

令和5年度 地域デジタル基盤活用推進事業 (実証事業二次)

Wi-Fi HaLowを活用した中・小企業の 脱炭素化経営支援に係る実証事業 実施報告書

2024年3月15日

PwCコンサルティング合同会社

目次

I. 地域の現状と課題認識	
1. 地域の現状	02
2. 地域の抱えている課題	03
3. これまでの取組状況	04
II. 目指す姿	
1. 将来的な目指す姿	05
2. 目指す姿に向けたステップと実証の位置づけ	06
3. 成果 (アウトカム) 指標	
1. ロジックツリー	07
2. 成果(アウトカム)指標の設定	08
III. ソリューション	
1. ソリューションの概要	13
2. ネットワーク・システム構成	
1. ネットワーク・システム構成図	14
2. 設置場所・基地局等	15
3. 設備・機器等の概要	17
4. 許認可等の状況	20
3. ソリューション等の採用理由	
a. 地域課題への有効性	21
b. ソリューションの先進性・新規性、 実装横展開のしやすさ	22
c. 無線通信技術の優位性	23
4. 費用対効果	
a. ソリューションの費用対効果	24
b. 導入・運用コスト引き下げの工夫	27
IV. 実証	
1. 実証計画	28
2. 検証結果	
a. 効果検証	29
b. 技術検証	32
c. 運用検証	35
3. 実証に要する経費	42
4. 実証スケジュール	50
5. リスクと対応策	51
6. PDCAの実施方法	52
7. 実証の実施体制	53
8. 残課題（不具合対応）	54
V. 実装・横展開の計画	
1. 実装計画・スケジュール	
a. 実装に向けた具体的計画	55
b. 実装の体制	57
c. ビジネスモデル	58
2. 資金計画	59
3. 他地域への横展開の方策	60
4. 普及啓発活動	61
VI. まとめ	66
Appendix	67

1 地域の現状

静岡県
・沼津市
・御前崎市



特徴

製造業が主に中小企業により構成され全国第3位（額、人数）

人口

総数

3,582,194 人 (2022年10月)

構成

0～14歳: 416,965 人
15～64歳: 2,034,528 人
65歳～: 1,091,752 人

主要産業

化学工業、電気機械、輸送機械、飲料・資料

地域の現状の詳細

内容

A

製造業の割合が高い

- ✓ 製造業の従事者数は全国3位（45万人、全国比5.4%）、出荷額も全国3位（17.1兆円、全国比5.4%）
- ✓ 主な製造業は化学工業、電気機械、輸送機械、飲料・資料

B

中小企業割合が高い

- ✓ 製造業の中・小企業割合は99.1%
- ✓ 大企業のサプライチェーン戦略の影響を受ける：脱炭素経営への転換に対応できない中・小企業は、受注を失うリスクが有る

C

輸出が多い

- ✓ 輸出額は輸入額の約1.7倍と輸出型産業が多い構造（全国の2.6%）
- ✓ 特に機械類（一般機械、輸送用機器、電気機器）の輸出は66%
- ✓ 取引先に欧米企業を持つ中小企業は、部品単位のCO2排出量情報、2050年カーボンニュートラルの達成に向けた計画の提示を求められている

地域状況をイメージできるグラフ・図・表



図 令和 2 年製造業全国出荷額

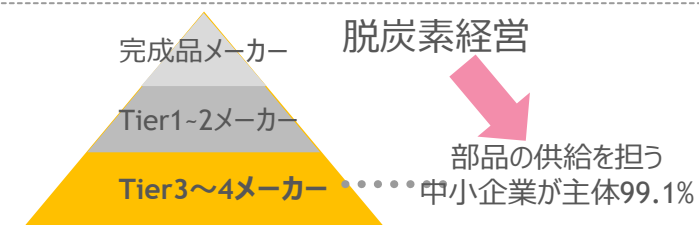


図 自動車業界におけるサプライチェーン例

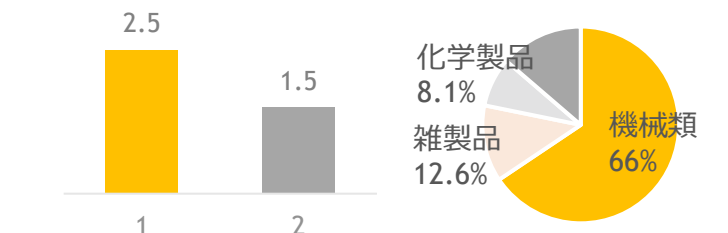


図 令和 4 年静岡県貿易額

図 令和 4 年輸出品目割合

2 地域の抱えている課題

課題	
対象者	内容
a 中小企業 事業者	受注機会の損失 - 脱炭素経営への転換に対応できない中・小企業は、受注を失うリスク有り - 例)「欧米企業、国内大企業との取引を継続する上で部品毎のGHG排出量と、2050年カーボンニュートラル達成に向けた戦略の提示が必須となっている。対応できない場合は、契約を継続することが難しくなる。」(6/14、9/22長倉製作所 訪問時、長倉裕輔代表取締役社長のご意見より) ※ 脱炭素化経営に向けた知識不足 - 脱炭素化経営に関する人材・知識・稼働が不足しており、何から手を付けてよいかわからない状況 - 例)「エネルギー使用量、CO2排出量のデータ可視化ソフトも導入しているが、部品毎のGHG排出量までは算定できていない。あまり大きな投資をすることもできず、どう対応すればよいかが課題だった(6/14、長倉製作所 訪問時、長倉裕輔代表取締役社長のご意見より) ※
b 地方銀行 地方自治体	エコシステムの経済基盤、生活基盤の不安定化 - 地域に根差す地銀にとって、域内中小企業の活性化は死活問題となる。 - 企業および雇用、ひいては生活者を支援する立場にある自治体としてもエコシステムの維持・向上を目指している。

イメージ

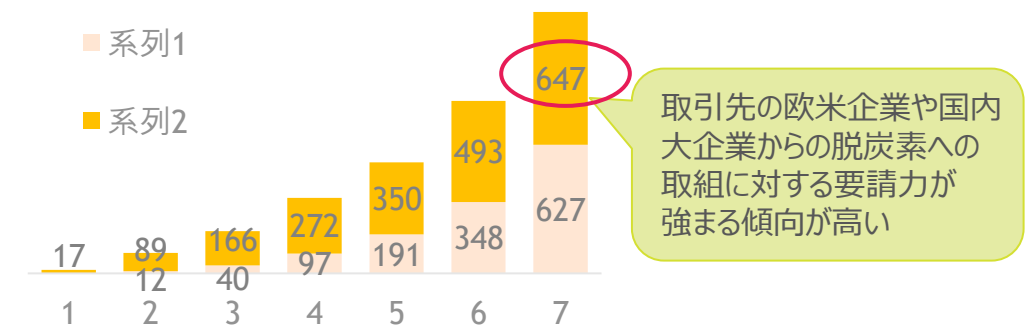


図 国際的脱炭素イニシアチブSBT海外参画企業数

静岡県の主な課題	重点テーマ	2030年までの取組方針
□ 脱炭素社会の構築 ・カーボンニュートラル ・循環経済	□ GX（グリーントランスフォーメーション）推進	・脱炭素化の推進 ・循環型のビジネスモデルへの転換 ・カーボンプレジットの活用支援 等
□ デジタル化の進展 ・産業構造転換 ・人材確保・育成	□ DX（デジタルトランスフォーメーション）推進	・デジタルものづくりの支援体制強化 ・新たな課題解決のためのデジタル技術導入促進 等

中・小企業向け脱炭素化経営支援IoTソリューション

Wifi HaLow

当該ソリューションの活用で
海外取引約2億円/社・年を維持

ダッシュボード

部品毎のGHG排出量の試算結果

※（実証実施に当たっての留意事項 1、6 に該当）

③ これまでの取組状況

これまでの取組の中でサプライチェーンで重要な位置づけにある中・小企業の脱炭素化、DXが進んでおらず、その推進体制も未整備である課題が浮き彫りに

	2022年度		2023年度
取組概要	行政のデジタル化とともに、生活様式や産業構造の大きな変化への対応を進めるため、静岡県におけるデジタルトランスフォーメーション計画を策定	金融機関職員の環境経営推進支援能力開発を支援。「環境経営審査員」として養成し、環境経営推進を支援する力量を備える仕組みを構築	製造業を中心とした企業の脱炭素化支援にむけ、中部経産局管内企業のCN対応の実態調査/中部経産局の支援施策検討を支援
成果	県が果たすべき役割の策定 ・地域社会のDXの推進 ・市町DXの推進への支援 ・県庁DXの推進と新たな価値の創造	目指す姿の制定 『2050年カーボンニュートラル社会の実現 本県での「経済と環境の好循環」の形成』 戦略と計画への落とし込み	ポストコロナにおける成長の実現（重点テーマ）の策定 (1) GX（グリーン・トランスフォーメーション）の推進 (2) DX（デジタル・トランスフォーメーション）の推進 (3) 産業人材の確保・育成・リスキリング
見えてきた課題	・デジタルデバイド:取り残しの解消 ・中小企業におけるデジタル化： 具体的な導入方法の周知不足 ・推進体制の構築：未整備	等 ・サプライチェーンを含む産業全体での脱炭素化 ・産業・運輸部門での省エネ促進 ・再エネの出力変動への対応	・人口減少・少子高齢化の進行 ・脱炭素社会のデジタル化の進展 ・コロナ禍による社会変容
事業名	ふじのくにDX推進計画 （静岡県）	ふじのくにエネルギー総合戦略 （静岡県）	静岡県産業成長戦略2023 （静岡県）

II 目指す姿

① 将来的に目指す姿

浮き彫りとなった課題を踏まえ、サプライチェーン維持において重要となる中・小企業を対象とし、受注に直結する「脱炭素化経営支援IoTソリューション」を含めた脱炭素化支援、およびその推進体制を含めた“静岡モデル”を構築し、その地域内外への普及を通じて、民間企業主体で自社サービス・製品の競争優位性として還元し、持続的に収益を獲得する仕組みを定着させ、日本全体での脱炭素化と地域経済活性化に寄与する

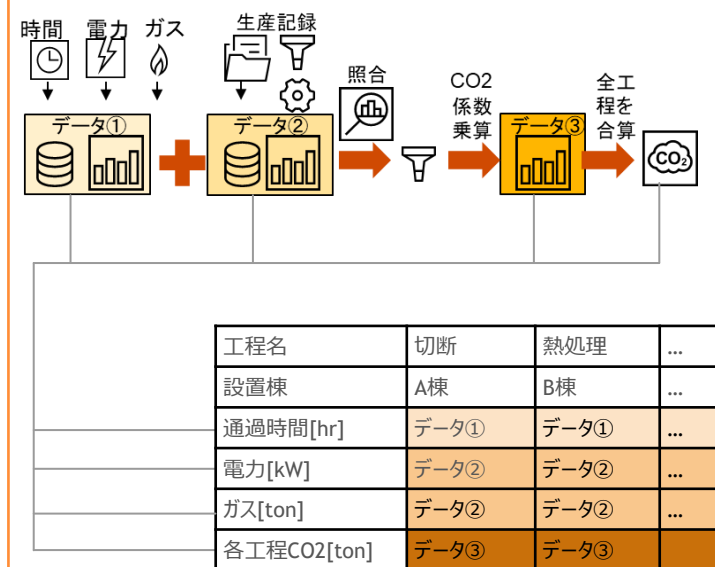


図 ソリューションイメージ

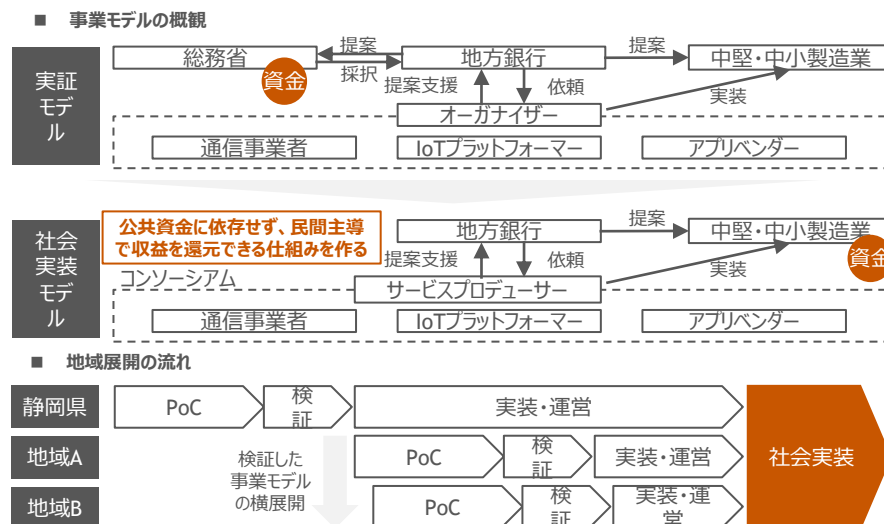
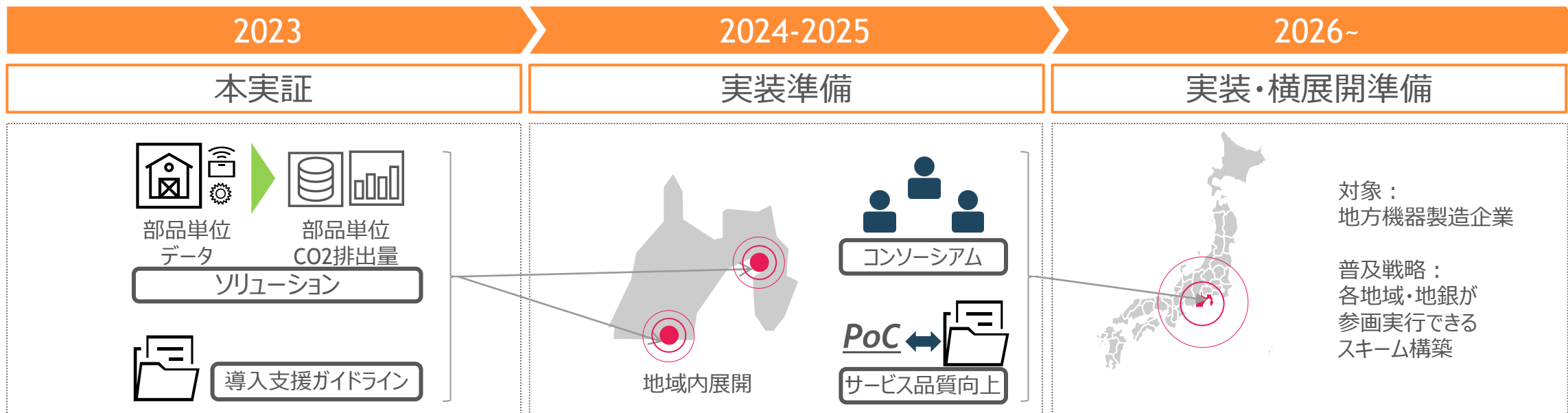


図 社会実装に向けたモデル構築と地域展開

	実現すべきこと	取るべきアクション
事業性	・ 公的資金に依存せず、民間企業主体で自律的に収益を確保しながら事業を運営する	・ 中堅・中小製造業が環境対策を販売価格に転嫁し収益を上げ、その一部をサプライヤーに還元できる仕組みを作る
競争優位性	・ 参加企業全体が当該事業モデルを通じて自社サービス・製品の競争優位性を獲得・強化し、持続的な収益を獲得する	・ 複数地域への展開を通じて各企業が各々のサービス・製品の成熟度を高め、当該事業の効率化・効果向上を実現する
拡張性	・ 当該事業モデルを多くの地方自治体に適用し、日本全体での脱炭素化と地域経済活性化に寄与する	・ 特定地域において各企業にとってメリットを享受できる方向性を明確化し、他地域への展開時に適用する
持続可能性	・ 当該事業モデルが対象とする地域の環境保全、人材雇用等の経済維持・発展に貢献する	・ CO2排出量の可視化がCO2削減に向けた活動を促進し、中堅・中小企業が資金調達や収益の獲得を促す仕組みを作る

図 社会実装の要点と取るべき戦略アクション

② 目指す姿に向けたステップと実証の位置づけ



ソリューション検証、導入支援ガイドラインの作成

- エネルギー使用量計測センサやWi-Fi HaLowを活用し、部品単位のCO2排出量を簡便に算定するツールを提供することによる製造業の「中・小企業向け脱炭素化経営支援IoTソリューション」のサービス化に向けた検証を実施
- 地域内外への普及展開を図る、ソリューション導入支援ガイドラインを作成

地域対応エコシステムによる地域内への展開

- 民間企業主体のサービスプロデューサーと、技術ベンダによるコンソーシアム型の地域対応エコシステムによる地域内へ展開
- ソリューションを地域内の他工場で有償PoCサービスとして提供、事例を蓄積し、ソリューション導入支援ガイドラインを更新。
- 自治体、中小企業、業界団体等へ需要ヒアリングを実施し、販売数を調査
- Wi-Fi HaLowを用いたセンサーの商品ラインナップへの追加と販売価格の検討

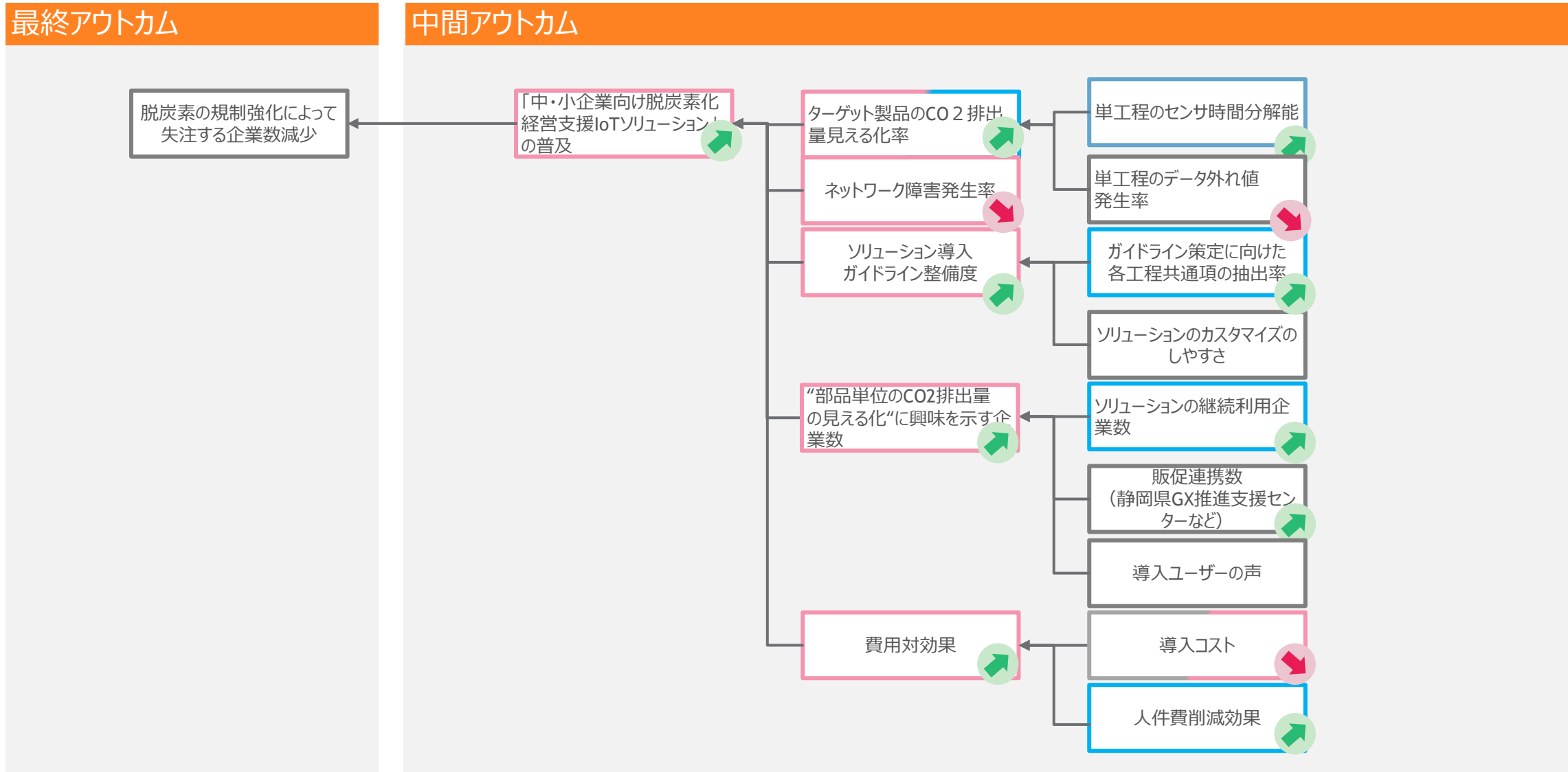
静岡モデルの他地域への普及、商品化

- 静岡モデルを中・小企業の脱炭素経営支援体制の仕組みとして普及させる取り組みを推進
- ターゲット製品のCO2排出量見える化率100%を達成したソリューションを提供
- 地域企業や地銀などが実施できるスキームを構築するとともに、販売数見込みをもとに商品化・販売価格を検討

③ 成果 (アウトカム) 指標

a. ロジックツリー

凡例 : 実装・横展開の成果指標
 : 実証の成果指標



3 成果 (アウトカム) 指標

b. 成果 (アウトカム) 指標の設定: 実装・横展開

成果 (アウトカム) 指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
“部品単位のCO2排出量 の見える化”に興味を示す企 業数	0	10 社程度 (2025年) 12 社程度 (2026年以降)	CO2排出量の見える化対応の圧力を強く受けるこ とが顕在化している企業として、静岡県を対象とし た自動車部品製造企業数に、海外輸出割合 27%を乗算し、実際に圧力がかけられる割合を20%、 アンケート測定時の回収率を30%と仮設定して算 出。(562社 × 27% × 20% × 30% = 10社) 2025年以降は山梨県向けに実装・横展開準備を 進めることを想定して目標値を設定※	“部品単位のCO2排出 量の見える化”への興味 度合いを測るアンケートの 実施
ターゲット製品のCO2 排出量 見える化率	0%	100% (2026年以 降)	各製造企業における主要製品を中心としたター ゲット製品に対して、製品を製造するための各工程 においてCO2排出量の見える化を達成できている 工程の割合を算出する。 海外の規制強化を考慮し、2026年以降の実装・ 横展開段階では見える化率100%を目指す。	ターゲット製品の製造工程 におけるIoTソリューション導 入の割合
ネットワーク障害発生件数	なし	1件/日以下 (2025年以 降) *工場単位	IoTソリューションを安定活用するにはネットワーク障 害の頻度を下げることが望まれるが、設置工場環 境にも依存するため、本実証のデータ収集において 支障がない範囲である1件/日を障害発生率の初 年度目標値として設定した	工場1社あたりのネット ワーク障害の件数をカウ ント

※横展開準備に向けて、山梨中央銀行との連携を2025年に開始予定であることを踏まえ、2026年以降に山梨県の目標を追加。算定根拠として、静岡
県に対する同県の工業出荷額1/7を踏まえて、2026年以降に山梨県分2件を追加。なお、本目標10社は静岡県の売上50～300億円の自動車部品
製造業者数が60社程度であることを踏まえると、その1/6に関心を持たせることを目指すものであり、挑戦的な数字である。

③ 成果 (アウトカム) 指標

b. 成果 (アウトカム) 指標の設定: 実装・横展開

成果 (アウトカム) 指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
「中・小企業向け脱炭素化経営支援IoTソリューション」の普及	0	5 社程度 (2026年以降) 6 社程度 (2027年以降)	実証実施先2社を含めてIoTソリューション導入実験を実施する企業が発生している状態。静岡県内の自動車部品製造企業数を基に算出した“部品単位のCO2排出量の見える化”に興味を示す企業数のうち、およそ30%が段階的導入として実験に移行するとの努力目標を設定（2026年時）以降は、実装横展開後の初期目標値を追加	段階的導入を実施する企業数をカウント
導入コスト	10万円/台 (2023年)	5万円/台 (2025年以降) ※ 1万円/台 (2026年以降)	今後のWi-Fi HaLow端末（ゲートウェイ）普及に伴う市場価格低減を想定 現在約10万円/台の端末単価を半値に低減することを目指す 2026年には努力目標としてセンサ端末費用を1万円に下げることを目指す	Wi-Fi HaLow端末の売価
ソリューション導入ガイドライン整備度	0% (2023年)	100% (2024年以降)	実証期間中に実施されたソリューション導入に関する全過程（現地調査、機器手配、設置、検査、データ収集、CO2算定 以上5つ）の各過程における導入における注意ポイントを全ての過程(5/5)で把握できる状態。	ソリューション導入企業が本ガイドラインにより各過程において導入のためにすべきことを工場担当者が把握できるかを検証し判定する。

※センサ自体は設置企業、設置個所によって価格が異なるため一義的に導入コストを定義することはできない。一方、ゲートウェイ端末はセンサに寄らず共通であり、導入コスト低減において大きく影響するため目標値に設定した。

また、SE費用やセンサ設置にかかる工事費用などは今後ノウハウの蓄積により低減できる可能性がある。しかし、今後拡大が見込まれる工場は多様な工場形態であろうことを踏まえると不確定要素が多いため目標値には含まない。

③ 成果 (アウトカム) 指標

b. 成果 (アウトカム) 指標の設定: 実装・横展開

成果 (アウトカム) 指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
費用対効果	-	投資回収3年	投資規模に対して中期間(3-5年)で回収 人手での実施人件費約1,080万円/年(90万 ×12カ月)に対して、本ソリューション費用は初 年度1,540万円、次年度以降285万円/年、3 年目に投資回収目論見となる	実証期間における投資コ ストから外挿した金額を 用いて投資回収年数を 推計

③ 成果 (アウトカム) 指標

b. 成果 (アウトカム) 指標の設定: 本実証

成果 (アウトカム) 指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
ガイドライン策定に向けた各工程共通項の抽出率	0%	100% (2023年)	実証期間中に実施されたソリューション導入に関する全過程（現地調査、機器手配、設置、検査、データ収集、CO2算定 以上5つ）の各過程における注意ポイントを集約し、実証先2社における共通項が全ての過程(5/5)で抜き出された状態。（共通化された状態）	全過程5つのうち、注意ポイントとして共通項を抽出できた過程の数を割合として算出する。
本ソリューションの継続利用企業数	0	2 (2023年)	本事業の活動を通して、本ソリューションに関心を持つ企業が少なくとも2社は顕在化している状態。2026年度以降の実装に向けて、まずはニーズがある2社から本サービスの導入事例を確実に構築する。	本事業の活動を通して、関心を持つ企業2社に継続利用の意向を確認する。
人件費削減効果	-	90万円/月	部品単位のCO2排出量の試算に必要なエネルギー使用量を分電盤メーターやガス管流量計を目視で確認する場合には、三交代勤務となり、人件費約90万円/月となる（1万円/日、3交代、30日） 業務内容：工場敷地に広がる全工程全機器の少なくとも1時間置きの計器確認	精緻な人件費算定については実証先でのヒアリングを通じて実施

③ 成果 (アウトカム) 指標

b. 成果 (アウトカム) 指標の設定: 本実証

成果 (アウトカム) 指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
ターゲット製品のCO ₂ 排出量 見える化率	0%	50%以上※	各製造企業における主要製品を中心とした ターゲット製品に対して、製品を製造するため の各工程においてCO ₂ 排出量の見える化を達 成できている工程の割合を算出する。	ターゲット製品の製造工程 におけるIoTソリューション導 入の割合
単工程のセンサ時間分解能	なし	分単位でのデー タ取得是非	実証実施先2社の製造工程を踏まえ、部品 個別のエネルギー使用量を見積もるために必 要なデータ分解能を分単位として設定	分単位のデータが取得で きているか、サーバーに蓄 積されたデータのタイムス タンプを解析することで検 証

※成果（アウトカム）指標の「全工程の“50%以上”でCO₂排出量が見える化」の目標値の妥当性については、実証実施先における顧客との取引事項にも関わるため、各実証実施先と協議の上、部品ごとのCO₂排出量の指標としての妥当性について個別に検証する（実証実施に当たっての留意事項 2 に該当）

1 ソリューションの概要

ソリューションの概要

中・小企業の受注に直結する「脱炭素化経営支援IoTソリューション」を、デジタル技術を活用して提供する。

ソリューションだけではなく支援体制も含めた、部品単位のCO2排出量を簡易的に算出できる仕組み(ソリューションと支援体制)を提供し、県内製造業の海外輸出機会の損失を防ぎ、受注増加に繋げる。

本実証事業ではWi-Fi HaLowを活用して実証する。当該ソリューションの実用化に向け、本実証は部品単位のCO2排出量を簡易的に算出する方法を検証する。次年度以降、本実証で検証したセンサ・カメラ、Wi-Fi HaLow端末、算定・可視化ツールをパッケージ化して提供する。

さらに、次年度以降、本実証で設置したIoTやセンサ、カメラなどを活用し、中・小企業の設備稼働状況を可視化し、分析することにより、労働生産性の向上を図る。

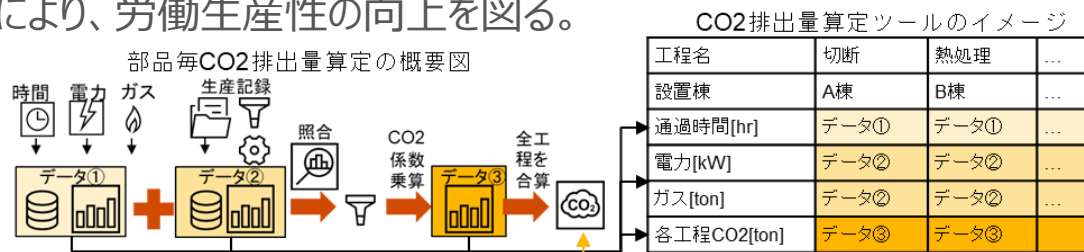


図 中・小企業向け脱炭素化経営支援IoTソリューションイメージ

中間アウトカム (実証)

定量アウトカム

- ターゲット製品のCO2排出量見える化率（50%以上）
- ガイドライン策定に向けた各工程共通項の抽出率（100%）
- ソリューションの継続利用企業数（2）
- 人件費削減効果（90万円/月）

定性アウトカム

- 単工程のセンサ時間分解能（分単位）

中間アウトカムを改善するソリューションの価値

- 当該ソリューションの実用化に向け、本実証は部品単位のCO2排出量を簡易的に算出する方法を検証する。
- 特にガス流量計など配管工事をして新たな計器を設置することなく、既存設備にAdd-onして計測を可能にするために計器を監視するカメラを用いてデータを収集
- このように安価なセンサやカメラ、Wi-Fi機器およびクラウドサーバのみで実装可能な簡便かつ低価格なソリューションとし、新たな投資に余裕がない中・小企業にとっても実装可能とする。
- 将来的には、CO2排出量の算定・可視化だけではなく、生産性向上の検討に資することを目指し、既存ダッシュボードとのAPI連携を検討する。なお、既存ダッシュボードとしては、NECのGreen GlobeX、日立のエコアシスト、ゼロボード、アスエネ等、既に数多く安価なアプリケーションが販売されている。

② ネットワーク・システム構成

a. ネットワーク・システム構成図

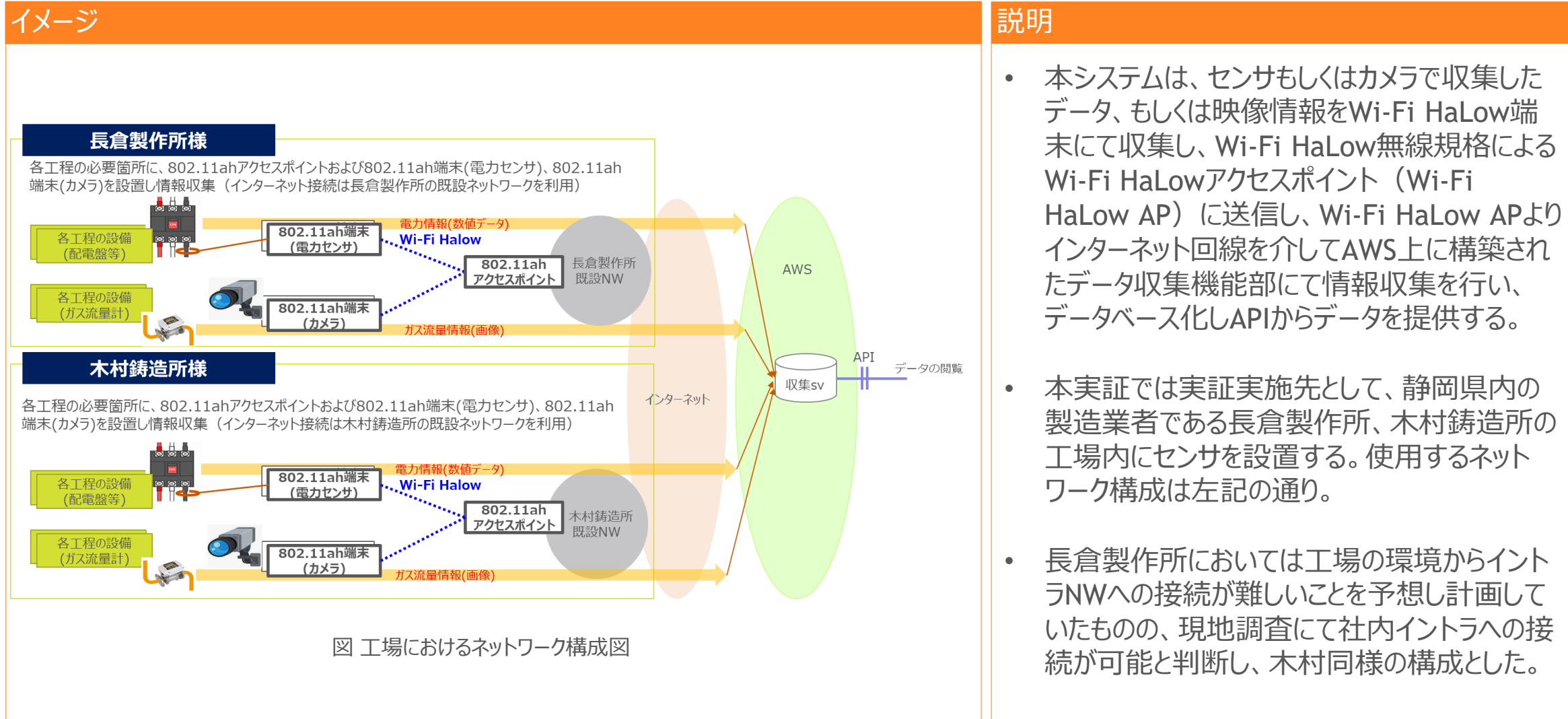


図 工場におけるネットワーク構成図

② ネットワーク・システム構成

b. 設置場所・基地局等

イメージ

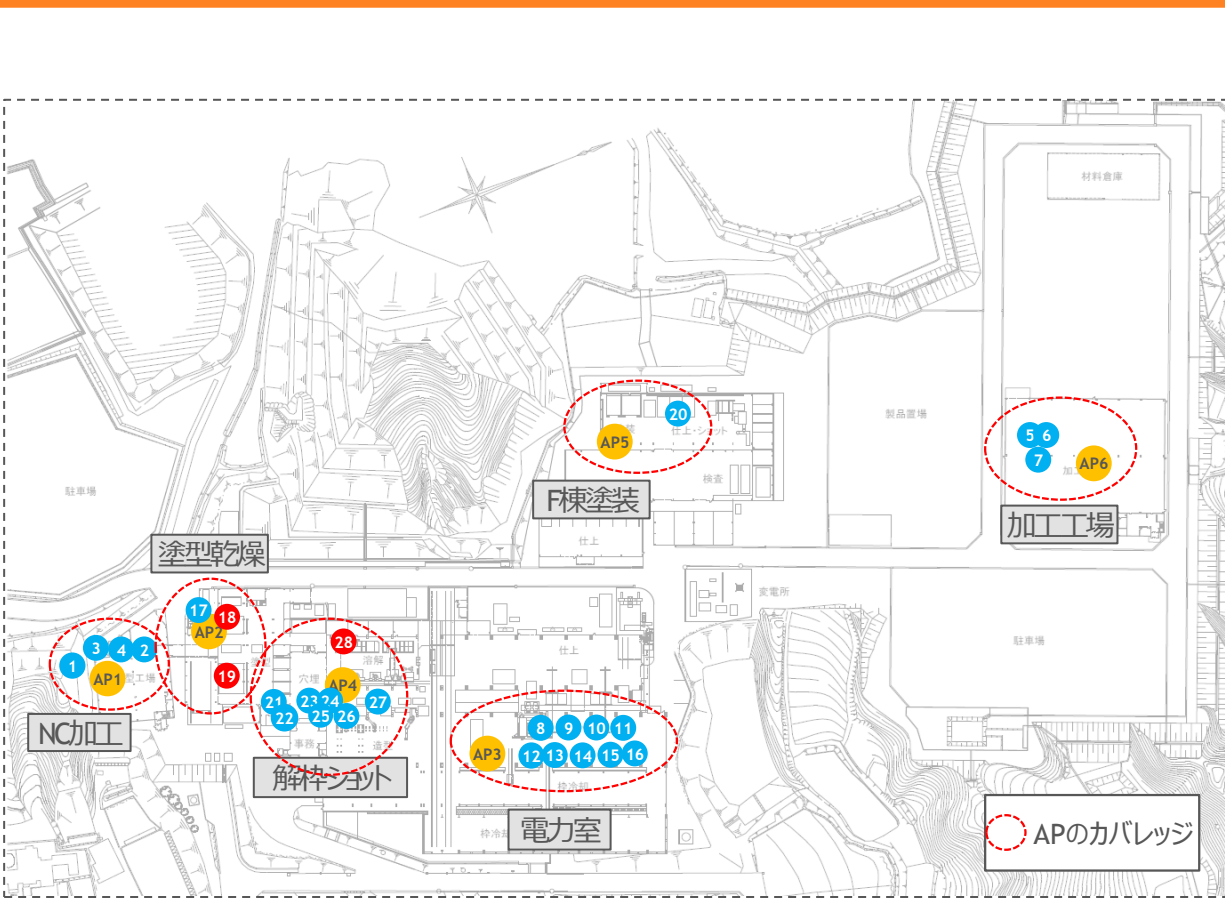


図 Wi-Fi HaLow APおよびAPに接続する端末設置場所（木村鋳造所）

No.	種別	センサー名	電波強度 RSSI (dBm)
1	電力	KNE_NC121	-45.8
2	電力	KNE_DSTS	-45.9
3	電力	KNE_DSTB	-61.7
4	電力	KNE_EPSR	-49.1
5	電力	KPE_NO8_R	-59.7
6	電力	KPE_NO8_S	-46.8
7	電力	KPE_NO8_T	-54.0
8	電力	KDE_DST6	-56.1
9	電力	KDE_CMP1	-48.1
10	電力	KDE_CMP2	-45.7
11	電力	KDE_DST1	-56.8
12	電力	KDE_DST2	-44.4
13	電力	KDE_MIX3	-43.9
14	電力	KDE_MIX1	-57.0
15	電力	KDE_DRY1	-54.5
16	電力	KDE_DRY2	-52.3
17	電力	KTE_TRN1	-54.5
18	ガス計	KTG_DRY1	-78.8
19	ガス計	KTG_DRY2	-67.3
20	電力	KFE_DST1	-53.0
21	電力	KKE_MIX1_S	-62.4
22	電力	KKE_MIX1_D	-65.3
23	電力	KKE_SNDR	-68.0
24	電力	KKE_SNDC	-49.0
25	電力	KKE_DRMC	-53.5
26	電力	KKE_SHAK	-64.2
27	電力	KKE_NO1S	-74.0
28	ガス計	KKG_SHOD	-58.7

説明

- 木村鋳造所の工場内設置のセンサやネットワーク内で使用する機器の種類、個数、名称、各電波強度は左記のとおり。
- 電波強度は2桁の数値を示していれば使用上問題ないことを意味する。

② ネットワーク・システム構成

b. 設置場所・基地局等

イメージ

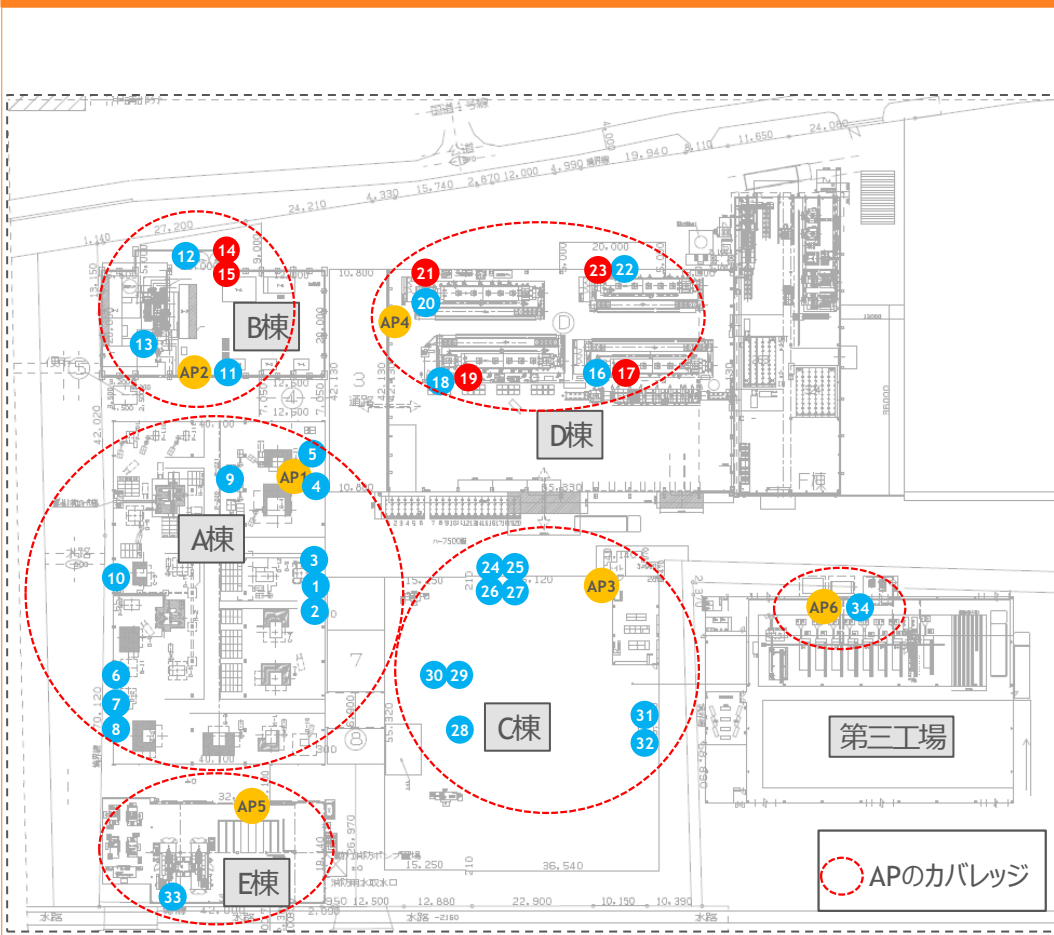


図 Wi-Fi Halow APおよびAPに接続する端末設置場所（長倉製作所）

No.	種別	センサー名	電波強度 RSSI (dBm)
1	電力	NAE_PRS_G1_P1	-43.4
2	電力	NAE_PRS_G1_P2	-52.9
3	電力	NAE_PRS_G1_T	-55.3
4	電力	NAE_PRS_G4_T	-41.9
5	電力	NAE_PRS_G4_P	-37.4
6	電力	NAE_PRS_G2_T	-61.7
7	電力	NAE_PRS_G2_P1	-63.0
8	電力	NAE_PRS_G2_P2	-58.1
9	電力	NAE_PRC_221	-51.8
10	電力	NAE_PRS_C3	-54.1
11	電力	NBE_SHB_T3	-52.6
12	電力	NBE_BND_S3	-62.2
13	電力	NBE_BND_S1	-57.3
14	ガス計	NBG_BND_S1	-51.7
15	ガス計	NBG-BND_S3	-62.1
16	電力	NDE_ANN_N5	-59.2
17	ガス計	NDG_ANN_N5	-64.2
18	電力	NDE_ANN_N3	-51.0
19	ガス計	NDG_ANN_N3	-48.2
20	電力	NDE_ANN_N4	-57.2
21	ガス計	NDG_ANN_N4	-52.9
22	電力	NDE_ANN_N1	-52.6
23	ガス計	NDG_ANN_N1	-69.7
24	電力	NCE_LTH_NL162	-57.5
25	電力	NCE_WSH_CV033	-55.8
26	電力	NCE_BUF_CH007	-50.8
27	電力	NCE_TPC_TC060	-62.3
28	電力	NCE_LTH_NL308	-69.3
29	電力	NCE_DMG_XM049	-61.3
30	電力	NCE_LTH_NL165	-68.8
31	電力	NCE_CHR_CH012	-73.8
32	電力	NCE_CHR_CH013	-59.7
33	電力	NEE_LTH_NL351	-54.8
34	電力	N3E_CUT_M1	-58.2

説明

- 長倉製作所の工場内設置のセンサやネットワーク内で使用する機器の種別、個数、名称、各電波強度は左記のとおり。
- 電波強度は2桁の数値を示していれば使用上問題ないことを意味する。

② ネットワーク・システム構成

c. 設備・機器等の概要

表 使用機器一覧表

	機器名（品名）	機能	数量	設置形態	調達先
長倉製作所様	Wi-Fi HaLow AP（アクセスポイント） （ACERA 330）	Wi-Fi HaLowのアクセスポイントであり、Wi-Fi HaLow端末との間で通信を行いWi-Fi HaLow端末で収集したセンサ情報をネットワーク側に送信	6	固定	株式会社フルノシステムズ
	電力クランプ接続用Wi-Fi HaLow端末	Wi-Fi HaLowアクセスポイントとの間で通信を行い、接続された電力クランプにて収集したデータをWi-Fi HaLowアクセスポイントへ送信	28	固定	株式会社ビート・クラフト
	カメラ接続用Wi-Fi HaLow端末	Wi-Fi HaLowアクセスポイントとの間で通信を行い、接続されたカメラにて撮影したガスメータの映像情報をWi-Fi HaLowアクセスポイントへ送信	6	固定	株式会社ビート・クラフト
木村铸造所様	Wi-Fi HaLow AP（アクセスポイント） （ACERA 330）	Wi-Fi HaLowのアクセスポイントであり、Wi-Fi HaLow端末との間で通信を行いWi-Fi HaLow端末で収集したセンサ情報をネットワーク側に送信	6	固定	株式会社フルノシステムズ
	電力クランプ接続用Wi-Fi HaLow端末	Wi-Fi HaLowアクセスポイントとの間で通信を行い、接続された電力クランプにて収集したデータをWi-Fi HaLowアクセスポイントへ送信	25	固定	株式会社ビート・クラフト
	カメラ接続用Wi-Fi HaLow端末	Wi-Fi HaLowアクセスポイントとの間で通信を行い、接続されたカメラにて撮影したガスメータの映像情報をWi-Fi HaLowアクセスポイントへ送信	3	固定	株式会社ビート・クラフト
AWS		アクセスポイントから送信された、画像データ、センサーデータを受信・収集し、演算処理した結果をデータベースに格納し、権限の許可された利用者に対してAPIからデータを提供	1	—	—

② ネットワーク・システム構成

c. 設備・機器等の概要

表 無線通信機器

	Wi-Fi HaLow AP	電力クランプ ^o 接続用 Wi-Fi HaLow端末	カメラ接続用 Wi-Fi HaLow端末
品名	ACERA330	BC-11ah(IoT)	BC-11ah(RasPi)
イメージ			
無線仕様	・802.11ah 1ストリーム 帯域幅1/2/4MHz ・802.11n/b/g 1ストリーム 帯域幅20/40MHz	・802.11ah 1ストリーム 帯域幅1/2/4MHz	・802.11ah 1ストリーム 帯域幅1/2/4MHz
有線仕様	・10BASE-T/100BASE-T 1ポート	—	—
外形寸法	186x100x29mm	160x160x60mm	90x130x40mm
動作温度	-20～60℃	0～75℃	0～50℃
動作湿度	10%~90%(結露なきこと)	80%以下	80%以下
電源	・ACアダプタ ・PoE(802.3af)	・ACアダプタ	・ACアダプタ

② ネットワーク・システム構成

c. 設備・機器等の概要

表 センサ機器

	電カクランプ		カメラ
品名	CTL-24-CLS/CTL-36-CLS	品名	Arducam Mini 2MP Plus
イメージ		イメージ	
適用電流	0.1～300A/0.1～500A	SPI通信速度	8MHz
最大許容電流	360A/600A	シャッター	ローリングシャッター
耐電圧	AC2000V	レンズ	1/4インチ
動作温度	-20℃～50℃	ピクセルサイズ	2.2μm x 2.2μm
動作湿度	80%以下(結露なきこと)	外形寸法	34x24mm
質量	180g/300g	動作温度	-10℃～55℃
		電源	5V/70mA

② ネットワーク・システム構成

d. 許認可等の状況

許認可の種類	現在の状況	今後の計画/スケジュール
本実証で使用する無線システムはアンライセンス無線規格であるIEEE802.11ah（Wi-Fi HaLow）のため許認可は不要	許認可取得予定なし（理由は左記のとおり）	IEEE802.11ah（Wi-Fi HaLow）のため許認可は不要

③ソリューション等の採用理由

a.地域課題への有効性

対象の課題	課題解決への有効性
- 静岡県地域課題としては、海外との取引がある中・小企業は現在、部品単位のCO2排出量情報の提示を求められており、提示しないと海外企業からの受注を失うリスクが大きい。 - 本実証の対象である中・小製造業2社へのヒアリングからも、取引先の欧米企業からは、部品単位のCO2排出量情報の提示を求められており、対応できない場合は受注できない状況を確認している。	- 海外取引先の要請に応じるためには、製造工場内のエネルギー使用量及びCO2排出量の見える化だけではなく、部品単位のCO2排出量も提示できなければ、提供することは勿論のこと、検討することもできない。 - 本実証で開発する「中・小企業向け脱炭素化経営支援IoTソリューション」の普及展開を図ることにより、部品単位CO2排出量を簡便に試算できるようにする。 - 具体的には、Wi-Fi HaLowを用いて工場内を広く効率的にカバーしつつ、工場内設備に実装するセンサから電気使用量、カメラからガス流量計の画像データを取得し、クラウドに伝送する。 - これにより、県内製造業の機会損失を防ぎ、受注増加を目指す。なお、中・小企業への脱炭素化支援は、脱炭素化の推進・普及啓発・人材育や計画づくり・診断支援、設備導入支援を実施している、静岡県企業脱炭素化支援センターと連携し、推進することを想定している。

ソリューション 中・小企業の脱炭素経営支援IoTソリューション	
他ソリューションに対する優位性	
名称	比較
他通信技術の使用を想定した部品単位のCO2排出量の算定・可視化	<u>従来のWi-Fiは製造工場という閉鎖空間等では伝搬環境や干渉の問題があり、利用できない場合があった。</u> - 従来と比較して細かい単位で精緻な情報を算定可能、またCO2排出量算出の自動化により報告に掛かる労力を軽減可能。 - このようなIoTによる実測値を活用したCO2排出量可視化を図る取り組みは、大企業を含めても浸透しておらず、新規性の高い取り組みである。

③ ソリューション等の採用理由

b.ソリューションの先進性・新規性、実装横展開のしやすさ

対象の課題	先進性・新規性	実装・横展開のしやすさ
部品単位のCO2排出量の算定	- 従来、工場全体の活動量に排出係数を乗じる方法で算出をしてきたが、正確なCO2排出量を算出することが難しく、かつ過大なCO2排出量試算となっていた。 - 本実証事業のソリューションは、センサ活用してエネルギー使用量を収集するため、従来と比較して細かい単位で精緻な情報を算定可能、またCO2排出量算出の自動化により報告に掛かる労力を軽減可能。 - このようなIoTによる実測値を活用したCO2排出量可視化を図る取り組みは、大企業を含めても浸透しておらず、新規性の高い取り組みである。	- 部品単位のCO2排出量を試算している企業も、現在はデータ収集を自動化できておらず、各機器の電力使用量を日単位で目視確認するなど、人的稼働が掛かっている状況を改善できる。 - 本ソリューションによって人的稼働の低減効果も訴求することで実装・横展開を容易とする
伝搬環境や干渉の問題	- 設備別に多数のセンサを設置する場合には、従来のWi-Fiは製造工場という閉鎖空間等では伝搬環境や干渉の問題があり、利用できない場合があった。 - 敷地の広い工場内のデータを収集するためには、半径1kmの長距離通信が可能で回析にも優れ、結果として消費電力が抑制できる一方で、画像や映像を送信できる通信速度も備えており、また既存Wi-Fiと比較して干渉リスクの低いWi-Fi HaLowが適している。	- センサを活用した製造工場向けの製品単位CO2排出量の算定は、各社がサービス本格提供準備中。サービス提供開始した海外企業もあるが、センサ等を活用したデファクトになるようなツールはない。 - デファクトサービスがなく、受益者にとってメリットが感じられれば実装・横展開が加速される

ソリューション 中・小企業の脱炭素経営支援IoTソリューション

③ソリューション等の採用理由

c.無線通信技術の優位性

通信技術	ソリューション実現の要件を満たす通信技術の特徴	他無線通信技術との比較	
Wi-Fi HaLowを利用したIoTソリューション	Wi-Fi HaLow対応の端末は未だ市場にない中で、既存のセンサ類をWi-Fi HaLowに接続可能とするWi-Fi HaLow端末を活用することで既存センサ等を使用可能として対応センサの種類を広げるとともに、安価なソリューション提供を実現した。なお、Wi-Fi HaLow端末はNTT東日本が開発したプロトタイプを利用。	名称	比較結果
		既存の920MHz帯を利用したLPWAのIoTソリューション	既存の920MHz帯を利用したLPWAに対して比較的スループットの高いWi-Fi HaLowを利用することで既存LPWAソリューションでは困難であったカメラを画像センサとして利用したアナログメータのデータ収集等を実現する。※
		Wi-Fi6E	本実証フィールドは製造工場という特殊な閉環境となる。機器が多く設置されており、企業によっては広大な工場施設となっている中で、Wi-Fi HaLowはWi-Fi6Eに比べ電波干渉リスクが低く回析性・伝送距離に優れる。
		local5G	本環境においてはLocal5Gの高いデータ容量や低遅延性は過剰であり、地域への普及を踏まえれば低費用でのソリューション実現が必要であり、Wi-Fi HaLowは必要十分な性能を持ちつつ省エネで機能を発揮する。

※なお、実証期間中に顕在化した課題やその対策結果も踏まえ、実装・横展開に向け、Wi-Fi HaLow以外の通信方式による課題解決の方策とも再検討し、必要に応じて実装計画に反映する（実証実施に当たっての留意事項 3, 5に該当）

1 実証計画

目的

対象地域である静岡県の地域課題としては、海外との取引がある中・小企業は現在、部品単位のCO2排出量情報の提示を求められており、提示しないと海外企業からの受注を失うリスクが大きい。本実証の対象である中・小製造業2社へのヒアリングからも、取引先の欧米企業からは、部品単位のCO2排出量情報の提示を求められており、対応できない場合は受注できない状況を確認している。海外取引先の要請に応じるためには、まずは製造工場内のエネルギー使用量及びCO2排出量を見える化する必要があり、本実証で開発する「中・小企業向け脱炭素化経営支援IoTソリューション」により、部品単位CO2排出量を簡便に試算できるようにする。

アウトカム

【本実証を通してのアウトカム目標】

- ターゲット製品のCO2排出量見える化率（50%以上）
- ガイドライン策定に向けた各工程共通項の抽出率（100%）
- ソリューションの継続利用企業数（2）
- 人件費削減効果（90万円/月）
- 単工程のセンサ時間分解能（分単位）



検証の概要

効果検証

- 部品単位のCO2排出量の算定を手で実施した場合のコストを見積る
- 実証を通した本ソリューション体験により製造企業課題にマッチしたサービスであるかを確認する
- 本ソリューション導入によるコストメリットを精緻に検証するために投資回収年数を算出する

技術検証

- 全工程中のCO2排出量が計測できる工程の割合を算出する
- 単工程のセンサ精度を設定する

運用検証

- 本事業で機器設置、IoTによるデータ収集の過程で明らかになった注意すべきポイントを抽出・検証する
- 網羅的に抽出したポイントを半分以下に集約して一般化し、IoTソリューションの導入前調査・設置に係るソリューション導入支援ガイドラインとして作成する
- 脱炭素化IoTソリューションを開発する

② 検証：方法と要件

a.効果検証

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件
	項目	目標		
中・小企業の脱炭素 経営支援IoTソリューション	Ⅰ 部品単位のCO2排出量の算定を 人手で実施した場合のコストを見 積る (人件費削減効果)	部品単位のCO2排出 量を算定するためにか かるコスト (90万円/ 月 (1万円/日、3交 代、30日))の妥当 性把握	- 部品単位のCO2排出量の算定を人手で実施した場合のコストを見積る - 分電盤メーターやガス管流量計などを目視で確認した場合の工数を検証する - 計算式：日給×稼働率/日×稼働日 1万円× 3交代 × 30日 ⇒90万円/月	人手実施時のコストの精緻化 実質的なランニングコストが人件費を下回ること
	Ⅱ 実証を通した本ソリューション体 験により製造企業課題にマッチし たサービスであるかを確認する (ソリューションの継続利用企業 数)	実証を通して本ソ リューションの継続利 用の意向を示した企 業数 2社	- 本ソリューションを実証先2社で体験してもらい、最終的に企業2社に継続利用の意向を確認する。 - 直接のヒアリングにて聞き取るとるものであり、継続利用における条件なども抽出できれば明確化する。	継続しようの意向を示した企業2社 もしくはそのための条件の明確化と解消
	Ⅲ 本ソリューション導入によるメリット の明確化 (費用対効果)	コストメリット額と投資 回収時期 (3年) の 妥当性把握	- 自動化までの導入コストと人手実施時のコストを比較し、コストメリット額を算出する - 自動化までにかかる導入コストから投資回収時期を検証する 3年達成とした根拠計算： ✓ 部品単位試算を人手で実施した場合の人件費約1,080万円/年 ✓ 本ソリューション導入コスト初年度1,540万円、次年度以降285万円/年 ✓ 上記比較の結果3年にて達成可能見通し	投資回収時期の明示による導入メリットの明確化 本規模の投資に関して中期 (3~5年) で投資回収が可能であること

2 検証：結果と考察

a.効果検証

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
中・小企業の脱炭素経営支援IoTソリューション	I 部品単位のCO2排出量の算定を人手で実施した場合のコストを見積る (人件費削減効果)	部品単位のCO2排出量を算定するためにかかるコスト (90万円/月) (1万円/日、3交代、30日) の妥当性把握	センサ設置箇所を考慮し、木村・長倉に確認頂いた人件費試算結果は以下の通り 計算式： (センサ箇所への巡回および記録時間) × 1日巡回数 × 月稼働日 × 時間単価 試算長倉：1.0時間 × 24回 × 20日 × 1700円 * = 816,000円 試算木村：1.5時間 × 16回 × 20日 × 1700円 * 以上より、各工場実態を反映することで、事前の見積もり (90万円/月) とは大きな乖離はないことを確認した。 尚、「センサ箇所への巡回」は敷地面積と稼働時間に依存する。	工場全体における把握は電気やガス請求書などの情報を基に実施できるものの、装置単位さらには時間単位と情報取得の粒度が細くなる場合には人手ではなく自動化が必須であり、IoTおよびセンサネットワークの構築が必要であることが確認された。
	II 実証を通した本ソリューション体験により製造企業課題にマッチしたサービスであるかを確認する (ソリューションの継続利用企業数)	実証を通して本ソリューションの継続利用の意向を示した企業数 2社	実証2社の今後の継続是非について確認している。 後述する不具合のために現時点でご判断頂けていないものの、2社ともに前向きな回答は頂いている。 以上より、実証を通して本ソリューションの継続利用の意向を示す企業数が2社あることを確認予定。	継続意向の理由は今後の脱炭素化経営に対する圧力が強まることを踏まえて、本実証ソリューションを利用して対応体制を構築したいとのことであった。 各工場からのコメント詳しくは次頁にて記載した。
	III 本ソリューション導入によるメリットの明確化 (費用対効果)	コストメリット額と投資回収時期 (3年) の妥当性把握	自動化までの導入コストと人手実施時のコストを比較し、投資回収時期を検証する ✓ 部品単位試算を人手実施における人件費約979,2万円/年 ✓ 本ソリューション導入コスト初年度1,540万円、次年度以降285万円/年 ✓ 上記比較の結果3年にて達成可能見通し 以上より、事前の想定回収時期 (3年) とは乖離はないことを確認した。	本検証におけるコストは「Ⅲ-④費用対効果」に記載した本年度実証費用を基に試算したものである。 今後費用が低減されればさらに想定回収時期は早まるものになり、上記条件により少なくとも3年で回収できることが確認された。

* 厚労省資料「令和2年賃金構造基本統計調査による職種別平均賃金」より『1492 鋳物製造・鍛造従事者』5年と10年の間の1,700円として計算。両工場ともに時間単価に大きな乖離がないこと確認

② 検証：結果と考察

a. 効果検証

本ソリューションに対する期待感としては詳細なCO2排出量を把握することによる交渉力・生産性向上に前向きなコメントを頂いた。
また、課題点としてはサービスとしての品質向上に関してコメントを頂いた。

発言者 (自治体・企業・団体等)	内容
導入実証企業 1	期待感について - CO2排出量の見える化を要求してくる顧客に応えるためにも、詳細なエネルギー使用量の把握は必須となる。 - 各装置のエネルギー量が見えるようになることで、現場で働く一人ひとりの意識変革にも繋がられる。 - 最終的には生産性向上のための施策立案を、他のシステムと統合することで進めていきたい。その第一歩としては良い取り組みとなっている。
	課題点について - 補足的な生産管理情報をデジタル出力できたから対応できた面がある。中小企業ではそこまでDXが進んでない企業もあり、裾野広く対応するために紙管理をしている企業へのシステム導入も併せて提案すべき。 - 価格などは普及することを見据えて落とす努力が必要。 - Wi-Fi HaLowであることの良さが無線であるが故に一般の人には分かりにくい。利点が分かるようにすべき。
導入実証企業 2	期待感について - CO2排出量削減に向けて海外をはじめとした顧客企業からの要求が高くなっていくなか、交渉材料がないために言われるままの対応になっていた。詳細な情報を提供し、交渉材料とできる可能性がある。 - 省エネ法の特定指定業者として全体のエネルギー使用量は把握していたものの、そこから先の細かな改善施策を立てられる状況になかった。詳細に分かることで手の入れどころを探せるようになる。 - 実質的な費用効果としてはJクレジット購入時に有利な条件にできる可能性がある。
	課題点について 新しい通信規格ということもあり、システムの安定化に時間を要した印象である。実証段階であるが故なのか、システムが根本的に持つ仕様なのかが導入側が分からない以上、不信感を持たれない工夫が必要。

② 検証：方法と要件

b.技術検証

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件
	項目	目標		
中・小企業の脱炭素 経営支援IoTソリューション	I CO2排出量の試算 (ターゲット製品のCO2 排出量見える化率)	ターゲット製品における全工程の 半分以上 を網羅したエネルギー使用量のセンシング、および部品単位の生産データの突合によるCO2排出量の算出	- センサやカメラ等で収集したデータと、部品単位の生産データ（日時）をインプット情報として、部品単位のCO2排出量を試算。収集したエネルギー使用量と部品単位の生産データを突合し、部品単位のエネルギー使用量を算出 - 部品単位のCO2排出量は、算出した部品単位のエネルギー使用量を用いて、環境省「温室効果ガス総排出量算定方法ガイドライン」に基づき試算。 - センサやカメラ等で収集したエネルギー使用量を積算することで、電気やガスの使用量に近い値になることを確認し、エネルギー使用量を正しく計測できるか検証する	電力量やガス流量のデータと生産データの突合によるCO2排出量の算定が可能であることを示されていること ターゲット製品における全工程が網羅可能であること
	II 単工程のセンサ精度を設定 (単工程のセンサ精度)	分単位の精度でデータ取得 1秒単位でデータを取得し、1分単位でデータ送信するセンサを設置し、平均値としても分単位でのデータ分解能を持つこと	- 実証先の製造速度などを勘案して分単位の分解能を設定したものである - センサ及びカメラの各デバイスから収集した全データをタイムスタンプと突き合わせて、1分あたりのデータ数を算出する - 上記データ件数/分の全時間に対する平均値を求める	実証先の製造速度に合わせたデータ分解能設定 (1時間単位の製造速度であれば、分単位の分解能を設定するなど)

2 検証：結果と考察

b.技術検証

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
中・小企業の脱炭素経営支援IoTソリューション	I CO2排出量の試算(ターゲット製品のCO2排出量見える化率)	ターゲット製品における全工程の 半分以上 を網羅したエネルギー使用量のセンシング、および部品単位の生産データの突合によるCO2排出量の算出	各工場にて対象製品が通過する全工程へのセンサ設置割合は以下の通りとなる。 ・木村铸造所： センサ設置箇所28台 ÷ 全工程41台 = 68.3% ・長倉製作所： センサ設置箇所34台 ÷ 全工程38第 = 89.5% センサを設置していない工程に対して以下工夫が施された。 ・工場既存システムにより使用電力量を取得できている装置は設置対象から除外した。 ・同種の装置2台を通過する際には任意1台にのみ設置し使用電力量を推測した。 以上より、両工場において半分以上（50%以上）の工程を網羅してエネルギー使用量を取得し、各情報を用いてCO2排出量を算定する。	工場の規模や製品種類にもよるが、製造工程全ての装置にセンサを設置した場合には多くのセンサが必要になってしまう可能性がある。 今回の実証では現地調査を通して設置せずともエネルギー量を取得できる装置を除くなどの工夫を施した。また、実証を通してほぼ一日中稼働している装置などは一定期間のみの取得に留めるなどさらなる工夫の余地があり、設置箇所を減らした上で全工程のCO2排出量が把握できる可能性が示唆された。
	II 単工程のセンサ精度を設定(単工程のセンサ精度)	分単位の精度でデータ取得 1秒単位でデータを取得し、1分単位でデータ送信するセンサを設置し、平均値としても分単位でのデータ分解能を持つこと	・各電力センサにおいて1秒ごとのデータ取得が実施可能であることを確認した。 IoT機器として1秒ごとに取得した電力値を60秒分まとめて無線にて送信することとなる。データ送信中の6±1秒は電力値測定ができないものの、1分間あたり54データと十分量のデータを取得している。結果として目標である分単位でのデータ分解能を持つことが確認された。 ・ガスセンサはデータ取得が1データ/分として設定した。（数値挙動が大きくない、単純増加、などの理由のため） 以上より、単工程のセンサ精度を設定し分単位でのデータ分解能を持つことを確認した。	今回の実証では初の試みということもあり、センシングレートを高い値で設定し、ネットワークへの負荷を高めた上で確実なデータ取得を実施した。 今後、必要十分なレートを見定め落とすことで、負荷を軽減する・クラウド費用を低減するなどの余地があり、費用削減の方策として検討することができる。 尚、54データ/分を最大データ取得数量とした場合の各センサ取得率については ²⁹ Appendixに掲載した。

② 検証ポイント・検証方法：結果

b.技術検証 Wi-Fi HaLow優位性

Wi-Fi Halowの広いエリア範囲、伝送速度の大きさ、という特徴を活かし、少ないアンテナ設置で工場内エリアをカバーし、カメラでの画像送信も可能であった。これはLoRaWANなど他方式では実現が難しかった内容である。

■ 一般的なLPWA規格は以下の通りとなる。

項目\規格	11ah	従来の920MHz帯システム			セルラー
		LoRaWAN	Wi-SUN	Sigfox	NB-IoT
使用周波数	Sub-1GHz *1	Sub-1GHz *1	Sub-1GHz *1	Sub-1GHz *1	Sub-1GHz *1
エリア範囲	>2.5km *2	<10km	<1km	<40km	<10km
伝送速度 (bps)	150k-20M *3	300-27k	6.25-800k	100 or 600	20k-127k
免許不要帯の利用	○	○	○	○	×
バッテリーや電池での長期運用 *4	年オーダー	年オーダー	年オーダー	年オーダー	年オーダー
標準化	○	×	○	×	○
* 1 Sub-1GHz：1 GHz以下の周波数 * 2 > 2.5km：11ah推進協議会での検証実験で2Mbps@2.5kmを確認 * 3 20M：4MHz帯域伝送時の規格上の最大伝送速度（1空間ストリーム） * 4 バッテリーや電池での長期運用：センサデータでの運用 Wi-Fi Alliance Whitepaperの情報を元に作成					

■ この中で広く普及しているLoRaWANにおいて今回の実証を行ったと想定した場合、データの送信にかかる時間は以下の通りとなる。

	802.11ah（今回の実測値）	LoRaWAN（SF=8時の計算値）
電力データの送信時間（データ量:10KB）	5-7秒	約30秒
カメラ画像の送信時間（データ量:100KB）	最大30秒	約5分

LoRaWANではカメラの画像送信に5分程度を要するため今回のような1分間に1回カメラ画像を送信することができない。また、電力データ送信についても30秒程度かかるため毎分30秒程度のデータが欠損することになる。

② 検証：方法と要件

c.運用検証

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件
	項目	目標		
中・小企業の脱炭素 経営支援IoTソリューション	I IoTソリューション導入に係るガイドラインの作成 (ガイドライン策定に向けた活動： 各工程共通項の抽出)	実証時：注意すべき ポイントを網羅、共通 化し、ガイドラインに落 とし込む 実装時：完成度 100%を目指す	- 本実証における機器設置やIoTによるデータ収集の過程で遭遇した課題を注意点として整理する - 本実証の複数工場での注意点を他工場にも展開できるように重複項目は共通化する - 上記を全過程中（現地調査、機器手配、設置、検査、データ収集、CO2算定、以上5つ）いくつかの過程で実施できたか算定する - 本実証後には、ソリューション導入先や導入検討のためのヒアリング先の情報をアップデートしながら注意点の拡充、共通化についてブラッシュアップし、ガイドラインとしての完成度を上げる	IoTソリューション導入に係る注意すべきポイントが共通化された文書（ガイドライン）を工場担当者が読んで自社に導入可能か検討することができる（＝完成度100%）
	II 脱炭素化IoTソリューション開発 (ソリューション導入ガイドライン整備度)	実証先担当者が Excelを扱ってCO2量を算出できるようになる	- 部品単位のCO2排出量について算定・可視化が可能なソリューションとしてExcelを作成 - 実際の製造現場で使用している既存の生産データ記録のExcelフォーマットを踏まえて、それと連動しやすいようにエネルギー使用量を記録するExcelを設計し、工場現場で使えるか検証 - 上記Excelに工業内のエネルギー使用量をインプットすることにより、生産記録を加味して、部品単位のCO2排出量を自動的に算定	製造現場の既存フォーマットとの連動性を踏まえ、簡易な入力で自動的に算定できること

② 検証：結果と考察

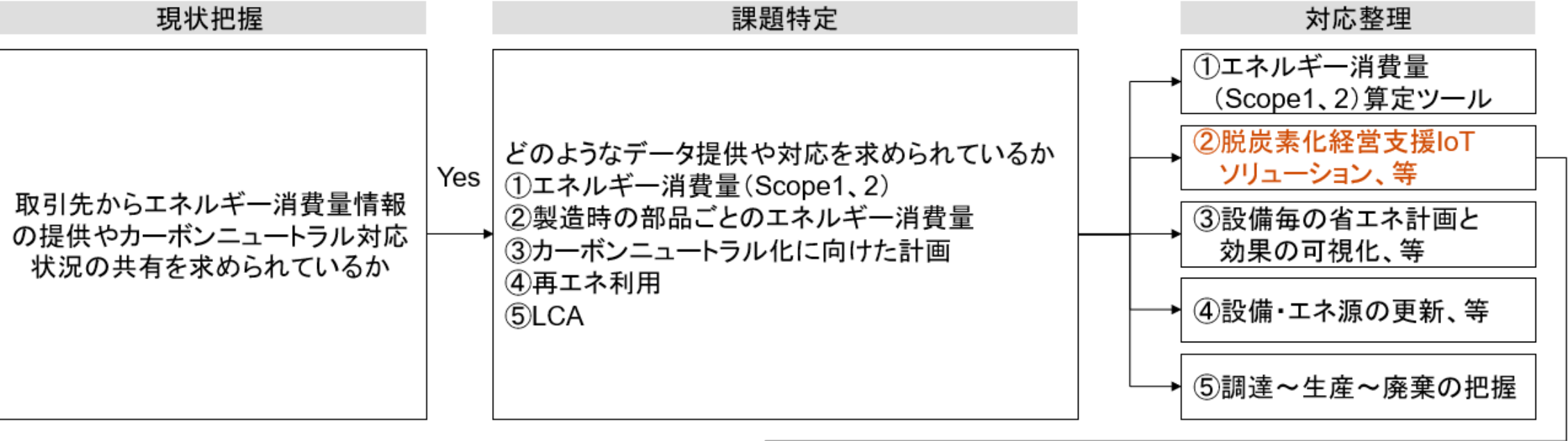
c.運用検証

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
中・小企業の脱炭素経営支援IoTソリューション	I IoTソリューション導入に係るガイドラインの作成 (工場導入担当者の導入に係る判断をサポートするガイドライン策定に向けた活動：各工程共通項の抽出)	実証時：注意すべきポイントを網羅、共通化し、ガイドラインに落とし込む 実装時：完成度100%を目指す	IoTソリューション導入に係るガイドラインとして、工場導入担当者が導入に係る判断ができるように導入各過程におけるポイントを抽出した。各過程ポイントの特徴は以下の通りとなる。 ・ <u>導入検討</u> ：目標設定を行い、それが費用と合っているかを確認するフェーズ。本ソリューションを利用した目指す姿をつくりだす。 ・ <u>現地調査</u> ：実際に設置する工場環境、設置個所を確認する。 ・ <u>機器手配</u> ：目的に応じた設置機器の具体的な仕様を定め、取り付け工事に必要な部品を把握する。 ・ <u>設置・検査</u> ：設置の際は操業に影響がないか、設置の後は既存環境に影響を及ぼしていないかを確認する。 ・ <u>データ取得</u> ：現地調査で想定した通りの機器動作/データ取得か、各製造装置のエネルギー量を取得できているかを確認する。 ・ <u>CO2算定</u> ：センサにより取得できた直接的なエネルギー使用量の他に、間接的に使用しているエネルギーや再生可能エネルギーの活用などの情報を統合し最終的に当該製品CO2算定を行う。 以上より、実証を通して本ソリューションを導入する上での全過程におけるポイントを抽出しガイドラインに落とし込んだ。	実証の中では試行錯誤で実施した各プロセスを関係者とともに振り返り協議し各ポイントを抽出した。そのため本ガイドラインの確認事項に応えながら進めることで同じような手間を削減しつつ導入検討をすることができる。 本内容は導入ケースを増やすことで内容が充足化していくことが考えられ、次年度以降により使いやすいものとなっていくことが想定される。
	II 脱炭素化IoTソリューション開発 (ソリューション導入ガイドライン整備度)	実証先担当者がExcelを扱ってCO2量を算出できるようになる	実証先担当者に本CO2算定Excelシートを確認頂き、必要情報・計算方法について理解して頂いた。(1社のみ日程都合が合わず3/15以降に追加説明を実施予定) 以上より、実証先2社(木村・長倉)の担当者がCO2算定を行える状態であることを確認。	取得データから電力量やガス量への変換、さらにCO2排出量への変換は各社に合わせた変換シートを作成し、必要な情報を入力することで算定ができるものとなった。現場を知る担当者にとっては理解し易い構成になったものと考える。

② 検証ポイント・検証方法：結果

c.運用検証-ガイドライン

ガイドラインは、下記のように、大枠ガイドと導入に向けた各ステップのチェックリストで構成予定であり、大枠ガイドの暫定案としては以下の通りです。



②脱炭素化経営支援IoTソリューションについて

- 目的：取引先からの情報開示や対策要請に応えるため
- 手段：エネルギー使用量計測センサやWi-Fi HaLowを活用し、部品ごとのCO2排出量を簡便に算定するツールを提供する
- 効果(短期)：製造時の部品ごとのエネルギー消費量を算出できるようになる
- 効果(長期)：装置毎のエネルギー消費が可視化されるので対策と効果が明確なカーボンニュートラル計画が立てられるようになる

② 検証ポイント・検証方法：結果

c.運用検証-ガイドライン

ガイドライン1/3

導入に向けた各ステップは検討＋導入（現地調査、機器手配、設置・検査、データ取得、CO2排出量算定）で構成予定。暫定案としては以下の通りです。

②脱炭素化経営支援IoTソリューションの導入に向けたチェックリスト

導入検討		現地調査	
Quality	- どの製品のエネルギー消費量を算出するか - ターゲット製品の製造装置はすべて把握しているか - 生産記録にロットと製造装置ID、製造時間が記録できているか - 直接製造に関わらない装置作業（例、フォークリフト燃料、保管庫の空調）を書き出せているか - 測定する時間間隔はどれくらいか - 測定する単位はどの精度か	Quality	- センサ設置箇所の状態は？（スペースがあるか、電源があるか、穴あけ工事が可能か、カメラ撮影で照度、粉塵、結露など問題ないか） - 無線アンテナ設置箇所の状態は？（スペースがあるか、LANポートと電源があるか、既存無線通信を使用していないか） - 電波が届かない場所に設置されている製造装置は無いか
Cost	どこまで投資できるか	Cost	- 同じ装置を同じ使い方で複数台の並列使用をしていないか - 一つの装置で複数箇所から電源をとっていないか - 簡易電流計などで実際に使用されている電流量を把握できるか - 電力盤の利用は可能か
Delivery	- いつまでに実現したいか - 導入に際して工事は可能か - 自社ネットワーク構成に組み入れてもよいか - センサで取得したデータはオンプレミスもしくはクラウド上のいずれに保存するか	Delivery	—

② 検証ポイント・検証方法：結果

c.運用検証-ガイドライン

ガイドライン2/3

機器手配、設置・検査の各ステップのチェックリストの暫定案としては以下の通りです。

②脱炭素化経営支援IoTソリューションの導入に向けたチェックリスト

機器手配		設置・検査	
Quality	- センサや無線アンテナは要求仕様を満たしているか - LANなど既存設備との接続は問題ないか - 汎用的なセンサであり、故障時の交換対応などは問題ないか	Quality	- サイバーセキュリティ対策は問題ないか - センサ、アンテナ間の無線通信は安定して送受信されているか - センサ設置の影響で従来の作業に問題が生じないか - センサ設置の影響で電波干渉など不具合が生じていないか
Cost	- 最低限の要求仕様となっているか - 機器の耐用年数は投資に見合っているか	Cost	- 工事のための停止期間は最小限か - 修理、故障、不具合時の妥当性のある保障範囲を取得しているか
Delivery	- 指定工にどの範囲まで依頼できるかを把握できているか - 工事業者と調整する窓口担当者は決まっているか - 機器の納品日が把握できているか	Delivery	- 工事期間は業務に支障のない間に実施可能か - フォロー事業体との窓口担当者は決まっているか

② 検証ポイント・検証方法：結果

c.運用検証-ガイドライン

ガイドライン3/3

データ取得、CO2排出量算定のチェックリストの暫定案としては以下の通りです。

②脱炭素化経営支援IoTソリューションの導入に向けたチェックリスト

データ取得		CO2排出量算定	
Quality	- ターゲット部品の製造装置のデータはすべて網羅されているか - 製造の各工程で使用するエネルギー種は網羅されているか - 想定した時間間隔で測定できているか - 想定した精度で測定できているか - センサ測定値は簡易電流計など別手段による計測結果と一致するか - センサ測定値の積算は電力やガスのメーター値と一致するか	Quality	- センサ取得エネルギー量を用いて、対象製品生産時エネルギー量を求める計算方法は決められているか - エネルギー使用が直接計測できない作業の計算方法は決められているか - 再生可能エネルギー利用分は加味されているか
Cost	- ターゲット部品の製造時エネルギーを試算するために過不足ないデータ量となっているか - 自社にとって簡便な方法でセンサデータを取り扱えるようになっているか	Cost	- ターゲット部品のエネルギー量を算定するための各種情報を簡便な方法で参照できるか - 対象製品の製造時間・製造量、間接使用エネルギー量（フォークリフト燃料など）、再生可能エネルギーなど
Delivery	オンプレ/クラウド上でデータを管理できているか	Delivery	誰が、どのように、どのタイミングで算定するか、決められているか

② 検証ポイント・検証方法：結果

c.運用検証-CO2算定

各工程（製品生産時の稼働装置）エネルギー使用量をセンサと生産情報より計算し、直接的に使用されるCO2排出量を算定する。間接的に使用されるCO2排出量と足し合わせることで、対象製品のCO2排出量を算定する。

■ 直接使用エネルギー：

- ・各装置に設置したセンサより電力量とガス量の経時データを取得し、対象製品生産時におけるエネルギー使用量を計算した。
- ・CO2排出量を算定するための係数を乗算することにより各工程におけるCO2排出量を算定した。
- ・各工程CO2排出量を統合することで、対象製品を生産する際に直接的に使用されるエネルギーによるCO2排出量を算定した。

センサー名	センサー種別	電力量[kWh]	電力係数 [t-CO2/kWh]	LPG使用量 [ton]	LPG係数 [t-CO2/ton]	各工程CO2排出量 （製品単体）[t-CO2/個]	全工程CO2排出量 （製品単体）[t-CO2/個]
電力センサA	電力センサー	52.42	0.000379	0	2.998893333	0.020	<u>6.283</u>
電力センサB	電力センサー	26.47	0.000379	0	2.998893333	0.010	
電力センサC	電力センサー	15.31	0.000379	0	2.998893333	0.006	
ガスセンサA	電力センサー	0.00	0.000379	0.0049	2.998893333	0.015	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	

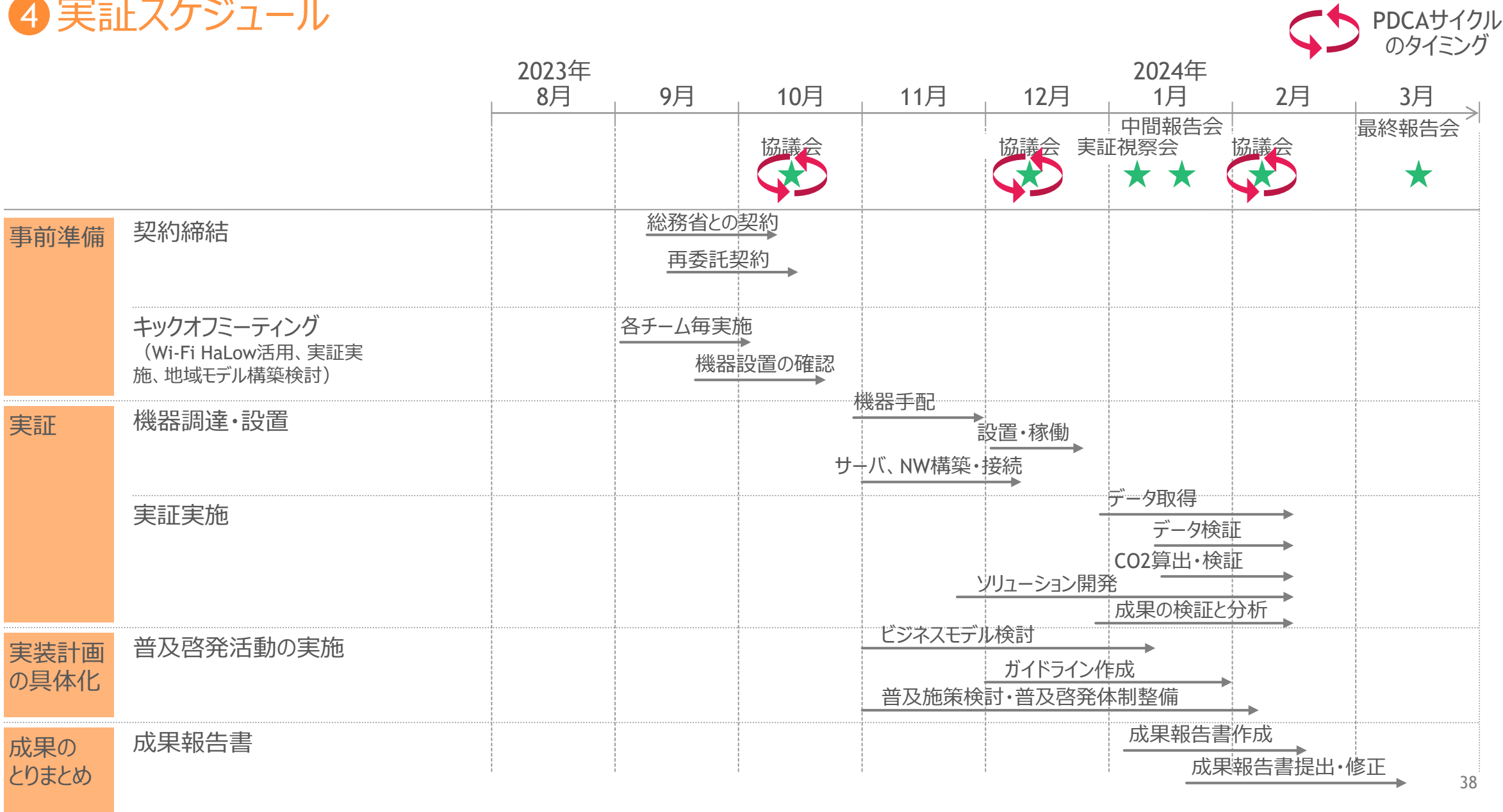
■ 間接使用エネルギー：

- ・対象製品を生産する際に直接的には使用されないエネルギー（建屋照明・空調・トラクターガソリンなど）の使用量を工場管理データより抽出し、原単位（個数もしくは重量など）使用量を計算した。
- ・同様にCO2排出量を算定するための係数を乗算し統合することで、直接的に使用されるエネルギーによるCO2排出量を算定した。

工場名	資源種類	使用量	単位	算定係数	単位	各工程CO2排出量 （製品単体）[t-CO2/個]	間接CO2排出量 （製品単体）[t-CO2/個]
〇〇工場	電気	3921.89123	kWh	0.000379	[t-CO2/kl]	1.48640	<u>1.636</u>
〇〇工場	ガソリン	0.00442	kl	2.32	[t-CO2/kl]	0.01026	
〇〇工場	灯油	0.02264	kl	2.51	[t-CO2/kl]	0.05683	
〇〇工場	軽油	0.03158	kl	2.62	[t-CO2/kl]	0.08273	

* 各工場の秘匿情報となるため、上記は仮サンプルデータを用いて計算したCO2排出量となる。

4 実証スケジュール



5 リスクと対応策

リスク			対応策
	項目	概要	
事前準備	契約締結の遅れ	総務省-実証代表者間の契約締結遅延により、再委託契約の遅延を伴い、機器手配が後ろ倒しになる	契約締結までの期間に、機器の納期、設置個所、設置手順を入念に行っておくことで、機器手配～設置までのリードタイム最短化を図る
	必要データの欠如	CO2排出量を算定するにあたって、必要なデータが不足していると、算定の正確性を欠くことになる	センサ取得によって得る情報と生産記録に基づく情報、ユーティリティなど共通分を按分して得る情報、などの種類分けを事前に入念に準備しておくことで、必要なデータに速やかにアクセスできるようにする
実証	普及啓発の停滞	実証結果をそのまま他地域に展開しようとしても地域性や業種の違いから正しく理解されず、普及が進まない	本実証結果である、製造業向けIoTソリューションの導入前調査・設置に係る注意すべきポイントを集約し、他地域や他製造業者にも展開可能な一般化された形式でガイドライン化することによって、地域性や業種によらず受け入れられることが期待される
実装計画の具体化	成果とりまとめの遅れ	データ取得やソリューション開発の遅れや期間後ろ倒しにより、成果報告書作成に十分な時間を充当できない	データ取得期間の空き時間を活用して、並行して成果報告書の作成を一部進行させておくことで、データ取得やソリューション開発が完了次第、該当箇所のみ報告書に組み込むことで成果取りまとめリスクの低減を図る
成果のとりまとめ			

6 PDCAの実施方法

課題把握を実施する体制

通常時

週次進捗報告

- 開催時期: 週次
- 方法: オンラインMTG
- 体制: PwCコンサルティング、NTT東日本、NTTBP、aglink.Lab
- アジェンダ
 - 準備・実証の状況確認
 - 緊急時でない課題の共有
 - 実装・横展開に向けた課題の炙り出し

隔週進捗報告

- 開催時期: 隔週
- 方法: オンラインMTG
- 体制: 週次メンバー + 長倉製作所or木村鋳造所
- アジェンダ
 - 準備・実証の状況確認
 - 緊急時でない課題の共有

緊急時

課題発生時の情報共有

- 実施条件: 全体進捗に影響を及ぼす問題が発生した場合
- 頻度: 課題発生時
- 方法: メール or 電話、必要に応じてオンラインMTG
- 体制: PwCコンサルティング + 関係者

対策を立案・実行する体制

対策方針の議論・決定

- 実施条件: 進捗が予定よりも1か月以上遅れ、対策が必要な場合
- 頻度: 実施条件該当時 (緊急性の場合、発生後1週間以内)
- 方法: オンラインMTG
- 体制: PwCコンサルティング、NTT東日本、NTTBP、aglink.Lab

対策方針の議論・決定

- 実施条件: 進捗が予定よりも1か月以上遅れ、対策が必要な場合
- 頻度: 実施条件該当時 (緊急性の場合、発生後1週間以内)
- 方法: オンラインMTG
- 体制: 週次メンバー + 長倉製作所or木村鋳造所

対策方針の議論・決定

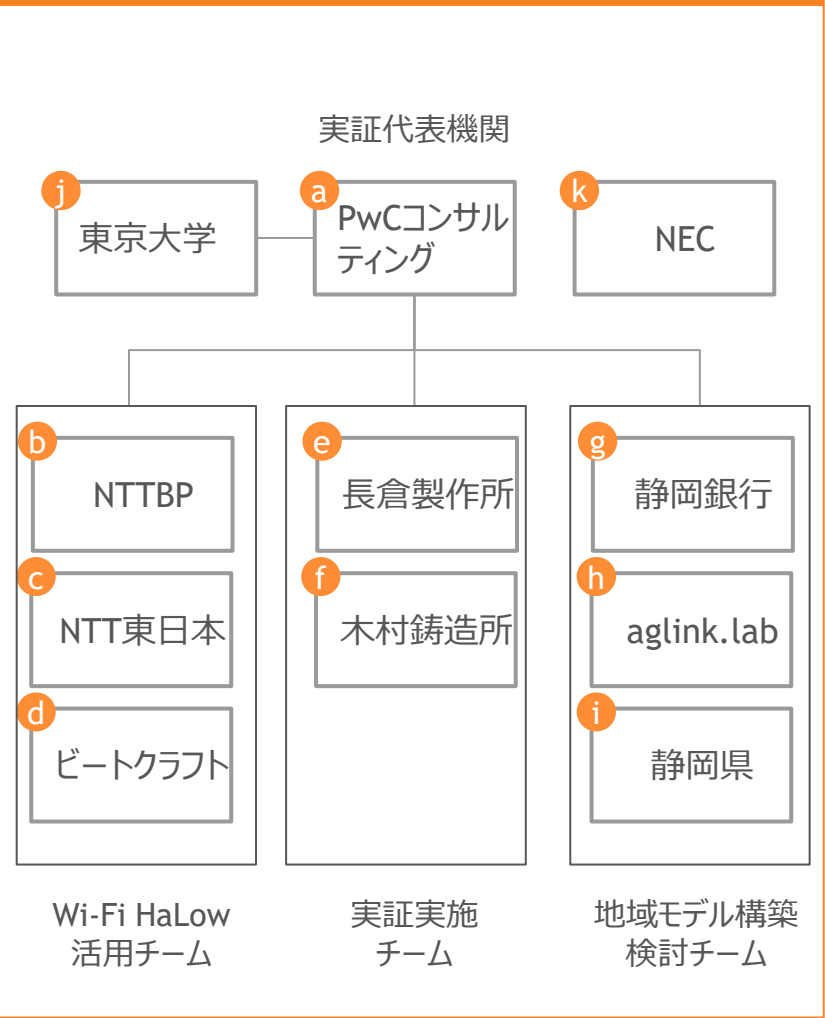
- 実施条件: 全体進捗に影響を及ぼす問題が発生した場合
- 頻度: 課題発生時 (緊急性の場合、発生後2営業日以内)
- 方法: メール or 電話、必要に応じてオンラインMTG
- 体制: PwCコンサルティング + 関係者

上記のほか、静岡県や静岡銀行も交えた定期的な協議会（実証期間中3回）も含め、以下の点の検証・改善に留意してPDCAを実行する。

- 本実証の成果（アウトカム目標の達成状況）の状況
- 中・小企業向け脱炭素化経営支援IoTソリューションの競争優位性、拡張性、持続可能性の検証
- 初期・運用費用の検討、ビジネスモデルの検討、サービス提供体制の構築
- 次年度以降の事業化に向けた改善検討

7 実証の実施体制

実施体制図



団体名	役割	リソース	担当部局/担当者
a PwCコンサルティング	プロジェクトマネジメント、実証内容の設計、脱炭素化経営支援ソリューションの開発、とりまとめ	5名	公共事業部/齊藤
b NTTBP	事前調査、ネットワーク設計、Wi-Fi HaLow AP、センサの検討・調達・設置、撤収・原状復帰	6名	地域ワイヤレス推進部/立田
c NTT東日本	ネットワーク構成の設計支援、Wi-Fi HaLow技術の提供	1名	ビジネス開発本部/増山
d ビートクラフト	Wi-Fi HaLow端末（プロトタイプ）の提供	2名	代表取締役社長/竹本
e 長倉製作所	実証実施の場を提供、次年度以降のサービス化、普及展開に向けたアドバイス	3名	総務課/倉金
f 木村鋳造所	実証実施の場を提供、次年度以降のサービス化、普及展開に向けたアドバイス	2名	システム改革部/沖
g 静岡銀行	静岡モデルの検討、地域内外への普及展開方法の検討	2名	コーポレートサポート部/足立
h aglink.lab	本実証の実施支援、次年度以降のサービス展開に係るノウハウの提供	4名	代表取締役/加納
i 静岡県	静岡モデルの検討、支援地域内外への普及展開方法の検討支援、次年度以降のサービス展開に係る地域リレーションの提供	2名	経済産業部産業革新局/梅澤
j 東京大学	Wi-Fi HaLowの活用に関するアドバイス	1名	工学系研究科/森川教授
k NEC	既存ダッシュボードとのAPI連携検討	1名	スマートシティ事業推進部門/知念

8 残課題（不具合対応）

NW構築後、現在まで端末に由来すると思われる以下 5 件の不具合事象が発生したため対応を実施中。
基本的には電力センサ端末にてランダムに以下事象が発生するものの、その由来としては端末内のチップが正常に動作していないためと分析された。発生機序を踏まえ暫定対応を行い、本格対応としてチップ交換を行う。

発生事象	発生機序	暫定対応	本格対応
①端末からのデータ受信ができない（発生端末、発生期間はランダム）	発生している端末のログ確認および無線区間の通信状況確認によりDHCP処理でAPから端末へのIPアドレスの通知に時間がかかり端末がデータを送信できないことを確認	端末に固定IPアドレスを付与することによりDHCP処理を実施しない	チップメーカーに対応依頼中（実証期間終了後にも対応継続）
②端末からのデータが一時的に欠損（約28時間周期で1～2時間程度データが欠損）	事象発生時のログ取得に至っておらず発生原因は現在のところ不明（ahの接続がデータ送信前に切断されていることは確認）	端末を定期的に自律リセットすることにより解消	チップメーカーに対応依頼中（実証期間終了後にも対応継続）
③端末からのデータ受信ができない（発生するとその後はデータ受信は継続的に不可） ※AP配下の端末が3～4台以下の場合に発生	発生している端末のログ確認および無線区間の通信状況確認により、ah区間の接続は正常に行われているが端末からデータが送られていないことを確認	基本的に事象④と同事象と考えられるが、AP数が少ない場合はAPから端末に一定間隔で切断信号を発出しており切断信号を受信する毎に同事象が継続するため④のように40分間での回復が見られない。そこでAPからの切断信号を止め事象④になるように対処	チップメーカーに対応依頼中（実証期間終了後にも対応継続）
④端末からのデータが一時的に欠損（約40分程度データが欠損） ※AP配下の端末が4～5台以上の場合に発生	事象発生時のログ取得に至っておらず発生原因は現在のところ不明。ただし原因は事象③と同様と推測される。	本格対応までの制約事項 ※本事象の発生確率は実績で1%以下（端末1台当たり100時間の動作で1回程度発生）	チップメーカーに対応依頼中（実証期間終了後にも対応継続）
⑤電力センサーの読み取り電力値が実際と異なる	1.電力クランプから送られてくるデータの端末側の読み取りタイミングがずれ異なる値の読み込みを確認 2.電力クランプの抵抗値の整合性が悪いため電流が小さい場合に誤まった値を読み取ることを確認	本格対応にて対応	1.端末側の読み取りタイミングを修正することにより解消済み 2.整合性が取れる抵抗を新たに付加することにより解消済み

1 実装計画・スケジュール

a. 実装に向けた具体的計画

	残課題	対応策	対応する団体名	対応時期
実装に向けて	効果項目			
	• Wi-Fi HaLowの安定通信およびNW設計の簡素化	• 導入済み企業にてNWの検証と改善、端末機器との整合をとっていく。	• NTT東、aglink.lab	• 2024年
	• 廉価なパッケージ価格提供/費用対効果の見える化	• カーボンニュートラル取り組み課題認識、受注効率への影響、生産性向上への寄与が見える化	• NTT東、aglink.lab	• 2024年
	技術項目			
	• データ取得頻度の適正化	• 導入済企業への聞き取りを経た落とし込み	• NTT東	• 2024年
横展開に向けて	• センサ設置箇所の適正化	• 実証数を増やすことによるパターン化	• NTT東	• 2024年
	運用項目			
	• 更なる見える化DXの検討（ex.安全管理、在庫管理、品質管理等）	• 実証を通して既存システムの把握と需要を持った拡充システムの把握	• aglink.lab	• 2024年
	• 中小企業の意識付けの普及活動	• ワークショップなどの実施	• aglink.lab	• 2024年
	• 商用化展開検討	• 静岡県の自治体および地銀（静岡県、静岡銀行など）をネットワークの起点として中小企業や業界団体等へ需要ヒアリングを実施し、販売見込み数を計画	• aglink.lab、NTT東	• 2025年
	• 商用化サービス検討	• コスト低減の具体化、顧客タイプに合わせた導入パターンの構築	• NTT東、aglink.lab	• 2025年

1 実装計画・スケジュール

a.実装に向けた具体的計画

2023	2024~2025	2026~
本実証	実装準備	実装・横展開準備
- 本事業では、エネルギー使用量計測センサやWi-Fi HaLowを活用し、部品単位のCO2排出量を簡便に算定するツールを提供することによる製造業の「中・小企業向け脱炭素化経営支援IoTソリューション」のサービス化に向けた検証を実施する。 - なお、実証終了後は、実証対象企業2社がランニング費用を負担し継続する予定。ただし、状況により変更となる可能性はある。(長倉製作所8.5万/月+電気代、木村鋳造所7.5万/月+電気代予定) - また、地域内外への普及展開を図るため、IoTソリューションの導入前調査・設置・利用方法に係るソリューション導入支援ガイドラインを作成する。	- 民間企業主体のサービスプロデューサー（静岡銀行、aglink.Lab）と、技術ベンダ（NTT東日本）によるコンソーシアム型の地域対応エコシステムを展開する。 - 本実証段階から地方銀行が事業実施のハブとして推進してきた知見を活かし、地域の中・小製造業への幅広いネットワークと強いコネクションをもって推進する。 - 本実証で構築した中・小企業向け脱炭素化経営支援IoTソリューションを地域内他工場で実証を重ね事例を蓄積し、ソリューション導入支援ガイドラインを更新。 - AI画像認識技術を活用し、ガス流量計値を自動で読み取る機能を搭載する。	- 本実証に参画していた静岡県産業革新局とデジタル戦略局は中・小企業の脱炭素経営施策を推進しており、連携を強化することで、実証事業および実装の結果に基づく、静岡モデルを中・小企業の脱炭素経営支援体制の仕組みとして普及させる取り組みを進める。 - 中・小企業への脱炭素化支援は、脱炭素化の推進・普及啓発・人材育成や計画づくり・診断支援、設備導入支援を実施している、静岡県企業脱炭素化支援センター及びセンターに参画している地元企業・ベンダと連携を図り、地域企業や地銀などが実施できるスキームを構築するとともに、販売数見込みをもとに商品化・販売価格を検討。

1 実装計画・スケジュール

b. 実装の体制



団体名	役割	リソース
c NTT東	ネットワーク構成の設計支援、Wi-Fi HaLow 技術の提供	1名
g 静岡銀行	静岡モデルの検討、地域内外への普及展開 方法の検討、次年度以降のサービス展開に係るノウハウの提供	2名
h aglink.lab	ソリューション企画・検討、展開スキーム検討、 実証の実施、地域内外への普及展開方法の 検討、サービス展開に係るノウハウの提供	4名
i 静岡県	静岡モデルの検討、支援地域内外への普及 展開方法の検討支援、次年度以降のサービス 展開に係る地域リレーションの提供	産業革新局 デジタル戦略局

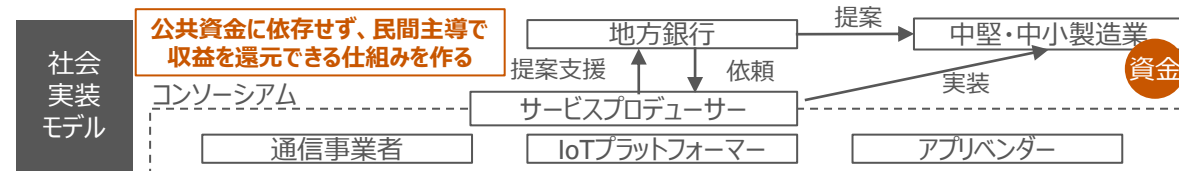
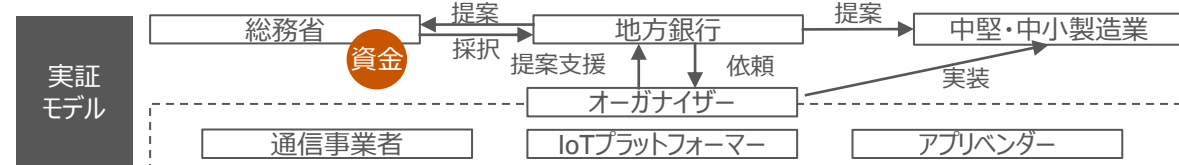
1 実装計画・スケジュール

c.ビジネスモデル

社会実装に向けたモデル構築と地域展開

- 当該ソリューションの社会実装に向けては、**本事業において有効な事業モデルを確立し、社会実装モデルとして他の多くの地域への展開を推進**していく必要があります。そのためには本モデルあるいはそれを構成する各企業のサービス・製品の**事業性、競争優位性、拡張性並びに持続可能性が担保**される必要があります、本事業でそれを担保するための道筋を示唆として明確化します。

■ 事業モデルの概観



■ 地域展開の流れ

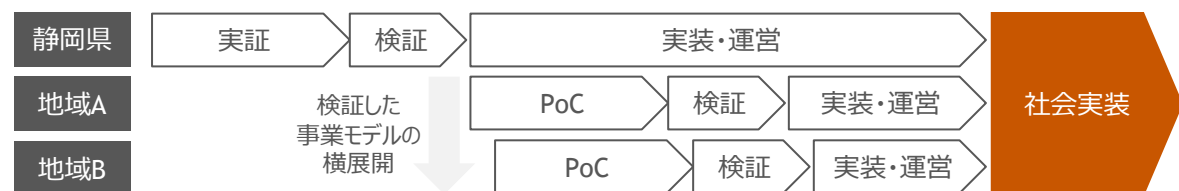


図 地域内外への普及展開イメージ

概要

- 本実証のソリューション導入により、中・小企業は海外取引における失注リスクを回避可能である。（最大で約1.9兆円相当）
- また、部品単位のCO2排出量の自動算定を実施しなかった際に掛かる稼働（使用エネルギー量の手入力、生産実績との突合作業等※1）人件費約81.6万円/月を削減し、初期・運用費用に充当可能。

※1分電盤メーターやガス管流量計を目視で確認することでエネルギー使用量を収集することを想定し、『IV実証-a.効果検証』項にて試算

収益化モデル

- 県内の中・小製造業約2,800事業所がターゲット。
- ソリューション導入の概算費用は約169万円/社・年（税抜）※2（枠外記載）
- システム投資の固定費、償却費の合計は、中・小製造業企業の事業収益性へのインパクトを押さえるべく、製品製造原価の1%未満となるよう、ROI視点からの設計指針を提示する想定。

※2 AP3台・センサ10台の場合、設置工事費含まず（今後の市場価格低減を想定した概算費用）
 ・Wi-Fi HaLow AP：9万円/台×3台 ・Wi-Fi HaLow端末（ゲートウェイ）：5万円/台×10台、
 ・Wi-Fi HaLow端末（センサ）：2万円/台×10台（カメラ、電流計等）
 ・クラウド利用料：10万円/年、
 ・導入支援費用（初年度50万円、継続1万/月）
 （算定ツール（Excel）：付属特典として無料配布）
 ただし、工場の規模等により変動

③ 他地域への横展開の方策

対象 (地域・業界団体等)	現在の検討状況	今後の取組予定	効果の見立て
静岡県企業脱炭素化支援センター	-	本実証で作成した「ソリューション導入支援ガイドライン」を活用して、静岡県企業脱炭素化支援センターに参画している地元企業・ベンダと連携して普及促進を図る。	本実証に参加した中・小企業以外の地元の製造業・ベンダーに対するソリューション提供機会が広がり、地域モデルとして拡充されていくことが期待される
山梨中央銀行	静岡銀行と包括提携	実証結果を元に2024年4月以降に協議を開始	山梨県内の中・小製造業に“静岡モデル”が普及することで静岡県の1/7程度*の市場開拓が期待される * 両県の工業出荷額ベース比率より算出
金融庁の地銀信金の監督局	-	地銀を核とした静岡モデルとして普及展開を検討	中・小企業向け脱炭素化経営支援IoTソリューションを活用したGXが“静岡モデル”として他地域へ広がることで、国内製造業のGXの促進につながる

4 普及啓発活動

取組概要	現在の検討状況	今後の取組予定	効果の見立て
実証視察会の開催	本実証で設置した機器や、ソリューションが効果を発揮するフィールド、データ取得からCO2排出までの算定に関する説明を予定	総務省や関連団体を招き、現地視察会を行う（2023年1月予定）	実証現場を視察することでソリューション導入の具体的なイメージが沸き、同様の課題に直面する企業からも引き合いが見込まれる
ソリューション紹介チラシを作成	静岡県・静岡銀行・aglink.Labで構成した「地域モデル構築検討チーム」が主体となって対応する予定	IoTソリューションの導入前調査・設置・利用方法に係るソリューション紹介チラシを作成	現場視察を行っていない対象にソリューション導入の具体的なイメージを抱いてもらうことで、同様の課題に直面する自治体・企業からの引き合いが見込まれる
普及イベントの開催	静岡県企業脱炭素化支援センターと連携する予定	当該センターに参画している地元企業・ベンダを招き、支援センターが実施しているイベント等で発表する	現場視察を行っていない対象に直接説明することで、ソリューション導入の具体的なイメージを持ってもらい、同様の課題に直面する自治体・企業からの引き合いを見込む

④ 普及啓発活動-実証視察会

視察会概要：

実証施設	(株)長倉製作所 本社・原工場	(株)木村鋳造所 御前崎工場
開催日時	1/30[火]13:30~15:00	2/3[土]10:30~12:00
開催方法	ハイブリッド	ハイブリッド
参加者	計20名（オンライン含む） - 総務省 9名 - 評価委員 1名 - 一次請負業者 1名 - 事業参画団体 9名	計14名（オンライン含む） - 総務省 2名 - 評価委員 1名 - 一次請負業者 1名 - 事業参画団体 10名

視察会の流れ：

IoT機器・AP設置現場視察

クラウド画面確認

CO2算定
イメージ画面供覧

イ
メ
ー
ジ



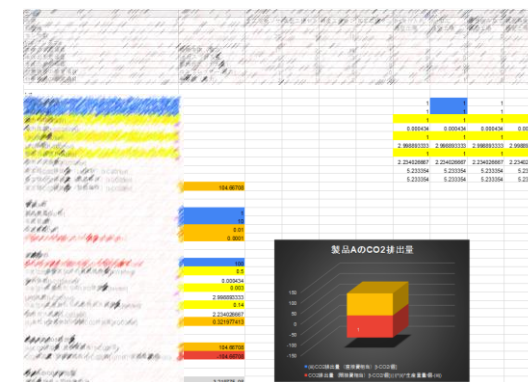
(株)木村鋳造所



(株)長倉製作所

2.測定データ(木村鋳造所)

id	timestamp	sensor_name	value	unit
87158766	2024-1-15, 15:17:39	KDE_CMP2	100.00	°C
87158732	2024-1-15, 15:17:39	KPE_NO8_R	100.00	°C
87158764	2024-1-15, 15:17:38	KDE_CMP2	100.00	°C
87158730	2024-1-15, 15:17:38	KPE_NO8_R	100.00	°C
87158762	2024-1-15, 15:17:37	KDE_CMP2	100.00	°C
87158726	2024-1-15, 15:17:37	KPE_NO8_R	100.00	°C
87158760	2024-1-15, 15:17:36	KDE_CMP2	100.00	°C
87158724	2024-1-15, 15:17:36	KPE_NO8_R	100.00	°C
87158406	2024-1-15, 15:17:36	KDE_MDX3	100.00	°C
87158758	2024-1-15, 15:17:35	KDE_CMP2	100.00	°C
87158722	2024-1-15, 15:17:35	KPE_NO8_R	100.00	°C
87158404	2024-1-15, 15:17:35	KDE_MDX3	100.00	°C



* 出典：各社HPより写真抜粋

* 各画面は開発中のものでありイメージを掲載

④ 普及啓発活動-実証視察会

実証視察会で頂いた、主な質疑、回答、今後の対応方針は以下の通りとなる。

質疑	本ソリューションで達成されるような精緻なCO2算定について、取引先からどの程度の要望があるか。
回答	- 即時の改善要望ではないが最近では脱炭素化経営に対するアンケートから目標・計画化と、要望されるレベルが急激に高まっている。また、中にはこれからの契約の中で受注条件として脱炭素が一定なされた製品のみ卸すことを条件としている企業がある。 - 各所への交渉材料としてこちらから積極的にCO2算定を行うことが必要と感じている。
今後の対応方針	製品単位でのCO2算定については以下のメリットがあるとの協議となった。 - 前提として、工場単位でのエネルギー使用量のみを用いて脱炭素化経営を要望してくるメーカー企業と交渉するのは難しくなってくる。工場全体の改善をしない限りは競争に勝てないという構造になってしまうため、脱炭素を達成した生産を行うべく力を入れるところ力を抜くところの峻別を行わなければ企業体力が保たない。そうした意味で製品単位でのCO2算定を行うことに意味がある。 - また、究極的には他のICTシステムと組み合わせることで生産性を向上することに繋げたい。1つのソリューションから工場全体のDXへ繋げる動きとしたい。工程の改善によるコスト削減には限界があり、上記のような効果を見込める部分から取り組んでいく必要がある。
質疑	本ソリューションを導入するための費用や条件（工場全体のエネルギー見える化）が見合う企業はどういった企業にあたるか、どのような企業に営業をかけるか。また費用削減の見込はたっているか。
回答	- 営業先としては、同じ環境にある企業（Tier1,Tier2へのサプライヤー企業）は比較的規模も大きく同様の課題に直面している。 - コスト削減の見込としては、「機器設置箇所の削減」「機器単価の削減」「SE費用」といったことが見込まれる。
今後の対応方針	- 前提として実証段階において各費用は新規の取り組みであるため割高となっている。商用の段階では仕様を確定する、設置パターンを策定するなどにより価格は下がるものである。 - 上記に挙げた削減見込みのうち「機器設置箇所の削減」「SE費用」は経験数に依存するため次年度以降の実証で知見を高めていく、「機器単価の削減」は規模に依存するため実証の中で見込み生産数を更新することで削減していくこととなる。
質疑	実際に設置することで分かった、Wi-Fi HaLowの特性や設置の上での注意点は何かがあるか。
回答	- 良い点：電波が回析するため障害物があってもAPと繋げることができる。1データ/1秒の数値データ、画像データも問題なく載せられる。 - 注意点：電波が飛び過ぎることで他APと干渉してしまうため、わざと受信しにくくする工夫が必要。通信速度は遅いので一般的な業務用途には不向き。
今後の対応方針	上記費用にも挙げた通り、本通信規格を利用したセンサネットワークとしてのノウハウは次年度以降の実証を通じてさらに高めていく。

④ 普及啓発活動-チラシ

IoTソリューションの効果や意義性を記載したソリューション紹介チラシを作成した。特徴としては実証に参加し本ソリューション構築に関与くださった木村鋳造所・長倉製作所のインタビューを写真付きで載せることで、同じ中小企業にとって身近な課題とソリューションであることを感じてもらう構成とした。



部品単位の CO₂見える化で 未来を変えてみませんか？

～脱炭素を実現するための経営支援 IoTソリューション～

利用者の声

見える化が意識の変化、行動につながり、電力量の削減につながる。デジタル化で問題解決をしていきたい！



株式会社 木村鋳造所

取締役 管理本部 渡辺 真一 様
システム改革部 部長 沖 寿之 様

1927年静岡県沼津市にて創業。フルモールド鋳造法を用いた自動車ボディプレス金型用鋳物、工作機械部品用鋳物を中心に製造。発泡スチロール造形技術を活用した「キムラデザインワークス」を展開するなど、柔軟な発想と想像力で、未来型開発を展開している。



2021年より中長期計画にカーボンニュートラル戦略が組み込まれており、鉄の温度を見える化・AI管理するデジタル化の取組み等も既に行っていました。総務省デジタル基盤活用推進事業の実証の取組みは、設備ごとの電力量使用量を常時見える化することにより現場従業員の意識を変え、電力量削減につながる。これまで実現できなかった取組みです。見える化により各々の意識を変えていくことで問題解決していきたいと考えています。

利用者の声

**見えることで見つかる課題が競争力アップのきっかけに。
デジタル技術を駆使して、新しい世界へのスタートを。**



株式会社 長倉製作所

工場長/鍛造部門責任者 鈴木 正 様
総務課 課長 倉金 孝行 様

1950年静岡県沼津市にて創業。自動車、二輪車向け冷間鍛造品を中心に製造。現在ではアメリカ、ベトナム、メキシコにも生産拠点をもち、グローバルに展開。世界最先端の冷間鍛造技術を取り入れ、世界に誇る製品づくりへ挑戦し続けている。



自動車業界は世界的にCO₂排出量削減が求められており、我々も取組まないという気持ちはありますが、生産設備投資が優先となっていました。今回、総務省デジタル基盤活用推進事業の実証に参加することにより、見えていなかったのが見えるようになり、製造コストダウンに向けて動き出せる、情報の土台づくりができました。また、CO₂排出削減は海外メーカーとの取引にもつながる重要な要素であり、競争力にもつながっていきたくと考えています。

お問い合わせ先 株式会社 aglinklab

url : <https://aglinklab.com/> mail : info@aglinklab.com



背景

大企業を中心に脱炭素経営が進むなか、中・小企業でも海外取引先から部品単位のCO₂排出量 / 2050年カーボンニュートラル計画の提示を迫られており、対応できない場合は失注リスクがあります。



海外取引先 → 国内中・小企業

カーボンニュートラル計画の提示を要請 → 対応できなければ失注のリスクも！

部品単位でのCO₂排出量の提示が必要！！

一方で、中・小企業にはCO₂排出量試算の計測機能やノウハウはなく、導入工事・コストは大きな負担に…

本ソリューションでは既存設備にIoTセンサを設置して、データ・画像を収集。Wi-Fi HaLowで収集したデータをクラウドサーバに送り、CO₂排出量を簡便に算出致します。

有償PoCのご案内

ソリューション概要

- 既存設備に設置したIoTセンサから、Wi-Fi HaLowを活用して、データ・画像を収集。
- そのデータを活用して部品単位のCO₂排出量を簡便に算出します。



IoTセンサ → クラウド → CO₂排出量算定ツール



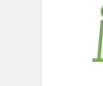
加工1

時間 電力 生産記録



加工2

時間 ガス 生産記録



加工X

時間 電力 生産記録

効果



部品単位のCO₂排出量の見える化

※全工程のデータ取得率98%、全工程50%以上



中・小製造業の海外輸出機会損失防止、受注増加



国内のGX / DX推進に貢献

置くだけでCO₂排出量が見える！

IoTセンサ×カメラ×Wi-Fi HaLow × 算定ツールを1つのパッケージに。

※Wi-Fi HaLowの特徴：半径1kmの長距離通信が可能/画像と映像を送信できる通信速度/低消費電力/既存のWi-Fiより干渉リスクが低く、工場内のデータ収集に適切

簡便＆低価格でCO₂見える化を実現！

安価なセンサやカメラ、Wi-Fi機器とクラウドサーバの利用で低価格に。

製造工程の効率化にもつながる！

エネルギー使用量と生産記録の分析で各製造工程の効率化も可能に。

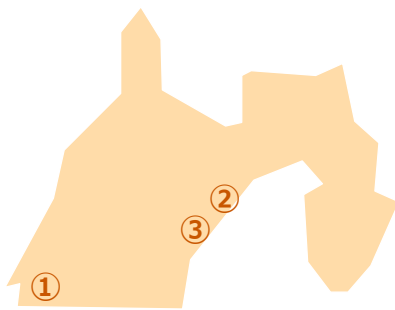
提供対象	海外取引のある全国の中小製造企業
提供価格	未定

* チラシ内容は次年度活用前に更新し最終化する予定₅₁
次年度は有償PoCではなく実証とすることを検討中

④ 普及啓発活動-普及イベントの開催

普及啓発活動の一環として、脱炭素経営の支援がスコープに入っている静岡県内の公益財団にセミナー開催の実施を打診した。全団体にて興味を示して頂きセミナー開催について調整を図った。結果として主催者や参加者の日程都合により本年度の開催は『浜松地域イノベーション推進機構』でのみ実施、本実証を紹介する。

■ 地域リレーション



静岡県内にて脱炭素支援に興味を持つ公益団体を中心にセミナー実施を要望

- ①  公益財団法人
浜松地域イノベーション推進機構
Hamamatsu Agency for Innovation
- ②  公益財団法人
静岡県産業振興財団 企業脱炭素化
支援センター
- ③  Shizuoka Environment Resources Association
一般社団法人 静岡県環境資源協会

セミナー開催

本実証活動へ興味を持ち
日程について調整を行った。
結果的に本年度中の日程が
合わず開催断念。

■ 浜松地域イノベーション推進機構 セミナー要領

- 1 開催時期 2月19日
- 2 開催方式 オンライン
- 3 講演内容コンテンツ
講演30分＋事例紹介10分/社（1社）＋質疑応答20分
① 講演：実証事業の概要及びその意義の紹介（PwC）
② 事例紹介：実証成果の紹介（実証参加製造企業）

- 4 登壇者
・PwCコンサルティング合同会社
・木村鋳造所
・長倉製作所
各社より1名

本実証に関する成果と課題 / 普及に関する課題

- 実証に関する成果：
 - 各製造装置ごとの使用エネルギーの見える化ができた。
 - センサ取得データと工場保有の生産記録を利用し、対象製品におけるCO₂排出量の算定を実施した。
- 実証に関する課題
 - 課題：Wi-Fi Halow端末機器が開発品ということもあり、安定稼働や保守については今後の課題。導入費用についても、今後の普及計画と併せて具体的に詰めていく必要がある。
- 普及に関する課題
 - 課題：今回の実証協力社は、従前より自社工場のエネルギー消費量の見える化などに積極的に取り組んでおられたため、実証内容をスムーズに行える素地が整っていた。しかし、この状態は全ての中小企業に共通しているわけではなく、前段の取り組みから検討していただく必要があると想定。

Appendix

1 センサーからの収集データ、収集データの精度結果、データ取得率等

➤ 精度

- ・電力センサ：1秒毎（センサで設定可能なデータ取得頻度性能値）
※「1分間における取得データ数」について次ページ参照

- ・ガス計カメラ：解像度1280 x 960（JPEG）、容量 60KB - 100KB程度

➤ 取得率（1時間ごとの取得データ数/1時間において期待されるデータ数）

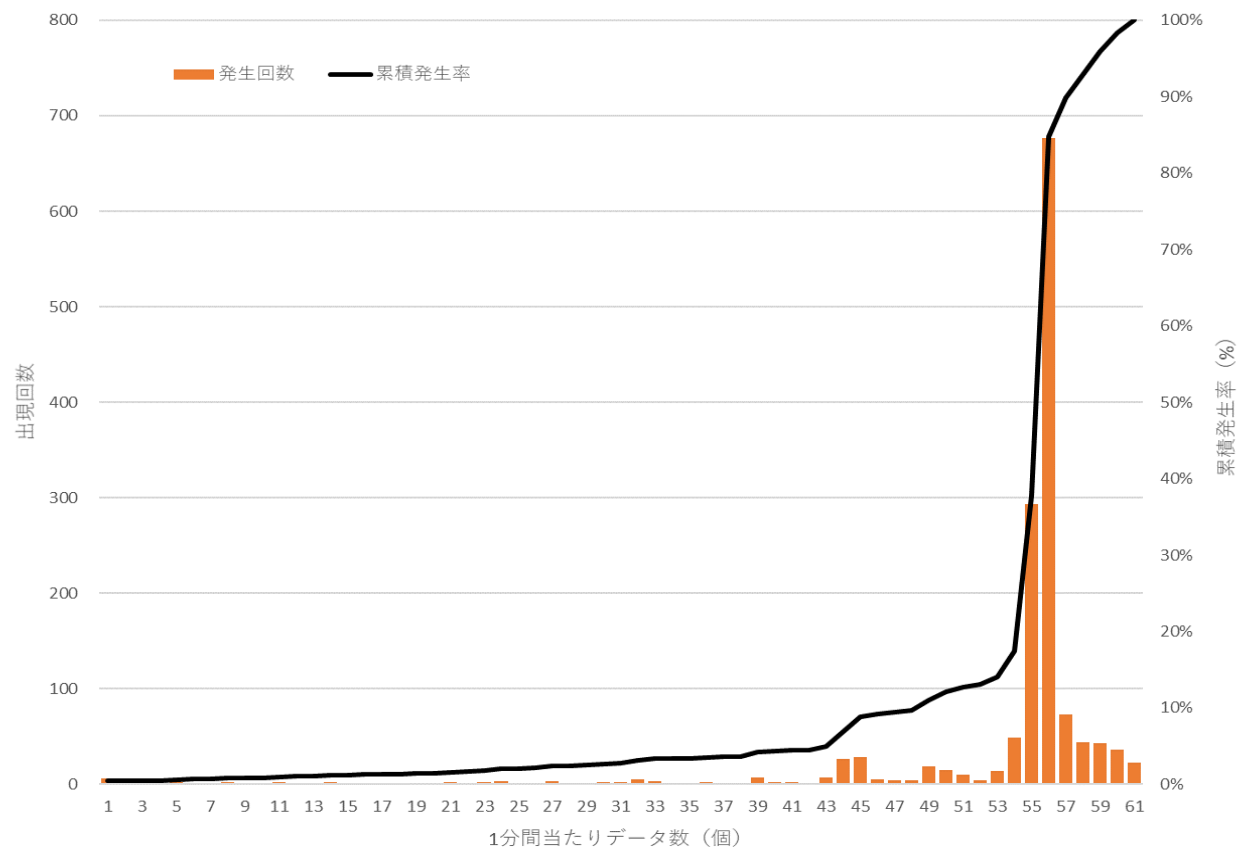
- ・【appendix】「取得率一覧表」ご参照
※電力センサにおける「1時間において期待されるデータ数」= 55
ガス計カメラにおける「1時間において期待されるデータ数」= 60

- ・電力センサにおける前提（分母がなぜ55か）について次ページ参照

➤ ガス計カメラ数値読取り正答率

① センサーからの収集データ、収集データの精度結果、データ取得率等 ①精度（1分間における取得データ数）

- ✓ 電力センサー（NAE_PRS_G1_P1）における2024年1月30日の00:00-23:59の1分間当たりのデータ数の分布（全数=1,440）
- ✓ 本端末は1秒間ごとに電力値を計測することになっているため1分間で最大60回のデータを取得することになるが、データ送信中はデータ取得ができないためその分のデータは欠損。また、無線区間の通信の安定性等の要因により欠損するデータも存在すると思われる。
- ✓ 90%以上の割合で1分間当たりのデータ数は48個（秒）以上
- ✓ 1分間当たりのデータ数が0（1分間に1秒のデータもない）の分が6回あるが、発生確率は0.4%と無視できる範囲と考えられる



① センサーからの収集データ、収集データの精度結果、データ取得率等 ②取得率（電力センサにおける前提）

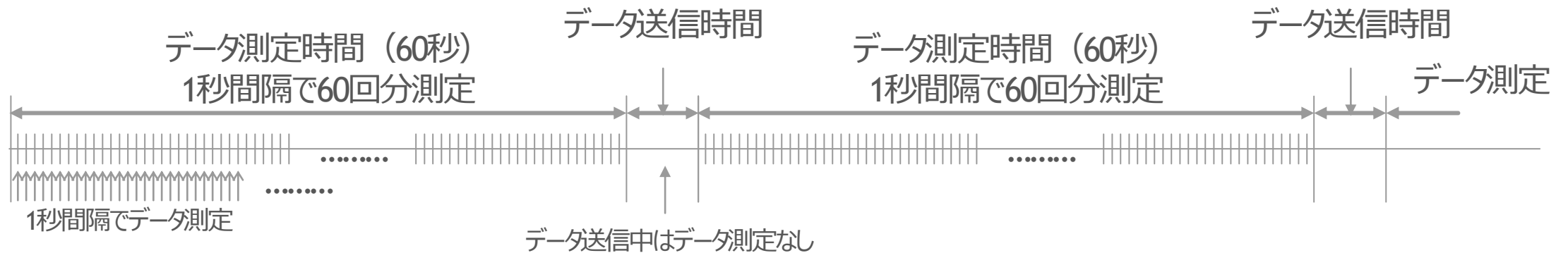
- ✓ 本実証においては1秒ごとに電力値を測定し60秒分をまとめて送信。なお、データを送信している時間は電力値の測定はできない
- ✓ データ送信時間は端末の電波状況によって異なるが、最低5-7秒程度は必要
- ✓ データ送信時間を6秒とした場合、1時間に送信可能な回数は、

$$3600 \text{ (秒)} / 66 \text{ (秒)} \approx 55 \text{ 回}$$

3600 (秒) : 1時間の秒数

66 (秒) : データ測定時間 (60秒) + データ送信時間 (6秒)

となるため、1時間当たり55回以上データ受信していれば全てのデータを受信していると考えられる。



① センサーからの収集データ、収集データの精度結果、データ取得率等 ③各工場取得率（長倉製作所）

表 2/4長倉製作所における全センサー取得率

センサー取得率一覧					2024/2/4																							
工場名	設置建屋	センサー種別	機器名	センサー名	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
長倉製作所	A棟	電力センサー	P-1 G-1 プレス	NAE_PRS_G1_P1	95%	95%	98%	98%	98%	95%	96%	96%	98%	98%	100%	96%	96%	95%	98%	100%	96%	98%	96%	100%	96%	96%	96%	95%
長倉製作所	A棟	電力センサー	P-1 G-1 プレス	NAE_PRS_G1_P2	98%	96%	98%	96%	95%	87%	98%	98%	95%	96%	98%	98%	95%	96%	98%	98%	96%	96%	98%	98%	95%	96%	95%	96%
長倉製作所	A棟	電力センサー	P-1 G-1 トランスファー	NAE_PRS_G1_T	95%	95%	95%	100%	96%	96%	98%	93%	95%	100%	98%	96%	96%	98%	98%	93%	96%	98%	96%	96%	98%	96%	96%	96%
長倉製作所	A棟	電力センサー	P-2 G-4 トランスファー	NAE_PRS_G4_T	95%	93%	95%	95%	98%	96%	96%	96%	100%	96%	98%	98%	98%	95%	95%	95%	96%	95%	100%	98%	98%	93%	96%	95%
長倉製作所	A棟	電力センサー	P-2 G-4 プレス	NAE_PRS_G4_P	98%	96%	98%	96%	96%	91%	96%	96%	96%	96%	100%	96%	98%	96%	96%	96%	93%	96%	91%	100%	96%	98%	95%	96%
長倉製作所	A棟	電力センサー	P-3 G-2 トランスファー	NAE_PRS_G2_T	98%	95%	96%	100%	93%	93%	96%	95%	95%	98%	95%	96%	98%	96%	96%	98%	96%	96%	31%	96%	96%	96%	95%	96%
長倉製作所	A棟	電力センサー	P-3 G-2 プレス1	NAE_PRS_G2_P1	96%	96%	96%	96%	96%	95%	95%	98%	96%	98%	98%	95%	98%	98%	96%	98%	93%	91%	98%	98%	95%	93%	96%	95%
長倉製作所	A棟	電力センサー	P-3 G-2 プレス2	NAE_PRS_G2_P2	96%	96%	95%	96%	96%	93%	95%	96%	98%	98%	98%	98%	96%	96%	98%	96%	98%	95%	96%	96%	96%	96%	95%	95%
長倉製作所	A棟	電力センサー	穴抜き 221	NAE_PRC_221	93%	96%	93%	95%	96%	95%	95%	96%	95%	98%	98%	96%	96%	96%	96%	96%	98%	96%	98%	96%	96%	95%	96%	98%
長倉製作所	A棟	電力センサー	P-F C-3	NAE_PRS_C3	96%	93%	98%	96%	96%	93%	96%	98%	95%	96%	96%	96%	96%	98%	98%	98%	96%	98%	98%	96%	98%	98%	96%	95%
長倉製作所	B棟	電力センサー	ショット電気炉1 T-3	NBE_SHB_T3	95%	98%	98%	98%	96%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	96%	98%	98%	96%	96%	98%	96%	98%	100%	98%	96%	98%
長倉製作所	B棟	電力センサー	ボンデ3 S-3	NBE_BND_S3	96%	96%	100%	98%	96%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	96%	98%	98%	96%	98%	96%	98%	98%	96%	100%	96%	96%
長倉製作所	B棟	電力センサー	ボンデ1 S-1	NBE_BND_S1	98%	95%	98%	98%	96%	96%	100%	100%	96%	100%	98%	98%	98%	96%	96%	98%	96%	98%	96%	98%	96%	98%	95%	98%
長倉製作所	B棟	ガス計カメラ	ボンデ1 BW-1	NBG_BND_S1	90%	98%	100%	98%	100%	98%	100%	98%	98%	100%	98%	100%	98%	98%	98%	100%	98%	98%	100%	98%	100%	98%	100%	98%
長倉製作所	B棟	ガス計カメラ	ボンデ3 BW-3	NBG-BND_S3	98%	98%	100%	98%	98%	98%	100%	98%	98%	98%	100%	98%	98%	100%	98%	98%	100%	98%	100%	98%	100%	98%	100%	98%
長倉製作所	D棟	電力センサー	ガス炉5	NDE_ANN_N5	93%	96%	98%	96%	98%	96%	98%	98%	96%	96%	95%	96%	96%	96%	98%	96%	96%	96%	98%	95%	96%	95%	96%	95%
長倉製作所	D棟	ガス計カメラ	ガス炉5	NDG_ANN_N5	95%	98%	100%	98%	100%	98%	98%	100%	97%	98%	98%	98%	98%	100%	98%	98%	100%	97%	98%	98%	100%	98%	100%	98%
長倉製作所	D棟	電力センサー	ガス炉3 N-3	NDE_ANN_N3	91%	96%	95%	96%	96%	96%	93%	98%	96%	98%	95%	95%	98%	96%	98%	98%	96%	96%	98%	98%	98%	95%	95%	96%
長倉製作所	D棟	ガス計カメラ	ガス炉3	NDG_ANN_N3	98%	98%	100%	98%	98%	100%	98%	100%	98%	100%	98%	98%	100%	98%	98%	100%	98%	98%	100%	98%	98%	98%	100%	100%
長倉製作所	D棟	電力センサー	ガス炉4 N-4	NDE_ANN_N4	93%	96%	96%	96%	96%	98%	93%	35%	96%	95%	98%	95%	95%	96%	96%	98%	98%	98%	96%	96%	98%	96%	95%	95%
長倉製作所	D棟	ガス計カメラ	ガス炉4 N-4	NDG_ANN_N4	95%	98%	100%	98%	100%	98%	100%	98%	100%	98%	98%	100%	98%	100%	98%	98%	100%	98%	100%	98%	98%	100%	98%	98%
長倉製作所	D棟	電力センサー	ガス路1 N-1	NDE_ANN_N1	95%	93%	96%	95%	96%	96%	96%	96%	95%	96%	96%	96%	96%	96%	98%	96%	95%	95%	96%	96%	98%	96%	95%	96%
長倉製作所	D棟	ガス計カメラ	ガス炉1	NDG_ANN_N1	98%	98%	100%	98%	98%	100%	98%	98%	100%	98%	100%	98%	98%	98%	100%	98%	98%	100%	98%	98%	100%	98%	98%	98%
長倉製作所	C棟	電力センサー	OP0.5 NL162	NCE_LTH_NL162	96%	96%	96%	96%	96%	98%	98%	95%	95%	98%	98%	96%	96%	98%	96%	95%	96%	98%	95%	98%	96%	96%	95%	98%
長倉製作所	C棟	電力センサー	OP7 CH033	NCE_WSH_CV033	98%	95%	100%	96%	100%	96%	98%	96%	98%	96%	96%	96%	98%	100%	96%	98%	96%	96%	100%	96%	98%	96%	98%	95%
長倉製作所	C棟	電力センサー	OP5-1 CV007	NCE_BUF_CH007	95%	98%	96%	98%	98%	96%	96%	95%	98%	98%	100%	98%	95%	96%	98%	98%	98%	96%	98%	98%	98%	96%	95%	96%
長倉製作所	C棟	電力センサー	OP6-1 TC060	NCE_TPC_TC060	96%	98%	96%	96%	98%	98%	96%	98%	100%	98%	96%	96%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	96%	98%	98%	95%	96%
長倉製作所	C棟	電力センサー	OP1 NL308	NCE_LTH_NL308	95%	95%	98%	98%	95%	96%	96%	98%	96%	96%	96%	100%	96%	96%	98%	98%	98%	96%	96%	98%	96%	98%	96%	98%
長倉製作所	C棟	電力センサー	OP8 XM-049	NCE_DMG_XM049	96%	96%	98%	96%	96%	98%	95%	98%	98%	96%	60%	69%	96%	98%	98%	98%	91%	96%	96%	95%	96%	95%	95%	95%
長倉製作所	C棟	電力センサー	OP2 NL165	NCE_LTH_NL165	95%	96%	96%	93%	100%	96%	96%	96%	100%	96%	98%	98%	96%	98%	96%	95%	98%	98%	87%	40%	95%	98%	93%	96%
長倉製作所	C棟	電力センサー	OP3-1 CH012	NCE_CHR_CH012	98%	96%	98%	96%	96%	100%	95%	98%	98%	96%	98%	98%	98%	96%	95%	98%	98%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	98%
長倉製作所	C棟	電力センサー	OP4-1 CH013	NCE_CHR_CH013	96%	96%	96%	96%	98%	96%	96%	98%	95%	98%	98%	96%	98%	98%	98%	98%	96%	98%	98%	98%	98%	96%	96%	95%
長倉製作所	E棟	電力センサー	皮抜き NL351	NEE_LTH_NL351	98%	95%	98%	100%	98%	100%	96%	96%	100%	96%	100%	100%	100%	98%	98%	100%	98%	100%	100%	98%	98%	96%	98%	96%
長倉製作所	第3工場	電力センサー	切断 M1	N3E_CUT_M1	98%	95%	100%	98%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	98%	100%	100%	98%	100%	93%	100%	100%	98%	98%	100%	100%	96%	98%

全センサによる平均取得率 97%

① センサーからの収集データ、収集データの精度結果、データ取得率等 ③各工場取得率（木村鋳造所）

表 2/4木村鋳造所における全センサー取得率

センサー取得率一覧					2024/2/4																							
工場名	設置建屋	センサー種別	機器名	センサー名	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
木村鋳造所	NC加工	電力センサー	NC121	KNE_NC121	98%	96%	100%	100%	100%	98%	100%	100%	98%	100%	100%	100%	100%	98%	100%	100%	98%	100%	100%	98%	100%	96%	96%	98%
木村鋳造所	NC加工	電力センサー	小型集塵機BF103	KNE_DSTS	98%	96%	98%	100%	98%	100%	100%	98%	100%	98%	100%	100%	98%	100%	100%	98%	100%	100%	100%	100%	98%	98%	98%	98%
木村鋳造所	NC加工	電力センサー	大型集塵機	KNE_DSTB	96%	98%	98%	98%	98%	100%	100%	98%	100%	100%	98%	100%	100%	98%	100%	98%	100%	100%	100%	96%	100%	96%	100%	96%
木村鋳造所	NC加工	電力センサー	EPSJサイクル（減用機）	KNE_EPSR	98%	96%	100%	98%	100%	100%	98%	100%	100%	98%	100%	98%	98%	100%	98%	100%	98%	100%	100%	100%	98%	96%	98%	98%
木村鋳造所	加工工場	電力センサー	8号機(R)	KPE_NO8_R	98%	98%	98%	100%	100%	100%	98%	100%	98%	100%	100%	98%	100%	100%	98%	100%	100%	100%	98%	100%	100%	98%	96%	98%
木村鋳造所	加工工場	電力センサー	8号機(S)	KPE_NO8_S	96%	98%	100%	98%	100%	100%	98%	100%	98%	100%	98%	100%	98%	100%	100%	100%	98%	100%	100%	98%	100%	98%	95%	98%
木村鋳造所	加工工場	電力センサー	8号機(T)	KPE_NO8_T	96%	98%	100%	100%	98%	100%	100%	98%	100%	98%	100%	98%	100%	100%	98%	100%	100%	98%	98%	98%	100%	98%	98%	96%
木村鋳造所	電力室	電力センサー	集塵機6	KDE_DST6	98%	96%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	96%	98%	100%	96%	98%	98%	96%	98%	98%	96%	100%	98%	96%	93%	96%	95%
木村鋳造所	電力室	電力センサー	仕上室コンプレッサ1	KDE_CMP1	98%	96%	98%	96%	98%	98%	96%	100%	96%	98%	95%	98%	98%	98%	95%	98%	96%	100%	98%	98%	96%	98%	95%	96%
木村鋳造所	電力室	電力センサー	仕上室コンプレッサ2	KDE_CMP2	98%	98%	100%	98%	98%	96%	98%	96%	93%	100%	96%	96%	96%	98%	96%	98%	96%	98%	96%	98%	95%	93%	96%	98%
木村鋳造所	電力室	電力センサー	集塵1 溶解	KDE_DST1	96%	98%	100%	96%	98%	96%	98%	98%	96%	98%	96%	95%	98%	96%	95%	98%	98%	96%	100%	95%	96%	95%	95%	96%
木村鋳造所	電力室	電力センサー	集塵2 注湯	KDE_DST2	98%	95%	96%	98%	96%	96%	100%	96%	98%	98%	98%	96%	98%	96%	98%	96%	98%	95%	98%	98%	96%	96%	96%	96%
木村鋳造所	電力室	電力センサー	ミキサー-3（No3 LAM）	KDE_MIX3	95%	100%	95%	98%	96%	98%	98%	98%	95%	98%	100%	96%	98%	96%	96%	98%	96%	98%	98%	95%	93%	96%	96%	98%
木村鋳造所	電力室	電力センサー	ミキサー-1・2	KDE_MIX1	96%	96%	100%	98%	98%	98%	100%	96%	98%	98%	100%	96%	98%	96%	95%	98%	98%	96%	100%	96%	98%	95%	96%	98%
木村鋳造所	電力室	電力センサー	塗型乾燥炉1	KDE_DRY1	96%	96%	98%	100%	98%	95%	98%	93%	100%	96%	100%	93%	98%	96%	98%	100%	96%	98%	98%	98%	98%	96%	96%	95%
木村鋳造所	電力室	電力センサー	塗型乾燥炉2	KDE_DRY2	96%	96%	96%	98%	98%	98%	98%	98%	96%	98%	100%	96%	98%	96%	96%	96%	96%	96%	98%	98%	98%	93%	96%	95%
木村鋳造所	塗型乾燥	電力センサー	反転機1	KTE_TRN1	96%	100%	98%	100%	96%	100%	100%	98%	100%	98%	100%	98%	100%	100%	98%	100%	98%	96%	100%	100%	98%	98%	96%	98%
木村鋳造所	塗型乾燥	ガス計カメラ	塗型乾燥炉1	KTG_DRY1	100%	98%	98%	100%	98%	100%	98%	98%	100%	98%	100%	98%	100%	98%	98%	100%	98%	100%	98%	100%	98%	100%	98%	97%
木村鋳造所	塗型乾燥	ガス計カメラ	塗型乾燥炉2	KTG_DRY2	100%	98%	98%	100%	98%	100%	97%	100%	100%	98%	100%	98%	98%	100%	98%	100%	98%	98%	100%	98%	100%	98%	98%	100%
木村鋳造所	F棟塗装	電力センサー	集塵機F棟1〜3	KFE_DST1	96%	96%	100%	100%	98%	100%	100%	100%	98%	100%	100%	98%	100%	100%	96%	100%	100%	100%	98%	100%	100%	98%	98%	96%
木村鋳造所	解砕ショット	電力センサー	ミキサー-1（制御盤）※LAM	KKE_MIX1_S	98%	98%	98%	96%	98%	96%	98%	98%	96%	98%	95%	98%	98%	98%	95%	96%	98%	96%	98%	98%	100%	95%	96%	98%
木村鋳造所	解砕ショット	電力センサー	ミキサー-1（動力盤）※LAM	KKE_MIX1_D	98%	96%	98%	96%	98%	96%	96%	96%	100%	100%	98%	98%	96%	98%	98%	98%	100%	96%	98%	98%	100%	95%	98%	98%
木村鋳造所	解砕ショット	電力センサー	砂再生ライン	KKE_SNDR	95%	98%	100%	98%	96%	96%	95%	98%	100%	98%	98%	98%	98%	96%	98%	96%	96%	98%	96%	98%	98%	98%	96%	95%
木村鋳造所	解砕ショット	電力センサー	砂回収	KKE_SNDC	96%	96%	98%	98%	98%	98%	98%	100%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	96%	96%	98%	96%	98%	98%	96%	96%	98%	98%
木村鋳造所	解砕ショット	電力センサー	ドラム（ロータリー）クラッシャー	KKE_DRMC	98%	98%	98%	96%	98%	98%	98%	96%	98%	96%	98%	98%	100%	96%	98%	98%	96%	98%	96%	96%	96%	98%	95%	98%
木村鋳造所	解砕ショット	電力センサー	シェイクアウトマシン	KKE_SHAK	98%	96%	98%	98%	98%	96%	98%	96%	100%	98%	100%	100%	96%	98%	96%	98%	98%	98%	98%	96%	98%	96%	95%	98%
木村鋳造所	解砕ショット	電力センサー	No1ショット※20 t クレーンプラスト制御盤	KKE_NO1S	95%	96%	100%	100%	98%	98%	100%	100%	98%	96%	100%	96%	98%	98%	95%	100%	95%	100%	100%	98%	98%	96%	95%	96%
木村鋳造所	解砕ショット	ガス計カメラ	焼鈍1	KKG_SHOD	98%	100%	98%	98%	98%	100%	100%	98%	100%	98%	98%	100%	98%	100%	98%	98%	100%	98%	98%	100%	98%	98%	100%	100%

全センサによる平均取得率 98%

② ガス計カメラ数値読取り正答率

ガス計カメラの数値読取りの学習状況

1. 以下のカメラセンサーにて、比較的新しい画像に学習結果を適用し精度を上げている状況

長倉製作所様：NDG_ANN_N1、NDG_ANN_N3、NBG_BND_S1、NBG-BND_S3

木村鋳造所様：KTG_DRY2、KTG_DRY1

現在、以下作業を順次実施中

- ・1/26以降の画像に上記で得た新しい学習結果を適用
- ・1/4以降で学習データを選び、学習させる(1/4 - 1/25までに適用する)
- ・精度を上げるためのデータ(間違った画像)を集めて反映

2. 個別対応が必要なカメラセンサー

NDG_ANN_N5：最近メータ動き始めたばかりでサンプルが足りない

KKG-SHOD：振動により画質が悪い時あり、数字の読み取りは難しい

なお、2024/2/14 9:00現在の正答率は次ページの通り。

② ガス計カメラ数値読取り正答率

(2024/2/12-2/14のメータデータから無作為に20データを抽出)

	全数を対象 (1つのメータの全数が読み取れている ⇒正答)			個々数字を対象 (1つのメータの個々数字が読み取れている ⇒正答)			備考
	サンプル数	読み取り 正解数	正答率	サンプル数	読み取り 正解数	正答率	
NBG_BND_S1	20	1	5%	120	75	63%	視認性低い（もやがかかっている状態）
NBG-BND_S3	20	1	5%	160	81	51%	視認性低い（判読できない文字もあり）
NDG_ANN_N1	20	11	55%	160	130	81%	視認性高い（1文字だけ照明の影響により判読性がわるい）
NDG_ANN_N3	20	8	40%	100	77	77%	視認性高い（ガス計を実証中に付け替えたためAI学習が進んでいない）
NDG_ANN_N4	20	6	30%	160	137	86%	視認性高い（1文字だけ照明の影響により判読性がわるい）
NDG_ANN_N5	20	0	0%	80	26	33%	視認性低い
KTG_DRY1	20	0	0%	160	16	10%	視認性低い
KTG_DRY2	20	2	10%	140	103	74%	視認性高い（照明の影響あり）
KKG_SHOD	20	0	0%	120	14	12%	視認性低い（強い振動により判読できない）