

研究紀要

高中班級內友誼網絡與 課業諮詢網絡的生成*

吳秋園** 葉高華***

摘要

本研究以某高中升學班與普通班各一班為對象, 追蹤調查班級內的友誼網絡與課業諮詢網絡, 並透過分離時序指數隨機圖模型 (STERGMs) 分析網絡的生成機制。研究結果顯示: (1) 高中生選擇成績相似者交往的傾向隨著班級的升學氣氛差異而有所不同。在高度追求升學績效的班級內, 以成績擇友的情形更明顯。(2) 高中生挑選課業諮詢對象時頗為精打細算。他們除了向朋友詢問課業問題, 也很清楚某科的問題要去請教該科成績高的同學。(3) 課業諮詢是高中生友誼的來源之一。曾經提供諮詢服務的同學, 爾後更容易成為課餘時間的朋友。

關鍵詞: 網絡動態、友誼相似性、班級脈絡、關係生成、分離時序指數隨機圖模型

* 本文改寫自吳秋園的碩士論文〈高中生班級內社會網絡形構過程及其對學業成就之影響〉。研究發軔於吳秋園執行、葉高華指導的科技部大專生研究計畫: 「班級內課業資訊網絡與學習成效之關聯」(MOST 104-2815-C-110-027-H), 於 2016 年獲得科技部「研究創作獎」鼓勵。後來繼續發展為碩士論文, 並於 2018 年獲選為台灣社會網絡學會「碩士論文獎優選」。從優秀碩士論文到頂級期刊論文, 又走了好長一段路, 途中感謝多位匿名審查委員指點。

** 國立中山大學社會學碩士。

*** 通訊作者, 國立中山大學社會學系副教授。E-mail: kohua.yap@gmail.com.tw。

The Generation of Friendship Networks and Academic Consulting Networks within High School Classes

Chiu-Yuan Wu*, Ko-Hua Yap**

ABSTRACT

This study attempts to carry out three pioneering achievements: comparing differences in friendship networks between an elite class and a normal class in a high school, conducting surveys of academic consulting networks among high school students, and taking a lead in analyzing how high school students' friendships and consulting relationships are generated by using "separable temporal exponential random graph models" (STERGMs).

Previous studies have revealed that high school students tended to form friendships with classmates who had academic performance similar to theirs, and some studies have emphasized that teenagers' friendships developed from class contexts they were in. However, the present study first reveals that class contexts will influence high school students' tendency to form friendships based on academic similarity. Many high schools in Taiwan put students with higher academic performance together in one class, and they strive all out to attend top universities or medical colleges. The academic differences between these selected elite students are usually smaller than the differences between students in normal classes. However, in this study, students of the selected elite class still can form friendships with classmates who have academic performance more similar to their own. By contrast, it is not apparent in a normal class that students form friendships depending on academic similarity. The results here show that a class context with intense focus on academic performance may indeed increase the tendency for stu-

* Master's Degree, Department of Sociology, National Sun Yat-sen University.

** Corresponding Author. Associate Professor, Department of Sociology, National Sun Yat-sen University.

dents to choose friends based on similar grades.

Secondly, most studies of teenager social networks have focused on friendships. The current study attempts to conduct surveys of high school students' academic consulting for each subject. Results demonstrate that high school students are shrewd when choosing suitable peer consultants. In addition to choosing friends as consultants directly, high school students also clearly know how to choose peer consultants for each subject based on their classmates' academic performance in each subject. Besides, it is not common to find reciprocity in such academic consulting. In many situations, the consultant does not intend to obtain helpful information from the receiver. It can be seen from this that the academic consulting network is more like a hierarchical structure. Students with lower academic performance often receive advice from students with higher academic performance unilaterally. This kind of network structure creates chances for knowledge to flow from students with higher academic performance to those with lower academic performance.

On the other hand, this study reveals that academic consulting is one of the ways for high school students to develop friendships. The receivers may develop friendships with the consultants who were not friends at first. This finding implies a more significant meaning. Assuming that students with higher academic performance only establish relationships with students who are similar to them, the academic gap would be unfillable or even aggravated. If consulting relationships could be further expanded into friendships, the academic gap would be mitigated, since the consulting relationships often bridge students with higher and lower academic performance.

The experience of the present study also provides beneficial inspiration for future research designs.

Keywords: network dynamics, friendship similarity, social context of classes, relational formation, STERGMs

一、研究目的

在高度尊崇學業成就價值的臺灣中學校園裡，成績不僅影響學生個人的社會地位，也可能影響人際關係的發展。許多中學生有意或無意間，只跟成績相似的同學交往。這也許是因為成績相似者容易感到「志同道合」，他們自己未必察覺成績的作用。不過，也有人刻意透過成績篩選朋友，藉以確認或鞏固自己的社會階層。例如，成績好的學生可能認為成績差的同學「不夠格」當朋友，甚至擔心被其「帶壞」。張明宜、吳齊殷（2013）對臺北、宜蘭地區國中生友誼網絡的研究便顯示，學業表現相似的學生較容易成為朋友。謝雨生等（2006）對臺北市國中生友誼動態的研究也顯示，若學業成績相似性愈高，友誼愈不容易發生變化。

如同謝雨生等（2006）所言，青少年友誼關係的發展並非在真空中進行，而是在他們所處的班級脈絡中展開。我們推測，中學生選擇成績相似者交往的傾向會隨著班級的升學氣氛差異而有所不同。在愈重視升學績效的班級內，以成績擇友的傾向可能愈明顯。然而，相關研究相當缺乏，最接近的是一個比較早期的研究。Hallinan and Smith（1989）調查美國西岸四到七年級班級內的小圈圈（clique），發現若班級老師愈重視學生在學業上的成功，則該班小圈圈的成績同質性愈高，亦即成績相似者比較可能聚在一起。在臺灣，很多高中以各種名義將校內學業能力最好的學生集中在一班，全力衝刺頂尖大學或醫科，這早已不是秘密。每當大學入學考試放榜時，這種班級的學生往往構成高中校門口紅色恭賀海報（甚至媒體報導）的主力，向外界展示該校的「辦學績效」。在如此高度追求升學績效的班級內，學生選擇

成績相似者交往的情形可能比普通班級更明顯。爲了測試這個推論，我們進行一個小規模的先導研究。基於調查方便，我們與臺南某高中合作，調查該校高二升學班與普通班各一班的友誼網絡，並進行比較。

除了友誼，中學生在追求學業成就的脈絡下，還會發展另一種人際關係：向同學詢問課業問題。而且，諮詢對象通常不限於好朋友。友誼是基於情感基礎、親密基礎而建立的社會關係（Rawlins 1992），因此行動者會預期雙方未來有持續且頻繁的互動。相較而言，人們選擇諮詢對象時優先考慮的不是這個人能不能長時間處得來，而是這個人能不能提供所需資訊（Nebus 2006）。在無需建立親密關係或維持頻繁互動的前提下，選擇諮詢對象的機制應不同於選擇朋友。不過，愉快的諮詢經驗也有可能使諮詢關係昇華爲友誼。究竟臺灣中學生如何選擇課業諮詢對象？此種關係是否容易進一步發展爲友誼？目前尚未見到相關調查與研究。爲了探索上述問題，我們除了調查友誼網絡，也請受訪學生一併提名各個科目的諮詢對象。

本研究分別於高二剛成班時與第一個學期期末考前進行兩波調查，以觀察友誼網絡與課業諮詢網絡的動態變化。近年來獲得廣泛應用的指數隨機圖模型（exponential random graph models, ERGMs）藉由比較觀察到的網絡與隨機產生的網絡，可估計哪些因素使觀察到的網絡異於隨機網絡。不過，傳統的 ERGMs 只能分析網絡的橫剖面，亦即說明某種關係比隨機狀態更容易存在或不存在，但無法說明某種關係從無到有（生成）或從有到無（斷裂）的可能。新發展的分離時序指數隨機圖模型（separable temporal ERGMs, STERGMs）將橫剖面的 ERGMs 擴充爲時序版本，可用來估計哪些因素使某種關係相較於隨機狀態更容易生成或斷裂。本研究引進這套新技術，不僅分析友誼與課業諮詢關係從無到有的過程，還能分析課業諮詢關係是否進一步

發展為友誼。

總而言之，本研究的目的有三：

- (1) 探討在高度追求升學績效的班級內，學生選擇成績相似者交往的傾向是否比普通班更明顯。
- (2) 探討高中生如何挑選課業諮詢對象。
- (3) 利用 STERGMs 分析哪些因素促進友誼或課業諮詢關係的生成（從無到有），以及課業諮詢關係是否容易進一步發展為友誼。

二、文獻探討

（一）學業表現與友誼

關於友誼如何影響學業表現的研究已經相當豐富。有些研究指出朋友的學業表現可為自己的學業表現帶來正面影響。因為經由頻繁互動，朋友所具備的學業知識可外溢到自己身上（Lin 2010; 2015; Hsieh and Lee 2016）。不過，也有研究持相反意見：朋友無助於提高學業表現。因為朋友的資訊與自己的資訊通常高度重疊，冗餘程度相當大。反而是向朋友以外的同學詢問課業問題，更可能獲得自己原先沒掌握的資訊，進而對學業表現帶來正面影響（Smith and Peterson 2007）。

後面這種見解牽涉到「友誼如何生成」的問題。人們建立情感連結的對象往往在人口屬性、觀點與態度上與自己相似（Ibarra 1992; Gibbons 2004）。因為選擇與自己相仿的對象當朋友，比較容易維持關係的平衡與穩定。反之，若對方的價值觀、信念與自己相左，容易在長期互動的過程中發生爭執與衝突，帶來心理負擔（Bowker 2011; Way 2012）。因此，無論是外觀可直接辨識的性別、種族（可見的相

似性)，或是經過一段時間相處才能察覺的興趣、行為或個性（不可見的相似性），都是預測兩人是否成為朋友的重要因素（van Duijn et al. 2003）。楊天盾、熊瑞梅（2018）分析臺北、宜蘭地區國中生的友誼網絡，發現即使在男女混合的班級內，多數國中生只選擇同性的同學當朋友。謝雨生等（2006）認為「可見」與「不可見」的相似性分別指涉「屬性相似性」與「行為相似性」。在友誼發展的過程中，人們先重視屬性特質，再慢慢轉為講究行為特質。他們發現國中生的屬性相似性對友誼變遷沒有影響，但某些行為相似性（尤其是抽煙行為、學業成績）顯著減少友誼變遷的可能性。

有些學生選擇成績相似者交往，也許只是基於「志趣相投」的心理支持與認同，未必察覺自己以成績擇友。但也有學生是有意識地透過成績篩選朋友，藉以確認或鞏固自己的社會階層。從社會比較理論（social comparison theory）的觀點來看，選擇朋友是一種透過比較來評價自己的方式。選擇成績相似者當朋友，可確認自己的學業能力屬於何等層級（Dieterich 2015）。Flashman（2012）甚至發現，高中生透過改變朋友來對應自己在學業成就上的變化。換言之，成績變好的人會去親近成績好的新朋友，疏遠成績不好的老朋友。如此以成績擇友的現象會維持甚至加劇學習成就的差距。張明宜、吳齊殷（2013）援引 Blau 提出的「高度鞏固」概念，認為家庭社經地位高的學生會選擇家庭背景相似的學生作為交友對象，讓家庭背景帶來的教育優勢保存在自己的內團體裡。不過，他們的模型納入學業表現的相似性之後，家庭背景相似性對友誼選擇的影響就被解釋掉了。由此可見，是學業表現的同類相聚促成家庭背景的同類相聚，進而使高社經地位的圈子得到鞏固。

青少年友誼的發展並非在真空中進行，而是在他們所處的班級脈

絡中展開（謝雨生等 2006）。在愈是尊崇學業成就價值的班級內，學生愈是需要透過成績來確認地位，因而強化以成績擇友的傾向。美國的四到七年級不算是有升學壓力的階段，但只要班級老師重視學業，該班就容易形成若干成績相似的小圈子（Hallinan and Smith 1989）。更何況是臺灣那種全力衝刺頂尖大學或醫科的升學班，肩負著為學校展示「辦學績效」的使命，應該不難看到類似現象。這種班級集合全校學業能力最好的學生。以全校尺度來看，他們的學業表現十分相似。換言之，此班任兩位同學的成績差異不會太大。不過，此班聚集的也是一群汲汲營營於學業成就的學生，最可能斤斤計較朋友的學業表現。這可能驅使他們在相似之中找出更相似者交往。

假說 1：在高度追求升學績效的班級內，成績愈相似的兩位同學，爾後愈容易發展出友誼。

（二）諮詢關係

在友誼這種高度同質的社會關係裡，某些需求未必能夠得到滿足。因此，人們也會針對特定需求發展工具連結（instrumental ties）。Zhou et al.（2010）比較情感連結以及為了處理工作問題而建立的工具連結在資訊傳遞上的效果。首先，他們將資訊分為明確知識（explicit knowledge）與默會致知的隱性知識（tacit knowledge）。前者屬於可記載下來、容易透過文字或口語表達的知識；後者則是較複雜、具不確定性或模糊性的知識。作者原本假設，情感連結意味頻繁接觸與高度信任，因而傳遞隱性知識的效果較好。但結果出乎預料：工具連結傳遞隱性知識的效果不亞於情感連結。而且，在傳遞明確知識的效果上，工具連結更優於情感連結。這些發現與前述 Smith and Peterson（2007）

的論點不謀而合。當遭遇問題、需要找人幫忙時，常常是朋友以外的人才擁有自己欠缺的知識。

學生爲了追求學業成就而發展的工具連結主要是課業諮詢，亦即向其他同學詢問課業問題。相關研究大多探討課業諮詢對學業表現的影響（如：Baldwin et al. 1997; Yang and Tang 2003; Cho et al. 2007；皆針對大學生）。然而，學業表現如何影響學生發展諮詢關係，這類文獻相當缺乏。下列研究並非針對中學生，但值得借鏡。

不同於友誼肩負多重社會功能，諮詢的目的相當明確且單一。行動者在網絡中搜尋諮詢對象時，較注重的是搜尋成本以及諮詢品質（Nebus 2006）。Borgatti and Cross（2003）指出，一個人是否選擇向他人尋求建議，受到下列四個因素影響：（1）知道他人知道什麼；（2）知道他人的知識是否有價值；（3）能夠在適當、有限的時間內理解對方的思考；（4）從某人身上獲得知識不會付出太多成本。他們針對資訊科學家、基因研究者兩個社群做調查，發現前三個原因獲得支持，但成本因素並未顯著影響諮詢行爲。作者認爲，人們爲了解決當前面臨的問題，即使得付出較大成本，還是得去詢問。同樣道理，O'reilly and Roberts（1976）發現，資訊正確性與信譽較高的組織成員，在組織內被諮詢的頻率增加。

高中生應該也有能力判斷班上哪些同學具備他們所需要的資訊，以及這些資訊的品質高不高，再決定找誰諮詢。對於高中課業而言，考試成績是顯而易見的資訊品質訊號。學生很容易預期成績愈好的同學擁有品質愈高的資訊，因而向其詢問課業問題。當然，英文的問題要找英文成績好的同學、數學的問題要找數學成績好的同學，依此類推。

假說 2：某科成績愈高的學生，愈容易被其他同學諮詢該科課業問題。

(三) 社會交換

課業諮詢不只是單向的資訊流動，往往也涉及「社會交換」。社會交換在意義上不同於一般經濟生活中的實體物品交換。固然在社會生活中也會涉及實物交換，例如古代部落社會透過送禮與回禮等儀式重建社會階序 (Mauss 1925)，但更多時候交換的標的物是無形的東西，如：權力、面子、聲望等等 (Blau 1964)。交換過程不一定是同時進行的。一個人對另一個人施予恩惠，可能要經過一段時間才會得到回報。回報內容是自願性的，不像商業契約一樣明確規範買賣雙方的義務。且回報的內容主要由回報者決定，很難直接討價還價。

我們不難想見，高中生可能透過既有交情來換取所需要的資訊。如果對方重視這段交情，就會藉由提供資訊來鞏固這段友誼。另一方面，提供課業諮詢服務給原本不算好友的同學，也可能得到對方的友誼回報。倘若諮詢的經驗很愉快，這段諮詢關係更有機會昇華為友誼。

後來出現的諮詢關係，也可能是基於先前諮詢關係的互惠行為。Constant et al. (1994) 發現資訊交換具有互惠性：若甲曾經提供乙方意見，未來乙也較可能回答甲的問題；若甲曾經拒絕提供乙方意見，當甲向乙諮詢時，乙較不願意回答。這種互惠關係除了牽涉資訊的直接交換外，也牽涉了「人情」因素。若甲曾經幫助乙方，乙就欠了甲方人情上的債務。當甲有需要時，乙會感到有義務幫助甲方。反之，若甲不曾幫助乙方，乙就不會有這種壓力 (Parris 2003)。綜合以上討論，本文提出三個相關假說。

假說 3-1：學生較容易向既有的朋友諮詢課業問題。

假說 3-2：若我方曾向對方諮詢課業問題，爾後較容易向對方展開友誼。

假說 3-3：若我方曾提供對方課業諮詢，爾後較可能諮詢對方。

三、研究設計

(一) 調查

本研究以臺南某高中二年級升學班與普通班各一班為調查對象。調查時該校只招收男生。該校於新生開學前舉行「數理班」資格考，篩選前 45 名組成高一數理班。但升高二前還有一次資格考，原數理班表現不夠好的學生遭到淘汰，由表現突出的其他班學生遞補。一般而言，高一數理班多數學生能夠續留高二數理班，但升高二時會遇到一些新同學。本研究所謂升學班，指的就是這個特殊班級。另一方面，該校學生升高二時大多選擇自然組，本次調查的普通班亦然。因此，該班讓選擇社會組的少數學生離開原班，再補足自然組學生，便成為自然組班級。

本研究於 2015 年 7 月 28 日對兩班學生進行首波調查。此時剛完成高二編班，多數學生帶著既有社會關係升上高二，並遇到一些新同學。第二波調查於 2015 年 12 月 28 日進行，約為期中考後一個月。此時每位學生的學業表現已透過期中考成績向其他同學釋出訊號。¹我們在調查前均向學生告知研究目的，並徵得同意。普通班的 35 位學生在兩波調查中皆全數完訪；升學班的 42 位學生當中，有 40 人完整參與兩波調查。

1 班級導師表示，全班成績都會公布給學生知道。

本研究採用提名生成法 (name generator) 調查社會網絡，且不限制提名人數。友誼方面，本調查不由學生直接主觀認定朋友，而是請他們提名下課或放學時最常相處的同班同學。² 由於每個人對於朋友的認定鬆緊不一，調查客觀行為較容易取得一致標準。下課或放學時同班同學並無義務相處，經常一起行動反映相當程度的友誼基礎。課業諮詢方面，本調查請學生分別寫出曾向誰詢問國文、英文、數學、自然、社會等 5 科課業問題。³ 爲了保護個人隱私，學生填寫的是座號，而研究者不知道座號與姓名的對應關係。圖 1 與圖 2 分別描繪兩個時間點升學班的自然科諮詢網絡，可見到大量諮詢關係生成。此網絡以單向箭頭居多，且沒有單一核心。⁴ 其他諮詢網絡都有類似特徵。

首波調查時，我們也請學生填寫個人資料，包括讀書時數、考前休閒、父親教育程度等。最後，本研究在班級導師協助下取得帶有座號但不帶姓名的各科期中考成績。成績資料經由座號串連社會網絡與其他個人資料，但研究者無從識別個人。

(二) 依變項

本研究以每一對有方向的雙人組 (dyad) 爲分析單位。亦即，學生 i 對學生 j 的關係，與學生 j 對學生 i 的關係，視爲兩對雙人組。因此，普通班有 35×34 對雙人組，數理班有 40×39 對雙人組。欲解釋的事件是：從剛完成高二編班時 (首波調查) 到期末考前 (次波調

2 問卷文字爲：「請問您在下課或放學時，最常和哪些同學在一起相處？」

3 問卷文字爲：「請問在做○○科報告，或有○○科相關問題時，你曾經和班上哪些同學一組，或詢問過哪些同學？」但班級導師表示，並無全班分組做報告的情形。事後分析也顯示，大多數學生只參與單向關係。若全班分組做報告，每個人至少都會參與一段雙向關係。因此，本調查實際上只蒐集到課業諮詢關係。

4 班級導師表示，各科「小老師」只負責收發考卷等雜務，並無提供課業諮詢的功能。

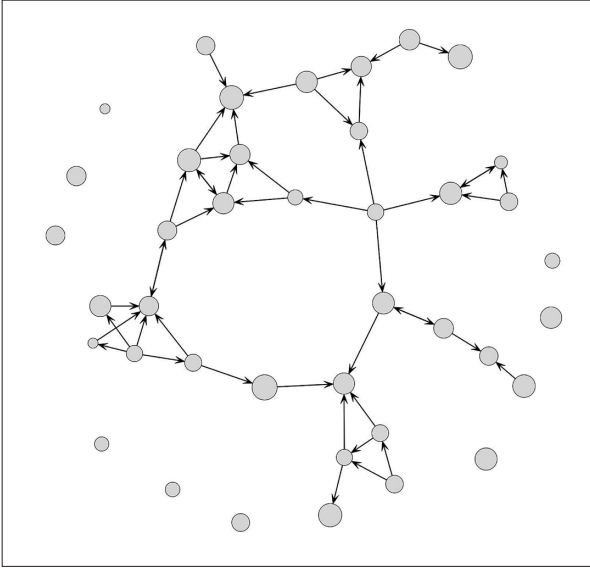


圖 1
升學班自然科諮詢
網絡（首波）
註：節點大小反映期中考
成績高低

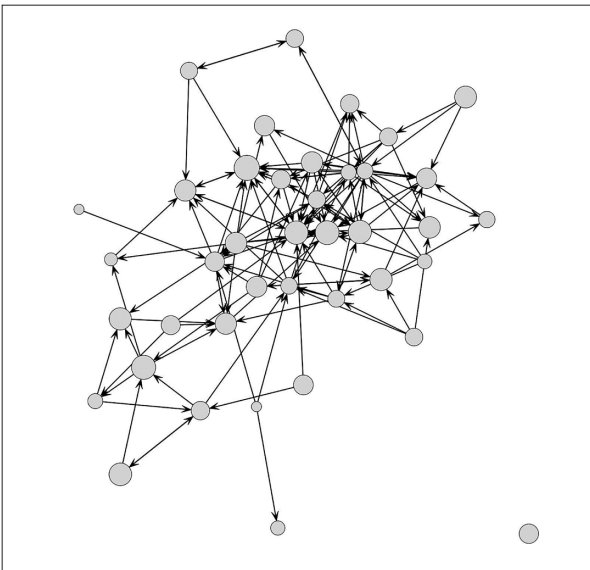


圖 2
升學班自然科諮詢
網絡（次波）
註：節點大小反映期中考
成績高低

查)，學生 i 對學生 j 是否從沒有關係發展出友誼或課業諮詢關係？若發展出關係，編碼為 1；維持沒有關係，編碼為 0。此即為本研究的依變項。

表 1 統計各種關係發生變動與維持不變的數量。除了普通班的友誼網絡以外，各種關係從無到有的生成數都大於從有到無的斷裂數，因此第二波調查時連結數變多。值得一提的是，升學班數學與自然兩科諮詢關係的生成數遠多於其他科目，反映此班學生對這兩個「主科」的重視。相對而言，兩班的社會科諮詢連結數均最低，反映自然組學生不熱衷於討論社會科。

表 1 關係的變與不變

	友誼	國文	英文	數學	自然	社會
普通班						
有→有	67	20	29	41	21	11
有→無	79	37	70	46	55	42
無→有	70	102	96	83	74	45
無→無	974	1,031	995	1,020	1,040	1,092
首波連結數	146	57	99	87	76	53
次波連結數	137	122	125	124	95	56
升學班						
有→有	33	8	17	29	21	5
有→無	25	32	33	45	26	26
無→有	79	63	84	116	107	55
無→無	1,423	1,457	1,426	1,370	1,406	1,474
首波連結數	58	40	50	74	47	31
次波連結數	112	71	101	145	128	60

以升學班的友誼網絡為例，觀察對象是首波調查時學生 i 未提名學生 j 的 1,502 (=79+1,423) 對雙人組。其中，第二波調查時學生 i 提名學生 j 的 79 對雙人組，依變項為 1；維持不提名的 1,423 對雙人組，依變項為 0。其他網絡依此類推。

(三) 解釋變項與控制變項

1、解釋變項

(1) 期中考成績差異。假說 1 主張：在高度追求升學績效的班級內，成績愈相似的兩位同學，爾後愈容易發展出友誼。因此在友誼生成模型中，解釋變項之一是雙人組中期中考试平均分數的差值（絕對值）。⁵ 差值愈大，成績愈不相似。

(2) 對方某科期中考成績。假說 2 主張：某科成績愈高的學生，愈容易被其他同學諮詢該科課業問題。因此在某科諮詢生成模型中，解釋變項之一是雙人組中對方（alter）的該科期中考成績。

(3) 首波友好對方。假說 3-1 主張：學生較容易向既有的朋友諮詢課業。因此，首波調查時我方（ego）提名對方（alter）為朋友的雙人組編碼為 1，否則為 0。若對方提名我方是朋友，但我方未提名對方為朋友，這段友誼在我方認知中並不存在，仍然編碼為 0。

(4) 首波諮詢對方科數。假說 3-2 主張：若我方曾向對方諮詢課業問題，爾後較容易向對方展開友誼。因此，首波調查時我方曾向對方詢問 n 科課業問題的雙人組編碼為 n ，最多為 5，最少為 0。

(5) 互惠性。假說 3-3 主張：若我方曾提供對方課業諮詢，爾

5 總平均為國文、英文、數學、自然、社會等 5 科成績的平均。其中，自然科為物理、化學 2 科成績的平均；社會科為歷史、地理、公民與社會 3 科成績的平均。

後較可能諮詢對方。本研究以 STERGMs 中節點 i 與節點 j 互相提名的結構參數做為解釋變項。

2、控制變項

在重視學業成就的脈絡下，讀書時數與考前休閒可能影響學生的人際關係。因此，本研究控制這兩個指標，皆來自首波調查。讀書時數指受訪者平均一週花幾小時在功課上（不含上課、補習）。考前休閒由受訪者自我評估：「準備各類考試時，是否大量減少平常嗜好（如運動、上網、看電視、電影）？」選項包括：每次皆是、時常如此、重大考時才會、從未如此，分別編碼為 1 到 4。數字愈大，表示考前愈不會減少休閒。再者，考量家庭背景相似的學生可能較容易建立友誼（Kupersmidt et al. 1995；張明宜、吳齊殷 2013），本研究也控制學生父親的教育程度，分為國小、國中、高中職、專科、大學、碩士、博士等 7 級，分別編碼為 1 到 7。

如表 2 所示，友誼生成模型納入「期中考成績差異」、「首波諮詢對方科數」這 2 個解釋變項，並且控制對方成績、我方成績，以及讀書時數、考前休閒、父親教育程度等指標的對方數值、我方數值、雙方差異。另外，模型也控制兩組基本的自組織結構參數：互惠性（單向關係容易發展為雙向關係）、遞移性（朋友的朋友也容易成為朋友）。

各科諮詢生成模型納入「對方該科期中考成績」、「首波友好對方」、「互惠性」這 3 個解釋變項，並且控制我方該科成績、雙方成績差異，以及讀書時數、考前休閒、父親教育程度等指標的對方數值、我方數值、雙方差異。當然，遞移性（若甲諮詢乙且乙諮詢丙，則甲也容易諮詢丙）這個結構參數也不能忽略。

表 3 列出個人變項的敘述統計。升學班各科成績的平均數皆高於

普通班（除了數學科，兩班差異都在 0.05 的水準下顯著），且標準差都小於普通班，反映那是一個學業競爭激烈的環境。但值得注意的是，即使升學班學生已是通過層層篩選的菁英，並非沒有成績差異。此班數學成績的標準差達到 13.5，並不算小。

表 2 變項列表

	友誼生成模型	各科諮詢生成模型
依變項	從不提名到提名為 1 維持不提名為 0	從不提名到提名為 1 維持不提名為 0
解釋變項	期中考成績差異（假說 1） 首波諮詢對方科數（假說 3-2）	對方該科期中考成績（假說 2） 首波友好對方（假說 3-1） 互惠性（假說 3-3）
控制變項	對方期中考成績 我方期中考成績 對方讀書時數（首波） 我方讀書時數（首波） 讀書時數差異（首波） 對方考前休閒（首波） 我方考前休閒（首波） 考前休閒差異（首波） 對方父親教育 我方父親教育 父親教育差異 互惠性 遞移性	我方該科成績 該科成績差異 對方讀書時數（首波） 我方讀書時數（首波） 讀書時數差異（首波） 對方考前休閒（首波） 我方考前休閒（首波） 考前休閒差異（首波） 對方父親教育 我方父親教育 父親教育差異 遞移性

表 3 個人變項的敘述統計

	平均數 (標準差)		<i>t</i>	<i>p</i> *
	普通班	升學班		
國文期中成績	56.9(12.9)	63.9(8.2)	2.68	0.010
英文期中成績	75.3(11.4)	83.5(10.0)	3.30	0.002
數學期中成績	57.9(16.9)	64.9(13.5)	1.93	0.058
自然期中成績	68.5(14.8)	78.2(9.3)	3.35	0.001
社會期中成績	69.7(8.5)	75.9(6.8)	3.55	0.001
首波讀書時數	12.37(7.51)	10.99(8.96)	-0.73	0.469
首波考前休閒 (1-4)	2.49(0.78)	2.33(0.89)	-0.83	0.407
父親教育 (1-7)	4.29(1.36)	3.88(1.34)	-1.31	0.194
<i>N</i>	35	40		

* 雙尾檢定。

(四) 模型

在一個完整網絡內，每一段連結的存在或不存在並非彼此獨立，而是互相依賴。近年來蓬勃發展的指數隨機圖模型 (ERGMs) 不必假設觀察值獨立，又可同時估計內生網絡結構參數與外生個人變項的影響，因而受到廣泛採用 (Cranmer and Desmarais 2011; Desmarais and Cranmer 2012; Harris 2013)。一個基本的 ERGM 可表達如下 (Handcock et al. 2015)：

$$\ln \frac{P(Y_{ij}=1|y_{ij}^c)}{P(Y_{ij}=0|y_{ij}^c)} = \theta' \delta(g(y))_{ij}$$

其中，隨機變數 Y_{ij} 為雙人組 ij 的狀態，若行動者 i 提名行動者 j 為 1，否則為 0。 y_{ij}^c 是某對雙人組狀態 y_{ij} 的補集，亦即 y_{ij} 以外所有其他雙

人組的狀態。等號左邊的意義是給定其他雙人組狀態的條件下，行動者 i 提名行動者 j 相對於不提名的勝算對數。等號右邊，向量 $g(y)$ 是模型中的各種統計量（包括結構參數與個人變項）， $\delta(g(y))_{ij}$ 表示 y_{ij} 為 1 時其他雙人組的統計量減去 y_{ij} 為 0 時其他雙人組的統計量。由此可見，ERGMs 估計任一對雙人組狀態時，都依賴其他雙人組的狀態，完全擺脫觀察值獨立的假設。向量 θ 則是各統計量的係數。

本研究欲分析網絡的動態變化，故使用 ERGMs 的時序版本：分離時序指數隨機圖模型（STERGMs）。此模型包含兩個式子，分別估計關係生成與關係持續的勝算對數（Handcock et al. 2015）：

$$\ln \frac{P(Y_{ij,t+1}=1 | y_{ij}^c, Y_{ij,t}=0)}{P(Y_{ij,t+1}=0 | y_{ij}^c, Y_{ij,t}=0)} = \theta^+ \delta(g^+(y))_{ij}$$

$$\ln \frac{P(Y_{ij,t+1}=1 | y_{ij}^c, Y_{ij,t}=1)}{P(Y_{ij,t+1}=0 | y_{ij}^c, Y_{ij,t}=1)} = \theta^- \delta(g^-(y))_{ij}$$

這兩個式子類似橫剖面的 ERGMs，只是加上時間參數。上式為關係生成式，估計從時間 t 到 $t+1$ ，行動者 i 開始提名行動者 j 相對於維持不提名的勝算對數。下式由於在數學上必須平行於上式，關係斷裂放在分母而不是分子，實際上估計的是從時間 t 到 $t+1$ ，行動者 i 繼續提名行動者 j 相對於終止提名的勝算對數。關係持續與關係斷裂實為一體兩面，求得關係持續的勝算後，其倒數即為關係斷裂的勝算。等號右邊，分別替換為關係生成與關係持續的統計量差值及其係數。其中， $\delta(g^+(y))_{ij}$ 表示 Y_{ij} 由 0 到 1 時其他雙人組的統計量減去 Y_{ij} 維持 0 時其他雙人組的統計量； $\delta(g^-(y))_{ij}$ 表示 y_{ij} 維持 1 時其他雙人組的統計量減去 y_{ij} 由 1 到 0 時其他雙人組的統計量。向量 θ^+ 與 θ^- 分別為兩個式子的係數。

本研究使用 R 的 *statnet* 套件建立 STERGMs。估計方法為馬可夫鍊蒙地卡羅最大似比估計法 (MCMC-MLE)。兩波調查期間，關係持續與關係斷裂的觀察值有限。以升學班友誼網絡為例 (表 1)，關係持續與關係斷裂的觀察值總共只有 58(=33+25) 對雙人組。由於觀察值太少，關係斷裂 (持續) 式的估計很不穩定，甚至無法收斂。⁶ 不過，STERGMs 名稱的「分離」意指生成式與斷裂 (持續) 式各自獨立估計，因此斷裂 (持續) 式的估計情況不會影響到生成式的估計 (Handcock et al. 2015)。本文聚焦於關係生成，故只報告生成式的估計結果。

四、分析結果

(一) 友誼生成

表 4 分別列出兩班友誼生成模型的估計結果。在普通班，「期中考成績差異」的係數趨近於 0，表示成績相似的同學不會比隨機選擇更容易成為課餘時間的朋友。但是在升學班，「期中考成績差異」的係數顯著為負，⁷ 表示成績差異愈大的兩人愈不容易成為課餘時間的朋友。假設甲與乙的成績相同、與丙相差 10 分，其他條件皆相同。根據此模型的估計，甲對丙生成友誼的勝算，相較於甲對乙生成友誼的勝算，只有 0.66 倍 ($e^{-0.042 \times 10}$)。這符合假說 1 的主張：在高度追求升學績效的班級內，成績愈相似的兩位同學，爾後愈容易發展出友誼。

無論是普通班還是升學班，「首波諮詢對方科數」的係數皆顯著

6 普通班的社會科諮詢網絡與升學班的國文、英文、社會等科諮詢網絡，關係斷裂 (持續) 式的估計無法收斂。

7 原始假設 (null hypothesis)：係數為 0。替代假設 (alterative hypothesis)：係數小於 0。

表 4 友誼生成模型

	普通班	升學班
解釋變項		
期中考成績差異	-0.006 (0.017)	-0.042* (0.025)
首波諮詢對方科數	0.440** (0.156)	0.391** (0.152)
控制變項		
對方期中考成績	-0.043* (0.016)	-0.005 (0.022)
我方期中考成績	0.007 (0.015)	-0.027 (0.023)
對方讀書時數 (首波)	0.015 (0.021)	-0.001 (0.018)
我方讀書時數 (首波)	0.003 (0.022)	0.002 (0.018)
讀書時數差異 (首波)	-0.063** (0.024)	0.013 (0.019)
對方考前休閒 (首波)	-0.097 (0.175)	0.113 (0.176)
我方考前休閒 (首波)	0.234 (0.177)	-0.425* (0.177)
考前休閒差異 (首波)	0.176 (0.167)	-0.332 (0.175)
對方父親教育	-0.119 (0.108)	0.350** (0.105)
我方父親教育	0.041 (0.108)	0.094 (0.108)
父親教育差異	0.159 (0.117)	-0.124 (0.117)
互惠性	1.825** (0.323)	1.543** (0.440)
遞移性	0.636** (0.244)	0.631** (0.180)
連結	-1.699 (1.745)	-2.091 (2.128)
AIC	248.9	373.6

註：括弧內為標準誤。解釋變項使用單尾檢定；控制變項未預設方向，使用雙尾檢定。

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ 。

為正。換言之，剛升高二時，若甲未提名乙、丙為課餘時間的朋友，但曾向乙詢問課業問題。五個月後，甲提名乙為朋友的可能性高於甲提名丙為朋友。且諮詢愈多科目的對象，進一步發展為朋友的機會愈大。在普通班，每多詢問對方一科課業問題，爾後提名對方為朋友的

勝算提高為 1.55 倍 ($e^{0.44}$)。在升學班，此勝算提高為 1.48 倍 ($e^{0.391}$)。上述結果符合假說 3-2 的主張：若我方曾向對方諮詢課業問題，爾後較容易向對方展開友誼。

控制變項並非本文重點，但有些結果仍然值得一提。在普通班，對方成績的係數顯著為負，表示對方成績愈高，我方愈不可能向其展開新友誼。換言之，成績太高的學生在課餘時間不受歡迎。升學班就沒有這種情形。此外，普通班讀書時數差異的係數顯著為負，表示讀書時數差異愈大的兩人愈不容易發展為課餘時間的朋友。不過，升學班也沒有這種情形。

父親教育程度的差異在兩個班級都不影響友誼生成。但是在升學班，對方父親教育程度的係數顯著為正，表示對方父親的學歷愈高，我方愈可能向其展開新友誼。不過，普通班沒有這種「高攀」的現象。最後，如同大多數研究，友誼具有強烈的互惠性與遞移性。亦即，單向關係容易發展為雙向關係；朋友的朋友也容易成為朋友。

(二) 課業諮詢關係的生成

表 5 列出普通班各科諮詢生成模型的估計結果，表 6 則為升學班的結果。無論是哪一個班級、哪一個科目，對方成績的係數皆顯著為正。這表示對方成績愈高，我方愈可能開始找他詢問課業問題。以升學班的自然科為例，若甲成績高於他人 10 分（其他條件相同），則甲從不被諮詢到獲得諮詢的勝算是他人的 1.9 倍 ($e^{0.064 \times 10}$)。回頭檢視圖 2，節點愈大表示成績愈高，而多數箭頭確實指向較大的節點。兩個班級全部 10 個模型都強烈支持假說 2 的主張：某科成績愈高的學生，愈容易被其他同學諮詢該科課業問題。

課餘時間的友誼也促進課業諮詢關係的生成。除了升學班的數學

表 5 普通班課業諮詢關係生成模型

	國文	英文	數學	自然	社會
解釋變項					
對方該科成績	0.040** (0.011)	0.031** (0.011)	0.037** (0.010)	0.074** (0.018)	0.084** (0.033)
首波友好對方	0.799** (0.269)	0.937** (0.285)	1.628** (0.274)	1.622** (0.284)	1.315** (0.365)
互惠性	0.393 (0.365)	0.125 (0.360)	1.056** (0.372)	0.566 (0.431)	1.698** (0.499)
控制變項					
我方該科成績	-0.026* (0.012)	0.007 (0.011)	-0.022* (0.010)	-0.054** (0.017)	-0.084* (0.033)
該科成績差異	0.000 (0.013)	0.004 (0.013)	-0.016 (0.011)	-0.050** (0.019)	-0.052 (0.038)
對方讀書時數 (首波)	0.003 (0.017)	0.017 (0.018)	0.040* (0.018)	0.013 (0.021)	0.010 (0.030)
我方讀書時數 (首波)	0.002 (0.017)	0.013 (0.018)	0.021 (0.017)	0.005 (0.020)	-0.015 (0.028)
讀書時數差異 (首波)	-0.042* (0.020)	-0.065** (0.022)	0.004 (0.019)	-0.028 (0.025)	-0.054 (0.034)
對方考前休閒 (首波)	-0.029 (0.148)	0.068 (0.153)	-0.339* (0.166)	-0.297 (0.204)	-0.545* (0.271)
我方考前休閒 (首波)	0.231 (0.142)	0.380* (0.148)	0.039 (0.171)	0.200 (0.181)	-0.109 (0.233)
考前休閒差異 (首波)	0.034 (0.146)	0.043 (0.151)	0.019 (0.166)	0.009 (0.194)	-0.235 (0.245)
對方父親教育	0.017 (0.104)	0.173 (0.117)	0.024 (0.100)	0.182 (0.106)	0.054 (0.154)
我方父親教育	-0.194* (0.092)	-0.474** (0.113)	-0.041 (0.097)	-0.118 (0.102)	-0.222 (0.149)
父親教育差異	0.067 (0.114)	-0.004 (0.132)	-0.017 (0.120)	0.174 (0.124)	0.233 (0.166)
遞移性	0.810** (0.190)	0.492** (0.186)	0.968** (0.215)	0.388* (0.198)	0.224 (0.227)
連結	-3.896** (1.123)	-6.004** (1.479)	-4.884** (1.254)	-4.908** (1.733)	-1.262 (2.727)
AIC	570.3	487.0	391.8	387.6	267.2

註：括弧內為標準誤。解釋變項使用單尾檢定；控制變項未預設方向，使用雙尾檢定。

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ 。

表6 升學班課業諮詢關係生成模型

	國文	英文	數學	自然	社會
解釋變項					
對方該科成績	0.048** (0.018)	0.084** (0.016)	0.045** (0.008)	0.064** (0.015)	0.109** (0.029)
首波友好對方	1.465** (0.463)	1.105** (0.423)	0.667 (0.514)	1.277** (0.378)	1.098** (0.437)
互惠性	0.674 (0.502)	1.184** (0.475)	0.681* (0.368)	0.620 (0.382)	2.215** (0.530)
控制變項					
我方該科成績	0.002 (0.018)	-0.059** (0.016)	-0.011 (0.008)	-0.013 (0.013)	-0.060* (0.029)
該科成績差異	-0.032 (0.021)	0.016 (0.017)	0.019* (0.008)	-0.010 (0.016)	-0.036 (0.029)
對方讀書時數(首波)	0.004 (0.025)	0.006 (0.017)	0.007 (0.014)	0.014 (0.015)	0.024 (0.026)
我方讀書時數(首波)	-0.071** (0.026)	-0.011 (0.017)	-0.014 (0.013)	-0.027 (0.014)	-0.048 (0.026)
讀書時數差異(首波)	-0.002 (0.027)	-0.032 (0.019)	0.006 (0.015)	0.011 (0.016)	-0.031 (0.026)
對方考前休閒(首波)	-0.100 (0.151)	-0.292* (0.136)	0.100 (0.110)	-0.125 (0.119)	0.251 (0.166)
我方考前休閒(首波)	-0.171 (0.162)	-0.208 (0.145)	-0.480** (0.122)	-0.126 (0.119)	-0.532** (0.174)
考前休閒差異(首波)	-0.112 (0.167)	0.021 (0.143)	0.159 (0.121)	-0.007 (0.125)	-0.065 (0.168)
對方父親教育	-0.272* (0.106)	0.038 (0.094)	-0.103 (0.080)	-0.124 (0.088)	-0.096 (0.114)
我方父親教育	0.064 (0.101)	0.091 (0.095)	0.001 (0.081)	-0.163* (0.079)	0.119 (0.111)
父親教育差異	-0.044 (0.117)	-0.075 (0.104)	0.000 (0.084)	0.021 (0.090)	-0.195 (0.122)
遞移性	0.564** (0.205)	0.552** (0.183)	0.566** (0.165)	0.398* (0.170)	0.635** (0.214)
連結	-4.450** (1.535)	-5.127** (1.827)	-4.794** (0.897)	-5.475** (1.541)	-6.359** (2.404)
AIC	570.3	487.0	391.8	387.6	267.2

註：括弧內為標準誤。解釋變項使用單尾檢定；控制變項未預設方向，使用雙尾檢定。

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ 。

科以外，「首波友好對方」的係數都顯著為正。以普通班的自然科為例，向課餘時間的朋友展開新諮詢（從無到有），相較於找不熟的同學展開新諮詢，勝算比高達 5.06 倍（ $e^{1.622}$ ）。10 個模型當中，有 9 個強烈支持假說 3-1 的主張：學生較容易向既有的朋友諮詢課業問題。

相較於友誼具有強烈的互惠性，課業諮詢的互惠性不算普遍。普通班只有數學、社會兩科諮詢比隨機選擇更具互惠性；升學班則是英文、數學、社會三科的互惠性比較明顯。如此，假說 3-3 的主張（若我方曾提供對方課業諮詢，爾後較可能諮詢對方）只適用部分情況。在某些情況下，曾經提供諮詢服務的一方並不覺得能夠從對方身上獲得有用的資訊回報。因此，課業諮詢較常出現單向關係。

有些控制變項的結果也值得一提。普通班除了英文科，我方成績的係數皆顯著為負。換言之，成績愈高的學生，愈不可能找沒諮詢過的同學問課業問題。升學班則有 2 科出現同樣情形。另外，課業諮詢在大部分情況下也比隨機選擇更具遞移性。亦即，若甲諮詢乙且乙諮詢丙，則甲也容易諮詢丙。綜合以上發現，可知課業諮詢網絡較具階層化結構，經常是單方向地由成績低的學生詢問成績高的學生。最後，除了普通班社會科，連結的係數皆顯著為負。這表示學生並非隨機找同學詢問課業問題。他們在挑選適當的課業諮詢對象時，頗為精打細算。

五、結論與討論

本研究的規模雖小，但嘗試三項創舉：比較高中升學班與普通班的友誼網絡差異；調查高中生的課業諮詢網絡；並率先引進 STERGMs 分析高中生的友誼與課業諮詢關係如何生成。

過去雖有研究指出中學生傾向跟成績相似的同學交往 (Flashman 2012; 張明宜、吳齊殷 2013), 也有研究強調青少年友誼的發展在他們所處的班級脈絡中展開 (謝雨生等 2006), 但本研究首度揭示: 中學生選擇成績相似者交往的傾向會隨著班級的升學氣氛差異而有所不同。在臺灣, 很多高中將校內學業能力最好的學生集中在一班, 全力衝刺頂尖大學或醫科。通過篩選進入這種班級的學生, 隨機選擇一位同學, 其成績差異通常小於普通班任兩位學生的差異。然而, 以本研究觀察的升學班學生而言, 還是能夠在相似之中找出更相似的同學, 於課餘時間一起行動。反之, 普通班內成績相似的同學並未必隨機選擇更容易發展為課餘時間的朋友。由此可見, 高度追求升學績效的班級脈絡確實可能強化學生以成績擇友的傾向。

過去, 青少年的社會網絡調查著重於友誼。本研究嘗試調查高中生找誰詢問各科課業問題。結果顯示, 高中生在挑選適當的課業諮詢對象時, 頗為精打細算。他們除了就近向課餘時間的朋友詢問課業問題, 也很清楚某科的問題要去請教該科成績高的同學。此外, 課業諮詢並不普遍存在互惠性。在許多情況下, 曾經提供諮詢服務的一方並不打算從對方身上獲得有用的資訊回報。由此可見, 課業諮詢網絡較具階層化結構, 經常是單方向地由成績低的學生詢問成績高的學生。這種網絡結構使課業知識有機會由成績高層流向底層。不過, 學生能夠透過「向上諮詢」增進學業表現嗎? 這值得進一步研究。

另一方面, 本研究發現課業諮詢也是高中生友誼的來源之一。曾經提供諮詢服務的同學, 爾後更容易成為課餘時間的朋友。從社會交換理論來理解, 提供課業諮詢服務給原本不算好友的同學, 可能得到對方的友誼回報。這個發現隱含更深的意義。倘若成績高的學生只跟成績高的同學來往, 會鞏固甚至加劇學習成就的差距 (Flashman 2012;

張明宜、吳齊殷 2013)。既然課業諮詢經常是由成績低的學生詢問成績高的學生，如果這種關係有機會進一步發展為友誼，就能成為成績「同溫層」的破口，緩和成績鞏固的現象。然而，課業諮詢關係是否需要加上什麼條件才能昇華為友誼，需要更細緻的觀察。

我們無意將兩個班級的結論推廣到所有高中生。做為一個先導研究，我們更在意從這次的經驗中得到一些有助於未來研究設計的啓示。首先，有必要討論模型選擇的議題。過去，ERGMs 用來分析網絡的橫剖面，而網絡的動態變化可採用行動者導向模型（stochastic actor-oriented models, SAOMs）。⁸ 然而，隨著 ERGMs 發展出時序版本，SAOMs 也發展出橫剖面版本，如何選擇模型成為一個前瞻議題。最近，兩篇剛出版的論文比較兩種模型（Block et al. 2019; Leifeld and Cranmer 2019），值得參考。從基本原理來看，ERGMs 以連結為導向（tie-oriented），關注連結會不會發生。SAOMs 則以行動者為本位，關注其向誰發出連結。行動者能夠發出的連結數量有限，一旦發出一段連結，就減少發出另一段連結的可能性。因此，SAOMs 當中連結之間的依賴性比 ERGMs 更強烈（Block et al. 2019）。我們可以根據這個基本原理來選擇模型。當提名數受限時，比較符合 SAOMs 的精神。例如，前述臺北市與臺北、宜蘭地區國中生的調查（謝雨生等 2006；張明宜、吳齊殷 2013；楊天盾、熊瑞梅 2018）都限制學生最多提名 3 位朋友。由於每提名一位同學都大幅減少提名另一位同學的機會，這種資料可以選用 SAOMs。相較而言，本研究不限制提名人數，比較貼近 ERGMs 的精神。另一方面，Leifeld and Cranmer（2019）以實際

8 SAOMs 最先由網絡分析套件 Simulation Investigation for Empirical Network Analysis 提供，因此也稱為 SIENA。

資料比較時序 ERGMs 與 SAOMs 的預測表現。結果顯示，時序 ERGMs 對於樣本以外的預測能力優於 SAOMs。他們指出，SAOMs 建立在比較強的假設之上，當條件符合假設時表現良好。但時序 ERGMs 較不受這些假設限制，即使條件不符依然表現良好。

調查設計方面，觀察區間愈多，愈容易捕捉網絡的動態變化。本研究當初只與某高中合作一個學期、蒐集兩波資料，殊為可惜。由於觀察區間太少，我們缺乏足夠的關係持續與關係斷裂觀察值，故只能討論關係生成。建議未來研究至少追蹤一年，蒐集三個時間點以上的資料。更多觀察區間能夠累積更多關係持續與關係斷裂的觀察值，使我們得以分析為什麼關係會斷裂。更多的觀察區間也能讓我們進一步探討：學業表現的變化如何牽動社會關係的變化。

最後，本研究僅試探性地調查一個市區男校的兩個自然組班級，向外推論受到很大的限制。未來若能調查更多不同類型的高中，如：女子中學、社區高中、偏鄉高中、私立貴族學校、技職學校，並且涵蓋不同類型的班級，如：社會組班級、男女合班，將可獲得更具普遍性的結論。

參考文獻

- 張明宜、吳齊殷，2013，〈友誼網絡中誰的獲益更多：青少年友誼網絡與學業成就的動態分析〉。《台灣社會學》26: 97-146。(Chang, Ming-Yi, and Chyi-In Wu, 2013, "Who Benefits More from Friendship? Dynamics of Adolescent Friendship Network and Academic Performance." *Taiwanese Sociology* 26: 97-146.)
- 楊天盾、熊瑞梅，2018，〈性別化的青少年友誼網絡與性別角色態度：單一性別與混合性別的班級脈絡〉。《調查研究—方法與應用》40: 7-61。(Yang, Tien-Tun, and Ray-May Hsung, 2018, "Gendered Adolescent Friendship Networks and Gender Role Attitudes: Social Contexts of Single-Gender and Mixed-Gender Classes." *Survey Research*—

Method and Application 40: 7-61.)

- 謝雨生、吳齊殷、李文傑，2006，〈青少年網絡特性、互動結構和友誼動態〉。《台灣社會學》11: 175-236。 (Hsieh, Yeu-Sheng, Chyi-In Wu, and Man Kit Lei, 2006, "Friendship Network Characteristics, Interaction Context Structure, and Friendship Dynamics among Adolescents." *Taiwanese Sociology* 11: 175-236.)
- Baldwin, Timothy, Michael Bedell, and Jonathan Johnson, 1997, "The Social Fabric of a Team-based MBA Program: Network Effects on Student Satisfaction and Performance." *Academy of Management Journal* 40(6): 1369-1397.
- Blau, Peter, 1964, *Exchange and Power in Social Life*. New York: John Wiley & Sons.
- Block, Per, Christoph Stadtfeld, and Tom Snijders, 2019, "Forms of Dependence: Comparing SAOMs and ERGMs from Basic Principles." *Sociological Methods & Research* 48(1): 202-239.
- Borgatti, Stephen, and Rob Cross, 2003, "A Relational View of Information Seeking and Learning in Social Networks." *Management science* 49(4): 432-445.
- Bowker, Julie, 2011, "Examining Two Types of Best Friendship Dissolution during Early Adolescence." *The Journal of Early Adolescence* 31(5): 656-670.
- Cho, Hichang, et al., 2007, "Social Networks, Communication Styles, and Learning Performance in a CSCL Community." *Computers & Education* 49(2): 309-329.
- Constant, David, Sara Kiesler, and Lee Sproull, 1994, "What's Mine Is Ours, or Is It? A Study of Attitudes about Information Sharing." *Information Systems Research* 5(4): 400-421.
- Cranmer, Skyler, and Bruce Desmarais, 2011, "Inferential Network Analysis with Exponential Random Graph Models." *Political Analysis* 19(1): 66-86.
- Desmarais, Bruce, and Skyler Cranmer, 2012, "Statistical Mechanics of Networks: Estimation and uncertainty." *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications* 391(4): 1865-1876.
- Dieterich, Sara, 2015, *The Coevolution of Adolescent Friendship Networks and School Outcomes*. Unpublished Doctoral dissertation, Department of Psychology, Colorado State University, Fort Collins, Colorado.
- Flashman, Jennifer, 2012, "Academic Achievement and Its Impact on Friend Dynamics." *Sociology of Education* 85(1): 61-80.
- Gibbons, Deborah, 2004, "Friendship and Advice Networks in the Context of Changing Professional Values." *Administrative Science Quarterly* 49(2): 238-262.
- Hallinan, Maureen T., and Stevens S. Smith, 1989, "Classroom Characteristics and Student Friendship Cliques." *Social Forces* 67(4): 898-919.

- Handcock, M., C. Butts, D. Hunter, S. Goodreau, S. de-Moll, P. Krivitsky, and M. Morris, 2015, *Temporal Exponential Random Graph Models (TERGMs) for Dynamic Network Modeling in Statnet*. http://statnet.csde.washington.edu/workshops/SUNBELT/current/tergm/tergm_tutorial.pdf (Date visited: April 16, 2018).
- Harris, Jenine, 2013, *An Introduction to Exponential Random Graph Modeling*. Los Angeles: Sage Publications.
- Hsieh, Chih-Sheng, and Lung Fei Lee, 2016, "A Social Interactions Model with Endogenous Friendship Formation and Selectivity." *Journal of Applied Econometrics* 31(2): 301-319.
- Ibarra, Herminia, 1992, "Homophily and Differential Returns: Sex Differences in Network Structure and Access in an Advertising Firm." *Administrative Science Quarterly* 37(3): 422-447.
- Kupersmidt, Janis B., Melissa E. DeRosier, and Charlotte P. Patterson, 1995, "Similarity as the Basis for Children's Friendships: The Roles of Sociometric Status, Aggressive and Withdrawn Behavior, Academic Achievement and Demographic Characteristics." *Journal of Social and Personal Relationships* 12(3): 439-452.
- Leifeld, Philip, and Skyler Cranmer, 2019, "A Theoretical and Empirical Comparison of the Temporal Exponential Random Graph Model and the Stochastic Actor-Oriented Model." *Network Science* 7(1): 20-51.
- Lin, Xu, 2010, "Identifying Peer Effects in Student Academic Achievement by Spatial Autoregressive Models with Group Unobservables." *Journal of Labor Economics* 28 (4): 825-860.
- , 2015, "Utilizing Spatial Autoregressive Models to Identify Peer Effects among Adolescents." *Empirical Economics* 49(3): 929-960.
- Mauss, Marcel, 1925, *The Gift: The Form and Reason for Exchange in Archaic Societies*. London: Routledge.
- Nebus, James, 2006, "Building Collegial Information Networks: A Theory of Advice Network Generation." *The Academy of Management Review* 31(3): 615-637.
- O'reilly, Charles A., and Karlene H. Roberts, 1976, "Relationships among Components of Credibility and Communication Behaviors in Work Units." *Journal of Applied Psychology* 61(1): 99-102.
- Parris, Melissa, 2003, "Work Teams: Perceptions of a Ready-Made Support System." *Employee Responsibilities and Rights Journal* 15(2): 71-83.
- Rawlins, William, 1992, *Friendship Matters: Communication, Dialectics, and the Life Course*. New York: Aldine de Gruyter.

- Smith, Rachel, and Brittany Peterson, 2007, "Psst . . . What Do You Think? The Relationship between Advice Prestige, Type of Advice, and Academic Performance." *Communication Education* 56(3): 278-291.
- van Duijn, Marijtje, Evelien Zeggelink, Mark Huisman, Frans Stokman, and Frans Wasseur, 2003, "Evolution of Sociology Freshmen into a Friendship Network." *The Journal of Mathematical Sociology* 27: 153-191.
- Way, Niobe, 2012, "Close Friendships among Adolescent Boys." *Boyhood Studies* 6(2): 116-136.
- Yang, Heng-Li, and Jih-Hsin Tang, 2003, "Effects of Social Network on Students' Performance: A Web-based Forum Study in Taiwan." *Journal of Asynchronous Learning Networks* 7(3): 93-107.
- Zhou, Shihao, Felix Siu, and Minhong Wang, 2010, "Effects of Social Tie Content on Knowledge Transfer." *Journal of Knowledge Management* 14(3): 449-463.