

アイデアファクトリー提案

工作機械の制御原理を考慮した
次世代CAMシステム開発のための
CAM仕様(要求)の明確化と
基礎システムの開発による仕様の検証

慶應義塾大学 理工学部

青山英樹

提案の背景(1/2)

□ 工具送り速度

◆ NC工作機械による曲面形状の加工において、NCプログラムで指定した工具送り速度が得られないことがある。

- CAMによる加工時間の予測値と実加工時間の差があるとなれば、指定送り速度が得られていないことになる。

□ 加工面品質

◆ CAMシステムにより生成されたNCプログラムによる加工において、予期しない加工面品質になることがある。

- 加工面のタタミ模様は、その1例である。

提案の背景(2/2)

□ 原因

- ◆ 従来のCAMシステムは、工作機械の制御原理を考慮せず、加工形状と切削工具の幾何学的な拘束条件に基づいて、切削工具の経路(NCプログラムの指令値)を算出している。

□ 問題解決アプローチとさらなる課題

- ◆ NURBS補間制御により、実送り速度の高速化、加減速の低減が図られた。
- ◆ しかし、工具軌跡はNURBS曲線として与えられるため、加工形状の面構成の認識はできないため、高品質な加工を実現する高度なNCプログラムの生成に限界が生ずる。
- ◆ 高度なNCプログラムの生成のためには、3次元情報(加工面構成情報)が必要である。

目的 (1/2)

- CAMシステムは、幾何学的な拘束条件の基でNCプログラムを生成しているため、指令速度が達成されない、加減速に伴う振動や工具たわみにより加工面品質が低下するといった問題が生じている。
- NURBS補間制御は、この問題解決の一つのアプローチであるが、工作機械制御装置において認識できる情報が不足しており、加工面の面構成を認識できないため、更なる高度な制御において限界が生ずる。
- これらの問題を制御装置による処理で解決しようとする場合、工作機械制御プロセスにおけるリアルタイム処理という制約のため、高度な処理が難しくなる。
 - ◆ 高度なNCプログラムの生成のためには、制御装置における処理の前処理(CAM処理)として取り扱うことが有用と考える。
 - ◆ 多軸制御(5軸制御)では、高度処理となるため、前処理で実施する内容とリアルタイム処理で実施する内容を合理的に整理(仕様を明確化)することが必要ではなか。
 - ◆ 制御装置がCAMを内蔵するという考えもあるが、全てを制御装置でリアルタイム処理する必要はなく、プリプロセスで処理していいことを明確に分離し、高度処理を実現する。

目的 (2/2)

- 本研究では,
 - ◆ 工作機械の制御原理を考慮するとともに,
 - ◆ 加工面の面構成の認識に基づいて,
 - ◆ 高度な加工制御を実現する次世代のCAMシステムを開発するために,
- ユーザからの問題点ヒアリング調査を参考とし,
- メーカーのシーズ技術を背景に考慮して,
- 次世代CAMに求められる仕様を明確に,
- その仕様を実現する基礎システムを開発して,
- 有用性の検証を行うことを目的としている.

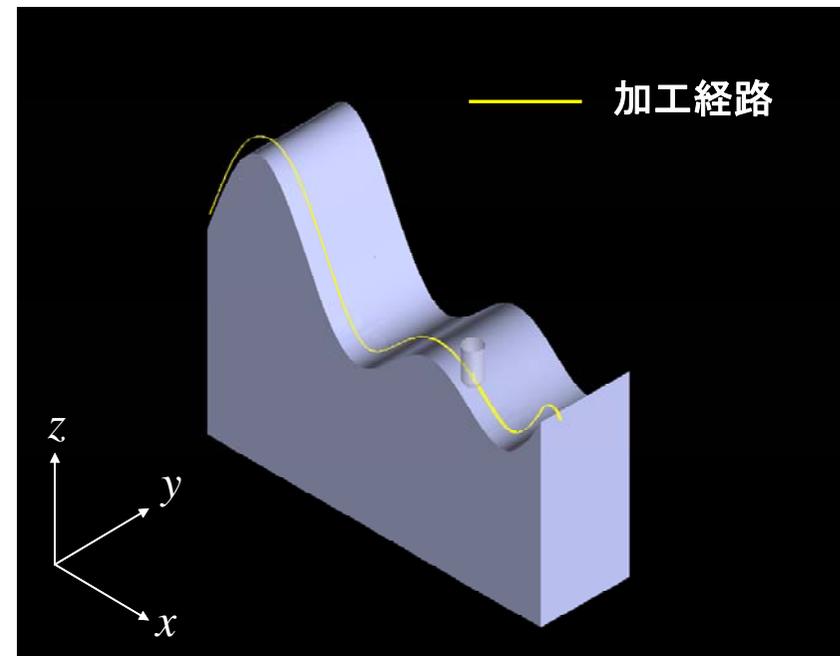
工作機械の制御原理を考慮して 生成したNCプログラム事例 (1/4)

□ 加工条件

- ◆ 加工形状: 右図
- ◆ 加工: x 方向往復加工
- ◆ 指令速度: 2m/min
- ◆ トレランス: 5 μ m
- ◆ 工具半径: 5mm

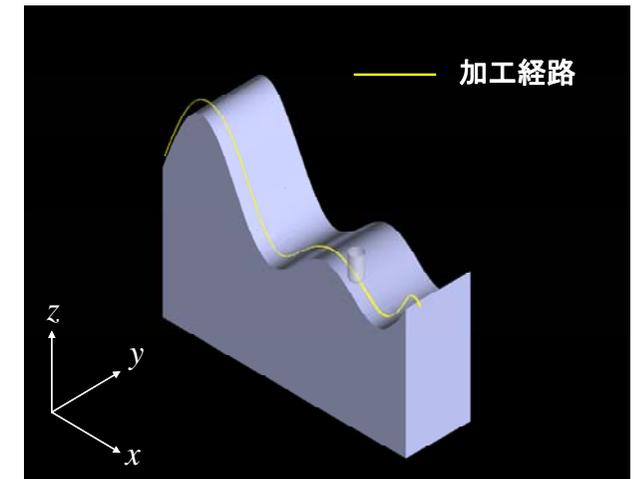
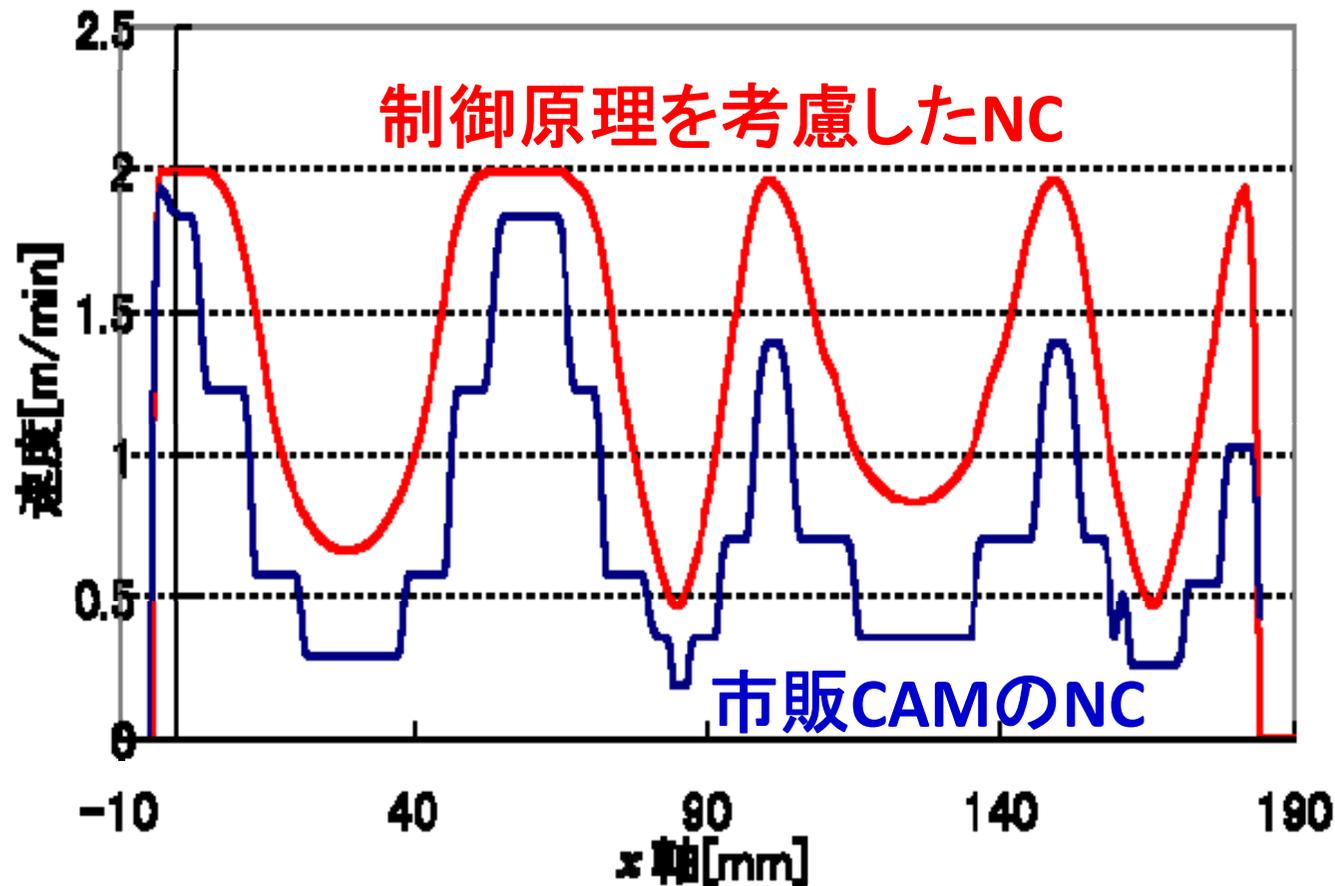
□ 市販CAMとの比較

- ◆ 比較項目
 - 速度
 - 加工時間



工作機械の制御原理を考慮して 生成したNCプログラム事例 (2/4)

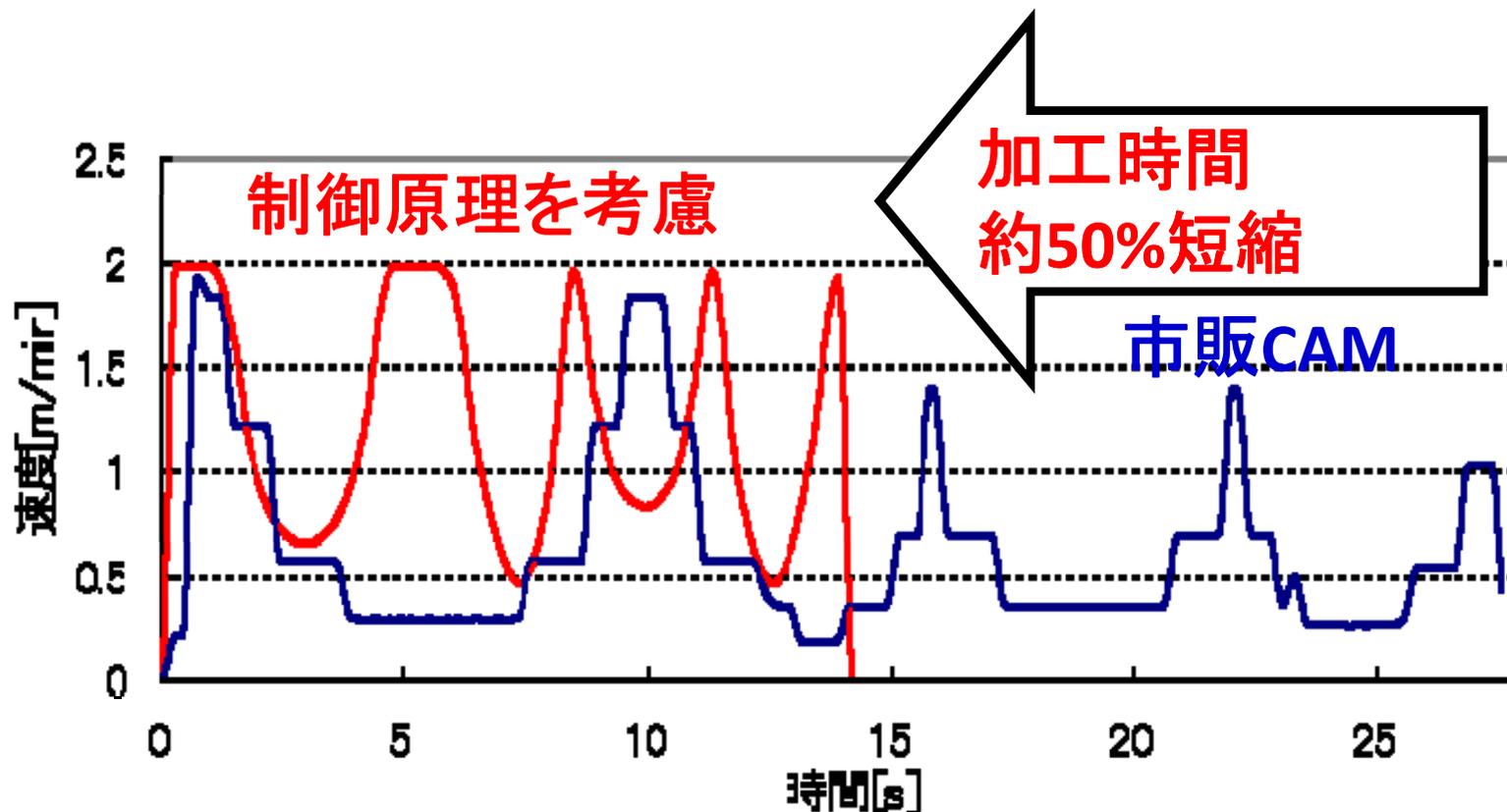
- x 軸の位置における速度
 - ◆ 速度が向上し, 速度変動も滑らか



工作機械の制御原理を考慮して 生成したNCプログラム事例 (3/4)

□ 3往復時の加工時間の比較

- ◆ 市販CAMによるNCプログラム: 187s
- ◆ 制御原理を考慮したNCプログラム: 92s

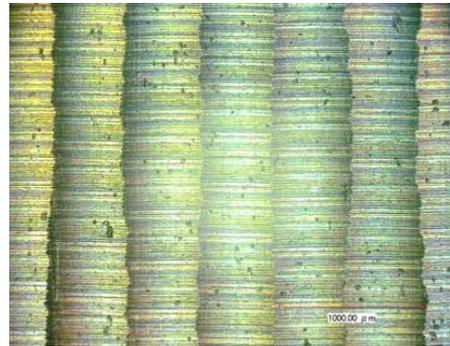


工作機械の制御原理を考慮して 生成したNCプログラム事例 (4/4)

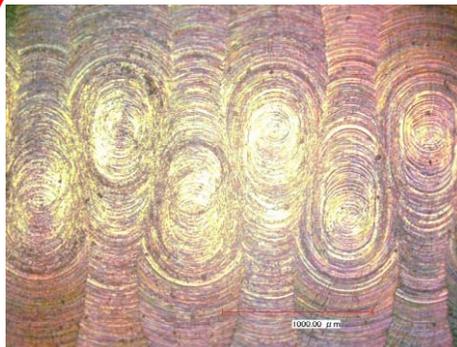
□ 加工面品位



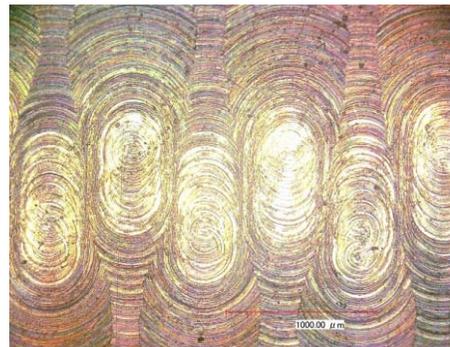
市販CAM



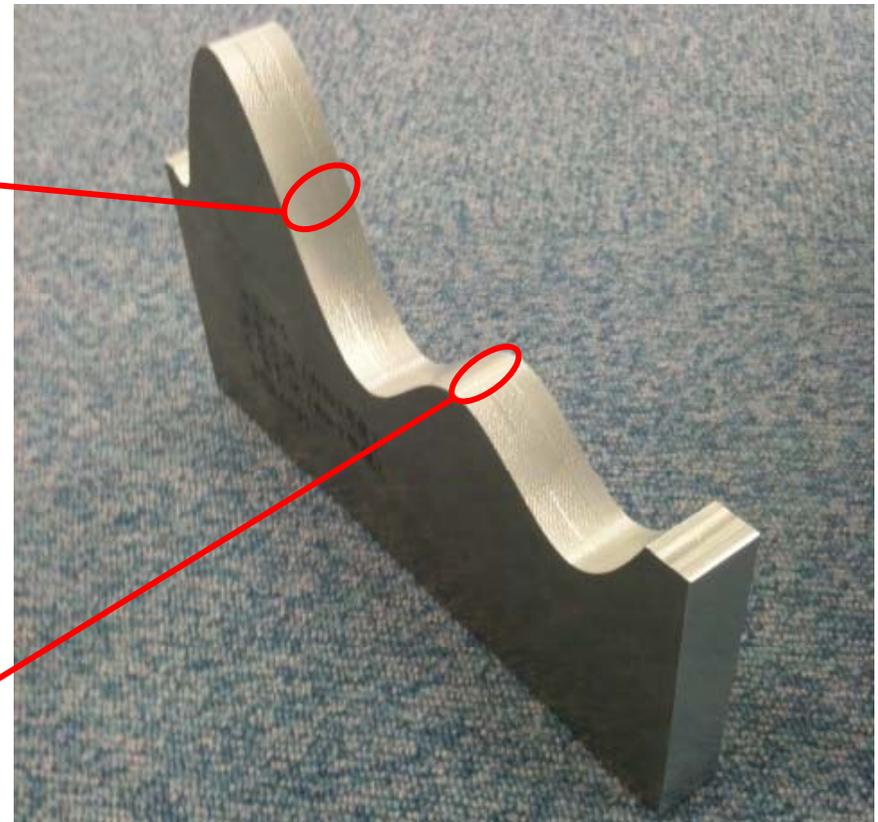
原理考慮



市販CAM



原理考慮



研究全体概要

①海外技術動向の調査

- ◆ アメリカ(Mayor教授), カナダ(Altintus教授)の研究開発動向について, 現地調査・インタビューにより調査を行う.
- ◆ ドイツ(シーメンス, ハイデンハイン)の制御装置の技術動向について, 現地調査・インタビューにより調査を行う.

②工作機械ユーザに対するヒアリングによる問題点とニーズの調査

- ◆ 工作機械ユーザに対してヒアリングを実施し, 工作機械とCAMに対する問題点とニーズを調査する.

③工作機械メーカー・知識者による次世代CAMに必要な仕様の明確化

- ◆ 平成23年度, 3~4回程度の委員会を開催し, 本テーマへの参加者および招聘知識者により, ユーザが指摘した問題点・ニーズを分析し, メーカーのもつシーズ技術を踏まえて次世代CAMの仕様を明確にする.
- ◆ 平成24年度, 4~5回程度の委員会を開催し, 検討を継続する.

④基礎システムの開発と実験による検証

- ◆ CAM仕様を実現する基礎システムを提案者が開発し, 実験・シミュレーションにより有用性を検証する.

⑤参加者による評価

- ◆ 明確にした仕様と開発した基礎システムの評価を行う.

期待される成果及び アイデアファクトリー終了後の構想

(1)期待成果

- ◆ NC加工の高速化・高精度化のために、現状のアプローチでは、制御装置による処理で試みているが、本研究では、制御装置の原理を考慮することにより、制御装置の処理前で高度な処理を行い、高品質なNCデータの生成を可能とするCAMを開発する。

(2)終了後の構想

- ◆ 本研究に参画した工作機械メーカーおよびCAMベンダーとともに、公的資金(NEDO, JST)に対して申請し、実用システムの開発を目指す。

ご検討をお願いします。

慶應義塾大学 青山英樹

e-mail: haoyama@sd.keio.ac.jp