

デジタルものづくりの新しい手法を活かした 中堅・中小企業の取り組みに関する調査研究

(一社) 新技術協会 客員主任研究員 朴木 秀明

1. 社会のデータ量の急激な増加 ～ データ爆発時代の到来

ひと昔前にデータ収集と言えば筆記具でノートに記録するのが普通であった。しかしデジタル化によりデータを取り巻く環境は一変した。IoT等の進展で今や社会のあらゆるものがデジタル・データ化され社会実装されており、サービス、取引、プロセス、最適案の選択など単純な事象はもとより複雑な経験を有する事柄や決定についてもデジタル・データ化、形式知化が進みつつある。極言すれば社会全体がデジタル・ツインに向かいつつあるとも言えよう。コンピュータのパーソナル化、クラウドの発達、SNSの爆発的普及、モバイル機器の一人一台化などを背景にデジタル・データの生成量、流通量が指数関数的に激増している。今後更にビッグデータ解析の進展とデータ活用が進めばその取扱量は劇的に増加することが予測されている。このようなデータの爆発の中でこれら进行处理し解析、分析してデジタル・データに価値付加し意味を持たせる作業がこれからは重要となってくる。逆に言えば激増するデータを如何に処理できるかが差し迫った課題となっている。

2. 価値付加とその連携 ～ 進化するデジタルものづくり

ものづくりデジタル化の急速な進化は「もの」に対する価値のあり方を急速に変えつつある。デジタル技術を活用したものづくりにおいてポイントとなるのは、「もの」や「こと（サービス）」に対してどのように「バリュー（価値）」を付加していくか、更にそれらの連携によりどのように価値連携の面として広げていくかが次のポイントになる。この連携をハードウェア、サービス、マーケットの3点の相互の関係性から捉え、この三者の相互連携と双方向の作用がものづくり全体の基本的な流れをつくることが想定される。

1. ハードウェアへの連携的価値付加
2. ハードウェアへの多角的価値付加
3. サービスへの市場価値付加

従来の日本のものづくりは言わばプロダクト（製品）を如何に高度化し、高効率なプロセスでつくるかに重きを置いてきた。高度化を追求し豪華で高機能な電子調理器や複雑かつ高機能なハイブリッド・カーや子供用勉強机、ガラパゴス携帯電話など国内だけを見て技術的な工夫と改善一辺倒で進んできた結果、ニーズに合致しないケースも出てきた。今後は深掘したプロダクトのみならず、マーケットおよびサービス（利用してゆく仕組み）と密接相互に価値連携した形でとらえていくことが必要とされている。

次いでマーケットからの要請、傾向を処理・解析する技術との連携により、あらゆる面でのカスタマイズ志向が高まることが想定される。大量生産による画一的な「もの」では満足しない市場においては、「もの」に対し、ニーズに合わせた多種多様な「バリュー

（価値）」を付与したものを様々な商品として市場に投入する動きを必要とする。すなわち販売したハードウェアに対し、単体の価値を提供する以外に、関連サービスの提供、次いで連携した今まさに変化している流動的な最新情報を提供し、または解析することで継続した価値提供を行うことが主体となると考えられる。

3. 価値付加と最適化～なぜ最適化なのか

数多のセンサー群から吐き出されたデータ群が様々な価値を付加された状態で今後将来に渡り指数関数的に増加し、これらを瞬時にかつ高精度に高速処理することが求められるようになってきている。また AI が進化発展することで、機械学習やディープラーニングなどの有益な技術をもって、過去の価値付加された膨大なデータからの学習をベースにした適切な近似解の提供も可能となってゆくであろう。これらの近似解を得ることはそれなりに有用ではあるが、ここで厳密解ないしは最適解がリアルタイムで得られれば、瞬時にベストな選択肢を得てその課題の焦点が確定する。一方、コンピュータの処理能力については、ゴードン・ムーアが提唱した半導体の集積度と処理速度が倍々ゲームで急増するといういわゆるムーアの経験則は理論的、チップの小型化と微細化により最近まで数十年に渡って信奉されてきた。しかし近年になって半導体回路の線幅の物理的、技術的限界も伝えられポストムーアが語られる現状にある。すなわち激増するデータを処理していく能力を何らかの方法で向上させていく事が必要とされている。

4. 注目される最適化の方法

一般的に 3D プリンターに必要なデータ入力作業は簡易なものではない。しかしここに来て CAD/CAM/CAE を統合させた最適化設計ソフトが登場し、データ作成作業を一層ユーザー・フレンドリーとしている。端的に言えば 3D-CAD 上でシミュレーション作業を含めた最適化設計が一通貫で行えるようになってきたのである。特にトポロジー最適化によるシミュレーションは従来にない発想での最適化処理を可能としている。これは構造最適化問題を材料分布問題に置き換えることで実現した方法であり、AM 技術における付加加工と密接に関連して 3D プリンターの効果を高めた。3D プリンターを実モデルの造形手段とした場合は、通常は最適化後の仮想立体が存在する限りその造形はそのまま実現され、中空構造や製作過程における制約がない造形処理が可能となっている。

次頁の図に自動車のサスペンション・ビームの軽量化事例を示す（LEIBER 社による）。トポロジー最適化と 3D プリンターによる造形に加え自社アルミ材料の適用で元の剛性を保ったまま 50%軽量化と製作リードタイムを短縮した。下図左端はサスペンション・ビームの初期設計空間で荷重条件、製造用の拘束条件は含まれた状態である。中央はトポロジー最適化処理後の理想的な形状、右端は更に実製造条件に合わせ表面も平滑化した最終製品である。



図：自動車サスペンション・ビームのトポロジー最適化の進め方

一方製造実務面での最適化手法として、リーン・スタートアップ方式が脚光を浴びつつある。この方法論は無駄を省いて PDCA を速やかに廻すことで機会損失を少なくする。製造業では試作サイクルの繰り返しは容易なものではなかったが、3D プリンターによるコスト、時間の劇的な短縮化と装置の価格低下で本方式が改めて脚光を浴びつつある。

最適化の手法で今最大の注目を集めているのが「量子アニーリング方式」であろう。最適化問題の理論面でのブレークスルーとも考えられている。これは量子ゆらぎにより生ずるトンネル効果を用いることによって最適解（基底状態）を探索する手法であり、高速かつ確率が高い方法である。組合せ最適化問題に特化した商用機が既に発売されている。一般用途としては交通、物流、金融、創薬、バイオ、新材料など広範囲に渡っている。

5. 中堅・中小企業における最適解への取り組みへの提言

(1) 設計およびデザイン面での対応

統合 CAD ソフトウェアやトポロジー最適化シミュレーションは新発想での最適化設計への取り組みを中堅・中小企業にも可能とした。苦手としてきた設計分野において、デジタル技術を用いることはものづくりの自由度を高める機会となる。今後単一仕様のプロダクトは後退し、多様なものを迅速に供給する必要性が高まる。

(2) 開発・試作面での対応

AM 技術は統合 CAD と最適化ソフトにより中堅・中小企業にとっても使い勝手が向上した。ソフトやハードの低価格化と普及が中堅・中小企業にとっての AM 技術の使い勝手向上に繋がっており、IT および AM リテラシーの向上がシステム活用の必須条件と言えよう。新材料による DDM も中堅・中小企業にとっては検討価値のある技術と言える。

(3) 製造実務面での対応

仕様が多様化する環境で注目されている新規事業の立ち上げ方法がリーン・スタートアップである。余分の無い最小の形でスタートし見極めを早めて顧客の反応やフィードバックにより即座に軌道修正を行う。中堅・中小企業にとっては取り組みが十分可能な方法であり、新商品開発に活用することが可能なやり方と考えられる。

以上、日本のものづくりを支えてきた中堅・中小企業群が素材と部品供給に甘んじるのではなく、変化するデジタルものづくりの現況を認識し、変化を新たな契機と捉えて対応にいそしみ、新たな価値を見出す事への一助とすべく本調査研究を実施し提言とした。