

マネジメントや組織がデジタル技術の利活用に与える影響*

大山 睦**

〈要旨〉

本稿では、2020年度と2021年度に実施したJPMOPSのデータを利用して、マネジメントの在り方や組織の特徴がデジタル技術（IoT、AI、3DCAD/CAM）の利活用にどのように影響を与えるかを考察する。先行研究において、ICT利用とマネジメント／組織との補完的な関係が指摘されており、本稿の実証分析もその流れを汲む研究である。本稿の主な分析結果は、以下の通りである。効率的にマネジメントしている事業所では、IoT、AI、3DCAD/CAMのデジタル技術を利活用する傾向が高い。本社と事業所間での権限の所在はデジタル技術の利活用に影響を与えないと考えられる一方で、組織が水平的な広がりを持ち、水平的に柔軟に対応する組織であると、デジタル技術を利活用する傾向が高い。デジタル技術の利活用の程度が高い事業所では、イノベーション改善活動が活発に行われている。マネジメントの在り方や組織の特徴がデジタル技術の利活用の重要な決定要因であり、デジタル技術の利活用はイノベーション改善活動を促すことを示唆している。

JEL Classification Codes : M11、M12、M15、O30

Keywords : デジタル技術、マネジメントや組織の在り方、イノベーション

* 本稿は、2020年度と2021年度に神林龍氏（武蔵大学）と共同で実施したサーベイ調査からのデータ（JPMOPS）を利用し、同氏との共同研究を通じて得られたアイデアを活用している。また、2020年度と2021年度に実施したサーベイ調査では、内閣府経済社会総合研究所に後援して頂いた。ここに記して、感謝の意を表したい。本稿中のデータ分析の結果や見解の責任は、筆者個人にある。本稿の研究は、JSPS 科研費18H03633の助成を受けたものである。

** 大山 睦：一橋大学イノベーション研究センター・教授。

The Impacts of Management and Organization on the Use of Digital Technology

By Atsushi OHYAMA

Abstract

This paper uses the data from the JP MOPS, the Japanese version of the Management and Organizational Practices Survey, to examine how management and organizational practices and structures affect the use of digital technologies (IoT, AI, 3D CAD/CAM). Several past studies pointed to the complementarity between the use of ICT and management/organization structures, and the empirical analysis of this paper tries to contribute to this line of research. The main findings of this paper are as follows. First, establishments with efficient management tend to use digital technology such as IoT, AI, and 3D CAD/CAM. Second, while the allocation of decision-making authority between headquarters and establishments is unlikely to affect the use of digital technology, establishments tend to use digital technology when they have many production units or when problems are reported and fixed, and information is shared across production units. A positive correlation exists between technology scores and innovation/kaizen activities. Overall, the empirical analysis of this paper suggests that management and organization matter for the use of digital technology and that the use of digital technology promotes innovation/kaizen activities.

JEL Classification Codes: M11, M12, M15, O30

Keywords: Digital Technology, Management and Organizational Practices, Innovation

1. はじめに

近年、生産性向上の一つの手段として、企業におけるデジタル技術の導入、そして利活用の必要性が指摘されている。他の要因を一定とすれば、デジタル技術を活用することで生産性などの企業パフォーマンスは向上するだろう。しかしながら、デジタル技術を導入し、積極的に活用する企業もあれば、デジタル技術を導入せず、全く活用しない企業もある。企業がデジタル技術のメリットを勘案して、その利活用を決めているとすると、他の要因は一定ではなく、企業の異質性がデジタル技術の利活用に影響を与えていると考えられる。

それでは、どのような異質性がデジタル技術の利活用に影響を与えるのだろうか？本稿では、マネジメントの在り方や組織の特徴から事業所や企業の異質性を捉え、それらの要因がデジタル技術の利活用を促すかどうかについてデータを用いて考察する。Bloom et al. (2012) は、アメリカとヨーロッパの生産性の差が IT 資本の活用の差を反映していると論じ、アメリカ企業が IT のメリットを生かすようにマネジメントされていると主張している。実際に、彼らのデータ分析では、他国の多国籍企業に属している事業所と比較して、アメリカの多国籍企業に属している事業所は IT 利用からの生産性も高く、IT をより集約的に利用していることが示されている。更に、アメリカの多国籍企業の方が、昇進、報酬、採用、解雇・配置転換について、効率性達成のためのインセンティブが適切に与えられる形でマネジメントされていることも示されている。つまり、マネジメントの在り方が IT 利用のメリットに影響し、マネジメントの在り方が IT 利用の重要な決定要因になっている。Bresnahan et al. (2002) において、ICT 利用と組織デザインには強い補完性があると論じられている。この補完性と企業の異質性が企業間での ICT 利用の差を生み出すと考えられる。Hempell and Zwick (2008) では、ICT 利用が組織を柔軟にする効果があると主張している。彼らの研究において、ICT を積極的に利用している組織では、従業員への権限移譲や活動の多様性が観察されている。本稿でも、同様の意図で、マネジメントの在り方や組織の特徴に着目し、デジタル技術の利活用との関係を考察する。

本稿の実証分析では、JP MOPS（マネジメントや組織構造に関する調査）のデータを利用する。JP MOPS データは日本の事業所についてのデータであり、サーベイ調査によって、マネジメントや組織に関する情報を集めている。サーベイ調査は複数回行われているが、本稿の実証分析では、製造業を対象に 2020 年度と 2021 年度に実施したサーベイ調査のデータを利用する。JP MOPS のデータを利用することで、マネジメントスコアや組織を特徴付ける指標を作成できる。それに加えて、IoT、AI、3D CAD/CAM のデジタル技術の利活用の程度について、事業所レベルの情報を含んでいる。したがって、マネジメントの在り方、組織の特徴、デジタル技術の利活用の程度に関するデータが揃い、マネジメントの在り方や組織の特徴がデジタル技術の利活用に与える影響について、データを用いて分析することが可能である。このようなデータが揃うことは稀であり、このデータを分析するこ

とで新たな知見を提供すると考えられる。

本稿の実証分析から得られる主な結果は、以下の通りである。効率的にマネジメントしている事業所では、IoT、AI、3D CAD/CAMのデジタル技術を活用する傾向が高い。この結果はデータ利用や組織の特徴をコントロールした上でも成立する。本社と事業所間での権限の所在はデジタル技術の利活用に影響を与えないと考えられる一方で、組織が水平的な広がりを持ち、水平的に柔軟に対応する組織であると、デジタル技術を活用する傾向が高い。デジタル技術の利活用の程度が高い事業所では、イノベーション改善活動が活発に行われている。

本稿の構成は以下の通りである。第2節では、JP MOPSのデータを説明する。JP MOPSの概要を説明した後に、デジタル技術の利活用に関する変数、マネジメントスコア、組織の特徴を捉える指標の作成について述べる。第3節では、実証分析の結果を報告する。最初に、マネジメントの在り方と組織の特徴に着目して、デジタル技術の利活用の決定要因について分析する。次に、デジタル技術の利活用がイノベーション改善活動を促すかどうかについてデータを用いて検証する。第4節では、分析結果を踏まえて、本稿のまとめを行う。

2. データ

2.1 JP MOPS

本稿の分析では、JP MOPSのデータを用いる。内閣府経済社会総合研究所と一橋大学は、Bloom氏（スタンフォード大学）の研究チームと米国センサス局が設計し、実施したManagement and Organizational Practices Survey (MOPS)を参考にし、組織やマネジメントの在り方に関するサーベイ調査を実施した。このサーベイ調査から得られたデータが日本版のMOPSであり、JP MOPSと呼ばれている。2016年度に第1回目の調査を、製造業、飲食小売業、情報通信サービス業の事業所を対象にして、「組織マネジメントに関する調査」として実施した。第2回目のサーベイ調査は、卸売業、道路貨物運送業、医療業を対象にし、2018年度に実施した。2020年度に実施した第3回目のサーベイ調査では製造業を対象を絞り、コロナ禍における影響を検証する目的で、第3回目の調査の回答者を対象に、2021年度に追跡調査を実施した。本稿では、製造業を対象を絞った第3回目のサーベイ調査と追跡サーベイ調査のデータを用いて分析を行う。2020年度実施のサーベイ調査では4,377事業所から回答を得て、2021年度実施の追跡調査では、986事業所から回答を得ている。

JP MOPSの全てのサーベイ調査において、マネジメントの在り方と組織における権限の所在についての質問項目を設けている。具体的には、(a)モニタリングや改善活動、(b)昇進基準、(c)生産目標設定、(d)ボーナス設定、(e)解雇・配置転換方針に関するマネジメント・プラクティスについて16の質問が設けられている。例えば、「貴事業所では、生産工程に問題が生じた時、それにどのように対処しましたか」という質問に対して、「何もしなかつ

た」、「問題点を解消したが、それ以上のことは行わなかった」、「問題点を解消し、再び行われぬように対策を採った」、「問題点を解消し、再び行われぬように対策を採ったうえ、同様の問題を未然に防ぐための継続的な改善プロセスを設けた」の中から、回答者は1つ選択する形で回答する。マネジメント・プラクティスについての各質問項目に対する回答を効率性とインセンティブの観点から評価し、マネジメントの在り方や効率性を捉える指標を作成できる。

JPMOPS の調査対象は事業所であり、事業所は単独事業所、複数事業所の本社、複数事業所の支所の3つに分類される。複数事業所の本社と複数事業所の支所を対象にして、組織における権限の所在に関する質問をしている。具体的には、「正社員の採用」、「基本給の増額」、「新製品の投入」、「製品の価格」、「製品の宣伝広告」の決定について質問し、サーベイ回答者は、「貴事業所ですべて決定されることになっていた」、「貴社の本社ですべて決定されることになっていた」、「貴事業所と貴社の本社で合議のうえで決定されることになっていた」の中から1つ選択する形で回答する。これらの質問の意図は、組織における権限の所在を把握し、本社に権限が集中している中央集権型の企業の事業所であるか、事業所に権限が集中している分権型の企業の事業所であるかを分類することである。権限の所在に焦点を当て、組織の特徴を捉える試みである。

2021年度実施の追跡調査では、権限の所在以外の特徴についても、組織の特徴について質問している。生産ユニット数、生産ユニットに所属する従業員数、最高責任者までに介在する上司数について質問し、組織の形態を捉えようとしている。それらの質問に加えて、生産ユニット間の垂直的な関係と水平的な関係に着目して、組織内における問題報告と問題対策に関する質問を行っている。具体的には、生産工程に問題が発生したことを想定し、一般従業員がその問題を、「上司には報告しない」、「直属の上司に直接報告する」、「直属の上司の上司にあたる人物まで直接報告する」、「最高責任者を含む多くの上司に直接報告する」のどれに該当するかを選ぶ。この質問によって、問題報告の垂直的な柔軟性を把握できる。問題報告の水平的な関係に関する質問への選択肢は、「直属の上司を介さない場合、他の生産ユニットに報告しない」、「3分の1未満の生産ユニットに報告する」、「3分の1以上3分の2未満の生産ユニットに報告する」、「3分の2以上の生産ユニットに報告するが、全てではない」、「全ての生産ユニットに報告する」である。この質問によって、問題報告の水平的な柔軟性を把握できる。垂直的な関係と水平的な関係の両方に関して、問題対策についても同様の質問を行っている。これらの質問は、組織の問題発生への対応に焦点を当て、組織の特徴を捉える試みである。

2020年度と2021年度に実施したサーベイ調査では、IoT、AI、3D CAD/CAMの利活用の状況を尋ねている。IoTについては、「導入しておらず、予定もない」、「導入していないが予定がある」、「スタンドアロンをピアツーピアでつないで導入している」、「クライアントサーバシステムで導入している」、「クラウドを導入している」から、サーベイ回答者は複数回答可で選択している。AIと3D CAD/CAMについては、「導入しておらず、予定もない」、

「導入していないが予定がある」、「一部の工程に導入している」、「ほとんどの工程に導入している」の中から1つ選択し、回答している。これらの回答を利用して、事業所におけるデジタル技術の利活用を把握できる。

以上で述べたように、JPMOPSのデータには、マネジメントの在り方、組織における権限の所在、組織の柔軟性、デジタル技術の利活用に関するデータが事業所レベルで揃っており、マネジメントの在り方や組織の特徴がデジタル技術の利活用に与える影響を分析できる。

2.2 変数と推定方法

マネジメントや組織がデジタル技術の利活用に与える影響を分析するために、本稿の分析において、デジタル技術の利活用を示す変数を被説明変数として、マネジメントの在り方や組織の特徴を捉える指標を主な説明変数として用いる。2020年度に実施したサーベイ調査では、2020年1月と2020年12月の2時点についての状況を回答するようになっているが、本稿の分析では主に2020年12月時点のデータを利用する。

データ分析を行うために、IoT、AI、3D CAD/CAMの利活用の情報をもとに、それぞれのデジタル技術を利用しているかどうかを示すダミー変数を作成する。IoTについては、何らかの形（ピアツーピア、クライアントサーバ、クラウド）で導入している場合、 D_{IoT} は1の値を取り、導入していない場合、 D_{IoT} は0の値を取る。AIと3D CAD/CAMについては、一部の工程やほとんどの工程で導入している場合、 D_{AI} と D_{3D} は1の値を取り、導入していない場合、 D_{AI} と D_{3D} は0の値を取る。事業所におけるIoT、AI、3D CAD/CAMの利活用の状況を総合的に評価するために、テクノロジースコアを作成する。まず、IoTについては、「導入しておらず、予定もない」場合は0点、「導入していないが予定がある」場合は0.25点、「スタンドアロンをピアツーピアでつないで導入している」場合は0.5点、「クライアントサーバシステムで導入している」場合は0.75点、「クラウドを導入している」場合は1点を付与する。AIと3D CAD/CAMについては、「導入しておらず、予定もない」場合は0点、「導入していないが予定がある」場合は0.33点、「一部の工程に導入している」場合は0.66点、「ほとんどの工程に導入している」場合は1点とする。そして、デジタル技術の利活用の平均点を計算し、テクノロジースコアとする。テクノロジースコアは0から1の値を取り、1に近くなるほど、デジタル技術の利活用の程度が高いと解釈する。

マネジメントの在り方を捉える指標としてマネジメントスコアを作成する。マネジメントスコアの計算は、Bloom et al. (2019) や Kambayashi et al. (2021) の方法を踏襲する。マネジメント・プラクティスに関する各質問について、効率性とインセンティブの観点から望ましい回答に0から1の点数を付ける。そして、マネジメント・プラクティスに関する16の質問についての点数を用いて平均点を求め、この平均点をマネジメントスコアとする。マネジメントスコアは0から1の値を取り、1に近くなるほど、より構造化された、あるいは効率的なマネジメントを実行していると解釈する。

組織の権限所在を捉える指標として分権スコアを作成する。マネジメントスコアの計算と同様に、Bloom et al. (2019) や Kambayashi et al. (2021) の方法を用いて、分権スコアを計算する。「正社員の採用」、「基本給の増額」、「新製品の投入」、「製品の価格」、「製品の宣伝広告」の決定に関する質問について、本社で決定されていた場合は0点を、事業所と本社で合議のうえで決定されていた場合は0.5点を、事業所で決定されていた場合は1点を付与する。事業所で決めることができる固定資本投資の金額についても質問しており、5つの金額のレベルから選択できる。金額が大きくなるにつれて、0、0.25、0.5、0.75、1の中から、大きな数字を付与する。それらの点数を用いて平均点を求め、この平均点を分権スコアとする。分権スコアは0から1の値を取り、1に近くなるほど、事業所により権限が所在していると解釈する。

2021年度実施の追跡調査で得られた組織の特徴についても、数値化する。生産ユニット数、生産ユニットに所属する従業員数、最高責任者までに介在する上司数は、加工をせずにそのまま利用する。上司への問題報告と問題対策に関する質問を利用して、組織の垂直的な柔軟性を計測する指標を作成する。「上司には報告しない」場合は0点、「直属の上司に直接報告する」場合は0.33点、「直属の上司の上司にあたる人物まで直接報告する」場合は0.66点、「最高責任者を含む多くの上司に直接報告する」場合は1点を付ける。同様に、多くの上司が問題対策に関与するにつれて、0から1の間で高い点を付与する。マネジメントスコアの計算と同様に、上司への問題報告と問題対策に関する質問の平均点を求め、これを垂直的柔軟性スコアとする。垂直的柔軟性スコアは0から1の値を取り、1に近くなるほど、垂直的に柔軟性が高い組織であると解釈する。生産ユニット間での問題報告と問題対策に関する質問を利用して、組織の水平的な柔軟性を計測する指標を作成する。多くのユニットと情報共有や対策を講じると、水平的柔軟性スコアが高くなるように数値化する。水平的柔軟性スコアも0から1の値を取り、1に近くなるほど、水平的に柔軟性が高い組織であると解釈する。それらの変数に加えて、問題対処に関する事前ルールの柔軟性も数値化する。一般従業員が事前のルールに従わないことで効率的に対処できると分かったことを想定した時に、「全ての場合において事前ルールに従う」と回答した場合は0点、「原則的に事前ルールに従うが、柔軟に対処することもある」と回答した場合は0.33点、「事前ルールに従う場合と軟に対処する場合が半々である」と回答した場合は0.66点、「事前ルールに従うことは少なく、ほとんどの場合において、柔軟に対処する」と回答した場合は1点とし、事前ルール柔軟性スコアとする。

事業所の従業員数、本社・支所、産業中分類、工場機能のタイプ、設立年カテゴリーをコントロール変数として、推定に含める。これらの情報は、JP MOPSに含まれている。

マネジメントと組織がデジタル技術の利活用に与える影響を分析する為に、以下の推定式を基本的に用いてロジットモデルで推定する。

$$\Pr(D_i = 1) = G(\beta_0 + \beta_1 m_score + \beta_2 o_score + \beta_3 X) \text{ for } i = IoT, AI, 3D$$

上述したように、 D_i はデジタル技術の利活用のダミー変数であり、IoT、AI、3DCAD/CAM について、別個に推定する。 m_score はマネジメントスコアである。 o_score は組織の特徴を捉える変数であり、分権スコア、生産ユニット数、生産ユニットに所属する従業員数、最高責任者までに介在する上司数、垂直的柔軟性スコア、水平的柔軟性スコア、事前ルール柔軟性スコアを含んでいる。 X は上述したコントロール変数を表す。 $G(\cdot)$ はロジスティック関数を表す。

テクノロジースコアは、デジタル技術の利活用を総合的に評価する指標であり、連続変数である。上記の式の関係性を線型にして、テクノロジースコアを被説明変数として、 m_score や o_score との関係を最小二乗法で推定する。

デジタル技術の利活用は、企業活動を活発にさせるのだろうか？企業活動は多岐に渡るが、本稿ではイノベーション活動を重要な企業活動として取り上げ、デジタル技術の利活用がイノベーション活動に与える影響を考察する。

2020 年度に実施した JPMOPS のサーベイ調査では、2015 年から 2020 年度におけるイノベーション改善活動の状況を尋ねている。具体的には、「製造・検査・運搬工程の改善」、「サプライチェーンマネジメントの改善」、「人材育成・能力開発プログラムの改善」、「新製品・新サービス開発への関与」の各項目について、どの程度イノベーション改善活動に関わっているかを、「実施していない」、「数年に 1 回」、「年に 1 回」、「年に 2 回以上」から、サーベイ回答者は 1 つだけ選んでいる。2020 年 12 月当時のデジタル技術活用の指標を説明変数として用いるため、「年に 1 回」または「年に 2 回以上」を選んでいる場合、イノベーション改善活動ダミーは 1 の値を取り、「実施していない」または「数年に 1 回」を選んでいる場合は 0 の値を取るよう作成する。イノベーション改善活動ダミーをそれぞれのイノベーション改善活動について作成し、それを被説明変数として用いて、ロジットモデルで別個に推定する。その際には、 m_score などの変数も推定に含める。

2.3 記述統計量

表 1 にデジタル技術に関する変数、マネジメントと組織に関する変数、イノベーションに関する変数についての記述統計量を報告している。JPMOPS のサーベイ調査に回答した事業所のうち、IoT を何らかの形で利活用している事業所は 1,593 事業所であり、35% に相当する。3DCAD/CAM も同様の数字であり、39% の事業所が利活用している。AI に関しては、利活用している事業所は非常に少なく、375 事業所で、1% にも達していない。2020 年の 12 月時点において、3 分の 1 以上の事業所が IoT と 3DCAD/CAM を利活用している一方で、ほとんどの事業所で AI が利活用されていない。

マネジメントスコアの平均値は 0.50 である。一つの解釈として、典型的な事業所において、効率性とインセンティブの観点から望ましいとされるマネジメント・プラクティスの約半分が採用されていると解釈できる。Kambayashi et al. (2021) で詳細に報告していると同様に、マネジメントスコアは事業所間でばらつきが生じている (図 1-2 を参照)。第

1 四分位は 0.40 であり、第 3 四分位は 0.61 である。効率的にマネジメントされている事業所もあれば、そうではない事業所もある。

分権スコアの平均値は 0.35 である。分権スコアが 0 の場合、全ての決定が本社で行われており、分権スコアが 1 の場合、全ての決定が事業所で行われていることを示す。分権スコアの平均値が 0.35 であり、3 分の 2 くらいの事項が本社で決定され、残りの 3 分の 1 くらいの事項が事業所で決定されるのが事業所の平均像として浮かび上がる。

図 1 はテクノロジースコア、マネジメントスコア、分権スコアについてのヒストグラム図である。分布の形はスコア間で異なるが、それぞれのスコアにおいてばらつきがあることが確認できる。それらのばらつきは事業所の異質性を表している。

イノベーションに関しては、54%の事業所が製造・検査・工程の改善に、40%の事業所がサプライチェーンマネジメントの改善に、43%の事業所が人材育成・能力開発プログラムの改善に取り組んでおり、37%の事業所が新製品・新サービスの開発に関与している。

表 1：記述統計量

A. デジタル技術に関する変数						
	事業所数		割合			
	していない	している	していない	している		
IoT の利活用	2,838	1,539	0.65	0.35		
AI の利活用	3,792	375	0.91	0.09		
3D CAD/CAM の利活用	2,552	1,623	0.61	0.39		
	平均値	最小値	第 1 四分位	中央値	第 3 四分位	最大値
テクノロジースコア	0.25	0.00	0.00	0.22	0.41	1.00
B. マネジメントと組織に関する変数						
	平均値	最小値	第 1 四分位	中央値	第 3 四分位	最大値
マネジメントスコア	0.50	0.00	0.40	0.51	0.61	0.90
分権スコア	0.35	0.00	0.21	0.33	0.46	1.00
C. イノベーションに関する変数						
	事業所数		割合			
	していない	している	していない	している		
製造・検査・運搬工程の改善	1,907	2,242	0.46	0.54		
サプライチェーンマネジメントの改善	2,479	1,632	0.60	0.40		
人材育成・能力開発プログラムの改善	2,141	1,635	0.57	0.43		
新製品・新サービス開発への関与	2,605	1,527	0.63	0.37		

図1-1：テクノロジースコアの分布

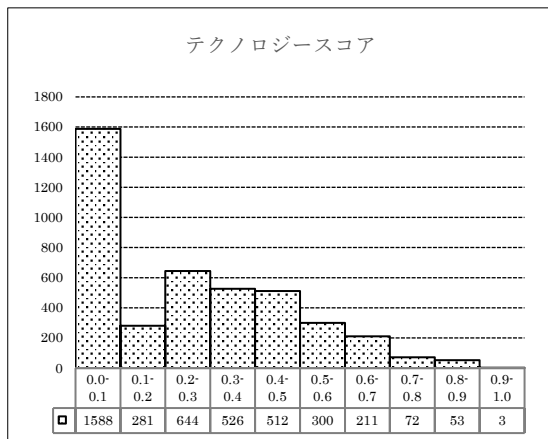


図1-2：マネジメントスコアの分布

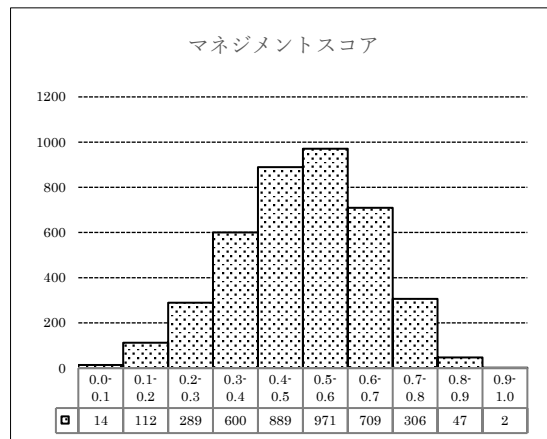
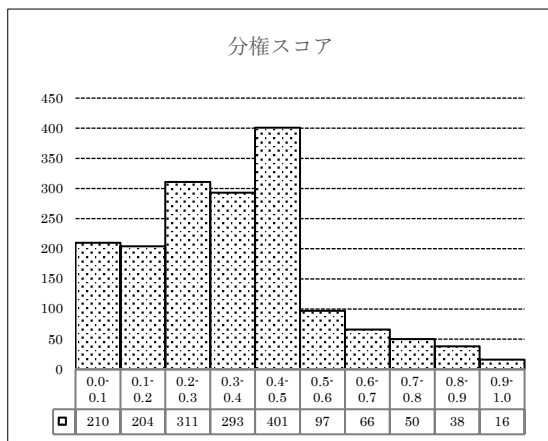


図1-3：分権スコアの分布



3. 分析結果

3.1 マネジメントの在り方とデジタル技術の利活用

効率的なマネジメントは、デジタル技術の利活用を促すのだろうか？マネジメントスコアとデジタル技術利活用の変数との関係を分析することで、この問いに実証的に答えることを試みる。

表2の(1)は、IoTの利活用とマネジメントスコアの関係の推定結果を示している。推定結果によると、マネジメントスコアの係数は3.044であり、1%の有意水準で統計的に有意である。したがって、IoTの利活用のダミー変数とマネジメントスコアには正の相関関係がある。表2の(2)は、AIの利活用とマネジメントスコアの関係の推定結果を示している。マネジメントスコアの係数は正の値で1%の有意水準で統計的に有意であり、AIの利活用のダミー変数とマネジメントスコアにも正の相関関係がある。表2の(3)は、3DCAD/CAMの利活用とマネジメントスコアの関係の推定結果を示している。IoTやAIの利活用と同様

に、3D CAD/CAM の利活用とマネジメントスコアには正の相関関係がある。表 2 の(4)はテクノロジースコアを被説明変数として、マネジメントスコアに回帰した結果である。マネジメントスコアの係数は 0.383 であり、1%の有意水準で統計的に有意である。この推定においても、マネジメントスコアと正の相関を見出せる。なお、これらの全ての推定において、事業所の従業員数、本社・支所、産業中分類、工場機能のタイプ、設立年カテゴリーをコントロール変数として含めている。

表 2 の結果は、全てのデジタル技術の利活用について、マネジメントスコアと正の相関関係が存在することを示している。したがって、観察可能な特徴が同じである事業所同士を比較すると、マネジメントが効率的でない事業所よりも、マネジメントが効率的な事業所のほうがデジタル技術を利用する傾向にあると解釈できる。表 2 の(4)の結果を利用すると、マネジメントスコアの第 1 四分位から第 3 四分位への変化は、テクノロジースコアを 0.08 (=0.383x0.21) だけ変化させる。このテクノロジースコアの変化は、第 1 四分位から第 3 四分位への変化の 20%に相当し、決して小さい効果でない。

表 2 : マネジメントとデジタル技術の利活用

	IoT	AI	3D CAD/CAM	テクノロジー スコア
	(1)	(2)	(3)	(4)
マネジメントスコア	3.044*** (0.251)	3.573*** (0.432)	1.644*** (0.277)	0.383*** (0.023)
推定方法	ロジット	ロジット	ロジット	最小二乗法
観察数	3,937	3,801	3,808	3,822

(注) 括弧の中の数字はロバスト標準誤差を示す。***は 1%の有意水準で統計的に有意であることを示す。コントロール変数として、事業所の従業員数、本社・支所、産業中分類、工場機能のタイプ、設立年カテゴリーを含んでいる。

3.2 組織の特徴とデジタル技術の利活用

組織の特徴は、デジタル技術の利活用を促すのだろうか？最初に、本社と事業所における権限の所在がどのようにデジタル技術の利活用に影響を与えるかを考察する。分権スコアを利用して、決定権が本社に集中しているほうが、事業所に集中しているよりも、デジタル技術の利活用を促すのかどうかをデータで検証する。

表 3 の推定では、マネジメントスコアの代わりに分権スコアを説明変数として用い、表 2 の推定と同じ方法で推定している。表 3 の(1)は、分権スコアと IoT の利活用の関係に関する推定結果を示している。分権スコアの係数は 0.062 であり正の値を取るが、統計的に有意ではない。マネジメントスコアのように、相関関係を見出すことはできない。表 3 の(2)は、分権スコアと AI の利活用の関係に関する推定結果を示している。推定結果によると、分権スコアの係数は-0.948 で負の値を取り、5%の有意水準で統計的に有意である。分権スコアは大きくなるほど、事業者により権限（ビジネス活動における様々な決定権）

が所在している。分権スコアの係数が負であることは、本社により権限がある事業所の方が、AIを利活用する傾向が高いと推察できる。この推定結果は、一つの解釈として、本社が主導する形で事業所でのAIの利活用が行われているという可能性を示唆している。表3の(3)は3D CAD/CAMについて、表3の(4)はテクノロジースコアについての推定結果を示している。両方の結果において、分権スコアの係数は統計的に有意ではなく、何らかの相関関係を見出すことはできない。

分権スコアとデジタル技術の活用との間には、AIの場合を除いて、相関関係を見出すことはできない。本稿では詳しい結果を報告しないが、表3で用いた推定式にマネジメントスコアを説明変数として加えても、分権スコアについての推定結果は変わらない。ビジネス活動における様々な決定権が本社にあるのか、事業所にあるのかは、デジタル技術の利活用に大きな影響を与えないと、上述の推定結果から推察できる。しかしながら、そのような効果がAIに関してだけには存在するかもしれない、本社に権限がある方が、事業所においてAIを利活用する傾向にあると考えられる。

表3：権限の所在とデジタル技術の利活用

	IoT	AI	3D CAD/CAM	テクノロジー スコア
	(1)	(2)	(3)	(4)
分権スコア	0.062 (0.273)	-0.948** (0.436)	0.145 (0.300)	-0.017 (0.027)
推定方法	ロジット	ロジット	ロジット	最小二乗法
観察数	1,686	1,610	1,610	1,619

(注) 複数事業所の本社と複数事業所の支所だけを推定に含み、単独事業所を含んでいない。括弧の中の数字はロバスト標準誤差を示す。**は5%の有意水準で統計的に有意であることを示す。コントロール変数として、事業所の従業員数、本社・支所、産業中分類、工場機能のタイプ、設立年カテゴリーを含んでいる。

権限の所在以外にも組織を特徴付ける要素がある。表4では、2021年度の追跡調査から得られた組織に関する様々なデータを説明変数としており、それらの変数がデジタル技術の利活用に与える影響についての推定結果が報告されている。この推定では、表2で使用した特定化に組織に関する説明変数を加えて、同じ被説明変数と推定方法で推定している。なお、2021年度の追跡調査のデータを使用して、表2の推定を再現したが、同様な結果を得ている。したがって、表2の推定結果の頑健性と2021年度の追跡調査からのデータを使用する妥当性に一定のサポートを与えている。

表4の(1)では、テクノロジースコアを被説明変数とし、生産ユニット数、生産ユニットに所属する従業員数、最高責任者までに介在する上司数を説明変数として含め、推定を行っている。それらの変数は、組織の形態を捉えると考えられる。生産ユニット数は組織の水平的な広がりをつまみ、生産ユニットに所属する従業員数はユニットの規模をつまみ、最

高責任者までに介在する上司数は組織の垂直的な深さを捉える。推定結果によると、これらの変数は統計的に有意ではなく、テクノロジースコアと相関していない。生産ユニットの規模、組織の水平的な広がり、組織の垂直的な深さは、デジタル技術の利活用に影響を与えない可能性を示唆している。

表4の(2)では、垂直的柔軟性スコア、水平的柔軟性スコア、事前ルール柔軟性スコアを説明変数として推定を行なっている。それらのスコアは問題対応に関する報告や対策が組織内の異なるユニットや階層をまたいで行われている度合いを測っている。これら3つの係数を見ると、水平的柔軟性スコアは正の値をとり、1%の有意水準で統計的に有意である。一方で、垂直的柔軟性スコアと事前ルール柔軟性スコアは統計的に有意ではなく、相関関係が見られない。多くの生産ユニットが問題対応に関する報告や対策に関与している事業所では、デジタル技術が利活用されている傾向にある。デジタル技術から得られる効率性を異なった生産ユニットで共有できるメリットが大きいため、組織におけるデジタル技術の利活用を促しているのかもしれない。

表4の(3)では、組織の特徴を捉える全ての変数を含めて推定を行なっている。基本的には、別個に行なった推定結果と同じである。水平的柔軟性スコアは正の値をとり、1%の有意水準で統計的に有意である。別個の推定では、生産ユニット数は統計的に有意ではな

表4：組織の特徴とデジタル技術の利活用

	テクノロジースコア		
	(1)	(2)	(3)
生産ユニット数	0.0010 (0.0006)		0.0014** (0.0007)
生産ユニット内の人数	0.0001 (0.001)		0.0002 (0.001)
上司の人数	0.005 (0.004)		0.004 (0.004)
垂直的柔軟性スコア		0.041 (0.038)	0.037 (0.038)
水平的柔軟性スコア		0.057*** (0.019)	0.061*** (0.019)
事前ルール柔軟性スコア		-0.009 (0.030)	-0.003 (0.030)
マネジメントスコア	0.417*** (0.043)	0.421*** (0.043)	0.405*** (0.044)
推定方法	最小二乗法	最小二乗法	最小二乗法
観察数	911	914	890

(注) 2021年度実施のJP MOPS データを利用して、推定を行っている。括弧の中の数字はロバスト標準誤差を示す。***は1%、**は5%の有意水準で統計的に有意であることを示す。コントロール変数として、事業所の従業員数、本社・支所、産業中分類、工場機能のタイプ、設立年カテゴリーを含んでいる。

かったが、全ての変数を含めた推定では正の値をとり、5%の有意水準で統計的に有意である。繰り返しになるが、デジタル技術から得られる効率性を多くの生産ユニットで共有できる場合、デジタル技術の利活用から得られるメリットが大きく、そのことが理由で組織におけるデジタル技術の利活用を促しているのかもしれない。

表4の全ての推定において、マネジメントスコアを含めている。どの推定においても、マネジメントスコアの係数は正の値をとり、1%の有意水準で統計的に有意である。組織を特徴付ける変数をコントロールした上でも統計的に有意であり、効率的なマネジメントそのものがデジタル技術の利活用に果たす役割があることを示唆する。

3.3 データ利用とデジタル技術の利活用

上述の分析結果は、効率的なマネジメントがデジタル技術の利活用を促す可能性があることを示唆している。しかしながら、効率的にマネジメントを行なっている事業所ではデータ利用が進んでおり、そのことがデジタル技術の利活用を促しているかもしれない。つまり、表2の結果において、マネジメントスコアがデータ利用の程度を示す代理指標になっている可能性がある。

この可能性を検証するために、2020年度実施の調査に含まれているデータ利用の情報を用いる。典型的な事業活動として、「経営判断による事業全体の方針決定」、「製品・検品工程」、「需要予測」、「新製品や新サービスの設計立案」、「サプライチェーンマネジメント」、「バックオフィス業務」を挙げ、それぞれの事業活動に関してどの程度データを利用しているかを尋ねている。マネジメントスコアの作成と同様に、それぞれの項目について、利用の程度が大きくなるにつれて、1点に近づくように点数を付与し、全ての項目を使って平均点を計算し、その平均点をデータ利用スコアとする。

表5は表2の推定に使用した推定式にデータ利用スコアを加えて推定を行なった結果を示している。表5の(1)、(2)、(3)の推定結果を見ると、IoT、AI、3DCAD/CAMの利活用において、データ利用スコアの係数は正の値をとり、1%の有意水準で統計的に有意である。また、表5の(4)が示すように、デジタル技術の利活用を総合的に評価するテクノロジースコアにおいても、データ利用スコアの係数は正の値をとり、1%の有意水準で統計的に有意である。データの利用程度が高い事業所においては、デジタル技術が利活用されている傾向がある。デジタル技術とデータ利用の親和性を考慮すると、事前に予測できることであるが、データで確認できたことは一つの収穫である。

表5において、マネジメントスコアの係数も正の値をとり、1%の有意水準で統計的に有意である。データ利用スコアを含めることで、マネジメントスコアの係数の値は小さくなるが、統計的有意性は変わらない。したがって、マネジメントスコアが単にデータ利用の代理指標であるわけではないことを示している。

マネジメントや組織の観点から、デジタル技術の利活用の要因を分析した。マネジメントスコアが代理変数となり得る可能性を排除するために、データ利用など多くのコントロ

ール変数を含めることで対処した。外性的な変化を利用していないので、因果関係を厳密に確立させることはできないが、効率的なマネジメントがデジタル技術の利活用を促す重要な要因である可能性は高いと言える。

表5：データ利用とデジタル技術の利活用

	IoT	AI	3D CAD/CAM	テクノロジー スコア
	(1)	(2)	(3)	(4)
マネジメントスコア	2.241*** (0.271)	2.766*** (0.46)	0.871*** (0.302)	0.264*** (0.025)
データ利用スコア	1.452*** (0.175)	1.423*** (0.297)	1.295*** (0.191)	0.193*** (0.016)
推定方法	ロジット	ロジット	ロジット	最小二乗法
観察数	3,889	3,769	3,776	3,789

(注) 括弧の中の数字はロバスト標準誤差を示す。***は1%の有意水準で統計的に有意であることを示す。コントロール変数として、事業所の従業員数、本社・支所、産業中分類、工場機能のタイプ、設立年カテゴリーを含んでいる。

3.4 デジタル技術の利活用とイノベーション改善活動

デジタル技術の利活用の決定要因についてデータを用いて分析してきた。果たして、デジタル技術の利活用は、企業パフォーマンスを高めるのだろうか？この問いを考えるために、デジタル技術の利活用とイノベーション改善活動との関係についてデータを用いて検証する。

表6では、イノベーション改善活動を捉える変数を被説明変数とし、テクノロジースコアを主な説明変数として、ロジットモデルでその関係を推定している。表6の(1)では「製造・検査・運搬工程の改善」についてのダミー変数を被説明変数としているが、テクノロジースコアの係数は正の値をとり、1%の有意水準で統計的に有意である。表6の(2)、(3)、(4)の推定結果を見ると、「サプライチェーンマネジメントの改善」、「人材育成・能力開発プログラムの改善」、「新製品・新サービス開発への関与」においても、同様にテクノロジースコアの係数は正の値をとり、1%の有意水準で統計的に有意である。

上述の推定結果は、デジタル技術の利活用とイノベーション改善活動との間に正の相関関係があることを示しており、デジタル技術の利活用がイノベーション改善活動を促す可能性を示唆している。

表6の推定では、マネジメントスコアとデータ利用スコアも説明変数に加えている。マネジメントスコアとデータ利用スコアの係数は両方とも正の値をとり、統計的に有意である。効率的なマネジメントとデータ利用もイノベーション改善活動の活性化に寄与していると考えられる。

表6：デジタル技術の利活用とイノベーション改善活動

	製造・検査・ 運搬工程	サプライ チェーン	人材育成・ 能力開発	新製品・ 新サービス
	(1)	(2)	(3)	(4)
テクノロジースコア	2.258*** (0.192)	1.969*** (0.183)	1.932*** (0.194)	1.772*** (0.184)
マネジメントスコア	2.594*** (0.290)	1.717*** (0.289)	2.486*** (0.305)	1.681*** (0.292)
データ利用スコア	1.988*** (0.190)	2.821*** (0.201)	2.311*** (0.203)	2.844*** (0.205)
推定方法	ロジット	ロジット	ロジット	最小二乗法
観察数	3,750	3,732	3,390	3,732

(注) 括弧の中の数字はロバスト標準誤差を示す。***は1%の有意水準で統計的に有意であることを示す。コントロール変数として、事業所の従業員数、本社・支所、産業中分類、工場機能のタイプ、設立年カテゴリーを含んでいる。

4. おわりに

本稿では、マネジメントの在り方と組織の特徴がデジタル技術の利活用にどのような影響を与えるかについて、JPMOPSのデータを用いて検証した。多くのコントロール変数を含めた推定においても、マネジメントスコアとデジタル技術の利活用のダミー変数の間には正の相関関係を見出した。この結果は、効率的なマネジメントがデジタル技術の利活用を促す可能性を示している。組織の特徴については、権限の所在とデジタル技術の利活用の間に相関関係は見られなかった。一方で、異なる生産ユニットをまたいで問題報告や問題対策がなされている事業所では、デジタル技術を利活用する傾向にあった。デジタル技術の利活用は企業活動に良い影響を与えるかどうかについて、イノベーション改善活動との関係で検証した。「製造・検査・運搬工程の改善」、「サプライチェーンマネジメントの改善」、「人材育成・能力開発プログラムの改善」、「新製品・新サービス開発への関与」の全ての活動において、テクノロジースコアと正の相関関係が存在することを確認した。デジタル技術の利活用は、イノベーション改善活動を助ける働きがあることを示唆している。

なぜ効率的なマネジメントがデジタル技術の利活用を促すのだろうか？マネジメントスコアは、生産管理において、マネジメントの構造化を通じて得られる効率性を捉えている。マネジメントの構造化とは、生産工程の効率性を追求し、従業員へ適切なインセンティブを与えるために、必要なルールや目標を事前に設定することで生産活動を管理する方法である。デジタル技術の利活用はこのような効率性追求や目標達成を助ける働きがあり、効率的なマネジメントはデジタル技術の利活用のメリットを高めるのかもしれない。このようなメカニズムが働くならば、効率的なマネジメントを行なっている事業所で、デジタル技術を利活用する傾向が観察されるだろう。

なぜ組織の特徴がデジタル技術の利活用を促すのだろうか？本稿の分析結果では、組織が水平的な広がりを持ち、水平的に柔軟に対応する組織であると、デジタル技術の利活用を促すことを示唆していた。特定の部門やユニットがデジタル技術を利用するだけでなく、デジタル技術の利活用のメリットを組織内で広く共有できる状況であると、デジタル技術の利活用が促進されると推察される。

本稿の実証分析で示した分析結果の多くは、相関関係に留まるものである。したがって、本稿の分析結果を解釈するには注意が必要であり、厳密な結論を導くには更なる検証が必要である。しかしながら、マネジメントの在り方や組織の特徴がデジタル技術の利活用を促す可能性をデータで示せたことには意義がある。デジタル技術を利用するのは組織であり、どのようにデジタル技術を利用するかを決めるのも組織である。マネジメントの在り方や組織の特徴が事業所間や企業間によって異なることを考慮すると、デジタル技術の利活用から得られるメリットも異なり、事業所間や企業間でのデジタル技術の利活用の差を生み出していると考えられる。

参考文献

- Bloom, Nicholas, Erik Brynjolfsson, Lucia Foster, Ron Jarmin, Megha Patnaik, Itay Saporta-Eksten, and John Van Reenen (2019). “What Drives Differences in Management Practices?” *American Economic Review*, 109(5), 1648–1683.
- Bloom, Nicholas, Raffaella Sadun, and John Van Reenen (2012). “Americans Do IT Better: US Multinationals and the Productivity Miracle.” *American Economic Review*, 102(1), 167–201.
- Bloom, Nicholas and John Van Reenen (2007). “Measuring and Explaining Management Practices across Firms and Countries.” *Quarterly Journal of Economics*, 122(4), 1351–1408.
- Bresnahan, Timothy, Erik Brynjolfsson, and Lorin Hitt (2002). “Information Technology, Workplace Organization, and the Demand for Skilled Labor: Firm-Level Evidence.” *Quarterly Journal of Economics*, 117(1), 339–376.
- Hempell, Thomas, and Thomas, Zwick (2008). “New Technology, Work Organization and Innovation.” *Journal Economics of Innovation and New Technology*, 17(4), 331–354.
- Kambayashi, Ryo, Atsushi Ohyama, and Nobuko Hori (2021). “Management practices and productivity in Japan: Evidence from Six Industries in Japan.” *Journal of the Japanese and International Economies*, Vol. 61.