

## 論文

## 三次元座標測定機簡易チェックゲージの開発

中西 正一\*<sup>1)</sup> 西村 信司\*<sup>2)</sup> 中村 弘史\*<sup>3)</sup> 樋口 英一\*<sup>4)</sup> 小西 毅\*<sup>5)</sup>  
 小船 諭史\*<sup>6)</sup>

## Development of simple check gauge for a Coordinate Measuring Machine

Shoichi Nakanishi\*<sup>1)</sup>, Shinji Nishimura\*<sup>2)</sup>, Hiroshi Nakamura\*<sup>3)</sup>, Eiichi Higuchi\*<sup>4)</sup>, Takeshi Konishi\*<sup>5)</sup>,  
 Satoshi Kobune\*<sup>6)</sup>

The accuracy check of a coordinate measuring machine (CMM) was performed with the gauges such as a block gauge. The defects with this gauge can be estimate with only a single stylus.

There are many fields that make conventional measurements using a multi-stylus probing system. Then, we developed a gauge which can also evaluate a multi-stylus probing system simultaneously. In the present work, this gauge was measured using the CMM at our headquarters, the Joto branch office, the Jonan branch office, and the Tama techno plaza. We evaluated the dimensional errors and the multi-stylus probing system from these results.

キーワード：三次元座標測定機，中間精度チェック，マルチスタイラス

Keywords : CMM, Middle accuracy check, Multi stylus probing system

## 1. はじめに

三次元座標測定機（以下，CMM）は，機械部品等の三次元形状，寸法や幾何偏差などを測定するために広い分野で利用され，ものづくりにおいて品質評価を行う際に重要な役割を担う測定機である。測定機器は，日々の状態を検査しながら使用する事で精度を常に保ち，測定の信頼性が確保できる。CMMにおいても同様であり，CMMの日々の状態を短時間で検査するためのゲージ類は，既にいくつかの企業等で開発され販売されているものもある。

これらのゲージ類やJIS B 7440-2<sup>(1)</sup>に準拠した定期検査は，様々な誤差要因を排除するため1本のスタイラス又は1姿勢での寸法検査のみに重点がおかれている。しかし，CMMの測定において，測定対象物に合わせてマルチスタイラス（図1）又は複数姿勢による測定を行う場面も多い（図2）。この測定では，スタイラス間又は姿勢間の相関が確認できていなければならない。このような検査はJIS B 7440-5<sup>(2)</sup>で規定されているが，実施されていないのが現状である。そこで，CMMの寸法検査と同時にマルチプロービングシステムの検査を簡易的に短時間で行う事ができる日常点検として使用可能な簡易チェックゲージを開発した。



図1. マルチスタイラス

左：固定式マルチスタイラスプロービングシステム  
 右：回転式プロービングシステム

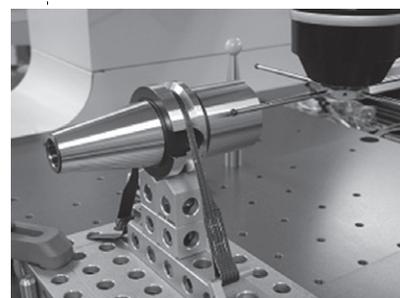
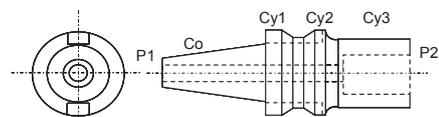


図2. マルチスタイラス測定例

事業名 平成22年度 基盤研究

\*1) 高度分析開発セクター

\*2) 機械技術グループ

\*3) 城東支所

\*4) 城南支所

\*5) 多摩テクノプラザ電子・機械グループ

\*6) 実証試験セクター

## 2. CMM 中間精度チェックの必要性

CMMの検査は，JIS B 7440-2に準拠した定期検査を1年

毎又は複数年毎にメーカーに委託しているケースが多い。このJIS B 7440-2に準拠した定期検査は、ブロックゲージの様な端度器を標準器として、図3の様にX軸、Y軸及びZ軸と対角線方向の合わせて7方向においてそれぞれ寸法検査を行う。CMMユーザ自身が検査を行う事もできるが、検査に数日間要する上に必要な機器や維持費等が高額で高度な作業を必要とするため、メーカーに委託せざるを得ないのが実情である。

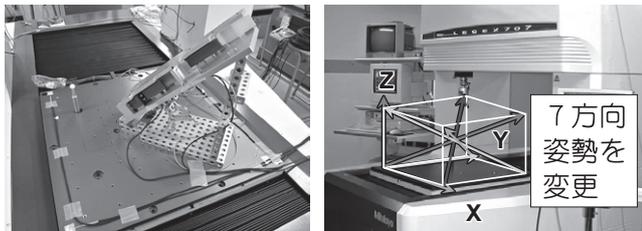


図3. JIS B 7440-2に準拠した定期検査例

一方、JIS Q 17025などでは、計測機器の定期検査周期内に使用前点検や中間精度チェックなどをする事で計測機器を常に適正に維持管理する体制を要求している。CMMにおいてもメーカーに委託するJIS B 7440-2に準拠した定期検査周期の1年又は複数年の間の日常管理体制を構築できれば、測定信頼性が確保できる。そのためには、簡単に短時間でCMMの状態を簡易的に検査できるゲージ類や手法等が必要であり、CMMにおいても使用前点検や中間精度チェックが可能となる。常に精度が維持できているかを確認しながら使用する事で早期異常発見、定期検査周期の見直しにも繋げる事ができる。

### 3. 開発した簡易チェックゲージの概要

開発した簡易チェックゲージを図4、仕様を表1に示す。半球状の本体で、シャフトに9個の窒化けい素球を取り

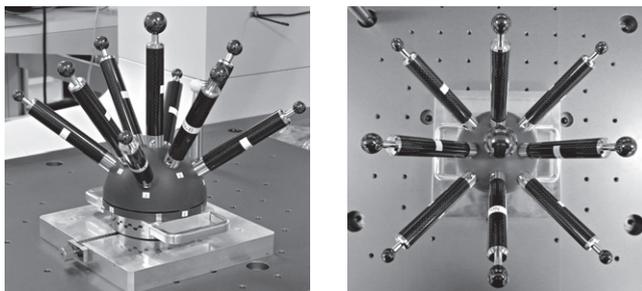


図4. 開発した簡易チェックゲージ

表1. 簡易チェックゲージの仕様

サイズ(W×D×H)	250 mm × 250 mm × 280 mm
本体材質	ネクセラ(超低熱膨張ファインセラミックス)
本体熱膨張係数	0 ± 0.02 × 10 <sup>-6</sup> / K
シャフト長さ	130 mm
シャフト材質	炭素繊維強化プラスチック【CFRP】
球材質	窒化ケイ素
球直径	25.40 mm (中央), 19.05 mm (中央以外)
総重量	約6 kg

付けた構造になっている。この9個の球を測定し、各球の中心座標値を算出すれば検査は完了する。測定環境による結果の補正の必要がなく20℃以外の環境下に設置されているCMMの検査にも対応できる様な材質を選定した。半球状の本体材質を超低熱膨張ファインセラミックス<sup>(1)</sup>、シャフトの材質をステンレスと負の熱膨張係数である炭素繊維強化プラスチック(CFRP)を組み合わせる様に配慮した。また、重量約6 kgであり、安全に持ち運ぶ事が可能である。更に、簡易チェックゲージの姿勢を変更せずに一つの球を複数のスタイラス又は複数姿勢のスタイラスが重複して全ての球を測定する事ができ、通常寸法検査の他にマルチスタイラス間の相関を確認する事ができる。姿勢を変更しない事で図1に示す固定式マルチスタイラスプロービングシステムの5本のスタイラスで簡易チェックゲージの9個の球全てを測定しても約30分で検査を終了する事ができ、複数のスタイラスを用いた測定の信頼性が向上する。

また、近年、ISO9000や17025等の広がりから機械部品等の高度化に加え、測定データの信頼性についての要求が増している。データの信頼性確保においては、トレーサビリティが必要不可欠であり、市販されている同様のゲージ類も独立行政法人産業技術総合研究所(以下、産総研)で校正されたものが販売されている。開発した簡易チェックゲージは、CMMの日常的な精度チェックのゲージである事から、同様に産総研での値付けを行いトレーサビリティを確保している。

## 4. 実験方法

4.1 CMMの仕様 都産技研が所有している本部、城東支所、城南支所及び多摩テクノプラザのCMMの仕様を表2に示す。開発した簡易チェックゲージを用いて、下記CMMの検査を行った。

表2. 都産技研のCMM仕様

	本部	城東支所	城南支所	多摩テクノプラザ
型式	LEGEX 9106	LEGEX 574	Crysta-Apex C9106	Crysta-Apex C9106
プローブ	固定型(MPP310Q)	固定型(MPP310Q)	回転型(SP25M)	回転型(SP25M)
最大許容指示誤差	0.35+L/ 1000 μm	0.35+L/ 1000 μm	1.7+4L/ 1000 μm	1.7+4L/ 1000 μm
最大許容プロービング誤差	0.45 μm	0.45 μm	1.7 μm	1.7 μm

4.2 測定方法 測定方法が違っていると測定結果も違ってくる。したがって、測定方法の統一を図る必要があり、測定マニュアルを作成し、座標系設定方法それぞれの球の測定ポイントなどを統一した。産総研での値付けにおいても使用した本マニュアルの測定方法に従って持回りを実施した。座標系の設定は、下記の様に行った。(図5)

- (1) No.1-No.3球を球測定し、基準面として設定
- (2) No.9-No.1球を測定しX軸に設定(基準面に投影)
- (3) No.9球を原点に設定(基準面に投影)

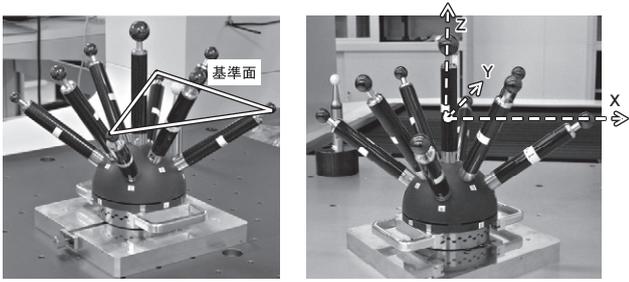


図5. 座標系設定

各球の測定ポイントは、各スタイラス方向の頂点（極座標）と赤道上の4点 合計5ポイント（図6）から中心座標値を算出した。各スタイラスの方向を図7に示す。

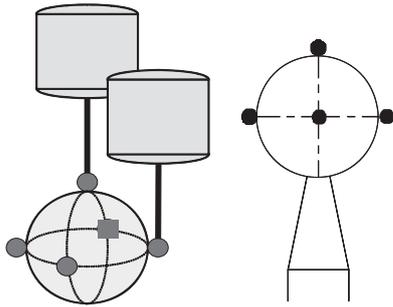


図6. 各球の測定ポイント

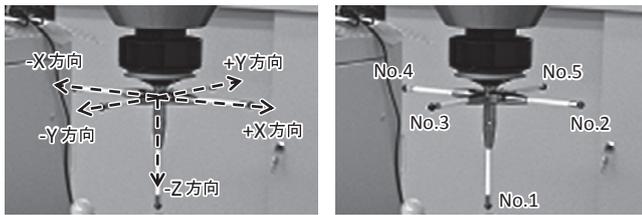


図7. スタイラス方向

## 5. 結果と考察

各スタイラス又は各スタイラス方向で簡易チェックゲージの各球を測定し、中心座標値(XYZ)を算出し、産総研と結果の比較を行う事でCMMの寸法及びプロービングシステムの検査を行った。

**5.1 寸法検査結果** JIS B 7440-2に準じた定期検査は、いろいろな誤差要因を極力排除し、CMMの寸法の評価を行うために下向き No.1 スタイラスで評価する事から、簡易チェックゲージの結果においても本部、城東支所、城南支所及び多摩テクノプラザのNo.1 スタイラスの結果を寸法検査とし、本部、城東支所、城南支所及び多摩テクノプラザの結果を図8～図11に示す。横軸が簡易チェックゲージのボール番号、縦軸が産総研との偏差を表す。表2に示すCMMの最大許容指示誤差から本部及び城東支所のCMMでは0.5 μm程度、城南支所及び多摩テクノプラザのCMMでは2 μm程度がメーカーが保証する最大許容指示誤差の目安になる。図10の結果から、城南支所のCMMの結果が悪いが、この様な日常検査から早期にCMMの異常を発見する事が可能であった。

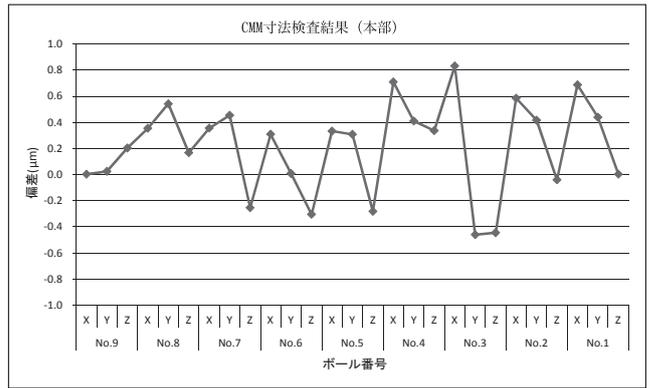


図8. 本部寸法測定結果

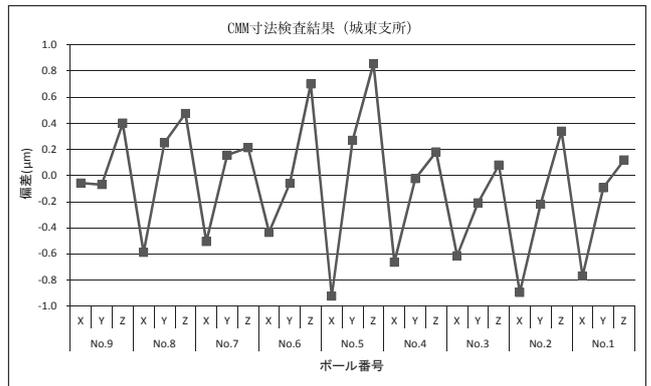


図9. 城東支所寸法測定結果

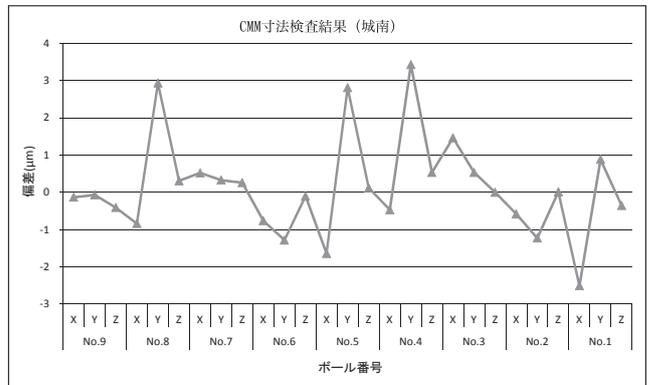


図10. 城南支所寸法測定結果

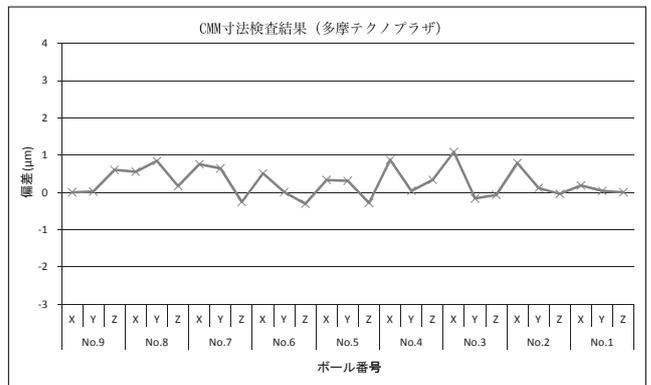


図11. 多摩テクノプラザ寸法測定結果

5. 2 マルチプロービングシステム検査結果 図7に示す5本のスタイラス又は方向において簡易チェックゲージを測定した本部, 城東支所, 城南支所及び多摩テクノプラザの結果を図12~図15に示す。横軸が簡易チェックゲージのボール番号, 縦軸が産総研との偏差を表す。図12及び図13から本部及び城東支所のCMMにおいては, No.2~No.5のスタイラス結果においても偏差が1 μm以下であり, マルチスタイラス間の相関が確認できる。図14から城南支所のCMMにおいては, 本部及び城東支所のCMMとは最大許容指示誤差及び最大許容プロービング誤差が違うものの, No.2~No.5のスタイラス結果において偏差が大きく, マルチスタイラス間の相関が取れていない事がわかる。図15から多摩テクノプラザの特にNo.4スタイラスの結果のみが悪い事がわかる。この様な検査はJIS B 7440-2に準じたメーカ検査では行われなため, 自身で何らかの検査が必要になる。

この様に簡易チェックゲージを使用して, 固定式プローブ及び回転式プローブを含めた多種のCMMの寸法検査及びマルチスタイラスプロービングシステムの検査が同時に可能である。

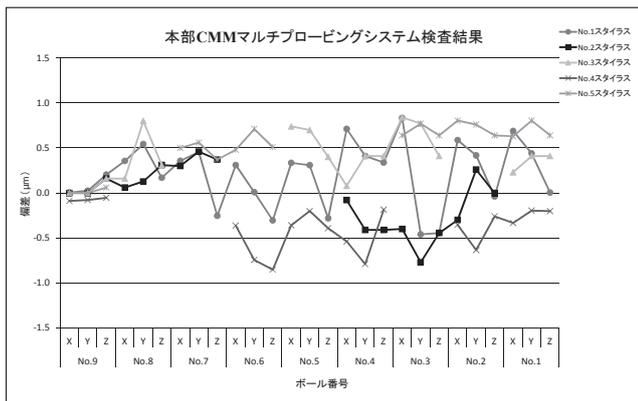


図12. 本部マルチプロービングシステム検査結果

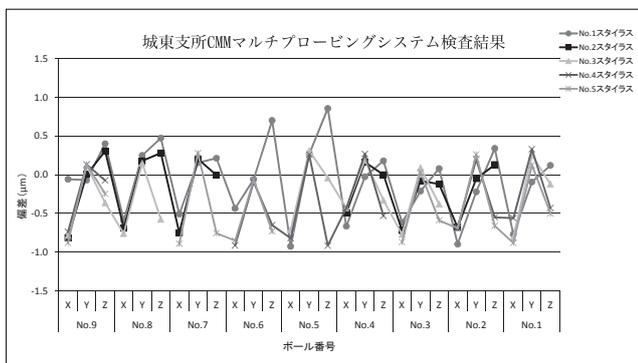


図13. 城東支所マルチプロービングシステム検査結果

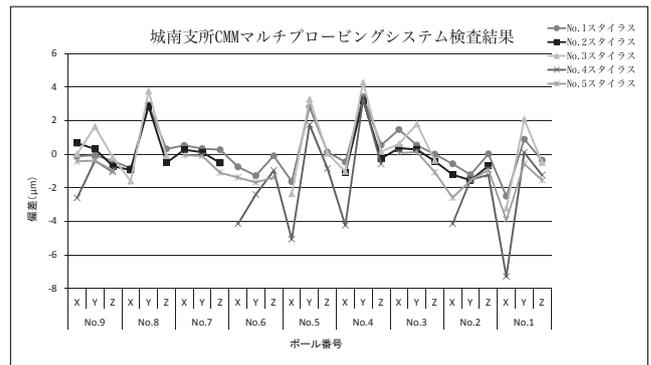


図14. 城南支所マルチプロービングシステム検査結果

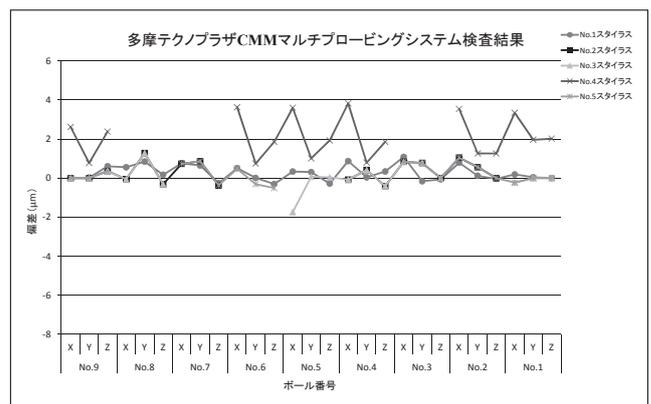


図15. 多摩テクノプラザマルチプロービングシステム検査結果

## 6. まとめ

簡易チェックゲージの測定時間は, 全てのボールを全てののスタイラスで測定しても30分程度で終了する。日常的に複数本のスタイラス又は複数姿勢での測定を行う場合, 通常実施されている寸法検査の他にプロービングシステムの誤差も極めて重要である。簡易チェックゲージは, 全てのボールを複数のスタイラス又は複数の姿勢で重複して測定する事で, 寸法検査の他にマルチスタイラスプロービングシステムを同時に簡易的に検査が可能であり, 複数のスタイラス又は複数姿勢を用いた測定の高信頼性化に繋がる事が期待される。

(平成25年7月22日受付, 平成25年8月7日再受付)

## 文 献

- (1) JIS B 7440-2 製品の幾何特性仕様 (GPS) 一座標測定機 (CMM) の受入検査及び定期検査—第2部: 寸法測定, (2003)
- (2) JIS B 7440-5 製品の幾何特性仕様 (GPS) 一座標測定機 (CMM) の受入検査及び定期検査—第2部: マルチスタイラス測定, (2004)
- (3) 野瀬哲郎, 高橋史明, 中林正史, 森田英彦, 小杉展正: 低熱膨張セラミックス “NEXCERA”, 新日本技法 第374号, p.6 (2001)