

研究概要

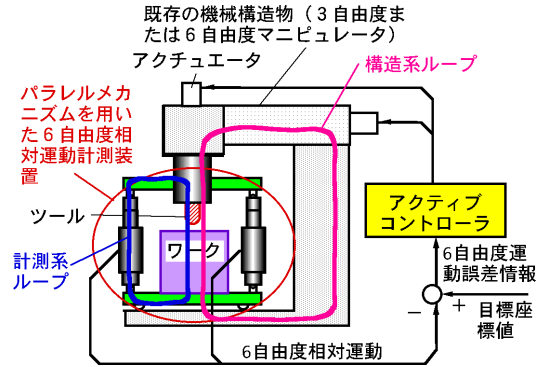
ナノメートル運動精度を持つメカニズムを目指して

精密な加工や測定機を実現するためには、正確に運動し高剛性なメカニズムが必要となりますが、現実には機械要素の運動誤差や内・外乱（外力・振動・熱）などのために、運動精度の向上はますます困難になってきています。本研究室では、アッペの原理に代表される精密機械の基本原則を遵守しつつ適切な計測制御技術を応用することにより、6自由度完全相対運動を実現する超精密メカニズムの開発を目指しています。

主な研究テーマ

ワーク・ツール間の6自由度運動誤差補正による超精密機械システム

従来の機械では各運動軸ごとのフィードバック制御が行われているだけで、工作物（ワーク）に対するツール（刃物やプローブ）の運動精度向上は困難になってきていました。本研究では、ツール・ワーク間の6自由度相対運動（位置・姿勢）を測長器を内蔵した能動的な6自由度平行メカニズムを用いてリアルタイムで計測し、これをフィードバックセンサとして用いることによって機械の運動誤差を補正する新しい概念の機械（右図）を創製します。この機械システムでは、構造系と計測系をほぼ完全に分離できるため、内外力による機械の弾性変形や熱的な変形に左右されずに機械の運動を補正することが可能となります。



計測・能動制御する機械の概念図

平行メカニズムを用いた三次元座標測定機（平行CMM）

従来の機械では幾つかのメカニズムを積み上げて、つまり直列（シリアル）につなげて機械を構成してきました。それと対極にあるのが平行メカニズムで、メカニズムを並列（平行）に連結し、閉じたループを形成しています。このようなメカニズムは、より高剛性・高精度・高速という特長がわかってきました。また駆動時の計算が複雑でしたが、近年のコンピュータ技術の発達により、応用が各分野で検討され始めています。右の写真は研究室で試作した三次元座標測定機（CMM）で、立体的な機械部品などの寸法や形状をマイクロメートルのオーダーで測定することができます。

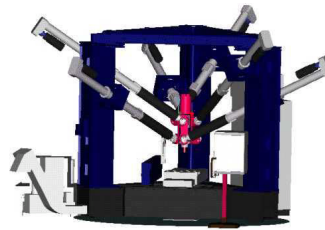


図 平行型工作機械の例

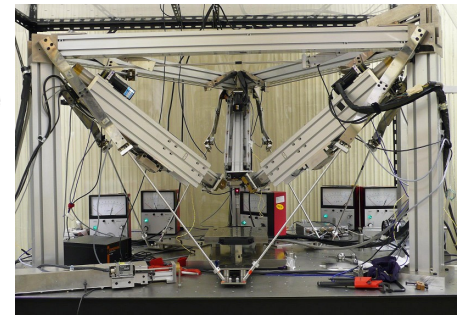


図 研究室で試作した平行CMM

平行メカニズムの校正（キャリブレーション）の研究

従来の機械の組立後の調整は、各運動軸の真直度や直角度を物理的に調整することによって行われていますが、平行メカニズムではこのような方法を採用することが原理的に不可能です。そこで、メカニズムを駆動するための順運動学プログラムで用いられる機構パラメータすなわち実機のジョイント位置やリンク長さなどを正確に同定する必要があります。本研究室では、このような機構キャリブレーションの研究を行っています。



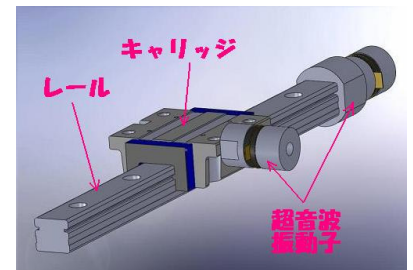
図 試作した6自由度平行メカニズム

メカニズムおよびフレームの変形補正に関する研究

従来のメカニズムの多くがはり構造を持つものに対し、平行メカニズムではトラス構造を採用することができます。本研究室ではこの特長を利用して、メカニズムのジョイント間の変位量を内外乱の影響を受けずに正確に計測するためのシステムを開発しています。さらに、機械を支持するフレームやベースの変形を補正するために、工作物側から観測したフレームの6自由度位置・姿勢を最小個数の変位センサで計測するシステムについても開発を行っています。

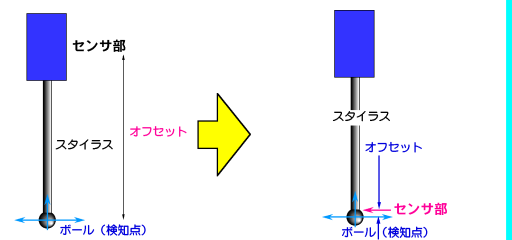
超音波振動を用いたリニアボールガイドの摩擦制御

超高精度な運動を得るためには、高剛性かつ低摩擦な案内要素が不可欠です。本研究では、転がり直動案内の転動体（ころ・ボール）と軌道面との間に超音波振動を付加することにより、転がり摩擦特に極低速時の静止摩擦を減じ、動摩擦と同レベルにすることによってスティックモーション（固着現象）を防止して位置決め精度を飛躍的に向上させます。さらに、位置決め停止時には摩擦力を増大させることによって整定時間の短縮を図り、高速でかつ高精度な位置決め技術を同時に達成します。



光ファイバを用いた超高感度3Dタッチプローブ

ナノメートルオーダーの変位分解能を持つ光ファイバ変位センサの原理を応用し、センサ先端にボールを取り付けた形式のタッチプローブを提案しています。これにより、感度の向上や測定力の低減を達成できます。またさらに、スタイラス（触針）の長さの増加に対応でき、小形化も達成できると考えられます。右図は原理図です。



×センサと検知点が離れている→感度悪化 ○センサと検知点が近い→感度向上
×接触検知のみ→方向依存性がある ○接触方向も検知→方向依存性補正可

図 従来のタッチプローブ 図 本研究のタッチプローブ

他の研究テーマ

- ・ 超音波振動を用いた歯車歯面の摩擦低減と潤滑性向上
- ・ 超音波振動を用いたアクティブエアベアリング（能動形空気軸受）