

# 3Dスキャナと3Dプリンタの連携によるクローズドループエンジニアリング

山下 宏\* 大高 理秀\* 早乙女 秀丸\*\*

## 1. はじめに

産総研地域連携戦略予算プロジェクトとして、3Dプリンタによる評価モデルの造形、および非接触と接触それぞれの方式で寸法形状測定を実施したので、結果を報告する。

## 2. 3Dプリンタによるモデル造形

### 2.1 3Dプリンタの仕様と造形条件

図1に使用した3Dプリンタ外観を、表1に3Dプリンタの仕様を示す。今回の造形条件として、材料は通常当センターで使用している透明材とし、モデルの造形レイアウトを図2に示す。目印用の切欠き部をプリンタヘッド進行方向と平行とした。造形時間は約42時間であった。



図1 3Dプリンタ

表1 3Dプリンタの仕様

装置名	Objet30Pro
造形方式	ポリジェット方式
積層ピッチ	16 $\mu$ m (Clear 樹脂) 28 $\mu$ m (Clear 樹脂以外)
造形精度	$\pm 0.3$ mm (※造形条件による)
材料	UV 硬化アクリル系樹脂
造形サイズ	294mm $\times$ 192.6mm $\times$ 148.6mm

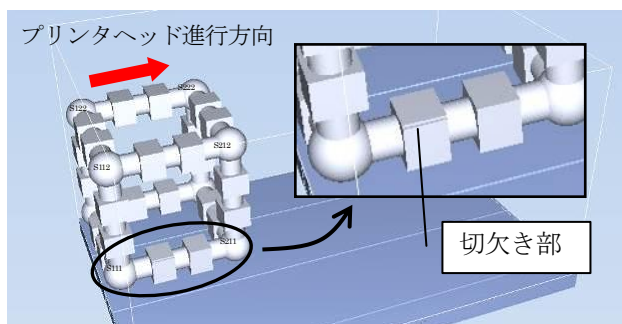


図2 モデルの造形レイアウト

### 2.2 造形品のサポート材の除去

図3(a)～(d)に造形品のサポート材の除去の様子を示す。サポート材の除去は、まずは素手でおおまかに行い、その後爪楊枝を用いて細部の除去を実施した。次に表面に付着したサポート材の除去の仕上げとしてウォータージェットによる除去を実施した。

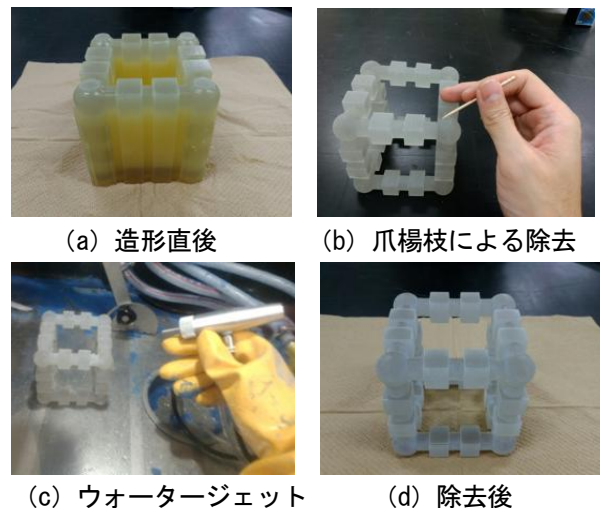


図3 サポート材の除去

## 3. 測定方法

### 3.1 3Dスキャナ（非接触）の仕様と測定条件

3Dスキャナは、図4に示す多関節アーム型のレーザ測定機を使用した。測定機の仕様を表2に示す。今回材料は透明材を使用したため、マット処理で造形したため、造形品は曇ガラスのような表面状態であった。そこで、測定はパウダースプレー（図5）の塗布無し・有りの両方で実施したが、塗布無しでは若干ノイズが多くなったため、塗布有りのデータを採用した。また、造形品は6面全てが一度で測定できる図6のように配置した。



図4 3Dスキャナ



図5 パウダースプレー

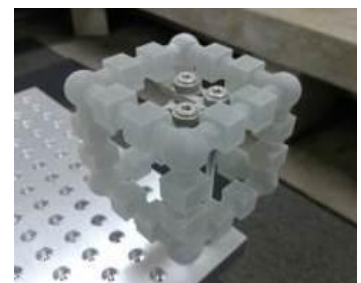


図6 造形品の配置

表2 3Dスキャナの仕様

装置名	VECTRON VMC666M
測定精度 (定点の再現性)	2 $\sigma$ : 0.03mm (接触) 2 $\sigma$ : 0.07mm (非接触)
アーム全長	1750mm

### 3.2 三次元測定機（接触）の仕様と測定条件

図7に接触測定に使用した三次元測定機外観を、表3に仕様を示す。測定は図8のように造形品内部の上下（上:3ヶ所, 下:2ヶ所）を押さえるように固定し、6面全てを測定した。



図7 三次元測定機

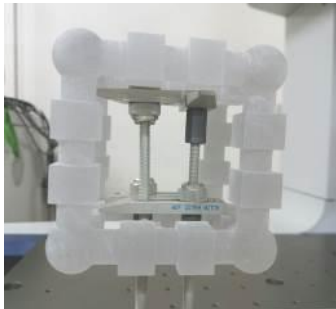


図8 造形品の固定

表3 三次元測定機の仕様

装置名	LEGEX707
測定範囲	700mm×700mm×450mm
最大許容長さ測定誤差	E0, MPE = (0.48+L/1000) μm ※Lは測定長さ mm

## 4. 結果と考察

### 4.1 3Dスキャナによる測定結果

3Dスキャナによる測定と、設計データとのずれ量をカラーマップ(±0.7mm)として評価した。ベストフィットによる位置合わせでの結果を図9に、座標系作成に利用した3つの球による面形状位置合わせの結果を図10に示す。

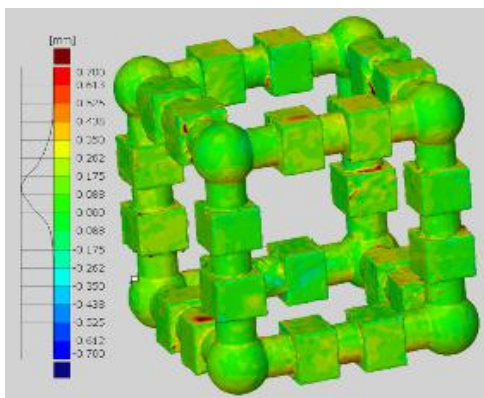


図9 ベストフィット

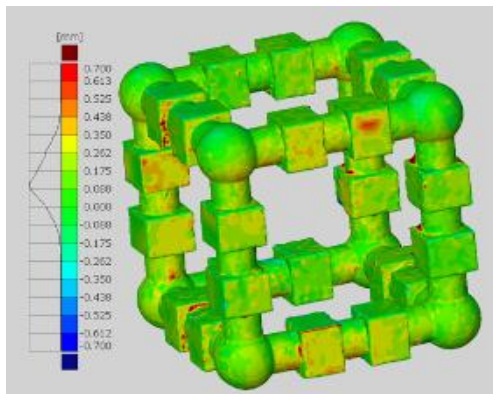


図10 面形状合わせ

### 4.2 測定結果の比較評価

非接触と接触にて、造形品の各球・面・円筒の寸法測定を実施した。一例として各球の直径値の比較結果を示す。接触測定値からモデルの設計値を引いた結果を図11に、非接触測定値から接触測定値を引いた結果を図12に示す。今回、三次元測定機(接触測定)が3Dプリンタの造形精度や3Dスキャナの測定精度に対して高精度な測定が可能であることから、三次元測定機による測定結果を真値と仮定すると、図11の結果から各球の直径は設計値よりも0.05~0.25mm程度大きい装置スペックの±0.3mmは満足した。次に図12をみると接触測定よりも非接触測定結果は0.2~0.4mm程度大きな値となっていた。非接触測定ではパウダースプレーを塗布しているため、その影響もあり全体的に大きめになっていることが考えられる。

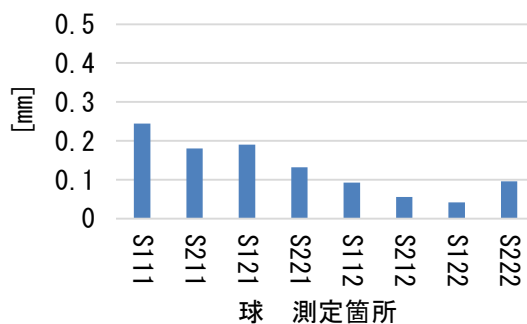


図11 接触測定と設計値の球直径差

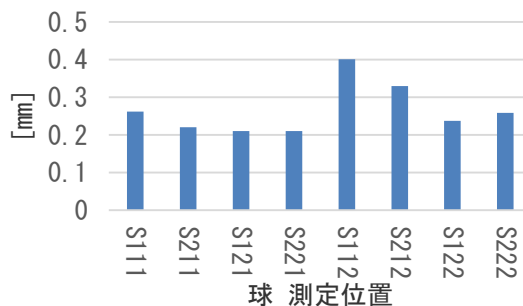


図12 非接触測定と接触測定の球直径差

## 5. まとめ

今回、対象モデルについて3Dプリンタ・三次元スキャナ・三次元測定機を連携させた評価を実施した。取得したデータを分析することでそれぞれの装置の特徴や精度を把握した。

## 6. 謝辞

本プロジェクトを遂行するにあたり、造形モデルの選定や実施ガイドライン作成等、全体取り纏めを行って頂いた産総研地域連携戦略予算プロジェクト「3Dスキャナと3Dプリンタの連携によるクロズドループエンジニアリングの実証」運営協議会の方々に感謝の意を表す。