



消除 SMT 生產基地的「隱形浪費」，實現製造、倉庫、搬運的全方位協同

進化至次世代 SMT 智慧工廠：由 MES/WMS 與自動搬運引領的製造變革

專為擁有SMT生產據點之經營高層及廠長所撰之白皮書

NTT DATA TAIWAN SMDC (Smart Manufacturing Development Center)

前言

SMT（表面貼裝技術）已從「組裝製程」升級為「戰略製程」

現代SMT（表面黏著）製程早已超越單純基板組裝的範疇，蛻變為決定產品附加價值與供應鏈韌性的戰略性製程。僅靠傳統的改善活動，已無法應對空前嚴峻的人力短缺與日趨激烈的競爭。當前我們所需要的，是透過數位技術將現場的隱性知識顯性化，並以AI驅動自律性改善循環的戰略性轉型。

市場成長與實裝難度的「不協調相關性」市場持續擴大，現場已達極限

SMT市場受惠於AI伺服器、電動車（EV）、5G基礎設施等強勁需求，預計將持續高速成長。然而，生產現場面臨的課題也日益增多，若僅停留在現場運營層面的因應，將無法享受此市場成長的果實。唯有善用MES（製造執行系統）等系統，將經營層與現場的資訊即時同步・可視化，並適切地控制設備，進而透過AGV及手持終端等提升現場作業效率的企業，才能確立次世代的競爭優勢。

本資料是一份面向擁有SMT製程生產據點之經營幹部及工廠幹部的綜合性經營指南，內容涵蓋SMT製程中潛藏的「看不見的成本」識別，乃至NTT DATA台灣所提供的完全整合型解決方案。

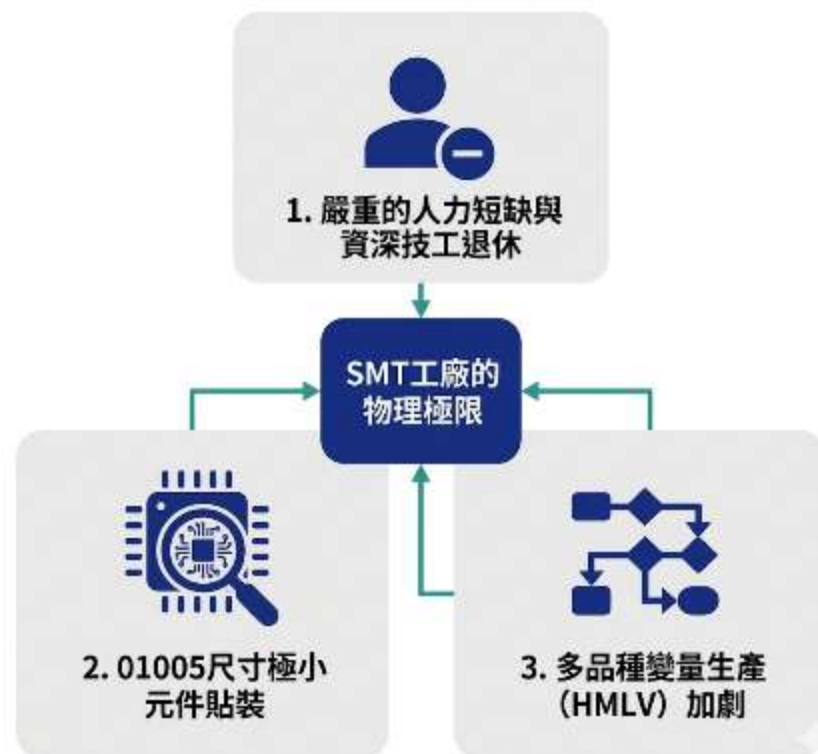
此外，NTT DATA台灣（SMDC）的解決方案提供範疇不僅限於台灣，亦涵蓋日本及其他海外生產據點。對於在全球布局生產基地的企業，我們同樣具備跨據點課題解決的能力，歡迎諮詢。

目次

- 第1章 為何現在SMT製程需要「變革」？
- 第2章 潛藏於SMT製造現場的「浪費・成本」
- 第3章 解決方案深度剖析
- 第4章 為何選擇NTT DATA台灣（SMDC）？

第 1 章

為什麼現在 SMT 工程迫切需要「變革」？



台灣的SMT製程及電子設備組裝產業正面臨嚴峻的轉折點。在人力成本攀升、資深技術人員相繼退休之際，能夠積極推動員工技能提升與再培訓的企業寥寥無幾。

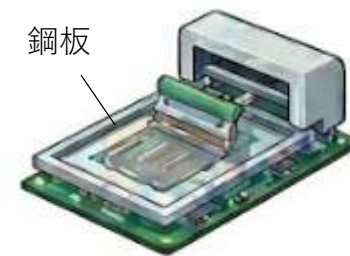
另一方面，市場所要求的技術水準正飛躍性地提升。以01005 (0.4mm×0.2mm) 尺寸為代表的極小零件實裝，需要 $\pm 25\mu m$ 至 $\pm 10\mu m$ 的極限貼裝精度，依賴人工經驗與直覺的微調已達物理極限。

此外，多品種變量生產 (HMLV) 的普及化，導致頻繁的「換線換型」作業，已成為制約工廠產能的重大瓶頸。僅靠過去「人海戰術與經驗積累」的現場改善，已難以確保獲利。

SMT 組裝製程流程圖

① 錫膏印刷 (Printing)

在基板上欲放置元件的位置，利用鋼板將「錫膏」均勻地塗抹於其上。



② 元件貼裝 (Mounting)

利用「貼片機 (Mounter)」高速且高精度地將電子元件放置在基板上的正確位置。



③ 回流焊接 (Reflow)

將基板送入加熱爐 (回流爐)，利用熱能融化錫膏，使元件與基板穩固地固定 (焊接)。



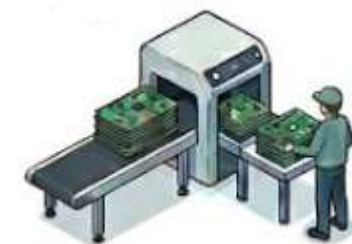
④ 外觀檢查 (Inspection)

利用攝影機 (AOI 自動光學檢測) 自動檢查元件是否有偏斜、錯件或錫膏焊接狀況是否良好。



⑤ 後製程・修補 (Post-process / Finishing)

根據需求進行背面元件組裝、人工修補或功能測試 (動作確認) 後，即完成產品。



(示意圖)

SMT製程的課題

包含前頁所提及的課題在內，SMT製造現場的管理課題，從需要高度精準度的技術面，到嚴峻人力短缺的社會面，涉及範圍極為廣泛。

1. 勞動力與技能傳承的危機

人力短缺是整個製造業的共同課題，在SMT現場同樣是嚴峻的問題。

此外，隨著資深技術人員退休，長年經驗所積累的「隱性知識」（設備微調、故障排除等）的消失令人憂慮。在此情況下，致力於縮短與資深技術人員技能差距、推動員工再培訓的製造商仍屬少數。

其他課題還包括：對外籍操作員的教育訓練時間不足，以及語言隔閡造成現場溝通困難等問題。

2. 阻礙生產效率的「運營・製程極限」

向多品種變量生產的轉型，正以下列方式加重現場的管理負擔：

- ・「換線換型」的損耗：不同不同產品切換所伴隨的鋼板更換、程式變更、料捲設置等換型作業，制約了生產量
- ・傳統管理造成的資訊延遲：許多現場仍殘留的「紙本記錄」與「系統手動輸入」，不僅損害資料的即時性，更是重大輸入錯誤的溫床。

3. 「零件管理」的繁瑣性與風險

多達數千種類的微小料捲與零件的管理，是SMT特有的重大負擔。作業員前往取料時，往往耗費大量時間才能找到所需零件，也發生過因使用錯誤零件而導致大量報廢的事例。

4. 日趨嚴格的品質管理與檢查成本

產品的小型化・高性能化正提高品質管理的難度。例如，錫膏印刷製程需要精密的控制，由於此製程的不良率較高，因此需要嚴格的檢查。

5. 「自動化孤島」與資訊斷層

在各設備廠商通訊規格不一的環境下，容易產生資訊『孤島效應』（Silo Effect），導致難以將下游的檢查結果回饋至上流，或是根據上流的偏差在下游進行補正，進而使整體最佳化面臨困難。為了瞭解決此問題，業界正積極導入垂直通訊的 IPC-2591 (CFX) 標準。

SMT製程中積累的課題，正是導致工廠生產力下降的根本原因。

如有興趣或疑問，歡迎透過「[聯絡我們](#)」隨時與我們聯繫。即日起提供貴公司課題「免費診斷」服務。

潛藏於SMT製造現場的「浪費・成本」

在前述課題的環境下，SMT製程各環節的「浪費」已成常態，持續造成企業收益惡化。這些「浪費」由於難以掌握實際狀況，已成為「看不見的經營成本」。

發生場所	「浪費」概要
倉儲・庫存管理的浪費	● 「尋找的浪費」：依賴紙本記錄，尋找一個零件耗費數分鐘。 ● 「庫存的浪費」：手動輸入造成帳冊與實物不符。因系統顯示缺料導致產線停線或過剩庫存常態化。 ● 「品質劣化的浪費」：依靠人工進行溫濕度管理，導致零件劣化、不良品產生。
工廠內搬運的浪費	● 「搬運的浪費」：產線作業員以推車搬運已揀料的零件，造成疲勞與供料延遲。
製造執行・生產管理的浪費	● 「換線換型的浪費」：多品種生產中，頻繁的料槍(Feeder)更換與程式變更導致稼動率下降。 ● 「誤置料的浪費」：作業員發生零件置料錯誤（料槍插槽錯誤），導致高價零件遭到報廢。

生產線以外，也應將目光延伸至倉庫與廠內搬運，全面盤點潛在課題，才是改善的第一步。

各項「浪費」的可視化範例

浪費類型	可視化・解決方案範例
尋找的浪費	自動統計從「發料指示」到「開工」之間的時間差
庫存的浪費 (帳物不符)	即時庫存同步、自動異常警報 (Alert)
庫存的浪費 (過剩、缺料)	最佳庫存 (Optimal Inventory) 計算、訂貨點管理自動化
品質劣化的浪費 (MSD管理等)	溫濕度感測器與 WMS 效期管理連動
搬運的浪費	透過搬運任務紀錄 (Log) 實現作業時間可視化
換線 (段取) 的浪費	自動收集設備稼動數據 (OEE) 並進行分析
錯料 (誤組裝) 的浪費	透過 BOM 比對紀錄，統計錯誤發生頻率

「看不見的浪費」可視化是改善收益的關鍵

針對這些不同類型的『浪費』，其解決手段也各不相同。針對『尋找的浪費』與『換線（段取）的浪費』，可透過 MES 等系統進行數據收集與分析，以直接或間接的方式實現可視化管理。另一方面，針對『庫存的浪費』，則可透過 WMS 與 ERP系統達成庫存量的最佳化與即時同步，這才是有效的解決方案。

針對不同類型的課題，妥善組合相應的系統，是改善收益的第一步。

如有興趣或疑問，歡迎透過「[聯絡我們](#)」隨時與我們聯繫。即日起提供貴公司課題「免費診斷」服務。

將『看不見的』浪費『可視化』

1.各系統・層級的角色與說明

為了將潛在的浪費「可視化」，需要在製造現場導入系統・整合資訊（從經營層到設備層的貫通式資料整合）。透過此類措施，消除「資訊孤島化」，將所有必要資訊「可視化」，成為改善人力短缺與品質損耗等嚴峻課題的重要第一步。

系統等	角色
ERP （經營・計畫層）	最佳化人・物・資金等經營資源的機制。依據接單狀況，將生產計畫及資源配置等經營層級的指令傳達至MES。
MES （執行層）	將ERP的計畫落實為現場作業指示。向FA層下達詳細指令，蒐集・分析FA層的實績回報，並與ERP等系統進行資訊串聯。
EAP・IIoT・PLC （FA層）	連接設備與IT系統的介面。透過IIoT及PLC控制設備，同時蒐集即時稼動資料並向上層系統回報。
製造設備 （現場層）	印刷機、貼片機等設備。執行實際加工作業，並將稼動狀況等回饋至上層。

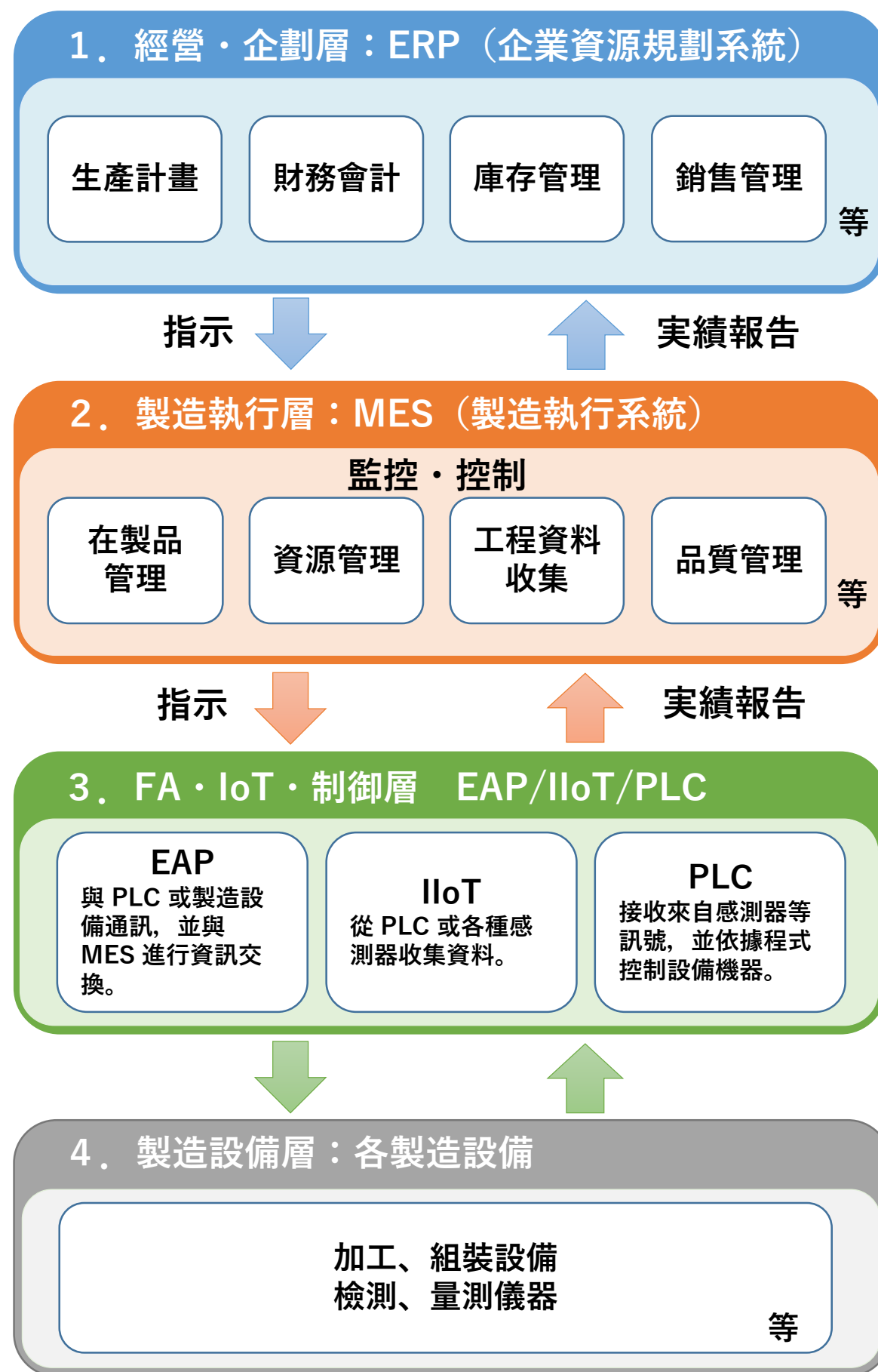
2.透過垂直整合改善浪費與課題

導入上述系統並進行資訊整合後，預計可達到以下效果：

- 消除資訊斷層
- 排除紙本記錄的延遲與錯誤，實現即時可視化，從根本上防止作業失誤
- 改善資訊延遲與換線換型損耗，導入自動化管理機制，建構精實且無浪費的生產體制

資訊・設備的無縫整合，正是NTT DATA台灣所提供整體解決方案的精髓。

如有興趣，歡迎透過「聯絡我們」隨時與我們聯繫。即日起提供貴公司課題「免費診斷」服務。



解決方案深度剖析

針對SMT製程中潛藏的「浪費」，本公司獨自開發的MES「EXC-MES」等解決方案群（※）究竟能如何具體改善？以下介紹具體解決方案的一例。

解決方案①：透過MES實現SMT整體製程「不停線・不產出不良品」的製造執行

【SMT製程】



◆ 防呆（誤置料防止）

掃描零件ID、料槍ID、設備ID，與BOM即時比對。萬一發生錯誤，系統將對設備執行連鎖（強制停機），從根本上排除人為失誤。

◆ 追溯性的實現

將基板序號與所有已實裝電子零件的批號進行綁定。發生客訴時，可即時查明「何時、使用哪台設備、使用哪個批號」。

◆ 即時監控

透過EAP及IIoT取得迴焊爐的溫度曲線及貼片機的稼動狀況。偵測到異常參數時，在不良品大量產出之前發出警報通知。

◆ 減少過判（Overkill）

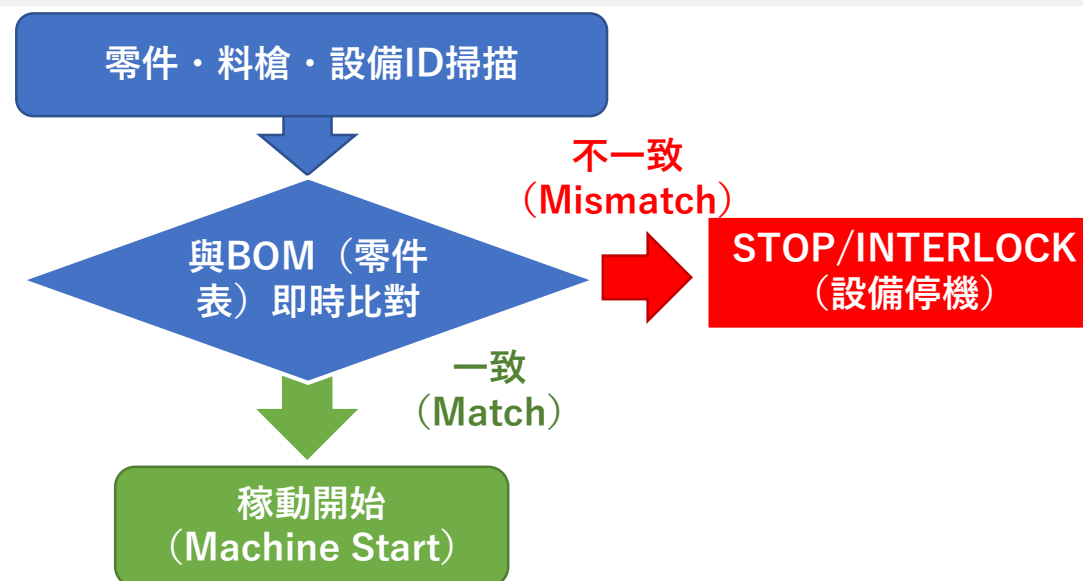
針對傳統AOI容易將良品誤判為不良品的「過殺（overkill）」問題，透過將AI與AOI結合以優化判定標準，進而減少過殺現象。

（※）EXC-MES（Excellent MES）是什麼

以NTT DATA台灣獨自開發的EXC-MES為核心，與ERP緊密整合，並高度串聯AI・IoT・自動搬運（AGV）等，從現場可視化到自律化一氣呵成，消除資訊孤島化，強力支援資料驅動型的經營變革與永續成長的智慧工廠整體解決方案。

◆ 防呆（誤置料防止）

現況課題：在多品種少量且使用多種零件的SMT製程中，誤置錯誤零件，導致大量廢棄。



● 導入解決方案

為防止錯誤物料的投入，MES透過條碼讀取器等裝置，即時掃描物料ID、Feeder ID及設備ID，並與BOM進行即時比對。一旦偵測到與BOM不符的情況，MES將立即自動停止設備。

◆ AI過判定削減

現況課題：傳統AOI會將良品誤判為不良品的「過殺」頻繁發生，需要人工目視再確認。



● 導入解決方案

導入與MES整合的AI影像辨識模型，自動對AOI所檢測出的影像進行再判定，藉此減少過殺（偽陽性）。

● 獲得的成果

在削減過判定及目視檢查人員的同時，即時掌握品質狀況。詳情請參照導入案例 ③

解決方案②：物流自動化 物流自動化自動搬運（AGV/AMR）與EXC-MES/EXC-WMS（※）的聯動，實現JIT供料並削減搬運人員

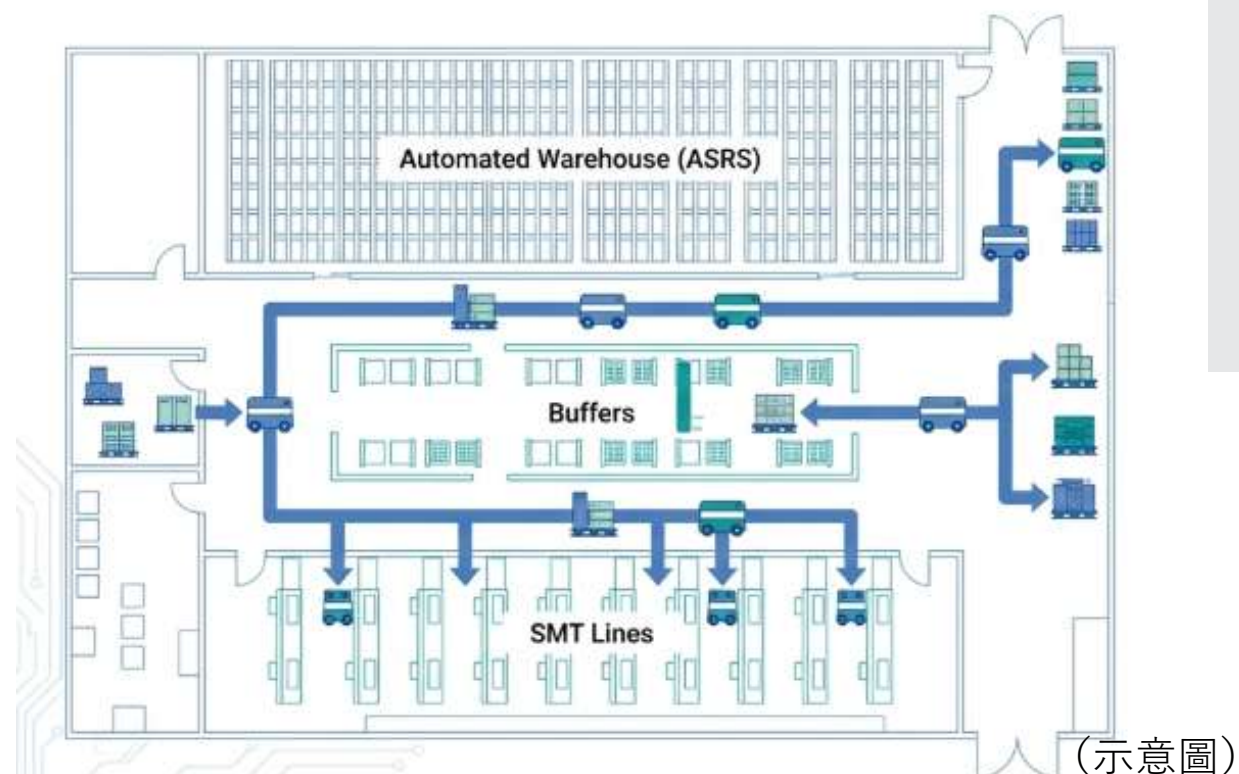
現況課題：依賴堆高機與推車的人工搬運，造成作業員疲勞及產線端「等料」導致稼動率下降。

在工廠內，倉儲（WMS（倉儲管理系統））與生產線（MES/設備）之間，零件的移動與資訊聯動，順暢地將所需數量搬運至所需場所的解決方案。不僅是單純的零件搬運，更是從依據生產計畫的事前準備、自動供料至生產線、使用實績，到庫存資訊的即時掌握，一氣呵成地管理的機制。



（示意圖）

◆ AGV/AMR實現工廠內物流無人化



- **系統主導的及時供料：**依據WMS及MES的生產追蹤指示，自動向AGV發出搬運任務。在所需時機將所需零件自動供應至SMT產線。
- **工廠全域的無縫整合：**涵蓋倉儲內的揀料區、工廠廠區內的移動、工廠與倉儲之間，乃至SMT產線間的基板搬運，將所有動線無人化。
- **高度感測與安全性：**搭載3D SLAM導航，以及即使面對非標準棧板也能自動偵測中心位置的「自動補正・居中取料」功能，兼顧安全性與高搬運精度。
- **轉向高附加價值業務：**將人從單純的搬運作業中解放，將員工重新配置至更高階的品質管理或設備操作工作。

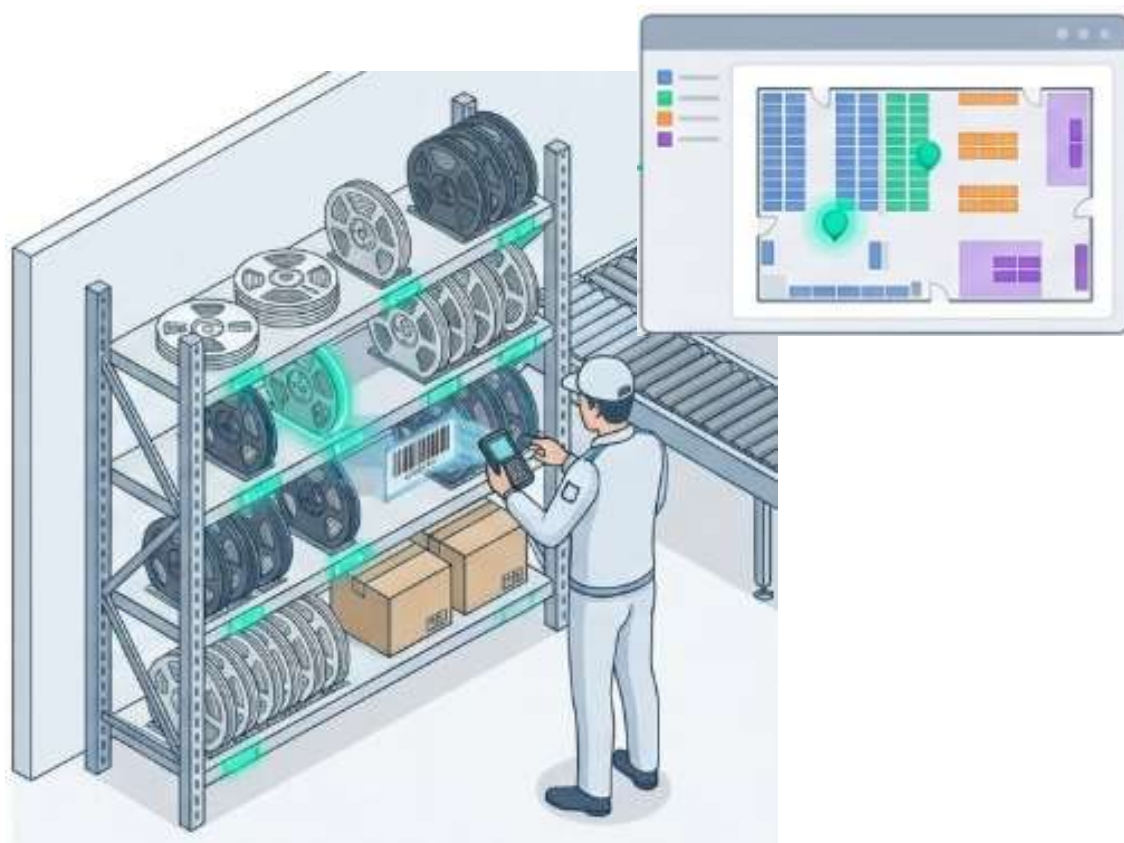
（※）EXC-WMS（Excellent WMS）是什麼

NTT DATA台灣獨自開發的WMS，與ERP及AGV高度整合，一氣呵成地實現正確庫存狀況的掌握、物流效率最大化、等料削減及庫存周轉率提升，大幅提升製造現場的機動力與經營收益性的次世代智慧倉儲管理解決方案。

解決方案③：EXC-WMS智慧倉儲 EXC-WMS (※) 實現「不用找・不會錯」的智慧倉儲

現況課題：隨著零件品項數增加，倉儲負責人尋找實物的時間急劇增加。

WMS不僅實現單純的無紙化，更將SMT工廠特有的複雜零件管理效率最大化。實現以條碼及RFID進行入出庫、盤點、庫存調撥的完全數位化。



(示意圖)

◆ WMS導入效益範例

現況課題 (Before)	WMS解決方案 (After)
每日以手工作業整理入出庫資訊並手動輸入ERP	入出庫・盤點無紙化： 運用PDA（行動終端）與條碼讀取器／RFID，將資料處理時間從數小時縮短至數分鐘，同時消除人工輸入錯誤。
揀料依賴紙本清單與作業員的記憶	「不用找」數位揀料： 結合倉儲內的地圖定位及智慧料架（發光電子標籤），以LED點燈指示所需零件的存放位置。削減尋找零件的時間
效期管理未徹底執行，舊庫存積壓	徹底執行FIFO（先進先出）： 以系統嚴格管理零件有效期限等資訊，自動推薦最適揀料對象，防止滯留庫存與廢棄損耗。
ERP與現場的庫存資料不符	與ERP即時同步： 將入出庫及庫存變動資料與ERP即時串聯，實現「帳冊」與「實物」的一致

智慧倉儲的導入，是一點一滴消除日常浪費、持續優化現場的踏實起點。

解決方案④：高度生產計畫（APS×RTD）

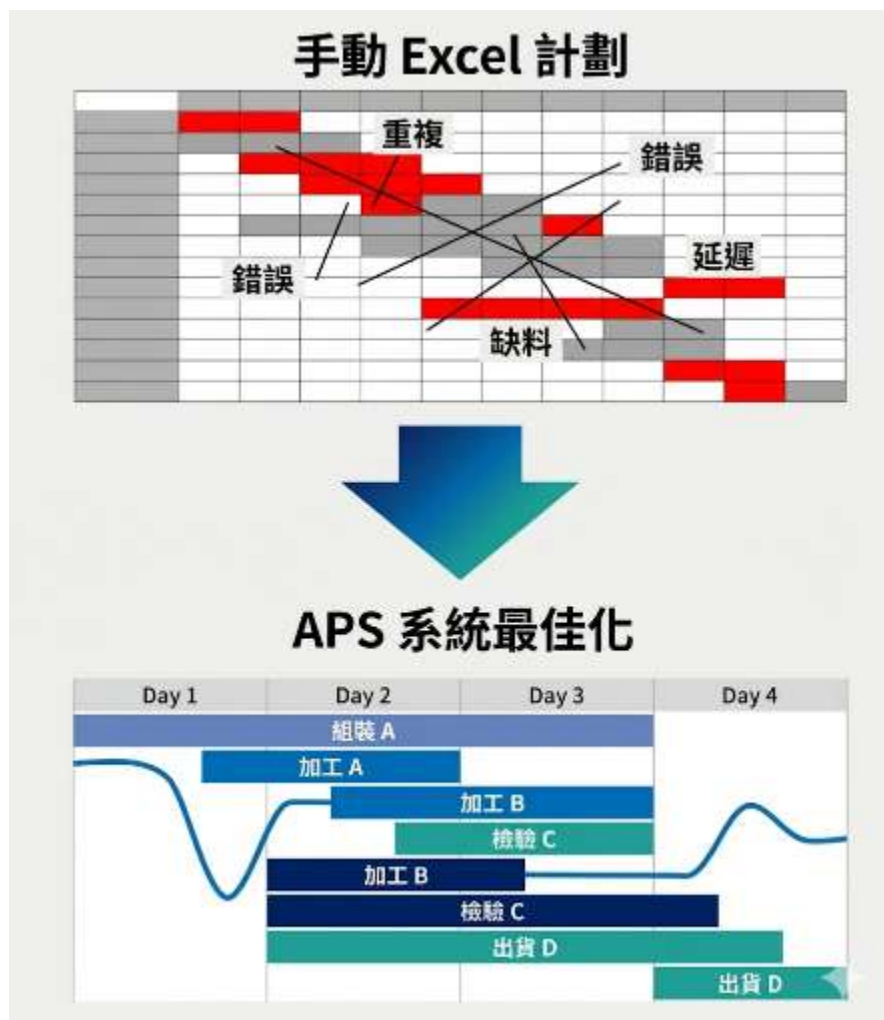
現況課題：在接單小批量化・多樣化的現代，依賴人工經驗或Excel等工具進行排程已達極限。

◆ 先進生產排程（APS）

先進生產排程器（APS）全面考量設備、人員、治具、物料等工廠「有限資源」的限制條件。在複雜的限制條件中，以數秒自動計算出換線換型損耗最少的生產順序，將設備稼動率提升至極限。

◆ 即時作業分派（RTD）

計畫隨時在變動。RTD（生產指示模組）能因應機台突發故障或緊急插單等瞬息萬變的現場狀況，即時將最佳任務重新分派給現場設備或作業員，藉此將生產停滯降至最低限度。



（示意圖）

解決方案⑤：運用AI與IIoT的預知保養系統

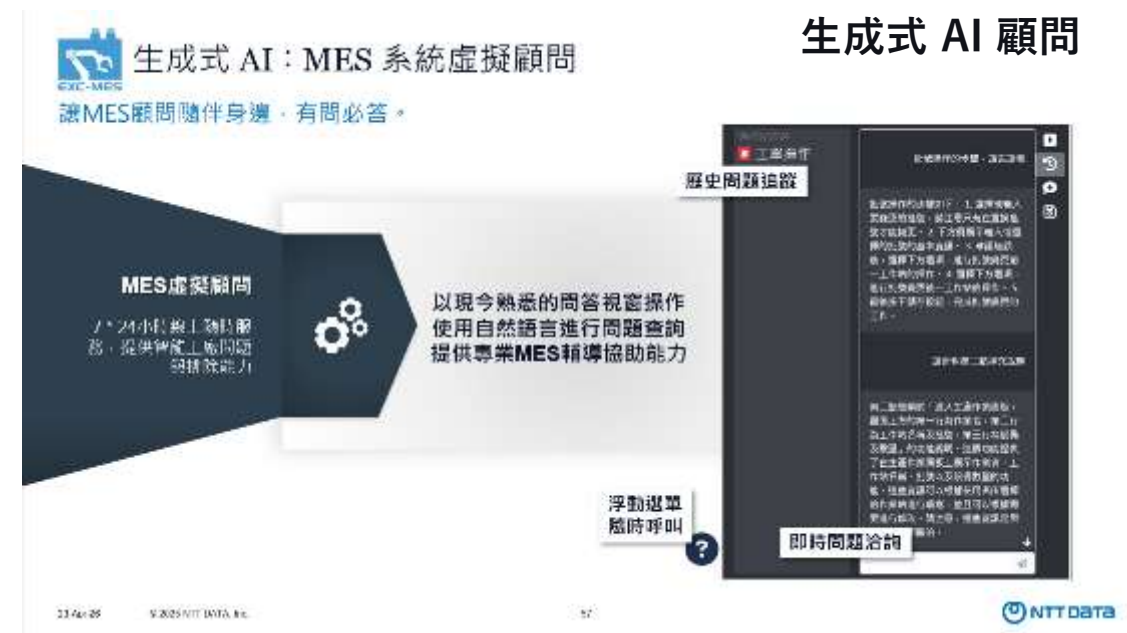
現況課題：在處理精密零件的製程中，設備些微的行為異常往往直接導致大量不良品（良率惡化）。然而，傳統的事後保養或定期保養（TBM）無法有效防止突發性故障，也難以避免過度維護所造成的成本增加。

◆ 解決方案

透過EAP及IIoT裝置，即時收集設備的振動、電流、溫度等數據。這些數據將由與MES整合的AI分析平台進行解析，自動偵測與正常狀態之間的微小偏差。此外，透過機器學習模型對零件的剩餘使用壽命（RUL）進行數值預測，提示在故障發生前的最佳保養時機。同時，生成式AI（AI顧問）以24小時全天候服務，針對所偵測到的異常前兆，以對話方式引導操作人員進行原因分析及具體改善。藉此解決現場熟練技術人員不足及技術傳承的課題。

● 實績案例：

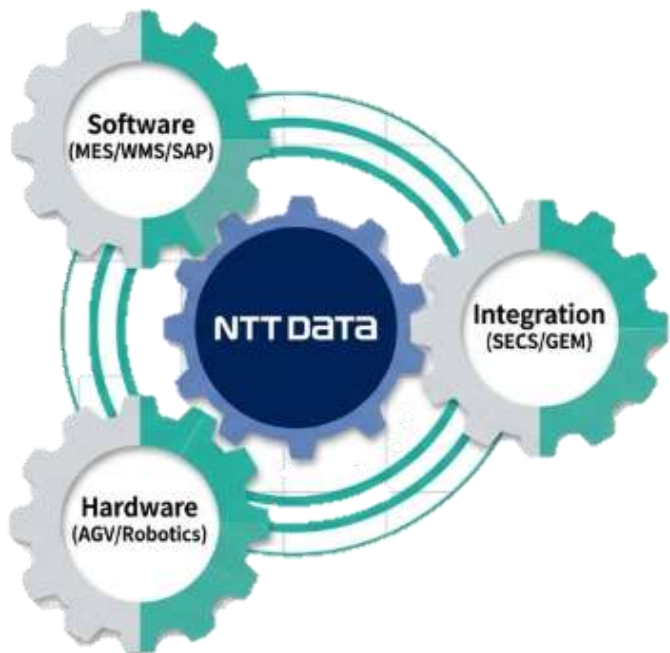
某化學品製造商推動 AI 預測工廠過濾器生命週期的專案，藉由精準的壽命預測延長過濾器使用時間，成功達成年度維修成本降低 20% 的目標。）



如有興趣或疑問，歡迎透過「[聯絡我們](#)」隨時與我們聯繫。即日起提供貴公司課題「免費診斷」服務。

為何選擇NTT DATA台灣 (SMDC) ?

在SMT工廠的DX推進上，NTT DATA台灣擁有其他公司所沒有的獨特且強大的優勢。



- ① **整體解決方案套件的提供：**不僅限於單一MES的導入，更是能夠一氣呵成地提供・控制WMS、APS、資料平台、EAP，乃至AGV及自動倉儲等「硬體」的少數供應商之一。
- ② **高度的系統整合技術：**集團整體擁有成功為全球逾 3,500 家 SAP 客戶導入的台灣最高等級 SAP 顧問實力，將 SAP 等 ERP 系統與現場的 MES/WMS 進行無縫「垂直整合」。同時支援 IPC-2591 (CFX) 及 SECS/GEM 等標準通訊協定，實現與多樣化 FA 設備的彈性資訊串聯與垂直通訊。
- ③ **日本品質與在地密著的支援：**兼具NTT DATA集團引以為傲的高品質，以及台灣在地豐富的顧問能力。在充分理解各企業現況的基礎上，提出具高度成本效益的最佳DX方案。
- ④ **跨境服務能力：**以台灣豐富的導入實績為基礎，亦可為海外生產據點提供解決方案。針對擁有多個生產據點的企業，我們能夠支援跨據點的標準化與效率化推進。

導入後並肩同行的夥伴： NTT DATA台灣的陪跑型支援

系統並非「導入即結束」。我們備有萬全的體制，確保系統在現場紮根，持續產出成果。

● 專業顧問諮詢：

徹底聆聽客戶的現場課題，設計最佳藍圖。

● 彈性的客製化能力：

包含為整合IT（系統）與OT（設備・FA）所需的XY工作台（工件用底座）及CCD攝影機等獨家客製化，解決硬體技術課題。

● 貼近現場的教育支援：

除多語言對應UI外，亦可製作・提供專用的操作訓練影片等教育內容，讓外籍操作員能在短期內上手。

● 永續ESG經營的支援：

透過無紙化及取代堆高機所帶來的CO2減排，共同協助客戶達成永續發展・ESG目標。

導入案例①： 電子設備委託製造（EMS）企業中MES與智慧 料架（發光電子標籤）的整合

面臨的課題

在多樣化產品的生產體制中，尋找所需料捲每次耗費數分鐘，頻繁的換線換型制約了生產產能。此外，手工作業的零件置料無法防止裝配與BOM不符的錯誤，存在大量不良品發生的疑慮。

導入解決方案

導入NTT DATA台灣獨自開發的MES「EXC-MES」與智慧料架（發光電子標籤）。實現與製造指示聯動、點亮對應零件料架LED的「數位揀料」。同時實裝比對零件・料槍・設備ID，不符時自動鎖定設備啟動的功能。

獲得的成果

285萬台幣削減

營運成本削減：透過零件管理數位化，每年削減285萬台幣的成本

98%以上

庫存正確率達成：庫存帳冊與實物正確率98%

80%削減

零件搜尋時間：最多削減80%

導入案例②： 光學・半導體相關製造企業中MES與AGV的整合

面臨的課題

由於從無塵室內倉儲至作業設備的搬運作業，作業員每日步行超過10公里，並需搬運重物，勞動環境極為嚴苛。非效率的手動推車造成物料供應延遲。客戶要求高度自動化與品質管理。

導入解決方案

一體化導入EXC-MES、IIoT、AGV，將重型搬運裝置的移動完全自動化。透過EAP自動設定蒸鍍機的參數（製造條件），同時建立讓管理人員無需親赴現場，即可遠端監控設備稼動率與運行狀態的管理體制。

獲得的成果

33%提升

搬運效率：零件搬運至加工設備・設備置料的效率提升，使年間生產能力增加約400萬美元

10%縮短

製造週期：製造週期縮短，在製品（WIP）削減23%

10名重新配置

人員效率配置：將全體專任搬運人員以AGV取代，並將該人員重新配置至更高階的作業

導入案例③ LED燈泡製造企業中運用AI優化品質檢查

面臨的課題

傳統AOI機「將良品誤判為不良品」的過殺頻繁發生，需要人工目視再確認，耗費龐大人力成本與工時。此外，若放寬判定基準則漏判（Escape）增加，若嚴格則再確認成本增加，陷入兩難困境。

導入解決方案

導入AI二次判定模組。建構由AI即時重新分析AOI判定為NG的影像，自動區分真正不良品與過判定的機制。讓AI學習公司獨有的品質基準。同時將NG影像與MES內的製造批號綁定儲存，整備修復負責人能立即確認異常內容的體制。

獲得的成果

80%削減

檢查成本: 目視再確認作業大幅減少，成功將月間檢查相關成本削減80%

大幅改善

檢查精度: 在某LED檢查案例中，過殺率(overkill rate)從1.3%改善至0.45%，漏判率從0.93%大幅改善至0.07%

DX推進路線圖：「從小處著手，逐步擴大」

系統導入無需一次完成所有項目。依據自身成熟度採取分階段的方式，是成功的關鍵。

Phase1： 數位化（可視化）



- 削減紙本作業。透過EXC-MES將製造實績電子化並確保追溯性。
- 透過IIoT導入，自動蒐集主要設備的稼動資料（OEE）計算要素。透過EXC-MES實現庫存可視化。

Phase 2： 自動化與整合



- 透過AGV/AMR導入，實現搬運無人化與產線自動供料。
- 透過ERP、MES、WMS的無縫資料串聯，實現帳冊與實物的一致。

Phase 3： 智慧化（AI應用）



- 透過APS導入，實現複雜排程的自動化。
- 運用AI進行預知保全。
- 建構以AI為核心的數據驅動型經營決策平台。

如有興趣或疑問，歡迎透過「[聯絡我們](#)」隨時與我們聯繫。即日起提供貴公司課題「免費診斷」服務。

下一步：獲取次世代競爭力

SMT工廠所處的環境日益嚴峻，但透過正確地將系統與硬體「完全整合」，工廠仍能發揮壓倒性的生產力與獲利能力。

為消除看不見的浪費、獲取次世代競爭力。精通經營與現場、IT與OT的NTT DATA台灣，將作為強大的陪跑夥伴全力支援。

NTT DATA TAIWAN (SMDC) 目前不僅限於台灣，亦積極推進向海外生產據點提供解決方案的相關專案。對於在日本及全球布局生產據點的企業，我們同樣能夠協助解決多個據點所面臨的各項課題。

讓我們從貴廠的「免費現況診斷」開始第一步。

聯絡我們・免費諮詢

本公司經驗豐富的顧問，將為您解答貴工廠潛藏的課題及智慧工廠路線圖等各項疑問。

【聯絡我們】

smdc.inquiry@nttdata.com

NTT DATA SMDC

搜尋



NTT DATA
TAIWAN 官方網
站 (QR碼)

歡迎隨時與我們聯繫。
(可使用日文・中文・英文)

本資料所載之數據（如縮減成效等）係根據特定案例計得，不保證於所有導入環境中均能達成相同成果。本資料記載之公司及產品名稱均為各該公司之商標或註冊商標。

