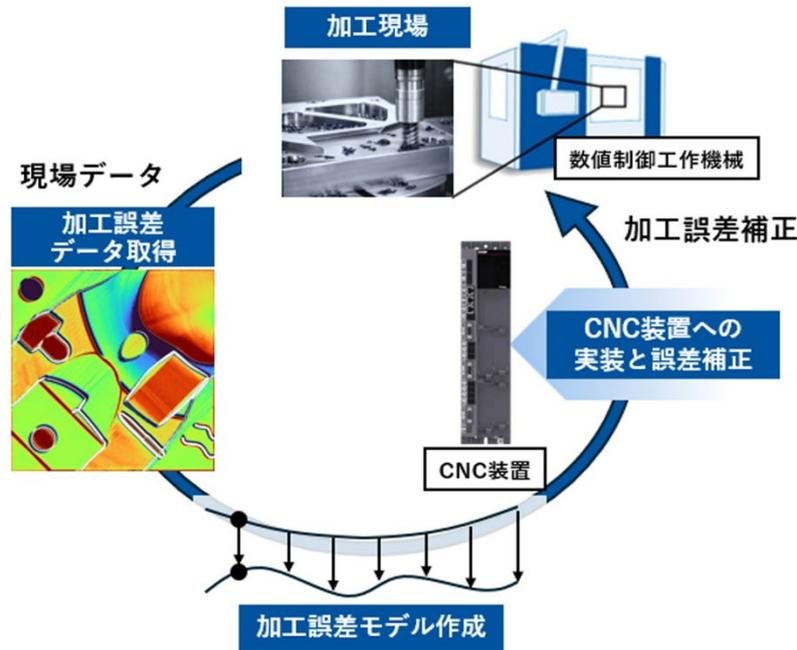


NEWS RELEASE

数値制御工作機械の誤差をリアルタイムで補正するエッジデジタルツイン技術を開発
切削加工における加工誤差を半減し生産性向上と環境負荷低減に貢献



エッジデジタルツインの構築と実装の概要

三菱電機株式会社は、アーヘン工科大学（ドイツ連邦共和国）と共同で、CNC（Computer Numerical Control）装置^{※1}上で動作するデジタルツインを用いて、工作機械の加工誤差をリアルタイムに補正する技術を開発しました。また、本技術を実装した工作機械において、構造部の変形によって生じる加工誤差を最大で50%低減できることを確認^{※2}しました。これにより、切削加工工程で発生する不良品を削減し、生産性向上と環境負荷低減の両立に貢献します。

近年、製造業では市場ニーズの多様化などに伴い、より高精度かつ効率的な生産体制の構築が求められています。特に、金属切削などの機械加工分野では、切削力によって生じる工作機械の変形や、工具摩耗、温度変化、加工対象のばらつきなどが原因で加工精度が低下し、不良品の発生や生産効率の低下につながるものが課題となっています。この課題の解決策として、現場で取得したデータと、工作機械および切削加工の物理モデルを組み合わせ、コンピューター上で加工状態をリアルタイムに再現・推定するデジタルツイン技術が注目されています。しかし、デジタルツインの推定結果をリアルタイムで制御に反映するためには、工作機械のセンサーや制御装置からの膨大なデータの取得、高精度な加工誤差推定モデルの構築、誤差を補正するリアルタイム制御の3要素を同時に実現する必要があります。一方で、工作機械に内蔵されるCNC装置は処理能力やメモリー容量に制約があるため、データ選別などの機能を備えた高精度なモデルを搭載することが難しく、デジタルツインを用いたリアルタイム制御実現の課題となっていました。

今回、当社は、デジタルツイン構築技術に強みを持つアーヘン工科大学との共同研究^{※3}の成果として、CNC装置上で加工誤差を高精度かつリアルタイムに推定し、その結果を工作機械の制御に反映するデジタルツイン技術を開発しました。本技術は、軸位置や電流、切削力などの膨大なデータを高いサンプリングレート^{※4}で取得し、その中から加工誤差推定に必要な情報のみを精緻に抽出して、最小限の計算式で構成したコンパクトな物理モデルを組み込む独自の設計手法を採用しています。これにより、CNC装置上でのリアルタイム動作を実現し、工作機械の構造部の変形によって生じる加工誤差を最大で50%低減できることを確認しました。本技術により、切削加工における不良品低減や品質安定化を実現し、生産性向上と環境負荷の低減に貢献します。

※1 コンピューターを用いて工作機械の動作を数値制御する装置

※2 アーヘン工科大学が保有する当社製CNC装置を搭載した検証用工作機械での実験結果

※3 Online edge computing with High-speed Processing Unit（2023年4月～2026年3月）

※4 センサーや計測装置が1秒間に何回データを取得するかを表す指標

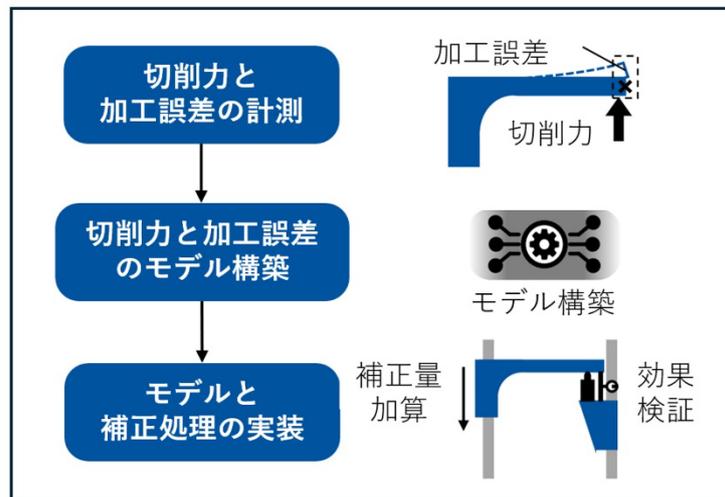
開発の特長

1. CNC 装置上で動作可能な高精度・コンパクトなデジタルツインを構築

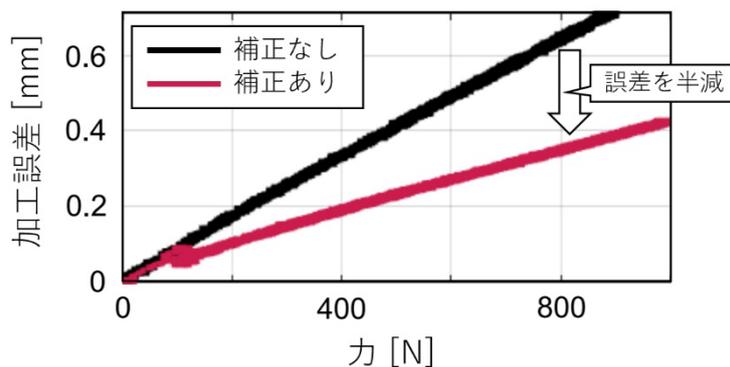
- ・ 工作機械の軸位置やモーター電流などの制御情報と切削力などのセンサー情報を、時間同期させた上で高いサンプリングレートで高速取得するために、CNC 装置に高速処理ユニット^{※5}を搭載。これにより、加工誤差推定に必要なデータのみを精緻に抽出
- ・ アーヘン工科大学と連携し、抽出データから工作機械と切削加工の物理モデルを開発。モデルは最小限の計算式に簡略化したコンパクトモデルとして設計することで、高速処理ユニット上での高精度かつリアルタイム動作を実現

2. リアルタイムに加工誤差を推定し補正することで加工誤差を 50%低減

- ・ 開発したデジタルツインを用いて、工作機械に力が加わることで発生する構造部の変形に起因する加工誤差をリアルタイムで推定し、補正するアルゴリズムを構築
- ・ 推定した加工誤差を基に CNC への補正量を計算し、リアルタイムで指令するシステムを構築。これにより、デジタルツインのシミュレーション結果を現実の工作機械の制御に即時反映
- ・ 加振機試験にて、補正ありの場合は、補正なしと比較して加工誤差を最大 50%低減できることを確認。本技術を数値制御工作機械に適用することで、切削加工における不良品低減や品質安定化を実現し、生産性向上と環境負荷の低減に貢献



エッジデジタルツインの構築方法



デジタルツインによる補正の有無による加工誤差の比較

※5 三菱電機独自のエッジデバイスで、ユーザーが開発した個別機能を実装することが可能

開発体制

組織名称	担当内容
三菱電機	・検証用 CNC の環境構築 ・高速処理ユニットへのデジタルツインの実装および評価
アーヘン工科大学	・加工誤差を短時間で推定するアルゴリズムの開発 ・デジタルツインの構築と実機検証

今後の予定・将来展望

今後、研究機関等との共創を通じて、工作機械向けデジタルツイン技術の社会実装を推進します。さらに、カーボンニュートラルやサーキュラーエコノミーの実現に向け、持続可能な生産システム構築へのさらなる貢献を目指します。

三菱電機グループについて

私たち三菱電機グループは、たゆまぬ技術革新と限りない創造力により、活力とゆとりある社会の実現に貢献します。社会・環境を豊かにしながら事業を発展させる「トレード・オン」の活動を加速させ、サステナビリティを実現します。また、デジタル基盤「Serendie®」を活用し、お客様から得られたデータをデジタル空間に集約・分析するとともに、グループ内が強くつながり知恵を出し合うことで、新たな価値を生み出し社会課題の解決に貢献する「循環型 デジタル・エンジニアリング」を推進しています。1921年の創業以来、100年を超える歴史を有し、社会システム、エネルギーシステム、防衛・宇宙システム、FA システム、自動車機器、ビルシステム、空調・家電、デジタルイノベーション、半導体・デバイスといった事業を展開しています。世界に200以上のグループ会社と約15万人の従業員を擁し、2024年度の連結売上高は5兆5,217億円でした。詳細は、www.MitsubishiElectric.co.jpをご覧ください。

お問い合わせ先

<報道関係からのお問い合わせ先>

三菱電機株式会社 広報部
〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
TEL 03-3218-2332
<https://www.MitsubishiElectric.co.jp/news/contact.html>

<お客様からのお問い合わせ先>

三菱電機株式会社 先端技術総合研究所
〒661-8661 兵庫県尼崎市塚口本町八丁目1番1号
FAX 06-6497-7285
https://www.MitsubishiElectric.co.jp/corporate/randd/inquiry/index_at.html