

國立交通大學

運輸科技與管理學系

碩士論文

客服中心最小人力需求之研究

The Minimal Workforce Requirement of A Call Center



研究生：賴裕智

指導教授：韓復華 教授

中華民國九十五年六月

客服中心最小人力需求之研究

The Minimal Workforce Requirement of A Call Center

研究生：賴裕智

Student : Yu-Chih Lai

指導教授：韓復華

Advisors : Anthony Fu-Wha Han

國立交通大學

運輸科技與管理學系

碩士論文



Submitted to Institute of Transportation Technology & Management

College of Management

National Chiao Tung University

In Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master of Engineering

in Traffic and Transportation

June 2006

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國 九十五年 六月

客服中心最小人力需求之研究

學生：賴裕智

指導教授：韓復華 教授

國立交通大學運輸科技與管理學系碩士班

摘要

客服中心不但為顧客與企業間提供了對話與溝通管道，更可為顧客提供服務或進行促銷，可說是服務業的最佳代表。目前客服中心之話務人力需求估算主要是以歐蘭 C 公式將話務量預測值轉換而得，然而現今客服中心之服務範圍趨於多元化，而客服人員通常具有多重技能。再加上電腦與電話網路的結合，使得話務的自動指派更為智慧化，若以傳統之歐蘭 C 公式估算話務人力需求，則會因為其客服人員數為整數的限制而導致人力資源的閒置與浪費。在多重技能與話務指派自動化的考量下，可將每位客服人員之人力資源依其對不同技能之貢獻程度加以分割，如此將使人力資源的調度更為靈活，人力需求之估算也將更為合理。

本研究以一個由 D 公司提供話務量資料、客服人員具多重技能的個案客服中心台中分部為研究對象，該分部全時客服人員約 150 位，兼時人員約 30 位，主要可再分為銀行與信用卡部門，其上班時間為上午 07:00 至隔日深夜 02:00，共有四種不同技能，並以一個月的資料進行話務人力需求估算。話務量資料主要是依據不同技能，將其分割為每 15 分鐘一個區間，每一種技能每日共計有 76 個區間。本研究首先放鬆傳統的歐蘭 C 公式中話務人力需求為整數的限制，發展出十分之一單位之人力需求轉換模式(modified Erlang C formulation)，使其在滿足預先設定的服務水準目標值的前提下，估算出更為合理的人力需求數，並將其與原有的歐蘭 C 公式加以比較。研究結果顯示，該模式將可較傳統之歐蘭 C 公式所估算者平均節省 4.93% 之話務人力需求。

此外，更將以前述的人力需求轉換模式與結果為基礎，進一步以整數規劃方法建立最小人力排班模式，以計算出在滿足各時段各技能排班人力大於或等於話務人力需求之限制下，各班別各技能之客服人員最小排班人力，並考慮加班或用餐及休息時間為彈性等不同情形對最小排班人力需求之影響。研究結果顯示，單純考慮加班僅能節省約 3% 的人力，而用餐及休息時間為彈性則可節省至少 12%，換算為成本每年將可為該客服中心節省至少 800 萬元以上，即用餐與休息時間是否具彈性對於人力需求有較大的影響。而其結果也可使組織了解目前的人力供需情況等，進一步做出更適切的調度安排。

關鍵詞：客服中心、歐蘭 C 公式、最小排班人力

The Minimal Workforce Requirement of A Call Center

Student: Yu-Chih Lai

Advisor: Anthony Fu-Wha Han

Institute of Transportation Technology and Management
National Chiao Tung University

Abstract

A call center not only provides communications between customers and enterprise, but also provides services and promotions. It can be regarded as the best representative of the service business. Nowadays the manpower demand of a call center can be mainly calculated by Erlang C formulation. However, the agents usually possess multi-skill and the automatic assignment of calls is becoming more and more intelligent. If we still use the traditional Erlang C formulation, it will lead to the waste of human resources because of the integer unit of manpower. Therefore, under the consideration of multi-skill and the automatic call assignment, we can divide the human resource into decimal unit to obtain a more reasonable manpower demand according to its contribution to different skills.

We conducted a case study of a call center's division in Tai-Chung. The work hour is from 07:00 AM to 02:00 AM next day. It contains about 150 full-time agents and 30 part-time agents, and it can be separated into the banking and credit card departments with 4 different skills. First of all, we develop a decimal unit Erlang C formulation to acquire a more reasonable manpower demand which can satisfy the goal of telephone service factor set in advance. Comparing with the traditional Erlang C formulation, the manpower calculated by modified Erlang C formulation can save manpower for 4.93% in average.

In addition, we formulate the minimal workforce requirement model using integer programming based on the results of manpower demand mentioned above. Hence we can obtain the minimal workforce requirement to every period and skill under different situations including base case, overtime only, flexible rest time only, and overtime and flexible rest time. The result of our study shows that the influence of flexible rest time is more serious than that of over-time. It can save the workforce requirement for at least 12% when considering flexible rest time. Converting it for the manpower cost, we can save more than eight million dollars a year.

Keywords: Call Center 、 Erlang C Formulation 、 Minimal Workforce Requirement

致謝

本篇碩士論文經歷一年的研究與撰寫終於順利完成，首先感謝恩師 韓復華教授在二年來的悉心指導與照顧，不論是邏輯架構的訓練、理論觀念的啟迪、治學態度之嚴謹、問題之解惑、甚至於人生中做人處事的大道理，都讓學生獲益匪淺。師恩浩蕩，永銘在心！在此致上最高之謝忱。

論文期中進度審查時，感謝系上 黃家耀老師撥空詳閱並提供寶貴意見；論文口試期間亦承蒙 謝尚行老師與 黃家耀老師不吝指教及惠予論文修正之建議，使論文更趨完整，學生由衷感謝。

回首兩年的求學生涯，過去的點點滴滴，湧上心頭。如今終於可以順利畢業，邁向人生的新頁，但對於同學、對於實驗室、對於系上、甚至對於學校，都有一種不捨的感覺。感謝學校提供了一個優良的學習環境，讓我有充分的資源可以使用；感謝系上老師的諄諄教誨，不但讓我學習到許多與運輸相關的專業知識，更從您們身上學會待人處世的道理。對於實驗室的各位學長姐、同學、或是學弟妹，我更是由衷的感謝；謝謝俊德每次和我討論論文與模式，這篇論文的完成，最大功臣除了老師，就是俊德；其次感謝其他的學長姐，政威、佳貝、陳娟、文助、昆諭，有了你們的陪伴與協助，豐富了我的研究所生活，讓我可以順利取得學位；同時感謝淑詩、俐諭、育廷等幾位實驗室同甘共苦的好同學，在彼此的互相扶持與鼓勵下，我們得以一起順利畢業；另外感謝彥臻、春鎰、昱傑、志偉等幾位學弟妹，感謝你們近一年來的各種協助。至於同學方面，感謝陪伴我六年的建元、威豪、郁凱、承軒、嫻青、立弘、又禎、永平、家銘等人，也感謝研究所時才認識的錦昌、俊吟等，謝謝你們讓我生命中最重要、最豐富的求學生涯豐富有趣。

此外，感謝在研究所時期對我最重要也影響我最大的一個人—柔彤，能在研究所時認識妳，是我生命中最美麗的一件事，能夠和妳交往，給予我極大的支持力量，讓我能夠在挫折與失敗時，得到妳的安慰與扶持，這是我在求學之路勇敢邁進的最大動力。也謝謝妳與我分享彼此在求學時的喜怒哀樂，不論是論文的完成、學位的取得、或是豐富多彩的生命，妳都是最大功臣，今後無論如何，希望妳能多多指教。

最後，感謝我最重要的家人，謝謝你們的一路陪伴與支持，讓我終於順利取得學位。感謝父母、哥哥與大嫂的大力栽培與照顧，讓我得以無後顧之憂的完成學業，沒有你們，這一切將不可能。在此對你們說：我愛你們，我最親愛的家人。

此篇碩士論文的完成要感謝的人太多，族繁不及備載，僅將這份榮耀與你們分享！

賴裕智 謹誌

記于 交大網路實驗室 2006.6

客服中心最小人力需求之研究

目 錄

中文摘要	i
英文摘要	ii
致謝	iii
目 錄	iv
表目錄	vii
圖目錄	ix
第一章 緒論	1
1.1 研究背景與動機	1
1.2 研究目的與範圍	3
1.3 研究方法與流程	5
第二章 文獻回顧	7
2.1 客服中心相關文獻	7
2.1.1 客服中心簡介	7
2.1.2 台灣地區客服中心的發展情形	7
2.1.3 建置客服中心所需之硬體及軟體	9
2.1.4 客服中心績效評估	11
2.1.5 客服人員招募、訓練及管理	11
2.2 等候理論與歐蘭 C 公式	12
2.2.1 等候理論	12
2.2.2 歐蘭 C 公式	15
2.3 人力資源規劃問題	17
2.3.1 人力資源規劃的定義	17

2.3.2	人力資源規劃之目的	18
2.3.3	人力資源規劃的特性	19
2.3.4	人力資源規劃之重要性	19
2.4	人員排班問題	20
2.4.1	人員排班問題定義	20
2.4.2	人員排班問題型態	21
2.4.3	人員排班之解法	22
第三章	話務人力需求轉換模式	24
3.1	歐蘭 C 公式應用於多重技能之落差	24
3.2	十分之一單位之歐蘭 C 公式	26
第四章	個案客服中心簡介與話務人力需求之轉換	29
4.1	個案客服中心簡介與測試實例資料說明	29
4.2	人力需求轉換測試結果與分析	32
第五章	最小人力排班問題之模式構建	35
5.1	問題定義與求解架構	35
5.2	模式假設與前提	37
5.3	最小人力排班模式之求解問題與模式分類	38
5.3.1	求解問題與模式分類	38
5.3.2	求解問題敘述	39
5.4	最小人力排班問題之模式構建	48
5.4.1	參數與變數定義	48
5.4.2	最小人力排班模式：整數單位	49
5.4.3	最小人力排班模式：十分之一單位	50
第六章	模式求解結果與分析	53
6.1	各問題模式規模與求解時間	53
6.2	各類型問題之求解結果	54

6.3 比較分析	58
6.3.1 整月排班人力需求比較分析	58
6.3.2 十分之一單位人力需求之效益分析	59
6.3.3 薪資節省分析	59
6.3.4 平常日與假日排班人力需求比較分析	60
6.3.5 加班與彈性用餐休息時間之效益分析	61
第七章 結論與建議	63
7.1 結論	63
7.2 建議	64
參考文獻	66
附錄 A—個案客服中心之預測話務量資料	70
附錄 B—話務人力需求轉換結果	78
附錄 C—最小排班人力求解結果	82



表目錄

表 2.1	歐蘭 C 公式與等候線模式之關係	15
表 2.2	應用歐蘭公式求解客服中心相關問題一覽表	17
表 3.1	歐蘭 C 公式之計算範例 (AWT = 20 秒).....	24
表 4.1	測試月份之月曆	29
表 4.2	每日各時段區間編號及其所代表之實際時間	30
表 4.3	Skill_A 離峰時段之各項求解結果.....	33
表 4.4	Skill_C 尖峰時段之各項求解結果.....	33
表 4.5	整月各時段話務人力需求總和與平均服務水準	34
表 5.1	求解問題與模式分類	39
表 5.2	基本問題之班別橫跨時段與用餐及休息時段	39
表 5.3	彈性用餐休息時間問題之班別橫跨時段與用餐及休息時段	40
表 5.4	加班問題之班別橫跨時段與用餐及休息時段	42
表 5.5	加班及彈性用餐休息時間問題之班別橫跨時段與用餐及休息時段	44
表 5.6	加班與加班及彈性用餐休息時間問題之薪資調整權數	48
表 6.1	各問題之班別數、變數個數、限制式個數與平均求解時間	53
表 6.2	基本問題之求解結果	54
表 6.3	彈性用餐休息時間問題之求解結果	55
表 6.4	加班問題之求解結果	56
表 6.5	加班及彈性用餐休息時間問題之求解結果	57
表 6.6	各類型子問題相較於 B 問題之排班人力需求節省百分比	58
表 6.7	人力需求為十分之一單位之節省百分比	59
表 6.8	各類型子問題相較於 B 問題之薪資節省	59
表 6.9	人力需求為十分之一單位之薪資節省比	60
表 6.10	平常日人力需求為十分之一單位之節省百分比	60

表 6.11	假日人力需求為十分之一單位之節省百分比	60
表 6.12	考慮加班之排班人力需求節省分析表	61
表 6.13	考慮彈性用餐及休息時間之排班人力需求節省分析表	62



圖目錄

圖 1.1	客服中心決策問題研究：人力需求規劃、人員排班問題與績效評估	4
圖 1.2	研究流程圖	6
圖 2.1	電話客服中心系統架構及操作流程	9
圖 3.1	客服人員人數與服務水準之關係	25
圖 3.2	平滑性驗證	27
圖 3.3	十分之一單位之歐蘭 C 公式計算範例與求解示意圖	28
圖 4.1	Skill_A 平常日之話務量分布圖	31
圖 4.2	Skill_A 假日之話務量分布圖	31
圖 4.3	Skill_C 平常日之話務量分布圖	31
圖 4.4	Skill_C 假日之話務量分布圖	32
圖 5.1	客服中心最小人力排班問題定義	36
圖 5.2	最小人力排班模式求解架構圖	37
圖 5.3	基本問題之班別示意圖	40
圖 5.4	彈性用餐休息時間問題之班別示意圖	42
圖 5.5	加班問題之班別示意圖	43
圖 5.6	加班及彈性用餐休息時間問題之班別示意圖	47
圖 5.7	十分之一單位轉換為整數單位對照圖	50
圖 6.1	整月人-薪資排班人力需求總和圖	58

第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

近年來，國內服務業不斷迅速發展，為了提供顧客更好的服務品質，其形態也漸趨多元，如：電話客服中心(Call Center)、航空站、收費站、便利商店、查號台...等。而其中又以客服中心為最佳代表，不但為顧客與企業間提供了對話及溝通管道，更可提供顧客服務或進行促銷。雖然科技進步，許多的人力需求已可由機器取代，卻取代不了服務人員的工作。加上顧客對服務品質日益重視，若是顧客因為某個問題或需求打電話到客服中心，而客服中心卻一直呈現忙線狀態，或是需要等待很長的時間才能被服務，顧客便可能對企業產生不好的印象，以致於顧客忠誠度降低。對於企業而言，將是其所最不樂見的結果。因此，如何將服務人員做適當的排班調度，使其永保高滿意度與愉悅的心情服務顧客以提升服務品質，使客服中心得以發揮其真正的功能與提升績效，便成為服務業很重要的一個研究議題。

對於客服中心來說，人事成本在營運成本中佔比極高，約佔 60-70%，因此對於客服中心來說，適當的人力資源配置就顯得十分重要。尤其是事前的人力需求規劃，若是安排得宜，將可大幅減少客服中心的薪資支出，並提升人力資源的利用率。

因此在實際進行人員排班前，很重要的一個問題便是，究竟需要安排多少的客服人員接聽電話，才能滿足預先設定的服務水準目標。若是安排了過多的人力，雖然服務水準較高，但相對的可能產生人力資源的浪費與閒置，更將導致企業在成本方面的不必要支出；若是人力資源不足，則將導致顧客滿意度與顧客忠誠度降低，使企業蒙受不必要的損失。因此，如何適當的進行排班人力的估算，使得企業能在一定的成本限制下，達到預設的服務水準目標，便成為影響客服人員士氣及滿意度、服務績效與人員排班及成本控管的一個重要因素。

若要估算實際的最小排班人力需要多少客服人員才滿足服務水準的設定值，就必須先計算出話務人力需求。客服中心之各時段各技能話務人力需求之估算，是將歷史話務量資料以時間序列方式，計算出未來排班區間可能話務量之預測值，再將預測之話務量資料透過適當的人力需求轉換模式計算而得。而在各種人力需求轉換模式中，又以歐蘭 C 公式(Erlang C formulation)最為常見，目前客服中心所使用的排班系統軟體，也多是以該公式來估算各時段各技能之人力需求。

傳統上利用歐蘭 C 公式估算話務人力需求時，多認為每位客服人員只能接聽某一種技能的來電，然而由於電腦與科技的快速發展，使得話務的自動指派更為智慧化；此外，客服人員多具有多重技能，在上班時間可能接聽各種不同技能的來電，因此對於不同的技能，都各自貢獻了一部份的人力資源。

若以傳統的方式來計算話務人力，將因而高估了話務人力需求，實在有值得改進與深入探討之處。有鑑於此，本研究便希望尋求更合理的話務人力需求計算方式，以改進傳統的歐蘭 C 公式之缺點。本研究首先便將依據傳統的歐蘭 C 公式，放鬆其人力需求必須為整數的限制，發展出十分之一單位之人力需求轉換模式(modified Erlang C formulation)，使其在滿足預先設定的服務水準目標值的前提下，估算出更為合理的話務人力需求數，並將其與原有的歐蘭 C 公式加以比較。

而在最小排班人力的計算方面，目前客服中心多未考量到應用客服中心的特性與運作現況。若以客服中心的特性與實務來考量，當同時有許多客服人員因用餐或休息而離開工作崗位時，客服中心的服務水準將因人力資源的大量流失而驟然下降，此時便需要安排更多的客服人員，才能滿足話務量的需求。而當客服人員結束休息回到座位繼續提供服務時，這些為了維持服務水準而額外安排的客服人員又將顯得沒有必要，反而將造成人力資源的閒置和浪費。因此，對於客服中心來說，通常即使是同一班別的客服人員，也會儘量將用餐或休息時間錯開，避免因同時間有大量客服人員離開座位而使服務水準無法達到預期的目標。這種彈性用餐或休息時間的設計，對於客服中心的運作與服務水準的維持，有相當大的助益。

因此，在最小排班人力需求估算時，便應將此一特性納入班別的考量之中，如此構建的最小人力排班模式，不但可以更符合客服中心的運作方式，更可以有效的調配人力，使薪資成本較未考慮此因素前大幅下降，故本研究除了原始班別的設定外，也考慮客服人員可加班或用餐及休息時間可以錯開，不僅符合客服中心實際情況，也可以使客服中心在人力資源的調度上更富有彈性。在此前提下，進一步探討最小人力需求問題(minimal workforce requirement problem)，並分析比較，進而提供企業作為人力需求之規劃之用。

1.2 研究目的與範圍

客服中心的決策流程如圖 1.1 所示，客服中心首先必須蒐集歷史的話務量資料，並加入可能的行銷計畫等考量，透過時間序列的方式，以得出未來排班區間的話務量預測值。並以此預測之話務量，加上其餘參數，如服務水準的設定值等，以計算出各時段各技能的人力需求數，即圖中的 P2 Model。這也延伸出本研究的第一個重點，如何估算出更合理的十分之一單位話務人力需求。其後再依企業的各项政策與客服人員的特殊排班要求，以及勞基法規關於工作時數等之相關規定，透過適當的排班模式系統加以求解，以進行人員排班，更可依排班結果進行績效評估與班表調整，使班表能更符合需求。

由於本研究之研究範圍將以排班人力之估算為主，不考慮話務量之預測模式，因此於本研究中，將話務量預測值視為已知。本研究將根據目前客服中心所最常使用的歐蘭 C 公式為基礎，進一步發展十分之一單位之人力需求轉換模式，以估算出更為合理的人力需求數，並將其與原有的歐蘭 C 公式之計算結果加以比較。

此外，本研究討論的對象是電話客服中心，而所研究的範圍，是屬於排班人力最小化問題。人力資源規劃是人員排班調度的基礎，不但可以使組織了解目前的人力資源分配情形與使用效率等，進一步對人員排班做出更適切並符合公平原則的調度安排，更可以使組織了解目前的人力供需狀況，並進而為將來可能的人力需求調整做出準備。因此，本研究將以前述的人力需求轉換模式與結果為基礎，進一步建立最小人力排班模式，以計算出在各種不同情境下，最小的客服人員排班人力需求，更進一步探討目前個案客服中心的人力資源供需情形，以作為人力資源調度時的參考。

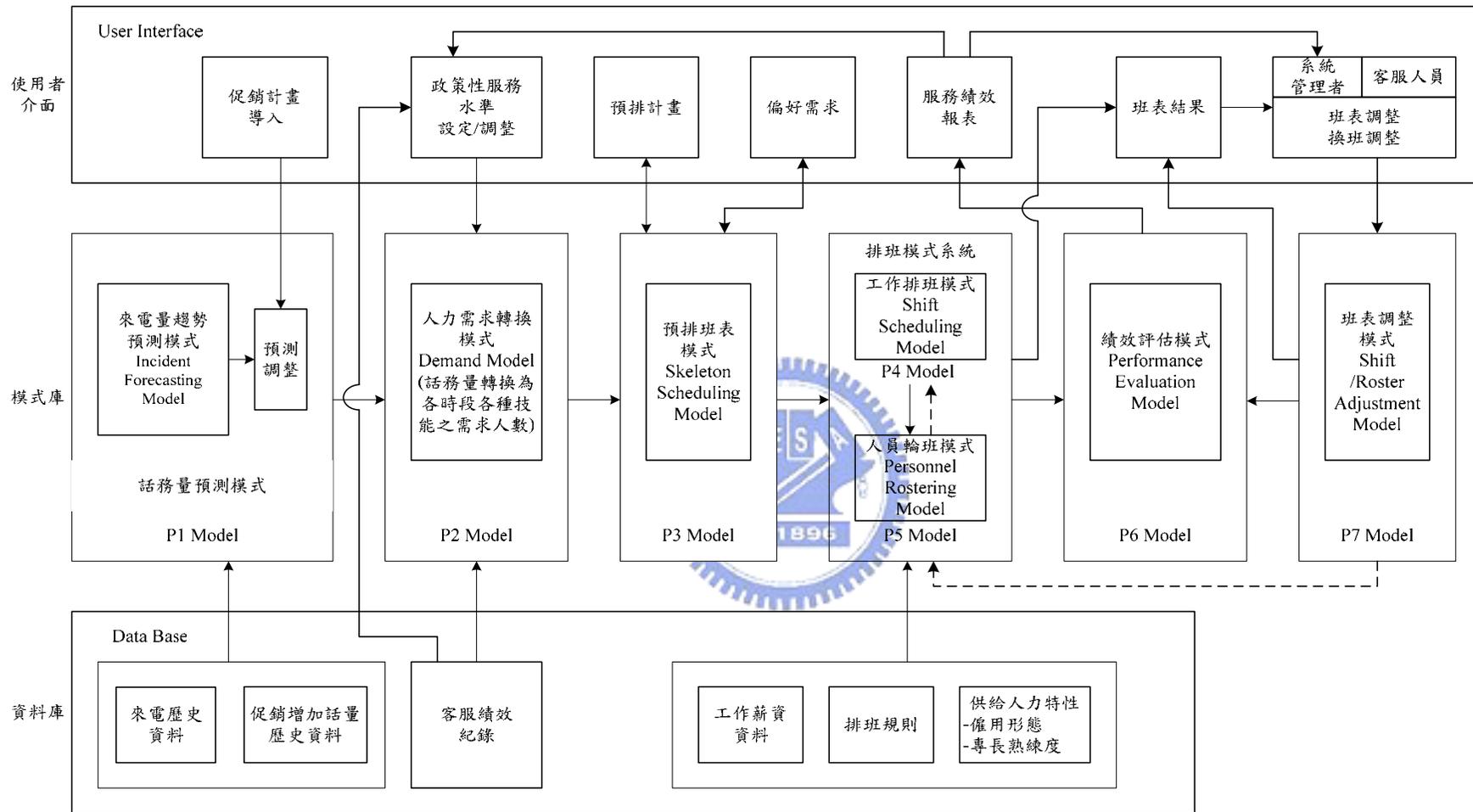


圖 1.1 客服中心決策問題研究：人力需求規劃、人員排班問題與績效評估

資料來源：韓復華、李俊德、賴裕智，2005年，未發表研究資料

1.3 研究方法與流程

本研究擬針對客服中心最小人力排班問題，將其定義為一數學規劃問題，利用整數規劃方法並配合相關工具，求解在滿足排班人力必須大於或等於話務人力需求的條件下，最小之排班人數為何。在研究方法上，將回顧客服中心、等候線理論、人力資源規劃與人員排班問題等相關文獻，首先試圖放鬆歐蘭 C 公式中人力需求為整數的限制，求解出較為合理的十分之一單位之話務人力需求，再進一步以一個實際的個案客服中心為研究對象，蒐集如來話量、平均服務時間等話務量資料，構建最小人力排班模式，探討不同情境下之最小排班人力需求，並加以分析比較，以探究不同考慮因素對於排班人力需求之影響為何。本研究之研究流程如圖 1.2 所示，具體之執行步驟如下：

1. 文獻之蒐集與回顧：蒐集並回顧人力資源規劃與人員排班問題文獻，以了解人員排班問題的定義與過去曾應用之解決方法，此外並回顧客服中心與等候線理論等相關文獻。
2. 實際個案之資料收集：以多重工作技能(multi skill)為主，尋一案例為個案研究對象，並蒐集有關話務量、班別資料等，並參考客服中心的運作現況做為參數設定之用，以利後續研究之進行。
3. 十分之一單位人力需求轉換模式構建：根據歐蘭 C 公式，放鬆其人力需求為整數之限制，以構建十分之一單位之話務人力需求轉換模式。
4. 話務人力需求轉換：依據所蒐集之話務量資料，並根據所設定之服務水準、平均服務時間等數據，透過前述的整數單位及十分之一單位之人力需求轉換模式，將話務量轉換為各時段不同技能之話務人力需求量，更可進一步將二者之結果加以比較，探討十分之一單位之人力需求轉換模式的效益。
5. 最小人力排班問題模式構建：在考慮是否加班與用餐及休息時間是否為彈性的情形下，針對不同類型之問題分別構建最小人力排班求解模式，以估算每日之實際最小人力需求數，並視情況將模式加以修正。
6. 模式求解與結果分析：將前述的人力需求資料與班別資料等，匯入最小人力排班模式中，並將求解結果進一步加以比較分析。
7. 結論與建議：針對本研究之研究結果，提出具體的結論與建議。

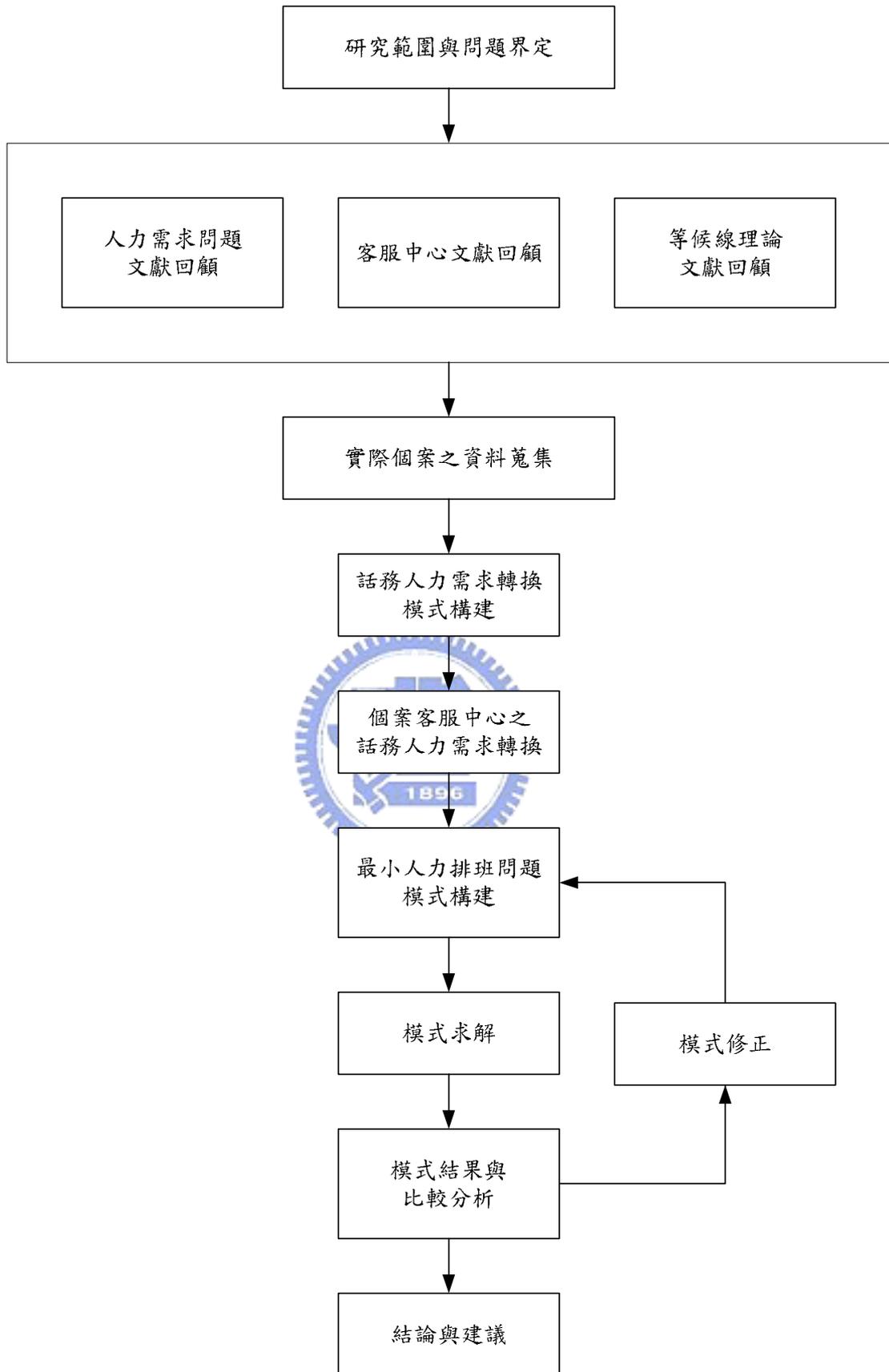


圖 1.2 研究流程圖

第二章 文獻回顧

2.1 客服中心相關文獻

2.1.1 客服中心簡介

企業間的競爭分為幾個階段，早期企業競爭僅在「產品」本身的競爭，因為某些先進技術多掌握在少數企業手中，可以依靠比別人高出一截的質量贏得市場。但隨著科技進步、新技術的普遍採用和越來越頻繁的人才流動，企業間產品已相差無幾，客戶買誰的產品並沒有太大差別，於是進入了「價格」的競爭[9]。

近年來企業間的競爭更邁入了「服務」的競爭，企業除需提供優良的產品外，更需提供完善的客戶服務，才能吸引顧客，並且能讓顧客繼續購買。但是如果只把客服中心當成客戶詢問、投訴、索賠、抱怨的中心，未免低估客服中心的機能。因客服中心可為企業帶來利潤的最大來源為撥出(Outbound)，透過撥出主動地為客戶提供服務，向客戶宣傳、推薦和銷售產品才能提供客服中心最大的用處。透過這種主動的撥出，最終將為企業換回無可估量的利潤[9][10]。

客服中心是向顧客進行銷售行為以及提供所需服務，其主要功能在於建立並持續顧客關係。客服中心的目標包括：「成功的資訊交流」、「優質服務」、「優質產品」、「符合簡易、高效能與生產力的應變管理」以及「對利潤有正面的幫助」。因此，客服中心的每位客服人員(agent)都身負重任，他們必須傳遞公司、產品、服務以及經營理念的正面形象。顧客對公司的印象通常來自初次的互動，而且交易成功與否往往就決定在互動開始的前幾分鐘。不當的時機、聲調與態度，都可能導致顧客流失，因此客服人員成為企業致勝的關鍵[35][44][45]。

2.1.2 台灣地區客服中心的發展情形

國內客服中心的應用始於消費性產品，大約在 1985 年左右，台灣的消費意識開始抬頭，許多企業逐漸進入服務導向的階段，當時由一些較有客戶服務概念的企業(如統一企業)開始設立服務專線，但僅是一支 080 電話專線，因此不能稱為正式的客服中心，不過不少企業自此開始注重客人的建議、詢問及抱怨，並逐漸發展出客戶服務中心[7]。

客服中心對樹立服務導向的企業形象有極大幫助，也可集中消費者電話而不至干擾其他員工，但國內當時的服務業仍處於萌芽階段，因此只強調良好的態度及禮節，例如飯店業、餐飲業等，並未如今日的客服中心般強調廿四小時與各種量化的標準，這是因為當時尚未出現後期大型客服中心所需的流程規劃，以及大量客戶群產品(例如信用卡、電信業)之故。而近年來電信市場開放，除了對台灣的通訊產業產生巨大影響，相對也帶動了客服中心在國內的進一步發展。

台灣客服中心的演進大致上有下列幾個階段：

1. 消費者服務專線：

最早略具客戶電話服務中心雛形者首推一些消費性產品公司，例如洗髮精、食品、家電用品等。為塑造直接與客戶互動之服務形象，乃提供一免費服務專線，稱之為「消費者服務熱線」，由一位聲音甜美、較具服務精神的女性同仁接聽電話，其目的是為提供客戶抱怨及建議之管道，但此時尚未成立一專責的客戶服務單位，往往只是隸屬於公關或行銷部門之下，且服務時間只限於正常上班時間內。

2. 航空公司訂位組：

較大型的客服中心肇始於航空公司之訂位組單位，該類客服中心的業務內容單純(以訂位為主，較少客戶抱怨處理)、流程固定(查日期時間班次→問客戶姓名→問連絡人電話→給訂位代號)，但此時服務時間仍停留於正常上班時間內。

3. 金融、信用卡業：

直到近年來政府放寬金融機構的設立，金融、信用卡、保險業、證券業者如雨後春筍般出現，激烈競爭下使客戶服務概念有了更進一步的詮釋，其中尤以信用卡業為最，大型廿四小時營運的客服中心乃正式產生，並且以客戶服務為主要訴求。

4. 電信業者：

民營行動電話系統業者成立之後，三百至五百人次、廿四小時運行的大規模電話服務中心，將客服中心於台灣之發展推到了最高點。目前，通信業者客服中心的建制規模大小不一，舉例而言，遠傳及台灣大哥大的客服中心所占面積超過一千坪，客服人員多達八百人以上；小型客服中心也有二十至三十名客服人員，每天話務量由幾千通到幾十萬通的來電。電信業者客服中心從業人員所需的專業知識可說包羅萬象，從帳單、各種廠牌型號手機功能、促銷方案內容、網路訊號申告、客戶資料線上更改、增值服務(例行動數據、WAP、語音信箱等)，以及一般客戶抱怨申訴。其專業知識的複雜是其他產業所不及，因此電信業客服人員的訓練時間往往須長達三週至一個月，即使是熟手，亦必須佐以不間斷的在職訓練，故人才養成的成本極高，有經驗的從業人員與管理人才因此於人力市場上「物以稀為貴」。

5. 電話服務中心電腦系統的演進及 CTI 之應用：

由早期只提供一條專線，到 080 免費服務電話，再到自動話務分配系統 ACD(Automatic Call Distribution)、自動語音查詢系統 IVR(Interactive Voice Response)，以至最先進的電腦電話整合系統 CTI(Computer Telephony Integration)，台灣的客服中心也開始由早期所謂「消費者服務熱線」，走向世界先進的電腦電話整合系統 CTI，惟目前 CTI 於台灣仍只有少數的業者採用。

2.1.3 建置客服中心所需之硬體及軟體

客服中心建設成本極高，以常見的 Lucent 系統來說，一支電話主機就將近兩萬元台幣，耳機價格也將近萬元，若一個客服中心裝個三五百套，成本已經相當驚人，再加上後端的交換機、分析軟體等，任何一項也都要價七位數字以上，並不是每一個企業都可以負擔得起[34]。

客服中心的軟硬體投資費用固然可觀，但以全部營運成本為 100% 來計算，系統設備費用僅佔 10%，通訊傳輸費用 20%，人事管理費用則佔了 70%。客服中心初期平台的建置費用，僅僅佔全部投資的 10%，真正開始營運後最大開銷是在人事的費用上。以下就建置所需之軟硬體及人力管理作進一步說明[18]。

先進的客服中心所需之軟、硬體要求極高，其系統架構及操作流程如圖 2.1 所示，以下將說明各軟、硬體的功能[4][6]。

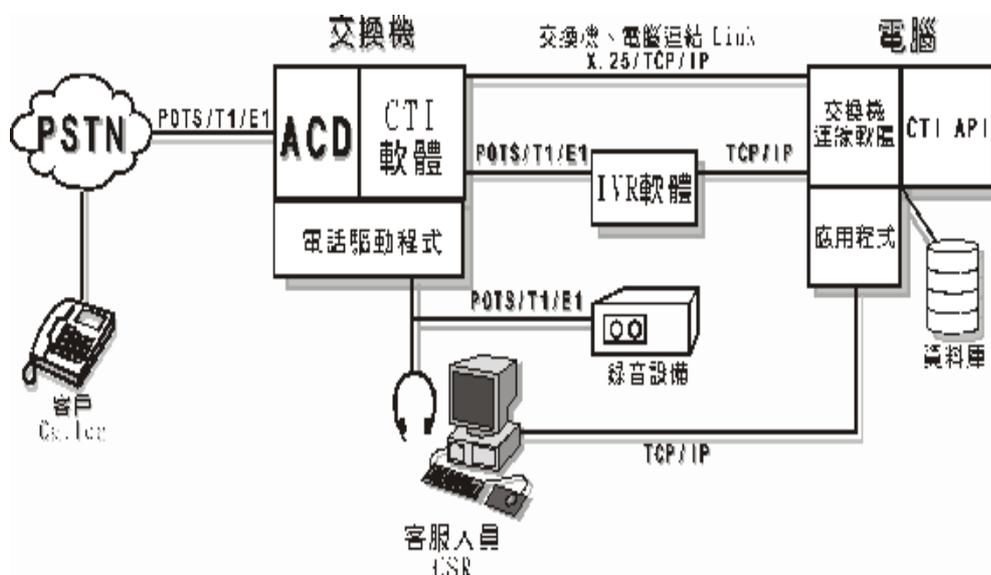


圖 2.1 電話客服中心系統架構及操作流程

1. 電話交換機(Private Branch Exchange, PBX)：

一般的電話客服中心往往有至少數條以上的電話線路，因此電話交換機(Private Branch Exchange, PBX)為必備之系統；許多大型的客服中心更有自己專用的 PBX，以便和公司內其他部門的 PBX 區分開，如此可避免整體 PBX 發生意外故障。

2. 自動話務分配系統(Automatic Call Distribution, ACD)：

有了 PBX 後，撥入超過數條線以上的電話可以透過自動話務分配系統(Automatic Call Distribution, ACD)進入客服人員之話機。當客服人員正結束一通電話準備接下一通電話，則最早等待的客人就由最早在待命之客服人員接聽，此時 ACD 便可發揮精準的特性，在功能上扮演不可或缺的角色。

但更重要的是，ACD 系統可自動記錄一個客服中心之整體 trunk group、個別客服人員及不同 agent team 之數字報表，如全天的電話接通總數、客戶掛斷總數、服務水準等。如此可以提供主管於最短時間內，以每日報表型式了解該客服中心之運作情形，且以上數字皆可區分各時段，以供主管了解是否於該時段增減客服人員，甚或增加線路以疏解客戶於該時段之線路壅塞情形。

至於個別客服人員方面，可由 ACD 日報表上得知該員於當日所接的電話總通數，每通平均通話時間、總值機時間、外撥/內線電話通數等，藉此可了解該員產能及效率，以判斷是否需要再接受訓練。惟有依靠 ACD 所提供之報表數字，客服中心才可達到真正的數字管理及目標管理。

3. 互動式語音查詢系統(Interactive Voice Response, IVR)：

當電話撥入客戶服務中心時，往往會先進入自動語音查詢系統(Interactive Voice Response; IVR)，IVR 乃一根據流程規劃，由客戶撥號碼鍵以聽取其所選擇之項目，例如：按 1「聽取最新促銷方案」、按 2 聽取「帳單資料」等。其中也可由客戶輸入帳號及辨識密碼等以抓取客人帳戶資料，故稱之為「互動式」。IVR 具備當客服人員於話務繁忙無法接聽電話，亦或是客服人員下班時可代替客服人員為客人查詢之功用。

4. 排班系統(Scheduling System)：

目前市面上有許多排班系統可供客服中心進行人員排班之用，該類系統可連結 ACD 系統以抓取歷史資料，預估未來話務量之趨勢，電腦會自動分配客服人員數量以符合所預測之話務量，此外，在排班上若有特殊之需求及限制，此系統亦可處理。

5. 錄音系統(Recording System)：

許多客服中心皆有錄音系統以記錄顧客與客服人員之對話，如此可供未來雙方有疑問時之佐證，並可做為客服人員訓練及評估之用，挑選此類系統必須注意以容易搜尋特定通話為原則，否則即失去錄音之目的。

6. 帳務系統(Billing System)：

帳務系統為一重要之系統，除了正確為基本要求之外，更須具備彈性以供日後根據公司需求而有特殊計費方式之改寫，由於此類系統之繁複與重要，建議宜以行銷、財務、客服、IT 等部門共同參與決策為佳。

7. 電腦電話整合系統(Computer Telephony Integration, CTI)：

CTI 為目前相當熱門之客服系統，CTI 之意義即是將電腦與電話線路整合在一起，不似傳統之架構為兩者分開。

2.1.4 客服中心績效評估

客服中心之績效評估可分為質與量方面，以及團體與個人之評估，概述如下[8]：

1. 團體部份之量化指標：

服務水準(Telephone Service Factor, TSF)可定為十五或二十秒內客戶電話接通率百分比，此為一般客服中心最常使用之指標，若某時段本數字較低，除了管理問題以外，則可考慮增加人手，反之減少人手。客戶電話掛斷率(Abandon Rate)是指客戶未待客服人員接聽即掛斷之比率，若某時段本數字較高，除了管理問題以外，可考慮增加人手，反之則減少人手。客戶平均等待時間 (Average Waiting Time)和前述一樣，除管理問題以外，若某時段本數字較低可考慮增加人手，反之則減少人手。

2. 個人部份之量化指標：

包括每人每天接聽電話通數；平均每通電話通話時間；每日值機時間百分比。

3. 品質指標：

包括電話禮儀、音調、電話接聽技巧、專業知識。

以上數字指標方面皆可由自動話務分配系統產生日/週/月報表，亦可區分部門/各組/個人之數字，或經由監聽及客戶滿意度調查得知；但量化指標亦須與品質平衡，所謂「質量並重」，因為若只注重量化指標，則可能使主管一味加入人手提高接通率，或使客服人員草率回答客戶問題以提高每日接聽電話通數，促使品質水準下降，最後使得該客服中心之服務品質低落。故客服中心應同時追求質與量，提供最佳的服務。

2.1.5 客服人員招募、訓練及管理

客服中心的人事成本佔總成本的 60%至 70%，再加上客戶所感受的「服務」乃是直接與前線人員接觸得來，因此「人」的因素實為一個機構服務成功與否之最大關鍵。客服人員其工作為每日接聽用戶撥入之詢問電話，除了用餐及休息時間外，必須在位子上等待或接聽客戶的詢問電話，工作型態極為單一、較無變化，再加上客戶來電往往以抱怨者佔多數，因此一天工作下來須承擔極大的壓力，情緒起伏亦大。因此客服人員個性特質非常重要，且言語上的使用及聆聽溝通技巧更是要好，而這除了談話技巧要一流外，更是要有條理、具說服力、音調適中[5][46]。

不同產業對客服人員的要求原則上並無太大差異，但因產品別的不同而可能有些不同特質之要求，例如保險、銀行業的客服人員對數字不可懼怕，電信業客服人員對電信科技乃至手機使用不可畏懼。當然，客服人員錄取後的訓練可補強其該項特質，但確實某種產業客服人員在處理客戶問題之技巧使用上可能有所不同。不同產業對客服人員之要求不同，但本質上對服務熱忱的要求皆同，好的訓練課程往往可補強專業知識之不足。

客服人員的訓練分為新進人員訓練及在職訓練。人才招募完成後，須開始施以新進人員訓練，以便日後上線正式工作，即使正式上線之後，由於許多流程及促銷方案推陳出新，故亦須輔以持續性的在職訓練。新進客服人員訓練應至少包含電話禮儀訓練、公司簡介、公司產品知識介紹、流程課程，以及電腦操作訓練；至於訓練時間長短，則視產業別及公司流程而定，短則一週，長則一個月皆有可能，但一般來說，訓練期越長越不符成本效益，如何縮短新進客服人員訓練時間且不影響訓練品質，已成為許多客服中心之重要課題。

持續性的在職訓練，對於在職客服人員來說是非常重要的充電，在職訓練可對員工的資深程度分級，供給其不同的訓練課程。資淺的客服人員較需產品面之專業知識，而資深的客服人員可接受較多的應對技巧訓練，例如情緒管理課程、危機處理及主管之領導統馭課程等。訓練對於一個客服中心的品質有舉足輕重之地位，一個常設的訓練部門及訓練員，則有助於維持良好的訓練品質。

客服人員工作壓力大，情緒起伏也大，故應特別重視激勵；但也由於客服中心通常組織龐大，平時有排班及上班時間之限制，故紀律的維護亦十分重要，而如何平衡「紀律」及「激勵」，乃是主管的一門大學問。此外，客服中心可由電腦跑出許多量化的管理報表，例如每通來電通話時間、每日接通電話數等。除了對「量」的要求外，同時亦應有「質」的評估，例如電話禮儀及專業知識，以達到「質量並重」之境界。此外，對於客服人員的福利應多加重視，因為客服人員才是面對客戶的第一線人員，滿意的員工才能提供有滿意的顧客服務[22]。



2.2 等候理論與歐蘭 C 公式

2.2.1 等候理論

等候理論(Queuing Theory)，也稱為等候線理論(Waiting Line Theory)，主要是在研究等候行為。人們在日常生活中，經常會遇到各種等候活動，有些是容易察覺的，如電影前等候買票的隊伍、等待加油的汽車等；還有些活動是不易察覺的，如電話交換機系統接到的撥入電話等。在許多等候系統中，顧客抵達的過程是一個隨機過程，其到達的時刻無法事先確定；而服務完一個顧客的服務時間也受到許多因素影響而呈現隨機狀態。正因為其為隨機且不確定的特性，便形成不可避免的等候行為[14][51]。

等候理論最早是由一位丹麥籍數學家兼電話工程師 A. K. Erlang 觀察電話系統中撥入與撥出電話量之間關係，而於 1905 年開始著手研究，以解決設備利用率平衡的問題[37]。Erlang 於 1917 年發表「自動電話交換機機率理論問題之解答」，用來解決電話線路擁擠問題，因而奠定了等候理論基礎。二次世界大戰後，等候理論開始真正應用於實際之問題上，諸如現實生活中常碰到之問題，包括機場航班之起降、超級市場收銀櫃檯、收費站、汽車加油站之增設等等，都可以藉由等候理論之分析作出最佳決策[51]。

等候理論是一種能有效衡量系統績效之工具，是應用數學邏輯，建立等候現象之模式，探討各種等候線之性質，以研究需要服務個體與服務設施之間之動態關係。目的在於解決適當之服務措施，以滿足隨機到達之需要服務個體[20]。

等候理論中通常假定顧客依據卜瓦松過程(Poisson Process)產生，亦即假定至某一時間為止，所產生之顧客數具有卜瓦松分配(Poisson Distribution)。表示顧客以隨機方式到達等候系統，也就是到達時間呈指數分配的情境[39]。

等候線可用其可能長度來作為表示，一般可分為無限長度等候線 (Infinite Queue) 及有限長度等候線 (Finite Queue) 二種。前者在等候線上之數量沒有限制，因此要求服務數量多，排列長度長，但如果用戶需求可以應付，仍視為合理等候線。但當服務機構無法應付顧客需求時，此時必須設法增加處理站來改善，以維持顧客合理之等候系統。在有限等候線系統，等候線顧客有一定之限制，若超出此項限制，後來之顧客必須離開等候線。本研究所探討之電話客服中心，亦為等候系統之行為，其構成要素如下[14]：

1. 顧客來源：

顧客來源是指等候系統的輸入來源(Input Source)，又稱需求顧客的母體(Calling Population)，母體可分為有限的(Finite)或無限的(Infinite)兩種。例如工廠內停工待修的機器是有限的，而顧客撥入 CTI 系統的電話，因電話客服中心之經濟規模都很大，因此本研究設定以其顧客來源為無限。

2. 顧客抵達及離去過程：

主要描述各類顧客按照何種規律抵達或離開服務系統。一般假設到達或離開的顧客數呈現卜瓦松分配(Poisson Distribution)為最常用。到達或離去的間隔時間則為指數分配(Exponential Distribution)。本研究即以卜瓦松分配為基礎，加上具有尖離峰流量變異特徵的行為變化型態，作為顧客抵達及離去的預設前提。

3. 等候服務規則：

需求顧客進入等候系統後，服務者如何挑選顧客給予服務的準則，稱為等候服務規則，其分為三類，(1) 先到先服務(First Come First Service, FCFS)，(2) 後到先服務(Last Come First Service, LCFS)，(3) 隨機服務(Random Selection)。本研究所探討的電話客服中心則是採先到先服務之服務模式。

4. 服務系統區分：

依服務設備的數目區分，可分為單站與多站等兩種服務系統，單站服務系統(Single Station or Single Channel)，指服務機構內只有一個服務櫃台，需求顧客只能排成一行。第二種為多站服務系統(Multi Station or Multi Channel)，指有兩個以上平行的服務櫃台，可同時服務數位顧客。本研究所探討的電話客服中心則是採先多站服務系統。

5. 等候系統最大容量：

這是指等候系統內所能容納顧客的總數，包括正在被服務中及等候線上的顧客數，在本研究中正在被服務中的客戶即等於正在服務中的客服席次總數，而服務能量滿載時正在被服務中的客戶即等於執勤中的客服席次總數，等候中的顧客數即等於總電話線路數和執勤中的客服席次的差距。

Stevenson(2002)指出，等候理論之目的在總成本之最小化[48]。在等候線之情況裡，有二種基本之成本：等候服務之顧客相關之成本與服務產能相關之成本。當服務設施閒置時就會有產能之損失，因為產能是不能儲藏的，顧客等候成本包括員工等候服務所支付之薪資，等候之空間成本，及任何時間顧客拒絕等候所引起之生意損失與未來可能產生之影響。等候問題分析方法之使用，取決於潛在顧客數目是否有限制。潛在顧客數目有二種可能：無限來源(Infinite source)與有限來源(Finite source)之顧客。在無限來源中，潛在顧客數目遠超過系統之產能。

當服務無限制時，即產生無限來源之情況。典型例子包括超級市場、診所、郵局、飯店等等。理論上，顧客可能任何時候都會要求服務。當潛在顧客數目有限時，即產生有限來源之情況，其例子包括修護員負責修護某數量之機器(在任何時刻所需修護之潛在機械數量，不能超過指定修護之機器數量)。

李政忠(2000)認為，歐蘭 C 公式只是一個數學公式，因此它必須有一些假設，然而這些假設往往會與現實狀況產生矛盾，並且由於顧客服務中心的情況愈來愈複雜，因此建議可採用電腦模擬方式取代歐蘭 C 模型，將得到更準確的估算效度[2]。

Cleveland & Mayben(1998)認為和歐蘭 C 模型相較，電腦模擬有下述優點[33]：(1) 可以在程式中假設許多不同來源的變數，如群組技能重疊(Overlapping Groups)和技能群組橋接(skill-based routing)；(2) 可以假設具有顧客自行掛斷數與忙線訊號；(3) 可以在設計時即採用自動話務分配機(ACD)廠商所使用的術語，使模擬結果能直接採行於真實環境中。

本研究所探討之電話客服中心，亦屬於等候系統行為。在等候線模式中，若顧客撥入量增加，即需求量增加，而服務的設備或人員仍保持原有狀態，出現服務設備及人員不足，則顧客的等候勢必加長，或有些顧客缺乏耐性而離去，將導致收益上的損失。另一方面，若因期望等候線不致太長，以減少顧客等候或不需等候，而增加服務能量，勢必增加服務設備及人員，因而提高服務成本。倘若需求的服務量不大時，此時就有服務設備或人員產生閒置現象，此時發生閒置成本(Idle Cost)，也是一種損失。當服務設備或人員愈多時，則閒置的機會和成本就愈高，反之，若服務設備或人員不足，收益損失或等候成本就愈高；因此本研究所探討之電話客服中心人力需求問題，符合等候系統理論，旨在如何決定適當的人力，平衡這兩方面的損失，使整個等候系統的總成本最低，並獲得最佳配置[19]。

2.2.2 歐蘭 C 公式

數十年來，客服中心排班問題前端部分一預測未來某一時段的來電量及客服人員人力需求量預估問題，都需要極為複雜的演算法(Algorithm)來達到預測的效果，如常見於排班軟體中的歐蘭 C 公式，可依服務水準、統計以技能分組的歷史資料估計之來話量，以求得在某一時段內所需的客服人員人數[52]。

Erlang 的早期理論 Erlang B formulation，是預測隨機到達的電話流量公式，描述了呼叫次數、線路數、阻斷(Blocking)率、平均通話時間(AHT, Average Handling Time)等因素間的數學關係，而 Erlang 在當時也已成爲電話流量的單位，其意爲「佔線小時」[23]。後來並發展出歐蘭 C 公式，其原理非常適用於預測未來某一時段的話務量及客服人員配置，以求得在某一時段內所需的客服人員人數。但由於其假設有不甚合理之處，後期又發展出改良的歐蘭 C 模型，將掛斷率(Abandon Rate)與佔線率(Line Busy)一起考量演算，使得每位客服人員能回應的平均電話通數獲得精確的計算，讓每一時段客服人員的配置能達到最佳化，同時解決了傳統歐蘭 C 產生過多客服人員的問題[30]。

歐蘭 C 公式在二十世紀初由美國電話公司發展出來，以解決日益複雜的排班問題。初期的歐蘭 C 公式的演算方式有下列兩項假設：

1. 來電的客戶會無止盡的等待直到客服人員回應。
2. 客服中心可接到每一通來電，即線路不足時，客戶並不會出現忙碌訊息。

歐蘭 C 公式是最早探討如何估算客服中心人力需求的方法，也是目前最爲廣泛應用者。而在客服中心的績效評估方式方面，主要包括了服務水準與平均應答時間。其中服務水準是指：在平均等候時間 AWT(Average Waiting Time)已知的條件下，可以計算出在不同的客服人員數 N 下所對應的電話接通百分比 TSF(Telephone Service Factor)。此外，平均應答時間 ASA(Average Speed to Answer)則是指平均一通電話實際須等候多久才能被服務，其模式如下[40][41]：

$$ASA = \frac{C(N, R) \times (1/\mu)}{N - R} \cdot 60 \quad (2-1)$$

$$TSF = 1 - C(N, R) \times e^{-\frac{(N-R)AWT}{(1/\mu)}} \quad (2-2)$$

在 2-1 式與 2-2 式中，C(N, R)是指發生電話佔線，顧客必須等待的機率，若以歐蘭 C 公式來衡量，則可表示爲 2-3 式之三種形式。其中本研究所使用者，則爲 2-3c 式。模式中所涉及的變數包括： λ 爲平均每單位時間來話量、 $R = \lambda \times (1/\mu)$ 表示 loading， $1/\mu$ 爲平均服務時間，在上述條件已知的情形下，可計算出在不同客服人員數 N 下，顧客必須等待之機率 C(N, R)，其模式如下[40][41]：

$$C(N,R) = \frac{R^N}{(N-1)!(N-R)} \left[\sum_{j=0}^{N-1} \frac{R^j}{j!} + \frac{R^N}{(N-1)!(N-R)} \right]^{-1} \quad (2-3a)$$

$$= \left[1 + \frac{N-R}{R} \sum_{j=0}^{N-1} \frac{(N-1)\cdots(j+1)}{R^{N-j-1}} \right]^{-1} \quad (2-3b)$$

$$= \left\{ 1 + \frac{N-R}{R} \left[\left(\cdots \left(\left(\frac{1}{R} + 1 \right) \frac{2}{R} + 1 \right) \cdots \right) \frac{N-1}{R} + 1 \right] \right\}^{-1} \quad (2-3c)$$

表 2.1 歐蘭 C 公式與等候線模式之關係

Model	Erlang-C Model
對應之 queuing model	<p>M/M/N/∞ Model :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 話務到達服從參數為 λ 之 Poisson Process，即所有到達時間均獨立並服從相同之指數分配 2. 所有的服務時間均獨立且服從另一個相同之指數分配 3. N 為 agent 人數 4. queuing capacity 為無窮大
input data	<p>λ : 平均每單位時間來話量 $1/\mu$: 平均服務時間 N : agent 人數 $R = \lambda \times (1/\mu)$</p>

在過去的客服中心相關文獻中，大多是利用歐蘭 C 公式來從事相關的研究，如相關的績效評估、人員排班問題求解等，此外目前也有少數研究是利用歐蘭 A 模型為其求解模式，其與歐蘭 C 公式最大的不同即為加入了 Abandon rate 之考慮，使人力需求的估算更為精準。然而參考過去的研究，並未有應用多重技能與話務自動指派的觀念，也就是說，在過去的研究中，並沒有採用非整數人力需求的先例，這是本研究一個與其它研究的主要不同之處。

表 2.2 應用歐蘭公式求解客服中心相關問題一覽表

	求解方法	敘述與分析
Garnett, O., A. Mandelbaum, and M. I. Reiman(2002)	Erlang A Model	以大型客服中心為其研究對象，針對 Erlang A Model 加以分析，並進一步提出各項績效指標的近似方法[38]。
Brown, L., G., Noah 等學者 (2002)	Erlang C Model、 Erlang A Model	以一個銀行的實際案例出發，摘錄並整理客服中心的運作流程與相關之等候線理論，以及各種統計分析方法，如服務時間之平均值與變異數、發生延遲的機率等[30]。
Koole, G., A. Mandelbaum (2002)	Erlang C Model	調查 12 家客服中心，並進而整理出客服中心的運作流程，並針對話務量資料分析及探討相關的等候線理論[40]。
Borst, S., A. Mandelbaum, and M. I. Reiman (2004)	Erlang C Model	分別以「服務品質為導向」與「成本最小化」等兩種情境為考量，計算所需要的最小人力需求數[28]。
Koole, G. (2005)	Erlang C Model	整理包括 Erlang C Model 及各相關之績效評估模式，如 TSF、ASA 等[41]。

2.3 人力資源規劃問題

2.3.1 人力資源規劃的定義

早期學者們將整合企業目標與人力資源的過程(process)稱之為「人力規劃」(Manpower Planning)，1970 年代以後將「人」視為組織「資源」的概念風行，於是學者們逐漸以包含範圍較廣的「人力資源規劃」(Human Resource Planning)取代原先的「人力規劃」。

Walker (1980)認為「人力資源規劃」是「在變動的環境下，分析組織的人力資源需求，並發展必要活動以滿足這些需求的過程」[49]。Burack(1972) 則清楚地指出「人力資源規劃」的內涵為「公司預估未來組織的人事需求(人力預測)，並同時監督人力的獲得與發展以符合這些需求(接班人計畫)」[31]。

人事管理協會(Institute of Personnel Management)定義「人力資源規劃」是「在變動的環境下分析組織人力資源需求，並發展適當的人力政策以促進組織長期效益的過程；更是公司整體計畫和預算程序的一部份，因為人力資源成本和預測將影響公司長期計畫或受其影響」[43]。

國內學者吳美連、林俊義(民 88)指出「人力資源規劃」是「分析並指出人員的需求與可得性，是在一限定時間內，把組織內或外部之人力供給與組織空缺配合起來的一個過程，即在對的時間把對的人放在對的工作上的一個過程」[3]。

張火燦(民 86)則將人力資源規劃的定義分為狹義與廣義兩大類。狹義的人力資源規劃類似與過去的人力規劃，著重未來人力供需的分析，以決定人力資源的種類與數量，並據此擬定招募與培訓計畫；廣義的人力資源規劃，涵蓋人力資源部門的規劃，並與經營策略相整合，而人力資源供需的分析，僅是規劃中的一部份[16]。

由上述諸位學者的定義來看，可看出人力資源規劃是具有下列意涵[11]：

1. 人力資源規劃是持續不斷的過程
2. 人力資源規劃乃針對組織未來人力需求所設計的
3. 人力資源規劃深受環境變遷的影響
4. 人力資源規劃的內涵，應包括需求預測和行動策略規劃
5. 人力資源規劃的目的，旨在將組織的業務目標與員工的生涯目標結合，以便能兼顧兩者的發展和利益。

綜合上述學者定義，人力資源規劃是「分析內外部環境狀況後，配合企業策略與目標，有系統地預測組織未來人力供需，並進一步規劃及監控後續人力資源行動計畫(招募、訓練、職涯發展等)，以使組織有質量俱佳人才的持續過程」。而一般而言其基本活動包括：(1) 確認未來公司整體目標；(2) 將公司目標轉換為人力目標；(3) 設計人力資源資訊系統；(4) 進行人力盤點(manpower inventory)；(5) 分析人力資源需求；(6) 分析內部人力資源供給；(7) 增進人力資源效用(utilization)；(8) 改善公司人力政策(policies)；(9) 控制人力資源成本[29]。

2.3.2 人力資源規劃之目的

Cascio(1989)認為工作分析和人力資源規劃構成現代人力資源系統的兩個基本程序(fundamental processes)，上述程序可提供工具使組織能藉由更有效的人員利用來改善獲利、整合人力資源計畫以達到最佳成本效益，並且能整合人力資源計畫和經營計畫以提昇人力資源的使用和獲得競爭優勢[50]。

人力資源規劃除了上述的提昇人力資源使用和獲得競爭優勢外，其目的還包括：(1)獲取和維持所需人力的質與量；(2)培養訓練良好、具彈性的人力，以協助組織適應不確定和變動的外在環境；(3)降低對外部招募的依賴，也就是以人力發展策略儘量維持人力穩定；(4)預測人力需求，未雨綢繆，及早更新組織生命；(5)合理分配人力，消除無效人力；(6)因應組織發展目標，協助組織成長；(7)提高員工效率，節省用人成本；(8)有效運用各類人力，達到適才適所[43]。

2.3.3 人力資源規劃的特性

人力資源規劃是其他人力資源管理功能的基礎，因此組織若想使其他管理功能發揮作用，首先必須做好人力資源規劃這項基礎工作。但人力資源規劃是一項動態的活動，不易了解其本質，因此藉由對人力資源規劃特性的瞭解，可協助我們在進行人力資源規劃時能更掌握其精髓。

根據人力資源規劃的意義及目的，可歸納其特性如下[11]：

1. 持續性：人力資源規劃是一種持續性的過程，雖然規劃的結果可能是某種計劃，但規劃功能並未因此結束，而是持續進行的；更何況外在環境並非固定不變，因此人力資源規劃需要持續不斷地調整其規劃方向。
2. 複雜性：從事人力資源規劃必須考量許多內外環境變數，像是人口統計變數變化、政府法令、市場競爭、顧客需求等，因此在組織中應有專人或專屬單位來負責。
3. 主動性：人力資源規劃的特性之一，是積極、主動去發掘組織的問題，而非等到問題發生，再被動去解決問題。因此從事人力資源規劃者，應有積極主動的工作態度。
4. 前瞻性：人力資源規劃應考量組織的未來發展，亦即其行動計劃應具有前瞻性。
5. 整體性：人力資源規劃和組織整體的策略規劃，是平行且相連結的，因此人力資源規劃應以組織整體為考量對象，而不是以特定或個別部門為規劃主體。
6. 資訊電腦化：從事人力資源規劃時，需要充足的人事資料，因此宜建立一套人力資源資訊系統，以收集歸納人事資料，做為人力資源規劃的基礎。
7. 評估回饋性：人力資源規劃過程中應設有回饋管道，以便將執行結果傳回給規劃者，做為下一階段人力資源規劃的參考。

2.3.4 人力資源規劃之重要性

就公司而言，良好的人力資源規劃可使公司即早因應外在供給變化，做好人力需求的準備，同時亦可提昇組織現有人力利用效率，使其發揮最大效用。就個人而言，完善的人力資源規劃及其後續活動可協助員工自我實現、提高其工作動機和績效。人力資源規劃對組織的重要性，可分析如下[15][17]：

1. 人力資源規劃可以減少管理者對未來的不確定性：透過人力資源規劃過程，組織可預知其未來所需人力，預先儲備，不必擔心組織人力與未來發展目標銜接不上。
2. 人力資源規劃可協調不同的人力管理計畫，使各項人力活動(運用)與組織未來目標更有效的配合。
3. 擴大人力資源資訊系統以支援其他各項人力運用及組織各單位的活動，增進人力資源利用率。
4. 人力資源規劃是組織對人力資源的投資，組織若能有效把握人力資源，使人員致力於達成組織目標，人力資源將是利且具價值的投資。

近年來由於技能良好、專業知識豐富員工稀少，使得公司必須從人力資源規劃觀點預先考量未來數年的人力供需，才能在人力短缺時確保公司有充足的人力供給，這使得人力資源規劃的重要性在人力資源管理中更被強調。

2.4 人員排班問題

自一九七〇年代開始就有許多研究討論人力資源規劃(Work Force Planning)與人員排班(Staff Scheduling)的相關問題，如[21][24][25]。它們共同的目的都是使企業主在能夠滿足對雇員的需求量與符合各種排班政策要求下，運用特定的排班方法來達到僱用人數最少，亦即成本最小的目的。

但近年來，員工對於自身工作上的排班與休假時間的安排，特別在連續假期的要求、在正常例假日是否能放假、對連續假期的要求及排班之公平性的要求等。因此產生除需滿足法規(Hard Constraints)外，亦需滿足員工要求(Soft Constraints)之排班問題，如[27][32]。

2.4.1 人員排班問題定義

人員排班問題是真實世界中常面臨到的一個問題，大至政府單位、公司組織，小至一般團體、班級間的人力工作安排，簡單的來說就是在適當的時間安排適當的人力於適當的工作上，不過管理者再規劃方面都為面臨到三個主要的思考層面：(1)合理性(Reasonability)、(2)效率(Efficiency)、(3)公平(Equality)，配合各種作業限制、法規，其在企業與人事管理方面業已為一特殊且重要的領域。

Lau[42]針對人力排班做了以下的定義：人力排班為在滿足管理者、勞方、政府等各單位的目標與政策下，將人力資源適當的安排於所需的作業項目。在組織營運時，將員工安排至各項工作以提供服務已成為一項不可或缺的管理活動。

Abboud 等人[21]認為在真實世界的人力分派問題中有很多要素需要考量，如個別勞工的能力、偏好及滿意程度等均影響排班工作的好壞，一般而言實際人力排班情形並不易解決，通常採用兩種方法，第一種是發展數學分析來獲取一最佳解；第二種作法為採用啟發式解法來獲取一近似最佳解。

2.4.2 人員排班問題型態

相關文獻對人員排班問題之探討，有諸多不同的考慮因素，例如：週末、非週末的需求變化，排班政策對週末休假之要求比例，是否連假、連續工作天數限制等。

1. 問題型態依其不同排班方式可分為下列三種：

i. 值勤班次排班問題 (Shift Scheduling Problem)

此問題僅規劃一天內的班表，意即人員在這一天內那個時段必須工作。最簡單的是指派非重疊性班次(Nonoverlapping shifts)，如早、中、晚三班。然而當需求隨著時間而變化很大時，雖然能夠滿足尖峰時段的需求，但在非尖峰時段會產生很大的人力浪費，為了改善這種情形，於是就有重疊性排班(Overlapping shift)的產生。如此一來，班次型態就更多，增加了問題的複雜度。

ii. 休假排班問題 (Days-off Scheduling Problem)

班表的規劃為一個星期，且每一天人員的需求已知，而人員一星期的工作天屬小於事業單位一星期營運的天數時，必須安排人員的休假日，當休假日一決定，即可知道人員之工作日。休假的型態有很多種，例如一星期中有兩天休假，或是一天的休假，前者又可分為連續或不連續價，至於是何種型態，則視營運單位法規訂定。

iii. 休假值勤排班問題 (Tour Scheduling Problem)

此問題規劃的班表長度為一星期，班次中不但包含哪一天為休假日，並指出工作日的工作時段，因此上述兩個問題，事實上為此問題的子問題。如此使得班次型態變得非常龐大，問題求解更加不易。

2. 人員排班問題型態亦可依其不同排班種類可區分為下列兩類：

i. 週期性排班(Cyclical Scheduling)：

制定固定班型，每 4-6 週或 7-12 週循環，優點為較為公平，因為每個人都會循環輪班，所以都會輪到好班或不好班，由於事先人員知其工作及休假時間，因此人員亦可作個人休閒及社交活動長短程之計劃。

ii. 非週期性排班(Non-cyclical Scheduling)：

排班人員依照公司所給的人員數，排定該單位之班表，可依人員數改變而修改排班表。其優點為排班較為彈性，若公司有突如其來的行銷活動或有意讓某些人員進行進修課程活動時，亦可讓排班人員事先得知；也可讓人員事先安排較長的假期等優點。

2.4.3 人員排班之解法

關於人員排班問題，在國內外均為廣泛地討論，相關文獻頗多，其在學術領域被定義為一組合最佳化問題。在過去國內外學者的研究下，已發展出許多種求解概念與方法，基本上求解方式可簡單分為兩派，一為最佳化演算法(Optimal Solution Algorithm)，另一為啟發式演算法(Heuristic Algorithm)。

最佳化演算法是在求解條件與限制式已知條件下，對於問題的目標求取其可行解空間內最佳的一個解，然而此法最主要面臨的瓶頸為演算時間較長，對於大型人員排班問題往往需要耗費過多的求解時間。在處理 0-1 整數規劃的人員排班問題上，可以分支定限法(Branch and Bound Method)為代表。

基於最佳演算法無法在特定時間內求得可行解的原因下，一般對於實際或大型人員排班問題的處理會選擇設計適合的啟發式演算法，以尋求一可行解，雖然不盡然為最佳解，但其以縮短時間所換取的求解效率往往更符合實務所需，關於人員排班常見的啟發式解法有線上交談法、基因演算法(Genetic Algorithm, GA)等。

1. 最佳化演算法

服務事業所面臨的需求隨著時間而改變，因此我們知道對執勤人員的需求亦隨著時間而有所不同，因此我們將整個排班期分為數個時段，根據顧客到達率、服務時間及特定的服務水準，得知各時段人員需求數，來進行排班工作。在滿足人員需求水準及法規的限制下，以最低成本為目標，決定值勤人數及其值勤時間。最常應用的便是 Dantzig[36] 於 1954 年提出的數學規劃式，表示如下：

$$\begin{aligned} \text{Min} \quad & \sum_j C_j X_j \\ \text{s.t.} \quad & \sum_j a_{ij} X_j \geq d_i \quad i=1, 2, \dots \\ & X_j \geq 0 \\ & X \in \text{interger} \end{aligned}$$

i : 時段區間指標 (Interval Index), $1 \leq i \leq I$

j : 值勤班次指標 (Shift Index), 表類型 j 值勤班次

X_j : 值勤班次 j 之班次數, 為決策變數

C_j : 值勤班次 j 之單位成本

d_i : 值勤 i 之人員需求

$a_{ij} : \begin{cases} 1, \text{若時段 } i \text{ 為班次 } j \text{ 之工作時段} \\ 0, \text{其他} \end{cases}$

而人員排班問題已被 Bartholdi[26]證明為 NP-Complete，意即要找到一個非常快速求得最佳解的方法，是極不可能的。

2. 啟發式演算法

基於最佳演算法無法在特定時間內求得可行解的原因下，一般對於實際或大型人員排班問題的處理會選擇設計適合的啟發式演算法，以尋求一可行解，雖然不必然為最佳解，但以縮短時間所換取的求解效率往往更符合實務所需，關於人員排班常見的啟發式解法有線上交談法、批次產生法、基因演算法(Genetic Algorithm, GA)、禁制搜尋法(Tabu Search, TA)以及模擬退火法(Simulated Annealing, SA)等人員排班之啟發演算法方法極多，茲舉例如下：

Smith[47]利用啟發式解法，將人員排班設計成批次模式作業，並顯示各單位人力的多於或短缺；最後再以手動調整，產生最後的班表。

王勇華[1]組合文獻已有之方法—MS、EAS、LPI 演算法，以及自行發展之 EXCHANGE 演算法求解接線生排班問題。

高建元[12]採用線上交談的方式協助護理行政人員完成排班工作，其考量項目有：排班作業的起始日期、本月參與排班的人數，每個人員職別的區分，每個人員本月班別，每個人員上月末派班狀況以及類計的休假數紀錄，以及人員預約休假資料與人力需求等。

莊凱翔[13]在求解護理人員排班最佳化時，先就護理人員的排班現象加以分析，歸納其中規則，並採數學規劃方式加以整理。研究中採用修定的自我排班法(Self-scheduling)，僅開放人員自行排定上班休假日日期，而不能決定工作排班種類，並結合基因演算法，提出一整合性演算架構，演算法編碼方式採用人員與週期為主軸的二維編碼架構，導入基因複製、交配運算步驟，並加入依模式特性設計的突變機制，使模式產生滿足限制式的可行班表，完成一套整合性排班班表。

第三章 話務人力需求轉換模式

客服中心之各時段各技能話務人力需求之估算，是將歷史話務量資料以時間序列方式，並考量可能的行銷計劃導入或其他因素，估算出未來排班區間可能話務量之預測值，再將預測之話務量資料透過適當模式加以轉換而得。

由於本研究之研究範圍將以話務人力需求之估算與排班人力需求最小化為主，不考慮話務量之預測模式，因此於本研究中，將話務量預測值視為已知。本研究將根據目前客服中心所最常使用的歐蘭 C 公式(Erlang C formulation)為出發，進一步發展十分之一單位之話務人力需求轉換模式，以估算出更為合理的話務人力需求數，並將其與原有的歐蘭 C 公式加以比較，茲分述如下。

3.1 歐蘭 C 公式應用於多重技能之落差

對於目前大多數的電話客服中心與其所使用的排班軟體而言，主要都是以歐蘭 C 公式將排班區間的預測話務量資料加以轉換，得出各時段各技能之最小話務人力需求，再依此話務人力需求進行人員排班與輪值問題等之求解，歐蘭 C 公式之模式已於 2.2 節介紹，在此不加贅述。

例如當 $\lambda = 0.3 \text{ call / min}$ 、 $1/\mu = 2.5 \text{ mins}$ 、 $AWT = 20 \text{ secs}$ 、客服人員人數分別為 $N = 1、2...6$ 時，可計算出相對應之 $C(N, R)$ 、 ASA 、 TSF ，計算結果如表 3.1 所示：

表 3.1 歐蘭 C 公式之計算範例 (AWT = 20 秒)

agent (N)	C(N, R)	ASA (secs)	TSF
1	75.00%	450	27.43%
2	20.45%	24.55	82.65%
3	4.11%	2.94	96.72%
4	0.58%	0.27	99.50%
5	0.09%	0.03	99.94%
6	0.013%	0.004	99.99%

因此，若某客服中心所設定的服務水準目標值為 85% 可於 20 秒內接通，則針對上述計算範例而言，該時段該技能必須至少要有 3 位客服人員，才能滿足客服中心對於服務水準的要求。

由於過去以歐蘭 C 公式估算話務人力需求時，都將每位客服人員視為只能接聽某種特定技能的來話，因此對於某時段某技能來說，該客服人員必然完全貢獻其人力資源於該技能，因此該時段其話務人力需求必為整數。以上述範例而言，即為 3 位客服人員，而其所對應之 TSF 則為 96.72%，高出所設定的服務水準目標值 85% 甚多。亦即以此人力提供服務，雖然可以得到較高的服務水準，然而對於客服中心而言，則將造成人力資源之閒置與浪費，同時也會增加不必要的成本負擔。

若以客服人員數為橫軸，TSF 為縱軸，將上述計算範例所對應的客服人員與服務水準組合以平滑曲線連接，則可發現其為一遞增函數，且遞增速度隨客服人員人數增加而減緩，如圖 3.1 所示。

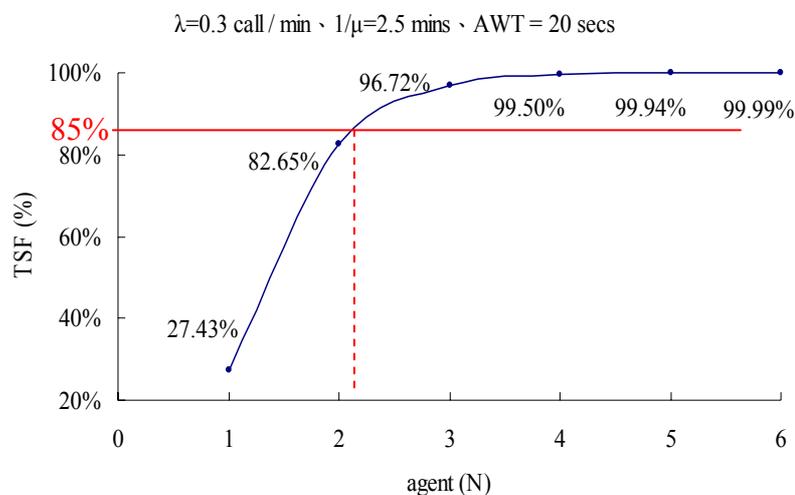


圖 3.1 客服人員人數與服務水準之關係

由圖 3.1 可以看出，當服務水準的目標值設定為 85% 時，其實際所需的話務人力應介於 2 至 3 位客服人員之間，而非傳統由歐蘭 C 公式所估算出的 3 位。通常，一個電話客服中心會有數條以上的電話線路，透過電話交換機(PBX)，撥入超過數條線以上的電話，可以透過自動話務分配系統(ACD)並依據客服人員的技能，進入客服人員之話機以提供服務。另外，電腦電話整合系統(CTI)也是目前常使用的系統之一，該系統將電腦與電話線路整合在一起，使得話務的自動指派更為智慧化。

此外，現今客服中心之服務範圍漸趨於多元化，而客服人員通常具有多重技能 (multi-skill)。以語言為例，多重技能可能包括國語、英語、客語、台語、法語等多種不同的語言技能；以業務為例，則可能包括銀行業務與信用卡業務等相關技能。

因為客服人員多半具有多重技能，在上班期間，可能接聽各種不同技能的來話，而接聽某一技能來話的數量佔總接聽量的比率，即為該技能之貢獻程度。例如某位客服人員某時段的總接聽量為 30 通，共有 A、B、C 三種技能，接聽量分別為 9、9、12 通，則對於三種不同技能的貢獻程度即為：30%、30%、40%，亦即每位客服人員對於不同的技能皆貢獻出某一比例的人力資源。

由於電腦與電話網路的結合，使得話務的自動指派變得更為靈活，再加上客服人員具有多重技能的考慮，以致各時段各技能的話務人力需求可以不再像以往必須以整數來計算。因此，在考慮多重技能之條件下，可將每位客服人員之人力資源視為可依技能加以分割的個體，亦即將其人力資源按照貢獻程度的比例加以分割。

若考慮客服中心的運作現況與將來操作時的實用性與便利性，此一可分割的話務人力需求不需要精細至小數點以下過多的位數，即可突顯其效益。因此本研究主要是將原本歐蘭 C 公式中，客服人員必須為整數的條件加以放寬至小數點下一位，使其得以使用十分之一單位來計算話務人力需求。

根據前述的討論，可得知在考慮多重技能之條件下，若以一介於 N 與 N+1 之間且滿足 TSF 設定值的十分之一單位的話務人力，將可充分利用多重技能之特性，並可有效節省人力需求與成本，減少人力資源的浪費與閒置。因此，本研究擬將歐蘭 C 公式之客服人員數須為整數單位的限制放寬為十分之一單位，進而求解十分之一單位的最小話務人力需求，並將其結果與歐蘭 C 公式所轉換者相互比較，如下節所述。

3.2 十分之一單位之歐蘭 C 公式

在電腦與電話網路快速發展及話務自動指派日益智慧化的前提下，當話務人員具有多重技能時，可以將話務人力需求用非整數來考慮，以求解出更為合理的話務人力需求。因此，若能適度的放寬歐蘭 C 公式中話務人力需求為整數的限制，則可有助於估算出更為精簡且合理的話務人力。因此，本研究便提出將話務人力需求劃分為十等分之構想，經修正後之十分之一單位的歐蘭 C 公式如下所示：

$$N' = N + \frac{k}{10}, k = 1 \sim 9, N \text{ 為正整數}$$

$$C(N', R) = \left[1 + \frac{N' - R}{R} \cdot \left(\left(\left(\left(\left(\frac{k}{10} \right) + 1 \right) \cdot \frac{1 + \left(\frac{k}{10} \right)}{R} + 1 \right) \cdot \frac{2 + \left(\frac{k}{10} \right)}{R} + 1 \right) \cdots \right) \cdot \frac{N' - 1}{R} + 1 \right]^{-1} \quad (3-1)$$

$$TSF_{N'} = 1 - C(N', R) \cdot e^{-\frac{(N' - R) \cdot (AWT)}{1/\mu}} \quad (3-2)$$

$$ASA_{N'} = \frac{C(N', R) \cdot (1/\mu)}{N' - R} \cdot 60 \quad (3-3)$$

在此修正模式中， λ 、 $1/\mu$ 、 R 、 AWT 均與歐蘭 C 公式相同， N' 則為小數點以下一位的十分之一單位之客服人員人數，在上述條件已知下，可計算出修正後考慮十分之一單位之話務人力需求的顧客等待機率 $C(N', R)$ ，進而計算出滿足 AWT 設定值之 $TSF_{N'}$ 與 $ASA_{N'}$ ，更可進一步得知滿足服務水準設定值之話務人力需求為多少。

針對前述的十分之一單位的歐蘭 C 公式，需進一步驗證其平滑性。分別於同一座標平面繪製兩條曲線，如圖 3.2，其中一條是將歐蘭 C 公式所求解之各客服人員與服務水準組合以平滑曲線加以連接；另一條曲線則是以十分之一單位的歐蘭 C 公式分別求解十分之一單位的話務人力需求之 $TSF_{N'}$ ，並將各客服人員與服務水準組合加以連接。由下列圖形可以看出，兩條曲線幾乎完全重疊，亦即以十分之一單位的歐蘭 C 公式之求解結果來近似平滑曲線其效果良好，故可利用此模式來計算十分之一單位的話務人力需求。

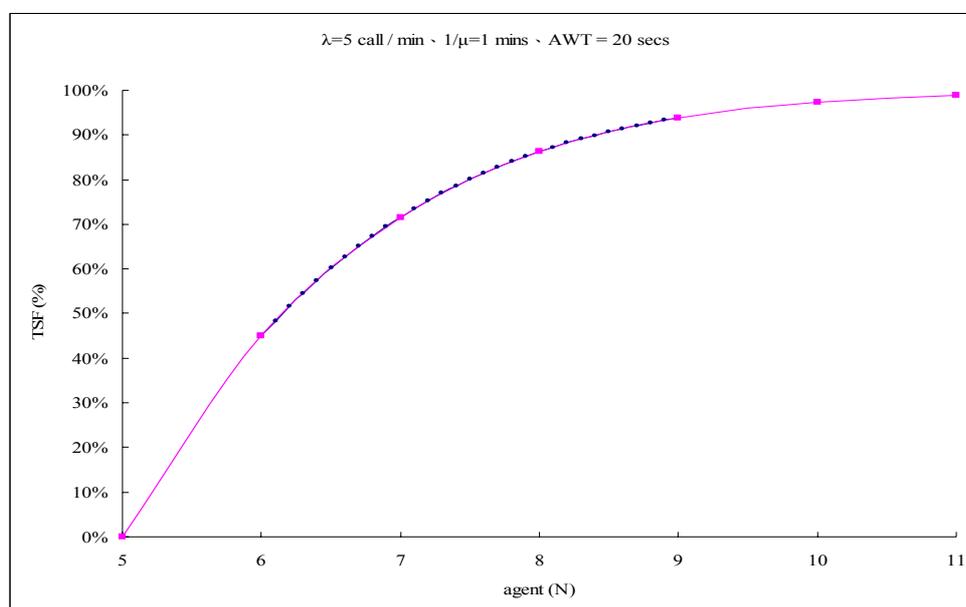


圖 3.2 平滑性驗證

以圖 3.3 為例，當 $\lambda = 0.3$ call/min、 $1/\mu = 2.5$ mins、 $AWT = 20$ secs、 TSF 目標值為 85% 時，以十分之一單位的歐蘭 C 公式求解，可得出當客服人員為 2.1 位時， TSF 為 85.55%，恰可滿足服務水準目標值的 85%。亦即以十分之一單位的歐蘭 C 公式求解時，該範例只需 2.1 位客服人員，便可滿足所需之服務水準，相對於原本的歐蘭 C 公式節省了 0.9 位客服人員。由此可知，在維持服務水準目標值不變的前提下，十分之一單位的歐蘭 C 公式較整數單位的傳統歐蘭 C 公式能估算出更為合理且精簡的話務人力需求，並減少不必要的人力資源閒置與成本浪費。

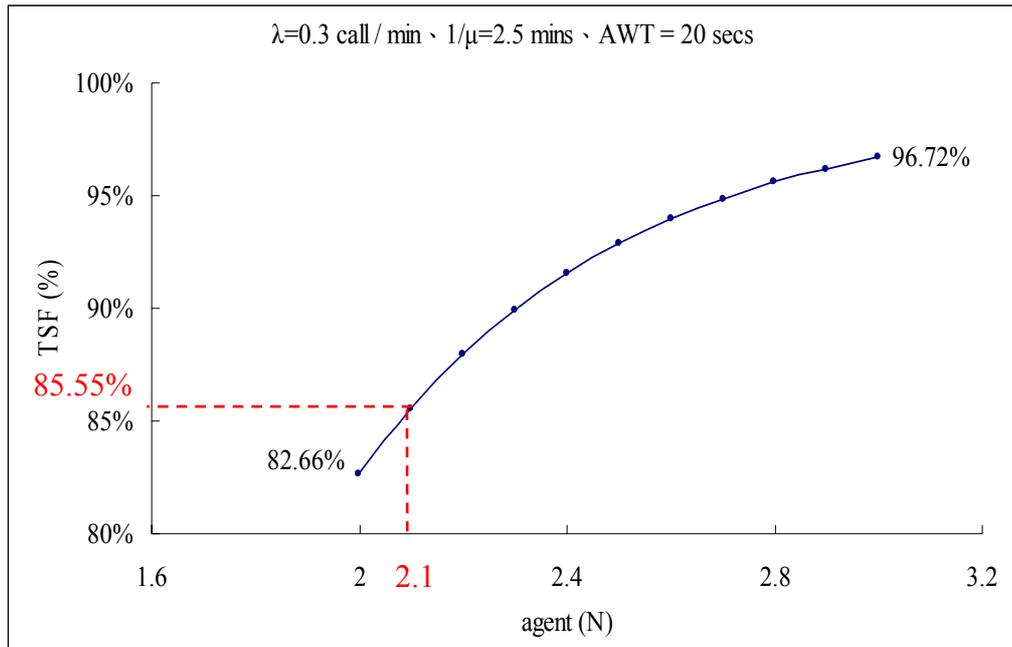


圖 3.3 十分之一單位之歐蘭 C 公式計算範例與求解示意圖



第四章 個案客服中心簡介與話務人力需求之轉換

4.1 個案客服中心簡介與測試實例資料說明

本研究選定某客服中心之台中分部為個案研究對象，並取得其預測之話務量資料，詳細的部份話務量資料如附錄 A 所示，該資料為由目前從事客服人員排班軟體代理之 D 公司提供，經整理後進一步依歐蘭 C 公式與十分之一單位之歐蘭 C 公式等二種不同的人力需求轉換模式轉換為實際之話務人力需求數。該分部目前有全時工作人員約 150 位，兼時人員約 30 位，主要可再分為銀行部門與信用卡部門，其上班時間為每日上午 07:00 至隔日深夜 02:00，每日上班時數為 19 小時，合計班別種類原有 15 種，技能共有四種，分別為 Skill_A、Skill_B、Skill_C、Skill_D，並以一個月的預測話務量資料進行話務人力需求之估算。

本研究的測試資料其時間為 2004 年 11 月，測試月份共計 30 日，此月假日為各星期六、日，無國定假日，月曆如表 4.1。

表 4.1 測試月份之月曆

星期日	星期一	星期二	星期三	星期四	星期五	星期六
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30				

話務量資料主要是依據不同技能，將其分割為每 15 分鐘為一個區間，每一種技能每日共計有 76 個區間，表 4.2 即為每日各時段的區間編號及其所代表的實際時間。每個區間都包括話務量多寡與平均處理時間兩種資料，並將依此配合其他參數進行人力需求之轉換。

表 4.2 每日各時段區間編號及其所代表之實際時間

時段	時間	時段	時間	時段	時間	時段	時間
1	07:00~07:15	20	11:45~12:00	39	16:30~16:45	58	21:15~21:30
2	07:15~07:30	21	12:00~12:15	40	16:45~17:00	59	21:30~21:45
3	07:30~07:45	22	12:15~12:30	41	17:00~17:15	60	21:45~22:00
4	07:45~08:00	23	12:30~12:45	42	17:15~17:30	61	22:00~22:15
5	08:00~08:15	24	12:45~13:00	43	17:30~17:45	62	22:15~22:30
6	08:15~08:30	25	13:00~13:15	44	17:45~18:00	63	22:30~22:45
7	08:30~08:45	26	13:15~13:30	45	18:00~18:15	64	22:45~23:00
8	08:45~09:00	27	13:30~13:45	46	18:15~18:30	65	23:00~23:15
9	09:00~09:15	28	13:45~14:00	47	18:30~18:45	66	23:15~23:30
10	09:15~09:30	29	14:00~14:15	48	18:45~19:00	67	23:30~23:45
11	09:30~09:45	30	14:15~14:30	49	19:00~19:15	68	23:45~00:00
12	09:45~10:00	31	14:30~14:45	50	19:15~19:30	69	00:00~00:15
13	10:00~10:15	32	14:45~15:00	51	19:30~19:45	70	00:15~00:30
14	10:15~10:30	33	15:00~15:15	52	19:45~20:00	71	00:30~00:45
15	10:30~10:45	34	15:15~15:30	53	20:00~20:15	72	00:45~01:00
16	10:45~11:00	35	15:30~15:45	54	20:15~20:30	73	01:00~01:15
17	11:00~11:15	36	15:45~16:00	55	20:30~20:45	74	01:15~01:30
18	11:15~11:30	37	16:00~16:15	56	20:45~21:00	75	01:30~01:45
19	11:30~11:45	38	16:15~16:30	57	21:00~21:15	76	01:45~02:00

在話務量資料分析方面，以平均話務量最少與最多的 Skill_A 與 Skill_C 為例，分別以平常日與假日各選取一天進行分析，如圖 4.1 至圖 4.4 所示。在平常日中，兩種技能的離峰時段均約為深夜 00:00~02:00 與早晨 07:00~09:00，尖峰時段多為下午時間；假日時的話務量則不到平常日的一半，Skill_A 由於話務需求本來就較少，因此在假日時沒有非常明顯的尖離峰分配，Skill_C 假日時的離峰時段仍為深夜，尖峰時段則出現在晚上 19:30~21:30 左右。

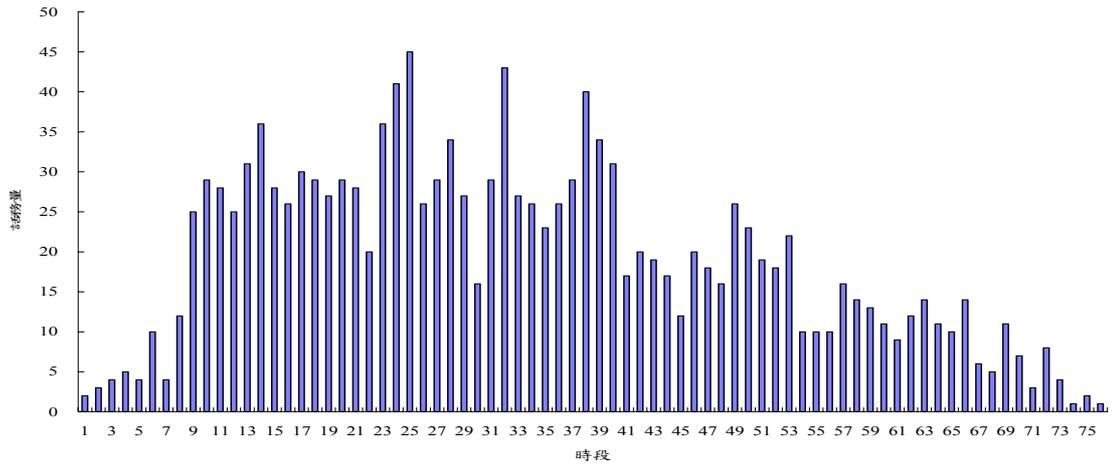


圖 4.1 Skill_A 平常日之話務量分布圖

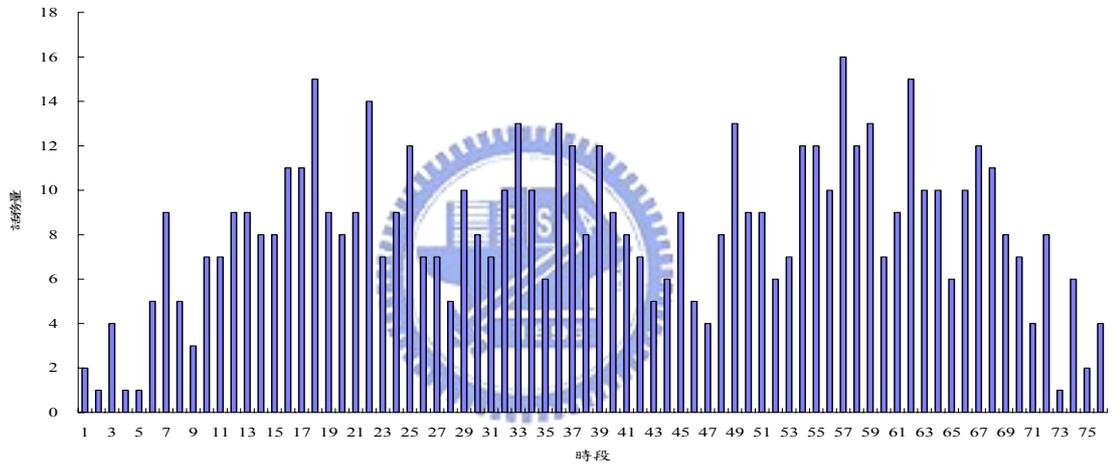


圖 4.2 Skill_A 假日之話務量分布圖

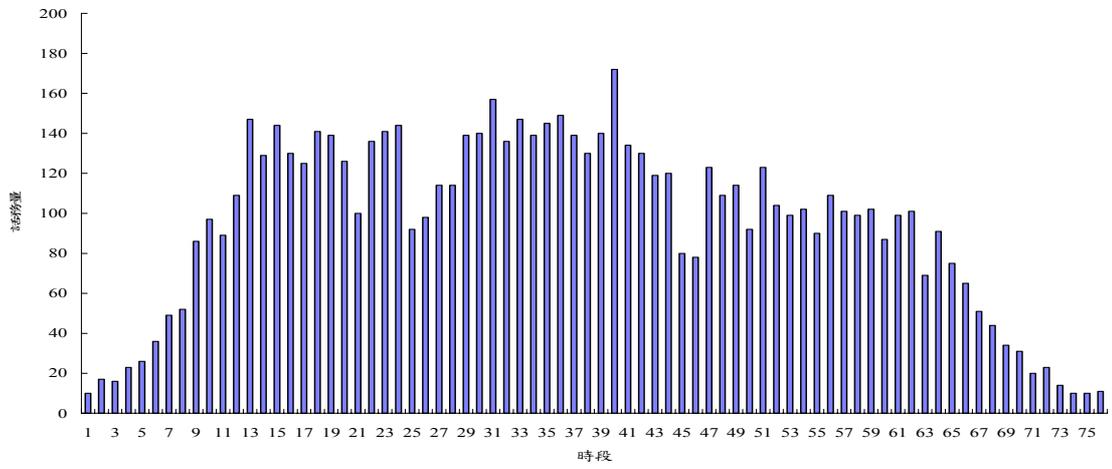


圖 4.3 Skill_C 平常日之話務量分布圖

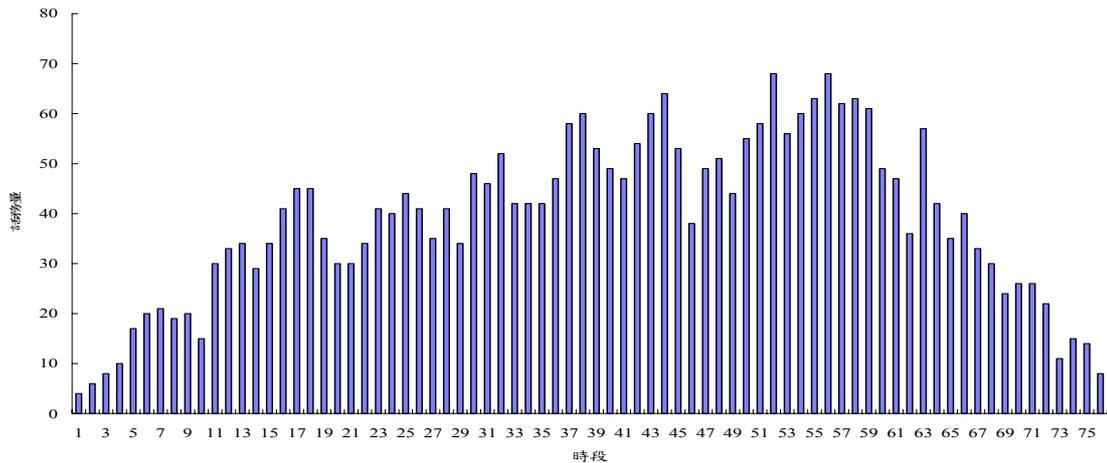


圖 4.4 Skill_C 假日之話務量分布圖

在參數設定方面，本研究主要是參考目前各客服中心的現行作業標準為依據，因此服務水準目標值設定為 85% 的電話可於 20 秒接通，即 $TSF=85\%$ 、 $AWT=20$ 秒，至於 λ 與 $1/\mu$ 則依照排班區間每 15 分鐘各技能的話務量預測值與平均處理時間作為轉換話務人力需求的參數。在上述各參數已知的條件下，便可依照歐蘭 C 公式與前述所建立的十分之一單位之歐蘭 C 公式等二種方法來進行人力需求之估算，測試結果將於摘錄於下節中，並進一步加以分析。

4.2 人力需求轉換測試結果與分析

依據前述的參數設定及各項資料，即可利用二種不同的人力需求轉換模式，包括歐蘭 C 公式與十分之一單位之歐蘭 C 公式，分別計算出各時段各技能所需要的客服人員人數 N 與 N' 、顧客等待的機率 $C(N, R)$ 與 $C(N', R)$ ，以及所對應的服務水準 TSF 與 $TSF_{N'}$ ，詳細的部分轉換結果如附錄 B 所示。

在此同樣以話務人力需求最少的 Skill_A 之離峰時段與話務人力需求最多的 Skill_C 之尖峰時段為例，表 4.3 與表 4.4 分別為某日 Skill_A 離峰時段與 Skill_C 尖峰時段之各項求解結果，其中整數單位與十分之一單位分別表示話務人力需求為整數或小數點下一位，即其為分別利用原有之歐蘭 C 公式或十分之一單位之歐蘭 C 公式求解之話務人力需求。由表 4.3 中可以看出，在離峰時段人力需求相對較少，每增加或減少一個人對於 TSF 的影響相對來說相對較大，因此在滿足服務水準設定值的前提下，由歐蘭 C 公式所計算出的 TSF 都會與目標值有較為明顯的差距，雖然服務水準較高，但相對來說人力資源的閒置與成本浪費也會較為嚴重。而在表 4.4 中，雖然各種方法所計算出的 TSF 與目標值差距相對來說較小，但是十分之一單位之歐蘭 C 公式仍能有效的節省人力需求，足可見於尖離峰時段均有其效益。

表 4.3 Skill_A 離峰時段之各項求解結果

時間	λ	$1/\mu$	R	整數單位			十分之一單位		
				N	C(N, R)	TSF	N'	C(N', R)	TSF _{N'}
07:00~07:15	0.13	0.65	0.09	1	8.45%	94.72%	0.5	16.90%	86.34%
07:15~07:30	0.20	1.02	0.20	2	1.89%	98.95%	1.1	13.25%	90.11%
07:30~07:45	0.27	2.80	0.75	3	4.50%	96.55%	2.1	17.52%	85.07%
07:45~08:00	0.33	2.00	0.67	2	16.38%	86.90%	1.9	18.38%	85.05%
08:00~08:15	0.27	1.87	0.50	2	10.18%	92.20%	1.6	17.40%	85.68%
08:15~08:30	0.67	2.02	1.34	3	18.72%	85.74%	3	18.72%	85.74%
08:30~08:45	0.27	3.53	0.94	3	8.08%	93.34%	2.5	15.34%	86.74%
08:45~09:00	0.80	1.33	1.07	3	10.58%	93.49%	2.5	19.43%	86.44%

表 4.4 Skill_C 尖峰時段之各項求解結果

時間	λ	$1/\mu$	R	整數單位			十分之一單位		
				N	C(N, R)	TSF	N'	C(N', R)	TSF _{N'}
15:00~15:15	9.80	2.63	25.81	31	23.80%	87.73%	30.6	26.99%	85.36%
15:15~15:30	9.27	2.52	23.32	28	26.72%	85.54%	28	26.72%	85.54%
15:30~15:45	9.67	2.93	28.36	34	22.36%	88.26%	33.5	26.03%	85.54%
15:45~16:00	9.93	2.75	27.32	33	21.51%	89.21%	32.3	26.72%	85.41%
16:00~16:15	9.27	2.55	23.63	29	21.22%	89.47%	28.3	26.75%	85.45%
16:15~16:30	8.67	2.62	22.68	28	21.06%	89.25%	27.3	26.67%	85.11%
16:30~16:45	9.33	2.62	24.42	30	20.46%	89.91%	29.2	26.58%	85.48%
16:45~17:00	11.47	2.50	28.67	34	25.05%	87.69%	33.6	28.21%	85.37%

表 4.5 為二種不同轉換模式之整月各時段話務人力需求總和與平均服務水準，其中話務人力需求可分為整數單位或十分之一單位，總節省人力則為十分之一單位之歐蘭 C 公式相較於傳統歐蘭 C 公式之節省人力，括號中則為節省百分比，各技能分別可節省 8.19%、6.39%、2.99%與 5.04%，合計四種技能平均可節省 4.93%。由表中不難發現，不論以何種方式來估算各時段各技能之話務人力需求，皆可滿足服務水準的目標值設定，然而若以十分之一單位之歐蘭 C 公式計算時，其服務水準與目標值的落差較小，平均只有 0.73%，即人力資源的應用相對而言有較佳的配置，話務人力需求的閒置與浪費情形可獲明顯之改善。

表 4.5 整月各時段話務人力需求總和與平均服務水準

	整數單位	十分之一單位	總節省人力 (節省百分比)
	N (TSF)	N' (TSF _{N'})	
Skill_A	12917 (91.11%)	11859.5 (85.90%)	1057.5 (8.19%)
Skill_B	16162 (90.66%)	15129.3 (85.80%)	1032.7 (6.39%)
Skill_C	34816 (89.32%)	33774.7 (85.54%)	1041.3 (2.99%)
Skill_D	21349 (90.22%)	20274 (85.69%)	1075 (5.04%)
total (average)	85244 (90.33%)	81037.5 (85.73%)	4206.5 (4.93%)

第五章 最小人力排班問題之模式構建

客服中心的人員輪值問題，所考慮的限制條件相當複雜，一方面必需要遵守勞基法規的各項規定，另一方面也必須符合企業的上班與休假政策，同時還要滿足企業所設定的服務水準目標值。此外，客服人員對於排班的種種要求，如正常例假日是否休假、個人的工作時段偏好等，也日漸受到重視。因此，如何建立良好的人員排班模式並進行適當的人員排班調度，便成為客服中心是否能夠發揮其應有的功能與提升服務水準的重要關鍵。

人力資源規劃是人員排班調度的基礎，不但可以使組織了解目前的人力資源分配情形與使用效率等，進一步對人員排班做出更適切並符合公平原則的調度安排，更可以使組織了解目前的人力供需狀況，並進而為將來可能的人力需求調整做出準備。而其中又以最小排班人力需求之求解最為重要，不但是人力資源規劃的基礎，更可將其結果應用於後續的人員輪值問題中。因此，本研究將以前述的整數單位與十分之一單位的人力需求轉換模式及其求解結果為基礎，進一步建立最小人力排班模式，探討目前個案客服中心的人力資源供需情形。其求解架構與模式構建，詳述如後。

5.1 問題定義與求解架構

對於客服中心而言，最小人力排班問題顯得格外重要。客服中心的人事成本佔總營運成本的 60% 至 70%，且客服人員的素質對於服務水準有相當大的影響，若能將人力資源做一適當的安排調度，不但可以減少不必要的成本浪費與人力資源閒置，更可以加強服務品質的控管。

而在實際進行人員排班之前，客服中心必須深入了解目前的人力資源運用情形，才能使人力資源做一最有效的分配。而在人力資源的規劃中，最初也最重要的，便是了解目前客服中心實際所需的排班人力應為多少，即其最小排班人力需求為何。以此為基礎，不但能協助客服中心了解其運作現況，更能深入的進行人力資源的調派與排班的探討與規劃，才能使人力資源的調配更為靈活與精準，也不致有人力資源閒置與浪費的情形發生。

因此，本研究所定義之客服中心最小人力排班問題即為：在各時段各技能之話務人力需求與班別等相關資料及參數已知的條件下，如何求解客服中心的排班人力最小化問題，並探討在不同的情境或條件下，如考慮加班或用餐休息時間之彈性等，對於最小排班人力需求的影響。此外，更將針對其求解結果進行進一步的比較分析，以作為後續研究與客服中心在人力資源調派時的參考，如圖 5.1 所示。

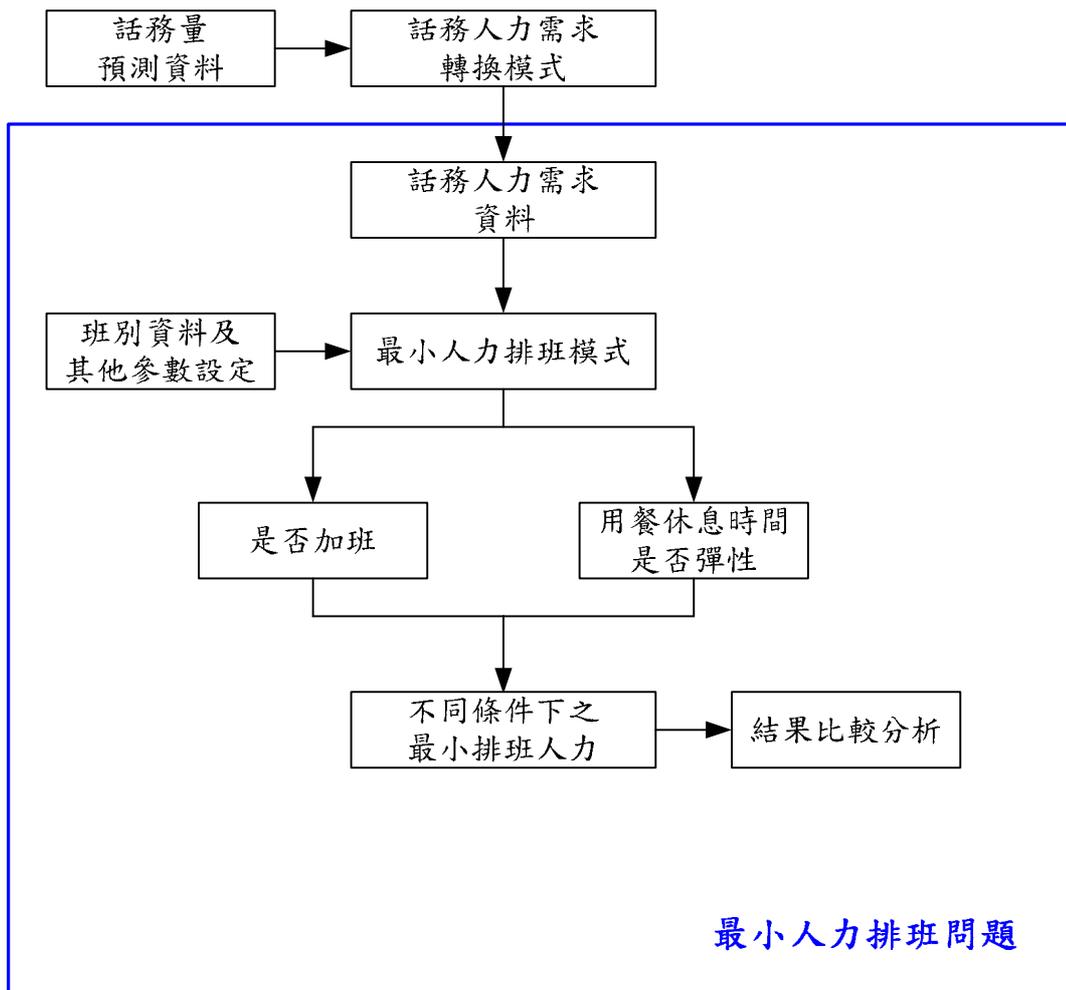


圖 5.1 客服中心最小人力排班問題定義

本研究將客服中心最小人力排班問題定式為一數學規劃問題(mathematical programming problem)，利用整數規劃方法來建立客服中心最小人力排班模式，在班別資料已知、各時段各技能之話務人力需求已透過前述人力需求轉換模式計算而得的條件下，求解每日排班於各班別各技能之客服人員數，其求解架構如圖 5.2 所示。在透過整數單位與十分之一單位的歐蘭 C 公式等二種不同的話務人力需求轉換模式估算出各時段各技能的話務人力需求後，即可將其結果作為最小人力排班模式的輸入資料，並加入班別資料與相關的參數設定等，求解在考慮不同情況下的最小排班人力需求為何，進一步分析不同條件對於最小排班人力的影響，並視情況需要進一步修正其模式，以探討客服中心的最小人力排班問題。

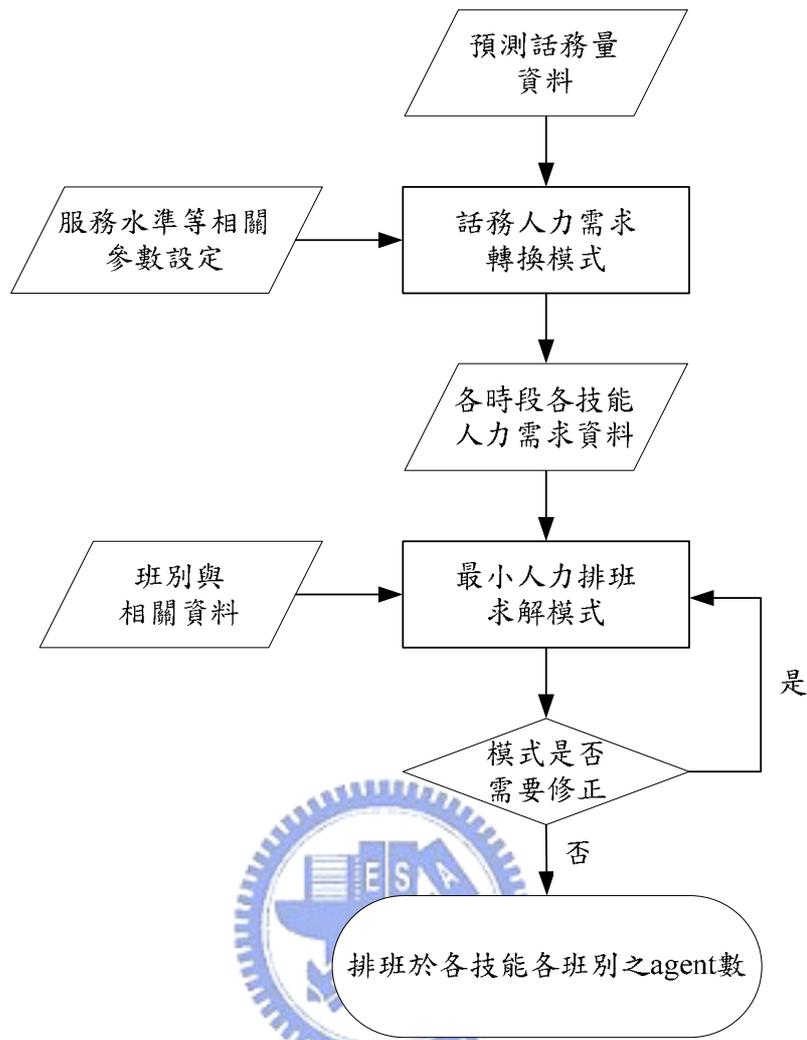


圖 5.2 最小人力排班模式求解架構圖

5.2 模式假設與前提

本研究主要著重在客服中心之最小人力排班問題，不考慮話務量的預測模式，因此將前段的話務量預測部分視為已知，並為簡化問題之複雜性，以及考慮客服中心之實際運作情形，故有下列假設與前提：

1. 已由客服中心獲得依據歷史來電量、排班月份之專案或促銷活動，所推估排班區間之各時段各技能話務量預測資料，並根據預測來電量分別依整數單位與十分之一單位之歐蘭 C 公式等二種方式轉換為排班月份之各時段各技能話務人力需求量。
2. 客服人員均為全時工作人員(full-time agent)，不考慮兼時工作人員。
3. 技能共分為四種，分別為 Skill_A、Skill_B、Skill_C、Skill_D，每位客服人員至少擁有一種技能，也可能同時擁有一種以上的多重技能。
4. 具有多重技能的客服人員可能會安排一種或一種以上的技能班別。
5. 部分模式將考慮加班或用餐休息時間為彈性等情況。

5.3 最小人力排班模式之求解問題與模式分類

客服中心的服務品質要能維持甚至提升，除了必須要有足夠的客服人員接聽來電，滿足顧客的要求與解答顧客的疑惑外，更重要的是客服人員的素質。優秀的客服人員不但能以最親切的態度服務顧客，同時更能快速解決顧客的問題，使顧客能有較高的滿意度，並進而提升顧客滿意度與忠誠度。兼時工作人員由於缺乏長期且持續性的良好訓練，以致良莠不齊，對於客服中心管控服務品質造成極大的困擾，且由於近年來客服中心林立，客服人員的需求量大增，因此，適任的兼職人員也就更難以尋得。在此一前提下，兼時工作人員不僅人數少，同時每月的工作時數也有限制，因此客服中心多以全時工作人員為主，如有特殊情況以致來電量激增時，往往是以加班的方式來因應突如其來的話務增加量。

此外，為避免由於客服人員集體用餐或休息時，可接聽來話的客服人員數驟減，導致服務水準驟降，因此客服人員其用餐或休息時間往往十分富有彈性，只要在不違反勞基法規與公平性的前提下，即使是同一班別的客服人員，也可能會在不同的時間用餐或休息，此一設計不但可以維持客服中心的服務水準不致突然降低，也可以讓人力資源規劃更具彈性。

5.3.1 求解問題與模式分類

由於本研究的個案客服中心並非 24 小時全年無休，每日的工作時間是由上午 07:00 至隔日深夜 02:00，共計 19 小時，因此在模式構建時，便可將每日的最小排班人力需求分開求解，而不須將整月之排班人力一次求解完畢，以降低問題的複雜程度，並可有較佳的求解效率。因此，在本研究的最小人力排班模式構建時，將以每日的最小人力排班模式為主，將整月的每日最小排班人力需求分開求解。

基於上述討論，因此本研究所探討之最小人力排班問題是以全時工作人員為主，個別求解每日之最小實際排班人力需求，並區分為是否考慮加班與用餐及休息時間是否為彈性，共可分為基本問題(Base Case Problem)、彈性用餐休息時間問題(Flexible Rest Time Only Problem)、加班問題(Overtime Only Problem)、加班及彈性用餐休息時間問題(Overtime and Flexible Rest Time Problem)四類，每類問題又可依人力需求為整數單位或十分之一單位分為 2 個子問題，如表 5.1 所示。

在求解模式的分類方面，當人力需求為整數單位時，B 與 FT 問題之模式完全相同，主要差異則為班別之種類與數目，因此可將二者之求解模式合併為 Model 1，簡稱 M1，OT 與 FO 問題之模式亦可合併為 Model 2，簡稱 M2。而當人力需求為十分之一單位時， B_1 與 FT_1 問題及 OT_1 與 FO_1 問題之模式則可分別合併為 Model 3 與 Model 4，簡稱 M3 與 M4。其模式分類如表 5.1 所示。

表 5.1 求解問題與模式分類

	Base Case	Flexible Rest Time Only	Overtime Only	Overtime and Flexible Rest Time
整數單位 人力需求	Model 1		Model 2	
	B	FT	OT	FO
十分之一單位 人力需求	Model 3		Model 4	
	B ₁	FT ₁	OT ₁	FO ₁

5.3.2 求解問題敘述

前述的各類型問題，主要是依據是否考慮加班與用餐及休息時間是否為彈性等因素加以區分，詳細之求解問題描述與分類如下：

Base Case：僅考慮全時(full-time)工作人員之班別，不考慮加班及兼時(part-time)工作人員之班別，且每個班別之用餐與休息時間為固定，又可依人力需求為整數單位或十分之一單位分為 B 與 B₁。

B：人力需求為整數單位

B₁：人力需求為十分之一單位

基本問題一共有全時班別 15 種，詳細之班別橫跨時段與用餐及休息時段如表 5.1 所示。以其中一個全時班別 A0 為例，如圖 5.3 所示，上、下班時間分別為 07:00 與 15:45，共橫跨 35 個時段，用餐時間固定為 10:00 至 11:00，合計 1 小時；休息時間則為 13:45 至 14:15，合計 30 分鐘。

表 5.2 基本問題之班別橫跨時段與用餐及休息時段

班別名稱	橫跨時段	用餐時段	休息時段	班別名稱	橫跨時段	用餐時段	休息時段
A0	1-35	13-16	28-29	B1	26-60	38-41	50-51
A11	3-37	15-18	30-31	B11	28-62	40-43	52-53
A21	5-39	17-20	31-32	B2	30-64	40-43	54-55
A31	7-41	19-22	34-35	B21	32-66	42-45	56-57

班別名稱	橫跨時段	用餐時段	休息時段	班別名稱	橫跨時段	用餐時段	休息時段
A41	9-43	19-22	33-34	B3	37-30	41-44	57-58
A51	11-45	21-24	35-36	B4	39-72	43-46	59-60
A61	13-47	21-24	35-36	B5	43-76	47-50	63-64
B0	21-55	39-42	29-30				

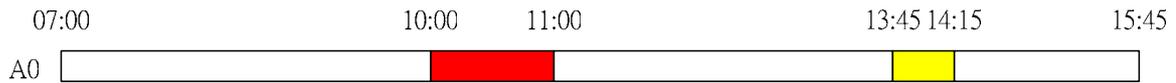


圖 5.3 基本問題之班別示意圖

Flexible Rest Time Only Problem：僅考慮全時(full-time)工作人員之班別，不考慮加班及兼時(part-time)工作人員之班別，且每個班別之用餐與休息時間為彈性，開始用餐或休息時間可間隔 30 分鐘，又可依人力需求為整數單位或十分之一單位分為 FT 與 FT₁。

FT：人力需求為整數單位

FT₁：人力需求為十分之一單位

彈性用餐休息時間問題一共有全時班別 90 種，詳細之班別橫跨時段與用餐及休息時段如表 5.3 所示。若同樣以其中一個全時班別 A0 為例，彈性的定義為開始用餐時間可以間隔 30 分鐘，分別為 10:00、10:30 與 11:00，休息時間也可間隔 30 分鐘，分別為 13:45 與 14:15。因此一個全時班別 A0，因為此種設計，將可變為六種班別，分別為 A0_01、A0_03、A0_05、A0_11、A0_13、A0_15，如圖 5.4 所示。

表 5.3 彈性用餐休息時間問題之班別橫跨時段與用餐及休息時段

班別名稱	橫跨時段	用餐時段	休息時段	班別名稱	橫跨時段	用餐時段	休息時段
A0_01	1-35	13-16	28-29	B0_11	21-55	39-42	30-31
A0_03	1-35	15-18	28-29	B0_13	21-55	41-44	30-31
A0_05	1-35	17-20	28-29	B0_15	21-55	43-46	30-31
A0_11	1-35	13-16	30-31	B1_01	26-60	38-41	50-51
A0_13	1-35	15-18	30-31	B1_03	26-60	40-43	50-51
A0_15	1-35	17-20	30-31	B1_05	26-60	42-45	50-51
A11_01	3-37	15-18	30-31	B1_11	26-60	38-41	52-53
A11_03	3-37	17-20	30-31	B1_13	26-60	40-43	52-53
A11_05	3-37	19-22	30-31	B1_15	26-60	42-45	52-53

班別名稱	橫跨時段	用餐時段	休息時段	班別名稱	橫跨時段	用餐時段	休息時段
A11_11	3-37	15-18	32-33	B11_01	28-62	40-43	52-53
A11_13	3-37	17-20	32-33	B11_03	28-62	42-45	52-53
A11_15	3-37	19-22	32-33	B11_05	28-62	44-47	52-53
A21_01	5-39	17-20	31-32	B11_11	28-62	40-43	54-55
A21_03	5-39	19-22	31-32	B11_13	28-62	42-45	54-55
A21_05	5-39	21-24	31-32	B11_15	28-62	44-47	54-55
A21_11	5-39	17-20	33-34	B2_01	30-64	40-43	54-55
A21_13	5-39	19-22	33-34	B2_03	30-64	42-45	54-55
A21_15	5-39	21-24	33-34	B2_05	30-64	44-47	54-55
A31_01	7-41	19-22	34-35	B2_11	30-64	40-43	56-57
A31_03	7-41	21-24	34-35	B2_13	30-64	42-45	56-57
A31_05	7-41	23-26	34-35	B2_15	30-64	44-47	56-57
A31_11	7-41	19-22	36-37	B21_01	32-66	42-45	56-57
A31_13	7-41	21-24	36-37	B21_03	32-66	44-47	56-57
A31_15	7-41	23-26	36-37	B21_05	32-66	46-49	56-57
A41_01	9-43	19-22	33-34	B21_11	32-66	42-45	58-59
A41_03	9-43	21-24	33-34	B21_13	32-66	44-47	58-59
A41_05	9-43	23-26	33-34	B21_15	32-66	46-49	58-59
A41_11	9-43	19-22	35-36	B3_01	37-30	41-44	57-58
A41_13	9-43	21-24	35-36	B3_03	37-30	43-46	57-58
A41_15	9-43	23-26	35-36	B3_05	37-30	45-48	57-58
A51_01	11-45	21-24	35-36	B3_11	37-30	41-44	59-60
A51_03	11-45	23-26	35-36	B3_13	37-30	43-46	59-60
A51_05	11-45	25-28	35-36	B3_15	37-30	45-48	59-60
A51_11	11-45	21-24	37-38	B4_01	39-72	43-46	59-60
A51_13	11-45	23-26	37-38	B4_03	39-72	45-48	59-60
A51_15	11-45	25-28	37-38	B4_05	39-72	47-50	59-60
A61_01	13-47	21-24	35-36	B4_11	39-72	43-46	61-62
A61_03	13-47	23-26	35-36	B4_13	39-72	45-48	61-62
A61_05	13-47	25-28	35-36	B4_15	39-72	47-50	61-62
A61_11	13-47	21-24	37-38	B5_01	43-76	47-50	63-64

班別名稱	橫跨時段	用餐時段	休息時段	班別名稱	橫跨時段	用餐時段	休息時段
A61_13	13-47	23-26	37-38	B5_03	43-76	49-52	63-64
A61_15	13-47	25-28	37-38	B5_05	43-76	51-54	63-64
B0_01	21-55	39-42	29-30	B5_11	43-76	47-50	65-66
B0_03	21-55	41-44	29-30	B5_13	43-76	49-52	65-66
B0_05	21-55	43-46	29-30	B5_15	43-76	51-54	65-66

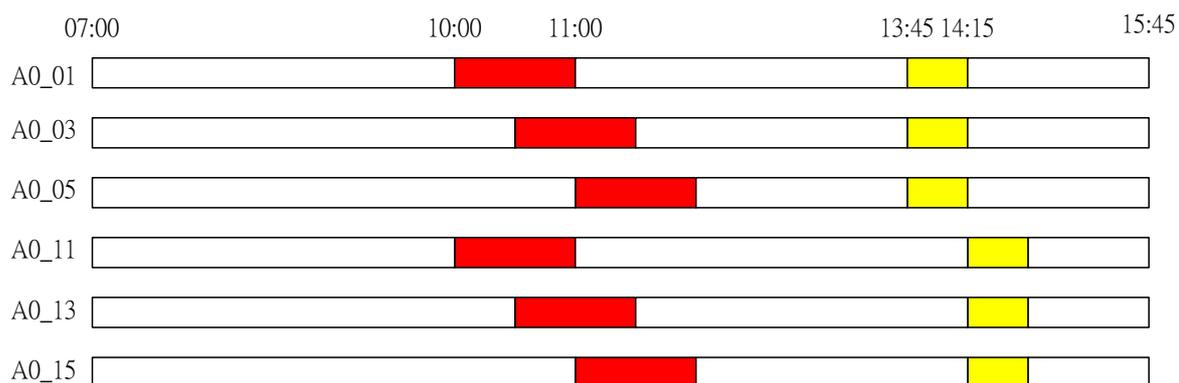


圖 5.4 彈性用餐休息時間問題之班別示意圖

Overtime Only Problem：僅考慮全時(full-time)工作人員之班別，部分班別可加班 2 小時或 4 小時，不考慮兼時(part-time)工作人員之班別，且每個班別之用餐與休息時間為固定，又可依人力需求為整數單位或十分之一單位分為 OT 與 OT₁。

OT：人力需求為整數單位

OT₁：人力需求為十分之一單位

加班問題一共有全時班別 29 種，詳細之班別橫跨時段與用餐及休息時段如表 5.4 所示。若以其中一個全時班別 A0 為例，加班兩小時與加班四小時將使一個全時班別變為 3 種班別。且由於勞基法規定，每工作四小時，必須給予 30 分鐘的休息時間，因此對於加班四小時的班別來說，將會增加一個休息時段，詳細的班別設定如圖 5.5 所示。

表 5.4 加班問題之班別橫跨時段與用餐及休息時段

班別名稱	橫跨時段	用餐時段	休息時段	班別名稱	橫跨時段	用餐時段	休息時段
A0	1-35	13-16	28-29	A51	11-45	21-24	35-36
A0_A2	1-43	13-16	28-29	A51_A2	11-53	21-24	35-36
A0_A4	1-51	13-16	28-29;40-41	A51_A4	11-61	21-24	35-36;47-48
A11	3-37	15-18	30-31	A61	13-47	21-24	35-36

班別名稱	橫跨時段	用餐時段	休息時段	班別名稱	橫跨時段	用餐時段	休息時段
A11_A2	3-45	15-18	30-31	A61_A2	13-55	21-24	35-36
A11_A4	3-53	15-18	30-31;43-44	A61_A4	13-63	21-24	35-36;49-50
A21	5-39	17-20	31-32	B0	21-55	39-42	29-30
A21_A2	5-47	17-20	31-32	B1	26-60	38-41	50-51
A21_A4	5-55	17-20	31-32;43-44	B11	28-62	40-43	52-53
A31	7-41	19-22	34-35	B2	30-64	40-43	54-55
A31_A2	7-49	19-22	34-35	B21	32-66	42-45	56-57
A31_A4	4-57	19-22	34-35;47-48	B3	37-30	41-44	57-58
A41	9-43	19-22	33-34	B4	39-72	43-46	59-60
A41_A2	9-51	19-22	33-34	B5	43-76	47-50	63-64
A41_A4	9-59	19-22	33-34;45-46				

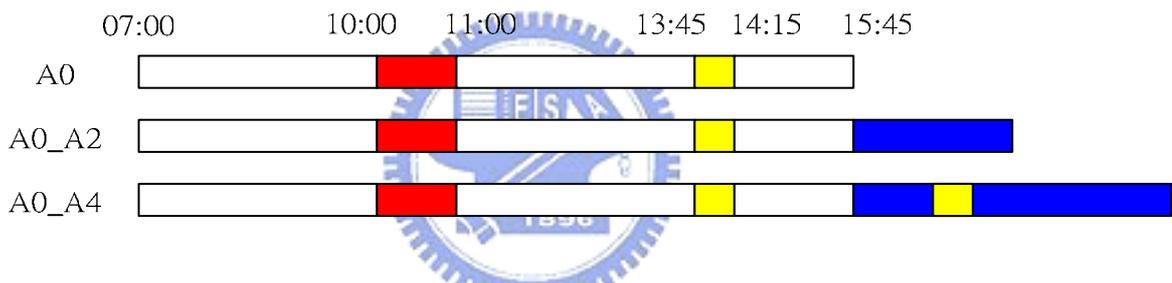


圖 5.5 加班問題之班別示意圖

Overtime and Flexible Rest Time Problem：僅考慮全時(full-time)工作人員之班別，部分班別可加班 2 小時或 4 小時，不考慮兼時(part-time)工作人員之班別，且每個班別之用餐與休息時間為彈性，開始用餐或休息時間可間隔 30 分鐘，又可依人力需求為整數單位或十分之一單位分為 FO 與 FO₁。

FO：人力需求為整數單位

FO₁：人力需求為十分之一單位

加班及彈性用餐休息時間問題一共有全時班別 174 種，詳細之班別橫跨時段與用餐及休息時段如表 5.5 所示。若以其中一個全時班別 A0 為例，同時考慮加班與用餐及休息時間為彈性時，將會使一個全時班別變為 18 種班別，如圖 5.6 所示。

表 5.5 加班及彈性用餐休息時間問題之班別橫跨時段與用餐及休息時段

班別名稱	橫跨時段	用餐時段	休息時段	班別名稱	橫跨時段	用餐時段	休息時段
A0_01	1-35	13-16	28-29	A41_15	9-43	23-26	35-36
A0_01_A2	1-43	13-16	28-29	A41_15_A2	9-51	23-26	35-36
A0_01_A4	1-51	13-16	28-29;40-41	A41_15_A4	9-59	23-26	35-36;45-46
A0_03	1-35	15-18	28-29	A51_01	11-45	21-24	35-36
A0_03_A2	1-43	15-18	28-29	A51_01_A2	11-53	21-24	35-36
A0_03_A4	1-51	15-18	28-29;40-41	A51_01_A4	11-61	21-24	35-36;47-48
A0_05	1-35	17-20	28-29	A51_03	11-45	23-26	35-36
A0_05_A2	1-43	17-20	28-29	A51_03_A2	11-53	23-26	35-36
A0_05_A4	1-51	17-20	28-29;40-41	A51_03_A4	11-61	23-26	35-36;47-48
A0_11	1-35	13-16	30-31	A51_05	11-45	25-28	35-36
A0_11_A2	1-43	13-16	30-31	A51_05_A2	11-53	25-28	35-36
A0_11_A4	1-51	13-16	30-31;40-41	A51_05_A4	11-61	25-28	35-36;47-48
A0_13	1-35	15-18	30-31	A51_11	11-45	21-24	37-38
A0_13_A2	1-43	15-18	30-31	A51_11_A2	11-53	21-24	37-38
A0_13_A4	1-51	15-18	30-31;40-41	A51_11_A4	11-61	21-24	37-38;47-48
A0_15	1-35	17-20	30-31	A51_13	11-45	23-26	37-38
A0_15_A2	1-43	17-20	30-31	A51_13_A2	11-53	23-26	37-38
A0_15_A4	1-51	17-20	30-31;40-41	A51_13_A4	11-61	23-26	37-38;47-48
A11_01	3-37	15-18	30-31	A51_15	11-45	25-28	37-38
A11_01_A2	3-45	15-18	30-31	A51_15_A2	11-53	25-28	37-38
A11_01_A4	3-53	15-18	30-31;43-44	A51_15_A4	11-61	25-28	37-38;47-48
A11_03	3-37	17-20	30-31	A61_01	13-47	21-24	35-36
A11_03_A2	3-45	17-20	30-31	A61_01_A2	13-55	21-24	35-36
A11_03_A4	3-53	17-20	30-31;43-44	A61_01_A4	13-63	21-24	35-36;49-50
A11_05	3-37	19-22	30-31	A61_03	13-47	23-26	35-36
A11_05_A2	3-45	19-22	30-31	A61_03_A2	13-55	23-26	35-36
A11_05_A4	3-53	19-22	30-31;43-44	A61_03_A4	13-63	23-26	35-36;49-50
A11_11	3-37	15-18	32-33	A61_05	13-47	25-28	35-36
A11_11_A2	3-45	15-18	32-33	A61_05_A2	13-55	25-28	35-36
A11_11_A4	3-53	15-18	32-33;43-44	A61_05_A4	13-63	25-28	35-36;49-50
A11_13	3-37	17-20	32-33	A61_11	13-47	21-24	37-38
A11_13_A2	3-45	17-20	32-33	A61_11_A2	13-55	21-24	37-38

班別名稱	橫跨時段	用餐時段	休息時段	班別名稱	橫跨時段	用餐時段	休息時段
A11_13_A4	3-53	17-20	32-33;43-44	A61_11_A4	13-63	21-24	37-38;49-50
A11_15	3-37	19-22	32-33	A61_13	13-47	23-26	37-38
A11_15_A2	3-45	19-22	32-33	A61_13_A2	13-55	23-26	37-38
A11_15_A4	3-53	19-22	32-33;43-44	A61_13_A4	13-63	23-26	37-38;49-50
A21_01	5-39	17-20	31-32	A61_15	13-47	25-28	37-38
A21_01_A2	5-47	17-20	31-32	A61_15_A2	13-55	25-28	37-38
A21_01_A4	5-55	17-20	31-32;43-44	A61_15_A4	13-63	25-28	37-38;49-50
A21_03	5-39	19-22	31-32	B01_01	21-55	39-42	29-30
A21_03_A2	5-47	19-22	31-32	B0_03	21-55	41-44	29-30
A21_03_A4	5-55	19-22	31-32;43-44	B0_05	21-55	43-46	29-30
A21_05	5-39	21-24	31-32	B0_11	21-55	39-42	30-31
A21_05_A2	5-47	21-24	31-32	B0_13	21-55	41-44	30-31
A21_05_A4	5-55	21-24	31-32;43-44	B0_15	21-55	43-46	30-31
A21_11	5-39	17-20	33-34	B1_01	26-60	38-41	50-51
A21_11_A2	5-47	17-20	33-34	B1_03	26-60	40-43	50-51
A21_11_A4	5-55	17-20	33-34;43-44	B1_05	26-60	42-45	50-51
A21_13	5-39	19-22	33-34	B1_11	26-60	38-41	52-53
A21_13_A2	5-47	19-22	33-34	B1_13	26-60	40-43	52-53
A21_13_A4	5-55	19-22	33-34;43-44	B1_15	26-60	42-45	52-53
A21_15	5-39	21-24	33-34	B11_01	28-62	40-43	52-53
A21_15_A2	5-47	21-24	33-34	B11_03	28-62	42-45	52-53
A21_15_A4	5-55	21-24	33-34;43-44	B11_05	28-62	44-47	52-53
A31_01	7-41	19-22	34-35	B11_11	28-62	40-43	54-55
A31_01_A2	7-49	19-22	34-35	B11_13	28-62	42-45	54-55
A31_01_A4	4-57	19-22	34-35;47-48	B11_15	28-62	44-47	54-55
A31_03	7-41	21-24	34-35	B2_01	30-64	40-43	54-55
A31_03_A2	7-49	21-24	34-35	B2_03	30-64	42-45	54-55
A31_03_A4	4-57	21-24	34-35;47-48	B2_05	30-64	44-47	54-55
A31_05	7-41	23-26	34-35	B2_11	30-64	40-43	56-57
A31_05_A2	7-49	23-26	34-35	B2_13	30-64	42-45	56-57
A31_05_A4	4-57	23-26	34-35;47-48	B2_15	30-64	44-47	56-57
A31_11	7-41	19-22	36-37	B21_01	32-66	42-45	56-57
A31_11_A2	7-49	19-22	36-37	B21_03	32-66	44-47	56-57

班別名稱	橫跨時段	用餐時段	休息時段	班別名稱	橫跨時段	用餐時段	休息時段
A31_11_A4	4-57	19-22	36-37;47-48	B21_05	32-66	46-49	56-57
A31_13	7-41	21-24	36-37	B21_11	32-66	42-45	58-59
A31_13_A2	7-49	21-24	36-37	B21_13	32-66	44-47	58-59
A31_13_A4	4-57	21-24	36-37;47-48	B21_15	32-66	46-49	58-59
A31_15	7-41	23-26	36-37	B3_01	37-30	41-44	57-58
A31_15_A2	7-49	23-26	36-37	B3_03	37-30	43-46	57-58
A31_15_A4	4-57	23-26	36-37;47-48	B3_05	37-30	45-48	57-58
A41_01	9-43	19-22	33-34	B3_11	37-30	41-44	59-60
A41_01_A2	9-51	19-22	33-34	B3_13	37-30	43-46	59-60
A41_01_A4	9-59	19-22	33-34;45-46	B3_15	37-30	45-48	59-60
A41_03	9-43	21-24	33-34	B4_01	39-72	43-46	59-60
A41_03_A2	9-51	21-24	33-34	B4_03	39-72	45-48	59-60
A41_03_A4	9-59	21-24	33-34;45-46	B4_05	39-72	47-50	59-60
A41_05	9-43	23-26	33-34	B4_11	39-72	43-46	61-62
A41_05_A2	9-51	23-26	33-34	B4_13	39-72	45-48	61-62
A41_05_A4	9-59	23-26	33-34;45-46	B4_15	39-72	47-50	61-62
A41_11	9-43	19-22	35-36	B5_01	43-76	47-50	63-64
A41_11_A2	9-51	19-22	35-36	B5_03	43-76	49-52	63-64
A41_11_A4	9-59	19-22	35-36;45-46	B5_05	43-76	51-54	63-64
A41_13	9-43	21-24	35-36	B5_11	43-76	47-50	65-66
A41_13_A2	9-51	21-24	35-36	B5_13	43-76	49-52	65-66
A41_13_A4	9-59	21-24	35-36;45-46	B5_15	43-76	51-54	65-66

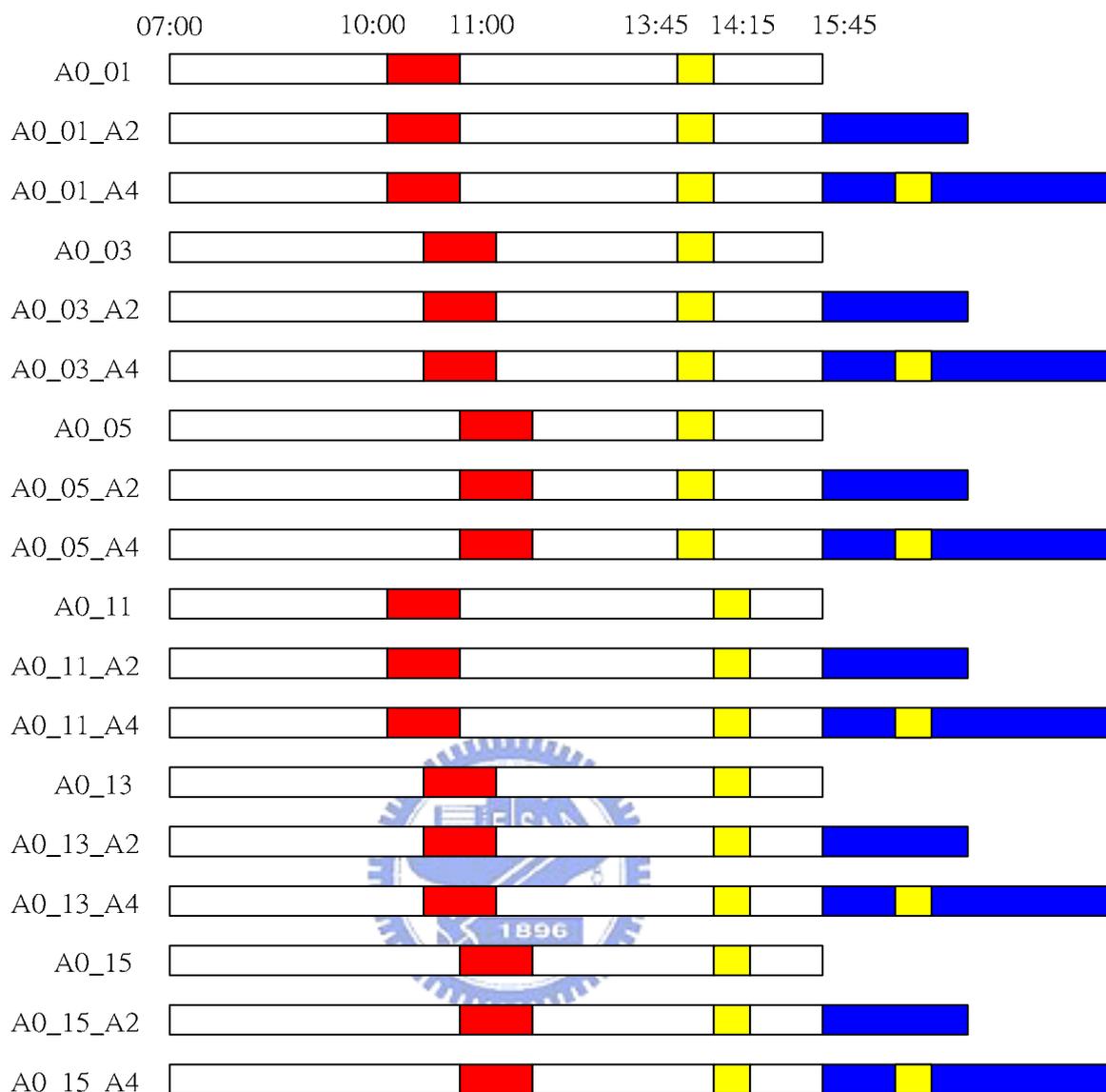


圖 5.6 加班及彈性用餐休息時間問題之班別示意圖

加班與加班及彈性用餐休息時間問題與基本與彈性用餐休息時間問題的主要差異在於是否考慮加班的情況，然而由於加班時段薪資的計算方式與正常工作時段不同，因此在模式構建之前，應先將考慮加班情況之薪資調整倍數分別加以計算，並以人-薪資成本總和最小為目標，求解考慮加班情況之最小人力排班問題。

依據勞基法第 24 條與第 32 條條文規定，雇主延長勞工工作時間者，其延長時間之工資依下列標準加給之：

1. 延長工作時間在二小時以內者，按平日每小時工資額加給三分之一以上。
2. 再延長工作時間在二小時以內者，按平日每小時工資額加給三分之二以上。
3. 雇主有使勞工在正常工作時間以外工作之必要者，經工會或勞資會議同意，得將工作時間延長之。延長工作時間者，按平日每小時工資額加倍發給之。

本研究的加班班別共可分為加班二小時與加班四小時兩種情形，又可將其依平日或假日再加以區分，故計算後之薪資調整權數如表 5.6 所示：

表 5.6 加班與加班及彈性用餐休息時間問題之薪資調整權數

	加班二小時之 薪資調整權數(W_1)	加班四小時之 薪資調整權數(W_2)
平常日	$1 + \frac{2}{8} \times \frac{4}{3} = \frac{4}{3}$	$1 + \frac{2}{8} \times \frac{4}{3} + \frac{2}{8} \times \frac{5}{3} = \frac{7}{4}$
假日	$1 + \frac{2}{8} \times 2 = \frac{3}{2}$	$1 + \frac{4}{8} \times 2 = 2$

5.4 最小人力排班問題之模式構建

在完成前述的求解問題分類與討論後，即可針對各問題分別構建最小人力排班模式，以求解各問題之最小排班人力需求。如前所述，模式共可分為 Model 1、Model 2、Model 3 與 Model 4，其中 Model 1 與 Model 2 之人力需求均為整數單位，而 Model 3 與 Model 4 之人力需求則為十分之一單位，因此將分別依話務人力需求為整數單位或十分之一單位進行最小排班人力模式之構建。

5.4.1 參數與變數定義

參數：

1. p ：period，一天中各時段 ($p=1,2,\dots,76$)
2. k ：skill，技能種類 ($k=1,2,3,4$)
3. s ：模式中所有不加班之班別
4. u ：模式中所有加班二小時之班別
5. v ：模式中所有加班四小時之班別
6. d_{pk} ：demand，各時段各技能之話務人力需求資料
7. $\delta_{sp} \begin{cases} 0, \text{時段} p \text{ 不包含班別} s \\ 1, \text{時段} p \text{ 包含班別} s \end{cases}$
8. $\delta_{up} \begin{cases} 0, \text{時段} p \text{ 不包含班別} u \\ 1, \text{時段} p \text{ 包含班別} u \end{cases}$
9. $\delta_{vp} \begin{cases} 0, \text{時段} p \text{ 不包含班別} v \\ 1, \text{時段} p \text{ 包含班別} v \end{cases}$

$$10. w_1 \begin{cases} \frac{4}{3}, \text{平常日加班二小時之薪資調整權數} \\ \frac{3}{2}, \text{假日加班二小時之薪資調整權數} \end{cases}$$

$$11. w_2 \begin{cases} \frac{7}{4}, \text{平常日加班四小時之薪資調整權數} \\ 2, \text{假日加班四小時之薪資調整權數} \end{cases}$$

變數：

1. x_{sk} ：排班於所有不加班之各技能各班別的 agent 數
2. x_{uk} ：排班於所有加班二小時之各技能各班別的 agent 數
3. x_{vk} ：排班於所有加班四小時之各技能各班別的 agent 數
4. y_s ：對於所有不加班之班別 s ，各技能人力需求之總和
5. y_u ：對於所有加班二小時之班別 s ，各技能人力需求之總和
6. y_v ：對於所有加班四小時之班別 s ，各技能人力需求之總和
7. k_s ：不加班班別 s 之實際排班人力需求，十分之一單位
8. k_u ：加班二小時班別 u 之實際排班人力需求，十分之一單位
9. k_v ：加班四小時班別 v 之實際排班人力需求，十分之一單位
10. 所有變數 ≥ 0 且均為整數

5.4.2 最小人力排班模式：整數單位

Model 1

$$\text{Min } Z = \sum_s \sum_{k=1}^4 x_{sk} \quad (5-1)$$

$$\text{s.t. } \sum_s \delta_{sp} \cdot x_{sk} \geq d_{pk} \quad \forall p, k \quad (5-2)$$

$$x_{sk} \geq 0, \text{ and integer}$$

變數個數 $n = s \cdot k$ 、限制式個數 $m = p \cdot k$

Model 2

$$\text{Min } Z = \sum_s \sum_{k=1}^4 x_{sk} + w_1 \cdot \sum_u \sum_{k=1}^4 x_{uk} + w_2 \cdot \sum_v \sum_{k=1}^4 x_{vk} \quad (5-3)$$

$$\text{s.t. } \sum_s \delta_{sp} \cdot x_{sk} + \sum_u \delta_{up} \cdot x_{uk} + \sum_v \delta_{vp} \cdot x_{vk} \geq d_{pk} \quad \forall p, k \quad (5-4)$$

$$x_{sk}, x_{uk}, x_{vk} \geq 0, \text{ and all integer}$$

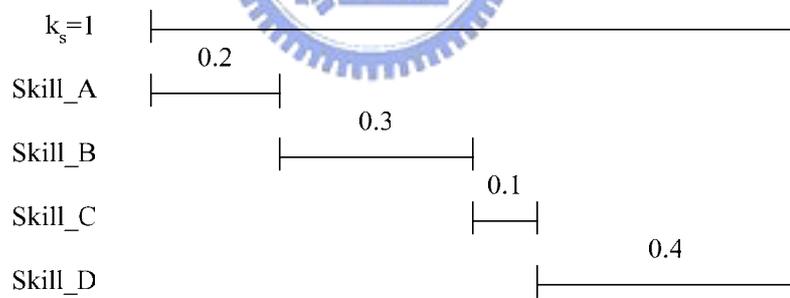
變數個數 $n = s \cdot k + u \cdot k + v \cdot k = k \cdot (s + u + v)$ 、限制式個數 $m = p \cdot k$

在 Model 1 之中，各時段各技能之人力需求均為整數單位，且並未考慮加班之情形，其中 5-1 式表示其目標式為求解各技能各班別客服人員數之總和為最小，其限制條件則為 5-2 式，代表各時段各技能之排班人力須大於或等於話務人力需求，其問題型態屬於 IP。

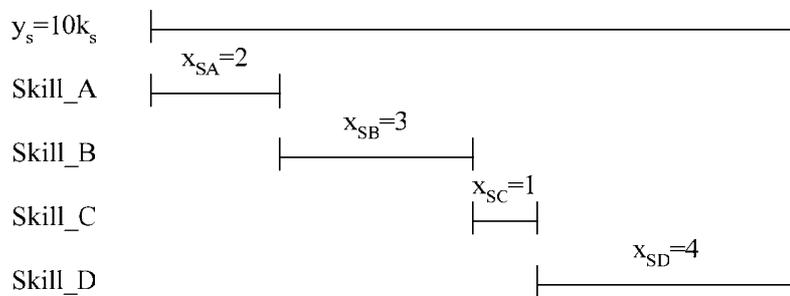
在 Model 2 之中，各時段各技能之人力需求亦為整數單位，並考慮了加班的情形。而在模式中，所有班別必須依照不加班、加班二小時與加班四小時區分為三類，分別為 s 、 u 、 v ，而 w_1 與 w_2 分別為加班二小時與四小時之薪資調整倍數。其中 5-3 式表示其目標式為求解各技能各班別之人-薪資總和為最小，5-4 式為其限制條件，即各時段各技能之不加班、加班二小時與加班四小時的排班人力總和須大於或等於話務人力需求，其問題型態亦屬於 IP。

5.4.3 最小人力排班模式：十分之一單位

當人力需求採用十分之一單位時，可透過下列範例加以說明。假設班別 s 實際需要之排班人力為 1 人，即 $k_s=1$ ，該位客服人員針對四種不同技能之貢獻程度分別為 0.2、0.3、0.1、0.4，如圖 5.7(a)所示。當將其轉為整數歸劃問題求解時，所求解之 x_{sk} 為整數，即為實際排班人力放大十倍之結果，故 y_s 亦放大為十倍，如圖 5.7(b)所示。因此在求解此問題時，必須要加上 $y_s=10k_s$ 之限制，才能保證實際之排班人力 k_s 為整數。



(a) 未轉換前之整數單位



(b) 以十分之一單位為整數之示意圖

圖 5.7 十分之一單位轉換為整數單位對照圖

Model 3

$$\text{Min } Z = \sum_s y_s \quad (5-5)$$

$$\text{s.t. } y_s = 10 \cdot k_s \quad \forall s \quad (5-6)$$

$$y_s = \sum_{k=1}^4 x_{sk} \quad (5-7)$$

$$\sum_s \delta_{sp} \cdot x_{sk} \geq 10 \cdot d_{pk} \quad \forall p, k \quad (5-8)$$

$$x_{sk}, y_s, k_s \geq 0, \text{ and all integer}$$

變數個數 $n = s \cdot k + s + s = (k + 2) \cdot s$ 、限制式個數 $m = p \cdot k + s + s = p \cdot k + 2s$

Model 4

$$\text{Min } Z = \sum_s y_s + w_1 \cdot \sum_u y_u + w_2 \cdot \sum_v y_v \quad (5-9)$$

$$\text{s.t. } y_s = 10 \cdot k_s \quad \forall s \quad (5-10)$$

$$y_s = \sum_{k=1}^4 x_{sk} \quad (5-11)$$

$$y_u = 10 \cdot k_u \quad \forall u \quad (5-12)$$

$$y_u = \sum_{k=1}^4 x_{uk} \quad (5-13)$$

$$y_v = 10 \cdot k_v \quad \forall v \quad (5-14)$$

$$y_v = \sum_{k=1}^4 x_{vk} \quad (5-15)$$

$$\sum_s \delta_{sp} \cdot x_{sk} + \sum_u \delta_{up} \cdot x_{uk} + \sum_v \delta_{vp} \cdot x_{vk} \geq d_{pk} \quad \forall p, k \quad (5-16)$$

$$x_{sk}, x_{uk}, x_{vk}, y_s, y_u, y_v, k_s, k_u, k_v \geq 0, \text{ and all integer}$$

變數個數 $n = (s \cdot k + u \cdot k + v \cdot k) + (s + u + v) + (s + u + v) = (k + 2) \cdot (s + u + v)$

限制式個數 $m = p \cdot k + (s + u + v) + (s + u + v) = p \cdot k + 2 \cdot (s + u + v)$

Model 3 中各時段各技能之人力需求均為十分之一單位，且並未考慮加班之情形。對於某特定班別 s 、技能 k 而言，為利於實務應用與方便運算，因此排班人力亦採用十分之一單位。此外，為利於模式構建與求解，因此將 Model 3 之話務人力需求資料放大為 10 倍，使其為整數，並以整數規劃方式來進行求解，問題型態亦屬於 IP。

在 Model 3 中，5-5 式為其目標式，為求解整數單位下各班別客服人員數之總和為最小；5-6 式中， k_s 為十分之一單位下之各班別實際排班人力需求，各技能人力需求總

和 y_s 則是將十分之一單的人力需求位轉為整數單位，因此整數單位之各技能排班人力需求總和 y_s 應為 k_s 的 10 倍；5-7 式則表示 y_s 為針對某特定班別 s 其各技能排班人力需求 x_{sk} 之加總；5-8 式則表示整數單位之各技能排班人力需求 x_{sk} 必須大於或等於整數單位下之話務人力需求。

在 Model 4 中，各時段各技能之人力需求亦為十分之一單位，並考慮了加班之情形。與 Model 3 相同，必須先將班別區分為不加班班別 s 、加班二小時之班別 u ，與加班四小時之班別 v 。5-9 式表示其目標式為求解各班別之人-薪資總和為最小；5-10 式、5-12 式及 5-14 式與 5-6 式意義相同，表示將其轉為整數單位求解；5-11 式、5-13 式及 5-15 式則與 5-7 式意義相同，分別表示 y_s 、 y_u 、 y_v 為針對某特定班別 s 、 u 、 v 其各技能排班人力需求 x_{sk} 、 x_{uk} 、 x_{vk} 之加總；5-16 式則與 5-8 式意義相同，均表示整數單位之各技能排班人力需求 x_{sk} 、 x_{uk} 、 x_{vk} 必須大於或等於整數單位下之話務人力需求。



第六章 模式求解結果與分析

本章是在探討客服中心最小人力排班模式應用於個案之求解結果分析，首先就個案之求解規模作一說明，包含變數個數、限制式個數與求解時間，其次再列出各問題的求解結果，並進行比較分析。

6.1 各問題模式規模與求解時間

針對前述各子問題，本研究是利用 ILOG OPL Studio 3.1 版為求解工具，硬體配備為 P4 3.0GHz CPU、1G DDR RAM，求解完畢後可將其班別數、變數個數、限制式個數與求解時間，分別整理如表 6.1 所示。FO₁ 問題因問題規模龐大，限制式中又需考慮權重，因此若以 ILOG OPL Studio 3.1 版求解耗時甚久，需超過 8 小時以上，因此在求解該問題時，該問題改以較先進的求解工具 ILOG OPL Development 加以求解，其平均求解時間可縮短至 2 小時 35 分。

表 6.1 各問題之班別數、變數個數、限制式個數與平均求解時間

	問題型態	班別數	變數個數 n	限制式個數 m	平均求解時間
B	IP	15	60	304	1 秒以內
B ₁	IP	15	90	334	1 秒以內
FT	IP	90	360	304	2.47 秒
FT ₁	IP	90	540	484	58 分 12 秒
OT	IP	29	116	304	5.26 秒
OT ₁	IP	29	174	362	62 分 19 秒
FO	IP	174	696	304	51 分 24 秒
FO ₁	IP	174	1044	652	2 小時 35 分 (8 小時 42 分)

由表 6.1 可以看出，當人力需求為整數單位時，除 FO 問題外，均可於數秒內求解完畢，FO 問題由於班別數多達 174 個，問題規模龐大，因此求解時間較長；而當人力需求為十分之一單位時，只有 B₁ 問題因其問題規模較小，可於 1 秒內快速求解完畢。OT₁ 問題的班別數雖然只較 B₁ 問題多出 14 個，但由於限制式中考慮到薪資的權重問題，因此求解時間也較長。所有問題之部分詳細求解結果如附錄 C，並彙整於下一節中。

6.2 各類型問題之求解結果

表 6.2 為基本問題於排班區間之整月最小排班人力求解結果，其中 Date 表示日期，整數單位與十分之一單位代表排班人力採用何種單位，節省人數表示當人力需求為十分之一單位相對於其為整數單位時所能節省的排班人力，節省百分比則是將節省人力以百分比方式表示。由表中可以看出，人力需求為整數單位時，平均每日所需的排班人力為 145.17 人，而十分之一單位平均所需的排班人力則為 138.53 人，平均每日可節省 6.63 人，節省百分比為 4.57%。由此可以看出，人力需求若以十分之一單位來估算，的確可以有有效的減少排班人力，降低客服中心成本。

表 6.2 基本問題之求解結果

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
Date	1	2	3	4	5	6	7
整數單位	194	170	168	163	155	87	76
十分之一單位	187	164	161	157	149	81	69
節省人數	7	6	7	6	6	6	7
節省百分比	3.61%	3.53%	4.17%	3.68%	3.87%	6.90%	9.21%
Date	8	9	10	11	12	13	14
整數單位	186	165	162	166	159	91	85
十分之一單位	180	159	157	159	151	84	79
節省人數	6	6	5	7	8	7	6
節省百分比	3.23%	3.64%	3.09%	4.22%	5.03%	7.69%	7.06%
Date	15	16	17	18	19	20	21
整數單位	178	163	169	156	158	84	78
十分之一單位	171	155	161	150	151	79	70
節省人數	7	8	8	6	7	5	8
節省百分比	3.93%	4.91%	4.73%	3.85%	4.43%	5.95%	10.26%
Date	22	23	24	25	26	27	28
整數單位	182	171	168	157	154	88	73
十分之一單位	176	165	161	149	146	80	67
節省人數	6	6	7	8	8	8	6
節省百分比	3.30%	3.51%	4.17%	5.10%	5.19%	9.09%	8.22%
Date	29	30	total	average			
整數單位	179	170	4355	145.17			
十分之一單位	173	165	4156	138.53			
節省人數	6	5	199	6.63			
節省百分比	3.35%	2.94%	4.57%				

表 6.3 為彈性用餐休息時間問題之整月最小排班人力需求求解結果，表中各項之說明如前所述。由表中可以看出，人力需求為整數單位時，平均每日所需的排班人力為 124.40 人，而十分之一單位人力需求平均所需的排班人力則為 118.37 人，平均每日可節省 6.03 人，節省百分比為 4.85%。

表 6.3 彈性用餐休息時間問題之求解結果

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
Date	1	2	3	4	5	6	7
整數單位	162	146	144	142	133	76	67
十分之一單位	156	141	138	136	127	70	59
節省人數	6	5	6	6	6	6	8
節省百分比	3.70%	3.42%	4.17%	4.23%	4.51%	7.89%	11.94%
Date	8	9	10	11	12	13	14
整數單位	160	143	139	139	135	79	73
十分之一單位	155	137	134	133	129	72	65
節省人數	5	6	5	6	6	7	8
節省百分比	3.13%	4.20%	3.60%	4.32%	4.44%	8.86%	10.96%
Date	15	16	17	18	19	20	21
整數單位	151	139	140	133	137	73	68
十分之一單位	146	132	134	126	130	68	61
節省人數	5	7	6	7	7	5	7
節省百分比	3.31%	5.04%	4.29%	5.26%	5.11%	6.85%	10.29%
Date	22	23	24	25	26	27	28
整數單位	157	146	148	134	130	74	65
十分之一單位	151	141	142	128	124	69	58
節省人數	6	5	6	6	6	5	7
節省百分比	3.82%	3.42%	4.05%	4.48%	4.62%	6.76%	10.77%
Date	29	30	total	average			
整數單位	150	149	3732	124.40			
十分之一單位	143	146	3551	118.37			
節省人數	7	3	181	6.03			
節省百分比	4.67%	2.01%	4.85%				

表 6.4 為加班問題之整月最小排班人力需求求解結果，表中各項之說明如前所述。其中每日的排班人力大多為非整數，這是由於其為換算成所需支付的客服人員薪資後的結果。以 11 月 1 日為例，即當人力需求分別為整數單位與十分之一單位時，該客服中心所需負擔的人力成本分別相當於 184 位與 177.67 位客服人員之薪資。由表中可以看出，人力需求為整數單位時，平均每日所需支付的排班人力薪資相當於 140.40 位客服人員，而十分之一單位人力需求平均所需支付的排班人力薪資則相當於 134.34 位，平均每日可節省 6.06 位客服人員之薪資，節省百分比為 4.32%。

表 6.4 加班問題之求解結果

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
Date	1	2	3	4	5	6	7
整數單位	184	165	164.5	158.58	149.42	85.5	75.5
十分之一單位	177.67	160.17	158.83	152.08	144.58	79.5	69
節省人數	6.33	4.83	5.67	6.5	4.84	6	6.5
節省百分比	3.44%	2.93%	3.45%	4.10%	3.24%	7.02%	8.61%
Date	8	9	10	11	12	13	14
整數單位	179.75	161.25	159.25	162.67	155.83	90	83
十分之一單位	172.83	156.17	154.75	156.08	149.33	82.5	77
節省人數	6.92	5.08	4.5	6.59	6.5	7.5	6
節省百分比	3.85%	3.15%	2.83%	4.05%	4.17%	8.33%	7.23%
Date	15	16	17	18	19	20	21
整數單位	168.42	157.33	160.08	149.5	152.33	83	77.5
十分之一單位	162.08	150.83	153.08	144.25	145.67	77	69.5
節省人數	6.34	6.5	7	5.25	6.66	6	8
節省百分比	3.76%	4.13%	4.37%	3.51%	4.37%	7.23%	10.32%
Date	22	23	24	25	26	27	28
整數單位	177.67	164.08	162.17	151.17	146	86	72
十分之一單位	172.33	158.75	156.5	144.92	139.5	79	66
節省人數	5.34	5.33	5.67	6.25	6.5	7	6
節省百分比	3.01%	3.25%	3.50%	4.13%	4.45%	8.14%	8.33%
Date	29	30	total	average			
整數單位	170.25	160.17	4211.92	140.40			
十分之一單位	164.42	155.83	4030.15	134.34			
節省人數	5.83	4.34	181.77	6.06			
節省百分比	3.42%	2.71%	4.32%				

表 6.5 為加班及彈性用餐休息時間問題之整月最小排班人力需求求解結果，表中各項之說明如表 6.4 所述。由表中可以看出，人力需求為整數時單位，平均每日所需支付的排班人力薪資相當於 122.25 位客服人員，而十分之一單位人力需求平均所需支付的排班人力薪資則相當於 117.10 位，平均每日可節省 5.15 位客服人員之薪資，節省百分比為 4.21%。

表 6.5 加班及彈性用餐休息時間問題之求解結果

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
Date	1	2	3	4	5	6	7
整數單位	159.83	142.58	141.83	138.5	130.75	75	66.5
十分之一單位	154.75	139.08	136.42	133.92	126.17	70.5	60.5
節省人數	5.08	3.5	5.41	4.58	4.58	4.5	6
節省百分比	3.18%	2.45%	3.81%	3.31%	3.50%	6.00%	9.02%
Date	8	9	10	11	12	13	14
整數單位	156.92	139.75	137.5	137.67	134.5	79	72.5
十分之一單位	151.75	134.92	133.17	132.42	129.08	72.5	65
節省人數	5.17	4.83	4.33	5.25	5.42	6.5	7.5
節省百分比	3.29%	3.46%	3.15%	3.81%	4.03%	8.23%	10.34%
Date	15	16	17	18	19	20	21
整數單位	147.33	136.58	137	130.92	134.5	72	67.5
十分之一單位	143.17	131.33	132.42	124.5	128.5	67	61
節省人數	4.16	5.25	4.58	6.42	6	5	6.5
節省百分比	2.82%	3.84%	3.34%	4.90%	4.46%	6.94%	9.63%
Date	22	23	24	25	26	27	28
整數單位	154.67	140.58	145	132.42	126.92	73	65
十分之一單位	149.58	136.17	139.67	127.75	122.67	69	58
節省人數	5.09	4.41	5.33	4.67	4.25	4	7
節省百分比	3.29%	3.14%	3.68%	3.53%	3.35%	5.48%	10.77%
Date	29	30	total	average			
整數單位	148.17	143.17	3667.59	122.25			
十分之一單位	142.42	139.67	3513.03	117.10			
節省人數	5.75	3.5	154.56	5.15			
節省百分比	3.88%	2.44%	4.21%				

6.3 比較分析

6.3.1 整月排班人力需求比較分析

前述的整月最小人-薪資排班人力需求總和，可整理如圖 6.1 所示，針對四種不同類型的問題，又可依人力需求為整數單位或十分之一單位區分為兩個子問題，其中柱狀圖上的數字代表整月之人-薪資排班人力需求總和。由圖型中可以看出，最小人-薪資排班人力需求總和依序分別為基本問題、加班問題、彈性用餐休息時間問題與加班及彈性用餐休息時間問題。

表 6.6 則為各個子問題相對於 B 問題排班人力需求之節省百分比，由此表中亦可看出，考慮用餐休息時間為彈性的各個子問題，其排班人力節省之效益相當高，至少可節省 14% 以上，遠大於考慮加班者。

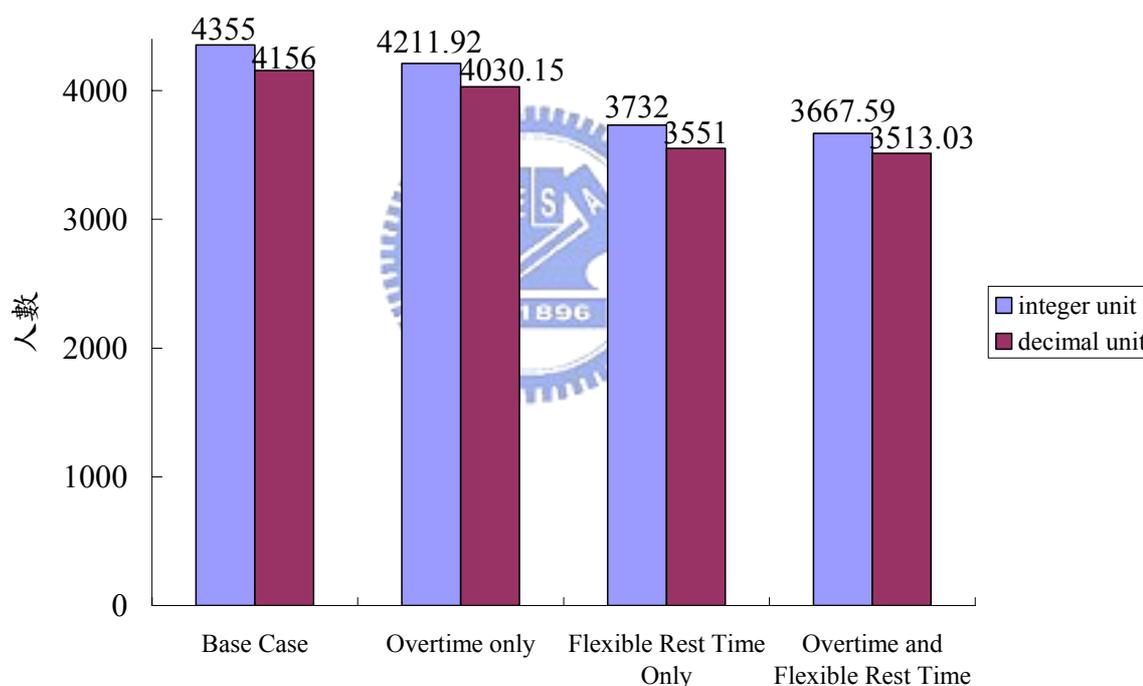


圖 6.1 整月人-薪資排班人力需求總和圖

表 6.6 各類型子問題相較於 B 問題之排班人力需求節省百分比

問題類型	Base Case	Flexible Rest Time	Over Time	Over Time and Flexible Rest Time
整數單位	—	14.31%	3.29%	15.78%
十分之一單位	4.57%	18.46%	7.46%	19.33%

6.3.2 十分之一單位人力需求之效益分析

表 6.7 為人力需求為整數單位或十分之一單位對於排班人力影響之比較，由表中可以看出，當人力需求以十分之一單位計算時，均可較其為整數單位時節省 4% 以上，而 4% 的人力成本節省已可為客服中心減少許多成本支出，足見本研究所提出之十分之一單位之歐蘭 C 公式確有其效益，可供客服中心在排班人力需求規劃時的參考。

表 6.7 人力需求為十分之一單位之節省百分比

問題類型	Base Case	Flexible Rest Time	Over Time	Over Time and Flexible Rest Time
整數單位之排班人力	145.17	124.40	140.40	122.25
十分之一單位之排班人力	138.53	118.37	134.34	117.10
平均節省人數	6.63	5.73	6.06	5.15
節省百分比	4.57%	4.85%	4.32%	4.21%

6.3.3 薪資節省分析

在薪資成本的節省方面，假設每位客服人員之年薪為 40 萬、每月之平均排班人力需求數相同，則各個子問題相較於 B 問題之薪資節省可整理如表 6.8 所示。由表中可以看出，雖然僅考慮加班的問題所能節省的人力需求數相對較少，但若換算為年薪資成本時，仍可為個案客服中心節省 190 萬元以上；至於考慮彈性的 FT、FT₁、FO 與 FO₁ 問題，薪資成本的節省幅度更大，不論人力需求為整數單位或十分之一單位，均可節省超過 830 萬元以上，足可見其效益。

表 6.8 各類型子問題相較於 B 問題之薪資節省

問題類型		Base Case	Flexible Rest Time	Over Time	Over Time and Flexible Rest Time
整數單位	平均每日排班人力	145.17	124.40	140.40	122.25
	相較於 B 問題之人力節省	—	20.77	4.77	22.92
	平均每年薪資節省(萬元)	—	830.8	190.8	916.8
十分之一單位	平均每日排班人力	138.53	118.37	134.34	117.10
	相較於 B 問題之人力節省	6.63	26.80	10.83	28.07
	平均每年薪資節省(萬元)	265.2	1072	433.2	1122.8

此外，亦可將人力需求為整數單位或十分之一單位者加以比較，如表 6.9 所示。由表中可以看出，不論是何種類型的問題，當人力需求為十分之一單位時，均可較其為整數單位時，節省約 200 萬元以上的薪資成本，由此亦可看出，人力需求若以十分之一單位來計算，也可以使客服中心在維持服務水準目標值不變的情形下，有一定程度的下降，這對於客服中心的成本控管也有一定程度的幫助。

表 6.9 人力需求為十分之一單位之薪資節省比

問題類型	Base Case	Flexible Rest Time	Over Time	Over Time and Flexible Rest Time
平均節省人數	6.63	5.73	6.06	5.15
節省百分比	4.57%	4.85%	4.32%	4.21%
平均每年薪資節省(萬元)	265.2	229.2	242.4	206

6.3.4 平常日與假日排班人力需求比較分析

由 6.2 節的求解結果中可以看出，平常日的排班人力明顯高於假日，因此有必要再將其結果針對平常日與假日進行比較分析。表 6.10 與表 6.11 分別表示平常日與假日時，人力需求為十分之一單位相較其為整數單位時所能節省的排班人數與百分比。由於平常日所需的排班人力較多，因此即使其節省人數與假日時差距不大，但相對來說節省百分比便較小。由此可以看出，當排班人力需求較小時，十分之一單位便可顯示出較大的效益，但即使是排班人數較多的平常日，此一設計仍可以讓人力需求有一定幅度的下降。

表 6.10 平常日人力需求為十分之一單位之節省百分比

問題類型	Base Case	Flexible Rest Time	Over Time	Over Time and Flexible Rest Time
整數單位	167.86	143.5	161.79	140.78
十分之一單位	161.23	137.68	155.94	135.89
節省人數	6.63	5.82	5.85%	4.89
節省百分比	3.95%	4.06%	3.62%	3.47%

表 6.11 假日人力需求為十分之一單位之節省百分比

問題類型	Base Case	Flexible Rest Time	Over Time	Over Time and Flexible Rest Time
整數單位	82.75	71.88	81.56	71.31
十分之一單位	76.13	65.25	74.94	65.44
節省人數	6.62	6.63	6.62	5.87
節省百分比	8%	9.22%	8.12%	8.23%

6.3.5 加班與彈性用餐休息時間之效益分析

在本研究所探討的各類問題中，考慮了是否加班與用餐及休息時間是否為彈性兩個因素，以下即針對這兩個因素分別探討其對於最小人力需求之影響為何。

表 6.12 為考慮加班時對於最小排班人力需求之影響，同樣可區分為人力需求為整數單位與十分之一單位、日期為平常日或假日加以考慮。其中 I 表示加班問題相對於基本問題之節省人數，括號中則為節省百分比；II 表示加班及彈性用餐休息時間問題相對於彈性用餐休息時間問題之節省人數。

總體而言，考慮加班只能讓客服中心節省約 1%~3%左右的薪資成本，這是因為雖然排班人力可能略有減少，但是卻因為加班成本的考量，使整體的薪資成本減少幅度相對來說非常低。其中甚至於在假日且人力需求為十分之一單位時，出現薪資成本不減反增的現象，這是因為排班人力需求的減少幅度小於加班薪資的增加幅度。因此，傳統上客服中心認為以加班的方式來解決人力需求不足的問題，未必能有足夠的效益，甚至可能使成本增加。

表 6.12 考慮加班之排班人力需求節省分析表

		加班節省		總加班節省	
		I	II	I	II
整數單位	平常日	6.07 (3.62%)	2.72 (1.90%)	3.29%	1.73%
	假日	1.19 (1.44%)	0.56 (0.78%)		
十分之一單位	平常日	5.29 (3.28%)	1.79 (1.30%)	3.03%	1.07%
	假日	1.19 (1.56%)	-0.19 (-0.29%)		

表 6.13 為考慮彈性用餐休息時間對於最小人力需求之影響，其中 I 表示彈性用餐休息時間問題相對於基本問題之節省人數，括號中則為節省百分比；II 表示加班及彈性用餐休息時間問題相對加班問題之節省人數。

當用餐休息時間為彈性時，可以使客服中心的薪資成本大幅下降約 12%~14%左右，這是因為班別設計上富有彈性所帶來的效益。當同一班別的客服人員其用餐與休息時間可以錯開時，將可避免因同一時間有太多客服人員離開座位，為避免服務水準驟降，而必須多僱用人力的情形。也正因為較有效率的班別設計，使同一時間離席的客服人員數將大量減少，也可使服務水準受到控管，進而減少不必要的人力。

表 6.13 考慮彈性用餐及休息時間之排班人力需求節省分析表

		彈性節省		總彈性節省	
		I	II	I	II
整數單位	平常日	24.36 (14.51%)	21.02 (12.99%)	14.31%	12.92%
	假日	10.88 (13.14%)	10.25 (12.57%)		
十分之一單位	平常日	23.55 (14.60%)	20.06 (12.86%)	14.56%	12.83%
	假日	10.88 (14.29%)	9.5 (12.68%)		

由表 6.12 與表 6.13 的比較結果不難看出，用餐休息時間為彈性對於排班人力需求節省的效益遠大於考慮加班者，因此客服中心在進行人力資源規劃或排班時，應充分利用此一特性，並將其列入班別的考慮之中，將可有效降低客服人員閒置與薪資成本浪費的情形。



第七章 結論與建議

近年來，民眾對於「服務」的概念越來越清晰，對於服務的需求也越來越殷切。因此，各行各業幾乎都廣設電話客服中心，來回應顧客的疑問或要求。此外，顧客也越來越要求服務品質，尤其是客服人員，直接在第一線面對顧客，顧客所感知到的服務水準便與客服人員的人力素質息息相關。而在電話客服中心的營運成本結構中，佔比最高者就是人力成本，可達營運成本的 60~70%，由此可知，人力資源的規劃與調度分配，對於客服中心的營運，有相當大的影響。如何適當的調度分派，使客服人員能以愉悅的心情與高滿意度服務顧客，便是影響服務績效與成本管控的關鍵因素。

如今隨科技進步與客服中心的發展，在人力需求的估算上，若仍以傳統的方式加以計算，則會導致人力需求的閒置與浪費，並造成不必要的成本支出。因此客服中心在人力需求的規劃上，應該要考量到客服中心的運作現況，以更適切的方式進行人力的調派，才能使客服中心不但可發揮其應有的功能與服務水準，又可適當的配置人力資源與降低成本。

首先，在話務人力需求的估算上，由於話務自動指派與多重技能的考慮，每位客服人員的人力資源將可依貢獻度加以分割，進而可在滿足服務水準目標的前提下，利用十分之一單位的方式來估算出更合理的話務人力需求。此外，在排班人力的估算方面，也必須考慮到服務業的特性，如加班、用餐與休息時間為彈性等，如此計算出的排班人力才會更為精準，也可以使客服中心的成本大幅的降低。

本研究主要是在探討客服中心之最小人力排班問題，並以數學規劃方法構建最小人力排班模式，更以一個實際的個案客服中心之台中分部為測試例題，並進一步考慮是否加班與用餐及休息時間是否為彈性等情形，求解最小人力排班問題，得到良好的求解結果，可供國內外學術界與實務界作一參考。

7.1 結論

1. 本研究在模式的考量與設計上，考慮了目前客服中心的運作現況，如多重技能、用餐與休息時間之彈性等，並對客服中心的運作流程等進行深入的瞭解，因而建立符合實務運用並確實可行的最小人力排班求解模式。除了可以使研究結果更符合目前各客服中心的運作現況外，同時也可有效的降低排班人力需求，使客服中心在成本控管與人力資源的調派上更為靈活。
2. 本研究之研究結果顯示，雖然考慮加班與用餐或休息時間為彈性，皆可使最小排班人力需求相較於基本問題有所下降，然而將二者之求解結果加以比較，可看出用餐休息時間為彈性之效果顯著優於考慮加班之情形，即用餐與休息時間是否為彈性對於排班人力需求之影響大於加班者。

3. 在薪資成本的節省方面，根據本研究之研究結果顯示，相對於 B 問題而言，考慮用餐及休息時間為彈性的問題均可使薪資成本大幅下降，以個案客服中心為例，不論以整數單位或十分之一單位之人力需求來考慮，每年皆可節省超過 800 萬元以上，若單純考慮加班，亦可節省約 190 萬元以上，對於成本控管的效果相當顯著。此外，若單純考慮人力需求為十分之一單位時，其相較於整數單位也可為客服中心節省超過 200 萬元的薪資成本，可以作為客服中心在人力需求規劃與計算薪資成本時的重要參考。
4. 客服中心之話務人力需求多是利用歐蘭 C 公式加以估算，在考慮多重技能與話務自動指派智慧化的前提下，本研究適度的放寬歐蘭 C 公式中客服人員數必須為整數的限制，提出十分之一單位之歐蘭 C 公式，以便計算出更為合理的話務人力需求。將此一方法應用於個案客服中心之研究結果顯示，平均可較歐蘭 C 公式所估算者節省 4.93% 之人力需求，且仍能維持服務水準在客服中心預先設定的目標值之上，足見其效益。
5. 本研究在話務人力需求之轉換模式中，以 15 分鐘為一個時段估算各時段各技能之話務人力需求，將可精確的計算出所需的話務人力。而在最小人力排班模式所求解的各類型問題中，班別數最多者，可達 174 個，比一般在求解客服中心的排班問題時更多。雖然因此增加了求解的難度，但也因此能有效的降低客服中心的排班人力，達成成本控管與靈活訂配人力資源的目的。

7.2 建議

1. 依據本研究之研究結果，用餐與休息時間的彈性對於排班人力需求的影響較大，因此建議客服中心在從事人力資源規劃或人員排班時，將此因素列入考慮，將可預期在不犧牲服務水準的前提下，有效降低成本並減少人力資源的閒置與浪費。
2. 客服中心之自動話務分配系統應該要配合十分之一單位人力之設計，來進行話務指派，如此方能將此一方法應用於客服中心的人員排班問題中，並發揮其應有的效益與功能。
3. 本研究是在 ILOG OPL Studio3.1 版軟體之使用介面下將相關參數與資料直接輸入，建議可建立一決策支援系統，前端可構建使用者介面，協助使用者輸入或更新相關資料與參數，後端可與資料庫連結以取得資料，以作為客服中心在人力資源規劃時的參考。
4. 本研究在求解出最小排班人力需求後，並未進一步探討客服人員輪值問題，建議後續研究可以建立十分之一單位人力需求之人員輪值問題求解模式，進一步求解客服人員輪值班表並進行比較分析，將可使客服中心的人員排班更為靈活而精準，並可預期其於薪資成本上將有一定比例的節省。

5. 本研究在最小人力排班問題的求解上，並沒有考慮到兼時客服人員的運用，建議後續研究可以將兼時人員列入考慮，將可使客服中心的人力資源調度更為靈活且富彈性，同時也可預期在合理的兼時客服人員僱用政策下，將可使成本再降低。但須注意兼時客服人員每月的上班時數應有一定限制，仍應以全時客服人員為主，以免服務水準與服務品質因而降低。
6. 本研究之研究結果顯示，十分之一單位的人力需求估算方式，對於薪資成本的節省也有相當大的幫助，建議客服中心在進行人力資源規劃與人員排班時，可以應用此一方法，雖然在問題求解時可能耗時較久，但長期間對於客服中心來說，仍有相當大的效益。



參考文獻

1. 王勇華, “人員排班問題啟發式解法之應用”, 國立交通大學土木工程研究所碩士論文, 民國八十二年。
2. 李政忠, “服務業顧客服務中心之管理機制之比較研究”, 國立台灣大學商學研究所碩士論文, 民國89年。
3. 吳美連、林俊義, “人力資源管理理論與實務”, 智勝文化, 民國88年。
4. 吳耀明, “電信服務事業顧客關係管理之研究”, 國立中山大學企業管理學系碩士論文, 民國90年。
5. 周震平, “人才篇—客服中心人才招募、訓練及管理”, 通訊雜誌, 第76期, 2000年5月號。
6. 周震平, “系統及CTI篇—Call Center系統介紹及CTI之衝擊”, 通訊雜誌, 第77期, 2000年6月號。
7. 周震平, “導論篇—Call Center的台灣演進史”, 通訊雜誌, 第74期, 2000年3月號。
8. 周震平, “總結篇—Call Center目標管理及績效評估”, 通訊雜誌, 第78期, 2000年7月號。
9. 林詩芹, “以限制規劃構建全年無休服務人員排班模式—以客服人員排班為例”, 國立交通大學運輸科技與管理學系碩士論文, 民國92年。
10. 胡淑珍, “客服中心人力配置之研究”, 輔仁大學資訊管理學系碩士論文, 民國91年。
11. 范蕙美, “人力資源規劃理論之研究”, 國立台灣大學政治學研究所碩士論文, 民國81年。
12. 高建元, “護理人員之排班研究”, 國立台灣科技大學管理技術研究所, 民國八十三年。
13. 莊凱翔, “求解護理人員排班最佳化之研究—遺傳演算法求解”, 成功大學工業管理研究所, 民國九十年。
14. 陳坤茂, “作業研究”, 華泰文化出版社, 民國87年。
15. 陳瓊莉, “人力資源規劃理論與政府組織員額精簡之研究—以高雄市政府為例”, 國立中興大學公共政策研究所碩士論文, 民國84年。
16. 張火燦, “策略性人力資源管理”, 揚智文化, 民國86年。

17. 張清景, “人力規劃與員工事業生涯規劃”, 人力資源經理雜誌, 第13期, 民國84年。
18. 曾世忠, “效率客服—電話客服中心的程序規劃”, 培生教育出版集團, 民國92年。
19. 蔡昀融, “電話中心人員配置之研究”, 中原大學工業工程學系碩士論文, 民國89年。
20. 賴佑陽, “營造業管理流程再造績效評估”, 國立台灣科技大學營建工程研究所碩士論文, 民國89年。
21. Abboud, N., M. Inuiguchi, M. Sakawa and Y. Uemura, “Manpower allocation using genetic annealing,” *European Journal of Operational Research*, Vol. 111, pp. 405-420, 1998.
22. Alex, F., E. Hamilton, J. Fama, D. Andre, O. Matan, and I. Nourbakhsh, “Staff Scheduling for Inbound Call Centers and Customer Contact Centers,” *American Association for Artificial Intelligence*, 2002.
23. Angus, I., “An Introduction to Erlang B and Erlang C,” *Telemanagement*, Vol 187, pp.6-8, 2001.
24. Baker, R.B., “Workforce Allocation in Cyclical Scheduling Problems: A Survey,” *Operational Research. Quarterly*, Vol.27, No. 1, pp.155-167, 1976.
25. Baker, K.R. and M. J. Magazine, “Workforce Scheduling with Cyclic Demands and Day-Off and Workstretch Constrains,” *Management Science*, Vol. 23, pp.161-167, 1977.
26. Bartholdi, J.J., “A Guaranteed-Accuracy Round-off Algorithm for Cyclic Scheduling and Set Covering,” *Operations Research*, Vol.29, pp.501-510, 1981.
27. Berrada, I., A. F. Jacques and M. Philippe, “A Multi-objective Approach to Nurse Scheduling with both Hard and Soft,” *Socio-Economic Planning Sciences*, Vol. 30, pp.183-193, 1996.
28. Borst, S., A. Mandelbaum, and M. I. Reiman, “Dimensioning Large Call Centers,” *Operations Research*, Vol.52, pp. 17-34, 2004.
29. Bramham, J., “Practical Manpower Planning,” 2nd ed., *Institute of Personnel Management*, 1975.
30. Brown, L., G. Noah, A. Mandelbaum, A. Sakov, H. Shen, S. Zeltyn, and L. Zhao, “Statistical Analysis of A Telephone Call Center: A Queuing Science Perspective,” Department of Statistics, The Wharton School, University of Pennsylvania, 2002.
31. Burack, H. E., “Strategies for Manpower Planning and Programming,” *Morristown: General Learning Press*, 1972

32. Cheng, B., J. Lee, and J. Wu, "A Nurse Rostering System Using Constraint Programming and Redundant Modeling," *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, Vol. 1, pp. 44-54, 1997.
33. Cleveland, B. & J. Mayben , "Call Center Management On Fast Forward : Succeeding in Today's Dynamic Inbound Environment," *Call Center Press.*, 1998.
34. Cleveland, B., & J. Minnucci, "Developing the e-enabled call center: a strategic perspective," *Business communications review*, 2000.
35. D'Ausilio, R. 著，子鳳、李瓊芬譯，"活力客服－打造人性化的客服中心"，經濟新潮社，民國91年。
36. Dantzig, G.B., "A Comment on Edie's Traffic Dealys at Toll Booths," *Operations Research*, Vol.3, pp. 339-341, 1954.
37. Erlang, A.K., "Solution of some Problems in the Theory of Probabilities of Significance in Automatic Telephone Exchanges," *Elektroteknikerer*, vol 13., 1917.
38. Garnett, O.,A. Mandelbaum, and M. I. Reiman, "Designing a Call Center with Impatient Customers," *Manufacturing and Service Operations Management*, pp. 208-227, 2002.
39. Hillier, F. S., and G. J. Lieberman, "Introduction to operations research," 7th Edition, McGraw-Hill Inc., 2001.
40. Koole, G., and A. Mandelbaum, "Queueing Models of Call Centers: An Introduction," *Annals of Operations Research*, Vol. 113, pp. 41-59, 2002.
41. Koole, G., "Call Center Mathematics- A Scientific Method for Understanding and Imporving Contact Centers, " <http://www.math.vu.nl/~koole/ccmath/>, 2005.
42. Lau, H. C., "On the Complexity of Manpower Shift Scheduling," *Computers Operations Research*, Vol.23, No.1, pp. 93-102, 1996.
43. Michael, A., "A Handbook of Personnel Management Practice," *London: Kogan Page.*, 1991.
44. Michael, S., "Call Center Management," Thomson Course Technology, 2003.
45. Noah, G., G. Koole, and A. Mandelbaum, "Telephone Call Centers: Totorial, Review, and Research Perspect," *Manufacturing and Service Operations Management*, Vol 5, no.2, pp. 79-141, 2002.
46. Ohaegbu, K. and S.S. Devgan, "Customer Relationship Management in E-commerce: The Call Center Solution," *Proceedings of the IEEE*, pp. 391-394, 2000.

47. Smith, L.D. and Wiggins A., “A Computer-Based Nurse Scheduling System,” *Computer Operation Research*, Vol.4, pp.195-212, 1977.
48. Stevenson, W. J., “Operation Management,” 7th edition, McGraw-Hill Inc., 2002.
49. Walker, A.J., “Human Resource Planning,” New York: McGraw-Hill, 1980.
50. Wayne, C.F., “Human Resource Planning Employment & Placement,” The Bureau of National Affairs Inc., Washington D.C., 1989.
51. Zeltyn, S., “Classical Queuing Models,” Service Engineering, The Wharton School, University of Pennsylvania., 2005.
52. “Does Erlang C modelling give you the right number of staff ?,” <http://whatis.techtarget.com/>



附錄 A 一個案客服中心之預測話務量資料

1. Skill_A 之預測話務量資料—以第一天為例

日期	起始時間	時間間隔	話務數 (calls)	AHT (secs)	λ (/min)	$1/\mu$ (mins)	load (R)
11/01	07:00	00:15	2	39	0.13	0.65	0.09
11/01	07:15	00:15	3	61	0.20	1.02	0.20
11/01	07:30	00:15	4	168	0.27	2.80	0.75
11/01	07:45	00:15	5	120	0.33	2.00	0.67
11/01	08:00	00:15	4	112	0.27	1.87	0.50
11/01	08:15	00:15	10	121	0.67	2.02	1.34
11/01	08:30	00:15	4	212	0.27	3.53	0.94
11/01	08:45	00:15	12	80	0.80	1.33	1.07
11/01	09:00	00:15	25	126	1.67	2.10	3.50
11/01	09:15	00:15	29	132	1.93	2.20	4.25
11/01	09:30	00:15	28	124	1.87	2.07	3.86
11/01	09:45	00:15	25	143	1.67	2.38	3.97
11/01	10:00	00:15	31	109	2.07	1.82	3.75
11/01	10:15	00:15	36	144	2.40	2.40	5.76
11/01	10:30	00:15	28	144	1.87	2.40	4.48
11/01	10:45	00:15	26	121	1.73	2.02	3.50
11/01	11:00	00:15	30	142	2.00	2.37	4.73
11/01	11:15	00:15	29	128	1.93	2.13	4.12
11/01	11:30	00:15	27	162	1.80	2.70	4.86
11/01	11:45	00:15	29	155	1.93	2.58	4.99
11/01	12:00	00:15	28	156	1.87	2.60	4.85
11/01	12:15	00:15	20	137	1.33	2.28	3.04
11/01	12:30	00:15	36	150	2.40	2.50	6.00
11/01	12:45	00:15	41	160	2.73	2.67	7.29
11/01	13:00	00:15	45	147	3.00	2.45	7.35
11/01	13:15	00:15	26	198	1.73	3.30	5.72
11/01	13:30	00:15	29	158	1.93	2.63	5.09
11/01	13:45	00:15	34	197	2.27	3.28	7.44
11/01	14:00	00:15	27	121	1.80	2.02	3.63
11/01	14:15	00:15	16	143	1.07	2.38	2.54
11/01	14:30	00:15	29	106	1.93	1.77	3.42
11/01	14:45	00:15	43	133	2.87	2.22	6.35
11/01	15:00	00:15	27	165	1.80	2.75	4.95
11/01	15:15	00:15	26	186	1.73	3.10	5.37
11/01	15:30	00:15	23	134	1.53	2.23	3.42
11/01	15:45	00:15	26	120	1.73	2.00	3.47
11/01	16:00	00:15	29	152	1.93	2.53	4.90

日期	起始時間	時間間隔	話務數 (calls)	AHT (secs)	λ (/min)	1/ μ (mins)	load (R)
11/01	16:15	00:15	40	153	2.67	2.55	6.80
11/01	16:30	00:15	34	170	2.27	2.83	6.42
11/01	16:45	00:15	31	158	2.07	2.63	5.44
11/01	17:00	00:15	17	169	1.13	2.82	3.19
11/01	17:15	00:15	20	145	1.33	2.42	3.22
11/01	17:30	00:15	19	175	1.27	2.92	3.69
11/01	17:45	00:15	17	246	1.13	4.10	4.65
11/01	18:00	00:15	12	200	0.80	3.33	2.67
11/01	18:15	00:15	20	133	1.33	2.22	2.96
11/01	18:30	00:15	18	158	1.20	2.63	3.16
11/01	18:45	00:15	16	172	1.07	2.87	3.06
11/01	19:00	00:15	26	239	1.73	3.98	6.90
11/01	19:15	00:15	23	173	1.53	2.88	4.42
11/01	19:30	00:15	19	183	1.27	3.05	3.86
11/01	19:45	00:15	18	128	1.20	2.13	2.56
11/01	20:00	00:15	22	172	1.47	2.87	4.20
11/01	20:15	00:15	10	209	0.67	3.48	2.32
11/01	20:30	00:15	10	163	0.67	2.72	1.81
11/01	20:45	00:15	10	174	0.67	2.90	1.93
11/01	21:00	00:15	16	145	1.07	2.42	2.58
11/01	21:15	00:15	14	170	0.93	2.83	2.64
11/01	21:30	00:15	13	231	0.87	3.85	3.34
11/01	21:45	00:15	11	197	0.73	3.28	2.41
11/01	22:00	00:15	9	205	0.60	3.42	2.05
11/01	22:15	00:15	12	153	0.80	2.55	2.04
11/01	22:30	00:15	14	144	0.93	2.40	2.24
11/01	22:45	00:15	11	179	0.73	2.98	2.19
11/01	23:00	00:15	10	148	0.67	2.47	1.64
11/01	23:15	00:15	14	188	0.93	3.13	2.92
11/01	23:30	00:15	6	159	0.40	2.65	1.06
11/01	23:45	00:15	5	181	0.33	3.02	1.01
11/02	00:00	00:15	11	134	0.73	2.23	1.64
11/02	00:15	00:15	7	232	0.47	3.87	1.80
11/02	00:30	00:15	3	125	0.20	2.08	0.42
11/02	00:45	00:15	8	130	0.53	2.17	1.16
11/02	01:00	00:15	4	151	0.27	2.52	0.67
11/02	01:15	00:15	1	39	0.07	0.65	0.04
11/02	01:30	00:15	2	199	0.13	3.32	0.44
11/02	01:45	00:15	1	88	0.07	1.47	0.10

2. Skill_B 之預測話務量資料—以第一天為例

日期	起始時間	時間間隔	話務數 (calls)	AHT (secs)	λ (/min)	1/ μ (mins)	load (R)
11/01	07:00	00:15	3	97	0.20	1.62	0.32
11/01	07:15	00:15	3	111	0.20	1.86	0.37
11/01	07:30	00:15	6	116	0.40	1.94	0.78
11/01	07:45	00:15	7	128	0.47	2.13	1.00
11/01	08:00	00:15	11	121	0.73	2.02	1.48
11/01	08:15	00:15	21	94	1.40	1.57	2.19
11/01	08:30	00:15	16	138	1.07	2.30	2.45
11/01	08:45	00:15	34	104	2.27	1.73	3.93
11/01	09:00	00:15	50	103	3.33	1.72	5.72
11/01	09:15	00:15	59	120	3.93	2.00	7.88
11/01	09:30	00:15	57	157	3.80	2.61	9.94
11/01	09:45	00:15	50	136	3.33	2.27	7.58
11/01	10:00	00:15	65	131	4.33	2.18	9.44
11/01	10:15	00:15	74	123	4.93	2.06	10.14
11/01	10:30	00:15	70	141	4.67	2.36	11.00
11/01	10:45	00:15	59	161	3.93	2.68	10.55
11/01	11:00	00:15	63	139	4.20	2.31	9.72
11/01	11:15	00:15	87	132	5.80	2.19	12.73
11/01	11:30	00:15	72	131	4.80	2.18	10.45
11/01	11:45	00:15	59	143	3.93	2.38	9.38
11/01	12:00	00:15	59	146	3.93	2.43	9.54
11/01	12:15	00:15	61	149	4.07	2.48	10.08
11/01	12:30	00:15	48	137	3.20	2.29	7.31
11/01	12:45	00:15	56	138	3.73	2.30	8.58
11/01	13:00	00:15	58	127	3.87	2.12	8.22
11/01	13:15	00:15	77	141	5.13	2.34	12.02
11/01	13:30	00:15	70	127	4.67	2.11	9.84
11/01	13:45	00:15	76	150	5.07	2.51	12.70
11/01	14:00	00:15	79	146	5.27	2.44	12.84
11/01	14:15	00:15	50	178	3.33	2.96	9.87
11/01	14:30	00:15	66	164	4.40	2.73	12.02
11/01	14:45	00:15	64	152	4.27	2.53	10.79
11/01	15:00	00:15	82	154	5.47	2.57	14.04
11/01	15:15	00:15	68	173	4.53	2.88	13.07
11/01	15:30	00:15	72	165	4.80	2.74	13.16
11/01	15:45	00:15	61	179	4.07	2.98	12.12
11/01	16:00	00:15	62	178	4.13	2.96	12.24
11/01	16:15	00:15	53	156	3.53	2.60	9.20
11/01	16:30	00:15	49	151	3.27	2.52	8.23

日期	起始時間	時間間隔	話務數 (calls)	AHT (secs)	λ (/min)	$1/\mu$ (mins)	load (R)
11/01	16:45	00:15	51	161	3.40	2.69	9.15
11/01	17:00	00:15	43	180	2.87	3.01	8.62
11/01	17:15	00:15	52	112	3.47	1.86	6.45
11/01	17:30	00:15	50	165	3.33	2.75	9.18
11/01	17:45	00:15	48	152	3.20	2.53	8.09
11/01	18:00	00:15	29	170	1.93	2.83	5.47
11/01	18:15	00:15	41	134	2.73	2.24	6.11
11/01	18:30	00:15	40	139	2.67	2.32	6.19
11/01	18:45	00:15	35	147	2.33	2.44	5.70
11/01	19:00	00:15	46	131	3.07	2.19	6.71
11/01	19:15	00:15	33	119	2.20	1.99	4.37
11/01	19:30	00:15	31	119	2.07	1.98	4.10
11/01	19:45	00:15	29	140	1.93	2.34	4.53
11/01	20:00	00:15	39	114	2.60	1.90	4.95
11/01	20:15	00:15	31	173	2.07	2.88	5.96
11/01	20:30	00:15	27	111	1.80	1.85	3.33
11/01	20:45	00:15	24	130	1.60	2.17	3.48
11/01	21:00	00:15	30	128	2.00	2.13	4.26
11/01	21:15	00:15	31	124	2.07	2.06	4.26
11/01	21:30	00:15	23	154	1.53	2.57	3.94
11/01	21:45	00:15	30	219	2.00	3.65	7.30
11/01	22:00	00:15	18	126	1.20	2.10	2.53
11/01	22:15	00:15	24	99	1.60	1.64	2.63
11/01	22:30	00:15	30	101	2.00	1.68	3.35
11/01	22:45	00:15	18	70	1.20	1.17	1.40
11/01	23:00	00:15	18	81	1.20	1.35	1.62
11/01	23:15	00:15	21	100	1.40	1.66	2.33
11/01	23:30	00:15	23	96	1.53	1.59	2.45
11/01	23:45	00:15	19	83	1.27	1.38	1.74
11/02	00:00	00:15	15	93	1.00	1.55	1.55
11/02	00:15	00:15	10	103	0.67	1.72	1.14
11/02	00:30	00:15	6	116	0.40	1.93	0.77
11/02	00:45	00:15	8	154	0.53	2.57	1.37
11/02	01:00	00:15	7	188	0.47	3.13	1.46
11/02	01:15	00:15	4	196	0.27	3.27	0.87
11/02	01:30	00:15	4	130	0.27	2.17	0.58
11/02	01:45	00:15	3	142	0.20	2.37	0.47

3. Skill_C 之預測話務量資料—以第一天為例

日期	起始時間	時間間隔	話務數 (calls)	AHT (secs)	λ (/min)	$1/\mu$ (mins)	load (R)
11/01	07:00	00:15	10	123	0.67	2.05	1.37
11/01	07:15	00:15	17	139	1.13	2.32	2.63
11/01	07:30	00:15	16	147	1.07	2.45	2.61
11/01	07:45	00:15	23	145	1.53	2.42	3.71
11/01	08:00	00:15	26	145	1.73	2.42	4.19
11/01	08:15	00:15	36	138	2.40	2.30	5.52
11/01	08:30	00:15	49	149	3.27	2.48	8.11
11/01	08:45	00:15	52	147	3.47	2.45	8.49
11/01	09:00	00:15	86	115	5.73	1.92	10.99
11/01	09:15	00:15	97	157	6.47	2.62	16.92
11/01	09:30	00:15	89	169	5.93	2.82	16.71
11/01	09:45	00:15	109	164	7.27	2.73	19.86
11/01	10:00	00:15	147	148	9.80	2.47	24.17
11/01	10:15	00:15	129	176	8.60	2.93	25.23
11/01	10:30	00:15	144	176	9.60	2.93	28.16
11/01	10:45	00:15	130	168	8.67	2.80	24.27
11/01	11:00	00:15	125	175	8.33	2.92	24.31
11/01	11:15	00:15	141	169	9.40	2.82	26.48
11/01	11:30	00:15	139	171	9.27	2.85	26.41
11/01	11:45	00:15	126	166	8.40	2.77	23.24
11/01	12:00	00:15	100	175	6.67	2.92	19.44
11/01	12:15	00:15	136	146	9.07	2.43	22.06
11/01	12:30	00:15	141	148	9.40	2.47	23.19
11/01	12:45	00:15	144	142	9.60	2.37	22.72
11/01	13:00	00:15	92	172	6.13	2.87	17.58
11/01	13:15	00:15	98	168	6.53	2.80	18.29
11/01	13:30	00:15	114	159	7.60	2.65	20.14
11/01	13:45	00:15	114	162	7.60	2.70	20.52
11/01	14:00	00:15	139	145	9.27	2.42	22.39
11/01	14:15	00:15	140	175	9.33	2.92	27.22
11/01	14:30	00:15	157	159	10.47	2.65	27.74
11/01	14:45	00:15	136	143	9.07	2.38	21.61
11/01	15:00	00:15	147	158	9.80	2.63	25.81
11/01	15:15	00:15	139	151	9.27	2.52	23.32
11/01	15:30	00:15	145	176	9.67	2.93	28.36
11/01	15:45	00:15	149	165	9.93	2.75	27.32
11/01	16:00	00:15	139	153	9.27	2.55	23.63
11/01	16:15	00:15	130	157	8.67	2.62	22.68
11/01	16:30	00:15	140	157	9.33	2.62	24.42
11/01	16:45	00:15	172	150	11.47	2.50	28.67

日期	起始時間	時間間隔	話務數 (calls)	AHT (secs)	λ (/min)	$1/\mu$ (mins)	load (R)
11/01	17:00	00:15	134	170	8.93	2.83	25.31
11/01	17:15	00:15	130	169	8.67	2.82	24.41
11/01	17:30	00:15	119	173	7.93	2.88	22.87
11/01	17:45	00:15	120	170	8.00	2.83	22.67
11/01	18:00	00:15	80	173	5.33	2.88	15.38
11/01	18:15	00:15	78	169	5.20	2.82	14.65
11/01	18:30	00:15	123	144	8.20	2.40	19.68
11/01	18:45	00:15	109	132	7.27	2.20	15.99
11/01	19:00	00:15	114	151	7.60	2.52	19.13
11/01	19:15	00:15	92	152	6.13	2.53	15.54
11/01	19:30	00:15	123	134	8.20	2.23	18.31
11/01	19:45	00:15	104	152	6.93	2.53	17.56
11/01	20:00	00:15	99	133	6.60	2.22	14.63
11/01	20:15	00:15	102	148	6.80	2.47	16.77
11/01	20:30	00:15	90	169	6.00	2.82	16.90
11/01	20:45	00:15	109	139	7.27	2.32	16.83
11/01	21:00	00:15	101	136	6.73	2.27	15.26
11/01	21:15	00:15	99	144	6.60	2.40	15.84
11/01	21:30	00:15	102	140	6.80	2.33	15.87
11/01	21:45	00:15	87	155	5.80	2.58	14.98
11/01	22:00	00:15	99	121	6.60	2.02	13.31
11/01	22:15	00:15	101	111	6.73	1.85	12.46
11/01	22:30	00:15	69	109	4.60	1.82	8.36
11/01	22:45	00:15	91	113	6.07	1.88	11.43
11/01	23:00	00:15	75	145	5.00	2.42	12.08
11/01	23:15	00:15	65	84	4.33	1.40	6.07
11/01	23:30	00:15	51	128	3.40	2.13	7.25
11/01	23:45	00:15	44	111	2.93	1.85	5.43
11/02	00:00	00:15	34	149	2.27	2.48	5.63
11/02	00:15	00:15	31	116	2.07	1.93	4.00
11/02	00:30	00:15	20	144	1.33	2.40	3.20
11/02	00:45	00:15	23	146	1.53	2.43	3.73
11/02	01:00	00:15	14	208	0.93	3.47	3.24
11/02	01:15	00:15	10	190	0.67	3.17	2.11
11/02	01:30	00:15	10	92	0.67	1.53	1.02
11/02	01:45	00:15	11	67	0.73	1.12	0.82

4. Skill_D 之預測話務量資料－以第一天為例

日期	起始時間	時間間隔	話務數 (calls)	AHT (secs)	λ (/min)	$1/\mu$ (mins)	load (R)
11/01	07:00	00:15	7	96	0.47	1.60	0.75
11/01	07:15	00:15	6	119	0.40	1.98	0.79
11/01	07:30	00:15	7	129	0.47	2.15	1.00
11/01	07:45	00:15	8	100	0.53	1.67	0.89
11/01	08:00	00:15	21	129	1.40	2.15	3.01
11/01	08:15	00:15	19	136	1.27	2.27	2.87
11/01	08:30	00:15	22	165	1.47	2.75	4.03
11/01	08:45	00:15	39	155	2.60	2.58	6.72
11/01	09:00	00:15	43	211	2.87	3.52	10.08
11/01	09:15	00:15	56	169	3.73	2.82	10.52
11/01	09:30	00:15	58	200	3.87	3.33	12.89
11/01	09:45	00:15	66	158	4.40	2.63	11.59
11/01	10:00	00:15	67	164	4.47	2.73	12.21
11/01	10:15	00:15	65	149	4.33	2.48	10.76
11/01	10:30	00:15	52	177	3.47	2.95	10.23
11/01	10:45	00:15	85	150	5.67	2.50	14.17
11/01	11:00	00:15	89	203	5.93	3.38	20.07
11/01	11:15	00:15	79	199	5.27	3.32	17.47
11/01	11:30	00:15	68	181	4.53	3.02	13.68
11/01	11:45	00:15	68	183	4.53	3.05	13.83
11/01	12:00	00:15	41	194	2.73	3.23	8.84
11/01	12:15	00:15	68	186	4.53	3.10	14.05
11/01	12:30	00:15	63	181	4.20	3.02	12.67
11/01	12:45	00:15	88	157	5.87	2.62	15.35
11/01	13:00	00:15	67	156	4.47	2.60	11.61
11/01	13:15	00:15	75	202	5.00	3.37	16.83
11/01	13:30	00:15	69	151	4.60	2.52	11.58
11/01	13:45	00:15	73	192	4.87	3.20	15.57
11/01	14:00	00:15	73	185	4.87	3.08	15.01
11/01	14:15	00:15	83	165	5.53	2.75	15.22
11/01	14:30	00:15	62	203	4.13	3.38	13.98
11/01	14:45	00:15	70	152	4.67	2.53	11.82
11/01	15:00	00:15	61	192	4.07	3.20	13.01
11/01	15:15	00:15	78	165	5.20	2.75	14.30
11/01	15:30	00:15	72	186	4.80	3.10	14.88
11/01	15:45	00:15	78	160	5.20	2.67	13.87
11/01	16:00	00:15	52	165	3.47	2.75	9.53
11/01	16:15	00:15	63	147	4.20	2.45	10.29
11/01	16:30	00:15	75	206	5.00	3.43	17.17
11/01	16:45	00:15	71	155	4.73	2.58	12.23

日期	起始時間	時間間隔	話務數 (calls)	AHT (secs)	λ (/min)	$1/\mu$ (mins)	load (R)
11/01	17:00	00:15	67	180	4.47	3.00	13.40
11/01	17:15	00:15	73	196	4.87	3.27	15.90
11/01	17:30	00:15	73	184	4.87	3.07	14.92
11/01	17:45	00:15	58	228	3.87	3.80	14.69
11/01	18:00	00:15	36	204	2.40	3.40	8.16
11/01	18:15	00:15	50	176	3.33	2.93	9.78
11/01	18:30	00:15	63	182	4.20	3.03	12.74
11/01	18:45	00:15	66	167	4.40	2.78	12.25
11/01	19:00	00:15	63	149	4.20	2.48	10.43
11/01	19:15	00:15	50	227	3.33	3.78	12.61
11/01	19:30	00:15	55	167	3.67	2.78	10.21
11/01	19:45	00:15	60	158	4.00	2.63	10.53
11/01	20:00	00:15	55	178	3.67	2.97	10.88
11/01	20:15	00:15	43	169	2.87	2.82	8.07
11/01	20:30	00:15	40	182	2.67	3.03	8.09
11/01	20:45	00:15	35	230	2.33	3.83	8.94
11/01	21:00	00:15	55	158	3.67	2.63	9.66
11/01	21:15	00:15	50	181	3.33	3.02	10.06
11/01	21:30	00:15	35	198	2.33	3.30	7.70
11/01	21:45	00:15	37	153	2.47	2.55	6.29
11/01	22:00	00:15	37	157	2.47	2.62	6.45
11/01	22:15	00:15	41	204	2.73	3.40	9.29
11/01	22:30	00:15	28	162	1.87	2.70	5.04
11/01	22:45	00:15	54	163	3.60	2.72	9.78
11/01	23:00	00:15	44	154	2.93	2.57	7.53
11/01	23:15	00:15	40	174	2.67	2.90	7.73
11/01	23:30	00:15	24	155	1.60	2.58	4.13
11/01	23:45	00:15	25	171	1.67	2.85	4.75
11/02	00:00	00:15	8	314	0.53	5.23	2.79
11/02	00:15	00:15	17	186	1.13	3.10	3.51
11/02	00:30	00:15	6	186	0.40	3.10	1.24
11/02	00:45	00:15	12	98	0.80	1.63	1.31
11/02	01:00	00:15	5	84	0.33	1.40	0.47
11/02	01:15	00:15	5	173	0.33	2.88	0.96
11/02	01:30	00:15	4	106	0.27	1.77	0.47
11/02	01:45	00:15	1	20	0.07	0.33	0.02

附錄 B—話務人力需求轉換結果

1. 以歐蘭 C 公式求解之話務人力需求—以第一天為例

日期	起始時間	Skill_A	Skill_B	Skill_C	Skill_D	Total
11/01	07:00	1	2	3	3	9
11/01	07:15	2	2	5	3	12
11/01	07:30	3	3	5	3	14
11/01	07:45	2	3	7	3	15
11/01	08:00	2	4	7	6	19
11/01	08:15	3	5	9	6	23
11/01	08:30	3	5	12	7	27
11/01	08:45	3	7	12	10	32
11/01	09:00	6	9	15	14	44
11/01	09:15	7	11	22	15	55
11/01	09:30	7	14	21	17	59
11/01	09:45	7	11	25	16	59
11/01	10:00	7	13	29	16	65
11/01	10:15	9	14	31	15	69
11/01	10:30	8	15	34	14	71
11/01	10:45	6	15	30	19	70
11/01	11:00	8	14	30	25	77
11/01	11:15	7	14	32	22	78
11/01	11:30	8	14	32	18	72
11/01	11:45	8	13	28	18	67
11/01	12:00	8	13	24	13	58
11/01	12:15	6	14	27	19	66
11/01	12:30	9	11	28	17	65
11/01	12:45	11	12	28	20	71
11/01	13:00	11	12	22	16	61
11/01	13:15	9	16	23	22	70
11/01	13:30	8	14	25	16	63
11/01	13:45	11	17	25	20	73
11/01	14:00	6	17	27	20	70
11/01	14:15	5	14	33	20	72
11/01	14:30	6	16	33	19	74
11/01	14:45	10	15	26	16	67
11/01	15:00	8	18	31	17	74
11/01	15:15	9	17	28	19	73
11/01	15:30	6	17	34	19	76
11/01	15:45	6	16	33	18	73
11/01	16:00	8	17	29	13	67
11/01	16:15	10	13	28	14	65

日期	起始時間	Skill_A	Skill_B	Skill_C	Skill_D	Total
11/01	16:30	10	12	30	22	74
11/01	16:45	9	13	34	16	72
11/01	17:00	6	12	31	18	67
11/01	17:15	6	10	30	21	67
11/01	17:30	7	13	28	20	68
11/01	17:45	8	12	28	19	67
11/01	18:00	5	9	20	12	46
11/01	18:15	6	9	19	14	48
11/01	18:30	6	10	24	17	57
11/01	18:45	6	9	20	16	51
11/01	19:00	11	10	24	14	59
11/01	19:15	7	7	20	17	51
11/01	19:30	7	7	23	14	51
11/01	19:45	5	8	22	15	50
11/01	20:00	7	8	19	15	49
11/01	20:15	5	9	21	12	47
11/01	20:30	4	6	22	12	44
11/01	20:45	4	6	21	13	44
11/01	21:00	5	7	20	14	46
11/01	21:15	5	7	20	14	46
11/01	21:30	6	7	20	11	44
11/01	21:45	5	11	19	10	45
11/01	22:00	5	5	17	10	37
11/01	22:15	4	5	16	13	38
11/01	22:30	5	6	12	8	31
11/01	22:45	5	3	15	14	37
11/01	23:00	4	4	16	11	35
11/01	23:15	6	5	9	11	31
11/01	23:30	3	5	11	7	26
11/01	23:45	3	4	8	8	23
11/02	00:00	4	4	9	6	23
11/02	00:15	4	3	7	6	20
11/02	00:30	2	3	6	3	14
11/02	00:45	3	4	7	3	17
11/02	01:00	2	4	6	2	14
11/02	01:15	1	3	5	3	12
11/02	01:30	2	2	3	2	9
11/02	01:45	1	2	3	1	7

2. 以十分之一單位之歐蘭 C 公式求解之話務人力需求—以第一天為例

日期	起始時間	Skill_A	Skill_B	Skill_C	Skill_D	Total
11/01	07:00	0.5	1.3	3	2.1	6.9
11/01	07:15	1.1	1.4	4.7	2.2	9.4
11/01	07:30	2.1	2.1	4.8	2.5	11.5
11/01	07:45	1.9	2.5	6.1	2.3	12.8
11/01	08:00	1.6	3.2	6.7	5.2	16.7
11/01	08:15	3	4.1	8.3	5.1	20.5
11/01	08:30	2.5	4.5	11.3	6.6	24.9
11/01	08:45	2.5	6.2	11.7	9.7	30.1
11/01	09:00	5.8	8.4	14.3	13.8	42.3
11/01	09:15	6.7	10.9	21.1	14.1	52.8
11/01	09:30	6.3	13.4	21	16.9	57.6
11/01	09:45	6.4	10.6	24.3	15.2	56.5
11/01	10:00	6.1	12.7	28.8	16	63.6
11/01	10:15	8.6	13.5	30.1	14.3	66.5
11/01	10:30	7.1	14.5	33.2	13.8	68.6
11/01	10:45	5.8	14.1	29.1	18.1	67.1
11/01	11:00	7.4	13.1	29.2	24.7	74.4
11/01	11:15	6.6	16.3	31.5	22	76.4
11/01	11:30	7.6	13.9	31.4	17.7	70.6
11/01	11:45	7.7	12.7	28	17.8	66.2
11/01	12:00	7.5	12.9	24	12.3	56.7
11/01	12:15	5.3	13.5	26.5	18.1	63.4
11/01	12:30	8.9	10.4	27.8	16.6	63.7
11/01	12:45	10.4	11.8	27.2	19.4	68.8
11/01	13:00	10.4	11.3	21.9	15.3	58.9
11/01	13:15	8.7	15.6	22.6	21.3	68.2
11/01	13:30	7.8	13.2	24.6	15.2	60.8
11/01	13:45	10.7	16.5	25	19.8	72
11/01	14:00	6	16.6	26.9	19.2	68.7
11/01	14:15	4.6	13.4	32.3	19.3	69.6
11/01	14:30	5.6	15.8	32.7	18.1	72.2
11/01	14:45	9.2	14.4	26	15.5	65.1
11/01	15:00	7.7	18	30.6	17	73.3
11/01	15:15	8.2	16.9	28	18.3	71.4
11/01	15:30	5.7	17	33.5	19	75.2
11/01	15:45	5.7	16	32.3	17.8	71.8
11/01	16:00	7.6	16.1	28.3	13	65
11/01	16:15	9.8	12.5	27.3	13.8	63.4
11/01	16:30	9.4	11.5	29.2	21.6	71.7
11/01	16:45	8.2	12.5	33.6	15.9	70.2
11/01	17:00	5.5	12	30.2	17.4	65.1

日期	起始時間	Skill_A	Skill_B	Skill_C	Skill_D	Total
11/01	17:15	5.5	9.2	29.3	20.2	64.2
11/01	17:30	6.2	12.6	27.6	19.1	65.5
11/01	17:45	7.4	11.3	27.3	19	65
11/01	18:00	4.9	8.3	19.5	11.5	44.2
11/01	18:15	5.1	9	18.7	13.3	46.1
11/01	18:30	5.5	9.1	24	16.6	55.2
11/01	18:45	5.4	8.5	19.9	16	49.8
11/01	19:00	10.1	9.6	23.5	13.9	57.1
11/01	19:15	7	6.8	19.5	16.6	49.9
11/01	19:30	6.4	6.5	22.4	13.7	49
11/01	19:45	4.6	7.1	21.7	14.1	47.5
11/01	20:00	6.8	7.5	18.5	14.6	47.4
11/01	20:15	4.5	8.9	20.9	11.4	45.7
11/01	20:30	3.7	5.5	21.2	11.4	41.8
11/01	20:45	3.9	5.8	20.9	12.5	43.1
11/01	21:00	4.7	6.7	19.2	13.1	43.7
11/01	21:15	4.8	6.7	19.8	13.6	44.9
11/01	21:30	5.8	6.4	19.8	11	43
11/01	21:45	4.5	10.6	19	9.2	43.3
11/01	22:00	4.1	4.6	16.9	9.4	35
11/01	22:15	4	4.6	15.9	12.8	37.3
11/01	22:30	4.2	5.5	11.4	7.8	28.9
11/01	22:45	4.2	2.9	14.8	13.3	35.2
11/01	23:00	3.5	3.3	15.8	10.7	33.3
11/01	23:15	5.2	4.3	8.6	11	29.1
11/01	23:30	2.6	4.4	10.2	6.7	23.9
11/01	23:45	2.5	3.4	8	7.5	21.4
11/02	00:00	3.4	3.2	8.4	5.1	20.1
11/02	00:15	3.8	2.7	6.4	5.9	18.8
11/02	00:30	1.5	2.1	5.5	2.9	12
11/02	00:45	2.7	3.1	6.1	2.9	14.8
11/02	01:00	2	3.2	5.6	1.5	12.3
11/02	01:15	0.3	2.3	4.2	2.4	9.2
11/02	01:30	1.5	1.8	2.5	1.6	7.4
11/02	01:45	0.7	1.6	2.1	0.2	4.6

附錄 C—最小排班人力求解結果

1. 基本問題之各班別各技能最小排班人力需求數—以第一天為例

整數單位						十分之一單位					
Shift	Skill_A	Skill_B	Skill_C	Skill_D	total	Shift	Skill_A	Skill_B	Skill_C	Skill_D	total
A0	2	8	13	11	34	A0	2.7	7.6	11.8	10.9	33
A11	3	0	0	0	3	A11	2.7	0.1	1.2	0	4
A21	3	6	14	5	28	A21	2.4	5.8	13.5	4.3	26
A31	3	0	0	0	3	A31	2.5	1.7	1.3	0.5	6
A41	0	0	1	3	4	A41	0	0.5	0	3.5	4
A51	3	9	19	0	31	A51	1.7	6.5	0	9.8	18
A61	0	0	0	11	11	A61	0.6	0	18.4	0	19
B0	0	0	0	3	3	B0	0.1	0	0	2.9	3
B1	2	3	4	0	9	B1	2.9	2.4	3.7	0	9
B11	1	0	0	0	1	B11	0	0	5	0	5
B2	0	3	6	7	16	B2	0	0	0	4	4
B21	0	4	8	0	12	B21	0	5.7	7.6	4.7	18
B3	7	0	0	0	7	B3	6.6	0.4	0	0	7
B4	1	0	6	10	17	B4	0.6	1.1	7.2	8.1	17
B5	2	4	6	3	15	B5	2.3	3.2	5.6	2.9	14
total	27	37	77	53	194	total	25.1	35	75.3	51.6	187

2. 彈性用餐休息時間問題之各班別各技能最小排班人力需求數—以第一天為例

整數單位						十分之一單位					
Shift	Skill_A	Skill_B	Skill_C	Skill_D	total	Shift	Skill_A	Skill_B	Skill_C	Skill_D	total
A0_01	0	0	0	0	0	A0_01	0	3.2	0.2	2.6	6
A0_03	0	0	3	0	3	A0_03	0	0	0	0	0
A0_05	0	0	0	0	0	A0_05	0.1	0	2.2	0.7	3
A0_11	1	4	0	8	13	A0_11	0.7	0.5	2.6	5.2	9
A0_13	1	0	0	0	1	A0_13	0.4	0	0.6	0	1
A0_15	1	0	2	0	3	A0_15	0.4	0	0.6	0	1
A11_01	0	0	0	0	0	A11_01	1	0	0	0	1
A11_03	0	0	0	2	2	A11_03	0	0	0.5	0.5	1
A11_05	0	0	2	0	2	A11_05	0.9	0	0.1	0	1
A11_11	0	0	0	0	0	A11_11	0	0	0	0	0
A11_13	0	0	0	0	0	A11_13	0	0.9	0.1	0	1
A11_15	0	0	0	0	0	A11_15	0	0	0	0	0
A21_01	0	0	0	0	0	A21_01	0	1	0	0	1
A21_03	0	2	0	0	2	A21_03	0.2	0	0	0.8	1
A21_05	0	0	0	0	0	A21_05	1.5	1.4	0.1	0	3
A21_11	0	2	0	0	2	A21_11	0	0	0	0	0
A21_13	1	0	0	0	1	A21_13	0	0	1	0	1
A21_15	1	0	4	0	5	A21_15	0.9	0	1.1	0	2
A31_01	0	0	0	0	0	A31_01	0	2.4	0.6	0	3
A31_03	0	3	0	0	3	A31_03	0.3	0	5.7	0	6
A31_05	0	0	4	2	6	A31_05	0	0	0	0	0
A31_11	0	0	1	0	1	A31_11	0	0	0	0	0
A31_13	2	0	6	0	8	A31_13	0.1	0	2.9	0	3
A31_15	0	0	0	0	0	A31_15	0	0	0	0	0
A41_01	0	0	0	0	0	A41_01	0	0	0.1	2.9	3
A41_03	0	1	0	0	1	A41_03	0	1.1	0.9	0	2
A41_05	0	0	0	0	0	A41_05	0.2	0.2	0.8	1.8	3
A41_11	0	0	0	3	3	A41_11	0	0	0	0	0
A41_13	0	0	0	0	0	A41_13	0	0	0	0	0
A41_15	0	1	0	0	1	A41_15	0	0.9	1.1	0	2
A51_01	0	0	0	0	0	A51_01	0	0	0	0	0
A51_03	0	0	0	0	0	A51_03	0	2	0	0	2
A51_05	3	2	4	0	9	A51_05	0	0	2	0	2
A51_11	0	0	0	2	2	A51_11	0	0.3	0	2.7	3

整數單位						十分之一單位					
Shift	Skill_A	Skill_B	Skill_C	Skill_D	total	Shift	Skill_A	Skill_B	Skill_C	Skill_D	total
A51_13	0	0	0	0	0	A51_13	0	1	0	0	1
A51_15	0	4	6	0	10	A51_15	1.6	1.3	7.6	0.5	11
A61_01	0	0	0	5	5	A61_01	0	0	0	3	3
A61_03	0	0	0	0	0	A61_03	0	0	0	0	0
A61_05	0	0	0	0	0	A61_05	1	0	0.8	5.2	7
A61_11	0	0	0	0	0	A61_11	0	0	0	0	0
A61_13	0	0	0	0	0	A61_13	0	0	0	0	0
A61_15	0	0	5	5	10	A61_15	0	2	5	0	7
B0_01	0	0	3	1	4	B0_01	0	0	0	0	0
B0_03	0	0	0	0	0	B0_03	0	0	1	0	1
B0_05	0	0	2	1	3	B0_05	3.5	0.5	1.4	1.6	7
B0_11	4	1	0	0	5	B0_11	0	0	0	0	0
B0_13	0	0	0	0	0	B0_13	0.6	0	0.4	0	1
B0_15	0	0	0	0	0	B0_15	0	0	1	0	1
B1_01	0	0	0	0	0	B1_01	0	2	0	0	2
B1_03	0	1	0	0	1	B1_03	0	0	0	0	0
B1_05	0	0	0	0	0	B1_05	0	0.6	0.4	0	1
B1_11	0	0	0	0	0	B1_11	0	0	0	0	0
B1_13	0	0	0	0	0	B1_13	0	0.7	0	1.3	2
B1_15	0	2	0	0	2	B1_15	0	1	0	0	1
B11_01	0	0	0	0	0	B11_01	0	0	2	0	2
B11_03	0	0	0	0	0	B11_03	0	0	0	0	0
B11_05	0	0	2	0	2	B11_05	0	0	0	0	0
B11_11	0	0	0	0	0	B11_11	0	0	0	0	0
B11_13	0	0	0	0	0	B11_13	0	0	0	0	0
B11_15	0	0	1	0	1	B11_15	0	0	0	0	0
B2_01	0	0	0	2	2	B2_01	0.5	0	2.9	2.6	6
B2_03	0	0	3	1	4	B2_03	0	0	0	0	0
B2_05	0	0	0	0	0	B2_05	0	0	0	0	0
B2_11	0	0	0	0	0	B2_11	0	0	0	0	0
B2_13	0	0	0	0	0	B2_13	0	0	0	0	0
B2_15	0	0	0	0	0	B2_15	0	0	0	0	0
B21_01	0	0	1	1	2	B21_01	1	0	0.5	1.5	3
B21_03	0	0	0	0	0	B21_03	0	0	1	0	1
B21_05	0	0	0	0	0	B21_05	0	0	0	1	1

整數單位						十分之一單位					
Shift	Skill_A	Skill_B	Skill_C	Skill_D	total	Shift	Skill_A	Skill_B	Skill_C	Skill_D	total
B21_11	0	0	0	0	0	B21_11	0	0	0	1	1
B21_13	0	0	0	0	0	B21_13	0	0	0	0	0
B21_15	0	0	0	1	1	B21_15	0	0	0	0	0
B3_01	0	2	0	0	2	B3_01	0	0	0	0	0
B3_03	0	2	0	1	3	B3_03	0	3.2	1.8	0	5
B3_05	1	0	1	0	2	B3_05	0.5	0	0	0.5	1
B3_11	0	0	0	4	4	B3_11	0	0	0	0	0
B3_13	0	0	0	0	0	B3_13	0	0	2.3	3.7	6
B3_15	0	0	2	0	2	B3_15	0	0	0	0	0
B4_01	1	0	0	0	1	B4_01	0.3	0	0.7	0	1
B4_03	0	0	0	0	0	B4_03	0	0	0	0	0
B4_05	0	0	1	0	1	B4_05	0	0	0	0	0
B4_11	0	0	6	3	9	B4_11	0	0	2	2	4
B4_13	2	0	0	0	2	B4_13	1.5	0	3.5	0	5
B4_15	0	0	0	0	0	B4_15	0	0	0	0	0
B5_01	0	1	2	1	4	B5_01	0.1	0	2.9	0	3
B5_03	0	0	1	0	1	B5_03	0	0	0	0	0
B5_05	2	0	2	0	4	B5_05	1.9	1.1	1.7	1.3	6
B5_11	0	1	0	0	1	B5_11	0	1.8	0	0.2	2
B5_13	0	0	0	0	0	B5_13	0	0	0.2	0.8	1
B5_15	1	2	1	2	6	B5_15	0.4	0.5	0.9	0.2	2
total	21	31	65	45	162	total	19.6	29.6	63.2	43.6	156

3. 加班問題之各班別各技能最小排班人力需求數—以第一天為例

整數單位							十分之一單位						
Shift	Skill_A	Skill_B	Skill_C	Skill_D	total	薪資	Shift	Skill_A	Skill_B	Skill_C	Skill_D	total	薪資
A0	3	8	8	11	30	30	A0	2.4	7.5	7.2	9.9	27	27
A0_A2	0	0	1	0	1	1.33	A0_A2	0	0	1.5	1.5	3	4
A0_A4	0	0	0	0	0	0	A0_A4	0	0	0	0	0	0
A11	2	0	2	0	4	4	A11	3.1	0.6	1.3	0	5	5
A11_A2	0	0	0	0	0	0	A11_A2	0	0	0	0	0	0
A11_A4	0	0	0	0	0	0	A11_A4	0	0	0	0	0	0
A21	2	6	11	5	24	24	A21	2.1	5.7	10.4	4.8	23	23
A21_A2	0	0	0	0	0	0	A21_A2	0	0	0	0	0	0
A21_A4	0	0	0	0	0	0	A21_A4	0	0	0	0	0	0
A31	0	0	0	0	0	0	A31	0	0.6	1.4	0	2	2
A31_A2	0	0	0	0	0	0	A31_A2	0	1	0	0	1	1.33
A31_A4	0	0	0	0	0	0	A31_A4	0	0	0	0	0	0
A41	0	0	0	4	4	4	A41	0	0.6	0	1.4	2	2
A41_A2	3	3	2	3	11	14.67	A41_A2	2.8	0.8	0	1.4	5	6.67
A41_A4	0	0	0	0	0	0	A41_A4	0	0	0	0	0	0
A51	0	6	14	0	20	20	A51	0	0	5.4	8.6	14	14
A51_A2	3	0	6	0	9	12	A51_A2	2.3	1.3	8.5	1.9	14	18.67
A51_A4	0	0	0	0	0	0	A51_A4	0	0	0	0	0	0
A61	0	0	1	7	8	8	A61	0	4.5	7.5	0	12	12
A61_A2	0	0	0	0	0	0	A61_A2	0	0	0	0	0	0
A61_A4	0	0	0	0	0	0	A61_A4	0	0	0	0	0	0
B0	1	0	5	3	9	9	B0	0	0	6.1	1.9	8	8
B1	0	1	1	0	2	2	B1	0.6	1.2	0.2	0	2	2
B11	0	2	0	0	2	2	B11	0.2	1.8	0	0	2	2
B2	1	0	5	3	9	9	B2	0.7	0	5.5	2.8	9	9
B21	2	4	6	0	12	12	B21	0.1	3.7	5.9	4.3	14	14
B3	0	0	1	6	7	7	B3	2.2	0	1.7	0.1	4	4
B4	2	0	3	5	10	10	B4	1.2	0	1.7	6.1	9	9
B5	2	4	6	3	15	15	B5	2	3.9	5.7	2.4	14	14
total	21	34	72	50	177	184	total	19.7	33.2	70	47.1	170	177.67

4. 加班及彈性用餐休息時間問題之各班別各技能最小排班人力需求數—以第一天為例

整數單位							十分之一單位						
Shift	Skill_A	Skill_B	Skill_C	Skill_D	total	薪資	Shift	Skill_A	Skill_B	Skill_C	Skill_D	total	薪資
A0_01	0	4	0	0	4	4	A0_01	0	2	0	0	2	2
A0_01_A2	0	0	0	0	0	0	A0_01_A2	0	0	0	0	0	0
A0_01_A4	0	0	0	0	0	0	A0_01_A4	0	0	0	0	0	0
A0_03	0	0	0	0	0	0	A0_03	0	0	0	0	0	0
A0_03_A2	0	0	0	0	0	0	A0_03_A2	0	0	0	0	0	0
A0_03_A4	0	0	0	0	0	0	A0_03_A4	0	0	0	0	0	0
A0_05	0	0	0	2	2	2	A0_05	0	0.4	0.1	1.5	2	2
A0_05_A2	0	0	0	0	0	0	A0_05_A2	0	0	0	0	0	0
A0_05_A4	0	0	0	0	0	0	A0_05_A4	0	0	0	0	0	0
A0_11	3	0	4	8	15	15	A0_11	1.1	2.2	1.6	8.1	13	13
A0_11_A2	0	0	0	0	0	0	A0_11_A2	0	0	0	0	0	0
A0_11_A4	0	0	0	0	0	0	A0_11_A4	0	0	0	0	0	0
A0_13	0	0	0	0	0	0	A0_13	0	0	0	0	0	0
A0_13_A2	0	0	0	0	0	0	A0_13_A2	0	0	0	0	0	0
A0_13_A4	0	0	0	0	0	0	A0_13_A4	0	0	0	0	0	0
A0_15	0	0	3	0	3	3	A0_15	0	0	3	0	3	3
A0_15_A2	0	0	0	0	0	0	A0_15_A2	0	0	0	0	0	0
A0_15_A4	0	0	0	0	0	0	A0_15_A4	0	0	0	0	0	0
A11_01	0	0	0	0	0	0	A11_01	3	0	2	0	5	5
A11_01_A2	0	0	0	0	0	0	A11_01_A2	0	0	0	0	0	0
A11_01_A4	0	0	0	0	0	0	A11_01_A4	0	0	0	0	0	0
A11_03	0	2	0	0	2	2	A11_03	0	0	0	0	0	0
A11_03_A2	0	0	0	0	0	0	A11_03_A2	0	0	0	0	0	0
A11_03_A4	0	0	0	0	0	0	A11_03_A4	0	0	0	0	0	0
A11_05	0	0	0	0	0	0	A11_05	0	0	0	0	0	0
A11_05_A2	0	0	0	0	0	0	A11_05_A2	0	0	0	0	0	0
A11_05_A4	0	0	0	0	0	0	A11_05_A4	0	0	0	0	0	0
A11_11	1	0	0	0	1	1	A11_11	0	0	1	0	1	1
A11_11_A2	0	0	0	0	0	0	A11_11_A2	0	0	0	0	0	0
A11_11_A4	0	0	0	0	0	0	A11_11_A4	0	0	0	0	0	0
A11_13	0	0	0	0	0	0	A11_13	0	2	0	0	2	2

整數單位							十分之一單位						
Shift	Skill_A	Skill_B	Skill_C	Skill_D	total	薪資	Shift	Skill_A	Skill_B	Skill_C	Skill_D	total	薪資
A11_13_A2	0	0	0	0	0	0	A11_13_A2	0	0	0	0	0	0
A11_13_A4	0	0	0	0	0	0	A11_13_A4	0	0	0	0	0	0
A11_15	0	0	0	0	0	0	A11_15	0	0	0	0	0	0
A11_15_A2	0	0	0	0	0	0	A11_15_A2	0	0	0	0	0	0
A11_15_A4	0	0	0	0	0	0	A11_15_A4	0	0	0	0	0	0
A21_01	3	0	0	0	3	3	A21_01	0.8	0	0.2	0	1	1
A21_01_A2	0	0	0	0	0	0	A21_01_A2	0	0	0	0	0	0
A21_01_A4	0	0	0	0	0	0	A21_01_A4	0	0	0	0	0	0
A21_03	0	3	0	4	7	7	A21_03	0	0	0	0	0	0
A21_03_A2	0	0	0	0	0	0	A21_03_A2	0	0	0	0	0	0
A21_03_A4	0	0	0	0	0	0	A21_03_A4	0	0	0	0	0	0
A21_05	0	0	2	0	2	2	A21_05	0	0	0	0	0	0
A21_05_A2	0	0	0	0	0	0	A21_05_A2	0	0	0	0	0	0
A21_05_A4	0	0	0	0	0	0	A21_05_A4	0	0	0	0	0	0
A21_11	0	0	0	0	0	0	A21_11	0	0	0	0	0	0
A21_11_A2	0	0	0	0	0	0	A21_11_A2	0	0	0	0	0	0
A21_11_A4	0	0	0	0	0	0	A21_11_A4	0	0	0	0	0	0
A21_13	0	0	0	0	0	0	A21_13	1.6	0	0	0.4	2	2
A21_13_A2	0	0	0	0	0	0	A21_13_A2	0	0	0	0	0	0
A21_13_A4	0	0	0	0	0	0	A21_13_A4	0	0	0	0	0	0
A21_15	0	0	0	0	0	0	A21_15	0	0	7	0	7	7
A21_15_A2	0	0	0	0	0	0	A21_15_A2	0	0	0	0	0	0
A21_15_A4	0	0	0	0	0	0	A21_15_A4	0	0	0	0	0	0
A31_01	0	0	0	0	0	0	A31_01	1	0.1	0	2.9	4	4
A31_01_A2	0	0	0	0	0	0	A31_01_A2	0	0	0	0	0	0
A31_01_A4	0	0	0	0	0	0	A31_01_A4	0	0	0	0	0	0
A31_03	0	0	7	0	7	7	A31_03	0	0	0	0	0	0
A31_03_A2	0	0	0	0	0	0	A31_03_A2	0	0	0	0	0	0
A31_03_A4	0	0	0	0	0	0	A31_03_A4	0	0	0	0	0	0
A31_05	0	5	0	0	5	5	A31_05	0	3.8	0	0.2	4	4
A31_05_A2	0	0	0	0	0	0	A31_05_A2	0	0	0	0	0	0
A31_05_A4	0	0	0	0	0	0	A31_05_A4	0	0	0	0	0	0
A31_11	0	0	0	0	0	0	A31_11	0	0	3	0	3	3

整數單位							十分之一單位						
Shift	Skill_A	Skill_B	Skill_C	Skill_D	total	薪資	Shift	Skill_A	Skill_B	Skill_C	Skill_D	total	薪資
A31_11_A2	0	0	0	0	0	0	A31_11_A2	0	0	0	0	0	0
A31_11_A4	0	0	0	0	0	0	A31_11_A4	0	0	0	0	0	0
A31_13	0	0	0	0	0	0	A31_13	0	0	0	0	0	0
A31_13_A2	0	0	0	0	0	0	A31_13_A2	0	0	0	0	0	0
A31_13_A4	0	0	0	0	0	0	A31_13_A4	0	0	0	0	0	0
A31_15	0	0	0	0	0	0	A31_15	0	0	0	0	0	0
A31_15_A2	0	0	0	0	0	0	A31_15_A2	0	0	0	0	0	0
A31_15_A4	0	0	0	0	0	0	A31_15_A4	0	0	0	0	0	0
A41_01	0	0	3	3	6	6	A41_01	0	2	0	0	2	2
A41_01_A2	1	0	0	0	1	1.33	A41_01_A2	0	0	0	0	0	0
A41_01_A4	0	0	0	0	0	0	A41_01_A4	0	0	0	0	0	0
A41_03	0	0	1	0	1	1	A41_03	0	0	0	0	0	0
A41_03_A2	0	0	0	0	0	0	A41_03_A2	0	0	0	0	0	0
A41_03_A4	0	0	0	0	0	0	A41_03_A4	0	0	0	0	0	0
A41_05	0	0	0	0	0	0	A41_05	0	0	0.8	1.2	2	2
A41_05_A2	0	0	0	0	0	0	A41_05_A2	0	0	0	0	0	0
A41_05_A4	0	0	2	0	2	3.5	A41_05_A4	0	0	0	0	0	0
A41_11	0	0	0	0	0	0	A41_11	0	0	0	0	0	0
A41_11_A2	0	0	0	0	0	0	A41_11_A2	0	0	0	0	0	0
A41_11_A4	0	0	0	0	0	0	A41_11_A4	0	0	0	0	0	0
A41_13	0	0	0	0	0	0	A41_13	0	0	0	0	0	0
A41_13_A2	0	0	0	0	0	0	A41_13_A2	0	0	0	0	0	0
A41_13_A4	0	0	0	0	0	0	A41_13_A4	0	0	2	0	2	3.5
A41_15	0	0	0	0	0	0	A41_15	0	0	0	0	0	0
A41_15_A2	0	0	0	0	0	0	A41_15_A2	0	0	0	0	0	0
A41_15_A4	0	0	0	0	0	0	A41_15_A4	0	0	1	0	1	1.75
A51_01	2	1	0	2	5	5	A51_01	0	0	0	0	0	0
A51_01_A2	0	0	0	0	0	0	A51_01_A2	2	0	0	0	2	2.67
A51_01_A4	0	0	0	0	0	0	A51_01_A4	0	0	0	0	0	0
A51_03	0	0	0	0	0	0	A51_03	0	0	0	0	0	0
A51_03_A2	0	0	0	0	0	0	A51_03_A2	0	0	0	0	0	0
A51_03_A4	0	0	0	0	0	0	A51_03_A4	0	0	0	0	0	0
A51_05	0	0	0	0	0	0	A51_05	0	0.7	1	1.3	3	3

整數單位							十分之一單位						
Shift	Skill_A	Skill_B	Skill_C	Skill_D	total	薪資	Shift	Skill_A	Skill_B	Skill_C	Skill_D	total	薪資
A51_05_A2	2	0	1	0	3	4	A51_05_A2	1	0	0	0	1	1.33
A51_05_A4	0	0	1	0	1	1.75	A51_05_A4	0.1	0.7	0.2	0	1	1.75
A51_11	0	0	0	0	0	0	A51_11	0	2.9	1.1	0	4	4
A51_11_A2	0	0	0	0	0	0	A51_11_A2	0	0	0	0	0	0
A51_11_A4	0	0	0	0	0	0	A51_11_A4	0	0	0	0	0	0
A51_13	0	0	0	0	0	0	A51_13	0	0	0	0	0	0
A51_13_A2	0	0	0	0	0	0	A51_13_A2	0	0	0	0	0	0
A51_13_A4	0	0	0	0	0	0	A51_13_A4	0	0	0	0	0	0
A51_15	0	2	11	0	13	13	A51_15	0	0	0	4	4	4
A51_15_A2	0	0	0	0	0	0	A51_15_A2	0	0	0	0	0	0
A51_15_A4	0	0	0	0	0	0	A51_15_A4	0	0	1	0	1	1.75
A61_01	0	0	0	0	0	0	A61_01	0	0	0	0	0	0
A61_01_A2	0	0	0	0	0	0	A61_01_A2	0	0	0	0	0	0
A61_01_A4	0	1	0	1	2	3.5	A61_01_A4	0	0	0	0	0	0
A61_03	0	0	0	0	0	0	A61_03	0	0	0	0	0	0
A61_03_A2	0	0	0	0	0	0	A61_03_A2	0	0	0	0	0	0
A61_03_A4	0	0	0	0	0	0	A61_03_A4	0	0	0	0	0	0
A61_05	0	0	2	0	2	2	A61_05	0.6	0	0.4	0	1	1
A61_05_A2	0	0	0	0	0	0	A61_05_A2	0	0	0	0	0	0
A61_05_A4	0	0	1	0	1	1.75	A61_05_A4	0	0	0	0	0	0
A61_11	0	1	0	0	1	1	A61_11	0	0.4	0	6.6	7	7
A61_11_A2	0	0	0	0	0	0	A61_11_A2	0	0	0	0	0	0
A61_11_A4	0	0	0	0	0	0	A61_11_A4	0	0	0	0	0	0
A61_13	0	0	0	0	0	0	A61_13	0	0	0	0	0	0
A61_13_A2	0	0	0	0	0	0	A61_13_A2	0	0	0	0	0	0
A61_13_A4	0	0	0	0	0	0	A61_13_A4	0	0	0	0	0	0
A61_15	0	0	0	7	7	7	A61_15	0	1.6	12.4	0	14	14
A61_15_A2	0	0	0	0	0	0	A61_15_A2	0	0	0	0	0	0
A61_15_A4	0	0	0	0	0	0	A61_15_A4	0	0	0	0	0	0
B0_01	0	1	2	2	5	5	B0_01	1.1	0	0.9	1	3	3
B0_03	1	0	0	0	1	1	B0_03	0	0	0	0	0	0
B0_05	0	0	0	0	0	0	B0_05	0	0	0	0	0	0
B0_11	0	0	0	0	0	0	B0_11	0	0.2	0	0.8	1	1

整數單位							十分之一單位						
Shift	Skill_A	Skill_B	Skill_C	Skill_D	total	薪資	Shift	Skill_A	Skill_B	Skill_C	Skill_D	total	薪資
B0_13	0	0	0	0	0	0	B0_13	0	0	0	0	0	0
B0_15	0	0	0	0	0	0	B0_15	0	0	1	0	1	1
B1_01	0	1	0	0	1	1	B1_01	0	0	0	0	0	0
B1_03	0	1	0	0	1	1	B1_03	0	1	0	0	1	1
B1_05	0	0	0	0	0	0	B1_05	0	1	0	0	1	1
B1_11	0	1	1	0	2	2	B1_11	0	0.5	0.5	0	1	1
B1_13	0	0	0	0	0	0	B1_13	0	1	0	0	1	1
B1_15	0	0	0	0	0	0	B1_15	0	0	0	0	0	0
B11_01	0	0	0	0	0	0	B11_01	0	0	0	0	0	0
B11_03	0	0	0	0	0	0	B11_03	0	0	0	0	0	0
B11_05	0	0	0	0	0	0	B11_05	0	0	0	0	0	0
B11_11	0	0	0	0	0	0	B11_11	0	0	0	0	0	0
B11_13	0	0	0	0	0	0	B11_13	0	0	0	0	0	0
B11_15	0	0	0	0	0	0	B11_15	0	0	0	0	0	0
B2_01	0	0	1	2	3	3	B2_01	0	0	1.5	2.5	4	4
B2_03	0	0	0	0	0	0	B2_03	0	0	0	0	0	0
B2_05	0	0	0	0	0	0	B2_05	0	0	0	1	1	1
B2_11	0	0	0	0	0	0	B2_11	0	0	0	0	0	0
B2_13	0	0	0	0	0	0	B2_13	0	0	0	0	0	0
B2_15	0	0	0	0	0	0	B2_15	0	0	0	0	0	0
B21_01	1	0	2	0	3	3	B21_01	0	0	0	0	0	0
B21_03	0	1	0	0	1	1	B21_03	0.4	0	3	1.6	5	5
B21_05	0	0	0	0	0	0	B21_05	0	0	0	0	0	0
B21_11	0	0	2	0	2	2	B21_11	0	0.3	2.4	0.3	3	3
B21_13	0	0	0	0	0	0	B21_13	0	0	0	0	0	0
B21_15	0	0	0	0	0	0	B21_15	0	0	0	0	0	0
B3_01	0	0	0	2	2	2	B3_01	0	0	0	0	0	0
B3_03	0	0	2	0	2	2	B3_03	0	2.4	0	0.6	3	3
B3_05	0	0	0	0	0	0	B3_05	0.9	0.4	1.7	0	3	3
B3_11	0	0	0	0	0	0	B3_11	0	0	1	0	1	1
B3_13	0	0	0	0	0	0	B3_13	0	0	0	0	0	0
B3_15	0	0	0	0	0	0	B3_15	0.2	0	0.7	0.1	1	1
B4_01	0	0	2	3	5	5	B4_01	0	0	0	4	4	4

整數單位							十分之一單位						
Shift	Skill_A	Skill_B	Skill_C	Skill_D	total	薪資	Shift	Skill_A	Skill_B	Skill_C	Skill_D	total	薪資
B4_03	1	0	0	2	3	3	B4_03	0	0	0	0	0	0
B4_05	0	0	0	0	0	0	B4_05	0	0	0	0	0	0
B4_11	0	2	4	3	9	9	B4_11	1.9	0.2	3.4	2.5	8	8
B4_13	2	0	0	0	2	2	B4_13	0	0	0	0	0	0
B4_15	0	0	0	0	0	0	B4_15	0	0	0	0	0	0
B5_01	0	1	2	0	3	3	B5_01	0	0	1.5	0.5	2	2
B5_03	0	0	0	0	0	0	B5_03	0	0	0	0	0	0
B5_05	2	1	2	1	6	6	B5_05	1.7	1	2.8	1.5	7	7
B5_11	0	0	0	0	0	0	B5_11	0	1.3	0.7	0	2	2
B5_13	0	0	0	0	0	0	B5_13	0	0	0	0	0	0
B5_15	1	2	2	2	7	7	B5_15	0.7	0.9	0.7	0.7	3	3
total	20	30	60	44	154	159.83	total	18.1	29	59.6	43.3	150	154.75

