

## 【経済産業大臣賞】

### 精度安定を実現した工作機械用電力制御システム (ECO Suite)

オークマ株式会社

愛知県丹羽郡大口町

#### 1. 機器の概要

工作機械は多くの周辺機器を搭載し、加工前の準備、加工後の待機といった非稼働時でも2~3kWの電力を消費している。このため、非稼働時における周辺機器の停止は電力削減効果が大きい。しかし、周辺機器の停止による工作機械の温度変化によって加工時の精度が安定しないといった課題があった。

そこで、機械の温度を監視して精度に影響しない適切な周辺機器の停止タイミングを自動で判断することで、精度安定と電力削減の両立を実現した。

非稼働時の電力を削減する本機能と、サーボ制御による高効率油圧ユニットと、加工時の周辺機器の電力を最適に制御する機能により、横形マシニングセンタでは33%の電力量削減を達成した。(図1)

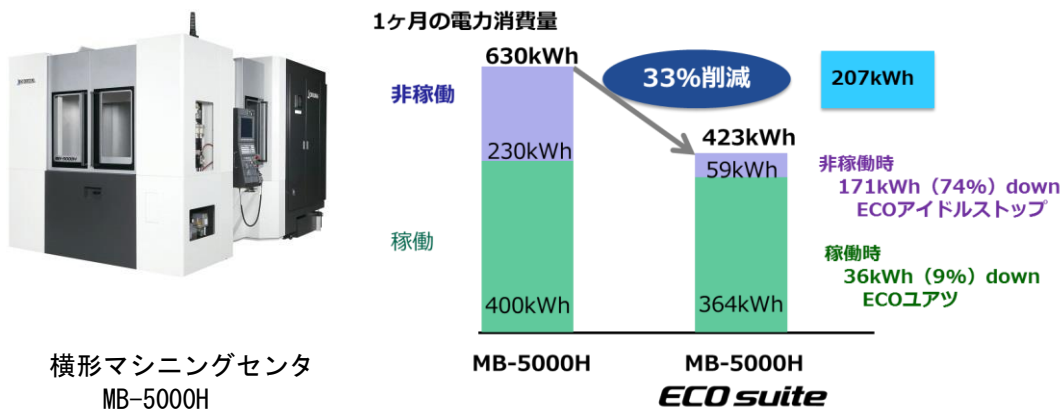


図1. 消費電力量削減の効果

## 2. 機器の技術的特徴および効果

### 2.1 技術的特徴

#### (1) 周辺機器の停止と精度問題

工作機械には図2のような様々な機器ユニットが内蔵されているが、工作物を加工していない非稼働時は極力ユニットの動力を停止している。



図2 工作機械に使用される主な機器ユニット

しかし、熱変位による加工精度への影響が大きい主軸冷却装置については、次のような課題があった。

- ・主軸発熱部が高温のまま冷却が停止すると、これまで冷却されていた構造体に熱が流入し主軸周りの温度が大きく上昇し、精度変化の原因となる。
- ・加工内容（主軸回転速度や使用時間）で発熱状態が異なるため、冷却時間が一定では、冷却が不十分な場合や、必要時間以上に冷却する場合がある。

#### (2) 非稼働時の周辺機器の停止と精度安定との両立

当社は2002年に「サーモフレンドリーコンセプト」と称した温度変化に対する精度安定化技術を開発している。この機能の一部である、温度センサを用いて主軸温度を測定し熱変位量を推測することで、冷却状態を監視し、最適なタイミングで冷却装置を停止させる制御『ECOアイドルストップ』を開発した。

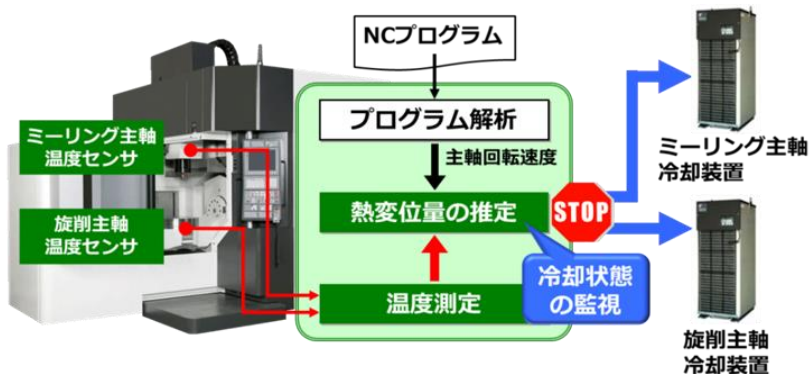


図3 ECO アイドルストップの制御プロセス

図4のサンプルは、非稼働時として昼休憩(1時間)を想定し、ECOアイドルストップ後の精度安定性を実証している。旋削・ミーリングともに右半分は機械が十分暖まった状態で加工し、左半分は1時間『ECOアイドルストップ』状態とし、暖機運転無しで加工を行った。結果は旋削加工部が $2\mu\text{m}$  (加工径で $4\mu\text{m}$ )、ミーリング加工部が $4\mu\text{m}$ となり、通常の部品加工であれば十分な結果であった。

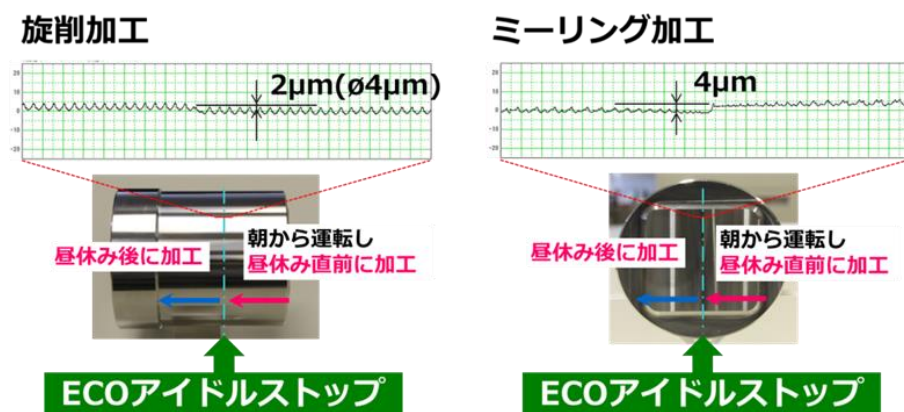


図4 ECOアイドルストップ後の精度安定性の検証サンプル

### (3) 稼働時の電力効率化

マシニングセンタにおいて、油圧によるシリンダの駆動は、電源投入時間のうち稼働時の一部分(工具の交換や、工作物の入替え等)であり、大部分の時間は所定の圧力を保持するだけで良い。しかし、現在主流の油圧ユニットは、圧力保持状態においても駆動モータの回転速度は一定( $1,800\text{min}^{-1}$ )であることが多い。

そこで、自社開発のサーボ制御により、油圧駆動時は $1,800\text{min}^{-1}$ に高応答で回転速度を上げ、圧力保持状態は数 $\text{min}^{-1}$ まで回転速度を下げることで、油圧ユニット単体の消費電力を63%削減した『ECOユアツ』を開発した。

さらに、加工中の周辺機器を必要な分だけ運転するように、加工との連動動作や動作間

隔を機器毎に設定して運転制御を行う『ECOオペレーション』を開発した。

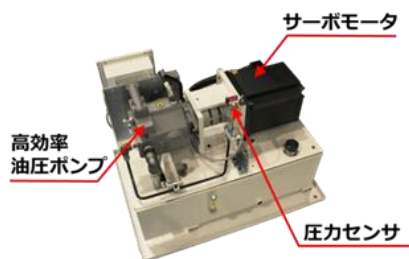


図5 ECOユアツ

#### (4) 省エネ意識の向上

省エネ効果を高める大きな要素に  
 使用者の意識向上があげられる。  
 省エネ効果を現場のオペレータが実  
 感できるように、『ECO 電力モニタ』  
 を開発した。

主軸、送り軸、周辺機器類の消費  
 電力とモータ減速時の回生電力を操  
 作画面内にリアルタイムで表示、オペレータが常に意識するプログラムや座標値  
 と共に消費電力を確認できる。

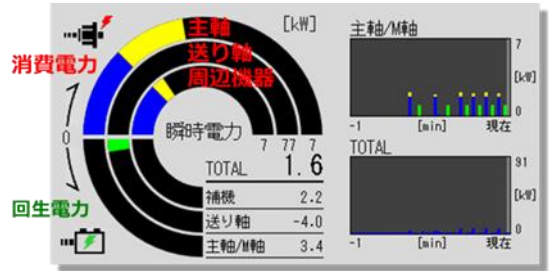


図 6 ECO 電力モニタ

#### 2.2 効果

機械の種類、稼働状況により電力量削減効果が大きく異なるが、図 1 の横形マ  
 シニングセンタ MB-5000H では、稼働率 55%で 33%の電力量削減。他の機械、稼働  
 率では、表 1 の様に、18%、26%の電力量削減を達成した。

表 1 電力量削減効果の例

機械種類	項目	従来機	申請機	差	稼働条件(1ヶ月)
複合加工機 MULTUS U4000	稼働時	559	516	43(8%)	<b>稼働率 59%</b> 稼働時間 94h 非稼働時間 66h 計 160h (8h×20日)
	非稼働時	249	90	159(64%)	
	合計	808	606	202(26%)	
門形マシニング センタ MCR-BIII	稼働時	3,455	3,275	180(5%)	<b>稼働率 76%</b> 稼働時間 365h 非稼働時間 115h 計 480h (24h×20日)
	非稼働時	745	96	649(87%)	
	合計	4,200	3,371	829(18%)	

#### 3. 用途

本システムを搭載した工作機械は、2015年4月より販売を開始、2016年11月  
 現在、約7,900台の実績がある。