



113年第13屆全國大專校院研發主管會議
「智匯科研·淨零永續」



工業3.5 x 藍湖策略

厚德載物產學合作協助台灣產業普遍升級

簡禎富 Chen-Fu Chien 清華講座教授

國立清華大學 執行副校長 兼 藝文總中心主任/清華校友總會秘書長
財團法人 梅貽琦先生紀念學術基金會/財團法人月涵文教基金會 董事長
亞太工業工程與管理系統學會(APIEMS) 理事長
國科會 人工智慧製造系統研究中心(AIMS) 主任
國立清華大學 智慧製造跨院高階主管碩士在職專班(AIMS Fellows) 主任
國立清華大學 智慧製造與循環經濟校級研究中心 主任
國立清華大學 工業工程與工程管理學系/決策分析研究室(DALab)

cfchien@mx.nthu.edu.tw

機會財 vs. 管理財 / 勝之形 vs. 制勝之形



「在臺灣經營企業二十多年的經驗發現，**台灣最需要的是管理技術和人才...**」

台積電創辦人張忠謀 2008. 4. 18

TSMC Vision:

1. be a **technology leader**
2. be the **manufacturing leader**
3. be the most reputable, service-oriented and **maximum-total-benefits** silicon foundry

109年 行政院「第十一次全國科學技術會議」大會引言人
簡禎富講座教授 <https://youtu.be/hOxFuMj1Zgo>

CREATING THE FUTURE
行政院 第11次全國科學技術會議
- 中區預備會議

發展管理科技
驅動產業數位轉型與高值經濟

簡禎富 Chen-Fu Chien, Ph.D.
清華講座教授 暨 美光講座教授

科技部 人工智慧製造系統研究中心(AIMS) 主任
國立清華大學 工業工程與工程管理學系
國立清華大學 智慧製造跨院高階主管碩士在職專班(AIMS Fellows) 主任
cfchien@mx.nthu.edu.tw

CREATING THE FUTURE
Executive Y...
第十...
th Nation...
會議

https://www.youtube.com/watch?v=m2xPP6qdEt0&feature=emb_logo



透過與簡禎富的產學合作所建立起的決策模式，讓旺宏的決策更精準。（左四為旺宏總經理盧志遠）

的，也未必知道怎麼來用更好的學理，簡禎富能夠虛心的學習，從旁觀察決策如何形成，觀察老闆怎麼問員工問題，幫我們從中理出系統化的決策模式。學校擁有理論和方法，企業則有實務經驗，兩者互補發揮不少效益。

台積電：讓產能規劃更精準

台積電三廠廠長簡正忠指出，對企業來說，最困難的是需求的預測不準，但簡禎富將各種分析方法有效運用在產能規劃策略、廠址選擇及設備評估等，並發展龍捲風圖分析排序法，有

決策層面的產學合作，「高科技產業的節奏太快，要處理的事情太多，很多做事的方法都需要專業化，讓教授加入規劃單位，就是想要策略分析的幕僚更專業化。」劉德音以美國太空總署計畫為例，認為企業經營也該像太空總署一樣，每項計畫都事先經過精密計算才能成功執行。

然而，企業工作複雜，很多事情的處理速度都是以小時計。劉德音說：「以台積電每年100億美元的營業額，很多時候我們沒時間思考為什麼，只能想趕快去做。」有時候在時間壓力下，只能以直覺來思考，決策不一定是最好

吳敏求如何年減1.6座大安森林公園吸碳量？

34年前的遠見與一位熱血教授 讓旺宏登AI減碳領跑者

文◎陳育晟 攝影◎程思迪

七月用電高峰將至，各家半導體廠無不繃緊神經，但全球最大唯讀記憶體、快閃記憶體生產製造商旺宏電子，卻顯得老神在在。

半導體廠房需要把溫度維持在攝氏二十二至二十四度，因此冰水機、空調等龐大耗電量，是他們最大的痛點。

找清大研究生、教授算數據
比照「日本紀律」省數十億

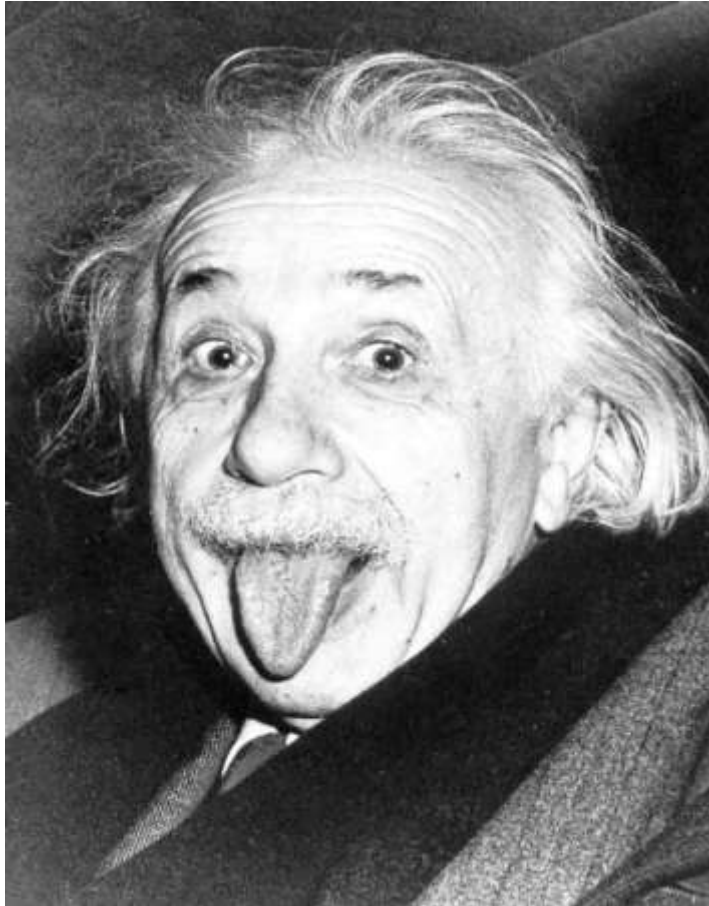
走進旺宏生產十二吋晶圓的五廠，一個個新舊大小不一的冰水機，宛如弦樂團樂手般，聽從指揮——AI優化冰水機節電效益系統，把節電效益發

揮至最大。

用AI系統來節電，聽來簡單，但這背後卻是人機協調、人與AI間協作、磨合的學問。許多企業現在才正學者摸索，但旺宏董事長吳敏求早在三十四年前草創旺宏時，就開始鋪陳。當時，正是日本半導體叱吒風雲，打敗美國的年代。

「原因就在日本人有紀律。」自美返台創業的吳敏求深知，要打造如日本般的紀律，就必須讓生產線全面數據化，以電腦取代人工，主導設備運行。

當時，他找來兩位清大統計學研究所畢業生協助數據探勘，將製程中的每個數據意義



*“The mere **formulation of a problem** is far more often essential than its solution, which may be merely a matter of mathematical or experimental skill. To raise **new questions, new possibilities**, to regard old problems from a **new angle** requires creative imagination and marks real advances in science.”*

- Albert Einstein (1879 - 1955) Nobel Laureate

亟需複製的典範： 簡禎富十台積電

彼得杜拉克： 「管理最重要的創新都來自實踐」



台積電數位大腦的幕後功臣——清大教授簡禎富，他的學生，還沒開學就得進工廠，從做中學，替企業解決痛點。他呼籲企業打開大門，開啟更多機會，培養無數個十年前的他。

簡 禎富與台積電長達十二年
的合作，讓台積電圓廠
領導友善界面的背後——寧靜大
腦般強大的智慧化彈性決策系統
無聲運轉，迅速得出一個以上的
近似最佳解，搭配現地現場人為
商業判斷，做出最佳決策，
在與包括台積電在內多家企業

長短不一的合作當中，簡禎富發
展出一套人才培育、企業痛點獲
得解決，以及自己研究不斷精進
的三贏模式。
台積電找上簡禎富之初，他才
三十八歲，沒有知名度。然而長
期合作的成效，讓簡禎富炙手可
熱，他的研究室，專職研究生和

在學碩士生超過三十人，宛如一
家規模不小的研發公司。
台灣的學生大多沒有實作經
驗，長期為人詬病。大學生只學
理論，原來請求實作的專科改
成了科技大學；研究生二年級努
力修課，二年級努力拼論文，全
都與實務沒有接觸，一切紙上談
兵。

打破紙上談兵的教育模式

「尤其是現在修課分數都打得
很鬆，學生的動機再強，也不知
為何而戰。」簡禎富指出。

但簡禎富收的研究生，從碩
零，也還沒開學的那個暑假，便
必須到企業實習兩個月，「他（學
生）知道工廠的狀況，以後對話才

不是空憑想像。」

開學後，碩一生必須邊修課，
邊參與企業與研究室合作的眾多
專案之一，和專職研究生一起研
究發企業「問題」。

簡禎富不會讓碩士生扛專案，
而是像戰地記者，跟著學長姐觀
察和學習，「你要在現地現場看，
天塌下來有人頂著，你才能觀察
清楚。厲害的學生很快就能獨當
一面。」

「他會更了解課程的目的和意
義，知道為何而戰。」簡禎富說，
學生的論文通常就是從實際做出
來的結果去寫，「廠商會花錢找
我們診斷和解決的問題，一定有
它的重要性，所以我很多學生得
獎，因為他們所做出來的東西都
是很實際。」

「企業應該打開門，培養一個
十年前的我，一路下來就會變成
很大的助力，長期合作解決各種

痛點，簡禎富專注

半導體產業鏈，將

藝名找上他的其他

企業，轉介其他學

者，希望能夠複製

出無數個「台積電

十個問題」。

面談，分
次進行，
兩週研究
過得研究
都才分專
生進研大
學選決門
這些大門
試富約大
析及



Enabling A+ Decisions®
DALab Proprietary

建構決策型組織與數位轉型

建構決策型組織與數位轉型的步驟：

- 第一，找出最重要的決策。
- 第二，確定該由組織的哪個層級做那些決策。
- 第三，按價值的來源規畫組織架構。
- 第四，瞭解決策者需要的許可權，賦予他那樣的許可權。
- 第五，調整組織的其他單位，以支援決策與執行。
- 第六，讓管理者有能力迅速做好決策。

Reference: Marcia W. Blenko, Michael C. Mankins, Paul Rogers (2011), "The decision-driven organization," Harvard Business Review, June.

專欄 Column

簡治富



數位轉型是企業維新

數

位轉型最近成為流行語，卻不易有精簡且完整的定義。其實，數位轉型不僅是將數位科技整合應用到各個營運功能的企業數位化，藉由導入資訊科技改變企業流程以創新產品服務及商業模式；更是結合大數據、人工智慧等數位技術驅動的「轉骨」(Transformation driven by Digital Technologies)，包括利用大數據以更智能的方式了解客戶、大量個人化的商業模式創新、決策品質和速度因授權和員工更自主而提升，組織效能因人機協作和人工智慧而強化。

資訊科技是第三次工業革命驅動技術，並促成不同階段的「數位轉型」：第一次是「電腦化」驅動企業流程再造，也提升知識工作者的效能；第二次是「網路化」驅動企業電子化和供應鏈的整合與分工，因而促成全球化製造網絡和電子商務模式的持續創新；最近則是「智能化」驅動決策型組織和平台化的數位轉型。換言之，數位科技滲透的範圍和深度，已經從企業流程、營運方式、供應鏈整合、商業模式，一

直深化到組織決策和產業生態系統。然而，不同企業數位化程度不一，需求不同，數位轉型的路徑也應對症下藥。

《詩經·大雅·文王》：「周雖舊邦，其命維新。」數位轉型不僅是數位技術的導入，並涉及領導決策、科學管理、組織再造、人才培育及商業模式等不同層面，應該有量身打造的策略藍圖，並考慮不同階段的投資報酬以堅固改革決心。大企業既有組織龐大，數位轉型更需要變革管理；中小企業彈性高卻比較沒有制度，因此應先合理化精實化，再推動系統化智能化的數位轉型。

台積電創辦人張忠謀曾親自講授推動企業轉型為「流體組織」，台積電並分三階段導入自動化基礎建設和工程資料分析、大數據和人工智慧以提升智慧製造能力和組織效率；三星集團前執行長尹鍾龍，藉資訊系統和授權讓組織簡單、快速和自主，使三星成功轉型成決策靈活的網路型企業。

數位轉型的過程應循序漸進，首先需要策略的長期承諾、資源的重分配和依序投入，在企

業建立積極創新和善用數位科技的文化，完善資訊基礎建設和數據整合等基本核心能耐，培養分析和決策能力的數位人才，授權員工參與決策達到「共治」，企業流程精實和決策模式優化，並將台灣製造優勢和管理軟實力數位化平台化，整合 PDCCCR 製造策略架構(定價-需求-產能-資本-成本-善收)相關決策以優化善收。數位轉型專家應該「容易換的先換」，並選擇重要的決策問題為主軸，釐清決策流程和參與的單位，提升單一或多個功能部門的大數據分析、人工智慧和數位決策等能力，配套的決策授權也應輔助數位大腦共治而調整，再精簡組織架構調整分工，透過執行落實逐步往外擴展到其他部門的調整，進而擴大組織效率優化的範圍，落實「企業維新和新五四運動」。^①

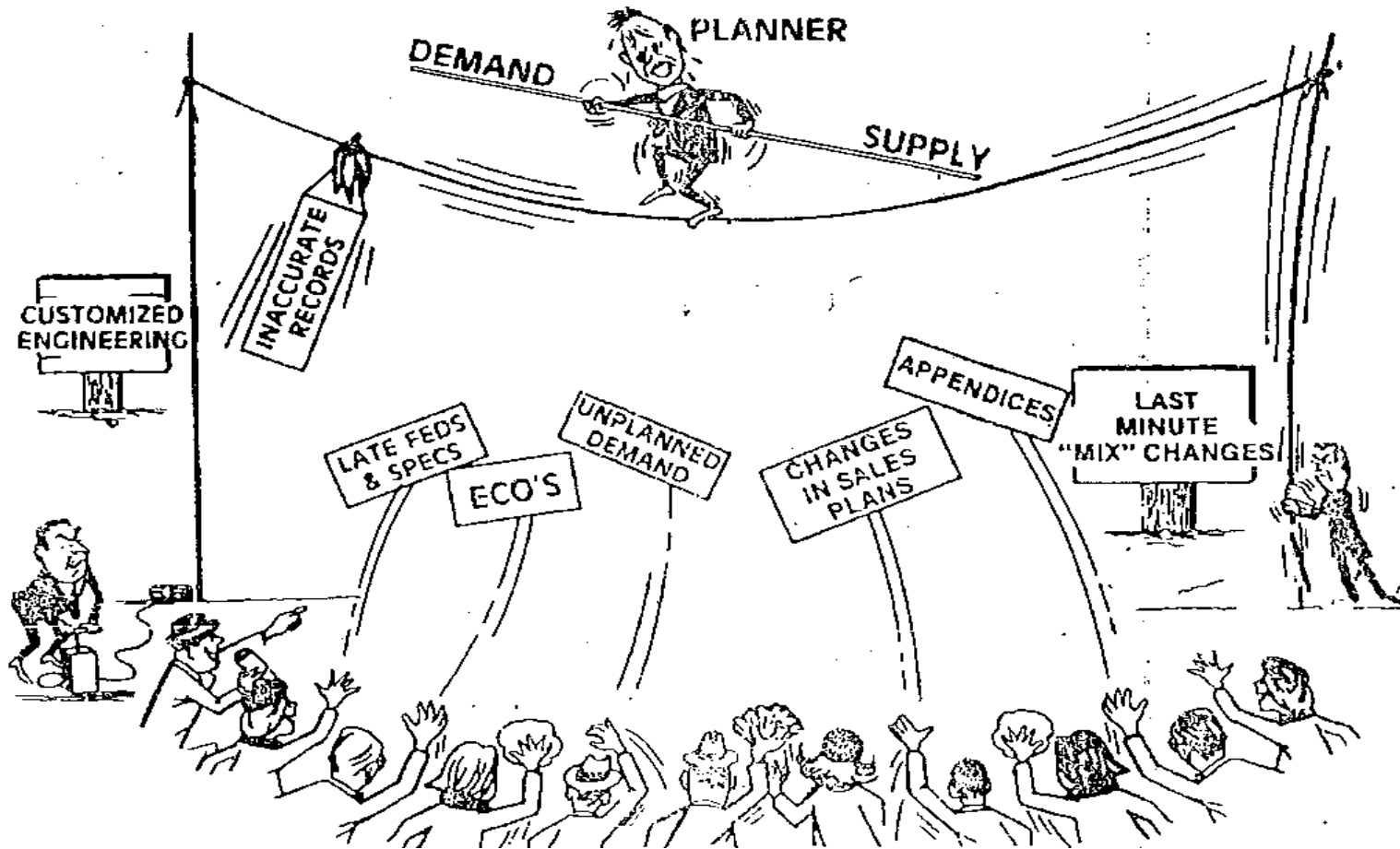


簡治富

國立清華大學清華講座教授暨美光講座教授、智慧製造高階主管在職專班 (Advanced Fellows) 主任、科技部人工智慧製造系統研究中心主任暨工業工程與管理專門召集人。

版權所有，請勿影印重製，若需購買單篇文庫，請上本刊網站。

「聰明生產」最重要的決策： 高科技產業產能規劃與產銷決策的挑戰





大學創新研發 照亮台灣 產業新未來

2009 大學產業經濟貢獻獎

大學擁有創新研發的社會資源，是知識產出的重要來源，提供產業向上躍進的推動力。經過你為了鼓勵大學研發成果導入企業應用，提升我國型塑產業的競爭力，透過舉辦「大學產業經濟貢獻獎」，表彰對產業發展具積極影響的大學發展與貢獻，以促進產學攜手合作，開拓國際經濟，優化台灣產業在市場上的競爭位置。



清華大學工業工程與工程管理學系及EMBA教授

富禎簡 「紫式決策」 提升企業決策品質

今年才43歲的富禎，卻因「一天當兩天用」，頭頂壓載著厚厚白髮。他在台灣半導體產業，建立極佳的產學合作名聲，現在更希望協助台灣中小型IC設計公司和中小企業一起創造藍海。

簡富禎研究工業工程與管理，他的辦公室裡充滿專業的人文味。牆上掛著切艾德煤礦用的精美銅水壩，櫃上書架則是基本區拆下老家床板加工製成的。「這是我樂於忘己交際禮節」，他說。
擁有工業工程與電機雙學位簡富禎，因擔任教授，首次與旺宏電子合作，協助提升良品率。「第一次舉辦半導體，就是從生產製造的現場開始」，他說。透過組合決策分析所訓練出來的紫式思考，也設計出品質最優化的晶片排列法則，獲得了兩項發明專利，教育部產學合作研究獎。

幫企業解決問題東顧明自己學說

簡富禎專長決策分析，能看別人看不見的問題，找出系統化的解決方法。第一個產學合作研究計畫成功後，旺宏每年跟蹤他合作一兩個計畫，他感嘆地說：「旺宏讓我們有機會找到好的問題來驗證自己的學說。」

2005年，他出版《決策分析與管理》著作，累積過去6年以來實際參與每一個產學家子的研究精華，更是展現台灣產業的實踐心得。

隨著卓越的決策者，不同領域的專業學習，就像煉武功，可以擴大視野與視野。他為了「練功」，分別與不同公司在不同領域合作，因此認為「(Integrating) Expertise是產學合作之本」。2003年，他應聘擔任台灣電製技術委員會資深顧問，2005年台積電委聘他當工業工程處副處長。他出「軍機處」概念，提出改善規劃人力、設備、資本以及訂單等「兵、馬、錢、糧」普遍與眾的理念，發展方法全方位組織轉型。
「有車到台灣電機社」軍機處行處。當工業產



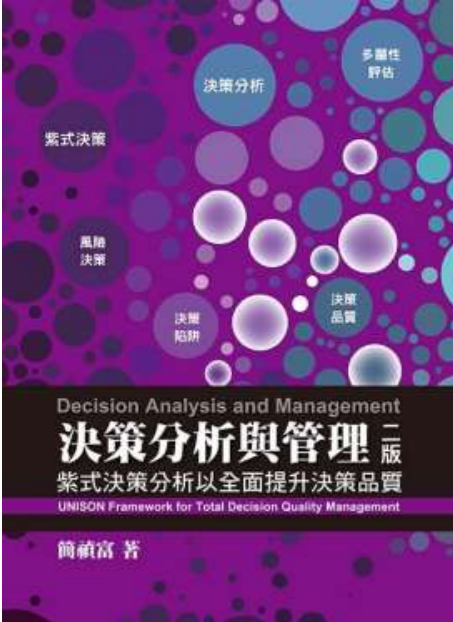
學諮詢製造決策和製造革新，也應用資料科技發展降低生產備時期的方法，發售階層風險分析排序法以降低成本提高獲利，並提出「綜合品質效益」或為評估半導體產出的指標。

雖然台積開發優質的企業文化和信譽讓人不捨，但僅談三年的淨收入和歷練，讓他對後輩之輩去實家理學，他平開玩笑的說「希望將來能回頭說，台積電讓我以「忠孝兩全」」。

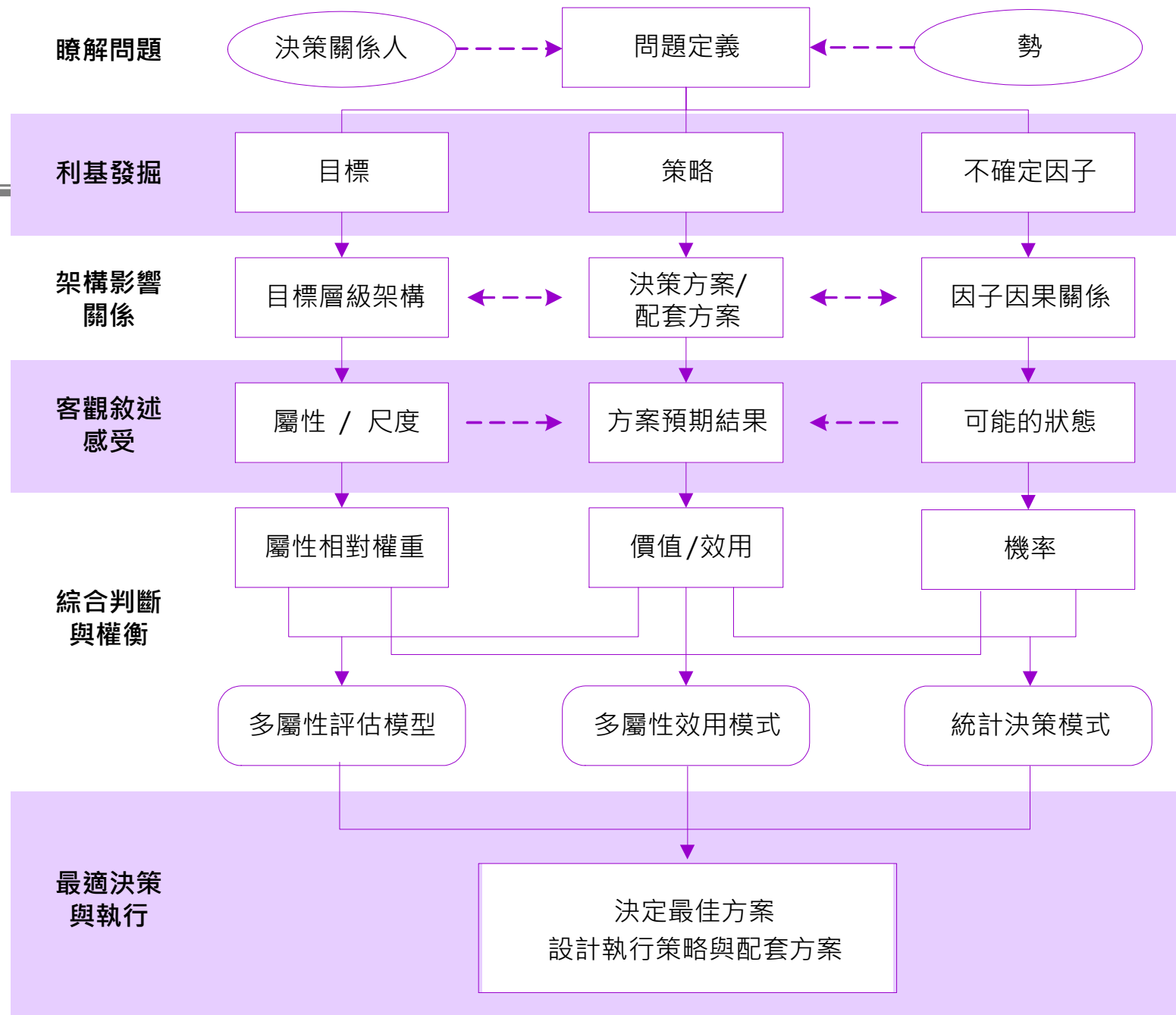
幫中小企業和IC設計找活路

「IC設計是高科技業的生命之源，而中小企業是台灣的活力之源，兩者結合可以開創创新的藍海」。現在，簡富禎向中國生產力中心合作執行經濟部科專計畫，研擬結合台灣中小企業的創造力和中小型IC設計的科技力，發揮產品創新與產業加值的加乘效益，讓台灣IC設計產業不流於互相替代的零性競爭。

在半導體產業找困難做研究，對台灣產業尋不出路，簡富禎不只對半導體產業的變遷技術和決策品質提供真知灼見，其協助中小企業的信心也值得肯定。



紫式決策分析架構



該由組織的哪個層級做那些決策？

教授後研究：旁觀者「軍機處行走」



我最喜歡的，就是像彼得杜拉克《旁觀者》一書中回顧的精彩閱歷，也希望將來能夠發展出紮根於華人企業的一家之言。



工程處擔任處長，他認為簡禎富帶來最大的影響是，「改變大家做事的習慣與方法，讓我們重新對學術界的方法有信心。」

回顧借調台積電那段經歷，簡禎富開玩笑說，就像在修「教授後研究學位」（Post-Professor Research），而資深副總經理劉德音就如同指導教授一般，經常給他許多「大哉問」的策略問題，讓他把這些問題解構轉換成研究問題的過程中，發展出「PDCCCR」（Pricing-Demand-Capacity-CapEx-Cost-Return）製造策略方法論，並推動「IE十大建設」來發展其中的工具和決策支援系統，協助分析多項策略專案。其中，簡禎富設計的「龍捲風圖排序法」和命名



Enabling A+ Decisions®
DALab Proprietary

按價值的來源規畫組織架構

PDCCCR 兵馬錢糧資源全面管理

CXO ?

軍機大臣 (Corporate Planning Officer, CPO)

智慧規劃與產業價值鏈：
「軍機處」的前世與未來

講師 | 簡禎富 清華暨美光講座教授

12/29 15:00
16:00

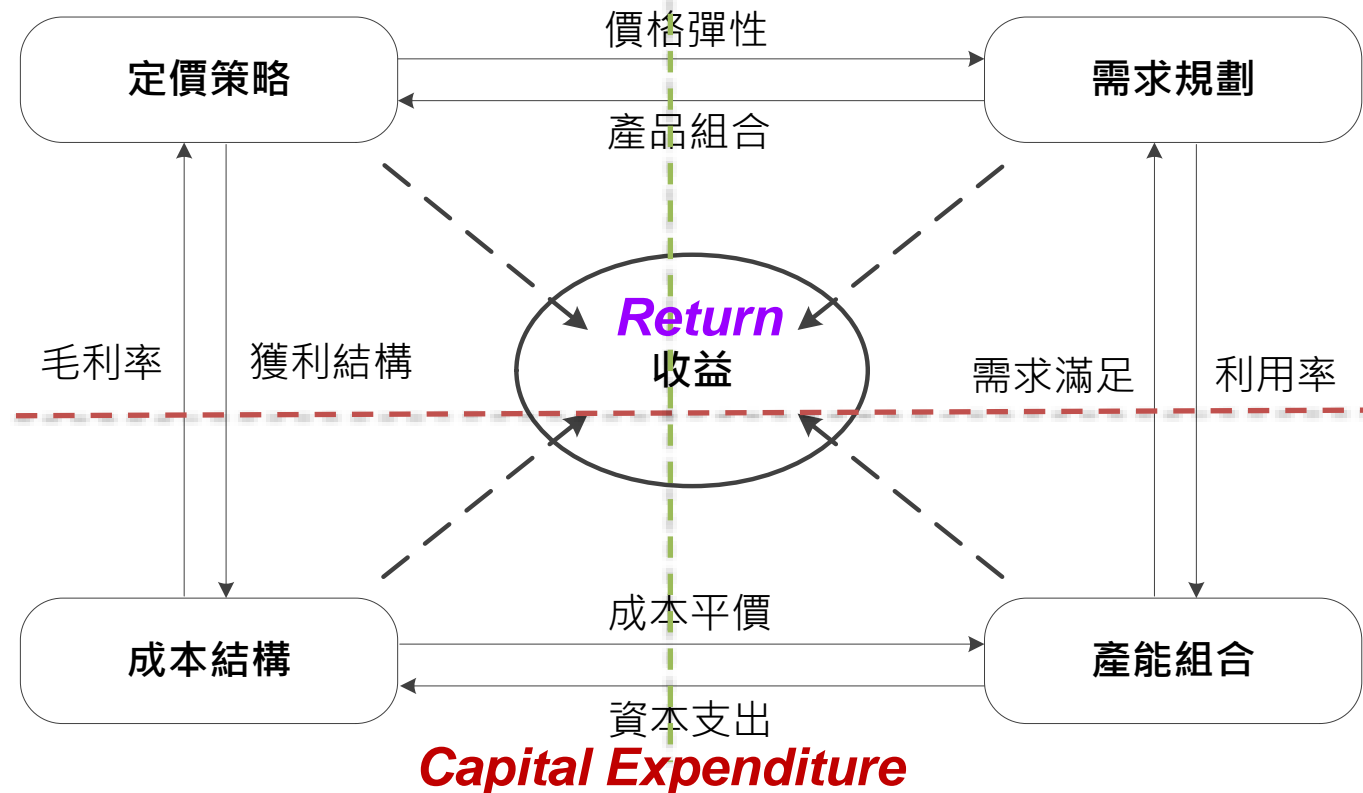
地點 F12P1#239會議室

產業生態系統必須健全發展才能穩健提昇，針對產業價值鏈分久必合合久必分的特性，發展大數據分析、人工智慧為破壞性創新技術的智慧規劃和數位決策平台，一方面介紹所提出「工業3.5」製造戰略：工業3.5是人和機協同的兩種人；再工業4.0虛實整合系統更係是「機械公敵」，分享台灣不同產業的實踐研究，用產業實例說明具體價值；強調應強化與之在社的企業維新和社新五四運動，並提出「藍海策略」和「分析服務產業化」作為配套，推動台灣產業升級與數位轉型。

主辦單位 | 台積電員工福利委員會 協辦單位 | F12P1/ORP

Pricing Strategy

Demand Planning



Cost Structure

Capacity Portfolio

資料來源：簡禎富 《工業3.5》(2019)

Guest | limited access

 Register today and save 20%* off your first order! [Details](#)
[Subscribe](#) | [Sign in / Register](#) | [My Account](#) | 

STORE

Books, Cases, Articles, Audio, and more...

 CASE (FIELD) **簡禎富**

The TSMC Way: Meeting Customer Needs at Taiwan Semiconductor Manufacturing Co.

 by Willy Shih, [Chen-Fu Chien](#), Chintay Shih, Jack Chang

Source: Harvard Business School

23 pages. Publication date: Aug 13, 2009. Prod. #: 610003-PDF-ENG


When L.C. Tu receives an emergency order, he is confronted with a range of production scheduling choices, each of which has unique costs and trade-offs. The case was designed to help students understand job-shop style production and the impact of disruptions and reactive scheduling. Students use two of Taiwan Semiconductor Manufacturing Company's mainstream processes as a vehicle for analysis. The case describes a real situation in which upper management accepts an emergency order. By working through the impact on the production system, students should develop a feel for how shifting demand in a large factory that is structured as a job shop alters the demands on, and utilization rates of expensive capital equipment in a complex way. As bottlenecks shift, students can explore several alternatives, each with different costs and trade-offs. Students may also reflect on the true cost of providing the extraordinary service, and whether management properly takes the impact on operations into account when it makes customer commitments.

To maximize their effectiveness, color cases should be printed in color.

« Hide



Email this

Format	<input checked="" type="radio"/> English PDF
	<input type="radio"/> English Hardcopy Color
Quantity	1 <input type="text"/> \$12.00 each Availability: In Stock
Copyright Permission	0 <input type="text"/> \$6.95 each Need to make copies? You must purchase copyright permission. (Tell me more)
Access to case studies expires six months after purchase date.	
Educator & student discounts available. Learn more >	
 ADD TO CART	

MOST POPULAR

MOST READ

MOST COMMENTED

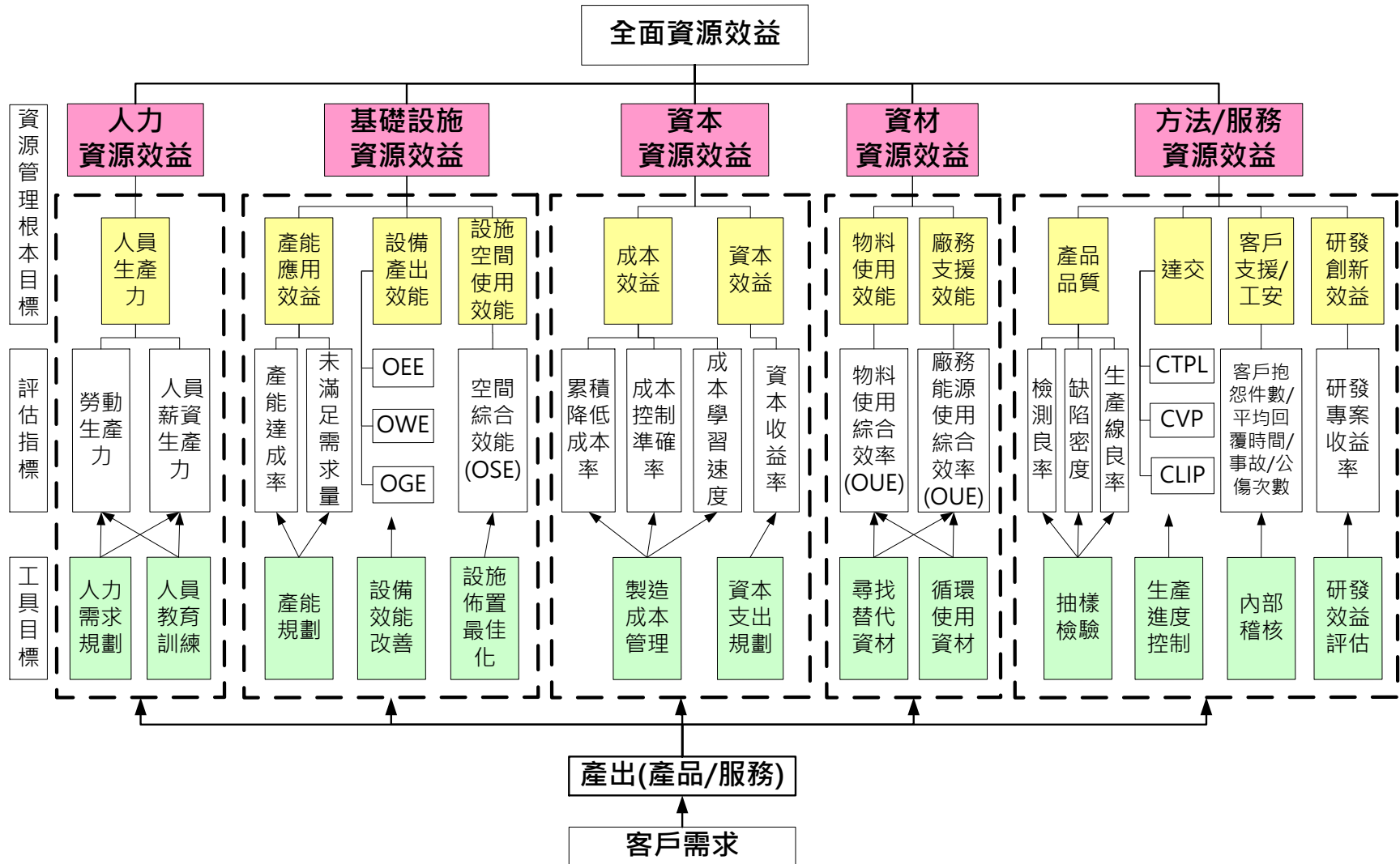
 From: Last 24 Hours **Last 7 Days** Last 30 Days

1. [There's No Such Thing as Constructive Criticism](#)
2. [What I Learned Building the Apple Store](#)



晶圓廠全面資源管理效益

根本目標層級架構與工具目標網路





OWE (Overall Wafer Effectiveness)

IEEE TRANSACTIONS ON SEMICONDUCTOR MANUFACTURING, VOL. 27, NO. 1, FEBRUARY 2014

71

Data Mining for Optimizing IC Feature Designs to Enhance Overall Wafer Effectiveness

Chen-Fu Chien, Member, IEEE, and Chia-Yu Hsu

Abstract—As global competition continues to strengthen in semiconductor industry, semiconductor companies have to continuously advance manufacturing technology and improve productivity to maintain competitive advantages. Die cost is signif-

icantly increased. As the integrated circuit (IC) will be doubled approximately every one or two years [2], the technology has been continuously advanced to reduce IC feature sizes and the line widths. Using state-of-the-art nano technologies, semiconductor man-

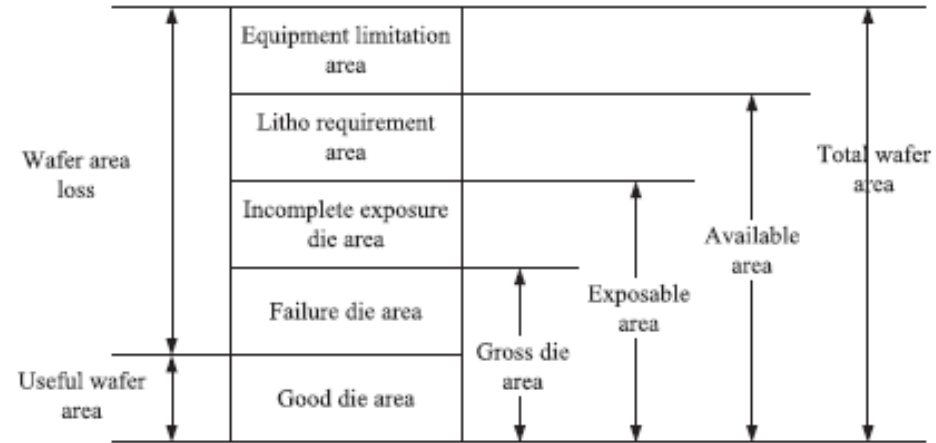
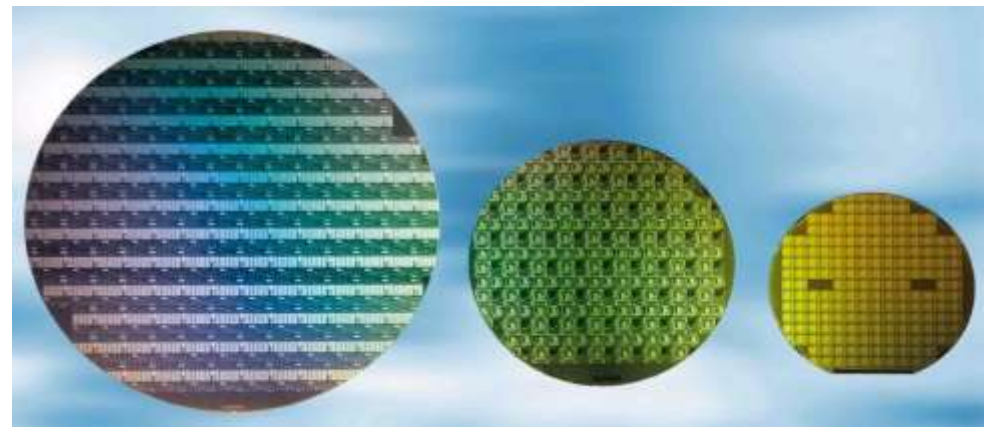
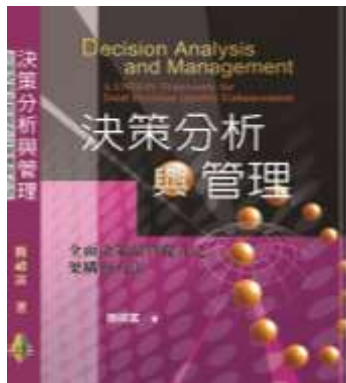
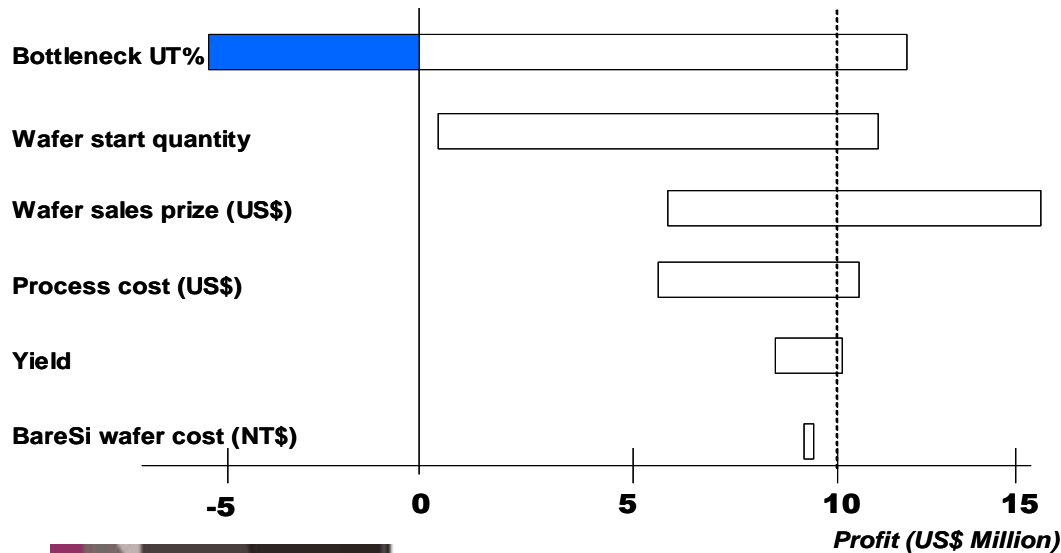


Fig. 3. Conceptual framework of OWE.



決策分析方法：龍捲風圖例（簡禎富，2005）



資料來源：決策分析與管理（簡禎富，2005），page 360.

龍捲風吹襲台積電 - 擲節成本大作戰 (CTP: Cost Tornado Program)

「龍捲風」吹襲台積電 擲節成本大作戰！
晶圓代工工業競爭日趨激烈 中芯省錢買設備

（記者宋丁儀／台北）2007/03/02 晶圓代工產業競爭加劇，不僅同業之間比製程技術、產能規模及服務，獲利能力也成為外界評比指標；據了解，台積電（2330）自2007年初起，內部首度大規模實施「龍捲風計畫（Cost Tornado Program）」，各單位包括生產、研發、採購，均須明訂成本目標及時間表，從上至下人人均一律遵行，並列入考核，顯現台積電已為2008年營業淨利率挑戰45%，展開總動員！

台積電自2007年起全公司從上至下，皆嚴格執行成本節約計畫，並首次取名為「龍捲風計畫」；台積電表示，事實上，內部一向都在執行節約成本，不過確實以「龍捲風計畫」命名、大規模系統性執行是從2007年開始，至於細節屬於公司內部作業，不便公開。

據了解，這項名為「龍捲風計畫」的成本節約是由會計單位推行，並由負責掌管成本控制的「成本企劃部」執行，這項計畫已襲捲台積電各單位，人人一律得雷厲風行；而之所以取名為「龍捲風」，就是台積電由此發展1套龍捲風圖，透過這套分析圖，可以試算各項成本以及最佳的成本組合方案。

台積電 2006年全年除了首季及最末1季以外，其餘第二、三季營業淨利率皆維持40%以上，遙遙領先其他晶圓代工同業，同時也是全球半導體業者中數一數二的佼佼者；除了因台積電起步較早、現階段設備攤提成本已較低外，維持相對高檔產能利用率及開發高附加價值光罩、設計服務等事業，並確保穩定品質，都是其享有較高獲利的主因。

不過，顯然台積電並不以此為滿足，試圖朝更高獲利邁進，藉由2007年推行龍捲風計畫，從成本端進一步壓縮「擠出」更多獲利；據了解，龍捲風計畫將明訂各單位具體降低成本的項目，並依據時間表進行追蹤考核，嚴格的程度讓許多單位在壓力下，為求縮減成本，展開跨部門合作，從研發、生產到採購，大家奔相走告任何有用的節省成本「小撇步」。

個人獎得主

清華特聘教授簡禎富

產學權威 強調全面資源管理

昨日頒獎典禮全場目光的焦點，莫過於獲得研究類個人獎的國立清華大學特聘教授簡禎富。簡教授雖是大學教授，但他在產學合作、理論創新及產業增值上的學以致用與卓越貢獻，卻是眾所共知。

簡教授在接受國家品質獎時指出，這是最高的榮譽，也是崇高的責任，他將領導決策分析研究室團隊，繼續深耕為國家社會、學術界及台灣產業奉獻力量。

永遠愛依」紀念晶片。

簡教授特別強調「全面資源管理」理念，他並發展「紫式決策分析架構」與相關方法，全面提升企業決策品質；除了曾借調台積電三年外，還長期

與旺宏電子、聯發科、采鈺、晶電、世界先進、茂迪等公司進行多項產學合作計畫，獲得多項半導體發明專利與技術移轉，具體幫助台灣企業提升競爭力與決策力。



際會議上演講，他並發表TSMC Way哈佛管理個案，以建立台灣企業在國際學界的管理典範

PDCCCE製造策略」，有效降低成本，提升組織決策品質，獲得台積電同仁致贈「一日

●「第22屆國家品質獎頒獎典禮」14日正式舉行，行政院院長陳冲（左）親臨頒獎，清華大學特聘教授簡禎富（右）受獎。

大國競合 勢所難免!?

「全面資源管理」(TRM)是王道



高博富

迎戰AI商機， 做好全面資源管理

台灣AI相關硬體製造的核心能耐，驅動全球產業鏈發展，也吸引跨國企業來台設立研發中心，增加更多運算能力需求，也促進更多元周邊產業生態系統蓬勃發展，創造各種新領域高價值的就業機會。另一方面，這也帶給台灣產業升級極大的挑戰。以台灣有限的資源，產業必須做好全面資源管理，從各個環節提升資源使用效益，尤其是能源和電力資源，才能擁抱這龐大的商機。

1965年高登·摩爾(Gordon Moore)提出摩爾定律，半導體晶片上單位面積的電晶體數目每隔一段時間就加倍，而呈等比級數成長。自此，這定律驅動半導體製程技術持續微縮，成為自我實現的產業預言，以及產業鏈上下游協同升級速度的脈動節奏。晶片的電晶體元件數量愈多，算力愈強，智能化功能愈大，因而驅動工業3.5/4.0的升級轉型。

然而，半導體能廣泛應用到各個產業，不是僅靠製程不斷微縮、功能日益強大的晶片。此外，由於半導體製程挑戰物理極限的

瓶頸，是在高資本投資的進口尖端設備上發展的製程能力，因此提升本土的設備製造能力也日益重要。摩爾定律另一層的經濟意涵是，晶片功能愈強時，電晶體平均單價必須愈低，才能維持比較利益與成本效益，因此台灣半導體製造的性價比高和卓越營運管理亦是舉足輕重的關鍵。

以筆者借調台積電3年期間推動的「全面資源管理」為例，將營運資源展開成根本目標層級架構，提出包括綜合晶圓效益、綜合空間效益等指標，從總資源、可用資源、使用資源到有效資源，逐一解析造成資源無效利用的原因及對策。並發展成本履歷分析法，將每一個因子影響程度由大到小排序成履歷風形狀，以聚焦先改善能大幅提高整體經營效益的對策，透過優化資源分配執行、資源績效評估、使用效益檢討與持續改善等PDCA管理循環，全方位改善資源利用綜效和成本結構，持續提升卓越製造能力以增加營收獲利，並帶給客戶最大的綜合效益。

例如，清華決策分析研究室整合AI和大數據分析預測工廠冷凍噸數需求，並優化提供制冷的冰機開機組合和配置，使冰機維持最佳效率運轉區間，用最節能的方式滿足維持晶圓廠的環境需求；且監控各冰機的健康狀況，以預警設備的潛在異常適時進行保養，研發冰水系統調度優化節能技術，已協助晶圓廠、面板廠和PCB廠創造巨大節能效益。

台灣面對電力供需挑戰，除了開發能源供給，亦可借鑑台積電「全面資源管理」，發展綜合電力能源效益指標，從能源組合、電力供給、輸配電和各種用途系統的損耗，優化排序改善方向並投入資源，以小成本大改善提升能源效益，促進永續發展和淨零碳排的目標。◎

高博富

國立清華大學清華講座教授兼執行副校長、智慧製造與國際經濟檢驗研究中心主任、亞太工業工程與管理系統學會(APIEMS)理事長。

版權所有，請勿影印重製。若需購買單篇文章，請上本刊網站。



Source: National Footprint and Biocapacity Accounts 2022



Enabling A+ Decisions®
DALab Proprietary

高科技廠要維持恆溫製造環境，冰機佔廠務系統耗電大宗。科技部人工智慧製造系統研究中心，清華大學決策分析研究室研發，利用AI和大數據分析技術即時預測晶圓廠冷卻需求變化，有效提昇能源使用效益。

前人經驗法則



天氣預報資料

冰機平均負載

- 是否有需要開/關冰機?
- 開/關哪一台最省電?



As-is

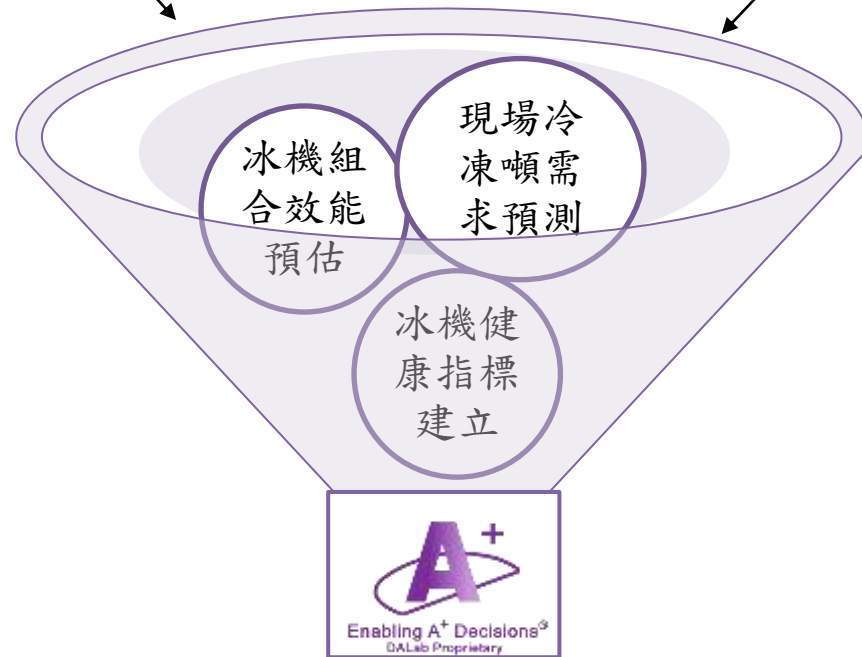
工程師
人為判斷
下決策



天氣預報資料

前人經驗法則

歷史資料庫



最佳化冰機優化調度決策建議

2021
未來
科技館
FUTEX
OCT. 14-15

未來科技獎

FUTURE TECH AWARD

智能工廠之冰機運轉優化與
聰明節能大數據分析技術



工業工程學會是第一個簽約加入「永續發展目標聯盟」(Alliance for Sustainable Development Goals, 簡稱A.SDGs) 的學術團體





Enabling A+ Decisions®
DALab Proprietary

《工業3.5前傳》

藍湖策略 (Blue Lakes Strategy) vs. 藍海

藍湖：「利潤高但市場(TAM)不夠
大到吸引跨國大企業來競爭」

藍湖是價值溪流的匯聚點

「源泉混混，不捨晝夜，盈科而
後進，放乎四海。」《孟子》

藍湖是藍海殺成紅海時的戰略高
地和自保之道

攔 (先進國家重回製造)胡 ☺

天下

天下財經
447

藍湖策略

Blue Lakes
Strategy

發展智慧化管理科技與數位決策，
超越藍海紅海循環宿命

清華講座教授暨美光講座教授
簡柏富 著

藍湖策略

Blue Lakes Strategy

發展智慧化管理科技與數位決策，
超越藍海紅海循環宿命

清華講座教授暨美光講座教授 簡柏富 著

以快速演化的科技產業生態系統，借鏡台灣企業興衰實例
洞察產業先機與策略佈局，發展科學管理和智慧科技實現創新商業模式

台積電 vs. Intel/ Samsung?

群龍大吉 千湖之藍 《易經 乾卦·象傳》 「見群龍無首，吉。」



- ~ 12 million wafers/ year
- ~ 600 customers worldwide
- ~ 12000 products
- ~ 300 process technologies/recepies
- ~ 10 wafer fabs worldwide



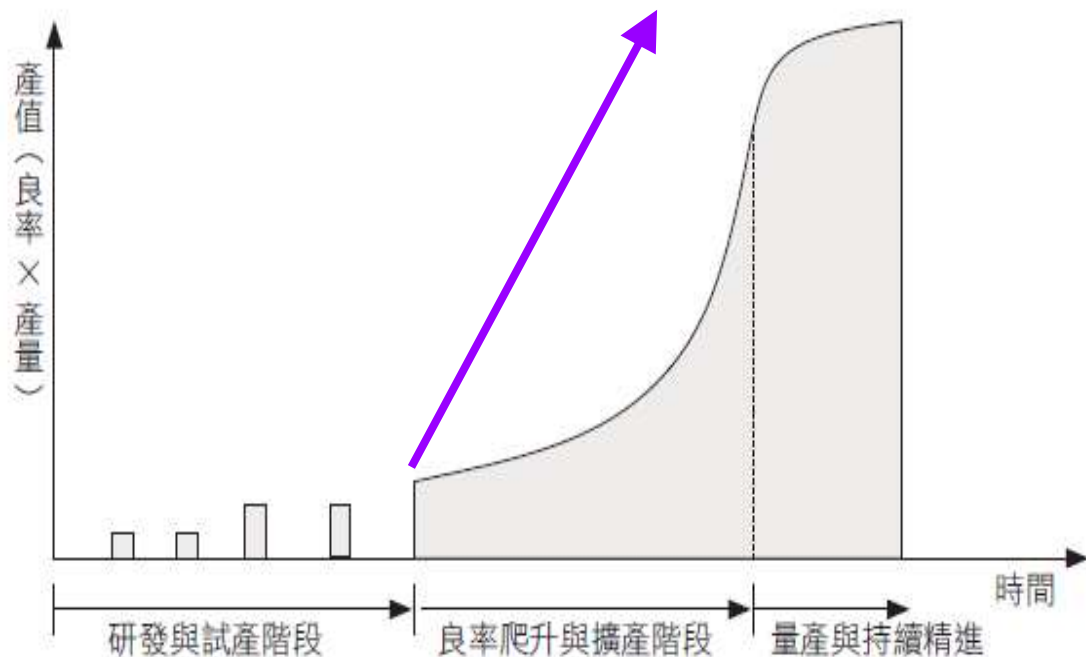


圖 7.3 研發試產、良率爬升至量產階段

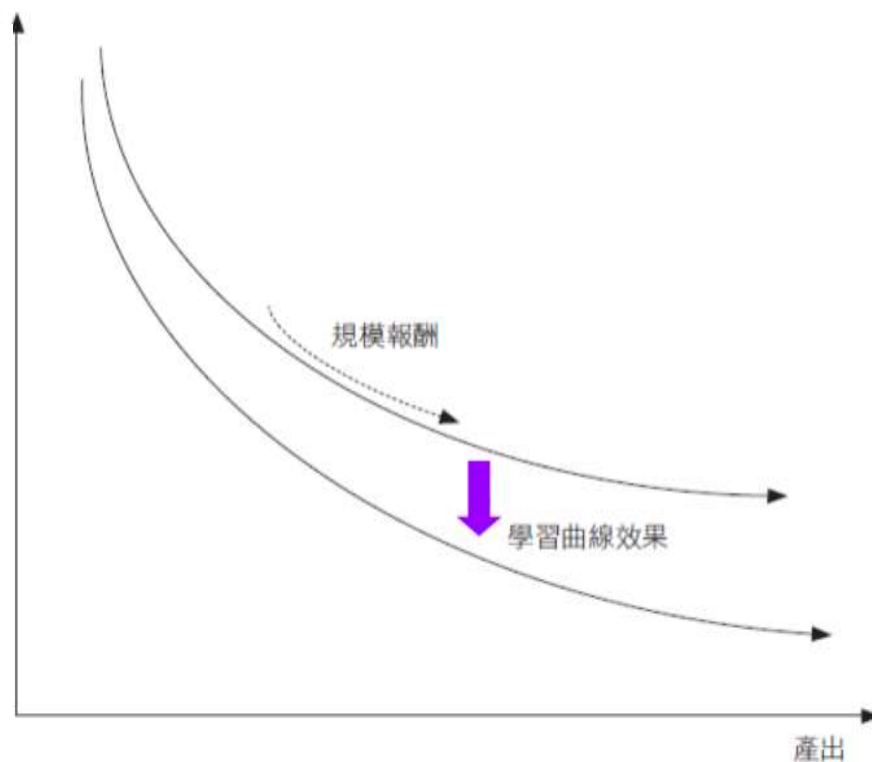


圖 7.5 學習曲線與動態的生產力提升效益

資料來源：簡禎富《藍湖策略》(2022)

生命科學 人文社會 工程技術 自然科學 電子報

Advanced Quality/ Process/ Equipment Control

先進品質/製程/設備控制智能整合方案 - 提升半導體聰明製造

首頁 / 工程技術 / 先進品質/製程/設備控制智能整合方案 - 提升半導體聰明製造



<https://trh.gase.most.ntnu.edu.tw/tw/article/content/198>

Overlay Error Compensation Using Advanced Process Control With Dynamically Adjusted Proportional-Integral R2R Controller

Chen-Fu Chien, *Member, IEEE*, Ying-Jen Chen, Chia-Yu Hsu, and Hung-Kai Wang

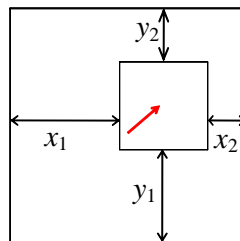
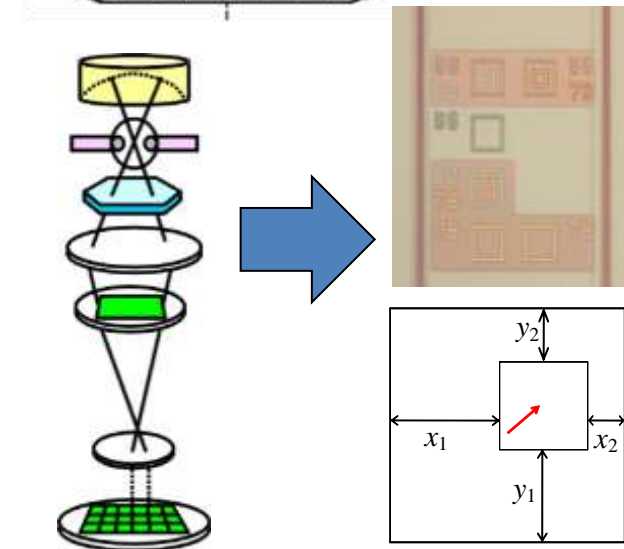
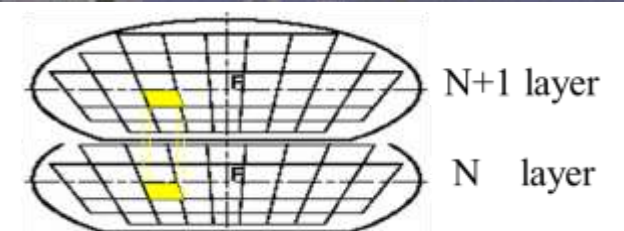
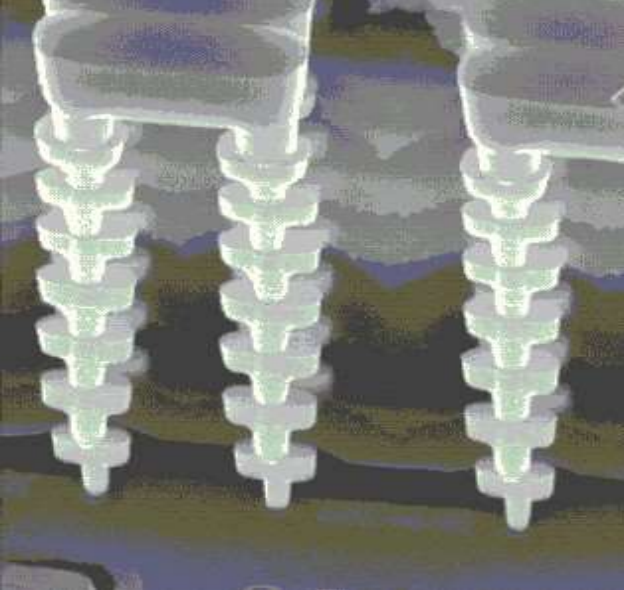
Abstract—As semiconductor manufacturing reaching nanotechnology, to obtain high resolution and alignment accuracy via minimizing overlay errors within the tolerance is crucial. To address the needs of changing production and process conditions, this study aims to propose a novel dynamically adjusted proportional-integral (DAPI) run-to-run (R2R) controller to adapt equipment parameters to enhance the overlay control performance. This study evaluates the performance of controllers via the variation of each overlay factor and the variation of maximum overlay errors in real settings. To validate the effectiveness of the proposed approach, an empirical study was conducted in a leading semiconductor company in Taiwan and the results showed practical viability of the proposed DAPI controller to reduce overlay errors effectively than conventional exponentially weighted moving average controller used in this company.

Note to Practitioners—Although various APC/R2R control approaches have been proposed for specific conditions, little research has been done to deal with unknown changing production/process conditions in the real setting of semiconductor fabrication. Focusing on a realistic problem, this study is the first to develop dynamically adjusted proportional-integral R2R controller by considering future disturbance prediction to effectively reduce overlay errors. The proposed DAPI controller has only one key parameter needed to be determined like exponentially weighted moving average (EWMA) controllers. The proposed approach was validated in a leading semiconductor company in Taiwan and has been implemented on line.

Index Terms—Advanced process control (APC), manufacturing intelligence, overlay errors, proportional-integral controller, run-to-run (R2R) control, yield enhancement.

thus achieved unparalleled growth in past few decades. Thus, process control and excursion detection become increasingly difficult. However, most existing studies focus on defect diagnosis for yield enhancement [2]–[5]. To meet the demands of shrinking feature sizes and the reduced linewidth of integrated circuits (ICs), lithography has become increasingly critical for wafer fabrication [6], [7]. In particular, wafer fabrication contains multilayer wiring in which the patterned layers must overlay each other to within the tolerance to function properly. Overlay errors are the displacement of the present exposure layers relative to preceding layers [8], [9]. To enhance the process yield and to satisfy customers' need, overlay errors must be controlled within a tight tolerance.

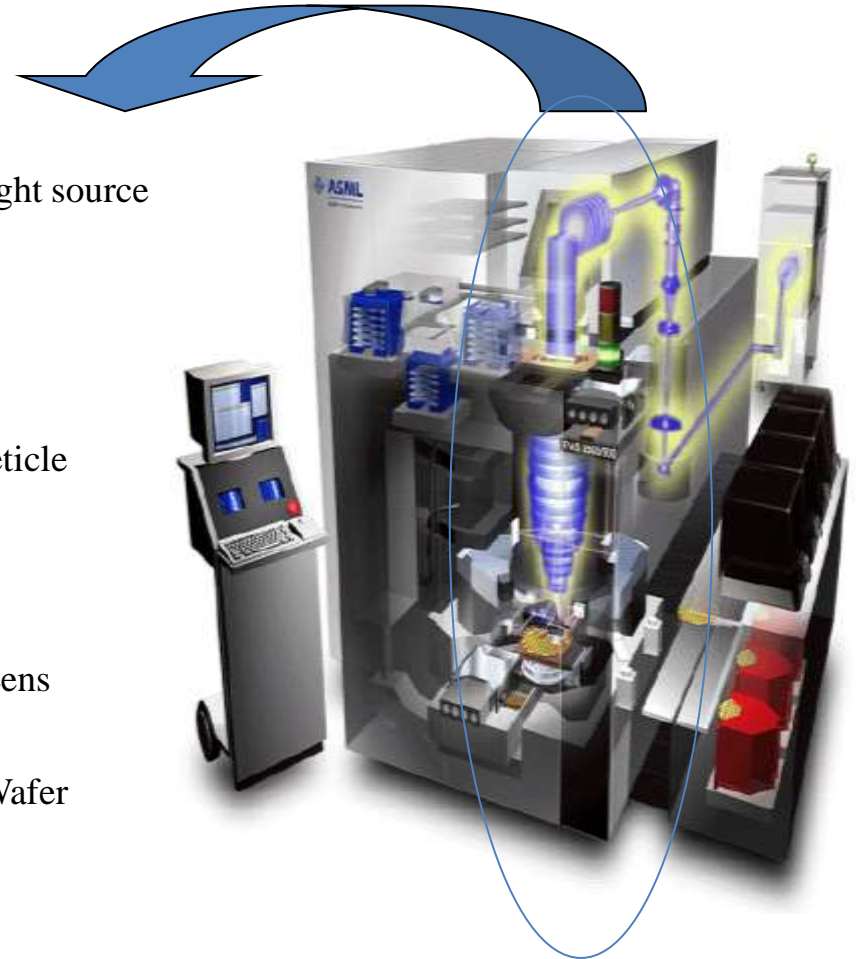
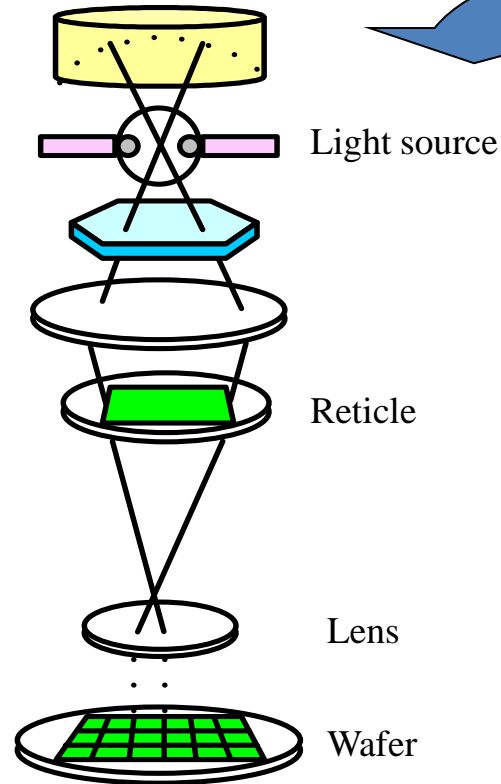
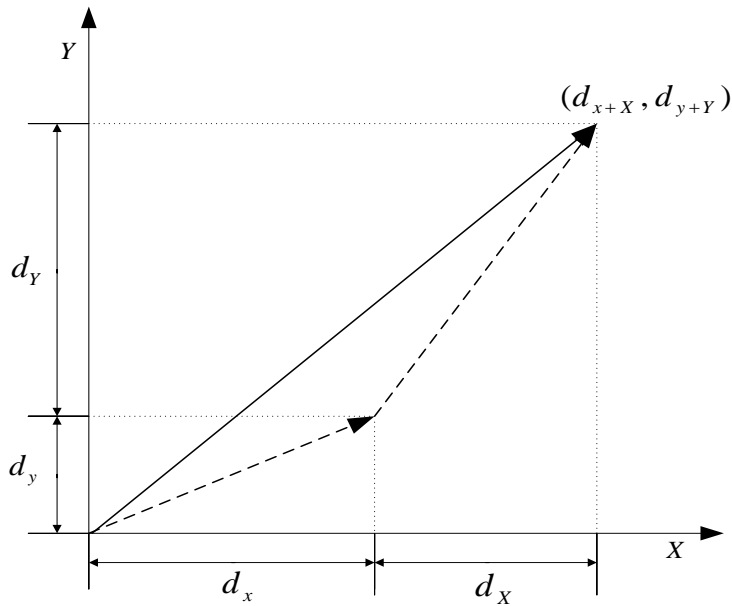
Modern semiconductor fabrication facilities (fabs) adopted a variety of advanced process control (APC) and run-to-run (R2R) control methodologies for yield enhancement. Moyne *et al.* [10] defined R2R control as “a form of discrete process and machine control in which the product recipe with respect to a particular machine process is modified *ex-situ*, i.e., between machine runs, to minimize process drift, shift, and variability.” Sachs *et al.* [11] and Ingolfsson and Sachs [12] pioneered the application of R2R controller in semiconductor fabrication processes. Conventionally, the exponentially weighted moving average (EWMA)-based controller is widely used to compensate for process shift and noise such as epitaxial growth [8], silicon epitaxy [13], chemical mechanical polishing (CMP) [14], and metal sputter deposition [15]. However, the





先考慮「可控制覆蓋誤差原因」 的創新模式

Enabling A+ Decisions®
DALab Proprietary



$$d_{x+X} = T_{x+X} + S_X X - (\theta_W + \phi) Y + (M_i + M_a) X - (\theta_r + \theta_a) y + \varepsilon_{x+X}$$

$$d_{y+Y} = T_{y+Y} + S_Y Y + \theta_W X + (M_i - M_a) y + (\theta_r - \theta_a) x + \varepsilon_{y+Y}$$



US007353077B2

Enabling A+ Decisions®
DALab Proprietary



(12) **United States Patent**
Chien et al.

(54) **OVERLAY ERROR STRATEGY AND A FOR IMPLEMENT**

(75) Inventors: **Chen-Fu Kuo-Hao Chih-Ping Shun-Li**

(73) Assignee: **Macronix Hsinchu (**

(*) Notice: Subject to patent is U.S.C. 15

(21) Appl. No.: **09/920,03**

(22) Filed: **Aug. 1, 2**

(65) **Prior Pub**
US 2002/0183989 A1 Dec. 5, 2002

(30) **Foreign Application Priority Data**
Feb. 26, 2001 (TW) 90104309 A

(51) Int. Cl.⁷ **G06F 17/10**
(52) U.S. CL **703/2; 700/109; 700/121; 716/20**

(58) **Field of Search** **703/2; 700/109, 700/118-121; 716/19-21; 702/83, 150, 155; 250/548, 430/22, 355/53**

References Cited

U.S. PATENT DOCUMENTS

5,444,538 A * 8/1995 Pedegrini 356-401

(12) **United States Patent**
Lin et al.

(54) **METHODS FOR OPTIMIZING DIE PLACEMENT**

(75) Inventors: **Chih-Wei Lin, Hsinchu (TW); Hong-Hsing Chou, Taipei (TW); Yeh-Jye Wang, Hsinchu (TW); Chen-Fu Chien, Hsinchu (TW); Jen-Hsin Wang, Sindian (TW); Chih-Wei Hsiao, Taipei (TW)**

(73) Assignee: **Taiwan Semiconductor Manufacturing Company, Hsin-Chu (TW)**

(*) Notice: Subject to any disclaimer, the term of this patent is extended or adjusted under 35 U.S.C. 154(b) by 229 days.

(21) Appl. No.: **11/222,374**

(22) Filed: **Sep. 8, 2005**

(65) **Prior Publication Data**
US 2007/0027567 A1 Feb. 1, 2007

Related U.S. Application Data

(60) Provisional application No. 60/703,542, filed on Jul. 29, 2005.

(51) Int. Cl. **G06F 19/00 (2006.01)**

(52) U.S. CL **700/121; 716/2; 716/8; 716/21**

(58) **Field of Classification Search** **700/121; 716/2, 8-10, 21**

Lin et al., Sampling Strategy and Model to Measure and Compensate the Overlay Errors, SPIE Conference on Metrology, Inspection, and Process Control for Microlithography XV, vol. 4344, Feb./Mar. 2001, p. 245-56.*

Hong et al., Interfield Sampling Method Dependency of Overlay and Global Alignment, SPIE Conference on Metrology, Inspection, and Process Control for Microlithography XIV, vol. 3998, Feb./Mar. 2000, p. 856-62.*

Arnold, Overlay Simulator for Wafer Steppers, SPIE vol. 922, Optical/Laser Microlithography, Mar. 1988, p. 94-105.*

* cited by examiner

intrafield overlay errors include intrafield translation, isotropic magnification, reticle rotation, asymmetric magnification and asymmetric rotation, and the interfield overlay errors include interfield translation, scale error, wafer rotation and orthogonality error.

11 Claims, 5 Drawing Sheets

(10) **Patent No.:** **US 7,353,077 B2**
(45) **Date of Patent:** **Apr. 1, 2008**

(56) **References Cited**

U.S. PATENT DOCUMENTS

5,305,222 A * 4/1994 Nakamura 700/121
6,016,391 A 1/2000 Facchini et al.
6,368,761 B1 * 4/2002 Chien et al. 430/22
6,522,940 B1 2/2003 Erick et al.
6,826,738 B2 11/2004 Cadouri
7,033,847 B2 * 4/2006 Lai et al. 438/15
2006/0031801 A1 * 2/2006 McIntyre et al. 716/8

* cited by examiner

Primary Examiner—Leo Picard
Assistant Examiner—Steven R. Garland
(74) Attorney, Agent, or Firm—Haynes Boone, LLP

(57) **ABSTRACT**

A method of optimizing die placement on a wafer having an alignment mark with a computing system includes arranging a plurality of fields on the wafer in a first position. Dummies are inserted between at least one arranged field and the alignment mark and inserted adjacent to the wafer edge. The total number of dies manufacturable on the wafer at the first position is determined. The wafer position is shifted to a second position relative to the position of the plurality of fields, and the total number of dies manufacturable on the wafer at the second position is determined. The total number of manufacturable dies from each of the first and the second positions is compared, and the positions having the higher number of manufacturable die are candidates of optimal die placement position. Then the total number of fields, the total number of dummies, and the total number of shared dummies are evaluated to decide the optimal die placement position.

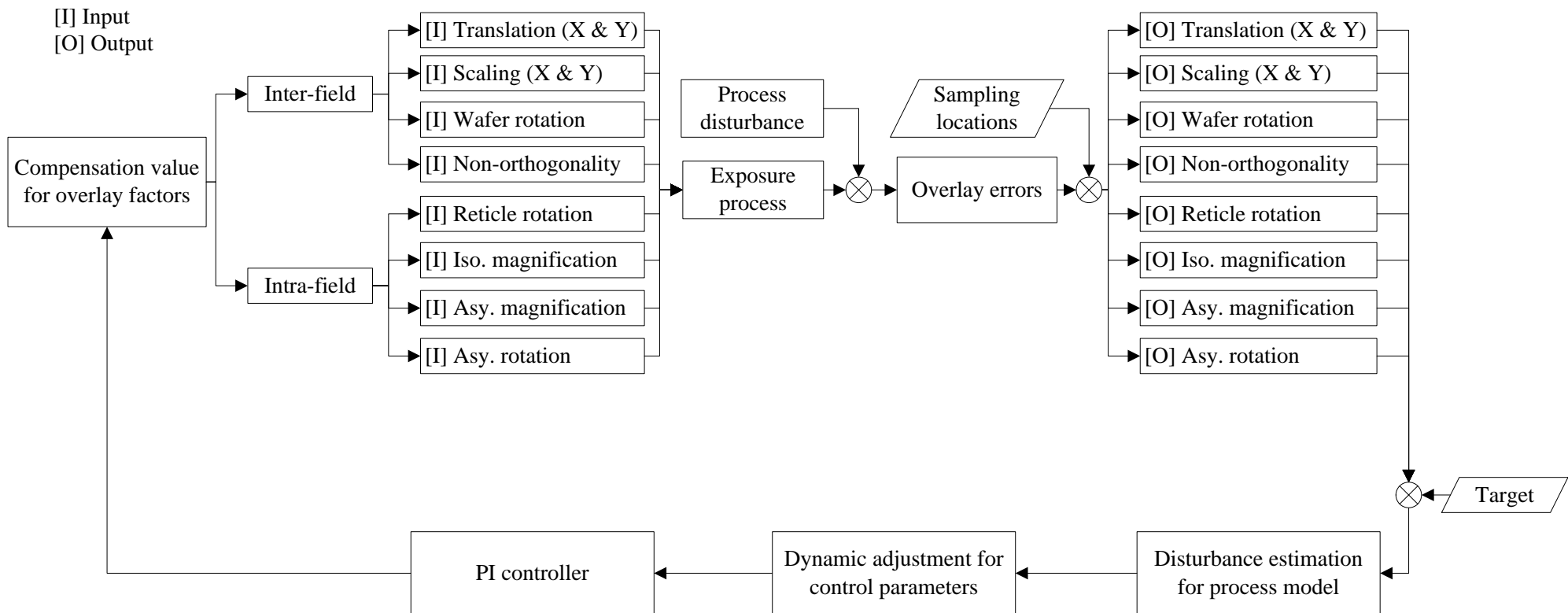


先進製程/設備控制 (APC/AEC)

(Advanced Process Control/ Advanced Equipment Control)

Enabling A⁺ Decisions[®]
DALab Proprietary

- Step1. Overlay process modeling for R2R control
- Step2. DAPI controller design
- Step3. Performance monitoring and evaluation





Enabling A+ Decisions
DALab Proprietary

隨著雲網端等資通訊科技的進步、電腦運算能力的增強，以及資料儲存技術持續改進的影響，大數據分析（big data analytics）可以發掘先前未知且潛在有用的資訊樣型或規則，進而轉化為有價值的資訊，制定出有效的解決方案，協助決策者迅速做出適當的決策。清華

大學簡禎富講座教授領導的 IC 產業同盟，深耕高科技製造大數據，以協助智能製造和數位決策，與會員廠商有許多成功的合作研究案例，「產業要升級，大數據和工業 3.5 是台灣製造的機遇和戰略。」

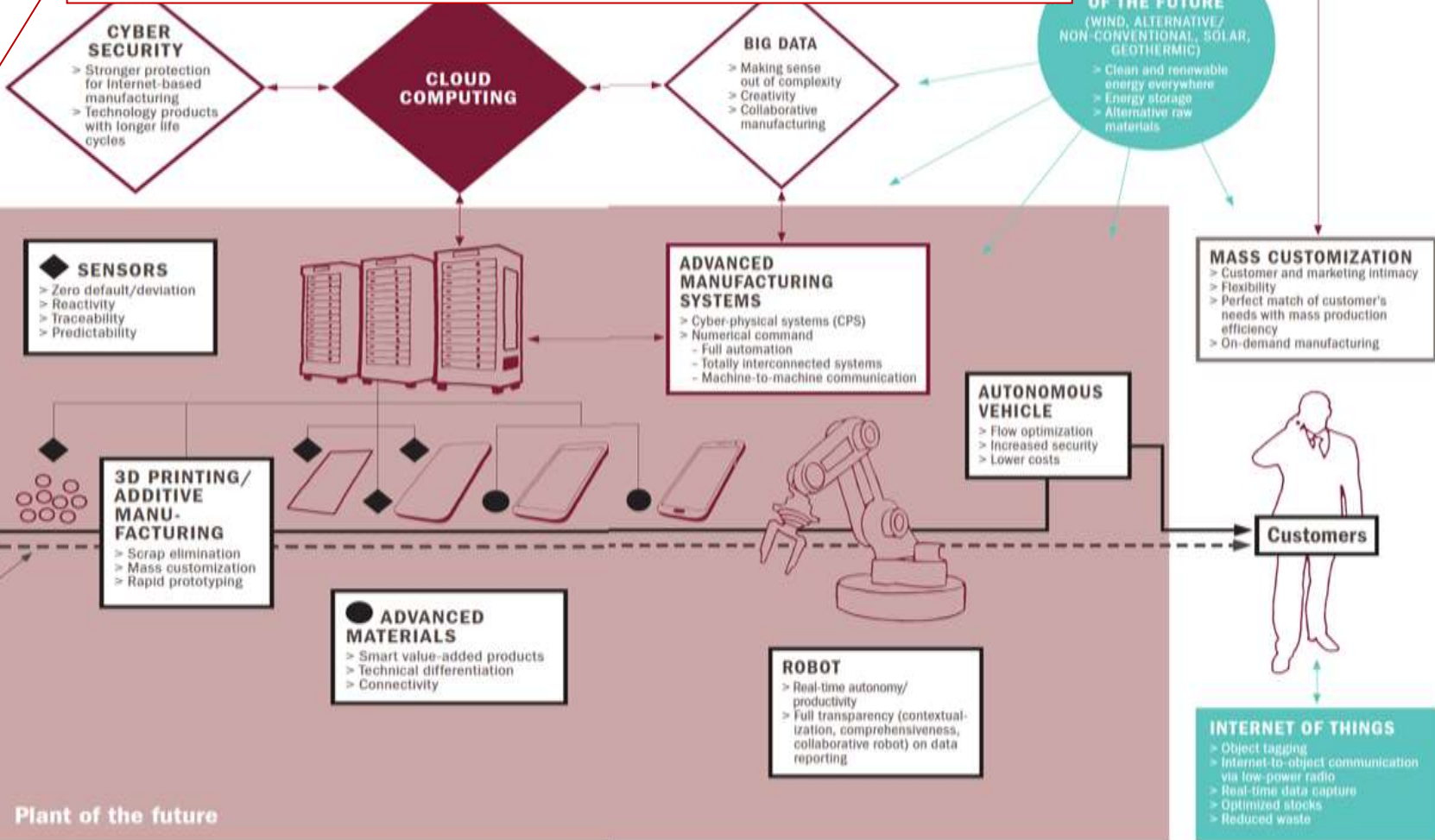


▲ IC 產業同盟主持人簡禎富教授（右）榮獲 2016 行政院傑出科技貢獻獎。（攝影 / 蔡世豪）

FAC

工業4.0目標是從新興國家奪回10%全球製造份額

40% of worldwide manufacturing share (€ 6,577 bn) is held by emerging countries. (doubled in last two decades). Western Europe has lost over 10% of manufacturing share (36% to 25%). Industry 4.0 goal is to recover IT.



Source: Roland Berger



大國重回製造 新興國家須自強

工業革命：價值重分配與產業生態系統的競爭

1st: **steam-powered** mechanical manufacturing facilities

2nd: (start of 20th century)- electrically-powered mass production

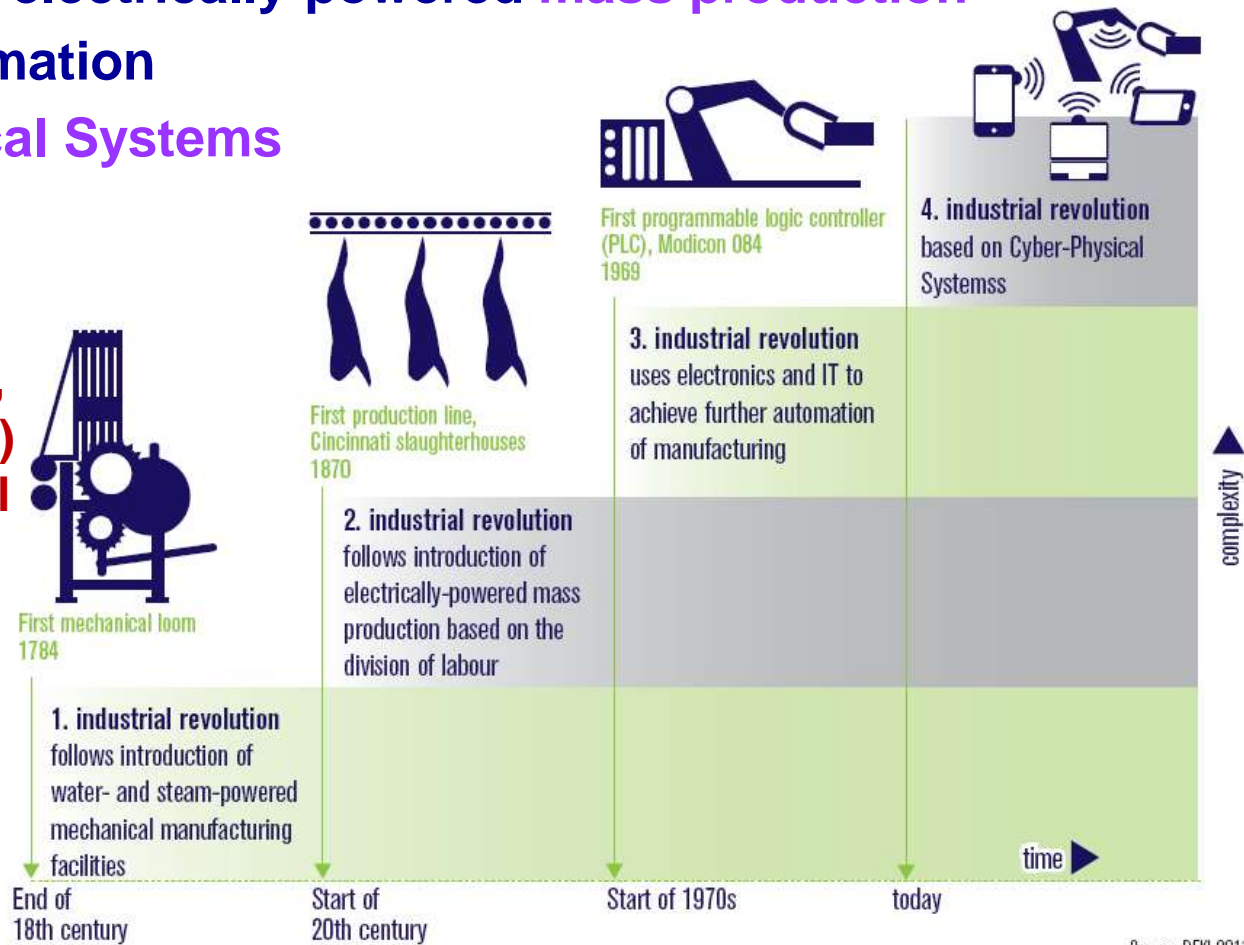
3rd : **IC and IT** to achieve automation

4th : (today)- **Cyber-Physical Systems**

Enabling Technologies (0 -> 1)

- **Watt steam engine (James von Breda Watt)**
- **電晶體 (1947/ Bardeen, Brattain, and Shockley, 1956 Nobel Prize)**
- **IC (Jack Kilby, 1958/ 2000 Nobel Prize)**
- **programmable logic controller (PLC) Modicon (modular digital controller) (Dick Morley 1968)**

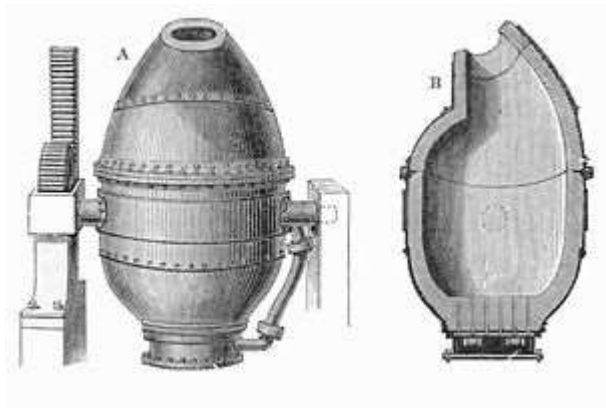
*Source: Federal Ministry of Education and Research (2013), "Securing the future of German manufacturing industry recommendation the strategic initiative INDUSTRIE 4.0 final report of the industrie 4.0 working group," *National Academy of Science and Engineering*.



Industry 2.0 (1-> 10..0) / 60 ~ 80年

Industry 4.0 ?

The **Second Industrial Revolution**, also known as the **Technological Revolution**,^[1] was a phase of the larger Industrial Revolution corresponding to the latter half of the 19th century, sometime between 1840 and 1860 until World War I. It is considered to have begun around the time of the introduction of Bessemer steel in the 1850s and culminated in early factory electrification, mass production and the production line. (Wikipedia)



Taylorism: Scientific Management (Industrial Engineering)



Enabling A+ Decisions®
DALab Proprietary

企業新五四運動與台灣製造文藝復興

德先生：公司治理與決策 賽先生：科學管理與分析

行勝於言日晷是圓明園（**1860年英法聯軍之役**被劫掠焚毀）遺物改裝，1919年**五四運動**後，1920級學生獻給清華大學；梅貽琦校長說：「**行勝於言**」是清華大學「校風」。





Enabling A+ Decisions®
DALab Proprietary

企業新五四運動與台灣製造文藝復興

德先生：公司治理與決策 賽先生：科學管理與分析



A+
Enabling A+ Decisions®
DALab Proprietary

台灣製造文藝復興

德先生：公司治理與決策 賽先生：科學管理與分析

行勝於言日暮是1919年五四運動後，1920級畢業生獻給清華的
日暮是圓明園（1860年英法聯軍之役被劫掠焚毀）遺物故園...
梅貽琦校長說：「行勝於言」是清華大學「校風」。

凡見皆非文字，http://DALab.ie.nthu.edu.tw



Industry 3.5

大國重回製造

產業升級須自強

工業3.5

混合策略與破壞性創新

避免被上下夾殺

簡禎富建議：台灣應獨創工業3.5

Cover Story 封面故事

Enabling A+ Decisions®
DALab Proprietary



做備料、產能規畫，求取最大利益。

「全世界的製造業，很多人都以為只要花錢買機台就可以做，可是台積電的例子告訴我們，它們的良率可以超出同業，靠的不是前段的設備與技術投資，後段的數據分析與預測運算，才是它們能夠一直保持領先的關鍵。」工研院產經中心分析師戴美說。

市調機構先進製程良估算，台積電先進製程良

製造業的競爭力。

過去這幾年，美國政府積極喊出一再 (Reindustrialization)，要把高階製造業回岸。德國推動「工業四·〇」，將高度自動化與數位技術導入德國工業，往「無人工廠」的目標都是著眼於提升自家製造業的競爭力。

「美國、德國把製造業價值最高的這塊拿，宜努力，大量生產的低階製造，又被中國搶走剩下什麼？」簡禎富認為，這是台灣所有製造業能迴避的課題。

運用過去管理經驗，先從部分自動化做起

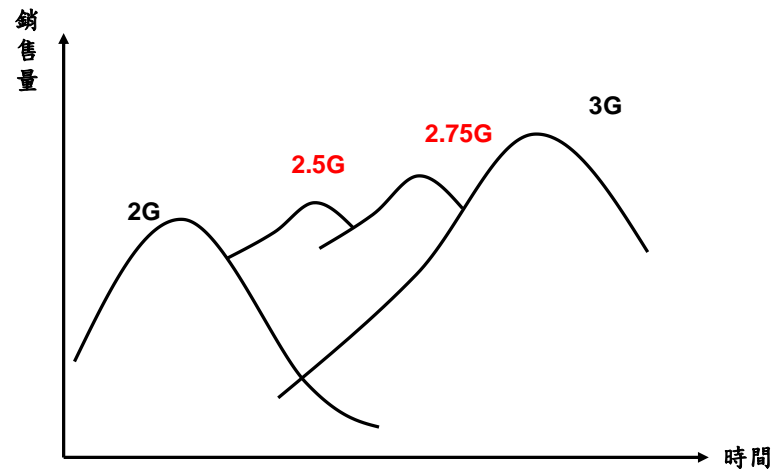
「台灣過去總被稱為製造大國、軟體小國，吳武都都說到了『箭與矛』，所以，齊的思維來想，『資資中心』學術研究甚深的「大數據絕對是「大關鍵」。」簡禎富從另「短期內，不可以用混合經營直言，台積電、台自研、台自研經驗與智慧分析的力量，以這這一戰，台灣



WILLY SHIH

CHEN-FU CHIEN 簡禎富

JYUN-CHENG WANG



Shanzhai! MediaTek and the “White Box” Handset Market

The term “Shanzhai Ji” discounts the huge economic value these handsets have created. The makers of these phones have created a classic “disruptive innovation” by addressing new markets with cost-effective solutions. If you look closely, you will find that many of these handset makers are quite innovative.

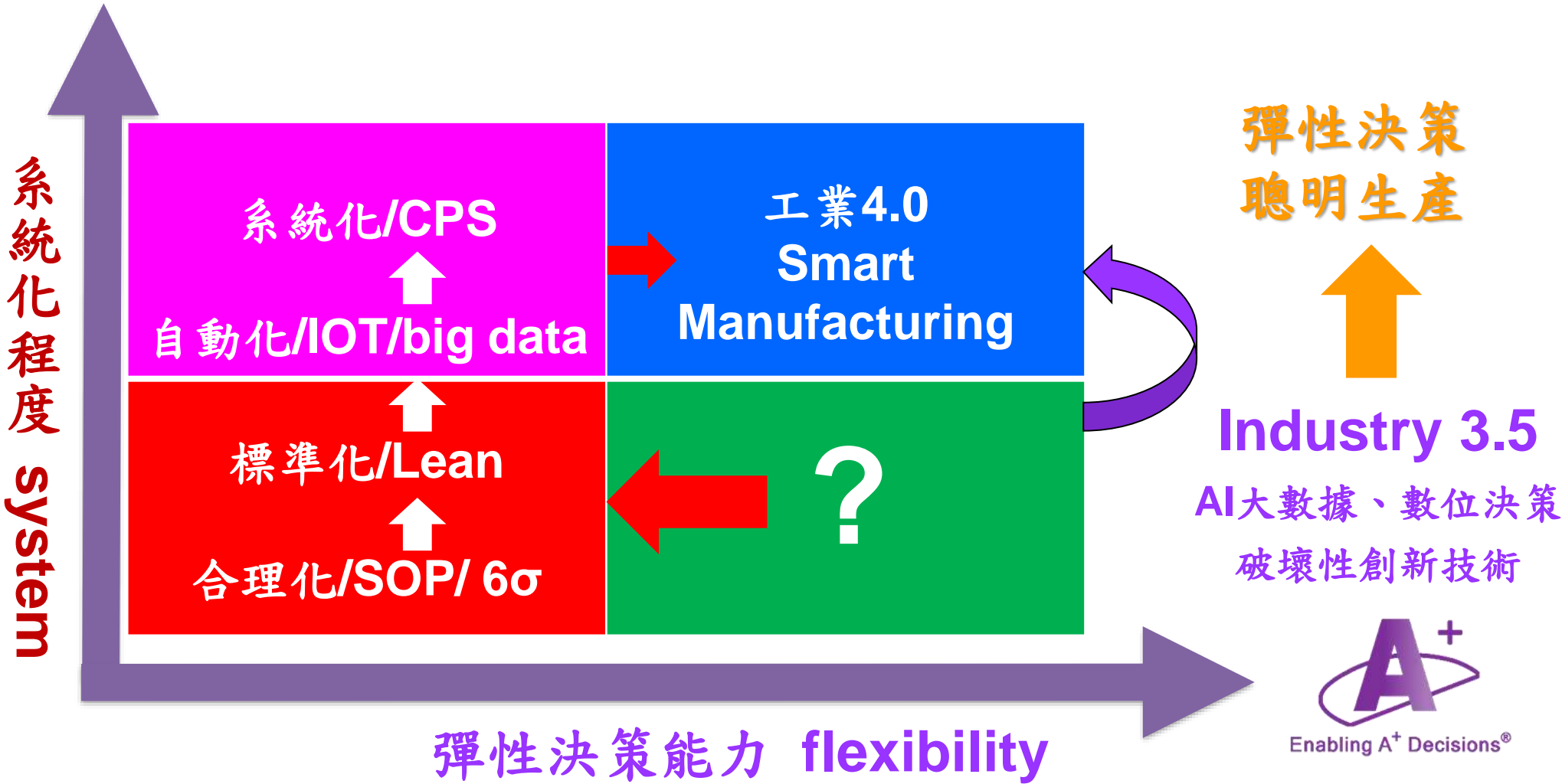
—Ming-Kai Tsai, Chairman and CEO of MediaTek

Ming-Kai Tsai looked back on 2009 with a great deal of satisfaction. His Hsinchu, Taiwan-based fabless semiconductor company had grown to become one of the top-three global suppliers of wireless chipsets, the essential electronic “brains” for mobile telephone handsets. In the second quarter of the year, the company had shipped 80 million chipsets, and the outlook for the third quarter was for 100 million, likely topping 350 million for the full year. In a global wireless handset market estimated to total 1.2 billion to 1.4 billion units,¹ this was quite an accomplishment.



雙軸轉型 混合策略

Enabling A+ Decisions®
DALab Proprietary





圖片來源：友達光電

友達執行長彭双浪帶領同仁一起參與讀書會，建立對工業4.0的共識。

友達以清華大學工業工程與工程管理學系教授簡禎富所提出的工業3.5為架構，推動大數據、AI、IoT、自動化，並聚焦價值轉型、技術創新和智慧製造三大策略，以提升品質、生產力、自動化，並邁向綠色生產的目標。

2015年投入智慧工廠，開始做大數據。2016年，進一步建立大數據平台，啟動許多產學合作專案，蒐集生產過程中的所有數據，包括製造、設備、流程、材料、物聯網及人員操作等。目前友達工廠內新、舊設備中有超過3萬個感測器，透過物聯網架構感測更多數據，進一步做數據分析

- 友達用四個步驟轉型至資料驅動的智慧化企業。
1. 標準化，包括以精實進行流程梳理。
 2. 數位化，將內部所有資料都數位化，並整合至所有流程，把所有資料整合到大資料平臺，進行資料分析。
 3. 自動化，包括流程自動化和人機協作。
 4. 智能化，包括預測製造、研發、管理。

傳統產業的「工業3.5」數位轉型





Enabling A⁺ Decisions[®]
DALab Proprietary

工業3.5 智慧製造系統



總管理狀況

工單號	原料名稱	顏色	數量+半號
DYE2106	wo001600101071	EVF0484	001 002
DYE2110	wo001600102272	EVF0487	001 002
DYE2111	wo001600102050	EVF0438	001 002 003 004
DYE2117	wo001600102478	EVF042	001 002
DYE2116	wo001600094958	EVF0457	005 006
DYE2108	wo001600092768	EVF0499	009 010
DYE2111	wo001600102924	EVF0129	001 002
DYE2119	wo001600102830	EVF0501	001 002
DYE2118	wo001600097852	EVF0496	013 014
DYE2120	wo001600021395	EVF04821	001 002
DYE2125	wo001600099320	EVF0158	001 002
DYE2126	wo001600098937	EVF0182	003 006
DYE2127	wo001600201008	EVF04821	001 002 003 004
DYE2114	wo001600097488	EVF0413	11
DYE2113	wo001600094064	EVF04172	10
DYE2136	wo001600098013	EVF04314	009 010 011 012
DYE2137	wo001600098755	EVF04131	017 018 019 020

回調整介面



科技部四大AI創新中心



科技部推動AI經費

項目	目標	經費	來源
AI研發平台	硬體建置、研發服務	50億元	前瞻計畫
智慧機器人創新基地	實作場域、創意實踐	20億元	前瞻計畫
AI創新研究中心	人才培育、創新加值	50億元	科技預算
半導體射月計畫	技術研發、產業領航	40億元	科技預算

製表：彭緯琳

● 科技部22日啟動「AI創新研究中心專案計畫」，科技部長陳良基（左三）指出，將分別在台大、清大、交大、成大4校設置AI创新中心，全力發展台灣AI技術。

圖／顏謙隆



S4 2019年7月11日 星期四 產業動態 DIGITIMES 電子時報

智慧製造 x 工業工程

科技部人工智慧製造系統研究中心擴大會員加盟

新竹訊

科技部人工智慧製造系統研究中心 (Artificial Intelligence for Intelligent Manufacturing Systems Research Center: AIMS) 為整合跨學門、跨院校、跨地區之研發和產學合作，特備台灣、中、南知東部代表性智慧製造研究中心加盟成為會員，擴大智慧製造前瞻技術開發與產業實踐的聯作關係。該中心已於日前(7/4)假科技部舉辦新會員加盟儀式。

新的擴充由科技部副部長南宮浩天親臨，他特別肯定AIMS中心已經做到「五路」：跨領域、跨學校、跨產學、跨區域、跨國際的研究成果。此次AIMS

新加盟會員，包括：臺灣科技大學工業4.0智慧製造中心、中研院大學數位產力暨品質研究中心、元智大學大數據與數位匯流創新中心、亞洲大學創新與營運管理中心和東華大學東部區域運輸發展研究中心等單位。AIMS中心主任暨工學部門負責人簡啟富表示，為配合推動AI產業化與產業AI化政策，以及產業界對AI、大數據、智慧製造和數位轉型人才與技術的需求，中心邀請台灣各地具代表性的智慧製造研究中心加盟合作，以台灣製造經驗和優勢為根基，希望藉由合作能夠發展成為世界級、有產業影響力的智慧製造研究中心！



▲ 科技部副部長南宮浩天(中)與AIMS簡啟富主任(左3)親贈會員證書，簡啟富主任特別肯定AIMS中心已經做到「五路」：跨領域、跨學校、跨產學、跨區域、跨國際的研究成果。此次AIMS



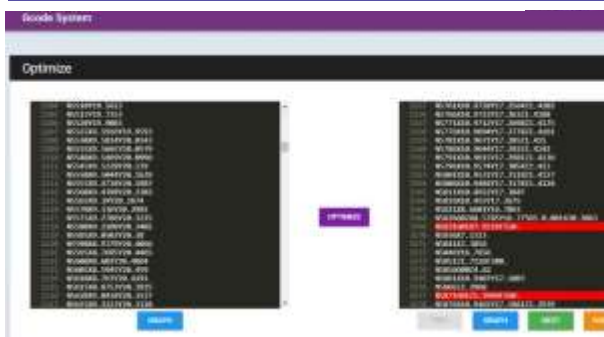
Enabling A+ Decisions®
DALab Proprietary

銑削工

- 針對各刀具的演算法建立一及符合切削物
- 針對切削過程流等)進行評分



電流&進給參數



目標

建立一鍵優化NC程

效益

不影響生產品質下，
生產速度，降低8~2

漢翔五大引擎推動航空智慧製造 AI表現亮眼已可達製程預測

廖家宜/台北

漢翔航空工業近日受邀至達梭系統(Dassault Systemes)在台舉辦的3D體驗高峰論壇，分享4年來在智慧製造的轉型成果。漢翔工業生產處副處長楊文振指出，漢翔主要透過工業4.0、機器人與協作型機器人、人工智慧、數位分身、3D列印等五大引擎推動智慧製造，而其中去年才正式投入的AI現已有非常亮眼的成果。

因應未來二十年全球民用客機與引擎的市場需求，迫使航空產業需提高4~5倍高效率產能，但提高製造效率的同時，又必須兼顧品質與成本的最佳化，也難怪業界稱未來飛機製造至少要提升十倍難度。漢翔工業研發長吳天勝接受採訪時指出，為了應對航空市場需求，漢翔自2015年就開始投入智慧製造，而目前已完成數位化階段，2018年才正式進入AI大數據分析領域，接下來則將其基於數位轉型能量全力衝刺智慧化。

楊文振表示，漢翔初期主要先透過機具設備聯網，達到即時監控、稼動率與KPI管理，並將內部



漢翔工業研發長吳天勝(左)與生產處副處長楊文振(右)受達梭系統邀請分享智慧製造成果。 達梭提供

資訊系統整合以達到自動排程、生產流程可視化等，然現已陸續從基礎應用進展到重頭戲，也就是透過大數據、AI以及數位分身等技術達到機具預測保養、製程優化及產品改善，並結合機器人、3D列印工法提高生產效率。

其中表現非常亮眼的是漢翔2年前開始布局的人工智慧。吳天勝指出，當時為了培養AI人才，漢翔應指派不少工程師到台灣人工智慧學校受訓。

而目前在漢翔眾多生產流程中都可以看到AI的影子，像是可降

低飛機重量的複合材料經過熱壓爐成化是一項非常複雜的製程，而之前遇到最大的問題是無法在熱壓爐成化階段，即時預測溫度變化曲線。

因此，漢翔在熱壓爐上裝設感測器為其加熱器、風扇馬達、冷卻泵等設備擷取數據建立預測模型，透過分析曲線的變化進行製程預測，可預測未來30分鐘成化趨勢是否能符合客戶要求，並透過機聯網即時監控，發現異常，預估每爐可節省逾百萬損失。

機聯網的目的除了即時監控設

備運作狀態外，事實上其凸顯的真正價值應是在於機台預知預防保養，可提前避免故障影響生產。漢翔因此也透過機聯網收集五軸加工機中的主軸振動頻率及溫度，並同時監控影響主軸健康的關鍵因子，經由AI分析目前已可達到提前兩天就先預知機台即將故障的可能性。除此之外，漢翔也與清華大學教授趙富富共同合作，收集主軸振動與電流，以及進給率等數據，透過AI提升加工效率，經過實測單一零件已證實可提高20%加工效率。

2019
未來科技展
Future Tech

MOST 科技部

未來科技突破獎

Futuristic Breakthrough Technology Award

AI大數據分析之工具機效率提升系統

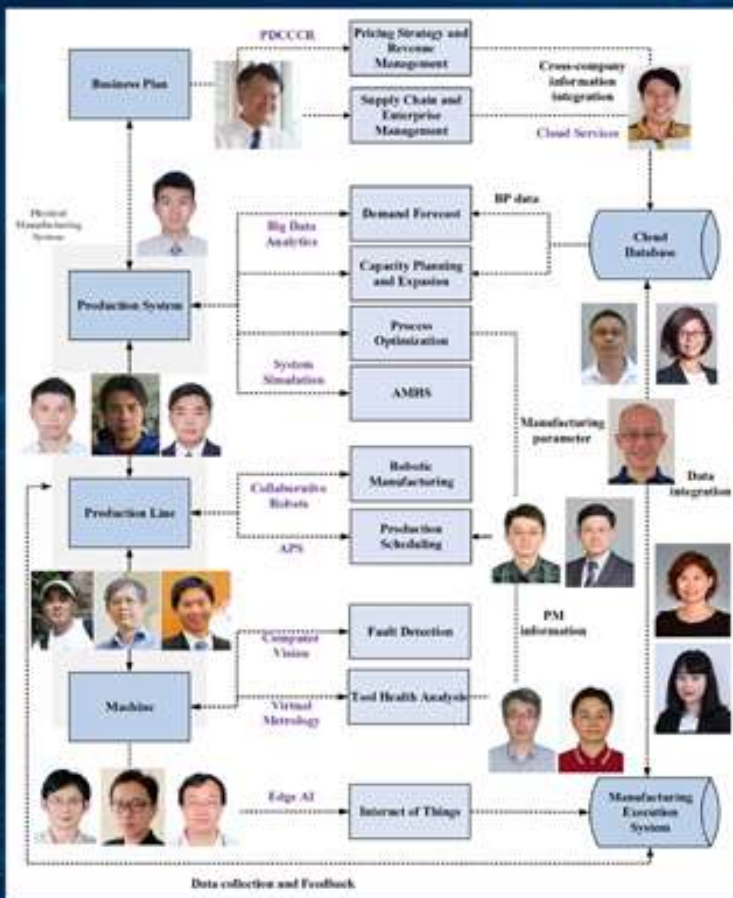




計畫主持人：國立清華大學 簡碩富 講座教授兼執行副校長

共同主持人與計畫成員：中原大學 鍾文仁 特聘教授 / 國立陽明交通大學 李慶鴻 特聘教授、陳添福 教授 / 國立臺灣大學 林沛群 特聘教授 / 國立中正大學 鄭志鈞 特聘教授 / 中央研究院 劉嘉峰 研究員 / 元智大學 吳佳虹 助理教授 / 國立東華大學 馬綱廷 助理教授 / 逢甲大學 周晉權 助理教授 / 國立清華大學 李怡俐 助理教授、周志遠 教授、洪淳琦 助理教授、孫宏民 教授、張積元 講座教授兼虎尾科技大學副校長、陳鴻文 助理教授、鄧慶剛 講座教授、賴尚宏 教授、陳盈宏 博士、郭軒安 博士

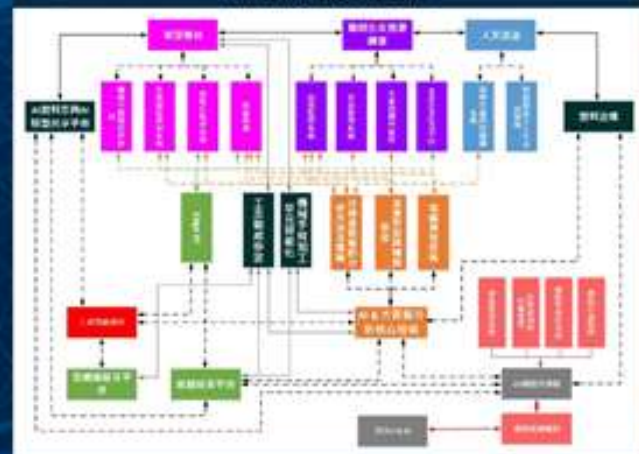
本計畫發展深度學習、自動化科學、資料科學與統計分析等核心技術，整合決策科學、電腦視覺、智慧機台、機械手臂、機聯網、AIoT等智慧科技，以工業聯邦學習、機械手臂加工單元智能化、聰明生產與數位決策提升整合綜效導入聰明生產與智慧精準製造解決方案於製造業，探討AI共享平台與資料治理等人文與智慧製造結合議題。本團隊持續透過跨領域產學合作研發與實證研究，以提升整合綜效，將半導體智慧製造研發技術外溢，並加速企業內外部AI智慧製造團隊成長，協助台灣各個產業普遍升級與數位轉型，並舉辦成果發表會、產學媒合和AI新創育成，加速企業內外部智慧製造團隊成長，創造具體產業價值。



總計畫研究關聯圖



AIMS中心啟動會議合照



研究架構圖



TAIWAN'S TIME TO TRANSFORM

The government is betting its manufacturing future on smart machinery and artificial intelligence to improve product quality and flexibility. **By Sarah O'Meara**

In 2016, industrial engineer Chen-Fu Chien was asked to lead a university research centre in Taiwan that would develop new manufacturing technologies using artificial intelligence (AI).

Rather than aiming to publish academic papers, his brief was to produce ideas that could be quickly transferred into industrial settings, says Chien. His research at the National Tsing Hua University (NTHU) in Hsinchu City uses big-data analytics to make machines smarter through AI that lets them take decisions without human control. It is one of several approaches

to creating 'smart factories' that use an interconnected, digital network of supply systems – part of Taiwan's push to improve the flexibility, quality and efficiency of its manufacturing.

"I am one of the few senior scientists in Taiwan who's worked extensively with business, as well as in public research. It's one of the reasons the government asked me to lead the project," says Chien, whose position at the NTHU is endowed by the US firm Micron Technology in Boise, Idaho, which develops computer memory and storage technologies.

Chien's mission is a sign of how Taiwan's

government wants its manufacturing industry to change using technologies such as cloud computing, big data, the Internet of Things and smart robots – a shift in industrial practices that has been dubbed Industry 4.0. Once known as a hub for mass-produced cheap goods, such as toys and electronics carrying the ubiquitous 'Made in Taiwan' stamp, the island is looking to science to upgrade its image so it can become a destination for international companies searching for futuristic manufacturing solutions.

In 2018, Chien and his team opened the Artificial Intelligence for Intelligent

Taiwanese government around US\$33 million over 5 years, starting in 2018.

"The Ministry of Science and Technology wanted our centre to help create the next generation of intelligent manufacturing systems that could only be found in Taiwan," Chien says. The ministry's aim is "to use the region's strength in electronics manufacturing to its best advantage and establish Taiwan as a key high-tech manufacturing hub."

Taiwan's efforts to change its manufacturing model are timely. A global slowdown in trade since 2011 and a tariff war on goods traded between mainland China and the United States have pushed companies to look for alternative manufacturing options that are flexible, efficient and unaffected by such economic tussles.

Diverse development

Taiwan has been a leading manufacturer of electronic components since the 1990s. Its economy remains reliant on an industry that is led by the world's largest contract electronic chipmaker, Taiwan Semiconductor Manufacturing Company (TSMC), which supplies technology companies such as Apple and Huawei and contributed more than 4% to the region's gross domestic product in 2018.

However, the growth of consumer electronics has slowed across the world in the past few years as smartphone sales have dipped as a result of market saturation. In 2016, Taiwan's newly inaugurated president, Tsai Ing-wen, announced that the government would promote a new model of economic development. The idea was to encourage local technology firms to diversify their products and to become more innovative and self-sufficient to boost technology ties with the United States and Japan. Taiwan also wants to reduce its reliance on mainland China, with which it shares strong economic ties (see 'Moving money').

Tsai's 2016 strategy was followed by a breakthrough series of policy announcements to encourage investment in smart machinery – equipment that can work with less input from

an expensive human controller – and in other manufacturing technologies (see 'Non-stop reforms').

When Taiwanese manufacturers began moving factories to mainland China in the 2000s, it harmed the development of smart manufacturing technology on the island, explains Stephen Su, vice-president of a centre at Taiwan's Industrial Technology Research Institute, a government-funded research and development centre in Hsinchu. The institute, founded in 1973, has acted as an incubator for several Taiwanese companies, including the TSMC.

Now the government is "pouring resources" into smart manufacturing "because it's the

"Pull quote on a four lines saying something cool and exciting and most probably amazing."

future of production," Su says.

A conventional moving assembly line – many people using tools to complete small tasks in a much larger, complex process – was pioneered by Henry Ford to manufacture automobiles in the United States in 1913. Invented at the end of the 'second industrial revolution' that saw the global spread of technologies such as the widespread use of electrical power, the assembly line is still used in many factories today, says Chien.

Machines have largely replaced workers since the advent of the computer age, which saw a third revolution in industry involving robotics and greater automation. The next development, known as the fourth industrial revolution or Industry 4.0, will use advances in cyber-physical systems, such as biological sensors on machines. These will collect and exchange data that can be processed by big-data analytics and AI technologies, enabling manufacturers to make flexible decisions about how they operate and to allocate

resources efficiently to empower smart production. Taiwan is betting that the products of the future will be made by such intelligent machinery.

Smart focus

More companies across the world are re-evaluating where and how they make their products, says Jason Ho, general manager of Avectec in Zhubei City near Hsinchu, which offers conventional manufacturers a software platform to help create smart factories. In these, networked machines can detect their own faults, work more efficiently and achieve lower production costs.

"Particularly in high-tech areas such as the computer industry, information and communications technology and consumer electronics, companies don't need to focus on making more products more quickly. They need to make manufacturing more intelligent so it can be more flexible. That way, companies can quickly adjust the product to meet the demands of each customer," Ho says.

Chien says his centre is already in demand from large companies that want it to develop new processes and that are headquartered in Taiwan and abroad, such as IT equipment producers. Many plan to try out new manufacturing solutions and want to move more of their operations outside mainland China as it becomes more expensive to work in and as its trade war with the United States rumbles on.

Talent base

Now that Taiwan is remaking itself as a destination for the next generation of manufacturers, there is one thing missing: talent.

It is an urgent need of experienced engineers, both to design smart manufacturing technologies and to create the high-tech products of the future, says Su. "We must invest in our scientists and engineers. There are many countries in southeast Asia that are also becoming more sophisticated in terms of manufacturing, and to stay competitive, it's important to make

NON-STOP REFORMS TAIWAN'S POLICIES AIM TO BOOST TECH-BASED INDUSTRIES

May 2016
Taiwan's government announces its 'Five plus ten' policy – a plan to innovate the fields of biotechnology, defence, green energy, intelligent machinery and the Internet of Things.

November 2016
Launch of the Digital Nation and Innovative Economic Development Program (DNI), an initiative to make Taiwan a smart digital region by 2025. Policies include investment to start up firms and development of the cybersecurity industry.

February 2017
The Smart Machinery Promotion Program is introduced. It aims to develop smart machinery applications by combining manufacturing expertise with that from information and communications technologies.

July 2017
The Ministry of Science and Technology (MOST) unveils plans to establish four research centres in artificial intelligence (AI). The initiative will cost US\$30 million annually over five years.

August 2017
MOST announces a 4-year, \$320-million semiconductor programme to speed up the development of AI processor chips, and a 5-year, \$615-million strategy to cultivate AI talent and research (2017 to 2022).

簡禎富揭台灣智慧製造之鑰

分析服務產業化 助中小企業數位轉型

莊行松／專訪

第11次全國科學技術會議預備會議即將在11月起在北、中、南、東召開。科技部人工智慧製造系統研究中心主任、清華大學工業工程講座教授簡禎富將發表「發展管理科技，驅動產業數位轉型與高值經濟」專題演講，暢談對台灣發展智慧製造與分析服務業的見解。DIGITIMES為饗讀者，率先專訪簡禎富，透過深入訪談，了解台灣產業升級的關鍵選項。

簡禎富早期在清華大學創立「決策分析研究室」，建立許多研究案例，並撰寫台積電、聯發科、創意電子等12篇哈佛商學個案。2018年1月再創辦「紫式大數據決策」。簡禎富表示，台灣不應該像南韓那樣只有大財團，中小企業對台灣而言其實很重要。當大公司有錢、有資源做數位轉型，中小企業不能因為沒有人才、買不起昂貴的服務與設備就落隊，最後被淘汰。因此他要宣揚分析服務產業化(Alytic-as-a-Service)的重要性，希望協助中小企業和傳產，提升彈性決策和智慧製造能力，進而完成數位轉型。以下是專訪重點摘要。

問：什麼是分析服務產業？

答：台灣的公司想要發展成為微軟(Microsoft)、甲骨文(Oracle)、SAP都已經不可能了，

因為錯過時機。不過製造是台灣的強項，例如做半導體製造的分析服務，國際上很少有人比台灣更懂。我們習慣在資源有限下把成果做出來。

以前靠人力，現在則靠數位化。大數據和AI只是工具，台灣廠商要的是智慧製造、彈性生產、聰明決策。分析服務提供的就是數位發展的演算法。以台積電為例，該公司的南京廠有資料不落地政策。機台的程式、演算法裝後好立刻殺掉，沒有外流的機會，一切都由台灣控制。台灣只需掌握製造演算法，不論到南京或任何地方的工廠，製造工作都可以讓當地人、或機器人來做，未來整廠輸出也不擔心；軟體都用國外的也沒關係，但優化生產最重要的演算法必須由台灣掌控。

台積電、友達等大公司有能力自建數位發展的演算法。對其他中小型公司而言，就可以透過分析服務公司提供的服務，拿到自己所需的智慧製造演算法。例如由緯創Spin Off的緯創就是一個案例，不但接母公司的訂單，也接其他公司的智慧製造與數位轉型訂單。只要大部分的製造演算法均由台灣掌握，台灣不分企業規模大小，整體都能升級。

提供製造演算法客製化服務

的，就是我所調的分析服務業。用服務業去解決製造業升級時會遇到的難題。

問：智慧製造與分析服務有何關係？

答：以電子產業為例，創意電子和智原科技幫小型IC設計公司或非IC設計公司發展產品，就是一種分析服務。創意電子和智原不賣產品，亦不開發產品，客戶來問，創意電子和智原就幫忙解題。現在不僅聯發科需要他們的服務，連系統廠商也找來智原、創意電子。

有些公司請來的工程師都做得不好，現在委外不用花到一位工程師的年薪，就足以解決公司長期無法解決的技術問題，而且維護的很好。這就是IC設計服務的理念。有些公司找人，找到人又不知道怎麼用。

如果只有一個人又無法解決所有問題，所以不論IC設計服務或分析服務業者都會有一組人負責好幾家公司，而且是專精的一組人馬。有人或許會問說，分析服務做完就不必再來了嗎？醫生醫好病人，從此診所和醫院就無人上門嗎？那不可能。

因為人生病不看醫生雖不會馬上過世，但身體有可能會愈來愈糟。公司也是，別人進步，自己公司不進步，就會被淘汰。所以就算

智慧製造升級成功，日後工廠還是有技術維護的需求，有需求就會有新的產業。

問：要到哪裡找一流的好手與人才為中小企業做分析服務？

答：台積電、友達這些大公司都有分析服務部門，我的學生有些人不喜歡在大公司，已經出來創業。因為大公司真正用上的能力只有6成，其他力氣都放在處理組織或跨組織的問題。管理需要智慧，但分析看的是腦力和IQ，一定有人不想在大公司當小螺絲釘，想要有自由度，分析服務產業就提供這樣自由工作的基礎。

然而分析能力不足，問題沒有解決，就是功虧一簣。這樣的專業能力不可能每家公司都具備，但工廠問題還是要解決。分析服務產業化後，又會再有分工，有人專注資訊、也有人專注存貨或供應鏈管理。分析服務產業化可補足中小企業升級的鴻溝，也解決找不到AI、大數據人才的問題。

中小企業和傳產只需要有專案管理的人，把外部資源帶進來與內部接軌。這樣的人不需要包下公司全部AI化、大數據分析的責任。過去我看過很多AI和大數據人才進到公司做不久都離職的情況，因為公司期望太高，而一個人真的無法解決所有的問題。如



業式大數據決策公司創辦人簡禎富認為，分析服務產業化有助整體製造業數位轉型與升級。 莊行松攝

果能力很強，很容易就會被挖走，造成不少企業的AI和大數據分析能力的缺口。有分析服務產業，工廠也就不受其苦了。

問：工廠與老師傅若有獨門秘技，絕不外傳。在智慧化過程中，分析服務業者接案如何確保客戶Knowhow不外流？

答：的確有人擔心製造秘密外流，以IC設計為例，聯發科也覺得自己不需要外部的服務，但現在聯發科也要找智原、創意電子的協助。這個產業就和品圓代工、律師、醫師一樣，客戶與病人的秘密是絕對要保密的。一旦洩露了，不但後果很嚴重，分析服務公司再也不會有客戶了。

問：台灣智慧機械產值曾破1兆元，5G對智慧製造是否如虎添翼？

答：智慧機械產值破兆，但毛利率有多少才是重點。台灣有製

造的領域知識和豐富經驗，具備發展智慧製造軟體的先天優勢。5G是支援和環境，有助於更快蒐集資料。但如果沒有分析應用，就沒有必要用5G。有5G卻沒有演算法，或演算法寫的不好，5G就沒有辦法發揮價值。

因為南韓缺少大量的中小企業，許多進不了名校的人就成了魯蛇(Loser)。台灣沒有這種問題，不管什麼學校畢業，只要肯努力，都可以找到各類型的工作，而且過得不錯。隨著產業升級，有些中小企業如果沒有人協助，慢慢就會落隊，小型工廠會被淘汰，產業會慢慢集中，如果不補強中小企業的話，台灣遲早會像南韓那樣，中小型的工廠都會消失，進而產生新的社會問題。解決問題之道，就是分析服務產業化。



「產業醫生 Dr. Fab」

科技部萌芽十年有成 紫式大數據助台廠推動工業3.5

新竹訊

科技部「研發成果萌芽計畫」10周年有成，協助大學研究機構科研成果產業化。日前舉辦萌芽計畫十周年成果展，邀請33組師生新創團隊，技術領域涵蓋智慧製造、奈米材料、精準醫療、農業、半導體、到太空科技，提供臺灣多項產業升級時所需之關鍵技術。

會中科技部長吳政忠說明，2007年國科會(科技部前身)主委是前副總統陳建仁，他則是國科會副主委；國科會邀請中研院院士王佑曾主持「台灣學術里程與科技前瞻」計畫，2011年接續推動「研發成果萌芽計畫」，迄今已有超過73家以研發成果衍生成立的新創公司，累計吸引超過25

億民間資金投入。吳政忠表示，科技部將持續支持學研成果和前瞻技術產業化，未來也將跨部會合作培育新創，加強鏈結國際資金來台，讓台灣新創生態系統更健壯。

在本次成果展中，由清華大學工工系講座教授簡禎富決策分析研究室(DALab)團隊，執行科技部計畫深耕大數據分析、智慧製造、資源調度優化和數位決策的技術和系統，經清華大學萌芽功能中心輔導，移轉研發技術新創「紫式大數據決策股份有限公司」(DALabx: DALab Solutions x Associates Co., Ltd.)進駐清華大學創新育成中心，加入清華大學「先進智慧製造系統(AIMS)聯盟」成為會員廠商。

該公司並贊助「科技部鼓勵企業參與培育博士研究生」計畫，加速研發大數據和AI智慧製造技術的模組化解決方案和分析服務，協助無法自建分析團隊的中小企業和傳統產業廠商，提升彈性決策和智慧製造能力，推動數位轉型。目前已有多家公司委託分析服務，以協助其發展彈性決策和聰明生產的解決方案。

科技部人工智慧製造系統研究中心主任、清華講座教授簡禎富表示，DALabx不僅是科技部計畫研發成果的萌芽新創公司，透過產業化的資源，培育跨產業實證臨床經驗的「產業醫生」(Dr. Fab)，推動分析服務產業化(Alytic-as-a-Service)，協助台灣產業升級工業3.5智慧製造，更

希望結合台灣製造的軟實力和管理經驗，發展建立完整產業醫療體系就像是清華大學附設的「產

業醫學中心」，對症下藥研發台灣各個產業升級所需要的各種解決方案，進而輸出至其他新興國際影響力，使台灣成為全球彈性製造中心。



前副總統陳建仁(右2)、科技部長吳政忠(右3)訪視科技部萌芽紫式大數據決策研發成果。

台北訊

紫式大數據決策 DALab Solutions x Associates

紫式大數據決策股份有限公司 (DALab Solutions x Associates Co., Ltd.) 2018年1月10日掛牌進駐清華大學創新育成中心，史欽泰院長、清大副校長陳信文、大清華基金、水木創顧總經理 林俊吉和創業師生團隊一起出席揭幕慶祝活動。史欽泰院長並書寫「紫式大數據決策」墨寶作為公司招牌，期許公司以超越摩爾定律的速度成長，成為大數據時代台灣新創公司的獨角獸。

分析服務產業化(Analytics as a Service)

點擊圖片放大觀看

紫式大數據決策股份有限公司為清華講座教授簡禎富



桃園市攜手清華大學 推動產業升級與數位轉型健檢

關大成／台北

因應產業升級與數位轉型的需求和挑戰，桃園市政府成立「智慧製造服務中心」，委託國立清華大學，建立「Dr. Fab 產業升級健檢系統」，整合國科會人工智慧製造系統研究中心團隊及產官學研跨領域專家學者顧問團，推動產業升級與數位轉型健檢，並透過桃園市政府經濟發展局、工商發展投資策進會及勤業眾信Deloitte等單位鏈結媒合補助經費、研發能量、人才，輔導在地製造及物流業者加速轉型，助力完整產業價值鏈的普遍升級。

「Dr. Fab 桃園產業升級與數位轉型健檢專案」主持人、國科會人工智慧製造系統研究中心主任、清華大學執行副校長簡漢富表示：「清華大學非常感謝桃園市政府一直以來的支持，包括國立清華大學附設桃園醫院等計劃。國科會人工智慧製造系統研究中心是以台灣製造為利基，將半導體智慧製造

研發技術外溢，並加速台灣各個產業普遍升級與數位轉型，創造具體貢獻。做為桃園人，很榮幸有機會將國科會人工智慧製造系統研究中心研發成果，透過產業升級與數位轉型健檢，藉由Dr. Fab系統線上自評與即時回饋、組織領域專家學者實地複評、訪視與提供升級健檢報告等，提供「對症下藥」的升級處方和具體改善建議，促進人工智慧和分析服務新創產業發展，以建立產業醫療體系協助台灣產業升級轉型。」

Dr. Fab 桃園產業升級與數位轉型健檢：即日起至113年3月31日前報名為止。有興趣參加初評的企業歡迎至中心網址註冊報名；後續若有深入輔導意願可經由網站、分析服務業務相關諮詢填寫「諮詢服務」，將有專人聯繫安排後續「企業轉型需求諮詢」服務諮詢。若資訊服務企業有刊登需求，亦可到該頁面填寫「刊登服務」，將有專人聯繫。



建立「產業醫療體系」 推動產業普遍升級

通用人工智慧 (artificial general intelligence, AGI) 迅速發展，增加昂貴的需求，全球競相投入晶圓製造，隨著製程逼近物理極限，晶圓製造恐將逐漸「大宗商品化」(Commoditization)。台灣雖持中導價競爭優勢，亦應促進科學園區和周邊融合，並外溢強化其他產業，發展豐富多樣的產業生態系統，以促進永續發展。

經濟部《2023年中小企業白皮書》顯示，2022年台灣的中小企業家數超過163萬家，占比達98%以上，就業人數占八成，營收占比超過五成，蓬勃多元的中小企業實為台灣經濟發展與社會穩定的基石。產業普遍升級才能共生同榮；然而，中小企業傳統產業正面臨升級轉型與傳承的挑戰。

促進產業生態多樣性，應發展「藍湖策略」(Blue Lakes Strategy)，藉由細分領域主導、商業模式、產品等級，創造能成爲「在地天王」的相對競爭優勢，而將市場動態劃分為規模小的利

基產品、關鍵服務或特殊零件等的藍湖市場，創造更多隱形冠軍，增加各種就業機會，縮小貧富差距。

中小企業受限於經濟規模不足和基礎設施老舊，難以投入大量資源以升級轉型。政府雖然推出各項補助和輔導，但大多從政策「供給端」出發，未必符合每一家廠商所需，且杯水車薪。產業升級需要循序漸進，「工業3.5」是更務實的混合策略，主選善用AI等軟性技術創新技術，先將台灣製造軟實力數位化和智能化，普遍提升中小企業能善用AI和大數據分析的能力和人才，重點標註各領域的大數據，發展基礎模型及更適用於各個藍湖市場的智慧製造解決方案。

讓產業醫生來問診

資源有限下，推動中小企業升級轉型，更需「對症下藥」的精準醫療，因此應建立「產業醫療體系」，促進產業醫生 (Dr. Fab) 或分析服務業 (Analytics as a Service) 等，輔導「產業健檢」，

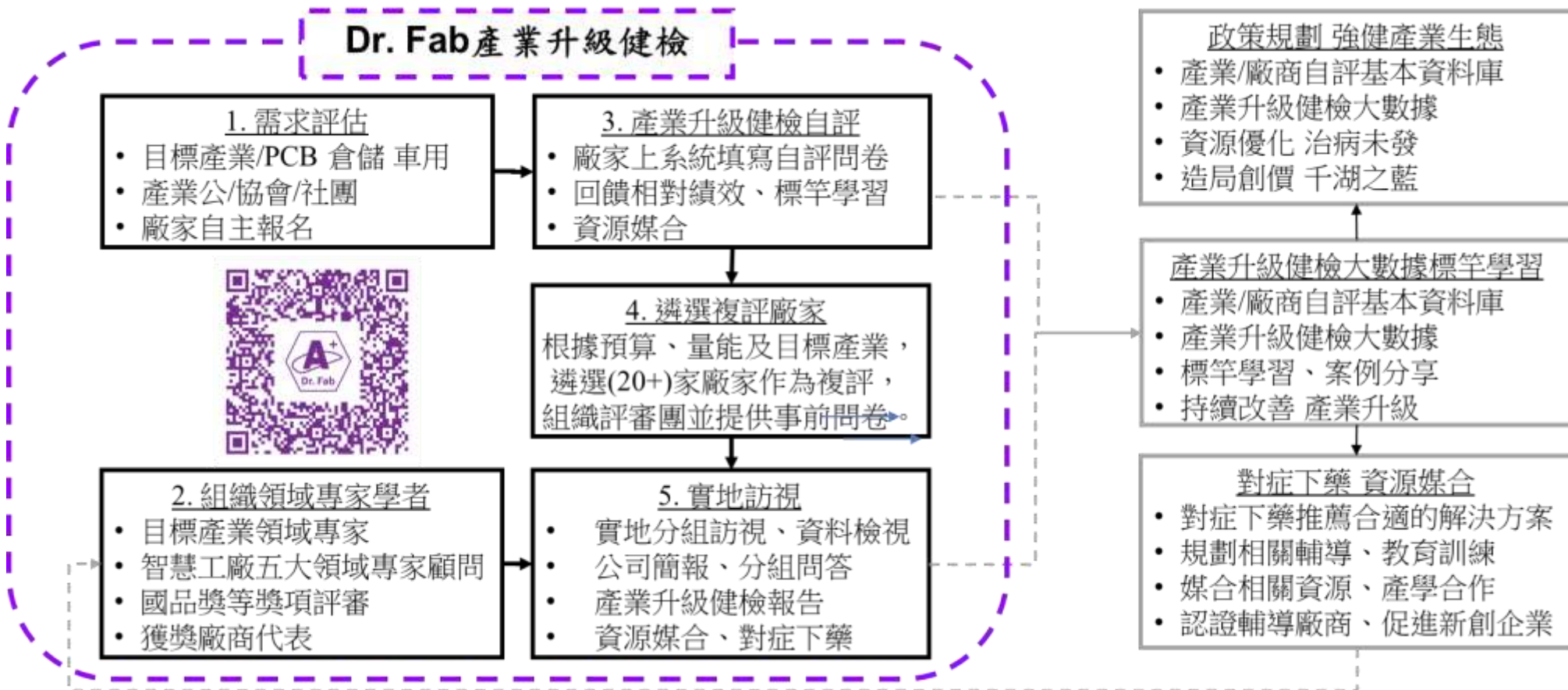
從「需求端」以最高效率合併供需雙方，包括政府補助、租稅減免和各種解決方案的新創產業等資源，精準解決各種問題點；讓政府資源就像健保制度一樣，設計不同分級補助和自付比例，讓每一家廠商根據自己升級需求和改善效益，獲得經濟補助或租稅減免，促進良性改善循環，也更能照顧到所有產者和人民。

推動產業醫療體系，可以透過政策工具和公私部門合作，促進分析服務產業化、發展AI和大數據演算法律公司、智慧製造軟體和提供運算能力、資訊安全和大數據資料治理、雲端平台等配套產業，創造各種領域高價值的產業醫生工作機會，以優化國家人力資本，進而輸出台灣智慧製造與前瞻經濟解決方案，擴大國際影響力和全球貢獻。◎

黃致富

國立清華大學清華國際企業管理學院院長、智慧製造與管理經濟研究中心主任、台大工業工程學院管理系統學系 (MIS) 講座教授。

相關內容，請洽本報編輯，若有撰寫專業文章，請上545信箱。



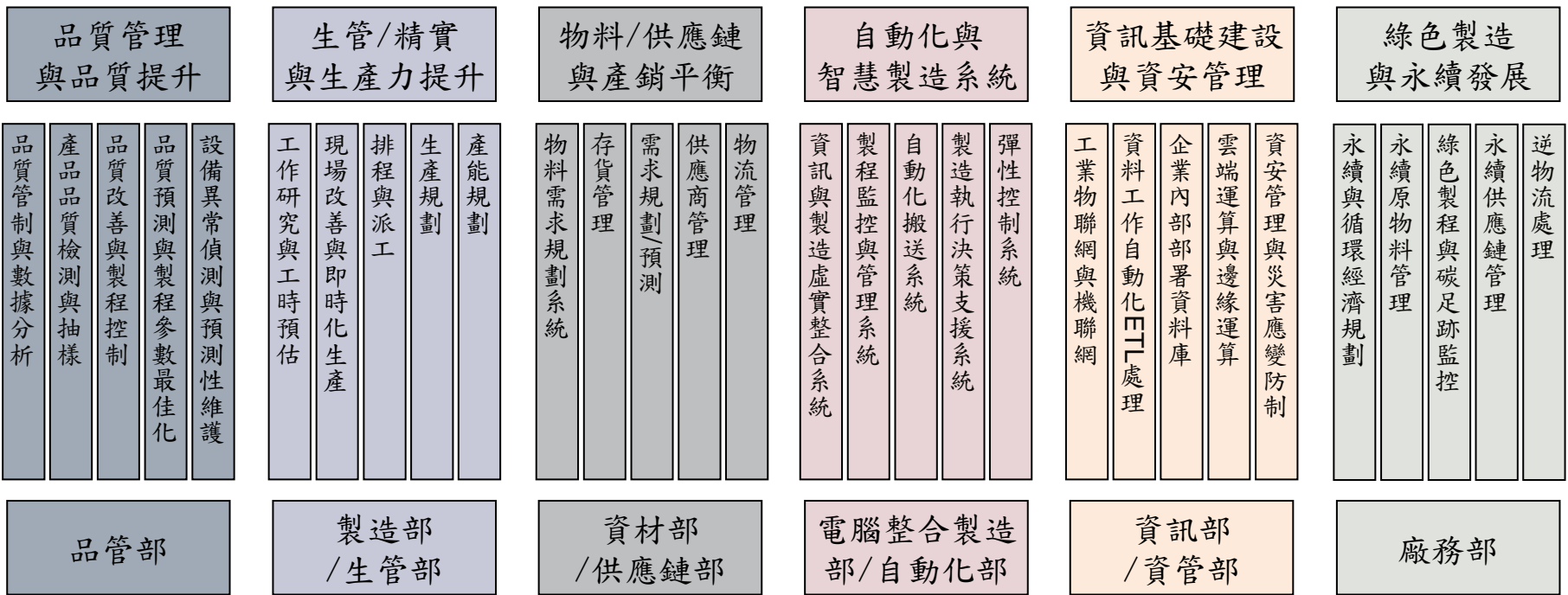


Dr. Fab

智慧製造升級與永續發展六大構面

智慧製造與永續發展
(環境、社會和公司治理；ESG永續政策)

領域專家
及目標



對應部門

BITS + CHIPS

Micron lighthouse factories enhance production in Taiwan

Chloe Liao, Taipei; Adam Hwang, DIGITIMES Wednesday 2 December 2020

Micron Technology's two factories in Taiwan were recognized by the Global Lighthouse Network (GLN) under the World Economic Forum (WEF) in September 2020, according to the company's corporate vice president and Taiwan country manager Hsu Kuo-chin.

GLN is a group of advanced manufacturers promoting industry 4.0.

Home Business

Micron gets green light for NT\$66 billion investment in Taiwan plant

Micron Technology gets approval to invest NT\$66 billion in new plant in central Taiwan

12504 Like 382 Share Tweet 分享

By Keoni Everington, Taiwan News, Staff Writer
2019/08/28 17:52

The Factory of Tomorrow



Design to Value

- Zero based CapEx
- Minimum technical solution design
- Innovation (e.g. multi-storied)



Physical & Digital Assets Full Integration

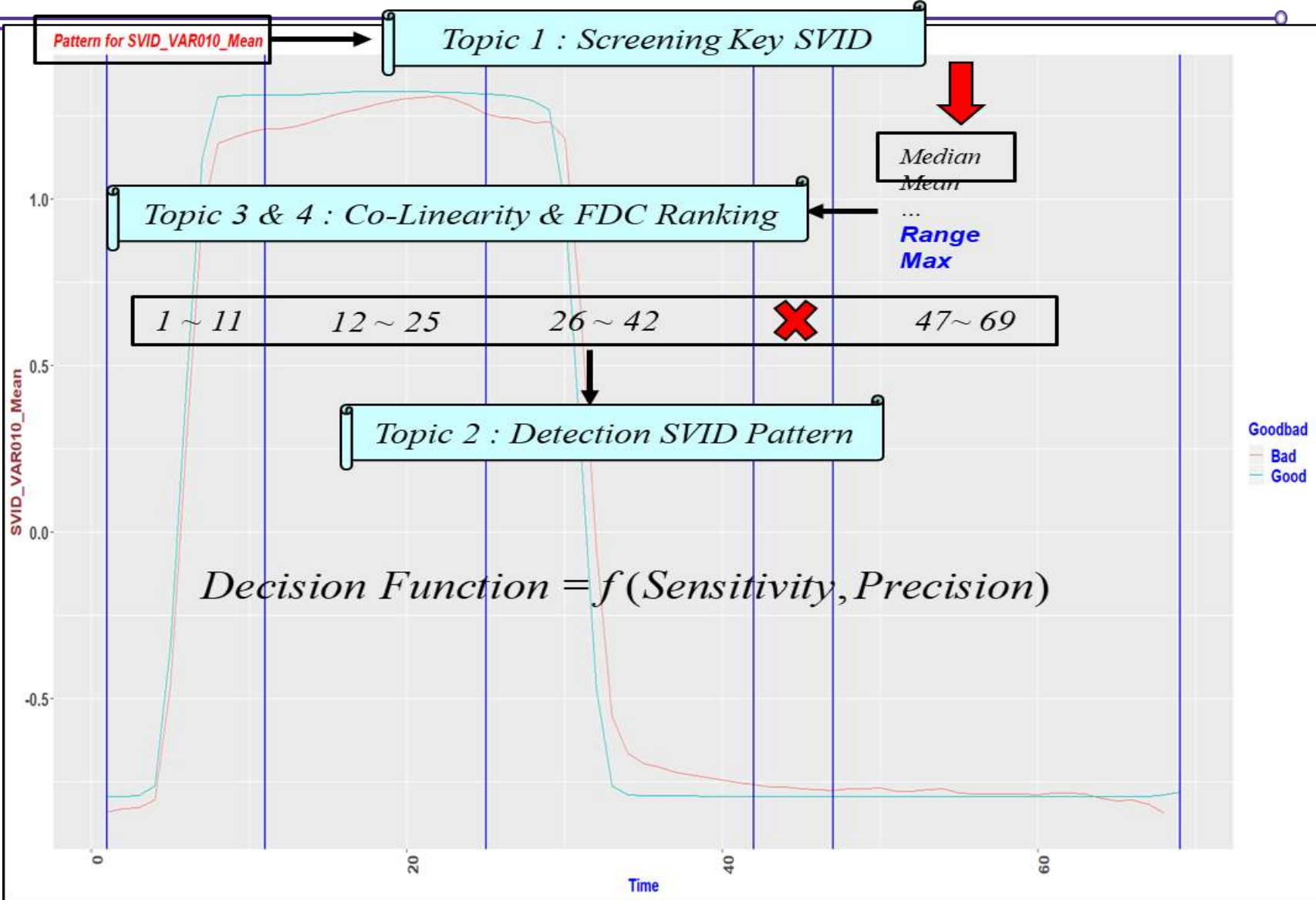
- Two way connected digital twin
- Digital Fab Design & Modelling
- Simulation capabilities facilities, equipment & production process



Resource Product Operations

- Emission & Energy Reduction
- Water Recycling & Wastewater Discharge
- Renewable Energy





美光半導體創新應用競賽

頒獎典禮



MIMORY AWARDS
S+IDEA
Dr. Fab

美光半導體創新應用競賽
金美獎

TITLE SPON:

MIMORY

ER



Enabling A+ Decisions®
DALab Proprietary

台灣「工業3.5」解決方案 協助新興國家

SAMSUNG Daily Issue ■3版 從MWC看三星的新策略布局	半導體與零組件 ■4版 EDA設計理念可望再升級	光電 ■6版 誠美材偏光板訂單滿手 資金卻告急
---	-----------------------------	----------------------------

DIGITIMES 電子時報

No. 5187

2019年3月20日 星期三 農曆己亥年二月十四

www.digitimes.com

產業動態

台灣工業3.5 更適合新南向國家 菲律賓國家研究委員會年會 台灣學者首次受邀演講

台北訊

科技部人工智慧製造系統研究中心(AIMS)主任、科技部工業工程與管理學門召集人、國立清華大學清華講座教授暨美光講座教授簡禎富，日前(11日)應邀於菲律賓國家研究委員會(NRCP)年會演講「工業3.5混合戰略以優化新興國家人力資本」，為首次在菲律賓科技會議暨國科會年會中演講的台灣教授。

本屆NRCP大會由菲律賓科技部長Fortunato de la Pena主持，

共計超過1,300多位學者與會。會議主軸為「人性化第四次工業革命」，特邀簡禎富講座教授於「工程與產業研究群」分享所提出的「工業3.5」策略。

簡禎富教授認為：新興國家工業基礎並不足以一步到位地推動工業4.0，同時也需要解決更多就業和貧富差距等社會問題，因此必須發展適合自己產業結構和核心能力的製造戰略。「工業3.5」作為工業3.0和工業4.0之間的混合策略，藉助人工

智慧和大數據等破壞性創新技術，發展本土智慧製造解決方案。

簡教授並介紹AIMS的研究成果和台灣產業實地案例，與菲律賓目前發展工業4.0面臨的挑戰與實際需求不謀而合，受到熱烈迴響和深入討論交流。簡禎富教授並以他撰寫的台積電、聯發科、創意電子、晶元光電等哈佛商學個案的典範企業為例，說明台灣製造軟實力和工業3.5更能當作菲律賓產業升級參考，以擴大台灣在東南亞國家的影響力。

會後菲律賓NRCP理事長Ramon A. Razal院士並邀請各研究群組主席，與簡禎富教授進行圓桌會議，討論國際合作和人才培育等議題。簡禎富表示：「台灣應把握新興國家面對工業4.0的產業升級壓力和挑戰，讓工業3.5成為台灣製造的品牌，成立國家隊整合相關企業和台商，發展更符合新興國家需求的工業3.5解決方案，讓台灣製造軟實力在東南亞國家發揮更大的影響力。」



▲菲律賓科技部長Fortunato de la Pena(左)與簡禎富教授(右)同席並聆聽演講。



財團法人
紫軾書院教育基金會

《器識為先 千湖之藍》

- 簡禎富《藍湖策略》歌訣

天下大勢 分合循環
器識為先 自強不息
大蓋天下 能容天下
厚德載物 行勝於言
信蓋天下 能約天下
觀敵之變 後發先至
擇人任勢 上駟對下
圖難於易 為大其細
仁蓋天下 能懷天下
惟精惟一 允執厥中
天時地利 人盡其才
產業生態 共生同榮

權蓋天下 以小事大
運籌帷幄 治病未發
制勝無形 無名無功
徐圖霸業 雲蒸龍變
恩蓋天下 以大事小
帝者師處 王者友處
造局創價 策勢時形
盈科後進 藍湖永續
大道甚夷 吟嘯徐行
念念不忘 必有迴響
呼群保義 同行致遠
群龍大吉 千湖之藍

亞洲生產力組織推動認證 台灣代表演講藍湖策略

台北訊

亞洲生產力組織（Asian Productivity Organization；APO）認證機構理事會（APO Accreditation Body Council）第六屆年會於3月5日、6日兩天在越南河內舉行，來自中華民國、印度、印尼、日本、蒙古、巴基斯坦、斯里蘭卡和越南等會員國理事會成員、顧問出席了本屆會議，討論並確定了成員經濟體內認證實踐和相互承認認證機構的未來方向。

亞洲生產力組織秘書長兼APO-AB理事會主席Indra Pradana Singawinata博士表示，這是亞洲生產力組織「APO 2025願景計劃」和認證計劃的一個重要里程碑，表明了APO對提高亞太地區生產力的承諾，以及其認證機構和認



亞洲生產力組織認證機構理事會：（左起）亞洲開發銀行學院Tetsushi Sonobe院長、蒙古生產力組織認證主席Batbileg Tsagaan、斯里蘭卡勞動與國外工作部秘書長Kakulthotuwage Dona Rose Mary Olga、巴基斯坦國家認證理事會總幹事Smat Gul Khattak、亞洲生產力組織秘書長Indra Pradana Singawinata 博士、中華民國代表國立清華大學執行副校長簡禎富、越南科技部標準量測和品質局Ha Minh Hiep局長、印度國家生產力理事會總幹事Suryanarayanan Gopalakrishnan、印尼認證機構副理事長Kunjung Masehat、APO

證標準的建立，以促進成員經濟體之間的合作和相互承認。會議報告了APO認證計劃2023年的進展，並取得顯著成就，包括核定通過新增四個會員國認證機構（Certification Bodies）、其他幾個會員國認證機構的持續開發計畫、認證計劃的更新，以及亞洲生產力組織會員國相互承認認證機構的協議草案。會議主辦單位越南生產力

組織主席、越南科技部標準量測和品質局（Directorate for Standards, Metrology and Quality, STAMEQ）局長Ha Minh Hiep博士並安排APO-AB理事會成員、APO幕僚和顧問們參訪越南生產力研究所（VNPI）和越南生產力認證機構。簡禎富講座教授，分別以「生產力和永續發展」與「工業3.5和藍湖策略」大會專題演講，分享中小企業循序升級和數位轉型，以維持亞太地區產業生態系統的健全發展和社會永續發展。

簡禎富表示，總部在日本構（ViProCB）等單位，了解越南相關組織所扮演的角色和推動的實務經驗。3月7日並接著於在河內由亞洲生產力組織認證機構與越南科技部標準量測和品質局合辦的「2024生產力認證國際研討會」，並邀請亞洲開發銀行學院（Asian Development Bank Institute）院長Tetsushi Sonobe教授，以及亞太工業工程與管理系統學會（APIEMS）理事長、國立清華大學執行副校長和東協國家的具體貢獻。



財團法人
紫軒書院教育基金會



河汾之間 行勝於言

-- 預約下一個盛世



花光台積電千萬年薪蓋書院 <https://yimedia.com.tw/figure/130900/>



Enabling A+ Decisions®
DALab Proprietary

IC之音 FM97.5 「藍湖策略 數位轉型」 請上各大 Podcast 搜尋並訂閱



IC之音 竹科廣播電台 「藍湖策略·數位轉型」節目

<https://www.ic975.com/program/%E8%97%8D%E6%B9%96%E7%AD%96%E7%95%A5%EF%BC%8E%E6%95%B8%E4%BD%8D%E8%BD%89%E5%9E%8B/>



Apple Podcast:

<https://podcasts.apple.com/tw/podcast/ic%E4%B9%8B%E9%9F%B3-%E8%97%8D%E6%B9%96%E7%AD%96%E7%95%A5-%E6%95%B8%E4%BD%8D%E8%BD%89%E5%9E%8B/id1636249842>

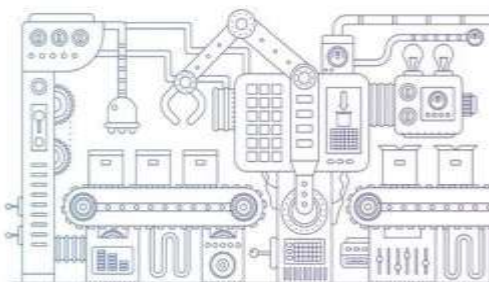


Just College 紫軾書院教育基金會

<https://www.youtube.com/@JustCollege.Taiwan>

工業 3.5

台灣企業邁向智慧製造與數位決策的戰略



AI、大數據、物聯網、雲端改變生產方式，讓企業邁向智慧製造，
第一本針對台灣中小企業與行政的數位轉型指南。
掌握智慧製造與管理數位化的核心，結合產業與以工業 3.5 為核心策略，
從傳統到升級智慧製造的歷程，並在臺灣的全球產業鏈中佔位！

天下
季子財經
藍湖策略

藍湖策略

營運智慧化管理科技與數位決策
策略藍湖紅海總經理會

以快速運作的科技營運生態系統，掌握台灣企業與實質例
洞悉產業先機與國際市場，發展科學管理與智慧科技實戰創新商業模式。

大數據分析 資料挖礦

Big Data Analytics
& Data Mining

翁國成、許嘉軒 編著

Decision Analysis and Management 決策分析與管理 二版

紫式決策分析以全面提升決策品質
UNISON Framework for Total Decision Quality Management

簡禎富 著

智慧製造 AI台灣

科技部人工智慧製造系統
研究中心 成果彙編(0)

簡禎富 主編

AI Empowering Intelligent Manufacturing & Digital Transformation

智慧製造與數位轉型

Edited by
Chen-Fu Chien

固本科園 台灣精進

國科會固本精進計畫成果專書

簡禎富 主編

紫式決策工具全書

Tools to Empower UNISON Decision Framework

簡禎富 著