

## 要 約

製造業一般のグローバル・コンペティションの進展の中で、部品調達の国際化から更に開発段階においても国境を越えた活動が行われており、その中では取引の IT 化が鍵となっている。

我が国の素形材産業は、長く我が国機械産業の発展の基盤として重要な役割を担ってきたが、1990 年代の長期の景気停滞で疲弊した後の近年の活況の中で多忙に追われ、ユーザー産業の技術基盤と商取引構造の変化への根本的対応がおろそかになっている。このままでは、IT への対応において進んでいると見られるアジア諸国の素形材企業の発展に遅れを取る可能性が懸念される。

特に中国など工業化が近年急激に伸張している国では、初めから 3 次元データで設計、製造することを前提とした生産システムを形成しつつあり、我が国の国内製造基盤の国際競争力の低下が危惧される。

こうした状況から、国内の素形材関連産業が保有する優れた製造ノウハウを 3 次元化によって強化する施策を見出すことにより、日本の製造業全体の国際競争力向上を図ることが必要である。

そこで、こうした取引の IT 化についての先進的な取組を整理し、一般の中小素形材企業において取引の IT 化がどのようなメリットをもたらすものであるか、また、その場合どのような対策を取る必要があるのか検討するため、実態調査を実施することにした。

調査は、国内素形材企業へのアンケート、進取的企業へのヒアリングを実施し、3 次元化の現状、課題を抽出し、改善の方策を提言として取りまとめた。下記に本報告書の要約を記す。

### 1 . IT 化を踏まえた中小素形材企業の課題と可能性

#### 1) 素形材産業の 3 次元化の動向

素形材産業の 3 次元 CAD の 2006 年時点における普及率は、3 次元 CAD66%、CAM51%、CAE23%である。3 次元化のニーズは業種・業態にもよるが、設計 3 次元化のニーズが特に強いと考えられる金型業界での普及率は 92%である。

3 次元情報技術の利用度合いは、NC や受領データに使う企業は 11.8%。NC・受領データの確認に加え金型・製品の 3 次元設計、CAE、CAT (Computer Aided Testing: 3 次元測定機等を使った検査) 等の工程のいずれかに利用している割合は 57.6%である。製品モデリング、製品設計、金型設計、金型方案のいずれかで使われる 3 次元データの割合が 50%以上あるグループは 41.6%、50%未満の低活用度グループは 27.9%、未導入は 30.5%である。なお、初期の導入目的としては、「NC データの出力 (CAM)」、「受領データの確認」が 9 割以上あった。また、3 次元高活用企業は客先が自動車・二輪車の企業が多く、1 顧客に対する集中度が高いことも特徴である。

#### 2) 3 次元活用の効果・特徴

3 次元 CAD の導入効果は、製品品質向上、納期短縮、工数削減などであり、活用度が高いほど総合的な成果も向上している。また 3 次元化が「前工程の負荷が増え後工程の作業量が減る」いわゆるフロントローディングを進展させることも確認された。

#### 3) 素形材企業の 3 次元化の課題

維持コスト、人材確保

アンケートでは、「保守料が多額」を筆頭に、「3 次元を使いこなす人材確保が難しい」「3 次元を

使いこなす人材育成、教育をしている余裕がない」「初期投資額が大きすぎる」「システムのバージョンアップ、入れ替えのコストが大きすぎる」など、コストと人材確保が大きな問題として挙げられている。近年は、3次元化の進展により、ハードウェアも含めた初期導入コストが低下する一方で、企業が平均保有するソフトウェアのライセンス数が増加し、保守費用の負担が増加傾向にある。

#### サプライチェーン全体の最適化

顧客からのデータが参考程度にしか使えないデータは3次元データの24%を占める。精度が悪い、データの欠落、型要件や加工過程での変形の考慮がない、顧客側の過剰なデータの作りこみ等、顧客のデータの品質に問題があるため、3次元を活用する素形材企業ほど再モデリング・修正に手間がかかる状況にあり、顧客企業が考える設計、製造工程等の全体効率と品質に比較して、サプライチェーンとして全体最適に繋がっていない状況にある。

また、同時並行化（コンカレントエンジニアリング）の進展が、素形材企業の負担を増加させている。3次元化が進んでも取引先からの設計変更は減らず、以前はほとんどなかった設計変更が10回近くもあるなどデータ修正や頻繁にデータが来るためどれが最新かわからなくなる等の指摘がある。加えて、協力企業が3次元化に対応できず、自社の3次元化の効果が出しにくい状況もある。

#### 顧客に提出した3次元データによるノウハウ流出

3次元導入企業の65%が顧客に対して何らかの3次元データを提出している。自社で設計した製品データや金型データ（特に方案を含む場合）はノウハウ流出の恐れが高いデータだが、顧客に提供したことのある企業は、3次元導入企業259社の39%を占める。

競合他社の参考資料として使われるだけでなく、金型更新時に他メーカーにそのまま金型設計データが使われたというケースも存在する。ノウハウ流出の危険性が高いデータを提供している102社の中で、一切の明示的な契約がないと答えた企業は35%あり、データの利用方法をあいまいにしたまま顧客にデータを提供するケースは少なくない。

また、素形材企業の創意工夫や独自のノウハウに対する対価という考え方が希薄であり、正当な対価と思われないケースがあると答えた企業の割合は52%を占めた。

#### 複数システムへの対応、バージョン不整合の問題

素形材企業の多くは、様々なCADシステムを保有する複数の顧客から受注しており、そのため多種類のCADの保有や使いこなしは大きな負担になっている。加えて顧客のシステム変更やバージョンアップもあり、その深刻さは増している。

顧客システムと自社システムの不整合には、IGES、STEPなどの中間ファイルでの受領が広く行なわれているが、この中間ファイルでのデータ移管の問題は、「取引のデータを変換すると欠落、変形が起きる」と33%がこの問題を指摘しているように、すべての情報が伝わるとは限らない点である。また、データ変換にはノウハウがあり、システム開発も含め、高度な技術を持った企業と技術を持たない企業との格差も存在する。製品設計から製造・検査までの一貫した3次元利用を進展させるためには、中間ファイルの存在が生産性向上の障害になりうると考えられる。

## 4) 情報技術活用の可能性

### 設計・技術と現場の間の知識と経験の結び付け、蓄積

ヒアリング調査企業の多くが現場での経験やノウハウを設計・技術部門で明示化された知識として蓄積し、また3次元モデルやCAE、CAT等で得られた結果を現場の担当者を交えて検証するなど情報技術が現場の経験と設計・技術部門の知識を結び付けるかたちで活用する多様な取り組みが

見られる。

設計データの再利用、設計自動化、設計・製造プロセスのシステム化

3次元の製品設計データや金型設計データの蓄積から、設計データの再利用、設計自動化が始まっている。過去のデータの利用や設計の半自動化による生産性向上に成功している企業では、データベースの構築と同時に、部品・金型・工程の標準化を併せて実施しているケースが多い。例えば、金型ベースの標準化、治具の標準化、設計から製造までの全プロセスを分析し、標準化、システム化する等である。

企業グループでの知識の共有

3次元等の活用頻度の少ない企業では、情報技術に関わるさまざまな経験や知識の蓄積には企業間連携が有効である。グループ企業内でCAM、CAE等の課題ごとの分科会活動、人材交流、本社CADセンターで難しい技術課題や特殊なデータ交換等の支援をおこなうなど、資本関係はなくとも、地域業界団体や共同受注グループ等でノウハウを共有する可能性も考えられる。

システム開発者、システム・インテグレーターとして

ものづくりと情報システムの両方のノウハウを持った企業が情報システム開発やサービス提供を行うことが、これからの製造業にとっては欠かせない。自社で金型の高速製造を行いながら、そのノウハウを使って金型設計CAD、工程管理データベース、独自開発の工作機械などのシステムを提供する企業（金型製造・システムコンサルティング）、創業者がエンジニア出身で、汎用パッケージのカスタマイズによって、中小企業でも手の届く独自のシステムを構築する企業（3次元システム開発企業）などが出現している。

## 2. 今後の方策・提言

上記を踏まえ、素形材企業の企業戦略と情報技術活用のポイント、情報技術や外部サービスに求められる条件、公的なサポートが可能な分野については以下の方策が考えられる。

### 1) 素形材関連企業への戦略提言

日本の素形材産業は、ミッドレンジからハイエンドの技術を広くカバーしているが、近年の中国、ベトナム、インド等の工業新興国が急激に力をつけ、日本の素形材企業がビジネスとして成立できる技術領域が非常に狭まっている。このような状況の中、素形材企業が付加価値を上げていく企業戦略として考えられるパターンが顧客統合型、ニッチ型、ビジネスモデル創出型である。

顧客統合型戦略：特定企業への依存度の高い企業のベストプラクティスをさらに押し進め、コンカレントエンジニアリングや共同開発、ゲストエンジニアの派遣など、プロセスの同期化と知識面の相互依存性を強め、特定の技術の強みよりも、その顧客が求める機能を顧客にとって最適のタイミングで提供していく事業システムをつくり上げていく道である。

ニッチ型戦略：特定の技術や技能を伸ばし、世界的に他の追従を許さない水準にまで高めることである。特定の技術や技能に資源を集中することでコストを抑え、他社の参入を阻む戦略をとることが可能である。

ビジネスモデル創出型戦略：独自の顧客対応や技術・技能というより独自の事業システムを構築することで競争力を高める戦略である。この戦略企業は、業種、業態の垣根を越える傾向があり、素形材メーカーの従来概念を超えた存在になる可能性もある。例えば、従来異業種担当の複数工程を一括受注し3次元をベースに効率的で短納期の製造プロセスを提供する、製造業と情報産業の両

方のノウハウを持ち、ものづくりというよりシステム提供で収益を上げる、研究開発面で異分野企業と連携し新しい技術と市場を生み出す等である。

## 2) 情報技術利用のポイント

### 上流から下流まで3次元データをベースにしたプロセス

素形材産業の情報技術利用での重要なポイントは、顧客を含めた「上流から下流まで3次元データをベースにしたものづくりプロセスの構築」である。3次元モデリング、製品設計、金型設計、さらに、CAE、CATの活用、データベース化に至るまで、3次元をベースに自社にとって最も効率的で品質の上がるプロセスを構築することを目指す事が大事である。

### 設計・技術と現場が共に試行錯誤した過程のデータ蓄積

現場のノウハウのデータ化の際に重要なことは、それがどのような状況で行われ、どのような意味を持つかを理解することなくして、正しく知識を明示化、構造化することは出来ない。設計・技術者と現場の技能者が共に問題を解決し対話する中で、データを位置づけることが重要である。

### 上流部門の強化・情報技術のノウハウを社内に広める

3次元をベースにした情報技術の導入は、設計や技術等の上流工程に負担をかける。上流工程の負担増を見越し、人員移動などの組織的対応が必要である。また、社内で情報技術利用のノウハウを伝承していく仕組みを用意しておく必要がある。

### なぜそうなっているかを理解し、改善を続ける環境づくり

プロセスが自動化されるほど、学習の機会が失われる。自動化されたプロセスについて、なぜそうなっているかを理解している社員を社内に常に複数確保しておくことが重要である。自動化で獲得した余力は、プロセスやシステムの改善、新しい技術への挑戦などに一部振り向けることを意識する必要がある。

### 顧客を含めたサプライチェーン全体の最適化

同時並行化等で企業間でのやりとりを早期から緊密に行うことは、近年の製造業のプロセス改革の大きな流れであるが、サプライチェーン全体での生産性向上を求めて、データの内容や受け渡しのタイミング等について、顧客企業と素形材企業の間でもっと話し合いをする必要がある。

また、素形材企業側から顧客に対して、互いにメリットになる提案をしていくことにより、発注企業、素形材企業双方の効率化と品質向上に資する可能性がある。

### 広報の重要性

中小企業こそ、自社の得意分野や魅力を広報する意義がある。インターネットを使うことにより媒体そのものは安価に抑えることができるが、重要なのは、広報の基本的なノウハウである。ホームページにあるべき情報が解りやすく載せられているか、メッセージを伝えるべき相手は誰か、といった事項が押さえられているだけで、注目度はまったく異なる。広報の目的は、今日明日の取引に繋がることよりも業界での評価、顧客企業のエンジニアへの認知の浸透、人材の獲得等、中長期的な評判形成に繋げることである。

## 3) 求められる情報技術の要件と外部サービス

### 簡単かつ直感的に操作できるユーザーインターフェース

今日の3次元CAD技術の最大の問題点は、モデリングのための考え方やノウハウが、エンジニアリングやものづくりのための考え方やノウハウと全く別ものであることである。本来、設計者が

設計する際には、設計することだけに頭を使えるのが理想の状態であり、モデリングのためのノウハウは本質ではない。この問題は、製造業の3次元利用全体の問題でもある。

利用者がほとんどストレスを感じないほど簡単に直感的に操作できるようになれば、3次元化にまつわる非効率な面が解消し、素形材企業の負担が軽減すると考えられる。CADは長期的にはまだ未成熟な技術であると見るべきである。

#### 製品設計と工程設計の橋渡し、知識と経験の蓄積のサポート

現在の3次元CADは主に製品設計のツールであり、金型設計や工程設計を前提とした設計データづくりに適しているとは言えない。顧客から受領したデータを参考程度にしか使えない原因は、発注側の検討不足の側面もあるが、システム上の問題も多い。製品の定義と工程の定義の橋渡しをする技術やノウハウを開発する余地は大きい。

公差の概念が3次元形状データに含まれていない問題はその代表であるが、その他にも完成品までの変形、金型と製品の形状の違い、型要件の考慮、加工指示等の付加情報の取り扱い等、素形材企業の知恵が必要とされる改善点は数多い。また、設計・技術者の知識と現場の経験を結び付け、蓄積するプロセスを視野に入れたシステムも求められる。過去の設計データやノウハウデータベースの検索、CAEのパラメータ設定、CATからCADへのフィードバックなどの作業の使いやすさ、解りやすさは重要である。作業現場でのデータ参照の方法にも工夫の余地がある。

現状では素形材企業の声が大手ベンダーの統合的なパッケージシステム開発に直接反映されることは難しいが、大手アセンブリーメーカーを通じてCADメーカーへのフィードバックを行っていく努力は無駄ではない。システムを繋ぐシステム、ユーザーインターフェース周りでは、必ずしも高度な技術が要求されない案件も少なくなく、素形材企業自身でもカスタマイズや開発に取り組む価値はある。素形材企業のニーズに応えるシステム開発企業やシステム・インテグレーター、コンサルタント等が現れることを期待したい。

#### データ互換性問題（含バージョン不整合問題）の解決

データの互換性の問題を解決する方法として、即実現することは難しいが、技術的な方向性として、CADベンダーにシステムをブラックボックス化させず、形状定義、履歴、ユーザーインターフェース等のレイヤー化を進め、各階層のオープン化を進めるという考え方がある。形状データの形式がオープン化され、リーズナブルな価格でライセンスされるようになれば、ハイエンドCADと互換性のある機能を絞込んだ普及版CAD、特殊な用途に特化したCADなどがサードパーティによって市場に供給され、中小製造業が利用しやすくなる可能性はある。または、システム価格の大幅な低下と直感的なユーザーインターフェースの実現が進めば、状況によって必要なシステムを使い分ける負担は低下し、互換性の問題も減ると思われる。さらに、データ変換、カスタマイズ、小規模開発等がリーズナブルな価格で提供されることにも期待したい。

#### 4) 公的なサポートが可能な分野

##### 人材育成、人材確保の支援

素形材産業に情報化、国際化時代のニーズに合った人材が供給される環境づくりが必要である。一つに、高校以上の工業系、工学系教育研究機関と素形材企業の連携の促進が考えられる。教育機関で実務に繋がる問題意識と知識を持った人材を育成し、研究内容が現場のものづくりと乖離しないことは教育研究機関と製造業双方にとって重要である。教育面の連携方法では、学生が自らの設計を実際に加工する実習を企業の製造現場で行う試み、企業からの講師派遣、インターンシップ等、

研究面では企業が現実には直面している問題を研究課題として研究機関に依頼する制度、社員を教育機関に研究員として派遣して一定期間研究課題に取り組む制度等が考えられる。これらの試みは、大企業を中心に一部行われているが、ものづくりの基盤的ノウハウを持ち、最先端課題に取り組む素形材企業等も参加しやすい枠組みづくりが望まれる。教育機関における教育の良さは、失敗が許される点である。開発期間短縮等から企業内では、若い技術者を失敗させ、なぜ失敗したかを考える余裕が失われつつある。学生時代にこうした失敗を考えさせ、設計、プロセス、システム改善にフィードバックする演習を、産学連携の場で与えることができれば、人材育成に資するところ大である。

情報化に対応した人材育成のために、工業系では高校から3次元をベースにしたものづくり体験を設計から検査に至るまで一通り体験することが望ましい。工学系の大学以上では、3次元情報技術を使いこなすとともにシステムそのものの理解、機械系・電気系の専攻であっても簡単なシステム開発ができることが望ましい。教育機関との連携に加え、企業間インターンシップ制度、業界団体での取り組み支援等製造業の企業間協力による人材育成の促進も考えられる。また、中小企業が優秀な若者を採用するには、中小企業が自らの魅力を伝える広報も重要である。特に優れた中小企業広報を評価するなど、広報ノウハウの普及を促進させる制度も有効である。

#### 3次元をベースにした情報システムの活用・進化に対する支援

素形材産業では、3次元CADを試みに1台導入する段階は過ぎ、多様なシステムを連結させ如何に活用するか、創意工夫を加えるかに焦点は移ってきている。

多様なシステムの活用には、従来の製造業にはないノウハウが必要であり、また地域や業界のセンター的な場に情報や資源を集めることが有効である。特に、期待したい分野は、特殊なCAEなど稼働率は低い技術力向上に資するシステムの共同利用、導入前に多様なシステムが体験できる場の設定、初級コースや簡単な導入コンサルティングを手軽に受けられるプログラム、特殊な業種、用途に対応した小規模なアドオンソフト、カスタマイズの開発用件とりまとめなどの機能などである。公的機関、教育機関、業界団体、有志企業のグループなどが主体となるとよい。

また、データ変換や工程設計のための機能のカスタマイズなど、必ずしも革新的な技術でなくとも、素形材産業や中小製造業にとってニーズが高く、普及すれば大きな経済効果をもたらす小規模開発案件は数多くあり、政府系の研究開発補助金制度で、こうした開発案件の有用性、実効性を重視し評価することを検討すべきである。

#### 顧客に対するデータ供与に伴うノウハウ流出、海賊版問題に関する施策

契約で対価が定められていても、独自のノウハウを伴うデータは、データ作成手数料ではなくノウハウの価値に対するものであることを、発注側・受注側双方が認識する必要がある。

この点は、業界団体や行政等が声を挙げ、発注企業側の認識を変える必要がある。法整備の検討に加え、社会的認識として取引先のノウハウを競合他社に流すことは許されないとの考え方を広め、発注企業側の行動を変えていく努力が必要である。データをそのまま使われないためのデータ加工の技術的取り扱い方を周知広報することも効果がある。また、海外の海賊版ソフトウェアの流通による海外製造業者のコスト優位性については、海賊版ソフトウェアの使用禁止は、製造業の公正な競争の観点からも国際的に訴えていく必要がある。環境問題におけるグリーン調達制度のように、海賊版を使用しているサプライヤーには発注しないというポリシーを企業が持つことが国際的に評価される機運を積極的に作る必要がある。データ流出問題、海賊版問題共に、発注企業側のコンプライアンスの問題として、社会的な認識を高めていくことが重要である。