

伝統工芸品の形状測定方法の研究

産業工芸科 研究員 ○関澤良太

質問はメールにて事務局までお気軽にお問い合わせください。
問い合わせ先：福島県ハイテクプラザ 企画連携部産学連携科
e-mail : hightech-renkei@pref.fukushima.lg.jp

価値ある工芸品や文化財が膨大な量であり、管理しきれていない。

⇒3Dデータ化による保存・展示、商品開発への応用が期待されている。

そこには課題あり…

- ・3Dスキャナのメーカーの仕様と測定結果が同じではない。
- ・工芸品によく見受けられる凹凸は、どの程度までスキャンできるのか。
- ・工芸品によく見受けられる黒色（ex.漆）はスキャンが困難であり、価値ある工芸品や文化財にパウダースプレーの塗布ができない。

伝統工芸品および文化財における形状測定を目標に、

3Dスキャナの実測限界を調査する。

研究概要

- ・ 工芸品によく見受けられる**黒色（ex.漆）**が、**スキャンが困難。**

⇒ **どの程度の黒さまでなら測定可能かを調査**

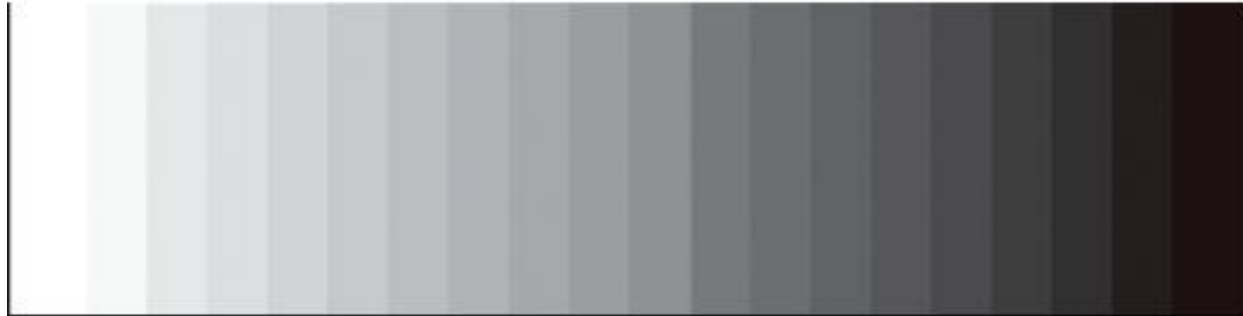
- ・ 工芸品によく見受けられる**凹凸**は、**どの程度までスキャンできるのか。**

⇒ **測定サンプル用いて、凸の形状の違いによる測定限界を調査**

- ・ **3Dスキャナのメーカーの仕様と測定結果が同じではない。**

⇒ **測定サンプルを用いて、凸形状の違いによる測定誤差の傾向の調査**

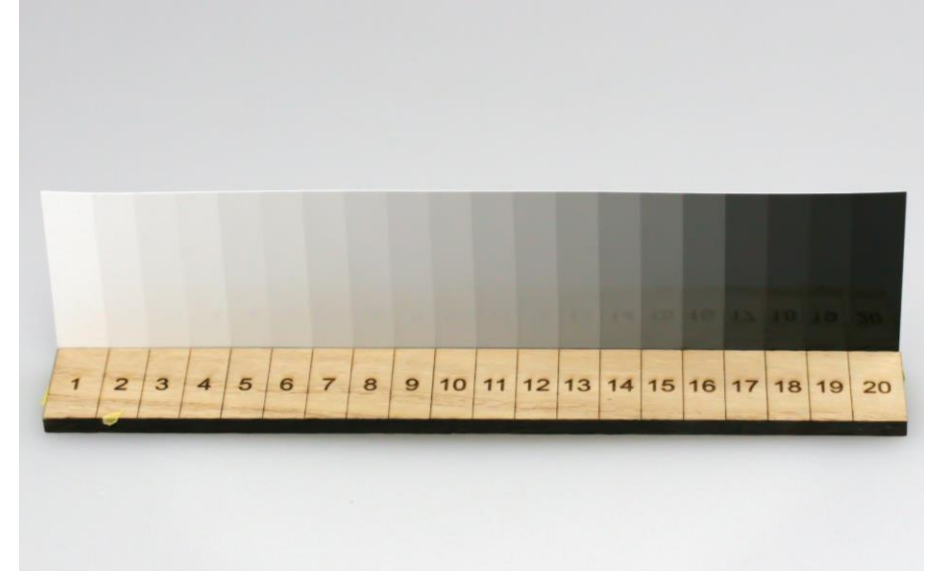
①工芸品に見受けられる黒色の測定限界の調査 | どの程度の黒さまでなら測定可能か



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

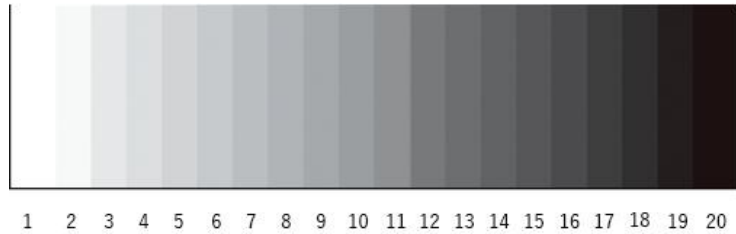
引用 <https://www.fujifilm.com/jp/ja/business/inspection/testchart/ready-made>

グレースケールチャート20段（富士フィルムイメージングシステム社製）※デジカメ等の評価に使用する試験標板



1段階上がるごとに黒色が濃くなる（全20段階）このチャートを指標として、**何段階の黒色まで測定が可能か**を検証した。

①工芸品に見受けられる黒色の測定限界の調査 | どの程度の黒さまでなら測定可能か

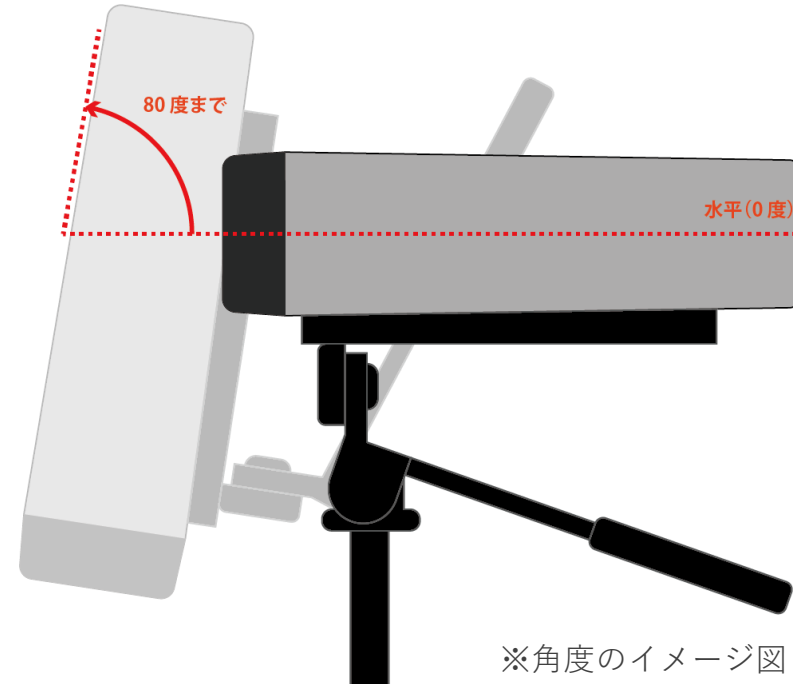
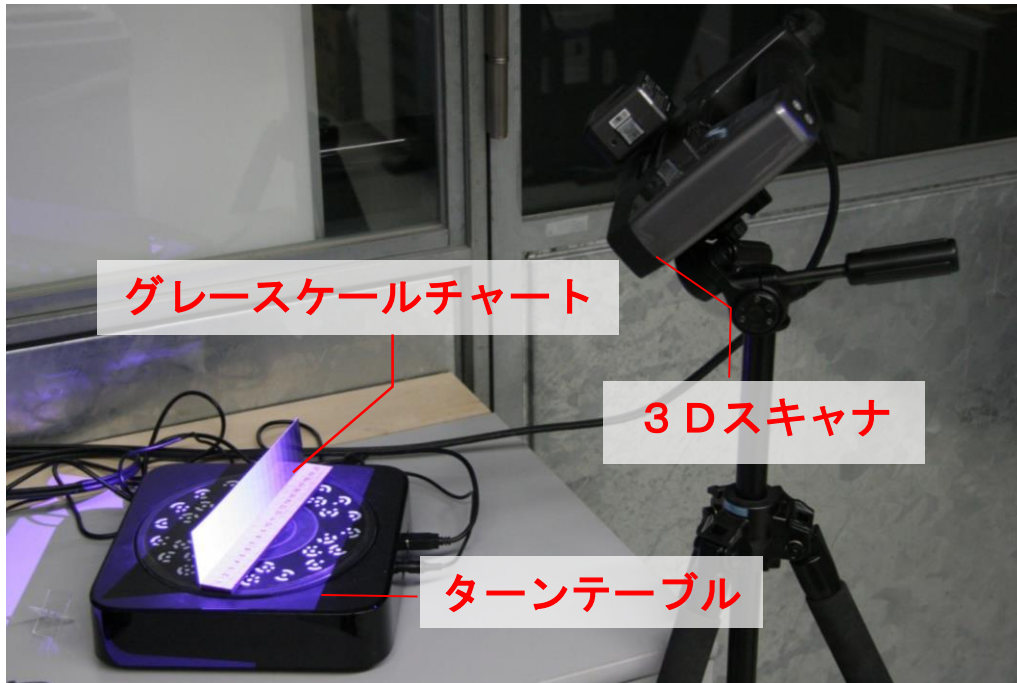


	20度	60度	85度
平均値	85.2	101.2	92.4

段階	20度	60度	85度	段階	20度	60度	85度
20	76.4	90.8	69.9	10	87.7	103.2	96.9
19	82.3	100.1	94.1	9	90.1	103.2	96.7
18	83.7	100.5	99.9	8	80.7	103	95.3
17	77.9	99.9	94.2	7	90.5	103	90.7
16	89	99.9	94.9	6	84.5	102.6	95.3
15	85.2	101.6	97.6	5	94.3	104.2	92.7
14	85.9	101.5	91	4	93.2	104.6	97.9
13	88.9	102.3	94.7	3	93.1	104.6	99.4
12	86.5	102.9	97.1	2	80.9	104.7	95.4
11	88.8	103.4	96.1	1	65.3	88	60

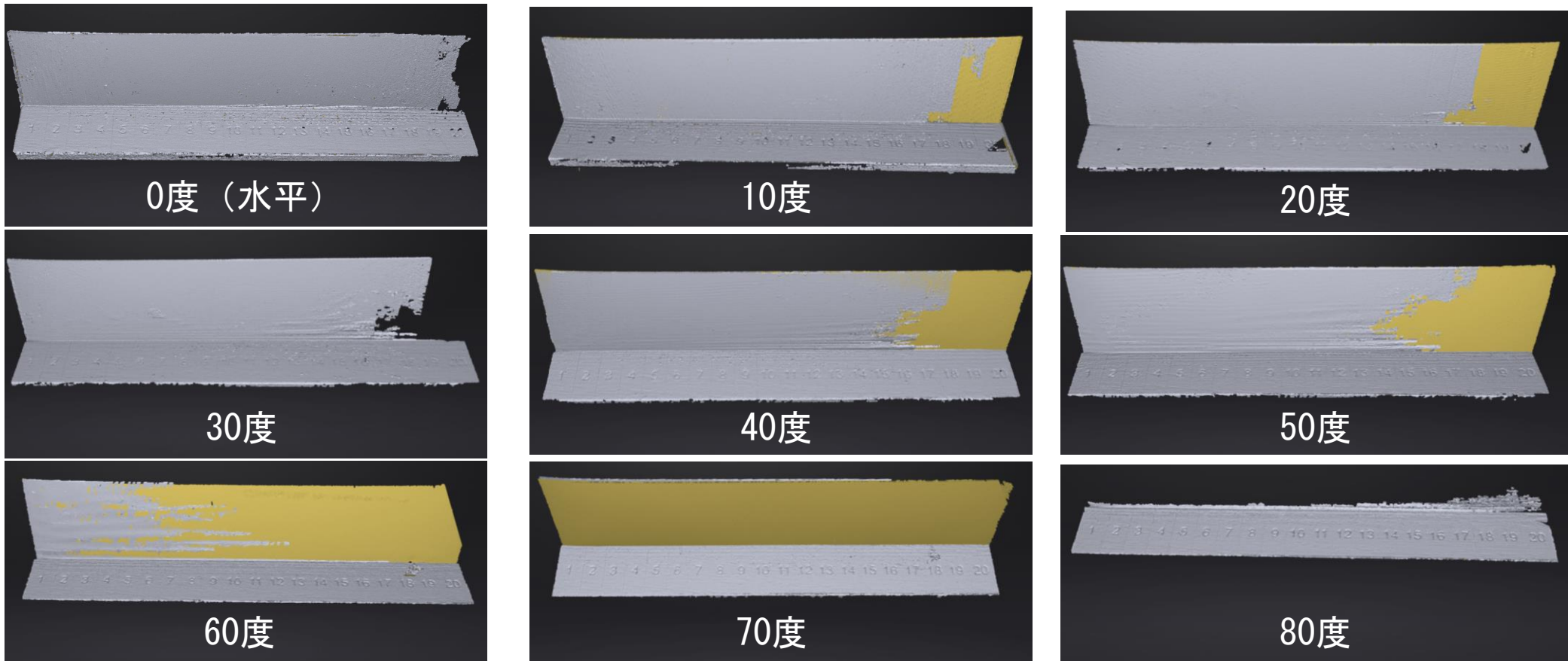
光沢のある物体は、光を反射するためスキャンが困難である。
 ⇒ **光沢計（PG-1M）** で各段階の光沢度を測定した。

①工芸品に見受けられる黒色の測定限界の調査 | どの程度の黒さまでなら測定可能か



グレースケールチャートに対してスキャナの照射角度を水平（0度）から10度刻みで80度まで変えて、黒色部分を測定するための最適な角度を検証。

①工芸品に見受けられる黒色の測定限界の調査 | どの程度の黒さまでなら測定可能か



○照射角度0度が最も良好に測定可能であり、撮影したい面に対して垂直に照射すると最も良好に測定できると言える。

○18段階まで、欠落箇所が無くスキャン可能である。

①工芸品に見受けられる黒色の測定限界の調査 | どの程度の黒さまでなら測定可能か



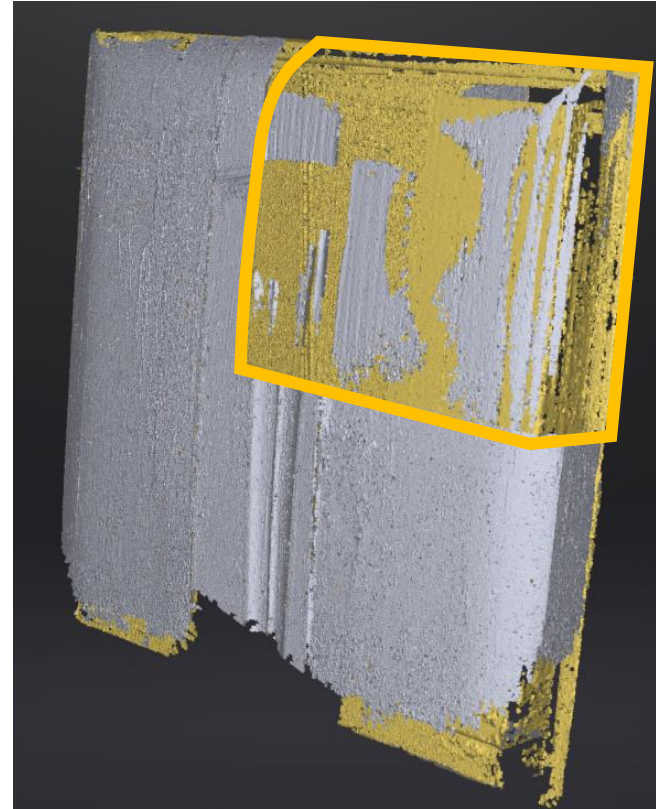
①工芸品に見受けられる黒色の測定限界の調査 | どの程度の黒さまでなら測定可能か

漆で塗装されたサンプルを測定（漆塗装部分に対して**垂直**に照射）
グレースケールチャートとの比較⇒段階20よりも黒く、光沢は低い。



項目	光沢値 20度	光沢値 60度	光沢値 85度
漆塗装部分	29.1	79.7	93.2
20段階	76.4	90.8	69.9
19段階	82.3	100.1	94.1
18段階	83.7	100.5	99.9

①工芸品に見受けられる黒色の測定限界の調査 | どの程度の黒さまでなら測定可能か



測定結果、一部しか測定ができなかった。
⇒20段階と光沢値は同等かつ黒色が濃かったたことが原因と考えられる。

研究概要

・ 工芸品によく見受けられる**黒色**（ex.漆）が、**スキャンが困難**。

⇒ **どの程度の黒さまでなら測定可能かを調査**

・ 工芸品によく見受けられる**凹凸**は、**どの程度までスキャンできるのか**。

⇒ **測定サンプル用いて、主に凸の最小形状の測定可能な限界を調査**

・ **3Dスキャナのメーカーの仕様と測定結果が同じではない**。

⇒ **測定サンプルを用いて、測定誤差の調査**

②工芸品に見受けられる凹凸の測定限界の調査 | どの程度の凸までスキャンできるか



プリント方式	FFF (熱溶解積層法)	▶ 目標寸法 (ノズル直径より小さいものは出力不可能)	0.4[mm]
積層ピッチ	0.05~0.4[mm]		
ノズル直径	0.4[mm]		
プリントサイズ	220×200×250[mm]		
造形精度	±0.1[mm]		

FLASHFORGE社 Adventurer4
引用 <https://flashforge.jp/product/adventurer4/>

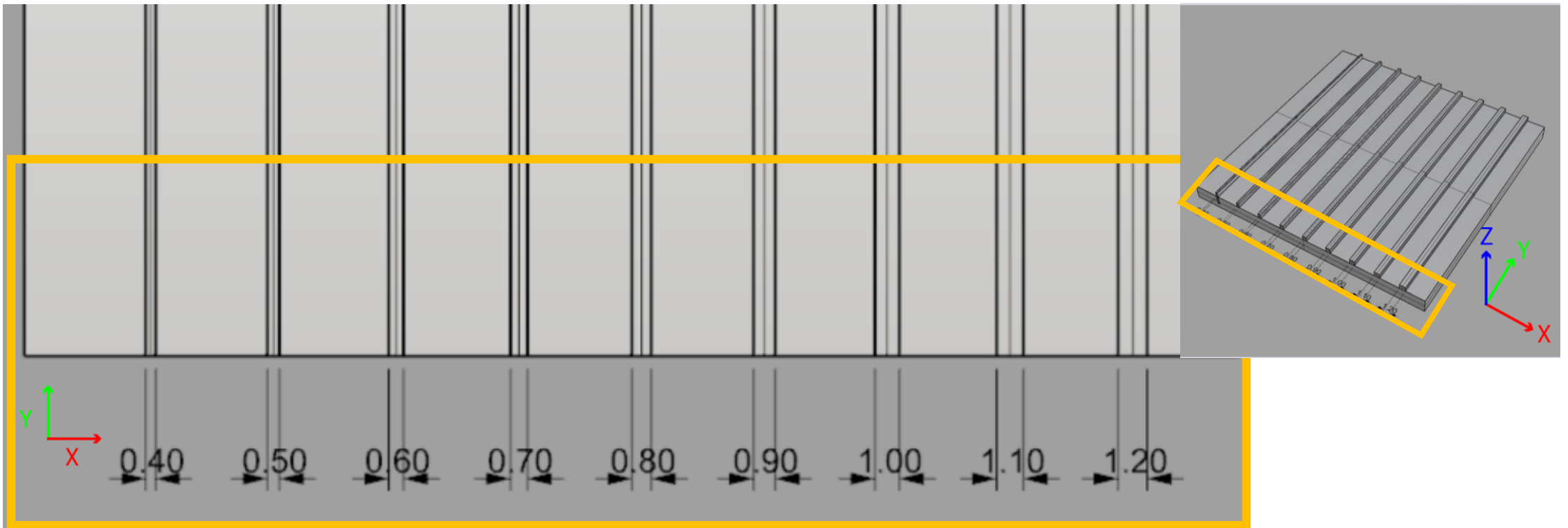
メーカーの仕様

スキャンデータを活用するにあたって、3Dプリンタでの出力を想定。

3Dプリンタの仕様から形状測定限界の目標寸法を設定。

②工芸品に見受けられる凹凸の測定限界の調査 | どの程度の凸までスキャンできるか

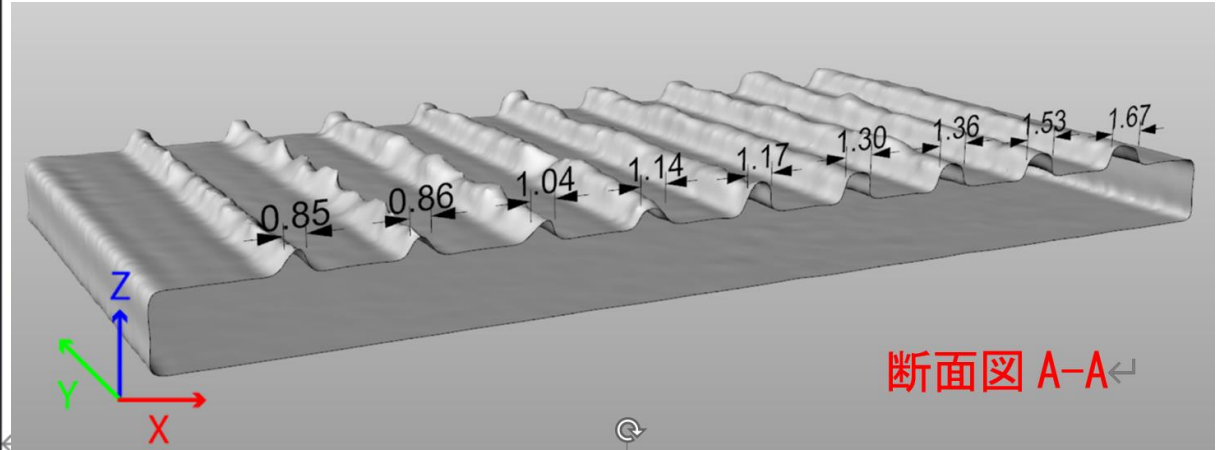
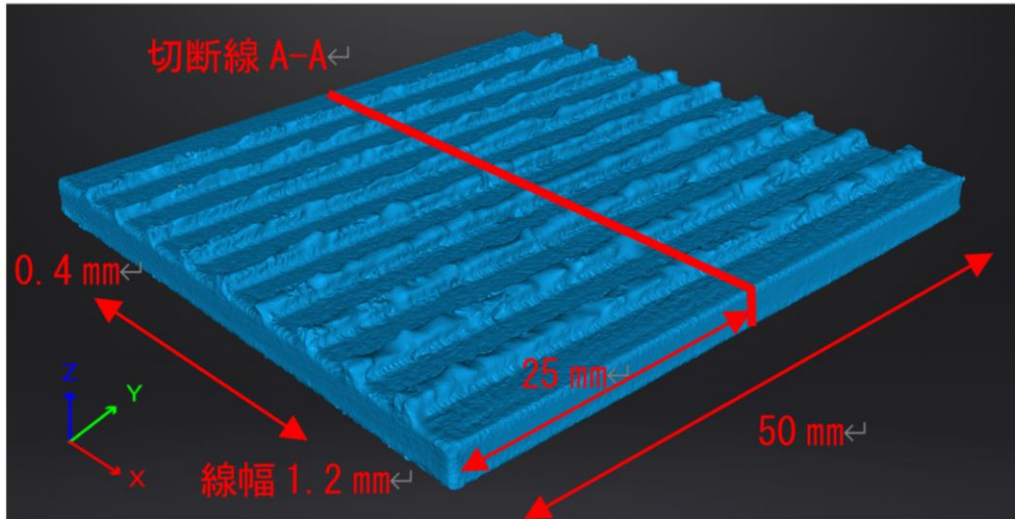
サンプルA：線形状モデル（全体サイズ幅X50×奥行Y50×厚みZ4mm）



線形状を有する物を想定⇒幅を変えて測定可能か検証。

厚み1mm、0.4～1.2mmまで、0.1mm刻みで幅が太くなるモデルとした。

②工芸品に見受けられる凹凸の測定限界の調査 | どの程度の凸までスキャンできるか

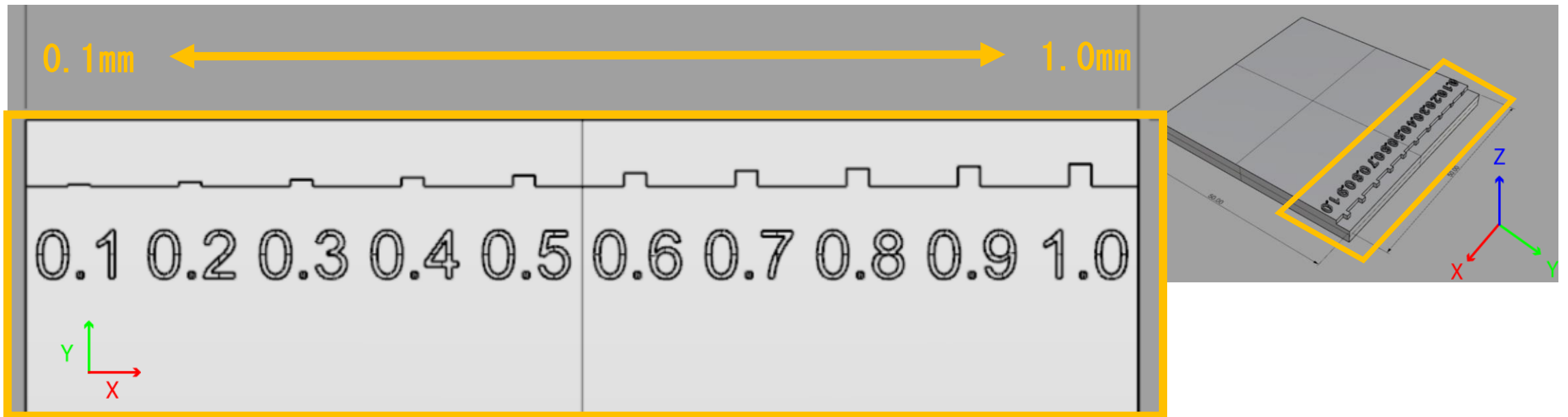


①設計値 [mm]	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2
②サンプルA断面 [mm]	0.47	0.42	0.61	0.69	0.76	0.89	0.94	1.0	1.1
③スキャン [mm]	0.85	0.86	1.04	1.14	1.17	1.30	1.36	1.53	1.67
誤差(③-②) [mm]	+0.38	+0.44	+0.43	+0.45	+0.41	+0.41	+0.42	+0.53	+0.57

断面A-Aで3Dプリント物とスキャンデータを比較。線形状の幅を計測した結果、**誤差は+0.38mm～+0.57mmであった**。全ての幅が太くなったが、凸形状として測定は可能である。

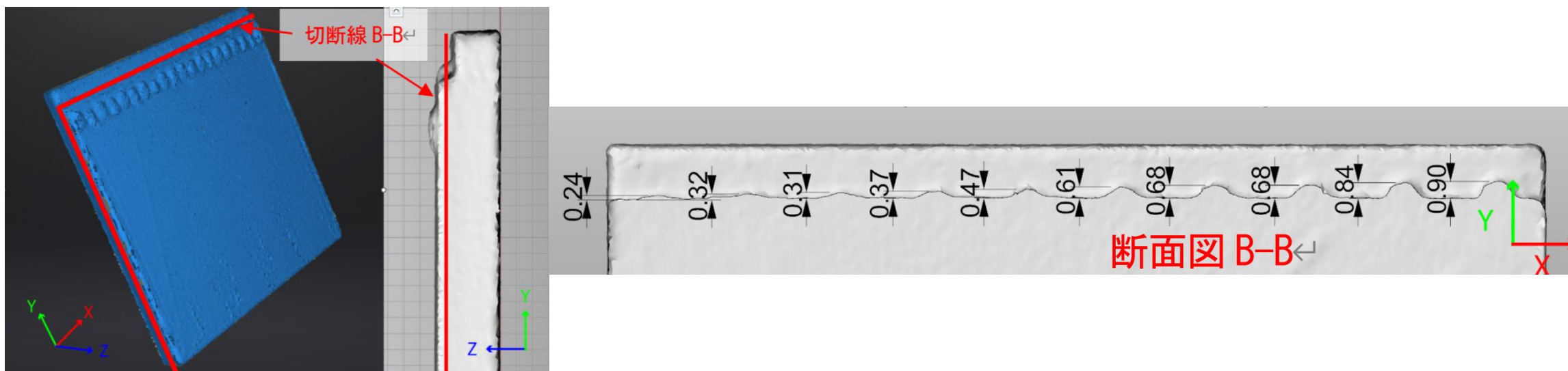
②工芸品に見受けられる凹凸の測定限界の調査 | どの程度の凸までスキャンできるか

サンプルB：突起形状モデル（全体サイズ幅X50×奥行Y50×厚みZ4mm）



突起形状を有する物を想定⇒突き出しの長さを変えて測定可能か検証。
幅1.0mmの四角が、一定の平面から0.1mm～1.0mmまで0.1mm刻みで、突き出しているモデル。

②工芸品に見受けられる凹凸の測定限界の調査 | どの程度の凸までスキャンできるか

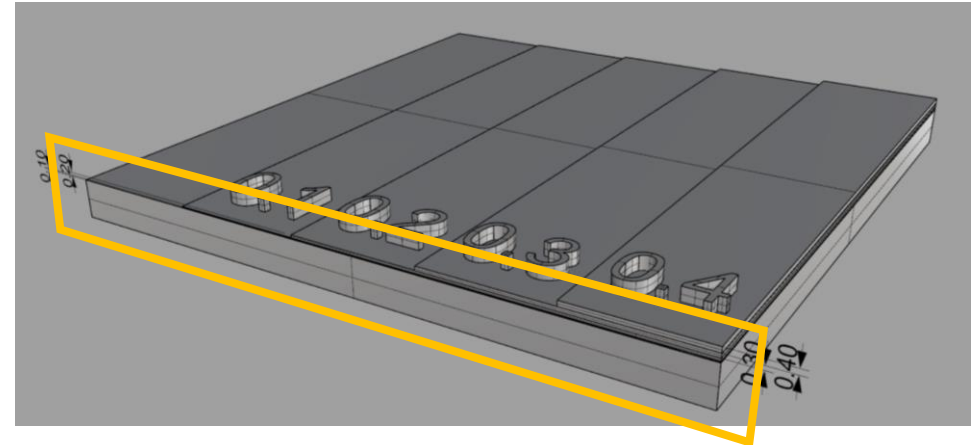
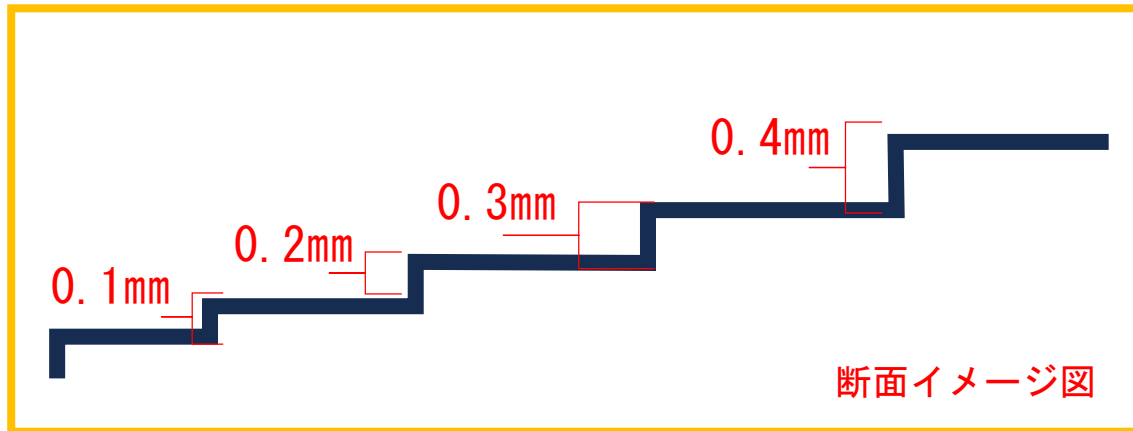


①設計値 [mm]	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
サンプルB断面 [mm]	0.12	0.19	0.29	0.39	0.46	0.53	0.64	0.73	0.82	0.94
③スキャン [mm]	0.24	0.32	0.31	0.37	0.47	0.61	0.68	0.68	0.84	0.9
誤差(③-②) [mm]	+0.12	+0.13	+0.02	-0.02	+0.01	+0.08	+0.04	-0.05	+0.02	-0.04

断面B-Bで3Dプリント物とスキャンデータを比較。突起形状長さを比較した結果、**誤差は-0.05mm～+0.13mmであった**。突き出している長さが長いほど誤差少ない傾向だった。

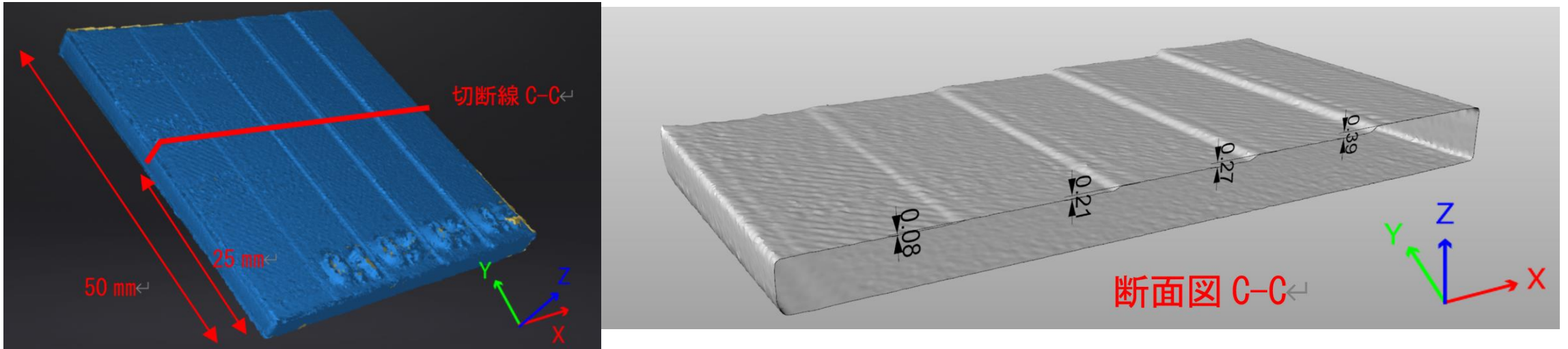
②工芸品に見受けられる凹凸の測定限界の調査 | どの程度の凸までスキャンできるか

サンプルC：段差形状モデル（全体サイズ幅X50×奥行Y50×厚みZ4mm）



段差形状を有する物を想定⇒段差の厚みを変えて測定可能か検証。
厚み0.1～0.4mmまでの平面を階段状に重ねたモデルとした。

②工芸品に見受けられる凹凸の測定限界の調査 | どの程度の凸までスキャンできるか



①設計値 [mm]	0.1	0.2	0.3	0.4
②サンプルC断面 [mm]	0.1	0.22	0.31	0.43
③スキャン [mm]	0.08	0.21	0.27	0.39
誤差(③-②) [mm]	-0.02	-0.01	-0.04	-0.04

断面C-Cで3Dプリント物とスキャンデータを比較。段差形状の厚みを比較した結果、**誤差は-0.04mm~-0.01mmであった**。目標寸法の0.4mmより薄い0.1mm厚まで測定できた。

②工芸品に見受けられる凹凸の測定限界の調査 | どの程度の凸までスキャンできるか



黒色の仏像を測定

サイズ：縦54×横28×高さ110mm

グレースケールチャートとの比較⇒

- ・ 19～20段階と同等の黒さ。
- ・ 目視においての光沢感は、グレースケールチャートの方が強かった。

②工芸品に見受けられる凹凸の測定限界の調査 | どの程度の凸までスキャンできるか

黒色の仏像の測定（サイズ：縦54×横28×高さ110mm）
⇒欠落部はあるが、服のシワや指の凹凸に測定できている。



まとめ

①黒色の測定限界について

- ・グレースケールチャートの18段階まで測定ができた。
- ・撮影したい面に対して垂直に照射する（照射角度0度）と最も良好に測定できた。
- ・グレースケールチャートを用いることで、測定可能な黒色の濃さを予測できた。

②凸形状の測定限界とその誤差について

- ・線幅は実寸よりも約0.4mm～+0.6mmになるが、線形状として測定できた。
- ・突起形状の長さの誤差は、-0.05mm～+0.13mmであった。突出している長さが長いほど、誤差が少ない傾向がある。
- ・段差形状は、厚みの誤差が-0.04mm～-0.01mmであった。、目標寸法の0.1mm厚まで測定できた。

ご清聴ありがとうございました。