

建構中華職業棒球大聯盟球員績效評估之模式及實證分析

陳志成 / 真理大學

摘要

為讓職業棒球隊具有永續經營的能力，「績效評估」一詞已被職業棒球運動領域廣泛的運用及探討。據此，本研究利用棒球比賽得分大於失分即獲得勝利的概念，以中華職棒聯盟官方網站所提供之各年度所有球隊技術表現資料為樣本，透過迴歸分析法找出得分及失分對勝率影響的關鍵因素，並算出每個關鍵因素的權重，又將所得之關鍵因素視為野手得分能力與投手失分能力之評估準則。再以中華職業棒球大聯盟2014年各隊投手與野手在各項評估準則上的表現為實證資料，應用灰關聯分析法及成本效益分析益本比法則來進行中華職業棒球大聯盟各隊野手及投手續效評估之驗證。研究結果顯示平均每場得失分對球隊勝率的解釋能力高於整季得失分，且得失分對勝率影響的權重相近；得失分的評估準則分別有10個及8個，得分的評估準則權重有98.4%與野手避免出局的能力有關，失分的評估準則權重有65.1%與投手的被上壘率、三振率及防禦率有關；2014年的球季有超過54%的球員績效表現不佳，尤其是投手。本文所建構之績效評估模式能有效提供客觀且易執行的程序給予中華職業棒球大聯盟所屬之球隊實際評估球員績效之參考依據。

關鍵詞：績效評估、投手、野手、迴歸分析、灰關聯分析



Construction and Empirical Analysis of a Model for Evaluating the Performance of Chinese Professional Baseball League Players

Chih-Cheng Chen / Aletheia University

Term performance evaluations have been widely adopted and explored in the field of professional baseball to improve the potential for sustainable development among teams. This study was based on the concept that winning a game entails the winning team scoring a higher number of points than did the losing team. Samples were collected from each team's technical performance records provided by the official website of the Chinese Professional Baseball League (CPBL). Regression analysis demonstrated the key factors influencing the effect of winning team points and losing team points on the percentage of games won by each baseball team; the weight of each key factor was also determined. The key factors were considered as criteria for evaluating the point-winning ability of fielders and point-losing ability of pitchers. On the basis of each key criterion and through the use of the actual performance data of the fielders and pitchers of each team in the 2014 CPBL season, grey relational and cost-benefit analyses were applied to test the performance evaluation of fielders and pitchers in the CPBL. The results showed that the explanatory power associated with the winning percentage of a team was higher when determined using the average winning and losing points in each game than when determined using the season average of winning and losing points. Moreover, winning and losing points exerted similarly weighted effects on winning percentage. A total of 10 and 8 evaluation criteria were used for winning and losing points, respectively. The weight of the point-winning evaluation criteria was 98.4%, and it was related to the ability of fielders to avoid being struck out. Moreover, the weight of the point-losing evaluation criteria was 65.1%, and it was related to the on-base percentage, strikeout percentage, and earned run average of pitchers. In the 2014 season, more than 54% of players did not perform satisfactorily; this was particularly true of pitchers. In conclusion, the performance evaluation model



constructed in this study provides an objective and easy procedure for CPBL teams to evaluate the performance of their players.

Keyword: performance evaluation, pitchers, fielders, regression analysis, grey relational analysis



壹、緒論

一、問題背景

經營職業運動組織就如同經營營利企業一般，必須在生產過程中，產出滿足消費者需求的產品，使其購買，產生利潤。職業運動組織依此概念，透過運動員這項獨特的生產要素生產所需的產品——每場精采的比賽，促使球迷進場觀戰，為職業運動組織產生利潤（陳志成、鄭俊傑、陳天賜，2005；陳鴻雁，2002）。國內外針對職業運動球隊戰績好壞與觀眾入場觀戰意願關係的研究多指出，球隊戰績好，觀眾進場觀賞的意願就會提高；反之，則會降低（莊忠柱、陳天賜、姚為守，2004；Einolf, 2004）。在收入部分，球隊戰績優異時，觀眾進場人數、周邊商品銷售量及球迷忠誠度也會隨之增加，且觀眾購票入場觀賽的收益是球隊重要的收入來源（陳成業，2012；陳宗毅、黃煜，2010；廖清海、楊世達，2010），因此增加觀眾的到場率，是維持球隊正常運作的重要方法之一（呂宛蓁、鄭志富，2008）。綜合以上，在永續經營的概念下，為了讓職業球隊具有競爭力及提升觀眾進場的吸引力，針對職業運動組織進行績效評估，有其必要性。

在運動場上展現最佳表現是運動員的天職，然而職業運動場上球員表現的好壞，除了與球隊名次有著緊密的關聯（李俞麟、施致平、黃蕙娟，2011；廖清海、楊世達，2010；蔡孟娟、雷文谷、謝春宣，2012；Hakes & Sauer, 2007），也對球員薪資有著相當程度的影響（林士彥、張良漢，2008；蔡孟娟等，2012）。多數的運動競賽項目中，大部份是以分數作為勝負的依據，以得分高者即獲得勝利。全球的職業棒球比賽皆依此概念，兩隊競爭的過程中，其中一隊只要得分大於失分，即獲得該場的勝利。根據真實故事拍攝的魔球（*Moneyball: The Art of Winning an Unfair Game*）電影中，出現一段奧克蘭運動家隊總經理比利比恩與棒球分析師有趣的對話，其內容為「所有球隊都在買球員，但真正的目標應該不是買球員，而是買如何獲勝，如果獲勝是目標，那就應該要買得分（Lewis, 2003）」。因此，得分能力是職業棒球隊獲勝的重要關鍵因素，但是棒球比賽是得分必須大於失分才獲得勝利，這表示不失分的能力也是職業棒球隊贏球的重要依據。綜合上述觀念，得分與失分是評估職業棒球隊或球員好壞的重要效能項目，且評估球員績效表現之數據相當多樣，究竟應以何種數據來衡量球員



表現進而決定其薪資，至今仍是中外學者熱門探討之題目之一（廖清海、楊世達，2010；蔡孟娟等，2012；Hakes & Sauer, 2007）。在臺灣，中華職業棒球大聯盟是最受人民重視且具有經濟規模的職業運動組織（陳志成，2012a；謝仕淵、謝佳芬，2003），加上總冠軍賽的門票與商品收入相當可觀，目前中華職業棒球大聯盟的賽制分成上下兩個半季，以勝率最高的球隊進入總冠軍賽。因此本研究欲找出中華職業棒球大聯盟球隊得失分對勝率的影響權重。接著，再利用各單場比賽相關數據找出得分與失分個別的關鍵準則及其權重，以利瞭解選手績效的狀況。

諸多有關職業運動議題的研究皆指出，獲得比賽勝利是職業棒球隊最有效的獲利工具，又能增加有形的利益與無形的好處（呂宛蓁、鄭志富，2008；陳成業，2012；陳宗毅、黃煜，2010；廖清海、楊世達，2010），且職業球隊勝負又與球員的表現息息相關（李俞麟等，2011；廖清海、楊世達，2010；蔡孟娟等，2012），加上得分與失分是評估球隊或球員好壞重要的效能項目。因此，職業棒球隊的經營層及教練團應建構適合的評估模式，來評估球員在得分與失分這兩項重要的效能項目上的效率表現更顯得重要。衡量效率表現是績效評估重要目的之一，績效評估是一種利用多元的標準來衡量組織或個人投入與產出之間的狀況，並以數字的形式呈現的過程（林文斌，2010；蔡佳惠、趙芳梅，2009）。這樣的觀念已被廣泛應用在國內外運動產業的相關研究中（吳濟華、何柏正、游秉睿，2008；李俞麟等，2011；林士彥、張良漢，2008；林文斌，2010；廖俊欽、洪沛綺、林文斌，2007；廖清海、楊世達，2010；蔡佳惠、趙芳梅，2009；蔡孟娟等，2012；鄧元湘、林文斌、林進隆，2006；Ahmed, Deb, & Jindal, 2013; Cooper, Ruiz, & Sirvent, 2009; Einolf, 2004; Fried, Lambrinos, & Tyner, 2004; Lewis, Lock, & Sexton, 2009; Manuel & Lucía, 2006; Sueyoshi et al., 1999），尤其聚焦於職業棒球運動方面（吳濟華等，2008；李俞麟等，2011；林士彥、張良漢，2008；廖清海、楊世達，2010；蔡孟娟等，2012；Einolf, 2004; Lewis et al., 2009; Sueyoshi et al., 1999）。薪資是職業棒球運動組織最主要的投入資源（李俞麟等，2011；廖清海、楊世達，2010；蔡孟娟等，2012；鄧元湘等，2006；Einolf, 2004; Lewis et al., 2009），但產出的項目卻相當的多元，可以是球隊的排名、觀眾人數（李俞麟等，2011）、勝率或勝場數（李俞麟等，2011；Einolf, 2004; Lewis et al., 2009）、壘打數（蔡孟娟等，2012）、打擊率、投手自責分率（Einolf, 2004）、上壘率及打擊率（蔡孟娟等，2012）。因此，綜合以上文獻可知，績效評估除了是一種評估投入與產出間關係的過程外（林文斌，2010；蔡佳惠、趙芳梅，



2009)，亦是一種多準則的議題 (Amiri, Zandieh, Soltani, & Vahdani, 2009)。因此利用多準則決策 (Multi-Criteria Decision Making, MCDM) 方法來處理績效評估相關議題，也是一種極佳的選擇。

多準則決策方法運用在職業棒球運動領域的研究相當多見，例如透過評估球員能力，來協助選擇適當人選或安排任務 (林士彥、林惟璵，2005；林文斌，2005，2008；陳志成，2012b；Bodin & Epstein, 2000; Chen, Lee, Tsai, 2014)；又例如評估球員或球隊的績效 (李俞麟等，2011；林士彥、張良漢，2008；林文斌，2004，2008；Chen, Lee, & Tsai, 2013; Einolf, 2004; Lewis et al., 2009)。其中多數有關績效評估的研究都是利用資料包絡分析法 (Data Envelopment Analysis, DEA) 來進行分析 (李俞麟等，2011；林文斌，2004；林文斌等，2005；Copper et al., 2009; Einolf, 2004; Lewis et al., 2009; Sueyoshi et al., 1999)。資料包絡分析法因為可以同時處理多項投入與多項產出之效率衡量、無須預設函數及參數估計問題、不受人為主觀意識影響及評估結果為綜合指標，易做績效比較等因素而受到重視且被廣泛採用 (余文德、蔡宜靜，2006)。但是該方法並非沒有缺點，余文德與蔡宜靜 (2006) 認為資料包絡分析法容易受到極端值影響，須慎選投入與產出值；受評單位必須為同質性，也就是性質或規模不同，就不宜相互比較。綜合以上，職業棒球隊在評估球員的績效時，會受到球員的性質不同 (投手與野手)，而必須將投手與野手分開評估。但是棒球是團隊運動，投手與野手缺一不可，如果分開評估，似乎不甚合理。又Sueyoshi et al. (1999) 也提出資料包絡分析法運用在職業棒球運動上會產生多個有效率的受評單位，這樣的結果，容易造成決策者在評估球員績效上的產生困擾。為解決上述問題，本研究利用多準則決策方法來協助台灣職業棒球隊建構有效的績效評估模式，同時用來評估球隊中投手與野手的年度績效。

多準則決策的評估方法相當的多 (簡禎富，2005)。績效評估議題方面也應用相當多的多準則決策方法，除資料包絡分析法外，尚有諸多採用混合 (Hybrid) 方法來執行各產業績效的評估。例如利用模糊層級分析法 (Fuzzy Analytic Hierarchy Process, FAHP) 搭配理想解類似度偏好順序評估法 (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution, TOPSIS) 來評估中華職業棒球大聯盟捕手的績效 (林士彥、張良漢，2008)、公司績效評估 (Amiri et al., 2009)。或是利用層級分析法 (Analytic Hierarchy Process, AHP) 搭配灰關聯分析法 (Grey Relational Analysis, GRA) 評估中華職業棒球聯盟先發投手的績效 (Chen et al., 2013)、供應商的績效 (童超塵、曾俊傑、李佩熹、張



舜傑, 2009) 與職棒球隊補強策略 (莊忠柱、陳天賜、陳志成, 2013)。也有利用層級分析法搭配多準則妥協解排序法 (VIseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje, VIKOR) 來評估銀行的績效 (Wu, Tzeng, & Chen, 2009)。上述的方法皆廣泛被各領域所採用。其中, 灰關聯分析是一項擁有可為非函數型之序列模型、計算簡單、不需大量數據、數據不須常態及不會產生和定量分析衝突的結果等特性的分析方法 (翁慶昌、陳嘉穰、賴宏仁, 2001), 該方法可較有彈性的應用於各領域中, 因此本研究提出以灰關聯分析法來進行中華職業棒球大聯盟球員之績效評估。上述的研究中雖以績效評估的概念進行分析, 但其中所缺少的就是投入項 (薪資或成本) 的考量, 其結果僅能了解受評單位表現狀況的優劣, 並無法知曉受評單位投入與產出之間的比例為何。另外, 採用多準則方法評估職業棒球的研究中, 對於每一個評估準則都須要賦予權重, 過去多採用主觀經驗法則, 如層級分析法 (莊忠柱等, 2013)、模糊層級分析法 (林士彥、張良漢, 2008) ... 等方法賦予, 但這些會受到專家意見紛歧的影響, 為此本研究採用客觀的方法來避免此問題, 迴歸分析即屬於客觀方法的一種 (俞立平、潘雲濤, 2009)。迴歸分析旨在探討單一分析性反應變量 (Y) 對多個分析性解釋變數 (X_1, X_2, \dots, X_k) 函數關係之統計分析模式。其目的在探討當解釋變數 (X_1, X_2, \dots, X_k) 變動時, 反應變量隨之變動的度, 並進一步得到樣本外的預測。迴歸係數 (Regression Coefficient) 是衡量變動程度的指標, 也是假說檢定的核心, 用以探討模式之可用性及個別解釋變數之解釋力是否顯著 (周文賢, 2002)。綜合以上, 本研究為解決可同時評估不同性質的受評單位 (投手及野手) 及考慮投入 (薪資) 與產出 (球員的各項成績) 的概念, 因此本研究利用迴歸分析先求取中華職業棒球大聯盟球隊的得分與失分對球隊勝率之權重, 接著再找出得分與失分之評估關鍵準則及其權重, 再搭配可在少量數據多項準則情況下進行分析的灰關聯分析 (溫坤禮、張簡士琨、葉鎮愷、王建文、林慧珊, 2007) 計算出球員在各項準則表現之綜合指標, 最後為了能正確地衡量成本 (薪資) 與效益 (球員表現) 之間關係, 利用被應用於評估通路 (陳細鈿, 2011) 及教育單位 (張素琴, 2009) 進行績效評估之成本效益分析 (Cost-Benefit Analysis, CBA) 中的益本比 (Benefit-Cost Ratio, BCR) 法則來進行中華職業棒球大聯盟各隊球員之績效評估, 並提供正確分析及意涵, 給予經營層或教練團做決策時評估之參考依據, 此即為本研究之源起。



二、研究目的

職業棒球隊戰績好壞會影響營收的高低（呂宛蓁、鄭志富，2008；莊忠柱等，2004；陳成業，2012；陳宗毅、黃煜，2010；廖清海、楊世達，2010；Einolf, 2004）。職棒球隊想要有好戰績，就必須同時擁有高得分能力（Lewis, 2003）與低失分能力。職棒球隊所屬的球員是執行上述兩項能力的主要角色，因此，職業棒球隊找出評估球員在得分與失分這兩項重要的效能項目上的適合的評估準則，與建構能夠清楚瞭解職業棒球隊投入的薪資與球員的產出表現之間關係的績效評估模式更顯得重要。據此，本研究之具體目標為利用中華職業棒球大聯盟例行賽資料，分別計算出職棒比賽得分與失分對勝率的影響權重及得分與失分之個別評估準則與其權重，並建構中華職業棒球大聯盟球員績效評估之模式，以進行2014年各隊球員績效評估之實證分析。本研究之具體目的說明：

- (一) 利用中華職業棒球大聯盟年度球隊勝率及得失分情形，分析職棒比賽得分與失分對勝率的影響權重。
- (二) 利用中華職業棒球大聯盟年度例行賽各單場資料，分析得分與失分之個別評估準則與其權重。
- (三) 建構中華職業棒球大聯盟球員績效評估之模式，並進行2014年各隊球員績效評估之實證分析。

貳、研究方法

一、研究架構

本研究旨在建構中華職業棒球大聯盟投手（失分能力）與野手（得分能力）之績效評估模式，因此本研究先以中華職業棒球大聯盟1990年至2014年所有球隊例行賽年度資料，透過迴歸分析先找出職棒比賽得分與失分對球隊勝率的權重，再以中華職業棒球大聯盟2009年至2014年所有球隊例行賽單場量化資料，亦透過迴歸分析找出影響職棒比賽得分與失分的關鍵因素（評估準則）及其個別之權重。再透過灰關聯分析法計算中華職業棒球大聯盟球員在各項準則表現之綜合指標，最後再利用灰關聯分析法計算出球員在各項評估準則之綜合指標表現值及搭配成本效益分析法來進行2014年球季中華職業棒球大聯盟各隊球員



之績效評估。依據研究目的，本研究之研究架構如圖1所示。

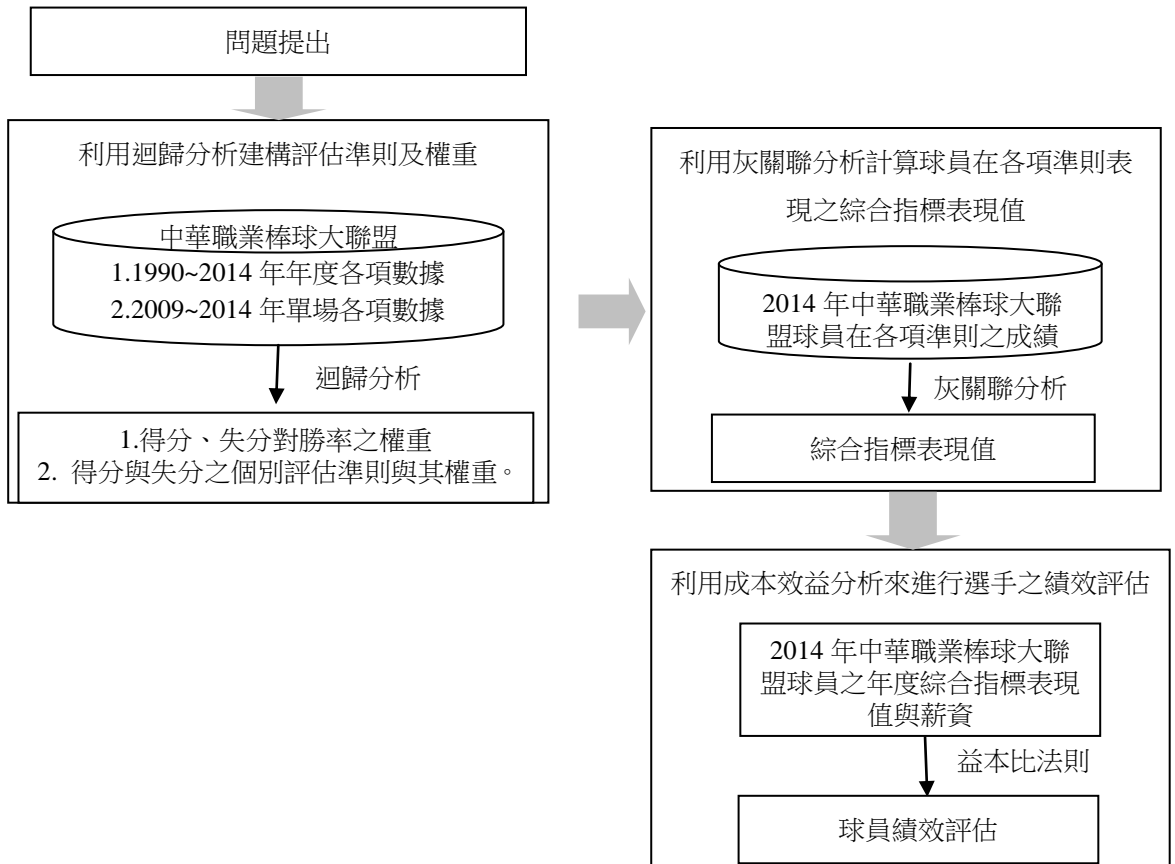


圖 1 研究架構圖

二、中華職業棒球大聯盟球員績效評估準則之選定

國內外職業棒球相關研究中，與球隊得分有關的準則多以引用打擊率 (batting average, BA)、盜壘 (steals, S)、全壘打 (home run, HR)、打點 (run batted in, RBI)、上壘率 (on base percentage, OBP) 與長打率 (slugging percentage, SLG) 為最常見 (莊忠柱等, 2013; 廖清海、楊世達, 2010; Bodin & Epstein, 2000; Lewis, 2003)。另外，與球隊失分有關的準則多以引用投球局數 (innings pitched, IP)、防禦率 (earned run average, ERA)、三振率 (strikeouts per 9 innings, K/9) 與被上壘率 (walks plus hits per inning pitched, WHIP) 為最多見



(林文斌，2004、2005；陳志成、陳天賜，2009；Chen et al., 2014; Lewis, 2003) 。但棒球運動的統計數據相當的多，除了上述被引用過的準則外，應有亦合於職業棒球員績效評估之準則，因此在文中採用中華職業棒球大聯盟官方網站所列之各項關於野手（得分）與投手（失分）的準則為職業棒球員績效評估之初步準則。扣除一些會受到隊友表現影響或是重複計算的準則（例如打點、得分及投球數...等準則）外，尚有與野手（得分）有關之初步準則15項，與投手（失分）有關之初步準則13項（如圖2所示）。

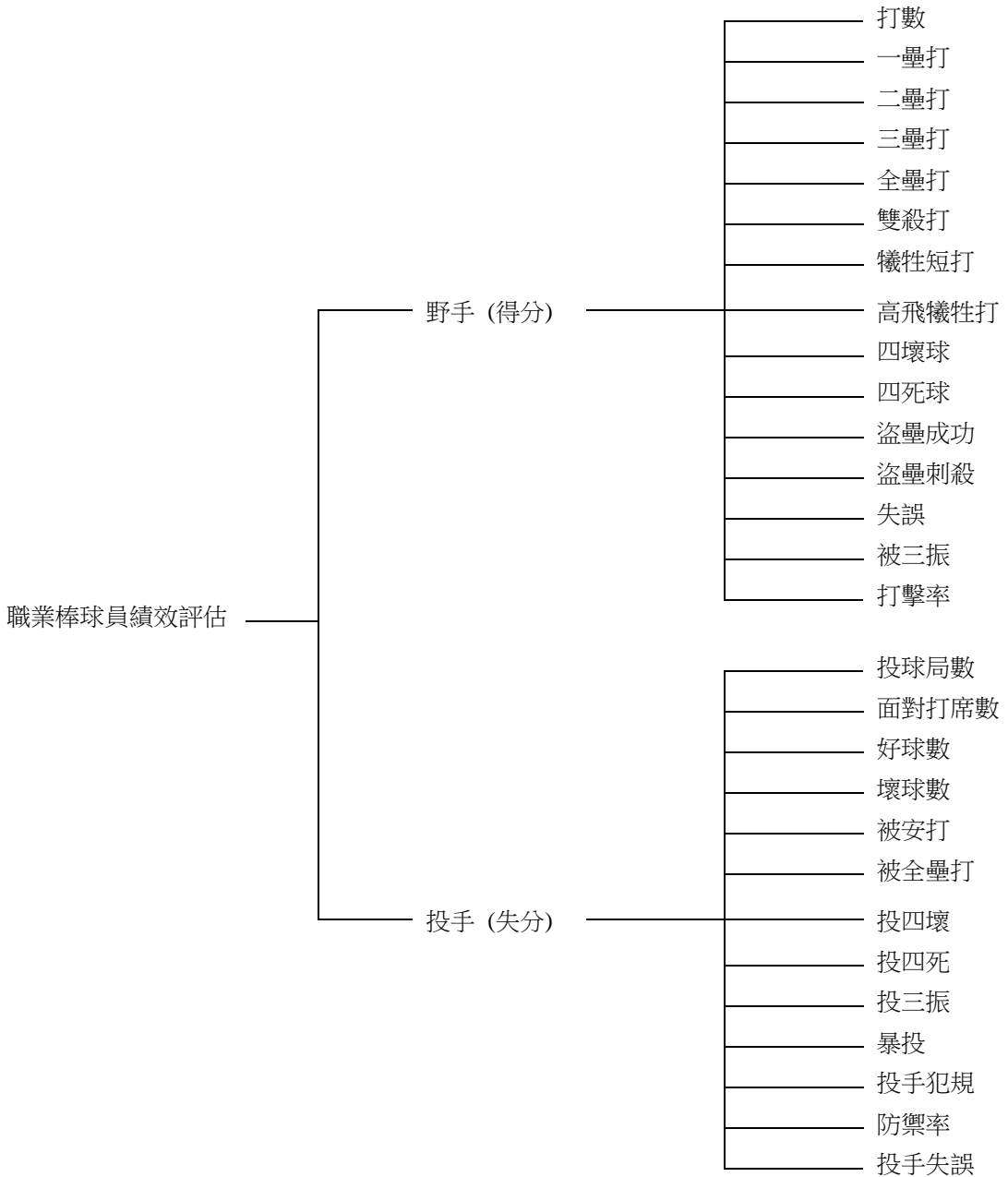


圖 2 職棒球員績效評估層級結構圖

三、資料處理



(一) 迴歸分析

本研究利用迴歸分析找出中華職業棒球大聯盟球隊得分與失分對於球隊勝率之影響情形並計算其權重，再分別找出球隊得分與失分中具影響力之解釋變數，並將其視為得分能力與失分能力之評估準則，並將所得之 β 係數標準化後得出其權重（俞立平、潘雲濤，2009）。

(二) 灰關聯分析

本研究採用灰關聯分析法來計算職棒球員之得分能力與失分能力。灰關聯分析的步驟如下（莊忠柱等，2013；Chen et al., 2013）：

步驟一：找出參考序列與比較序列

從原始的矩陣 A 中找出參考序列 x_0 與比較序列 x_1, x_2, \dots, x_n ，參考序列為各評估準則之理想目標值所組成之集合，比較序列為所有球員在各評估準則的表現值。

步驟二：將原始矩陣資料標準化

灰關聯分析的標準化有望大法、望小法與望目法。本研究中的評估準則僅利用望大法與望小法兩種，因此僅介紹所需使用之方法。

1. 望大法：計算公式如下

$$X_{ij}^* = \frac{x_{ij} - \min_i x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}} \quad (1)$$

其中， $\max_i x_{ij}$ 為所有球員在準則 j 中表現最大的數值； $\min_i x_{ij}$ 為所有球員在準則 j 中表現最小的數值。希望目標值越大越好。

2. 望小法：計算公式如下

$$X_{ij}^* = \frac{\max_i x_{ij} - x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}} \quad (2)$$

其中， $\max_i x_{ij}$ 為所有球員在準則 j 中表現最大的數值； $\min_i x_{ij}$ 為所有球員在準則 j 中表現最小的數值。希望目標值越小越好。

步驟三：計算灰關聯距離 Δ_{ij}

Δ_{ij} 為衡量每個標準化後的比較序列與參考序列之間的距離，其計算公式如下



$$\Delta_{ij} = |x_{0j}^* - x_{ij}^*| \quad (3)$$

其中， x_{0j}^* 為標準化之參考序列值， x_{ij}^* 為標準化之比較序列值。

步驟四：計算灰關聯係數 γ_{0ij} ，計算公式如下

$$\gamma_{0ij} = \frac{\Delta_{\min} + \xi \Delta_{\max}}{\Delta_{ij} + \xi \Delta_{\max}} \quad (4)$$

其中， $\Delta_{\max} = \max_{\forall i} \max_{\forall j} \Delta_{ij}$ ， $\Delta_{\min} = \min_{\forall i} \min_{\forall j} \Delta_{ij}$

ξ 為辨識係數 $\xi \in [0,1]$ ，被用於控制灰關聯係數大小以利判斷，一般以 0.5

為基準 (Deng, 1989)。

步驟五：計算灰關聯度 Γ_{0i}

針對每個球員，將灰關聯係數乘上各準則的權重，可得加權灰關聯度 Γ_{0i} 。此加權灰關聯度 Γ_{0i} 被視為每一球員 i 在各項評估準則的表現透過計算及加權後求得之綜合表現值，其分數越高表示表現越好。其計算公式如下

$$\Gamma_{0i} = \sum_{j=1}^n w_j \times \gamma_{0ij} \quad (5)$$

其中， w_j 為準則 j 的權重，且權重經標準化處理滿足 $\sum_{j=1}^n w_j = 1$ 。

步驟六：灰關聯排序

根據灰關聯度，由大到小依序排出球員的表現。 Γ_{0i} 值越大表示球員在球場上的各項評估準則綜合表現越好，但此處並無將球員的薪資列入考量。為讓球員排序資料容易判斷，本研究依循 Saaty (1994) 所提之層級分析法理想模式 (Ideal Model)，將所有球員們的表現值標準化，將最大值修正為 1，其餘依比例調整 (Bodin & Epstein, 2000)，其公式如下：

$$\Pi_{0i} = \frac{\Gamma_{0i}}{\max \Gamma_{0i}} \quad i=1,2,\dots,n \quad (6)$$

(三) 成本效益分析

本研究利用成本效益分析中的益本比法探討中華職業棒球大聯盟各隊年度球員總薪資 (投入) 與各隊年度球員表現 (產出) 的關係，其步驟如下：

步驟一：先將成本值 (總薪資) 標準化

球員總薪資為球隊的成本，而成本適用望小型準則。因益本比方法中的效



益與成本必須為同向性，方能判別出受評單位間之差異，因此須將成本標準化。標準化成本值 C_{ij}^* 被定義為

$$C_{ij}^* = \frac{c_{ij} - \min_i c_{ij}}{\max_i c_{ij} - \min_i c_{ij}} \quad (7)$$

其中， $\max_i c_{ij}$ 為球員中總薪資最大數值， $\min_i c_{ij}$ 為球員中總薪資中最小數值。

步驟二：計算球員績效值

將計算出的每位球員灰關聯度 Γ_{0i} 視為效益，且將標準化薪資 C_i^* 視為成本，計算每位球員績效值 P_i 。績效值 P_i 為綜合表現值與薪資之間的比值，比值大於 1 者，表示球員對球隊的效益大於球隊所付出的成本，故歸類為表現較佳者；反之，比值小於 1 者，表示球員對球隊的效益小於球隊付出的成本，故歸類為表現較差者。

$$P_i = \frac{B}{C} = \frac{\Pi_{0i}}{C_i^*} \quad i=1,2,\dots,n \quad (8)$$

其中， B 為效益， C 為成本， Π_{0i} 為經過灰關聯分析轉換後的綜合指標， C_i^* 為標準化薪資值

步驟三：績效排序

表現好的球員，也就是績效較佳者，應得到較高的薪資。另一方面，領高薪的球員也應該有較優異的表現。因此透過投入與產出間的比例來評估球員的績效，應屬相當合理。也就是說效益與成本之間的比值越大，受評單位表現越佳（蔡西銘、陳獻、林垂鈺，2004）。據此概念，本研究將各隊球員績效值由大到小排序， P_i 值越大表示績效越好。

四、研究對象

本研究所採用之球員名單及各項量化資料係由中華職業棒球大聯盟官方網站所提供；薪資資料為職業棒球雜誌 384 期所提供之每位球員 2014 年推測月薪。為能夠公平且有效的評估中華職業棒球大聯盟各隊球員的績效，本研究依據學者林文斌（2004）分析中華職業棒球大聯盟投手球員績效表現時所提出的受評者必須全年度出賽達到平均每場投球局數達 1.0 局的概念及採用中華民國



棒球總會 (2014) 發行的棒球規則中第 10 章記錄規則內容中的第 22 條決定最優秀球員之基準判別方式，其內容為職業棒球聯盟的打擊、投手、守備的各最優秀球員，依照下列規定決定之，(一) 聯盟之最佳擊球員或首位長打擊球員給予打擊率最高之球員或長打率最高之擊球員，但其打席數必須為該隊於該季比賽總數 3.1 倍以上；(二) 最佳自責率投手，至少須具有與聯盟對每一球隊所排定之比賽場數相等以上之投球局數，而自責率最低者。因此，本研究依據上述規定，評估野手績效時，受評者至少須達 372 個打席數，所有受評者將其綜合指標表現值乘以其之打席數除以 372 之比值。再來是評估投手，受評者至少須投 120 局，所有受評者將其綜合指標表現值乘以其之投球局數除以 120 之比值。如果受評者本季同時擔任過投手與野手，此時將計算出之兩項綜合指標表現值相加，為該受評者之總體綜合指標表現值。再來是投手面對打席的部份，這個部份對於先發型或是出賽頻繁的投手而言，較不公平，因此本研究將面對打席數這個評估準則修改為實際面對打席數減去應面對打席數 (投球局數 \times 3)，這樣才能免除不公平情形的發生。

五、研究限制及資料呈現方式

本研究所採用的 2014 年中華職業棒球大聯盟球員薪資資料係職業棒球雜誌 384 期所提供之相關資訊，如雜誌中未呈現其薪資資料之球員，不列入本研究範圍中，此乃因為有部份球員之加盟時間為雜誌發行之後，導致本研究無法對所有的中華職業棒球大聯盟 2014 年有登錄之球員作績效評估，此為本研究之限制。另外，為顧及中華職業棒球大聯盟球員之權益，本研究以代號呈現方式取代球員姓名，避免造成球員不必要之困擾。

參、結果

一、職棒比賽得分與失分對勝率影響權重分析

為找出中華職業棒球大聯盟球隊單季平均每場得分與失分對於球隊單季勝率的權重，本研究以單季各球隊勝率為依變數，利用各隊單季平均每場得分與平均每場失分為自變數，經由迴歸分析之結果如表 1 所示。



由表 1 所呈現的結果發現，單季平均每場得分及失分對球隊單季勝率的解釋能力達 80.8%（調整後解釋能力為 80.5%）其中平均每場得分標準化 β 值為.844，每場失分標準化 β 值為-.877。經過計算平均每場得分及每場失分的權重分別為.490 及.510，這樣的結果表示球隊的野手能力（得分）與投手能力（失分），對於球隊勝負的影響力相當接近。

表 1

中華職業棒球大聯盟球隊得分與失分對勝率影響迴歸分析及權重摘要表

依變數	自變數	平均每場		權重
		標準化 β	t-value	
勝率	得分	.844	19.678*	.490
	失分	-.877	20.461*	.510
	F-value		277.097*	
	R ²		.808	
	ΔR^2		.805	

註：準則權重為各別準則（自變數）之標準化 β 係數絕對值除以所有自變數之標準化 β 係數絕對值相加總和。修改自俞立平、潘雲濤（2009）。科技評價中不同客觀評價方法權重的比較研究。《科技管理研究》，8，148-150。例如得分的權重為 $|.844| / (|.844| + |.877|) = .490$ ，餘依此類推。

* $p < .05$

二、職棒比賽得分與失分之個別評估準則與其權重分析

因為採用平均每場得分及每場失分來計算球隊勝率的影響權重的關係，本研究在此部份採用單場比賽結果來找出得分與失分的評估準則及其權重。透過迴歸分析的結果顯示（如表 2），得分的評估準則有一壘打、二壘打、三壘打、全壘打、四死球、高飛犧牲打、盜壘成功、雙殺打、被三振及盜壘刺殺等十項，上述這些評估準則對得分的解釋能力達 76.9%（調整後解釋能力為 76.8%），表示上述評估準則對於得分具有高度的解釋能力。因為棒球比賽中得分越多越好（望大型），因此評估準則中不同方向性的雙殺打、被三振及盜壘刺殺等準則為望小型，其餘皆為望大型的準則。另外，失分的評估準則有防禦率、面對



打席、投手犯規、被全壘打、被安打、投四死、投三振及投球局數等八項。在棒球比賽中失分越少的球隊獲勝機會相對提高，因此失分為望小型。根據表 2 顯示的結果可知，防禦率、面對打席、投手犯規、被全壘打、被安打及投四死等六項評估準則與失分為同方向性，因此皆為望小型；至於投三振及投球局數與失分的方向性相反，因此該兩項評估準則為望大型。

表 2

中華職業棒球大聯盟得分與失分評估準則迴歸分析及權重摘要表

依變數	自變數	標準化 β	t -value	F -value	R^2	ΔR^2	權重
得分	一壘打	.467	33.302*	436.497*	.769	.768	.121
	二壘打	.341	24.762*				.088
	三壘打	.169	12.657*				.044
	全壘打	.342	25.495*				.088
	四死球	.244	17.507*				.063
	高飛犧牲打	.128	9.194*				.033
	盜壘成功	.031	2.260*				.008
	雙殺打	-.068	-4.879*				.018
	被三振	-.060	-4.361*				.015
	盜壘刺殺	-.049	-3.644*				.012
失分	防禦率	.669	42.838*	1678.189*	.911	.910	.197
	淨面對打席	.528	18.013*				.156
	投手犯規	.050	6.058*				.015
	被全壘打	.023	2.447*				.007
	被安打	.096	4.155*				.028
	投四死	.111	7.617*				.033
	投三振	-.026	-2.987*				.008
	投球局數	-.228	-13.642*				.066

註：準則權重為各別準則（自變數）之標準化 β 係數絕對值除以所有自變數之標準化 β 係數絕對值相加總合。修改自俞立平、潘雲濤 (2009)。科技評價中不同客觀評價方法權重的比較研究。《科技管理研究》，8，148-150。例如一壘打的權重為 $|.467| / (|.467| + |.341| + |.169| + |.342| + |.244| + |.128| + |.031| + |-.068| + |-.060| + |-.049|) = .121$ ，餘依此類推。

* $p < .05$



為求取評估野手績效的準則權重，其相關資料如表 2 所示，經過計算所得評估準則的權重分別為一壘打 (.121)、二壘打 (.088)、三壘打 (.044)、全壘打 (.088)、四死球 (.063)、高飛犧牲打 (.033)、盜壘成功 (.008)、雙殺打 (.018)、被三振 (.015) 及盜壘刺殺 (.012)。其中與上壘率 (On Base Percentage, OBP) 及長打率 (Slugging Percentage, SLG) 有關的評估準則就佔了得分部份整體權重的 82.3%，這樣的結果與奧克蘭運動家隊所提的選拔野手時所重視的上壘率與長打率兩項特質相符合 (Lewis, 2003)。有關評估投手績效的準則相關資料如表 2 所示。影響失分的評估準則有防禦率、淨面對打席、投手犯規、被全壘打、被安打、投四死、投三振及投球局數等八項，上述這些評估準則對得分的解釋能力達 91.1% (調整後解釋能力為 91.0%)，表示上述評估準則對於失分具有高度的解釋能力。為評估投手的績效，計算與失分有關的評估準則的權重，各評估準則權重分別為防禦率 (.197)、淨面對打席 (.156)、投手犯規 (.015)、被全壘打 (.007)、被安打 (.028)、投四死 (.033)、投三振 (.008) 及投球局數 (.066)。其中對失分最具影響力的是防禦率，再來是淨面對打席及投球局數。其中防禦率為最重要的評估準則，此部份的結果與陳志成 (2012b) 針對職業棒球隊投手任務分配及莊忠柱等 (2013) 針對職業棒球隊補強的投手部份的研究結果，在中繼與救援兩類投手 (非先發投手) 的部份相同；但與 Chen et al., (2014) 針對職業棒球隊選擇先發投手及陳志成 (2012b) 及莊忠柱等 (2013) 研究中針對先發投手部份的研究結果不同。

三、 中華職業棒球大聯盟2014年各隊球員之績效分析

本研究透過迴歸分析先找出中華職業棒球大聯盟球隊平均每場得分與失分對於球隊勝率的權重之後，隨即找出投手及野手績效的評估準則及準則權重 (表 2 所示)，再由中華職業棒球大聯盟官方網站及職業棒球雜誌收集球員之績效評估準則表現與薪資資訊，跟著使用灰色理論中的灰關聯分析法針對各隊球員在各項評估準則實際表現值進行運算，得出球員之綜合表現值。接著應用成本效益分析中的益本比法則計算出各隊球員之績效值，最後即可將各隊球員的績效表現依相對分數高低排列出，本文以上述方式與準則進行中華職業棒球大聯盟 2014 年球季各隊球員績效評估比較。

本研究首先將 2014 年中華職業棒球大聯盟各隊投手與野手在各項評估準



則上的表現 (如表 3、4)，分別透過灰關聯分析法的步驟，先找出每個準則的參考序列；接著由方程式 (1) 與方程式 (2)，分別將評估準則資料中望大型與望小型的資料標準化；然後再將標準化過之資料經由方程式 (3) 計算出每個球員在各評估準則上與參考序列之灰關聯距離；取得灰關聯距離後，隨即透過方程式 (4) 計算出每個球員在各評估準則上與參考序列之灰關聯係數；再利用方程式 (5) 將每個球員在評估準則上的灰關聯係數分別乘上其權重 (如圖 3) 並加總，加總所得之數值最後由方程式 (6) 將其理想化 (如表 5、表 6 所示)，所得之數值為每位球員的綜合指標表現值 (灰關聯度)。計算出綜合指標表現值後，接著本研究將職業棒球雜誌獲得之 2014 年中華職業棒球大聯盟球員薪資透過方程式 (7) 將薪資數值標準化。本研究取得球員綜合指標表現值與薪資標準化值後，隨即透過方程式 (8) 計算出每位球員之績效值，並依數值高低排序出球員之績效表現。



圖 3 職棒球員績效評估層級準則權重圖



表5及表6所呈現的資料為2014年中華職業棒球大聯盟球員績效評估之相關資料，其中包括了綜合指標表現值及其排序、薪資資料與績效及其排名。本研究此次分析的球員共計173位，其中包括了94位野手及79位的投手。在綜合指標表現值方面，依序由大至小，前14名都為野手，表現最佳的是F72 (其表現為一壘安打114、二壘安打32、三壘安打1、全壘打14、四死球45、高飛犧牲打8、盜壘成功1、雙殺打13、被三振33及盜壘刺殺0，經過方程式 (1)~(4) 求得正規化之值分別為.905、1.000、.100、.778、.549、.800、.032、.278、.676、1.000，再分別乘上表2呈現之與得分有關準則之權重後並透過方程式 (5) 加總後得其灰關聯度為.355，該選手當年打席數為520，為規定打席數372之1.398倍，故其綜合表現值為.496，為所有野手表現最佳，再經方程式 (6) 理想化後之綜合表現值為1.000；其年薪資料經正規化後值為.545，最後經過方程式 (8) 得績效值為1.833)，其次為F28；投手表現最佳的是P22 (整體排序為15)，其次為P43 (整體排序為17)。在績效方面，根據表3的資料可知中華職業棒球大聯盟173位受評球員的績效值在6.255~.000。其中有78位球員績效值大於1，表示這78位球員有相對表現較佳的績效值。其餘95位球員績效值小於1 (如表4所示)，代表上述95位球員的績效值相對表現較差。績效表現較佳球員的前五名分別為F24、F45、F91、F84及F32等5名球員，這五名球員皆為野手，其表現的績效值皆大於5.000。至於，投手中績效表現最佳的是P38球員，再來是P72球員，這兩位分別排名所有球員中的第7名及第10名。績效表現較差的95位球員中以P56及F69等兩名球員表現最差，績效值皆為0，表示中華職業棒球大聯盟2014年球季中，這兩名球員對所屬球隊追求目標的過程中貢獻程度為0。



表 3

2014 年中華職業棒球大聯盟各隊投手各項評估準則表現一覽表

NAME	ERA	淨BF	BK	HR	H	BB	SO	IP	NAME	ERA	淨BF	BK	HR	H	BB	SO	IP	NAME	ERA	淨BF	BK	HR	H	BB	SO	IP
P1	3.869	5.000	0	2	121	27	61	107	P28	3.553	1.000	0	1	11	4	7	12.2	P55	0.000	2.000	0	0	6	1	2	6
P2	1.241	1.109	0	1	46	21	46	58	P29	3.072	1.288	0	3	51	20	34	55.2	P56	55.000	4.000	0	0	3	1	0	0
P3	2.170	6.412	0	3	95	31	72	103.2	P30	4.200	2.556	0	2	64	32	40	60	P57	54.000	4.000	0	0	2	2	0	0.1
P4	4.805	7.875	0	0	55	14	14	39.1	P31	4.000	0.941	0	3	27	8	14	27	P58	0.964	1.200	0	0	11	1	7	9.1
P5	4.014	6.769	0	7	68	26	37	74	P32	5.294	5.750	0	1	18	5	14	17	P59	9.000	4.000	0	2	15	5	8	9
P6	3.644	7.474	0	7	112	42	69	108.2	P33	3.266	1.212	1	3	40	6	14	41.1	P60	18.000	6.667	0	2	13	5	1	5
P7	4.154	5.842	0	1	101	18	71	73.2	P34	0.000	0.800	0	0	2	3	5	5.1	P61	3.068	4.000	0	0	11	10	9	14.2
P8	11.323	7.667	0	1	21	4	3	10.1	P35	0.000	4.000	0	0	1	2	2	2.2	P62	2.129	6.071	0	1	58	33	110	93
P9	4.500	1.500	0	0	2	1	0	2	P36	16.200	7.000	0	0	3	3	1	1.2	P63	3.823	5.875	0	2	37	14	14	37.2
P10	7.794	2.824	0	4	41	15	11	32.1	P37	21.600	6.000	0	0	1	4	1	1.2	P64	9.000	4.667	0	1	13	3	8	8
P11	3.652	1.415	0	2	68	33	59	69	P38	4.643	4.810	0	7	76	27	35	73.2	P65	3.046	1.475	0	4	61	26	64	65
P12	4.655	2.000	0	0	13	3	8	9.2	P39	2.589	1.340	0	1	51	20	67	48.2	P66	5.311	4.600	0	7	98	23	54	81.1
P13	6.000	3.182	0	0	28	8	14	18	P40	3.391	8.727	0	9	172	34	94	138	P67	4.623	3.424	0	8	95	34	54	85.2
P14	4.500	3.500	0	1	5	2	0	4	P41	2.585	7.700	0	1	66	15	21	62.2	P68	8.100	1.500	0	1	8	2	2	3.1
P15	3.228	1.692	0	2	31	13	29	30.2	P42	3.231	1.325	0	1	46	12	28	39	P69	5.063	1.242	0	2	39	8	10	32
P16	6.494	2.571	0	2	31	13	10	26.1	P43	3.145	6.250	0	5	142	52	67	151.2	P70	5.087	1.462	0	1	31	6	14	23
P17	2.956	5.273	0	1	56	15	26	45.2	P44	4.974	1.186	0	3	40	19	21	38	P71	6.750	3.000	0	1	15	2	8	8
P18	4.841	1.838	0	3	43	24	34	48.1	P45	5.192	4.913	0	4	97	29	43	78	P72	4.229	7.259	1	8	153	51	119	138.1
P19	2.348	1.135	0	2	51	18	23	53.2	P46	3.268	6.917	0	0	70	17	24	63.1	P73	2.755	1.833	0	1	16	8	11	16.1
P20	1.500	7.000	0	0	4	5	2	6	P47	4.081	1.121	0	3	31	11	8	28.2	P74	7.615	4.833	0	0	17	13	12	13
P21	2.669	4.889	0	2	110	28	75	118	P48	4.086	1.143	0	7	59	8	36	61.2	P75	0.000	0.917	0	0	6	6	19	15.2
P22	2.476	7.591	0	6	150	36	108	152.2	P49	3.867	8.130	0	9	143	59	76	130.1	P76	4.774	2.926	0	1	62	16	21	54.2
P23	5.727	1.727	0	5	48	11	19	33	P50	3.857	1.342	0	2	41	15	26	39.2	P77	6.085	3.167	2	1	31	9	8	23.2
P24	3.405	8.130	0	5	157	45	100	148	P51	27.000	8.500	0	0	13	2	3	2.2	P78	2.269	1.536	0	3	33	11	17	39.2
P25	7.826	7.429	0	1	37	16	6	23	P52	6.231	1.231	0	1	11	9	8	13	P79	7.364	2.500	0	0	11	5	7	7.1
P26	9.529	7.333	0	1	20	3	10	11.1	P53	2.455	3.444	0	5	79	23	25	69.2									
P27	5.440	3.632	0	3	45	37	32	44.2	P54	23.143	9.000	0	1	7	3	0	2.1									



表 4

2014 年中華職業棒球大聯盟各隊野手各項評估準則表現一覽表

NAME	1B	2B	3B	HR	BB	SF	SB	GIDP	SO	CS	NAME	1B	2B	3B	HR	BB	SF	SB	GIDP	SO	CS	NAME	1B	2B	3B	HR	BB	SF	SB	GIDP	SO	CS
F01	69	27	2	11	44	5	14	9	87	2	F33	15	5	0	2	4	0	0	4	25	0	F65	7	1	0	1	4	0	0	0	10	1
F02	10	1	0	0	13	1	0	2	21	0	F34	6	1	0	0	1	3	0	0	10	0	F66	33	6	3	0	9	1	4	4	42	2
F03	87	16	2	16	37	1	0	18	61	0	F35	15	7	0	5	6	0	0	1	37	0	F67	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
F04	20	9	1	4	18	1	1	3	38	1	F36	19	1	1	0	6	1	1	0	23	2	F68	3	2	0	0	1	0	1	1	10	0
F05	54	16	0	1	18	5	1	11	23	1	F37	10	2	0	0	3	1	0	2	9	0	F69	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
F06	77	13	1	8	32	3	4	11	44	3	F38	9	5	0	4	15	0	0	2	17	1	F70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F07	14	5	0	2	13	0	1	4	17	0	F39	4	2	0	0	4	0	1	0	8	2	F71	3	0	0	0	1	0	1	0	3	1
F08	83	23	1	1	47	2	7	2	52	8	F40	4	3	0	0	4	0	1	1	4	0	F72	114	32	1	14	45	8	1	13	33	0
F09	88	12	2	1	35	2	31	7	52	7	F41	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	F73	12	4	0	0	3	1	0	0	5	0
F10	68	7	4	0	11	4	9	5	33	5	F42	2	0	0	0	1	0	3	0	8	1	F74	126	27	4	5	33	3	12	16	35	2
F11	46	14	1	3	15	4	1	4	54	2	F43	30	6	0	1	4	0	1	8	31	0	F75	116	16	1	1	27	6	3	11	46	3
F12	18	1	0	0	9	0	4	5	18	3	F44	3	2	1	0	3	1	0	2	7	0	F76	77	14	1	1	39	4	20	10	49	10
F13	5	1	0	0	0	0	0	2	5	0	F45	43	12	3	4	17	2	6	5	57	3	F77	51	3	1	0	12	0	1	7	24	2
F14	14	5	1	1	8	1	1	3	16	0	F46	11	0	2	0	3	0	0	0	5	0	F78	26	14	0	18	32	0	6	4	42	0
F15	11	10	0	0	7	1	10	2	29	1	F47	1	0	0	0	0	0	0	0	4	0	F79	11	2	0	0	3	0	0	1	9	0
F16	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	F48	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	F80	5	0	0	0	6	0	0	0	3	0
F17	43	5	2	0	6	2	7	4	22	2	F49	81	21	3	6	33	6	14	13	58	3	F81	41	9	0	0	16	3	2	7	35	2
F18	24	7	0	0	11	0	0	3	20	0	F50	53	14	1	0	29	2	4	8	30	0	F82	51	8	2	0	19	0	5	11	43	1
F19	33	6	0	0	3	1	8	4	24	1	F51	52	17	3	7	49	4	10	5	65	1	F83	40	6	2	0	19	2	3	3	34	1
F20	10	1	0	0	7	2	2	1	16	0	F52	37	7	0	5	16	0	0	6	32	1	F84	64	17	1	8	14	5	1	10	60	0
F21	1	0	0	0	2	0	0	2	5	0	F53	72	13	2	2	29	2	1	15	49	1	F85	89	14	1	0	22	3	12	7	53	4
F22	6	1	0	0	2	0	0	1	12	0	F54	79	19	4	11	45	4	13	13	80	8	F86	13	0	0	0	1	0	0	3	17	0
F23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	F55	70	15	3	11	52	10	5	7	102	2	F87	1	1	0	0	2	1	0	0	1	0
F24	69	20	1	4	21	7	20	6	42	1	F56	88	20	1	0	23	1	22	4	37	6	F88	27	5	0	1	5	0	0	4	22	0
F25	95	15	1	9	82	6	18	12	69	7	F57	59	8	0	3	11	3	4	2	33	4	F89	18	4	0	0	14	2	2	3	15	0
F26	72	15	1	4	41	3	6	4	56	1	F58	33	8	0	5	26	2	0	1	51	3	F90	7	1	0	0	1	0	0	0	10	0
F27	17	1	0	1	12	1	0	6	9	0	F59	24	4	1	1	16	0	1	3	43	0	F91	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0
F28	123	25	3	3	45	4	19	7	40	13	F60	3	2	0	0	4	0	0	2	7	0	F92	65	11	1	2	25	3	1	5	62	2
F29	71	16	0	0	26	1	21	10	58	5	F61	29	0	0	2	11	0	1	4	32	1	F93	34	4	1	0	6	0	5	3	30	1
F30	48	11	0	2	22	2	1	4	31	1	F62	23	8	0	0	11	1	0	9	25	1	F94	0	1	0	0	0	0	0	2	1	0
F31	67	18	10	10	32	6	20	5	73	6	F63	53	10	1	1	21	3	8	10	61	6	F95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F32	84	28	1	3	23	6	10	8	38	4	F64	23	2	0	0	5	1	0	4	45	0											



表 5

2014 年中華職業棒球大聯盟績效值表現較佳球員一覽表

球 員	灰關 聯度	綜合指 標表現 值	表現值 排名	年薪	績效 排名	球 員	灰關 聯度	綜合指 標表現 值	表現值 排名	年薪	績效 排名		
F24	.355	.409	29	.065	6.255	1	F30	.212	.328	40	.175	1.877	40
F45	.303	.316	45	.055	5.796	2	F74	.208	.701	5	.382	1.835	41
F91	.315	.353	36	.065	5.386	3	F72	.266	1.000	1	.545	1.833	42
F84	.289	.460	21	.087	5.272	4	F56	.219	.310	46	.175	1.777	43
F32	.267	.681	6	.131	5.203	5	F73	.202	.862	3	.491	1.756	44
F31	.265	.661	7	.147	4.489	6	P07	.211	.245	54	.142	1.729	45
P38	.275	.244	55	.055	4.470	7	F88	.213	.121	94	.071	1.705	46
F83	.274	.388	31	.098	3.952	8	P30	.194	.201	65	.120	1.672	47
F28	.271	.877	2	.229	3.829	9	F87	.201	.127	92	.076	1.669	48
P72	.258	.434	27	.120	3.617	10	F18	.194	.136	89	.082	1.667	49
P19	.277	.190	68	.055	3.487	11	P29	.209	.194	66	.120	1.618	50
F08	.252	.596	12	.175	3.416	12	F35	.198	.158	79	.098	1.605	51
F62	.252	.346	38	.104	3.340	13	P67	.194	.280	47	.175	1.605	52
F54	.235	.655	9	.207	3.160	14	P33	.201	.148	83	.093	1.601	53
F09	.199	.530	14	.169	3.132	15	F57	.198	.258	50	.169	1.526	54
F81	.241	.317	44	.109	2.909	16	F63	.197	.139	86	.093	1.498	55
F92	.195	.166	74	.060	2.763	17	F75	.202	.443	26	.305	1.451	56
F55	.236	.498	16	.185	2.683	18	P15	.204	.110	101	.076	1.443	57
F11	.193	.357	33	.136	2.615	19	F01	.200	.655	8	.458	1.430	58
P24	.235	.481	19	.185	2.593	20	F61	.203	.151	81	.109	1.388	59
F10	.231	.364	32	.142	2.563	21	P66	.205	.266	49	.196	1.352	60
P53	.241	.237	56	.093	2.552	22	P22	.207	.511	15	.382	1.337	61
P18	.218	.166	75	.065	2.529	23	F77	.208	.318	42	.240	1.325	62
F43	.222	.159	78	.065	2.435	24	F60	.204	.166	73	.125	1.323	63
P78	.191	.144	84	.060	2.402	25	F25	.213	.765	4	.600	1.275	64
P49	.227	.412	28	.175	2.359	26	F05	.199	.318	43	.251	1.267	65
F80	.187	.273	48	.120	2.277	27	F48	.207	.539	13	.436	1.236	66
F03	.188	.641	11	.284	2.260	28	P16	.203	.093	108	.076	1.221	67
F29	.244	.453	23	.207	2.188	29	P43	.211	.497	17	.425	1.167	68
F82	.200	.236	57	.109	2.165	30	F50	.201	.456	22	.393	1.162	69
F06	.235	.471	20	.218	2.158	31	F15	.203	.114	98	.098	1.160	70
P06	.216	.353	34	.164	2.156	32	F52	.197	.447	24	.388	1.150	71
F17	.214	.187	69	.087	2.141	33	F36	.209	.112	99	.098	1.136	72
F19	.193	.162	76	.076	2.119	34	P65	.192	.222	59	.196	1.129	73
P17	.202	.161	77	.076	2.112	35	P27	.196	.151	82	.136	1.105	74
F65	.217	.178	71	.087	2.037	36	P03	.204	.353	35	.327	1.077	75
P76	.195	.186	70	.093	2.009	37	P05	.196	.250	53	.235	1.065	76
P11	.203	.233	58	.120	1.938	38	F58	.210	.158	80	.153	1.031	77
F53	.217	.651	10	.338	1.926	39	P61	.193	.055	122	.055	1.013	78



表 6

2014 年中華職業棒球大聯盟績效值表現較差球員一覽表

球員	灰關聯度	綜合指標表現值	表現值排名	年薪	績效	績效排名	球員	灰關聯度	綜合指標表現值	表現值排名	年薪	績效	績效排名
F26	.202	.484	18	.491	.985	79	P47	.212	.103	104	.251	.411	127
P48	.196	.215	62	.218	.984	80	P63	.194	.134	90	.327	.410	128
F38	.193	.083	109	.087	.950	81	F34	.191	.044	130	.109	.400	129
P77	.201	.083	110	.087	.948	82	F40	.196	.028	144	.076	.373	130
P01	.214	.351	37	.371	.946	83	P44	.193	.134	91	.360	.372	131
F33	.216	.122	93	.131	.929	84	P28	.213	.048	125	.131	.367	132
F46	.210	.050	123	.055	.924	85	F27	.192	.118	95	.327	.362	133
F76	.190	.257	51	.284	.907	86	P12	.210	.036	136	.104	.349	134
P50	.211	.140	85	.158	.887	87	F78	.231	.057	119	.164	.347	135
P10	.206	.111	100	.125	.886	88	F42	.223	.022	148	.071	.306	136
F14	.198	.096	107	.109	.881	89	F02	.195	.098	106	.327	.299	137
P45	.212	.254	52	.289	.880	90	P26	.214	.041	132	.142	.286	138
P46	.208	.218	60	.251	.869	91	P60	.191	.017	151	.060	.285	139
F12	.196	.104	103	.120	.867	92	P55	.219	.024	146	.083	.284	140
P31	.193	.098	105	.120	.820	93	P42	.217	.139	87	.491	.283	141
P21	.197	.397	30	.491	.808	94	F79	.192	.034	137	.125	.270	142
F49	.193	.346	39	.436	.793	95	P08	.191	.037	134	.142	.257	143
P69	.212	.114	96	.147	.775	96	F59	.194	.033	139	.136	.244	144
F20	.205	.058	118	.076	.759	97	F21	.219	.019	150	.076	.243	145
F89	.196	.049	124	.071	.696	98	F13	.212	.029	143	.120	.242	146
P40	.194	.444	25	.655	.678	99	P34	.194	.021	149	.093	.228	147
F04	.204	.191	67	.284	.672	100	P71	.191	.029	140	.131	.225	148
P13	.214	.064	114	.098	.657	101	F66	.196	.015	154	.068	.217	149
F44	.196	.043	131	.065	.656	102	F47	.193	.012	156	.055	.211	150
P75	.186	.061	116	.094	.650	103	F86	.213	.016	152	.087	.182	151
F85	.214	.056	120	.087	.645	104	P39	.192	.178	72	1.000	.178	152
P32	.217	.063	115	.098	.637	105	P14	.210	.015	153	.093	.164	153
P02	.192	.208	64	.327	.634	106	F70	.231	.008	159	.055	.153	154
P70	.202	.083	111	.131	.631	107	F71	.223	.071	113	.524	.136	155
P23	.196	.114	97	.185	.615	108	P64	.195	.029	141	.240	.122	156
F22	.193	.045	129	.076	.584	109	P35	.214	.009	157	.076	.121	157
F37	.201	.056	121	.098	.565	110	F93	.191	.007	162	.060	.121	158
F51	.214	.211	63	.393	.537	111	P54	.219	.008	160	.087	.091	159
P59	.216	.034	138	.064	.522	112	P37	.217	.005	164	.060	.077	160
P58	.210	.036	135	.071	.511	113	P51	.192	.009	158	.120	.074	161
P73	.190	.061	117	.120	.509	114	P68	.191	.012	155	.168	.074	162
F64	.211	.045	128	.089	.505	115	P36	.194	.005	163	.071	.067	163
P52	.206	.048	126	.095	.504	116	P09	.219	.008	161	.142	.054	164
F07	.198	.104	102	.207	.503	117	F90	.235	.003	168	.069	.046	165
P62	.212	.326	41	.655	.497	118	F16	.231	.004	165	.098	.043	166
F39	.202	.041	133	.082	.495	119	F23	.191	.003	166	.076	.041	167
P25	.196	.079	112	.175	.451	120	F41	.236	.003	167	.076	.041	168
P79	.193	.027	145	.060	.449	121	F94	.212	.001	169	.060	.018	169
F67	.201	.029	142	.065	.445	122	F68	.194	.001	170	.065	.016	170
P41	.214	.217	61	.491	.442	123	P57	.191	.001	171	.076	.014	171
P20	.216	.023	147	.055	.428	124	F69	.196	.000	172	.060	.000	172
P04	.210	.137	88	.327	.420	125	P56	.193	.000	173	.082	.000	173
P74	.190	.046	127	.111	.416	126							



肆、討論

本研究針對 2014 年中華職業棒球大聯盟各隊球員進行績效評估分析,先使用迴歸分析分別找出球隊得分與失分對於球隊勝率的影響程度(權重),接著又找出影響得分與失分的評估準則及其權重。再來藉由灰關聯分析法計算出每位球員的綜合指標表現值,最後透過成本效益分析計算出每位球員的績效值,並進行排序。本研究結果之討論、對中華職業棒球大聯盟球隊及後續研究的建議及本研究之限制分述如後。

一、職棒比賽得分與失分對勝率影響權重分析

單季平均每場得失分對於球隊單季勝率影響方面,本研究結果發現平均每場得失分對球隊單季勝率影響的權重分別為.490 及.510,此部分的結果與過去認為投手對比賽勝負影響力高達 60%~80% (陳志成, 2012a; 陳志成, 2012b; 廖文男、林啟川、高英傑、彭國平, 2003) 的認知有些出入。表示在棒球比賽中,雖然投手是最容易受到矚目的位置,但是投手在投球時還需要場上其他 8 位球員的協助,才能朝向球隊的目標「贏球」前進;這也表示當職業棒球隊朝向「贏球」這個組織的目標時,投手與野手的貢獻程度是相當接近的。

二、職棒比賽得分與失分之個別評估準則與其權重分析

透過本研究結果發現,有關職業棒球隊得分部分找出 10 個評估準則,其中 6 個評估準則與 Lewis (2003) 所提的上壘率及長打率有關,佔整個球隊得分評估準則整體權重的 82.3%。另外 4 個評估準則也多與避免出局有關(除高飛犧牲打外),加上先前的 6 個評估準則,佔得分整體權重的比例高達 98.4%。因此本研究所提之職業棒球隊得分評估準則幾乎都與如何不造成出局有關,這也與奧克蘭運動家隊所提的球隊上壘率如果達 100%,所得分數會是無限大的概念一致。因此本研究所提之職業棒球隊在得分方面的評估準則應是合理的,且又為一般球員及球迷所熟悉的,因此用本研究所提之評估準則來決定球員表現孰優孰劣時,應該可避免不必要的認知落差。另外,關於職業棒球隊失分部份的 8 個評估準則方面,本研究結果發現防禦率是評估準則最重要的,這與過去



有關於職業棒球領域相關研究皆提到對於先發投手而言防禦率並非最重要之評估準則（莊忠柱等，2013；陳志成，2012b；Chen et al., 2014），也與 Lewis(2003) 在魔球一書中所提的被上壘率 (Walks Plus Hits per Inning Pitched, WHIP) 及三振率 (Strikes outs per Nine Innings, K/9) 不同。但也有研究認為在評估中繼與救援兩類投手時，防禦率是最重要的評估準則（莊忠柱等，2013；陳志成，2012b）。另外，本研究所提之與失分有關的評估準則中與被上壘率及三振率有關的評估準則就佔了失分部份整體權重的 45.4%，這部份其實也與莊忠柱等 (2013)、陳志成 (2012b)、Chen et al. (2014) 及 Lewis (2003) 等研究所提之概念相同。這樣的結果應與先發投手被看重的是要能夠多投幾局，至於中繼或救援兩類的投手被重視的是要能夠不失分有關。根據上述，本研究所找出之評估野手與投手續效的評估準則，除了具有統計上的高解釋能力外，也與類似相關研究相符。綜合以上，本研究所提出之評估投手與野手的評估準則具有一定的有效性，也為相關議題之研究者所採用，更廣為一般球迷所接受。

三、 中華職業棒球大聯盟2014年各球隊球員績效分析

績效評估最主要的目的是衡量組織投入與產出之間的相對表現，本研究將此概念應用於中華職業棒球大聯盟中的各隊球員身上，用意在於瞭解球員的綜合指標表現值（產出）與其所領之薪資（投入）之相對結果。以整體球員來說，本研究結果發現，2014 年中華職業棒球大聯盟各隊中，受評估的球員共計有 173 位，其中有 78 位球員的績效值大於 1，也就是說這 78 位球員的產出相對高於球隊對其的期待。但是，另外的 95 位球員的績效值小於 1，也就表示這 95 位球員所產出的結果低於球隊對其的期待。一般大眾的認知，產出的水準至少應該與所獲薪資相對等，甚至應該是超出，但是本研究的結果卻呈現中華職業棒球大聯盟有超過 54% 以上的球員並未達到應有的產出量。接著再以投手與野手兩類位置細分，績效值表現較佳的 78 位球員中有 51 位是野手，另外 27 位為投手，績效值表現不佳的 95 位球員中，野手有 43 位、投手有 52 位。由此發現，中華職業棒球大聯盟的投手在 2014 年球季的績效表現上，超過 65% 的投手未達球隊的期待。反觀野手的部份，符合球隊期待者超過 54%。依照上述結果，我們可知中華職業棒球大聯盟的球員超過半數績效不佳，又以位置為投手的球員居多。其中原因應與本研究採用投手應達到投球 120 局比例原則及現代職業棒球投手分工精細的觀念有關。在台灣，一般都認為投手對球隊勝負比較具有



影響力的認知下，球隊可能會用較佳的選秀順位，給予較高的簽約金與薪資來聘用投手。另外，以目前職業棒球的發展來分析，投手在分工上比野手來的細，除了過去傳統的先發、中繼、後援三類外，還有敗戰處理投手、佈局投手或功能型投手...等，也都是導致了多數投手無法達到投球局數 120 局的門檻。領較高薪資又無法達到門檻的雙重原因下，造成中華職業棒球大聯盟的投手普遍績效表現不佳。至於野手的部分，有超過半數的野手績效表現較佳，雖然比賽中野手的人數多於投手，但是野手也必須達到 372 個打數的比例原則。因此會有野手績效表現較佳的結果，除了比賽場中人數較多之外，還有一種可能，就是野手的薪資水準低於投手的薪資水準。

四、 結論；

如果職業棒球隊的目標是獲利，諸多方法中「贏球」是最好且最具說服力的方法，如何提高球隊勝率才是最主要努力的方向（做對的事情），找到方向後就應該要把事情做對。綜合以上結果發現，棒球比賽中得分與失分是影響勝負最重要的因素，本研究發現兩者的重要性相近，也就表示投手與野手重要性相近，顛覆台灣棒球界過去重投手而輕野手的傳統觀念（陳志成，2012a、2012b；廖文男等，2003）。既然得分與失分是影響職業棒球隊勝負的重點，就應該找出評估得分與失分能力的關鍵評估準則才是，本研究透過迴歸分析分別找到影響得失分的評估準則及其權重，所找出的評估準則與權重比率類似於奧克蘭運動家隊評選投手及野手概念（Lewis, 2003），也與近年來有關於台灣職業棒球評選議題有關的研究相類似（莊忠柱等，2013；陳志成，2012b；Chen et al., 2014）。最後，本研究利用分析中所找到的評估準則及其權重，再配合灰關聯分析法及益本比法則來計算球員的績效表現。結果發現，在中華職業棒球大聯盟中，2014 年的球季僅有不到 46% 的球員績效表現較佳，倒是有超過 54% 的球員績效表現不佳，尤其是投手的部份。這也表示大部份球員未達到球隊要求該有的表現，卻領取超額的薪資。根據以上得知，有半數以上的中華職業棒球大聯盟球員績效表現不佳，對於正在發展中的台灣職業棒球運動，並不是好現象，這表示中華職業棒球大聯盟中的球隊在核定薪資時，還是跟傳統的職業運動決策者一樣，依照直覺或個人好惡來做決策（Bodin & Epstein, 2000），並沒有依據重要的評估準則及適切的方法來評估，這樣會造成球隊的財務損失。為此本研究提出迴歸分析結合灰關聯分析法與成本效益分析三種方法的混合模



式，來協助中華職業棒球大聯盟球隊執行球員績效評估，評判球員的績效優劣。根據分析結果顯示，本研究所建構的績效評估模式效能及效率兼具，因為能夠有效的計算出每名球員對於球隊追求目標過程中的相對貢獻程度及相對報酬比例，進而計算出球隊對每名球員的投入與球員產出之間的相對關係（績效值），因此能清楚的判別出每位球員的績效表現值，結果對於球隊在評估球員當年度的貢獻及未來的獎勵或核定來年薪資是有所助益的。

五、建議

績效評估最主要之目的是組織追蹤員工達成組織目標的程度。常有大筆金額交易的職業運動聯盟更是注重此議題。因此，中華職業棒球大聯盟球隊的高層在訂定球員績效評估的準則時應該要能夠針對組織目標，而不是以某些非關緊要的項目或是依照個人偏好。另外，本研究所建構的績效評估模式除可應用於目前中華職業棒球大聯盟比賽中偶有野手或投手擔任非原分配之任務之狀況外，亦可將此概念應用於投手需要負責打擊任務的美國職棒大聯盟中的國家聯盟 (National League) 及 日本職棒的中央聯盟 (Central League) 進行球員的績效評估。本研究此次並無針對現代職業棒球分工較精細的概念建立評估模式，建議後續研究者可以在同樣的關鍵評估準則下，依照每個職業棒球位置的球員，透過各種權重調查的方式，找到每個關鍵準則在每個位置的適合權重，給予更有效的績效評估，其結果可更有利於決策者在獎勵、核薪及續約與否的參考，使決策者之決策更有效率。

致謝

本研究受中華民國科技部 Ministry of Science and Technology (MOST) 經費(編號：103-2410-H-156-019) 之補助，特別致謝。

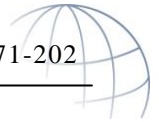


參考文獻

- 中華民國棒球協會 (2014)。《中華民國棒球規則》。取自中華民國棒球協會官方網站http://www.ctba.org.tw/file/rules_2014.pdf
- 余文德、蔡宜靜 (2006)。資料包絡分析法應用於評估知識管理效率之初步探討。《中華技術》，70，80-85。
- 吳濟華、何柏正、游秉睿 (2008)。我國職棒球隊績效評估與管理改進策略：二階段DEA法之應用。《休閒與遊憩研究》，2(1)，31-69。
- 呂宛蓁、鄭志富 (2008)。職棒觀眾觀賞行為意圖模式之研究。《大專體育學刊》，10(3)，57-71。
- 李俞麟、施致平、黃蕙娟 (2011)。美國職業棒球大聯盟球隊績效評估之研究。《臺灣體育運動管理學報》，11(4)，317-335。
- 周文賢 (2002)。《多變量統計分析-SAS/STAT使用方法》。台北市：智勝文化。
- 林士彥、林惟璵 (2005)。職業棒球球員評選模式建立之研究—以中華職棒大聯盟最佳投手為例。《休閒運動期刊》，4，109-125。
- 林士彥、張良漢 (2008)。職棒捕手績效評估之研究。《管理實務與理論研究》，2(2)，105-120。
- 林文斌 (2004)。運用資料包絡分析法評估2003年中華職棒大聯盟投手球員績表現。《大專體育學刊》，6(3)，119-131。
- 林文斌 (2005)。中華職棒大聯盟教練團管理績效評估分析。《臺灣體育運動管理學報》，3，183-200。
- 林文斌 (2008)。2007年中華職棒大聯盟運動員年度獎項決策分析。《臺灣體育運動管理學報》，7，127-141。
- 林文斌 (2010)。國際運動賽會參賽績效管理-以東亞運動會為例。《體育學報》，43(4)，109-126。
- 俞立平、潘雲濤 (2009)。科技評價中不同客觀評價方法權重的比較研究。《科技管理研究》，8，148-150。
- 翁慶昌、陳嘉樞、賴宏仁 (2001)。《灰色系統基本方法及其應用》。臺北市：高立圖書。
- 張素琴 (2009)。高校政府採購績效初探。《實驗室研究與探索》，28(8)，172-175。
- 莊忠柱、陳天賜、姚為守 (2004)。職業棒球主場觀眾人數的影響因素之探討—以中華職棒聯盟為例。《體育學報》，37，163-175。



- 莊忠柱、陳天賜、陳志成 (2013)。臺灣職棒球隊補強策略之建構。 *大專體育學刊*，15(4)，394-410。 doi:10.5297//ser.1504.002.
- 陳志成、鄭俊傑、陳天賜 (2005)。應用標竿管理法於職業棒球之分析。 *輔仁大學體育學刊*，4，206-218。
- 陳志成、陳天賜 (2009)。2008 年中華職棒大聯盟先發投手投球技術定位之研究-多元尺度法之應用。 *輔仁大學體育學刊*，8，109-135。
- 陳志成 (2012a)。應用邏輯斯迴歸建構中華職棒大聯盟優質先發之模型。 *輔仁大學體育學刊*，11，18-34。
- 陳志成 (2012b)。臺灣職棒對投手任務分配模式之建構。 *臺灣體育運動管理學報*，12(1)，51-73。
- 陳成業 (2012)。中華職棒賽會現場觀賞之阻礙因素。 *大專體育學刊*，14(3)，275-287。 doi:10.5297//ser.1403.001.
- 陳宗毅、黃煜 (2010)。職業運動賽會門票銷售通路之探討—以中華職業棒球聯盟為例。 *中華體育季刊*，24(4)，120-129。
- 陳細鈿 (2011)。連鎖便利商店服務品質績效評估與服務策略比較之研究—以7-11 及全家便利商店為例。 *創新與經營管理學刊*，2(1)，81-96。 doi:10.6270/JIBM.2011.2(1)81.
- 陳鴻雁 (2002)。運動產業之根基—競技運動。 *國民體育季刊*，135，8-12。
- 童超塵、曾俊傑、李佩熹、張舜傑 (2009)。建構台灣IC設計產業之供應商績效評估模式及實證。 *科技管理學刊*，14(2)，1-26。
- 溫坤禮、張簡士琨、葉鎮愷、王建文、林慧珊 (2007)。 *MATLAB 在灰色系統理論的應用*。台北市：全華圖書。
- 廖文男、林啟川、高英傑、彭國平 (2003)。棒球投手球路與速度之分析—以2001 年世界盃成棒賽為例。 *北體學報*，11，87-98。
- 廖俊欽、洪沛綺、林文斌 (2007)。籃球運動員績效評估—以第二屆超級籃球聯賽為例。 *真理大學運動知識學報*，4，255-268。
- 廖清海、楊世達 (2010)。運動表現與薪資之關聯性探討—以中華職棒大聯盟十九年為例。 *運動與遊憩研究*，4(3)，57-67。
- 蔡西銘、陳獻、林垂鈺 (2004)。養殖漁業生產區公共給排水模式及其優選方法之研究。 *中原學報*，32(3)，275-287。



- 蔡佳惠、趙芳梅 (2009)。WTA職業網球選手之績效評估-資料包絡法之應用。*大專體育學刊*, 11(1), 29-41。
- 蔡孟娟、雷文谷、謝春宣 (2012)。戰力或負擔？中華職棒外籍與本國籍野手績效之比較。*運動休閒管理學報*, 9(2), 202-216。
- 鄧元湘、林文斌、林進隆 (2006)。職業高爾夫運動員績效評估。*大專體育學刊*, 8(2), 107-120。
- 謝仕淵、謝佳芬 (2003)。台灣棒球一百年。臺北市：果實出版社。
- 簡禎富 (2005)。決策分析與管理。臺北市：雙葉。
- Ahmed, F., Deb, K., & Jindal, A. (2013). Multi-objective optimization and decision making approaches to cricket team selection. *Applied Soft Computing*, 13(1), 402-414. doi:10.1016/j.asoc.2012.07.031.
- Amiri, M., Zandieh, M., Soltani, R., & Vahdani, B. (2009). A hybrid multi-criteria decision-making model for firms competence evaluation. *Expert Systems with Applications*, 36, 12314-12322. doi:10.1016/j.eswa.2009.04.045.
- Bodin, L., & Epstein, E. (2000). Who's on first-with probability 0.4. *Computers & Operations Research*, 27, 205-215. doi:10.1016/S0305-0548(99)00002-7.
- Chen, C. C., Lee, Y. T., & Tsai, C. M. (2013). A hybrid assessment method for evaluating the performance of starting pitchers in a professional baseball team. *Proceedings of the 2013 International Conference of Information, Business and Education Technology*, 16, 73-76. doi:10.2991/icibet.2013.16.
- Chen, C. C., Lee, Y. T., & Tsai, C. M. (2014). Professional baseball team starting pitcher selection using AHP and TOPSIS methods. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 14(2), 545-563.
- Cooper, W. W., Ruiz, J. L., & Sirvent, I. (2009). Selecting non-zero weights to evaluate effectiveness of basketball players with DEA. *European Journal of Operational Research*, 195(2), 563-574. doi:10.1016/j.ejor.2008.02.012.
- Deng, J. (1989). Introduction to grey system theory. *The Journal of Grey System*, 1, 1-24.
- Einolf, K. W. (2004). Is winning everything? A data envelopment analysis of major league baseball and national football league. *Journal of Sport Economics*, 5(2), 127-151. doi:10.1177/1527002503254047.



- Fried, H. O., Lambrinos, J., & Tyner, J. (2004). Evaluating the performance of professional golfers on the PGA, LPGA and SPGA tours. *European Journal of Operational Research*, 154, 548-561. doi:10.1016/S0377-2217(03)00188-7.
- Hakes, J. K., & Sauer, R. D. (2007). The Moneyball anomaly and payroll efficiency: A further investigation. *International Journal of Sport Finance*, 2(4), 177-189.
- Lewis, H. F., Lock, K. A., & Sexton, T. R. (2009). Organizational capability, efficiency, and effectiveness in major league baseball: 1901-2002. *European Journal of Operational Research*, 197(2), 731-740. doi:10.1016/j.ejor.2008.07.002.
- Lewis, M. (2003). *Moneyball: The art of winning an unfair game*. New York: Norton.
- Manuel, E. E., & Lucía, I. G. C. (2006). Performance in sports teams: Results and potential in the professional soccer league in Spain. *Management Decision*, 44(8), 1020–1030. doi:10.1108/00251740610690595.
- Saaty, T. L. (1994). *Fundamentals of decision making with the analytic hierarchy process*. PA: RWS Publications.
- Sueyoshi, T., Ohnishi, K., & Kinase, Y. (1999). A benchmark approach for baseball evaluation. *European Journal of Operational Research*, 115, 429-448. doi:10.1016/S0377-2217(98)00126-X.
- Wu, H. Y., Tzeng, G. H., & Chen, Y. H. (2009). A fuzzy MCDM approach for evaluating banking performance based on Balanced Scorecard. *Expert Systems with Applications*, 36(6), 10135-10147. doi:10.1016/j.eswa.2009.01.005.

