



産業部門

新構造材料適用省エネ型工作機械の研究開発



戦略的省エネルギー技術革新プログラム／実用化開発／
新構造材料適用省エネ型工作機械の研究開発

S-5

プロジェクト実施者：オークマ（株）、DMG森精機（株）、ファナック（株）、（株）ジェイテクト、
（株）牧野フライス製作所、三井精機工業（株）、中村留精密工業（株）、OKK（株）、ヤマザキマザック（株）、
（一社）日本工作機械工業会、慶應義塾大学、京都大学、東京工業大学、東京大学
プロジェクト実施期間：2016～2018年度

背景

工作機械は、あらゆる製造業で必要不可欠な設備機械であり、工作機械の消費電力は、工場全体の消費電力の50%以上を占めると言われています。工作機械の省エネ化は、製造業全体の省エネ化に繋がり、これまでも各工作機械メーカーによって行われてきました。しかし、非稼働時の電力削減や周辺機器のインバータ化など、周辺要素の省エネ化を中心に行われてきましたが、2000年以降大幅な電力削減は頭打ちの状態となっていました。さらなる省エネ化を行うには、工作機械の軽量化と加工能力の両立が鍵となります。

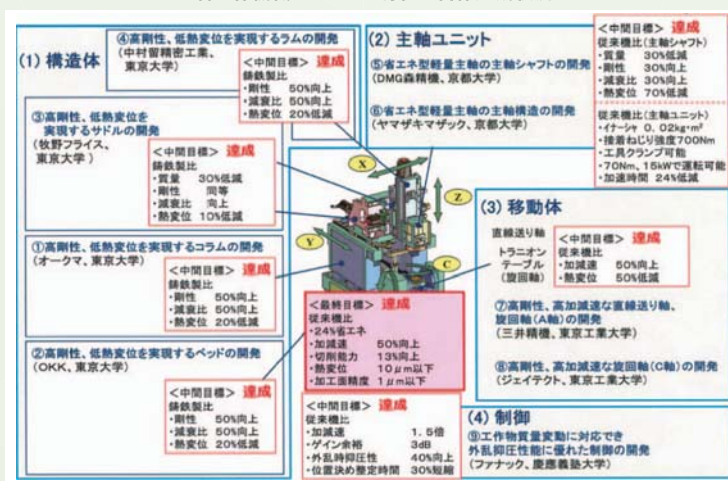
目的

工作機械の主要構造に、これまで使用実績の少ない新たな素材（炭素繊維強化プラスチック（CFRP）、CFRPと鋳鉄の複合材等）を適用することで、工作機械の軽量化と軽量化に伴う外乱抑制制御システムを実現し、従来と同じ使い方でも24%の省エネ化、加工効率13%向上、最高加減速50%向上、アイドルングステップ時の熱変位10μm以下、加工面精度1μm以下を実現する革新的省エネ型工作機械を開発することを目的としています。また、国際的にも環境に対する意識が高まっている中で、本事業による革新的省エネ型工作機械を開発することにより、日本の国際競争力強化に繋げることを目指します。

事業概要

日本の主要な工作機械メーカー9社と4大学がチームを組み、各チームが分担して新素材を用いた工作機械の各ユニットを製作し、ユニット毎に定めた目標（剛性向上、減衰比向上、熱変位低減等）を達成しました。目標を達成した各ユニットを組み合わせ、プロトタイプ機を完成させ、従来機と比較した性能評価試験を行い、省エネ化と加工能力向上の目標を達成しています。

各工作機械ユニットの分担と目標達成状況



開発したプロトタイプ機 安全カバーあり 従来機

【技術開発スケジュール】

2016年度(第1年度)では、CFRP繊維の配向や各種複合材によるテストピースにおいて、東大が開発した構造体シミュレータにより剛性、減衰性、熱変位等を解析。また、構造体シミュレータを利用した縮小サイズの機械ユニットを作成し、特性評価試験を行いました。

2017年度(第2年度)では、縮小サイズから実機サイズの機械ユニットへ展開するため、構造体シミュレータによるトポロジー最適化を追加開発。実物サイズのユニットを開発し、特性評価試験を行いました。

2018年度(第3年度)では、前年度、目標を達成した機械ユニットを組み立てて、プロトタイプ機を完成させ、従来機と比較した性能評価試験を行い、所定の成果を達成しました。

成果

【加工対象となる工作物】

工作機械で数多く加工される「自動車部品」を想定しています。ただし、実際の自動車部品は守秘義務の対象となるため、自動車部品と同等の加工を行う評価用ワークを検討することにしました。

【加工能力と省エネ】

特性評価試験の結果、加工能力25%向上、省エネ化26%向上となり、目標である加工能力13%向上、省エネ化24%向上を達成しました。

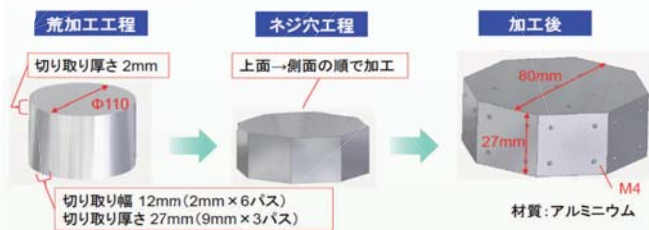
【アイドルングストップ時の熱変位低減】

特性評価試験の結果、X軸、Y軸、Z軸方向の全てにおいて、アイドルングストップ時の熱変位10 μ m以下を達成しました。

【加工面精度】

特性評価試験の結果、加工面精度1 μ m以下を達成しました。

【加工対象となる工作物】

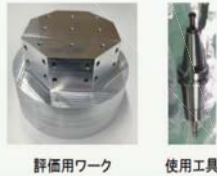


【加工精度】

	表面粗さ Ra [μ m]				結果
	従来機		開発機		
	上面	側面	上面	側面	
1	0.678	0.353	0.401	0.320	達成
2	0.468	0.300	0.594	0.285	
3	0.662	0.333	0.425	0.330	
4	0.681	0.337	0.570	0.321	
5	0.715	0.291	0.612	0.332	
平均	0.641	0.323	0.520	0.318	

【加工能力と省エネルギーの向上】

	目標	実績	結果
加工能率	13% 以上	25%	達成
省エネ	24% 以上	26%	達成



【アイドルングストップ時の熱変位低減】

	目標	従来機		実績		結果		
		X: μ m	Y: μ m	Z: μ m	X: μ m		Y: μ m	Z: μ m
熱変位	10 μ m以下	X:5 μ m	Y:12 μ m	Z:12 μ m	X:1 μ m	Y:7 μ m	Z:3 μ m	達成



省エネルギー効果

- 2026年度: 1.1万kL/年
- 2030年度: 5.2万kL/年

2030年度の省エネ効果：大型タンクローリー 2,600台分



※大型タンクローリーの容量を20kL/台として算出

今後の展望

研究開発終了後、加工精度の経年変化や異種材料の接着境界面の強度変化、切削液浸漬による界面強度の影響等の耐久性等について継続的に検証を実施します。

比較的小型で効果的なユニットや制御は、各メーカーの工作機械への適用を進め、自動車部品の加工等のボリュームゾーンに積極的に投入することにより省エネ効果の前倒しを行います。

また、機械の大きさにより使用される板材や棒材等の素材片は、概ね形状、寸法が決まって来ることから、ユニット毎に求められる特性に応じた素材片の形状、寸法の規格について開発します。

さらにコラムユニット、回転テーブルユニット等、既存のモジュラーユニットの規格 (ISO規格やMAS (業界) 規格) を利用して規格に準じたユニットを製作し、共通化を促進させることにより、量産化を図り、低コスト化を実現します。

問い合わせ先

一般社団法人日本工作機械工業会 技術部 大槻 又は 笹川

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8

TEL: 03-3434-3961 FAX: 03-3434-3763 URL: <https://www.jmtba.or.jp>

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 省エネルギー部

〒212-8554 神奈川県川崎市幸区大宮町1310番 ミューザ川崎セントラルタワー 20F

TEL: 044-520-5180 FAX: 044-520-5186

<https://www.nedo.go.jp>