



中小製造業の労働生産性を高める 持続的インクリメンタル・イノベーション

田 中 克 昌

概要

Industry 4.0等、第4次産業革命とも称される環境下において、中小企業の労働生産性に関する議論が活発になっている。中小製造業者が労働生産性を向上するためには、付加価値額を増加させるか、労働者数や労働時間を最適化することが求められ、製造現場等からのデータの収集と活用への取り組みが有効であると考えられている。しかし、中小製造業では製造現場等からのデータの収集と活用が必ずしも十分ではない。

この背景には、個別最適なNC装置を展開する工作機械メーカーの競争戦略が、メーカーごとに異なるソフトウェアやインターフェイスをもたらし、中小製造業の労働生産性の向上にとって有効とされる製造現場等からのデータの収集及び活用を困難にしているという市場環境がある。

本研究は、こうした環境下でも、中小製造業者が自社で保有する多様な工作機械の活用において、持続的なインクリメンタル・イノベーションを実現し、労働生産性の向上をもたらしている取り組みについて考察したい。そこで、本研究では、特に大型を中心とした金属工作機械を活用し、高い労働生産性を実現した中小製造業者に着目して、事例研究を実施する。

事例研究を通じて、労働生産性の高い中小製造業者が、工作機械メーカーによって築かれた個別最適な競争戦略を受容し、経営者による集権的リーダーシップも動員した上で、持続的にインクリメンタル・イノベーションを進化させ、あたかも工場全体を1つのシステムとして、全体最適な「ユーザー中心のサービス提供 (User Centric Service Offering)」を実現していることを明らかにする。

キーワード：中小製造業者、工作機械、労働生産性、持続的インクリメンタル・イノベーション、ユーザー中心のサービス提供

(投稿日 2021年12月3日)

文教大学経営学部

〒121-8577 東京都足立区花畑5-6-1

TEL：03-5688-8577 FAX：03-5856-6009

<http://www.bunkyo.ac.jp/faculty/business/>

中小製造業の労働生産性を高める 持続的インクリメンタル・イノベーション

田 中 克 昌*

1. はじめに

Industry 4.0等、第4次産業革命とも称される環境下において、中小企業の労働生産性に関する議論が活発になっている。中小製造業者は、労働生産性の向上のため、付加価値額を増加させるか、労働者数や労働時間を最適化することが求められ、そのためには製造現場等からのデータの収集と活用への取り組みが有効であると考えられている。

しかし、中小製造業では製造現場等からのデータの収集と活用が必ずしも十分ではない。本研究ではその要因をとらえた上で、中小製造業者の製造現場におけるイノベーション・マネジメントについて考察する。

2. 研究背景

2020年版『ものづくり白書』及び三菱UFJリサーチ&コンサルティング(2021)によると、「ライン・製造工程全般の機械の稼働状況の見える化」について、「実施している」という製造業企業は約13%に過ぎず、4割強は「可能であれば実施したい」とした。「別の手段で足りている」も約10%にとどまる。さらに、従業員50人以下の中小製造業者に注目すると、「実施

している」はわずか8%程度にとどまるという顕著な傾向を示す。

つまり、中小製造業者にとって機械・ラインの稼働状況の「見える化」は、「可能であれば実施したい」が、「別の手段」はなく、「やりたくてもできない」という状況に置かれていると考えられる¹⁾。

データ収集及び活用が困難な領域の代表例に「工作機械」領域がある。本研究において工作機械とは、金属の工作物から切削・研削等により不要部分を取り除き、所要の形状に作り上げる機械を対象とする。

日本の工作機械メーカーは、NC(Numerical Control、数値制御)装置をモジュール化し、加工機械とは別に、各社が個別に開発することで競争優位を確立した。なお、本研究では、NC装置という表現にCNC(Computerized Numerical Control、コンピュータ数値制御装置)を含む。

NC装置は、当初、米国市場では自動車や航空機等の大企業に採用されたが、日本市場では主に中小製造業に採用され普及(Dertouzos et al., 1989)したという歴史があり、中小製造業者は日本市場でのNC装置の普及において、ユーザーとして重要な役割を担ったと考えられる。

ところが、工作機械メーカー独自のNC装置は、各社各様のソフトウェアとインターフェイスを生み出し、ユーザーである中小製造業者にとっては、別メーカー間の工作機械の連携や統一的なデータ収集は困難な状況をもたらした。

* 文教大学経営学部

✉ k.tanaka@bunkyo.ac.jp

以上を踏まえ、本研究の目的は、工作機械メーカーの競争戦略を前提に、中小製造業の労働生産性を高めるイノベーション・マネジメントについて考察することとする。

3. 先行研究レビュー

3.1 工作機械とモジュール化

先行研究においては、工作機械におけるモジュール化や、工作機械メーカー各社の競争戦略に関する議論が中心であった（中馬, 2002; 鈴木, 2010; 柴田, 2019）。

Baldwin & Clark (2000) は、多様な産業の事例を用いて、最適なモジュール設計について示し、その中で、中馬 (2002) は、日本の工作機械産業を提示したが、その中核にあるNC装置のインターフェイスはBaldwin & Clark (2000) は独自仕様（クローズ）であるとした。

欧米の工作機械メーカーは垂直統合型モデルであった。一方、日本の工作機械メーカーはモジュール化を推進した。金属加工機械の領域については工作機械メーカーが担当し、NC装置の領域については電機メーカーが担当することで、それぞれのモジュール領域が独自に進化し、急速な成長を遂げることとなった。

2020年の日本市場においては、9割（90.3%）の工作機械がNC装置を搭載しており（日本工作機械工業会, 2021）、工作機械の原価に占めるNC装置の割合は30~40%相当にも達し（中馬, 2002）、工作機械の中核を占めている。

3.2 工作機械メーカーのNC装置への取り組み

大手工作機械メーカーは、各社の競争戦略を

前提に個別最適なNC装置を展開している。

まず、電機メーカー系のファナック²⁾や三菱電機は、NC装置領域に注力する「モジュール型モデル」を採用した。特にファナックは、NC領域において高い競争優位性を確保し、中小規模の工作機械メーカーを含め、多くの工作機械メーカーに採用されている。また、三菱電機のNC装置「三菱CNC」は、共同開発やマルチベンダ化を経て、ヤマザキマザックやDMG森精機等の大手工作機械メーカーのNC装置の内部にも採用されている（鈴木・相山, 2009）。

一方、オークマ、ヤマザキマザック、DMG森精機は「垂直統合型モデル」を採用している。たとえば、オークマ「OSP」やヤマザキマザック「MAZATROL」等、各社独自のNC装置を開発するとともに、加工機械も自社で開発・製造している。特にDMG森精機は、ファナックと三菱電機のNC装置をマルチベンダ化し、これを基盤とした自社NC装置「MAPPS」の開発に成功している他、DMGの買収後は、シーメンス製のNC装置も製品ラインに加わっている（鈴木, 2010; 榎本, 2015; 柴田, 2019）。

さらに、日本電産マシンツール（旧・三菱重工工作機械³⁾）や芝浦機械（旧・東芝機械⁴⁾）は、「ハイブリッド型モデル」を採用し、独自開発のNC装置（芝浦機械「TOSNUC」等）を保有するとともに、ファナックのNC装置も自社製品に数多く搭載している。

以上のように、日本の工作機械メーカーが、それぞれ「モジュール型モデル」、「垂直統合型モデル」、「ハイブリッド型モデル」を採用し、競争優位を確保した結果、多種多様なソフトウェア言語とインターフェイスを持つNC装置が市場に存在することになった。

3.3 工作機械業界のインターフェイスの標準化への模索

工作機械の共通インターフェイスや共通の開発環境を整備する取り組みは、様々に模索されている。

まず、経済産業省が推進した「製造プラットフォームオープン連携事業」(平成29年度補正予算の産業データ共有促進事業費補助金の対象事業)には、インダストリアル・バリューチェーン・イニシアティブ (IVI) が中心となり、DMG森精機、日立製作所、ファナック、三菱電機が参加した。当該事業は、個別の工作機械間をオープンで共通的な枠組みでつなぎ、企業を超えて連携するための「共通辞書」の構築を目的に実施された。しかし、この取り組みには、オークマやヤマザキマザック等の大手工作機械メーカーは参加しなかった。

また、民間企業の取り組みとしても、DUCNET (ファナック、富士通、NTTコミュニケーションズの合弁会社) が、共通プラットフォーム上から、多様なメーカーの工作機械の稼働状況等の設備データ、人的データ、マニュアルや仕様書等の静的データを利用できる仕組みを提供するとしていた。しかし、この取り組みにも三菱電機は参加していない。

このように、日本市場では標準化活動に大手工作機械メーカーがすべて参加しているわけではなく、業界全体の取り組みになっていない上、ユーザーからの十分な支持も得られていないため、本格的な普及には至らなかった。

ただし、日本の大手工作機械メーカーは、海外の標準化動向に関する活動及び情報収集は熱心に行っている。たとえば、欧州における産業用のデータ交換規格OPC UA (OPC Unified

Architecture) をもとにドイツ工作機械工業会 (VDW) が推進するインターフェイス標準化活動「umati (universal machine technology interface) コミュニティ」や、米国のMTConnect協会が標準を定めた工作機械向けの通信プロトコル「MTConnect」に関連する活動には、積極的に参加している。

3.4 工作機械メーカーの競争戦略が中小製造業者にもたらす制約

中小製造業は、個別最適な工作機械メーカーの競争戦略 (モジュール型モデル、垂直統合型モデル、ハイブリッド型モデル) のため、特にNC装置の領域において制約条件を受け入れざるを得ない。こうした環境のもとでは、ネットワーク接続を前提としたデータの収集及び活用については「やりたくてもできない」状況にある。ただし、この点を指摘する先行研究は存在していない。

まず、各工作機械メーカーのNC装置は、それぞれソフトウェア言語とインターフェイスが異なる。別メーカーのNC装置を活用するためには、別のソフトウェア言語の習得を求められる上、インターフェイスが異なるため、別メーカー間の工作機械の連携はできない。工作機械の稼働状況等のデータの見える化ソフトウェアも、メーカー別に提供され、メーカーの枠を超えた連携はできない。工作機械メーカーによっては、ネットワーク接続に独自のネットワーク接続用API (Application Programming Interface) への対応を要求し、専用装置や専用ソフトウェアの有償購入を求めることもある⁵⁾。

また、中小製造業者は、有線・無線ネットワーク接続ができない工作機械を多数保有している。製造設備とともに自社独自の特殊な生産ノ

ウハウが蓄積されるため、大型工作機械になるほど設備の切り替えが難しい。特に導入後、約15年を経過した工作機械は、NC装置自体がイーサネット (Ethernet) 接続に対応しておらず、ネットワーク接続ができない。

日本機械工業連合会 (2019) によると、NC装置付きの金属加工用の工作機械のうち、約4割が15年以上使用され、約2割が導入後30年を経過しており、多数の工作機械がネットワーク接続できない。ネットワーク接続できない装置では、記憶媒体を活用し、加工用NCプログラムを投入するが、その記憶媒体でさえ、製造元の企業が生産終了を宣言し、中小製造業者は在庫品を繰り返し使用し続けることを強いられる事例もある。

中小製造業者には、大企業製造業のように工作機械の発注段階でソフトウェアやインターフェイスを自社に合わせてフルカスタマイズし、工作機械間のネットワーク化等に対応させる資金力がない。中小製造業者にとっては、工作機械のネットワーク接続や、データの収集及び分析を実現するソフトウェアの導入は、特殊かつ高額となる。そのため、中小製造業の経営者によるIT投資の意思決定は困難を極める。そもそも、中小製造業者の特殊な環境、たとえば、大型工作機械のNC装置周辺に加工用の大きな穴がある等により、商社や工事会社からは、ネットワーク工事の見積依頼すら断られる事例もある。

以上の3.1から3.4を踏まえると、先行研究は、工作機械メーカー各社の戦略と競争優位に関する考察を中心としており、日本市場でNC装置の普及の推進役となった中小製造業の企業の視点が不足している。そのため、中小製造業者は、工作機械から発生する稼働状況のデータの収集や活用に対して消極的であるという一方的で不

公平な評価を受けることになる。

そこで、本研究では、ユーザーである中小製造業の工作機械活用におけるイノベーション・マネジメントについても考察を加える。

3.5 工作機械の中小製造業ユーザーによるイノベーション・マネジメント

OECD & Eurostat (2018) の「Oslo Manual 2018」におけるイノベーションの定義からは、中小製造業による工作機械の活用は、プロセス・イノベーションにあたると思われる。

また、中小製造業による工作機械の活用における創意工夫は、インクリメンタル・イノベーション (incremental innovation) にあたるとも考えられる (Abernathy, et al., 1985)。インクリメンタル・イノベーションは、ラディカル・イノベーション (radical innovation) を組織から締め出し、長期的な競争力に負の影響をもたらすとしたが (Benner & Tushman, 2002)、Abernathy & Clark (1985) は、通常型イノベーション (regular innovation) が製品のコスト削減や性能向上に寄与し、競争優位性を高めるとした。さらに、製造現場の改善活動におけるインクリメンタル・イノベーションにも様々な特徴があり、規模や組織成員も変化しうるとしている (岩尾, 2018)。

組織という視点では、ラディカル・イノベーションが集権的リーダーシップから生まれることが多いとされ (Romanelli & Tushman, 1994)、インクリメンタル・イノベーションは企業内の分権的かつ部分的な組織からなされることが多いとした (Elite et al., 1984)。

さらに、ユーザー・イノベーション (user innovation) の視点では、ユーザーが自らのニーズから自己報酬を得るために取り組み (von

Hippel, 2005)、その後、ユーザーはその取り組みを継続する傾向があったとした (Yu, et al., 2020)。ユーザー・イノベーションはユーザー関与度に応じて「design by user (ユーザー主導)」、「design with user (ユーザー参画)」、「design for user (ユーザー志向)」に3分類できる (Arnkil, et al., 2010) が、中小製造業ユーザーによるイノベーションはユーザー自身の創意工夫にもとづくため、「design by user (ユーザー主導)」にあたりと考えられる。

以上の先行研究レビューを受け、以下に本研究のリサーチクエスション (以下、RQ) を設定し研究を進めることとする。

RQ: 個別最適なNC装置を展開する工作機械メーカーの競争戦略を前提に、多様な工作機械を活用し金属加工を主業とする中小製造業者は工作機械の活用において、どのようにインクリメンタル・イノベーションを実現し、労働生産性の向上をもたらすのか。

4. 研究方法

4.1 事例研究の採用とパイロットスタディ

本研究ではリサーチクエスションについて考察するため、事例研究を採用する。Yin (1994) は事例研究について、事例が決定的であるとともに極端あるいはユニークであり、対象が新事実である場合に事例研究の適切性が担保されるとした。

本研究では、まず、パイロットスタディとして、NC装置を持つ大型から中型の工作機械を複数台保有する国内の中小製造業の経営者にインタビューを実施した。パイロットスタディの

結果、中小製造業者の工作機械の活用において、以下の3つの活用類型を見出した。

- (a) 多様かつ多数の工作機械を創意工夫により活用するという類型。
- (b) 単一メーカーの工作機械 (あるいは、工作機械のメーカーは異なっても、同一メーカーのNC装置) に絞り込んで複数台採用するという類型。
- (c) 多様かつ多数の工作機械を導入後、単一の工作機械に専属作業員を配置し多能工化するという類型。

パイロットスタディの結果としては、(b)(c) 類型が多数を占めたものの、本研究では(a)の類型を事例研究の対象とした。その理由として、(b)(c) 類型においては、工作機械を中心に据えており、企業側が作業員や業務を工作機械に合わせ込む形で業務が遂行され、工作機械に対する企業側の主体性が乏しいためである。

4.2 事例研究の対象

事例研究の対象企業としては、(a) 類型に該当し、金属切削加工を主業とする中小製造業のA社を採用する。A社を事例企業として採用した理由は、A社の工作機械を活用した上で実現している事業内容が、Yin (1994) の条件にあてはまると考えるためである。なお、A社については、主要な取引先への配慮から匿名化することとする。

まず、A社は大型を中心とした工作機械とそこに搭載された多様なNC装置を30台保有し活用しており、(a) 類型を代表する企業としてふさわしいと考える。

また、A社は、高い労働生産性を実現している。2020年版『中小企業白書』(p.97) では、大企業製造業の労働生産性は1,367万円、中小製造

業は554万円とした。これに対して、A社の労働生産性は1,560万円であり、一般的な中小製造業者の約3倍、かつ大企業製造業の労働生産性でさえも大きく上回っている。なお、何れも2018年度のデータであり、同条件で計算した結果である。

さらに、A社は、高い事業成長も実現している。2009年度から2018年度までの10期で売上高2.3倍（年平均成長率9.9%）であった。高い労働生産性は、高い事業成長と同時に実現されている。

以上により、工作機械を活用する中小製造業として事例研究の対象とする上で、A社はYin（1994）が事例研究に要求する条件（決定的、極端、ユニーク、新事実）に当てはまるため、事例研究の対象企業としてふさわしいと考える。

4.3 事例研究の方法

事例研究の方法としてはインタビュー形式を採用する。インタビュー調査では、A社の経営者、生産技術部、工具室、営業、工程管理等の各部門に対して、事前にインタビュー内容を送付した上で、複数回にわたり、毎回30分～1時間のインタビューを実施した。

また、A社は、非上場ではあるがA社経営者の厚意により、約30年分の財務諸表（1993年度～2019年度）の開示を受けたため、財務分析も実施した。

5. 事例研究

5.1 A社の概要

A社は、「大型かつ特殊で精密な金属加工サービスの提供」をコアコンピタンスとする企業で

ある。本社は愛知県春日井市に構え、中国江蘇省に關係会社（製造工場、素材商社）を展開している。大手製造業の1次～3次下請製造業者だが、特定の大手企業の系列企業ではない。航空宇宙、発電、造船、半導体製造装置等、社会インフラ系の幅広い領域の取引先に対し、金属加工サービスを提供している。

A社は大型金属加工を得意とするため、オークマ、芝浦機械、日本電産マシントールの大型工作機械を中心に装備している。ただし、中・小型の金属加工を得意とするヤマザキマザックやDMG森精機の工作機械も所有している。

そのため、A社は、ファナックのNC装置を始め、芝浦機械の「TOSNUC」、オークマの「OSP」、DMG森精機の「MAPPS」、ヤマザキマザックの「MAZATROL」、マキノの「Professional」等、多様なNC装置を活用している。

なお、A社はITシステム（生産管理・人事会計等）、構内ネットワーク、工場屋上には太陽光発電システムを配置し、工場内冷暖房設備も装備しており、中小製造業者としては先進的な設備を保有している企業である。

5.2 A社によるインクリメンタル・イノベーションのマネジメント

5.2.1 「生産技術部」の設置と強化

A社は、社長主導の集権的なリーダーシップのもと、知識を集約し工作機械の差異を吸収する部門を設置し、この部門を中心にインクリメンタル・イノベーションを積み重ね、高い労働生産性を実現し維持している。

まず、2003年度に「生産技術部」を設置し、工学系大学院卒等の高いソフトウェア・リテラシーを持つ社員、いわゆる、デジタル人財を集約した。その後、2013年度に機能強化を実施し

ている。

生産技術部では、主に3次元CAD (Computer Aided Design, コンピュータ支援設計)でデザインし、CAM (Computer Aided Manufacturing, コンピュータ支援製造)で加工用NCプログラムを作成後、CAM内に搭載されているポストプロセッサにより言語の異なるNC装置ごとに変換し、投入するという業務を行っている。

A社において、生産技術部が最も重視する領域に「ポストプロセッサを定義するソフトウェア」がある。同部は当該ソフトウェアにおいて、金属素材に応じた工具指定、加工時の切削速度及び切削時間、送り量の指定、加工用工具の交換タイミング等をデータ化し、大量の「辞書」「テンプレート」として蓄積し続けている。この「ポストプロセッサを定義するソフトウェア」は、A社独自の金属加工ノウハウを蓄積した競争優位の源泉であり、A社のコアコンピタンスである「大型かつ特殊で精密な金属加工サービス」を実現する上で不可欠な経営資源であると考えられる。

なお、A社以外の労働生産性の低い中小製造業者は、工作機械のNC装置が内蔵する対話型のソフトウェアで直接的に加工指示を済ませている。そのため、中小製造業者の工作機械活用においては、CADやCAMを活用し、より精緻な加工に取り組むこと自体が希少である。

A社の生産技術部は、当該ソフトウェアを通じて、A社の全受注案件（中国工場含む）に対し、工程、工作機械、その動作、工具を指定するとともに、同一図面上においても粗削り加工や精密加工等の用途に応じて複数の工作機械の指定し、工作機械の柔軟な活用を実現することで、付加価値向上及び効率化の両面からA社の労働生産性の向上に寄与している。

5.2.2 「工具室」の設置と強化

A社は工作機械に装着する加工用工具も重視しており、2003年「工具室」を設置（2013年に機能強化）して、取締役と従業員を専従とした。

A社の工具室では、加工用工具を組織的かつ最適に管理するため、保管場所を1か所に集約し付番し、それぞれの使用履歴を集計して、次の加工に活かしている。A社の工具室の中心的な業務としては、生産技術部と連携し、加工プログラムに最適な加工用工具を事前に工作機械に装着することである。

なお、A社以外の労働生産性の低い中小製造業者は、加工用工具の組織的な管理を行っていない。工作機械の周辺によく使う加工用工具を置いておくか、無秩序に工場内の各所にまとめて置いている。そのため、A社の工具室のように加工用工具を組織的に一元管理し、使用履歴を活用するという取り組み自体が希少である。

A社の工具室のその他の業務としては、マルチベンダ化した工具専門商社3社から最先端工具の最適価格での入手、特殊な工具の需要に対する自社オリジナルの工具や治具の製作、使用した加工用工具データのバーコードによる蓄積及び分析、最適な工具の工作機械への事前設置等があり、付加価値向上及び効率化の両面において労働生産性の向上に寄与していると考えられる。

5.2.3 工作機械の現場作業者の業務

A社は、工作機械の現場作業者に対して、同時に複数の図面（複数の顧客と同義）と複数の工作機械を割り当てる。現場作業者は、生産技術部が作成した加工データを複数の工作機械によって実行するだけではない。工作機械による金属加工を自動運転に移行した際には、仕上げ

の手磨き業務も同時並行で行っている。

一般的には、1人の現場作業員は、1つの図面の仕事を1台の工作機械でこなしている。これと比較すると、A社の現場作業員は、工作機械を使用した加工業務という点で、多能工化され、効率化に寄与しており、結果として、労働生産性の向上に貢献していると考えられる。

5.2.4 高い労働生産性の実現

A社が「生産技術部」と「工具室」を設置した成果は、労働生産性の向上として、数値に表れている。両部門の設置前3年間平均（2001年度～2003年度）においては、労働生産性が1,780万円であった。両部門の設置後においては、同時期に従業員数を増加させたにもかかわらず、労働生産性が設置後3年間平均（2004年度～2006年度）で2,250万円（設置前と比較し、470万円増（26.4%増））まで大幅に上昇した。つまり、両部門の設置が、A社の労働生産性の向上に大きく寄与したことが明らかになった。

その後、2013年度に両部門を機能強化した際には、両部門の設置時点（2003年度）から、従業員数を倍増したにもかかわらず、1,500万円台の労働生産性を実現した。さらに、COVID-19禍の2020年度においても、両部門への知識の集約及び蓄積と、その活用により、A社の労働生産性は1,500万円台を維持している。

以上により、A社は、社長主導の集権的なリーダーシップにもとづくインクリメンタル・イノベーションの積み重ね（持続的インクリメンタル・イノベーション）によって、高い労働生産性を実現し、維持していることが明らかになった。

6. 考察

本研究のRQに対し、労働生産性の高い中小製造業（A社）へのインタビュー調査を踏まえ、考察する。

A社では、社長主導の集権的リーダーシップをもとに、工作機械のNC装置の差異を吸収し、組織内の知識を集約するため、生産技術部や工具室を設けて進化させ続けるインクリメンタル・イノベーションを持続的に積み重ねていた。こうした取り組みにより、A社では、顧客のニーズの実現に向け、工場全体をあたかも1つのシステムとして全体最適化し、工作機械ではなく、そのユーザーが中心となった金属加工サービスが提供されていた。

本研究では、ユーザーが中心となってサービスを提供する取り組みを「ユーザー中心のサービス提供（User Centric Service Offering）」と称する。

「ユーザー中心のサービス提供」においては、工作機械はサービス提供のために全体最適化されたシステムの一要素に過ぎない。よって、多様な工作機械からのデータ収集及び分析は、大型の工作機械ほど実現が困難な上、高額となり、「やりたくてもできない」ため、最優先課題にもならない。

むしろ、A社の強みは、ユーザーとして構築した「ポストプロセッサを定義するソフトウェア」内の「辞書」「テンプレート」にあり、ユーザーとしての独自の知識とノウハウが凝縮された競争優位の根幹を成す要素であると考えられる。

一方、前述の「製造プラットフォームオープン連携事業（経産省）」は、工作機械という「モ

ノ」を中心として「共通辞書」を用意するとしたが、この取り組みは、ユーザーが工作機械メーカーの個別最適な戦略に対応し蓄積した知識とノウハウを打ち消すことになるため普及は困難であると考えられる。

これを裏付けるように、工作機械に関連するプラットフォーム提供者も「ユーザー中心のサービス提供」への対応に転換している。

たとえば、DMG森精機は「製造プラットフォームオープン連携事業」での成果を2017年11月以降、機械工学産業向けIIoT (Industrial Internet of Things)プラットフォーム「ADAMOS」として外販したが、既に注力領域からは外れている。その後、ユーザー自身がローコードでアプリケーション開発できるTULIPソリューションの提供へと切り替える形で、「ユーザー中心のサービス提供」に対応している。

また、GEも産業用クラウドプラットフォーム「Predix」から共通アプリケーションを提供していたが、既に外販を行っていない。日本市場を始め全ての地域の製造業ユーザーが「自社固有のシステム」に対する欲求が強く、共通的なアプリケーション提供にニーズがなかったとのことである。興味深いことに、GEグループ内では「Predix」は変わらず活用されている。「Predix」自体が、GE内固有の「ユーザー中心のサービス提供」として存続しているためである。その後、GEは方向転換し、現場のユーザーが独自のシステムをプログラムレスのノーコードで作成し構築できるという新たなITシステム (Operations Hub等) を展開している⁶⁾。この対応についても、「ユーザー中心のサービス提供」に対応に転換したと考えられる。

つまり、A社の持続的なインクリメンタル・イノベーションのマネジメントからも、工作機

械メーカー等の取り組みからも、工作機械に関連する市場全体が「ユーザー中心のサービス提供」へと移行していると考察できる。

7. おわりに

本研究では、RQに対し、労働生産性の高い中小製造業者が、工作機械メーカーによって築かれた個別最適な競争戦略を受容し、経営者による集権的リーダーシップも動員した上で、持続的にインクリメンタル・イノベーションを進化させ、あたかも工場全体を1つのシステムとして、全体最適な「ユーザー中心のサービス提供 (User Centric Service Offering)」を実現していることを明らかにした。

今後は、さらに多様な中小製造業を対象を拡げ、考察を深めるとともに、工作機械のインターフェイスの標準化活動の普及状況に関して、引き続き動向を確認し、考察を深めたい。

注

- 1) 2020年版『ものづくり白書』, p.66, 図131-4、三菱UFJリサーチ&コンサルティング(2021)のデータを追加し分析を行った。
- 2) ファナックは、電機メーカーの富士通の1部門から独立した経緯を踏まえ、電機メーカー系に位置付けている。
- 3) 三菱重工グループの三菱重工工作機械(株)であったが、日本電産グループに事業譲渡され、2021年8月に「日本電産マシンツール」へと社名変更が行われた。
- 4) 2020年4月に、東芝機械から芝浦機械へと商号変更が行われた。
- 5) たとえば、オークマは、日本市場において、独自のNC装置「OSP」にネットワーク接続するため、別途有償で「OSP-APIオプション」を購入することを要件としている。

6) GE日本販売代理店の丸紅情報システムズへのインタビュー(2021年1月26日実施)をもとに執筆した。

参考文献

Abernathy, W. J., Clark, K. B. and Kantrow, A.M. (1983) *Industrial Renaissance, Producing a Competitive Future for America*, Basic Books, Inc.

Abernathy, W. J. and K. B. Clark (1985) Innovation: Mapping the winds of creative destruction, *Research Policy* 14, 3-22.

Arnkil, R., A. Järvensivu, P. Koski, and, T. Piirainen (2010) *Exploring Quadruple Helix: Outlining user-oriented innovation models*, University of Tampere, Institute for Social Research, Work Research Centre.

Baldwin, C. Y., and K. B. Clark (2000) *Design rules: The power of modularity*. Cambridge, MA: MIT Press.

Benner, M. J. and M. Tushman (2002) Process Management and Technological Innovation: A Longitudinal Study of the Photography and Paint Industries. *Administrative Science Quarterly*, 47(4), 676-707.

Dertouzos, M. L., R. K. Lester and, R. M. Solow (1989) *Made in America*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

Ettlie, J., W. Bridges, and, R. O'Keefe (1984) Organization Strategy and Structural Differences for Radical versus Incremental Innovation. *Management Science*, 30(6), 682-695.

OECD and Eurostat (2018) *Oslo Manual guidelines for collecting, reporting and using data on innovation 4th Edition*, OECD Publishing.

Prahalad C.K. and G. Hamel (1990) The core competence of the corporation, *Harvard Business Review*, 1990, May-June, 2-15.

Romanelli, E., and M. L. Tushman (1994) Organizational transformation as punctuated equilibrium: An empirical test, *Academy of Management journal*, Vol. 37, No. 5, 1141-1166.

Schumpeter, J. A. (1926) *Theorie der wirtschaftlichen*

Entwicklung. Duncke and Humblot.

von Hippel, E. (2005) *Democratizing Innovation*. Cambridge, MA: MIT Press.

——— (1988) *The Sources of Innovation*. New York, NY: Oxford University Press.

——— (2005) *Democratizing Innovation*. Cambridge, MA: MIT Press.

Yin, R. K. (1994) *Case Study Research 2nd Edition*, Sage Publications.

Yu, X., F. Kohlbacher, and, S. Ogawa (2020) How user innovation origin affects firm's subsequent innovation performance: The case of Japan's fishing tackle industry, *Innovation Organization & Management*, VOL. 22, NO. 2, 160-192.

岩尾俊兵(2018)「インクリメンタル・イノベーションと組織設計:日本の自動車産業における改善活動の実態とコンピュータ・シミュレーション」『組織科学』52巻2号 pp.70-86。

榎本俊一(2015)「後発工作機械メーカーの戦略的M&A 展開—森精機の経営資源獲得とグローバル化—」『商学論纂(中央大学)』第57巻第1・1号, pp.471-502。

経済産業省、厚生労働省、文部科学省(2020)『ものづくり白書』2020年版。

——— (2021)『ものづくり白書』2021年版。

柴田友厚(2019)『日本のものづくりを支えたファナックとインテルの戦略「工作機械産業」50年の革新史』光文社新書。

鈴木信貴、相山泰生(2009)「工作機械メーカーのソリューション・ビジネス:ヤマザキマザック株式会社」『京都大学大学院経済学研究科 Working Paper』J-72, pp.1-17。

鈴木信貴(2010)「交渉力と設計能力の構築によるアーキテクチャ・シフト—森精機によるMAPPS開発の事例—」『東京大学MMRC Discussion Paper』No.326, pp.1-16。

田中克昌(2019)『戦略的イノベーション・マネジメント』中央経済社。

——— (2021a)「下請製造業の自社製品展開におけるイノベーション・マネジメント」『経営教育研究』第24巻1号, pp.63-74。

——— (2021b)「工作機械関連IT投資における中小製

経営論集 Vol.8, No.1 (2022) pp.1-11

「造業者の合意形成」IT経営ジャーナル8, pp.24-28。

—— (2021c) 「中小製造業の工作機械活用における
イノベーション・マネジメント—金属加工業の事例
をもとに—」日本経営学会第95回大会報告要旨集,
pp.213-216。

中小企業庁『中小企業白書』2020年版。

中馬宏之(2002)「モジュール設計思想の役割」青木昌
彦、安藤晴彦(編著)『モジュール化』東洋経済新
報社, pp.211-246。

日本機械工業連合会(2019)「生産設備保有期間実態調
査」。

日本工作機械工業会(2020)『工作機械統計要覧2020』
2020年版。

—— (2021)『日本の工作機械産業2021 世界のも
のづくりを支える産業』2021年版。

松島桂樹(2007)『IT投資のマネジメントの発展—IT
投資効果の最大化を目指して—』白桃書房。

三菱UFJリサーチ&コンサルティング(2021)「令和
2年度製造基盤技術実態等調査」『我が国ものづくり
産業の課題と対応の方向性に関する調査』。



Journal of Public and Private Management

Vol. 8, No. 1, March 2022, pp. 1-11

ISSN 2189-2490

Sustainable Incremental Innovation to Increase Labor Productivity in Small and Medium-sized Manufacturers

Katsumasa Tanaka

Faculty of Business Administration, Bunkyo University

✉ k.tanaka@bunkyo.ac.jp

Received: 3, December, 2021

Abstract

The competitive strategy of machine tool manufacturers to develop individually optimized NC (Numerical Control) systems has resulted in different software and interfaces for each manufacturer, making it difficult for small and medium-sized manufacturers to collect and utilize data from the manufacturing floor and other sources that are considered effective in improving labor productivity. This study examines how small and medium-sized manufacturers can realize incremental innovation and manage it for the various machine tools they own under such circumstances. Through a case study, this research examines how small and medium-sized manufacturers can sustainably evolve incremental innovation through a holistic “User Centric Service Offering” by mobilizing their collective leadership, based on the individually optimal competitive strategy established by machine tool manufacturers. The study revealed that small and medium-sized manufacturers are also mobilizing their centralized leadership to continuously improve their labor productivity through holistically optimized “User Centric Service Offering”.

Keywords: Small and Medium-sized Manufacturers, Metal Cutting Machine Tools, Labor Productivity, Sustainable Incremental Innovation, User Centric Service Offering

Faculty of Business Administration, Bunkyo University

5-6-1 Hanahata, Adachi, Tokyo 121-8577, JAPAN

Tel +81-3-5688-8577, Fax +81-3-5856-6009

<http://www.bunkyo.ac.jp/faculty/business/>

経営論集 Vol.8, No.1

ISSN 2189-2490

2022年 3月31日発行

発行者 文教大学経営学部 石塚 浩

編集 文教大学経営学部 研究推進委員会

編集長 山崎 佳孝

〒121-8577 東京都足立区花畑5-6-1

TEL : 03-5688-8577 FAX : 03-5856-6009

<http://www.bunkyo.ac.jp/faculty/business/>