

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

通學運具選擇對兒童健康之影響：生理、心裡與社會

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC100-2628-H-002-136-MY2

執行期間：2011年8月1日至2013年7月31日

計畫主持人：林楨家

共同主持人：

計畫參與人員：鄭仲婷、謝育惠、傅敬堯、方若庭、曾于珊、鄭羽竣、鄭琚文、廖敬而

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)：完整報告

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：國立台灣大學

中華民國 102 年 7 月 31 日

壹、綜合說明

過去都市運輸研究領域較重視經濟與環境面向，使社會面向的研究成果在廣度與深度上相對不足，近幾年都市運輸社會議題在國際上廣被討論，旅運行為對健康影響是其中較受注意的議題之一。例如家長使用機動運具接送兒童會減少兒童身體的活動，如此便容易造成肥胖或體重過重的情形；再者，若家長期接送兒童會容易使得兒童產生依賴的心理，個性難以獨立，如此便會影響將來長大後的人格發展；另外一方面，家長接送雖然增加了陪伴兒童的時間，但卻也相對減少了兒童與同儕之間相處的時間，使得兒童社會關係薄弱，且對環境認知模糊。因此本計畫原擬以三年時間，逐次探討通學運具選擇對兒童健康影響的議題，分別是：生理健康、心理狀態與社會關係三個層面。希冀能提供完整的運具選擇對兒童健康影響的關係，並以健全兒童的身心健康與良好的社會互動關係為目標，根據實證關係建議兒童旅運發展策略方向。但因只通過兩年經費，因此重新評估研究計畫後，決定先針對文獻上較罕見的空間認知以及社會網絡這兩個主題進行探討。

第一個研究主題為「通學運具對兒童空間認知的影響」，調查對象為桃園縣某國小一到六年級學生，應用問卷調查、空間認知測驗以及線性、Poisson與二項logit等迴歸模式取得及分析資料，並根據實證結果的發現，提出促進兒童空間認知發展的策略供參考。此主題部分研究成果已發表於*The 2013 Association of American Geographers Annual Meeting* 如下：

Fang, R. T. and Lin, J. J. (2013), "Mode of school travel and children's spatial cognition," accepted for presentation in the *2013 Association of American Geographers Annual Meeting*, Los Angeles, CA, US.

上文列於附錄。目前正將完整研究成果改寫為投稿國際期刊論文中。

第二個研究主題為「通學方式對兒童社會網絡的影響」，調查對象為新北市某國小六年級學生，應用問卷調查、心理測驗量表以及Tobit、次序羅吉特與二項羅吉特等迴歸模式分析資料，並根據實證結果發現，釐清兒童的通學方式與社會網絡的關係，提供家長與學校方面對於通學方式上的策略與建議。此主題部分研究成果已發表於*The 2013 Association of American Geographers Annual Meeting* 如下：

Cheng, C. T. and Lin, J. J. (2013), "The effects of school travel pattern on children's social network," accepted for presentation in the *2013 Association of American Geographers Annual Meeting*, Los Angeles, CA, US.

上文列於附錄。目前正將完整研究成果改寫為投稿國際期刊論文中。

本報告為上述二個主題的研究成果，為避免混淆，每個主題採獨立文章方式呈現於後續二個段落內容中。

貳、通學運具對兒童空間認知的影響

摘要

兒童的「空間概念」是幼兒個體最早發展的一種物理知識，也是幼兒發展後續高階科學概念的基礎，進而延伸到兒童個體對空間概念的認知 (cognition)。空間認知 (spatial cognition) 是認識地方 (place) 的基本，幼兒能在早期便展現出空間概念的理解力，而空間概念的形成，往往影響日常生活中每一個層面。而兒童的日常生活當中，從家裡到學校是最常發生的旅次，是最主要探索周圍的環境空間，可是，近年來家長使用機動型運具接送兒童的比例越來越高，減少兒童對於周遭環境的探索和經歷，可能影響到兒童空間認知發展。

本研究目的在探討通學運具的選擇是否會對兒童的空間認知造成影響，以桃園縣 Q 國小一到六年級學童為調查對象，透過個案訪談、問卷調查和認知地圖 (cognitive map) 等方法取得 521 筆樣本資料，再應用線性、Poisson 與二項 logit 等迴歸模式分析樣本資料，釐清通學運具選擇對兒童空間認知的影響關係。

本研究將空間認知區分為空間知識、空間能力與空間表徵三個部份。實證研究結果發現，通學運具選擇對空間知識與空間能力的影響不明顯，但顯著影響跟路徑有關的空間表徵，其中，獨立型通學和主動型運具對兒童空間表徵有正向的影響，機動型運具對兒童空間表徵有負向的影響關係。因此，應鼓勵兒童和家長多使用獨立型通學和主動型運具，包括：獨立步行和獨立騎自行車等，以發展良好的空間認知。

關鍵字：通學運具、兒童、空間認知、認知地圖、認知發展

Abstract

The concept of space is one of earliest development in children's physical knowledge, which is also the basic of the high-level scientific concept. Children can show their understanding of space at very young age; furthermore, they can grow into spatial cognition. Spatial cognition plays an important role in every aspect of everyday life. As a child's journey to school is identified as the main travel of his/her daily life, it is also an opportunity to explore the surrounding environment. However, in recent years, the proportion of escort to school with motorized transportation modes has increased. It may influence children's spatial cognition through less and less exploring and experiencing the surrounding environments.

This study examines the relationship between children's modes of school travel and the development of their spatial cognition. The sample data were collected in an elementary school in Taoyuan, Taiwan, using interviews, questionnaires, and cognitive maps. The sample was made of 521 children from the first grade to sixth grade and analyzed by linear, Poisson, and binary logit

regressions in order to clarify the relationship between children's modes of school travel and the development of their spatial cognition.

This study distinguishes spatial cognition into spatial knowledge, spatial ability, and the representation of space. The results show that modes of school travel do not have effects on spatial knowledge and spatial ability, but do have effects on the representation of space concerning routes. Also, independent modes and active modes are positively correlated with the representation of space. Instead, passive modes are negatively correlated with the representation of space. Therefore, in order to develop spatial cognition, this study encourages children to use independent modes and active modes more to school, including independent walking, and biking.

Keywords: Modes of school travel, Child, Spatial cognition, Cognitive map, Cognition development

一、前言

兒童對科學概念的認知發展是科學學習的重要關鍵，根據 Pfundt and Duit (1991; 1997) 在 1991 年整理十五年來所有的相關文獻已有 2,000 多篇，到 1997 年甚至超過了 3,500 篇，由此可見兒童概念發展的重要性。空間概念學習在兒童的許多相關概念發展上，有非常重大的影響，兒童的「空間概念」是幼兒個體最早發展的一種物理知識 (physical knowledge) (洪文東等，2009)，例如嬰兒已經可以了解到物體恆存的概念 (Baillargeon, 1992)，且物體運動是具有連續性的 (Needham and Baillargeon, 1997; Bertenthal *et al.*, 2007)，也是幼兒發展後續高階科學概念的基礎，進而延伸到兒童個體對空間概念的認知 (cognition) (洪文東等，2009)。空間認知 (spatial cognition) 是認識地方 (place) 的基本 (賴進貴，1999)，例如小嬰兒剛出生雖然很難體會到抽象空間的存在，但隨著吸吮動作，先對口腔空間有了認知，之後再隨著爬行和步行動作，才擴展認知身體有更大的空間領域，幼兒透過與物體的互動開始有了表徵概念，有些幼兒能在早期便展現出空間概念的理解力，他們能夠描述物體和他物兩者的位置，開始有了距離和深度相關聯的能力 (洪文東等，2009)，Piaget (1950) 認為幼兒的空間概念仍以自我為中心 (egocentrism)，隨著年齡的增長，能以其他的人或物為參考點 (reference point) 來判斷空間內的相對位置。而空間概念的形成，往往影響日常生活中每一個層面，甚至在各行各業中，對於空間能力基本的認知，也都有特別的要求，例如建築、設計、美術、舞蹈、航空等等。因此，兒童的空間認知研究，是研究兒童心理學與認知發展不可或缺的一部份。

Piaget(1950) 認為七到十一歲是認知發展階段的「具體運思期」(concrete operational)，他將兒童的空間表徵和內部邏輯功能相連結，Piaget (1950) 提出一個重要的研究推論是，十歲的兒童正持續發展對他完全沒去過地方的空間表徵，仍然在發展他空間認知結構的能力。鍾菊香 (2005) 也認為兒童必須藉由環境所提供的暗示來協助位置的辨識及方向的決策，例如在空間中行走、開車或避開障礙，這種在環境空間中所產生出來的認知活動，即是從環境所產生的空間認知。人所擁有的經驗，是依據過去所接觸的環境而來，會因為日常生活的持續進行，而累積許多的環境經驗 (潘桂成，1998)。而兒童的日常生活當中，從家裡到學校是最常發生的旅次，是最主要探索周圍的環境空間，光是台北市國小學童每年的通學次數就將近有七千萬次，

自行上下學也是主要的課外身體活動機會，Gómez *et al.* (2011) 的研究指出，課外身體活動對認知發展機制有良好的影響，甚至也會增進身體健康和大腦發展，其研究還指出主動通學對認知發展、學習效率和學業表現有影響。Hillman *et al.* (1990) 也認為家長接送兒童上下學會阻礙兒童對空間能力發展，也會限制他們的環境知識和阻礙獨立成長的能力，可是，英國在過去二十年兒童被父母接送上下學的比例一直增加，七到八歲兒童獨立上學的比例已經從 1970 年 80% 下降到 1990 年的 10% (Hillman *et al.*, 1990)。美國在 2009 年統計兒童上下學的方式，大多都是父母親自開車接送，其次是搭校車，步行的比例約 12%，甚至只有 1% 的兒童是騎自行車上學。而現在兒童由於課後補習的頻繁，使得課外身體活動的機會也越來越少，若是在這個時期，都是由家長機動接送兒童上下學，那麼兒童對於周遭環境的探索和經歷將會大大的減少，進而影響到兒童空間認知發展。

國內外對於兒童通學運具與空間認知關係的研究不多，Gómez *et al.* (2011) 的研究雖然指出主動通學對認知發展會有影響，但其研究的認知是口頭數理能力和推理能力，並不是以空間認知為討論對象，而且研究對象是以青少年 (13 歲到 18.5 歲) 為主，沒有討論到兒童的狀況。Joshi *et al.* (1999) 分析了陪伴兒童上下學、通勤的模式和自由度對空間能力、環境知識和知覺的影響，在研究結果上通學運具並沒有顯著的影響，但是，Joshi *et al.* (1999) 只將通學模式分為開車有成人陪、走路有成人陪、自己上學或和同學上學這三種模式，將自行車和搭乘大眾運輸工具排除，在運具的分類上不夠完善，所以才會得出運具選擇沒有顯著影響。應機車接送是台灣地區特殊的現象，和國外的兒童通學模式不同，所以在通學運具的分類上，考慮到台灣的狀況，而將機車和安親班接送納入討論。Mondschein *et al.* (2010) 在研究運具選擇對空間知識的影響，發現運具選擇的確對特定地標的距離和地標使用和認知地圖的表現上有影響，例如使用大眾運輸工具或是被動運具的人，比開車和使用主動運具的人在住家附近地標的使用上多了 2.5 倍之多，而且較少使用主動運具的人對於距離的概念會比較不清楚，但其研究對象是以成人為主，也沒有討論到兒童的狀況。而國內目前並沒有有人在探討兒童通學運具和空間認知之間的影響關係，可以看出對此議題的研究略顯不足。

總結來說，兒童通學運具和空間認知之間的關係還沒有被明確的釐清，在具體運思期階段的國小學童研究很重要，因為他們是第一次開始在沒有大人的陪同下上下學 (Joshi *et al.*, 1999)，而且仍然在發展空間認知結構的能力，因此，對於兒童通學の旅運行為研究就顯得更為重要。

所以，本研究想要探究通學運具是否會對兒童的空間認知造成影響，透過問卷調查和認知地圖 (cognitive map) 的探究方法取得樣本資料，再應用計量經濟模式分析樣本資料，釐清通學運具對兒童空間認知的影響關係，並據以研提兒童通學方式的發展策略建議。

二、文獻回顧

(一) 兒童空間認知

Matthews (1984) 研究 Coventry 六歲到十一歲的上學孩童，探究年齡是否會影響小孩子空

間表徵的方式、組成、風格和地方意識，因此將每一個年齡層分層，來觀察學習的過程。研究結果可以知道小孩子在學習不同環境時，會有不同的方法，當在面對線性的旅程，路徑就會變成一個有幫助記憶的建構；當在描述一個地區時，空間的特性就會被放大，同時，小孩子在描述空間的能力會隨著年齡改變，而不同的指示也會讓小孩子畫出不同類型的地圖。因此，在自由畫地圖的研究上，可以知道小朋友表現空間的能力會受年齡的影響。

Kitchin (1996) 探討地理知識和理解是否有性別差異，男性和女性對於環境的理解和地理相關的空間觀念是否有差異。認知圖是從我們每天生活的環境中所獲得、儲存、回想和編碼的知識，而性別在認知圖的表現上是否也有顯著的不同。他研究在英國 Swansea 的大一新生，才搬來這裡居住大約四個月而已，測量他們的空間能力、地理知識和理解。結果顯示，性別差異在地理知識或空間能力上並沒有太大的顯著差異，男性和女性唯一的不同在於 Lynch (1960) 的認知圖分類分數上，男性的認知圖會較偏向於以路徑導向為主，女性的認知圖會較偏向以地標導向為主。他也認為，之前會有性別差異的結果，大多是因為受到社會、教育、年齡、文化因素等影響，才會導致男女的地理知識、概念和能力的不同。

Uttal (2000) 在地圖使用和空間認知發展的研究中指出，地圖對小孩子來說是一種認知工具，可以幫助小孩子擴展理解他們未知的世界，而隨著時間改變，小孩子可以將這種工具內化，在思考空間概念時像地圖一樣的呈現。而小孩子一開始對空間的認識，是對於他們直接經驗過的特殊地點，透過每天在熟悉環境中探索，可以發展出空間表徵裡路線和地標的建構，而文化和早期的個人特徵也會影響小孩子的空間認知。

Parameswaran (2003) 請居住在印度和美國小城的 6 歲和 12 歲兒童分別畫出自己鄰近社區地圖時，發現 12 歲的印度兒童的地圖呈現自家周遭豐富的地標，而 12 歲的美國兒童的地圖則呈現主要幹道及關鍵的方向，但就沒有像印度兒童的地圖有那麼多地標的使用，而且美國兒童大多會在地圖上畫上指北針，印度兒童則幾乎沒有。6 歲印度兒童和美國兒童則無顯著差異。

Poria *et al.* (2005) 研究兒童的個人特性、旅行經驗和地理知識之間的影响關係，請 261 位 6 歲到 13 歲的兒童繪畫歐洲的地圖，並詢問他們的旅行經驗，結果發現，家庭社經地位、年齡和旅行經驗之間有影響關係，年齡較大和社經地位較高的兒童，旅行經驗較豐富；但是，旅行經驗和地理知識卻不如預期的有顯著影響關係，而年齡則是對地理知識有正向的影響關係，年齡越大，地理知識就會越豐富。

Schmeinck and Thurston (2007) 針對智利、德國、法國、英國、美國、西班牙、瑞士、瑞典等國共 432 位十歲的兒童做研究，評估他們所畫出的世界地圖，探討較多的旅行經驗和較早接觸製圖媒體是否會影響兒童對空間認知建構的呈現能力。研究結果顯示，男生的空間認知表現比女生還要好，性別差異顯著；有較多旅行經驗的男生會比較少旅行經驗者在空間認知表現較好；在較早接觸製圖媒體上，不論男生或女生越早接觸製圖媒體其空間認知能力越好。

Thommen *et al.* (2010) 分析巴西和瑞士這兩個國家的兒童，想要知道兒童的認知發展和畫圖能力之間的關係，他研究了 235 位 5 歲到 13 歲的兒童，請他們繪製從家裡到學校這段每天經過的路線圖，並分析其中的空間表徵如路徑、地標、十字路口等等。結果發現，年紀較大的

兒童可以辨認並畫出較多的街道和建築物；年紀較小的兒童繪圖是以自我為中心的地標為主和簡單的拓撲圖結構。不同國家文化的差異可能是來自於當地的地理環境和社會狀況，性別並沒有顯著的差異。

(二) 運具對空間認知的影響

Joshi *et al.* (1999) 分析了陪伴兒童上下學、通勤的模式和自由度對空間能力、環境知識和知覺的影響。這篇文獻探討英國兩個國小七歲到十二歲的學童，評估學童的空間能力和環境知識、知覺，和父母對陪伴行為的探究，將通勤模式分為開車有大人陪、走路有大人陪、自己走或跟小孩子走三種模式，而騎自行車和搭乘大眾運輸工具因為樣本數太少而被排除，結果發現，有大人陪伴的小孩子在畫地圖時，地標的使用比沒有大人陪伴的小孩子來的多，而小孩子在上下學以外的旅次行為，有較多自由（沒有大人的陪伴）下，地標使用的能力也比較好，同時，男生在路網的表現也比女生還要好。但是，通學運具就沒有顯著的影響。

Rissotto and Tonucci (2002) 研究羅馬地區 8 歲到 11 歲的兒童上下學的方式是否會影響兒童和環境的互動，通學方式分為自行步行、父母陪同步行或父母開車接送這三種，結果發現，自由度的不同對家裡到學校這段的环境知識會有不同的影響，自行步行通學的兒童在整理的認知地圖表現上，比父母陪同步行和父母開車接送的兒童有更好的表現，而且，在繪製通學路程的定位上，自行步行通學的兒童比父母陪同步行和父母開車接送的兒童表現得更好，但是，父母陪同步行和父母開車接送的兒童，兩者的表現並無顯著的差異。在繪製通學路程的正確性中，步行上學的兒童(自行步行或父母陪同步行)表現比父母開車接送的兒童還要好，而在繪製地方資訊的部分，三種通學方式間也有顯著的差異。研究結果表示，自由度對於環境表徵有顯著的影響，又以自行步行通學的兒童有較好的表現。

Ahmadi and Taniguchi (2007) 分析了形成兒童空間知識的元素和影響兒童通學的可行性以及運具選擇的影響因素，他們調查了來自伊朗德黑蘭四所不同學校 75 個兒童，年齡分別為 9 歲、11 歲和 13 歲，結果發現，從家裡到學校這段通學旅次對兒童的空間知識有顯著的影響，而且自己走路或自己搭乘公車上學的兒童，比汽車接送或搭乘學校巴士的兒童有較好的認知圖表現。而年齡也會影響兒童的通學旅次和認知圖的繪製，但是，性別並沒有顯著的差異，例如男生的空間知識沒有比女生還要好。不過，交通和社會安全會影響兒童通學旅次上的限制，進而影響兒童的空間知識。

Mondschein *et al.* (2010) 在研究成人運具選擇對空間知識的影響，以美國洛杉磯的購物中心和一所大學為調查空間，研究 183 位成人樣本，可以發現從空間學習而來的空間知識，並不是只有受「我們旅行到哪裡」的影響，而是還有「我們如何旅行」影響；在研究成人樣本當中可以發現，運具選擇的不同會影響個人如何接受建成環境、對距離概念的估算和認知地圖上表現的不同。並將運具依照認知旅行風格(cognitive travel style)來做分類，主動型 (active) 的認知旅行風格是指在旅運的過程中尋路 (wayfinding) 的行為，例如走路、騎自行車、自行開車等，而被動 (passive) 的認知旅行風格則是旅運過程中沒有尋路的行為，例如搭乘交通工具或被人接送；混合型 (mixed) 則是都有使用主動型和被動型的運具。結果發現，較少選擇主動

運具的樣本，對於特定地標的距離概念就會比較不清楚，使用大眾運輸工具或是選擇被動運具的人，會比開車和選擇主動運具的人在住家附近地標的使用上多了 2.5 倍之多。

Gómez *et al.* (2011) 以西班牙的青少年為研究對象，評估主動性通學方式和認知表現的關係，西班牙的青少年食物和營養狀態評估研究指出，課外身體活動對青少年腦的認知發展有好的影響，他們調查 13 歲到 18.5 歲之間青少年的身體狀況、課外身體活動、通學模式和認知表現，將通學模式分為主動和非主動，自行步行、騎自行車為主動通學模式，搭乘汽車、公車、地鐵和機車為非主動通學模式，並以主動通學時間分為低於十五分鐘和高於十五分鐘。研究結果顯示，主動通學的女生在認知表現比非主動通學的女生表現得還要好，而女生主動通學時間高於十五分鐘的表現，比低於十五分鐘通學時間的女生表現還要好，更高於非主動通學的女生。Lambiase *et al.* (2010) 的研究也指出步行上學的 10 歲到 14 歲學童，心跳頻率、血壓、知覺壓力都會比較低，在青少年之前的兒童注意力和刻意表現也比較好。

(三) 綜合評析

1. 國內外對於兒童運具選擇和空間認知關係的研究不足

由於國外的相關研究指出，運具的選擇對於兒童的空間認知、空間能力、組織、表徵的發展能力，是會產生重要的影響，雖然有相關的研究，但部分還只是以推論統計的研究方法為主 (Ahmadi and Taniguch, 2007; Sandamas and Foreman, 2007; Rissotto and Tonucci, 2002)，所以，顯示通學運具對兒童空間認知的研究還沒有進行更有說服力的實證方法。因此，本研究採用適當的研究方法來檢測通學運具對兒童空間認知是否真的具有顯著的影響，將運具選擇和兒童空間認知這兩者間的關係釐清，進行深入的探討。並且將其它會影響的控制變數納入考慮，以全面性的了解通學運具對兒童空間認知的影響。而且目前國內還未出現此研究議題，但對於兒童空間認知的研究在世界各地都在進行，所以，本研究更應該要進行研究。

2. 過去研究注重兒童空間認知的關係而非影響

雖然在兒童空間認知的部分已有許多相關研究，但大部分都在探討某些因素是否和兒童的空間認知有關係，而非探討某些因素對兒童空間認知的因果影響關係是如何，而且大多數文獻只對性別、年齡或不同文化等作探討，並進行敘述統計或推論統計，但是，應該還有其他重要變數是會影響兒童空間認知的，例如繪圖媒體或旅行經驗 (Schmeinck and Thurston, 2007) 等等，而且影響關係是如何影響也尚未被釐清，因此，本研究使用更完善的方法將影響關係實證出來。

3. 過去研究對於空間認知的定義和量測方法不同

在空間認知相關文獻中，每篇文獻對於空間認知的定義不同，可能只檢測空間知識、空間能力 (Kitchin, 1996)、空間表徵 (Thommen *et al.*, 2010) 或地理知識 (Schmeinck and Thurston, 2007; Kitchin, 1996; Poria *et al.*, 2005)、環境知識 (Matthews, 1984) 其一或其二等等，並沒有完整的檢視所有被視為是空間認知的範疇。所以，本研究根據理論基礎，將空間認知的各個重要範疇都完整檢視和量測，以期達到對兒童空間認知的全盤了解，並且釐清各種空間認知特徵

之間的影响關係。

4. 過去研究的變數設計可供本研究參考，但應以台灣地區的環境背景作為選擇與定義變數之基礎

過去相關研究根據不同的研究目的有不同的變數選擇，綜合對通學運具與兒童空間認知的變數探討，可以從實證研究中發現兒童空間認知的變數以及控制變數的影響關係。因此，過去的相關研究變數設計，可以作為本研究選擇變數之參考依據。

而本研究在回顧文獻以國外文獻為主，因此，在考量變數的選擇時，應以台灣的環境背景作為選擇自變數之基礎，例如在兒童通學運具的選擇上，Joshi *et al.* (1999) 的運具分類不足，只將運具分為自行步行、父母陪伴步行和父母汽車接送三種；而 Ahmadi and Taniguchi (2007) 的運具分類中，有多增加了校車接送的選項，但考慮到台灣的情況並調整後，應該不將校車接送的運具選擇納入考量，而應該要分為自行步行、自行騎自行車、搭乘大眾運輸工具、機車接送和汽車接送等通學運具種類，以讓研究變數可以更符合台灣地區的環境狀況。

三、研究設計

(一) 研究變數

1. 兒童空間認知

回顧過去的文獻整理，環境認知大多數是以認知圖的衡量來作為依據，例如 Matthews (1984) 的環境認知、Parameswaran (2003) 的環境表徵、Joshi *et al.* (1999) 的環境知覺、Rissotto and Tonucci (2002) 的環境知識等。空間認知除了也使用認知圖來作為衡量依據外，還會另外使用測驗兒童空間能力、空間知識或空間智力測驗等方法，例如 Kitchin (1996) 的地理知識和理解以及空間能力、Poria *et al.* (2005) 的地理知識、Schmeinck and Thurston (2007) 的空間認知表徵、Thommen *et al.* (2010) 的空間表徵、Ahmadi and Taniguchi (2007) 的空間認知和 Mondschein *et al.* (2010) 的空間認知等。

過去相關研究對於空間認知 (spatial cognition) 的定義，Hart and Moore (1976) 認為，是空間結構 (structure)、實體 (entities) 與關係 (relations) 之內在認知的展現與知識，即是個體在思考中，對空間之內在反應 (reflection) 與再架構 (reconstruction)。

空間認知應為人們受到環境及空間刺激後，對空間的各個方面例如距離、地標、或是空間關係等，透過了解並進行學習性儲存與組構，並將結果展現於腦中的過程 (董娟鳴，2005)。而關於兒童空間認知發展理論，以 Piaget (1950) 所提出的兒童空間概念為最有名，Piaget (1950) 發現兒童的空間組織結構有四個層級，分別為感覺運動期 (sensorimotor stage，從出生到二歲)、前運思期 (preoperational stage，二歲到七歲)、具體運思期 (concrete operations，七歲到十一歲)、形式運思期 (formal operations，十一歲到十六歲)。Piaget (1950) 認為兒童的空間概

念仍以自我為中心 (egocentrism)，隨著年齡的增加，能以其他的人或物為參考點 (reference point) 來判斷空間內的相對位置，他將兒童的空間表徵和內部邏輯功能相連結，推論出十歲的兒童對於從未去過的地方，仍在持續發展此地的空間表徵，並建構空間認知結構的能力。鍾菊香 (2005) 也認為兒童必須藉由環境所提供的暗示來協助位置的辨識及方向的決策，例如在空間中行走、開車或避開障礙，這種在環境空間中所產生出來的認知活動，即是從環境所產生的空間認知。人所擁有的經驗，是依據過去所接觸的環境而來，會因為日常生活的持續進行，而累積許多的環境經驗 (潘桂成，1998)。

透過上述相關文獻研究的整理，可以發現都是從自身環境經驗出發，經由理解、互動和轉換所形成的空間概念，大部份的研究是以每天經歷和探索的住家周圍環境作為大尺度的環境空間，因此，本研究根據過去文獻和相關理論，將兒童空間認知的定義為，兒童每天所經歷的環境空間透過認知過程轉換所形成的空間知識 (spatial knowledge)、空間能力 (spatial ability) 和空間表徵 (spatial representation)。

本研究的兒童空間認知，選擇以空間知識、空間能力和空間表徵三個面向作為研究項目。兒童在每天所經歷的環境空間中活動和接觸，發展內在和外在的空間認知表徵，汲取空間資訊漸漸轉化為空間知識，並透過理解和整合發展成兒童的空間能力。本研究根據過去文獻的整理與分析，定義上述三個空間認知面向主要的衡量依據。

在空間知識方面，是指對於每天所活動的環境空間的了解與知識，例如會請兒童估計在此環境空間內的某些地標的距離 (distance estimation)，或是以成對的地標請兒童估計距離並指出哪個地標距離比較近 (pair estimation) 等對此環境的空間知識。

在空間能力方面，是指兒童所具備理解、推理空間等的的能力，例如指北方位的能力、特定地標方位測驗、圖形旋轉或反置的心理旋轉能力測驗 (mental rotation test) 等對空間能力的表現。

在空間表徵方面，是指兒童的內在與外在對於空間的表徵，例如在認知圖 (cognitive map) 的繪製所呈現出來的內在空間表徵，為空間表徵的表現。這三個空間認知面向的主要衡量方式如圖 1 所示。

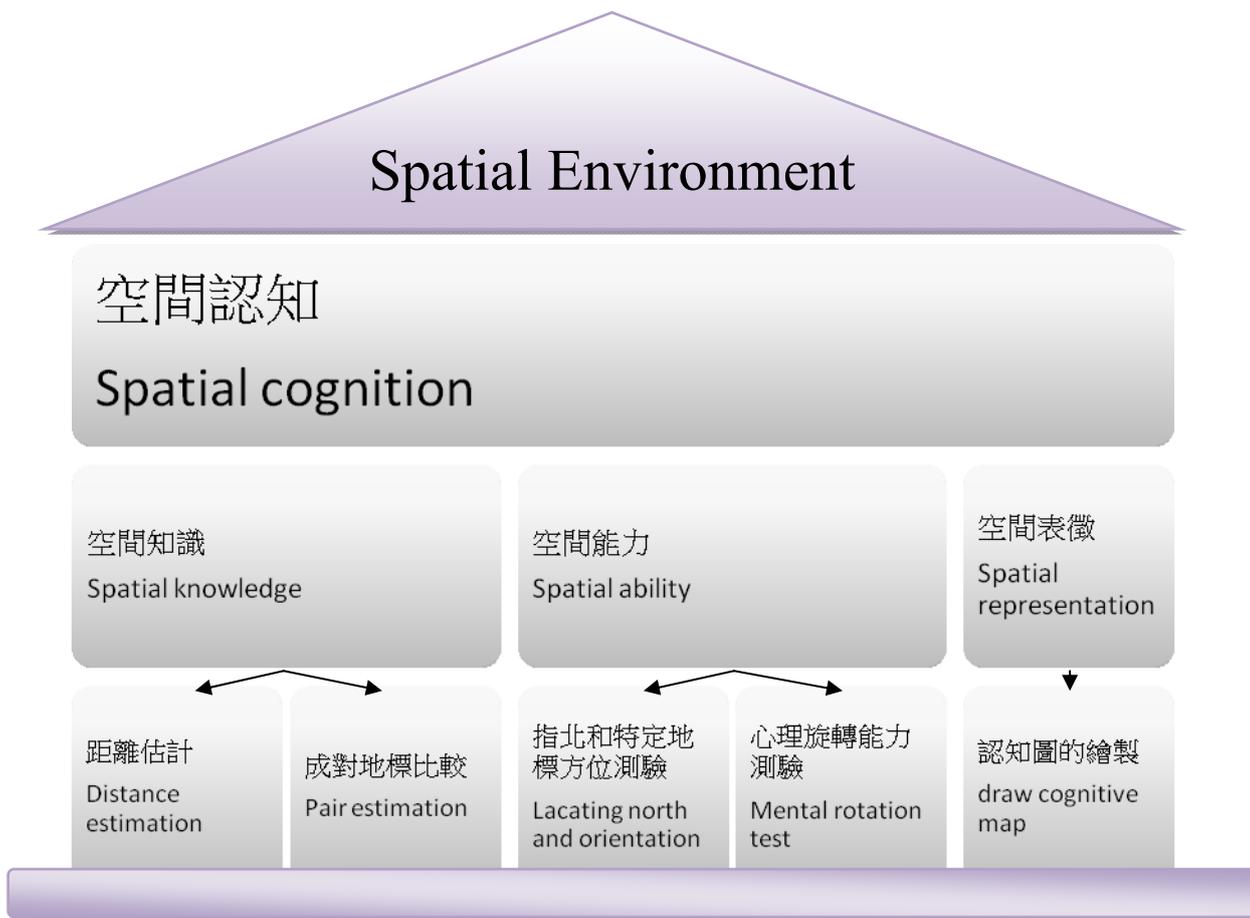
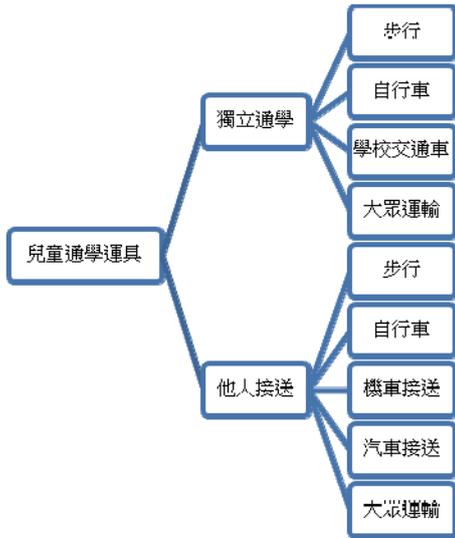


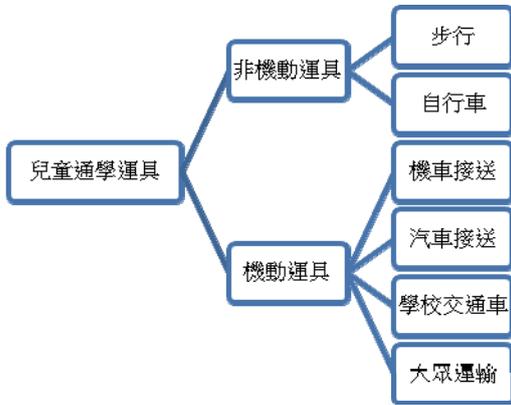
圖 1 空間認知研究項目概念示意圖

2. 通學運具

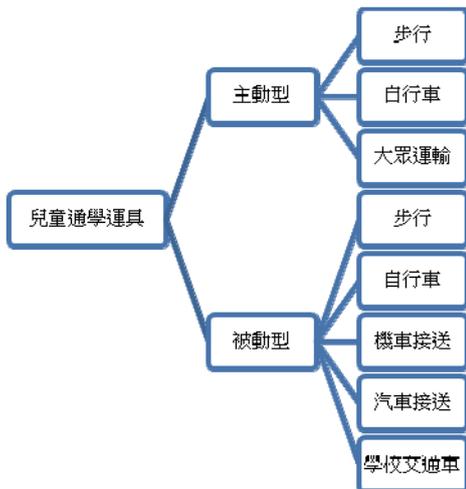
本研究的「通學運具」指的是兒童上下學通勤所選擇的運輸工具，從獨立性、運具特性與尋路行為三個角度來作為區分，如圖 2 所示。在獨立性方面，分為獨立通學和他人接送兩種方式，前者是指兒童在無成人陪伴情況下的通學行為，後者是指有成人作伴接送。若兒童獨立通學則使用的運輸工具可能有步行、自行車、學校交通車和大眾運輸工具等四種；若採用他人接送則有步行、自行車、機車、汽車和大眾運輸工具等。另外，兒童通學運具還可依運具特性區分為：機動型運具和非機動型運具，非機動型運具包含自行步行、父母陪同步行、自行騎自行車和父母陪同騎自行車；機動型運具包含機車接送、汽車接送、自行搭乘學校交通車、自行搭乘大眾運輸工具和父母陪同搭乘大眾運輸工具。除此之外，在尋路行為方面，還會將通學運具依照認知旅行風格 (cognitive travel style) 來做分類 (Mondschein *et al.*, 2010)，主動型 (active) 的認知旅行風格是指在旅運的過程中有尋路 (wayfinding) 的行為，例如自行步行、自行騎自行車、搭乘大眾運輸工具等，而被動 (passive) 的認知旅行風格則是旅運過程中沒有尋路的行為，例如搭乘學校交通車、父母汽機車接送、父母陪同步行和騎自行車等。



獨立型分類



機動型分類



主動型分類

圖 3 通學運具分類

2. 解釋兒童空間認知的控制變數

影響兒童空間認知的變數除了通學運具以外，還有旅次特性因素、個人因素、個人行為、家庭因素、學校因素和其他因素等六個種類的變數項目。但是因為文獻回顧主要是以國外的文獻為主，可能會遺漏掉其他重要變數，因此，需要考量台灣的特殊情況及環境文化背景，將可能的影響因素一起納入考量。

在通學運具因素部分，主要就是要調查兒童上下學通勤的運輸工具選擇，而且要將上學和放學分開調查討論，台灣兒童在上學時候，家長可能因為時間壓力要趕著上班，所以常會使用機動型運具接送兒童上學，也因此造成上班時間交通堵塞；而放學時間因為較充裕，又或者是家長還未下班無法來接送，兒童可能會自己步行回家或是父母陪同步行。所以上學和放學的通學運具選擇可能會不同，進一步可能會對兒童的空間認知有不同的影響，因此本研究分開調查上學和放學的通學運具是否有影響關係。

在旅次特性因素，採用通學時間、住家離學校距離和回家途中停留的站數等變數，通學時間和距離越長，表示探索環境空間的機會越多，所以可能會對兒童的空間認知造成影響，不過，通學時間和距離也有可能影響通學運具的選擇，因此需要一起納入討論；回家途中停留的站數越多，可能代表對環境空間有更進一步的認識，所以，也一併納入影響兒童空間認知的變數中。

在個人特性方面，兒童空間認知研究最常使用的變數有性別和年級，本研究不採用文化以及種族等變數，雖然台灣地區有不同族群，但族群中的差異已經沒有像以往那麼明顯，尤其是在兒童階段，而調查的地區也是只以台灣為主，所以，不將文化納入討論。兒童的空間認知發展，本研究不採用兒童的智商、數理能力和口語能力，所以不納入討論。

在個人行為方面，本研究不採用製圖媒體的使用，因為製圖媒體通常是以世界地圖或整個台灣地圖為主，本研究的環境空間是以家裡到學校的周圍為主，和製圖媒體的尺度不同，而且國小地圖教育課程可能會使用到製圖媒體，但各班教材與教學方法相近，因此，不採用此影響變數。

在家庭因素方面，因為台灣沒有社會階級的因素，另外，從年收入和父母的教育程度，就可以反應母親的社會經濟狀況，況且，也不需要特別將父親和母親分開來討論，因此，社會階級和母親的社會經濟狀況就不納入考慮。

在學校因素方面，公立學校和私立學校有可能會因為兒童運具選擇的不同，而直接反應在運具選擇變數上，並且本研究調查同一所公立學校，因此不需納入考量。

在其他因素方面，本研究不會給予兒童不同的繪圖指示，因此不需要將指導員的指示變數納入考慮；而交通安全和治安條件較會影響父母對兒童的運具選擇決定，為避免共線性問題，因此不納入模式中處理，直接考量兒童運具選擇的差異即可。

(二) 研究假說

首先經由過去文獻的整理結果，依序了解通學運具、個人因素、個人行為、旅次特性和學校因素變數間的因果關係，繼而經由個案訪談的確認與調整，並搭配邏輯推理提出本研究的假說內容。個案訪談調查了 Q 國小的四位學童，兩位男生分別是六年級和二年級，一位是步行上下學，一位是父母親汽機車接送，兩位女生分別是五年級和一年級，一位是父母陪同騎自行車，一位是父母親汽機車接送，再訪談這四位學童的家長，以及兩位學校導師，共十位訪談對象。訪談時間為 2012 年 9 月 19 日和 2012 年 10 月 1 日兩次進行。

先驗關係討論結果如表 1。

表 1 先驗知識因果關係彙整表

分類	項目	兒童空間認知		
		空間知識	空間能力	空間表徵
通學運具	主動型運具	+	+	+
	機動型運具	-	-	-
	獨立型通學	+	+	+
個人因素	性別(男性)	△	+	△
	年齡	+	+	+
	體重狀態(BMI 值)	-	-	-
個人行為	旅行經驗次數	+	+	+
	旅行經驗種類	+	△	+
	自由度	+	△	+
	課外身體活動	+	△	+
家庭因素	教育程度	+	+	+
	年收入	+	+	+
	居住時間	+	△	+
	汽車數量	-	-	-
	機車數量	-	-	-
	自行車數量	+	+	+
旅次特性	住家離學校距離×機動運具	-	-	-
	回家途中停留的站數	+	+	+

註：+：正相關；-：負相關；△：正負關係皆有可能；
□：無明顯的因果關係

本研究共提出三項假說如下：

【假說一】 使用主動型運具通學對兒童空間認知有正向影響

主動型運具是指有尋路行為發生的運具，例如：自行步行、自行騎自行車和自行搭乘大眾

運輸工具等，透過相關研究之經驗，加上個案訪談的依據和邏輯推理後，可以知道使用主動型運具通學對兒童空間認知有正向的影響關係。因為使用主動型運具通學的兒童，在通學的途中會有尋路行為的出現，導致兒童會更加注意周遭環境空間的特性，可以增加兒童對於空間認知的發展。反過來說，如果是使用被動型運具通學的兒童，在通學的途中只會被父母接送，而減少了與環境互動的機會，通學的時間減少，讓兒童無法深入了解周圍的環境特色為何，對空間認知產生了負向的影響關係，因此推測，使用主動型運具通學對兒童空間認知有正向的影響關係。

【假說二】 使用機動型運具通學對兒童空間認知有負向影響

機動型運具是指利用機器驅動的運輸工具，例如：機車、汽車、學校交通車和大眾運輸工具等，透過相關研究之經驗、個案訪談和邏輯推理後可知，使用機動型運具通學對兒童空間認知有負向的影響關係。因為機動型運具的使用，會減少兒童認識周圍環境的機會，機動型運具快速且方便通行的特性，反而讓兒童無法好好檢視環境空間中的特色與表徵，也就對兒童空間認知的發展有負向的影響，反之，如果使用非機動型運具，兒童可以藉由步行或騎自行車，慢慢認識周遭環境，建構兒童空間認知的發展，因此可以推測使用機動型運具通學對兒童空間認知有負向的影響關係。

【假說三】 獨立型通學對兒童空間認知有正向影響

獨立型通學是指兒童是獨自一人或和同學上下學，例如：自行步行、自行騎自行車、自行搭乘學校交通車和自行搭乘大眾運輸工具，透過相關研究之經驗，加上個案訪談的依據和邏輯推理後，可以知道獨立型通學對兒童空間認知有正向的影響關係。當兒童獨自上學時，無論運輸工具為何，都會比他人接送有更多機會注意到空間環境的特徵和變化，因為他們需要獨自一人上學，沒有其他人可以依靠，所以會特別去留意周遭的景色和經過的路線，就可以將附近環境的認知圖給建構起來，就會對兒童的空間認知產生正向的影響；反之，如果上下學都是由父母陪伴和他人接送的兒童，因為上下學的途中都有父母接送，他們只需要跟著成年人而較少會去注意到周遭的景色，放學後也比較沒有機會可以去自由探索，因此，由他人接送的兒童獨立性較低，空間認知的發展也可能較緩慢，就會有負向的影響，因此可以推測獨立型通學對兒童空間認知有正向的影響關係。

(三) 驗證方法

為了檢驗先前根據相關研究的先驗知識、個案訪談和邏輯推理所提出的假說，本研究設計如下六個階段進行分析：

1. 問卷調查與資料蒐集

為了瞭解通學運具對兒童空間認知的影響關係，必須透過學校記錄檔的二手資料，以收集到兒童的家戶資料如住址、智力測驗分數與兒童的基本資料如身高、體重等，其他無法從二手資料取得的，就必須設計問卷，從問卷調查中取得兒童的空間認知、通學模式、通學時間、旅次特性、個人因素、個人行為和家庭因素等，藉由這些樣本資料來分析通學運具與兒童空間認

知間的關係。

2. 資料分析

在收集完問卷樣本與資料後，需要對樣本資料進行敘述統計分析，透過平均數、中位數、變異係數、最大值、最小值、偏態與峰度等統計量，來觀察樣本資料的分布狀況和變異大小。中位數和平均數可以來看樣本的代表值和資料的偏態狀況，最大值、最小值、標準差、變異係數可以檢測有沒有極端值和樣本的離散程度、峰態狀況。對樣本資料有基本的了解後，再將資料進行變數之間的相關分析，了解各項變數間的關聯性，若自變數彼此相關性高，將會對自變數作刪減或合併的動作，以維持自變數間的獨立性。

3. 迴歸模式分析

線性迴歸模式應用於連續性數值資料的分析，以了解自變數對應變數的影響關係。本研究採用線性迴歸模式來分析空間知識的距離估計誤差、空間能力測驗、認知圖的結構、認知圖的正確性與認知圖風格和豐富度。Poisson 迴歸模式用以分析數量不多且間斷的應變數資料，例如計數資料、個數或次數等。本研究採用 Poisson 迴歸模式來分析空間知識的成對地標比較。二項 logit 是為個體選擇模式的一種，主要是在解釋自變數對二項選擇應變數之影響。本研究使用二項 logit 模式來分析空間能力的特定方向測驗。變數定義如表 2。

4. 模式校估

在模式校估方面，Poisson 迴歸模式和二項 logit 模式皆使用最大概似法來校估。而線性迴歸模式則以最小平方法進行模式校估。

5. 模式檢定

在模式檢定上，Poisson 迴歸模式和二項 logit 模式是以 t 檢定來檢視自變數的顯著程度，並使用概似比檢定和概似比指標來檢視模式的顯著程度和配適度。線性迴歸模式則是使用 t 檢定、F 檢定、VIF 檢定、D-W 值檢定和配適度指標等方式，來進行模式的檢定。

6. 假說驗證

根據各個模式通學運具變數之 t 檢定的個別係數來檢視變數的解釋能力，來檢驗所提出的各個假說是否得到實際資料的支持，並透過先前的先驗知識、個案訪談與邏輯推演來檢驗通學運具對兒童空間認知的影響關係。

表 2 模式變數說明表

應變數	名稱	衡量方式定義	單位
空間認知變數			
YA _i	空間知識	地標距離估計誤差(distance estimation) 成對地標距離比較(pair estimation)：全部題數的答對次數	距離 題

YB_i	空間能力	指北方位誤差：與正確解答的誤差角度 特定方向測驗：衡量結果為「正確」與「錯誤」二種狀態 空間能力測驗：心理旋轉能力	度 — 分
YC_i	空間表徵	認知圖分數	分
自變數	名稱	衡量方式定義	單位
通學運具變數			
X_{active}	主動型運具通學	每個禮拜所使用主動型運具通學的次數	次數
X_{mobility}	機動型運具通學	每個禮拜所使用機動型運具通學的次數	次數
X_{indep.}	獨立型通學	每個禮拜獨立通學的次數	次數
控制變數			
X_{sex}	性別(男生)	受訪兒童的性別(男生=1，女生=0)	—
X_{grade}	年級	受訪兒童目前的年級	年級
X_{BMI}	體重狀態(BMI 值)	受訪兒童目前的 BMI 值：體重 (公斤) 除以身高(公尺) 的平方	—
X_{n-travel}	旅行經驗次數	上個月受訪兒童在上學以外時間在周遭附近旅遊經驗次數	次數
X_{h-travel}	旅行經驗種類(超出縣市)	受訪兒童旅行經驗的種類(超出縣市=1，縣內=0)	—
X_{f-outdoor}	出門自由度	受訪兒童在不同情境下的自由度	分
X_{f-child}	兒童自由度	受訪兒童自評在上學以外的自由度高低(以 1-10 評分，最低 1 分，最高 10 分)	分
X_{f-adult}	父母自由度	受訪兒童家長評斷兒童在上學以外的自由度高低(以 1-10 評分，最低 1 分，最高 10 分)	分
X_{PE-extra}	課外身體活動	受訪兒童一個禮拜課外身體活動的次數	次數
X_{f-edu}	父親教育程度	受訪兒童父親的教育程度 ($X_{f-edu1} = X_{f-edu2} = X_{f-edu3} = X_{f-edu4} = 0$ ：國小畢業； $X_{f-edu1} = 1$ ：國中畢業； $X_{f-edu2} = 1$ ：高中職畢業； $X_{f-edu3} = 1$ ：大專院校畢業； $X_{f-edu4} = 1$ ：研究所以上)	—
X_{m-edu}	母親教育程度	受訪兒童母親的教育程度 (—

		$X_{m-edu1} = X_{m-edu2} = X_{m-edu3} = X_{m-edu4} = 0$ ，國小畢業； $X_{m-edu1} = 1$ ，國中畢業； $X_{m-edu2} = 1$ ，高中職畢業； $X_{m-edu3} = 1$ ，大專院校畢業； $X_{m-edu4} = 1$ ，研究所以上)	
X_{annual}	年收入	受訪兒童家庭的年收入 ($X_{annual1} = X_{annual2} = X_{annual3} = X_{annual4} = X_{annual5} = 0$ 代表低收入小於 296,352 元， $X_{annual1} = 1$ 代表中低收入 296,353 - 546,903 元， $X_{annual2} = 1$ 代表中收入 546,904 - 786,324 元， $X_{annual3} = 1$ 代表中高收入 786,325 - 1,083,008 元， $X_{annual4} = 1$ 代表高收入 1,083,009 - 1,827,354 元， $X_{annual5} = 1$ 代表超高收入大於 1,827,355 元) 參考行政院主計處 2011 年平均每戶可支配所得五等分位	—
X_{t-live}	居住時間	受訪兒童居住在此社區的時間	年
X_{car}	汽車數量	受訪兒童家庭擁有汽車數量	輛
X_{moto}	機車數量	受訪兒童家庭擁有機車數量	輛
X_{bike}	自行車數量	受訪兒童家庭擁有自行車數量	輛
X_{others}	其他運具數量	受訪兒童家庭擁有其他運具數量	輛
$X_{dEmobility}$	通學距離 X 機動運具	受訪兒童使用機動型運具的距離	公尺
X_{stop}	回家途中停留的站數	受訪兒童在回家途中停留的站數	站

四、資料

(一) 調查設計

本研究問卷調查分為兩部分，第一部分為兒童通學運具和其它個人資料，第二部分為兒童空間認知測驗。由於兒童空間認知無法由學校成績或導師所提供，必須經由兒童在教室當場施測所得到的空間認知分數來進行分析，此外，兒童通學運具和其它個人資料需要由願意提供資料的學童和家長一同完成，因此，本研究採取問卷調查方式取得所有變數資料。

本研究為探討通學運具對兒童空間認知的影響，研究對象設定為年齡在 6 歲到 12 歲之間，在國小有學籍之兒童，並且以桃園縣 Q 國小的學童為調查對象。根據 Q 國小所提供的人數資料，在民國 101 年第一學期研究母體共 74 個班級，人數為 2,038 人。本問卷調查採用隨機群集取樣方式，從 74 個班級中隨機選出共 32 個班級，對挑選班級所有學生進行調查，分別選出一年級 6 個班、二年級 5 個班、三年級 5 個班、四年級 5 個班、五年級 6 個班和六年級 5 個班進行調查。

本研究採用的是當面分發問卷的方式來進行調查，由調查人員在學校，將問卷當場發放給調查對象填答。首先，調查人員先將第一部分問卷：通學運具和其它個人資料問卷發放給國小學童，此份問卷需要經家長同意並由學童和家長一同填答，所以讓學童將問卷帶回家去，再與校方另訂時間統一收回問卷，並調查願意協助此份研究的人數，以進行第二部分問卷的發放，此份問卷調查時間為民國 101 年 11 月 14 日至民國 101 年 11 月 30 日。第二部分問卷：兒童空間測驗，一樣是採用當面分發問卷的調查方式，問卷的測驗需要由學童自己獨立完成，同一個班級內的學童統一實施測驗，費時一節課 40 分鐘的時間進行，當場收回問卷，由於班級數量過多，分兩天進行問卷施測，四、五、六年級於民國 101 年 12 月 4 日進行調查，一、二、三年級於民國 101 年 12 月 11 日進行調查。

(二) 調查內容

本研究的問卷調查對象為兒童和家長，而問卷又分為兩個部分，第一部分問卷為通學運具與其它個人資料，需要由兒童和家長一同填寫，這份問卷包含通學運具、個人特性和家戶基本資料等三個部分；另外，第二部分問卷為兒童空間認知測驗，由學童獨立完成，包含心理旋轉能力測驗、成對地標比較、距離估計、指北方位誤差、特定地標方位測驗和認知圖繪製等六個部分。

1. 第一部分問卷：通學運具和其它個人資料

通學運具資料是為了瞭解小朋友上學和放學的交通工具選擇，以及通學的方式，並透過不同的交通工具選擇以及通學方式，需要花費多久的時間和距離，以及在放學回家途中，會停留多少地方作調查。在依據實際情況進行勾選的項目中，包括一週內上學和放學的通學運具和上學時間，而通學距離和時間則由家長協助小朋友依實際狀況填寫，本研究在回收問卷後，並進行比對與檢核，對不合理或缺漏的答案於第二次問卷調查進行確認，若內容還是不完整，再以電話與家長進行確認、說明和修改。

個人特性資料是為了瞭解小朋友活動行為的情況，在依據實際情況進行數字填寫的部分包含：每個禮拜額外的身體活動次數以及近一個月在住家附近的旅遊次數；而小朋友與父母的自由度，則是讓受訪者根據實際情況，採用從 1 至 10 來表示在上課以外的時間，小朋友的自由程度由低至高的順序；在依據實際情況進行勾選的項目中包含：小朋友是否有跨縣市或出國的旅行經驗，以及小朋友在四種不同情境中的出門情況(分別是「從不」、「跟成人一起」、「只跟小朋友一起」和「獨自」四種選項)。

家戶基本資料是為了了解學童家中實際情況，請家長依照其家中的實際狀況填寫，受訪者依據實際情況進行勾選的項目中包含：父母的教育程度和家庭年收入；另外受訪者家中的交通工具持有數和在此社區的居住時間，則是採用依實際情況以數字填答；最後一個題項是為了確認學童住家與學校間距離而填寫兒童目前的居住地址。

2. 第二部分問卷：兒童空間認知

此份問卷在國小各班教室發放，作答時間限制為 40 分鐘，統一先測驗成對地標比較、距

離估計、指北方位誤差、特定地標方位測驗和認知圖繪製，作答時間為 25 分鐘，之後才發放心理旋轉能力測驗給小朋友，限制作答時間 15 分鐘，作答結束後，統一將所有問卷收回。

成對地標比較是為了瞭解兒童的空間知識，將相類似的地標作比較，讓兒童選出離學校正門口較近的地標，以判斷兒童對此地區的熟識程度，共 10 個題項。距離估計誤差是為了瞭解兒童的空間知識，從兒童生活的周遭環境中選出五個地標，讓他們估計這些地標到學校直線距離為多少，不僅需要對地標的認識，也要有距離的概念，才可以正確的回答。指北方位誤差測驗是為了了解兒童的空間能力，在圖上已有一個圓盤和指針指向西方，小朋友被要求畫出指向北方向方向的指針，兒童需要具有正確的東南西北方向的概念，來作答此測驗。特定地標方位測驗是為了瞭解兒童的空間能力，使用小朋友一定知道的三個地標，讓他們選出這些地標在地圖上方向正確的位置圖，兒童需要具有地標間相關位置的概念，才可以找出方向位置都正確的圖形。認知圖繪製測驗為瞭解兒童對空間表徵的認知程度，要求兒童畫出從家裡到學校的距離以及附近周遭的地圖，並且希望他們畫得越詳細越好，從認知圖中可以瞭解到兒童對周遭環境的看法以及呈現方式，此部分希望兒童可以自由發揮，並標示出他們知道的地標名稱和道路名稱。心理旋轉能力測驗為 Peters (1995) 針對 Vandenberg and Kuse (1978) 的心理旋轉能力測驗重新設計的版本，為了解兒童空間能力所設計出來。本研究徵得作者的同意進行此測驗，但為了保護和維持這份測驗的信度和效度，原作者要求我們不將題目放入本文中。在此測驗中，每道題目中有四個圖形，其中有兩個表示的是同一個物體，小朋友需要將這兩個圖形給圈選出來，每道題目都有兩個正確答案，題目總共有 24 題，小朋友在調查人員說開始後，有 6 分鐘的時間作答第 1 題到第 12 題，當調查人員說時間到後，小朋友統一將測驗翻轉至背面並放下鉛筆，休息大約 30 秒後，調查人員再次進行第二次作答，一樣在說開始後，有 6 分鐘的時間作答第 13 題到第 24 題，當時間到後，小朋友將測驗翻至封面，由調查人員統一將問卷收回。

(三) 調查結果

本問卷調查針對桃園縣 Q 國小各年級發放，採隨機群集取樣的方式選出 32 個班級，並調查願意提供資料和測驗的兒童。問卷發放數為 906 份。在問卷回收方面，共回收 553 份經家長同意的填答問卷，問卷回收率為 61.04%；在問卷有效性方面，有效問卷為 521 份，有效問卷率達到 94.21%。

五、結果

(一) 線性迴歸

1. 空間知識

空間知識中的距離估計誤差屬於連續型態變數，因此適合採用線性迴歸來進行校估與檢定。距離估計為分別估計五個地標到學校正門口的直線距離，此變數將五個距離估計的誤差絕對值相加，計算總距離誤差數(公尺)。並根據可能影響空間知識的控制變數，包含年級、性別、

體重狀態(BMI 值)、停留站數、身體活動次數、旅遊次數、旅遊經驗、小朋友自由度、父母自由度、到公園自由度、到街上自由度、到 1 公里以內商店自由度、到 1 公里以外商店自由度、出門自由度、汽車數量、機車數量、自行車數量、其他運具數量、父親教育程度、母親教育程度、家庭年收入、通學距離和(機動運具×通學距離)等變數。通學運具變數則包含獨立型通學、主動型運具和機動型運具，分別投入線性迴歸進行模式校估。

本研究採用線性迴歸進行空間知識的模式校估，首先將控制變數加入校估模式，並藉由變數的顯著性，將不顯著的控制變數一一刪除，留下較顯著的控制變數進行模式校估。由表 5.1.1 結果顯示到公園自由度、到街上自由度、1 公里以內商店自由度、其他運具數量和通學運具為顯著的控制變數，VIF 值以體重 4.153 為最高，顯示變數之間的共線性並不高，不過 Adj-R² 只有 0.096，表示此模式僅可解釋 8.6%的變異，但 D-W 值有通過門檻值，因此模式沒有誤差項自我相關的問題。

由於獨立型通學和主動型運具這兩個變數的相關性高，因此，在線性迴歸中各自獨立加入基本模式。由表 3 結果顯示，三種通學運具和空間知識並無顯著的影響關係，模式可解釋的變異有 9.5%。

2. 空間能力

(1) 心理旋轉能力

心理旋轉能力使用線性迴歸模式校估，首先，根據可能影響心理旋轉能力的控制變數，包含年級、性別、體重狀態(BMI 值)、停留站數、身體活動次數、旅遊次數、旅遊經驗、小朋友自由度、父母自由度、到公園自由度、到街上自由度、到 1 公里以內商店自由度、到 1 公里以外商店自由度、出門自由度、汽車數量、機車數量、自行車數量、其他運具數量、父親教育程度、母親教育程度、家庭年收入、通學距離和(機動運具×通學距離)等變數。通學運具變數則包含獨立型通學、主動型運具和機動型運具，分別投入線性迴歸進行模式校估。將這些控制變數加入校估模式，並藉由變數的顯著性，將不顯著的控制變數一一刪除，留下較顯著的控制變數進行模式校估。由表 4 結果顯示年級、性別、父母自由度、到街上自由度、父親教育程度 5、母親教育程度 1、母親教育程度 2 和家庭年收入 4 為顯著的控制變數，而且變數的 VIF 值都小於 10，表示變數間沒有顯著的共線性關係，F 值為 206.508 達到顯著水準 0.000，Adj-R² 顯示模式可解釋 78.6%的變異，不過 D-W 值沒有通過門檻，所以誤差項可能有自我相關的問題。

從延伸模式中可以發現，三種類型的通學運具都與心理旋轉能力無顯著的相關，不過三種通學運具模式 Adj-R² 值依然可以解釋 78.6%的變異，並沒有降低。

(2) 指北方位誤差

指北方位誤差使用線性迴歸模式校估，同樣先將可能影響指北方位誤差的控制變數，包含

年齡、年級、性別、體重狀態(BMI)值、停留站數、身體活動次數、旅遊次數、旅遊經驗、小朋友自由度、父母自由度、到公園自由度、到街上自由度、到 1 公里以內商店自由度、到 1 公里以外商店自由度、出門自由度、汽車數量、機車數量、自行車數量、其他運具數量、父親教育程度、母親教育程度、家庭年收入、通學距離和(機動運具×通學距離)等變數。通學運具變數則包含獨立型通學、主動型運具和機動型運具，分別投入線性迴歸進行模式校估。將這些控制變數加入校估模式，並藉由變數的顯著性，將不顯著的控制變數一一刪除，留下較顯著的控制變數進行模式校估。由表 5 結果顯示，基本模式中的控制變數有年級、性別、1 公里以內商店、父親教育程度 2、母親教育程度 1、家庭年收入 3 和家庭年收入 4 為顯著變數，顯著控制變數都與指北方位誤差呈現負向相關，雖然 F 值有達到顯著水準，不過 Adj-R² 值只有 0.06 顯示此模式只能解釋 6% 的變異。

從延伸模式的結果中，可以發現三種通學運具都與指北方位誤差無顯著的相關，雖然三個延伸模式都有通過 D-W 值的門檻，顯示誤差項無自我相關，但 Adj-R² 值都還是偏低，模式的解釋能力不高。

3. 空間表徵

空間表徵是由兒童繪製的認知圖進行各部分的評分，其中包括地標分數、路線分數、區域分數、路線方向正確性、路線結構正確性、豐富度和認知圖總分，這些變數都屬於連續型態變數，因此採用線性迴歸來進行校估。

(1) 地標分數

地標分數是計算認知圖中地標的數量，使用線性迴歸進行分析。先將可能影響地標分數的控制變數：年級、性別、體重狀態(BMI 值)、停留站數、身體活動次數、旅遊次數、旅遊經驗、小朋友自由度、父母自由度、到公園自由度、到街上自由度、到 1 公里以內商店自由度、到 1 公里以外商店自由度、出門自由度、汽車數量、機車數量、自行車數量、其他運具數量、父親教育程度、母親教育程度、家庭年收入、通學距離和(機動運具×通學距離)等控制變數加入線性迴歸中。通學運具變數則包含獨立型通學、主動型運具和機動型運具，分別進行線性迴歸模式校估。藉由變數的顯著性，將不顯著的控制變數一一刪除，留下較顯著的控制變數進行模式校估，成為基本模式。在表 6 的基本模式中，年級、身體活動次數、旅遊經驗、家庭年收入 1 等控制變數有顯著相關，其中，家庭年收入 1 與地標分數呈現負向相關，基本模式的 F 值為 331.26，Adj-R² 值有 0.718，可以解釋 71.8% 的變異，且 D-W 值有通過門檻，表示誤差項沒有自我相關的可能。

而延伸模式的三種通學運具，依然對地標分數沒有顯著的影響關係，雖然三種延伸模式的 F 值都有達到顯著水準，Adj-R² 值的解釋能力也很高，不過三種延伸模式校估的結果依然沒有

顯著影響關係。

(2) 路線分數

路線分數是計算認知圖的路線數量，使用線性迴歸分析，先將可能影響路線分數的控制變數有年級、性別、體重狀態(BMI 值)、停留站數、身體活動次數、旅遊次數、旅遊經驗、小朋友自由度、父母自由度、到公園自由度、到街上自由度、到 1 公里以內商店自由度、到 1 公里以外商店自由度、出門自由度、汽車數量、機車數量、自行車數量、其他運具數量、父親教育程度、母親教育程度、家庭年收入、通學距離和(機動運具×通學距離)等控制變數加入線性迴歸中，再分別加入通學運具變數包含獨立型通學、主動型運具和機動型運具，進行線性迴歸模式校估。藉由變數的顯著性，將不顯著的控制變數一一刪除，留下較顯著的控制變數進行模式校估，成為基本模式如下表 7 所示。結果顯示年級、性別、1 公里以內商店、1 公里以外商店、汽車數量、母親教育程度 2、母親教育程度 4，其中汽車數量和母親教育程度 2 對路線分數呈現負向相關，其他都和路線分數呈現正向相關，基本模式的 F 值為 129.704 (達顯著水準 0.000)，Adj- R^2 值為 0.634 表示可以解釋 63.4%的變異，D-W 值有通過門檻，顯示誤差項沒有自我相關的可能。

在延伸模式中，三種通學運具都對路線分數沒顯著的相關，雖然三種延伸模式的 F 值都有達到顯著水準，Adj- R^2 值的解釋能力也很高，不過校估的結果依然沒有顯著影響關係。

(3) 區域分數

區域分數是計算認知圖中的區域數量，採用線性迴歸進行分析，先將會影響區域分數的控制變數，年級、性別、體重狀態(BMI 值)、停留站數、身體活動次數、旅遊次數、旅遊經驗、小朋友自由度、父母自由度、到公園自由度、到街上自由度、到 1 公里以內商店自由度、到 1 公里以外商店自由度、出門自由度、汽車數量、機車數量、自行車數量、其他運具數量、父親教育程度、母親教育程度、家庭年收入、通學距離和(機動運具×通學距離)等控制變數加入線性迴歸中，再分別加入通學運具變數包含獨立型通學、主動型運具和機動型運具，進行線性迴歸進行模式校估。藉由變數的顯著性，將不顯著的控制變數一一刪除，留下較顯著的控制變數進行模式校估，可以得出基本模式。由下表 8 結果可知年級、旅行經驗、機車數量、自行車數量、父親教育程度 3、母親教育程度 5、家庭年收入 1、家庭年收入 4、通學距離和(機動運具×通學距離)和區域分數有顯著相關，其中自行車數量、父親教育程度 3、母親教育程度 5 和家庭年收入 1 對區域分數有負向影響，而其它控制變數對區域分數則有正向的影響，不過 Adj- R^2 值只有 0.099，表示此模式可以解釋 9.9%的變異，解釋能力相當低，另外 D-W 值有通過門檻，因此誤差項沒有自我相關的問題。

在三種延伸模式中，三種通學運具都對區域分數沒有顯著的相關，而且 Adj- R^2 值依然很

低，表示模式的解釋能力都不足，不過 D-W 值都有通過門檻，顯示誤差項沒有自我相關的問題。

(4) 路徑方向正確性

路徑方向正確性為認知圖中依照所畫的路線方向給與正確性分數，使用線性迴歸進行分析，同樣先將對路徑方向正確性可能有影響的控制變數，包括年級、性別、體重狀態(BMI 值)、停留站數、身體活動次數、旅遊次數、旅遊經驗、小朋友自由度、父母自由度、到公園自由度、到街上自由度、到 1 公里以內商店自由度、到 1 公里以外商店自由度、出門自由度、汽車數量、機車數量、自行車數量、其他運具數量、父親教育程度、母親教育程度、家庭年收入、通學距離和(機動運具×通學距離)等變數加入線性迴歸中，再分別加入通學運具變數包含獨立型通學、主動型運具和機動型運具，進行線性迴歸進行模式校估。藉由變數的顯著性，將不顯著的控制變數一一刪除，留下較顯著的控制變數進行模式校估，就可以得出基本模式。由下表 9 結果顯示，性別、身體活動次數、出門自由度、父親教育程度 3、父親教育程度 5 和通學距離為有顯著性的控制變數，所有顯著的控制變數和路徑方向正確性都呈現正向關係，F 值有達到 0.000 顯著水準，不過 Adj- R^2 值只有 0.177，表示模式只可以解釋 17.7%的變異，而且 D-W 值有通過門檻，所以沒有誤差項自我相關的問題。

在延伸模式中可以發現，獨立型通學對路徑方向正確性呈現正向影響關係，並且達到 0.05 的顯著水準；而主動型運具對路徑方向正確性也呈現正向的相關，達到 0.05 的顯著水準，其中，獨立型通學的係數大於主動型運具的係數；機動型運具則對路徑方向正確性呈現負向的相關，並達到 0.05 的顯著水準，三個延伸模式的 Adj- R^2 值都有提升，顯示模式的解釋能力有增加，而且 D-W 值有通過門檻，所以沒有誤差項自我相關的問題。

(5) 路徑結構正確性

路徑結構正確性為認知圖中，所繪的路徑和現實路徑相比較給予正確性的分數，採用線性迴歸來進行分析，先將可能會影響路徑結構正確性的控制變數一一加入，有年級、性別、體重狀態(BMI 值)、停留站數、身體活動次數、旅遊次數、旅遊經驗、小朋友自由度、父母自由度、到公園自由度、到街上自由度、到 1 公里以內商店自由度、到 1 公里以外商店自由度、出門自由度、汽車數量、機車數量、自行車數量、其他運具數量、父親教育程度、母親教育程度、家庭年收入、通學距離和(機動運具×通學距離)等變數加入線性迴歸中，再分別加入通學運具變數包含獨立型通學、主動型運具和機動型運具，進行線性迴歸進行模式校估。藉由變數的顯著性，將不顯著的控制變數一一刪除，留下較顯著的控制變數進行模式校估，就可以得出基本模式。由下表 10 結果可以得知，性別、身體活動次數、父母自由度、1 公里以內商店、父親教育程度 5 和通學距離為顯著的控制變數，其它控制變數對路徑結構正確性呈現正向相關，F 值為 533.559 (達 0.000 顯著水準)，Adj- R^2 值為 0.862，表示此模式可以解釋 86.2%的變異，解釋

能力相當高，不過 D-W 值有通過門檻，顯示誤差項沒有自我相關的可能。

在延伸模式中，可以發現獨立型通學和主動型運具對路徑結構正確性呈現正向的相關，而且此兩種延伸模式的 Adj- R^2 解釋能力都提高，均為 0.868，顯示可以解釋 86.8% 的變異，解釋能力很高，不過 D-W 值有通過門檻，顯示誤差項沒有自我相關的可能。另外值得注意的是，機動型運具對路徑結構正確性有正向的相關。

(6) 豐富度

豐富度為認知圖中，所繪製的地方數量分數，採用線性迴歸進行分析校估，首先，先將可能會影響豐富度的控制變數，包括年級、性別、體重狀態(BMI 值)、停留站數、身體活動次數、旅遊次數、旅遊經驗、小朋友自由度、父母自由度、到公園自由度、到街上自由度、到 1 公里以內商店自由度、到 1 公里以外商店自由度、出門自由度、汽車數量、機車數量、自行車數量、其他運具數量、父親教育程度、母親教育程度、家庭年收入、通學距離和(機動運具×通學距離)等變數加入線性迴歸中，再分別加入通學運具變數包含獨立型通學、主動型運具和機動型運具，進行線性迴歸進行模式校估。藉由變數的顯著性，將不顯著的控制變數一一刪除，留下較顯著的控制變數進行模式校估，就可以得出基本模式。由表 11 的基本模式可以發現，年級、停留站數、旅遊次數、父母自由度、到公園自由度、1 公里以外商店、父親教育程度 1、母親教育程度 1、家庭年收入 1 和家庭年收入 3 為顯著的控制變數，其中停留站數、父母自由度和父親教育程度 1 對豐富度呈現負向相關，其它控制變數對豐富度則呈現正向的相關，此基本模式的 F 值為 33.140(達顯著水準 0.000)，而 Adj- R^2 值為 0.386，顯示模式可以解釋 38.6% 的變異，而且 D-W 檢定有通過門檻，顯示沒有誤差項自我相關的問題。

在延伸模式中，可以發現獨立型通學和主動型通學對豐富度都有正向的影響關係，並且都達到 0.1 的顯著水準，兩模式的 Adj- R^2 值都有增加，分別為 0.388 和 0.389，顯示延伸模式 1 和延伸模式 2 的解釋能力都有提高，而且 D-W 檢定有通過門檻，顯示沒有誤差項自我相關的問題。而機動型通學運具對豐富度沒有顯著的影響關係。

(7) 認知圖總分數

認知圖總分數為認知圖的所有評分，地標數、路線數、區域數、路徑方向正確性、路徑結構正確性和豐富度相加總的總分，採用線性迴歸進行模式分析，同樣先將可能會影響認知圖總分數的控制變數，包括年級、性別、體重狀態(BMI 值)、停留站數、身體活動次數、旅遊次數、旅遊經驗、小朋友自由度、父母自由度、到公園自由度、到街上自由度、到 1 公里以內商店自由度、到 1 公里以外商店自由度、出門自由度、汽車數量、機車數量、自行車數量、其他運具數量、父親教育程度、母親教育程度、家庭年收入、通學距離和(機動運具×通學距離)等變數加入線性迴歸中，再分別加入通學運具變數包含獨立型通學、主動型運具和機動型運具，進行線性迴歸進行模式校估。藉由變數的顯著性，將不顯著的控制變數一一刪除，留下較顯著的控

制變數進行模式校估。由表 12 的結果顯示，基本模式中有年級、身體活動次數、到公園、到街上、1 公里以內商店、1 公里以外商店、汽車數量、機車數量、父親教育程度 1、母親教育程度 2、母親教育程度 3、家庭年收入 2、家庭年收入 3 和家庭年收入 4 等控制變數呈現顯著相關，其中到街上、汽車、父親教育程度 1、母親教育程度 2 和母親教育程度 3 對認知圖的總分數有負向的影響關係，其他控制變數和認知圖的總分數有正向的影響關係。基本模式的 F 值為 16.098(達 0.000 顯著水準)，Adj- R^2 值為 0.293，顯示模式可以解釋 29.3% 的變異，而且 D-W 值有通過門檻，顯示沒有誤差項自我相關的可能。

在延伸模式結果發現，獨立型通學和主動型運具對認知圖的總分數有正向的影響關係，而且 Adj- R^2 值都提高，分別為 0.297 和 0.298，顯示延伸模式的解釋變異能力有提高；另外，機動型運具對認知圖的總分數呈現負向的影響關係，Adj- R^2 值也提高到 0.298，顯示可以解釋 29.8% 的變異，不過三種模式都有通過 D-W 值的門檻，因此沒有誤差項自我相關的可能。

表 3 距離估計誤差模式校估結果表

自變數 \ 模式	基本模式			延伸模式 1			延伸模式 2			延伸模式 3		
	係數	t 值	VIF 值	係數	t 值	VIF 值	係數	t 值	VIF 值	係數	t 值	VIF 值
到公園自由度	2462.024	2.433	4.153	2559.602	2.45***	4.422	2542.51	2.44***	4.398	2508.485	2.422***	4.343
到街上自由度	-2232.209	-2.058	2.676	-2208.189	-2.03***	2.685	-2209.906	-2.031***	2.686	-2212.876	-2.031***	2.694
1 公里以內商店自由度	1050.997	1.406	3.739	1097.05	1.447*	3.837	1091.926	1.439*	3.843	1076.599	1.421*	3.834
其他運具數量	24230.08	4.011	1.103	24145.106	3.991***	1.029	24158.567	3.993***	1.029	24268.229	4.012***	1.028
通學距離	0.672	1.41	1.484	0.63	1.287*	1.564	0.635	1.294*	1.569	0.724	1.356*	1.855
獨立型通學				-83.614	-0.379	1.563						
主動型運具							-72.505	-0.328	1.547			
機動型運具										-39.549	-0.215	2.632
F 值	12.047***			10.047***			10.04***			10.028***		
R ²	0.105			0.105			0.105			0.105		
Adj-R ²	0.096			0.095			0.094			0.094		
D-W 值	2.031			2.036			2.035			2.029		
	$(du_4 - du)_{\alpha=0.05} = (1.969, 2.181)$			$(du_4 - du)_{\alpha=0.05} = (1.873, 2.127)$			$(du_4 - du)_{\alpha=0.05} = (1.873, 2.127)$			$(du_4 - du)_{\alpha=0.05} = (1.873, 2.127)$		

***者表示達 $\alpha=0.05$ 顯著水準；**者表示達 $\alpha=0.1$ 顯著水準；*者表示達 $\alpha=0.2$ 顯著水準

表 4 心理旋轉能力模式校估結果表

自變數 \ 模式	基本模式			延伸模式 1			延伸模式 2			延伸模式 3		
	係數	t 值	VIF 值									
年級	1.356	13.413***	4.138	1.393	12.919***	4.709	1.391	12.932***	4.685	1.349	13.242***	4.200
性別(1=男)	2.238	5.899***	1.848	2.245	5.917***	1.849	2.245	5.916***	1.849	2.216	5.803***	1.871
父母自由度	0.295	4.625***	4.707	0.293	4.588***	4.712	0.293	4.593***	4.711	0.283	4.192***	5.282
到街上自由度	0.797	2.840***	2.513	0.816	2.903**	2.526	0.816	2.900***	2.526	0.790	2.813***	2.518
父親教育程度 5	5.919	1.315*	1.012	5.741	1.275	1.014	5.749	1.277	1.014	5.924	1.316*	1.012
母親教育程度 1	-1.673	-1.940**	1.151	-1.606	-1.857**	1.159	-1.615	-1.869**	1.157	-1.672	-1.938**	1.152
母親教育程度 2	-1.228	-2.906***	1.722	-1.248	-2.950***	1.726	-1.248	-2.951***	1.727	-1.254	-2.945***	1.747
家庭年收入 4	0.769	1.422*	1.229	0.717	1.318*	1.240	0.720	1.325*	1.240	0.724	1.321*	1.260
獨立型通學				-0.059	-0.989	1.570						
主動型運具							-0.057	-0.956	1.548			
機動型運具										0.026	0.518	2.713

F 值	236.508***	210.329***	210.295***	209.954***
R ²	0.79	0.79	0.79	0.79
Adj-R ²	0.786	0.786	0.786	0.786
D-W 值	2.125 <small>(du,t - du)_{0.002} = (1.881, 2.118)</small>	2.126 <small>(du,t - du)_{0.002} = (1.886, 2.114)</small>	2.126 <small>(du,t - du)_{0.002} = (1.886, 2.114)</small>	2.121 <small>(du,t - du)_{0.002} = (1.886, 2.114)</small>

***者表示達 $\alpha=0.05$ 顯著水準；**者表示達 $\alpha=0.1$ 顯著水準；*者表示達 $\alpha=0.2$ 顯著水準

表 5 指北方位誤差模式校估結果表

自變數 \ 模式	基本模式			延伸模式 1			延伸模式 2			延伸模式 3		
	係數	t 值	VIF 值									
(常數)	131.475	12.164***		131.782	12.146***		131.832	12.152***		132.262	10.623***	
年級	-7.79	-3.471***	1.144	-8.035	-3.432***	1.243	-8.068	-3.454***	1.238	-7.807	-3.469***	1.148
性別(1=男)	-10.854	-1.544*	1.013	-10.924	-1.552*	1.013	-10.933	-1.554*	1.013	-10.848	-1.542*	1.013
1 公里以內商店	-5.769	-1.492*	1.148	-5.896	-1.517*	1.157	-5.917	-1.523*	1.157	-5.801	-1.495*	1.153
父親教育程度 2	-20.712	-2.667***	1.123	-20.755	-2.67***	1.123	-20.78	-2.673***	1.124	-20.757	-2.668***	1.126
母親教育程度 1	-30.52	-2.033***	1.029	-31.046	-2.057***	1.038	-31.083	-2.061***	1.037	-30.581	-2.034***	1.03
家庭年收入 3	-20.343	-2.167***	1.1	-20.342	-2.165***	1.1	-20.372	-2.168***	1.1	-20.434	-2.168***	1.107
家庭年收入 4	-31.765	-3.106***	1.186	-31.523	-3.073***	1.19	-31.511	-3.073***	1.19	-31.738	-3.099***	1.186
獨立型通學				0.392	0.371	1.154						
主動型運具							0.458	0.432	1.146			
機動型運具										-0.12	-0.128	1.024
F 值	5.625***			4.931***			4.937***			4.914***		
R ²	0.073			0.073			0.073			0.073		
Adj-R ²	0.06			0.059			0.059			0.058		
D-W 值	1.797			1.798			1.798			1.797		
	(du, 4 - du) _{0.05} = (1.977, 2.128)			(du, 4 - du) _{0.05} = (1.891, 2.116)			(du, 4 - du) _{0.05} = (1.891, 2.116)			(du, 4 - du) _{0.05} = (1.891, 2.116)		

***者表示達 $\alpha=0.05$ 顯著水準；**者表示達 $\alpha=0.1$ 顯著水準；*者表示達 $\alpha=0.2$ 顯著水準

表 6 認知圖地標分數模式校估結果表

自變數 \ 模式	基本模式			延伸模式 1			延伸模式 2			延伸模式 3		
	係數	t 值	VIF 值									
年級	1.416	12.602***	5.078	1.447	11.636***	5.791	1.448	11.666***	5.768	1.466	12.598***	5.078
身體活動次數	0.088	2.082***	1.746	0.086	2.04***	1.757	0.086	2.047***	1.754	0.085	2.015***	1.761
旅行經驗(有=Y)	1.766	3.631***	5.349	1.786	3.654***	5.395	1.784	3.652***	5.39	1.957	3.42**	7.397
家庭年收入 1	-1.357	-2.95***	1.335	-1.363	-2.96***	1.337	-1.362	-2.957***	1.336	-1.347	-2.925***	1.337
獨立型通學				0.027	0.442	1.554						
主動型運具							0.026	0.428	1.532			
機動型運具										-0.034	-0.635	2.93
F 值	331.26***			264.634***			264.625***			264.782***		
R ²	0.72			0.72			0.72			0.72		
Adj-R ²	0.718			0.717			0.717			0.717		
D-W 值	1.882			1.886			1.886			1.888		
	(du, 4 - du) _{0.05} = (1.865, 2.134)			(du, 4 - du) _{0.05} = (1.869, 2.135)			(du, 4 - du) _{0.05} = (1.869, 2.135)			(du, 4 - du) _{0.05} = (1.869, 2.135)		

***者表示達 $\alpha=0.05$ 顯著水準；**者表示達 $\alpha=0.1$ 顯著水準；*者表示達 $\alpha=0.2$ 顯著水準

表 7 認知圖路線分數模式校估結果表

自變數 \ 模式	基本模式			延伸模式 1			延伸模式 2			延伸模式 3		
	係數	t 值	VIF 值									
年級	0.676	11.28***	4.987	0.694	10.986***	5.527	0.691	10.973***	5.497	0.677	11.152***	5.1
性別(1=男)	0.318	1.539*	1.863	0.317	1.534*	1.864	0.318	1.534*	1.864	0.32	1.532*	1.893
1 公里以內商店	0.235	1.96**	4.575	0.241	1.009***	4.592	0.24	2.003***	4.593	0.235	1.959**	4.578
1 公里以外商店	0.48	2.707***	3.136	0.493	2.771***	3.159	0.491	2.761***	3.158	0.481	2.69***	3.184
汽車數量	-0.304	-2.21***	2.923	-0.318	-2.295***	2.961	-0.315	-2.278***	2.957	-0.302	-2.099***	3.192
母親教育程度 2	-0.516	-2.355***	1.589	-0.527	-2.399***	1.593	-0.526	-2.394***	1.594	-0.515	-2.326***	1.616
母親教育程度 4	1.124	2.043***	1.068	1.069	1.929**	1.082	1.076	1.942**	1.082	1.126	2.041***	1.071
獨立型通學				-0.028	-0.837	1.6						
主動型運具							-0.025	-0.764	1.578			
機動型運具										-0.001	-0.051	2.612
F 值	129.704***			113.534***			113.472***			113.27***		
R ²	0.639			0.64			0.64			0.639		
Adj-R ²	0.634			0.634			0.634			0.634		
D-W 值	1.955			1.953			1.953			1.956		
	(du, 4 - du) _{0.05} = (1.877, 2.122)			(du, 4 - du) _{0.05} = (1.882, 2.118)			(du, 4 - du) _{0.05} = (1.882, 2.118)			(du, 4 - du) _{0.05} = (1.882, 2.118)		

***者表示達 $\alpha=0.05$ 顯著水準；**者表示達 $\alpha=0.1$ 顯著水準；*者表示達 $\alpha=0.2$ 顯著水準

表 8 認知圖區域分數模式校估結果表

自變數 \ 模式	基本模式			延伸模式 1			延伸模式 2			延伸模式 3		
	係數	t 值	VIF 值									
(常數)	1.211	2.908***		1.220	2.924***		1.223	2.933***		1.175	2.806***	
年級	0.124	4.942***	2.721	0.126	4.884***	2.900	0.128	4.940***	2.883	0.125	4.977***	2.728
旅行經驗(有 =Y)	0.321	2.404***	1.033	0.319	2.393***	1.033	0.319	2.387***	1.034	0.311	2.324***	1.040
機車數量	0.070	2.761***	1.062	0.069	2.700***	1.074	0.068	2.674***	1.076	0.066	2.580***	1.092
自行車數量	-0.042	-2.282***	1.069	-0.042	-2.284***	1.069	-0.042	-2.279***	1.069	-0.042	-2.242***	1.071
父親教育程 度 3	-0.078	-1.468*	1.057	-0.079	-1.481*	1.058	-0.079	-1.487*	1.058	-0.078	-1.481*	1.057
母親教育程 度 5	-0.963	-1.623*	1.062	-0.948	-1.593*	1.066	-0.941	-1.582*	1.066	-0.895	-1.495*	1.081
家庭年收入 1	-0.165	-2.716***	1.104	-0.165	-2.712***	1.104	-0.165	-2.715***	1.104	-0.165	-2.716***	1.104
家庭年收入 4	0.111	1.511*	1.139	0.108	1.467*	1.149	0.107	1.449*	1.149	0.105	1.430*	1.148
通學距離	0.000	1.554*	5.720	0.000	1.590*	5.801	0.000	1.607*	5.782	0.000	1.768**	7.705
機動運具×通 學距離	0.000	-2.065***	5.811	0.000	-2.099***	6.222	0.000	-2.148***	6.187	0.000	-2.120***	10.032
獨立型通學				-0.003	-0.407	1.335						
主動型運具							-0.005	-0.600	1.327			
機動型運具										0.008	0.846	2.000
F 值	6.617***			6.016***			6.035***			6.084***		
R ²	0.117			0.117			0.117			0.118		

Adj-R ²	0.099	0.097	0.098	0.099
D-W 值	1.837 <small>(du,4 - du)_{0.005} = (1.894,2.106)</small>	1.834 <small>(du,4 - du)_{0.005} = (1.898,2.102)</small>	1.832 <small>(du,4 - du)_{0.005} = (1.898,2.102)</small>	1.831 <small>(du,4 - du)_{0.005} = (1.898,2.102)</small>

***者表示達 $\alpha=0.05$ 顯著水準；**者表示達 $\alpha=0.1$ 顯著水準；*者表示達 $\alpha=0.2$ 顯著水準

表 9 路線方向正確性模式校估結果表

自變數 \ 模式	基本模式			延伸模式 1			延伸模式 2			延伸模式 3		
	係數	t 值	VIF 值									
(常數)	4.368	28.856***		4.335	28.827***		4.334	28.768***		4.522	27.106***	
性別(1=男)	0.153	1.574*	1.029	0.15	1.553*	1.029	0.149	1.544*	1.029	0.154	1.591*	1.029
身體活動次數	0.025	2.577***	1.033	0.03	2.32***	1.041	0.023	2.372***	1.039	0.023	2.382***	1.041
出門自由度	0.126	5.01***	1.024	0.107	4.191***	1.082	0.109	4.258***	1.078	0.121	4.826***	1.032
父親教育程度 3	0.249	2.546***	1.007	0.261	2.696***	1.009	0.26	2.676***	1.008	0.255	2.624***	1.008
父親教育程度 5	2.232	2.031***	1.019	2.206	2.024***	1.019	2.202	2.019***	1.019	2.14	1.953**	1.02
通學距離	0.000	-7.633***	1.028	0.000	-6.736***	1.088	0.000	-6.722***	1.094	0.000	-6.651***	1.131
獨立型通學				0.045	3.149***	1.142						
主動型運具							0.042	2.957***	1.142			
機動型運具										-0.029	-2.155***	1.127
F 值	19.292***			18.244***			18.038***			17.319***		
R ²	0.186			0.202			0.2			0.194		
Adj-R ²	0.177			0.191			0.189			0.182		
D-W 值	2.02			2.032			2.034			2.037		
	(du 4 - du) _{0.005} = (1.877, 2.123)			(du 4 - du) _{0.005} = (1.881, 2.118)			(du 4 - du) _{0.005} = (1.881, 2.118)			(du 4 - du) _{0.005} = (1.881, 2.118)		

***者表示達 $\alpha=0.05$ 顯著水準；**者表示達 $\alpha=0.1$ 顯著水準；*者表示達 $\alpha=0.2$ 顯著水準

表 10 路徑結構正確性模式校估結果表

自變數 \ 模式	基本模式			延伸模式 1			延伸模式 2			延伸模式 3		
	係數	t 值	VIF 值	係數	t 值	VIF 值	係數	t 值	VIF 值	係數	t 值	VIF 值
性別(1=男)	0.52	5.373***	1.94	0.504	5.287***	1.943	0.503	5.271***	1.944	0.487	5.054***	1.961
身體活動次數	0.042	4.181***	1.707	0.037	3.75***	1.729	0.037	3.803***	1.725	0.043	4.34***	1.709
父母自由度	0.255	17.562***	3.923	0.246	17.022***	4.013	0.246	16.988***	4.019	0.236	15.224***	4.555
1 公里以內商店	0.448	9.751***	3.181	0.401	8.6***	3.384	0.402	8.609***	3.381	0.432	9.456***	3.215
父親教育程度 5	1.841	1.633*	1.021	1.809	1.629*	1.021	1.802	1.622*	1.021	1.986	1.777**	1.023
通學距離	0.000	-3.022***	1.706s	-0.000	-2.071***	1.797	-0.000	-2.02***	1.806	0.000	-4.044***	1.961
獨立型通學				0.058	4.073***	1.510						
主動型運具							0.059	4.088***	1.501			
機動型運具										0.043	3.322***	2.949
F 值	533.559***			473.768***			473.894***			467.964***		
R ²	0.863			0.868			0.868			0.866		
Adj-R ²	0.862			0.866			0.866			0.864		
D-W 值	1.896			1.897			1.900			1.908		
	(du,4 - du) _{0.005} = (1.8732,127)			(du,4 - du) _{0.005} = (1.8772,123)			(du,4 - du) _{0.005} = (1.8772,123)			(du,4 - du) _{0.005} = (1.8772,123)		

***者表示達 $\alpha=0.05$ 顯著水準；**者表示達 $\alpha=0.1$ 顯著水準；*者表示達 $\alpha=0.2$ 顯著水準

表 11 認知圖豐富度模式校估結果表

自變數 \ 模式	基本模式			延伸模式 1			延伸模式 2			延伸模式 3		
	係數	t 值	VIF 值									
年級	0.665	5.049***	5.331	0.602	4.420***	5.726	0.596	4.382***	5.719	0.678	5.123***	5.393
停留站數	-0.521	-1.802**	1.293	-0.497	-1.723**	1.296	-0.497	-1.724**	1.296	-0.521	-1.802**	1.293
旅遊次數	0.110	1.319*	1.905	0.114	1.368*	1.907	0.114	1.371*	1.906	0.117	1.396*	1.919
父母自由度	-0.131	-1.685**	5.311	-0.121	-1.559*	5.338	-0.121	-1.557*	5.335	-0.106	-1.292*	5.907
到公園自由 度	0.807	2.276***	5.408	0.744	2.094***	5.462	0.746	2.101***	5.451	0.820	2.312***	5.417
1 公里以外商 店	0.528	1.338*	3.420	0.495	1.257	3.428	0.489	1.242	3.429	0.554	1.402*	3.437
父親教育程 度 1	-2.068	-2.173***	1.273	-2.037	-2.143***	1.273	-2.026	-2.133***	1.273	-2.043	-2.145***	1.274
母親教育程 度 1	3.254	3.148***	1.257	3.086	2.979***	1.268	3.079	2.976***	1.266	3.198	3.089***	1.261
家庭年收入 1	0.707	1.332*	1.432	0.709	1.339*	1.432	0.713	1.347*	1.432	0.731	1.376*	1.435
家庭年收入 3	1.518	2.504***	1.338	1.506	2.491***	1.338	1.501	2.484***	1.338	1.508	2.488***	1.338
獨立型通學				0.120	1.754**	1.572						
主動型運具							0.133	1.942**	1.547			
機動型運具										-0.054	-0.962	2.630
F 值	33.140***			30.532***			30.637***			30.207***		
R^2	0.398			0.401			0.402			0.399		
Adj- R^2	0.386			0.388			0.389			0.386		

D-W 值	2.001 $(du_4 - du)_{0.05} = (1.890, 2.110)$	1.995 $(du_4 - du)_{0.05} = (1.890, 2.110)$	1.994 $(du_4 - du)_{0.05} = (1.890, 2.110)$	2.007 $(du_4 - du)_{0.05} = (1.890, 2.110)$
-------	--	--	--	--

***者表示達 $\alpha=0.05$ 顯著水準；**者表示達 $\alpha=0.1$ 顯著水準；*者表示達 $\alpha=0.2$ 顯著水準

表 12 認知圖總分數模式校估結果表

自變數 \ 模式	基本模式			延伸模式 1			延伸模式 2			延伸模式 3		
	係數	t 值	VIF 值	係數	t 值	VIF 值	係數	t 值	VIF 值	係數	t 值	VIF 值
(常數)	8.244	3.852***		8.305	3.893***		8.319	3.902***		9.675	4.338***	
年級	2.838	10.383***	1.234	2.684	9.521***	1.322	2.679	9.515***	1.319	2.819	10.347***	1.235
身體活動 次數	0.161	1.891**	1.060	0.150	1.766**	1.064	0.151	1.783**	1.062	0.143	1.679**	1.070
到公園自 由度	1.702	2.458***	1.245	1.539	2.217***	1.261	1.548	2.234***	1.258	1.582	2.287***	1.253
到街上自 由度	-1.139	-1.729**	1.244	-1.181	-1.797**	1.245	-1.186	-1.806**	1.245	-1.137	-1.732**	1.244
1 公里以內 商店	0.784	1.624*	1.282	0.735	1.528*	1.285	0.731	1.520*	1.285	0.745	1.548*	1.284
1 公里以外 商店	1.825	2.284***	1.226	1.744	2.188***	1.229	1.738	2.180***	1.229	1.798	2.258***	1.226
汽車數量	-1.180	-1.844**	1.060	-1.108	-1.735**	1.063	-1.110	-1.740**	1.063	-1.126	-1.764**	1.062
機車數量	0.757	1.844**	1.071	0.856	2.080***	1.085	0.864	2.100***	1.086	0.893	2.160***	1.096
父親教育 程度 1	-3.089	-1.802**	1.161	-3.096	-1.812**	1.161	-3.087	-1.808**	1.161	-3.133	-1.835**	1.161
母親教育	-2.545	-1.831**	2.675	-2.448	-1.766**	2.678	-2.464	-1.779**	2.677	-2.557	-1.847**	2.676

程度 2												
母親教育程度 3	-2.703	-1.959**	2.806	-2.628	-1.910*	2.808	-2.652	-1.929**	2.807	-2.721	-1.979***	2.806
家庭年收入 2	1.518	1.369*	1.286	1.524	1.379***	1.286	1.506	1.363*	1.286	1.503	1.361*	1.286
家庭年收入 3	4.127	3.382***	1.338	4.122	3.390***	1.338	4.107	3.379***	1.338	3.945	3.238***	1.344
家庭年收入 4	3.756	2.880***	1.376	3.987	3.057***	1.386	3.983	3.056***	1.384		2.996***	1.379
獨立型通學				0.267	2.108***	1.208						
主動型運具							0.281	2.221***	1.194			
機動型運具										-0.247	-2.186***	1.068
F 值	16.098***			15.426***			15.473***			15.458***		
R ²	0.312			0.318			0.319			0.319		
Adj-R ²	0.293			0.297			0.298			0.298		
D-W 值	1.931			1.937			1.938			1.955		
	(du ₄ - du) _{α=0.15} = (1.907, 2.093)			(du ₄ - du) _{α=0.05} = (1.911, 2.089)			(du ₄ - du) _{α=0.05} = (1.911, 2.089)			(du ₄ - du) _{α=0.05} = (1.911, 2.089)		

***者表示達 $\alpha=0.05$ 顯著水準；**者表示達 $\alpha=0.1$ 顯著水準；*者表示達 $\alpha=0.2$ 顯著水準

(二) Poisson 和 二項 logit 迴歸分析

1. Poisson 迴歸模式

對應變數成對地標比較使用 Poisson 迴歸模式進行校估，因為過度變異檢定顯示，變異數相近於平均數，因此使用 Poisson 迴歸模式。首先加入控制變數校估模式，包含年級、性別、體重狀態(BMI 值)、停留站數、身體活動次數、旅遊次數、旅遊經驗、小朋友自由度、父母自由度、到公園自由度、到街上自由度、到 1 公里以內商店自由度、到 1 公里以外商店自由度、出門自由度、汽車數量、機車數量、自由車數量、其他運具數量、父親教育程度、母親教育程度、家庭年收入、通學距離和(機動運具×通學距離)等變數，根據顯著性，將不顯著的控制變數刪除後再進行模式校估。表 13 結果顯示，1 公里以外商店自由度、父親教育程度 5 和(機動運具×通學距離)等變數對成對地標比較有負向影響關係，其他變數皆對成對地標比較有正向影響關係。變數篩選的基本模式 χ^2 為 75.56，表示篩選後留下的變數係數校估值均為顯著，模式解釋能力 p^2 值為 0.031 的水準。

由於前面第四章敘述統計分析之相關分析，可以發現三種通學運具中，獨立型通學和主動型運具的相關性高，因此在將變數加入基本模式中，採用各自獨立加入的方法進行校估。由表 13 結果顯示，三種通學運具都沒有顯著的影響關係，而且模式解釋能力 p^2 值也沒有增加，依然維持在 0.031 的水準。

2. 二項 logit 迴歸模式

本研究採用二項 logit 迴歸模式進行特定地標方位之模式校估，首先加入控制變數校估模式，包含年級、性別、體重狀態(BMI 值)、停留站數、身體活動次數、旅遊次數、旅遊經驗、小朋友自由度、父母自由度、到公園自由度、到街上自由度、到 1 公里以內商店自由度、到 1 公里以外商店自由度、出門自由度、汽車數量、機車數量、自由車數量、其他運具數量、父親教育程度、母親教育程度、家庭年收入、通學距離和(機動運具×通學距離)等變數，根據顯著性，將不顯著的控制變數刪除後再進行模式校估。表 14 結果顯示，停留站數、旅行次數和(機動運具×通學距離)對特定地標方位測驗有負向的影響關係，其他控制變數則為正向的影響關係。變數篩選的基本模式 χ^2 為 14.382，表示篩選後留下的變數係數校估值均為顯著，模式解釋能力 p^2 值為 0.02 的水準。

由於前面第四章敘述統計分析之相關分析，可以發現三種通學運具中，獨立型通學和主動型運具的相關性高，因此在將變數加入基本模式中，採用各自獨立加入的方法進行校估。由表 14 結果顯示，三種通學運具對特定地標方位測驗並沒有顯著的影響結果。

表 13 成對地標比較 Poisson 迴歸模式校估結果表(答對題數)

模式 自變數	基本模式			延伸模式 1			延伸模式 2			延伸模式 3		
	係數估計值	顯著性	VIF 值									
(常數)	1.516	0.000***		1.518	0.000***		1.518	0.000***		1.512	0.000***	
年級	0.082	0.000***	1.019	0.083	0.000***	1.151	0.084	0.000***	1.145	0.082	0.000***	1.027
1 公里以外商店自由度	-0.048	0.109*	1.013	-0.047	0.119*	1.017	-0.046	0.135*	1.017	-0.048	0.11*	1.013
汽車數量	0.055	0.033***	1.043	0.055	0.034***	1.044	0.055	0.086**	1.044	0.056	0.033***	1.044
父親教育程度 3	0.072	0.052**	1.145	0.071	0.056**	1.152	0.071	0.083**	1.151	0.072	0.054**	1.141
父親教育程度 4	0.119	0.023***	1.153	0.117	0.026***	1.159	0.116	0.06**	1.158	0.118	0.025***	1.158
父親教育程度 5	-0.191	0.01***	1.01	-0.188	0.011	1.011	-0.187	0.017***	1.011	-0.19	0.011***	1.011
機動運具 ×通學距離	-0.00003	0.025***	1.045	-0.00003	0.024***	1.168	-0.00003	0.032***	1.172	-0.00003	0.048***	1.462
獨立型通學				-0.002	0.644	1.293						
主動型運							-0.004	0.566	1.288			

具												
機動型運 具										0.001	0.856	1.427
β_{η}	-1192.278		-1192.171		-1192.059		-1192.261					
β_{λ}	-1230.058		-1230.058		-1230.058		-1230.058					
ρ^2	0.031		0.031		0.031		0.031					
χ^2	75.56***		75.773***		75.998***		75.593***					
$g(\beta_{\eta})$	-3.667		-3.67		-3.674		-3.668					
$g(\beta_{\lambda})$	-3.995		-4.004		-4.012		-3.997					

***者表示達 $\alpha=0.05$ 顯著水準；**者表示達 $\alpha=0.1$ 顯著水準；*者表示達 $\alpha=0.2$ 顯著水準

表 14 特定地標方位二項 logit 迴歸模式校估結果表(答對=1)

自變數 \ 模式	基本模式			延伸模式 1			延伸模式 2			延伸模式 3		
	係數估計值	顯著性	VIF 值	係數估計值	顯著性	VIF 值	係數估計值	顯著性	VIF 值	係數估計值	顯著性	VIF 值
(常數)	-1.098	0.035***		-1.101	0.037***		-1.388	0.009***		-1.216	0.023***	
停留站數	-0.252	0.042***	1.003	-0.252	0.042***	1.004	0.109	0.045***	1.004	-0.25	0.043***	1.003
旅行次數	-0.046	0.186*	1.018	-0.046	0.186*	1.018	-0.046	0.186*	1.018	-0.047	0.175*	1.019
旅行經驗(1=有)	0.935	0.073**	1.012	0.935	0.073**	1.012	0.858	0.1**	1.012	0.904	0.083**	1.017
家庭年收入 4	0.36	0.138*	1.021	0.362	0.14*	1.036	0.389	0.112*	1.035	0.342	0.161*	1.027
通學距離	0.0002	0.126*	6.209	0.0002	0.129*	6.271	0.0004	0.022***	6.256	0.0003	0.073**	7.94
機動運具×通學距離	-0.0002	0.165*	6.184	-0.0002	0.178*	6.509	-0.0006	0.028***	6.479	-0.0004	0.094**	9.775
獨立型通學				0.001	0.968	1.141						
主動型運具							0.017	0.531	1.14			
機動型運具										0.032	0.325	1.776
β_0	-348.52			-348.519			-348.704			-348.031		
β_1	-355.711			-355.711			-355.711			-355.711		
R^2	0.02			0.02			0.02			0.022		
χ^2	14.382***			14.384***			14.0136***			15.36***		

***者表示達 $\alpha=0.05$ 顯著水準；**者表示達 $\alpha=0.1$ 顯著水準；*者表示達 $\alpha=0.2$ 顯著水準

六、討論

(一) 假說驗證

模式校估結果整理如表 15。

表 15 通學運具變數與空間認知影響關係表

空間認知		通學運具	獨立型通學	主動型運具	機動型運具
		線性迴歸模式			
空間知識	距離估計誤差		△	△	△
空間能力	心理旋轉能力		△	△	△
	指北方位誤差		△	△	△
空間表徵	地標分數		△	△	△
	路線分數		△	△	△
	區域分數		△	△	△
	路徑方向正確性	+***	+***	+***	-***
	路徑結構正確性	+***	+***	+***	+***
	認知圖豐富度	+**	+**	+**	△
	認知圖總分	+***	+***	+***	-***
Poisson 迴歸模式					
空間知識	成對地標比較		△	△	△
二項 logit 迴歸模式					
空間能力	特定地標方位		△	△	△
+：正向影響；-：負向影響；△：代表顯著水準未達 $\alpha=0.2$ ***者表示達 $\alpha=0.05$ 顯著水準；**者表示達 $\alpha=0.1$ 顯著水準； *者表示達 $\alpha=0.2$ 顯著水準					

三種通學運具變數對兒童空間知識中的成對地標比較和距離估計誤差，都沒有顯著的影響，與推論結果並不相符。三種通學運具變數對兒童空間能力中的心理旋轉能力、指北方位誤差和特定地標方位等都沒有顯著的影響關係，與推論結果並不相符合。

在空間表徵方面，根據線性迴歸模式校估的結果可以發現，獨立型通學和主動型運具對路徑方向正確性有顯著的正向影響，表示兒童通學使用獨立型通學和主動型運具的次數越多，對於認知周遭環境路徑方向的正確性也越高，而機動型運具對路徑方向正確性則有顯著的負向影響，表示兒童通學使用機動型運具的次

數越多，對於認知周遭環境路徑方向的正確性也越低，與本研究推論相同；另外獨立型通學和主動型運具對路徑結構正確性也有顯著的正向影響，表示兒童通學使用獨立型通學和主動型運具的次數越多，對於認知路徑結構的正確性也越高，與本研究推論相同；值得注意的是，機動型運具對路徑結構正確性也有顯著的正向影響，表示兒童通學使用機動型運具次數越多，對於認知路徑結構的正確性也越高，與本研究推論不符；獨立型通學和主動型運具對認知圖的豐富度也有顯著的正向影響，表示兒童使用獨立型通學和主動型運具通學的次數越多，在認知圖繪畫的豐富度分數也會越高；最後，獨立型通學和主動型運具對認知圖的總分也有顯著的正向影響關係，表示兒童使用獨立型通學和主動型運具通學的次數越多，在認知圖繪畫的總分上也會越高，而機動型運具對認知圖的總分則有顯著的負向影響關係，表示兒童使用機動型運具通學的次數越多，在認知圖繪畫的總分上也會越低，與本研究推論相同。

根據線性迴歸模式校估結果發現，通學運具中的機動型運具對路徑結構正確性和認知圖豐富度並沒有顯著影響；另外三種通學運具都對地標分數、路徑分數和區域分數沒有顯著的影響關係，表示通學運具對空間表徵並非全部都有影響，只有部分項目有顯著關係，與推論不相同。

根據前述通學運具對兒童空間認知的影響關係實證結果，對本研究提出的三項假說一一進行檢核，結果如表 16。

表 16 假說驗證表

假說	假說內容	假說驗證	支持假說之變數
假說一	使用主動型運具通學對兒童空間認知有正向影響關係	部分支持	路徑方向正確性、路徑結構正確性、認知圖豐富度、認知圖總分
假說二	使用機動型運具通學對兒童空間認知有負向影響	部分支持	路徑方向正確性、認知圖總分
假說三	使用獨立型通學對兒童空間認知有正向影響	部分支持	路徑方向正確性、路徑結構正確性、認知圖豐富度、認知圖總分

(二) 結果討論

1. 獨立型通學

在獨立型通學方面，兒童以獨立型通學上下學對空間認知中「空間表徵」的「路徑方向正確性」、「路徑結構正確性」、「認知圖豐富度」和「認知圖總分」皆具有顯著的正向影響關係。

在空間表徵中的「路徑方向正確性」，使用獨立型通學的次數越多，兒童在

路徑認知方向正確性越高，與 Ahmadi and Taniguchi (2007) 和 Rissotto and Tonucci (2002) 的研究結果相同，表示兒童獨立上下學在路徑認知方向正確性越高，兒童在獨立上下學的途中，可以有更多機會注意到周遭的環境，而且他們需要自己去記憶上下學的路徑，才可以獨立通學，在認知學校到住家附近路徑的正確性上就會比較高，比起父母陪同上下學的兒童，他們跟在父母身邊或者是使用汽機車接送，兒童比較不會去注意上下學的路徑以及周遭的環境，所以在認知路徑的正確性上就會比較低。

在空間表徵中的「路徑結構正確性」，使用獨立型通學的次數越多，兒童在路徑認知結構的正確性越高，支持 Ahmadi and Taniguchi (2007) 和 Rissotto and Tonucci (2002) 文獻的研究結果，顯示兒童自行步行和自行騎自行車在路徑認知結構的正確性，比父母陪同上下學在路徑認知結構的正確性越高。兒童在獨立上下學的途中，需要去記憶路線且認知自己經過這些地方，能夠對整體的路線結構更了解，就比較不會發生路徑結構翻轉或倒轉的問題，而對於路徑的轉角數目也更清楚，相較於父母陪同上下學的兒童，在通學的途中，可能不會將注意力全放在通學的路徑上，所以對於路徑結構和路徑的轉角數就不太了解，因此常會發生路徑結構翻轉或倒轉的現象。

在空間表徵中的「認知圖豐富度」，使用獨立型通學的次數越多，兒童在認知圖繪畫的豐富度越高，此發現與 Ahmadi and Taniguchi (2007) 和 Rissotto and Tonucci (2002) 文獻結果不同，這兩個研究認為通學運具對認知圖豐富度並沒有顯著的影響，可能是因為他們在認知圖的設計上，已經將學校的位置和相關的邊界印製在紙上，因此限制了兒童可以繪畫的內容，他們只能在此範圍中畫出他們所知道的地方 (places)，超出範圍的地方就無法畫在認知圖上，但本研究在認知圖的設計上是提供一張 A4 的白紙，要兒童畫出他們的家和學校周圍的地圖，每位兒童住的地方不同，因此畫出來的地方也會有差異，在沒有範圍的限制下，兒童可以畫出更多他們所知道的地方，因此測量的結果也會更準確。結果顯示，獨立通學的兒童在繪畫認知圖的豐富度，比父母陪同上下學兒童繪畫的認知圖豐富度要來的高，因此獨自上下學可能會有機會接觸到更多地方，放學停留的站數也越多，在繪畫認知圖時就可以畫出越多的豐富度，但父母陪同上下學的兒童，跟著父母回家，所走的地方和路線都是由父母所決定的，兒童沒有太多的機會可以去探索其他地方，因此畫出來的認知圖豐富度就較低。

在空間表徵中的「認知圖總分」，使用獨立型通學的次數越多，兒童在認知圖繪畫的總分會越高，此結果和 Joshi *et al.* (1999) 與 Ahmadi and Taniguchi (2007) 的研究結果不同，他們認為獨立步行通學和成人陪同步行通學並沒有顯著的影響差異，可能原因是因為他們在運具的調查上，只考慮將使用某一種特定運具的樣本納入討論，而且只考慮通學單一旅次的運具，沒有將上學和放學的運具分開調查，因此獨立步行通學和成人陪同步行通學才沒有顯著的影響差異；但本研究在

運具的調查是包括上學和放學兩個時段，還完整調查一周的通學運具次數，在較完善的設計和調查下，實證結果發現獨立型通學的次數越多，兒童在認知圖繪畫的總分會越高，代表兒童獨立上下學的自主性也越高，有較多機會去探索不同的地方，因此對於周遭環境的認識更了解。

2. 主動型運具

在主動型運具方面，兒童使用主動型運具上下學對空間認知中「空間表徵」的「路徑方向正確性」、「路徑結構正確性」、「認知圖豐富度」和「認知圖總分」皆具有顯著的正向影響關係。

在空間表徵中的「路徑方向正確性」，使用主動型運具通學的次數越多，兒童在認知路徑方向的正確性越高，與 Ahmadi and Taniguchi (2007) 和 Rissotto and Tonucci (2002) 的研究結果相同，顯示兒童在上下學的途中，若有尋路行為的發生，會對周圍路徑和路線有較深的印象，兒童也會去記住上下學的路徑，因此在認知路徑方向的正確性越高，但兒童若在上下學途中沒有尋路行為的發生，例如給安親班接送或汽機車接送，兒童只會跟著大人往目的地前進，對於附近的路徑就沒有更多認識，因此在認知路徑方向的正確性就越低。

在空間表徵中的「路徑結構正確性」，使用主動型運具通學的次數越多，兒童在認知路徑結構的正確性越高，此發現支持 Ahmadi and Taniguchi (2007) 和 Rissotto and Tonucci (2002) 的研究結果，顯示兒童使用主動型運具上下學的途中，有尋路行為的發生，對於通學路線的結構有較深的了解，透過尋找的過程，會加深兒童對於附近路線的印象，因此在認知圖路徑結構的正確性越高，較不易發生路徑翻轉或倒轉的現象，對於路徑的轉角數目也有較正確的了解。但若兒童使用被動型運具上下學，在通學途中沒有尋路行為的發生，如汽機車接送或父母陪同上下學，兒童只跟著父母的步伐或是只坐在車上，對於通過的路徑沒有更進一步的認識，因此在認知路徑結構的正確性越低，較容易發生路徑翻轉或倒轉的現象，繪畫的轉角數目也較不正確。

在空間表徵中的「認知圖豐富度」，使用主動運具通學的次數越多，兒童在認知路徑結構的正確性越高，此結果與 Ahmadi and Taniguchi (2007) 和 Rissotto and Tonucci (2002) 的研究結果不相同，可能是因為先前的研究在認知圖的設計上，已經將學校的位置和相關的邊界印製在紙上，因此限制了兒童可以繪畫的內容，他們只能在此範圍中畫出他們所知道的地方 (places)，超出範圍的地方就無法畫在認知圖上，但本研究在認知圖的設計上是提供一張 A4 的白紙，要兒童畫出他們的家和學校周圍的地圖，每位兒童住的地方不同，因此畫出來的地方也會有差異，在沒有範圍的限制下，兒童可以畫出更多他們所知道的地方，因此測量的結果也會更準確。結果顯示，主動型通學的兒童，因為在上下學途中有尋路行為的發生，兒童在建構內在認知地圖會先以點地標為主 (Piaget, 1950)，再擴展

為線資訊，透過尋路建構出來的認知地圖，在認知圖的豐富度上就會越高，相反地使用被動運具通學的兒童，在上下學途中並沒有尋路行為的發生，建構內在認知地圖就會較緩慢，因此在認知圖的豐富度就會越低。

在空間表徵中的「認知圖總分」，使用主動型運具通學的次數越多，兒童在認知圖繪畫的總分會越高，此結果與 Ahmadi and Taniguchi (2007) 和 Rissotto and Tonucci (2002) 的研究結果相同，顯示兒童在上下學的途中，若有尋路行為的發生，會對周圍路徑和路線有較深的印象，兒童也會去記住上下學周遭環境的地方，因此在認知圖繪畫的總分會越高，但兒童若在上下學途中沒有尋路行為的發生，例如給安親班接送或汽機車接送，兒童只會跟著大人往目的地前進，對於附近的路徑就沒有更多認識，也沒有較多機會去探索周圍環境，因此在整體認知繪畫的分數就越低。

3. 機動型運具

在機動型運具方面，兒童使用機動型運具上下學對空間認知中「空間表徵」的「路徑方向正確性」和「認知圖總分」皆具有顯著的負向影響關係，但對「路徑結構正確性」有顯著的正向影響關係。

在空間表徵中的「路徑方向正確性」，使用機動型運具通學的次數越多，兒童在認知路徑方向的正確性越低，此結果與 Ahmadi and Taniguchi (2007) 和 Rissotto and Tonucci (2002) 的研究結果相同，顯示兒童在上下學的途中，使用機動型運具通學，就是給父母汽機車接送的兒童，有較少機會認識周遭路徑，因為通學途中只會坐在車上，跟父母聊天或做自己的事情，比較無法注意到外面的環境，因此在認知路徑方向的正確性上越低，若兒童是使用非機動型運具通學，如走路或騎自行車，在通學的途中有較多機會注意到周圍環境的變化，因此在認知路徑方向的正確性上就會越高。

在空間表徵中的「認知圖總分」，使用機動型運具通學次數越多，兒童在認知圖繪畫的總分會越低，此結果與 Ahmadi and Taniguchi (2007)、Rissotto and Tonucci (2002) 和 Tranter (1995) 的研究結果相同，表示兒童使用機動型運具上下學，對於周遭環境沒有較深的認識，通學途中的路徑或地標在短時間內就會移動過去，使兒童沒有機會去記住這些路徑或地標，因此在繪畫認知圖的總分上就會越低，而使用非機動型運具上下學的兒童，如走路或騎自行車有較多的機會和時間可以去慢慢認識周遭環境，也有較多機會可以去摸索不同的路線或地方，因此在繪畫認知圖的總分上就會越高。

在空間表徵中的「路徑結構正確性」，使用機動型運具通學次數越多，兒童在認知結構的正確性越高，此結果與本研究的推論不相符合，推測可能的原因為居住在學校附近的兒童，父母通常也會使用機車來接送上下學，為了方便或縮短通勤時間，以本研究樣本為例，通學距離在 1000 公尺以內的兒童，被汽機車接

送通學的比例達 42.6%，因為通學距離不長，故對路徑結構清楚，而正好此類兒童的機動型運具通學比例又高，才會顯示使用機動型運具次數越多，同時認知路徑結構的正確性也越高的結果。

4. 不顯著關係的可能原因

獨立型通學在本研究推測的結果應該會對空間認知中的「空間知識」和「空間能力」有正向的影響關係，但校估結果卻沒有顯著的影響。空間知識主要是測量兒童對於地標的距離估計，推測可能是因為國小兒童對於距離的概念還不太了解，因此無法有效的預估出大約的距離，才會導致對空間知識沒有顯著的影響關係；而空間能力中的指北方位誤差，國小兒童大約到中年級才會學習到東西南北的概念，而且在通學的途中，並沒有學習到東南西北概念機會，也沒有可應用的時機，因此才會沒有顯著影響；而空間能力中的心理旋轉能力，注重的是空間中的旋轉和立體概念，推測不論是獨立型通學或是父母陪同通學途中，都沒有增加或減少空間能力的機會，因此才沒有顯著的影響關係，此結果與 Joshi *et al.* (1999) 文獻研究結果相同。

主動型通學在本研究預期的結果應該會對空間認知中的「空間知識」和「空間能力」有正向的影響關係，但校估結果卻沒有顯著的影響。在空間知識中，Mondschein *et al.* (2010) 的研究結果發現使用主動運具的人在距離預估上表現比使用被動運具的人要好，且正確率較高，與本研究結果不符，可能原因是因為 Mondschein *et al.* (2010) 的研究對象為成人，成人在距離的估計上可以較明確的寫出距離的差異，且主動與被動運具的不同影響較顯著，兒童在主動運具和被動運具上，步行上學和汽機車接送對於距離的估計可能影響不大，因為兒童本身對於距離的概念尚不清楚，因此校估的結果才沒有顯著的影響。在空間能力中，指北能力和心理旋轉能力與 Joshi *et al.* (1999) 研究結果相同，通學運具對其並沒有影響關係，同樣的，在通學的途中，沒有學習到東南西北概念機會，也沒有可應用空間中旋轉和立體概念的時機，因此不論使用哪種通學運具都沒有增加或減少空間能力的機會，校估結果才沒有顯著的影響關係。

機動型運具在本研究預期的結果應該會對空間認知中的「空間知識」和「空間能力」有負向的影響關係，但校估結果卻沒有顯著的影響。但值得一提的是變數(機動運具×通學距離)在許多模式校估中都有顯著的負向影響關係，對認知圖區域分數、成對比標比較和特定地標方位都有負向的影響關係，可能是因為通學距離和機動型運具需要合在一起檢視才会有影響，通學的距離越長和使用機動型運具的次數越多，對空間知識、空間能力和空間表徵都會有負向的影響關係，此研究結果和 Gómez *et al.* (2011) 的發現相同，且此研究也將通學時間納入考量，而通學時間和通學距離有線性的關係，因此可以從此變數(機動運具×通學距離)發現機動型運具其實對空間認知有負向的影響。

5. 其他變數校估結果

在個人因素部分，性別(男=1)與心理旋轉能力、認知圖路線分數、路線方向正確性和路徑結構正確性有正向的影響關係，而性別(男=1)與指北方位誤差有負向的影響關係，此結果和 Ahmadi and Taniguchi (2007) 和 Gómez *et al.* (2011) 的研究發現不同，他們研究中的女性樣本，大多是使用主動型運具，因此才會造成女生的認知表現較好。而本研究發現，男生在空間能力中的旋轉概念和推理能力比女生較好，而且男生對於認知圖中與路徑相關的認知表現比女生還要好。

年級與心理旋轉能力、認知圖地標分數、認知圖路線分數、認知圖區域分數、認知圖豐富度、認知圖總分數和成對地標比較有正向的影響關係，而年級與指北方位誤差有負向的影響關係，可以發現，兒童隨著年齡增長，對於空間能力、空間知識和空間表徵都有正向的影響關係，年紀越大對於地標、路線、區域和周遭環境都深的了解，且空間推理和邏輯概念也會越好。

在個人行為部分，旅行經驗次數與認知圖豐富度有正向的影響關係，而與特定地標方位有負向的影響關係，顯示兒童旅遊經驗次數越多，對於周遭環境的認知會更豐富，但在特定地標方位測驗上，因為特定地標選在學校附近，兒童可能對於這些地標本身位置不清楚，而旅遊經驗大多又是以較長距離出遊為主，才會顯示有負向的影響關係。

旅遊經驗種類(有=1)與認知圖地標分數、認知圖區域分數和特定地標方位有正向的影響關係，顯示兒童有跨縣市的旅遊經驗，會對地標和區域的認識更加瞭解，對於整體周遭環境的空間認知有較好的發展。

課外身體活動次數與認知圖地標分數、路線方向正確性、路徑結構正確性和認知圖總分數有正向的影響關係，可以發現兒童課外身體活動次數越多，對於地標、路線方向、路徑結構和周遭環境的認知會越好，兒童可能藉由課後的身體活動，探索周遭的環境，而且可能是在沒有大人的陪伴下，兒童必須靠著自己去記憶和認識空間環境，因此課外的身體活動次數越多，對空間表徵的發展會越好。

自由度，到公園自由度與距離估計誤差、認知圖豐富度和認知圖總分數有正向的影響關係；到街上自由度與距離估計誤差有負向的影響關係，與心理旋轉能力和認知圖總分數有正向的影響關係；1公里以內商店與指北方位誤差有負向的影響關係，與認知圖路線分數、路徑結構正確性和認知圖總分數有正向的影響關係；1公里以外商店與認知圖路線分數、認知圖豐富度和認知圖總分數有正向的影響關係，與成對地標比較有負向的影響關係。可以發現自由度對於距離的估計、指北方位誤差和較遠地標的比較有負向的關係，因為自由度主要還是以住家附近的自由度為主，所以對於認知圖的分數、路線結構等離家較近的空間認知有正向的影響。

在家庭因素部分，母親教育程度(國小)與心理旋轉能力和指北方位誤差有負向的影響關係，與認知圖豐富度有正向的影響關係；母親教育程度(國中)與心理旋轉能力、認知圖路線分數和認知圖總分數有負向的影響關係；母親教育程度(高中)與認知圖總分數有負向的影響關係；母親教育程度(大學)與認知圖路線分數有正向的影響關係；母親教育程度(研究所以以上)與認知圖區域分數有負向的影響關係。父親教育程度(國小)與認知圖豐富度有負向的影響關係；父親教育程度(國中)與指北方位誤差有負向的影響關係；父親教育程度(高中)與認知圖區域分數有負向的影響關係，與路線方向正確性和成對地標比較有正向的影響關係；父親教育程度(大學)與成對地標比較有正向的影響關係；父親教育程度(研究所以以上)與心理旋轉能力、路線方向正確性與路徑結構正確性有正向的影響關係，與成對地標比較有負向的影響關係。

家庭年收入低與認知圖區域分數有負向的影響關係，與認知圖豐富度有正向的影響關係；家庭年收入中低與認知圖總分數有正向的影響關係；家庭年收入中與指北方位誤差有負向的影響關係，與認知圖豐富度和認知圖總分數有正向的影響關係；家庭年收入中高與心理旋轉能力、認知圖路線分數、認知圖區域分數、認知圖總分數和特定地標方位有正向的影響關係，與指北方位誤差有負向的影響關係。可以發現家庭年收入較低對於空間認知的負向影響較多，而家庭年收入越高對於空間認知的正向影響越高。

家戶持有車輛數，汽車數量與認知圖路線分數有負向的影響關係，與成對地標比較有正向的影響關係；機車數量與認知圖區域分數有正向的影響關係；自行車數量與認知圖區域分數有負向的影響關係；其他運具數量與距離估計誤差有正向的影響關係。可以發現汽車數量越多，對於路線的瞭解會越少，但對於地標的瞭解會更多，可能是因為開車坐在車上對於行走路線不會太注意，但汽車停下來時，會以地標為主，因此對於地標的比較有正向的影響；機車數量則是對於區域有正向的影響關係，可能是因為機車的移動範圍比較廣，比較符合區域的大小，但對於自行車則是移動範圍較小，所以對於區域的瞭解較低。

在旅次特性部分，回家途中停留的站數與認知圖的豐富度和特定地標方位有負向的影響關係，可能是因為兒童回家途中停留的站數通常是固定的站，而不會每次回家都停留在不同的地點，因此對於認知圖的豐富度則有負向的影響關係，而回家停留的站通常是自己熟悉的，特定地標方位不一定會在回家通過的路上，兒童可能會不熟悉那些地標，因此與特定地標方向有負向的影響關係。

通學距離與距離估計誤差、認知圖區域分數、認知圖方向正確性、認知圖結構正確性和特定地標方位有正向的影響關係，可以發現通學距離越長，兒童的空間認知發展會越好，可能是因為兒童住在學校附近，通學距離太短，無法認識到更廣大的空間，因此在認知圖的分數上表現較不好，而通學距離長，可以有更多時間在通學的過程中，和周遭環境互動並探索，因此在空間認知的表現上會越好。

通學距離×機動運具與認知圖區域分數有正向的影響關係，與成對地標比較和特定地標方位有負向的影響關係。可以發現距離越遠而使用機動型運具對於區域的繪製會有較好的表現，但是對於地標卻有負向的影響，可能是因為使用機動型運具會比較不去注意到周遭環境的變化，因此才會呈現負向的影響關係。

(三) 發展策略

策略一 規劃學校附近土地使用，需適合兒童步行和自行車通學

說明：

實證結果發現，兒童步行通學和騎自行車通學對空間認知有正向的影響關係，因此，建議政府部門規劃學校附近土地使用，以適合兒童步行和自行車通學。

在訪談中家長和兒童都有提到交通安全會影響他們通學運具的選擇。上下學時間學校附近都會擠滿了接送的家長，導致交通堵塞、危險和空氣汙染，不僅家長會擔心兒童在尖峰時間上下學會有危險，連兒童也認為不安全，學校策略也禁止兒童騎自行車上學，這樣的現象更讓家長不敢讓小朋友步行上下學。

因此，在土地使用方面，應該在學校附近增設人行道和自行車道，桃園縣 Q 國小四面圍牆只有兩面有人行道的設置，對兒童上下學不方便，甚至導致人車同行的情況，所以，在公共設施方面，政府應增設人行道和自行車道，讓小朋友可以安全的在人行道上行走，並且讓自行車和汽車不會在同一條路上碰撞，也可以讓家長安心，多鼓勵兒童自行上下學。

策略二 學校增設交通車，以提供兒童另一個大眾運輸的通學方式

說明：

實證結果發現獨立型通學中的學校交通車對兒童空間認知有正向的影響關係，因此，建議學校可以增設交通車，以提供兒童另一種大眾運輸的通學方式，並多鼓勵兒童搭乘交通車上下學。

台灣的小學並不像國外一樣流行學校交通車上下學，而桃園縣 Q 國小也沒有學校交通車的服務，導致每個小朋友都由各自的家長接送，讓上下學時間車輛增多、交通堵塞，更導致空氣和噪音汙染，因此，建議學校增設交通車，透過學校統一的方式來接送兒童上下學，不僅安全又可以減少汽機車輛的使用，也可以讓兒童獨立搭乘大眾運輸工具，和同學在學校交通車上也可以培養人際關係，增加自主性，對兒童空間認知的發展也會有良好的影響。

策略三 學校需提出交通安全措施辦法，並鼓勵兒童自行上下學

說明：

實證結果發現，兒童獨立上下學對空間認知有良好的影響，因此，建議學校應該要針對通學時間提出想相關解決辦法，例如美國在 1970 年代就開始推行 "Safe Routes to School"，不僅成功的降低兒童通學過程發生的意外，至目前美國 50 州都參與了此計畫，所以，學校應該跟著推行類似的交通安全措施，如上下學時間學校附近不可以停車，或是加強過馬路的安全，都可以提高兒童自行上下學的機會。而且學校也可以加強學生教育，鼓勵兒童自行上下學，也可以達到很棒的效果，更可以讓兒童空間認知有良好發展。

策略四 學校推行自行車考照及騎乘辦法

說明：

實證結果發現，兒童騎自行車上下學對空間認知有正向的影響，但是因為安全顧慮，家長通常不願意讓兒童騎自行車上下學，所以，建議學校為了使騎乘自行車學生有基本交通安全觀念，以維護騎乘自行車學生上下學安全，應該培養學生遵守交通法規的觀念，並舉辦的自行車考照辦法，兒童必須經由家長的同意向學校申請考照，取得自行車考照及格者才可以騎乘自行車上下學，並規定一律戴安全帽騎乘。以桃園縣觀音鄉的國小為例，學生必須先考筆試，筆試成績必須達到 90 分，再進行實際路考，包括直線騎乘、十字路口、兩段式轉彎、S 型、路邊停車等，筆試和路考都及格者，學校會發予自行車駕駛執照，學生即可騎乘自行車上下學，此方法可以鼓勵兒童騎乘自行車上下學，也可培養良好的交通觀念，家長也可以更放心，而且騎自行車上下學對空間認知也有較好的發展。

參考文獻

- Ahmadi, E., and Taniguchi, G. (2007) Influential factors on children's spatial knowledge and mobility in home-school travel: A case study in the city of Tehran. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 6(2):275-282.
- Gómez, D. M., Ruiz, J. R., Martínez, S.G., Chillón, P., López P. R., Diaz, L. E., Castillo, R., Veiga, O. L., and Marcos, A. (2011) Active commuting to school and cognitive performance in adolescents. *Archives of Pediatrics and Adolescent Medicine*, 165(4):300-305.
- Hart, R. A. and Moore, G. T. (1976) The development of spatial cognition: A review. In: Ittelson, W.H., Proshansky, H.M., and Rivlin, L.G., (Eds), *Environment Psychology: People and Their Physical Settings* (2nd ed.), 258-281. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Hillman, M., Adams, J. and Whitelegg, J. (1990) *One False Move...A Study of Children's Independent Mobility*. London: Policy Studies Institute.

- Joshi, M. S., MacLean, M., and Carter, W. (1999) Children's journey to school: Spatial skills, knowledge and perceptions of the environment. *British Journal of Developmental Psychology*, 17: 125-139.
- Kitchin, R. M. (1996) Are there sex differences in geographic knowledge and understanding? *The Geographical Journal*, 162(3):273-286.
- Lynch, K. (1960) *The Image of City*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Matthews, M. S. (1984) Environmental cognition of young children: Images of journey to school and home area. *Transactions of the Institute of British Geographers, New Series*, 9: 89-105.
- Mondschein, A., Blumenberg, E., and Taylor, B. (2010) Accessibility and cognition: The effect of transport mode on spatial knowledge. *Urban Studies*, 47(4):854-866.
- Parameswaran, G. (2003) Experimenter instructions as a mediator in the effects of culture on mapping one's neighborhood. *Journal of Environmental Psychology*, 23:406-414.
- Peters, M. (1995) *Revised Vandenberg & Kuse Mental Rotations Tests: forms MRT-A to MRT-D* [Tech. Rep.]. Guelph (ON), Canada: University of Guelph, Department of Psychology.
- Pfundt, F. and Duit, R. (1991) *Bibliography: Student's Alternative Frameworks and Science Education* (3rd ed.). Keil, West Germany: IPN.
- Pfundt, H., and Duit, R. (1997) *Bibliography: Students's Alternative Frameworks and Science Education* (4th ed.). Kiel, Germany: University of Kiel.
- Piaget, J. (1950) *The Psychology of Intelligence*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Poria, Y., Poria, N. A., and Barrett, M. (2005) Research note: The relationship between children's geographical knowledge and travel experience: An exploratory study. *Tourism Geographies*, 7(4):389-397.
- Rissotto, A., and Tonucci, F. (2002) Freedom of movement and environmental knowledge in elementary school children. *Journal of Environmental Psychology*, 22:65-77.
- Sandamas, G., and Foreman, N. (2007) Drawing maps and remembering landmarks after driving in a virtual small town environment. *Journal of Maps*, 35-45.
- Schmeink, D. and Thurston, A. (2007) The influence of travel experiences and exposure to cartographic media on the ability of ten-year-old children to draw cognitive maps of the world. *Scottish Geographical Journal*, 123(1):1-15.
- Thommen, E., Avelar, S., Sapin, V. Z., Perrenoud, S., and Malatesta, D. (2010) Mapping the journey from home to school: A study on children's representation of space. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 19(3):191-205.

- Tranter, P. (1995) Children's independent mobility and urban form in Australasian, English and German cities. *7th World Congerence on Transport Research*, Sydney, 31-44.
- Uttal, D. H. (2000) Seeing the big picture: Map use and the development of spatial cognition. *Developmental Science*, 3(3): 247-286.
- Vandenberg, S. G. and Kuse, A. R. (1978) Mental rotations, a group test of three-dimensional spatial visualization. *Perceptual and Motor Skills*, 69: 599-601.
- 洪文東、張琪、楊志強 (2009)，利用主題活動提升幼年期兒童的空間概念之研究。中華民國第二十五屆科學教育學術研討會，台北。
- 董娟鳴 (2005)，步行者空間認知對空間選擇影響之研究—以台北西門徒步區為例，國立政治大學地政學系博士論文。
- 潘桂成(1998)，經驗透視中的空間和地方(譯著)，原著：Tuan, Y. F. (1977), *Space and Place: The Perspective of Experience*, Minneapolis: University of Minnesota Press。台北：國立編譯館。
- 賴進貴 (1999)，中小學生地圖認知之研究。地圖，10:49-58。
- 鍾菊香 (2005)，認知圖述說幼兒空間認知能力的表現：以家家幼稚園戶外教學為例。國立台北教育大學幼教系碩士論文。

參、通學方式對兒童社會網絡的影響

摘要

兒童通學由同儕陪同，可以在過程中與同儕互動、分享學校生活、個人經驗或分享秘密，以達到增進彼此的關係，對兒童的社會發展有很大助益，並強化兒童的社會網絡。過去關於兒童通學之旅運研究，主要著眼於通學安全及運具選擇對於兒童的生理健康影響，但鮮少研究關注通學陪同方式對於兒童的社會層面的影響。鑒此，本研究欲釐清兒童通學陪同方式與社會網絡之理論關係。

根據文獻回顧與訪談結果，歸納出影響兒童社會網絡的重要因素，包括生理、心理、外在表現、家庭因素、社經地位等五大面向，做為研究之控制變數。在社會網絡資料蒐集方面，social-cognitive map (SCM) 被廣泛運用在社會網絡研究中，藉由詢問兒童的好朋友是誰，並請他們提名，進而建立網絡關係。社會網絡的指標選擇 size (網絡大小)、in degree (被提名數)、eigenvector centrality、core/periphery (核心/邊陲)及自編 P_F 值，做為依變數，分別從基本描述網絡的大小，到利用 in degree 與 eigenvector centrality 捕捉兒童的受歡迎程度，以及位於網絡中的重要性等。 P_F 值則是表現通學陪同名單中，同時為好朋友的比例，意在表示通學互動的關係強度。

研究對象來自新北市板橋區 H 國小的六年級學童，使用問卷進行調查，並使用 Tobit model、次序羅吉特，與二項羅吉特進行模式校估。根據實證結果，發現兒童通學陪同方式對於社會網絡有顯著影響，與同儕相處時間越長、同儕陪同規模越大，對於社會網絡有正向影響，成年人的陪同卻有負向影響。然而，並非所有與同儕相關之變數對於社會網絡皆有助益。上學旅次的同儕規模越大，對於社會網絡卻呈負向影響，推測與樣本特性有關，尚待後續研究釐清原因。

本研究釐清通學陪同方式對於社會網絡的影響，具有推進理論連結之貢獻。根據實證結果，通學由同儕陪同對於兒童社交生活有許多正向影響，建議學校可推行相關策略，鼓勵兒童多與同儕通學，以增進同儕關係，並培養社交能力。

關鍵字: 通學方式，社會網絡，兒童

Abstract

Commuting with peers during school travel creates social benefits to children. With peer companies, children can share school life, personal feelings and even

secrets with each other; therefore, it might strengthen children's social networks. Previous researches of school travel focused on safety and physical health of children, but studies of social domain were quite few. This study tried to link the relationships between school travel patterns and social networks of children.

Based on literature review and interviews, this study selected important influential variables to a child's social networks as control variables, which include physical, psychological, appearance/performance, family relationship, and socioeconomic statuses. In social network studies, social-cognitive map (SCM) is a well-used method to find who children's best friends are, and then build the network. Social network indicators like size, in degree, eigenvector centrality and core/periphery were used as dependent variables.

Sixth grade students were selected as study sample from an elementary school in Banciao District, New Taipei City. The samples were collected by a questionnaire survey and analyzed by ordered logit model, Tobit model, and binary logit model. The empirical evidence shows that school travel patterns do influence children's social networks. Generally, the more time and larger scale with peers are beneficial to social networks, but accompanied by adults has negative influence to social networks. However, it is not for certain, we can see some exceptions in the results that peer scale's effect on social networks is negative in to-school travel. These expectations could be related to characteristics of samples, and need further researches to clarify their reasons.

The contribution of this research lies in clarifying the influences of school travel patterns on social networks, which bridges the gap of previous researches. According to the results, accompanied by peers has a lot positive influences to child's social life. Therefore, this study recommends that school authorities can promote a policy like "go to school with friends more" to encourage children to develop peer relationships and social capability during school travels.

Key words: School travel pattern, Social network, Child

一、前言

交通運輸研究中，兒童以往不被認為是旅運中主要的行為者，而將重點放在一般成年人。若談到兒童運輸議題，也侷限在兒童的交通安全與兒童健康(Zwerts and Wets, 2006)，忽略兒童自主性。

從家中到學校的通學過程，是兒童日常生活中最常發生的旅次。在此，兒童的通學除了影響其生理健康，對於心理、社會網絡也會產生影響。通學行為又可

區分為運具選擇與通學方式兩方面。過去研究主力放在運具選擇對於生理健康的影響，國外相關研究指出，兒童若以步行或自行車的方式通學，可以增加生理運動能力，心肺功能較佳(Boreham and Riddoch, 2001; Sirard *et al.*, 2005)，肥胖程度也比被接送的兒童來的低 (Tudor-Locke *et al.*, 2002; Cooper *et al.*, 2003; Cooper *et al.*, 2005)。

運具選擇對生理健康的研究結果已有許多支持，但因通學方式的差異，意即由不同對象陪同可能影響心理與社會網絡方面研究仍較薄弱，提出的觀點依附在生理健康的相關研究之下。從發展心理學來看，兒童社會網絡對於兒童發展有很大影響，例如：社會網絡較好的兒童，可以得到較多情緒上支持 (Salomon and Strobel, 1997)，遇到問題或困難時比較容易找到幫助；相反的，社會網絡較差的兒童，於成年後易得到精神方面的疾病 (Cowen *et al.*, 1973)，或是輟學 (Carins *et al.*, 1989) 等負面影響。

國內關於兒童社會網絡研究方面，李思賢等(2006)以「兒童及青少年行為之長期發展研究」(Child and Adolescent Behaviors in Long-term Evolution, CABLE)計畫中的部分樣本做為研究對象，研究台北市與新竹縣的公私立小學的學生，發現家庭社會資本與學校社會資本缺乏的兒童，越有可能產生退縮、焦慮、孤單、憂鬱等內化問題。另外，中央研究院針對青少年社會網絡的研究，利用衛生署的一個研究計畫，對台北市的公私立國民中學的學生進行1996年至2000年的長期追蹤，共蒐集到1434個國一學童樣本，依照不同社會網絡連結型態做分類，分有「孤鳥型」、「一廂情願型」、「高傲型」、「追逐型」等四類，並探討不同類型間隨著時間的改變，與不同類型兒童的自尊差異(吳齊殷、李文傑，2001)。結合前述提及運具選擇與生理健康的關係，曾建勝(2001)、陳鵬仁、卓俊伶(2005)則發現兒童的身體活動量與同儕關係有正面相關的關係。

然而，國外雖有分別對兒童社會網絡、兒童通學方式進行探討，但兩者之間的關係討論鮮少，理論之間尚缺乏連結，也沒有實證研究的檢驗。國內方面，雖有關於兒童社會網絡與同儕關係之研究，但以研究的量來看，仍然有限，也缺乏兒童社會網絡與兒童通學方式之研究。所以，本研究目的在以實證研究方式釐清兒童的通學方式與社會網絡的關係，補足研究上的不足，並提供家長與學校方面，對於通學方式上的策略與建議。

綜合以上動機說明，將研究目的分項歸納於下：

- (一) 探討兒童通學方式影響社會網絡的理論關係。
- (二) 以實證分析檢驗兒童通學方式與社會網絡間的理論關係，確認其間關係

是否受實證資料支持。

二、文獻回顧

(一) 兒童社會網絡

根據 Gottlieb(1981)對於社會網絡(social network)的定義，指的是一個社會結構的單位，而結構的內容則是包含個人所有的社會連結。同儕關係(peer relationship)是建立兒童社會網絡的基礎，而與他人的「友誼(friendship)」的深淺又會影響兒童與同儕的關係。兒童時期，同儕關係提供個人發展很重要的支持(Cairns and Cairns, 1994; Kindermann, 1993)，兒童也依賴與同儕或是玩伴的互動來建立家庭以外的人際關係(Ascher and Parker, 1989)。友誼是建立同儕關係的基礎，可以提供兒童情緒上的支持(Salomon and Strobel, 1997)、提升自尊、給予自己正面的自我評價、給予安全感、提供親密感、增加自我被了解的機會、互相交流興趣、提供資訊上或實質上的幫助、助於提升感受與他人互動的敏感度，以及提供日後發展與異性親密關係，甚至是婚姻的標準等(Newcomb and Bagwell, 1995; Sullivan, 1953)。研究指出，受歡迎的兒童遇到困難時比較容易調適(Cairns *et al.*, 1995)，且行為偏差情形較少(Feiring and Lewis, 1988)；不受欢迎的兒童可能是因為缺乏社交技巧、個性害羞，或是有反社會行為(羅品欣、陳李綢，2005; LaFontana and Cillessen, 2002)，而被同儕排擠(Macrae *et al.*, 2003)。這些受到邊緣化兒童容易在長大後得到精神方面的疾病(Cowen *et al.*, 1973)，輟學率也偏高(Cairns *et al.*, 1995)，內化行為問題包括憂鬱傾向、社交焦慮、社交孤寂較為嚴重(李思賢等，2006)。

Moreno(1934)與 Sherif and Sherif(1953)的發現影響兒童社會網絡的因素，包括：性別、年齡、性格、偏差行為等，雖有不同因素的影響，但形成小團體的主要關鍵仍是物以類聚的概念(McPherson *et al.*, 2001)。這時期的男生與女生傾向建立與自己同性別的小團體，並且結交與自己性格相近的朋友(Cairns *et al.*, 1995)，但這也可能有負面影響，例如與喜歡酗酒、嗑藥的朋友來往，自己也可能養成這些習慣，或是輟學的學生，離開學校後，也會與同是輟學的學生聚在一起。而且，網絡會隨著與他人關係的改變而呈現動態性，Bigelow and LaGaipa (1980) 將兒童時期切分成三個階段，第一階段為 7 到 8 歲，這階段的兒童會考量朋友是否居住距離近、是否有好的玩具，並且可以分享對於玩樂活動的期待。第二階段為 10 到 11 歲，共享同樣的價值與規矩變得重要，注重相處的緊密性與忠誠度。最後的第三階段，為 11 到 13 歲，分享共同嗜好、主動瞭解對方，並且願意自我揭發(self disclosure) 或是分享秘密，發現每階段所強調建立友誼的重點不盡相同。

1. 台灣兒童社會網絡研究

關於兒童社會網絡研究，台灣文獻多使用同儕關係(曾建勝，2001；陳鵬仁、卓俊伶，2005；羅品欣、陳李綢，2005)、友伴關係(簡茂發，1983)、社會資本(李

思賢等, 2006), 或者友誼(林慧姿、程錦琳, 2006)等關鍵字進行研究, 而非直接使用社會網絡的字眼描述。不過研究內容仍舊屬於社會網絡的範圍, 因此仍對這些文獻做分析討論。

文獻除了討論兒童的同儕關係、友伴關係, 並將可能影響之因素納入討論。簡茂發(1983)對於台北市 4 到 6 年級, 共 228 位兒童進行調查, 分析不同的社經地位、智力、學業表現、人格適應, 與父母管教態度與兒童友伴關係的關聯性, 發現除了社經地位, 智力、學業表現、人格適應, 以及父母的管教態度皆與友伴關係達顯著相關, 而研究中的友伴關係則是要求兒童分別提名最喜歡與最不喜歡的同學名單, 以算出每個人的社交地位指數(Index of Social Status Score, ISSS)。

羅品欣、陳李綱(2005)討論的同儕關係, 非如同一般利用提名好友的方式調查, 而是將互動關係分為正向關係及負向關係, 正向關係包括合作與利他行為、遊戲與聯合活動、信任與尊重、親密與依附等四大向度; 負向關係則包括支配與指使、衝突與攻擊、競爭與忌妒、敵意與防衛四大向度。這種分類方法可以更深入了解互動關係的內容, 而非只有提名好友的關係存在。更重要的是, 羅品欣、陳李綱(2005)的研究更納入家庭結構(單親或非單親家庭)、親子關係、情緒智力(EQ)等可能影響同儕關係的因素, 結果發現女生、雙親家庭、與父母關係密切、情緒智力高的兒童, 正向同儕關係較好; 而男生、單親家庭、與父母關係疏離、情緒智力低的兒童, 相較之下負向同儕關係則較明顯。兒童第一個學習的環境即從家庭而來, 家庭的人際互動關係影響兒童的同儕互動關係受到許多研究的重視(Hartup, 1974; Cassidy *et al.*, 1992; 羅品欣、陳李綱, 2005)

除了從個人特性與表現, 還有家庭因素的關係, 學者也從生理角度切入對於同儕關係的影響。曾建勝(2001)與陳鵬仁、卓俊伶(2005)分別從體適能與身體活動能力去看與同儕關係的相關性, 同樣使用 ISSS 做為衡量同儕關係的依據。結果發現, 兒童身體活動量與 ISSS 呈正相關, 但非因果關係, 因為還有其他影響因素, 例如: 討人喜歡的姓名、外表吸引力、較佳的學業能力(曾建勝, 2001)。在陳鵬仁、卓俊伶(2005)的研究結果則發現男學童體適能中的身體質量指數、立定跳遠及 800 公尺跑步與同儕關係有顯著相關; 女學童之五個體適能項目與同儕關係也皆有顯著相關。

從 Moreno(1934)與 Sherif and Sherif(1953)的研究發現, 性別、年齡、性格與偏差行為會影響社會網絡, 綜合台灣的研究, 更將社經地位、智力、學業表現、

人格適應，與父母管教態度、家庭結構、親子關係、情緒智力、生理健康等納入影響因素，助於後續的研究設計。

2. 北美的兒童社會網絡研究

美國與加拿大的文獻可分為單純討論社會網絡的研究，以及加入其他影響社會網絡因素的研究兩部分。大部分的調查樣本來源為國小高年級到國中階段學生，大約在 9 到 13 歲間(Cairns *et al.*, 1995; Salomon and Strobel, 1997; Gest *et al.*, 2003; Gest *et al.*, 2007) ，強調由小學進入中學的轉換期，社會網絡發生改變的研究。

單純的社會網絡研究針對性別與年齡做深入討論，發現女生比男生易建立有效的連結，易尋求幫助(Salomon and Strobel, 1997) ，這與女生容易尋求幫助、注重關係的特性有關。另外，在同性別團體中，發現男生傾向尋找同性別團體(group)，但女生會傾向尋找同性別的兩兩團體(dyadic) (Coleman, 1961; Dunphy, 1963; Savin-Williams, 1979; Maccoby, 1990) ，但也有研究認為男女生在形成大團體，或是兩兩團體上並沒有顯著差異(Gest *et al.*, 2007) ，不過在團體大小(group size)上，女生團體通常會比男生團體來的小(Gest *et al.*, 2007)。

年齡方面，學齡前兒童的社會網絡比較不穩定(Hanish *et al.*, 2007)。兒童從小學進入中學，是一個成長轉換的階段，因為學校的改變，認識更多不同的人，而且隨著年齡增加，兒童具有更多能力幫他們所在的社會團體分群(Gest *et al.*, 2003) ，因此，部分研究選取這年紀的兒童做為樣本來源，分析其中轉換的差異(Cairns *et al.*, 1995; Gest *et al.*, 2003; Gest *et al.*, 2007)

除了單純考量性別與年齡的影響，研究進一步將其他可能影響社會網絡的因素也納入討論，包括兒童肥胖情形(Strauss and Pollack, 2003; Storch *et al.*, 2007) 、兒童的性格 (Jensen-Campbell *et al.*, 2002) ，還有詳細分析兒童受歡迎的原因，例如：外表吸引力、穿著、衛生習慣、學業表現、聰明、運動能力、行為偏差、權力掌控、利社會行為、反社會行為、才藝能力等 (LaFontana and Cillessen, 2002) 。

如同曾建勝(2001)與陳鵬仁、卓俊伶(2005)從兒童的生理健康切入社會網絡面向，Strauss and Pollack(2003)與Storch *et al.*(2007)也從兒童的肥胖狀況影響社交關係討論，但樣本的年齡層比本研究界定的年齡稍長。Strauss and Pollack (2003)使用美國國家統計資料庫，共90,118筆13至18歲的青少年的身體質量指數，與調查他們的提出好友數、被提名數、受歡迎程度、相互提名數做分析，發現肥胖的青少年面臨社會孤立或邊緣化的問題，雖然正常體重與過胖的青少年提出好友數

差不多，但肥胖者的被提名數顯著的比正常體重的來的少。Storch *et al.* (2007) 同樣也利用大型資料庫，選取8至18歲的樣本，使用身體質量指數做為自變數，並調查受試者的焦慮與憂鬱情況，以及他們被同儕排擠、或是peer victimization的情形，結果發現peer victimization與身體質量指數呈正相關，與憂鬱、焦慮、體型焦慮、孤獨等症狀呈正相關，可看出肥胖對於同儕關係的傷害。

兒童的性格也是影響同儕關係的重要因素。Jensen-Campbell *et al.* (2002) 以5至6年級、6至7年級的兒童進行研究，調查其好友提名數、被提名數、相互提名數、自尊，與五大性格特質(Big Five) 做相關分析，發現和藹可親型與同儕接納有顯著正相關；與同儕排擠有顯著負相關。而且，和藹可親型是 Big Five 中，對於同儕關係的正面影響最大。

LaFontana and Cillessen (2002) 調查405位4到8年級的兒童，將可能影響兒童社會網絡關係的因素做更詳細討論，不過影響因素主要列在兒童受歡迎(popular)的大概念下去延伸，包括外表吸引力、穿著、衛生習慣、學業表現聰明、運動能力、行為偏差、社會連結程度、被喜歡程度、權力掌控、利社會行為、反社會行為、多才多藝等。然而，受歡迎(popular)的概念又包含兩個意義，第一是被喜歡與被接受的計量社會學的受歡迎(sociometrically popular)，根據個人判斷，詢問對於其他同儕的喜好(likeability)；第二則是能見度高的受歡迎(perceived popular)，這關乎對於個人的名望判斷，詢問團體中誰最受歡迎與誰最不受歡迎，而不是個人喜好與嫌惡的總和。本研究談到的受歡迎，是偏好與接受的面向，而非直接詢問群體中的風雲人物，有些許的差別。

(二) 通學方式對兒童發展的影響

過去兒童旅運行為研究中，將研究重點放在影響兒童運具選擇的因素，或是呼籲注重兒童通學過程的安全。不過，通學方式如何影響兒童的發展，卻是本研究所關心的。而這裡使用的「通學方式」名稱，其實包含兒童使用何種交通工具通學，也就是「運具選擇」的部分，以及通學過程中，是否有他人的陪同的「通學陪同」狀況。

大部分研究對於步行方式通學，有助於兒童的生理健康，可以增加身體活動能力已有一定的研究支持(Mackett *et al.*, 2005; Cooper *et al.*, 2003; Tudor-Locke *et al.*, 2002)，不過除了生理方面的影響，本研究更有興趣的是對於兒童心理方面、社會關係方面的影響，由於相關研究仍處在非常原始的階段，只有部分雛形，但已能提供研究寶貴的參考價值。

1. 通學方式影響生理健康相關研究

關於兒童通學方式中的運具選擇，對於兒童生理健康的有如何影響的研究數量可觀，研究結果指出，利用步行通學的兒童，可以增加卡路里的消耗，其身體活動力顯著高於被汽機車接送的兒童(Cooper *et al.*, 2003；Mackett *et al.*, 2005)。

Cooper *et al.* (2003) 以英國為研究區，選取國小一到六年級兒童為研究對象，使用身體紀錄器(MTI/CSA)紀錄他們的 7 天的活動力，結果發現步行通學的兒童，顯著的比汽車接送兒童有較高活動力，可以多消耗 80 卡的熱量，並發現使用步行通學的男生，於課後及晚間的活動比汽車接送的兒童來的高，整體的研究結果支持步行通學的兒童有較高活動力，助於其生理健康。

同樣以英國為研究區，Mackett *et al.* (2005)調查 200 位國小兒童(分為 10-11 歲與 12-13 歲兩組)，和 Cooper *et al.*(2003)類似，也是利用活動紀錄器(RT3)來紀錄兒童的活動能力，不同的是，Mackett *et al.* (2005)還要求兒童做 4 天的旅運日誌紀錄，更詳細掌握兒童每天活動的細節。研究結果也支持步行通學的兒童可以增加更多卡路里的消耗，另外，也發現同年齡的男生活動量大於女生，並且活動量的消耗量有年齡上的差異，年紀較大的兒童活動量較年紀小的兒童來的大。

Tudor-Locke *et al.* (2002) 研究俄羅斯 1,117 位 7-13 歲兒童，其研究區與研究對象與 Cooper *et al.* (2003) 與 Mackett *et al.* (2005) 有些許差異。首先，俄羅斯於地理位置上橫跨歐亞兩洲，與典型的西歐研究不同，而且國民的旅運偏好使用的運輸工具受到經濟型態的影響，汽車持有率不如英國的高，因此，根據 Tudor-Locke *et al.* (2002) 的研究統計，91.6% 的兒童用步行方式通學、12.6% 為汽車接送(汽車持有率為 33%)、0.2% 使用自行車，其步行通學比例極高，與西歐國家、美國等步行通學比例日益減少的情況不同(Department for Transport, 2004；McDonald, 2006)，其結果認為降低具有身體活動通學方式(例如：步行)的兒童，其活動力會降低，也支持步行通學對於生理健康的正面影響。

2. 通學方式影響心理層面相關研究

兒童的通學方式，除了討論使用何種運輸工具通學，與誰一同通學的陪同狀況，也是通學方式的一部份。陪同狀況可大致區分成單獨一人，與兄弟姊妹或同伴，父母、監護人或成年人陪同的情況(Mackett *et al.*, 2007；Romero, 2007)，不同陪同狀況對於兒童的獨立性有所影響，單獨一人或與兄弟姊妹、同伴的陪同下獨立性高，兒童可以減少對父母的依賴性，也可以在獨處時思考(Romero, 2007)，或是增加與同伴互動的機會(Mackett *et al.*, 2007；Brown *et al.*, 2008；Romero, 2007)。

Romero(2007)以澳洲雪梨為研究區，調查 83 位 9 到 12 歲兒童的運具選擇與通學陪同方式，並分為內城與外城兩組，發現以下結果。首先，步行是兒童偏好

的運具選擇，因為有助於身體健康。第二，內城與外城的學生皆表示「與同學聊天」是通學中有趣的事，比例高於看建築物以及觀察路上的人。另外，獨自一人通學可以有安靜的時間，想一些事情；與同伴或兄弟姊妹通學則有陪伴的社會價值，且多人一起通學，不僅可以兼顧安全，同時有社會互動，社交也為兒童步行通學的潛在動機。雖然 Romero(2007)的研究僅使用簡單的敘述統計，但研究開關的通學與社交關係的面向，卻是研究者所關注的焦點。

至於 Mackett *et al.*(2007)與 Brown *et al.* (2008)的研究，則是選擇英國為研究區，並使用 CABLE 研究案的資料，以取得 8-11 歲兒童的大量樣本。Mackett *et al.* (2007) 利用問卷、活動紀錄器(RT3)、GPS、旅運行為日誌等方法蒐集資料。藉由詢問父母允許的獨立程度，包含單獨外出、與兄弟姊妹或其他同伴外出、只能與成年人外出等，以及可以進行的活動，例如：拜訪朋友的家、橫跨馬路、外出散步、參加活動、在大馬路上騎自行車、搭公車。結果發現男生允許外出不需大人陪同的比例比女生高，女生則被要求需要其他同學陪同，而且男生被允許可以單獨外出、拜訪朋友、在大馬路上騎自行車的比率，也顯著高於女生。並且認為兒童外出沒有大人的陪同下，會顯出他們的探索態度，會表現在嬉戲、與朋友互動與探索當地環境方面，也比較會於放學後前往朋友家，有好的社交生活。

Brown *et al.* (2008) 與 Mackett *et al.* (2007) 一樣，也是使用 CABLE 研究案的資料，但不同的是，Brown *et al.* (2008) 分開調查兒童與父母的問卷設計，調查無成年人陪同下可進行的活動、通學過程的問題、課後從事活動的細項等等。結果發現男生比女生擁有更多自由通學的機會，發展獨立性的時間也比女生早；女生使用大眾運輸工具的旅運距離較男生遠，目的為拜訪朋友，並有同伴陪同。另外，在沒有成年人陪同下從事旅運行為，也就是獨立性高的兒童，可以幫助他們做決定、增加休閒與社交關係的互動，擁有朋友數也會較多。

Zwerts *et al.* (2010) 以比利時10至13歲兒童，共2,546筆資料，如Brown *et al.* (2008) 一樣，也有對父母進行調查。其內容包含使用運具原因、使用運具的偏好程度，並對建成環境(市中心或郊區)做區分。結果發現步行與自行車為兒童比較偏好的通學方式，因為包含健康、環境因子、識覺與經驗等。研究結果也是支持男生的通學獨立性比女生的高。另外，家離學校的距離越遠，父母對於獨立通學的限制越多。最後，Zwerts *et al.* (2010)認為，如果要讓兒童獨自通學，父母比較放心讓他們步行或是騎自行車，而不會考慮大眾運輸工具。

總結以上回顧的通學方式影響兒童的面向，可區分成兩部份。第一部份的運具選擇影響兒童生理健康部份，實證結果說明，步行通學有助於增加兒童身體的活動能力。第二部份通學陪同影響兒童獨立性的部分，討論父母允許的獨立程度，發現男生通學獨立性較女生來的高，而獨立性高的兒童，有助於發展其社交生活。

(三) 交通運輸與社會網絡

交通運輸與社會網絡的連結屬於運輸與社會跨領域的研究，處在初步發展階段。雖然兒童社會網絡研究已有一些成果，但在社會面向與空間連結的強度仍不足。本研究欲聚焦的交通運輸研究，以往也忽略社會層面的探討(Axhausen, 2005; Carrasco *et al.*, 2008)。然而，交通運輸與社會網絡，卻有交互影響的關係存在。研究指出，交通運輸是維持網絡關係很重要的過程(Urry, 2002; Gray *et al.*, 2006; Arentze and Timmermans, 2008)，個人搬家後，會利用交通運輸去維繫舊有網絡(Gray *et al.*, 2006)，也願意為了與朋友進行社會互動而有旅運行為的產生(social travel)(Arentze and Timmermans, 2008)；另一方面，完善的社會網絡也可支持交通運輸的運作，Gray *et al.* (2006)研究發現，若社區的社會網絡非常堅強，在提供專為社區居民服務的交通運輸時，可成為支持的後盾。

根據前兩段的文獻整理，發現通學方式又可區分為運具選擇與通學陪同。在運具選擇的部分，使用步行通學有助於兒童的生理健康、增加身體活動能力、減少肥胖(Mackett *et al.*, 2005; Cooper *et al.*, 2003; Tudor-Locke *et al.*, 2002)。而從社會網絡角度來看，肥胖的兒童容易受到群體的邊緣化與排擠，對於其社會網絡有負面影響(Strauss and Pollack, 2003; Storch *et al.*, 2007)。於是便形成運具選擇—生理健康—肥胖—受到群體邊緣化或排擠(社會網絡)的理論連結。然而，因為影響肥胖的因素很多，可能包含基因遺傳、飲食習慣、運動量等等，運具選擇所造成的影響可能只是其中一部份，另外，本研究已將描述兒童是否達到肥胖的身體質量指數(BMI)做為控制變數，所以可以藉著控制變數中 BMI 的顯著關係看出肥胖的影響效果，因此連結理論關係時，便不採用運具選擇—生理健康—肥胖—受到群體邊緣化或排擠(社會網絡)這一路徑。

至於通學陪同部分，父母若給予較大自由，允許兒童可以獨自通學或由同伴、兄弟姐妹陪同，則其獨立性較高，可以在過程中自己做決定(Brown *et al.*, 2008)。

若由同學或兄弟姐妹陪同，則可增加休閒與社交關係的互動(Brown *et al.*, 2008; Romero, 2007)，而在 Romero (2007) 的研究也表示，「與同學聊天」是通學中有趣的事，比例高於看建築物以及觀察路上的人，且有同伴陪同下，不僅有社會價值，也增加通學的安全性。

除此之外，兒童外出沒有大人的陪同，會顯出他們的探索態度，表現在嬉戲、與朋友互動與探索當地環境；比較會在放學後前往朋友家，有好的社交生活(Mackett *et al.*, 2007)，朋友數也較多 (Brown *et al.*, 2008)。

從上述討論可以看出，通學陪同方式會影響兒童的獨立性，而獨立性高低又會影響兒童的社交生活，由此便可建立通學陪同—獨立性—同學或同伴的陪同—社會網絡的另外一條理論連結。綜和運具選擇與社會網絡關係、通學陪同與社會網絡關係、以及除了通學方式因素外但也會影響社會網絡的關係，建立通學方式與社會網絡關係圖，如圖 1 所示。

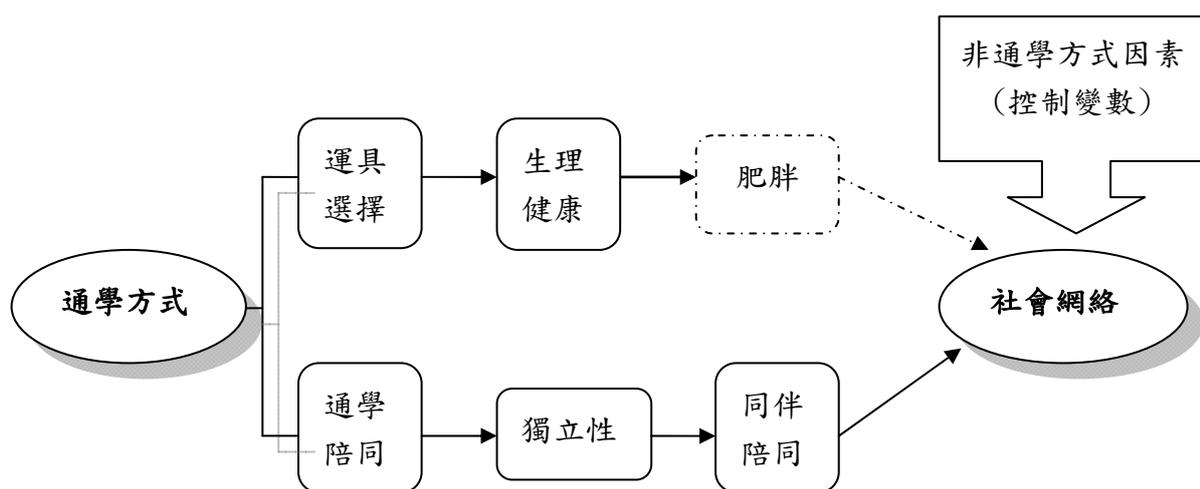


圖 1 通學方式與社會網絡關係圖

(四) 綜合評述

1. 社會網絡的調查方法與量測指標可作為本研究參考基礎

回顧國外文獻研究兒童社會網絡的方法主要使用 social-cognitive map(SCM)的方式，首先詢問兒童班上有哪些人是比較常相處的一群，列出他們的名字，再詢問兒童自己的好友名單。其優點在於將每個兒童視為班級內的客觀觀察者，指出其他小團體，提供研究者更完整的全貌。但其實社會網絡的建立，只需兒童提名他們好友名單，雖然列出其他小團體的名單更為細緻，但其資料的不會直接使用，因此，為了精簡兒童的作答時間，本研究使用 SCM 方法的後半部份，只詢問兒童自己的好友名單即可。

過去文獻採用的社會網絡指標，包含團體大小(size)、提名數(out degree)、被提名數(in degree)、互相提名數(reciprocity)、中心性指標(Bonacich centrality score)等等。size、out degree，以及 in degree，是屬於網絡指標中比較初階的計算，可以看出網絡的規模大小、提名多少人，以及被多少人提名。Strauss and Pollack (2003) 指出，雖然正常體重與過胖的青少年提出好友數差不多，但肥胖的“被提名數”顯著的比正常體重的少。因此，in degree 比 out degree 更可以表現出個體受歡迎的程度。而且，Gest *et al.* (2007)認為群體大小在性別上並沒有顯著差別，

所以若單看 size，也無法完全解釋個人在團體中的重要性。

肥胖造成的同儕排擠，屬於個體與整個網絡的關係表現，而中心性指標即是描述個體在整個網絡的重要性。但中心性指標又細分為很多種型態，Strauss and Pollack (2003)使用的 Bonacich centrality score 是把與個體連接相鄰點的連接型態也納入考量的中心性指標，也稱做 eigenvector centrality，可以避免只考慮個體連接情況的問題。而排擠現象可能讓這些個體位在網絡的邊緣，適合使用網絡指標內的分群方式，分辨出是位在核心或是邊緣(core/ periphery)的型態。

國內天馬式社交地位指數原則上也是將以上指標加以進行數學運算，並詢問兒童討厭的名單，研究者認為如此詢問的方式，其社會期許偏高，兒童可能不會真正回答，因此，則排除使用天馬式社交地位指數做為本研究的社會網絡指標的衡量。

總結以上對於各社會網絡指標的討論，除了將文獻原本即使用的 size、in degree 納入，並依照各班的有效人數不同而除以各班人數(n)，變成 size/ n 與 in degree/ n 。

再加上中心性指標 eigenvector centrality，還有分類為核心或是邊緣的型態。另外，由於上述四類指標無法描述放學過程互動所造成社會網絡的強弱關係，因此本研究發展 P_F ，其值是將放學過程中陪同的同儕且同時為好朋友的人數，除以放學同儕陪同人數，嘗試表示放學過程互動對於社會網絡強度的重要性。

2. 討論影響社會網絡的控制變數面向包含不完整

影響社會網絡的因素包含許多面向，整理文獻之後歸納出生理因素、心理因素、外在表現、家庭因素、社經背景等五大面向。生理因素有 BMI 值(Strauss and Pollack, 2003);心理因素則以性格為主，可從五大性格特質(Jensen-Campbell *et al.*, 2002)角度切入性格與社會網絡的關係;外在表現有學業成績(Salomon and Strobel, 1997; LaFontana and Cillessen, 2002; 簡茂發, 1983)、運動能力(曾建勝, 2001; LaFontana and Cillessen, 2002);家庭因素則與父母關係、家庭結構(羅品欣、陳李綢, 2005)、管教態度(Ladd and Golter, 1988)、與母親的安全依附關係(Elicker *et al.*, 1992)有所關聯;家庭的社經地位高低，對於兒童社會網絡有其影響(簡茂發, 1983; Salomon and Strobel, 1997)

雖然從文獻可以看出許多影響社會網絡的因素，但卻沒有在單篇文獻中將所有可能的因素納入，考量面向沒有那麼周全，主要因為過去只使用簡單的相關分析，不需做全面的影響因素整理，只需對目標變項做討論即可。本研究透過文獻整理，歸納出五大影響社會網絡的面向，相較於前人研究，其考慮的面向更周延，也可提供研究使用迴歸分析的控制變數參考。

3. 兒童通學方式與兒童社會網絡間的關係探討研究不足

進行兒童通學旅運文獻回顧時，發現大部份的學者將焦點放在什麼因素會影響兒童的運具選擇，而若有關注兒童通學進一步會影響的面向，也著重在身體健康的部分，對於心理與社會面向的討論少，對於心理與社會面向的連結性的關注與討論仍較缺乏。

部分國外研究，尤其是歐洲地區，開始關心這方面的議題，如Mackett *et al.* (2007)、Brown *et al.* (2008)、Zwerts *et al.* (2010)、Romero (2007)等，皆探討通學方式影響兒童的社會面向，其結果支持通學中若沒有大人陪同的情況下獨立性較高，且兒童可以在通學過程中自己獨立做決定、增加休閒與社交關係的互動，朋友數也較多，在連結兒童通學方式與社會網絡面向，已提供理論上的連結。

反觀國內，則缺少相關部分研究，大多也侷限在如何改善兒童步行空間的安全，以及生理健康方面研究，關於通學陪同與社會網絡關係，則被忽略。所以，本研究對兒童通學方式與社會網絡主題進行研究，希望可以連結兩方的理論關係。

4. 通學方式中的通學陪同比運具選擇更能表現出對社會網絡之影響

探討通學方式影響兒童發展的文獻，可以分做運具選擇影響生理健康 (Cooper *et al.*, 2003; Mackett *et al.*, 2005; Tudor-Locke *et al.*, 2002)，以及通學陪同中，沒有大人陪同下，兒童允許進行哪些活動 (Mackett *et al.*, 2007; Brown *et al.*, 2008) 兩大類，也有同時將運具選擇與通學陪同一起考量的研究 (Romero, 2007)。研究者認為社會網絡探討與人的互動關係，因此通學陪同對象、與同儕互動時間、同儕陪同規模等屬於社會面向助於後續影響社會網絡的理論連結。然而因運具選擇而造成肥胖，再從肥胖推論到影響社會網絡的理論關係前，需先控制影響肥胖的其他重要因素，卻會使研究失焦。但研究仍就希望將肥胖造成之影響納入考慮，後續採取方式是將BMI納入控制變數，再檢視其影響效果，而非直接成為主要的理論連結。

5. 缺乏量化的實證分析以及檢驗因果關係的統計方法

相關文獻中，大多是使用 social-cognitive map(SCM)方法，結合問卷與訪談的方式得到社會網絡資料。但是在通學方式與社會網絡關係的建立，較常使用敘述統計(Zwerts *et al.*, 2010); Mackett *et al.*, 2007; Brown *et al.*, 2008; Romero, 2007) 只能看出資料分布的型態，缺少使用可以表示相互影響的因果關係的模式。因此，若能量測社會網絡的指標，並搭配其他影響社會網絡的控制變數，藉由迴歸分析方法的更嚴謹計量模式，進行關係的實證檢驗，將有助於釐清兩者之間的影響關係。

三、研究設計

(一) 研究變數

1. 兒童社會網絡

由於本研究討論的是個別兒童於班級內的同儕關係，配合文獻所描述兒童網絡中的朋友數多寡(Gest *et al.*, 2003; Strauss and Pollack, 2003; Cairns *et al.*, 1995; Jensen-Campbell *et al.*, 2002)、受歡迎程度 (Strauss and Pollack, 2003; Jensen-Campbell *et al.*, 2002)、位在核心/邊緣 (Strauss and Pollack, 2003) 的概念，選擇基本描述中的 size 同義於「好朋友數」的多寡；網絡型態中，由於本研究要求兒童提名好友名單，計算被其他人提名數 (in degree) 來表示受歡迎的程度。中心性指標是描述個體在網絡中的重要性程度，也代表受歡迎的程度，但不同中心性指標有不同的考量，closeness 以最短路徑為依據，不為本研究的討論範圍；betweenness 適合討論資訊的流通，但本研究只討論同儕關係，而非專指某個事件的傳播狀況，因此也不適合。information centrality 是改正 closeness 的最短路徑假設，但研究的基調不在方法上的改進，因此也不選擇 information centrality。eigenvector centrality 考慮朋友的朋友位在網絡的重要性，如果我的朋友是萬人迷，即使我的朋友數不多，卻可以因為認識他而增加自己在網絡中的重要性(如圖 2)，本研究認為可以改善單純看 degree 的缺點(例如 degree 數相同的情況下)，因此納為中心性的指標參考。

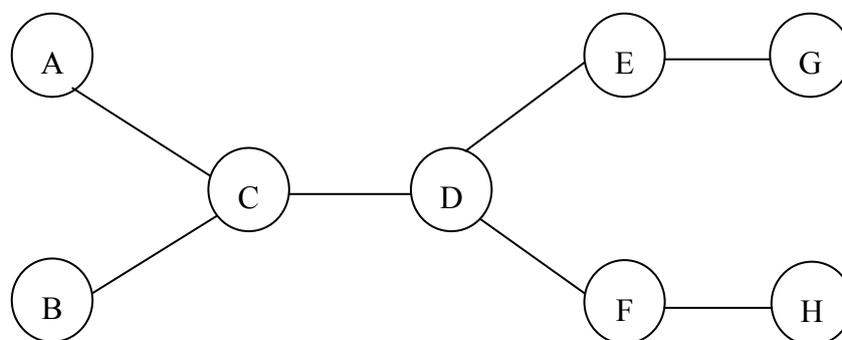


圖 2 節點連結示意圖

節點 C 與節點 D 的 degree 值皆為 2，但因為節點 D 連結的節點 E 與節點 F 又各有兩個節點於之連結，若計算圖 2 中的 eigenvector centrality 的值，發現節點 D 大於節點 C，表示 eigenvector 考慮節點與聯結之節點的重要性程度，而不單只計算連結個數。至於網絡層次的計算，則有 degree centralization 指標，與 degree centrality 的差異在於考慮到整個網絡，而非 ego network 而已。

而 eigenvector centrality 的計算是考慮整個網絡的連結性，依照各「節點 (node)」的中心性程度高低，給予「邊(edge)」不同的權重。假設有一網絡稱為 G

網絡，並令 $G(E, V)$ 為一個由「邊(Edge, E)」與「點(Vertex, V)」組成的網絡，計算公式為(3-1)所示，而 eigenvector centrality 則為(3-1)內的 x_i 。

$$Ax = \lambda x, \lambda x_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j, i=1, \dots, n \quad (1)$$

- A : 網絡 G 的相鄰矩陣。
- x : 由 n 個點的 eigenvector centrality 的值所形成之陣列。
- x_i : 點 i 的 eigenvector centrality。
- λ : A 的最大特徵值
- a_{ij} : 表示點 i 與點 j 的連結情形，若 $a_{ij} = 1$ ，點 i 與點 j 有連結，若 $a_{ij} = 0$ ，點 i 與點 j 間沒有邊與之連結。
- n : 該網絡的點的數目

Strauss and Pollack (2003)提到，肥胖者的朋友數沒有顯著低於其他人，但卻容易被孤立，而網絡結構中的核心/邊陲(core/periphery)計算，便可以描述核心人物與被孤立的情景。假設存在實際網絡(R)與理想核心/邊緣結構網絡(I)，如圖 3 所示，其相鄰矩陣分別為圖 4。

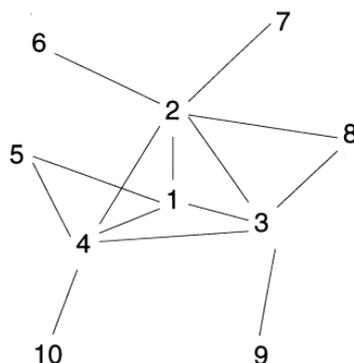


圖 3 具有核心/邊緣結構之網絡 R (引自 Borgatti, 1999)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		1	1	1	1	0	0	0	0	0
2	1		1	1	0	1	1	1	0	0
3	1	1		1	0	0	0	1	1	0
4	1	1	1		1	0	0	0	0	1
5	1	0	0	1		0	0	0	0	0
6	0	1	0	0	0		0	0	0	0
7	0	1	0	0	0	0		0	0	0
8	0	1	1	0	0	0	0		0	0
9	0	0	1	0	0	0	0	0		0
10	0	0	0	1	0	0	0	0	0	

網絡 R 的相鄰矩陣 A

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1		1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1		1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1		1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1		0	0	0	0	0
6	1	1	1	1	0		0	0	0	0
7	1	1	1	1	0	0		0	0	0
8	1	1	1	1	0	0	0		0	0
9	1	1	1	1	0	0	0	0		0
10	1	1	1	1	0	0	0	0	0	

理想核心/邊緣網絡 I 的相鄰矩陣 B

圖 4 網絡 R 與理想網絡 I 的相鄰矩陣 (引自 Borgatti, 1999)

將相鄰矩陣 A 與相鄰矩陣 B 做相關，如以下公式所示：

$$\rho = \sum_{i,j} a_{ij} \delta_{ij} \quad (2)$$

$$\delta_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{if } C_i = \text{CORE or } C_j = \text{CORE} \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

a_{ij} : 網絡 R 中，點 i 與點 j 的連結關係， $a_{ij}=1$ ，表示 i 與 j 有連線；
 $a_{ij}=0$ ，表示 i 與 j 沒有連線；
 δ_{ij} : 理想網絡 I 中，只要點 i 或點 j 其中一點被歸類為核心，則
 $\delta_{ij}=1$ ；若兩點皆非歸類於核心，則 $\delta_{ij}=0$

公式(2)的 ρ 值在量測實際觀察到的網絡型態(網絡 R)與理想網絡 I 的對稱程度，不同的核心/邊緣歸類組合會有不同的 ρ 值。當 ρ 值最大(ρ_{max})時的核心/邊緣歸類組合即為最理想的歸類組合，本研究據此作以點 i 的核心/邊緣歸類。

而台灣研究中所常用的天馬式社交地位指數，與國外社會網絡指標的概念相去不遠，但由於其中需要兒童提名討厭的同學，別於以往只有要求兒童提名好朋友名單，本研究認為社會期許的干擾太大，因此仍舊從國外的社會網絡指標，挑選適合做為本研究的依變數。本研究並沒有特別侷限於兩兩關係或是三者關係，或是討論網絡尺度中節點與節點的距離，非本研究著墨之處，因此不會加以討論。

總結欲使用於本研究的社會網絡指標有：size、in degree、eigenvector centrality、core/periphery 等，其中為考慮各班人數不同，而將 size 與 in degree 除上各班人數(n)。分別表示兒童社會網絡的基本描述(size/ n)、網絡型態(in degree/ n 、eigenvector centrality)，與網絡結構(core/periphery)。加上本研究為探討放學通學過程的互動對於社會網絡關係的強弱而設計的 P_F ，藉由得知放學同儕陪同名單且為好朋友名單的人數佔總放學同儕陪同人數之比例，來表示放學的互動時間具有增強彼此互動關係之潛力。

2. 通學陪同

通學陪同對象的類別，Mackett *et al.* (2007)與 Romero (2007)的分類方式，可分為單獨一人、與同學或是兄弟姐妹、父母、其他成年人等。通學過程由誰陪同，對於兒童於通學過程的社會關係建立非常有影響，Romero (2007)與 Whitzman

et al. (2010)皆提到父母的接送比例提高，會使兒童喪失獨立來往學校的自由，也失去通學中可以與同學、鄰居聊天互動的機會，本研究基本上採用此分類方法，唯有在「與同學或是兄弟姐妹一起」一類，再細分成同學、兄弟姐妹兩類。若是由同學，且有兄弟姐妹陪同，兒童會避免一些話題，或是減低談話的深度，以防兄弟姐妹回到家中說出。

通學陪同影響的心理發展層面，則與兒童的獨立行動能力(*independent mobility*)有關。獨立行動能力的定義為「18歲以下兒童，可以在沒有成人的陪伴下，於公共空間自由活動」(Hillman, 1990)。對於獨立行動能力的界定，單獨一人的通學方式獨立性高，與同學、兄弟姐妹、鄰居小孩等未成年人的陪同也具有一定的獨立性，父母陪同或其他家中成年人、鄰居成年人的陪同，由於兒童具有被成年人監督的性質存在，無法恣意活動，因此認為缺乏獨立行動能力。至於學校安排的導護老師與愛心媽媽，則屬於機動性高或是路口定點式，並不會陪同整個通學過程，兒童大部分時間可以依照自己的步伐速度，也可以自由與其他人交談，只是偶爾會被叮嚀加緊腳步，但整體上仍可維持兒童通學的獨立行動能力，於此，則不將導護老師與愛心媽媽列入影響因子。

除了釐清對象，針對「由同學陪同」一類，會請兒童列出最常與之通學的名單，作為後續與社會網絡的「要好的好朋友」結合的預備。若兒童通學陪同是由同學或兄弟姐妹陪同的情形下，陪同人數的多寡也會影響到兒童社會網絡的建立。陪同人數越多，兒童可以在通學過程中有機會和他們互動、談話，以增進認識，並擴大自己社會網絡的大小；陪同人數若為兩三位，也可觀察兒童是否在人數少的情況下，擁有更安全的分享環境，而加深彼此的關係，使之更為緊密。

由於台灣升學競爭激烈，補習風氣盛，陳文慧(2001)對於台北市士林區國小兒童調查的結果，發現部分兒童於放學後不會直接返家，反而會搭乘交通車或步行方式前往補習班，交通車上有其他同學以及隨車老師一起陪同，也是提供兒童與他人互動的環境之一。

整體通學方式界定構想圖如圖 5 所示。

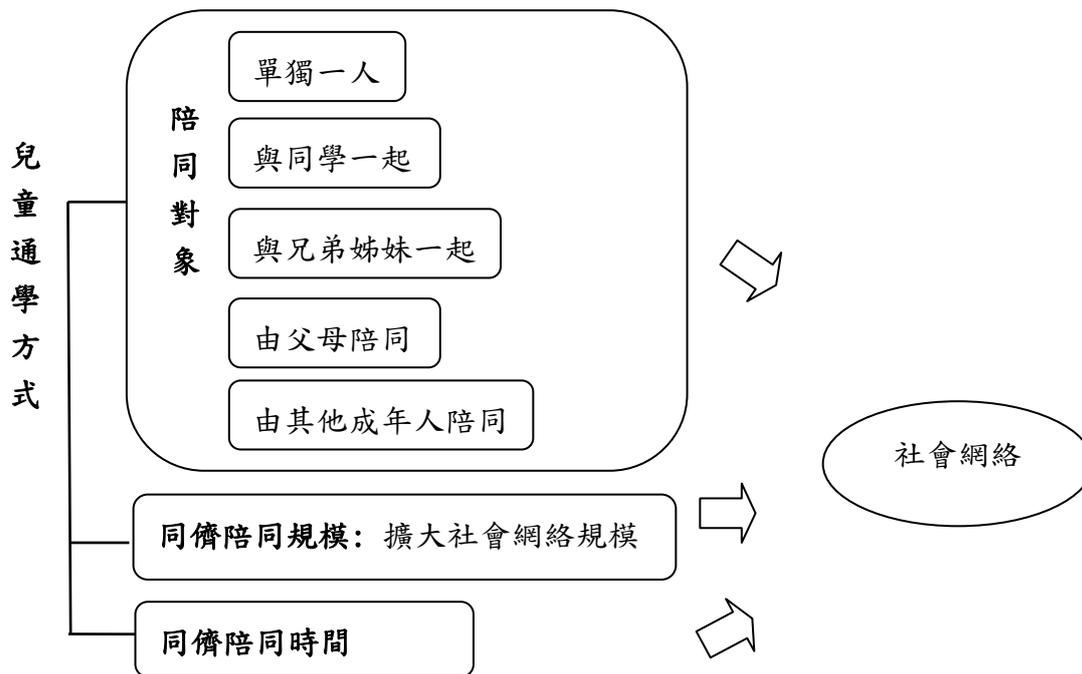


圖 5 兒童通學方式構想圖

3. 控制變數

生理因素方面，有性別、年齡與 BMI 三項，但因為調查對象統一為六年級生，因此刪除年齡變項，保留性別與 BMI。心理方面，過去研究認為五大性格 (Jensen-Campbell *et al.*, 2002)、反社會人格、侵略性行為 (Dodge, 1983; Coie and Kupersmidt, 1983)、情緒調節能力 (Parker and Gottman, 1989) 等，會影響兒童的同儕關係。研究者認為五大性格是研究性格的重要理論，而性格又是影響同儕關係的重要因素，必須納入考慮；隨著學校中霸凌事件越來越頻繁，兒童對於同儕的侵略行為可以做為這部份的指標；至於情緒調節能力，由於個人的情緒如果短時間內波動很大，隨喜隨怒的，可能會讓同儕無法捉摸，因此也納入考慮。

外在表現方面，包括運動能力、學業成績、衛生習慣等。於小學階段，運動能力較好的男生容易受到青睞，國內研究也認為體適能成績與同儕關係有顯著相關 (曾建勝, 2001; 陳鵬仁、卓俊伶, 2005)。學業成績則是因為華人文化視會讀書為成功的象徵，體現在班級內則是得到好成績，受到老師讚賞與同學羨慕與學習的目標，容易使兒童得到更多同儕的注目。衛生習慣則是因為兒童若有較重的體味、蓬頭垢面，衛生習慣較差，會讓同學反感而減少接觸的機會。另外，訪談結果提到個人才藝、會吸引其他同學與之互動。台灣社會的家長若經濟許可，會讓兒童去學才藝，如：鋼琴、小提琴、畫畫、珠心算、陶藝、直排輪、游泳、外

語等，讓兒童有更多擅長之處及能力，也會吸引其他同學的注意。

家庭因素方面較為複雜，因為家庭是兒童第一個學習的場所，父母的言行舉止皆會影響兒童的發展，根據簡茂發(1983)與羅品欣、陳李綢(2005)，歸納出家庭結構、家庭互動、家庭衝突、父母的管教態度、與父母關係密切等五個次項。家庭結構指的是來自單親家庭的兒童，可能會受到同儕的不了解而排擠，在經濟上通常也處於弱勢，資源不豐；家庭互動則為整體家庭的氣氛是否融洽，如果是家庭內衝突太多，例如家暴，可能會讓兒童有霸凌行為，使兒童與同儕相處的關係也處於衝突的局面；父母的管教態度則是指父母是否提供兒童足夠的自由可以與同儕恣意相處，有些父母設立門禁時間，或是嚴令不許與誰往來等嚴格管教，都會使兒童發展社會網絡時有所設限；與父母關係密切一項，則是將焦點放在兒童與父母是否建立健康的依附關係，而未將家中其他成員納入討論，良好的依附關係有助於兒童與同儕的互動(羅品欣、陳李綢，2005)。社經地位方面，則是依照家庭年所得做為參考標準。家庭經濟較好的兒童，在學校可能會展現比較多的資源，例如新衣服、新玩具、新手機等，也可能有較多機會可以學習才藝，而得到同學的注目與喜愛。最後，將挑選後影響社會網絡的控制變數整理如圖 6 表示。

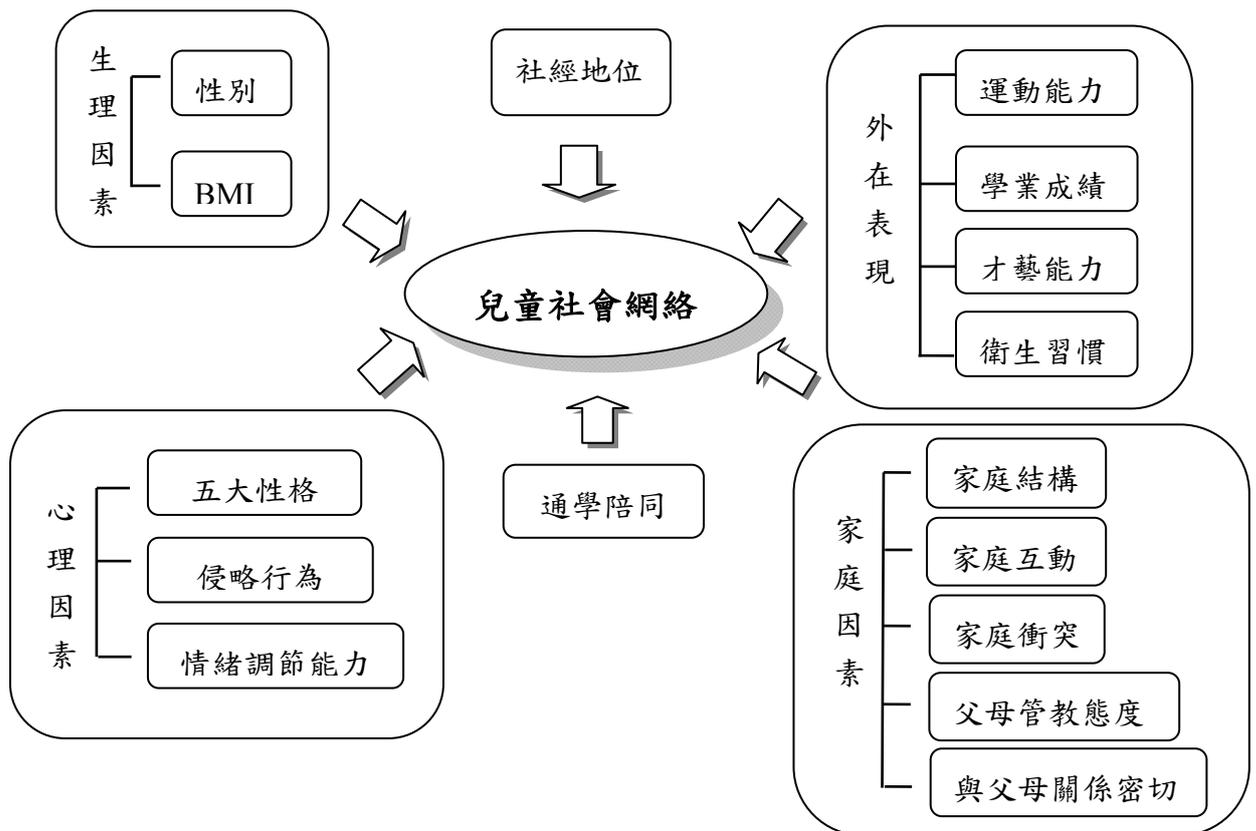


圖 6 影響兒童社會網絡的控制變數

(二) 研究假說

1. 因果關係

所謂因果關係是說明兒童通學方式與社會網絡之間的影響關係與程度，為了將此因果關係說明清楚，必須仰賴過去文獻所提出的結果，加以整理歸納，成為先驗知識，做為基礎；再針對過去文獻沒有探討的部份，輔以邏輯推演與訪談的方式，尋找出兒童通學方式與社會網絡之間可能的影響關係；最後，將先驗知識與邏輯推演、訪談的資料整合彙整，據此建立因果關係。

(1) 通學方式因素

A. 通學陪同對象

通學方式內容包含運具選擇與通學陪同兩部份，運具選擇對於兒童的發展影響，主要放在身體健康部分，例如步行可幫助兒童增加活動力與卡路里的消耗，(Cooper *et al.*, 2003；Mackett *et al.*, 2005；Tudor-Locke *et al.*, 2002)，對生理健康有正面效果。Romero(2007)同時調查運具選擇與通學陪同對於兒童的影響，認為步行有助於身體健康，但真正影響同儕關係在於通學陪同方式。研究指出，獨自一人通學可以有安靜的時間想事情，但與同伴通學則有更多陪伴的社會價值，兒童也表示與同伴交談是通學中有趣的事(Romero, 2007)。據此，本研究推論使用不同運具選擇的差異，對於兒童生理健康可能有所影響，但對於社會網絡並沒有造成顯著影響。而兒童與其他對象一起通學，也就是通學陪同方式的不同，則會影響其社會網絡。因此，以下再細分不同陪同對象對於社會網絡的影響關係。

兒童的通學陪同可分為獨自一人通學、與同儕一起、與兄弟姊妹一起、由父母陪同、由其他成年人等類別。獨自一人通學的情況雖然單獨可以思考事情(Romero, 2007)，但整體缺乏與熟識的人互動之機會，因此本研究推測對於社會網絡有負向影響。與同儕一起的通學方式，則可以於學校時間外再增加與同學的互動機會，通學中與他人進行輕鬆的談話成為通學中有趣的事情(Romero, 2007)。除此之外，兒童與同伴也可以自由地於便利超商、書局、店家等地方有消費行為，豐富彼此互動的模式，有助於更了解對方，對於社會網絡有正面影響。若同時有同學及兄弟姊妹陪同，相較於純粹由同學陪同的狀況，兒童比較會避免一些話題，以免兄弟姊妹回到家中告訴其他人。

同時有同學及兄弟姊妹的陪同，對於社會網絡可能同時有正面與負面的影響，正面影響是因為仍舊有同學陪同，兒童還是可以和他們有所互動，但因為有兄弟姊妹在，談話內容無法太過深入，對於社會網絡可能仍有負面影響。

至於由父母或其他成年人陪同的方式，相關研究提出，沒有大人陪同的情況下，可以增加與同儕的休閒與社交關係的互動機會(Mackett *et al.*, 2007；Brown *et al.*, 2008)，表示父母與成年人的角色有較多的管教訓育的因素存在，兒童由父

母或成年人陪同通學基本上是處於被保護的狀態，免於受到通學環境中可能的傷害，例如不好的交通狀況、綁架勒索事件等，兒童於通學過程中自由活動的空間可能受限，也較不可能與同儕一起有其他的互動機會。另外，由於台灣的特殊的補習風氣，使得兒童可能直接搭乘補習班的交通車前往補習班，而交通車上同時有司機、隨車老師等成年人，還有其他同學等陪同，隨車老師對於同學可能有維持車內秩序、叮嚀上下車安全的角色存在，所以對於兒童於車內進行的談話或交流，可能會有點受限，對於兒童社會網絡有負向影響。另外，交通車內仍有其他同學一起搭乘，雖其狀況與兒童自願與某些同學一起通學的狀況可能不完全相同，而是基於同是補習班的同學而必須搭乘同一班交通車，但對於兒童而言，仍舊可以增加與他人互動的機會，因此對社會網絡具有正面影響。通學陪同分別對於社會網絡的因果關係推測如表 1。

表 1 通學陪同對於社會網絡的因果關係推測表

影響內容	社會網絡
獨自一人	—
與同學一起	+
與兄弟姐妹一起	—
父母或其他成年人陪同	—

註: (+) 表正相關; (—) 表負相關

B. 上學與放學旅次差異

兒童的通學運具選擇與陪同方式，因為上下學時段的不同，本身就存在一些差異，例如上學較多兒童為父母以機動運具接送，而放學時則是與同學一起步行回家的比例較多(蘇昭銘、陳雅慧，1999)。雖然整體上放學的通學方式有不同型態存在，然而，即使使用同一運輸工具，對於兒童的影響卻可能因為時段而有差異。舉例來說，兒童上學與放學步行皆有同儕陪同，但可能因為上學時段為早上剛起床，精神尚未恢復，甚至還沒吃早餐就必須出門，也可能因為遲到而有時間壓力，並且早自習前就有打掃環境或小考試等安排，時間不太允許與同儕有更深的互動。相較於上學，放學時結束一天的學校生活，有許多可以與同學分享的話題素材，而且放學的目的地為返家或前往補習班，相較於匆忙到達學校展開一整天的學校活動，心情上較為輕鬆，時間掌控也較充裕，也可在過程中進行逛街或其他消費行為，互動型態與情境更為多元，有助於與同儕有更深的互動。本研究推測通學陪同方式對於社會網絡的影響在上學與放學之間有顯著差異。

C. 陪同人數規模

從表 1 可知由同學陪同對於社會網絡具有正面影響，兒童也將通學中的談話視為有趣的事(Romero, 2007)。然而，陪同人數也有多寡之分，當陪同人數多，兒童可以在單一旅次中接觸到很多人，提高互動的機會，進而擴大自己的社會網絡大小(size/n)。透過互動過程，漸漸建立友誼，也可能增加自己被其他人提名的次數(in degree/n)。

除此之外，陪同人數的多寡可能會對通學過程中的談話造成影響。兒童可能會因有許多人而不想說話，有時更會因為人太多覺得吵雜，降低談話意願，更有其他原因是因為分享的事情不想讓別人聽見。依據訪談資料，可以看出一對一談話可以很深入，如果對象又是好朋友時，而兩三個人的大小，尚可以聊天，優點在於增加話題的豐富性，若人數太多，則有步行安全的疑慮，也無法有效的溝通。

因此，本段對於通學陪同人數的規模有兩方面的推測。第一是於社會網絡指標的 size/n 與 in degree/n 有正面影響。第二，則是人數規模對於談話品質的深淺討論。推測人數少時，例如兩兩一起，或是三人左右，有助於加深彼此的認識，對社會網絡有正面影響；若人數過多時，會因為說話意願降低，聆聽比例增加，以及路上併排、拉長隊伍等安全顧慮，對於通學中的談話會有負面影響，進而降低同儕陪同所帶來的可能建立更深認識的機會。

D. 通學陪同陪伴者與好友名單之關係

兒童得以與同學互動的機會，除了在校的時間外，最重要的莫過於通學時與同學的互動。從訪談記錄可以看出下課時間與通學時間話題的差異，較為私人、分享秘密會在通學時談，但下課時間話題比較淺，不涉及個人，所以存在談話內容深淺的差異。而談話內容的深淺，又會影響與人的互動關係，如果一個人比較能自我揭露，另外一方會覺得有安心感，並也願意分享自己內心的話；如果雙方只是禮貌性的往來，或是容易受到他人干擾的環境，則那段時間所建立的關係則較不深厚。

所以，如果常常一起通學的同學，擁有在校以外的互動機會，並且，通學時間內的互動，具有深入互動的潛力，因此，比較兒童的「要好的好朋友名單」與「通學陪同名單」，將兩者比對，計算「通學陪同名單」人數中，有多少人是同時符合「要好的好朋友名單」的比例，如(5)式，則此數字表示常一起通學的同學，可能成為好朋友的機會有多少。

$$P_F = \frac{N_{CFE}}{N_{CF}} \quad (5)$$

N_{CF} : 通學陪同名單數

但因為每位兒童居住的地方離學校的距離不一，在通學為步行，且有同學陪同的情形下，有些人可能住在學校隔壁，通學可以與他人互動時間就較短；有些人住在離學校比較遠的地方，通學可以與他人互動時間就較長。因此，推測通學中可利用與他人互動的時間長短，會影響 R_F 值。

(2) 非通學方式因素

本研究的目的是在於釐清通學方式對於社會網絡的影響關係，然而，在通學方式的影響外，還有許多因素也對兒童的社會網絡有所影響。根據前述整理影響社會網絡的文獻，本研究歸納出生理因素、心理因素、外在表現、家庭因素、社經地位等五大類別。

生理因素方面，Coleman(1961)、Dunphy(1963)、Savin-Williams(1979)與Maccoby(1990)認為男女生在尋求同性別團體時，男生群體較大，女生則傾向為兩兩團體，但也有研究認為男女生在形成團體或兩兩團體上沒有顯著差異(Gest *et al.*, 2007)，不過仍同意在團體大小(group size)上，女生團體會比男生團體小。而過重或是肥胖的兒童，因為肥胖帶給人身體外觀的不悅、行動表現笨拙或緩慢、貪吃的刻板印象、或甚至因肥胖而使得身體易流汗而產生異味等原因，容易受到群體的排擠與邊緣化(Strauss and Pollack, 2003；Storch *et al.*, 2007)，若用身體質量指數 (BMI) 表示個人過重與肥胖情形，則推論BMI越高的兒童，肥胖情形越明顯，對於社會網絡有負面影響。

心理因素方面，五大性格在同儕提名中被討論，兒童對於他人的觀感受到五大性格的形塑(Mervielde and De Fruyt, 2000)，對於兒童社會網絡有重要影響。五大性格中，外向型性格 (extraversion) 對於社會網絡有正面影響(Jensen-Campbell *et al.*, 2002)，外向性格強的人，反應在個人的社會面的影響 (social impact)，例如：社交能力較好，喜歡社交活動，對社交互動有興趣；和藹可親(agreeableness) 與社會網絡關係為正相關 (Jensen-Campbell *et al.*, 2002；Doeven-Eggens *et al.*, 2008)，因為個性和善易相處而容易與他人互動，並且維持積極正面的關係；認真型性格 (conscientiousness) 對於社會網絡關係有正面影響，與同儕接納有正相關 (Jensen-Campbell *et al.*, 2002)，因為他們具有較高的自我控制、有責任感，容易成功維持他們與別人的互動關係；神經質性格 (neuroticism) 與同儕排擠有正相關，也就是對於社會網絡有負向影響，這與他們容易看到不好的一面、往壞處想的傾向有關(Anderson *et al.*, 2001)；最後，開放型 (openness to experience)/ 智力 (intellect) 對社會網絡關係有正面影響，因為他們富有想像力，開放的態度始他們容易接觸與學習新事物 (Scholte *et al.*, 1997；Mervielde and De Fruyt, 2000)。

至於反社會人格與侵略性行為，則對同儕關係有負面影響(Dodge, 1983; Coie and Kupersmidt, 1983)，包括語言上與肢體上的不當相處，例如指使、恐嚇、侮辱、恥笑等，肢體上則例如打、踢、丟擲物品。有這類情形的兒童，因為具有攻擊性格與行為，使得其他兒童不敢接近相處，對社會網絡有負面影響。

兒童發展的過程，容易受到外在環境的影響與塑造，價值觀的判斷也易受到個人外在表現的影響。運動能力與學業表現即成為兒童於群體中是否受到重視，甚至是風雲人物的重要因素，但卻因為性別而有差異存在。相較於女生，運動能力佳的男生容易受到同儕的歡迎(曾建勝, 2001; 陳鵬仁、卓俊伶, 2005; LaFontana and Cillessen, 2002)，這可能與生物界的雄性動物容易藉著打架等肢體行為，以勝利來贏得異性青睞與征服同性能力的表徵有關，而運動能力佳的男生也展現出自己肢體協調的優越、健康，甚至陽光活潑的特質；而因學業表現優異受到歡迎則是對女生比較明顯(LaFontana and Cillessen, 2002)，具有知性的女性帶給人的聰明、智慧、有自信等正面形象，吸引他人的目光。擁有其他的才藝能力有助於吸引其他人的注意(LaFontana and Cillessen, 2002)，而衛生習慣如身體的體味，如果過重，可能會讓其他人避免靠近(LaFontana and Cillessen, 2002)。訪談問及兒童是否會因為某些原因喜歡或討厭某些人，以及自己吸引別人的特點，包括興趣、禮貌規矩、成績、行為、個性、守諾言、才藝(跳舞)，身體體味項目有些人覺得有影響，有些則沒有影響。興趣屬於社會網絡的聚集原因，如物以類聚，不是真正影響社會網絡的因素，至於禮貌規矩、表現出的行為、個性、守諾言等，可以歸納於心理因素的五大性格與侵略行為的控制變數中。

家庭對於個人發展的影響深遠，有些甚至從幼年就開始，並一直延伸到成人，因此，討論兒童的社會網絡與同儕關係時，家庭的影響因素非常重要。歸納過去文獻發現，家庭結構、親子互動關係、父母管教態度等三方面，對於社會網絡有正負面的影響。家庭結構若為單親家庭，兒童與同儕關係較為負向，反之，雙親家庭則較為正向(羅品欣、陳李綢, 2005)，而父母若離婚，會造成兒童的壓力來源，對於同儕關係有負面影響(Cohn, Patterson and Christopoulos, 1991)；而親子互動關係若為密切，對於社會網絡有正面影響，若是疏離的親子關係，對於社會網絡則有負面影響(羅品欣、陳李綢, 2005)。父母的管教態度若過度嚴格、使用直接的監督方式，兒童與同儕相處也會比較困難(Ladd and Golter, 1988)。

最後，關於社經地位部份，Patterson, Vaden and Griesler(1991)研究校外活動中兒童彼此提名好友的情形，依照該班導師對兒童家庭背景的認識、是否得到免費或是折扣午餐的補助、是否接受社會福利的支援、是否居住於有補助津貼的房子為依據，將兒童分為低收入家庭與非低收入戶家庭兩類，發現相較於富裕家庭的兒童，低收入戶兒童得到比較少同伴的提名，比較不受到喜歡(Patterson, Kupersmidt, and Vaden, 1990)，容易受到排擠(Patterson, Vaden, and Kupersmidt, 1991)，而富裕兒童相較之下得到更多提名與相互提名(Patterson, Vaden and

Griesler, 1991)。另外，低收入戶兒童得到較少同伴提名，與其父母管教方式有所關係(Ladd and Golter, 1988)。低收入戶家庭的父母所採取的管教方式多為要求兒童待在家中，以便就近看顧，會鼓勵從事居家的室內活動，而富裕家庭的父母則比較多參與兒童的戶外活動(Kupersmidt *et al.*, 1990)。因此，推論社經地位與社會網絡關係為正相關，即社經地位越高，社會網絡的規模越大。總括非通學方式因素對於社會網絡的正負向關係，見表 2。

表 2 非通學方式因素與社會網絡的因果關係表

影響面向	影響內容		社會網絡
性別	男生(size)		+
生理因素	過重		-
心理因素	五大性格	外向型性格	+
		和藹可親型性格	+
		認真型性格	+
		神經質性格	-
		開放型性格/智力	+
		反社會人格	-
	侵略性人格	-	
外在表現	運動能力(男生)		+
	學業表現(女生)		+
	才藝能力		+
	身體體味		-
家庭因素	單親家庭		-
	與父母關係密切		+
	管教態度嚴格		-
社經地位	所得水準		+

註: (+) 表正相關; (-) 表負相關

2. 研究假說

【假說一】通學陪同方式對於兒童社會網絡有顯著影響

前述的因果關係推論，運具選擇是影響身體健康，對於社會網絡的影響關係不大，而通學陪同方式對於兒童而言，則有更多社會意義。由同學陪同的兒童，有較多機會與同儕互動，進而對社會網絡有正面影響，而相關的陪同人數規模與互動時間也和同儕有所關聯，因此也一併列入通學陪同方式因素中。而由兄弟姊妹陪同，父母陪同者，兒童比較無法恣意與其他同儕相處，對於社會網絡有負向

影響。至於獨自一人通學，雖可培養其獨立性，但因缺乏與同儕的互動，所以無法在通學中增進同儕關係，因此認為對於社會網絡的影響為負向關係。

【假說二】假說一於上學與放學旅次間有顯著差異

上學與放學的時間壓力不同，給兒童與同儕不同的相處環境。上學旅次中，由於遲到壓力、精神不濟、尚未進食早餐、需打掃環境、準備早自習考試等，相對於放學旅次，假說一的影響程度較小；相對的，放學旅次的時間壓力較小、兒童經歷過一天的學校生活有比較多分享的素材、比較多機會進行消費性活動，與同儕的互動方式多元，因此推測假說一的影響程度較大。

【假說三】通學陪同人數的規模會影響兒童網絡的大小與被提名數

根據前述的邏輯推演，推測通學陪同人數規模大時，兒童可以在單一時段具有和多人互動的機會，透過互動所建立的友誼關係，有助於兒童擴大其社會網絡的大小及被提名數，具有正向影響。

【假說四】通學互動時間對於影響通學陪同名單中同時為要好的好朋友的的比例有正向影響

同儕陪同的通學方式有助於社會網絡，且訪談內容也支持「通學時間」的互動的確與下課時間有所不同，通學時間談的內容比較私人、比較深入，也比較會分享秘密，拉近彼此的距離，互動具有很高的質量。但因為每位兒童的家離學校的距離不一，即使相同路隊，有人住比較近，與之互動時間較短；有人住比較遠，與之互動的時間較長。因此，本研究推測通學中互動的時間長短，與常與之通學的名單，成為好朋友的機會也會比較大。

(三) 驗證方法

為檢驗前述假說，分析架構包括以下八個工作：

1. 問卷調查與樣本資料蒐集

樣本的抽樣方式一般可分為四種，分別為「簡單隨機抽樣(simple random sampling)」、「分層抽樣(stratified sampling)」、「系統抽樣(systematic sampling)」、「集群抽樣(cluster sampling)」等。簡單隨機抽樣指的是沒有人為因素影響下，母體中的每一樣本被抽到的機會皆相等，並且每次抽選與之前的抽選無關。分層抽樣是把母體分為依照某標準而區分為更小的子母體，稱為「層」，層與層的變異性大，而層內的變異性小，之後再從「層」中進行簡單隨機抽樣。系統抽樣是將母體編號，如 1 到 N，依照研究者自定的區間間隔選取樣本，例如：每隔兩號抽樣一次。集群抽樣是在母體非常龐大，又希望減少調查成本時所採取的抽樣方法。將母體分成幾個群集，以求群集間的變異性小，群集內的變異性大，再從這幾個群集中抽出數個群集進行抽樣或普查。

本研究目的在於討論兒童通學方式與社會網絡之關係，兒童為本研究的研究對象，且範圍涉及通學以及兒童社會網絡，因此需從台灣的國民小學進行樣本選取，但是研究無法調查全體國小兒童，為了可負擔的調查成本，採取「集群抽樣」方法，從國小就學人數最多的新北市做為母體，從新北市內挑選行政區，再於行政區內選取交通便利、學校規模具代表性的學校，做為研究樣本的來源。

選定學校後，考量兒童作答的完整性與社會網絡發展狀況之成熟度，挑選六年級學生做調查，並進行班級內的普查。問卷內容向該班導師說明後，請導師代為發放。由於涉及兒童的姓名與家戶所得等資料，發放家長同意書以徵得同意，再進行調查。調查時，請兒童將問卷帶回家填寫，由家長協助兒童回答，屬於問卷調查方式中的「留置法」，研究者於發放問卷一週後赴校收回。

2. 敘述統計

回收問卷後，將獲得的資料做初步的敘述統計，包括兒童的基本資料、通學方式調查資料、提名的好友名單、家庭資料、自我概念等，觀察分布情形、計算樣本的變異數大小等，對資料有初步的認識。

3. 相關分析

研究無法將所有變數納入模式當中，為了精簡，藉由相關分析剔除相關係數過高的變數，避免出現自變數間共線性的問題，並且同時篩選適合的自變數，以提高模式的解釋力。另外，自變數與依變數間的線性關係，也須藉由相關分析做初步的確認。

4. Tobit 模式

size/n、in degree/n、eigenvector centrality 之資料型態為介在 0 到 1 之間的連續數字，且包含 0 與 1 兩點。若以 y_i 表示 size/n、in degree/n、eigenvector centrality 值，則可表示為 $0 \leq y_i \leq 1$ ，因此應利用 tobit model(censored distribution)分析。

5. 次序羅吉特模式

由於 P_{ij} 為一比例，其值界在 0(0%)與 1(100%)之間。但因為問卷設計上，兒童最多可提名 5 位通學陪同名單與 5 位要好朋友的名單，因此得出之比例值可能侷限在某些數值上，而沒有成常態分配，加上這些比例應呈現次序大小關係，因此使用次序羅吉特模式分析較佳。

6. 二項羅吉特模式

二項羅吉特模式為個體選擇模式的一種，當選擇只有兩種情況時，例如：性別、勝敗等，便適合使用二項羅吉特模式進行分析。研究設計所採用的最後一項社會網絡指標，依照樣本在群體中的連結程度來判定，將樣本區分為核心與邊緣兩類，符合二項羅吉特模式分析的資料型態，因此便以此方法進行分析。

7. 模式校估與檢定

Tobit 模式、次序羅吉特模式與二項羅吉特模式是利用「最大概似法」校估，而為了知道模式的配適度、所有自變數對依變數的解釋力，以及個別自變數的顯著程度，分別使用配適度檢定、概似比指標、概似比統計量，以及漸進 t 檢定等進行檢定。模式變數定義如表 3。

8. 假說驗證

假說一的部份，是探討通學陪同對於兒童社會網絡的影響，因此依據 Tobit 模式分析網絡大小(size/n)與被提名數(in degree/n)與 eigenvector centrality、次序羅吉特模式分析 P_F 、二項羅吉特模式分析核心/邊緣的結果，觀察通學陪同變項的係數是否有達顯著，若顯著，代表假說一受實際資料支持。假說二是於假說一成立的情形下存有上學與放學的差異，因此在進行假說一的驗證時，分為上學與放學兩道式子，觀察顯著之變數、變數係數符號是否相同。若皆相同，再進一步利用「漸進 t 檢定」檢驗上學與放學兩道式子的通學陪同係數之間是否有顯著差異，若差異顯著，代表假說二受實際資料支持。假說三則是以通學陪同人數做為自變數，觀察 Tobit 模式分析網絡大小(size/n)、被提名數(in degree/n)下，係數是否有達顯著，若是，代表假說三受實際資料支持。假說四先用敘述統計算出通學名單中，同時為好友名單的比例(P_F)當作依變數，通學互動時間為自變數，再以次序羅吉特分析，觀察通學互動時間的係數是否有達顯著，若有，則假說四受實際資料支持。

表 3 模式依變數與自變數定義表

變數代號	變數名稱	定義	單位
依變數			
$Y_{SIZE/n}$	網絡大小	計算該兒童的朋友數/該班有效樣本數	--
$Y_{INDGREE/n}$	被提名數	計算該兒童被幾位同學提名為好朋友/該班有效樣本數	--
Y_{EIGENC}	特徵向量中心性	考慮整個網絡的連結狀況而給予每個點不同的中心性，詳細定義可參考第三章第一節的公式(3-1)，以公式中的 x_i 做為 eigenvector centrality。	--

Y_{COPHE}	核心/邊緣	依據公式(3-3)定義的 ρ 值，取達到 ρ_{max} 的核心/邊緣歸類。 ($Y_{COPHE}=1$ ，表示歸在核心； $Y_{COPHE}=0$ ，表示歸在邊緣)	--
Y_{PE}	陪同通學且為好友比例值	以通學名單數為分母，通學名單且為好友名單數為分子，求出此比例。	--
自變數			
通學陪同因素			
X_{ALONE}	獨自一人	單獨一人通學，沒有跟任何人結伴($X_{ALONE}=1$ ，表示單獨一人； $X_{ALONE}=0$ ，表示非單獨一人)。	--
X_{PEER}	由同儕陪同	由同學、鄰居小孩等同儕陪同通學($X_{PEER}=1$ ，表示與同儕一同； $X_{PEER}=0$ ，表示非與同儕一同)。	--
$X_{SIBLING}$	由兄弟姐妹陪同	由兄弟姐妹陪同($X_{SIBLING}=1$ ，表示與兄弟姐妹一同； $X_{SIBLING}=0$ ，表示非與兄弟姐妹一同)。	--
X_{ELDER}	由成年人陪同	由父母、家中長輩、鄰居成年人等陪同通學($X_{ELDER}=1$ ，表示與成年人一同； $X_{ELDER}=0$ ，表示非與成年人一同)。	--
X_{PSCALE}	同儕陪同規模	同儕陪同下，有多少人一起通學。	人
X_{CGTIME}	上學與同儕互動時間	上學通學中，分別詢問與不同位同學互動的時間，最後加總，做為此變項之值。	分鐘
$X_{OFFTIME}$	放學與同儕互動時間	放學通學中，分別詢問與不同位同學互動的時間，最後加總，做為此變項之值。	分鐘
控制變數			
生理因素			
X_{SEX}	性別(男生)	$X_{SEX} = 1$ ，表示男生； $X_{SEX} = 0$ ，表示女生。	--
X_{BMI}	身體質量指數	兒童的體重(公斤)除以身高(公尺)的平方。	Kg/m^2
心理因素			
X_{AMIALE}	和藹可親	具有好相處、關心別人、友善、助人、善解人意、謙虛、	分

		誠實的特質。以五點量表讓兒童勾選符合程度。	
X_{EXTRA}	外向	具有外向、勇敢、活潑、活力充沛的特質。以五點量表讓兒童勾選符合程度。	分
X_{CGNTI}	認真型	具有努力、謹慎、做事有計劃、自動自發、有恆心、負責的、意志堅定的特質。以五點量表讓兒童勾選符合程度。	分
X_{NEURO}	神經質	具有易生氣、易煩惱、易擔心、易傷心、任性、情緒化的特質。以五點量表讓兒童勾選符合程度。	分
X_{OPEN}	開放型/智力	具有腦筋靈活、用功、愛動腦筋、有創造力、會隨機應變的特質。以五點量表讓兒童勾選符合程度。	分
X_{AGGRES}	侵略行為	具有霸道的、奸詐的、叛逆的、愛欺負人、貪玩、做事草率的特質。以五點量表讓兒童勾選符合程度。	分
X_{EMO}	情緒自我概念	兒童主觀認為自己的日常情緒狀態(9題, 5點量表)	分
外在表現因素			
X_{SCORE}	學業表現	兒童於最近一次月考的平均成績	分數
X_{TALENT}	才藝能力	兒童主觀認為自己的才藝能力好壞, 給予 1~5 分的五點量表勾選	分
X_{SMELL}	身體體味	兒童是否曾經因為自己的體味過重而被同儕排擠 $X_{SMELL} = 1$, 表示有此經驗; $X_{SMELL} = 0$, 表示無此經驗。	--
$X_{OUTNESS}$	外貌自我概念	兒童主觀認為自己的體態、長相(9題, 5點量表)	分
X_{BODY}	身體自我概念	兒童主觀認為自己的運動、身體狀況(12題, 5點量表)	分
變數代號	變數名稱	定義	單位
家庭因素			
X_{NORMAL}	雙親家庭	$X_{NORMAL} = 1$, 表示為雙親家庭; $X_{NORMAL} = 0$, 表示為非雙親家庭。	--
X_{DISP}	父母管教態度	兒童主觀認為父母的管教態度鬆緊, 給予 1~5 分的五點量表勾選。	分
X_{INDEP}	自由度	兒童評估自己的自由外出程度, 給予 1~5 分的五點量表勾選。	分
X_{FAMILY}	家庭自我概念	兒童主觀認為自己與父母、兄弟姊妹與家人的相處狀況(17題, 5點量表)	分
社經地位			
$X_{INCOME1}$	所得水準 1	平均家戶年所得位在 427,074 元~739,504 元。 ^註 ($X_{INCOME1} = 1$, 所得位在此區間內; $X_{INCOME1} = 0$, 所得不位	--

		在此區間內。)	
$X_{INCOME2}$	所得水準 2	平均家戶年所得位在 739,505 元~1,010,073 元。 ^註 ($X_{INCOME2}=1$ ，所得位在此區間內； $X_{INCOME2}=0$ ，所得不位在此區間內。)	--
$X_{INCOME3}$	所得水準 3	平均家戶年所得位在 1,010,074 元~1,348,634 元。 ^註 ($X_{INCOME3}=1$ ，所得位在此區間內； $X_{INCOME3}=0$ ，所得不位在此區間內。)	--
$X_{INCOME4}$	所得水準 4	平均家戶年所得位在 1,348,635 元~2,056,420 元。 ^註 ($X_{INCOME4}=1$ ，所得位在此區間內； $X_{INCOME4}=0$ ，所得不位在此區間內。)	--
$X_{INCOME5}$	所得水準 5	平均家戶年所得位在 2,056,421 元以上。 ^註 ($X_{INCOME5}=1$ ，所得位在此區間內； $X_{INCOME5}=0$ ，所得不位在此區間內。)	--

註：平均家戶年所得是依據民國 101 年新北市家庭年收入所得五等分的資料。

四、資料

本研究的資料蒐集方式為問卷調查，其中包含自編之問卷與既有之量表。

自編問卷內容包含建構社會網絡所需的好友提名名單、通學方式變數，與其他非通學方式變數之控制變數。經由文獻回顧歸納出影響社會網絡的其他變數，例如心理因素、外在表現、家庭因素等，由於內容需探討兒童的情緒調節能力、兒童對與自我身體的觀感，以及家庭互動氣氛的具體內容，本研究使用「國小兒童自我概念量表」(侯雅齡、吳裕益，2000)的情緒自我概念、外貌自我概念、身體自我概念、家庭自我概念等向度的量表。該量表符合本研究之需求，並且已由專家建立良好的信度、效度與常模，為一優良的調查工具，因此，問卷調查內容部分即分為自編問卷與既有量表兩部分。

(一) 調查對象

本研究調查樣本的採樣方式為「集群抽樣」，依據教育部統計，國民小學就學人數最多為新北市，做為母體。再從新北市內挑選行政區，接著再於行政區內

選取交通便利、學校規模具代表性的學校，做為研究樣本的來源。研究對象的新北市板橋區 H 小學的人數規模於新北市內排名第 8，距離捷運站 1.4 公里，有四線公車可達，且位在新板特區內，同時也列為板橋區的額滿國小，因此限縮到以板橋區 H 國小為研究區，以全六年級為研究對象。該國小六年級共有 16 個班，於班級內做普查，總共發放 606 份問卷。

(二) 調查方式

本研究的調查時間為民國 101 年 11 月 9 日至民國 101 年 11 月 16 日，為期一個星期，問卷調查方式先由研究者向各班導師講解問卷內容，再請導師在各班解說與發放，內容包括「國小學童通學方式與社會網絡研究問卷」、「國小兒童自我概念量表」、「研究參與者知情同意書與家長同意書」、與「研究摘要說明書」四份資料，請兒童帶回家中由家長過目，家長同意後在家中先勾選所得問項，但其它問項與量表先不填寫，隔天再請兒童將所有資料帶回班上，於班上與其他同學一起填寫，並由導師監督。之後，與校方約定一個星期後返回該校回收問卷。回收後會將問卷加以過濾，檢查兒童是否有漏答，若有漏答，則需進行第二次的問卷補答，補答時間為民國 101 年 11 月 27 日至 11 月 28 日，方式為現場補答，結束之後馬上回收。

(三) 問卷內容與架構

本研究所使用的調查工具分別有研究者自編的「國小學童通學方式與社會網絡研究問卷」以及向心理出版社購買之「國小兒童自我概念量表」。

研究希望透過自編的「國小學童通學方式與社會網絡研究問卷」獲得的資訊，包括兒童社會網絡、兒童通學方式、兒童生理狀態、兒童心理狀態、兒童外在表現、家庭因素與家庭社經地位等，至於「國小兒童自我概念量表」則是提供兒童的情緒自我、家庭自我、外貌自我、身體自我等，為研究中重要的控制變數資訊。以下，將「國小學童通學方式與社會網絡研究問卷」分為六部份說明，至於「國小兒童自我概念量表」則於第七部份說明；基於心理出版社的要求條件，本研究無法列出詳細的量表內容與常模，若有興趣之讀者，請洽該出版社。

1. 兒童社會網絡

在兒童社會網絡部份，首先，請兒童提名在班上有沒有比較好的一群朋友，常和他們相處在一起的同學名單，並且勾選出他們的性別，以 16 名為上限。之後，請兒童從上述名單中再提名 5 位「最好的朋友」的名單。

2. 兒童通學方式

通學方式中，又細分為通學陪同、運具選擇、同儕陪同名單與相處時間等三個部份介紹。

(1) 通學陪同

討論通學陪同部份以前，先將旅次區分為上學旅次與放學旅次，再分別詢問單一旅次中兒童的陪同方式。通學陪同可分為獨自通學與有同伴陪同兩大類，於同伴陪同中，再細分陪同的對象，分別有同學或鄰居小孩、兄弟姊妹、父母親或其他成年人等，並讓兒童於「有同伴陪同」一類可複選，以表現出兩種對象同時存在的情形。

(2) 運具選擇

運具選擇方式提供通學陪同的交流空間，包含步行、自行車、機車、汽車、公車、捷運等。另外，鑒於台灣補習風氣盛行，國小兒童於課後可能會前往

補習班或安親班，搭乘由業者提供的交通車，因此，在放學旅次中，多增加補習班交通車一類。

(3) 陪同名單與通學互動時間

通學陪同類別可以大略分辨出兒童由哪些對象陪同，而本研究的主題在於了解兒童的社會網絡，因此對於同學或鄰居小孩一類，欲知道兒童是由誰陪同，進而與兒童提名的好友名單做比較，所以需要提名陪同的同學或鄰居小孩的名單。

另外，通學中與他人互動時間的長短，會增加對彼此的認識，因此，除了提名名單，並在每個名單後註明與之互動的時間，以分鐘為單位計算。

3. 兒童生理狀態

自編問卷中的兒童生理狀態包含性別、身高、體重等資訊。性別分為男性、女性；身高以公分做為單位；體重以公斤做為單位。詢問身高與體重之資訊是想進一步計算成 BMI 指數，做為兒童的肥胖指標，為控制變數之一。

4. 兒童心理狀態

問卷中詢問的兒童心理狀態調查兒童的五大性格與侵略性格兩類。本研究採用莊耀嘉、李雯娣(2001)針對台灣本土兒童的性格研究所使用的字詞，有六大部份，除了五大性格中的和藹可親、外向、認真、神經質、開放性/智力外，尚包含侵略行為的字詞，每部份約包含 4 到 7 個字詞描述，並隨機分配，請兒童依照符合自己狀態的情形勾選 5 點量表。

5. 兒童外在表現

在問卷中詢問的兒童外在表現，包含學業成績、衛生習慣、才藝能力等三部份。學業成績請兒童填寫最近一次月考的平均分數；衛生習慣是想得知兒童是否

因為身體體味而被其他人排擠，以「我曾經因為身體有味道而被討厭」，請兒童勾選五點量表，勾選自己的同意的程度；才藝能力以「我覺得別人因為我多才多藝而喜歡我」做為題目，也是請兒童勾選五點量表。

6. 家庭因素與家庭社經地位

簡茂發(1983)與羅品欣、陳李綢(2005)提到單親家庭、管教嚴格以及自由度低的兒童，同儕關係有負面影響，因此在家庭因素部分，調查兒童的家庭結構(與誰同住)、兒童父母的管教態度以及允許外出的自由度。兒童與誰同住的選項分為：與父親母親兩人一起、與父親或母親其中一人、以上皆非等三項，分成這三類的原因在於維護破碎家庭兒童的隱私，如單親、離婚、分居、隔代教養、父親或母親長年在國外工作等情形，目的在於區分單親家庭與雙親家庭的差異。管教態度與允許外出自由度的部分，以「我的父母或監護人允許我課後與其他人互動的自由度高」、「父母對我的管教嚴格」的題目詢問，請兒童勾選五點量表。

家庭社經地位部分，則是使用民國 101 年新北市家庭年收入所得五等分的資料，分為 427,074 元以下、427,075 元~739,504 元、739,505 元~1,010,073 元、1,010,074 元~1,348,634 元、1,348,635 元~2,056,420 元、2,056,421 元以上等六類，請家長輔助兒童勾選。

6. 國小兒童自我概念量表

在量表調查的部分，使用的工具為侯雅齡、吳裕益(2000)國小兒童自我概念量表，適用對象為國小四年級至六年級學生，符合本研究的調查對象。此量表的結構大致可分為情緒自我概念、外貌自我概念、身體自我概念、家庭自我概念與學校自我概念，經由第二章的文獻回顧，本研究推測情緒自我概念適合做為控制變數之兒童心理狀態的情緒調節部分；外貌自我概念與身體自我概念則是做為控制變數之兒童的外在表現，特別是對於自己身體觀感的部分；家庭自我概念則是與原本控制變數之家庭因素契合，可以了解兒童與家庭成員互動的關係、家庭氣氛等等。至於學校自我概念則是列為參考使用，因為本研究已調查兒童於班上的社會網絡，並為本研究的依變數，若將學校自我概念列為控制變數，則可能出現控制變數與依變數過於雷同之問題，因此僅列為參考使用。

(四)問卷調查結果

本研究調查問卷共發放 606 份問卷，而回收的問卷有 408 份，整體回收率為 67.33%。除了 13、15、16 班回收率低於 60%，其他班級皆有 60%至 80%之間。部分班級回收率較低的原因，可能因為有詢問所得問項，家長的防衛心普遍偏高。

問卷回收後，過濾明顯沒有認真填答的樣本，予以剔除，若有填答不完整之問卷，則將問卷攜回學校，再請學生補答。量表中若因為是家中的獨生子女兒無法填答兄弟姊妹的問項，以及單親家庭無法填答父親或母親的問項，予以保留。

由於國小兒童自我概念量表有參考常模，計算方式為統計各向度的總分，獨生子女與單親家庭之樣本處理，採用作答題目總分除以作答題數，求得該向度平均每題之分數，同時也將常模中的總分除以該向度題數，以平均每題分數做為比對標準。最後得到的有效問卷有 378 份，問卷有效率為 92.65%。因為本研究母體變異不清楚，適合以無母數統計評估樣本規模，前述有效問卷份數仍可達到抽樣誤差±5%以下與信賴水準 95%以上的條件。

五、結果

(一) Tobit 模式

1. size/n

從相關分析結果，通學變數中的放學規模、放學規模時間，及控制變數中的性別(男生)、身體質量指數、和藹可親、外向、認真、學業表現、體味、身體自我、家庭自我與 size/n 有顯著的相關，做為保留自變數之參考。接著，以 size/n 為依變數，利用 Tobit 模式校估係數，逐次刪除不顯著的自變數，將 size/n 之校估結果整理於表 4。根據表 4，「基礎模式」中的性別(男生)、學業表現、外向等變數達到顯著；除了基礎模式，通學變數中的上學由成年人陪同、上學同儕陪同規模、放學同儕陪同規模、上學同儕陪同時間則是在「延伸模式」中顯著影響 size/n。由於此模式中的 log likelihood function 之值為正，使得 ρ^2 之值小於 0，

不具有參考意義，因此改為參考 LIMDEP 8.0 所提供之 R^2_{ANOVA} 與 $R^2_{DECOMPOSITION}$ 來觀察整體模式之配適度，其值若越接近 1，代表配適度越好。延伸模式中的 $R^2_{DECOMPOSITION}$ 相較於基礎模式，有提升的趨勢，表示通學變數的納入對於 size/n 有顯著之影響。

表 4 size/n 之 Tobit 模式校估結果表

依變數		size/n				
		基礎模式		延伸模式		
		係數估計值	t 值	係數估計值	t 值	VIF 值
常數項		-0.21608643	-3.335**	-0.20104035	-3.192**	-
控制變	性別(男生)	-0.08266501	-6.038**	-0.07466235	-5.456**	1.067
	學業表現	0.00398064	6.042**	0.00412430	6.395**	1.016
	外向	0.01136888	5.910**	0.01005589	5.304**	1.041

數						
通 學 變 數	上學由成年人 陪同			-0.03547800	-2.570*	1.014
	上學同儕 陪同規模			-0.09163338	-3.804**	3.960
	放學同儕 陪同規模			0.01031172	2.403*	1.126
	上學同儕 陪同時間			0.00649992	2.788**	3.922
R^2_{ANOVA}		0.191540		0.003236		
$R^2_{DECOMPOSITION}$		0.199298		0.431329		

註: **表示達到顯著水準 $\alpha=0.01$; *表示達到顯著水準 $\alpha=0.05$

2. in degree/n

從相關分析結果，控制變數中的性別(男生)、和藹可親、外向、學業表現、體味、情緒自我與 in degree/n 有顯著的相關，做為保留自變數之參考。接著，以 in degree/n 為依變數，利用 Tobit 模式校估係數，逐次刪除不顯著的自變數，將 in degree/n 之校估結果整理成表 5。根據表 5，控制變數中的學業表現、和藹可親、外向、認真，為基礎模式中達到顯著之變數；以基礎模式為根據，再加入通學變數，逐一刪除不顯著之變數後，是為「延伸模式」，留下上學成年人陪同達到顯著。由於此模式中的 log likelihood function 之值為正，使得 ρ^2 之值小於 0，不具有參考意義，因此改為參考 LIMDEP 8.0 所計算之 R^2_{ANOVA} 與 $R^2_{DECOMPOSITION}$ 來觀察整體模式之配適度，其值若越接近 1，代表配適度越好。延伸模式中的 $R^2_{DECOMPOSITION}$ 相較於基礎模式，並無提升，表示通學變數的納入對於 in degree/n 的解釋力沒有顯著異於基礎模式。

表 5 in degree/n 之 tobit 模式校估結果表

自變數	依變數		in degree/n			
			基礎模式		延伸模式	
	係數估計值	t 值	係數估計值	t 值	VIF 值	

常數項		-0.42500249	-5.766**	-0.43427548	-5.929**	-
控制變數	學業表現	0.00460327	6.380**	0.00460388	6.430**	1.058
	和藹可親	0.00826011	3.950**	0.00797064	3.837**	1.992
	外向	0.00997109	4.319**	0.00975004	4.254**	1.313
	認真	-0.00532663	-2.870**	-0.00503300	-2.729**	2.111
通學變數	上學成年人陪同			-0.02867804	-1.973 *	1.010
R^2_{ANOVA}		0.003685		0.004272		
$R^2_{DECOMPOSITION}$		0.404377		0.404105		

註: **表示達到顯著水準 $\alpha=0.01$; *表示達到顯著水準 $\alpha=0.05$

3. eigenvector centrality

根據第相關分析結果，通學變數中的上學方式、放學規模、放學與同伴通學時間，與 eigenvector centrality 有顯著相關；控制變數中的性別(男生)、身體質量指數、和藹可親、外向、學業表現、體味、情緒自我與 eigenvector centrality 有顯著的相關，做為保留自變數之參考。接著，以 eigenvector centrality 為依變數，利用 Tobit 模式校估係數，逐次刪除不顯著的自變數，將 eigenvector centrality 之校估結果整理於表 6。根據表 6，基礎模式中達到顯著的變數有性別(男生)、學業表現、外向、情緒自我；以基礎模式為根據，再加入通學變數，逐一刪除不顯著之變數後，是為「延伸模式」，最後留下上學由成年人陪同、上學同儕陪同規模、放學同儕陪同時間等變數達到顯著。延伸模式中的 $R^2_{DECOMPOSITION}$ 相較於基礎模式，並無提升，表示通學變數的納入對於 eigenvector centrality 的解釋力沒有顯著異於基礎模式。

表 6 eigenvector centrality 之 Tobit 模式校估結果表

依變數 自變數		eigenvector centrality				
		基礎模式		延伸模式		VIF 值
		係數估計值	t 值	係數估計值	t 值	
常數項		0.12116986	-2.677**	-0.10348133	-2.348*	-
控制變數	性別(男生)	-0.06915955	-7.219**	-0.06366925	-6.698**	1.054
	學業表現	0.00236801	5.144**	0.00233854	5.194**	1.021
	外向	0.00605103	4.193**	0.00518985	3.665**	1.184
	情緒自我	0.00057600	2.834**	0.00062210	3.154**	1.156

通學變數	上學由成年人陪同		-0.02272462	-2.357*	1.056
	上學同儕陪同規模		-0.02843219	-3.233**	1.071
	放學同儕陪同時間		0.00065601	3.509**	1.093
R^2_{ANOVA}		0.001614	0.001765		
$R^2_{DECOMPOSITION}$		0.421281	0.421155		

註: **表示達到顯著水準 $\alpha=0.01$; *表示達到顯著水準 $\alpha=0.05$

(二) 次序羅吉特模式

P_F 值以放學陪同的同學名單數為分母，放學陪同名單且為好友名單數為分子，求出此比例，來表示陪同通學且為好友的比例值。由於問卷設計最多填寫5位放學陪同同儕名單與5位好朋友名單， P_F 值雖介在0至1之間，並且包含0與1兩點，但因為提名數目的限制，所以計算出之 P_F 值只有11種數字，分別為0、0.2、0.25、0.3333、0.4、0.5、0.6、0.6777、0.75、0.8、1，並非呈現連續分布，因此將 P_F 值分成11個順序類別，利用次序羅吉特模式進行校估。根據前面的相關分析結果，通學變數中的放學方式、上學同儕陪同規模、上學同儕陪同時間、放學同儕陪同規模、放學同儕陪同時間，以及控制變數中的性別(男生)與和藹可親等變數與 P_F 值有顯著相關，做為模式校估時之參考。

接著，以 P_F 值為依變數，用次序羅吉特模式進行校估，結果如表7所示。根據結果，「基礎模式」中有達顯著之變數有和藹可親、開放性/智力；「延伸模式」達顯著之變數除了基礎模式之變數外，尚包含通學變數內的放學由同儕陪同，修正後之延伸模式的配適度與卡方值皆有提升，整體模式的解釋力提高，表示通學變數的「放學由同儕陪同」的加入，對於 P_F 值有顯著影響。

表 7 值次序羅吉特模式校估結果表

自變數 \ 依變數		P_F 值				
		基礎模式		延伸模式		
		係數估計值	t 值	係數估計值	t 值	VIF 值
常數項		-1.44236869	-3.783**	-3.25298778	-5.600**	-
控制變數	和藹可親	0.06471920	3.847**	0.07390489	3.406**	1.426
	開放性/智力	-0.03995179	-2.144*	-0.07552176	-3.155	1.412
通學變數	放學由同儕陪同			3.06324615	8.845**	1.017
ρ^2		0.016417		0.269813		
修正後 ρ^2		0.01216		0.263427		
χ^2		15.42514**		253.5093**		

註: **表示達到顯著水準 $\alpha=0.01$; *表示達到顯著水準 $\alpha=0.05$

(三) 二項羅吉特模式校估

根據前面的相關分析結果，通學變數中放學由同儕規模、放學由同儕陪同時間，以及控制變數的性別(男生)、身體質量指數、和藹可親、外向、學業表現、體味、情緒自我與 core/periphery 有顯著相關，做為模式校估時之參考。接著，依變數分為 core($Y=1$)、periphery($Y=0$)兩類，利用二項羅吉特模式校估係數，逐次刪除不顯著的自變數，將 core/periphery 之校估結果整理於表 8。根據結果，性別(男生)、學業學業表現、和藹可親、身體自我於基礎模式中達到顯著，以基礎模式為根據，再加入通學變數，逐一刪除不顯著之變數後，是為「延伸模式」。延伸模式中，通學變數有達顯著的有放學同儕陪同時間。延伸模式的 ρ^2 、修正後 ρ^2 與 χ^2 相較於基礎模式有提高的趨勢，表示加入通學變數後的模式對於 core/periphery 的解釋力有顯著改善。

表 8 core/periphery 之二項羅吉特模式校估結果表

自變數 \ 依變數		core/periphery				
		基礎模式		延伸模式		
		係數估計值	t 值	係數估計值	t 值	VIF 值
常數項		-5.71071604	-4.383**	-5.59834196	-4.262**	-
控制變數	性別(男生)	-1.22363550	-5.337**	-1.13295798	-4.867**	1.074
	學業學業表現	0.04941382	3.799**	0.04701474	3.566**	1.022
	和藹可親	0.05417541	2.071*	0.04963628	1.883	1.225
	身體自我	0.00886665	2.129*	0.00851029	2.024*	1.173
通學變數	放學同儕 陪同時間			0.01264129	2.528*	1.059
ρ^2		0.127708		0.14135		
修正後 ρ^2		0.112427		0.122248		
χ^2		66.85545**		73.99674**		

註: **表示達到顯著水準 $\alpha=0.01$; *表示達到顯著水準 $\alpha=0.05$

(四) 上學/放學比較

假說二認為假說一「通學陪同方式因素對兒童社會網絡有顯著影響」的影響關係，在上學與放學兩種旅次間具有差異。根據表 4-8 的結果，同一類的陪同情況，若只有上學或放學其中一個達顯著，則可推論通學陪同方式具有上學與放學的顯著差異，若上學與放學的另一類陪同情況皆達顯著，則需要觀察係數的正負號。假設兩者的正負號不相同，則代表上學與放學具有顯著差異，兩者的正負號相同，則需要進一步使用單一樣本 t 檢定，以釐清陪同方式是否具有上學與放學之差異。其比較結果請見表 9，各通學變數分別有於上學模式與放學模式達到顯著。

表 9 各依變數之上學與放學模式-達顯著(=0.05)-之通學變數比較整理表

達顯著之通學變數 \ 依變數	上學模式	放學模式
size/n	由成年人陪同(-)	-

	同儕陪同時間(+) 同儕陪同規模(-)	同儕陪同規模(+)
in degree/n	由成年人陪同(-)	-
eigenvector centrality	由成年人陪同(-) 同儕陪同規模(-) -	- - 同儕陪同時間(+)
P_F	-	由同儕陪同(+)
core/periphery	-	同儕陪同時間(+)

註: (+)表示正向影響;(-)表示負向影響

其中上學與放學同時達到顯著的變數有以 size/n 為依變數的同儕陪同規模，由於變數的係數為一正一負，可以直接觀察出上學模式顯著異於放學模式，無需進一步做單一樣本 t 檢定。

因此，具有顯著上學與放學差異的有以 size/n 為依變數的「同儕陪同規模」(上學為負，放學為正)，「由成年人陪同」(上學)，「同儕陪同時間」(上學)；以 in degree/n 為依變數的「由成年人陪同」(上學)；以 eigenvector centrality 為依變數的「由成年人陪同」(上學)，「同儕陪同規模」(上學)，「同儕陪同時間」(放學)； P_F 為依變數的「由同儕陪同」(放學)；以 core/periphery 為依變數的「由成年人陪同」(上學為負，放學為正)，「步行通學」(上學)，「獨自一人」(放學)，「同儕陪同規模」(放學)。

六、討論

(一) 假說檢驗

【假說一】通學陪同方式對於兒童社會網絡有顯著影響

檢驗假說一必須觀察各個模式校估結果的延伸模式中，有哪些通學陪同方式

變數達到顯著，以及觀察係數值之正負向，判斷其為正向影響或是負向影響。

1. 以 size/n 為依變數進行的 Tobit 模式

以 size/n 為依變數進行的 Tobit 模式中(見表 4)，「上學由成年人陪同」(-)、
「上學同儕陪同規模」(-)、
「放學同儕陪同規模」(+)、
「上學與同儕互動時間」(+)
等四變數，在延伸模式中達到 $\alpha = 0.05$ 的顯著水準，其係數值正負號如括號內所示。上學通學中，兒童若由成年人陪同、同儕陪同的規模越大對其網絡的 size 有負面影響，但與同儕的互動時間越長，則對網絡的 size 有正向影響。成年人的陪同相對而言減少與同儕互動之機會，所以負向影響是符合研究假設之預期，但同儕陪同規模越大對於兒童的網絡 size 卻是負向影響，這與研究預期相牴觸。

2. 以 in degree/n 為依變數的 Tobit 模式

以 in degree/n 為依變數進行的 Tobit 模式中(見表 5)，「上學由成年人陪同」變數在延伸模式中達到 $\alpha = 0.05$ 的顯著水準，且係數值為負，表示成年人的陪同相對而言減少與同儕互動之機會，所以負向影響是符合研究假設之預期。

3. 以 eigenvector centrality 為依變數的 Tobit 模式

以 eigenvector centrality 為依變數進行的 Tobit 模式中(見表 6)，「上學由成年人陪同」(-)、
「上學同儕陪同規模」(-)、
「放學同儕陪同時間」(+)
等三個變數在延伸模式中達到 $\alpha = 0.05$ 的顯著水準，其係數值正負號如括號內所示。如同 in degree/n 的結果，成年人的陪同相對而言減少與同儕互動之機會，所以對兒童在網絡中的重要性有負向影響；上學雖然同儕陪同人數越多，卻無法增加兒童在網絡中的重要性，且為負向影響，與研究假設不符。

「放學同儕陪同時間」對於 eigenvector centrality 的正向影響，符合研究假設，兒童若花越多放學通學時間與同儕相處，放學時間壓力相對於上學時間來的小，互動質量較深，可以與同儕建立更深的關係，以增加自己在網絡中的重要性。

4. 以 P_F 為依變數進行的次序羅吉特模式

以 P_F 為依變數進行的次序羅吉特模式中(見表 7)，「放學由同儕陪同」變數有達到 $\alpha = 0.01$ 的顯著水準，且係數值為正，表示「放學由同儕陪同」對於 P_F 有正向影響，也就是兒童放學若由同儕陪同通學，則可以增加這些陪同的同儕同時也是好朋友的比例。

5. 以 core/periphery 為依變數的二項羅吉特模式

以 core/periphery 為依變數進行的二項羅吉特模式中(見表 8)，「放學同儕陪同時間」(+)在延伸模式中達到 $\alpha = 0.05$ 的顯著水準，其係數值正負號如括號內所示。表示相處時間越長，有助於放學時間的同儕互動。

【假說二】假說一於上學與放學旅次間有顯著差異

整理支持假說一的變數，若只有上學或放學其中之一的通學方式變數達到顯著，便可支持假說二，若上學與放學的通學變數同時達到顯著，若符號不同，代表顯著異於對方，若符號相同，則需要進行單一樣本 t 檢定，然而本研究的校估結果可以明顯看出上學與放學的差異，並未出現同時達到顯著且符號相同的狀況，因此不需進一步使用單一 t 檢定。參考表 9 的整理結果，從表 9 發現，以不同的社會網絡指標做為依變數的情形下，通學方式變數於上學模式與放學模式存在明顯的差異。綜觀放學模式所達到的與同儕相關之通學方式變數，對社會網絡指標有顯著的正向影響。而上學模式中，通學方式變數對社會網絡指標的影響偏負向，只有在「同儕陪同時間」影響 P_F 為正向影響，推測相處時間越長，直觀上對於陪同者的熟悉度會變高，成為好朋友的機會就越大，所以對於 P_F 仍為正向影響。

【假說三】通學陪同人數的規模會影響兒童網絡的大小與被提名數

假說三的驗證方式，在於觀察以 size/n 與 in degree/n 為依變數的模式校估中，通學同儕陪同規模的變數是否有達到顯著。依據 size/n 的結果(見表 4)，上學同儕陪同規模與放學同儕陪同規模皆有達到顯著影響，支持假說三，只是上學為負向影響，放學為正向影響。

而觀察 in degree/n 的結果 (見表 5)通學陪同規模在上學與放學皆沒有達到顯著，所以在被提名數這個部份，沒有辦法支持假說三。總括 size/n 與 in degree/n 的結果，可以歸納出假說三為部份成立，成立的模式為以 size/n 為依變數的上學

同儕陪同規模(-)與放學同儕陪同規模(+)。表示通學陪同人數的規模會影響兒童網絡的大小，但不會影響被提名數。

【假說四】通學與同儕互動時間對於通學陪同名單中同時為要好的好朋友的比例(P_F)有正向影響

根據以 P_F 為依變數的次序羅吉特模式中(見表 7)，通學與同儕互動時間的變數，無論是上學或是放學，皆沒有在模式校估中達到顯著，更無法討論是正向影響或負向影響，表示通學與同儕互動時間的長短，並不會影響 P_F 的比例。因此，認定假說四無法被實際資料支持。

針對本研究所提的四項假說，綜合上述討論彙整為表 10 所示。結果發現【假說一】與【假說二】受實際資料支持，【假說三】受實際資料部份支持，而【假說四】在以 P_F 為依變數的次序羅吉特模式中，上學或放學與同伴通學時間皆無達到顯著，驗證結果為不被支持。

表 10 研究假說檢核表

假說	假說內容	假說檢核	支持模式 (依變數)	支持變數
假說一	通學陪同方式對於兒童社會網絡有顯著影響	支持	size/n	上學由成年人陪同(-) 上學與同儕互動時間(+) 上學同儕陪同規模(-) 放學同儕陪同規模(+)
			in degree/n	上學由成年人陪同(-)
			eigenvector centrality	上學由成年人陪同(-) 上學由同儕陪同規模(-)

				放學與同儕互動時間(+)
			P_F	放學由同儕陪同(+)
			core/periphery	放學同儕陪同時間(+)
假說二	【假說一】於上學與放學旅次間有顯著差異。	支持	size/n	上學由成年人陪同(-)
			size/n	上學與同儕互動時間(+) 上學同儕陪同規模(-) 放學同儕陪同規模(+)
			in degree/n	上學由成年人陪同(-)
			eigenvector centrality	上學由成年人陪同(-) 上學由同儕陪同規模(-) 放學與同儕互動時間(+)
			P_F	放學由同儕陪同(+)
			core/periphery	放學同儕陪同時間(+)
假說三	通學陪同人數的規模會影響兒童網絡的大小與被提名數。	部份支持	size/n	上學的同儕陪同規模(-) 放學的同儕陪同規模(+)
假說四	通學互動時間對於影響通學陪同名單中同時為要好的好朋友的的比例有正向影響。	不支持	--	--

註: (+)與(-)代表正向與負向的影響達到顯著水準 $\alpha = 0.05$

(二) 結果分析

本部份將模式校估結果分為通學方式變數與非通學方式變數(控制變數)兩大部分,依序說明其對兒童社會網絡之影響。另外也針對與預期符號不同之變數加以討論,試圖找出可能的解釋原因。

1. 通學方式變數

依據各模式的校估結果,將通學方式變數對於社會網絡指標的影響關係整理成表 11,並與從過去文獻或訪談所推論的預期影響關係做比較。首先,與預期影響關係吻合的變數有「由父母/成年人陪同」對於 size/n、in degree/n、eigenvector centrality 為負向影響,如同 Mackett *et al.*(2007)與 Brown *et al.* (2008)認為沒有大人的陪同下,可以增加與同儕的休閒與社交關係的互動機會。換言之,即成年人的陪同,對於同儕互動具有負向影響。

「上學同儕陪同時間」對於 size/n、「放學由同儕陪同」對於 P_F 、「放學同儕

陪同時間」對於與 eigenvector centrality 與 core/periphery,以及「放學同儕陪同規模」對於 size/n 皆為正向影響,與預期關係相符。其中「放學由同儕陪同」對於 P_F 的正向關係,支持 Romero(2007)提到,兒童將與同學於通學中的談話視為有趣的事的

論點,表示同儕的陪同對於互動有正向影響。「上學同儕陪同時間」對於 size/n 與「放學同儕陪同時間」對於與 eigenvector centrality 與 core/periphery 的正面影響則是印證訪談記錄,認為下課時間與通學時間話題的差異,較為私人,分享秘密會在通學時進行,而下課時間話題深度較淺(S-8)。談話的深度會影響與人的互動關係,如果一方能自我揭露較多,對方可以體會到安全感,也願意分享更多自己內心的話,增加友誼的品質與深度。因此,若此段時間的增加,可以直觀推測互動也會隨之提升。

模式結果也有呈現和預測關係相反的部份,如「同儕陪同規模」於上學旅次對於 size/n 與 eigenvector centrality 為負向影響。推測可能原因為樣本本身的特性

所致，上學與同儕一起的比例很小，只佔 9%，相對於放學由同儕陪同比例卻有 54%，表示上學與同儕一起通學的可能性很低，因為居住在不同地方，若要與其他同儕一起通學，需要特別付出更多成本，沒有如放學般有統一的時間及出發的地點，先天上存在不易與同儕一起通學的限制，也就是大部份的兒童沒有同儕陪同，所以隨著規模增加，若有較差社會網絡的兒童剛好落在當中，則容易使斜率為負。因此，上學因為陪同人數增加，而對社會網絡造成負向影響，可能來自樣本本身特性的問題，而非真正具有因果關係。

至於「獨自一人」與「由兄弟姊妹陪同」兩類，則沒有於上學旅次或是放學旅次達到顯著影響社會網絡指標的結果，未符合原本預期負向影響的推論。

表 11 通學方式變數影響關係整理表

旅次	通學方式變數		相關文獻/訪談記錄	達顯著之社會網絡指標 ()中標示實證影響關係	預期影響關係
上學旅次	陪同對象	獨自一人	--	--	(-)
		由同儕陪同	Romero(2007)	--	(+)
		由兄弟姊妹陪同	--	--	(-)
		由父母/成年人陪同	Mackett <i>et al.</i> (2007); Brown <i>et al.</i> (2008)	size/n(-) in degree/n(-) eigenvector centrality(-)	(-)
	互動時間與規模	同儕陪同時間	(S-7)、(S-8)	size/n(+)	(+)
		同儕陪同規模	(S-8)	size/n(-) eigenvector centrality(-)	(+)
放學旅次	陪同對象	獨自一人	--	--	(-)
		由同儕陪同	Romero(2007)	$P_F(+)$	(+)
		由兄弟姊妹陪同	--	--	(-)
		由父母/成年人陪同	Mackett <i>et al.</i> (2007); Brown <i>et al.</i> (2008)	--	(-)
	互動時間與規模	同儕陪同時間	(S-7)、(S-8)	eigenvector centrality(+) core/periphery(+)	(+)
		同儕陪同規模	(S-8)	size/n(+)	(+)

2. 非通學方式變數

將非通學方式變數，即模式中的控制變數，對於社會網絡指標的影響關係整理成表 12，並結合過去文獻或訪談所推論的預期影響關係做比較。

首先，先談論於模式中有達顯著影響關係之控制變數，且與預期影響關係相符的組合。生理因素中，性別(男生)對 eigenvector centrality 與 core/periphery 有負向影響，與 Salomon and Strobel(1997)認為女生比男生易建立有效的連結、易尋求幫助、注重關係的特性有關，所以相較於女生而言，男生在學校的社會網絡中的重要性較低，也比較容易位在邊緣。

心理因素中，五大性格中的和藹可親對 P_{F} · in degree/n、core/periphery 有正向影響；外向對 size/n 與 in degree/n 為正向影響；而情緒自我對 eigenvector centrality 有正向影響，支持 Jensen-Campbell *et al.*(2002)認為外向性格的人社交能力較好，喜歡並對社交活動具有興趣的觀點。相同的，和藹可親的正向關係也與 Jensen-Campbell *et al.*(2002)及 Doeven-Eggens *et al.*(2008)所提到因為個性和善易與他人相處，容易與他人互動，並且維持積極正面的關係相符合。情緒自我概念的意涵在於分數越高，代表兒童的情緒穩定度越高，而這也對於互動基礎有正面幫助。

外在表現因素中，學業學業表現對 size/n、eigenvector centrality，及 core/periphery 有正向影響；身體自我對 core/periphery 有正向影響。LaFontana and Cillessen(2002)認為學業表現優異會讓受歡迎度增加，尤其女性更為明顯，具有知性的女性帶給人聰明、智慧、有自信等正面形象，吸引他人的目光。身體自我的分數越高，表示兒童對於身體的各種層面，如體重、身高、運動能力有自信，滿意自己的體能狀況，也更容易讓自己位在核心的群體內，支持曾建勝(2001)、陳鵬仁、卓俊伶(2005)、LaFontana and Cillessen(2002)提到運動能力佳的兒童，尤其是男生，容易受到同儕的歡迎的發現。

家庭變數中，父母給予兒童外出的自由度越高，對於 core/periphery 有正向影響，亦即自由度越高之兒童，易位在核心群體中，這結果支持 Mackett *et al.*(2007) 與 Brown *et al.* (2008)認為兒童的外出沒有大人的陪同，可以與朋友嬉戲、互動、探索當地環境，幫助兒童自己做決定、增加休閒與社交關係，有較好的社交生活。

模式結果與預期關係相反的部份，包括性別(男生)對於 size/n 為負向關係，代表男生的團體大小比女生來的小，這與過去文獻認為女生傾向為兩兩小團體 (Coleman, 1961; Dunphy, 1963; Savin-Williams, 1979; Maccoby, 1990)，或是認為女生團體的大小通常比男生來的小(Gest *et al.*, 2007)的結果相反。其實，以性別來解釋團體的大小一直都沒有定論，本研究的結果可能表現出女生在該校的社會網絡發展較均衡，或許與班導師的帶班風格有關，比如強調班級的凝聚或向心力等等。另外可能解釋的原因或許在於男生於這個時期的凝聚力沒有女生來的強

(Salomon and Strobel, 1997)，因而使得男生的群體規模較小。

五大性格中的「認真」，對於被提名數(in degree/n)呈現負向關係，無法支持 Jensen-Campbell *et al.*(2002)認為認真型的人有較高的自我控制，有責任感，容易成功維持與別人互動之關係的論點。推測這與認真型的兒童，若強度太高，無形中會造成其他同學的相處壓力，或是自我要求高，對他人的要求也可能高的因素有關。另外，「開放性/智力」因為富有想像力，開放的態度使他們容易接觸與學習新事物(Scholte *et al.*, 1997; Merviede and De Fruyt, 2000)，預測對社會網絡有正向影響，然而，在模式結果中發現對於 P_F 有負向影響，意即「開放性/智力」越高，對於通學名單中同時為好友名單的比例有下降的趨勢。Sternberg (2004) 提到聰明的人也可能表現出愚笨，因為他們有不切實際的樂觀主義、自我中心、自認為全知全能，而這些特質可能招致他人的忌妒或厭惡，而對社會網絡可能有負向之影響。

至於「BMI」、「神經質」、「侵略性性格」、「外貌自我」、「身體體味」、「多才多藝」、「家庭型態」、「家戶年收入所得」、「管教」、「家庭自我」等變數並未在模式中顯著影響社會網絡的指標，未達到預期之結果。

表 12 非通學方式變數影響關係整理表

非通學方式變數 (控制變數)		相關文獻/訪談記錄	達顯著之社會網絡指標	預期影響關係
生理變數	性別(男生)	Salomon and Strobel(1997); Coleman(1961); Dunphy(1963); Savin-Williams(1979); Maccoby(1990); Gest <i>et al.</i> (2007)	size/n(-) eigenvector centrality(-) core/periphery(-)	size(+)
	BMI	Strauss and Pollack(2003); Stroch <i>et al.</i> (2007)	--	(-)
心理變數	和藹可親	Jensen-Campbell <i>et al.</i> (2002); Doeven-Eggens <i>et al.</i> (2008)	P_F (+) in degree/n(+) core/periphery(+)	(+)
	外向	Jensen-Campbell <i>et al.</i> (2002)	size/n(+) in degree/n(+)	(+)
	認真	Jensen-Campbell <i>et al.</i> (2002)	in degree/n(-)	(+)
	神經質	Anderson <i>et al.</i> (2001)	--	(-)

	開放性/智力	Scholte <i>et al.</i> (1997); Mervielde and De Fruyt(2000)	P_F (-)	(+)
	侵略性性格	Dodge(1983); Coie and Kupersmidt(1983)	--	(-)
	情緒自我	--	eigenvector centrality(+)	(+)
外在 表現 變數	學業成績	LaFontana and Cillessen(2002)	size/n(+) eigenvector centrality(+) core/periphery(+)	(+)
	外貌自我	--	--	(+)
	身體自我	曾建勝(2001); 陳鵬仁、卓俊伶(2005); LaFontana and Cillessen(2002)	core/periphery(+)	(+)
	身體體味	LaFontana and Cillessen(2002)	--	(-)
	多才多藝	LaFontana and Cillessen(2002)	--	(+)
家庭 變數	家庭 型態	雙親 家庭	羅品欣、陳李綢(2005)	(+)
		非雙親 家庭		(-)
	家戶年收入 所得	Patterson, Kupersmidt and Vaden(1990); Patterson, Vaden and Kupersmidt (1991); Patterson, Vaden and Griesler (1991)	--	(+)
	自由度	Mackett <i>et al.</i> (2007); Brown <i>et al.</i> (2008)	core/periphery(+)	(+)
	管教	Ladd and Golter(1988)	--	(-)
	家庭自我	--	--	(+)

(三) 策略建議

從模式結果可知，加入通學方式變數後，模式的解釋力提高，特別是 P_F 與core/periphery 兩類，發現顯著的提高模式解釋力，代表通學方式變數的重要性。而且，同儕陪同的對社會網絡的影響，在放學旅次皆為正向，而在上學旅次中，父母親或其他成年人的陪同對社會網絡有負向影響，同儕規模過大也會有負向影響。國內外實務界曾對兒童通學提出建議與計畫，本段首先說明台灣過去推行之計畫，國外方面則以美國目前已有之兒童通學計畫(Safe Routes to School, SRTS)介紹。接著，再根據本研究之實證結果，以促進兒童發展社會網絡能力為目標，分別對上學旅次與放學旅次通學提出建議，供家長與學校參考。

1. 實際計畫之實行

【台灣】

受到美國、英國、澳洲、歐洲推廣「身體活動通學(active commuting to school)」的影響，教育部曾在2005年推行示範辦理「上學走路計畫」，並於2006年與2007年建立推廣模式，2008年更整合以往工作成果，擴大辦理「97年走路上學推動計畫」(陳麗華、蔡錦雀，2008)。關於兒童的通學安全，2008年教育部與內政部警政署共同推行「校園周邊安心走廊之愛心服務站」計畫，結合兒童通學路上信譽良好的商家，主動與學校連成守望網絡，隨時通報緊急安全事故(內政部警政署，2008)。而針對同儕陪同的部份，過去台灣一直有推行走路隊的制度。依照兒童的居住地區，將住在同一區或同一路線的兒童編排成一個路隊，遴選路隊長，並先約在一個地點集合，再一起前往學校上學，放學時間也是先在學校集合整隊，再陸續與同伴一起放學，具有同儕陪伴與通學安全之效果。

【美國】

美國於1970年代開始研究兒童步行與自行車上學的安全性，“Safe Routes to School”一詞原使用於1970年代末的丹麥，成功的降低兒童於通學過程中的死亡數目。第一個現代化提倡SRTS開始於紐約的Bronx，截至目前，美國50州皆有推行SRTS計畫，並有相關之研討會、課程、補助，以及步行上學日(Walk to school day)活動與Walking school bus之推行。Walking school bus的定義是一群兒童與一名或多名成年人陪同步行通學，可以是非正式讓兩個家庭輪流陪同兒童通學，或是擬定計畫，包括欲達成的目標、時間表，以及常設的訓練志工，類似台灣的路隊形式與導護媽媽的設計。(National Center for Safe Routes to School, 2013)

2. 通學策略建議

【上學旅次】

上學旅次存有居住地不同而不利同儕一起通學、時間壓力較大、父母接送比例較高等先天特性，但仍鼓勵父母讓兒童與住在鄰近的同學、鄰居小孩一同上學，讓兒童從中學習獨立，以及時間管理的能力，同時鼓勵父母上學的接送，可以一起接送其他兒童，增加兒童與同儕共乘之機會。

【放學旅次】

鼓勵兒童與同學或鄰居小孩一同放學。放學旅次是與同儕互動的菁華時間，由於時間壓力較小，兒童可以更恣意的與同儕互動，互動的多樣性更多元，如放學過程中可能進行的消費行為，且陪同規模可比上學旅次來的大。經過一天的學校生活，兒童應該有許多經驗可以與同儕分享，一起放學提供分享的機會，與在校的下課時間相比，具有更多安全感，此段的互動時間越長，也可加深彼此的關係。若大部分的兒童能與同儕一起放學，可以大幅減少放學時間學校附近交通擁擠之狀況，可處理父母親或其他成年人的下班時間無法搭配放學時間之問題。

參考文獻

- Anderson, C., John, O. P., Keltner, D. and Kring, A. M. (2001) Who attains social status? Effects of personality and physical attractiveness in social groups. *Journal of Personality and Social Psychology*, 81: 116-132.
- Arentze, T. and Timmermans, H. (2008) Social networks, social interactions, and activity-travel behavior: A framework for microsimulation. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 35: 1012-1027.
- Asher, S. R. and Parker, J. G. (1989) Significance of peer relationship problems in childhood. In: Schneider, B. H., Attili, G., Nadel, J. and Weissberg, R. P.(ed.) *Social Competence in Developmental Perspective*, Dordrecht, the Netherlands : Kluwer Academic Publishers, 5-23.
- Axhausen, K. W. (2005) Social networks and travel: Some hypotheses. In: Donaghy, K., Poppelreuter, S., and Rundinger, G.(ed.) *Social Dimensions of Sustainable Transport*, Burlington: Ashgate Publishing, 90-99.
- Bigelow, B. J. and LaGaipa, J. J. (1980) *The development of friendship values and choice*. In: Foot, H. C., Chapman, A. J. and Smith, J. R. (ed.), *Friendship and social relations in children*, New York: John Wiley and Sons, 15-44.
- Boreham, C. and Riddoch, C. (2001) The physical activity, fitness and health of children *Journal of Sports Sciences*, 19: 915-929.

- Brown, B., Mackett, R., Gong, Y., Kitazawa, K. and Paskins, J. (2008) Gender differences in children's pathways to independent mobility. *Children's Geographies*, 6(4): 385-401.
- Cairns, R. B. and Cairns, B. D. (1994) *Lifelines and Risks*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Cairns, R. B., Cairns, B. D. and Neckerman, H. J. (1989) Early school dropout: Configurations and determinants. *Child Development*, 60: 1437-1452.
- Cairns, R. B., Leung, M. C., Buchanan, L., and Cairns, B. D. (1995) Friendships and social networks in childhood and adolescences: Fluidity, reliability and interrelations. *Child Development*, 66: 1330-1345.
- Carrasco, J. A., Hogan, B., Wellman, B., Miller, E. J. (2008) Collecting social network data to study social activity-travel behavior: An egocentric approach. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 35: 961-980.
- Cassidy, J., Parke, R. D., Butkovsky, L. and Braungart, J. M. (1992) Family-peer connections: The roles of emotional expressiveness within the family and children's understanding of emotions. *Child Development*, 63(3): 603-618.
- Coie, J. D. and Kupersmidt, J. B. (1983) A behavioral analysis of emerging social status in boys' groups. *Child Development*, 54: 1400-1416.
- Coleman, J. S. (1961) *The Adolescent Society: The Social Life of the Teenager and Its Impact on Education*. New York: Free Press.
- Cooper, A. R., Page, A. S., Foster, L. J., and Qahwaji, D. (2003) Commuting to school: Are children who walk more physically active? *American Journal of Preventive Medicine*, 25: 273-276.
- Cooper, A. R., Andersen, L.B., Wedderkopp, N., and Page, A. S. (2005) Physical activity levels of children who walk, cycle, or are driven to school, *American Journal of Preventive Medicine*, 29(3): 179-184.
- Cowen, E. L., Pederson, A., Babigian, H., Izzo, L. D. and Trost, M. A. (1973) Long-term follow-up of early detected vulnerable children, *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 41:438-446.

- Dodge, K. A. (1983) Behavioral antecedents of peer social status. *Child Development*, 54: 1386-1399.
- Doeven-Eggens, L., De Fruyt, F., Jolijn Hendriks, A. A., Bosker, R. J. and Van der Werf, M. P. C. (2008) Personality and personal network type. *Personality and Individual Differences*, 45(7): 689-693.
- Department for Transport (2004) *Transport Statistics Bulletin: National Travel Survey: 2002*. London: Stationery Office.
- Dunphy, D. C. (1963) The social structure of urban adolescent peer groups. *Sociometry*, 26(2): 230-246.
- Elicker, J., Englund, M. and Sroufe, A. (1992) Predicting peer competence in childhood from early parent-child relationships. In: Parke, R. D. and Ladd, G. W. (ed.), *Family and Peer Relationships: Modes of Linkages*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 77-106.
- Feiring, C. and Lewis, M. (1988) The child's social work from three to six years: The effects of age, sex and socioeconomic status. In: Salzinger, S., Antrobus, J. and Hammer, M. (ed.), *Social Networks of Children, Adolescents and College Students*, Hillsdale, NJ: Erlbaum, 93-112.
- Gest, S. D., Davidson, A. J., Rulison, K. L., Moody, J. and Welsh J. A. (2007) Features of groups and status hierarchies in girls' and boys' early adolescent peer networks. In: Rodkin, P. C. & Hanish, L. D. (ed.) *Social Network Analysis and Children's Peer Relationships*, San Francisco, CA: Jossey Bass, 43-60.
- Gest, S. D., Farmer, T. W., Cairns, B. D., Xie, H. (2003) Identifying children's peer social networks in school classrooms: Links between peer reports and observed interactions. *Social Development*, 12: 513-529.
- Gottlieb, B. H. (1981) Preventing interventions involving social networks and social support. In: Gottlieb, B. H. (ed.) *Social network and social support*, Beverly Hills: Sage Publications, 201-232.
- Gray, D., Shaw, J., and Farrington, J. (2006) Community transport, social capital and

- social exclusion in rural areas. *Area*, 38:89-98.
- Hanish, L. D., Barcelo, H., Martin, C. L., Farbes, R. A., Holmwall, J. and Palermo, F. (2007) Using the Q-connectivity method to study frequency of interaction with multiple peer triads: do preschoolers' peer group interactions at school relate to academic skills? In: Rodkin, P. C. & Hanish, L. D. (ed.) *Social Network Analysis and Children's Peer Relationships*, San Francisco, CA: Jossey Bass, 9-23.
- Hartup, W. W. (1974) Aggression in childhood: Developmental perspectives. *American Psychologist*, 29: 336-341.
- Hillman, M., Adams, J., Whitelegg, J. (1990) *One False Move: A Study of Children's Independent Mobility*. London : Policy Studies Institute.
- Jensen-Campbell, L. A., Adams, R., Perry, D. G., Workman, K. A., Furdella, J. Q. and Egan, S. K. (2002) Agreeableness, extraversion, and peer relations in early adolescence: Winning friends and deflecting aggression. *Journal of Research in Personality*, 36: 224-251.
- Kindermann, T. A. (1993) Natural peer groups as contexts for individual development: The case of children's motivation in school. *Developmental Psychology*, 29: 970-977.
- Kupersmidt, J. B., DeRosier, M. E., Patterson, C. J., and Griesler, P. C. (1990) Parental involvement and children's peer relationships, behavior, self-concept, and academic adjustment. Unpublished manuscript, University of North Carolina at Chapel Hill.
- Ladd, G. and Golter, B. S. (1988) Parents' management of preschooler's peer relations: Is it related to children's social competence? *Developmental Psychology*, 24: 109-117.
- LaFontana, K. M. and Cillessen, A. H. N. (2002) Children's perceptions of popular and unpopular peers: A multimethod assessment. *Developmental Psychology*, 38(5): 635-647.
- Maccoby, E. E. (1990). Gender and relationships: A developmental account. *American Psychologist*, 45(4): 513-520.

- Mackett, R., Brown, B., Gong, Y., Kitazawa, K. and Paskins, J. (2007) Children's independent movement in the local environment. *Built Environment*, 33(4): 454-468.
- Mackett, R. L., Lucas, L., Paskins, J. and Turbin, J. (2005) The therapeutic value of children's everyday travel. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 39: 205-219.
- Macrae, S., Maguire, M. and Milbourne, L. (2003) Social exclusion: Exclusion from school. *International Journal of Inclusive Education*, 7: 89-101.
- Mervielde, I. and De Fruyt, F. (2000) The Big Five personality factors as a model for the structure of children's peer nominations. *European Journal of Personality*, 14: 91-106.
- McDonald, N. C. (2006) Children's travel patterns: Evidence from the 2001 national household travel survey, *Transportation Research Board 2006 Annual Meeting*, Washington D. C.
- McPherson, M., Smith-Lovin, L. and Cook, J. M. (2001) Birds of a feather: Homophily in Social Networks. *Annual Review of Sociology*, 27: 415-444.
- Moreno, J. L. (1934) *Who Shall Survive? A New Approach to The Problem of Human Interrelations*. Washington, DC: Nervous and Mental Disease Publishing Co.
- National Center for Safe Routes to School (2013) Home page <http://www.saferoutesinfo.org/> [2013.05.01]
- Newcomb, A. F. and Bagwell, C. L. (1995) Children's friendship relations: A meta-analytic review. *Psychological Bulletin*, 117: 306-347.
- Parker, J. G., and Gottman, J. M. (1989) Social and emotional development in a relational context: Friendship interaction from early childhood to adolescence. In : Berndt, T. J. and Ladd, G. W. (ed.), *Peer Relationships in Child Development*. New York: John Wiley, 15-45.
- Patterson, C. J., Kupersmidt, J. B., and Vaden, N. A. (1990) Income level, gender, ethnicity, and household composition as predictors of children's school-based competence. *Child Development*, 61: 485-494.
- Patterson, C. J., Vaden, N. A. and Griesler, P. C. (1991) Income level, gender,

- ethnicity, and household composition as predictors of children's peer companionship outside of school. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 12: 447–465.
- Patterson, C. J., Vaden, N. A., and Kupersmidt, J. B. (1991) Family background, recent life events, and peer rejection during childhood. *Journal of Social and Personal Relationships*, 8: 347-361.
- Romero, V. M. (2007) “I will be not a nerd”: Children’s development, the built environment and school travel. *Paper presented at the 3rd State of Australian Cities Conference*, Adelaide.
- Salomon, A. and Strobel, M. G. (1997) Social network, interpersonal concerns and help-seeking in primary grade school children as a function of sex, performance and economic status. *European Journal of Psychology of Education*, 12: 331-347.
- Savin-Williams, R. C. (1979) Dominance hierarchies in groups of early adolescents. *Child Development*, 50(4): 923–935.
- Scholte, R. H. J., Van Aken, M. A. G. and Van Lieshout, C. F. M. (1997) Adolescent personality factors in self-ratings and peer nominations and their prediction of peer acceptance and peer rejection. *Journal of Personality Assessment*, 69: 534–554.
- Sherif, M. and Sherif, C.W. (1953) *Groups in Harmony and Tension*. New York: Harper.
- Sirard, J. R. Riner, W. F. J., McIver, K. L., Pate, R. R. (2005) Physical activity and active commuting to elementary school. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(12): 2062-2069.
- Strauss, R. S. and Pollack, H. A. (2003) Social marginalization of overweight children, *Archives of Pediatrics and Adolescent Medicine*, 157: 746-752.
- Sternberg, R. J. (2004) Why smart people can be so foolish. *European Psychologist*, 9(2): 145-150.
- Storch, E. A., Milsom, V. A., DeBraganza, N., Lewin, A. B., Geffken, G. R. and Silverstein, J. H. (2007) Peer victimization, psychosocial adjustment, and

- physical activity in overweight and at-risk-for-overweight youth. *Journal of Pediatric Psychology*, 32(1): 80-89.
- Sullivan, H. S. (1953) *The Interpersonal Theory of Psychiatry*. New York: Norton.
- Tudor-Locke, C., Neff, L. J, Ainsworth, B. E., Addy, C. L., and Popkin, B. M. (2002) Omission of active commuting to school and the prevalence of children's health-related physical activity levels: The Russian longitudinal monitoring study. *Child: Care, Health and Development*, 28: 507-512.
- Urry, J. (2002) Mobility and proximity. *Sociology -The Journal of the British Sociological Association*, 36:255-274.
- Zwerts, E., Allaert, G., Janssens, D., Wets, G. and Witlox, F. (2010) How children view their travel behavior: A case study from Flanders (Belgium). *Journal of Transport Geography*, 18(6): 702-710.
- Whitzman, C., Romero, V., Duncan, M., Curtis, C., Tranter, P. and Burke, P. (2010) Links between Children's Independent Mobility, Active Transport, Physical Activity and Obesity. In: Waters, E., Swinburn, B. A., Seidel, J. C. and Uauy, R. (ed.) *Preventing Childhood Obesity: Evidence Policy and Practice*, Oxford, UK: Wiley-Blackwell, ch13.
- 內政部警政署 (2008)推動校園周邊安心走廊之愛心服務站建構實施細部計畫。
<http://163.26.9.12/cheer13/LIFE/love%20service%20shop/index.htm>
[2013.05.01]
- 李思賢、張弘潔、李蘭、吳文琪(2006) 家庭及學校的社會資本與國小學童內化行為問題之關係，*中華心理衛生學刊*，19(3): 231-254。
- 林慧姿、程錦琳 (2006) 國小六年級學童自尊、情緒調節與友誼之相關研究，*國立臺灣師範大學教育心理與輔導學系教育心理學報*，38(2): 177-193。
- 吳齊殷、李文傑 (2001) 青少年友誼網絡的特質與變遷：長期追蹤研究，青少年生命力成與生活調適研討會，台北市：中央研究院社會學研究所。
- 侯雅齡、吳裕益 (2000) 國小兒童自我概念量表指導手冊，台北市：心理出版社。
- 莊耀嘉、李雯娣 (2001) 兒童性格結構：五大模型的本土化檢驗。*中華心理學刊*，43(1): 65-82。

- 陳文慧 (2001) 鄰里通學道路設施與學童步行活動環境之調查研究-以台北市為例，中國文化大學建築及都市計畫研究所碩士論文。
- 陳麗華、蔡錦雀 (2008) 教育部97年度走路上學推動計劃計畫書。
<http://www.hpjh.ntpc.edu.tw/mediafile/593/news/546/2009-3/2009-3-11-13-27-5-5-nf1.pdf> [2013.05.01]
- 陳鵬仁、卓俊伶 (2005) 兒童身體活動量與同儕關係，臺灣運動心理學報，7: 103-113。
- 曾建勝 (2001) 學童體適能與同儕關係之相關研究，中華體育季刊，15:131-137。
- 簡茂發 (1983) 國小學童友伴關係的相關因素之分析，國立台灣師範大學教育心理學系教育心理學報，16: 71-88。
- 羅品欣、陳李綢 (2005) 國小學童的家庭結構、親子互動關係、情緒智力與同儕互動關係之研究，國立台灣師範大學教育心理學系教育心理學報，36(3): 221-240。
- 蘇昭銘、陳雅慧 (1999) 國小學童上下學交通安全管理措施之研究，中華民國第六屆運輸安全研討會論文集，新竹: 國立交通大學，129-139。

附錄

Mapping journey-to-school: Spatial Cognition and Mode of School Travel

Jo-Ting Fang and Jen-Jia Lin

Department of Geography, National Taiwan University

Article presented in *The 2013 Association of American Geographers Annual Meeting*,
Los Angeles, CA, US.

Abstract

As children's journey to school is identified as the main travel of their everyday life, it plays an important role in the development of children's spatial cognition through exploring the surrounding environment. This paper examines the relationships between the development of children's spatial cognition and their mode of school travel. The sample data were collected from a survey in an elementary school in Taoyuan, Taiwan, and the sample was made of 521 children aged 6 to 12. The surveyed children were asked to construct cognitive maps of their journeys to school and their home areas. Their mode of school travel, spatial knowledge, spatial ability and representation of space were also recorded and assessed in the survey. This study showed that children who traveled to school using active modes (e.g., independent walking or biking) performed better than children who traveled to school using passive modes (e.g., carried by car or motorcycle) on spatial cognition. Also, the way in which children mapped space showed a positive correlation with their age. The results show that spatial cognition does vary with different modes of school travel. These results are discussed in relation to the implication and strategies in developing spatial cognition of children.

Keywords: Spatial cognition, Journey-to-school, Travel mode, Cognitive map, children

1. Introduction

Research on children's spatial cognition has been of interest to geographers (Kitchin, 1996; Matthews, 1986) and psychologists alike (Hart and Moore, 1973; Joshi et al., 1999). In addition, many researchers in the area of spatial development

have focused on the relevant aspects of spatial skills (Joshi et al. 1999), spatial knowledge (Ahmadi and Taniguchi, 2007; Joshi et al., 1999), and representation of space (Thommen et al., 2010). Through exploring and experiencing the environment, children construct and form their spatial cognition. According to Piaget (1950), he suggests that there are four developmental stages in his theory of spatial and cognitive processing as children grew up: 1) sensorimotor stage, 2) pre-operational stage, 3) concrete operational stage, and 4) formal operational stage. Therefore, children's journey to school, the same period of Piaget's theory, not only plays a key role in the development of spatial cognition, but is the first time to closely explore the surrounding environment by themselves.

Many think that the environment shapes children's spatial cognition in their everyday life, especially their journey to school. Children travel to school five days a week. On the way to school, children can interact with the environment to construct the spatial cognition of the neighborhood by exploring its surroundings. Through cognitive process, children transform what they see into their mind to form a cognitive map representing their point of view of the world. In this regard, children's journey to school is important to the development of spatial cognition. However, it is argued that whether the mode of school travel affects children's spatial cognition. Hillman et al. (1990) had noted how the escort to school and other destinations is likely to hamper children's spatial skills and their environmental knowledge. A long period of accompaniment may delay the acquisition of spatial skills. In contrast, Joshi et al. (1999) convicted Hillman's assertion by stating that children's journey to school may not be as crucial as Hillman et al. (1990) proposed. Instead of travel mode to school, freedom to travel without adult is predictive of environmental knowledge according to Joshi et al. (1999). Opposing Joshi's arguments, Rissotto and Tonucci (2002) and Ahmadi and Taniguchi (2007) indicated that age and mode of school travel are influential factors on children's spatial knowledge. These studies showed that children who walk to school have more opportunity to explore their environment and understand it better. Hence, according to previous studies, the relationship between mode of school travel and children's spatial cognition needs further clarification.

This paper investigates whether modes of school travel have an effect on children's spatial cognition in elementary school. In addition, it also examines how different styles of school travel including active mode vs. passive mode, dependent mode vs. independent mode, and motorized mode vs. non-motorized mode influence children's spatial cognition. Based on Mondschein et al. (2010), mode of school travel can be divided into active mode and passive mode according to cognitive travel style. If children have the "wayfinding" action when they go to school, then it is active

mode of cognitive style, for example walk alone, bike alone, and take transportation alone to school. In contrast, when children do not have the “wayfinding” action on the journey to school, it is called passive mode like taking school bus, walking, and biking with parents. Mondschein et al. (2010) found that people using active mode made more accurate estimations of distances than people using passive mode and people who walked actively performed better on spatial cognition. With parent’s accompaniment, the opportunity of exploring the environment is greatly reduced because children pay less attention to what happened around them by only following the footprints of their parents. Children without accompaniment have to go to school independently. Recognizing and learning routes on their own especially with no help are necessary to children on the way to school. Moreover, after school, they also have more freedom to explore the surroundings. Distinguished by accompaniment, going to school without accompaniment is called independent mode no matter what mode of school travel is; whereas, going to school with accompaniment is called dependent mode. Rissotto and Tonucci (2002) found that children who walk to school alone performed better on spatial representation than children who walk to school with parents’ accompaniment. Mode of school travel can also be classified into motorized mode and non-motorized mode. For instance, motorcycle, car, school bus, and public transportation are motorized modes; otherwise, walking on foot and riding a bike are non-motorized modes. Ahmadi and Taniguchi (2007) showed that children walking to school had better spatial knowledge than children driven by car with their parents. Thus, this study is concerned with different modes of school travel that affect on children’s spatial cognition.

Focusing on the discussion above, the aims of this paper are to investigate different modes of school travel on the journey to school and to identify spatial cognition of children aged 6 to 12 from their cognitive maps. The spatial cognition including spatial knowledge, spatial ability, and spatial representation are assessed in this research. In addition, other influential factors are also considered like age, gender, weight status, freedoms, locality, parents’ education, and annual income. In other words, are the differences the result of cognitive developmental differences between children in different modes of school travel?

2. Method

Participants

The study was carried out within an elementary school in Taoyuan. A total of 521 children, aged 6 to 13, were agreed to participate the investigation. Children within this age range were chosen based on the theory and literature of spatial development. In order to avoid unnecessary bias, 32 classes were selected by random cluster sampling and were evenly distributed in all grades. Moreover, the number of

students per class was in the range of 15 to 25, except for two classes respectively in the second grade and the fifth grade. To resolve this problem, two more classes were chosen from the second grade and the fifth grade to adjust the average numbers of students in every grade. This school was located in residential areas in towns and covered an area of approximately 6000 m², the largest elementary school in Taoyuan. Within large school district, this school had a well-defined neighborhood which was appropriate for the diversity of travel mode.

Children and their parents were invited to complete a questionnaire concerning child's mode of school travel (journey to and from school); distance of journey to school; extra physical activities; numbers of travel experiences; numbers of stop after school; and the extent to which the child is accompanied on out-of school activities. The completed questionnaires returned at a rate of 61%. The modes of school travel were investigated in different categories: walking alone, walking with an adult, biking alone, biking with an adult, taking transportation alone, taking transportation with an adult, motorcycle journey with an adult, car journey with an adult, and journey with daycare. Also, participants were of differing age, gender, annual income, parents' education, and locality. A check of home addresses disclosed a scatter throughout the local area in order to attain the accurate distance of journey to school.

After completing the first questionnaire, children were given the second investigation of spatial cognition with their parent's permission for their child to participate in the study. The instructional set was phrased with phonetic symbol that the youngest children were able to understand the context of asked items. The whole project took 40 minutes to complete and children were informed that they were no pressure to answer the test and that no assessment was involved.

Materials and procedure

A wide range of techniques have been used in previous studies to investigate the spatial cognition. In order to understand the spatial cognition comprehensively, the measures selected for this study to reflect three aspect of the spatial cognition. Spatial knowledge was measured in terms of understanding of the space of the local area. Spatial ability was measured in terms of performance on abstract tasks, and representation of space was measured in terms of representations of the environment children explored daily.

Spatial knowledge.

The measure assessed children's knowledge of local area by estimating the distance of specific landmarks. There were five particular landmarks selected by different purposes of use like transportation, recreation, activity, culture, and

education. Children were asked to estimate the distance from school to those five landmarks respectively. Responses were scored on the deviation of the distance (m).

Spatial ability.

The measures investigated two tests of the ability. One was the pertinent use of the environment (Locating North), and the other one was the general test of spatial ability (a test of mental rotation).

Locating North.

This test assessed children's knowledge of compass direction. According to Joshi et al. (1999), this was the ability of locate north. Compass knowledge was taught in the third grade of elementary curriculum. In the test, an unmarked circle was printed in the paper also with an arrow pointed out West. Children were asked "Which way do you think is North?" and required them to draw another arrow pointed out North. Answers were scored from 0 (correct to indicate North) to 180 degrees (indicate South).

Mental rotation task.

This task was modeled on Peters et al. (1995) mental rotation test. With author's consent, the task was held following by the instructions to assess children's spatial ability. In the MRT, a drawing of a target figure is on the left and four stimulus figures are on the right. In all problems sets there are two figures on the right which are rotated versions of the target figure, and two figures which cannot be made to match the target figure. Children were asked to circle the both of the correct answers to get a point for a problem. A single correct answer or a correct and an incorrect answer do not count. The task is with 24 problem sets and scores from 0 to 24.

Representation of space.

The method of cognitive map was used to investigate children's representation of space. Children were given an A4 sheet of paper and were asked to draw a map of the route to school and the area around their school and home. Moreover, they were told that they could label the landmarks they knew as much as possible. The cognitive maps were scored seven features: numbers of landmarks, numbers of routes, numbers of regions, orientation of the route, structure of the route, numbers of places, and the total scores. According to Rissotto and Tonucci (2002), orientation of the route was analyzed by the location of the home that child drew. Compared with the position, the routes could be indicated top/bottom and right/left. Each direction was coded with points (erroneous=1/correct=2). Furthermore, orientation was compared between the

routes child drew and the routes in reality, obtained by reversal/rotation. The routes with reversal/rotation scored 1, and the routes with no reversal/rotation scored 2. Hence, the orientation score was on a scale ranging from 6 to 3. Structure of the route was analyzed by the real route as far as proportionality among the different segments and the number of corners. A classification erroneous=1/correct=2 was used for each variable. Thus, structure of the route scored between 4 and 2. Places were scored by each place indicated in children's maps like objects, natural features, human, and animals, but except for landmarks. The performance of cognitive map was also assessed by the total scores which summed all points obtained by numbers of landmarks, routes, and regions, orientation of the route, structure of the route, and places.

3. Results

The statistic analyses were performed using SPSS version 17.0 statistical software. A series of linear regressions were used to investigate the relationships between mode of travel to school and spatial cognition. The regressions were adjusted for age, sex, height, weight status, travel times, type of travel, freedom, extra-physical education, parents' education, annual income, and the distance from home to school.

Table 1. Linear regressions on children's spatial cognition

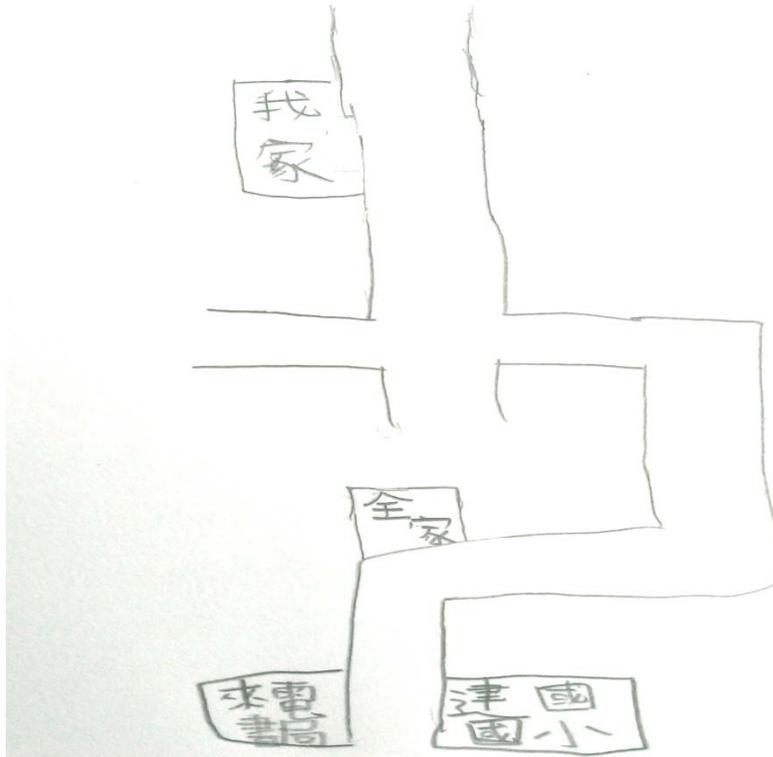
Dependable variables	Mode of travel		
	Active mode	Independent mode	Motorized mode
Spatial knowledge	130.13(0.57)	122.09(0.59)	-26.92(0.9)
Spatial ability			
Locating North	0.36(0.73)	0.29(0.78)	-0.13(0.89)
Mental rotation task	0.60(0.57)	0.52(0.62)	-0.34(0.72)
Representation of space			
Numbers of landmarks	0.03(0.66)	0.03(0.41)	-0.06(0.31)
Numbers of routes	-0.03(0.45)	-0.03(0.38)	-0.001(0.96)
Numbers of regions	0.000(0.97)	0.002(0.83)	-0.005(0.45)

Orientation of route	0.036(0.01)	0.039(0.01)	-0.03(0.04)
Structure of route	0.037(0.002)	0.038(0.002)	-0.003(0.76)
Place	0.138(0.045)	0.125(0.068)	-0.046(0.37)
Total score	0.282(0.026)	0.267(0.036)	-0.248(0.029)

**P* values are shown in parentheses.

Table 1 shows that orientation of route, structure of route, place, and total score of representation of space were predicted by different kinds of travel modes. Orientation of route was a significant factor in the prediction of the active mode and independent mode positively ($p < .01$). However, orientation of route was negatively correlated with motorized mode ($p < .05$). Active mode was positively correlated with children's performance on structure of route ($p < .01$). Also, independent mode was positively correlated with children's performance on structure of route ($p < .01$), but motorized mode was not. Children's use of places was positively correlated with active mode ($p < .01$) and independent mode ($p < .05$). Total score of representation of space was positively correlated with active mode and independent mode, but was negatively correlated with motorized mode. Figure 1 shows the examples of maps in different grades. Older children performed better than younger children on drawing landmarks and routes. Therefore, children mapped space showed a positive relationship with their age.

The third grade: low scores of cognitive map



The fifth grade: high scores of cognitive map

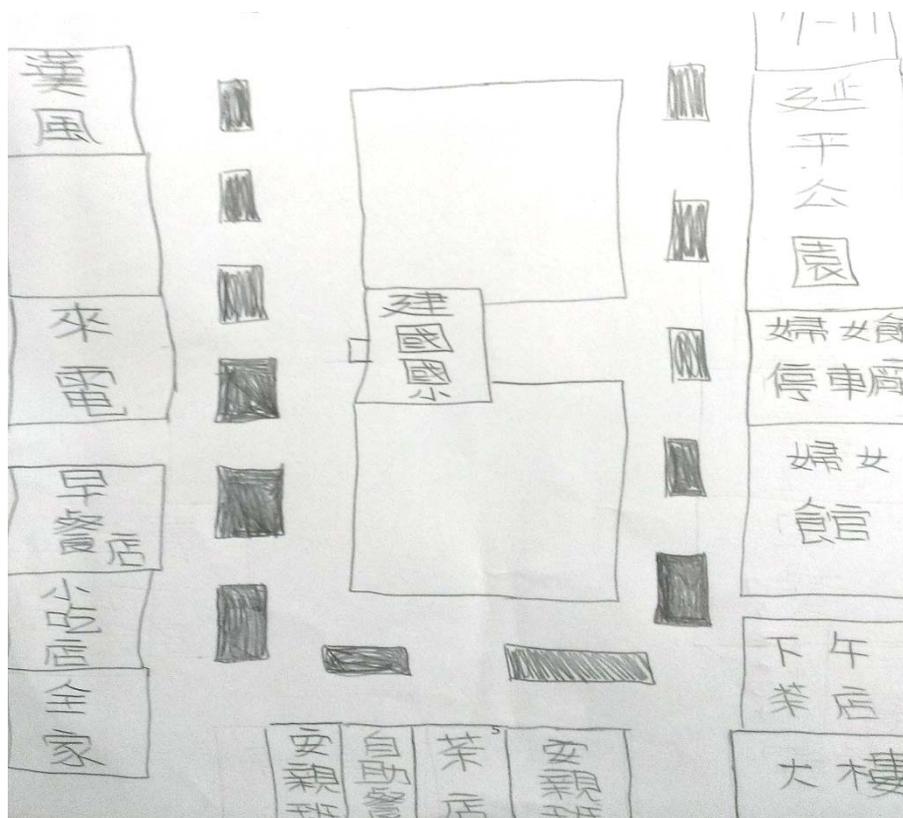


Figure 1. Children's cognitive maps of the area around the school and home.

4. Discussion

In the study, representation of space was positively correlated with active mode and independent mode, but was negatively correlated with motorized mode. Hence, this study shows that spatial cognition does vary with different modes of school travel. Also, the results support the idea proposed by Hillman et al. (1990) that traveling to school by motorized modes, and traveling to school with accompaniment are disadvantaged to children's spatial cognition.

However, spatial knowledge and spatial ability were not predicted by any kind of travel mode. The scores of mental rotation test, though, increased with children's age. Older children got higher scores than younger children did. It is likely that spatial ability is determined by the natural conditions and modes of travel just have little effect on spatial cognition. Spatial knowledge was measured by the test of estimating distance. The landmarks are scattered around the city so that children probably have little opportunity to explore those locations. Without knowing the landmarks, the distance children were asked to estimate was then not a significant variable.

Although the results showed that different modes of school travel do influence children's spatial cognition, there still needs further examinations. This study did not concern children's and parents' attentions of stranger and traffic danger. Moreover, physiological effects on children's spatial cognition were not investigated. Children's spatial cognition has both congenital impact and acquired impact. Mode of school travel is the acquired impact to spatial cognition. Therefore, it will be necessary to study the congenital impact on children's spatial cognition.

References

- Ahmadi, E., and Taniguchi, G. (2007) Influential factors on children's spatial knowledge and mobility in home-school travel: A case study in the city of Tehran. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 6(2):275-282.
- Hart, R. A. and Moore, G. T. (1976) The development of spatial cognition: A review. Ittelson, Proshansk, and Rivlin (Eds.). *In Environment Psychology: People and Their Physical Settings*. New York: Holt, Rinehart and Winston, 2nd Edition.
- Hillman, M., Adams, J. and Whitelegg, J. (1990) *One False Move...A Study of Children's Independent Mobility*. London: Policy Studies Institute.
- Joshi, M. S., MacLean, M., and Carter, W. (1999) Children's journey to school: Spatial skills, knowledge and perceptions of the environment. *British Journal of Developmental Psychology*, 17: 125-139.

- Kitchin, R. M. (1996) Are there sex differences in geographic knowledge and understanding? *The Geographical Journal*, 162(3):273-286.
- Matthews, M. S. (1984) Environmental cognition of young children: Images of journey to school and home area. *Transactions of the Institute of British Geographers, New Series*, 9: 89-105.
- Mondschein, A., Blumenberg, E., and Taylor, B. (2010) Accessibility and cognition: The effect of transport mode on spatial knowledge. *Urban Studies*, 47(4):854-866.
- Peters, M., Laeng, B., Latham, K., Jackson, M., Zaiyouna, R. and Richardson, C. (1995) A Redrawn Vandenberg and Kuse Mental Rotations Test: Different Versions and Factors that Affect Performance. *Brain and Cognition*, 28: 39-58.
- Piaget, J. (1950) *The Psychology of Intelligence*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Rissotto, A., and Tonucci, F. (2002) Freedom of movement and environmental knowledge in elementary school children. *Journal of Environmental Psychology*, 22:65-77.
- Thommen, E., Avelar, S., Sapin, V. Z., Perrenoud, S., and Malatesta, D. (2010) Mapping the journey from home to school: a study on children's representation of space. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 19(3):191-205.

The Effects of School Travel Patterns on Children's Social Networks

Chung-Ting Cheng Jen-Jia Lin

Department of Geography, National Taiwan University

Article presented in *The 2013 Association of American Geographers Annual Meeting*,
Los Angeles, CA, US.

Abstract

Commuting with peers during school travel does some social benefits to children. With friends' accompany, children can chat with them, sharing school life, personal feelings and even secrets; therefore, it might strengthen children's social networks. Previous researches focused on safety and physical health of children during school travel, but studies of social domain were quite few. This study links the relationship between school travel patterns and social networks of children. Based on literature review and interviews, we select important influential variables to children's social networks as control variables, which includes physical, psychological, appearance/performance, family relationship, and socioeconomic statuses. In social network studies, Social Cognitive Map (SCM) is a well-used method to find who children's best friends are, and then build the network. Social network indicators like size, in degree, eigenvector centrality and core/periphery are used as dependent variables. Sixth grade students are selected from an elementary school in Banciao, Taiwan. Data are collected by questionnaire survey and analyzed by linear regression, truncated regression, and binary logit model. We aim to test four hypotheses; the first is that who commute with children would influence children's social networks. Second, morning trip to school and afternoon trip to home or cram school are different even with the same accompany because time pressure is higher in the morning. Third, how many accompanies does a child has may influence the size of one's social networks. Results show that traveling with peers is beneficial to children's social networks, especially during afternoon school trip.

Keywords: Social network, School travel pattern, Children

1.Introduction

The past transportation studies mostly regarded children as non-active actors and focused on adult researches. However, since children can choose who to go with when travel between home and school, different choices, indeed, influence children's health and social networks.

Previous researches have shown that walking and biking are beneficial to children's physical health, such as better cardiopulmonary function and less obesity (Boreham and Riddoch, 2001; Sirard *et al.*, 2005; Tudor-Locke *et al.*, 2002; Cooper *et al.*, 2003; Cooper *et al.*, 2005). The influences of transportation mode choice on physical health have been broadly studied and came out with convincing outcomes. On the other hand, some researches have suggested that children who walk or bike to school have greater independence and more opportunities to interact with their peers and build up their social relationships (Dora, 1999; Collins and Kearns, 2001; Davis and Jones, 1996; Timperio *et al.*, 2004).

Social network is very essential for children's life. The term, "social network" is defined as the unit of the social structure that comprises all social contacts of a person (Salomon and Strobel, 1997). It refers to all the interpersonal social relationships and individual entertains with significant others in his environment (Salomon and Strobel, 1997). Children rely on interactions among peers and playmates very much (Ascher, Renshaw and Geraci, 1980). Those who with better social networks have fewer behavioral problems (Feiring and Lewis, 1988) and fewer mental disorders in adult life (Cowen, Pederson, Babigian, Izzo & Trost, 1973). Moreover, they receive more support from friends when they encounter problems which they are willing to share with friends particularly.

Although the possible influences of transportation mode choice on social network have been addressed, the linkage between school travel patterns and social networks has not been established yet. Furthermore, present children researches are focusing on Europe and North America, and local study in Taiwan is pretty rare.

This study attempts to explore how school travel patterns influence children's social networks, and fill up research gaps both overseas and within Taiwan. With this research, we are looking forward to providing parents, teachers and school authorities with a modest concept of children's social networks under the influence of school travel patterns, and enabling to make some adjustments, suggestions or more serious concerns to those children who lack social supports.

2.Literature Review

Daily commuting between home and school is the most common time for

children to travel. Particularly, what school travel patterns do children choose has some relationships to their social life. The studies of children's social network were broadly investigated; nevertheless, researches on school travel patterns and social networks are few. Thus, this research determines to identify the relationship between social networks and transportation mode choice of children more clearly.

The following literature review includes two topics. First, researches on social networks of children are reviewed, which include the essential factors influencing social networks. In the second part, we review previous researches on school travel patterns and social networks.

Social Networks of Children

Studies on social networks of children have pointed out that gender, age and academic performances would affect the condition of their social networks. During childhood, boys and girls would build their small groups with the same gender and they would make friends with those of similar personality (Moreno, 1934; Sheif and Sheif, 1953). And girls made more affective associations than boys, which may have to do with girls find it easier to seek help and emphasize relationship (Salmon and Strobel, 1997).

The result framing same gender groups of boys and girls is also found in other studies, and some of them have discussed the group size of different genders. Evidence has shown that boys tended to build same-gender groups, whereas girls made dyadic groups with the same gender (Coleman, 1961; Dunphy, 1963; Savin-Williams 1979; Maccoby, 1990). Gest *et al.* (2007), however, conducted a research using a five-year longitudinal study, and found that no significant differences between building groups or dyadic groups among genders.

The age of "children" in these relevant studies ranged from nine to thirteen years old (Cairns, 1995; Gest *et al.*, 2003; Gest *et al.*, 2007). The reason for collecting samples during this period is that it is the time for children to graduate from elementary school and begin their junior high school life. During this transition period, the social networks are rebuilt significantly and the variances of difference are more apparent. Another reason is that, as the children grow, they are more likely to identify with smaller groups among their social networks (Gest *et al.*, 2003).

Besides gender and age, academic performance was taken into account. Salmon and Strobel (1997) found that no matter what background children had, those with poor grades would suffer from the difficulties in building social relationships, and would gain less support from family and friends. Social economic status was tested in this research, but did not come out with significant difference.

Ways to collect social networks data vary in the reviewed researches. Questionnaire (Salmon and Strobel, 1997), and Social Cognitive map (SCM) (Cairns *et al.*, 1995; Gest, 2007) are used, and deep interview might be included. SCM was designed by Cairns (1989) and has been verified as an effective way to collect social network data. Gest (2003) compared results between direct observation and self report on SCM.

Simple descriptive statistic was used in some researches (Cairns, 1995; Salomon and Strobel, 1997); however, the insight of the social networks structure is limited. Gest *et al.* (2007) presented some network indicators calculation, such as density, reciprocity, transitivity and status hierarchy, providing an overview of networks structure.

School Travel Patterns and Social Networks

By investigating the issue of transportation mode choice and physical health, the importance of social relationship among children was recommended for future research.

Davis and Jones (1996) conducted a research of children's public health in urban environments in UK. They referred to the previous research of Homel and Burns (1989) and concluded that neighborhood child density and streets were two major variables when measuring the wellbeing and adjustment of children. Dora (1999) agreed with the claim that busy streets were influential to children's social life. She addressed that children were impeded by busy streets so they relied less on walking and cycling and therefore decreased the opportunity to socialize with friends.

Timperio *et al.* (2004) studied perceptions about local neighborhoods and walking and cycling among children in Australia. This study found that walking and cycling in the local neighborhood may enhance social development of children, as well as gaining more independence, improving self esteem and making social contact with members of the community.

Besides transportation mode choice, who accompanied a child with is another part of school travels. The conditions of accompany can include alone, with siblings, with peers and with parents/elders (Mackett *et al.* 2007; Romero, 2007). Being alone or with peers and siblings has more intendance than with parents or elders. Children can think deeply alone (Romero, 2007) and increase the interaction opportunities with peers (Mackett *et al.*, 2007; Romero, 2007; Brown *et al.*, 2008). Romero(2007) showed that "chatting with classmates" during school is more interesting than looking at buildings on the street or pedestrians. Moreover, going out without elders can demonstrate children's adventurous attitude in playing, friends' interaction and local

environment. They will go to friends' home more often, have better social lives(Mackett *et al.*,2007) and more friends(Brown et al., 2008). The previous studies have shown interests in this field, nonetheless, the same influence in daily travel between home and school is seldom considered, which takes up more of children's lives. Moreover, the idea of school travel patterns might influence social networks has not been supported by empirical evidence. Most of the previous studies mainly focused on relationships between transportation mode choice and social domain, and this is the theory gap that this research attempt to address.

3.Method

Data

Children are the main object of the research, and since it is a case study of Taiwan, we choose the largest number of elementary school students in Taiwan, which is New Taipei City. Within it, Banchiao district has the largest number of elementary school students. Since we also need to consider the convenience of the transportation and Haishan elementary school can be arrived by MRT and four lines of bus, and the scale of the school is at the top ten among New Taipei City.

Taking the efficacy of the questionnaire, we choose all sixth grade students in the school, which have 16 classes, 606 students. Before investigating, children and parents are well-informed, and ask for their willingness to join the research.

The gross response rate is 67.33% (408 questionnaire received). Deleting some questionnaires that are not reply consciously, the final effective rate of response is 92.65% (378 questionnaires).

The first important issue of the research is how to collect data of school travel patterns, social networks, and other essential influential variables. We used two materials to collect data; one is self-designed questionnaire(see Table 1.), based on the literature review, physical factors (sex, BMI), psychological factors (Big Five, aggressive characteristic), performance(score, body odor, talent), family factors(two-parent family/non two-parent family, independence, parents' discipline), social economic status(family yearly income) are influential to social networks. Moreover, Elementary students self concept scale (Hou and Wu, 2000) is scale created from Taiwan's norm, using samples from fourth grade to sixth grade. It measures children's self concept in five fields, including family, school, appearance, body image, and emotion. We will also use it to know more about the general of children's psychological condition. Moreover, personal interview will used before the investigation of the questionnaire, and 8 sixth grade students in the same class in

Haishan elementary school are invited.

Social Network Indicators

Social Cognitive Map (SCM) is a well-used method to find who children’s best friends are (Cairns *et al.*, 1995) by nominating their best friends’ names. In the questionnaire, nomination of classmates is required, and we transform into $N \times N$ matrix within each class (N is the total student number in one class), and record in 0 and 1. 0 represents no nomination, 1 represents nomination exist. Each class will resemble as unit in networks, therefore we will have 16 networks here. The research use UCINET (a software of analyzing social networks) to calculate relevant social indicators.

We measure the size, in degree, eigenvector centrality, and core/periphery as indicators of social networks, and the reasons are as follows.

Table 1. Contents of Self –designed questionnaire

<i>Self–designed questionnaire</i>			
D.v	Nominate your familiar classmates in your class(Max 16). Nominate your “best friends”(Max 5). Nominate who you go to school, go home with in single travel.		
T.v	to-school to-home	mode choice accompany Travel time(min)	walk, bike, motor, car, bus, MRT alone, peers or neighborhood children, siblings, parents and elders
Non	Physical	What’s your sex?	
T.v	How tall (cm) are you? How weights are you (kg)?		
		Outgoing^a	outgoing, vigorous, brave, energetic
		Consciousness^a	hard-working, careful, well-planned, spontaneous, diligent, responsible, determined
		Neurotic^a	easily being angry, worried, troubled,

Table 1. Contents of Self –designed questionnaire (continued)

<i>Self–designed questionnaire</i>			
------------------------------------	--	--	--

	Neurotic^a	depressed, willful, emotional
	Openness/IQ^a	flexible thinking, studious, brain storming, creative, adjust to changing circumstance
	Aggressive^a	arbitrary, cunning, rebellious, bully, playful, carelessly
Performance		Please write down your latest monthly test mean score. I am hated because my body odor.^a I am hated because I have many talents.^a
Family		My family is two-parent family or non two-parent family. My parents allow me to go out freely.^a The discipline style of my parents is hard.^a
Social status		How much money does your family earn yearly? Below 427,074; 427,075-739,504; 739,505-1,1010,073; 1,348,635-2,056,420, above 2,056,421 (NTD)

D.v dependent variables.

T.v travel pattern variables.(independent variables)

Non T.v Non travel pattern variables. (Confounding variables)

a Measure by five point scale.

Size is a basic descriptive measure, representing “how many friends you have”, and it can be related to the nomination numbers. In degree is calculated by how many people nominate you as their friends, and it can represent the popularity of a person in a group. Centrality describes the importance of a node (person) in a network, representing popularity too. There are different centrality indicators and have different emphasis dimension. Eigenvector centrality is an indicator to solve the lack of degree centrality and can take the importance of good friends’ friend into account. For instance, if my friend is a hot property, even if my friends are few, I can gain my importance in the networks because I am a friend of him/her.

Strauss and Pollack (2002) suggest that the number of friends that overweight people keep does not significantly lower than others; however, they are easily to be isolated in a group. Core/periphery represents that each node in a networks and be divided into core or periphery, based on the linkage of networks. It’s a good indicator to describe isolation situation.

Furthermore, P_F value is calculated as follows:

$$P_F = \frac{N_{CFE}}{N_{CF}} \quad (1)$$

N_{CF} : number of accompany friends

N_{CFE} : number of best friends and also accompany friends.

The meaning of P_F is to capture the possibility of making close friends during school travel.

To sum up, we obtain size, in degree, eigenvector centrality and core/periphery and P_F as social networks indicators in this research. And size and in degree will be influence by the number of each network, in order to be even, size and in degree will divide the number in each networks. (size/n, in degree/n).

Hypothesis

According to literature review and personal interview, this research generates four hypotheses (Table 2.). In H_1 , according to previous literature review, transportation mode choice affects physical health, but less to social networks; nevertheless, the condition of accompanied person has more social meaning for children. Children who are accompanied by peers spend more time with them and can have more interaction opportunities. For those who are with siblings, parents and elders can't interact with others freely because of lack of privacy and independence. The aim of H_2 is to distinguish different effect of to-school and to-home travels in H_1 . Owing to different pressure during travels, children will feel more pressure in to-school travels for some reasons, such as being late, low energy, haven't eaten breakfast, clean chores, preparing morning tests and so on. So we assume that to school travel has little influence in H_1 . On the contrary, reasons that the time pressure of to-home travels is less and having more sharing topics after a day in school enable children to interact much more dynamic; therefore we assume that to-home travels has greater effect in H_1 . In H_3 , we assume the larger the scale of accompanied numbers is, the greater interaction chance in single travel children have. Size/n and in degree/n can resemble the "scale" of social networks so we assume it has a positive effect on size/n and in degree/n. In the personal interview, interaction time in school travels and between classes is different. During school travels, children will talk about more personal and deeper topics, even share secrets with others. Moreover, commuting time of each child is different, even on the same way of the trails. So we assume that time with peers during school travels has a positive effect on P_F .

Table 2. Four hypotheses of the research

Hypothesis	Contents
H_1	The condition of accompany during school travels will influence children's social networks significantly.
H_2	Under H_1 is supported, there are difference between to-school and to-home travels.
H_3	The peer scale during school travels has a positive influence on size/n and in degree/n.
H_4	Time with peers during school travels has a positive influence on P_F .

Analytical Methods

Cooper *et al.* (2003), Mackett *et al.* (2005), Romero(2007) and Zwerts *et al.* (2010) have investigate the relevant topic about transportation mode choice or pattern and social networks by descriptive statistic and t test in Mackett *et al.* (2005). Nonetheless, in order to build influential connection between transport pattern and social networks, regression models are required.

Due to different data structure, we use different models to adjust coefficient to test hypotheses. The value of size/n, in degree/n and eigenvector centrality are between 0 and 1, and 0 and 1 are included, Tobit model is used to analyze such kind of data. Core/periphery is made up by two categories, core($y=1$) and periphery($y=0$), and binominal logit model is suitable to apply. Basically the value of P_F is between 0 and 1, and 0 and 1 are included; however, owing to limited nomination (Max 5 best friends and 5 accompany friends), so the value of P_F can be categorized into 11 values, and it is not proper to use Tobit model to adjust. Ordered logit model is for categorized data, so we use ordered logit model to adjust P_F .

To identify H_2 , we put emphasis on school travel patterns variables which are significant only in to-school or to-home travels. However, to-school and to-school peer scale variables are both significant, one-sample t test will be used to test H_2 .

4.Results

The Limdep 8.0 package with the NLogit 4.0 module was used for model calibration. Table 3 lists the calibration result of size/n. The base model, considers only control variables, and the expanded model considers both control and school patterns variables. Since the expanded model $R^2_{DECOMPOSITION}$ (0.431329) is clearly larger than the base model $R^2_{DECOMPOSITION}$ (0.199298), school travel patterns

variables contributes significantly to expanded the size/n of social networks. Table 4 and 5 lists the calibration result of in degree/n and eigenvector centrality. Since the expanded model $R_{DECOMPOSITION}^2$ (0.404146; 0.421155) is not clearly larger than the base model $R_{DECOMPOSITION}^2$ (0.404377; 0.421281), the inclusive of school travel patterns variables doesn't make significant difference from the base model.

Table 6 lists the calibration result of core/periphery. Since the expanded model ρ^2 (0.217392) is observably larger that the base model ρ^2 (0.160197), school travel patterns contributes significantly to explaining core/periphery in social networks. One of the basic model coefficients of inclusive values is insignificant, but the expanded model improves the significance greatly by including it. And the value of χ^2 in expanded model (66.65322) is substantially larger that the base model (49.11681).

Taking size/n as a dependent variable, to-school peer scale and to-home peer scale are significant at the same time, and the same situation can be seen in accompanied by elders in core/periphery. The result of t test shows that to-school and to-home group doesn't significantly different from others in size/n ($t=-0.798$, $p<0.01$) and core/periphery($t=-0.225$, $p<0.01$).

Table 3. Calibration results of size/n Tobit models

<i>Variables</i>	<i>size/n</i>			
	<i>Base model</i>		<i>Expanded model</i>	
	<i>Coefficient</i>	<i>T-value</i>	<i>Coefficient</i>	<i>T-value</i>
<i>Constant term</i>	-0.21608643	-3.335**	-0.20104035	-3.192**
<i>Sex(male)</i>	-0.08266501	-6.038**	-0.07466235	-5.456**
<i>Score</i>	0.00398064	6.042**	0.00412430	6.395**
<i>Outgoing</i>	0.01136888	5.910**	0.01005589	5.304 **
<i>to-school with elders</i>			-0.03547800	-2.570*
<i>to-school peer scale</i>			-0.09163338	-3.804**
<i>to-home peer scale</i>			0.01031172	2.403*
<i>to-school time with peers</i>			0.00649992	2.788**
R^2_{ANOVA}		0.191540		0.003236
$R^2_{DECOMPOSITION}$		0.199298		0.431329

Notes: **significant at $\alpha=0.01$; * significant at $\alpha=0.05$

Table 4. Calibration results of in degree/n Tobit models

<i>Variables</i>	<i>indegree/n</i>			
	<i>Base model</i>		<i>Expanded model</i>	
	<i>Coefficient</i>	<i>T-value</i>	<i>Coefficient</i>	<i>T-value</i>
<i>Constant term</i>	-0.42500249	-5.766**	-0.43427548	-5.929**
<i>Score</i>	0.00460327	6.380**	0.00460388	6.430**
<i>Amiable</i>	0.00826011	3.950**	0.00797064	3.837**
<i>Outgoing</i>	0.00997109	4.319**	0.00975004	4.254**
<i>Consciousness</i>	-0.00532663	-2.870**	-0.00503300	-2.729**
<i>to-school by walk</i>			0.03790892	2.524*
R^2_{ANOVA}		0.003685		0.004130
$R^2_{DECOMPOSITION}$		0.404377		0.404146

Notes: **significant at $\alpha=0.01$; * significant at $\alpha=0.05$

Table 5. Calibration results of eigenvector centrality Tobit models

<i>Variables</i>	<i>eigenvector centrality</i>			
	<i>Base model</i>		<i>Expanded model</i>	
	<i>Coefficient</i>	<i>T-value</i>	<i>Coefficient</i>	<i>T-value</i>
<i>Constant term</i>	-0.06915955	-7.219**	-0.06366925	-6.698**
<i>Sex(male)</i>	0.00236801	5.144**	0.00233854	5.194**
<i>Score</i>	0.00605103	4.193**	0.00518985	3.665**
<i>Outgoing</i>	0.00057600	2.834**	0.00062210	3.154**
<i>Emotional</i>	-0.06915955	-7.219**	-0.06366925	-6.698**
<i>to-school with elders</i>			-0.02272462	-2.357*
<i>to-school peer scale</i>			-0.02843219	-3.233**
<i>to-home time with</i>			0.00065601	3.509**
<i>peers</i>				
R^2_{ANOVA}		0.001614		0.001765
$R^2_{DECOMPOSITION}$		0.421281		0.421155

Notes: **significant at $\alpha=0.01$; * significant at $\alpha=0.05$

Table 6. Calibration results of core/periphery binary logit models

<i>Variables</i>	<i>core(y=1)/periphery(y=0)</i>			
	<i>Base model</i>		<i>Expanded model</i>	
	<i>Coefficient</i>	<i>T-value</i>	<i>Coefficient</i>	<i>T-value</i>
<i>Constant term</i>	-6.16474324	-3.331**	-7.01127083	-3.370**
<i>Sex(male)</i>	-1.12532153	-3.641**	-1.04909493	-3.146**
<i>Score</i>	0.04580581	2.549*	0.05417874	2.728**
<i>Independence</i>	0.24771520	1.921	0.24411769	1.792
<i>Talent</i>	-0.43132816	-2.742**	-0.41338838	-2.519*
<i>Amiable</i>	0.08349496	2.364*	0.09366132	2.525*
<i>Body image</i>	0.01336449	2.274*	0.01536971	2.406*
<i>to-school walking</i>			-1.03251221	-2.212*
<i>to-school with elders</i>			-1.55383848	-3.301**
<i>to-home alone</i>			1.12236852	2.168*
<i>to-home with elders</i>			0.98394234	2.029*
<i>to-school peer scale</i>			0.33229942	2.472*
ρ^2		0.160197		0.217392
$adj - \rho^2$		0.121058		0.145638
χ^2		49.11681		66.65322

Notes: **significant at $\alpha=0.01$; * significant at $\alpha=0.05$

5. Conclusions

Previous research show that transportation mode choice can affect children's physical health (Boreham and Riddoch, 2001; Sirard *et al.*, 2005; Tudor-Locke *et al.*, 2002 ; Cooper *et al.*, 2003 ; Cooper *et al.*, 2005); however, psychological health, or namely social networks of children, is also an essential part. There is some research of investigating the relationship between transportation and social networks of children, but some of them use only basic descriptive statistic method (Cooper *et al.*, 2003, Mackett *et al.*, 2005, Romero, 2007 and Zwerts *et al.*, 2010), so we just know some basic patterns of the transportation and social networks; nevertheless, the relationship is waiting to be build, and this is the main topic of this research.

According to the result, four hypothesis of the research are in some way being supported. H_1 is supported by to-home with peers has significantly positive influence on P_F , to-school with elders has significantly negative influence and to-school time with peers has significantly positive influence on size/n, to-school by walk has significantly positive influence on in degree/n, to-school elders(negative) and to-home time with peers(+) in eigenvector centrality, to-school with elders(-) and to-home peer scale(+) in core/periphery. H_2 is supported by the previous result of

H_1 , and to-school scale(-) in eigenvector centrality, to-school by walk(-), to-home alone and to-home with elders(+) in core/periphery are added. As for H_3 , it is supported by to-home peer scale has a significantly positive influence on size/n.

H_4 assumes that time with peers during school travels has a positive influence on P_F ; however, it is not supported by the result.

In short, the research finds out that school travel patterns will influence children's social network. Generally, the more time and larger scale with peers are beneficial to social networks, but accompanied by elders has negative influence to social networks. However, it is not for certain, we can see some exception in the result that go home alone and with elders has positive influence to core/periphery.

And to-school scale with peers has negative influence on size/n and eigenvector centrality.

As for the significant confounding variables in the model, we find some results that are against our expectation. Firstly, Openness/ IQ in Big Five has negative influence on P_F , Consciousness is negative to in degree/n and talent is negative to core/periphery. The possible explanation for these is that these traits may be good to make friends with others or attract others' attention, but people might be hated if they are too shining and trigger greedy or jealousy of peers. Moreover, we find out that sex(male) is negative in core/periphery, it might convey an idea that the core of social networks of elementary school children falls upon girls, because girls find it easier to seek help and emphasize relationship (Salmon and Strobel,

1997).

The value of this research lies in building the influence relationship of school travel patterns on social networks, which bridge the gap of previous research. According to the result, accompanied by peers has a lot positive influence to children's social life. Therefore, we recommend that school authorities can promote a policy like "go to school with friends more", encourage children to build deeper friendships during school travels. It can not only reduce the pick-up time of parents, raise the safety in travels accompanied by peers instead of being alone, but also beneficial to children's social life.

Acknowledgements

This research is a part of National Science Council project, called "*The influence of transportation mode choice during school travel on children's health: physical, psychological and societal health.* (NSC 100-2628-H-002-136-MY2)

References

- Asher, S.R., Renshaw, P.D. and Geraci, R.L. (1980) Children's friendship and social competence, *International Journal of Psycholinguistics*, 7:27-29.
- Boreham, C. and Riddoch, C. (2001) The physical activity, fitness and health of children *Journal of Sports Sciences*, 19: 915-929.
- Brown, B., Mackett, R., Gong, Y., Kitazawa, K. and Paskins, J. (2008) Gender differences in children's pathways to independent mobility. *Children's Geographies*, 6(4): 385-401.
- Cairns, R. B., Leung, M. C., Buchanan, L., and Cairns, B. D. (1995) Friendships and social networks in childhood and adolescences: Fluidity, reliability and interrelations. *Child Development*, 66: 1330-1345.
- Cairns, R. B., Cairns, B. D. and Neckerman, H. J. (1989) Early school dropout: Configurations and determinants. *Child Development*, 60: 1437-1452.
- Collins, D. C. A., and Kearns, R. A. (2001) The safe journeys of an enterprising school: Negotiating landscapes of opportunity and risk. *Health Place*, 7:293-306.
- Coleman, J. S. (1961) *The Adolescent Society: The Social Life of the Teenager and Its Impact on Education*. New York: Free Press.
- Cooper, A. R., Page, A. S., Foster, L. J., and Qahwaji, D. (2003) Commuting to school: Are children who walk more physically active? *American Journal of Preventive Medicine*, 25: 273-276.
- Cooper, A. R., Andersen, L.B., Wedderkopp, N., and Page, A. S. (2005) Physical activity levels of children who walk, cycle, or are driven to school, *American Journal of Preventive Medicine*, 29(3): 179-184.

- Cowen, E. L., Pederson, A., Babigian, H., Izzo, L. D. and Trost, M. A. (1973) Long-term follow-up of early detected vulnerable children, *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 41:438-446.
- Davis, A. and Jones, L. J. (1996) Children in the urban environment: An issue for the new public health agenda. *Health & Place*, 2: 107-113.
- Dora, C. (1999) A different route to health: Implications of transport policies. *British Medical Journal*, 318: 1686-1689.
- Dunphy, D. C. (1963) The social structure of urban adolescent peer groups. *Sociometry*, 26(2): 230-246.
- Feiring, C. and Lewis, M. (1988) The child's social work from three to six years: The effects of age, sex and socioeconomic status. In: Salzinger, S., Antrobus, J. and Hammer, M. (ed.), *Social Networks of Children, Adolescents and College Students*, Hillsdale, NJ: Erlbaum, 93-112.
- Gest, S. D., Davidson, A. J., Rulison, K. L., Moody, J. and Welsh J. A. (2007) Features of groups and status hierarchies in girls' and boys' early adolescent peer networks. In: Rodkin, P. C. & Hanish, L. D. (ed.) *Social Network Analysis and Children's Peer Relationships*, San Francisco, CA: Jossey Bass, 43-60.
- Gest, S. D., Farmer, T. W., Cairns, B. D., Xie, H. (2003) Identifying children's peer social networks in school classrooms: Links between peer reports and observed interactions. *Social Development*, 12: 513-529.
- Homel, R. and Burns, A. (1989) Environmental quality and the well-being of children. *Social Indicators Research*, 21(2): 133-158.
- Hou, Y. L. and Wu, Y. Y. (2000) Scale of self-concept of elementary school children, Taipei City: Psychology.
- Maccoby, E. E. (1990). Gender and relationships: A developmental account. *American Psychologist*, 45(4): 513-520.
- Mackett, R., Brown, B., Gong, Y., Kitazawa, K. and Paskins, J. (2007) Children's independent movement in the local environment. *Built Environment*, 33(4): 454-468.
- Mackett, R. L., Lucas, L., Paskins, J. and Turbin, J. (2005) The therapeutic value of children's everyday travel. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 39: 205-219.
- Moreno, J. L. (1934) *Who Shall Survive? A New Approach to The Problem of Human Interrelations*. Washington, DC: Nervous and Mental Disease Publishing Co.
- Romero, V. M. (2007) "I will be not a nerd": Children's development, the built environment and school travel. *Paper presented at the 3rd State of Australian Cities Conference*, Adelaide.
- Salomon, A. and Strobel, M. G. (1997) Social network, interpersonal concerns and help-seeking in primary grade school children as a function of sex, performance and economic status. *European Journal of Psychology of Education*, 12: 331-347.

- Savin-Williams, R. C. (1979) Dominance hierarchies in groups of early adolescents. *Child Development*, 50(4): 923–935.
- Sherif, M. and Sherif, C.W. (1953) *Groups in Harmony and Tension*. New York: Harper.
- Sirard, J. R. Riner, W. F. J., McIver, K. L., Pate, R. R. (2005) Physical activity and active commuting to elementary school. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(12): 2062-2069.
- Strauss, R. S. and Pollack, H. A. (2003) Social marginalization of overweight children, *Archives of Pediatrics and Adolescent Medicine*, 157: 746-752.
- Timperio, A., Crawford, D., Telford, A. and Salmon J. (2004) Perceptions about the local neighborhood and walking and cycling among children. *Preventive Medicine*, 38: 39-47.
- Tudor-Locke, C., Neff, L. J, Ainsworth, B. E., Addy, C. L., and Popkin, B. M. (2002) Omission of active commuting to school and the prevalence of children's health-related physical activity levels: The Russian longitudinal monitoring study. *Child: Care, Health and Development*, 28: 507-512.
- Zwerts, E., Allaert, G., Janssens, D., Wets, G. and Witlox, F. (2010) How children view their travel behavior: A case study from Flanders (Belgium). *Journal of Transport Geography*, 18(6): 702-710.