

測定の高効率化に伴う測定精度に関する研究

高 島 峻 志*

当センターで所有している高精度CNC三次元測定機の測定における高効率化に伴う測定精度に関する研究を行ったので、その結果を報告する。

1 はじめに

今回の研究では、CNC三次元測定機を用いた測定における測定点数及び配置(以下、測定点配置)の選択基準について、測定精度を担保しつつ、高効率化(測定時間の短縮)が可能な基準を提案することを目的とした。

2 試験内容

2.1 CNC三次元測定機の仕様

今回使用したCNC三次元測定機の仕様を表1、外観を図1に示す。



図1 装置外観
(高精度CNC三次元測定機)

表1 CNC三次元測定機 仕様

機器名	高精度CNC三次元測定機
製造メーカー	(株)ミットヨ
型式	STRATO-Apex9166
モデルタイプ	門移動型
測定範囲[mm]	X900 Y1600 Z600
最大許容長さ測定誤差 [μm]	0.9+2.5I/1000 I:測定長さ[mm]
スタイラス 先端材質	ルビー球 φ4-40

2.2 試験方法

本実験では丹後地域企業の測定点配置の選択基準について聞き取り調査を行い、それを基に設定した測定点配置を従来方法として、測定精度が担保できる高効率化可能な測定点配置の新規提案を行う。

測定対象物は3Dプリンタから出力した測定ワーク(図2)及び基準器(オプチカルフラット及びリングゲージ)(図3)とし、その測定要素(円、面、円筒)について測定精度の評価・比較をすることで本研究目的を達成する測定点配置の選択基準について検討を行った。測定数値は、各要素を3回NC測定し、結果の平均値を評価する。

測定ワークの固定方法は、図4に示す。側面を突き当てて上から固定する。座標系は図5-1及び図5-2の図面において、Z=0面(データムA面から20mmの面)の法線方向、Y=0面(データムC面)とZ=0面との交線方向をそれぞれZ軸方向、X軸方向とし、X=0面(データムB面)とZ=0面、Y=0面の交点を原点に設定する。

* 技術支援課 技師

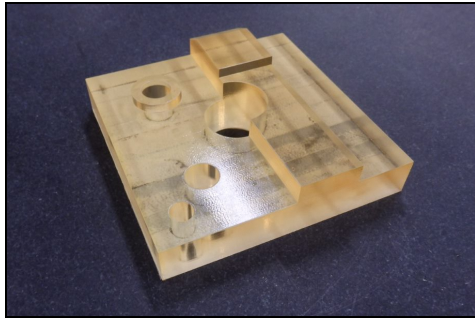


図2 測定ワーク（3Dプリンタ造形物）



光学フラット(φ60)



リングゲージ(左: φ40 右: φ100)

図3 基準器

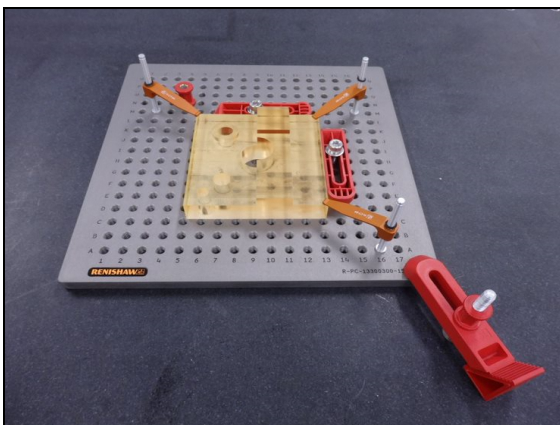


図4 固定方法

3 試験結果及び考察

企業聞き取り調査(6社)を基に設定した測定点配置を表2に示す。通し番号1から6まで採番し、それぞれについて測定を行った。測定ワークの測定結果を図6、図7に示す。又基準器の測定結果を図8に示す。グラフの縦軸は測定値[mm]、横軸は通し番号とする。

測定結果の比較評価については、各測定点配置間での測定値の差の比較を行い、測定点配置の提案に向けた内容の検討を行った。

まず、測定ワークの直径値については、直径値の差はおおよそ1桁 μm しか誤差がない。幾何公差についてはほとんどの要素で数十 μm の差があった。

次に、基準器の直径値及び幾何公差については、最大で0.001mm(機械誤差以下)の差しかないため、どの測定点配置でも精度を満たす結果となった。

よって測定ワークの直径、寸法及び基準器の全測定要素においては、円測定及び面測定では4点、円筒測定では8点を均等配置にて測定が可能であることが分かった。測定ワークの幾何公差においては、実際の形状を測定する必要があることから、測定精度を担保するため、上記点数の2倍以上の点数で測定することが必要となる。

○座標系

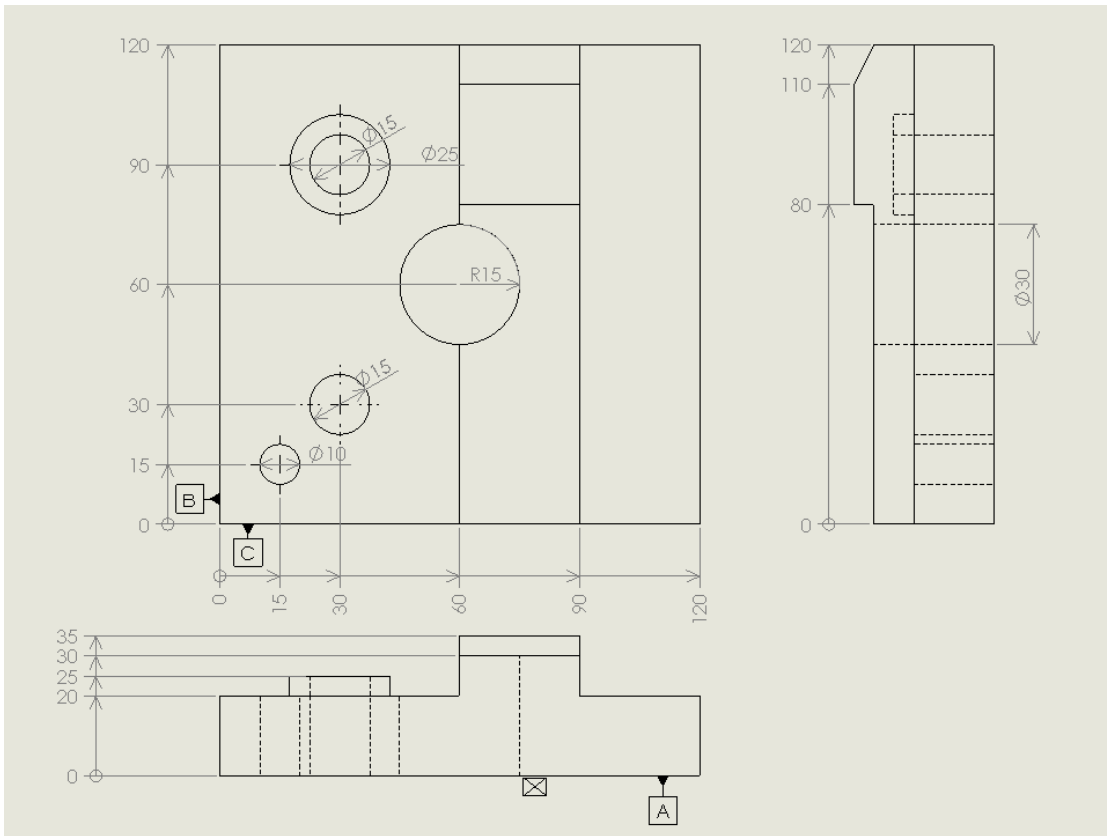


図 5-1 測定ワーク図面

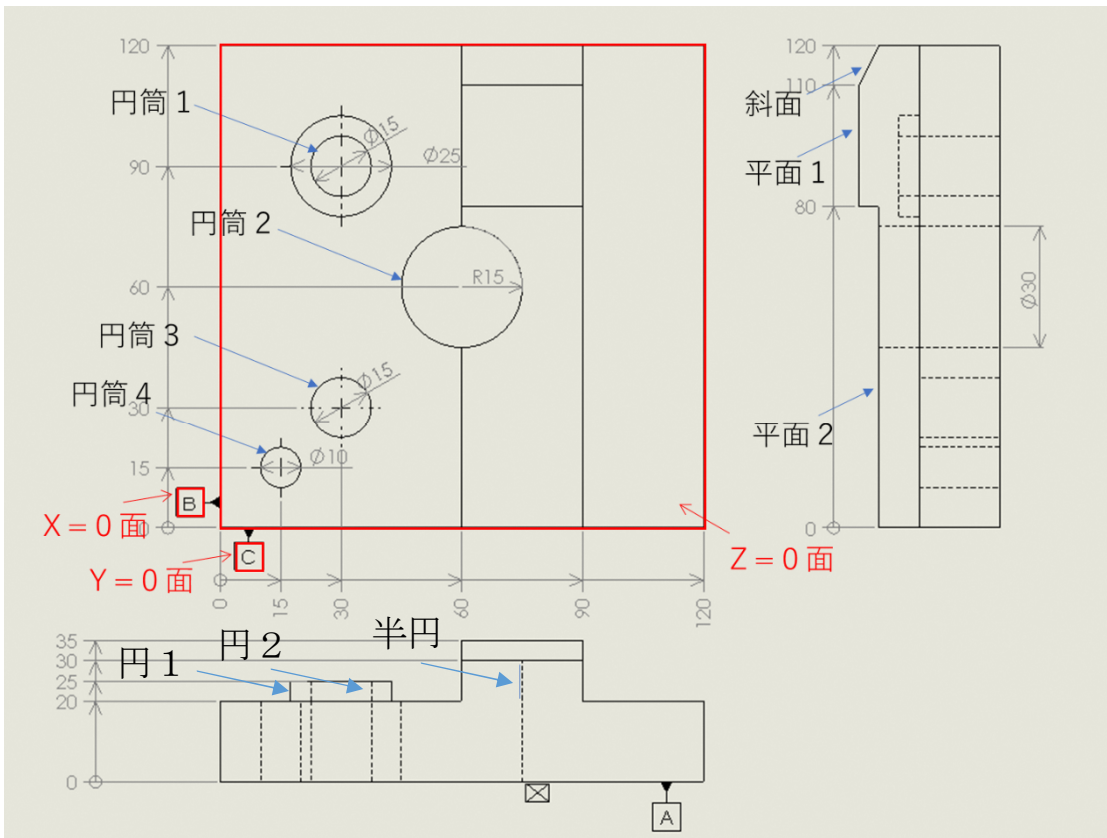


図 5-2 測定要素

表2 測定点配置

測定要素	1		2		3		4		5		6	
	測定点数	配置	測定点数	配置	測定点数	配置	測定点数	配置	測定点数	配置	測定点数	配置
平面	20	端から5mm	16	等間隔	8	等間隔	4	端4点	4	端4点	4	端4点
	20	〃	8	4列×2	12	〃	4	〃	4	〃	4	端4点
	20	〃	8	〃	8	〃	4	〃	4	〃	9	3×3
	15	〃	5	真ん中含む	9	〃	4	〃	4	〃	5	4点+真ん中
	15	〃	8	4列×2	13	円の周り多	4	〃	4	〃	8	4点+真ん中
	10	〃	6	〃	10	5点×2	4	〃	4	〃	5	4点+真ん中
円	7	等間隔	6	60°ずつ	8	8分割	4	90度間隔	8	45度間隔	8	45度間隔
	7	等間隔	6	〃	8	〃	4	〃	4	〃	8	45度間隔
	7	等間隔	4	〃	4	〃	4	〃	4	〃	5	5等分
円筒	30	4断面	8	90°ずつ×2	8	90°ずつ×2	8	円4点×2	24	45度間隔	24	45度間隔
	30	〃	8	〃	8	〃	8	〃	24	45度間隔	24	45度間隔
	30	〃	8	〃	16	8分割×2	8	〃	24	45度間隔	24	45度間隔
	30	〃	8	〃	8	〃	4	円と同様	24	45度間隔	24	45度間隔
【基準器】												
測定要素												
平面	20	等間隔	16	φ50、φ30	10	φ20、φ60	13	中心から3点	4	四角	7	60度間隔+中心
円	7	360°を7等分	8	360°を8分割	6	60°ずつ	8	8分割	4	90°間隔	8	45度間隔
	7	360°を7等分	8	360°を8分割	8	8分割	16	16分割	4	〃	16	22.5度間隔

○測定結果(測定ワーク):直径値(図 6-1～図 6-7)

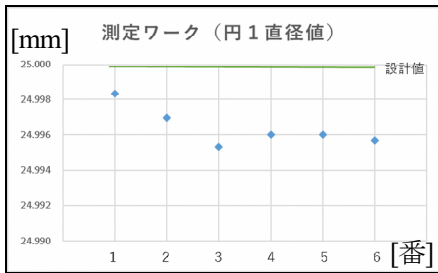


図 6-1 円1直径値

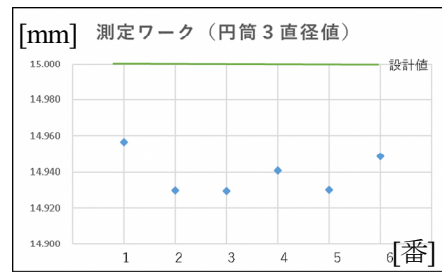


図 6-6 円筒3直径値

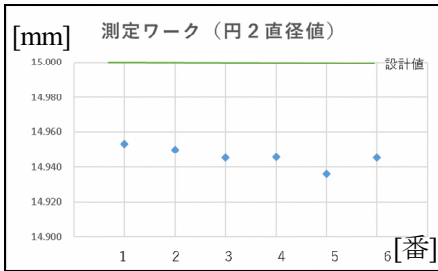


図 6-2 円2直径値

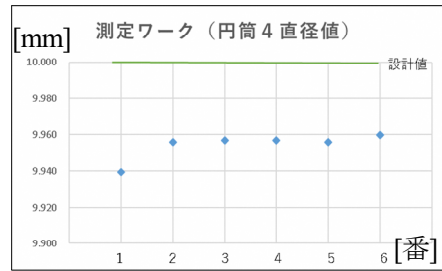


図 6-7 円筒4直径値

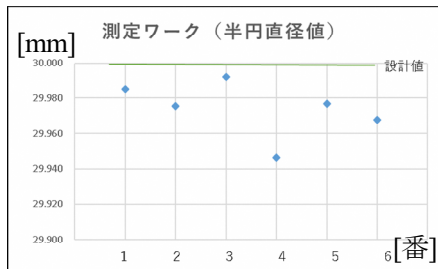


図 6-3 半円直径値

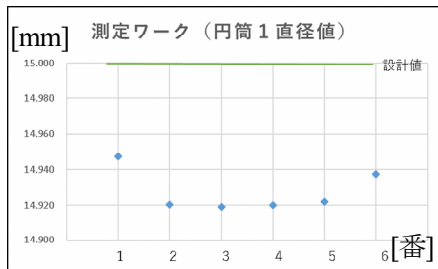


図 6-4 円筒1直径値

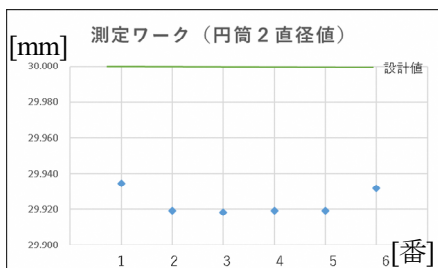


図 6-5 円筒2直径値

○測定結果(測定ワーク):幾何公差(図 7-1~図 7-9)

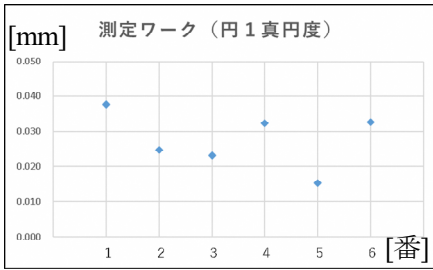


図 7-1 円1真円度

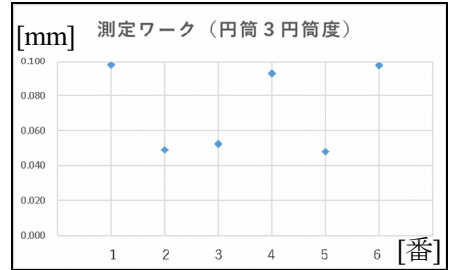


図 7-6 円筒3円筒度

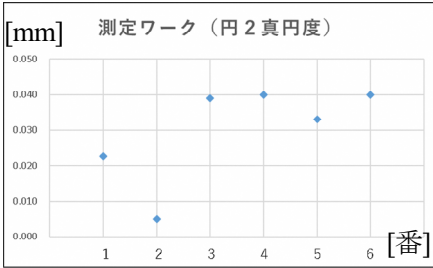


図 7-2 円2真円度

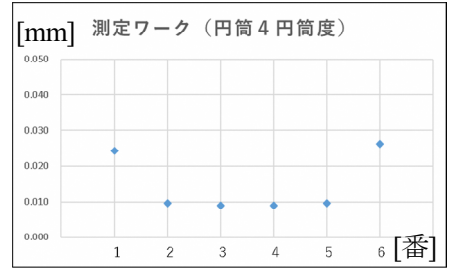


図 7-7 円筒4円筒度

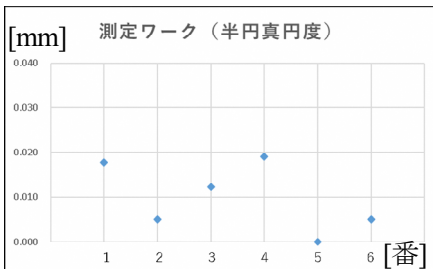


図 7-3 半円真円度

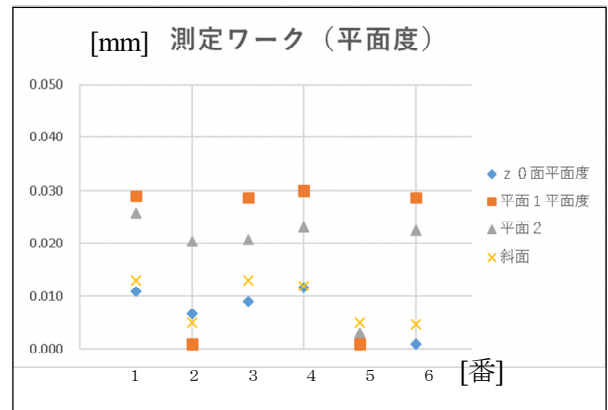


図 7-8 平面度

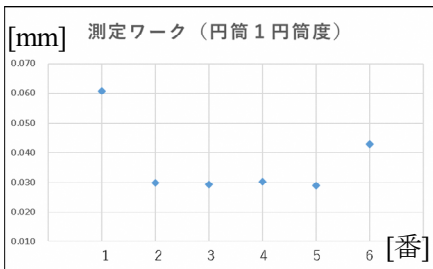


図 7-4 円筒1円筒度

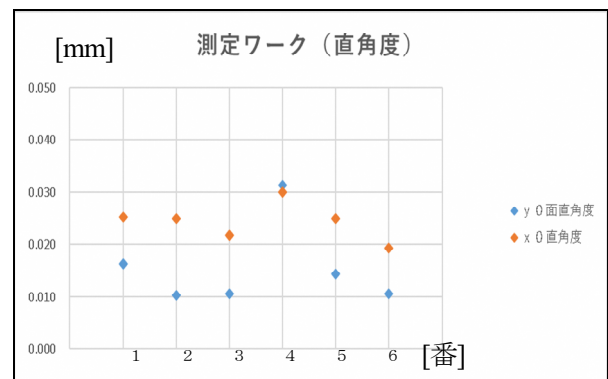


図 7-9 直角度

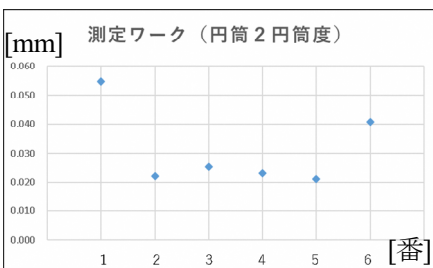


図 7-5 円筒2円筒度

○測定結果(基準器):直径及び幾何公差

(図 8-1～図 8-5)

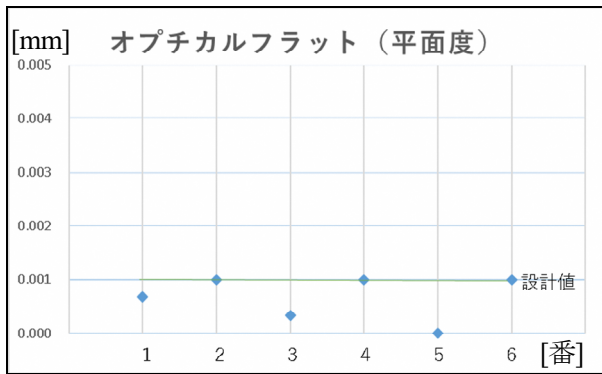


図 8-1 基準器平面度

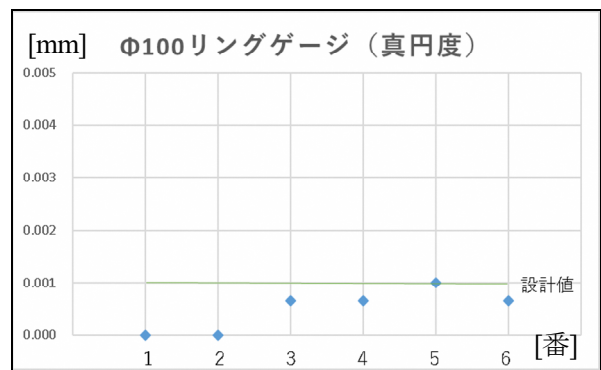


図 8-5 基準器真円度

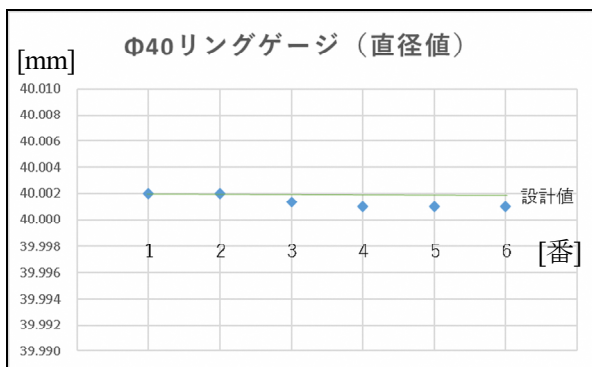


図 8-2 基準器直径値

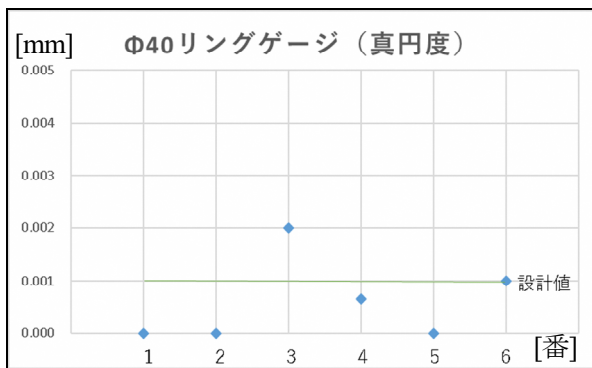


図 8-3 基準器真円度

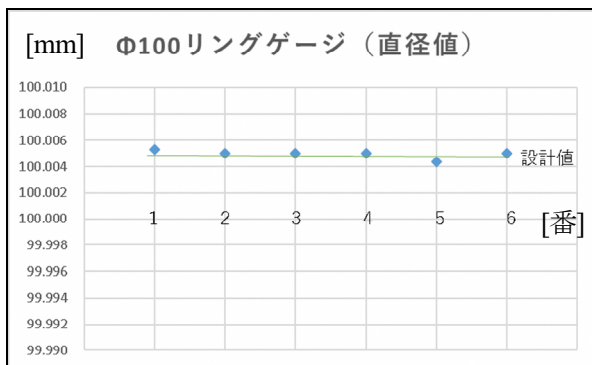


図 8-4 基準器直径値

4 まとめ

本研究結果を表3にまとめた。表3では測定点配置の従来方法と新規提案における測定時間及び測定精度を示す。新規提案により測定精度を担保しつつ、測定時間の約50%～75%短縮が可能となった。

今回の研究では、これまで対象物の測定形状に対して一般的な測定基準がなく、測定者が独自で設定していた測定点配置の選択基準について、測定精度を担保できる基準(均等配置による最小点数)を提案できた。

特に基準器の測定については、当センターや企業の測定担当者で引き継がれてきた従来方法と比較して時間短縮が可能となり、精度についても担保されている。

実際に測定する測定物においても、時間の短縮が見込まれ、高効率化が可能と想定される。

表3 研究結果のまとめ

測定対象物	基準器					
	オプティカルフラット		リングゲージ (φ40)		リングゲージ (φ100)	
測定要素	面		円		円	
方法	従来	新規提案	従来	新規提案	従来	新規提案
点数	20	4	8	4	16	4
測定時間	60秒	15秒	36秒	20秒	80秒	30秒
測定精度	幾何公差 (平面度)		直径値		直径値	
	0.001mm	0.001mm	40.002mm	40.001mm	100.005mm	100.005mm
			幾何公差 (真円度)		幾何公差 (真円度)	
			0.000mm	0.001mm	0.000mm	0.0001
※従来方法には今回聞き取り調査を行い、設定した測定点配置において最も多い点数のものを設定						
※測定機のマシン速度は100mm/sで一律設定						

測定対象物	測定ワーク	
	3Dプリンタ造形物	
測定要素	面、円、円筒	
方法	従来	新規提案
点数	面20、円7、円筒30	面4、円4、円筒8
測定時間	16分30秒	5分2秒※1 8分38秒※2
測定精度	直径値 (円、円筒) : 最大差が1桁μm以下※3	
	幾何公差 (真円度) : 最大差が0.03mm	
	幾何公差 (平面度) : 最大差0.03mm	
	幾何公差 (直角度) : 最大差が0.01mm	
	※1幾何公差考慮なし	
	※2幾何公差考慮あり	
	※3 半円を除く	