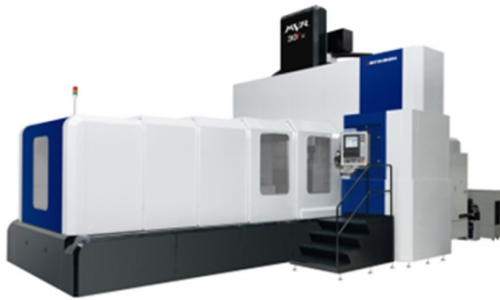


# 門形マシニングセンタでの3次元空間誤差補正システムによる加工全領域の空間精度の改善と安定化

Improvement and Stabilization of Spatial Accuracy of Whole Processing Area by Three-Dimensional Spatial Error Correction System in Milling Machine



大形高精度加工機MVR30Fx

岩田 康二\*<sup>1</sup>  
Koji Iwata

藤本 克弘\*<sup>2</sup>  
Katsuhiko Fujimoto

中村 真吾\*<sup>3</sup>  
Shingo Nakamura

門形マシニングセンタで要求される加工精度は、自動車金型加工等を中心に高まっている。従来は、限られた加工領域での精度や隣接加工部位との相対誤差が重視されていたが、近年では全領域での加工精度の向上が求められている。門形マシニングセンタでは、基礎レベルの経年変化などで生じる誤差は無視できないレベルにある。本報では、長期間にわたり設備の機械ストローク全域での空間精度を維持し、加工要求精度を安定して確保することを可能とした“3次元空間誤差補正システム”について述べる。

## 1. はじめに

工作機械は、工場環境の温度変化や機械設置場所の基礎レベル変化の影響で空間誤差が生じる。ここで空間誤差とは X/Y/Z の3軸で構成する空間における主軸先端位置の誤差であり、3つの位置誤差と3つの姿勢誤差を持つ。一般に、温度変化に対しては機械の熱変位補正技術を活用した誤差補正が行われており、三菱重工工作機械(株)(以下、当社)ではさらにレベルアップさせて誤差を発生させない主軸内部冷却、温度変化による変位を抑制するサーモスタビライザコラム技術を活用し、環境温度変化による空間誤差を抑制している。一方、基礎レベル変化については、小型機では機械本体の構造剛性で空間誤差を抑制できるが、金型や半導体製造装置等の2mを超える大型部品向けの設備では、基礎レベルの変化の影響を無視できない。そのため、大型部品加工では基礎レベルの変化による加工精度の変化が生じ、部品精度不良の品質問題や修正加工・手直しによる後戻りが発生している。

## 2. 3次元空間誤差補正システム

3次元空間誤差補正システム(図1)は、基礎レベルの経年変化や工場環境変化で生じる X/Y/Z 軸空間における主軸先端位置の誤差を機械自身が自動的に補正するように開発したシステムである。

### 2.1 計測システム

テーブル周囲の X/Y/Z 軸に沿って設置された基準ゲージ上の真球を自動計測装置(タッチプローブ)で計測し(図2)、機械の空間誤差を認識して補正することで、真直・直角等の形状精度や寸法精度を向上させ高精度加工を実現することができる。基準ゲージは、熱変形しない特殊材質製で、テーブル上にフローティング支持することで温度や基礎変化等の外部影響を一切受けない構造とした。更に、工作機械から発生する切粉・切削液から基準ゲージを保護するため、通

\*1 三菱重工工作機械(株)カスタマーサポートセンター 首席技師

\*2 三菱重工工作機械(株)技術本部 首席技師

\*3 三菱重工工作機械(株)バリューチェーン本部

常 基準ゲージは保護カバー内に収納され計測時のみ自動的に開放される。

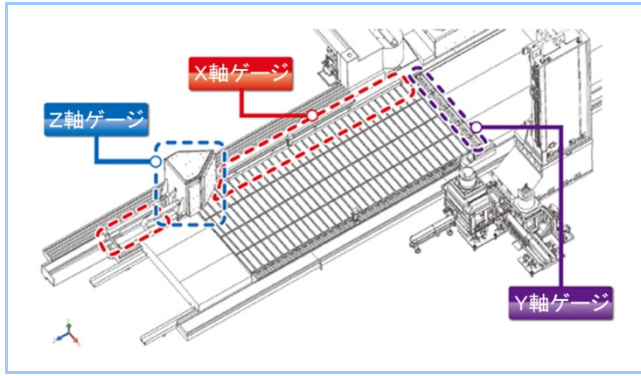


図1 空間誤差補正システム

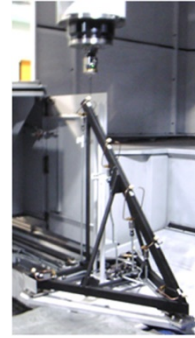


図2 基準ゲージ計測中の様子

## 2.2 補正システム

補正システム(図3)は補正量演算装置と、補正量を CNC (Computerized Numerical Control) 装置の位置指令に反映する3次元空間誤差補正装置からなる。計測システムで測定した空間誤差を基に補正量演算装置は、機械の X/Y/Z 軸ストローク全領域を網羅するように適切に設定された3次元基準格子点での位置誤差(図4)を演算し、3次元空間誤差補正装置は、格子点の位置誤差から格子点間の補正量を比例演算した上で、CNC 装置の位置指令に反映する。

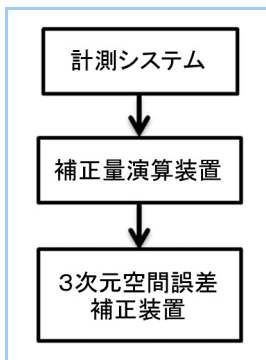


図3 補正システム

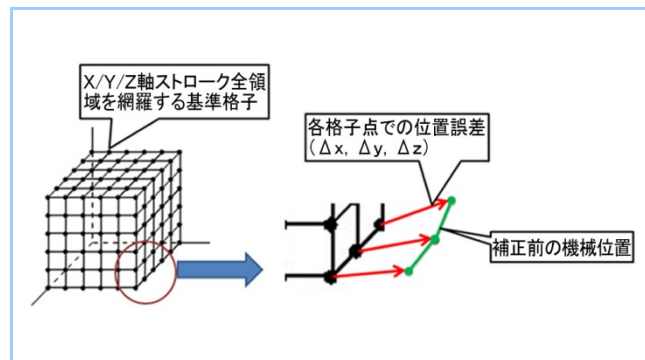


図4 格子点での位置誤差

## 2.3 結果

基礎レベルの変化により悪化する機械の真直度・直角度といった機械精度を3次元空間誤差補正システムで補正することが可能となった。例として、補正前は $18\mu\text{m}$ ~ $25\mu\text{m}$ であった真直度を、補正後は $3\mu\text{m}$ ~ $5\mu\text{m}$ に改善しており、このシステムを定期的にご利用することで、機械の加工精度を長期的かつ高精度に維持することができる。(図5)

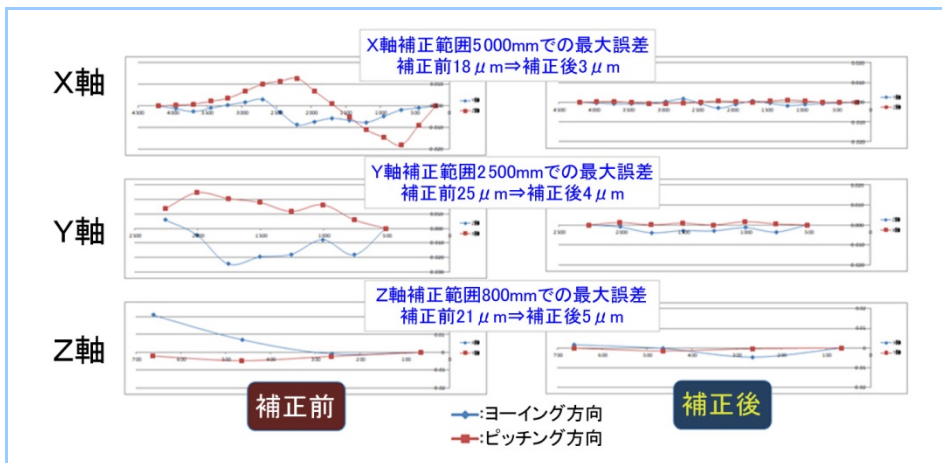


図5 基礎レベルの変化の補正結果事例

### 3. 効果

金型製造のお客様での適用事例を紹介する。当社製大形高精度加工機 MVR30Fx に本3次元空間誤差補正システムを搭載した。2017年の導入から3年以上にわたり機械ストローク全領域で、空間精度を維持し加工要求精度を安定して確保している。また、実加工においてもこれまで修正作業が必須となっていた上型/下型のクリアランス調整(図6)が不要になり、長さ 2.5mの金型では 40 時間/型の削減ができた。さらに修正作業により最終製品の形状精度を崩していた問題も同時に解消した。

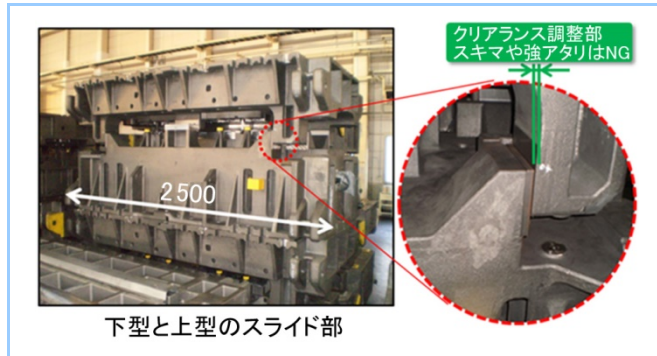


図6 上下金型のクリアランス調整スライド部位概略説明図

### 4. まとめ

先の適用事例は、機械組込み型の全自動式を新規導入した場合の補正システムである。機械納入後数年経過しても、数 $\mu\text{m}$ レベルの精度を維持できており、高精度を必要とするお客様で大きな効果を上げている。また、当社では、既設の機械にも容易に適応できるように、作業員一人で持ち運び可能な可搬式システムも開発しており、当社メンテナンスサービスでの活用を計画している。要求加工精度レベルの向上と安定化を課題としているお客様に提案することで、今後もモノづくり現場の課題解決に寄与していく所存である。