

黒色反射物体の立体形状測定に関する研究

生産技術部 ○藤田純一

1. はじめに

鹿児島県の特産品である薩摩琵琶は、現在、作り手が途絶えており新しく製造することができない。しかも、設計図面や製造指示書がなく復元も困難な状況である。

薩摩琵琶の形状は自由曲面が多用されており定規などでは測定が難しく、通常は3DスキャナやCTスキャナ等ではしか測定できない。ただし薩摩琵琶は表面に漆が塗られており、それは黒色でしかも反射がある。3Dスキャナでは通常、そのような黒色反射物体の測定は困難である。

そこで、本研究では薩摩琵琶の復元をめざし、3Dスキャナでは困難とされていた薩摩琵琶のような黒色反射物体の測定方法について研究し、3次元形状データを作成する手法について検討した。

2. 3Dスキャナによる測定

2. 1 被測定物と使用した3Dスキャナ

被測定物は、図1に示す薩摩琵琶で、全長975mm、全幅325mm、全高220mmである。木目に漆塗りで蒔絵に金箔などが施されている黒色反射物体である。

測定に使用したArtec3D社製ハンドヘルド式スキャナEvaを図2に示す。0.4～1mの距離にある物体を測定できる。

2. 2 スキャン角度

黒色反射物体である薩摩琵琶を3Dスキャナでスキャンすると、反射等の影響により通常スキャンは困難である。そこで、図3に示すように、測定サンプルに対しスキャナ照射角度を水平から5度刻みで90度まで測定できる補助治具を作製し、最適な照射角度を検討した。測定結果を図4に示す。その結果、照射角度75度が最も良好に測定できることが分かった。



図1 薩摩琵琶



図2 3Dスキャナの外觀



図3 測定サンプルと治具

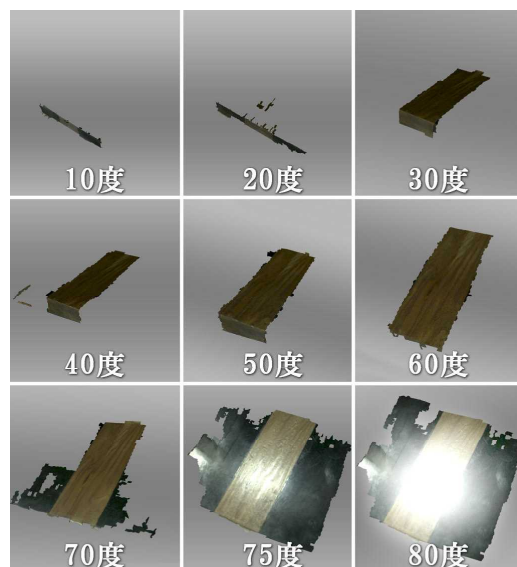


図4 スキャン角度と測定結果

2. 3 琵琶全体の測定方法

今回、測定に使用した3Dスキャナは手持ち用の機器である。手持ちでの測定であれば、本来位置合わせ用のマーカーを付加するのが通常の測定手法であるが、今回は被測定物が文化財のためその方法を行えない。そのためマーカーを使用せず測定精度を保つために、図5に示すとおり、手持ちを補助するガイドとして伸縮式一脚を用いた。上下方向の移動速度は10cm/秒で、薩摩琵琶の全横幅が測定できるよう、3Dスキャナと距離を800mmにした。

この方法により測定したデータを図6に示す。課題であった黒色反射物体の測定が過不足なくできており、細かい乱反射ノイズは後処理にて十分削除できるレベルであった。



図5 伸縮式一脚による直線移動

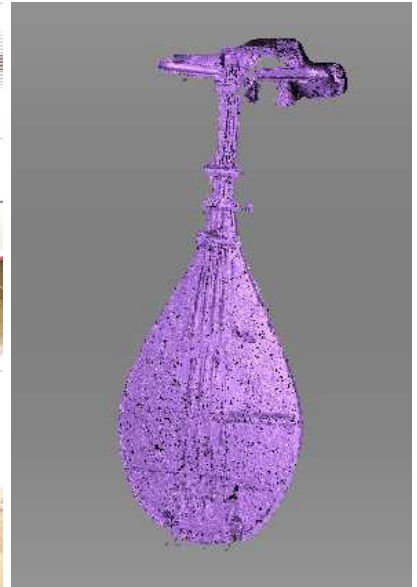


図6 測定した3次元形状データ

3. 測定データの検証

今回、3Dスキャナで測定した形状データの精度検証のため、同じ薩摩琵琶をCTスキャナで測定したデータと比較した。196枚のスライス画像を3D-CADデータに変換し、図7に示すとおり同じCAD平面上に置き、寸法を比較した。

図8に上面図での比較画像を示す。黒色部分は3Dスキャンの上面データ、灰色部分は3Dスキャンの背面データ、そして白色の線分表示はCTスキャンのデータである。

比較の結果、3DスキャンとCTスキャン間には、最大でXY方向で約2mm、Z方向で約3mmの差異が発生していることが分かった。これは薩摩琵琶の全幅325mm、胴厚90mmを考慮するとXY方向で1.2%、Z方向で約3.3%の誤差であった。

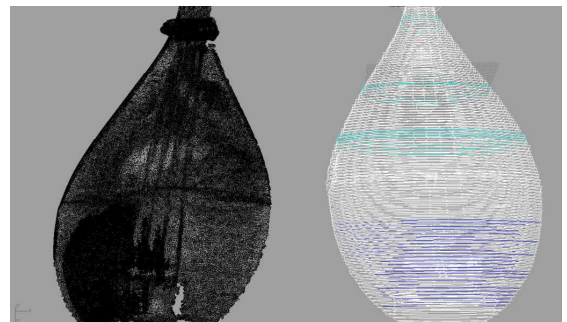


図7 3Dスキャン(左), CTスキャン(右)

4. おわりに

従来、3Dスキャナで黒色反射物体を測定するのは困難であったが、今回検討した手法で、CTスキャンデータに対しXY方向1.2%、Z方向3.3%の誤差で測定できた。しかし、その精度にはまだ改善の余地があることも分かった。要因としては、黒色反射物体の鏡面反射による点群座標情報の取得率低下と精度低下が考えられる。今後は、更なる測定精度向上のため、幅20cm×奥行き30cm×高さ10cm程度の黒色反射物体の規定寸法サンプルを事前にスキャンし、その測定結果を元に寸法校正を行い、本スキャンを行うような手法を検討していきたい。

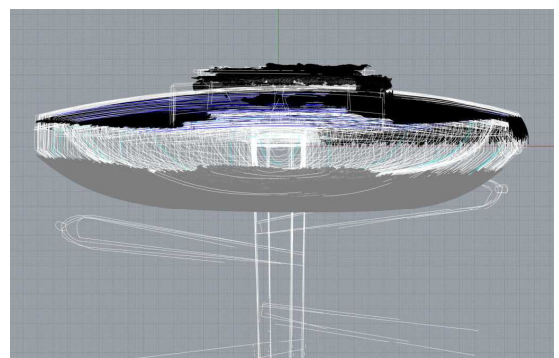


図8 両モデルを重ねて比較