

# 回転中の工作機械主軸の発熱と剛性に関する研究

工学部 機械工学科 精密工学研究室

学生C(B4) (指導教員:井原)

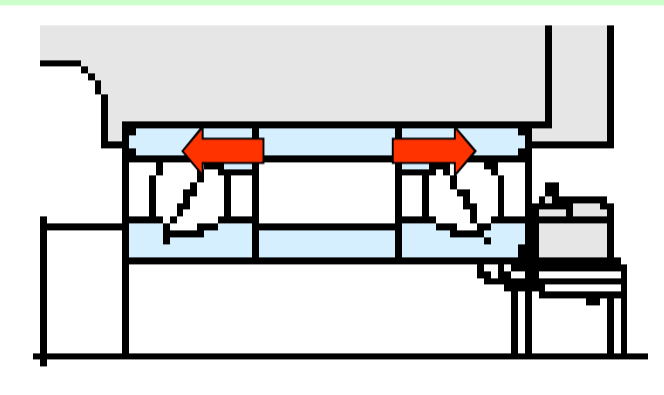
## 研究目的

工作機械には主軸の高速化, 高精度化が求められている. そのため, 一般に工作機械の主軸には予圧が与えられている. 予圧とは軸受を締め付けることにより軸受に荷重をかけることをいう. 予圧を与えることには高剛性, 高精度といったメリットがあるが, スピンドルの熱変位の増加, 軸受の焼付きといったデメリットが生じる. このため主軸運転中において予圧が適正になるように調整する必要がある. 本研究では主軸運転中の予圧の測定が困難であることより, 予圧と密接な関係を持つ固有振動数の測定を行い, 主軸回転に伴って変化する軸受の温度と固有振動数の動的な評価を行うことを目的とする.

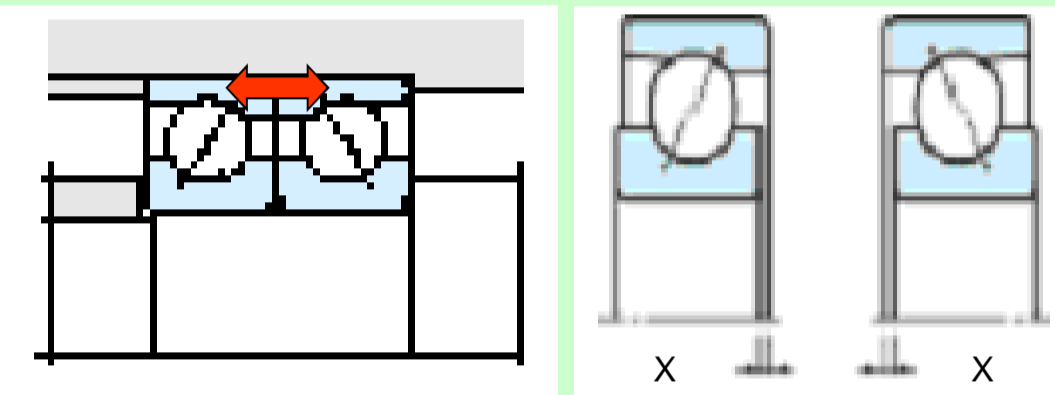
## 予 圧

### 定位置予圧

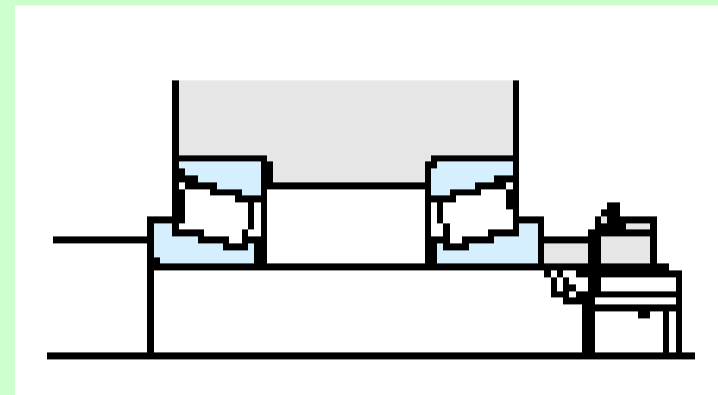
・対向した軸受のアキシャル方向の相対的位置が, 使用中にも変化しない予圧方法.



寸法調整した間座を用いる方法



差幅調整した組合せ軸受を用いる方法

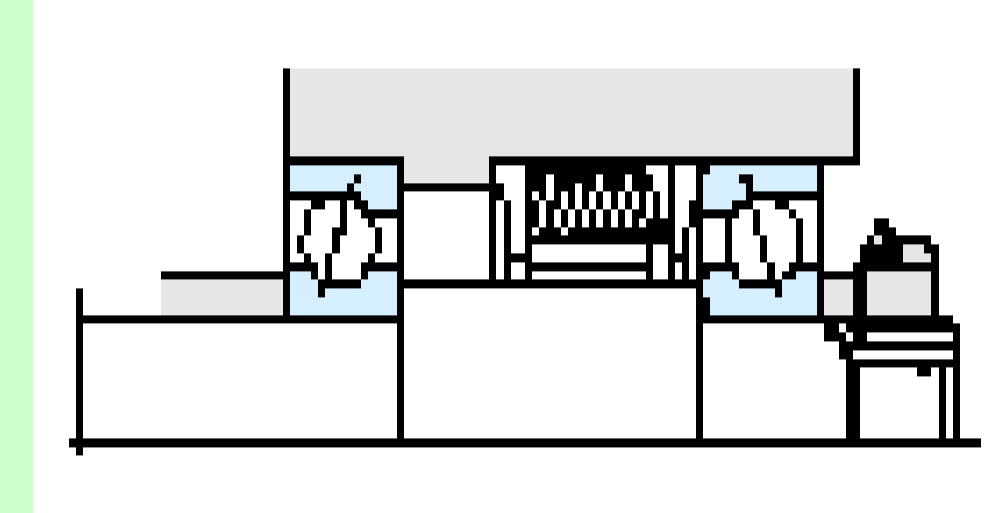


軸方向の予圧を調整できるナット又はボルトを締付けて用いる方法

内輪と外輪との温度差によるラジアル方向の熱膨張の差, 荷重による変位などの影響によって予圧量が変化する.

### 定圧予圧

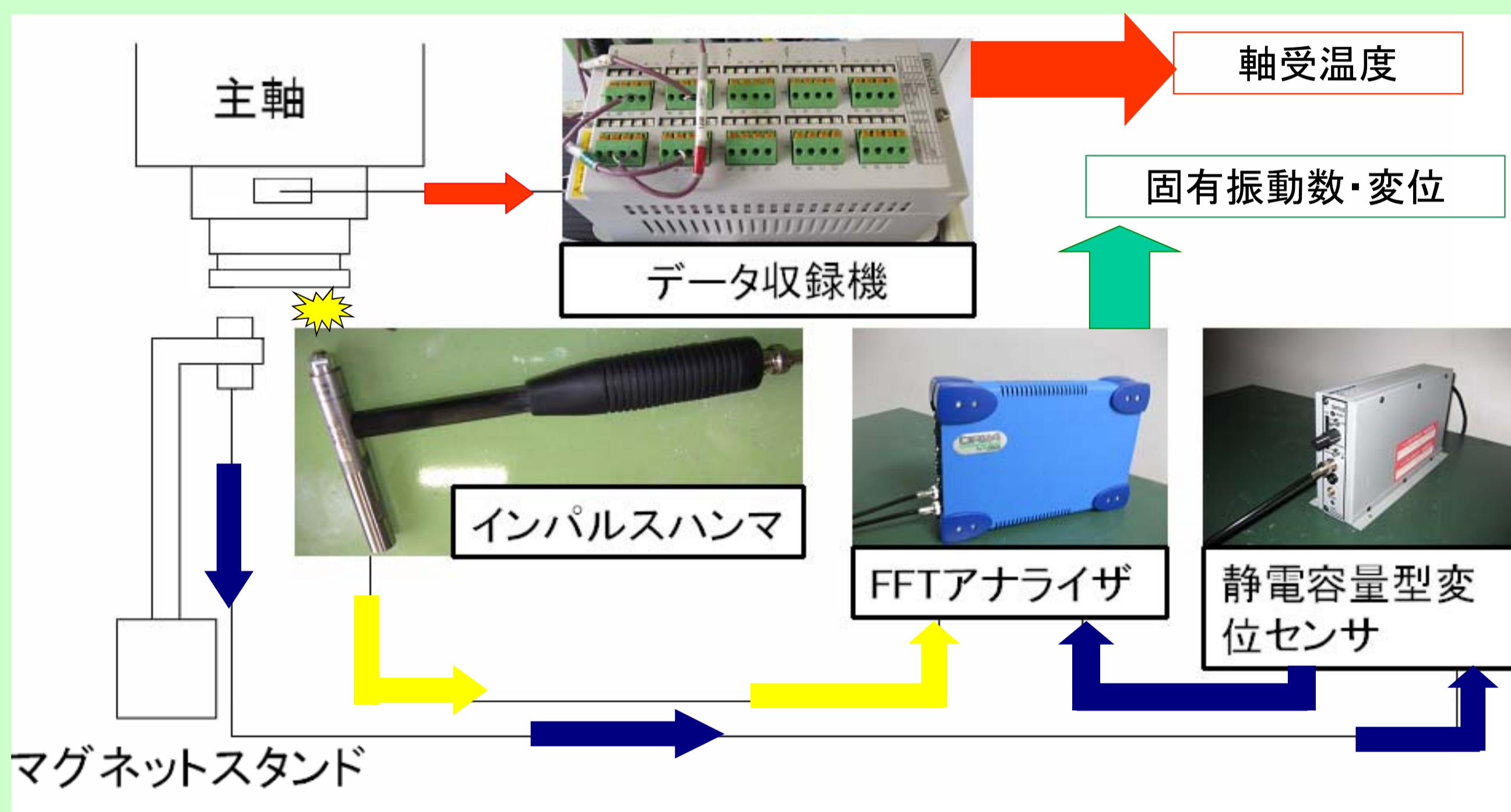
・コイルばね, 皿ばねなどを利用して適正な予圧を軸受に与える方法.



コイルばね又は皿ばねを用いる方法

軸の伸縮などによるばね荷重の変化が非常に少ないので, 予圧荷重の変化は無視できる.

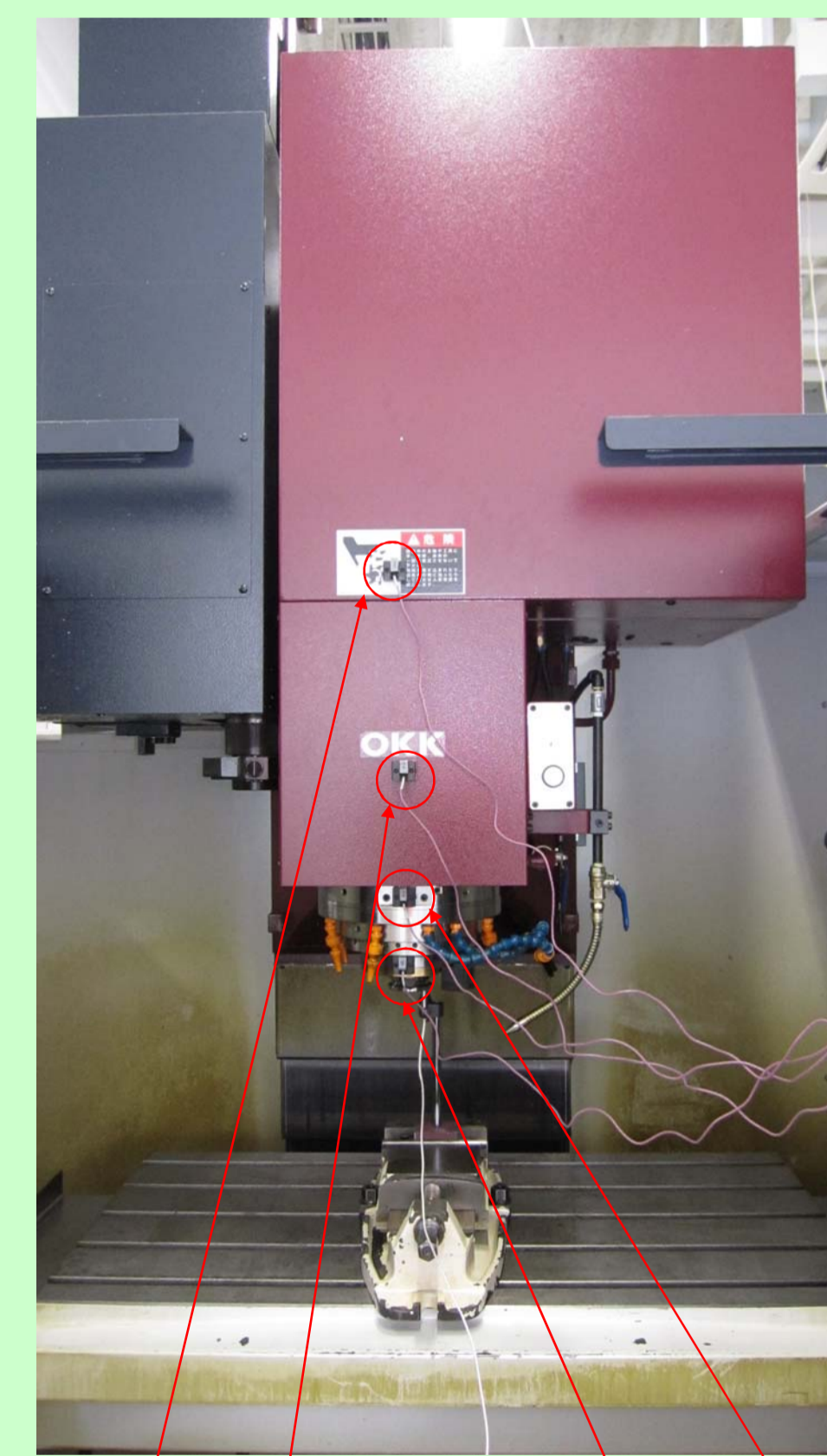
## 実験装置・実験方法



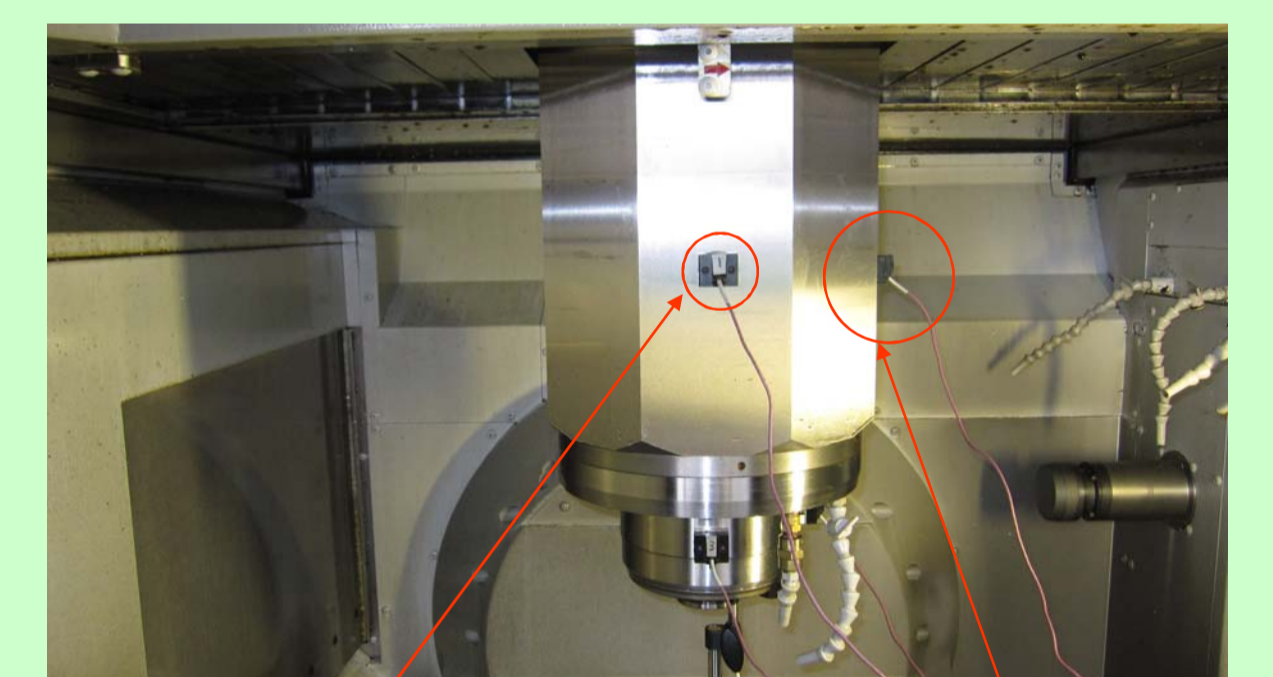
工作機械主軸の伝達関数を測定し, 軸方向固有振動数を求めるためには, 主軸への入力および出力を同時に測定する必要がある.

構造物を加振し, その際の加振力を計測し, 構造物の応答などを測定して伝達関数を算出する振動試験を行わなければならない.

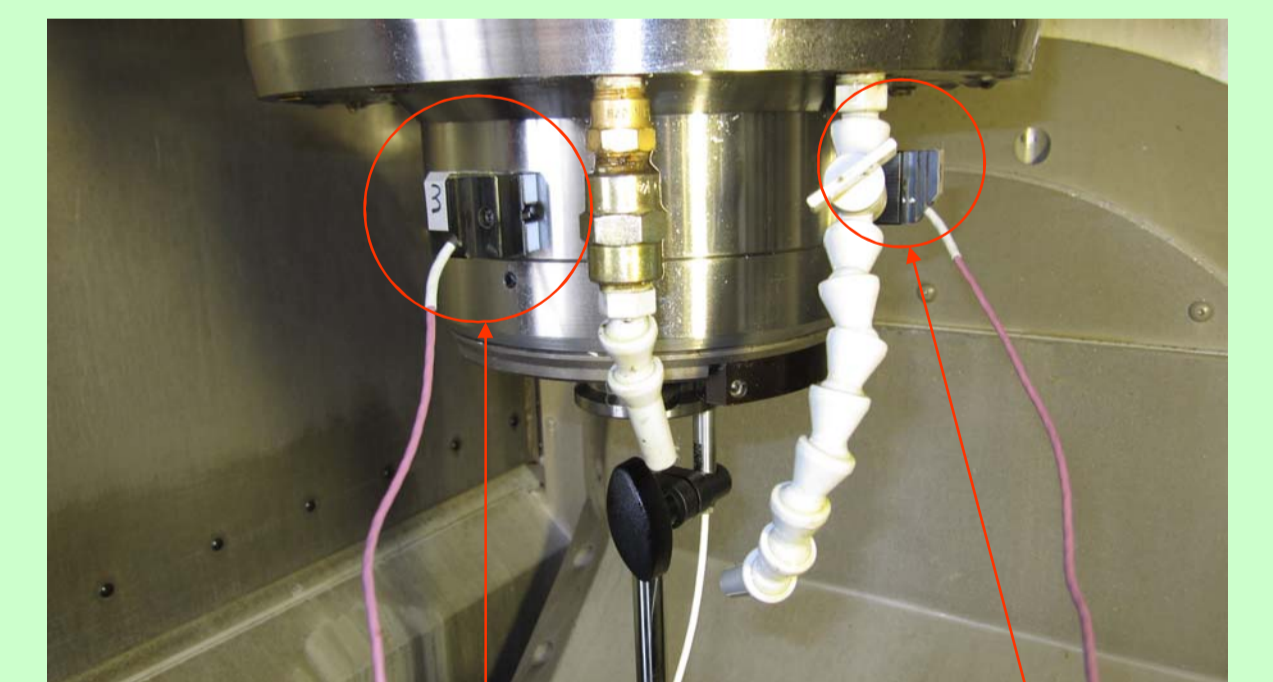
## 温度測定箇所



主軸カバー正面上部 主軸正面上部  
主軸カバー正面下部 主軸正面下部

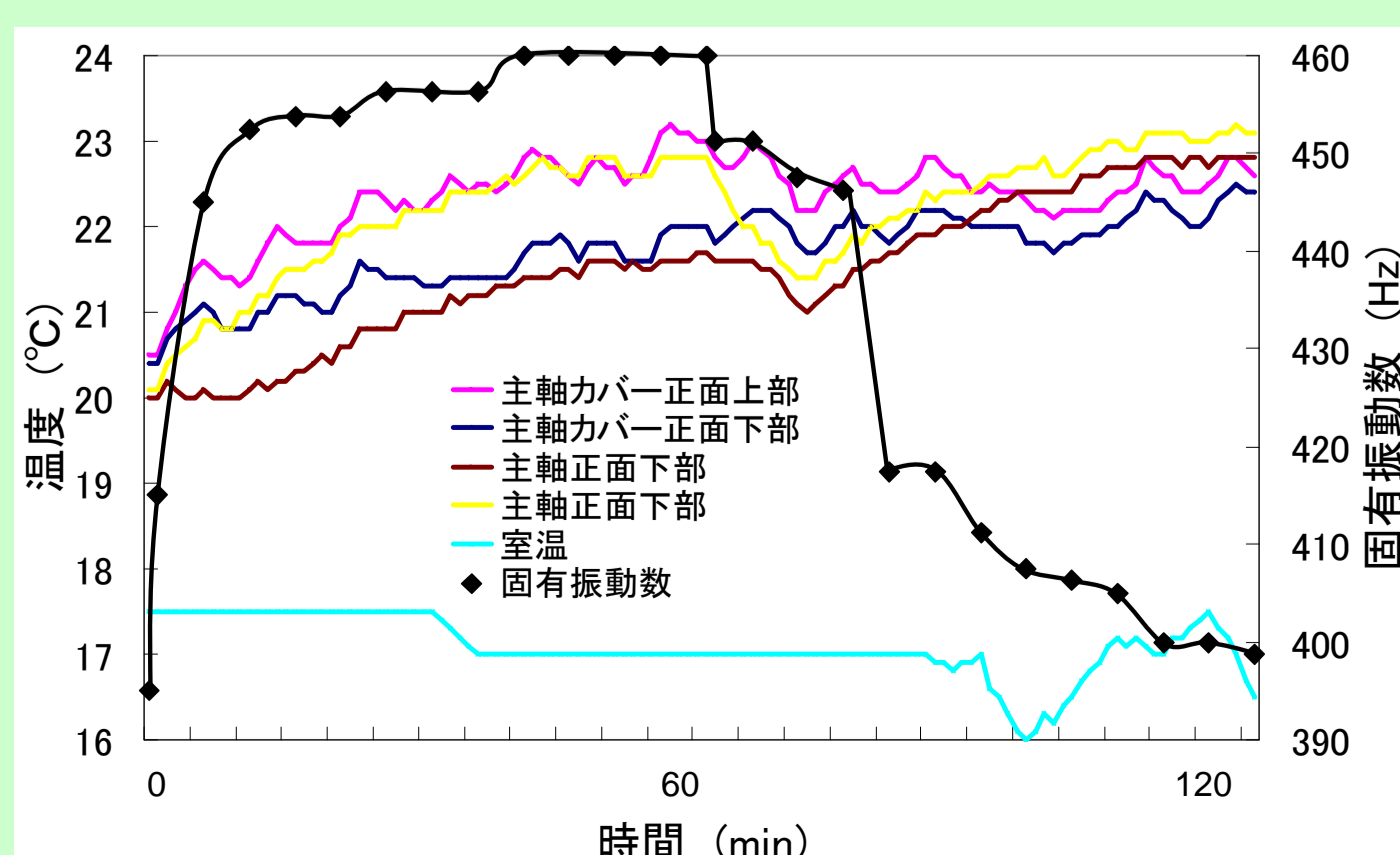
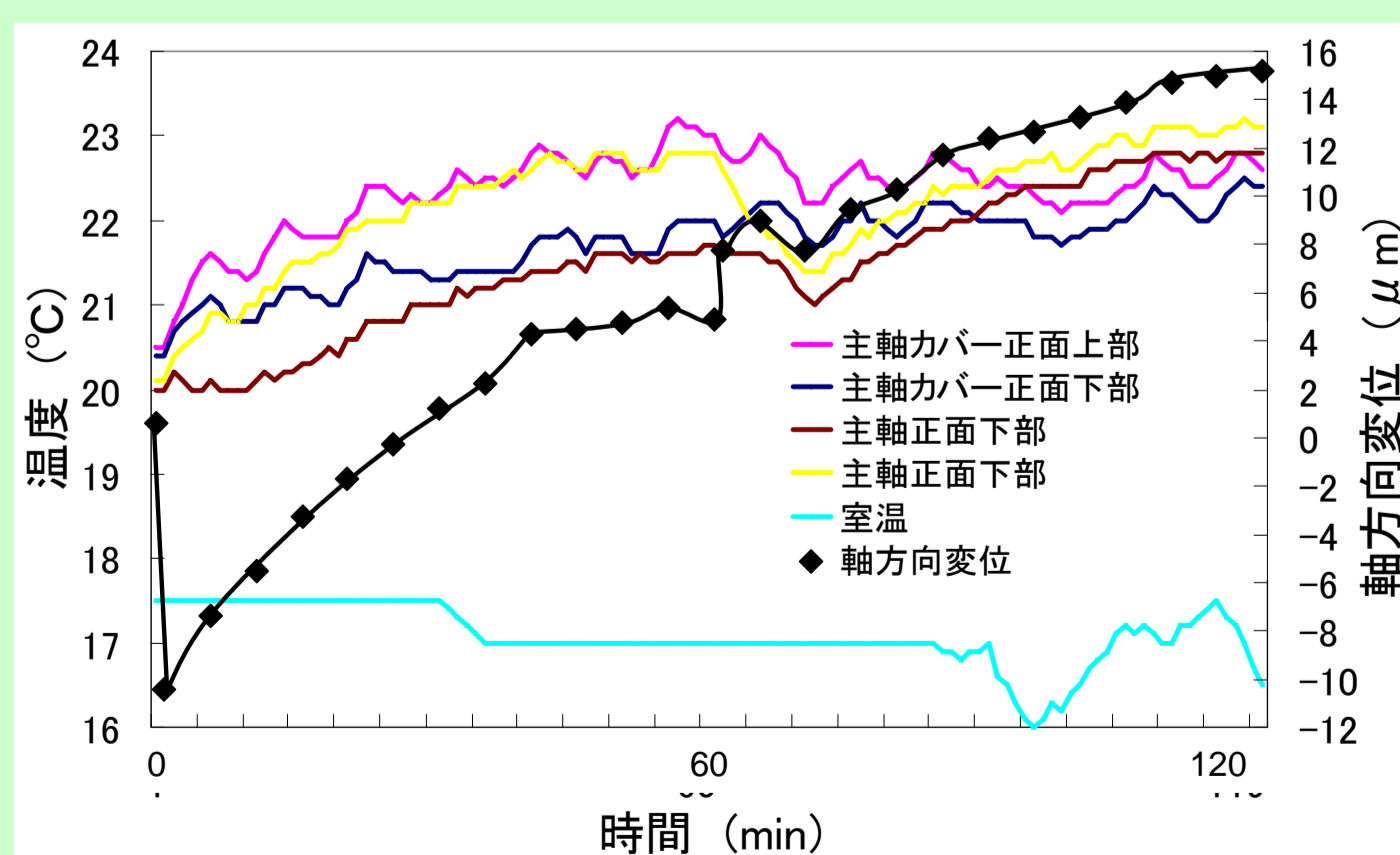


主軸カバー正面上部 主軸カバー側面上部



主軸正面下部 主軸側面下部

## 実験結果・考察



・軸受の温度上昇とともに固有振動数が増加しているのが確認できた.

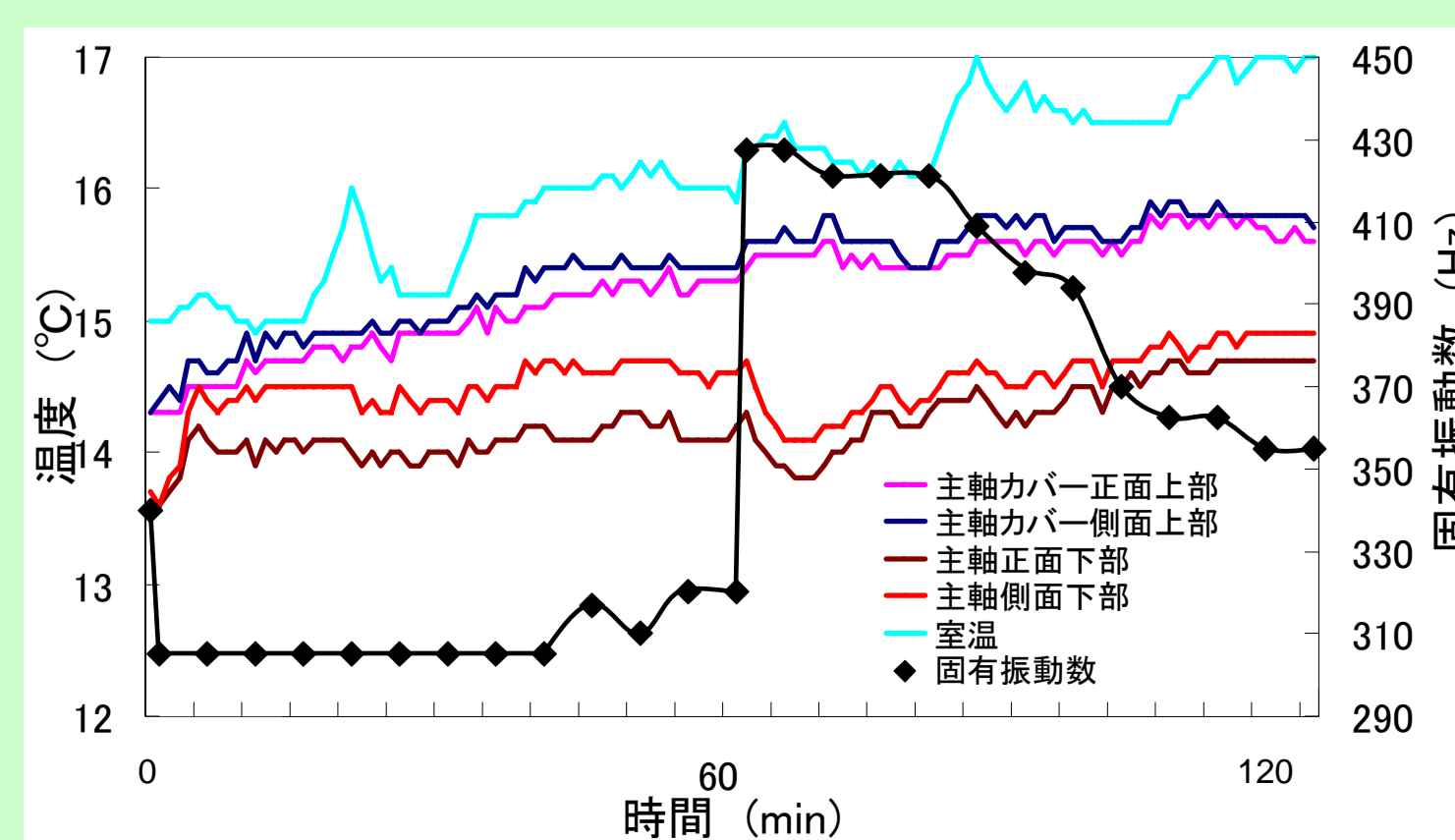
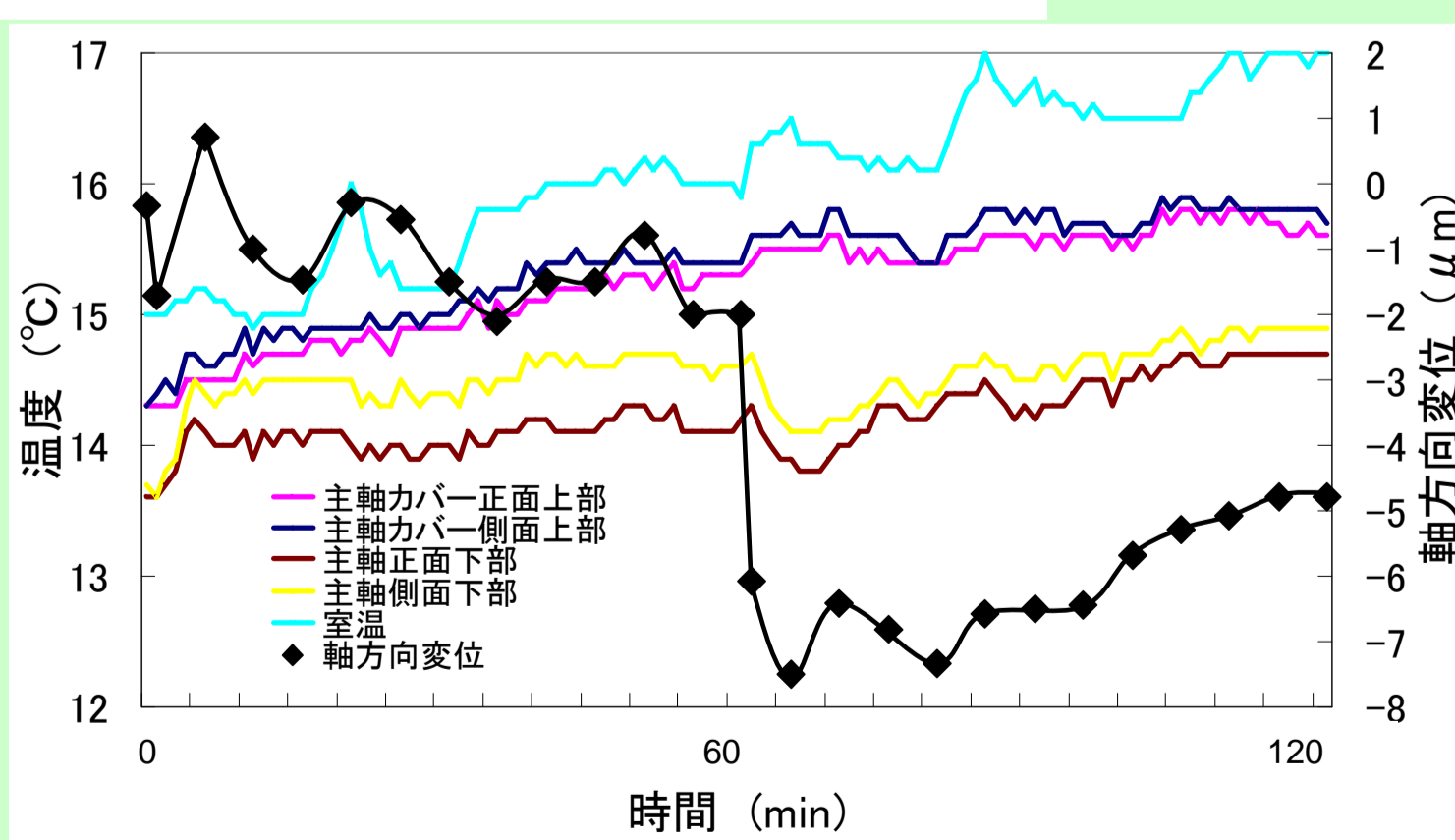
– 軸受の発熱が予圧の増加量に影響を及ぼしていると考えられる.

・軸受の温度上昇とともに変位が増加しているのが確認できた.

– 軸受の発熱により主軸が伸びたからだと考えられる.

・主軸の運転開始と同時に変位が急激に変化しているのが確認できた.

– テーパー部が遠心力により広がり, ツールが上に引っ張られたためだと考えられる.



・軸受の温度があまり上昇しておらず, 固有振動数もあまり変化していないのが確認できた.

– 冷却システムが優れていることにより軸受温度, 固有振動数ともにあまり上昇しなかったと考えられる.

・主軸を停止させると同時に固有振動数が変化しているのが確認できた.

– 停止前後でベアリングのあたりが違うことが原因と考えられる.

・軸受の温度が上昇しているのに対し変位があまり変化していないこと, 運転停止後に変位が急激に変化しているのが確認できた.

– 熱変位補正が働いていると考えられる.