

「止まらない機械」「生産性向上」「脱炭素・省エネ」を徹底追求  
初心者でも簡単に生産性を向上し 社会課題を解決する横形マシニングセンタ

## MA-4000H

オークマ株式会社は、「長時間安定した自動運転(止まらない機械)」と共に「生産性の向上」「脱炭素・省エネ」を追求した横形マシニングセンタ『MA-4000H』を開発いたしました。

「MA-4000H」は、安定生産による稼働率向上、実加工時間と非加工時間の短縮、そして加工可能な領域の拡大と省スペースの両立により、生産加工のスループットを最大化します。機械が自律的に機械状態を判断し、高精度・高生産性を維持したまま脱炭素・省エネを実現する知能化工作機械として進化・成長を進めています。

高まっている自動化需要に対応するために『人がいなくても整然と生産ができるスマートマシン』を実現した上で、自動化にも柔軟に対応可能な機械とし、近年、ますます深刻化する社会課題（人手不足、技能伝承問題、脱炭素、エネルギー価格の高騰）の解決を支援する **Green-Smart Machine** としています。

- ◆ 「止まらない機械」が生産ロスを最小化。安定生産による高い稼働率で生産性を向上
  - ・AIを用いた動作軸の機械診断とドリル・タップの加工診断により予防保全を実現
  - ・切粉をスムーズに処理できる機内カバー構造とクーラントタンクの清掃周期を革新的に延長する「スラッジレスタンク」により、切粉に伴う生産ロスを最小化
  - ・ワークを自動でクランプする治具類への油空圧供給ポート数をクラス最高水準に増強
- ◆ 加工時間の大幅短縮で生産性を向上。圧倒的な加工能力と俊敏な機械動作
  - ・加工能力を格段に増強した高剛性テーブルにより、高能率加工を実現
  - ・鋼材の最大加工能力  $483\text{cm}^3/\text{min}$  従来機比 72%向上  
(被削材: S45C、 $\phi 100\text{mm}$  フライス加工)
  - ・アルミ材の最大加工能力  $4,340\text{cm}^3/\text{min}$  従来機比 117%向上  
(被削材: A5052、 $\phi 25\text{mm}$  エンドミル加工)
  - ・加工時間 12%短縮 (サンプルワークでの実測値)  
・非加工時間の短縮。テーブル  $90^\circ$  割出時間 最速  $0.8\text{sec}$  従来機比 27%短縮  
(クランプ・アンクランプ含む)
- ◆ 精度安定性および生産性向上と脱炭素・省エネを両立する『Green-Smart Machine』が更に進化
  - ・加工部品の実加工時間を短縮する加工能力の向上と非加工時間の短縮で、脱炭素・省エネを更に加速
  - ・主軸冷却装置の消費電力を 40%削減 (従来機比)  
従来の非加工中に加え、加工中にも対応した主軸冷却装置の自動運転制御を新開発。  
高精度を安定維持したまま、加工中の主軸冷却装置の省エネまでも実現
- ◆ 面積生産性 36%向上。クラス最大級の加工領域とコンパクトなフロアスペース
  - ・加工領域 27%拡大 フロアスペース 6%縮小 (従来機比)

今回開発した「MA-4000H」は、安定生産を実現する先進のAI技術と高い切粉処理性能を備え、更にアルミ部品から鉄系部品まで幅広いワークに対応できる圧倒的な加工能力を有します。優れた加工能力を安定して高い稼働率で実現することにより生産性を向上し、自動車(EV)、半導体製造装置、産業用ロボット、建機、油空圧機器など、様々な市場の需要にお応えして参ります。

## 背景

近年、労働人口の減少による人手不足は、ますます深刻化しています。加えて、熟練技能者の引退、若手社員の離職率の増加により、「知識や技能（スキル）」とそれらを活用してきた「経験（ノウハウ）」を有する人材の確保・育成が非常に困難な状況にあります。一方、世界的に進む脱炭素の取組みは、企業が事業活動における CO<sub>2</sub> 排出量を情報開示しなければならないフェーズに一段上がろうとしています。

こうした中、生産加工における部品は多品種少量化し、高品質・低成本・短納期の要求が一層高まっています。従来のようにスキルやノウハウで対応し続けることが難しい状況にあり、生産現場では、生産ロスを最小化する機械性能で長時間安定稼働を可能とし、そして、高生産性と高精度を維持したまま脱炭素・省エネを実現する加工機が求められています。

## 開発のねらい

新開発の「MA-4000H」は、以下のコンセプトとして開発いたしました。

- ① 「止まらない機械」が生産ロスを最小化。安定生産による高い稼働率で生産性を向上
- ② 加工時間の大幅短縮で生産性を向上。圧倒的な加工能力と俊敏な機械動作
- ③ 初心者でも簡単に実現できる高精度・高生産性と脱炭素・省エネの両立
- ④ クラス最大級の加工領域をコンパクトなフロアスペースで実現し、面積生産性を向上

## 特長と実現技術

### ① 「止まらない機械」が生産ロスを最小化。安定生産による高い稼働率で生産性を向上

- ・機械が自律的に加工状態・機械状態を判断。AI 技術で不意の生産ロスを防止  
「AI 機械診断(特別仕様)」が動作軸の異常を診断し、機械状態を見える化  
AI が主軸や送り軸に対して異常の有無を診断し、異常を検出した場合、異常部位を特定  
「AI 加工診断(ドリル・タップ)(特別仕様)」で突発的な工具破損を防止し、安定稼働を実現  
AI が加工状態をリアルタイムに診断し、加工中に異常を検出した場合、工具を自動退避。  
突発的な工具破損によるワーク不良や機械故障を未然に防ぎ、復旧にかかるロスを大幅削減
- ・切粉処理性能の向上と脱炭素・省エネを両立  
大量の洗浄用クーラントを使用せずに、切粉処理性能を大幅向上。  
機内カバーの傾斜拡大とフラット化、そして加工領域全域で切粉を回収するフルセンタラフ構造  
により切粉堆積を抑制し、クーラント用ポンプの消費電力を削減
- ・クーラントタンクの清掃周期を革新的に延長する「スラッジレスタンク(特別仕様)」  
タンク内のクーラントの澱みを減らすことで、滞留するスラッジ(微小な切粉などの残留物)を自動的に効率よく回収。人手に頼っていたタンク清掃の手間を劇的に削減。  
加えて、使用後は廃液となるクーラントの長寿命化を実現し、環境負荷の低減にも貢献  
**スラッジ回収率 99%** (被削材が鋳物、アルミの場合の実績値)  
**クーラントタンク 3 年間清掃なし、クーラント 3 年間交換なし** (社内設備での実績値)
- ・自動化需要の増加に対し柔軟に対応。人手不足を解消し、人為的ミスによる生産ロスを撲滅  
ワークを自動でクランプする治具類への油空圧供給ポート数をクラス最高水準に増強  
段取りステーション側 **16 ポート** (従来機: 4 ポート) (特別仕様)  
加工室側 **8 ポート** (従来機: 4 ポート) (特別仕様)  
治具の単独動作を増やすことが可能となり、ロボットによる複数ワークの自動着脱や加工室内での治具操作による工具と治具の干渉回避など、多様な自動化ニーズにも対応可能

## ② 加工時間の大幅短縮で生産性を向上。圧倒的な加工能力と俊敏な機械動作 実加工時間と非加工時間を最大限短縮する高い加工能力と高速動作

### 【実加工時間を短縮する高い加工能力】

- ・幅広いワークを高能率で加工可能な標準主軸

最高回転速度 **15,000min<sup>-1</sup>**

最大出力 **38kW**(従来機比 **46%向上**) 最大トルク **242N・m**(従来機比 **48%向上**)

- ・加工領域全域で高精度・高能率加工を可能にする高い機械剛性

横形マシニングセンタの構造上の課題である高い位置での剛性低下を改善。

従来機と比べ、テーブル軸受のモーメント剛性 **3.9倍**、機械全体のZ方向静剛性 **18%向上**

### 【非加工時間を短縮する高速動作】

- ・早送り最大加減速 最大 **32%向上**(従来機比)

X 軸 **1.0G** Y 軸 **1.0G** Z 軸 **1.1G**(低イナーシャ時)

- ・最大重量 **400kg** のワークでも俊敏なテーブル割出

90°割出時間 **0.94sec** 従来機比 **15%向上**(クランプ・アンクランプ含む)

- ・電動 ATC シャッタの標準搭載により、工具交換時間(CTCmin)を従来機比 **15%短縮**

## ③ 初心者でも簡単に実現できる高精度・高生産性と脱炭素・省エネの両立

- ・機械が自律的に高精度・高生産性と脱炭素・省エネを両立する「Green-Smart Machine」

- ・機械が自律的に高精度を安定維持する知能化技術「サーモフレンドリーコンセプト」

室温を一定に保つ恒温室を必要としないため、工場設備費用や消費電力の大幅削減が可能。

暖機運転や寸法補正に必要な動作時間を大幅に削減し、消費電力を削減

- ・省エネルギー機能「ECO suite plus」を標準搭載

サーモフレンドリーコンセプトを応用した非加工時の省エネ機能「ECO アイドルストップ」により、冷却の要否を機械が自ら判断し、高精度を維持したまま冷却装置をアイドルストップ。

高精度加工とCO<sub>2</sub>排出量削減を両立し、工場の脱炭素化を強力に支援

- ・加工時の省エネ機能「ECO オペレーション」が更に進化

加工時(主軸回転速度 **4,000min<sup>-1</sup>** 以下)の主軸の発熱状態を機械が判断して、冷却装置の停止/運転を制御。加えて、冷却状態の変化に対応して主軸熱変位を制御

- ・間欠運転油圧ユニットの採用で消費電力を従来機器比 **90%削減**

## ④ クラス最大級の加工領域をコンパクトなフロアスペースで実現し、面積生産性を向上

- ・送り軸移動量(X/Y/Z 軸) **560/650/685mm** 加工領域 **0.25m<sup>3</sup>** 従来機比 **27%拡大**

- ・フロアスペース(幅×奥行) **2,300×5,065mm** 設置面積 **11.6m<sup>2</sup>** 従来機比 **6% 縮小**

- ・幅広いワークに対応可能な各仕様の強化を省スペースで実現

X 軸移動量 **560mm**(従来機比同等)

Y 軸移動量 **650mm**(従来機比 **16%拡張**)

Z 軸移動量 **685mm**(従来機比 **10%拡張**)

最大ワーク寸法 **φ 630mm**(従来機比 **5%拡張**) × **H900mm**(従来機比同等)

最大工具長さ **450mm**(従来機比 **50%拡張**)

## 【機内カバーの傾斜拡大とフラット化】

【加工領域全域で切粉を回収するフルセンタトラフ構造】

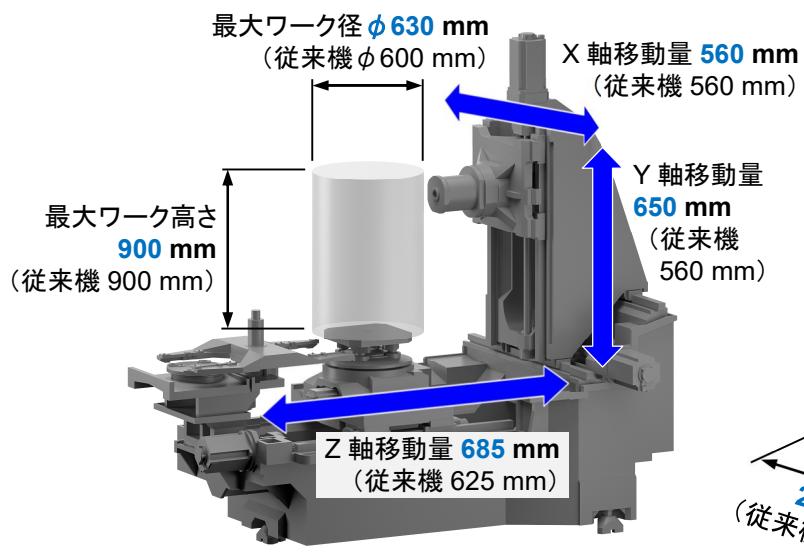


機内カバーの傾斜拡大とフルセンタトラフ構造

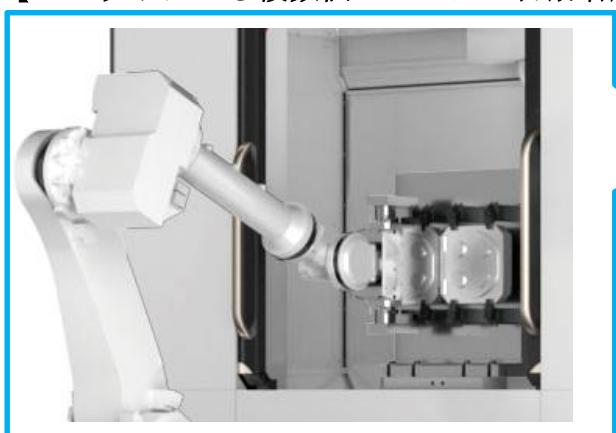


加工室内のフラット化

## 【クラス最大級の加工領域とコンパクトなフロアスペース】



## 【ロボットによる複数個のワークの自動着脱】



【製品仕様】 [ ] 内は特別仕様

項目		MA-4000H
移動量	X 軸 移動量 (コラム左右)	560 mm
	Y 軸 移動量 (主軸頭上下)	650 mm
	Z 軸 移動量 (テーブル前後)	685 mm
パレット上面から主軸中心までの距離		80~730 mm
パレット中心線から主軸端面までの距離		85~770 mm
パレット	作業面の大きさ	400×400 mm
	最大積載寸法	φ 630×900 mm
	最大積載質量	400 kg
主軸	最高回転速度	標準 15,000 min <sup>-1</sup> [強力主軸 12,000 min <sup>-1</sup> ] [アルミ加工用高速主軸 20,000 min <sup>-1</sup> ]
	最大出力	標準 38/18.5 kW(40%ED/連続) [強力主軸 38/26 kW(40%ED/連続)] [アルミ加工用高速主軸 43/22 kW(15%ED/連続)]
	最大トルク	標準 242/148 N·m(20%ED/連続) [強力主軸 302/148 N·m(10%ED/連続)] [アルミ加工用高速主軸 137/54 N·m(10%ED/連続)]
	テーパ穴	7/24 テーパ No.40 [HSK-A63]
送り速度	早送り速度	X 軸:60 m/min、Y 軸:60 m/min、Z 軸:60 m/min
ATC	工具収納本数	48 本 [64 本](ディスクマガジン仕様) [140、180、220、260、300、340 本](マトリックスマガジン仕様)
	工具最大径	φ 170 mm (隣接工具有: φ 90 mm)
	工具最大長	450 mm
	工具最大質量	12 kg
機械サイズ	機械高さ	2,750 mm
	所要床面の大きさ (幅×奥行)	2,300×5,065 mm (ヒンジ式+スクレーパ式(ドラムフィルタ付)機外切粉処理仕様)
	機械質量	11,000 kg (ワークおよび工具質量含まず)