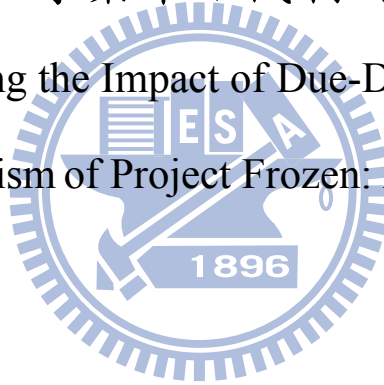


國立交通大學  
工業工程與管理學系碩士班

碩士論文

以實驗驗證專案凍結機制對交期績效的影響

Verifying the Impact of Due-Date-Performance  
in the Mechanism of Project Frozen: An Experimental Study



研究生：彭政宏

指導教授：李榮貴 博士

彭文理 博士

中華民國九十九年六月

以實驗驗證專案凍結機制對交期績效的影響

Verifying the Impact of Due-Date-Performance

in the Mechanism of Project Frozen: An Experimental Study

研究生：彭政宏

Student : Jheng-Hong Peng

指導教授：李榮貴

Advisor : Dr. Rong-Kwei Li

彭文理

Dr. Wen-Lea Pearn



Submitted to Department of Industrial Engineering and Management

College of Management

National Chiao Tung University

In Partial Fulfillment of the Requirements

For the Degree of Master of Science

In

Industrial Engineering

June 2010

Hsin-Chu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十九年六月

# 以實驗驗證專案凍結對交期績效改善的影響

研究生：彭政宏

指導教授：李榮貴 博士

彭文理 博士

國立交通大學工業工程與管理學系碩士班

## 摘要

傳統專案管理認為導致專案交期績效不好的主因是專案環境的變異問題，要改善專案的交期績效，必須先降低專案的不確定性因素；而Goldratt博士認為影響專案交期績效的主因是管理問題，藉由改變管理方式，可以有效改善專案交期績效；改善專案交期績效的第一個步驟必須是能夠快速的看到改善成效，而藉由凍結專案的方式可達到快速有效改善專案交期績效的目的。

由於Goldratt博士所提出的思維與以往傳統專案管理觀念有很大的差異，目前的文獻中少有此種改善手法的研究論述，故本研究藉由專案管理遊戲實驗模擬實務情況，利用Goldratt博士所提出的關鍵鏈專案管理方式，驗證凍結專案的機制對專案產生的影響，並判斷此機制是否可快速有效的改善專案交期績效。

關鍵詞：關鍵鏈專案管理、交期績效

# Verifying the Impact of Due-Date Performance in the Mechanism of project Frozen: An Experimental Study

Student : Jheng-Hong Peng

Advisor : Dr. Rong-Kwei Li  
Dr. Wen-Lea Pearn

Department of Industrial Engineering and Management College of  
Management National Chiao Tung University

## Abstract

Traditional project management considered the main cause leads to poor project due-date performance is uncertainty in project environment. In order to improve project due-date performance, we must first reduce the uncertainties in the project. Dr.Goldratt considered management is the main cause impacts project due-date performance. By changing manage way, we can improve project due-date performance. The first step of improving project due-date performance must be able to quickly appear improvement, and we can achieve fast and effective way to improve project due-date performance by freezing the project.

Due to the argument proposed by Dr.Goldratt is very different from the concept of traditional project management, and the current literature rarely discusses such improving methods. This study simulated a practical environment by project management experimental game to verify the impact between the project freezing mechanism and the due-date performance. This study verified that the implementation of CCPM mechanism proposed by Dr.Goldratt can improve the project due-date performance effectively and quickly.

Keywords: critical chain project management (CCPM), Due-date performance

# 誌謝

在交大研究所的這兩年，我學習到很多東西。我接觸到限制理論，瞭解了瓶頸的觀念；也跟著指導教授李榮貴老師在各個企業間進行內部訓練，學習到許多處理事務與整理報告的方法，大大拓展了我的眼界。

學習的過程中，我得到了很多的幫助，首先感謝指導教授李榮貴老師的悉心指導，讓我在限制理論方面有所認知，並且在論文的撰寫上，給予我很大的幫助，此外，托李榮貴老師所接的計畫，本篇研究的數據才能夠順利收集。感謝蔡志弘老師與張盛鴻老師對本篇論文的建議與協助，使本篇論文的問題與錯誤減少許多。

在數據蒐集時，感謝指導教授李榮貴老師的幫助與中華高德拉特協會理事長蘇正芬老師及香齡的大力協助，讓數據的收集能夠順利進行。而在論文撰寫過程中，感謝豪君學長的建議與幫助以及交大限制理論實驗室的各位同窗好友小彥、大麥、捷運、佑任、峰哥、眼鏡、阿淵、花、阿彬、小寶的協助，幫助我在論文陷入瓶頸時提供不一樣的思考方向，並鼓勵著我堅持完成此篇論文，讓論文能夠順利完成。

最後，我相信在研究所所學習到的一切，是我人生中最重要的一份資產，感謝所有幫助過我的人，感謝我所經歷過的事，謝謝大家。

# 目錄

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 摘要 .....                        | i   |
| 英文摘要 .....                      | ii  |
| 誌謝 .....                        | iii |
| 目錄 .....                        | iv  |
| 表目錄 .....                       | v   |
| 圖目錄 .....                       | vi  |
| 一、 研究動機與目的 .....                | 1   |
| 二、 文獻探討 .....                   | 2   |
| 2.1 專案現況 .....                  | 2   |
| 2.2 關鍵鏈專案管理 .....               | 3   |
| 2.2.1 決定釋放新專案時機 .....           | 4   |
| 2.2.2 杜絕局部效益 .....              | 5   |
| 2.2.3 持續專注 .....                | 6   |
| 2.3 專案管理的策略與戰術圖(S&T Tree) ..... | 7   |
| 三、 研究方法 .....                   | 8   |
| 四、 實驗數據分析 .....                 | 10  |
| 五、 結論與後續研究之建議 .....             | 20  |
| 5.1 結論 .....                    | 20  |
| 5.2 後續研究 .....                  | 20  |
| 參考文獻 .....                      | 21  |
| 附錄一 多專案專案管理遊戲環境設計 .....         | 22  |
| 附錄二 專案實驗進行方式 .....              | 26  |
| 附錄三 實務上專案情況與問題記錄表 .....         | 28  |
| 附錄四 凍結專案改善專案績效之情況記錄表 .....      | 33  |

# 表目錄

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 表 1 實務專案情況與問題數據       | 11 |
| 表 2 實務專案執行相關數據(高交期績效) | 12 |
| 表 3 凍結專案執行相關數據(高交期績效) | 12 |
| 表 4 實務專案執行相關數據(中交期績效) | 13 |
| 表 5 凍結專案執行相關數據(中交期績效) | 13 |
| 表 6 實施「凍結專案」機制時的專案現況  | 14 |
| 表 7 凍結專案改善專案績效之情況     | 15 |
| 表 8 實務上專案情況與凍結專案後情況比較 | 15 |
| 表 9 專案一不良多工延長時間統計分析表  | 16 |
| 表 10 專案二不良多工延長時間統計分析表 | 17 |
| 表 11 專案三不良多工延長時間統計分析表 | 17 |
| 表 12 專案一專案完成前置時間統計分析表 | 17 |
| 表 13 專案二專案完成前置時間統計分析表 | 17 |
| 表 14 專案三專案完成前置時間統計分析表 | 17 |
| 表 15 專案一專案完成時間統計分析表   | 18 |
| 表 16 專案二專案完成時間統計分析表   | 18 |
| 表 17 專案三專案完成時間統計分析表   | 18 |
| 表 18 專案一交期績效統計分析表     | 19 |
| 表 19 專案二交期績效統計分析表     | 19 |
| 表 20 專案三交期績效統計分析表     | 19 |
| 表 21 任務時間分配表          | 24 |
| 表 22 任務時間分配表          | 25 |
| 表 23 實務上專案情況與問題記錄表    | 28 |
| 表 24 凍結專案改善專案績效之情況記錄表 | 33 |

# 圖目錄

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 圖 1 專案管理惡性循環圖 .....           | 3  |
| 圖 2 多專案錯開示意圖 .....            | 5  |
| 圖 3 安全時間與變異大小示意圖 .....        | 6  |
| 圖 4 緩衝示意圖 .....               | 6  |
| 圖 5 緩衝示意圖 .....               | 7  |
| 圖 6 專案管理的策略與戰術圖 .....         | 7  |
| 圖 7 實驗分析流程 .....              | 8  |
| 圖 8 實驗流程圖 .....               | 8  |
| 圖 9 多專案環境示意圖 .....            | 22 |
| 圖 10 資源限制示意圖 .....            | 23 |
| 圖 11 無變異環境任務時間分配示意圖 .....     | 23 |
| 圖 12 變異環境任務時間分配示意圖 .....      | 23 |
| 圖 13 帕金森定律影響下之任務時間分配示意圖 ..... | 24 |
| 圖 14 任務經理負責資源示意圖 .....        | 26 |
| 圖 15 任務工單卡 .....              | 27 |
| 圖 16 專案遊戲實驗流程 .....           | 27 |





# 一、研究動機與目的

專案管理經過半個世紀的發展，大部分專案仍然無法如期完工，專案交期績效不佳。傳統專案管理認為專案環境上的變異對專案交期績效具有顯著的影響，為了提升專案交期績效，過去很多學者發展出許多的方法【1】【2】試圖消除專案環境的變異對專案績效帶來的影響；但由一份「史坦迪許國際集團」(Standish Group International)針對過去十年間 13,000 個專案的研究報告指出，仍有 82% 專案延遲完成【3】，此份報告顯示出改善專案交期績效是相當困難的。

Goldratt 博士在 1997 年「關鍵鏈(Critical Chain)【4】」一書中，提出限制理論(Theory of Constraints, TOC)在專案管理上的應用概念-關鍵鏈專案管理(Critical Chain Project Management, CCPM)。Goldratt 博士認為專案環境中，專案準時達交是一項重要績效指標；影響專案交期績效的主因並非環境上的變異，而是管理問題，藉由改變管理方式，可以有效改善專案交期績效。

此外 Goldratt 博士也認為為了避免無法立即得到改善效果導致整個專案改善機制荒廢，改善專案交期績效的第一個步驟必須是能夠快速得到專案改善成效。Goldratt 博士在 2007 年時針對關鍵鏈專案管理提出了策略與戰術圖【5】，將關鍵鏈的概念展開，發展出一套架構明確的改善方案。針對如何快速有效改善專案交期績效，提出了「凍結專案-加速專案完成-解凍-釋放新專案」的改善步驟：藉由凍結專案的方式直接減少專案任務執行數量與開案數量，並改變原有的管理方法，消除因管理方式所引起的不良的工作行為，如不良多工、任務優先順序混亂等問題，達到快速改善專案交期績效的目的。

由於關鍵鏈專案管理的改善手法與以往傳統專案管理觀念有很大的差異，目前的文獻中少有此種改善手法的研究論述，本篇論文將針對凍結專案機制對於快速改善專案交期績效此項議題，藉由專案實驗模擬實務情況，進行改善方案的分析驗證研究，此乃本研究之目的。

## 二、文獻探討

本章針對關鍵鏈專案管理相關文獻進行探討，從中瞭解關鍵鏈專案管理的實際執行方法與相關研究，做為後面章節研究的基礎。

### 2.1 專案現況

現今專案交期績效不佳，大部分的專案無法如期完工。傳統專案管理認為環境變異是造成專案交期績效不佳的主因，而 Goldratt 博士認為影響專案交期績效的主因並非是環境變異問題，而是不當的管理方式所導致的不良工作行為，使專案交期績效越來越差，最後產生專案管理的惡性循環，如圖 1 所示。【3】【5】【6】【7】【8】

(1) 提前開案產生的惡性循環(1→2→3→4→5→2)：為了應付環境變異所產生的延遲，傳統管理模式藉由提早開工的方式來消除因變異產生的延遲。當專案都藉由提早開工來應付因變異而產生的延遲時，提早開工不但無法提前完工，反而會因為爭奪有限資源而產生「不良多工」情況，使資源必須同時執行多項任務，導致任務又再次延遲。

(2) 專注於「局部效率」產生的惡性循環(1→2→6→7→8→2)：

傳統專案管理認為變異是造成專案績效不佳的主因，而普遍做法是在專案內的每個任務後面加入安全時間，藉由安全時間來承擔每個任務延遲的風險，當專案內的每個任務都能準時完工即可達成專案準時完工的目的。這種追求局部效率的作法，會使每個任務加入更多安全時間來確保交期，而當所評估的專案預定完成日期無法達到原有專案的交期標準，管理者只能藉由壓縮每個任務的安全時間來達到交期標準。在此種管理模式下，工程師為了確保自己擁有足夠的安全時間，只好超估安全時間，當可提早完成任務時，為避免自己的保護時間在未來不會被壓縮，只好隱藏多餘的安全時間，並保持自己忙碌的假象直到交期日，導致安全時間浪費殆盡，此為帕金森定律。

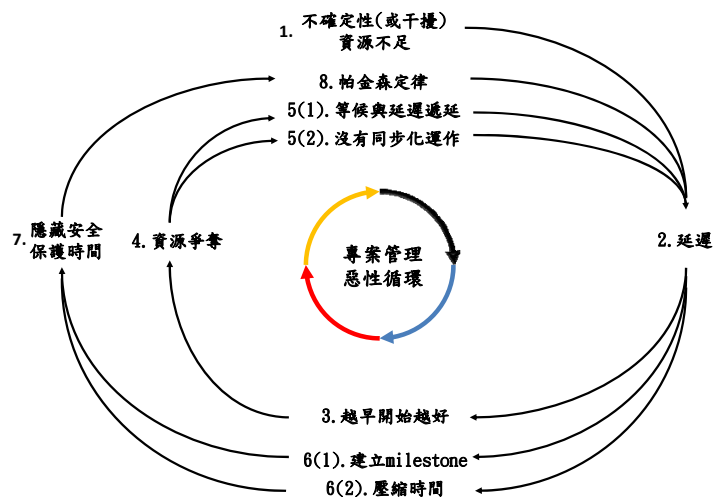


圖 1 專案管理惡性循環圖

資料來源：李榮貴【8】

當變異不斷發生，並且沒有一個可靠的機制幫助管理者有效解決任務延遲的問題，管理者將採取「危機模式管理」(Crisis mode of management)。藉由更改任務優先順序與介入任務的執行，幫助即將或已延遲的任務加速完成，此種方式將會導致專案執行的混亂，使管理者無法專注於解決那些真正會影響整個專案進度任務的問題，導致專案陷入持續延遲的惡性循環。

## 2.2 關鍵鏈專案管理

Goldratt 博士在 1997 年將「限制理論」(Theory of Constraints, TOC)的觀念引伸至專案管理領域，發展出「關鍵鏈專案管理」(Critical Chain Project Management, CCPM)【4】。在面對專案所產生的管理問題，CCPM 運用不同於傳統專案的思維，提出以改善「流動」(flow)為核心的管理模式，解決專案產生的管理問題。

Goldratt 博士於 2008 於「Standing on the Shoulders of Giants」【9】一文中提到了改善「流動」的四個概念：

- (1) 專案管理的首要目標是改善 flow (專案數量、交期、前置時間的快速流動)，而非控制環境的變異。
- (2) 要達成改善 flow 的目標，必須有一個機制決定何時釋放新專案，確保最多專

案以最快速度完工。

- (3) 杜絕局部效益，必須廢止各個任務的 milestone 設立，將各個任務的安全時間抽離，並放置於各專案路徑末端以保護專案交期(並非確保最多任務的準時完工而是最多專案的準時完工)。
- (4) 專注於 flow 的平衡，必須有個平衡 flow 的聚焦機制使專案能持續專注於 flow 的改善。

為了達成改善 flow 的目標，CCPM 發展出一套改善 flow 的管理模式，藉由決定釋放新專案時機、杜絕局部效益、持續專注等方式，計畫執行專案；在 2.2.1 至 2.2.3 節，將詳細介紹此種專案管理模式。

### 2.2.1 決定釋放新專案時機

在開始執行專案任務時，專案計畫會遇到專案「完成速度」與專案「完工數量」取捨的問題。由於專案環境的資源有限，若為了能夠快速的完成專案，必須一次釋放一個專案，集中所有資源配合單一專案，使專案能夠快速完工，但此種專案執行方式會導致執行外的專案處於未動工的狀態，同時間可執行的專案數下降導致公司獲利下降；若要得到大量的專案完工數量，則必須同時釋放多個專案，並分散資源配合各專案，但同時釋放多個專案，並分散資源配合各專案時，專案的管理者為了確保自己負責專案擁有足夠資源能夠準時完成任務，各個專案會要求提早開案並開始爭奪所需資源，造成「提前開案」、「不良多工」等問題使專案延遲【8】【9】。

為了決定專案開案的時間點與數量，CCPM 藉由「關鍵資源」(Critical Resources) (負荷最高的資源，如圖 2 中的白色資源)來決定同時可執行的專案數量。當同時執行專案的數量超過關鍵資源負荷，則停止新專案的開案來調整專案的開案數量，藉由錯開的(Staggering)機制，調整關鍵資源位置，避免任務執行所需的資源超過資源負荷所產生的專案延遲【5】，並依此推論出適當的開案時間點，此項措施可使專案能夠兼顧專案「完成速度」與專案「完工數量」。

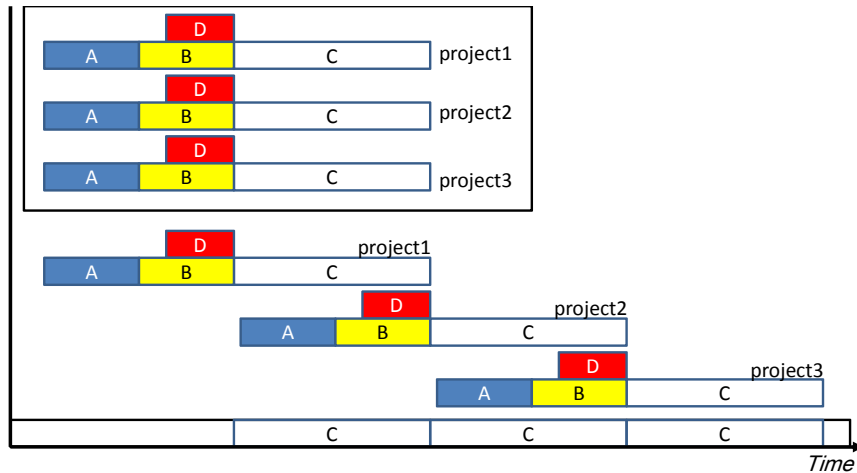


圖 2 多專案錯開示意圖

資料來源：張豪君【10】

## 2.2.2 杜絕局部效益

傳統專案管理處理環境變異的方法是將安全時間加進個別任務所評估的時間，如圖 3 所示，當環境變異越大，加上的安全時間就越長；一般工程師為了能夠準時達成所設立的 milestone，會採取專案完成機率較高的評估方式來估算任務時間，但因為帕金森定律、學生症候狀等問題會造成安全時間被浪費殆盡【6】【11】，因此 CCPM 提出以 50-50 法則【6】的方式，將原本位於個別任務後面的安全時間改為安置在適當的位置來保護整體專案。

因緩衝的目的與位置的不同，分為三種安全時間，如圖 4 所示：「專案緩衝」(Project Buffer, PB)，置於關鍵鏈末端，目的是用來保護專案整體的交期；「匯流緩衝」(Feeding Buffer, FB)，置於非關鍵鏈路徑匯流入關鍵鏈路徑的交接處，其作用為保護關鍵鏈，避免因非關鍵鏈的延遲導致關鍵鏈的延遲；「資源緩衝」(Resource Buffer, RB)，置於資源轉換處，避免因資源衝突導致銜接時發生不必要的延遲(圖 4 並無資源緩衝)。

因為個別的任務不再有安全時間的保護，任務必須立即處理，當完成後也必須即時回報，故可以消除帕金森定律、學生症候狀的影響，進而解決延遲遞延的問題。

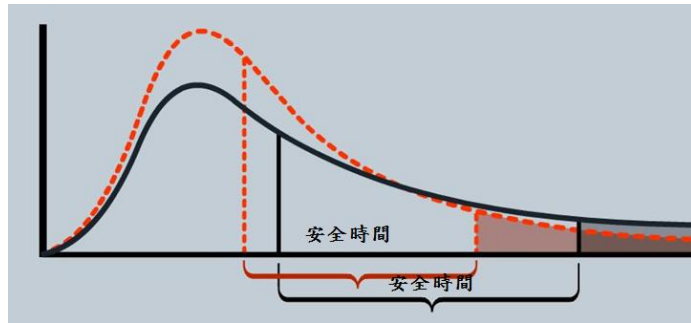


圖 3 安全時間與變異大小示意圖

資料來源：李榮貴【8】

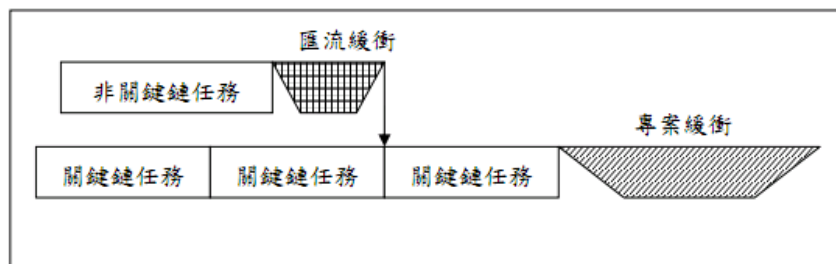


圖 4 緩衝示意圖

資料來源：Herman Steyn【12】

### 2.2.3 持續專注

即使我們集中資源配合專案任務的執行，當變異不斷發生時，專案仍然可能產生任務延遲的問題，因此我們需要一個可靠的機制來幫助管理者判斷哪些任務的延遲情況是必須立即採取補救行動，而哪些情況是可以忽略的。

為了避免管理者陷入「危機模式管理」(Crisis mode of management)，CCPM 藉由「緩衝管理」的機制幫助管理者判斷任務延遲的嚴重性，緩衝管理的機制是將緩衝分成三個區域，以三種不同顏色代表，如圖 5 所示，分別為綠區、黃區及紅區，代表著安全區、警告區與立即行動區，而專案經理與任務經理只需根據緩衝被侵蝕的「狀態報告」(Status reporter)管理專案即可【5】【13】。

當專案進度落入紅色區域表示安全時間消耗的比例顯著高於完工比例，落在此區域的專案代表必須優先處理，並決定是否需要管理者介入協助處理或緊急更新專案關鍵的排程計畫；黃色區域是代表目前安全時間消耗比例與完工比例相當，表示必須

持續的觀察注意，避免落入紅區；而綠色區域則表示安全時間消耗的比例遠低於專案完工比例，表示進度良好【5】。

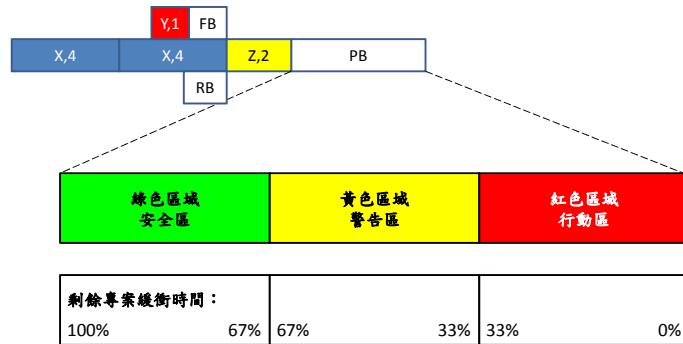


圖 5 緩衝示意圖

資料來源：李榮貴、張盛鴻【7】

## 2.3 專案管理的策略與戰術圖(S&T Tree)

Goldratt 博士在 2007 年時針對關鍵鏈專案管理提出了專案管理的策略與戰術圖【5】，將關鍵鏈的概念展開。為了達成專案準時達交的目的，Goldratt 博士列出了六個執行方案(圖 6 中 4:11 至 4:16)，其中減少不良多工為達成專案準時達交的目的的第一個步驟，藉由「凍結專案-加速專案完成-解凍-釋放新專案」的順序來達到減少不良多工的目的，有效縮短專案的前置時間，改善專案交期績效。



圖 6 專案管理的策略與戰術圖

資料來源：Goldratt, E.M【5】

### 三、研究方法

本研究目的是希望藉由「凍結專案」機制，以「凍結專案-加速專案完成-解凍-釋放新專案」的步驟執行專案，驗證是否可達到快速改善專案執行績效的目的，本研究藉由模擬實務的專案遊戲，蒐集相關數據進行驗證分析。

本研究專案實驗遊戲利用 2009 年張豪君於「以實驗驗證影響專案交期績效之主因」【10】一文中所提出的專案遊戲為藍本修正而成；本章節將說明專案實驗環境的設計、專案實驗進行方式，以及數據收集方式，並於第四章利用統計分析驗證凍結專案對專案交期績效的影響，本實驗分析流程如圖 7 所示，詳細遊戲設計於附錄一與附錄二中說明(附錄一為多專案專案管理遊戲環境設計；附錄二為專案實驗進行方式)。



圖 7 實驗分析流程

由於本論文主要針對「凍結專案」機制與專案交期績效的改善進行分析研究，對於任務的緩衝設置與緩衝管理並未設計入遊戲當中。本實驗分為兩個階段進行，第一階段為模擬現有管理模式情境進行專案管理遊戲實驗；第二階段專案管理遊戲實驗，則藉由凍結專案的機制，減少同時開案的數量與任務數量，降低不良多工，改變原有管理方式執行專案實驗遊戲，驗證專案績效改善方案的成效，做為第一階段現有管理模式的對照組，實驗流程圖如圖 8 所示。

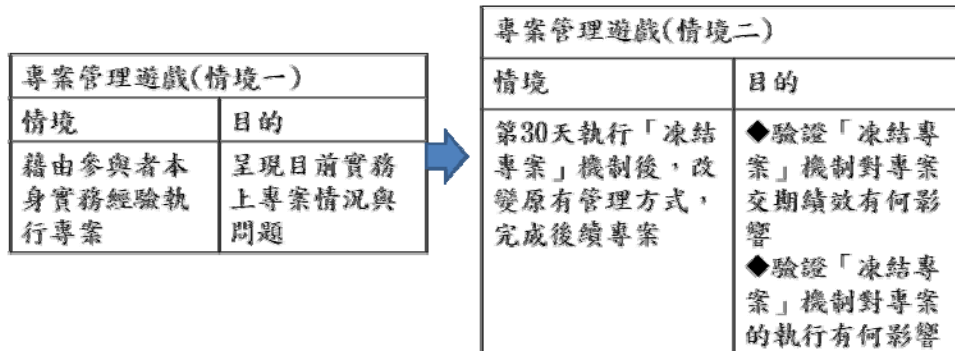


圖 8 實驗流程圖



第一階段專案管理遊戲實驗開始遊戲說明後，會請各組專案經理根據專案優先順序(專案一優先、專案二次之、專案三最後)評估各個專案的完成時間，並告知專案越早完工，對組織競爭力有越大的幫助，並依此評估時間判斷專案是否準時達交，做為專案交期的績效指標。

第一階段專案管理遊戲實驗依照現有管理模式進行專案管理遊戲實驗，此階段實驗讓參與者自由管理三個專案，藉由參與者本身實務上的經驗決定專案如何運作，得到現行專案管理模式的執行績效；此外在第一階段遊戲實驗第三十天時，先行記錄所有任務的狀態，做為第二階段實驗初始數據。

第二階段專案管理遊戲實驗為驗證 Goldratt 博士所提出的「凍結專案」機制對專案績效改善之成效。此階段沿用第一階段之實驗數據，在實驗第三十天時，執行「凍結專案」機制，將執行中的任務凍結，在完成凍結專案的手續後，要求改變原有管理方式，依照關鍵鏈專案管理方式執行專案實驗遊戲，使每個資源都專注執行單一指派任務。執行方式為當任務經理擁有閒置的資源時，必須舉手告之專案經理，而專案經理指派任務的優先順序為專案一優先、專案二次之、專案三最後，當單一專案同時有兩個任務可以進行指派時，優先指派完成路徑較長的任務；當前優先的任務還無法進行時，則可先行執行下一優先順序的任務，等當前優先的任務可執行時，則立即轉執行優先之任務。

隨著實驗的進行，當第二個專案的起始資源被第一個專案使用結束，則可以開始進行解凍第二個專案的作業，並利用相同步驟依序解凍第三個專案，當現有專案執行完成則可以進行釋放新專案的作業。藉由凍結專案、專注於單一任務、避免不良多工的管理方式，可得到第二階段專案管理遊戲實驗的專案執行績效，並驗證「凍結專案」機制是否可以藉由減少執行中的專案數量與任務數量，快速減少不良多工的情況，達到快速改善交期績效的目的。

本篇論文主要針對不良多工對於專案績效的改善進行分析研究，對於任務的緩衝設置與緩衝管理並未設計進遊戲中，由於實驗設計的限制，無法明顯呈現集中所有資源，全力配合單一任務執行，加速專案完成的情況，此為未來可加強改善的研究方向。

## 四、實驗數據分析

本章針對所蒐集的各組實驗組數據進行分析，探討藉由 TOC 專案管理方式配合「凍結專案」機制對專案交期績效的影響。運用統計方法驗證是否可有效減少不良管理方式所引起的不良多工、任務優先順序混亂等問題，並驗證「凍結專案」機制是否可有效改善專案交期績效。

本研究邀請業界人士進行專案管理遊戲，總計蒐集 48 組數據，詳細實驗數據紀錄於附錄三與附錄四中(附錄三為第一階段專案管理遊戲實驗數據；附錄四為第二階段專案管理遊戲實驗數據)，本實驗數據格式依照實驗類別進行分類，所蒐集之數據如下所列：

- (1) 專案預估完成時間：參與者評估三個專案可完成時間
- (2) 專案完成時間：參與者實際執行三個專案的完成時間
- (3) 專案開案日期：參與者執行的專案開案時間
- (4) 專案完成前置時間：各專案執行所經歷的遊戲天數
- (5) 任務平均時間：參與者藉由抽籤決定的任務完成所需時間
- (6) 不良多工延長的時間：因不良多工導致任務完成時間延長
- (7) 做錯優先順序任務數：影響專案執行時間的「任務優先順序錯誤」任務數量
- (8) 專案交期績效：專案於預估完成時間內完成的機率
- (9) 整體交期績效：三個專案交期績效平均
- (10) 改善比例：各專案完成前置時間改善比例

## 4.1 各組數據分析

第一階段專案管理遊戲實驗呈現實務上專案情況與問題，數據如表 1 所示，我們可以看出三個專案的平均完成時間都超過預估的完成時間。藉由比較原始評估的專案完成時間，專案一的達交率為 22.92%；專案二的達交率為 22.92%；專案三的達交率為 29.17%，整體達交率為 25%，可以發現專案的交期績效並不佳，這與實務上專案的情況相符合。

表 1 實務專案情況與問題數據

|    | 專案分類 | 預估完成時間  | 專案完成時間  | 開案日期 | 專案完成前置時間 | 任務平均時間 | 提前開案 | 不良多工(延長時間) | 做錯優先順序任務數 | 專案交期績效 | 整體交期績效 |
|----|------|---------|---------|------|----------|--------|------|------------|-----------|--------|--------|
| 平均 | 1    | 66.938  | 76.479  | 1.1  | 75.375   | 7.984  | -0.1 | 47.771     | 9.0       | 0.229  | 0.2500 |
|    | 2    | 88.521  | 97.688  | 8.35 | 89.333   | 8.063  | 8.6  | 71.583     |           | 0.229  |        |
|    | 3    | 102.521 | 109.708 | 19.8 | 89.917   | 7.832  | 20.9 | 71.938     |           | 0.291  |        |

為了驗證 Goldratt 博士針對專案管理所提出的凍結專案機制是否可快速改善專案交期績效，我們將參與實驗的 48 組數據(附錄三，表 23)，根據專案交期績效進行分類：

- (1) 高交期績效：專案交期績效為 1 (組別：7、13、26)。
- (2) 中交期績效：專案交期績效為 0.667 (組別：18、35)。
- (3) 低交期績效：專案交期績效為 0.33 以下 (其餘組別)。

我們藉由分析不同交期績效表現的實驗組專案執行數據，驗證我們所提出的假設。

首先我們先探討「高交期績效」類別，在此類別的組別有第 7、13、26 組。由表 2 與表 3，可以發現此類別的三組資料，在執行凍結專案機制後，不良多工(延長時間)與做錯優先順序任務數都有效降低，而專案完成時間與專案完成前置時間雖然互有增減，但整體而言，專案完成時間與專案完成前置時間仍有小幅度改善，專案交期績效仍然維持為 1。

所以，由本類數據可以得知，凍結專案機制執行在原本表現良好的專案上，仍然可以小幅度改善專案完成時間與前置時間，並且維持良好的專案交期績效。

表 2 實務專案執行相關數據(高交期績效)

|    |      | 實務上專案情況與問題 |        |          |            |           |        |        |
|----|------|------------|--------|----------|------------|-----------|--------|--------|
| 組別 | 專案分類 | 預估完成時間     | 專案完成時間 | 專案完成前置時間 | 不良多工(延長時間) | 做錯優先順序任務數 | 專案交期績效 | 整體交期績效 |
| 7  | 1    | 66         | 66     | 65       | 35         | 7         | 1      | 1      |
|    | 2    | 96         | 90     | 86       | 101        |           | 1      |        |
|    | 3    | 104        | 102    | 62       | 33         |           | 1      |        |
| 13 | 1    | 88         | 67     | 66       | 5          | 6         | 1      | 1      |
|    | 2    | 96         | 89     | 80       | 21         |           | 1      |        |
|    | 3    | 104        | 99     | 74       | 0          |           | 1      |        |
| 26 | 1    | 72         | 66     | 65       | 0          | 6         | 1      | 1      |
|    | 2    | 92         | 84     | 73       | 0          |           | 1      |        |
|    | 3    | 104        | 100    | 72       | 0          |           | 1      |        |

表 3 凍結專案執行相關數據(高交期績效)

|    |      | 凍結專案改善專案績效之情況 |        |          |            |           |        |        |
|----|------|---------------|--------|----------|------------|-----------|--------|--------|
| 組別 | 專案分類 | 預估完成時間        | 專案完成時間 | 專案完成前置時間 | 不良多工(延長時間) | 做錯優先順序任務數 | 專案交期績效 | 整體交期績效 |
| 7  | 1    | 66            | 62     | 61       | 14         | 5         | 1      | 1      |
|    | 2    | 96            | 91     | 87       | 29         |           | 1      |        |
|    | 3    | 104           | 103    | 63       | 0          |           | 1      |        |
| 13 | 1    | 88            | 62     | 61       | 0          | 4         | 1      | 1      |
|    | 2    | 96            | 88     | 79       | 0          |           | 1      |        |
|    | 3    | 104           | 95     | 70       | 0          |           | 1      |        |
| 26 | 1    | 72            | 56     | 55       | 0          | 1         | 1      | 1      |
|    | 2    | 92            | 86     | 75       | 0          |           | 1      |        |
|    | 3    | 104           | 101    | 73       | 0          |           | 1      |        |

在「中交期績效」類別，在此類別的組別有第 18、35 組。由表 4 與表 5，可以發現此類別的兩組資料，在執行凍結專案機制後，不良多工(延長時間)、做錯優先順序任務數、專案完成時間、專案完成前置時間都有效降低，此外，第 18 組的專案交期績效因此提升至 1。

由「中交期績效」類別數據可以得知，凍結專案機制運用在中等表現的專案上，可以有效改善不良多工(延長時間)、做錯優先順序任務數、專案完成時間、專案完成前置時間，並有機會在專案交期績效得到進一步的改善。

表 4 實務專案執行相關數據(中交期績效)

|    |      | 實務上專案情況與問題 |        |          |            |           |        |        |
|----|------|------------|--------|----------|------------|-----------|--------|--------|
| 組別 | 專案分類 | 預估完成時間     | 專案完成時間 | 專案完成前置時間 | 不良多工(延長時間) | 做錯優先順序任務數 | 專案交期績效 | 整體交期績效 |
| 18 | 1    | 58         | 64     | 63       | 2          | 4         | 0      | 0.667  |
|    | 2    | 92         | 92     | 71       | 0          |           | 1      |        |
|    | 3    | 104        | 101    | 64       | 0          |           | 1      |        |
| 35 | 1    | 80         | 74     | 73       | 26         | 9         | 1      | 0.667  |
|    | 2    | 104        | 101    | 89       | 11         |           | 1      |        |
|    | 3    | 104        | 124    | 101      | 6          |           | 0      |        |

表 5 凍結專案執行相關數據(中交期績效)

| 組別 | 專案分類 | 預估完成時間 | 專案完成時間 | 專案完成前置時間 | 不良多工(延長時間) | 做錯優先順序任務數 | 專案交期績效 | 整體交期績效 |
|----|------|--------|--------|----------|------------|-----------|--------|--------|
| 18 | 1    | 58     | 57     | 56       | 0          | 0         | 1      | 1      |
|    | 2    | 92     | 87     | 66       | 0          |           | 1      |        |
|    | 3    | 104    | 101    | 64       | 0          |           | 1      |        |
| 35 | 1    | 80     | 65     | 64       | 19         | 4         | 1      | 0.667  |
|    | 2    | 104    | 96     | 84       | 4          |           | 1      |        |
|    | 3    | 104    | 120    | 97       | 0          |           | 0      |        |

最後我們探討「低交期績效」類別，此類別除了高交期績效與中交期績效的組別外，皆屬於低交期績效類別(交期績效為 0.33 或 0)；由於資料數量過多，我們直接參考附錄三、附錄四的表 23 與表 24。我們可以發現此類別的資料，在執行凍結專案機制後，不良多工(延長時間)、做錯優先順序任務數、專案完成時間、專案完成前置時間都有效降低。而專案交期績效部分，在 43 組「低交期績效」組別，改善專案交期績效的組別有 23 組，維持原有水準的組別有 17 組，其中有三組(第 10、42、47 組)反而專案交期績效退步。

我們分析其原因，發現會產生此種情況是因為第 10 組的專案完成優先順序錯誤，而第 42、47 組的原因是由於未遵行專案執行優先順序，在第一階段的遊戲過程中，專案三的專案經理積極的爭取資源，使專案三能夠準時完工，但也因此導致了其他專案的延遲；而在第二階段的遊戲過程中，雖然凍結專案的機制已經降低了未遵行專案執行優先順序的影響，但仍然無法準時在原有預估時間內達交。

由「低交期績效」類別數據可以得知，凍結專案機制運用在表現不佳的專案上，可以有效改善不良多工(延長時間)、做錯優先順序任務數、專案完成時間、專案完成前置時間，並有很大的機會改善專案交期績效。

為了探究「凍結專案」機制改善專案執行績效的原因，我們列出了執行「凍結專案」機制當時的專案情況，如表 6 所示。我們可以看出在第 30 天的凍結專案時間點，專案已有因不良管理方式所引起的不良多工與做錯優先順序等管理問題。為了達到快速改善專案執行績效的目的，我們立即採取「凍結專案」的機制，此時我們可以發現：同時間執行的任務數量，由平均 9.104 件任務數下降至平均 6.021 件任務數；開案狀態的專案數量由 2.667 個專案下降至 2.042 個專案；這是因為在凍結專案後，任務經理所管理的資源都將只有一個任務，而原本同時執行的其他任務都被凍結，同時執行的任務數量與專案數量因此下降，此外，因為不會有不良多工的情況產生，不良多工的任務數量與做錯優先順序數量將降至為零。

表 6 實施「凍結專案」機制時的專案現況

|    | 專案分類 | 不良多工(延長時間) | 不良多工任務數量 | 做錯優先順序任務數 | 凍結前任務數量 | 凍結後任務數量 | 凍結前開案數量 | 凍結後開案數量 |
|----|------|------------|----------|-----------|---------|---------|---------|---------|
| 平均 | 1    | 21.021     | 3.083    | 4.3       | 4.646   | 4.5     | 1.000   | 1.000   |
|    | 2    | 20.771     |          |           | 2.979   | 1.354   | 0.958   | 0.875   |
|    | 3    | 10.083     |          |           | 1.479   | 0.167   | 0.708   | 0.167   |
| 總合 |      | 51.875     |          |           | 9.104   | 6.021   | 2.667   | 2.042   |

由表 7 可以發現，採取「凍結專案」的機制後，不良多工(延長時間)與做錯優先順序任務數量會保持在凍結專案時間點時的狀態，不會有進一步惡化的情形，並且因為同時開案的專案數量減少，組織內資源將可全力支持單一專案的執行，進一步加速專案完成。此外，因為兩次實驗皆是在相同環境情況下執行，所以表 7 與表 1 中的預估完成時間、任務平均時間、開案日期皆相同。

表 7 凍結專案改善專案績效之情況

|    | 專案分類 | 預估完成時間  | 專案完成時間  | 開案日期 | 專案完成前置時間 | 任務平均時間 | 提前開案 | 不良多工(延長時間) | 做錯優先順績任務數 | 專案交期績效 | 整體交期績效 | 改善比例  |
|----|------|---------|---------|------|----------|--------|------|------------|-----------|--------|--------|-------|
| 平均 | 1    | 66.938  | 65.833  | 1.1  | 64.729   | 7.984  | -0.1 | 21.021     | 4.3       | 0.521  | 0.417  | 1.165 |
|    | 2    | 88.521  | 90.75   | 8.35 | 82.396   | 8.063  | 8.6  | 20.771     |           | 0.438  |        | 1.086 |
|    | 3    | 102.521 | 106.938 | 19.8 | 87.146   | 7.832  | 20.9 | 10.083     |           | 0.292  |        | 1.035 |

由前面的資料，我們可以得知「凍結專案」機制對不同交期績效表現的實驗組改善的影響。

而「凍結專案」機制對專案整體表現的影響，我們可以從表 7「凍結專案改善專案績效之情況」中發現，採用「凍結專案」機制後各專案的改善情況：專案一的不良多工延長時間由 47.77 天下降至 21.021 天，專案完成前置時間由 75.38 天下降至 64.73 天，專案交期績效由 22.92% 提升至 52.08%；專案二的不良多工延長時間由 71.58 天下降至 20.771 天，專案完成前置時間由 89.33 天下降至 82.40 天，專案交期績效由 22.92% 提升至 43.75%；專案三的不良多工延長時間由 71.94 天下降至 10.083 天，專案完成前置時間由 89.92 天下降至 87.15 天，專案交期績效持平。整體績效由 25% 提升至 41.67%，而不良多工的任務數與所延長時間則在凍結專案機制後，不再增加，詳細比較資料如表 8 所示。

由上面的數據資料，我們可以瞭解「凍結專案」的機制並配合關鍵鏈專案管理的方式執行專案，可有效減少不良多工，快速改善專案執行績效，減少專案完成的前置時間。

表 8 實務上專案情況與凍結專案後情況比較

| 實驗分類    | 專案完成時間 |       |        | 專案完成前置時間 |       |       | 不良多工(延長時間) |       |       | 專案交期績效 |        |        | 整體交期績效 |
|---------|--------|-------|--------|----------|-------|-------|------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
|         | 專案一    | 專案二   | 專案三    | 專案一      | 專案二   | 專案三   | 專案一        | 專案二   | 專案三   | 專案一    | 專案二    | 專案三    |        |
| 實務上專案情況 | 76.48  | 97.69 | 109.71 | 75.38    | 89.33 | 89.92 | 47.77      | 71.58 | 71.94 | 22.92% | 22.92% | 29.17% | 25.00% |
| 凍結專案後   | 65.83  | 90.75 | 106.94 | 64.73    | 82.4  | 87.15 | 21.02      | 20.77 | 10.08 | 52.08% | 43.75% | 29.17% | 41.67% |
| 比例      | 0.861  | 0.929 | 0.975  | 0.859    | 0.922 | 0.969 | 0.440      | 0.290 | 0.140 | 2.272  | 1.909  | 1      | 1.667  |

## 4.2 統計分析結果

由上述的數據可以看出：經由「凍結專案」的機制後，無論是專案交期績效或是專案完成前置時間，都改善了許多；而做錯優先順序任務數量、不良多工的狀態也因「凍結專案」的機制保持在凍結專案時間點時的狀態；不良多工延長任務時間的影響降低很多，雖然我們可以由數據看到這些結果，但卻缺乏有力的方法來印證，故本章節藉由統計方法來分析結果。

首先我們驗證「凍結專案」的機制對於「不良多工延長時間、專案完成前置時間、專案完成時間、專案交期績效」這四方面的影響，也就是比較「凍結專案改善專案績效之情況」與「實務上專案情況與問題」兩種情境執行結果是否具有顯著差異。假如統計分析結果為具有顯著差異，表示「凍結專案」的機制對於執行結果具有顯著影響，則我們必須判斷「凍結專案」的機制對於執行結果是具有何種影響；若統計分析結果無顯著差異，則表示「凍結專案」的機制對於執行結果無任何影響，而本研究分別以三個專案進行比較與統計分析。

本研究利用 STATISTICA 中的 T-test Dependent Samples 做為統計分析工具，因為每一實驗組都會進行情境一與情境二兩種情境的實驗，我們在相同的實驗組進行情境一與情境二的比較，故將情境一與情境二視為兩個具有相依性的群體，進行 T-test Dependent Samples 檢定。

由表 9 至表 11 的統計分析表，可以發現三個專案的不良多工延長時間都具有顯著差異，並且情境二的不良多工延長時間平均數皆比情境一的平均數低，表示「凍結專案」的機制對於不良多工造成的延長時間具有顯著影響，可以有效降低不良多工造成的任務時間延長的問題。

表 9 專案一不良多工延長時間統計分析表

| Variable | T-test for Dependent Samples (專案一不良多工延長時間) |          |    |          |               |          |    |          |
|----------|--|----------|----|----------|---------------|----------|----|----------|
|          | Mean                                       | Std.Dv.  | N  | Diff.    | Std.Dv. Diff. | t        | df | p        |
| 情境一      | 47.77083                                   | 34.80538 |    |          |               |          |    |          |
| 情境二      | 12.70833                                   | 7.79787  | 48 | 35.06250 | 32.00093      | 7.591032 | 47 | 0.000000 |



表 10 專案二不良多工延長時間統計分析表

| T-test for Dependent Samples (專案二不良多工延長時間)         |          |          |    |          |               |          |    |          |
|--|----------|----------|----|----------|---------------|----------|----|----------|
| Marked differences are significant at $p < .05000$ |          |          |    |          |               |          |    |          |
| Variable   | Mean     | Std.Dv.  | N  | Diff.    | Std.Dv. Diff. | t        | df | p        |
| 情境一  | 71.58333 | 43.49069 |    |          |               |          |    |          |
| 情境二  | 8.39583  | 8.25328  | 48 | 63.18750 | 40.83420      | 10.72081 | 47 | 0.000000 |

表 11 專案三不良多工延長時間統計分析表

| T-test for Dependent Samples (專案三不良多工延長時間)         |          |          |    |          |               |          |    |          |
|--|----------|----------|----|----------|---------------|----------|----|----------|
| Marked differences are significant at $p < .05000$ |          |          |    |          |               |          |    |          |
| Variable   | Mean     | Std.Dv.  | N  | Diff.    | Std.Dv. Diff. | t        | df | p        |
| 情境一  | 71.93750 | 52.03452 |    |          |               |          |    |          |
| 情境二  | 3.54167  | 5.83080  | 48 | 68.39583 | 50.20203      | 9.439064 | 47 | 0.000000 |

由表 12 至表 14 的統計分析表，可以發現三個專案的專案完成前置時間都具有顯著差異，並且情境二的專案完成前置時間平均數皆比情境一的平均數低，表示「凍結專案」的機制對於專案完成前置時間具有顯著影響，可以有效縮短專案完成前置時間。

表 12 專案一專案完成前置時間統計分析表

| T-test for Dependent Samples (專案一專案前置時間)           |          |          |    |          |               |          |    |          |
|--|----------|----------|----|----------|---------------|----------|----|----------|
| Marked differences are significant at $p < .05000$ |          |          |    |          |               |          |    |          |
| Variable   | Mean     | Std.Dv.  | N  | Diff.    | Std.Dv. Diff. | t        | df | p        |
| 情境一  | 75.37500 | 8.729078 |    |          |               |          |    |          |
| 情境二  | 64.72917 | 5.708298 | 48 | 10.64583 | 6.282328      | 11.74031 | 47 | 0.000000 |

表 13 專案二專案完成前置時間統計分析表

| T-test for Dependent Samples (專案二專案前置時間)           |          |          |    |          |               |          |    |          |
|--|----------|----------|----|----------|---------------|----------|----|----------|
| Marked differences are significant at $p < .05000$ |          |          |    |          |               |          |    |          |
| Variable   | Mean     | Std.Dv.  | N  | Diff.    | Std.Dv. Diff. | t        | df | p        |
| 情境一  | 89.33333 | 10.36429 |    |          |               |          |    |          |
| 情境二  | 82.39583 | 7.53358  | 48 | 6.937500 | 8.101500      | 5.932779 | 47 | 0.000000 |

表 14 專案三專案完成前置時間統計分析表

| T-test for Dependent Samples (專案三專案前置時間)           |          |          |    |          |               |          |    |          |
|--|----------|----------|----|----------|---------------|----------|----|----------|
| Marked differences are significant at $p < .05000$ |          |          |    |          |               |          |    |          |
| Variable   | Mean     | Std.Dv.  | N  | Diff.    | Std.Dv. Diff. | t        | df | p        |
| 情境一  | 89.91667 | 15.38420 |    |          |               |          |    |          |
| 情境二  | 87.14583 | 15.65314 | 48 | 2.770833 | 5.543789      | 3.462775 | 47 | 0.001150 |

由表 15 至表 17 的統計分析表，可以發現三個專案的專案完成時間都具有顯著差異，並且情境二的專案完成時間平均數皆比情境一的平均數低，表示「凍結專案」的機制對於專案完成時間具有顯著影響，可以有效縮短專案完成時間。

表 15 專案一專案完成時間統計分析表

| T-test for Dependent Samples (專案一完成時間)             |          |          |    |          |               |          |    |          |
|--|----------|----------|----|----------|---------------|----------|----|----------|
| Marked differences are significant at $p < .05000$ |          |          |    |          |               |          |    |          |
| Variable   | Mean     | Std.Dv.  | N  | Diff.    | Std.Dv. Diff. | t        | df | p        |
| 情境一  | 76.47917 | 8.850988 |    |          |               |          |    |          |
| 情境二  | 65.83333 | 5.893860 | 48 | 10.64583 | 6.282328      | 11.74031 | 47 | 0.000000 |

表 16 專案二專案完成時間統計分析表

| T-test for Dependent Samples (專案二完成時間)             |          |          |    |          |               |          |    |          |
|--|----------|----------|----|----------|---------------|----------|----|----------|
| Marked differences are significant at $p < .05000$ |          |          |    |          |               |          |    |          |
| Variable   | Mean     | Std.Dv.  | N  | Diff.    | Std.Dv. Diff. | t        | df | p        |
| 情境一  | 97.68750 | 8.034914 |    |          |               |          |    |          |
| 情境二  | 90.75000 | 4.961554 | 48 | 6.937500 | 8.101500      | 5.932779 | 47 | 0.000000 |

表 17 專案三專案完成時間統計分析表

| T-test for Dependent Samples (專案三完成時間)             |          |          |    |          |               |          |    |          |
|--|----------|----------|----|----------|---------------|----------|----|----------|
| Marked differences are significant at $p < .05000$ |          |          |    |          |               |          |    |          |
| Variable   | Mean     | Std.Dv.  | N  | Diff.    | Std.Dv. Diff. | t        | df | p        |
| 情境一  | 109.7083 | 7.890092 |    |          |               |          |    |          |
| 情境二  | 106.9375 | 7.194579 | 48 | 2.770833 | 5.543789      | 3.462775 | 47 | 0.001150 |

由表 18 至表 20 的統計分析表，可以發現專案一與專案二的專案交期績效具有顯著差異，並且情境二的專案交期績效平均數比情境一的平均數高，表示「凍結專案」的機制對專案一與專案二的專案交期績效具有顯著影響，可以有效提升專案交期績效，提高達交率。

而專案三的專案交期績效沒有顯著差異，表示「凍結專案」的機制對專案三的專案交期績效沒有顯著影響，無法提高專案三的專案交期績效。主要原因是因為初始訂定的交期太過樂觀，導致即使專案三的專案完成前置時間與專案完成時間有所改善，而交期績效仍然不佳。在此種情況下，藉由「凍結專案」的機制，我們仍然可以以較佳的專案完成時間與前置時間取得競爭優勢。

表 18 專案一交期績效統計分析表

| T-test for Dependent Samples (專案一交期績效)           |          |          |    |           |                  |          |    |          |
|--|----------|----------|----|-----------|------------------|----------|----|----------|
| Marked differences are significant at p < .05000 |          |          |    |           |                  |          |    |          |
| Variable   | Mean     | Std.Dv.  | N  | Diff.     | Std.Dv.<br>Diff. | t        | df | p        |
| 情境一  | 0.229167 | 0.424744 |    |           |                  |          |    |          |
| 情境二  | 0.520833 | 0.504852 | 48 | -0.291667 | 0.459340         | -4.39920 | 47 | 0.000062 |

表 19 專案二交期績效統計分析表

| T-test for Dependent Samples (專案二交期績效)           |          |          |    |           |                  |          |    |          |
|--|----------|----------|----|-----------|------------------|----------|----|----------|
| Marked differences are significant at p < .05000 |          |          |    |           |                  |          |    |          |
| Variable   | Mean     | Std.Dv.  | N  | Diff.     | Std.Dv.<br>Diff. | t        | df | p        |
| 情境一  | 0.229167 | 0.424744 |    |           |                  |          |    |          |
| 情境二  | 0.437500 | 0.501328 | 48 | -0.208333 | 0.410414         | -3.51688 | 47 | 0.000979 |

表 20 專案三交期績效統計分析表

| T-test for Dependent Samples (專案三交期績效)           |          |          |    |          |                  |          |    |          |
|--|----------|----------|----|----------|------------------|----------|----|----------|
| Marked differences are significant at p < .05000 |          |          |    |          |                  |          |    |          |
| Variable   | Mean     | Std.Dv.  | N  | Diff.    | Std.Dv.<br>Diff. | t        | df | p        |
| 情境一  | 0.291667 | 0.459340 |    |          |                  |          |    |          |
| 情境二  | 0.291667 | 0.459340 | 48 | 0.000000 | 0.412568         | 0.000000 | 47 | 1.000000 |



# 五、結論與後續研究之建議

## 5.1 結論

本研究目的為驗證 Goldratt 博士針對專案管理績效改善所提出的凍結專案機制是否可快速有效改善專案交期績效。本研究藉由模擬實務情境的專案管理遊戲實驗，邀請實驗參與者以本身專案的實務經驗進行專案管理遊戲，藉由數據分析的結果，驗證 Goldratt 博士所提出的假設。

經由實驗分析，我們認為「凍結專案」的機制與關鍵鏈專案管理，可有效減少執行的專案數量與任務數量，達到降低不良多工的目的。由於凍結專案的機制可以使不良多工所延長的時間與做錯優先順序任務數將保持在凍結專案時間點時的狀態，使凍結專案前的不良多工的影響歸零。之後改變原有的管理方法，藉由 CCPM 的管理方式保持無不良行為的狀態，因為同時開案的專案數量減少，組織內資源將可全力支持單一專案的執行，進一步加速專案完成，快速改善了執行中的專案交期績效。

## 5.2 後續研究

本研究藉由專案管理遊戲實驗進行驗證，但在遊戲的設計上仍有改善的空間，如：本研究所使用的專案管理遊戲，其設定資源皆為單一項資源，並無法在實驗過程中有效呈現凍結專案後，集中所有資源加速完成專案的情況。此外，本研究主要針對不良多工對專案績效的改善進行分析研究，但在實務上仍有許多管理問題等待驗證解決，包括帕金森症候狀、學生症候狀等，在未來可以針對這些管理問題進行分析研究。而本研究雖以參與者實際參與執行專案管理實驗，但仍缺乏真實案例支持，後續研究可進一步以實際案例進行分析探討。

## 參考文獻

1. Bregman, R.L., “Preemptive Expediting to Improve Project Due Date Performance.”, Journal of the Operational Research Society, Vol.60, pp.120-129, 2009.
2. Elmaghraby, E., et al., “On the Sensitivity of Project Variability to Activity Mean Duration.” International Journal of Production Economics, Vol.62, pp.219-232, 1999.
3. 肯道爾(Kendall, G.I.)，可行願景 (Viable Vision)，黃怡華譯，寶鼎文化，台北市，民國九十五年。
4. Goldratt, E.M., Critical Chain, NY:The North River Press, 1997.
5. Goldratt, E.M., The Strategy and Tactic tree for Projects, Version 4.71, 2007.
6. Goldratt, E.M., Goldratt, A.R., TOC Insights, 2003.
7. 李榮貴、張盛鴻，TOC 限制理論—從有限走向無限，中國生產力中心，台北市，民國九十四年。
8. 李榮貴，「透過 TOC 專案管理方法改善新產品快速上市競爭優勢」，97 年製造管理專題課程講義，國立交通大學工業工程與管理研究所，新竹市，民國九十七年。
9. Goldratt, E. M., “Standing on the Shoulders of Giants”, Gest. Prod. [online], Vol.16, No.3, pp.333-343, 2009.
10. 張豪君，「以實驗驗證影響專案交期績效之主因」，國立交通大學，碩士論文，民國九十八年。
11. Marc, P.L. “Expert System Domain Identification, Evaluation and Project Management A TQM Approach”, International Journal of Quality & Reliability Management, Vol.13, No.3, pp.77-83, 1996.
12. Herman Steyn, “An investigation into the fundamentals of critical chain project scheduling”, International Journal Of Project Management, Vol.19, pp.363-369, August 2001.
13. Gupta, A., Raj, S., Wilemon, D., “A Model for Study R&D-Marketing Interface in the Product Innovation Process”, Journal of Marketing, Vol.50, pp.7-17, April 1986.
14. Sharma, S.，多變量分析 (Applied Multivariate Technique)，呂金河譯，滄海，台中市，民國九十四年。

## 附錄一 多專案專案管理遊戲環境設計

在現實專案環境中，組織內部通常會同時有多個專案在執行，而管理者必須在有限資源的情況下，同時滿足多個專案的需求，為了表現多專案且有限資源的專案環境，本專案實驗將情境設計為多專案環境，如圖 9【10】。

假定組織內部擁有三個專案預備執行，每一個專案都有 7 條路經，每一條路徑都由 1 至 4 個任務所組成，每個任務都必須等其前置任務完成，才可以進行後續作業，如任務 B1 完成後，任務 A1 及任務 C1 才可以開始作業，任務 A2 必須在任務 A1 完成後才可以開始作業，任務 A3、任務 D2、任務 F1、任務 H3 和任務 I2 都完成後，才可以繼續執行任務 A4，而當 A4 任務完工則表示此專案完工。

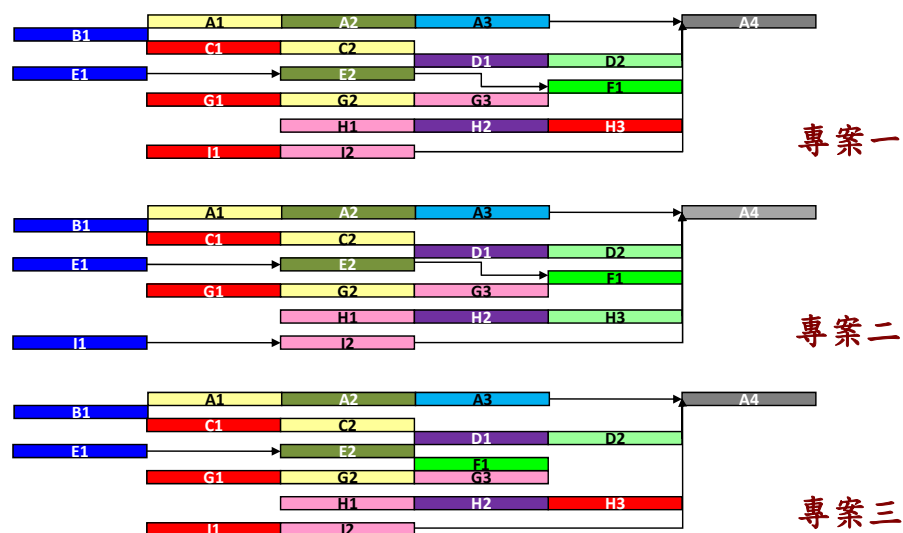


圖 9 多專案環境示意圖

資料來源：張豪君【10】

任務資源的設定部分，我們設定專案環境擁有十個不同資源，如圖 10【10】，並且限制每種資源每天只能夠執行一項任務，來表現出有限資源的情境，而任務所需資源則由任務上的顏色予以限制，不同資源之間無法相互支援，其中，為了模擬現實當專案開案而某些資源尚被其他專案使用中的情況，故額外設計紅色資源必須等到第 9 天才可以開始工作、粉紅色資源則是第 17 天才可以開始工作。

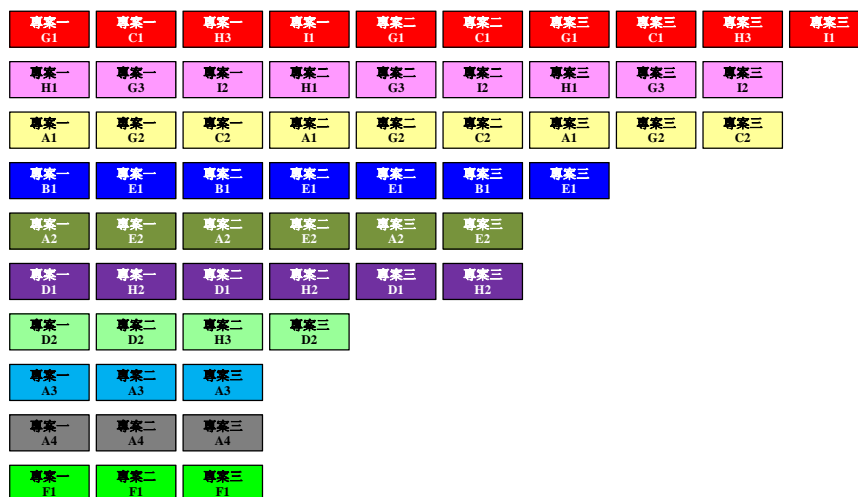


圖 10 資源限制示意圖

資料來源：張豪君【10】

因為現實專案環境的變異會影響到任務完成的時間，變異的程度會反映到任務時間的變化上，若變異越大表示該任務需要更多時間，任務時間也隨之拉長，本實驗設計整體專案任務時間的「平均值」(Mean)為 4，若在沒有變異的環境下，整體專案任務時間的分佈會遵守「高斯分配」(Gaussian distribution)的特性，呈現向中間的集中的趨勢【14】，如圖 11，當在有變異的環境下，任務受到變異的影響後，整體專案任務時間的分配情況呈現右偏分配，並且隨著變異增大，右偏的情況越顯著【8】，藉由控制任務時間的變異，設計實驗任務時間介於 3 天至 12 天之間，其中假設 ABP(Aggressive but possible)(任務完成把握度 50%)時間為 4 天及 HP(Highly possible)(90%任務完成把握度)時間為 8 天，如圖 12，ABP 及 HP 所代表的時間皆已包含安全時間，而整體專案的任務時間分配如表 21。

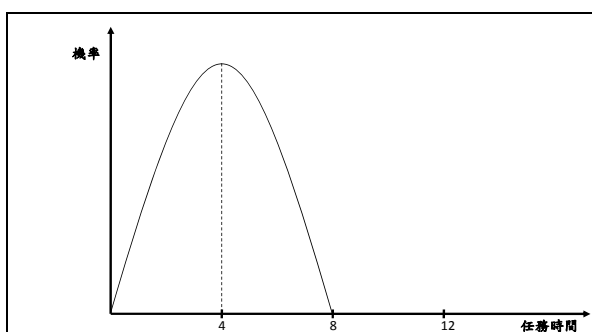


圖 11 無變異環境任務時間分配示意圖  
資料來源：Sharma, S.【14】

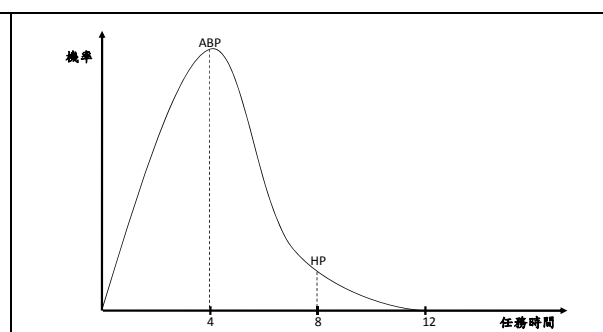


圖 12 變異環境任務時間分配示意圖  
資料來源：李榮貴【8】

表 21 任務時間分配表

|      |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
|------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
| x    | 3   | 4   | 5   | 6   | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   |
| P(x) | 0.1 | 0.4 | 0.2 | 0.1 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.03 | 0.02 | 0.01 |

在本專案環境中，無法在實驗中表現出實務上的「帕金森定律」與「不良多工」兩項問題。帕金森定律是指當工作提早完工卻不提前報告的情況，當管理者在完成任務進度時還保有多餘的安全時間，則下次的承諾交期便可能會以這次報告的時間為基準，為了避免下次的任務安全時間被削減，大部分人會選擇不提前報告，將剩餘的時間浪費殆盡，但在專案實驗裡卻無法呈現這項問題，原因在於專案實驗中，儘管任務的完成天數為隨機產生來符合變異環境的設定，但參與者仍可以事先得知完成此任務所需天數，即使扮演工程師的參與者提早交件，因為事先得知完成此任務所需天數，專案經理並不會削減工程師所評估的安全時間至無法及時完成任務的情況發生，這在實務上是不可能的，而我們不能要求參與者提前完工不報告，這樣會使實驗失去代表性，故本實驗藉由 PM SIM 模擬軟體，將帕金森定律行為的程度以 Error Report 的比例表示，比例越高表示提前不完工的情況越嚴重，藉由模擬軟體直接將帕金森定律行為的影響反應至任務時間上，對整體專案任務時間分配進行修正，當帕金森定律行為的假設加入後，所有專案任務時間皆為被帕金森定律影響後產生的結果，大部分的任務報告完成時間會呈現標準任務時間(8 天)的情況，如圖 13，因此整體任務時間分配如表 22 所示，為了呈現實務上任務完成時間的不確定，我們將藉由抽籤的方式，決定任務所需完成時間，籤筒內任務時間分配同樣為被帕金森定律影響後產生的結果。

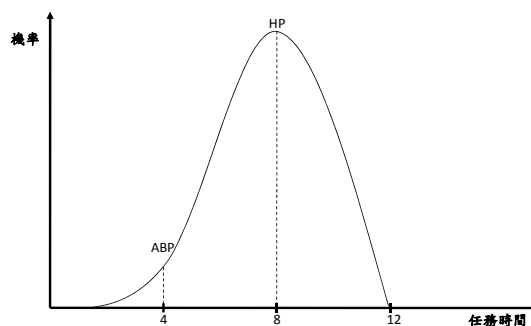


圖 13 帕金森定律影響下之任務時間分配示意圖

資料來源：李榮貴【8】



表 22 任務時間分配表

|      |       |       |      |      |      |     |       |       |      |      |
|------|-------|-------|------|------|------|-----|-------|-------|------|------|
| x    | 3     | 4     | 5    | 6    | 7    | 8   | 9     | 10    | 11   | 12   |
| P(x) | 0.033 | 0.033 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.5 | 0.117 | 0.067 | 0.05 | 0.05 |

不良多工為當多個任務同時需要相同的有限資源，而資源只能平均分配給各任務，使各任務完成時間拉長的情況，在專案管理環境中，資源常常代表著工程師，實務上，每位工程師常常必須同時處理不同專案經理所給予的任務，為了對每一位專案經理負責，工程師只能將時間平均分配給不同專案經理的任務，此種情況會使任務前置時間拉長，但在專案實驗中，資源並不用對專案經理負責，不良多工的情形無法有效呈現，因此根據此種情況，設定當資源手中擁有超過一項任務時，每一任務連續工作三天就必須更換任務；當資源手上只有一項任務，則該資源則不須交換任務，藉由此項限制來呈現不良多工對專案執行的影響。



## 附錄二 專案實驗進行方式

本專案實驗以小組方式進行，每組需要 7 位參與者，參與實驗的 7 人各扮演不同角色，包含：三位「專案經理」(Project Manager)，四位「任務經理」(Task Manager)，三位專案經理各自負責一個專案，必須對各自負責的專案負責，而四位任務經理則各自負責 2 至 3 個資源(負責項目分別為 TM1、TM2、TM3、TM4)，如圖 14【10】所示。

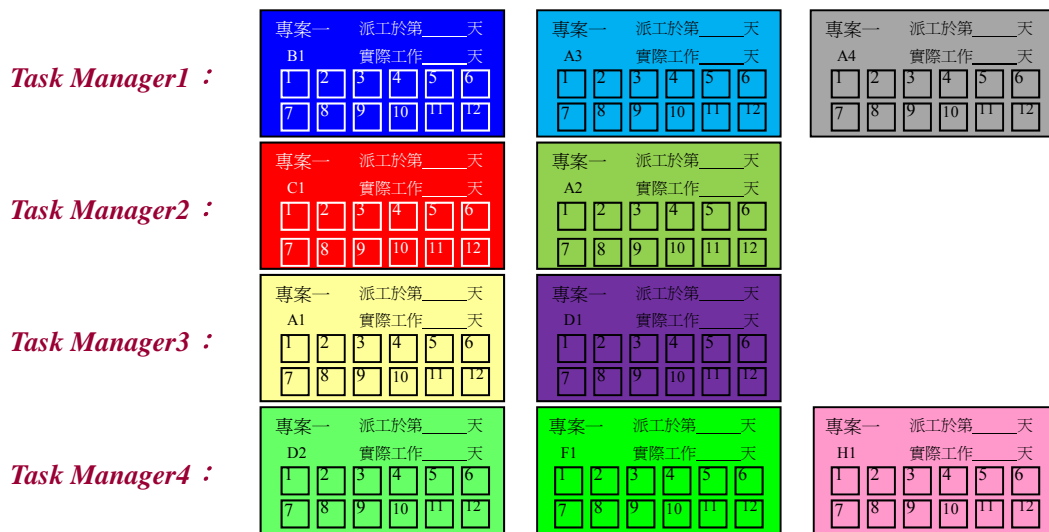


圖 14 任務經理負責資源示意圖

資料來源：張豪君【10】

在專案實驗開始前，遊戲負責人會先說明此專案實驗的假設，並告知實驗參與者專案執行優先順序(專案一優先、專案二次之、專案三最後)，並將化解資源衝突後的專案計畫圖發與專案經理，在專案執行時，專案經理根據自己的實務經驗決定何時指派任務，並隨時監督專案任務的執行進度，當專案進度落後時，可以與任務經理協商，調整自己所負責的專案優先順序。

在本實驗裡，我們利用任務工單卡代表任務，如圖 15 為一任務工單卡，於實驗進行時，專案經理無法事先知道任務的實際工作時間(但可以預期為 8 天)，當專案經理將任務指派給任務經理時，必須先抽籤得到此任務實際所需完成時間。

|                |   |   |    |    |    |
|----------------|---|---|----|----|----|
| 專案1 抽籤天數 ___ 天 |   |   |    |    |    |
| B1 派工於第 ___ 天  |   |   |    |    |    |
| 1              | 2 | 3 | 4  | 5  | 6  |
| 7              | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |

圖 15 任務工單卡

任務經理的職責為在專案實驗進行的每一天中，確實填寫手上的任務工單卡，注意單一資源一天只能填寫一張任務工單卡，並在手上有超過一項任務時，每一任務連續工作三天就必須更換，當任務工單卡填滿空格表示任務完工，當任務完工後將工單卡交還給所負責之專案經理，專案經理拿到完成的任務工單卡後放回專案計畫圖上，並於完工當日便可繼續指派其後續任務，專案實驗持續至三個專案完成後結束，實驗流程如圖 16。

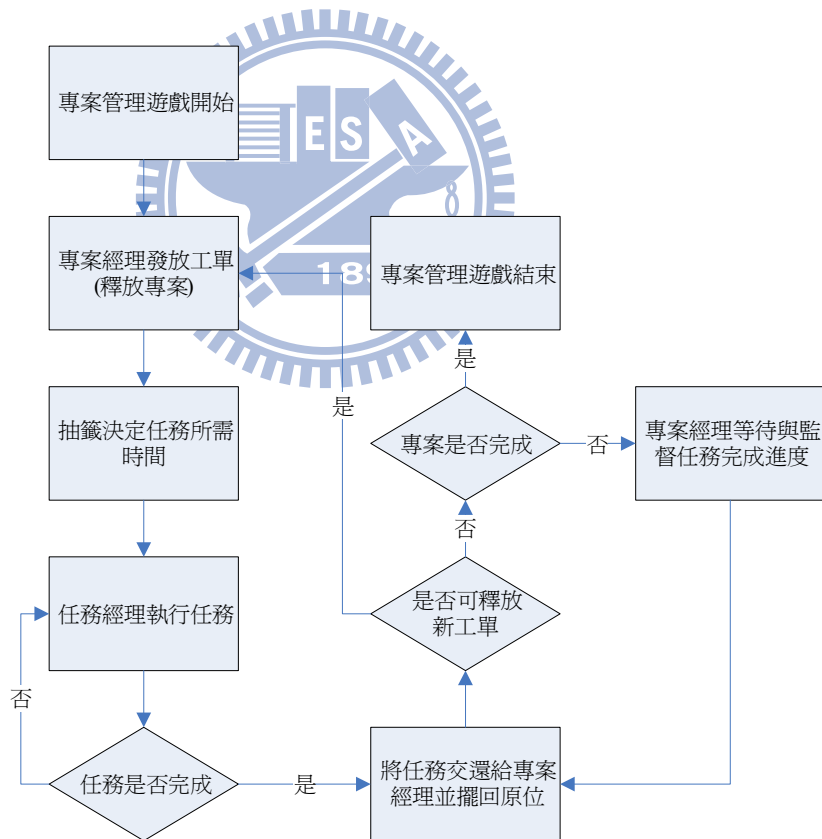


圖 16 專案遊戲實驗流程

### 附錄三 實務上專案情況與問題記錄表

表 23 實務上專案情況與問題記錄表

| 組別 | 專案分類 | 實務上專案情況與問題 |        |      |          |        |      |            |               |            |            |
|----|------|------------|--------|------|----------|--------|------|------------|---------------|------------|------------|
|    |      | 預估完成時間     | 專案完成時間 | 開案日期 | 專案完成前置時間 | 任務平均時間 | 提前開案 | 不良多工(延長時間) | 做錯優先順序<br>任務數 | 專案交期<br>績效 | 整體交期<br>績效 |
| 1  | 1    | 60         | 75     | 1    | 74       | 7.90   | 0    | 32         | 11            | 0          | 0.000      |
|    | 2    | 90         | 105    | 18   | 87       | 8.35   | 0    | 50         |               | 0          |            |
|    | 3    | 104        | 113    | 21   | 92       | 7.75   | 26   | 59         |               | 0          |            |
| 2  | 1    | 60         | 65     | 1    | 64       | 7.80   | 0    | 2          | 4             | 0          | 0.000      |
|    | 2    | 90         | 94     | 17   | 77       | 8.25   | 0    | 8          |               | 0          |            |
|    | 3    | 104        | 115    | 43   | 72       | 7.95   | 0    | 0          |               | 0          |            |
| 3  | 1    | 60         | 72     | 1    | 71       | 7.65   | 0    | 16         | 12            | 0          | 0.000      |
|    | 2    | 90         | 96     | 10   | 86       | 8.45   | 8    | 25         |               | 0          |            |
|    | 3    | 104        | 106    | 18   | 88       | 7.85   | 26   | 23         |               | 0          |            |
| 4  | 1    | 60         | 93     | 1    | 92       | 7.80   | 0    | 117        | 13            | 0          | 0.000      |
|    | 2    | 90         | 108    | 7    | 101      | 8.25   | 9    | 167        |               | 0          |            |
|    | 3    | 104        | 124    | 4    | 120      | 7.95   | 39   | 76         |               | 0          |            |
| 5  | 1    | 60         | 77     | 1    | 76       | 8.1    | 0    | 37         | 10            | 0          | 0.000      |
|    | 2    | 90         | 100    | 4    | 96       | 7.8    | 13   | 65         |               | 0          |            |
|    | 3    | 104        | 111    | 16   | 95       | 7.7    | 35   | 59         |               | 0          |            |
| 6  | 1    | 60         | 81     | 1    | 80       | 8.15   | 0    | 94         | 11            | 0          | 0.000      |
|    | 2    | 90         | 99     | 4    | 95       | 7.45   | 13   | 105        |               | 0          |            |
|    | 3    | 104        | 111    | 10   | 101      | 8.4    | 30   | 104        |               | 0          |            |
| 7  | 1    | 66         | 66     | 1    | 65       | 8.2    | 0    | 35         | 7             | 1          | 1.000      |
|    | 2    | 96         | 90     | 4    | 86       | 8.1    | 14   | 101        |               | 1          |            |
|    | 3    | 104        | 102    | 40   | 62       | 7.45   | 3    | 33         |               | 1          |            |
| 8  | 1    | 60         | 73     | 1    | 72       | 7.95   | 0    | 54         | 10            | 0          | 0.000      |
|    | 2    | 80         | 104    | 12   | 92       | 7.8    | 7    | 114        |               | 0          |            |
|    | 3    | 104        | 116    | 14   | 102      | 8.25   | 30   | 170        |               | 0          |            |
| 9  | 1    | 60         | 66     | 1    | 65       | 7.25   | 0    | 38         | 8             | 0          | 0.000      |
|    | 2    | 90         | 92     | 16   | 76       | 8.8    | 0    | 27         |               | 0          |            |
|    | 3    | 104        | 105    | 34   | 71       | 7.65   | 8    | 37         |               | 0          |            |
| 10 | 1    | 64         | 79     | 1    | 78       | 8.35   | 0    | 60         | 16            | 0          | 0.333      |
|    | 2    | 80         | 104    | 3    | 101      | 7.9    | 11   | 52         |               | 0          |            |
|    | 3    | 96         | 92     | 11   | 81       | 7.6    | 27   | 58         |               | 1          |            |
| 11 | 1    | 80         | 80     | 1    | 79       | 7.95   | 0    | 31         | 14            | 1          | 0.333      |

|    |   |     |     |    |     |      |    |     |    |   |       |
|----|---|-----|-----|----|-----|------|----|-----|----|---|-------|
|    | 2 | 90  | 106 | 4  | 102 | 8.5  | 11 | 73  |    | 0 |       |
|    | 3 | 104 | 113 | 12 | 101 | 7.85 | 31 | 86  |    | 0 |       |
| 12 | 1 | 52  | 77  | 1  | 76  | 7.85 | 0  | 90  | 9  | 0 | 0.000 |
|    | 2 | 76  | 99  | 4  | 95  | 8.3  | 13 | 131 |    | 0 |       |
|    | 3 | 90  | 107 | 7  | 100 | 8.25 | 32 | 149 |    | 0 |       |
| 13 | 1 | 88  | 67  | 1  | 66  | 8    | 0  | 5   | 6  | 1 | 1.000 |
|    | 2 | 96  | 89  | 9  | 80  | 8.15 | 8  | 21  |    | 1 |       |
|    | 3 | 104 | 99  | 25 | 74  | 7.7  | 14 | 0   |    | 1 |       |
| 14 | 1 | 60  | 76  | 1  | 75  | 8.3  | 0  | 14  | 6  | 0 | 0.333 |
|    | 2 | 92  | 87  | 13 | 74  | 8.1  | 12 | 41  |    | 1 |       |
|    | 3 | 104 | 121 | 25 | 96  | 8.2  | 24 | 25  |    | 0 |       |
| 15 | 1 | 64  | 78  | 1  | 77  | 8.15 | 0  | 21  | 9  | 0 | 0.333 |
|    | 2 | 90  | 94  | 4  | 90  | 7.9  | 17 | 35  |    | 0 |       |
|    | 3 | 104 | 104 | 5  | 99  | 7.15 | 36 | 24  |    | 1 |       |
| 16 | 1 | 65  | 77  | 1  | 76  | 8.05 | 0  | 58  | 8  | 0 | 0.333 |
|    | 2 | 85  | 92  | 4  | 88  | 8.05 | 17 | 86  |    | 0 |       |
|    | 3 | 104 | 103 | 33 | 70  | 7.15 | 10 | 37  |    | 1 |       |
| 17 | 1 | 90  | 88  | 1  | 87  | 7.65 | 0  | 66  | 13 | 1 | 0.333 |
|    | 2 | 90  | 102 | 4  | 98  | 8.3  | 9  | 88  |    | 0 |       |
|    | 3 | 100 | 108 | 9  | 99  | 6.75 | 26 | 67  |    | 0 |       |
| 18 | 1 | 58  | 64  | 1  | 63  | 7.6  | 0  | 2   | 4  | 0 | 0.667 |
|    | 2 | 92  | 92  | 21 | 71  | 7.4  | 0  | 0   |    | 1 |       |
|    | 3 | 104 | 101 | 37 | 64  | 8.4  | 4  | 0   |    | 1 |       |
| 19 | 1 | 66  | 77  | 1  | 76  | 8.35 | 0  | 20  | 10 | 0 | 0.333 |
|    | 2 | 88  | 110 | 7  | 103 | 8.4  | 10 | 12  |    | 0 |       |
|    | 3 | 104 | 95  | 37 | 58  | 7.6  | 8  | 8   |    | 1 |       |
| 20 | 1 | 60  | 68  | 1  | 67  | 7.45 | 0  | 6   | 4  | 0 | 0.333 |
|    | 2 | 92  | 92  | 14 | 78  | 7.95 | 0  | 23  |    | 1 |       |
|    | 3 | 96  | 103 | 35 | 68  | 6.8  | 0  | 10  |    | 0 |       |
| 21 | 1 | 56  | 90  | 1  | 89  | 7.9  | 0  | 42  | 9  | 0 | 0.333 |
|    | 2 | 88  | 97  | 4  | 93  | 8.1  | 8  | 64  |    | 0 |       |
|    | 3 | 104 | 100 | 14 | 86  | 7.8  | 19 | 78  |    | 1 |       |
| 22 | 1 | 78  | 77  | 3  | 74  | 8.2  | -2 | 72  | 10 | 1 | 0.333 |
|    | 2 | 90  | 95  | 1  | 94  | 8.3  | 16 | 127 |    | 0 |       |
|    | 3 | 100 | 111 | 5  | 106 | 7.65 | 28 | 64  |    | 0 |       |
| 23 | 1 | 64  | 78  | 1  | 77  | 8.5  | 0  | 63  | 8  | 0 | 0.000 |
|    | 2 | 88  | 100 | 4  | 96  | 8.15 | 13 | 132 |    | 0 |       |

|    |   |     |     |    |     |      |    |     |    |   |       |
|----|---|-----|-----|----|-----|------|----|-----|----|---|-------|
|    | 3 | 104 | 111 | 9  | 102 | 8    | 32 | 158 |    | 0 |       |
| 24 | 1 | 68  | 73  | 1  | 72  | 7.65 | 0  | 47  | 9  | 0 | 0.333 |
|    | 2 | 92  | 97  | 8  | 89  | 8.8  | 5  | 107 |    | 0 |       |
|    | 3 | 104 | 103 | 12 | 91  | 7.85 | 28 | 75  |    | 1 |       |
| 25 | 1 | 80  | 102 | 1  | 101 | 8.35 | 0  | 183 | 13 | 0 | 0.000 |
|    | 2 | 90  | 97  | 9  | 88  | 7.55 | 13 | 127 |    | 0 |       |
|    | 3 | 100 | 107 | 4  | 103 | 7.65 | 42 | 174 |    | 0 |       |
| 26 | 1 | 72  | 66  | 1  | 65  | 7.95 | 0  | 0   | 6  | 1 | 1.000 |
|    | 2 | 92  | 84  | 11 | 73  | 7.9  | 0  | 0   |    | 1 |       |
|    | 3 | 104 | 100 | 28 | 72  | 7.4  | 8  | 0   |    | 1 |       |
| 27 | 1 | 70  | 62  | 1  | 61  | 8.25 | 0  | 7   | 2  | 1 | 0.333 |
|    | 2 | 80  | 100 | 11 | 89  | 8.4  | 6  | 53  |    | 0 |       |
|    | 3 | 90  | 113 | 46 | 67  | 7.55 | 0  | 43  |    | 0 |       |
| 28 | 1 | 70  | 73  | 1  | 72  | 8.4  | 0  | 57  | 8  | 0 | 0.333 |
|    | 2 | 90  | 89  | 4  | 85  | 7.05 | 10 | 107 |    | 1 |       |
|    | 3 | 100 | 110 | 12 | 98  | 7.4  | 17 | 76  |    | 0 |       |
| 29 | 1 | 68  | 73  | 1  | 72  | 7.85 | 0  | 58  | 9  | 0 | 0.000 |
|    | 2 | 78  | 104 | 12 | 92  | 8.35 | 8  | 61  |    | 0 |       |
|    | 3 | 88  | 109 | 27 | 82  | 8    | 17 | 86  |    | 0 |       |
| 30 | 1 | 82  | 73  | 1  | 72  | 8.45 | 0  | 63  | 11 | 1 | 0.333 |
|    | 2 | 90  | 100 | 4  | 96  | 8.1  | 21 | 73  |    | 0 |       |
|    | 3 | 100 | 110 | 33 | 77  | 8.2  | 16 | 92  |    | 0 |       |
| 31 | 1 | 74  | 77  | 1  | 76  | 8.25 | 0  | 56  | 8  | 0 | 0.333 |
|    | 2 | 84  | 87  | 14 | 73  | 8.4  | 3  | 70  |    | 0 |       |
|    | 3 | 104 | 100 | 27 | 73  | 8.2  | 14 | 78  |    | 1 |       |
| 32 | 1 | 60  | 80  | 1  | 79  | 8.05 | 0  | 83  | 10 | 0 | 0.000 |
|    | 2 | 90  | 106 | 15 | 91  | 8.7  | 3  | 112 |    | 0 |       |
|    | 3 | 104 | 111 | 12 | 99  | 7.5  | 34 | 124 |    | 0 |       |
| 33 | 1 | 80  | 84  | 1  | 83  | 7.35 | 0  | 45  | 10 | 0 | 0.333 |
|    | 2 | 95  | 93  | 4  | 89  | 8.65 | 4  | 51  |    | 1 |       |
|    | 3 | 104 | 107 | 7  | 100 | 8    | 25 | 83  |    | 0 |       |
| 34 | 1 | 74  | 91  | 1  | 90  | 8    | 0  | 62  | 10 | 0 | 0.000 |
|    | 2 | 85  | 115 | 4  | 111 | 7.95 | 13 | 129 |    | 0 |       |
|    | 3 | 104 | 117 | 13 | 104 | 7.35 | 28 | 194 |    | 0 |       |
| 35 | 1 | 80  | 74  | 1  | 73  | 7.75 | 0  | 26  | 9  | 1 | 0.667 |
|    | 2 | 104 | 101 | 12 | 89  | 8.1  | 8  | 11  |    | 1 |       |
|    | 3 | 104 | 124 | 23 | 101 | 8.15 | 24 | 6   |    | 0 |       |

|    |   |     |     |    |     |      |    |     |    |   |       |
|----|---|-----|-----|----|-----|------|----|-----|----|---|-------|
| 36 | 1 | 65  | 64  | 1  | 63  | 7.7  | 0  | 47  | 6  | 1 | 0.333 |
|    | 2 | 90  | 98  | 15 | 83  | 7.85 | 3  | 71  |    | 0 |       |
|    | 3 | 100 | 120 | 22 | 98  | 8.5  | 13 | 97  |    | 0 |       |
| 37 | 1 | 85  | 86  | 1  | 85  | 7.85 | 0  | 103 | 10 | 0 | 0.000 |
|    | 2 | 95  | 120 | 4  | 116 | 7.9  | 18 | 137 |    | 0 |       |
|    | 3 | 104 | 127 | 5  | 122 | 8.25 | 44 | 181 |    | 0 |       |
| 38 | 1 | 60  | 72  | 1  | 71  | 8.2  | 0  | 43  | 7  | 0 | 0.000 |
|    | 2 | 80  | 81  | 4  | 77  | 7.75 | 16 | 97  |    | 0 |       |
|    | 3 | 104 | 118 | 36 | 82  | 8.4  | 8  | 77  |    | 0 |       |
| 39 | 1 | 65  | 71  | 1  | 70  | 7.95 | 0  | 40  | 9  | 0 | 0.333 |
|    | 2 | 95  | 88  | 12 | 76  | 7.75 | 2  | 101 |    | 1 |       |
|    | 3 | 104 | 113 | 17 | 96  | 8.3  | 23 | 78  |    | 0 |       |
| 40 | 1 | 56  | 80  | 1  | 79  | 8.95 | 0  | 38  | 14 | 0 | 0.333 |
|    | 2 | 88  | 106 | 4  | 102 | 7.55 | 15 | 61  |    | 0 |       |
|    | 3 | 110 | 108 | 12 | 96  | 7.5  | 27 | 95  |    | 1 |       |
| 41 | 1 | 64  | 79  | 1  | 78  | 7.7  | 0  | 52  | 11 | 0 | 0.333 |
|    | 2 | 91  | 87  | 4  | 83  | 7.8  | 4  | 57  |    | 1 |       |
|    | 3 | 108 | 109 | 9  | 100 | 8.6  | 17 | 98  |    | 0 |       |
| 42 | 1 | 56  | 79  | 1  | 78  | 8.5  | 0  | 62  | 9  | 0 | 0.333 |
|    | 2 | 70  | 91  | 10 | 81  | 7.75 | 8  | 78  |    | 0 |       |
|    | 3 | 112 | 111 | 33 | 78  | 7.75 | 7  | 37  |    | 1 |       |
| 43 | 1 | 56  | 81  | 1  | 80  | 7.9  | 0  | 87  | 12 | 0 | 0.000 |
|    | 2 | 90  | 106 | 4  | 102 | 7.25 | 8  | 62  |    | 0 |       |
|    | 3 | 104 | 118 | 7  | 111 | 8.85 | 20 | 93  |    | 0 |       |
| 44 | 1 | 69  | 79  | 1  | 78  | 7.65 | 0  | 47  | 9  | 0 | 0.000 |
|    | 2 | 89  | 104 | 4  | 100 | 8.6  | 15 | 110 |    | 0 |       |
|    | 3 | 103 | 117 | 20 | 97  | 7.75 | 22 | 129 |    | 0 |       |
| 45 | 1 | 60  | 63  | 1  | 62  | 7.8  | 0  | 0   | 1  | 0 | 0.000 |
|    | 2 | 80  | 93  | 17 | 76  | 8    | 0  | 0   |    | 0 |       |
|    | 3 | 100 | 111 | 40 | 71  | 7.7  | 0  | 0   |    | 0 |       |
| 46 | 1 | 70  | 95  | 4  | 91  | 8.15 | -3 | 72  | 12 | 0 | 0.000 |
|    | 2 | 90  | 103 | 9  | 94  | 8.05 | 8  | 116 |    | 0 |       |
|    | 3 | 104 | 106 | 1  | 105 | 7.4  | 42 | 95  |    | 0 |       |
| 47 | 1 | 68  | 84  | 1  | 83  | 8.2  | 0  | 34  | 11 | 0 | 0.333 |
|    | 2 | 88  | 92  | 12 | 80  | 8.05 | 7  | 95  |    | 0 |       |
|    | 3 | 104 | 101 | 4  | 97  | 7.1  | 38 | 104 |    | 1 |       |
| 48 | 1 | 70  | 66  | 1  | 65  | 7.3  | 0  | 6   | 4  | 1 | 0.333 |

|    |   |     |     |    |    |      |    |    |  |       |       |
|----|---|-----|-----|----|----|------|----|----|--|-------|-------|
|    | 2 | 90  | 100 | 6  | 94 | 8    | 6  | 3  |  | 0     |       |
|    | 3 | 104 | 125 | 36 | 89 | 8.75 | -1 | 13 |  | 0     |       |
| 平均 |   |     |     |    |    |      |    |    |  | 0.279 | 0.279 |





## 附錄四 凍結專案改善專案績效之情況記錄表

表 24 凍結專案改善專案績效之情況記錄表

|    |      | 凍結專案改善專案績效之情況 |        |      |          |        |      |            |               |            |            |             |
|----|------|---------------|--------|------|----------|--------|------|------------|---------------|------------|------------|-------------|
| 組別 | 專案分類 | 預估完成時間        | 專案完成時間 | 開案日期 | 專案完成前置時間 | 任務平均時間 | 提前開案 | 不良多工(延長時間) | 做錯優先順序<br>任務數 | 專案交期<br>績效 | 整體交期<br>績效 | 改善比例        |
| 1  | 1    | 60            | 70     | 1    | 69       | 7.90   | 0    | 23         | 5             | 0          | 0.333      | 1.072463768 |
|    | 2    | 90            | 89     | 18   | 71       | 8.35   | 0    | 10         |               | 1          |            | 1.225352113 |
|    | 3    | 104           | 110    | 21   | 89       | 7.75   | 26   | 7          |               | 0          |            | 1.033707865 |
| 2  | 1    | 60            | 58     | 1    | 57       | 7.80   | 0    | 0          | 2             | 1          | 0.333      | 1.122807018 |
|    | 2    | 90            | 95     | 17   | 78       | 8.25   | 0    | 1          |               | 0          |            | 0.987179487 |
|    | 3    | 104           | 117    | 43   | 74       | 7.95   | 0    | 0          |               | 0          |            | 0.972972973 |
| 3  | 1    | 60            | 64     | 1    | 63       | 7.65   | 0    | 8          | 5             | 0          | 0.000      | 1.126984127 |
|    | 2    | 90            | 93     | 10   | 83       | 8.45   | 8    | 7          |               | 0          |            | 1.036144578 |
|    | 3    | 104           | 106    | 18   | 88       | 7.85   | 26   | 0          |               | 0          |            | 1           |
| 4  | 1    | 60            | 76     | 1    | 75       | 7.80   | 0    | 35         | 6             | 0          | 0.000      | 1.226666667 |
|    | 2    | 90            | 102    | 7    | 95       | 8.25   | 9    | 33         |               | 0          |            | 1.063157895 |
|    | 3    | 104           | 126    | 4    | 122      | 7.95   | 39   | 18         |               | 0          |            | 0.983606557 |
| 5  | 1    | 60            | 68     | 1    | 67       | 8.1    | 0    | 19         | 5             | 0          | 0.333      | 1.134328358 |
|    | 2    | 90            | 82     | 4    | 78       | 7.8    | 13   | 25         |               | 1          |            | 1.230769231 |
|    | 3    | 104           | 105    | 16   | 89       | 7.7    | 35   | 8          |               | 0          |            | 1.06741573  |
| 6  | 1    | 60            | 67     | 1    | 66       | 8.15   | 0    | 27         | 6             | 0          | 0.000      | 1.212121212 |
|    | 2    | 90            | 92     | 4    | 88       | 7.45   | 13   | 27         |               | 0          |            | 1.079545455 |
|    | 3    | 104           | 113    | 10   | 103      | 8.4    | 30   | 21         |               | 0          |            | 0.980582524 |
| 7  | 1    | 66            | 62     | 1    | 61       | 8.2    | 0    | 14         | 5             | 1          | 1.000      | 1.06557377  |
|    | 2    | 96            | 91     | 4    | 87       | 8.1    | 14   | 29         |               | 1          |            | 0.988505747 |
|    | 3    | 104           | 103    | 40   | 63       | 7.45   | 3    | 0          |               | 1          |            | 0.984126984 |
| 8  | 1    | 60            | 67     | 1    | 66       | 7.95   | 0    | 31         | 4             | 0          | 0.000      | 1.090909091 |
|    | 2    | 80            | 81     | 12   | 69       | 7.8    | 7    | 24         |               | 0          |            | 1.333333333 |
|    | 3    | 104           | 112    | 14   | 98       | 8.25   | 30   | 31         |               | 0          |            | 1.040816327 |
| 9  | 1    | 60            | 59     | 1    | 58       | 7.25   | 0    | 16         | 1             | 1          | 0.667      | 1.120689655 |
|    | 2    | 90            | 91     | 16   | 75       | 8.8    | 0    | 3          |               | 0          |            | 1.013333333 |
|    | 3    | 104           | 102    | 34   | 68       | 7.65   | 8    | 0          |               | 1          |            | 1.044117647 |
| 10 | 1    | 64            | 68     | 1    | 67       | 8.35   | 0    | 29         | 8             | 0          | 0.000      | 1.164179104 |
|    | 2    | 80            | 93     | 3    | 90       | 7.9    | 11   | 24         |               | 0          |            | 1.122222222 |
|    | 3    | 96            | 104    | 11   | 93       | 7.6    | 27   | 6          |               | 0          |            | 0.870967742 |
| 11 | 1    | 80            | 65     | 1    | 64       | 7.95   | 0    | 14         | 4             | 1          | 0.333      | 1.234375    |

|    |   |     |     |    |     |      |    |    |   |   |       |             |
|----|---|-----|-----|----|-----|------|----|----|---|---|-------|-------------|
|    | 2 | 90  | 97  | 4  | 93  | 8.5  | 11 | 10 |   | 0 |       | 1.096774194 |
|    | 3 | 104 | 106 | 12 | 94  | 7.85 | 31 | 18 |   | 0 |       | 1.074468085 |
| 12 | 1 | 52  | 77  | 1  | 76  | 7.85 | 0  | 54 | 3 | 0 | 0.000 | 1           |
|    | 2 | 76  | 98  | 4  | 94  | 8.3  | 13 | 51 |   | 0 |       | 1.010638298 |
|    | 3 | 90  | 106 | 7  | 99  | 8.25 | 32 | 21 |   | 0 |       | 1.01010101  |
| 13 | 1 | 88  | 62  | 1  | 61  | 8    | 0  | 0  | 4 | 1 | 1.000 | 1.081967213 |
|    | 2 | 96  | 88  | 9  | 79  | 8.15 | 8  | 0  |   | 1 |       | 1.012658228 |
|    | 3 | 104 | 95  | 25 | 70  | 7.7  | 14 | 0  |   | 1 |       | 1.057142857 |
| 14 | 1 | 60  | 63  | 1  | 62  | 8.3  | 0  | 4  | 3 | 0 | 0.667 | 1.209677419 |
|    | 2 | 92  | 89  | 13 | 76  | 8.1  | 12 | 12 |   | 1 |       | 0.973684211 |
|    | 3 | 104 | 101 | 25 | 76  | 8.2  | 24 | 4  |   | 1 |       | 1.263157895 |
| 15 | 1 | 64  | 72  | 1  | 71  | 8.15 | 0  | 7  | 4 | 0 | 0.333 | 1.084507042 |
|    | 2 | 90  | 98  | 4  | 94  | 7.9  | 17 | 13 |   | 0 |       | 0.957446809 |
|    | 3 | 104 | 104 | 5  | 101 | 7.15 | 36 | 11 |   | 1 |       | 0.98019802  |
| 16 | 1 | 65  | 64  | 1  | 63  | 8.05 | 0  | 34 | 3 | 1 | 0.667 | 1.206349206 |
|    | 2 | 85  | 87  | 4  | 83  | 8.05 | 17 | 33 |   | 0 |       | 1.060240964 |
|    | 3 | 104 | 95  | 33 | 62  | 7.15 | 10 | 0  |   | 1 |       | 1.129032258 |
| 17 | 1 | 90  | 68  | 1  | 67  | 7.65 | 0  | 23 | 6 | 1 | 0.333 | 1.298507463 |
|    | 2 | 90  | 96  | 4  | 92  | 8.3  | 9  | 12 |   | 0 |       | 1.065217391 |
|    | 3 | 100 | 102 | 9  | 93  | 6.75 | 26 | 14 |   | 0 |       | 1.064516129 |
| 18 | 1 | 58  | 57  | 1  | 56  | 7.6  | 0  | 0  | 0 | 1 | 1.000 | 1.125       |
|    | 2 | 92  | 87  | 21 | 66  | 7.4  | 0  | 0  |   | 1 |       | 1.075757576 |
|    | 3 | 104 | 101 | 37 | 64  | 8.4  | 4  | 0  |   | 1 |       | 1           |
| 19 | 1 | 66  | 59  | 1  | 58  | 8.35 | 0  | 11 | 3 | 1 | 1.000 | 1.310344828 |
|    | 2 | 88  | 86  | 7  | 79  | 8.4  | 10 | 8  |   | 1 |       | 1.303797468 |
|    | 3 | 104 | 101 | 37 | 64  | 7.6  | 8  | 0  |   | 1 |       | 0.90625     |
| 20 | 1 | 60  | 64  | 1  | 63  | 7.45 | 0  | 12 | 1 | 0 | 0.333 | 1.063492063 |
|    | 2 | 92  | 85  | 14 | 71  | 7.95 | 0  | 9  |   | 1 |       | 1.098591549 |
|    | 3 | 96  | 101 | 35 | 66  | 6.8  | 0  | 0  |   | 0 |       | 1.03030303  |
| 21 | 1 | 56  | 64  | 1  | 63  | 7.9  | 0  | 13 | 4 | 0 | 0.667 | 1.412698413 |
|    | 2 | 88  | 88  | 4  | 84  | 8.1  | 8  | 5  |   | 1 |       | 1.107142857 |
|    | 3 | 104 | 97  | 14 | 83  | 7.8  | 19 | 21 |   | 1 |       | 1.036144578 |
| 22 | 1 | 78  | 64  | 3  | 61  | 8.2  | -2 | 20 | 6 | 1 | 0.667 | 1.213114754 |
|    | 2 | 90  | 88  | 1  | 87  | 8.3  | 16 | 48 |   | 1 |       | 1.08045977  |
|    | 3 | 100 | 103 | 5  | 98  | 7.65 | 28 | 5  |   | 0 |       | 1.081632653 |
| 23 | 1 | 64  | 65  | 1  | 64  | 8.5  | 0  | 22 | 6 | 0 | 0.333 | 1.203125    |
|    | 2 | 88  | 90  | 4  | 86  | 8.15 | 13 | 46 |   | 0 |       | 1.11627907  |

|    |   |     |     |    |     |      |    |    |   |   |       |             |
|----|---|-----|-----|----|-----|------|----|----|---|---|-------|-------------|
|    | 3 | 104 | 101 | 9  | 92  | 8    | 32 | 33 |   | 1 |       | 1.108695652 |
| 24 | 1 | 68  | 62  | 1  | 61  | 7.65 | 0  | 27 | 4 | 1 | 1.000 | 1.180327869 |
|    | 2 | 92  | 89  | 8  | 81  | 8.8  | 5  | 42 |   | 1 |       | 1.098765432 |
|    | 3 | 104 | 101 | 12 | 89  | 7.85 | 28 | 12 |   | 1 |       | 1.02247191  |
| 25 | 1 | 80  | 72  | 1  | 71  | 8.35 | 0  | 62 | 6 | 1 | 0.333 | 1.422535211 |
|    | 2 | 90  | 94  | 9  | 85  | 7.55 | 13 | 30 |   | 0 |       | 1.035294118 |
|    | 3 | 100 | 101 | 4  | 97  | 7.65 | 42 | 34 |   | 0 |       | 1.06185567  |
| 26 | 1 | 72  | 56  | 1  | 55  | 7.95 | 0  | 0  | 1 | 1 | 1.000 | 1.181818182 |
|    | 2 | 92  | 86  | 11 | 75  | 7.9  | 0  | 0  |   | 1 |       | 0.973333333 |
|    | 3 | 104 | 101 | 28 | 73  | 7.4  | 8  | 0  |   | 1 |       | 0.98630137  |
| 27 | 1 | 70  | 57  | 1  | 56  | 8.25 | 0  | 0  | 1 | 1 | 0.333 | 1.089285714 |
|    | 2 | 80  | 87  | 11 | 76  | 8.4  | 6  | 1  |   | 0 |       | 1.171052632 |
|    | 3 | 90  | 103 | 46 | 57  | 7.55 | 0  | 0  |   | 0 |       | 1.175438596 |
| 28 | 1 | 70  | 61  | 1  | 60  | 8.4  | 0  | 22 | 4 | 1 | 0.667 | 1.2         |
|    | 2 | 90  | 89  | 4  | 85  | 7.05 | 10 | 22 |   | 1 |       | 1           |
|    | 3 | 100 | 102 | 12 | 90  | 7.4  | 17 | 9  |   | 0 |       | 1.088888889 |
| 29 | 1 | 68  | 62  | 1  | 61  | 7.85 | 0  | 34 | 5 | 1 | 0.333 | 1.180327869 |
|    | 2 | 78  | 85  | 12 | 73  | 8.35 | 8  | 16 |   | 0 |       | 1.260273973 |
|    | 3 | 88  | 106 | 27 | 79  | 8    | 17 | 5  |   | 0 |       | 1.037974684 |
| 30 | 1 | 82  | 68  | 1  | 67  | 8.45 | 0  | 41 | 4 | 1 | 0.667 | 1.074626866 |
|    | 2 | 90  | 90  | 4  | 86  | 8.1  | 21 | 34 |   | 1 |       | 1.11627907  |
|    | 3 | 100 | 104 | 33 | 71  | 8.2  | 16 | 0  |   | 0 |       | 1.084507042 |
| 31 | 1 | 74  | 60  | 1  | 59  | 8.25 | 0  | 34 | 3 | 1 | 0.667 | 1.288135593 |
|    | 2 | 84  | 87  | 14 | 73  | 8.4  | 3  | 21 |   | 0 |       | 1           |
|    | 3 | 104 | 98  | 27 | 71  | 8.2  | 14 | 1  |   | 1 |       | 1.028169014 |
| 32 | 1 | 60  | 67  | 1  | 66  | 8.05 | 0  | 34 | 4 | 0 | 0.333 | 1.196969697 |
|    | 2 | 90  | 92  | 15 | 77  | 8.7  | 3  | 33 |   | 0 |       | 1.181818182 |
|    | 3 | 104 | 102 | 12 | 90  | 7.5  | 34 | 17 |   | 1 |       | 1.1         |
| 33 | 1 | 80  | 68  | 1  | 67  | 7.35 | 0  | 13 | 6 | 1 | 0.667 | 1.23880597  |
|    | 2 | 95  | 93  | 4  | 89  | 8.65 | 4  | 24 |   | 1 |       | 1           |
|    | 3 | 104 | 111 | 7  | 104 | 8    | 25 | 13 |   | 0 |       | 0.961538462 |
| 34 | 1 | 74  | 68  | 1  | 67  | 8    | 0  | 27 | 6 | 1 | 0.333 | 1.343283582 |
|    | 2 | 85  | 88  | 4  | 84  | 7.95 | 13 | 27 |   | 0 |       | 1.321428571 |
|    | 3 | 104 | 106 | 13 | 93  | 7.35 | 28 | 27 |   | 0 |       | 1.11827957  |
| 35 | 1 | 80  | 65  | 1  | 64  | 7.75 | 0  | 19 | 4 | 1 | 0.667 | 1.140625    |
|    | 2 | 104 | 96  | 12 | 84  | 8.1  | 8  | 4  |   | 1 |       | 1.05952381  |
|    | 3 | 104 | 120 | 23 | 97  | 8.15 | 24 | 0  |   | 0 |       | 1.041237113 |

|    |   |     |     |    |     |      |    |    |    |   |       |             |
|----|---|-----|-----|----|-----|------|----|----|----|---|-------|-------------|
| 36 | 1 | 65  | 58  | 1  | 57  | 7.7  | 0  | 33 | 0  | 1 | 0.667 | 1.105263158 |
|    | 2 | 90  | 89  | 15 | 74  | 7.85 | 3  | 14 |    | 1 |       | 1.121621622 |
|    | 3 | 100 | 112 | 22 | 90  | 8.5  | 13 | 3  |    | 0 |       | 1.088888889 |
| 37 | 1 | 85  | 72  | 1  | 71  | 7.85 | 0  | 48 | 6  | 1 | 0.667 | 1.197183099 |
|    | 2 | 95  | 92  | 4  | 88  | 7.9  | 18 | 62 |    | 1 |       | 1.318181818 |
|    | 3 | 104 | 122 | 5  | 117 | 8.25 | 44 | 54 |    | 0 |       | 1.042735043 |
| 38 | 1 | 60  | 65  | 1  | 64  | 8.2  | 0  | 17 | 4  | 0 | 0.000 | 1.109375    |
|    | 2 | 80  | 81  | 4  | 77  | 7.75 | 16 | 39 |    | 0 |       | 1           |
|    | 3 | 104 | 117 | 36 | 81  | 8.4  | 8  | 0  |    | 0 |       | 1.012345679 |
| 39 | 1 | 65  | 67  | 1  | 66  | 7.95 | 0  | 22 | 4  | 0 | 0.333 | 1.060606061 |
|    | 2 | 95  | 85  | 12 | 73  | 7.75 | 2  | 30 |    | 1 |       | 1.04109589  |
|    | 3 | 104 | 109 | 17 | 92  | 8.3  | 23 | 8  |    | 0 |       | 1.043478261 |
| 40 | 1 | 56  | 74  | 1  | 73  | 8.95 | 0  | 20 | 10 | 0 | 0.333 | 1.082191781 |
|    | 2 | 88  | 98  | 4  | 94  | 7.55 | 15 | 13 |    | 0 |       | 1.085106383 |
|    | 3 | 110 | 107 | 12 | 95  | 7.5  | 27 | 23 |    | 1 |       | 1.010526316 |
| 41 | 1 | 64  | 76  | 1  | 75  | 7.7  | 0  | 20 | 6  | 0 | 0.333 | 1.04        |
|    | 2 | 91  | 89  | 4  | 85  | 7.8  | 4  | 16 |    | 1 |       | 0.976470588 |
|    | 3 | 108 | 109 | 9  | 100 | 8.6  | 17 | 15 |    | 0 |       | 1           |
| 42 | 1 | 56  | 66  | 1  | 65  | 8.5  | 0  | 29 | 3  | 0 | 0.000 | 1.2         |
|    | 2 | 70  | 92  | 10 | 82  | 7.75 | 8  | 26 |    | 0 |       | 0.987804878 |
|    | 3 | 112 | 113 | 33 | 80  | 7.75 | 7  | 0  |    | 0 |       | 0.975       |
| 43 | 1 | 56  | 66  | 1  | 65  | 7.9  | 0  | 31 | 7  | 0 | 0.000 | 1.230769231 |
|    | 2 | 90  | 99  | 4  | 95  | 7.25 | 8  | 23 |    | 0 |       | 1.073684211 |
|    | 3 | 104 | 122 | 7  | 115 | 8.85 | 20 | 17 |    | 0 |       | 0.965217391 |
| 44 | 1 | 69  | 67  | 1  | 66  | 7.65 | 0  | 18 | 6  | 1 | 0.333 | 1.181818182 |
|    | 2 | 89  | 90  | 4  | 86  | 8.6  | 15 | 28 |    | 0 |       | 1.162790698 |
|    | 3 | 103 | 113 | 20 | 93  | 7.75 | 22 | 15 |    | 0 |       | 1.043010753 |
| 45 | 1 | 60  | 63  | 1  | 62  | 7.8  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0.000 | 1           |
|    | 2 | 80  | 94  | 17 | 77  | 8    | 0  | 0  |    | 0 |       | 0.987012987 |
|    | 3 | 100 | 105 | 40 | 65  | 7.7  | 0  | 0  |    | 0 |       | 1.092307692 |
| 46 | 1 | 70  | 86  | 4  | 82  | 8.15 | -3 | 24 | 7  | 0 | 0.000 | 1.109756098 |
|    | 2 | 90  | 100 | 9  | 91  | 8.05 | 8  | 39 |    | 0 |       | 1.032967033 |
|    | 3 | 104 | 112 | 1  | 111 | 7.4  | 42 | 7  |    | 0 |       | 0.945945946 |
| 47 | 1 | 68  | 70  | 1  | 69  | 8.2  | 0  | 15 | 7  | 0 | 0.000 | 1.202898551 |
|    | 2 | 88  | 97  | 12 | 85  | 8.05 | 7  | 23 |    | 0 |       | 0.941176471 |
|    | 3 | 104 | 107 | 4  | 103 | 7.1  | 38 | 6  |    | 0 |       | 0.941747573 |
| 48 | 1 | 70  | 61  | 1  | 60  | 7.3  | 0  | 3  | 2  | 1 | 0.667 | 1.083333333 |

|  |   |     |     |    |    |      |    |   |  |       |       |             |
|--|---|-----|-----|----|----|------|----|---|--|-------|-------|-------------|
|  | 2 | 90  | 88  | 6  | 82 | 8    | 6  | 0 |  | 1     |       | 1.146341463 |
|  | 3 | 104 | 117 | 36 | 81 | 8.75 | -1 | 0 |  | 0     |       | 1.098765432 |
|  |   |     |     |    |    |      |    |   |  | 0.465 | 0.465 | 1.223       |

