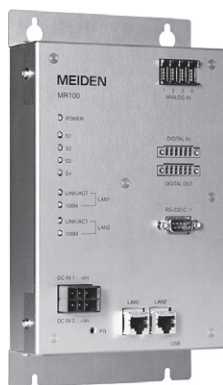


## AIエッジユニット (MR100)

北條 誠 Makoto Hojo  
大石結花 Yuka Oishi  
岩打康幸 Yasuyuki Iwauchi

キーワード 人工知能 (AI), センシングデータ, 予知保全

## 概要



AIエッジユニット

当社は、1990年代から半導体製造装置向けに産業用コントローラを納入してきた。IoT (Internet of Things)・人工知能 (AI) などの技術の発展によって、近年、製造業では「予知保全」の導入が求められている。「予知保全」は機械や設備の状態を監視し、故障や不具合の兆候が表れた場合に交換や修理を行うものである。一定周期で、点検・補修・部品交換を行う「予防保全」とは異なり、効率的に部品交換をすることができる。

当社は、「予知保全」用途を目的にAIエッジユニット (MR100) を開発した。

## 1 まえがき

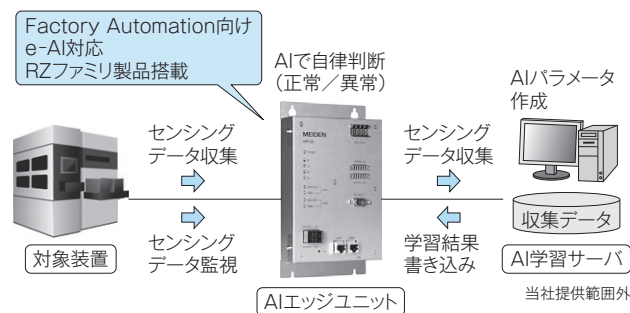
当社は、半導体製造装置や各種自動化装置の「予知保全」用途にルネサス エレクトロニクス(株)製組み込みチップRZ/T1シリーズを搭載した人工知能 (AI) エッジユニット (MR100) を開発した。MR100は測定対象装置からセンシングデータを収集し、データの正常/異常を判断する製品である。特長は、測定対象装置に後付けでき、クラウドなど外部ネットワークを使用せずに学習結果を実行できることである。半導体業界では中古半導体装置を延命して使用する要求があり、そのための予知保全用途に適用できる。また半導体業界では、デバイスの生産に関する情報はクラウドなど外部ネットワークに出すことは許されない。MR100はWindows OSを搭載したコンピュータを準備するだけでAI学習できるため、半導体業界での適用が期待できる。

本稿では、MR100の概要を紹介する。

## 2 MR100 の概要

## 2.1 AI学習結果からの自律判断

第1図にMR100と対象装置の接続を示す。MR100がAI判定を行うためには、装置から収集するデータ



第1図 MR100と対象装置の接続

MR100と半導体製造装置などとの接続について、その関係性を示す。

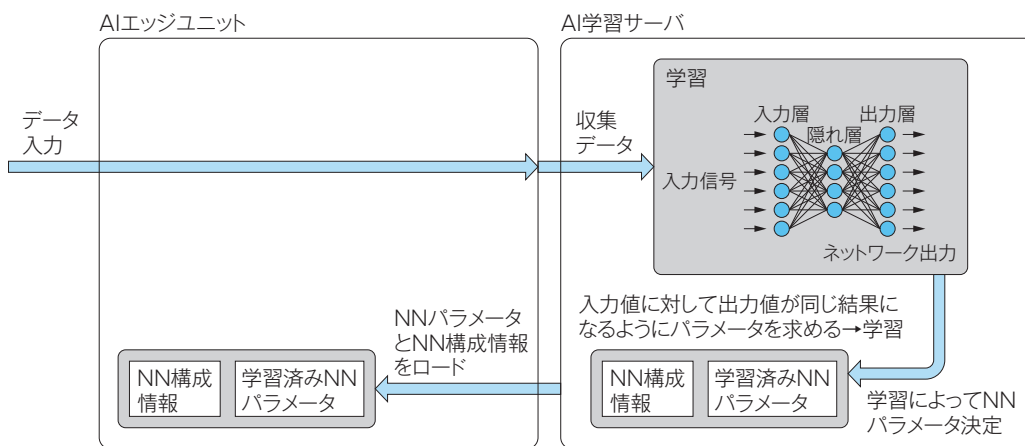
に対しあらかじめ学習する必要がある。AI学習には多くのアルゴリズムや技法があり、MR100では、ニューラルネットワーク（NN）の中でもデータから規則性を機械的に発見して学び取るオートエンコーダ手法を適用し、学習結果を実行する。

現状、半導体製造業界では、収集した装置のセンシングデータから統計的解析を用いたFDC（Fault Detection and Classification）と呼ばれるシステムで、装置の異常をチェックしている。FDCは統計解析などの専門的な知識が必要なため、装置の予知保全は解析者のスキルによってバラツキが生じる。一方、MR100は予知保全をAIが判定するため、解析者には統計解析などの専門知識は不要である。**第2図**にAI学習方法を示す。MR100で収集したデータをAI学習サーバにあげ、AI学習サーバではAI学習プログラムで収集したデータからAI学習パ

ラメータを作成する。**第3図**にAI学習パラメータを示す。MR100にロードすることでAI判定ができる。ロード操作後、MR100はAI学習サーバと切り離れた状態で運用できる。MR100は、学習時のデータ波形とセンシングデータ波形の乖離を求め、この乖離が規定値（異常と判断する乖離量）を超えた時に異常と判定する。規定値はお客様が運用面から得た知見などから設定する。なお、AI学習プログラムは機械学習ライブラリのTensorFlow, Caffeなどでお客様が作成する。

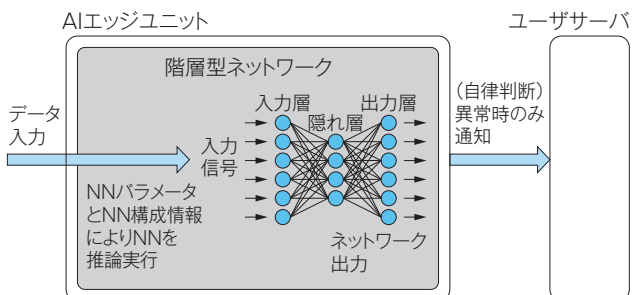
## 2.2 エンドポイントによるデータ処理

MR100は、 $\mu$ ITRON準拠のハードウェアであるリアルタイムOSを搭載しているため、汎用OSに比べて高速でセンシングデータを収集できる。**第4図**にデータ収集の違いを示す。高速センシングによっ



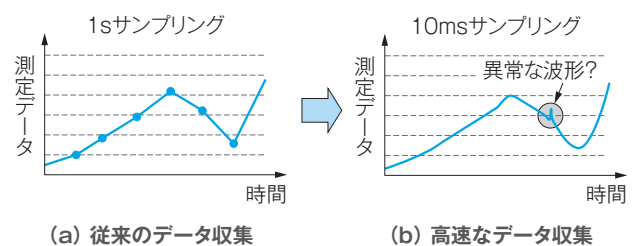
第2図 AI学習方法

AIエッジユニット及びAI学習サーバにおけるAI学習方法を示す。



第3図 AI学習パラメータ

AI学習プログラムで収集したデータから作成するAI学習パラメータの概念を示す。



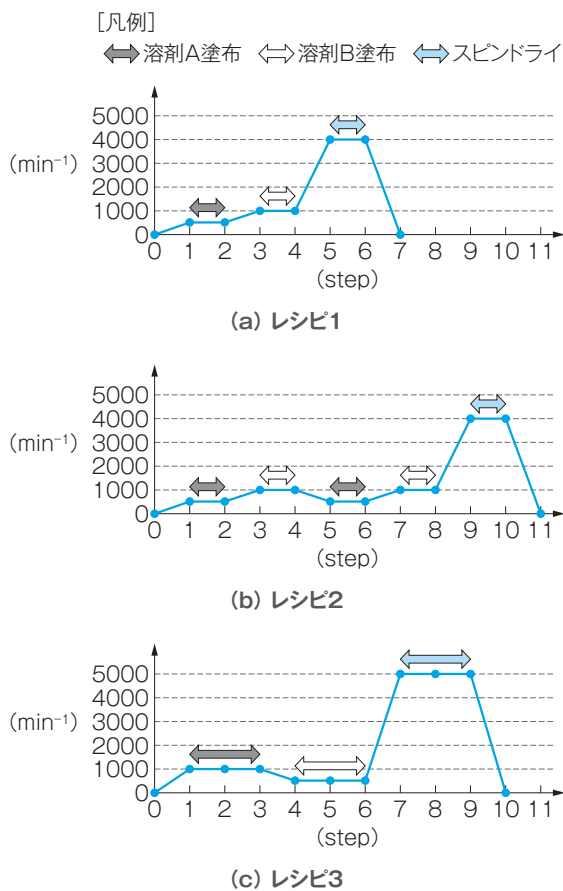
第4図 データ収集の違い

従来のデータ収集とMR100による高速なデータ収集の違いを示す。高速なデータ収集によって、従来取りこぼしていた波形を捉えられるようになる。

て、従来は取りこぼしていた波形を捉えられるようになり、より精度の高い異常検知ができる。MR100がセンシングデータの正常/異常をAI判定し、異常検出時のみ上位システムへ通知するため、従来形の上位でAI判定させるシステムに比べてネットワーク負荷を削減できる。ネットワークには様々な装置や通信機器が接続されているため、ネットワーク負荷は生産に大きな影響を及ぼす。

### 2.3 SECS (SEMI Equipment Communications Standard) 対応

第5図に半導体製造装置の違いを示す。半導体製造装置では、同じチャンバ(注1)であっても製造する製品によって異なった制御を行う。制御パターン(量・タイミング)などが異なるため、各レシピ(注2)実行時のセンシングデータを学習させた学習パラメータが複数必要になり、この複数存在する学習パ



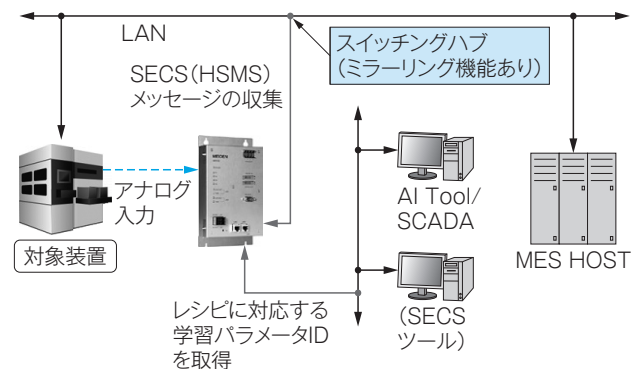
第5図 半導体製造装置の違い

半導体製造装置の違いをパターン例で示す。

ラメータを実行レシピに応じて使い分ける必要がある。第6図に半導体製造工場での通信を示す。MR100が半導体製造装置とMESHOSTとの間のSECS通信メッセージを監視することで、半導体製造装置内の当該チャンバで実行されるレシピを判断し、レシピに対応する学習パラメータへ自動的に切り替える。

### 2.4 運用方法

MR100がセンシングデータをどこからどのようにして収集するのか、また収集したデータの判定結果をどこに通知するかなど、使用前にMR100の各種設定を行う。MR100では通信インタフェース仕様をお客様に公開し、設定ソフトはお客様で用意する。第7図にMR100設定ソフトのイメージを、



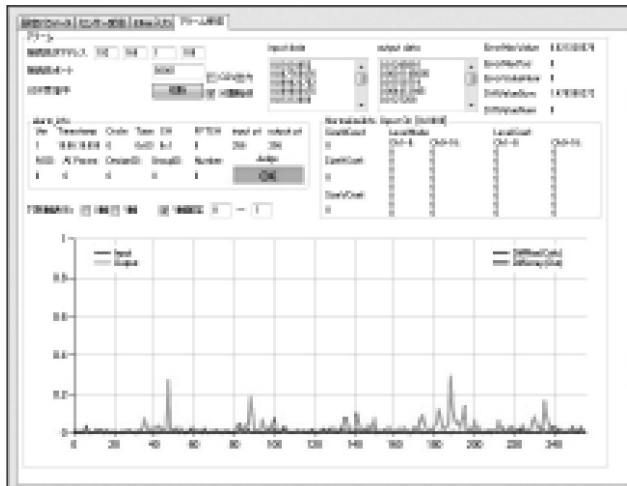
第6図 半導体製造工場での通信

半導体製造工場での通信及びMR100の位置付けを示す。



第7図 MR100設定ソフトイメージ

MR100の設定ソフトのイメージを示す。



第 8 図 MR100通知イメージ

MR100における正常時でのデータ通知を示す。

第 1 表 MR100仕様

MR100の仕様一覧を示す。

項目	仕様	
MPU	RZ/T1 メインCPU : ARM Cortex-R4F (600MHz)	
NOR Flash Memory	128MB (512Mbit × 2)	
SDRAM	128MB (512Mbit × 2)	
EEPROM	16kB	
SPI Flash	64MB	
各種 インタ フェース	アナログ入力 (AI)	8ch (シングルエンド : 8ch / ディファレンシャル : 4ch) ※入力電圧 : ± 12V
	デジタル入力 (DI)	4ch ※定格入力電圧 : DC24V
	デジタル出力 (DO)	4ch ※定格出力電圧 : DC24V
	シリアルポート (RS-232C)	2ch 転送速度 : 115.2kbps (Max.)
	LAN (100BASE-TX)	3ポート
	LED	電源LED (緑), 汎用LED × 4, LAN用LED (LINK/ ACT, SPEED)
	DC24V 電源	6pin
	USBホスト (USB2.0)	1ポート
	DIPスイッチ	8bit × 1
寸法	W140 × H200 × D47mm	
質量	約 1kg	
使用温度	0 ~ 45°C	
使用湿度	30 ~ 85% Rh (結露なし)	
環境	腐食性ガスなし, 導電性じん あいなし	
冷却方式	自然空冷	
規格	なし	
RoHS	RoHS対応	

第 8 図に通知イメージを示す。各種動作条件などを設定し、異常発生時だけに通知することも正常時にデータとともに通知することもできる。

### 3 MR100のハードウェア (H/W) 仕様

第 1 表にMR100の仕様を示す。センシングデータの入力インタフェースとしてアナログ入力ポートを用意している。アナログ入力ポートはシングルエンド入力が8chあり、サンプリング速度は50μsまで対応している。センシングデータの異常を検知した場合、Ethernetあるいはデジタル出力ポートから異常アラームを外部機器に伝える。本ユニット底面部にはUSB2.0インタフェースを用意し、USBデバイス機器を接続することでセンシングデータを保存できる。本ユニットはお客様の操作性を考慮し、主要インタフェースを前面に集めている。また寸法・質量は、W140 × H200 × D47mm (突起部除く)・約 1kgと取り扱いやすいサイズにしている。設置には、DIN レール専用の取り付け金具を用意している。

### 4 むすび

調査会社の試算では、国内製造業のAI市場は2021年に1兆円を超える見込みである。そこで当社では、お客様のAIエッジユニット導入検討から量産適用段階までをサポートするワンストップサービス体制を構築していく。お客様の導入検討段階では、スタータキットを貸し出し、MR100以外に加速度センサや評価用ソフトウェア (設定ソフト・AI学習プログラム) をセットにして、お客様の装置に適用できるか検討していただく。当社は、これまで半導体製造装置を中心に産業用コントローラを納入してきた。MR100も半導体製造装置への適用を中心に展開を進めていく。さらに蓄積したノウハウを活用し、半導体製造装置以外の各種自動化装置への展開、MR100の更なる機能向上を目指していく所存である。

- ・TensorFlowは、Google Inc. の登録商標である。
- ・e-AIは、ルネサスエレクトロニクス(株)の登録商標である。
- ・本論文に記載されている会社名・製品名などは、それぞれの会社の商標又は登録商標である。

#### (注記)

注1. チャンバ：化学的・物理的反応を起こさせるために密封された反応容器

注2. レシピ：製造装置に入力する処理方法やパラメータを指定するデータ

#### 《執筆者紹介》

---



**北條 誠**  
Makoto Hojo

電子機器工場  
AIエッジユニット (MR100) のハードウェア開発に従事

---



**大石 結花**  
Yuka Oishi

明電システムソリューション(株)  
AIエッジユニット (MR100) のソフトウェア開発に従事

---



**岩打 康幸**  
Yasuyuki Iwauchi

製品技術研究所  
AIエッジユニット (MR100) のソフトウェア開発に従事

---