

府内中小製造業における3次元CAD利用の実態調査

田 野 俊 昭*¹

後 藤 卓 三*²

香 川 康*³

[要 旨]

3次元CADを中心とした3次元デジタル情報技術の特徴を調査し、中小企業のものづくりに与える効果を検討した。

また、府内の中小機械金属製造業を対象に3次元CAD利用実態を調査し、ものづくりにおける3次元CADを活用するための課題を明確にした。

1. 緒 言

3次元CADの普及は90年代後半から急速に進みだした。

それまではUNIXなどのワークステーションやミニコンでしか動作しなかった3次元CADが、PCの大幅な性能向上と価格低下を背景に、Microsoft社製のWindowsをOSとしたPC上で稼動するようになり、コストパフォーマンスが大幅に向上したことが普及の要因と考えられる。

また、インターネットの普及と高速化によって遠距離間のデータ共有が可能になり、企業間のデジタルデータによる受発注が活発になってきていることも3次元CAD利用促進の背景となっている。

ここ数年では、フィーチャーベース・パラメトリックモデリング機能を持つ新世代3次元ソリッドCADが中心となって、1人1台のPC環境の整備にともない多くの企業の製品開発・生産プロ

セスに大きな影響を及ぼしつつある。

このような背景のもとで、国（中小企業庁）では「中小企業IT化推進計画」を打ち出し、大企業と比較して対応が遅れている中小企業のIT化を促進するための基盤整備を公的機関が取組むべき課題として位置付けており、ものづくり分野におけるIT活用の重要なツールとして、CAD/CAMの活用を支援する必要があるとしている⁽¹⁾。

京都府における機械金属業界は大部分が中小・零細企業で構成されており、3次元の導入に躊躇している企業が多く見受けられる。このような企業に対して、ものづくりでのIT活用を促進するための最適な支援を行うために、その実態を把握する必要がある。

2. 調査方法

3次元デジタル情報技術の特徴について、学術誌、インターネット等の調査を行った。

また、府内機械金属製造業に対してアンケート調査や訪問調査を行い、企業のIT化の進行状況、3次元CAD等に対する認識や利用実態及び導入、活用に向けての課題を取りまとめた。

* 1 技術支援課 技師

* 2 同 課 主任研究員

* 3 同 課 主任

(現 京都府庁総務部消防防災課 主任)

3. 調査結果

3. 1 3次元デジタル情報技術の特徴と中小企業に与える効果

3次元CADを中心とした3次元デジタル情報技術が製品開発にもたらす効果及び中小製造業の3次元デジタル情報技術利用の効果と課題について、文献等の調査を行ったところ、以下のとおりであった。

(1) 3次元デジタル情報技術の特徴（重要性）

3次元ソリッドCADは、形状が理解しやすい、部品間の干渉がチェックしやすいといった表現力の高さを持つことと、形状を正確に伝達できることから、設計部門以外でも形状情報を活用することができる。

コンピュータの支援により、設計（CAD）、解析・シミュレーション（CAE）、生産・製造（CAM）、および製品検査・測定（CAT）を、ネットワーク化（Network）して効率よく管理統合しようとする3次元のCAD/CAM/CAE/CAT/Networkシステムの構築によって、同時並行的に個々のプロセスを進行するコンカレントエンジニアリングが実現し、開発期間の短縮と製品品質の向上に貢献することとなる。

さらに、企画、営業、購買を含めた自社の各部門間および自社と関連企業をネットワーク化することによって、製品を取り巻く情報を製造分野のみならず企業全体の組織で運営・管理するPDM（Product Data Management）システムの中核としても、3次元CADは不可欠なツールとなっている⁽²⁾。

その反面、生産全体の中で設計工程が受け持つ範囲が拡大し、設計部門の負担増加が懸念されている⁽³⁾。

以上より、ものづくりに3次元デジタル情報技術を活用して、付加価値の高い製品開発を実現す

るためには、多工程について幅広い知識を持ち、それらを3次元設計に反映できる設計者の確保が重要であり、そのような人材を継続的に育成するシステムの構築が必要であると考えられる。

(2) 中小製造業における3次元情報技術利用の効果と課題

製造業を、最終製品を造るものをメーカー、その下で部品や金型を製造し、メーカーに納めるものをサプライヤーに分けると、大部分の中小企業がサプライヤー型企業である。

自社製品の開発を行わず、専ら受注による設計・加工をおこなうサプライヤー型企業では、製品開発の全てのプロセスを行っていないことから、3次元CADを導入することで得られるメリットはメーカー型企業と比べると少ない。

しかし、メーカーがコンカレントエンジニアリングを進めるにあたり、サプライヤーをその一部として取り扱うようになると、ものづくりのグローバル化によって受発注競争が国際化する中で、3次元情報技術を導入し、3次元データによる受発注に対応することは、サプライヤーにとっても重要な課題である。

と同時に、個々の企業にとっては、誰もが利用できるデジタル情報基盤の上にたって、デジタル時代に通用する固有の「コアコンピタンス（企業の中核となる能力・適性）」を確立することが必須の課題であり、CAD/CAMはそのための汎用的な技術インフラとして重要な存在になっていくともいわれている⁽⁴⁾。

一方、製造業における設計は、製品そのものの設計以外にも金型や治具など製品を加工するための設計もあり、それぞれの設計作業の違いにより、CADに求められる機能は異なる。企業は、それぞれの業務に対応するシステムを導入し、さらに自社の工程に特化したカスタマイズを加えること

により、最適な情報活用が可能となる。

しかし、現在のところ、異なるシステム間におけるデータの互換性には問題が多い。

サプライヤーはCAD/CAM等を導入する時に、メーカーとのデータ連携の利便性から顧客と同じシステムを選択しがちであるが、自社の工程で必要な機能が十分でないなど、業務の効率化が図れないケースが発生している。

以上から、中小製造業にとっても3次元情報技術の利用は早急に取り組むべき課題であるが、企業間のデータ連携などを慎重に考慮する必要がある。

CADの導入に当たっては、候補となるCADシステムが自社の工程において最適であるかを評価できることが重要であり、そのためには自社の工程の中でCADの導入・活用によって効率化、高度化が期待される部分を十分に分析するとともに、社内で中心となってCAD/CAM活用を推進できる人材の育成や、場合によっては外部の専門家の利用も考慮する必要があると考える。

3. 2 府内機械金属製造業の3次元CAD 利用実態

(1) 調査対象企業の概要

一方、京都府の機械金属製造業に携わる事業所(4,673事業所)のうち、従業員数300人未満の事業所の割合は99%(4,638事業所)を占めている。(総務省、平成11年事業所・企業統計調査より抜粋⁽⁵⁾)

また、他の調査結果によると、全国の中小製造企業におけるCAD/CAMシステムの利用割合は6.4%であり、中でも最も利用割合の高い一般機械器具製造業では18.6%(経済産業省、平成10年商工業実態基本調査報告書より⁽⁶⁾)となっている。

京都府でも同様であると仮定すれば、府内の中小機械金属製造業においても3次元情報技術の利用はまだ進んでいないと考えられる。

そこで、京都府内の中小機械金属製造業における3次元情報技術の利用実態を把握するために、アンケート調査及び訪問調査を行った。

アンケート調査では、平成13年度ものづくり情報技術融合化推進センター整備事業の一環として行った講演会の参加者49名に対して、自社のIT化の進展状況についての自己評価を中心に調査した。

また、訪問調査では、当センターを利用している中小機械金属製造業から16企業を抽出し、3次元CADを中心とした3次元情報技術の導入・利用実態についてのインタビュー調査を行った。

(2) 府内製造業アンケート調査結果

アンケート回答者の企業規模別・役職別の構成を図1、図2に示す。

自社のIT化の状況についての企業全体及び個別内容別の評価を図3、図4に示す。

回答の約40%が自社のIT化が遅れていると感じている。

個別内容では、CADへの対応が遅れていると回答した企業が46.9%(無回答を除くと52.2%)あり、設計部門のIT化が進んでいない状況が窺える。

また、IT化を進める際の課題(図5)では、社員の意識改革が最も比率が高く、顧客・発注先との連携、人材育成・確保とともに、ITを利用する側に問題があると感じている回答が多く、3次元情報技術についての認識不足とともに導入後に使いこなせるかといった利用技術に対する不安が大きいことが予想される。

(3) 府内中小機械金属製造業訪問調査結果

訪問調査を行った企業の構成を従業員数別及び

図1 従業員の内訳

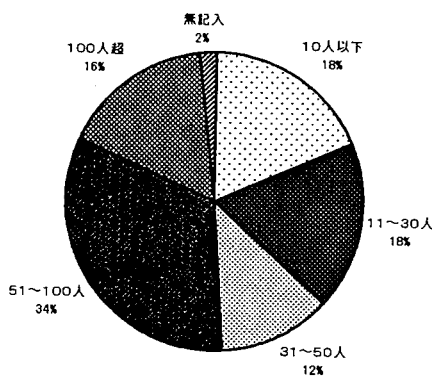


図2 役職の内訳

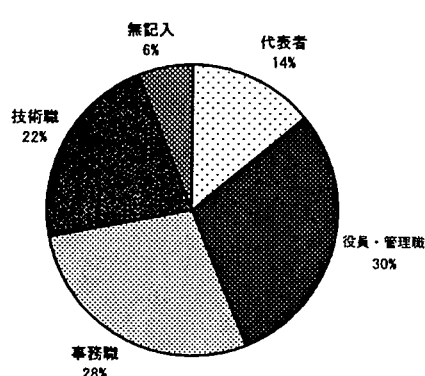


図3 自社のIT化状況 (回答: 49)

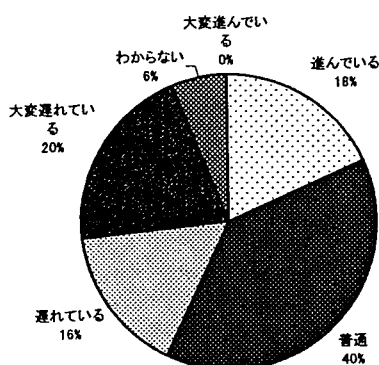


図4 ITツール別の対応状況

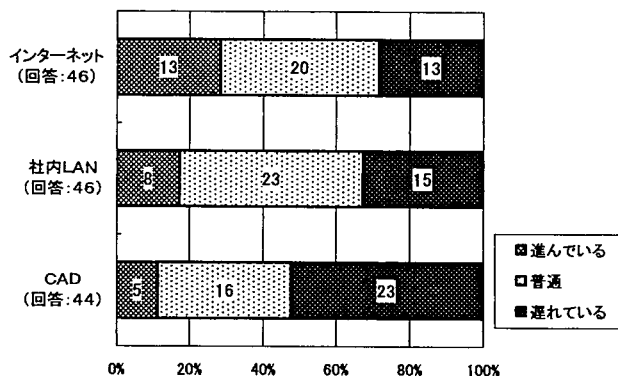
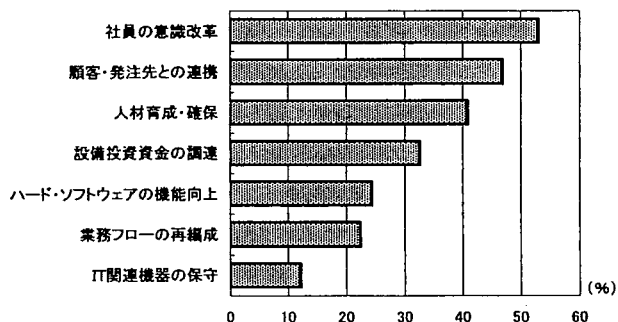


図5 IT化の課題 (複数回答)



業種別に示す。(図6、図7)

調査対象企業の3次元CAD導入状況は図8に示すとおりであった。

2社が導入しているCAEは、加工シミュレーションソフトで、CAMで作成した工作機械のNCプログラムの動作検証を行うソフトである。

① 3次元CADを導入していない事業者の3次元CADに対する認識

a. 未導入の背景

3次元CADを導入していない事業者について、普及が進んでいる3次元CADを現在まで導入するに至らなかった理由を質問したところ、現在の業務の進め方においては2次元CADで十分であり、3次元設計によるメリットが見当たらないと

図6 従業員数内訳

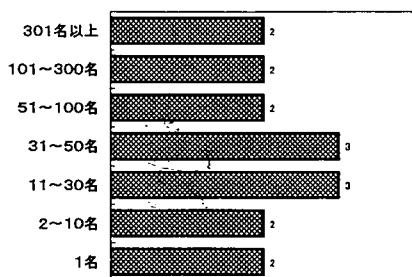


図7 業種別内訳

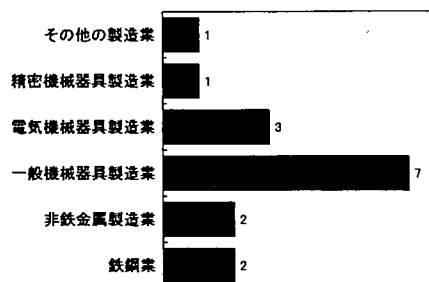
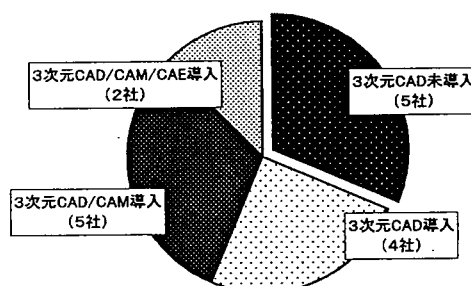


図8 3次元CAD/DAM/CAE導入状況



する回答が最も多かった。

製品開発を行う企業の場合、自社の設計を3次元化しても、そのままデータを受け取ることができる外注先が無い場合2次元図面化の業務が必要になり、余分な業務が発生するとの回答もあった。

板金加工や部品加工など2次元図面でも形状が把握できる製品を扱う企業では、従来どおりの設計手法からの変革に抵抗を感じている企業が多い。

全体的な印象として、導入及び導入後の保守等にかかる投資に対する導入効果の比較検討方法が分からないため、関心はあるが導入を見合わせている状態であった。

b. 今後の対応

全社とも3次元CADの効果には魅力を感じており、導入に向けて動き出している企業が5社中3社あった。

製品形状に自由曲面が用いられる傾向が高まっており、2次元図面では表現できない製品に対応するため3次元CADの導入を検討している企業

や、製品の熱変形等の構造解析をCAEによるシミュレーションで行い、試作回数を減らすために具体的なCAD/CAEシステムの選定を進めている企業もあった。

② 3次元CADを導入している事業者の利用実態

表1から11に調査項目の回答を示す。A~Kは質問に対する回答の分布を各企業別に表している。

a. 導入状況 (表1~5)

表1から表4では、企業の機械設計部門の規模と導入規模を比較した。

設計担当者が5名以下の企業はほぼ1人1台に3次元CADが割り当てられている。

10名以上の設計者を抱える企業では全社が2人に1台以下となっている。

設計者に対して導入台数が少ない企業では、利用者も限られているため、従来設計が中心のまま、3次元設計への取り組みが消極的となり、結果として3次元CAD自体の評価も低くなっている。

3次元CADの導入

導入	未導入
11社	5社

導入事業者の実態

表1 導入しているCADの種類
(バージョン違いを含む)

1種類	4	E,G,H,J
2種類	4	A,F,I,K
3種類以上	3	B,C,D

表2 導入している台数

1台	3	E,H,J
2～5台	5	A,F,G,I,K
6～10台	3	B,C,D
11台以上	0	—

表3 設計業務の体制

1名	1	K
2～5名	6	B,C,D,E,G,I
6～10名	0	—
11名以上	4	A,F,H,J

表4 設計業務で3次元CADを利用している者の割合

20%未満	1	A
20%以上50%未満	3	F,H,J
50%以上70%未満	0	—
70%以上100%未満	1	B
100%	6	C,D,E,G,I

表5 満足度

満足	2	D,F
少々不満	6	A,B,C,G,I,K
不満	3	E,H,J

表6 導入年数

1年未満	2	E,H
3年未満	3	G,J,K
5年未満	2	A,F
5年以上	4	B,C,D,I

表7 導入理由(複数回答(主、副に分類))

	主		副	
顧客からの要求	3	1	A,B,G	C
先行投資	5	2	C,D,F,I,J	E,K
試験導入	3	2	E,H,K	A,J

表8 利用目的(複数回答(主、副に分類))

	主		副	
設計の3次元化	2	3	E,H	A,B,D
CAMによる加工データの作成	6	0	B,C,D,F,G	—
CAEを用いた解析	0	2	—	E,I
RP等を用いた試作	1	1	A	H
3次元モデルから2次元図面作成	1	1	K	C
業務に利用していない	1	—	J	—

表9 位置付け

設計業務の中心	3	C,D,G
業務により、2次元設計と使い分け	5	A,B,F,I
2次元設計の補助	1	K
試験利用	2	E,H,J

表10 外部との入出力

2次元データ(図面を含む)	3	E,H,J
一部(50%未満)3次元データ利用	3	F,I,K
かなり3次元データ利用	5	A,B,C,D,G
3次元データでのみ入出力	0	—

表11 3次元データの入出力形式

ダイレクトデータ	4	D,F,G,K
IGES等中間フォーマット	8	A,B,C,D,F,G,I,K

b. 導入の背景（表6、7）

表7に企業が3次元CADを導入した直接の理由を示す。

導入理由を複数選んだ場合、その優先順位を質問した。（表8についても同様）

また、表2、表6との関連から、導入理由に先行投資を挙げた企業では、導入が早く、導入台数も多く、3次元設計に取り組む姿勢が強い傾向がある。

CAMでNCデータ作成を目的とする金型、部品加工業者が中心で、発注企業よりも先行し、技術の優位性を保ちたいとの意向が窺える。

反面、試験導入と回答した企業では、導入期間も短く、台数も少ない傾向があった。

c. 利用状況（表8、9）

表8、表9に、企業におけるCADの利用目的及び業務における3次元CADの位置付けを示す。

CAMによる加工データの作成を利用目的としている企業は、全てサプライヤー型企業であるが、3次元CADの重要性を認識しており、3次元データによる受注が増加しているとの回答が多かった。

また、外注を行う企業では3次元データに対応できる取引先がないと回答する企業もあった。

全体的には2次元設計と並行して利用している企業が多く、特に製品開発を行う企業では設計者にかかる負担の増加、操作を覚える時間の不足により、稼働率が上がっていないケースがあった。

d. 外部とのデータ連携（表10、11）

取引先と3次元データで入出力を行う企業は11社中8社であった。全ての企業が中間フォーマットであるIGESによるデータ交換が主であった。同じCADシステムで直接データをやりとりしている企業は4社あったが、取引先の一部に限られていた。（STEPを利用している企業は1社のみであった。）

また、完全な図面レスで3次元データを受け取っている企業は無かった。

加工のために3次元データを受け取った場合、そのまま加工に利用できることは皆無である。

この原因は大きく2つに分かれ、1つは異なるCADシステム間のデータ変換によるデータの欠落、破壊であり、もう1つはもともとの設計データが生産・加工を十分に考慮されていないことである。

いずれの場合も修正に大変な手間がかかり、初めから作成しなおしたほうが早いケースも多く存在している。そのため、加工のために3次元CADを使用している全ての企業は、3次元データとともに2次元図面を受け取り、モデルの修正を行っている」と回答した。

また、こうした度重なる設計変更の結果、図面による修正指示で3次元データの修正が省略され、モデルと製品との整合性がとれないといったケースも起こっている。

3. 3 府内製造業の3次元CAD活用事例

3次元CADデータの企業の業務プロセスへの適用事例を挙げる。

(1) 形状表現力を利用した提案力の向上（E社）

中小企業が生き残っていくには、ユーザーのニーズを的確につかんだ製品を大企業よりもすばやく開発できるフットワークの軽さが重要と考え、アイデアを簡単に立体表現できユーザーに提案できる3次元CADを導入した。

社長が先頭に立って3次元CADを利用し、3次元設計技術の習得、啓発に努めており、形状把握の容易さによる加工前の検討など社員にも3次元設計の効果の理解が進んできた。

導入から間もないため、モデリングの操作に苦勞する面もあるが、CAEによる応力解析や機構

部の動作の検証も採り入れた開発期間の短縮と設計品質の向上を目論んでいる。

(2) 加工シミュレーションによる運転計画の最適化（F社）

部品加工を行うこの企業は、主に単品の複雑形状を得意としており、早くから工場内ネットワークの構築に取り組み、夜間無人運転により高い生産効率を維持している。加工担当者は、CAMによるNCプログラムを出力後、プログラムの検証に多くの時間を費やしていた。

加工シミュレーションシステムを導入した後、自社の加工プロセスに沿ったカスタマイズを行った。シミュレーションシステム自体のわずらわしい操作を自動化したことにより、加工者自身が簡単かつ高速に工作機械の動作チェックを行えるようになり、さらにレベルの高い技術を得る余裕が生まれた。

(3) 自動計測（CAT）による加工精度の向上（I社）

精密ダイキャスト部品の一貫生産を行うこの企業では、工場内ネットワークの構築と2次元CAD/CAM利用時からシステムのカスタマイズを行い、工程の自動化に取り組んでいる。形状が比較的単純な部品を多く手がけるため、3次元CADについては形状把握の容易さよりも他の工程でのデータ活用に魅力を感じている。

製品の3次元モデル作成後、CAMによる加工プログラム作成と並行して、3次元測定機の測定プログラムが半自動的に作成される。

製品の測定データは1日の温度変化と関連付けてフィードバックされ、測定機とネットワークで結ばれた工作機械の補正に自動的に反映され、金型の寸法精度の向上に役立っている。

4. まとめ

今回の調査から、3次元CADを中心とする3次元デジタル情報技術は府内中小製造業にとって、重要視されながらもいろいろな課題により、未導入であったり、活用による効果をうまく引き出せていない企業が多いことがわかった。

3次元CADを未導入の企業では、3次元デジタル情報技術導入による効果を明確に示すことが困難であることが、導入を阻害する要因となっている。

3次元CADを実用するうえでの課題では、異なるシステム間のデータ変換の問題が大きい。修復にかかる作業が複雑であるとともに、サプライヤー型企業の自由なシステム選択を妨げる要因にもなっている。3次元設計技術の未成熟によるデータの手戻りも、データ受給側の負担となっている。

CADの利用目的は、企業の製品、業務、規模等によって異なる。安易な導入は、設計者の負担の増加を招き、かえって業務の効率が低下する場合もある。

東京大学の木村文彦教授は、「計算機は所詮定型仕事しかできないのだから、大事なことは一旦情報化した知識の再利用であり、それにより人の創造的仕事を以下に支援できるか」であると述べている⁽⁷⁾。

3次元デジタル情報技術を最大限に活用するためには、まず経営者がその特徴（重要性）を理解し、先頭に立って活用を推進する姿勢を持つことが求められ、現在の業務を詳細に分析し、情報化によって効率化が図られる部分を見極めて、社内の人材強化、システムの導入、自社業務に最適化したシステムの構築に取りかかるべきと考える。

そこで、当センターが企業の3次元デジタル情報技術の活用を促進するための支援策としては、3次元デジタル情報技術の導入と効果を具体的に

示す事例を多数発信し、経営者の理解を深めることが最重要であると考えます。

今回の調査では対象企業の選定の都合上、利用実態が偏ってしまった傾向がある。

今後は大企業を含めた府内製造業全体へのアンケート調査を実施するなど、府内全体の3次元デジタル情報技術活用の取り組み状況を把握していきたいと考えています。

(謝 辞)

本調査研究を進めるにあたり、3次元CAD等の技術動向及び企業における活用実態について明瞭なアドバイスをいただいた有限会社デザインアンドソリューション代表取締役野村俊人氏をはじめ、調査に協力していただいた各企業の皆様に深く感謝いたします。

今回の調査で得られた結果を基に、企業のニーズに合った情報発信等、3次元情報技術活用の普及活動を進めていきたいと考えています。

(参考文献)

- (1) 中小企業IT化推進計画、中小企業庁
- (2) はじめてのCAD/CAM、P17：武藤一夫、職業能率開発総合大学校
- (3) 生産システムのインテリジェント化に関する調査・研究報告、P20:工業技術連絡会議機械・金属連合部会機械分科会、H11. 3
- (4)、(7) 製造業の情報化とCAD/CAM、東京大学、木村文彦、
(<http://www.cim.pe.u-tokyo.ac.jp/~kimura/IT-CADCAM.html>)
- (5) 総務省、平成11年事業所・企業統計調査
- (6) 経済産業省、平成10年商工業実態基本調査報告書
- (8) デジタルプロセス・イノベーション、アルモニコス、秋山雅弘、日経デジタル・エンジニアリング編集長、原口英紀 共著