

産業技術連携推進会議 製造プロセス部会  
IoTものづくり分科会2024

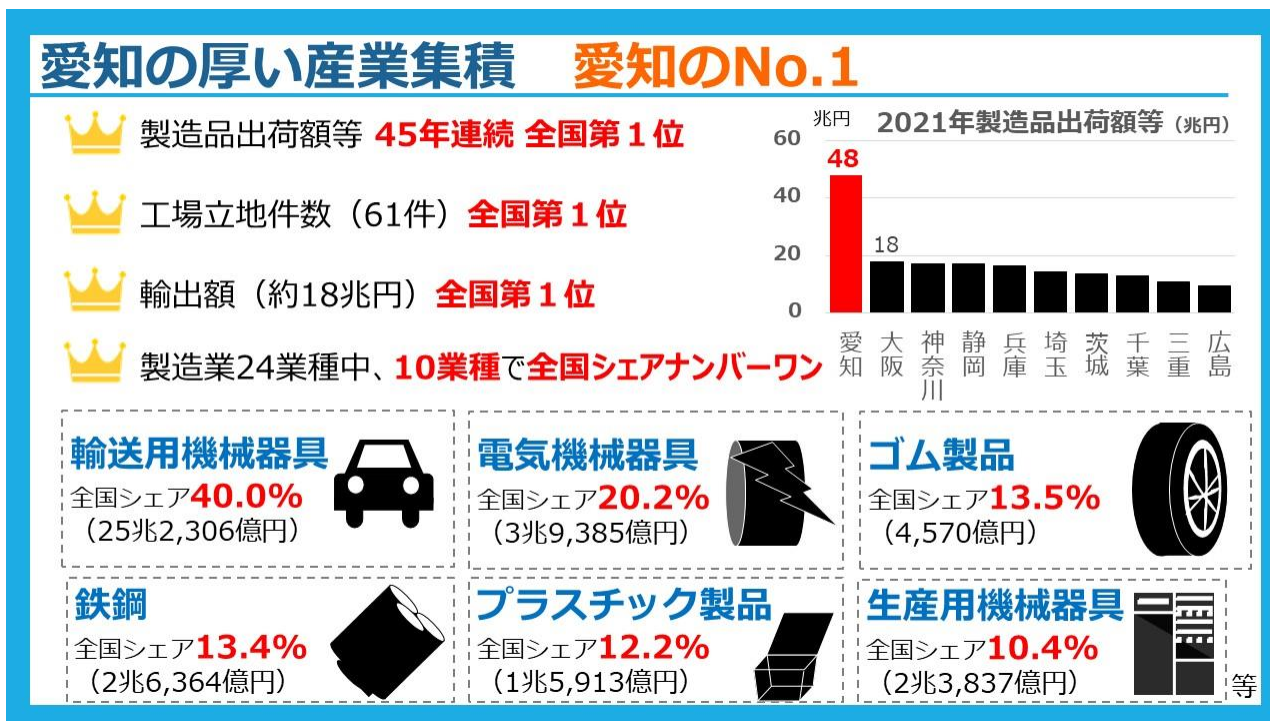
# 「愛知県つながる工場テストベッド」による IoT活用支援

あいち産業科学技術総合センター  
産業技術センター  
自動車・機械技術室 ○木村宏樹  
島津達哉  
平出貴大  
依田康宏  
牧俊一

# ものづくり県・あいち

愛知県は、様々な産業の中小製造業が集積する「ものづくり県」

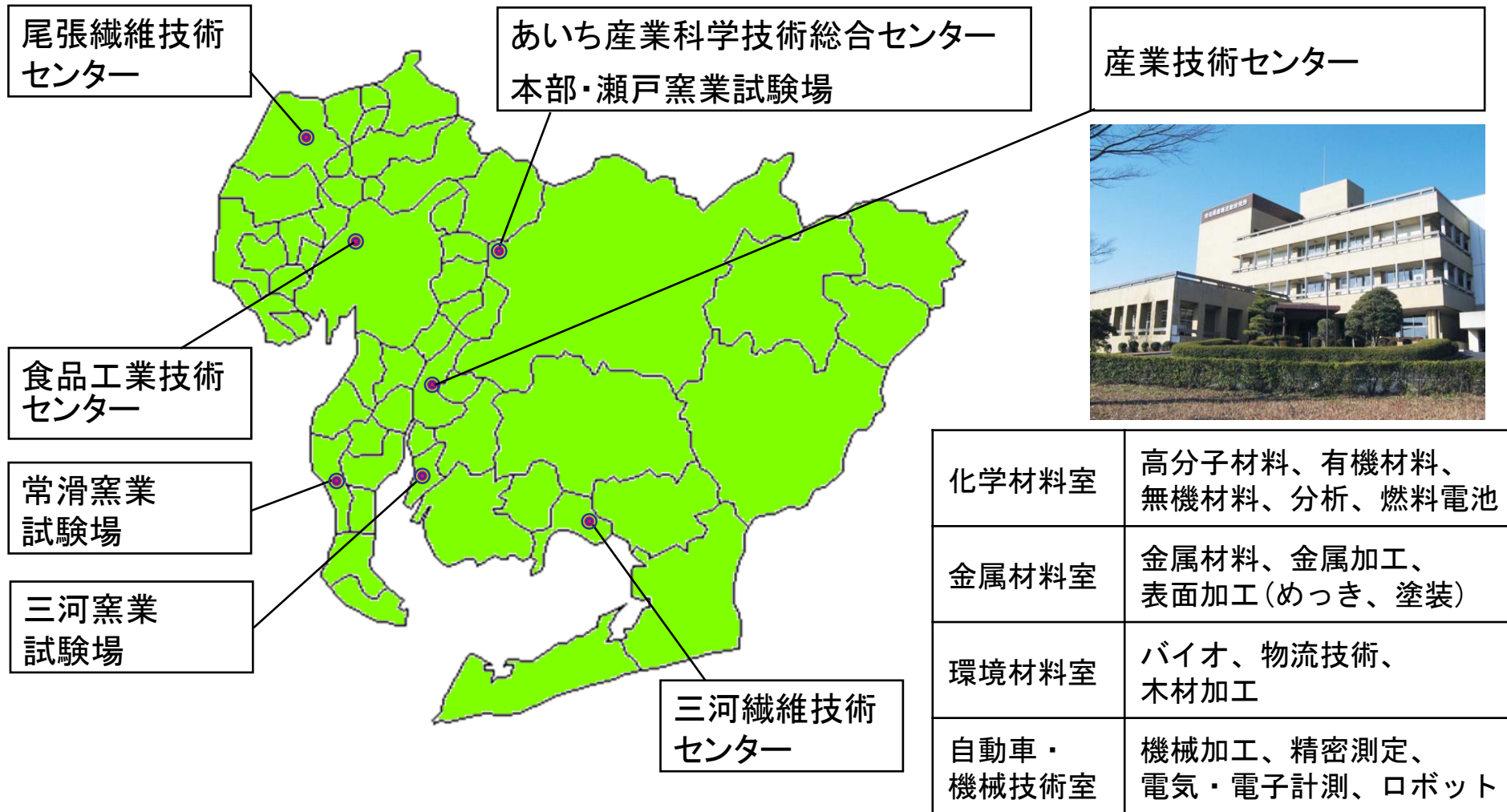
- ・輸送用機械器具、電気機械器具、ゴム製品、鉄鋼、プラスチック製品、生産用機械器具、金属製品、食料品、繊維、窯業など
- ・製造品出荷額等、製造業の事業所数は全国1位
- ・全事業所の9割以上が中小企業（うち、約7割は小規模企業）



# あいち産業科学技術総合センター

地域産業の振興を技術分野から担う総合的技術支援機関

～企業の皆様を支える技術パートナー～



# 県内企業のIoTへの取組

- ・積極的に導入・活用する企業もある。一方で、取り組めていない企業(中小、小規模事業者)は多い
- “関心・期待はあるものの何からはじめて良いか分からない”
- “具体的に何が実現できるのかイメージできない”
- “技術者の育成・確保が困難”
- “導入費用がネック(費用対効果が分からない)” など

IoTでどんなことができるの？

何からはじめれば？  
コストもネック

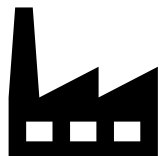
当センターがIoTに関する相談にも対応できるように

既存設備をIoT化したい。  
こんな課題があるんだけど

AIでこんな分析・  
予測できないか？

## ●取組方針

- ・「テストベッド」をIoT活用の例示、意見交換(課題、ニーズ把握)の場とする
- ・“安価に、手軽に、”利用できる「IoT化支援ツール」を開発する



# 愛知県つながる工場テストベッド

## 「つながる工場テストベッド(第2期)」提案内容

- センターの装置・機器を多数IoT化・例示
- 開発するIoT化支援ツールにより技術支援のパッケージ化、効率的に対応

技術指導・人材育成

産総研  
臨海センター



VPN

あいち産業科学技術総合センター 産業技術センター



データ参照

【モニタリング】

データ収集

【データ蓄積】



サーバー  
データベース(MySQL)

データ分析・活用

【異常検知、予測】

データ取得・送信

<環境試験器>



<耐候促進試験機>



<自動化システム>



<プレス機>



<疲労試験機>



【状況検知】  
稼働  
進捗  
異常

IoT化  
支援ツール

例示

意見交換

IoTでこんなことができるのか

当社の機械でも使えそう

これならできそう、やってみよう

こんな分析・予測できないか？

・地域企業の課題抽出  
・要望に応じた技術指導

中小製造業事業者（輸送機械、電気機械、鉄鋼、生産用機械、プラスチックなど）

<テストベッドの構築>

- ①装置・試験機器のIoT化
- ②IoT化支援ツールのパッケージ化
- ③データ活用検討

<課題抽出・解決>

- ①テストベッドの公開・IoT化の例示により企業の課題・ニーズを抽出
- ②「見える化」などのIoT化の初期段階に対してはパッケージ化した技術支援で効率的に対応
- ③「データ活用・分析」などIoT化の次の段階に対しては伴走による技術支援・共同研究により密に対応

# 愛知県つながる工場テストベッド

## ① IoT、AI活用の具体例を具現化して示す



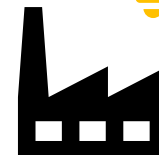
稼働状況を  
居室から知りたい

異常が生じたら  
すぐ知りたい

データを取得したい  
AIで分析したい



セミナー



## ② "安価で、手軽に" 利用できる「IoT化支援ツール」を開発する



MZ Platform  
・スマート製造  
ツールキット  
／(国研)産業技術  
総合研究所

高度なスキルなしで  
IoT化を実現

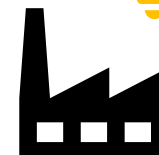


Neural  
Network  
Console  
／ソニー(株)

Windowsアプリで  
AI開発

Neural  
Network  
Console

研修会



# IoT化支援ツール

MZ Platform

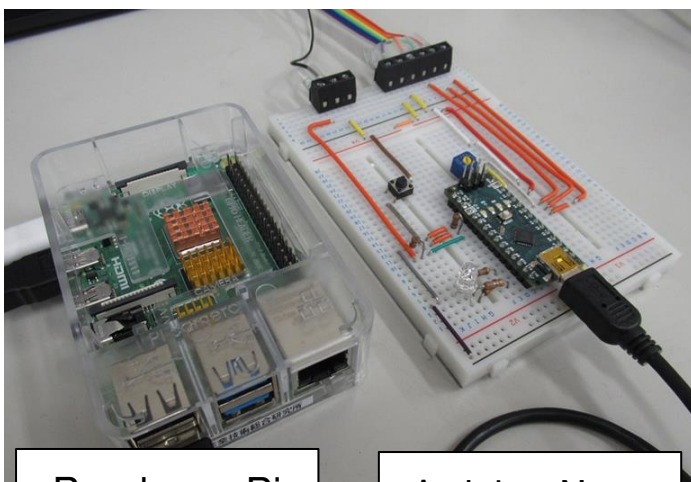


・スマート製造  
ツールキット

／(国研)産業技術  
総合研究所

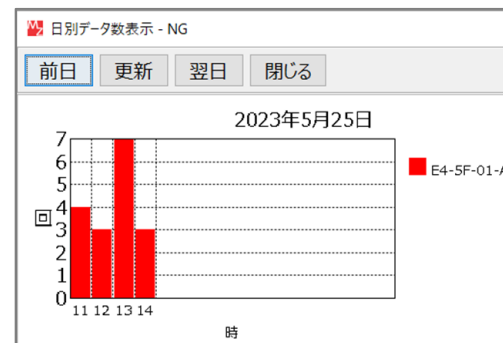
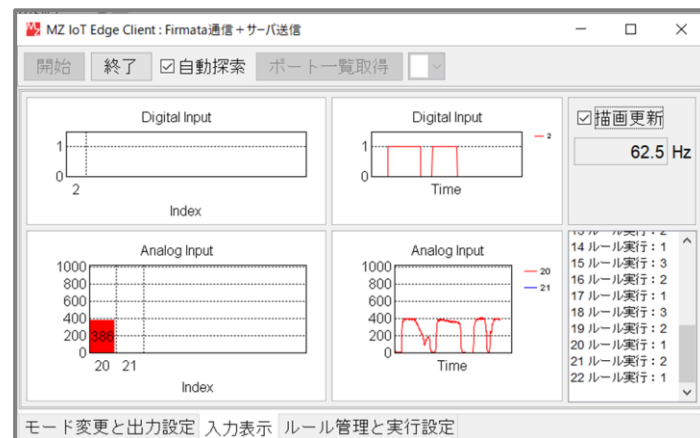
- ・高度なスキルなしで、工場のIoT化を実現することを目的に開発されたツール
- ・IoT化のための基本的なアプリを用意
- ・アプリの自作も可能

費用をかけずに、  
あまり知識が無くても  
ある程度、IoTシステムを構築可能！



Raspberry Pi

Arduino Nano



# IoT化支援ツール (AIツール)

Neural  
Network  
Console  
／ソニー(株)

Neural  
Network  
Console

- ・無料で利用可能なWindowsアプリ
- ・ドラッグ&ドロップで簡単にニューラルネットワークを設計。ディープラーニングを用いた高度なAI開発が可能

The screenshot displays the Neural Network Console (NNabla) interface. The main window shows a neural network architecture with the following layers:

- Input (Dataset: x) with shape 3, 40, 40
- Convolution (KernelShape: 3, 3) with shape 16, 40, 40
- MaxPooling (Shape: 2, 2) with shape 16, 20, 20
- ReLU (Shape: 2, 2) with shape 16, 20, 20
- Affine\_2 (W, b) with shape 100
- ReLU\_2 (W, b) with shape 100
- Affine (W, b) with shape 3
- Softmax (W, b) with shape 3
- CategoricalCrossEntropy (T.Dataset: y) with shape 1

The Python code for the network is as follows:

```
import nnabla as nn
import nnabla.functions as F
import nnabla.parametric_functions as PF

def network(x, test=False):
    # Input: x -> 3,40,40

    # Convolution -> 16,40,40
    h = PF.convolution(x, 16, (3,3), (1,1),
                      name='Convolution')
    # MaxPooling -> 16,20,20
    h = F.max_pooling(h, (2,2), (2,2))
    # ReLU
    h = F.relu(h, True)

    # Affine_2 -> 100
    h = PF.affine(h, (100,), name='Affine_2')
    # ReLU_2
    h = F.relu(h, True)

    # Affine -> 3
    h = PF.affine(h, (3,), name='Affine')
    # Softmax
    h = F.softmax(h)
    return h
```

Pythonコード

学習結果をRaspberry Pi  
に実装、推論の実行可能





# IoT化支援ツール

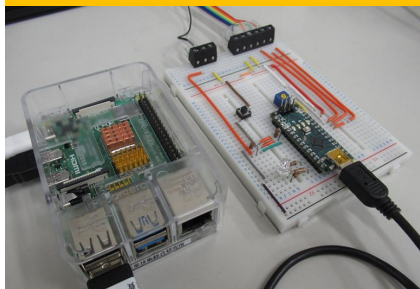
既存アプリの活用、独自アプリの作成

IoT

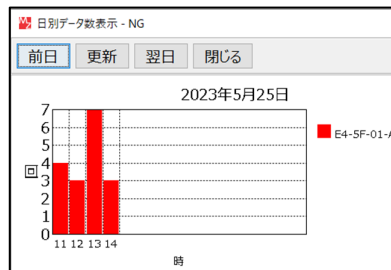
MZ Platform

・スマート製造  
ツールキット

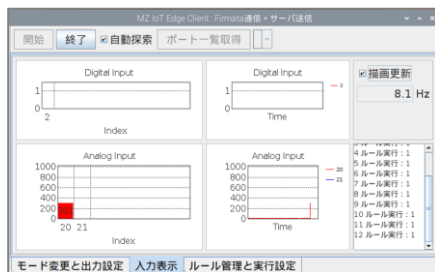
／(国研)産業技術  
総合研究所



見える化



可視化用MZアプリ

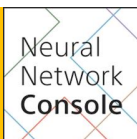


計測用MZアプリ

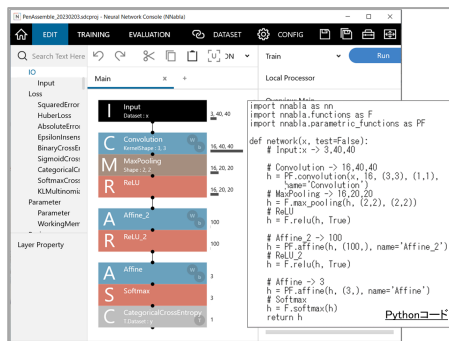
AI

Neural  
Network  
Console

／ソニー(株)



データ活用



Neural Network Console

独自アプリを開発  
(既存アプリの改良を含む)

●モニタリング用アプリ  
(稼働状況+カメラ)

●センサ値をDBに登録  
(定周期)

●センサ値をDBに登録  
(高サンプリング)

●RNN: 再帰型ニューラルネットワーク  
(時系列データ・予測)

●CNN: 畳み込みニューラルネットワーク  
(画像・分類)

# IoT活用の例示

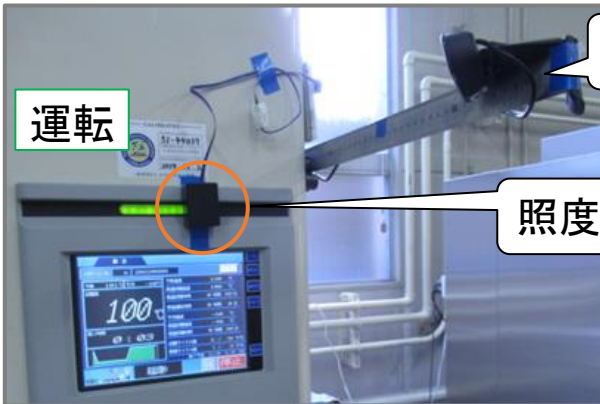
## (1) 遠隔モニタリング (熱衝撃、恒温恒湿、促進耐候性、燃焼性試験)



離れた場所から稼働  
状況を確認したい

異常時のパネル表示  
データを見たい

異常停止していないか？



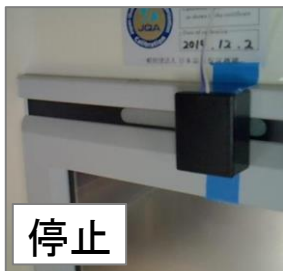
運転

カメラ

照度センサ

ソフトウェア「MJPEG-Streamer」で映像を配信

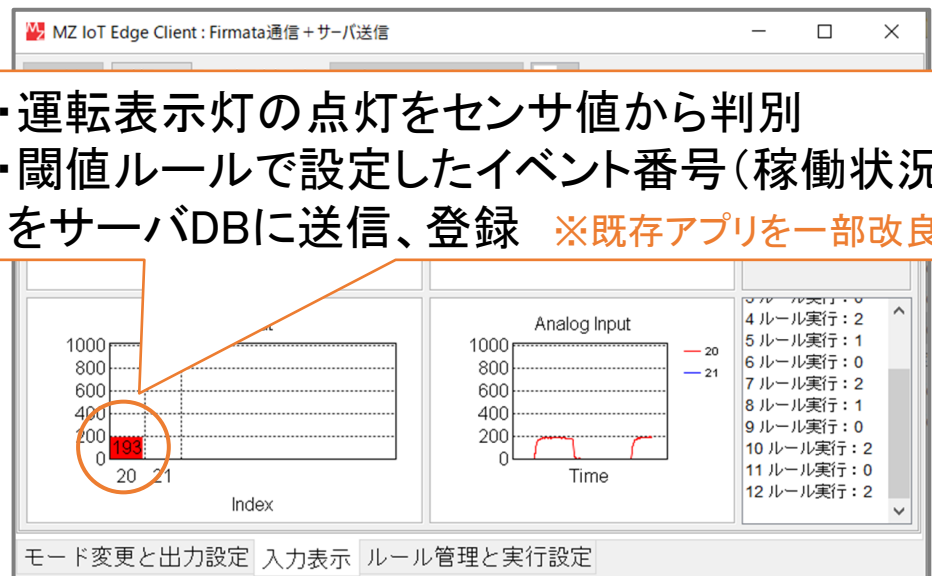
- ・運転表示灯の点灯をセンサ値から判別
- ・閾値ルールで設定したイベント番号 (稼働状況) をサーバDBに送信、登録 ※既存アプリを一部改良



停止



異常



# IoT活用の例示

## (1) 遠隔モニタリング (熱衝撃、恒温恒湿、促進耐候性、燃焼性試験)

### ● モニタリング用アプリ (独自アプリ)

- ・稼働状況の表示 : 運転、停止、異常など、判別結果の表示
- ・メール送信 : 異常発生時などに自動通知
- ・遠隔目視確認 : カメラ画像を遠隔地で取得・確認
- ・画像記録 : 異常発生時などにカメラ画像を自動保存

id	time	source	type	value
35,627	2023/05/29 12:23:20	B8-27-EB-0A-00-FF	ON	1
				1
				1
				1
				1
35,642	2023/05/29 12:56:15	B8-27-EB-0A-00-FF	ON	1
35,643	2023/05/29 13:10:50	B8-27-EB-0A-00-FF	ON	1
35,644	2023/05/29 13:12:49	B8-27-EB-0A-00-FF	ON	1
				2
				0
				1

● イベント番号から稼働状況 **運転**、**停止**、**異常** を判別・表示

● メールによる自動通知

# IoT活用の例示

## (2) センサ値の取得(センサ値を「定周期」、「高サンプリング」でサーバDBに登録)

### ● センサ値を定周期で取得する機能の追加 (既存アプリの改良)

The screenshot shows the MZ IoT Edge Client interface. On the left, there are four graphs: two for Digital Input (Index vs Time) and two for Analog Input (Index vs Time). The right side shows a configuration panel with a '定周期' (Fixed Period) button highlighted. Below it, there are settings for '送信周期[s]' (Transmission Period [s]) set to 5, and '設定追加' (Add Setting) button. A callout box points to the '定周期' button with the text '追加' (Add). Another callout box points to the '送信周期[s]' field with the text '試験室の温度測定に利用' (Used for laboratory temperature measurement).

### ● センサ値を高サンプリングで取得する機能の追加 (既存アプリの改良)

The screenshot shows the MZ IoT Edge Client interface. On the left, there are four graphs: two for Digital Input (Index vs Time) and two for Analog Input (Index vs Time). The right side shows a configuration panel with a 'アナログ値出力' (Analog Value Output) button highlighted. Below it, there are settings for 'サンプリング周期' (Sampling Period) set to 200, '取得データ数' (Number of Data Points) set to 30, and 'サンプリング期間' (Sampling Duration) set to 6. A callout box points to the 'アナログ値出力' button with the text '追加' (Add). Another callout box points to the 'サンプリング周期' field with the text 'サンプリング周期、取得データ数を指定' (Specify sampling period and number of data points to be acquired). A third callout box points to the 'サンプリング期間' field with the text 'サンプリング周期、取得データ数を指定' (Specify sampling period and number of data points to be acquired).

**センサ値を取得**

		時間[ms]	センサ値
N 行	0	Time (0)	Value (0)
	1	Time (1)	Value (1)
	...	...	...
	N-1	Time (N-1)	Value (N-1)

# IoT活用の例示

## (3) 試料の破断検知(ねじり疲労試験) ※AI活用:学習~実装までの実例として



試験が終了(試料が破断)したらすぐに知りたい

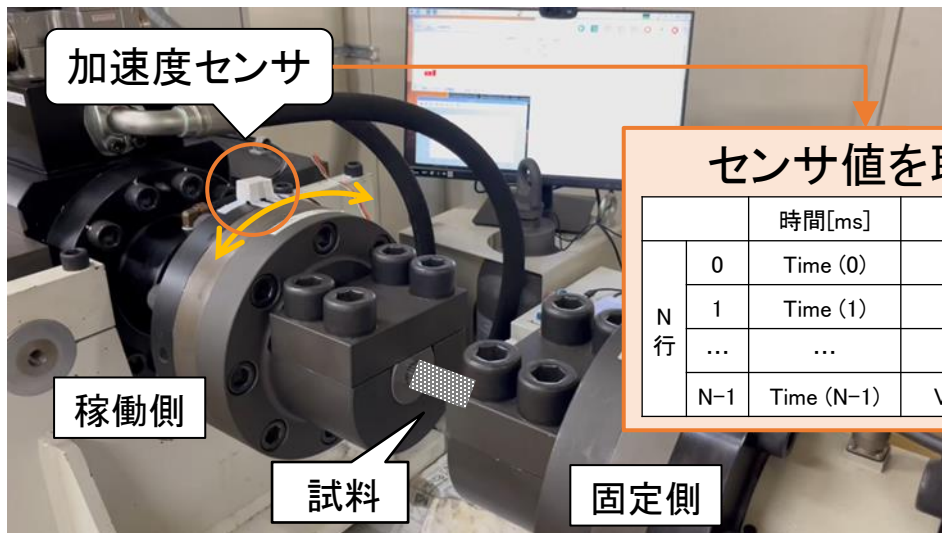
破断の予測ができないか



破断すると稼働側が停止

⇒ 破断前の加速度センサ値(時系列データ)を「正常」として学習  
停止時のセンサ値を「異常」として判別するニューラルネットワークを構築

### ●RNN(再帰型ニューラルネットワーク)による異常検知



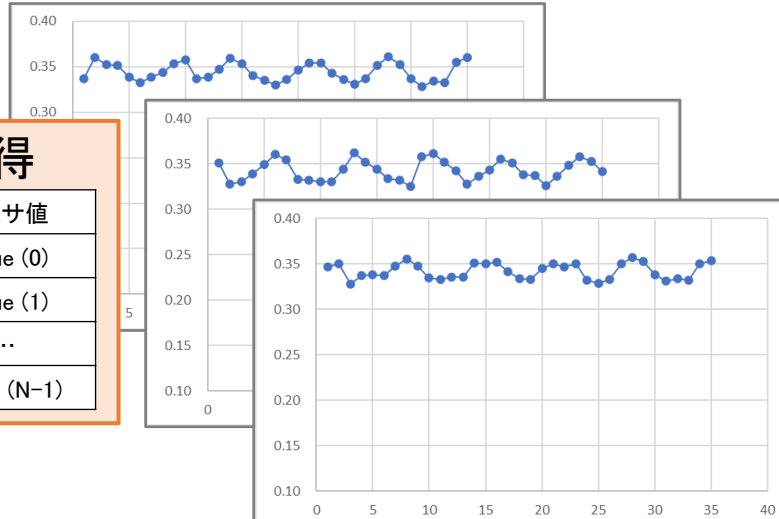
加速度センサ

稼働側

試料

固定側

	時間[ms]	センサ値
N行	0	Time (0) Value (0)
	1	Time (1) Value (1)
	...	...
	N-1	Time (N-1) Value (N-1)

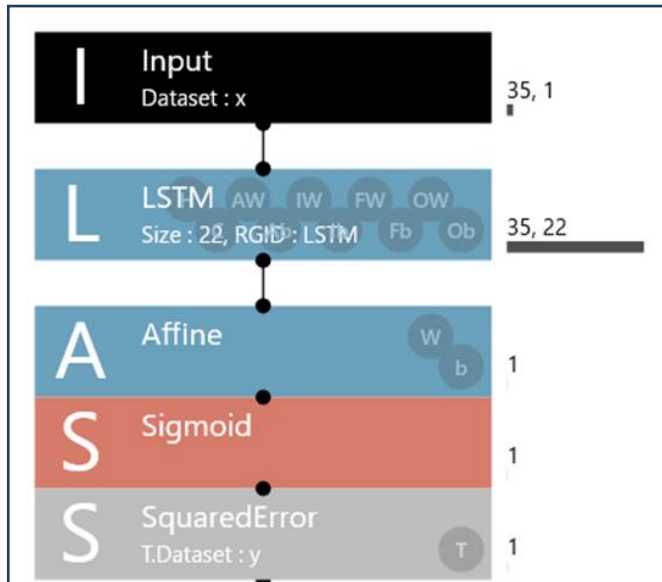


# IoT活用の例示

(3) 試料の破断検知(ねじり疲労試験) ※AI活用:学習~実装までの実例として

## ●RNN(再帰型ニューラルネットワーク)による異常検知

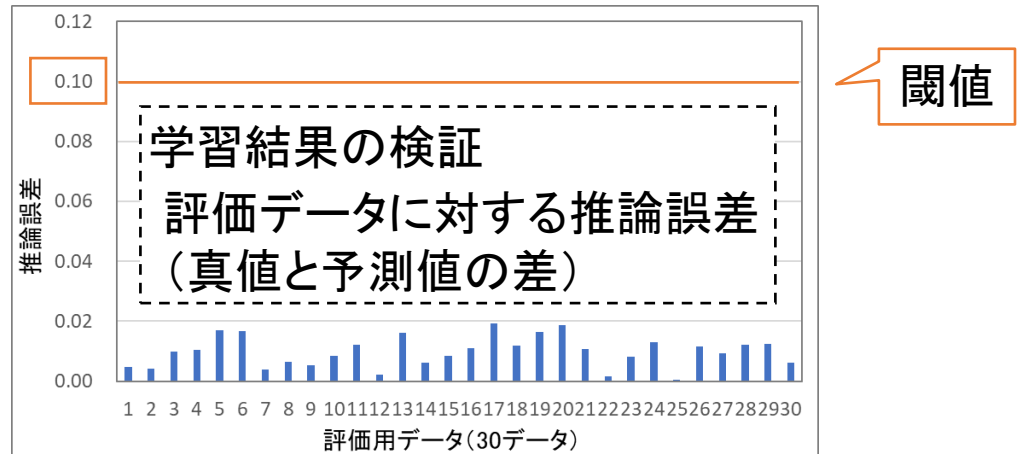
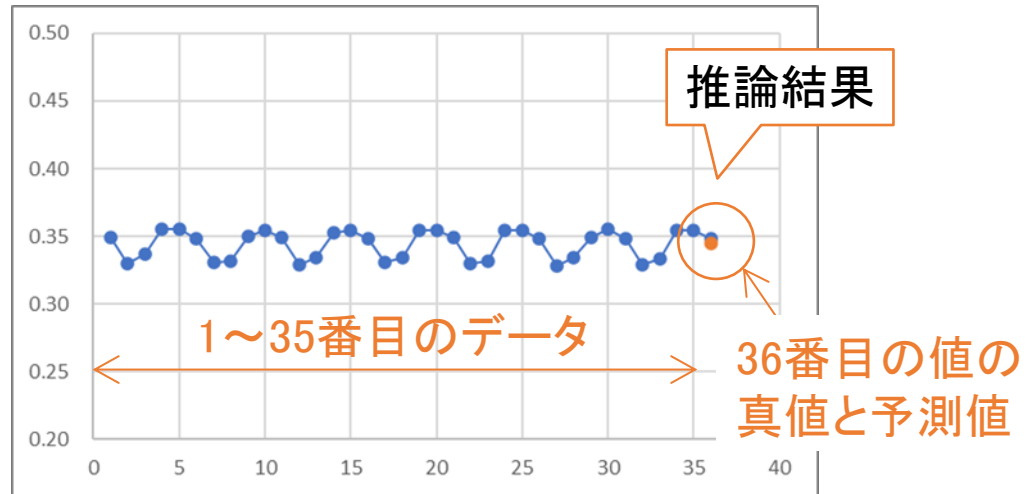
Neural Network Consoleを用いて、RNNを構築、学習、実装



再帰型ニューラルネットワークの構造

35の時系列データから  
36番目の値を予測

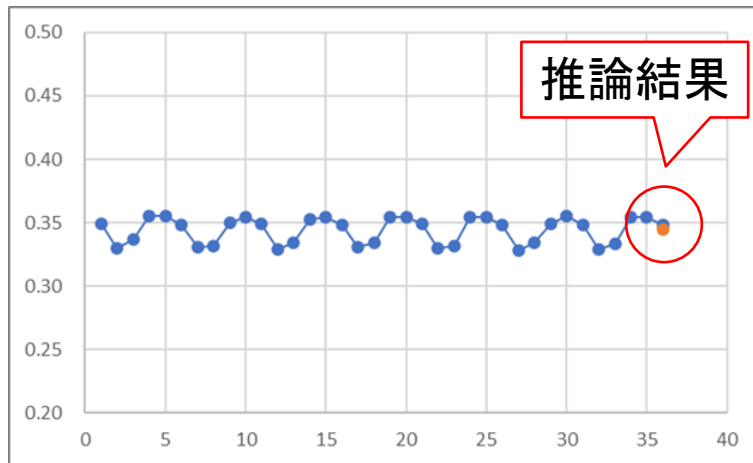
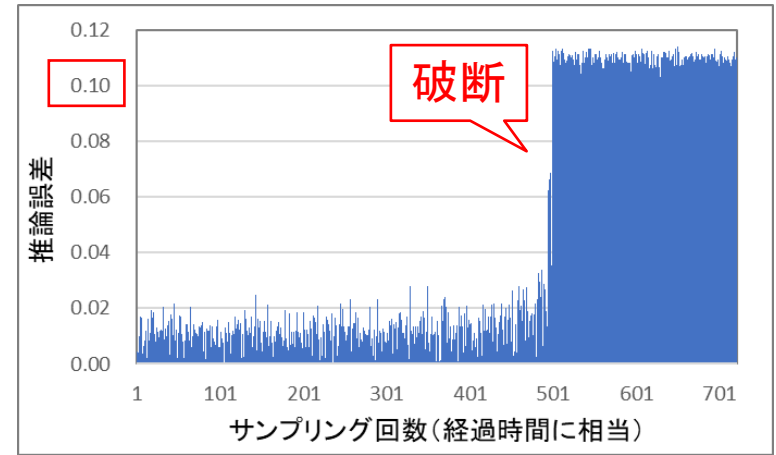
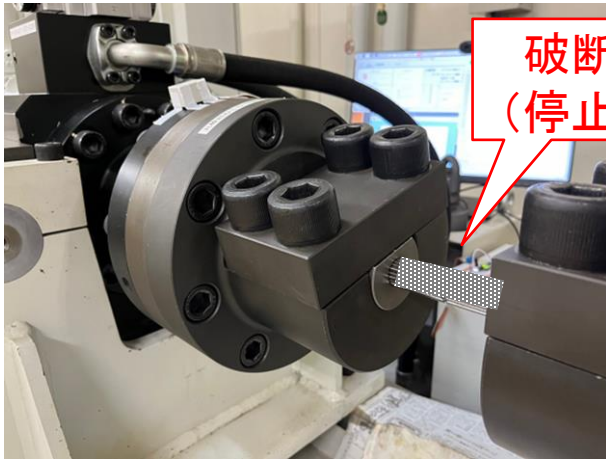
学習データ120  
評価データ30



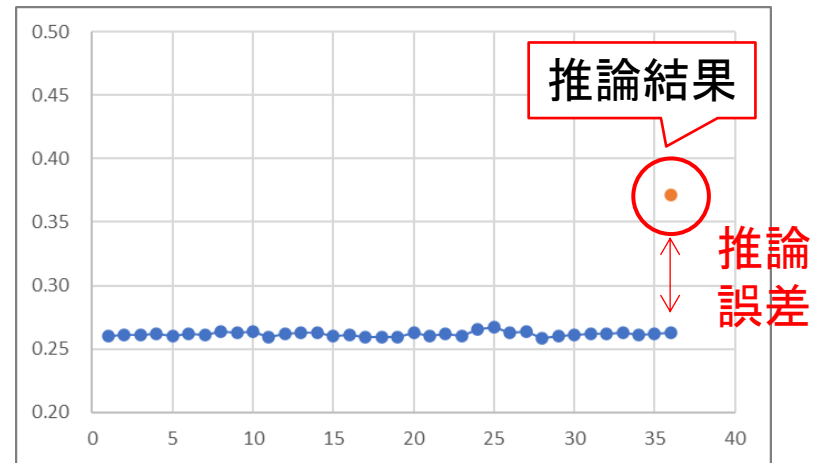
# IoT活用の例示

(3) 試料の破断検知(ねじり疲労試験) ※AI活用:学習~実装までの実例として

- RNN(再帰型ニューラルネットワーク)による異常検知  
推論誤差を評価して、「異常」を判定



推論誤差: 閾値以内 ⇒ 正常



推論誤差: 閾値以上 ⇒ 異常(破断)

# 公開セミナー・見学会、IoTシステム構築研修会

## ●公開セミナー・見学会

参加47名(2023/10/12)

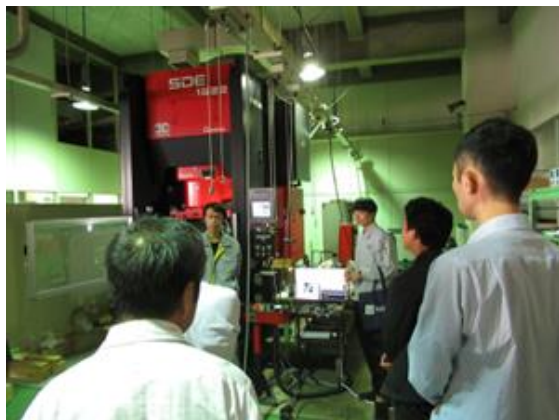
テストベッドの公開  
IoT活用支援へ

## ●IoTシステム構築研修会

【第1回】参加10社(2023/10/24、12/31) ※IoT化支援ツール試用5社

【第2回】参加9社(2024/2/21、22) ※IoT化支援ツール試用1社


【第3回】参加6社(2024/9/4、5) ※IoT化支援ツール試用4社





# 公開セミナー・見学会、IoTシステム構築研修会

## ●研修内容

1 日 目	<p>「MZプラットフォーム・スマート製造ツールキット」によるIoTシステムの構築 センサとカメラによる稼働状況の遠隔モニタリングの実践【見える化】</p>
	<p>①データベース基礎知識編 ②IoTサーバ編、IoTエッジ編 ③データベースへの接続権限付与、アクセス ④計測用MZアプリの操作方法 ⑤MJPEG-Streamerによるカメラ映像配信 ⑥モニタリング用MZアプリの操作方法 【実践①】照度センサによる点灯検知 【実践②】遠隔地からのカメラ画像の取得・保存</p> <p>スマート製造ツールキットの マニュアルを活用</p> 
2 日 目	<p>AIによる画像分類とセンサデータに対する異常検知の実践【データ活用】</p> <p>①Neural Network Consoleについて ②画像データに対するCNN(畳み込みNN)、学習結果の実装方法 【実践①】画像データに対するNN設計と実装 ③計測用アプリによるセンサ出力値の取得 ④Raspberry PiのDBの編集 【実践②】照度センサ出力値のDBへの登録 ⑤時系列データに対するRNN(再帰型NN)、学習結果の実装 【実践③】時系列データに対するNN設計と実装</p> <p>Raspberry Piの設定方法、 電子回路の作成方法、 サンプルプログラムも含めて配布</p>

# IoT活用支援（企業の課題抽出～技術支援）

- ・研修会参加企業（ツール試用企業）のIoT活用ニーズをヒアリング
- ・取組をフォローしつつ、ニーズを踏まえたアプリを開発予定

企業	業種等	IoT活用ニーズ	解決方法	課題
A社				
B社				
C社				
D社				
E社				
F社				
G社				

非公開

- ・研修内容が、IoTニーズに対する解決のヒントになる事例も
- ・ツール試用企業の多くが、データベース接続(MySQL関連)でつまづく傾向
- ・社内ネットワーク接続に対し、まずはローカル環境での試行を提案

# 最後に（情報発信など）

- 「キラリ公設試」(中部経済産業局)HPで紹介  
No.50「愛知県つながる工場テストベッド」によるIoT活用支援(2023/12/22掲載)  
<https://www.chubu.meti.go.jp/b31technology/kirari/article/50/index.html>
- 業界団体での取組紹介  
(一社)愛知県鉄工連合会(2023/10/5)、協同組合豊田市鉄工会(2023/11/16)
- あいち産業科学技術総合センター 研究報告2023
  - ・MZ Platform・スマート製造ツールキットによる既存機器のIoT化  
<https://www.aichi-inst.jp/sangyou/research/report/12p022sg02.pdf>
  - ・MZ Platformを用いたロボット自動化システムのIoT化  
<https://www.aichi-inst.jp/sangyou/research/report/12p026sg03.pdf>
- あいち産業科学技術総合センター 研究開発成果・技術支援事例集  
明日を拓く技術開発(令和6年度版 p.19 No.55)
  - ・「愛知県つながる工場テストベッド」によるIoT活用支援  
[https://www.aichi-inst.jp/research/up\\_docs/aichi\\_gijutsu\\_jirei\\_r06.pdf](https://www.aichi-inst.jp/research/up_docs/aichi_gijutsu_jirei_r06.pdf)