

## 調査研究報告書の要約

|       |  |    |     |    |    |
|-------|--|----|-----|----|----|
| 書名    | 平成16年度新製造技術に関する調査研究報告書<br>- 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         |    |     |    |    |
| 発行年月  | 平成17年3月                                  | 頁数 | 74頁 | 版型 | A4 |

〔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 製造技術動向調査

- 2.1 アンケート調査の概要
- 2.2 アンケート調査の結果
  - 2.2.1 業種
  - 2.2.2 事業展開に重要な要因
  - 2.2.3 情報技術の役割
  - 2.2.4 研究開発テーマ
- 2.3 研究テーマの集約
- 2.4 「情物一致」に関するヒヤリング
  - 2.4.1 工作機械製造メーカー（A社）
  - 2.4.2 非鉄金属メーカー（B社）
- 2.5 まとめ

## 第3章 情物一致

- 3.1 情物一致の概念
  - 3.1.1 情物一致の概念
  - 3.1.2 情物一致の必要性
  - 3.1.3 「構想 - 情報 - 製造物」の一致 ~ 想情物一致
  - 3.1.4 情物一致を実現するための計測技術
- 3.2 設計品質
  - 3.2.1 はじめに
  - 3.2.2 設計品質のIT化の現状と課題
  - 3.2.3 PDQ（Product Data Quality）向上を狙った活動
  - 3.2.4 設計品質IT化に関する提案
- 3.3 動態保存

- 3.3.1 技術の現状
- 3.3.2 デジタルマイスター
- 3.3.3 日本の強み
- 3.3.4 研究開発内容
- 3.3.5 得られる成果
- 3.4 現物融合化技術
  - 3.4.1 仮想生産
  - 3.4.2 現物融合エンジニアリング
  - 3.4.3 加工計測融合システム
  - 3.4.4 現物融合の意義
  - 3.4.5 技術課題
- 3.5 トレーサビリティ
  - 3.5.1 トレーサビリティの必要性
  - 3.5.2 技術の現状
  - 3.5.3 研究開発の内容
  - 3.5.4 トレーサビリティと「情物一致」
  - 3.5.5 得られる成果とシステムへの期待

#### 第4章 まとめ

- 4.1 日本の製造業の問題
  - (1) 製造業の問題はなにか
  - (2) IT武装はどのようになされるべきか
- 4.2 本調査報告の提案

#### [要約]

##### 序

はじめに

#### 第1章 調査研究の概要(省略)

#### 第2章 製造技術動向調査

日本の製造業を活性化して競争力のある製造技術を構築して行くために必要な研究課題として、研究者の視点から13テーマが選定された。しかし、産業界からみた潜在的なインパクトの評価も不可欠であることから、製造現場に対して優先順位を得るためのアンケートを実施した。これに先立ち、関連テーマを、高度生産システム、情物一致、製造物情報、設計・生産知識の承継承の4グループに集約化し、さらに関心企業への訪問調査を実施した。

調査結果からは、1)設計意図の正確な伝達が行えるような情物一致の方法が重要であること、2)熟練設計や加工技術者の知識・技術をデータベース化し再利用できる環境づくりの重要性が指摘されており、別の調査においてもノウハウをデータベース化するシステムについて、「便利だと思うが導入の予定はない」が多くを占めている。この背景には、製造技術に関する知識の体系化が遅れていることが挙げられている。4つのテーマ群のうち現物融合化技術と設計生産知識の動態保存は政策的な研究推進が期待されている。

#### 第3章 情物一致

##### 3.1 情物一致の概念

設計は、機械の要件を十分に満足するものを製作するための基準情報を決める行為であり、製造は、設計行為により表現された機械を現実のものとして製作していく行為である。日本のものづくりの強みは、設計のみならず製造現場においても設計行為が行われ、いたる所で良いものを作るための視線が注がれていたことが特徴である。

情物一致を実現するための計測技術は、半導体製造分野や光学素子加工分野を中心に原子間力顕微鏡（AFM）を適用した例や自動車製造分野では、高エネルギーX線CTを非破壊検査装置として適用する例もみられる。従来は、サイエンス分野に留まっていた先端計測技術の製造現場への積極的な適用、さらにはあらたな計測原理に基づいた新規計測技術の開発は、製品の高制度化、高品質化を促す大きなブレイクスルーとなう可能性が高い。高度な「情物一致」を安定して維持し、高付加価値製品を持続的に製造するためには、計測対象としての現物のみならず、加工機械、さらには計測装置そのものへのモニタリングプロセスをダイレクトにモニタリングすることで、より高効率で高制度な「情物一致」の実現が期待される。

### 3.2 設計品質

日本の製造業の強みは、一般的に欧米、アジアに比べ高い設計品質（品質の作り込み）を基礎に下流の生産設備や生産工程における高い技術力、組織力に支えられて実現されている。高い設計品質をどうITで扱える形にするかであるが、設計者が複雑な思考を基に狙う設計品質を100%IT化することは不可能であり、IT化された情報は固定的なものとなり陳腐化もする。しかし、IT化していないがための重複作業による非効率の排除や作業の誤りの排除は長所のみをもつ。これが日本の製造業の良さを生かした形で実現を目指して行く必要がある。そこで設計品質のIT化の現状と課題、PDQ（Product Data Quality）のキーワードで世界の自動車連合やISOが進めている製品データ品質向上に関する活動の紹介とそれを踏まえた提言を行っている。

設定品質が満たされているか否かの評価は、製品が市場に出ることによって否応なしに事故/故障報告、クレーム等でユーザから厳しく評価されるが、その前に製品の開発段階でCAEシステム、CGシステム、CATシステム、検査システムや試作物に対する各種の物理実験によって評価される。設計品質IT化に関する提言としては、IT化は多くの課題があるが、ITの適切な活用がわが国製造業の今後の競争力維持・強化に不可欠であるが、つぎの点の克服を必要とする。

- ・ 品質要件のIT化対象項目の選別と体系的整理
- ・ 品質要件のフォーマルな表現法/品質モデルの確立
- ・ 品質モデルお製品モデルの適切な関係の確立

これらは、種類の異なる具体的製品開発を題材に実験システム開発を通じて研究・開発することが先ず必要である。また、設計行為（思考/試行/やり直しなど）を正確にLogとして記録し分析を行うことが大事である。このような情報化は本人にとっては同種の設計が発生した時の設計効率改善に利用できる。未熟練の設計者にとっては良い教材となり技術の底上げにも役立つ。

### 3.3 動態保存

生産のデジタル化が引き起こす変化を生産スキーマ（生産の業務形態）の上から見ると人間はCADなどを使ってデジタル世界に対してモデル化を行い、作られたモデルをもとにCGやグラフなどの助けを得て概念化を行う。デジタル世界と物理世界との間は

数値制御やデジタル計測技術であり、デジタル世界からの指令で製造工程を経て製品を物理世界に作り出す。設計者や技術者が現実のものに向き合うことなく設計や生産を行うことは大きな危険が潜んでいる。生産分野における日本の強みは、現場の高い能力にある。長い製造業の歴史によって築かれた分厚い経験と技能の結果である。しかし、技能と技術の継承が危ぶまれ、同時に技術・技能の断絶（不連続性）も問題化している。重要なのは日本の持つ‘アナログ技術的生産’の技術・技能の優位性を‘デジタル技術的生産’へと継承していくかである。

研究開発の内容に関しては、1) 設計生産業務の電子記録とそれに基づくコンピュータ支援で要素技術課題としては、・発話をテキストへと変換する認識率の高い音声認識技術、・発話内容のテキストから必要な情報を抽出する自然言語の構文解釈と意味解釈の技術、・デザインレビューにおけるプロダクトモデルや試作品、その他の指示対象と発話とを結びつけ、参照先を特定して記録する技術、・発話の相互関係を管理し、議論の流れを認識して議長を支援する方法論の開発、・遠隔地の参加者を含めて円滑にデザインレビューが実施できるサイバースペース共有化技術等である。2) 設計者・技術者の意思決定プロセスの記録と利用で要素技術課題としては、・CAD/CAM/CAEなどのデジタル作業ツールの作業履歴の継続的な保存と再生、・作業者の思考プロセスを在外化するための音声認識による発話収集やアイカメラによる注目点監視、モーションキャプチャデバイスによる動作認識などの技術、・記録されたデータに基づいて作業者の思考プロセスをわかりやすくブラウズしたり、再生して追体験したりする技術等である。3) 仮想生産やデジタルモックアップ技術を核とした履歴管理で要素技術課題としては、・実物の構造や挙動を忠実にコンピュータ内で提示できるデジタルモデリング&シミュレーション技術、・現実のモノと仮想のモノとの対応関係を迅速かつ自動的に行うことのできる環境認識技術とレジストレーション技術等である。3) 実世界のモノと仮想世界のモノを分け隔てなく人間が参照、指示、入力等を可能とするインタフェースシステム技術、・目の前の実物に関わる過去の履歴や注意点を現場で柔軟に参照が可能な4次元サイバースペースと実世界を融合化させたデータビューワの実現等である。得られる直接的効果としては、(1)設計・生産業務における詳細なプロセス記録の自動収集、(2)エンジニアリングにおける意思決定過程の記録と分析、(3)生産設備や製品に関する改善履歴の記録と利用。間接的には、(1)デジタルマニュファクチャリングの普及、(2)製造に関わる情報公開による社会への説明責任の履行、(3)生産に関する知識や技能の流出の防止、(4)人間の創造性研究への寄与である。

#### 3.4 現物融合化技術

仮想生産：設計から生産準備までの作業の多くがITシステムを使って情報の世界で行われている。これを‘デジタルエンジニアリング’と呼ばれており、設計生産は、情報の世界、あるいは仮想世界で作られた情報が、NC工作機械やロボットを通じて実世界の製品に転写されるプロセスともいえる。これによって、設計期間の短縮、試作回数の削減、試作レス等を通じてコスト削減に大きな効果を上げている。

現物融合エンジニアリング：X線CT等の計測システムで現物を測って得られる現物モデルと、デジタルエンジニアリングのCADモデルを組み合わせた、新しいエンジニアリングシステムを実現することが重要で、従来の狭義のリバースエンジニアリングでは、計測データからCADモデルを生成することが主であったが、ここでは多くの新しいアプリケーショ

ンによる現物融合型デジタルエンジニアリングを実現する。現物を徹底してデジタル化し、それをデジタルエンジニアリングでフルに活用した新しい設計・製造手法を実現を図る。

現物融合の意義：・摺り合わせ型製品の要求品質のレベルの高度化、 ・ 勘やノウハウに頼った方法論の限界、 ・ デジタルエンジニアリングの展開。

技術課題：計測技術とデジタルエンジニアリングを統合した新しい設計解析手法を実現するために、 現物モデルを活用するプロセスの具体化、 現物モデルの活用技術の開発、 デジタルエンジニアリングツールの開発の開発が急務である。

加工計測融合システム： 加工プロセス技術 ナノ精度加工システム 加工機上計測 加工計測融合システムのアプローチの順を追って、加工と計測の融合化による加工情報とその具現化に関わる現物融合の方向性を事例を記述。

### 3.5 トレーサビリティ

必要性 トレーサビリティとは、製品の原材料、生産過程、流通過程、使用過程を追跡することができるようにするシステムである。トレーサビリティシステムは、二つのタイプがある。1) ワンステップトレーサビリティ 自分の工程内お前後お情報をリンクさせていくものである。2) チェントレーサビリティ 製品のライフサイクル全体を一つのチェーンとして構成し、全体で情報の管理が行われるもので現実には、前者が現実的とされている。

技術の現状：トレーサビリティシステムは、モノと情報の接点となる情報媒体とその読み取り、書き込みのハードウェア、モノを特定するコード、J コード体系、アプリケーションからなっている。

研究開発内容：a) レベル1 データキャリア・リーダー = 加工、組立における製造環境に対応できるデータキャリアが存在するが、それに対する情報の書き込み、書き出しができるかどうかの検証、b) レベル2 コード体系 = 製品や部品がどのような工程を経て生産されてきたか、機械産業では、さまざまな工程を経る毎にロットの単位が異なってくるため、如何に効率的に行うかが課題、c) レベル3 データ項目 = 工程内品質を確保しようとなると、工程、機械、工具、作業などのリアルタイムな条件記述が必要になるが工程毎に条件が異なる、これをどのように採取し、どのような記録形式で、どこに保持していくかが課題、d) レベル4 アプリケーション = アプリケーションとしては工場内のトレサビリティ、サプライチェーン内でのトレサビリティ、使用環境までを含んだトレサビリティの3つがあるが、現在は工場内のトレサビリティを進捗管理で用いているに過ぎない。

トレーサビリティと情物一致：製品のライフサイクル全般にわたるトレーサビリティに関する取り組みは、初期段階にあり、今後注目されている循環型製品では、製品の所有・使用形態が変化することで、トレーサビリティシステムに求められる機能も増大する可能性が高い。従来想定されている代表的なトレーサビリティシステムの利用目的は、

- ・トラブル時の当該製品の同定や原因遡及
- ・使用状況のモニタリング結果や履歴情報に基づくメンテナンス
- ・製品ライフサイクル全般にわたる品質保証

等である。これらの目的と情報管理コストに応じて、部品毎の個別管理 / モジュール毎の一括管理、単品評価 / ロット単位評価、といった情報をトレースする単位が違ってくる。情報保持の柔軟性のレベルとしては、つぎの3つに分けられる。

固定型：主に製品の追跡のみを目的にした場合に使われ変更不能な識別情報を継続的

に保持するレベル。

追記型：定型的・非定型的なプロセスに対してその履歴記録を目的にした場合に使われるプロセスを経る毎に逐次情報を追加可能なレベル。

可変型：新たな状況に応じて記述内容やデータ構造を更新しつつ情報を保持する必要のある目的に対して、情報を保持するレベル。

情報の削除を認めるかどうかはトレーサビリティの概念と相反する可能性もある。例えば通常の工業製品におけるシリアルNO. による製品管理は固定型である。

例示として、工作機械が、循環型の製品ライフサイクルが実現できた場合を想定しての問題点を図解的に分析を行っている。また、家電製品や自動車などの民生品対象にして、つぎのような社会的側面からの要検討課題を上げている。

- 1) データマイニングや消費者行動分析などの手法が発達すれば、トレース情報から有益な二次情報を得ることも可能になる。その情報が大きな経済的価値をもっているとすれば製品に付随するトレース情報の所有権に関する個人情報や製品の技術情報に関するセキュリティの問題と合わせて顕在化すう可能性がある。
- 2) 通常、消費者や製造企業といった特定のセクターでの使用を前提としたトレーサビリティシステムにはその使用者自体に関わる情報は情報セキュリティの立場から隔離して管理することが考えられる。この垣根をなくすには、情報の所有権や情報開示の範囲を考慮したセクター間共通でオーソライズできるようなコンセンサスづくりが重要となる。

機械製造業のトレーサビリティに関する問題は、製造履歴を遡及するだけではメリットが存在しない。記録された製造履歴や使用履歴をどのように使って、製品開発、工程管理、品質保証、リスク管理、設備や製品の保全に役立てるかが重要となる。

トレーサビリティが可能な先端システムでは、設備と加工物が相互に情報をやり取りすることが可能になる。こうした環境において、これまでの生産システムができなかったことや従来から提案されてきている自律分散的な生産システムなど高度で柔軟な生産システムに対応することが可能になってくる。また、加工や組み立てなどのノウハウを電子情報として蓄積していくことのインフラストラクチャにもなる。

完



この事業は、競輪の補助金を受けて実施したものです。