

IoT 技術の導入効果と人間労働の変化に関する一考察

西口 宏美^{*1}, ズルキ ファイサル^{*2}

A Study on the Effects of IoT Technology in Production Sites and the Changes in Human Labor

by

Hiromi NISHIGUCHI^{*1}, Faisal ZRUQI^{*2}

(received on Oct.24,2024 & accepted on Jan.30.2025)

あらまし

センサやロボットといった「モノ」をインターネットに接続し、AI 技術を用いた自動処理や遠隔処理を可能とした IoT 技術がわれわれの身の回りに導入され始めている。特に、生産現場において IoT 技術の導入が進むと、これまで行ってきた人間の労働に大きな変化が生じることが予想される。本稿においては、生産現場における「IoT 技術の導入事例」を参照し、IoT 技術の導入により生産現場にどのような効果が生じるか把握するとともに、IoT 技術による人間労働の変化と共存関係の方策について考察する。

Abstract

IoT technology which connects "things" such as sensors and robots to the Internet and enables automatic and remote processing using AI technology is beginning to be introduced into our daily lives. And the introduction of IoT technology at production sites is expected to bring about significant changes in human labor. In this paper, the effects of introducing the IoT technology on production sites were examined based on "Examples of introducing IoT technologies on production sites". Furthermore, changes in human labor due to the introduction of IoT technology and the ways to coexist between human labor and IoT technology were discussed.

キーワード：IoT, 人間労働, 共存

Keywords: IoT, Human labor, Coexistence

1. はじめに

18 世紀半ばの第一次産業革命をはじめとして、これまでモノづくりの現場において幾度かの革新的技術の導入が行われてきた。このような経緯において、主たる労働力である人間の労働が、手作業に頼る「家内制手工業」から、人間と加工用の機械・設備の協働が中心となる「工場制機械工業」へと変遷してきた。さらに現代においては、全世界に張り巡らされた「インターネット」の高速化や情報通信機器の高性能化により、さまざまな情報を一瞬にして送受信することが可能となっている。

このような情報インフラストラクチャーを活用し、「モノ」をネットワークに接続し、離れた場所から操作する仕組みである「IoT (Internet of Things)」技術が生産現場にも急速に導入され始めている。この IoT 技術は、ドイツにおいて誕生した Industry4.0 の概念に基づいたもので、工場内に「サイバー・フィジカルシステム」を構築し、生産の効率化を図るというものである。「サイバーシステム (仮想空間)」とは、「ICT (Information and Communication Technology)」といった情報インフラストラクチャーのことを指し、これを

用いて「フィジカルシステム (現実世界)」である工場内に設置された機械・設備を操作するというものである。

このような ICT や IoT 技術を駆使した技術革新は、「第 4 次産業革命²⁾」と呼ばれる。生産システムの主たる要素として、「ヒト、モノ、カネ、情報」があげられるが、特にヒト (作業者) に与える影響は、これまでになく大きなインパクトがあるものと考えられる。

そこで、本研究においては「生産現場における IoT 導入事例」を収集・参照し、生産効率の 5 つの指標³⁾である「Q (Quality : 品質), C (Cost : 原価), D (Delivery : 納期), S (Safety : 安全), M (Motivation : 意欲)」に基づき、IoT 技術が生産現場にどのような効果がもたらされているか検討するとともに、「人的資源管理 (Human Resource Management)」の視点から「IoT 技術と人間労働との共存」の在り方について考察することを目的としている。

2. モノづくりのプロセスと生産効率の指標

2.1 モノづくりのプロセス

Fig. 1 に示した「モノづくりのプロセス」に基づき、「市場調査」から「廃棄」にいたるまでの流れを以下に示す。

(1) 市場調査

モノづくりの最初のステップとして、「市場調査 (Market Research)」が欠かせない。このステップは、これから生産する製品が市場において消費者の購買対象になるかどうかの裏付けに必要なものとなる。また、この市場調査の際には、現行品の場合には過去の売り上げデータをもとに、将来の売上高の予測が可能であり、消費者の「ニーズ (Needs)」

*1 情報通信学部情報通信学科 教授

School of Information and Telecommunication Engineering,
Department of Information and Telecommunication
Engineering, Professor

*2 情報通信学研究科

Graduate School of Information and Telecommunication
Engineering

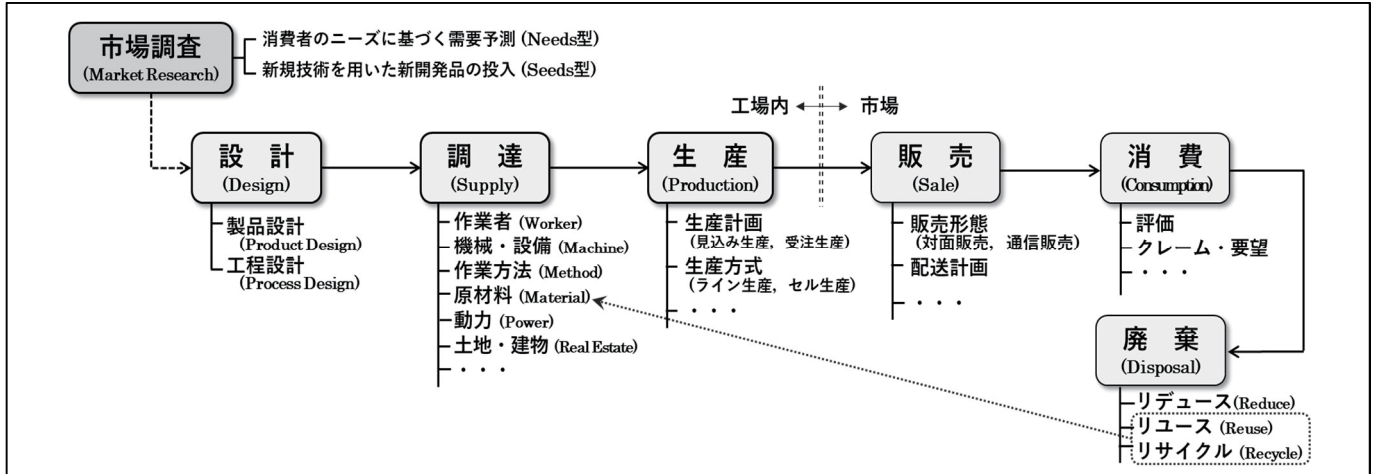


Fig. 1 Production steps and consumption flow.

に基づく需要予測が適用される。最近では、「ビッグデータ (Big Data)」と AI 技術を駆使し、より正確な需要予測も可能となってきた。

また、従来技術の改良や、新技術を用いた製品の場合には新規の消費者をターゲットとした製品開発が要求され、「シーズ (Seeds)」型の需要予測が必要となる。

(2) 設計

次に、工場内で原材料を完成品にするために必要なプロセスとして「設計 (Design)」が挙げられる。

まず、製品の仕様を決めるためには「製品設計 (Product Design)」が必要である。仕様の決定には、原材料の指定、形状、強度、要求される性能などの検討を行う。この製品設計には、材料知識、加工知識、読図知識などの「固有技術」が必要とされる。

次に、工場内で効率的に生産を行うためには「工程設計 (Process Design)」が欠かせない。この工程設計では、生産を担当するヒト (作業員) の人数や機械・設備の台数を生産計画に合わせて算定し、「ムリ・ムダ・ムラ」のない生産システムを計画することを目的としている。この工程設計には、モノ作りを効率的に進めるための品質管理、原価管理、納期管理、人的資源管理などの「管理技術 (Management technology)」が必要となる。

(3) 調達

「調達 (Supply)」とは、生産を行うために必要な作業員、機械・設備、作業方法、原材料、動力、土地・建物などを確保することである。特に、原材料の調達の際にはグローバル生産の進んだ現在では、「SCM (Supply Chain Management)」の考え方を活用し、ムリやムダのない在庫管理などが要求される。

(4) 生産

調達が完了すると、工場内で「生産 (Production)」が開始される。生産のプロセスではまず「生産計画」が重要なプロセスとなる。この生産計画には、需要量を予測し生産する「見込み生産」と、注文を受けた時点で生産を開始する「受注生産」の方式がある。

また、どのような形態で生産を進めるかによって、「ライン生産」や「セル生産」などの方式が用いられる。ライン生産は、生産の流れを分業化し、作業員や機械・設備にそれぞれの工程を分担させる方式で、一般的には流れ作業で行われることが多い。セル生産は、一連の作業工程を一人の作業員が担当する方式である。

(5) 販売

生産が完了すると、次に市場 (Market) において商品として「販売 (Sale)」される。販売形態としては、実店舗において販売員が商品を消費者に直接販売する「対面販売」と昨今普及した販売形態である「通信販売」がある。通信販売は、カタログ販売やテレビショッピングに始まり、現在ではネット上にネットショップを開設し、電子決済などにより商品を販売する電子商取引 (E コマース) が行われる。この電子商取引においては、顧客に商品を届けるための配送計画も重要なプロセスとなる。

(6) 消費

消費者が商品を購入することで「消費 (Consumption)」という行為が生じる。購入した製品を使用する過程で、その商品に対する「評価」がなされる。仮に購入した商品の性能に不満足、あるいは不具合があった場合には「クレーム」が製造者に届けられる。さらには、よりよい商品を望む声として「要望」が届けられる。これらの情報は、製造者にとって製品の改良の手掛かりとなる重要な情報である。

(7) 廃棄

消費された商品は最終的には「廃棄 (Disposal)」される。廃棄された商品の一部は、「リユース」や「リサイクル」の処理がなされ、再び原材料として使用される。

2.2 生産効率の指標

生産現場においては効率化の追求が欠かせない。効率化の追求には「生産性: P (Productivity)」の概念が用いられる。一般的に、生産性は投入された「資源 (投入量: Input)」に対する「出来高 (産出量: Output)」の比で求められる。しかしながら、投入すべき資源にはさまざまなものがあるために、資源ごとに投入単位を統一しないと生産性の客観的な指標 (数値) として表現することができない。従って、投入する資源ごとに考慮された、「5つの生産現場の効率化のための評価指標」について確認する。5つの評価指標とは、「モノ」に関しては Q (Quality: 品質)・C (Cost: 原価)・D (Delivery: 納期)、「ヒト」に関しては S (Safety: 安全)、M (Motivation: 労働意欲) が用いられる。

(1) Q による評価

設計の際に盛り込まれた製品やサービスの機能が保持されているかどうかの評価であり、顧客満足度に大きな影響がおよぶ。

(2) C による評価

製品やサービスを完成させるためにかかった総費用の評価であり、生産者にとっては総費用を抑えることにより利益を増やすことができる。

(3) D による評価

受注生産においては、注文を受けてから完成品を受注先に納入するまでの期間の評価であり、在庫費用の低減のために指定された期日に納入することが要求される。

(4) S による評価

生産現場における作業者の身体的・精神的安全の状況を労働衛生の視点で評価する。

(5) M による評価

労働意欲と生産性との間には高い相関があるといわれている。また、自己効力感や職務満足感との関連性も高いと指摘されている。

3. 研究方法

3.1 生産現場における IoT 技術導入事例の収集

本研究においては、ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協会が Fig. 2 に示すように Web 上で公開している「日本の IoT ユースマップ⁴⁾」を参照して、収集した事例をもとに IoT 技術の導入内容の分析を行った。

なお、事例の収集ならびに分析結果の利用に関しては、あらかじめロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協会事務局に承諾を得た。

3.2 収集した事例における IoT 技術の内容と効果の検討

Fig. 3 に例示するように、IoT ユースケースに示された「実

内部環境	
強み(Strength)	弱み(Weakness)
外部環境	
機会(Opportunity)	脅威(Threat)

Fig. 4 SWOT analysis concept.

現した内容」ならびに「効果およびメリット」を閲覧し、キーワードを抽出した。それ以外の指標で評価を行うべき効果については、適宜新しく指標を作成した。

さらに、得られた効果によってヒトとしての作業者の職務内容や職務意識にどのような影響が及ぶか考察した。

3.3 IoT 技術の導入に対する SWOT 分析

経営管理においては、「環境分析」の考え方⁵⁾を用い、「経済・政治・社会・自然・技術」の5つの環境を「外部環境」として捉え、それらの環境変化が自社にとってメリットとなりうる「機会 (Opportunity)」であるか、デメリットとなる「脅威 (Threat)」であるかを検討し、「内部環境」としての自社の「強み (Strength)」をどのように生かし、「弱み (Weakness)」をどのように解消するかの検討ツールとして Fig. 4 に示す「SWOT 分析」が用いられる場合が多い。

本研究においては、外部環境の変化として「IoT 技術の導入」に焦点を当て、企業にとって自社の内部環境の「強み」と「弱み」に与える影響について考察する。さらには、生産現場における IoT 技術の導入が人的資源管理に与える影響と、IoT 技術との共存策についても若干の考察を行う。

4. 結果と考察

4.1 IoT 導入の内容とその効果

3.1 項に示した生産現場における IoT 技術導入事例について、180 件の事例を収集することができた。それらの事例を分類した結果、以下の2つの導入ケースについて集約することができた。

(1) 生産システム情報のデジタル化のケース

このケースは、Fig.1 に示した生産のステップの中の「設計」から「消費」のプロセスにおいて取り扱う情報を、サーバーやクラウドなどに保管し、生産活動に活用するというものである。

Table 1 に Q,C,D,S,M 以外に新たな指標として「情報の共有化: IS(Information Sharing)」, 「顧客満足: CS(Customer Satisfaction)」 「技能伝承の支援: ST(Skill Transfer)」の3つを追加し、「生産システム情報のデジタル化」により得られ

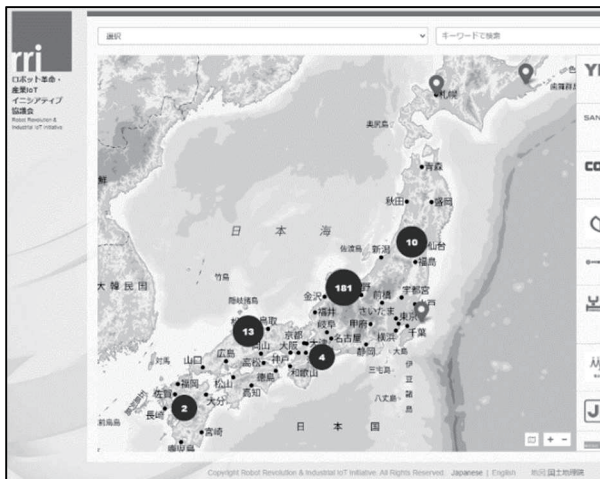


Fig. 2 Website map of IoT implementation cases in Japan⁴⁾.



Fig. 3 Effects and benefits shown in the IoT use cases⁴⁾.

Table 1 Case of digitization of system information.

得られた効果	評価指標	事例数
不良率の低減・製品の高品質化	Q	6
生産現場の費用低減・省力化	C	21
納期管理の正確化・短縮化	D	28
異常状態の発見・予測	D	12
作業環境の安全の確保	S	1
作業者の改善意識・技術の向上	M	5
情報の共有化	IS	16
顧客満足の獲得	CS	5
技能伝承の支援	ST	1
合 計		95

Table 2 Case of introducing sensors, remote control, and AI.

得られた効果	評価指標	事例数
不良率の低減・製品の高品質化	Q	9
生産現場の費用低減・省力化	C	42
異常状態の発見・予測	D	23
納期管理の正確化・短縮化	D	5
作業環境の安全の確保	S	5
作業者の改善意識・技術の向上	M	3
顧客満足度の獲得	CS	8
技能伝承の支援	ST	6
情報の共有化	IS	5
販売促進の可能性	SP	3
環境の保全	EP	2
合 計		111

た効果とその評価指標ならびに事例数を示した。

なお、この「生産システム情報のデジタル化」のケースは、従来より情報処理技術として生産現場に導入されているものであるが、データ・サーバをインターネットや LAN に接続し、PC 端末で遠隔操作可能なことから IoT 技術の 1 つとして取り扱った。

(2) センサ・遠隔操作・AI 導入の場合

加工や設備の稼働状況をセンサで入手し、遠隔操作を行う、さらには操作の意思決定も AI にゆだねるというものであり、昨今の IoT 技術を活用した代表的なものである。

Table 2 に (2) の IoT 事例で新たな評価指標として抽出された「顧客満足：CS(Customer Satisfaction)」「技能伝承の支援：ST(Skill Transfer)」に加え、「販売促進：SP(Sales Promotion)」、「環境保全：EP (Environmental Preservation)」の 2 つの評価指標を追加して「センサ・遠隔操作・AI 導入」で得られた効果とその評価指標ならびに事例数を示した。

(3) IoT 事例から抽出された新たな指標

以上、(1) ならびに (2) の IoT 事例において抽出された新たな評価指標は、従来の生産現場における生産効率の指標である Q,C,D,S,M と比較して、以下に示すような特徴があると考えられる。

①情報の共有化

生産現場といった直接部門のみならず、間接部門も含め全社的に情報共有が可能となり、経営の効率化につながる。

②顧客満足度の獲得

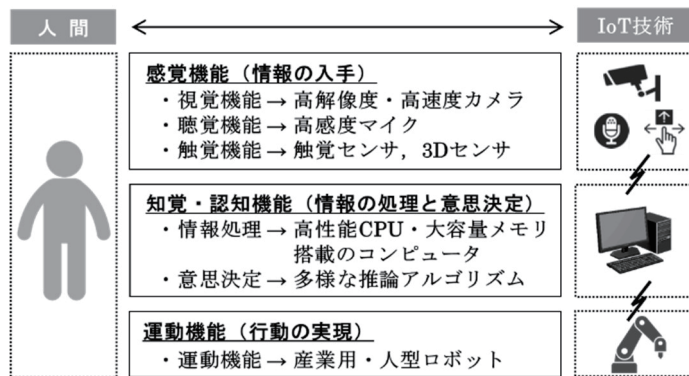
生産現場で製造（創出）されたモノ（サービス）を販売するプロセスにおいて貢献する。

③技術伝承の支援

モノづくりやサービス提供に欠かせない特殊技能の伝承の手段として役立ち、人材育成に貢献する。

④販売促進の可能性

顧客としてのターゲットの選定などプロセスにおいて貢献する。

Fig. 5 Relationship between human function and IoT technology⁸⁾.

⑤環境の保全

企業経営における外部環境としての環境負荷の低減や環境の保全に貢献する。

4.2 IoT 技術の導入が生産現場に与える影響

(1) IoT 技術による人間機能の代替

4.1 項において IoT 技術導入の内容を「生産システム情報のデジタル化」と「センサ・遠隔操作・AI 導入」の 2 つのケースに集約して検討したが、Industry4.0 や Society5.0⁷⁾ に定義されているように、IoT 技術の導入目的を「サイバー（仮想）空間とフィジカル（現実）空間を高度に融合させた生産システムの構築」と捉えると、「センサ・遠隔操作・AI 導入」の事例がその定義にふさわしいと考えられる。

そこで、人間機能を代替する IoT 技術についてまとめたものを Fig. 5 に示す⁸⁾。その概要は、以下の通りである。

①「高解像度・高速度カメラ」が視覚機能を、「高感度マイク」が聴覚機能を、「触覚センサ・3D センサ」が触覚機能を代替する。

②「高性能 CPU・大容量メモリ搭載のコンピュータ」や「多様な推論アルゴリズム」が、知覚・認知機能を代替する。

③「産業用・人型ロボット」が、運動機能を代替する。

人間の感覚機能や知覚・認知機能の代替に関しては、人間では処理できないような、正確で詳細かつ高速での情報処理が可能となる。また、運動機能の代替に関しては、重量物の取り扱いや有害物質や危険な環境での作業をロボットに代替させることにより、人間の健康や安全性を確保できる。このように、IoT 技術を生産現場に導入するメリットは多いと考えられる。

(2) IoT 技術を活用した生産現場への影響要因

(1) 節において、IoT 技術が人間機能をどのように代替するか概観した。さらに本節においては、IoT 技術を活用した生産ツールを導入することで、生産システムに関与する要素に影響が及ぶどうかを検討し、Table 3 にまとめた。

Table 3 IoT-based production tools and influencing factors.

IoT技術を活用した生産ツール		人間機能の代替			5つの指標					新たな指標				
導入の内容	事例数	感覚	知覚・認知	行動	Q	C	D	S	M	技能伝承の支援	情報の共有化	顧客満足	販売促進	環境保全
加工用センサ	17	○	○		○	○	○	○	○	○	○			
遠隔監視システム	31	○	○			○	○	○	○		○	○		○
AI	17		○		○	○	○		○	○	○	○	○	
加工用ロボット	5		○	○	○	○	○	○		○				○

(○印：影響を与える可能性があるもの)

外部環境 (IoT技術)		内部環境 (生産現場)	
機 会 (O)	脅 威 (T)	強 み (S)	弱 み (W)
・生産システムの自動化	・設備投資・更新の必要性 ・機械・設備の故障 ・ネットワークの障害 ・IoT技術による人間の労働の代替	Q ・C ・D ・不良率の低減・製品の高品質化 (Q) ・生産現場の省力化 (C) ・納期管理の正確化・短縮化 (D) ・異常状態の予測・早期発見 (D)	・設備投資費用の増大 (C) ・電力エネルギーの消費増大 (C) ・生産システムの停止 (D)
		S ・M ・作業環境の安全の確保 (S) ・作業者の改善意識・技術の向上 (M)	・人間の就労機会の減少 ・職務内容の変化への対応 ・労働意欲の向上策 (M)
		新 ・た ・な ・指 ・標 ・情報の共有化 (IS) ・顧客満足の獲得 (CS) ・技能伝承の支援 (ST) ・需要予測の正確化 (DF) ・環境の保全 (EP)	・電力エネルギーの消費増大 (EP)

Fig. 6 SWOT analysis of IoT technology introduction in production system.

特に、「新たな指標」については 4.1 項 (1) 節に示したように、「技能伝承の支援」、「情報の共有化」「顧客満足」、「促進販売」、「環境保全」の 5 項目が抽出された。

人間労働に関連する影響項目としては、「技能伝承の支援」に関して、高解像度・高速度カメラを用いて熟練者の作業方法を記録し、それらを動作分析することにより、暗黙知の形式知化に期待がかかる。

(3) IoT 技術の導入による生産現場の強みと弱み

次に、環境分析の手法である SWOT 分析を用い、「IoT 技術」を外部環境、「生産現場」を内部環境として、外部環境の機会と脅威が、内部環境に強み・弱みにどのような影響を及ぼすか検討し、Fig. 6 にまとめた。

まず、外部環境としての IoT 技術は「生産システムの自動化」という機会を与え、これにより内部環境である生産現場においては、以下のような強みが付加される。

①Q,C,D の指標

不良率の低減・製品の高品質化(Q)、生産現場における省力化(C)、納期管理の正確化・短縮化(C)、異常状態の発見・予測(D)。

②S,M の指標

作業環境の安全の確保(S)、作業者の改善意識・技術の向上(M)。

③新たな指標

情報の共有化(IS)、顧客満足の獲得(CS)、技能伝承の支援(ST)、需要予測の正確化(DF)、環境の保全(EP)。

一方、IoT 技術の脅威としては、「設備投資・更新の必要性、機械・設備の故障、ネットワークの障害」、さらには「IoT 技術による人間の労働の代替」などが考えられる。これにより生産現場においては、以下のような弱みが生じると考えられる。

①Q,C,D の指標

設備投資費用の増大(C)、電力エネルギーの増大(C)、電力エネルギーの増大(C)、生産システムの停止(D)。

②S,M の指標

人間の就労機会の減少、職務内容の変化への対応、労働意欲の向上策(M)。

③新たな指標

電力エネルギーの消費増大(EP)。

以上の結果より、IoT 技術の導入により生産現場には多くのメリットが付加されることが期待される一方で、コストの増大や人間労働に対する様々な配慮について検討する必要性が示唆された。

5. まとめ今後の課題

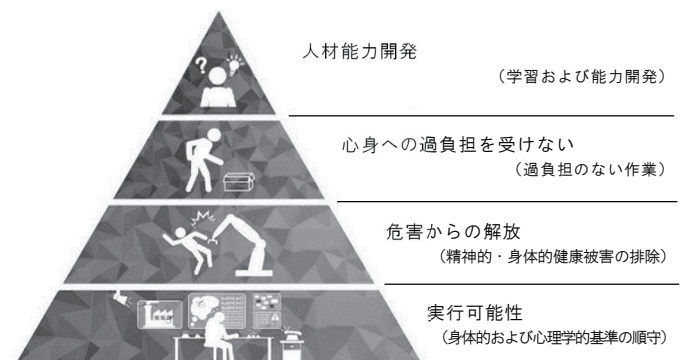
5.1 本研究のまとめ

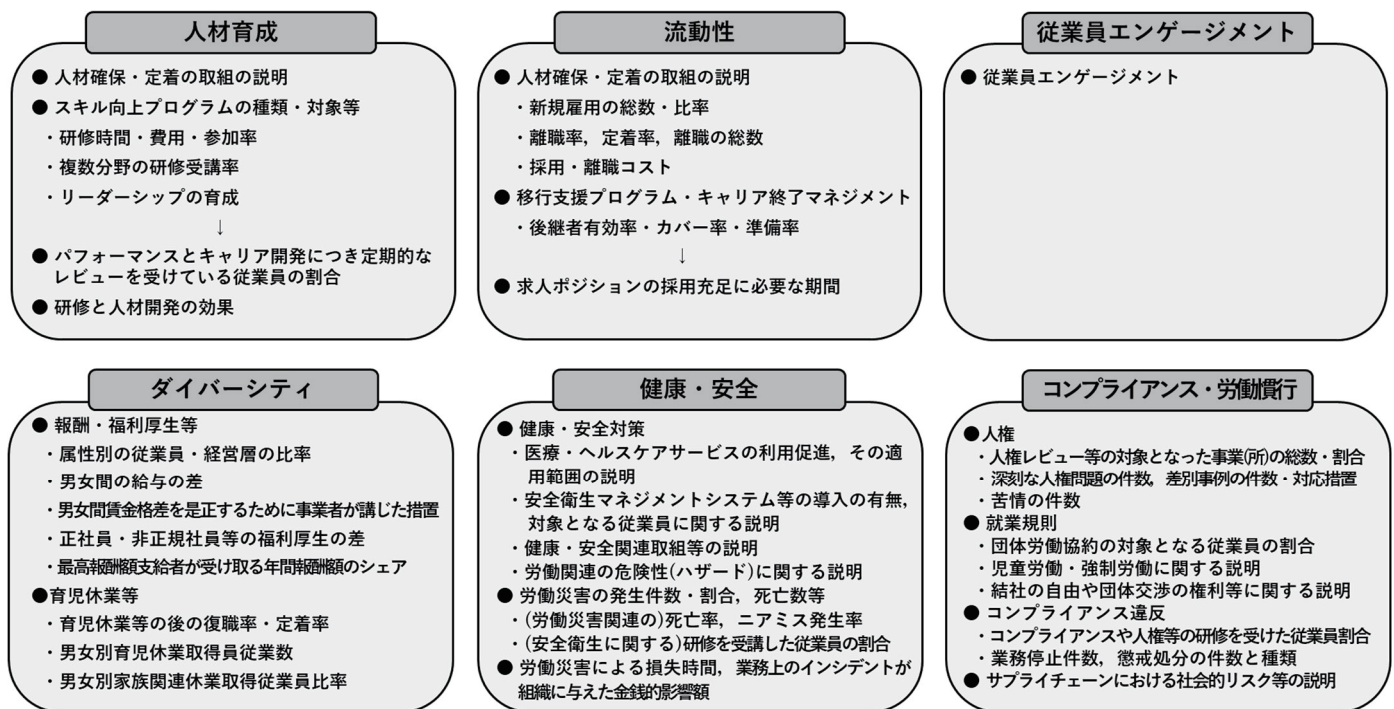
本研究において、まず「生産現場における IoT 技術導入事例」の収集を行い、「①生産システム情報のデジタル化」と「②センサ・遠隔操作・AI 導入」の 2 つのケースに分類し、生産現場に与える影響について検討した。その結果、①のケースの場合には、Q,C,D,S,M の 5 つの指標以外にも新たに情報の共有化、顧客満足、技能伝承の支援の 3 つが追加され、これらの要因が生産現場に影響を与えることが把握できた。また②のケースの場合には、5 つの指標に加えて販売促進、環境保全の要因が影響を与えることが把握できた。

次に、SWOT 分析を用いて「IoT 技術」を外部環境、「生産現場」を内部環境として、外部環境の機会と脅威が、内部環境に強み・弱みにどのような影響を及ぼすか検討した結果、以下のことが示唆された。

IoT 技術は「生産システムの自動化」という「機会」を与え、これにより内部環境である生産現場においては、Q,C,D の指標では「不良率の低減・製品の高品質化、生産現場における省力化、納期管理の正確化・短縮化、異常状態の発見・予測」、S,M の指標では「作業環境の安全の確保、作業者の改善意識・技術の向上」、新たな指標では「情報の共有化、顧客満足の獲得、技能伝承の支援、需要予測の正確化、環境の保全」において強みが付加されることが示唆された。

一方で、「設備投資・更新の必要性、機械・設備の故障、ネットワークの障害、IoT 技術による人間の労働の代替」などの「脅威」がおよぶと考えられた。これらの脅威により生産現場においては、Q,C,D の指標では「設備投資費用の増大、電力エネルギーの増大、電力エネルギーの増大、生

Fig. 7 Human-friendly work standards⁹⁾.

Fig. 8 Six items of human capital.¹⁰⁾

産システムの停止」, S, M の指標では「人間の就労機会の減少, 職務内容の変化への対応, 労働意欲の向上策の検討」などの弱みが生ずることが示唆された。

5.2 今後の課題

本研究の最後に、以下に示す「人間の労働環境」ならびに「企業に要求される人的資本管理」の指針を例にとり、これからの IoT 技術と人間労働の共存に関連する資料について紹介し、今後の課題について概観する。

(1) 人間にやさしい職務の設定基準について

ドイツ標準化ロードマップ Industrie 4.0 Version 4 には、Fig. 7 に示すように「ヒューマンフレンドリーな仕事の基準」が示されている⁹⁾。これは、作業員としての人間にとって優しい仕事環境に関する基準を示したものであり、「実行可能性→危害からの解放→心身への過負担を受けない→人材能力開発」の4つの階層で構成されている。

① 実行可能性 (身体的および心理学的基準の順守)

まず、作業員が担当する仕事 (職務) に対して身体的・精神的な能力を有しているかどうかの基準である。一日の勤務時間 (実働時間と休憩時間) が適切で、作業員が職務能力 (体力や知識や技能) を持ち合わせているかどうかの確認が必要である。

② 危害からの解放 (精神的・身体的健康被害の排除)

作業員が従事する職場環境において、身体的・精神的に悪い影響を与えるものがないかどうかを確認する。重量物や危険物の取扱いなどに対する対策の確認が必要である。

③ 心身への過負担を受けない (過負担のない作業)

「危害からの解放」に関する配慮がなされたとしても、長時間労働などにより身体的・精神的過負担がかからないように配慮する必要がある。

④ 人材能力開発 (学習および能力開発)

作業員の職務に対する高度な職務能力の開発を行う。特に IoT 技術が導入された職場環境においては、従来作業員

自身が行う「作業」が IoT 技術に代替され、自動化された作業の進捗をモニターで監視する際に生じる「単調感」や「職務意欲 (モチベーション) の低下」の軽減策についても考える必要が生じる。さらには、IoT 技術を駆使するためのなどそれらの技術を駆使するための知識や技能を身につける「デジタル人材」の育成も欠かせない。

(2) 企業価値を高めるための人的資本について

昨今、「人的資本 (Human capital)」が企業経営にとって重要な資源であるとの共通認識がなされ、Fig. 8 に示した「6項目の人的資本の開示基準¹⁰⁾」に基づいて、企業情報として重要な役割を果たす「有価証券報告書」への記載が2023年より義務付けられたことなどから、人的資本の経営における重要性が再認識されている¹¹⁾。

本研究でも取り上げた「IoT 技術の導入」により、人間労働の IoT 技術による代替化が進み、就労機会の減少や作業員の職務内容の変化が生じると考えられることから、上述した6項目の中でも特に「人材育成, 流動性, 従業員エンゲージメント, 健康・安全」に対する配慮がより重要となるものと考えられる。これは企業の社会的責任 (CSR) としての地域の雇用創出のみならず、従業員満足の上昇を図ることにより地域住民の「社会的満足 (Social Satisfaction)」にもつながるものと期待される。

参考文献

- 1) 総務省：「情報通信白書平成29年版」, <https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/h29.html> (閲覧日：2021年2月1日)
- 2) Standardization Council Industrie 4.0, ドイツ標準化ロードマップ Industrie 4.0 Version 4, 2020.
- 3) 西口宏美：「人間行動と組織行動 パフォーマンス向上の視点から」, コロナ社, pp.61-66, 2020
- 4) ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協会, 日本の IoT ユースマップ, <http://usecase.jmfri.jp/#/> (閲覧日：2020年

- 8月1日)
- 5) 岸川善光, 経営環境要論, 同文館出版, pp.63-72, 2012
 - 6) 朝野熙彦, 山中正彦, 新製品開発, 朝倉書店, pp.20-22, 2004
 - 7) 内閣府: Society 5.0, https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/ (閲覧日: 2021年2月1日)
 - 8) 西口宏美: 「人間行動と組織行動 パフォーマンス向上の視点から」, コロナ社, p.145, 2020.
 - 9) Standardization Council Industrie 4.0, ドイツ標準化ロードマップ Industrie 4.0 Version 4, pp.69-73, 2020
 - 10) 内閣府, 非財務情報可視化指針 (非財務情報可視化研究会資料), <https://www.cas.go.jp/jp/houdou/pdf/20220830shiryou1.pdf> (閲覧日: 2024年8月15日)
 - 11) 西口宏美, "人的資本の可視化とその定性・定量評価に関する一考察", 日本システムデザイン学会, Vol5 No.S1, pp.27-28, 2024