

第四章應用案例

應用案例 4.1

Lockheed Martin Space Systems 公司最佳化設施計畫－組合選擇

Lockheed Martin Space Systems 公司位於科羅拉多州丹佛市，佔地 5,500 英畝，並且有 37 棟建築物（大部分為 1970 年之前所建立），生產太空旅行產品。Lockheed Martin 需要有效模式，幫助最佳化公司設施的專案選擇。設施營運與服務 (Facility Operation and Services, FO&S) 組負責選擇設施計畫，從每一年的第四季選出 300 多項預算為 1,000 萬元的計畫。該方法很花時間，因為 20 位左右人員必須在每年第三季參加三到五個會議，以制定出決策。除此之外，每個人對於各個領域改善的了解不同，很能制定出決策，造成數個小時的協議與跨部門之間的緊張。所以，Lockheed Martin 決定根據多重屬性效用理論開發出 DSS 模式，協助計畫的選擇。

因為所有的管理者很熟悉以及便於使用，之前也使用 Excel 試算表開發最佳化模式。DSS 有三個階段。第一個階段使用多重屬性效用理論，透過懸擺權重 (swing-weighting) 技術，判斷每一個計畫的數值，並結合維護與設施現代化的屬性於效用函數中。以「最佳與最差程度」評比部門想要從最差者改善為最佳者，定義最需要改善的計畫 100 點，而未急迫需要改善的計畫 0 點，使用 0 到 100 正規化權重來判斷數值。第二階段使用 Bayesian 方法，從之前五年完成的計畫收集財務資料，制定之前計畫費用的平均值與變異數。「機會限制」讓計畫選擇在預算內，只有低預支機率。第三階段預估計畫成本與執行時間的平均與變異數。

雖然改善成本很容易判斷，因為設施利潤報酬的不直接，收益不容易估算。在幫助公司賺取利潤方面，有五個重要的屬性。法規屬性包括州政府與聯邦政府法規；現代化屬性強調設施如何滿足企業與員工需求；風險屬性評比航空硬體設施的損害威脅；設施屬性處理「建物系統的損害」；最後，企業屬性強調計畫如何提高獲得合約的機率。

Excel 模式使用 Premium Solver 來執行。該模式有 267 個 0/1 變數與 2 個限制式。該模式含六張工作表：一張之前由 Premium Solver 執行的資料輸入與模式輸出工作表；兩張敏感度分析工作表；以及三張含模式參數的工作表。除此之外，試算表中還新增計畫的年度執行欄位以及需求付款預算。也新增除外項目欄位。

最後，此模式藉由幫助公司更善於利用預算經費以及「減少持有成本與增加部門的整體效用」，改善了計畫選擇程序。

資料來源：Based on C. Z. Gurgur and C. T. Morley, "Lockheed Martin Space Systems Company Optimize Infrastructure Project-Portfolio Selection," *Interfaces*, Vol. 38, No. 4, July/August 2008, pp. 251-262.

應用案例 4.2

預測 (Forecasting) / 預測性 (Predictive) 分析證明是 Harrah's Cherokee Casio and Hotel 最佳的一場賭局

Harrah's Cherokee Casio and Hotel 使用收益管理 (revenue management, RM) 系統將其利潤最大化。該系統幫助 Harrah's 在一年中除了十二月外，每星期七天都達到平均 98.6% 的住房率以及 60% 的毛營收利潤。RM 提供顧客總酬賓卡，可以追溯每位顧客的賭博花費。此系統也追蹤像透過旅行社以外的第三方訂房與過量預定。RM 系統計算在賭場消費多於其他人的顧客預留房間的機會成本，因為賭場是 Harrah's 的主要收入來源。不像公司員工只追蹤「豪賭顧客」的傳統方法，RM 系統也追蹤「中間層」顧客，這幫助增加公司的利潤。RM 建議只為在賭場消費一定金額以上的顧客，提供該賭場飯店住房，消費比較少的顧客則提供附近飯店的酬賓房間，讓豪賭顧客盡量接近賭場，RM 系統也追蹤最受喜愛的賭博機，讓管理階層可以將機器策略性放置在賭場內，以鼓勵顧客賭錢。除此之外，系統幫助追蹤不同行銷計畫與誘因的成功率。

賭場收集需求資料，之後與預測演算法以及各種組件一起使用：基本需求值、需求趨勢、每年與每週每天，季節性以及特別活動因素。預測在超額訂位模式以及最佳化模式中使用，以作為庫存控制建議。預定建議系統包括線性計畫，此模式更新定期訂房或特定活動需求建議。標價模式在最後一次最佳化後，五間房間都已經有預定的 24 小時後或 RM 分析師手動進行新的最佳化之後會更新或再次最佳化。此模式是預測需求程序以及之後使用此資訊，運用模式庫 DSS 制定出最佳決策的良好典範。

資料來源：Based on R. Metters, C. Queenan, M. Ferguson, I. Harrison, J. Higbie, S. Ward, B. Barfield, T. Farley, H.A. Kuyumcu and A. Duggasani, "The 'Killer Application' of Revenue Management: Harrah's Cherokee Casino & Hotel," *Interface*, Vol. 38, No. 3, May/June 2008, pp. 161-175.

應用案例 4.3

Fred Astaire East Side Dance Studio 的表演時程

在紐約市的 Fred Astaire East Side Dance Studio 每年表演兩場社交舞蹈。舞蹈室希望有便宜、友善使用者以及快速的電腦程式來建立包括 75 秒左右熱舞與 3 分鐘左右單人舞的表演時程。該程式使用 Visual Basic 與 Excel 中的整合規劃最佳化模式，員工只需要輸入學生姓名以及學生希望參加的舞蹈種類、學生希望共舞的教師、每一種舞蹈學生希望表演的次數、學生沒空的時間以及教師沒空的時間，將這些輸入 Excel 試算表中。程式接著使用由企業提供的指導方針來設計時程。指導方針包括：盡可能每一行中不要重複出現已經表演過的舞蹈、每一季參與的學生，以保持活躍；每一場熱舞中，參與者都表演同一種舞蹈（每一場熱舞最多七對舞者）；盡可能刪除許多單一對的熱舞；每一位學生與教師都只排入一場熱舞，以及如果教師與學生希望，讓他們重複跳每一種舞蹈。使用兩個步驟的啟發式方法來幫助減少單一對熱舞的數目。最後，程式減少員工排定時程的時間，並且可以計算改變，與手動方式相比可以更快速改變。以 2007 年夏季表演而言，系統排定 583 場熱舞項目、19 種舞蹈類型、28 位學生以及 8 位教師。這結合 Microsoft Excel 與 Visual Basic 讓舞蹈社可以針對問題，使用可以節省時間的模式庫決策支援系統。

資料來源：Based on M. A. Lejeune and N. Yakova, "Showcase Scheduling at Fred Astaire East Side Dance Studio," *Interfaces*, Vol. 38, NO. 3, May/June 2008, pp. 176-183.

應用案例 4.4

試算表模式幫助分配住院醫師

Fletcher Allen Health Care (FAHC) 為一家與佛蒙特大學醫學院合作的教學醫院。在此特定案例中，FAHC 雇用 15 位住院醫師，並希望能在放射技術科多增加五位醫師。每一年放射科主任住院醫師都必須為所有放射科醫師排出長達一年的工作時間。人工排班是個費時的程序，因為醫生的工作時間有許多限制。在平日的工作時間內，住院醫師與合格放射師一起工作，但是在夜間、週末與假日就只有住院醫師而已。住院醫師必須「輪流在急診室工作」，處理在急診室的放射需求，這通常發生在繁忙的週末。該放射科已經成立四年，對不同年資的住院醫師工作時間都有不同規定。例如，第一年和第四年的住院醫師不能在假日時值班，第二年住院醫師在派駐到波士頓工作的十三週內不能值班或輪班，而第三年的住院醫師必須在冬天一個主要假日（感恩節或聖誕節／新年）在急診室輪班。同時，第一年的住院醫師要到 1 月 1 日後才能值班，第四年的住院醫師不能在 12 月 31 日後值班等。各個主任住院醫師的目標為盡可能讓每個人在值班日中間有最長的休息時間。以人工進行時，主任住院醫師最多只能排出值班日中間有三天休息時間。

為了建立更有效的排班方法，主任住院醫師與企管碩士班中的 MS 課程合作，開發出排班用的試算表模式。為了解決這個多重目標決策制定問題，這個班使用了兩個階段的限制方法。第一個階段使用 Excel 中試算表作為計算機，而不作為最佳化。這讓創造者「測量住院醫師輪班的關鍵矩陣，像是每一個類別中的工作天數。」第二個階段為計算機試算表的最佳化模式，新增輪班限制與目標。使用 Excel 中 Solver 引擎來找出可行的解決方法。開發人員使用 Frontline 的 Premium Solver 以及 Dash Optimization 的 Xpress MP Solver 引擎來解決整年模式。最後，程式可以解決值班日之間只有三至四天休息時間的排班問題，而排出有五個休息時間的班表（這是人工排班從未達成的目標）。

資料來源：Based on A. Ovchinniko and J. Milner, "Spreadsheet Model Helps to Assign Medical Residents at the University of Vermont's College of Medicine, *Interfaces*, Vol. 38, No. 4, July/August 2008, pp. 311-323.

應用案例 4.5

決策分析協助醫師權衡疑似罹癌者和癌症病患的治療選擇

哥倫比亞大學公共衛生學院的 Victor Grann 教授想要分析診斷各種癌症新基因測試的價值，這是一個很重要的議題，因為如果最後病患不能夠接受治療，減輕問題，那麼付款給測試就一點意義也沒有。此外，如果在基因測試後，病患未開始新治療，對於病患的壽命與生活品質又有什麼影響？這可以視為決策樹問題：在結果為陽性或陰性情境下是否要進行基因測試；以及如果為陽性，所選擇的治療可能成功率為何？這正是決策樹所探討的塑型模式。

Grann 教授使用 TreeAge 軟體，建立了許多和決策樹模式分析類似的決策情境。在他第一個模式當中，他指出測試為乳癌陽性的婦女，如果接受建議治療並且接受手術切除卵巢，平均可以延長幾年的生命。較新的模式將更近的臨床試驗列入考量，可以更新特定情境的機率。Grann 教授認為這些模式可以幫助判斷特定測試或治療，在增加病患存活率以及／或生命品質時，是否有成本效益？他建立了許多其他決策樹模式，並且進行模擬，幫助制定決策。

資料來源：Based on TreeAge Software, Inc. “Dr. Victor Grann Uses Decision Analysis to Weight Treatment Options for Patients at High Risk of Developing Cancer,” 2009, treeage.com/resources/includes/Grann_cs.pdf (accessed July 2009).

應用案例 4.6

歐洲輻射緊急支援系統的多準則決策支援

環境危機，像是核子或放射線意外，是全世界各地的主要潛在威脅，特別對歐洲而言，它有許多人口中心相當靠近輻射設施。核子意外有巨大影響，幸運地是極少發生。然而，頻率低也意謂著對於未來學習與預先準備而言，很少有資料。除此之外，在處理這類危機時，因為不同組成（人口、政府、政客、技術人員、環保人士、第一線因應人員等）有不同目的，此問題遂有多重目標。

為了為這種緊急情況作好準備，歐盟委員會要求研究人員開發 Real-time Online Decision Support System (RODOS)。RODOS 提供可能發生意外以及潛在影響報告，以對可能危機採取的措施進行評估。分析系統 (ASY) 預測跨地區以及長時間的意外影響；對抗系統 (CSY) 模擬不同目標之間利益與成本不同對抗計畫的效應，第三個組件 (ESY) 讓決策者評比不同對抗系統，然後判斷出最佳行動。為了此第三個組件，Web-HIPRE 這個多屬性決策工具被使用，Web-HIPRE 將問題結構化成準則與替代方案，這些都有連結的網站，可以說明準則／子準則／替代方案的詳細資料。

在輻射意外後，此模式用來導出在對抗系統以及補救策略工作坊中的群組偏好，這些工作坊被視為訓練練習。在德國舉行的工作坊中有向參與者介紹 RODOS。會告知參與者假設情境，並且要求他們在實際的決策制定中應用此模式，參與者認為對訓練目的以及作為執行可能選項的敏感度分析工具而言，RODOS 模式非常有用。

資料來源：Based on J. Geldermann, V. Bertsch, M. Treitz, S. French, K. N. Papamichail and R. P. Hamalainen, "Multicriteria Decision Support and Evaluation of Strategies for Nuclear Remediation Management," *Omega*, Vol. 37, February, 2009, pp. 238-251.

應用案例 4.7

啟發式 DSS 移動紐西蘭牛奶

一家紐西蘭的主要乳製品公司有 12 個儲存槽，兩個工班，服務 350 位酪農顧客。因為顧客群擴大以及牛奶運送成本增加，該公司決定執行啟發式 DSS 改善其牛奶槽時程。負責排車子時程的人員之前以手動方式排定車輛時程（每日與每季都會更動），負責管理區域內的牛奶槽車隊、預算以及其他限制，並且嘗試（在幾個目標之間）減少運送至公司工廠的每一公里牛奶成本。

這個複雜的（以理論與實際來看）路徑問題很難在合理時間內有最佳化解決，所以公司開發出 FleetManager 模式庫 DSS。採用啟發式搜尋方法，模式的客觀功能與限制納入專家時程的經驗與偏好。開發團隊與塑模解決方法與時程規劃人員以及其他專家密切合作。車輛路線模式以 Gillet 與 Miller Sweep Heuristic 為解決方法，建立試驗性解決方法，而時程規劃人員之後透過圖形使用者介面進行檢視。根據其他知識，像是他們的實際應用，時程規劃人員可以調整解決方法。可以在 orms-today.com 找到系統的輸出畫面範例。

自從執行 FleetManager 後，該公司的收貨成本降了 30% 以上，時程排定時間減少 50% 以上，客訴更是減少了 60% 以上。無形助益包括時程規劃人員的士氣提升，他們現在有時間處理時程意外情況。為此紐西蘭乳製品公司開發的 DSS 啟發式方法幾乎可以應用在任何複雜的運送系統中。

資料來源：Modified and Condensed C. Basnet and L. Foulds, "Fleet Manager Milks Efficiency Out of Dairy Company," *OR/MS Today*, Vol. 32, No. 6, December 2005, pp. 36-42; and B. Gillet and L. Miller, "A Heuristic Algorithm for the Vehicle Dispatch Problem," *Operations Research*, Vol. 22, No. 2, March/April 1974, pp. 340-349.

應用案例 4.8

透過模擬改善芬蘭空軍的維修決策

芬蘭空軍希望其維修系統可以有效率，讓最多數目的軍機可以隨時保持可用、安全，以供訓練、出任務以及其他必要用途。開發出一個與製造業使用類似的精密事件模擬程式來解決勞動力議題、任務時間、材料處理延遲以及設備失效等類似問題。

開發人員必須考慮軍機的可使用性、國際操作資源規定以及定期維修計畫。一般情況與衝突情況的資訊已輸入模擬計畫中，因為要讓維修時程可以根據情況作改變。

基於機密性，開發人員必須評估一些資訊，特別是在衝突發生的情境（沒有戰爭損壞機率資料）。他們使用幾個方法擷取並且保護資料，像是詢問不同層級軍機維修領域專家意見以及設計可以在系統中輸入機密資料的模式。還有，模擬也與實際績效資料作比較，以確定模擬結果的準確性。

維修計畫分成三個層級：

1. 組織層級：戰鬥機艦隊負責飛行前檢查、轉向檢查（只在軍機返回時進行）以及其他一般情況下在空軍司令部的其他小維修
2. 中介層級：空軍司令部修理站負責比較複雜的定期維修以及失效修理
3. 基地層級：遠離司令部，負責所有主要定期維修在衝突情況下，系統從司令部分出權力。剛說明的維護層級可能會持續進行相同維護或定期維護可能減少。此外，根據需求、供應與能力，上述任何層級都必須在衝突情況下管理任何時間需要的維護。

模擬模式使用根據 SIMAN 語言 Arena 軟體來執行，並且涉及使用 Visual Basic for Application (VBA) 的圖形使用者介面 (GUI)。輸入資料包括模擬參數以及最初系統狀態：空軍指揮特性、維修需求以及軍機操作、累積飛行時數以及每架軍機的所在位置。資料輸入與輸出使用 Excel 試算表。除此之外，從統計資料或根據主題相關專家提供資料評估一些輸入資料。這些包括失效頻率時間機率、單一飛行時發生損壞、每一類別定期維修所需時間、失效修理、損壞修理、飛行任務之間間隔時間以及執行任務時間。此模擬方法非常成功，芬蘭陸軍現在與空軍合作制定出新型運輸直升機的維修模擬模式。

資料來源：Based on V. Mattila, K. Virtanen and T. Raivio, "Improving Maintenance Decision Making in the Finnish Air Force Through Simulations," *Interfaces*, Vol. 38, No. 3, May/June 2008, pp. 187-201.

應用案例 4.9

模擬應用

模擬應用非常廣泛。有些應用在科學學科，有些則應用在企業，然而，還有一些應用在電視／電腦遊戲上。以下為幾個模擬應用的範例：

- **e化學習。** 戰略技能訓練很昂貴，並且若可以進行演練，不需要人與人一對一互動，可以大幅省下成本。例如，美國農業部門 (U.S. Department of Agriculture, USDA) 開發網路模擬系統，訓練 400 多位位於不同地點的聯邦雇員使用 PeopleSoft 8.0 人資管理系統。開發 e 化學習模擬成本，即使視訊進行，成本也能低於 \$20,000 元。Humana, Inc. 使用模擬訓練 150 位高階主管確認複雜的方案改變。企業模擬數十年來都在頂尖的商學院中使用（例如美隆大學 Tepper 商學院）。
- **生產情境。** Agilent 的加州半導體測試部門模擬供應方生產情境，以協調外包新產品推出、減少過度與過時存貨（因工程改變所造成）以及因應新訂單。一個明顯的助益為減少大部分組件 30%~40% 的存貨，有時比率甚至會高至 60%。
- **IT/軟體製造。** CNA 財務公司使用 iRise, Inc 的模擬工具來決定如何產生潛在的軟體系統需求。藉由產品操作模擬，軟體開發者可以更精確的與顧客溝通產品需求。這縮短了需求循環。這在產品為海外開發（例：外包給位於他國的廠商）時更為關鍵。Serena 開發了它們自己的 ProcessView Composer 軟體來模擬、視覺化、並為企業流程建立雛型與應用需求。大量降低因瑕疵需求而造成的重製工作。
- **網站應用。** 與 CAN 類似，Wachovia Corp 的使用者設計實驗室運用 iRise 模擬工具，在網站發佈給內部使用者之前模擬網站應用成效。
- **軍事戰爭。** 美國軍方運用在娛樂產業（影片與電玩）廣泛應用的軟體，及高效能圖像引擎與超級電腦進行戰爭模擬。這類系統模擬出戰場上具壓力與不確定性的訓練環境。例如，飛行模擬省下大量飛行訓練時間。因為具有人工智慧，在模擬中的角色甚至具有自行推理的能力。
- **製藥開發。** 製藥廠模擬藥劑與人體如何互動，追溯至 DNA 層級，因此正確預測影響。如果潛在成份經電腦模擬證明無效，在測試階段就可以省下很多成本。製藥開發模擬在高性能平行電腦中執行。
- **產品設計。** 甚至簡單的產品都可以因模擬而受惠。在本章節稍早時，我們說明通用汽車如何在新產品設計與製造中使用模擬。甚至使用模擬方法分析 Pringles 晶片的空氣力學，以判斷獨特雙馬鞍型附近的空氣流。原本的問題是此晶片的形狀，在製造商輸送帶運轉太快時會飛出去。根據模擬所發現的資訊來重新設計晶片的形狀。

資料來源：Modified and abstracted from T. Hoffiman, "Simulations Revitalize E-Learning," *Computerworld*, August 4, 2003, pp. 26-27; S. Boehle, "The Next Generation of E-Learning," *Training*, January 2005, pp. 23-31; R. Michel, "Decision Support Smooths Semiconductor Test Division's Outsourced Model," *Manufacturing Business Technology*, June 2005, p. 30; H. Havenstein, "APP Simulation in Demand," *Computerworld*, January 31, 2005, p. 28; "Million Biology Simulation Could Improve Drug Development," *Computerworld*, November 14, 2005, p. 39; P. Arena, S. Rhody, and M. Stavrianos, "The Truth About Facts," *DM Review*, January 2006, pp. 30-34; and D. Briody, "The Flight of the Pringle," *CIO Insight*, August 2005, p. 22.