



2023年11月9日 産技連IoTものづくり分科会講演資料 

# つながる工場モデルラボ: 製造現場のIoT活用 に向けた研究開発と模擬環境構築

古川 慈之  
産業技術総合研究所  
インダストリアルGPS研究センター  
(兼: 製造技術研究部門)

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 1

1


2023年11月9日 産技連IoTものづくり分科会講演資料 

## 本発表の内容

- 第1回IoTものづくり分科会での発表内容の紹介  
「エンドユーザ開発とIoT活用による現場作業活動実績の可視化」(2018年6月21日)
  - MZプラットフォームとスマート製造ツールキット
  - スマート製造ツールキットを用いたデータ収集と機器自作
- 前回発表以降の進展について
  - つながる工場モデルラボ: IoT活用の実証環境として
  - 自作センシング機器の事例追加
  - その他

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 2

2

2023年11月9日 産技連IoTものづくり分科会講演資料 


## 製造現場のIT/IoT化を支援する「MZプラットフォーム」

<概要>

- 製造現場の技術者が自らIT/IoT化を実現するためのソフトウェア基盤と学習教材を産総研が独自開発して配布
- ユーザは現場の要望に応じたソフトウェアを部品の組み合わせとツール操作で柔軟に作成可能  
→**エンドユーザ開発の支援**

<成果>

- 2004年から会員登録制で配布(無償)  
<https://ssl.monozukuri.org/mzplatform/>
- 現在の会員数(個人/法人)は約1700
- ウェブサイトで18件のユーザ事例を公開中(手書誤入力削減、集計時間短縮、等)
- 2016年度グッドデザイン賞受賞  
(2023年6月時点)



2018年にリリース  
IoT化用に機能拡張

コンポーネント(ソフトウェアの部品)ビルダー作成用の画面  
コンポーネントを組み合わせてソフトウェアを作成  
MZ Platform  
IoT化用に機能拡張

MZ Platformを用いたIT化  
ソフトウェア作成例  
作業者が活動実績を入力  
実績の可視化  
社内LAN  
データ収集  
DB/Webサーバ

スマート製造ツールキットのIoT化機能:計測機器の自作  
計測機器作成例:プレス機稼働実績収集  
自動通知  
機械稼働実績可視化  
機械稼働データ自動計測

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 3

3

2023年11月9日 産技連IoTものづくり分科会講演資料 

## IoT型データ収集1: 無線センサによる機械稼働状況モニタリング



S社(佐賀市):放電加工機

Y社(延岡市):めっきラインと局所排気装置

T社(茅野市):NC旋盤等55台

サーバ  
サーバ上のデータをWebブラウザでグラフ表示

インターネット

送受信機:センサデータをサーバに毎分送信

配電盤等に無線センサ設置

グラフ表示例:電流値で稼働状況把握

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 4

4

2023年11月9日 産技連IoTものづくり分科会講演資料

### 無線センサによる機械稼働状況モニタリング 事例：産総研つくば東共用工作室のIoT化

従来は機械の使用時間を紙に記入

機械ごとの使用記録と集計はほぼ(※)自動化可能  
(※一部コンセン共有の機械は判別不可)

無線センサノード

LAN

DB/Webサーバ

状況閲覧

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

5

2023年11月9日 産技連IoTものづくり分科会講演資料

### IoT型データ収集2： 活動実績データ自動取得機器の自作

- 事例：既存プレス機に後付けでショット回数の自動取得
  - Raspberry Pi 3
  - Arduino Nano
  - 赤外線測距センサ
- T社(鳥取市)に適用

クライアント側

試作機器

エッジ側MZアプリの動作画面

サーバ側

無線LAN経由

DB

実績等送信

サーバ側MZアプリの可視化例

センサ位置

機械

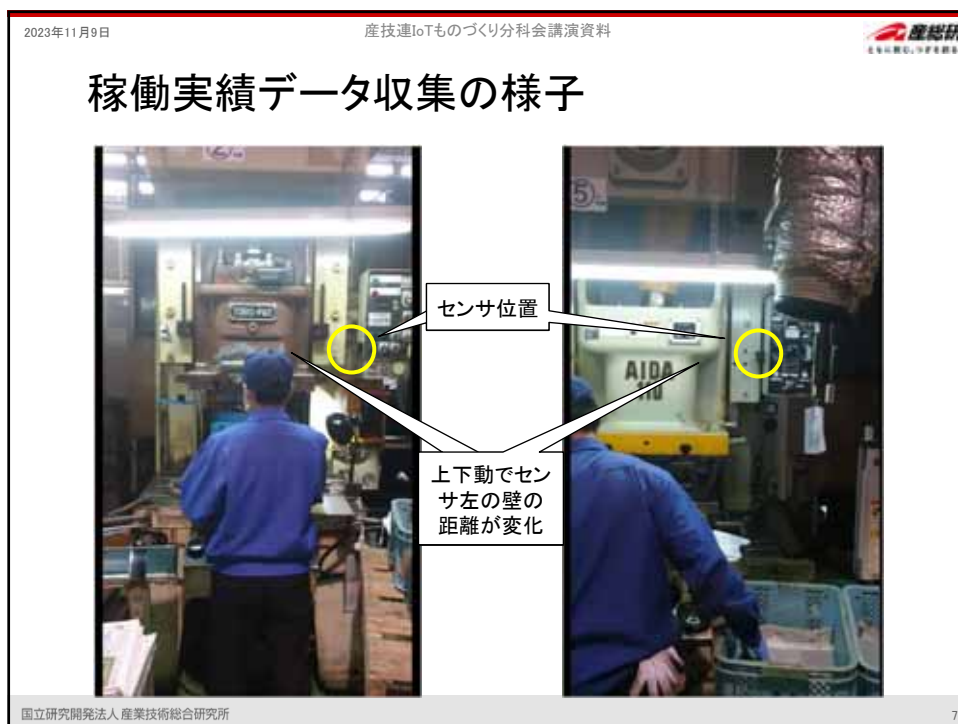
上下動でセンサ左の壁の距離が変化

距離が近づくと電圧が上がる

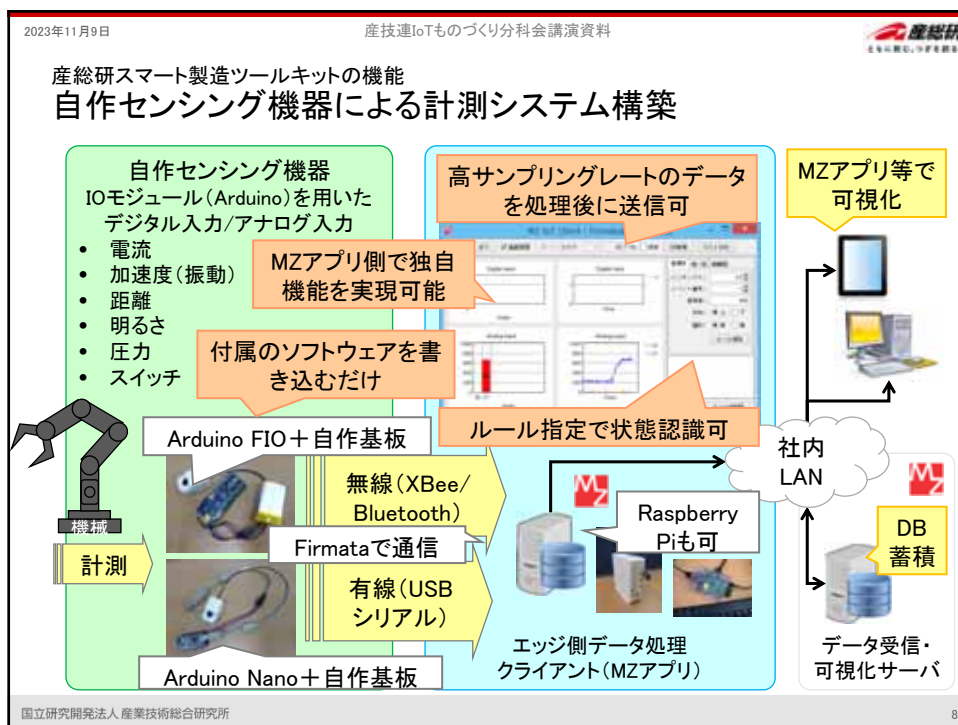
電圧が閾値以上ならショット実行と認識

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

6

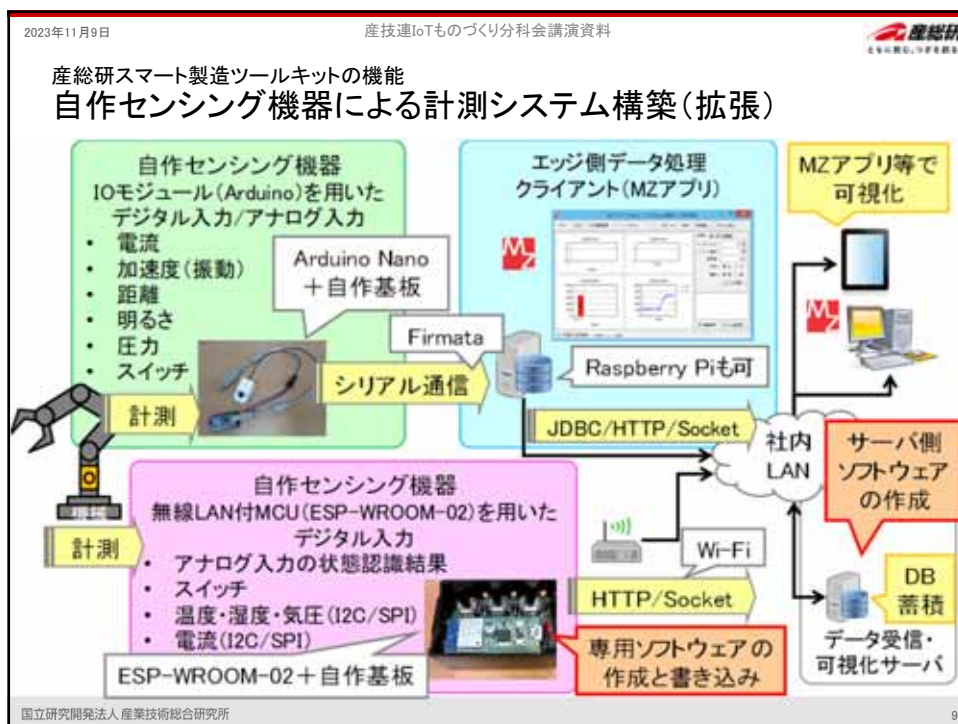


7



8

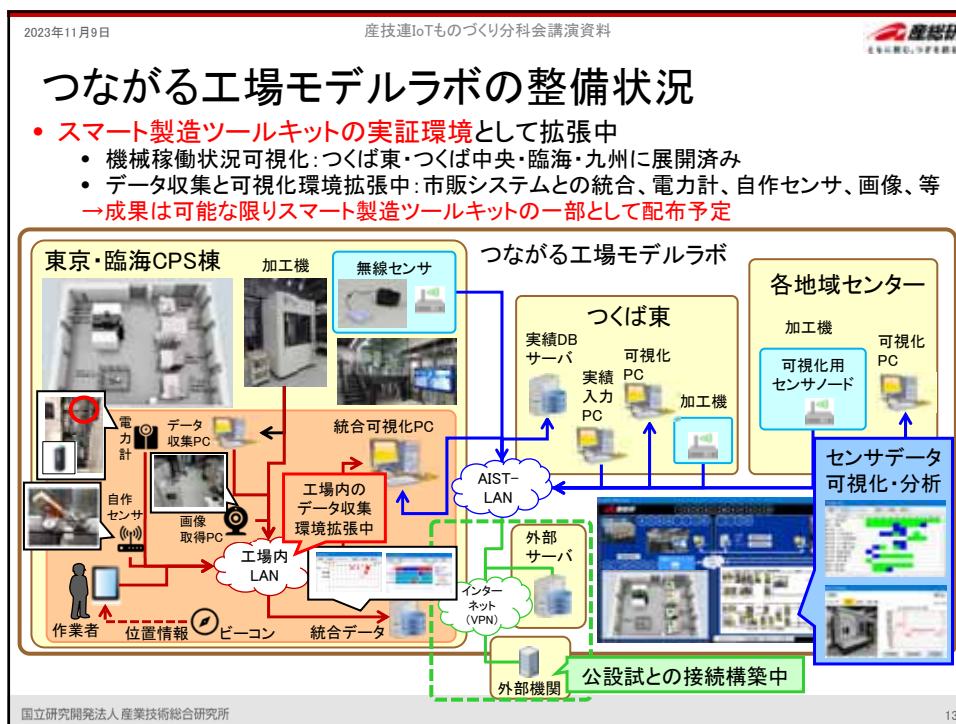




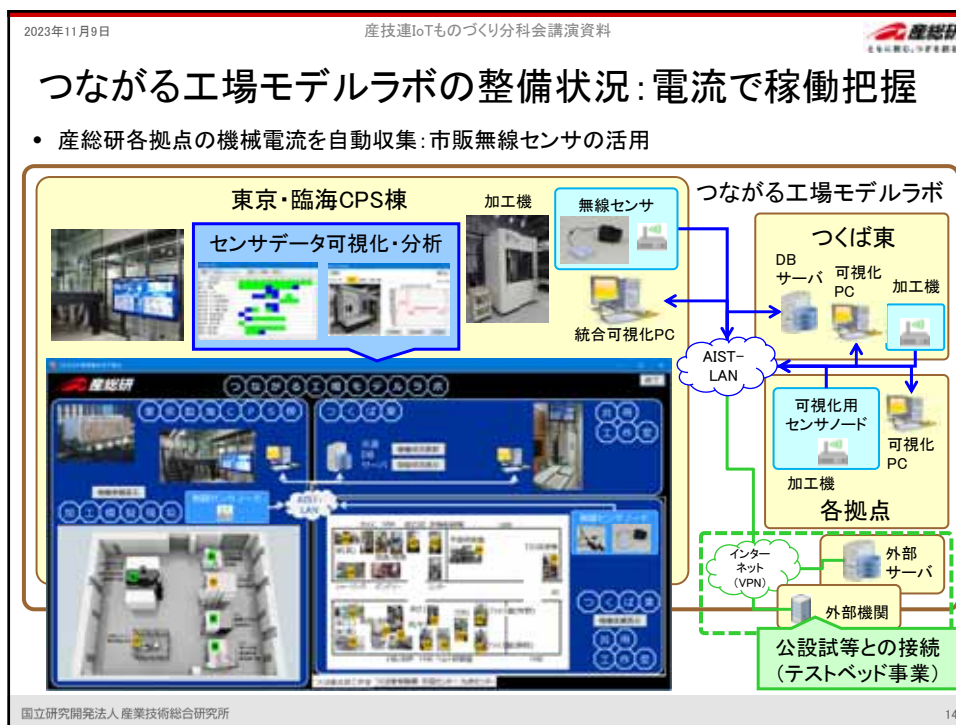
9



10



13



14

2023年11月9日 産技連IoTものづくり分科会講演資料

## 臨海つながる工場の整備状況：自作センシング機器

- 機械加工エリアの状況を自動収集：M5StickC(Plus)の活用

The dashboard displays the following data:

- 機械稼働状況：電力
- 機械稼働回数 測距センサ
- エリア・機械使用状況：ドア開閉・人感
- エリア状況：温度・湿度・気圧・明るさ・CO2・騒音
- 気温: 25°C (6/20 16:22)
- 湿度: 52% (6/20 16:22)
- 気圧: 1003 hPa (6/20 16:22)
- 明るさ: 100% (6/20 16:21)
- CO2: 445 ppm (6/20 16:22)
- 騒音: 49 dB (5/20 16:23)
- TVOC: 消費電力
- 開閉状況 / 活動状況

自作センサノード (M5StickC) 可視化PC (M5StickC) 工場内 LAN RDBサーバ

各種センサ・計測機器

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 16

16

2023年11月9日 産技連IoTものづくり分科会講演資料

## 産総研スマート製造ツールキットの機能 自作センシング機器による計測システム構築(拡張2)

The architecture includes the following components and data flow:

- 自作センシング機器 (Top Left):** IOモジュール (Arduino) を用いたデジタル入力/アナログ入力
  - 電流
  - 加速度(振動)
  - 距離・明るさ
  - 圧力・スイッチ
 計測 → シリアル通信 → Firmata
- エッジ側データ処理PC (MZアプリ) (Top Middle):** Raspberry Piも可
  - JDBC/HTTP/Socket
 可視化
- 自作センシング機器 (Bottom Middle):** ESP-WROOM-02 + 自作基板
  - ①無線LAN付MCU (ESP-WROOM-02) を用いたデジタル入力
    - アナログ入力の状態認識結果・スイッチ
    - 温度・湿度・気圧 (I2C/SPI) ・電流 (I2C/SPI)
  - ②小型無線機器 (M5StickC) を用いたデジタル入力/アナログ入力
    - 加速度(振動) ・距離・明るさ・圧力・スイッチ
    - 温度・湿度・気圧 (I2C) ・電力 (RS485)
 計測 → Wi-Fi → HTTP/Socket
- 社内LAN (Right):** サーバ側ソフトウェアの作成
  - DB蓄積
  - データ受信・可視化サーバ
- 専用ソフトウェアの作成と書き込み (Bottom Left):** M5StickC + 部品 (+自作基板)

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 17

17

2023年11月9日 産技連IoTものづくり分科会講演資料

## 事例：プレス機稼働実績収集

● 機械の動作認識 ツールキット配布済み

- M5StickC+赤外線測距センサ：部品接続と配線加工

可視化：回数とタイミング

DB蓄積  
データ受信・可視化サーバ

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

18

2023年11月9日 産技連IoTものづくり分科会講演資料

## 事例：状態変化の記録

● 人の動き(人感センサ)・ドア開閉 ツールキット配布済み

- M5StickC+PIR Hat+リードスイッチ：部品接続と配線加工

可視化：2状態の遷移(動・静/開・閉)

DB蓄積  
データ受信・可視化サーバ

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

19



2023年11月9日 産技連IoTものづくり分科会講演資料

## 事例：環境測定

- 温度・湿度・気圧・明るさ ツールキット配布済み
  - M5StickC+ENV II Hat(I2C)+光センサ(Grove)：部品接続のみ

自作センシング機器  
Seeed Light Sensor (P) v1.1  
ENV II Hat  
USB 充電器

社内LAN  
Wi-Fi  
データ受信・可視化サーバ  
DB蓄積  
HTTP/Socket

可視化: 値の推移

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 20

20

2023年11月9日 産技連IoTものづくり分科会講演資料

## 事例：電力測定

- 電力計(OMRON KM-N1)と通信(MODBUS/RS485)
  - M5StickC+RS485 Hat：部品接続と電力計側設定・配電盤工事

電力計のRS485端子からツイストペアケーブルを配電盤外に引き出して接続

自作センシング機器  
RS485 Hat  
USB 充電器

社内LAN  
Wi-Fi  
データ受信・可視化サーバ  
DB蓄積  
HTTP/Socket  
値の定期送信

可視化: 値の推移

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 21

21

2023年11月9日 産技連IoTものづくり分科会講演資料

### 参考事例：農業用センサノードとクラウドサービス活用

ツールキット配布済み

- 気温・湿度・気圧・CO<sub>2</sub>・日射量・地温・土壌水分量(防水・防塵考慮の筐体)
  - M5StickCPlus+各種センサモジュール(部品代で約7万6千円):  
ファンによる強制通気により温度・湿度の信頼性向上
  - Wi-Fi経由のインターネット接続によりクラウドサービス(Ambient)活用

自作センシング機器

可視化：値の推移

可視化：値の推移

HTTP

LAN

Wi-Fi

HTTP/Socket

データ受信・可視化サーバ

DB蓄積

Ambient

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

22

2023年11月9日 産技連IoTものづくり分科会講演資料

### 自作時の課題：過去の検証実験結果から

- 送信に時間がかかるとカウントができずにデータが欠損する  
(処理が単ループの問題)

自作機器内部処理

測定

データ欠損

状態認識

送信

機械

無線LAN経由の送信に時間がかかる場合あり

サーバ側でデータ書き込みに時間がかかる場合も

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

24

2023年11月9日 産技連IoTものづくり分科会講演資料

## マルチスレッド化：計測と送信の分離

- 計測と送信のスレッドを分離してデータ欠損を回避
  - ESP32系はArduinoスケッチで実現可能(らしい)

無線LAN経由の送信に時間がかかる場合あり

分離によるデータ欠損の回避

サーバ側でデータ書き込みに時間がかかる場合も

測定のサンプリングレートを限界まで上げられるように

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

25

2023年11月9日 産技連IoTものづくり分科会講演資料

## 事例：騒音測定

- 騒音計 (Testo 816-1) のアナログ電圧出力
  - M5StickCPlus + 騒音計 (Testo 816-1) + 自作基板 (電源電圧変換とアナログ出力の取り込み)

注：ESP32系でのアナログ入力は難あり

騒音計のアナログ電圧出力からdB値に変換して定期送信(1回/2秒) : 区間内の最大値

自作センシング機器

騒音計

自作基板

ACアダプタ

社内LAN

データ受信・可視化サーバ

DB蓄積

HTTP/Socket

Wi-Fi

値の定期送信

可視化：値の推移

2022年4月27日

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

26

2023年11月9日 産技連IoTものづくり分科会講演資料

## 事例：汎用旋盤の作業計測

- ランプ点灯状態・回転数・作業者感知(人感センサ)
  - M5StickCPlus+PIRハット+コの字型マイクロフォトセンサ+自作加工部品+CdSセル+自作基板・ケーブル(接続のみ)

動作中の様子

値変化の逐次/定期送信

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

27

2023年11月9日 産技連IoTものづくり分科会講演資料

## 事例：計測機器の値送信

- デジタルノギス(ミットヨ製)の計測値
  - M5StickCPlus+RS232Cモジュールの自作キット(接続と組立のみ)+デジタルノギスとRS232C通信ユニット

注：RS232Cモジュールの選定は難あり

値の逐次送信

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

28



2023年11月9日 産技連IoTものづくり分科会講演資料

## 臨海つながる工場の整備状況：画像記録

- 加工エリアの状況を可視化・記録：Raspberry Piカメラ+フリーソフト+MZアプリ

画像取得PC 可視化PC  
工場内 LAN  
共有フォルダ

自作センサ稼働状況 (電力):画像

エリア使用状況:画像

機械稼働状況

取得画像例

29

29

2023年11月9日 産技連IoTものづくり分科会講演資料

## 臨海つながる工場の整備状況：市販システム活用

- 機械稼働状況収集システム (Facteye) データの統合 (+ OPC-UA/MT-Connect接続)
  - CSVファイル出力機能を活用してRDBサーバへの登録を定期実行

Facteyeデータの可視化例(VisualFactory)

自作センサノード (M5StickC)  
Wi-Fi  
工場内 LAN  
Facteye サーバ  
各種センサ・計測機器  
RDBサーバ CSVファイル

統合後データの可視化:機械の動作モード

更新	1日前	2021/01/22	選択	1日後	閉じる								
2021/01/22	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	0
EARS													
M460V													
D2002													
SDE8018													

20

30

2023年11月9日 産技連IoTものづくり分科会講演資料 

## 臨海つながる工場の整備状況：VR可視化環境

- デジタルツインの構築を想定した試作
  - 臨海加工エリアの3Dモデル内で稼働状況を可視化



自作センサノード (M5StickC) 機械・ロボット

各種センサ・計測機器

Wi-Fi

臨海工場内LAN

モバイル端末

RDBサーバ

BLE

ビーコン

VR可視化PC

### 各種データと稼働状況のVR可視化




各種データの収集

人と機械・ロボットの動作を収集

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 31

31

2023年11月9日 産技連IoTものづくり分科会講演資料 

## まとめ

- 第1回IoTものづくり分科会での発表内容の紹介  
「エンドユーザ開発とIoT活用による現場作業活動実績の可視化」(2018年6月21日)
  - MZプラットフォームとスマート製造ツールキット
  - IoT型データ収集1：無線センサ(電流)で機械稼働状況把握
  - IoT型データ収集2：自作センシング機器で状況把握
- 前回発表以降の進捗状況について
  - つながる工場モデルラボ：IoT活用の実証環境として
  - 自作センシング機器の事例追加：M5StickC(Plus)、Ambient、マルチスレッド、RS232C
  - 画像記録、市販システム統合、VR可視化

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 32

32