

## 調査・研究報告書の要約

書名	平成18年度次世代工作機械技術動向調査報告書				
発行機関名	社団法人 日本機械工業連合会・社団法人 日本工作機械工業会				
発行年月	平成19年3月	頁数	59頁	判型	A4

### [目次]

#### 本編

1. はじめに
2. 調査研究の概要
  - 2.1 活動計画
  - 2.2 委員会構成及び委員会開催状況
3. 各産業分野における2005～2030年にかけての技術的潮流
  - 3.1 自動車分野
  - 3.2 航空・宇宙分野
  - 3.3 建設機械分野
  - 3.4 家電・情報分野
  - 3.5 医療・福祉機器分野
4. 将来あるべき工作機械のイメージ
5. 自動車、航空、医療用具分野における米国産業の現状と動向
6. おわりに

### [要約]

わが国製造業が将来も継続的に国際競争力を維持・強化していくには、将来求められる高度な生産技術を取り入れた画期的な次世代工作機械の研究開発を推進していく必要がある。

本調査研究では、わが国製造業の国際競争力を維持強化する上で必要となるあらゆる産業分野の次世代の生産技術と、それら生産技術を現実のものとする工作機械のあるべき姿を明らかにすべく、調査を実施したものである。

今回の調査では、自動車、航空・宇宙、建設・土木機械、家電・情報、医療・福祉機器の各分野の将来技術について分析し、該当製品を生産するための生産技術・工作機械の将来像について取りまとめるとともに、自動車、航空、医療分野における最先端市場である米国産業の現状と動向について調査し、これらの成果を報告書にまとめた。

## 1. はじめに

本調査は、将来における工作機械の技術動向を明らかにし、具体のロードマップを作成することを目的として「次世代工作機械技術動向調査専門委員会」を立ち上げ、関連の調査研究を実施したものであるが、本調査を実施するに当たり、対象とするユーザ産業分野として「自動車分野」、「家電・情報分野」、「航空・宇宙分野」、「建設機械分野」、「医療・福祉機器分野」を重点的に取り上げ、当該分野の専門家を委員としてお招きし、各分野の将来の技術動向について議論を行った。

たとえば自動車分野においては、よく言われるように軽量化（アルミニウムや各種プラスチック材料の利用）と安全性の確保（モニタリングなど）、対環境問題（クリーンエンジン、排ガス問題、燃焼効率の向上、トランスミッションの多段化・無段変速化）、ハイブリッド化、電気自動車、部品の再利用やリサイクル、快適性の追求（遮熱、騒音・振動の遮断など）などについて議論を行った。

建設機械分野に関しては、軽量化と剛性の問題、IT化や通信機能、快適性、オペレータの保護・安全性などについて議論し、航空・宇宙分野では燃焼効率の問題、環境適応型コアエンジン、耐熱合金、耐熱コーティングなど次世代の航空機エンジンに求められる技術などについて議論した。

他方、加工技術の観点からは、切削・研削技術のブレークスルー、ツーリングのあり方、将来のフレキシブル生産システム、新しい歯車加工技術などについて議論を行った。

以上の議論にもとづいて、平成18年度はニーズや技術シーズを主体とした未来型工作機械のイメージについて検討を行った。

## 2. 研究組織

日工会技術委員会技術開発部会に「次世代工作機械技術動向調査専門委員会」を設け、特別委員として、自動車メーカ、航空機部品メーカ、建設機械メーカ及び工学系の研究者を交え、日工会会員の企業委員により調査研究を実施した。詳細は本編を参照。

## 3. 各産業分野における 2005～2030 年にかけての技術的潮流

平成18年度では、ユーザ産業分野における将来製品を生産するための生産技術・工作機械像を探るために、対象とするユーザ産業分野として「自動車分野」、「家電・情報分野」、「航空・宇宙分野」、「建設機械分野」、「医療・福祉機器分野」を重点的に取り上げ、ユーザの視点から将来の各種産業製品について、どのような技術開発が予測されるかについて解説していただいた。

### 3.1 自動車分野

技術キーワードとして“省エネ、環境負荷低減”、“高度化（高機能化）、情報化”、“ゆたかさ、ユビキタス”、“安全・安心”を取り上げ、各キーワードごとに今後の自動車の技術開発の方向性について解説。※詳細は本編を参照。

### 3.2 航空・宇宙分野

(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）で公開されている技術ロードマップや(独)宇宙航空研究開発機構（JAXA）の宇宙開発ビジョン等を基に、航空・宇宙分野の今後の技術課題について解説。※詳細は本編を参照。

### 3.3 建設機械分野

技術キーワードとして“省エネ”、“環境”、“高度化”、“情報化”、“ゆたかさ”、“ユビキタス”、“安全・安心”を取り上げ、各キーワードごとに、今後の建設機械の技術開発の方向性について解説。※詳細は本編を参照。

### 3.4 家電情報分野

経済産業省が策定した技術戦略マップを基に、家電・情報分野の技術的潮流について述べるとともに、これらに対応するための工作機械のあり方を考える際の参考とするため、家電・情報関連分野における製造関連技術の動向予測について解説。※詳細は本編を参照。

### 3.5 医療・福祉機器分野

医療機器、福祉機器について、各分野の市場動向並びに各機器の構成部品の特徴について分析するとともに、将来想定される製造技術とそれを実現するために必要となる工作機械像について解説。※詳細は本編を参照。

## 4. 将来あるべき工作機械のイメージ

第3節の議論に基づいて、ユーザからのニーズや工作機械メーカー側のシーズを主体にした未来型工作機械のイメージをまとめた。その代表的な例を以下の表に示す。これらのイメージについては本委員会では十分議論する時間的な余裕が無かったため、ここでは例として提示するにとどめることとする。詳細については、今後更に検討することとしている。

#### (1) 例1

工作機械名（イメージ）	要求される機能	技術開発課題例	要求分野
高能率仕上げ加工機	ニアネットシェイプワークの鏡面加工 （低フリクション部品）	高剛性超精密主軸	自動車

	(例; 仕上げ面粗さ 0.1 $\mu$ mRy、真円度 1 $\mu$ m) ワンプラス仕上げ		
高精度歯車仕上げ機	内外歯車対応 ホーニング・研削クラスの仕上げ 高能率		自動車
フレキシブル短サイクルタイム加工機	1軸加工機のフレキシビリティと多軸加工機の生産性を実現 高速ツールチェンジ(チップ・ツー・チップ 1-2秒)	超高加減速対応主軸、モータ 超高速回転中のATC	自動車
高速・高能率難削材加工機	高強度薄肉難削材(チタン、セラミック、FRP等)の高精度加工 (自動車の軽量化対応)	高速高剛性主軸	自動車
高能率微細穴加工機	多数の微細穴の高能率加工 (深穴加工) 直噴ノズル加工	超高速主軸	自動車
省床面積加工機	小さな床面積の機械で大きな工作物を高能率で加工	新しい工作機械構造の概念 (ロボット型工作機械?)	建機
大型高能率超精密加工機	大型液晶パネル対応バックライト金型加工 超精密自由曲面加工(金型)		家電・情報

(2) 例2

工作機械名(イメージ)	要求される機能	技術開発課題例	要求分野
完全ドライ加工対応工作機械	切りくずの完全回収	切りくずの完全回収 ドライ加工対応工具 冷風加工技術	
完全熱変形フリー工作機械	熱変形フリー	熱変形フリー構造設計技術の確立 環境温度変化に伴う熱変形完全補正技術の確立	

完全びびり振動フリー工作機械	びびり振動フリー	びびり振動フリー構造設計技術の確立 びびり振動フリー加工技術の確立 びびり振動自動回避機能の開発 びびり安定限界線図自動作成機能の開発	
完全ノンフリクション形，メンテフリー超高速工作機械	無発熱機械要素要素の搭載	磁気軸受，低発熱油静圧軸受・油静圧ねじ，高剛性空気静圧軸受・静圧空気ねじ，低発熱・高出力リニアモータ	
高度インテリジェント形工作機械	構成要素の寿命予知，工具欠損予知，びびり振動自動回避，アンチクラッシュ，異形工作物形状自動認識把持機能，工具・工作物アンバランス補正機能	構成要素の寿命予知，工具欠損予知，びびり振動自動回避，アンチクラッシュ（必要データの自動入力），異形工作物形状自動認識把持機能付きチャック，工具・工作物アンバランス自己同期補正機能	

(3) 例3

工作機械名(イメージ)	要求される機能	技術開発課題	要求分野
高速・高能率難削材加工機	複合材料、カーボンなどの新素材や難削材加工に対応した工作機械	高速化・高剛性化	自動車・航空宇宙・医療
微細穴加工機	噴射ノズル（φ0.1以下）など微細穴加工機	高速高精度主軸	自動車

高精度歯車加工機	研削クラスの加工機能の複合化	工程集約、複合化	自動車
環境対応型工作機械	油の使用を極限に抑え、省エネ・省スペースを実現する工作機械	油レス、サーボ化	
高応答型工作機械	速く停止し、速く立ち上がる主軸	小型・高出力・高速主軸	自動車
	停止せずに加工し続ける工作機械	高速対応 ATC, 搬送装置	
	加工以外の時間を極力短くさせた量産対応型工作機械	新しいチャッキング技術、ハンドリング技術、ロボット化	
高機能型工作機械	機械の状態監視及び、刃具欠損予測機能	自己診断機能、磨耗検知技術、多機能センサーの開発	エンジン

## 5. 自動車、航空、医療用具分野における米国産業の現状と動向

わが国工作機械産業においては、中国をはじめとするアジア市場が急激に成長しているが、それまでの海外市場としては米国が最も大きく、現状においてもかなりのウェイトを占めており、特に、自動車、航空、医療用具等に用いられる高度な工作機械に限って言えば、未だに最大の海外市場と言える。

このような米国市場は、これまでの技術の潮流及び今後の開発動向を占う上で重要となるため、その最新産業動向を把握すべく委託調査を行った。

本項では、その調査結果をまとめており、ここでは概要のみを示す。

米国における自動車、航空、医療器具製造業の進歩はめまぐるしく、製造現場におけるロボットの導入や、最新ソフトウェア使用のオートメーションなど新技術の発達によって、製造業はより機械化されつつある。製造業者は新しい金型製造と金属加工生産技

術を採用することによって、競争力を高めようとしている。

この現象を鑑み、今回の報告では、米国において製造業者によって導入されつつある新しい金型製造と生産技術にスポットを当てている。従来の生産技術と金型製造技術における進歩も同時に取上げている。

自動車製造業については、部品メーカーにおいて、成形部品は切削加工部品とほぼ同程度使用されている。自動車業界では長い間、プラスチック部品を使用することで、製品の重量とコストを削減してきた。加えて、大きな金属片からの切削加工より、成形加工の可能な部品の方が有利である。最新テクノロジーとして取上げたものとしては、FF加工技術、高速送り切削技術、ホットランナー技術（ランナーゲート部を常に熔融状態に保ち成形品だけを取り出す技術）、およびウェルドレス成形技術（急速冷却方式を使用）などがある。自動車製造業の製造現場においては様々な新生産工程を取上げたが、例えば、ガソリンとディーゼルエンジン両方に使用されるコンパクトグラファイト鋳鉄（CGI）や、高速研削技術などがある。

航空産業においては、成形加工に比べ切削加工の比重が多い。これは、高精度と部品重量の削減を目的とするためである。しかし、合成ファイバーと合成樹脂の使用が増加するにつれ、一体部品向けの大きなキャビティの必要性が増している。航空機向け金型製造において最先端の技術には、5軸加工技術（従来の4軸に替え5軸加工機を用い航空機製造に必要な高精度を実現）である。ここで興味深いことは、この技術は航空機製造現場では既に一般的に使用されていたが、最近になって金型製造にも同様に応用されつつあることである。航空産業の製造現場における新テクノロジーとしては、時間とコストを削減するために開発されたチタンの新切削加工技術、ジェットエンジン製造業における電気化学的加工法等がある。

医療用金型造業に関しては他産業とは事情が異なり、海外資本より国内メーカーの方が有利である。医療用具は殆どが一回限りの使い捨てである。つまり、精度を保ちながら金型で大量生産できることが重要になってくる。品質の高さはもちろんである。ポリマーの価格も無視できない。サイズが小さくなるにつれ、精度の高さの重要性も増す。ワイヤーEDM加工（ワイヤー放電を利用した精密加工）、ホットランナー技術、マイクロ金型加工といったテクノロジーの進歩が一層重要性を増す。機械加工テクノロジーとしては、チタンインプラントを有効に加工するための新生産工程と機械の開発が進んでいる。

また今回、製造現場における熟練工の不足といった問題も取上げている。1950年代から1980年にかけて熟練工の高齢化という問題が起こったにも拘らず、その具体策はごく

最近まで殆どとられていなかった。従来、金属機械工という職業はあまり高く評価されず、教育現場においても薦められることはなかった。同様に、若い人材を機械工として教育する徒弟制度も存在しない現状においては、人材を訓練し熟練させるのは大変な苦勞である。今こそ、産業界のリーダーと連邦および州政府とが、その問題を解決すべく行動を起こすときである。

本編においては各分野の動向について更に詳述する。

## 6. まとめ

本報告では、それぞれの分野における技術的潮流について報告するとともに、工作機械ユーザからのニーズや工作機械メーカ側のシーズといった立場から、未来型工作機械のイメージについて議論した結果の一部を示している。平成18年度は各分野の社会的、技術的な将来動向を把握することに重点を置いたため、将来の工作機械技術のロードマップを描くには至っていないが、次年度以降に引き続き検討するための情報収集はできたと考えている。

今後は、各技術分野を取り巻く社会的要因（境界条件）、工作機械に要求される機能（工作物の形態）、工作機械側から見た技術課題、問題点（阻害要因）の観点から、要因をまとめて分析し、未来型工作機械の開発課題の体系化を進めるべく調査を継続する。

以上

KEIRIN



この事業は、競輪の補助金を受けて実施したものです。