

KSK-GR3-3

コトづくりによる新事業創出に関する研究

第 22 回計測自動制御学会

システムインテグレーション部門講演会

講演論文

令和 4 年 3 月

一般財団法人 機械振興協会 技術研究所

はじめに

本書は、令和3年12月15日（水）～17日（金）に、（一社）計測自動制御学会システムインテグレーション部門主催で開催された第22回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会（オンライン）に、一般財団法人 機械振興協会 技術研究所が実施する機械産業新事業創出事業の成果の一部を下記2件の口頭発表で発表した際の講演論文の転載である。

(1) 自動作物生育状態把握システム（第4報）

森川千秋（機械振興協会）、北村 政彦（機械振興協会）、木村 利明（機械振興協会）、米田 朋樹（果実堂）、大山 正巳（スマートロジック）

(2) OR i Nを活用した遠隔保守システムの開発（第3報）

櫛田 隆（機械振興協会）、木村 利明（機械振興協会）、吉田 幸重（デンソーウェーブ）、大山 正巳（スマートロジック）、中島 俊英（ハイメックス）、近藤 知明（ケー・ティエー・システム）

コトづくりによる新事業創出に関する研究

第4報 自動作物生育状態把握システムの評価実験

○森川 千秋 (機械振興協会), 北村 政彦 (機械振興協会),
木村 利明 (機械振興協会), 米田 朋樹 (果実堂),
大山 正巳 (スマートロジック)

Research on new business creation based on Kotozukuri 4th report: Test operation of the Easy Leaf Measuring System

○Chiaki MORIKAWA (JSPMI), Masaaki KITAMURA (JSPMI),
Toshiaki KIMURA (JSPMI), Tomoki YONEDA (Kajitsudo),
Masami OYAMA (SmartLogic),

Abstract: Study on new business creation based on Kotozukuri for small and medium-sized manufacturers is done. A framework to develop products from the perspective of Kotozukuri is considered in the study. Moreover, two methods are in the framework, as adding services to existing products to improve value, and developing new products that have never existed by responding to potential needs. Prototype systems based on these methods are also developed in the study. In this paper, test operation for the prototype of the Easy Leaf Measuring System as case of developing new products that have never existed is discussed.

1. 緒言

中小製造業には、自社製品を有する自社製品型の企業、高度な工程設計や加工技術などによる試作加工型の企業及び大手製造業などへの部品供給を主とした下請型の企業など、様々な業務形態がある。これらのうち、試作加工型の企業及び下請型の企業のモノづくりは、発注元からの製品や部品の設計図を起点にして工程設計及び製造を行なうことが主となる。

そのため、これらの企業が自社製品開発に取り組もうとした場合、製品開発の経験不足から、製品開発の枠組みや成功事例の探索などの情報収集から着手することになり、多くの工数を要することがある。

特に、持続発展可能な製品開発のためには、顧客との継続的な関係を構築して、顧客のビジネスとしてやりたいコトに寄添い、単なるモノとして製品を供給するばかりではなく、顧客のコト実現のための貢献に視点を置いたコト起点の製品開発が重要となり、これらの枠組みや事例に関する情報が必要とされる[1][2]。

そこで、中小製造業のコト起点の製品開発を支援するため、コトづくりによる新事業創出に関する研究を

行っている。本研究では、コト起点の製品開発のための枠組みを検討して総論として取りまとめると共に、その総論にもとづく開発事例を示す。

第1報では、コト起点の製品開発のための総論の概要、開発事例の構想について報告した[3]。総論では、顧客のコトに貢献するサービスを、提供者として製造業が提示する場合、提供者が既に持つ製品にサービスを付加して、顧客のコトに対応させるモノ・コトと、顧客が認識していない潜在的にやりたいコトを共創してモノとして実装するコト・モノとの二つの手順があることを提案した。また、開発事例として、これらの手順のうち、モノ・コトの事例について報告した。本開発事例は、中小装置メーカーが、機器単体の供給のみならず、顧客の持続的な機器運用及び高品質で高効率な製品製造を行なうコトに資する現場改善支援サービスや保守サービスの提供も目指した新事業の創出に資するORiN(Open Resource Interface for the Network[4][5])を活用した遠隔保守システムであり、その構想を報告した。

第2報では、もう一つの手順であるコト・モノの開発手法例を示すと共に、コト・モノの開発事例について報告した。コト・モノを行うための開発手法は、ソリュー

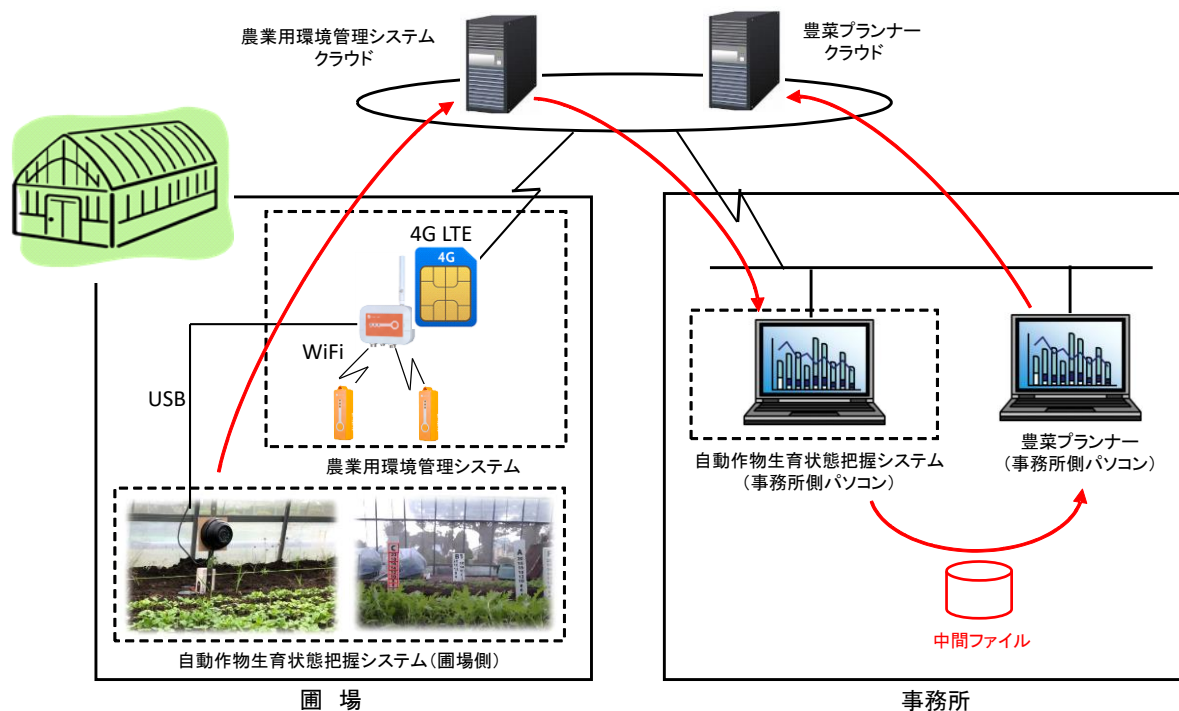


Fig.1 Configuration of the prototype

ション指向の開発プロセス [1][2] 及び EAR-Model (Enterprise Activity Reference Model) [1] をもとにする。また、コト・モノの開発事例は、本手法をもとにして開発した自動作物生育状態把握システムであり、その概要について報告した。本システムは、土耕栽培による葉菜栽培を行う農業生産者向けに、これまで作業者が直接圃場を見回ることによって確認していた葉菜の生育丈を自動計測、管理するための仕組みである[6]。

第3報では、第1報でも報告した ORiN を活用した遠隔保守システムの構想を示した。さらに、本構想に基づくシステムを実装するにあたり、顧客工場への段階的な導入が可能となるように、遠隔保守システム簡易版及び遠隔保守システム完全版の2つの実装仕様を検討し、それぞれプロトタイプを開発した結果を報告した。

本報では、第4報として、第2報で報告した自動作物生育状態把握システムのプロトタイプについて示す。さらに、本プロトタイプを、農業生産者に試験導入し、評価実験を行った状況について報告する。

2. 自動作物生育状態把握システムのプロトタイプ

本研究で開発した自動作物生育状態把握システムのプロトタイプについて示す。

開発したプロトタイプの構成は、Fig.1 に示す通りである。本プロトタイプでは、圃場側システムとして設置したウェブカメラは、市販の ELP 製 1080P ウェブカメラ (防水・防塵: IP65, 画質: 1920×1080) とし、インターネット接続及び画像情報の蓄積には、スマートロジック㈱ Agriware を活用し、ウェブカメラの画像を、Agriware 側で設定した周期で、Agriware のクラウドサーバに格納する。圃場側に設置した立て札は、アクリル板上に、作物の生育丈と共に、生育した葉で隠れる記号を標記した。記号としては、立て札を特定する記号 (例: A, B, G など) 及び作物の生育と共に作物の葉などで隠される記号 (例: 2, 4, 8, 10, 12 など) を用いた。

さらに、事務所側には、自動作物生育状態把握システムのアプリケーションシステムがインストールされたパソコンを設置し、アプリケーションシステムが Agriware のクラウドサーバからウェブカメラの画像を取得し、画像処理の上、作物の生育丈を計測する。ソフ

トウェアは開発環境を無料で用意できる Python で実装した。

なお、計測された作物の生育丈は、CSV (Comma Separated Values) 形式のファイルにより、生産管理システムである豊菜プランナー[7]に取り込むことも可能であり、その場合、他の生産に関わる情報と共に統合管理可能である。

開発したプロトタイプを、(一財)機械振興協会 技術研究所内の実験用パイプハウスによる圃場で動作実験したところ、Fig.2 に示す通り、基本的な動作が実行できることを確認した。



Fig.2 An example of application

3. 農業生産者における試験導入

本自動作物生育状態把握システムは、圃場の作物を挟むように、ウェブカメラと立て札を設置する。ウェブカメラは立て札を撮像して、作物に遮られることのない立て札の記号を画像処理することで作物の生育丈を測定する。本システムで測定される作物の計測値 (以下、作物の計測値) は、Fig.3 に示す通り、作物のしなりの頂点部の高さを測定することになる。しかし、農業生産

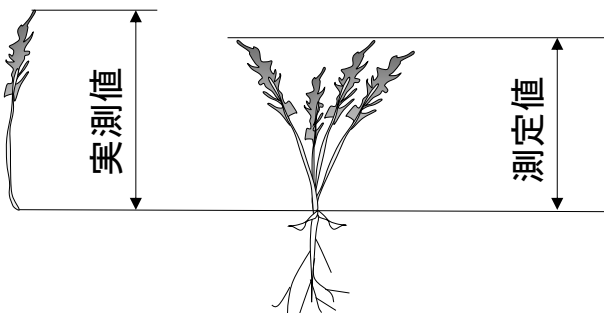


Fig.3 Difference of total crops length and vertex height measured by program

者は、パッケージングなどの都合により、作物がしなった状態ではなく、伸長させた状態の長さ (以下、伸長させた状態の長さ) を必要とすることが多い。

そこで、開発したプロトタイプを、(株)果実堂に試験導入し、本システムの動作検証と共に、本システムによる作物の計測値と、本動作検証のために手作業により物差しなどで測定した作物を伸長させた状態の長さの実測値との関係を明らかにすることとした。これにより、本システムを活用する農業生産者が、本システムによる作物の計測値から容易に作物を伸長させた状態の長さの推定値を得ることができるようになる。本システムによる作物の計測値から、作物を伸長させた状態の長さが推定できるようになることで、農業生産者の見廻り工数の削減及び作物の生育丈把握の客観化に貢献する。

本試験導入は、ベビーリーフ生産量日本一の(株)果実堂の圃場で実施した。同社の圃場は、敷地寸法が約 6m × 90m のパイプハウスの圃場であり、Fig.4 に示す構成のプロトタイプを、2セット開発し、同社の圃場に試験導入した。

本評価試験では、本システムによる作物の計測値から、同作物を伸長させた状態の長さの推定値を得る仕



Fig.4 Installation of the system to a field of Kajitsudo Co., Ltd.

組みを検討するため、本システムによる作物の計測値に対して、作物を圃場で物差しにより実測した伸長させた状態の長さの実測値も収集した。

本試験導入における作物は、水菜及びピノグリーンとし、開発したプロトタイプ評価実験を実施した。実施期間は、2020年9月より2021年10月まで、計14回の作付けについて実験を行った。

4. 伸長させた状態の長さの推定

4.1 作物の計測値と伸長させた状態の長さの差異

本システムによる作物の計測値、作物を伸長させた状態の長さの実測値及び作物を伸長させた状態の長さの推定値の関係例を、Fig.5に示す。青線グラフが本システムによる作物の計測値であり、橙色の棒グラフが作物を伸長させた状態の長さの実測値を示している。作物のしなり具合により、作物の計測値と伸長させた状態の長さの実測値に差がみられ、その比率（伸長させた状態の長さ/計測値）も期間内の時期によって変化することが分かった。

4.2 推定式の作成

本システムによる作物の計測値から、作物を伸長させた状態の長さの推定値を得る式が導出できると、本システムを活用する上で有益であるため、本推定式の導出を試みた。本推定式の導出手順について、水菜の例を使って以下の通り報告する。

まず、ある程度の作物の計測値及び作物を伸長させた状態の長さの実測値のデータを収集する。次に、これらのデータから、作物を伸長させた状態の長さの推定値を求める式を作成する。具体的には、作物を伸長させた状態の長さの推定値を求めるための式は、最小二乗法を用いて求める。PythonのライブラリであるNumpyのPolynomialクラスのpolyfit関数を使って容易に最小二乗法による多項式を作成できる[8]ので、これを用いて多項式を作成する。

実際に式を求めるにあたっては、Fig.6に示す通り、本システムによる実験で得られた作物の計測値(1cm刻み)に対応した伸長させた状態の長さの実測値の散布図(橙点)を作成し、polyfit関数に入力して多項式(次

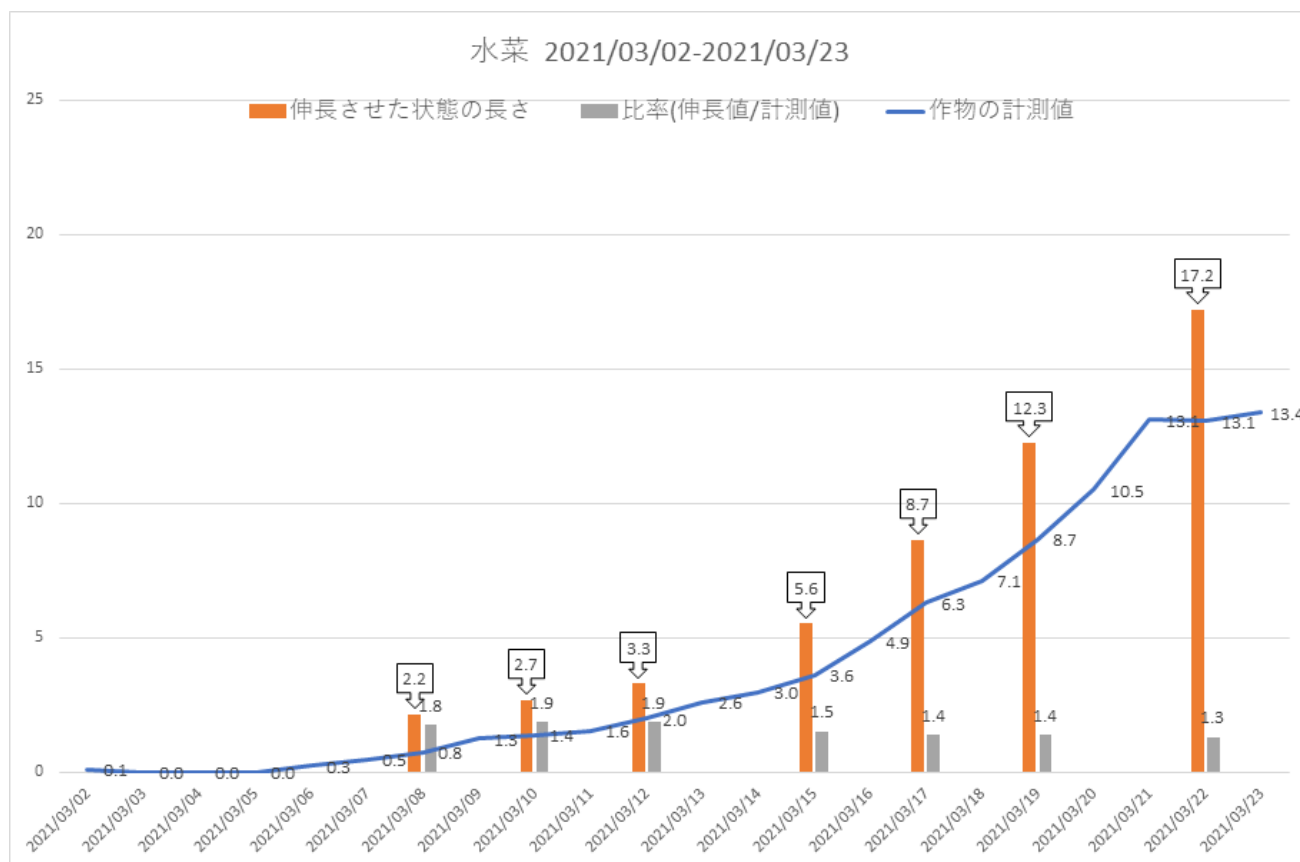


Fig.5 Scale values and manually measured lengths (Unit:cm)

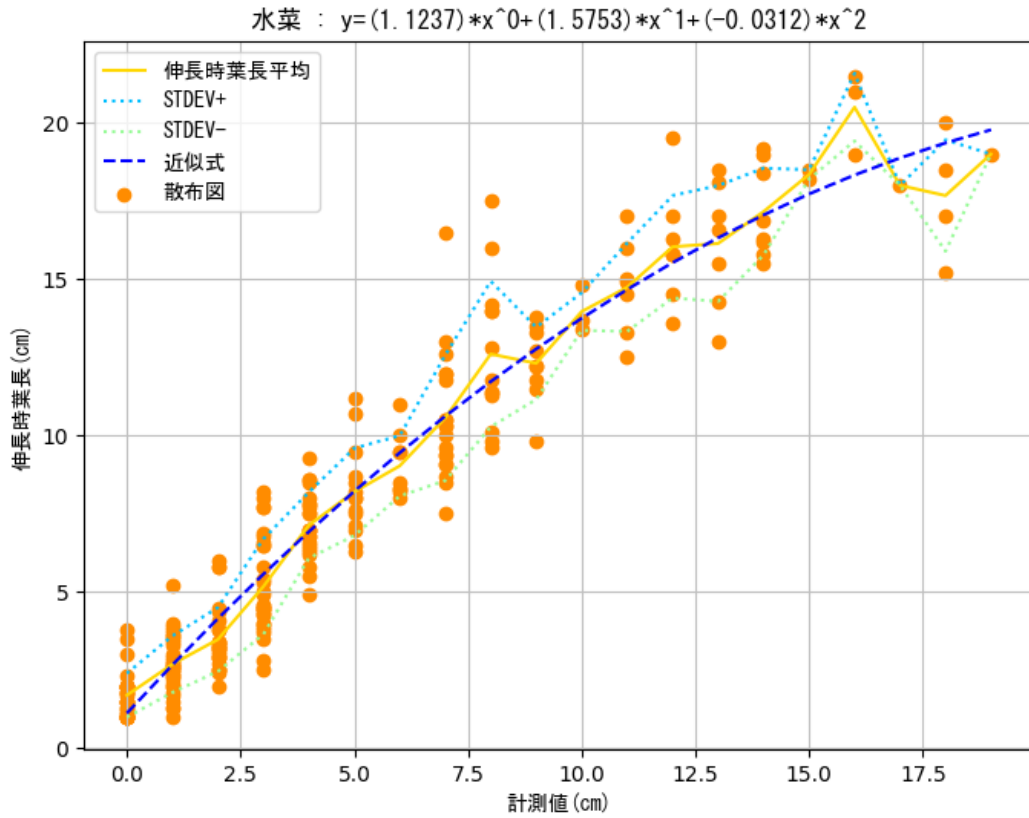


Fig.6 Approximate formula

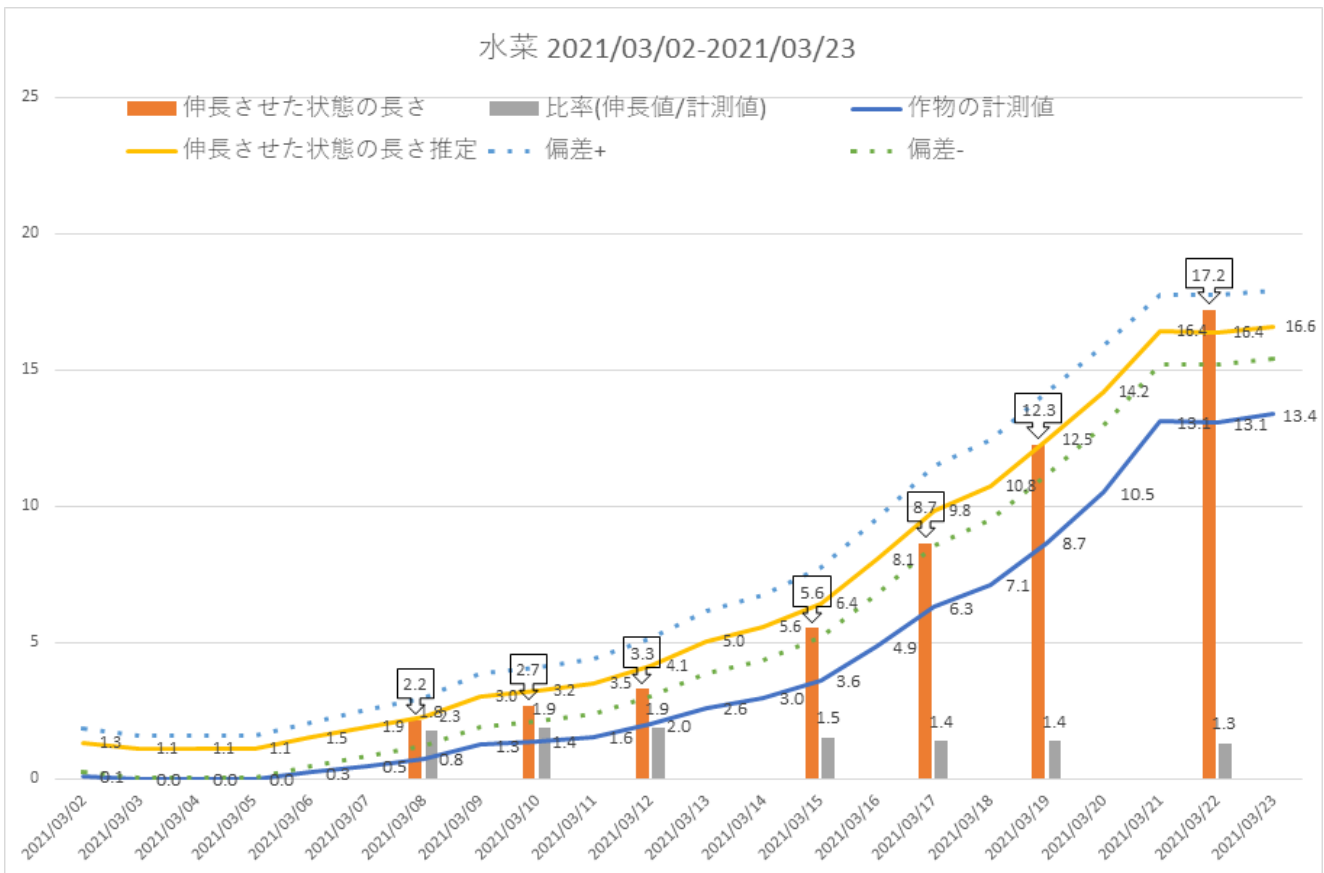


Fig.7 Applied approximate formula (Unit:cm)

数は可変)を作成した。次に、本システムによる作物の計測値と、伸長させた状態の長さの実測値の平均値(橙実線)及び標準偏差の範囲(薄水色点線及び薄緑点線)の関係を示したグラフを描き、多項式のグラフ(青点線)がこの範囲を大きく外れない次数の式を実験的に選択した。Fig.6 上部に示す通り、2次式を採用した。

Fig.7は、Fig.6で作成された多項式をFig.5のグラフに適用して、作物の計測値から伸長させた状態の長さの推定値をグラフ化(薄橙実線)したものである。

5. 課題と今後の展望

今回は、水菜とピノグリーンを用いて作物の計測値から伸長させた状態の長さの推定を行った。約1年の実験により、伸長させた状態の長さに近づく推定式を作る事ができた。しかし、まだ母数が不十分のため、様々な例外、例えば、葉のしなり具合により特定の立て札の前が空く、隣の立て札に覆いかぶさる、葉が立て札に沿ったまま伸びる、太陽光やカメラのライトの当たり具合により数値が認識されない及び立て札に虫が止まるなどのような要因によって異常値となる事に対して、できるだけ適切な結果を取得する手法を模索中である。また、季節や時間帯により作物のしなり具合が変わる可能性も懸念させる。より正確な推定式を得るには、さらに多くの機会の観察や、より多くのデータ収集が必要である。また、測定に適した時間帯の調査、季節による違いの考察が課題となる。なお、今回は多項式による回帰式のみ使用しているが、植物の成長解析には指数関数による分析が有効な場合もある[9]ので必要に応じて対応したい。

今回の実証実験を行ったのは、水菜とピノグリーンのベビーリーフのみであったが、他の品種や、ベビーリーフ以外の通常の葉物野菜にも同様に応用できると思われる。実験の幅を拡張したい。

6. 結言

本報では、コト・モノの開発事例として開発した自動作物生育状態把握システムの農業生産者である(株)果実堂への試験導入について報告した。今回の報告により、低コストで作物の成長を予測する事のできるシステム開発を進め、農業生産者の作業効率を高める一助とな

れば幸いである。

参考文献

- [1] 木村利明：“生産技術の異分野適用のための企業活動参照モデル—農業分野への適用事例—”，開発技術学会誌 Volume 24, 2018, pp.1-18(2018)
- [2] 高橋儀光：“第4回ソリューション指向の新事業開発のプロセス”，日本能率協会コンサルティング，https://www.jmac.co.jp/column/opinion/016/takahashi_004.html, (2019)
- [3] 木村利明：“コトづくりによる新事業創出に関する研究 第1報 ORiN を活用した遠隔保守システム”，第20回システムインテグレーション部門講演会(SI2019)論文集, pp.1871-1876, (2019)
- [4] 木村利明：“「接続できない！」を解決に導く日本の技術とは？”，経済産業省 METI Journal, 2015 4・5月号, pp.8-9(2015)
- [5] <https://www.orin.jp/>, (2021)
- [6] 木村利明：“コトづくりによる新事業創出に関する研究 第2報 自動作物生育状態把握システム”，第21回システムインテグレーション部門講演会(SI2020)論文集, pp.516-521, (2020)
- [7] <https://housai.net/>, (2021)
- [8] NumPy Reference [https://numpy.org/doc/stable/reference/PowerSeries\(numpy.polynomial.polynomial\)](https://numpy.org/doc/stable/reference/PowerSeries(numpy.polynomial.polynomial)) <https://numpy.org/doc/stable/reference/routines.polynomials.polynomial.html>
- [9] 柴田孝信・岩尾恵三・高野泰吉：植物工場におけるレタスの成長予測手法の開発 生物環境調節 32(2), 79-86 1994

コトづくりによる新事業創出に関する研究

第3報 ORiNを活用した遠隔保守システムの開発

○櫛田 隆 (機械振興協会), 木村 利明 (機械振興協会),
吉田 幸重 (デンソーウェーブ), 大山 正巳 (スマートロジック),
中島 俊英 (ハイメックス), 近藤 知明 (ケー・ティール・システム)

Research on new business creation based on Kotozukuri 3rd report: Development

of the remote maintenance system using ORiN

○Takashi KUSHIDA (JSPMI), Toshiaki KIMURA (JSPMI),
Yukishige YOSHIDA (Denso-Wave), Masami OYAMA (SmartLogic),
Toshihide NAKAJIMA (Himecs), Tomoaki KONDO (K.T.System)

Abstract: Study on new business creation based on Kotozukuri for small and medium-sized manufacturers is done. A framework to develop products from the perspective of Kotozukuri is considered in the study. Moreover, two methods are in the framework, as adding services to existing products to improve value, and developing new products that have never existed by responding to potential needs. Prototypes based on these methods are also developed in the study. In this paper, developments of prototype as adding services to existing products to improve value are proposed. Moreover, operation test for these prototypes at an equipment manufacturer who want to provide customers with added value using remote maintenance is discussed.

1. 緒言

中小製造業には、自社製品を有する自社製品型の企業、高度な工程設計や加工技術などによる試作加工型の企業及び大手製造業などへの部品供給を主とした下請型の企業など、様々な業務形態がある。これらのうち、試作加工型の企業及び下請型の企業のモノづくりは、発注元からの製品や部品の設計図を起点にして工程設計及び製造を行なうことが主となる。

そのため、これらの企業が自社製品開発に取り組もうとした場合、製品開発の経験不足から、製品開発の枠組みや成功事例の探索などの情報収集から着手することになり、多くの工数を要することがある。

特に、持続発展可能な製品開発のためには、顧客との継続的な関係を構築して、顧客のビジネスとしてやりたいコトに寄添い、単なるモノとして製品を供給するばかりではなく、顧客のコト実現のための貢献に視点を置いたコト起点の製品開発が重要となり、これらの枠組みや事例に関する情報が必要とされる[1][2]。

そこで、中小製造業のコト起点の製品開発を支援するため、コトづくりによる新事業創出に関する研究を行っている。本研究では、コト起点の製品開発のための枠組みを検討して総論として取りまとめると共に、その総論にもとづく開発事例を示す。

第1報では、コト起点の製品開発のための総論の概要、開発事例の構想について報告した[3]。総論では、顧客のコトに貢献するサービスを、提供者として製造業が提示する場合、提供者が既に持つ製品にサービスを付加して、顧客のコトに対応させるモノ・コトと、顧客が認識していない潜在的にやりたいコトを共創してモノとして実装するコト・モノとの2つの手順があることを提案した。また、開発事例として、これらの手順のうち、モノ・コトの事例について報告した。本開発事例は、中小装置メーカーが、機器単体の供給のみならず、顧客の持続的な機器運用及び高品質で高効率な製品製造を行なうコトに資する現場改善支援サービスや保守サービスの提供も目指した新事業の創出に資するORiN(Open Resource Interface for the Network[4])を活用

した遠隔保守システムであり、その構想を報告した。

第2報では、もう一つの手順であるコト・モノの開発手法例を示すと共に、コト・モノの開発事例について報告した。コト・モノを行うための開発手法は、ソリューション指向の開発プロセス [1][2] 及び EAR-Model(Enterprise Activity Reference Model) [1]をもとにする。また、コト・モノの開発事例は、本手法をもとにして開発した自動作物生育状態把握システムであり、その概要について報告した。本システムは、土耕栽培による葉菜栽培を行う農業生産者向けに、これまで作業者が直接圃場を見回ることで確認していた葉菜の生育丈を自動計測、管理するための仕組みである[5]。

本報では、第3報として、第1報でも報告した ORiN を活用した遠隔保守システムの構想を再度示す。さらに、本構想に基づくシステムを実装するにあたり、顧客工場への段階的な導入が可能となるように、遠隔保守システム簡易版及び遠隔保守システム完全版の2つの実装仕様を検討し、それぞれプロトタイプを開発したので報告する。

2. ORiN を活用した遠隔保守システムの開発構想

コト起点の製品開発の開発事例の1つとして、本モノとコトの関係モデル[3]におけるモノ・コト及びコト・モノのうち、モノ・コトに対応した開発事例として、ORiN を活用した遠隔保守システムの構想を検討した。

想定する利用対象は、食品業界、印刷業界及びコンパネティング業界などの顧客工場と、顧客工場に機器を提供する装置メーカーである。各顧客工場は、使用する機器や部品を、大手装置メーカーのみならず、中小製造業の装置メーカーから調達することも多い。

中小製造業の装置メーカーは自社製機器を顧客工場にモノとして製造販売するのみならず、例えば自社製機器の遠隔保守サービス、周辺装置や消耗品の販売拡充、さらには、顧客工場の改善支援などへ拡張、顧客工場のコトに応えるビジネスへ拡大展開することを望むところも多い。しかし、これらの顧客工場では使用する装置や部品を用途に応じて複数の装置メーカーから調達することで、マルチベンダ環境になってしまうことも多い。

そのため、特定の装置メーカーが、顧客工場の同装置メ

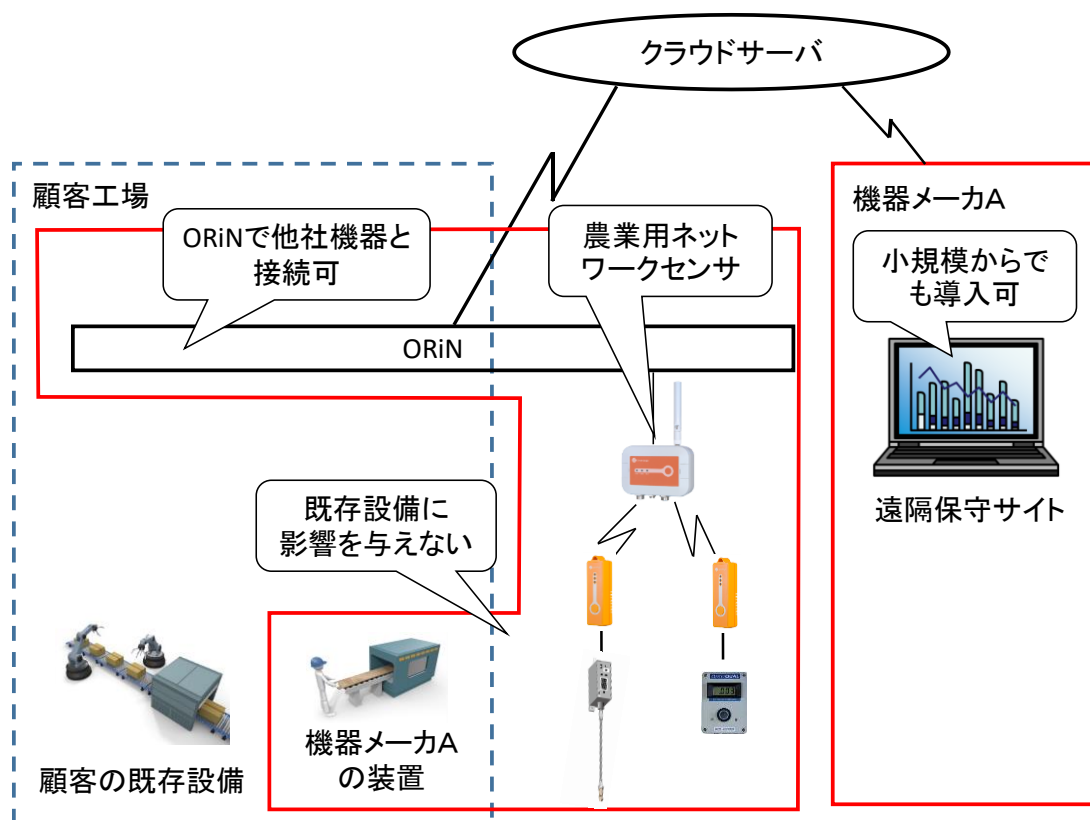


Fig.1 Overview of the remote maintenance system using ORiN

一かの装置を遠隔から保守する仕組みを導入しようとすると、工場全体としては限定的な仕組みとなり、顧客工場側も導入に二の足を踏むことになる。また、装置メーカー側も中小製造業が多いため、大手工作機械メーカーなどが持つような大規模な遠隔保守システムを準備することが難しい。

そこで、次の特長を有することにより、これらの課題を解決する ORiN を活用した遠隔保守システムを考案した。

- 1) 小規模からでも導入可能
- 2) 既存システムに影響を与えない
- 3) ORiN により他社機器接続した工場全体改善も可
- 4) 農業用センサネットワークにより低コスト化

ORiN を活用した遠隔保守システムの基本構想を、Fig.1 に示す。Fig.1 の青点線部分が、顧客工場であり、遠隔保守を行なおうとする装置メーカーの装置と共に、他社メーカーの装置も導入されている。Fig.1 の赤実線部分及びクラウドが、ORiN を活用した本遠隔保守システムで、後付で顧客工場に導入可能であり、装置メーカーの遠隔保守のみならず、同システムが活用する ORiN により、他社装置メーカーの装置とも接続した遠隔監視や工場全体の改善活動に拡張利用することも可能となる。

3. プロトタイプの実装

3.1 概要

ORiN を活用した遠隔保守システムの開発構想に基づくシステムを実装するにあたり、顧客工場への段階的な導入が可能となるように、遠隔保守システム簡易版及び遠隔保守システム完全版の 2 つの実装仕様を考案した。

まず、遠隔保守システム簡易版は、Fig.2 に示すように ORiN を使用せず、遠隔保守に必要なセンサを接続した農業用センサネットワークが直接インターネット上のクラウドに情報収集する方式とした。

つぎに、遠隔保守システム完全版は、Fig.1 に示す通り、遠隔保守に必要なセンサを接続した農業用センサネットワークの情報と、顧客工場の必要な情報を ORiN が統合的に収集して、ORiN がインターネット上のクラウドに情報送信する方法とした。

本章では、遠隔保守システム簡易版及び遠隔保守システム完全版の双方の実装を行ったので報告する。

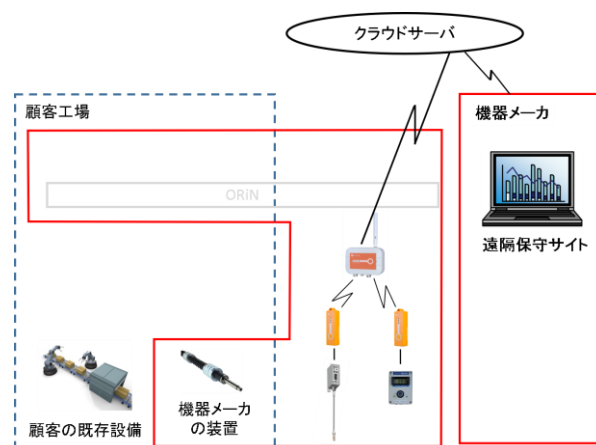


Fig.2 Simplified version type system

3.2 遠隔保守システム簡易版

3.2.1 遠隔保守システム簡易版の実装

遠隔保守システム簡易版は、Fig.2 に示す通り、遠隔保守に必要なセンサを接続した農業用センサネットワークを顧客工場に設置し、ORiN を介さずに、直接各種センサからのデータを、インターネット経由でクラウドサーバに蓄積する。

本遠隔保守システム簡易版の実装においては、農業用センサネットワークに、スマートロジック(株) Agriware[6]を活用したプロトタイプを開発した。

3.2.2 遠隔保守システム簡易版の評価

(1) 評価実験の概要

開発した遠隔保守システム簡易版のプロトタイプを、装置メーカーの顧客工場に導入する前に、装置メーカーである(株)ハイメックス[7]に試験導入して、評価実験を開始した。本評価実験では、装置メーカーが、本遠隔保守システム簡易版のプロトタイプの基本動作及び基本機能などを確認することを目標とした。そのため、本遠隔保守システム簡易版のプロトタイプを、インターネットや電源が整った環境である(株)ハイメックスの本社に試験導入した。

さらに、本遠隔保守システム簡易版のプロトタイプを、実工場環境に対して試験導入することとし、(株)ハイメックスの製品であるエアシャフトやコアチャックに用いるウレタン部品を製造している同社 安中工場に

移設して、試験導入した。これにより本遠隔保守システム簡易版のプロトタイプを実工場に導入した場合の課題を確認する。

(2) 基本動作及び基本機能評価のための試験導入

開発した遠隔保守システム簡易版のプロトタイプの基本動作及び基本機能などの確認のため、本システムを(株)ハイメックス本社に試験導入した。その際の構成を Fig.3 に、試験導入した遠隔保守システム簡易版のプロトタイプの外観を Fig.4 に示す。

なお、本遠隔保守システム簡易版のプロトタイプでは、(株)ハイメックス本社の工場現場を模した実験場に、照度温湿度センサ、オゾンセンサ、UV センサと共に設置した。

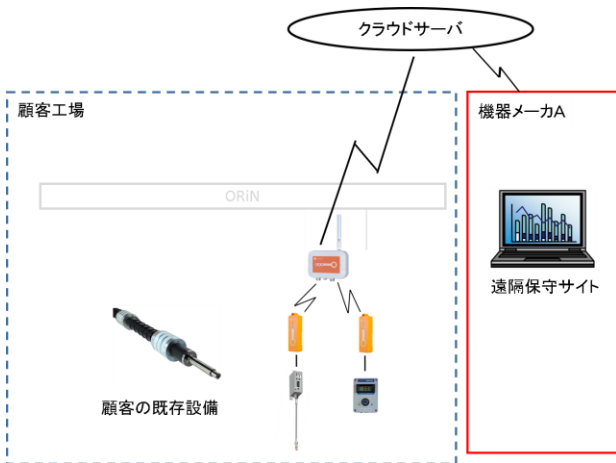


Fig.3 Structure of prototype system with Internet



Fig.4 Test operation at head office of Himecs, Inc.

試験導入の結果、照度温湿度、オゾン濃度、UV 強度などの情報蓄積及び蓄積したデータの解析が可能となった。また、(株)ハイメックスの担当者においても遠隔保守システムの操作が可能であることを確認した。機能としてもウレタン部品劣化の主要因と考えられる UV 受光量積算(Fig.5)及びオゾン量積算(Fig.6)などの情報を得ることが可能であることを確認した。

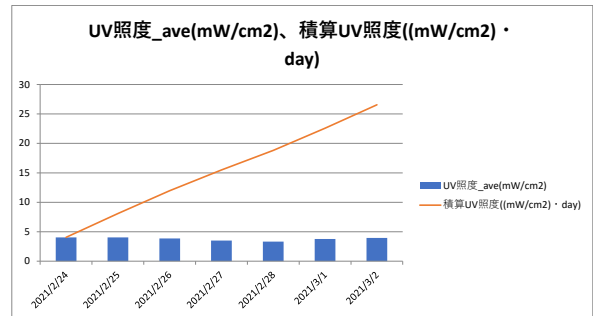


Fig.5 Sample data from the prototype system

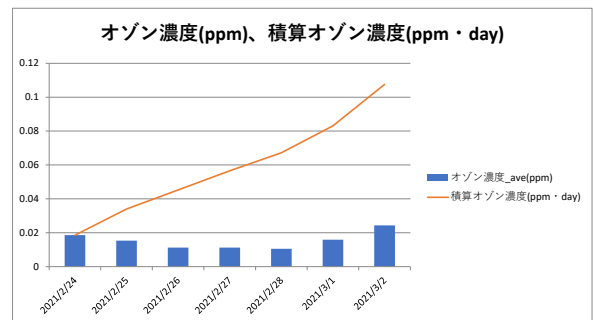


Fig.6 Sample data from the prototype system

(3) 実工場における試験導入

(株)ハイメックス本社において正常動作を確認した遠隔保守システム簡易版のプロトタイプを、実工場環境である(株)ハイメックス 安中工場に移設設置した (Fig.7)。同工場は、エアシャフトやコアチャックのウレタン製部品を製造している工場であり、実工場環境における遠隔保守システム簡易版のプロトタイプの評価実験の準備を進めた。

具体的な実験計画は検討中であるが、同社安中工場を顧客工場にみたくて、本社から本遠隔保守システム簡易版の運用を試行する。

3.3 遠隔保守システム完全版

3.3.1 遠隔保守システム完全版の実装

Fig.1 に示す遠隔保守システムの構想に基づき、顧客工場の環境データのみならず、顧客工場設備のデータ

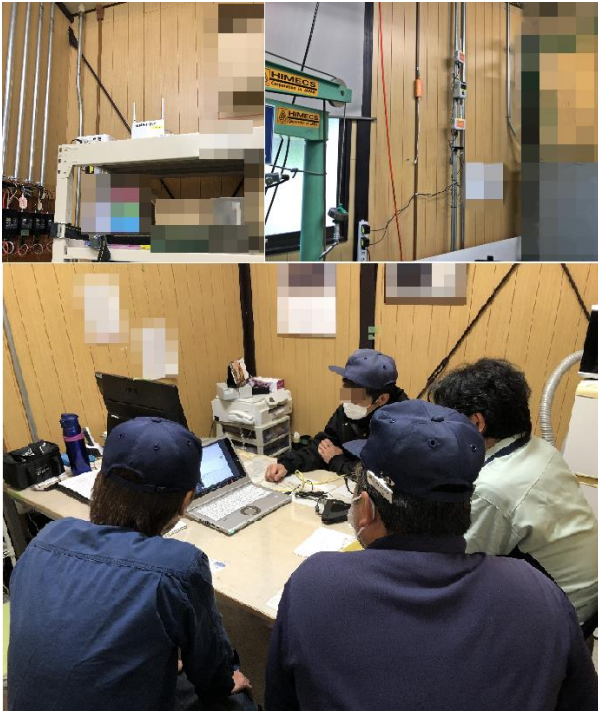


Fig.7 Test operation at Annaka factory Himecs, Inc.

との統合管理も視野に入れるため、ORiN を構成の中に入れた遠隔保守システム完全版のプロトタイプの開発を行ったので報告する。

ただし、現在、本プロトタイプの実験導入先として検討中の顧客工場では、工場内の機器などの現場環境を、直接インターネット接続することを許諾しておらず、他社の工場でも同様な制約があることが予想される。

そこで、インターネットへの直接接続が許諾されない環境を考慮した遠隔保守システム完全版のプロトタイプを検討を進めた。具体的に、インターネット接続が許諾されない環境へのプロトタイプの実用化に際しては、遠隔操作でのデータ取得が出来ないため、以下の機能を考慮する必要がある。

- 1) 取得するデータ量に応じた定期的なバックアップとその手段
- 2) バックアップしたデータを入手する手段

これらの機能を考慮した遠隔保守システム完全版の構成を検討したので、Fig.8 に示す。本 Fig.8 の構成では、ORiN で取得したデータを定期的に保存する仕組みの構築と、それを装置メーカーに対して、メールなどによるファイル渡しの仕組みが必要となる。

Fig.8 に示す構成に基づき、プロトタイプを開発した。開発したプロトタイプの実装構造は、Fig.9 の通りであ

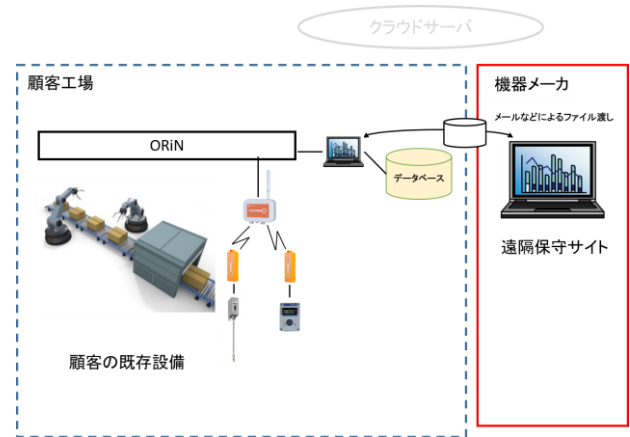


Fig.8 Configuration of the prototype system without Internet

り、遠隔保守システム簡易版のプロトタイプでも用いたスマートロジック(株) Agriware を、ORiN に接続するため、Agriware プロバイダもあわせて開発した。また、Fig.1 に示す遠隔保守システム完全版の構想は、本来インターネット接続を前提としているが、今回報告する事例においては、インターネットのクラウドに接続しないため、Agriware や工場内機器から収集した情報の蓄積機能が必要となる。そこで、本遠隔保守システム完全版のプロトタイプでは、Agriware や工場内機器からORiN が収集した情報を、(株)デンソーウェーブ[8] IoT Data Share を用いて、データベースである MySQL に書き込むこととした。MySQL に蓄積されたデータは、適時ファイルとして出力し、顧客工場から装置メーカーにメールなどで送信して頂き、装置メーカーはそのデータを解析することで、保守を実施することとした。

また、IoT Data View を用いて蓄積したデータの見える化が可能である。

3.3.2 遠隔保守システム完全版の今後の展開

Fig.9 及び Fig.10 に示す遠隔保守システム完全版のプロトタイプは、今後、(株)ハイメックスのエアシャフト及びコアチャックユーザを利用する顧客工場に試験導入する予定である。この試験導入により、遠隔保守システム完全版の実工場における評価を行う。また、顧客工場におけるエアシャフト及びコアチャックのウレタン部品交換周期と、ウレタン部品の劣化要因となる UV 及びオゾン量との関係を探る。この探索から、顧客工場毎のウレタン部品劣化の予防保全の方法を検討する予定である。

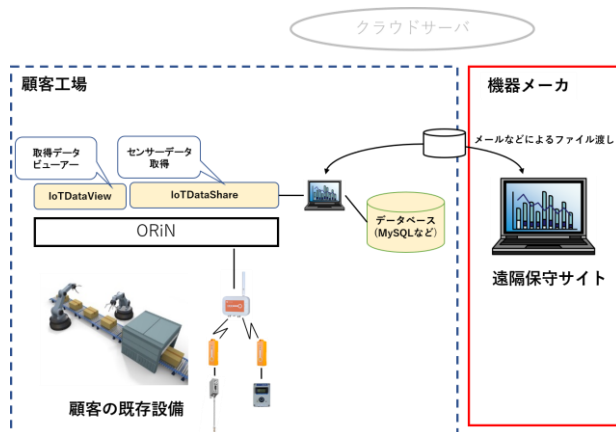


Fig.9 Configuration of the prototype system without Internet

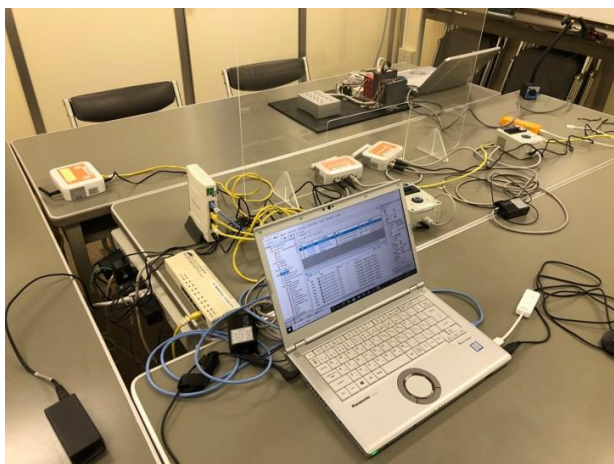


Fig.10 Overview of a developed prototype

4. 結言

本コトづくりによる新事業創出に関する研究では、コト起点の製品開発のための枠組みを検討して総論として取りまとめると共に、その総論にもとづく開発事例を示す。総論では、顧客のコトに貢献するサービスを、提供者として製造業が提示する場合、提供者が既に持つ製品にサービスを付加して、顧客のコトに対応させるモノ・コトと、顧客が認識していない潜在的にやりたいコトを共創してモノとして実装するコト・モノとの2つの手順があることを提案した。開発事例については、これらモノ・コト及びコト・モノ双方のプロトタイプシステムの開発を行っている。

本第3報では、モノ・コトの開発事例として、ORiNを活用した遠隔保守システムについて報告した。具体的には、第1報でも報告したORiNを活用した遠隔保守システムの構想を再度示した。さらに、本構想に基づく

システムの実装に際し、顧客工場への段階的な導入が可能となるように、遠隔保守システム簡易版及び遠隔保守システム完全版のふたつの実装仕様を検討し、それぞれプロトタイプの開発結果を報告した。

今後は、特に遠隔保守システム完全版のプロトタイプについて、(株)ハイメックスのエアシャフト及びコアチャックユーザを利用する顧客工場に試験導入することを目指す。この試験導入により、遠隔保守システム完全版の実工場における評価を行う。また、顧客工場におけるエアシャフト及びコアチャックのウレタン部品交換周期と、ウレタン部品の劣化要因となるUV及びオゾン量との関係を探る。この探索から、顧客工場毎のウレタン部品劣化の予防保全の方法を検討する。

さらに、装置メーカーが、本システムを後付で顧客工場に導入促進し、装置メーカーの遠隔保守のみならず、同システムが活用するORiNにより、他社装置メーカーの装置とも接続した遠隔監視や工場全体の改善活動に拡張利用可能となる特徴を生かし、装置メーカーのビジネス拡大に貢献できることを目指す。

本研究成果が、中小製造業のコト起点の製品開発の一助となれば幸いである。

参考文献

- [1] 木村利明：“生産技術の異分野適用のための企業活動参照モデル—農業分野への適用事例—”，開発技術学会誌 Volume 24, 2018, pp.1-18(2018)
- [2] 高橋儀光：“第4回ソリューション指向の新事業開発のプロセス”，日本能率協会コンサルティング，https://www.jmac.co.jp/column/opinion/016/takahashi_004.html, (2019)
- [3] 木村利明：“コトづくりによる新事業創出に関する研究 第1報 ORiNを活用した遠隔保守システム”，第20回システムインテグレーション部門講演会 (SI2019) 論文集, pp.1871-1876, (2019)
- [4] <https://www.orin.jp/>, (2021)
- [5] 木村利明：“コトづくりによる新事業創出に関する研究 第2報 自動作物生育状態把握システム”，第21回システムインテグレーション部門講演会 (SI2020) 論文集, pp.516-521, (2020)
- [6] <http://www.smartlogic.co.jp/>, (2021)
- [7] <http://www.himecs.com/>, (2021)
- [8] <https://www.denso-wave.com/>, (2021)