

# IAF特別プロジェクト @国際プラスチックフェア報告会

## ～DIYでカーボンニュートラルに挑戦～

---

2024年5月17日(金)

(一財)製造科学技術センター

IAF(産業オートメーションフォーラム) 運営委員会幹事

株式会社アットブリッジテクノロジー 代表取締役

橋向 博昭

# 自己紹介



## 橋向 博昭

(はしむかい ひろあき)

株式会社@bridgeテクノロジー代表取締役

@bridgeコンサルティング 代表

中小企業診断士

<https://at-bridge.com>

<https://consulting.at-bridge.com>

<https://technology.at-bridge.com>

<https://www.facebook.com/atbridgecnsltg>

1978年 電気通信大学大学院 電子工学専攻修了

1978年 山武ハネウエル株式会社 入社

2013年 アズビル株式会社 (旧山武ハネウエル) 定年退職

2014年 中小企業診断士登録、@bridgeコンサルティング 開業

2020年 株式会社@bridgeテクノロジー開業

### －専門分野－

経営支援：事業戦略策定、新規事業開発、新製品開発、マーケティング

ものづくり：品質保証・生産管理・製造原価低減・工場診断

技術支援：電気電子技術・組込み技術・製造業ICT応用・クラウド

### －IoT関連－

1990年代後半から計測制御分野でのWeb技術の利活用・新規事業に

携わり、多くの計測とネットワークシステムの開発・新規事業立上げを経験

する。現在も、中小企業におけるIoT利活用支援活動に注力している。

同時に自身でソフト開発に従事し、Githubにコードを公開している。

### －所属団体－

(一財) 製造科学技術センター、産業オートメーションフォーラム運営委員会幹事、(一社) 東京都中小企業診断士協会 城南支部、

(NPO) 横浜中小企業診断士会、(NPO) あつぎみらい21、……

# 製造業におけるDX

---

流行り言葉のDX(Digital Transformation)の  
製造業における位置付け。

# ものづくりのDX。でも繋がらない工場

工場は、Web・クラウド・OSSと  
無縁な工場

Web・クラウド・OSSが当たり前の  
工場の外の世界

閉ざされた  
不便な世界  
しかも  
それほど安全でない

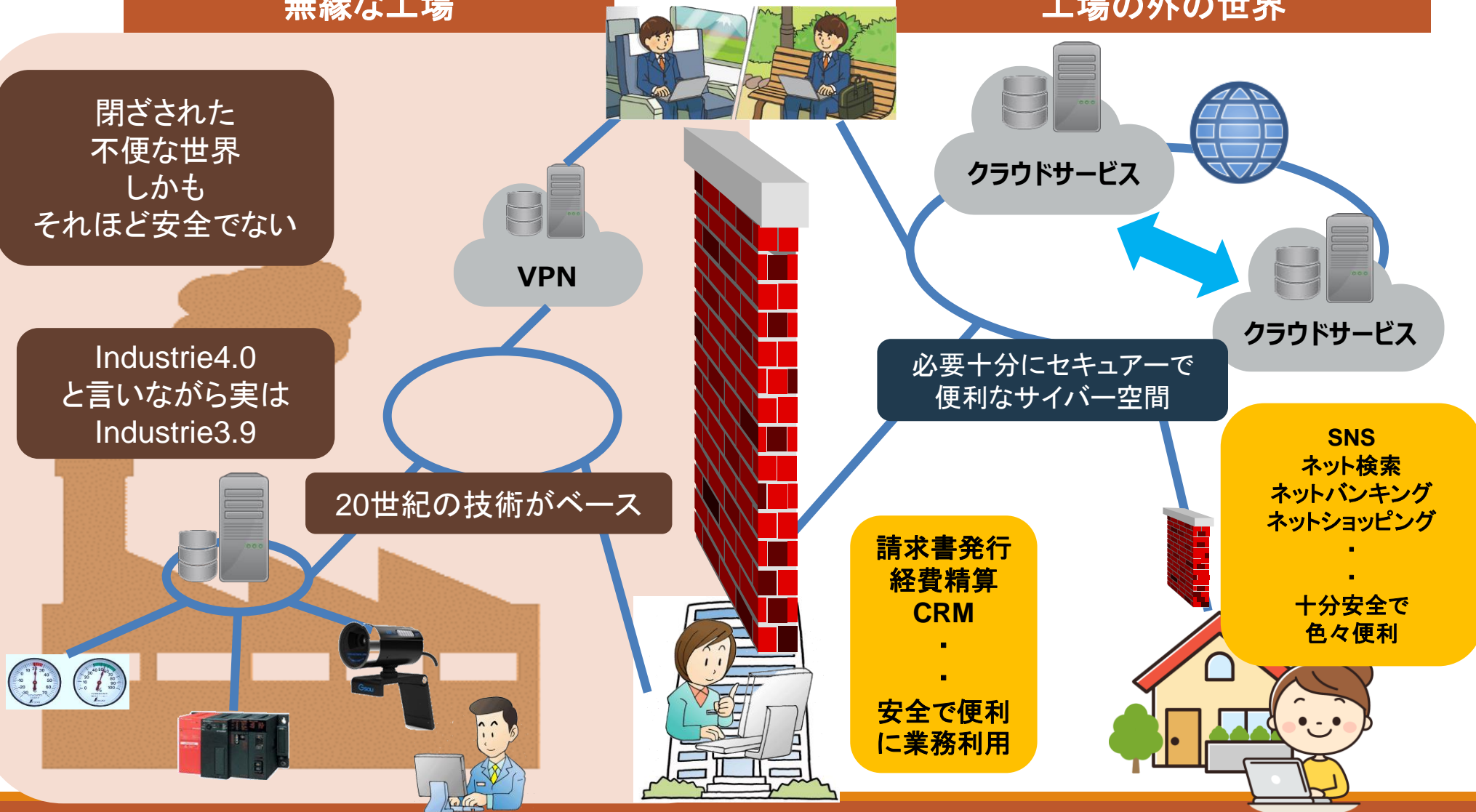
Industrie4.0  
と言いながら実は  
Industrie3.9

20世紀の技術がベース

必要十分にセキュアで  
便利なサイバー空間

請求書発行  
経費精算  
CRM  
・  
安全で便利  
に業務利用

SNS  
ネット検索  
ネットバンキング  
ネットショッピング  
・  
十分安全で  
色々便利



# あまり流行っていない？ ブームだった製造業IoT基盤の今

表 代表的な産業向けIoT基盤の開始時期

日経クロステック・日経ものづくり 2021.10.14付の記事から  
<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/01811/00005/>

年月	企業・団体名	サービス・製品名
2016年2月	米GE	Predix
2016年5月	日立製作所	Lumada
2017年10月	ドイツSiemens	MindSphere
2017年10月	ファナック	FIELD system
2018年5月	Edgecrossコンソーシアム	Edgecross基本ソフトウェア

日立製作所のLumadaは開始当時に「IoT基盤」と位置付けられていたが、現在は同社のデータ活用技術やその事業の総称になっている。（出所：日経ものづくり）

これらの多くが、20世紀の技術とカルチャーを前提に築かれたプラットフォーム。しかも高くて手が出ない！（橋向個人見解）

# 工場のレガシーで残念な現実

- **製造業のITは遅れている。**
  - ◆ 第4次産業革命 (Industrie 4.0) ということ自体遅れている証拠
  - ◆ でもスピードは遅いが変革は始まっている。
  - ◆ 日本は特に遅れてるのか。遅れているのは日本ではなく製造業。
- **工場は20世紀に取り残された**
  - ◆ 2010年にワームStuxnetが工場の制御システムに対する脅威となった結果、ネットワークを分離する間違ったセキュリティ対策が変革を邪魔した。
  - ◆ Web・クラウド・オープンソースSW等の新しい技術を広めたくない製造業ITベンダや、日本では新技術に対応できないITベンダが、いわれのないインターネット不審感に便乗し、レガシーからの脱却に対する言い訳となった。
- 結果工場にとって、Web・クラウド・オープンソースSWは踏み込んではいけない禁断の場所になり、**工場は20世紀に取り残された。**
- いわれのない警戒心を解いて、21世紀の工場は、**Webとクラウド・オープンソースSW**で変えよう。

## 20世紀に安住せずに、21世紀へ

- いわれのない警戒心を解いて、前世紀の工場を**Webとクラウド・オープンソースSW**で変えよう。
- 現在は21世紀、**Web・クラウド・オープンソースSW**の時代。いわれのないインターネット不審を喧伝する、**古い20世紀のテクノロジーでのデジタル化に騙されるな**。
- 変革の推進は、丸投げ・委託ではなく、**内製・DIYが重要**。
- 現実にはどうすればいいの、特に中小企業は！
  - ◆ **Sierに頼まない**、頼めない、でも出来るIT活用を
  - ◆ 出来合いのサービスとパッケージを**出来る限りそのまま**使う。
  - ◆ 自社の強みを活かすカスタマイズが必要な時は、原則、**自前でやる**。そのための人材を育てる。

# 中小製造業のDXの取組みに 最適なDIYプラットフォーム

## ia-cloud・Node-RED

---

産業用のノーコード・ローコード開発環境のNode-REDと

IAFが開発したia-cloudを組み合わせた

DIYによる中小企業のIoT活用プラットフォーム



# Web標準で 工場も安全にクラウド活用が可能

- (一財)製造科学技術センター傘下の、IAF(産業オートメーションフォーラム)が開発推進する、ia-cloudサービスを採用
- VPNが要らない安全なクラウド接続と、データ蓄積。
- 構造化され名前とタイムスタンプがついた、活用できるデータ構造
- 1年間の無料トライアルサービスを利用可

## ia-cloud 対応端末



## ia-cloud ゲートウェイ機器



デファクト標準



ia-cloudは、  
この通信とデータフォーマットに、  
でWebのデファクト標準を採用  
REST/JSONと  
Websocket/JSON

## 様々なクラウドサービスが実現



- 設備稼働管理
- 生産管理・生産計画
- 計測データ収集
- 故障予知・予防保全
- 等々

# アプリをDIYで作るNode-REDとは

- ノンプログラミング開発ツール、コーディングせずにアプリケーションが開発できるツールの一つ



The screenshot shows the Node-RED web interface. On the left, a palette of nodes is visible, including 'ia cloud cnc', 'PLC Modbus', 'EnOcean obj', 'AWS DynamoDB', 'json2csv', 'json2inchart', and 'table'. A red arrow points from a callout box to the 'PLC Modbus' node in the palette. In the center workspace, a 'PLC-Modbus' node is being edited. A callout box points to the 'modbusデータサンプル' field in the node's configuration. Another callout box points to the '更新' (Update) button. A large brown callout box in the center contains text about the tool's origin and usage.

(2) ノードを中央のワークスペース  
ヘドラッグアンドドロップ

オリジナルの開発はIBM、  
現在はオープンソース化されている。

日立のLumada、Seamen'sのMindSphererなど  
のIoTプラットフォームで標準採用、  
その他各社のIPCのアプリケーション環境で  
使用されている。

(1) パレットから必要な機能を持つ  
ノードを選択

(4) ノードのプロパティを  
編集

PLC-Modbus ノードを編集 > Modbus items ノードを編集

削除 中止 更新

ノード名称 modbusデータサンプル

データ構造型\* PLCData

と

ノードを接続

データ型 符号なし ゼロ 0 倍率 10

出力メッセージ



# 製造業DXをDIYで実現する ia-cloud・Node-REDプラットフォーム



インターネットにさらさない!  
VPNも使わない!



DIYで! ノーコードで!  
IoTアプリ開発ができる

Webの標準技術である  
REST/JSON、Websocket/JSONで、  
十分に安全で簡単手軽な工場IoTを実現

ノード(ブロック)を置いて線で繋ぎ、  
プロパティを設定。IoTアプリが動き出す。  
Node-REDのノーコード開発

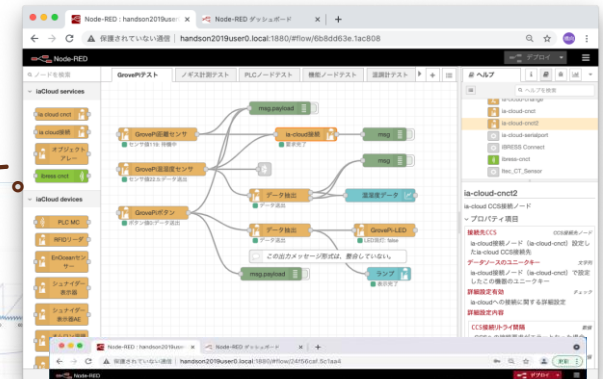
ファイアウォールの内側から  
安全にクラウド利用



ダッシュボードも  
ノーコードで作成できます。



AWS・Azure・GCPなどの  
クラウドサービスとも連携  
(AI・データ分析・DB等)



各種センサ・リモートIO・コントローラから  
のデータ収集がプログラムレスで



- ia-cloud・Node-REDの独習サイト

- <https://node-red.ia-cloud.com/>

- メニュー構成

- ◆ 環境構築編

- ◆ Node-REDエディタ操作入門編

- ◆ ia-cloudのデータ構造

- ◆ エッジアプリ入門編

- ◆ ボードアプリ入門編

- ◆ アプリ応用編

- ◆ ボードアプリ応用編

- ◆ その他関連情報

- 順次コンテンツ拡充の予定

# Demo

- ia-cloudプロジェクトで開発した、様々なカスタムノードを使い、完全ノーコードでアプリケーションを構築できる。
- ia-cloudオブジェクトが標準的なIoTデータのフォーマットを提供する。

---

ia-cloud・Node-REDプラットフォーム



# ia-cloud・Node-REDリンク集

---

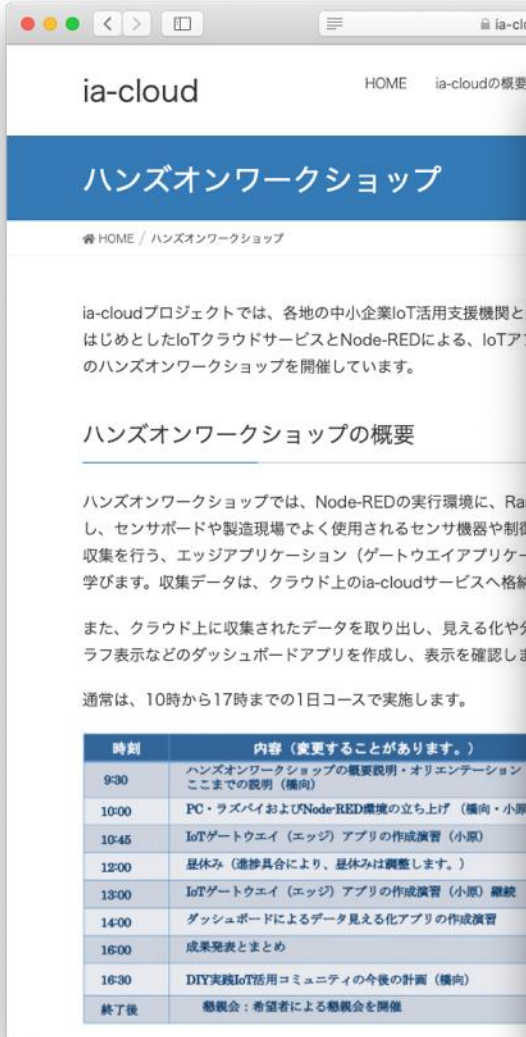
- IAFのWebサイト(IAFへの入会をご検討ください。)  
<https://iaf.mstc.or.jp/>
- ia-cloudプロジェクトのWebサイト  
<https://ia-cloud.com/>
- Node-RED日本ユーザ会のWebサイト  
<https://nodered.jp>
- ia-cloud・Node-REDスクール(オープンソースのプラットフォーム)  
<https://node-red.ia-cloud.com/>
- ia-cloud・Node-REDオンラインハンズオンWSのページ  
<https://node-red.ia-cloud.com/archives/1365>
- ia-cloud・Node-REDオンラインハンズオンWSのYoutube動画  
[https://www.youtube.com/channel/UCWgGCaiMX5wbWDoVk1Kk\\_SA](https://www.youtube.com/channel/UCWgGCaiMX5wbWDoVk1Kk_SA)
- ia-cloudサービスの1年間の無料利用申し込み(トライアルサイト申し込み)  
[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScxdxx7\\_Wr7iBU3d57qlvoQqzSLZs4guKNKYkuon3Hglrrlw/viewform](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScxdxx7_Wr7iBU3d57qlvoQqzSLZs4guKNKYkuon3Hglrrlw/viewform)

# 中小製造業のDX支援プログラム

---

(一財)製造科学技術センターの  
産業オートメーションフォーラム(IAF)と  
首都圏産業活性化協会(TAMA協会)  
日立産業支援センター(HITS)が進める

# 製造業DX支援プログラム ia-clou・Node-REDハンズオンワークショップ



ia-cloud

## ハンズオンワークショップ

HOME / ハンズオンワークショップ

ia-cloudプロジェクトでは、各地の中小企業IoT活用支援機関と  
はじめとしたIoTクラウドサービスとNode-REDによる、IoTアプ  
のハンズオンワークショップを開催しています。

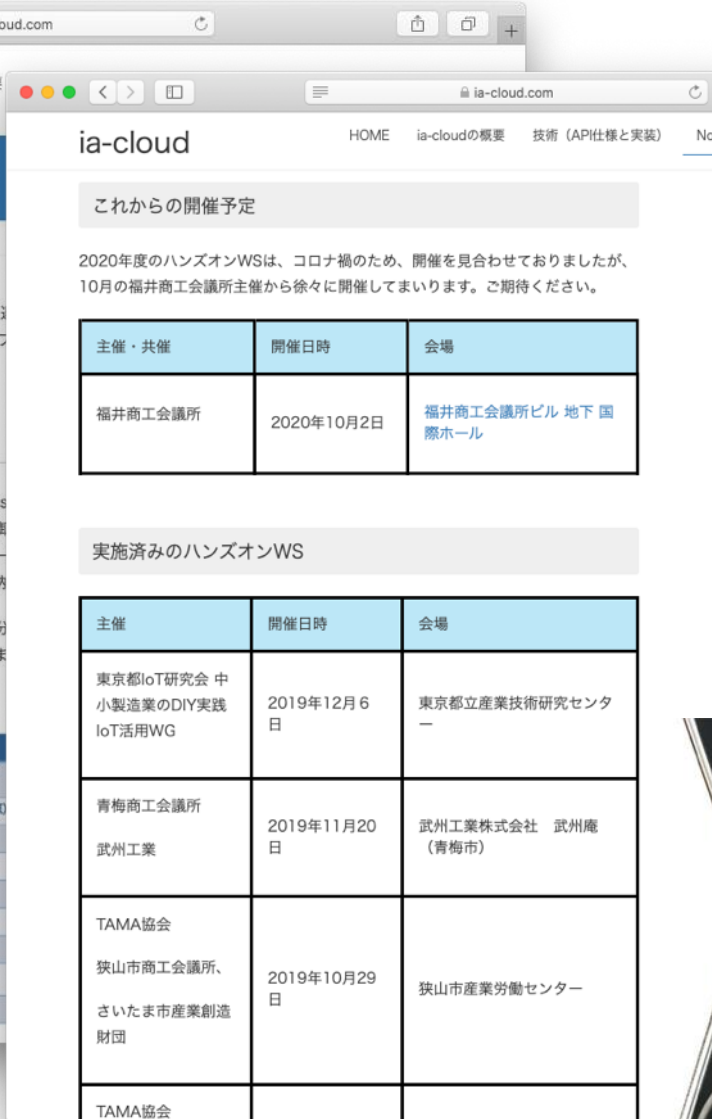
### ハンズオンワークショップの概要

ハンズオンワークショップでは、Node-REDの実行環境に、Ras  
し、センサボードや製造現場でよく使用されるセンサ機器や制御  
収集を行う、エッジアプリケーション（ゲートウェイアプリケー  
学びます。収集データは、クラウド上のia-cloudサービスへ格納

また、クラウド上に収集されたデータを取り出し、見える化や分  
ラフ表示などのダッシュボードアプリを作成し、表示を確認しま

通常は、10時から17時までの1日コースで実施します。

時刻	内容（変更することがあります。）
9:30	ハンズオンワークショップの概要説明・オリエンテーション ごまでの説明（傾向）
10:00	PC・ラズパイおよびNode-RED環境の立ち上げ（傾向・小原）
10:45	IoTゲートウェイ（エッジ）アプリの作成演習（小原）
12:00	昼休み（進捗具合により、昼休みは調整します。）
13:00	IoTゲートウェイ（エッジ）アプリの作成演習（小原）継続
14:00	ダッシュボードによるデータ見える化アプリの作成演習
16:00	成果発表とまとめ
16:30	DIY実践IoT活用コミュニティの今後の計画（傾向）
終了後	懇親会：希望者による懇親会を開催



ia-cloud

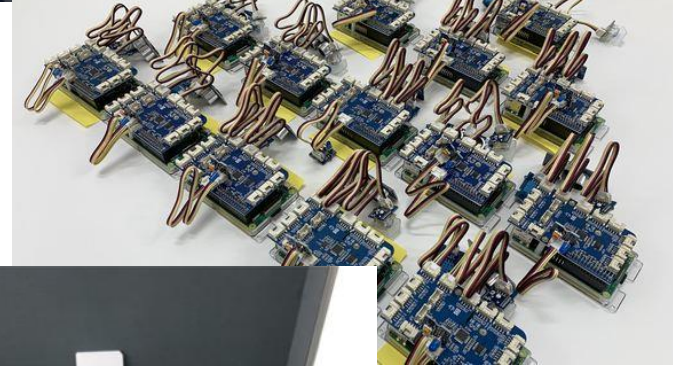
### これからの開催予定

2020年度のハンズオンWSは、コロナ禍のため、開催を見合わせておりましたが、  
10月の福井商工会議所主催から徐々に開催してまいります。ご期待ください。

主催・共催	開催日時	会場
福井商工会議所	2020年10月2日	福井商工会議所ビル 地下 国際ホール

### 実施済みのハンズオンWS

主催	開催日時	会場
東京都IoT研究会 中 小製造業のDIY実践 IoT活用WG	2019年12月6 日	東京都立産業技術研究センタ ー
青梅商工会議所 武州工業	2019年11月20 日	武州工業株式会社 武州庵 (青梅市)
TAMA協会 狭山市商工会議所、 さいたま市産業創造 財団	2019年10月29 日	狭山市産業労働センター
TAMA協会		





# 製造業DX支援プログラム現場でのPoC支援 TAMA協会との協業事例



一般社団法人 首都圏産業活性化協会

ホーム TOPICS 支援メニュー 実施事業 イベント 技術研究レポート 研究会・交流会 協会概要 お問い合わせ

HOME TOPICS SERVICE PROJECT EVENTS REPORTS STUDY ABOUT US CONTACT

## 中核企業ローカルイノベーション IoT導入支援事業

HOME / 実施事業 / 中核企業ローカルイノベーション IoT導入支援事業

実施事業

- 新・技術連携スクエア事業
- 中核企業ローカルイノベーション IoT導入支援事業
- オープンイノベーションチャレンジピッチ
- 経営デザインシートを活用した知的財産活動支援事業
- 技術経営大学
- 人材確保・人材育成支援事業
- TAMAブランド認定

IoTハンズオンワークショップ参加企業を中心に希望する企業に対し、自社の現場で行うIoTハンズオントライアル支援をより順次開始し、以下の12社に対し専門家派遣を含めて実施した。

IoTハンズオントライアル概要まとめ-全事例 (PDF)

トライアル実施企業	トライアルの内容
東泰工業(株) (東京)	CTで稼働
元社トーア(株) (神奈川)	積層表示灯
株)ブリケン (埼玉)	積層表示灯
Mエンジニアリング(有)(神奈川)	ロボットア
株)イチカワ (東京)	環境センサ
株)アベックス (東京)	積層表示灯
企光学(株) (埼玉)	積層表示灯
武州工業(株) (東京)	CTセンサ
(株)クボブラ (東京)	CT、超音波
(株)NISSYO (東京)	超音波によ
(株)八洋 (東京)	積層表示灯
(株)ブレック (東京)	積層表示灯

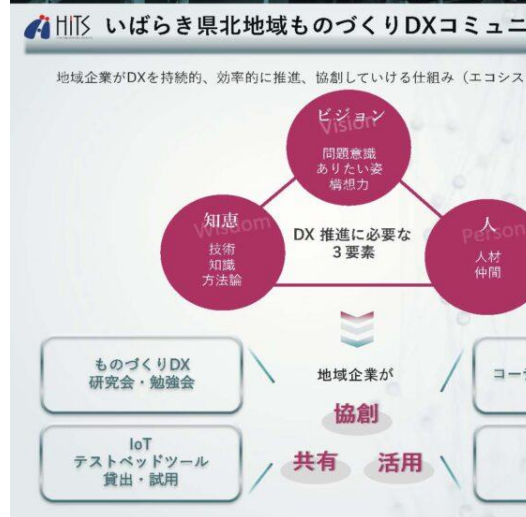
待機中 動作時




- ハンズオンワークショップ参加企業への実践支援を実施
- 12社での実施事例を、首都圏産業活性化(TAMA協会)のサイトで紹介

# 製造業DX支援プログラム現場でのPoC支援 いばらき県北地区での取り組み事例

- 日立地区産業支援センタ(HITS)との協業事業
- 経産省の「地域新成長産業創出促進事業費補助金」を受け、2023年度10社程度の中小製造業を公募。
- 経営者のコミットメントのもと、DX推進やIoTの活用を行い、事業変革や生産性の改善を進めようとする企業に対し、伴奏支援を実施。
- <https://www.hits.or.jp/r5-dx-info/>



(事例) 株式会社タンゲ製作所様

## 工場の電力使用量監視による カーボンニュートラルへの取り組み

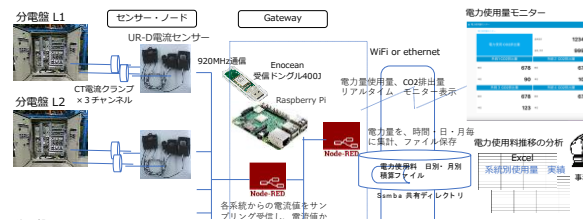
問題事象

- ・ 工場の電力使用量の状況、どのくらい使っているか、削減できるムダはないか、見える化ができていない
- ・ 工場全体の契約電力量のデマンド管理は行っているが、どこにムダがあるのかの詳細が分からない

やりたいこと

- ・ 工場内系統別の電力使用量の見える化
- ・ CO2排出量の見える化等、省エネ・環境意識の向上

IoTシステム構成 電流センサーを各配電盤・系統に設置し、電力使用量見える化



(事例) 株式会社ダイニクロ様

## 溶接現場人手作業・ムダ時間の見える化 動態把握による作業改善

IoTシステムで実現したいこと

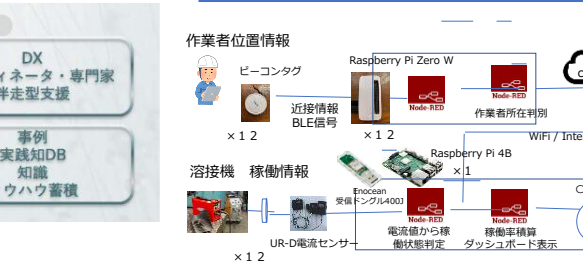
溶接(人手作業)の際のムダ時間がどこに、どのくらいあるかが分かること

- ・ 材料を取りに行っている時間
- ・ ものを探している時間
- ・ やりなおしている時間
- ・ 段取りしている時間
- ・ 段間読んでいる時間

最終的にやりたいこと(目的)

生産性/効率をおとして原因が分かり改善すること  
→ そのための基礎となる、人の動き・動態データの収集

IoTシステム構成



# IPF2023でPoCのデモ展示を公開

## 中小製造業のGX

DIYでカーボンニュートラルへの挑戦

---

TCFD勧告・GAIA-X・PATHFINDER FRAMEWORK

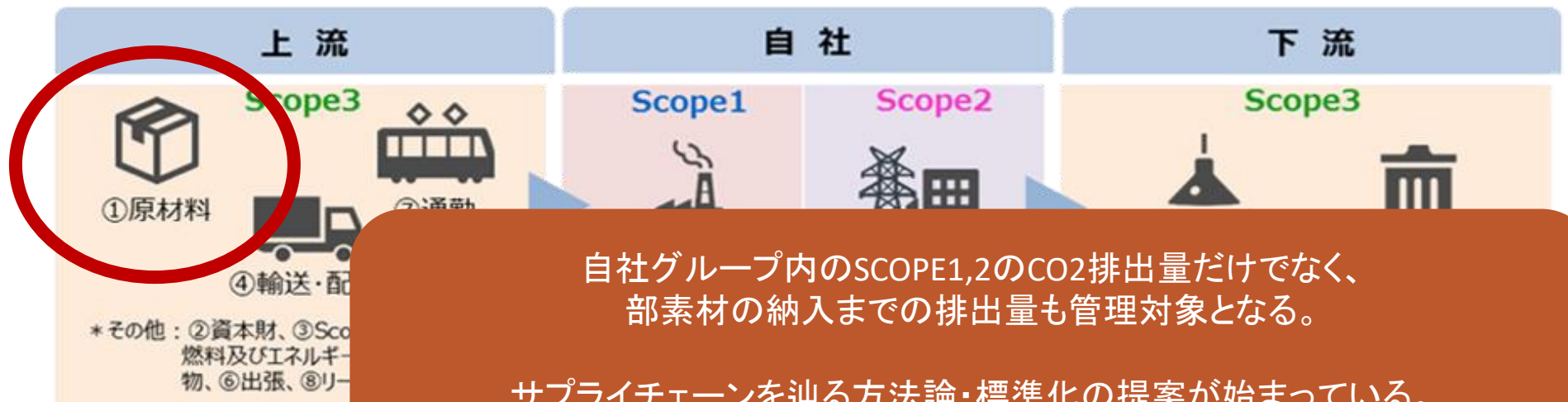
等々、サプライチェーンのカーボンフットプリントに関する

取り組みが始まっている。

# カーボンニュートラルへの挑戦

- 気候変動に関するリスクと機会を評価管理する際に使用する指標と目標は、**GHGプロトコルの方法論**に従って計算される必要がある。
- GHGプロトコルとは、国際的な温室効果ガス (Greenhouse Gas: GHG) の排出量の算定と報告の基準
- すべてのGHGをCO2等価排出量に換算して議論

$$\text{GHG排出量} = \text{Scope1} + \text{Scope2} + \text{Scope3}$$



自社グループ内のSCOPE1,2のCO2排出量だけでなく、部素材の納入までの排出量も管理対象となる。

サプライチェーンを辿る方法論・標準化の提案が始まっている。

しかし、どの取り組みも製造現場のデータがなければ話にならない

Scope1: 事業者自らによる温室効果ガス  
 Scope2: 他社から供給された電気  
 Scope3: Scope1、Scope2以外の

# 規制や標準化の動き

- SBTの企業グループレベルでの排出削減目標設定 → GHGプロトコル
- TCFD勧告
  - ◆ 東京証券取引所のプライム市場上場企業は、TCFDの提言に基づき、企業の気候変動に関するリスク・機会について、情報公開を求められています。
  - ◆ この情報にはその企業(グループ会社を含む)が企業活動で排出したGHGプロトコルに基づくデータの公表が義務づけられています。
- WBCSD (Carbon Transparency Partnership)
  - ◆ Pathfinder Network という、サプライチェーンを遡ることのできるコンセプトを打ち出しています。
  - ◆ 「Cradle-to-gate」
- GAIA-X、Catena-X (WBCSDとの協業)
  - ◆ ヨーロッパ主体で、カーボンフットプリント(CFP)の共通の情報流通と認証のプラットフォーム作りが進んでいます。
- 日本では、JEITAがGreen x Digital コンソーシアムで活動

**CO2 データ**

という用語を本文書では使用

**留意点①**

「CO2」表記だが、IPCCが定める温室効果ガス(GHG)のCO2等価量(kg-CO2e)を意味する

**留意点②**

排出量算定のライフサイクルバウンダリは、Cradle-to-gate (ゆりかごからゲートまで) が前提

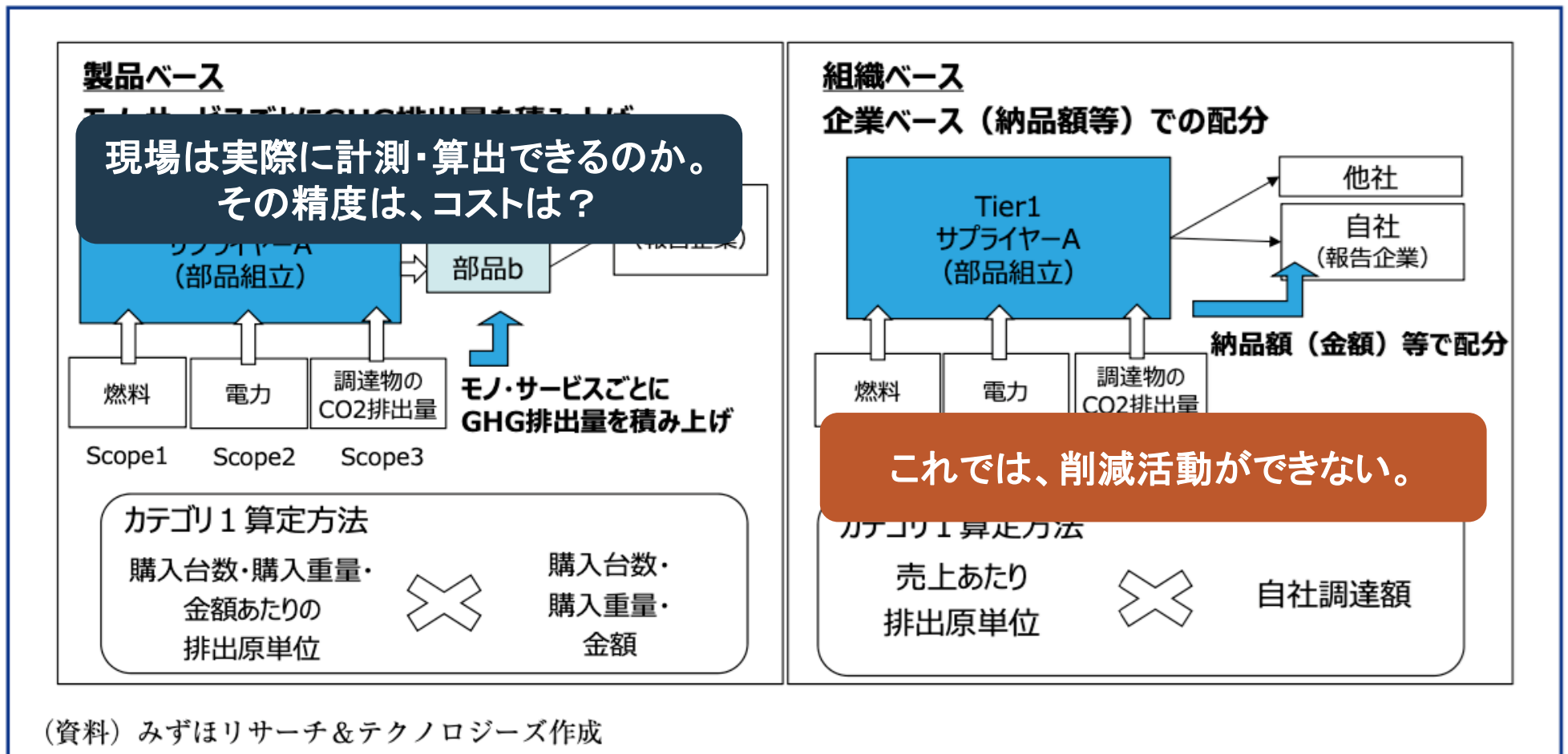
**使用の意図**

- 我が国産業界において馴染みのある「CO2可視化」という表現を踏まえ、文書の狙いをユーザーに伝える
- 「データ」を添えることで、デジタル技術活用を志向するコンソーシアムの考え方を表現する

Green x Digital コンソーシアム CO2可視化フレームワーク バージョン 1から

# 製品原単位のGHG排出量は 誰が、どうやって算出するのか？

- どんなプラットフォームであろうと、組み立て産業のサプライチェーンを遡り排出量を削減するには、**製品単位でのGHG排出量**を計測算出し報告する必要がある。
- 報告の仕組みやプラットフォームの議論も重要だが、誰がどうやって計測・算出する(できる)のか、議論されていない。特に中小企業はどうすればいいのか？



# 実際のプラスチック成形工場で PoCをやってみました

---

プラスチック成形機械設備や工場の消費電力を計測し、SCOPE2の排出量を原単位で算出、材料由来のCO2データ(CFP)と合算して、

製品原単位のCO2データを求めるPoC

# CO2排出量の製品原単位を算出・報告して、削減する。 プラスチック成形工場で考えてみました。

## 手作りIoTでカーボンニュートラルに挑戦

- 製造指図より、**製品図番と製造個数、取り数・材料の使用量・リサイクル率等**を取得
- 成形関連**設備の消費電力**(SCOPE2)
  - ◆ 簡易電力測定や設備稼働状態からの推測により決定
- 工場の照明・空調等消費電力(SCOPE2)の**按分**
  - ◆ 全体の消費電力を、占有面積や稼働時間・生産実績などで按分
- **成形材料のCO2排出原単位**(SCOPE3カテゴリ-1)
  - ◆ サプライチェーンの上流からその材料の生産出荷までのCO2排出原単位を取得
- 出荷時点までのCO2排出量原単位(**製品1個あたりの排出量**)を算出して見える化





# GHGプロトコルSCOPE2排出量原単位

ワークセル消費電力



3相3線の1相のみの電流計測から消費電力を推定

3相3線の電力計で計測

成形製品1個あたりのSCOPE2排出量の算出 (CO2原単位 : CO2-kg/個)

$$= \boxed{310 \text{ kWh}} + \boxed{62 \text{ kWh}} \times \underline{0.168} \div \underline{26000} \times \underline{0.376}$$

工場全体電力  
の按分率

生産数量

電力会社の  
CO2排出係数

# GHGプロトコルSCOPE3カテゴリー1 の排出量原単位

## 製品・材料データベースから

材料名	PBTXXXYYY
使用量	25g
取り数	4
バージン材率	70%
材料CO2原単位	0.28 CO2-kg/kg

■ 生産計画から材料を取得し、製品マスターや材料マスターなどから必要データを所得し算出する。

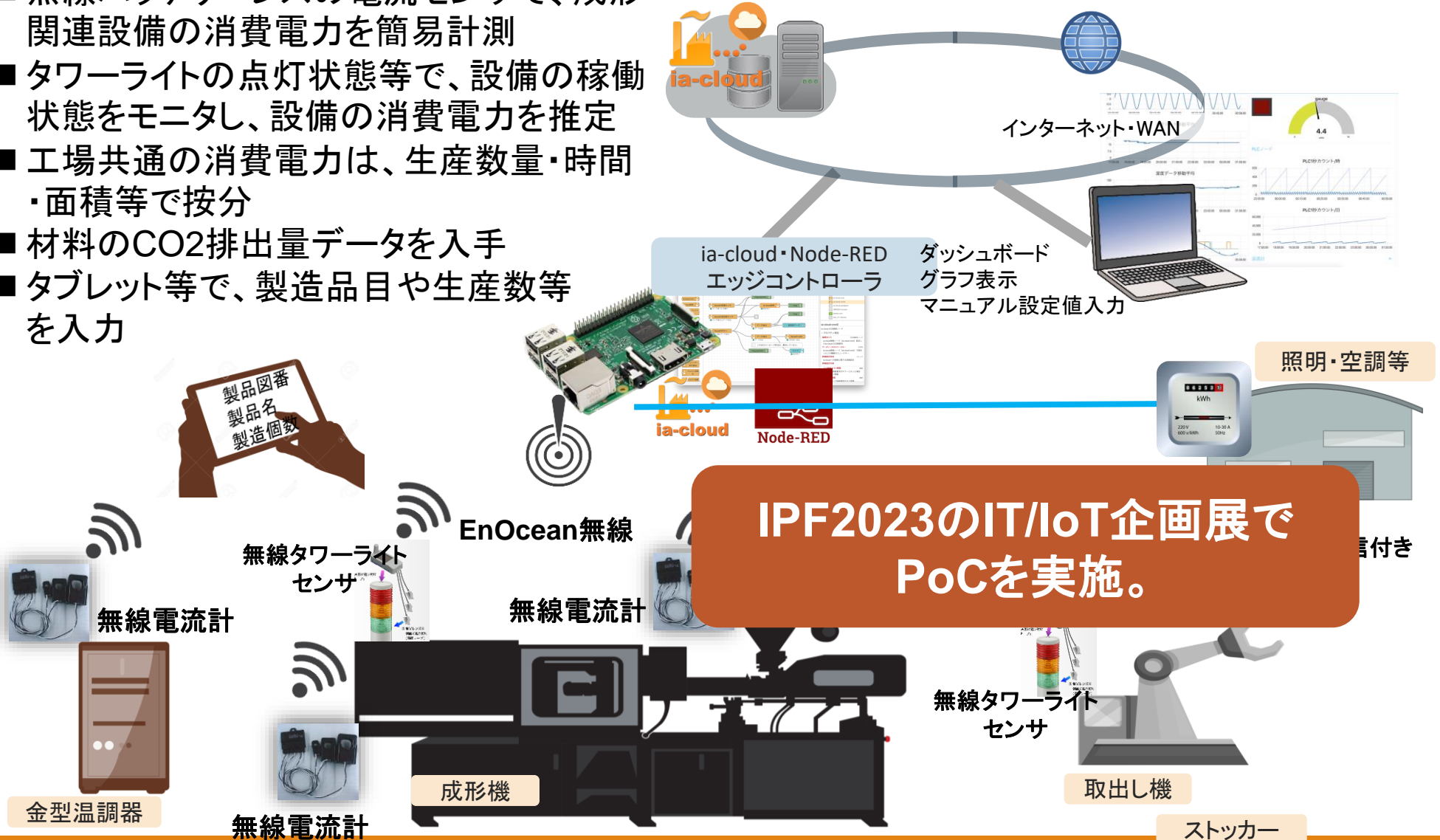
■ 中小企業にとっては、システム構築のハードルは高い。

成形製品1個あたりのSCOPE3排出量の算出(CO2原単位 : CO2-kg/個)

$$= 0.28 \times 0.025 \times 0.70 / 4$$

# プラスチック成形工場の カーボンニュートラルPoCシステム

- 無線バッテリーレスの電流センサで、成形関連設備の消費電力を簡易計測
- タワーライトの点灯状態等で、設備の稼働状態をモニタし、設備の消費電力を推定
- 工場共通の消費電力は、生産数量・時間・面積等で按分
- 材料のCO2排出量データを手
- タブレット等で、製造品目や生産数等を入力



# デモ

---

カーボンニュートラルダッシュボード

Node-REDダッシュボード

PowerBI・Tableau・Quicksight

## Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0では、夢が語られています。

Remote Service is enabled by the establishment of individual communication solutions between the machine supplier and the user. The technician generally connects to the machine directly via a modem. Since the advent of the Internet, VPN connections (Virtual Private Networks) have also gained in popularity, since they allow secure access to the customer's corporate network. The goal of this approach is to remotely diagnose and control the machine in order to reduce the duration of unscheduled stoppages and downtime.

The configuration and administration of the communication links involves a significant amount of management work, since the conditions of use need to be agreed separately with each customer. Moreover, this approach can currently only be used to provide reactive services, i.e. to carry out maintenance after an incident has occurred.

従来は個別の通信手段によるリモートサービス  
インターネットの登場で、VPNが普及  
しかし、設定管理の仕事量が膨大  
**VPNは、革命前夜の技術**

担当している設備  
とLineする？  
機械がTwitterで  
つぶやく？

Tomorrow

In Industrie 4.0, technicians will no longer manually connect to the machine they are servicing. Manufacturing systems will operate as "social machines" – in networks that are similar to social networks – and will automatically connect to cloud-based telepresence platforms in order to search for the appropriate technician to deal with the situation. These technicians will use integrated tools and additional remote access via mobile devices. This requires additional communication links.

Industrie4.0では、ネット上の  
「ソーシャル・マシン」が、SNS  
のようにクラウドベースのプラットフォームに繋がる

※写真はイメージです。



第4次産業革命は始まったばかり。あと30年は続きます。

# ご清聴ありがとうございました。

ご質問は、下記までいつでもお気軽にお寄せください。

---

[hiro@at-bridge.com](mailto:hiro@at-bridge.com)

<https://consulting.at-bridge.com>

<https://technology.at-bridge.com>

<https://www.facebook.com/atbridgecnsltg>