



COVID-19 時代に世界で注目される コネクテッド・ワーカーによる現場DX

フェアリーデバイス 株式会社 執行役員 COO フューチャリスト **くちい じゅん**
久池井 淳



1. 現場DXを進めるコネクテッド・ワーカーとは何か？

作業に求められる技能・現場の負担は増えるにも関わらず、人手不足という追い打ちが多くの製造業、インフラ産業を襲っている。一方で、ロボットの導入による自動化はなかなか進まない。ロボットは決められた作業をこなすことは得意だが、人間ほど柔軟に働くことができない。バラ積みなど、人間であればアルバイトでも可能な作業もロボットによる実装はほとんどの場合、実用化に至っていない。

また、ロボットは高額で、大企業の自動車工場などを除くと導入が難しい状況ということもある。こうした中で、デジタル技術を活用することで、現場の作業員への負担を減らし、今までの何倍も付加価値を作り出せるような技術が近年、注目を集め始めている。

デジタルデバイスを装着して、AIやITの支援を受けながら技能向上とDX化を実現する現場作業員がその一例で、そうした現場作業員のことを「コネクテッド・ワーカー (Connected Worker)」という。

コネクテッド・ワーカーは、①「熟練技術者からの遠隔によるサポート」、②「作業中のデータの自動取得 (帳票などの自動作成)」、③「現場データの収集・危険アラート」、④「過去の作業データを用いた教育・マニュアルアップデート」、⑤「データ・AIによる作業の支援」などの様々なデジタル支援によって、現場の作業員を熟練技術者と同じ水準まで高める仕組みである。

「コネクテッド・ワーカー」はハイテク機材の整備や、化学工場・オイルプラント・発電設備などミスが許されない現



■ 図1. コネクテッド・ワーカーの提供価値

場作業で、「作業の生産性を向上」、「従業員の安全や健康を管理する」、「作業中の不正やミスを防ぐ」などの複合的な目的で導入が進みはじめている。

2. コネクテッド・ワーカーで実現できる現場DX

現状、コネクテッド・ワーカーが実現することによって、特に恩恵を受けるのは、現場業務の中で遠隔から熟練技術者の指示を受け、二人羽織での作業をすることが可能になることによる移動の効率化と、作業中の判断経緯、帳票作成、エビデンスなど日々の作業の中で実施される現場データの取得など、非コア業務の効率化である。

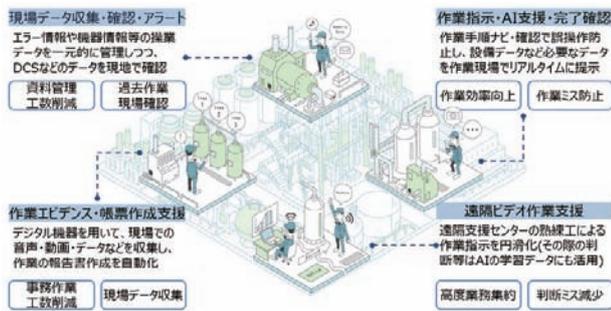
私を含めて読者の中には、DXやAIの導入に向けて、紙資料はあるがデータは無い、データがあってもクレンジングに膨大な工数のかかる内容だったという苦い経験をした人が少なくないと思う。

コネクテッド・ワーカーが導入されることによって、そもそも現場業務が移動や非コア業務を効率化しながらデータを収集することが可能になる。

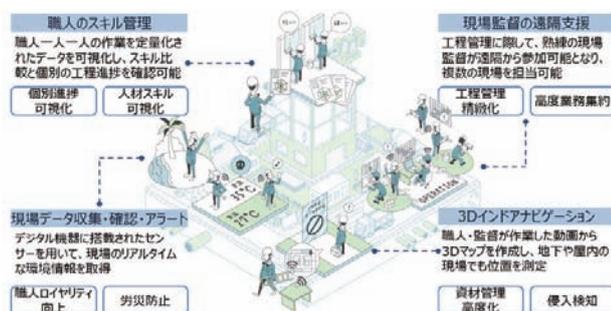
	主なユースケース	概要	効果
AI学習プラットフォーム	作業効率向上 遠隔ビデオ作業支援	作業を集約監視する遠隔支援センターに配置された熟練工からの作業指示を円滑化(その際の判断内容等はAIの学習データにも適用)	高度業務の集約 現場のミス減少
	作業エビデンス・帳票作成支援	デジタル機器を用いて、現場での音声・動画・データなどを収集し、作業の報告書作成を自動化	事務作業の工数削減 過去の作業の現場確認
危険回避	現場データ収集・確認・アラート	デジタル機器のセンサーの他、追加センサを用いて監視点検時に音響・温度など設備保全関連のデータを収集・蓄積	取得データ数・種類増加 異常見逃し率減少
	作業データによる教育・マニュアルアップデート	作業標準等の資料および機器情報等の作業データを一元的に管理しつづ、効率的に活用可能なプラットフォーム	資料管理の工数削減 作業マニュアルアップデート
熟練工AI活用 自動化工程	作業標準指示・AI支援・完了確認	適切な作業手順ナビゲーション・確認し、作業飛ばし・誤操作防止し、設備点検データなど必要なデータを作業現場でリアルタイムに提示	作業効率向上 作業ミス防止

■ 図2. コネクテッド・ワーカーのユースケースと効果

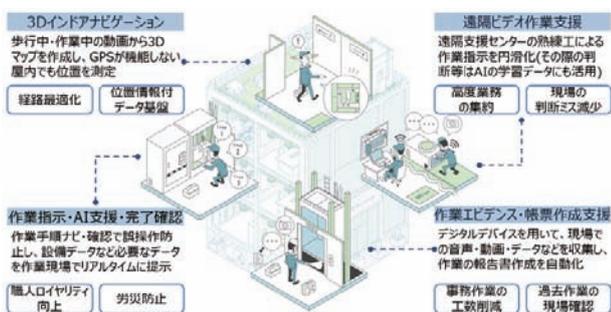
図3、図4、図5に、工場や建設、メンテナンスの現場オペレーションのDX用例を示すが、他にも物流倉庫や運送業での運用でも効果が上がることが分かっている。例えば、音声認識を用いたデジタルデバイスを長距離トラックドライバーに付与することで、運転中にフリートマネジメントシステムとやり取りするなどを適法な範囲で実施することが可能となる。



■ 図3. 工場におけるコネクテッド・ワーカーの用例



■ 図4. 建設現場におけるコネクテッド・ワーカーの用例



■ 図5. メンテナンスにおけるコネクテッド・ワーカーの用例

※ユースケースの詳細は下記もご参照ください。

<https://fairydevices.jp/connectedworker>

3. そもそも、現場のDX (Digital Transformation) が求められている理由

本記事の読者の皆様にとっては既に釈迦に説法の内容となるのは重々承知ではあるが、近年、人口減に伴う就労

人口は減少傾向にある。特に、2020年代以降には熟練技術者の大量定年退職が相次ぎ、人材不足によって、操業が難しくなる工場やインフラが増えることが予測されており、これが現場のDXが求められている大きな理由の1つである。

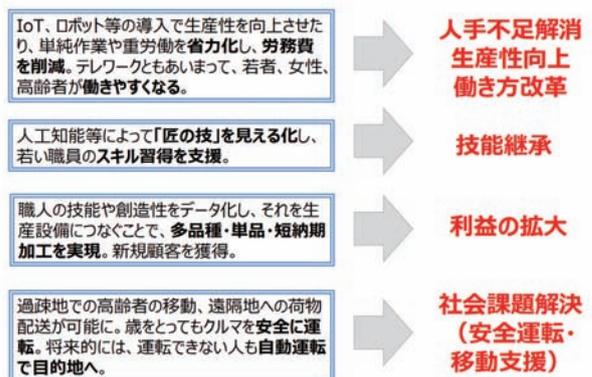
製造業においては9割を超える企業において人手不足が顕在化しており、3割を超える企業が既にビジネスに対して影響が出ている*1。また、有資格技術者を必要とする電力などのインフラ産業においても2030年頃には数千単位での電気保安人材が不足することが予測されている*2。

一方で、工場やインフラ設備などは高度化・複雑化する一方となっており、今後、現場で作業する技術者たちには、今まで以上の高度な判断や知識を求められる場合が増えていくことが予想される。

つまり、我が国がGDPと高度に発達したインフラを維持するためには、技術者の質と量の両方を向上させることが必要ということである。

政府はこうした事態に対して、「Connected Industries」という考えを提唱し産業全体のDXを推進しようとしている。Connected Industriesは数年前から推進されていたIoT化、Digital化の考えを拡張し、デジタル技術を用いて、良質な労働環境の整備と技術・技能・知見の継承、生産性向上を行い、ひいては社会課題を解決しようという考えである*3。

「Connected Industries」実現のメリット例



■ 図6. 「Connected Industries」実現のメリット例 (*3経済産業省資料P19より)

*1 経済産業省「製造業における人手不足現状及び外国人材の活用について」(2018年7月12日)

<https://www.meti.go.jp/press/2018/07/20180712005/20180712005-2.pdf>

*2 経済産業省「電力保安人材・技術WG」(2019年11月25日)

https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/hoan_shohi/denryoku_anzen/hoan_jinzai/pdf/20191125_report.pdf

*3 経済産業省「関東経済産業局IoT・ロボットプロジェクト及び平成31年度施策について」(2019年2月)

<http://kantou.mof.go.jp/content/000226631.pdf>



4. DXの実現に向けてなぜコネクテッド・ワーカーが注目されているのか？

こうしたDXの実現に向けては、デジタルツインを作り、デジタルの仮想空間内で最適化を行った上で、現実施策としてフィードバック・実行を行う必要がある。

一方で、その実現に向けた道は容易ではない。

デジタルツインによる価値のDX化に向けては、① [Collect] データを収集し、② [Curate] 収集されたデータを活用可能な状態に整備し、③ [Cognition] データを分析し示唆を出し、④ [Consultation] 得られた示唆から効率化施策を導きだし、⑤ [Crop] 最終的に施策を実行して実際に業務を効率化するという長い長い道のりがある。

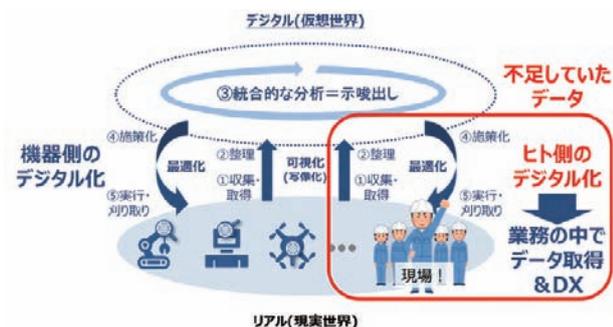
	やること	顧客から良く言われること	
① Collecting for Data (収集)	センサーやネットワークでデータを集めて、蓄積	データばかり集めて金ばかりかかるね効果はいつ上がるの？	小 生み出された価値 大
② Curating for Data (整理)	集まったデータを分析しやすい形に成形	グラフにでもらって綺麗だけ何と言いたいの？	
③ Cognition from Data (示唆出し)	成形されたデータを分析し、それが何を意味しているのが紐解く	課題があることは分かりましたで？どうしたらいいんですか？	
④ Consultation from Data (施策化)	紐解かれたデータと問題の因果関係から対策を立案	まー言ってることは分かるんだけど絵に描いた餅ですよね	
⑤ Cropping from Data (実行・刈り取り)	立案された対策を現実の業務などに適応し変革	いやー大変なんだけど効果が上がってきたよ！	

刈り取るところまでやらなければ、効果は出ないその割にコストが大きい

■ 図7. DX実現に向けた5C

そして、最後の実行フェーズに至るまで、現場ではデータ取得のための負担がかかり、企業においてはコストがかかり続けてしまう。対応を進める我々情報通信技術を提供するベンダーは、社会の再構築ともいえるほどのシステムインフラの整備に対して日夜従事している。

これまでのDX化の取組みで、機器側のIoTなどは進んできた。デジタルによる効率化を実現するためには、ヒト側のデータが不足していたことが分かってきた。デジタルによ



■ 図8. 機器のデジタル化とヒトのデジタル化

る効率化は業務全体のDXが必要となり、これが実現されない限り多くの経営的価値を刈り取ることができないため、ヒトのデジタル化を目指して現在コネクテッド・ワーカーが各所で注目をされ始めている。

5. COVID-19で急速に高まっているコネクテッド・ワーカー需要

そして、COVID-19によって世界が大混乱になっている中、コネクテッド・ワーカーは世界的に注目を集め始めている。COVID-19によって、元々、人手が必要であった高度な機材の運用やメンテナンスに対して、熟練技術者を派遣することが困難になってしまったことが大きな原因である。

特に、先進国では、特殊な設備や工場を海外の新興国で運用している場合が多いが、この運用には多くの熟練技術者を必要としている。この技術支援に元々は日本から熟練技術者が現地に派遣されていたが、安全確保や出入国規制などで現地に向かうことが難しくなったため、遠隔の先進国から現地を支援しながらDX化するための手段が必要となった。

行けない 海外・遠隔地などの機材の立上げ・メンテができない

触れない 現場の「モノ」を複数の人が触ることが困難

集まらない 現地の技術者を教育しようと考えても3密的に難しい

■ 図9. COVID-19によって発生した3つの現場課題

コネクテッド・ワーカーによる①「熟練技術者からの遠隔によるサポート」というデジタル化施策のニーズがCOVID-19によって高まっている。熟練技術者をテレワークさせようという考えである。

6. コネクテッド・ワーカーに関する弊社の取組み

筆者がCOOを担っているフェアリーデバイスでは、工場内での音声認識に関する依頼をきっかけに、こうした現場作業の課題に着目し、現場検証を進めてきた。

一方で、多くのウェアラブルデバイスはゲーム等のエンタテインメントや屋内のC向けユースケースを基準に作られていたため、実際に現場に導入することが非常に困難であった。

特にヘッドマウント型の重量による疲労や身体負担の間

題や、画面が屋外で思うように機能できないという問題にぶつかることが多かった。

そこで、当社では腹をくくってハードウェアから自社開発を行っている。



■ 図10. C向けヘッドマウントデバイスの課題

開発した「THINKLET®」というデバイスは、従来のグラス式のコネクテッド・ワーカーデバイスとは異なる肩掛け式になっている。なぜ肩掛け式なのかというと、数百グラムのグラス型デジタルデバイスを頭に付けていると、頭痛などの身体負担が発生するにもかかわらず、小柄な人でも5kgのリュックサックを背負うことは容易であることに着目したからである。

人間は肩などを通じて骨盤や体幹でモノを持つ場合、身体負担を感じにくいようだ。

また、両手を自由に扱うことができること、作業操作をTVリモコン程度の単純なUXにすることなどにこだわって設計した。

この結果、現場作業員に肉体的負担と業務変更負担をかけずに業務をデジタル化するための形状を実現できた。

7. コネクテッド・ワーカー化を加速する「THINKLET®」の特徴

「THINKLET®」には4つの特徴がある。



■ 図11. フェアリーデバイス社「THINKLET®」の紹介

①ディスプレイのない肩掛け式のスマートフォンである

「THINKLET®」の中身は一般的なAndroidのスマートフォンと同じである。しかし、ディスプレイがない。ディスプレイがないことで、非常に軽量で消費電力を低く抑えることができるようになった。また、前述のとおり肩掛け式にしたことで、一般的なヘッドマウント型、グラス型のデバイスのような首にかかる肉体的な負担が大幅に低減された。

②高性能マイクによって工場の中でも音声認識でAIの活用や作業記録の作成が可能

実は、工場などの現場ではこれまでもトランシーバー、ページャーなどを用いて業務を行っていた。しかし、音質が悪く聞き取ることが困難で、人間でも聞き取りが困難な音声であったため、多くの現場では音声認識が不可能であった。「THINKLET®」では、高性能なマイクを複数搭載しエッジ側で専用のAI処理を行ったことや、ビームフォーミングを活用することで、現場の声をクリアに聞き取ることが可能になった。また、これまで困難であった騒音環境下での音声認識を実現した。既に80db以上の高騒音下での音声認識が運用されており、工場の現場でAIの利用が可能となった。

騒音下での音声認識が可能になったことで、これまでは事務所に戻ってから作成していた作業記録、エビデンス収集や申し送りなども、現場で詳細に作成することが可能となった。

③超広角カメラによってその場にいるかのように、熟練技術者が遠隔支援できる

現場で分からないことがあったとき、これまではトランシーバーなどで熟練技術者がサポートしていた。しかし「緑色のランプが点滅している」と伝えても、現場には緑色のランプが複数存在することも少なくない。「THINKLET®」



■ 図12. THINKLET®ソリューションの画面イメージ



の先端には現場作業員の目線や手元作業を撮影可能な超広角カメラが配置されている。このカメラを使うことで、遠隔にいる熟練技術者は、その場にいるかのように周囲の状況を判断し、適切な指示を出すことが可能である。

このカメラで撮影された画像にFairySLAMの技術を用いることで、撮影された動画から3D地図を作成し、GPSなどの位置情報が利用できない入り組んだ場所でも位置情報を取得することも可能となっている。

④音声認識とジェスチャーセンサーによって両手が自由な状態で操作ができる

オフィスでの仕事とは異なり、現場作業では両手に工具などを持っていることや、保護のために手袋をしていることが多く、指先で操作するようなキーボードやタッチパネルの利用が困難だった。これも現場でのデジタルデバイスの普及が難しかった理由の1つである。

「THINKLET®」は、音声認識に加えてジェスチャーセンサーを搭載することで、現場作業員が両手で作業をしながら、操作が可能のように設計されている。例えば、両手でドリルを操作しながら、AIにマニュアルを読み上げてもらい、作業内容の写真撮影やダブルチェックをAIにしてもらうなどが可能である。

⑤現場の用途、要望に応じてカスタマイズ可能なハードウェア構成

また、上記で述べたのは基本的な構成であり、ジェスチャーセンサーをカメラに変更し、ステレオカメラ化するといったカスタマイズや、ライトや本体と連動するMRゴーグル（自社開発）などのオプション装備が用意されており、用途・要望に合わせて機材側も変更可能な設計となっており、様々な現場ニーズに対応可能である。



■図13. THINKLET®のカスタマイズオプション

8. 現場業務のDXを実現する「セカンドブレイン」の実現

前述のとおり、これまでの現場では設備・装置のデータを基にしたDXが進んできた。一方で、工場などの現場は機械だけで動いているわけではなく、「ヒトが作り出す非定型データ」が不足していた。

「THINKLET®」はヒトに寄り添う肩掛け型「ウェアラブルAI」として、高精度の音声認識と、超広角カメラによる一人称視点の画像データ蓄積を実現し、固定マイク/カメラでは成し得なかった、「ヒューマンビッグデータの取得」を実現することが可能である。

また、LTEなどの高速通信によって、ビデオによる遠隔作業支援のみならず、「解析データに基づく現場支援ソリューション」や「熟練技術者支援AIによる技能伝承」が実現できる。

その際に実現可能なDXを弊社では4段階で定義している。

DX レベル1: 業務のデジタル化によるBPRとデータの取得

データを取得するためだけにコストをかけるのではなく、ビデオによる遠隔支援や音声認識による作業帳票の自動作成など、便利な業務支援機能をデジタルデバイスによって利用可能にすることで、実際に業務をデジタル化し現場の負担を削減する。

このため、日常業務を遂行する中で、業務を効率化すると同時に自然と自動的に現場で発生する「ヒトが作り出す非定型データ」を収集する。

DX レベル2: デジタルによる業務支援（データの活用）

DXレベル1の中で収集された、状況・判断結果を備えた詳細なエビデンスや、可視化された暗黙知といった「ヒトが作り出す非定型データ」を活用すると、これまでは困難だった技能伝承、訓練の質向上、エビデンスで状況判定、ナレッジマネジメントなどを実現することが可能となる。

例えば、ポンプの圧力が通常よりも低いといった状況において、過去のデータから原因となる候補を提示することや、熟練者と平均的作業者の作業内容をビデオで横比較することで、熟練者が無意識に行っている作業のコツを導き出し、マニュアルに反映することができる。

DX レベル3: デジタルによる業務改革（AIの活用）

優れたAIの構築には、教師データを適切な量・鮮度・種類・正確さで学習させることが不可欠であるが、現状はそのためのデータが不足している。

日常業務の中で、周辺状況、熟練技術者の判断など今までは取得できていなかった業務データを収集することが可能になれば、これをAIに学習させることで、業務に適したAIを構築することが可能となるであろう。

この結果、作業終了の確認などAIによる一部の業務の自動化・効率化や、現場からの問い合わせに推奨される判断を返してくれるAIによって、人でしかできない業務に作業員は集中することができる。

DX レベル4：デジタルとの業務融合（AI・機械との共働）

これは多くのAIに関わるプレイヤーが目指している未来だと思うが、DX レベル4を実現すると、ピーターパンにおけるティンカーベル、円卓の騎士におけるヴィヴィアンのように人に寄り添う妖精（フェアリー）のようなAIがデジタルデバイスを通じて人々を助けてくれるような世界となる。

我々としては一足飛びにレベル4やレベル3を目指すのではなく、レベル1やレベル2を通じて足元のDX化を行うことにも注力したいと考えている。

9. 現場知見（OT）をDXすることは日本にとって明るい未来を作る

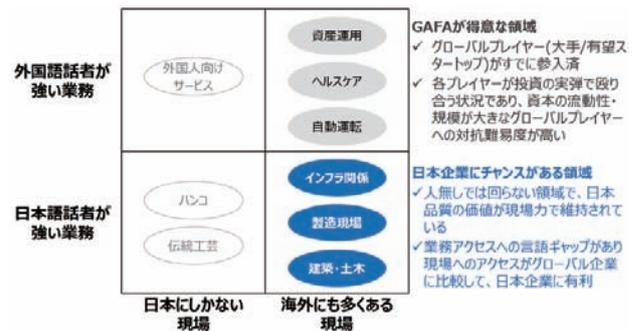
日進月歩の目覚ましい技術革新がある現代においても現場で判断し作業しているのは人間である。

特に日本には数多くの現場知見とそれを生み出す優れた人々があり、品質を支えている。筆者は元々米国企業で働

いていたが、日本の高度な社会インフラオペレーションの輸出について問い合わせを受けることは少なくなかった。実際に海外輸出を実現した例もある。一方で、そうしたオペレーション知見は日本語に閉じており、デジタル化されていないことも多く、ほとんどの場合は輸出できなかった。

こうした現場知見を基にした熟練技術者AIを構築することができれば、「海外工場の早期立上げ」や、「自社の技術（メンテナンス手法）のソリューション化による外貨獲得」など、日本企業の付加価値向上に役立つことは明白である。

知見が日本に閉じており、海外にも同様の現場が存在し、海外のビッグプレイヤーのアクセスが困難な領域をDXすることで、人口減が続く日本においても、AIが外国から外貨を稼いでくれる未来が作れると筆者は考えており、フェアリーデバイスは、現場作業員の一助になるような業務支援AIの実現を目指して日々技術開発に臨んでいる。



■ 図14. 日本企業にとってチャンスのあるAI領域