

國立臺灣體育學院運動管理學系碩士班
碩士學位論文

日本職棒先發投手每場比賽投球數對
後續表現之影響

EFFECT OF STARTING PITCHERS' PITCH
COUNT PER GAME ON SUBSEQUENT
PERFORMANCE IN NIPPON PROFESSIONAL
BASEBALL



研究生：黃馨云 撰
指導教授：張振崗 博士

中華民國九十九年六月
臺中市

論 文 名 稱： 日 本 職 棒 先 發 投 手 每 場 比 賽 總 頁 數： 5 2
投 球 數 對 後 續 表 現 之 影 響
院 校 所 組 別： 國 立 臺 灣 體 育 學 院 運 動 管 理 學 系 碩 士 班
畢 業 時 間 及 提 要 別： 九 十 八 學 年 度 第 二 學 期 碩 士 學 位 論 文 題 要
研 究 生： 黃 馨 云 指 導 教 授： 張 振 崗 博 士

中 文 摘 要

投球是一個容易受傷的動作，過多的投球負荷，短時間內可能造成疲勞，導致後續表現的下滑，長期的累積，則可能造成運動傷害，但如何評估投球負荷，仍然沒有明確的科學證據，而且僅有的少數研究，大多均以美國職棒為研究對象。日本職棒先發投手輪值比起美國較不固定，其使用模式不一樣，本研究以日本職棒投手為研究對象，探討在不同投球數之後，後續三場比賽的表現。研究範圍為 2006-2009 年間，單年度先發出賽場次 12 場以上，且後援場次 6 場以下之投手，刪除篩選範圍內選手休息天數 14 天以上的場次，以及該場次所影響的統計數據比率場次。統計數據比率則利用 $[(後 3 場 成 績 總 和 - 前 3 場 成 績 總 和) / 前 3 場 成 績 總 和] \times 100\%$ ，以卡方檢定與交差表分析，針對不同工作量及不同投球類型的先發投手，其前 3 場比賽的 PAP^3 累積量 (PAP^3 ， $[投 球 數 - 100]^3$ ，若投球數 < 100 ，則 $PAP^3 = 0$) 與 ERA 比率、WHIP 比率、FIP 比率、DERA 比率、RA 比率、H/PA 比率、BB/PA 比率、SO/PA 比率與 HR/PA 比率的影響。

結果顯示：Workload 1（每場先發投球中位數 < 94 ）的選手，不同 PAP^3 累積量各項比率均無顯著差異，可能因休息天數過多，或是兼任中繼與後援角色，無法看出低投球負

荷量的投手，用球數與後續表現的關係；而 Workload 2（每場先發投球中位數 94-100）投手投球臨界點約在 100 球左右，超過臨界點，ERA 比率、WHIP 比率、FIP 比率、DERA 比率、RA 比率和 H/PA 比率即產生下滑的現象；Workload 3（每場先發投球中位數 101-109）投手雖可承擔的投球數，大約在 110 球，但超過臨界點，ERA、FIP、DERA、RA、H/PA、SO/PA 與 HR/PA 表現較差的比率會明顯增加；Workload 4 投手（每場先發投球中位數 >109）在不同 PAP³ 累積量下，後續的各項統計數據表現大多數無顯著差異，即使前 3 場 PAP³ 累積量調整至投球中位數為 125 球時，表現較差的場次亦無顯著提升，因此日本職棒 Workload 4 的投手，似乎有能力負荷高投球量，而不至於影響後續比賽的表現。在投球類型部分，Finesse 型（ $(BB+SO)/IP < 0.93$ ）和 Average Finesse/Power 型（ $1.13 < (BB+SO)/IP < 0.93$ ）投手，在用球數達 100-109 球後，被擊出安打的比率開始提升，顯示投手的能力下滑，而 Power 型（ $(BB+SO)/IP > 1.13$ ）投手在球數高過 110 球時，三振表現較差的比率大於表現較佳比率。由此看出，日本職棒投手可負荷的投球量很極端，未來可再增加研究範圍，更進一步探討投球量極端的投手群的投球上限。

關鍵詞：日本職棒、先發投手、投球數、PAP³

Title of Thesis: Effect of Starting Pitchers' Pitch Count Per Game on Subsequent Performance In Nippon Professional Baseball

Name of Institute: Graduate Institute of Sport Management

Graduate date: June, 2010 **Degree Conferred:** M.P.E.

Name of student: Shin-Yun Huang **Adviser:** Chen-Kang Chang

Abstract

Pitching is an action that has high risk for injury. In the short term, high pitching load may cause fatigue, leading to the decline in the subsequent performance. In the long term, it may cause sport injuries. So far there is no clear scientific evidence to evaluate the pitching load. The few available focus on Major League The rotation for starting pitchers in Baseball. Nippon Professional Baseball is relatively unstable compared to Major League Baseball. The aim of this study was to investigate the effect of pitch count on the performance in the subsequent 3 games in the starting pitchers in Nippon Professional Baseball. The sample was collected based on more than 12 games as a starter and less than 6 games as a reliever in a season from 2006 to 2009. The games with more than 14 days between the previous start were excluded. The ratio of each pitching statistics was calculated as $[(\text{sum of previous 3 games} - \text{sum of subsequent 3 games}) / \text{sum of previous 3 games}]$. Then Chi-square test and cross tabs were adopted to analyze the effect of workload in the previous 3 games on with the ratio of earned run average (ERA) rate, walk+hit/innings pitched (WHIP), fielding-independent pitching (FIP), defensive-independet ERA (DERA), runs allowed average (RA) rate, hit/plate appearance (H/PA), base

on balls/plate appearance (BB/PA), strike out/plate appearance (SO/PA), and home run/plate appearance (HR/PA). The pitching load was calculated as Pitcher's Abuse Point (PAP^3 , $[\text{pitch count}-100]^3$, if pitch count <100 , then $PAP^3=0$)

The results showed that pitching load had no effect on any statistics in Workload 1 (median pitch per game <94). These group of pitchers may rest for a long time or also be used as relievers. The effect of pitch count and the subsequent performance was inconclusive in these pitchers.. The pitchers in Workload 2 (median pitch per game 94-100) showed a threshold of pitch count at about 100. If the limit was exceeded, the ratios of ERA, WHIP, FIP, DERA, RA and H/PA were decreased in the subsequent games. The pitchers in Workload 3 (median pitch per game 101-109) showed a threshold of pitch count at about 110. If the limit was exceeded, the ratios of ERA, FIP, DERA, RA, H/PA, SO/PA, HR/PA were decreased in the subsequent games. There was no significant difference in most of the statistics in pitchers of Workload 4 (median pitch per game >109). The results were the same even if the median pitch per game was changed to 125. Consequently, Workload 4 pitcher in Nippon Professional Baseball may be able to sustain high pitch count without the effect on the subsequent performance. As far as pitching types, when Finesse ($(BB+SO)/IP < 0.93$) and Average Finesse/Power ($1.13 < (BB+SO)/IP > 0.93$) pitchers' pitch count were up to 100 to 109, the ratio of H/PA began to rise. It suggested that the pitcher's ability declined. When Power ($(BB+SO)/IP > 1.13$) pitchers' pitch count were higher than 110, the performance of SO/PA was declined. The results of this study suggested that the threshold of pitching load has large

individual variations in Nippon Professional Baseball. The future studies can include more players and/or longer durations to further explore the extreme pitchers' pitch count limit.

Key words: Nippon Professional Baseball 、 starting pitcher 、
pitch count 、 PAP³

目錄

中文摘要	i
英文摘要	iii
目錄	vi
第壹章 緒論	1
第一節 研究背景與動機	1
第二節 研究目的	3
第三節 研究對象與範圍	3
第貳章 文獻探討	4
第一節 青少年投手使用	4
第二節 日本職棒發展歷史	7
第三節 日本先發投手使用的歷史	10
第四節 美國先發投手使用的歷史	12
第五節 近代日本職棒先發投手的使用	13
第六節 適合評估投手數據	14
第參章 研究方法	16
第肆章 結果與討論	21
第一節 結果	21
第二節 討論	24
第伍章 結論與建議	28
第一節 結論	28
第二節 建議	29
參考文獻	30

第壹章 緒論

第一節 研究背景與動機

近年來在科技不斷進步之下，許多東西講求越來越精細，而「數字會說話」，往往數字呈現即能代表千言萬語；在運動方面「數字」的運用也相當廣泛，運動員所追求的除了勝負之外，再來就是成績，常常因微小數字的變化，讓比賽結果有所不同，這也是運動令人著迷的所在。在臺灣，大家常以棒球為「國球」自居，所有運動當中，棒球依舊最具人氣，近年旅外潮興起，國外職業棒球大軍進攻，為臺灣棒球帶來正向刺激，以前大家大半夜守在電視機前，心繫著中華隊球員在國外的戰況，現在大家早起打開電視，關心著旅美選手的表現，這「表現」則是用數據來做衡量，現在不管報章雜誌、網路或是電視轉播，都能看到許多統計數據的引用，近代最具影響力的棒球統計分析者 Bill James 對於統計數據方面有許多創新想法，他認為很多運動都是無形的，肉眼無法看出其中的差別，需要透過數據才能發現其中的不同，也才能夠進行比較，透過這些數據，讓老闆、教練、球員或是觀眾等得以評斷選手的能力，進而考慮選手身價。

棒球比賽的勝負，投手佔了重要的影響，Jazayerli (2004) 指出投球是一個不正常的動作，這投球動作不一定會對手臂產生永久傷害，但持續的在疲勞下投球，則可能導致短暫或永久傷害，而每位投手都有一個球數上限，且因人而異，當超過這個數字之後，每增加一球就增加更多危險和額外的疲勞。而 Jazayerli (1998) 提出以 Pitcher Abuse Point (PAP) 評

估先發投手用球數，當投手投超過 100 球後，每增加一球的球數，手臂出現疲勞的程度也隨之增加，若再加上休息天數不足的情況下繼續投球，受傷的風險也相對的提高。Jazayerli (2004) 指出，5 名先發輪值在 1974 年間開始流行，到了 1980 年幾乎每一隊都採用，過去在休息日會跳過第 5 號先發，但是現今大多數球隊會讓所有投手多休息一天。而中華職棒對於投手投 1 休 4 較為普遍，但因賽程的更改而讓輪值表有所異動，2009 年中華職棒每支球隊平均一星期都有 5 場比賽，所以也由 5 位投手輪值先發，比起去年投手的休息天數較長一些。

日本職棒先發投手用球數，以 2009 為例，超過 100 球的場次占該選手年度先發總場次幾乎一半，雖然現在為防止先發投手投球數過多，導致運動傷害形成的機會增加，所以常在七局或八局的時候換上中繼或救援投手，而讓投手完投的次數也比以前少許多，這投球數和分工觀念在 90 年代才開始普遍採用，現在日本職棒先發投手輪值大約 5-6 人最為常見。由於亞洲人和西方國家人種不同，再加上訓練方式也不完全一樣，所以投手投球數的上限和休息天數部分或許會有差異存在。

而根據廖佩吟 (2009) 研究發現，美國職棒先發投手是在固定輪值下的長期出賽，無論是哪一類型的先發投手，當前 3 場 PAPI 累積量增加，後 3 場表現較差的場數亦隨之增加，尤其以防禦率 (earned run average, ERA) 比率與失分率 (run allowed average, RA) 比率最顯著，被上壘率 (walk+hit/innings pitched, WHIP) 比率、fielding-independent pitching (FIP) 比率、defensive-independent ERA (DERA) 比

率、每打席被安打率 (hit/plate appearance, H/PA) 比率及每打席被三振率 (strike out/plate appearance, SO/PA) 比率也呈現顯著的影響。

日本職棒先發投手輪值比起美國較不固定，其使用模式也不一樣，且亞洲與美洲投手的投球數負荷量及所需的恢復時間可能也有差異，因此依廖佩吟（2009）研究結果建議可能需要在 PAP 中加入休息天數的考量，才可更精確的評估亞洲先發投手的表現，故本研究利用 2006 年到 2009 年日本職棒的資料，探討日本職棒先發投手，在不同投球數後的表現。

第二節 研究目的

本研究目的為找出合理的使用及保護先發投手的方法，和亞洲先發投手的使用方式，比較日本職棒先發投手每場比賽投球數，對後續表現的影響，試圖找出合理使用先發投手的方法，評估先發投手每場比賽適當的投球數範圍。

第三節 研究對象與範圍

一、研究對象與範圍

本研究以日本職棒 2006-2009 年間，單年度例行賽先發場次 12 場以上，為本研究對象。

二、研究問題

針對不同工作量及不同投球類型的先發投手，計算其前 3 場比賽的 PAP³ 累積量，探討對於後續的 ERA 比率、WHIP 比率、FIP 比率、DERA 比率、RA 比率、H/PA 比率、BB/PA 比率、SO/PA 比率和 HR/PA 比率的影響。

第貳章 文獻探討

第一節 青少年投手使用

青少年投手都有手肘跟肩膀這部份問題的風險存在，但在這方面相關形成因素資料和研究卻相當匱乏，受傷的風險隨著年齡和層級的比賽而增加，投手的傷害是從青少年時期就開始累積了因反覆的動作造成組織微小傷害，而這傷害在高階層的比賽中受到醫學治療和照顧。最近 Lyman et al.(2001) 研究發現，青少年球員手肘的傷痛和年齡、體重、身高、每一季的投球數、疲勞和聯盟之外的比賽等有關，肩膀疼痛則和每一季投球數、每場比賽投球數、滿足和疲勞有關。而為了保護青少年投手應當建立一個安全的規範、條例或建議。

Lyman et al. (2002) 的研究指出球種對於手肘和肩膀的疼痛也有關係，特別是在 13-14 歲這一族群，而滑球的使用和手肘疼痛也有明顯的關係，會增加 86% 手肘疼痛的風險，另外曲球對各族群（9-14 歲）來說肩膀的疼痛增加 52%，變速球部分對手肘疼痛降低 12%，對肩膀減少 29% 疼痛風險，而每場比賽和每一季投球數的多寡和發生手肘和肩膀疼痛的機率有明顯的關連，而青少年投手肩膀和手肘的疼痛可能是對過度使用所發出的警訊。

棒球投球的傷害是因反覆的投球動作所累積下來的，這部份的研究較少，對於造成傷害的原因和影響較難去證明，在大學和職業層級，大部分嚴重的投球傷害，都需要手術來幫助重建。青少年投手的手肘和肩膀疼痛是因球種、投球數

和球投技巧為主要促成因素，而變化球和過多的投球數則提高了傷害風險。Lyman et al. (2002) 指出曲球和滑球對青少年投手的關節傷害有正向關聯，在 9-14 歲階層的青少年投手來說使用變速球對他們來說是安全的，而根據 Andrews 與 Fleisig (1996) 的研究結果顯示，投手依序學習的球種是快速球（6-10 歲）、變速球（7-13 歲）、曲球（12-16 歲）之後是滑球（14-18 歲）。

對各層級來說過多的投球數會對手臂帶來問題，事實證明增加每場和每季比賽投球數，手肘和肩膀受傷的風險也隨著增加，所以限制青少年投手的投球局數對於他們來說具有保護和安全的作用。而各層級投球數在 75-99 球之間對手肘帶來 35% 的疼痛風險，對肩膀則增加 52% (Lyman et al., 2002)，Andrews & Fleisig (1996) 建議 8-10 歲的投手每場比賽適當投球數在於 37-67 球之間、11-12 歲是介於 50-86 球、13-14 歲投手則是 76-92 球。此外投球技巧也極為重要，不論年齡或層級與否，但在最近的研究，無法證明錯誤的投球技巧和手肘與肩膀疼痛有關係，但仍可以確定的是教導青少年投手正確的投球方式和技巧可以為他們減少受傷的風險並可以增進表現。建議 9-14 歲的青少年投手使用快速球和變化球，而棒球相關組織應限制投球數：每場比賽 75 球和每季 600 球，因每季投球數如介於 601-800 球之間，會增加手肘的傷害，如超過 800 球則會對肩膀造成傷害；而每場比賽面對打者數則限制在 15 位、每季則在 120 位，此外同一時間內，也應防止選手參與超過一個聯盟。

過度使用和疲勞是傷害產生的原因，受傷的投手都有顯著的共通點：每年比賽月份多、場次多、每場比賽球多、球

投球數多、比賽前熱身投球數多等，這些投手多為先發投手且球速快，而投球時常伴隨著手臂的疼痛和疲勞，但也經常使用消炎藥和冰敷來預防傷害的產生（Olsen et al., 2006）。過去幾年發現，在美國高中和大學投手受傷要求做手術的案例增加了，比較 1994-1999 年和 2000-2004 年，大學投手在手肘手術增加了 4 倍，而高中投手增加 6 倍。根據 Lyman et al. (2002) 的研究，不該讓青少年投手投變化球，因會增加手肘和肩膀疼痛的機率。Petty et al. (2004) 研究 27 位高中棒球選手做過尺骨附屬韌帶重建手術（ulnar collateral ligament, UCL, 即 Tommy John 手術）發現，其中 72% 選手球速超過 80 英哩、69% 一年投球超過 10 個月、67% 在 14 歲以前使用曲球，且 62% 有週期性的過度使用情形。

依 Olsen et al. (2006) 的研究在 14~20 歲投手中，每一年超過 8 個月的投球，受傷風險將提升 5 倍，每場比賽投球數超過 80 球，受傷風險則提高 4 倍左右，快速球球速超過 85 英哩則增加 2.58 倍的風險，另外手臂如果經常在過度使用情況下使用會讓受傷風險大增為 36 倍，建議防止一整年的投球，每一年至少要休息 3 個月。Jazayerli (2004) 也提到，沒有證據顯示先發投手在休息日當中的投球會造成受傷，因此投手受傷的風險可能比較取決於投球數的多寡，而不是出賽的頻率。

第二節 日本職棒發展歷史

棒球在日本是相當受到歡迎和熱愛的，無論樂於實際參與或觀賞棒球運動的人都非常多，根據日本政府調查在 2004 年日本國民花費於「棒、壘球用品」上的金額高達 990 億日圓，占「球類運動用品」總金額 15%，而在地區性以俱樂部形式存在的相關組織也相當多，至 2007 年 2 月止，加入俱樂部相關組織的男性有 22.7% 是參與棒球運動，比第 2 的高爾夫和第 5 的網球的比都還要來的多（Wikipedia, 2009），

到了 2008 年棒球仍最受喜愛以及最常觀賞的職業運動，在 15 到 69 歲的日本國民中，有 4500 萬為職業棒球的愛好者，比 2007 年增加了 3.3%，其中有 1100 萬人為阪神虎隊的球迷（三菱 UFJ リサ一十與 Yahoo! リサ一十，2008）。

日本棒球在明治時代（1852-1912 年）自美國傳入日本，1873 年前往日本開成學校（東京大學的前身）擔任教師的美國人貝茲把棒球帶入日本，但貝茲帶棒球器材到日本並非真的要交日本人打棒球，而是想與同樣在日本社會生活的家鄉夥伴，過過打棒球的隱罷了；第一位積極提倡棒球運動的是在 1871 年前往美國留學的牧野伸顯，在美國留學的三年間受到美國大學校園棒球風行的薰陶，學會打球，1873 年回到開成學校任教與同時到美國留學歸國的木戶孝正，開始邀約同校的外籍教師舉行棒球賽，並教日本人打棒球，但可惜一直無法組織一支正式的棒球隊，1878 年在日本新橋鐵道局技師平岡熙的發動下，第一支棒球隊才得以誕生，平岡熙在 1876 年之前住在美國，當時他是紐約鑽石俱樂部棒球隊的一員，對棒球運動相當熱衷，1876 年回國後在新橋鐵道局任職，而

剛好在牧野及木戶的推動之下，平岡基於對棒球的喜好，趁此機會，於 1878 年在獲得公司同事的響應，正式組成新橋棒球俱樂部，這是日本第一支有正式組織的棒球隊，也是日本棒球發展的起點，此後的影響所及超乎平岡等人的想像，例如甲子園高校棒球賽的盛況及「早慶戰」所引發的狂熱（高正源，1994）。

早稻田大學的棒球隊的壯大，是日本棒球運動的第二個轉變期，也是早期日本棒運發展中，最重要的時期，1904 年早稻田棒球隊首次遠征美國，帶回打擊、守備的技術觀念之外，投手的技術與變化球的投法更是令他們大開眼界，投手運用手指力道及扭轉角度，改變球速、球變化的技術，使日本棒球界體會到這是項充滿高深技術、智慧的運動。1911 年法政大學、立教大學及東京大學相繼成立棒球隊再加上原本的早稻田大學、慶應大學和明治大學，六校正式組成「東京六大學聯盟」，大學棒球運動成了日本棒運的主導，奠定日後職業化的基礎（高正源，1994）。

1920 年是日本職棒的第三個轉變期，當年 11 月美國大聯盟棒球隊初次訪日，在日本掀起大熱潮，此時職棒的催生者早稻田大學主力投手河野安通志，與早稻田校友押川清在 12 月成立了「日本運動協會」，又稱「芝浦協會」，組成日本最初的職業棒球隊，將棒運由業餘轉入職棒。但後來因缺乏明星球員，號召力日漸減退，隔年就面臨經濟危機，讓河野安通志不得不面對現實，解散球隊；後來 1931 年讀賣新聞社長正立松太郎運用他的智慧和本身力量，為日本職棒開創出一條嶄新的路途。而正立松太郎屢次邀請美國職棒球隊前來獻技並迎戰日本所選出來的明星隊，當然超級巨星貝比魯斯

更是比賽一大賣點，在日本明星隊陣中也有一位明星——澤村榮治，雖然只是位高中生，但其球路威力不亞於早、慶等大學名將，這一投一打即成了最大宣傳重點，然而日本民眾也真正欣賞到全壘打的魅力，同時藉由澤村的精采表現體會到棒球比賽動人的地方，及一位好投手在球賽中扮演的重要角色。

1936年設立了「日本職業野球聯盟」，1939年時改名為「日本野球聯盟」，後來因第二次世界大戰，許多球員都被國家徵召前往戰場，一些球場也因戰火的蔓延而受到波及，甚至戰敗後，球場也都歸盟軍管轄，之後在日本職棒聯盟的請求下，讓職業棒球得到重生，1950年因球隊陸續增加，使得日本野球聯盟一分為二，就是現在的中央聯盟和太平洋聯盟，而1969年當時太平洋聯盟西鐵隊的永易將之引發了「黑霧事件」，讓職棒從1937年到1969年，經過32年的奮鬥和努力經營毀於一旦，也讓人氣原本就較不如中央聯盟的太平洋聯盟，蒙上更深的陰影更讓西鐵這支歷史強隊從此一蹶不振（高正源，1994）。然而隨著王貞治和一些甲子園巨星加入的魅力，讓民眾對職棒找回信賴，1975年太平洋聯盟引進指定打擊DH制度，提升攻擊的可看性，1980年代日本職棒進入新舊交替的另一個轉變期，王貞治、張本勳、野村克也相繼退休，原辰德、秋山信二、清原和博和落合博滿等漸漸嶄露頭角，為日本職棒再掀起一波高潮；90年代大榮鷹（軟體銀行鷹的前身）的崛起和歐力士的鈴木一朗大放異彩，使得太平洋聯盟人氣直升，到2005年開始出現交流戰，即跨聯盟比賽，而且還由日本生命保險冠名贊助，另外提供豐厚獎金，2009年交流戰優勝為福岡軟體銀行鷹隊，其也是連續兩年拿

到交流戰的冠軍；現今日本職棒隊伍由中央聯盟（讀賣巨人、東京養樂多燕子、橫濱海灣星、中日龍、阪神虎和廣島東洋鯉魚）和太平洋聯盟（北海道日本火腿、東北樂天金鷲、埼玉西武獅、千葉羅德海洋、歐力士猛牛及福岡軟體銀行鷹）等 12 支球隊組成；賽制方面，在 2004 年開始太平洋聯盟才開始有季後挑戰賽，而中央聯盟則到 2007 年跟進，所以在例行賽場次部分兩聯盟有所不同，以 2004 年為例，太平洋聯盟為 136 場、中央聯盟則是 146 場，從 2007 年開始每年固定進行 144 場例行賽（含交流戰），之後各聯盟戰績第一者直接晉級該聯盟冠軍戰，二、三名球隊則進行三戰兩勝的季後挑戰賽，獲勝者可取得該聯盟冠軍戰門票，最後再由兩聯盟的冠軍爭奪「日本一」的最高榮譽。

第三節 日本先發投手使用的歷史

投手最大的任務就是控制比對方投手少失分，以及三振的取得，並引領球隊拿到勝利。在日本，棒球的主角是投手，比賽勝負有 70% 來自於投手（神田順志，1958），同時投手也是對身體和精神負擔最嚴厲的，體力消耗激烈，對投出過多的球的話對肩膀和手肘會有的受傷的風險。日本職業棒球初創期，對於棒球給人體帶來影響的事完全還在於摸索階段，由於這項運動尚未受歡迎，再加上球員不足的緣故，從戰前到戰後的混亂期，先發投手屢次被強行要求連續出賽投球。此外戰爭時期，為顯耀國威這非科學的理論，也成為了先發投手被任意驅使的最大原因（Wikipedia，2009）。

中央聯盟和太平洋聯盟經過 1950 年代過渡期後，解除了

球員不足這因素，先發投手休息天數大約 2-3 日，而當時休息天數則用「中 X 日」表示（例如中 2 日、中 3 日等）。儘管如此，好的先發投手連續出賽的情況還是存在，1958 年西鐵隊的稻尾和久在總冠軍七戰裡出賽了 6 場、5 場先發、4 場完投，幫助西鐵拿下三連霸，而當年最有價值球員也由稻尾獲得，也因此被稱呼「神、佛、稻尾」，1961 年中日龍的權藤博，雖然在該年獲得澤村賞，但因過度使用，也帶來肩膀跟手肘的疼痛，成績也不如以往；之後中日龍的教練近藤貞雄，對於稻尾那樣的使用模式做出了省思，並提倡「投手分工制」，對往後的日本職棒影響甚大，從「先發完投」轉向「先發-終結者」的這樣的投手使用模式（Wikipedia，2009）。因救援投手的使用減輕了先發投手的疲勞，尤其對王牌先發投手而言。1980 年代以後職棒投手使用轉向為「先發-中繼-後援」這種高度分工方式（功力靖雄，1986）。先發投手的兩次出賽中的間隔日依比賽日程 4-6 日最為常見，並由 5-6 位投手輪值，依序上陣先發。日本各隊頂尖的先發投手，在正確使用概念尚未確立時，先發出賽場次多，且也在非先發時登板救援，這樣的狀況持續發生；1980 年代左右休息 5 天的先發輪值制度確立，1990 年代則是休息 6 天為最普遍（Wikipedia，2009）。

象徵投手最高榮譽的「澤村榮治賞」，現在通稱為「澤村賞」，是日本職棒官方獎項——最優秀投手賞外的特別獎，是紀念二次大戰之前巨人隊的澤村榮治，但因戰火無情，澤村在戰爭時被徵召，為國捐軀，這獎項是紀念這位職棒初期優秀的選手，1947 年開始被認定，1950 年分成 2 個聯盟時，只限定中央聯盟的投手有資格競爭，到了 1989 年太平洋聯盟選手

才被囊括進來，而在 1990 年近鐵隊的野茂英雄是第一位太平洋聯盟受賞的投手；入選資格需要具備以下條件：出賽場次 25 場以上、完投場次 10 場、勝場數 15 場、勝率 6 成、投球局數 200 局、三振數 150 次以上及防禦率 2.50 以下。1981 年前依評選基準由記者投票選出，1982 年則由前職棒投手所組成的「澤村賞評選委員會」來評選，現在這些條件當作參考指標，再由委員會審議，參考指標都在範圍內有利於獲獎，但最後的投票權是在委員手上，每年 12 球團中原則上選出一名，獎金為 300 萬日圓，2009 年的評選委員有土橋正幸（委員長）、堀內恒夫、平松政次、村田兆治和大野豐，而澤村賞 2009 年由西武獅的涌井秀章獲得（出賽 27 場、11 場完投、16 勝、勝率 7 成 27、投球局數 211 又 3 分之 2 局、199 次三振、防禦率 2 點 30）（Wikipedia，2009）。

第四節 美國先發投手使用的歷史

美國職棒部分，Jazayerli (2004) 指出，19 世紀中期開始時並沒有後援投手的角色，大多是由一位投手投完整場比賽，20 世紀初，普遍認為好的投手都應該是先發投手，並且還要兼任後援，1910-1939 年間，球隊對於投手的使用達到最大化，先發兼任後援的比例很高。1963-1968 年，好球帶範圍擴大，投手變得能夠輕易的在一季當中先發 40 次左右，開始了四人輪值的先發，不過 1969 年好球帶範圍更改回來之後，投手依舊是維持四人輪值，一球季仍然可以先發 40 次或是更多，例如道奇隊在 1969 年球季就有 Claude Osteen、Don Sutton 及 Bill Singer 等三位投手先發出賽超過 40 次。而五

名先發輪值在 1970 年代開始流行，到了 1980 年時幾乎每一隊都採用，這是近年來投手使用的最大改變。美國和日本對於先發投手使用的歷史頗有類似之處，初期都是讓先發投手完投比賽，有時還要兼任後援投手的角色，畢竟可以讓教練信任的投手也不多，慢慢的有固定輪值的概念出現、有固定的休息天數，讓投手生命得以延長。

Baseball Prospectus Team of Experts (2006) 指出投球對手臂並不危險，在疲勞下投球對手臂才危險，探討高投球數和成績衰退的關係，證實了在疲勞時投球對投手的手臂有極大的風險存在，建議可以藉由控制投球數、投球疲勞度，以及輪值先發的適當休息等來維持投手的健康及效率，以達到最大的使用價值。

第五節 近代日本職棒先發投手的使用

現在日本職棒先發投手休息天數以 4-6 天為常有的天數，其中又以 6 天居多，一整個球季先發場次大約 25 場，球隊會視選手及比賽狀況讓先發投手完投，所以用球數往往超過 100 球，在 2009 年各隊先發投手使用，依本研究自行整理後發現，全年例行賽中（包含交流戰、不含明星賽），先發投手共 141 位，平均先發場次大約為 12 場左右，中位數為 12 場；在投球數部分，平均投球數為 100 球，中位數 102 球，另外平均休息天數為 9.23 天，中位數也在 7 天，由休息天數相關資料發現，80 年代平均休息天數在 5 天，90 年代在 6 天左右，由此可見球隊和教練對先發投手的使用越來越謹慎，也更願意保護選手。

無論太平洋聯盟或中央聯盟球隊，2009年篩選先發出賽場次12場以上的投手共71位，各隊投手輪值數範圍介於4~7位之間（廣島：4位；巨人、養樂多、西武：5位；中日、阪神、樂天、歐力士：6位；橫濱、火腿、軟銀、羅德：7位），隸屬中央聯盟的巨人和廣島投手輪值較為固定，其固定輪值投手先發場次皆於20場以上。

然而先發場次不僅攸關於投手表現穩定之外，最重要的則是健康狀況，所以投手輪值有時受到選手本身狀況影響，導致過長的休息天數出現，或者球隊尚未出現固定5號或6號先發投手之前，各投手輪番上陣測試先發能力，而有時先發投手也會有上場中繼或救援機會，雖然頻率不高，甚至球季中轉任中繼投手，到球季末時又再回到先發，這些情況也會帶來不固定的休息天數出現。

第六節 適合評估投手數據

以往評估投手的成績都偏重於勝場數與防禦率，但勝投的判定多少有運氣的成分存在，會受到隊友的打擊和守備能力和狀況，或是接替投球的投手壓制失分的能力和是否受到連續出賽導致手臂疲勞等影響，因此防禦率亦無法準確地反映投手能力，Birnbaum（2001）研究表示，後援投手登場時往往已經是一或兩出局，失分的風險相對較先發投手為低，因此當後援投手與先發投手的能力相同時，後援投手的ERA會較低，這些都是造成防禦率誤差的因素。

Albert（2006）認為傳統評估投手的防禦率指標容易受到運氣的影響，無法反映出投手的真正實力，而三振數及每

打席三振數(SO/PA)才能確實代表投手的實際能力。認為對於被擊出的球是否會形成安打，投手仍有控制能力，但會受到運氣和守備影響。因此，BABIP (Batting Average on Balls In Play)為當球被擊出後形成安打的機率，此項數據可以看出，同一投手每年的 BABIP 變化率很大，連續兩年之間的相關性很低，顯示投手對於被擊出去的球是否會形成安打，沒有很大的控制能力，反而是取決於隊友的防守能力，也就是說影響 BABIP 較大的是野手 (Cramer, 2003)。而 Davenport (2005) 對於 BABIP 卻有不同的看法，他比較大聯盟與各層級小聯盟間投手的 BABIP，發現較高層級的投手的確有較低的 BABIP，認為投手還是有控制被擊出的球是否形成安打的能力，BABIP 越高也會讓失分提高。

Click (2004) 比較 1991-2003 年，年與年間各項統計數據的一致性發現，投手的三振率 (K/9) 連續兩年相關性 R^2 為 0.5627，滾飛比 (GO/AO) 連續兩年相關性 R^2 為 0.5591，呈現較高的一致性，是屬於不受防守影響的數據；相較於防禦率連續兩年相關性 R^2 為 0.1091，以及 WHIP 連續兩年相關性 R^2 為 0.1410，其一致性則較低，顯示防禦率可能受到其他非投手能力的影響，而 WHIP 的計算因為包含被安打數，也會受到守備與運氣的影響。

第叁章 研究方法

一、 研究樣本

本研究樣本以日本職棒 2006-2009 年間，藉由 SPSS for Windows 12.0 版統計套裝軟體，運算次數分配結果得知 2007-2009 年全部先發投手的平均先發場次為 12 場，故連同 2006 年資料，篩選單年度先發出賽場次 12 場以上，視為是固定輪值的先發投手為對象。為避免造成研究上的誤差，之後刪除篩選範圍內選手休息天數 14 天以上的場次以及該場次所影響的統計數據比率場次，以及中繼後援場次超過 6 場以上也一併刪除後為本研究樣本。

二、 資料來源

日本職棒的數據來自日本野球機構オフィシャルサイト (<http://bis.npb.or.jp/>)、YAHOO JAPAN SPORTS (<http://baseball.yahoo.co.jp/npb/>)、プロ野球 ヌルデータ置き場 (<http://baseball.yahoo.co.jp/npb/>)、和日本プロ野球記録年鑑。

三、 統計方法分析

以 EXCEL 2003 整理數據，再使用 SPSS for Windows 12.0 版統計套裝軟體進行分析，針對不同工作量及不同投球類型的先發投手，其前 3 場比賽的 PAP^3 累積量程度與 ERA 比率、WHIP 比率、FIP 比率、DERA 比率、RA 比率、H/PA 比率、BB/PA 比率、SO/PA 比率、HR/PA 比率的影響，卡方檢定 p 值 <0.05 訂為顯著水準。

四、投手分類

(一) 工作量 (Workload)

工作量的分類是用以比較不同投球數的先發投手之間可能的差異。首先計算每位先發投手單年度每場先發投球數的中位數，再根據單年度全部先發投手的中位數，採用四分位數方式設定工作量的分界範圍。2007-2009 年全部先發投手每場先發投球數中位數的四分位數分別為 93、100、109，本研究也以 93、100、109 為分類範圍，定出 4 組工作量，Workload 1 代表先發投球數中位數為 <94 球者、Workload 2 代表先發投球數中位數為 94-100 球者、Workload 3 代表先發投球數中位數為 101-109 球者、Workload 4 代表先發投球數中位數為 >109 球者。

(二) Finesse and power pitcher:

引用 ESPN 網站

(<http://sports.espn.go.com/mlb/stats/parkfactor>) 定義的投手類型，Finesse pitcher 定義為單年度 $(BB+SO)/IP < 0.93$ 者，Power pitcher 為單年度 $(BB+SO)/IP > 1.13$ 者，Average FP pitcher 為單年度 $(BB+SO)/IP$ 介於 0.93 至 1.13 者，同一投手在不同年度可能屬於不同的分類。

依 2009 年數據分析，先發場次 12 場以上投手中，Finesse pitcher 代表投手為渡邊俊介、石川雅規等、Average FP pitcher 則為吉見一起、岩隈久志等、Power pitcher 是達比修有、陳偉殷、涌井秀章等為代表。

五、PAP³ 的計算

根據 Woolner (2002) 所提出的 PAP³ 公式， $PAP^3 = (\text{單場投球數} - 100)^3$ ，若單場投球數低於 100，則 $PAP^3 = 0$ ，PAP³ 是以每場先發投球數假設訂定 100 球為疲勞點的基準之下，在 100 球之後，隨著球數增加呈指數成長，代表投球數越多，可能受傷的風險增加越快，例如：投 130 球受傷的風險是投 115 球的 8 倍，105 球的 216 倍，本研究以此方式評估先發投手前 3 場的投球負荷。

並在 100 球以上，以 5 球唯一單位界定投球數累積量，前 3 場累積量 0(單場投球數 100 以下)者定義為 1，前 3 場累積量 1-375(單場投球數 101 至 105 間)定義為 2，前 3 場累積量 376-3000(單場投球數 106 至 110 間)定義為 3，前 3 場累積量 >3000(單場投球數 111 球以上)定義為 4，本研究以此方式評估先發投手投球累積量。經整理後，符合條件的各投工作量與前 3 場的 PAP³ 累積量場次如表 1 所示，表 2 顯示投球類型與前 3 場的 PAP³ 累積量場次。

六、研究使用指標

$$(一) ERA = ER \times 9 / IP$$

Earned Run Average (ERA)

防禦率，平均每 9 局的責任失分。

$$(二) WHIP = (Walks + Hits) / Innings pitched$$

Walks plus Hits per Inning (WHIP)

平均每局被上壘率，為被擊出的安打數與投出的四壞保送數之和，評估投手讓打者無法上壘的能力，數值越小即代表投手防止被打者上壘的能力越佳。

$$(三) \quad FIP = \frac{13 \times HR + 3 \times BB - 2 \times SO}{IP} + 3.2$$

Fielding Independent Pitching (FIP)

FIP 是由 Tom Tango 所發展出的投手數據統計值，認為除了投手本身能力之外，還有可能受到運氣及隊友守備能力的影響，但是投手對於球會不會被擊成全壘打、保送及三振，則有較高的控制能力，因此從全壘打、四壞球及三振計算出數據，再加上 3.2 這個常數，使之接近一般防禦率的落點分佈。當投手出現 $FIP > ERA$ 之情形時，可解釋為該名投手運氣不錯或是隊友守備幫忙，反之 $FIP < ERA$ 時，則可能代表該名投手運氣不佳或隊友守備能力較差 (Tango, 2005)。FIP 是根據 play-by-play (每場球每一個打席，包括各種出局、打者上壘、跑者推進等情況) 的資料推算出之安打 (一壘打、二壘打、三壘打、全壘打)、保送、三振、推進跑者等各情況對得分 (也就是投手失分) 的貢獻，以及取整數近似值之後的結果 (陳冠良, 2007)。

$$(四) \quad DERA = \frac{0.83 \times BFP + 11.04 \times HR + 1.98 \times BB - 1.62 \times SO}{0.244 \times (BFP - HR - BB) + 0.089 \times SO}$$

$$BFP = (3 \times IP - SO) \times 0.966 + H + BB + SO$$

Defense Independent Pitching Statistics (DIPS)

也稱 DIPS ERA (DERA)，為 Voros McCracken 所發展出之投手數據統計值，主要為計算完全在投手控制之中的因素，分別是：「全壘打」、「三振」及「四壞球」。DIPS 之應用數據依舊是投手正規之數據，但最主要是要讓它排除不同防守狀態下，所產生之差異 (陳俊璋, 2006)。

DERA 主要也是根據 play-by-play 的資料推算出之安打、保送、三振、推進跑者等各情況對得分的貢獻，但是還要加上根據聯盟每年平均三振、保送、全壘打的修正，所以

每年的係數略有不同，但差異並不大。

(五) $RA = R \times 9 / IP$ ，每 9 局失分率

(六) H/PA ，每打席安打數

(七) BB/PA ，每打席四壞數

(八) SO/PA ，每打席三振數

(九) HR/PA ，每打席被全壘打

七、各項統計數據比率

統計數據比率 = [(後 3 場成績總和 - 前 3 場成績總和) / 前 3 場成績總和] x 100%，排除球季前 2 場，及最後 2 場的成绩。其值 < 0，為表現較佳，其值 > 0，為表現較差；而 SO/PA 比率則是其值 > 0，為表現較佳，其值 < 0，為表現較差。

第肆章 結果與討論

第一節 結果

PAP³ 累積量依前 3 場累積投球數為界定範圍，並以平均每場多 5 球為基準，分成 4 組不同的 PAP³ 累積量，再依工作量和投球類型組與前後 3 場統計數據比率，以交叉表比較，探討前 3 場 PAP³ 累積量對後續 3 場各項統計數據影響，並探討不同工作量與不同投球型態的投手，是否有差異。

4 組 Workload 之交叉表 p 值表 3，Workload 1 組（投球中位數 <94）的投手，各 PAP³ 累積量比率 p 值皆未達顯著水準，不同 PAP³ 累積量之各項統計數據前後 3 場的比率如圖 1，在全部 4 組 PAP 累積量，表現較差比率均大於表現較佳比率。

Workload 2 組（投球中位數 94-100）的投手，4 組 PAP³ 累積量對各項數據前後 3 場表現優劣的交叉表 p 值如表 3，僅 RA 比率、H/PA 比率和 SO/PA 比率達顯著。不同 PAP³ 累積量之各項統計數據前後 3 場的比率如圖 2，各項統計數據趨勢類似，當前 3 場 PAP³ 累積量 = 0 時，表現較佳比率高於表現較差比率，而在前 3 場 PAP³ 累積量 > 0 的 3 組，表現較差比率皆高於表現較佳比率。進一步將前 3 場 PAP³ 累積量 1-375、376-3000 與 >3000 合併成一組，與 PAP³ 累積量 = 0 進行比較，各項統計數據交叉表 p 值如表 4，ERA 比率、WHIP 比率、FIP 比率、DERA 比率、RA 比率和 H/PA 比率皆達顯著。各交叉表結果顯示如圖 3，其趨勢在 PAP³ 累積量 = 0 時，表現較佳比率大於表現較差比率，且在 PAP³ 累積量

>0 時，表現較差比率高於表現較佳比率。

Workload 3 組（投球中位數 101-109）前 3 場 P³ 累積量與各項統計數據交叉表 p 值如表 3，大多數統計數據有顯著差異，只有 BB/PA 比率無顯著差異。各交叉表結果顯示如圖 4 而 ERA 比率、FIP 比率、DERA 比率、RA 比率、H/PA 比率和 HR/PA 比率，在 P³ 累積量 >3000 時，表現較差比率高於表現較佳比率；WHIP 比率則是累積量 1-375 和 3000 時，表現較差比率大於表現較佳比率；SO/PA 比率則在累積量 >375 時，表現較差比率高於表現較佳比率。進一步將前 3 場 P³ 累積量 0、1-375 和 376-3000 合併成一組，再與 P³ 累積量 >3000 進行交叉表比較，前 3 場 P³ 累積量與各項統計數據交叉表 p 值如表 5，p 值顯著結果與合併前類似，僅 WHIP 比率從顯著變成無顯著。交叉表結果呈現如圖 5，而 ERA 比率、FIP 比率、DERA 比率、RA 比率、H/PA 比率、SO/PA 比率和 HR/PA 比率，在 P³ 累積量為 0-3000，表現較佳比率高於表現較差比率，並在 P³ 累積量 >3000 時，表現較差比率大於表現較佳比率。

Workload 4 組（投球中位數 >109）前 3 場 P³ 累積量與各項統計數據交叉表 p 值如表 3 各項統計數據比率 p 值均無顯著。交叉表結果呈現如圖 6，Workload 4 各項統計數據分布與 Workload 2 和 3 類似，進一步將前 3 場 P³ 累積量 0、1-375 和 376-3000 合併成一組，再與 P³ 累積量 >3000 進行交叉表比較，各項比率 p 值皆未達顯著水準（表 5），交叉表結果呈現如圖 7。而把 P³ 累積量調整至 24000（每場投球數=120，連續 3 場）為分界後，H/PA 比率達顯著差異，累積量 >24000 時，表現較差比率大於表現較佳比率，之後將

PAP³ 累積量再提高至 46875 (每場投球數=125, 連續 3 場) 為分界, 結果並無太大差異, 僅 WHIP 比率和 H/PA 比率呈顯著差異, 在累積量>46875 時, 表現較差比率高於表現較佳。

另外在不同的投球類型投手, 4 組不同的 PAP³ 累積量與各項統計數據比例交叉表 p 值如表 6, Finesse 型投手 ((BB+SO)/IP < 0.93, 控球型) DERA 比率、H/PA 比率和 HR/PA 比率達顯著差異, 交叉表結果如圖 8, DERA 比率表現分布隨累積量增加, 表現較差的比率也提升; 而 H/PA 比率則當 PAP³ 累積量為 376-3000 時, 表現較佳的比率大於表現較差的比率; HR/PA 比率 PAP³ 累積量為>3000 時, 表現較差比率高於表現較佳。

Average Finesse/Power (1.13<(BB+SO)/IP < 0.93) 組, DERA 比率和 H/PA 比率呈顯著差異 (表 6), 交叉表結果如圖 9, DERA 比率趨勢在 PAP³ 累積量為>3000 時, 表現較差比率大於表現較佳比率; H/PA 比率是 PAP³ 累積量為>375 時, 表現較差場次高於表現較佳。

Power 類型 ((BB+SO)/IP > 1.13, 力量型) 組, 僅 SO/PA 比率達顯著差異 (表 6), 而 SO/PA 比率累積量在 0、1-375 及 376-3000 時, 表現較佳比率大於表現較差, 在累積量>3000 時, 表現較差的比率則高於表現較佳 (圖 10)。

Workload 4 投球中位數最高的 10 位投手投球分布如圖 11 顯示, 高投球負荷量的投手在比賽用球數高過中位數後, 大多皆有至少 1 場比賽用球數低於投球中位數, 因為這些投手必須固定出賽, 所以在休息天數固定的情況下, 降低用球數, 對投手的手臂也可以減輕一點負擔。

第二節 討論

Workload 1 組的投手，約一半場次先發投球量皆在 94 球以下，低於一般為基準的用球數 100 球，但對各累積量統計數據比率都沒有顯著，此組別投手大多為先發投手輪值的後半段，或是先發位置較不穩定者，可能剛開始取得先發機會時，表現不錯，累積一定的先發場次，所以被收錄進本研究的樣本中，但後面幾場的先發表現不佳，而被調離先發輪值，同時中繼機會也不多，或下放二軍，導致整體來看，不論 P³ 累積量為何，表現較差的比率都高於表現較佳的比率。也有可能因為下次再擔任先發時的間隔天數過多，因此前後成績被刪除，無法明顯看出比率的趨勢。先前針對美國職棒先發投手的研究顯示，低投球數負荷量的先發投手，如果被要求負擔較高的投球數，造成 P³ 累積量增加之後，表現下滑的現象是比高投球數負荷量的先發投手來得嚴重（廖珮吟，2009）。

將 Workload 2 合併 P³ 累積量較高的 3 組後發現，ERA、WHIP、FIP、DERA、RA 和 H/PA 這些成績表現就會下滑，表示 Workload 2 投手先發能力臨界點可能在 100 球左右 (P³=0)，而這些投手的投球數中位數也在 94 至 100 球，顯示此組的投手應注意投球數上限，如果讓投手超過負荷量，對投手本身或球隊都無實質的幫助，而在約半數的情形下，這組投手的每場先發球數也在 100 球以下。

Workload 3 統計數據比率最為顯著，合併 P³ 累積量 <3000 後更可明顯看出，投手累積量超過 >3000 時，各項成績表現明顯下滑，表現較差比率皆高於表現較好，P³ 累

積量=3000 代表前 3 場每場比賽投 110 球。Workload 3 類型的投手看似可以負荷較高的投球數，不過超過臨界點，成績表現就會下滑。與廖珮吟（2009）研究結果相比，美國職棒先發投手 Workload 3 投手在累積量 >0 時，投手投球能力就會開始明顯的下滑。因此可發現一樣是 Workload 3 投手，日本職棒比美國職棒投手能負荷更多的投球數量，至少在連續 3 場累積量 0-3000 之間，表現較好比率高於表現較差比率。

Workload 4 的投手臨界點在 110 球時（PAP³ 累積量=3000），各統計數據比率均無顯著差異，然而再把累積量往上調整時，大多數統計數據比率仍無顯著差異，只有 WHIP 比率和 H/PA 比率達顯著水準，但也因為以投球中位數 120 球以上場次為 186 場，而 125 球以上場次剩 79 場，若 PAP³ 累積量再往上修正，因場次過少，無法獲得有意義的結果。日本職棒 Workload 4 的投手，大多是球隊中的王牌，在健康狀況允許之下，經常需承擔較長的局數，且可負擔較高的投球量，表現不會下滑，在本研究資料裡，投球中位數最高者為 2009 年的涌井秀章（每場投球中位數=128），27 場先發出賽中，有 13 場比賽投球數超過 130 球，甚至有 5 場比賽用球數超過 150 球，如此高的用球量卻沒有影響這些投手後續 3 場的成績，由此證明日本職棒投球 Workload 4 的投手，有能力可以承擔高用球數，且不會顯著影響後續的投球表現。相對而言，美國職棒 Workload 4 投手則是在 PAP³ 累積量 >3000 的時候，比例較佳的場次的下降程度是 4 組 PAP³ 累積量當中，幅度最大的，顯示即使是高投球數的投手，到了較高的 PAP³ 累積量，也依然會出現能力下滑的現象（廖珮吟，2009）。

美國職棒投手投球量從上述結果發現，可負擔的球數比日本職棒投手少，產生這些差異原因除了先天條件不同之外，美國職棒投手分工比日本更精細，除非投手可在比賽中達成特殊紀錄，不然教練團會在七局或八局的時候換上後援投手，但在日本有能力的投手常被要求投長局數，也許選手從高中時期就被這樣要求，訓練量也比較重，所以可負荷的球數也較高；另外，在休息天數部分，2006-2009年日本職棒投手休息天數平均在7天左右，比起美國職棒，可休息的天數較長，在獲得多一、兩天的休息天數後，可以負擔的投球量跟一般只休息4天的美國職棒投手相比應該也會多一些，因此之前松坂大輔在美國職棒也因要調整不同於在日本的休息天數，使得投球表現受到影響。

而在投球類型分組部分，Finesse型投手用球數不會像Power型投手多，成績下滑分界點大約在投球數100至109球左右，超過此負荷量，被擊出安打和全壘打的比率就會提高，而Average Finesse/Power型投手用球數臨界點也和Finesse型投手相似，超過臨界點後會增加被擊出安打的機率。雖然統計上，ERA比率和RA比率在各PAP³累積量組之間並無顯著差異，不過隨著投手被擊出的安打越多，造成失分的機會相對的也可能提升。Power型投手屬於三振型投手，但當投球數超過110球，三振比率中表現差的比率提高，所以即使是Power型投手，也不應該負擔太多的用球量，否則將可能會對後續比賽之三振表現造成負面影響。

在本研究中，Workload 1先發投手代表人物有下柳剛、武田勝等人，Workload 2先發投手代表人物有石川雅規等人，Workload 3先發投手代表人物有館山昌平、黑田博樹等人，

Workload 4 先發投手代表人物有田中將大、涌井秀章等人；Finesse 型先發投手代表人物有石川雅規、小野晉吾等人，Average Finesse/Power 型代表人物有大竹寬、高橋尚成等人，Power 型先發投手代表人物有達比修有、中田賢一等人，從 2006 年至 2009 年全部年度其分類呈現完全一致的先發投手只有杉內俊哉一位投手 (Workload=4、Finesse/Power=3)。

第五章 結論與建議

第一節 結論

本研究主要目的為探討日本職棒先發投手每場比賽投球數對後續表現的影響，利用前 3 場 PAP³ 累積量為基礎，比較前後 3 場各項統計數據的表現。由研究結果可得知，Workload 1 的選手可能因休息天數過多，或是兼任中繼與後援角色，導致部分出賽被刪除，無法看出低投球負荷量的投手，是否只能負擔較低的用球數；而 Workload 2 投手投球臨界點約在 100 球左右，一但超過臨界點，部分統計數據即產生下滑的現象；Workload 3 投手雖可承擔的投球數大約在 110 球，但與 Workload 2 投手一樣，超過臨界點，表現較差的比率會明顯增加；Workload 4 投手在不同 PAP³ 累積量下，後續的各項統計數據表現大多數無顯著差異，即使在前 3 場 PAP³ 累積量向上調整至投球中位數為 125 球時，表現較差的場次亦無顯著提升，因此日本職棒 Workload 4 的投手，有能力負荷高投球量的比賽，各項統計數據不會受到影響。

在投球類型部分，Finesse 型和 Average Finesse/Power 型投手，在用球數達 100-109 球後，被擊出安打的比率開始提升，顯示投手的能力下滑，而 Power 型投手，在球數高過 110 球時，三振表現較差的比率大於表現較佳比率，而美國職棒 Power 型投手則在用球數超過 105 球時，三振表現較差的比率開始提升。另外，一樣是 Workload 3 和 Workload 4 投手，日本選手比美國能承擔較多的投球數量，不過本研究範圍只有 4 年，比起廖珮吟（2009）的研究範圍，大約只有一半，

如果能蒐集到更長時間的資料來進行比對，要確立兩者之間的差異將會有更大說服力。

第二節 建議

從 2006-2009 年研究結果顯示，日本職棒投手可負荷的投球量很極端，低負荷量投手無論投多少球，表現差的比率高於表現佳，高負荷量投手，用球數到達 125 球以上，還是沒有成績下滑的現象，但受傷情況不明。不過，基於保護投手立場，即使是 Workload 4 投手也不應該太常讓投手有高投球數的場次，長久下來對投手表現可能還是會有影響。

未來研究除了可增加樣本範圍之外，亦可再調整各工作量界定範圍，找出 Workload 1 和 Workload 4 投手的投球上限，此外，可再蒐集相關文獻，探討訓練方式以及訓練量部分，在日本、美國或臺灣間的不同，進而評估臺灣選手與日本選手投球負荷的可能差異。

參考文獻

- 三菱UFJリサーチ&コンサルティング和Yahoo!リサーチの
ヤフー・バリュー・インサイト (2008)。2008スポーツ
マーケティング基礎調査。2010年7月20日，
<http://www.murc.jp/report/press/081014.pdf>
- 功力靖雄 (1986)。投手の投球モデルに関する研究：先発
完投型の試作について。大体育学研究，8，1-11。2010
年7月20日，取自
<http://www.tulips.tsukuba.ac.jp/limedia/dlam/M41/M413945/2.pdf>
- 神田順治 (1958)。近代野球論。東京：杏林書院。
- 高正源 (1994)。日本職棒發展史。台北市：聯經。
- 陳冠良 (2007)。職業棒球後援投手使用方式之研究。未出版
碩士論文，國立臺灣體育大學 (台中)，台中市。
- 陳俊璋 (2006)。中華職棒外籍球員來臺前後成績之分析。未
出版碩士論文，國立臺灣體育學院，台中市。
- 廖佩吟 (2009)。職業棒球先發投手使用方式之研究。未出
版碩士論文，國立臺灣體育大學 (台中)，台中市。
- Albert, J. (2006). Pitching Statistics, Talent and Luck, and
the Best Strikeout Seasons of All-Time. *Journal of
Quantitative Analysis in Sports*, 2.
- Andrews J.R. & Fleisig G.S. (1996). How many pitches should
I allow my child to throw? *USA Baseball News*. April.
- Baseball Prospectus Team of Experts. (2006). *Baseball
between the numbers: Why everything you know about the
game is wrong* (1st ed.). New York, NY: Perseus Books

Group.

Birnbaum, P. (2001). More on the relief pitcher's ERA advantage. *By the Numbers*, 11 (4), 11-14.

Click, J. (2004). Baseball prospectus basics: Statistical consistency. *Baseball Prospectus*. Retrieved December 18, 2009, from

<http://www.baseballprospectus.com/article.php?articleid=2579>

Cramer, D. (2003). Preventing base hits. Evidence that fielders are more important than pitchers. *The Baseball Research Journal*, 31, 88-92.

Davenport, C. (2005). Minor League Batting Averages on Balls in Play: Does Voros's Theory on the Farm? *Baseball Prospectus*. Retrieved December 16, 2009, from

<http://www.baseballprospectus.com/article.php?articleid=4250>

Jazayerli, R. (1998). Pitcher abuse points: A new way to measure pitcher abuse. *Baseball Prospectus*. Retrieved December 4, 2008, from

<http://www.baseballprospectus.com/article.php?articleid=148>

Jazayerli, R. (2004). Baseball prospectus basics: A brief history of pitcher usage. *Baseball Prospectus*. Retrieved December 1, 2009, from

<http://www.baseballprospectus.com/article.php?articleid=2627>

- Jazayerli, R. (2004). Baseball prospectus basics: How we measure pitcher usage. *Baseball Prospectus*. Retrieved December 1, 2009, from <http://www.baseballprospectus.com/article.php?articleid=2633>
- Lyman S, Fleisig GS, Andrews JR, & Osinski ED (2002). Effect of pitch type, pitch count, and pitching mechanics on risk of elbow and shoulder pain in youth baseball pitchers. *The American Journal of Sports Medicine* 30(4), 463-468.
- Lyman S, Fleisig GS, Waterbor JW, Funkhouser EM, Pulley L, Andrews JR, Osinski ED, & Roseman JM (2001). Longitudinal study of elbow and shoulder pain in youth baseball pitchers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33, 1803-1810.
- Olsen SJ 2nd, Fleisig GS, Dun S, Loftice J, & Andrews JR. (2006). Risk factors for shoulder and elbow injuries in adolescent baseball pitchers. *The American Journal of Sports Medicine*, 34(6).
- Petty DH, Andrews JR, Fleisig GS, & Cain EL (2004). Ulnar collateral ligament reconstruction in high school baseball players: clinical results and injury risk factors. *The American Journal of Sports Medicine*, 32(5), 1158-1164.
- Tango, T. (2005). *Defensive Responsibility Spectrum (DRS), breaking up the fielders from the pitchers*. Retrieved

December 8, 2009, from

<http://www.tangotiger.net/drspectrum.html>

Wikipedia. インターリーグ. Retrieved December 20, 2009, from

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%BB%E3%83%BB%E3%83%91%E4%BA%A4%E6%B5%81%E6%88%A6#.E3.82.BB.E3.83.BB.E3.83.91.E4.BA.A4.E6.B5.81.E6.88.A6>

Wikipedia. 日本プロ野球. Retrieved December 20, 2009, from

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E6%97%A5%E6%9C%AC%E3%83%97%E3%83%AD%E9%87%8E%E7%90%83#.E6.AD.B4.E5.8F.B2>

Wikipedia. 先発ローテーション. Retrieved December 20, 2009, from

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E5%85%88%E7%99%BA%E3%83%AD%E3%83%BC%E3%83%86%E3%83%BC%E3%82%B7%E3%83%A7%E3%83%B3>

Wikipedia. 先発投手. Retrieved December 20, 2009, from

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E5%85%88%E7%99%BA%E6%8A%95%E6%89%8B>

Wikipedia. 投手. Retrieved December 20, 2009, from

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E6%8A%95%E6%89%8B>

Wikipedia. 沢村栄治賞. Retrieved December 20, 2009, from

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E6%B2%A2%E6%9D%91%E6%A0%84%E6%B2%BB%E8%B3%9E>

Woolner, K. (2002). Analyzing PAP(Part One): The immediate impact of high pitch counts on pitcher effectiveness. *Baseball Prospectus*. Retrieved December 8, 2009, from <http://www.baseballprospectus.com/article.php?articleid=1477>

表 1 各年不同工作量與前 3 場 PAP^3 累積量的場數

2006 年

PAP^3	Workload 1	Workload 2	Workload 3	Workload 4	總計
0	113	55	143	79	390
1-375	14	11	76	30	131
376-3000	7	11	6	62	146
>3000	10	16	107	165	298
總計	144	93	392	336	965

2007 年

PAP^3	Workload 1	Workload 2	Workload 3	Workload 4	總計
0	76	25	16	2	119
1-375	31	25	23	2	81
376-3000	14	46	44	27	131
>3000	26	73	103	230	432
總計	147	169	186	261	763

2008 年

PAP^3	Workload 1	Workload 2	Workload 3	Workload 4	總計
0	69	34	8	1	112
1-375	15	29	28	2	74
376-3000	25	33	63	6	127
>3000	20	62	176	144	402
總計	129	158	275	153	715

2009 年

PAP^3	Workload 1	Workload 2	Workload 3	Workload 4	總計
0	31	23	23	5	82
1-375	33	24	51	13	121
376-3000	21	43	77	20	161
>3000	34	54	197	275	560
總計	119	144	348	313	924

2006-2009 年

PAP^3	Workload 1	Workload 2	Workload 3	Workload 4	總計
0	289	137	190	87	703
1-375	93	89	178	47	407
376-3000	67	133	250	115	565
>3000	90	205	583	814	1692
總計	539	564	1201	1063	3367

表 2 不同投球類型與前 3 場 PAP^3 累積量的場數

2006 年

PAP^3	Finesse	Average F/P	Power	總計
0	124	190	76	390
1-375	22	75	34	131
376-3000	30	67	49	146
>3000	39	131	128	298
總計	215	463	287	965

2007 年

PAP^3	Finesse	Average F/P	Power	總計
0	56	43	20	119
1-375	41	22	18	81
376-3000	49	54	28	131
>3000	124	138	170	432
總計	270	257	236	763

2008 年

PAP^3	Finesse	Average F/P	Power	總計
0	68	35	9	112
1-375	25	36	13	74
376-3000	44	65	18	127
>3000	75	202	125	402
總計	212	338	165	715

2009 年

PAP^3	Finesse	Average F/P	Power	總計
0	49	26	7	82
1-375	59	35	27	121
376-3000	75	54	32	161
>3000	166	226	168	560
總計	349	341	234	924

2006-2009 年

PAP^3	Finesse	Average F/P	Power	總計
0	297	294	112	703
1-375	147	168	92	407
376-3000	198	240	127	565
>3000	404	697	591	1692
總計	1046	1399	922	3367

表 3 日本職棒不同工作量先發投手前 3 場 PAP³ 累積量，與各項統計數據前 3 場和後 3 場比較之交叉表卡方檢定 p 值 (2006-2009 年)

	Workload 1	Workload 2	Workload 3	Workload 4
每場投球數中位數	<94	94-100	101-109	>109
ERA 比率	.596	.051	.000***	.289
WHIP 比率	.695	.141	.019*	.747
FIP 比率	.303	.115	.000***	.362
DERA 比率	.105	.081	.000***	.216
RA 比率	.417	.042*	.000***	.576
H/PA 比率	.364	.000***	.007**	.229
BB/PA 比率	.551	.088	.975	.882
SO/PA 比率	.165	.002**	.006**	.536
HR/PA 比率	.298	.520	.000***	.725

* p < 0.05, **p < 0.01, ***p < 0.001

PAP³=(單場投球數-100)³；若單場投球數<100，則 PAP³=0

前 3 場 PAP³ 累積量分為 4 組，1: 0；2: 0-375; 3: 375-3000; 4: >3000

統計數據分為 2 組：比率>0: 後 3 場優於前 3 場；比率<0: 前 3 場優於後 3 場

表 4 日本職棒 Workload 2 併組後先發投手前 3 場 PAP³ 累積量，與各項統計數據前 3 場和後 3 場比較之交叉表卡方檢定 p 值 (2006-2009 年)

	Workload 2
每場投球數中位數	94-100
ERA 比率	.008**
WHIP 比率	.035*
FIP 比率	.035*
DERA 比率	.021*
RA 比率	.007**
H/PA 比率	.000***
BB/PA 比率	.077
SO/PA 比率	.152
HR/PA 比率	.144

* p < 0.05, **p < 0.01, ***p < 0.001

PAP³=(單場投球數-100)³；若單場投球數<100，則 PAP³=0

分組方式：PAP³ 累積量<0：1；PAP³ 累積量>0：2

前 3 場 PAP³ 累積量分為 4 組，1: 0；2: 0-375; 3: 375-3000; 4: >3000

統計數據分為 2 組：比率>0: 後 3 場優於前 3 場；比率<0: 前 3 場優於後 3 場

表 5 日本職棒 Workload 3、4 併組先發投手前 3 場 PAP³ 累積量，與各項統計數據前 3 場和後 3 場比較之交叉表卡方檢定 p 值 (2006-2009 年)

每場投球數中位數	Workload 3	Workload 4
	101-109	>109
ERA 比率	.000***	.118
WHIP 比率	.091	.742
FIP 比率	.000***	.935
DERA 比率	.000***	.071
RA 比率	.000***	.188
H/PA 比率	.001**	.083
BB/PA 比率	.845	.870
SO/PA 比率	.003**	.285
HR/PA 比率	.000***	.591

* p < 0.05, **p < 0.01, ***p < 0.001

PAP³=(單場投球數-100)³；若單場投球數<100，則 PAP³=0

分組方式：PAP³ 累積量<3000：1；PAP³ 累積量>3000：2

前 3 場 PAP³ 累積量分為 4 組，1: 0；2: 0-375; 3: 375-3000; 4: >3000

統計數據分為 2 組：比率>0: 後 3 場優於前 3 場；比率<0: 前 3 場優於後 3 場

表 6 日本職棒 Finesse/Power 類型先發投手前 3 場 PAP³ 累積量，與各項統計數據前 3 場和後 3 場比較之交叉表卡方檢定 p 值 (2006-2009 年)

	Finesse	Average FP	Power
ERA 比率	.063	.081	.059
WHIP 比率	.185	.279	.633
FIP 比率	.165	.131	.887
DERA 比率	.024*	.006**	.637
RA 比率	.271	.018	.275
H/PA 比率	.004**	.000***	.131
BB/PA 比率	.230	.543	.278
SO/PA 比率	.112	.390	.000***
HR/PA 比率	.001**	.267	.703

p < 0.05, **p < 0.01, ***p < 0.001

前 3 場 PAP³ 累積量分為 4 組，1: 0；2: 0-375; 3: 375-3000; 4: >3000

統計數據分為 2 組：比率>0: 後 3 場優於前 3 場；比率<0: 前 3 場優於後 3 場

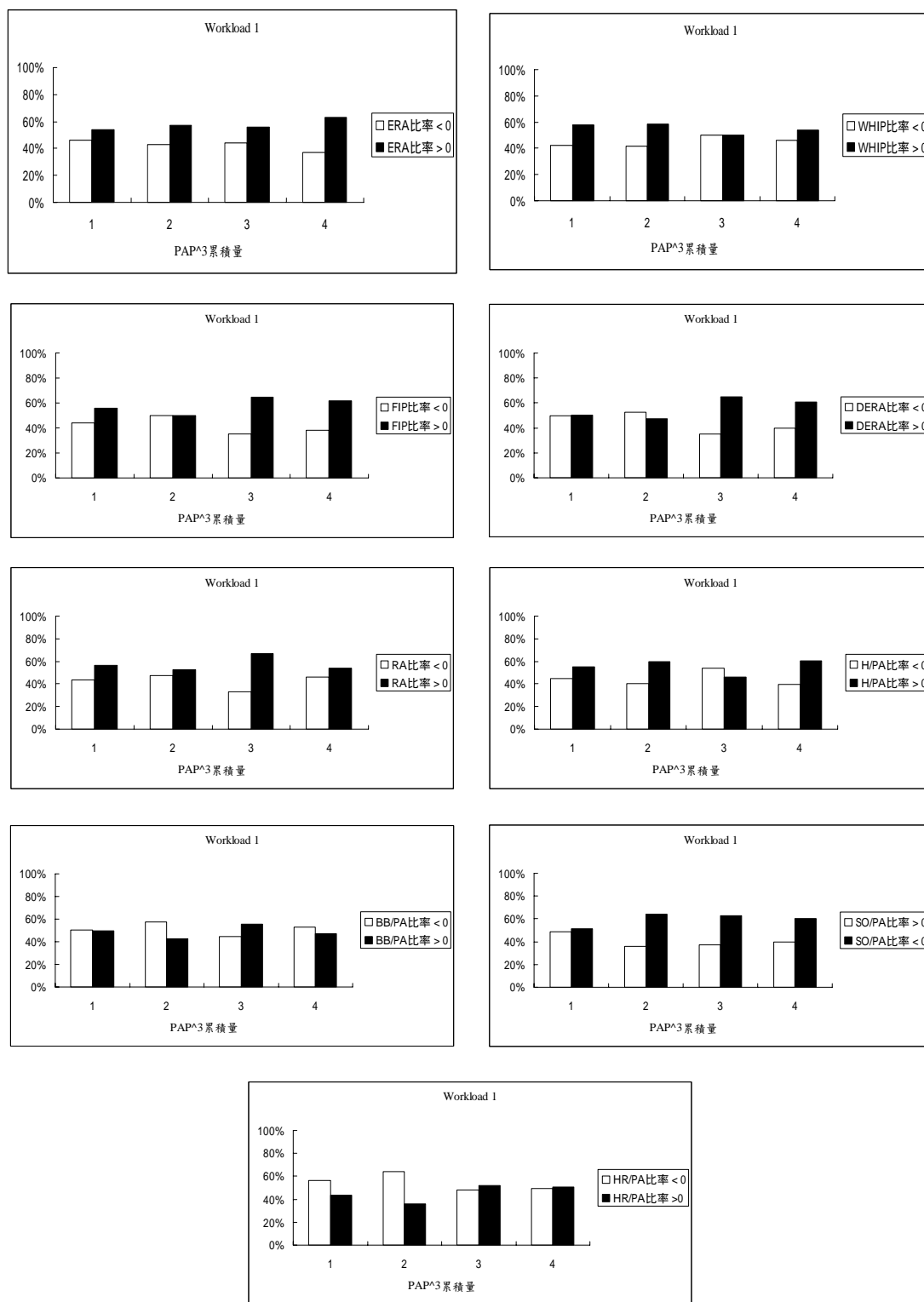


圖 1 Workload 1 (每場投球數中位數<94) 前 3 場 PAP^3 累積量與前後 3 場比率 (2006-2009 年) (PAP^3 累積量 1: 0; 2:1-375; 3:376-3000; 4:>3000; 比率<0: 後 3 場表現較佳;>0: 後 3 場表現較差; SO/PA 比率>0: 後 3 場表現較佳;<0: 後 3 場表現較差。)

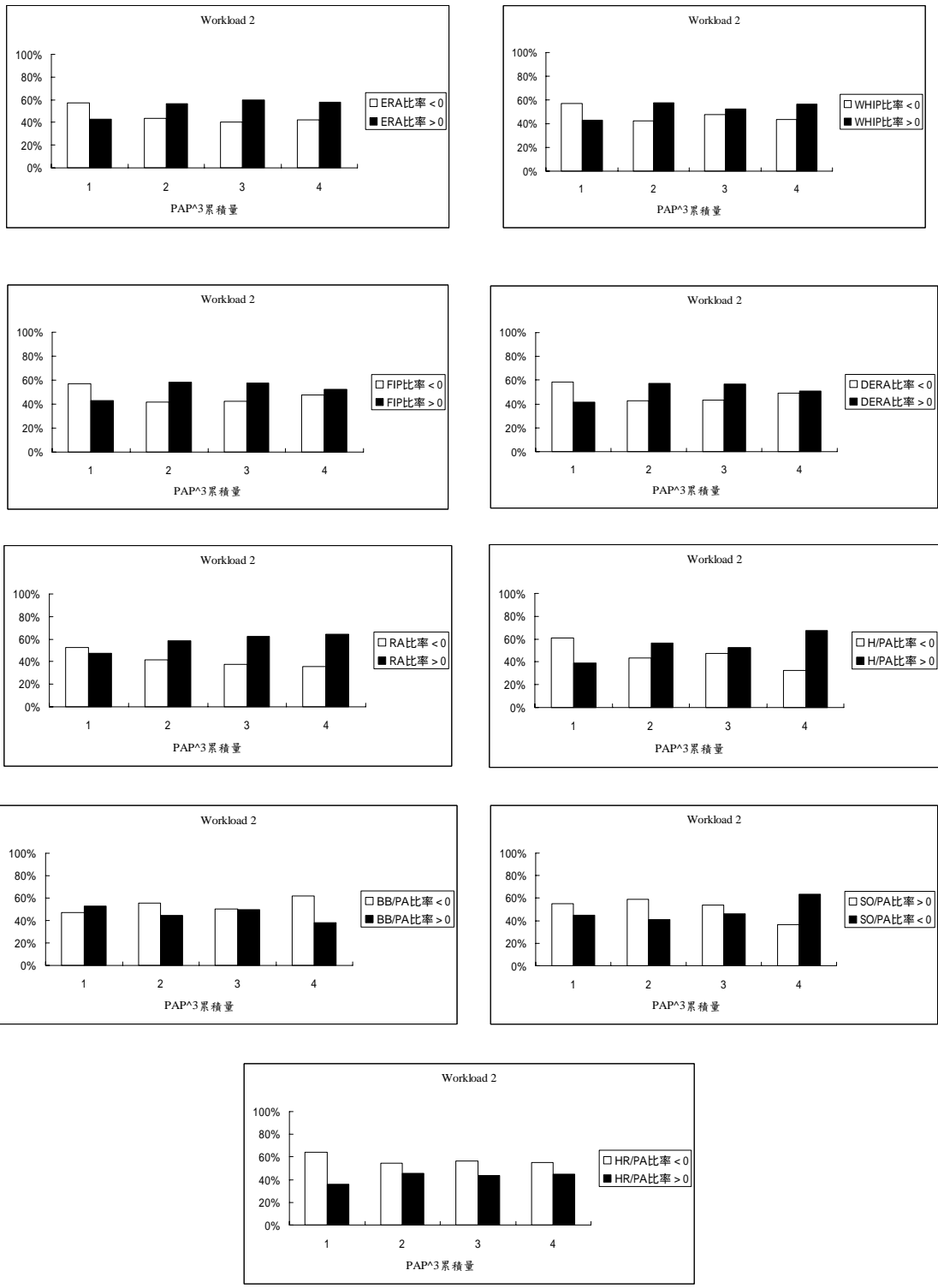


圖 2 Workload 2 (每場投球數中位數 94-100) 前 3 場 PAP^3 累積量與前後 3 場比率 (2006-2009 年) (PAP^3 累積量 1: 0; 2: 1-375; 3: 376-3000; 4: >3000; 比率 < 0: 後 3 場表現較佳; > 0: 後 3 場表現較差; SO/PA 比率 > 0: 後 3 場表現較佳; < 0: 後 3 場表現較差。)

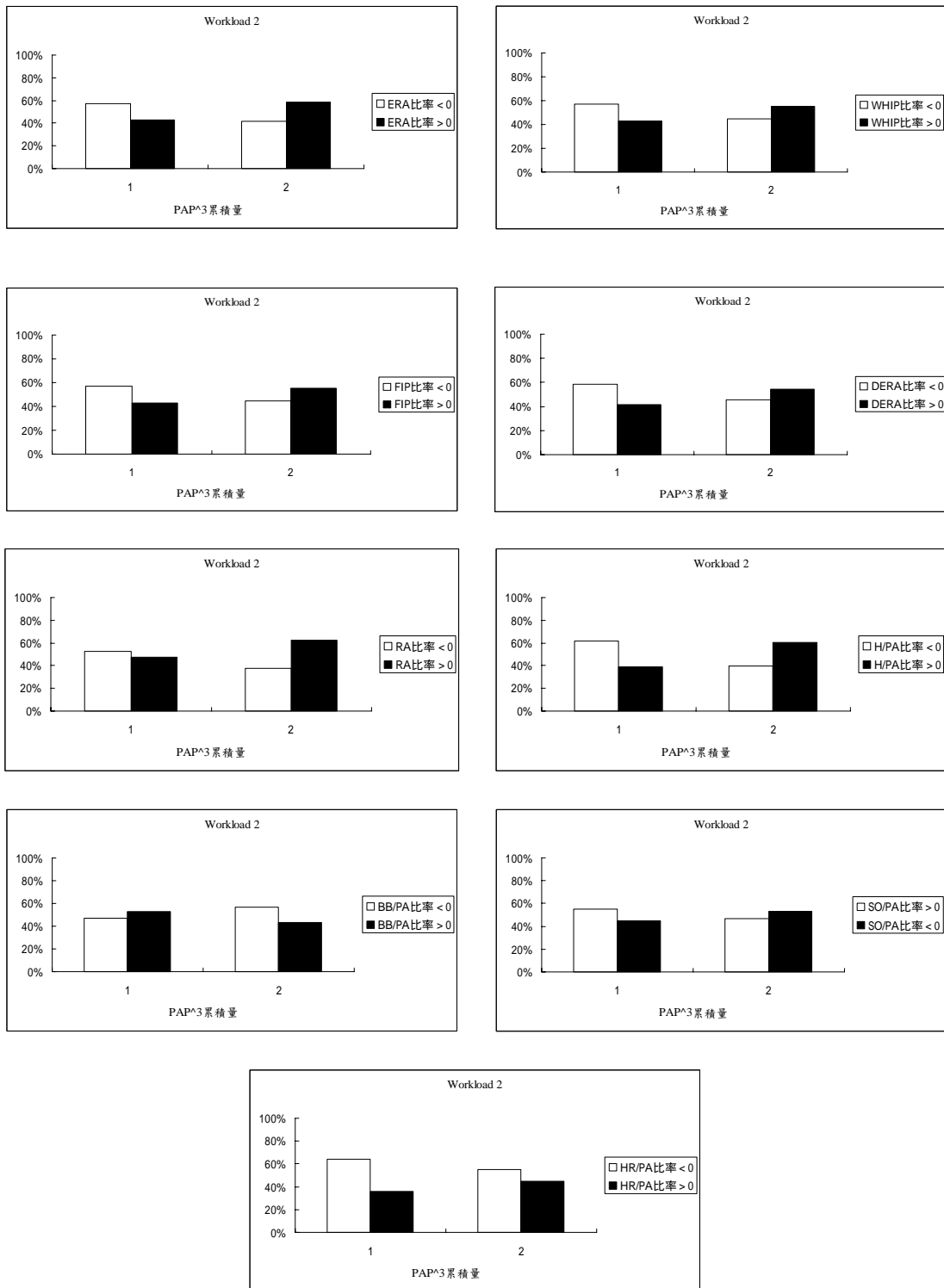


圖 3 併組後 Workload 2 (每場投球數中位數 94-100) 前 3 場 PAP^3 累積量與前後 3 場比率 (2006-2009 年) (PAP^3 累積量 1: 0; 2:>1; 比率<0: 後 3 場表現較佳;>0: 後 3 場表現較差; SO/PA 比率>0: 後 3 場表現較佳;<0: 後 3 場表現較差。)

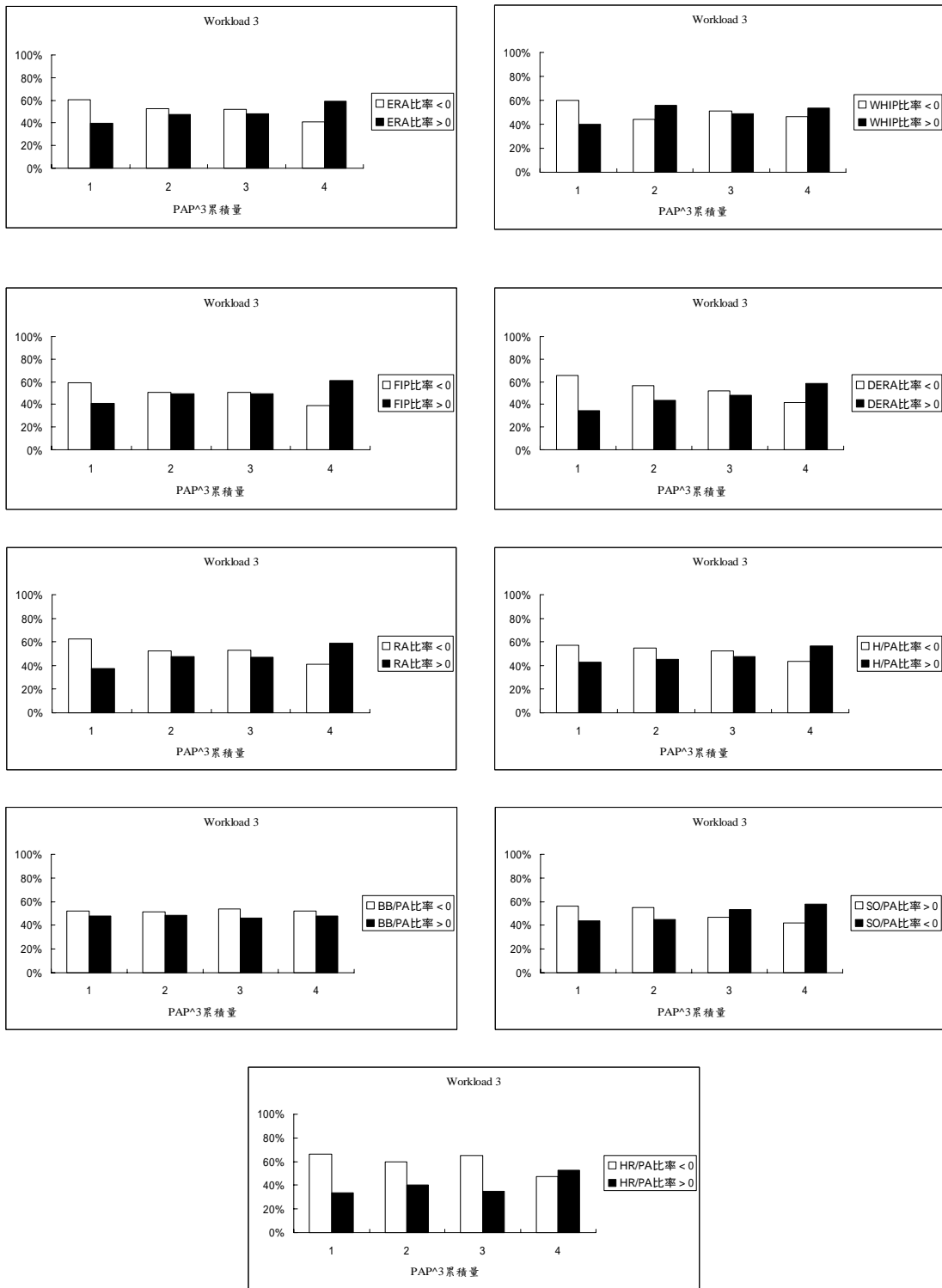


圖 4 Workload 3 (每場投球數中位數 101-109) 前 3 場 PAP^3 累積量與前後 3 場比率 (2006-2009 年) (PAP^3 累積量 1: 0; 2: 1-375; 3: 376-3000; 4: >3000; 比率 < 0: 後 3 場表現較佳; > 0: 後 3 場表現較差; SO/PA 比率 > 0: 後 3 場表現較佳; < 0: 後 3 場表現較差。)

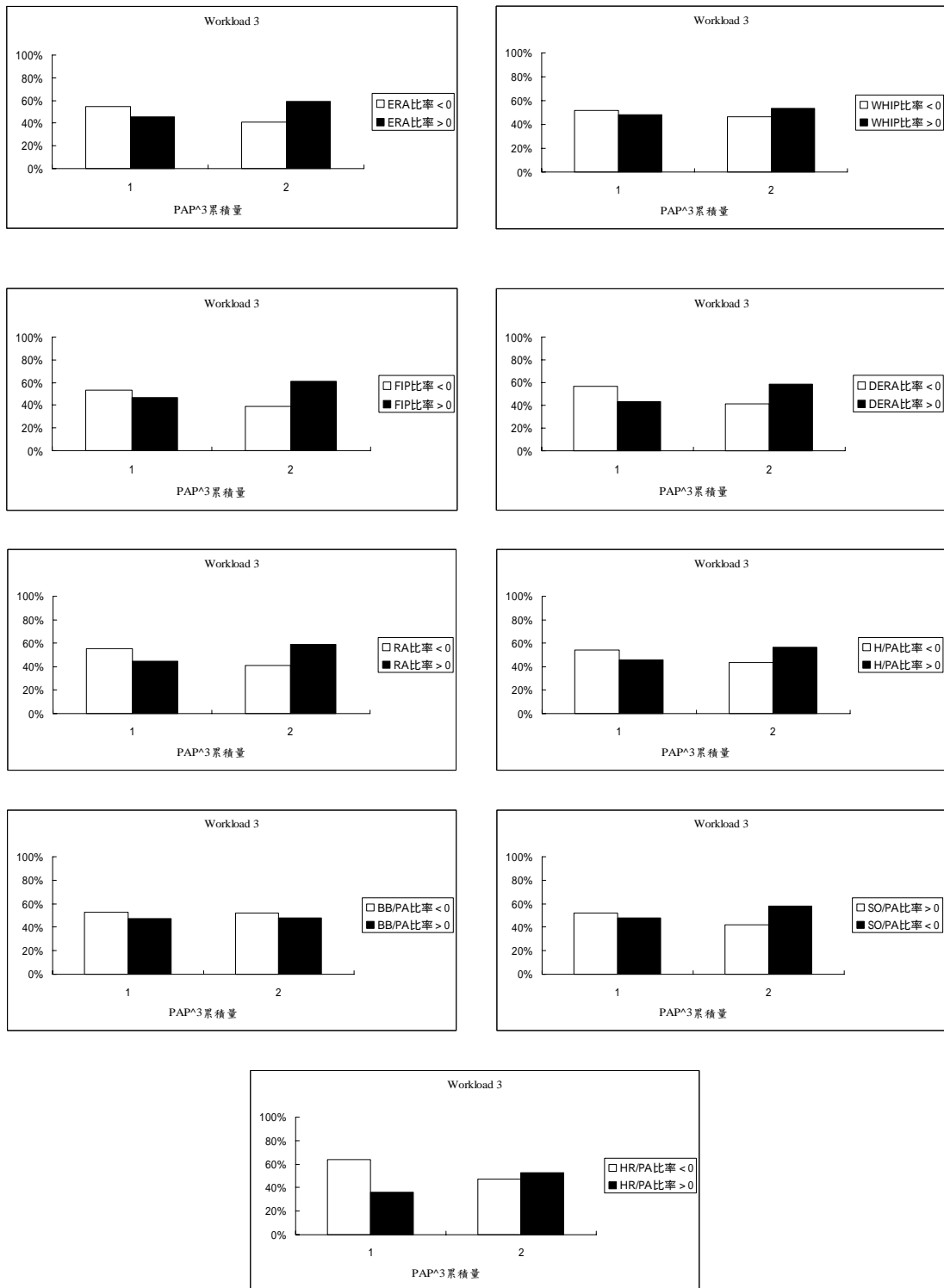


圖 5 併組後 Workload 3 (每場投球數中位數 101-109) 前 3 場 PAP^3 累積量與前後 3 場比率 (2006-2009 年) (PAP^3 累積量 1: 0-3000; 2: >3000; 比率 < 0: 後 3 場表現較佳; > 0: 後 3 場表現較差; SO/PA 比率 > 0: 後 3 場表現較佳; < 0: 後 3 場表現較差。)

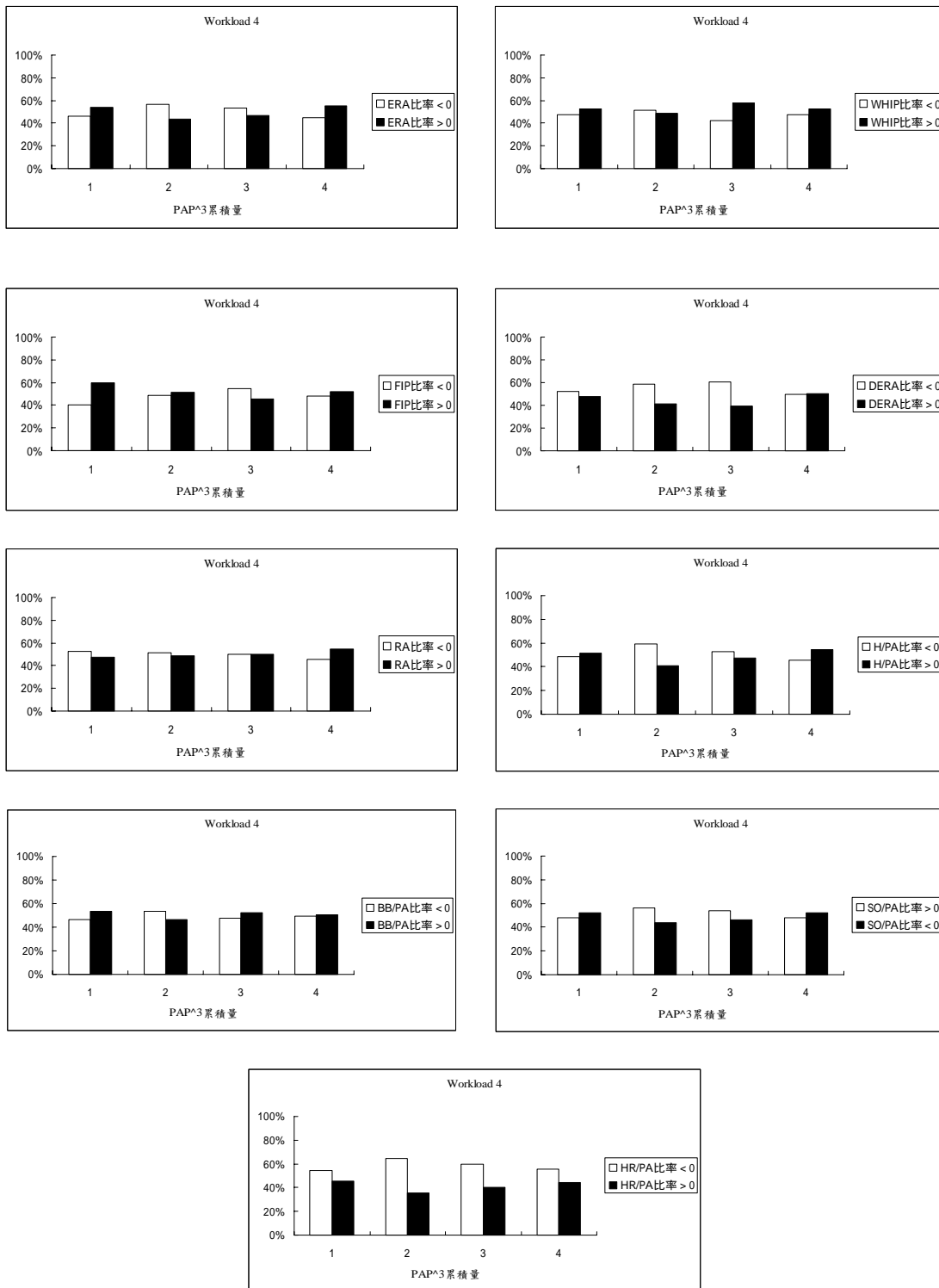


圖 6 Workload 4 (每場投球數中位數>109) 前 3 場 PAP^3 累積量與前後 3 場比率 (2006-2009 年) (PAP^3 累積量 1: 0; 2: 1-375; 3: 376-3000; 4: >3000; 比率 < 0: 後 3 場表現較佳; > 0: 後 3 場表現較差; SO/PA 比率 > 0: 後 3 場表現較佳; < 0: 後 3 場表現較差。)

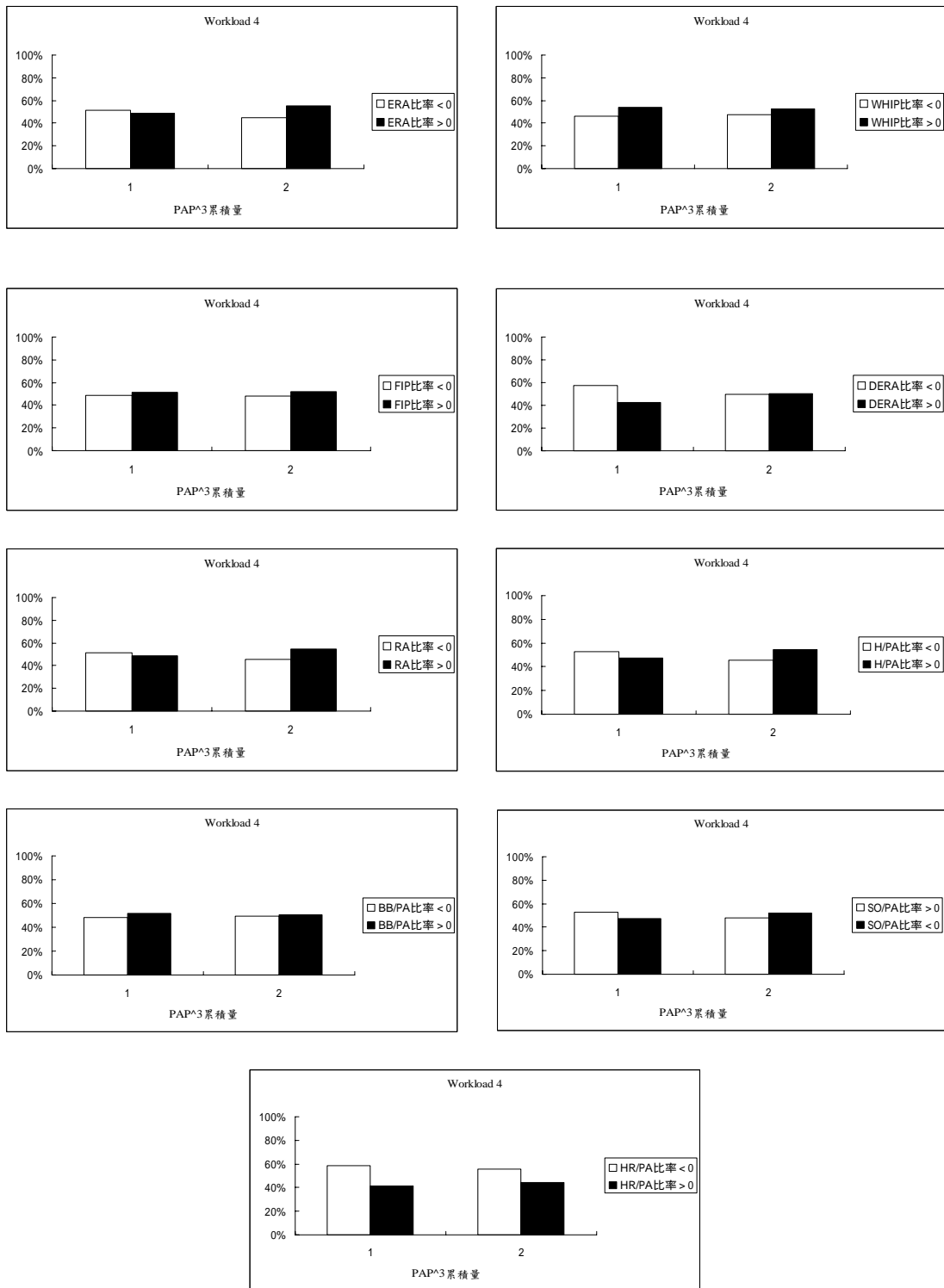


圖 7 併組後 Workload 4 (每場投球數中位數>109) 前 3 場 PAP^3 累積量與前後 3 場比率 (2006-2009 年) (PAP^3 累積量 1: 0-3000; 2:>3000; 比率<0: 後 3 場表現較佳;>0: 後 3 場表現較差; SO/PA 比率>0: 後 3 場表現較佳;<0: 後 3 場表現較差。)

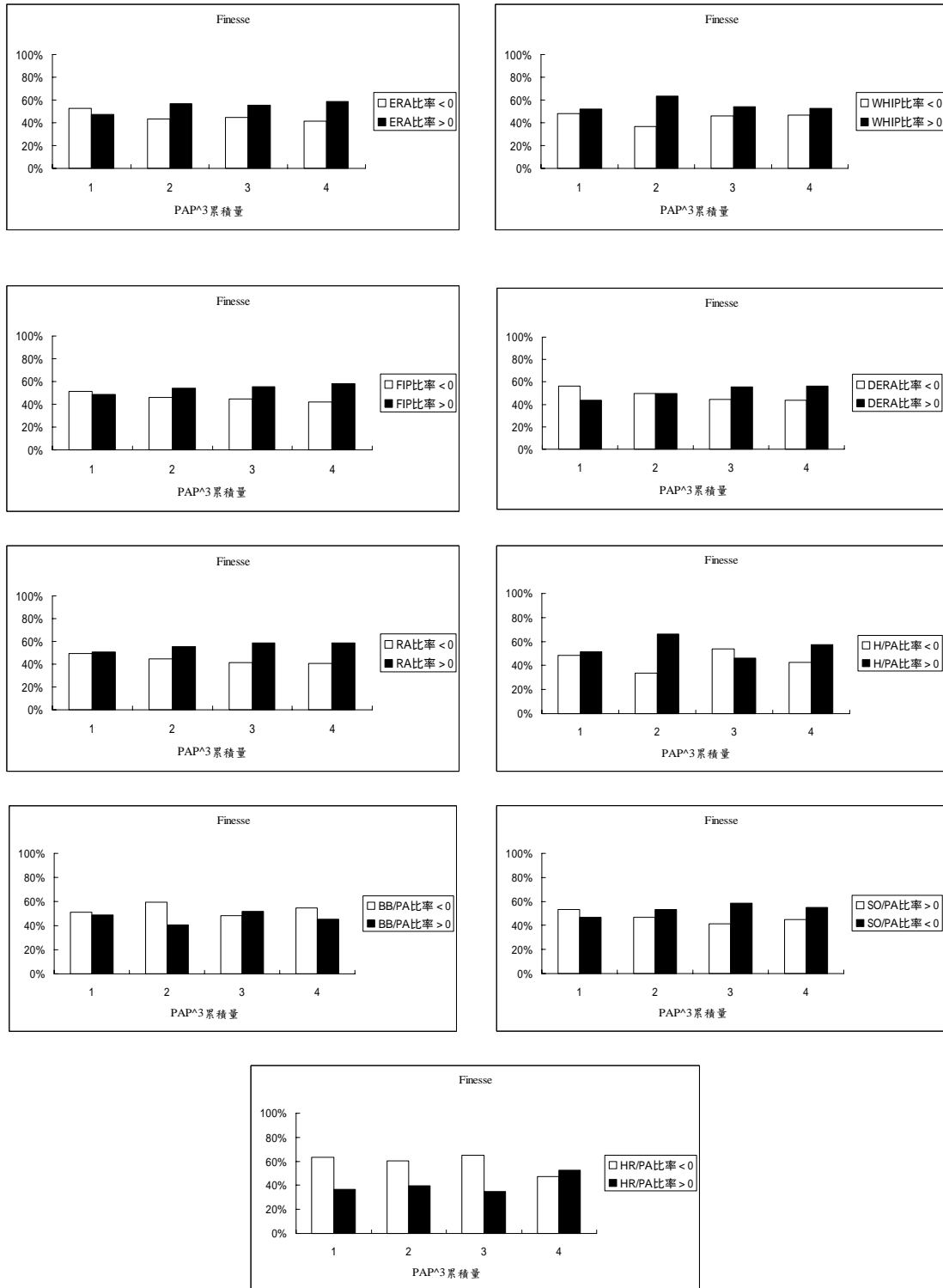


圖 8 Finesse ((BB+SO)/IP < 0.93) 前 3 場 PAP³ 累積量與前後 3 場比率 (2006-2009 年) (PAP³ 累積量 1: 0; 2: 1-375; 3: 376-3000; 4: >3000; 比率 < 0: 後 3 場表現較佳; > 0: 後 3 場表現較差; SO/PA 比率 > 0: 後 3 場表現較佳; < 0: 後 3 場表現較差。)

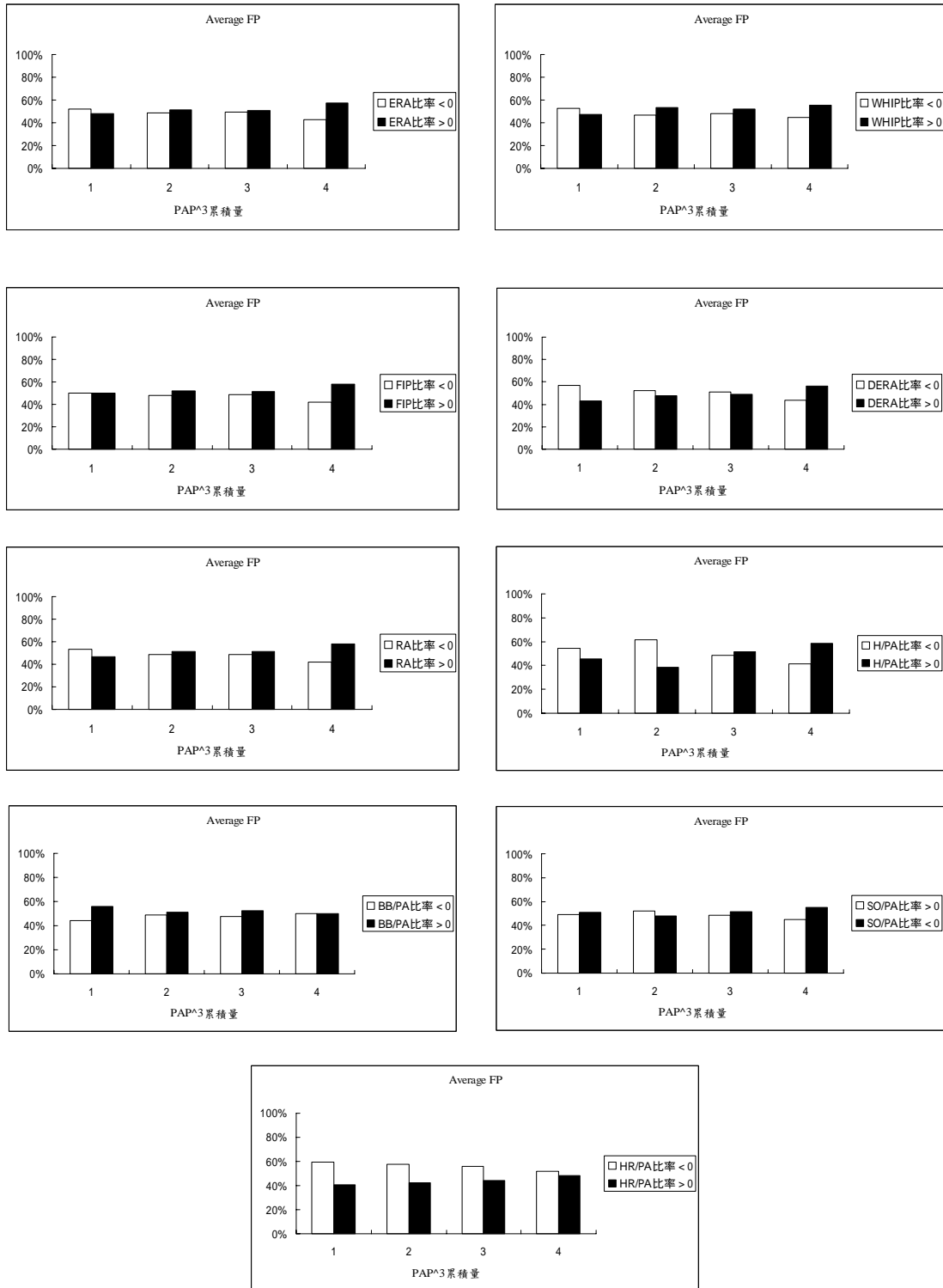


圖 9 Average Finesse Power ($1.13 < (BB+SO)/IP > 0.93$) 前 3 場 PAP^3 累積量與前後 3 場比率 (2006-2009 年) (PAP^3 累積量 1: 0; 2: 1-375; 3: 376-3000; 4: >3000; 比率 < 0: 後 3 場表現較佳; > 0: 後 3 場表現較差; SO/PA 比率 > 0: 後 3 場表現較佳; < 0: 後 3 場表現較差。)

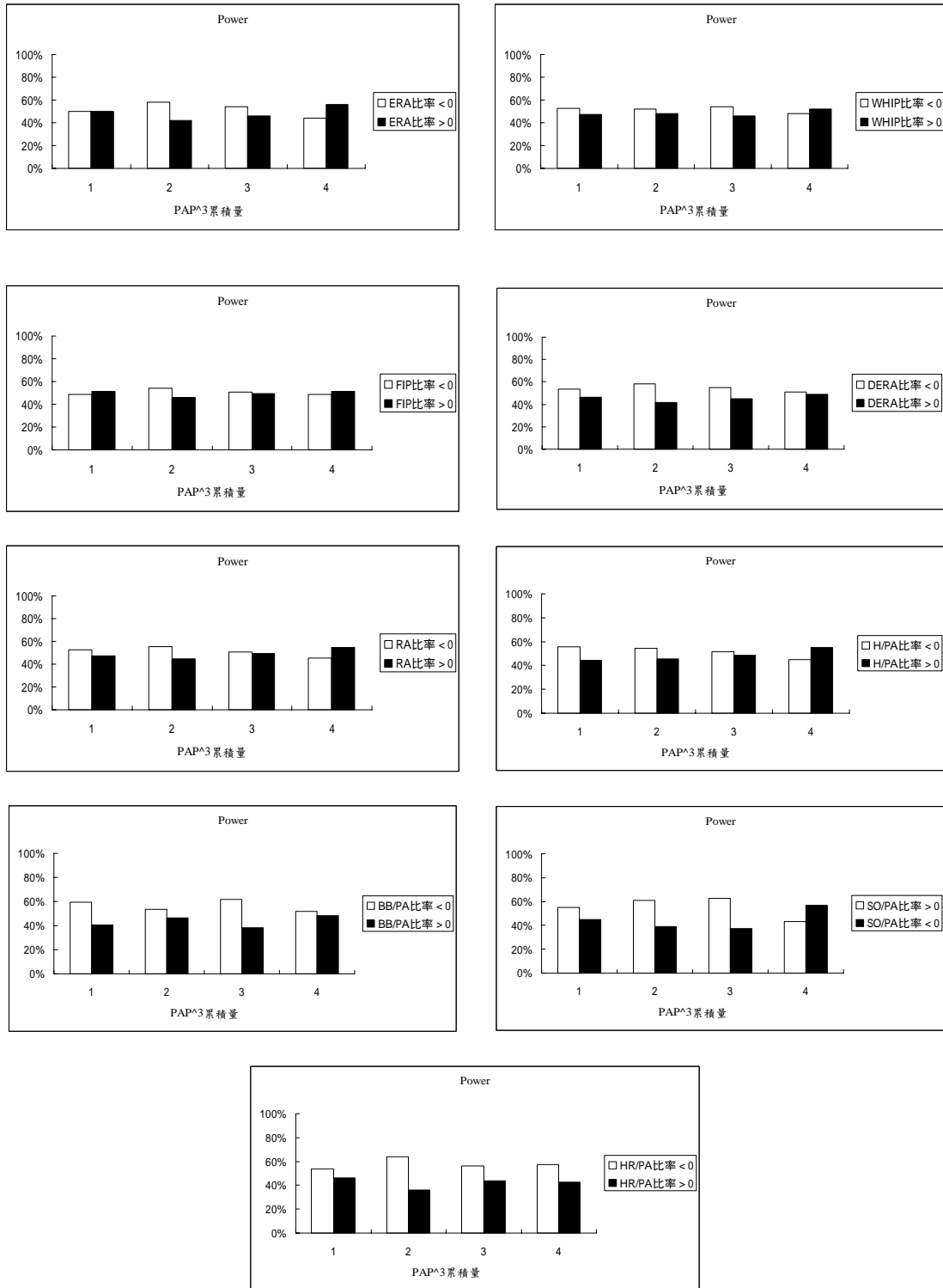
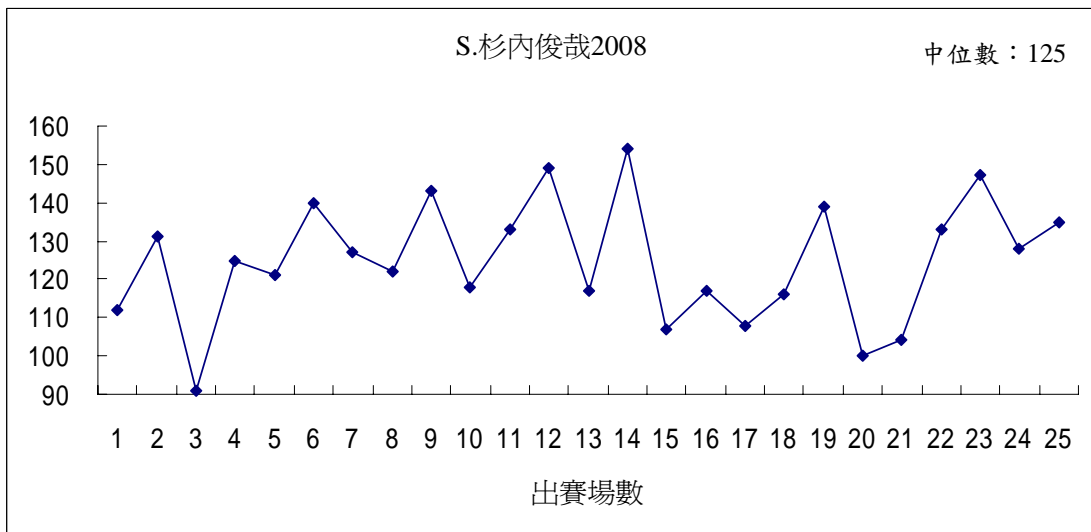
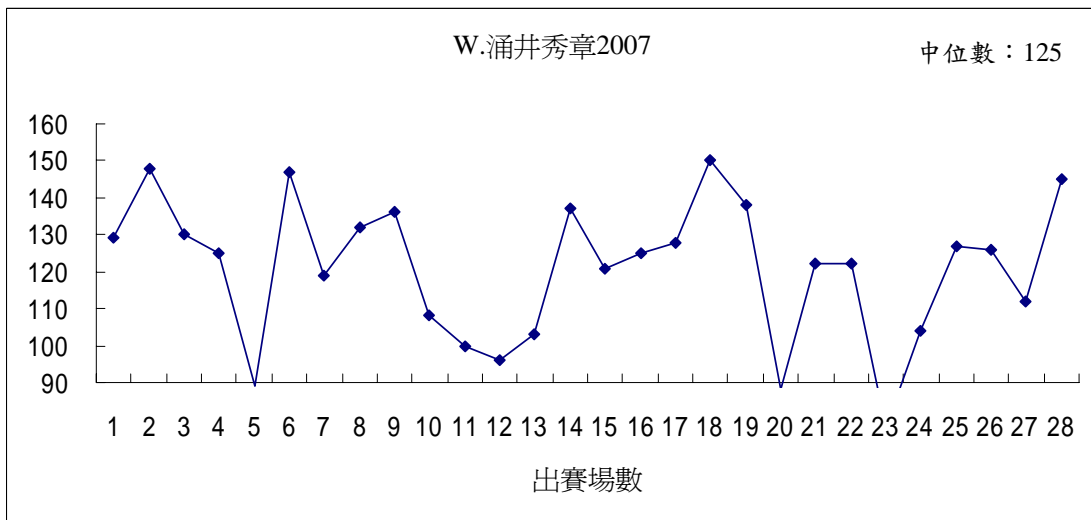
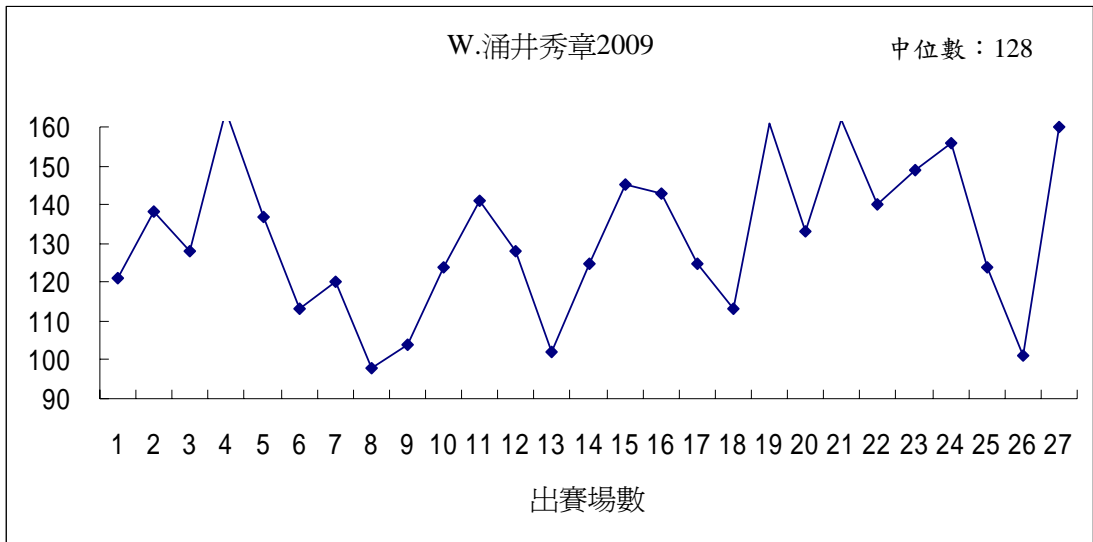
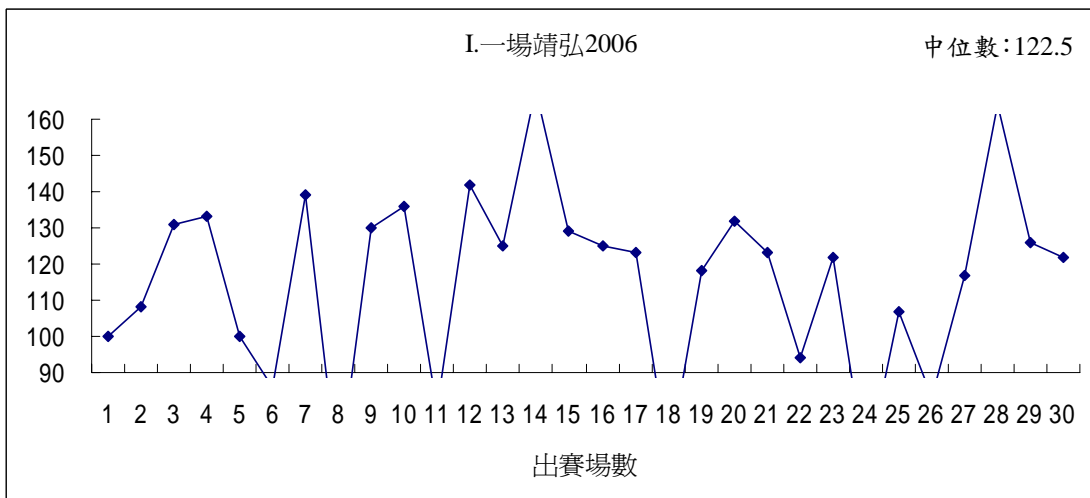
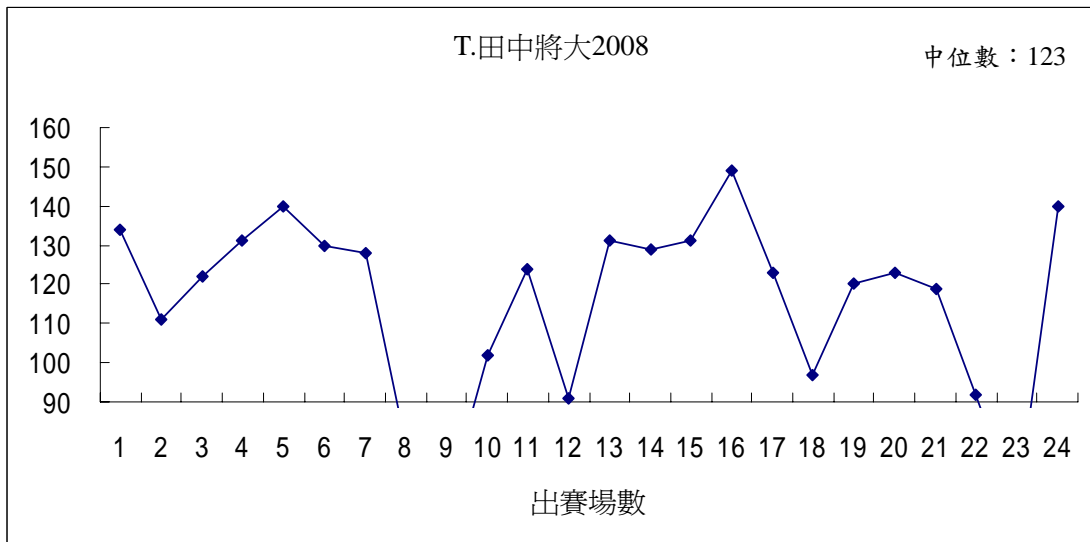
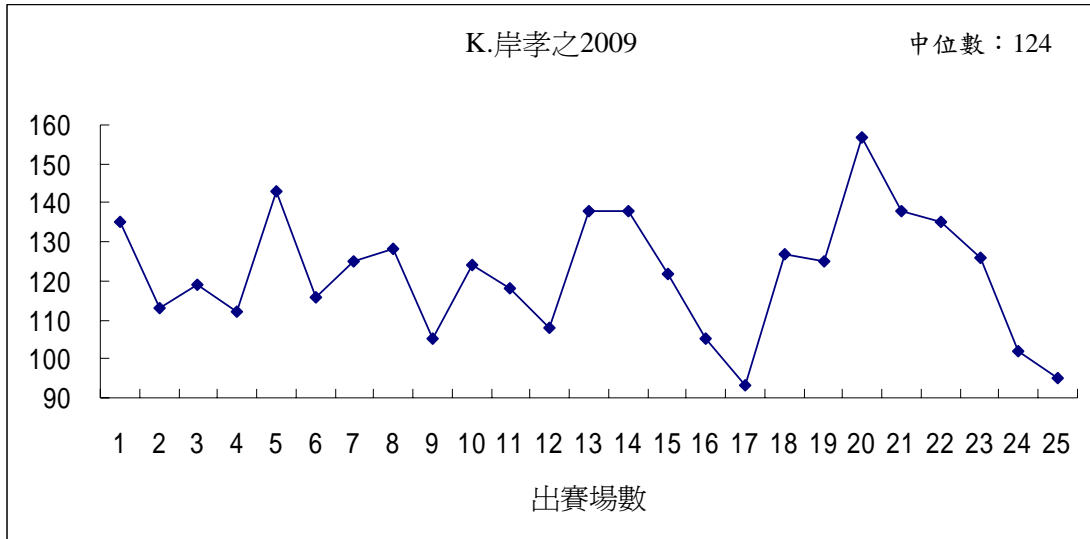
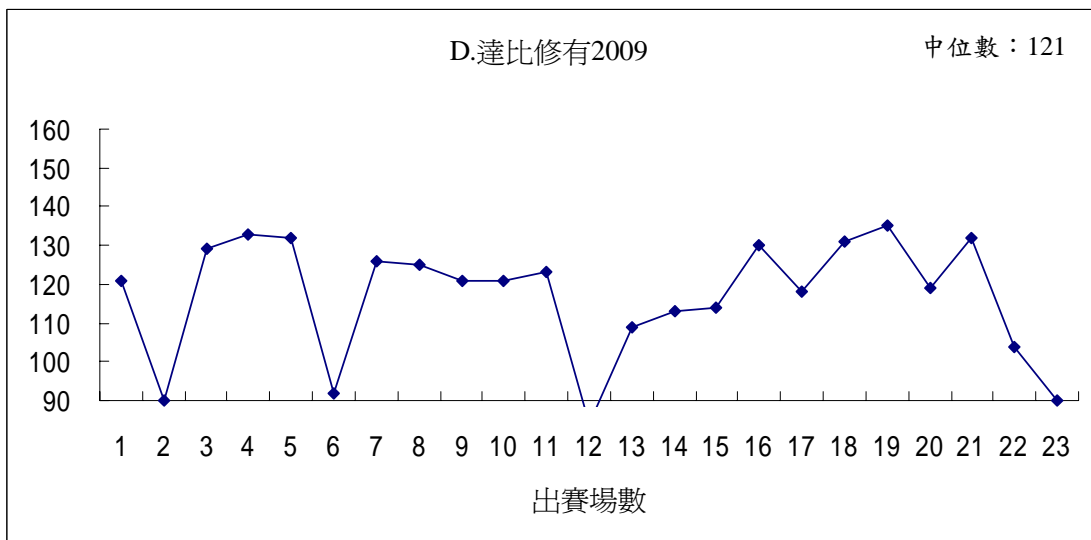
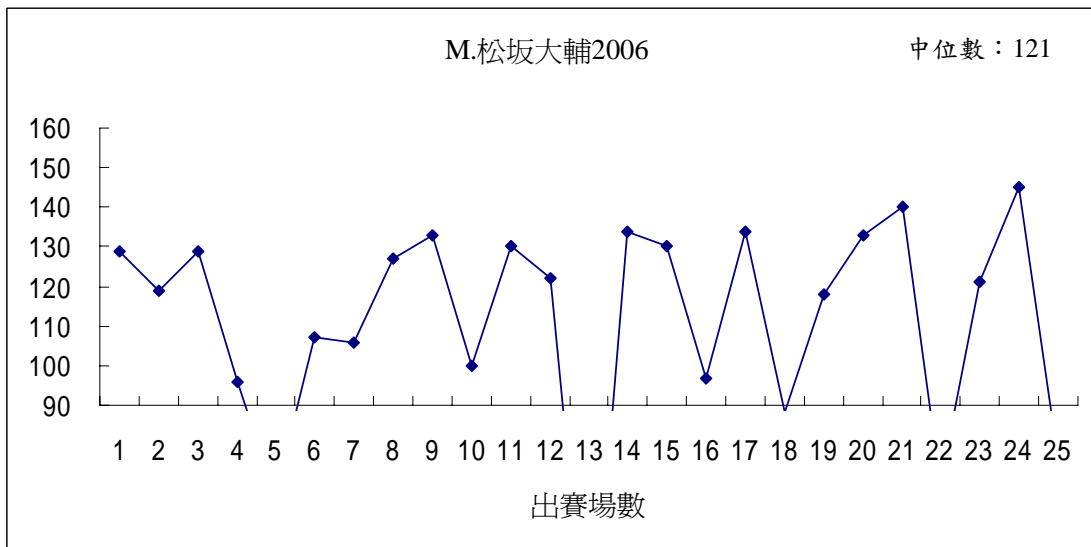
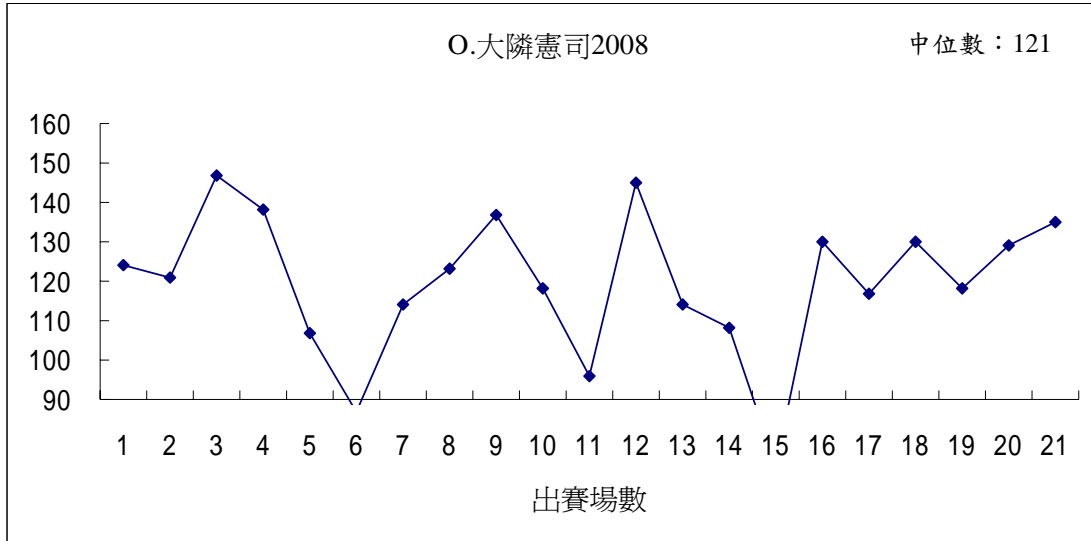


圖 10 Power($(BB+SO)/IP > 1.13$ 前 3 場 PAP^3 累積量與前後 3 場比率 (2006-2009 年)
(PAP^3 累積量 1: 0; 2:1-375; 3:376-3000; 4:>3000; 比率<0: 後 3 場表現較佳;>0: 後 3 場表現較差; SO/PA 比率>0: 後 3 場表現較佳;<0: 後 3 場表現較差。)







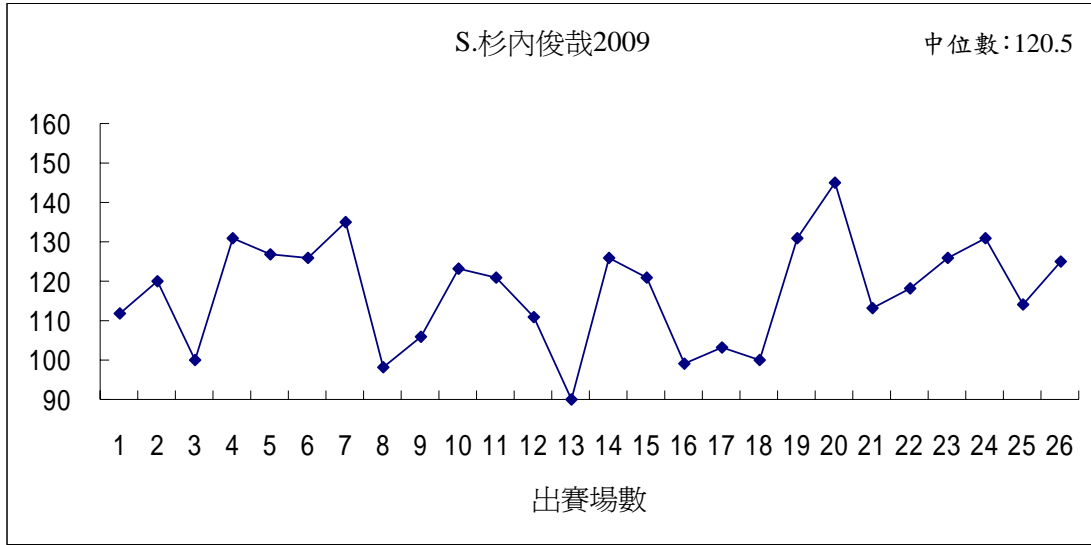


圖 11 Workload 4 投球中位數最高 10 位投手每場比賽投球分布圖