

# テクノロジーの進化が 労働者にもたらす不確実性 ——AIとDXの影響に関する一考察

松永 正樹

(グロービス経営大学院ファカルティ)

本稿は、デジタルテクノロジーの進化が労働者に与える不確実性について論じる。テクノロジーによって高度な知識やスキルが必要だったタスクが非熟練者でも実行可能になり業務効率が向上する一方、労働者には新たな不安や挑戦がもたらされる。本稿では、デジタルテクノロジーの導入による変革（いわゆる「デジタル・トランスフォーメーション(DX)」）を、コスト削減を実現する「Digitization」、ビジネスモデルと組織の変革を実現する「Digitalization」、及び、価値提案の変革を実現する「Digital Disruption」に分類した。さらに、リーダーシップと技能多様性の観点から、DXの影響を分析した。「AIに仕事を奪われる」といった脅威論的言説に反して、テクノロジーによる変化そのものが労働者に不安をもたらすわけではない。変化の方向性や意義が不明確なことが最大の不安要因となるのであり、労働者の信頼を維持するためのリーダーシップこそがDXの成否を左右する鍵となる。また、先行研究には、AI導入は中位層以下の労働者を利する一方で上位層への寄与は小さいとするものが多いが、本稿では、むしろ上位層こそが先端テクノロジーから最大の恩恵を引き出せるという仮説を（創業や将棋を事例にとりつつ）提示した。今後の研究課題に関する提言とともに、テクノロジーは労働の新しい形を創り出す可能性を拓くものであって、不確実性は必ずしも労働者にとってマイナスに働くものではないという主張をもって本稿の結びとした。

## 目次

- I 序
- II デジタル・トランスフォーメーション (DX) の構造
- III DX が労働／労働者にもたらす影響
- IV 今後の主な研究課題
- V まとめ

## I 序

ジャレド・ダイヤモンド (2013) がピュリッツァー賞受賞作『銃・病原菌・鉄』で詳述したように、テクノロジーの進歩——特に、旧来の社会における常識を覆し、新たな前提を形成するような革新的イノベーション——は、組織と個人のかわり、ひいては労働のありかたに大きな影響を及ぼす。たとえば、銃の発明と普及によって、それまでであれば熟練のハンターでなければ為しえなかった「命中精度と殺傷能力が高い遠距離攻撃」というタスクが、非熟練者でも比較的容易に実行できるようになった。その結果、当該集団における狩猟や戦闘のパターンは大きく様変わりし、それまで重宝されていた知識（たとえば、熟練ハンターがとどめを刺しやすいように獲物を追い込むための戦略やノウハウ）の少なくとも一部は陳腐化した。訓練や製造・保守といった、周辺のタスクに関しても多くの抜本的变化が生じただろう（弓矢の手入れや<sup>やじり</sup>鏃に塗る毒薬の調合が得意であった者が、銃の製造とメンテナンスも同様にこなせると

は限らない)。畢竟、集団内の各メンバーの社会的ステータスや彼女ら彼らの関係性にもイノベーションの普及前後で変革が起こり、なかには、それまで集団内で多くの尊敬を集めていたけれども変化についていけずに没落した者、あるいは、逆に最新テクノロジーにいち早く適応・習熟することによって次世代リーダーとして新たに頭角を現した者もいたに違いない。

本稿では、こうした技術の変化と、それにとともに生じる労働者にとっての不確実性を論じる。特に、「人工知能 (Artificial Intelligence, 以下「AI」)」と総称されるものをはじめとするデジタルテクノロジーに焦点を絞ったうえで、Matsunaga (2024) が提示したフレームワーク及び事例にもとづいてデジタルテクノロジーを軸とした組織/事業変革の構造化を試みる。同時に、こうした変革が組織のメンバーにもたらす影響についても検討を加えることで、今後の労働研究において探求すべきテーマ及びマネジメントの実務において考慮すべき観点を探っていく。

## II デジタル・トランスフォーメーション (DX) の構造

### 1 デジタルテクノロジー活用の概況

デジタルテクノロジーの利活用は、いまや一部の先進的企業にとどまらず、あらゆる規模・業種の組織にとって不可避のテーマとなった。本稿執筆時点 (2024 年夏~秋) において、特に大きな関心の的となっているのは「生成 AI (Generative AI)」である。2022 年 11 月に OpenAI 社が『ChatGPT』をリリースした直後の熱狂こそ落ち着いてきたものの、専門的なプログラミング言語やフォーマットを必要とせず、一般的な人間同士の会話と同じ自然言語による入力文 (プロンプト) だけでテキストや画像、音楽等を生成し、さらには統計手法を駆使したデータ分析といった複雑な情報処理やプログラムコードの出力・検証までも可能にする生成 AI は、まさしく常識を覆す革新性を秘めている<sup>1)</sup>。たとえば、近年のゲーム開発業界では、従来は人間のエンジニアが多大な時間を費やして

いた 3D モデルの作成を生成 AI に任せることで、圧倒的な効率化が実現されている (Mulligan 2024)。同様の変化は、膨大な資料の参照や詳細な確認作業の反復など、作業工数が大きいホワイトカラー業務 (各種契約書のリーガルチェックや翻訳業務、文書校正作業等) においても、急速に広がりつつある (シゴラク AI n.d.; Bharadwaj 2024; Hyman 2023)。これまでであれば長年の経験や高度な知識・スキルが必要とされていたタスクが非熟練者や非専門家でも実行可能になった結果、組織における労働や雇用、人材育成のモデルは根本的な再考を迫られることになった。

同時に、生成 AI 以外のテクノロジーにも注目が集まっている。とりわけ、ハードウェアの自動化/遠隔操作技術は——少子高齢化によって、人手不足が慢性化・深刻化している日本においては特に——重要なソリューションとして期待されている<sup>2)</sup>。「自動運転」と言うとタクシーやバスといった乗用車両における適用事例が想起されやすいが、労働力の不足を補うという観点からすると、長時間の稼働や危険をとまなう作業など、人間にとっての負荷が大きい条件下でこそ自動化/遠隔操作技術はその真価を発揮する。ラピュタロボティクス社が開発した荷役作業用自動フォークリフト『ラピュタ AFL』は、その一例だ。熟練者が操縦する有人フォークリフトに作業効率では劣るものの、休憩時間中や人員の手配が難しい深夜時間帯でも継続的に作業ができることから、国内外のさまざまな工場や物流センターにおける効率化・省人化に貢献している (森山 2024)。また、立命館大学発ベンチャーである人機一体社のヒト型遠隔操作ロボット『零式人機 ver.2.0』は、JR 西日本社によって地上 12 メートルという高所での鉄道設備メンテナンス作業に導入され、話題になった (木村・坂本・盛岡 2022)。同様の事例は、農業や土木・建築、警備など、人員確保と身体的負荷の軽減が構造的な課題となっている産業分野を中心に日進月歩の勢いで展開が進んでおり、労働力不足の解消に向けた新たな可能性を示している (NTT コミュニケーションズ 2024; 自動運転ロボ 2020)。

## 2 DXの種類

組織がこれらのテクノロジーを活用して、いわゆる「デジタル・トランスフォーメーション (Digital Transformation, 以下「DX」)」を推進する際には、理論上は2つ、実質的には3つのアプローチが考えられる (Matsunaga 2024)。

### (1) Digitization 型 DX

1つは、従来はヒトが多く多くの時間と労力を費やして行っていたタスクをテクノロジーで代替することによって大幅な効率化・省力化を実現し、コストカットを図るといったもの。たとえば、マンションやビルの外壁の仕上げ材 (煉瓦やタイルなど) が経年劣化によって剥落すると人命にかかわる重大事故につながる恐れがあるため、これらの建築物の管理責任者は外壁の状態を定期的に調査し、必要に応じて修繕を施す義務を負う (今・永井・兼松 2015)。しかしながら、全幅・全高が数メートルから数十メートルにのぼる建築物の外壁をくまなく検査するとなると、大規模な足場を設置し、直射日光や風雨に曝されながら、危険をとまなう高所作業を行わなければならない。それらの条件をおして検査を実施してくれる熟練職人を手配するには、当然のことながら多大なコストが必要となるし、時期や地域によってはそもそも職人の手配ができないといった事態も頻繁に発生する<sup>3)</sup>。この課題を解決するために、近年ではドローンを用いた外壁検査及び修繕が増加している (Makatayama et al. 2021)。Gobble (2018) は、この類のDXを「Digitization」と称している。

DX関連事例を俯瞰すると、Digitization 型のアプローチが大多数を占めることに気づかされる (Gradillas and Thomas 2023)。あらかじめ定められたアルゴリズムに沿って倦まず弛まず、一定の作業品質を維持しながら、しかも、気温や湿度、高度といった物理的環境条件にも左右されることなく作動するデジタルテクノロジーは、詳細な基準にもとづいて反復的なタスクを正確かつ柔軟に実行しなければならない業務との相性がすこぶる良い。Digitization 型アプローチは、メールや文書の作成・推敲 (阿部 2024)、広告用クリエイ

ティブ画像やキャッチコピーの作成 (サイバーエージェント 2024)、金融機関における不正検知セキュリティの運用 (井上・宇根 2020) といったデジタルスペース内で完結するものだけでなく、物理的な空間での作業が必要な業務にも幅広く応用されている。代表的な事例としては、農業において不可欠な除草作業を大幅に省力化するハタケホットケ社の『ミズニゴール』 (アグリジャーナル 2022) や広大な倉庫内で製品を一つひとつ集荷する Amazon Robotics (旧 Kiva Systems) 社のピックアップ・ロボット (Banker 2016) などが挙げられよう。これらのアプローチの本質は、効率化・省力化によるコスト削減にある。言い換えると、Digitization 型のDXでは、当該業務によって生み出される価値そのものは変化せず、従来ヒトが担ってきた労働をテクノロジーが代替する点が特徴的なのである (ヒトが運ぼうがロボットが運ぼうが、倉庫から製品が出荷されるというプロセス自体は変わらないが、ロボットのほうが圧倒的に効率的で安価である)。

### (2) Digitalization 型 DX

一方、デジタルテクノロジーを活用した変革には、ビジネスモデルや組織のありかたを抜本的に再編成するものもある (Matsunaga 2024)。Gobble (2018) は、この第二のアプローチを「Digitalization」と称している。

Digitalization 型DXの代表的な事例としては、ドイツのケーザー社のケースが挙げられる。同社は工業用空気圧縮機 (コンプレッサー) の老舗メーカーだったが、2010年代に入る頃からそのビジネスモデルを大きく転換した。具体的には、コンプレッサーの製造販売事業から、顧客が使用した圧縮空気の種類にもとづいて対価を請求する従量課金型モデルへと移行したのである (Lameter 2014)<sup>4)</sup>。この変革を可能にしたのは、同社の圧縮機に組み込まれた各種のセンサーと、世界中から集まる膨大かつ多様なデータを解析するビッグデータ技術だ (Bock et al. 2019)。さらに、この一連の変革にともない、ケーザー社の組織にも大きな変化が生じた。工業用機械のメーカーであったケーザー社では伝統的にメカトロニクス系の技術

者と営業職にあるメンバーが花形とされてきたが、ビッグデータにもとづく従量課金型ビジネスモデルを軸とする現在はデータサイエンティストとUI/UXデザイナーが中核的な役割を担うようになった（Yansen and Yujie 2023）。このように、Digitalization 型 DX は、ビジネスモデルや組織構造、経営戦略等の根本的な変革をとまなう。この点が、組織の事業構造や戦略そのものは大きく変化しない Digitization 型 DX との大きな違いである。

### (3) Digital Disruption

そして、DX にはもうひとつ、「Digital Disruption」とでも呼ぶべきパターンが存在する。このアプローチでは、Digitization 型 DX 同様、効率化とコスト削減のためにデジタルテクノロジーが導入される。しかし、テクノロジーによって効率化される業務が、理想的には実施すべきだが、コスト面での制約によってじゅうぶん行われていないものであった場合、その業務に関連する一連の労働や雇用、ビジネスモデルのありかたがドミノ倒し的に変容することがある。

たとえば、教育において、生徒の理解度を把握して効果的な学習を促進するには、きめ細やかな質問やフィードバックが欠かせない（Lin 2011）。とはいえ、（ごく一部の例外を除いて）従来の教育現場でそのような手厚いサポートをすべての生徒に常時提供することは現実的に不可能とされてきた<sup>5)</sup>。しかし、デジタルテクノロジーを活用すれば、この理想と現実の相克を乗り越える道が拓ける。具体的には、AIで生徒一人ひとりの回答パターンを解析し、それぞれの理解度に応じて、誤りに気づかせるための質問を投げかけたり、適切なフィードバックとともに次に取り組むべき課題を示唆したりすることが可能となる。こうしたコミュニケーションそのものは、有能な教師が現在でも散発的に実践していること、ではある。しかしながら、上述の通り、一人の教師が全生徒に対して同時にこのようなサポートを行うことは不可能である。デジタルテクノロジーの活用によってそれが部分的にでも行えるようになれば、生徒の体験価値という観点からすると、そこには、単に

利用可能なサポートが量的に増えたということにとどまらない、質的な変化がもたらされる。きめ細やかな質問やフィードバックを通して丁寧な教わりさえすれば理解できていたかもしれない内容が、そうしたサポートを得られないがゆえに理解できないままに終わる、という思むべき事態を回避できるようになる——「分からない」が「分かる」に変わる——からである。これは、単なるコスト削減を超えた、革新的な価値創造と位置づけでも指しすぎではあるまい。

より一般化した形で述べると、従来は主にコスト面の制約によって不可能とされていたことをデジタルテクノロジーによって実現可能にし、その結果、当該業務に関するバリュープロポジション（価値提案）を変革することが Digital Disruption 型 DX の特徴である。これは、Digitization 型の DX とは異なる。なぜなら、Digitization では、従来から行われてきた業務（荷役や除草作業など）の効率化・省力化に重点がおかれ、DX の前後における変化はコストの削減に限られるからである。また、Digital Disruption は、Digitalization と一線を画す。なぜなら、少なくともデジタルテクノロジーの導入時点では、当該業務に関するビジネスモデルや組織構造の改革を必要としないからである。しかし、その業務によって提供される価値には、質的な変化が生じる。ふたたび教育の例に戻ると、理想的には、画一的・一方的な情報伝達よりも、生徒一人ひとりに個別の教師が寄り添い、彼女／彼の質問に答えたり、学習の進展度合いに応じてサポートの内容を調整したりするほうが望ましい。これは、誰もが分かっていたことだ。しかし、実際にはそんな潤沢な人員配置が可能なケースは稀であり、ある種の妥協案として、一斉講義と散発的な声掛けというアプローチが採られてきた。ところが、デジタルテクノロジーを活用することで「個々の生徒の理解度を把握し、それにもとづいて個別最適化された質問やフィードバックを行う」というタスクの実行コストを劇的に圧縮できるのならば、話は変わってくる。実際にこのビジョンを具現化した事例としては、リクルート社の『スタディサプリ』や atama plus 社の『atama+』が挙げられる（井上 2024）。より

敷衍して考えると、理想として目指すべき構想そのものはみえているが、コスト面での制約が壁となって未だに実現にいたっていないような業務を特定することができれば、同様に Digital Disruption によって大きな革新が期待できる。

また、これまで理想として認識されつつも具体化していなかったことを実現せしめるという Digital Disruption の特徴は、Christensen (2015) が提唱した「破壊的イノベーション (Disruptive Innovation)」の概念と通底する点にも留意された。破壊的イノベーションの本質は、初期段階における性能は既存の競合製品やサービスに劣るにもかかわらず、圧倒的な低価格によって、従来はその製品／サービスを購入ないし利用したくてもできなかったセグメントを新たな顧客層として取り込み、市場を開拓することにある (Petzold, Landinez and Baaken 2019)。この「以前から潜在的なニーズはありつつも、実態として利用されていなかったプロダクトやサービスを、ひろく利用可能にする」という点において、Digital Disruption は、破壊的イノベーションと相似形を成す、あるいは、破壊的イノベーションの一形態であると言えよう<sup>6)</sup>。たとえば、本稿執筆時点における AI が生徒に提供できる質問やフィードバックの質は、多くの経験やノウハウを持つ熟練教師のそれに比べると見劣りするものかもしれない。しかし、たとえそうであっても、教師の手が足りないために現時点ではまったく質問やフィードバックを受けられていない圧倒的多数の生徒たちにとっては、AI によるサポートがまさに革命的な変化をもたらさるのである。

ここまでの分析を改めて整理すると、以下の通りとなる：

- Digitization：デジタルテクノロジーの活用により、従来から存在していた労働集約的な（多くの時間や労力が費やされていた）業務を効率化・省力化する。その結果、大幅なコスト削減を可能にする。
- Digitalization：デジタルテクノロジーの活用により、組織のビジネスモデルを根本的に変革し、それにとまって当該組織における組織構造も変化させる。その結果、新たな事業

戦略の展開を可能にする。

- Digital Disruption：デジタルテクノロジーの活用により、従来はコスト等の制約のために不可能とされていた（ので、実質的には存在しないも同然だった）ことを実現可能にする。その結果、当該業務に関するバリュープロポジション（価値提案）を変革する<sup>7)</sup>。

### III DX が労働／労働者にもたらす影響

DX は労働や組織のありかたを大きく変化させるため、当然、労働者がその影響を免れることはできない。ただし、DX が労働者に与える影響は一樣ではない。本節では、DX が労働者にもたらす影響を、リーダーシップ及び労働者の技能的多様性に着目して分析する。ここで興味深いのは、巷間に流布する「AI に仕事を奪われる」といった単純な脅威論的図式にあてはまらない、複雑な構造が存在する点である (Liu et al. 2024 ; Matsunaga 2024)。

#### 1 DX の影響とリーダーシップ

前節で述べた通り、デジタルテクノロジーの導入、特に Digitization 型 DX は、少子高齢化等によって逼迫する労働力不足を補い、ヒトにとっては負荷が大きい作業をテクノロジーで代替するために推進されることが多い。先行研究を見渡してみても、人手不足や高離職率、あるいは厳しい労働環境が顕著な職場ほど、DX は歓迎され、現場の労働者のウェルビーイングや職務満足度、エンゲージメント等の向上に寄与する傾向が認められる (Fleischer and Wanckel 2024 ; Nadeem et al. 2024 ; Selimović, Pilav-Velić and Krndžija 2021)。ただし、DX が好影響をもたらすためには、労働者の自律性が担保されていることやテクノロジーの導入が職場の分断でなく連携につながっていること等、いくつかの付帯条件がともなうことを指摘する論文も多数見受けられる点には注意が必要である (Matsunaga 2022 ; Urrutia Pereira, de Lara Machado and Ziebell de Oliveira 2022 など)。

無論、従来ヒトが担ってきた労働やその過程で蓄積された知識・ノウハウをテクノロジーが代替

する以上、局所的には「仕事を奪われる」事態も発生しうる<sup>8)</sup>。その象徴的事例としては、国際宇宙ステーションで実証実験を行って注目を集めたGITAI社のロボットアーム『S2』が挙げられる(Alamalhodaei 2022)。無重力空間における科学実験や船外作業等を地上からの遠隔操作によって実行可能であることを示した『S2』は、宇宙飛行士にとって、頼れるパートナーであると同時に、自らの存在意義を危うくしかねない脅威でもある。ロケットの最大積載量には厳しい制限が課せられており、宇宙へと飛び立つためにはロケットに乗る必要がある。したがって、ヒトと『S2』(及び、今後開発されるであろうさまざまなロボット)は、ロケットという「希少資源」を奪い合う、競合関係にあるという見方もできる<sup>9)</sup>。家族や友人との時間を犠牲にしながら、長年にわたる厳しい訓練に耐え抜いて宇宙飛行士の資格を得た者にしてみれば、ロボットのためにロケットの積載量に余裕をつくらなくてはならないから自分は搭乗できないという筋骨きは、到底納得できるものではないだろう。

同様に、DXが推進された結果、一部の労働者がそれまで享受していたステータスやアイデンティティを見失うケースも考えられる。たとえば、前述の独ケーザー社の事例はこの点を如実に示している。想像してみてほしい。あなたは機械工学の専門家だ。エンジニアとして数多のプロジェクトに取り組み、高い評価を得てきた。あなたは自分の仕事に誇りを感じており、これまでの業績にも大きな自負を持っている。しかし、最近になって、あなたが勤める会社がビジネスモデルと戦略を大胆に変革する方針を打ち出した頃から、風向きが変わりだした。耳慣れない肩書とともに採用された人々が新しい部署を立ち上げ、あなたの仕事にも干渉してくるようになった。以前であれば考えたことすらないような要件が必須とされ、「品質」という言葉の意味もすっかり変わってしまった。会社は、公式にはあなたの役割が依然として重要であると強調しているが、あなた自身は組織における自分の立ち位置や今後のキャリアに関する不安を拭い去れないでいる——このような状況は、特にDigitalization型DXの

当事者となった労働者には決して例外的なものではない。

こうした形でのテクノロジーの導入やDXの推進は、労働者にとっては不確実性を増大させ、将来に対する不安感を強める要因となる。なぜなら、労働者は変革の背後にある経営者の意図を読み取るからである(Matsunaga 2024)。当然のことながら、DXは自然発生的に進行するものではなく、経営陣の意思決定にもとづいて推進される。したがって、労働者の目には、自らの存在意義を希薄化させるようなDXが自組織において実施されるということは、すなわち、経営陣が自分たちのスキルや経験、知識を低く評価した(少なくとも、なにかしら満足できない面を見出している)ことの証左として映る。言い換えると、デジタルテクノロジーの導入そのものが不安を生じさせるのではない。「この組織では、自分はもはや必要とされていないのではないか」と感じるのが、労働者にとって最大の不安要因となるのである。人手不足や過酷な労働環境に苛まれる職場でDXが歓迎される理由についても、この考察によって説明がつく。そうした職場におけるテクノロジーの導入は、労働者の排除ではなく支援を目的としていることが明らかだからである。

この洞察をふまえると、DXの成否を左右する最も重要なファクターは、テクノロジーではなく、むしろリーダーシップであると言える。労働者が経営陣に対する信頼を維持できるか否かが、デジタルテクノロジー導入に対する疑念や反発、あるいは面従腹背といったネガティブな反応を抑えるうえでの分水嶺となるからである。つまり、DXを推進するうえでは、技術や戦略面での詳細以上に、変革の先にあるべきビジョンを魅力的に伝え、そこで描き出される未来の一部でありたいと労働者に思わせるためのコミュニケーション及び施策の整備が成功の鍵となる<sup>10)</sup>。DXと言うと、とかく無味乾燥なテクノロジーの話としてとらえられることが多い。しかし、本当に問われるべき——だが、実際にはほとんど問題にされないことがない——論点は、むしろ、労働者をはじめとするステークホルダーを惹きつける物語(ナラティブ)を、いかに紡ぎ出すかにある<sup>11)</sup>。

Matsunaga (2024) は、以上の考察を裏づける研究結果を報告している。DX を推進する国内の組織に勤める従業員 689 名を対象とする調査によって、以下の二点が明らかになった。第一に、Digitization 型と Digitalization 型のいずれの DX も、従業員が抱く不安感情と正の相関を示した。つまり、テクノロジーの導入や業務のデジタル化が進むほど、一般的に従業員の不安は高まることが示唆された。第二に、所属組織が DX を通じて実現を目指すビジョンが明確であると認識している従業員ほど、不安感情は低いことが示された。この結果は「リーダーシップとコミュニケーションこそが DX の成否を左右する」という仮説と合致する。DX によって職場にテクノロジーが導入されて、働き方が変化したり、ビジネスモデルや組織構造が変革されたりすることが、自動的に労働者にとっての不安を引き起こすわけではない。むしろ、それらの変化の方向性や意義が不明確であることが、不安の主たる原因となる。逆に言うと、DX を成功に導くためには、リーダーがビジョンやその意義を明確に伝えられるかが最も重要な課題となるのである。

## 2 DX による影響と労働者の多様性

DX の影響に関する理解を深めるうえで、もうひとつ欠かせない観点がある。変革の波に直面する当事者はどのような人々なのか、すなわち、労働者の多様性という観点である (Blanka, Krumay and Rueckel 2022; Zhang and Chen 2024 など参照)。本稿執筆時点における先行研究には、主に労働者の習熟度やスキル、コンピテンシーなど、技能的側面で「多様性」をとらえ、それによって DX の影響がどのように変貌するかを検証・考察したものが目立つ。

先行研究には、DX、とりわけ AI を活用した変革は、下位から中位層に属する労働者に有利に働くとするものが多い。代表的な例としては、Brynjolfsson, Li and Raymond (2023) による調査レポートが挙げられる。5000 名以上のコールセンターのスタッフを対象に行われたこの研究によると、未習熟者ないし下位レベルのスタッフの生産性は AI ツールを活用することで平均 34% 向

上したのに対して、熟練スタッフのパフォーマンスにはほとんど変化がないことが判明した。同様に、Doshi and Hauser (2024) は、創造性が下位にあると判定された被験者が生成 AI によるサポートを得た場合には制作物の洗練度が向上する一方で、被験者全体で見ると AI を利用することによって創造性の幅が狭まったと指摘している。多くの AI は、膨大な学習データにもとづいて統計的に適合度が高いアウトプットを返すように設計されているため、与えられた入力に対して最も平均的な回答を出力する傾向がある。そのため、任意の母集団における平均よりも下位に位置するユーザーの場合、AI を援用することで自身のパフォーマンスやアウトプットの質を全体平均に近づけることができるという構造が、これらの研究結果の背景にあると思われる。

しかし、AI をはじめとするデジタルテクノロジーが、上位層にある人々にとっては自らのノウハウを吸い取られ、組織や集団における優位性を奪われるだけの厭忌すべき存在であると結論づけるのは、時期尚早に思われる。というのも、デジタルテクノロジーは下位から中位層を利する一方で上位層にはあまり役に立たないとする研究には、方法論上の限界が見受けられるのである。具体的には、創出しうる価値に構造的上限がある業務ないしは被験者が専門性を持ち合わせていない業務を対象にしているものが多い。Brynjolfsson, Li and Raymond (2023) は前者に該当する。コールセンター業務では、顧客満足度を担保したうえで一定の時間内にどれだけ多くの問い合わせを処理できるかが生産性の指標とされる。したがって、熟練者がすでに物理的な処理速度の限界に近い効率で業務を行っていた場合、テクノロジー導入による効果が表れにくいのは自然なことである。Doshi and Hauser (2024) の場合、オンライン実験に参加した有志の被験者をランダムに生成 AI が利用可能な条件とそうでない条件に振り分け、彼女ら彼らが創作した物語にみられる創造性や洗練性を評価している。つまり、上位や下位といった分類はされているものの、被験者全体がそもそも「素人」の集団だった<sup>12)</sup>。このため、当該業務(物語の創作)に精通した熟練者であれば

可能だったかもしれない、勘所を押さえた効果的なテクノロジーの活用ができなかったことが疑われる。

これらの考察をふまえると、創造しうる価値の上限が定まっていないタスクにその道の専門家が取り組むような局面であれば、デジタルテクノロジーが上位者のパフォーマンスをさらに引き上げてくれる可能性が見出せるかもしれない。たとえば、Patel (2024) は、AI が事実と異なる情報を生成する「ハルシネーション」現象を逆利用することで、既存の枠組みを超えた発想やパフォーマンスが可能になることを指摘している。同様に、Tang, Ewalt and Ng (2021) や Wang et al. (2023) は、生成 AI の活用によって創薬等の科学的なブレークスルーが達成されると述べている。まさに「創造しうる価値に上限がない領域」のひとつである創薬において AI が最先端の発見に寄与しうるのなら、それはデジタルテクノロジーが下位から中位層の底上げのみに資するものではないことを示す重要な根拠となる。

加えて、専門家が効果的にテクノロジーを活用すればもともと卓越していたパフォーマンスをさらに向上させられるのではないかという仮説については、DX という概念が人口に膾炙するよりも遙か以前から AI と向き合ってきたプロフェッショナル集団——将棋のプロ棋士——の事例がおおいに参考になる。2017 年に将棋ソフト『Ponanza』が佐藤天彦名人（当時）を破って以来、将棋において AI はヒトを絶対的に凌駕する存在となった（渡邊 2019）。そして、現在の将棋界では「使用する者の棋力が高ければ高いほど、AI からより多くの恩恵を引き出せる」という見解が定跡となっている（伊藤 2024；谷合 2024）。なぜなら、中位以下のプレイヤーでは理解が及ばないような AI の出力に秘められた意味合いを、トッププロは迅速かつ的確に読み解き、かつ、それをどのような形で自分の指し手に採り入れるべきかを判断できるからだ（NHK 2024）。これは、専門知識を持たない者には高度な情報を扱うのが難しいのに対し、じゅうぶんな知識を備えた者であればその情報を効果的に活用できるという構造を示唆している<sup>13)</sup>。少なくとも将棋という限定的な領域にお

いてデジタルテクノロジーが上位層にこそより多くの恩恵をもたらしていることは明らかであり、この構図がどこまで一般化可能なのかは、今後の研究テーマとして非常に重要なものである。

もし広汎な分野において「専門家や上級者のほうが、より効果的にデジタルテクノロジーを活用できる」という仮説が成立しうるのなら、さまざまな示唆や課題が浮かび上がる<sup>14)</sup>。たとえば、現時点ですでに卓越した能力を発揮している上位者のパフォーマンスがさらに向上するということは、組織（ひいては、社会全体）における格差が拡大する可能性がある。個々の業務レベルでは歓迎すべきパフォーマンス向上も、組織全体のマネジメントという観点からするとどうか。ただでさえ高い上位者への依存度がさらに高まる、中位以下のメンバーのモチベーションに悪影響が生じるなどの懸念に関しては、慎重な検討が必要となろう<sup>15)</sup>。しかし、それは組織や労働のありかたを進歩させるうえで必要な「成長痛」と言えるものであり、かつ、対処可能な問題でもある。AI その他のツールが上位者のパフォーマンスを向上させ、一時的に格差が広がることもあるとしても、彼女ら彼らがどのようにテクノロジーを活用しているかを分析して形式知化すれば、中位者以下の底上げを図ることが可能だからである。Karlsson (2024) は、囲碁の棋譜データベースを分析し、1950 年代から 2010 年代半ばまでの約 60 年以上にわたってほぼ一定であった囲碁のプロ棋士の棋力が、（世界戦優勝経験を持つトップ棋士イ・セドル九段を破ったことで大きな話題を呼んだ）AlphaGo の登場以降急激に向上していることを示した。Karlsson の分析によると、現在は下位クラスの棋士ですら AI 登場以前のトッププロに匹敵するか、それ以上の棋力に達しているとされる。この事例が示すように、今後の労働研究において最も重要なテーマは、労働者間の格差拡大等の個別の変化に一喜一憂することなく、テクノロジーの進歩・普及とともに生みだされる先端的な知見やノウハウを、いかに効果的に言語化・理論化して、その活用をひろく促していくかにあると筆者は考える<sup>16)</sup>。

#### IV 今後の主な研究課題

本節では、今後の研究課題について検討する。第一に、DXの類型及び労働者への影響を説明する統合的理論の構築が期待される。本稿では、Digitization, Digitalization, そして Digital Disruption という3つの類型を示したが、より仔細な分析を進めることでさらに網羅性を高めたフレームワークが構築できるはずである。同様に、テクノロジーの進歩が労働者にもたらす影響についても、より精緻な検討が求められる。加えて、これらの枠組みを統合し、DXがその特徴に応じて労働者に与える影響を、リーダーシップや労働者の技能的多様性、もしくは本稿では取り上げなかった諸概念も含めて包括的に説明・予測しうる理論的枠組みの構築は重要な研究テーマとなる。

これと関連する研究課題として、DXを分析する際の観点をより充実させることも必要である。たとえば、本稿では個人が有する技能的側面にもとづいて「多様性」をとらえた研究を概括した。一方で、個人の属性やアイデンティティにおける——いわゆる DEI (Diversity, Equity, and Inclusion) の文脈に沿った意味での——「多様性」の観点からDXと労働に関する研究成果を見やると、依然として物足りない点が多い。現時点においては、デジタルテクノロジーが、従来から存在する社会的・経済的格差を是正するよりも、むしろ拡大する方向に働いていることが多いというKatz, Miller and Gans (2023)の指摘をふまえるとなおさらである。一方で、個別の事例に目を向けると、高齢者や身体障害がある人々に移動や就労の可能性を提供する『WHILL』(新國 2018)や『OriHime』(Medial16 2019)など、DEIの推進に資するDXの取り組みも一部には確かに存在する。これらの先進事例から示唆を抽出し、労働者の可能性を押し広げるとともに、より豊かな社会を実現すべくテクノロジーを活用するための方法論を確立していくことが、今後の研究においてきわめて重要な課題となるであろう。

また、DXを軸とした労働及び労働観のアップデートを図るうえでは、経営者の意識変革及びス

キルアップが欠かせない(Matsunaga 2024)。組織におけるテクノロジーの導入や活用に関して、労働者が個人レベルで裁決できることは限られている。畢竟、経営者もDXの本質を深く理解していない限り、効果的かつ建設的な形でテクノロジーを活用していくことは難しい。その意味で、労使が互いの立場の違いをふまえつつも共通の目的意識を持ってDXの推進に取り組むための枠組みを提示していくことは、研究者にとって必須の貢献課題となる。

#### V まとめ

「技術の変化と労働者にとっての不確実性」という本稿のテーマにおける不確実性とは、必ずしもマイナスの影響や避けるべき危険のみを指す概念ではない(Affi and Matsunaga 2007; Brashers 2001)。日本は、世界でも飛び抜けて不確実性忌避傾向(Uncertainty Avoidance)が強い文化であり(Hofstede 1984; Meyer 2014)、「何が起こるか分からない」ということを否定的にとらえがちである。しかしながら、不確実性が極端に低い状況というのは、決して喜ばしいものではない。神々の怒りを買ったために大岩を山頂に押し上げるといふ永遠の苦行を課せられたコリントス王・シジフォスの神話を想起されたい<sup>17)</sup>。シジフォスにとっての苦しみは、重たい岩を運ぶ物理的負荷そのものではなく、たとえ山頂まで押し上げたところで岩は必ずまた転がり落ちると知りつつ労役に従事しなければならない点にある。完全なる確実性は、ヒトにとって苦痛以外のなにものでもない<sup>18)</sup>。この点に対し、テクノロジーはその本質において不可能だったことを可能にする、つまり、労働者と社会にとっての可能性を拡張するものである。たとえば、AI技術は新たな業務のありかたや雇用市場を創出するための起爆剤となりうる。こうした技術的・社会的進化がもたらす不確実性を積極的にとらえ、来たるべき未来における「労働」という概念を再定義することこそが、現代の労働研究が取り組むべき重要な挑戦となる。

- 1) 情報通信技術 (ICT, Information and Communication Technology) に関するリサーチとコンサルティングサービスを専門とする米国 Gartner 社が毎年発表する、主要なテクノロジーの成熟度や認知度を表す『ハイブ・サイクル』モデル 2024 年版において、生成 AI の根幹を成す「大規模言語モデル」や生成 AI を活用した仮想アシスタント技術は期待度のピークを越えて、世間一般の興味関心が薄れる「幻滅期 (Trough of Disillusionment)」に入ったとされている (Gartner 2024)。同モデルでは、あるテクノロジーが普及して新たな価値創造へとつながっていくにあたって複数の段階が想定されており、「黎明期」から「過度の期待」ピーク期」にかけて急激に高まった当該テクノロジーへの期待感が「幻滅期」で一旦萎み、その後、具体的な応用例やメリットの探索が行われる「啓発期」に実質的な普及プロセスが進んで「生産性の安定期」に至るとされる。
- 2) もちろん、生成 AI や自動化 / 遠隔操作技術以外にも、社会の常識を覆すような革新的テクノロジーは数多く存在するし、今この瞬間にも開発が世界中で進められている。たとえば、核融合技術は、世界的なエネルギー需要の増加という問題に対する画期的な解決策として大きな期待を集めている (野澤 2023)。しかし、これらの技術は必ずしも従来の組織構造や労働モデルに抜本的な変革を迫るものではないため、本稿の議論の範囲外とした。
- 3) 読者諸氏のうち、マンション等の集合住宅に居住したことがあり、かつ、管理者組合の理事として大規模修繕プロジェクトにかかわったご経験をお持ちの方は、この指摘に深く首肯していただけるものと思う。
- 4) 同社は、このビジネスモデルを CaaS (Compressor-as-a-Service) や AaaS (Air-as-a-Service) と呼んでいる。
- 5) それゆえ、従来型の教育においては、教師が全体に説明を行う「一斉講義 (効率的だが、一人ひとりの学習者に合わせた配慮や説明の最適化は皆無)」と「個別の声掛け (声をかけた学習者に最適化したサポートは提供できるが、それ以外の学習者を放置することになり、かといって全員に順に声掛けをするのはあまりに非効率的)」という、決して理想的とは言えない組み合わせのアプローチに頼らざるをえなかった。
- 6) 破壊的イノベーションを追求するスタートアップの多くが、こぞって「〇〇を民主化する」というキャッチフレーズを掲げるのは、偶然ではない。
- 7) 社会科学系の研究者にとって身近な Digital Disruption の実例としては、構造方程式モデリング (Structural Equation Modeling, 以下「SEM」) が挙げられる。SEM という手法の数学的な枠組み自体は、1960~70 年代にはすでに確立されていた (Bock and Bargmann 1966; Jöreskog 1970)。しかし、当時のコンピュータやソフトウェアでは、現実のデータに SEM を適用するうえで必要となる複雑な計算を実行する能力が不足していたため、SEM を用いた実証研究が行われることはほとんどなかった。しかし、90 年代に入り、Mplus や LISREL、EQS といった専用ソフトウェアが登場し始め、それと時を同じくして、研究者にも手が届く価格で高性能なコンピュータが利用 / 購入可能になると SEM を用いた研究が急速に普及し、現在ではなにかばスタンダードとなっている。
- 8) 同じことは、文明史において革新的なイノベーションが登場するたびに繰り返されてきた。たとえば、電線から供給される電力と遠隔制御で点灯する「電灯」の登場によって、毎日の日没前に (電灯以前のデファクト・スタンダードであった) ガス灯や石油ランプに点火してまわる「点灯夫」という仕事は消滅した。
- 9) GITAI 社が公表しているデータ (GITAI 2023) によると、「S2」は全長 2 メートル、重量 50 キロと、比較的小規模・軽量だが、それでも宇宙飛行士のロケット搭乗可能性に影響を与えるにはじゅうぶんだらう。さらに、同社は 10 メートル級の宇宙船外作業用ロボットアーム『GITAI S10』の開発も発表済みである (GITAI 2022)。
- 10) 筆者は、コンサルタントとして複数の企業における DX の策定・推進に携わってきた。興味深いことに、テクノロジー導入に関する戦略や費用対効果、導入プロセスの設計、あるいは対外的な発信といったテーマは、どんな場合でも議論の中心になりやすい。一方で、DX のビジョンを組織のメンバーにどのように伝えるべきか、彼女ら彼らの心に響くのはどんなメッセージかといった議論はほとんど見受けられなかったし、これらの側面に関する検討を促した際に、経営陣がその重要性を即座に理解して、共感を示すことは少なかったと感じる。
- 11) 組織における物語を通じた世界観の構築や変革、及びその影響については、Weick (1995) や Boje (2011) を参照のこと。
- 12) Doshi and Hauser (2024) の実験参加者は、物語創作タスクに取り組む前に、別途 DAT (Divergent Association Task; Olson et al. 2021) と呼ばれる心理テストによって個人特性としての創造性を測定され、そのスコアにもとづいて上位・中位・下位に分類されている。
- 13) 補足として、借越ながら、筆者が論文執筆に際してどのように AI を活用しているかを紹介したい (Dr.MM 2023)。筆者は、論文を執筆するにあたって掘り下げて検討したいテーマやトピックを AI に投げかけ、主な論点を出すよう依頼する。また、ある程度まとまったところまで書き進めた草稿を読み込ませて批評させたりもする。ただし、いずれの場合も、AI のアウトプットをそのままコピーするのではなく、出力された論点や批評に目を通して、参考になる部分を換骨奪胎したり、通覧している間に想起された別の議論や関連研究を新たに組み込んだりしながら原稿を修正する形で活用している。畢竟、AI の出力のうち、どの部分を重要な参考情報と見定めるか、あるいは、AI の出力をトリガーにしてどのような議論や関連研究を想起できるかは、筆者の力量の関数となる。自分としては、出力に対する取捨選択の判断基準を持たない、あるいは、出力からヒントやひらめきを得られない人と比べ、多少なりとも AI を有効活用できているのではないかと思う。
- 14) 某 SF 作品の主人公のセリフにちなみ、これを「RX78-2 仮説」と命名したい。
- 15) たとえば、AI 等のテクノロジーを導入したところ、もともと優秀な若手メンバーや成績上位者はすぐにコツをつかんでさらに成績を向上させる一方で、テクノロジーに苦手意識を持つメンバーや「つまずきがち」な生徒はパフォーマンスを改善するどころかテクノロジーを満足に使いこなすことすらおぼつかない、という事態は少なからず発生するだらう。しかし、だからといって (格差が拡がらないように) 全員からテクノロジーを遠ざけるというのは本末転倒だし、そもそも不可能である——歴史上、技術の進歩とそれによる組織 / 社会の変革を押し留めようとするラッダイト運動が成功したためしはない——というのが、筆者の見解である。
- 16) この段落における論考を引き出す示唆を提供してくれた Ei Murakami (Ray) 氏に感謝する。
- 17) あるいは、日本で生まれ育った読者諸氏ならば、幼子が小石を積んで仏塔を建てるも獄卒にそれを幾度も打ち壊され、永劫にわたり石積みを繰り返す「賽の河原」の伝話のほうがイメージしやすいだらうか。
- 18) これは、労働に限った話ではない。究極的に言えば、宇宙の原子すべてが熱力学的平衡状態に達してエントロピーが最大化されれば、それ以上の変化は生じなくなり、まさに完璧な確実性が実現する。しかし、そのような「冷え切った」状態を喜ばしいと考えるヒトは、皆無ではないにせよごく少数だらう。

参考文献 (URL の最終閲覧はいずれも 2024 年 10 月 2 日)

- アグリジャーナル (2022) 『【スマート農業】除草作業を自動化する小規模農家向けロボットが大反響!』. <https://agrijournal.jp/material/69622/>
- 阿部香織 (2024) 「メール文章を生成 AI が「コーチング」、Teams と Copilot の組み合わせで実現」『日経クロステック』. <https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/01787/090300153/>
- 伊藤甘露 (2024) 「シンギュラリティが既に来た世界で——将棋 AI を創る人々が見た今とこれから」『TRYETING』. <https://www.tryeting.jp/column/11462/>
- 井上紫織・宇根正志 (2020) 「金融分野で活用される機械学習システムのセキュリティ分析」『金融研究』第 39 巻第 1 号, pp. 17-48.
- 井上孟 (2024) 「AI「御三家」が業界台風の目」『ルートマップマガジン』. <https://rtmap.jp/2404-feature1/>
- NHK (2024) 「棋士たちと AI はさらなる高みへ 藤井聡太は「人間とは違うレベルに到達しつつある」」『NHK クローズアップ現代』. <https://www.nhk.jp/p/gendai/ts/R7Y6NGLJ6G/bl0g/bl/pkEldmVQ6R/bp/pRNn34yB3R/>
- NTT コミュニケーションズ (2024) 「【遠隔操作ロボット実例】課題解決事例を工場など分野別に紹介! 市場規模や主要メーカー、最新の論文まで徹底解説」『Skyway Blog』. <https://skyway.ntt.com/blog/entry/remotepcontrolrobot>
- 木村駿・坂本曜平・盛岡麗 (2022) 「ロボットや自律重機で作業楽々」『日経クロステック』. <https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/mag/na/18/00178/062100002/>
- 今夏紀・永井香織・兼松学 (2015) 「超高層集合住宅の大規模修繕に関する研究——その 2 外壁における劣化の実態調査」『日本建築工学会・大会学術講演会研究発表論文集』No. 26, pp. 83-86.
- サイバーエージェント (2024) 「AI によるクリエイティブ確認サポートシステム「極予測やりとり AI」の提供を開始」. <https://www.cyberagent.co.jp/news/detail/id=29953>
- シゴラク AI (n.d.) 『実績・事例』. <https://shigoraku.ai/#case>
- 自動運転ラボ (2020) 「自動運転技術は「車」だけではない! 物流・農業・建設・警備・清掃など、各業界で活用される「自動運転」の今を追う」『Digital Shift Times』. [https://digital-shift.jp/startup\\_technology/201225\\_1](https://digital-shift.jp/startup_technology/201225_1)
- ジャレド・ダイヤモンド/倉骨彰訳 (2013) 『銃・病原菌・鉄——1 万 3000 年にわたる人類史の謎』草思社.
- 谷広紀 (2024) 「藤井八冠が突き抜ける AI 解析「一致率」「平均損失」」『日経 BizGate』. <https://bizgate.nikkei.com/article/DGXZQOLM1431R01401202400000>
- Dr.MM (2023) 「【研究のススメかた】ChatGPT と論文を共同執筆」『note』. <https://note.com/mmatsunaga/n/n8a97elc0e156>
- 新國翔大 (2018) 「「MaaS の恩恵を高齢者にも。すべての人に最適な移動手段を提供したい」WHILL 杉江理 #2019 を読む」『Forbes Japan』. <https://forbesjapan.com/articles/detail/24707>
- 野澤哲生 (2023) 「第 3 の核融合発電、2024 年にも発電開始へ」『日経クロステック』. <https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/00001/07822/>
- Media116 (2019) 「寝たきりでも働きたい! 近い未来「OriHime (オリヒメ)」が実現する就労のカタチ」『Media116』. <https://www.media116.jp/other/8742>
- 森山和道 (2024) 「「人の速度」に惑わされるな、現場の熟練者に勝つとも…自動化を進めるべき理由」『Seizo Trend』. <https://www.sbbit.jp/article/st/144970>
- 渡邊徹則 (2019) 「コンピュータに「完敗」した佐藤天彦九段。「あの日」と将棋の未来を語る」『GIZMODO Japan』. <https://www.gizmodo.jp/2019/08/ai-ponanza-shogi-mugendai.html>
- Afifi, Walid A. and Matsunaga, Masaki (2007) “Uncertainty Management Theories,” In Dawn O. Braithwaite and Leslie A. Baxter (eds.) *Engaging Theories in Interpersonal Communication*, Thousand Oaks, CA: Sage, pp. 117-132.
- Alamalhodaie, Aria (2022) “Nanoracks and Gitai Team Up for Second Space Robotics Demo Aboard the ISS,” *TechCrunch*, July 11th, 2022. <https://techcrunch.com/2022/07/11/nanoracks-and-gitai-team-up-for-second-space-robotics-demo-aboard-the-iss/>
- Banker, Steve (2016) “Robots in the Warehouse: It’s Not Just Amazon,” *Forbes*, January 11th, 2016. <https://www.forbes.com/sites/stevebanker/2016/01/11/robots-in-the-warehouse-its-not-just-amazon/>
- Bharadwaj, Deepak (2024) “Transforming Document Understanding and Insights with Generative AI: A Vision for the Future of Intelligent Document Experiences,” *MIT Technology Review*, February 20th, 2024. <https://www.technologyreview.com/2024/02/20/1088584/transforming-document-understanding-and-insights-with-generative-ai/>
- Blank, Christine, Krumay, Barbara and Rueckel, David (2022) “The Interplay of Digital Transformation and Employee Competency: A Design Science Approach,” *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 178, 121575.
- Bock, Maximilian, Wiener, Martin, Gronau, Ralf and Martin, Andreas (2019) “Industry 4.0 Enabling Smart Air: Digital Transformation at KAESER COMPRESSORS,” In Nils Urbach and Maximilian Röglinger (eds.) *Digitalization Cases: Management for Professionals*, New York: Springer, pp. 101-117.
- Bock, R. Darrell and Bargmann, Rolf E. (1966) “Analysis of Covariance Structures,” *Psychometrika*, Vol. 31, No. 4, pp. 507-534.
- Boje, David M. (ed.) (2011) *Storytelling and the Future of Organizations: An Antenarrative Handbook*, New York, Routledge.
- Brushers, Dale E. (2001) “Communication and Uncertainty Management,” *Journal of Communication*, Vol. 51, No. 3, pp. 477-497.
- Brynjolfsson, Erik, Li, Danielle and Raymond, Lindsey R. (2023) “Generative AI at Work (No. w31161),” *National Bureau of Economic Research*. [https://www.nber.org/system/files/working\\_papers/w31161/w31161.pdf](https://www.nber.org/system/files/working_papers/w31161/w31161.pdf)
- Christensen, Clayton M. (2016) *The Innovator’s Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*, Cambridge, MA: Harvard Business Review Press.
- Doshi, Anil R. and Hauser, Oliver P. (2024) “Generative AI Enhances Individual Creativity but Reduces the Collective Diversity of Novel Content,” *Science Advances*, Vol. 10, No. 28, adn5290.
- Fleischer, Julia and Wanckel, Camilla (2024) “Job Satisfaction and the Digital Transformation of the Public Sector: The Mediating Role of Job Autonomy,” *Review of Public Personnel Administration*, Vol. 44, No. 3, pp. 431-452.
- Gartner (2024) *Gartner Predicts 40% of Generative AI Solutions Will Be Multimodal by 2027*, September 9th, 2024. <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2024-09-09-gartner-predicts-40-percent-of-generative-ai-solutions-will-be-multimodal-by-2027>
- GITAI (2022) *GITAI Develops a 10 Meter Robotic Arm for*

- Space and Completes the Proof-of-Concept Demonstration (TRL 3)*. August 4th, 2022. <https://gitai.tech/2022/08/04/gitai-develops-a-10-meter-robotic-arm-for-space-and-completes-the-proof-of-concept-demonstration-trl-3/>
- GITAI (2023) *GITAI Inchworm Robot: Data Sheet*. <https://gitai.tech/wp-content/uploads/2023/04/Inchworm-IN2-data-sheet.pdf>
- Gobble, MaryAnne M. (2018) "Digitalization, Digitization, and Innovation," *Research-Technology Management*, Vol. 61, No. 4, pp. 56–59.
- Gradillas, Maria and Thomas, Llewellyn D. W. (2023) "Distinguishing Digitization and Digitalization: A Systematic Review and Conceptual Framework," *Journal of Product Innovation Management*. <https://doi.org/10.1111/jpim.12690>
- Hofstede, Geert (1984) *Culture's Consequences: International Differences in Work-Related Values*, Thousand Oaks: Sage.
- Hyman, Kelly (2023) "Navigating Generative AI in the Legal World," *Forbes*. September 15th, 2023. <https://www.forbes.com/councils/forbesbusinesscouncil/2023/09/15/navigating-generative-ai-in-the-legal-world/>
- Jöreskog, Karl G. (1970) "A General Method for Analysis of Covariance Structures," *Biometrika*, Vol. 57, No. 2, pp. 239–251.
- Karlsson, Henrik (2024) "After AI Beat Them, Professional Go Players Got Better and More Creative," *Escaping Flatland*. January 24th, 2024. <https://www.henrikkarlsson.xyz/p/go>
- Katz, Judith H., Miller, Frederick A. and Gans, Roger (2023) "Inclusion, Diversity, and Equity in the Digital Era," In David B. Szabla (ed.) *Management Consulting in the Era of the Digital Organization*, New York: Information Age Publishing, pp. 117–142.
- Lameter, Falko (2014) "Kaeser Kompressoren," SAP Community: Technology Blog by Members. May 20th, 2014. <https://community.sap.com/t5/technology-blogs-by-members/kaeser-kompressoren/ba-p/13079650>
- Lin, Huifen (2011) "Facilitating Learning from Animated Instruction: Effectiveness of Questions and Feedback as Attention-directing Strategies," *Journal of Educational Technology and Society*, Vol. 14, No. 2, pp. 31–42.
- Liu, Pingqing, Zhang, Fan, Liu, Yuanyuan, Liu, Shuzhen and Huo, Chunyang (2024) "Enabling or Burdening? The Double-Edged Sword Impact of Digital Transformation on Employee Resilience," *Computers in Human Behavior*, Vol. 157, 108220.
- Makatayama, Miho, Miyauchi, Hiroyuki, Kanematsu, Manabu, Sato, Daisuke, Kawabe, Shinji and Okude, Minoru (2021) "Experiment Using the Buildings of External Wall Investigation Using Infrared Thermography Mounted on the Drone," *AIJ Journal of Technology and Design*, Vol. 27, No. 65, pp. 75–80.
- Matsunaga, Masaki (2022) "Uncertainty Management, Transformational Leadership, and Job Performance in an AI-Powered Organizational Context," *Communication Monographs*, Vol. 89, No. 1, pp. 118–139.
- (2024) *Employee Uncertainty over Digital Transformation: Mechanisms and Solutions*, Singapore: Springer Nature.
- Meyer, Erin (2014) *The Culture Map: Breaking through the Invisible Boundaries of Global Business*, New York: Public Affairs.
- Mulligan, Scott (2024) "What Impact Will AI Have on Video Game Development? It Could Make Working Conditions More Bearable—Or It Could Just Put People Out of Work," *MIT Technology Review*. September 10th, 2024. <https://www.technologyreview.com/2024/09/10/1103752/what-impact-will-ai-have-on-video-game-development/>
- Nadeem, Kashif, Wong, Sut I., Za, Stefano and Venditti, Michelina (2024) "Digital Transformation and Industry 4.0 Employees: Empirical Evidence from Top Digital Nations," *Technology in Society*, Vol. 76, 102434.
- Olson, Jay A., Nahas, Johnny, Chmoulevitch, Denis, Cropper, Simon J. and Webb, Margaret E. (2021) "Naming Unrelated Words Predicts Creativity," *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 118, No. 25, e2022340118.
- Patel, Hrishitva (2024) "Bane and Boon of Hallucinations in Context of Generative AI," *Authorea Preprints*.
- Petzold, Neele, Landinez, Lina and Baaken, Thomas (2019) "Disruptive Innovation from a Process View: A Systematic Literature Review," *Creativity and Innovation Management*, Vol. 28, No. 2, pp. 157–174.
- Selimović, Jasmina, Pilav-Velić, Amila and Krndžija, Lamija (2021) "Digital Workplace Transformation in the Financial Service Sector: Investigating the Relationship between Employees' Expectations and Intentions," *Technology in Society*, Vol. 66, 101640.
- Tang, Bowen Ewalt, John and Ng, Ho-Leung (2021) "Generative AI Models for Drug Discovery," In Anil K. Saxena (ed.) *Biophysical and Computational Tools in Drug Discovery*, New York: Springer, pp. 221–243.
- Urrutia Pereira, Giovana, de Lara Machado, Wagner and Ziebell de Oliveira, Manoela (2022) "Organizational Learning Culture in Industry 4.0: Relationships with Work Engagement and Turnover Intention," *Human Resource Development International*, Vol. 25, No. 5, pp. 557–577.
- Wang, Hanchen, Fu, Tianfan, Du, Yuanqi, Gao, Wenhao, Huang, Kexin, Liu, Ziming, Chandak, Payal, Liu, Shengchao, Van Katwyk, Peter, Deac, Andreea, Anandkumar, Anima, Bergen, Karianne, Gomes, Carla P., Ho, Shirley, Kohli, Pushmeet, Lasenby, Joan, Leskovec, Jure, Liu, Tie-Yan, Manrai, Arjun, Marks, Debora, Ramsundar, Bharath, Song, Le, Sun, Jimeng, Tang, Jian, Veličković, Petar, Welling, Max, Zhang, Linfeng, W. Coley, Connor, Bengio, Yoshua and Zitnik, Marinka (2023) "Scientific Discovery in the Age of Artificial Intelligence," *Nature*, Vol. 620, 7972, pp. 47–60.
- Weick, Karl E. (1995) *Sensemaking in Organizations*, Thousand Oaks, CA: Sage.
- Yansen, Yang and Yujie, Zhou (2023) "The Impact of Transformative Digital Leadership on Organizational Innovation: A Case Study of Successful Digital Transformation," *International Journal of Advanced Research in Technology and Innovation*, Vol. 5, No. 1, pp. 57–71.
- Zhang, Jie and Chen, Zhisheng (2024) "Exploring Human Resource Management Digital Transformation in the Digital Age," *Journal of the Knowledge Economy*, Vol. 15, No. 1, pp. 1–17.

まつなが・まさき グロービス経営大学院ファカルティ。  
 主著に *Employee Uncertainty over Digital Transformation: Mechanisms and Solutions* (Springer Nature, 2024年)。コミュニケーション学専攻。