

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

## 公車中移動型態之性別差異研究 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型  
計畫編號：NSC 96-2629-E-036-001-  
執行期間：96年11月01日至97年10月31日  
執行單位：大同大學工業設計學系

計畫主持人：董基良  
共同主持人：張開國  
計畫參與人員：此計畫無其他參與人員：

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 98年01月21日

公車中移動型態之性別差異研究

計畫類別： 個別型計畫  整合型計畫

計畫編號：NSC 96-2629-E-036-001

執行期間：96年11月1日至97年10月31日

計畫主持人：董基良

共同主持人：張開國

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告  完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

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：大同大學

中華民國 98 年 1 月 19 日

## 一、前言

每個人每天都要為進行各種的活動，而可能使用不同的交通工具，依據交通部所公布交通工具之駕駛者統計資料，可發現不同交通工具中，使用者的性別比例有差異。以駕駛者來看，自用小客車與機車的女性駕駛者均少於男性駕駛者。反觀旅客部份，大致上呈現女性乘客多於男性的相反趨勢，以台北捷運的性別比例差異最大。此資料顯示，市區大眾運輸的使用，女性較多，而私有運具(即自用小客車、機車)的駕駛者，則女性較少。由於人口結構特性及運輸工具使用者特性，大眾運輸系統及工具的設計，應反映年齡及性別差異。

惟目前交通工具的設計，都是以「平均標準化」為基準。例如：自用小客車駕駛艙空間的尺寸，基本上是在實驗室中以「一般中年男性」作為研發基準，而製成產品上市，至於乘客的空間設計，則在 2003 年的產品中，才出現考量不同性別、年齡、行動力之使用者的產品[1]。至於大眾運輸的使用，近年來由於全球人口高齡化的問題日趨顯著，公車、捷運等交通工具的可親近性(accessible)問題，開始獲得較以往更為普遍的注意，包括：上下階梯、乘車資訊等。但是公車內部設計，包括：扶手、座位、地板等，則較少有文獻探討。此外，男、女性間在生、心理能力(capability)上的差別，例如：女性的平均推(push)、拉(pull)、扭(twisting)、握(gripping)力明顯小於男性[2]，而認知及經歷恐懼的場所也不同[3]，也少有文獻觀測這些差異在行進的公車空間內，所產生的效果。

「通用設計」(Universal Design, UD)的觀念在 1990 年由美國北卡羅來納州立大學(North Carolina University)的 Ronald L. Mace 教授提出。Mace 教授以 7 項準則來定義 UD [4-5]：

1. 任何人均能公平使用(Equitable Use)。
2. 容許以各式各樣的方法使用(Flexibility in Use)。
3. 使用方法簡單且容易理解(Simple and

Intuitive Use)。

4. 可透過多種感覺器官理解訊息(Perceptible Information)。
5. 即使以錯誤的方法使用，也不會引起事故，並能回復原狀(Tolerance for Error)。
6. 儘量減輕使用者之身體的負擔(Low Physical effort)。
7. 確保容易使用的尺寸大小及空間(Size and Space for Approach and Use)。

除了美國以外，歐洲、日本等地區，受到人口高齡化的影響，接受 UD 觀念並落實於產業的作法，也越來越普及。例如：歐洲的「為所有人設計或包容設計」(Design for All / Inclusive Design)觀念，即類似 UD，英國標準組織(British Standards Institution, BSI)已頒訂 BS 7000-6 的國家標準，提供作為產業進行包容設計的依據[6]，希望能將排除在產品、產業、社會外的人口，降至最低。而日本的工業標準 JIS X 8341 則是一份在資訊領域的 UD 產品及服務的標準[7]。國際工業組織(International Standards Organization, ISO)並公布 ISO/IEC Guide 71，促使產品能由傳統以一般年輕人為主的設計，轉變成滿足更多人的設計(如圖 1)[8]。此顯示有越來越多的國家及組織，已開始嘗試將 UD 的準則，透過標準、規範，落實到實際的產品設計與生產中。

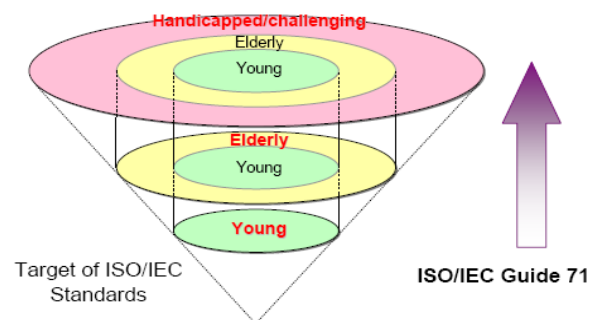


圖 1 ISO/IEC Guide 71 的概念 [8]

英國工程及物理科學研究協調會議(Engineering and Physical Sciences Research Council, EPSRC)的永續都市環境

(Sustainable Urban Environments, SUE)計畫中，在 2004 年開始支持「運輸系統中的可親近性及使用者需求(Accessibility and User Needs in Transport, AUNT)」的研究計畫，以包含設計(inclusive design)的作法，將設計、運輸及社會研究者，以及業者、終端使用者集結在一起，嘗試結合工程及社會科學，解決越來越多依據傳統社會模型而作的規劃設計，所衍生的女性、高齡者等外出的可及性與安全性問題[9]。豐田汽車公司應用 UD 的手法，重新思考其車輛的內外設計[1]。這些國外的研究與生產案例，均顯示在現有運輸設計中，以 UD 方法重新思考不同性別、年齡、能力等的使用者差異，可以公平地使更多人獲益。

綜上所述，利用 UD 追求所有人公平、彈性、安全、容易使用的設計方法，將設計、機械、運輸研究者以及營運者集結在一起，重新觀察不同性別之終端使用者，在日常生活活動內容、生理能力等差異下，公車內移動的動靜態尺寸、握持輔助支撐物、上下、進出等需求，瞭解不同性別的使用者，在上下公車及在公車運行過程中，所碰見的困難，並由 UD 角度發展觀念，改善現有設計，應是探討公車內移動的性別差異，以及提出對策的有效方法之一。

本研究的目的是，係在運用 UD 的方法，以不同性別的公車使用者為核心，結合設計、機械、運輸等工程及社會科學領域的知識及技術，利用攝影機蒐集乘客在公車車內移動型態的性別差異資料，包括：上下階梯、輔助支撐物的應用、進出座位等。然後，以影像分析技術進行評估，瞭解不同性別在車內的困難度，並提出改善建議。

## 二、文獻回顧

### 2.1 車隊性別差異與運輸的相關研究

Hamilton et al. [10]研究指出，在生命不同階段，女性的運輸需求有明顯差異，以往運輸相關的性別研究中，缺乏在混和的性別樣本(包含不同年齡、能力、親子關係等)下，

有系統地觀察女性、男性的需求及經驗，以比較分析性別差異。Mohammad [11]調查研究顯示，慣用右手及慣用左手的個體左、右手掌尺寸，存有顯著差異，而男性、女性的手掌尺寸間，也有差異。Anders af Wählberg 研究中指出，受訪者會先融合所有感官經驗，然後再依據問卷所問的部份加以區分，誠如 Obotne 及 Clarke 在 1973 年的研究指出，人在粹取及考量單一生理參數(如此研究中的車輛動態)時，有其困難性[12]。在荷蘭一項設計相關特性的大型調查計畫中，750 位女性、男性的年輕、高齡受調者資料顯示，隨年齡增加而力量損失的百分比，在女性、男性均類似，且任何年齡層，女性的平均推(pushing)、拉(pulling)、扭(twisting)、握(gripping)力皆明顯小於男性。此外，受調者中，女性明顯較男性身高為低、體重為輕，20-30 歲的年輕人，身高明顯較高齡者為高，體重雖然較輕，但差異不顯著[2]。

綜上所述，不同性別在身高、重量、手掌大小、力量、感知等生心理能力上的差異，可能會對設施的使用設計產生影響，而女性是公車的主要使用族群，現行上下階梯、車內置物空間、座位設計、扶手、下車鈴位置等，設計尺寸仍有待重新檢視及研究，欲有效進行運輸的性別研究，混合的性別樣本，為重要因素之一。

### 2.2 通用設計方法與運輸的相關研究

豐田汽車公司認為，通用設計(Universal Design, UD)是指所提供的一項服務，或所設計的一件物品或一處地點，能讓許多人容易地使用，而不受生理特性差異的影響，如：性別、年齡或能力喪失程度(disability)[1]。豐田汽車公司推動 UD 的發展方法為先設計 RAUM 雛型車，然後以隱藏式攝影機，紀錄使用者在使用雛型車時的對話，而設計者則透過分析錄影內容，觀察雛型車的效果以及設計正式車款的外觀及內部。

在歐美地區，也有與工業界結合的包容設計案例，如英國約克郡(Yorkshire)的

Optare 地區，為了改善社區服務車輛的功能，便先調查現在的移動服務狀況及社區未來的需求，透過與社區居民的不斷討論，而提出一種嶄新的社區服務巴士設計，可彈性調整的車內設計(圖 2)，以符合多種社區活動的需求，如：圖書館、資訊訓練、警消服務聯絡等[13]。



圖 2 二種不同的社區服務車輛內裝 [13]

英國的 Loughborough University 結合設計、機械、人類科學等領域，組成研發小組，建立 HADRIAN 資料庫及工作分析系統，作為包容設計的工具。該資料庫中經由實際量測，已有 100 個包含不同尺寸、能力(ability)的個體資料(如圖 3)，包括：生理、認知、情緒能力。目前已結合 AUNT-SUE 計畫，應用在分析個體面臨運輸相關任務時的處理能力，例如：車輛進出口、不平整地面、階梯、街道傢具、複雜行人環境等，同時，延伸應用在分析個體規劃運輸路線、閱讀運輸資訊等能力上 [14]。

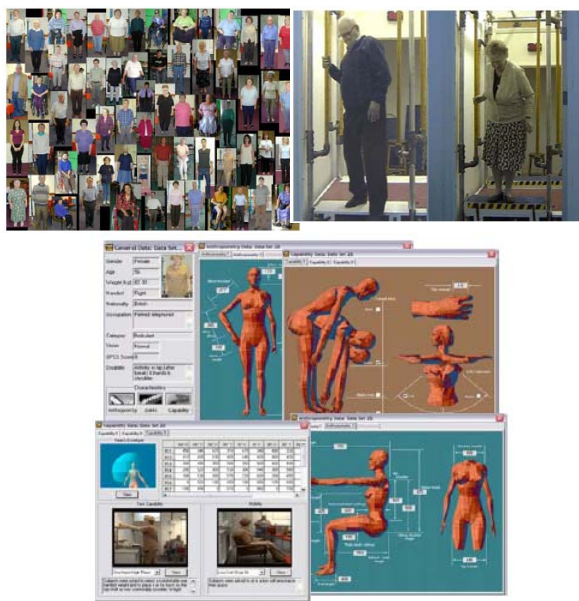


圖 3 HADRIAN 資料庫及工作分析系統

綜上所述，在運輸中的 UD 應用，常以攝影機、問卷等工具，來蒐集不同類別使用者的困難及實際需求，而受調者的多樣化圖文資料，則可用資料庫進行管理。此外，結合設計、運輸、機械等多種領域的研究者及產業界，將可建立較完整的 UD 資料與獲得較佳的 UD 實現度。

### 2.3 通用設計方法

Beecher et al. [15]利用 Story et al.在 1999-2001 年為通用設計中心(The Center for Universal Design)發展的消費性產品評估調查及產品的通用設計績效指標為基礎，以 60 個問題，進行 4 種產品的評估調查。並以 UD 的 7 項準則，發展出 11 項評分項目，目的在於建立消費性產品是否符合通用設計的調查工具。

綜上所述，感知(sensation)、認知(cognition)、活動(movement)等三項生理因素、使用者分類、7 項準則衍生的評估元素(或內容、指標等)，是 UD 方法中重要的內涵，研究者可透過矩陣方式來表達這些內涵，以針對不同任務、設備、產品等研究標的，評估標的在 UD 上的實現程度或達成度。

### 三、研究方法

本研究的研究方法如下：

1. 利用數位攝影機拍攝兩性乘客在公車內的移動，以及車內空間設計。

本研究參考 HADRIAN 建置方式，利用數位攝影機(如圖 4 所示)，於三重客運上(靜止狀態，如圖 5 所示)，拍攝記錄乘客在公車內的移動，以及車內空間設計情形。



圖 4 SonyHC3 數位攝影機





圖 5 三重客運

2. 以資料庫管理影像、訪談紀錄的圖文資料，供研究中的觀察及分析作業使用。

由於數位攝影機所記錄之乘客在公車內的移動情形，為連續動作之影像。為便於後續利用影像分析技術探討不同性別在車內作動的困難度，因此，本研究以美商國家儀器公司之 Labview 圖控軟體，配合 VISION 模組，撰寫單張數位影像輸出軟體，並以 Access 資料庫進行影像管理。輸出結果如圖 6 與圖 7 所示。

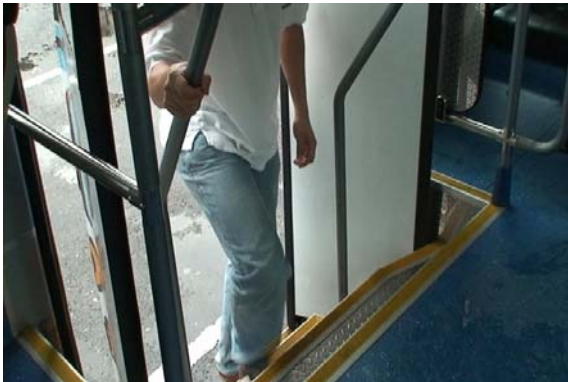


圖 6 單張女性乘客上車情形



圖 7 單張男性乘客按下車鈴情形

3. 利用影像分析技術進行評估，瞭解不同性別在車內的困難度，並提出改善建議。

為進一步探討不同性別在公車內移動操作之困難度，本研究利用前述所拍攝並輸出為單張之影像，以 3D SSPP 軟體進行動作分析，如圖 8 所示。探討國內公車內部設計對於男性與女性之影響。

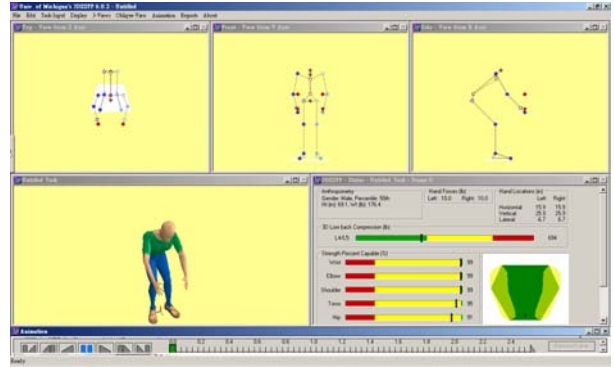


圖 8 動作分析軟體 3D SSPP

#### 四、結果與討論

圖 9 為身高 184 公分之男性站立於公車內，手握車內掛環之分析情形；圖 4.2 為身高 155 公分之女性站立於公車內，手握車內掛環之分析情形。由 3D SSPP 分析結果發現，在相同掛環高度之下，身高 184 公分之男性之豎立肌所承受之外力(左為 591N，右為 577N)較身高 155 公分之女性(左為 322N，右為 314N)大，顯示雖然身高較高之男性可較容易握住車內掛環，但其站立之姿勢卻造成其下背部肌肉受力較大。

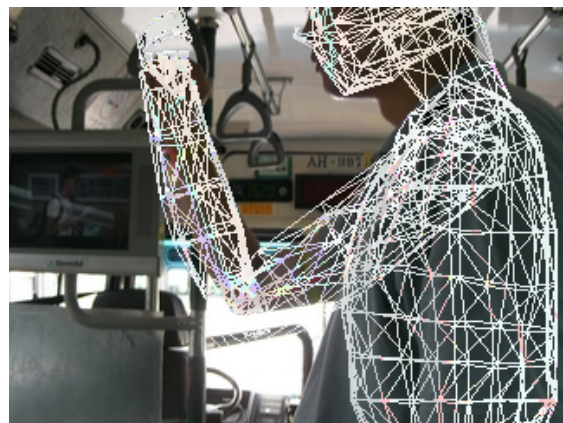


圖 9 身高 184 公分之男性手握車內掛環

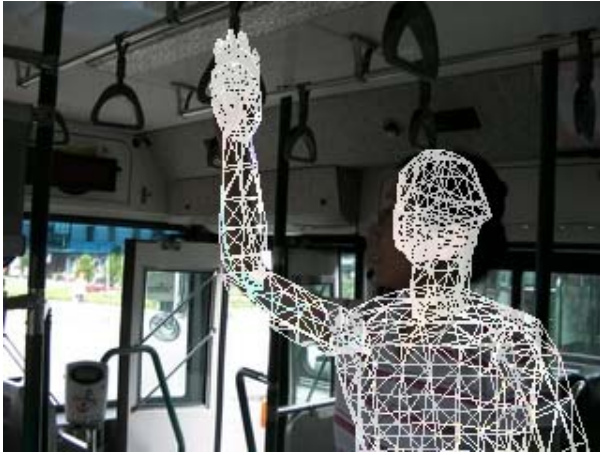


圖 10 身高 155 公分之女性手握車內掛環

## 五、結論與建議

### 5.1 結論

1. 本研究利用數位攝影機蒐集乘客在公車車內移動型態的性別差異資料，可有效縮短用路人在車內之行為之收集時間。
2. 本研究透過影像分析技術結合 3D SSPP 軟體進行動作分析，可提供未來公車內部設計之參考所需之實際數據參考。
3. 本研究以 3D SSPP 軟體進行手握車內掛環動作分析後發現，雖然身高較高之男性可較輕易握住掛環，但是其下背部所承受之力量，較身高較小之女性來得大。

### 5.2 建議

1. 本研究已於靜止之公車進行測試，建議未來可利用本研究之方法於行進中之公車上收集更多不同性別與年齡層資料。
2. 利用 3D SSPP 軟體進行動作分析，必須先手動調整 3D 人體模型，以符合照片中之動作，須花費大量時間取得動作歷程，建議未來應先朝如何縮短取得動作歷程之處理時間。

## 參考文獻

1. Kenji Misugi, Hitoshi Kanamori, Bunji Atsumi, 2004. Toyota's program for universal design in vehicle development - universal design for the Toyota "RAUM". In Conference Proceedings: Designing for the 21<sup>st</sup> Century III, An International Conference on Universal Design, Rio de Janeiro, Brazil.
2. Voorbij AIM, Steenbekkers LPA, 2001. The composition of a graph on the decline of total body strength with age abased on pushing, pulling, twisting and gripping force. Applied Ergonomics, 32, 287-292.
3. Pacione M, 2003. Urban environmental quality and human wellbeing – a social geographical perspective. Landscape and Urban Planning, 65, 12-20.
4. [http://www.design.ncsu.edu/cud/univ\\_design/princ\\_overview.htm](http://www.design.ncsu.edu/cud/univ_design/princ_overview.htm). (access 08/06/2006)
5. 中川聰，2006，通用設計的教科書(增訂版)，龍溪國際圖書有限公司。
6. Coleman R, Clarkson J, Keates S, 2004a. Inclusive design in practice: developing a new british standard. In Conference Proceedings: Designing for the 21st Century III, An International Conference on Universal Design, Rio de Janeiro, Brazil.
7. Kimitaka Kato, Akihiro Iwazaki, 2005. Fujitsu's activities for universal design. FUJITSU Sci. Tech. J., 41 (1), 3-9.
8. Kenji Kurakata, Ken Sagawa. 2006. Presentation on recent progress of accessibility-related activities in ISO/TC 159 to the September 2006 SWG-A meeting. ISO/IEC JTC 1 Special Working Group on Accessibility (SWG-A) Secretariat, ITI/INCITS.

9. Evans G, Azmin-Fouladi N, 2005a. Accessibility and user needs in transport design.  
<http://www.aunt-sue.info/publications.htm>  
1. (access 08/06/2006)
10. Hamilton K, Jenkins L, Hodgson F, Turner J, 2005. Promoting gender equality in transport. EOC Working Paper Series No. 34. Manchester, UK: Equal Opportunities Commission.
11. Mohammad YAA, 2005. Anthropometric characteristics of the hand based on laterality and sex among Jordanian. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 35, 747-754.
12. Af Wåhlberg AE, 2006. Short-term effects of training in economical driving: Passenger comfort and driver acceleration behavior. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 36, 151-163.
13. Myerson J, Gheerawo R, 2004. Inclusive design in practice: working with industry. In *Conference Proceedings: Designing for the 21st Century III. An International Conference on Universal Design*, Rio de Janeiro, Brazil.
14. Marshall r, Proter JM, Sims R, Gyi D, Case K, 2005. HADRIAN meets AUNT-SUE. In: *International Conference on Inclusive Design*. Royal College of Art, London, UK. 5-8 April 2005.
15. Beecher V, Paquet V, 2005. Survey instrument for the universal design of consumer products. *Applied Ergonomics*, 36, 363-372.