

## 工場の環境特性を利用した工作機械の熱変形抑制

Control effects of thermal deformation by machine tool using  
environmental characteristics of the factory

鈴木 直彦, 新元 翔太  
(高松機械工業株式会社)

Naohiko Suzuki, Shouta Shinmoto  
(Takamatsu Machinery Co.,Ltd,)

## 目次

- 1, 会社概要
- 2, 開発背景とCNC旋盤の構造と課題
- 3, 工場の環境特性を利用した熱変形抑制
- 4, 空気層の安定化の検証
- 5, まとめ

## ■ 会社概要

会社名	高松機械工業株式会社
設立年月日	1961年7月1日
所在地	石川県白山市旭丘1-8
上場取引所	東京証券取引所スタンダード市場（証券コード 6155）
連結売上高	141億84百万円（2023年度）
正社員数	連結：562名 単体：502名（2024年3月現在）
生産拠点	・本社工場 ・あさひ工場 ・第2工場 ・第3工場 ・第4工場 ・開発センター

本社工場

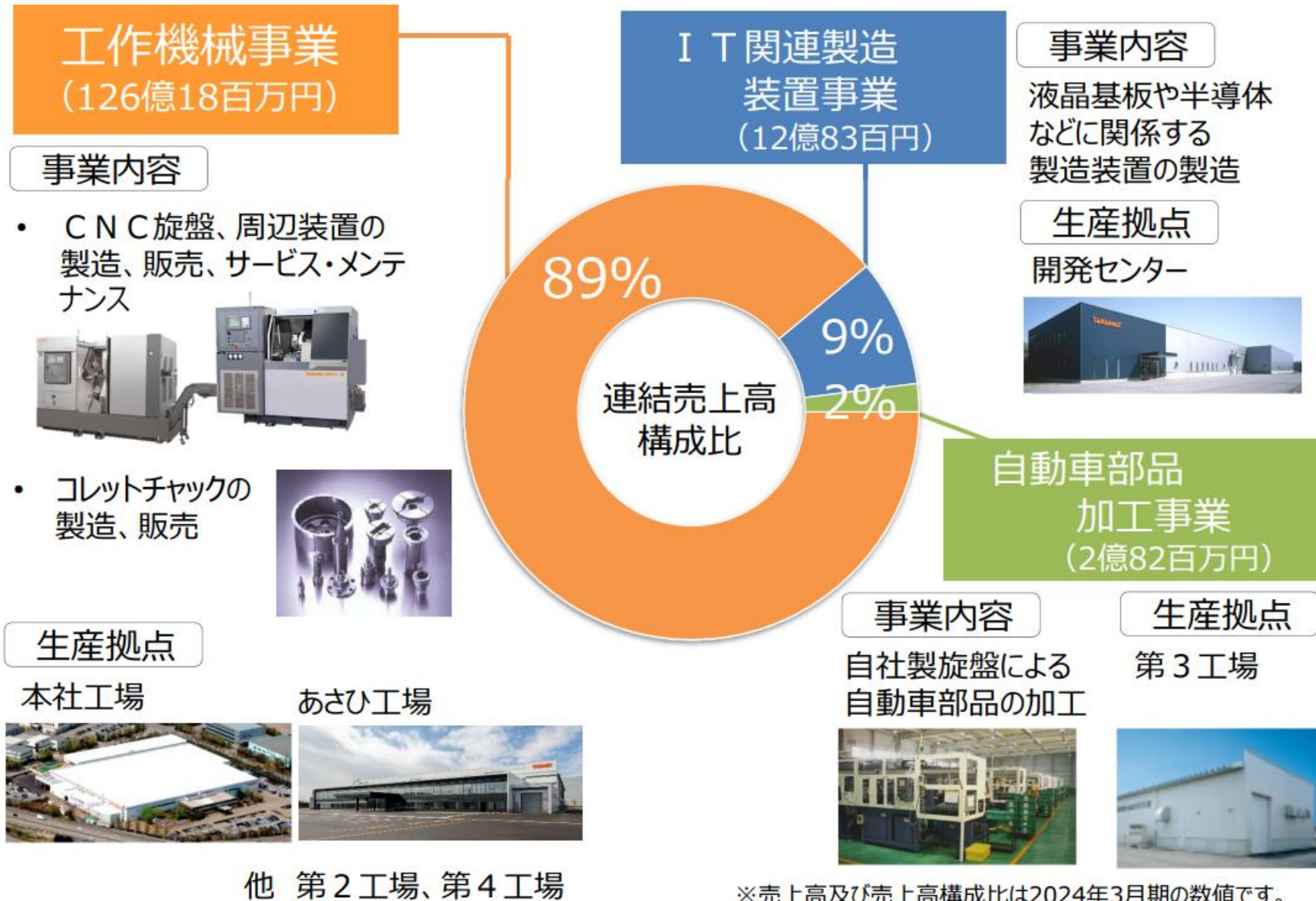


石川県



※従業員数は2022年6月末現在です。

## ■ 事業内容



## ■ 自動化技術

### ● 豊富なノウハウと製品群

- ・ 早くから自動化技術に取り組み、実績を積み上げ
- ・ 自動化技術を組み合わせ、お客様に最適の生産ラインを提供

### ● 設計～製造まで一貫した生産体制

自動化装置・システムを自社で開発



- 1, 会社概要
- 2, 開発背景とCNC旋盤の構造と課題
- 3, 工場の環境特性を利用した熱変形抑制
- 4, 空気層の安定化の検証
- 5, まとめ



## ■ 平行 2 軸旋盤の特徴

- ・加工物の表裏を加工するのに適している
- ・搬送ローダによる自動化



Fig. CNC lathe

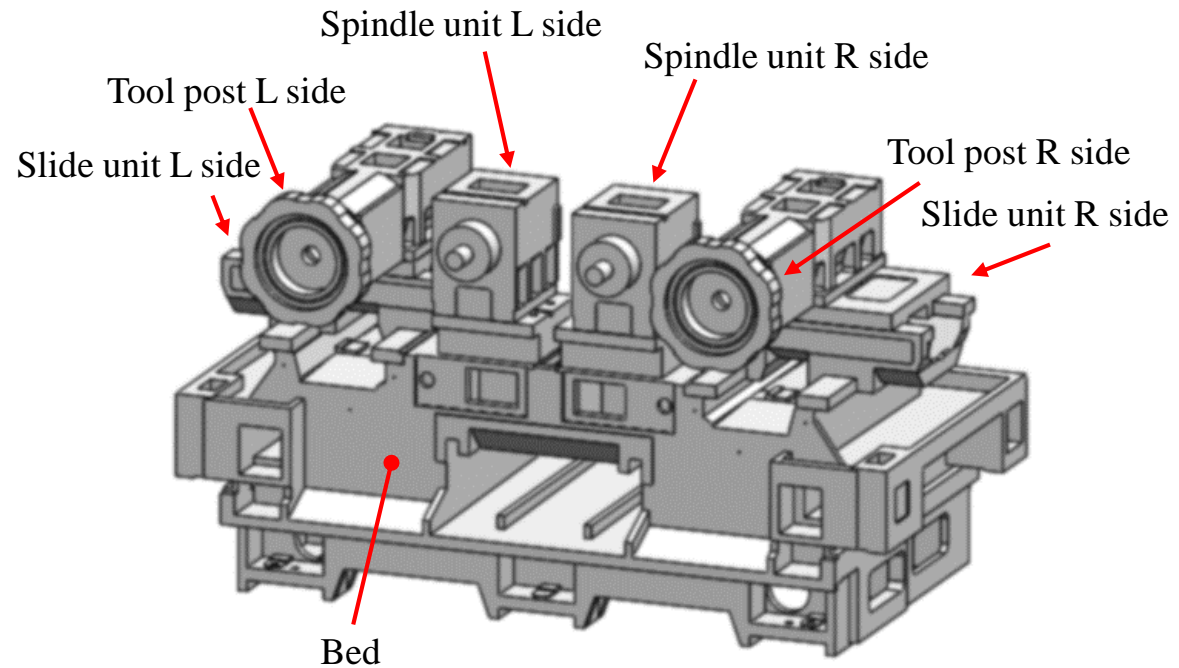


Fig. Structure of CNC lathe

## ■ 平行 2 軸旋盤の課題

- ・機械中央部に熱源が集中
- ・冷却液を機械中央部に循環させている冷却水のタンク，ラジエータとポンプが必要

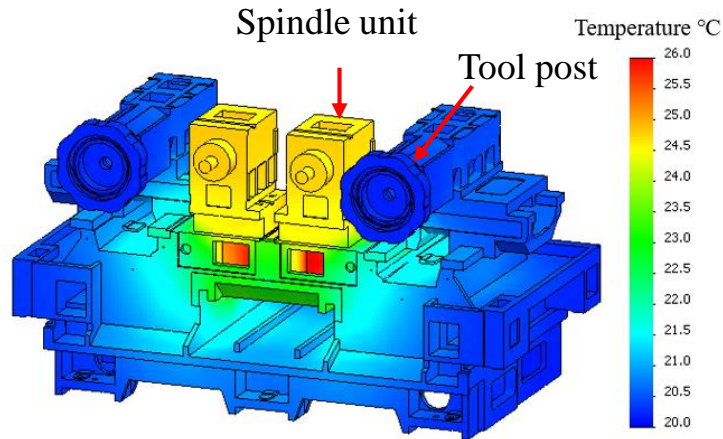


Fig. Result of thermal conductivity analysis

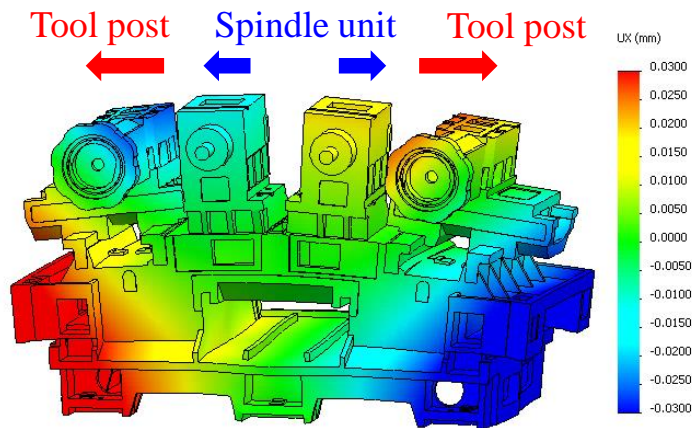
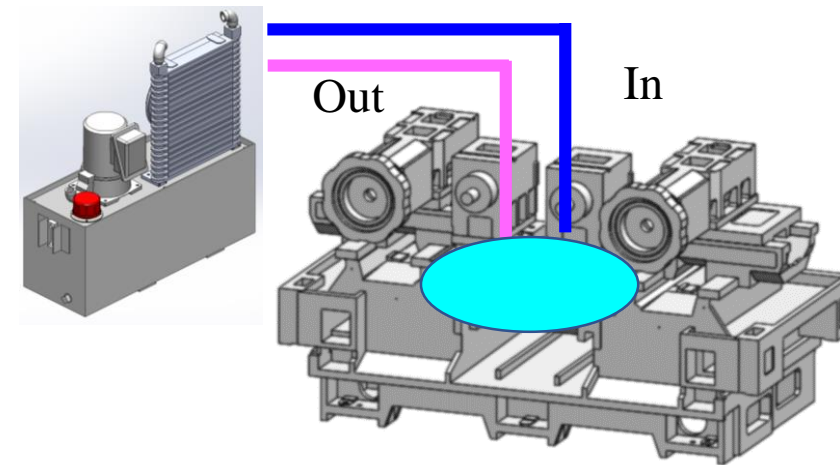


Fig. Result of displacement analysis (  $\times 2000$  )

## ■ Structure for circulating cooling water



Radiator + Pump unit



## 工場内の環境温度は生産に係わる熱源の影響を受ける



工作機械の加工精度の安定化のために

電気エネルギーを使って排熱の発生 → 電気エネルギーを使って環境温度を維持



## ■ 工場の環境温度を測定

- ・工場床面に比較的安定した空気層があることを確認した

Measurement environment: Factory floor area 5,670m<sup>2</sup> (135m x 42m)

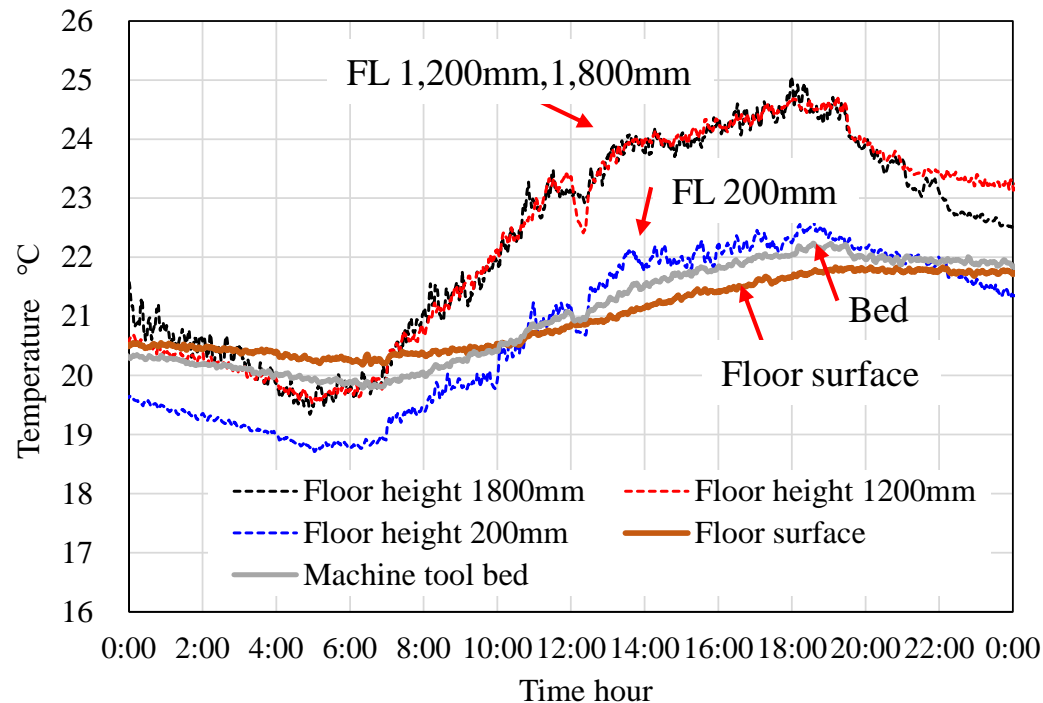


Fig. Measured temperature change of the factory environmental

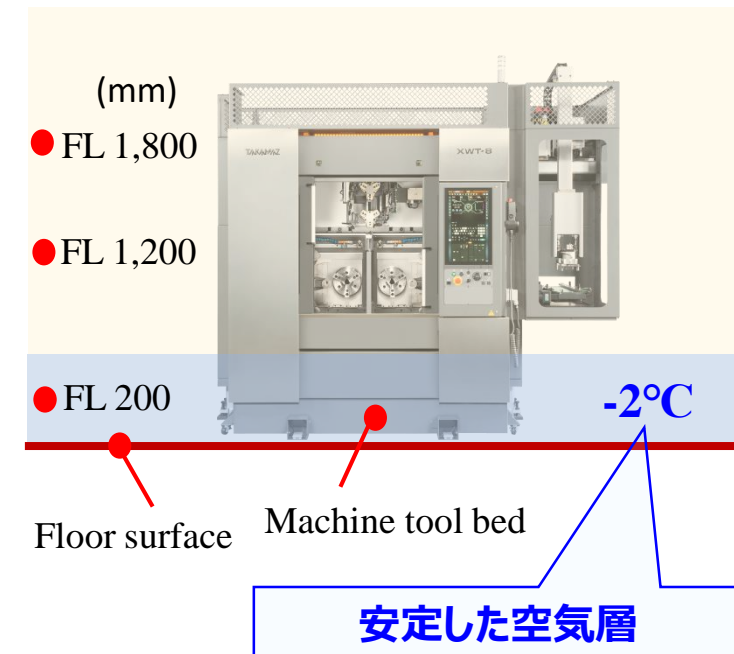


Fig. Measurement point of temperature

- 1, 会社概要
- 2, 開発背景とCNC旋盤の構造と課題
- 3, 工場の環境特性を利用した熱変形抑制**
- 4, 空気層の安定化の検証
- 5, まとめ

## ■ 工場環境の特性を利用した冷却構造

床面の空気をベッドの主軸取付部の内部を通過し冷却する。  
ベッド内部を通過した空気は、ベッド外部に排出後、主軸モータの冷却に  
利用され、機外に排出される。

【特許申請中】

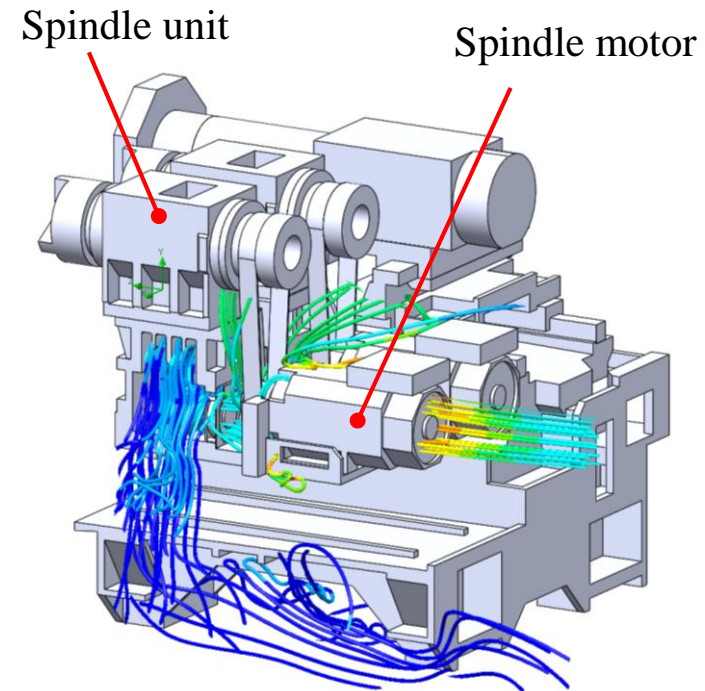
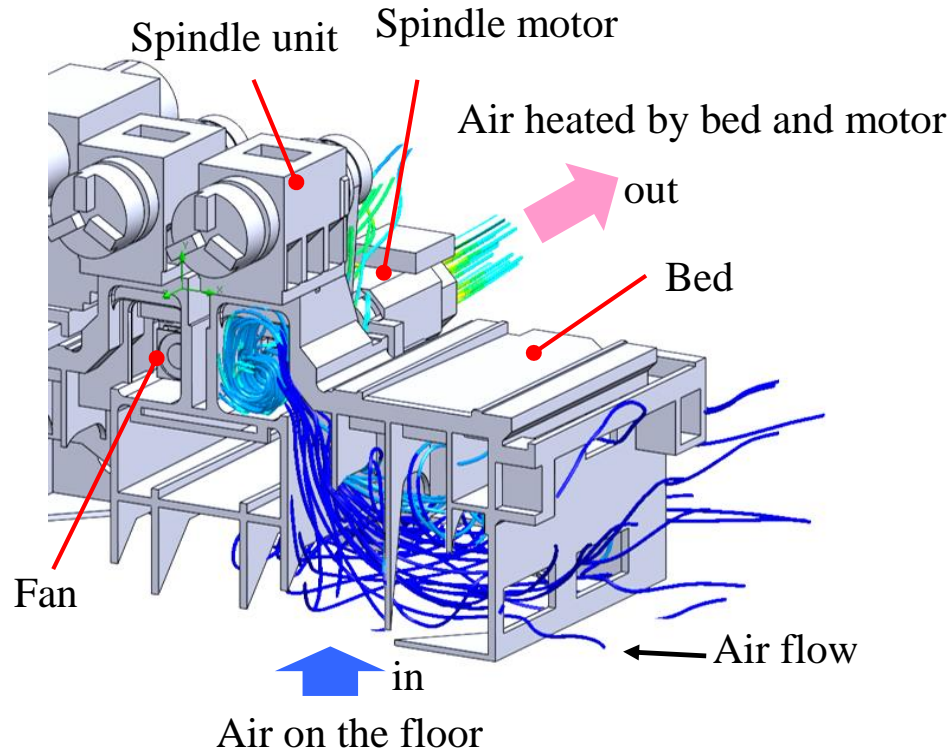


Fig. Newly developed structure bed of cooling air system

## ■ 新しく開発したCNC旋盤(XWT-8)



Fig. CNC lathe XWT-8

Table Specifications of CNC lathe

Items		Specifications
Head stock	Chuck size	8 inch
	Spindle speed	Max spindle rotational speed $4,000\text{min}^{-1}$
Tool post type		Turret type
Size		$1,890^{\text{W}} \times 2,190^{\text{L}} \times 2,400^{\text{H}}$ mm



- 流体解析を用いた効果確認  
初期温度 20℃設定、  
3 時間後の温度変化

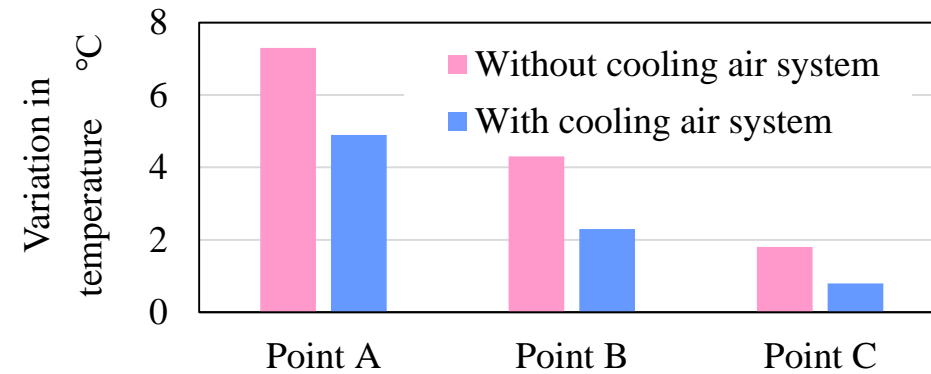
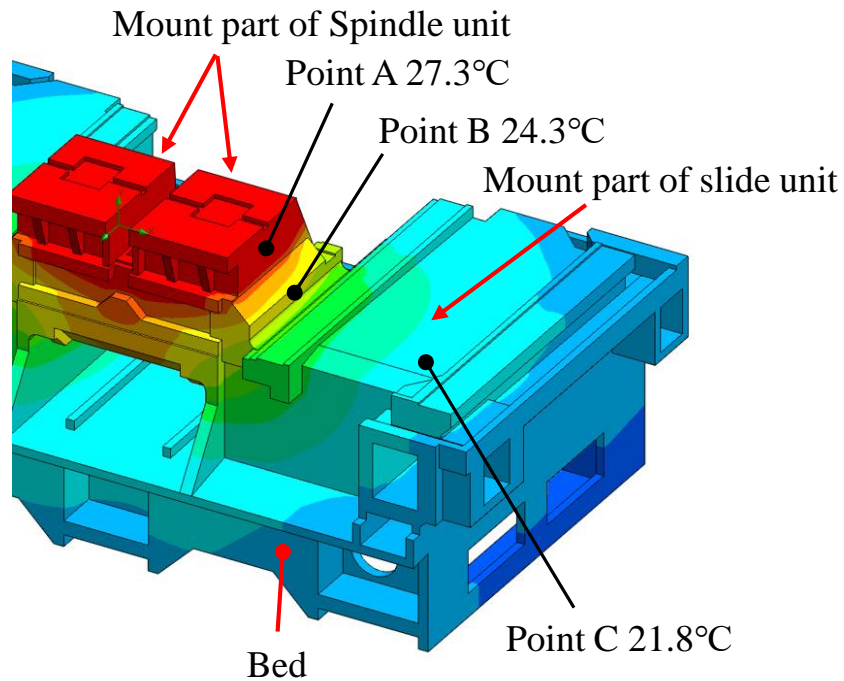
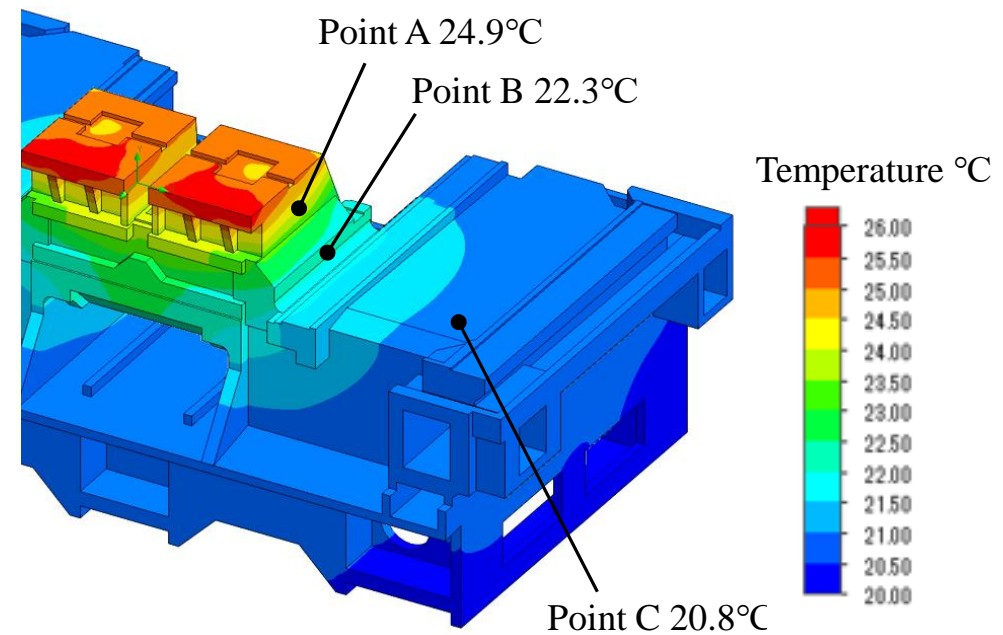


Fig. Temperature change value of measurement point



(a) Without cooling air system



(b) With cooling air system

Fig. Comparison of thermal analysis results with and without cooling air

## ■ 実加工による空冷効果の確認結果

Work material: C3604BD  $\Phi 40 \times 70$  (Cutting length 40mm)

Rough machining: spindle rotational speed  $2,000\text{min}^{-1}$ , cutting feed  $0.2\text{mm/rev}$ , depth of cut  $0.2\text{mm}$

Finishing: spindle rotational speed  $2,000\text{min}^{-1}$ , cutting feed  $0.05\text{mm/rev}$ , depth of cut  $0.1\text{mm}$

1 cycle time 60s

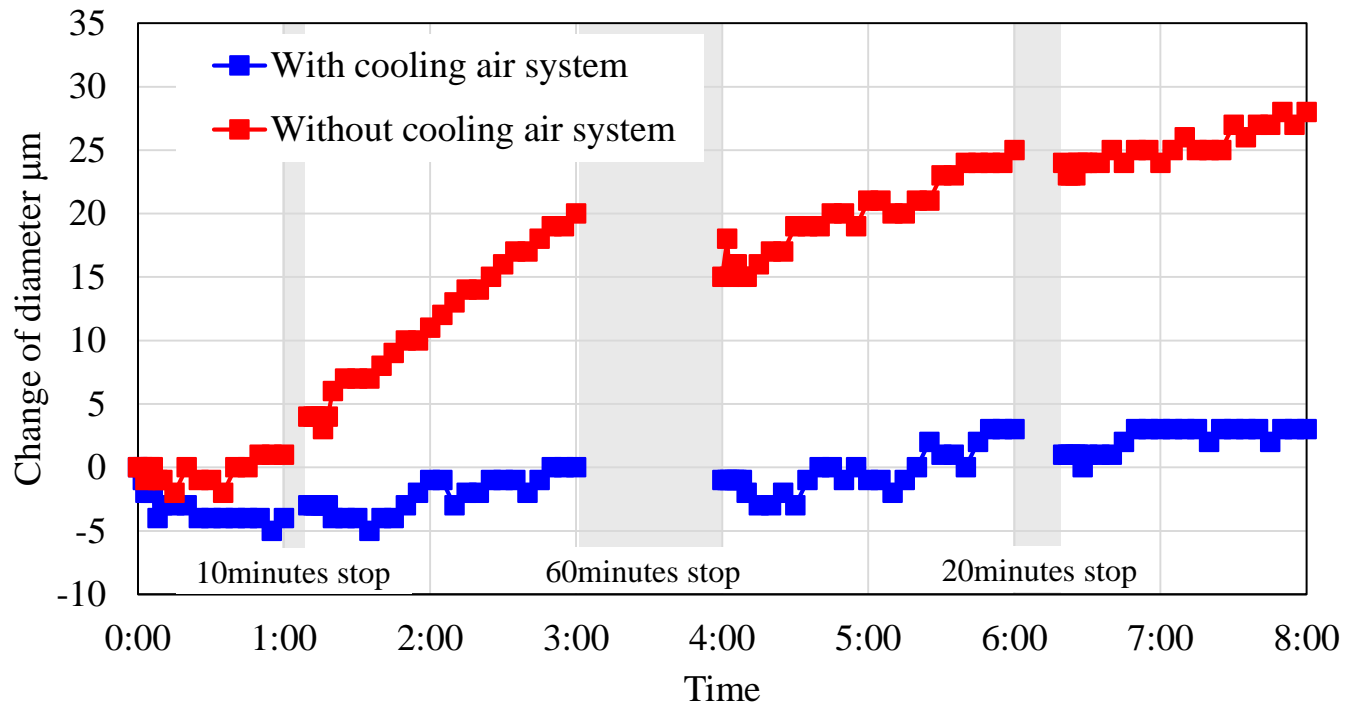


Fig. Measurement results of actual cutting

## ■ 環境温度上昇時の各部温度

Measurement environment:

Factory floor area 167m<sup>2</sup> (14.5m x 11.5m)

Air conditioning setting: 17:00 20°C the day before the test

Test day 9:00 20° C → 12:00 30° C

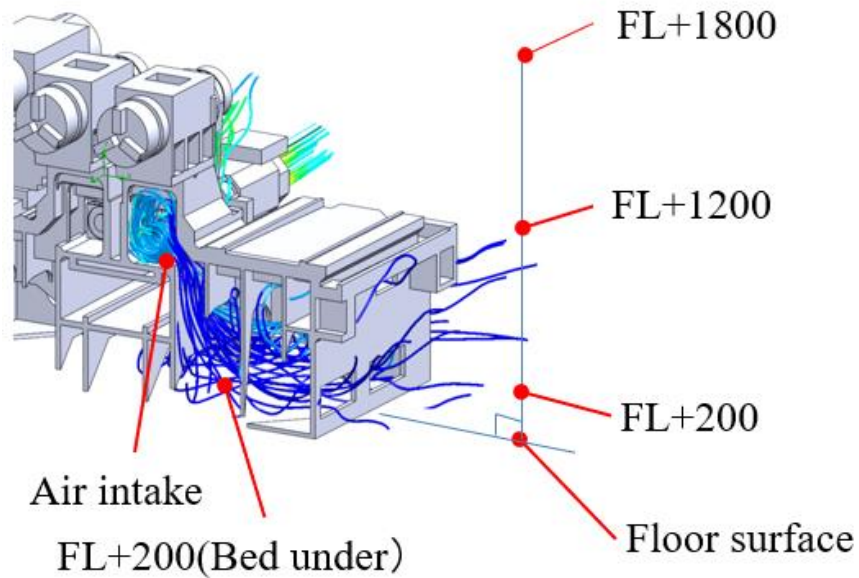


Fig. Measurement point of temperature

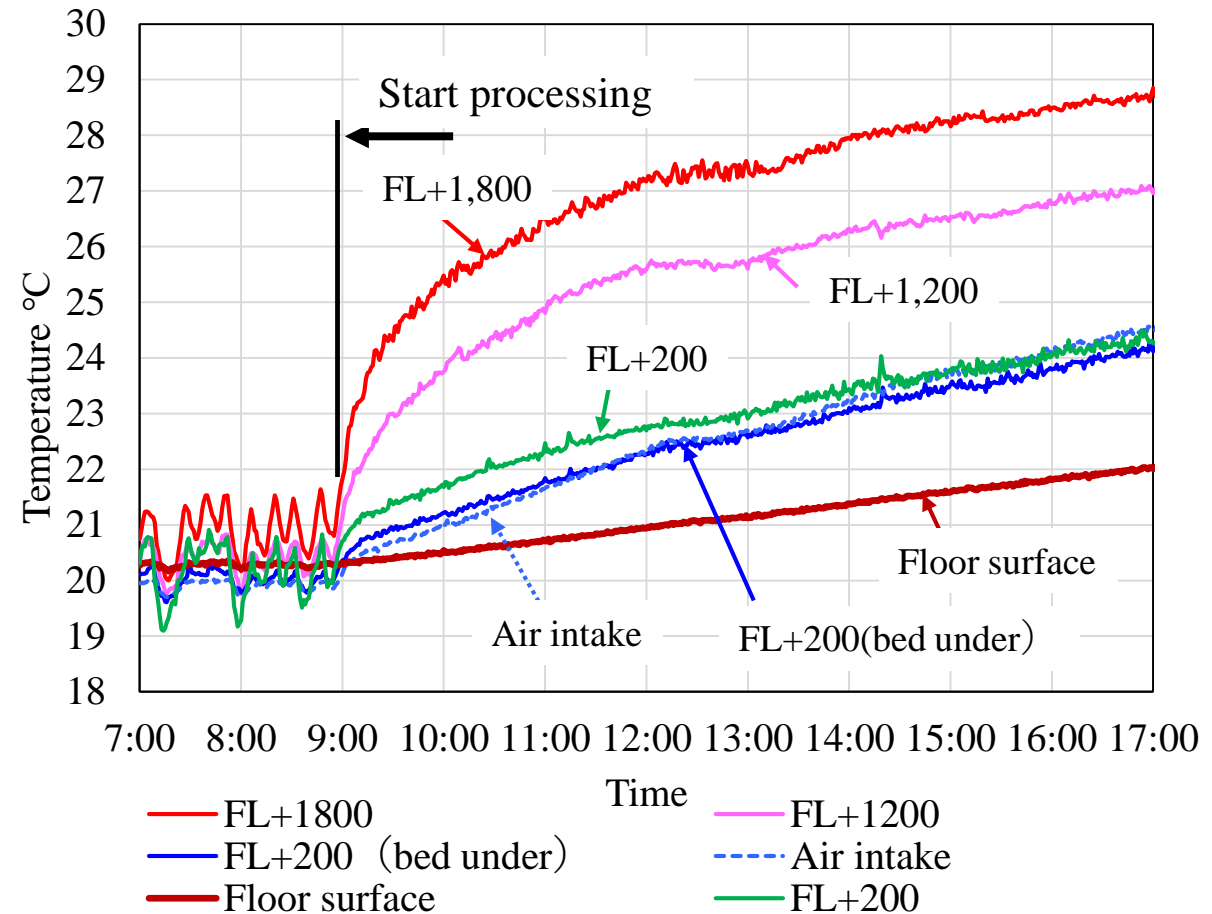


Fig. Measured temperature change of the factory environmental

## ■ 環境温度降下時の各部温度

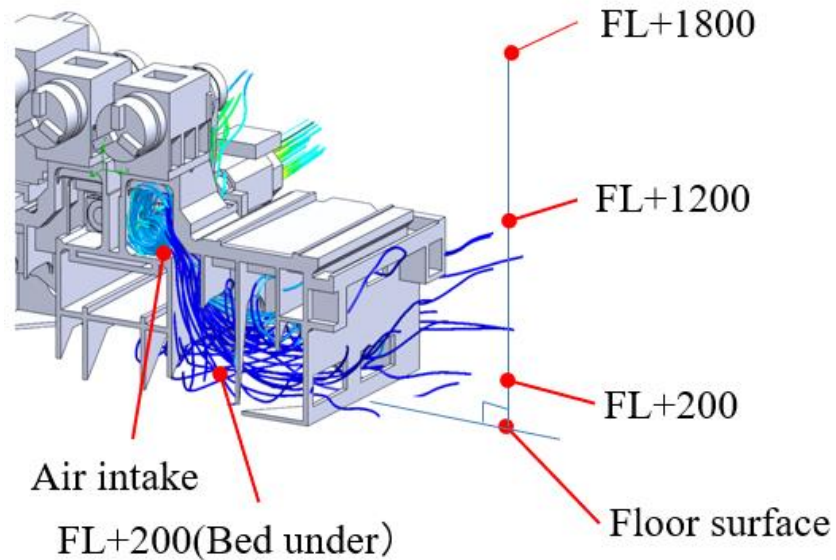


Fig. Measurement point of temperature

Measurement environment:

Factory floor area 167m<sup>2</sup> (14.5m x 11.5m)

Air conditioning setting: 30° C from 4 days before the test

Test day 9:00 25° C → 12:00 20° C

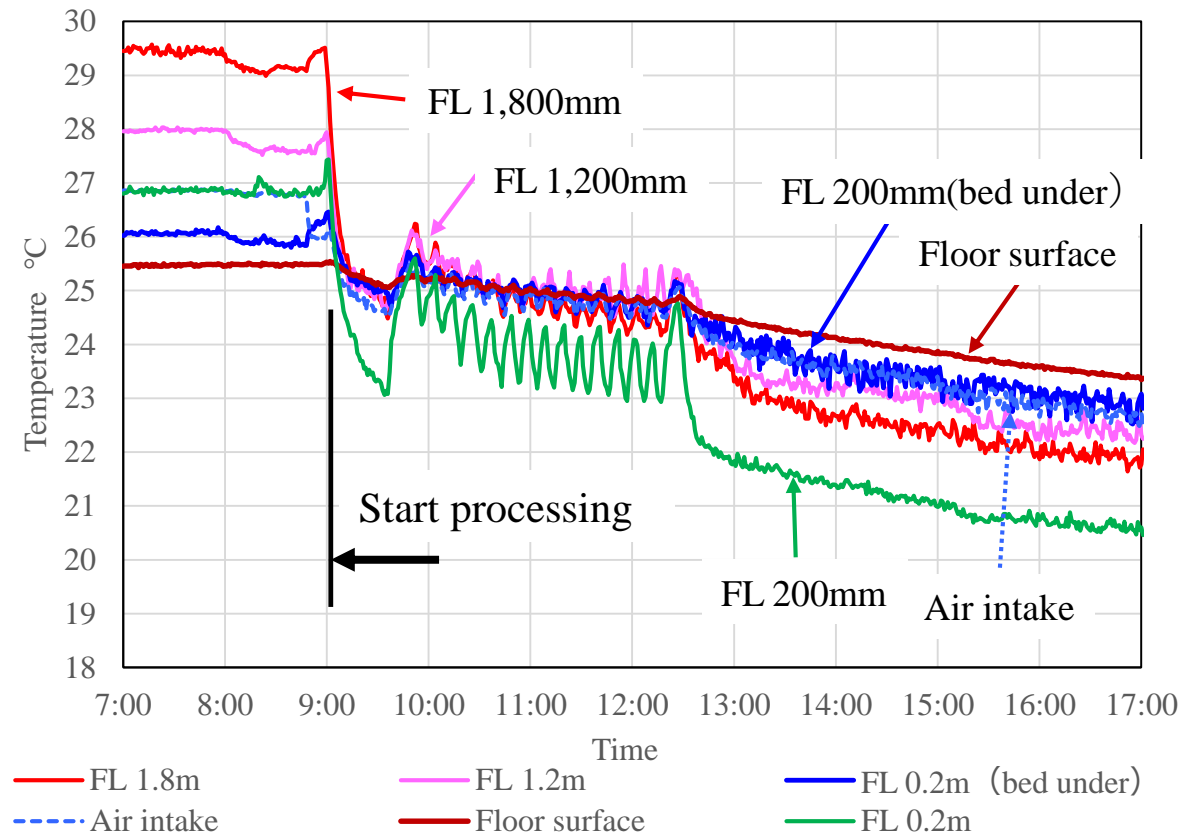


Fig. Measured temperature change of the factory environmental

- 1, 会社概要
- 2, 開発背景とCNC旋盤の構造と課題
- 3, 工場の環境特性を利用した熱変形抑制
- 4, 空気層の安定化の検証**
- 5, まとめ



## ■ 検証用の構造モデル



構造材質  
硬質ウレタンフォーム

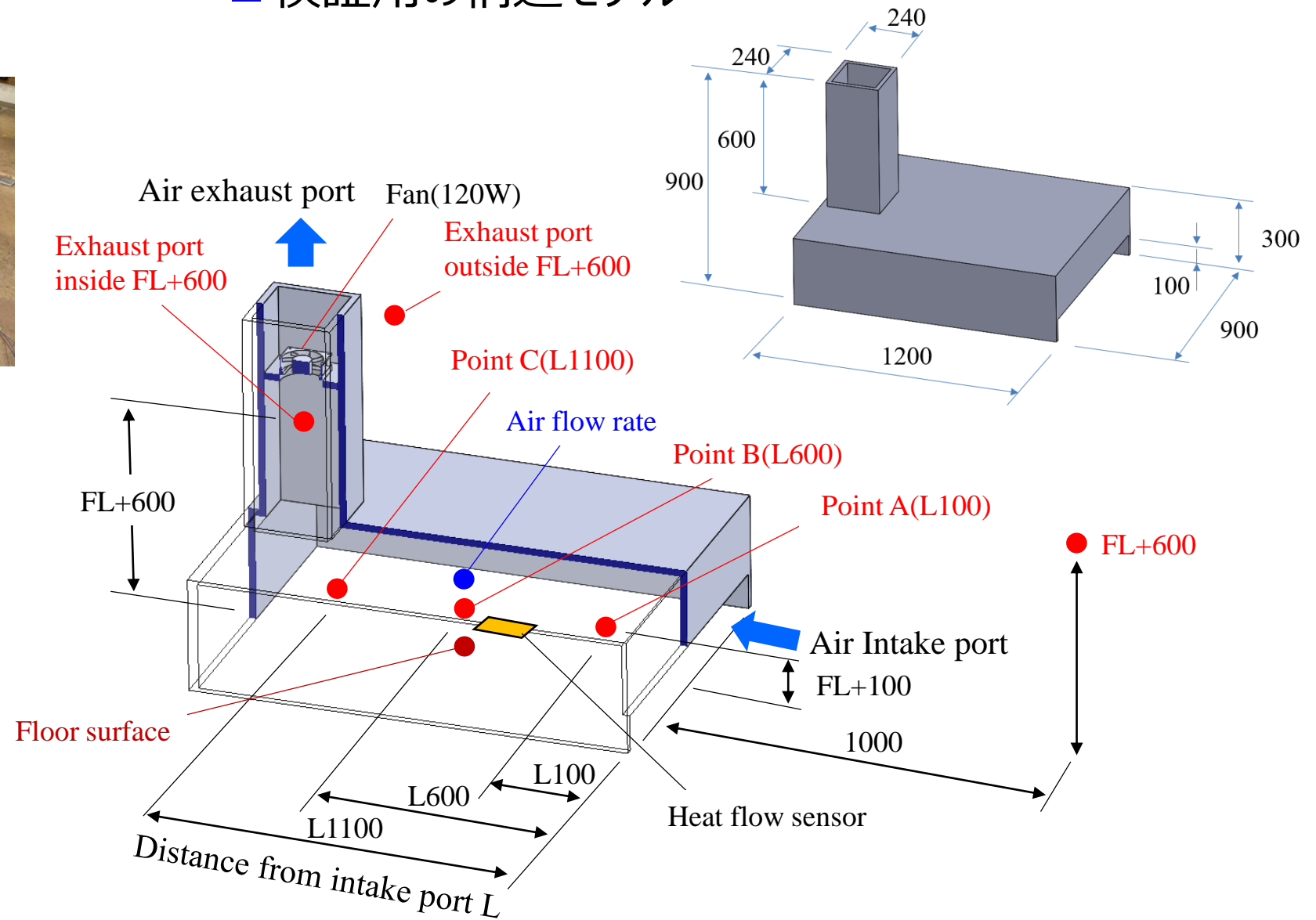


Fig. Structural model and measurement point

## ■ 環境温度上昇の場合における構造体内部の温度

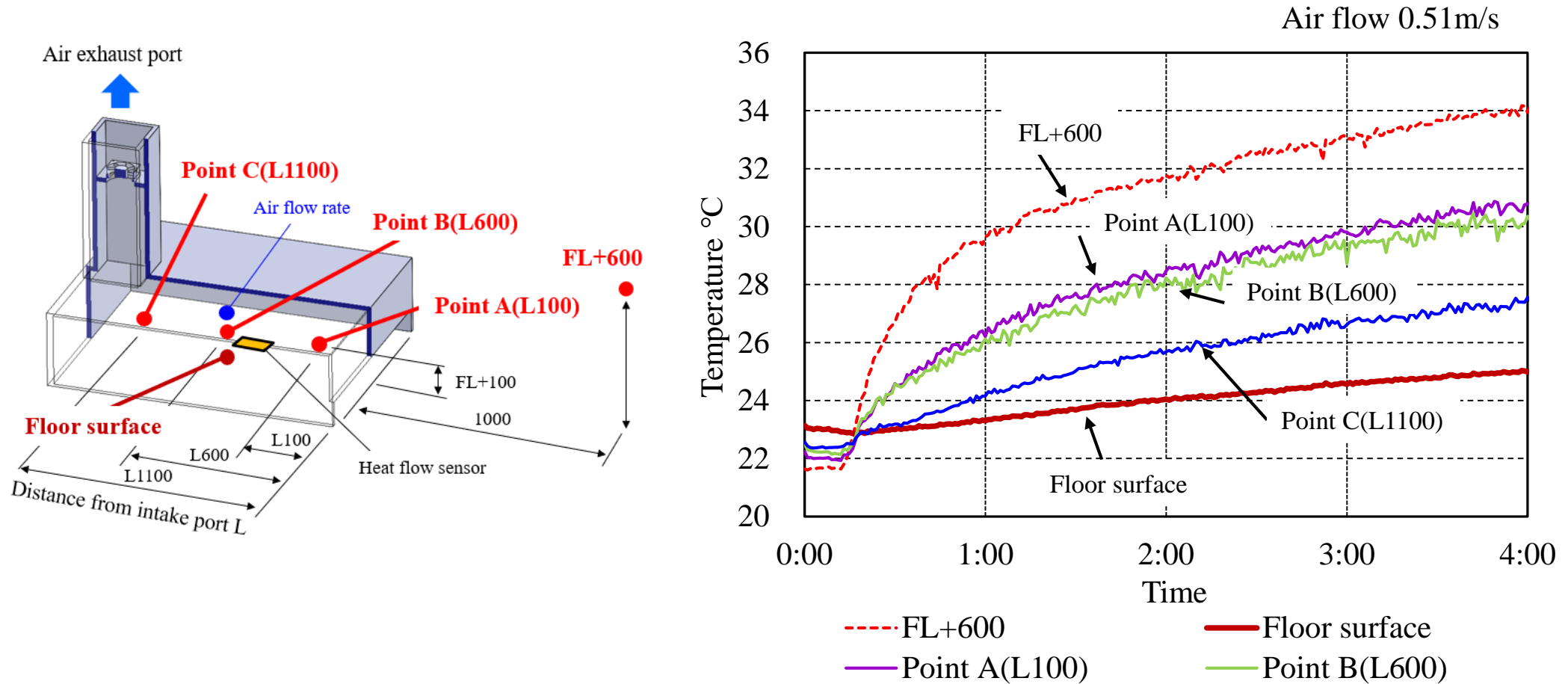


Fig. Measured temperature change of evaluation using structural model

## ■ 構造体内の流速と熱流束値

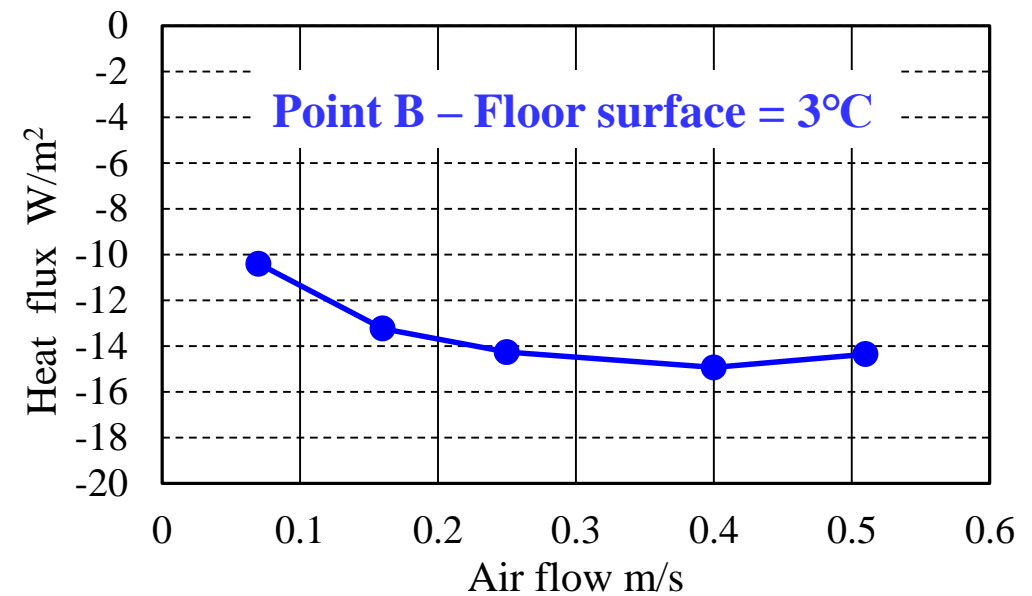
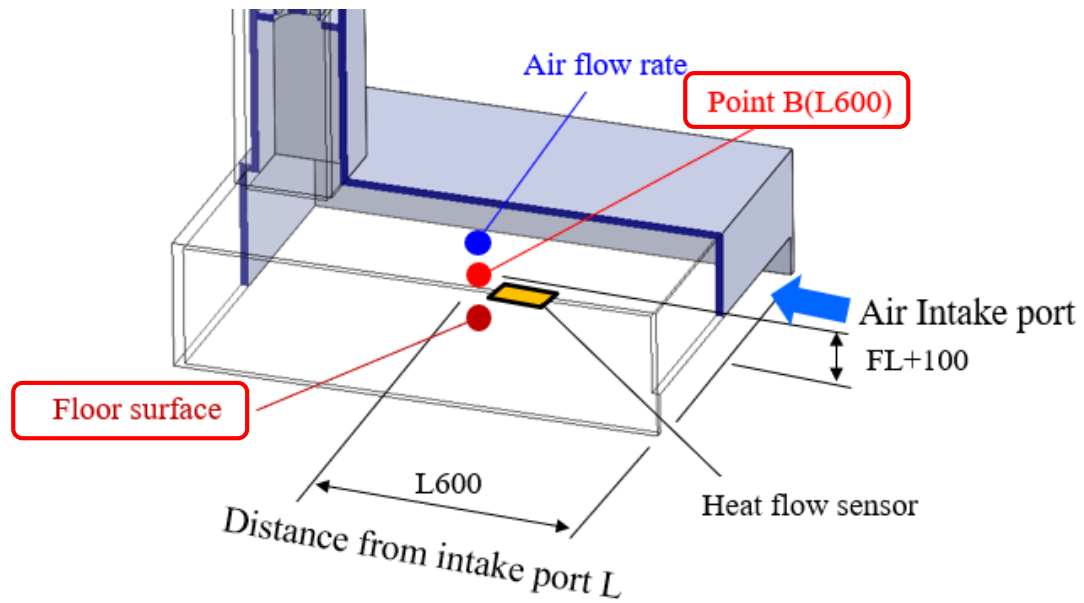


Fig. Relationship between Air flow and heat flux  
Difference between surface temperature and environmental temperature (Point B) is 3°C

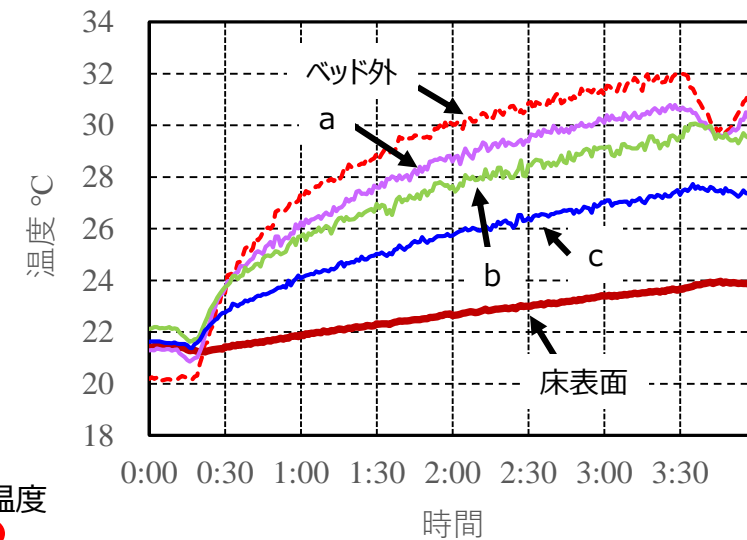
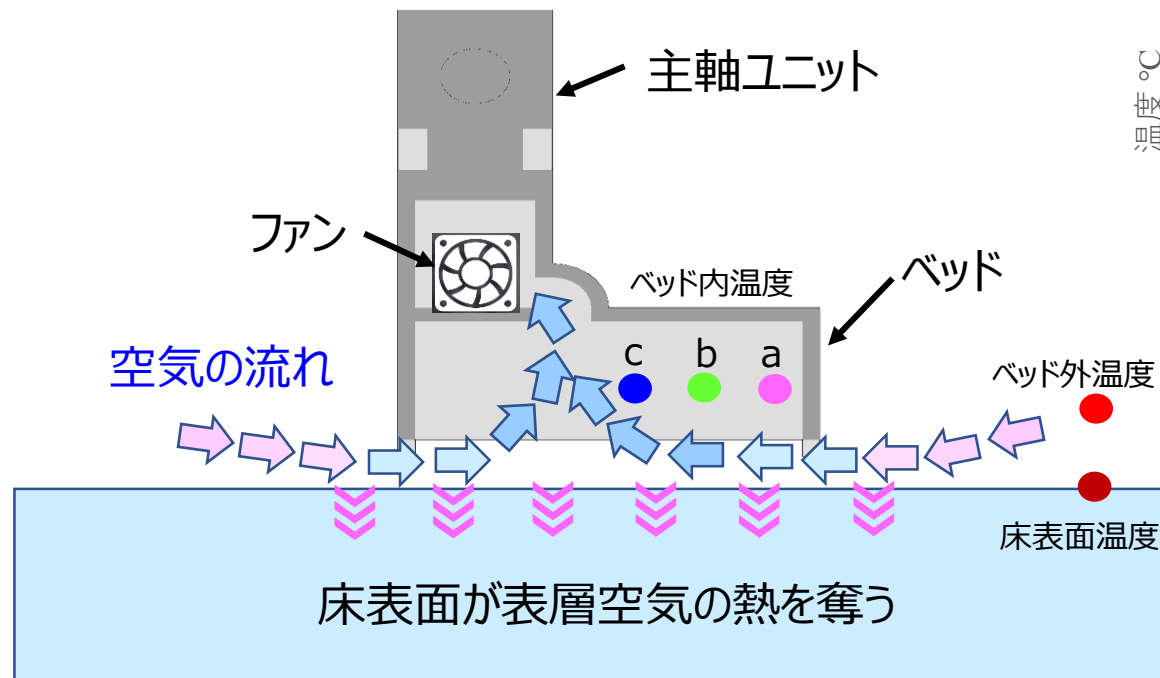
# 新技術

## 省エネルギーで効果の高い冷却システム

【特許申請中】

空気の流れの発生にて空気と床表面との熱交換が高まり、  
より安定した空気層が得られることで安定した加工精度を実現

### ■ 環境温度が床表面より温度が高い場合



## 5, まとめ

工作機械の省エネルギーと加工精度の安定化を目的として、工場の環境特性を利用するベッド構造を開発し、以下の結論を得た.

- (1)床表面に近い空気層は環境温度の変化影響が小さく、  
この空気層を冷却に用いることで、加工精度の変化を減少させる効果を得た.
- (2)床表面近い空気層は空気流れを作ることで、床表面と熱交換がより促進され、空気層の温度を安定させる効果がある。  
この効果を利用すること環境温度の変化が大きい場合においても、加工精度の変化は比較的に安定している.
- (3)冷却用の付帯装置が不要となり、省エネルギーが図られた.