

工業技術研究院

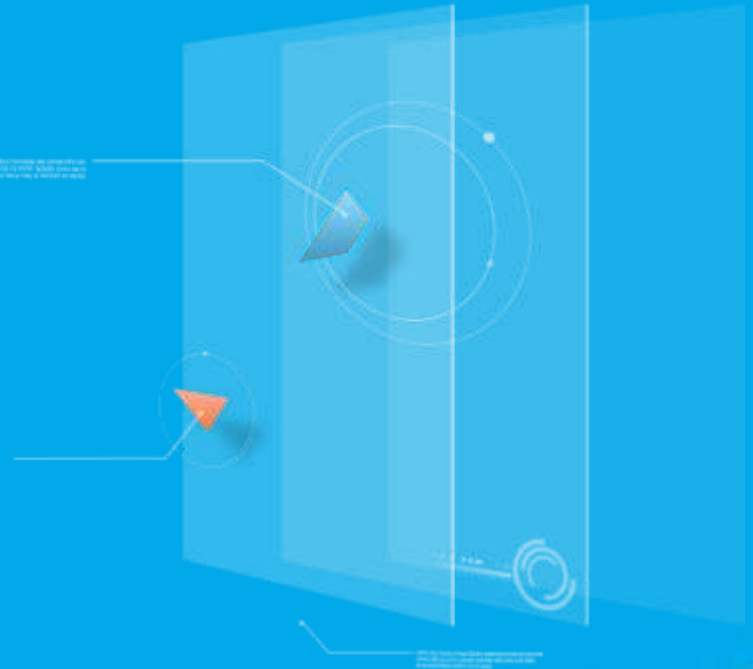
Industrial Technology
Research Institute

傳統工廠的智慧數位轉型

機械與機電系統研究所

工業物聯網技術組

吳志平 組長





JOHN DEERES

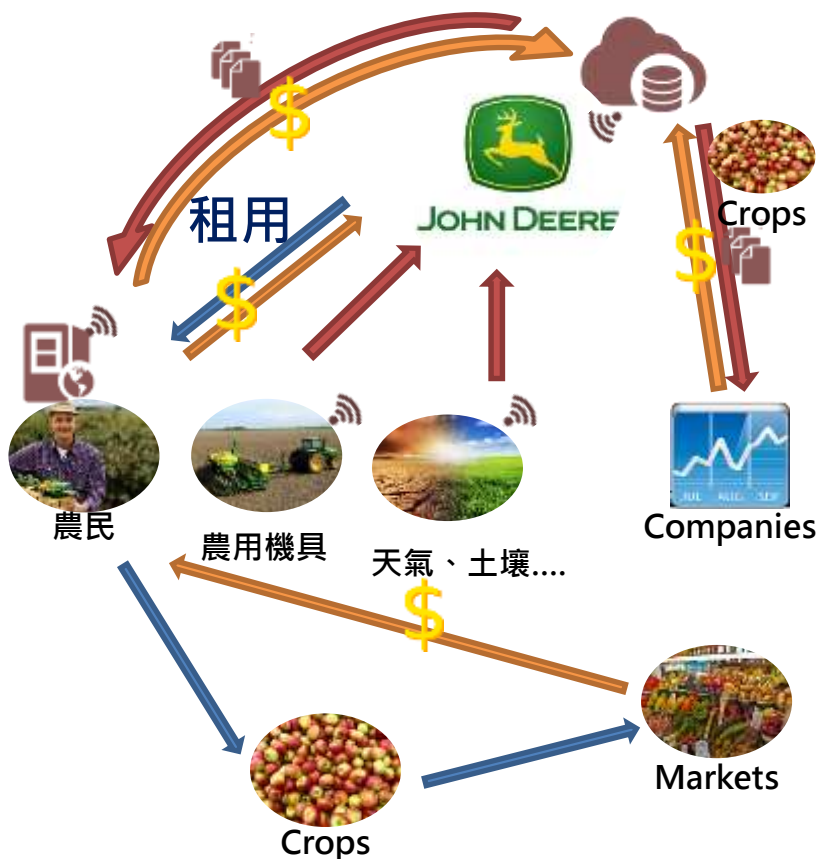
傳統農機公司-華麗的數位轉身



JOHN DEERES農業機械公司



John Deere 業務模式轉變



From: IBM資料

賣農具



- 賣農具給農民

租農具



- 租農具給農民
- 長期合作關係
- 租金對農民負擔較低

設備出租商

賣資訊



- 租農具給農民
- 農具的感測器利用IoT蒐集土壤天氣環境資訊
- 賣資訊和建議給農民

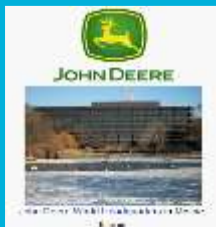
農業顧問



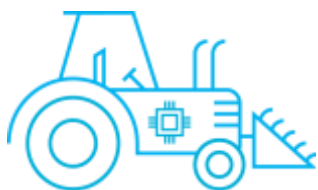
- 租農具給農民
- 賣資訊和建議給農民
- 賣資訊給其他公司
- 政府機構
- 期貨公司 ...

數據提供商

新的業務焦點 (New Focus)



Deere & Company (產品名稱 John Deere) 是一家美國機械設備製造商，原以生產農用機械設備、林業畜牧機具和重機械用柴油引擎為主；2014 位列美國財星 (Fortune) 500 大的第 80 位，目前除了原本的農用機具，還提供農民財務服務和農業相關服務。



感測資料 Sensor data

- 機具情形
- 土壤狀況
- 農作物狀況

Better Operations

- 減少故障待修時間
- 提高燃料效率
- 提高收成

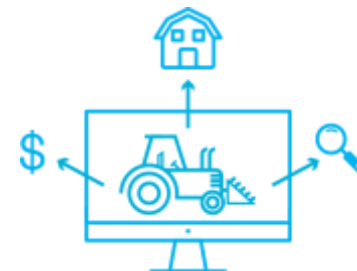


外部資料分析 External Data and analytics

- 區域天氣
- 市場需求

Better Business

- 最佳收成時間
- 較佳的市場價格



銷售資訊 Information sold to

- 農民
- 農產企業或期貨商
- 市場零售商

Better Strategy

- 新的業務模式
- 新的生態圈
- 新收入來源

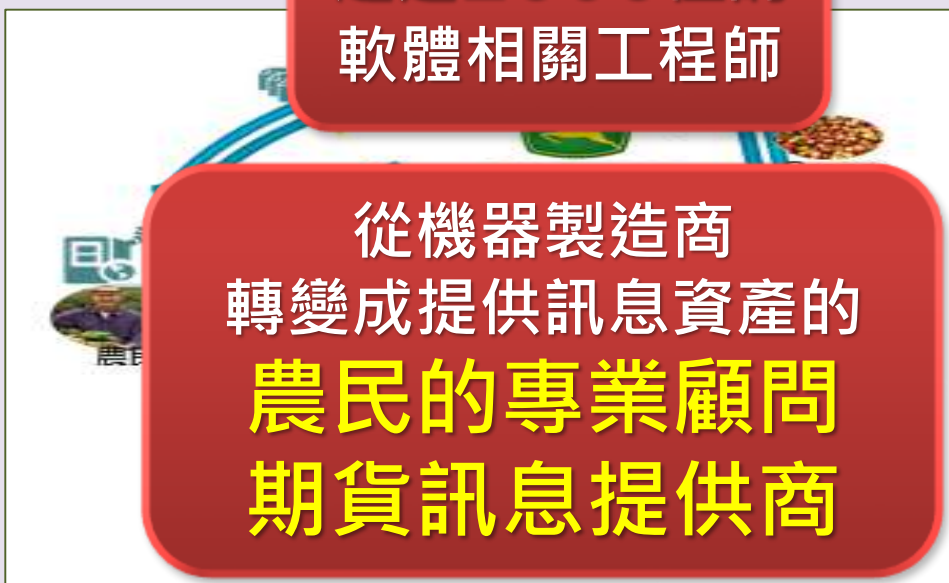
From: IBM資料

新的專業能力 (New Expertise)



- 原有業務模式所需專業能力
 - 產品開發能力
 - 產品製造能力
 - 產品銷售和服務能力

超過**2000**位的
軟體相關工程師



- 新模式所需的專業能力
 - 農業生化專業能力
 - 感測器/資訊收集能力
 - 資料分析能力 (Analytics)
 - 產品銷售能力
 - 資訊銷售能力
 - 財務期貨知識能力
 -

From: IBM資料



GE的數位轉型

國際級的失敗案例

GE的轉型



1981-2001



2001-2008

2008-2014

Predix

2014-迄今

I

多元發展

II

專注工業

III

數位轉型



金融
海嘯

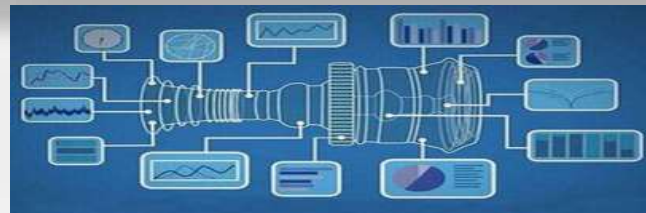
- 8個工業產品集團
- 4個金融產品集團
- 1個新聞媒體
- 金融成為主要獲利來源
- 集團互補性不足

金融主導



- 重新定義GE是一家工業企業
- 出售金融資產
- 收購法國阿爾斯通能源部門
- 對研發部門加大投入
- 投入工業網際網路

工業優先



智慧設備

智慧分析

製造
服務化

智慧決策

製造+數位=服務化

數位泥沼



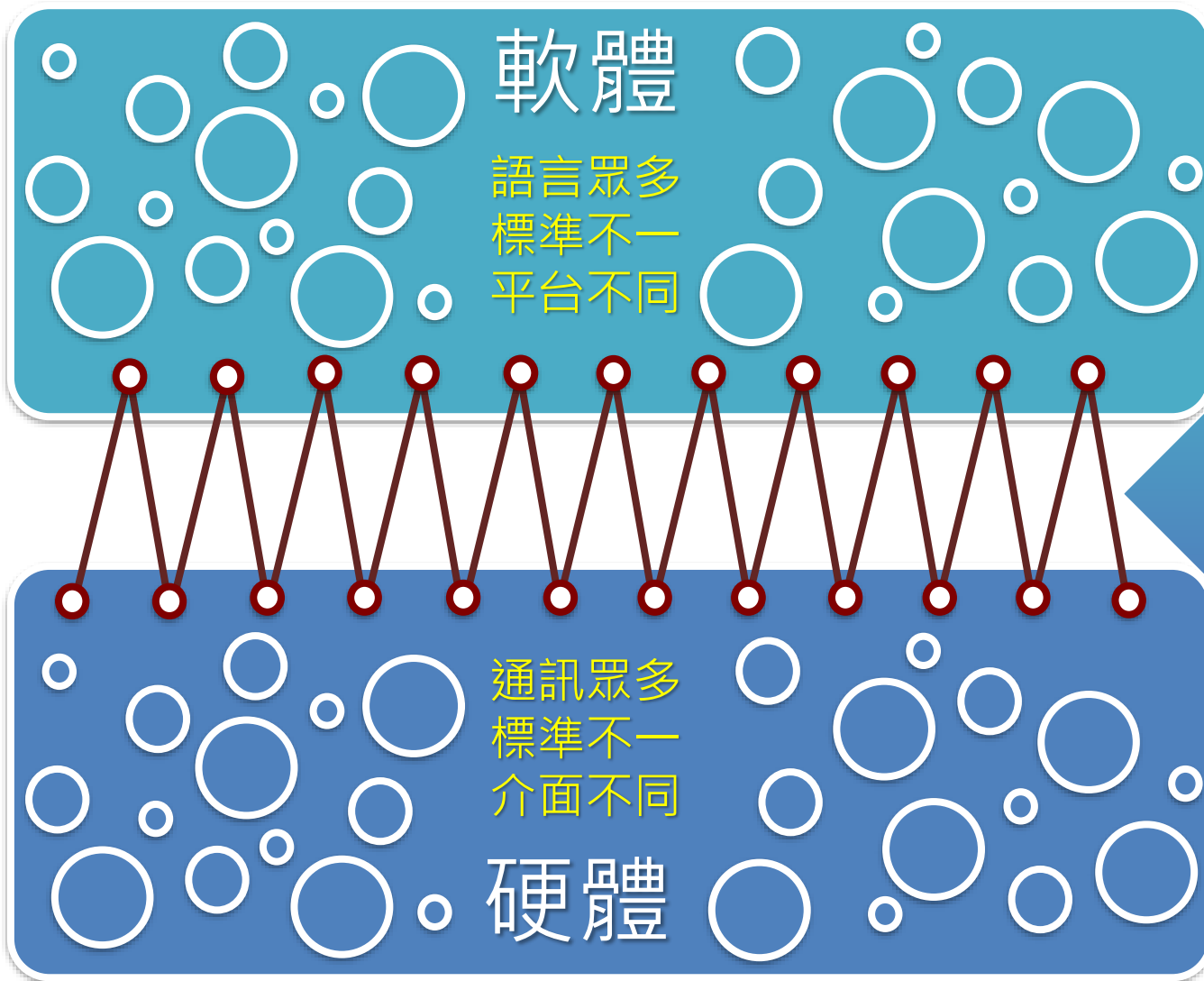
股價跌破10美元，奇異才走出數位轉型泥淖



商業周刊 No. 1710



產業的型態



大型

中小型
系統整合商

大型

FANUC

SIEMENS



半導體智慧製 成功的啟示



半導體產業成功的因素



1

大資本



台積電赴美設廠
120億美元 (3600
億台幣)

2

原料/載具/製程
標準化



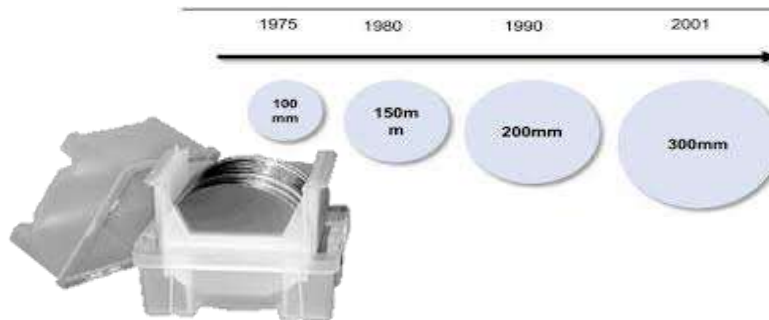
ASML

ASML光罩機
每台1.1億美金
(33億台幣)

3

通訊
標準化

SEMI E30 – GEM (1992)	
SEMI E5 – SECS II (1982)	
RS232	TCP/IP
SEMI E4 – SECS I (1980)	SEMI E37 – HSMS (1994)



傳產數位轉型的困難

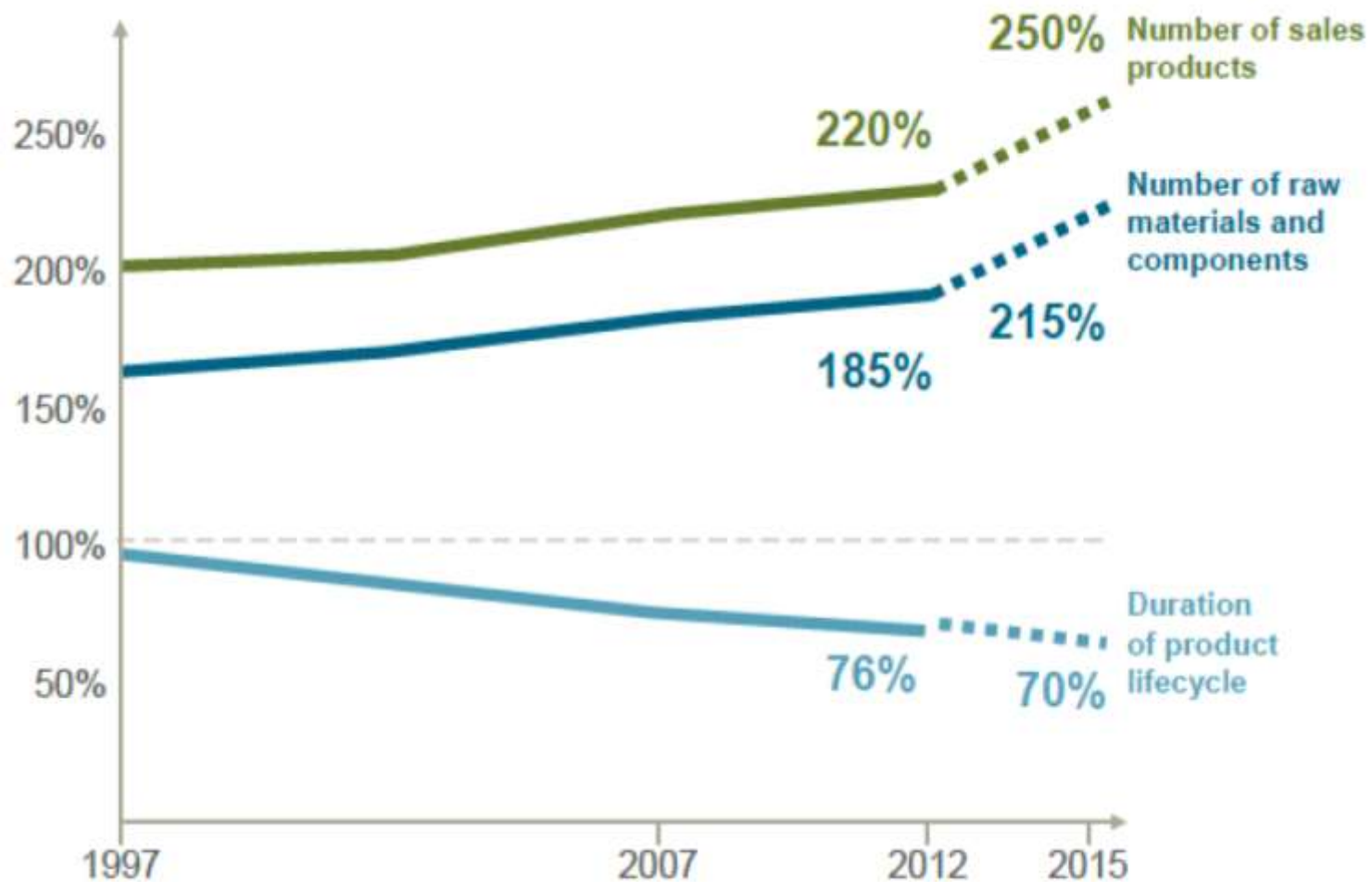
- 沒有統一的通訊標準
 - 設備與設備，設備與系統，系統與人...
- 沒有統一的載具規格
 - 不同材質：金屬、陶瓷、塑膠...
 - 不同形式：粉狀、塊狀、條狀...
- 沒有統一的製程流程
 - 很難定義標準的設備，設備的規格就相對凌亂
 - 加工方式：切削、研磨、拋光、沖床、加熱、去應力...





台灣製造業的數位轉型

全球製造業-產品特性的演變



產品種類
日益增加

產品組成
複雜

產品生命
週期縮短

資料來源：

Roland Berger; Increase of product variety across all industries such as Automotive, chemicals, machinery, Fast Moving Consumer Goods and pharmaceuticals



中國智慧工廠的大戰略

用數位消費者快速啟動智慧工廠產業革命



From: 中國互聯網經濟白皮書2.0/波士頓諮詢公司、阿里研究院與百度發展研究中心聯合研究



台灣製造業的國際水準

★由GMCI指標來看，台灣製造業位居國際製造業的前段班

- 在國際性會計審計專業--勤業眾信的“Global Manufacturing Competitiveness Index” 報告中，台灣名列全球第7名(2016)，預估2020全球第9名

Deloitte.

Global Manufacturing Competitiveness Index:
Country rankings

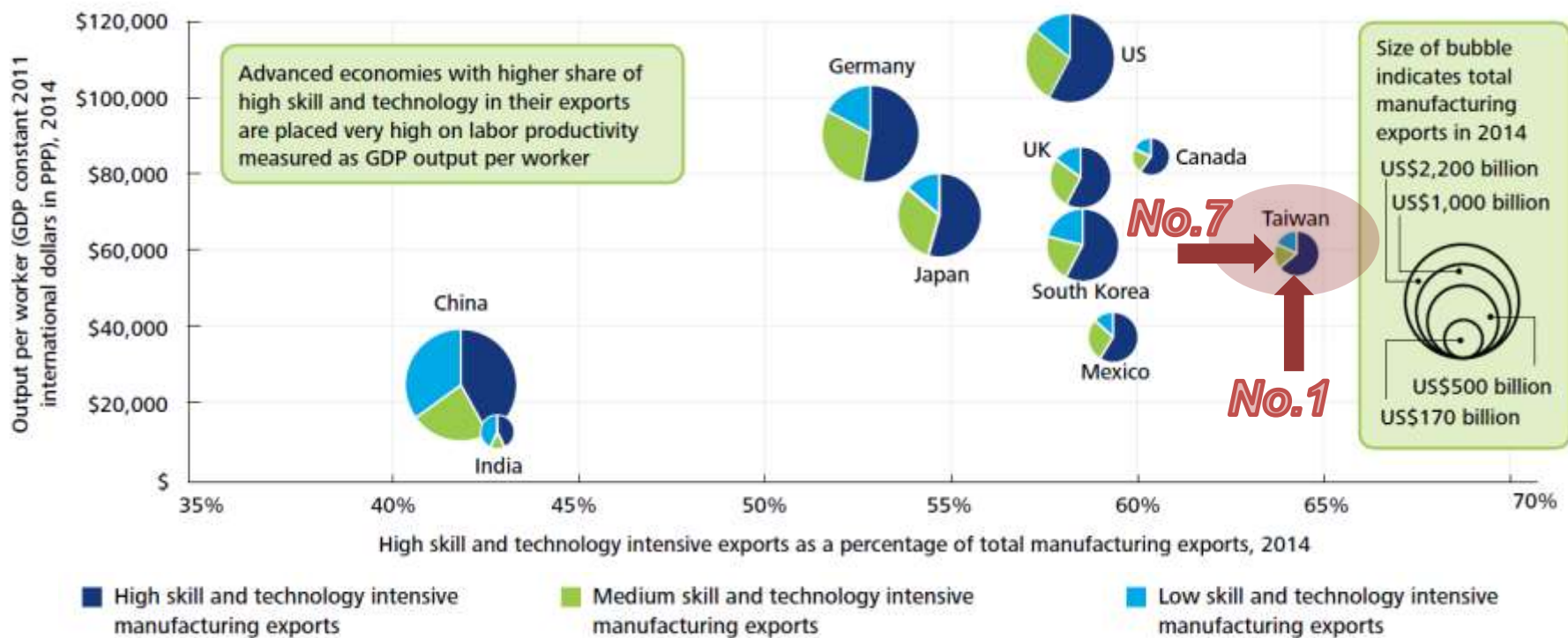
2016 (Current)		
Rank	Country	Index score (100=High) (10 = Low)
1	China	100.0
2	United States	99.5
3	Germany	93.9
4	Japan	80.4
5	South Korea	76.7
6	United Kingdom	75.8
7	Taiwan	72.9
8	Mexico	69.5
9	Canada	68.7
10	Singapore	68.4
11	India	67.2
12	Switzerland	63.6
13	Sweden	62.1
14	Thailand	60.4
15	Poland	59.1

2020 (Projected)			
Rank	2016 vs. 2020	Country	Index score (100=High) (10=Low)
1	(▲ +1)	United States	100.0
2	(▼ -1)	China	93.5
3	(↔)	Germany	90.8
4	(↔)	Japan	78.0
5	(▲ +6)	India	77.5
6	(▼ -1)	South Korea	77.0
7	(▲ +1)	Mexico	75.9
8	(▼ -2)	United Kingdom	73.8
9	(▼ -2)	Taiwan	72.1
10	(▼ -1)	Canada	68.1
11	(▼ -1)	Singapore	67.6
12	(▲ +6)	Vietnam	65.5
13	(▲ +4)	Malaysia	62.1
14	(↔)	Thailand	62.0
15	(▲ +4)	Indonesia	61.9

Ref: Deloitte, "2016 Global Manufacturing Competitiveness Index"

台灣製造業的狀態

★台灣製造業雖然位居國際製造業的前段班，但人均產值(Output per Worker)不高



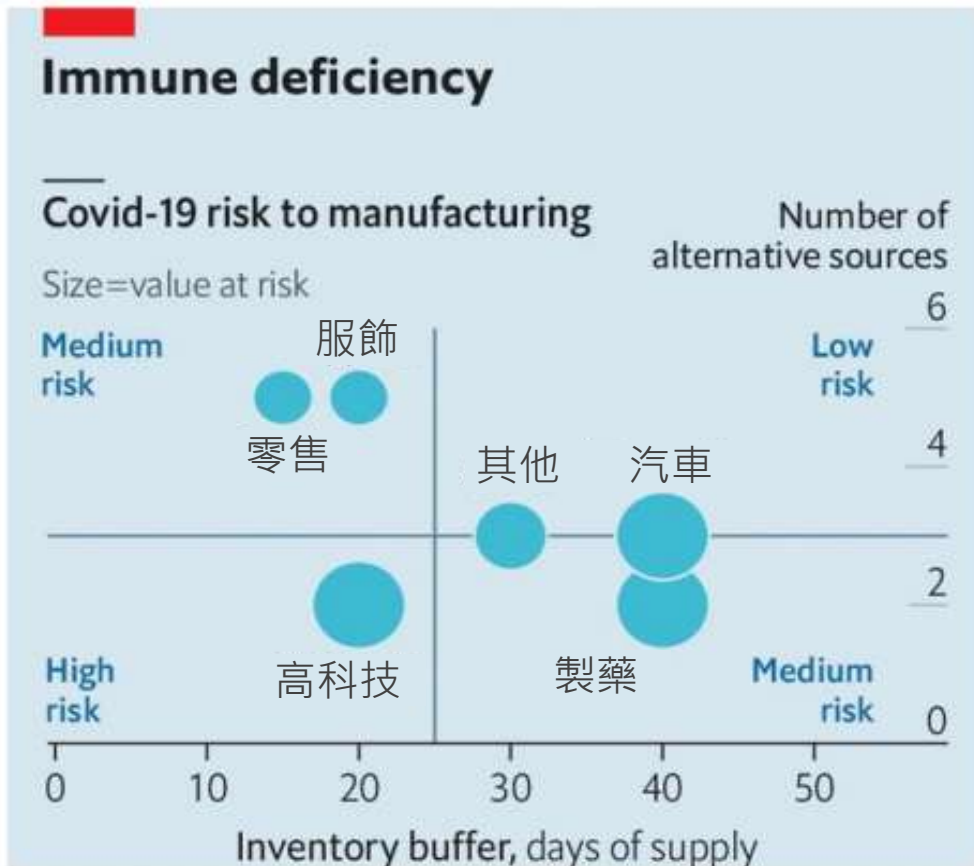
Output per worker (GDP constant 2011 international dollars in PPP), 2014 vs. high skill and technology intensive exports as a percentage of total manufacturing exports, 2014

疫情趨動製造業

韌性生態鏈:客製化、適地化、智慧化

疫情衝擊下，對製造業的風險

(庫存天數 vs. 零件來源多元)



資料來源：Economist (2020/02)

疫情下，跨國製造業風險：

- 即時(JIT)生產，低庫存量
- 零組件來源之替代性不足
- 勞工與交通阻斷 (停工、斷鏈)
- 消費行為改變 (追單、砍單)

製造業提升韌性生態鏈主軸：

- 客製化：零接觸(低人工干預或智動化)訂製化的服務
- 適地化：具分散式生產與敏捷式(多元化)供應
- 智慧化：結合專業之分析預測的決策模式

工研院產業科技國際策略發展所 2021年06月29日

台灣製造業-面臨的三大變局



中美貿易戰

全球產業版圖重塑

新冠疫情的衝擊



台商全球
製造佈局

短鏈供應

產線移動化

數位轉型





數位化與數位轉型



數位化

可被統計分析的數據



數位優化

數據的統計/分析/決策



餐廳

雜貨店



數位轉型

與客戶互動的商業模式轉變



智慧工廠-數位轉型三主軸

智慧製造

智慧產品

智慧商模

製造的數位轉型



產品的數位轉型



工具機、產業機械、機器人等



智慧主軸、控制器、伺服馬達等

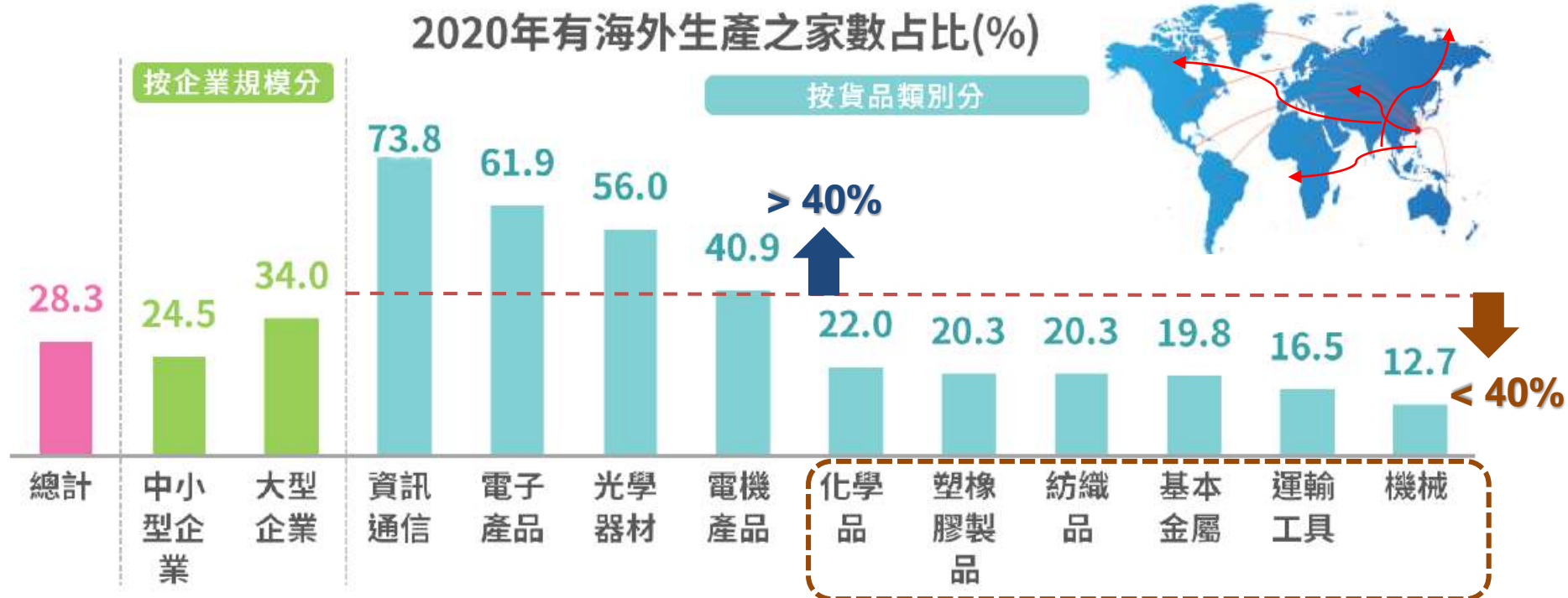
商模的數位轉型



台灣企業-全球化生產佈局現況

國內有28.3%企業採用全球生產布局模式

- 以企業規模觀察，國內中小型企業約有24.5%採取全球布局，低於大型企業之34.0%。
- 按貨品類別分，資訊通信、電子產品、光學器材等均有50%以上採取全球布局；**機械業最低僅12.7%**。



資料來源：經濟部統計處-國內企業全球生產鏈布局之變動

政策面：台灣製造產業轉型策略

精密機械



資通訊科技



智慧技術

物聯網	感測器
大數據	3D列印
CPS	機器人
精實管理	

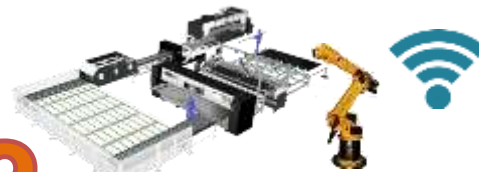
智慧機械



一大目標

1 製造業 (智慧生產線)

- Total Solution
- 建置Domain Know-How應用



2 設備業 (機械雲生態)

- 帶動設備業者轉型成系統整合商

機械雲平台



消費者



產品/服務

創新
品牌
客製化
智慧化

消費者的需求與應用產業將快速連結

整廠整線輸出國外



國內應用產業練兵

航太 半導體

機械設備、金屬運具、電子資訊、能源、3C、食品、紡織...

產業面：製造業短鏈的解決方案

解決方案：人性化生產線>>智慧化半自動產線

自動
化

減少人力



智慧
化

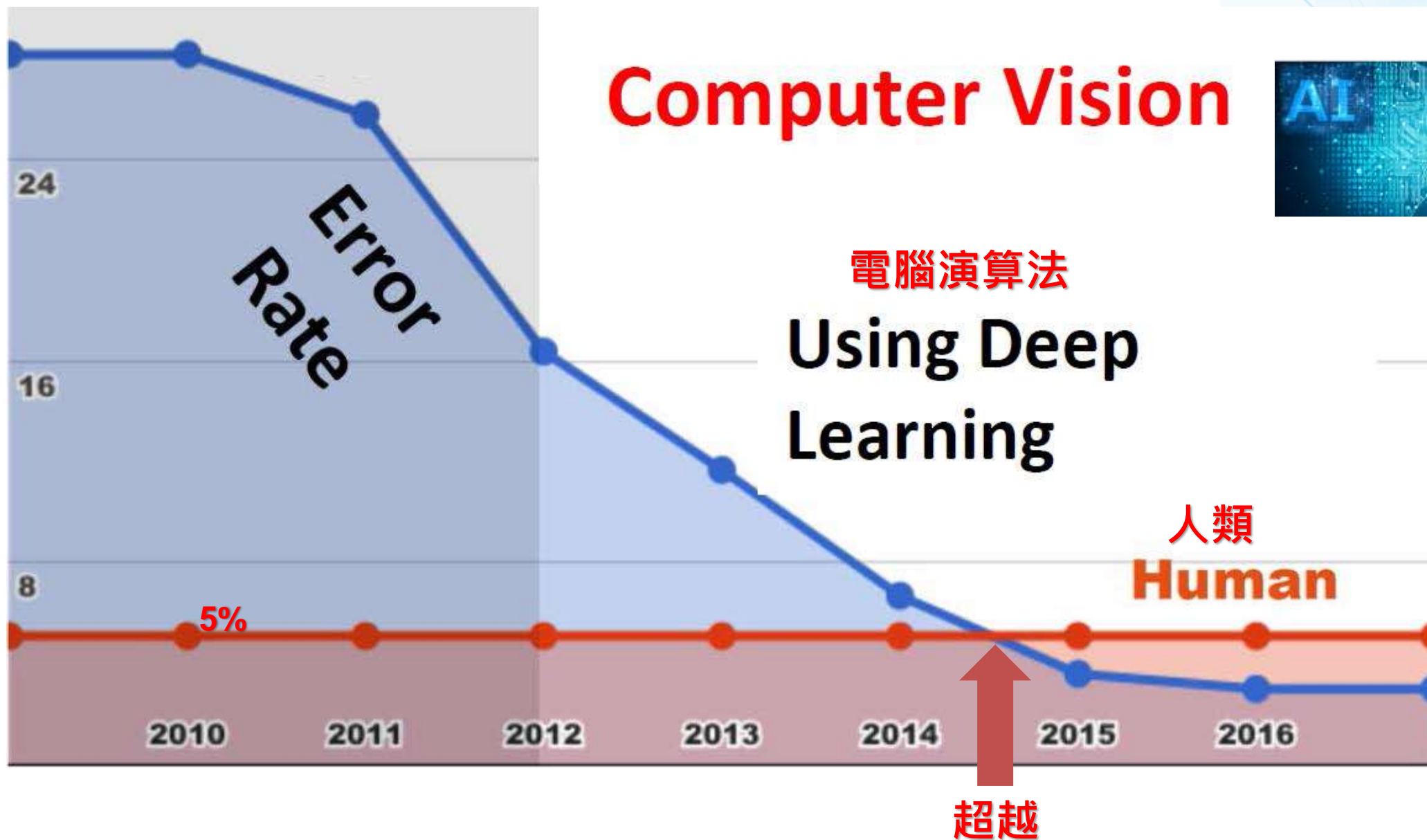
取代老師傅

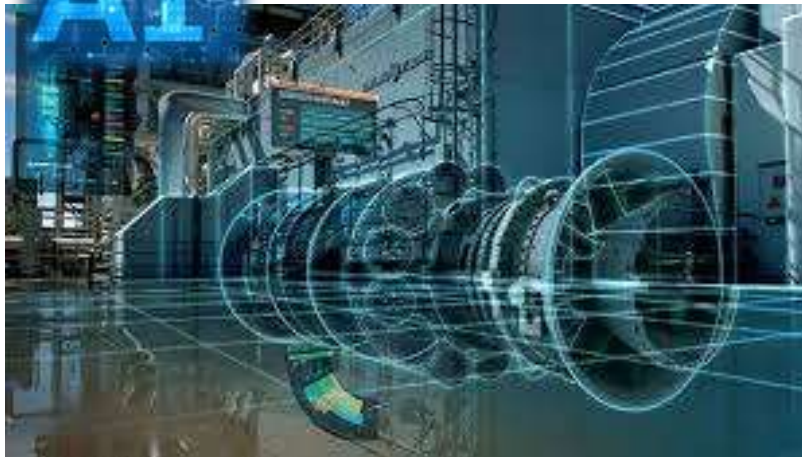




AI 啟動傳產智慧製造的 轉折力量

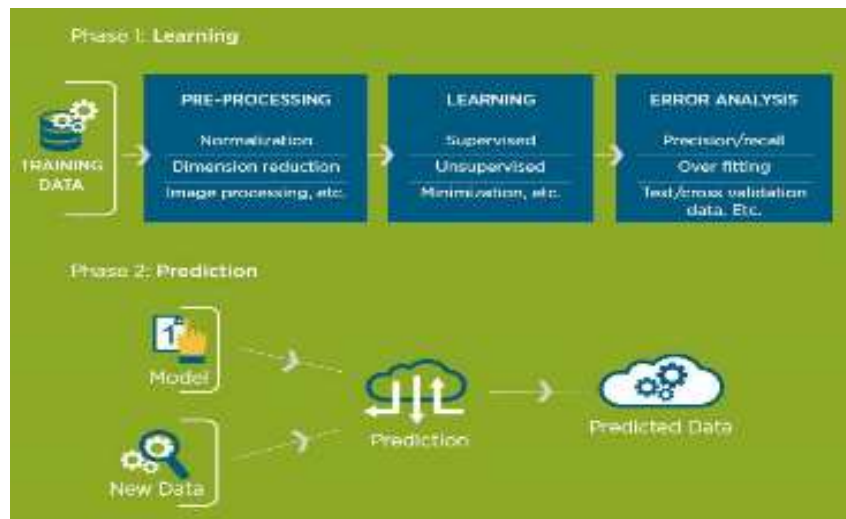
電腦AI在2014年已經超越人類



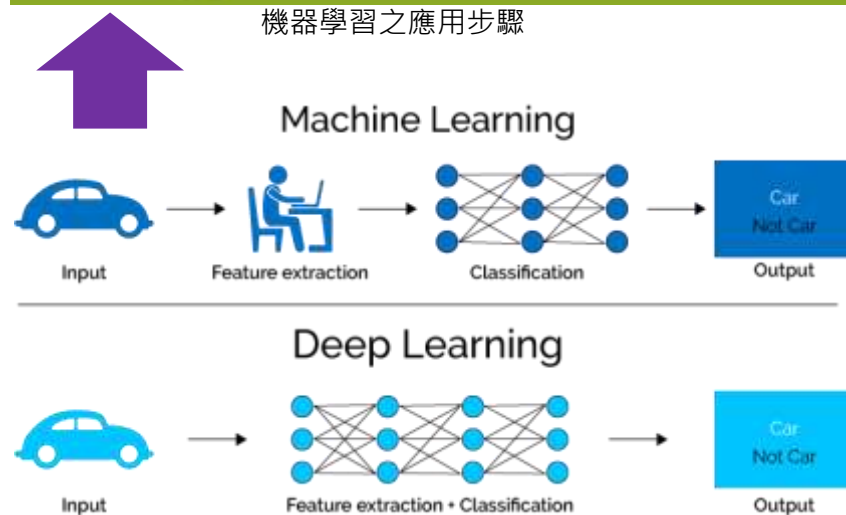


AI的迅速發展，拉平技術差距
降低後進者的門檻 形成更強的競爭壓力
卻也給台灣一個彎道超車的機會

AI在製造業的應用



機器學習之應用步驟



深度學習合併特徵與分類步驟



預測
+
最佳化



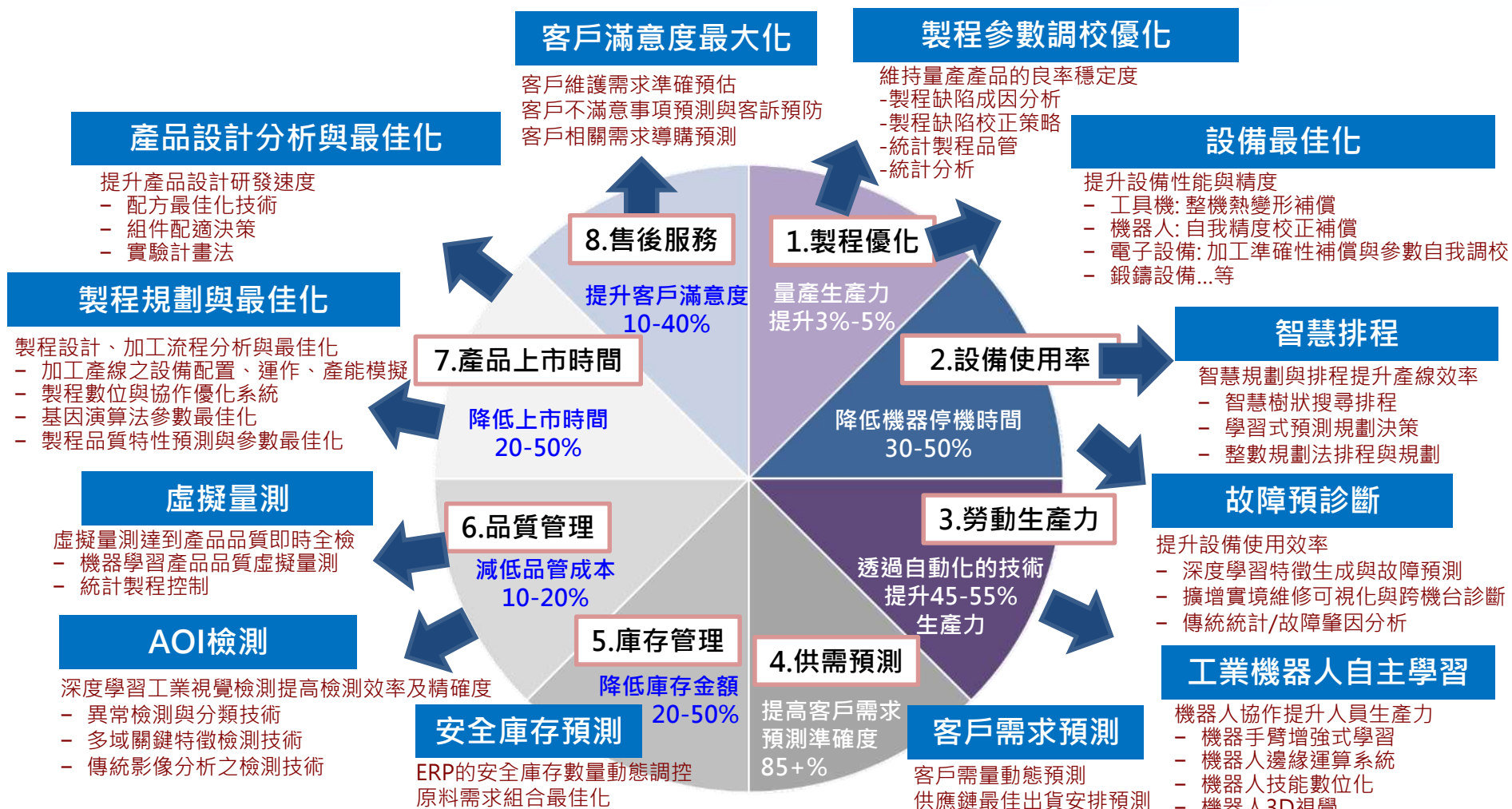
布料視覺檢測應用



維護應用

智慧製造-八大面向AI佈局

從McKinsey智慧製造價值驅動力的八大面相中，選定藉由AI技術導入，開發創新的機械與製造技術，提升應用產業之製程優化、設備使用率、勞動生產力，降低品管及庫存成本



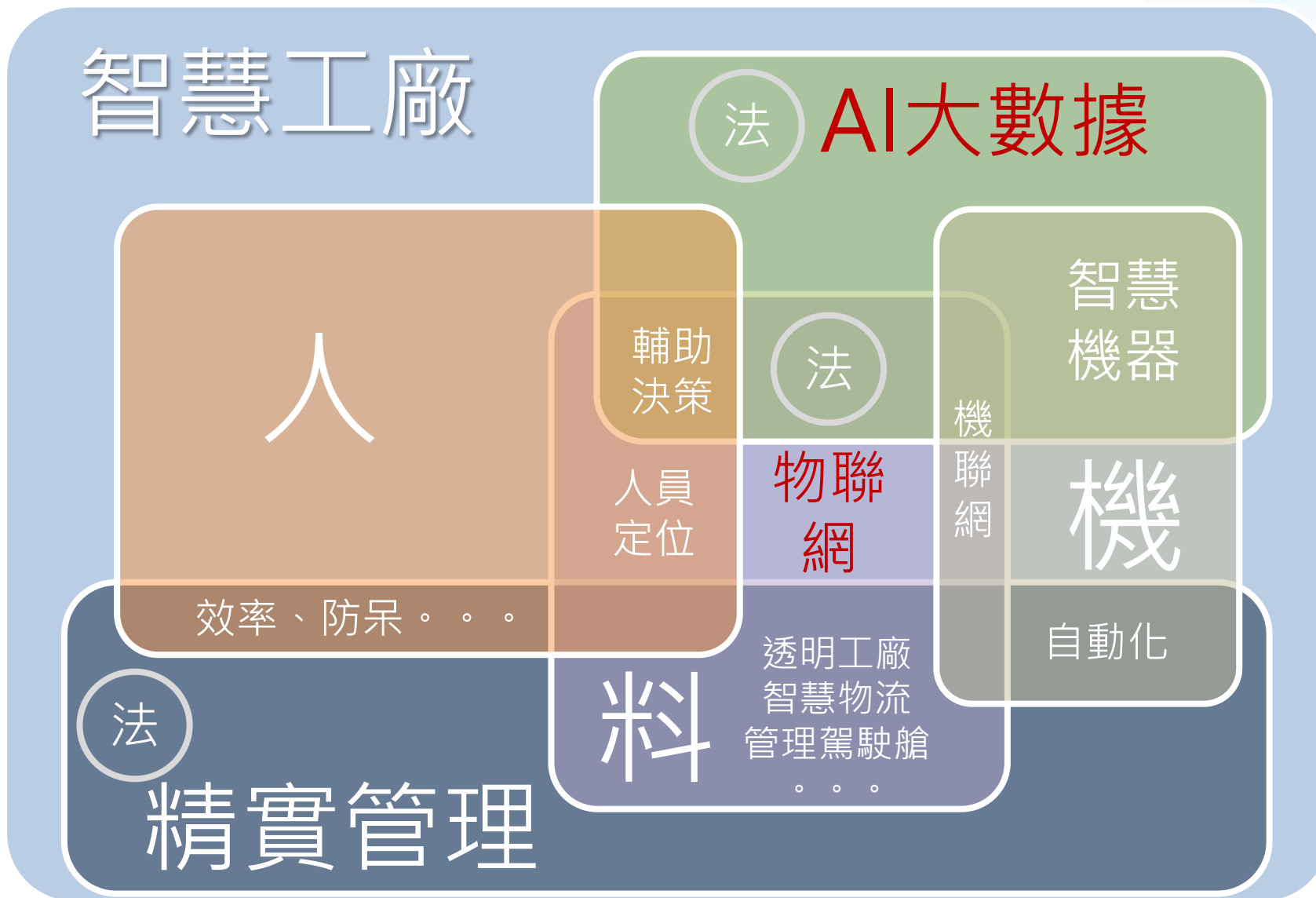
資料來源：工研院&"Industry 4.0 How to navigate digitization of the manufacturing sector ", McKinsey&Company,



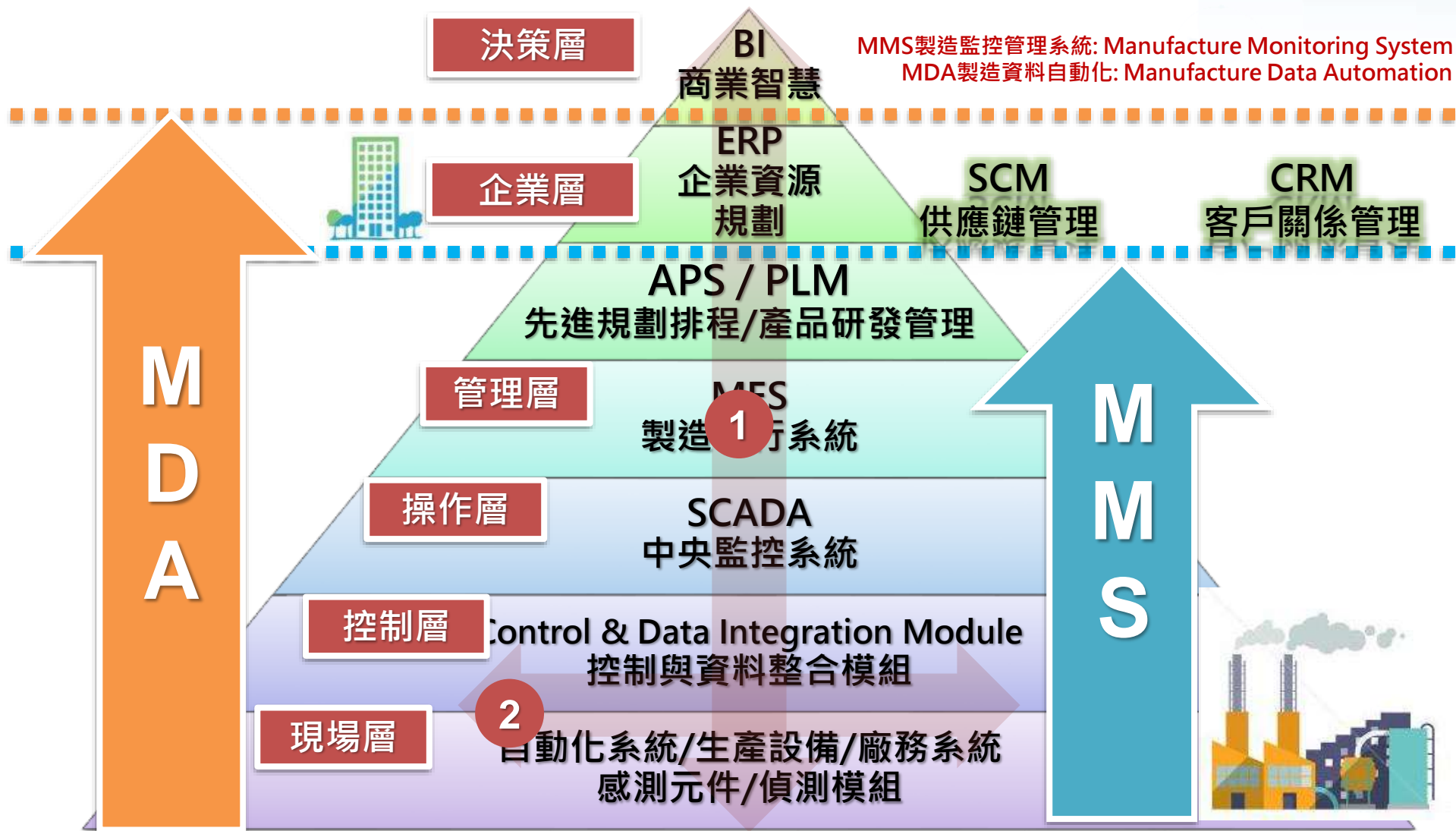
智慧製造的執行策略



智慧工廠-生產四大要素的升級



系統架構規劃



傳統產業需要什麼樣的智慧工廠？

目標

人性化智慧工廠

軟體

資料流自動化
MES+營運戰情中心

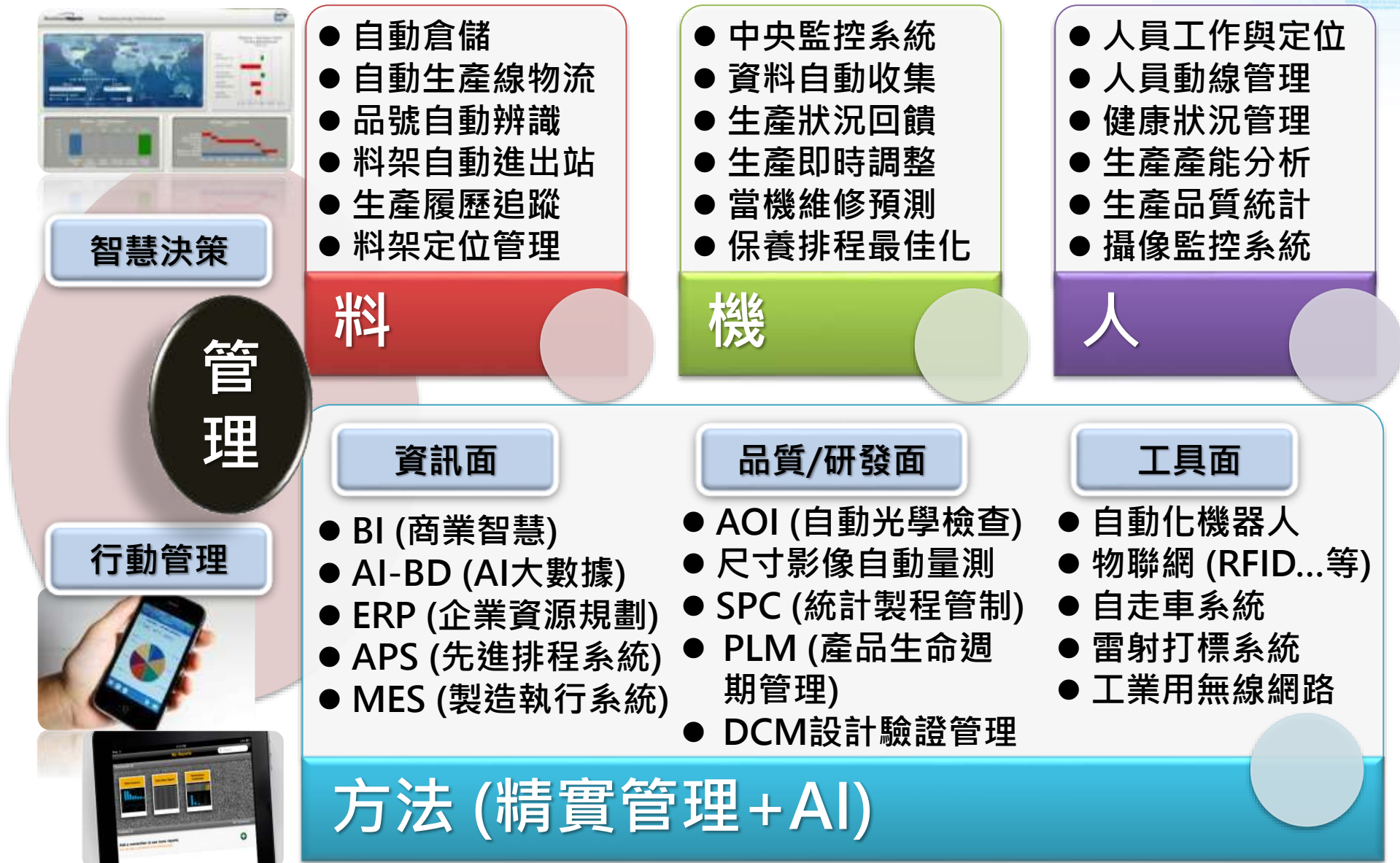
硬體

生產作業自動化

基石

精實管理自動化

常用的基本系統與模組



智慧工廠-要啟動三大核心的變革

從【自動化】落地開始，再到【智慧化】應用的實踐



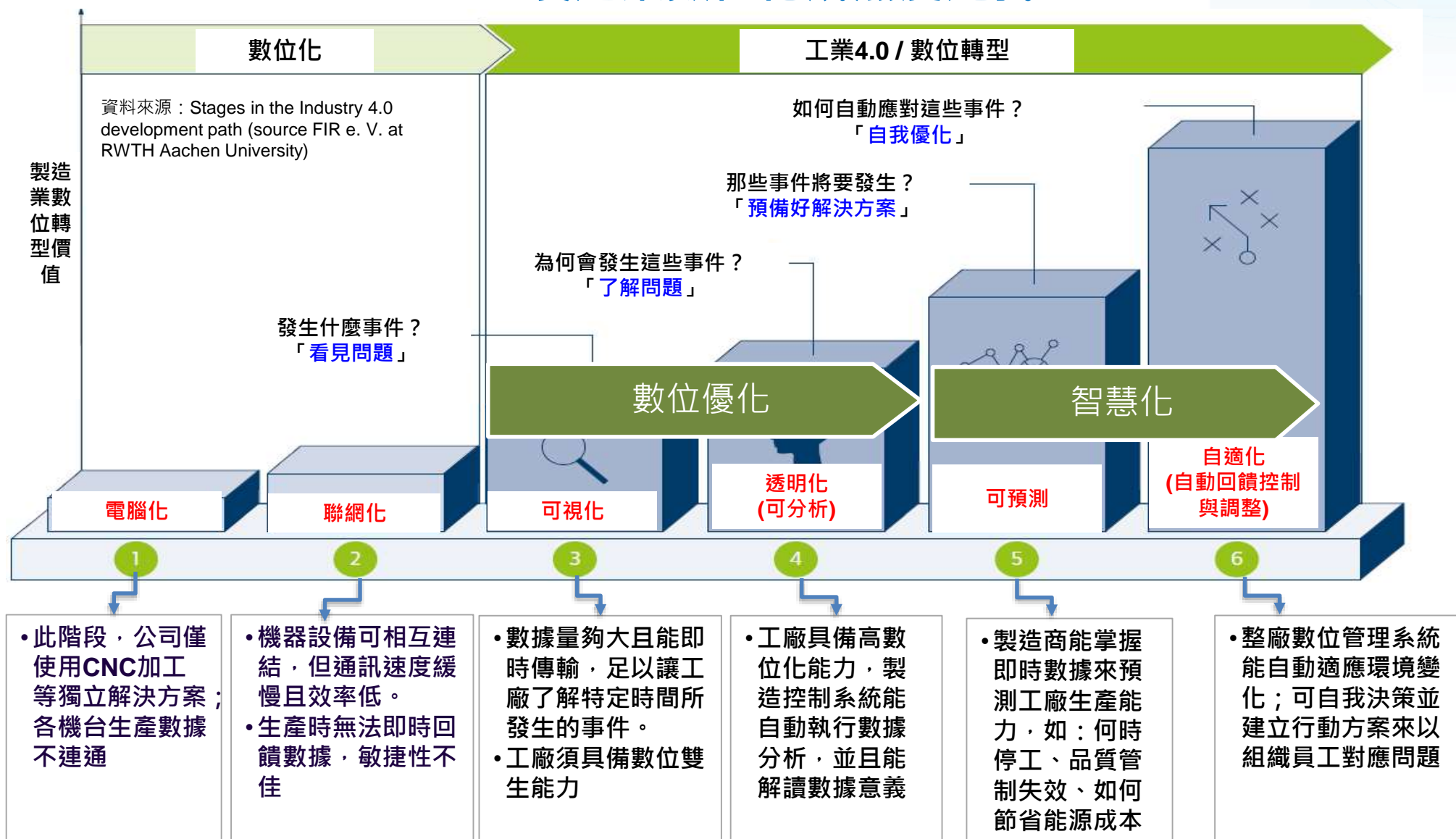


智慧製造的實施方法



以OT面向的智慧製造

製造業數位化成熟度定義



智慧工廠-關鍵技術元素

產品品質 (產品醫生)

AOI (高反光/高透光/複雜紋理)、3D視覺、影像融合/校正、特殊光源設計、非接觸內部缺陷檢測、異音聲波檢測...

設備品質 (設備醫生)

設備健康指數、設備壽命預測、設備異常原因分析、震動與多變數預兆診斷、遷移式預測...

工業AI平台

演算法應用/平台工具/
遷移式學習

產線佈局

新廠	機/人/區域新建規劃
舊廠	機/人/區域最佳化

產線智能 (智能控制)

單機智能控制、品質自動調校、參數最佳化、製程異因分析、產線智能調變與控制...

物聯網 (建立通訊)

SMB智慧機上盒、物料聯網、人聯網、通訊、數據可視化、數據整合、數據行動化...



智慧工廠系統整合

工研院 巨資中心

OT

製造系統整合AI平台

IT

智慧機械

生產作業自動化

資料流自動化

智慧資訊

工廠AI大數據

AOI

自動化
量測/
診斷

智慧機器

品質

產品/設備

品質履歷

生產線

最佳化

AGV /
機器人

SCADA
物聯網

智慧工廠
顧問

精實
管理

量測中心
電光所
智機中心

Hardware

建廠

資訊

設備

資通所
巨資中心
服科中心

Software

企業AI大數據

AI/BI/ERP/SCM/CRM

Data-Driven Simulation

MES

生產管理
系統

PLM
APS
WMS
流程報表

工程資訊分析

EDA APC
FDC SPC

P
M
S

設備
維修
排程

工研院 機械所

(G+Q+M)

工研院 南分院



機器人的進化

路徑程式自動產生



數位雙生



眼睛



皮膚



手指



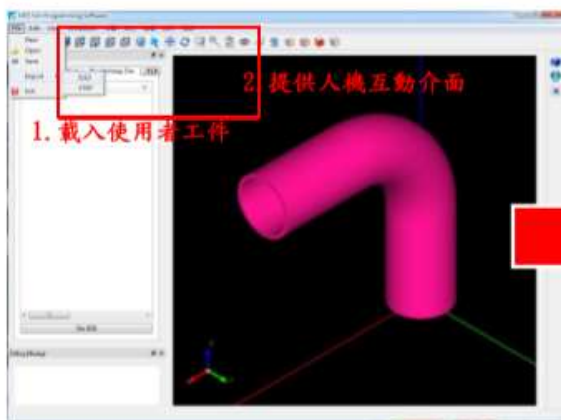
腳



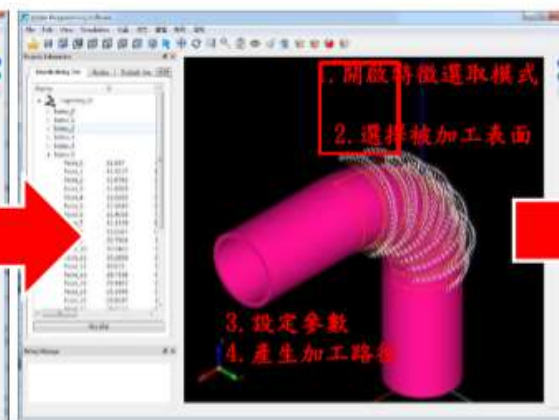
CPS自動編程機器人

加工零件離線編程(EzSim)--六個步驟完成機器人路徑生成

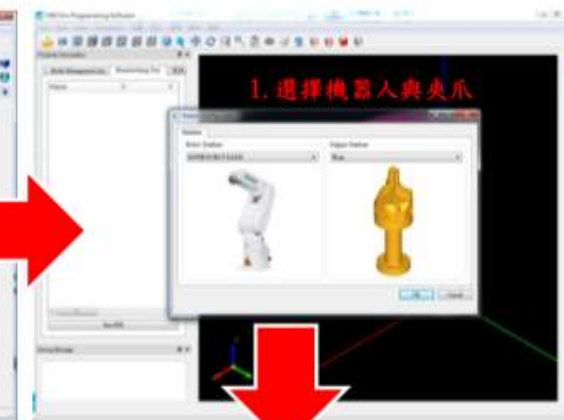
■ Step1: 載入工件模型



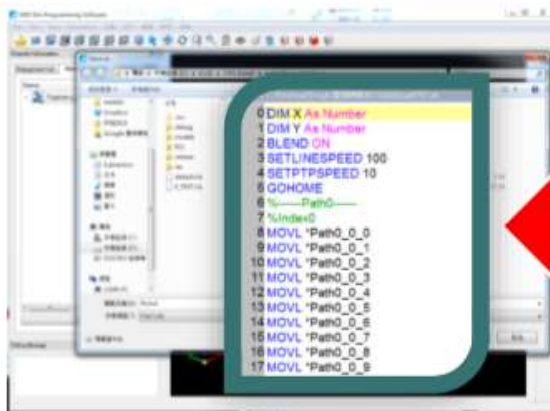
■ Step2: 產生加工路徑



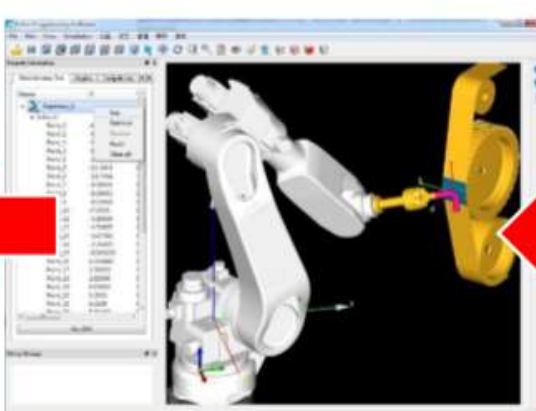
■ Step3: 載入機器人模型



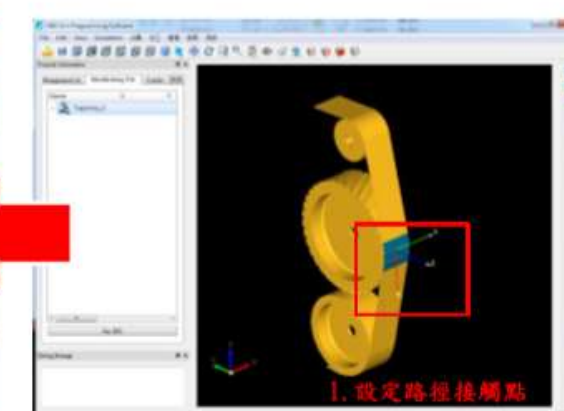
■ Ste6: 產生機器人路徑



■ Ste5: 機器人運動模擬



■ Step4: 載入砂帶機模型





CPS研磨拋光機器人進化

	國外機器 手臂研磨	導入工研院CPS研磨拋光 1.0技術	導入工研院CPS研磨拋光 2.0技術
路徑 產生	人工教導	EzSim 機器人模擬器 (離線路徑編程) 	EzSim 機器人模擬器 + SmartVision 設備定位 (線上路徑編程) 
調機 時間	14天	1天 (節省90%調機時間)	1小時 (節省99%調機時間)
研磨 時間	3個工序, 360秒	2個工序, 270秒 (提升25%)	2個工序, 270秒 (提升25%)
研磨 品質	稜線與曲面效果差 	稜線與曲面效果佳 	稜線與曲面效果佳 

研磨拋光

噴漆

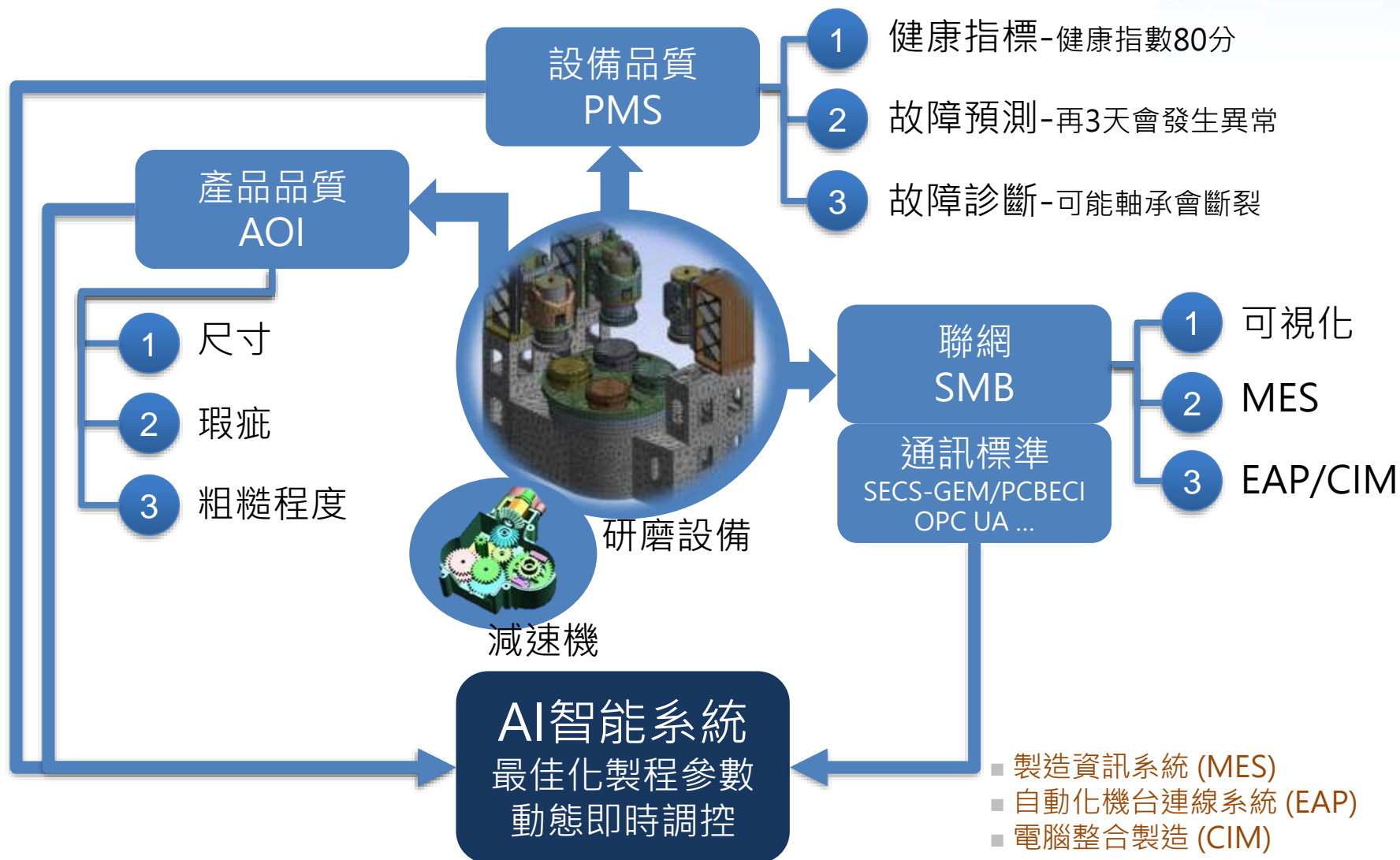
焊接

噴砂

鑽切

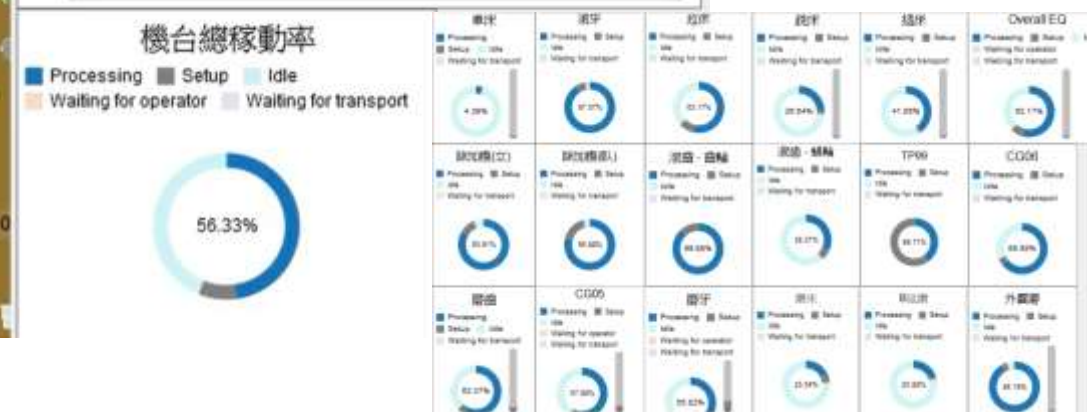
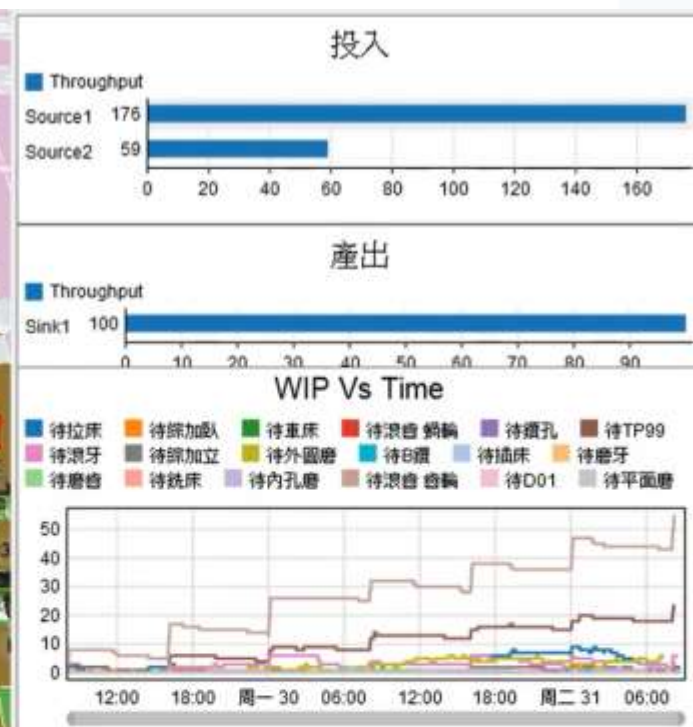


智慧零組件/設備

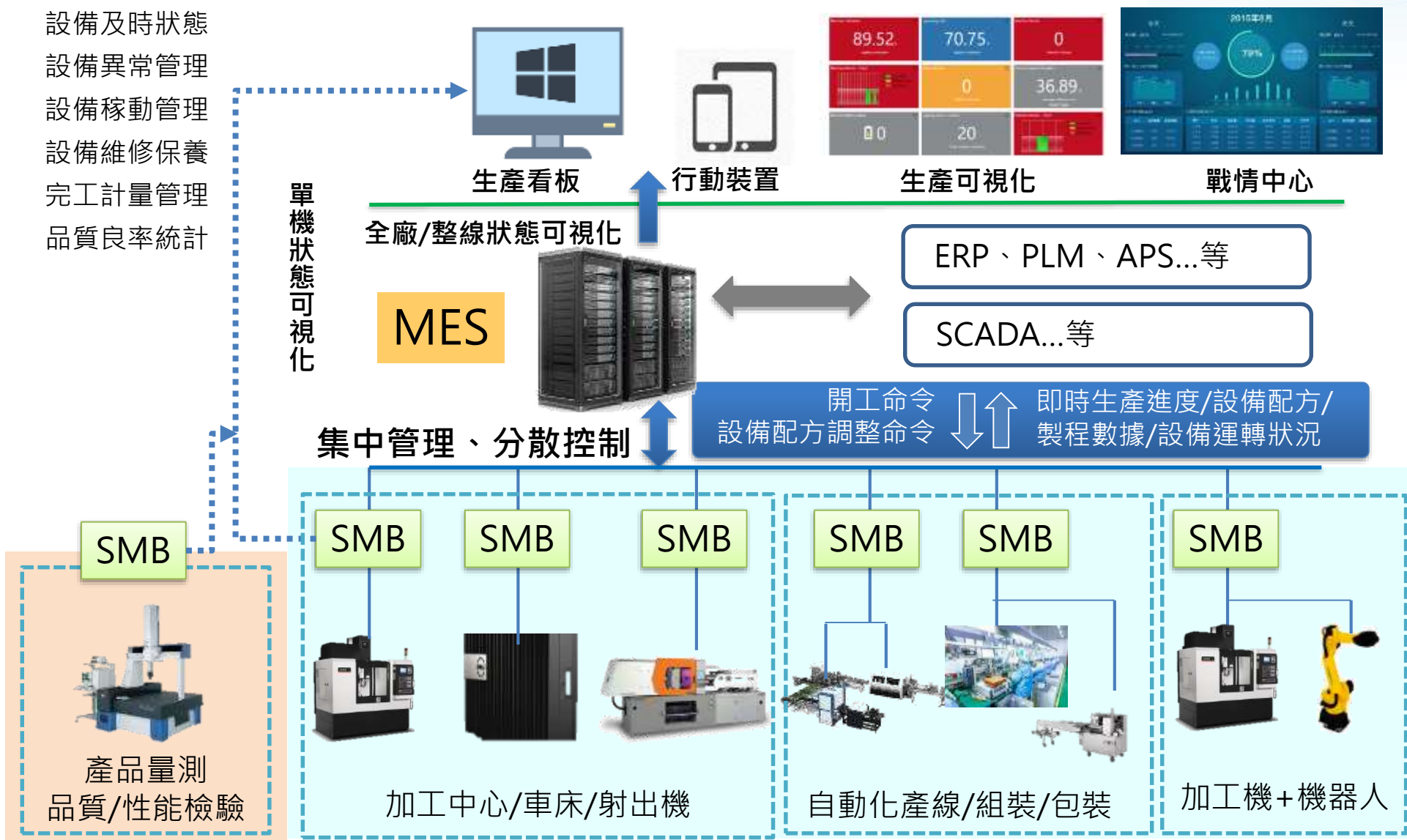


- 製造資訊系統 (MES)
- 自動化機台連線系統 (EAP)
- 電腦整合製造 (CIM)

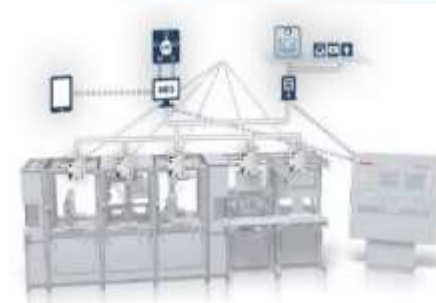
產線動態模擬



機聯網-跨出智慧工廠的第一步



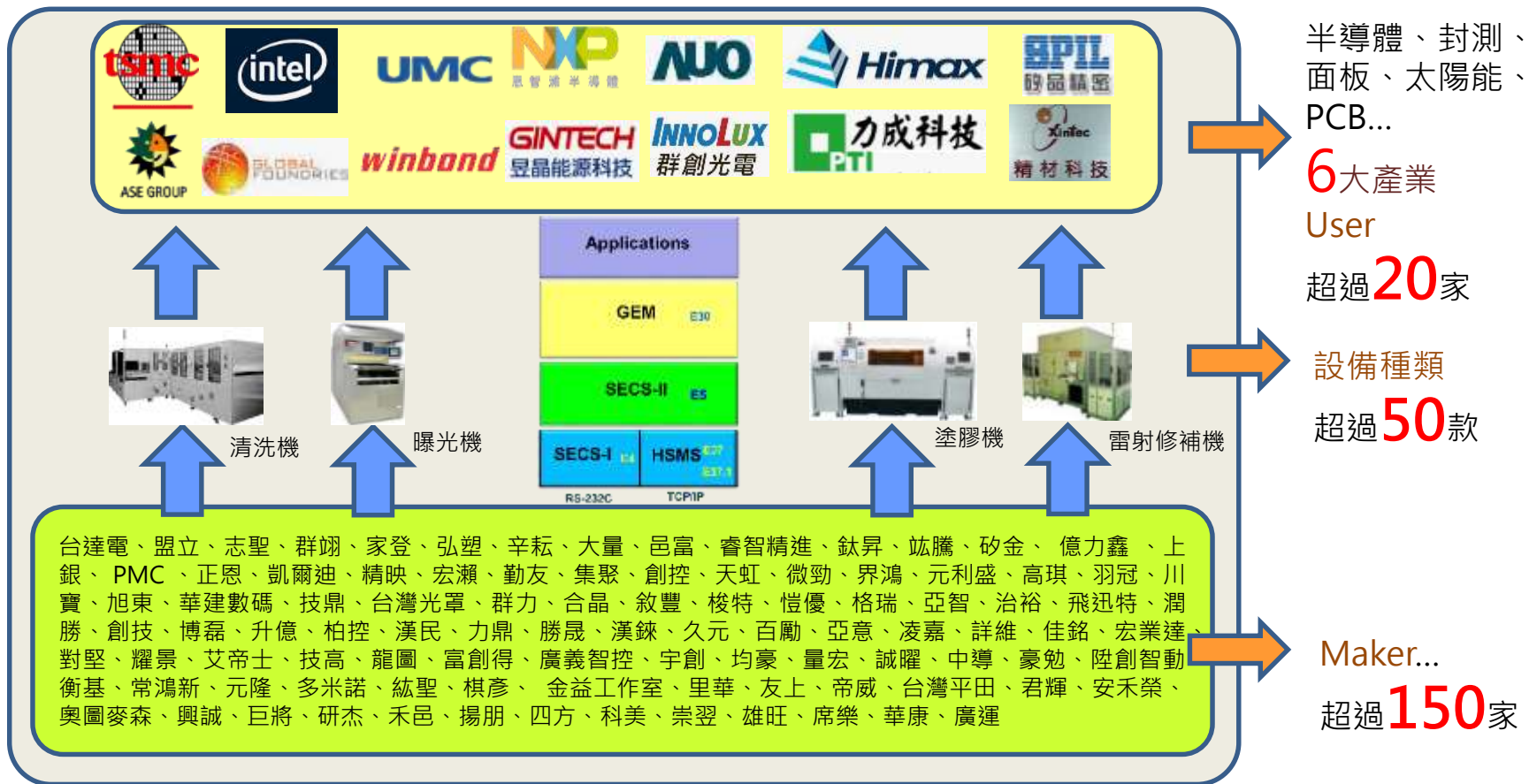
通訊標準演進



SECS/GEM實績

■ 輔導廠商，提升客戶機台連線自動化能力

- 協助國內各設備商建立起半導體設備通訊能力
- 開發工廠端SECS/GEM Driver，促進國內相關產業全面導入機台自動化
- SECS Driver銷售已超過1500套，GEM Driver已銷售超過500套

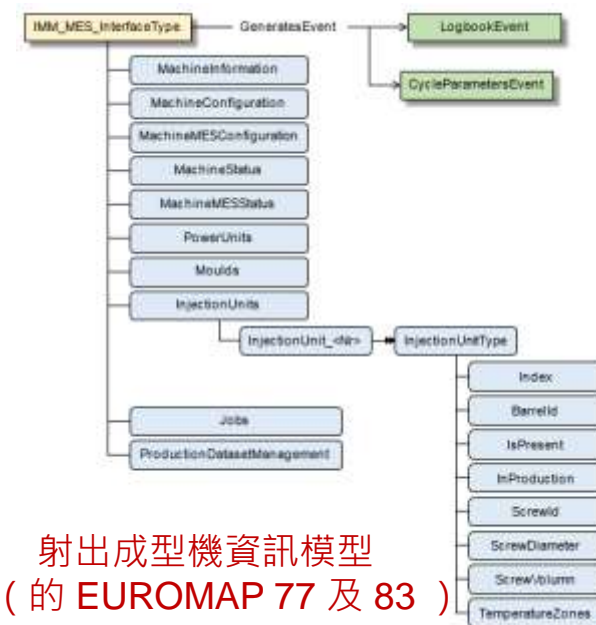


OPC UA及資訊模型通訊技術

- 功能簡介
 - 依據設備的聯網需求，提供設備OPC UA 通訊介面的資訊模型設計與應用開發服務
 - 規劃提供資訊模型一致性驗證測試服務(優先導入台灣工具機及射出成型機EUROMAP 標準)
- 技術特色
 - 提供OPC UA 通訊標準 + 資訊模型及與控制器連線的跨平台整合通訊架構產品
 - 針對產業制訂國際標準及業者智慧化製造需要，可協助建置資訊模型及智慧化應用系統
 - 已針對射出產業的 EUROMAP 77 及 83 資訊模型，建立通訊介面及智慧機上盒IM²Box
- 應用範圍
 - 加工設備通訊聯網(射出產業：智慧機上盒IM²Box可與富強鑫MES系統iMF 4.0整合應用)
 - 機械製造需要建置 OPC UA 通訊標準的設備廠商，
例：工具機、機械視覺、機器手臂等



資訊模型機上盒與富強鑫MES系統iMF 4.0整合



射出成型機資訊模型
(的 EUROMAP 77 及 83)

產品品質：視覺+影像處理+AI

- ◆ 縮短檢測/量測時間
- ◆ 提高檢測之正確率
- ◆ 減少人力需求
- ◆ 數據可回饋給設備
優化製程參數

2D/3D形
貌缺陷檢測
技術



尺寸、曲度、
粗糙度檢測技
術(一般/亮面)

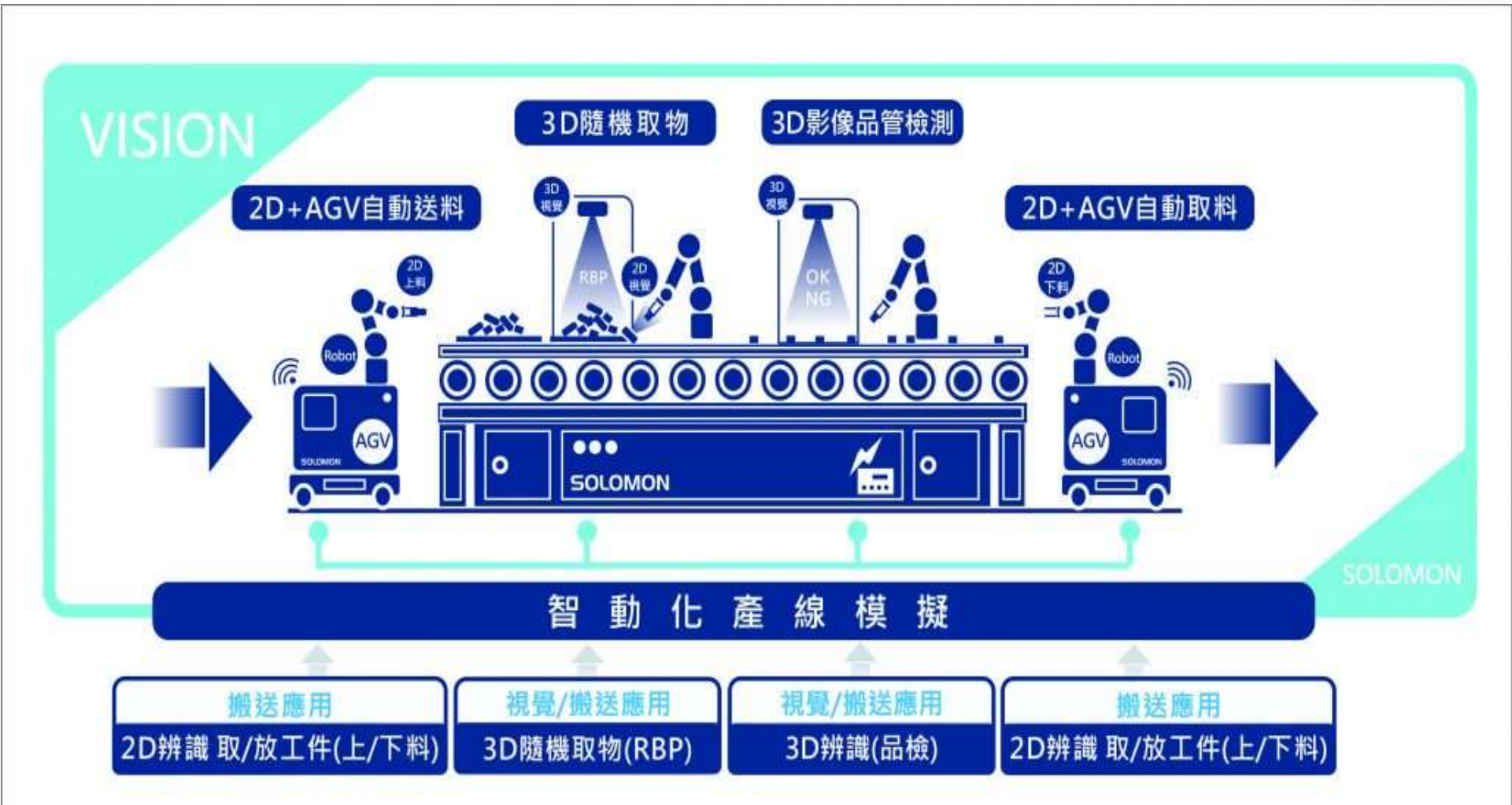
視覺導引定位
(VGR)、物件
辨識技術



+ AI



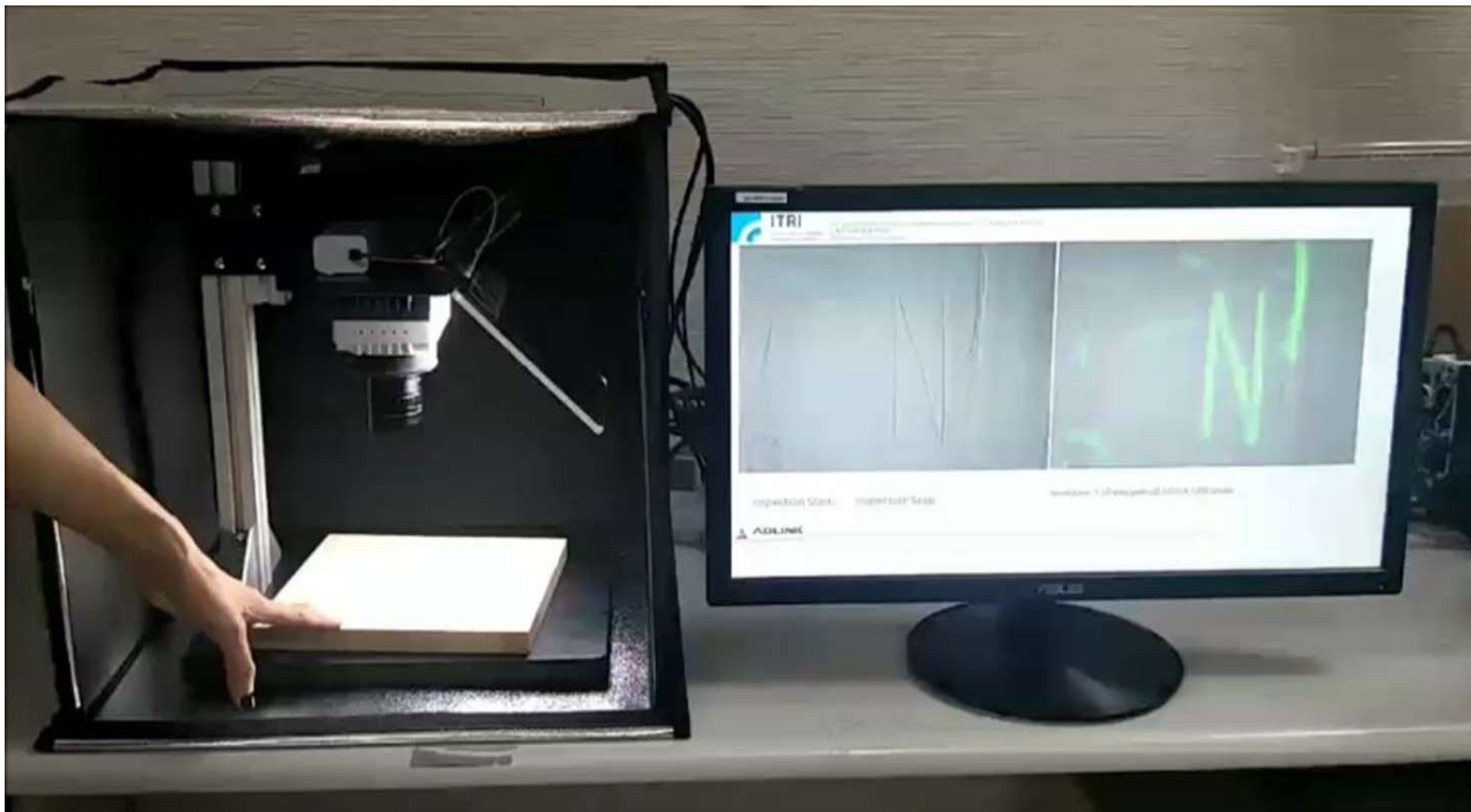
機器視覺的應用情境



From 所羅門公司

AOI²模組應用-複雜紋理缺陷辨識

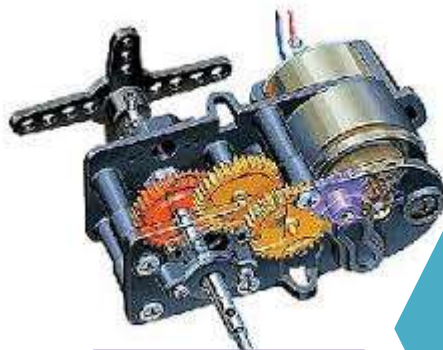
- 木紋瑕疵檢測-結合Smart Camera即時檢測



設備品質：預兆診斷

迴轉機械

主軸、軸承、齒輪箱、馬達。。



1 健康指標

結合設備特性及相應國際標準規範，運用振動訊號特徵萃取技術及迴歸演算法

2 故障預測

採用多項式曲線擬合、自迴歸移動平均模型等時間序列分析技術預測發展趨勢

超過20年經驗

累積50+

迴轉機械類別

3 故障診斷

結合設備零組件資訊及專家經驗，運用時頻分析技術及模糊類神經網路演算法

應用產業

化工業、半導體、金屬加工、電力、核能。。



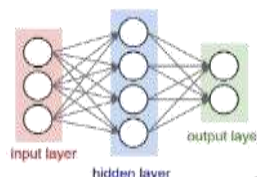
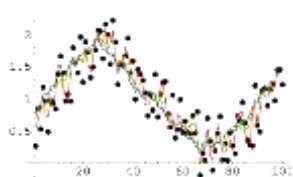
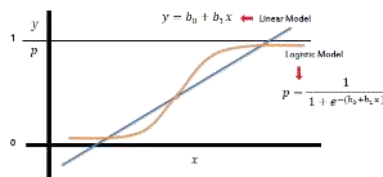
精確診斷

超過20+

故障類型

三階段的設備預兆診斷

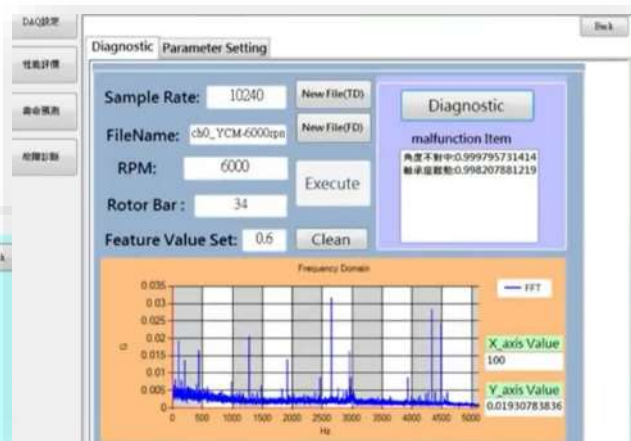
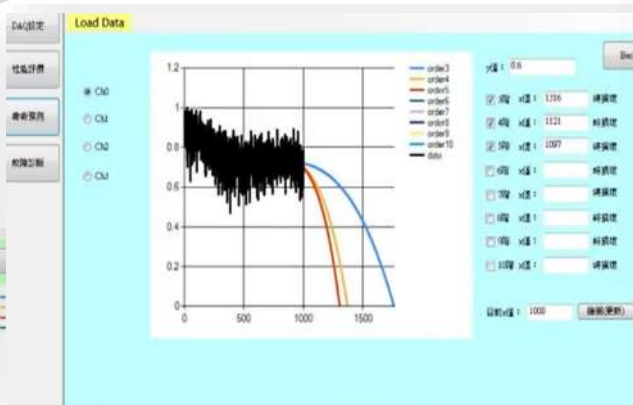
先進的演算法



3 故障診斷

2 故障預測

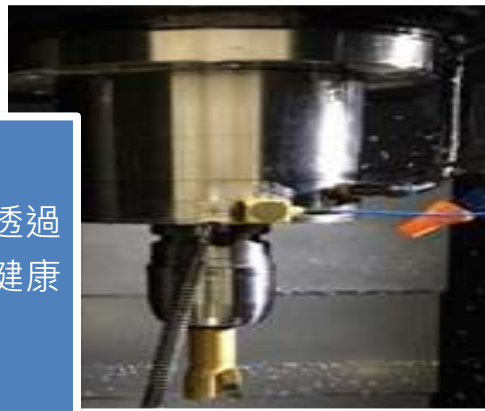
1 健康指標



預兆診斷應用案例 I

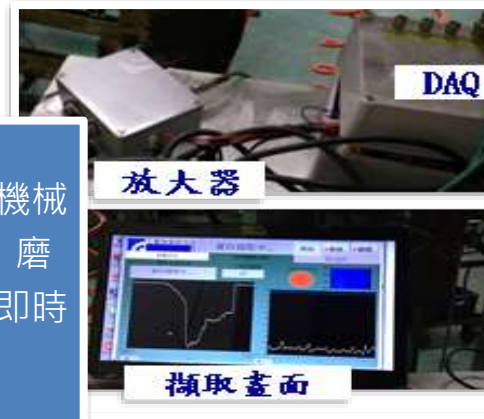
工具機

針對工具機主軸，透過振動量測進行自動健康評價、故障分析。



機械加工

開發智慧螺絲導入機械加工(包括車、銑、磨等加工設備)提供即時崩刀偵測。



機械衝床

建立週期型衝擊濾波；擷取暫態訊號進行分析(齒輪箱、軸承)。



風力發電機組

針對大型轉動關鍵零組件進行監測，提供風力發電機關鍵零組件即時狀態。



預兆診斷應用案例 II

半導體設備

透過振動特徵萃取技術
進行資料降維，並建立
主軸健康性能數學模型
(達99.92%準確度)。



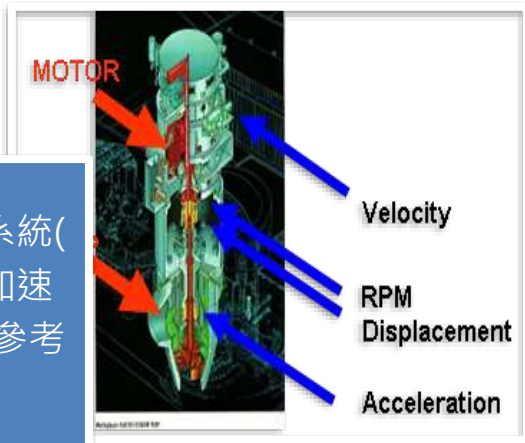
馬達

建立馬達預兆診斷技術，
提供使用端即時健康狀
態等相關資訊。



核能電廠

建置泵設備之監測系統(
包括位移、速度、加速
度)，提供維護人員參考
依據



軌道車輛

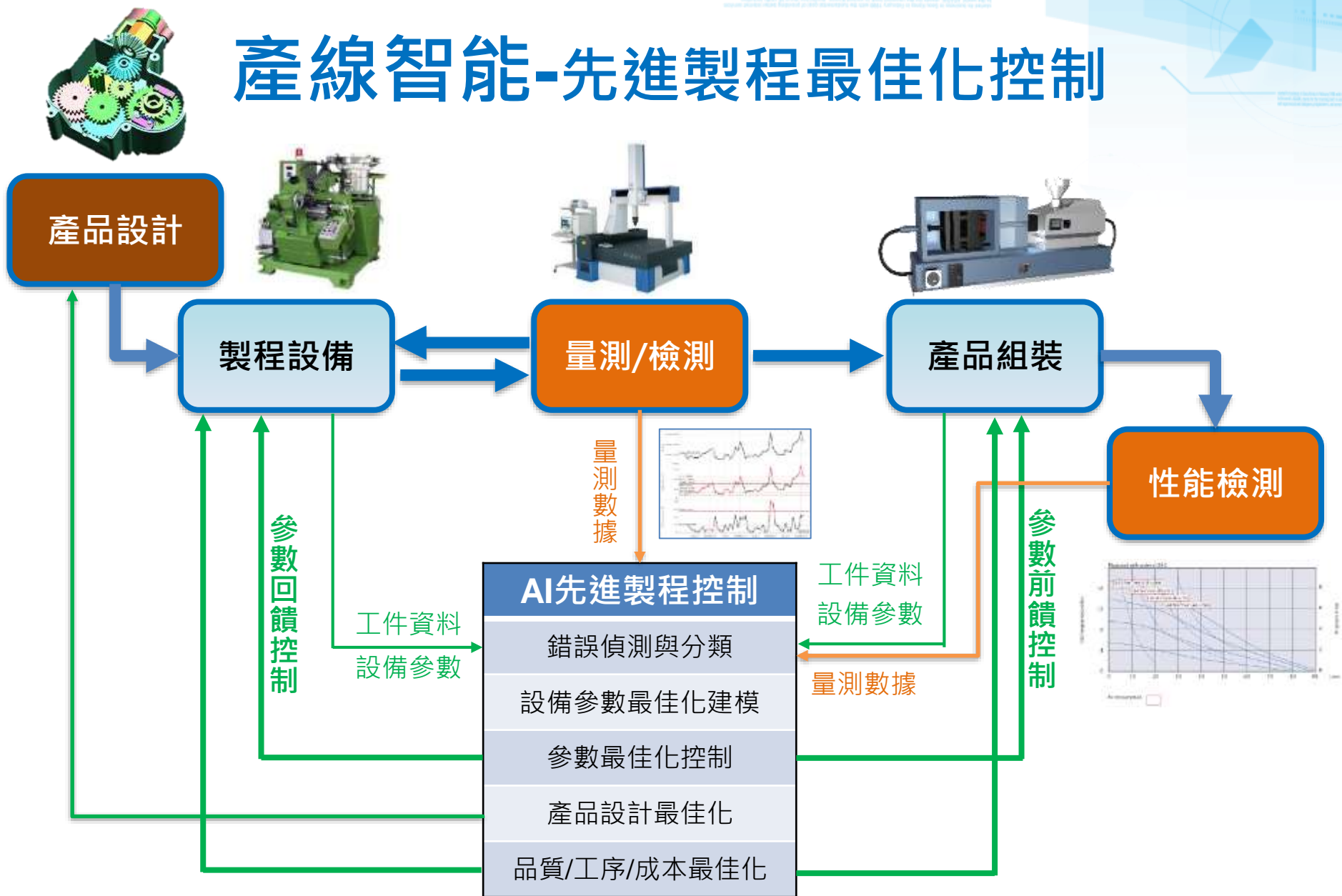
建立高鐵列車馬達軸承
檢測設備，可快速評估
軸承現況與預估剩餘壽
命。



馬達軸承量測系統



產線智能-先進製程最佳化控制



機器視覺+AI+老師傅 = 產線最佳化

- 應用案例-汽車後視鏡片熱烘曲製程回饋與模擬

人工進行模磚檢測（品質檢測標準不一）



傳統人工線



碳中和與智慧工廠

碳關稅將上路、零碳賽局開跑

- ◆ 歐盟2021年7月公佈「**碳邊境調整機制**」(CBAM) 細則，**要求海外業者**比照歐盟境內實施的**ETS碳交易**制度來**負擔碳稅**
 - 過渡期2023Jan~2025Dec
 - 2026 Jan開始實施
 - FIT for 55政策，將於2030碳排放減少至1990的**55%**，2050實現**碳中和**
- ◆ 截至 2021 年，全世界已有**64 個碳定價機制**正在實行，管制約**21.5%**的世界碳排量
- ◆ 台灣【**溫室氣體減量及管理法**】，預計最快**2023年**制訂，未來**碳費課徵**不僅只**針對國內產製商品**，也會包括含**國外進口的商品**

法規面

各國透過碳定價手段，管制溫室氣體排放

① 該國境內受管制的溫室氣體排放占比 ② 碳定價總收入（美元）



註：各國碳定價總收入的高低涉及該國實際管制的溫室氣體排放量、碳定價等因素，各國溫室氣體每噸碳定價差異極大。該圖碳定價為2021年統計（僅歐盟為2021年4月1日統計），碳定價總收入為2020年度結算數。

商業面

企業加入 RE100 的 9 個重要原因



資料來源：RE100 2020 年報



智慧工廠減碳提案



供應鏈管理

原物料採購
可與他所合作進行相
關APP開發

ECO-design

機台/模組設計
從設計端就導入減碳
模組設計

產線能耗管理

各機台/各產線間
物料運送、氣壓/熱
能、與機台稼動等

機台內能耗管理

單一機台內部各模組
機台中馬達、壓縮機、
控制器、感測器等

綠色競爭力 - 三大轉型策略

● 能效提升 >> 能源效率

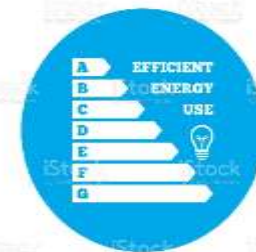
- 企業導入能源管理系統 (ISO50001)、廠房增設汽電共生與廢熱回收設備、更換高效率馬達、採取最佳可行技術 (Best Available Technology, BAT) 以及製程整合

● 低碳排放 >> 排放效率

- 降低化石燃料在製程中的使用 (包含能源或原料)、電力系統去碳化、關鍵生產製程輔以碳捕捉與封存/再利用技術

● 物質循環 >> 物質效率

1. 生產製程的物質損失改善 (減少廢料、提高良率...)
2. 生產製程的過程效率提升 (數位化、自動化、智慧化...)
3. 最終產品的回收率與再利用率提升 (再製造、廢料回收...)
4. 最終產品/服務的物質密集度降低 (產品輕量化設計、產品零組件替代性高可以讓產品壽命延長等...)
5. 產業間的物質綜效提升 (跨產業的物料再利用...)
 - 如：鋼鐵業的副產品—爐渣，可作為水泥業的熟料替代品 (IEA, 2017)



製造業營運減碳

生產作業—數位化/智慧自動化

案例：

台積電自動化晶圓搬運，倉儲自動化搬運系統

減碳效果說明：

•減碳內容：

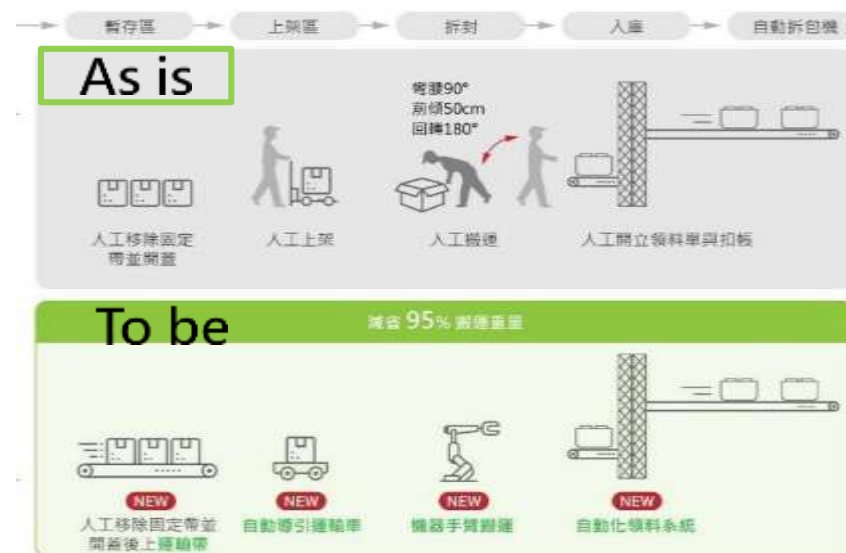
有效降低95%人力搬運重量，自動化系統減省一次性包材使用，年減2,410公噸碳足跡。每年成功減少1,717公噸紙箱、288公噸保麗龍盒的使用。相當於減少2,410公噸碳足跡、1,345公噸水足跡，同時節能110萬度。

•主要技術：

機械手臂、AMR、多機派車系統、智能晶圓載具、智慧棧板物流箱、IOT、遠端監控、數據分析等

•應用擴大，推動到供應鏈：

台積電公司用於十八A廠，除了運用於自有晶圓廠，亦同時鼓勵晶圓供應商將包材的標準化設計分享給更多企業，發揮最大的綠色綜效。



來源：tsmc, <https://esg.tsmc.com/csr/ch/update/inclusiveWorkplace/caseStudy/21/index.html>

製造業營運減碳

生產作業—數位化/智慧自動化

MITSUBISHI ROBOT

Average power consumption = 500W

In Germany 1kWh = approximately 600g of CO2 emissions (Statista GmbH) – but, let's be a bit more pessimistic and assume it produces a whole 1kg.

Therefore, with 240 8-hour working days a year,

robot footprint = $0.5\text{kW} \times 8\text{h} \times 240\text{ days} \times 1000\text{g/kWh}$

= 960kg of CO2

HUMAN WORKFORCE

Person is living 20km from the factory and driving there and back in a car that produces 188g/km.

Therefore, with 240 8-hour working days a year,

human footprint = $188\text{g/km} \times 20\text{km} \times 2 \times 240\text{ days}$

= 1805kg of CO2

↓50%
碳削減

機器人

V.S.

工人



限閱
RESTRICTED

限閱
RESTRICTED

工業控制系統與工廠自動化 台灣發展指標產業

2020年市場規模：約1,293億美元

2023年市場規模：約可成長達1,600億美元 (工研院預估)



<https://www.raconteur.net/robots-reality-and-revolution/>

製造業營運減碳

廠務系統—智慧化/智慧自動化

案例：

台積電結合IOT及冰水系統最佳化節能控制程式，用於所有12吋晶圓廠

減碳效果說明：

•減碳內容：

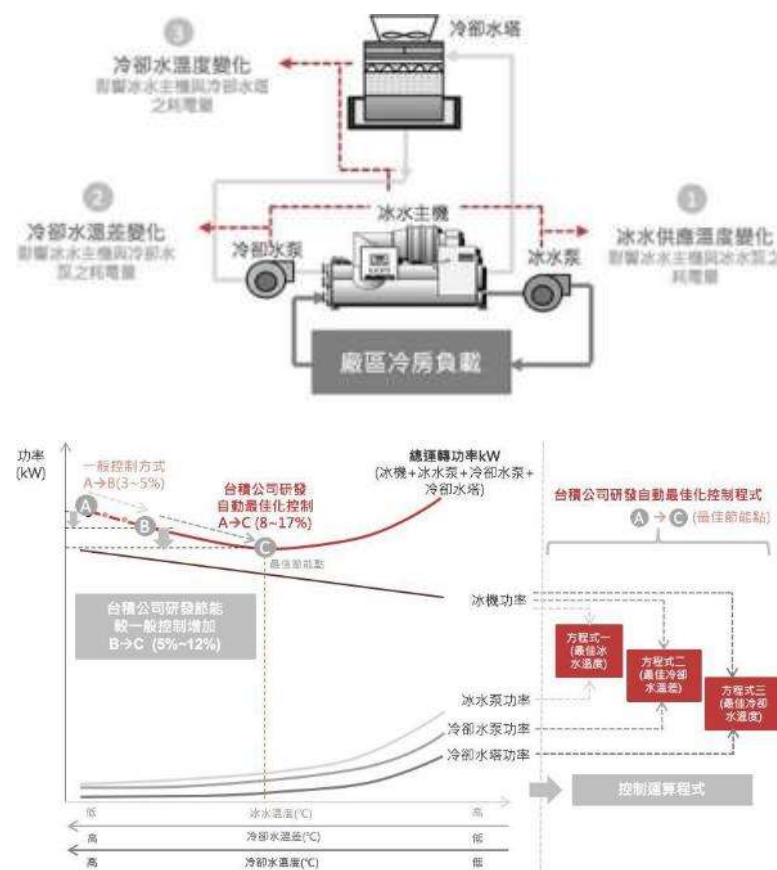
所有12吋晶圓廠，每年可節省用電量1.8億度，佔2018年節電3億度超過50%。

•主要技術：

IOT、遠端監控、數據分析(節能控制程式會依照不同的冰水溫度、冷卻水溫差及冷卻水溫度自動運算總耗電量，因應外氣狀況與現場負載變動，自動回饋並即時修正最佳設定溫度。精度約 $\pm 2^{\circ}\text{C}$)

•主要應用

台積電12吋晶圓廠



來源：tsmc，<https://esg.tsmc.com/ch/update/greenManufacturing/caseStudy/29/index.html>

製造業營運減碳

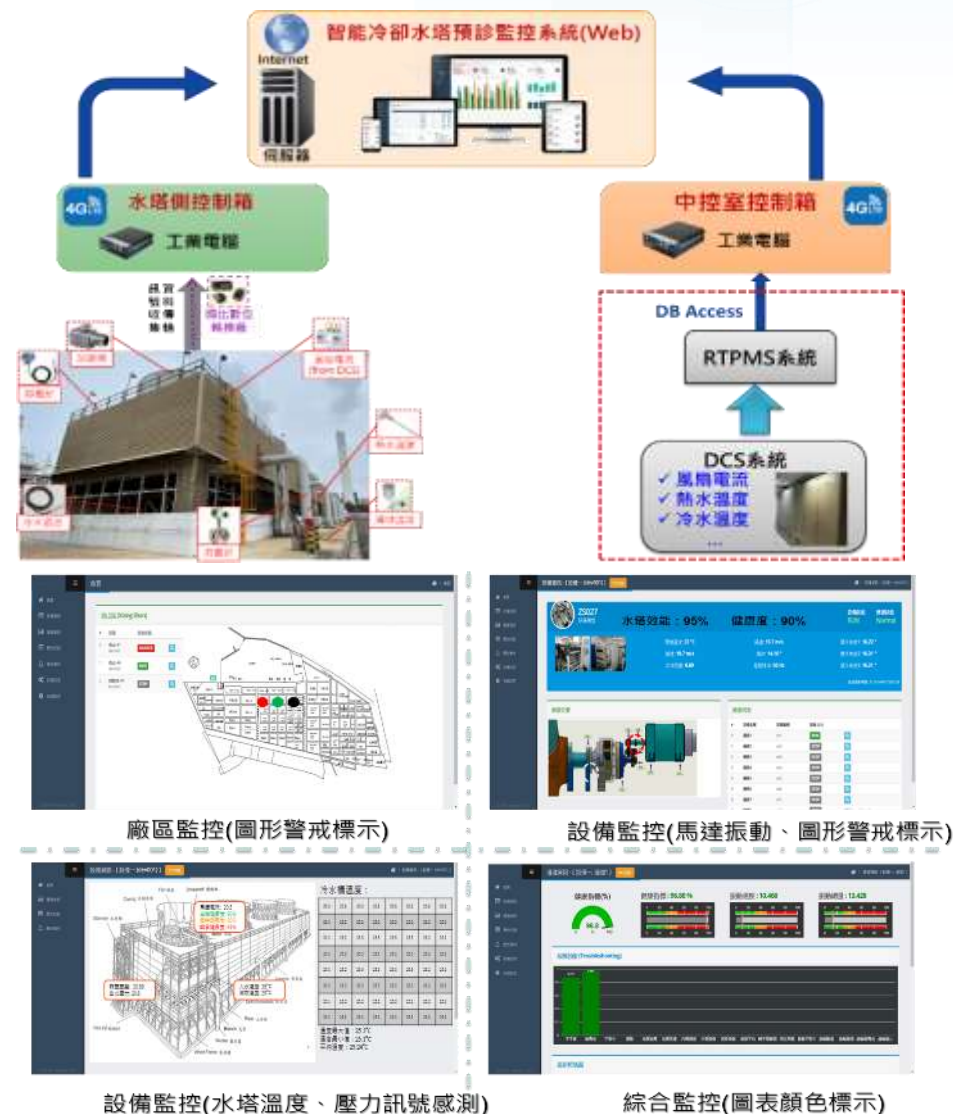
廠務技術—智慧自動化

◆ 產業需求與現況

- 塑化/石化產業之碳排放量為各產業之首，且廠內製程用水約60~70%與水塔效能有關
- 目前皆透過人員經驗調整馬達風扇及進水量，無量化標準，易導致能源浪費

◆ 工研院-智慧冷卻水塔服務平台

- 導入風扇傳動系統預診技術：針對冷卻水塔之核心部件(馬達、齒輪箱)診斷零組件異常及預測衰退趨勢。
- 開發AI水塔效能最佳化模組，收集水塔之各項感測數據，利用AI演算法建議最佳風扇運轉、進水量操作參數，以減少水電資源的浪費。(每年可節水約6%、節電約7%)
- 推動導入某集團內 (共306槽冷卻水塔)，可省下的水電資源相當於近15萬一人一日所需之民生用水，以及近1,500個家庭一個月所需用電，約可減少碳排1400噸CO₂



製造業營運減碳

製程附屬設備—物聯網/智慧節能

案例：

台積電將iSystem物聯網智慧節能控制系統導入晶圓廠主要製程的附屬設備



減碳效果說明：

• 減碳內容：

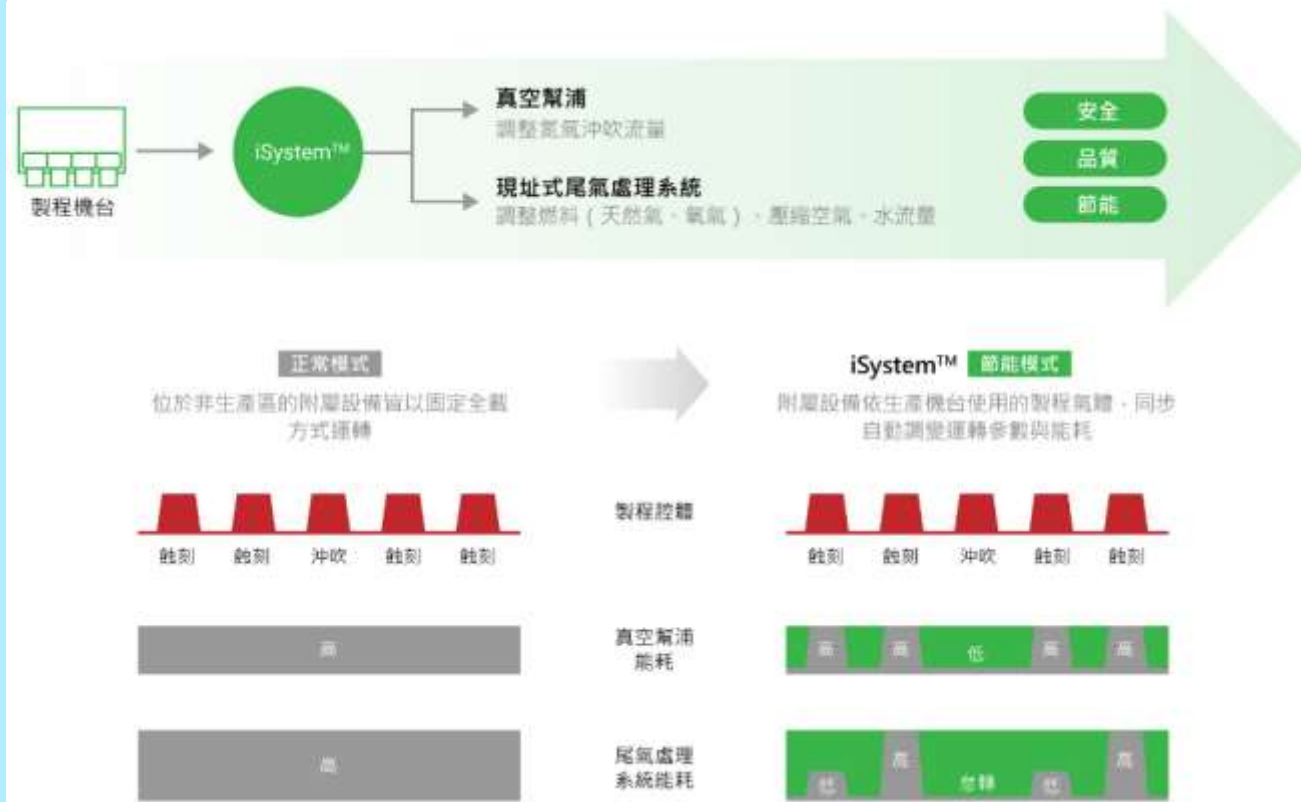
每年度可節省1340萬度電、減少1萬3800公噸碳排放量，創造8500萬元的節能效益

• 主要技術：

將iSystem物聯網智慧節能控制系統導入，建立能源績效指標（EnPI）與能源基線（EnB），自動計算節能量，AI技術自動偵測、最佳的運轉操作參數

• 主要應用：

- 晶圓15B廠80種製程、588台生產機台所屬的2351台真空幫浦、805台現址式尾氣處理系統



來源：tsmc · <https://esg.tsmc.com/ch/update/responsibleSupplyChain/caseStudy/28/index.html>

再製造案例—SKF對大型軸承進行再製造

航太、船舶、軌道車輛、能源設備、工程機械、農業機械零件，及大型主軸、軸承、液壓元件...等，**使用壽命長、價值高**的設備與零件，均適合進行再製造

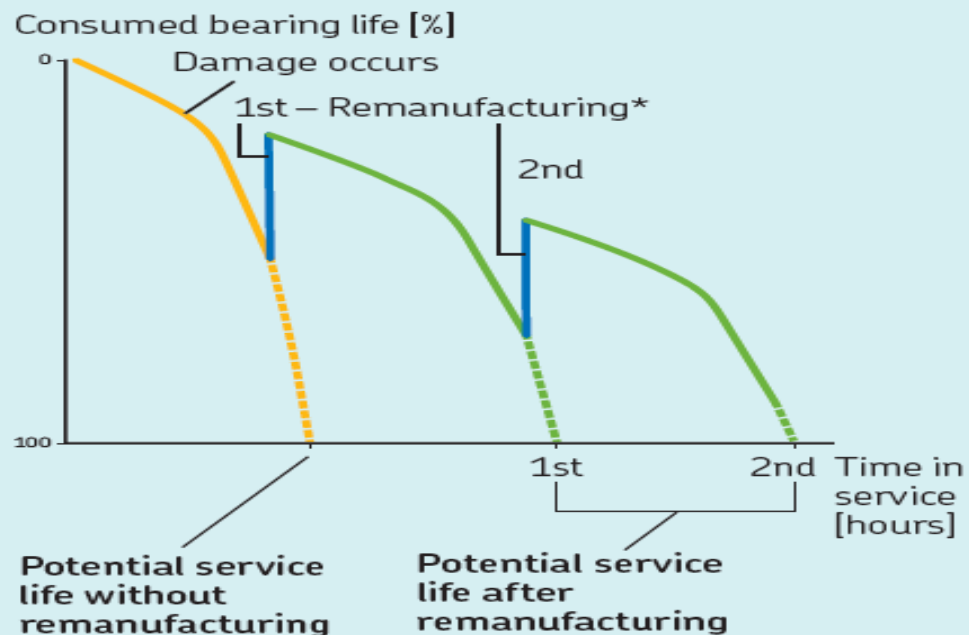


Bearing before remanufacturing



Bearing after remanufacturing

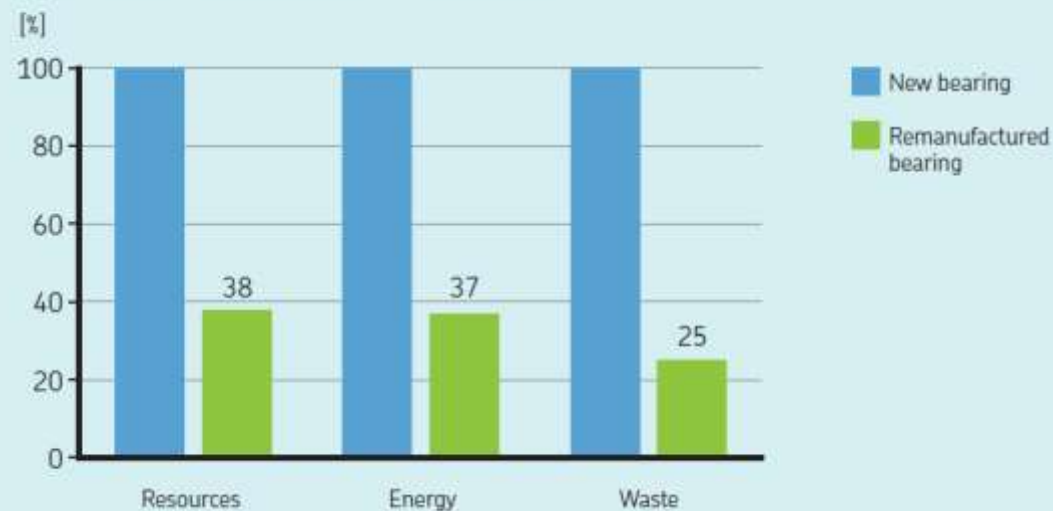
Remanufacturing: positive impact on service life



* If possible

Environmental comparison between remanufactured and new roller bearings*

* Comparison is based on the life-cycle assessment methodology 14040



未來是『數位+減碳經濟』，獲利都來自於

數位轉型 與 綠色競爭力

THANK YOU

Insert the Subtitle of Your Presentation

