

以系統動態觀點探討新產品導入專案流程-以 N 公司為例

李亭林¹、鄭暉叡²

收件日期：Feb. 16, 2017

接受日期：Mar. 19, 2017

摘要

新產品導入專案時，常會發生專案無法準時完工或範圍變更的情況，其原因在於新產品導入過程中，每階段都會發生不確定的狀況，造成專案的執行產生變動，使專案的管理不易。本研究以 Cooper (1993) 所提出之重工模型為基礎，並參考 Lyneis & Ford (2007) 所提出之回饋控制環路為輔，再根據個案公司實際狀況，試圖建構專案人員生產力及專案範圍因子變動的因果關係模型。並以李亭林(2013)發展的企業內部系統性問題解決步驟，分析個案公司專案管理之重工模型，再進行動態模擬。

本研究目的有二：1) 以系統性思維探討新產品導入專案中之重要影響因子，釐清各項因素相互間的因果關係。2) 應用系統動態學，建構專案管理流程之因果回饋環路圖，以分析影響專案管理程序之關鍵因素。

研究發現個案公司在新產品導入時，主要關鍵問題為專案團隊專業技能不足、與國外專家溝通不良等兩大問題。據研究結果發現，關鍵的根本解在於專案管理中之人資管理，透過訓練累積團隊的能力進而提升其職能，才能減輕問題對專案的影響。

本研究最大的貢獻是企業在了解問題的結構後，先透過團體思考(group thinking)的方式，採取腦力激盪尋找專案問題的各種解決方案，在企業的各种限制條件下，運用決策矩陣方法聚焦在重要的問題解決上，之後才運用建模的步驟進行政策模擬，此舉不僅運用了 80/20 理論概念，更可以加速決策並節省成本，較能符合企業效益。

關鍵詞：新產品導入專案、系統動態學、專案管理

¹ 國立高雄大學亞太工商管理學所副教授，通訊作者。E-Mail: linda_lee@nuk.edu.tw

² 台灣福雷電子股份有限公司。

1. 前言

半導體業新產品的及時導入，可滿足市場需求，也進一步推升企業利潤。新產品導入的成功與否則繫於專案管理的良窳，有效的管理新產品導入專案，可以提高產品品質、減少產品成本、縮短開發時間、減少開發成本以及提升工程的開發能力。

專案管理是為達成專案目的及滿足利害關係者的需求及期望，結合各種資源、技術與知識的整合，運用於專案管理的活動。專案團隊的靈魂人物是專案經理，他必須與專案團隊在專案成本、時間及範圍等三重限制條件下，顧及專案品質並權衡達成專案目的及需求(PMI, 2004)。不同類型的產品，根據產品特性以及技術需求層次的不同，會有不同的開發時間，花費不同的成本，並產生不同的效果。由於每個專案的狀況皆不相同，常會有非預期的事件發生，並導致專案期程的拉長，連帶造成額外成本的支出。傳統有一些方法可以估算專案活動期程流程的方法，如：專家判斷、類比估算法、參數估算法(Parametric)、三點估算法(Three-Points Estimates)、類比估算(Analogous)、風險準備分析(中華專案管理學會, 2011)，但這些管理工具皆屬於靜態分析，並未考慮重工(rework)的發生，因此在使用上仍有其限制。

當重工發生而造成專案進度落後時，利害關係人或專案經理經常直覺地增加人力，但是人力資源管理的選才、育才、用才、留才，每一階段都需要時間，更需要成本。專案管理團隊本身的能力、專案品質管理流程系統的確保等等，都會影響整個專案的進度與時程，如果有任一環節沒有考慮好，更有可能導致更嚴重的時程延誤。

Phan, Vogel & Nunamaker (1995)發現專案中發生的問題大多是管理問題，技術問題所占的比例反而較低。吾人以為必需了解專案管理五大流程(發起、規劃、執行、控制及結案)，以及九大知識領域(整合、範圍、時間、成本、品質、人資、溝通、風險及採購)之間共 44 個子流程的相互動態關係，而要了解這 44 個專案子流程間複雜的相互關係，便需要有一個完整的系統觀，否則無法了解各子系統間的環環相扣。傳統一般專案管理使用的管理工具為：甘特圖、計劃評核法、要徑法、設計架構矩陣 (Design Structure Matrix, DSM)，這幾種模式都專注在專案時程的控制上。相關專案管理的軟體也都基於上述幾種模式設計，對於大型且複雜的專案，在功能上有其不足的地方，更缺乏與其他系統的整合。而系統動態學(System Dynamics, SD)可協助了解系統的複雜性及各因子之間的因果關係，以設計更為有效的新流程(Sterman, 2000)。因此，企業面對複雜性動態環境，選擇 SD 來做動態模擬與預測，將有利於決策過程的結構化與決策結果的預估(許玉芬, 2005)。

專案管理係由五大流程及九大知識領域相互交錯而成的 44 個子流程的複雜系統。透過 SD，可以藉由因子之間的因果關係回饋來描述系統的結構，不同的影響因子非但可以清楚地被表達，且可以描繪因子間相互影響之系統行為。本研究欲探討新產品導入專案之動態性，惟因新產品導入專案種類繁多，本研究僅針對半導體封裝產業新產品導入專案進行研究探討。因此本研究目的有二：1)以系統性思維探討新產品導入專案中之重要影響因子，釐清各項因素相互間的因果關係。2) 應用系統動態學，建構專案管理

流程之因果回饋環路圖，以分析影響專案管理程序之關鍵因素。根據研究目的，以下研究問題必須被一一釐清：

- 1.個案公司新產品導入專案績效不良主要關鍵因素為何？
- 2.針對績效不良的主要關鍵因素，其改善方案如何？哪些是根本解？又有哪些是症狀解？

本研究根據所分析之關鍵因素，運用專案管理解決問題之方法，協助新產品導入專案品質之提升，並提供專案經理以及高階管理者之決策建議。以下文章依序為文獻回顧，說明專案管理的定義與特性、建模、在專案管理領域的應用等作簡要敘述。接著以 SD 做為主要研究方法，始於以系統思考方式將所見之專案管理系統性問題抽離出來，繪製因果關係圖。進一步進行決策方案的模擬。最後提出一些管理意涵與建議。

2. 文獻回顧與探討

2.1 專案管理

2.1.1 何謂專案

Meredith & Mantel (1989) 認為專案為一特殊及限期內完成之任務，具技術複雜性，有賴不斷協調來控制進度、過程、成本及工作績效。Wysocki, Beck & Crane (1995) 也提出所謂專案，是指透過一連串相關的任務，及有效率的利用資源，努力達成一個特定目標。美國專案管理協會(Project Management Institute, PMI)在專案管理知識體系指南裡面定義(PMI, 2004): 專案是為提供某項獨特性產品、服務或結果所做的臨時性努力。此定義具備三個要件: (1)臨時性(temporary):每個專案都有明確的開始與結束日期，當目標達成時或明確知道不可能達成目標時，則專案宣告結束；(2)獨特的產品服務或結果(unique products, services, or results):可以量化的產品或製品。可以本身是最終物件或其他物件的組成部分，也可以是提供服務的能力、結果或文件；(3)逐步完善(progressive elaboration): 也就是分階段開發及連續的累積。例如專案在一開始僅有概念，在規劃階段需求會逐漸明確產出計畫書，執行階段不斷修正直到專案成果產出。呂克明(2009) 認為「專」係指專門，「案」係指執行的計畫、建議、決定或相關的事項，專案即指專門計畫、建議、決定或事項。

2.1.2 何謂專案管理

美國專案管理學會(PMI, 2004)指出專案管理就是把各種知識、技能、工具和技術用於專案活動上，以達到專案之需求。專案管理是透過應用與整合 5 大流程:如啟動、規劃、執行、監視及控制、結束等專案管理過程來進行的。國際標準組織所制定的《ISO 10006:2003》指出專案管理係指在一個連續的過程中為達到專案目標，對專案所有方面進行的規劃、組織、監測和控制。汪家琪(2004)認為專案管理是一既有效率又有效益地將專案成功執行的一種程序與方法，而其所關切的是將一項任務能如期、合乎品質並在預算之內能夠達成，並充分滿足需求目標。許成績等(2004)認為專案管理是在專案相對應的環境下，透過專案各方關係人的合作，把各種資源應用於專案，以實現專案目標，使專案關係人的需求和期望得到不同滿足的過程。台灣專案管理學會(2005)則定義：專

案管理為專案團隊在組織預設的限制條件下(時程、成本、品質、範圍)，利用有效的管理方法和工具，以有限的資源達成組織的策略性目標。Kerzner (2006) 指出一般專案具有如下特徵：(1)有確定的開始和結束日期 (2)有經費限制 (3)消耗人力和非人力資源如：資金、人員、設備 (4)多職能，例如橫跨多條職能線。英國專案管理協會也曾對專案管理定義：規劃、組織、監督和掌控一個專案的所有部份，並激勵所有專案的相關者在可接受的時間、成本和績效標準下去達成專案的目標(李慧菁，2007)。專案管理也是有效率的執行專案並能如期、如質、如預算的達成所需求之目標。專案團隊負責管理各項專案活動，其包含但不限於：範疇、品質、時程、預算、資源及風險，並滿足利害關係者不同的需求、關切及期望(楊朝仲等，2009)。換言之，本研究以為專案管理是公司在其限制條件下(成本、利潤、所需時間、技術困難度、效用、所需人力、回收時間長短…)，針對各種新、舊專案需求，運用規劃、組織、領導、控制、用人等管理手法，期望達到客戶滿意的同時，企業又能獲利的一整個過程。

2.1.3 專案管理的流程

美國專案管理學會(PMI, 2004)將專案管理五大流程：發起程序、規劃程序、執行程序、控制程序以及結案程序，整合了九大知識領域：整合管理、範圍管理、時間管理、成本管理、品質管理、人力資源管理、溝通管理、風險管理以及採購管理，揭露了完整的 44 項子流程：

整合管理：制定專案章程、制定專案初步範圍說明書、制定專案管理計畫、指導與管理專案執行、監控專案工作、整體變更控制、專案結案。

範圍管理：範圍規劃、範圍定義、製作工作分解結構、範圍驗收、範圍控制。

時間管理：活動定義、活動排序、活動資源估算、活動持續時間估算、制定進度表、進度控制。

成本管理：成本估算、成本預算、成本控制。

品質管理：品質規畫、實施品質保證、實施品質控制。

人力資源管理：人力資源規劃、專案團隊組建、專案團隊建設、專案團隊管理。

溝通管理：溝通規劃、資訊發布、績效報告、利害關係者管理。

風險管理：風險管理規劃、風險識別、定性風險分析、定量風險分析、風險應對規劃、風險監控。

採購管理：採購規劃、發包規劃、詢價、賣方選擇、合約管理、合約結案。

面對如此複雜又連動的 44 項子系統，以目前的管理軟體似乎缺乏各子系統間的整合，無法整體性的解決企業問題。

2.1.4 專案變動之成因

在專案執行過程中存在許多影響專案動態之因子，Lyneis & Reichelt (1999) 將造成專案發生變動之原因分成重工(rework)、受回饋所影響的生產力和工作品質(feedback effects on productivity and work quality)和不同階段間的影響(phase-on-phase knock-on)等三類。一般專案管理在估算專案時程(scheduling)時的主要觀點是將員工的生產力假定為固定的數值，也就是忽略員工的熟練度以及學習力的差異，且專案實際執行時員工

的生產力也是變動的，他/她受其他因子影響而不同，像是學習力，每個人會隨著時間以及練習次數的增加而熟練度日漸上升，進而產生更佳的生产力；但也可能因為工作壓力、情緒以及身體狀況而降低了生產力。

1. 重工：

一般專案管理缺乏考量重工的概念，在執行過程中，不會每次工作均一次完成，一定會因某些缺失而發生必要性的修正，而且往往是在開始執行或已經執行下個工作階段時才被發現，此時該工作就必須回到上一個階段，甚至更之前的工作階段來進行糾正、預防或缺失修補，甚至重工，致使專案發生延遲而無法達到預期目標水準。

Cooper(1993)建構的重工模型如圖1所示。其考量的關鍵因子為：生產力(productivity)、工作錯誤級分(error fraction)和重工發現率(rework discovery)。生產力是決定專案的進展速度；工作錯誤級分是決定工作產生錯誤之比率；重工發現率是找到錯誤之工作，且該工作內容需修改之處。如前述，工作錯誤發生通常都是在進行下個工作或下個階段時才被發現。因此，錯誤是需要等待一段時間後才會發現。該模型可以發現重工比率的高低是影響專案績效之重要原因之一。重工比率高，專案績效將越差。因此不論何種專案必須把重工之影響考慮在內。

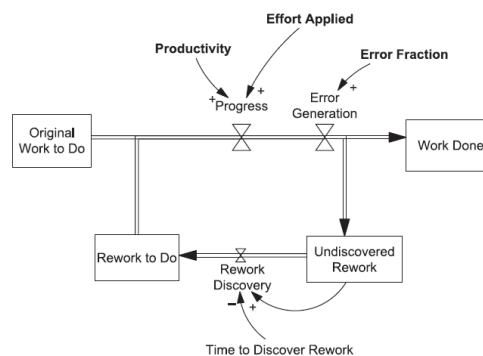


圖 1：重工模型 The rework cycle

資料來源：Cooper (1993)

2. 受回饋所影響的生產力和工作品質：

專案的不同階段，生產力和工作品質常會受到其它因子影響，如：人力需求的變化。當專案趕進度時會雇用更多員工、或是不同目標(task)同時進行時，都必須彈性調度人力資源。因此，一般專案通常不會如原先計劃進行，有時候會發生專案範圍更動、預算改變或是遇到非預期的風險問題，例如已知的未知(known-unknown)或未知的未知(unknown-unknown)風險。這些問題都可能使得專案進度落後。此時專案經理必須作出決策應對，例如雇用更多的員工以提升生產力。但此時可能產生的負回饋是新員工經驗值較低，而使工作產生更多的錯誤或執行速度變慢，進而影響到品質和生產力；又或採用加班策略，此策略將會直接提升生產力，但如果長時間加班，員工疲勞度上升，工作壓力變大，使得工作出錯比率也上升，也會影響到工作品質和生產力。因此在執行專案時要注意到這些會產生影響的因子，考量適當的策略，以求品質和生產力下降幅度最小化，達到較低的成本和較佳執行績效。

3.不同階段之間的影响：

在新產品發展專案中，可能因產業型態或客戶要求而有多個任務須同時進行。因各個目標產出呈現相互影響，只要其中一個發生問題，可能會影響到其它目標或整體專案進度，迫使專案必須要做出適當的改變修正。

2.2 新產品導入

不同時期各學者對新產品的定義，大致上有兩個基礎觀點：生產者觀點與消費者觀點。以生產者觀點之著名學者為 Booz, Allen, & Hamilton (1982)，他提出對企業新穎程度與對市場新穎程度之六種類型的新產品，包括：(1)全球性的新產品：創造全新消費市場的新產品；(2)全新的製造生產線：企業過去不曾提供且首次進入現有市場之新產品；(3)企業補強現有生產線外之新產品；(4)現有產品的改良或更新：對現有產品提高效能或增加價值及取代現有產品之新產品；(5)產品重新定位：將現有產品導入新市場或創造新市場區隔；(6)降低產品成本：提供成本較低且性能相同之新產品。至於以消費者為觀點的學者，其中以 Sampson(1970)最具代表性，他提出新產品的定義為：(1)符合顧客提出滿足其需要、需求或慾望的產品；(2)比其他產品更加能夠滿足顧客需求的產品；(3)產品及顧客需求的創新組合。本研究以為新產品開發應該同時涵蓋生產(科技推動)與消費(市場拉動)兩個觀點。產業的競爭會驅動價格及利潤的降低，因此各企業無不隨時進行新產品開發，除了內部研發隨時精進外，也會同時參採自市場端消費者的聲音(voice of customer)，以快速回應市場需求提供創新產品，期以創造利潤。

新產品開發流程，目前產業界大多採用 Cooper (2002)修正後的階段-關卡(stage-gate)系統為主，其新產品開發流程的七步驟依序為：(1)產品構想：依市場需求或科技發展因素，提出產品構想；(2)初期評估：搜集銷售趨勢、統計調查報告及專家知識等資訊，進行市場與科技、技術可行性與資源需求情況之初期評估；(3)概念設計：確認市場中需求產品的特性，進行市場研究以識別產品概念、定義產品形態與產品目標，決定新產品開發計畫進行與否；(4)產品發展：透過產品概念設計產品雛型，並進行產品之定位、主市場選擇、價格、通路、廣告與銷售服務等策略之整體規劃。將產品雛型與市場規劃的結果進行發展評估，決定研發案的持續與否；(5)產品測試：公司內部進行產品雛型測試，評估驗證設計是否缺失；若產品設計與使用上性能測試無缺失，送樣給客戶驗證產品性能是否有缺陷，須經過測試評估才能進行下一階段的流程；(6)工程試產：對市場規劃作最後階段的修正與調整，產品之市場佔有率與預期售價作最後評估，量產前生產設備與生產方式的最後驗證，以進行商品化前的分析評估；(7)量產上市：評估新產品開發的成功與否，也就是產品上市後根據市場佔有率、銷售量、單位生產成本等控制基準指標，進行全面性量產與整體市場規劃的實現。後續許多學者的新產品開發流程也以 Cooper 的論點為基礎做進一步發展，相關的學者有：小島敏彥(2002)、劉常勇 (2002)、Lehmann & Winer (2002)、白光華 (2003)、Crawford & Benedetto (2006) 及蔡璞 (2007) 等。總結各方學者，本研究以為新產品開發流程基本上無外乎新產品構想與概念的發展、概念及可行性評估、產品發展與測試、及產品的試產與上市。

2.3 系統動態學

系統動態學始於1950年代，由Forrester所提出，是以資訊回饋系統的特性，透過模式設計來改善組織及工作指導方針。其發展主要植基於四方面的理論：分別是資訊回饋控制理論、決策制定理論、系統分析的實驗方法及數值電腦模擬（Forrester,1961）。因此擅長處理大量變數、高階非線性之系統研究，是認識與解決複雜問題的一種方法。

SD是以系統化的思考方式分析結構性複雜的系統行為，根據所觀察到的系統行為，運用系統思考的三個語言：增強環路（reinforcing feedback）、調節環路（balancing feedback）及時間延遲（time delay），構建出交錯複雜的網絡（Senge, 1990）。Forrester (1969)認為SD中所謂的複雜系統，指的是「高階、多環、非線性的回饋系統」，並認為動態性複雜有下列八大特性：(1)持續性變化；(2)緊密相關；(3)回饋主導；(4)非線性；(5)時間延遲；(6)歷史相依性；(7)自我組織；(8)反直覺。而Sterman(2000)更進一步增列了三個特性：(9)適應性；(10)對政策的抵制性；(11)換位的特徵/具交易特性。

Forrester (1961,1994)是最早提出SD建模的6個步驟，繼之Sterman (2000)也提出建模的五大步驟，都成為後學建模的基本參考步驟。國內學者屠益民(2003)更進一步將建模程序具體細分為八大步驟，讓後學更清楚依循。楊朝仲等（2007）則將系統動態建模流程分成兩大部份，分別為問題概念分析三步驟與模型模擬分析兩步驟。建模過程是個反覆的循環，持續進行質疑、測試和精煉的過程，Sterman (2000)也指出有效的模型是在虛擬世界和真實世界之間不斷反覆試驗和學習。然而，這些建模的基本步驟對於國內業界都有一定的進入門檻，李亭林(2013)為提升業界關於ST/SD的接受度，在進入系統模擬之前，特別發展一個結合決策矩陣，所發展的企業內部系統性問題的解決步驟，俾供業界在變動的環境中可以利用系統思考快速做決策。

至今系統動態學發展已超過六十年，除早期應用於社會、經濟與管理問題等領域之外，在眾多學者的努力下在其他領域也有相當的實證結果，例如：各類型專案管理（Abdel-Hamid,1989; Cooper, 1993; Ford & Lyneis, 2007; Rodrigues & Williams,1997; 王志欽，2006; 王錦泰、管孟忠，2007；許玉芬，2005; 鄧翠玲，2004）；產品開發（Ford & Sterman, 1998；王琬淇，2012）；產業應用（林偉彥，2002；林錦煌，2001；胡志昌，2001；黃志泰，2004；蔡雅秀，2007；蕭志同、黃慧華，2008；許峻源，2011；楊淑娟，2011）；企業分析（Senge,1990；Weil, 2007；蔡素蓉，2014）；都市發展（陳幸宜，2003；黃鈺珊，2001）以及軍事管理（詹秋貴，2000）等。由以上文獻及研究領域可知SD的應用範圍非常廣泛，尤其專案管理，在專案執行中的成本與時程動態變化，以及人員生產力的變動、重工的循環、客戶需求的改變，各階段及目標(task)之間的相互影響等，皆可運用系統動態的架構、模型進行解釋及模擬。

各種專案管理工具，各有其優缺點（參考表1），其目的皆希望有效地管理專案。由以上SD的特性及其在專案管理的運用，發現SD兼具質化與量化模擬的方法，透過描述系統中因子之間的交互作用，可了解工作間從屬關係及環路對整個系統的影響。本研究目的是提供專案經理新產品導入專案流程的系統觀，釐清各項重要影響因子相互間的因素關係，本研究以為ST/SD的方法論較適合解釋本研究個案。

表1：各個專案管理方法的優缺點比較

	甘特圖 (Gantt Charts)	評核法 (PERT/CPM)	系統動態 (SD)
適合細部計畫	V	V	
使用簡單	V	V	
可辨識要徑		V	
工作間從屬關係		V	V
表達循環或回饋			V
探討動態原因			V

3. 研究方法

3.1 個案公司專案管理之重工模型之建模程序

本研究以 Cooper (1993) 提出之重工模型為基礎，並參考 Lyneis & Ford (2007) 提出之回饋控制環路 (controlling feedback loops) 為輔，根據個案公司實際狀況，建構專案人員生產力及專案範圍因子變動的因果關係模型。並以李亭林(2013)發展的企業內部系統性問題解決步驟(如下)，分析個案公司專案管理之重工模型，再進行動態模擬。

步驟一. 根據真實世界的狀況，找出問題/行為背後的結構。

步驟二. 從封閉環路中的變項，找出可能的方案(利用 group thinking 會議)。

步驟三. 從各種可能行動方案中選出較重要方案(利用 group thinking 會議)。

步驟四. 列出前幾名較重要方案(利用 group thinking 會議)。

步驟五. 將較重要方案繪製到因果關係圖，檢驗彼此間是否有衝突或抵消的情況。

步驟六. 下條件式，例如成本、利潤、所需時間、技術困難度、效用、所需人力、回收時間長短…等。(利用決策矩陣，進行決策方案的選擇)。

步驟七. 選出較好的決策。

3.2 資料來源、資料收集時間區間

本研究參考個案公司新產品導入專案的歷史紀錄，資料收集的時間從 2010 年第二季至 2013 年第四季。專案個數共 112 個，其中包括 61 個以金線為主要材料的專案，以及 51 個金線轉銅線材料的專案，歷史紀錄中記載每個專案的原計畫里程碑，如 PES (Project Execute Start)、S (start)、A (available)、CRD (Customer Restrict Delivery)、V (valid)、RFS (Ready for Supply) 等等之時間以及實際發生的時間。

3.3 前提假設

因實際執行專案所要考慮的因素非常複雜，本研究無法詳盡地將所有的因素納入討論。因此有一些基本假設：

1.時間間隔以月為單位。

- 2.工作時間為每星期工作 5 天，每天正常工時為 8 小時，每週正常工時皆以 40 個小時計算。
- 3.整個專案可由工作分解結構(work breakdown structure, WBS)表示，並可將每一個活動分解成各個工作細目，並假設每個工作細目的範圍大小和困難度相等。
- 4.模型中主要流動的專案基本工作單位為工作細目(work package)的件數，為簡化關係，將以工作(task)表示其單位。所有工作完工即是專案完成日。
- 5.本研究將各個里程碑或工作細目間相互影響的因子，視為新產品發展專案的整體。

4. 個案公司實證研究

4.1 公司簡介

P 公司於 2001 年成立，原為一專業半導體積體電路封裝測試廠，於 2007 年與另一半導體封測公司成立合資企業，另名為 N 公司。自 2002 年開始正式營運後專注在積體電路封裝、測試並以一條龍式(turkey) 業務為主軸，產品具輕薄短小且種類多之特色，主要產品為手機、汽車、電腦以及識別晶片等。至 2013 年底員工數約 1500 人，年營業額約 1.5 億美金。

4.2 個案公司新產品導入專案流程與因果關係圖

個案公司之新產品導入專案流程採用產品品質先期規劃 (advanced product quality planning, APQP)，主要用來確定與制定使顧客滿意之產品所需的步驟，達到早期識別品質問題而採取預防措施，避免後期更改造成損失，以最低的成本及時供應優質產品的目的。採用的新產品導入專案流程 BCaM (business creation and management)，流程圖如下：

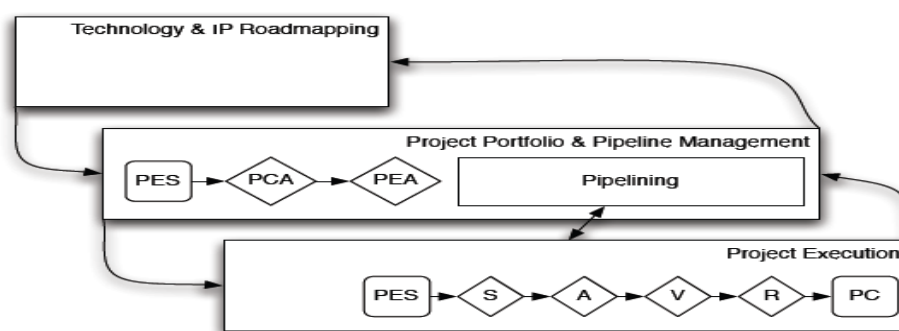


圖 2：個案公司 BCaM 流程圖

資料來源：Nauta (2011)

個案公司著重於封裝專案執行部份，其中包括以下重要里程碑：(1)專案執行開始 (PES, project execution start)；(2)細節明確 (S-gate, specify gate)；(3)要項具備 (A-gate, available gate)；(4)要項驗證 (V-gate, validated gate)；(5)準備供貨 (RFS, ready for supply) 以及(6)總供貨量之 5% (VQD5, volume quantity delivery 5%)。

步驟一 根據真實世界的狀況，找出問題/行為背後的結構：

本模型以 Cooper (1993) 所提出之重工模型為基礎，再依個案公司專案實際流程繪製，一開始所有的工作為待做工作(work to be done)，每個工作做完後會進行驗收動作，符合驗收標準的工作則表示該工作完成(work done)，但可能會有無法達到驗收標準的工作，一部分(比例為 modify rate)可以經由糾正手法使該工作被驗收完成，不須重工，直接流入待修正的工作(to be modified)中，經修正後則流入已修正的工作(been modified)後再流入工作完成(work done)；但另一部分(比例為 error rate)的工作無法以糾正手法使該工作被驗收完成，而需要重工(rework to do)，這些須重工的工作進而增加待做工作的工作量，繼續執行新循環，直到全部工作都執行無誤後專案才會完成。

通常專案不會如計劃般進行，專案績效發生變化，主要是由於受到如：生產力、作品質或範圍等因子的影響。個案公司專案原訂時程落後時，現行方法是管理層會尋求有經驗的外國專家調派援助，以期快速解決問題。外國專家對產品確有深入瞭解，對解決專案所發生的問題有幫助，但也會產生負面影響：例如沒有實際工廠經驗對原本專案運作熟悉度較低，當工作產生錯誤時，專家會根據本身對產品的經驗，或想要驗證想法而召開專家會議(expert meeting)要求增加眾多的檢查項目(check item)俾篩選錯誤，也會要求團隊自行設計實驗收集數據後再討論。加上外國專家與原有專案成員有語言及文化的溝通障礙(communication difficulties)；專家背負時間壓力、或因商業機密而無法解釋細節、或因專案成員產品知識不足無法直接提供可能的解決方法，進而無法讓專案團隊經驗累積(team experience cum)¹。凡此種種將徒增時間成本，也造成更大的員工壓力。

此外，個案公司的新產品導入專案，過去因發生過多的錯誤導致專案時程延誤，被要求額外設立安全上市(SL, safe launch)的機制(如圖 3)，內容包括三項：在表 2 之「要項具備」里程碑前增加「後段製程能力分析」以及「變更的失效模式與效應分析(change-FMEA)」；並在「準備供貨」里程碑之後再次執行一次生產線管控及可靠度實驗。這些額外的工作造成專案範圍變更，專案時程大幅延宕。

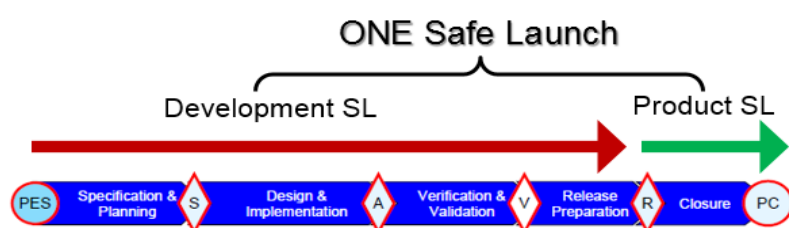


圖 3：安全上市示意圖

資料來源：N 公司提供

表 2：本研究專案範圍變更前後比較

里程碑	主要產出(變更前)	主要產出(變更後)
專案執行開始(project execute start)	(1) 後段製程能力分析報告 (2) 選定主要產品 (3) 實驗設計計畫 (4) 專案管理計畫	不變

¹ Team experience cum 實為「team experience cumulation」，考慮軟體操作茲將命名簡化

	(5) 專案完成內部系統註冊 (6) 文件審核	
細節明確(specify)	(1) 審核並更新的專案管理計畫 (2) 審核並更新的失效模式與效應分析 (3) 最終材料表	不變
開發階段之安全上市 (safe launch)	無	(1) 後段製程能力分析 (2) 變更失效模式與效應分析
要項具備(available)	(1) 工程樣品及報告 (2) 封裝產品發展計畫 (3) 實驗設計報告 (4) 可使用性、重複性和再現性報告 (5) 生產線管控計畫	不變
要項驗證(validated)	(1) 可靠度實驗完成 (2) 發出顧客通知書	不變
準備供貨 (ready for supply)	(1) 產品特性分析完成 (2) 可靠度實驗報告 (3) 生產線管控及良率分析 (4) 內部系統更新	不變
產品階段之安全上市 (safe launch)	無	(1) 生產線管控 (2) 可靠度實驗
總供貨量之5%(VQD5)	量產數據分析	不變

選擇降低重工對專案時程影響的方式，最好在實際行動前做好評估及討論，包括實驗意義、檢查工作預期效果、整體專案時程影響、改善方案的風險評估、人力資源影響(如加班…等)，欲解決上述問題，可以導入專案管理技術來處理。根據以上個案公司專案管理實際流程的描述，建立其專案管理重工模型，圖 4 共有六個封閉環路。

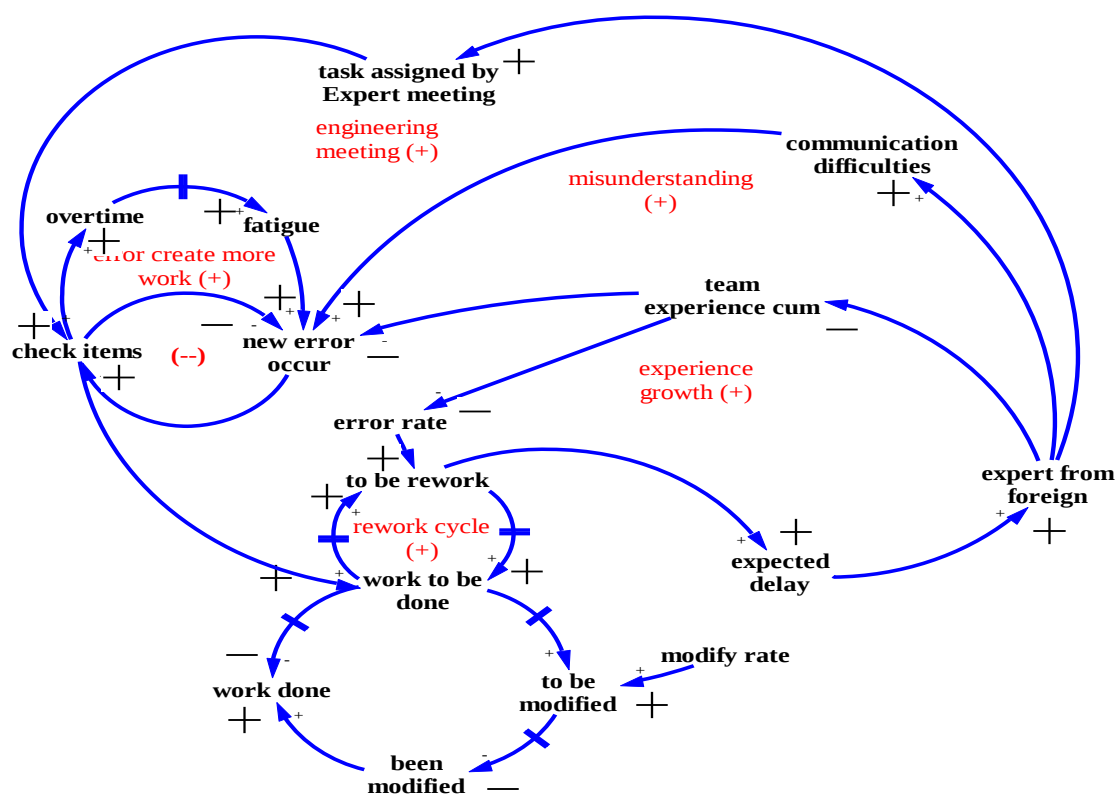


圖 4：個案公司專案管理重工模型

步驟二 從封閉環路中的變項，找出可能的方案：

根據美國專案管理學會的九大知識領域與重工的關係，將 44 個子流程展開，逐一檢視是否與個案公司重工相關，透過個案公司的團體思考會議提出可能的解決方案。

表3：改善重工之可能解決方案

知識領域	步驟	相對應的可能解決方案
整合	1. 制定專案章程 2. 制定專案初步範圍說明書 3. 制定專案管理計畫 4. 指導與管理專案執行 5. 監控專案工作 6. 整體變更控制 7. 專案結案	1. 高層的支持
範圍	1. 範圍規劃 2. 範圍定義 3. 製作工作分解結構 4. 範圍驗收 5. 範圍控制	對個案公司案例影響低
時間	1. 活動定義 2. 活動排序 3. 活動資源估算 4. 活動持續時間估算 5. 制定進度表 6. 進度控制	1. 前後邏輯關係討論 2. 專家討論 3. 避免鍍金、保留適當的彈性時間 4. 資源撫平/變更控制委員會
成本	1. 成本估算	對個案公司案例影響低

	2. 成本預算 3. 成本控制。	
品質	1. 品質規畫 2. 實施品質保證 3. 實施品質控制	1. 重新規劃品質 2. 生產線督導視察、可靠度實驗 3. 生產線管控
人力資源	1. 人力資源規劃 2. 專案團隊組建 3. 專案團隊建設 4. 專案同隊管理	1. 確認專案成員所需的專業技術、新雇用額外員工 2. 經驗累積、事後檢討 3. 專案管理訓練、產品知識訓練、減少專案成員調動 4. 獎勵成員的績效。
溝通	1. 溝通規劃 2. 資訊發布 3. 績效報告 4. 利害關係者管理	1. 重新規劃溝通方式 2. 提供變更內容 3. 正式企劃案、定期追蹤 4. 共同討論
風險	1. 風險管理規劃 2. 風險識別 3. 定性風險分析 4. 定量風險分析 5. 風險應對規劃 6. 風險監控	1. 實施風險管理活動 2. 風險識別討論 3. 依據風險發生的機率與衝擊來排定風險優先等級 4. 風險評估會議(change-FMEA meeting, 以下簡稱 c-FMEA meeting) 5. 專家會議(expert meeting) 6. 專案經理追蹤及監視風險
採購	1. 採購規劃 2. 發包規劃詢價 3. 賣方選擇 4. 合約管理 5. 合約結案	對個案公司案例影響低

步驟三 從各種可能行動方案中選出較重要方案：

此步驟主要應用 80/20 概念聚焦在最重要的方案上。從表 4 提供之可能解決方案中，誤解 (misunderstanding) 是因為語言及文化認知不同所造成，可藉由溝通手法，例如與國外專家溝通並形成共識(common understanding)以減少溝通障礙以減輕影響；錯誤導致更多的工作環(error create more work)、與重工環(rework cycle)都可發現都源自於「經驗成長環」(experience growth)的影響，其中團隊經驗的累積(team experience cum)又為關鍵，如果個案公司的專案成員經驗充足，則可減少錯誤發生，進而減少求助外國專家(expert from foreign)，減少不必要的新錯誤(new error occur)及檢查項目(check items)，俾有效減少待做的工作及專案時程的延遲，因此經驗成長環(experience growth)為本模型的關鍵環路，可藉由人力資源管理手法，如正確的專業技術(right skill)將可降低錯誤發生；要求專家提供進階產品知識訓練(in-depth product training)以累積專案成員的經驗，進一步減少國外專家的支援次數；在專案執行過程中須時刻監控風險，風險評估會議(c-FMEA meeting)可充分討論可能的失效模式並擬定對策，如此可減少不必要的實驗與檢查項目。唯個案公司的專家評估會議卻是增加額外檢查項目，並且產生生產線督導視察及生產線管控等活動而造成工作增加、產生更多的錯誤、或執行速度變慢，進而影響到品質和生產力。

表 4：改善重工之較重要解決方案

知識領域	步驟	較重要的解決方案及原因
時間	1. 活動資源估算 2. 活動持續時間估算	1. 專家討論(discuss with foreign experts)：專案經理須在估算活動資源時與專案成員及外國專家深入討論，有時外國專家所要求的實驗概

	3. 進度控制。	念看似簡單但實際執行時須耗費大量人力與時間，而且專案經理也須充分了解實驗設計目的，將資源做最佳分配 2. 避免鍍金(no gold planting)：避免用理想狀態估算活動時間 3. 資源撫平(resource leverage)：時程或是資源超出原計畫，則須即刻與團隊及外國專家溝通，並根據影響程度會報管理階層。如現有的人力不足以應付額外工作量而須加班，在避免專案團隊過度勞累產生更多的錯誤下，專案經理須考慮以資源撫平的方式使團隊運用達到平衡 4. 變更控制委員會(change control board, CCB)：專案經理必須管控專案範圍的變更，如有變更應呈交變更控制委員會審核同意後方可變更。
品質	1. 實施品質保證 2. 實施品質控制。	1. 生產線督導視察(audit) 2. 生產線管控(production control)
人力資源	1. 人力資源規劃 2. 專案團隊組建 3. 專案團隊建設	1. 確認專案成員所需的專業技術(right skill) 2. 事後檢討(post mortem, lessons learned)：擷取之前專案的經驗及教訓。 3. 進階產品知識訓練(in-depth product training) 4. 專案管理訓練、產品知識訓練(training)
溝通	1. 利害關係者管理 2. 績效報告	1. 共識(common understanding)：外國專家，專案團隊及管理層三方一起討論並達成共識。 2. 正式企劃案(business case)：與簽核主管及會簽部門溝通變更後受影響之範圍、時程及成本。利害關係人之間對變更意見如有不同，例如進度、品質、成本、合法性...等，應以公司整體角度彼此協商及溝通，避免變更內容遭誤解及或造成歧見。 3. 定期追蹤(follow up)
風險	1. 風險識別 2. 定量分險分析	1. 專家會議(expert meeting)，現行主要由一群國外專家組成，建議改善措施及審核結果。 2. 風險評估會議(c-FMEA meeting)：改善方案或是實驗設計前審慎評估其風險及對整體專案時程的影響。

步驟四及五 根據比較重要的解決方案繪製因果關係圖，並檢驗各參數之間是否有效用抵銷並產生新的封閉環路。

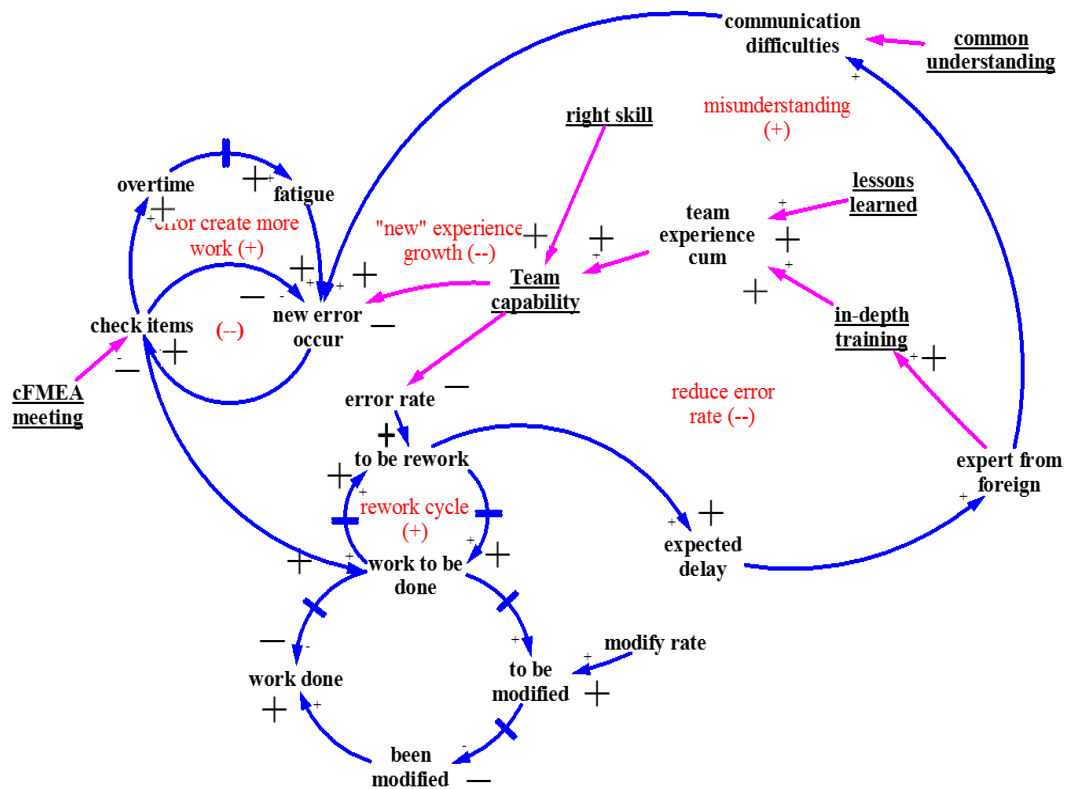


圖 5：個案公司加入解決方案後因果關係圖

步驟六、七 根據企業的限制條件做評估，並配合決策矩陣找出症狀解及根本解。

原圖 4 的「經驗成長環」為一個增強環路，加入解決方案後的新環路為「新經驗成長環」(new experience growth)：包含外國專家(expert from foreign) → (+)進階知識訓練(in-depth training) → (+) 團隊經驗的累積(team experience cum) → (+)團隊能力(team capability) → (-)新錯誤(new error occur) → (+)檢查項目(check items) → (+)待做工作(work to be done) → (+) 待重工(to be rework) → (+) 可預期延遲 (expected delay) → (+) 外國專家(expert from foreign)，原增強環路成為調節環路，主要的改變是針對團隊能力做重點改善，方法則以要求國外專家提供進階產品知識訓練、帶領團隊經驗學習以及尋找正確技能的成員，只要團隊能力培養起來，則可有效改善新錯誤的發生及降低錯誤率。因為解決方案的加入也出現「降低錯誤率環」(reduce error rate)的形成：包含 expert from foreign → (+) in-depth training → (+) team experience cum → (+) team capability → (-) error rate → (+) to be rework → (+) expected delay → (+) expert from foreign，此為一個調節環路。

從表 5 的決策矩陣模型中，假設三個限制條件同等重要，評比分數 1~5 分，由內部團隊成員進行團體思考 (group thinking) 評分，俾進行決策方案之比較，可看出在所有可能方案中以第 5 項『產品知識訓練』分數最高同時兼具症狀解與根本解，其餘第 1-3 項所需時間更長，但卻很重要，可列為根本解。結論發現個案公司是因為重工導致專案時程延誤，導致重工是因為經驗及技能不足，首要任務為全面展開風險評估及經驗學習以取得共識，進而強化快速有效的根本解：持續產品知識訓練以增加團隊能力、穩定的

團隊及經驗累積，如此可減少錯誤及錯誤率的發生，及聘請外國專家協助的次數。

表5：改善重工方案之決策矩陣表

可能方案/條件	成本 (越低越好)	效用 (越高越好)	時間 (越短越好)	分數	徵狀解	根本解
1.事後檢討/經驗學習 (lessons learned)	低/5	高/5	長/1	11		V
2.專業技能 (right skill)	高/1	高/5	長/1	7		V
3.團隊能力 (team capability)	高/1	高/5	長/1	7		V
4.溝通並共識 (common understanding)	低/5	低/1	長/1	11	V	
5.風險評估會議 (FMEA meeting)	低/5	低/1	短/5	11	V	
6.產品知識訓練 (in-depth training)	低/5	高/5	短/5	15	V	V

本研究在瞭解個案公司問題結構後，建模之初也一併進行最基本的結構測試、單位一致性測試、極端狀況測試 (Stermann, 2000) 並通過驗證。接著進行政策方案模擬。

4.3 系統模型建構與模擬

由上述之步驟三可知：「經驗成長環」為本模型的關鍵環路，其中「團隊經驗的累積」又為關鍵參數；步驟六、七中根據分析所推論出的解決方案中，根本解主要係針對團隊能力改善，使原本增強環路變成為調節環路。本系統模擬主要分為兩部分：第一部分聚焦於個案公司專案管理重工模型的建構，第二部分為加入症狀解及根本解的因子，以下將詳細說明：

第一部分為個案公司真實狀況下的專案管理重工模型，如圖 6 所示。個案公司重工模型模擬結果如圖 7 所示，「待完成工作(work to be done)」逐漸減少，「已完成工作(finished work)」逐漸增加，但因為專案有部分工作因錯誤而需要重工或修正，使得「已完成工作(finished work)」較「待完成工作(work to be done)」多，因此需要減少錯誤工作的產生，才能使重工增加幅度趨緩。由此可證明本研究所建構之個案公司專案管理重工模型的正確性，可作為後續模擬分析的基礎模型。

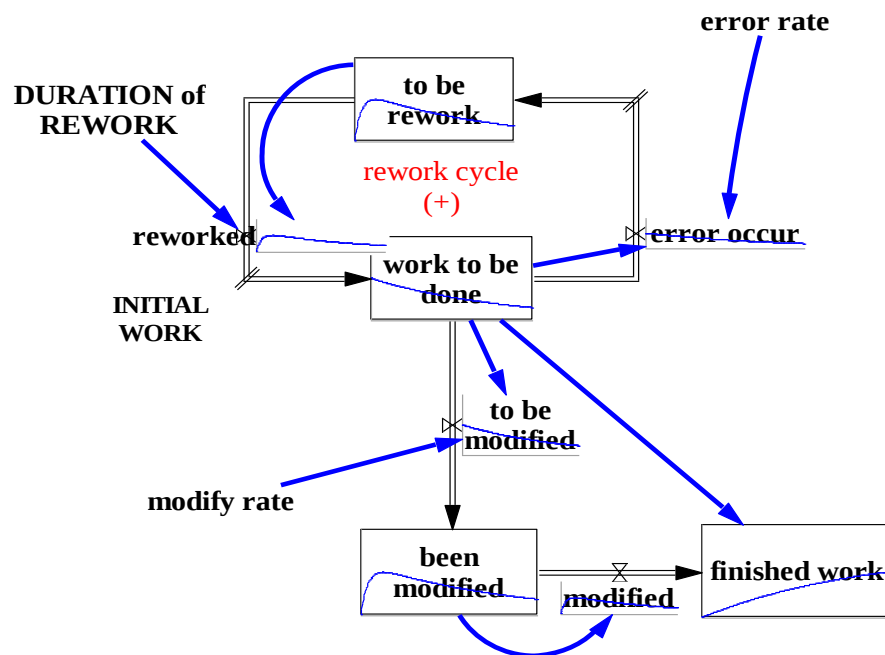


圖 6：個案公司專案管理重工模型

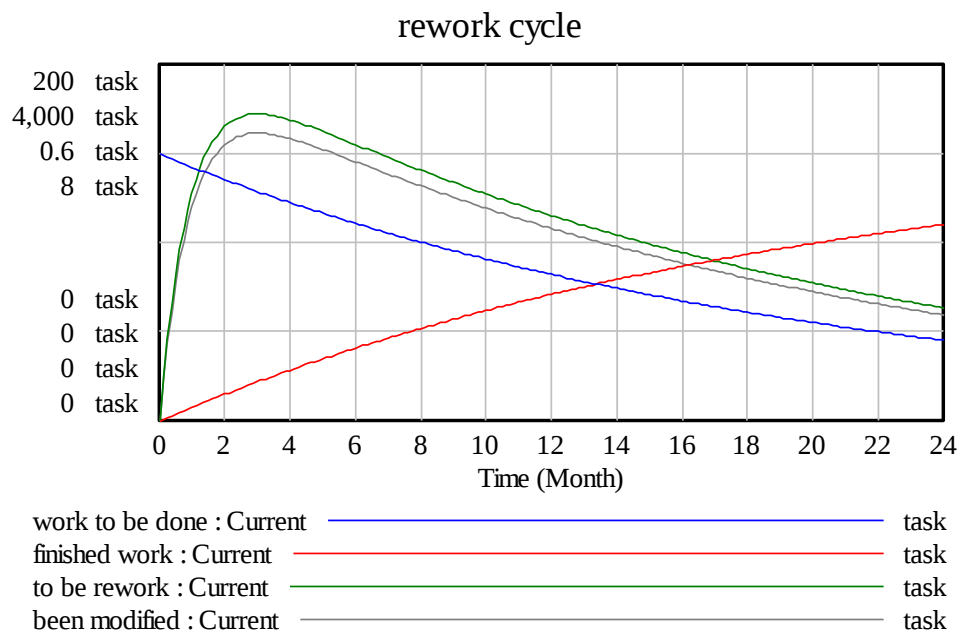


圖 7：受重工因素影響之模擬結果

個案公司專案管理的重工模型中，因為錯誤而造成重工，使得專案進程延誤，所以外部專家在專家會議中要求增加額外的檢查機制，如產線督導視察(line audit)、可靠度實驗(reliability test)以及要求實施安全上市(safe launch)的機制，專案範圍受到變更影響的模型建構，如圖 8 所示：

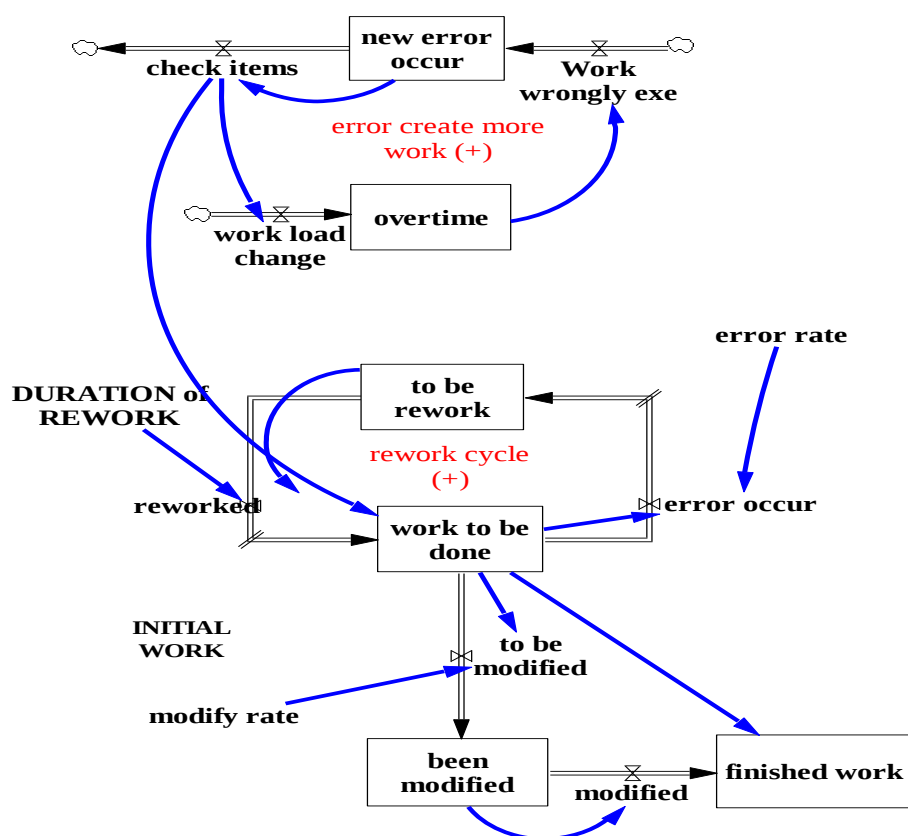


圖 8：待完成工作受專案範圍變化之模型

依賴增加檢查工作(check item)以排除錯誤或是要求團隊收集數據後再討論的手法，會造成嚴重後遺症，模擬結果發現，此模型中各有一正、負環路的問題(新錯誤發生 new error create)與對策(增加檢查項目 check items)是負環路，但卻造成工作負擔增加(overtime)的後遺症。

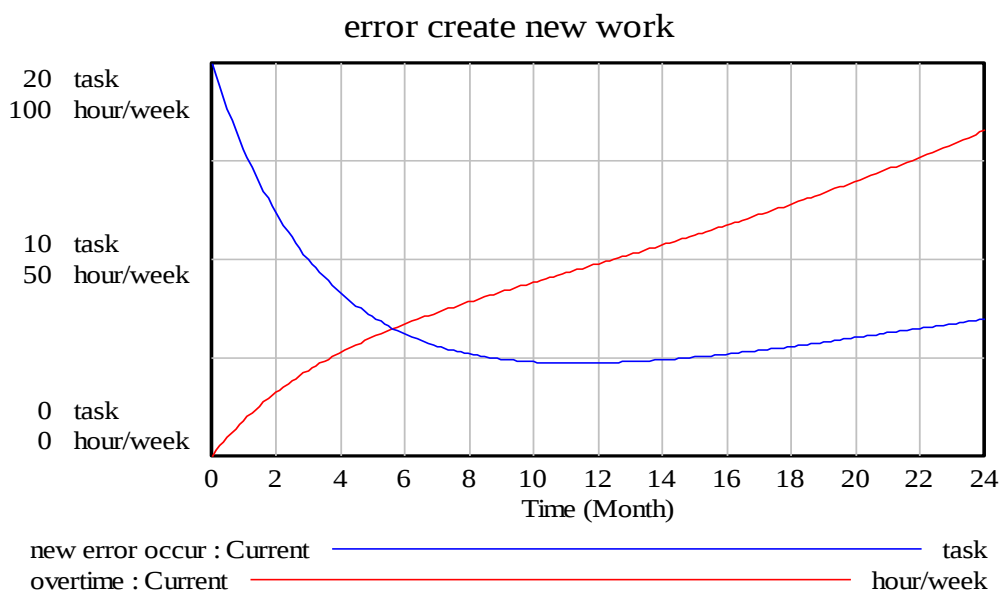


圖 9：專案範圍變化之模擬結果

因為整體為增強環路而造成待完成工作(work to be done)及已完成工作(finished work)個數大幅增加，專案完成日期大幅延遲如圖 10 所示：

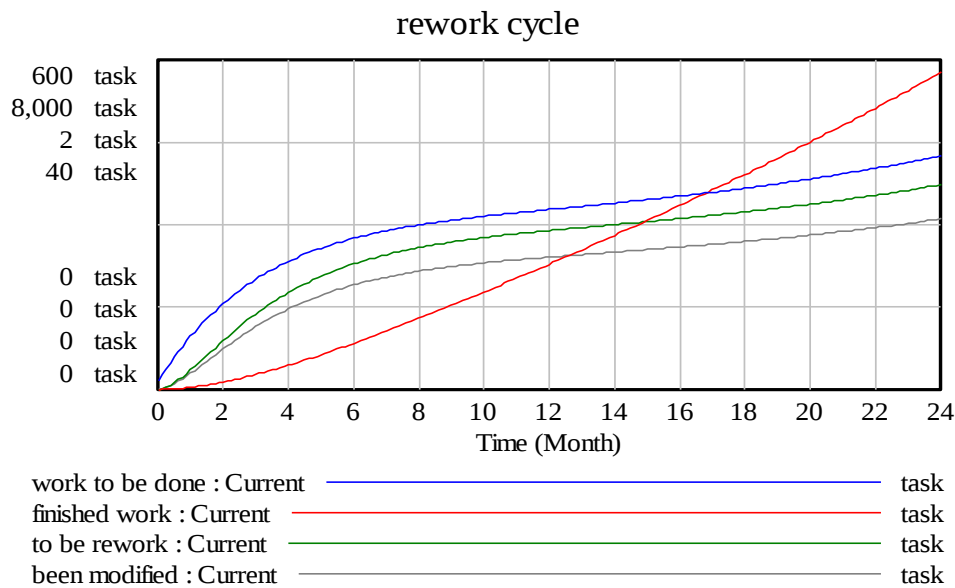


圖 10：待完成工作受重工因素與專案範圍變化之模擬結果

第二部分為加入症狀解及根本解因子後的系統模擬，在新環路中，將原先國外專家支援並召開專家會議，要求專案團隊作更多檢查項目，修正為與國外專家將重點放在團隊能力做重點改善，並提供進階產品知識訓練，以及帶領團隊經驗學習，只要團隊能力培養起來，則可以有效改善新錯誤的發生以及降低錯誤率。

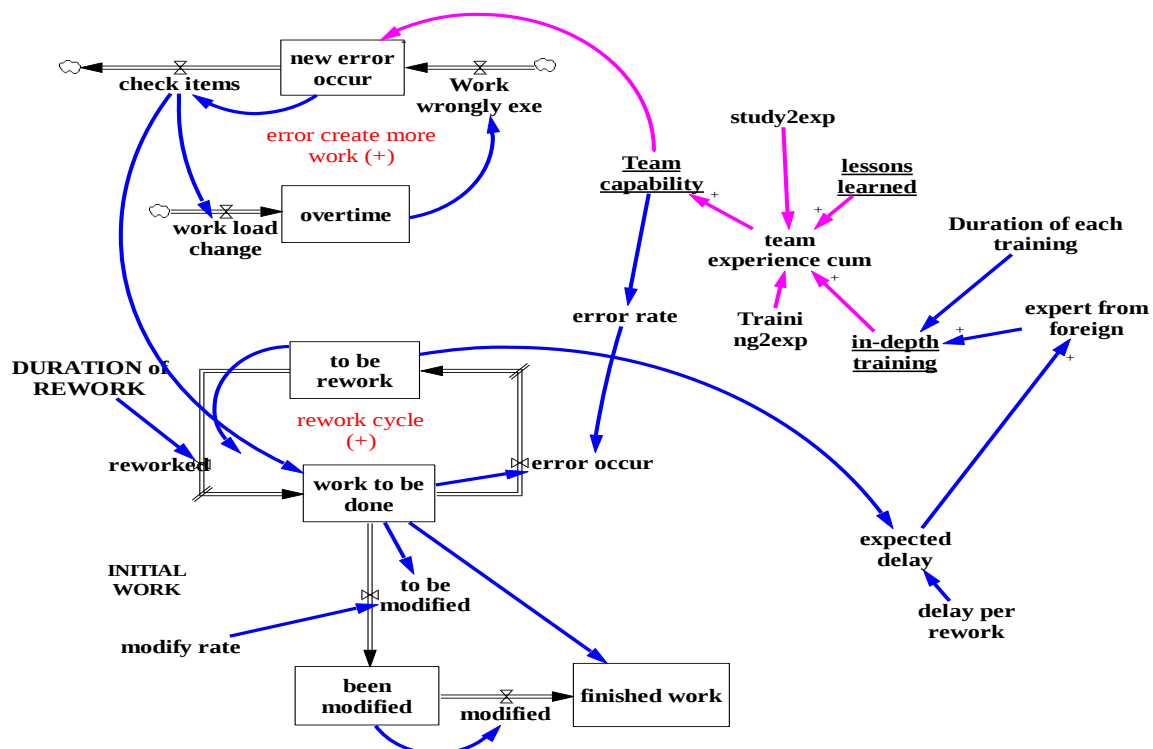


圖 11：個案公司重工模型加入症狀解及根本解因子後的系統模擬

由圖 12 及 13 比較加入根本解前後之模擬結果，可發現培養團隊能力後，發生新錯誤的次數變少，連帶加班也降低。

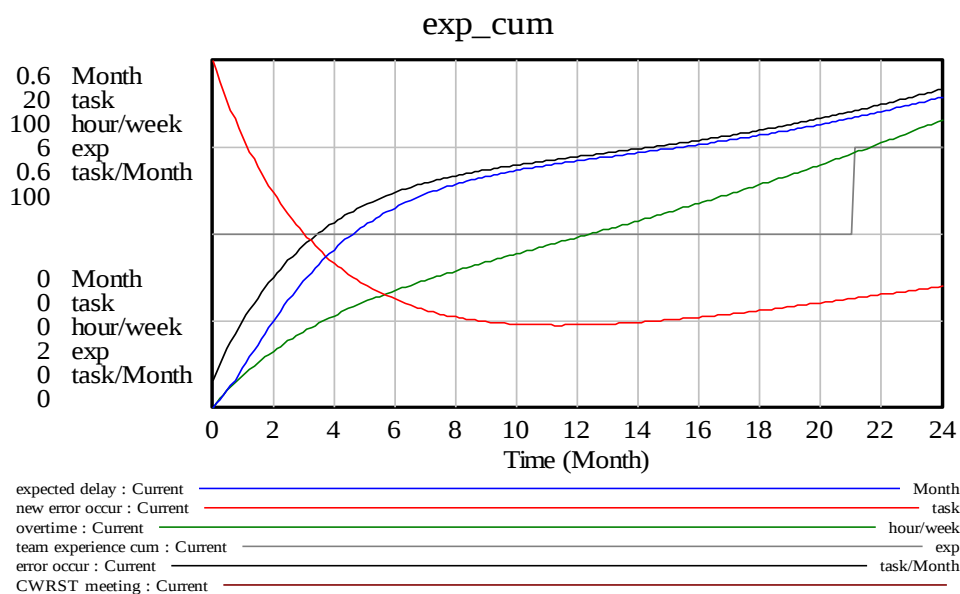


圖 12：重工模型加入根本解前之模擬結果

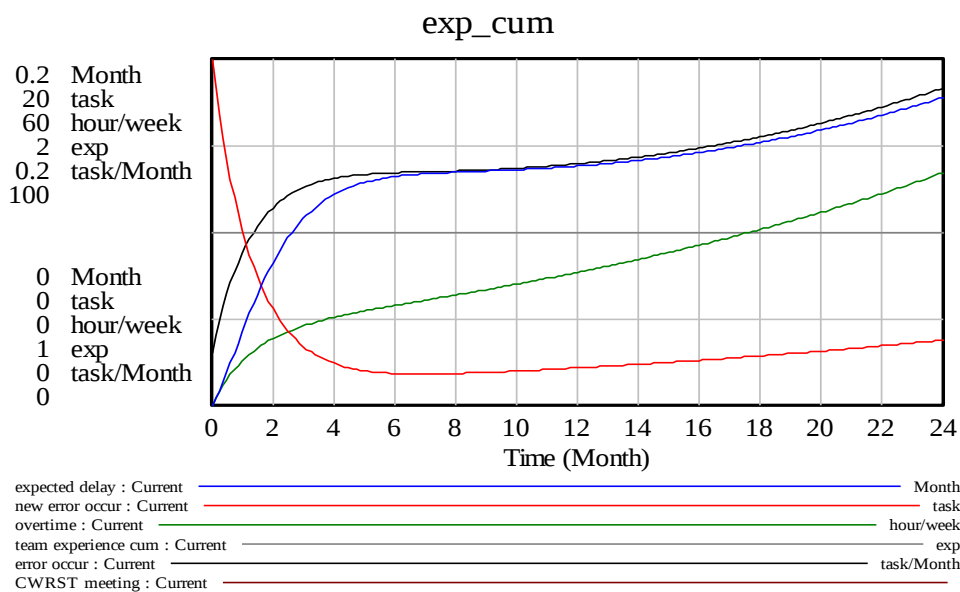


圖 13：重工模型加入根本解後之模擬結果

在模擬中設定外部專家是因為專案發生錯誤導致專案時程延遲，支援個案公司執行教育訓練，由模擬可發現專家停留並教導團隊的時間越久，團隊受到教育訓練的次數越多，將有助於錯誤率降低，如下圖 14。

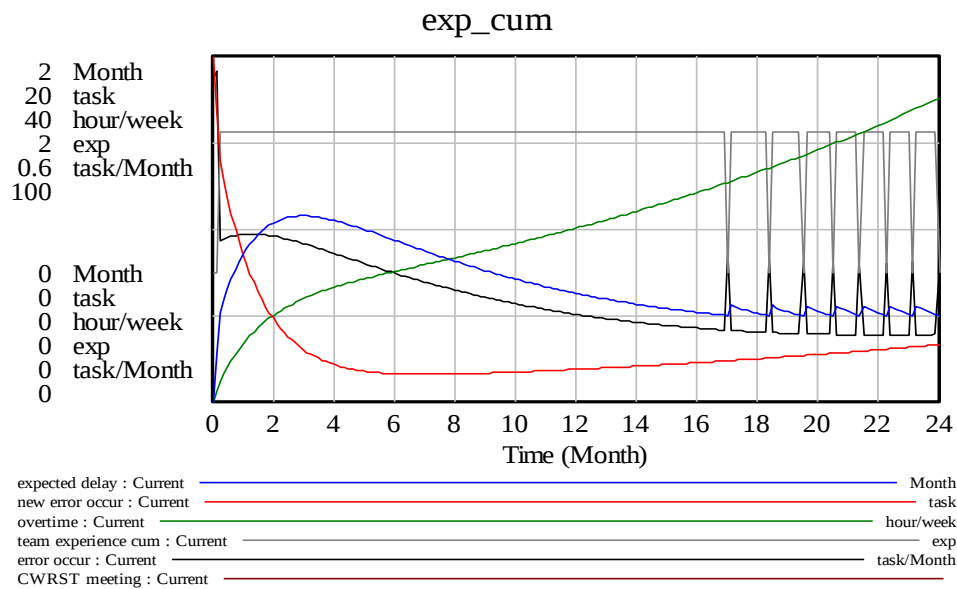


圖 14：增加外部專家支援次數之模擬結果

5. 結論與建議

經研究結果得知專案績效不良的主要關鍵因素是人，專案團隊的組成並未考量適當的成員數量以及所擁有的技能，例如對產品、製程、儀器設備的熟悉度、組成後如何培養團隊…等；以及專案進行中請求外國專家協助卻無法有效溝通，最後專家風險評估會議要求範圍變更卻未被清楚定義與溝通，這些因素將會直接影響專案進行速度，進而影響專案完工時間及專案成本的支出。

改善人的問題才是根本解，解決事的問題只能是症狀解：從模型及分析可以得知運用人資管理手法提高團隊素質是長期的根本解，專家討論及資源撫平為症狀解，有關「變更控制委員會」則建議移除，或重新規範其角色及權力，例如作為技術幕僚單位負責提供建議，但決定權仍在管理階層中。最後，當專案績效不良時，專案經理必須妥善控制專案，如善加管理重工循環及將漣波效應(ripple effects)或連鎖效應(knock-on effects)影響最小化，如果能在專案規劃階段即妥善規劃，則可以有效避免問題的發生。透過個案公司實際案例，未來在重工問題發生或專案範圍被要求變更時，專案經理可參採本研究策略、以降低副作用。本研究結果尚有兩點管理意涵：

- (1) 提升團隊專業職能：新產品導入發生重工現象，尋求外國專家協助排解問題時，卻因溝通不良導致更多錯誤及成本時，管理階層應該思考在要求外國專家協助時，同時運用人力資源管理手法尋找技能適配的成員、適時給予教育訓練、工作中學習(on the job training)，並從之前的專案經驗中學習(project to project lessons learned)，每個階段做回顧與檢討(post-mortem assessment)，以求提升專業能力，而非一味要求國外專家協助。
- (2) 溝通是專案經理的天職：專案範圍大小變更會直接反應到時程及成本，不能單以技術及工程層面作為依據，必須時程、成本及品質各方面作綜合考量。專案經理必須藉由與外部專家、利害關係者溝通以降低需求不確定性，確認需求規格來界定合理且明確的

專案範圍。

在研究限制上，本研究主要針對個案公司新產品導入專案所收集的共通性問題做分析，個別專案所發生的獨立問題並不在研究範圍內。加上本研究以旁觀角度觀察，並無法代表其他第三方客戶之看法，原因如下：(1)第三方客戶數量達到十家以上，範圍太廣泛；(2)第三方客戶新產品導入專案資料取得困難；(3)部分第三方客戶沒有明確的新產品導入專案流程，無法進行研究。

本研究最大的貢獻是企業在了解問題的結構後，先透過團體思考的方式，採取腦力激盪尋找專案問題的各種解決方案，在企業的各種限制條件下，運用決策矩陣方法聚焦在重要的問題解決上，之後才運用建模的步驟進行政策模擬，此法不僅運用了 80/20 理論概念，更可以加速決策並節省成本，較能符合企業效益。

但本研究仍有所侷限與不足之處，未來後續可以朝以下幾點進行深入探討：(1) 本研究專案加速策略中，只運用兩種加速策略進行模擬。而在真實世界的專案通常會採用更多種加速策略。因此，後續研究可增加更多加速策略，並比較各種策略對專案績效的影響及其優劣(2) 本研究僅考量專案時程與工作量的變化，未來可考慮納入成本因素，使模型更加全面。(3) 本研究主要探討專案內部影響因子，後續研究可擴大模型的邊界，將專案外部的影響因子納入探討。

參考文獻

- 小島敏彥(2002)，新產品開發管理。(蔣永明譯)。台北市：中衛發展中心，(原出版年：1996)。
- 中華專案管理學會(2011)，專案時程規劃(講義)，台北：中華專案管理學會。
- 王志欽(2006)，以系統動態觀點探討應用資訊系統開發專案績效之因果關係，世新大學資訊管理學研究所。
- 王琬淇(2012)，系統動態與專案管理觀點下的新產品開發流程之探討，中華大學科技管理學系碩士班論文。
- 台灣專案管理學會編輯委員會(2005)。國際專案管理知識體系。高雄縣：台灣專案管理學會。
- 白光華(2003)，創新協同產品研發—PDM 應用實務。台北市：中國生產力。
- 呂克明(2009)，軟體專案管理，台北：學貫。
- 李亭林(2013)，系統思考與動態模擬(講義)，高雄大學高階經營管理碩士在職專班。
- 李慧菁(2007)，資訊科技產業產品研發專案關鍵成功因素之研究-AHP 方法之應用，私立大同大學事業經營研究所碩士論文。
- 汪家琪(2004)，高等專案管理(講義)，華樊大學資管所。
- 林偉彥(2002)，公害糾紛系統動態模型之研究-以石化產業為例，國立台北大學資源管理研究所。
- 林錦煌(2001)，台灣 IC 製造業發展過程在技術、市場、資金三要素所具特點之探討，國立交通大學經營管理研究所碩士論文。
- 胡志昌(2001)，應用系統動態學探討供應鏈管理之長鞭效應，國立雲林科技大學工業工程與管理研究所碩士論文。
- 屠益民(2003)，系統模擬與動態決策，國立中山大學資訊管理學系碩士班課程講義。
- 許玉芬(2005)，整合式動態決策方法論之建立-以 R&D 專案管理為例，私立開南管理學院企業管理研究所碩士論文。
- 許成績等編著 (2004)，現代專案管理教材，初版，台北：博碩文化出版。
- 許峻源(2011)，網路免費行銷之系統動態模擬—以台灣流行音樂產業為例，國立高雄大學亞太工商管理學系碩士論文。
- 郭進隆編譯(2005)，第五項修練-學習型組織的藝術與實務，第三版，台北：天下遠見，譯自 Senge, P. M. (1990). The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization.
- 陳幸宜(2003)，都市房價變動影響因素之系統動態模擬-台北市之實證研究，國立成功大學都市計劃研究所碩士論文。
- 黃志泰(2004)，系統動態觀點下產業群聚效應之探討，私立中華大學科技管理研究所碩士論文。
- 黃鈺珊(2001)，高屏溪流域水資源永續發展政策規劃之系統動力學研究，國立中山大學

- 公共事務管理研究所碩士論文。
- 楊淑娟(2011)，以平衡計分卡與系統動態學觀點探討台灣製藥產業發展之績效，國立高雄大學亞太工商管理學系碩士論文。
- 楊朝仲、張良正、葉欣誠、陳昶憲、葉昭憲(2007)，系統動力學-思維與應用，台北：五南。
- 詹秋貴(2000)，我國主要武器系統發展的政策探討，國立交通大學經營管理研究所碩士論文。
- 管孟忠、王錦泰(2007)。以系統動態學模式建置專案管理決策支援系統之分析，資訊管理學術與實務研討會論文集，景文技術學院，372-387。
- 劉常勇(2002)，新產品開發程序，高雄：中山大學。
- 蔡素蓉(2014)，決策者心智模式與企業轉型策略-以 S 公司個案為例，國立高雄大學亞太工商管理學系碩士論文。
- 蔡雅秀(2007)，系統動態觀點下台灣高科技產業代工能力之探討，私立中華大學科技管理研究所碩士論文。
- 蔡璞 (2007)，新產品開發與管理。蔡璞 - 研發管理園地，網址：<http://blog.sina.com.tw/tsaipwu/article.php?pbgid=38426&entryid=376861> 擷取日期：2007 年 3 月 15 日。
- 鄧翠玲(2004)，以系統動態學探討軟體開發專案之動態規劃特性，中原大學資訊管理研究所碩士論文。
- 蕭志同、黃慧華(2008)，以系統動態學建構台灣中草藥產業技術發展模式，中山醫學雜誌，19 (2)，129-145。
- Abdel-Hamid, T. K. (1989), "The dynamics of software project staffing: a system dynamics based simulation approach," IEEE Transactions on Software Engineering, 15(2):109-119.
- Booz, A. J., Allen, B. C., & Hamilton, P. J. (1982), New products management for the 1980s. NY: Booz, Allen & Hamilton.
- Cooper, K. G., (1993), "The Rework Cycle : Benchmarks for The Project Manager," Project Management Journal, 24(1), 20-36.
- Cooper, R. G. (2002). Stage-Gate systems: A new tool for managing new products. Business Horizons, 44-54.
- Crawford, Merle & Di Benedetto, Anthony (2006), New Products Management, 8e. NY: McGraw-Hill.
- Ford, David N. & Sterman, John D. (1998), "Dynamic modeling of product development process," System Dynamics Review, 14(1):31-68.
- Forrester, J. W. (1961), Industrial Dynamics, Cambridge: MIT Press
- Forrester, J. W. (1969), Urban Dynamics, Cambridge: MIT Press
- Forrester, J. W. (1994), "System Dynamics, Systems Thinking, and Soft OR," System

- Dynamics Review, 10(2-3):245-256.
- Kerzner, H. R. (2006), Project Management: With Project Management Case Studies, 2nd, NY: John Wiley & Sons.
- Lehmann, D., & Winer, R.R. (2002), Product Management, 3rd, NY: McGraw-Hill.
- Lyneis, J. M., & Reichelt, K. (1999), "The Dynamics of Project Performance: Benchmarking the Drivers of Cost and Schedule Overrun," European Management Journal, 17(2): 135-150.
- Lyneis, James M. & Ford, David N. (2007), "System dynamics applied to project management: a survey, assessment, and directions for future research," System Dynamics Review, 23(2-3), 157-189.
- Meredith, J. R., & Mantel, S. J. (1989), Project Management, NY: John Wiley & Sons.
- Nauta, S. (2011), Investigating Project Complexity at NXP Semiconductors B.V.-An exploratory study based on the TOE framework, Master's thesis, Management of Technology, The Delft University of Technology.
- Phan, D. D., Vogel, D. R., & Nunamaker, J. F. (1995), "Empirical studies in software development projects: Field survey and OS/400 study," Information & Management, 28(4), 271-280.
- PMI (2004), A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide), 3rd, (American National Standard: ANSI/PMI 99-001-2004), Project Management Institute.
- Rodrigues, A. G. & Williams, T. M. (1997), System dynamics in project management: assessing the impacts of client behavior on project performance, Journal of the Operational Research Society, 49(1):2-15.
- Sampson, P. (1970), "Can consumers create new products," Journal of the Marketing Research Society, 12(1), 40-52.
- Senge, P. M. (1990), The fifth discipline: the art and practice of the learning organization, NY: Doubleday Press.
- Sterman, J. D. (2000), Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World, MA: McGraw-Hill.
- Suryani, E. (2010), Demand Scenario Analysis and Planned Capacity Expansion: a System Dynamics Framework, Ph. D. thesis, National Taiwan University of Science and Technology, Taipei.
- Weil, H. B. (2007), "Application of system dynamics to corporate strategy: an evolution of issues and frameworks," System Dynamics Review, 23(2-3): 137-156.
- Wysocki, R. K., Beck, R., & Crane, D. B. (1995), Effective project management: how to plan, manage, and deliver projects on time and within budget. NY: John Wiley & Sons.

The Probe of New Product Introduction Projects by System Dynamics - an example of N Company

Ting-Lin Lee ¹ Wei-Jui Cheng ²

Abstract

Failing to achieve project schedule and scope change is occurred when business implement NPI (New Product Introduction) projects. Because of many uncertain events may be happened in each phase of the projects. In order to resolve uncertainties, the project manager needs to consider every situation and to find possible solutions.

Based on the "rework model" proposed by Cooper (1993) and the concept of "controlling feedback loops for achieving a target schedule deadline" from Lyneis & Ford (2007), this study took an actual situation of N company to build a causal relationship model between project staffs' productivity and project scope factor change. According to the systematic problem solving steps proposed by Lee (2013), this study analyzes the rework problems of the case company, and then carried on the dynamic simulation.

There are two objects of this study: firstly, apply system thinking to explore the important influencing factors when new product into the project, and to clarify the causal relationship between the various factors. Secondly, apply the system dynamics to construct the causal loop diagram of the project management process so as to analyze the key factors that affect the project management process.

The key problems related to the NPI project in N company included capability of project members was not at right level and communication difficulty between project team and experts from foreign. According to the results of this study, it is found that the key fundamental solution lies in the human resources management. By training to accumulate team ability, it can further enhance their competencies and reduce the impact of the problem on the project simultaneously.

The biggest contribution of this research is to understand the structure of the problem via the group thinking and brainstorming to find a variety of solutions to the problems of

¹ Associate professor, Department of Asia-Pacific Industrial and Business Management, National University of Kaohsiung. (Corresponding author). E-Mail: linda_lee@nuk.edu.tw

² Test Customer Engineering Integration, ASE Test Inc.

those projects. Under the various constraints of the enterprise, the applying of decision matrix method can help to focused on important problem solving and carry out policy simulation based on the use of modeling steps. By doing so, we not only best use the concept of the 80/20 rule, but also can accelerate the decision-making and cost savings, more in line with business efficiency.

Keywords: New Product Introduction, System Dynamics, Project Management