

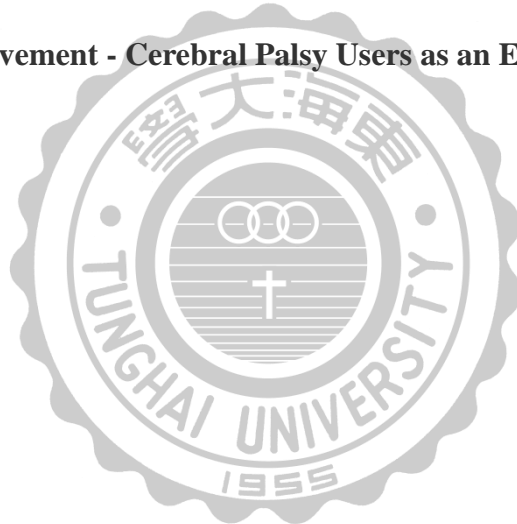
東 海 大 學

工業設計研究所碩士論文

應用品質機能展開法協助軌跡球產品之改良—以腦性麻痺使用者為例

Applying Quality Function Deployment Method to Assist the Trackball Input Device

Improvement - Cerebral Palsy Users as an Example



研 究 生：涂正琴

指 導 教 授：郭炳宏

中華民國一百零一年六月

碩士學位論文口試委員會審定書

工業設計研究所 涂正琴 君所提供之論文

應用品質機能展開法協助軌跡球產品之改良-以腦性麻痺使用者為例

經本委員會審定通過，特此證明。

論文口試委員會

委員：

劉世文
吳亭芳 柯維宇
王如松

指導教授：

王如松

中華民國 101 年 6 月 28 日

摘要

隨著科技與資訊的進步，輔具也從所謂的輔助器具到結合科技與資訊的電腦輔具。軌跡球是腦性麻痺者常用的輸入裝置，由於手部運作能力受限而無法選用滑鼠，改以軌跡球替代之。此類產品大多是由國外進口大軌跡球或採用一般軌跡球，國內並未針對身心障礙者所設計，大多憑藉臨床經驗來選用或改裝，若選用或改裝不當容易造成輔具的棄用甚至是二度傷害。有鑑於此，本研究以工業設計的角度來檢視腦性麻痺者對於軌跡球這類輔具之需求，並透過品質機能展開，目的是縮短輔具使用者與輔具提供者之間認知的差異，以提供輔具改裝者或研發人員參考。初步以文獻蒐集、參與觀察方式蒐集並界定腦性麻痺者在操作上的實際經驗確認問題點及使用者需求項目；再利用與專家的訪談法瞭解滑鼠業以及輔具中心的技術架構歸納品質要素、機能和機構三大工程技術的項目；最後透過品質機能展開法將使用者需求有系統地轉化成工程技術，歸納軌跡球的設計重點、機能重點、機構重點，進而提出瓶頸技術。期望藉由研究提出腦性麻痺者需求為導向的軌跡球之改良。

關鍵詞：軌跡球、電腦輔具、腦性麻痺者、品質機能展開法

Abstract

As the advanced of technology and information, assistive devices have become computer assistive devices which combine with technology and information. Trackball is one of the common input devices for cerebral palsy. Using trackball can improve the limited of their hand ability. Mostly the products are design with the big-trackball device from abroad, or just use the general trackball instead. However, in Taiwan, they are not specially design for disabilities. The mouse for disabilities is just the refit or selection from general one by the clinical experience. Once the clinical experts made the refit error, the trackball device will be useless or even harm the disabilities. Therefore, as an industrial design's study, this research analyze the trackball device from cerebral palsy's needs. Through Quality function deployment (QFD), the research method, can shorten the cognitive differences between the users and the device providers. So the device refit expert or designer can take the outcome as consulting reference. First, using Literature Reviews and participant observation to collect and define the practical experience of cerebral palsy in the operation to confirm the problem point and the needs. Then interview the experts to find the induction quality elements, functions and mechanism of the engineering from Resource Portal of Assistive Technology. Finally, the result of this research is transforming the users' needs systematically into engineering to Assist the Trackball Input Device Improvement. Summed up the trackball design focus, functional focus, mechanism focus, and finally put forward the bottleneck technique.

Keywords: Trackball, Computer Access, Cerebral Palsy and Quality Function Deployment(QFD)

誌謝

回想起研究的前期找題目時的徬徨以及時間的流失總是令我夜半驚醒，好像是沒多久前的事。如今研究生涯即將告一段落，好似作夢般！一路走來憑著自己的力量是無法完成，是靠所有人的幫助才能夠完成這本論文。過程中熱心給予建議和鼓勵的人士和社福單位也不少，感謝長庚醫院復健中心張瑞坤老師的熱心協助與轉介，分享臨床經驗談。感謝同舟發展中心、高雄市腦性麻痺協會、台南市腦性麻痺之友協會、臺中市腦性麻痺關懷協會等社福單位的協助。當我遇到撞牆期時也幸好有昆盈滑鼠的侯 Sir 和陳工程師，感謝您們在繁忙的工作中還願意伸出援手，提供我許多滑鼠方面的專業知識，讓我突破撞牆期。感謝第一輔具資源中心的江張武雄與陳皇仁老師的熱心協助、不吝給予專業的指導，讓我懷著滿滿的力量向前。感謝填寫問卷的受測者以及協助發放問卷的各單位願意停下手邊工作、耐心傾聽我解說問卷內容，還有您們的打氣與祝福是我持續下去的力量！感謝東海工設這個大家庭。感謝組內的學弟妹，口試當天多虧你們的幫忙讓口試順利落幕，幸好有你們的陪伴、讓研究室歡笑聲不斷。感謝謝組、王組的每個人對我的照顧。感謝系辦穎動姊、解姊替我們默默打理一切，作為我們的後盾。感謝同期畢業的夥伴，過去為了拚畢業而熬夜的無數夜晚幸虧有你們的陪伴、打氣，能跟你們一起畢業真好！感謝蕭世文教授、吳亭芳教授、柯耀宗教授給予論文上的指導，最要感謝指導老師郭炳宏教授長久以來的教導，培養學生在學術以及設計方面的能力。最後，感謝家人的支持，讓我無後顧之憂的往自己的理想邁進！將此論文獻給我最親愛的朋友家人！

涂正琴 謹誌於

東海大學工業設計研究所

中華民國一百零一年八月

目錄

摘要.....	I
ABSTRACT.....	II
誌謝.....	III
目錄.....	IV
圖目錄.....	VII
表目錄.....	IX
第一章 緒論	1
1-1 研究背景	1
1-2 研究動機	2
1-3 研究目的	4
1-4 研究範圍與限制	6
第二章 文獻探討	7
2-1 腦性麻痺的科技輔具使用者	7
2-1-1 腦性麻痺者的身心特性	7
2-1-2 電腦輔具的分類	11
2-1-3 電腦操作的限制	13
2-2 軌跡球的現況與應用	15
2-2-1 軌跡球的應用	15
2-2-2 軌跡球設計的建議	17
2-2-3 輔具現況與問題點	17
2-2-4 輔具相關論文	18

2-3 輔具提供現況與探討	19
2-3-1 輔助科技服務	19
2-3-2 輔助科技系統相關理論	19
2-3-3 輔助科技設計理論	21
2-3-4 輔助科技結果評估工具	21
2-4 品質機能展開法	22
2-4-1 品質機能展開法之定義	22
2-4-2 品質機能展開的程序與階段	22
第三章 研究方法	25
3-1 研究架構	25
3-2 研究方法	27
3-2-1 參與觀察法	27
3-2-2 訪談法	29
3-2-3 品質機能展開之輔助方法	31
3-2-4 品質機能展開法	36
3-3 研究與抽樣對象	42
3-3-1 使用者部分	42
3-3-2 專家部分	43
第四章 研究結果與討論	44
4-1 使用者端原始資料之收集	44
4-1-1 參與觀察法	45
4-1-2 專家訪談法	53
4-1-3 品質要求之轉換	54

4-2 品質展開	57
4-2-1 要求品質項目的展開	57
4-2-2 要求品質重要度的計算	62
4-2-3 品質企劃的設定	73
4-2-4 品質要素項目的展開	74
4-2-5 品質展開	77
4-2-6 設計品質	79
4-3 機能展開	81
4-4 機構展開	86
4-5 瓶頸技術的篩選	91
4-6 本章結論	94
第五章 結論與建議	96
5-1 研究成果	96
5-2 研究貢獻	98
5-3 後續研究建議	99
參考文獻	100
附件	107
附件一、口試委員建議與修改記錄	107
附件二、重要度調查之使用者問卷	110
附件三、需求權重調查之專家問卷	112
附件四、品質機能展開專家評估	116
附件五、「訪談」與「需求權重調查之專家問卷」名單	121
附件六、作者簡歷	122

圖目錄

圖 1-1 輔具提供模式	3
圖 1-2 研究流程圖	5
圖 2-1 肢體障礙者特性	8
圖 2-2 肢體障礙者專用軌跡球	16
圖 2-3 輔具提供的認知落差	18
圖 2-4 品質屋基本架構圖	23
圖 3-1 研究架構圖	26
圖 3-2 參與觀察法流程圖	29
圖 3-3 訪談法的步驟	31
圖 3-4 層級分析法基本層級架構	33
圖 3-5 品質展開圖	39
圖 3-6 品質機能展開之流程	42
圖 4-1 原始資料轉換至要求品質之流程圖	45
圖 4-2 樣本 A1 的觀察情形	47
圖 4-3 樣本 B1 的觀察情形	48
圖 4-4 樣本 B2 的觀察情形	49
圖 4-5 樣本 C1 的實際情形	50
圖 4-6 要求品質標籤圖	58
圖 4-7 要求品質以 KJ 法組群	59
圖 4-8 要求品質分群圖	60
圖 4-9 重要度的計算方式	62
圖 4-10 第一部分之層級結構圖	64
圖 4-11 第二部分之層級結構圖	65

圖 4-12 第二部分相對權重計算圖	67
圖 4-13 第三部分之層級結構圖	67
圖 4-14 第三部分相對權重計算圖	71
圖 4-15 品質要素標籤圖	75
圖 4-16 品質要素權重計算說明圖	77
圖 4-17 品質要素項目的相對權重排序	79
圖 4-18 機能項目的相對權重排序	84
圖 4-19 機構項目的相對權重排序	89



表目錄

表 2-1 腦性麻痺者以肌肉受損形式分類	10
表 3-1 隨機指標表	34
表 3-2 層級分析法評估尺度意義及說明	35
表 4-1 受訪者編號	46
表 4-2 腦性麻痺受訪者基本資料	46
表 4-3 使用者需求之觀察與訪談摘要	51
表 4-4 專家訪談之內容摘要	53
表 4-5 使用者要求項目表	54
表 4-6 原始資料轉換表	55
表 4-7 要求項目轉換要求品質表	55
表 4-8 要求品質展開表	61
表 4-9 要求品質重要度分析表	63
表 4-10 要求品質構面之成對比較矩陣	65
表 4-11 要求品質構面之優先順序	65
表 4-12 使用方面次構面之成對比較矩陣與優先順序	65
表 4-13 機能方面次構面之成對比較矩陣與優先順序	66
表 4-14 耐用方面次構面之成對比較矩陣與優先順序	66
表 4-15 感官方面次構面之成對比較矩陣與優先順序	66
表 4-16 操控便利性項目之成對比較矩陣	68
表 4-17 操控便利性項目之優先順序	68
表 4-18 適用性項目之成對比較矩陣	68
表 4-19 適用性項目之優先順序	68
表 4-20 功能性項目之成對比較矩陣	68

表 4-21 功能性項目之優先順序	69
表 4-22 彈性使用項目之成對比較矩陣	69
表 4-23 彈性使用項目之優先順序	69
表 4-24 維修保養項目之成對比較矩陣	69
表 4-25 維修保養項目之優先順序	69
表 4-26 不易損壞項目之成對比較矩陣	69
表 4-27 不易損壞項目之優先順序	70
表 4-28 舒適度項目之成對比較矩陣	70
表 4-29 舒適度項目之優先順序	70
表 4-30 外觀性項目之成對比較矩陣	70
表 4-31 外觀性項目之優先順序	70
表 4-32 要求品質相對權重分析表	72
表 4-33 品質企劃表	73
表 4-34 專家訪談表	74
表 4-35 品質要素展開圖	76
表 4-36 建立要求品質×品質要素品質屋與計算品質要素的重要度	78
表 4-37 品質要素權重的量化結果	80
表 4-38 機能展開表	82
表 4-39 建立要求品質×機能品質屋與計算機能的重要度	83
表 4-40 機能權重的量化結果	85
表 4-41 機構展開表	87
表 4-42 建立機能×機構品質屋與計算機構的重要度	88
表 4-43 機構量化結果	90
表 4-44 建立品質要素×機構品質屋與計算機構的重要度	92
表 4-45 品質要素與機構之展開量化	93

表 5- 1 工程技術拆解後各項目之重要度排序98



第一章 緒論

1-1 研究背景

輔具對於身心障礙者來說，好比是身體的延伸，可以不假他人之手達到生活自立的目標，滿足身心障礙者在就醫、就養、就學、就業的需求，是生活中不可或缺的一環；內政部自 2002 年起陸續在各縣市地方成立輔具資源中心，截至 2006 年底各縣市均至少有一家輔具資源中心，直到 2011 年底全台灣共有 24 家輔具資源中心，提供租借、維修與評估等業務，以避免身心障礙者在輔具的使用上造成二度傷害以及有效利用社會資源，由此可見輔具對於身心障礙者的重要性以及政府對於提供輔具這一方面的重視。

隨著科技與資訊的進步，輔具也從所謂的一般的輔助器具擴大到結合科技與資訊的電腦輔具，讓身心障礙者也可透過輔具的協助，調整個人在生理上的限制及減緩心理上的壓力，與正常人一樣有相同權益、享受科技帶來的便利；但輔具的選擇須經審慎評估，確定符合使用者之需求，避免成輔具資源的閒置與浪費。根據內政部統計，至 100 年底按照障礙類別分類，以肢體障礙者 38 萬 7,369 人占最多，佔身心障礙者人口的 35.99% (內政部統計處，2011)。回顧過去文獻可發現在評估電腦點選設備操作表現時經常是以肢體障礙者為研究對象 (張芸婷，2010)。

根據內政部民國 94 年的統計，台灣地區 17 歲以下的人口約每 100 人當中就有 1 人出現肢體或身心功能的障礙，其中以腦性麻痺佔兒童殘障的最多數 (內政部，2005)。根據民國 82、83、84 年彰化仁愛學校的統計結果顯示，七歲以下幼童肢體障礙出現次數最高的為腦性麻痺與小兒麻痺兩者 (朱經明，1997) 而由於小兒麻痺疫苗接種成功，已逐漸消失因此肢體障礙研究則為腦性麻痺為主 (周家治，2007)。張芸婷 (2010) 回顧國內近幾年研究指出腦性麻痺學生常使用滑鼠、

軌跡球及結合單鍵開關為設備。由於肢體障礙者往往缺乏手部動作控制的能力來操作傳統的電腦輸入設備如滑鼠(吳亭芳, 2002)。腦性麻痺者的抓握能力不佳, 因為軌跡球這類特殊輔具的獨特設計以及左右鍵的獨立配置, 且控制游標的方式是以滾動大且重的球代替手抓握滑鼠的動作, 使其容易定格在一點上且軌跡球的設計讓使用者可以不用將手掌貼在滑鼠上; 又將左鍵、右鍵分開, 使得身心障礙者在使用時, 得以分開的動作來處理。還可以使用單一的手指來控制軌跡球, 比起一般的滑鼠而言, 軌跡球是相對比較容易使用的(研考會, 2003)。

軌跡球大多由國外進口, 國內並未針對身心障礙者設計, 容易造成輔具的棄用。財團法人科技輔具基金會董事長楊國屏表示, 我國雖然是生產電腦週邊設備第一大國, 但因業者普遍缺乏對身心障礙者的人文關懷, 很少有人投入相關輔具的研發。輔具製作是一門跨領域的學問, 必須結合軟硬體工程師、復健醫師、職能治療師、物理治療師、語言治療師、心理諮商特教老師等, 從各面向去考慮身心障礙者的需要, 避免造成二度傷害。

1-2 研究動機

對於一般電腦使用者而言, 電腦輸入裝置選擇滑鼠便能游刃有餘地執行工作任務, 滑鼠的操作是以使用者手腕作為支點並結合前臂、上臂及手指等複雜動作所組成; 同時, 也需要良好的手眼協調能力來操作與使用, 腦性麻痺者因生理限制與手部控制能力欠佳, 無法使用一般的輸入裝置(Man & Wong, 2007), 須藉助特殊輸入裝置替代而需要其他替代性的指標器, 如軌跡球(李旻芳、陳明聰, 2009)。以腦性麻痺的電腦使用者而言, 對於手部運動能力受限及手部運動不協調, 可用軌跡球來取代滑鼠, 讓手指功能不彰導致無法按壓, 但手腕控制能力尚可的障礙者使用, 且使用軌跡球移動游標時, 可減少手部持續緊握滑鼠及拖曳的頻率(Nochajski, 1995), 達到基本操作的門檻。瞭解肢體障礙者的需求是必要的, 進而提供適切的輔具, 將有助於發揮潛在能力與績效。

有鑒於此，本研究欲探討腦性麻痺使用者在操作軌跡球的實際情形以及問題點，了解該族群的需求、改善後所提出的設計原則之建議以提供實務界、研發單位作為參考，以提供身心障礙者適切的輔具。檢閱國內近年相關電腦點選設備操作之研究，多將焦點放在比較設備間的操作表現與使用輔具的經驗，少從使用者需求的角切入(張芸婷，2010)。類似的研究不多，值得探討。

目前已有廠商或機構代理或自製各種電腦作業的輔助器具，但是市售之輔具是否能符合肢體障礙者的需求，仍然欠缺專業完整的評估資訊(紀佳芬等，2002)。以就業輔具的提供為例，陳妙玟(2000)研究中提到目前的就業輔導員及社工對輔具的專業知識普遍不足，評估後將身心障礙者的需求傳達給輔具研發中心進行研發或改裝時，造成所提供之輔具與使用者的期望有所落差，而他們卻是最直接幫助身心障礙者就業的人，間接影響輔具的研發及設計應用，參考圖 1-1。而替代性點選設備種類繁多，輔具評估者僅能憑藉個人臨床工作經驗與不斷試誤來判定個案適合的替代性點選設備，費時又費力。有鑒於此，本研究旨在透過工業設計的角度，提供腦性麻痺者適切的輸入裝置設計建議。



圖 1-1 輔具提供模式

資料來源：整理自陳妙玟(2000)

1-3 研究目的

目前國內針對腦性麻痺者使用軌跡球方面的論文缺乏相關深入的研究，更缺乏專業設計與臨床評估等考量，因此研究的目的在於了解腦性麻痺者使用軌跡球之現況，透過參與觀察及專家訪談等方式，從腦性麻痺者角度重新檢視軌跡球在使用過程中使用者所遭遇的困境與問題點，從工業設計的角度，就由品質機能展開法的過程將使用者的需求轉換至輔具產品的工程技術之中，本研究目的分別說明如下：

1. 瞭解腦性麻痺使用者操作軌跡球時的實際情形，對應操作上的問題點並歸納出使用者需求。
2. 透過工業設計的角度拆解工程技術上的項目，建立以腦性麻痺者需求為導向之產品，導出設計品質與瓶頸技術以供相關研究參考。
3. 運用品質機能展開法，將使用者需求轉換於軌跡球的改良，以減低使用者與輔具設計者間的認知落差。

首先，為了探討取得腦性麻痺使用者的需求，研究以參與式觀察的方式，來取得使用者原始心聲、了解使用者需求和目前軌跡球的使用問題；第二，為了探討品質要素與特性、機能與機構等工程技術的需求，透過文獻蒐集以及專家訪談等研究方法來取得項目，作為各需求項目的展開表；最後，進入品質機能展開的流程，經由品質展開、機能展開和機構展開，透過權重的計算，找出權重高的技術需求項目，以得到設計品質與關鍵的瓶頸技術，最後針對軌跡球的設計參數提出建議與設計方針，參考圖1-2。

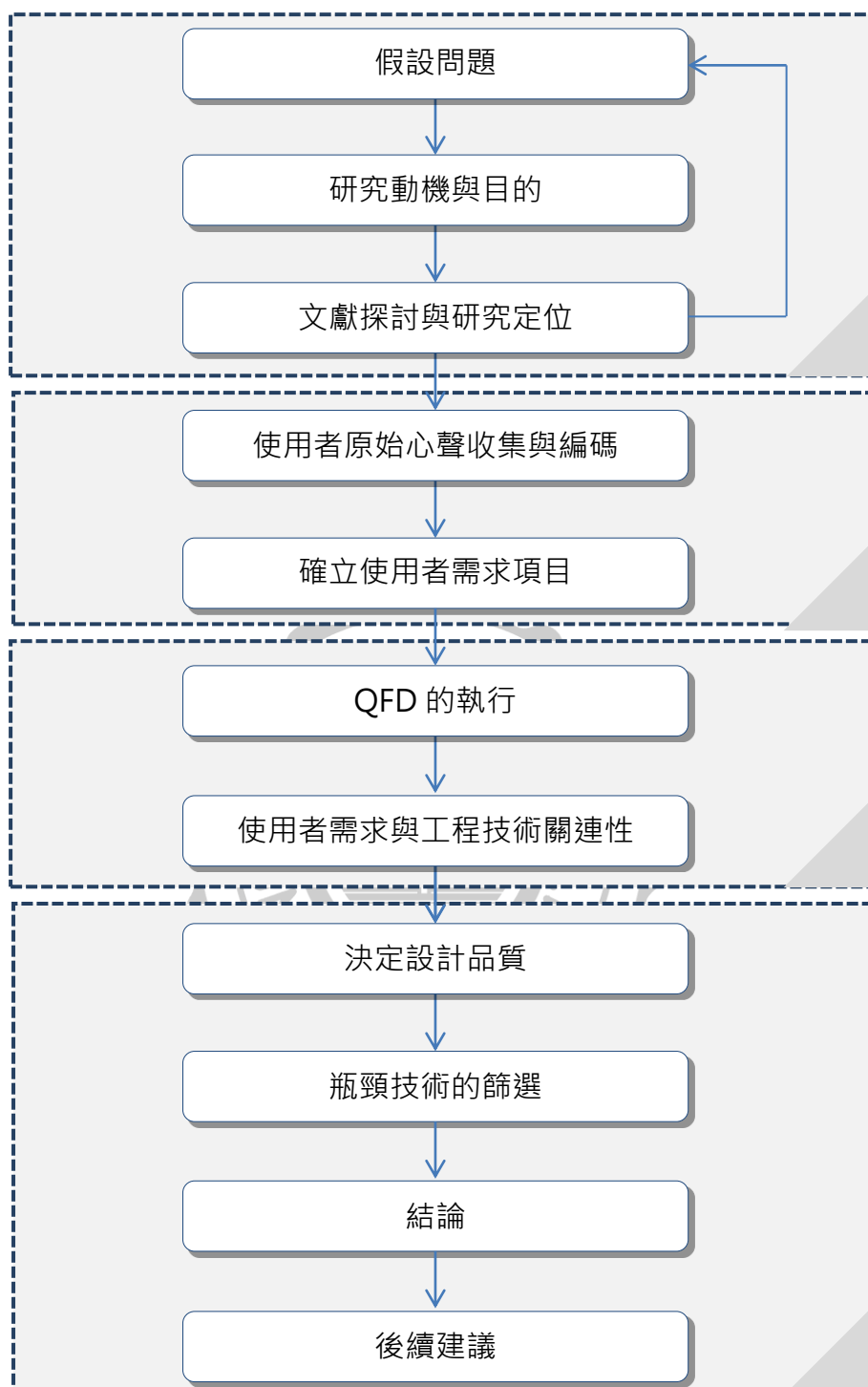


圖 1-2 研究流程圖

1-4 研究範圍與限制

本研究提到的軌跡球乃指電腦點選設備，定義為生活或工作上的所需配備的任何產品、設施，無論是現成的商品或經過改造的產物，其目的是用來提升身心障礙者之工作能力，皆可稱之(陳妙玟，2000)。透過文獻探討歸類軌跡球之使用者多為肢體障礙者或握持力不佳使用族群。由於不同使用族群對於電腦輔具的需求會有所不同，本研究選擇以腦性麻痺者為研究對象，以輔具項目當中最常見的軌跡球輸入裝置作為改善的產品，進行探討產品的設計與評估。



第二章 文獻探討

本章節針對**腦性麻痺使用者適用的軌跡球**作為研究問題，從使用者的需求為主，根據先前研究的結果或發現、文獻的蒐集與整理，定義腦性麻痺使用者的生心理特性、類型以及操作上的限制；就軌跡球方面，針對技術架構、品質機能方法來探討轉化的手法。以工業設計的角度與思維，整合使用者的需求與產品的工程技術，並透過品質機能方法的探討，作為未來輔具研發的建議。本章節針對「腦性麻痺者特性與電腦使用之限制」、「軌跡球的現況與應用」、「品質機能展開法」這三大方向進行文獻的搜集與整理。

2-1 腦性麻痺的科技輔具使用者

2-1-1 腦性麻痺者的身心特性

在肢體障礙(persons with physical disabilities)依據「身心障礙者保護法」，肢體障礙係指「由於發育遲緩、中樞或周圍神經系統發生病變、外傷或其他先天或後天性骨骼肌肉系統之缺損或疾病，而形成肢體障礙致使自立生活困難者。」肢體障礙的類別包括腦性麻痺、脊髓損傷、肌肉萎縮症、運動神經元疾患、成骨不全、骨髓炎或截肢等。身心障礙者可分為包含肢體障礙、聽覺障礙、心智障礙、視覺障礙、慢性精神病患、腦性麻痺等六大類別的身心障礙者，以肢體障礙者所占比重最高（內政部，2008）。

其中肢體障礙是指四肢或軀幹，有缺陷而失去正常的運動機能，在實際生活中發生困難。由於四肢和軀幹是各種動作的主要部位，一旦肢體傷殘，便會立即而明顯的造成生活上的不方便，參考圖 2-1。

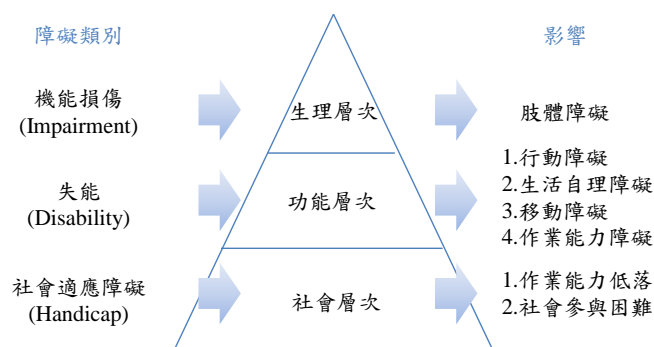


圖 2-1 肢體障礙者特性

◎針對生理的探討

腦性麻痺(Cerebral palsy, 英文簡稱 CP)是肢體障礙的一類，意指大腦在尚未成熟階段就已經受到傷害，所引起的動作控制的障礙是主要的症狀；也會影響控制動作以外的其他腦部區域，常伴隨的有語言、學習困難、情緒問題、視力、聽力、心理等障礙，或智能不足、知覺異常、行為異常、癲癇等現象，屬於非傳染性疾病造成的多重性殘障(腦性麻痺兒童家長手冊，1999)。特別是動作和語言方面的障礙程度較為常見，造成溝通和學習的困難，導致有些正常智力的腦性麻痺者常被誤為智能不足者。

腦性麻痺發生的原因可以分成先天或後天。以先天來說，在懷孕期間受到德國麻疹、帶狀皰疹等病毒感染，以及孕婦本身有不可控制之糖尿病、高血壓、RH 因子等；或是生產過程中因難產、缺氧、窒息、產鉗或真空吸取造成的傷害，或是早產、胎盤早期剝離、黃疸過高，侵犯了腦部組織，造成腦部神經受損；後天像是腦炎、腦膜炎等腦部的感染，或是頭部外傷、高燒所引起的腦缺氧。最主要是因為嬰兒生產前後，大腦缺氧或外傷造成皮質受傷，以致損壞運動神經，造成協調困難，根據調查報告，腦性麻痺的出生率為千分之二至千分之六，換言之，一千個新生兒中，就有二至六個是腦性麻痺的孩子。根據世界衛生組織的估計，腦性麻痺的發生率約為千分之二(Steel S., 1985)。但其中一半以上的腦性麻痺孩童是智力正常的，他們仍具有學習的潛能，只是動作上受限制而已。

目前針對腦性麻痺常使用的分類，為 1956 年米尼爾(Minear, M.L.)所提出，他根據神經肌肉受損型式、部位及功能障礙的程度作了如下的分類：

1. 以神經肌肉受損型式分類：(1)痙攣型(spasticity)；(2)徐動型(athetosis)；(3)協調統合不良型(ataxia)；(4)低張型(tonia)；(5)顫抖型(tremor)；(6)僵直型(rigidity)；(7)混合型(mixed)。
2. 以神經肌肉受損部位分類：(1)單肢麻痺(monoplegia)；(2)下肢麻痺(paraplegia)；(3)半身麻痺(hemiplegia)；(4)三肢麻痺(triplegia)；(5)雙邊麻痺(diplegia)；(6)四肢麻痺(quadriplegia)。
3. 以功能障礙的程度分類：(1)輕度(mild)：不需輔助器材，即可獨立步行，且可獨立進行生活中的一切活動；(2)中度(moderate)：需經治療與輔助用具，日常生活才有可能獨立；(3)重度(severe)：即使經過治療，也很少能獨立生活，需仰賴他人幫助。

由於腦性麻痺分類繁多，本研究以常見的神經肌肉受損型式分類方式作為介紹並作為後續參與觀察樣本之依據，分類如下：

痙攣型為大腦皮質運動中樞受損，約佔所有腦性麻痺的 50%至 70%，是腦麻兒中最常見的一種。其特徵為肌肉張力過高，肌僵硬而呈現緊縮的狀態，且肌肉保持在不正常的狀態，導致動作僵硬不平順，站立時常因肌肉張力過高而使腳尖無法著地，行走時膝蓋常僵直無法彎曲。常會因動作的僵硬而無法控制手部肌肉，控制滑鼠時顯得動作較為遲緩與笨拙。

徐動型約佔腦性麻痺的 25%，常見的原因為核黃疸沈積於基底核或出生時缺氧所致，在 23 歲時會慢慢發展出不自主動作。其特徵為肌肉張力忽高忽低，動作不協調，手腳及臉部會有不自主的扭動。動作快而猛，常被誤為有攻擊性；頭頸控制困難，且臉部常出現怪異表情；口腔功能控制困難，常流口水或造成餵食上的困難；發聲和說話也常有問題；姿勢維持困難，雙手無法協調且平衡反應很

差。常因動作不自主的扭動而無法按到想要按的按鍵或一次誤按數個按鍵。

協調統合不良型約佔 10%，形成原因可能與小腦損傷有關。其特徵為全身的肌肉協調作用以及平衡動作有缺陷，對於空間的方向感、立體感認知發生障礙。上肢在動作時常有顫抖的現象，導致精細動作的不良，在輸入時會有按鍵對不準的困擾。

低張型肌肉張力太低，其動作特徵是肌力弱，無法作出抵抗重力的動作與姿勢。

混合型則可能同時出現不同類型的症狀，例如痙攣型混和徐動型、痙攣型混和顫震型、低張型混和顫震型。關於以上五種分類可參考表 2-1。

表 2-1 腦性麻痺者以肌肉受損形式分類

類型	痙攣型	徐動型	協調統合不良型	低張型	混合型
腦部受傷區域	皮質運動中樞	基底核	小腦	不明	不明
成因	腦部出血、外傷、早產	腦部缺氧、黃疸	與異常小腦發展相關性高	不明	不明
特徵	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 肌肉張力過高 ➢ 肌肉保持在緊縮的狀態 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 肌肉張力忽高忽低 ➢ 肌肉不自主動作 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 肌肉協調作用不良 ➢ 平衡動作有缺陷 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 肌肉張力低 ➢ 無法作出抵抗重力的動作 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 痙攣型混和徐動型 ➢ 痙攣型混和顫震型 ➢ 低張型混和顫震型

資料來源：整理自莊于瑾(2009)

◎針對心理的探討

由於腦性麻痺除了運動障礙的問題外，還伴隨其他相關缺陷，往往因大眾不了解他們，有時甚至容易否定他們的能力或因為動作受限而造成行為困難的情況變成親友責怪的理由，影響了他們的心理而產生了自卑感、缺乏自信心。痙攣型

的腦性麻痺孩童，比較有內向、畏縮、緊張的傾向；徐動型的腦性麻痺孩童，比較外向，不懼怕、脾氣是以爆發的型式出現，但很快就忘掉，非常渴望別人的關愛作伴，以上是針對腦性麻痺者心理類型的介紹。

2-1-2 電腦輔具的分類

根據美國「失能者科技相關輔助法案」的定義，輔助器具(Assistive device)是指「可用來增加、維持或促進失能者功能之經商業銷售或經過改裝的任何物件、裝置、配件或產品系統。」國內學者張瑞昆(2000)指任何產品、零件、設施，無論是現成的商品或須經過改造、特殊設計下之產物，其目的在於提升、維持或增強身心障礙者之能力。

根據內政部多功能輔具資源整合推廣中心所提出的國內輔具分類系統，乃依據各輔具的執行的「主要工作任務功能」來歸類，涵蓋個人身體結構與功能的需求，也較為貼切，有別於傳統依照身心障礙類別狹義分類的模式。分類系統共有11類：(1)個人醫療輔具：為用來改善、監督或維持個人醫療狀態的輔具，但不包含必須僅為健康醫療專業人員才能使用之醫療器材；(2)技能訓練輔具：為用來改善個案身體、心理和社交能力的輔具。值得注意的是，部分輔具之主要使用功能並不適用於訓練，故雖然這些輔具也可以在部分時候被當成訓練用輔具，但其分類應該以該類輔具原始的主要工作任務功能來歸類；(3)矯具與義具：矯具或矯具裝置為體外使用之輔助裝置，用於矯正神經肌肉與骨骼系統之構造及功能特性；義具或義具裝置為體外使用之裝置，用來替代部分或全部缺失或缺損的身體部位。包括有身體驅動和外力驅動之外部矯具、義具、美觀義具及矯正鞋；但不包括體內義具；(4)個人照顧與保護輔具：為用於穿脫衣物、身體保護、個人衛生、氣切術後照護、造口術後照護、大小便失禁照護、量測身體與生理狀態和性活動等之輔具；(5)個人行動輔具：為個人所使用並達成行動目的之輔具；(6)居家輔具：為各類居家活動所使用的輔具；(7)住家及其他場所之傢俱與改造組

件：為用於住家、工作場所及教育場所等之可供休息或工作之傢俱(包含有或無腳輪的)，以及用於傢俱和輔具的配件(附加裝置)與環境改造的固定物；(8)溝通與資訊輔具：為用於幫助個人接收、傳遞、產生或處理各種形式資訊的輔具，包含有視覺、聽覺、閱讀、書寫、使用電話、提供警示或信號輔具以及各種資訊科技；(9)物品與裝置處理輔具：為用於協助使用物品與裝置的輔具；(10)環境改善及工具及機器之輔具與設備：用於避免個人受有害環境影響的非個人單獨使用之改善環境輔具及用於協助使用工具及機器之輔具與設備；(11)休閒輔具：為用於從事遊戲、興趣活動、運動和其他休閒活動的輔具。

而電腦輔具(computer access)屬於溝通與資訊輔具的一種。Cook 和 Hussy(2002)建議在評估個案的電腦輔具需求時，可蒐集的資料有幾個方向：(1)個案的疾病診斷、功能障礙的範圍與其潛能；(2)個案與其家庭所需與期望的輔具為何；(3)在個案使用輔具做特定的活動表現時，會遇到何種困難，而這些問題如何解決；(4)個案所處的環境中需要何種科技輔具；(5)個案需求的優先順序，極其工作與休閒的需求，是否可藉由提供科技輔具來解決，經過與個案作開放性的溝通後，定義出清楚的目標(吳亭芳，2002)。電腦輔具可以分成替代性輸入介面、電腦處理協助工具，和替代性輸出介面三種(Cook & Hussy, 2002)，如下：

- (1) 替代性輸入介面(Alternative inputs)：包含替代性滑鼠或鍵盤介面、協助工具，和加強控制設備等。
- (2) 電腦處理協助工具(Processing aids)：包括有文字預測程式和結構寫作程式等。
- (3) 替代性輸出介面(Alternative outputs)：包含有放大鏡、反轉色彩、高反差、點字輸出、語音合成、螢幕閱讀器，和盲用螢幕等。

針對電腦類輔具設備配置的調整順序為先提供「加強控制設備」，如手臂支撐架，再針對「標準鍵盤與標準滑鼠進行適度的調整」或使用「替代性鍵盤」，

如風火輪、軌跡球，最後才是不考慮使用手部控制輸入介面而使用「其他特殊輸入設備」，如頭控滑鼠(Alliance for Technology Access, 2000；吳亭芳，2000)。

2-1-3 電腦操作的限制

傳統的電腦輸入設備，如鍵盤與滑鼠，需要良好的手眼協調能力來操作與使用；以滑鼠來說，操作對於正常人來說或許沒有因難，但對於身心障礙者而言因為手部動作控制欠佳，無法使用一般的電腦設備，例如中重度腦性麻痺者對於滑鼠的操作將倍感因難，甚至於根本無法使用，限制如下：

1. 對於操作滑鼠**移動**功能有問題的個案：建議先透過微軟視窗作業系統之控制台/滑鼠的設定功能，針對使用標準滑鼠的設定進行調整，例如對於手眼協調不佳的個案，建議將滑鼠指標的速度調慢，以減緩滑鼠指標到目標物的位移速度，可以方便個案容易找到指標點選。其他需要使用替代性滑鼠的個案，目前市面有下列幾種替代性滑鼠種類可供選擇，如軌跡球、搖桿滑鼠、風火輪、按鍵滑鼠、鍵盤數字鍵代替滑鼠、多鍵開關滑鼠。
2. 對於操作滑鼠**點選**功能有問題的個案：建議在微軟視窗作業系統之控制台/滑鼠的設定中，調整雙擊反應時間、將雙擊改為單擊或利用外接特殊開關滑鼠。另外也可以利用微軟視窗作業系統之控制台調整游標或圖示的大小，讓個案更容易點選目標物。調整的重點有：(1)左右點選鍵功能互換：適用於慣用左手或因腦傷造成右手動作不良的使用者，可以利用微軟視窗作業系統之控制台/滑鼠的設定，將滑鼠的左右鍵功能互換；(2)調整雙擊反應時間：對於手部精細動作不佳的個案，可能無法執行快速連續按兩下滑鼠鍵，則可以調整連續按兩下滑鼠鍵(雙擊)的反應時間，也就是將滑鼠兩次點選的時間拉長，依個案可以控制的能力來設定(李天佑&孟令夫，2002)；(3)將雙擊改為單擊：部分手部精細動作不佳或認知能力不足的個案，適合操作將連續按兩下滑鼠鍵調整為按一下滑鼠鍵(單擊)功能設定；(4)一個單鍵開關代替左或右鍵：利

用滑鼠改裝後，可以接上特殊開關代替左鍵或右鍵。適用於可以移動滑鼠但無法同時操作標準滑鼠左右鍵或拖曳有困難的使用者；(5)兩個單鍵開關代替左和右鍵：利用滑鼠改裝後，可以接上兩個特殊開關分別代替原左右兩鍵。適用於可以移動滑鼠但無法同時操作標準滑鼠左右兩鍵或拖曳有困難的使用者；(6)使用自動點選功能：可以利用特殊軟體設定為自動掃描點選方式，適用於上述方式操作都沒辦法解決滑鼠點選問題的使用者。

3. 對於操作滑鼠**拖曳**功能有問題的個案：可以將一個單鍵開關代替左或右鍵，在操作時為以一手按壓單鍵開關，另一手移動滑鼠。另外，也可以教導個案使用快速按鍵，也就是使用相黏鍵，再使用 Ctrl+C 與 Ctrl+V 方式進行複製，也可以達成拖曳的功能。部分個案在經電腦輔具需求與身體功能評估後，需要建議使用手部以外的其他部位控制滑鼠。例如使用嘴控滑鼠、足控滑鼠、紅外線滑鼠、頭控滑鼠、眼控滑鼠或單鍵滑鼠等非手部控制的替代性滑鼠。

承上所述，傳統滑鼠是為一般人所設計，需要良好的手眼協調來操作，腦性麻痺者使用一般的滑鼠有其困難(Man & Wong, 2007)，而需要其他替代性的指標器，如軌跡球；或是「加強控制設備或配件」，藉由提供輔具來增加個案動作控制的能力，以增加其輸入的速度及正確率。加強控制設備包括：鍵盤護鍵（洞洞板）、手臂支撐器與手腕支撐器、按鍵鎖、點選輔助器，如口杖用來替代手部的精細動作，還有考慮個案是否要配合使用替代性鍵盤或滑鼠固定架等。

專業人員進行電腦類輔具評估或給予設備配置建議時，務必謹記電腦輔具的使用是為增進個案使用電腦執行任務的功能，故應至少達到下列五個目標之一：(1)增加操作速度；(2)加強輸入的正確性；(3)有可獨立控制的部位；(4)增加操作穩定性；(5)因省力而提升操作耐力(Angelo, 1997)。根據個案的功能性動作表現，主要考量為個案操作滑鼠移動、左鍵按一下、左鍵快按兩下與拖曳動作的表現。

除了輔具的搭配使用之外，徐動型腦性麻痺者臨床評估的過程中，經觀察發現對於精確性與複雜程度較高的控制作業績效普遍不佳，但仍夠以較慢的速度完成所有的測試項目。原因應是其協調能力不佳、控制能力明顯不足，再加上四肢與軀幹的穩定性不夠，使得難度較高的郭奕施放作業績效無法有效提升，僅存有正常值約 10% 的控制能力。由於這類患者普遍性的缺乏精確控制能力，因此有賴提高滑鼠的 C/R 比，以犧牲速度的方式來換取精準性，才可獲得完整的操作能力(劉永平，2000)。

2-2 軌跡球的現況與應用

2-2-1 軌跡球的應用

軌跡球的外觀像是一個翻過來的滾輪滑鼠，為一個滑動球體置於不動的基座上。使用者可以用手或其他大動作來操作基座上的滑動球體以控制游標的功能。適用於無法使用傳統的標準滑鼠，但可以使用點選輔助器與單獨一個手指操作電腦者或是操作滑鼠指標時，需分開移動與點選功能者和精細動作不佳者。

傳統機械式軌跡球是利用滾球及軸承接觸軌跡球的設計，一樣有清潔上的麻煩，若久不加以清理就會因灰塵、油漬的堆積而產生遲滯現象，定位與移動都變得很困難，用起來相當不便。光學軌跡球已大幅改善這個現象，有別於傳統軌跡球易受灰塵、油漬影響，光學軌跡球仍可保留如新品般的平滑操控，光學軌跡球捨棄過去橡皮球。以羅技的軌跡球為例，在光學感應技術(Marble Sensing Technology)，最獨特的是來自比利時的光學滾球，在球體上的均勻的不滿了小黑點，而這些小黑點將可反射雷射光束以利進行定位，而由感應晶片接受到的反應雷射光束，即會計算出游標移動的座標，使得游標在定位、移動更加精準，而光學的設備較不易受到外界塵埃的影響。

軌跡球是移動與按鍵分離方式，在不動基座上利用球型滾動方式來移動游標。軌跡球滑鼠的外型有些類似於將傳統滾球滑鼠倒置於桌面上，只不過軌跡球的滾球較大且突出，其功能與一般滑鼠大致上是相同的，不過使用者不需像一般滑鼠需要使用運動到整隻手臂，僅需以手指直接滾動滾球即可達到指標移動的目的，避免了一般滑鼠在操作上必須受限於桌面大小的困擾。因此一般來說，軌跡球在設計上靈敏度會比一般滑鼠稍高，是個相當適合在桌面空間有限情況下使用的輸入裝置。標準滑鼠在操作時約需要 1 平方英尺的使用空間，而軌跡球滑鼠只需 3 平方英吋，縮小的軌跡球甚至小到可以用手握著操作。現今常用的型式軌跡球有大小和操作位置之分，桌面型軌跡球滑鼠包括拇指型軌跡球滑鼠、食指型軌跡球滑鼠與多指型軌跡球滑鼠等(徐彬偉，1999)。操控時也不一定要用同一手或同一指頭，但操作時所需的施力與限制基本上是差不多的。通常動作能力欠佳的身心障礙者都是用滾球置中型的軌跡球來操作，參考圖 2-2。



圖 2-2 肢體障礙者專用軌跡球

握把的直徑與手部作業型態息息相關，不同的作業型態需要不同的握把形狀、大小與材質。由於手部作業型態繁瑣，握把設計的考量因素也變得複雜，考量因素包含握力、扭力、舒適度、材質等。

2-2-2 軌跡球設計的建議

滑鼠設計應以人因工程的觀點來進行研發，包括滑鼠的高度、按鍵施力、按鍵位置、尾端造型、尾端角度、大小以及斜度等(Diane Hodes and Kenichi Akagi, 1986)。Woods et al.(2003)針對一般滑鼠、軌跡球以及搖桿等三種非鍵盤輸入裝置提供了設計上的六個重點以提供設計師與製造商做為參考：(1)手與手指有舒適的擺放位置，例如輸入裝置有合宜的尺寸與位置；適當的按鍵尺寸、位置及形狀等；(2)裝置能有適當的操控方式，例如使用者能夠準確及精確地操作，但又不會太敏感等；(3)直覺並容易操作，例如顯而易見的使用方式，簡單的按鈕功能等；(4)裝置、按鈕及軌跡球易於操作，例如容易操控、軌跡球能平滑的滾動還有有適當的回饋反應等；(5)與軟體之間有良好的互動，例如能容易更改游標的速率設定等；(6)要提供舒適的配件，例如滑鼠墊的尺寸要適當、合適的材質等。

2-2-3 輔具現況與問題點

重視社會福祉的歐美先進國家在輔具的研發上考量通用設計的理念，而國內研發輔具仍是以親近性設計(Accessible Design)與可適應性設計(Adaptable Design)來解決輔具物理上的障礙(李建聰，2001)。輔具產品具有少量多樣的特性，對於利潤考量的廠商而言，不容易達到產品開發的市場經濟規模，而若能適當應用 Universal Design 的設計概念，產品將可滿足 80% 以上成年人的需求(Haigh, 1993；李建聰，2001)。雖然輔具強調使用者個別導向的設計方式，以符合身心障礙者個別的需求。例如製作義肢必須先量測身體部份尺寸，經由試用修改而製作完成。但為符合成本效益，輔具的製作有模組化的趨勢。而輔具的製作，將輔具分為共同組件與特製組件，可模組化特定障別具有同質性的共用組件，再適當修改特製組件，完成個別化身心障礙者所需輔具。

綜合以上文獻，多數身心障礙者使用生活輔具和無障礙環境都是屬於一般的修改性質，如容易進出的入口、休息室和電腦處理設備。本研究提議應針對身心障礙者本身狀況、探討使用者的需求與評估，得到使用者需求、軌跡球產品面間，使用者與輔具提供者間的認知能縮小差距並進行設計。由此可知輔具的功能可以增加身心障礙者對生活適應和能力，讓其效能可以與正常人一樣，若輔具設計不當可能會達成資源的浪費、棄用或無法達成效果，在提供輔具上應多加注意。

2-2-4 輔具相關論文

國內學者林雅琪(2002) 透過田野調查比較身心障礙者、雇用單位與身心障礙就業輔導委員對於就業輔具的設計或提供的不同觀點作論述及比對，發現身心障礙者對「輔具」的需求也常會有錯誤的認知。雇用單位自行評估的方式去預想輔具的外觀形式，但又因為對輔具的認知不足，而常忽略輔具的細部操作方式。輔導委員團隊因專業背景不同的影響，對身心障礙者的輔助既有助益也會有所限制；換句話說，若非工業設計背景則無法提供相關的知識，最後結果會造成輔具與使用者需求以及認知有所差異，可參考圖 2-3。

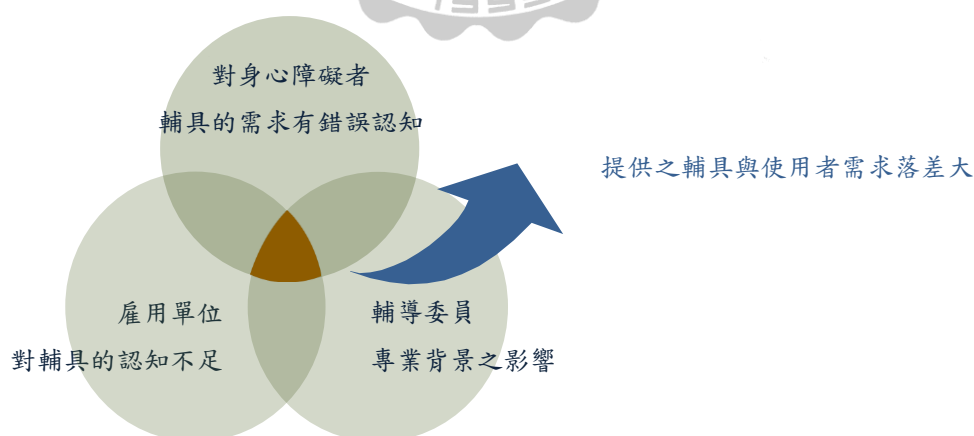


圖 2-3 輔具提供的認知落差
資料來源：整理自林雅琪(2002)

加上國內輔具相關研究大多偏向於探討身心障礙者使用時的心理歷程，鮮少以使用者需求導向的角度針對輔具產品作探討，如何整合使用者需求有效地傳達給設計端，為目前首要的課題。

2-3 輔具提供現況與探討

2-3-1 輔助科技服務

在輔具評估專業技術手冊一書提到物理治療師或職能治療師主要的角色進行直接的輔具使用者服務，包括輔具使用教育訓練，以及與製造者討論輔具設計的要點與規格、進行輔具處方的人員教育訓練、或者進行輔具相關的臨床研究等等。輔具的提供需要專業的人員，而輔具服務專業團隊可以考慮以跨專業團隊服務模式的原則來提供服務(Cook & Hussey, 2002)，如心理治療師、職能治療師以及復健工程師共同討論，以輔具使用的需求為核心決定最佳的輔具操作方式，完成輪椅處方與訂製，最後由物理治療師進行輔具的使用評估與追蹤。

輔具的消費者包括使用輔具的失能者、失能者的家人與照顧者，以及對失能者提供專業服務的人員(Cook & Hussey, 2002)。輔助科技的消費者或稱服務對象除了應參與輔助科技的研發過程外，也可參與對新使用者的教育訓練過程。

2-3-2 輔助科技系統相關理論

一、人與科技適配模式(MPT)

成功的輔助科技需要依據使用者的個性與能力以及所在環境，找出最適配的輔助科技。Scherer 等人自 1989 年首先提出人與科技適配模式的概念(Galvin & Scherer, 1996)，認為輔助科技的選用與結果評估需考量環境、人、科技等三個主要元素的影響(圖)。「人」的元素包括個體本身功能狀態、察覺(awareness)、態度(attitude)、自我效能(self-efficacy)等社會認知層面、有無操作輔助器具的動作能力等等；「環境」的元素包括物理環境與社會時代文化背景、經濟支持、相關人

員的態度與認知等因素；「輔助科技」元素則考量輔助器具本身的特質以及輔助科技服務，如使用訓練與指導、後續維修與保養等因素。

本模式被應用於輔助科技選用、品質監測、結果評量等不同過程。本理論架構建議為確保輔助科技系統之最高品質，應遵從下列步驟完成輔助科技系統之各項服務：

1. 建立目標與期待。
2. 評估需要無科技、低科技或高科技的輔助器具。
3. 人與科技適配：寫下輔助科技之各項所需特徵、討論、跨專業討論、評估個人需求、供應商品質、輔助器具品質等等，完成決策。
4. 選擇並配置(fit)輔助科技以滿足使用者需要。
5. 輔助科技使用訓練
6. 依據目標與期待評估使用結果。
7. 重複步驟 1。

身心障礙者就業需要輔具的協助，依據各障別的不同而種類繁多，發揮其功能穩定就業，以目前來說身心障礙者就業是以無障礙設計的觀點，替身障者量身訂作輔具，透過文獻之蒐集得知無障礙設計乃排除其他使用者觀點，無法顧及使用者心理，這和傅科傑指出心理環境的無障礙往往是許多無障礙設計上，最易忽視的一環的觀點相同。硬體與心理障礙應相提並重，可由障礙者與非障礙者內心想法來著手。林淑玟(2001)推廣 Universal design 觀念之共用產品與環境改造，使障礙者可和一般人一起共享社會與生活資源，且不至被刻意標記與隔離。障礙者間的特定需求，若經增加各種不同的功能或做部分調整，便可使各類障礙者各取所需。Seelman(2000)結合通用設計原則的科技輔具與產品可以顯著增進障礙者的生活品質並增進其參與工作環境的能力。可惜國內尚無相關規定來鼓勵通用設計在各項產品與環境營造中來廣泛研發與應用。

余虹儀(2006)提到,設計師應了解使用者心理與實際使用情形,可經由觀察、調查或體驗等方法了解使用者需求。輔具介入時,以個案為中心瞭解其輔具使用之心理層面亦是十分重要的,包括使用動機、使用期待,過去使用與選擇的經驗皆可能與棄用有關,而其他例如憂鬱程度、焦慮等情緒狀態也是影響原因之一,因為輔具的使用會持續提醒個案自身的失能狀態。

2-3-3 輔助科技設計理論

輔具棄用最主要的原因是在選擇輔具時沒有考慮使用者的意見和偏好,例如擔心別人眼光、不喜歡輔具外觀造型等,其他則如能力改變、使用不方便、沒有功效、不知如何使用、損壞等等因素(Philips & Zhao, 1993; Scherer, 1996; 黃小玲等人, 2003; 吳英黛等人, 2004)。輔具的棄用率約為 8%~75%(Cushman & Scherer, 1996; Korpela et al, 1993; Philips & Zhao, 1993)棄用的主因為輔具購買訂製過程未考量使用者的需求。因此輔助科技發展之初,每一件輔具都應當都是配合個人需要而量身打造製作的。量身訂製輔具的優點是能夠完全符合使用者的需要,並配合使用者活動環境的限制,充分套用「人、活動與輔具模式」的概念,是個很理想的輔具設計方式。

2-3-4 輔助科技結果評估工具

1996 年首度發表的魁北克輔助科技使用者滿意度評估量表,簡稱 QUEST 量表(Quebec User Evaluation of Satisfaction with Assistive Technology)主要概念涵蓋輔助器具之結構與標準層面,分為輔助器具與輔助科技服務兩個主要面向(Demers 等人, 1996)。輔助器具面向包括舒適(comfort)、尺寸(dimension)、使用簡易度(simplicity of use)、效益(effectiveness)、耐用性(durability)、調整(adjustments)、安全(safty)與重量(weight)等八項。輔助科技服務面向則包括服務輸送(service delivery)維修服務(repairs/servicing)、後續追蹤(follow-up services)與專業服務(professional service)等四項。

2-4 品質機能展開法

2-4-1 品質機能展開法之定義

品質機能展開(Quality Function Deployment, QFD)由赤尾洋二於1966年提出，該方法最早見於「標準化與品質管理」月刊中「新產品開發與品質保證-品質展開系統」一文。品質機能展開包含品質(Quality):即品質屋(HOQ, house of quality)，即品質要求目標；機能(Function):又稱為功能，即彙集顧客聲音 (VOC, voice of customers)後之功能需求；展開(Deployment):達成產品品質前所進行一連串的流程整合，包含概念、設計、製造、服務等等—品質機能展開即是在了解客戶需求後展開流程改造與整合工作，以達成顧客所需之產品功能的方法。目的在使產品的開發及生產等一連串活動，皆能以顧客之需求為導向，進行產品的規劃設計；主要好處就是將一系列設計思考程序清晰化以及量化，讓產品開發程序可清楚被理解。Rozum (1994) 認為使用品質機能展開可得到明瞭使用者需求、減少設計執行時間、增進團隊工作效率、提供設計所需資訊等四種效益。

2-4-2 品質機能展開的程序與階段

品質機能展開主要是透過品質屋(House of Quality)的建立來完成，品質屋之基本結構大同小異，本研究採用Bossert (1991)以及赤尾洋二(1992)說法將品質機能展開主要區分為六大部份，包括有：(1)要求品質(2)品質要素(3)要求品質與品質要素間關係矩陣(4)競爭分析(5)相關矩陣(6)設計品質。且每部分皆必須以有秩序的方法來建構，如圖2-4 所示。房子的造型普遍被使用於品質機能展開技術中，此一矩陣將顧客的聲音(Voice of Customer, VOC)經過品質機能展開方法的轉換，進而產生出產品設計所需求的規格目標或服務策略，使得設計製造出來之產品能符合市場上顧客之需求，同時藉由跨部門的合作，以顧客的需求為共通的語言，來協調所有的工作。

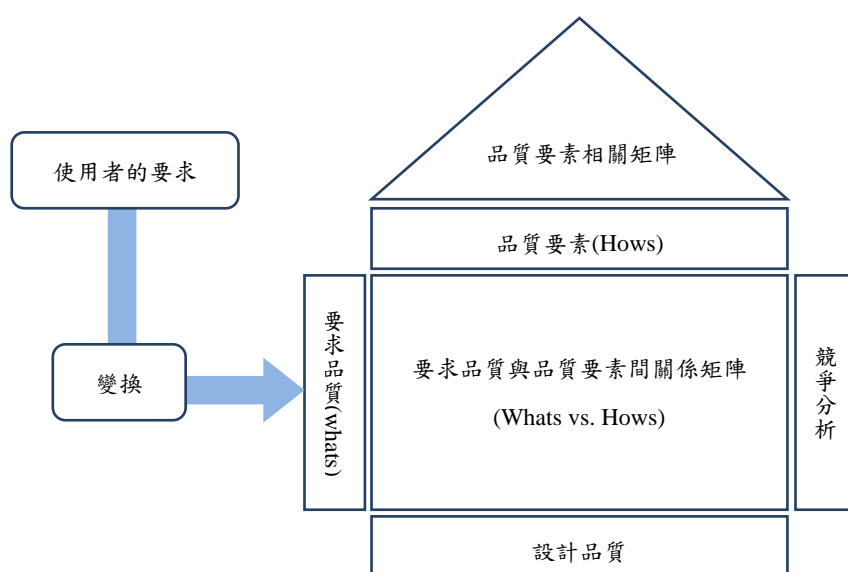


圖 2-4 品質屋基本架構圖

資料來源：Bossert(1991)

1. 要求品質(Whats)：又稱顧客期望，表示顧客需求清單，位於品質屋的左邊，又稱為需求屬性或顧客聲音(VOC, voice of customer)，主要是用以描述顧客需求與期望，顧客需求資訊可經由市場問卷調查及顧客訪談等方式取得。顧客以自己的語言說明對於企業所提供產品或服務的期望，企業必須能夠充分且有效的掌握顧客需求與期望，才能提供滿足顧客需求的產品。
2. 品質要素(Hows)：一系列相關且重要的產品特性，位於品質屋的上方，又稱為品質特性或工程聲音(VOE, voice of engineering)。也就是如何藉企業內相關部門所互相溝通、協調與所擬定出來的策略或技術服務。因此企業必須清楚了解顧客的實質需要，才能將各部門所能提供的服務或技術整合，生產顧客所需產品以及提供滿意的顧客服務。
3. 要求品質與品質要素間關係矩陣(What vs. Hows)：為品質屋的主體，此關係矩陣是用來說明 VOC 項目與 VOE 特性間的關係程度。該矩陣中通常會填上數字以代表其適當的分數，通常也會伴隨一些標示或圖形。

4. 競爭分析：位於品質屋的右邊，此矩陣包含自有產品及其它競爭產品的分析。一般來說企業除了針對顧客期望提供適當產品與服務外，在市場上仍須與競爭對手相互競爭，所以此部分主要是利用顧客對各項需求之重視程度、水準提昇率與銷售重點來計算出顧客需求權重分數，以了解顧客需求優先次序。由此可發現企業所能提供滿足顧客需求項目所獲得的評分等級與企業本身提供產品或服務的優缺點。
5. 相關矩陣：位於品質屋之屋頂，主要用以說明各 VOE 間之相關性。藉由企業內各部門所提供產品與服務間的關係，以交互作用矩陣加以描述其相關強度與技術矛盾。
6. 設計品質：位於品質屋的基座，依照工程代用特性的評分值，經過 VOE 重要度的計算排序後，了解要提供顧客所需要的產品與服務，哪些工程技術是最迫切需要與改善的，決定其改善的優先順序，作為引進各項技術及資源分配考量的依據。



第三章 研究方法

本章節旨在研究方法的確定，建立本研究之架構，配合研究架構與流程圖說明各流程與步驟，以及各階段所執行目的、實施內容與預期成果。為了有能夠有系統地將使用者需求轉化為技術需求，以做為未來產品的設計方針，在經過上一章節文獻的探討後選定以品質機能展開法作為基礎方法，並配合參與式觀察法、問卷調查等研究方法以進行研究設計。

3-1 研究架構

本研究選用品質機能展開法的原因已在第二章詳細說明，焦點在於軌跡球這類產品的改良重點之探討，並以腦性麻痺者作為研究對象。研究以品質機能展開法作為主要的操作方法，而此方法以使用者需求與品質要素各為經緯，交織最後結果得到工程技術的關鍵要素為本研究與探求的重要所在。有鑒於此，分別以參與觀察法與訪談法分頭進行，最後再以品質機能展開法整合使用者與工程技術，以得到最後的研究成果。可分為三個階段；第一階段針對腦性麻痺者文獻探討觀察方式瞭解使用者需求，以初步了解軌跡球輸入裝置實際的使用狀況、發現問題並做紀錄；接著透過專家學者訪談，蒐集現有軌跡球輸入裝置的開發流程與技術，以納入品質機能展開。第二階段為本研究的主要架構也就是品質機能的展開，上個階段將所蒐集而來的資料經整理後，納入品質機能展開並進行流程的操作，將使用者需求轉化為技術性目標，以導出滿足使用者需求的設計方針。最後階段再根據前兩階段所得設計方針，來定義出新型產品的功能，最後提出本研究之結論與建議。研究架構圖如圖 3-1 所示。

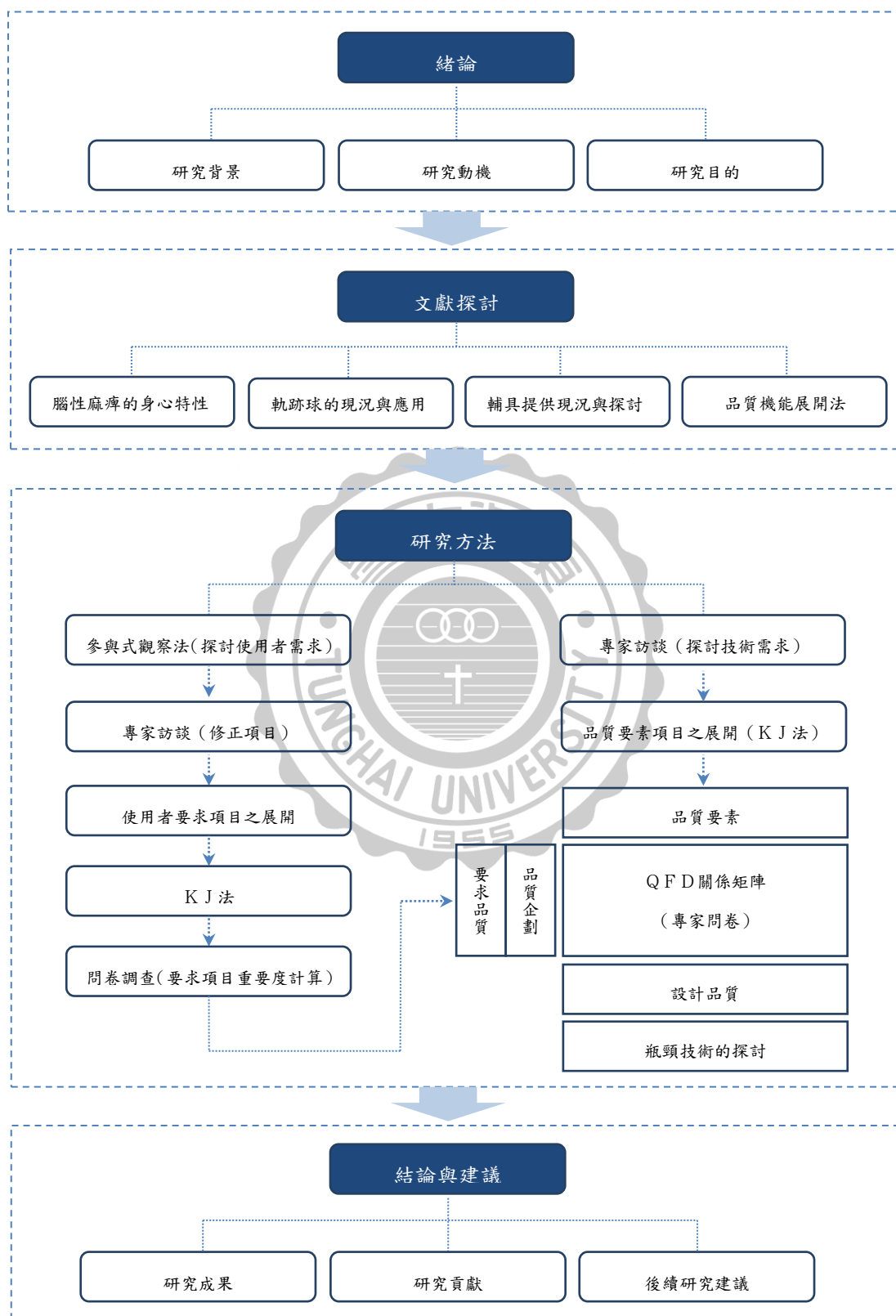


圖 3-1 研究架構圖

3-2 研究方法

本節對於研究方法概述，乃針對研究流程分為以下幾個部分來說明：「品質機能展開法」可將使用者需求有系統地轉換為設計要素，藉以改善現有軌跡球輸入裝置。在品質機能展開初期，使用者需求是透過「參與觀察法」與「訪談法」所蒐集而來，藉此瞭解使用者需求與實際使用的問題點，而這些蒐集而來的結果透過「KJ法」的分群方式，目的是將使用者需求轉化成要求品質的項目。以下針對各研究方法分別說明：

3-2-1 參與觀察法

透過參與式觀察法，能掌握第一手材料、發現一些未預期的現象，挖掘先前隱而未顯的現象，也可以從中了解問題癥結所在（管倖生，2007）。「觀察」指的是是一種有目的、有計畫的活動，研究者透過感官知覺或借助科學儀器，對研究之現象、行為或事件，進行有系統的觀察。黃瑞琴(1999)通常觀察是收集資料的主要方法，但是研究者也可能輔以其他研究方法，如日常的談話、非正式訪談、正式的結構式訪談、收集生活史、收集分析文件、問卷或其他儀器設備等，來進行相關資料之收集。

根據Jorgensen(1989)和Bernard(1998)的建議，研究者對於研究的現象所知有限或真實行為與語言之間有明顯差異時，若研究者運用訪談、問卷調查方式無法了解真實的行為，則較適合採用參與觀察法。腦性麻痺者在表達自己的感受與想法時較為吃力，為避免溝通上的誤解造成研究的偏頗，除了透過照顧者或長時間與之相處的醫護人員等從旁協助溝通外，還必須藉助觀察的方式來了解操作的實際情形，並輔以非正式訪談的結果作為使用者需求探討階段的原始心聲來源。為了解軌跡球在實務應用上所遭遇的現況與問題點，調查皆於挑選之個案最熟悉的場合之中進行，而被觀察者不會因研究者的出現而改變行為，如此一來可得到現

場狀況與操作輔具的實際之問題點。本研究將以觀察腦性麻痺者使用輔具的流程中來尋找問題點。以下針對參與觀察法說明其過程與步驟：

◎參與觀察目的

為實際了解使用者操作軌跡球的問題點，藉由觀察者的直接觀察與儀器的紀錄，有系統地檢視操作軌跡球時的過程與使用者的直接反應，包括語言行為以及非語言的行為；觀察所獲得的資料，具有真實性與可靠性，是最直接且第一手的資料，是使用者的原始心聲。

◎參與觀察之步驟

觀察一開始先瞭解腦性麻痺者的各項背景狀況，包括年齡、性別、病因對輔具使用的意見等等，並做使用前的觀察紀錄。接著執行預定工作任務，過程中以數位攝影機記錄，最後分析需求與問題點。

主要步驟，首先先確定觀察的內容和選定觀察範圍；第二，做好觀察前的準備工作；第三，觀察場所的選擇；第四，進行觀察並記錄觀察內容；第五，整理觀察結果，建立檔案；第六，資料分析與詮釋；最後就是撰寫觀察報告。關於參與觀察法的流程與步驟，參考圖 3-2。

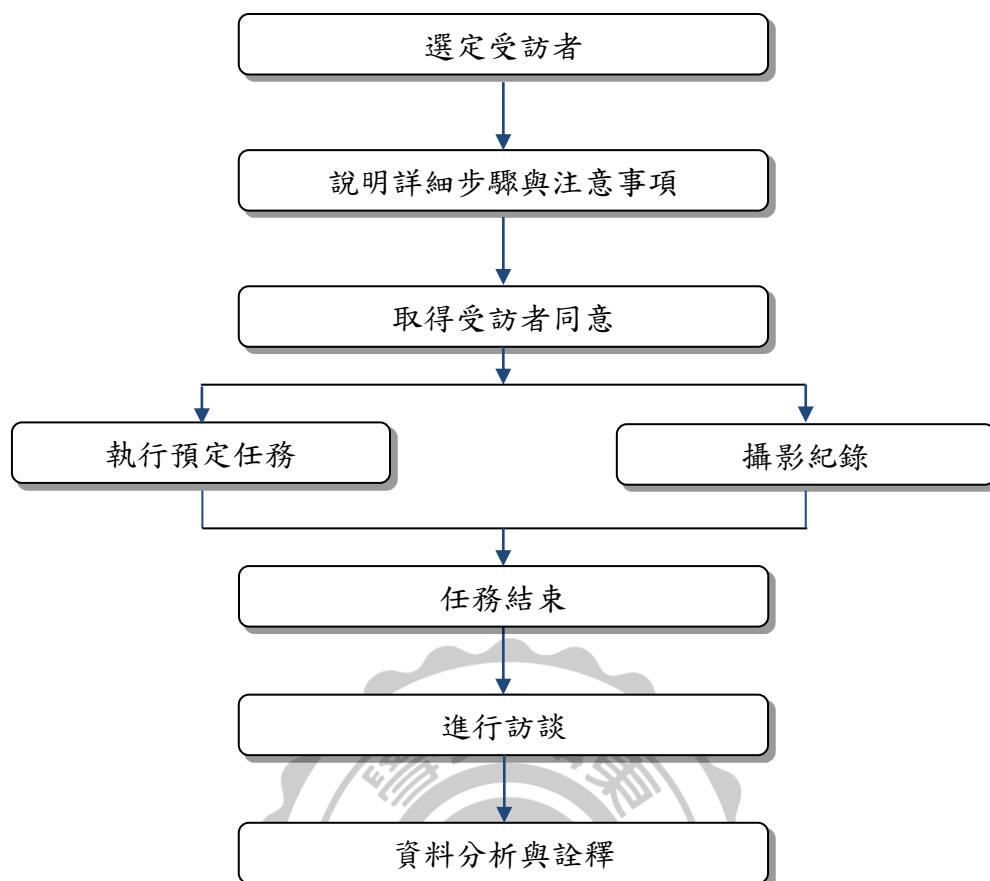


圖 3-2 參與觀察法流程圖

3-2-2 訪談法

訪談法是研究者運用口語描述的形式，針對特定對象收集與研究有關的資料，以便對研究的現象或行動有全面式的瞭解(潘淑滿，2003)。本研究採用「半結構式訪談」，又稱半標準化訪談、引導式的訪談，是介於結構式與非結構式訪談之間的一種資料收集方式。在訪談進行前，先根據研究的問題與目的設計訪談的大綱，在訪談過程中依據實際情況，對訪談問題做彈性調整(Berg,1998)。分為兩部分進行，第一部分乃針對使用者需求探討，主要訪談對象包括就業輔導員、社工、職能治療師、輔具中心研發人員進行訪談，目的是為了進一步了解腦性麻痺的使用者在動作限制以及操作軌跡球的實際情形與問題點；第二部分再針對技術需求的部分，訪談對象為滑鼠的機構設計師以及輔具中心研發人員等專業評估團隊成員，針對軌跡球領域，也就是產品世界當中的品質要素和特性、機能與機構等專

業做討論，並配合專家訪談法做更深入的調查以修正觀察的偏頗。

◎訪談目的

藉由訪談的方式，可更深入了解專家學者對於軌跡球這類產品的意見或想法，乃蒐集技術方面知識最直接的方式；此外，將轉換、抽出的技術需求，可藉由訪談時，專家的意見做為調整，以提高本研究的嚴謹度。

◎訪談法之步驟

訪談前，先挑選合適的訪談的對象，受訪者的選擇為昆盈滑鼠的機構部門專家，曾經參與過軌跡球的研發與生產，以及第一輔具中心的輔具改裝師，參與過軌跡球的改裝，並且了解腦性麻痺者生理限制的專家。決定人選後，根據文獻回顧為基礎，擬定訪談大綱；進行正式訪談時，以錄音筆詳實記錄訪談內容，詳細說明本研究的目標及提問內容，並採用「半結構式」的訪談法，訪談的問題多集中於軌跡球這類產品的相關專業知識以及工程技術上的需求，分為品質要素、機能、機構的項目，透過訪談過程腦力激盪項目、擷取專業術語作速記或是根據實際狀況，對訪談問題做彈性調整、引導式的發問；最後，針對錄音的內容編碼及歸納，以及對資料分析與詮釋，分析的策略則選用「分類分析法」根據資料的類別屬性，針對所收集之資料加以分類與文獻探討比對，作為下個階段工程技術的展開項目的資料來源。關於訪談法的流程與步驟，參考圖 3-3。

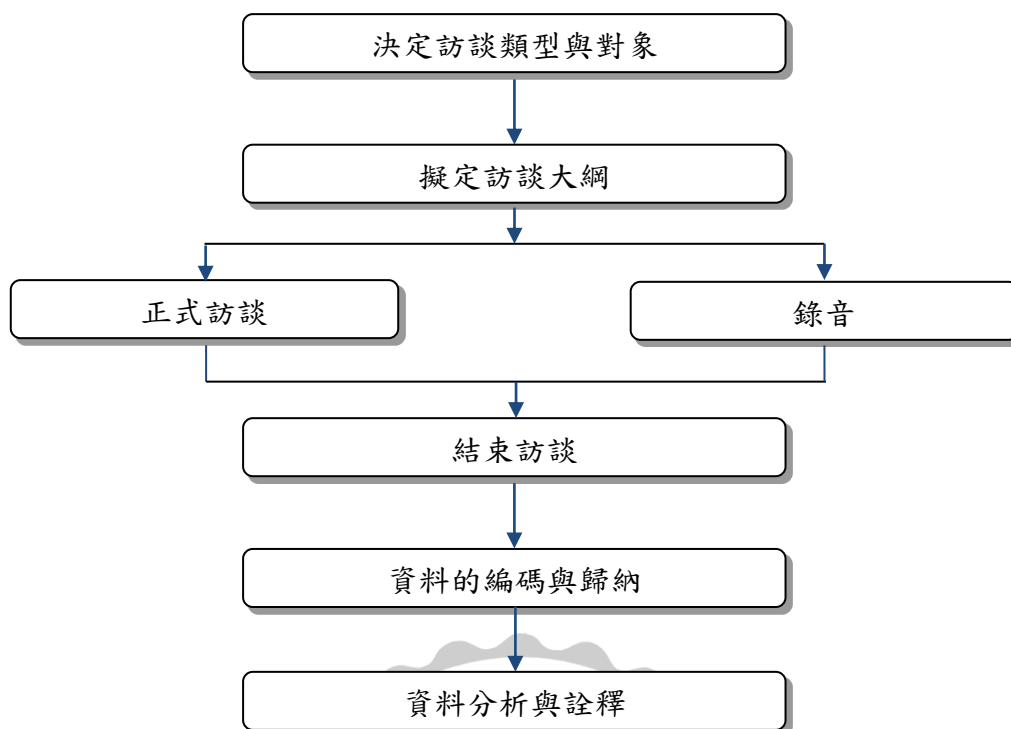


圖 3-3 訪談法的步驟

3-2-3 品質機能展開之輔助方法

1. 層級分析法

層級分析法(Analytic Hierarchy Process, 簡稱 AHP 法)是由 Thomas L. Saaty 在 1971 年所提出, 主要應用於不確定情況下即具有多項評估準則之決策方法。其最初的資源是 Saaty 替美國國防部從事應變計畫問題(Contingency Planning Problem)之研究發展而誕生。層級分析法是一種能將複雜的問題加以分解簡化, 並透過量化與成對比較(Pairwise Comparison)的方式進行綜合的分析評估, 以提供決策者進行決策行為時參考的依據。層級分析法將複雜的問題分解成相互影響的層級結構, 其中包含最終目標(Goal), 根據最終目標所欲達成之子目標(Aspect/Objective) 以及準則(Criteria)和可以供選擇之方案(Alternatives)等。在建立明確之層級分析架構之後, 藉由名目尺度進行各層級要素之間兩兩比較之成對比較(Pairwise Comparison)方式, 予以量化並建立成對比較矩陣(Pairwise Comparison Matrix)以求得矩陣之特徵向量(Eigenvector)與各階層要素相對比較

之權重值。最後根據分析之數值排列出各階層要素之優先順序，而決策者則可根據優先順序進一步選擇最佳之方案同時做出正確的決策行為。

層級分析法中，階層為系統特別的型態，斯於個體可加以組成形成不同集合體假設下，將影響系統的要素組合成許多層級，每一層級只影響另一層級，同時僅受另一層級的影響。Saaty 說明，建立層級具有以下的優點：(1)利用要素個體形成層級形式，易於達成工作；(2)有助於描述高層級要素對低層級要素的影響程度；(3)對整個系統的結構面與功能面，能詳細的描述；(4)自然系統都是以層級的方式組合而成，而且是一種有效的方式；(5)層級具有穩定性(Stability)與賦彈性(Flexibility)，即微量的改變能形成微量的影響，同時新層級的加入，對一結構良好的層級而言，並不會影響整個系統的有效性。

Saaty(1982)建議，基於「人類無法同時對於七種以上之事物進行比較」之假設，在建立層級架構時，每一層級中之要素不宜超過七個。假設複雜的問題若有 n 個要素，利用成對比較所獲得的比率尺度總共需要作 $n(n-1)/2$ 判斷分析；而在最大要素個數為七個以下，則可進行合理的比較，同時確保其一致性。層級分析法之基本層級架構如圖 3-4。

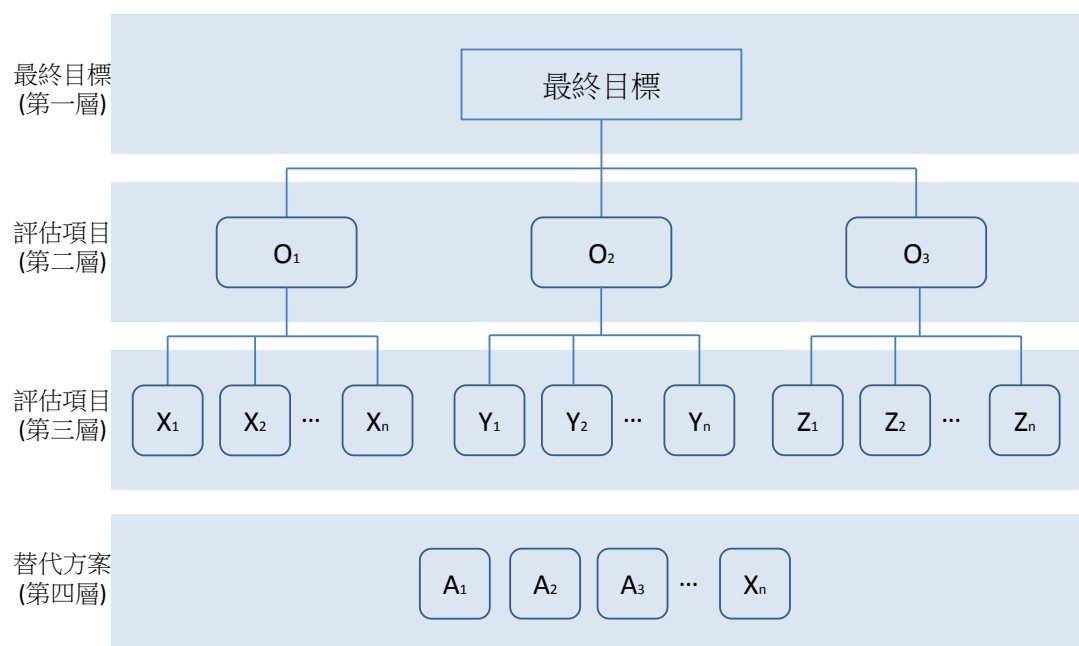


圖 3-4 層級分析法基本層級架構

若為一致性矩陣(Consistency Matrix)時，特徵向量可以數學式 $(A - \lambda_{max}I)x=0$ 求算得知。了解一致性矩陣後，當成對比較矩陣為正倒值矩陣時，則要求決策者在進行成對比較時，能達到前後一貫性是相當困難的。因此，層級分析法則以遞移性存在的假設條件下獲得其偏好關係，故若能滿足偏好關係中之遞移律，則可獲得一致性指標(Consistency Index，縮寫為 C.I.)以檢定成對比較矩陣是否為一致性矩陣。而在一致性指標中， λ_{max} 應趨近於 n ，故以 λ_{max} 與 n 之差異值作為矩陣之一致性指標如下式：

$$C.I. = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

λ_{max} ：最大特徵值

n ：方案數

而一致性指標數值之分析結果分述如下：

- (1) $C.I. = 0$ ，表示評比者前後判斷完全具一致性；
- (2) $C.I. > 0$ ，表示評比者前後判斷不連貫，需要將問題向評比者說明清楚；
- (3) $C.I. \leq 0.1$ ，表示矩陣的一致性程度在可以接受的範圍內。

在計算出一致性指標後，再求算一致性比率(Consistency Ratio，簡稱 C.R.) 衡量比較矩陣的整體一致性是否具一定水準。而一致性比率即表示在相同階數的矩陣下，一致性指標值隨機指標(Random Index，簡稱 R.I.)之比率。由於每一層級中不同的指標個數所產生的不同一致性指標得到，Saaty(1980)根據 Ock Ridge National Laboratory 與 Wharto School 之研究所得知隨機指標如下表 3-1；而一致性比率與隨機指標之求算如下式：

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} \text{，若 } C.R. \leq 0.1 \text{，則表示矩陣的一致性程度可被接受。}$$

表 3-1 隨機指標表

階數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
R.I.	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.58

層級分析法之應用程序，可區分為六大步驟：

- (1) 問題界定：對於研究問題的系統宜儘量擴大，將可能影響問題的要因皆納入問題中。並且對問題的範圍應清楚界定。
- (2) 構建層級結構：規劃群體的成員可利用腦力激盪法找出影響問題行為的評估準則、次要評估準則、替代方案的性質及替代方案等。並決定每二個要素間的二元關係，然後再利用 ISM 法或 HSA 法等階層分析方法，構建整個研究主題的層級結構。
- (3) 問卷設計與調查：每一層級要素在上一層級某一要素作為評估基準下，進行成對比較。在 1 到 9 尺度下讓受訪者填寫。問卷必須清楚地設述每一成對比較的問題，並附加詳細的引導說明。
- (4) 建立成對比較矩陣：根據問卷調查的結果，建立成對比較矩陣，再計算求取各成對比較矩陣的特徵值與特徵向量，同時檢定矩陣的一致性。如矩陣一致性的程度不符要求 ($CR \geq 0.10$)，表示決策者的判斷前後不一致。此時，訪談者需將問題向受測者再清楚地說明一次，然後請受

訪者再做一次問卷。

- (5) 層級一致性的檢定：如果每一成對比較矩陣的一致性程度均符合規定，則尚需檢定整個層級結構的一致性。如果整個層級結構的一致性程度不符合要求，表示層級間的要素關聯有問題，預從頭進行要素及其關聯的分析。
- (6) 替代方案的選擇：若整個層級結構通過一致性檢定，則可求得替代方案的優勢向量以決定其優先順序。

在各層級的評量中，有一固定的評估尺度，層級分析法的評估乃是同一層級內，各因素間的兩兩比較，即以成對比較的方式，來評估要素間的相對重要性。其基本尺度劃分為五項，即同等重要、稍重要、頗重要、極重要及絕對重要，並賦予名目尺度 1、3、5、7、9 的衡量值；並在兩尺度間賦予 2、4、6、8 的中間值，整理如表 3-2。

表 3-2 層級分析法評估尺度意義及說明

評估尺度	定義	說明
1	同等重要	兩個因素具有同等重要性
3	稍重要	一因素比另一因素稍重要
5	頗重要	一因素比另一因素頗重要
7	極重要	一因素比另一因素極重要
9	絕對重要	一因素比另一因素絕對重要
2, 4, 6, 8	相鄰尺度之中間值	需要折衷值時

資料來源：鄧振源、曾國雄(1989)

2. KJ 法

KJ 法又稱親和圖法，是日本川喜田二郎(Kawakita Jirou)於 1953 年在尼泊爾喜馬拉雅山探險時，將野外調查結果之數據予以整理時所研究開發出來的方法，可以說是「野外科學」、「現場的科學」的方法。是一種把不同性質的資料和情報加以歸納整理的統合性技法。把分割的單位情報寫到一張一張的卡片上，往往那些容易被忽視、被忘卻的單位情報也會被慎重地處理(沈士涼，1986)。KJ 法能在混淆複雜的狀態中，以卡片化方式使之結構化並加以統合而引導出解決問題的方案。KJ 其主要進行方式可分為六個步驟，如下：

- (1) 決定主題：仔細對問題的本質充分地審查研究和了解。
- (2) 收集情報：盡量從各角度來收集和已決定的主題有關的情報。
- (3) 卡片製作：用「具有獨立的、最低限意思的句子」來製作卡片。
- (4) 卡片編組：按展開紙片、小組編成、中組編成、大組編成和超大編成的步驟；各步驟都要群集相類似的卡片、找出各群集之本質的簡單表現，並用不同顏色的筆製作新名牌。
- (5) 繪製 KJ 圖：將已編組完成之資料，整理成有架構、一見便能了解的圖形。
- (6) 解釋 KJ 圖：經由簡潔的口頭說明以替代冗長的書面報告。

3-2-4 品質機能展開法

品質機能展開法主要是以使用者需求為出發點，因此首先將使用者需求依序展開，轉換成代用特性，以決定完成品之設計品質，並就各機能零件之品質，以至個別零件之品質或工程之要素，將其關係有系統地展開(赤尾洋二，1996)。廣義來說，品質機能展開可作為「品質展開」或「品質機能展開」的統稱。本研究的展開流程，從品質展開、機能展開到機構展開的開發重點與瓶頸技術檢討，以下為方法之介紹：

A. 品質展開之流程

1. 要求品質項目

如何掌握使用者需求這部份大多都是要直接對顧客來做市場需求調查，並將顧客的聲音轉換成顧客真正的需求。本研究使用者包括了腦性麻痺者及職能治療師，而最能直接了解使用者需求及相關問題等方式就是透過參與觀察法，因此研究中將方法中所得到的結果，分析需求與問題點並從中萃取出使用者需求項目，之後再將使用者需求項目轉換成要求品質。最後經由上個階段觀察法所得到的需求問題，利用 KJ 法的分群方式，將取得的要求品質分群並作成要求品質展開表。

2. 企劃品質

企劃品質之目的在於參考使用者對於基本項目的重要度權重，競爭分析、企劃部分及權重項目，以一個全面性的角度來決定要求品質權重，也可依不同需求與情形來決定是否需要該項品質企劃項目。品質機能展開的主要精神在於能夠將言語化的設計需求，透過權重與關係度的計算，轉換為成具有相互比較意義的重要度量資料。層級分析法主要應用在決策問題，適合用來決定優先順序、決定需求、選擇最佳方案或政策的決策上(Saaty, 1994)，作為本研究計算重要度的方法。對於腦性麻痺者專用軌跡球輸入裝置研究為新產品企劃，國內市面上相關產品大多由輔具中心研製或改裝，因此無從比較。因此研究在品質企劃矩陣內容上，經由分析參與觀察法結果得到要求品質項目，並以此計算出要求品質重要度，接著利用層級分析法來兩兩比較出要求品質之相對權重，將「重要度」及「相對權重」相乘之後得到「絕對權重」，以百分比表示，即為最終的要求品質權重，並完成企劃品質表。

3. 品質要素

同製作要求品質展開表的方法，依據各項要求品質找出應對各項的品質要素，以 KJ 法將品質要素分群，製成品質要素展開表。

4. 關係矩陣

建立關係矩陣並記入對應關係，將要求品質表在左側，品質要素展開表放在上方，在兩表之間建立一矩陣圖使兩表內的每一要素皆能相互關連，如有關連的話將各個關聯依強、中、弱(強相關 5 分；中相關 3 分；弱相關 1 分)關係記入矩陣各對應方格中。

5. 設計品質

建立關係矩陣後，即可計算品質要素的權重，計算方式為將各個要求品質權重乘上其在關係矩陣中相對應符號所代表的值(強相關 5 分；中相關 3 分；弱相關 1 分)，然後依權重的大小排序品質要素，即可了解其重要程度大小，並完成要求品質-品質要素展開矩陣表，如圖 3-5 所示。各品質要素的絕對權重計算方法如下：

$$P_j = \sum_{ij}^n I_i \times R_{ij}, i = 1, \dots, n; n \geq 1$$

n ：要求品質個數

P_j ：第 j 個品質要素之絕對權重。

I_i ：第 i 個要求品質之權重。

R_{ij} ：第 i 個要求品質與第 j 個品質要素間的關係評比。

再以絕對權重之和，算出各品質要素的百分率權重，此即為品質要素的權重。其計算方法如下：

$$S_j = \frac{P_j}{\sum_{j=1}^m P_j}, j = 1, \dots, m; m \geq 1$$

m ：品質要素個數

S_j ：第 j 個品質要素之百分率權重。

P_j ：要求品質個數：第 j 個品質要素之絕對權重。

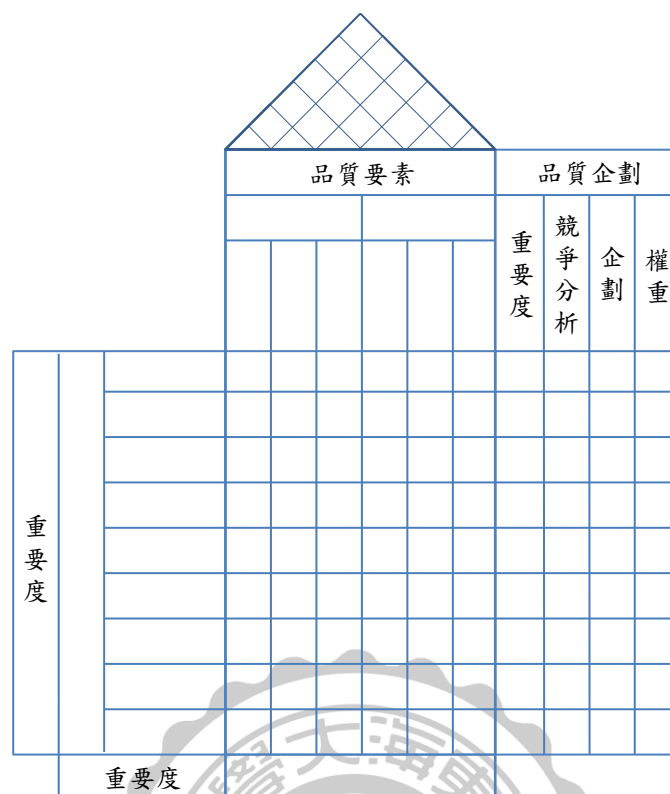


圖 3-5 品質展開圖

B. 機能展開之流程

1. 機能展開項目

完成第一階段品質展開後，將要求品質重要度權重轉移至下階段接續展開。首先將「要求品質x品質要素」品質展開表中的要求品質抽出，整理出個別機能，作成機能展開圖，在機能展開過程中關於機能的表現上需要注意下列幾點(鄭凱文，1992)：

- (1) 用動詞+名詞，簡潔來表現。
- (2) 用任何人都瞭解的簡單語言表現。
- (3) 儘可能不要使用到零件、物體名稱。
- (4) 不要使用否定的表現，用肯定的機能表現。
- (5) 機能表現儘可能抽象化。
- (6) 使用工程、技術人員的觀點。

- (7) 集合知識、經驗豐富者，選定產品所應具備之基本機能。
- (8) 對於達成基本機能上所必備之下位機能，依「目的—手段」之方法，進行展開，做成機能系統圖。

2. 製作「要求品質×機能」品質展開表

利用「要求品質×品質要素」品質展開表之要求品質及製作好的機能展開圖，製作「要求品質×機能」品質展開表。

3. 要求品質與機能之對應關係

與前段關係矩陣填入的方法相同，在「要求品質×機能」品質展開表中，將要求品質和機能依相關程度大小填上相關記號(強相關 5 分；中相關 3 分；弱相關 1 分)。若彼此間無關，即空下欄位，不予配分。

4. 機能權重之轉換

和「要求品質×品質要素」品質展開表中品質要素權重的計算法相同，使用獨立配點算出機能絕對權重，換算成百分率後即為機能權重，以完成「要求品質×機能」展開矩陣表。

C. 機構展開之流程

1. 機構展開項目

寫出能實現產品各種機能所必需的機構，將基本機構往下細分成其子機構，再由下往上確認機能是否有連貫，也就是由下往上確認是否可達成上位機能，依此完成機構展開表，在機構展開過程中關於機構的表現上需要注意下列幾點(鄭凱文，1992)：

- (1) 為了考慮實現產品的機能，所必要之機構。
- (2) 將基本機構細分化，並由上位機構展開至下位機構。
- (3) 依據下位機構之組成，確認是否達成上位機構之機能。

(4) 將基本機構視為一次項目，作成機構展開表。

2. 製作「機能×機構」品質展開表

利用要求品質-機能品質展開表之機能及整理出機構展開項目，製作「機能×機構」品質展開表。

3. 機能與機構之對應關係

記入對應關係的強弱大小填上相關記號(強相關 5 分；中相關 3 分；弱相關 1 分)。若彼此間無關，即空下欄位，不予配分。

4. 機構權重之轉換

方法也和「要求品質×機能」展開表一樣，找出機構權重，了解機構開發重點為何。

D. 瓶頸技術決定

先製作「品質要素×機構」品質展開表，製作方式和「要求品質-機能」品質展開表一樣，同樣以符號 5 分、3 分、1 分來表示對應關係強弱，之後再算出機構之權重。

接著找出瓶頸技術，先找出權重高的機構項目，權重高的機構項目表示該機構較易對產品產生影響，所得到的權重越高，表示越難實現，越不易滿足要求，即所謂的瓶頸技術。因此，配合機能與機構的關係強弱加以選取，權重大且強相關者即為腦性麻痺者專用軌跡球輸入裝置的瓶頸技術。找出瓶頸技術後進而訂定設計方針，品質機能展開之流程參考圖 3-6。

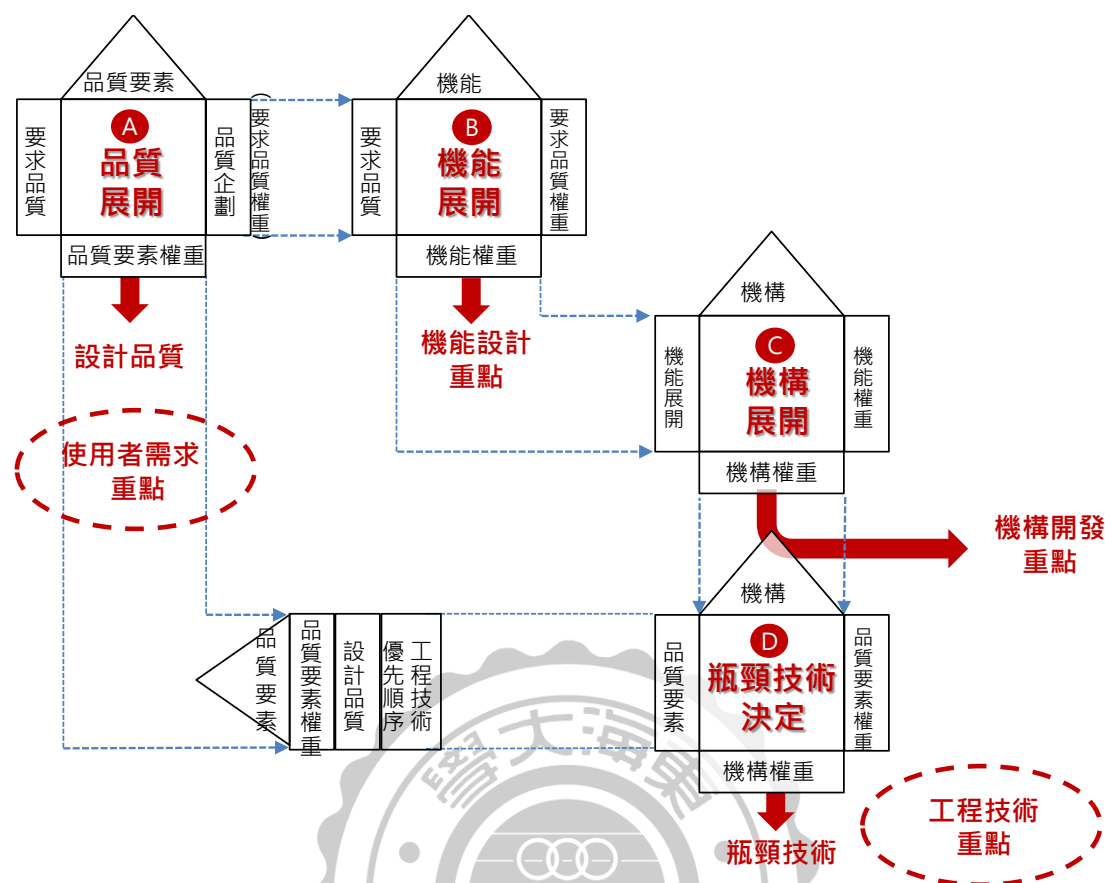


圖 3-6 品質機能展開之流程

3-3 研究與抽樣對象

3-3-1 使用者部分

研究目的在於對特殊情境的探索、描述或解釋，個案選擇的考量是否能夠極大化所見所聞(Stake, 1995)。由於抽樣對象為曾經使用過或目前正在使用的腦性麻痺者，參與的部分為使用者端原始資料之收集中的「參與觀察」之4位樣本，以及使用者要求品質重要度的問卷調查參與人數34位。參與觀察採用的樣本是透過社會福利單位及醫療單位轉介，採用「立意取樣」的方式，選擇典型的、獨特的、或是最大歧異者為代表，以獲得豐富的資訊(Merriam,1998)；Creswell(1998)較喜歡在集體型個案中，選擇特殊個案並採用最大歧異抽樣方式，經由紛異的個

案，完整呈現出個案間的多重觀點。Creswell(1998)、Merriam(1988)樣本大小取決於先前所提出的研究問題、資料蒐集、資料分析及所擁有支持本研究的資源等。一旦已達飽和後，也就是說當資料分析所產生的新發現越來越少時，就應立即停止抽樣；重要度問卷調查之樣本，則透過全國社會福利單位轉介，發放紙本問卷的方式後回收，有效問卷為 34 份。

3-3-2 專家部分

本研究遴選的專家根據輔具服務專業團隊：職能治療師、復健工程師，以及後續進行輔具使用評估與追蹤的物理治療師為主，目的是藉由各領域專家學者集思廣益、探討使用者對輔具之需求(Cook & Hussey, 2002)背景以該領域中以及具有公信力之政府、法人、或民間單位的專業人員；而在軌跡球的部份，尋求國內滑鼠產業領域開發與設計部門相關專業人員與主管的訪談、透過實務經驗的分享，以補足文獻上不足之處。職能治療師、物理治療師參與使用者需求品質項目蒐集階段的「訪談」，以及項目展開後為求排序的「重要度之專家問卷」，總計 7 位；而復健工程師、滑鼠產業領域之專業人員與主管則參與品質要素項目蒐集中的「專家訪談」，總計 2 名；復健工程師參與「品質機能展開評估」問卷之填寫，總計 6 位，以上專家限接觸過腦性麻痺使用者與軌跡球產品作為篩選時的條件。

第四章 研究結果與討論

經由文獻探討的整理與歸納，初步了解先前研究對於使用者端的需求與工程端的技术需求有初步的了解，仍需要深且廣地進一步蒐集資料。根據上一章所擬定的研究方法與架構，本章將以參與觀察法的方式蒐集資料，將所獲得的資料作為分析以及研究所呈現之結果。

以兩個階段為實施的重點，首先透過參與觀察的方式了解腦性麻痺使用者的心聲獲得第一手資料，藉由錄影與研究者所做的筆記做為使用者需求項目的參考來源；接著以軌跡球為例，根據品質機能展開的流程，逐一實施各展開步驟，探索軌跡球的設計參數。首先，針對使用者也就是腦性麻痺者作為研究對象，進行觀察觀察法作為往後蒐集使用者需求項目的基礎，再透過問卷調查(結構式訪談)的方式篩選使用者需求；接著，進入品質展開的階段，最終目的就是得到設計參數，作為改良型軌跡球的設計參考。

4-1 使用者端原始資料之收集

根據第二章文獻整理，雖然腦性麻痺者的資料齊全但都是針對生心理方面的文獻，或針對電腦或溝通輔具的評估，大多為軌跡球改裝，較少針對腦性麻痺者特性而設計的軌跡球。有鑑於此，品質機能展開的初期，也就是所謂的探討使用者對於軌跡球最原始的需求這部分，採用參與式觀察的方式直接蒐集使用者的心聲。由於腦性麻痺者在使用輸入裝置時，依照手部功能受限程度選用，對於電腦輸入裝置的操作能力明顯受限；為更明確了解使用者需求，本研究主要針對日常生活以及工作上需要使用電腦的腦性麻痺族群，進行軌跡球輸入裝置的使用上所產生的障礙，透過進行實地操作的方式以及使用者之主觀評價，也就是說以參與式觀察法蒐集使用者心聲，輔以開放式問卷瞭解使用者對於軌跡球的需求，以作為資料的蒐集，原始資料轉換至要求品質的流程，參考圖 4-1。

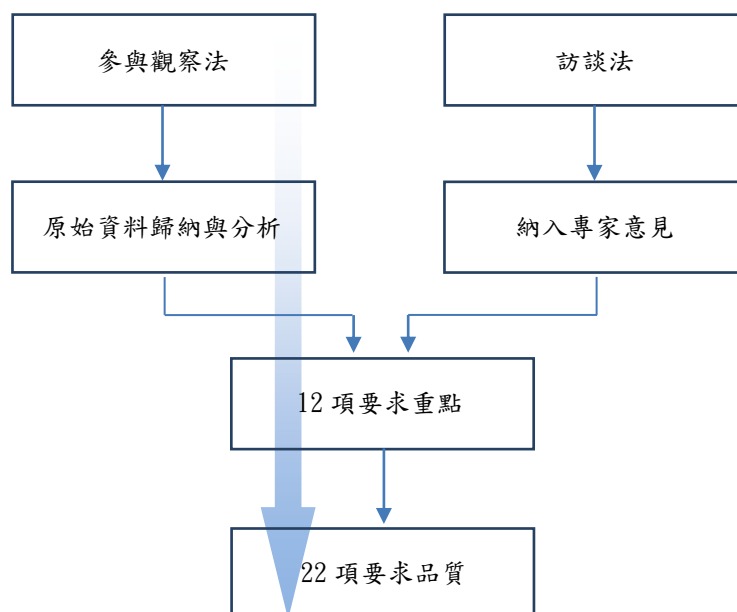


圖 4-1 原始資料轉換至要求品質之流程圖

4-1-1 參與觀察法

1. 參與觀察流程與步驟

觀察的流程可參考圖 4-1，至於筆記內容則根據 Geotz 和 LeCompte(1984)主張應該從誰(who)、什麼(what)、何時(when)、何地(when)、為何(why)以及如何(how)有條理地敘述參與觀察的概要內容，視研究場域的不同而有所調整，不用每一項都要記錄。實地觀察與深度訪談的紀錄過程，觀察時除了以攝影器材紀錄外，研究者以速記、摘要的方式據實紀錄現場發生的事件與過程，以便事後事件的反思及回顧。

2. 參與觀察對象

本研究透過腦性麻痺協會、醫療單位的引薦，經由主管單位的協助、徵詢過個案的同意，找到四位個案接受本研究做為參與觀察的對象。透過觀察個案使用軌跡球的過程與需求訪談。受訪者的條件設定在(1)曾經使用過或是正在使用，且能夠獨立操作軌跡球(2)表達能力尚可的腦性麻痺者。一般來說，腦性麻痺者接受教育的過程中多少會接觸到軌跡球的使用，即便如此，針對腦性麻痺使用

者對於軌跡球這一類輔具的使用現況進行觀察的重點：使用者背景、軌跡球的使用情形，分點敘述如下。透過網路的搜尋、腦性麻痺協會以及高雄長庚復健中心的轉介，篩選並徵求同意後簽訂同意書。接受參與觀察的樣本共四名，基於保密性原則以匿名做為代稱(分別為編號 A1*、B1*、B2*、C1*)，編號、基本資料如表 4-1、表 4-2。

表 4-1 受訪者編號

組別	訪談日期	受訪者編號	性別	角色
A 新北市慈惠庇護工場	2011/05/11	A1*	女	徐動型腦性麻痺
		A2	男	副組長
		A3	女	就業輔導員
B 高雄腦性麻痺協會	2011/05/16	B1*	男	低張腦性麻痺
		B2*	男	低張腦性麻痺
		B3	男	協會總幹事
C 高雄長庚醫院復健科	2011/05/17	C1*	男	高張痙攣型腦性麻痺
		C2	女	照顧者/母親
		C3	男	職能治療師

註：「*」符號為腦性麻痺者之樣本

表 4-2 腦性麻痺受訪者基本資料

受訪者編號	年齡	腦麻類型	操作部位
A1*	28	徐動型	手腕
B1*	18	低張型	手指、手掌
B2*	27	低張型	手指、手掌
C1*	17	高張力痙攣型	手指

3. 觀察過程摘要

(1) A 組參與觀察之過程

- 觀察及受訪者：個案 A1、單位副組長、就業輔導員

- 日期：2011-5-11
- 時間：13:30-14:30
- 地點：新北市慈惠印刷庇護工場一樓印刷工作區
- 軌跡球型號：Kensington
- 個案描述：個案 A1 為徐動型，溝通能力不佳訪談中若表達不清楚，副組長在現場會補充說明。個案平常習慣操作一般滑鼠，一手固定滑鼠另一手按確定鍵，其手指關節為按確定鍵，大拇指附近會痠痛。副組長提到軌跡球是替個案申請職務再設計的就業補助項目，大賣場挑選適合的軌跡球，因為委員認為軌跡球對身障者有益並符合人體工學，但個案用不習慣造成輔具失用。
- 觀察內容：就業輔導員要求個案 A1 一如往常執行工作內容，複製、列印檔案、轉檔，而個案在單位內專負責數位印刷，動作執行印刷、直式轉橫式、編頁碼等。個案手指末梢不靈敏，用力時手指會捲曲起來呈現握拳的動作，用一般滑鼠時手可以攤著，若使用軌跡球的話會集中在軌跡球的某接觸面，用手腕接觸滾球久而久之會不舒服。軌跡球使用過程中個案不斷提及「不好選取」、「(指標)會跑掉」，個案認為不好定位導致執行時間過長，中途一度要求停用，請副組長調整過螢幕顯示控制比個案才表示有比較好用，觀察情形，請參考圖 4-2。

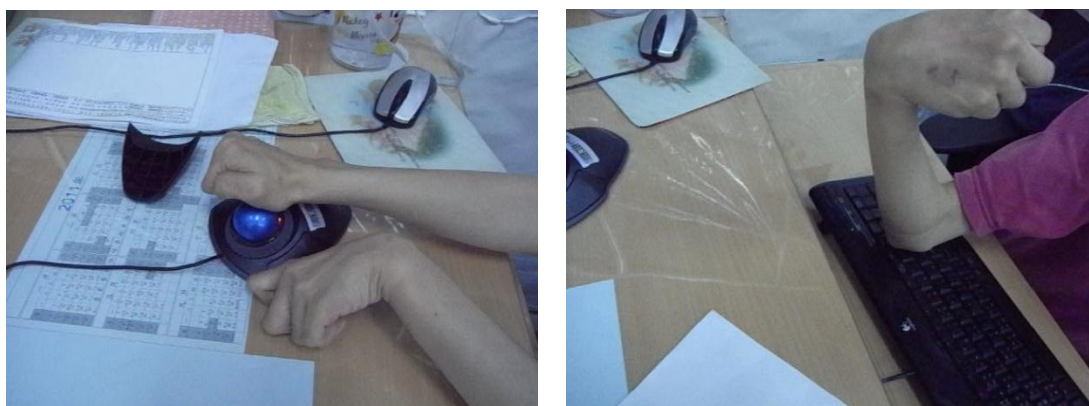


圖 4-2 樣本 A1 的觀察情形

(2) B 組個案 B1 參與觀察之過程

- 觀察及受訪者：個案 B1、協會總幹事
- 日期：2011-5-16
- 時間：11:00-11:30
- 地點：高雄市腦性麻痺協會小型作業所
- 軌跡球型號：大軌跡球
- 個案描述：個案 B1 為低張型，操作大軌跡球方式是使用手掌滾動滾球定位、利用手指按按鍵，是四位樣本中手指精細動作較為靈活者，而鍵盤的輸入不是問題。家中有使用大軌跡球，使用時間從國一至今都仍在使用的。
- 觀察內容摘要：

個案 B1 在作業場的工作內容以美工為主，偶爾需要文字輸入。觀察一開始使用羅技木星軌跡球，個案覺得滾球太滑換成大軌跡球後，操作變得比較順利。有鑑於此兩相比較後，詢問個案想法，個案表示摩擦力是使用時會考量的因素，觀察情形，請參考圖 4-3。

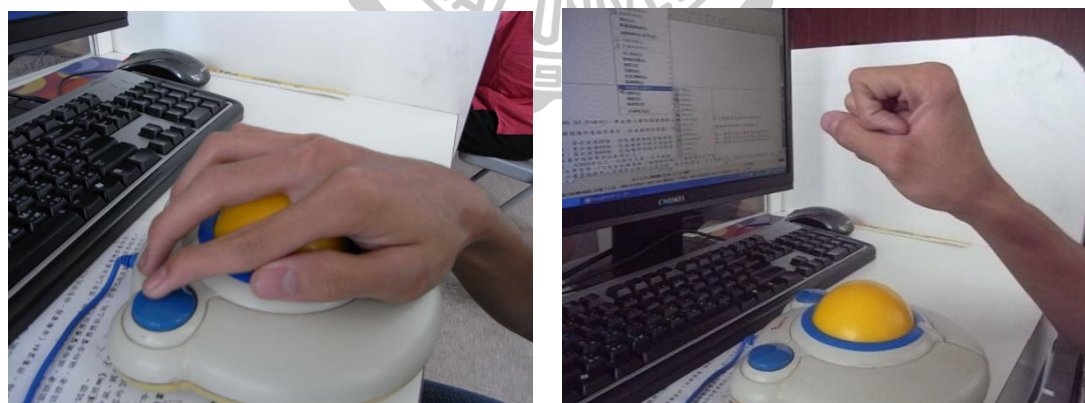


圖 4-3 樣本 B1 的觀察情形

(3) B 組個案 B2 參與觀察之過程

- 觀察及受訪者：個案 B2、協會總幹事
- 日期：2011-5-16
- 時間：11:45-12:30
- 地點：高雄市腦性麻痺協會小型作業所
- 軌跡球型號：羅技木星軌跡球
- 個案描述：個案 B2 為低張型，在作業場的工作內容以美工為主，偶爾需要文字輸入。曾使用過大軌跡球，屬特殊學校所有的設備，學校大部分都是腦性麻痺者而設備都使用大軌跡球，過程中因表達能力較差，聽不懂的部分請個案在電腦上 WORD 上打字補充說明。操作大軌跡球是使用手指與手掌。
- 觀察內容摘要：

個案表示大軌跡球操作上會太卡，研究者請個案試用另一個軌跡球，個案表示後來使用的羅技木星軌跡球比較順手。個案操作大軌跡球的方式為兩手握住基座，用雙手大拇指滾動滾球定位，並以雙手食指按按鍵。改用羅技木星軌跡球個案改用手指滾動球體，以控制游標方向；使用大拇指與中指操控左右鍵，觀察者發現不同造型的軌跡球會改變使用者的操作習慣。對於基座的造型需求較高，希望後面可以有支架支撐操作的部位，觀察情形，請參考圖 4-4。

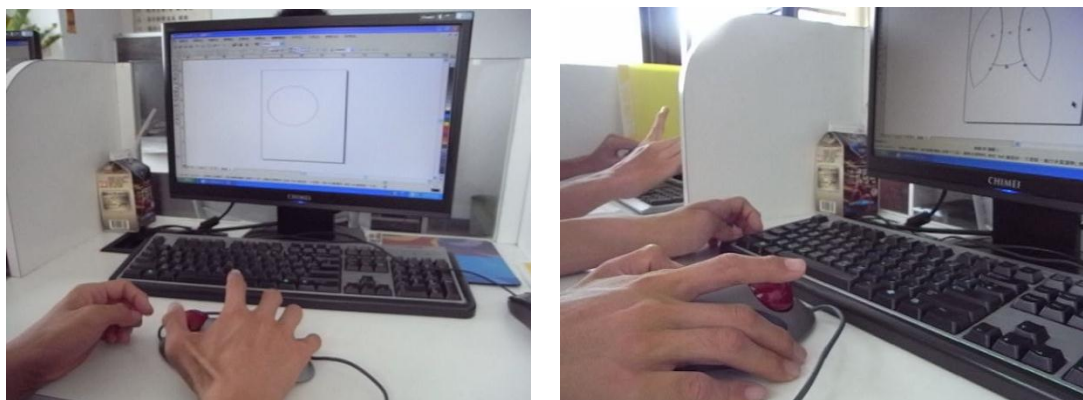


圖 4-4 樣本 B2 的觀察情形

(4) C 組個案 C1 參與觀察之過程

- 觀察及受訪者：個案 C1、照顧者、職能治療師
- 日期：2011-5-17
- 時間：16:30-17:00
- 地點：高雄長庚復健大樓 8F 輔具資源中心
- 軌跡球型號：Kensington Expert Mouse
- 個案描述：個案為高張力痙攣型，它的碰觸是用手指，在操作的時候職能治療師說明其操作方式是手指碰觸的最低點，例如小拇指，其他手指需要戴戒指，不然手指間會互相干擾，透過輔助用的器具去找出可以操作的部位。
- 觀察內容摘要：

觀察發現個案執行拖曳時出現的問題是會誤點其他檔案。個案試圖把誤開的視窗關掉，卻無法移動到「關閉視窗」的選項，因此拖曳任務失敗。針對個案表示軌跡球太滑這一點，職能治療師說明軌跡球設計上建議考慮到阻力是不是比較大。動作比較大的球體就可以做重一點、比較穩。支持架需要支撐在手肘位置，視張力為主，各別差異化大。個案想按按鍵，跨到另一側的按鍵時，偶爾會碰到滾球，所以使用上會受到一些限制，雖然可以閃過去，但有時候還是會按到，觀察情形，請參考圖 4-5。



圖 4-5 樣本 C1 的實際情形

4. 資料分析與編碼

主要接受參與觀察的有 4 組樣本，分別有主要照顧者、醫護人員以及就業輔導員等人陪同，受訪者編號可參考表 4-1，進行觀察前經由陪同人的說明事先了解使用者的背景、身體狀況，觀察過程中除了實地進行模擬、並以探索性訪談了解受訪者的操作障礙，請受訪者直接陳述若有語意不清之處，再請陪同者澄清受訪者的原先語意，採用速記、摘要的方式據實紀錄現場發生的事件與過程，以及受訪者的需求及問題，再與紀錄的影像內容做比對，以達到更明確的問題及資料。以下為資料彙整，參考表 4-3：

表 4-3 使用者需求之觀察與訪談摘要

段落重點	觀察摘要	訪談補充
滾球好定位	<ul style="list-style-type: none"> 個案【A1*】認為不好定位導致執行時間過長。 個案【A1*】操作的游標一直繞圓圈，無法定位。 	<ul style="list-style-type: none"> 使用過程中個案【A1*】不斷提及「不好選取」、「(指標)會跑掉」。 「靈敏度要夠」【B2*】 「就是會跑掉又不好用」【C1*】
操作方便省力	<ul style="list-style-type: none"> 個案【A1*】徐動型按鍵、控制滾球時都會使動力氣壓迫接觸面，而造成操作部位的紅腫。 	<ul style="list-style-type: none"> 「後面可以有支架支撐手肘。」【B2*】 「要一格一格的卡住。」；組長翻譯個案的意思：「使用這個的時候要很用力」【A1*、A2】
回饋功能	<ul style="list-style-type: none"> 觀察個案【A1*】按鍵時動作，由於按鍵落差小按壓無明顯感覺，導致個案都會重複點選。 	<ul style="list-style-type: none"> 「按鍵的位置凸出來一點。」【A2】
防止誤觸	<ul style="list-style-type: none"> 觀察個案【A1*】發現個案執行拖曳時出現的問題是會誤點其他檔案。 個案回答：「左鍵右鍵(距離)分開」、「按鍵可以分開」；職能治療師接著詢問：「位置在哪裡？你左鍵右鍵，還有雙鍵、拖曳鍵」，個案：「左鍵右鍵分開。」【C1*、C3】 	<ul style="list-style-type: none"> 「按鍵距離若能調整會比較好。」【B2*】 「因為它滑鼠比較中間又比較凸，所以按確定鍵的時候都會跑掉」【C2】 「按鍵的位置延伸遠離球體一些。」【A2】 「我會建議左右鍵要在同一側，上面下面他會比較好操作。」【C3】

<p>增加摩擦力</p>	<ul style="list-style-type: none"> 個案【A1*】滑鼠太靈敏，選取的範圍太大。 使用羅技木星軌跡球時，個案【B1*】覺得軌跡球太滑，於是換成大軌跡球。 個案【B2*】表示大軌跡球操作上會太卡，建議使用另一個羅技木星軌跡球測試。 	<ul style="list-style-type: none"> 「所以你再用那顆球的時候會不會覺得很滑?」，個案：「會。」【A1*、A2】 「按鍵有一點滑。」【A1*】 「這個太滑了。」【C1】 「軌跡球設計應考慮到阻力是不是比較大。動作比較大的使用者球體就可以做重一點、比較穩。」【C3】
<p>附加功能</p>	<ul style="list-style-type: none"> 觀察發現個案執行拖曳時出現的問題是會誤點其他檔案。個案試圖把誤開的視窗關掉，卻無法移動到「關閉視窗」的選項，因此拖曳任務失敗。 	<ul style="list-style-type: none"> 「點不到她要的 Icon，有時候她會直接用鍵盤快捷鍵會比較快、偷吃步的方式。」【A2】 「大的球推的時候移動比較小，考慮到比例，其實軟體也可以支援。」【C3】
<p>舒適度</p>	<ul style="list-style-type: none"> 個案【A1*】使用時都很用力施壓於滾球上為了定位。 觀察個案【C1*】支撐架需要支撐在手肘位置，視張力各別差異化大。 	<ul style="list-style-type: none"> 「要一直彎著這樣(比握拳動作)會不舒服，因為用一般滑鼠手可以攤著，可是軌跡球的話，在集中一點集中在細部的動作執行上」【A2】
<p>外觀造型</p>	<ul style="list-style-type: none"> 個案【B2*】使用手指滾動球體，以控制游標方向；使用大拇指與中指操控左右鍵。 	<ul style="list-style-type: none"> 「要剛剛好符合手的」，「要兩手可抓住。」【A2】 「顏色可設計的亮一點。」【B1*】 「滑鼠後面的部分要再平一點，不要這麼斜。」【B2*】
<p>堅固耐用</p>	<ul style="list-style-type: none"> 個案【B1*】表示按鍵曾發生脫落、表面顏色有褪色的現象。 	<ul style="list-style-type: none"> 「怕摔壞。」【B1*】 球體「咚咚咚」、「卡不緊」【B1*】
<p>方便維修保養</p>	<ul style="list-style-type: none"> 個案【B1*】表示過去曾想要拆卸研究，但拆卸不易；也因為如此滾球容易卡污垢，溝槽等小地方清潔不易。 	<ul style="list-style-type: none"> 「以前有想要拆開來研究，可是不好拆。」【B1*】 「維修很重要。」【B2*】

彈性使用	<ul style="list-style-type: none"> 職能治師建議按鍵設計可能預留幾個位置，最好可以抽出，去插到使用者需要的位置。 	<ul style="list-style-type: none"> 「假設它是一個基座，球的基座是模組，然後你有幾個 plug 的地方，看你要什麼時候插到哪裡，plug 進去你可能預留好幾個位置，最好你的按鍵可以抽出來，去插到它要的位置」【C3】
尺寸合宜	<ul style="list-style-type: none"> 觀察個案手部能力與操作部位的不同對於滾球尺寸或是按鍵尺寸的需求也不盡相同。 	<ul style="list-style-type: none"> 「這個滑鼠動得比較快，還有圓的(指大軌跡球)比較慢。」【C2】 觀察者詢問是否會希望滾球可以大顆點?個案:「會、就跟那個黃色的一樣。」【C1*】

4-1-2 專家訪談法

本研究嘗試以使用者的出發點發現並了解問題，觀察的樣本數少因此研究對象數量有所侷限。為了避免分析結果會有誤差，特別請長庚醫學院復健師張瑞昆老師的協助，透過專家的意見，除了更深入了解腦性麻痺者的需求之外，請專業看法檢視參與觀察法的要點，並補充腦性麻痺者對於軌跡球的使用需求，整理訪談內容可得知以下幾個重點，參考表 4-4：

表 4-4 專家訪談之內容摘要

段落重點	內容摘要
滾輪好定位	<ul style="list-style-type: none"> 「軌跡球相對於搖桿滑鼠，應該手部精細動作要更好一點。基本上目前軌跡球的滑鼠跟搖桿滑鼠有幾個差別，現代搖桿滑鼠有速度上的設定，但軌跡球沒有。」
防止誤觸	<ul style="list-style-type: none"> 「這是見仁見智，一般來說國外的設計都把按鍵設計凹進去，主要的目的是怕個案會一次誤按好幾個鍵，或是有些個案會拿手杖去輔助按按鍵，針對有些個案做比較粗的動作，用這方式不錯。」
增加摩擦力	<ul style="list-style-type: none"> 「若需要重力接觸的話，其實我們可以提供不是滑那麼動、或是沉重一點的(球體)，它可以把移動的力量抵消掉。」 「腦麻分高張力或低張力，低張力動作不太有力可不會很會晃動，高張力肌肉會捲曲縮在一起很緊，有些是屬於徐動型，可針對不同個案去做設計會比較好，有適度的阻力會控制得比較好，太鬆的話原本控制就不太好根本就沒有阻隔的力量，可能一下就(滑)過去了。」

附加功能	<ul style="list-style-type: none"> 「還有 Double Click 或者是說拖曳，本身就有對一些功能鍵在上面，軌跡球在這方面設計比較少。」
彈性使用	<ul style="list-style-type: none"> 「理論上你必須要考慮，第一他是不是用正常部位來操作。」 「看到個案是用手腕是因為他手指頭無辦法打開，而用其他替代的部位來操作，像是手腕或手背來方式，只要能夠接觸能夠移動這個(指軌跡球)。」
尺寸合宜	<ul style="list-style-type: none"> 「你想為什麼有些軌跡球比較大顆有些比較小，軌跡球比較大的話單位移動比較小，在電腦螢幕上面相對來說他一定做比較大的動作讓它顆速比較小跑比較快，要看個案的狀況。」 「越小顆球的話就需要精細動作，用到手指頭動作算是精細動作比較好的，越不行的話用比較大顆的球，用比較大的動作去減化成比較小、比較不會有誤差的滑鼠動作來，這是滿重要的。」

4-1-3 品質要求之轉換

參與觀察後，經整理、歸納後項目有滾球好定位、操作方便省力、回饋功能、防止誤觸、增加摩擦力、附加功能、舒適度、外觀造型、堅固耐用、方便維修、彈性使用、尺寸合宜等 12 項，可參考表 4-5。這 12 個使用者要求項目轉換成要求品質，轉換要點乃根據第三章所提出步驟來操作，先針對每項使用者需求意見執行一次展開及二次展開，其所展開的方式如原始資料轉換表 4-6，由於原始轉換資料繁多，本文僅列出其中三項需求展開為範例。

表 4-5 使用者要求項目表

滾輪好定位	操作方便省力	回饋功能
防止誤觸	增加摩擦力	附加功能
舒適度	外觀造型	堅固耐用
方便維修	彈性使用	尺寸合宜

表 4-6 原始資料轉換表

No	資料屬性		原始資料	觀察場面	要求項目
	性別	年齡		who/where/when/ why/what/how	
1	女	28	指標好控制	游標點選功能列	滾球好定位
			按鍵好按	點選左右建	操作方便省力
				握拳按壓左右建	按鍵尺寸合宜

觀察乃是要項目項要求品質轉換之線索。透過參與觀察與訪談所得到的口語資料經轉換後，如要求品質表 4-7 所示，透過的要求品質 22 個項目進而成為發放需求權重調查問卷之評比項目，以求出要求品質重要度。

表 4-7 要求項目轉換要求品質表

要求項目	要求品質
1. 滾輪好定位	(1) 游標好控制
	(2) 滾球不要太滑
2. 操作省力方便	(3) 按鍵有足夠落差可按壓
	(4) 緩衝按壓時的力量
3. 回饋功能	(5) 點選時要有聲響或感覺
4. 防止誤觸	(6) 按鍵時不會誤觸滾球
	(7) 基座要有防滑墊
5. 增加摩擦力	(8) 接觸面的觸感
	(9) 增加其他功能鍵
6. 附加功能	(10) 操作部位有支撐物
	(11) 造型設計符合操作部位
7. 舒適度	(12) 可以選擇配色
	(13) 經得起重複操作
8. 顏色好看	(14) 經得起碰撞
9. 堅固耐用	

- | | |
|------------|----------------|
| 10. 方便維修保養 | (15) 可順利拆卸以維修 |
| | (16) 卡垢時可順利清潔 |
| 11. 彈性使用 | (17) 可以選用滾球尺寸 |
| | (18) 身體各部位皆可操作 |
| | (19) 可自行排列按鍵位置 |
| 12. 尺寸合宜 | (20) 按鍵尺寸適宜 |
| | (21) 滾球大小適合 |
| | (22) 不佔空間 |
-
-



4-2 品質展開

依據品質機能展開程序，分為(1)使用者需求項目展開、(2)要求品質重要度、(3)軌跡球開發與設計項目展開、(4)建立關係矩陣、(5)執行重要的順序，分別介紹如下：

4-2-1 要求品質項目的展開

經腦性麻痺者使用軌跡球的實際觀察所得到的結果經整理歸納後收斂為 12 項使用者需求項目，本研究將原本 12 項的要求項目展開為 22 項要求品質，其操作手法已在上一節做了呈現。有鑑於 22 項要求品質項目之繁多、資料需要結構化，故採用 KJ 法的方式進行統整，其目的是透過資料的單元化、進行分群整理，以建立屬性接近的「集群」，並針對集群從事分析，趨於客觀。接下來的步驟將上一節的最後所整理出的 22 項的要求品質製成品質標籤圖，如圖 4-6 所示。將卡片編組，按展開紙片、小組編成、中組編成、大組編的步驟；各步驟都要群集相類似的卡片、找出各群集之本質的簡單表現，並用不同顏色的筆製作新名牌、分群，範例如圖 4-7。將編組完成之資料，整理成有架構、一見便能了解的表格，整理過程如圖 4-8。最後完成要求品質展開表，如表 4-8。

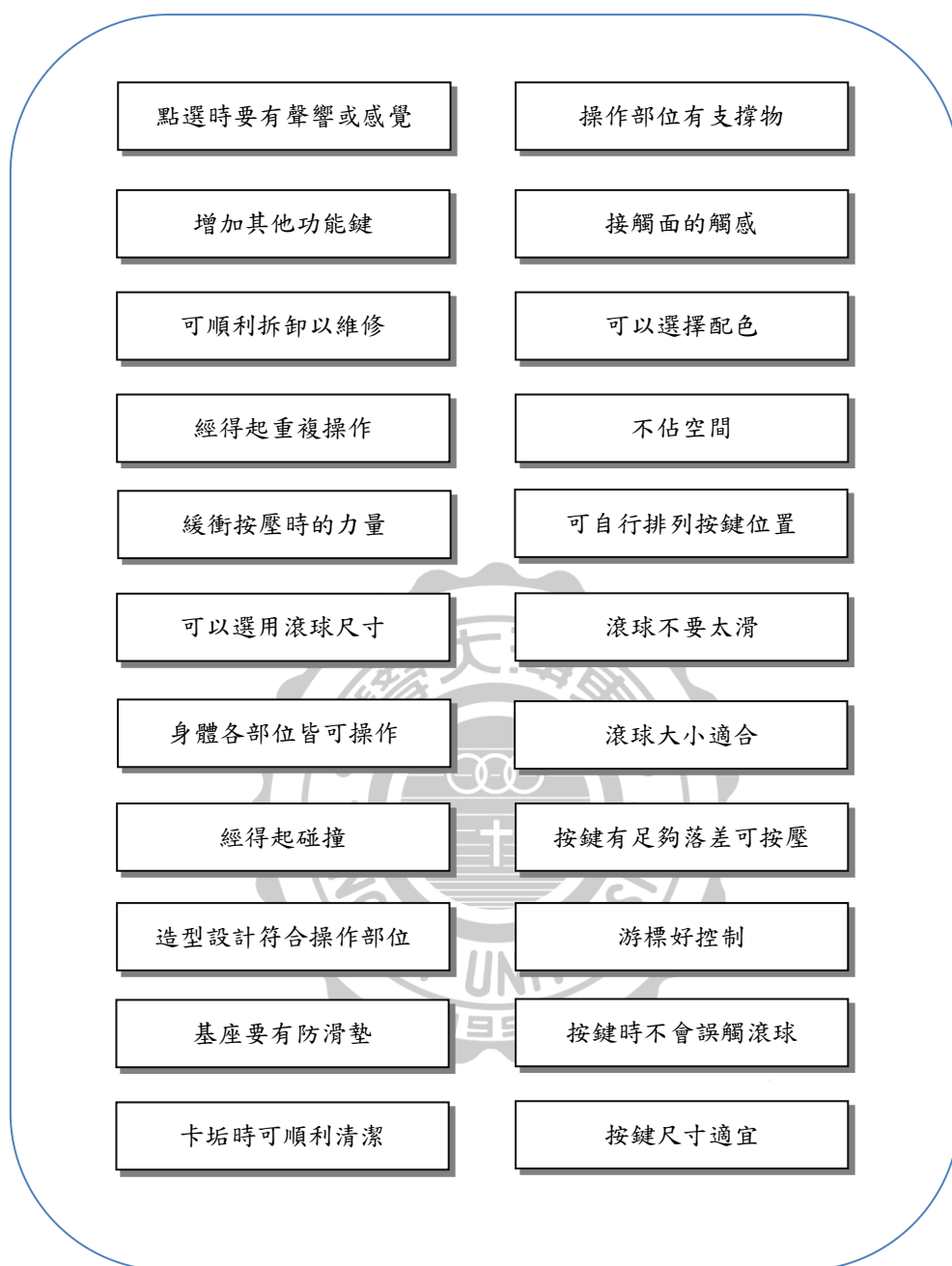


圖 4-6 要求品質標籤圖

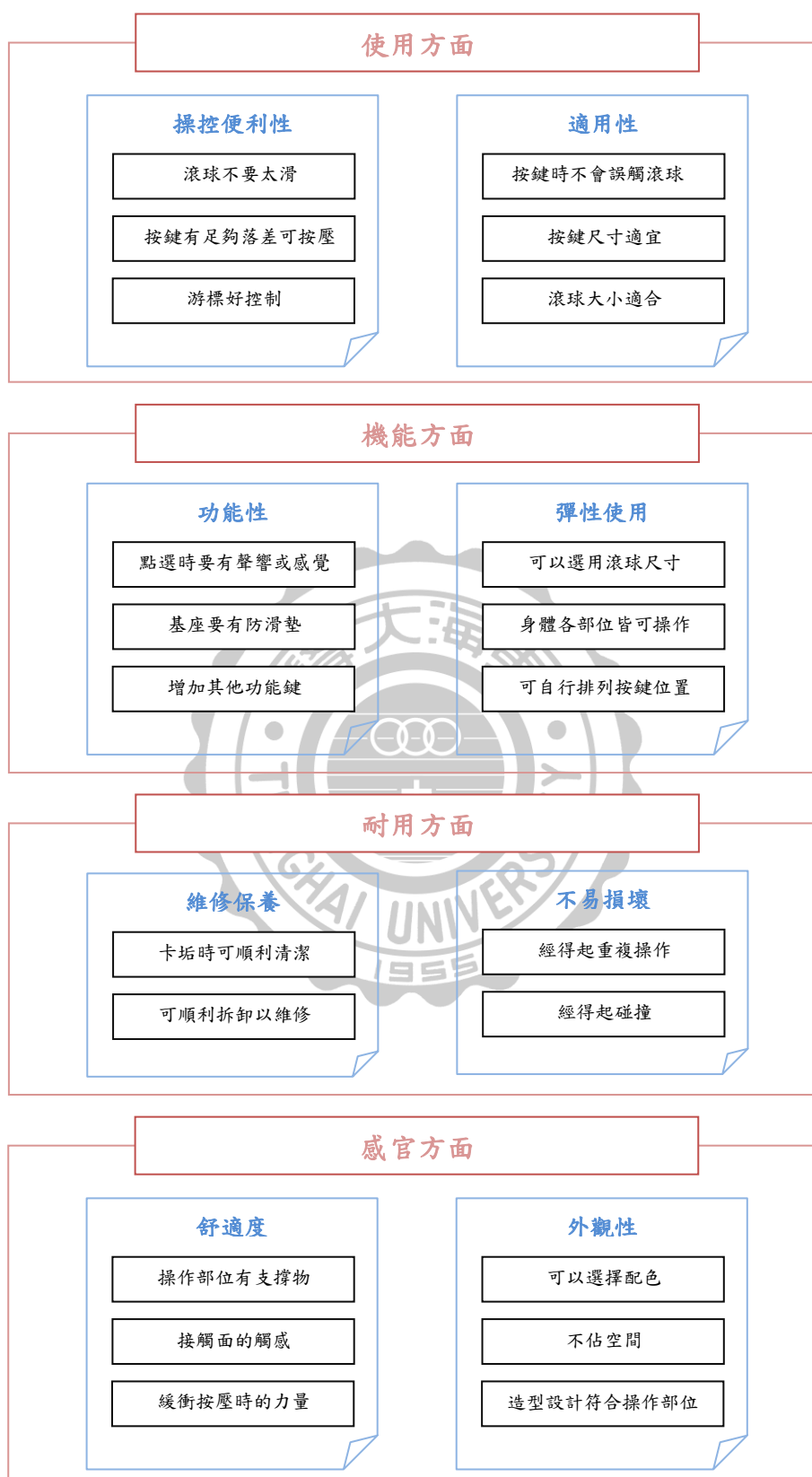


圖 4-7 要求品質以 KJ 法組群

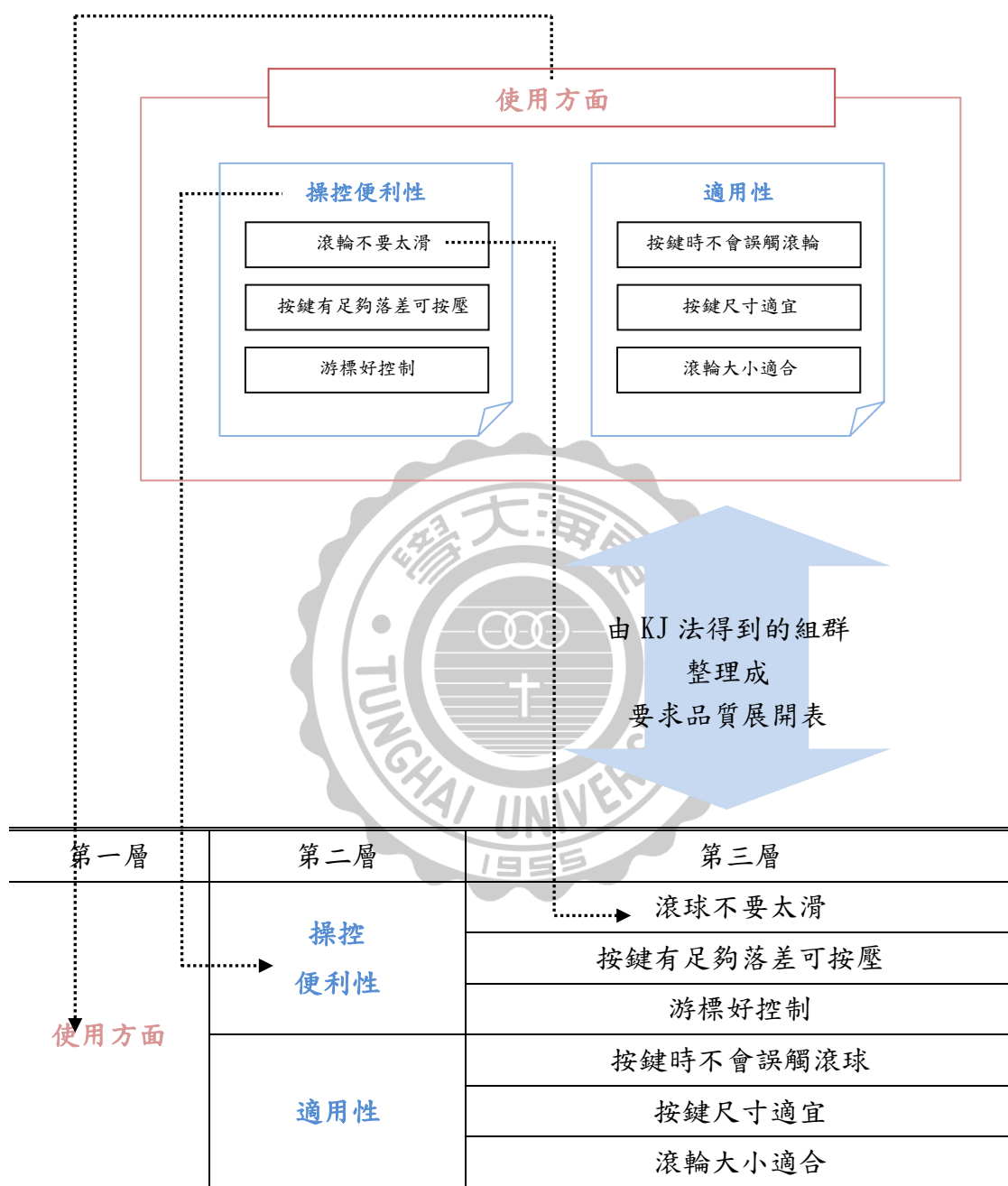


圖 4-8 要求品質分群圖

表 4-8 要求品質展開表

構面	次構面	要求品質項目
使用方面	操控便利性	1. 滾球不要太滑
		2. 按鍵有足夠落差可按壓
		3. 游標好控制
	合適性	4. 按鍵時不會誤觸滾球
		5. 按鍵尺寸適宜
		6. 滾球大小適合
機能方面	功能性	7. 點選時要有聲響或感覺
		8. 基座要有防滑墊
		9. 增加其他功能鍵
	彈性使用	10. 可以選用滾輪尺寸
		11. 身體各部位皆可操作
		12. 可自行排列按鍵位置
耐用方面	維修保養	13. 卡垢時可順利清潔
		14. 可順利拆卸以維修
	不易損壞	15. 經得起重複操作
		16. 經得起碰撞
感官方面	舒適度	17. 操作部位有支撐物
		18. 接觸面的觸感
		19. 緩衝按壓時的力量
	外觀性	20. 可以選擇配色
		21. 不佔空間
		22. 造型設計符合操作部位

4-2-2 要求品質重要度的計算

要求品質展開後的項目作為問卷的選項，藉由問卷的設計及發放，目的是為了取得項目的權重，將計算後的結果來表示使用者要求的程度，問卷分為兩個階段進行發放。

1. 第一階段重要度調查問卷之發放

重要度調查問卷（參考附件二）採用意見調查法直接向使用者進行調查，以李克特量表(Likert Scale)加以呈現，將問卷中選項「非常同意」、「同意」、「尚可」、「不同意」、「非常不同意」的得分依序為5分、4分、3分、2分、1分，藉由五個評比分數作為使用者對該項目需求的重要程度，而評比分數底下、縱軸的數字為同意該選項的人數，重要度的計算方式如圖 4-9。問卷受測者為過去曾使用或是正在使用軌跡球的腦性麻痺使用者為主，請求國立和美實驗學校及各縣市腦性麻痺協會等單位協助以郵寄問卷的方式進行調查，期間以電話聯繫問卷調查過程與進度，經回收有效問卷 34 份，計算後的分析結果如表 4-9 所示。

構面	次構面	項目	評比分數					權重和	權重	重要度
			5	4	3	2	1			
使用方面	操控 便利性	滾球不要太滑	9	17	8	0	0	137	15	1.5
		按鍵有足夠落差可按壓	6	16	8	4	0	126	4	0.4
		游標好控制	10	16	6	2	0	136	14	1.4
	適用性	按鍵時不會誤觸滾球	8	15	9	1	1	130	8	0.8
		按鍵尺寸適宜	10	16	7	0	1	136	14	1.4
		滾球大小適合	8	19	5	1	1	134	12	1.2

同意該選項的人數，橫軸加總後為34人(有效問卷34份)

- 舉例說明：滾球不要太滑權重和=9*5+17*4+8*3+0*2+0*1=137
- 滾球不要太滑權重=125-123+1=3 (123為所有權重和數值中之最小值)
- 滾球不要太滑重要度=3/10=0.3

圖 4-9 重要度的計算方式

表 4-9 要求品質重要度分析表

構面	次構面	項目	評比分數					權重和	權重	重要度
			5	4	3	2	1			
使用方面	操控 便利性	滾球不要太滑	9	17	8	0	0	137	15	1.5
		按鍵有足夠落差可按壓	6	16	8	4	0	126	4	0.4
		游標好控制	10	16	6	2	0	136	14	1.4
	適用性	按鍵時不會誤觸滾球	8	15	9	1	1	130	8	0.8
		按鍵尺寸適宜	10	16	7	0	1	136	14	1.4
		滾球大小適合	8	19	5	1	1	134	12	1.2
機能方面	功能性	點選時要有聲響或感覺	7	17	8	2	0	131	9	0.9
		基座要有防滑墊	13	10	9	1	0	137	15	1.5
		增加多功能鍵(如拖曳鍵)	11	13	9	1	0	136	14	1.4
	彈性使用	可以選用滾球尺寸	9	12	12	1	0	131	9	0.9
		身體各部位皆可操作	10	15	7	1	1	134	12	1.2
		可自行排列按鍵位置	8	11	10	4	1	123	1	1
耐用方面	維修保養	卡垢時可順利清潔	13	14	5	2	0	140	18	1.8
		可順利拆卸以維修	12	15	5	1	1	138	16	1.6
	不易損壞	經得起重複操作	8	17	9	0	0	135	13	1.3
		經得起碰撞	13	9	11	1	0	136	14	1.4
感官方面	舒適度	操作部位有支撐物	8	18	6	2	0	134	12	1.2
		接觸面的觸感	8	18	6	2	0	134	12	1.2
		緩衝按壓時的力量	13	13	6	2	0	139	17	1.7
	外觀性	可以選擇配色	7	14	9	2	2	124	2	0.2
		不佔空間	8	14	11	1	0	131	9	0.9
		造型設計符合操作部位	16	7	8	3	0	138	16	1.6

註：問卷樣本數為 34 份

2. 第二階段問卷發放

需求權重調查問卷（參考附件三）採用層級分析法(以下簡稱 AHP 法)間接透過專家來收集使用者的需求，透過 AHP 法的專家問卷，要求品質所展開後的項目為要求品質之層級結構，將此層級結構設計成正式問卷。問卷受測者包括職能治療師、物理治療師，乃透過內政部輔具專業人員檢索系統之名單以 E-Mail 徵求同意後，再發出電子問卷的方式進行調查，期間以電話或 E-Mail 聯繫問卷調查過程與進度，經回收有效問卷 6 份。

有關 AHP 法所用之分析軟體為 Expert Choice 2000 網路試用版。在此需注意的是，每一份問卷中，若單題未能通過一致性檢定，即 $C.R. > 0.1$ ，則捨棄該題的判斷數值；而通過一致性檢定的題目，即 $C.R. \leq 0.1$ ，即可納入整體判斷值。在完成上述步驟後，將問卷調查中所得到的結果，求解各層級之權重並將各單元分析層級程序，分為第一至第三部份分析，結果以一致性比率檢定通過，根據回收的問卷經分析後，第一部分分析結果彙整如表 4-10；第二部分分析結果彙整如表 4-10~表 4-15，圖 4-12 為第二部分相對權重計算結果；第三部分分析結果彙整如表 4-16~表 4-31，而圖 4-14 為第三部分相對權重計算結果。

- (1) 第一部分：要分為使用方面、機能方面、耐用方面和感官方面等四個構面，比較其重要度，參考階層結構圖 4-10

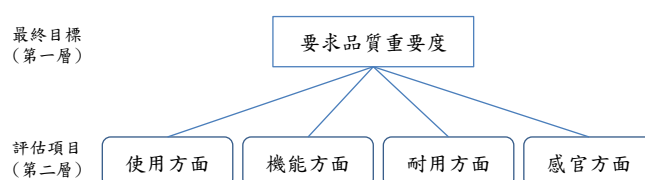


圖 4-10 第一部分之層級結構圖

成對比較矩陣如表：

表 4-10 要求品質構面之成對比較矩陣

構面	使用方面	機能方面	耐用方面	感官方面
使用方面	1	0.2361	1.8086	3.9283
機能方面	4.2360	1	1.5704	2.3651
耐用方面	0.5529	0.6368	1	2.9240
感官方面	0.2546	0.4228	0.3420	1

要求品質構面之優先順序如表：

表 4-11 要求品質構面之優先順序

構面	權重	排序
使用方面	0.434	1
機能方面	0.250	2
耐用方面	0.221	3
感官方面	0.095	4

C.R.=0.03, 則 $0.03 \leq 0.1$ 通過一致性檢定

(2)第二部分：要求品質各構面中包括的次構面，比較其重要度，參考階層結構圖 4-11。

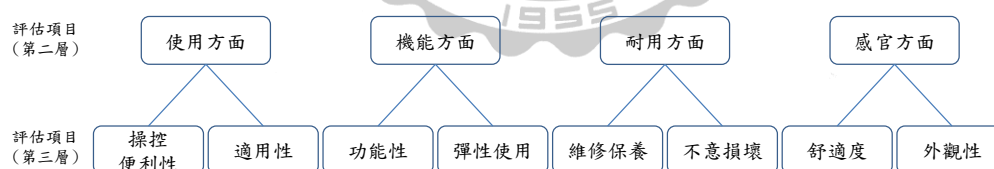


圖 4-11 第二部分之層級結構圖

要求品質次構面之成對比較矩陣與優先順序如下：

a. 評估「使用方面」內，包括操作便利性和適用性兩項次構面的重要度。

表 4-12 使用方面次構面之成對比較矩陣與優先順序

次構面	操控便利性	適用性	權重	排序
操控便利性	1	2.2361	0.309	2
適用性	0.4472	1	0.691	1

b. 評估「機能方面」內，包括功能性和彈性使用兩項次構面的重要度。

表 4-13 機能方面次構面之成對比較矩陣與優先順序

次構面	功能性	彈性使用	權重	排序
功能性	1	1.8086	0.356	2
彈性使用	0.5529	1	0.644	1

c. 評估「耐用方面」內，包括維修保養和不易損壞兩項次構面的重要度。

表 4-14 耐用方面次構面之成對比較矩陣與優先順序

次構面	維修保養	不易毀壞	權重	排序
維修保養	1	2.0829	0.324	2
不易毀壞	0.4801	1	0.676	1

d. 評估「感官方面」內，包括舒適度和外觀性兩項次構面的重要度。

表 4-15 感官方面次構面之成對比較矩陣與優先順序

次構面	舒適度	外觀性	權重	排序
舒適度	1	3.6077	0.783	1
外觀性	0.2772	1	0.217	2

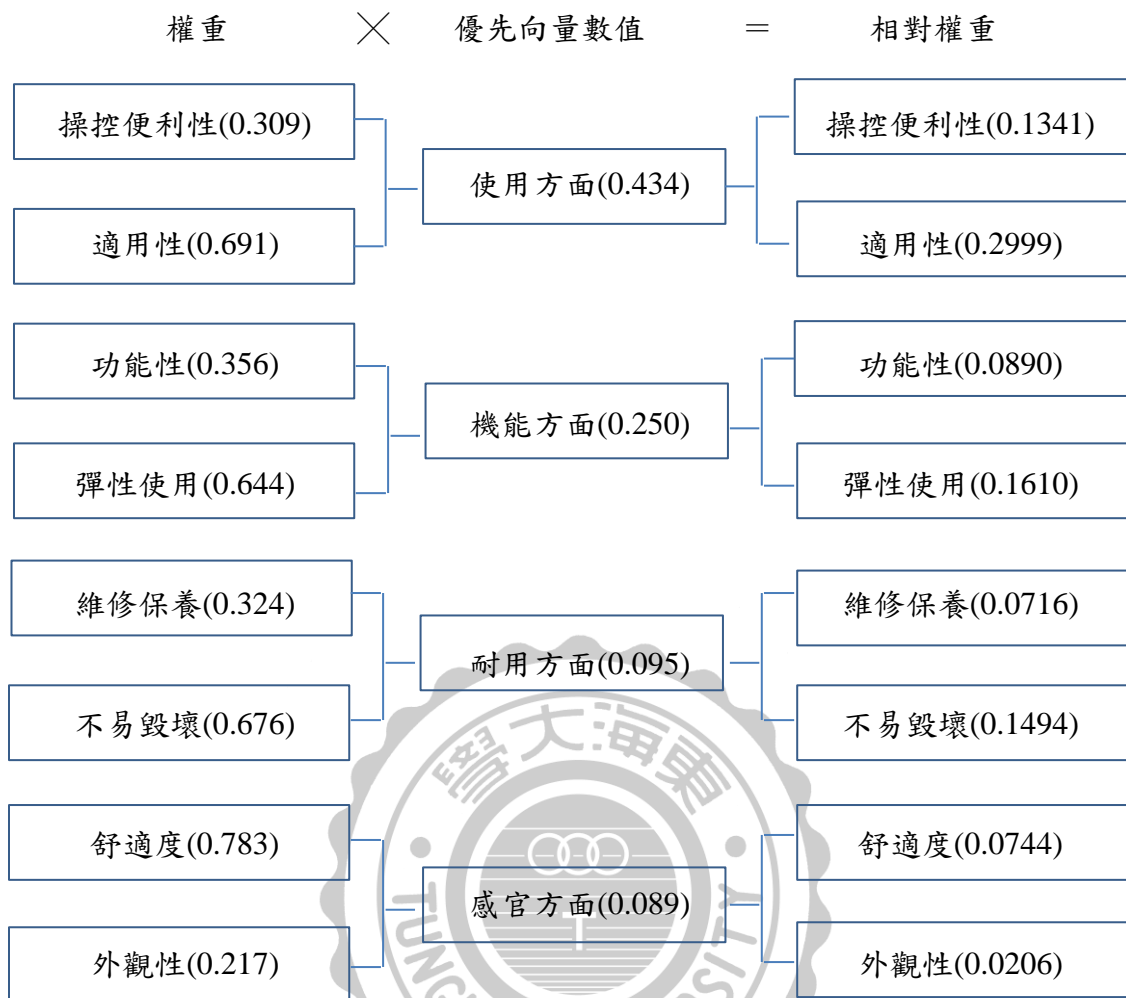


圖 4-12 第二部分相對權重計算圖

(3)第三部分：要求品質次構面中包括的項目，比較其重要度，參考階層結構圖 4-10。

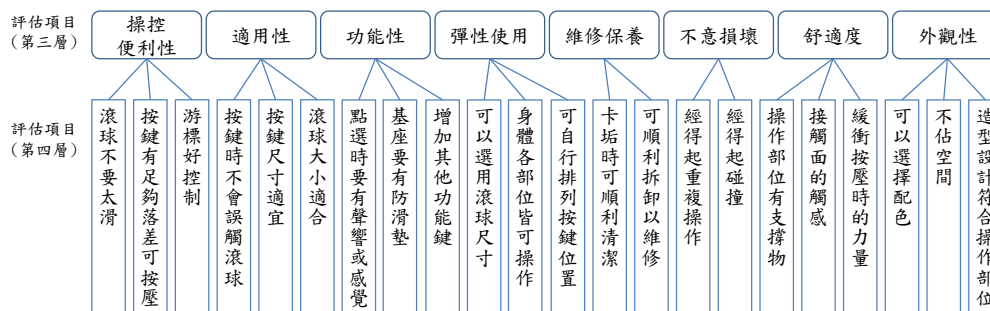


圖 4-13 第三部分之層級結構圖

表 4-16 操控便利性項目之成對比較矩陣

構面	滾輪不要太滑	按鍵有足夠落差可按壓	游標好控制
滾輪不要太滑	1	1.7568	1.2181
按鍵有足夠落差可按壓	0.5692	1	1.1029
游標好控制	0.8210	0.9067	1

表 4-17 操控便利性項目之優先順序

	相對權重	排序
滾輪不要太滑	0.373	2
按鍵有足夠落差可按壓	0.247	3
游標好控制	0.380	1

C.R.= 0.00762, 則 $0.00762 \leq 0.1$ 通過一致性檢定

表 4-18 適用性項目之成對比較矩陣

	按鍵時不會誤觸滾球	按鍵尺寸適宜	滾輪大小適合
按鍵時不會誤觸滾球	1	2.5717	2.1414
按鍵尺寸適宜	0.3888	1	1.1665
滾輪大小適合	0.4670	0.8572	1

表 4-19 適用性項目之優先順序

	相對權重	排序
按鍵時不會誤觸滾球	0.526	1
按鍵尺寸適宜	0.197	3
滾輪大小適合	0.277	2

C.R.=0.00009, 則 $0.00009 \leq 0.1$ 通過一致性檢定

表 4-20 功能性項目之成對比較矩陣

	點選時要有聲響或感覺	基座要有防滑墊	增加其他功能鍵
點選時要有聲響或感覺	1	2.1720	2.1443
基座要有防滑墊	0.4604	1	1.1354
增加其他功能鍵	0.4663	0.8807	1

表 4-21 功能性項目之優先順序

	相對權重	排序
點選時要有聲響或感覺	0.133	3
基座要有防滑墊	0.394	2
增加其他功能鍵	0.473	1

C.R.=0.00138, 則 $0.00138 \leq 0.1$ 通過一致性檢定

表 4-22 彈性使用項目之成對比較矩陣

	可以選用滾球尺寸	身體各部位皆可操作	可自行排列按鍵位置
可以選用滾球尺寸	1	1.8086	1.3077
身體各部位皆可操作	0.5529	1	1.3831
可自行排列按鍵位置	0.7647	0.7230	1

表 4-23 彈性使用項目之優先順序

	相對權重	排序
可以選用滾球	0.226	3
身體各部位皆可操作	0.454	1
可自行排列按鍵位置	0.320	2

C.R.= 0.04, 則 $0.04 \leq 0.1$ 通過一致性檢定

表 4-24 維修保養項目之成對比較矩陣

	卡垢時可順利清潔	可順利拆卸以維修
卡垢時可順利清潔	1	2.3956
可順利拆卸以維修	0.4174	1

表 4-25 維修保養項目之優先順序

	相對權重	排序
卡垢時可順利清潔	0.430	2
可順利拆卸以維修	0.570	1

表 4-26 不易損壞項目之成對比較矩陣

	經得起重複操作	經得起碰撞
經得起重複操作	1	1.1856
經得起碰撞	0.8434	1

表 4-27 不易損壞項目之優先順序

	相對權重	排序
經得起重複操作	0.524	1
經得起碰撞	0.476	2

表 4-28 舒適度項目之成對比較矩陣

	操作部位有支撐物	接觸面的觸感	緩衝按壓時的力量
操作部位有支撐物	1	2.5752	1.5929
接觸面的觸感	0.3883	1	1.2181
緩衝按壓時的力量	0.6278	0.8210	1

表 4-29 舒適度項目之優先順序

	相對權重	排序
操作部位有支撐物	0.440	1
接觸面的觸感	0.183	3
緩衝按壓時的力量	0.377	2

C.R.=0.05, 則 $0.05 \leq 0.1$ 通過一致性檢定

表 4-30 外觀性項目之成對比較矩陣

	可以選擇配色	不佔空間	造型設計符合操作部位
可以選擇配色	1	1.9103	5.9925
不佔空間	0.5235	1	5.1369
造型設計符合操作部位	0.1669	0.1947	1

表 4-31 外觀性項目之優先順序

	相對權重	排序
可以選擇配色	0.093	3
不佔空間	0.151	2
造型設計符合操作部位	0.756	1

C.R.=0.03, 則 $0.03 \leq 0.1$ 通過一致性檢定



圖 4-14 第三部分相對權重計算圖

將各單元分析結果整合成完整之要求品質相對權重分析表(所有數據皆四捨五入取至小數點第四位)，參考表 4-32。

表 4-32 要求品質相對權重分析表

構面	次構面	編號	項目	相對權重	相對排序
使用方面	操控 便利性	V1	滾球不要太滑	0.0508	8
		V2	按鍵有足夠落差可按壓	0.0316	13
		V3	游標好控制	0.0381	11
	適用性	V4	按鍵時不會誤觸滾球	0.1899	1
		V5	按鍵尺寸適宜	0.0747	3
		V6	滾球大小適合	0.0877	2
機能方面	功能性	V7	點選時要有聲響或感覺	0.0217	17
		V8	基座要有防滑墊	0.0490	9
		V9	增加其他功能鍵	0.0449	10
	彈性使用	V10	可以選用滾球尺寸	0.0371	12
		V11	身體各部位皆可操作	0.0540	7
		V12	可自行排列按鍵位置	0.0603	6
耐用方面	維修保養	V13	卡垢時可順利清潔	0.0112	20
		V14	可順利拆卸以維修	0.0269	16
	不易損壞	V15	經得起重複操作	0.0604	5
		V16	經得起碰撞	0.0715	4
感官方面	舒適度	V17	操作部位有支撐物	0.0141	18
		V18	接觸面的觸感	0.0289	14
		V19	緩衝按壓時的力量	0.0281	15
	外觀性	V20	可以選擇配色	0.0018	22
		V21	不佔空間	0.0030	21
		V22	造型設計符合操作部位	0.0130	19

4-2-3 品質企劃的設定

本研究經由問卷分析結果得到要求品質「重要度」，再利用 AHP 兩兩比較求出要求品質之「相對權重」，接著將「重要度」及「相對權重」相乘之後得到「絕對權重」(小數點第 5 位四捨五入)，並以百分比表示，即是最終的要求品質權重，完成之企劃品質如表 4-33 所示。

表 4-33 品質企劃表

構面	次構面	編號	項目	重要度	相對權重	絕對權重 (調整後權重)	要求品質 權重%	排序
使用方面	操控 便利性	V1	滾球不要太滑	1.5	0.0508	0.0762	6.43%	6
		V2	按鍵有足夠落差可按壓	0.4	0.0316	0.0126	1.07%	20
		V3	游標好控制	1.4	0.0381	0.0534	4.51%	11
	適用性	V4	按鍵時不會誤觸滾球	0.8	0.1899	0.1520	12.84%	1
		V5	按鍵尺寸適宜	1.4	0.0747	0.1046	8.84%	3
		V6	滾球大小適合	1.2	0.0877	0.1053	8.90%	2
機能方面	功能性	V7	點選時要有聲響或感覺	0.9	0.0217	0.0196	1.65%	18
		V8	基座要有防滑墊	1.5	0.0490	0.0735	6.21%	7
		V9	增加其他功能鍵	1.4	0.0449	0.0628	5.31%	9
	彈性 使用	V10	可以選用滾球尺寸	0.9	0.0371	0.0334	2.82%	15
		V11	身體各部位皆可操作	1.2	0.0540	0.0649	5.48%	8
		V12	可自行排列按鍵位置	1	0.0603	0.0603	5.09%	10
耐用方面	維修	V13	卡垢時可順利清潔	1.8	0.0112	0.0202	1.71%	17
	保養	V14	可順利拆卸以維修	1.6	0.0269	0.0430	3.63%	13
	不易 損壞	V15	經得起重複操作	1.3	0.0604	0.0785	6.64%	5
	V16	經得起碰撞	1.4	0.0715	0.1001	8.46%	4	
感官方面	舒適度	V17	操作部位有支撐物	1.2	0.0141	0.0169	1.43%	19
		V18	接觸面的觸感	1.2	0.0289	0.0347	2.93%	14
		V19	緩衝按壓時的力量	1.7	0.0281	0.0477	4.03%	12
	外觀性	V20	可以選擇配色	0.2	0.0018	0.0004	0.03%	22
		V21	不佔空間	0.9	0.0030	0.0027	0.23%	21
		V22	造型設計符合操作部位	1.6	0.0130	0.0209	1.76%	16

4-2-4 品質要素項目的展開

根據赤尾洋二(1992)品質要素的提出將市場(使用者)的世界轉換為技術的世界、不受制於測定可能性的提出品質要素以及品質要素中能測定時則稱為品質特性。品質要素指的是「可評價品質尺度之要素」，若可將此加以計算測量，則稱之為「品質特性」，例如產品的尺寸、重量。

如同本研究製作要求品質展開表的過程，進行品質要素展開表之轉換，除了將使用者的要求品質轉換成相對應的技術世界的品質要素，並透過文獻探討、專家訪談的方式腦力激盪，專家名單如表 4-34。

表 4-34 專家訪談表

編號	姓名	單位	職稱	資歷
專家一	侯椋騰	昆盈企業股份有限公司	機構設計部門主管	20 年
專家二	陳先生	昆盈企業股份有限公司	機構設計師	20 年
專家三	陳皇任	第一輔具中心	輔具研發人員	13 年
專家四	江張武雄	第一輔具中心	輔具研製人員	9 年
專家五	徐德仁	第一輔具中心	輔具研製人員	15 年

將訪談得到的結果，經分析後製成品質要素標籤圖，為了增加嚴謹度將展開的品質要素請第一輔具中心的輔具改裝師篩選項目，結果如圖 4-15 所示。



圖 4-15 品質要素標籤圖

利用 KJ 法將其整理歸納，品質要素在訂定時，以簡單明確的品質特性來表示，藉此來和使用者的要求品質做一個區分，將品質要素分群後，便進行製作品質要素展開表。本研究將品質要素區分為六大構面，「形狀尺寸」、「物理特性」、「防誤觸」、「耐久性」、「技術架構」、「感官特性」等。其品質要素展開表如表 4-35 所示。

表 4-35 品質要素展開圖

構面	編號	項目
形狀尺寸	Q1	滾球的重量
	Q2	按鍵尺寸
	Q3	滾球的直徑
	Q4	體積大小
物理特性	Q5	滾球之慣性運動
	Q6	下壓力
	Q7	摩擦係數
防誤觸	Q8	防呆設計
	Q9	控制器的位置
	Q10	控制器的間距
耐久性	Q11	耐塵性
	Q12	材料
	Q13	耐磨損性
	Q14	零件間的密封性
技術架構	Q15	解析度
	Q16	模組化
	Q17	滾球的表面粗度
感官特性	Q18	造型
	Q19	回饋作用
	Q20	材質處理

4-2-5 品質展開

完成要求品質項目、設定品質企畫，以及品質要素項目之後，接著就是建立品質屋，也就是完成要求品質項目(使用者端的需求)與品質要素項目(工程端的技術)的關係矩陣，再與前述的品質企劃表(參考表 4-24)結合，建立「要求品質×品質要素」品質屋。矩陣內部的評估方式是使用專家問卷(參考附件二)，邀請輔具維修、改裝技師或工程師共 6 位專家填寫，根據兩者的相關性強度填上分數(強相關 5 分；中相關 3 分；弱相關 1 分；若彼此之間沒關係，即空下欄位，不予計分)，經由獨立配點法的方式計算出「品質要素項目的絕對權重」，也就是將要求品質權重乘以矩陣內的分數，加總後即為品質要素的絕對權重，換算成百分比後就是品質要素權重，計算方式如下(王士元，1998；蔡珮娟，1999)：

$$Q_j = \sum_{i=1}^{22} I_i \times R_{ij}, i = 1, \dots, n; n \geq 1$$

PW_i ：產品屬性項目權重， $i=1$ to 22； R_{ij} ：相關程度， $i=1$ to 22， $j=1$ to 22；

Q_j ：開發與設計項目之絕對權重

以專家問卷 1 為範例，品質要素項目的第 2 題之權重計算如圖 4-16，完成計算後如表 4-36。

		品質要素					要求品質權重%
		滾球的重量	按鍵尺寸	...	回饋作用	材質處理	
			$Q1$	$Q2$		$Q19$	$Q20$
要求品質	滾球不要太滑	V1		...			6.43
	按鍵有足夠落差可按壓	V2		...	3		1.07
	游標好控制	V3	3				4.51
	按鍵時不會誤觸滾球	V4		3			12.84
	:		:	:			:
	不佔空間	V21		3	...		0.23
	造型設計符合操作部位	V22		3	...		1.76
品質要素重要度	絕對權重		24.92	132.37		11.47	14.83
	相對權重(品質要素權重)%		1.64%	8.69%		0.75%	0.97%

- $Q2$ 按鍵尺寸絕對權重的計算方式： $(3 \times 12.84) + \dots + (3 \times 0.23) + (3 \times 1.76) = 132.37$
- $Q2$ 按鍵尺寸相對權重的計算方式：將絕對權重數值轉換成百分比形式

圖 4-16 品質要素權重計算說明圖

表 4-36 建立要求品質×品質要素品質屋與計算品質要素的重要度

		品質要素																			品質企劃								
		形狀尺寸				物理特性			防誤觸			耐久性				技術架構			感官特性			重要度	相對權重	絕對權重	要求品質權重%				
		滾球的重量	按鍵尺寸	滾球的直徑	體積大小	滾球之慣性運動	下壓力	摩擦係數	防呆設計	控制器的位置	控制器的間距	耐壓性	材料	耐磨損性	密封性	解析度	模組化	滾球的表面粗度	造型	回饋作用	材質處理								
Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20										
要求品質	使用方法	操作 便利性	滾球不要太滑		V1				5	5							5				1.5	0.0508	0.0762	6.43%					
			按鍵有足夠落差可按壓		V2														5	3		0.4	0.0316	0.0126	1.07%				
			游標好控制		V3	3		5	5			5						5				1.4	0.0381	0.0534	4.51%				
		適用性	按鍵時不會誤觸滾球		V4		3	3	3			3	5							5			0.8	0.1899	0.1520	12.84%			
			按鍵尺寸適宜		V5		3					3	3								3			1.4	0.0747	0.1046	8.84%		
			滾球大小適合		V6			3					3	3	1						3			1.2	0.0877	0.1053	8.90%		
	機能方面	功能性	點選時要有聲響或感覺		V7					1		1								5			0.9	0.0217	0.0196	1.65%			
			基座要有防滑墊		V8																			1.5	0.0490	0.0735	6.21%		
			增加其他功能鍵		V9		5	5	5				5	5	5				1		5			1.4	0.0449	0.0628	5.31%		
		彈性使用	可以選用滾球尺寸		V10	3	5	5	5	3			3	3	3						5			0.9	0.0371	0.0334	2.82%		
			身體各部位皆可操作		V11		3	3	5	3			3	5								5			1.2	0.0540	0.0649	5.48%	
			可自行排列按鍵位置		V12				5					3							1	5			1	0.0603	0.0603	5.09%	
	耐用方面	保養	卡垢時可順利清潔		V13																		1.8	0.0112	0.0202	1.71%			
			可順利拆卸以維修		V14																			1.6	0.0269	0.0430	3.63%		
		損壞不易	經得起重複操作		V15																			1.3	0.0604	0.0785	6.64%		
			經得起碰撞		V16																				1.4	0.0715	0.1001	8.46%	
	感官方面	舒適度	操作部位有支撐物		V17		3	3	5					3							5			1.2	0.0141	0.0169	1.43%		
			接觸面的觸感		V18	1																	5			1.2	0.0289	0.0347	2.93%
			緩衝按壓時的力量		V19						5														1.7	0.0281	0.0477	4.03%	
		外觀性	可以選擇配色		V20																			5	0.2	0.0018	0.0004	0.03%	
			不佔空間		V21			3	3	5															0.9	0.0030	0.0027	0.23%	
			造型設計符合操作部位		V22			3	3	3			3	3												1.6	0.0130	0.0209	1.76%
品質要素重要度		絕對權重			24.92	132.37	155.08	168.13	57.08	21.82	32.17	150.10	227.18	43.89	8.55	41.72	33.18	41.72	22.54	37.10	69.38	229.81	11.47	14.83					
		相對權重(品質要素權重)%			1.64%	8.69%	10.18%	11.04%	3.75%	1.43%	2.11%	9.86%	14.92%	2.88%	0.56%	2.74%	2.18%	2.74%	1.48%	2.44%	4.56%	15.09%	0.75%	0.97%					

4-2-6 設計品質

承上，完成「要求品質-品質要素」品質屋後，得到 22 項品質要素項目的絕對權重後，再將其數據轉換成百分比形式，即相對權重(品質要素權重)，完成計算後填入矩陣表之中，數值較大則代表是越重要的品質要素的項目，得到專家 1 問卷之品質要素權重數值。最後計算 6 位專家問卷之平均值，完成表 4-37，其方程式如下：

$$RK_{average} = \frac{\sum RK_j}{22} ; RK_j = \frac{Q_j}{S} ; \bar{S} = \frac{\sum Q_j}{100}$$

$RK_{average}$ ：平均相對權重； RK_j ：項目相對權重； $\sum Q_j$ ：絕對權重總和

最後結果是進行品質要素的重要度篩選，也就是使用者所期盼的重點。若以 22 項目平均相對權重 5.6% 為標準，高於此標準共有 6 項品質要素項目，主要集中在「形狀尺寸」、「材質處理」與「防誤觸」三大構面。透過計分的結果得到最後的權重比排序第一是「Q4 體積大小」(10.43%)；排序第二是「Q3 滾球的直徑」(7.95%)；排序第三是「Q18 造型」(7.43%)；排序第四的是「Q9 控制器的位置」(7.35%)；排序第五是「Q2 按鍵尺寸」(5.97%)，排序第六則是「Q20 材質處理」(5.64%)，參考圖 4-17。

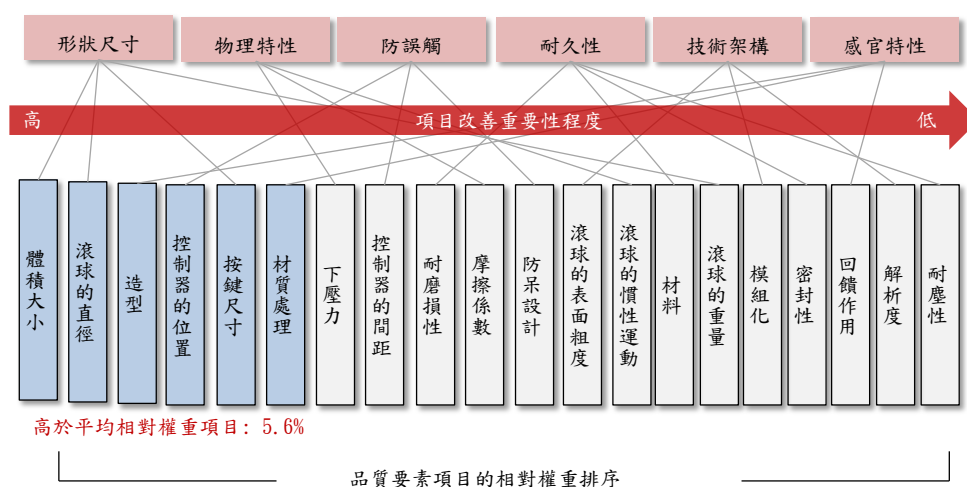


圖 4-17 品質要素項目的相對權重排序

表 4-37 品質要素權重的量化結果

品質要素																					
專家編號	權重與排序	形狀尺寸				物理特性			防誤觸			耐久性				技術架構			感官特性		
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20
		滾球的重量	按鍵尺寸	滾球的直徑	體積大小	滾球之慣性運動	下壓力	摩擦係數	防呆設計	控制器的位置	控制器的間距	耐塵性	材料	耐磨損性	零件間的密封性	解析度	模組化	滾球的表面粗度	造型	回饋作用	材質處理
1	絕對權重	24.92	132.37	155.08	168.13	57.08	21.82	32.17	150.10	227.18	43.89	8.55	41.72	33.18	41.72	22.54	37.10	69.38	229.81	11.47	14.83
	相對權重 (%)	1.64%	8.69%	10.18%	11.04%	3.75%	1.43%	2.11%	9.86%	14.92%	2.88%	0.56%	2.74%	2.18%	2.74%	1.48%	2.44%	4.56%	15.09%	0.75%	0.97%
	排序	15	6	4	3	8	17	14	5	2	9	20	10	13	10	16	12	7	1	19	18
2	絕對權重	59.52	60.23	73.46	98.64	32.83	46.47	41.84	0.00	14.41	12.84	6.43	33.13	33.18	29.55	22.54	0.00	19.84	14.59	13.60	35.86
	相對權重 (%)	9.17%	9.28%	11.32%	15.20%	5.06%	7.16%	6.45%	0.00%	2.22%	1.98%	0.99%	5.10%	5.11%	4.55%	3.47%	0.00%	3.06%	2.25%	2.10%	5.53%
	排序	4	3	2	1	10	5	6	19	15	17	18	9	8	11	12	19	13	14	16	7
3	絕對權重	14.13	49.48	64.09	107.49	41.50	50.42	76.53	65.05	64.20	64.20	28.45	82.98	90.72	32.83	57.88	66.34	19.30	48.24	74.11	123.00
	相對權重 (%)	1.16%	4.05%	5.25%	8.80%	3.40%	4.13%	6.27%	5.33%	5.26%	5.26%	2.33%	6.80%	7.43%	2.69%	4.74%	5.43%	1.58%	3.95%	6.07%	10.07%
	排序	20	14	11	2	16	13	5	8	9	9	18	4	3	17	12	7	19	15	6	1
4	絕對權重	12.68	15.87	64.06	120.66	26.41	56.75	12.44	50.38	112.71	102.61	24.12	9.86	68.80	20.75	30.71	67.84	49.91	104.08	9.86	94.99
	相對權重 (%)	1.20%	1.50%	6.07%	11.43%	2.50%	5.38%	1.18%	4.77%	10.68%	9.72%	2.29%	0.93%	6.52%	1.97%	2.91%	6.43%	4.73%	9.86%	0.93%	9.00%
	排序	17	16	8	1	13	9	18	10	2	4	14	19	6	15	12	7	11	3	20	5
5	絕對權重	216.23	198.20	263.72	217.80	226.44	255.39	285.88	8.82	164.34	138.89	50.54	92.50	141.20	84.28	8.82	118.28	283.70	220.97	160.48	127.09
	相對權重 (%)	6.63%	6.07%	8.08%	6.67%	6.94%	7.83%	8.76%	0.27%	5.04%	4.26%	1.55%	2.83%	4.33%	2.58%	0.27%	3.62%	8.69%	6.77%	4.92%	3.89%
	排序	8	9	3	7	5	4	1	19	10	13	18	16	12	17	19	15	2	6	11	14
6	絕對權重	184.93	195.39	213.68	296.45	136.54	146.06	108.52	186.16	188.90	188.90	47.66	237.02	127.28	179.30	12.43	187.81	109.10	209.60	46.12	137.92
	相對權重 (%)	5.89%	6.22%	6.81%	9.44%	4.35%	4.65%	3.46%	5.93%	6.02%	6.02%	1.52%	7.55%	4.05%	5.71%	0.40%	5.98%	3.47%	6.68%	1.47%	4.39%
	排序	10	5	3	1	14	12	17	9	6	6	18	2	15	11	20	8	16	4	19	13
相對權重 (%)	總和	512.4	651.53	834.09	1009.16	520.81	576.91	557.40	460.50	771.75	551.33	165.76	497.21	494.35	388.43	154.93	477.37	551.24	827.29	315.63	533.69
	平均	4.28%	5.97%	7.95%	10.43%	4.33%	5.10%	4.70%	4.36%	7.35%	5.02%	1.54%	4.33%	4.94%	3.37%	2.21%	3.98%	4.35%	7.43%	2.71%	5.64%
	排序	15	5	2	1	13	7	10	11	4	8	20	14	9	17	19	16	12	3	18	6

4-3 機能展開

為了確保產品符合使用者要求項目並具備之功能，因而需要進行機能展開所得到的機能重要度，如此一來，可在下階段機構展開時使用。首先是製作機能項目的展開表，本研究將軌跡球所需具備的機能分做「適合操作部位」、「易於操作」、「直覺化」、「保存與維修」、「附加價值」等五大構面，底下分成 17 個項目，如表 4-38。

第二，建立「要求品質×機能」品質屋。接著依製作要求品質展開表的方法，將要求品質的項目與機能的項目製作成關聯矩陣表，如表 4-39 所示。

最後，計機能權重。矩陣內部的評估方式是使用專家問卷(參考附件二)，邀請輔具維修、改裝技師或工程師共 6 位專家填寫，依照兩者的其相關性強度填上分數(強相關 5 分；中相關 3 分；弱相關 1 分；若彼此之間沒關係，即空下欄位，不予計分)，經由獨立配點法的方式計算出「機能的絕對權重」，也就是將要求品質權重乘以矩陣內的分數，加總後即為機能的絕對權重，換算成百分比後就是機能權重，此步驟之計算步驟在品質展開階段已做說明，機能展開的階段便不另做說明。

表 4-38 機能展開表

構面	編號	機能項目
適合操作部位	F1	可調整控制件的間距
	F2	可調整按鈕的位置
	F3	提供彈性的操作方式
	F4	可擴充的零件
易於操作	F5	提升游標定位的精準度
	F6	提升點選的績效
	F7	易調整的游標速度
	F8	維持適當摩擦力
直覺化	F9	簡化按鈕功能
	F10	提供回饋作用
	F11	易組裝的零件
保存與維修	F12	維持零件的壽命
	F13	避免零件的鬆脫
	F14	防止外觀的磨損
	F15	保持清潔
附加價值	F16	提升外型的吸引力
	F17	維持操作部位的舒適度

表 4-39 建立要求品質x機能品質屋與計算機能的重要度

			機能															機能權重						
			適合操作部位			易於操作				直覺化			保存與維修			附加價值								
			可調整控制件的間距	可調整按鈕的位置	提供彈性的操作方式	可擴充的零件	提升游標定位的精準度	提升點選的績效	易調整的游標速度	維持適當摩擦力	簡化按鈕功能	提供回饋作用	易組裝的零件	維持零件的壽命	避免零件的鬆脫	防止外觀的磨損	保持清潔		提升外型的吸引力	維持操作部位的舒適度				
			F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15		F16	F17				
要求品質	使用方法	操控便利性	滾球不要太滑	V1					5	5	5	5									6.43			
		按鍵有足夠落差可按壓	V2																			1.07		
		適用性	游標好控制	V3						5	5	5	5										4.51	
			按鍵時不會誤觸滾球	V4	5	5					5												12.84	
			按鍵尺寸適宜	V5	5						5											3	8.84	
			滾球大小適合	V6						5		5	5								5		8.90	
	機能方面		功能性	點選時要有聲響或感覺	V7							3									3		1.65	
			基座要有防滑墊	V8						3	3												6.21	
		增加其他功能鍵	V9		3	3	3			3	3		5									5.31		
		彈性使用	可以選用滾球尺寸	V10						3		3										3	2.82	
			身體各部位皆可操作	V11		5	5				5											3	5.48	
			可自行排列按鍵位置	V12			5	5			5											5	5.09	
	耐用方面	維修保養	卡垢時可順利清潔	V13																5	3		1.71	
		可順利拆卸以維修	V14																	5			3.63	
		不易損壞	經得起重複操作	V15																	5	5		6.64
			經得起碰撞	V16																	5	5		8.46
	感官方面	舒適度	操作部位有支撐物	V17		5																5	1.43	
			接觸面的觸感	V18		5																	5	2.93
			緩衝按壓時的力量	V19											5									4.03
		外觀性	可以選擇配色	V20																		5		0.03
			不佔空間	V21																				0.23
			造型設計符合操作部位	V22						5	5	5	5											1.76
機能重要度	絕對權重	108.38	138.14	68.77	49.84	117.83	255.47	123.58	99.2	26.53	25.13	26.7	80.59	75.46	0	26.7	0.16	151.98						
相對權重(品質要素權重)%	7.89%	10.05%	5.00%	3.63%	8.57%	8.59%	8.99%	7.22%	1.93%	1.83%	1.94%	5.86%	5.49%	0%	1.94%	0.01%	11.06%							

承上，完成「要求品質-機能」的品質屋後，得到 17 項機能項目的絕對權重後，再將其數據轉換成百分比形式，即相對權重(機能權重)，完成計算後填入矩陣表之中，數值較大則代表是越重要的品質要素的項目，得到專家 1 問卷之品質要素權重數值。最後計算 6 位專家問卷之平均值，完成表 4-40，其方程式如下：

$$RK_{average} = \frac{\sum RK_j}{22} ; RK_j = \frac{Q_j}{S} ; \bar{S} = \frac{\sum Q_j}{100}$$

$RK_{average}$ ：平均相對權重； RK_j ：項目相對權重； $\sum Q_j$ ：絕對權重總和

最後結果是進行機能的重要度排序。若以 17 項目平均相對權重 7.5% 為標準，高於此標準共有 6 項機能項目，主要集中在「易於操作」、「附加價值」與「適合操作部位」三大構面。透過計分的結果得到最後的權重比排序第一是「F17 維持操作部位的舒適度」(10.91%)；排序第二是「F6 提升點選的績效」(10.06%)；排序第三是「F8 維持適當摩擦力」(10.02%)；排序第四的是「F5 提升游標定位的精準度」(8.93%)；排序第五是「F7 易調整的游標速度」(5.97%)，排序第六則是「F2 調整按鈕的位置」(7.51%)，參考圖 4-18。

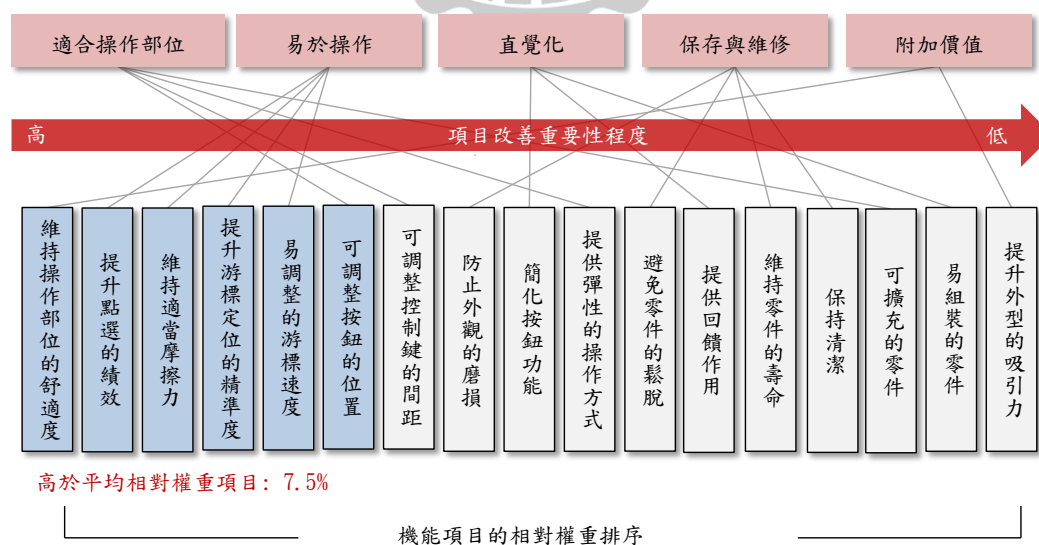


圖 4-18 機能項目的相對權重排序

表 4-40 機能權重的量化結果

		機能																
專家編號	權重與排序	適合操作部位				易於操作				直覺化			保存與維修				附加價值	
		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17
		調整控制件的間距	調整按鈕的位置	提供彈性的操作方式	可擴充的零件	提升游標定位的精準度	提升點選的績效	易調整的游標速度	維持適當摩擦力	簡化按鈕功能	提供回饋作用	易組裝的零件	維持零件的壽命	避免零件的鬆脫	防止外觀的磨損	保持清潔	提升外型的吸引力	維持操作部位的舒適度
1	絕對權重	108.38	138.14	68.77	49.84	117.83	255.47	123.58	99.20	26.53	25.13	26.70	80.59	75.46	0.00	26.70	0.16	151.98
	相對權重%	7.89%	10.05%	5.00%	3.63%	8.57%	18.59%	8.99%	7.22%	1.93%	1.83%	1.94%	5.86%	5.49%	0.00%	1.94%	0.01%	11.06%
	排序	6	3	10	11	5	1	4	7	14	15	12	8	9	17	12	16	2
2	絕對權重	12.84	3.20	5.46	0.00	26.69	26.51	6.43	13.52	0.00	4.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	28.21
	相對權重%	10.04%	2.51%	4.27%	0.00%	20.88%	20.74%	5.03%	10.58%	0.00%	3.88%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	22.07%
	排序	5	9	7	10	2	3	6	4	10	8	10	10	10	10	10	10	1
3	絕對權重	76.26	123.16	51.43	5.48	122.20	137.02	59.73	95.64	0.00	26.42	23.11	68.56	95.30	60.14	36.32	5.39	48.59
	相對權重%	7.37%	11.90%	4.97%	0.53%	11.81%	13.24%	5.77%	9.24%	0.00%	2.55%	2.23%	6.63%	9.21%	5.81%	3.51%	0.52%	4.70%
	排序	6	2	10	15	3	1	9	4	17	13	14	7	5	8	12	16	11
4	絕對權重	14.23	71.94	143.82	85.16	119.10	90.32	158.04	241.81	260.97	260.70	33.64	45.82	106.01	103.36	104.50	25.79	4.91
	相對權重%	0.76%	3.85%	7.69%	4.55%	6.37%	4.83%	8.45%	12.93%	13.96%	13.94%	1.80%	2.45%	5.67%	5.53%	5.59%	1.38%	0.26%
	排序	16	12	5	11	6	10	4	3	1	2	14	13	7	9	8	15	17
5	絕對權重	105.86	105.86	0.00	0.00	0.00	0.00	164.19	149.67	129.45	17.08	26.98	89.30	31.06	209.06	68.70	8.98	330.68
	相對權重%	7.37%	7.37%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	11.43%	10.42%	9.01%	1.19%	1.88%	6.21%	2.16%	14.55%	4.78%	0.62%	23.01%
	排序	6	6	14	14	14	14	3	4	5	12	11	8	10	2	9	13	1
6	絕對權重	195.36	178.63	142.45	128.08	112.98	56.35	166.33	185.93	114.33	61.38	139.95	58.10	111.43	99.51	44.71	29.71	83.32
	相對權重%	10.24%	9.36%	7.46%	6.71%	5.92%	2.95%	8.71%	9.74%	5.99%	3.22%	7.33%	3.04%	5.84%	5.21%	2.34%	1.56%	4.37%
	排序	1	3	5	7	9	15	4	2	8	13	6	14	10	11	16	17	12
相對 權重 (%)	總和	512.93	620.94	411.93	268.55	498.81	565.67	678.29	785.78	531.28	395.68	250.43	442.37	419.26	472.06	280.93	70.02	647.69
	平均	7.28%	7.51%	4.90%	2.57%	8.93%	10.06%	8.06%	10.02%	5.15%	4.43%	2.53%	4.03%	4.73%	5.18%	3.03%	0.68%	10.91%
	排序	7	6	10	15	4	2	5	3	9	12	16	13	11	8	14	17	1

4-4 機構展開

機構是實現機能的結構，實現機能的機構是本階段欲探討的重點。先製作機構展開表，思考使用者產品所需的基本機構，從基本機構中有系統地來展開機構，而後製作機構展開表。機構展開表並非將產品應具有的機能，直接向零件或單位去轉換，而是維繫機能與零件之間的一種表，作為技術儲存且可提高開發效率。首先，如同製作品質要素項目的過程，除了將使用者的要求品質轉換成相對應的技術世界的機能，同時透過文獻探討與專利搜尋、專家訪談的方式腦力激盪，針對軌跡球產品拆解後得到之項目作為機能的項目來源。製作成機能標籤圖，進行 KJ 法，將機能分群後，製作機構展開表。本研究將軌跡球所需具備的機構經 KJ 法分為「外殼元件」、「控制器元件」、「光學感測器」、「內部元件」等四大構面，再細分成 13 個機能項目，如表 4-41。

第二，建立「機能×機構」品質屋。接著依製作要求品質展開表的方法，將機能的項目與機構的項目製作成關聯矩陣表，如表 4-42 所示。

最後，計算法機構權重。矩陣內部的評估方式是使用專家問卷(參考附件二)，邀請輔具維修、改裝技師或工程師共 6 位專家填寫，依照兩者的其相關性強度填上分數(強相關 5 分；中相關 3 分；弱相關 1 分；若彼此之間沒關係，即空下欄位，不予計分)，經由獨立配點法的方式計算出「機構的絕對權重」，也就是將要機能權重乘以矩陣內的分數，加總後即為機構的絕對權重，換算成百分比後就是機構權重，此步驟之計算步驟在品質展開階段已做說明，機構展開的階段便不另做說明。

表 4-41 機構展開表

構面	編號	機能項目
外殼元件	M1	頂殼
	M2	底殼
	M3	止環
	M4	墊腳
控制器元件	M5	滾球
	M6	按鈕組件
	M7	活動式特殊開關
	M8	解析度功能的設定鍵
光學感測器	M9	光源
	M10	感測器
內部元件	M11	微動開關
	M12	狀態顯示燈
	M13	軸承

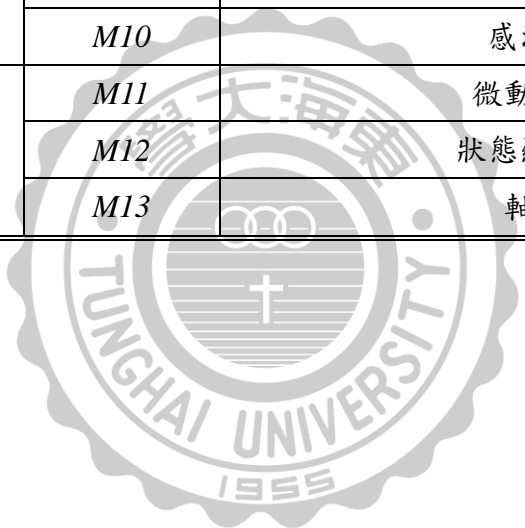


表 4-42 建立機能×機構品質屋與計算機構的重要度

			機構													機能權重 ∞	
			外殼元件				控制器元件				光學感測器		內部元件				
			頂殼	底殼	止環	墊腳	滾球	外殼的按鈕組件	活動式單鍵特殊開關	解析度功能的設定鍵	光源	感測器	微動開關	狀態顯示燈	軸承		
			M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13		
機能	適合操作部位	調整控制件的間距	F1														4.47
		調整按鈕的位置	F2						5	5							5.91
		提供彈性的操作方式	F3						5	5							2.90
		可擴充的零件	F4			5		5	5								2.78
	易於操作	提升游標定位的精準度	F5				5		5	5	5				5		5.92
		提升點選的績效	F6									3					12.87
		易調整的游標速度	F7														6.94
		維持適當摩擦力	F8			5									5		6.08
	直覺化	簡化按鈕功能	F9						5	5							3.38
		提供回饋作用	F10					5				5					3.91
		易組裝的零件	F11	5	5	5		5			5	5	5	5	5		5.74
	保存與維修	維持零件的壽命	F12	5	5	5		5					5		5		6.46
		避免零件的鬆脫	F13	5	5												6.25
		防止外觀的磨損	F14	5	5												4.23
		保持清潔	F15	3	3	3											6.95
	價值附加	提升外型的吸引力	F16	5	3	3		3	3								4.89
		維持操作部位的舒適度	F17	5	3		3										10.31
機構重要度	絕對權重		127.65	105.52	80.98	51.30	72.22	18.89	103.5	145.92	52.58	52.58	103.93	0	117.98		
	相對權重(機構權重%)		12.36%	10.22%	7.84%	4.97%	6.99%	1.83%	9.98%	14.13%	5.09%	5.09%	10.07%	0%	11.43%		

註：以光學式軌跡球輸入裝置做為參考。

承上，完成「機能-機構」的品質屋後，得到 13 項機構項目的絕對權重後，再將其數據轉換成百分比形式，即相對權重(機構權重)，完成計算後填入矩陣表之中，數值較大則代表是越重要的機構的項目，得到專家 1 問卷之機構權重數值。最後計算 6 位專家問卷之平均值，完成表 4-43，其方程式如下：

$$RK_{average} = \frac{\sum RK_j}{22} ; RK_j = \frac{Q_j}{S} ; \bar{S} = \frac{\sum Q_j}{100}$$

$RK_{average}$ ：平均相對權重； RK_j ：項目相對權重； $\sum Q_j$ ：絕對權重總和

最後結果是進行機構的重要度排序。若以 13 項目平均相對權重 9.4% 為標準，高於此標準共有 4 項機構項目，主要集中「控制器元件」與「內部元件」兩大構面。透過計分的結果得到最後的權重比排序第一是「M13 軸承」(12.71%)；排序第二是「M8 解析度功能的設定鍵」(10.69%)；排序第三是「M5 滾球」(10.25%)；排序第四的是「M7 活動式單鍵特殊開關」(9.41%)，參考圖 4-19。

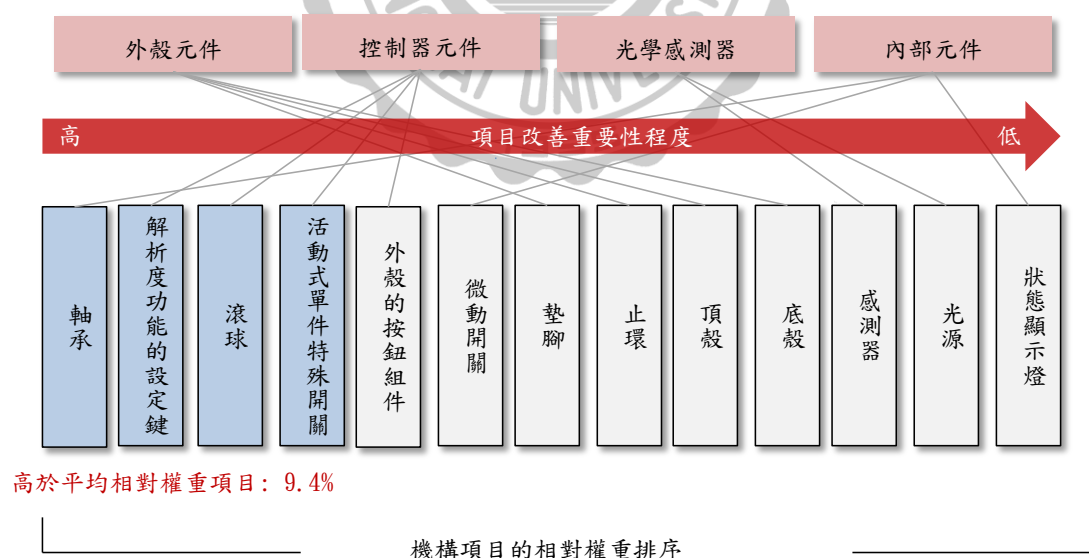


圖 4-19 機構項目的相對權重排序

表 4-43 機構量化結果

		機構												
專家編號	權重與排序	外殼元件				控制器元件				光學感測器		內部元件		
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13
		頂殼	底殼	止環	墊腳	滾球	外殼的按鈕組件	活動式單鍵特殊開關	解析度功能的設定鍵	光源	感測器	微動開關	狀態顯示燈	軸承
1	絕對權重	127.65	105.52	80.98	51.30	72.22	18.89	103.05	145.92	52.58	52.58	103.93	0.00	117.98
	相對權重 %	12.36%	10.22%	7.84%	4.97%	6.99%	1.83%	9.98%	14.13%	5.09%	5.09%	10.07%	0.00%	11.43%
	排序	2	4	7	11	8	12	6	1	9	9	5	13	3
2	絕對權重	0.00	0.00	0.00	20.88	15.10	0.00	30.13	62.64	0.00	0.00	0.00	0.00	94.38
	相對權重 %	0.00%	0.00%	0.00%	9.36%	6.77%	0.00%	13.50%	28.07%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	42.30%
	排序	6	6	6	4	5	6	3	2	6	6	6	6	1
3	絕對權重	88.68	79.29	17.46	90.31	198.86	91.06	66.21	13.24	2.65	2.65	147.88	68.55	85.86
	相對權重 %	9.31%	8.32%	1.83%	9.48%	20.87%	9.56%	6.95%	1.39%	0.28%	0.28%	15.52%	7.20%	9.01%
	排序	5	7	10	4	1	3	9	11	12	12	2	8	6
4	絕對權重	43.01	101.79	155.53	172.86	286.73	238.42	176.74	159.49	197.57	159.47	185.40	74.63	4.83
	相對權重 %	2.20%	5.20%	7.95%	8.84%	14.66%	12.19%	9.03%	8.15%	10.10%	8.15%	9.48%	3.81%	0.25%
	排序	12	10	9	6	1	2	5	7	3	8	4	11	13
5	絕對權重	256.73	256.73	351.91	315.08	224.29	217.33	337.33	260.03	152.09	172.20	161.47	5.94	232.94
	相對權重 %	8.72%	8.72%	11.95%	10.70%	7.62%	7.38%	11.46%	8.83%	5.17%	5.85%	5.48%	0.20%	7.91%
	排序	5	5	1	3	8	9	2	4	12	10	11	13	7
6	絕對權重	142.07	114.47	186.09	50.87	59.04	259.01	70.69	46.07	63.08	82.06	112.31	28.09	68.92
	相對權重 %	11.08%	8.92%	14.51%	3.97%	4.60%	20.19%	5.51%	3.59%	4.92%	6.40%	8.75%	2.19%	5.37%
	排序	3	4	2	11	10	1	7	12	9	6	5	13	8
相對 權重 (%)	總和	658.15	657.79	791.98	701.30	856.23	824.71	784.15	687.39	467.97	468.97	711.00	177.21	604.91
	平均	7.28%	6.90%	7.35%	7.88%	10.25%	8.52%	9.41%	10.69%	4.26%	4.29%	8.22%	2.23%	12.71%
	排序	9	10	8	7	3	5	4	2	12	11	6	13	1

4-5 瓶頸技術的篩選

如果以往技術能充分滿足設計品質時，即可順利地向生產進行轉移。反之，利用以往的技術無法滿足設計品質時，則當作瓶頸技術取出，在思考解決方案的同時，也要重估設計品質。如果是設計品質的充足為優先的話，就要傾注全力於瓶頸技術的決定。

首先，將品質要素的項目與機構的項目結合製作成關係矩陣。矩陣內部的評估方式是使用專家問卷（參考附件二），邀請輔具維修、改裝技師或工程師共 6 位專家填寫，根據兩者的相關性強度填上分數（強相關 5 分；中相關 3 分；弱相關 1 分；若彼此之間沒關係，即空下欄位，不予計分），經由獨立配點法的方式計算出「機構項目的絕對權重」，也就是將品質要素權重乘以矩陣內的分數，加總後即為機構的絕對權重，換算成百分比後就是機構權重，如表 4-44 所示。

接著，進行瓶頸技術(bottle neck)的篩選。瓶頸技術的數目相對會影響資源的調配和研發的難易度，若權重值基準太高，則會遺漏其他重要的瓶頸技術；相反地，基準太低，則會篩選出過多的瓶頸技術。故本研究以機構權重大於 11% 做為篩選時的基準參考。根據表 4-45，篩選的基準(機構權重 11%)挑出機構權重較高者有滾球(14.14%)、軸承(13.22%)、微動開關(12.40%)和外殼的按鈕組件(11.87%)，接著再對應其與品質要素相關性平均數最大者，見表 4-34。篩選滾球此機構項目的最強相關者是「摩擦係數」(平均數為 3.5)；與軸承此機構項目的最強相關者是「滾球的重量」(平均數為 3.0)；與微動開關此機構項目的最強相關者是「按鍵尺寸」(平均數為 3.0)和「下壓力」(平均數為 3.0)；與外殼的按鈕組件此機構項目的最強相關者是「按鍵尺寸」(平均數為 2.5)、「控制器的位置」(平均數為 2.5)、「材料」(平均數為 2.5)，由於按鍵尺寸、控制器位置與材料能夠以現有技術解決故刪去，留下「滾球-摩擦係數」、「軸承-滾球的重量」、「微動開關-下壓力」，考慮現有、固有的技術的確無法實現此一重要的品質要素，視為瓶頸技術。

表 4-44 建立品質要素×機構品質屋與計算機構的重要度

			機構											品質要素權重%		
			外殼元件				控制器元件				光學感測器		內部元件			
			頂殼	底殼	止環	墊腳	滾球	外殼的按鈕組件	活動式單鍵特殊開關	解析度功能的設定鍵	光源	感測器	微動開關		狀態顯示燈	軸承
			M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11		M12	M13
品質要素	形狀尺寸	滾球的重量	Q1				5						5	1.64		
		按鍵尺寸	Q2	5				5				5		8.69		
		滾球的直徑	Q3	5	5	5	5			5	5		5	10.18		
		體積大小	Q4	5	5	5	5	3						11.04		
	物理特性	滾球之慣性運動	Q5				5							3.75		
		下壓力	Q6					5				5		1.43		
		摩擦係數	Q7			3	5						5	2.11		
	防誤觸	防呆設計	Q8	5			3	5						9.86		
		控制器的位置	Q9	5	5		5	5						14.92		
		控制器的間距	Q10											2.88		
	耐久性	耐塵性	Q11	5		5								0.56		
		材料	Q12	5			5							2.74		
		耐磨損性	Q13				5					5	5	2.18		
		零件間的密封性	Q14	5		5	5							2.74		
	技術架構	解析度	Q15								5			1.48		
		模組化	Q16				5	5		5	5	5	5	2.44		
		滾球的表面粗度	Q17				5						5	4.56		
	感官特性	造型	Q18									5		15.09		
		回饋作用	Q19	5	5	3	5	5						0.75		
		材質處理	Q20	5	5	5								0.97		
機構	絕對權重		312.25	189.32	136.08	0	324.75	223.54	0	0	63.09	70.49	149.13	0	115.51	
重要度	相對權重(機構權重%)		19.97%	11.97%	8.73%	0%	20.38%	13.94%	0%	0%	4.10%	4.63%	9.25%	0%	7.03%	

表 4-45 品質要素與機構之展開量化

		機構													
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	
		頂殼	底殼	止環	墊腳	滾球	外殼的按鍵組件	活動式單鍵特殊開關	解析度功能的設定鍵	光源	感測器	微動開關	狀態顯示燈	軸承	
品質要素	Q1	滾球的重量	0.2	1.5	0.2	0.2	2.5	0.2	0.2	0.2	0.5	0.2	0.8	0.0	3.0
	Q2	按鍵尺寸	0.8	0.0	0.0	0.0	0.2	2.5	1.3	0.7	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0
	Q3	滾球的直徑	1.3	0.8	1.8	0.0	2.5	1.7	0.0	0.2	1.8	1.0	0.8	0.0	1.7
	Q4	體積大小	1.7	1.7	1.0	0.0	2.5	1.2	1.0	0.2	0.5	0.2	1.8	0.5	1.5
	Q5	滾球之慣性運動	0.2	0.2	0.5	0.5	3.0	1.7	0.8	0.3	0.2	1.5	1.0	0.2	1.5
	Q6	下壓力	0.2	0.2	0.2	0.8	0.8	2.3	1.3	0.5	0.0	0.2	3.0	0.0	1.8
	Q7	摩擦係數	1.0	0.8	1.7	0.0	3.5	1.7	0.2	0.0	0.5	0.0	0.8	0.0	1.8
	Q8	防呆設計	0.8	0.0	0.0	0.2	0.7	2.0	2.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0
	Q9	控制器的位置	1.3	1.3	0.2	0.0	1.7	2.5	0.8	0.0	1.3	1.5	1.8	0.3	0.0
	Q10	控制器的間距	0.5	0.5	0.0	0.8	0.8	1.0	0.8	0.0	1.3	1.3	1.5	0.5	1.3
	Q11	耐塵性	2.5	10.0	2.5	0.5	1.3	1.3	0.8	0.5	0.2	0.2	0.0	0.0	0.8
	Q12	材料	2.5	1.7	1.7	0.8	2.5	2.5	1.7	1.7	0.8	0.7	1.3	0.2	1.0
	Q13	耐磨損性	2.5	2.2	1.8	0.7	2.5	1.3	1.3	0.2	1.0	0.7	1.8	0.0	1.8
	Q14	零件間的密封性	2.5	1.7	2.5	0.2	2.7	2.2	0.8	0.8	0.8	0.8	0.2	0.8	0.5
	Q15	解析度	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.8	0.8	1.8	3.0	0.0	0.5	0.0
	Q16	模組化	1.3	1.3	1.3	0.5	1.3	1.3	0.7	0.5	2.2	2.2	1.7	0.5	0.8
	Q17	滾球的表面粗度	0.0	0.0	0.0	0.5	2.5	0.0	0.0	0.8	0.2	1.3	0.0	0.0	1.7
	Q18	造型	1.7	1.7	0.8	0.3	1.8	0.7	0.2	0.7	1.0	1.7	0.8	1.3	0.0
	Q19	回饋作用	0.8	0.8	1.3	0.8	2.7	2.2	0.8	1.0	0.8	0.8	0.8	1.7	0.8
	Q20	材質處理	2.5	2.7	2.5	1.7	1.7	1.8	0.5	0.8	0.0	0.0	1.7	0.0	0.2
機構 重要度	絕對權重平均	693.82	570.39	439.32	228.92	1109.45	885.67	473.74	233.94	357.15	371.93	822.34	134.20	655.56	
	相對權重(機構權重%)	8.62%	7.83%	4.86%	3.89%	14.14%	11.87%	6.13%	3.51%	5.65%	5.83%	12.40%	2.07%	13.22%	
	排序	5	6	10	11	1	4	7	12	9	8	3	13	2	

4-6 本章結論

完成品質展開、機能展開、機構展開，以及最後瓶頸技術的選取這四個階段的任務，每個展開的階段都有其目的，品質展開是為了得到產品要素的重要項目；機能展開是為了得到機能的重要項目；機構展開式為了得到機構的重要項目；最後產品要素與機構的展開後，得到的瓶頸技術完成所有的展開。以下就品質機能展開四個階段的結果和最終導出的瓶頸技術說簡要說明，如下：

一、品質展開

在品質展開的結果中，可以知道目前對照使用者對於產品所驥盼下對應的產品要素或特性是排序第一是「體積大小」(10.43%)；排序第二是「滾球的直徑」(7.95%)；排序第三是造型(7.43%)；排序第四的是控制器的位置(7.35%)；排序第五是按鍵尺寸(5.97%)，排序第六則是「材質處理」(5.64%)。以上六點要素和參與觀察與專家的訪談法時所獲得的訊息大致上符合。建議在改裝或是研發產品時，將以上幾點產品要素做為優先考量的要點。

二、機能展開

承上，為了能夠使產品要素或特性能夠具體化，則提出「機能」的展開，會較為妥當。此展開階段的結果，可以知道維持操作部位的舒適度(15.4%，排序1)、維持適當摩擦力(12.3%，排序2)、提供回饋作用(8.2%，排序3)、提升點選的績效(8.2%，排序4)、易調整的游標速度(7.7%，排序5)，由以上五項結果讓產品的基本機能能夠加以明確化，這樣的機能展開的矩陣是已故有技術來實現使用者需求時的一個重要橋梁，扮演的角色非常重要。

三、機構展開

承上，產品之機能是依據哪些重要機構而來的在機構展開的階段可以窺知一二。為了實現產品的機能，以下為重要的機構，軸承(22.8%，排序1)、滾球(18.9%，

排序 2)、頂殼(10.1%，排序 3)、底殼(8.9%，排序 4)、微動開關(7.9%，排序 5)，則重要度越高的則是設計上的重點。

四、瓶頸技術的檢討

由機能展開與機構展開的矩陣來看，為了實現某一機能而對應之機構做一個對照，考慮在此所累積之固有技術史否能夠實現該機能。透過瓶頸技術的篩選和滾球、軸承以及微動開關三大重要機構相對應的品質要素如下：

1. 「滾球-摩擦係數」

和一般軌跡球不同之處，為因應腦性麻痺者肌肉張力的高低，滾球若要增加摩擦力，在工程技術上可提供讓直徑大或是沉重一點的滾球，將移動的力量抵消掉。例如高張力的腦性麻痺使用者手指會捲曲縮在一起，手部控制能力不佳，有適度的阻力動作會控制得比較好。

2. 「軸承-滾球的重量」

若為增加磨擦力而提供直徑大或沉重的滾球，同樣的滾球所增加的重量會影響到軸承的負荷，長久使用後會造成損耗，加強軸承的堅固性也是未來研發的重點。

3. 「微動開關-下壓力」

微動開關與按鍵組件相關，具有微小接點間距和瞬動機構，以規定的移動和力量來開關動作的接點構造，再以按鍵外殼的作為覆蓋。而腦性麻痺者使用者其肌肉張力影響張力若過大，按鍵施力過大時會影響點選的績效，或是造成微動開關的磨損，如何改進點選績效或加強耐久性為研發上的重點。

第五章 結論與建議

5-1 研究成果

針對本研究運用品質展開法各階段的研究重點對照研究目的，逐一討論研究成果並分項說明如下：

■ 使用者需求的探討

為確實了解腦性麻痺者的生理特性，透過文獻探討針對此一族群歸納出動作特徵，對於此一族群在使用軌跡球的產品時仍有文獻上所無法了解的部分，為了補足此部分的不足，透過專家的訪談從臨床上探討操作上的問題點，對應至使用者的需求上，整理成品質屋左邊使用者的要求品質項目，建議在未來軌跡球改良時考量的要點歸納如下：

1. 按鍵時不會誤觸滾球(12.84%)

由於張力的影響或許個案的動作能力有限，除了調整控制件的間距也可思考簡化按鍵數量，例如將左鍵改用外接式單鍵開關的方式替代之；或是調整按鈕的位置將左右鍵設計於同一側，而滾球在另一側的方式，利用硬體上的設計避免控制器間的誤觸。

2. 滾球大小適合(8.90%)

視個案狀況，越小顆的滾球就需要用到精細動作，若精細動作不佳的使用者，建議選用比較大顆的軌跡球，用比較大的動作去減化成比較小、比較不會有誤差的滑鼠動作，提升游標定位的精準度；使用者若不是用正常部位來操作，而用其他替代的部位來操作，像手腕、手背或下巴，建議可以使用滾球大的軌跡球。

3. 按鍵尺寸適宜(8.84%)

同上，腦性麻痺部分使用者是用其他替代部位操控按鍵，若是尺寸過小會改變操作的習慣造成不舒適度或是有誤觸其他鍵的情況產生，若尺寸過大又會降低點選的績效。

4. 經得起碰撞(8.46%)

軌跡球是滾球與基座分離方式，在不動基座上利用球型滾動方式來移動游標。設計上需考量碰撞後避免滾球過於容易鬆脫，造成使用者的不便。

5. 經得起重複操作(6.64%)

腦性麻痺的使用者因肌肉張力的影響，張力若過大或不自主的張力釋出，按鍵施力也過大時除了影響點選的績效，或是造成零件的壽命減損，長期使用會造成零件的縮脫。。

6. 滾球不要太滑(6.43%)

視個案類型，低張力動作不太有力可不會很會晃動，高張力型手指肌肉會捲曲縮在一起很緊，有些是屬於徐動型有不自主的張力產生需要滾球維持適當的摩擦力，可針對不同個案去做不同的設計。滾球太滑的話原本控制就

■ 工程技術的探討

軌跡球透過文獻回顧的方式歸納種類以及臨床上的應用；而技術架構，透過訪談法的方式集結產業以及輔具中心專家的實務經驗，對應腦性麻痺使用者的需求，拆解軌跡球在工程技術，包括品質要素、機能、機構面的需求重點；透過品質機能法各階段的展開：品質展開、機能展開、機構展開得到產品改善的重要度排序，參考表 5-1。

表 5-1 工程技術拆解後各項目之重要度排序

	品質要素項目	機能項目	機構項目
重要度排序(高—低)	<ul style="list-style-type: none"> • 體積大小 • 滾球的直徑 • 造型 • 控制器的位置 • 按鍵尺寸 • 材質處理 	<ul style="list-style-type: none"> • 維持操作部位的舒適度 • 提升點選的績效 • 維持適當摩擦力 • 提升游標定位的精準度 • 易調整的游標速度 • 可調整按鍵的位置 	<ul style="list-style-type: none"> • 軸承 • 解析度功能的設定鍵 • 滾球 • 活動式單鍵特殊開關

瓶頸技術以「滾球-摩擦係數」、「軸承-滾球的重量」以及「微動開關-下壓力」為目前最迫切改善的技術，與專家訪談時提出的需求也相符合。

■ 使用者需求導向之輔具設計

品質機能展開法的方式，透過本研究驗證將使用者的需求轉化為工程技術的需求，也可以有系統地定義軌跡球產品改良的重點。透過方法歸納出的設計品質可作為在設計的階段定位產品方向，避免設計端與使用者端的認知落差大。落實以使用者需求為中心導向的輔具設計，做為此輔具研發或改良的參考。

5-2 研究貢獻

■ 對於學術界之貢獻

透過文獻彙整與參與式觀察使用者操作時的實際情形，再與多位臨床的專家訪談後所歸納的使用者需求項目具有一定的內容效度，具有實務上的應用性。由於使用者的族群特殊，利用分析層級程序法，整合使用者與專家的看法讓腦性麻痺的需求更為客觀，可做為未來相關研究的參考。

■ 對於實務界之貢獻

國內並無針對此類產品做研發，皆從國外進口，因此國內對於此類輔具產品無技術上的參考，透過本研究結合產業界對於軌跡球的技術架構以及實務界對於輔具的改裝知識，將此輔具產品定義未來研發的方向及開發重點，做為以後改裝或是開發的參考。本研究欲提高實務上的應用性，幫助廠商或輔具中心更了解使用者的需求。

5-3 後續研究建議

1. 本研究於本研究礙於人力，僅能收集小量的樣本，然而軌跡球的使用者種類眾多，本研究選取「腦性麻痺」的使用者做為代表，研究範圍無擴及其他肢體障礙者，例如肌髓損傷者、肌肉萎縮者。研究過程中發現值得探討的面向：不同背景或是不同類型的使用者對於軌跡球的需求不盡相同，若人力及其他條件許可，建議採集不同類型的使用者意見，建議後續研究可針對徐動型的使用者，有助於對使用者需求有更客觀與深入的了解。
2. 本研究重心在於利用品質機能展開找出軌跡球的重要要求品質、品質要素、機能及瓶頸機構項目，定義出一個研發或改良的概念方向。建議後續研究者，可以帶入工程技術各項目所歸納出的設計方向，進一步建立模型進行設計的驗證或結合新的方法，例如 TRIZ 創新解題理論提出創新的概念設計提供實務參考。

參考文獻

英文期刊

1. Chia-Fen Chia, Jung-Shung Pana, Tzu-Hsin Liua, Yuh Jang(2004). The development of a hierarchical coding scheme and database of job accommodation for disabled workers. **International Journal of Industrial Ergonomics**, **33**, 429-447.
2. Damiano, D.L., & Abel, M.F.(1998). Functional outcomes of strength training in spastic cerebral palsy. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, **79**, 119-125.
3. Demers L, Monette M, Lapierre Y, Arnold DL, Wolfson C.(2002a). Reliability, validity, and applicability of the Quebec User Evaluation of Satisfaction with assistive technology(QUEST 2.0) for adults with multiple sclerosis. **Disabil Rehabilitation**, **24**, 21-30.
4. Demers L, Weiss-Lambrou R, Ska B(2002b). The Quebec User Evaluation of Satisfaction with Assistive Technology. (QUEST 2.0) : An overview and recent progress. **Technol Disability**, **24**, 100-5.
5. Haigh, R.(1993). **The aging process: a challenge for design**, **Applied Ergonomics**, **24**(1), 25-39.
6. James Rozum(1994). A Way to Improve Customer Satisfaction (using weighted customer oriented matrix for improvement). **Quality Progress**, **27**(10), 67-71.
7. Man, D. W. K., & Wong, M.-S. L. (2007). Evaluation of computer-access solutions for students with quadriplegic athetoid cerebral palsy. **American Journal of Occupational Therapy**, **61**, 355–364.
8. Minear WL(1969). A classification of cerebral palsy. **Pediatric Research**, **18**, 41-852.

9. Korpela R, Seppanen R, Koivikko M.(1993). Rehabilitation service evaluation: a follow up of the extent of use of technical aids for disabled children. **Disability Rehabilitation, 15**, 143-5.
10. Philli B, Zhao H. Predictors of assistive technology abandonment. **Assistive Technology, 5**, 36-45.
11. Scherer MJ.(1996). **Outcomes of assistive technology use on quality use on quality of life. Disability Rehabilitation, 18**, 439-48.
12. Seelman, K.D.(2000). How can governments foster assistive technology development? **In the Proceedings of the APEC Workshop on Technology with Humanistic Concerns for Disability** (pp22-24). Taipei.
13. Steel S.(1985). Young Children with cerebral palsy : practical guidelines for Care. **Pediatric nursing, 11**(4), 259-267.
14. Woods, V., Hastings, S., Buckle, P., Haslam, R.(2003) Development of non-keyboard input device checklists through assessments. **Applied Ergonomics 34**, 511-519.

英文書籍

15. Angelo J. Access Methods.(1997) **Assistive technology for Rehabilitation Therapists**. Philadelphia (PA): F. A. Davis.
16. Arfan Ali, David K. Potter(1990). **A new contactless trackball design using Hall effect sensors**. Institute of Petroleum Engineering, Heriot-Watt University, United Kingdom.
17. Berg, B. (1998). **Qualitative research methods for the social sciences** (3rd ed.). Boston: Allyn & Bacon.
18. Bobath, K. (1980). **A neurophysiological basis for the treatment of cerebral**

- palsy.** London: Heinemann Books.
19. Bossert, J. L. (1991). **Quality Function Deployment-A Practitioner's Approach.** New York: ASQC Quality Press Inc.
 20. Cook AM, Hussy SM.(2002) **Assistive Technology: Principle and Practice.** Baltimore (MD): Mosby.
 21. Creswell, J. W.(1998). **Qualitative inquiry and research design:Choosing among five traditions.** Thousand Oaks, CA: Sage.
 22. Goetz, J. and LeCompte(1984). **Ethnography and Qualitative Design in Educational Research.** London: Academic Press.
 23. J. J. Galvin and M. J. Scherer(1996). **Evaluating, selecting, and using appropriate assistive technology.** Gaithersburg, Md.: Aspen Publishers.
 24. Levitt, S. (1995). **Treatment of cerebral palsy and motor delay** (3 rd ed.). Cambridge, MA: Blackwell Scientific.
 25. Merriam S. B.(1988).**Case study research in education.** San Francisco: Jossey-Bass.
 26. Merriam S. B.(1988). **Qualitative research and case study applications in education: Revised and expanded from case study in education.** San Francisco: Jossey-Bass.
 27. Nochajski, S.M., Oddo, C.R., (1995). Technology in the workplace. In W. C. Mann & J. P. Lane (Eds.), **Assitive technology for person with disabilities** (pp. 195-261). Montgomery, MD: American Occupational Therapy Association.
 28. Saaty Thomas L.(1994). **Fundamentals of decision making with the analytic hierarchy process.** PA:RWS Publications.
 29. Stake, R. E.(1995). **The art of case study research** (1ST ed.), **1.** Newbury Park, CA: sage.

30. Sugden, D. A., & Keogh, J. F. (1990). **Problems in movement skill development**. Columbia: University of South Carolina Press.

中文期刊

31. 李淑貞、余雨軒(2009)。以 ISO9999:2007(E)為基礎之國內輔具分類系統簡介。**輔具之友**，**24**，59-62。
32. 李旻芳、陳明聰、陳政見、葉志青(2009)。腦性麻痺學生電腦輸入指標器與操作環境選用之研究。**特教論壇**，**7**，57-71。
33. 林淑玟(2001)。e世代的「無障礙」觀。**特殊教育季刊**，**78**，8-16。
34. 紀桂芬、宋仁傑、黃元翰、王雅惠、葉文裕、林彥輝(2003)。肢障者電腦作業輔具選用資訊系統之研發。**勞工安全衛生研究季刊**，**11**，127-136。
35. 曾思瑜(2003)。從「無障礙設計」到「通用設計」—美日兩國無障礙環境理念變遷與發展過程。**設計學報**，**2**，57-76。
36. 曾國雄、蕭再安、鄧振雄(1988)。多評準決策方法分析比較。**科學發展學刊**，**7**，1008-1077。
37. 張芸婷、陳明聰(2010)。電腦點選設備操作表現相關研究之回顧分析。**特殊教育與輔助科技學報**，**2**，101-123。
38. 黃小玲、羅鈞令、張彧、林佳琪、毛慧芬(2003)。復健病患出院後使用輔具之狀況。**臺灣醫學**，**7**，681-688。
39. 馮雪鴻(2008)。身心障礙者職業重建服務之就業輔具使用現況。**輔具之友**，**23**，3-9。

碩士論文

40. 李建聰(2001)。**就養輔具之通用性設計評估與應用-以台灣地區安養護機構之衛浴系統為例**。國立雲林科技大學工業設計所碩士論文。
41. 余虹儀(2006)。**國內外通用設計現況探討與案例應用之研究**。實踐大學工業

- 產品設計研究所碩士論文。
42. 吳亭芳(2002)。肢體障礙者電腦輔具評量以訓練成效之研究。國立臺灣師範大學特殊教育研究所博士論文。
 43. 周家治(2007)。微軟視窗協助工具之適用性評估以腦性麻痺者為例。國立臺東大學教育研究所碩士論文。
 44. 林雅琪(2001)。探討職務再設計中就業輔具之設計或提供的認知與需求—以身心障礙者、雇用單位與身心障礙就業輔導委員作比對。國立雲林科技大學工業設計所碩士論文。
 45. 邱滿艷(2001)。身心障礙者取向的職務再設計--探討身心障礙者工作環境改善之經驗。國立臺灣師範大學特殊教育研究所博士論文。
 46. 邱兆瑜(2008)。通用設計於服務業之探討與應用。國立政治大學科技管理研究所碩士論文。
 47. 姚威州(2009)。重度聽障教師職務再設計之個案研究。國立臺中教育大學特殊教育研究所碩士論文。
 48. 莊文輔(2003)。應用品質機能展開法於簡易可攜式電動輪椅產品企劃。南台科技大學工業管理研究所碩士論文。
 49. 莊于瑾(2009)。腦性麻痺患者在近端股骨矯正手術之生物力學分析。長庚大學醫療機電工程研究所碩士論文。
 50. 徐彬偉(1999)。不同種類軌跡球在不同作業下之評估比較。國立清華大學工業工程與工程管理學所碩士論文。
 51. 陳妙玫(2000)。從就業輔具之設計應用探討職務再設計對身心障礙者就業影響。國立雲林科技大學工業設計所碩士論文。
 52. 陳世強(2003)。應用品質機能展開法於醫療輔具產品開發之研究—以手動輪椅為例。南台科技大學工業管理研究所碩士論文。
 53. 劉永平(2000)。身心障礙者適用之電腦滑鼠介面實作與評估。朝陽科技大學

工業工程與管理系所碩士論文。

54. 盧琬貞(2001)。肢體障礙高職畢業生職業適應情形之研究。國立彰化師範大學特殊教育研究所碩士論文。

中文書籍

55. 王昭正、朱瑞淵（譯）(1999)。參與觀察法。臺北市：弘智文化。(Danny L. Jorgensen, 1989)
56. 朱經明(1997)。特殊教育與電腦科技。臺北市：五南。
57. 中國生產力中心 QFD 研發小組（譯）(1991)。新產品開發—品質機能展開之實際應用。臺北市：中國生產力中心。(赤尾洋二)
58. 陳耀茂（譯）(1992)。品質展開法(1)。臺北市：聯經。(赤尾洋二，1990)
59. 陳耀茂（譯）(1994)。品質展開法(2)。臺北市：聯經。(赤尾洋二，1990)
60. 李天佑、孟令夫、林雲龍、古艾巧(2002)。電腦作業系統 windows 的協助工具。載於王華沛（主編），輔助科技之應用，43-73。臺北市：中華民國輔助科技促進職業重建協會。
61. 呂以榮（譯）(2002)。問卷設計、訪談及態度測量。臺北市：六合。(A.N. O Appenheim, 1992)
62. 沈士涼(1986)。KJ 法應用實務。日本能率協會著。臺北市：清華。
63. 吳柱龍、祝旭東(2007)。肢體障礙職務再設計。載於侯禎塘、莊素貞（主編），身心障礙者職務再設計理論與實務探討，115-138。臺中市：國立臺中教育大學。
64. 紀佳芬(2005)。身心障礙者職務再設計與工作改善。臺北市：五南。
65. 許天威（主編）(2000)。肢體障礙學生輔導手冊。臺南市：國立臺南師範學院。
66. 黃瑞琴(1999)。質性教育研究方法。臺北市：心理。

67. 黃惠雯、童琬芬、梁文綦、林兆衛(譯)(2002)。質性方法與研究。臺北市：韋伯文化。(B. Crabtree and W. L. Miller, 1999)
68. 管倖生(2008)。設計研究方法。臺北市：全華。
69. 李傳政、張志強、鄭凱文、劉武(1992)。系統化品質機能展開—實務技術手冊。臺北市：中國生產力中心。
70. 潘淑滿(2003)。質性研究—理論與應用。臺北市：心理。

網路資料

71. 內政部統計處。(http://<http://www.moi.gov.tw/stat/index.aspx>)
72. 中華民國腦性麻痺協會腦性麻痺兒童家長手冊。
(<http://disable.yam.org.tw/book/export/html/527>)
73. 行政院研究發展考核委員會(2003)。障礙人士實際上網示範。
(http://www.webguide.nat.gov.tw/Files/402880081b9acb0a011b9b4a74390005/File/elearning2_txt.html)。
74. 身心障礙者之數位學習與生活權被漠視。(2002年7月15日)。聯合報。
(<http://disable.yam.org.tw/life/221>)。

附件

附件一、口試委員建議與修改記錄

口試委員	口委建議		論文修正紀錄
吳亭芳教授	1	p1 肢體障礙者以腦性麻痺為最多，應註明為 18 歲以下才是腦性麻痺最多；2006 年底每縣市設立至少一間輔具中心的資訊，應更新至 2011 年底的數據。	已修正
	2	個案篩選部分 p45，四位樣本就足夠了嗎？並沒說明清楚幾位、篩選條件等；四位樣本在挑選上是否是預設不同型態？應先說明清楚。	已修正
	3	同 p45 專家部分，預計專家是如何尋找？專家代表性是不是各向度皆有？人數預計幾位應註明清楚。	已修正
	4	p49-51，個案描述的部分，建議描述重點：年紀、溝通表達之困難、平常走路、手動作如何，補描述會比較容易判斷在電腦操作上、或軌跡球使用上的困難，待補充。	已修正
	5	p70，分析結果與臨床非常一致。建議在結論部分 p95(腦性麻痺)使用者需求探討時補充說明，與一般使用者需求不同之處，相互呼應。	已修正
柯耀宗教授	1	p34，使用者需求的權重，使用到 ahp 法，過程及計算方式需要詳細介紹，取代表格的方式呈現，建議用一向度或一項目來介紹，如此一來較有嚴謹性。會影響到 p66。	已修正
	2	p66，權重分析表，為典型的 ahp 的分析方式。測出結果應為分數，例如 1/3 對 3，在視覺上的量化感會比小數點的呈現要好；成對比較的概念，在矩陣上就會 show 出這樣的資訊；若是用軟體也註明清楚。	已修正

	3	p76-77, QFD 的執行, 不懂縱向的分數加總, 乘上後面權重的意義在哪? 我發現 p76-77 應該是有關連的, p77 是總表, V4 最右邊要求品質的權重, 到 p77 的時候變得不一樣, 數據有誤差, 類似問題應更正。	已修正
	4	最後, 樣本數的問題。建議從職能治療師或輔導員談一談, 輔導過滿多案例, 不一定一定要找腦性麻痺作為觀察樣本, 他們提供的意見不會亞於你直接觀察的四位樣本, 我也覺得四位樣本有點少, 不太具代表性。	已修正
	5	p64, 問卷的部分使用者有 34 分, 到專家的部位剩下六位, 兩份問卷的數量落差太大, 且對象都拘限在職能治療師, 或輔導員, 設計師也是關鍵, 應擴大問卷數; 取樣數字、對象交代清楚。	已修正
蕭世文教授	1	錯別字與贅字過多。	已修正
	2	建議表格底下的, 去除本研究整理的標註。	已修正
	3	目錄應包含摘要頁碼。	已修正
	4	參考文獻的格式不一致。	已修正
	5	很多頁碼都不見, 須修正。	已修正
	6	p74, 參考圖標號錯誤, 須更正。	已修正
郭炳宏教授	1	數字需嚴謹計算、圖文標號與內文的對照, 及贅字須更正。	已修正
	2	腦性麻痺患者的文獻探討、資料規整不足夠, 內文需搭配圖示, 會更清楚; 心理方面, 也建議針對觀察對象做整理。	已修正
	3	人因分為生理、心理、產品面, 而針對現有產品的分類功能與機構的分析, 後續結果須做回應, 產品分析上較薄弱。	已修正
	4	方法部分, 各種方法皆是文字帶過, 例如 KJ 法是如何整理, 需在論文呈現。	已修正
	5	QFD 為引導企畫案或執行專案的方法, 若能導入專案也是種成果; 由於對產品的分析沒有很徹底, 建議提出一個	已修正

		執行專案較佳。	
	6	建議針對不同層次、種類的腦性麻痺使用者的分類，針對分類的內容，所對應的機構、功能應著重的重點為何。	已修正
	7	所有展開結果，用 A3 方式整理出來呈現在論文附件，以便與內文對照。	已修正



附件二、重要度調查之使用者問卷

親愛的受訪者您好：

這是一份進行腦性麻痺朋友使用軌跡球滑鼠的調查問卷，透過問卷瞭解您目前或是過去使用軌跡球滑鼠對於此產品的需求，目的是為了提出改善的方針並做為未來設計研發的依據。您的任何意見對本研究有莫大的幫助，懇請您能撥出寶貴的時間，協助完成此問卷。本問卷採用「不記名」填寫，問卷結果將作為學術使用不對外公開，請安心作答！謝謝您的合作！

敬祝 順心 如意

東海大學工業設計研究所 指導教授：郭炳宏 博士

研究 生：涂正琴

聯絡方式：rober_chin@yahoo.com.tw

◎第一部分：受訪者資料

1. 性 別：A. 男 B. 女
2. 年 齡： _____ 歲
3. 教育程度： _____ 學校 (A. 國小 B. 國中 C. 高中 (職)
D. 大專 E. 大學 F. 碩士 G. 博士)
4. 職 業： _____
5. 腦性麻痺：A. 高張力/痙攣型 B. 低張型 C. 徐動型 D. 顫抖型
E. 混合型(如不清楚類別請跳第6題作答)
6. 障礙等級：A. 輕度 B. 中度 C. 重度 D. 極重度
7. 使用時間：A. 三個月以下 B. 三個月至半年 C. 半年至一年
D. 一年至二年 E. 二至三年 F. 三年以上
8. 操作部位 (可複選)：A. 手指 B. 手掌 C. 手腕 D. 手肘
E. 下巴/下顎 F. 足部 G. 其他部位，請補充說明 _____

◎第二部分：使用者需求調查

構面	因素族群	問項	非常同意	同意	尚可	不同意	非常不同意
使用方面	操控 便利性	1 滾輪不要太滑	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		2 按鍵有足夠落差可按壓	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		3 游標好控制	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

構面	因素族群	問項	非常同意	同意	尚可	不同意	非常不同意
使用方面	適用性	4 按鍵時不會誤觸滾輪	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		5 按鍵尺寸適宜	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		6 滾輪大小適合	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
機能方面	功能性	7 點選時要有聲響或感覺	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		8 基座要有防滑墊	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		9 增加多功能鍵(如拖曳)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	彈性使用	10 可以選用滾輪尺寸	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		11 身體各部位皆可操作	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		12 可自行排列按鍵位置	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
耐用方面	維修保養	13 卡垢時可順利清潔	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		14 可順利拆卸以維修	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	不易損壞	15 經得起重複操作	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		16 經得起碰撞	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
感官方面	舒適度	17 操作部位有支撐物	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		18 接觸面的觸感(材質/紋路)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		19 緩衝按壓時的力量	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	外觀性	20 可以選擇配色	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		21 不佔空間	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		22 造型設計符合人體	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

➤ 調查員資料 (若受訪者自填問卷, 此大題不必填寫)

姓名: _____ 性別: 1. 男 2. 女 職業: _____

與受訪者的關係: _____; 受訪者無法自填的原因: _____

請留下您的聯絡方式 (選項若漏缺時聯繫用): _____

※本問卷到此結束, 請確認是否有遺漏之處, 最後感謝您抽空填答本問卷※

附件三、需求權重調查之專家問卷

敬愛的受訪先進您好：

這是一份針對「軌跡球滑鼠輔具」的需求調查問卷，使用者設定腦性麻痺的族群。希望藉由老師們在專業領域的寶貴經驗，考量「腦性麻痺」朋友的需求來填答本問卷，讓本研究結果能夠更加完善，提出輔具改善的方針並做為未來改裝或研發設計的依據。您的任何意見對本研究有莫大的幫助，懇請您能撥出寶貴的時間，協助完成此問卷！

敬祝 順心 如意

東海大學工業設計研究所 指導教授：郭炳宏 博士

研究生：涂正琴

聯絡方式：rober_chin@yahoo.com.tw

一、範例說明：

- 本範例的比較項目有：使用方面、機能方面、耐用方面。
- 請評估以上三個相目的相對重要程度，做兩兩相對比較，如「使用方面」因素較「機能方面」因素較為稍重要，則請您在左方的「稍重要」尺度上打勾；如您認為「耐用方面」因素較「使用方面」因素較為極重要，則請您在左方的「極重要」尺度上打勾。

← 左邊因素較重要					右邊因素較重要 →					
評比尺度	絕對重要 9:1	極重要 7:1	頗重要 5:1	稍重要 3:1	同等重要 1:1	稍重要 1:3	頗重要 1:5	極重要 1:7	絕對重要 1:9	評比尺度
使用方面				✓						機能方面
使用方面								✓		耐用方面

(此為範例說明)

二、問卷開始

※第一層：衡量構面

評比尺度	絕對重要 9:1	極重要 7:1	頗重要 5:1	稍重要 3:1	同等重要 1:1	稍重要 1:3	頗重要 1:5	極重要 1:7	絕對重要 1:9	評比尺度
使用方面										機能方面
使用方面										耐用方面
使用方面										感官方面
機能方面										耐用方面
機能方面										感官方面
耐用方面										感官方面

※第二層：衡量指標

1. 使用方面

評比尺度	絕對重要 9:1	極重要 7:1	頗重要 5:1	稍重要 3:1	同等重要 1:1	稍重要 1:3	頗重要 1:5	極重要 1:7	絕對重要 1:9	評比尺度
操控便利性										適用性

2. 機能方面

評比尺度	絕對重要 9:1	極重要 7:1	頗重要 5:1	稍重要 3:1	同等重要 1:1	稍重要 1:3	頗重要 1:5	極重要 1:7	絕對重要 1:9	評比尺度
功能性										彈性使用

3. 耐用方面

評比尺度	絕對重要 9:1	極重要 7:1	頗重要 5:1	稍重要 3:1	同等重要 1:1	稍重要 1:3	頗重要 1:5	極重要 1:7	絕對重要 1:9	評比尺度
維修保養										不易損壞

4. 感官方面

評比尺度	絕對重要 9:1	極重要 7:1	頗重要 5:1	稍重要 3:1	同等重要 1:1	稍重要 1:3	頗重要 1:5	極重要 1:7	絕對重要 1:9	評比尺度
舒適度										外觀性

※第三層：衡量變項

1. 操控便利性

評比尺度	絕對重要 9:1	極重要 7:1	頗重要 5:1	稍重要 3:1	同等重要 1:1	稍重要 1:3	頗重要 1:5	極重要 1:7	絕對重要 1:9	評比尺度
滾球不要太滑										按鍵有足夠落差可按壓
滾球不要太滑										游標好控制
按鍵有足夠落差可按壓										游標好控制

2. 適用性

評比尺度	絕對重要 9:1	極重要 7:1	頗重要 5:1	稍重要 3:1	同等重要 1:1	稍重要 1:3	頗重要 1:5	極重要 1:7	絕對重要 1:9	評比尺度
按鍵時不會誤觸滾球										按鍵尺寸適宜
按鍵時不會誤觸滾球										滾球大小適合
按鍵尺寸適宜										滾球大小適合

3. 功能性

評比尺度	絕對重要 9:1	極重要 7:1	頗重要 5:1	稍重要 3:1	同等重要 1:1	稍重要 1:3	頗重要 1:5	極重要 1:7	絕對重要 1:9	評比尺度
點選時要有聲響或感覺										基座要有防滑墊
點選時要有聲響或感覺										增加其他功能鍵
基座要有防滑墊										增加其他功能鍵

4. 彈性使用

評比尺度	絕對重要 9:1	極重要 7:1	頗重要 5:1	稍重要 3:1	同等重要 1:1	稍重要 1:3	頗重要 1:5	極重要 1:7	絕對重要 1:9	評比尺度
可以選用滾球尺寸										身體各部位皆可操作
可以選用滾球尺寸										可自行排列按鍵位置
身體各部位皆可操作										可自行排列按鍵位置

5. 維修保養

評比尺度	絕對重要 9:1	極重要 7:1	頗重要 5:1	稍重要 3:1	同等重要 1:1	稍重要 1:3	頗重要 1:5	極重要 1:7	絕對重要 1:9	評比尺度
卡垢時可順利清潔										可順利拆卸以維修

6. 不易損壞

評比尺度	絕對重要 9:1	極重要 7:1	頗重要 5:1	稍重要 3:1	同等重要 1:1	稍重要 1:3	頗重要 1:5	極重要 1:7	絕對重要 1:9	評比尺度
要經得起重複操作										經得起碰撞

7. 舒適度

評比尺度	絕對重要 9:1	極重要 7:1	頗重要 5:1	稍重要 3:1	同等重要 1:1	稍重要 1:3	頗重要 1:5	極重要 1:7	絕對重要 1:9	評比尺度
操作部位有支撐物										接觸面的觸感
操作部位有支撐物										緩衝按壓時的力量
接觸面的觸感										緩衝按壓時的力量

8. 外觀性

評比尺度	絕對重要 9:1	極重要 7:1	頗重要 5:1	稍重要 3:1	同等重要 1:1	稍重要 1:3	頗重要 1:5	極重要 1:7	絕對重要 1:9	評比尺度
可以選擇配色										不佔空間
可以選擇配色										造型設計符合操作部位
不佔空間										造型設計符合操作部位

問卷到此已完成，請確認是否有遺漏之處！您的問卷數據將成為本研究相當重要的研究成果，本研究十分感謝您的撥冗填寫，最後請您填寫您的背景資料，資料並不外流，主要目的為證明研究成果的之可信度。

敬祝 順心如意

姓名	性別	年齡	服務公司與單位	職稱	工作年資

※問卷結束，感謝您的協助※

附件四、品質機能展開專家評估

◎問卷說明：

您好，我是東海大學工業設計研究所研究生涂正琴，目前從事「軌跡球滑鼠輔具」的碩士論文研究，輔具的使用者設定腦性麻痺的患者，現階段正在進行「使用者需求項目」與「工程技術」的「關聯性」調查，希望藉由貴公司/單位對於製造軌跡球滑鼠或改裝的經驗，透過以下的品質機能展開評估量表，以瞭解使用者需求與工程技術間的關聯強度如何，作為本研究的研究結果之重要成果。填寫方式主要為：由要求品質(屬使用者需求項目)，以及品質要素、機能、機構(屬工程技術)所展開的項目，兩兩相互展開的矩陣，分為四個大題，請根據矩陣內每一個項目的關聯性給予強度上的評估，以瞭解項目間的重要性與關聯性。請您依照以下的評比數據加以填寫：

關係強度	毫無相關	低度相關	中度相關	高度相關
分數	空格	1	3	5

◎填答範例：

以經營餐廳為例，您覺得消費者需求的「食物美味」和廠商技術的「食材來源」有「高度相關」，則在空格內填寫「5」；若您覺得「菜色變化」與「廚師經驗」有「中度相關」則填寫「3」，以此類推；若您認為「無相關」則空格內「不用填寫」。

【使用者需求項目-廠商技術項目】關係矩陣表

XX餐廳 品質機能展開		廠商技術項目		
		食材來源	廚師經驗	員工訓練
使用者需求項目	食物美味	5	5	
	菜色變化	3	3	1
	服務態度			5

◎Part 1：【要求品質-品質要素】關係矩陣表

高相關：5

中相關：3

低相關：1

無相關：空格

		品質要素																					
		形狀尺寸				物理特性			防誤觸			耐久性				技術架構			感官特性				
		滾球的重量	按鍵尺寸	滾球的直徑	體積大小	滾球之慣性運動	下壓力	摩擦係數	防呆設計	控制器的位置	控制器的間距	耐塵性	材料	耐磨損性	密封性	解析度	模組化	滾球的表面粗度	造型	回饋作用	材質處理		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
要求品質	使用方法	操控 便利性	滾球不要太滑	1																			
		按鍵有足夠落差可按壓	2																				
		游標好控制	3																				
		適用性	按鍵時不會誤觸滾球	4																			
			按鍵尺寸適宜	5																			
			滾球大小適合	6																			
	機能方面	功能性	點選時要有聲響或感覺	7																			
			基座要有防滑墊	8																			
			增加其他功能鍵	9																			
		彈性使用	可以選用滾球尺寸	10																			
			身體各部位皆可操作	11																			
	耐用方面	保養	卡垢時可順利清潔	13																			
			可順利拆卸以維修	14																			
		損壞 不易	經得起重複操作	15																			
			經得起碰撞	16																			
	感官方面	舒適度	操作部位有支撐物	17																			
			接觸面的觸感	18																			
			緩衝按壓時的力量	19																			
		外觀性	可以選擇配色	20																			
			不佔空間	21																			
			造型設計符合操作部位	22																			

◎Part 2：【要求品質-機能】關係矩陣表

高相關：5

中相關：3

低相關：1

無相關：空格

			機能																				
			適合操作部位				易於操作				直覺化			保存與維修			附加價值						
			可調整控制件的間距	可調整按鈕的位置	提供彈性的操作方式	可擴充的零件	提升游標定位的精準度	提升點選的績效	易調整的游標速度	維持適當摩擦力	簡化按鈕功能	提供回饋作用	易組裝的零件	維持零件的壽命	避免零件的鬆脫	防止外觀的磨損	保持清潔	提升外型的吸引力	維持操作部位的舒適度				
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17				
要求品質	使用方法	操控便利性	滾球不要太滑	1																			
			按鍵有足夠落差可按壓	2																			
			游標好控制	3																			
			按鍵時不會誤觸滾球	4																			
		適用性	按鍵尺寸適宜	5																			
			滾球大小適合	6																			
	機能方面	功能性	點選時要有聲響或感覺	7																			
			底座要有防滑墊	8																			
			增加其他功能鍵	9																			
		彈性使用	可以選用滾球尺寸	10																			
			身體各部位皆可操作	11																			
			可自行排列按鍵位置	12																			
	耐用方面	保養 維修	卡垢時可順利清潔	13																			
			可順利拆卸以維修	14																			
		損壞 不易	經得起重複操作	15																			
			經得起碰撞	16																			
	感官方面	舒適度	操作部位有支撐物	17																			
			接觸面的觸感	18																			
			緩衝按壓時的力量	19																			
		外觀性	可以選擇配色	20																			
			不佔空間	21																			
			造型設計符合操作部位	22																			

◎Part 3：【機能-機構】關係矩陣表

高相關：5

中相關：3

低相關：1

無相關：空格

			機構															
			外殼元件				控制器元件			光學感測器		內部元件						
			頂殼	底殼	止環	墊腳	滾球	外殼的按鈕組件	活動式單鍵特殊開關	解析度功能的設定鍵	光源	感測器	微動開關	狀態顯示燈	軸承			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
機能	適合操作 部位	調整控制件的間距	1															
		調整按鈕的位置	2															
		提供彈性的操作方式	3															
		可擴充的零件	4															
	易於操作	提升游標定位的精準度	5															
		提升點選的績效	6															
		易調整的游標速度	7															
		維持適當摩擦力	8															
	直覺化	簡化按鈕功能	9															
		提供回饋作用	10															
		易組裝的零件	11															
	保存與維修	維持零件的壽命	12															
		避免零件的鬆脫	13															
		防止外觀的磨損	14															
	附加價值	保持清潔	15															
		提升外型的吸引力	16															
		維持操作部位的舒適度	17															

◎Part 4：【品質要素-機構】關係矩陣表

高相關：5

中相關：3

低相關：1

無相關：空格

		機構													
		外殼元件				控制器元件				光學感測器		內部元件			
		頂殼	底殼	止環	墊腳	滾球	外殼的按鈕組件	活動式單鍵特殊開關	解析度功能的設定鍵	光源	感測器	微動開關	狀態顯示燈	軸承	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
品質要素	形狀尺寸	滾球的重量	1												
		按鍵尺寸	2												
		滾球的直徑	3												
		體積大小	4												
	物理特性	滾球之慣性運動	5												
		下壓力	6												
		摩擦係數	7												
	防誤觸	防呆設計	8												
		控制器的位置	9												
		控制器的間距	10												
	耐久性	耐塵性	11												
		材料	12												
		耐磨損性	13												
		密封性	14												
	技術架構	解析度	15												
		模組化	16												
		滾球的表面粗度	17												
	感官特性	造型	18												
		回饋作用	19												
		材質處理	20												

附件五、「訪談」與「需求權重調查之專家問卷」名單

1. 需求權重調查專家問卷之名單

編號	姓名	性別	年齡	服務公司與單位	職稱	工作年資
1	林敬堯	男	32	學校系統	物理治療師	10
2	張珍華	女	-	國立和美實驗學校	職能治療師	19
3	王方伶	女	29	臺北市立陽明教養院	職能治療師	7
4	楊凱翔	男	29	陽明教養院	職能治療師	7
5	呂坤祐	男	38	奇美醫院	職能治療師	12
6	李佳錦	女	38	社團法人台灣職能治療學會	職能治療師	14

註：「-」為受測者於個人資料欄位中留白。

2. 品質機能專家評估問卷

編號	姓名	性別	年齡	服務公司與單位	職稱	工作年資
1	陳皇任	男	34	第一輔具資源中心	輔具研發員	11
2	江張武龍	男	53	第一輔具資源中心	輔具研發員	6
3	翁大有	男	44	同舟發展中心	職能治療師	10
4	葉佳旂	男	33	新竹市府具資源中心	技術師	2
5	伍世郎	男	40	元鼎國際開發有限公司	工程師	15
6	林軒裕	男	25	元鼎國際開發有限公司	維修測試人員	3

附件六、作者簡歷

基本資料

- 姓名：涂正琴
- 學經歷：屏東女中
東海大學社會工作學系
東海大學工業設計研究所
財團法人老五老基金會實習社工
屏能有限公司行政助理



期刊發表

- 郭炳宏、涂正琴(2007, 5月)。探討中國風格產品之感性造型意象—以明式座椅為例。載於國立高雄師範大學主編，中華民國設計學會第十二屆設計研討會論文集，515-520。高雄市：國立高雄師範大學。
- 涂正琴、郭炳宏(2010, 5月)。探討職務再設計中身心障礙者就業輔具之應用。載於南台科技大學主編，中華民國設計學會第十五屆設計學術研究成果研討會論文集，444-447。臺南市：南台科技大學。

產學合作

- 2010.07~2010.09 金利豐水五金產學合作案
 - 2012.02 惠和國際自行車貼紙產學合作案
 - 2012.02~2012.07 朝程砂輪機產學合作案
-

啓

設計理念

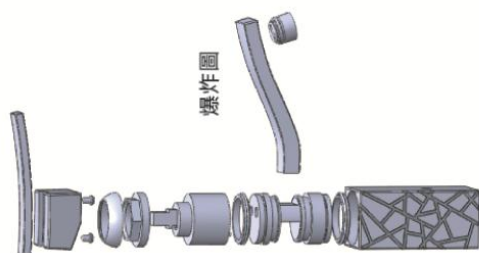
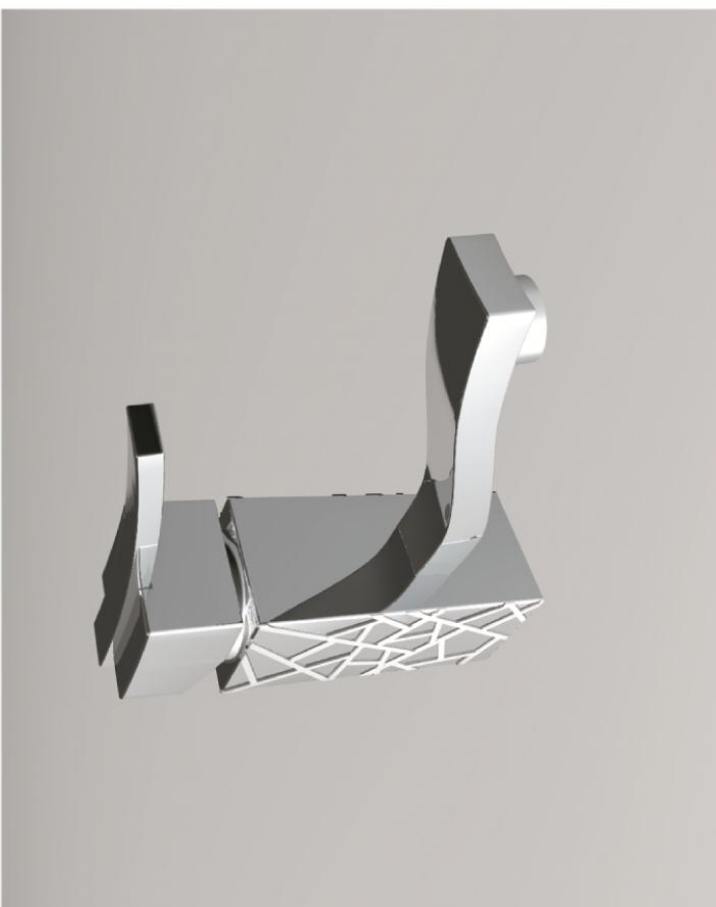
以中式建築「屋簷」作為發想，屋簷轉角處形成翼角起翹，借流線造型應用在水龍頭造型；還運用「冰裂紋」增強中國意象。



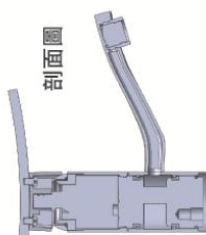
情境圖



指導教授 郭炳宏
 設計者 涂正琴

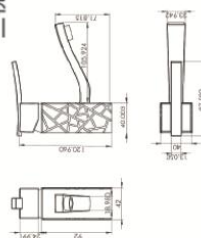


爆炸圖



剖面圖

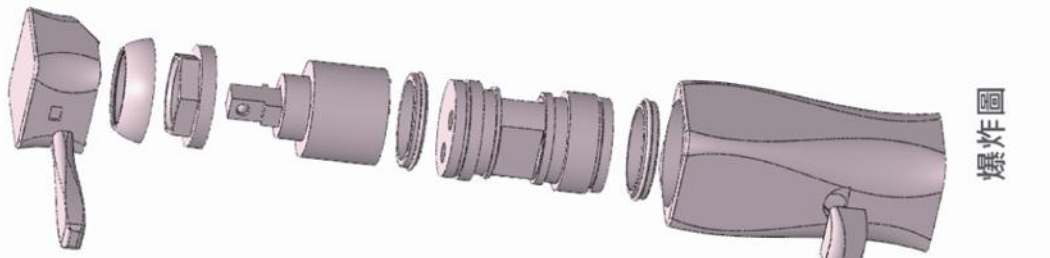
三視圖



水五金
 產學合作案

東海大學工業設計學系

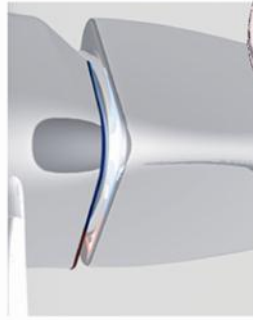
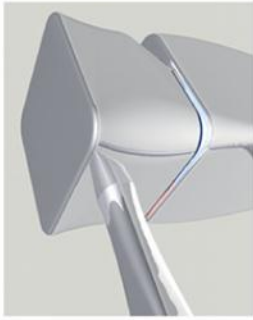




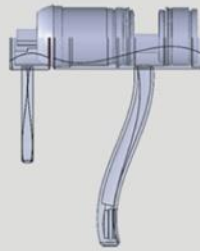
爆炸圖



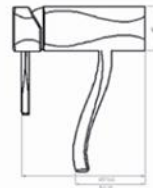
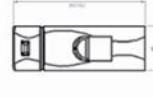
情境圖



剖面圖



三視圖



設計理念

將對稱、曲線造型運用在水龍頭身設計；亮面材質的處理可將原本低調的藍紅色標記，倒映於水龍頭表面，有別於市面上將標記外露之設計。

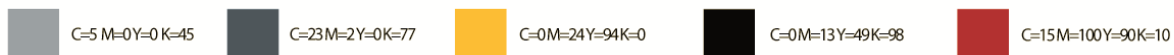
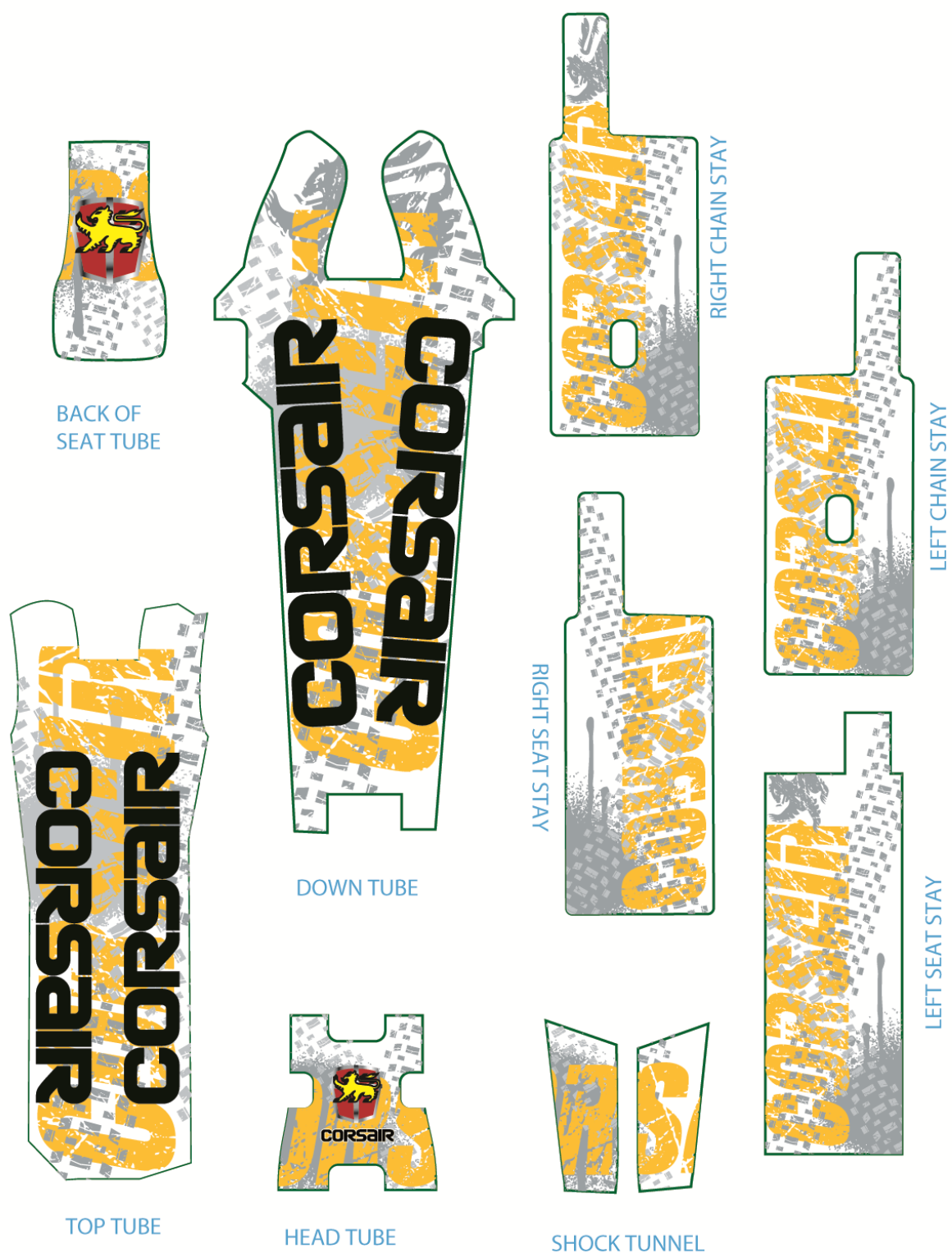


指導教授 郭炳宏 / 設計者 涂正琴

東海大學工業設計學系 產學合作案

水五金







SMOKE



BLENDED RAINBOW



PANTONE 485C



PANTONE BLACK C





正視圖



側視圖



2012



**Dominion
BLACK**



**Dominion
SILVER**

Dominion	Small	Medium	Large
Top tube length:	597	610	622
Wheel base:	1143	1168	1194
Seat tube length:	407.5	434	460
Head angle:	64.5°	64.5°	64.5°
BB height:	11	11	11
Travel:	180	180	180
Axle width:	135	135	135



Der Hawk, International Co., Ltd www.derhawk.com.tw e-mail: derhawk@seed.net.tw
 4F, -3, NO. 186, SEC. 2, Meicun Rd., South District, Taichung City 402, Taiwan TEL: 886-4-22618566, FAX: 886-4-2266608