DOI: 10.6277/TER.2016.442.2

十二年國教免試入學分發制度之賽局分析

袁國芝・王子豪・莊委桐*

台灣於2014年開始實施十二年國教。其中分發制度的志願序設計是引發學生和家長爭議的主要焦點之一。本文建立一個十二年國教分發制度下的簡化賽局模型, 比較納入志願序作爲入學比序依據的新制, 以及傳統填志願依成績分發的舊制。我們首先描述學生可能的因應策略, 並刻劃在新舊分發制度下的純策略均衡。接著我們以一個典型的混合均衡爲例, 分別說明在新制下可能的長期均衡結果。我們發現, 最好的學生不受影響, 然後大致上會依照成績由優至劣對學生產生由弊至利的各種影響。另外, 學校錄取的學生組成會更多樣化, 成績較差的學生開始有可能進入第一志願的學校, 並且缺額的情況將可能出現在傳統分發制度下從來不會發生的學校。

關鍵詞: 國教, 分發制度, 賽局, 均衡
JEL 分類代號: C71, D82, I21

1 緒論

1.1 十二年國教實施概況

十二年國教的實施是我國重大的教育改革工程之一, 推動的五大理念爲有教無類、因材施教、適性揚才、多元進路及優質銜接。希望藉由這項世紀工程,「爲我國的青少年打造一個適性發展、多元學習、又具競爭力的學習環境」(教育部十二年國民基本教育專案辦公室, 日期不詳[a])。[1] 在入學分發

*作者分別爲東吳大學經濟系助理教授、Washington University in St. Louis 經濟系博士生與中央研究院經濟研究所副研究員。袁國芝爲通訊作者。我們非常感謝兩位匿名審查人寶貴的意見與建議。

[1] URL: http://12basic.edu.tw/Detail.php?LevelNo=43。

臺大出版中心

措施上, 大致可區分爲免試入學及特色招生二部分。在免試入學部分, 考慮各免試就學區的學校可能發生過多學生申請同一學校的情況, 因此又有超額比序的設計。超額比序採計項目則由各免試就學區自行規畫。以基北區爲例, 共有學生志願序 (30分)、均衡學習 (18分)、多元學習表現 (12分) 及國中教育會考表現 (30分) 等四個項目, 總積分爲90分。其他學區可能還納入就近入學、扶助弱勢及學生畢業資格等項目。

上述項目中, 除了志願序和會考成績外, 大多數學生皆會在其餘比序採計項目拿到滿分或接近滿分, 真正影響學生入學分發結果的項目主要爲志願序和會考成績。會考成績部分原本分爲精熟、基礎、待加強三個等級, 因爲部分民衆反映鑑別度不足, 因此從前述精熟及基礎二個等級內各自再細分三個等級, 總共有七個等級 (A++, A+, A, B++, B+, B, C)。另外還有作文的採計。

另一個值得注意的項目是志願序, 志願序是十二年國教免試入學的一項特別設計。以103年基北區爲例, 志願序總分30分, 從第一志願以下至第十志願, 每個志願遞減1分; 第十一至二十志願同以20分計, 第二十一至三十志願同以18分計, 考生總共可填三十個志願。其他學區計分細節略有不同, 但基本精神則一致。因爲填在愈前面的志願, 志願序積分愈高, 因此考生必須愼選前面的志願, 否則一旦前幾個志願落空, 愈往後志願序的得分愈低, 愈難和其他考生競爭 (王韻齡, 2014)。

志願序的設計, 按教育部的說明, 其理念爲「爲尊重學生意願, 並配合國中階段適性輔導, 以落實適性選擇精神」(教育部十二年國民基本教育專案辦公室, 日期不詳[b])。[2] 不過由於這種扣分式的志願序設計, 同時也引入了考生在選填志願時的不確定性和策略性考量, 加上學校師生及家長之前並無這樣的經驗, 因此在實際運作上, 造成頗大的爭議。例如有學生拿了4個 A++, 僅數學一科拿 A+, 作文六級分, 雖然填了三十個志願, 結果因爲第一志願填北一女, 一路落榜, 三十個志願通通沒錄取 (中央通訊社, 2014a)。也有家長抱怨, 努力3年考了滿分, 卻比不上一個填志願序的技巧。根據十二年國教家長聯盟代表周美里說法, 103年總共有3,700多名學生在一免落榜, 其中1,500名學生填了10個志願仍然落榜 (自由時報, 2014a)。在一

[2]URL: http://12basic.edu.tw/Detail.php?LevelNo=229。

片對志願序撻伐聲中, 104年基北區仍以「五校爲一組」爲志願序, 納入比序依據。據主管官員表示, 因爲志願序勢必要有實質比序效果, 否則會考成績就會成爲主要的比序依據, 讓免試入學走回頭路 (中央通訊社, 2014b)。

鑒於以上爭議, 本研究嘗試從賽局理論角度切入, 來比較納入志願序作爲入學比序依據的新制, 以及傳統的填志願依成績分發的舊制, 兩種制度下考生填志願的行爲有何不同, 以及在均衡下的福利水準。我們發現, 在傳統制度下, 考生的最適策略相當單純: 按自己的偏好依序選填志願; 新的志願序制度下, 考生因爲扣分設計而增加新的不確定性, 因此有了策略性考量而可能不依偏好來選填志願, 最後可能產生混合均衡。整體而言, 志願序新制並不見得能增進考生的福利。反而因爲志願序扣分的設計, 增加了考生在選填志願時的不確定因素。平均而言, 可能導致考生福利的下降。同時我們也發現, 在可能產生的混合均衡中, 會發生「錯置」及「缺額」的情況: 前者指的是, 即便學生偏好相同, 成績較佳學生反而可能被分發到排名較後的學校, 也就是一般所稱的高分低就; 後者指的是, 即便學生希望至少有學校唸, 但最後可能發生學校未招滿額 卻有學生無學校可唸的情況。

1.2 相關制度及文獻探討

關於分發制度及相關的文獻, Abdulkadiroğlu (2013) 有廣泛及深入的探討, 本文僅就和台灣較爲相關的部分作簡要討論。每所學校在各自運作之下, 難免會因爲某些可控制或不可控制的因素而產生不同的發展結果。也由於學生或家長對於學校的某些特質有共同的偏好, 例如學生的學業表現、升學成果等, 因此會在某一期間內, 發生多數人近乎相同的偏好順序。也因爲這種約略一致的偏好, 導致優劣的趨勢益發明顯的兩極化發展, 最後產生學校的排名。而且這種排名一旦得到多數民衆的認可, 就會造成社會既定印象的進一步強化。也由於學生和家長對學校有著近乎一致的偏好, 因此自然會想努力擠進「好學校」。不過, 因爲每所學校名額有限, 在「好學校」求過於供的情況之下, 學校勢必要有一套申請入學的篩選標準。

常見的篩選標準之一, 就是以學生居住地址和學校的距離來判斷。這種標準的明顯優點是, 可以節省通車時間, 以及家長較有可能參與學校的事務。不過它也容易導致過於同質化的批評, 亦即學生可能來自相同社經

地位的家庭, 而導致社經隔離 (segregation) 的現象: 富裕家庭的學生都就讀 A 學校, 貧窮家庭的學生則就讀 B 學校, 如此對社會的多元發展及社群和諧會有不利的影響。

舉例而言, 大多數波士頓的學校在排定學生申請的優先順序是依以下標準來衡量: (1) 是否已就讀該校或其預備學校 (a feeder school); (2) 是否有兄弟姊妹就讀該校且居住在步行距離之內; (3) 是否有兄弟姊妹就讀該校但未居住在步行距離之內; (4) 居住在距離學校步行距離之內但無兄弟姊妹就讀該校; (5) 其他學區內學生。

這些學校的作法是, 百分之五十的名額依上述標準來錄取學生。若在某一類別中發生超額的情況, 就以抽籤來決定。另外百分之五十的名額, 則是依前述第一項及是否有兄弟姊妹就讀該校等二項標準和抽籤來決定。

把「是否有兄弟姊妹就讀同一學校」作爲決定優先順序標準的好處是, 可以節省家長的接送交通成本、有「規模經濟」效果以及兄弟姊妹間有「外溢效果」等等。

當然, 學校的教職員對學生的學業表現等特質, 也可能會有類似的偏好, 例如紐約市的某些高級中學。文獻上把根據外生規則來爲學生排序的作法稱爲單邊市場 (the one-sided market), 例如前述波士頓的學校; 若排序同時也反映學校對學生學業表現的偏好, 則稱爲雙邊市場 (the two-sided market)。

在分析入學分發制度時, 我們一般會考慮以下幾項重要條件:

一、可行性 (feasibility): 學校錄取學生人數不可超出其容納上限, 而且僅能錄取學校認爲合格的學生。

二、個人理性 (individual rationality): 如果把學生分發到不在其志願表內的學校, 我們會預期該名學生可能會想選擇退出, 然後進入私立學校或採取其他如在家自學等方式。因此, 我們要求分發制度只能把學生分發到他所填的志願表內學校, 否則就不予分發。

三、效率性 (efficiency): 站在學生的立場來思考, 我們會認爲好的制度應該要盡可能增進學生的利益。因此, 如果某學校 A 發生缺額, 但是有學生分發到學校 B, 可是該學生卻比較偏好學校 A, 那麼我們會說這個分發制度浪費了學校A 的一個名額。又或者兩名學生分別錄取了 A 和 B 兩學

校, 可是他們卻分別比較喜歡對方的學校。此時若這兩位學生互相交換錄取的學校, 他們都會更加滿意。因此若有上述不影響其他人的前提下而能增進學生福利的情形發生, 我們會認爲原先的分發結果是比較沒效率的。

四、遵從優先順序 (respecting priority in assignment): 意指分發制度應該依學生對學校的志願序, 以及學校對學生的排名順序來分發學生。這包括兩種情況: 如果 A 學校有缺額, 而且有學生偏好這所學校甚於已分發的 B 學校, 那麼 A 學校就不該浪費這個名額。另外, 如果甲乙兩名學生在 A 學校的排名裡甲在乙前面, 而且甲喜歡 A 學校甚於本身已錄取的學校, 可是 A 學校卻錄取乙而未錄取甲, 那麼我們就認爲這樣的分發制度沒有遵從優先順序。如果分發制度沒有違反這個原則, 我們可稱這種分發制度是穩定 (stable) 的。

文獻上認爲分發制度至少應該符合前述可行性和個人理性二項要求, 我們認爲這樣的假設也是合理的。當然, 在實務上可能因爲學生所能選填的志願數小於所有學校的數量, 而發生有學生未能錄取任何學校, 但其實他願意就讀某些未選填的學校, 並且這些學校也願意招收這位學生。不過, 由於這樣的情況畢竟不常見, 而且直接把學生分發到未在志願表上的學校也可能引發後續不同的問題, 因此我們傾向接受分發制度應該符合可行性和個人理性的假設。

比較值得注意的問題在於後二項條件。效率性和穩定性兩項條件並無因果關係: 有效率的分發制度不一定會穩定, 穩定的分發制度也不見得有效率。因此文獻中常以這二項條件來比較不同分發制度的優缺點。如果能同時符合穩定和效率性的要求, 我們就稱這樣的分發制度是學生最適穩定的 (student optimal stable)。

在某一特定分發制度下, 我們很容易面臨學生和家長會爲了想錄取理想中的學校, 而在填寫志願時, 沒有依照他們真實的偏好順序填寫。也就是會有「賽局」(game) 中的策略行爲發生, 例如明明比較偏好學校 A, 卻把學校 A 的志願放在學校 B 之後。如果在某個分發制度下, 每位學生或家長的最佳策略就是依照其真實偏好的學校依序填寫志願序, 而不會發生上述的策略性行爲, 那我們就稱這樣的分發制度能防止策略性操縱 (strategy-proof)。

臺大出版中心

分發制度如果能防止策略性操縱, 那麼不論全體學生的排序結構爲何、或是其他學生會怎麼來填志願, 每一個學生的最佳策略, 就是依照真實偏好來填志願。防止策略性操縱的分發制度有以下三項優點:

一、簡化決策過程: 學生或家長只要根據真實偏好來填志願即可, 因爲這是最佳策略。

二、可以消弭學生或家長在社經背景上的差異: 社經地位弱勢的家庭可能無法理解過於複雜的分發制度, 遑論在繁複的機制中找出最佳策略。若分發制度具有防止策略性操縱的特性, 那麼每位學生只需按真實偏好來填志願即可, 可降低弱勢家庭的不利情況。

三、因爲學生和家長會以真實偏好來填志願, 最終的志願資料可反映學生對學校的偏好及需求, 這些反映真實狀態的資訊可作爲教育單位的政策制訂參考。

接著我們介紹三種文獻常見的分發制度:

一、波士頓機制 (The Boston Mechanism, BM): 以儘量將學生分發到他們第一志願的學校爲原則。每所學校先從將該校列爲第一志願的學生中擇優錄取, 所有學校分發完後, 仍有缺額的學校, 再從將該校列爲第二志願的學生中擇優錄取。如此依志願順序進行, 直到所有學生都分發完畢爲止。

二、效率移轉機制 (Efficient Transfer Mechanism, ETM): 爲 Abdulkadiroğlu and Sönmez (2003) 所提出。其基本精神在於調整學生之間的錄取學校, 以增加學生的效用爲原則。其作法爲讓每個學校指向其最高順位的學生, 每位學生則指向其最偏好的學校。例如若存在以下循環:

學校 A → 學生 1 → 學校 B → 學生2 → 學校 C → 學生 3 → 學校 A,

則學生1分發至學校 B; 學生2分發至學校 C; 學生3分發至學校 A。每個階段處理完所有循環後, 再將尚未錄取的學生和學校名額, 重新依上述方法操作。如此重複, 直到所有學生都錄取學校或學校沒有空額爲止。

三、學生最適穩定分發機制 (The Student Optimal Stable Matching Mechanism, SOSM): 此機制很像波士頓機制 (BM), 只不過在 SOSM 機制下, 每位學生不會因爲把某個學校的志願填在比較前面, 就讓他被該學校所錄取的機會因志願序的關係而比其他學生高。舉例而言, 假設學生 1

臺大出版中心

在學校 A 的排序優於學生 2, 那麼即使學生 1 把學校 A 列爲第二志願, 學生 2 不會因爲把學校 A 列爲第一志願而使他被該校錄取的機會優於學生 1, 但是在波士頓機制 (BM) 下, 學生 2 則會因此而比學生 1 有較佳的機會錄取學校 A (Gale and Shapley, 1962)。這是因爲在 SOSM 機制下, 每一階段的錄取學生都只是「暫訂」狀態。每位學生先向其第一志願學校申請, 學校則依學生排序及錄取名額「暫定」錄取學生。沒被錄取的學生則繼續申請下一志願的學校, 每所學校則比較新申請的學生和「暫定」錄取學生的排序, 重新決定「暫定」錄取學生的名單。此時, 原先在「暫定」錄取名單的學生可能會被排序在前的學生「擠出」成爲未錄取學生。所有尚未被錄取的學生再繼續申請各自下一志願的學校, 如此重複, 直到所有學生都錄取學校或學校沒有空額爲止。

也因爲學生最適穩定分發機制 (SOSM) 在每個階段的錄取名單都只是暫定的, 學校會在每個階段重新考慮申請學生的排序。因此, 它滿足「遵從優先順序 (respecting priority in assignment)」的要求。也就不會發生學生 1 在學校 A 的排序比學生 2 高, 但最後學校 A 卻錄取學生 2, 而學生 1 反而分發到他較不喜歡的另一學校的情況。不過在波士頓機制 (BM) 中, 上述情況則是可能發生的 (例如學生 2 把學校 A 填爲第一志願, 學生 1 把學校 A 填爲第二志願)。

Gale and Shapley (1962) 發現, 在所有滿足「遵從優先順序」(respecting priority in assignment) 要求的分發制度中, 學生最偏愛 SOSM 機制。同時, Dubins and Freedman (1981) 和 Roth (1982) 也指出, SOSM 機制能防止策略性操縱。

在相關的實驗文獻中, Chen and Sönmez (2006) 發現在波士頓機制 (BM) 下, 會有較高的操縱偏好現象; 同時它在效率上的表現也不如 ETM 和 SOSM。Pais and Pintér (2008) 則發現, 在不完全訊息之下, ETM 下的效率要優於 SOSM 和波士頓機制 (BM)。當學生所能選填的志願數受到限制時, Calsamiglia, Haeringer, and Klijn (2010) 發現此時操縱偏好的現象大幅增加, 同時也影響最終分發結果的效率和穩定性。這項實驗上的結果和 Pathak and Sönmez (2013) 的理論預測一致。Featherstone and Niederle (2011) 則發現, 當學校對學生的排序在比序相同的情況下若用隨機方式

臺大出版中心

(例如抽籤) 來決定, 且學生對學校的偏好是私有訊息時, 波士頓機制 (BM) 的效率反而會比 SOSM 要來得好。Klijn, Pais, and Vorsatz (2013) 研究風險趨避和偏好強度的變化對個人行爲的影響。他們發現, 不論學生是否在選填志願數上有受到限制, 在面臨偏好的效用單位增大或縮小時, SOSM 都比 BM 要來得強固 (robust)。另外, 風險趨避強烈的學生在 SOSM 之下會採取較爲安全的策略, 但在 BM 下則無此現象。

由上述的文獻討論中, 我們可發現, 雖然在多數情況下, SOSM 和 ETM 的表現似乎優於波士頓機制 (BM), 但例外的情況也不少。因此, 我們亦無法斷然評斷何種機制較優。此外, 台灣的入學分發制度和前述的三種機制亦不完全相同。例如, 不論是之前的基測, 或是現行的會考, 因爲採用相同的評分標準如測驗或考試成績爲排序標準, 台灣的學生在各個學校的排序 (在不考慮志願序的前提下) 基本上是一致的。這和學生在美國各個學校中的優先順序可能會因不同學校而有所不同的情況, 是有所差異的。此外, 台灣的各所學校在學生偏好的排列順序, 大致上也是相同的, 這也和前述的三種分發機制的設計有所差異。

我們從文獻中發現, 類似台灣這種學生在各個學校的排序大抵相同且學生對學校的偏好也幾乎一樣的情形, 因爲歐美國家較爲少見, 反而在比較不同制度的優劣時常被忽略。同時, 文獻也發現, 各種分發機制在不同的偏好和訊息假設之下, 可能會對不同類型的學生有不同的效應, 對社會整體的效率影響也可能會有差異。例如, Abdulkadiroğlu, Che, and Yasuda (2011) 就發現, 若學生對學校有相同的偏好順序但偏好強度可能不同, 而且學校對學生沒有偏好優先順序時, 每種類型的學生在波士頓機制 (BM) 下都會優於或至少和 SOSM 機制一樣好。此外, 他們也證明, 當完全訊息假設不成立, 策略性思考的學生對於面對的是哪些競爭對手具有不確定性時, 因爲無法針對真正競爭對手擬定最適策略, 因此 Pathak and Sönmez (2008) 中「策略性思考的學生會比單純思考學生佔有更大優勢」的結論不見得存在, 反而後者會因前者的策略性操作而得到更佳的學校錄取機會。因此, 我們無法直接引用文獻的結果, 而必須針對台灣前後的分發制度加以比較, 才能作出有意義的評論。

上述三種分發制度中, 除了效率移轉機制 (ETM) 和台灣現行制度較無

臺大出版中心

關聯之外, 台灣傳統的分發制度 (以下簡稱舊制) 在概念上比較接近 SOSM 機制。差別在於台灣的分發制度幾乎完全以考試成績爲排序標準, 因此每一學校對所有學生的排序幾乎都相同。因此, 台灣的舊制在分發時, 是先將所有學生成績排序由高而低予以排序, 依序分發到各自最偏好且尚有名額的學校即可。而在 SOSM 機制中, 各個學校在分發過程中皆保留各自的暫訂錄取名單, 隨著各階段加入新的可能錄取學生後, 再重新比序決定最新的暫訂錄取名單, 直到所有學生都分發完或所有學校缺額皆已填滿, 才確定最終錄取名單。由上述比較可知, 台灣的舊制和 SOSM 機制在分發過程的實務操作上仍有一些相異之處。

二者之所以在實際運作的過程設計會有所不同, 主要的原因在於, 台灣是以共同的考試成績爲排序標準, 因此可以將所有學生以一致的標準來排序, 且所有學生在每一學校的排序也幾乎都一致; 但在國外的 SOSM 中, 因考慮學生在不同的學校中的排序可能會有不同, 因此無法像台灣舊制般, 以一致的排序結果一次就將學生分發到位, 而產生暫訂錄取名單在各階段有所調整的情況。換言之, 當學生在不同學校的排序會有所不同時, 台灣的舊制勢必要調整成類似 SOSM 才能順利運作。而當學生在所有學校的排序皆一致時, SOSM 雖然在過程中同樣會發生暫訂錄取名單在各階段有所調整的情況, 但結果其實和台灣舊制依學生排序由上到下分發到尚有名額的優先志願學校的結果是一樣的。這是因爲二者皆有前述遵從優先順序 (respecting priority in assignment) 的設計, 所以即使分發過程有所不同, 但結果則是一致的。

而十二年國教的志願序扣分新制, 則有點類似 BM 的弱化版。在 BM 中, 志願序爲第一篩選標準, 接著再比較學生在志願學校中的排序。台灣的新制則是把學生的志願序搭配其他成績作爲學生在學校中的排序標準。舉例來說, 如果學生1、2分別把學校 A 填爲第一、二志願, 在 BM 下, 學生 1 在學校 A 的排名絕對優於學生 2; 但在台灣新制中, 如果學生 2 的會考成績高出學生 1 很多, 他在學校 A 的排名仍有可能比學生 1 還高。

如果我們仔細觀察台灣的志願序扣分新制, 不難發現, 任選二名學生之間的會考成績和志願序組合中, 會有志願序影響其學校錄取排序 (例如學生 1 會考成績優於學生 2, 但納入志願序後, 在學校 A 的排序反在學生 2 之

臺大出版中心

後) 及志願序不影響其學校錄取排序二種情況。若是發生第二種情況, 其實和舊制下的情況就幾乎沒有差別。

因此, 雖然純粹就機制面來看, 台灣的志願序扣分新制和 BM 看起來是有所不同的, 但是如果台灣的志願序新制假設學生的志願序會影響其在個別志願學校的錄取排序的話, 台灣的志願序扣分新制就會和 BM 有相同的分發結果。若就實際分發結果來看, 台灣的志願序扣分新制其實是介於舊制和波士頓機制 (BM) 之間。在新制下, 我們可任選二名學生來比較, 當二人的志願序會影響彼此在志願學校中的排序時, 其結果就等於 BM 的結果; 當二人的志願序不影響彼此在志願學校中的排序時, 則結果就等於舊制。可是因爲台灣各考區學生數都相當龐大, 因此第一種情況發生的頻率會相當高。同時, 由於每位學生在第一個志願序和最後一個志願序的得分差距頗大, 所以實際上志願序順位差距若夠大時, 就足以影響學生在志願學校中的排序。也才會發生新聞報導中所提,「有學生拿了 4 個 A++, 僅數學一科拿 A+, 作文六級分, 雖然填了 30 個志願, 結果因爲第一志願填北一女, 一路落榜, 30 個志願通通沒錄取」的情況。因此, 我們在模型中, 將針對發生第一種情況的條件下來分析。

當我們只針對第一種情況, 一個志願序的順位差就足以影響學生在志願學校中的排序時, 台灣的新制就會產生和 BM 相同的分發結果。當然, 我們也要強調, 這是基於強調志願序扣分制效應以及分析方便的考量, 實際情況應該是兩種情況各佔一部分比例。爲了要讓我們較容易去刻畫模型的均衡結果, 並且專注在志願序扣分新制和舊制之間的比較, 因此我們作了一些取捨而只分析志願序會影響學校錄取排序的情況。雖然因爲簡化而讓模型稍微偏離真實情況, 但我們認爲偏離的幅度應該尚可接受, 而且簡化結果和真實情況應該具有類似性質, 只是程度上有所差異而已。因此, 爲了更清楚刻畫新舊兩種制度之間的差異, 我們採取這樣的簡化方式。

我們可發現, 在本文對志願序新制的模型假設下, 新制的結果會和 BM 相同; 另一方面, 舊制的結果又和 SOSM 一致。如此一來, 本文對於新、舊制的分析結果基本上會和文獻上關於 BM 和 SOSM 的比較類似。不過, 由於文獻上對於 BM 和 SOSM 的分析是在各種不同的假設下進行, 且不同的假設可能會有不同的結果, 所以雖然文獻普遍認爲 SOSM 在效率上要

臺大出版中心

優於 BM, 但也有例外情況。例如前面有提及, 當學校對學生的排序在比序相同的情況下若用隨機方式 (如抽籤) 來決定, 且學生對學校的偏好是私有訊息時, BM 的效率反而會比 SOSM 要來得好 (Featherstone and Niederle, 2011); 若學生對學校有相同的偏好順序但偏好強度可能不同, 而且學校對學生沒有偏好優先順序時, 每種類型的學生在 BM 下都會優於或至少和 SOSM 一樣好 (Abdulkadiroğlu, Che, and Yasuda, 2011)。特別是後者的模型中,「學生對學校有相同的偏好順序」和台灣的情況很接近, 只是「學校對學生沒有偏好優先順序」不同, 就可能產生和文獻多數分析結果迥異的結果。因此 我們認爲, 有必要針對台灣「學生對學校有相同的偏好順序」、「所有學生在每一學校的排序也幾乎都一致」的特殊情況仔細分析新舊制 (或 BM 及 SOSM) 之間的差異。有別於 Abdulkadiroğlu, Che, and Yasuda (2011), 我們發現, 在本文假設的三個分群的考生中, 除了篤定可錄取第一志願學校的高分群考生不受影響之外, 第二分群的考生在新制下預期效用會低於舊制下的結果, 第三分群的考生則可能受益。

另外, 我們在模型分析中還特別著重分析學校可能發生缺額的情況以及錄取學生素質的評估, 這也是文獻上較少著墨的地方。從本文3個志願學校的模型分析中可發現, 舊制下原本只有第三志願的學校會發生缺額。但是在新制下, 連前二個志願的學校都可能會發生缺額。從2014年台灣全國高中職實際的分發結果可發現, 由於訊息不確定等因素影響, 使得衆多考生在策略上發生不協調 (discoordination) 的情形, 最後導致在歷經一免、特招及二免分發程序之後, 全國仍然有四萬九千多個招生缺額。其中台北市傳統名校成功高中在二免後仍有五個缺額, 全國不少知名公立高中職也首次出現招生缺額, 可能被迫得第四次招生 (自由時報, 2014b)。其中基北區有一名考生,「在沒有參加今年國中教育會考、會考積分0分 (滿分30分) 的前提下, 僅以「多元學習表現」與「志願序」2項總積分48分的成績, 竟然在基北區經由二免管道順利分發進入前三志願的明星高中成功高中。」(中國時報, 2014)。由以上觀察可知, 志願序扣分新制的實施, 確實造成考生在填寫志願序時的不確定性, 而使得排名僅次於頂尖學校的傳統名校在考生的策略不協調情況下, 產生了原本不會發生的缺額現象。理論上來說, 如果因爲訊息不確定所造成的策略不協調具有對稱的隨機性質, 缺

額的現象應該會因爲考生人數衆多而消失。實際的分發結果是, 這種策略不協調的現象, 即使在考生人數衆多的環境下, 仍然無法消弭。一個合理的推測是, 因爲志願序扣分新制的實施, 而產生了系統性的偏差。不過這部分的原因探測無法在本文的簡化模型中獲得解決, 需要未來更嚴謹的分析研究來驗證。至於錄取學生的素質, 則可發現第一志願的學校有超過一成的機率會錄取考試成績最差的兩名學生。可見在志願序新制的運作下, 增加了各學校錄取學生組成的異質性。

在下一節, 我們將先建構一個簡單的分發機制賽局模型: 5 名學生申請三所學校。第3 節將分別在舊制和新制的架構下, 求解出相關的純策略均衡結果並提供一個混合策略均衡的例子。接著在第 4 節, 我們將就所得到的均衡結果, 比較在新制和舊制下的學生策略、分發結果、效率比較以及可能發生缺額的機率等等。最後, 我們在第 5 節試著針對新舊制度, 作一綜合性的分析討論。

2 基本模型

考慮有 A、B、C 三所學校, 學校集合 $Q = \{A,B,C\}$。每間學校各自預計招收兩名學生。學生的集合 N 爲 $\{1, 2, 3, 4, 5\}$。學生可能成績的集合稱爲 M, 個別學生 i 的成績稱爲 m_i。我們假設學生的可能成績爲一實數的子集合, 因此 $m_i \in M \subset R$。爲了方便起見, 假設學生的編號是依照成績排名, 且沒有同分的狀況。意即 $m_1 > m_2 > m_3 > m_4 > m_5$。學生 i 對錄取學校的偏好爲一有次序的序列 $\succ_i$。我們假設學生對學校的偏好中沒有相等無異的情況。舉例來說 $B \succ_3 A \succ_3 C$ 代表學生3覺得錄取 B 校嚴格優於錄取 A 校, 且錄取 A 校嚴格優於錄取 C 校。在模型中我們採用一所學校錄取兩名學生的假設, 一方面是爲了能夠讓學生的數目稍多以避免互動時出現較極端的影響 (例如如果一間學校錄取 1 人的話, 1 名學生的錄取意謂其他學生的錄取機會全被排擠); 一方面又不會因錄取學生數目太多而處理均衡策略時增加太多複雜度。因此我們才會假設一間學校錄取兩名學生。另外爲了討論缺額問題, 我們採取學生人數少於學校總錄取容量的假設。

本文模型旨在探討不確定資訊在新舊制志願選填制度對學生決策的影響。在此以三間學校及五名學生爲例, 方便扼要比較學生錄取學校、學校

招生素質與學校招生缺額的變化。當學校與學生數目增加時, 均衡雖然變得更爲複雜, 但學生衡量不同學校入學效用與其他學生選填志願對其錄取機率的影響的決策模式依然相似。例如如果增加學校與學生, 但假設錄取名額與可選填志願不變, 那麼學生 3 仍然以考量學生 1 的不確定性帶來其錄取 A 校的預期報酬, 與無法錄取第一志願時錄取其第二志願的機會如何受較其成績差的學生志願的影響。其他學生的策略決定也與此基本模型相近。

由於稍後將分析學生在面臨不確定因素下的選擇, 我們更進一步假設學生對學校的偏好可以以一 Von Neumann–Morgenstern 效用函數方式呈現, 且學生總會追求預期報酬的極大。我們以 U_i^q 代表學生 i 被學校 q 錄取的效用。因此前例中學生 3 的偏好 $\mathrm{B} \succ_3 \mathrm{A} \succ_3 \mathrm{C}$ 亦等價於 $U_3^{\mathrm{B}} > U_3^{\mathrm{A}} > U_3^{\mathrm{C}}$ 的敘述。另外我們假設所有學生都覺得被任一間學校錄取會比落榜好, 在不失一般性的情況下, 假設任一學生落榜時的效用均爲 0。另外, 假設每位學生都被限制只能填兩個志願。學生 i 的志願選填 a_i: $Q \times Q$ 爲一二元向量 (a_i^1, a_i^2), a_i^1 與 a_i^2 分別爲學生 i 的第一志願與第二志願。我們將 $(m_1, m_2, m_3, m_4, m_5)$ 與 $(a_1, a_2, a_3, a_4, a_5)$ 分別以 $\langle m \rangle$、$\langle a \rangle$ 代表。

由於某些情況下學生可以確定她會被她選擇的第一志願學校錄取, 因此第二志願選什麼學校將無關緊要。爲此我們做出以下的定義:

定義 1. 志願選填 $(a_i^1, -)$ 代表集合 $\{(a_i^1, a_i^2) | a_i^1 \in Q, a_i^2 \in Q\{a_i^1\}\}$ 的任一元素。例如 (B, –) 代表 (B,A)、(B,C) 之任一志願選填方式。

一個志願分發方式 D: $M^5 \times (Q \times Q)^5 \to Q^5$ 是將學生依據其分數與其所選填之志願分發至各學校的一種對應方式。我們假設錄取分配方式與所有學生的成績都會在學生進行填選志願之前就已經公告, 學生在知道這些資訊的情況下各自填選志願並繳交給教育當局。教育當局在收件程序結束後根據該志願分發方式 $D(\langle m \rangle, \langle a \rangle)$ 的結果來分配學生就讀的學校。學生間填選志願的行爲可被視爲一個靜態賽局。學生 i 的志願選填 a_i 即爲參賽者 i 的策略, 學生最後錄取的學校是否如其所願則可以轉換爲相對的報酬。在學生各自追求報酬極大的誘因下我們可以分析此一賽局的均衡結果。

臺大出版中心

我們先說明傳統志願分發方式 D^T。首先考慮分數最高的學生, 將該名學生分發到其第一志願的學校。接著考慮分數第二高的學生, 也將該名學生分發到其第一志願的學校。依此類推, 如果過程中某學生第一志願的學校額滿, 則將該生分配到其第二志願的學校。如果該生的第一志願與第二志願學校均額滿, 則該生無法在此次分配中錄取。當最後一名的學生依此方法分發後, 整個分配過程即結束。這個制度確保當有任何學生 i 無法就讀第一志願的學校時, 該學校必定無空額且該校所有錄取學生的成績均優於學生 i。如果學生 i 最後落榜的話, 其所填之第一與第二志願學校必定無空額且兩校所有錄取學生的成績均優於學生 i。

接著我們考慮志願序扣分之分發方式 D^N 與傳統志願分發制度的差異。在新的志願序制度的分發方式之下, 首先盡可能地將每一學生分發至其所選的第一志願。如果最後學生 i 無法就讀所填選的第一志願學校, 那麼該學校必定無空額且該校所有錄取學生的超額比序總分成績均優於學生 i 的超額比序總分成績。[3] 當學生 i 無法錄取其第一志願時, 將被轉至其第二志願的學校進行分發篩選。同理如果學生 i 最後無法錄取第二志願而落榜的話, 那麼其所填之第一與第二志願學校必定無空額且兩校所有錄取學生的超額比序總分成績均優於學生 i。

爲了強調志願序的影響, 我們假設對任意的學生 i、j, 其考試分數的差距 $|m_i - m_j|$ 均小於第一志願與第二志願的志願序扣分差距。在我們的假設之下, 由於成績差距小於志願序扣分差距, 所以將某校填爲第一志願的學生都會比將該校填爲第二志願的學生優先錄取; 如果兩個學生申請某校的志願序相同, 那麼成績高的學生會比成績低的學生優先錄取。

以下讓我們考慮學生之間對學校的偏好如何影響學生的行爲。假設學生對學校的偏好可能有兩個狀態。我們定義狀態 S 爲: 任何學生 i 對學校的偏好均爲 A $\succ_i$ B $\succ_i$ C。另外定義狀態 S' 爲: 學生 1 的偏好爲 B $\succ_1$ A $\succ_1$ C, 除此之外其他學生 i 的偏好仍然爲 A $\succ_i$ B $\succ_i$ C。[4] 我們假設只

[3] 超額比序總分成績計算方式每個地區不同, 可參考各縣市教育局網站。

[4] 在此我們假設學生對學校的偏好相當接近。在台灣過去以成績分發志願的錄取方式下, 各地區學生對高中的偏好應多受到排名的影響。例如台北市男學生的排序依序爲建國中學、師大附中、成功高中等等。然而也隨著各校辦學的多元化, 部分學生的偏好可能有所調整。如果將唯一偏好不確定的學生假設爲其他學生, 則對較該生成績高的學生無影響,

有學生1能區分狀態 S 或狀態 S'何者發生, 而其他學生都只能知道狀態 S' 發生的機率爲 α, 狀態 S 發生的機率爲 $(1-\alpha)$。透過這樣的假設, 我們將開始分析不確定的因素如何影響學生填選志願的結果。

3 均衡結果

首先我們考慮傳統志願分發方式下, 學生的均衡策略與均衡下學生的分發結果。

3.1 傳統志願分發制度下之均衡

由於傳統志願分發是依照分數的高低作爲錄取順序的標準。在我們的模型中學生 1 的成績是所有學生中最高的, 所以她永遠可以錄取她的第一志願學校。所以在狀態 S 下, 學生 1 的第一志願會選 A 校; 在狀態 S' 下, 學生 1 的第一志願會選 B 校。學生 2 的成績爲所有學生中第二高的, 因此她的第一志願會選 A 校。無論何種狀態發生, 學生 2 也將錄取她的第一志願的學校。至於學生 3 則填選志願序 (A,B), 當狀態 S 發生時, 學生 3 將錄取她的第二志願 B 校; 當狀態 S' 發生, 學生 3 將錄取她的第一志願 A 校。由於學生 4 知道無論何種狀態發生, 學生 1、2、3 中至少有兩人第一志願爲 A 校且他們的成績均高過她的成績。因此學生 4 無論填 (A,B)、(B,C) 或 (B,A) 爲志願序, 她都會錄取 B 校。最後學生 5 無論如何選擇, 她最佳的錄取學校只能爲 C 校。因此填選志願序 (A,C)、(B,C)、(C,A) 或 (C,B) 對學生 5 都無差異。在傳統志願分發方式下, 唯一的均衡及其分發結果爲

均衡 T:

當狀態 S 發生, 學生 1 選志願序 (A,−); 當狀態 S' 發生, 學生 1 選志願序 (B, −)。

學生2 選志願序 (A, −)。

學生3 選志願序 (A,B)。

較該生成績差的學生則可能因受影響而需做出策略性考量。爲讓影響範圍增加, 我們在此假設成績第一的學生的偏好不確定。如果考慮兩名以上學生的偏好存在不確定性, 則學生的策略性思維仍以考量較自己高分學生的第一志願選擇對其錄取第一志願; 以及較自己低分學生的第一志願對其錄取第二志願的期望效用影響爲評估的依據。本文對將不確定限制在一名學生的分析應可供其借鏡。

聯合出版中心

學生4選志願序 (A,B)、(B,C) 或 (B,A)。

學生5選志願序 (A,C)、(B,C)、(C,A) 或 (C,B)。

當狀態 S 發生時學生 (1,2,3,4,5) 錄取的學校分別爲 (A,A,B,B,C); 當狀態 S' 發生時學生 (1,2,3,4,5) 錄取的學校爲 (B,A,A,B,C)。

3.2 志願序扣分制度下之均衡

在志願序扣分制度下, 我們考慮學生1與學生2的均衡策略。如同在前一節所討論的情況一樣: 以學生1而言, 由於她的成績是所有學生中最高的, 所以她永遠會錄取她的第一志願序學校。所以在均衡時, 如果狀態 S 發生, 學生1的第一志願就選 A 校; 如果狀態 S' 發生, 學生1的第一志願就選 B 校。由於學校 A 有兩個名額且學生2爲成績第二高分的學生, 因此均衡時學生2的第一志願永遠是 A 校。在志願序扣分制度的模型下, 學生1、2的均衡策略仍然相當清楚。因此我們分析的重點將會是學生3、4、5的均衡策略。

我們可以很快地檢視兩個特殊案例: $\alpha = 0$ 和 $\alpha = 1$。當 $\alpha = 0$ (或 $\alpha = 1$) 時, 狀態 S (或狀態 S') 爲學生對學校偏好方式的唯一狀態。那麼在這唯一狀態爲共同知識 (common knowledge) 的情況下, 志願序扣分制與傳統的填志願方式的均衡結果並無差異。在 $\alpha = 0$ 時, 均衡結果爲學生1、2都會填選 A 校爲第一志願且被 A 校錄取, 學生3、4在知道錄取 A 校無望的情況下都會填選 B 校爲第一志願且被 B 校錄取, 學生5則只要有填選 C 校 (無論是第一或第二志願) 就會被 C 校錄取而不致落榜。同理我們也可以推出當 $\alpha = 1$ 時, 學生2、3都會填選 A 校爲第一志願且被 A 校錄取, 學生1、4會填選 B 校爲第一志願且被 B 校錄取, 學生5則只要有填選 C 校就會被 C 校錄取。

以下我們開始分析 $0 < \alpha < 1$ 的情況。

3.2.1 志願序扣分制度的單純策略均衡

首先我們考慮學生在選填志願時, 是否有可能出現將偏好的學校反置排列的情況。

臺大出版中心

引理 1. 在志願序制度的賽局裡: (1) 志願選填 (C, –) 將不會出現在任何學生的單純策略均衡中; (2) 志願選填 (B,A) 如果爲某學生的單純策略均衡, 則該生必定錄取 B 校。

証明. (1) (a) 對學生 3 而言, 選擇 (B, –) 永遠嚴格優於選擇 (C, –)。因此單純策略均衡下, 學生3不會選擇 (C, –)。 □

(b) 對學生 4 而言:

(b-1) 如果學生 3 選 (B, –), 則學生1、2、3都會被申請的第一志願學校錄取。因此無論如何 C 學校都有兩名錄取名額供學生 4、5 申請。故學生 4 選 (C, –) 則直接錄取 C 校。此一策略是嚴格劣於 (A,C) 或 (B,C) 的任何一個, 因此學生 4 不會選擇 (C, –)。

(b-2) 如果學生 3 選 (A,B), 則 C 學校仍有兩名錄取名額, 亦可推論如上。

(b-3) 如果學生 3 選 (A,C), 則學生 4 選擇 (B, –) 永遠嚴格優於選擇 (C, –)。

所以在所有可能的情況下, 學生4都不會選擇 (C, –)。

(c) 最後以學生5的角度, A、B 兩校至少會錄取學生 1 至 4 的其中三人, 意即 C 學校至少有一到兩個錄取名額供學生 5 申請, 故學生 5 選 (C, –) 則直接錄取 C 校。因此選擇 (C, –) 將會嚴格劣於 (A,C) 或 (B,C) 中的其中一個。因此單純策略均衡下, 學生 5 不會選擇 (C, –)。由上述 (a) (c) 可證明 (1) 爲正確。

(2) (a) 就學生 3 而言, 填寫志願序 (B,A) 將保證她就讀 B 學校。因此如果 (B,A) 是學生 3 的均衡策略, 則 (B, –) 都是她的均衡策略。

(b) 再來考慮學生 4; 如果均衡時學生 4 選擇策略 (B,A), 當狀態 S 發生時她將錄取 B 學校。只有當狀態 S' 發生且學生 3 選擇 (B, –) 時, 她才有機會錄取 A 學校。然而此時對學生 5 而言, 如果學生 3 選擇 (B, –) 且學生 4 選擇 (B,A), 那麼當狀態 S 發生時, A、B 兩校都將額滿, 無論第一志願填哪個學校, 她都只能錄取 C 學校; 當狀態 S' 發生時, 志願序 (A,C) 將讓她錄取 A 學校。因此她的最佳反應將是選擇 (A,C)。但如此一來學生 4 選擇 (B,A) 卻從來不會錄取 A 校, 反而只會在狀態 S' 發生時落榜, 因此均衡時學生 4 不會選擇 (B,A)。

臺大出版中心

(c) 最後對學生5而言, 僅有在學生3、4都選擇 (B,C) 且狀態 S' 發生時才有可能夠錄取 A 校。所以當學生3、4不是都選擇 (B,C) 時, 策略 (B,A) 對學生5而言將嚴格劣於策略 (B,C)。但是在學生3、4都選擇 (B,C) 的情況下, 策略 (A,C) 又嚴格地優於策略 (B,A)。也就是無論何種情況, 學生5都不該選擇策略 (B,A) 作爲均衡。

以下我們開始分析學生之間如何對彼此的策略作出相對的因應。首先如前所述, 學生1在狀態 S 發生時的均衡爲 $a_1 = (\mathrm{A}, -)$; 狀態 S' 發生時的均衡爲 $a_1 = (\mathrm{B}, -)$。學生2的均衡策略爲 (A, −)。至於學生3得考慮他的決定在面臨不同狀態時所可能帶來的不確定性。我們已經假設學生3的成績加第二志願序得分是小於學生4或學生5的成績加第一志願序得分。因此學生3的考慮如下: 如果有 θ 的機率學生4、5中至少有一人會把 A 校填選爲第一志願, $(1-\theta)$ 的機率學生4、5都會把 B 校填選爲第一志願。那麼學生3選擇志願序 (A,C) 時, 他將分別有 α 與 $(1-\alpha)$ 的機率錄取 A 校與 C 校。如果他選擇志願序 (A,B) 的話, 他將分別有 α 的機率錄取 A 校, $(1-\alpha)\theta$ 的機率錄取 B 校以及 $(1-\alpha)(1-\theta)$ 的機率落榜。學生3如果選擇 (B, −) 做志願序, 則他將保證錄取 B 校。因此當機率 α 愈小的時候, 學生3應愈有誘因選擇志願序 (B, −)。當機率 α 夠大的情況下, 如果機率 θ 愈大, 學生3愈有誘因選擇志願序 (A,B)。

至於學生4則需要考慮學生3與學生5的選擇。如果她相信學生3選擇志願序 (A,B) 或 (A,C), 那麼無論狀態 S' 發生與否, 他都不可能錄取 A 校, 所以他的最佳志願序應爲 (B, −)。如果他相信學生3選擇志願序 (B, −), 在考慮學生1、2、3所占用的錄取名額外, A、B、C 三校仍分別有 α 的機率其空缺數爲 (1,0,2), $(1-\alpha)$ 的機率空缺數爲 (0,1,2)。如果學生4相信學生5選 A 作爲第一志願, 則他選志願序 (A,B) 將嚴格地比志願序 (A,C) 或志願序 (B,C) 好。如果學生4相信學生5選 B 作爲第一志願, 則他選志願序 (A,B) 將讓他分別有 α 與 $(1-\alpha)$ 的機率分別錄取學校 A 和落榜。選志願序 (A,C) 將讓他分別有 α 與 $(1-\alpha)$ 的機率分別錄取學校 A 和學校 C。志願序 (A,B) 此時又不如志願序 (A,C) 來得好。若選志願序 (B, C) 則分別有 α 與 $(1-\alpha)$ 機率分別錄取學校 C 和學校 B。

同理學生5也將考慮學生3與4的策略去比較出對自己有利的選擇。如

臺大出版中心

果學生5相信學生3或學生4中至少有一人選 (A, −), 則學生5知道自己無法錄取 A 校, 此時他會選 (B, C)。如果學生5相信學生3、4都會選 (B, −), 則他選 (A, C) 將嚴格比選 (A, B) 或 (B, C) 好。透過這些陳述, 我們不難發現學生3、4、5的策略往往會互相糾葛影響, 也讓各自的均衡決定將息息相關。[5]

經過計算分析後我們得到兩組可能的單純策略均衡:

均衡1: 當狀態 S 發生, 學生1選志願序 (A,−); 當狀態 S' 發生,

學生1選志願序 (B, −)。

學生2選志願序 (A, −)。

學生3選志願序 (A,C)。

學生4選志願序 (B, −)。

學生5選志願序 (B,C)。

當狀態 S 發生時學生 (1,2,3,4,5) 錄取的學校分別爲 (A,A,C,B,B); 當狀態 S' 發生時學生 (1,2,3,4,5) 錄取的學校爲 (B,A,A,B,C)。

均衡2: 當狀態 S 發生, 學生1選志願序 (A,−); 當狀態 S' 發生, 學生1選志願序 (B, −)。

學生2選志願序 (A, −)。

學生3選志願序 (B, −)。

學生4選志願序 (A,C)。

學生5選志願序 (B,C)。

當狀態 S 發生時學生 (1,2,3,4,5) 錄取的學校爲 (A,A,B,C,B); 當狀態 S' 發生時學生 (1,2,3,4,5) 錄取的學校爲 (B,A,B,A,C)。

我們將上述的兩組均衡策略發生的條件整理在以下的命題:

命題 1. 在志願序扣分制度的賽局裡, 如果任何學生對任何學校的效用值 U_i^s, $i \in N$、$s \in S$, 爲所有學生的共同知識。那麼該賽局單純策略均衡的發生條件爲:

(1) 如果 $\alpha \geq (U_3^{\mathrm{B}} - U_3^{\mathrm{C}}/U_3^{\mathrm{A}} - U_3^{\mathrm{C}})$, 均衡1爲單純策略均衡。

[5]學生之間彼此策略的互相影響, 亦可製成相似附錄格式之報酬矩陣, 以便分析均衡。

臺大出版中心

(2) 如果 $\alpha \leq (U_3^B - U_3^C / U_3^A - U_3^C)$ 且 $\alpha \geq (U_4^B - U_4^C / U_4^A + U_4^B - 2U_4^C)$, 均衡2爲單純策略均衡。

(3) 如果 $\alpha \leq (U_3^B - U_3^C / U_3^A - U_3^C)$ 且 $\alpha < (U_4^B - U_4^C / U_4^A + U_4^B - 2U_4^C)$, 則無單純策略均衡。

上述命題中條件 (1)、(2) 除了 $\alpha = (U_3^B - U_3^C / U_3^A - U_3^C)$ 恰好能夠讓均衡1、2同時存在之外, 一般而言單純策略的均衡只會有一個可能的答案。也就是說當學生彼此之間如果有充分的資訊, 其實成績高的學生做出決定後, 成績低的學生也會依序因應地做出選擇。

至於在條件 (3) 成立下, 由於學生1、2、3的都各自確定了自己的策略, 所均衡是否存在只要考慮學生4、5之間的相互回應: 學生4選 (A,B) 則學生5選 (B,C); 但學生5選 (B,C) 時學生4的最適回應卻是選擇 (B,C); 如果學生4選 (B,C) 則學生5的最適策略變爲選 (A,C) 但學生5選 (A,C) 時學生4又想選 (A,B)。因此我們發現在條件 (3) 下單純策略均衡不會存在。

命題1的三個條件主要的經濟直覺在陳述學生3、4、5在衡量預期報酬後做出決定的原則。條件 (1) 說明當學生3覺得如果把 A 校或 B 校放在第一志願時, 其評估預期效用的比較。學生3如果覺得 A 校足夠好或錄取 A 校的機率足夠大, 她就選單純策略 (A,C)。條件 (2) 則是當學生3覺得 A 校不值得填選爲第一志願下, 學生4衡量可能錄取 A 校的期望報酬優於 B 校的條件。基本上當學生覺得 A 校愈好、B 校愈差、或 α 愈大時, 她就愈容易選擇 (A,C) 作爲均衡策略。最後條件 (3) 則指出當3、4如果都填選 A 校爲第一志願的預期報酬不夠大時, 學生5填選 A 校爲第一志願的行爲又會擾亂學生4的選擇, 因此沒有單純策略解。

除了上述單純策略均衡的分析之外, 讓我們更進一步地來考慮學生之間可能進行的混合策略。

3.2.2 志願序扣分制度的混合策略均衡

我們假設學生們的策略如下:

當狀態 S 發生, 學生1選志願序 (A,−); 當狀態 S' 發生, 學生1選志願序 (B, −)。

學生2選志願序 (A, −)。

臺大出版中心

學生3有 p 的機率選志願序 (A,C); p' 的機率選志願序 (A,B); $p'' = 1-p-p'$ 的機率選志願序 (B,C)。

學生4有 q 的機率選志願序 (A,C); q' 的機率選志願序 (A,B); $q'' = 1-q-q'$ 的機率選志願序 (B,C)。

學生5有 r 的機率選志願序 (A,C); r' 的機率選志願序 (A,B); $r'' = 1-r-r'$ 的機率選志願序 (B,C)。

再給定這些參數之下, 學生3選擇 (A,C)、(A,B) 與 (B,C) 的預期報酬分別以 $U_3^{(\mathrm{A,C})}$、$U_3^{(\mathrm{A,B})}$、$U_3^{(\mathrm{B,C})}$ 等記號做爲代表。各自滿足以下的關係:

$$\begin{aligned} U_3^{(\mathrm{A,C})} &= \alpha U_3^{\mathrm{A}} + (1-\alpha) U_3^{\mathrm{C}}, \\ U_3^{(\mathrm{A,B})} &= \alpha U_3^{\mathrm{A}} + (1-\alpha)(1-q''r'') U_3^{\mathrm{B}}, \\ U_3^{(\mathrm{B,C})} &= U_3^{\mathrm{B}}。 \end{aligned}$$

同樣我們假設學生4選擇 (A,C)、(A,B) 與 (B,C) 的預期報酬分別爲 $U_4^{(\mathrm{A,C})}$、$U_4^{(\mathrm{A,B})}$、$U_4^{(\mathrm{B,C})}$, 且

$$\begin{aligned} U_4^{(\mathrm{A,C})} &= \alpha p'' U_4^{\mathrm{A}} + \left(1-\alpha p''\right) U_4^{\mathrm{C}}, \\ U_4^{(\mathrm{A,B})} &= \alpha p'' U_4^{\mathrm{A}} + \left\{(1-\alpha)\left[p + (1-p)\left(r+r'\right)\right] + \alpha p(r+r')\right\} U_4^{\mathrm{B}}, \\ U_4^{(\mathrm{B,C})} &= \left(1-\alpha p''\right) U_4^{\mathrm{B}} + \alpha p'' U_4^{\mathrm{C}}。 \end{aligned}$$

學生5選擇 (A,C)、(A,B) 與 (B,C) 的預期報酬分別爲 $U_5^{(\mathrm{A,C})}$、$U_5^{(\mathrm{A,B})}$、$U_5^{(\mathrm{B,C})}$, 且

$$\begin{aligned} U_5^{(\mathrm{A,C})} &= \alpha p'' q'' U_5^{\mathrm{A}} + \left[1 - \alpha p'' q'' - (1-\alpha) pq\right] U_5^{\mathrm{C}}, \\ U_5^{(\mathrm{A,B})} &= \alpha p'' q'' U_5^{\mathrm{A}} + \{\alpha pq + (1-\alpha)[1-(1-p)(1-q)]\} U_5^{\mathrm{B}}, \\ U_5^{(\mathrm{B,C})} &= \left[\alpha\left(p+p'\right)\left(q+q'\right) + (1-\alpha)\left(1-p''q''\right)\right] U_5^{\mathrm{B}} \\ &\quad + \left[1-\alpha\left(p+p'\right)\left(q+q'\right) - (1-\alpha)\left(1-p''q''\right)\right] U_5^{\mathrm{C}}。 \end{aligned}$$

我們首先考慮 $p''=0$ 的情況, 將 $p''=0$ 代入學生4的預期報酬可發現

$$\begin{aligned} U_4^{(\mathrm{A,C})} &= U_4^{\mathrm{C}}, \\ U_4^{(\mathrm{A,B})} &= \left\{(1-\alpha)\left[p+(1-p)\left(r+r'\right)\right] + \alpha p\left(r+r'\right)\right\} U_4^{\mathrm{B}}, \\ U_4^{(\mathrm{B,C})} &= U_4^{\mathrm{B}}。 \end{aligned}$$

臺大出版中心

當 $0 \leq p \leq 1$ 時, $U_4^{(\mathrm{B,C})} > \max\{U_4^{(\mathrm{A,C})}, U_4^{(\mathrm{A,B})}\}$。因此可得學生4只會採取單純策略 (B,C)。同理亦推論出學生5也只會採取單純策略 (B,C)。在此情況下, 學生3將不會選擇 (A,B), 故混合策略均衡不存在。由學生3的預期報酬可得知: 如果 $\alpha < (U_3^{\mathrm{B}} - U_3^{C}/U_3^{\mathrm{A}} - U_3^{\mathrm{C}})$ 的話, 策略 (A,C) 是嚴格地劣於策略 (B,C), 因此 $p = 0$。或者當 $\alpha > (U_3^{\mathrm{B}} - U_3^{\mathrm{C}}/U_3^{\mathrm{A}} - U_3^{\mathrm{C}})$ 時, 策略 (B,C) 是嚴格地劣於策略 (A,C), 因此 $p'' = 0$。

我們可得以下的引理2:

引理 2. 在志願序制度的賽局裡: 如果 $\alpha > (U_3^{\mathrm{B}} - U_3^{\mathrm{C}}/U_3^{\mathrm{A}} - U_3^{\mathrm{C}})$, 就不存在混合策略均衡。

當 $\alpha \leq (U_3^{\mathrm{B}} - U_3^{\mathrm{C}}/U_3^{\mathrm{A}} - U_3^{\mathrm{C}})$ 時, 如果 $q'' = 0$ 或 $r'' = 0$, 則學生3選擇 (A,B) 嚴格地優於 (A,C) 及 (B,C) (因爲 $U_3^{(\mathrm{A,B})} = \alpha U_3^{\mathrm{A}} + (1-\alpha)U_3^{\mathrm{B}} > \max\{U_3^{(\mathrm{A,C})}, U_3^{(\mathrm{B,C})}\}$)。如此一來學生3的最適反應 $p = p'' = 0$ 又將導致混合策略均衡不存在的推論。於是可得引理3:

引理 3. 在志願序制度的賽局裡: 如果混合策略均衡存在, 則 $p'' > 0, q'' > 0$ 且 $r'' > 0$。

即使我們只考慮 $\alpha \leq (U_3^{\mathrm{B}} - U_3^{\mathrm{C}}/U_3^{\mathrm{A}} - U_3^{\mathrm{C}})$ 的情況時, 衆多參數可能的關係仍然相當複雜。以下僅舉一個混合策略均衡的範例作爲參考:

範例 1. 假設 $\alpha = 0.4$, 且學生對學校的效用爲 $(U_3^{\mathrm{A}}, U_3^{\mathrm{B}}, U_3^{\mathrm{C}}) = (4, 3, 2)$、$(U_4^{\mathrm{A}}, U_4^{\mathrm{B}}, U_4^{\mathrm{C}}) = (4, 3, 2)$ 與 $(U_5^{\mathrm{A}}, U_5^{\mathrm{B}}, U_5^{\mathrm{C}}) = (3, 2, 1)$, 則志願序扣分制度下的混合策略均衡爲

$$(p, p', p'') = \left(0, \frac{1}{6}, \frac{5}{6}\right), (q, q', q'') = \left(\frac{17}{37}, 0, \frac{20}{37}\right),$$
$$(r, r', r'') = \left(\frac{53}{90}, 0, \frac{37}{90}\right)。^{6}$$

[6]有關範例1的更多詳細計算, 請參考附錄。

臺大出版中心

如果將 α 稍微調整, 例如假設 $\alpha = 0.39$ 或 $\alpha = 0.41$; 則我們發現隨著 α 增加, (p, p', p'') 三個機率將呈現不變 (保持爲0)、增加與減少的趨勢; (q, q', q'') 呈現減少、不變 (保持爲0) 與增加的趨勢; (r, r', r'') 則爲減少、不變 (保持爲0) 與增加。[7] 亦即在此例中, 當學生1選填學校 B 爲第一志願的機率增加時, 學生3將增加選填 A 校爲第一志願的機率。而學生3增加選填 A 校爲第一志願機率的效應強過學生1減少選填 A 校爲第一志願機率的效應, 最後使得學生4反而減少選填 A 校爲第一志願的機率。學生5也有類似的影響。

4 均衡分析

4.1 學生影響評估

根據上述的均衡結果, 我們現在可以比較兩種志願分發制度對不同學生可能帶來的影響。首先不論以傳統志願分發方式或新實行的志願序扣分制度來分發學生, 學生1與學生2都能夠錄取她們的第一志願學校。因此學生的主要影響將是發生在學生3、4、5三人身上。在傳統志願分發方式下, 學生3有 α 的機率錄取 A 校、$(1-\alpha)$ 的機率錄取 B 校。學生4與學生5則總會分別錄取 B 校與 C 校。然而在志願序扣分制度下, 學生3、4、5的均衡分發結果滿足以下的命題:

命題 2. 與傳統志願制度相比, 志願序扣分制度下的分發結果對學生3、4、5分別有負面、不確定與正面的影響。

我們分別針對學生3、4、5進行命題2的證明。

首先實行志願序扣分制度, 那麼在單純策略的均衡結果下, 如果學生3覺得錄取 A、C 兩校的效用差異 $(U_3^{\mathrm{A}} - U_3^{\mathrm{C}})$ 程度愈大, 或是錄取 B、C 兩校的效用差異程度 $(U_3^{B} - U_3^{\mathrm{C}})$ 愈小, 抑或覺得狀態 S' 發生的機率 α 夠大的話, 命題1中的條件 (1) 就愈容易成立。在均衡1發生下, 學生3將有 α 的機率錄取 A 校、$(1-\alpha)$ 的機率錄取 C 校。如果學生3覺得 A、B 兩校差

[7] 當 $\alpha = 0.39$ 時, 均衡爲 $(p, p', p'') = (0, 0.145, 0.855)$、$(q, q', q'') = (0.464, 0, 0.536)$、$(r, r', r'') = (0.602, 0, 0.398)$。當 $\alpha = 0.41$ 時, 均衡爲 $(p, p', p'') = (0, 0.187, 0.813)$、$(q, q', q'') = (0.455, 0, 0.545)$、$(r, r', r'') = (0.575, 0, 0.425)$。

臺大出版中心

異不大, 或是 B、C 兩校差異很大, 或是狀態 S' 發生的機會不大的情況下, 命題1的條件 (2) 就容易成立。此時學生3將會錄取 B 校。

在此不難發現在單純策略的均衡下, 學生3在志願序扣分制度下的分發結果必定比傳統志願制度下的分發結果來得差。先拿均衡 T 與均衡1做比較, 在均衡 T 與均衡1中學生3都有 α 的機率錄取 A 校; 不過在均衡 T 中學生3有 $(1-\alpha)$ 的機率可以錄取 B 校, 在均衡1中相同的機率卻變成錄取效用較差的 C 校。不過我們也該同時注意到: 在均衡1中學生3可能覺得錄取 B、C 兩校的效用差異並不大。所以雖然改變制度會讓她有 $(1-\alpha)$ 的機率由錄取 B 校變爲錄取 C 校, 但是這個影響是發生在兩校差異相對較小的時候。如果學生3覺得錄取 B、C 兩校的效用差異很大的話, 自然會反應在她的志願選擇上。均衡結果也會跟著移動到均衡2, 此時學生3總會錄取 B 校。均衡 T 與均衡2的差異爲學生3會有 α 的機率由錄取 A 校變爲錄取 B 校。但是其實這時候學生3比較可能會覺得 A、B 兩校差異不大。所以雖然志願序扣分制度對學生3比較不利。不過在均衡1或均衡2的不同情況下, 學生3的選擇多少緩衝了可能帶來的損害。

命題2–1　學生3在志願序扣分制度下均衡的分發結果必定比傳統志願制度下的分發結果來的差。

証明. 我們剛說明過在單純策略的均衡下學生3的分發結果較傳統志願制度來得差。在混合策略的均衡下: 根據引理3, 學生3選志願序 (B,C) 的機率大於0, 代表學生3的預期效用爲錄取 B 校的效用, 比起傳統志願制度下學生3有 α 的機率錄取 A 校、$(1-\alpha)$ 的機率錄取 B 校來得差。綜合以上推論, 學生3在志願序扣分制度下的分發結果必定比傳統志願制度下的分發結果來的差。 □

其次對學生4而言, 均衡 T 跟均衡1的結果一樣都是錄取 B 校。如果學生3採取較保守的選擇 (B, –), 那麼是否爭取因狀態 S' 發生時 A 校所空出來一名缺額的決定就移轉到學生4的考慮中。如果學生4覺得錄取 A 校的效用很大, 或是機率 α 對她來說相對地夠大, 那麼就容易發生均衡2的結果。學生4將有 α 的機率錄取 A 校、$(1-\alpha)$ 的機率錄取 C 校。這樣

臺大出版中心

的結果是否優於傳統志願分發至 B 校 (效用 U_4^{B}) 的結果並不確定。因爲 $\alpha \geq (U_4^{\mathrm{B}} - U_4^{\mathrm{C}}/U_4^{\mathrm{A}} + U_4^{\mathrm{B}} - 2U_4^{\mathrm{C}})$ (命題1 (2) 中均衡2發生的條件) 並不保證 $\alpha U_4^{\mathrm{A}} + (1-\alpha)U_4^{\mathrm{C}} > U_4^{\mathrm{B}}$。如果 α 落在 $[(U_4^{\mathrm{B}} - U_4^{\mathrm{C}}/U_4^{\mathrm{A}} + U_4^{\mathrm{B}} - 2U_4^{\mathrm{C}}), (U_4^{\mathrm{B}} - U_4^{\mathrm{C}}/U_4^{\mathrm{A}} - U_4^{\mathrm{C}})]$ 的範圍內, 志願序扣分制度對學生4是比較不利的制度。如果 $\alpha \geq (U_4^{\mathrm{B}} - U_4^{\mathrm{C}}/U_4^{\mathrm{A}} - U_4^{\mathrm{C}})$, 那志願序扣分制度對學生4就較爲有利。

進一步考慮混合策略均衡對學生4的影響。由引理3可知在混合策略均衡發生時, 必定存在正的機率讓學生3選擇志願序 (B,C); 加上學生1有 α 的機率選擇 B 校, 因此如果學生4的均衡策略存在正的機率選擇 A 校爲第一志願, 那麼學生4錄取 A 校的事件就可能發生。如果 U_4^{A} 夠大的話, 學生4的預期報酬將大於舊制下只能錄取 B 校時的報酬。從另一方面來看, 學生4如果因爲覺得 A、B 兩校差異不大而有正的機率選擇 (B,C) 的話, 她將因爲可能錄取 C 校而覺得新制下的預期報酬較小。

命題2–2　志願序扣分制度與傳統志願制度對學生4的影響好壞不定。

最後就學生5而言, 她是唯一會因新的志願序扣分制度實施而確定受益的一方。在單純策略均衡中, 無論是均衡1或均衡2, 學生5都會有一定的機率錄取在傳統志願分發方式中不可能錄取的 B 校。在混合策略的均衡中, 學生3、4第一志願的可能機率組合必定分布在以下的三種可能中: 兩人都選 A 校、兩人都選 B 校、一人選 A 校且一人選 B 校。無論這三種可能的機率組合爲何, 搭配上學生1與2的第一志願有 α 的機率都爲 A 校、$(1-\alpha)$ 的機率爲一人 B 校且一人選 A 校, 都一定存在一個策略讓學生5有著正的機率錄取 A 校或錄取 B 校。因此可得以下結果:

命題2-3　學生5在志願序扣分制度下均衡的分發結果必定比傳統志願制度下的分發結果來的好。

總結命題2–1至命題2–3, 我們可證明命題2成立。

命題2背後的經濟直覺爲: 成績高的學生 (學生1) 如果因個人偏好選擇相對較低的志願 (學校 B) 時, 對於原本可以錄取該志願的學生就會產生希望錄取志願提高 (學生3) 或原有錄取志願被排擠 (學生4) 的不確定性。在傳統分發制度下, 由於保證學生可以往上遞補較高志願的缺額, 因此對

臺大出版中心

受到影響的學生反而因此受益。而落在高成績學生所的低志願以下的學生 (學生 5) 則完全不受影響。但新制卻讓原本往上遞補較高志願的學生必須考慮填選志願的成本, 如果遞補不成而原本的錄取位置可能會因志願序加分而被成績較自己低的學生取代, 因此新制對這些學生有不利的影響。同時在舊制中不受影響的低成績學生, 在新制可能透過志願序的加分方式贏過成績較高的學生, 因此成爲受益的對象。

雖然我們無法對一般性的混合策略均衡做出學生錄取結果變化的完整數值比較, 不過如果以上一章的範例爲基礎, 我們在此依然可以計算兩種制度對學生的影響。

範例 2. 假設所有參數沿用範例 1 的設定。在傳統志願分發方式下, 學生 (1,2,3,4,5) 有 0.4 的機率分別錄取 (B,A,A,B,C) 各學校, 0.6 的機率分別錄取 (A,A,B,B,C) 各學校。因此學生 (3,4,5) 的預期報酬分別爲 ((17/5), 3, 1)。在志願序扣分制度下的混合策略均衡會讓學生 (3,4,5) 的預期報酬分別爲 (3, (8/3), (151/111))。學生 (3,4,5) 因採取志願序扣分而產生的效用變化淨值約爲 $(-0.4, -0.33, 0.36)$。

4.2 學校影響評估

4.2.1 缺額評估

在此我們分析因制度轉換造成某些學校無法滿額錄取的效果。首先在傳統志願分發制度下, C 校是唯一會有缺額的學校。缺額的學生數目爲一名。

在志願序扣分的分發制度下, 無論在單純策略的均衡 1 或均衡 2 的哪一個均衡裡, 缺額的結果都與傳統志願分發制度相同, 也就是 C 校是唯一會有一名學生缺額的學校。這點其實也不難想像, 單純策略下如果 A 校或 B 校有缺額, 意味著錄取 C 校的學生都可以改變策略而改錄取更好的學校。所以當所有學生都使用最佳反應的均衡策略時, A 校與 B 校是不該有缺額的情況發生。

在混合策略的均衡中, 我們則有以下的命題:

命題 3. 在志願序制度的賽局裡: 如果混合策略均衡存在, 當狀態 S' 發生時, 學校 A 必定存在正的機率有缺額。更進一步說, 如果 α 滿足命題 1 中的條件 (3), 則學校 A 必定存在正的機率有缺額。

臺大出版中心

証明. 根據引理 3, 我們發現存在正的機率讓學生 3、4、5 都選擇志願序 (B,C), 可知存在正的機率讓學校 A 有缺額。如果 α 滿足命題 1 中的條件 (3), 均衡必定爲混合策略, 因此學校 A 必定存在正的機率有缺額。 □

命題 3 的經濟直覺告訴我們: 由於學生 3、4、5 對較保守的志願選擇 (B,C) 總會列入混合策略的考量範圍內, 因此在缺乏協調機制加上有限的學校志願選填數目, 將造成高志願學校的缺額。舊制由於以分數高低作爲遞補高分學生就讀較低志願所產生的空額, 因此形成協調機制, 讓缺額不會發生在高志願的學校。

至於學校 B 是否在混合策略均衡下必然有機會有缺額? 雖然學校 B 發生缺額的機會不少, 例如當狀態 S 發生且 $pq > 0$ 或 $qr > 0$ (如範例 1) 時, 我們仍無法完全排除 $p = q = 0$ 且學生 3 和 4 在 (A,B) 和 (B,C) 完全混合的情況, 在這情況下 B 校無論在 S 或 S' 狀態時都會滿額。這意謂有些均衡可以讓 B 校沒有缺額。

接著讓我們來比較在範例 1 的情況下均衡時學校的缺額情況。

範例 3. 假設所有參數沿用範例 1 的設定。則當狀態 S' (0.4 的機率) 發生時, A 校將約有 18.5% 的機率有一名缺額,[8] 81.5% 的機率滿額錄取; B 校將約有 4.5% 的機率有一名缺額, 95.5% 的機率滿額錄取; C 校將約有 77.0% 的機率有一名缺額, 23.0% 的機率滿額錄取。

當狀態 S (0.6 的機率) 發生時, A 校總是滿額錄取; B 校將約有 27.1% 的機率有一名缺額, 72.9% 的機率滿額錄取; C 校將約有 3.7% 的機率錄取不到任何學生, 69.2% 的機率有一名缺額, 以及 27.1% 的機率滿額錄取。

平均而言, A 校約有 92.6% 的機率滿額錄取, 7.4% 的機率只錄取一名學生; B 校約有 82.0% 的機率滿額錄取, 18.0% 的機率只錄取一名學生; C 校約有 25.4% 的機率滿額錄取, 72.3% 的機率只錄取一名學生, 以及約 2.2% 的機率錄取不到任何學生。

上面的例子讓我們可以清楚的比較出: 在傳統志願分發制度下, A、B 兩校不存在缺額的情況。但在志願序扣分的分發制度下, 如果學生表現出

[8] 此數值由均衡時學生 3、4、5 均選擇策略 (B,C) 的機率 $(5/6) \times (20/37) \times (37/90) = (5/27)$ 估算而來。以下各數值均可參考附錄中的結果計算而得。

臺大出版中心

採取混合策略的均衡模式, 那麼 A、B 兩校都可能出現學生錄取不足的情況。在上例中雖然 A 校招生不足的機率 (約 7.4%) 與 B 校招生不足的機率 (約 18.0%) 加起來恰爲 C 校滿額錄取的機率 (約 25.4%), 但是並不是 A 校或 B 校沒有錄取的學生就一定會錄取 C 校。因爲在混合策略下學生是有可能落榜的。我們看到 C 校就有 2.2% 的機率錄取不到任何學生, 這是在傳統志願分發制度中不會出現的情況。雖然平均而言, 志願序扣分制度在招生缺額的議題上對 C 校較爲有利, 但 C 校也將在此制度下承擔了錄取不到任何學生的新風險。

4.2.2 錄取學生素質評估

在傳統志願分發制度下, 由於多數學生偏好 A 校勝於 B 校勝於 C 校。因此在狀態 S 發生時, A 校將錄取成績最好的兩名學生: 學生 (1,2)。B 校則錄取學生 (3,4), C 校錄取學生 5。當狀態 S' 發生時, A 校錄取學生 (2,3)。B 校則錄取學生 (1,4), C 校錄取學生 5。

在志願序扣分的分發制度下, 如果考慮單純策略均衡 1 發生的情況, 那麼 A 校錄取學生的機率與人員組合均與傳統志願分發制相同。受到志願序扣分制度影響將是 B、C 兩校, 差異發生在狀態 S 出現時, B 校將錄取學生 (4,5) 而 C 校錄取學生 3。學生 3 與學生 5 的錄取學校會互相交換。

如果考慮單純策略均衡 2 發生的情況, 那麼所有的學校都將受到影響。在狀態 S' 發生時, A 校錄取的學生組合將由過去的 (2,3) 變更爲 (2,4); B 校在狀態 S 下錄取的學生會由 (3,4) 變爲 (3,5), 在狀態 S' 下錄取的學生會由 (1,4) 變爲 (1,3)。C 校則有可能在狀態 S 下錄取學生 4 而非學生 5。

更進一步考慮志願序扣分制度下的混合策略均衡, 我們仍然以範例 1 爲基礎推導以下的例子:

範例 4. 假設所有參數沿用範例 1 的設定。A 校將約有 60.0% 的機率錄取學生 (1,2), 6.7% 的機率錄取學生 (2,3), 15.3% 的機率錄取學生 (2,4), 10.6% 的機率錄取學生 (2,5), 以及 7.4% 的機率僅錄取學生 2。

B 校約有 33.3% 的機率錄取學生 (1,3), 3.6% 的機率錄取學生 (1,4), 13% 的機率錄取學生 (1,5), 321% 的機率錄取學生 (3,4), 94% 的機率錄取

臺大出版中心

學生 (3,5), 2.2%的機率錄取學生 (4,5), 1.8%的機率僅錄取學生1, 以及16.2%的機率僅錄取學生3。

C 校約有25.4%的機率錄取學生 (4,5), 23.2%的機率僅錄取學生4, 49.1%的機率僅錄取學生5, 以及2.2%的機率完全沒有錄取任何學生。

把志願序扣分制混合策略的例子跟傳統志願分發制的結果作比較, 我們發現在傳統志願分發制下 A 校有60%的機率招收到學生 (1,2), 40%的機率招收到學生 (2,3)。在志願序扣分制下除了原有錄取學生 (1,2) 的機率保持不變外; 因爲學生3有很大的機會選擇保守策略, 因此 A 校招收到學生 (2,3) 的機會將大幅下降。在志願序扣分制度下, 一旦學生1不選擇 A 校爲第一志願, A 校另一名可能錄取的學生將全面地分散。

傳統志願分發制度下 B 校有60%的機率招收到學生 (3,4), 40%的機率招收到學生 (1,4)。在志願序扣分制下 B 校的學生組合則呈現多元的分散。B 校將有很大的機會錄取學生3, 錄取到學生4的機會則由傳統志願分發制的必定錄取變化到低於四成的機會錄取。

C 校的學生將由傳統志願分發制度的學生5發生各種變化。志願序扣分制下學生4也有很大可能性會被錄取進入 C 校。除了有2.2%的機率招不到學生外, C 校學生組合的變化幾乎是往錄取成績較好的學生方向發生。

4.3 低不確定性的均衡範例

當學生偏好的不確性 (α) 足夠小時, 從命題1(3) 可得知, 本模型不存在單純策略均衡。因此, 我們將討論在 α 滿足命題1(3) 的條件且足夠小的情況之下, 可能會出現的均衡。

當 α 滿足命題1(3) 的條件且足夠小的情況之下時, 因爲學生3能夠錄取 A 校的機率太低, 致使選 (A,C) 或 (A,B) 帶來無法錄取 B 校的風險無法被錄取 A 校的機會所彌補。所以學生3會選單純策略 (B,C), 也就是 $p'' = 1$。在此情形下, 學生4選擇 (A,C)、(A,B) 及 (B,C) 的預期報酬分別爲:

$$U_4^{\mathrm{A,C}} = \alpha U_4^{\mathrm{A}} + (1-\alpha) U_4^{\mathrm{C}},$$

臺大出版中心

$$U_4^{\mathrm{A,B}} = \alpha U_4^{\mathrm{A}} + (1-\alpha)\left(r + r'\right) U_4^{\mathrm{B}},$$
$$U_4^{\mathrm{B,C}} = (1-\alpha) U_4^{\mathrm{B}} + U_4^{\mathrm{C}}。$$

學生5選擇 (A,C)、(A,B) 及 (B,C) 的預期報酬分別爲:

$$U_5^{\mathrm{A,C}} = \alpha q'' U_5^{\mathrm{A}} + \left(1 - \alpha p''\right) U_5^{\mathrm{C}},$$
$$U_5^{\mathrm{A,B}} = \alpha q'' U_5^{\mathrm{A}} + (1-\alpha) q U_5^{\mathrm{B}},$$
$$U_5^{\mathrm{B,C}} = (1-\alpha)\left(1 - q''\right) U_5^{\mathrm{B}}\left(1 - (1-\alpha)\left(1 - q''\right)\right) + U_5^{\mathrm{C}}。$$

比較 $U_4^{\mathrm{A,C}}$ 和 $U_4^{\mathrm{B,C}}$, 可知當 α 足夠小時, $U_4^{\mathrm{B,C}} > U_4^{\mathrm{A,C}}$, 因此可得 $q = 0$。而當 $q = 0$ 時, $U_5^{\mathrm{A,C}} > U_5^{\mathrm{A,B}}$, 因此可得 $r' = 0$。經由計算求解可得學生4和學生5的均衡 (混合) 策略爲

$$\left(q, q', q''\right) = \left(0, \frac{\alpha\left(U_5^{\mathrm{A}} - U_5^{\mathrm{c}}\right)}{\alpha\left(U_5^{\mathrm{A}} - U_5^{\mathrm{B}}\right) + \left(U_5^{\mathrm{B}} - U_5^{\mathrm{C}}\right)},\right.$$
$$\left. 1 - \frac{\alpha\left(U_5^{\mathrm{A}} - U_5^{\mathrm{B}}\right)}{\alpha\left(U_5^{\mathrm{A}} - U_5^{\mathrm{B}}\right) + \left(U_5^{\mathrm{B}} - U_5^{\mathrm{C}}\right)}\right),$$
$$\left(r, r', r''\right) = \left(\frac{(1-\alpha)U_4^{\mathrm{B}} - \alpha\left(U_4^{\mathrm{A}} - U_4^{\mathrm{C}}\right)}{(1-\alpha)U_4^{\mathrm{B}}},\right.$$
$$\left. 0, 1 - \frac{(1-\alpha)U_4^{\mathrm{B}} - \alpha\left(U_4^{\mathrm{A}} - U_4^{\mathrm{C}}\right)}{(1-\alpha)U_4^{\mathrm{B}}}\right)。$$

若將範例1學生4和學生5的效用值代入上面的混合策略均衡解, 可得

$$\left(q, q', q''\right) = \left(0, \frac{2\alpha}{1+\alpha}, \frac{1-\alpha}{1+\alpha}\right),$$
$$\left(r, r', r''\right) = \left(\frac{3-5\alpha}{3-3\alpha}, 0, \frac{2\alpha}{3-3\alpha}\right)。$$

綜合上述分析, 可得結論如下:

當 α 足夠小, 亦即滿足命題1(3) 的條件時, 學生們的均衡 (混合) 策略爲:

當狀態 S 發生, 學生1選志願序 (A, −); 當狀態 S' 發生, 學生1選志願序 (B, −)。

臺大出版中心

學生2選志願序 (A, −)。

學生3選志願序 (B,C)。

學生4有 $(2\alpha/1+\alpha)$ 的機率選志願序 (A,B); $(1-\alpha/1+\alpha)$ 的機率選志願序 (B,C)。

學生5有 $(3-5\alpha/3-3\alpha)$ 的機率選志願序 (A,C); $(2\alpha/3-3\alpha)$ 的機率選志願序 (B,C)。

而當 α 趨近於0時, 則學生們的均衡 (混合) 策略則趨近於:

當狀態 S 發生, 學生1選志願序 (A,−); 當狀態 S' 發生, 學生1選志願序 (B, −)。

學生2選志願序 (A, −)。

學生3選志願序 (B,C)。

學生4選志願序 (B,C)。

學生5選志願序 (A,C)。

當狀態 S 發生時學生 (1,2,3,4,5) 錄取的學校分別爲 (A,A,B,B,C); 當狀態 S' 發生時學生 (1,2,3,4,5) 錄取的學校爲 (B,A,B,C,A)。由此結果可發現, 當 α 足夠小時, 因爲學生3基於預期效用極大的考量而選擇單純策略 (B,C), 因此在志願序扣分制度下的效用低於舊制下的效用。學生4和學生5則因爲學生3的決策而採取對應的混合策略, 因而二人反而都有錄取 A 校的機率。而當 α 趨近於0時, 學生4幾乎肯定會選擇志願序 (B,C), 學生5則幾乎確定選志願序 (A,C)。在此情況下, 我們發現, 學生4仍有極小的機率會錄取 C 校, 學生5則有極小的機率會錄取 A 校。這樣的結果, 也顯示除了篤定可錄取第一志願的學生1及學生2之外, 學生3會受到不利影響, 學生5則會受益, 學生4則受影響情況介於其間。當然, 這樣的結果僅限於本模型及相關參數設定下的推論, 其他普遍狀況下的結果則有賴更進一步的嚴謹分析。

從本小節的分析可發現, 在原本學生對學校有一致的偏好下加入微小的不確定性時, 會對學生在志願序新制下的策略造成明顯的變化。因爲當 $\alpha = 0$ 時, 志願序扣分新制和傳統填志願制度的均衡並無差異, 因此以下的差異分析也可作爲新舊制之間的比較。在3.2小節中, 當 $\alpha = 0$ 時, 學生3、4在無法錄取 A 校的情況下, 均衡策略都是選 (B,C), 學生5則可選

(−,C) 或 (C,−)。可是當加入微小的不確定性 ($\alpha > 0$ 但足夠小) 後, 學生3的策略仍然維持 (B,C) 不變, 而學生4除了 (B,C) 外, 還有很小的機率會選 (A,B); 學生5則除了很大機率選 (A,C) 之外, 還多了選 (B,C) 的微小機率。另外, 當 α 趨近0時, 學生5則會趨近策略 (A,C), 而非3.2小節的 (−,C) 或 (C,−) 皆可。因此, 在志願序扣分新制下, 學生1在偏好的微幅變動, 並未影響學生3的策略, 反而造成學生4和學生5策略的變動。

考慮學生4和學生5策略變動對分發結果的影響, 可以發現新舊制對於填補學校 A 名額的順序將呈現翻轉的情況。在新制下學生1因爲偏好變動所空出來的學校 A 名額, 並不是由成績較高的學生3所獲取, 而是由學生4及學生5來填補。特別是學生5, 由於其選填 (A,C) 的機率接近1, 而學生4選填 (A,B) 的機率很低, 因此學生1因爲偏好變動所帶來讓其他學生錄取學校 A 的機會, 幾乎全爲成績最低的學生5所獲取。反觀在舊制下, 若學生1偏好和其他學生一致, 則分發結果爲 (A,A,B,B,C); 若學生1偏好學校 B, 則分發結果爲 (B,A,A,B,C), 學生1因偏好變動而留下的學校 A 名額由成績較高的學生3填補。

爲何在新制之下, 當 α 有微小變動時, 成績較差的學生4和學生5有可能將 A 校列爲第一志願, 而成績較好的學生3反而採取保守策略, 選擇單純策略 (B,C) 呢? 以學生5而言, 當 $\alpha = 0$ 時 (A,C) 本來就是她的最適策略之一, 故當學生1有可能空出學校 A 名額時, 學生5維持很大的機率選 (A,C) 是合理的。雖然學生3與學生4在 $\alpha = 0$ 時同樣都選 (B,C), 可是當 $\alpha > 0$ 但足夠小時, 成績較高的學生3選 (B,C) 保證可以錄取學校 B, 但成績較低的學生4選 (B,C) 卻有 α 的機率只能錄取學校 C, 因此學生4比學生3更願意冒險, 以很小的機率選 (A,B) 來提高其預期效用。

上述分析比較顯示出, 志願序扣分新制和傳統舊制在學生的均衡策略選擇和分發結果的差異。舊制下的均衡策略較爲單純, 不會隨偏好變動而有所變動。志願序扣分新制則會隨偏好變動幅度不同而有所調整。就分發結果而言, 學生偏好變動所造成的「好學校」空缺, 在舊制下成績較高的學生優先遞補; 在新制下這類學生反而失去這樣的優勢。就政策制訂方向而言, 如果我們認爲會考成績是衡量學習成果的指標, 且應該要按照學生的學習成果來做爲其偏好學校的順序依據, 那麼舊制似乎要比志願序新制來

得單純且有效率。如果我們是希望不要有明星學校, 並且讓每個學校之間的平均學生素質較爲接近, 那麼新制或許不失爲打破明星學校界限的方法之一。

4.4 學生偏好多樣化的均衡討論

本文主要針對當學生對學校的偏好相當接近, 且僅有一名學生存在偏好不確定的限制下做出均衡分析。如註解 4 所提, 如果將該名偏好不確定的學生假設爲非成績第一名的學生, 則對較該生成績高的學生無影響, 較該生成績低的學生則有著類似前文所分析的策略反應。

以下我們討論當學生對學校的偏好如果更加多樣化時, 對均衡可能帶來的影響。如果學生 1 的偏好如同前文假設有 S 與 S' 兩種狀態, 學生 2 至 5 的偏好不再都是 A $\succ$ B $\succ$ C。例如當學生2至5的偏好分別爲 B $\succ_2$ A $\succ_2$ C, A $\succ_3$ C $\succ_3$ B, C $\succ_4$ A $\succ_4$ B 與B $\succ_5$ A $\succ_5$ C。因爲學生2無論在狀態 S 或狀態 S' 下, 都能錄取其心中的第一志願。在此例中學生 2 將錄取 B 校。學生 3 也因爲成績較高的學生最多僅有一名填選 A 校爲第一志願, 所以學生 3 能錄取其第一志願 A 校。學生 4 的第一志願 C 校目前尚未錄取任何學生, 因此學生 4 將錄取 C 校。學生 5 了解在狀態 S 下, B 校尚有一名缺額, 因此能夠錄取 B 校; 在狀態 S' 下, B 校已經錄取了學生 1、2, A 校與 C 校都尚有一名缺額, 最好的選擇爲錄取 A 校。因此均衡爲:

當狀態 S 發生, 學生 1 選志願序 (A,–); 當狀態 S' 發生, 學生 1 選志願序 (B, –)。

學生2選志願序 (B, –)。

學生3選志願序 (A, –)。

學生4選志願序 (C, –)。

學生5選志願序 (B,A)。

所有的學生在上述的均衡中都能真實呈現自己的偏好。因爲在這個例子中學生間不存在註解 4 所提到「較自己高分學生的第一志願選擇對其錄取第一志願; 以及較自己低分學生的第一志願對其錄取第二志願的的期望效用影響」的情況。從此我們可以瞭解, 如果學生偏好的多元化分散了對不同學校的錄取需求, 當學校提供的名額可能已經滿足大部分學生能夠錄

臺大出版中心

取第一志願時, 那麼學生間的競爭與策略性互動將相對簡化, 甚至不再需要作出策略性的志願排序。

讓我們再考慮另外一例。當學生2至5的偏好分別爲 $\mathrm{A} \succ_2 \mathrm{C} \succ_2 \mathrm{B}$, $\mathrm{A} \succ_3 \mathrm{B} \succ_3 \mathrm{C}$, $\mathrm{B} \succ_4 \mathrm{A} \succ_4 \mathrm{C}$ 與 $\mathrm{B} \succ_5 \mathrm{A} \succ_5 \mathrm{C}$。由於學生2必能錄取其第一志願 A 校, 因此學生3開始存在無法錄取其第一志願 A 校的可能。學生3就需要評估不同志願序 (A,B)、(A,C) 與 (B, −) 帶來的效用。對學生3而言, 志願序 (A,B) 與志願序 (A,C) 的優劣又與學生4、5是否同樣地選擇學校 B 爲第一志願的機率有關。這一連串的關係將表現在以下的策略與預期報酬中:

當狀態 S 發生, 學生1選志願序 (A,−); 當狀態 S' 發生, 學生1選志願序 (B, −)。

學生2選志願序 (A, −)。

學生3有 p 的機率選志願序 (A,C); p' 的機率選志願序 (A,B); $p'' = 1 - p - p'$ 的機率選志願序 (B,C)。

學生4有 q 的機率選志願序 (B,C); q' 的機率選志願序 (B,A); $q'' = 1 - q - q'$ 的機率選志願序 (A,C)。

學生5有 r 的機率選志願序 (B,C); r' 的機率選志願序 (B,A); $r'' = 1 - r - r'$ 的機率選志願序 (A,C)。

學生3選擇 (A,C)、(A,B) 與 (B,C) 的預期報酬分別爲

$$
\begin{aligned}
U_3^{(\mathrm{A,C})} &= \alpha U_3^{\mathrm{A}} + (1-\alpha) U_3^{\mathrm{C}}, \\
U_3^{(\mathrm{A,B})} &= \alpha U_3^{\mathrm{A}} + (1-\alpha)\left[1 - \left(q + q'\right)\left(r + r'\right)\right] U_3^{\mathrm{B}}, \\
U_3^{(\mathrm{B,C})} &= U_3^{\mathrm{B}}。
\end{aligned}
$$

學生4選擇 (B,C)、(B,A) 與 (A,C) 的預期報酬分別爲

$$
\begin{aligned}
U_4^{(\mathrm{B,C})} &= \left(1 - \alpha p''\right) U_4^{\mathrm{B}} + \alpha p'' U_4^{\mathrm{C}}, \\
U_4^{(\mathrm{B,A})} &= \left(1 - \alpha p''\right) U_4^{\mathrm{B}} + \alpha p'' \left(r + r'\right) U_4^{\mathrm{A}}, \\
U_4^{(\mathrm{A,C})} &= \alpha p'' U_4^{\mathrm{A}} + \left(1 - \alpha p''\right) U_4^{\mathrm{C}}。
\end{aligned}
$$

臺大出版中心

學生5選擇 (B,C)、(B,A) 與 (A,C) 的預期報酬分別爲

$$\begin{aligned}
U_5^{(\mathrm{B,C})} &= \left\{(1-\alpha)\left[1-p''\left(q+q'\right)\right]+\alpha\left[\left(p+p'\right)q''\right]\right\}U_5^{\mathrm{B}} \\
&\quad +\left\{(1-\alpha)p''\left(q+q'\right)+\alpha\left[1-\left(p+p'\right)q''\right]\right\}U_5^{\mathrm{C}}, \\
U_5^{(\mathrm{B,A})} &= \left\{(1-\alpha)\left[1-p''\left(q+q'\right)\right]+\alpha\left[\left(p+p'\right)q''\right]\right\}U_5^{\mathrm{B}} \\
&\quad +\alpha p''qU_5^{\mathrm{A}}, \\
U_5^{(\mathrm{A,C})} &= \alpha p''\left(q+q'\right)U_5^{\mathrm{A}}+\left\{(1-\alpha)\left(1-pq''\right)\right. \\
&\quad \left.+\alpha\left[1-p''\left(q+q'\right)\right]\right\}U_5^{\mathrm{C}}。
\end{aligned}$$

當要計算均衡時, 除了因爲偏好不同帶來不同學生對不同學校的報酬 U_i^q 的大小順序必須假設外, 解出均衡所需要的限制與技術都與偏好相同假設時相似。這也說明當學生偏好可能雖然不同, 但只要有些學校提供的名額相對不足, 學生間是否冒著風險爭取志願較高的學校的決定, 將彼此互相影響而擴大策略性排序的可能。

如果同時放寬不確定性與偏好限制的兩類假設, 計算均衡的處理變得相當複雜。這部份有待未來進一步的研究分析。

5 結論

十二年國教的實行在台灣處於剛起步的階段。許多學生與家長對初次實施的志願序扣分制度並不完全清楚其可能帶來的影響, 同時也缺乏過往的經驗可供借鏡。盡管教育單位不斷強調改革的理念與優點, 社會對實施第一年的志願序扣分制度仍多所批評。

本文嘗試以賽局理論分析的角度出發, 探討學生如何在文中模型設定的基礎上選填志願。我們主要關注在當學生成績差距相對於志願序扣分級距來得較小的時候, 學生們如何在不同學校錄取機率的分配下做出填選志願的決策。文中同時呈現傳統志願分發制度與志願序扣分制度的均衡錄取結果。並以學生跟學校的角度出發, 比較兩種制度對所有學生與所有學校可能帶來的改變。

志願序扣分制度的教育理念提倡者往往強調: 相對於傳統分發制度完全依照成績來決定錄取優先次序, 志願序扣分制度能夠讓學生對學校的偏

好更確切地反應在錄取的結果上。我們的模型發現: 既使在假設大多數的學生對學校有相同的偏好, 志願序扣分制度的錄取結果對不同成績的學生影響也不同。整體而言成績最好的學生不受影響, 然後大致上會依照成績由優至劣對學生產生由弊至利的各種影響。就本文模型分析結果來說, 因爲不確定性的狀態來自學生 1, 而學校 A 有兩個名額, 所以學生 2 確定可錄取而不受影響。學生 3 則平均來說會受到負面影響, 學生 4 則好壞皆有可能 (受到相關參數影響), 學生 5 則是潛在有可能受益的對象。若考量台灣實際現象, 我們的推測如下: 以基北區爲例, 原本篤定可錄取建中及北一女的學生不會受到影響, 但原先確定可上第二志願但有機會上建中、北一女的學生則會受到不利影響。然後依分數由高至低排列, 學生受到不利影響的程度逐漸減弱, 受益的可能則逐漸遞增, 最末的分群受益的可能性則最大。在這裡我們要強調的是, 以上的預測僅是根據本文的簡化模型及一些直覺所做的粗略推估。因此, 上述推測只能作爲分析方向的指引, 確切的結論有待未來更進一步的嚴謹推導。

如果從學校的角度出發, 傳統分發制度往往伴隨著明星學校的存在。由於分數高才能錄取, 所以明星學校往往吸引到好成績的學生。同儕效果的影響下讓學生畢業後較好的表現又再吸引下一屆成績好的學生爭取這些學校。如果以志願序扣分制度來分發學生, 我們發現成績較差的學生開始有可能進入第一志願的學校。如果以學生的成績作爲觀察的重點, 我們發現在志願序扣分制度下每個學校錄取的學生組成都將更多樣化。同一學校錄取學生之間的成績差距將拉大。同時由於學生填選志願時缺乏協調的機制, 不足額錄取的情況將可能出現在傳統分發制度下從來不會發生的學校。在現實上我們則已經在首次實施志願序扣分制度的 2014 學年度觀察到以上的這些現象。

一個值得注意的問題是, 志願序扣分制大幅增加學生選填志願的困難度。以本文中五名學生三所學校的簡單模型來說, 學生的均衡策略便已相當複雜, 遑論台灣各考區數萬名考生及數十所學校的分發實務了。而且, 本文模型中除了第一位學生的偏好爲私有訊息之外, 其餘資訊諸如每位學生申請上各個學校的效用等, 皆爲完全訊息。實務上除了學生本身效用爲已知外, 其他人的效用大抵上都是不完全訊息。這些不確定訊息更增加學生

臺大出版中心

在擬訂最佳策略時的困難度, 也無可避免造成前言所提及的「策略性操縱」的空間。如此一來, 新制除了增加決策複雜度之外, 同時也讓社經地位弱勢的家庭因爲不諳規則及缺乏協助管道而容易做出錯誤的決策, 使得弱勢階級處於更加不利的地位。相較之下, 傳統選填志願舊制能防止策略性操縱 (strategy-proof), 學生只需依照真實偏好來選填志願即可, 反而沒有這層顧慮。這是教育當局應當深思的問題。

附錄

以下是範例1的均衡中, 學生3、4、5各種的策略選擇與機率在不同狀態下的錄取結果。

(i) 學生3選擇 (A,B) 機率$\frac{1}{6}$

			學生5	
			(A,C) 機率 $\frac{53}{90}$	(B,C) 機率 $\frac{37}{90}$
學生4	(A,C)	機率 $\frac{17}{37}$	狀態 S: (A,A,B,C,C) 狀態 S': (B,A,A,C,C)	狀態 S: (A,A,B,C,B) 狀態 S': (B,A,A,C,B)
	(B,C)	機率 $\frac{20}{37}$	狀態 S: (A,A,B,B,C) 狀態 S': (B,A,A,B,C)	狀態 S: (A,A,−,B,B) 狀態 S': (B,A,A,B,C)

(ii) 學生3選擇 (B,−) 機率 $\frac{5}{6}$

			學生5	
			(A,C) 機率 $\frac{53}{90}$	(B,C) 機率 $\frac{37}{90}$
學生4	(A,C)	機率 $\frac{17}{37}$	狀態 S: (A,A,B,C,C) 狀態 S': (B,A,B,A,C)	狀態 S: (A,A,B,C,B) 狀態 S': (B,A,B,A,C)
	(B,C)	機率 $\frac{20}{37}$	狀態 S: (A,A,B,B,C) 狀態 S': (B,A,B,C,A)	狀態 S: (A,A,B,B,C) 狀態 S': (B,A,B,C,C)

臺大出版中心

參考文獻

中央通訊社 (2014a), “志願序一路扣, 4A++ 六級分落榜,” 《中央通訊社》, 2014年6月20日, **URL**: http://www.cna.com.tw/news/aloc/201406200301-1.aspx。(Central News Agency (2014), “Student with Four A++’s and the Sixth Grade Failed to Get Admission from Any School Due to the Assignment Mechanism,” *Central News Agency*, June 20, 2014, URL: http://www.cna.com.tw/news/aloc/201406200301-1.aspx.)

——— (2014b), “基北區免試入學自創積點制,” 《中央通訊社》, 2014年9月26日, **URL**: http://www.cna.com.tw/news/aedu/201409260355-1.aspx。(Central News Agency (2014), “Keelung and Two Taipei Cities Created Their Own Grading System for High School Admission,” *Central News Agency*, September 26, 2014, URL: http://www.cna.com.tw/news/aedu/201409260355-1.aspx.)

中國時報 (2014), “扯! 循二免管道會考零分上成功高中,” 《中國時報》, 2014年8月2日, **URL**: http://www.chinatimes.com/newspapers/20140820000365-260114。(China Times (2014), “Ridiculous! One Student Admitted to Taipei Chenggong High School through the 2nd Examination-free Program without Comprehensive Assessment Program [CAP] Scores,” *China Times*, August 20, 2014, URL: http://www.chinatimes.com/newspapers/ 20140820000365-260114.)

王韻齡 (2014), “填志願的4個必勝策略,” 《親子天下》, 56, 114–118。(Wang, Yun-Ling (2014), “The Four Dominant Strategies in Submitting the List of School Preferences,” *Education Parenting Family Lifestyle*, 56, 114–118.)

自由時報 (2014a), “質疑教育局黑箱決議志願序 北市家長團體抗議,” 《自由時報》, 2014年10月15日, **URL**: http://news.ltn.com.tw/news/life/breakingnews/1131737。(Liberty Times (2014), “Parents Questioned the Department of Education of Taipei City for the Black-box Decision Making of the Assignment Mechanism for School Admission,” *Liberty Times*, October 15, 2014, URL: http://news.ltn.com.tw/news/life/breakingnews/ 1131737.)

臺大出版中心

——— (2014b), “二免放榜全國近5萬個缺額/基北12校將辦續招,”《自由時報》, 2014年8月15日, **URL**: http://news.ltn.com.tw/news/focus/paper/804789。(Liberty Times (2014), “About 50 Thousand Vacancy Left after 2nd Examination-free Program, with 12 High Schools in Keelong, Taipei and New Taipei Proceeding to the 3rd Stage,” *Liberty Times*, August 15, 2014, URL: http://news.ltn.com.tw/news/focus/paper/804789.)

教育部十二年國民基本教育專案辦公室 (日期不詳[a]), “十二年國民基本教育實施計畫: 理念與目標,” **URL**: http://12basic.edu.tw/Detail.php?LevelNo=43。(The Office for the 12-Year Compulsory Education Program, Ministry of Education (n.d.), “The Plan for the 12-Year Compulsory Education Program: Ideas and Objectives,” URL: http://12basic.edu.tw/Detail.php?LevelNo=43.)

——— (日期不詳[b]), “十二年國民基本教育實施計畫: 您關心的議題,” **URL**: http://12basic.edu.tw/Detail.php?LevelNo=229。(The Office for the 12-Year Compulsory Education Program, Ministry of Education (n.d.), “The Plan for the 12-Year Compulsory Education Program: Q&A,” URL: http://12basic.edu.tw/Detail.php?LevelNo=229.)

Abdulkadiroğlu, Atila (2013), “School Choice,” in Nir Vulkan Alvin E. Roth and Zvika Neeman (eds.), *The Handbook of Market Design*, Oxford: University of Oxford.

Abdulkadiroğlu, Atila, Yeon-Koo Che, and Yosuke Yasuda (2011), “Resolving Conflicting Preferences in School Choice: The “Boston” Mechanism Reconsidered,” *American Economic Review*, 101, 399–410.

Abdulkadiroğlu, Atila and Tayfun Sönmez (2003), “Social Choice: A Mechanism Design Approach,” *American Economic Review*, 93, 729–747.

Calsamiglia, Caterina, Guillaume Haeringer, and Flip Klijn (2010), “Constrained School Choice: An Experimental Study,” *American Economic Review*, 100, 1860–1874.

Chen, Yan and Tayfun Sönmez (2006), “School Choice: An Experimental Study,” *Journal of Economic Theory*, 127, 202–231.

臺大出版中心

Dubins, Lester E. and David A. Freedman (1981), "Machiavelli and the Gale-Shapley Algorithm," *American Mathematical Monthly*, 88, 485–494.

Featherstone, Clayton R. and Muriel Niederle (2011), "School Choice Mechanisms under Incomplete Information: An Experimental Investigation," mimeo.

Gale, David and Lloyd Shapley (1962), "College Admissions and the Stability of Marriage," *American Mathematical Monthly*, 69, 9–15.

Klijn, Flip, Joana Pais, and Marc Vorsatz (2013), "Preference Intensities and Risk Aversion in School Choice: A Laboratory Experiment," *Experimental Economics*, 16, 1–22.

Pais, Joana and Ágnes Pintér (2008), "School Choice and Information: An Experimental Study on Matching Mechanisms," *Games and Economic Behavior*, 64, 303–328.

Pathak, Parag A. and Tayfun Sönmez (2008), "Leveling the Playing Field: Sincere and Sophisticated Players in the Boston Mechanism," *American Economic Review*, 98, 1636–1652.

——— (2013), "School Admissions Reform in Chicago and England: Comparing Mechanisms by Their Vulnerability to Manipulation," *American Economic Review*, 103, 80–106.

Roth, Alvin E. (1982), "The Economics of Matching: Stability and Incentives," *Mathematics of Operational Research*, 7, 617–628.

投稿日期: 2015年2月12日, 接受日期: 2015年10月23日

臺大出版中心

A Game Theoretical Analysis of Student Assignment Mechanisms Under the 12-Year Compulsory Education Program in Taiwan

Kuo-Chih Yuan

Department of Economics, Soochow University

Tzu-Hao Wang

Department of Economics, Washington University in St. Louis

Wei-Torng Juang

Institute of Economics, Academia Sinica

The government in Taiwan implemented 12-year compulsory education in 2014. Among its several measures, the newly adopted student assignment mechanism caused intense debate in Taiwan. In this paper, we construct a model in which students submit their school choices and characterize the pure Nash equilibria under both the new and the original system. We then provide an example with a typical mixed equilibrium to illustrate its welfare and efficiency outcome. We find that, under the new system, the best students are not affected while the second-tier students lose and the last-tier students gain. Under the new system, schools will be more likely to admit students from all tiers, although all schools may have vacancies now that only occurred in the least preferred schools under the old system.

Keywords: compulsory education, assignment mechanism, game, Nash equilibrium
JEL classification: C71, D82, I21

臺大出版中心