

### 調査研究報告書の要約

分類・テーマ別	I・1		分類・業種別	1・10	
書名	平成15年度革新的工具情報データベース構築に関する基礎調査報告書				
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	H16(2004)	頁数	68頁	識別	15 先端-6

#### [ 目次 ]

##### 本 編

- 1．はじめに
- 2．事業計画
- 3．調査研究の内容
  - 3．1 工具情報データベースの構造について
  - 3．2 設計・生産プロセスの統合技術に関する調査研究
  - 3．3 工具情報データベース詳細仕様書について
  - 3．4 モデルシステムの実用性について
    - 3．4．1 モデルシステムの実用性について（三菱マテリアル）
    - 3．4．2 モデルシステムの実用性について（オーエスジー）
    - 3．4．3 モデルシステムの実用性について（住友電気ハードメタル）
    - 3．4．4 モデルシステムの実用性について（大昭和精機）
    - 3．4．5 モデルシステムの実用性について（エヌティーツール）
    - 3．4．6 モデルシステムの実用性について（日産自動車）
    - 3．4．7 モデルシステムの実用性について（オギハラ）
    - 3．4．8 モデルシステムの実用性について（牧野フライス製作所）
    - 3．4．9 モデルシステムの実用性について（森精機製作所）
    - 3．4．10 モデルシステムの実用性について（中村留精密工業）
    - 3．4．11 モデルシステムの実用性について（オークマ）
    - 3．4．12 モデルシステムの実用性について（豊田工機）
    - 3．4．13 モデルシステムの実用性について（ヤマザキマザック）
  - 3．5 モデルシステムの評価と今後の課題について
- 4．まとめ

## [ 要約 ]

### 1 . はじめに

現在 , I T と M T ( Manufacturing Technology ) とを融合させた新しいモノづくりの実現を目指した動きも見られるが、M T の中心的役割を果たしている工作機械の情報化、ネットワーク化への対応は、重要な課題となっており、民間企業においても積極的な取り組みがなされている。しかし、設計から製造までの情報の流れや必要とされる工作機械、工具等の情報は、製造される製品によって異なり、また、日々の生産技術の進歩に併せ取り扱われる情報も変化していくものと考えられる。そのため、あらゆる利用形態に対応可能であり、かつ生産形態の変化に柔軟に対応できるデータ構造の整備が望まれている。

本調査研究では、工作機械メーカ、工具メーカ、ツーリングメーカの 3 者が共同して、製品設計から製造までの一貫した情報の流れの中で利用される革新的な工具情報データベース構築に向けて、詳細なデータ構造に関する調査研究を行う。とくに、この調査研究は、製造業における情報化技術に関する取り組みの一つとして、部品や金型加工に必要な工作機械、工具、ツーリング、刃具などの情報をどこからでも、だれでもがアクセスして利用できる環境を構築することを夢見て実施したものである。

### 2 . 研究組織

日工会技術委員会技術開発部会に「革新的工具情報データベース構築に関する調査研究専門委員会」を設け、特別委員として、工学系の研究者、工具メーカ、ツーリングメーカ、金型メーカ及び自動車メーカを交え、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 . 調査研究の内容

#### 3.1 工具情報データベースの構造について

##### 3.1.1 EXPRESS-G によるデータベース構造の記述

平成 1 4 年度までに、本委員会で提案する工具情報データベースについて議論し、必要なデータ項目を挙げ、フライス系の回転工具およびインサート、ホルダ・サブホルダなどのツーリング機器およびツーリングの構成状態、工作機械、工作物、切削条件までを含めた工具情報データベースの構造について検討してきた。

平成 1 5 年度の成果の一つとして、これらの構造を EXPRESS-G にて記述した、EXPRESS-G

は STEP 規格の形式仕様記述言語 EXPRESS の図式表現法である。記述されたモデルを計算機プログラムによって処理することによって、内容の自動的な検証、応用プログラム開発の効率化などへの応用が可能となる。曖昧さのない規格の解釈が可能、モジュール化が可能などの特徴がある。EXPRESS で記述されたモデルは、継承構造と参照構造が複雑になるが、EXPRESS-G によりこの理解を助けることができるので、EXPRESS に附属した規格として用意されているものである。

図 3.1.1 にデータベース全体の概念図を示す。左列が各工具、ツーリング機器メーカー等から提供される、刃具、ホルダおよびコレットなどのサブホルダ、および部品、工作機械の情報である。

図 3.1.1 の中列がユーザが使用する状態でのツーリング構成を記述する部分になる。工作機械からホルダを介して工具までの組み合わせの情報が記入される。工作機械主軸テーパー部に合わせてホルダが選択され、加工形態により工具が選択され、ツーリング全体あるいは工具の突き出しの長さについても検索条件を定めて自動設定されることを視野に入れている。また、ツーリングの管理情報として使用することも可能であると考えている。

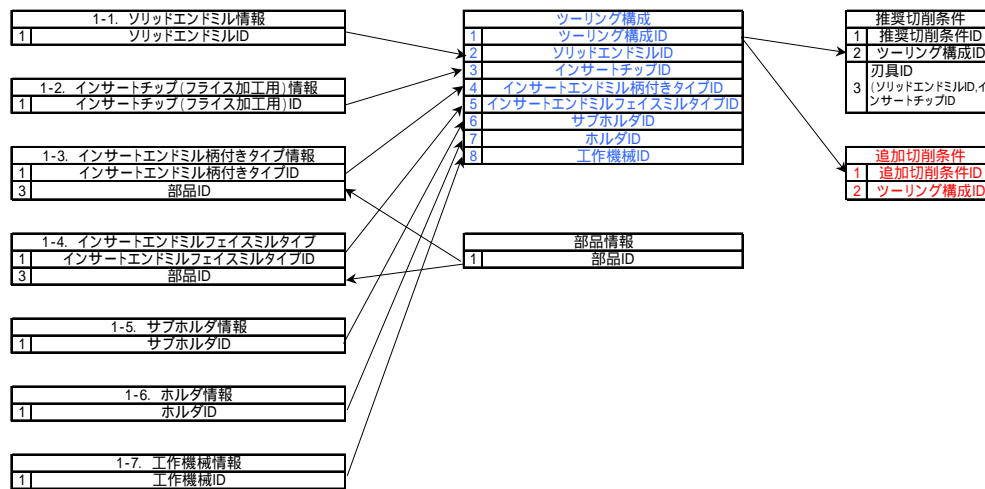


図 3.1.1 工具情報データベース全体構造

図 3.1.1 の右列が工具メーカー提供の推奨切削条件および、ユーザがツーリング構成に応じて設定した切削条件を記入する部分になる。ユーザが定めた切削条件は追加切削条件としてツーリング構成とリンクして記入されることになる。ユーザはこれらから刃具を選択し、使用する工作機械主軸に適合するホルダを選択し、さらに刃具とホルダの組み合わせを構成する。これをツーリング構成と呼ぶことにする。加工対象形状に合わせて適宜設定される工具の突き出し長さなどの組み立ての状態も反映される。切削条件は、メーカーから提供される推奨切削状の他に、ユーザごとのノウハウを組み込んだ切削条件を追加切削条件として蓄えるものとする。

### 3.1.2 関連国際規格の動向

関連国際規格としては、ISO13399 において工具の諸量やツーリングの構成について統一的に記述できるようにする作業が続けられている。「平成 14 年度革新的工具情報データベース構築に関する基礎調査報告書」では、2001 年 12 月 1 日配布の vote on committee draft からの調査結果を掲載した。本年度は、その後の 2003 年 6 月 30 日発行の committee draft について調査した。title は "Cutting tool data representation and exchange Part 2 : Reference dictionary for cutting items" である。

ISO13399 シリーズについても、工作物と工作機械の間に存在する全ての工具、インサート、チャック、アダプタなどの結合を考慮し、階層的に整理していこうという意図はくみ取れる。最終的には、ソリッドドリルやエンドミルといったソリッドな刃具、ボーリングバーなどいくつかの部品から構成される工具、チャックやアーバー、シムやねじやクランプなどの部品など全てを統一的に扱える仕組みを作ろうという意図はあるようだが、具体的な全体像が見えないという印象を受ける。

当委員会では、国内における機械加工に関連する業界の競争力向上を波及効果の一つとしてとらえ、データベース構造を提案してきた。ISO13399 が策定されれば事実上の世界標準となり、国内においてもこれに追従せざるを得なくなると思われる。しかしながら、本委員会で提案したデータベース構造と、検討されている ISO13399 とで、個々の工具やツーリングが持つ寸法定義や特徴定義が全く異なることにはならないと思われるので、本委員会で提案したデータベース構造も定義を修正することにより対応することは十分可能であると思われる。

## 3.2 設計・生産プロセスの統合技術に関する調査研究

### 3.2.1 設計・生産プロセスの統合技術調査委員会

平成 15 年度より、MSTC（製造科学技術センター）において「設計・生産プロセスの統合技術」調査研究がスタートし、加工フィーチャー（実際に加工する部分の形状モデル）を利用した加工用製品仕様情報に基づく工程設計システムを構築し、工程設計を電子データとして蓄積していくシステムの調査研究を行っている。

図 3.2.1 に、現状の設計・生産プロセス統合に関する課題を示すが、この解決のための新たなプロジェクトを企画するための準備委員会が本調査研究であり、そのプロジェクトのねらいは「シームレスな設計・生産プロセス」の実現である。

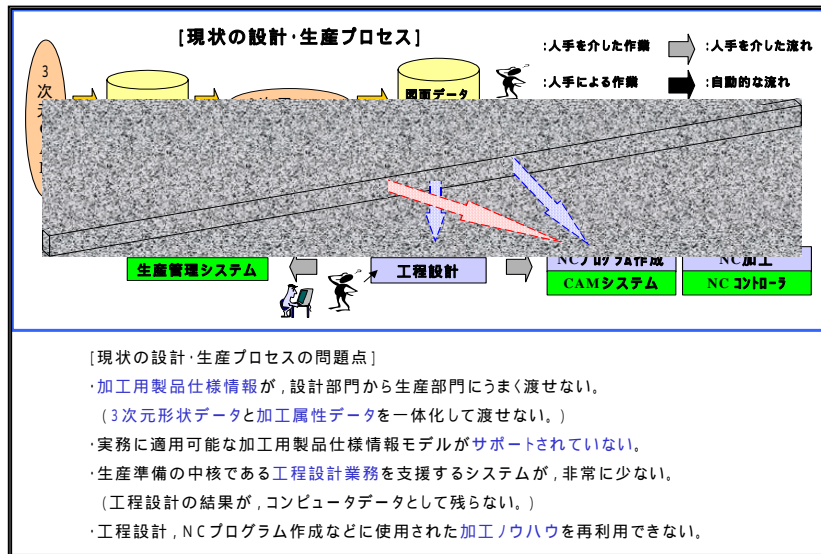


図 3.2.1 設計・生産プロセス統合の課題

### 3.2.2 工程設計システム (プロトタイプ) の構想

図 3.2.2 には、前述の調査委員会で検討されている工程設計システム (プロトタイプ) の構想を示す。このシステムは、以下の3つの機能から構成される。

#### (1) 加工フィーチャの作成

これは、部品の3次元形状から、加工フィーチャする機能である。

#### (2) 概要工程設計 (Macro Process Planning)

これは、工程数の設定や、各工程における使用設備の選定・クランプ位置の指定・加工フィーチャの割付などを、対話型で行う機能である。

#### (3) 詳細工程設計 (Micro Process Planning)

これは、作業設計とも言われる作業であり、各工程に割り付けられた加工フィーチャの加工方法を設定するとともに、工程内の作業順序を設定する機能である。

この機能は、図 3.2.2 に示すような加工フィーチャの加工方法が蓄積されている加工技術データベースの活用により、自動化が可能

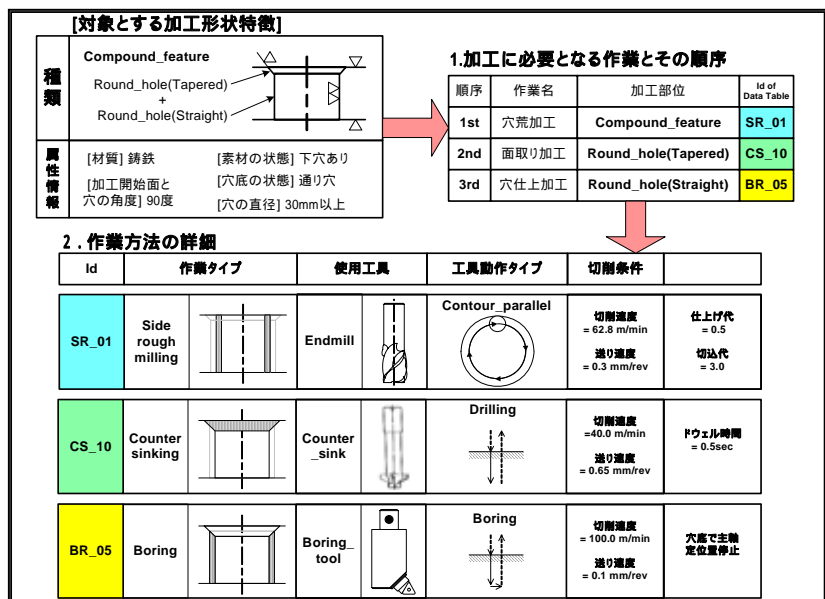


図 3.2.2 加工フィーチャの加工方法の記述

である。この加工技術データベースや工具データベース構築用ソフトウェアの例としては、平成10年度に製造科学技術センタで開発された S-CAM が挙げられる。( S-CAM : Standardized CAM )

### 3.2.3 革新的工具データベースの位置付け

図 3.2.3 には、革新的工具データベースと S-CAM との関係を示す。革新的工具データベースから、必要となる工具刃先や工具アッセンブリ情報を S-CAM に引き出し、CAM システムはこの S-CAM にアクセスすることになると考えられる。勿論、S-CAM の代わりに、同

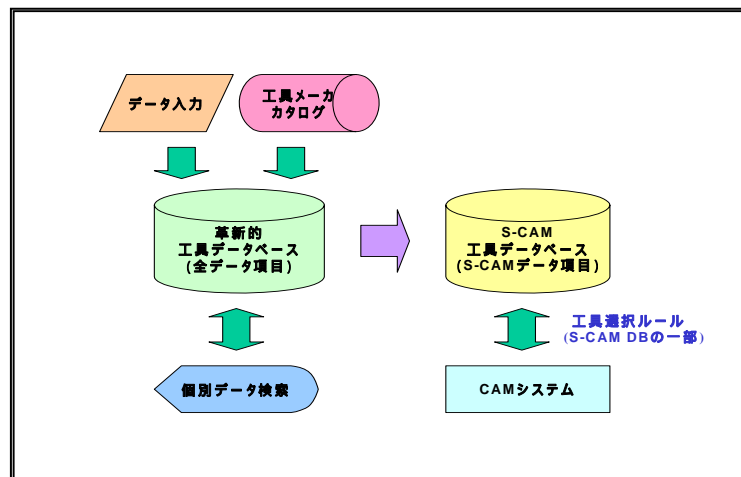


図 3.2.3 革新的工具データベースと S-CAM の関係

等の機能を有するユーザ独自の

データベースであってもよいわけである。将来的にも、革新的工具情報データベースとの連携は実現することができる。

### 3.3 工具情報データベース詳細仕様について

本章においては、本委員会で策定された工具データベース構造の妥当性の確認を目的としたモデルシステムの仕様について述べる。

モデルシステムへの要件

本モデルシステムを構築する上での要件は下記とする。

- ・利用者として金型加工を行う経験期間が比較的短い人を対象とする。
- ・ツーリング構成に関しては、工具形状や加工用途、メーカー情報をもとに既に登録されているツーリング構成より該当するものを検索する。最適なツーリング構成を生成するものではない。
- ・ツーリング構成の編集（追加、削除、更新）機能を提供する。
- ・ウェブページをユーザインターフェイスとしたシステムを構築する。これはデータベースと内部インタフェースの妥当性を確認するためのサンプルモジュールである。
- ・高機能な検索モジュールを後付けで拡張できるようなシステムとして設計する。

## モデルシステムの制限

本モデルシステムを構築する上での制限は下記とする。

- ・対応工具は、「ソリッドエンドミル」、「エンドミル（柄付き）」、「フェースミル（柄無し）」。
- ・検索条件には（ソリッドやインサート）エンドミルの情報のみを使用する。ホルダやサブホルダは含まれない。
- ・あるフォーマットに準拠して作成された Access のデータを本アプリケーションにインポートする機能は提供する。ただし、単体の工具のデータ入力作業とそのための機能はこのシステムでは提供しない。
- ・工具情報を CAM システムで取り込み可能なファイルとして出力する機能については保留にする。

## 工具の定義

モデルシステムでは、「単体」「ツーリング構成」をあわせて「工具」とする。「単体」はツーリングを構成するひとつひとつの部品のこと。刃具、ホルダ、サブホルダ、工作機械など。「ツーリング構成」は、工具刃先、ホルダ、サブホルダの組み合わせ。推奨および追加切削条件も管理する。

以下は、検索の仕方および検索機能の画面例である。

### 3.3.1 検索条件入力

検索に必要な情報を入力する。入力項目が空白、あるいは「指定なし」の項目は検索条件から除外する。有効な入力項目の条件をすべて満たすものを結果とする (AND 検索)。「形状」と「外径」は必須項目とする。検索対象を「工具」か「ツーリング」のいずれかを選択する

検索条件の入力			
● 検索はすべて条件を満たすものの結果として表示します (AND 検索)。 ● 空白や「指定なし」の場合には検索条件から除外されます。 ● * は必須です。			
工具およびツーリングに共通の検索条件			
メーカー	指定なし	形状	指定なし
外径	指定なし	刃径	指定なし
切削加工法	指定なし	材質	*
コート加工	指定なし	刃先径	以上 以下
刃先	指定なし	刃先角	以上 以下
刃先径	指定なし	刃先角	以上 以下
刃先角	指定なし	刃先角	以上 以下
刃先径	指定なし	刃先角	以上 以下
刃先角	指定なし	刃先角	以上 以下
ツーリングの検索条件			
加工機	指定なし		
加工機	指定なし		
加工機	指定なし		
加工機	指定なし		
検索対象			
● 工具		● ツーリング	
検索		戻る	

図 3.3.1 検索条件入力画面

### 3.3.2 検索結果表示（該当個数）

検索条件に一致する件数を表示後、検索結果一覧表示か検索条件の再入力を選択する。画面の左側に入力した条件を表示する。

### 3.3.3 検索結果表示（一覧表示：工具の場合）

「結果をリスト表示」を選択すると検索結果をリスト形式で一覧表示する。



図 3.3.2 検索対象が工具の場合の一覧表示

### 3.3.4 工具の詳細情報

工具を検索した場合、工具列の名称を指示すると工具の詳細情報を表示する。

上記の他、ツーリング構成の詳細情報の表示や、メーカー名入力により検索、ツーリング構成、切削条件、被削材情報等の編集・蓄積、単体工具データのインポート機能を本モデルシステムは有している。



図 3.3.3 工具詳細情報

### 3.3.5 システム構成

モデルシステムへの要件である、ウェブインターフェースと検索機能の拡張性を考慮し、3.3.4 図のような構成とする



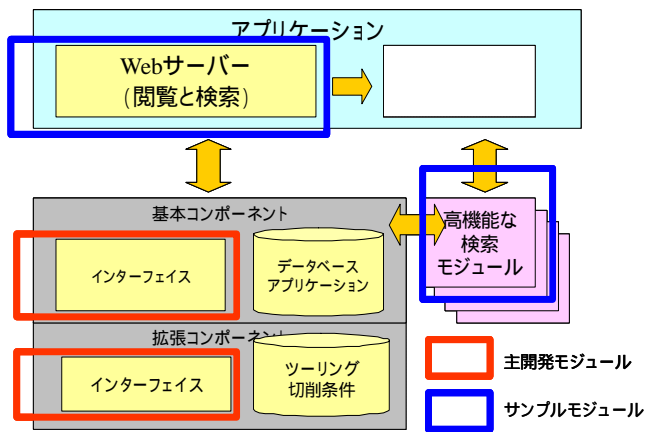


図 3.3.4 システム構成図

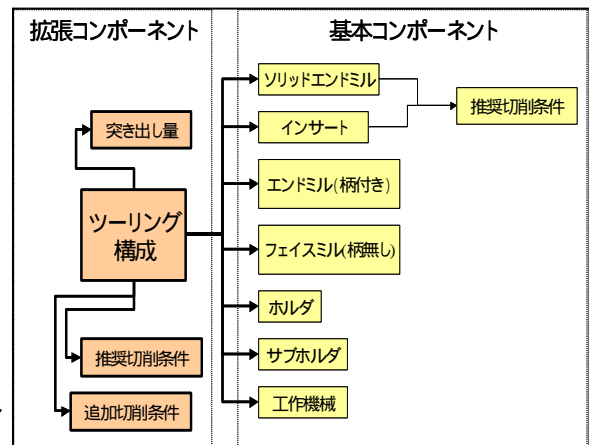


図 3.3.5 コンポーネント毎の管理データ対象

### 3.3.6 まとめ

本委員会で策定された工具データベース構造の妥当性の確認を目的としたモデルシステムの仕様を策定し、仕様に基づき、基本コンポーネント、検索モジュール、およびそれらをウェブブラウザから利用するための処理を作成し、工具データベースの妥当性を確認するための環境を準備した。

### 3.4 モデルシステムの評価と今後の課題

本章では、今回のプロトタイプを切削工具、工作機械、ツーリング、金型のメーカ 12 社に評価して頂いた結果について述べる。評価に対する視点により評価内容が異なっており、その内容は、「ポジティブな評価」、「ネガティブな評価」、「今後の課題」としてまとめられる。「ネガティブな評価」と「今後の課題」は、表裏の関係にある。

ポジティブな評価としては、「複数の工具メーカの工具が登録されており、広い範囲から工具選択できる」等のモデルシステムの機能についての評価や「本システムは、工具、ツーリング、工作機械など単に加工機械要素データのみならず、機器の剛性や加工精度等を含めた切削加工に必要な全ての情報を管理できる可能性があり、実用上、有効な仕組みとして期待できる」等の将来拡張性を見込んだ観点から期待する声が挙げられた。

ネガティブな評価としては、「工具、ツーリング、切削条件の有機的な関連づけが容易でない。この点は極めて重要な改善すべき要求である。」「多機能な加工が可能な切削工具の開発が行われており、複数の加工法に対応した切削条件に対応したデータベースになっていない。」等の意見が挙げられた。

今後の課題としては、「このデータベースだけで工具の詳細データまでを検索できるようにしようとする、データが膨大になり維持管理が極めて大変となる。」等のシステム上の

問題点や「加工現場では加工の複雑化が進んでおり、多軸機械あるいは複合機械を使用するにあたり、シミュレーションにて加工形状や干渉などの検証を行うことが要求されている。これらの機械にも対応できるように工具情報としてすべての工具を対照にしたデータフォーマットを標準化することが必要と思われる。特に、工作機械や治具、工具の種類を増やしたデータベースの提供を検討する必要がある。」等の使用する現場の現状に合わせた課題が挙げられた。

#### 3.4.1 まとめ

今回のプロトタイプについては、今後の発展を期待した上で、高い評価を得ることができたが、具体的な課題も多く提示され、このことは、これらの課題を一つ一つ解決することにより、実用において十分に効果的であり、多くの生産技術者が要望する仕組み（データベース）を構築できることを示している。

#### 4. おわりに

この3年の間、工作機械メーカー、ユーザ、ツーリング及び工具メーカーの協力を得て、ほぼ所期の目的が達成された。本年度は、最終年度であることから、当初目標に掲げた実績を残すために新たな委員を追加委嘱し、精力的に準備会を開催し、工具データベースの中身とその構造について5回の会合をもった。そこでは、工具データベースの詳細な仕様を策定するとともに最終目標としていたデータベースの 版を構築し、その評価を行うところまで漕ぎ着けることができた。

この 版の構築に際して、仕様に合致した形でデータを実際に準備し、それを検索することができるようにした。多くのデータを提供していただいたツーリング及び工具メーカーに感謝するとともに、今後、この構築した 版をさらに発展させて、実用に供することのできるシステムとそれを管理する体制を整えることが課題になる。

すでに議論したように、新たに受注を受けた機械加工を行うユーザが、加工に取りかかるまでの準備として工作機械・工具・ツーリングの選択、切削条件の決定、複雑な形状やキャビティ形状を加工する場合の工具干渉チェックなど、多くの選択や決定を行う必要があるが、本委員会で提案する工具情報データベースが実現でき、運用されるようになれば、高い技能をもたない技術者でもより良い工作機械、工具、ツーリングを選択でき、かつより良い加工条件を決めて加工できることは間違いがない。このようなデータベースの活用は、日本の製造業の持続的な発展に大きく寄与するものと思われる。

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。