公開資料

平成 31 年 2 月 28 日

平成 30 年度当初予算　IoT サービス創出支援事業　成果報告書

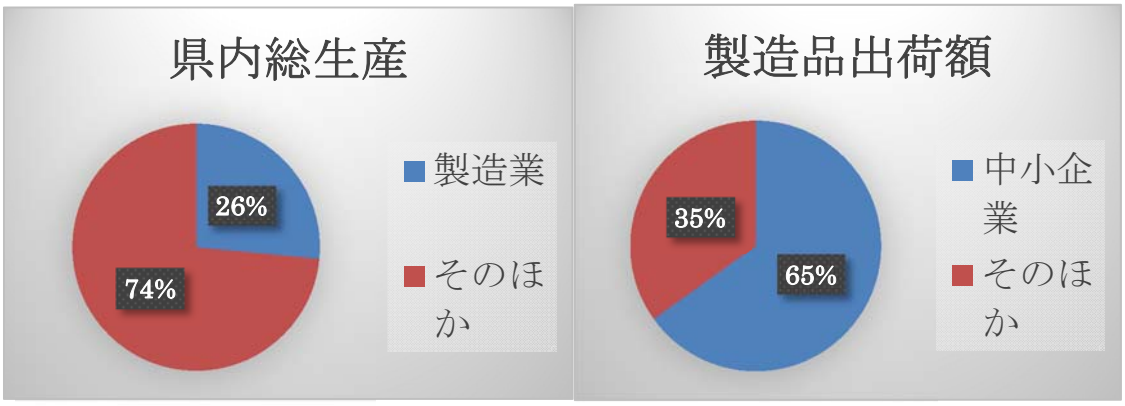
代表団体	公立大学法人　富山県立大学
共同実施団体	富山県、株式会社インテック、KDDI 株式会社、富山県 IoT 推進コンソーシアム、(一社)富山県機電工業会、(一社)富山県アルミ産業協会、(一社)富山県繊維工業会、富山県プラスチック工業会
実証事業名	共有型とやまものづくり IoT プラットフォーム 事業
実証地域	富山県
対象分野	シェアリングエコノミー・地域ビジネス
事業概要	中小企業では IoT システムの導入ニーズが大きいにもかかわらず、導入コストが高いことや、中小企業に特有のニーズにマッチしたシステムが無いことを理由に、IoT システムの導入が進んでいない状況。 「共有型とやまものづくり IoT プラットフォーム」により複数企業で簡易的な IoT システムを共同利用する仕組みを作り、中小企業における IoT システムの導入を促し、生産性の拡大を実現。
実施期間	平成 30 年 7 月～平成 31 年 2 月

１．事業概要

地方の中小企業の現場における IoT に対するニーズは、多くのベンダーが提供する大企業向け IoT システムと、機能やコストの面で見合わない。そこで本事業では、個別の企業努力で導入されていた IoT システムを共通化し、複数企業で共通センサ、クラウド、最適化システムを共有し、共同利用することで「低コストで簡易にデータの取得、可視化、安全な共有ができる IoT システム」を提供する。

２．IoT サービスを活用して克服すべき地域課題（問題点）

富山県では、製造業は県民総生産の 26.6%(全国 18.5%)を占めているが、その従事者数は 1.3%減(H.24->H.26)と全国の 0.6%減を上回っている。また、製造業における年間総実労働時間が 2021 時間と全国平均の 1975 時間を上回っており、製造現場での人手不足が顕著である。富山県の製造品等出荷額の 65.1%を中小企業が占めており(全国 48.0%)、中小企業が IoT によって効率化し、少ない人員で一人当たりの付加価値額を向上させることが必須である。



富山県では、平成 38 年度の県内製造業の付加価値総額の目標値を 1 兆 7000 億円(H27 実績：1 兆 3644 億円)としており、そのためには、毎年 2.0%の成長が必要となる。この 2.0%達成のために IoT の導入による生産性の向上が求められている。

また IoT 投資に関する、中小企業経営者へのヒアリングでは、「無駄があるのはわかっているがそのデータを得るためにかかるコストの問題で先に進まない」といった声が多い。つま

り、十分な投資効果（生産性向上）が見込めるのかが不明でなかなか投資に踏み出せていない。また、製造業（機電、アルミ、繊維、プラスチック等）における IT 投資額は、売り上げの 0.5%程度であり、中小企業の売り上げ規模では、IoT に関する投資を十分に行えない現状がある。一方で、大手ベンダーなどが提供する IoT システムは、前述の大企業の大規模工場を対象とした高機能なものが多く、前述の中小企業の現場で抱える問題とは乖離している。また、コスト面においても数千万円規模単位で見合わない。それでも、一部の投資意欲が高い企業は自社の利用する工作機械や生産管理システムに特化した IoT システムをベンダーに依頼して開発している。しかし、個別の IoT システムの開発は高コストである上に、企業間で情報が共有されないために、業界全体としての効率化が進まない。そのため、中小企業の現場では、「低コストで簡易にデータの取得、可視化、安全な共有ができる IoT システム」が求められている。具体的には本実証を通じて実施した、富山県内の製造業における中小企業経営者に対するヒアリングでも、企業の規模によって異なるが、「年間 15 万円～50 万円程度」の負担で利用できることが望ましいという回答が多かった。

３．地域課題の解決に資する IoT サービス

本 IoT サービスでは、次の４つの地域課題に取り組んだ。

[地域課題１] 中小企業に見合わない高い IoT サービス導入コスト

[地域課題２] 各業界の各工程において、情報の収集・共有ができていない

[地域課題３] 一人当たり付加価値額が低い

[地域課題４] 地方における製造業の人手不足

上記の地域課題を解決するために、「共有型とやまものづくり IoT プラットフォーム」を実現した。このプラットフォームでは、いままで個別の企業に個別のサービスとして導入されていた IoT システムを共通化し、センサノード、クラウド、最適化システムを複数企業で共有（シェア)して利用する。これにより個社の負担する開発、運用コストを低価格化し、IoT 投資を開発委託から共有型の利用料モデルで運用することを想定している。また、データフォーマットを共通化し１つのクラウドサービスにまとめたことによって、データを企業間で安全に共有できるようなシステムとした。またシステム構築だけでなく、富山県 IoT 推進コンソーシアム

（以下「コンソーシアム」という。）を中心に、富山県機電工業会、富山県アルミ産業協会、富山県繊維工業会、富山県プラスチック工業会(以下「ものづくり団体」という。)とともに、共通プラットフォームを継続的に利用、運営可能なルール、ガイドライン、費用負担の枠組み等について議論した。

本プラットフォームの概要を図１に示す。

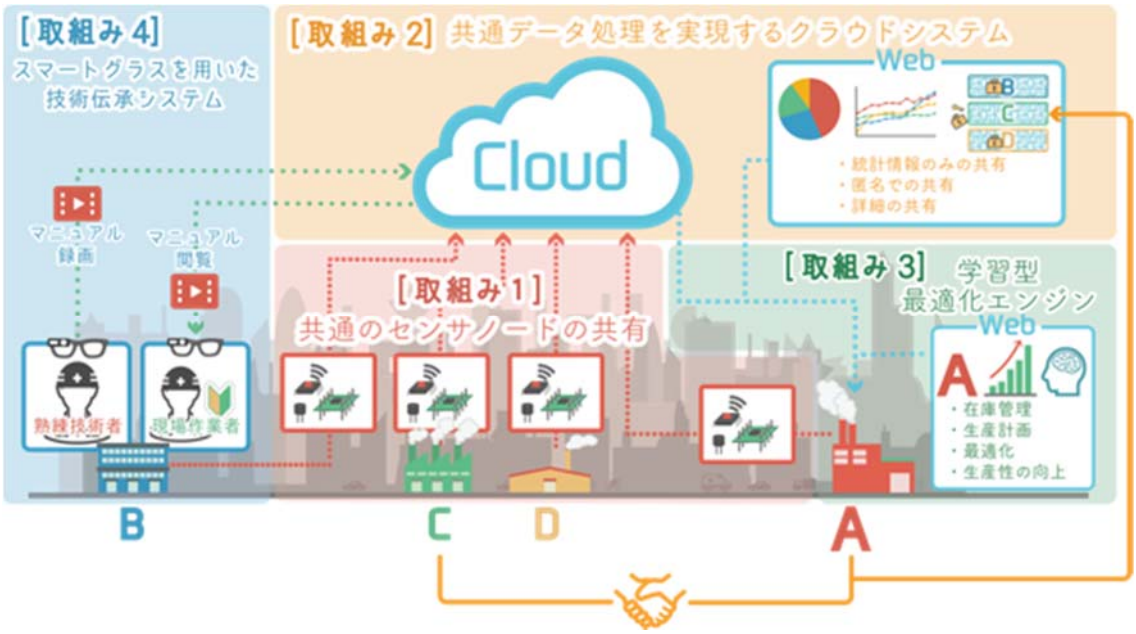


図 1:提案概要

本事業では、上記プラットフォームを４つの取組みに分けて実現したが、各課題は[取組み１]から[取組み４]まで順にデータの収集、可視化・管理、応用と互いに連携する。

[取組み１]において、各企業が利用する共通センサノードを製作した。また、これを企業間で共有し、コストを負担する仕組みづくりについて議論した。

[取組み２]において、個別の企業がネットワーク設備やサーバなどを持つことなく、直接、共通センサノードで取得した生産機器のデータを集めるクラウドを整備した。クラウド上のデータは特別な設備を持たずとも、Web ブラウザを用いて各企業から閲覧可能とした。複数企業間でデータ共有することを前提として設計し、匿名での共有や、統計情報だけの共有、詳細な共有など、複数の共有レベルを設定可能とした。

[取組み３]上記クラウドのデータを活用して生産性を向上するため、適切な在庫数の算出や生産計画の作成を行う最適化エンジンを作成した。機械学習（AI）を活用することで、各企業の個別の違いに依存せずに、生産性向上に寄与する計画作成を行えるロジックを構築した。

[取組み４]熟練工のノウハウの伝承が円滑に実施できていないという問題があることがわかっている。これを解決するためにスマートグラスを用いて、熟練工の作業工程のデータを目線レベルの動画データで収集し、動画付き電子マニュアルを作成し、未熟練技術者の技術習得の

スピードアップなどを実証実験で検証した。

各取組みと、前記地域課題との関連を以下に示す。

・[地域課題１]に対して、[取組み１]による安価なハードウェアを提供した。また、 [取組み２]でコストを抑えるために、１つのクラウドシステムを全ての会社、全ての業界でシェアする仕組みを実現した。

・[地域課題２]に対して、[取組み２]によるクラウドシステムで、業界内でのデータ共有、可視化を行う。ルールを策定することで、異なる企業間、業界間でも必要な情報を共有した。

・[地域課題３]に対して、[取組み３]による最適化エンジンで、工程の順序、仕事の割り当て、納期に対する作業順序などの最適化を行なった。また[取組み 4]を通じて、熟練者の技術を継承し、従業員のスキル向上のためのシステムを構築した。

・[地域課題４]に対して、[取組み４]を通じて、難しいノウハウを容易に継承できるようにし、人材の確保を容易にすることへの取り組みを行なった。

[取組み 1]共通センサノードの実装と共有モデルの確立

本事業では、安価な小型コンピュータである Raspberry PI に、複数種類のセンサを接続するアタッチメントを新たに設計し、開発した。アタッチメントにはデータを送信する LPWA のモジュールに加えて、利用用途に応じて汎用品のセンサを接続する。センサは、「加速度センサ」、「光センサ」、「BLE タグリーダ」、「人感センサ」、「スイッチ」利用可能とする。各センサの利用用途と収集する情報について以下の表１にまとめる。

表 1　利用するセンサと利用用途等

センサ名	利用方法	利用用途	利用工程、業種
加速度センサ	・プレス機など振動を伴う機械の動作状態を加速度センサから取得する。	・機械の稼働/停止状態の取得	プレス工程、組み立てなど
光センサ	生産機械で汎用的に使われる左図のようなランプの状態取得	・機械の正常動作/正常停止/異常停止の把握	ほとんど全ての工程、業種で共通
スイッチ	・その機械に対するオペレータの作業開始、終了時間の記録	・工程における人による作業時間の記録	プレス工程、旋盤、研磨など
人感センサ	・上記スイッチと同様	・上記スイッチと同様	上記スイッチと同様
BLE タグリーダ	・上記スイッチと同様で個人識別を可能とする	・上記スイッチと同様で個人識別を可能とする	上記スイッチと同様

実際に作成したセンサを以下の図で表す。

図 2 開発したセンサー覧(左から光センサ、人感センサ、スイッチ、BLE タグ/加速度センサ(共用))

上記センサ類を用いて現在 13 社で実証実験を完了した。企業からのヒアリング等を踏まえて、代表的なユースケースを業界、工程ごとにまとめた。本事業を通じて、これらのユースケースは企業間でも共通していることがわかった。

実証期間、ならびに今年度中に実施する企業の具体的なスケジュールを以下の表に示す。ユースケース欄は後述するユースケースに対応している。

No	企業名	業種	業界団体	ユースケース	
1	A	アルミ	富山県アルミ産業協会	稼働率	
2	B	繊維	富山県繊維協会	稼働率	人
3	C	金属加工	富山県機電工業会	稼働率	人
4	D	住宅建材	富山県アルミ産業協会	モノの動き	
5	E	段ボール	富山県アルミ産業協会	人の動き	
6	F	製造・加工受託	富山県機電工業会	稼働率	人
7	G	金属製品製造	富山県機電工業会	稼働率	
8	H	ゴム	富山県アルミ産業協会	段替え時間等	
9	I	電子部品	富山県機電工業会	稼働率	
10	J	電気メッキ	富山県機電工業会	モノの動き	稼働率(連携)
11	K	ステンレス加工	富山県機電工業会	モノの動き(連携)	
12	L	精密機器	富山県機電工業会	稼働率	
13	M	住宅建材	富山県機電工業会	モノの動き(連携)	

図 3　実施スケジュール

(a)ユースケース１：機械加工等における機械の稼働率と作業員の関与時間の把握

機械加工等の作業では、１つの製品を加工する際に、治具付けなどの人手を必要とする作業と、純粋に機械のみが稼働する加工工程が連続して行われる。最適化は、人手のかかる作業の

時間をできるだけ短縮し、加工工程の割合を増やすことである。そのため、人感センサやスイッチ、光センサで各工程にかかる時間を把握し、人手のかかる時間や機械が動いている時間を測定した。

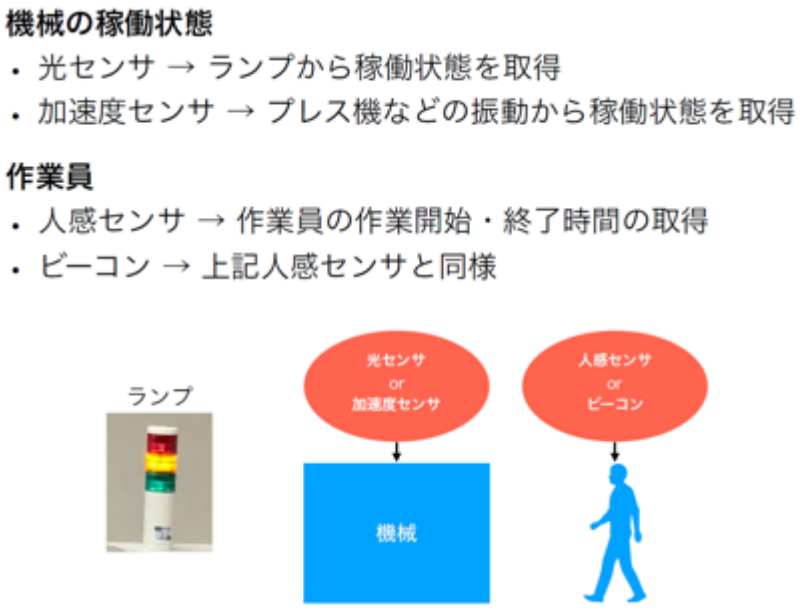


図 4　ユースケース 1 の概要

図 5　ユースケース 1 で実際に設置したセンサ

(b)ユースケース 2 ：組み立て工程等におけるトラブルとその対応時間の把握

様々な業界で、複数のプラスチック部品や金属部品を組み立てる工程が存在する。通常、人手をかけず機械が自動で製造し続けるが、部品の加工精度の問題や機械トラブルでいわゆる「チョコ停」（生産機械が何らかのトラブルにより短時間停止すること）が頻発し、「チョコ

停」状態から稼働状態に直す間に人手がかかる時間が存在する。トラブル発生頻度や原因、ならびに対応にかかる人的コストを統計的に収集するために、人感センサ、光センサで作業時間やチョコ停の発生を記録する。停止自体は部品精度などに由来するため削減することが難しいが、停止からの対応までにかかる時間や対応に必要な時間を測定することで、どの程度の人員を割くべきかを決定し、監視体制を組み直し迅速な対応を可能にする。

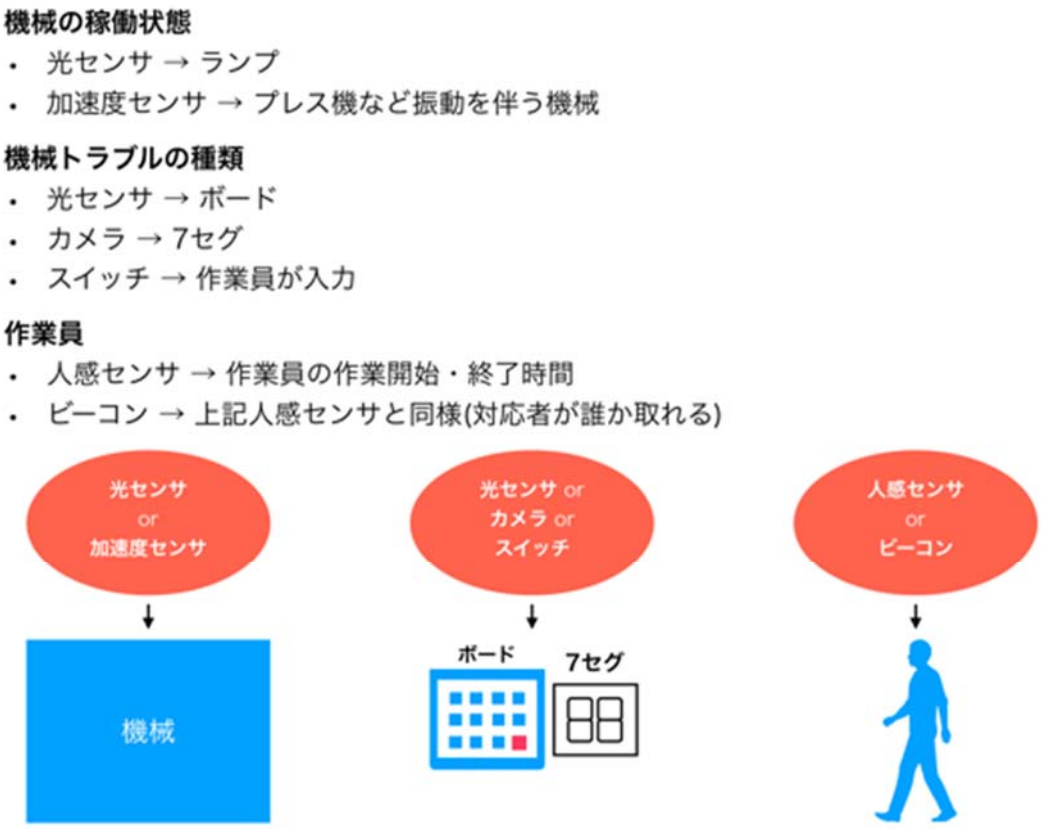


図 6 ユースケース 2 の概要

(c)ユースケース３：仕掛り在庫の位置、滞留時間の測定

アルミ業界等では、工程間で、中間品（仕掛品）の移動などが発生する。後工程の処理が遅いと工程間に仕掛り在庫の滞留が起こり、工場全体の在庫数が上昇してしまう。一方、前工程が遅いと後工程では手待ち時間が発生し非効率となる。よってボトルネックを知るために、仕掛り在庫の数と、その滞留時間を測定する。また、仕掛り在庫の位置をリアルタイムで把握することで、ものがどこにあるのか現場に確認する手間を低減する。例えば、ある場所で滞留時間が長い場合、後工程の引き取りが遅いことがわかる。この場合、後工程の処理内容をパラレル化する、前工程で可能な作業を後工程から引き取る（作業内容の見直し）など、全体の効率化につながる分析を行うことができる。

図 7　ユースケース 3 の概要

図 8 ユースケース 3 で実際に設置したセンサ

<u>システム構成</u>

また上記センサ類は、BLE を用いたワイヤレス通信で Raspberry Pi と接続することで、ケーブルレスで生産機械への設置を可能とした。全体構成を以下の図８に示す。

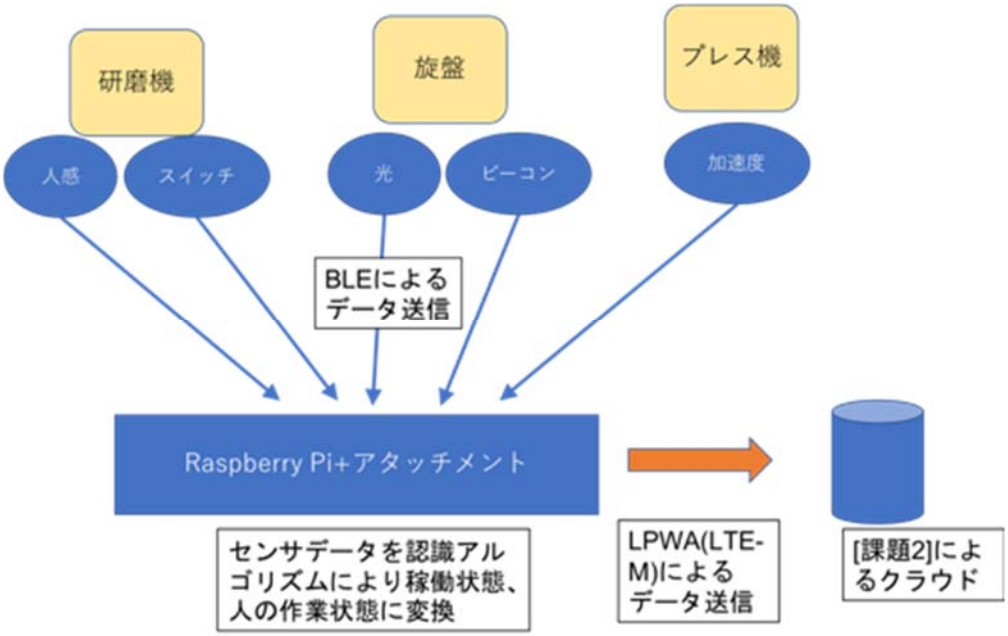


図 9　共有センサの利用例

各生産機械に合ったセンサを取り付け、複数台のデータを一台の Raspberry Pi で集約した。データは Raspberry Pi 上のソフトウェアで機械の動作状態、人の作業状態として認識し、ID をつけて LPWA を通してクラウドに送信する。

また通信方法として、無線 LAN や Bluetooth などでは、クラウドへデータを送信する際に、各企業のネットワークインフラを経由する必要があり、新たな設備導入やセキュリティ対策が必要になる。そのため、直接、センサからセルラー網を通してデータをクラウドに送信可能とするために、LTE-M(LPWA)を利用する。

図 10　開発した LTE-M 拡張ボード

[取組み２]共通データ処理を実現するクラウドシステムの開発

共通センサノードで収集したデータを収集し、安全に管理し、「可視化」の処理を行い、各企業で利用可能にするクラウドサービスを整備する。また、データの共有を企業間で可能とし、その共有ルールを定める。

可視化については、Web インターフェースによって PC やタブレットなどの一般的なクライアントで簡単に生産現場の情報を見えるシステムを構築する。クラウドサービスのイメージと可視化の概要を図 10 に示す。可視化項目は、前述したユースケースに合わせて「機械の稼働時間」「作業員の介在時間」「停止理由」「モノの滞留場所、滞留時間」とした。本事業では、主に大企業が一社で利用することを想定されたパッケージを複数の中小企業で共有できるシステムに改修して実現した。

図 11、図 12 に可視化事例を示す。

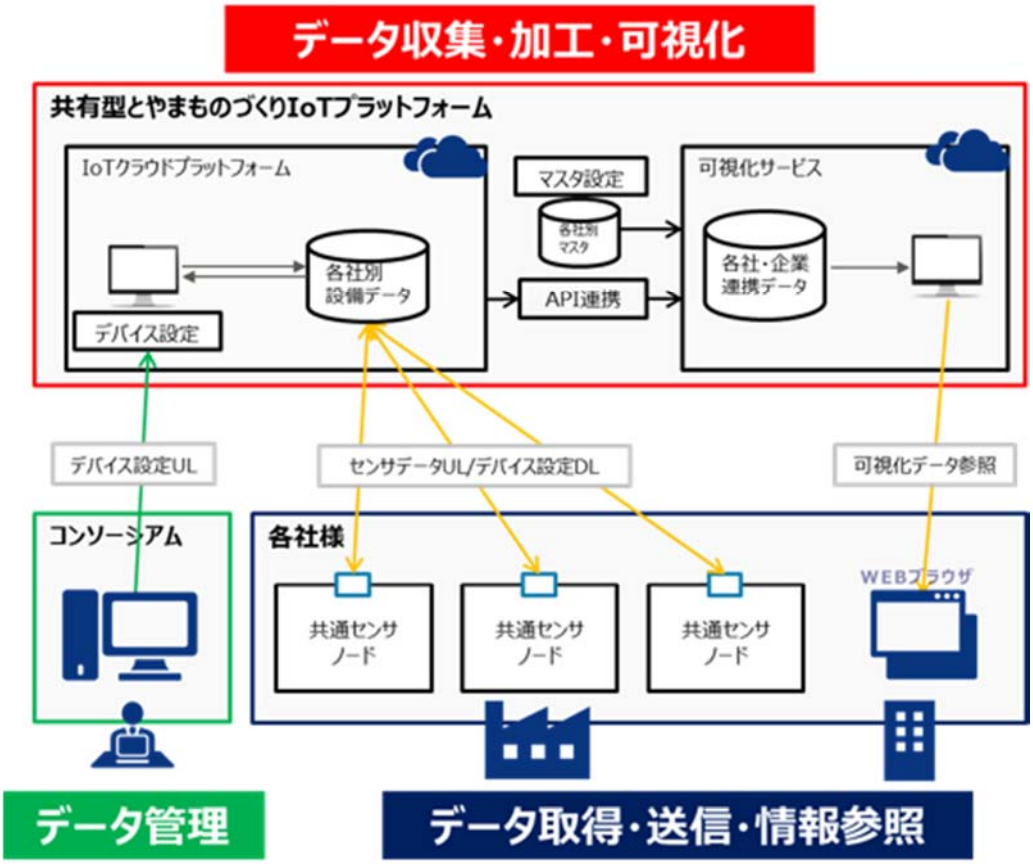


図 11 [取組み 2]の全体概要

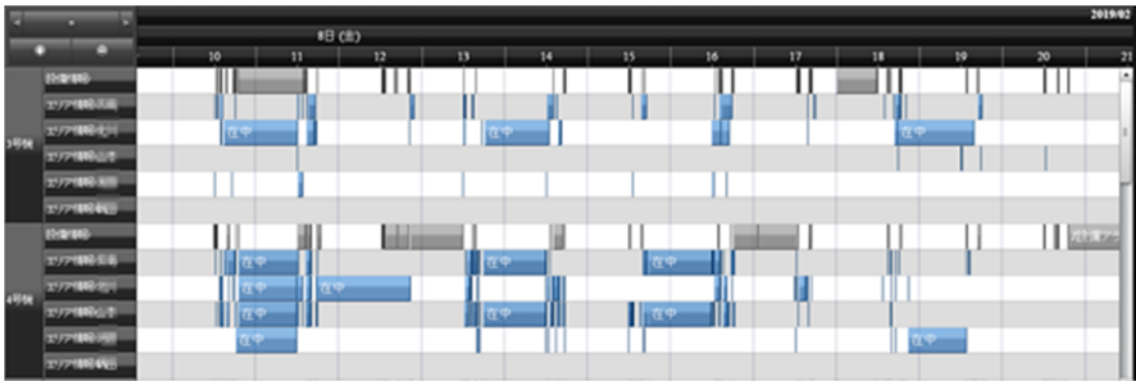


図 12 設備稼働状況と要員配置の可視化事例

図 12 では、３号機、４号機の２台の機械の稼働をそれぞれ最上段に示しており、グレーが稼働時間、それ以外が非稼働時間となっている。また、「エリア情報」としてその機械に介在している作業員の名前が記されており、各作業員がその機械の操作を行なっている時間帯は、ブルーの帯で示されている。

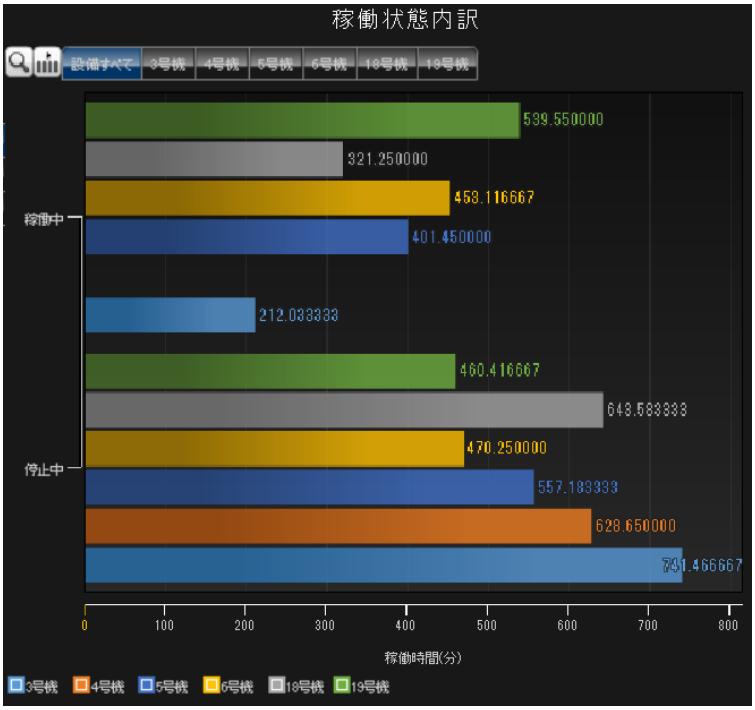


図 13 設備毎の稼動/非稼動比率の可視化事例

また、可視化の際の他者データの共有については、その運用ルールとともに複数の目的に合わせた情報開示のレベルを定義しシステムとして実現した。例えば、「同業他社の同様の工程における自社の稼働率の順位が知りたい」、「優秀な企業のラインの稼働率、メンテ頻度が知りたい」といった匿名な状態でのデータ共有を行いたい場合もあれば、一方で、取引先といった密な関係において「外注先のラインの空き状態を知りたい」、「発注元の部品の生産進捗が知りたい」といった特定の会社のデータ共有を双方合意のもとで行うことも考えられる。このよう

なニーズを実現するために、本事業の中で共有レベルと権限を共通データ処理部でシステムとして実現する。そのためにまず、クラウド上で個社情報のデータ匿名化し、その後、統計処理、ランク付け、高効率企業の抽出などを行う機能を開発した。これにより、個別の会社のデータを安全に管理し、共有することができる。そのため、導入企業は情報システムのセキュリティに追加コストを払う必要がない。図 14 に他社のライン状態を可視化する際の画面イメージを示す。

図 14　他社のライン状態の表示イメージ

このような可視化を行うことで、中小企業特有の「変種変量」のものづくりにおいて重要となっている、個別案件、製品ごとに存在する最適な人の動きや、機械の組み合わせを判断する際の重要な情報をタイムリーに得ることができた。また、経営者が現場に指示する際にも、可視化を従業員と共有することで説得力のある説明を行い、最適な工程への変更などを円滑に進めることができる。同様に、現場の努力が可視化されることで、従業員のモチベーションの向上といった効果が期待できる。

可視化を通じて、経営者等からは、「思ったより稼働率が高くないことがわかった」と言ったことや、逆に、「想定通りであったが、今までより細かい時間粒度で見れるようになった」、「今までかかっていた手間がいらなくなった」といった声を聞くことができた。

また、この可視化を通じて、稼働していない時間帯を把握することが可能となり、一部企業では休憩時の無人稼働を積極的に導入することで、約 10%の稼働率の向上が行えることがわかった。

[取組み 3]学習型最適化エンジンの開発

上記、[取組み２]で集収した稼働率や生産進捗のデータを元に、学習型最適化エンジンを実現した。既存の最適化プロセスでは、個別企業のワークフローごとに詳細なヒアリングを行い、個別にロジックを設計する必要があった。この最適化エンジンでは、数理最適化技術を用いて、あらかじめ用意した混合整数計画モデルを選択し、上記センサから得られたデータを繰り返し入力することで、実際のワークフローにフィットした最適化を可能とした。この結果、各企業において最適な生産スケジューリングの立案を補助するシステムを実現できた。[取組み３]の概要を図 15 に示す。

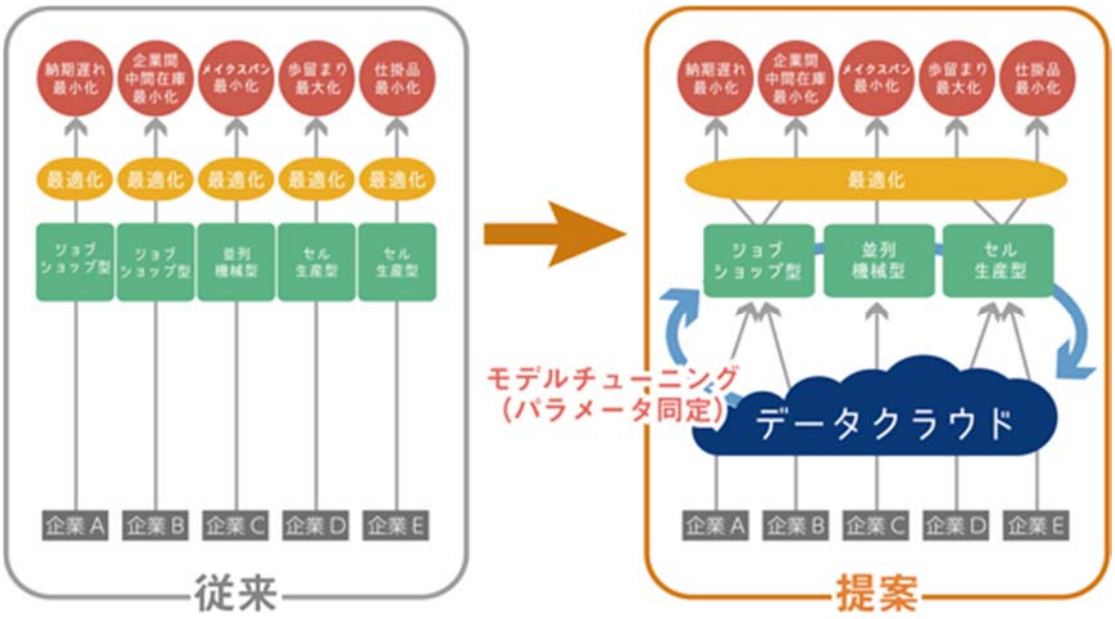


図 15 学習型最適化エンジンの概要

具体的には、企業ごとに聞き取り調査を実施し、従来からオペレーションズ・リサーチ分野で確立されたものづくりの分類を踏まえて、まず各企業を下表に示すような最適化モデルに分類した。この分類は、表２の A 列のスケジューリング内容（決定変数）および、制約条件・目的関数を明確にすることによって与えられる。しかしこのモデルは，同じ分類に属する生産プロセスに一般的に成立するものであり、企業毎の個別事情が反映されていない。そこで同様に聞き取り調査により、企業毎の個別性を下表 B 列に示すような内容として明確にした。B 列の内容は、作業員のスキルなどのように、定量化が困難な属性を多く含む。そこでこれらの値を事前に与えることなく、調整可能なパラメータとして最適化モデルに追加（パラメタライズ）した。

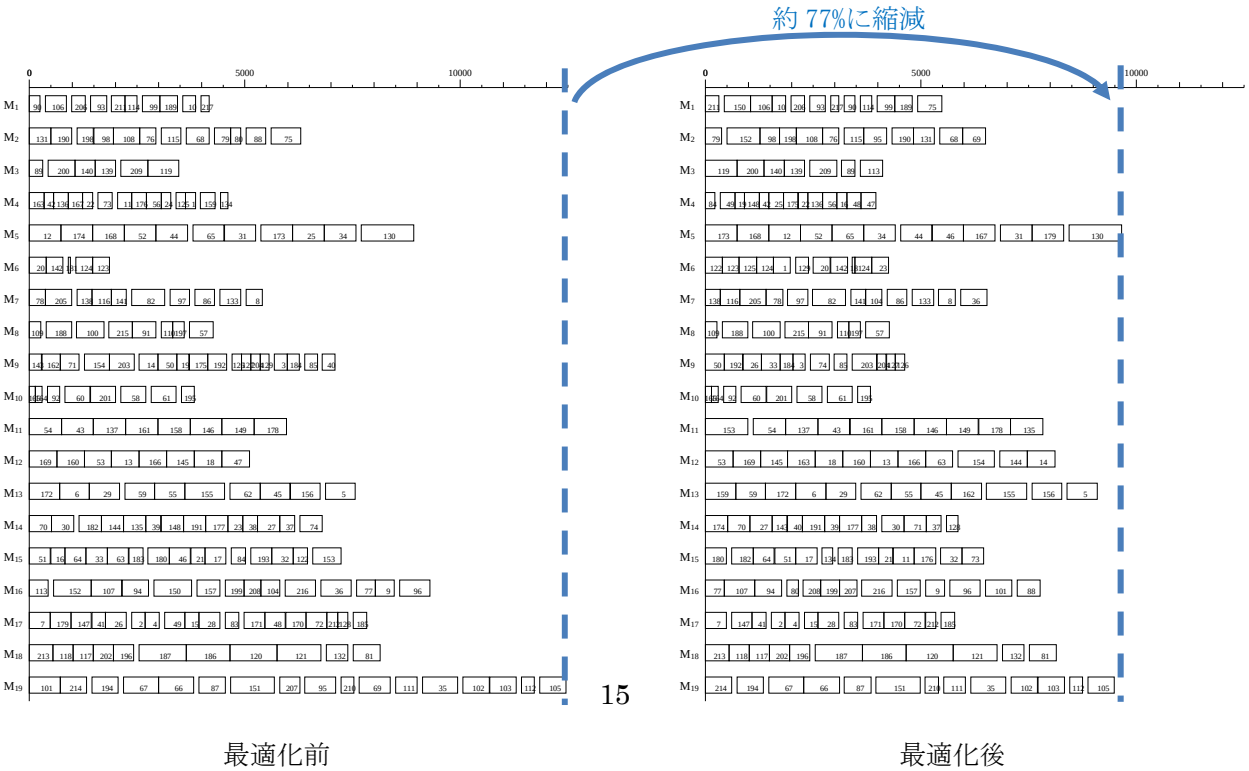
表 2 生産プロセスに対するモデル化

	A. 最適化モデル分類		B. 企業毎の個別性の抽出
	1. スケジューリング内容（決定変数）	2. 制約条件(■)および目的関数(●)	

ジョブショップ型生産	・工程ごとのジョブの投入順序・時刻 ・段取り替えを踏まえたバッチサイズ	■ 工程の通過順序 ■ 中間バッファ容量 ● メイクスパン ● 納期遅延	・生産機械の故障率 ・ジョブの納期優先度
セル生産	・ジョブのセル割り当て ・バッチサイズ	■ 連続作業時間上限 ● 納期遅延	・作業者のスキル ・作業者の作業時間帯 ・ジョブの納期優先度
人員配置	・人員の工程割当て ・作業時間	■ 連続作業時間上限 ● 工程歩留まりの最小化 ● 作業負荷の平準化	・作業者のスキル ・作業者の作業時間帯 ・工場レイアウト（工程間の移動のしやすさ）

次にこのパラメタライズされたモデルは、[取組み２]で蓄積されたデータを利用してそのパラメータ値が確定される。この際、企業間の類似性・個別性に留意しながら、適宜他企業のデータを入力データとして活用した。

このようにして構築された最適化モデルは、企業毎の個別性・暗黙知性を内包している一方で、線形/非線形の不等式によって記述されているため、既存の数理計画法（内点法や分枝限定法）の適用が可能となる。問題の規模（変数、不等式数）に応じて、適宜最適化パッケージを取捨選択し、企業毎の最適化が実現される。実証対象の企業の中でも、上記のジョブショップ型生産においては、生産機械へのジョブ割付と順序付けを同時に行い、１ヶ月分の生産スケジュールを最適化し、メイクスパンの２３％の縮減を確認した。図６に繊維企業に対して適用した際の、ガントチャートの一例を示す.



最適化前　　最適化後

図 16 ガントチャートの一例

[取組み４]スマートグラスを用いた技術伝承システム

スマートグラスなどから取得する動画により、技術伝承を支援する仕組みの実証実験を２テーマ行った。１点目は富山県アルミ産業協会の会員企業に参画いただき、動画マニュアルによる人材育成の生産性向上の実証実験。もう１点は、富山県繊維工業会の会員企業に参画いただき、熟練工と初心者の作業内容を蓄積・分析することによる改善策の立案、目標値の設定が可能になることの実証実験である。

＜動画マニュアルによる人材育成＞

大部分の製造業の現場では、作業標準書が整備され、標準化が進められているが、技術伝承の仕組みは整備されていないことが多い。従来のやり方では、作業の細部に関しては自分で工夫しながら仕事を覚える必要があり、自己流になっている部分がある。また、作業標準書だけでは、不足している内容を口頭で説明することになり、熟練技術者が付きっきりで教える時間がない、忙しいときは聞けないなどの課題があり、結果として技術伝承に時間を要している。作業標準書では伝わらない現場の暗黙知を動画マニュアルにより形式知化することで課題解決できると考え実証実験を行った。

実際に動画マニュアル化を行ったのは、アルミ型材の加工工程であり、熟練者の作業の様子とその視界動画である。この動画マニュアルにより、初心者が、全体の流れと注意するポイントをいつでも確認することができる状態にした。初心者は実際の作業時に、不明な点が出る都度、先ずはこの動画マニュアルを参照するようにしてもらった。

表 3 動画マニュアルの効果

No.	評価項目	定量効果	その他利点
①	技能習得工数の削減	△：熟練者に教えて貰うことに比較し、やや削減	・何回も繰り返し納得いくまで確認できる ・忘れたら見返すことで容易に思いだす
②	技能指導工数の削減	◎：熟練者の教育する工数は劇的に削減 ※	・熟練者に聞きにいかなくても自己完結する
③	技能習得期間の削減	○：空いた時間に自習ができるため、習得期間は短縮	・コツを見ることができる点が良い

④	作業時間の短縮	×：さほど効果なし	
⑤	多能工の育成	○：要員調整が減るため計画的に育成が可能となる	・作業標準を動きを付けて残すことができる

その他コメント

- デバイスのサイズは 10 インチ未満タブレットが妥当である。
- ナレーションやテロップを入れることがマニュアルとして効果的である。
- 作業全体像の動画と視線動画を合わせてみることにより、理解が深まる

※熟練者が教育に要した工数の変化の詳細は以下の通り。

（１工程、対象１人当たり）

＜従来＞

初回説明　３０分×１回

追加説明　１５分×３回（初心者に不明点が出る度に追加の説明（３回程度）を行っていた）

→計７５分

＜動画マニュアルあり＞

初回説明　３０分×１回

追加説明　１５分×０回（動画マニュアルで確認でき、追加の説明は不要となった）

→計３０分

今回の実証実験では２工程で、延べ４人の初心者に教育を行ったので、

＜従来＞

７５分×４人＝３００分

＜動画マニュアルあり＞

３０分×４人＝１２０分

合計で１８０分の熟練者の工数短縮が確認できた。

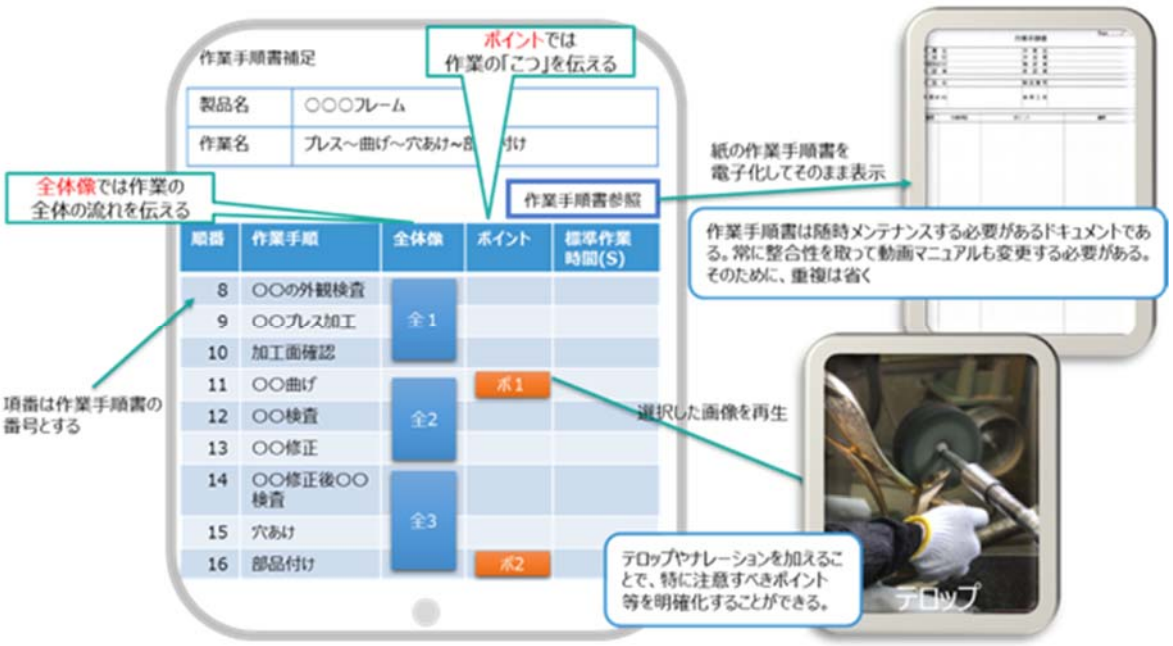


図 17　動画マニュアルの構成図

動画マニュアルはユーザーの意見を取り入れてブラッシュアップし、そのノウハウを動画マニュアル作成マニュアルとしてまとめた。

＜熟練工と初心者の作業内容を蓄積・分析＞

現状、熟練工と初心者の間では、その作業時間や品質面に大きな開きがあることは事実として分かっているが、その原因を明確にすることは難しい面があった。例えば、単純な作業時間比較は可能であるが、必要な作業が抜けているケースや、十分な作業品質が確保できていないケース等を考慮することができなかった。この課題を、作業内容を動画として蓄積し、分析することで解決できることを実証実験し、確認できた効果を、以下の表 4 にまとめる。

なお蓄積する動画は、作業者の視線を記録する瞳の動きを捉えるカメラ動画と、作業全体の様子が分かる定点カメラ動画の２種類を同時に記録することとした。

図 18　瞳の動きを捉えるカメラを装着して作業を実施

表 4 動画による作業内容蓄積・分析の効果

No.	評価項目	定量効果	その他利点
①	技能習得工数の削減	×：作業者は基本技術の研修を受けているため、習得時間の短縮はさほど効果なし	・熟練者の作業を確認することで、ポイントとなる部分は明確になった。 ・量産を担当する海外工場へ展開すれば、大きな効果が見込めそうである。
②	技能指導工数の削減	×：今回の実証実験実施先では、個別の技能指導者が不在	・量産を担当する海外工場への展開を行えば十分な効果が見込めそうである
③	技能習得期間の削減	①に同じ	①に同じ
④	作業時間の短縮	◎：作業内容を比較検討することで、どれだけ作業を短縮できるかの目標値が明確になった。	・品質のムラを確認する上でも、どの作業に問題があるかが特定しやすくなった。
⑤	多能工の育成	○：作業標準を動画として蓄積できるので、発生頻度の低い作業などの教育で有効	・検品などの作業手順書化が難しい工程での、作業者育成で利用が期待できる。

その他コメント

- 蓄積した作業内容を比較・分析するために、任意の動画で時刻を揃えて再生する仕組みがあれば、より効率的に分析ができる。

IT では熟練者と比較対象者の違いを明確化出来れば十分である。その違いを解消していく

のは生産現場の役割だと考えている。

４．地域課題解決による実証成果

［地域課題１］中小企業に見合わない高い IoT サービス導入コスト

[当初目標]IoT システムの導入コストを削減することで、IoT システム導入企業の年間負担コストを売上の 0.1%もしくは IT 投資全体の 20% 以下に抑える。

[結果]本システムの運用コストは、概ね、クラウドの維持、年間メンテナンスに 1000 万円、通信費については 100 万円程度が必要なことがわかった。またハードウェアの補充や故障への対応に 200 万円程度と見積もると、1300 万円程度の年間予算が必要になることがわかった。

この予算は 30 社程度での維持運用を考慮すると、40 万円から 50 万円程度となり、売上 4～5 億円の中小企業の 0.1%程度となっており、目標を達成できた。

また、稼働率を 10%向上させることができると、約 0.3%の利益率の向上が見込める。その場合、年間売り上げ 3 億円の企業でも 90 万円、15 億円の企業では 450 万円利益が向上し、コストに見合うことがわかった。

［地域課題２］各業界の各工程において、情報の収集・共有ができていない

[当初目標]クラウドによるデータ共有の成果として、企業間連携の事例を実証企業 20 社で 8 件以上達成する。

[結果]本実証を通じて、実証協力企業の都合により、企業間連携は 2 件実施した。どちらも、協力企業の進捗を発注元企業から確認するというユースケースとなった。

［地域課題３］一人当たり付加価値額が低い

[当初目標１]各実証企業のいずれかの工程おいて、人の介在する作業（労働時間もしくは人数）の 30%削減を行うとともに、将来的に富山県で定められている平成 38 年度の県内製造業の付加価値額の目標値 1 兆 7000 億円を達成するために必要な年平均成長率 2.0%を実現する。

[当初目標 2]本実証を通じて機械の稼働時間を「小ロット生産では 10%」「量産型生産では 5%」向上させる。

[結果]人の介在する作業、機械の稼働時間等を正確に、また手間を減らして収集することは可

能になったが、実証期間が十分でなく、期間内に当初目標としていた経営、現場改善までは行うことができなかった。しかし、実証企業において、データを分析することにより、休憩時間等、いままで稼働していなかった時間の特徴をつかむことができ、その時間に無人運転を行う予定である。その際の稼働率は、37.5%から 47%に向上する試算となり、9.5%の向上が予測され、概ね目標通りとなることがわかった。

また、オフラインでの検証で、生産管理を最適化することで、最大 23%納期を短縮できることも確認した。今後、オンライン化により実際の生産管理での最適化を目指す。

[地域課題４] 地方における製造業の人手不足

[当初目標]製造業の現場に動画付き電子マニュアルを導入することにより、技術習得のスピードアップと品質向上・生産性向上を図る。電子マニュアル対象工程については、最も導入効果の高い工程（切断、加工（穴、フライス、角)、部品付け、梱包など）を実証実験協力企業と検討する。また、未熟練労働者に対する安全衛生教育への適用も検討する。具体的には、技術習得に要する時間を 15%削減させる。

[結果]

動画付き電子マニュアルを導入することによる、作業時間自体の短縮についてはほぼ効果が確認できなかった。しかし、熟練者が未熟練労働者に対して教育を施す時間については、２工程でのべ４人に実施したが、もともと 75 分 x4=300 分かかっていた時間を、30 分 x４=120 分に短縮することができた。割合にして 60%の削減となった。初回の説明時以外については、熟練者が該当教育について呼び出しを受けることはほぼなくなり、未熟練労働者が動画付き電子マニュアルを利用することで、自己解決を図れていたことが大きかった。

５．実施スケジュール

	７月	８月	９月	１０月	１１月	１２月	１月	２月
[取組み 1]共通センサノードの実装と共有モデルの確立								
1-1.全体設計								
1-2.ハードウェアの実装								
1-3.ソフトウェアの実装								
1-5.現場での実証								
1-6.運用ルール検討								
[取組み 2]共通データ処理を実現するクラウドシステムの開発								
2-1.全体設計								
2-2.業界ヒアリング								
2-3.クラウド設計								
2-4.クラウド実装								
2-5.運用ルール検討								
[取組み 3]学習型最適化エンジンの開発								
3-1. 業界ヒアリング								
3-2. 最適化モデル設計								
3-3. モデル実装								
3-4. データ収集								
3-5. 実証評価								
[取組み 4] スマートグラスを用いた技術伝承システム								
4-1.ノウハウ伝承設計								
4-2.ノウハウ伝承実装								
4-3.現場での実証								
5.成果報告書のとりまとめ								

６．明確化されたルール等（法令、条例、ガイドライン、規格等）

・今後のコンソーシアムの運営ルールについて

コンソーシアムの今後の運営については、未定な部分も多いが、事業主体の決定が急がれる。まず、ローカルベンダーに対して、本プラットフォームのものづくり企業への設置や細かい個別のサービスの作成といった作業を、事業として参画できるように、オープンにすることを計画している。

７．実証事業の所感等

・医薬品に関する業界ルールについて

製造業には医薬品業界が含まれ、特に対象地域となる富山県では、薬業が盛んである。一方で下請けやOEMで医薬品を作る企業が多く、製造過程においていわゆるバリデーションを必要とする「GMP省令」等によって、考え方が非常に保守的になっている。そのため、直接上記省令等と関係ない周辺領域に関しても、本提案のようなIoT機器を後付けするような手法が受け入れられ難いことがわかった。薬の製造の主たる部分以外について、このような効率化への取り組みを後押しするようなガイドライン等が必要だと感じた。

・データ通信量の推定と機器構成について

本事業でのセンシング方法はセンサ値を定期的にサーバに送信するものではなく、センサデータをエッジコンピュータで判定し、例えば、稼働/非稼動といった状態遷移に変換してサーバに送信する。細かな状態遷移に対応でき、かつ、変化が少ない場合は無駄な通信を抑えることができるメリットがあるが、導入前にある程度データ量を推測して、設置するセンサノードと通信デバイスの組合せを最適化するには一定の知見が必要になる。

今後の展開を容易にするには、業種や生産機器による状態遷移の閾値の導出や機器構成の最適化を自動化するクラウドシステムの開発が必要である。

８．実証事業終了後の計画等

（１）実証終了後の IoT サービス

実証事業で構築したプラットフォームを継続運用する。運営主体として、富山県立大学、KDDI 株式会社と引き続き協力して行なっていくが、31 年度の後期に事業主体となる企業、団体を決定し、そこへ移管する。

平成 31 年度 4-6 月

5 社程度から費用負担を得て、事業を継続する。その間にローカルベンダーによる本事業の必要な部分を請け負うグループを作成し、その費用面を担保しながら進めることを検討する。

平成 31 年度 7-9 月

費用負担をする企業を 10 社程度に拡大する。上記ローカルベンダーによるグループに企業を割り振りながらプラットフォーム全体としての運用ルールの定義を行う。

平成 31 年度下半期

費用負担をする企業を順次拡大する。事業主体となる企業、団体を決定し、事務局機能等を持たせる。

（２）普及展開等

上記の通り、この後の収益モデルではローカルベンダーを中心としたアライアンスを組み進めていく。そうした IT ベンダーが近県等のものづくり企業へサービスを拡大することで、他地域への展開が可能になると考えらえる。

一方で、ローカル IT ベンダーが大きく他地域にサービスを展開することは考えにくい。そのため、本事業のプラットフォームは、通信キャリア、全国的な IT ベンダが参画して実現しているため、主としてこれらの事業者で富山県のこのモデルの横展開を実施する。

１年目：　富山県内における IT ベンダのアライアンスと、これによる収益モデルの確立

２年目：　プラットフォームプロバイダ（通信キャリア、大手ベンダ）による他地域への展開

３年目：　他地域での、富山県モデルの構築

（3）今後のスケジュール

実証項目	2019 年度		2020 年度		2021 年度	
	4-9 月	10-3 月	4-9 月	10-3 月	4-9 月	10-3 月
ア）プラットフォームの継続						
ローカルベンダーによるグループの形成	→	→				
参加企業の増加		→				
事業主体の決定		→	→	→		
事業主体による運営に移行					→	→
イ）横展開	→	→				
IT ベンダによるアライアンスの構築			→	→		
キャリア等の主導による他地域へでの同様のモデルの展開					→	→
他地域での運用開始						