

學童步行通學最佳環境安全路徑之研究－以台中市上石國小為例¹

謝政穎²、謝竺君³

摘要

近年來相關研究逐漸重視學童通學的課題，學童因身體的脆弱性及注意力不易集中、道路設施認識不足、商家及攤販私自占用騎樓及人行道等因素導致學童交通安全事件頻繁，使得家長接送比例提高。但相關研究指出長期接送易影響學童人格發展與對周遭環境的學習，故本研究採用多準則決策評估模式(MCDM)，並透過文獻回顧分析提出「學童步行通學最佳環境安全路徑評估指標」，以三項構面、十三點評估因子及三條通學方案，由環境規劃專家進行分析階層程序法(AHP)評比，求得評估指標相對權重與最佳通學路線，研究結果顯示指標構面以「人行空間(人行道與騎樓)」獲得最高權重為0.537，評估因子以「人行空間系統的連續性」為整層級排序第一，權重值為0.250，最佳評選方案以「方案一」的權重值最高為0.414，顯示學童通學環境應強調人行空間規劃與改善並以學童步行特性進行規劃，提供步行通學的安全環境設施。

關鍵字:多準則決策評估模式、學童步行通學、分析階層程序法、最佳環境安全路徑、評估指標與方案選擇

¹ 本研究承蒙國科會(計畫編號：101-2815-C-035-016-H)計畫經費補助，特此申謝。

² 逢甲大學都市計畫與空間資訊學系副教授，通訊作者電子信箱：jyshieh@fcu.edu.tw。

³ 成功大學都市計畫學系碩士生，通訊作者電子信箱：ok800408@gmail.com。

投稿日期：2013年08月14日；第一次修正：2014年02月10日；第二次修正：2014年05月21日；接受日期：2014年06月11日。

A Study on the Evaluation of the Most Adaptable Schooling Pedestrian for Shang-Shih Elementary School

Jeng-Ying Shieh

Associate professor, Department of Urban Planning and Spatial Information, Feng Chia University.

Chu-Chun Shieh

Master, Department of Urban Planning and Spatial Information, Feng Chia University.

Abstract

In recent years, many research emphasized on pupils go to school. Children characteristics, road environment and private occupancy have caused many traffic accidents. So that the proportion of parents transport them to school has increased, but it will affect children behavior. The Multi-Criteria Decision Making model (MCDM) was used as the main method for this study. The empirical study selected three routes, three dimensions and thirteen evaluation factors and used Analytical Hierarchy Process (AHP) to obtain the relative weight of evaluation indicators and the adaptable or suitable route. The results showed that the highest weight is the space of pedestrians (sidewalk and arcades) (0.537), continuity of pedestrian space systems (0.250) and alternative ONE (0.414). Thus, planners should consider the characteristics of the children and the surrounding pedestrian space and environment.

Keywords: Multi-Criteria Decision Making (MCDM), Pedestrian Planning, Analytical Hierarchy Process(AHP), The Adaptable Environmental Safety Path, Evaluation Indicators and Alternatives

一、前言

依據2008年世界衛生組織(World Health Organization, WHO)與聯合國兒童基金會(United Nations International Children's Emergency Fund, UNICEF)出版之「世界兒童傷害預防報告」中提出兒童意外死亡的五大原因為道路交通事故、溺水、燒傷、墜落與中毒,其中道路交通事故為兒童事故傷害死因的首位。全球道路安全合作組織(Global Road Safety Partnerships, GRSP)指出開發中國家或轉型中國家中,交通事故為造成兒童死亡或受傷的主要因素,通常高於歐洲或美國兩倍以上。而我國2012年衛生署公布1-14歲兒童的十大死因以交通事故傷害為最高,教育部亦公布全國學生意外事件中,以車禍意外事件最為頻繁(許騰繼等人,2004),2007年警政署調查兒童發生交通事故的原因中49.7%為乘坐汽車、30.9%為搭乘機車、6.3%為騎自行車、13.1%為走路,故兒童在道路交通安全中以騎自行車與走路受到傷害的比率較低。

學童的交通安全向來是校園與城市安全的重要議題(王珮如等人,2006),在社區規劃中根據鄰里單元的規劃方式國小屬於社區內步行可及的設施,而靖娟兒童安全文教基金會於2013年指出在國小學童通學交通方式中以徒步為居多(約50%)、其次為家長接送(約30%),但是隨著交通的混亂與生活習慣的改變,家長接送學童上下學的比率逐漸增高,且學童在健康狀況上以衛生署2006年報告指出6-12歲的兒童約有30%體重過重與肥胖,過去中老年時期出現的慢性病亦逐漸發生在學童的年齡。故相關研究針對學童的健康與生活模式提出孩童長期從事規律的身體運動能增加身體活動量並降低慢性病的發生,以步行與騎乘自行車的通學方式提供學童每天從事規律性身體活動的機會(Tudor-Locke et al., 2001; Ignarro et al., 2007; 江彥政等人, 2012; 林佑真, 2009),此外許多鼓勵學童步行通學的研究認為學童以步行方式通學可增加社區中的社交機會並可提升對道路旅行的技巧,能有效提高孩童的社會學習與對環境的體驗與認知(Prezza et al., 2001; Mackett, 2002; 鍾佩伶等人, 2012)。

因此聯合國在2001年將兒童照顧與永續發展並列為都市環境發展的兩大主題(王俊秀等人, 2008),而學童走路上學的計畫最早由英國於1994年Hertfordshire縣議會小組發起,目前國際上推廣走路上學最大的組織為「國際走路上學聯盟(International Walk to School)」,主要辦理國際走路上學月,其參加的成員包含英國、美國、加拿大、法國、印度等共42個國家。各個國家亦成立相關組織積極推廣走路上學計畫與校園步行環境改善計畫等政策與考核標準。我國則於2004年加入該聯盟,於2005年由教育部推動「走路上學方案」,結合各縣市單位與團體在2006年至2008年有計畫性推廣走路上學計畫,2009年擬定全國各縣市走路上學評估機制(張建彥等人, 2010),2011年與財團法人靖娟兒童安全文教基金會共同編著「2011年通學環境改善標準作業手冊」。

步行通學已成為學童通學方式的發展趨勢,儘管國內外相關政策積極推動學童步行通學計畫與許多研究指出步行通學的益處,家長對於社區交通安全與治安的認知仍是決定兒童是否可獨自步行通學的主要關鍵(Prezza et al., 2005; Wen et al., 2008)。以步行通學的交通安全而言,國內外已有相當豐富的研究論述,包含學童步行特性的研究(楊依珊, 2007; 邱美珍, 2008; 張建彥等人, 2010)、交通安全教育之研究(Lam, 2000; Zeedyk & Kelly, 2003; 王珮如等人, 2006; 張立言等人,

2006;余卓文等人, 2010)、步行通學環境之研究(Rissotto & Tonucci, 2002;Timperio et al., 2004;洪玉蕙, 2005;李興志, 2006;黃國平等人, 2007; 林楨家等人, 2008;胡守任等人, 2011)。

其中, 步行通學環境之研究當中多以問卷訪談與統計分析探討個案通學環境的使用效益與改善策略, 在實質規劃層面上對於建立步行通學環境的安全指標相關研究較少, 然而建立學童步行通學環境的安全指標在實務規劃設計與改善通學環境中具有規劃設計之指導方向與檢核效果。故本研究將針對環境規劃領域相關專業人士的觀點, 評估步行通學環境的安全指標因子的重要性, 以期望能以具可行性的評估指標資訊來提高學童步行通學的環境, 增加學童步行交通安全, 提高步行上學的機率。

基於上述, 本研究主要目的係為針對環境規劃領域專業人士, 探討在實質規劃上學童步行通學環境的安全指標因子的重要性, 其中包括家長接送區規劃、人行空間、通行空間與交通設施等三大指標, 以期望能作為未來實務規劃設計上的評估參考, 因此本研究欲達成下列目的:

(一)以環境規劃領域專業人士探討學童步行通學環境的安全指標重要性。

(二)將學童步行通學環境安全指標落實於台中市上石國小個案評估學童步行通學的最佳路徑。

二、相關文獻回顧

(一)學童步行特性

溫日宏(1995)指出一般行人步行特性包括: 靠雙腳進行位移, 其移動速度皆較其他運具慢; 肉體無法與剛性物體相抗衡, 故需要行人保護設施; 人體受體力限制, 步行距離較短; 行人特性複雜, 行動難以預料; 行人交通屬短程移動, 活動地點集中在較小地區; 行人年齡會影響交通安全, 小孩行走漫不經心, 老年者則行動緩慢。在步行速率研究中黃國平等人(2007)與張建彥等人(2010)指出一般成人的步行平均速率為1.5公尺/秒, 兒童行走的速率較一般成人慢0.2-0.4公尺/秒, 約為1.1-1.3公尺/秒, 故兒童的步行速率較一般成人低。

此外兒童因年齡上與心智均未成熟, 其身體的脆弱性與注意力不容易集中等因素被認為在交通事故中最容易傷亡的族群(Morris et al., 2001;Zwerts & Wets, 2006;周麗等人, 2008)。兒童發生交通事故的主要原因為: 道路使用者不遵守交通法規、違法行駛、城市道路規劃設計缺乏對兒童等弱勢族群的重視與保護、交通標誌與安全設施規劃不完善、兒童缺乏對交通安全知識的認知與自我保護的能力(Dunbar et al., 2002;邱美珍, 2008)。因此在兒童步行較成人脆弱的特性下, 為提升學童步行的交通安全, 國內分別以道路交通安全5E守則提出教育(Education)、執法(Enforcement)、工程(Engineering)、鼓勵(Encouragement)、評估(Evaluation)的概念以各種層面研擬學童步行通學的政策與計畫(靖娟兒童安全文教基金會, 2011; 張勝雄等人, 2012)。

(二)學童步行交通安全教育

學童交通安全教育為我國改善整體交通安全重要的一環(張立言等人, 2006), 孫瑜等人(2007)提出中小學生對交通安全的知識了解不夠充分易導致危險交通行為的發生。亞洲開發銀行於2003年在「Road Safety Guidelines for the Asian and Pacific Region」指出交通安全教育應教導兒童決策技巧與評估危險環境技巧、降低風險之策略, 並教導在號誌路口、人行穿越道及其他情況下過馬

路的技巧。英國交通部、州政府與地方政府發行教師手冊中指出教師應教導兒童路邊停車道路上及接近交叉路口時安全過馬路技巧(Thomson, 1997), 歐洲執行委員會在2005年提出各國交通教育實施方法與活動發現, 各國行人交通安全教育主題與內容包含行人技巧訓練、停等距離、看得見等三大部分, 美國國家公路交通安全管理局在2008年提出相關教導兒童安全過馬路的方法。

Dunbar et al.(2002)認為提升兒童安全之行人技巧的研究可分為認知技巧(Perceptual Skills)、危險知識(Knowledge of Danger)、誘導因素(Motivational Factors)等, Schagen & Rothengatter (1997)與Lam (2000)在兒童學習能力與父母親在交通安全教導方面研究指出, 學童在交通安全學習上與家長行為以及學校實際測驗教學有所關係。許多關於學童步行交通安全教育指出當家長與兒童一起過馬路時, 父母多扮演領導者角色, 自己選擇適當通過時間與路線後, 領導兒童通過馬路, 未與兒童討論他們如何安全通過路口方式, 學校的交通安全教育過度強調標誌與號誌的認識, 導致學童在實際判斷過馬路時的安全會有所誤差, 故在學童步行通學交通安全教育上, 除了強調相關的交通安全知識與風險認知外, 亦要注重實地兒童存活技巧訓練與地方交通狀況結合(Zeedyk & Kelly, 2003)。

(三)學童步行通學環境

兒童在日常生活中, 住家與學校是最常發生的旅次, 通學道路成為現實生活中兒童最常面對的環境(洪玉蕙, 2005), Gehl(1996)提出對兒童而言公共空間的戶外活動分為必要性活動(如上學)、選擇性活動(如散步)及社交性活動(如兒童嬉戲), 而學童步行活動的環境可包含交叉路口(如學校門口、十字路口等)、路段(學校周邊人行道、騎樓、道路旁留設人行道、巷道路徑等)可從事穿越、等候、在馬路上嬉戲、邊走路邊看書及向攤販商家購物等行為;鄰里開放空間(如公園、廣場、市場、社區大廈開放空間等)可從事動態與靜態之活動(陳文慧, 2002)。

陳文慧(2002)指出通學道路是以小學為中心的鄰里範圍內的學童步行上下學所經的路線, 而學生通學學區劃分原則為:學童步行時間15分鐘, 步行距離約在1,100公尺內。通學道路的設施可分為主體設施與附屬設施兩類, 其中主體設施可細分為交通設施(如穿越設施、車道、交通管制設施、路邊停車等)、行人設施(如騎樓、人行道寬度與鋪面等)、植栽與建築物;附屬設施可分為固定型設施(如公車站牌、電信設施、行人座椅等)與非固定型設施(如攤販、汽機車臨時障礙物等)。

Fruin(1987)提出一個步行改善計畫的主要目標有七項, 即安全性(Safety)、安全感(Security)、方便性(Convenience)、連續性(Continuity)、舒適性(Comfort)、系統一致性(System Coherence)和吸引力(Attractiveness), 而所有的目標是交互相關或重疊的。通學道路除了是城市的實質元素, 也是社會性因子, 具有培養兒童鄰里環境意象認知的意義、社區學校化的意義、兒童社區遊戲空間的意義, 故具有生活道路(Livable Street)的意義。假設鄰里環境對兒童步行通學不友善, 會造成學童在日常活動空間受到限制而使其在空間與風險認知上會產生負面的影響, 如缺乏交通號誌、繁忙的街道與過多的交叉路口數量、步行的距離長短以及步行環境的狀況等, 皆會影響學童的安全步行通學 (Rissotto & Tonucci, 2002; Timperio et al., 2004; 董娟鳴, 2011)。

蘇昭銘等人於1999年認為學校為維護學通交通安全與管理上下學時段的龐大交通流量, 所劃設的交通號誌普遍無法產生有效的作用, 常呈現家長接送區功能不彰、禁止臨時停車被忽視、上下學時段人車均聚集於校門口等問題, 而嚴重影響學童步行的環境, 王志弘(2012)提出我國於2000

年度陸續開始有學校周邊交通改善計畫，如規劃通學巷、改善家長接送區、增設人行空間與違規取締等措施。台北市政府交通局與靖娟兒童文教基金會提出「2011通學環境改善標準作業手冊」以家長接送區、人行道(含騎樓)、通行空間及交通設施、停車管制與停車場、駕駛行為與其他針對學童通學環境與狀況進行改善策略與檢核，相關研究亦指出街廓規模的大小、交叉路口數量、人行道寬度、通學距離等會影響學童步行安全性(林楨家等人，2008)，Southworth & Ben-Joseph(2003)與Owen等人(2004)提出街道的聯繫性(Connectivity)的好壞受到道路接到本身特性與連接街道的連續性(Continuity)以及是否有障礙物阻擋步行有關，而完善的人行步道能提供有利的步行環境。

綜合上述文獻回顧，學童因年齡上與生理上較成人脆弱，對於交通道路環境的判斷與風險認知的能力較不足，因此屬於道路交通事故中較高風險族群，然而在健康城市與永續發展的議題之下，國內外相關組織與學者皆提出「走路上学」能提升學童的身體機能與對社會與交通環境學習經驗，可有效增加其人格發展。為減少家長對社區交通安全的擔憂以提高學童步行通學的比率，相關政策與研究皆針對實質與非實質層面著手進行改善計畫，本研究以實質的通學環境層面為主，綜合上述文獻回顧中相關學者與計畫針對步行環境所探討與著重的因子以及「2011通學環境改善標準作業手冊」中所提及的指標項目，建立本研究之學童步行通學最佳環境安全路徑評估指標的三大構面與十三項評估因子。

三、研究方法

本研究目的為建立具可行性之學童步行通學最佳環境安全路徑評估指標，因其多為質性指標，故採用多準則決策評估模式(Multi-Criteria Decision Making, MCDM)為操作方法，比較有別於量化分析方法，如多目標決策模式(Multi-Objective Programming, MOP)。透過相關文獻蒐集與彙整分析，以各評估指標皆互相獨立的前提假設下，研擬學童步行通學最佳環境安全路徑評估指標之層級架構。本研究透過提供完整的架構因子解釋以及路徑方案的資訊，由各環境規劃領域相關專業人士針對各單元內的項目進行權重的評分，由於問卷方式調查屬於較主觀性的判斷且評估項目為質性因子，故本研究以分析階層程序法(Analytical Hierarchy Process, AHP)有系統地整合各專家的評分權重，達到一致性檢定通過後，提供客觀的質化準則評估結果。

AHP分析階層程序法為美國賓州匹茲堡大學Saaty教授於1971年發展出一套決策方法，將複雜的問題分解成數個層級，並衡量每個層級下指標或準則的重要性，依此給予指標或準則不同的相對權重，決策者可依此迅速做出較為準確的判斷(蔡侑希，2011)，其程序為：建立層級關係→建立成對比較矩陣→求解權重並檢定一致性。

首先，分析階層程序法非一般傳統決策樹(Decision Trees)，其每一個層級皆表示對原始問題之一個重要部分，因此將影響系統之因素加以分解成數個群體，每個群體再區分為數個次群，逐級依序建立全部的層級架構(鄧振源、曾國雄，1989)。在層級架構中，一般將評比問題分為四個部分：一是解決問題的目標(Goal)、二是如何達到目標的標的(Object)、三是衡量標的達成程度的準則(Criteria)、四為研擬考慮的方案(Alternative)。

本研究之整體架構（如圖1）主要分為四個階層：第一階層為學童步行通學最佳環境安全路徑評估指標；第二階層為評估影響學童步行通學最佳環境安全路徑的主要指標，共3項因子，分別為家長接送區規劃指標、人行空間(人行道與騎樓)指標、通行空間及交通設施指標；第三階層為評估影響學童步行通學最佳環境安全路徑之次指標，此階層共有13項次因子；第四階層為評估影響學童步行通學最佳環境安全路徑的方案指標，共3項方案。

建立完層級架構後，須建立成對比較矩陣，本研究將AHP問卷由各層級之每個單元內之項目進行兩兩比較，經由調查建立各項目組間優劣分析的比較矩陣，以九個評比尺度進行調查，分別調查同等重要、稍重要、重要、很重要、絕對重要等五項，並賦予1、3、5、7、9的衡量值，另外五項尺度之間的四個折衷水準，賦予2、4、6、8衡量值。

計算特徵值與特徵向量的部分，某一個層級的要素，以上一層某一層級要素做為評估基準下，進行要素間的成對比較。若有n個要素時，則需進行 $n(n-1)/2$ 個成對比較。成對比較時所使用的數值，分別是1/9, 1/8, ..., 1, 2, 3, ..., 8, 9，將n個要素比較結果的衡量，置於成對比較矩陣A的上三角形部分(主對角線為要素自身的比較，故均為1)，而下三角形部分的數值，為上三角形部分相對位置逆職的倒數，即 $a_{ij}=1/a_{ji}$ (鄧振源、曾國雄，1989)。

最後以環境規劃領域之專家學者為AHP問卷受訪對象發放問卷回收後求解各項目的權重值，為瞭解調查資料之可信度運用Expert Choice之決策支援工具並進行一致性指標(Consistency Index ; C.I.)與一致性比率(Consistency Ratio ; C.R.)分析。

$$C.I. = (\lambda_{\max} - n)/(n-1)$$

$$C.R. = C.I. / R.I. , \text{ 其中RI值為平均隨機指標(Random Index , RI) 。}$$

本問卷在正式施測前，先對環境規劃領域相關專家人士解釋各項指標的說明，並提供3項通學方案實測的資訊，避免產生混淆的判斷，以有效確立各評估指標之間是相互獨立的關係，總計共發放35問卷，問卷皆全部回收，而有效問卷數為30份，問卷有效率約為86%，其研究結果顯示有效問卷均符合C.I.值小於等於0.10的準則。

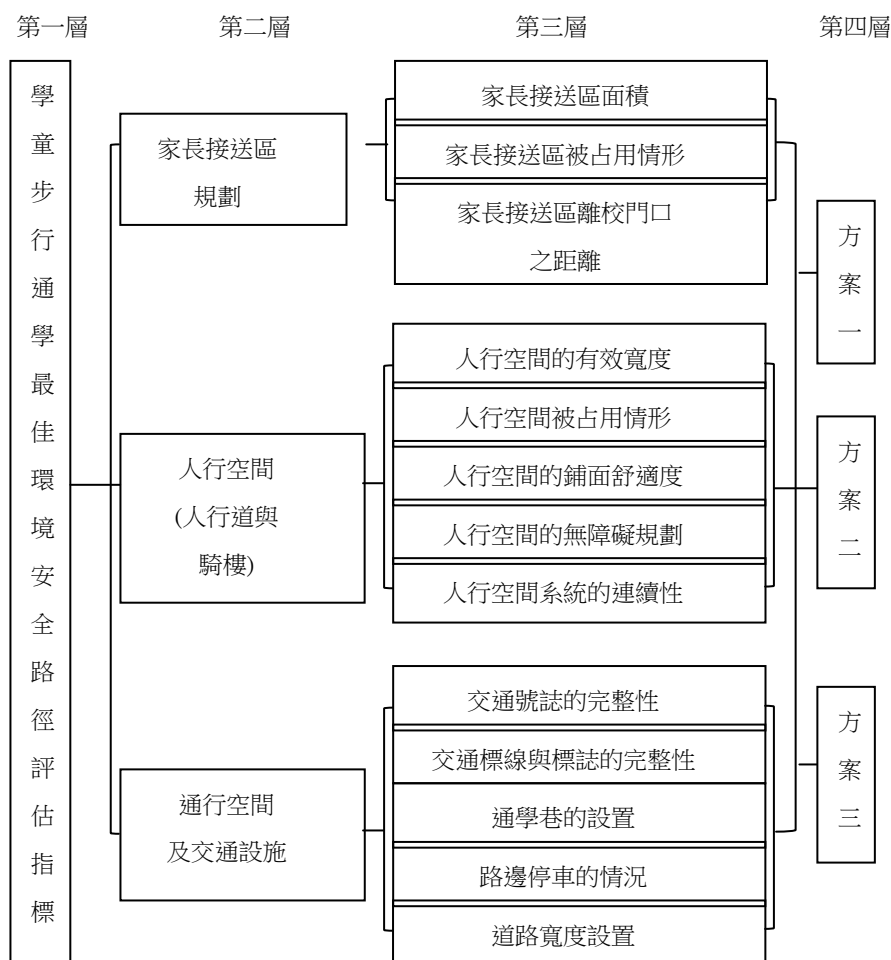


圖 1 學童步行通學最佳環境安全路徑評估指標層級架構圖

四、實證論述

本研究依據研究架構、流程及方法，經由文獻回顧資料彙集整理建立「學童步行通學最佳環境安全路徑評估指標」，並以台中市上石國小為例，劃定學童步行範圍，設定通學起迄點，提出三個通學方案，針對每一個方案的特性提供的資訊包含實地觀察所拍攝的畫面以及研究者於學童步行通學時間觀察且偕同學童一同步行中所觀察的結果，將環境狀況予以紀錄提供給受訪者完整的資訊，以進行本研究決策指標評估，決選出最佳通學方案，致獲得研究結果。

(一)通學方案介紹

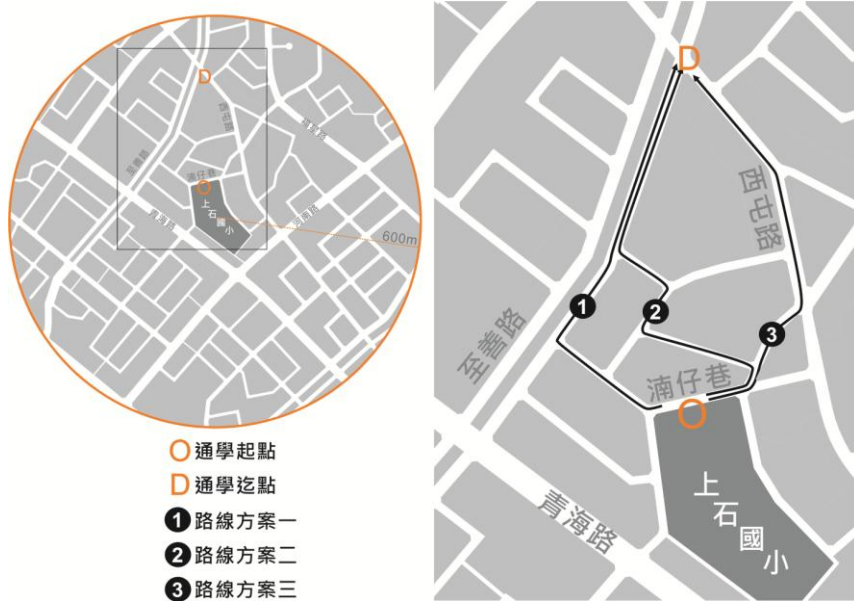


圖 2 通學方案示意圖

1. 路線方案一

學童由上石國小出發步行於人行道，人行道上之設施如變電箱等設置於道路，不阻礙人行空間。巷道部分騎樓雖受到機車占用，仍有足夠的步行空間可提供學童安全的步行環境，但是有部分學童選擇行走於兩側皆被汽車占用的道路上以及穿越私人工廠進入其他巷道。學童穿越各路口皆無設置紅綠燈，有劃設行人穿越標線，至善路上劃設合法路邊停車格，道路寬度較窄，車速較慢，並規劃連續性的人行道供行人通行。

2. 路線方案二

為所有方案中之最短路徑，由校門出發後與方案一走不同路線，最後回到至善路走到迄點。此方案於第一路口時因僅劃設行人穿越道且連接西屯路其車流量多，對交通安全上易產生衝突，進入巷道後因道路寬度狹小，路邊停車的狀況較不顯著，學童皆行走於道路上，但若汽機車進入時，學童可閃避車輛的空間相較之下顯得不足。在巷道內因通行人車較少，對學童人身安全較無保障，需步行至至善路後較為安全。

3. 路線方案三

由巷道進入西屯路以選擇有設置紅綠燈路線為主，較可保障學童安全，因步行路線於上下班時間車流量多，周邊商家林立，對學童而言屬於熱鬧的街道，但進出的車輛過多容易與學童產生交通衝突。況且西屯路上無劃設人行步道，學童可步行的騎樓空間嚴重遭到私人占用，導致學童強烈受到車輛的威脅。

表 1 通學起迄點之三個路線方案比較表

方案	路徑 長度	道路 寬度	車輛 流量	路邊 停車	穿越 路口	交通 標線	交通 號誌	騎樓 情況	人行道情 況
一	中	中	中	高	五個	四處	一處	暢通	暢通
二	長	小	低	低	六個	三處	一處	尚可	尚可
三	短	大	高	中	七個	六處	兩處	占用	無劃設

(二)應用 Expert Choice 軟體輸入 AHP 問卷數值

本研究使用Expert Choice群體決策分析軟體進行因子權重評比分，經文獻回顧彙整建立層級架構評估指標，經環境規劃領域專家評估各因素間的權重關係，以分析階層程序法將決策指標與模式評估因子重要性程度，轉化為量化的研究結果。本研究軟體操作方式將問卷之三項構面、十三個評估因子及三個方案輸入軟體中，再依序輸入參與問卷之專家人數，依據每一位專家之評比結果以各構面與影響因子兩兩比較之所得數值輸入軟體內。接著進行方案之間的兩兩比對，依序輸入相關數值，最後獲得分析結果，將資料轉至Excel程式軟體產生分析圖表。

(三)AHP 權值分析

為了確保調查資料以及相關權重結果的可信度，必須檢視系統中的一致性檢定，依據一致性指標(Consistency Index；C.I.)判定，若C.I.=0，表示決策者前後判斷完全具一致性，若C.I.≤0.1，表示矩陣的一致性程度在可以接受的範圍內。

五、結果及討論

(一)一致性檢定

本研究調查結果顯示目標為0.006、家長接送區規劃為0.000、人行空間(人行道與騎樓)為0.011、通行空間及交通設施為0.000，三個決選方案為0.000，研究結果所有一致性指標皆小於0.1，故判定此次問卷通過一致性檢定。

(二)階層二構面權重分析

經由Expert Choice軟體進行權值分析後，顯示學童步行通學最佳環境安全路徑評估指標中各構面與評估因子的重要性排序，以人行空間(人行道與騎樓)的重要性最大(權值：0.537)，其次為通行空間及交通設施(權值：0.347)，最後則是家長接送區規劃(權值：0.117)。

(三)階層三評估因子權重分析

就影響「學童步行通學最佳環境安全路徑評估指標」分析中，經由權重數值可以看出專家認為的各項指標因子的重要程度，以階層三的各项評估因子分析在階層二構面下的權重分析如下：

1. 家長接送區規劃權重分析

依序為家長接送區被占用情形(權值：0.589)、家長接送區面積(權值：0.239)、家長接送區離校門口之距離(權值：0.171)。專家認為家長接送區被占用列為首要，其次為家長接送區面積，再來為家長接送區離校門口之距離。

2. 人行空間(人行道與騎樓)權重分析

依序為人行空間系統的連續性(權值：0.497)、人行空間被占用情形(權值：0.188)、人行空間的有效寬度(權值：0.139)、人行空間的無障礙規劃(權值：0.119)、人行空間的鋪面舒適度(權值：0.058)。綜上，專家認為人行空間系統的連續性其重要性遠超過其他因子，其次則是人行空間被占用情形，再者為人行空間的有效寬度、人行空間的無障礙規劃，最後為人行空間的鋪面舒適度。

3. 通行空間及交通設施部分的權重分析

依序為路邊停車的情況(權值：0.259)、通學巷的設置(權值：0.258)、交通標線與標誌的完整性(權值：0.193)、交通號誌的完整性(權值：0.149)、道路寬度的設置(權值：0.141)。其中權值最高為路邊停車的情況，次之為通學巷的設置，再來為交通標線與標誌的完整性、交通號誌的完整性，以及道路寬度的設置。

(四)評估因子跨層級分析

將階層二與階層三之評估因子透過跨層級之權重分析與排序後，分析如下：

1. 評估因子的相對權重值其跨層級的重要性程度排序

依序為人行空間系統的連續性(相對權重值：0.205)、路邊停車的情況(相對權重值：0.132)、通學巷的設置(相對權重值：0.132)、交通標線與標誌的完整性(相對權重值：0.099)、人行空間被占用情形(相對權重值：0.077)、交通號誌的完整性(相對權重值：0.076)、道路寬度的設置(相對權重值：0.072)、人行空間的有效寬度(相對權重值：0.057)、人行空間的無障礙規劃(相對權重值：0.049)、家長接送區被占用情形(相對權重值：0.045)、人行空間的鋪面舒適度(相對權重值：0.024)、家長接送區面積(相對權重值：0.018)、家長接送區離校門口之距離(相對權重值：0.013)。

2. 人行空間系統的連續性分析

在學童步行通學環境當中，人行空間系統規劃是否連續性為各項評估因子評比間最重要之影響因子，與蔡侑希(2011)和Owen等人(2004)論點相符，表示專家認為在學童移動的動線當中，若人行動線之斷裂或不具系統性，會影響學童改變其移動路徑，其改變的路徑會依不同學童特性而不同，以致無法做到安全性的掌握，易造成學童通學時發生意外的比率提高。

3. 路邊停車的情況與通學巷的設置同排序之分析

路邊停車的情況與通學巷的設置兩者皆為專家學者的第二順位的重要影響評估因子選項，黃國平等(2007)提及通學巷的設置會因不同地區的規劃方式與計畫內容有所不同，須配合完善的規劃與當地社區居民的協助，以建立有效的通學巷，來確保學童步行的安全。路邊停車的情形則視人行道空間的規劃是否具連續性而有所不同，若人行空間規劃具連續性，則合法的路邊停車情形變相成為行人與車輛之間的緩衝空間。若人行空間規劃不具連續性，且違法路邊停車情況嚴重，反而壓縮道路空間，產生人車爭道的問題，將大幅增加學童步行的危險性。

4. 交通標線與標誌的完整性分析

交通標線與標誌的完整性為專家學者的第三順位的重要影響評估因子選項，表示交通標線與標誌劃設是否完整性，影響著學童對於通學上移動的認知，如行人穿越道與斑馬線的劃設、標誌指示的明確性等，以確保學童通學時的路線移動，減少學童突然闖入道路的情形。此外交通標線與標誌的完整性亦可提醒駕駛著在通行時的注意力，使其減緩移動速度或者明確指示是否可停放

車輛等，降低違反交通規則之狀況，與Timperio等人(2004)論點相符。

5. 人行空間被占用分析

人行空間被占用的情形為專家學者的第四順位的重要影響評估因子選項，由於人行空間包含人行道與騎樓，經常受到周邊商家、攤販、住戶等擺放物品之占用或汽機車等臨時障礙物，使得學童在通行時的路線受到阻礙，除了可能造成通行時意外受傷之外，容易使學童移動至道路上，而產生人車衝突之危險，與Southworth & Ben-Joseph(2003)論點相符。

綜合影響學童步行通學最佳環境安全路徑的評估因子，人行空間(人行道與騎樓)的人行空間系統的連續性為最重要的項目，其次為通行空間及交通設施的路邊停車的情況與通學巷的設置，再者為通行空間及交通設施的交通標線與標誌的完整性、人行空間(人行道與騎樓)的人行空間被占用的情形等。

表 2 學童步行通學最佳環境安全路徑評估指標權重排序表

階層一	階層二	構面 權重	階層三	因子 權重	對應階層二 的權重	整層級 的排序
學童步行 通學最佳 環境安全 路徑評估 指標	家長接送區規 劃	0.117	家長接送區面積	0.239	0.018	12
			家長接送區被占用情形	0.589	0.045	10
			家長接送區離校門口之距離	0.171	0.013	13
	人行空間(人 行道與騎樓)	0.537	人行空間的有效寬度	0.139	0.057	8
			人行空間被占用情形	0.188	0.077	5
			人行空間的鋪面舒適度	0.058	0.024	11
			人行空間的無障礙規劃	0.119	0.049	9
			人行空間系統的連續性	0.497	0.205	1
			交通號誌的完整性	0.149	0.076	6
	通行空間及交 通 設施	0.347	交通標線與標誌的完整性	0.193	0.099	4
			通學巷的設置	0.258	0.132	2
			路邊停車的情況	0.259	0.132	2
			道路寬度的設置	0.141	0.072	7

(五)階層四評估因子與方案權重分析

由各層級分析及評選構面與因子的優先權重計算，可以從各列表值以及相對應重要性排序當中，得知各權重值間相互關係，再將各評估因子對應至三個方案之權重值進行計算分析如下：

表 3 階層四評估因子與方案權重分析表

階層三	因子權重		
	方案一	方案二	方案三
家長接送區面積	0.333	0.333	0.333
家長接送區被占用情形	0.333	0.333	0.333
家長接送區離校門口之距離	0.333	0.333	0.333
人行空間的有效寬度	0.533	0.322	0.144

表 3 階層四評估因子與方案權重分析表(續)

階層三	因子權重		
	方案一	方案二	方案三
人行空間被占用情形	0.193	0.186	0.621
人行空間的鋪面舒適度	0.493	0.369	0.138
人行空間的無障礙規劃	0.416	0.402	0.184
人行空間系統的連續性	0.630	0.254	0.116
交通號誌的完整性	0.206	0.256	0.538
交通標線與標誌的完整性	0.259	0.155	0.586
通學巷的設置	0.484	0.369	0.147
路邊停車的情況	0.360	0.160	0.481
道路寬度的設置	0.239	0.162	0.600
總權重值	0.414	0.275	0.311

表 4 最佳評選方案權重排序

最佳評選方案	權重值	權重百分比	排序
方案一	0.414	41.4%	1
方案二	0.275	27.5%	3
方案三	0.311	31.1%	2

本研究以上石國小為案例，劃定通學起點，提出三個評選方案，就整體面計算評選方案之最佳方案取得計算分析數據當中，家長接送區規劃三項評估因子下三個方案的權重皆為0.333係因為本研究所提出的三條通學方案與家長接送區較無顯著關係，故在權重當中是相等的評分結果；人行空間(人行道與騎樓)五項評估因子當中對應三個方案之權重值，除了人行空間被占有以方案三權重值最高，其餘四項評估因子皆以方案一獲得最高權重值；通行空間及交通設施六項評估因子中，則在通學巷的設置因子之下以方案一獲得權重最高，其餘五項評估因子則由方案三獲得最高權重值。將所有權重值彙算結果顯示，方案一權重值為0.414、方案二權重值為0.275、方案三權重值為0.311，故以方案一獲得最高權重值，決定評選方案之最佳路線方案為「方案一」。

六、結論與建議

學童發生意外事故的比率以道路交通最高，其中主要發生交通事故時的運具以乘坐汽車與搭乘機車的比率較高，相對騎乘自行車與步行時發生交通意外的機率較低，而根據統計顯示我國學童的通學方式以步行為主，步行通學的方式除了可加強學童的身體活動量之外，亦可提升學童對於社會環境的學習與認知。故國內外有許多關於學童走路上學的政策計劃，據研究指出家長考慮讓學童步行通學的主要因素為交通安全及治安狀況，學童年齡上與生理上較成人為脆弱的特性下，為提高學童步行通學的比率，相關政策與研究皆針對學童步行通學交通安全與學童步行

通學環境進行分析與探討，本研究以實質上的學童步行通學環境為主要的研究方向，採用多準則決策評估模式進行分析階層程序法之質化準則評估。

以實務層面而言，為改善學童步行通學環境的目標下，建立有效且可行的評估指標以提供實務操作上的參考具有其重要性，而研究結果指出，針對學童步行通學環境中，在家長接送區規劃、人行空間(人行道與騎樓)、通行空間及交通設施三大構面下，以人行空間(人行道與騎樓)為改善學童步行通學環境的首要考量因子，其權重值為0.537，表示專家認為在從事實務規劃操作時，應該強調學童步行通學環境中的人行空間的規劃設計，其現象與Owen等人(2004)和Southworth & Ben-Joseph (2003)的論點相呼應，而將評估指標落實到以上石國小為案例結果表示方案一為專家認為的最佳通學路徑，其權重值為0.414，可提供為規劃設計與改善上石國小通學路徑之參考建議。

以學術層面而言，本研究彙整過去多位學者對於學童的步行特性以及步行通學等相關研究成果，然而以實質上的學童步行通學環境研究層面來說，多數的研究皆以問卷訪談與統計分析等方式，從不同主題切入評估探討個案通學環境的使用效益與改善策略，在建立檢核學童步行通學環境的安全指標較少，本研究為避免專家學者在評估時造成混淆，排除部分研究提及關於駕駛人行為等為因子的指標(蔡侑希，2011)，而著重評估實質環境的指標以達到專家學者可明確地針對學童步行通學環境做出指標因子間重要性的判斷。本研究結果可提供後續研究者在學術上以學童步行特性研究適合的步行環境與評估分析，其研究結果可運用於實務操作上更加有效地提高學童步行通學的交通安全。

本研究在建立指標的部分以彙整文獻回顧中評估學童步行通學環境的重要因子，未來相關研究在篩選評估因子時可運用德爾菲法或其他決策支援分析方法以提供更多的評估因子，而採用多準則決策模式中的分析階層程序法進行探討的方式尚有許多精進的空間，未來在相關學童步行通學環境與最佳安全通學路徑的研究時，建議可針對本研究的質性評估指標為基礎，結合多元的量化分析模型與路徑選擇模式等研究方法，建立具完善性的指標與符合實際狀況的最佳路徑。

參考文獻

- 王志弘，2012，台北市人行空間治理與徒步移動性，「台灣社會研究季刊」，88：1-40。
- 王俊秀，2008，「聯合國與永續發展：社會議題，聯合國：體制、功能與發展」，台北：台灣聯合國研究中心。
- 王珮如、吳玉成，2006，安全通學，「健康城市學刊」，4：45-51。
- 台北市政府交通局，2011，「通學環境改善標準作業手冊」，台北：靖娟兒童安全文教基金會。
- 江彥政、翁佩怡，2012，多走路多健康：步行環境與居民健康之關係，「戶外遊憩研究」，25(4)：25-50。
- 行政院教育部，2005，推動中小學生健康體位五年計畫，台北：行政院教育部。
- 行政院衛生福利部，2012，「民國101年死因統計年報」，台北：行政院衛生福利部。
- 余卓文、歐陽錦思、曾慶民、陳曉君，2010，兒童步行安全健康教育干預效果評估，「中國疾病控制雜誌」，14(10)：968-969。
- 李興志，2006，應用地理資訊系統於學童步行上下學安全路線之研究，國立中央大學土木工程系碩士論

文。

- 周麗、周國宏、董國營、袁碧濤，2008，深圳市中小學生道路交通傷害流行病學分析，「中國公共衛生」，24(8)：106-107。
- 林佑真，2009，走路與乘車上學之國小高年級學童的身體活動量比較，「健康促進與衛生教育學報」，31：81-100。
- 林楨家、張孝德，2008，建成環境對兒童通學方式與運具選擇之影響-以臺北市文山區國小學童之實證研究，「運輸計劃季刊」，37(3)：331-362。
- 邱弘毅、黃士懿、楊淑惠、劉燦宏、蔡卓城、王偉，2006，「兒童與青少年肥胖定義及處理原則之研究」，台北：行政院衛生署。
- 邱美珍，2008，以多向度試題反應理論量測兒童步行上放學之能力，國立交通大學運輸科技與物流管理學系碩士論文。
- 洪玉蕙，2005，臺北市國小通學步道規劃制度之研究-以北投國民小學為例，國立台北大學都市計劃研究所碩士論文。
- 胡守任、蔡滌塵、紀佳伶，2011，學童通學環境之規劃-以臺南市億載國小為例，「都市交通半年刊」，26(1)：50-61。
- 孫瑜、盛新春、喬志勇、羅惠平、王震維、王書梅，2007，上海市浦東新區中小學生交通安全認知現況，「中國學校衛生」，28(8)：685-687。
- 張立言、高嘉蓮，2006，國小學童交通安全教育課程學習成效之研究-以國立嘉義大學附設實驗國民小學為例，「運輸計劃季刊」，35(2)：261-280。
- 張建彥、吳宗修、王森豐、郭明仁，2010，交叉路口高齡者與孩童步行速率之調查與分析，「都市交通半年刊」，25(1)：1-17。
- 張勝雄、張耕碩，2012，「實務上於交通工程及管理面如何降低機車車速」，高雄：高雄市政府交通局。
- 許騰繼、羅綸新，2004，國民中小學教師擔任校外交通導護工作之研究，「師大學報」，15(2)：237-256。
- 陳文慧，2002，鄰里通學道路設施與學童步行活動環境之調查研究-以臺北市為例，中國文化大學建築及都市計畫研究所碩士論文。
- 黃國平、陳佩君，2007，社區安全通學環境之規劃設計與檢討-以東明里為例，「健康城市學刊」，5：70-78。
- 楊依珊，2007，國小學童穿越路口時間之研究，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文。
- 溫日宏，1995，新市鎮行人步道系統規劃與設計之研究-以高雄新市鎮綜合示範社區為例，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文。
- 董娟鳴，2011，衛星市鎮鄰里環境特徵對兒童移動自由之影響，「建築與規劃學報」，12(3)：169-198。
- 靖娟兒童安全文教基金會，2013，「我國與日本兒童交通事故傷害之探討」
<http://www.ibaby.org.tw/KnowledgeDetail.aspx?ARTICLESN=91>，2014年1月20日下載。
- 蔡侑希，2011，國小學童步行通學環境安全評估指標建立之研究，中華大學運輸科技與物流管理學系碩士論文。
- 鄧振源、曾國雄，1989，層級分析法(AHP)的內涵特性與運用(上)，「中國統計學報」，27：15。
- 鍾佩伶、林國祥、仲崇毅，2012，國小學童環境問題認知探討-以屏東市與枋寮鄉為例，「大仁學報」，40：

25-38。

- 蘇和銘、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」，新竹市：中華大學，129-139。
- Asian Development Bank, 2003, *Road Safety Guidelines for the Asian and Pacific Region*, Philippines: Asian Development Bank.
- Dunbar, G., Lewis, V., and Hill, R., 2002, “Parent-child Interaction and Road Behavior: An Exploratory Study”, *British Journal of Developmental Psychology*, 20: 601-622.
- Fruin, J. J., 1987, *Pedestrian Planning and Design*, America: Elevator World.
- Gehl, J., 1996, 「戶外空間的場所行為-公共空間使用之研究」，台北：田園城市文化事業。
- Ignarro, L. J., Balestrieri, M. L., and Napoli, C., 2007, “Nutrition, Physical Activity and Cardiovascular Disease: An Update”, *Cardiovascular Research*, 73(2): 326-340.
- Lam, L.T., 2000, “Factors Associated with Parental Safe Road Behavior as a Pedestrian with Young Children in Metropolitan New South Wales Australia”, *Accident Analysis and Prevention*, 33(2): 203-210.
- Mackett, R., 2002, “Increasing Car Dependency of Children: Should We be Worried? Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Municipal Engineer”, *Institution of Civil Engineers*, 151(1): 29-38.
- Morris, J., Wang, F., and Lilja, L., 2001, “School Children’s Travel Patterns: A Look Back and a Way Forward”, *Transport Engineering in Australia*, 7(1/2): 15-25.
- Owen, N., Humpel, N., Leslie, E., Bauman, A., and Sallis, J. F., 2004, “Understanding Environmental Influences on Walking: Review and Research Agenda”, *American Journal of Preventive Medicine*, 27(1): 67-76.
- Pedem, M., Oyegbite, K., Ozanne-Smith, Joan, H., Adnan A., B., Christine, R., AKM F., Rivara, F., and Bartolimeos, K., 2008, World Report on Child Injury Prevention, World Health Organization and UNICEF.
- Prezza, M., Alparone, F. R., Cristallo, C., and Luigi, S., 2005, “Parental Perception of Social Risk and Positive Potentiality of Outdoor Autonomy for Children: The Development of Two Instruments”, *Journal of Environmental Psychology*, 25: 437-453.
- Prezza, M., Pilloni, S., Morabito, C., Serante, C., Alparone, F. R., and Giuliani, M. V., 2001, “The Influence of Psychosocial and Environmental Factors on Children’s Independent Mobility and Relationship to Peer Frequentation”, *Journal of Community and Applied Social Psychology*, 11: 435-450.
- Rissotto, A., and Tonucci, F., 2002, “Freedom of Movement and Environmental Knowledge in Elementary School Children”, *Journal of Environmental Psychology*, 22: 65-77.
- Saaty, T.L., 1990, “How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process”, *European Journal of Operational Research*, 48(1): 9-26.
- Schagen, I. V., and Rothengatter, T., 1997, “Classroom Instruction Versus Roadside Training in Traffic Safety Education”, *Journal of Applied Developmental Psychology*, 18(2): 283-292.
- Southworth, M., and Ben-Joseph, E., 2003, *Streets and the Shaping of Towns and Cities*, Washington, D.C.: Island Press.
- The European Commission, 2005, *Inventory and Compiling of an European Good Practice Guide on Road*

- Safety Education Targeted at Young People*, The European Commission.
- Thomson, J., 1997, *Kerbcraft: Smart Strategies for Pedestrian Safety*, UK: Department for Transport, Local Government and the Region.
- Timperio, A., Crawford, D., Telford, A., and Salmon, J., 2004, "Perceptions about the Local Neighborhood and Walking and Cycling among Children", *Preventive Medicine*, 38(1): 39-47.
- Tudor-Locke, C., Ainsworth, B. E., and Popkin, B. M., 2001, "Active Commuting to School: An Overlooked Source of Children's Physical Activity?", *Sports Medicine*, 31(5): 309-313.
- Wen, L., Fry, D., Rissel C., Dirkis, H., Balafas, A., and Merom, D., 2008, "Factors Associated with Children Being Driven to School: Implications for Walk to School Programs", *Health Education Research*, 23(2): 325-334.
- Zeedyk, M. S., and Kelly, L., 2003, "Behavioral Observations of Adult-child Pairs at Pedestrian Crossings", *Accident Analysis and Prevention*, 35: 771-776.
- Zwerts, E., and Wets, G., 2006, *Children's Travel Behavior: A World of Difference*, Transportation Research Board 86th Annual Meeting, Washington, D.C.: Inland Press.

謝政穎、謝竺君：學童步行通學最佳環境安全路徑之研究－以台中市上石國小為例