

### 調査研究報告書の要約

分類・テーマ別	・ 1 , ・ 2		分類・業種別	6・4	
書名	平成15年度新製造技術に関する調査研究報告書 製造技術の情報化促進				
発行機関名	社団法人 日本機械工業連合会 ・ 財団法人 製造科学技術センター				
発行年	H16(2004)	頁数	70頁	識別	15 高度化 3 1

#### [目次]

##### 本編

#### 第1章 調査研究の概要

- 1.1. 背景と目的
- 1.2. 調査研究体制
- 1.3. 調査研究項目・スケジュール

#### 第2章 活動内容

- 2.1. 製造業の現状と製造科学技術の現状
  - 2.1.1. わが国製造業とくに「ものづくり」の現状
  - 2.1.2. 製造科学技術振興のための体制
  - 2.1.3. 経済産業省における産業技術政策の基本的な考え方
- 2.2. 分野別の現状
  - 2.2.1. 情報システムの現状
  - 2.2.2. 加工技術の現状
  - 2.2.3. 情報技術と加工技術融合の現状
  - 2.2.4. 製造システムの現状
- 2.3. 研究開発テーマの提案
  - (1) 計測技術とデジタルエンジニアリングによる現物融合化技術
  - (2) 設計品質高度化技術の研究
  - (3) 設計生産知識の動態保存に関する研究
  - (4) マイクロ加工におけるインプロセスモニタリング技術とプロセス制御技術
  - (5) バーチャル加工作業習熟システム
  - (6) 半導体製造現場における高度情報化生産システム
  - (7) 高度デジタル・マニュファクチャリング推進のための機器オブジェクトとシミュレーション・サービス・モジュールのライブラリ構築
  - (8) 動的自動計測システムと高速物理情報伝送システム化技術
  - (9) カスタマイズ型加工機械における加工機能の継続的拡張操作技術
  - (10) ハイパーシステムインテグレーションDNA戦略による新たな製造戦略の展開
  - (11) 製造物トレーサビリティシステム

- (12) 高齢者社会における消費者指向生産システム
- (13) 先端研究機器開発のための製造技術・情報技術のインフラ整備

## 2.4 製造技術の強化の方向について

### [要約]

#### 第1章 調査研究の概要(省略)

#### 第2章 活動内容

##### 2.1 製造業の現状と製造科学技術の現状(省略)

##### 2.2 分野別の現状(生産に係わる各技術分野における現状と課題について詳細に分析)

###### 2.2.1 情報分野の現状

###### CAD技術の現状

現状システムに対する課題抽出

情報化による業務改革のための課題抽出

製造情報システムを取り巻く環境に基づく課題

世界最先端のデジタル化製品開発システム構築実験による課題

###### 設計技術活用技術

定型的設計プロセスの徹底した自動化技術

知識獲得・表現・実装・利用・保守のための手法

知識共有・コラボレーション技術

製造部門と設計部門の連携

設計における製造知識の利用、製造からのフィードバック

設計知識・設計属性の抽出・体系化

設計属性、設計要件

製造属性、製造要件

部品属性情報

加工属性情報

###### 設計情報品質高度化技術

品質の取り扱いの現状と課題

品質保持・保証の仕組みの模索

品質の評価・適合技術

###### キラーアプリケーション開発支援

超精密レンダリングシステム

データ収集、データ管理機能

プロダクトデータ授受機能（形状、材質）

形状データヒーリング機能

一部のモデリング機能（デザイン初期段階で未定義な形状の補完）

薄物大型射出成形機専用システムの開発

高機能Viewerの開発

情報化技術の普及による製造業の強化

製造業と情報化技術

モノづくりを直接的に支援する情報化技術

モノづくりを間接的に支援する情報化技術

製品そのものに組み込まれる情報化技術

研究開発と情報化技術

研究開発の特性

日本の製造業での研究開発の特性

研究開発の囲い込み・統合化

研究開発を支援する情報化技術

日本の製造業の強み

最終顧客と直結したビジネス

## 2.2.2.加工技術の現状

社会的・技術的背景

社会的背景

生産拠点の海外展開

諸外国の技術的追い上げ

地球環境への対応

優れた加工技術者確保の困難性

技術的背景

微細化の流れ

IT化への対応

現状を踏まえた技術的アプローチ

シーズブル型の技術開発

ニーズブル型の技術開発

加工系と情報系の融合化に向けた課題

情報通信技術の加工系への適用

加工系の情報ネットワーク化

加工プロセス制御、管理技術

保守、保全

加工系の情報系への展開

加工モニタリング・計測技術

人のもつノウハウや意志決定プロセスの明示化

### 2.2.3. 情報技術と加工技術融合の現状

情報技術が利用されていない加工技術の再認識

情報技術を利用することで独自化・差別化される加工技術の再検討

情報化技術と加工技術の融合両立のための方法論の検討と、それによって生み出される新たな生産システムの体系化の必要性

加工技術から情報技術へのアプローチ

情報技術から加工技術へのアプローチ

加工・情報融合システムとしてのアプローチ

使えば使うほど精度が良くなる生産加工システム

オンデマンド生産システム（加工・計測・組立システム）

極限精度を求める観点から、モニタリング技術の高度化

生産システムの高度化の観点から、4次元加工データベース構築

### 2.2.4. 製造システムの現状

製造情報システムと基幹システムの統合

実績管理システムとトレーサビリティ

リスク管理とメンテナンス

生産システムにおける情報セキュリティ

## 2.3 研究開発テーマの提案

### (1) 計測技術とデジタルエンジニアリングによる現物融合化技術

最新計測技術をベースにして現物とデジタルエンジニアリングを結び付け、現場のレベルが高い日本固有のモノづくりの強みをデジタルエンジニアリングに織り込むことにある従来のCAD・CAM・CAEを中心とした仮想設計技術は、この現物からのアプローチが欠けていたため、日本固有の技術にはならず、欧米のツールに依存して十分な競争力の実現ができていなかった。

開発課題としては、デジタルモデルをフル活用したデジタルエンジニアリングシステムと、そのためのモデリング技術やシミュレーション技術などの要素技術である。

## (2) 設計品質高度化技術の研究

日本の製造業の強さの根幹であるのが品質の高さである。つまり、最終製品の品質の高さ製品開発工程での品質の醸成（つくり込み）の速さが競争力の源泉になっている。その典型は自動車であり、新車開発期間が欧米に較べて短く、故障しにくいことが世界を牽引する原動力となっている。

この研究では、日本の製造業の強みの源である設計品質に着目し、設計品質の一層の高度化を可能にする独自のIT基盤の構築にあり、品質という武器を徹底的に洗練させて差別化を図るところにある。

このための要素技術としては、精密な形状処理技術、とくに形状特徴、パラメトリックモデリング技術、知識の表現も含めたデータベース技術等にある。

## (3) 設計生産知識の動態保存に関する研究

生産システムは多くの設計者、技術者、作業員等の知恵の結晶であるが、それは明確に記録されてはいないため、時間の経過とともに失われてしまう。このため、設計生産に関する業務実施環境がデジタル化するのにあわせて設計や生産における優れた知識や技能を有する人の作業を仮想世界に記録し、再利用することを目指した動態保存手法を確立し、知識集約型の生産の実現を目指すものである。

本研究の関連プロジェクトとして、現在、経済産業省が推進しているデジタルマイスターにより、生産の知識や技能をデジタル化して再利用することに対して関心が高まり多々研究が行われている。また、ナレッジマネジメントの名称のもとに会社として知識を管理・運用することの重要性に関心が高まっている。

当該システムの研究では、デジタル作業環境で使用するツールから作業履歴を取得し、再現できること、作業員の音声やジェスチャーの自動認識を用いたデジタル化、生産に関するオントロジーの整備、3次元データを直感的に操作可能なユーザインタフェース等の開発である。

## (4) マイクロ加工におけるインプロセスモニタリング技術とプロセス制御技術

ドリル、エンドミル、旋削、研削等の機械加工、また、レーザーの高エネルギーを利用した除去加工は、急速にナノ・マイクロ化が進みつつあるが、現状の技術では加工を実現するための技術開発が中心で、実用化に向けては加工メカニズムの解明や安定した加工の実現が必要になっている。しかし、加工自体が微細であるため形状的また物理量的にも従来の加工に較べると微細なものが検知できる機能や性能がモニタリングに求められてくる。

この研究では、加工中のプロセス現象（加工力、振動、変形など）をインプロセ

スで検知できるセンサー、センサーからの情報に基づいてプロセス状態を診断し、制御する情報処理技術、ハードウェア技術等の開発である。

#### (5) バーチャル加工作業習熟システム

加工に求められる知識や作業技能を迅速に習得するとともに、技能継承、作業性の事前検証による作業の高信頼性化などを目的にして、バーチャルリアリティを用いて加工作業を事前に体験できるシステムの開発である。当面、溶接等の手作業に頼ることの多い加工法を対象にする。

この研究では、リアルタイム加工作業シミュレーション技術：加工プロセスの形状的・物理的現象を3次元的にリアルタイムでシミュレーションできる技術、3覚提示技術：人間のもつ視覚・聴覚・触覚の3覚に働きかけて、シミュレーションシステムに作業の入力を行い、その結果の提示をバーチャルリアリティを用いて提示する技術等の開発である。例えば、視覚としては、的確な作業指示のための実空間と融合化したヘッドマウントディスプレイ技術とシミュレーション表示用実空間大の3次元表示装置。触覚としては、力覚、すべり覚（動き＋対象物品位など）の入力・出力装置技術となる。

#### (6) 半導体製造現場における高度情報化生産システム

半導体デバイスは、今やコンピュータにとどまらず、携帯電話、デジタルカメラ、PDA(Personal Digital Assistance)といった携帯型デジタル機器から、ゲーム機、大型薄型テレビ、DVDレコーダ等の情報家電に至るまで、日常生活の広範な領域で利用されており、今日のデジタル情報化社会の基礎となっている。今後もICタグに代表される新規未開拓分野の発展が期待されるなど、半導体デバイスはますます高性能化が求められる。こうしたなか、次世代の半導体製造生産システムとしては、時代い応じて変化する社会ニーズに沿った高付加価値半導体デバイスを如何に無駄なく効率的にしかも安定供給していくかが至上命題となっている。

それには、半導体製造システムを構成している各基盤技術を個別に発展させるだけでなく、生産システムトータルでの発展・最適化が不可欠であり、その基盤技術を縦横に結び付ける情報化システムの適用が不可欠である。

この研究では、次の半導体製造特有の2大特性の観点からの対応が必要である。

製造が多工程である：生産ラインを構成している多くの製造装置、多岐にわたる技術分野といった、組織・分野の枠組みを超えた情報流通システムを展開するとともに、各工程内に設置された検査システムの取得情報を収集・解析・評価して対象工程に迅速かつ的確なフィードバックをかけることが可能なシステムで、

この実現には 革新的な検査自動化システムの開発が不可欠となる。

製造技術が早期に更新される：現在、稼働中の製造・検査装置のみならず、各製造装置ベンダーが個別に次世代に向けて開発を進めている最先端製造装置の情報も同時に取得し、新規設備の導入により刻々と変化する生産システムを時系列で安定化可能なシステムで、この実現には生産ラインを一貫したシミュレーション技術の開発が不可欠となる。

(7) 高度デジタル・マニュファクチャリング推進のための機器オブジェクトとシミュレーション・サービス・モジュールのライブラリ構築

仮想生産 (Virtual Manufacturing) を中核とする生産活動のデジタル・モデリングとシミュレーションを行う高度デジタル・マニュファクチャリングを効率的に推進するための生産システム要素のオブジェクトモデルと、シミュレーションで必要となる各種のサービスモジュールのライブラリーを構築し、ビルディング・ブロック方式でユーザーが効率的にモデル構築とシミュレーションを行う環境を実現する。

この研究では、生産システムを構成する機器の製造メーカーにおいては、3次元CADを使用することが多くなり、機器の3次元モデルの準備は用意になっている。

また、オブジェクト指向技術、分散シミュレーション技術、データベース技術、物理指向シミュレーション技術、形状処理技術、コンピュータグラフィックス技術、人工現実感技術等の関連技術の発展により、大規模で詳細な仮想生産が可能となりつつある。

開発要素としては、つぎの3つがあげられる。

高度デジタル・マニュファクチャリングのための構成技術の開発  
ライブラリーのコンテンツの標準化と関連ツールの提供  
構築されたライブラリの運用と認証

(8) 動的自動計測システムと加工精度制御、高速物理情報伝送システム化技術

高ノイズ環境下での高密度実時間計測技術をもとに計測された多チャンネル実時間情報の処理と計測情報のプロセス制御への利用のための基盤技術を開発する。とくに加工システムにおける実時間動的精度保証技術を主な研究対象とする。具体的には、加工システム上での計測のための要素技術の構築、多チャンネル・非均一情報の系統的かつ高速な伝送技術、大量で複雑な構造を有する物理情報をもとにした加工精度制御手法を確立する。

この研究では、加工中に発生する多様な物理情報を大量かつ高速に収集し、利用することにより、既存の加工機械では実現することのできない高精度・高信頼度・高能

率な加工を目指すものである。このためには、センシング技術、データ表現および伝送技術、多チャンネル情報をもとにした状況理解と制御技術の開発となる。

現在、ユビキタスセンシングネットワークなどの大量情報計測に関する概念的な提案が行われている段階であり、当該研究課題のような明確なターゲットを有するシステム構築による情報処理アーキテクチャのブラッシュアップが求められている。さらにデジタルマイスタープロジェクトにより、多くの製造現場における加工情報の基本的な整理が進行している。

#### (9) カスタマイズ型加工機械による加工技能の継続的拡張技術

本研究は、ハードウェアから制御ソフトウェアまでを含めた加工機械全体をカスタマイズ可能とするモジュール化技術をもとに、作業者が継続的に技能拡張を行いつつ最先端レベルの加工を実現するための基盤技術の開発を行う。この実現によって、カスタマイズ可能な加工機械を提供する機械ベンダー、カスタマイズした機械を所有する製造企業、加工作業の実務を行いつつカスタマイズを実施する機械操作技術者の三者が技能を共有することが可能となり、少ない技術流出リスクのもとでの組織での技能共有ができる。

この研究では、カスタマイズ可能な加工機械をメディアとした技能共有の基盤技術の確立を目的としており、1) モジュール構造化や構成のパターン化に代表されるカスタマイズ可能な機械システムの構築手法、2) カスタマイズされた機械システムの履歴や変更状態の維持・管理手法、3) 機械操作技術者の習熟過程のモデリング等の技術が必要となる。機械システムの柔軟性の向上に関しては、従来から、マルチエージェント研究を中心に再構成可能なシステムに関する研究は多数行われている。しかし、技能の埋め込み過程としての機械のカスタマイズと作業者の技能習熟に関して包括的に取り扱う手法については、一部で研究が始まった段階である。このため、具体的な対象作業を限定することで、これまでに蓄積された加工技術に関するノウハウや技能者育成プログラムにおける技能習熟に関する知見とともに、継続的な技能拡張支援の実現を目指す。

#### (10) ハイパーシステムインテグレーションDNA戦略による新たな製造戦略の展開

製造・消費・廃棄・再利用における物と情報の流れの管理にITの最先端技術を利用することの提案である。これは、生産 消費 廃棄物再生 生産のサイクルを流れる資源・エネルギー、製造物、廃棄物等に材料の物理的性質、製造情報、製品性能等(製造DNA)を付与した「ハイパーシステムインテグレーションDNA戦略」を実現することにより、近年、泥縄的な対応を迫られている日本の製造業における国際対

応を、しっかりした強固なものに再構築するとともに、将来に向けて安定化させることを目的としている。

製造業が価格競争のなかに置く時代は終わっている、を前提とする。日本の製造業は製品ライフサイクル全体に亘る価値創造を支援する体制を準備する必要がある。ハイパーシステムインテグレーションDNA戦略（製造DNA）の構築のもとに、個別技術開発項目を設定し、その実現のために以下の研究開発を推進する。

- 1) 技術情報の国外流出の防止。
- 2) 高齢化・ニーズの多様化に対応したテーラーメイドシステム。
- 3) ラピッドマニュファクチャリングシステムによる単品・高付加価値製品の生産
- 4) ナノ・バイオ・医療分野への対応を意識した加工システムの高性能化・ダウンサイジング化・IT導入による保守・技術情報の管理。
- 5) 環境対応を意識したインバースマニュファクチャリング。
- 6) 製造DNAシステムの標準化（自動車、情報家電、医療機器分野が当面のターゲット）

#### (11) 製造物トレーサビリティシステム

製造物の履歴は、バーコードや二次元コードやRFタグ、ICチップなどの媒体の開発とともに発展してきている。しかし、その利用は、一企業や一工場のなかで閉じたクロズドシステムとして開発されてきている。製品のリサイクルやリユースなど工場や企業の壁を超えたオープンシステムでの利用が望まれてきている。このような状況のなかで、製造物の加工履歴、使用履歴、保存履歴など製造物が歩んできた履歴を保存し、その活用をはかるシステムの開発とデータの保存形式の開発が重要になってきている。また、これらのシステムを利用したビジネスモデルも重要になっている。

ここでは、これらのデータ構造やビジネスモデルの基盤になるものについて研究を行う。製造物の履歴は、一企業が提供し、利用するには限界がある。履歴をトレースし、活用するためには、そのような社会環境を醸成するだけでなく、安価に、容易に利用できる仕組みが必要になる。そのためのデータ構造やデータ利用の仕組み、媒体などが重要な役割を果たすことになる。このような技術基盤を作成するためには、一企業の取り組みでは限界がある。このため、業種を超えた協力関係に基づいた研究開発が必要になる。

この研究開発は、技術的な開発だけでなく、ユーザーの立場や販売後のサービス、リサイクルやリユースなど環境対策など広い立場でビジネスモデルを「含めた研究開発が必要になる。従来の技術開発ではなく、利用環境と利用に必要な最低限のフレー

ムワークを規定して、そこから得られるビジネスを創生する研究となる。

#### (12) 高齢者社会における消費者志向生産システム

少子高齢化社会が到来しているが、同時にこの社会は製造業にとって好ましい社会でもある。技術指向の強い世代であり、製造物に対して細かい注文をつけつつ、資産を十分に持つゆえ、必要なら購入するという行動をとる。そのため、個人の要求に適合する生産システムが求められており、産業としての構築が可能である。高齢者の要求(注文)を迅速に設計に結び付け、大量生産の技術を個別生産に展開する。これは、高齢者社会を考慮した「個人身体特性心理特性に対応する設計技術」の確立でもある。個人のWantu/Needsを翻訳する機能/人間が必要であり、そのための情報技術開発が必要となる。このような個人の要求を汲み取る方法論は感性工学や心理学の分野で発達しており、また、Prototype 技術も進展している。また、大量生産技術の典型である型技術が低価格になってきており、型の管理コストを低減することで、Mass-Customization が可能となる。

#### (13) 先端研究機器開発のための製造技術・情報技術のインフラ整備

先端研究機器として、例えばバイオチップ開発、光学デバイス開発、電子デバイス開発、そして光・電子、バイオ電子、バイオ機械、光・機械などの複合デバイス開発などである。機能設計と加工技術の微細化と計測評価方法論の整合性が取れておらず、加工・情報癒合化により先端的研究機器開発技術のインフラ整備を進める。

##### 1) 先端光学デバイスの開発

先端光学デバイスは、光・電子分野に広く関係している。将来の日本の産業基盤の一つとして一層の進展が期待されている。近年、その研究開発およびニーズはマイクロ素子と大型素子に二分される傾向にある。マイクロ素子は、工業的にはDVD等、光記録メディアのピックアップ光学系が、また、大型素子は天文用大型光学系などがある。マイクロ光学素子に関しては、1個製作する技術と、量産化のための技術に大きな差異があり、これらを柔軟かつ連続的につなぐための技術シーズの創出が不可欠である。一方、大型素子に関しては、とくに大型天文機器用素子については、基本的に1個の開発技術が主体となるが、そのサイズ故に加工時の負荷による変形や重力との相関を考慮した(変形、光学機能)シミュレーション技術および計測技術が不可欠になる。また、生産システムについても誤差過大となった場合、取り返しが効かないため、十分なモニタリングによるフィードバックを可能とする情報化技術が不可欠となる。

##### 2) 先端バイオデバイスの開発

バイオデバイスに「関しては、近年、ポストゲノム時代において研究が進む蛋白・低分子とのアフィニティ解析に用いられる機器およびツール開発がある。蛋白に関しては、蛍光標識を持つ蛍光蛋白とのアフィニティ解析のためのチップおよび発光波長およびインテンシティ解析のためのインストルメンテーションがある。反応チップについては、ガラス単体にうまくスポットティングを行うメカニカルシステムおよびハイブリダイゼーションのための時間/雰囲気制御、また、光検出部などから構成されるシステムとマッチする設計の最適性が求められる。エレクトロスプレー法を使った塗布技術やアレイヤーも開発が進んでいる。低分子に関しては、反応メカニズム自体が多様であり、その検出のために蛍光標識を二次的に利用する方法等が検討されているが、現段階では、検出原理を含めて、基礎的なアプローチにとどまっている。

#### 2.4. 製造技術の強化の方向について

わが国製造業が直面する課題を抽出・分析した上で製造業を活性化し、強化していくためには生産システム、加工技術をどうしていく必要があるかについて議論を重ねた。この結果から前項に示す13の研究開発テーマが選定されたものであるが、これを技術と対象との切り口から分類すると次の表のとおりである。

対象 技術	情物一致	動的システムへの対応	持続性社会の構築
情報処理	現物モデル (1)	カスタマイズ (9)	統合ライフサイクル(12)
加工	知識の動的保存 (3)	加工習熟 (5) 超高速物理伝送システム (8)	インフラ整備(13)
情報 製造融 合	品質 (2)	インプロセス技術 (4) シミュレーション (7)	トレーサビリティ チング (11)
製造システム	製造物 DNA (10)	On Demand (6)	(製造物 DNA (10))

KEIRIN



この事業は、競輪の補助金を受けて実施したものです。

