



ダイキンシンポジウム

「生産システムのデジタル化トレンドと解決すべき課題」

2022年6月20日

東京大学 杉田直彦

自己紹介



名前：杉田 直彦

出身：1970年 姫路生まれ，金沢育ち

仕事：1996- 日本電気 (株)

2003- 東京大学 助手

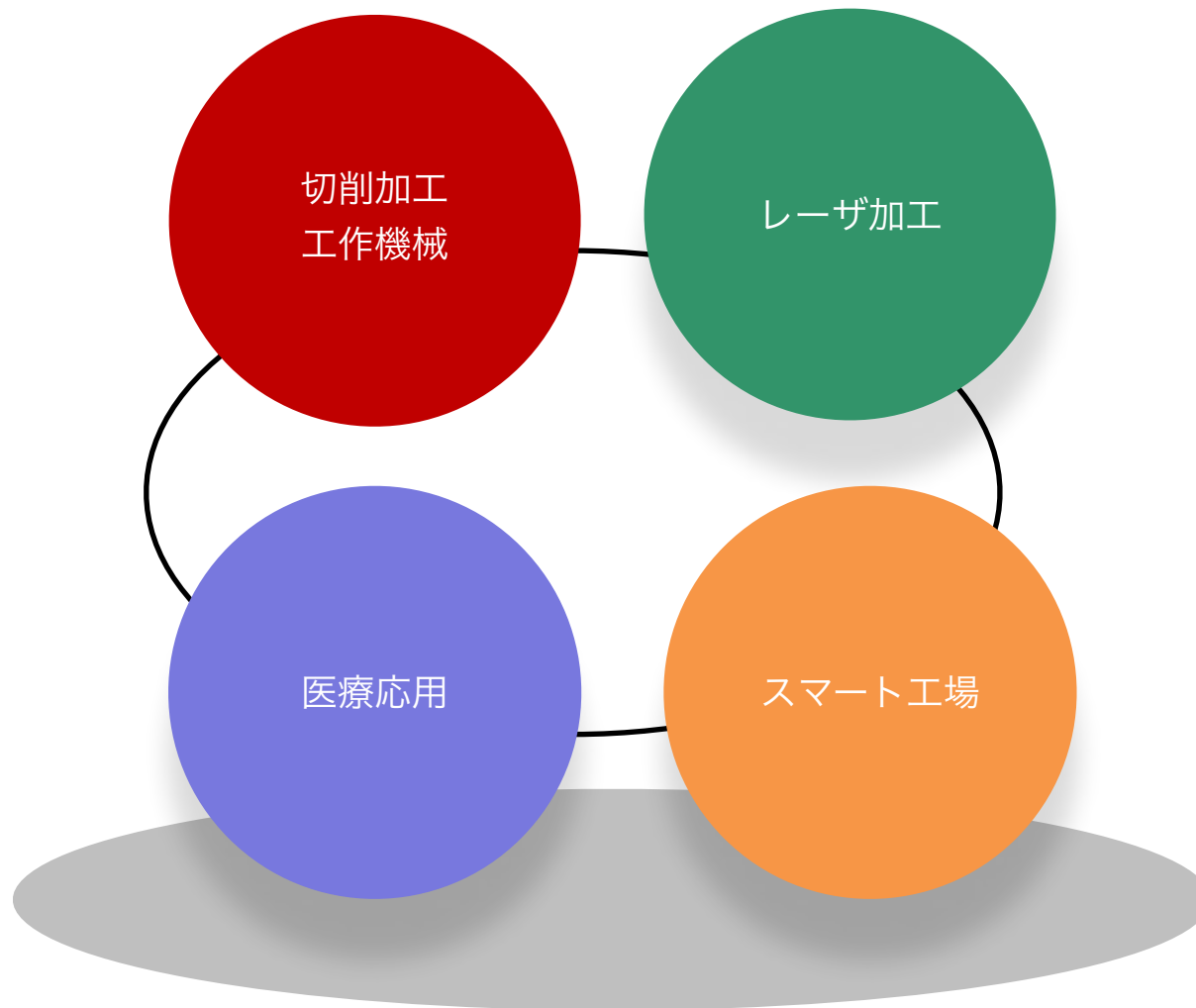
2007- 東京大学 准教授

2014- 東京大学 教授

好きなもの：



杉田研究室の現在のテーマ



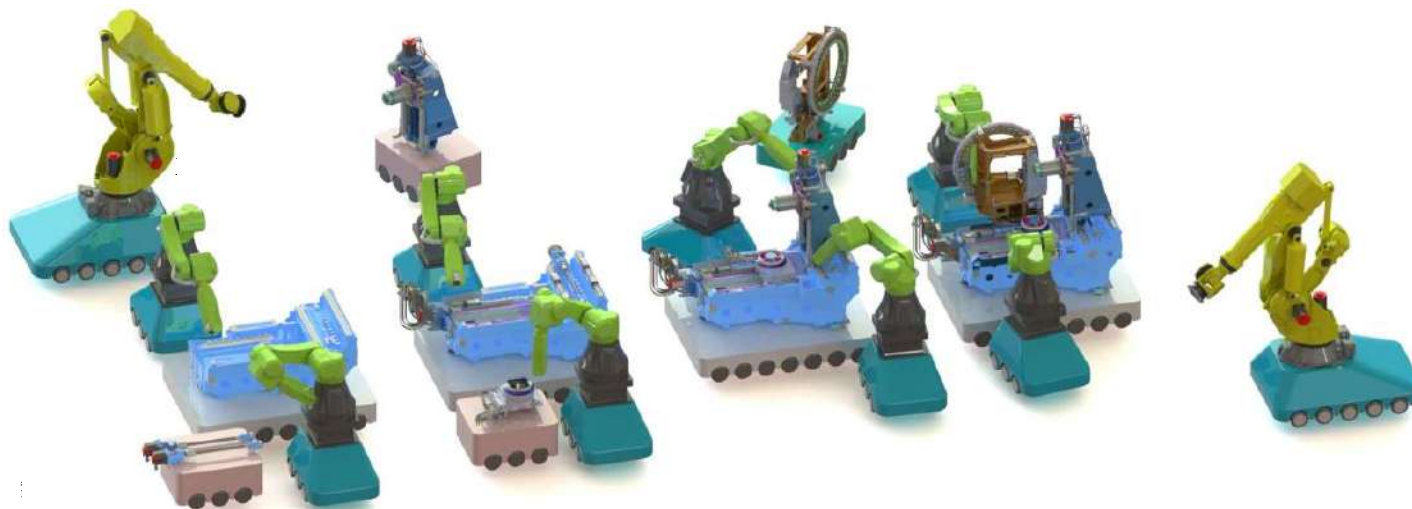
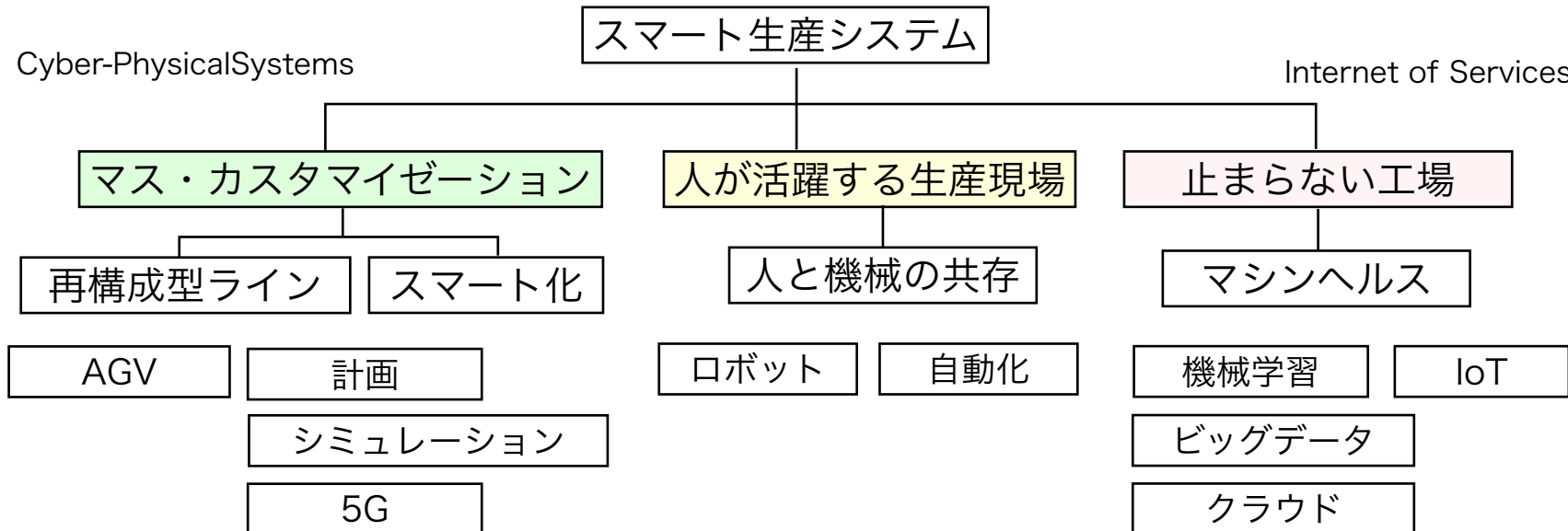
世界の状況

- カイゼンでいいのか? -



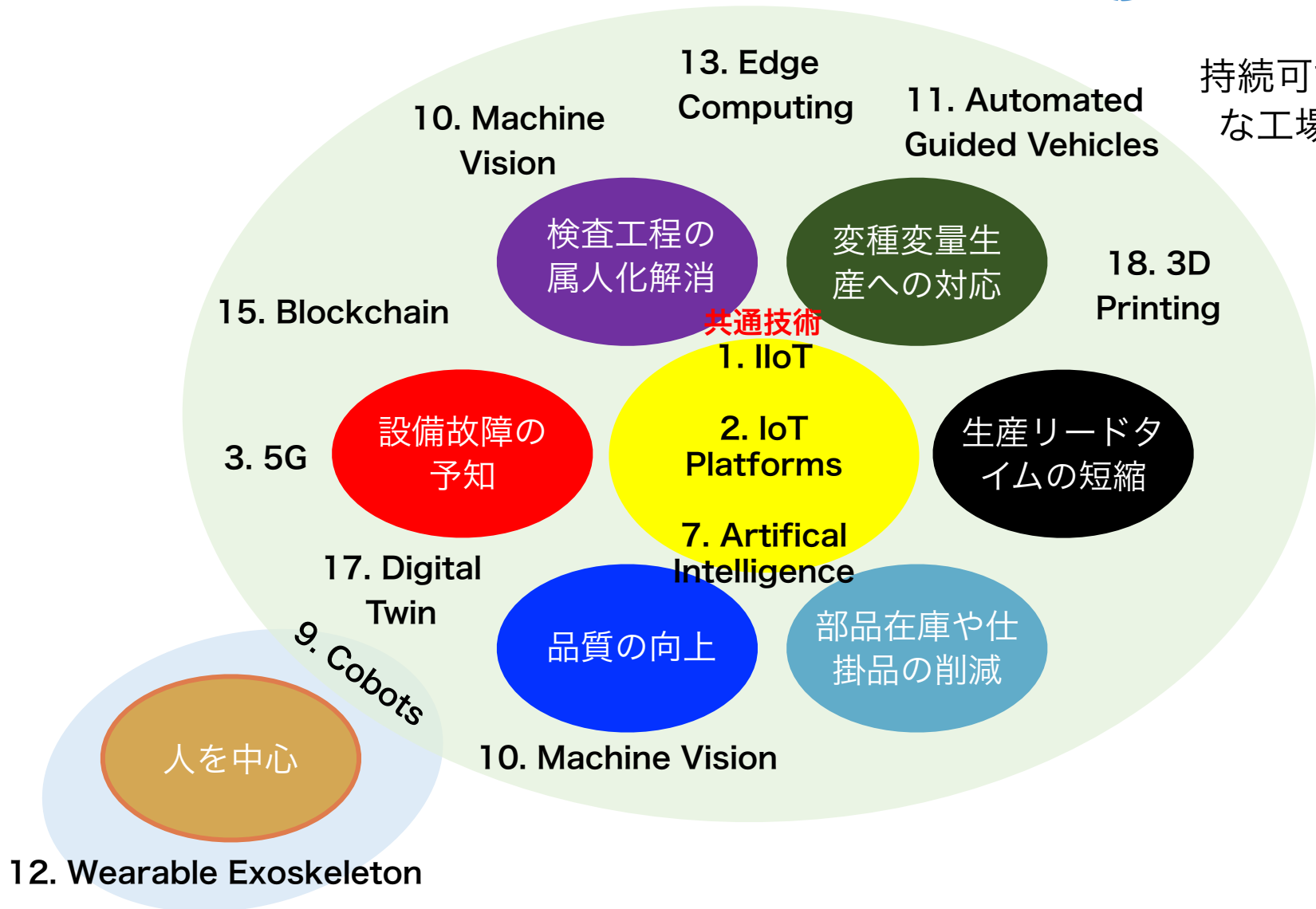
「これからの工場」





人を中心とした持続可能な工場

持続可能な工場





NEDO 5G等の活用による製造業の
ダイナミック・ケイパビリティ強化に向けた研究開発


「既存生産設備と協働可能な多能工自走ロボットによるダイナミック生産ラインの実現」

後付けかつ段階導入が可能な自走ロボットのアシストで既存機の性能を大きく引きあげ、ラインの緊急事態を乗り切ります。

DMG森精機株式会社, ファナック株式会社
東京大学, 京都大学, 東京工業大学, 慶應義塾大学

プロジェクトの背景

現在の課題



市場規模

工作機械の周辺装置としての自動搬送に限ると、搬送だけでいても意味付けが弱い。このままでは想定の実成長は達成困難。米国IT企業のような、デバイスをテコにしたソフトウェア・プラットフォームがない

事業化

要素アプリの質・量が不十分。クラウドでの統括のためのシステム設計がなく、アプリ間やセンサ間の高度な情報連携・連動がない

IoTの技術

製造業の自走ロボにおいて4Gでできること、5Gでないとできないことの切り分けがない

社会的なIoT活用

大規模・一回でのセットアップではなく、段階的・小規模投資で導入できるプラグイン型なモジュールが不十分。専門の技術者も多くない。

工作機械の性能

旧型機の性能を高めるための、後付けでの高速高精度化技術がない

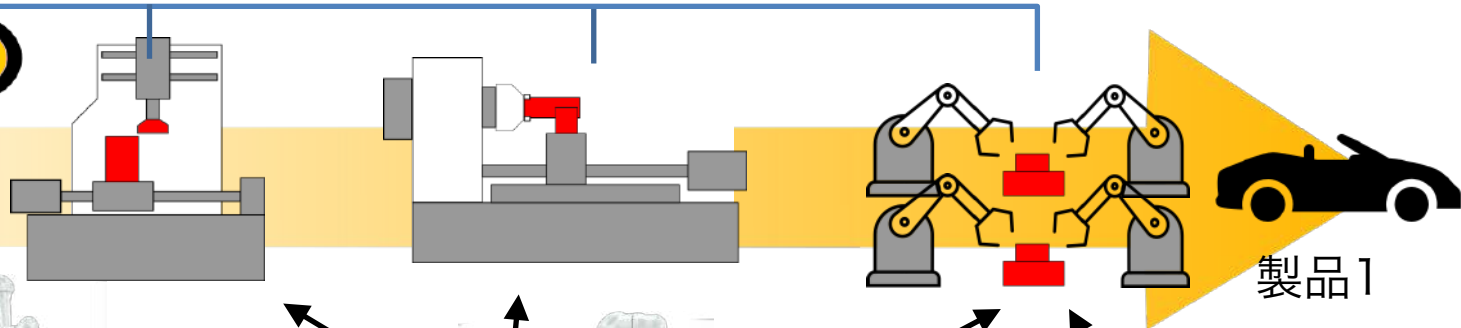
自走多能工ロボット (AGV) + IoT基盤 (フォグ, クラウド) による、旧型設備の高速高精度化用アプリとシステムの開発



目指している生産ライン

フォグまたはクラウド
コンピューティング

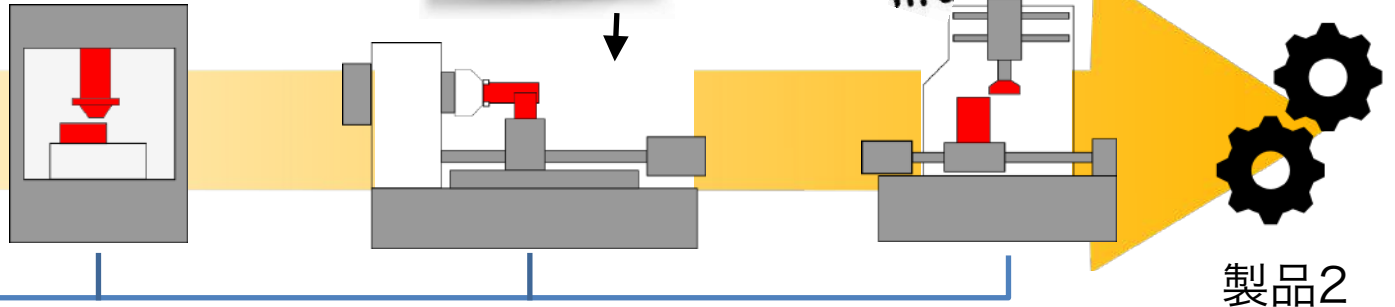
生産ライン1
(固定体・有線)



多能工自走ロボット
(移動体・無線)



生産ライン2
(固定体・有線)



- (1) 多能工自走ロボットのセンシングによる 加工機の監視
- (2) フォグまたはクラウドのコンピューティングによる 加工機の加工能力評価



プロジェクト体制

各種契約，知的財産の扱い，要素技術の統合，ユーザーでの検証計画立案など，全体運営を司る役割。

NEDO

ステアリングコミッティ

DMG森精機，ファナック
東京大学，東京工業大学，慶應義塾大学，東京工業大学

5G通信のための協力企業
協力ユーザー企業として

DMG森精機株式会社

伊賀工場（伊賀）
5G通信環境の開発と整備
自走ロボット-クラウド連携システム

ファナック株式会社

本社工場（山梨）
ロボット/NC-クラウド連携システムの開発

京都大学

河野研究室（京都）
加工アシストモジュールの研究開発（ビジョンセンサによる振動解析）

慶應義塾大学

柿沼研究室（神奈川）
加工アシストモジュールの研究開発（3Dプリンタ）

東京大学

杉田研究室（東京）
加工アシストモジュールの研究開発（熱変形推定，高精度加工形状測定）

東京工業大学

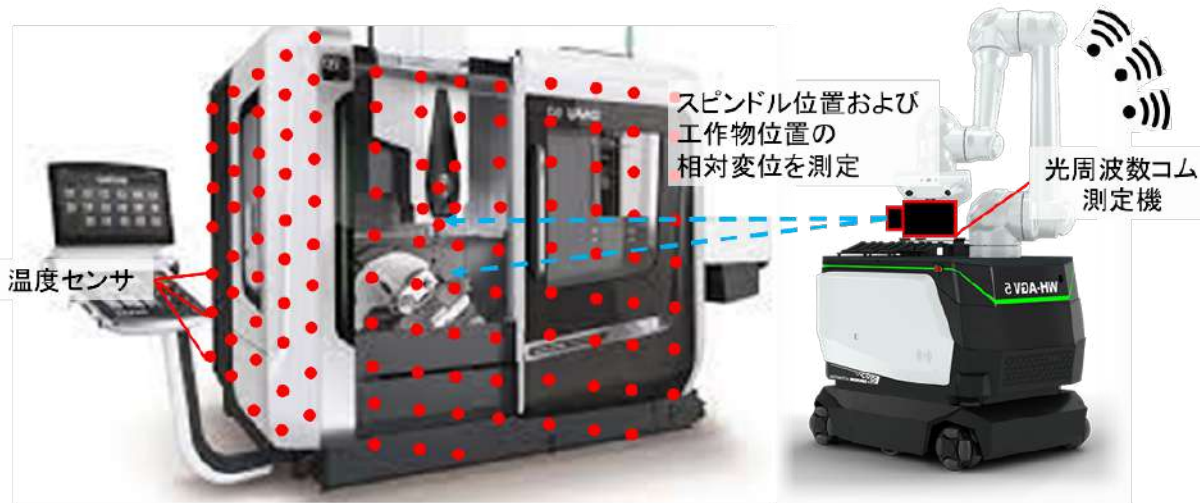
吉岡研究室（神奈川）
加工アシストモジュールの研究開発（ミリング加工，ワーク形状計測-加工パス生成）

多能工自走ロボとAM用途の加工アシストを中心にフォグシステムでの実現方法の検討，および要素技術の詳細検討

切削用途の加工アシストを中心にフォグとクラウドシステムでの実現方法の検討，およびシステム標準化の詳細検討

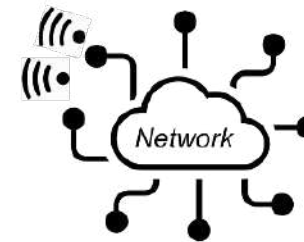


加工アシスト(熱変形)



熱変位補償システムを内蔵したマシニングセンタ

多能工ロボット

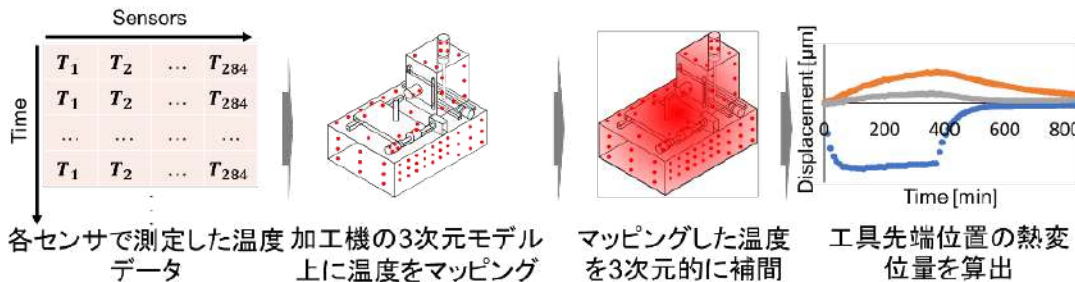


光周波数コム測定機を搭載した多能工ロボットがマシニングセンタの前に停止。

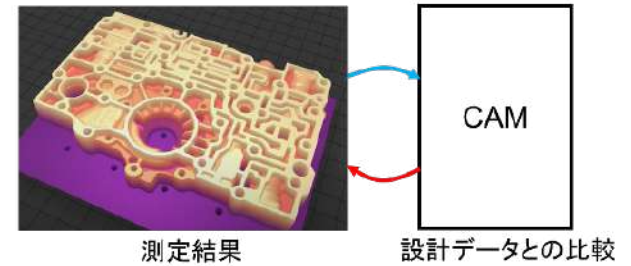
工作機械をx, y, z軸に微小距離動作させ、各軸の方向を測定する。この測定結果から工作機械と光周波数コム測定機の相対姿勢を割り出す。

工具先端位置 - 工作物間の相対変位を測定。

熱変位補償システムの工具先端位置推定結果と比較->評価。



加工アシスト (加工形状測定)



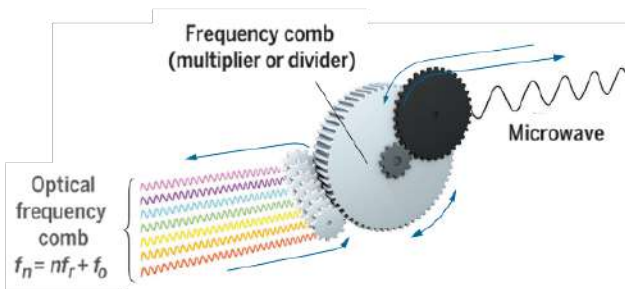
光周波数コム測定機を搭載した多能工ロボットがマシニングセンタの前に停止。

光周波数コム測定機をマシニングセンタのスピンドルに搭載。

マシニングセンタの高精度な並進軸を用いて、スキャン。工作物の表面形状を測定。

測定した表面形状と、設計データを比較することにより加工誤差マップを作成する。

加工誤差を修正するための加工パスを生成 (CAM)。



OFCの概念図 (Diddams et al., 2020 Science)

本研究で使用する光周波数コム測定機株式会社XTIA, "S40"



問合せ先

東京大学大学院工学系研究科

杉田直彦

sugi@mfg.t.u-tokyo.ac.jp

<http://www.mfg.t.u-tokyo.ac.jp>

