



TPS+MES+ESG 專欄



TPS傳承與實踐的3個創新挑戰

文/劉仁傑 東海大學榮譽教授

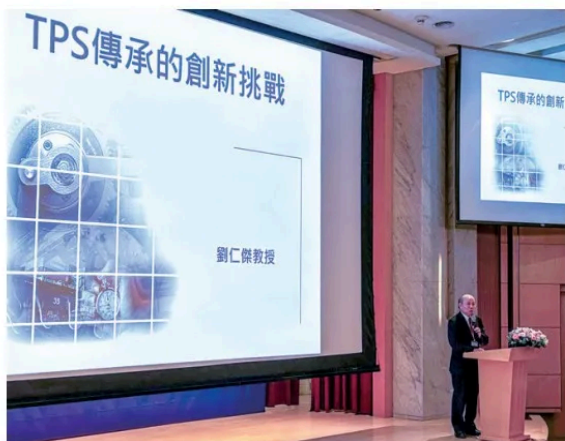
源自豐田佐吉的G型自動織機(1924)、豐田喜一郎的消除浪費(1938)，由大野耐一集大成的TPS(豐田生產系統，1978)，以追求穩定(Autonomation)與配套(JIT)做為兩大支柱，歷經數十年的試煉，成就今日的全球顯學地位。正因為具備後製程或市場的顧客目的觀念，讓這個融入組織與科技的知識體系，歷久而彌新。

2024年6月28日，我在《TPS課程產學合作研討會》，講授了任職東海大學的最後一堂課。特別聚焦在TPS知識的傳播與實踐過程，所歷經的創新挑戰，作為惜別大學講堂的獻禮。本文收錄當天演講的精華，亦即34年間，致力於傳承與實踐TPS過程的3個創新挑戰。

知行合一 從研究教學到產學合作

1985年取得日本政府公費留學神戶大學，就投注在日本生產體系的研究。1991年2月返國即在東海大學工工系開授TPS課程。結合2000年代的TPS學習風潮與產業界期待，以東海大學精實中心做為基地，從研究教學跨足產學合作與企業輔導。

受惠於日本ODA (Official Development Assistance)、全球精實熱潮與跨國合作研究，陸續應邀視察了韓國、日本、泰國、寮國、柬埔寨、馬來西亞、孟加拉、印度、土耳其、緬甸、斯里蘭卡、美國、墨西哥、捷克、英國與印尼等16國的製造現場，講授實踐TPS的價值創造原理。國外邀請豐富了我的研究內涵與國



劉仁傑教授的最後一堂課
(裕元花園酒店國際會議廳)



開場前產業界人士陸續抵達



際視野，但是除了兩岸的少數工作之外，大都無法結合TPS課程的學生學習或研究生成長。這種遺憾，直到2010年前後，才得到紓解。

TPS課程每年平均與8家企業合作。2000年代自行車A-Team推動TPS，企業提出交流產學合作心得的需求，衍生舉辦《TPS課程產學合作研討會》的摸索。2012年東海大學設立精實系統實驗室、2013年精實系統知識應用聯盟成立，發揮了推波助瀾的效果。企業經營者的熱烈參加，讓每年初夏的研討會，成為全國TPS的最高知識饗宴。

我的團隊包括了職場經驗豐富的日、台籍顧問、經過TPS課程洗禮的研究生，再結合每

年固定參與的TPS專業智庫，包括引興精實顧問、中衛、PMC等，回應平台需求的資源日漸豐富。

此期間，我個人的國內工作大幅增加，包括視察演講與企業輔導。我們確立以付費參加研討會的後援企業做為平台範疇，讓TPS課程產學合作、視察演講、企業輔導，成為階段性的服務升級。而最高階段的企業輔導，也從歲立機電開始，逐步擴大到上銀科技、矽品精密、力山工業、鉸基手工具，每年數十場次的企業輔導或視察演講，不僅讓我個人與團隊，習得非常豐富的實踐知識，輔導成果也進一步回饋到平台的發展，間接促進TPS的普及。



左起黃欽印院長、李明擇總經理、陳伯佳總經理、作者(劉仁傑教授)、蔡裕慶董事長、王慶華董事長、卓文恆董事長、許文治副總經理、朱治垣助理教授



TPS+MES+ESG 專欄

在這個傳承與實踐TPS的過程，面臨了許多的挑戰，包括在TPS發展過程十分罕見的創新，以及來自夥伴企業的共同投入。正因為我們同步推動精實知識的傳播與交流，以及在個別企業的深入實踐，創新來自兩個重要面向。

精實知識交流平台的建構與創新

第一個面向是傳播、學習與深化TPS知識的平台創新。包括精實知識交流平台的建構，以及十餘年的持續營運。

我個人應邀參加過許多論壇或研討會，發現持續舉辦的非常少。理由很簡單，因為無法持續掌握顧客目的。隨者經驗的累積與企業的回饋，我應邀或自行舉辦研討會時，第一件事都先問：誰是顧客？目的為何？

因此，在2000年代中期，回應TPS課程合作企業的交流期待，舉辦以企業為對象的TPS研討會之初，就確立採取後援企業模式。亦即邀約一大群企業付費，並堅持3不，亦即不申請官方資源、不接受個別企業額外捐助、不接受個人報名。後援企業從大約25家開始，2010年代中期起都穩定的維持在50家以上。

精實系統知識應用聯盟成立後，國內外訪客絡繹不絕。其中印象最為深刻的觀點，來自2014年來訪的前日經記者大槻智洋。他指著後援企業的名單說：

這是我見過最棒的產學平台！相較於由政府專案資助，或單一企業家捐助的常見活動，後援企業帶來的收入雖然不多，卻反映了眾多企業的需求、支持與互動，這就是可持續經營的指標。

創新挑戰 ①

可持續的知識平台經營

當然，這個被譽為可持續經營的平台創新，挑戰未曾中斷。為了讓學生實作成果、TPS知識學習與企業實務需求，三者能夠發揮有機結合、綜效最大化，至少存在著內外的兩大挑戰。對內是維持穩定而有活力的修課學生，讓成果帶動源源不絕的合作企業。這點雖然偶有問題，透過團隊營運的機制，都在可控制、能夠解決的範圍。

外部的挑戰比較大。我們深知，只依賴成果報告可能會是曇花一現，無法吸引企業的持續參與。因此，年度主題選定如同所占份額，具有支配性的影響。我們一直用高標準自我要求，試圖每一年都能打出亮點。

譬如2018年的「傾聽顧客創造差異價值」。主講人高杉康成社長(Concept Synergy CEO)，事前就做足功課，在研討會上引經據典地指出：「台灣銷售車銑複合機都聚焦在性能層面，沒有從使用現場理解顧客目的，賣不出好價格，非常可惜！」被認為是暮鼓晨鐘。現在回顧起來，或許可說預告了近年工具機產業的困境與可能出路。

而2023年iSTC木村哲也社長的現身說法，則讓與會者理解IoT不僅能夠協助精實基礎改善，甚至是節能減碳的利器，反應熱烈。當時，我們用後疫情的第一戰加以定位，包括專程往訪旭鐵工、安排對談的雜誌出刊日程，系列企劃的結果，創下66家後援企業的最高峰。基於符合台灣產業的需要，目前仍繼續關注代理業者在聯盟企業的試行成果，計畫結合機器公會的平台對外公開，敬請期待。



實踐TPS的思維與技術創新

第二個面向是實踐TPS內涵層面的創新，包括思維創新與技術創新。

正因為TPS的改善事項眾多，目的不同強調的重點也往往不一樣。我在東海大學的TPS教材，涵蓋11個改善事項，從基本觀念與5S開始；我們團隊的著書《工具機產業的精實變革4.0》(中衛)，則提倡三個階段七個步驟。兩者的邏輯上差異，反映了基礎訓練需求與企業實用主張。在這裡，我從TPS的源流與發展，用解決問題的思維與組織學習的類型來歸納TPS的精髓。

相對於西方的菁英主義，TPS是不折不扣的現場主義，解決問題崇尚現地現物。在組織學習的類型上，則主張追根究柢與防止再發，最具代表的是7大浪費的洞察與消除。因此，我認為TPS的實踐內涵，就是秉持「現地現物」的解決問題原理，持續檢視流程目的達成「消除浪費」目標。我個人從1980年代後期留學日本，以研究日本生產模式開始，就認為TPS的精隨在於現地現物思維與消除浪費技術。我在國內外講授TPS，也以傳承這樣的內涵做為己任。

首先是現地現物思維的創新挑戰，特別是超越既有框架，同步活用智慧工具。大野



激勵2024年TPS優勝學生

耐一說：「數據固然重要，我更相信事實。」我一直奉為典範。我自己持續強調現地現物的結果，可能因為思維迥異，不知不覺就減緩了融合數位科技的速度，因而主張「先精實化再智慧化」。我的持續考察發現，2016年前後工業4.0主張熄燈生產或無人工廠，在製造現場的全面潰敗，正是應該「先精實化再智慧化」的有力證據。然而，過度強調現地現物，也可能造成忽略活用智慧科技的浪費。

創新挑戰② 超越現地現物一舉落實精實自動化

我最近觀察了複數的精實智慧現場，就開始面臨挑戰。譬如：IoT能夠自動記錄停機時間與統計原因，為何還堅持使用紙本記錄與彙整？實體(Physical System)與網宇(Cyber System)一致的製造現場已經愈來愈多，不能讓數位工具支援精實改善的可視化嗎？



TPS+MES+ESG 專欄

2023年底實地看過台灣與日本中小企業的自動化成果之後，認為2024年可能是產業機械人自動化元年。我深切反省，不應以「先精實化」做為前提，應該超越現地現物思維、一舉落實「精實自動化」。

員工只有15人的久揚塑膠，是力山工業的供應商。2022年手把生產有如四座孤島，也就是分別生產跑步機把手的內件、外件與蓋子，再分別移動到組裝區組裝，4人各自批量生產的結果，讓單件射出與組裝合計CT只有36秒，現場LT竟達13天。東海大學TPS學生設計出2人作業小批量射出連結單件組裝的新產線，取得2022年度第一名。2024年則進化為1人搭配1台機器手臂的精實自動化產線。今年5月間，力山協力會(R-Team)的年度活動就選在久揚，聆聽二代總經理的簡報，以及陳振益董事長的技術問題補充，親身感受現場的高昂士氣，無不投以羨慕眼光。

無獨有偶，半導體封裝大廠矽品精密也致力於自動化，在跌撞中繳出了亮麗的成績。夥伴企業反省過去準備不足或缺精實思維的經驗，我們則檢討執著於現地現物思維而忽略活用智慧工具的浪費。結合機器人產業生態的成熟，我們聯手夥伴企業，發展了「精實自動化」的實踐原理。

我們主張不拘泥於現況，積極活用自動化資源，透過做好自動化的事前準備、用精實思維一舉導入自動化。推動步驟上區分為基礎改善、事前準備、規格檢討與導入過程等四個階段。在本質上，是運用少子化不可逆轉的危機

意識與強烈企圖心，強化TPS的基礎改善。以久揚為例，就是洞察浪費、打破孤島、構思應有之姿，一舉落實精實自動化。而值得關注的是，事前準備階段的找對廠商或技術，規格檢討階段的省人化設計與客製化思維，導入階段的問題檢討與防止再發，都涵蓋了非常寶貴的精實思維。

創新挑戰 ③

發展批量愈小成本愈低的生產技術

規模經濟是工廠管理的起點，考量作業熟練、設備折舊費用、換模時間等，批量製造曾經是降低成本的利器。於是現場的WIP如同波浪形狀，不是過多就是缺料，背離了後製程或者市場的需求。TPS的消除浪費，就是用單件流或小批量的追求，滿足後製程或市場的需求。因此，TPS的重要傳承之一，就是追求單件流的生產成本，盡可能接近批量的生產成本。

我們強調的創新挑戰是從造物技術的本質出發，致力於消除浪費的技術創新，達成批量愈小成本愈低的目標。2014年豐田汽車的保險桿單件生產、2023年鉍基手工具的小噴房烤漆，提供了史詩級的案例。

2014年，豐田汽車PRIUS保險桿射出生產變革為單件流，亦即射出一件換模一次。汽車組裝線都採多種混線組裝，保險桿組裝副線的塑膠件批量射出，浪費一目了然。改善是從15件批量射出改為單件射出，生產效率提高16%、空間節省超過30%，被認為是豐田汽



車在2008年金融風暴之後最有特色的改善案例。扼要地說，外購的塑膠射出機射出時間與換模時間長，豐田自行開發簡單、小型的多口射出機，讓射出、換模時間大幅縮短。堪稱是一項批量愈小成本愈低的技術創新。這項技術還兼顧了汽車保險桿性能、造型與維修的考量，被認為是融合市場需求與流程平準化的傑作。

TPS技術創新不是知名大型企業的專利。鉸基是鏈類工具的領導廠商，推動加工、組裝精實有成之後，凸顯了亮漆大噴房的巨大浪費。包括粉體漆回收、清潔與更換，大噴房的換線時間長達40分鐘。鉸基自行開發了大系統小噴房，換線只需調整參數，時間降至3分鐘。這項變革不僅落實單件流、讓WIP減少了92.6%，產能還提升了15.6%。正如同手工具沒有淡旺季，鉸基的精實接單暨生產流程，可趨近於使用顧客的購買暨消費流程，TPS的理想型態，已經隱然若現。



獲聘東海大學榮譽教授

交棒年輕夥伴，樂做TPS終身志工

回想從留學日本起的40年間，我個人感到非常幸運，研究、教學與產學合作，都一直環繞在TPS。在傳承TPS知行合一的教學，在產業界實踐現地現物的精實知識，贏得教授職涯的精神文明與物質文明。我今天提及的3個創新挑戰，精實知識學習平台的持續營運、超越現地現物思維的精實自動化實踐、批量愈小成本愈低的生產技術開發，都是與夥伴企業、聯盟企業的共創成果，我要

藉此致上最誠摯的感謝。

我在東海大學創設TPS課程，並連續開授34年，今天交棒給朱治垣助理教授，格外開心。儘管不再開課、不再輔導企業，仍將以傳承與推廣TPS的志工自許，以東海大學榮譽教授營運精實系統知識應用聯盟網站。敬邀十五年來曾經參與研討會的夥伴，亦即精實系統知識應用聯盟的162家企業(詳見<http://lean.thu.edu.tw>)，共同為實踐TPS共創價值，繼續做出貢獻。