

簡禎富 | 清華大學副研發長暨產學合作執行長  
清華大學工業工程與工程管理學系

## 決策分析創造半導體 最佳生產效益

擁有電機與工業工程雙學位的簡禎富，不僅是第一位借調台積電的學者，多年來，各種透過演算法建立起的決策分析模式，陸續被應用在台積電、旺宏等多家廠商的生產與營運上，嚮往有如彼得杜拉克那般精采的閱歷，喜歡將研究比喻成練功，為他對半導體產業累積出可觀的產學經歷。



很多人小時候都玩過俄羅斯方塊，但從遊戲裡得到啟發的人恐怕不多。清華大學工業工程與工程管理學系教授簡禎富就是這樣的特例之一，他從俄羅斯方塊中得到靈感，協助讓貨櫃空間利用最大化，解決了貨櫃場每次出貨就得翻箱倒櫃的問題。

同樣的，簡禎富在旺宏初試啼聲發展出一套演算法，讓工程師很容易找到IC在晶圓上曝光時的最佳配置方式。他從如何讓一片晶圓產出最多顆IC晶粒的根本目標著手，不僅提升了晶圓製造的良率，還獲得台、美發明專利，並獲得「89年度教育部產學研究獎」。

### 第一位借調台積電的學者

簡禎富是台積電第一位從國內大學借調的學者，擔任工業工程處副處長，提出「軍機處」概念來定位工業工程在企業經營決策的功能與定位，自己也成了「軍機處行走」。他以清華為名提出的「紫式決策分析架構」（UNISON Decision Analysis Framework），並應用其中的「龍捲風排序法」作為台積電推動「成本龍捲風計畫」的核心工具，有效節省成本。他還發展半導體產業的「綜合晶圓效益」（OWE, Overall Wafer Effectiveness）指標，以及幫台積電取得美國發明專利的解決方案。簡禎富像解題般，一道一道找出破綻，並提出系統化的解決方法，讓他在台灣半導體產業，建立起極佳的產學合作名聲。

「最厲害的武功是，看到破綻才出手；孫子兵法也說：『兵無常勢，水無常形；能因敵變化而取勝，謂之神。』」說起話來



借調台積電期間，台積電資深副總經理劉德音（左）有如簡禎富的指導教授，經常指引許多「大哉問」的策略問題。

慢條斯理，簡禎富就像武俠小說裡所描寫的武林高手，越是武功高強，表現出來的氣息就越是沈著、冷靜。

擁有清華工業工程與電機雙學位，簡禎富研究組合決策分析多年，往往能看見別人所看不到的問題，「一般人往往把應該一起看的決策問題，簡化為分開來看的單一決策問題，先決定了這一步，再看下一步。」不過，簡禎富卻不同於一般人，回溯他幾個面臨人生重大抉擇時的決策過程，已習慣將通盤因素都一起考慮，掌握其中的變與不變，他當年出國留學選擇決策分析這個領域，或許可從中看出一些端倪。

### 法籍指導教授對往後產生的影響

「我的指導教授是個法國人，他還是博士生的時候，從法國



簡禎富至今已有多項學術研究成果，持續應用在台灣各大半導體廠商的生產線上。

到美國開會，人家覺得他很聰明，就把他留在美國教書，」簡禎富回憶，當時他的指導教授正經歷從助理教授升到副教授的過程，「他在打拚，我也跟著成長，從他身上可以深刻感受到歐洲或法國所受的訓練不同。」簡禎富的指導教授認為，美國教育就好像生產線，法國最好的博士論文是裡面找不到有任何一個公式的論述。「我的法國老闆（指導教授）一直很強調論述的能力，經常問我們到底有什麼意涵，很重視問題本質和邏輯思考。」他要學生修過高等微積分後才可以跟他作研究，大一微積分都差點被當掉的簡禎富，只好硬著頭皮去數學所修課，但突然發現大學多念一年和拍攝中小學的數學教學錄影帶所蹲的馬步沒有白費，所以在不到四年之間就取得碩士和博士學位了。

1996年簡禎富學成回到清華教書並成立「決策分析研究室」。正好在一次同學聚會中，幾位任職旺宏的大學同學，聊起在IC製程中遭遇良率提升的問題。簡禎富發現，一般人談到「晶圓良率提升」，往往著眼於製程問題的解決，「但我想『良率』的本質是，

如何一片晶圓上產出最多可以賣錢的晶粒。」只要思考如何排列可以在晶圓上最有效地排出最多顆晶粒，就可以增加產出的良品數。一個重要而根本的問題，過去卻從來沒有人提出過。1996年底，簡禎富的第一項產學合作計畫，為旺宏解決了晶圓產出提升的問題，讓他們得到了美國和台灣兩項發明專利，以及教育部產學合作研究獎。

簡禎富認為，研究決策和練武功一樣，功力不同思考問題的方式也不同。假設有1000萬元要投資股票或者1000萬的資源，如何能讓它得到最有效的運用？也可以當成背包一樣，思考裝什麼東西到背包裡，才能裝進數量最多或最有價值的東西？這些都是組合決策分析在思考的問題，而一片面積大小固定的晶圓，要如何才能擺進最多晶粒，讓它創造最大價值，成為簡禎富突破的關鍵，旺宏的合作夥伴還因此獲得營運貢獻獎。

同樣的邏輯，也被運用在提升貨櫃利用率的問題上。一位在貨櫃場當保稅警察的親戚在過年聚餐時聊到，每次有貨櫃進出，就得翻箱倒櫃才能找到準備送出的貨櫃，而裝貨時，工人都直接一個一個往貨櫃塞，因此出貨時常常要用到很多貨櫃。為了解決這個問題，簡禎富運用俄羅斯方塊的概念，結合現場實際運作的程序，發展出一套演算程式和決策支援系統，「原本貨櫃擺放都靠工頭指揮，但貨櫃的三度空間未必能得到最佳利用，現在只要將貨櫃和貨物的長寬高輸入，先用電腦求得最好的排列方式，然後工人再依照電腦輸出的表單來擺放貨櫃就好。」光是聚餐聊天就可以聽到很多研究問題，旺盛的好奇心成為簡禎富研究的原動力。



擁有電機與工業工程雙學位的簡禎富，擅長從看似平凡的營運過程中，透過決策分析找出最有效率的生產模式。

## 與旺宏建立長期產學合作

第一次合作就獲得了好成績，讓簡禎富從此與旺宏建立了長期的產學合作關係，除了借調台積電的那三年，每年都跟旺宏都有一、兩項計畫在執行。「決策分析是一門方法論，一定要和產業合作，旺宏就像我們的實驗室！」因為清華與園區距離很近，簡禎富和學生們常到旺宏現場去討論問題。

簡禎富形容，產學合作研究就像從實際解決問題的過程中練功，他與旺宏的研究計畫著重在生產的決策分析，「它和傳統以最佳化理論為基礎的生產管理不同，生產上的決策無時無刻都在發生，我當時接觸的都是實際運作的決策者，過程中解決的問題已經不侷限於良率提升，對我練習決策分析的武功很有幫助。」

簡禎富也用同樣的方式來訓練學生，希望能多培養具有實作和研究能力的人才。最近，簡禎富和他的博士生吳吉政幫旺宏做了「封裝外包決策支援系統」，將外包的策略與實際分配訂單的最佳化作業連結。由於旺宏本身不做封裝，而是找其他廠商代工，所以在分配訂單的時候，在策略層級，要讓下游廠商感受與旺宏的夥伴關係，必須有一定比例的訂單分配給策略夥伴。但是到了訂單分配的作業層級，實際操作的人則要考慮交期、產能、成本等因素，「這牽涉到多種產品和不同客戶的需求，要如何將策略關係與訂單分配作業結合，複雜程度已經不能單靠人力來分配，」簡禎富指出，策略夥伴會看自己所分得的訂單比例多寡，來檢驗旺宏與自己的夥伴關係，而問題的根本是，「如果把旺宏外包的總成本看成一

個派，分開來看，只要每個合作夥伴分得的派比例不變，我們把整個派盡量變小，就能讓總成本變小。」因此而發展出的決策支援系統，不但解決訂單分配和策略夥伴的複雜連動問題，還幫旺宏每個月省下0.5%的外包成本。

## 研究提升台積電生產效率

聽著簡禎富 述如何為產業解決問題，就好像一個個「腦筋急轉彎」的故事，只是換了一個思考的角度，就能發現別人看不到的問題。忍不住好奇他如何擁有找「對」問題的能力？簡禎富認為，開闊的胸襟也就是open-minded，和願意傾聽很重要，加上交的朋友多，所以看事情的角度也多，「決策分析能力的養成像練武功，但並不是得到了武功秘笈，就可以一夜之間判若兩人，」簡禎富謙虛地表示，因為自己會的不多，所以需要透過產學合作「練功」，才能結合理論和實務，「後來有幸到台積電當『軍機處行走』，就像能到少林寺學《易筋經》一般。」

2002年，簡禎富到加州大學柏克萊分校擔任傅爾布萊特學者，2003年2月回台灣後，經過台積電製造技術中心資深處長郭祖寬及製造技術委員會總幹事楊增祥的面談，就應邀擔任製造技術委員會的資深顧問，協助將最佳實務轉換為其他時空環境下可以應用的管理模式，並結合數學模式與資料挖礦方法，協助發展可以縮短生產



週期時間的方法。

2004年，簡禎富獲得台積電半導體研究獎勵經費，研究生產效率的提升，「我們甚至向上延伸到IC設計，」簡禎富指出，IC長寬比例搭配的好壞，會影響在晶圓上配置的數量，他為台積電發展出GDA（Gross Die Advisor）系統的內建最佳化模式，建議客戶如何調整設計，讓晶粒可以擺得更多，不但獲得發明專利，也在台積電8吋及12吋廠實施至今。提出「綜合晶圓效益」指標（OWE, Overall Wafer Effectiveness），由晶粒有效產出來評估效益並引導改善方向，改變一般由機台角度出發卻因產品組合不同，未必能夠提高生產力的評估方式，成為半導體產業標準之一。

由於在製造技術中心的成效顯著，2004年底，當時工業工程處資深處長施義成（現任台積電與飛利浦在新加坡的合資公司SSMC副總經理）邀請簡禎富同時兼任工業工程處資深顧問，以協助分析複雜的策略和與麥肯錫的合作案。隨後更邀請簡禎富加入

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。



台積電，但他當時因已申請到德國訪問的獎學金而猶豫不決。直到2005年4月，簡禎富聽了台積電董事長張忠謀在清華作「全才教育」的演講，談到領袖的培育，興起有為者亦若是的壯志，才放棄出國進修而借調到台積電去歷練，「因為我確實是一直用這樣的方式來鍛練自己，追求自我實現。」

### 資源調度有如軍機處運作

於是，簡禎富成為台積電第一個從國內大學借調的學者，自2005年至2008年擔任台積電工業工程處副處長，並延長借調期間為三年。簡禎富以「軍機處」的概念為定位，來規劃「兵、馬、錢、糧」，也就是人力、設備、資本及訂單等企業營運資源，讓資源運籌與利用分配能夠最有效，並促進工業工程處轉型為「營運資源規劃處」。現任台積電三廠廠長簡正忠，幾乎同時與簡禎富進入工業工程處擔任處長，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



的「成本龍捲風計畫」(CTP, Cost Tornado Program)非常有效地降低成本。

為了促進半導體產業的持續成長，台積電從2006年開始一連串推動18吋晶圓世代轉換的計畫，簡禎富除成為代表台積電參加ISMI (International Semiconductor Manufacturing Initiatives) 18吋晶圓世代的經濟分析專家，並參與英特爾(Intel)、三星電子(Samsung)、台積電聯合推動18吋晶圓世代的專案，以及與麻省理工學院的合作研究。他負責其中的產業策略與經濟分析，以草擬說帖和產業上下游溝通，並代表台積電於ISSM 2007中發表報告，影響產業輿論走向。18吋晶圓世代專案主導人之一、台積電王建光總廠長肯定地說：「台積電過去只是參與者，但未來將是主導者，透過這項專案的充足準備，已經證明台積電擁有和英特爾、三星平起平坐的產業領導實力。」

### 將產學經驗心得著作成書

簡禎富在產學合作的成就，讓他與旺宏、台積電、力晶、聯發科等，建立了雙贏的產學合作關係，還因此獲得了5項發明專利，而借調三年的高收入和歷練，讓他更無後顧之憂去實現理想。簡禎富著有《決策分析與管理》一書，成功證明理論與執行能夠兼備而不是空談。而由他和旺宏協理陳瑞坤統籌，協助旺宏做知識管理的專書《半導體製造技術與管理》，不僅是清華大學出版社的暢銷書，還是半導體同業進修的重要參考書之一。此外，簡禎富深耕台

灣半導體產業的研究成就更受到國際肯定，2008年他應邀作為哈佛大學商學院100週年HBS Asian Business Conference的與談人，也到劍橋大學作大會專題演講，分享台灣高科技產業的典範移轉。

從1996年底與旺宏開始產學合作計畫，簡禎富累積了十幾年與不同公司合作的經驗，問他什麼是產學合作成功的關鍵？他回答：「I (Integrity) E (Expertise) 為產學合作之本。」雖然小時候常覺得青年守則八股，但五年級的簡禎富現在卻覺得很多以前學的事情非常有意義，「我們不是拿著同一套東西到很多不同公司去賣，而是不斷找好的合作公司和好的題目，持續在不同領域練功讓自己不斷進步。」

回到清華後，除了兼任行政服務工作外，簡禎富也協助國科會副主委陳力俊推動「科學園區固本精進計畫」，在金融風暴中搶救研發人才。為了讓台灣半導體產業的生命之泉，也就是本土的IC設計公司，不會因為「後摩爾時代」門檻越來越高而日益萎縮，簡禎富與中國生產力中心合作執行經濟部科專計畫，將結合台灣中小企業的創造力，與中小型IC設計公司的科技力，以發揮產品創新與產業加值的加乘效益。簡禎富說：「從旺宏第一個問題的合作開始，我從問題點的突破，垂直整合為決策的線，後來才慢慢對產業供應鏈的面有更多了解，希望可以對產業有更多貢獻。」

老是把練功掛在嘴上，簡禎富認為自己是幸運的，藉由產學合作計畫，使得他在不知不覺中參與了企業轉型的重要階段。「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。」簡禎富說。

《台積電 X 旺宏電子聯合推薦》

## 借重決策分析累積競爭力

學術研究無法閉門造車，而產業發展也不能單憑經驗累積，如果能結合企業實務經驗與學術研究，兩相對應產生的豐富內涵，不僅能幫助學校教授找到好的研究題材，對產業也將帶來深遠的影響。

旺宏於1996年與清大工業工程與工程管理學系教授簡禎富合作開發的系統，不但獲得發明專利，至今仍在生產線上應用。之後，每年旺宏都有一、兩項計畫與簡禎富合作，包括分析客戶需求模式的預測系統、考慮庫存跌價損失的生產規劃系統、先進製程控制以提升品質等，以因應高科技產業的挑戰。旺宏電子總經理盧志遠指出，高科技產業變化萬千，簡禎富與旺宏員工開發出決策支援系統，進一步掌握各種變數，「系統幫我們提升決策品質，讓我們有個譜。」

旺宏：產學合作讓員工學習與成長

盧志遠認為，半導體技術能有如此快速的進展，是因為「摩爾定律」的驅動，而高科技產業複雜的生產管理機制背後，藏有很深的學問，「所以要找學界長期合作，而且要找最優秀的教授才行，透過我們讓學問實踐，這就是為什麼旺宏一直和學校保持緊密的合作。」盧志遠經常鼓勵員工找學界專家合作，如果只是處理每天的日常工作，熱情總有燒盡的一天，「產學合作讓員工在其中有所學習成長，並且找到自己工作的價值，」盧志遠肯定地說。

簡禎富曾經在2003年從清華借調台積電3年，成為台積電與學校合作的首例。台積電資深副總經理劉德音，經常丟出不少簡禎富口中的「大哉問」的問題，後來成為產學合作豐碩成果的基礎。劉德音認為，過去很少有企業



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）

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

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

簡禎富是第一位借調台積電的學者，在台積電三年期間，參與了台積電18吋晶圓世代轉換的計畫。



效降低成本，「這個方法幫我們省下了不少錢，2006年有62億元的額外效益，2007年毛利率還達到47%的新高。」

除了發展各種決策分析的方法，簡禎富在台積電內也扮演觸媒角色，邀請飛利浦總裁羅益強、國安會秘書長丁渝洲、時代基金會執行長徐小波、中鋼董事長王鍾渝等人到內部演講，以注入不同思維推動變革，他並成立「CPO（企業規劃組織）學院」使同仁學習了解彼此的方法，以促進跨部門整合。此外，簡正忠認為，產學合作也是個不錯的徵才管道，簡禎富有些學生在暑假實習或參與計畫，畢業後就直接到公司工作，因為已經先熟悉工作內容，了解彼此狀

況，「比較不會離婚，不像有些員工因誤會而結合，因了解而分開。」如果有老師與企業進行產學合作計畫，就能藉由好的老師，吸引好的學生進入企業。

台積電在推動18吋晶圓世代轉換時，雖然居於半導體製造的領導地位，但員工過去較少在國際會議上發表的經驗，藉由簡禎富在學術上的成就和經驗，可讓台積電在國際論壇上擁有主導議題的能力，並在學術上提升能見度和影響力。台積電總廠長王建光指出，簡禎富不僅提供經濟分析，並參與台積電與麻省理工學院教授的合作研究，讓台積電在規劃18吋晶圓世代的研究兼具深度與廣度，「使台積電與英特爾、三星在國際會議的『華山論劍』上，具有平起平坐的實力，證明台積電扮演主導角色的研究很紮實，對於未來產業標準訂定有不少貢獻。」

今年「大學產業經濟貢獻獎」，簡禎富同時獲得台積電和旺宏兩家企業推薦，代表簡禎富的紫式決策分析研究

能結合理論與實務，協助高科技產業提升決策品質，增加獲利與效益。

盧志遠認為，產學合作成功的關鍵是，一開始雙方理念就要契合。站在企業的角度，應該盡量提供研究所需的數據和素材，才能激發出更完整的理論架構，開發出可驗證的系統。另一方面，對於業界提出的問題，學校也要抱持著開放的態度，「有些教授可能會認為這不算什麼問題，那麼可能就錯失了好的研究題目。」

過去產學合作多著眼於技術開發，但台積電卻將產學合作的層次拉高到決策分析，劉德音認為，台灣在全球市場上逐漸扮演了一些重要角色，可以藉由學界能力，共同思考產業策略。劉德音說：「產學合作的互補性很重要，產業界每天都在處理日常工作，學界的任務是要把產業界的眼界拉遠。」與簡禎富的產學合作，讓台積電引進決策分析方法，及領導全球產業發展方向的策略規劃等，未來仍然還有很大的空間。

企業規模大小各有不同，在不同階段也有不同的發展需求，不論是技術開發、企業決策或推動產業發展，企業都能從產學合作計畫中滿足對應的目標，透過理論與實務兩相結合，讓產學合作的效益擴散發酵。

