

平成24年度 アイデアファクトリー提案書

1. アイデアファクトリー名称	和文:省エネ・高能率加工の実現に貢献する工作機械に優しい革新的 CAM 開発のための調査研究 英文: Study and survey to develop innovative CAM system considering machine tool's property for reducing power consumption and improving productivity in machining operation	
2. 提案者及び参加予定者	提案者 白瀬敬一 (神戸大学)	参加予定賛助会員企業
3. 研究テーマ 対象分野	②	① プロセスイノベーション関連 ② プロダクトイノベーション関連 ③ その他
4. 研究の目的及び背景 (1) 目的 製造プロセスの省エネを達成する手段として、工作機械の加工時消費電力の低減に貢献する工作機械に優しい革新的 CAM を開発するための調査研究を行う。特に、工作機械の加工時消費電力が運転状況によって大きく増減することに着目し、機械加工のための工具経路と工作機械の動き易さとの関係を定式化することで、工作機械の動き易さに配慮した (工作機械に優しい) 工具経路の算出方法と素材配置の決定方法を検討する。併せて、市販されている CAM 機能と技術課題を調査して、日本独自の革新的な CAM 開発のための提案を行う。 (2) 背景 通常、工作機械の待機電力を低減することは考えられているが、工作機械の加工時消費電力を低減するという試みは見られない。これは、現行の CAM が製品と工具の幾何情報だけから加工時の工具経路を計算しており、工具経路の良し悪しによって工作機械の加工時の消費電力が増減することに無頓着であるためである。特に、CAM で計算して作成した工具経路情報 (CL データ) から、使用する工作機械に応じた NC プログラムにポストプロセッサで変換する現行の方式では、工作機械の特性によって動き易さが異なり消費電力も異なることになる。これは、今後の普及が拡大する 5 軸加工機では特に顕著となるが、工具経路の計算や素材配置の決定を行う際に、工作機械の動き易さを考慮することで、加工時の消費電力を大きく低減できることが期待される。		
5. 研究全体概要 ① 市販されている CAM 機能と技術課題の調査 市販されている CAM を調査して、本研究で提案している工作機械に優しい (工作機械が動き易い) 工具経路生成が独自のアイデアであることを明らかにする。また、現行の CAM が備えている、工具経路の最適化、加工条件の最適化、5 軸加工における干渉回避などに関する機能を調査して、革新的な CAM 開発に求められる技術課題を明らかにする。 ② 工作機械の送り駆動系の消費電力推定モデルの開発 送り駆動系の消費電力がどのような要因で変動するのかを明らかにするために、消費電力のシミュレーションが可能な送り駆動系の数学モデルを構築する。さらに、シミュレーション結果を消費電力の実測値と比較して数学モデルの妥当性を検証する。その後、工作機械の送り駆動系をモデル化して、運転状況 (駆動軸の違い) によって変化する消費電力の大小や、サーボゲインによって変化する消費電力の大小を検討する。 ③ 工作機械に優しい (工作機械が動き易い) 工具経路生成法の検討 工具経路の計算の際に用いる工作機械の動き易さの評価指標を検討するために、同じ製品に対して種々の工具経路パターンによる機械加工を実施して消費電力を測定し、工具経路パターンと消費電力の関係を明らかにする。さらに、ロボットの経路計画に用いられるポテンシャル法を参考に、運転状況による消費電力の大小をポテンシャル関数で記述して、工具経路生成に利用することを検討する。 ④ 工作機械に優しい (工作機械が動き易い) 素材配置の決定方法の検討 工作機械の動き易さに配慮して素材の配置を決定するために、同じ工具経路パターンに対して種々の素材配		

置による機械加工を実施して消費電力を測定し、素材配置と消費電力の関係を明らかにする。また、素材の配置によって消費電力が最小となる工具経路パターンが異なることが予想されることから、遺伝的アルゴリズムなどによる消費電力の最小化問題の解法を検討する。

## 6. 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

工作機械の動き易さに配慮して工具経路や素材配置を計算するというコンセプトは現行のCAMにはない。使用する工作機械の特性に配慮して工作機械が動き易くなるように工具経路の計算と素材配置の決定を行えば、消費電力は自ずと消費電力は低減する。また、工作機械が動き易いということは、加速・減速も滑らかに行われることから、加工時間の短縮や加工精度の改善にも貢献することが期待される。CAD や CAM は欧米の製品に席卷されているが、日本独自の革新的なCAMとしての差別化に繋がる。

### (2) 終了後の構想

消費電力の低減、加工時間の短縮、加工精度の改善といった効果が検証できた段階で、CAMベンダーや工作機械メーカーの賛同を得てコンソーシアムを結成してCAMの開発に繋げる。特に、5軸加工の場合に効果が大きいと予想されることから、独自の5軸CAMとして開発を進める。

## 7. 予定研究期間

平成24年8月1日 ～ 平成26年3月31日

## 8. 関連研究実績

- 1) Kentaro NISHIO, Ryuta SATO and Keiichi SHIRASE: Influence of Motion Error of Feed Drive Systems on Machined Surface, Proceedings of the 6th International Conference on Leading Edge Manufacturing in 21st Century, (2011), 3321 (CD-ROM).
- 2) Tomokazu KOBAYASHI, Atsushi HAKOTANI, Ryuta SATO and Keiichi SHIRASE: Active Tool Motion Control Utilizing Voxel Property to Removal Volume in Digital Copy Milling, Proceedings of the 6th International Conference on Leading Edge Manufacturing in 21st Century, (2011), 3338 (CD-ROM).
- 3) 林 晃生, 橋本雅之, 佐藤隆太, 白瀬敬一: 数値制御工作機械の送り駆動系における消費電力, 2012年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, (2012), pp.357-358.
- 4) 廣岡俊彦, 小林智一, 箱谷淳, 佐藤隆太, 白瀬敬一: 加工除去領域のボクセル表現に基づく製品表面粗さに応じた加工計画の作成, 第19回精密工学会学生会員卒業研究発表講演会論文集, (2012), pp.119-120.
- 5) 田代 元, 前川通高, 佐藤隆太, 白瀬敬一: サーボ系の特性を考慮したパラレルメカニズム形工作機械の運動解析, 第19回精密工学会学生会員卒業研究発表講演会論文集, (2012), pp.139-140.
- 6) 西尾健太郎, 佐藤隆太, 白瀬敬一: エンドミル側面加工による仕上げ加工面と同時2軸制御時の軌跡誤差との関係, 2011年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集, (2011), pp.317-318.
- 7) 長谷川 誠, 佐藤隆太, 白瀬敬一: 制御系の逆伝達関数に基づく力外乱の推定, 2011年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集, (2011), pp.681-682.

## 9. 予定費用 (上限 150 万円)

内訳 (旅費、人件費、会議費等) を記載してください。

会議費用, 会議用交通費, 調査旅費, 実験経費, 専門知識の提供などの費用に約 150 万円