

# **e-Factory** -進化與深化

**以物聯網(IoT)為手段，  
對製造業帶來甚麼？**

**台灣三菱電機股份有限公司  
執行副總經理 玉井 武志**

## IT產業的進化、情報基礎的進化

### 環繞製造業 商業環境的複雜化

#### IT的活用・發展

##### 數據收集技術

感測器



##### 數據傳輸技術

網路・通訊



##### 數據處理技術

雲端・  
邊緣計算



##### 數據解析技術

模擬  
人工智慧 (A I)



#### 顧客需求的多樣化・高度化

經營成本・  
總體成本\*減少

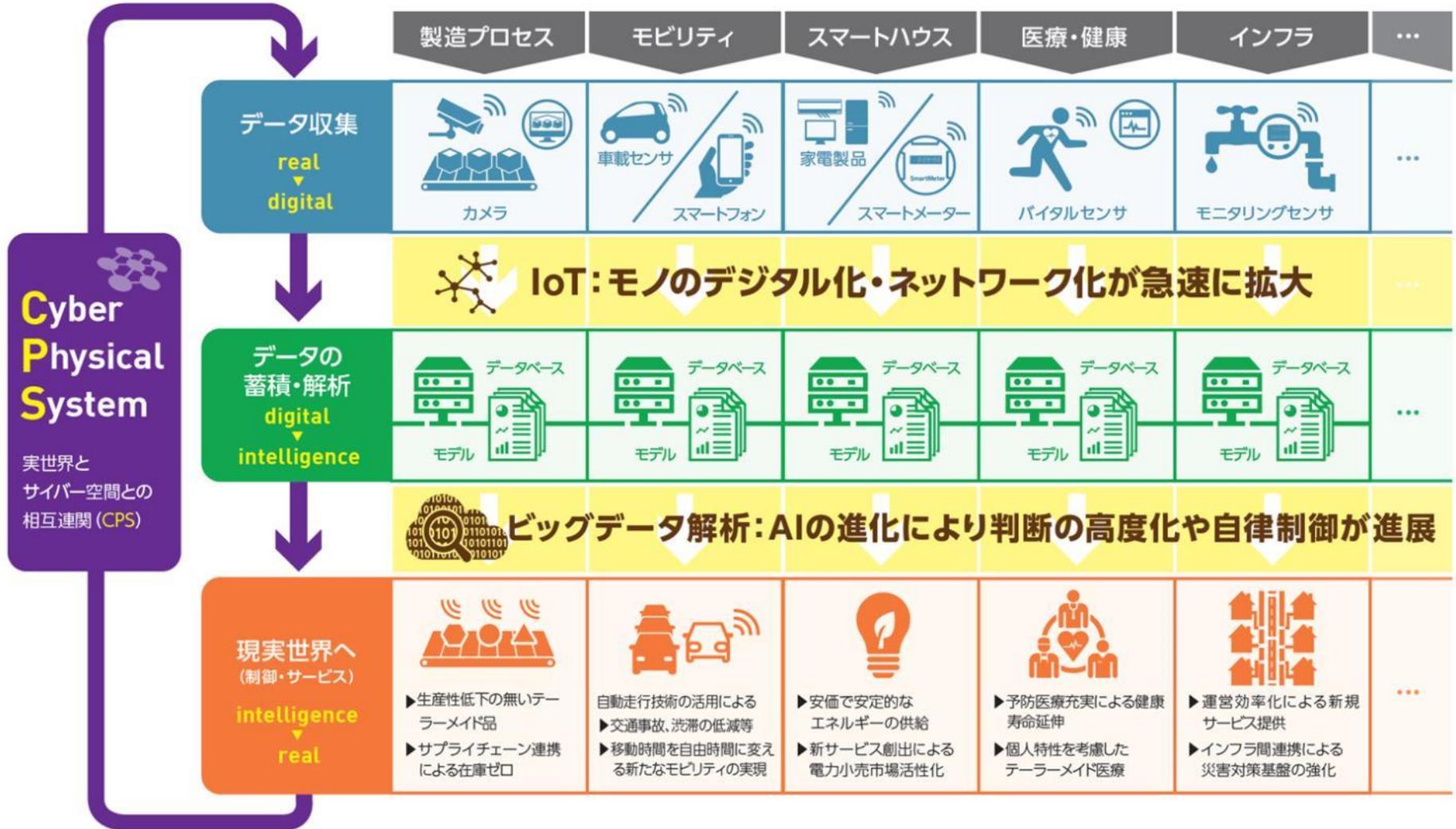
多種大量生產

自動化  
品質提升

顧客需求多樣化・高度化、同時商業環境的複雜化、  
透過IT發展活用數據的數據驅動型社会

## CPSによるデータ駆動型社会

▶ 実世界とサイバー空間との相互連関 (Cyber Physical System) が、社会のあらゆる領域に実装され、大きな社会的価値を生み出していく社会



参考出展：産業構造審議会商務流通情報分科会 情報経済小委員会 資料より抜粋

## 可看見世界各地對於製造業IoT化的啟動



台灣

Smart Machinery



德國

Industrie4.0



英國

Catapult Programme



韓國

製造業革新3.0戰略



中國

中国製造2025



インド

MAKE IN INDIA

日本



Society5.0/  
Connected Industries



美國

IIC

在製造業中，物聯網(IoT)之詞尚未普及之前、  
我們三菱電機所提倡的新概念，

就是…

*e-Factory*

## FA-IT整合的解決方案

*e-Factory*

### 基本概念

透過活用FA技術和IT技術，  
削減開發·生產·維護的整體成本，  
同時不斷支援客戶廠商的優化活動，  
率先提出對於製造業的解決方案

2003年起開始提倡的概念

## 實現「生產性」「品質」「環境性」「安全性」「security」的提升 企業的TCO削減和支援企業價值的提升

### 架構

- 透過IT系統，將分析・解析的結果  
**回饋** 至生產現場

可診斷化    改善

- 一次處理FA機器群所收集的數據，  
(邊際運算)  
與IT系統 **無須意識** 連結

可觀察化    分析

- 生產現場的數據  
**即時性** 收集

可視化    可視化





# 「e-F@ctory」三菱電機の應用實例



事例 1

# 三菱電機 可兒工廠

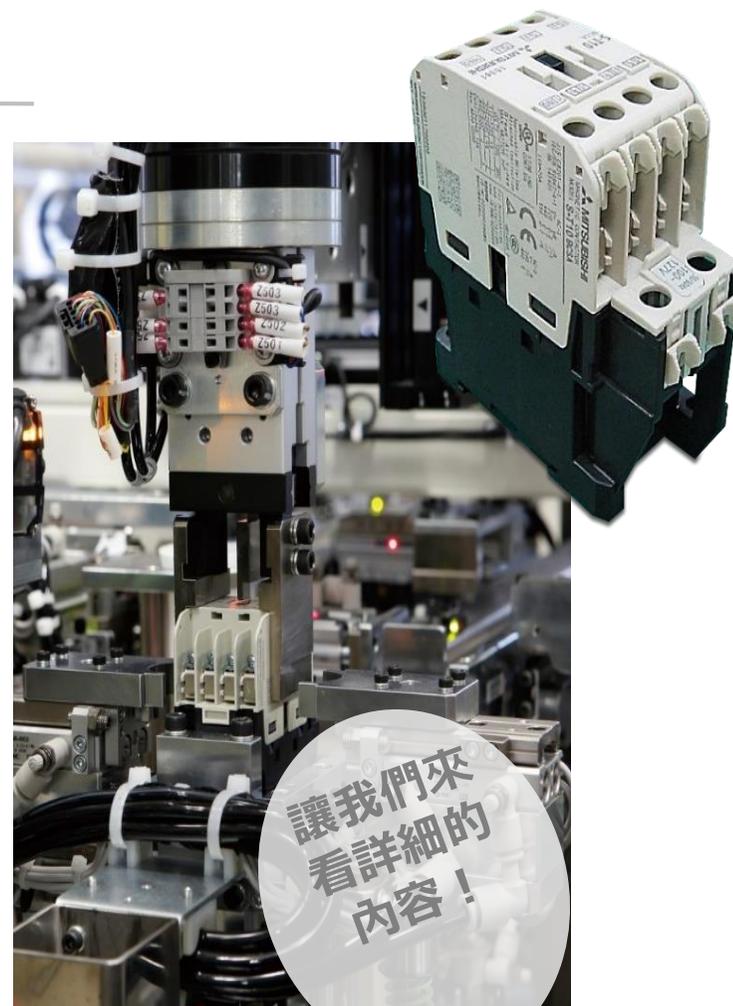
## 課題

有14,000種多品種少量生產的  
顧客對應需要  
(品質等級維持・改善)

## e-F@ctory 解決辦法

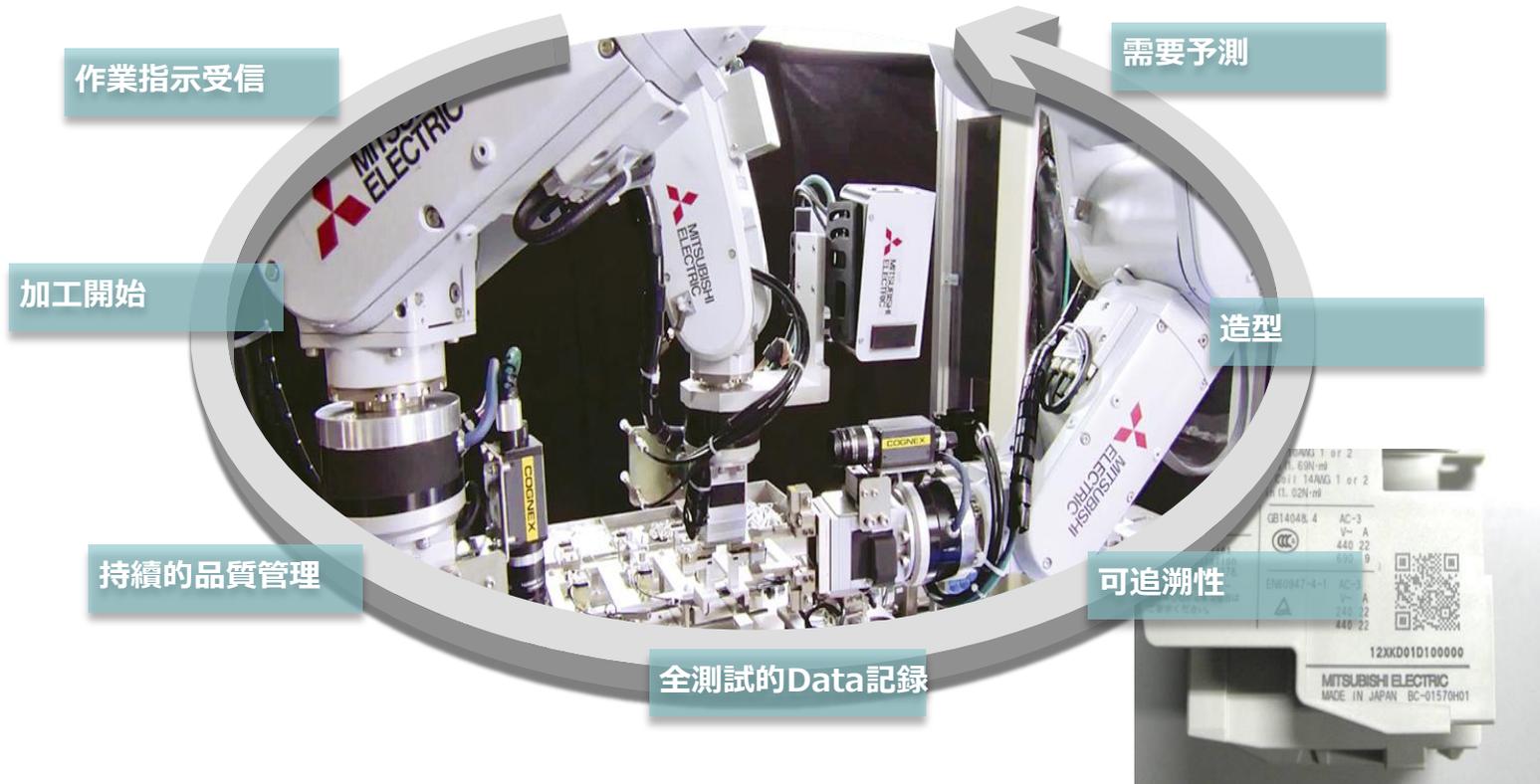
從大量生產特化的Line，改為單元生  
產的製造概念變更

從結果管理升級到“過程”管理



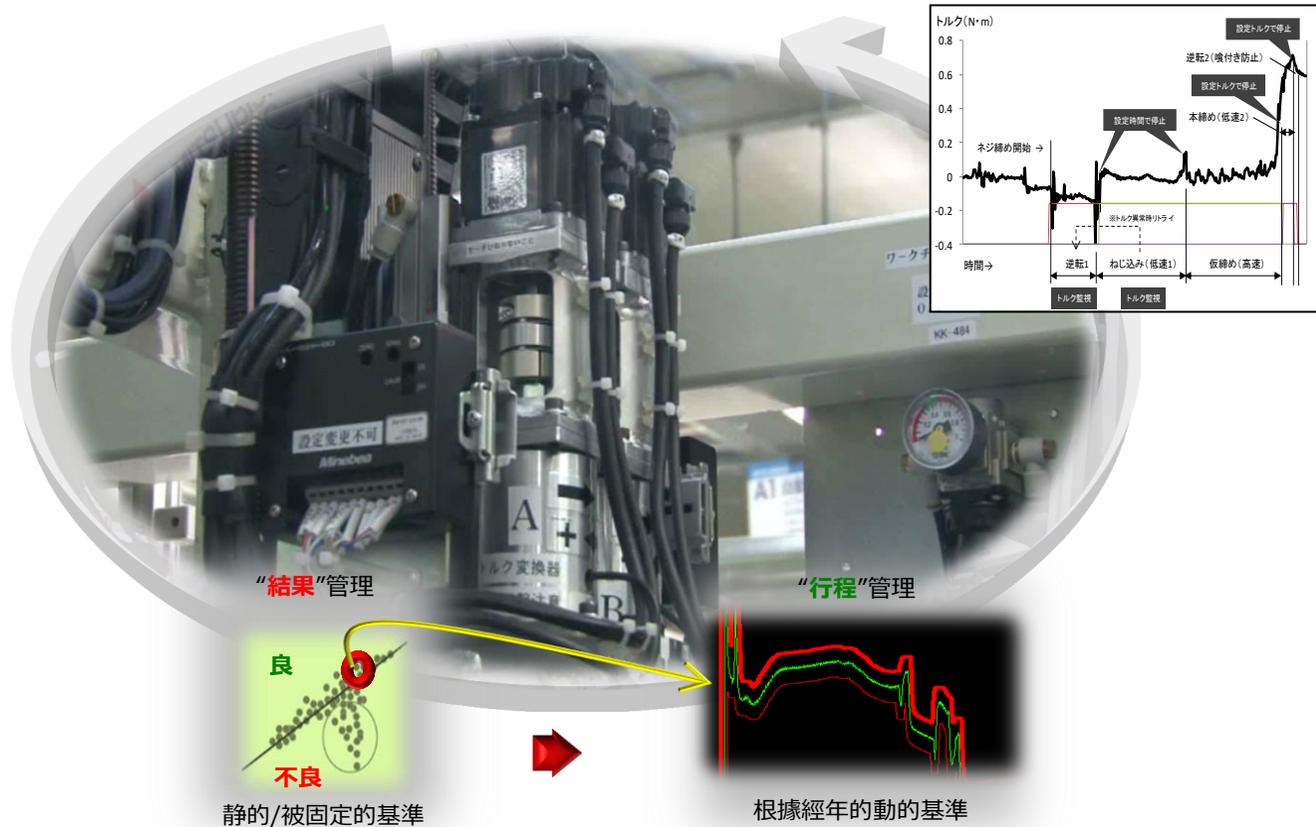
# 可追蹤性

一貫的Data的管理和活用



# 實踐 e-F@ctory !

從結果管理升級到“過程”管理



# 以單元為基礎之生產

280平方公尺 - 44.1平方公尺

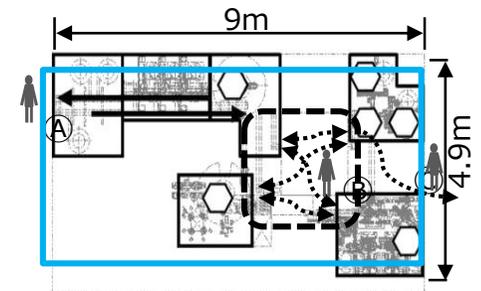
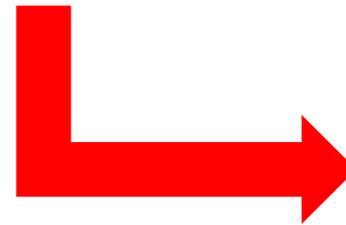
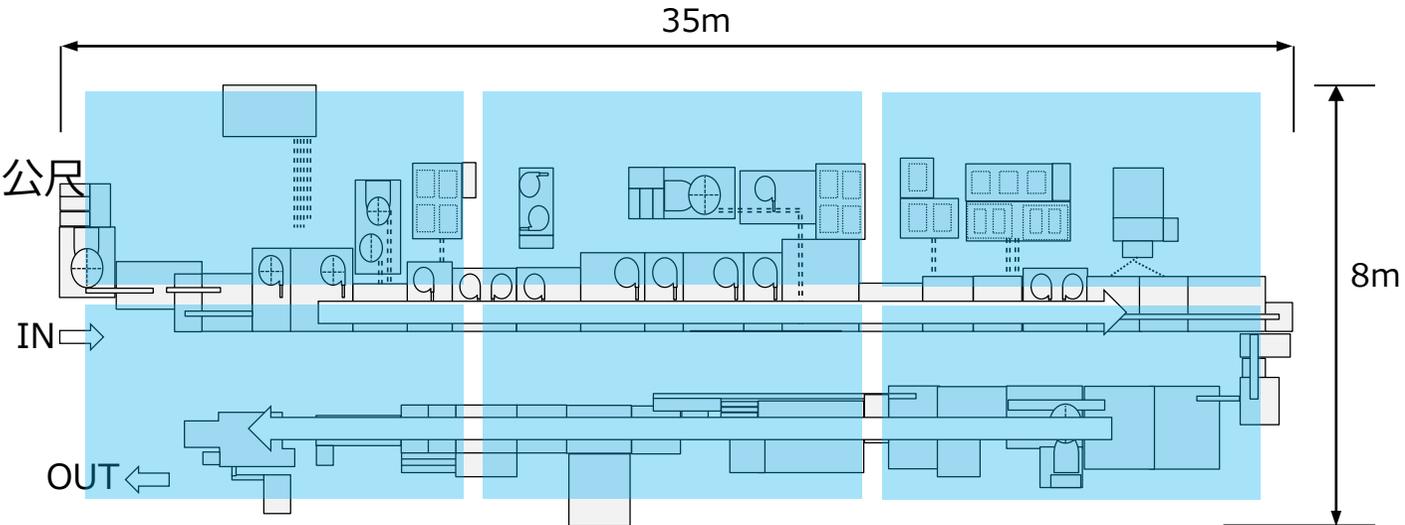
能在**相同空間**內使用  
6.3個單元

以較小批次產出較多樣的  
產品

一處阻塞不會造成全部生產停頓

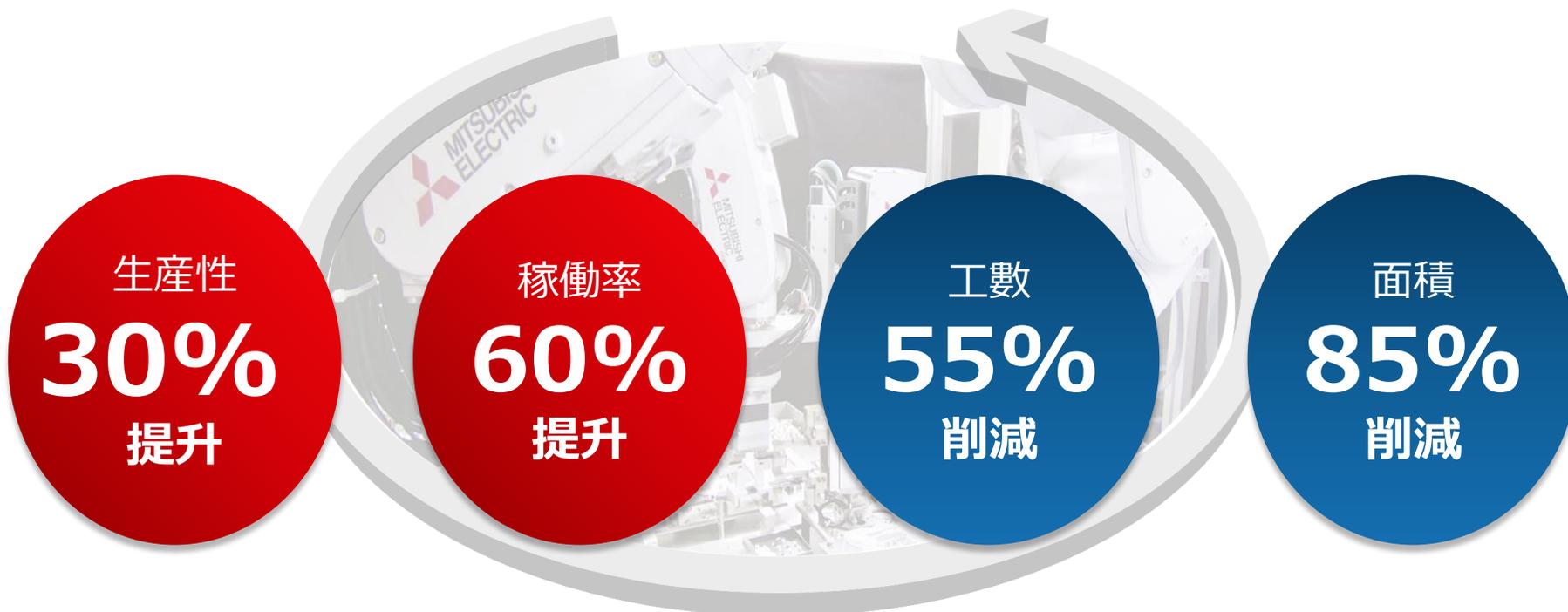
**人類 + 機器人用在對的地方**

**進料過程中的人類部份**



# 實踐 e-F@ctory !

一貫的Data管理和活用  
人類和機器人的混合

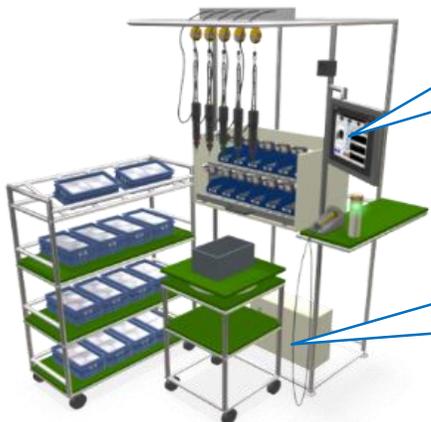


## Screw tightening job instruction system

**e-Factory**

## 電動螺絲起子作業的支援系統

### 1 系統概要



#### 人機介面HMI

- 使用機具
- 螺絲型名
- 使用次數
- 組裝的注意事項
- 實機畫面



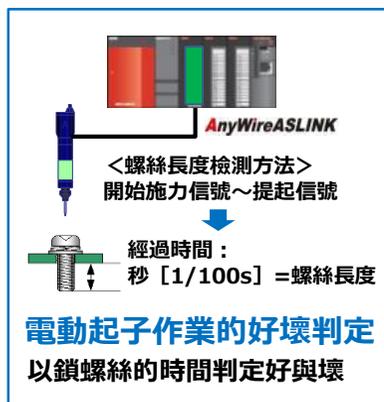
#### PLC

- 使用螺絲的指示
- 鎖電動起子狀況的好壞判定
- 成果
- 可追溯、數據自動收集

### 2 作業指示畫面(例)



### 3 人為疏失的對策(例)



### 4 以各種數據分析來顯示改善重點



透過BI工具、詳細儀表畫面～各種數據分析  
顯示改善重點



## 作業支援システム ネジ締め作業分析ダッシュボード

ネジ締めNG率推移

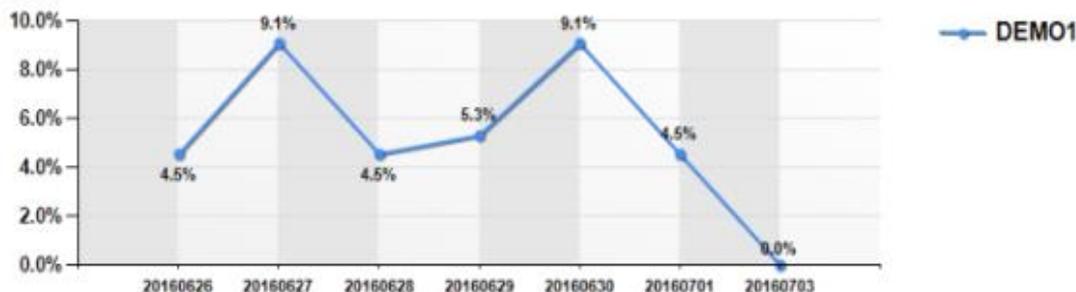
ネジ締めNGグラフ

組立台数グラフ

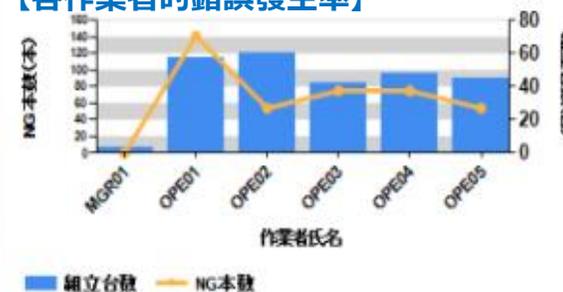
組立タクトタイムグラフ

作業項目別NGグラフ

ネジ締めNG率推移 【各機種別の錯誤率】



ネジ締めNGグラフ 【各作業者の錯誤発生率】



組立台数グラフ 【各作業者の組立台数】



組立タクトタイムグラフ 【各作業者の組立時間】



作業項目別NGグラフ 【錯誤発生處】



## 導入效果

透過作業成果的收集和分析，  
改善作業與設計

- 作業期下降50%

透過作業過程的電子指示  
防止產生不良品、教育效率化

- 後期工程不良品零產出
- 新人教育作業量下降65%



## 重點

- 透過防止零件、電動起子選擇的錯誤，不良產出趨於零
- 對於作業時間、工具改善重點和設計工程之回饋

# e-F@ctory Alliance大會



透過與持有三菱FA機器連接親和性高的軟體和機器之夥伴、和系統整合建構的夥伴，建立穩固的夥伴關係，以向顧客提供最適解決方案的夥伴組織。

## 參加企業

約**600**社

- 軟體夥伴 (約**130**社)
- 系統整合SI夥伴 (約**330**社)
- 機器夥伴 (約**140**社)

## 系統導入成果

全世界 **7,700**件以上

主要投入業種 (汽車・半導體・精密機器・食品・金屬加工 etc..)

### 軟體夥伴 連結

模擬

SCADA

SCM

ERP

CAD

CAM



### SI夥伴 連結

## 邊緣計算產品群



## 邊緣計算

### 機器夥伴 連結

控制產品群

驅動產品群

省能產品群

機電產品群



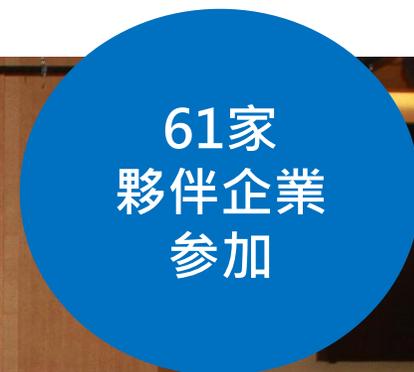
## • 2018年3月1日正式成立

台灣e-F@ctory 聯盟  
支援台灣智能機械與實現e-F@ctory



智慧  機械  
SMART MACHINERY

Smart  
Machinery





**「e-F@ctory」由Alliance Partner夥伴  
解決案例介紹**

## 三菱電機 *e-Factory* 事例介紹

---

士林電機 新豐廠

三菱電機レーザ加工機リモートサービス

iQ Care

**Remote 4U**

## 儀表版機能

能力即掌握剩餘加工時間、警示發生原因



iQ Care Remote 4U 畫面

顯示剩餘加工時間

加工機名 ML3015eX-F40

残加工時間 00:29:15

加工プログラム NEST\_C

加工完了部品 2

正常

加工機名 ML3015eX-F40

残加工時間 00:29:15

加工プログラム NEST\_C

加工完了部品 2

異常

現場作業員能透過智慧型手機或平板電腦確認

**本日の稼働状況**

48.9%

- 運転時間 49.5%
- 待機時間 1.6%
- 停止時間 49.5%

**現在の加工情報**

材質・板厚 SS400, O2, F07, M01, A00, 19.00

加工プログラム NEST\_C

加工完了部品 2

加工時間 0:42:57

**加工詳細**

(NC\_PROGRAM NEST\_C)  
(SS400, O2, F07, M01, A00, 19.00)  
(PARATS TOTAL 5)  
(SHEET SIZE 2000.000\*1000.000)  
(SHEET OFFSET 10.000\*10.000)

**本日の加工結果**

開始日: 2016/03/29 ~ 終了日: 2016/03/29

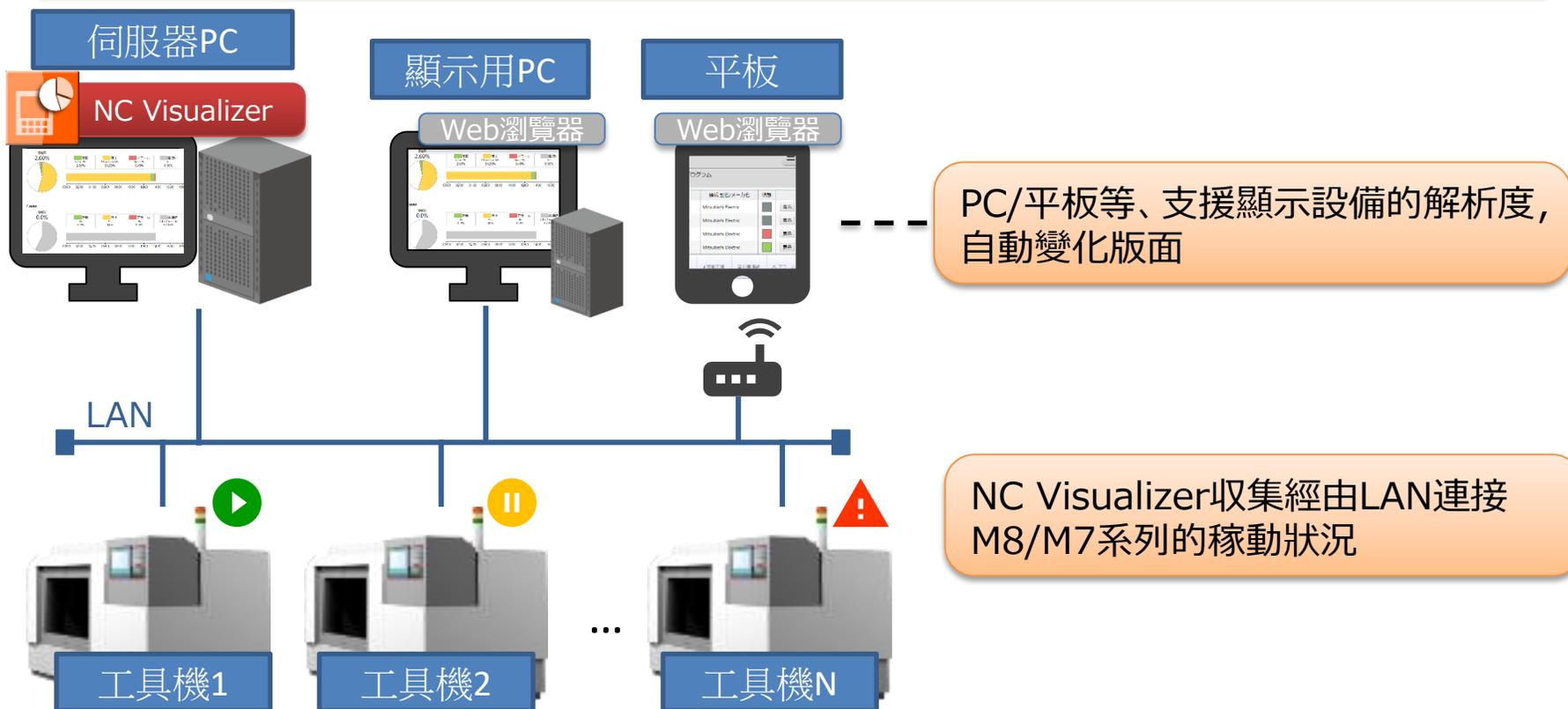
結果	日時	加工プログラム	部品名	部品数	材質・板厚	加工時間	電力消費量 [kWh]	ガス消費量 [L]	電力コスト	ガスコスト	合計コスト
✓	2016/03/29 13:05:47	SUS_PARATS		1	SUS304, N2H, F07, S17, A00, 3.00	00:08:09	1.633	1153.634	32.669	220.841	253.510
✓	2016/03/29 13:25:20	NEST_A	A001		SPCC, O2, F07, S17, A00, 1.60	00:16:32	2.604	1082.272	52.080	140.678	192.758
✓	2016/03/29 13:41:52	NEST_A	A002		SPCC, O2, F07, S17, A00, 1.60	00:18:11	2.864	1190.499	57.288	154.746	212.271
✓	2016/03/29 14:00:03	NEST_A	A003		SPCC, O2, F07, S17, A00, 1.60	00:38:12	6.015	2500.048	120.305	324.966	445.271

**效果**

■稼働率和運行成本及時可視化 對應稼働狀況  
可以分散管理和修正生產成本



- 工具機稼動狀態(運轉狀態、異警等)的可視化
- 安裝至伺服器PC內、實現稼動監視系統的導入
- 從其他PC或平板上也能使用Web瀏覽器確認稼動狀況



# (參考) NC Visualizer 機能介紹(1)

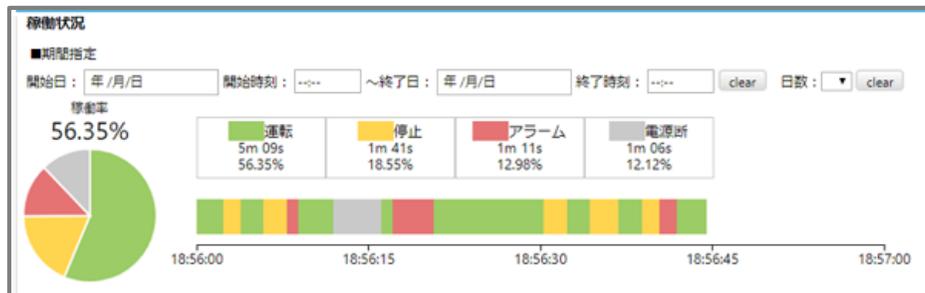
## ■ 機械稼動狀況(運轉/停止/異警/斷電)一覽表顯示

機種型名	NC製番	機械 型名/メーカー名	状態	
	M823456701A	Mitsubishi Electric	■	表示
	M823456702A	Mitsubishi Electric	■	表示
	M823456703A	Mitsubishi Electric	■	表示
	M823456704A	Mitsubishi Electric	■	表示
	M823456705A	Mitsubishi Electric	■	表示

一覽表  
掌握機械稼動狀況

迅速排除故障狀況

## ■ 稼動率可視化、由異警履歷來分析稼動率低下原因



指定期間の稼動狀況以  
時間條顯示

アラーム履歴

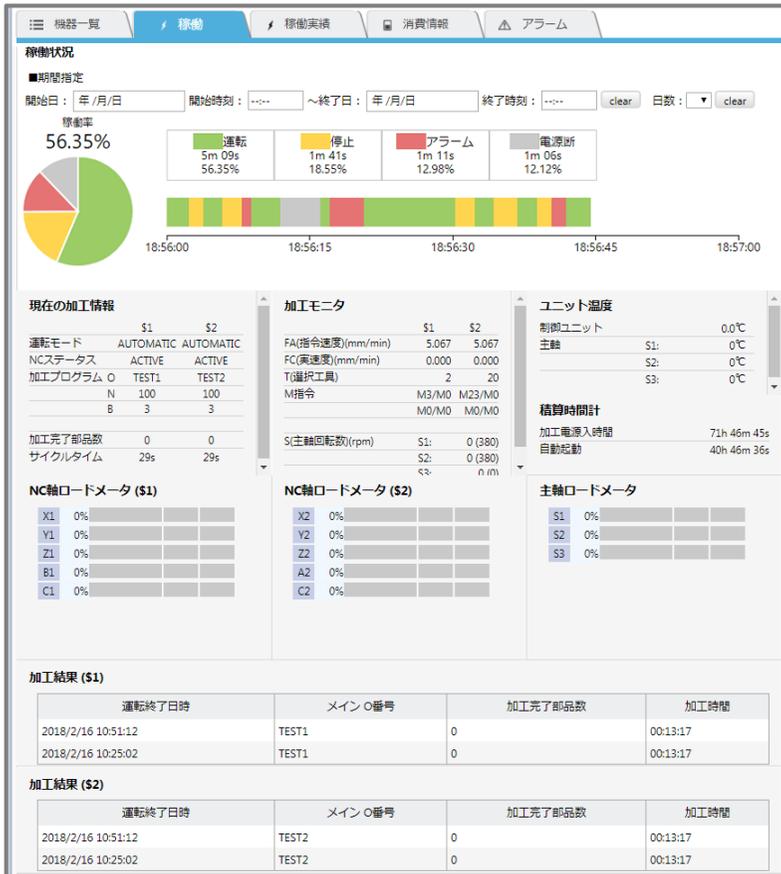
アラーム発生日時	アラーム番号	アラームメッセージ
2018/03/02 09:28:58	EMG	SRV
2018/03/02 09:28:58	MD1	0006 XYZ
2018/03/01 17:00:52	EMG	SRV
2018/03/01 17:00:52	MD1	0006 XYZ
2018/03/01 15:57:59	EMG	SRV

由異警履歷分析  
低下原因

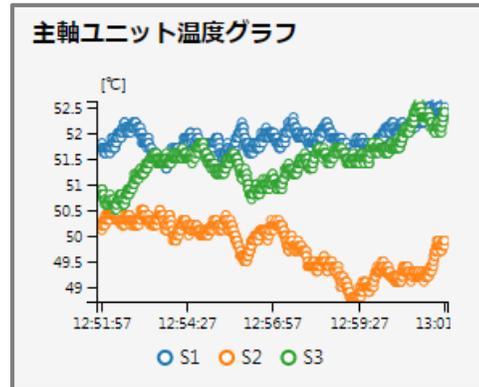
掌握稼動率低下  
的時段

# (參考) NC Visualizer 機能介紹(2)

- 各種機械狀況以圖表顯示、支援稼動停止的原因調查或改善稼働率
- 對應稼動圖表/負載圖表/異警發生履歷/異警發生頻度等



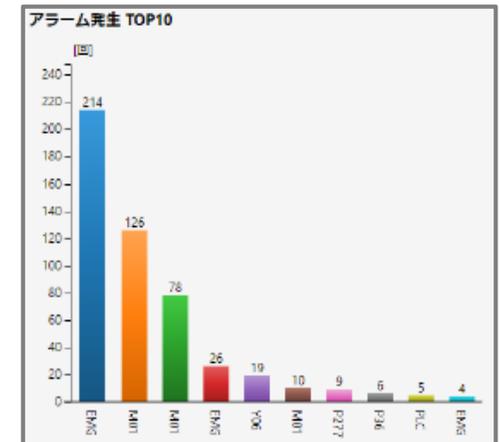
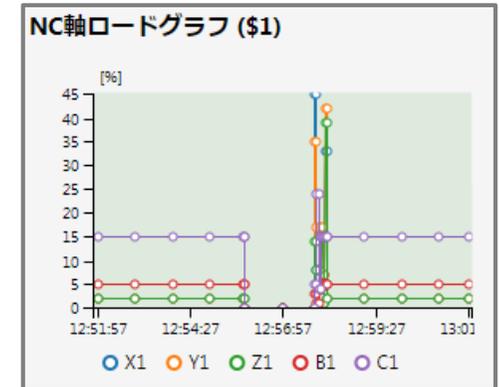
顯示機械狀況的稼動畫面



**アラーム履歴**

アラーム発生日時	アラーム番号	アラームメッセージ
2018/03/02 09:28:58	EMG	SRV
2018/03/02 09:28:58	M01	0006 XYZ
2018/03/01 17:00:52	EMG	SRV
2018/03/01 17:00:52	M01	0006 XYZ
2018/03/01 15:57:59	EMG	SRV
2018/03/01 15:57:59	M01	0006 XYZ
2018/03/01 15:28:17	EMG	SRV
2018/03/01 15:28:17	M01	0006 XYZ
2018/03/01 08:41:40	EMG	SRV
2018/03/01 08:41:40	M01	0006 XYZ
2018/02/28 16:36:50	EMG	SRV

對應各種圖表與表格

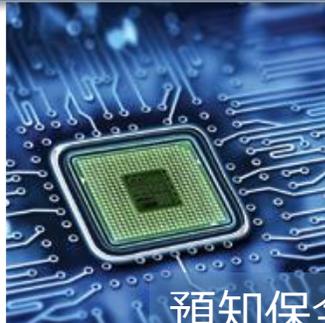


## 三菱汽車工業股份有限公司



源頭追溯管理

## Intel股份有限公司



預知保全

## 本田技研工業股份有限公司



稼働監視系統

## ITOKI股份有限公司



多品種少量生產

## 俄羅斯鐵路



資產管理

## 德國排水處理廠

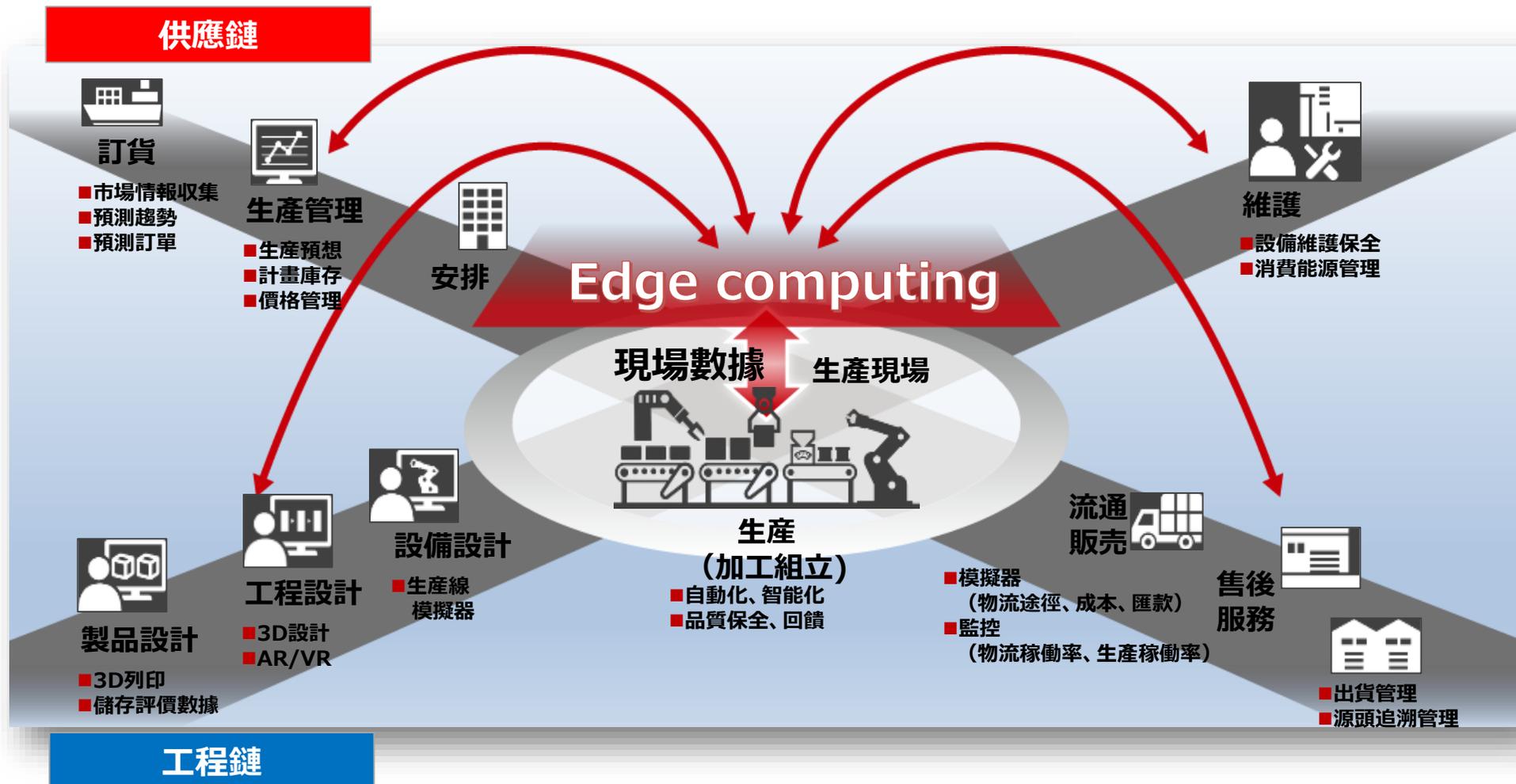


狀態監視系統

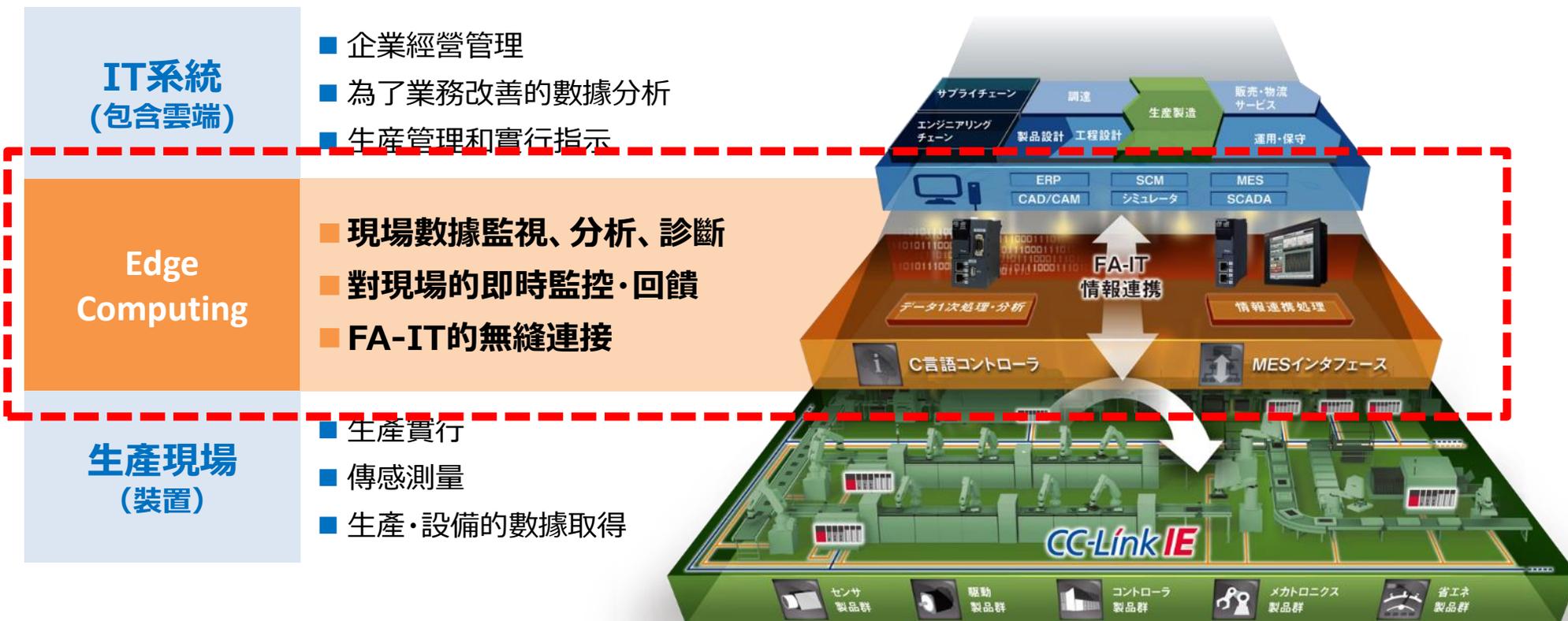


**下個階段的目標e-F@ctory  
『edge computing的強化』**

## 為了將生產現場和價值鏈做連結、 Edge computing是不可或缺的要素



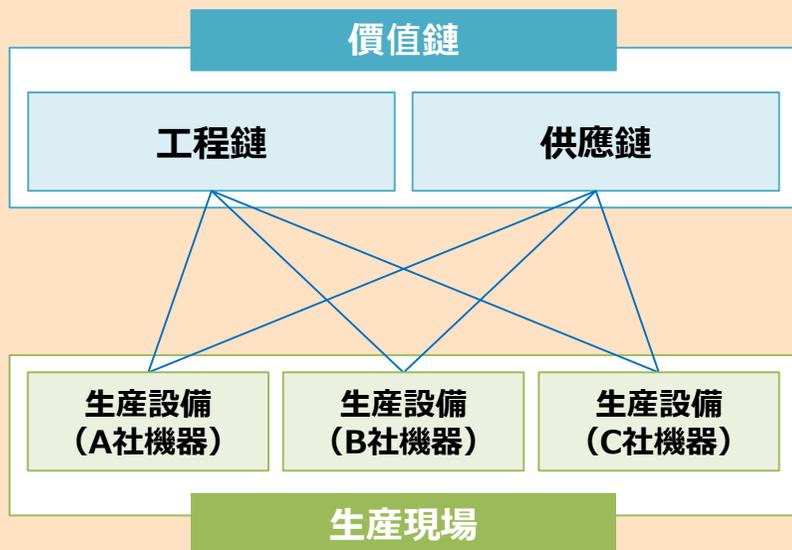
## 即時的收集、分析生產現場的數據，回饋 集約生產現場的數據、IT系統和有效率的情報連結



## 邊際計算器是在FA※IoT活用的要點



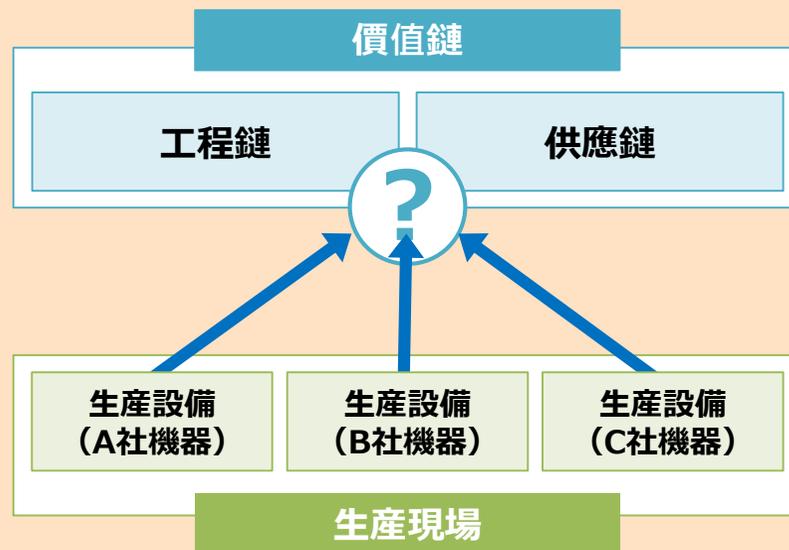
課題1  
為了實現IoT化的接續  
花費時間跟金錢



- 生產現場的機器・既有的設備是接續方法、廠商樣々
- 和IT系統的接續方法也相同



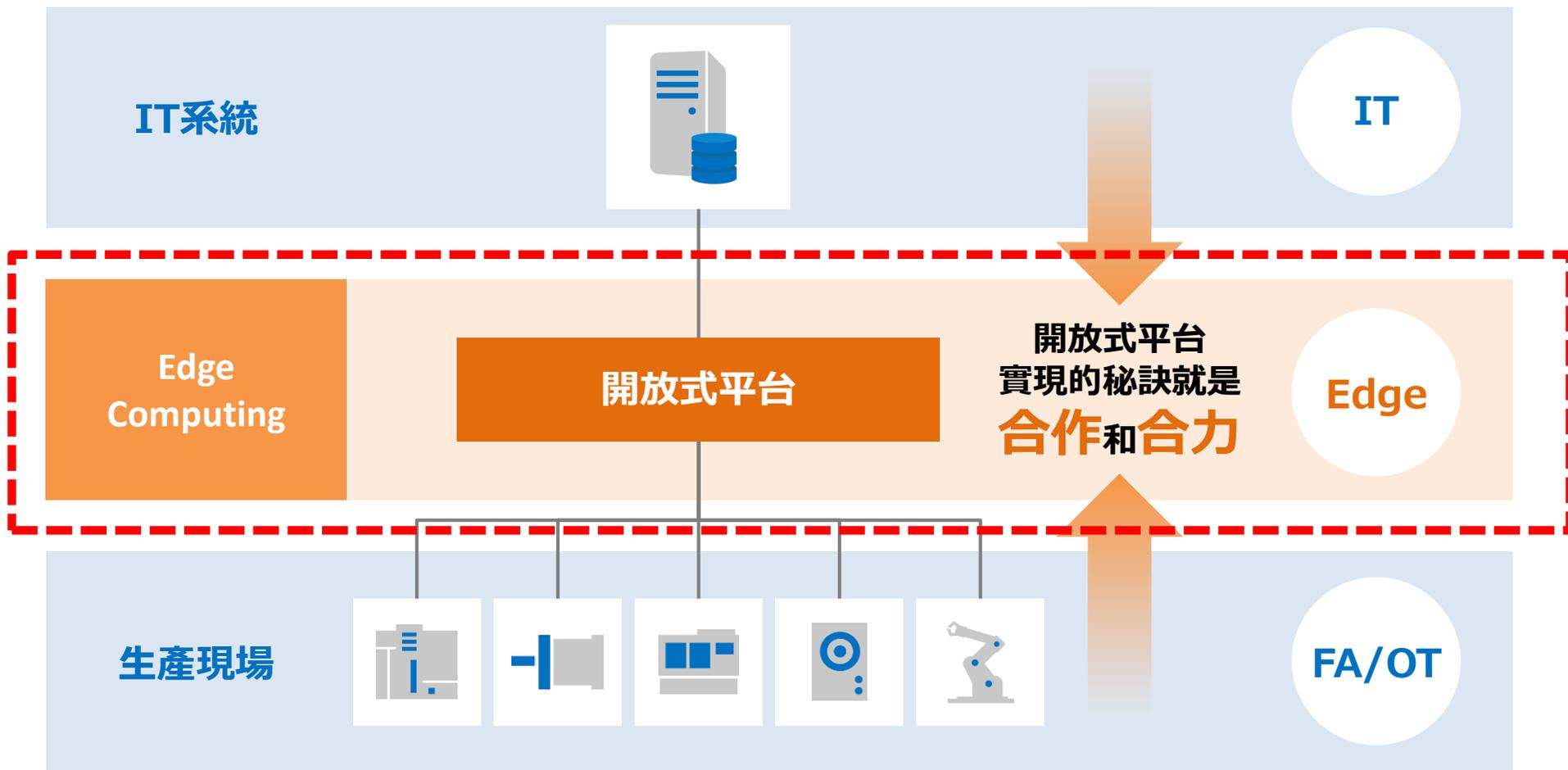
課題2  
為了活用IoT的數據  
整理的話花費龐大的勞力



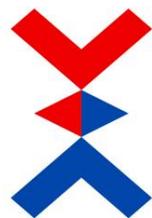
- 由於價值鏈的業務程序每次想要的數據不一樣，這些區分非常花時間

## 為了解決這些問題開放性平台是必要的

為了實現邊際運算領域的開放式平台  
要超越企業·產業的既有框架合作跟合力是必要的



以邊際計算領域為主軸，  
為了超越企業・產業既有的框架，一起合作跟合力是必要的



## EDGE CROSS CONSORTIUM

超越企業・產業的既有框架、以創造出新的附加價值為目標

全球在提倡的IoT化、抑或是日本政府提倡中的「Society 5.0」有助於和  
Society 5.0 連結的「Connected industries」的活動

### 【 主要活動 】

FA和IT協調的日本發邊緣計算領域的軟體開放平台「Edgecross」的方法籌劃規定・普及推進



# 關於「Edgexcross聯盟」的設立



2017年11月6日  
 アドバンテック株式会社  
 オムロン株式会社  
 日本電気株式会社  
 日本アイ・ビー・エム株式会社  
 日本オラクル株式会社  
 三菱電機株式会社

企業・産業の枠を超えて、エッジコンピューティング領域を軸に新たな付加価値創出を目指す  
**「Edgexcross コンソーシアム」設立のお知らせ**

アドバンテック株式会社、オムロン株式会社、日本電気株式会社、日本アイ・ビー・エム株式会社、日本オラクル株式会社、三菱電機株式会社の6社は、「Edgexcross（エッジクロス）コンソーシアム（以下、コンソーシアム）」を設立することで合意しました。企業・産業の枠を超え、エッジコンピューティング領域を軸とした新たな付加価値創出を目指し、グローバルで需要が高まっているIoT化や、日本政府が提唱する「Society 5.0<sup>1)</sup>」と「Society 5.0」につながる「Connected Industries<sup>2)</sup>」の活動に寄与します。当初のコンソーシアム活動内容は、FA<sup>3)</sup>・ITの協働を実現するオープンな日本発のエッジコンピューティング領域のソフトウェアプラットフォーム「Edgexcross」の仕様策定・普及推進をはじめ、企業・産業の枠を超えた賛同企業が共に協力と協働を行う場の提供などです。今後はグローバルでの活動も含め、製造業のみならず様々な産業への適用拡大を目指します。本コンソーシアムは、2017年11月29日設立予定とし、同日から開催される「システムコントロールフェア2017」<sup>4)</sup>で出展を予定しています。

- \*1：内閣府「科学技術基本計画 第5期科学技術基本計画」で示された、サイバー空間とフィジカル空間（実社会）が高度に融合した「超スマート社会」を未来の姿として其れ。その実現に向けた一環の取組み
- \*2：経済産業省が2017年3月に発表した日本の産業が目指すべき姿（コンセプト）
- \*3：ファクトリーオートメーション
- \*4：オートメーションと計測の先端技術総合展、11/29（水）～12/1（金）に東京ビッグサイトで開催

コンソーシアム概要	
名称	Edgexcross コンソーシアム（英名：Edgexcross Consortium）
所在地	東京都
設立予定日	2017年11月29日（水）
目的	「Edgexcross」の普及推進
主な活動内容	① 「Edgexcross」の普及（プロモーションと販売） ② 「Edgexcross」の仕様策定 ③ 「Edgexcross」対応製品の認証 ④ マーケットプレイス運営等による会員各社の販売支援 ⑤ 部会活動等の企業・産業の枠を超えた協力と協働の場の提供 ⑥ 学術機関（大学・研究所）、関係団体との連携
顧問	講演等の普及促進活動の支援、各部会への助成など
組織と役割	幹事会 「Edgexcross」仕様の承認、運営方針/施策の承認、顧問、部会長の選任/解任、部会の設置/解散、規則の作成/変更など 部会 テクニカル部会 「Edgexcross」の仕様策定、コンフォーマンステスト仕様策定など マーケティング部会 各種プロモーション（展示会、セミナーなど）の企画・立案など 事務局 コンソーシアム運営

## 本社作為招集公司 進行聯盟的活動推進

※11/29設立任意團體



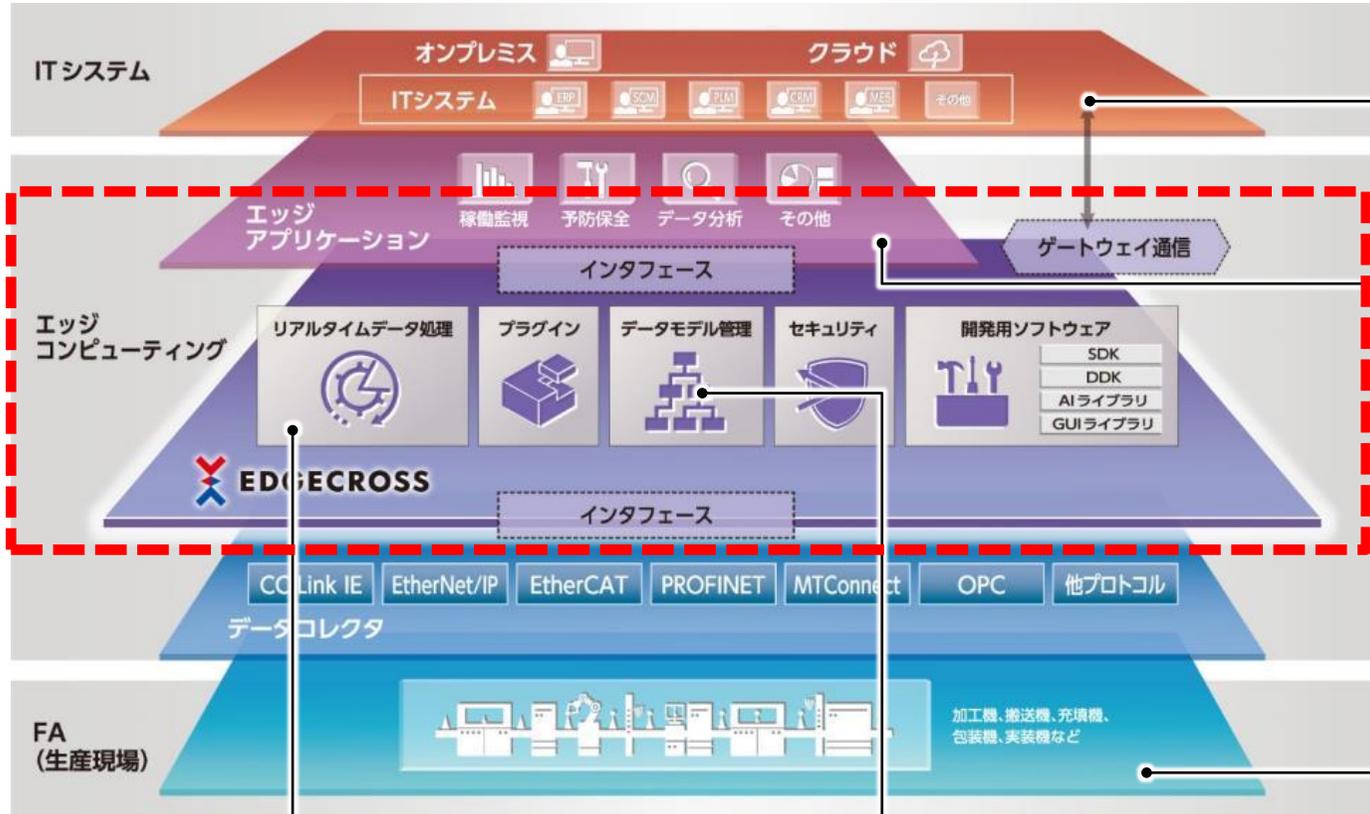
## 賛同企業（130社以上）

※2018年3月時候



参考出展：Edgexcross聯盟 當資料流用

# FA和IT協調的日本發邊緣計算領域的軟體開放平台 「EDGE CROSS」



和IT系統  
做無縫的連接

各式各樣的應用程式  
在邊際領域活用

模型化生產現場

即時診斷和回饋

收集生產現場的全部數據

## 活用Edgexcross之平台、利用e-F@ctory使 IoT活用



- 三菱電機之FA與IT技術活用對應製造業之全方位提案
- 活用Edgexcross、e-F@ctory使製造業之全部工程促進改善

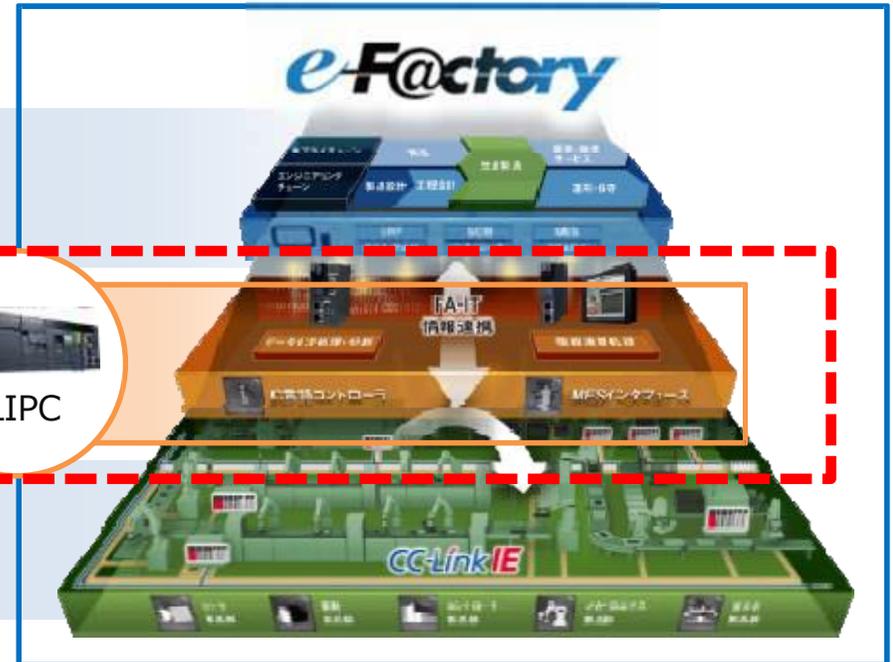
IT  
(競争領域)

邊際運算  
(協調・競争領域)



MELIPC

FA  
(競争領域)



e-Factory

以更加進化為目標e-Factory  
『AI應用』



The Future; AI

Realizing manufacturing that is a step ahead of the times

## 透過AI迅速的判斷來支援智能工廠的經營

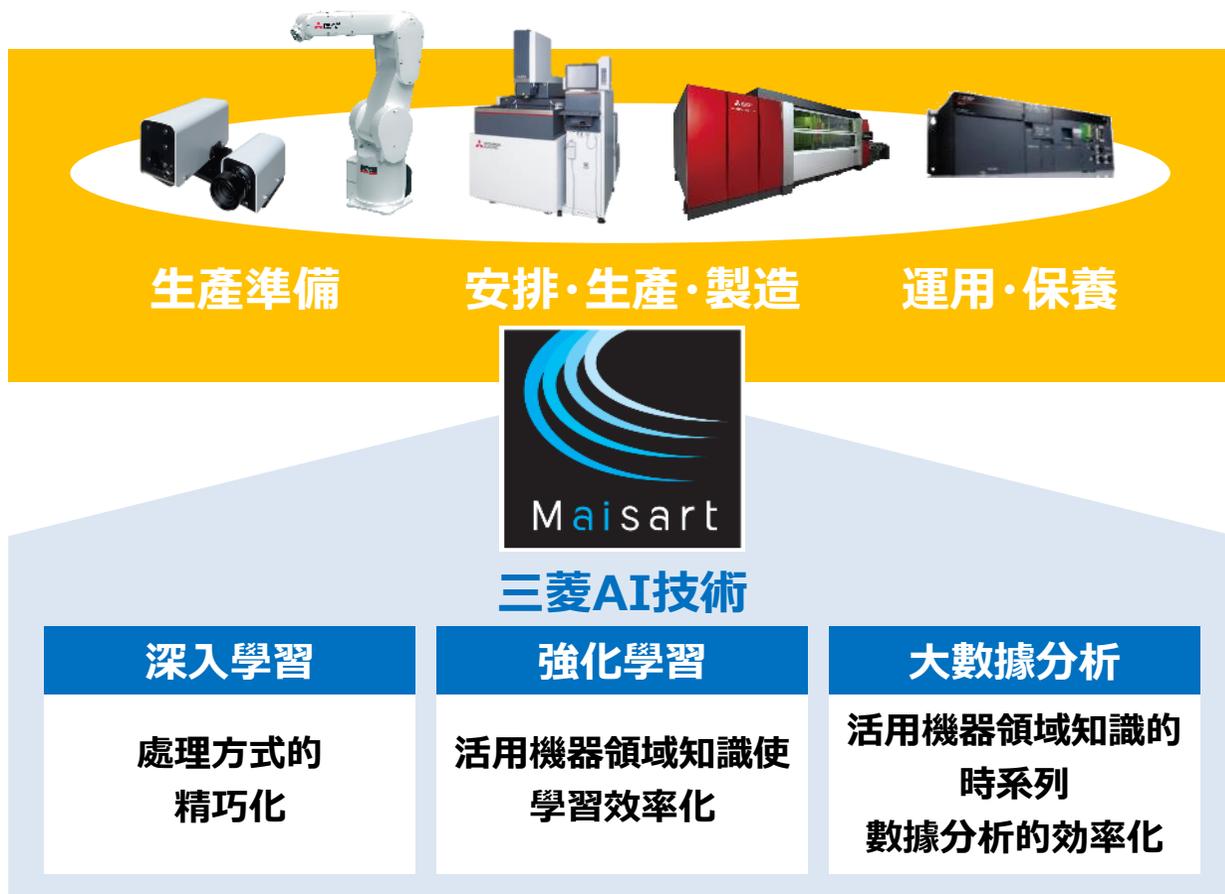
馬上應用

不會浪費

無中斷

工場中使用三菱自己的AI技術(Maisart)支援

- 將AI精巧化, 減低演算的負荷, 在現場可以配置人工智慧。
- 利用我們公司的FA、支援客戶端的系統對AI技術的適用
- 我們公司的邊際運算製品能將數據收集簡單化,加強AI系統建設。





**活用例 1** ⇒ **馬上應用**

機器手搭載自動化AI  
設定3D視覺辨識參數



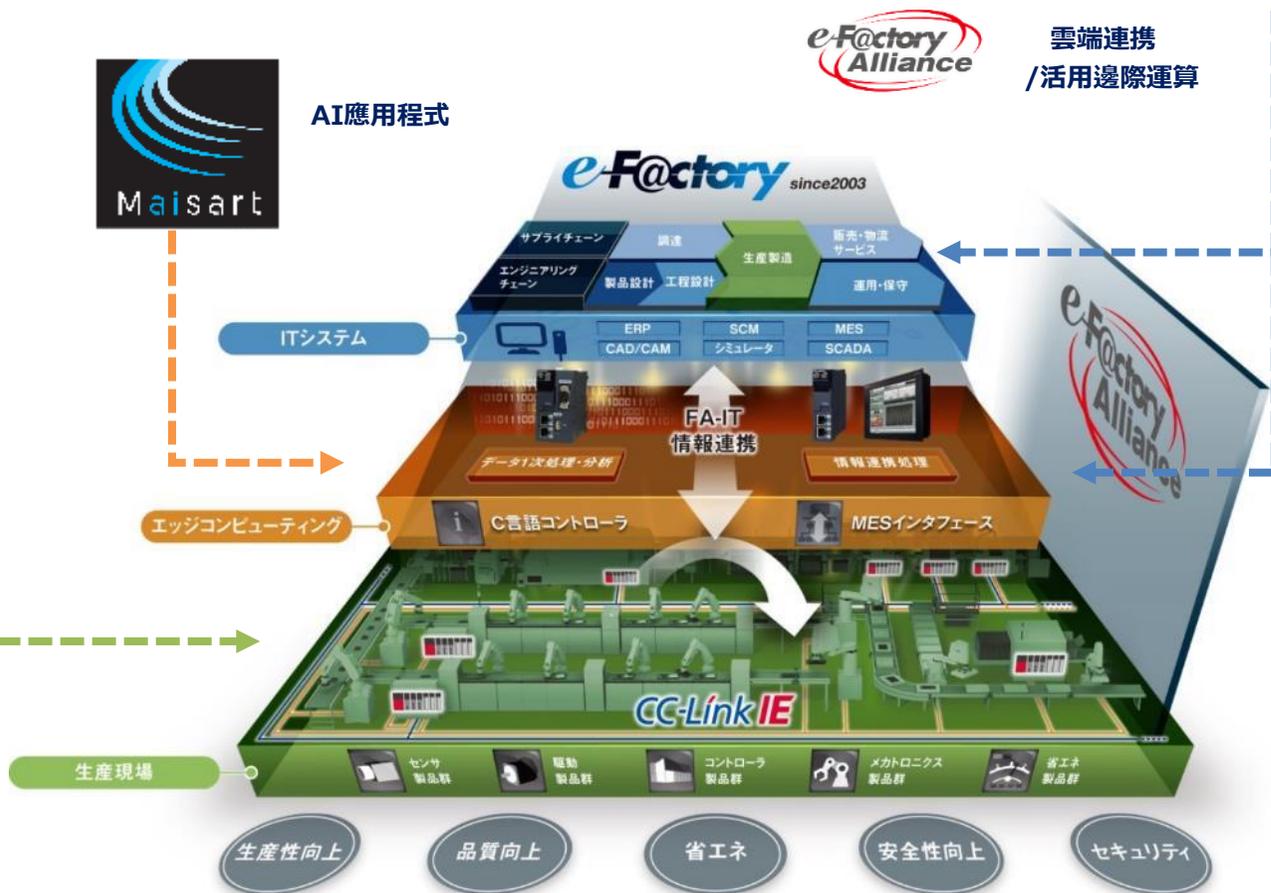
**活用例 2** 不會浪費

透過即時數據分析,提升稼働率



**活用例 3** 無中斷

雲端連携/活用邊際運算,設備預防保全





# 設備的最適調整、抑制性能偏差、設立迅速化

透過ROBOT搭載自動化AI，3D視覺認識參數設定

生產準備

(設計·評價、試車·檢查)

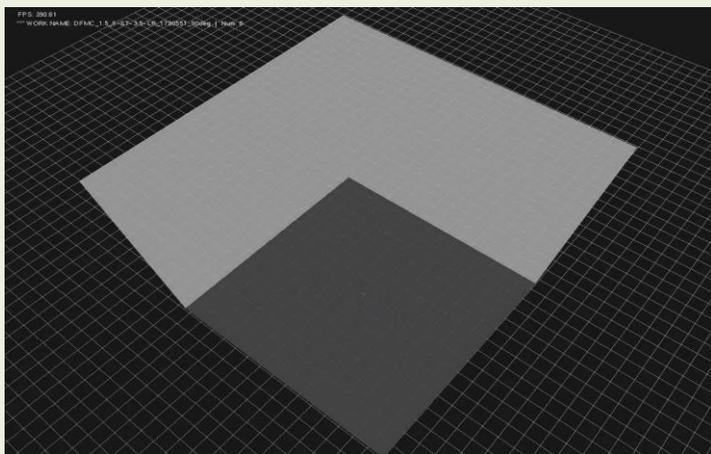
安排·生產·製造

(生產管理)

運用·保養

(設備管理)

散裝狀態的模擬器



必要的領域知識

- 透過3D模型散裝狀態的模擬
- 3D視覺傳感器認識的調整技術



AI技術

- 數位空間的3D視覺認識
- 探索最適合的參數



識別的模擬器



參數最適化

【活用AI的好處】

即使沒有實機和技術，  
也可以調整AI

透過ROBOT取出

## Real-time recognition



## Amazon Robotics Challenge Demo(x16 Speed)





## 分析檢查結果和稼動狀態，提升成品率、稼動率

### 活用例 2 透過即時數據分析器提升稼動率

生產準備

(設計・評價・試車・檢查)

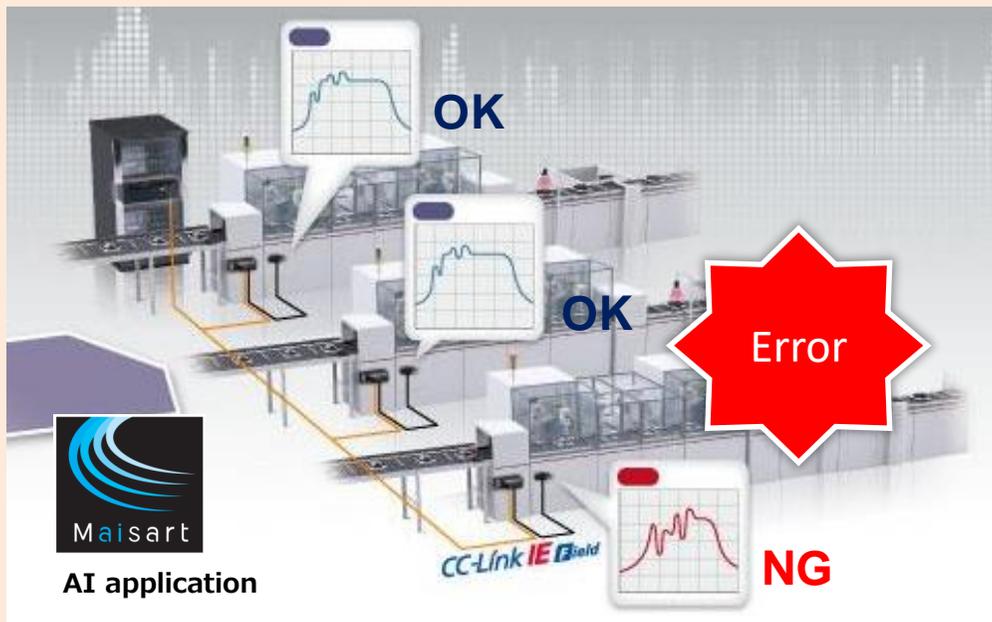
安排・生產・製造

(生產管理)

運用・保養

(設備管理)

在各裝置上裝置電流傳感器，即時監視電流值可以盡早得知裝置的異常發生，可以有效維護裝置



AI application

### 必要的領域知識

- 透過活用機器情報，裝置水準的預防保全，品質損失的要因查明
- 高速、高精度數據收集，和精密的分析、診斷



### AI技術

- 學習/診斷稼動中的傳感器波形等。即時捕捉異常波形的前兆、回饋給生產現場  
(類似波形認識技術)

# 即時數據分析器

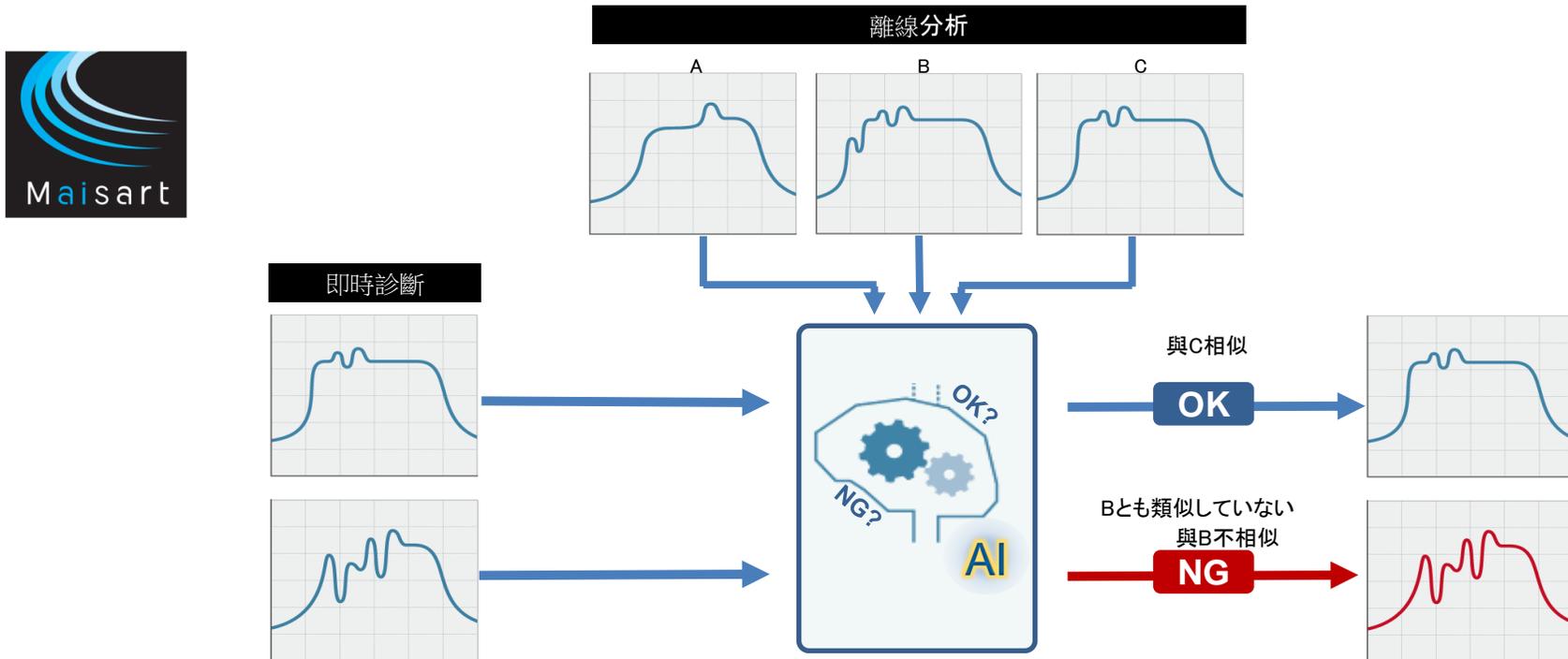
類似波形認識

AI技術

Maisart

A 只顯示正常數據  
檢測「異常」  
Anomaly Detection

離線分析將正常稼動時收集的數據，透過AI技術學習正常的波形。  
即時診斷將正常模式與長期監測的波形數據進行比較，計算相似度，判定OK或NG。  
透過AI技術學習/認識波形模式，不須倚賴人類知識也能實現預防保全、品質管理。

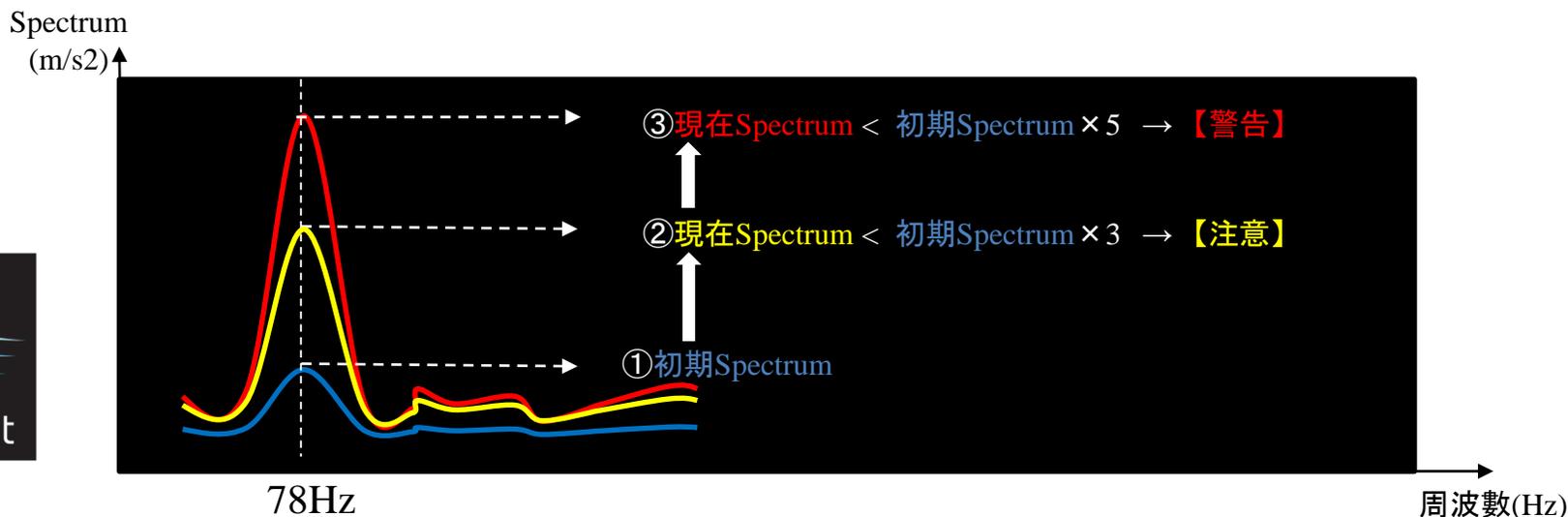


## 監視周波數自動①計算・②監視・③診斷(發生原因・場所的特定・通知)

各監視周波數を自動監視。Spectrum「相對判定評價(ISO10816準拠)」

- ①各監視周波數的初期值測定。
- ②用基準臨界值(3倍・5倍)監視現在值。用2段階判定(注意・警告)

現在值Spectrum	診斷結果	ISO的規定
初期值比 3 倍	「注意」表示	近日保養的關係，振動對策計畫
初期值比 5 倍	「警告」表示	即時停止、振動對策計畫



(例:「外輪損傷」的監視周波數)

