

ものづくりサービス化に対する中堅・中小企業における AI 技術活用可能性に関する調査研究

一般社団法人新技術協会 客員主任研究員 長田純一

1. 調査研究の目的

本調査研究は、わが國中堅・中小企業が、世界的に急速に進展するものづくりサービス化に対して、革新的技術と言われる IoT および AI を活用する方向性を検討するとともに、その取り組み方法を提案することを目的として行ったものである。

2. ものづくりのサービス化

ものづくりのサービス化とは、製造業企業がモノの製造・販売だけでなく、モノと一体化したサービスを付与することにより、モノの価値の向上や拡販を図ることである。この製造業のサービス化の動きは今から20年ほど前の20世紀末から先進国の製造業において観察され始め、今日まで拡大してきた。

その背景には、主に以下3つの理由がある。

①新たな競争力の獲得：モノづくりのデジタル化が進み、製品そのものの差別化が難しくなっている、いわゆるコモディティ化が進んだこと。特に新興国企業が強力なライバルとして登場したこと。

②新たな収益源の確保：コモディティ化の結果として、開発費を回収するだけの先行者利益も十分獲得できず、価格競争に陥ることで利益率が悪化する。この対抗策として、サービスの要素による付加価値によって利益を生み出す、有料のサービスメニューを用意する、さらにはサービスの事業化を行う、等で新たな収益源の確保が期待されている。

③新たな技術革新の追い風：特にここ数年の製造業サービス化が加速した背景には、IoT の普及等第4次産業革命の進展がある。IoT の導入により、あらゆるモノや情報がデジタル化、データ化され、ネットワークでつながり、自由にやり取りできるようになった。さらに集めた大量のデータ（ビッグデータ）を分析し、新たな価値を生む形で利用できるようになった。例えば顧客の製品利用状況を把握することによって、顧客へのソリューション提案や新たな製品・サービス開発のヒントを得るといったことが可能になった。

ものづくりのサービス化にはいくつかのパターンが存在していることが複数の先行研究によって明らかになっている。ここでは山田篤伸氏による3つのパターンを紹介する。

・**Break/Fix** モデル：製造業のサービス提供の基本は「壊れたら直す」というもので、サービス業はコスト・センターであり、収益は消耗品や交換部品の販売による。PCプリンタインク販売がその好例である。

・**Preventive Maintenance** モデル：壊れる前に取り換える。**Break/Fix** モデルに対する顧客の不満から生まれたもの。利用者とサービス提供者の間でサービス内容を取り決める。コマツの建設機械の顧客サイトでの稼働状況はインターネット経由でコマツに把握され、一定の稼働時間が経過すると消耗部品の取り換え時期がリコmendされるのはこの一例である。

・**Preemptive Service** モデル：このモデルではメーカーは製品を販売するのではなく、製品を使ったサービスを販売する。すなわち、「モノを売った“後（アフター）”に提供するサービス」ではなく、最初からサービスそのものを販売する。そこでの製品は、サービスに付随して納入される“モノ”に過ぎない。このモデルはさらに大きく分けて二つのパターンが考えられる。一つは成品によるサービス化であり、もう一つは部品・部材によるサービス化である。成品によるサービス化の代表例としては英ロールスロイス社の「Power by the Hour」という課金体系のサービスがあげられる。部品・部材によるサービス化は大企業にその製品を納める中堅・中小企業（Tier1、Tier2等）に多く見られ、その例としては小松精機の燃料噴射ノズルがあげられる。

英ロールスロイス社の「Power by the Hour」は、航空機のジェットエンジンに設置されたセンサにより、エンジン出力と稼働時間に対し課金するサービスである。航空会社はジェットエンジンを購入する必要がなく、機体整備による非運行時間が節約できる。小松精機の自動車エンジン用燃料噴射オリフィスは同社の超精密加工技術により製造される部品であり、同社は形状や寸法の保証ではなく、機能保証を行っている。すなわち部品を通して機能を提供していると言える。

ものづくりのサービス化は、その業種や製造物の内容によってサービス化の内容・程度に差が生じるのは当然の帰結であり、単純に類型化できない。後述する今回実施した中堅・中小企業においても、ものづくりのサービス化にトライしつつもそのサービスによる収益は実現できていない、あるいは期待できないというのが現状であった。中堅・中小企業がそのものづくりのサービス化による収益化を実現するには、ひと工夫もふた工夫も必要であろうと考えられる。

3. IoT、AI の現状と可能性

3. 1 IoT の現状と可能性

IoT とは「Internet of Things」の略で、センサと通信機能が組み込まれたモノがインターネットを通じてあらゆるモノと繋がり、互いの情報・機能を補完・共生し合う状態を指す。概念としての IoT が生まれたのは1980年代であるが、実社会に本格的に登場するのは2000年代以降である。その背景には IoT を構成する技術・製品の進歩・普及があった。センサ、通信、計算機能は小型・安価になり、IoT 用クラウドサービスも提供されている。企業は目的に応じ、これらの機器・サービスを組み合わせることによって比較的簡単にリーズナブルなコストで IoT の仕組みを構築することができるようになった。

IoT の実装事例は Web サイト上で多く公表されており、中小企業の応用事例集が経済産業省からも公表されており参考にすることができる。これら多くの事例から見えてくる重要な IoT 成功の条件は、「課題解決のため真に重要なデータは何か、すなわちセンサで何を測定すべきか、明確にすること」である。そのためには IoT に先立ち、製造プロセスの技術的解明（見える化）が必要である、ということである。やみくも多くのセンサを取り付けて大量データを収集しても、役に立たないデータが多くコストは増え効果が出ない、ということに留意すべきである。

中小企業が IoT を始める上での人材面の問題には、経済産業省主導の中小企業支援組織「スマートものづくり応援隊」などを活用することができる。従って、あとは問題意識とアイデア、そして熱意である。まずは自社のモノづくり工程の見える化から始め、データをモノづくりの改善、たとえば生産性向上、品質向上等へ役立てる手法を開発する（新たな知見・ノウハウの発見）。そして次の段階は、自社製品にセンサを埋め込んで顧客との価値共創へと向かう。最終的には、こうして得たデータや手法をオープンな IoT プラットフォームに乗せて広くサービスとして提供する。以上のように、身の丈に合った小さなテーマからスタートし段階的レベルアップを図る進め方が望ましい。

3. 2 AI の現状と可能性

現在、世界中でブームとも呼びうる現象を引き起こしている AI (Artificial Interigence : 人工知能)には、2006年に発明されたディープラーニング（深層学習）という技術が使われている。これにより、膨大な数の神経細胞（ニューロン）が相互に結合された人間の脳を模した多層構造の複雑な人工ニューラルネットワークを初めてコンピュータ上に構成することが可能になった。さらにコンピュータの計算能力の飛躍的な向上と、SNS 等で莫大な AI 学習用データの取得が広く可能になったことで、現実社会の問題を解く能力を持つ AI が実現できるようになった。

原理的に、この AI は以下のような長所と短所を持っている。

- ・非常に高性能な分類性能を持つ：複雑な画像、図形、パターンなどを認識できる。
- ・学習用データを入力するだけで分類アルゴリズムは自動生成される：適用範囲が非常に広い。
- ・処理がブラックボックスになる：ニューラルネット内部で行っている処理は人間に理解困難。
- ・未知データに対する性能保証ができない：
- ・多数の学習データと豊富な計算資源が必要である：

現在、AI を構築するためのソフトウェアツールには複数のオープンソフトウェアが存在し、また AI 用計算機環境も公的なクラウドや民間クラウドの有償サービスが存在する。したがってこれらを使って、学習用データを用意すれば比較的容易に AI を構築できるようになった。このため AI の短所に対する懸念をもつ企業も少なからずあるものの、社会実装も徐々に進んでおり、多くの事例が公開されている。現時点で製造業で多くの適用実績がある AI は、特定の機能に特化した特化型 AI であり、その特定機能はおおむね以下のように分類できる。

- ・画像認識の応用：商品品質検査（異常検知）、物体認識、人の行動分析、等
- ・時系列データ認識の応用：需要予測、故障診断、故障予測、危険予知、等
- ・多種データの組み合わせパターン認識の応用：状況認識、予測、予知、等

このような機能は IoT との組み合わせが効果的であり、ものづくり中小企業にも多くの利用可能性があると考えられる。AI は今も世界中で精力的な研究が継続されており、日進月歩の勢いで進化し、企業での AI 導入は業績を左右するようになる可能性もある。従って、中小企業も AI 導入に及び腰にならず、「スマートものづくり応援隊」などの人材支援や経験者のノウハウなどを借りながら、身の回りの小さなテーマへの応用など、積極的に学びチャレンジしてゆくべきと考える。

4. 中堅・中小企業におけるサービス化の状況および IoT、AI の活用状況

わが国ものづくり企業の IoT 等 を活用したサービス化への取り組みは、他国に比べて総じて遅いと見なされている。しかし、第4 次産業革命時代の環境変化に対応して製造業が生き残っていくためには、サービス化に取り組む必要性、必然性は一段と高まっている。製造業企業は、製品を通じたサービス提供による価値創造に真剣に取り組むことが求められている。

このような取り組みは、大企業においてかなり進展するようになってきたが、リソースに限りがある中堅・中小企業においては後れを取っている状況である。しかしこの波はまもなく中堅・中小企業にも及ぶものと考えられ、そのための備えを早急にすることが望まれる。

本調査では、優れた業績を上げている中堅・中小企業 8 社を訪問し、その代表者からその企業における「サービス化」に対する考え方、IoT および人工知能 (AI) 技術の活用の事例あるいは考え方について聞き取り調査を行った。それらを通じた主要な観察結果をいかに示す。

- ・固有の生産技術（ものづくり現場のノウハウ、暗黙知）を保有し、それが評価されている。しかし大半がその技術力を有償化できてはいない。自社が選択される理由の 1 つという認識である。ただし一部に、その独自の技術力が評価され、解析・分析をサービスとして受注する企業もある。
- ・顧客からの発注に対しより良い逆提案している企業も多い。それはある意味でサービスを提供しているのであるが、自覚的でない。生き残るために必要なことと感じているからである。自社の事業が“サービス”であると自覚した時、この言葉を自社のアクティビティを社員に浸透させるためのキャッチフレーズあるいは旗印として活用しようとする経営者もいた。
- ・最近の IoT、AI の進展状況には経営者は強い関心を抱いており、一部には実際にトライをしている企業もあるが、多くの企業は様子見というスタンスである。経営者はこれらの新技術を妄信

することなく健全なる猜疑心をもって見ており、優先度の高い投資は別にあるということが多い。例えば IoT でセンサを装置に設置してデータをやみくもにとっても意味はない、先に生産プロセスの見える化や解明が必要という意見を持っている。

- ・ 経営者は投資対効果について非常にシビアである。現時点では IoT や AI は政府補助金がなければ投資に見合う効果はないと評価している。
- ・ 中堅・中小企業が、顧客から自社製品の使用状況に関するデータを入手するのはほぼ不可能である。それはデータが顧客固有のノウハウを含むからである。
- ・ 中堅中小企業の志の高い若手経営者のゆるやかなネットワークが形成されており、お互いに学び刺激しあう関係が存在している。

総括（今回調査で認識した経営者のコンセンサス）：

AI や IoT といってもやみくもにセンサを使ってデータを大量に集めて分析やモデル作りをするのではなく、地道なモノづくりプロセスの技術的な解明が先である。サービス化は、ものづくりに必要な本来の技術力があってできること。一番大事なのは顧客との積み上げられてきた信頼感である。信頼感を得るのは、長い経験から得た技術や現場の技能の蓄積。その人づくりには時間がかかる。

中小企業にも、プロセスの見える化と課題解決、技能伝承等 IoT や AI の活用領域は広くある。ただし投資対効果には問題があり、身の丈に合ったやり方をするべきである。併せて人を大事に育てることが重要である。

5. 中堅・中小モノづくり企業におけるサービス化への IoT、AI 活用の可能性と提言

サービス化の推進は、中堅・中小企業にとっても不可欠になっている。しかし厳しい競争を生き抜いてきた中堅・中小企業は長い経験が生んだ固有の強みを保有しており、その強みを生かすサービス化を、IoT や AI を使って構築し高度化させることができる。そのためにはまずものづくりのプロセスを技術的に解明することが基本である。それによって、まずは生産性や品質の改善など現場課題の解決に努め、さらにモノづくり現場の自動化、スマート化に進む。さらに IoT を使って顧客の製品利用状況のデータを収集し、AI 等を活用した分析によって、顧客価値を高める様々なサービスを開発し、これを共通プラットフォーム上で提供することである。しかし顧客ノウハウを含むデータ提供の難しさ等の課題もあり、社会的な見地からの議論も必要になる。これら課題を克服し未来の社会を見据えた事業展開を強力に推進するためにも経営者の人的ネットワークは有効である。また IoT や AI を活用する際、企業は固有の強みとそれを作ってきた熟練者を生かすような方法に十分配慮すべきである。