

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

## 以多向度試題反應理論量測我國兒童步行上放學之能力 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型  
計畫編號：NSC 97-2221-E-009-115-  
執行期間：97年08月01日至98年07月31日  
執行單位：國立交通大學運輸科技與管理學系(所)

計畫主持人：張新立

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 98 年 10 月 26 日

# 以多向度試題反應理論量測兒童步行上放學之能力

## Applying the Multidimensional Item Response Theory to Measure Children's Walking Ability to School

張新立(Hsin-Li Chang)<sup>1</sup>

葉祖宏(Tsu-Hurng Yeh)<sup>2</sup>

邱美珍(Mei-Chen Chiu)<sup>3</sup>

### 摘要

兒童行人因欠缺安全知識及自我保護能力而使其具有較高之交通事故風險，我國及世界各國皆致力於走路上學計畫之推動，然而兒童是否具備足夠之步行能力以應付複雜之道路環境，卻有待商榷。目前研究大多僅探討某項能力對兒童交通行為之影響，但本研究認為兒童並非具備某項能力就能夠安全地獨自步行，而是須具備多項能力，因此本研究藉由文獻回顧歸納兒童須具備之各項能力並設計問卷量測之，最後以單向度、Consecutive 及多向度試題反應理論分析兒童獨自步行各項能力，探討各種模式與傳統方法之分析結果，以獲得較真實之兒童獨自步行能力，並探討兒童缺乏的知識與技能讓家長及學校能夠依據個別兒童狀況訂定訓練對策，以提升兒童步行上放學能力。

**關鍵字：**注意力分散程度、注意力轉換能力、風險感認、過馬路能力、多向度試題反應理論

### Abstract

School children experience high traffic accident risk due to their insufficient abilities of switching attention, concentration, risk perception and roadway crossing. Nowadays, many countries devote to promote the Walk-to-School program; however, whether the children have enough abilities to face the complicated road environments is doubted. Most research discuss that the correlation of certain ability and traffic behavior, but the study thinks that child should not just have an ability to walk safe to school. Through the literature review to conclude the abilities that child have to have, and design questionnaire to collect a set of valuable information. To explore children's switching attention, concentration, risk perception and roadway crossing abilities by Unidimensional、Consecutive and Multidimensional Item Response Theory. To figure out the best model which measure the most real abilities of child through comparing results of different models and train their children in different ways according to how much abilities the children have already had. And the results of item difficulty will allow the parents and teachers to understand what kind of knowledge and skill that the child lack. This research is conducted to improve the walking ability of child and move the Walk-to-School program.

**Keywords:** Switching Attention, Roadway Crossing, Multidimensional Item Response Theory

---

<sup>1</sup>國立交通大學運輸科技與管理學系教授(聯絡地址：新竹市大學路 1001 號國立交通大學運輸科技與管理學系；Email:hlchang@cc.nctu.edu.tw)

<sup>2</sup>交通部運輸研究所運輸安全組研究員(聯絡地址：臺北市敦化北路 240 號；Email:yth@iot.gov.tw)

<sup>3</sup>國立交通大學運輸科技與管理學系碩士班學生(聯絡地址：新竹市大學路 1001 號國立交通大學運輸科技與管理學系；Email:pecy2.tem95g@nctu.edu.tw)

## 一、緒論

學生走路上放學就社區規劃與交通流量考量上，原本被視為是理所當然的事<sup>[1]</sup>。然而隨著交通情況日益複雜、犯罪率提高，許多父母認為讓兒童走路上放學是非常危險的事情，因此反對兒童步行上放學而改以私人運具接送，因而引發兒童肥胖、體適能差、環境污染、道路擁擠、燃料消耗等問題，根據我國衛生署<sup>[2]</sup>指出 6-12 歲學童約有 15% 體重過重、15% 肥胖，且我國青少年體適能不如美國、日本及大陸<sup>[3]</sup>。許多健康專家都同意走路上放學能給兒童了解社區、學習社交技巧、獨立、且強壯身體的機會亦可解決交通問題，因此世界衛生組織<sup>[4]</sup>推動「走路上學(walk to school)」計畫，並獲得台灣及許多國家的參與及迴響，藉此減少上放學交通行為之能源與環境衝擊。然而我國在推動「走路上學」前，兒童是否具備足夠安全知識與能力以應付複雜之道路環境，以確保其安全地步行上放學，有待商榷。

全球道路安全合作組織(Global road safety partnership, GRSP)<sup>[5]</sup>指出開發中國家或轉型中國家，交通事故是造成兒童死亡或受傷之主要因素。羅孝賢<sup>[6]</sup>統計國民小學校園意外事件指出，交通事故死亡人數所佔比例居首，導致兒童交通事故發生的重要原因為欠缺安全知識及自我保護能力<sup>[7]</sup>。因此在學校教育中融入交通安全課題，以教導兒童在交通環境中生存所需具備之知識與技能，希望藉由教育來改善兒童交通事故率高居不下情況。我國交通安全教育針對不同階段學生設計不同學習課程，其中國小著重於步行交通安全教育，然而國內行的教育實施狀況與成效相當有限，師生均認為目前現行小學交通安全學習手冊內容略微簡單，但學生對手冊中之交通指揮手勢與交通安全標誌的認識正確率卻未能達到 ISO 建議的 67%<sup>[8]</sup>。陳子儀<sup>[9]</sup>指出我國兒童交通安全教育偏重於保護，使學童喪失學習行的安全的機會，故無法感受到道路知覺與判斷的實質體驗。增進兒童步行能力以及改善交通環境以適應兒童的能力為降低兒童交通事故率之對策，然而後者有其社會與經濟條件上的限制，且在實際執行上會引起不同用路人間的利益衝突，因此增進兒童步行能力為必要且可行之舉<sup>[10]</sup>。

目前有關兒童步行能力之研究大多僅就某項能力對兒童交通行為之影響進行研究，但本研究認為兒童並非具備某項能力就能夠安全地獨自步行，而是須具備多項能力，然而目前尚無完整探索及量測兒童整體步行能力之研究，因此本研究希望藉由回顧兒童步行能力相關文獻統整出兒童欲安全地獨自步行須具備之各項能力，並設計問卷量測之，最後以單向度、Consecutive 及多向度試題反應理論分析兒童獨自步行能力，探討各種模式與傳統方法之分析結果，以獲得較真實之兒童獨自步行能力，並藉由試題困難度之探討瞭解兒童缺乏的知識與技能，讓家長及學校能夠依據個別兒童狀況訂定訓練對策有效增加其步行能力，以利步行上學計畫之推動，解決兒童身體健康問題及改善交通環境。

## 二、研究設計

### 2.1 兒童步行上放學須具備能力

兒童行人事故特性因行人年齡<sup>[10, 11]</sup>、性別<sup>[10, 12]</sup>、父母與兒童互動<sup>[13]</sup>而有所差異，行人相關研究指出 5-9 歲行人為高危險群<sup>[10, 14]</sup>，行人受傷尖峰時期為 10-11 歲<sup>[15]</sup>。大部分涉入事故之兒童，通過路口前皆有觀察交通狀況，但卻無法真正看到或了解交通狀況<sup>[16]</sup>，或未察覺接近之車輛<sup>[17]</sup>。兒童注意力集中能力不足<sup>[13]</sup>、注意力轉換能力<sup>[13]</sup>、缺乏風險感認<sup>[13, 18]</sup>、過馬

路能力不足<sup>[19, 20]</sup>是造成兒童事故率高之原因。Routledge(1976)錄影分析兒童及成人穿越道路行為發現，成人在到達路邊前就開始觀察交通狀況，兒童卻在到達路邊時，仍少有判斷道路狀況的行為<sup>[21]</sup>。另外兒童身材較矮小，其視野無法越過小汽車或其他障礙物，例如長凳或樹木，觀察交通狀況，而兒童本身也很難被駕駛者觀察到。英國交通部<sup>[13]</sup>指出兒童在交通環境中要能夠安全步行，須具備察覺風險、了解通過路口安全地點、注意力轉換與注意力集中等能力與技巧。兒童對於潛在危險的了解與注意較成年人弱，因此道路安全教育應該教導兒童評估危險環境及降低風險技巧，並教導兒童在號誌路口、人行穿越道、鄉村道路或其他情況皆適用之過馬路技巧<sup>[22]</sup>。因此本研究認為兒童獨自步行上放學能力包括有注意力集中能力、注意力轉換能力、風險感認及過馬路能力。

許多研究指出年紀較大兒童轉換注意力速度較快且較不易受干擾，而注意力轉換能力較佳之兒童通過路口時，交通狀況之察覺能力較強；而注意力集中能力較佳之兒童，較能察覺有關行人安全之線索並有較安全之交通行為<sup>[23, 24]</sup>，Demetreb 等人<sup>[20]</sup>指出成人與兒童在交通環境中，通過路口安全間隔判斷能力是取決於其注意力之差異。由此可知注意力集中能力、注意力轉換能力、風險感認能力及過馬路能力間皆有相關性存在。

注意力是一種心理現象，為選取一種或多種外在刺激或內在心理事件，並加以反應的心理能力或歷程，若個體欠缺此能力，則很難有知覺或記憶。因此一個注意力高的兒童能在諸多外界訊息中很快的注意到重要訊息，且能相當的投入目前所做之事<sup>[25]</sup>。Dunbar 等人<sup>[24]</sup>利用電腦遊戲量測兒童注意力集中與注意力轉換能力，Barton<sup>[26]</sup>則以受測者觀察道路交通狀況次數來代表其注意力。目前許多研究或量表利用兒童某些行為之表現來量測注意力，例如不專注、衝動及過動<sup>[28]</sup>，然而這些量表大多用於量測學習注意力不適用於本研究，另外，本研究受限於經費與設備問題無法利用電腦遊戲進行兒童注意力量測，因此嘗試以Dunbar 等人<sup>[24]</sup>對兒童道路上注意力集中與注意力轉換能力之定義設計注意力集中與注意力轉換能力問卷。在兩件事情間，轉換注意力的使用，即為注意力轉換，例如：一位兒童與同學邊講話邊接近道路時，他們須將注意力由談話內容轉換到觀察道路環境上；當兒童的注意力專注在交通狀況後，注意力不會再受其他因素影響而分散，此即為注意力集中。

風險感認的觀念最早是從心理學發展出來的。「風險感認」是個人對某事故發生的機率與事件發生所造成之結果對其影響的評估。風險感認的重要性在於它會影響決策者的行為，使決策者誤判不正確性，產生不足估計或過度估計風險<sup>[28]</sup>。黃韻璇<sup>[29]</sup>利用行人步行環境設計風險感認量測問卷；張新立<sup>[30]</sup>以綜合性觀點探討兒童道路風險感認能力，其問卷依據兒童在國小階段扮演之用路人角色，如行人、自行車騎乘者以及機、汽車乘客可能會面臨的危險狀況進行設計，量測兒童整體道路風險感認能力。

Ampofo-Boateng<sup>[31]</sup>測驗5到12歲的兒童是否具備選擇安全過馬路地點的能力發現年紀較小的兒童在選擇路線時，會選擇較短的、較直接的路徑，原因為這樣的路徑可以比較快通過路口。許多研究及國家交通安全教育指出應加強兒童下列過馬路技巧<sup>[26][32][33][34]</sup>：(1)過馬路前多次觀看左右來車，看左、看右再看左(2)等待安全間距在通過(3)步行通過路口，不要奔跑(4)通過路口時，持續觀察左右來車(5)注意阻擋觀察來車視線之障礙(例如：樹木、路邊車輛等)(6)勿在汽車、機車下玩耍(7)穿著鮮豔、醒目或反光材質衣服、帽子或書包，提醒駕駛者注意(8)行走時走在人行道上，如果沒有人行道，則必須面對車輛行走，不要背對車輛(9)走直

線通過路口(10)與駕駛者有視線交會，確保自己有被駕駛者看見(11)在號誌化路口通過馬路(12)靠近街道轉角時，需注意轉彎車輛(13)於街道邊緣(edge)觀察道路交通狀況，而非緣石上(curb)。

## 2.2 兒童獨自步行上放學能力之變數定義與問卷設計

本研究係屬於社會科學研究，對於研究變數的有效衡量為一重要議題。本研究之注意力專注能力、注意力轉換能力、風險感認能力及過馬路能力在模式中皆屬於潛在變數，無法直接量測，需借助外顯變數來衡量，因此須界定各潛在變數之操作型定義，如表 1 所示，供問卷設計時參考。其中因注意力集中能力不易以「集中」概念進行問卷設計，因此本研究嘗試以注意力分散概念進行問卷設計。

表 1 本研究之變數操作型定義

變數名稱	變數操作型定義
注意力分散程度	兒童受到某些事物或自己本身行為影響而導致無法專注在交通環境狀況中之分心程度。
注意力轉換能力	兒童在道路上接收或察覺到危險訊息或線索時，是否有將注意力由目前工作轉移到觀察交通環境狀況上。
風險感認能力	兒童對於有關行人、自行車騎乘者及乘客之交通行為可能引發不良結果之可能性。
過馬路能力	兒童欲安全通過路口時，所需具備之相關知識、技能與行為。

本研究之兒童步行放學能力問卷包括六部份，第一部份為個人基本資料與家庭狀況，包括性別、年級等共6題。第二部份為注意力分散程度，本研究與學校交通導護老師進行訪談，歸納兒童在道路上分心原因，並以此設計注意力分散程度量表共9題，第三部份為注意力轉換能力，本研究歸納幾項兒童在接收到該線索或到達該環境時，需將注意力轉換到道路交通狀況中之事項，包括有車輛引擎聲音、喇叭聲、車輛燈光等共5項，第四部份為過馬路能力，參考本研究所統整出之兒童應具備過馬路技巧設計19道試題，其中有三道試題為反向描述以檢驗兒童是否認真填答問卷，問卷分析時會將此三道試題改為正向描述，此三部分皆採李克特五尺度選項，“1”代表從不這樣，“5”代表總是這樣，因此兒童獲得分數越高者表示其注意力分散程度、注意力轉換能力及過馬路能力越高。第五部份為風險感認能力，以兒童目前所扮演之用路人角色，例如行人、乘客等設計各種可能危險行為讓兒童判斷是否危險，此部分問卷共13題，量測尺度採李克特五尺度，“1”代表絕不危險，“5”代表非常危險，因此兒童獲得分數越高者表示其風險感認能力越高。第六部份為社會期許，主要是為防止兒童填答問卷時有心理防衛現象而朝社會期許方向作答，故以此量表作為控制變項之用。社會期許量表採用Reynolds及Paget<sup>[35]</sup>的修正後兒童顯性焦慮量表(Revised Children's Manifest Anxiety Scale)中的測謊量表(lie scale)共9題，此量表適用於10-14歲兒童<sup>[36]</sup>，量表為李克特五尺度選項，“1”代表我從來不會這樣，“5”代表我總是這樣，因此分數越高表示兒童社會期許傾向越高。

## 2.3 問卷抽樣與樣本結構分析

試題反應理論建議欲使用多向度模式須有1000份以上樣本<sup>[37]</sup>，根據抽樣理論在信賴水準95%、可容忍誤差0.02情況下，需調查2401份樣本。本研究根據教育部公佈之96學年國民小

學概況表，將台灣地區所有縣市依大都會區、都會區及其他縣市分類，其中台北市、高雄市、台北縣為大都會區；基隆市、新竹市、台中市、嘉義市、台南市為都會區，其他屬於其他縣市類，並依該區學生比例分配問卷抽樣份數，分別為792份、336份及1273份，再依各區需抽樣份數隨機抽取調查縣市與學校共10所。

本研究於民國 97 年 03 月 24 日抽取新竹市三民國小四到六年級 100 位學生進行問卷初測，並依初測結果修改問卷。正式問卷每間學校發放 300 份問卷，共回收 2894 份問卷，扣除遺漏填答問卷後，有效問卷為 2453 份，有效問卷樣本結構如表 2 所示。男性與女性樣本數各半，四年級樣本最多，兒童父母親(男女姓家長)年齡多為 36~45 歲，教育程度高中職居多。47.3%兒童住家在距離學校 500 公尺內，兒童上學交通工具以家長汽機車接送比例最高、走路次之；兒童放學交通工具則以走路比例最高，家長汽機車接送次之；每週皆未步行上放學與一週至少有一次步行上放學之學生比例各半，其中一週至少有一次步行上放學的學生中，以一週步行五次上學或放學的學生居多，分別佔 23.1%及 26.4%。樣本中有 75.2%兒童未曾有過事故經驗，然而 2453 份隨機調查問卷中，就有 609 位兒童在道路上行走時，有與車輛擦撞經驗，比例相當驚人，可能原因為台灣汽機車比例太高，台灣車輛駕駛人尚缺乏禮讓行人觀念，或兒童道路安全知識不足，而導致許多兒童有與車輛擦撞經驗，然而大部份兒童卻認為過馬路一點都不可怕且自己有足夠能力可以獨自過馬路，然而兒童真實能力是否如他們自己所評估的這麼足夠，值得探討。另外，大部分父母對於兒童步行上放學採取贊成態度，因此我國若欲推動兒童獨自步行上放學計畫可獲得大部分家長同意。

### 三、研究方法

傳統分析方法將李克特順序尺度當成等距尺度進行統計運算與推論而獲得研究結果，在結果之詮釋與推論上其實是相當具有爭議性的。因各選項被賦予之數字只具備順序性而不具可加性且不同試題之達成難易度不同，各試題之得分亦不能直接進行等值轉換。而試題反應理論(Item Response Theory)可將順序尺度資料轉換為等距資料進行分析，而試題反應理論中之大部分試題反應模式皆假設其為單向度(Unidimensionality)，亦即測驗中之所有試題皆可量測到相同潛在特質。因此當同時有兩個以上潛在特質需校估時，傳統則將各潛在特質分別利用單向度試題反應模式進行分析，稱為 Consecutive 方法(Consecutive Approach)，然而這種分析方法忽略潛在特質間之相關性，因此測驗試題較少時，校估值將不精確。而多向度試題反應模式可同時校估各潛在特質，因此可利用各潛在特質間之相關性來增加校估值之精確度，此方式即稱為多向度方法(Multidimensional Approach)。

當試題測量不只一種能力時，若以單向度試題反應模式進行參數估計，會使試題鑑別度高的能力向度被擴大、鑑別度較小的向度被縮小或忽略掉，產生偏差的試題參數估計值，且校估出之能力值的意義已模糊，不適合放在同一個向度上互相比較。然而實際生活情境中有許多的問題並非靠單一潛在特質問題。因此多向度試題反應理論逐漸被測驗學者提出<sup>[38]</sup>，多向度試題測驗理論不僅可以保留測驗測量多個潛在特質的構想，且可利用潛在特質間之相關性來提高估計值之精確度及信度。Wang<sup>[39]</sup>研究指出當潛在特質間有高度相關時，利用多向度試題反應理論進行分析可大幅提高潛在特質的信度，由於本研究欲探討之兒童步行能力測驗中之注意力分散程度、注意力轉換能力、風險感認能力以及過馬路能力間存在相關性，因此

欲以多向度試題反應理論求得各試題難度參數與受測者能力參數。

表 2 問卷樣本結構分析

分類	分群	個數	百分	分類	分群	個數	百分
性別	男	1190	50.2%	父親(男 姓家長) 教育程度	國小(含以下)	96	3.9%
	女	1263	49.8%		國中	363	14.8%
年級	四年級	895	36.5%		高中(職)	960	39.1%
	五年級	801	32.7%		大專	728	29.7%
	六年級	757	30.9%		研究所(含以	306	12.5%
父 親 (男 姓 家 長 ) 年 齡	20~25 歲	1	0.0%		母親(女 姓家長) 教育程度	國小(含以下)	87
	26~30 歲	19	0.8%	國中		311	12.7%
	31~35 歲	245	10.0%	高中(職)		1129	46.0%
	36~40 歲	674	27.5%	大專		715	29.1%
	41~45 歲	1039	42.4%	自我評估 過馬路能 力	研究所(含以	211	8.6%
	46~50 歲	348	14.2%		非常足夠	1136	46.3%
	51 歲以上	127	5.2%		足夠	759	30.9%
母 親 (女 姓 家 長 ) 年 齡	20~25 歲	5	0.2%	父母對兒 童步行上 放學抱持 態度	普通	495	20.2%
	26~30 歲	65	2.6%		不足夠	43	1.8%
	31~35 歲	486	19.8%		非常不足夠	20	0.8%
	36~40 歲	976	39.8%		非常贊成	678	27.6%
	41~45 歲	721	29.4%	贊成	536	21.9%	
	46~50 歲	161	6.6%	沒意見	586	23.9%	
	51 歲以上	39	1.6%	不贊成	448	18.3%	
上學主 要交通 工具	走路	869	35.4%	從家裡步 行到學校 次數	非常不贊成	205	8.4%
	騎自行車	72	2.9%		零次	1269	51.7%
	家長汽機車接	1466	59.8%		一次	138	5.6%
	校車(安親班)	15	0.6%		兩次	128	5.2%
其他	31	1.3%	三次		85	3.5%	
放學主 要交通 工具	走路	1097	44.7%		四次	58	2.4%
	騎自行車	59	2.4%		五次	566	23.1%
	家長汽機車接	836	34.1%	六次	44	1.8%	
	校車或安親班	413	16.8%	七次	164	6.7%	
	其他	48	2.0%	自己過馬 路感覺	很可怕	87	3.5%
家到學 校距離	500 公尺以內	1161	47.3%		還好	1058	43.1%
	500 公尺~1 公	587	23.9%		一點都不可	1308	53.3%
	1 公里~2 公里	351	14.3%	從學校步 行到家裡 次數	零次	1076	43.9%
	2 公里以上	354	14.4%		一次	147	6.0%
事故經 驗	不曾有過	1844	75.2%		兩次	108	4.4%
	一次	407	16.6%		三次	130	5.3%
	兩次	117	4.8%		四次	99	4.0%
	三次或以上	85	3.5%		五次	648	26.4%
					六次	49	2.0%
				七次	196	8.0%	

試題反應理論之主要目的在連結受測者對「試題反應組型(Response Pattern)」與「潛在特質」之關係，此種數學關係即所謂之試題反應模式。試題反應理論具有下列幾項特點<sup>[40]</sup>：(1)所採用的試題參數是一種不受樣本影響的指標；也就是說，這些參數的獲得，不會因為所選出接受測驗的受試者樣本的不同而不同；(2)能夠針對每位受試者提供個別差異的測量誤差指標，而非單一相同的測量標準誤，因此能夠精確推估受試者的能力估計值；(3)當代測驗理論可經由適用的同質性試題組成的分測驗，測量估計出受試者個人的能力，不受測驗的影響，並且對於不同受試者的分數，亦可進行有意義的比較；(4)當代測驗理論提出以試題訊息量及試卷訊息量的概念，作為評定某個試題或整份試卷的測量準確性，倒有取代古典測驗理論以「信度」作為評定試卷內部一致性指標之趨勢；(5)當代測驗理論同時考慮受試者的反應組型與試題參數等特性，因此在估計個人能力時，除了能夠提供一個較精確的估計值外，對於原始得分相同的受試者，也往往給予不同的能力估計值；(6)當代測驗理論所採用的適合度檢定值，可以提供檢驗模式與資料間之適合度、受試者的反應是否尋常等參考指標。總括而言，不同於傳統古典測驗理論，試題反應理論強調量尺分數具有等測量標準誤的優點，不同分數之間的比較更有意義及合理，同時試題反應理論以logit為量尺單位，使題目困難度與受測者能力單位一致，可互相比較，因此當某試題logit值低於受測者logit值時，表示受測者有大於50%機率會答對該試題。因此使用試題反應理論進行分析之主要目的為獲得更精確之校估參數，減少測量誤差<sup>[41]</sup>。

試題反應理論最早為單向度試題反應理論，然而許多欲量測之潛在能力並非單向度而是多向度，許多學者欲解決此問題因而提出Consecutive方法，然而此方法有其限制性，因而發展出多向度試題反應理論。以本研究架構為例進行詳細說明，本研究欲估計之潛在特質為注意力分散程度、注意力轉換能力、風險感認以及過馬路能力，各潛在特質之試題數分別為9題、5題、13題及19題，共46題。將四個潛在特質之試題(x1、x2...x46)整合後以單向度試題反應模式進行估計，獲得獨自步行上放學能力，如圖1所示；Consecutive試題反應模式則分別校估各潛在特質，如圖2所示，但忽略潛在特質間之相關性，將四個潛在特質視為獨立，分別以單向度試題反應模式校估，亦即執行四次單向度模式校估，校估出之潛在特質個數為研究原始假設之個數相同；多向度試題反應模式考量潛在特質間之相關性，如圖3所示，同時進行校估，校估出之潛在特質個數與研究原始假設相同，但因其考量各特質間之相關性，因此信度較佳且可以較少試題數獲得與Consecutive模式相同之信度<sup>[42][43]</sup>。

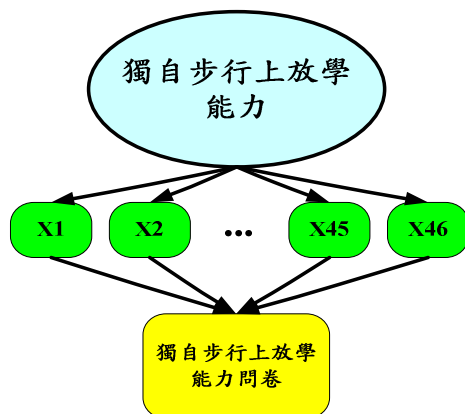


圖 1 單向度方法

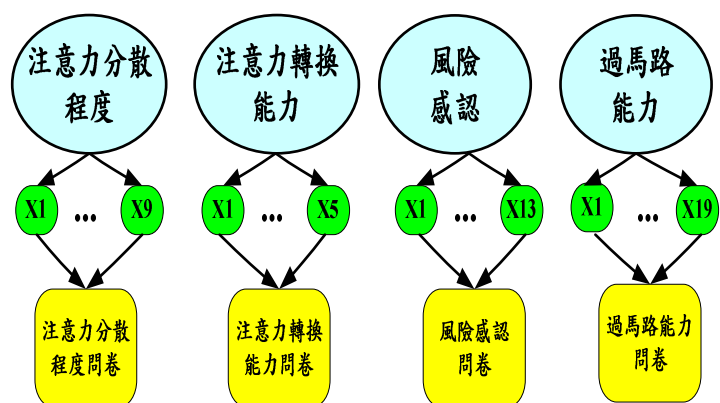


圖 2 Consecutive 方法



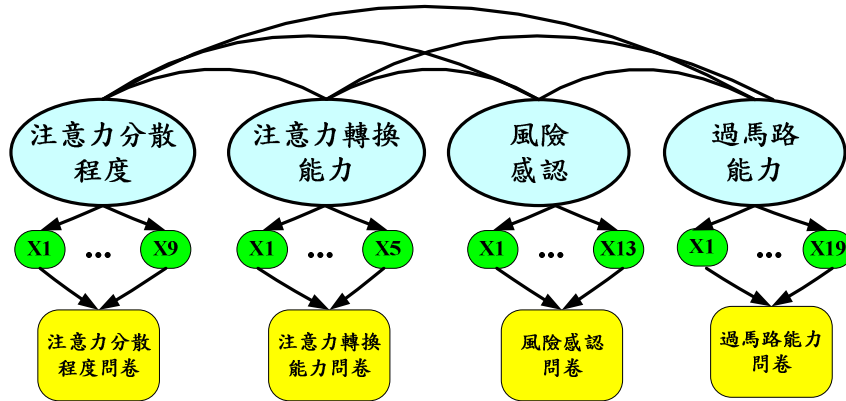


圖3 多向度方法

試題反應理論假設第 $n$ 位受試者之能力或潛在特質為 $\theta_n$ ；測驗卷中之第 $i$ 道試題之困難度 $b_i$ ；每位受測者對於每道試題均有一個最低之答對機率 $c$ ，即受測者均擁有一個可能猜對之機率；另每位受測者對於每道試題亦都有一個最高之答對機率 $d$ ，即假設每位受測者均有因粗心而答錯試題之機率。另外，每道試題 $i$ 都有其自身特有之鑑別度 $a_i$ ，用以描述試題 $i$ 對鑑別受測者能力高低之特性，鑑別度愈高之試題，其區別出不同能力水準考生的功能也愈好，亦即分辨的效果將愈好。根據上述之定義，第 $n$ 位考生答對試題 $i$ 或在試題 $i$ 上作出正確反應之機率如公式(1)所示：

$$P(\theta_{ni}) = c + \frac{d - c}{1 + e^{-a_i(\theta_n - b_i)}} \quad (1)$$

### 3.1 單向度試題反應理論模式

單向度試題反應模式中之模式種類眾多，在此僅介紹最簡單模式--單參數羅吉斯特模式，亦稱為Rasch模式。Rasch模式先以受測者之試題反應組型求得試題困難度(difficulty)後，再利用試題困難度量測受測者能力(ability)，能力及困難度之差異即為受測者在試題上之表現情況。Rasch模式最早是由George Rasch於1960年提出<sup>[44]</sup>，假設受測者之答題能力下限 $c=0$ ，答題能力上限 $d=1$ ，且所有試題之鑑別度都為相同之 $a_i=1$ 。Rasch模式可應用於二元或多元計分模式。首先，我們先利用二元資料(Dichotomous Data)，來介紹Rasch模式。例如某一風險感認試題為「騎自行車逆向行駛非常危險」，回答「同意」者之編碼為1，而回答「不同意」者之編碼為0，則第 $n$ 位受測者對試題 $i$ 填答「同意」之機率為<sup>[45]</sup>：

$$P(1|\theta_n, b_i) = \frac{e^{\theta_n - b_i}}{1 + e^{\theta_n - b_i}} \quad (2)$$

而受測者 $n$ 對試題 $i$ 填答「不同意」之機率為：

$$P(0|\theta_n, b_i) = 1 - P(1|\theta_n, b_i) = \frac{1}{1 + e^{\theta_n - b_i}} \quad (3)$$

將方程式(2)除以方程式(3)，即得考生 $n$ 在試題 $i$ 「回答同意」之勝算比(odds ratio)：

$$\frac{P(1|\theta_n, b_i)}{P(0|\theta_n, b_i)} = e^{\theta_n - b_i} \quad (4)$$

將勝算比取自然對數後，得到以 logit 為單位之考生能力及試題困難度如下：

$$\ln \frac{P(1|\theta_n, b_i)}{P(0|\theta_n, b_i)} = \theta_n - b_i \quad (5)$$

由式(5)可知受測者在某道試題之答題表現情況，將會受到受測者之能力以及試題之困難度所影響。

Rasch 模式經過修改後，可以應用在多元資料(Polytomous Data)之分析上，例如一般常用的李克特五尺度<sup>[46]</sup>。修改後的 Rasch 模式將多元選項分解為幾個二元選項，利用許多二項選擇問題建立一個多項選擇問題。受測者  $n$  回答第  $i$  題「第  $x$  個選項」相對於「第  $x-1$ 」個選項的勝算比如方程式(6)所示，其中  $b_{ix}$  為題目困難度( $b_i$ )與題目門檻值( $F$ )之總和，如公式(7)所示。

$$\ln \left( \frac{P_{nix}}{P_{ni(x-1)}} \right) = \theta_n - b_{ix} \quad (6)$$

$$b_{ix} = b_i + F \quad (7)$$

最常使用之門檻值( $F$ )之設定模式為評定量表模式(Rating Scale Model)以及部份計分模式(Partial Credit Model)。評定量表模式為早期常使用來分析社會科學資料的方法。該模式只測量一道試題所有選項的門檻值，再將這組門檻值套用到每道試題上，如公式(8)所示。然而評等量尺通常需要受試者做出主觀的判斷，而該判斷通常會因人而異，因此該項固定效果的假設不易吻合，因而發展出部份計分模式。部份計分模式之門檻值為隨機參數，較能反應出主觀判斷的隨機特性，其分別測量每道試題的門檻值，因此每道試題的門檻值都不同，如公式(9)所示<sup>[47]</sup>。

$$\ln \left( \frac{P_{nix}}{P_{ni(x-1)}} \right) = \theta_n - b_i - F_x \quad (8)$$

$$\ln \left( \frac{P_{nix}}{P_{ni(x-1)}} \right) = \theta_n - b_i - F_{ix} \quad (9)$$

Rasch 模式具有下列幾項基本假設，當假設成立時，Rasch 模式才能夠被用來分析測驗資料，這些假設包括：(1)單向度：即一次測驗只能測量一種能力或潛在特質，例如學生做數學測驗時，只能夠因為數學能力不足而影響作答結果，不能因為語文能力不足導致看不懂試題而影響作答結果；(2)局部獨立性(local independence)：當受測者能力被固定時，在統計學上，受測者在任何試題上的反應是獨立的，這意味著受測者能力才是唯一影響受測者在試題上表現的因素。

檢驗單向度可藉由因素分析或主成分分析來檢驗該測驗是否只萃取出單一因素或單一主成分，或是第一因素的特徵值與第二因素特徵值的比值大於2<sup>[48]</sup>，Reckase<sup>[49]</sup>認為第一主成分至少解釋全體變異量20%，Smith & Miao<sup>[50]</sup>指出扣除第一成份之因素值，剩餘之因素值和小於1.5，則表示測驗符合單向度假設。如果不符合，則必須刪除不符合之試題，才能使用 Rasch

模式進行分析。Hulin等人<sup>[51]</sup>指出通常單向度假設成立時，局部獨立性假設也會成立，因此當檢定單向度成立時，則可推定局部獨立性也成立。

### 3.2 多向度試題反應理論

多向度測驗可分為兩種，分別為題間多向度測驗(between-item multidimensional test)，以及題內多向度測驗(within-item multidimensional test)，如圖4及圖5所示。前者為測驗中包含許多單向度試題，但每道試題只測量一種能力；後者為測驗中有些試題測量了一種以上的能力<sup>[38]</sup>。而多向度試題分析模式主要有兩類<sup>[52]</sup>，分別為因素分析取向的模式以及將單向度IRT的模式中能力參數與試題參數擴展成多向度的型式，而發展出多向度IRT，例如多向度二參數模式(multidimensional two parameters model)、多向度三參數IRT模式以及多向度隨機係數多項羅吉模式(multidimensional random coefficients multinomial logit model, MRCMLM)。Adams等人<sup>[38]</sup>所提出來的多向度隨機係數多項羅吉模式由單向度隨機係數多項羅吉模式(unidimensional random coefficients multinomial logit model, RCMLM)衍生出來，兩模式不同之處在於RCMLM之試題計分向量及受測者能力向量為數量(scalar value)而MRCMLM為向量。MRCMLM功能較多、包容性較廣，因此廣泛被應用<sup>[54]</sup>，MRCMLM模式與二參數模式與三參數模式之比較如表3所示，根據本研究之理論架構及問卷設計，將採用MRMLM模式進行分析。

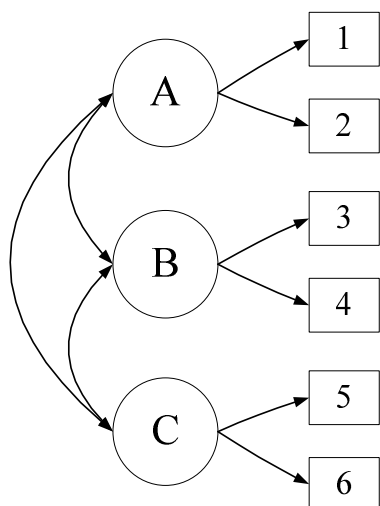


圖4 題間多向度測驗示意圖

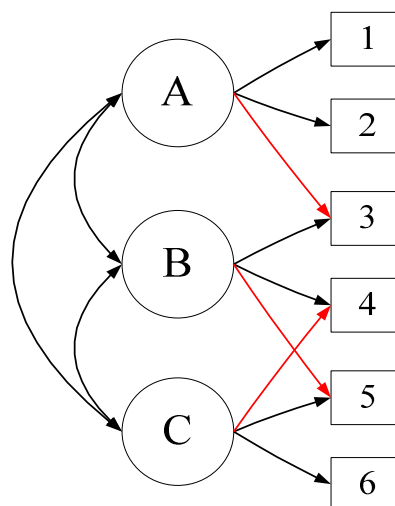


圖5 題內多向度測驗

表 3 三種多向度 IRT 模式的比較

模式與提出者	M2PL Mckinley & Reckase(1983) Reckase & Mckinley(1991)	M3PL Hattie(1981) Sympton(1978)	MRCMLM Adams, Wilson, & Wang( 1997)
參數估計軟體	MAXLOG	NOHARM	ConQuest
適用的向度數	二向度	多向度	多向度
適用計分方式	二元計分	二元計分	二元計分、多元計分或評定量尺等
缺點或限制	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 限制能力間為獨立。</li> <li>● 鑑別度常無法界定。</li> <li>● 能力估計與訊息量計算忽略了向度間的共變影響。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 試題參數常無法界定。</li> <li>● 向度增加時，鑑別度、訊息量等概念很難理解。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 單參數模式。</li> </ul>

資料來源：[53]

MRCMLM 模式假設樣本由多變量密度函數(multivariate density function)為  $g(\theta_n; \alpha)$  之母體中隨機抽取，其中  $\alpha$  為母體分配之參數向量，當  $g$  為常態分配，則  $\alpha \equiv (\mu, \Sigma)$ ，因此可求得受測者  $n$  在試題  $i$  上選答選項  $x$  的機率如公式(10) [42][43]：

$$P_{nix} = \frac{e^{(q_{ix}\theta_n + a_{ix}b_{ix})}}{\sum_{x=1}^K e^{(q_{ix}\theta_n + a_{ix}b_{ix})}} \quad (10)$$

其中  $K$  為試題  $i$  的選項數； $q_{ix}$  為試題  $i$  在第  $x$  個選項上的計分向量(score vector)； $\theta_n$  為受測者  $n$  之能力向量； $a_{ix}$  為試題  $i$  中第  $x$  個選項的設計向量(design vector)； $b_{ix}$  為試題  $i$  之參數向量，包括題目困難度參數與選項門檻值參數。舉例來說，若一份測驗中測量到了  $D$  種能力，分別為  $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \dots, \theta_D$ ，受試者在第  $i$  個試題選答第  $x$  個選項時，在這  $D$  個向度能力上所得到的分數  $q_{ix} = (q_{ix1}, q_{ix2}, \dots, q_{ixD})$ ，此計分向量應該根據當初設計試題與選項時的構想來決定，亦即試題設計的理论基礎與計分方式必須一致。 $a_{ix}$  是估計每個試題參數時所使用的係數，也就是描述了第  $i$  題的第  $x$  個選項是否要用來估計某個參數  $b_{ix}$ ，研究者可根據研究目的自行設計。將各選項被選擇勝算比取自然對數後，可將順序尺度資料轉換為可進行統計運算之等級尺度資料，如公式(11)所示：

$$\ln\left(\frac{P_{nix}}{P_{ni(x-1)}}\right) = (q_{ix} - q_{i(x-1)})\theta_n + (a_{ix} - a_{i(x-1)})b_{ix} \equiv q_{ix}^*\theta_n + a_{ix}^*b_{ix} \quad (11)$$

藉由公式(11)可得知各試題困難度、受測者在各構面能力值。計算出受測者在各構面的能力值後，可利用平方和指標(DI)將各構面能力值整合，成為受測者整體能力表現，如公式(12)所示：

$$DI_n = \sum_{d=1}^D (\bar{\theta} - \theta_{nd})^2 \quad (12)$$

其中  $D$  為構面數； $\bar{\theta}$  為全體受測者所有構面能力值之平均值； $\theta_{nd}$  為受測者  $n$  在構面  $d$  之能力值。當DI值低時，表示受測者四個構面的能力與平均值差異不大，亦即四個構面之能力值幾乎一樣；當DI值高時，表示受測者至少有一個能力與平均值差異很大。

### 3.3 試題反應理論參數校估方法

常見之參數估計方法為聯合最大概似法(joint maximum likelihood; JML)、邊際最大概似法(marginal maximum likelihood; MML)及條件最大概似法(conditional maximum likelihood; CML)。當受測者能力已知時，可使用最大概似估計法來校估參數；當受測者能力及試題參數皆未知之情況下，則可使用聯合最大概似估計法及邊際最大概似估計法，進行試題參數及受測者能力參數之校估[54]。單向度試題反應理論之校估軟體眾多，其中Winstep軟體可用來校估Rasch模式。Wang[43]指出有許多軟體可用來校估多向度隨機係數多項羅吉模式之參數，其中ACER ConQuest[55]收斂速度最快。ACER ConQuest利用邊際最大概似估計法以及期望最大化演算法(Expectation-Maximization Algorithm)來進行參數校估。在試題與受測者為條件獨立假

設下，受測者能力為 $\theta_n$ 時，其選擇反應組型 $r$ 之機率為：

$$P(r, b_{ix} | \theta_n) = \frac{e^{[r(Q\theta_n + Ab_{ix})]}}{\sum_{r=1}^R e^{[r(Q\theta_n + Ab_{ix})]}} \quad (13)$$

其中 $R$ 為所有可能的反應組型，因此反應組型 $r$ 之邊際密度為：

$$P(r) = \int_{\theta_n} \frac{e^{[r(Q\theta_n + Ab_{ix})]}}{\sum_{r=1}^R e^{[r(Q\theta_n + Ab_{ix})]}} dG(\theta_n; \alpha) \quad (14)$$

其中 $G$ 為母體密度函數 $g$ 之累積密度函數。則 $N$ 個反應組型之概似值如公式(15)所示。

$$\wedge(b_{ix}, \alpha | r) = \prod_{n=1}^N \int_{\theta} \frac{e^{[r_n(Q\theta + Ab_{ix})]}}{\sum_{r=1}^R e^{[r_n(Q\theta + Ab_{ix})]}} dG(\theta; \alpha) \quad (15)$$

公式(14)對 $b_{ix}$ 作微分即可得到試題參數如公式(16)。

$$\frac{\partial \ln \wedge(b_{ix}, \alpha | r)}{\partial b_{ix}} = \sum_{n=1}^N \int_{\theta} \frac{\partial \ln P^{(r, b_{ix}, \alpha)}}{\partial b_{ix}} dH(\theta; b_{ix}, \alpha | r_n) = 0 \quad (16)$$

其中 $H(\theta; b_{ix}, \alpha | r_n)$ 為反應組型 $r_n$ 之累積後驗邊際分佈，其密度函數 $h$ 如公式(17)所示。

$$h(\theta; b_{ix}, \alpha | r_n) = \frac{P(r_n; b_{ix} | \theta) g(\theta; \alpha)}{P(r_n; b_{ix})} \quad (17)$$

公式(14)對 $\mu$ 及 $\Sigma$ 分別作微分，即可得到平均值及變異-共變異矩陣，如公式(18)及(19)所示。

$$\frac{\partial \ln \wedge(b_{ix}, \mu, \Sigma | r)}{\partial \mu} = \sum_{n=1}^N \int_{\theta} \frac{\partial \ln g^{(\theta; \mu, \Sigma)}}{\partial \mu} dH(\theta; b_{ix}, \mu, \Sigma | r_n) = 0 \quad (18)$$

$$\frac{\partial \ln \wedge(b_{ix}, \mu, \Sigma | r)}{\partial \Sigma} = \sum_{n=1}^N \int_{\theta} \frac{\partial \ln g^{(\theta; \mu, \Sigma)}}{\partial \Sigma} dH(\theta; b_{ix}, \mu, \Sigma | r_n) = 0 \quad (19)$$

### 3.4 試題反應理論之信度及效度檢測

試題反應理論提供評估潛在變數之信度(Reliability)及效度指標<sup>[56]</sup>，信度指標通常是指測驗者填答每個試題的一致性，對於每個試題的問項感受程度不因試題的不同而改變。在單向度試題反應理論中有試題信度及受測者信度，試題反應理論之信度部份觀念源自Cronbach's  $\alpha$  信度指數。受測者信度( $R_p$ )為解釋之受測者變異量( $SA_p^2$ )與受測者總變異量( $SD_p^2$ )之比值，如式(20)所示，受測者信度界於0至1之間。其中 $SA_p^2$ 為受測者總變異與誤差項變異之差，如式(21)

所示。

$$R_p = \frac{SA_p^2}{SD_p^2} \quad (20)$$

$$SA_p^2 = SD_p^2 - SE_p^2 \quad (21)$$

受測者能力之級段(strata)計算方式如公式(22)所示，Prieto(1998)指出好的分級間至少要有0.15 logits的距離差<sup>[引自57]</sup>。

$$strata = \frac{(4G_p + 1)}{3} \quad (22)$$

$$G_p = \frac{SA_p}{SE_p} \quad (23)$$

試題反應理論之效度是指量測結果如預期測量的目標，也就是問卷的試題必須與研究目標相符合。試題反應理論利用適配度(Fit)指標來檢定模式是否符合向度假設；差異試題功能(Differential Item Functioning, DIF)檢定試題在不同族群間是否存在試題差異。試題反應理論之適配度指標包括有 Z standardized fit statistics(Zstd)指標及均方誤差(Mean Square Error, MNSQ)指標，Wang<sup>[58]</sup>指出當樣本大於 500 時，建議適配度指標採用均方誤差指標。本研究抽樣樣本數大於 500，因此將採用均方誤差指標。均方誤差指標包括未加權(outfit)均方誤差指標及加權(infit)均方誤差指標，未加權均方誤差指標即將所有受測者在該題之標準化殘差之平方和除以受測者人數；加權均方誤差指標即將所有受測者在該題之標準化殘差之平方以變異數加權後加總，再除以受測者變異數。方程式(24)及方程式(25)分別為未加權均方誤差指標及加權均方誤差指標之計算公式。

$$outfit \text{ MNSQ} = \frac{\sum_{n=1}^N Z_{ni}^2}{N} \quad (24)$$

$$infit \text{ MNSQ} = \frac{\sum_{n=1}^N W_{ni} \times Z_{ni}^2}{\sum_{n=1}^N W_{ni}} \quad (25)$$

$$Z_{ni} = \frac{X_{ni} - E_{ni}}{\sqrt{W_{ni}}} \quad (26)$$

$$W_{ni} = \sum_{x=1}^K (x - E_{ni})^2 P_{nix} \quad (27)$$

$$E_{ni} = \sum_{x=1}^K x \times P_{nix} \quad (28)$$

其中  $K$  為試題  $i$  之選項數； $P_{nix}$  為受測者  $n$  在題目  $i$  選答選項  $x$  之機率； $E_{ni}$  為受測者  $n$  在第  $i$  題之期望選擇選項； $W_{ni}$  為變異數； $Z_{ni}$  為標準化殘差。當均方誤差指標大於 1 時，表示受測者答題反應組型變異較模式預期大；當均方誤差指標小於 1 時，表示受測者答題反應組型變異較模式預期小，Wright 等人<sup>[59]</sup>指出若試題之均方誤差指標未介於 0.5~1.5 之間，視為差的適合度指標，應將之刪除。Chien<sup>[60]</sup>研究發現當測驗同分時，建議取用 (1) Infit 及 Outfit 的 MNSQ 以其值較低者為較優；(2) 當 Infit 及 Outfit 的 MNSQ 互有高低時，以 Infit 的 MNSQ 為認定標準。

差異試題功能是試題對不同的團體(如男性、女性)有著不同的功能。如果差異試題功能存在，意味著該試題對不同團體有著不同的意義或試題可能測到與測驗欲測量之構念無關的因素，因此無法進行團體比較<sup>[61]</sup>。若存在差異試題值則會影響測驗效度，因此應將差異試題刪除。差異試題檢定方法有兩種，一為比較兩個或多個族群在某道試題特徵函數上的差異，即可判別該試題是否在不同群體間存在差異。二為分別估算不同團體之題目困難度，如果不同的團體間有明顯不相同的題目困難度，表示該題有差異試題功能存在。Wang<sup>[43]</sup>指出當樣本數為幾千份以上時，因樣本太大所以 trivial DIF 一定會顯著存在，因此建議可以不同群體之題目困難度差異是否大於 0.5 logits 為替代性差異試題指標(Substantial DIF)，如差異大於 0.5 logits，則應將該試題刪除後，再重新分析試題，直至所有題目皆無差異試題值存在。

## 四、實證研究

### 4.1 單向度、Consecutive 及多向度模式比較

本研究將利用 ConQuest 軟體以進行參數校估，ConQuest 軟體根據 Bock 及 Aitkin 的期望最大化演算法公式進行邊際最大似估計法校估參數，並採用蒙地卡羅方法(Monte Carlo Method)來進行積分。表 4 為三種模式所需估計參數個數與模式適合度比較，由表中可知單向度模式需校估 185 個參數(45 個題目困難度參數、138 個門檻參數、1 個受測者平均能力參數以及 1 個變異數)。Consecutive 模式需校估 188 個參數(42 個題目困難度參數、138 個門檻參數、4 個受測者平均能力值與四個變異數參數)。多向度模式需校估 194 個參數，因校估時較 Consecutive 模式多考量構面間相關性，因此需額外校估 6 個共變異數。

表 4 不同模式需估計參數個數與模式適合度

模式	總數	校估參數類別					偏差值 ( $G^2$ )	AIC
		困難度	門檻值	平均值	變異數	共變異數		
單向度	185	45	138(46*3)	1	1	0	282600.71	282970.71
Consecutive(4)	188	42	138(46*3)	4	4	0	n/a	264286.78
多向度	194	42	138(46*3)	4	4	6	262483.20	262871.20

由於多向度模式在等級上(hierarchically)與單向度模式相關，因此可用偏差值(Deviance)改變量進行模式比較，當偏差值越小表示模式越好，但需進一步檢定兩模式間之偏差值差異是否顯著，適合度檢定時之  $H_0$  假設為單向度模式與多向度模式適合度相同。本研究單向度及多向度模式之偏差值差異幾乎呈現一自由度為 9(194-185)之卡方分配，兩模式之偏差值差異為 20117.516，檢定結果顯示在 0.05 容忍誤差下，多向度模式顯著較單向度模式佳。而 Akaike 準則(Akaike's Information Criterion, AIC)可用來比較多向度模式與 Consecutive 模式，當 AIC 值越小，表示模式越好。由表中可知多向度方法之 AIC 值較 Consecutive 模式小，表示多向

度模式較 Consecutive 模式佳。

表 5 為單向度、Consecutive 及多向度模式之信度指標，由表中可知單向度模式之信度為 0.860；Consecutive 模式各構面信度介於 0.789~0.867 之間；多向度模式各構面信度介於 0.874~0.962 之間，多向度模式較 Consecutive 模式之信度約提昇 7~11%，此乃因為兒童獨自步行上放學能力之四個構面間有相關性存在所造成。本研究並根據史比校正公式 (Spearman-Brown prophecy formula) 計算各構面利用 Consecutive 模式估計欲達到以多向度估計之信度值所需增加之題目數，結果如表 5 最右邊欄位，其中過馬路能力構面所需增加題目數最多，高達 53 題，風險感認能力構面需增加 19 題。由此可知，多向度模式考量向度間之相關性進行校估，可減少測驗試題長度，以避免因題目太多，所需填答時間太長，反而造成受測者未認真作答而增加誤差或未真正量測到受測者特性。由此可知本研究適合以多向度模式進行估計。根據三種模式之模式適合度及信度指標可證實，兒童獨自步行能力乃由多項能力組成，且各能力間確實有相關性存在，因此應以多向度試題反應理論進行模式校估，尚能獲得較真實且準確之兒童獨自步行上放學能力。

表 5 單向度、Consecutive 及多向度模式之四個構面信度指標

向度(構面)	測驗長度	信度(C)	信度(M)	信度(U)	信度增加比例	增加測驗長度
注意力分散程	9	0.816	0.874	NA	7%	5.08
注意力轉換能	5	0.789	0.857	NA	9%	2.94
風險感認能力	13	0.844	0.929	NA	11%	19.03
過馬路能力	19	0.867	0.962	NA	11%	53.05
整體	46	NA	NA	0.86		

#### 4.2 多向度試題反應理論模式與資料間之適合度檢驗及兒童缺乏知識與技巧分析

本研究檢驗不同性別與年級之差異試題功能與試題均方誤差值，如表 6 所示，不同族群之四個構面所有題目之題目困難度最大差值皆小於 0.5 logits，表示所有題目皆無差異試題存在。進一步檢驗均方誤差值發現，僅有第 18 題(馬路上塞滿車時，我不會在車陣中穿梭過馬路)之 outfit 值些微超出容忍範圍(0.5,1.5)，但 infit 值在容忍範圍內，根據 Chien<sup>[60]</sup> 建議當 Infit 及 Outfit 的 MNSQ 互有高低時，以 Infit 的 MNSQ 為認定標準，因此本研究在後續分析中仍保留第 18 題。

本研究校估時將題目平均困難度設定為零，共同校估四個構面試題，如表 6 最後右欄所示。注意力分散程度構面之題目困難度越高，表示兒童在道路上行走時，越不常將注意力分配到該行為上而減少觀察道路交通狀況之注意力。根據本研究分析結果可知，兒童最常因與同學聊天、想其他事情以及路邊或前方的事物(例如：冰淇淋、玩具或食物店)影響而未將注意力放在交通狀況上。注意力轉換能力構面之題目困難度越高，表示兒童在道路上行走時，越不常在接收到該線索時將注意力轉換到觀察道路狀況上，大部分兒童在到達交叉路口以及聽到喇叭聲音時，都會將注意力轉換到道路交通環境上，但當其聽到車輛引擎聲音或看到車輛光線時，卻很少察看附近否是否有車輛接近。兒童在快接近路口時，也甚少開始觀察道路交通狀況，然而國外交通安全教育教導兒童在還未到交叉路口前就應該要開始觀察道路上之交通狀況，而非等到到達路口才開始觀察，學校及家長可多訓練兒童根據道路上各項線索來判斷是否有來車，並在接收到這些線索時，將注意力轉換到道路交通狀況中並觀察是否有車輛接近。



表 6 差異試題、均方誤差值及題目困難度表

題號	題目	性別	年級	均方誤差 outfit	infit	困難度
<b>注意力分散程度</b>						
1	我會邊走路邊和同學聊天。	0.10	0.08	1.04	1.03	-0.68
2	我會邊走路邊和同學玩耍、打鬧。	0.13	0.12	0.84	0.90	0.34
3	我會邊走路邊低頭看地上。	0.03	0.08	1.10	1.10	-0.10
4	我會邊走路邊想事情。	0.00	0.01	0.95	0.96	-0.47
5	我會邊走路邊吃東西。	0.04	0.03	0.92	0.94	0.11
6	我會邊走路邊看書或玩電動。	0.06	0.11	1.02	1.04	0.66
7	我會邊走路邊看旁邊或前面的事物(例如：冰淇淋、玩具或食物店)	0.01	0.09	1.10	1.08	-0.38
8	我會邊走路邊發呆。	0.08	0.12	1.08	1.10	0.30
9	我會邊走路邊打(講)電話或聽音樂。	0.19	0.18	1.16	1.10	0.21
<b>注意力轉換能力</b>						
1	過馬路時，聽到引擎聲音，我會觀察附近是否有車輛。	0.06	0.02	0.93	1.04	-0.00
2	過馬路時，聽到喇叭聲音，我會觀察附近是否有車輛。	0.05	0.05	0.89	0.97	-0.26
3	過馬路時，看到有光線時，我會觀察附近是否有車輛。	0.04	0.04	1.04	1.07	0.17
4	還沒到交叉路口時，我就會觀察道路上是否有車輛。	0.01	0.03	1.25	1.20	0.36
5	到了交叉路口時，我會觀察道路上是否有車輛。	0.04	0.08	1.02	1.10	-0.26
<b>風險感知能力</b>						
1	在岔路口遇上黃燈亮時，我仍然通過路口。	0.00	0.02	0.94	0.96	-0.19
2	父母騎機車接送我時，沒有戴安全帽。	0.03	0.02	0.94	0.96	-0.31
3	騎自行車逆向行駛。	0.01	0.04	1.02	1.03	-0.40
4	父母騎機車載我時，我站在前面。	0.04	0.17	1.20	1.15	0.10
5	在路邊(不是人行道)玩耍或奔跑。	0.07	0.09	0.96	0.99	-0.43
6	過馬路時，不走人行天橋、行人穿越道或地下道。	0.10	0.10	1.09	1.07	0.25
7	在靜止停放的車子旁邊玩耍。	0.01	0.07	0.98	0.99	0.30
8	在沒有號誌(紅黃綠燈)的路口過馬路。	0.06	0.03	0.93	0.96	-0.13
9	跟同學騎腳踏車雙載。	0.01	0.05	0.92	0.95	0.21
10	下車時，從車子的左邊下車。	0.03	0.10	1.10	1.09	0.40
11	放學時，跟同學邊聊天、玩耍邊走路。	0.07	0.17	0.88	0.90	0.15
12	在車輛很少的路口，紅燈亮時，我仍然通過路口。	0.07	0.07	1.14	1.07	0.01
13	走斜線穿越馬路。	0.03	0.03	0.96	0.99	0.04
<b>過馬路能力</b>						
1	過馬路前我會尋找適合地點，以便觀察各方向道路上是否有來車。	0.00	0.12	0.72	0.75	-0.26
2	過馬路前我會觀察道路左右側是否有來車。	0.12	0.05	0.66	0.78	-0.81
3	觀察道路左右側是否有來車後，再觀察一次左側是否有來車。	0.07	0.03	0.76	0.78	-0.22
4	過馬路前觀察路邊是否有準備要離開的車輛。	0.02	0.04	0.70	0.72	-0.20
5	過馬路前，我會確定我要行走的路線上，沒有任何車輛或事物擋住。	0.05	0.05	0.74	0.77	-0.20
6	過馬路前，我會確定道路上的車輛駕駛者有看到我。	0.05	0.08	0.82	0.85	0.14
7	在路口等待過馬路時，我會確定自己站的位置不會被要轉彎的車輛撞到。	0.07	0.04	0.81	0.81	-0.11
8	到交叉路口時，看到黃燈(行人專用號誌之「小綠人」閃動)時，我就不通過路口。	0.01	0.07	1.25	1.12	0.39
9	過馬路時，我會隨時注意是否有轉彎車輛。	0.00	0.03	0.83	0.81	-0.36
10	我不會奔跑通過馬路。	0.08	0.22	1.43	1.32	0.65
11	我會盡量找有號誌(紅黃綠燈)的路口過馬路。	0.08	0.06	0.99	0.92	0.14
12	綠燈過馬路時，即使走在行人穿越道上，我仍然會持續觀察左右是否有來車。	0.03	0.07	0.76	0.78	-0.03
13	在沒有交叉路口的馬路上穿越時，我會確定我通過時車輛不會撞到我，才通過。	0.00	0.08	0.75	0.75	-0.24
14	當我穿著比較不鮮艷的衣服過馬路時，我會更加小心。	0.06	0.07	0.98	0.95	0.34
15	走在沒有人行道的道路上，我會選擇面對車輛那邊行走。	0.08	0.31	1.41	1.38	0.85
16	在有人行天橋或地下道的地方，我會盡量使用這些設施過馬路。	0.08	0.01	1.08	1.00	0.20
17	下雨天(夜間、視線不佳)過馬路時，我會更加注意是否有來車。	0.08	0.06	0.79	0.81	-0.28
18	馬路上塞滿車時，我不會在車陣中穿梭過馬路。	0.04	0.15	1.52	1.33	0.15
19	我不會從車與車之間的縫隙中突然衝出來。	0.05	0.24	1.44	1.32	-0.17

備註：性別：1=男性，2=女性；年級：1=四年級，2=五年級，3=六年級。

風險感認能力構面中題目困難度越高表示兒童認為該試題所描述之行為越不危險。由表中可知兒童認為「父母騎機車接送我時，沒有戴安全帽」、「騎自行車逆向行駛」、「在路邊(不是人行道)玩耍或奔跑」等行為最危險，乃歸功於學校對於乘坐機車戴安全帽、自行車騎乘訓練以及馬路如虎口等觀念之宣導。但兒童卻認為「下車時，從車子的左邊下車」、「在靜止停放的車子旁邊玩耍」、「過馬路時，不走人行天橋、行人穿越道或地下道」、「跟同學騎腳踏車雙載」等行為不危險，然而這些情況皆有其潛在風險，可見兒童對這些危險的認知尚不足夠，可能原因為兒童從未被告知這些行為有危險或是只以口頭告知，未搭配實例說明，而兒童自己本身時常做該項危險行為而未發生任何事故，因此而認為不危險，未來學校可再針對兒童缺乏之風險觀念進行宣導，以提升兒童之風險感認能力。

過馬路能力構面中題目困難度越高表示兒童在過馬路時越不常做該項行為，亦即兒童越不具備該項過馬路行為。由過馬路能力構面分析結果可知兒童過馬路時大都採用跑步方式通過、走在沒有人行道的道路上未選擇面對車輛那邊行走，在有人行天橋或地下道的地方，未使用這些設施過馬路。可見我國兒童尚未具備這些觀念，國外交通安全教育教導兒童應步行過馬路，盡量使用人行設施通過路口，未來我國交通安全教育應加強建立兒童這些觀念，而在沒有人行道的道路上未選擇面對車輛那邊行走之觀念國內已漸漸向兒童灌輸此觀念，然依據本研究之分析結果，許多兒童尚缺乏此觀念，家長及學校尚須努力。而「下雨天(夜間、視線不佳)過馬路時，更加注意是否有來車」、「過馬路時注意是否有轉彎車輛」、「過馬路前觀察道路左右側是否有來車」等行為兒童大多具備，乃因學校交通安全教育對於這些觀念皆有持續在宣導，可見學校交通安全教育對兒童交通安全觀念之建立有其影響力。

另外，本研究將各校學生能力平均值設定為零，分析並比較各學校之題目困難度，以了解各校學生缺乏知識與技能之差異，下列僅以三所學校進行比較，圖 6 為不同學校學生注意力分散程度之題目困難度比較圖；圖 7 為不同學校學生注意力轉換能力之題目困難度比較圖；圖 8 為不同學校學生風險感認之題目困難度比較圖；圖 9 為不同學校學生過馬路能力之題目困難度比較圖。圖 6 中學校 1 所有題目之困難度皆較其他兩個學校高，表示學校 1 之學生相較於學校 2 及學校 3 學生較不會受這些因素影響而分散注意力，三所學校學生最容易受到第 1 題(我會邊走路邊和同學聊天)、第 4 題(我會邊走路邊想事情)、第 7 題(我會邊走路邊看旁邊或前面的事物)影響而分散注意力，其中以學校 2 學生影響程度最大，另外學校 2 及學校 3 之第 8 題(我會邊走路邊發呆)困難度與學校 1 差距最大，建議學校改變兒童注意力分散行為，建立兒童在道路上集中精神觀察道路交通狀況之習慣。

學校 2 及學校 3 對於注意力轉換能力構面之題目困難度變化曲線較接近，相較於學校 1，學校 2 及學校 3 的兒童對於注意力轉換能力題目困難度變異較大，表示這兩所學校學生對於本研究注意力轉換能力構面所描述之在獲得各種線索情況下，將注意力轉換到觀察交通狀況上之頻率差異較大。雖然學校 2 與學校 3 之變化曲線相同，但學校 3 學生認為之題目困難度都較低，表示學校 3 的學生較學校 2 的學生在接收到線索時將注意力轉換至觀察道路交通狀況。比較各學校每題題目困難度，學校 2 之題目 3(過馬路時，看到有光線時，我會觀察附近是否有車輛) 困難度最高、題目 4(還沒到交叉路口時，我就會觀察道路上是否有車輛)次之；學校 3 之題目 4 困難度最高、題目 3 次之；學校 1 之題目 1(過馬路時，聽到引擎聲音，我會觀察附近是否有車輛)、2(過馬路時，聽到喇叭聲音，我會觀察附近是否有車輛)、3、4 題目

困難度皆高，這校可先針對困難度較高項目加強訓練，以提升各校學生道路注意力轉換能力。

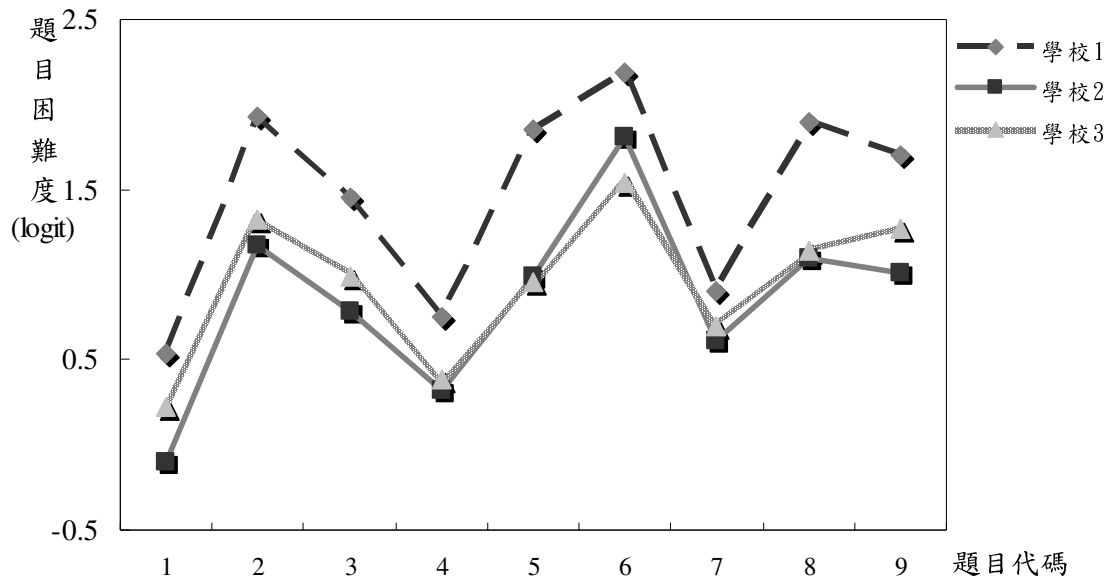


圖 6 不同學校學生注意力分散程度之題目困難度比較圖

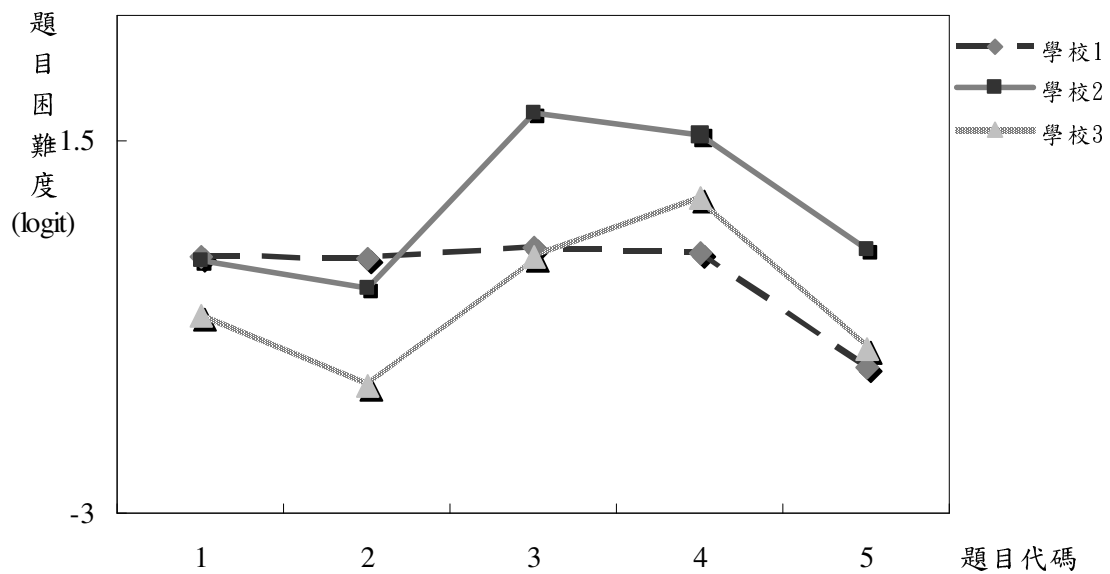


圖 7 不同學校學生注意力轉換能力之題目困難度比較圖

各校風險感認構面之題目困難度比較，整體而言，學校 1 學生的題目困難度皆較低，表示該所學校學生較瞭解各題目所描述行為可能潛藏之風險，而學校 2 學生風險感認能力最低。三所學校之題目困難度變化趨勢相當，僅在第 11 題至第 13 題有所差異，學校 2 學生第 11 題(放學時，跟同學邊聊天、玩耍邊走路)之題目困難度驟降後，在第 12 題(在車輛很少的路口，紅燈亮時，我仍然通過路口)及第 13 題(走斜線穿越馬路)又升高；學校 3 第 11 題困難度較學校 2 高，但第 12 題及第 13 題困難度又驟降，比學校 2 低。另外，學校 1 學生對於題目 3(騎自行車逆向行駛)及題目 5(在路邊玩耍或奔跑)之風險認知非常高，而學校 2 及學校 3 學生對於題目 5 及題目 8(在沒有號誌的路口過馬路)之風險認知較高，根據圖 4.3 可知第 6 題

(過馬路時，不走人行天橋、行人穿越道或地下道)、第 7 題(在靜止停放的車子旁邊玩耍)、第 10 題(下車時，從車子的左邊下車)可能潛藏之風險為各校學生皆應加強之觀念。另外學校 1 應再加強學生第 4 題(父母騎機車載我時，我站在前面)、11 的風險認知；學校 2 應先加強學生第 4 題、第 9 題(跟同學騎腳踏車雙載)的風險認知；學校第 3 題、第 11 題的風險認知，各校針對自己學生缺乏之風險認知進行加強，以增加學生之風險感認能力。

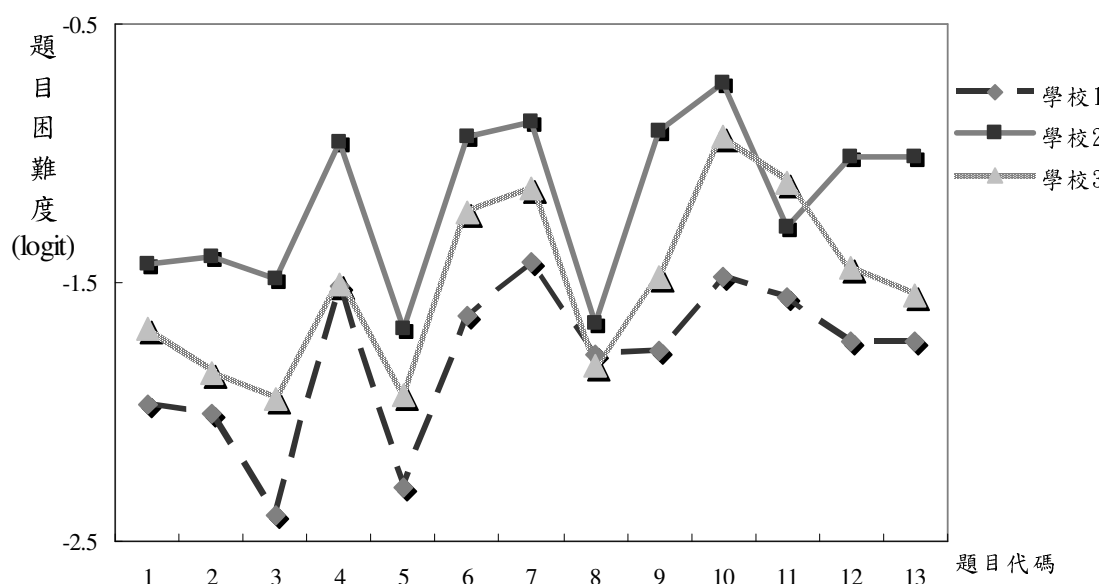


圖 8 不同學校學生風險感認之題目困難度比較圖

過馬路能力之題目困難度部分，三所學校各題題目困難度變化曲線差異不大，整體而言，學校 2 各題之題目困難度皆最高；學校 1 各題之題目困難度皆最低，表示學校 1 學生之過馬路能力最高，學校 2 學生最低。比較各校過馬路能力困難度曲線圖可知各校學生皆具備有第 2 題(過馬路前觀察道路左右側是否有來車)、第 17 題(下雨天、夜間、視線不佳時過馬路，會更加注意是否有來車)的技巧，而各學校較缺乏第 15 題(走在沒有人行道的道路上，我會選擇面對車輛那邊行走)技巧，亦即三所學校學生在沒有人行道的道路上行走時，大部分皆未選擇面對車輛那邊行走，而是採取傳統教導之靠右邊行走，然而靠右行走時無法觀察到後方車輛狀況而較危險，因此各校應首要加強學生走路靠面對車輛那邊行走的觀念而非靠右行走。另外學校 2 及學校 3 的第 3 題(觀察道路左右側是否有來車後，再觀察一次左側是否有來車)、第 5 題(過馬路前，我會確定我要行走的路線上，沒有任何車輛或事物擋住)、第 6 題(過馬路前，我會確定道路上的車輛駕駛者有看到我)、第 7 題(在路口等待過馬路時，我會確定自己站的位置不會被要轉彎的車輛撞到)、第 13 題(在沒有交叉路口的馬路上穿越時，我會確定我通過時車輛不會撞到我，才通過)及第 18 題(馬路上塞滿車時，我不會在車陣中穿梭過馬路)的題目困難度皆顯著較學校 1 高，亦即學校 2 及學校 3 的學生較學校 1 學生缺乏這些過馬路技巧，因此學校 2 及學校 3 應較學校 1 更加加強這些技巧之訓練，本研究探究各校交通安全教育內容發現，我國交通安全教育目前較著重於注意左右來車、下雨天穿著鮮艷雨衣及注意車輛等技巧，因此各校兒童皆具備有這些技巧，然而學校較少教導之技巧學生則較缺乏，因此學校可根據本研究結果針對自己學生缺乏部份加強訓練，以提高兒童過馬路能力。

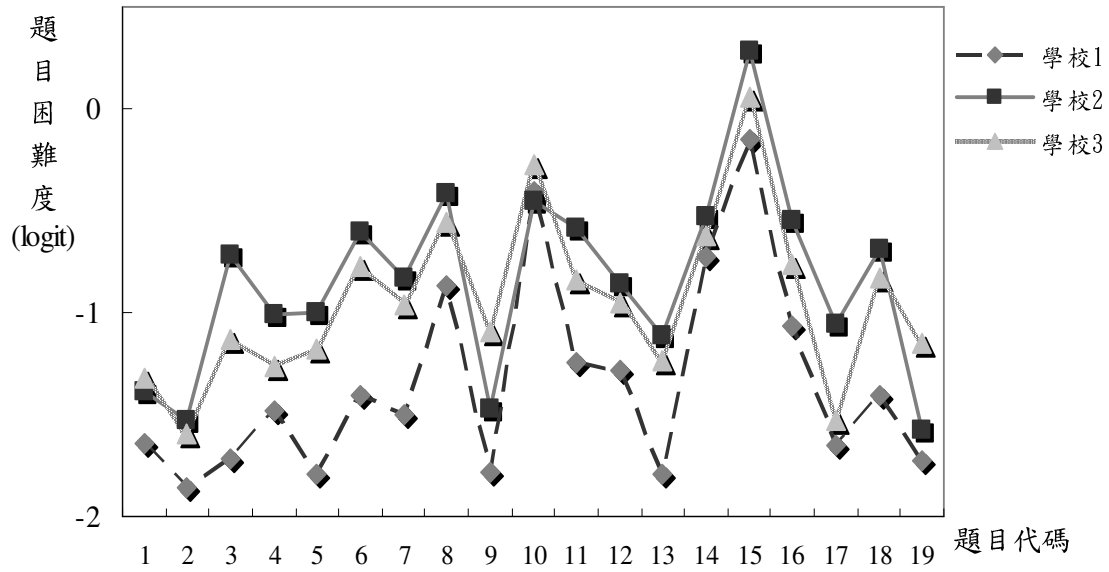


圖 9 不同學校學生過馬路能力之題目困難度比較圖

#### 4.4 多向度校估方法之構面間相關性分析

兒童獨自過馬路四個能力值之相關性如圖 5.5 所示，兒童注意力分散程度與風險感認能力之相關性為-0.520、兒童注意力分散程度與過馬路能力之相關性為-0.501、兒童風險感認能力與過馬路能力之相關性為 0.790、兒童風險感認能力與注意力轉移能力之相關性為 0.498、兒童過馬路能力與注意力轉移能力之相關性為 0.674。表示當兒童注意力分散程度高時，其風險感認能力、過馬路能力都較低；兒童轉移能力較高時，其風險感認能力、過馬路能力亦較高，注意力分散程度與注意力轉移能力間之相關性為-0.351，與 Dunbar 等人<sup>[24]</sup>研究結果一致，整體而言，四個構面間皆有中度相關性存在，因此若以傳統方法或假設構面間為獨立之 Consecutive 方法估計受測者之步行能力，可能會獲得錯誤或不真實之結果。

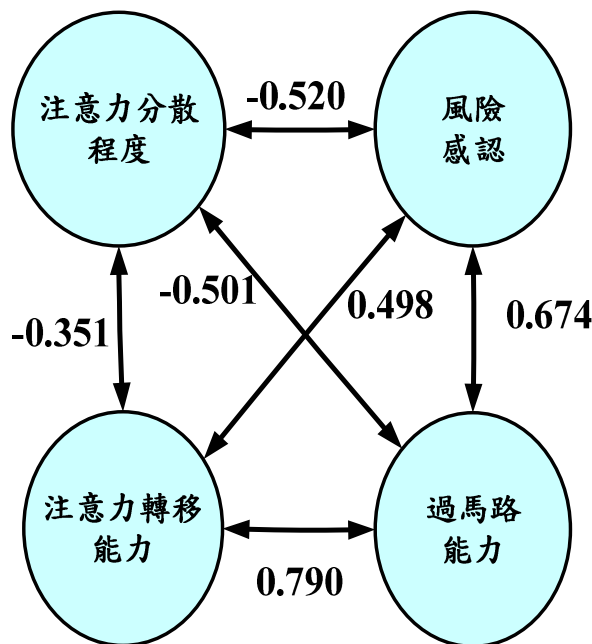


圖 10 四個構面相關性示意圖

進一步分析原始分數相同之受測者，其能力估計值如表 7 所示，表中兩位受測者之原始分數皆為 124 分(滿分為 230 分)，其中注意力轉換能力及過馬路能力之原始分數相同，注意力分散程度受測者 2125 分數較受測者 772 高，風險感認能力則受測者 772 較高。未考慮構面間相關性之 Consecutive 方法所估計兩位受測者之注意力轉換能力及過馬路能力亦相同，然而多向度方法估計之過馬路能力值分別為-0.092 及-0.194，此乃因為過馬路能力受其他三個向度影響，其中注意力轉換能力與過馬路能力間之相關性最高，風險感認能力次之，而受測者 772 此兩項能力皆較受測者 2125 高，因此即使兩位受測者在過馬路能力構面之原始分數相同，但多向度方法估計出之過馬路能力受測者 772 較高。

表 7 原始分數相同受測者能力比較

受測者代碼	分析方法	注意力分散程度	注意力轉換能力	風險感認	過馬路能力
	原始分數	15	14	43	52
772	Consecutive估計值	-2.38(0.38)	-0.26(0.47)	0.32(0.28)	-0.13(0.20)
	多向度估計值	-1.09(0.41)	-0.38(0.41)	0.23(0.28)	-0.09(0.17)
	原始分數	22	14	36	52
2125	Consecutive估計值	-0.48(0.31)	-0.26(0.47)	-0.16(0.26)	-0.13(0.20)
	多向度估計值	-0.34(0.31)	-0.45(0.44)	-0.13(0.25)	-0.19(0.17)

備註：括號內為標準誤差

#### 4.5 檢驗社會期許對兒童各構面能力之影響

為防止兒童填答問卷時有心理防衛現象而朝社會期許方向作答，本研究以社會期許量表作為控制變項。首先將兒童之社會期許依平均值(0.51973)分為高低兩組，再對四個構面能力進行社會期許高低兩組之 t 檢定，檢定結果如表 8 所示，社會期許高及社會期許低之兒童，在四個構面能力值皆有顯著差異，顯示社會期許會影響兒童問卷之填答，需先利用迴歸方法消除社會期許對兒童各構面之能力值之影響。依社會期許量表調整後之能力值如下，兒童注意力分散程度能力平均值為-0.702 logits，能力範圍為-2.694 ~ +1.870 logits；注意力轉換能力之平均值為 1.767 logits，能力範圍為-3.667 ~ +7.532 logits；風險感認能力平均值為 1.210 logits，能力範圍為-1.479 ~ +3.525 logits；過馬路能力平均值為 0.641 logits，能力範圍為-1.352 ~ +2.815 logits。

表 8 社會期許與各構面能力值 t 檢定

構面	社會期許	樣本數	平均值	p-value	迴歸式
注意力分散能力	低社會期許	1199	-0.693	0.000	$Y_1 = -0.702 - 0.265(S)$
	高社會期許	1254	-0.981		
注意力轉換能力	低社會期許	1199	1.704	0.000	$Y_2 = 1.767 + 1.064(S)$
	高社會期許	1254	2.909		
風險感認能力	低社會期許	1199	1.060	0.000	$Y_3 = 1.069 + 0.149(S)$
	高社會期許	1254	1.505		
過馬路能力	低社會期許	1199	0.622	0.000	$Y_4 = 0.641 - 0.420(S)$
	高社會期許	1254	1.086		

備註：S為社會期許值

由於本研究校估時，題目之困難度設定為 0 logits，比較各構面平均能力值與平均題目困難度，如圖 11 可知兒童對於本研究於注意力分散程度構面所敘述問題，大部分都不會做，亦



表 9 受測者 DI 值比較

受測者代碼	年級	性別	注意力分散程度	注意力轉移能力	風險感認能力	過馬路能力	DI值	分類
009	4	男	-1.63351	5.8243	0.30798	1.91211	33.1	高
019	4	女	-0.6918	3.76717	1.70688	1.08966	12.3	低
347	5	女	0.3463	0.86652	0.88647	0.43336	0.3	低
432	6	男	-0.56352	7.53158	2.5374	2.81504	55.6	高
991	6	男	-0.10798	0.50651	0.55222	0.21519	1.0	低

本研究進一步依受測者四個能力進行集群分析，根據受測者能力等級公式將受測者分為四群，表 10 為各分群受測者四項能力之平均值，括號內為平均能力排序，其中 1 表示最高、4 最低。表中各分群之能力差皆達 0.15 logit 以上，可見本研究將受測者分為 4 群，可有效區分受測者整體獨自步行上放學能力等級。族群 4 受測者之四項能力皆最高，表示其整體步行能力最好；族群 2 受測者之四項能力皆最低，表示其整體步行能力最差；族群 1 之注意力分散程度及風險感認能力皆為排序第 2，但注意力轉換能力及過馬路能力排序第 3；族群 3 則與族群 1 相反，因此若要增加族群 1 中受測者獨自步行上放學能力，需先增加其注意力轉換能力及過馬路能力；族群 3 受測者則需增加其注意力集中能力及風險感認能力，而族群 2 受測者則需同時提升其四項能力。而本研究受測兒童中僅有 15.5% 屬於第 4 群；有 34% 受測者屬於第 1 群、25% 受測者屬於第 3 群，另外還有 25% 的受測者屬於第 2 群，由此可知我國兒童之獨自步行上放學能力普遍不足，政府若欲推動兒童步行上放學計畫同時確保兒童能夠安全上放學，則需先提升兒童獨自步行能力。

表 10 各分群之平均能力值與等級

分群	注意力 分散程度(排序)	注意力 轉換能力(排序)	風險感認 能力(排序)	過馬路 能力(排序)	受測者人數 (百分比)
1	-0.777 (2)	1.200 (3)	1.269 (2)	0.573 (3)	834 (34.0%)
2	-0.322 (4)	-0.074 (4)	0.563 (4)	0.084 (4)	622 (25.4%)
3	-0.542 (3)	2.923 (2)	1.094 (3)	0.789 (2)	617 (25.2%)
4	-1.421 (1)	4.150 (1)	2.325 (1)	1.459 (1)	380 (15.5%)

備註：注意力分散程度越低排序越高，其他三個能力值越高排序越高。

另外結合受測者 DI 值與集群分析發現，DI 值高之受測者皆屬於四項能力皆高之族群，因此可根據 DI 值高低瞭解受測者能力分佈狀況，若某位學生之 DI 值屬於較高等級，則表示其四項能力皆最高，但若學生 DI 值屬於低等級，則家長、學校及相關單位則需進一步瞭解 DI 值低受測者之能力擁有情況。

## 五、結論與建議

本研究藉由相關文獻回顧與評析歸納兒童獨自步行上放學能力包括有注意力專注能力、注意力轉換能力、風險感認能力以及過馬路能力等四項能力，而非為單一項能力，且四項能力間有相關性存在。過去研究多利用電腦遊戲來量測注意力專注能力、注意力轉換能力；自行設計危險情境問卷量測風險感認；以觀察受測者在實際環境中之行為來量測過馬路能力。本研究受限於經費、設備及人力等之限制，因此嘗試設計問卷以同時調查受測者之四項能力，



其中注意力專注能力部分因不容易以「專注」概念不容易文字化，因此改以「分散」概念進行問卷設計。

本研究為克服傳統直接將順序尺度當成等距尺度進行統計運算與分析可能造成之結果與推論之爭議性，因此嘗試以試題反應理論克服之，然而試題反應理論模式眾多，包括有單向度、Consecutive以及多向度模式，比較試題反應理論與傳統分析方法估計結果如下：

1. 比較試題反應理論三種模式之信度與模式適合度發現，多向度模式之模式適合度較單向度及Consecutive佳；多向度模式之信度亦較單向度及Consecutive高，信度增加比例約7~11%，若以Consecutive模式分析時欲獲得以多向度模式分析之信度，各構面至少需增加3~53題試題，此乃因四個構面間有0.35~0.79之相關性存在導致，因此本研究以多向度模式進行分析，可在試題數較少情況下獲得較高信度，可避免因試題太多導致受測者沒有耐心認真作答，而造成更嚴重之結果誤差。
2. 由差異試題功能及均方誤差指標可知各試題是否符合模式假設，本研究四個構面共46道試題在不同性別與年級間皆無差異試題功能。46道試題中，僅有過馬路能力構面之第18題的outfit均方值超過1.5，但其infit均方值為1.33，因此本研究仍然保留第18題。
3. 藉由各試題之困難度可知兒童較缺乏之安全步行知識與技巧，可供兒童交通安全教育內容設計者參考。由注意力分散程度構面可知兒童在道路上最常與同學聊天、冥想其他事情以及受路邊事物影響而分散觀察交通狀況之注意力，學校應向兒童宣導「不要邊走邊聊天、發呆」等觀念或請交通導護老師看到兒童有這些行為出現時，應提醒兒童。學校亦可規劃學生通學巷，該通學巷盡量避開商家多之道路，以減少兒童受外在事物影響而分心之狀況；由注意力轉換能力構面可知，兒童在道路上聽到引擎聲音、看到車輛光線或是快要接近路口時，甚少將注意力轉換到觀察交通狀況，然而許多國外交通安全教育已開始教導兒童在尚未到達路口前就應開始觀察交通狀況，以避免路口有死角或障礙物使兒童未察看到來車而造成事故；由風險感認能力構面可知，兒童認為從車輛左方下車、不利用行人設施通過路口、與同學騎車雙載等行為不危險，學校應向兒童加強宣導這些行為潛藏之風險，必要時可配合實例宣導以增加兒童印象；過馬路能力構面中，兒童大部分皆跑步通過路口、在沒有人行道的道路上未選擇面對車輛方向行走，在我國缺乏人行道的道路環境中，學校應教導兒童選擇面對車輛方向行走而非靠右行走觀念，且教導兒童不要跑步過馬路。另外，本研究分別分析各校題目困難度，以獲得各校學生較缺乏之觀念與技巧等資訊供各學校參考，並根據自己學校學生較缺乏部份，排定宣導與訓練之順序，以提升學生步行上放學能力。
4. 比較原始分數相同之兒童以Consecutive及多向度模式估計出之各能力值發現，若以原始分數或多向度試題反應理論中之Consecutive模式估計，則原始分數相同學生之能力亦相同，然而依據多向度試題反應理論模式估計，雖然不同學生在某個構面(過馬路能力)之原始得分相同，但因考慮到向度間之相關性，校估出之能力值不相同，因此當向度間有相關性存在時，以多向度試題反應理論進行校估受測者能力之校估，能獲得較符合受測者真實情況之能力。
5. 受測者DI值為受測者整體能力表現指標，在95%信賴區間下，受測者DI值門檻為 $27.7\text{logits}^2$ ，DI值高於該門檻之受測者其最低與最高能力值差大於6.05 logits。進一步以

集群分析將受測者依四項能力高低分為四群，其中族群4受測者之四項能力皆最高；族群2受測者之四項能力皆最低；族群1之注意力分散程度及風險感認能力皆為排序第2，但注意力轉換能力及過馬路能力排序第3；族群3則與族群1相反，而本研究受測兒童中僅有15.5%屬於第4群；有34%受測者屬於第1群、25%受測者屬於第3群，另外還有25%的受測者屬於第2群，由此可知我國兒童之獨自步行上放學能力普遍不足，政府若欲推動兒童步行上放學計畫同時確保兒童能夠安全上放學，則需先提升兒童獨自步行能力。將受測者DI指標與集群分析結果進行交叉分析得知，DI值高之受測者皆屬於整體步行能力最高之第四群，因此家長、學校及相關單位可先根據DI值初步瞭解學生步行能力擁有狀況，再進一步根據集群分析結果詳細瞭解兒童各項能力擁有情況。

本研究利用多向度試題反應理論進行估計，能夠保留更多受測者資訊，提供每位受測者注意力分散程度、注意力轉換能力、風險感認能力及過馬路能力四項能力指標，讓學校、家長及相關單位能夠看瞭解不同學生之獨自步行上放學能力擁有狀況，依據學生狀況給予不同之訓練，且可針對各學生較缺乏部分優先訓練，以在短時間內有效提升學生之步行上放學能力。未來政府若欲全面性推動學生步行上放學計畫，短期內政府及交通安全教育內容設計等相關單位應盡快依據注意力專注能力、注意力轉換能力、風險感認能力已過馬路能力四部份，針對目前學生所缺乏之知識與能力設計課程，供學校及家長教導兒童使用。

然而本研究抽取之受測學校中未包括有參與「國際走路上學日(International Walk to School Day)」運動之學校，但本研究認為參與國際走路上學日活動之學校，有針對學生進行步行技巧與相關知識之訓練，因此該學校學生之步行能力應較其他學校學生好，未來研究可抽樣參與走路上學日運動之學校，與未參與活動之學校進行比較，不但可比較參與未參與學校學生之能力差異外，亦可比較參與活動之學校學生能力之差異，並進一步探討各校對兒童之步行訓練內容差異，對兒童獨自步行能力之影響，以尋找出最佳教育內容與教育方式。

## 參考文獻

1. 賴明伸，「學生走路上下學運動與觀念之推廣」，綠色消費電子報，第 039 期，2005 年 6 月 7 日。
2. 行政院衛生署，[http://www.doh.gov.tw/cht2006/index\\_populace.aspx](http://www.doh.gov.tw/cht2006/index_populace.aspx)，最後瀏覽日期 2008/05/22。
3. 黃文俊，「步行運動與兒童體適能」，中華體育，13(2)，民國 88 年，pp.108-114。
4. World Health Organization，<http://www.who.int/en/>，最後瀏覽日期 2008/05/22。
5. Global Road Safety Partnership，“Road safety education in schools: saving young lives and limbs”，2001。
6. 羅孝賢，「還給學童一個安全的交通環境」，中華民國運輸協會，民國 92 年。
7. 吳宗修，「學校交通安全教育之評量」，交通安全教育專論，交通安全教育學會，民國 84 年，頁 53-61。
8. 歐陽惠玉，「國民小學交通安全教育實施內容之檢討研究」，交通大學，碩士論文，民國 91 年。
9. 陳子儀，「兒童交通傷害與安全教育之探討」，中華民國交通安全教育學會年刊九十年版，交通安全教育學會，民國 90 年，頁 42-46。
10. Assailly, J. P., “Characterization and prevention of child pedestrian accidents: An overview”, *Journal of Applied Developmental Psychology*, Vol. 18, No.2, 1997, pp.257-262.

11. Malex, M., Guyer, B., Lescohier, I., "The epidemiology and prevention of child pedestrian injury" , *Accident analysis and prevention*, Vol. 22, No. 4, 1990, pp.301-313.
12. Christie, N., *The high risk child pedestrian: socio-economic and environmental factors in their accidents*, Project report 117. Crowthorne: Transport Research Laboratory, 1995.
13. Department for Transport, *Children's knowledge of danger (No.10)*, 1999.
14. Durkin, M. S., Laraque, D., Lubman, I., Barlow, B., "Epidemiology and prevention of traffic injuries to urban children and adolescents", *Pediatrics*, Vol. 103, 1999, pp.74-81.
15. National Center for Injury Prevention and Control, WISQARS(TM) (Web-based Injury Statistics Query and Reporting System), 2005. <http://www.cdc.gov/ncipc/wisqars/> , 最後瀏覽日期 2008/05/22 。
16. Grayson, G. B., *The Hampshire child pedestrian accident study*, Department of the Environment Report 670, Crowthorne: TRRL, 1975.
17. Department for Transport, *Problems of attention and visual search (No.08)*, 1999.
18. Abbas, K. A., Mabrouk, I., El-Araby K. A., "School children as pedestrians in Cairo: proxies for improvement road safety", *Journal of Transportation Engineering*, Vol. 122, 1996, pp.291-299.
19. Demetre, J. D., Lee, D. N., Pitcairn, T. K., Grieve, R., Thomson, J. A., Ampofo-Boateng, K., "Errors in young children's decisions about traffic gaps: Experiments with roadside simulations", *British Journal of Psychology*, Vol. 83, pp.189-202, 1992.
20. Junger-Tas, J., Terlouw, G., Klein, M., *Delinquent behavior among young people in the Western world*, First results of the International self-report delinquency study. Amsterdam: Kugler, 1994.
21. 陳雅慧, 「國民小學交通安全教育課程教材之建構研究」, 國立新竹師範學院, 碩士論文, 民國 91 年。
22. Dunbar, G., Lewis, V., Hill, R., "Control processes and road-crossing skills", *The Psychologist*, Vol.12, No. 8, 1999, pp.398-399.
23. Avolio, B. J., Kroeck, K., Panek, P., "Individual differences in information processing ability as a predictor of motor vehicle accidents", *Human Factors*, Vol. 25, 1985, pp.71-82.
24. Dunbar, G., Lewis, V., Hill, R., "Children's attentional skills and road behaviour", *Journal of Experimental Psychology*, Vol. 7, 2001, pp.227-234.
25. 陳君如, 「國小學生注意力訓練方案之實驗研究」, 台北市立師範學院國民教育研究所, 博士論文, 民國 92 年。
26. Barton, B. K., Schwebwl, D. C., Morrongiello, B. A., "Brief Report: Increasing Children's Safe Pedestrian Behaviors through Simple Skills Training", *Journal of Pediatric Psychology*, Vol. 32, No. 4, 2007, pp.475-480.
27. 洪儷瑜, ADHD 學生的教育與輔導, 台北市, 心理出版社, 1995 年 5 月。
28. 周長治, 「高齡者交通安全風險感認影響因素之探討」, 國立交通大學, 碩士論文, 民國 94 年。
29. 黃韻璇, 「國小學童及其家長之道路步行風險認知與行為關聯之研究」, 國立交通大學, 碩士論文, 民國 93 年。
30. 張新立, 「不同年齡階段兒童及青少年運輸需求行為演變之世代研究」 (95-2415-H-009-002-SSS), 國科會計劃報告書, 民國 97 年。
31. Ampofo-Boateng, K., Thomson, J. A., "Children's perception of safety and danger on the road", *British Journal of Psychology*, Vol. 82, 1991, pp.487-505.
32. Thomson, J., *Kerbcraft : smart strategies for pedestrian safety*, published by the Department for Transport, Local Government and the Region, 1997.
33. National Highway Traffic Safety Administration, [www.nhtsa.dot.gov/cps/newtips/pages/tip8.htm](http://www.nhtsa.dot.gov/cps/newtips/pages/tip8.htm) , 最後瀏覽日期 2008/05/22 。
34. William, H. Y., Jon, S. B., "Teaching pedestrian safety to young children: an analysis and

- one-year followup”, *Journal of applied behavior analysis*, Vol. 11, 1978, pp. 315-329.
35. Reynolds C. R., Paget K. D., “Factor analysis of the revised children’s manifest anxiety scale for black, whites, males, and females with a national normative sample”, *J Consult Clin Psychol*, Vol. 49, 1981, pp.352-359.
  36. Kathy, W., Tom, B., Debbe, T., Russell, J., Janice, B., Lisa M. K., “Innovative application of a multidimensional item response model in assessing the influence of social desirability on the pseudo-relationship between self-efficacy and behavior”, *Health Education Research Theory & Practice*, Vol. 21(Supplement 1) , 2006, pp.i85-i97.
  37. Suen, H. K., McClellan, S., “Item construction principles and techniques”, *Encyclopedia of vocational and technological education*, Vol. 1, 2003, pp. 777-798.
  38. Adams R. J., Wilson M., Wang, W. C., “The multidimensional random coefficients multinomial logit model”, *Psychol Meas*, Vol. 21, 1997, pp.1–23.
  39. Wang, W. C., Chen, P. H., Cheng, Y. Y., “Improving Measurement Precision of Test Batteries Using Multidimensional Item Response Models”, *Psychological Methods*, Vol. 9, No. 1, 2004, pp.116–136.
  40. Chang, H. L., Wu, S. C., “Exploring the vehicle dependence behind mode choice: evidence of motorcycle dependence in Taipei”, *Transportation Research. Part A : Policy and Practice*, Vol. 42, No. 2, 2008, pp. 307-320.
  41. 葉玉珠，批判思考測驗第二級(CTT-II)簡介，2005。
  42. Wang, W. C., “Direct estimation of correlation as a measure of association strength using multidimensional item response models”, *Educ Psychol Meas*, Vol. 64, 2004, pp.937–955.
  43. Wang, W. C., Yao, G., Tsai, Y. J., Wang, J. D., Hsieh, C. L., “Validating, improving reliability, and estimating correlation of the four subscales in the WHOQOL-BREF using multidimensional Rasch analysis”, *Quality of Life Research*, Vol. 15, 2006, pp.607–620.
  44. Rasch, G., *Probabilistic models for some intelligence and attainment tests*, Copenhagen: Danish Institute for Educational Research, 1960.
  45. Linacre, J. M., “Investigating rating scale category utility”, *Journal of Outcome Measurement*, Vol. 3, No. 2, 1999, pp.103-122.
  46. Andrich, D., “Rating formulation for ordered response categories”, *Psychometrika*, Vol. 43, No. 4, 1978, pp.561-573.
  47. Masters, G. N., “A Rasch Model for Partial Credit Scoring”, *Psychometrika*, Vol. 47, No. 2, 1982, pp.149-174.
  48. Lumsden, J., “The Construction of Unidimensional Tests”, *Psychological Bulletin*, Vol. 58, 1961, pp.122-131.
  49. Reckase, M. D., “Unifactor Latent Trait Models Applied to Multifactor Tests: Results and Implications”, *Journal of Educational Statistics*, Vol. 4, 1979, pp.207-230.
  50. Smith, R. M., Miao, C. Y., “Assessing unidimensionality for Rasch measurement”, *Objective measurement: Theory into practice*, Vol. 2, 1994, pp.314-327.
  51. Hulin, C. L., Drasgow, F., Parsons, C. K., *Item response theory: Application to psychological measurement*, Homewood, IL: Dow Jones-Irwin, 1983.
  52. Reckase, M. D., “The past and future of multidimensional item response theory”, *Applied Psychological Measurement*, Vol. 21, 1997, pp.25–36.
  53. 陳柏熹，<http://www.rcpet.ntnu.edu.tw/IRT295.1.2.doc>，最後瀏覽日期 2008/05/22。
  54. Hambleton, R. K., Swaminathan, H., *Item response theory: Principle and applications*, Boston: Kluwer-Nijhoff, 1983.
  55. Wu, M. L., Adams, R. J., Wilson, M. R., Haldane, S. A., *ACER ConQuest Version 2.0*, ACER Press, an imprint of Australian Council for Educational Research Ltd, 2007.
  56. Wright B. D., “Solving measurement problems with the Rasch model”, *Journal of Educational Measurement*, Vol.14, 1977, pp.97-116.
  57. 錢才瑋、王文中、陳承德、張文信、林宏榮、劉歐，*Rasch 分析在醫療界之應用*，Rasch

分析在醫療界之應用研討會，2006年2月25日。

58. Wang, W. C., Wilson, M. R., “Assessment of differential item functioning in testlet-bases items using the Rasch testlet model”, *Educational and Psychological Measurement*, Vol. 65, 2005, pp.549-576.
59. Wright B. D., Linacre J. M., Gustafson J. E., Martin-Lof, P., “Reasonable mean-square fit values. Rasch Measurement Transactions”, Rasch Meas Trans, Vol. 8, 1994, pp.370.
60. Chien, S.,[http://raschsmile.blogspot.com/2006\\_09\\_01\\_archive.html](http://raschsmile.blogspot.com/2006_09_01_archive.html),最後瀏覽日期 2008/05/22。

# 出席美國運輸年會報告(98.01.12-20)

報告撰寫人：張新立

## 壹、前言

美國運輸年會(Transportation Research Board Annual Meeting)是美國最大且歷史最優久之運輸專業研討會，每年於一月間在美國首府華盛頓特區(Washington D.C.)舉行，參加者來自世界各國，人數多達三、四千人，投稿論文超過兩千篇，但僅有近千篇之論文有機會安排於會議中發表並討論，是一個兼顧理論與實務應用之運輸專業研討會，今年已堂堂邁入第八十八個年頭。本人今年總計投稿三篇，但僅有兩篇被大會收錄於會議光碟，並獲得在會場作海報發表之機會。

## 貳、啟程

今年美國運輸年會安排於元月 11-15 日舉行，由於新年之年假剛過，許多國際間之旅遊活動仍未結束，因此在機票之購買上確實需要多花點心力。由於學校課程尚未結束、能用之旅費有限、元旦期間之機票又特別貴，幾經考量後決定選擇 1 月 12 日啟程，搭乘長榮航空班機先飛舊金山，再轉搭美國國內航線前往華盛頓特區，一趟旅程總計花上將近一天之時間，也難怪近年來國人參加之意願愈來愈低。抵達華盛頓之雷根機場時已經是 1 月 13 日晚上七點多鐘，當地之氣溫為華氏三十四度(約為攝氏一度)，相較於離台當時寒流來襲之攝氏十四度，確實讓人深感華盛頓之嚴寒。雷根機場擁有快捷便利之捷運系統(Metro)，大約花了半個鐘頭之時間就抵達華盛頓市區之杜邦園環(Dupon Circle)，再步行兩個大街廓抵達事先預約好之 Renaissance Hotel。

## 參、出席研討會

由於大會將本人發表之論文安排在 1 月 14 日之上午時段(九點至十二時)以海報方式展現，並要求論文發表人必須於展出時間之部份時段(九點半至十一時)親自在現場與參觀之與會人士作面對面之介紹與討論。當天我於八點半鐘抵達會場，是該展出時段第一個出現之論文發表者。大會提供一塊長八呎(240 公分)、寬四呎(120 公分)之展示板給論文發表者使用，並要求論文發表者能透過清晰、對比明顯之設計，讓與會之參訪人士能夠在展示板前三呎之處輕鬆閱讀。基於攜帶之方便考量，本次發表之論文海報最後決定以彩色印於白色布條之方式輸出，經折疊後非常容易就能放入旅行箱託運。

當我掛好論文海報後，其他之論文發表者也陸續抵達。論文海報展示區的場地相當寬敞，同一時段有兩個平行之海報展示場，每個展示場則安排近百篇之論

文發表，場面相當浩大且熱鬧。九點過後參觀之人士越來越多，出乎意料地發現駐足參觀閱讀並提問討論的人還真不少，比以往作口頭報告時之發問情況熱鬧很多。除了有美國本地之大學教授、政府部門之官員、及顧問公司之運輸專業人士外，來自其他國家之運輸專業與研究人士也不少，讓我整個早上都沒有空下來的時間去看看別人的研究成果。其間，僅有短暫之片刻時間與鄰旁來自英國、荷蘭、及美國密西根大學之論文發表者交換了些對此次參展之心得。

結束自己之論文展示活動後，乃有較寬裕之時間選擇自己喜歡的場次，瞭解來自世界各國之運輸專業人員目前所關心之問題，聽聽解決運輸問題之新方向與作法，並且參觀展示攤位上所陳列之新書及新交通科技研發產品，甚且是學界與產業界之徵才海報。隨著地球暖化問題之浮現，今年度美國運輸年會中所討論之研究內容仍然少不了永續運輸及節能減碳議題，可明顯地發現世界各國在綠化與效能運輸上的努力，已從「提醒與呼籲」逐漸走向「行動與執行」。歷經兩天來回穿梭於大會安排會議行程之三家旅館間，雖然行色匆匆，卻也見到了許多來自世界各地之老朋友、老同學、及享譽國際之大師級學者，聽了許多新鮮有趣之研究課題與研究方法。

#### 肆、會議後之行程

本次美國運輸年會適逢美國總統歐巴馬之就職典禮，華盛頓地區官蓋雲集，來自世界各地之賀客與遊客相當可觀，國會山莊附近有大批安全人員進駐。雖然氣溫低至攝氏零下 10 度，但仍不減遊客之興致。會議期間特別抽空半天前往林肯紀念堂及附近之博物館逛逛，體會天寒地凍下華盛頓特區之情景。會議結束後，於元月十六日早上從巴爾第摩搭機前往舊金山，在舊金山停留之兩天中特別安排行程參觀仰慕已久之史丹佛大學，並保留一點空閒之時間再度遊覽舊金山。元月十九日零時十五分搭乘長榮班機離開舊金山，並於台北時間元月二十日清晨六點抵達桃園中正機場。

#### 伍、結語

雖然已多次參加美國運輸年會，但每年都讓我有新的收穫與學習。除了再度擁有一份新的會議論文集外，新課題之討論與新觀念之洗禮，都讓我深感獲益匪淺。長途的旅行雖然辛苦，但一星期來之旅行與會議我都一再地提醒自己要放輕鬆學習，以便讓回國後能有更多之體力與動力再度面對工作之挑戰。