### 3 結果および考察

各球中心座標及び直径の基準値との差を図3に示す。最大誤差はレーザープローブが約0.056mm、タッチプローブが約0.041mmとなり、カタログ上の精度(レーザープローブ:0.061mm、タッチプローブ:0.020mm)と比較すると、レーザープローブはカタログ上の精度を満たす結果であるが、タッチプローブは、精度を下回る結果となった。

この原因として、多関節アーム型3Dスキャナは各関節に搭載されているロータリーエンコーダにより角度(距離)を求めているため、測定時に動かすロータリーエンコーダの数や回転角度が大

きくなるほど誤差が生じていると考えられる。特にタッチプローブでは、球の測定で測定点を5点を取る際にプローブを球に垂直に当てようとし測定点毎に複数のアームを大きく回転させることとなり、ロータリーエンコーダの誤差が大きく出てしまったと考えた。追加の実験では、同様の測定をアームの姿勢を大きく変えないようにプローブを当てて測定を行った。この結果を図4に示す。

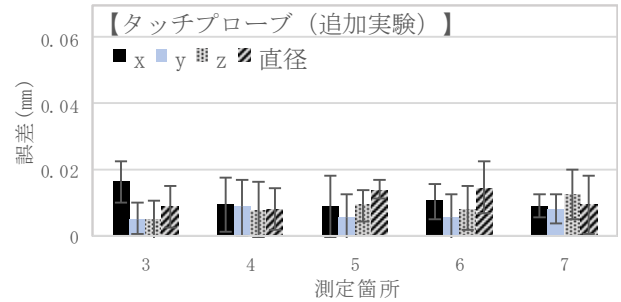


図4 タッチプローブの追加実験の結果

追加の実験結果では、比較的全体の誤差が小さくなり、最大の誤差も0.021mm程度で、カタログ上の精度と同等の測定結果となった。このことから、多関節アーム型3Dスキャナは、アームの姿勢を大きく変えないように測定することで、高精度な測定結果を得られるということが推察できる。

### 4 まとめ

空間測定精度の検証を行い、多関節アーム型3Dスキャナは、各関節のロータリーエンコーダが測定精度に影響しており、アームの姿勢を大きく変えずに測定することで高精度な測定が期待できる。

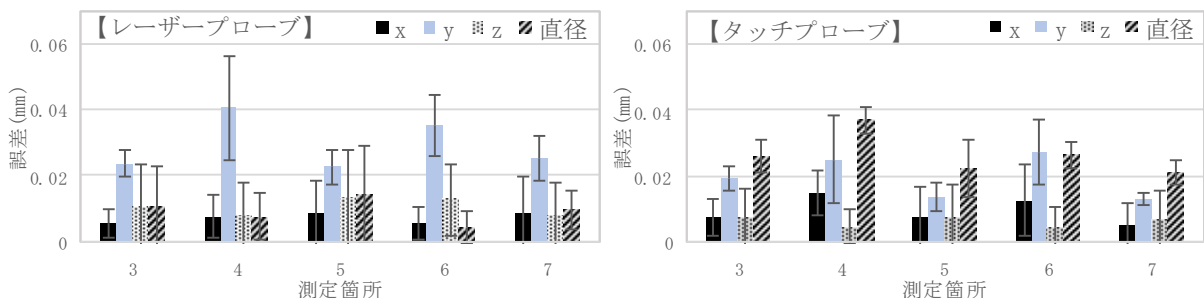


図3 実験結果(レーザープローブ・タッチプローブ)