

# 中華民國第 62 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

國小組 生活與應用科學(一)科

佳作

082807

樂齡勇腳椅

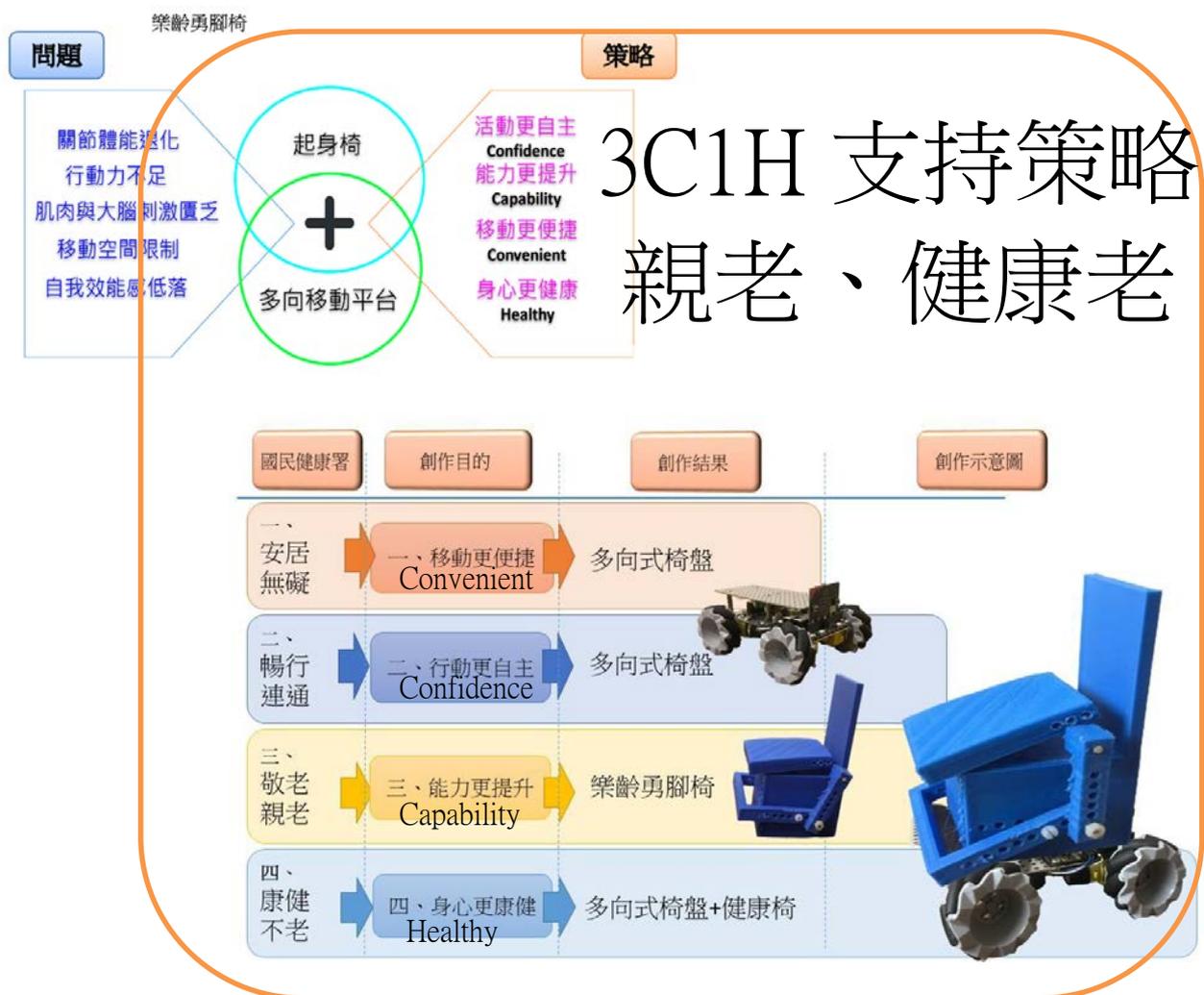
學校名稱：臺北市大同區日新國民小學

作者： 小五 張景亮 小五 宋嵐緒 小四 傅久玲 小五 鄭博元	指導老師： 黃怡真
---	--------------

關鍵詞：槓桿原理、起身、腿力

# 摘要

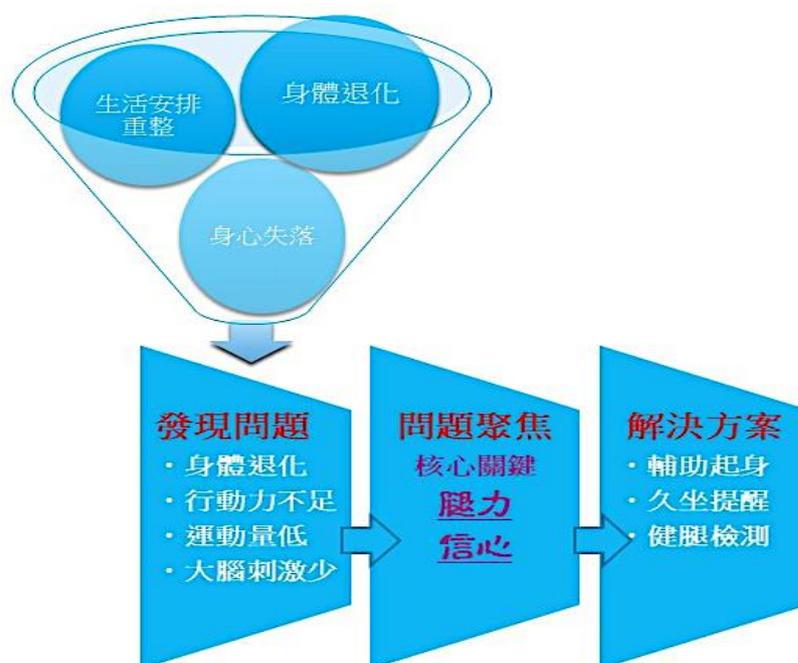
臺灣已進入高齡化社會，基於老人在面臨行動力與反應力逐漸退化過程中，造成心理壓力及自信的喪失，本研究探討及建構一部樂齡勇腳椅，透過健腿檢測、輔助起身及久坐提醒等三個主要功能，配合麥克納姆輪設計多向式椅盤，讓高齡者能於狹小空間便捷行動，讓高齡者可以達成活動更自主(Confidence)、能力更提升(Capability)、移動更便捷(Convenient)、身心更健康(Healthy)的 3C1H 生活支持策略。透過積木及 3D 列印技術建構勇腳椅的本體，以槓桿輔助起身，運用 Micro:bit 搭配按鈕、蜂鳴器、LCD、SG90 伺服馬達等元件，建構可以讓高齡者生活自主行動及監測健康，最後運用 ESP8266 的 wifi 晶片，建構可透過雲端搭配 Line 通知提醒周邊的親人或照護者。樂齡勇腳椅不僅是健身器材，更是支持高齡者生活品質與尊嚴的最佳解決方案。



# 壹、前言

## 一、研究動機

在照顧與關懷高齡者的學習活動中，觀察到高齡者身體逐漸面臨衰老的同時，生活上行動力與反應力也會逐漸降低，連每天最基本的起身與坐下，都會因疾病或衰退造成行動不便與困難，更影響著對自己效能感的喪失。



### (一) 高齡者面對的問題：

臺灣面臨高齡化社會，老人因行動力、肌肉退化，導致移動遲緩不便或無法出門，自我效能感覺低落。使得許多老人生病，請了一位照顧者，又會覺得自己沒用，連起身坐下都需要別人幫忙，反而減少社交與活動造成退化加劇。

### (二) 高齡者問題聚焦：

由於，老人常有腳部肌肉退化沒力而站不起來；就算站起來也站不穩且有容易跌倒的問題，不想接受自己已經衰退，卻面對身體表現有著無能為力的窘境。

### (三) 靈感和動機：

我們學過有關馬達、槓桿原理的課程，所以希望可以將自造課程學過的知識，設計可讓老人靈活行動、輔助起身的裝置，用來解決老人站不起來和腳上肌肉沒力的問題以及增加增強信心的主動式協助設計。

## 二、研究問題與目的

設計從核心關鍵為協助提升高齡者維持腿力以及增強信心，讓樂齡勇腳椅可解決高齡者在面對身體逐漸退化時期產生行動不便的困擾。

問題一、高齡者行動上時常出現的困擾有什麼？

問題二、我們如何讓老人輕鬆起身？作品原理的思考與應用。

問題三、如何設計樂齡勇腳椅？感測起坐力道和方式。探討起坐力道的可行性。

問題四、如何能讓高齡者喜歡使用而且越用越健康？

問題五、椅子在使用時，方便移動嗎？

透過以上問題，形成研究目的：

研究目的一、聚焦高齡者在行動上時常出現的困擾與問題。

研究目的二、樂齡勇腳椅的功能設定。

研究目的三、輔助起身、健腿檢測與久坐提醒功能在樂齡勇腳椅的應用。

研究目的四、多向式椅盤在狹小空間安全行動的方便設計。

研究目的五、統整各階段研究說明樂齡勇腳椅原理與使用說明。

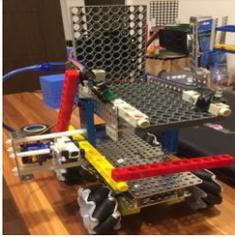
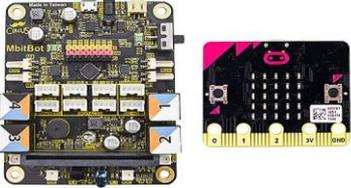
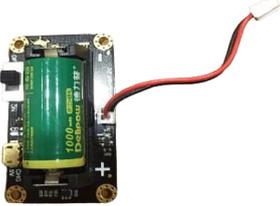
## 貳、研究設備與器材

從設備、材料、軟體三個部分將本次研究所用的相關設備器材以及對本研究的重要功能說明如下：

一、實驗使用的材料：行李秤、體重器、彈簧秤、砝碼。

二、作品使用的材料

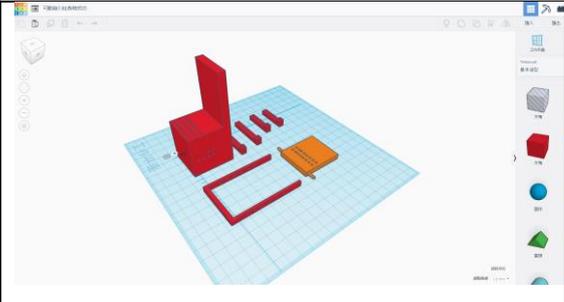
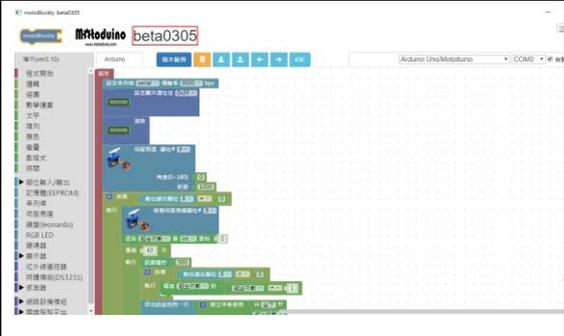
品名	材料	功能
按鈕模組		控制馬達起身、坐下 久坐的感測器
單晶片 【Arduino UNO】		樂齡勇腳椅 核心晶片 可控制所有感測器

ESP8266 WIFI 模組	 <p>BotSheet http://www.botsheet.com</p>	WIFI 傳輸
SG90 伺服馬達		讓樂齡勇腳椅可以起身坐下
LCD 螢幕		顯示目前狀況 久坐提醒
椅子支架與積木		椅子縮小模擬
microbit 與 mbitbot 擴充版		控制底盤的行動裝置與遙控設備
microbit 與 gamepad 擴充遙控設備		控制多向式椅盤行走的方向
CR123A 鋰電池模組		提供多向式椅盤 4 顆馬達電力
TT 馬達		讓底盤可以移動

### 三、創作過程使用的機具與工具

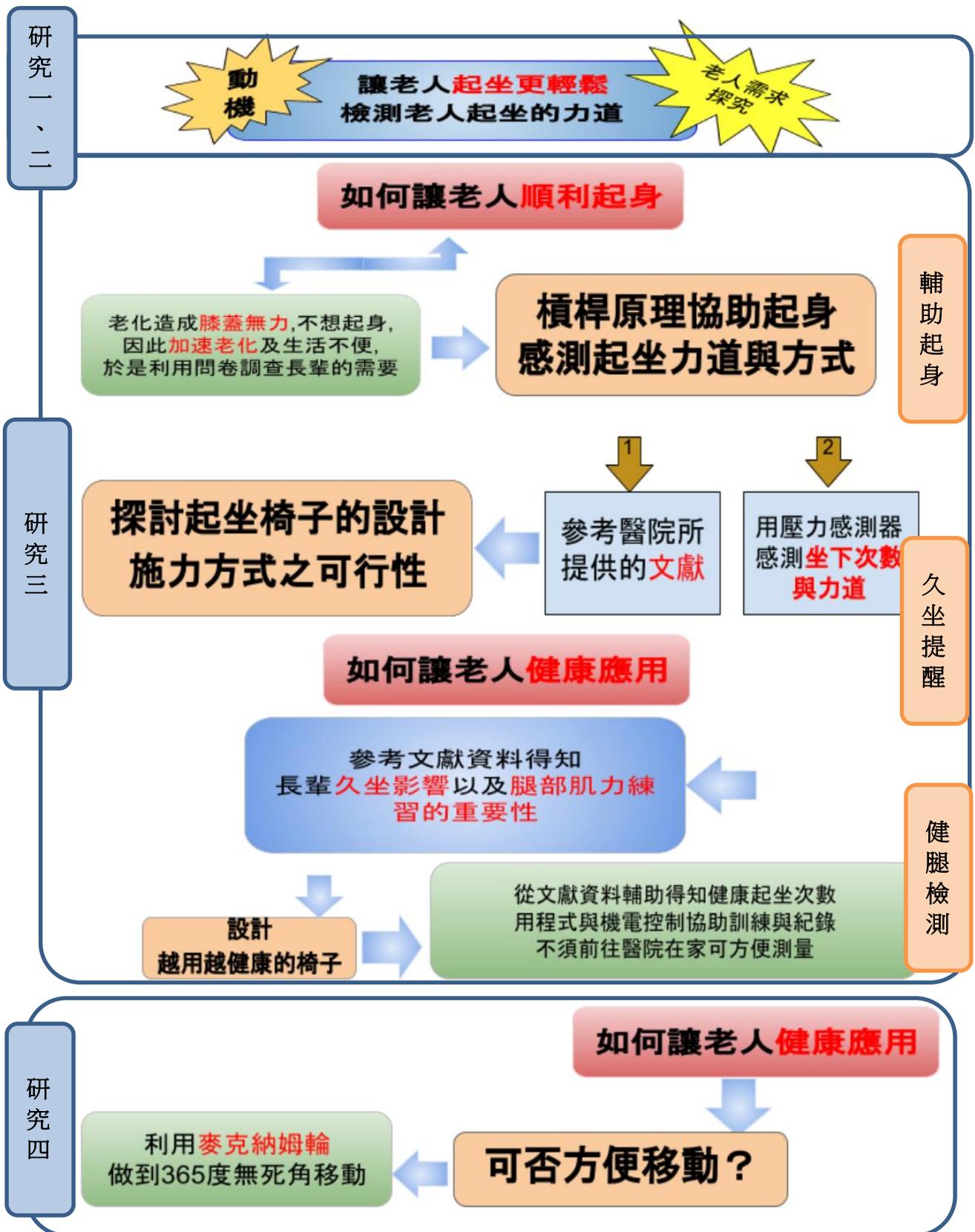
品名	機具/工具	功能
3D 列印機		做出樂齡勇腳椅的可動模型
可調式電源供應器 (MAX : 12.4V)		樂齡勇腳椅電源供應
MicroUSB		提供 CR123A 鋰電池模組充電

### 四、創作所使用的程式應用

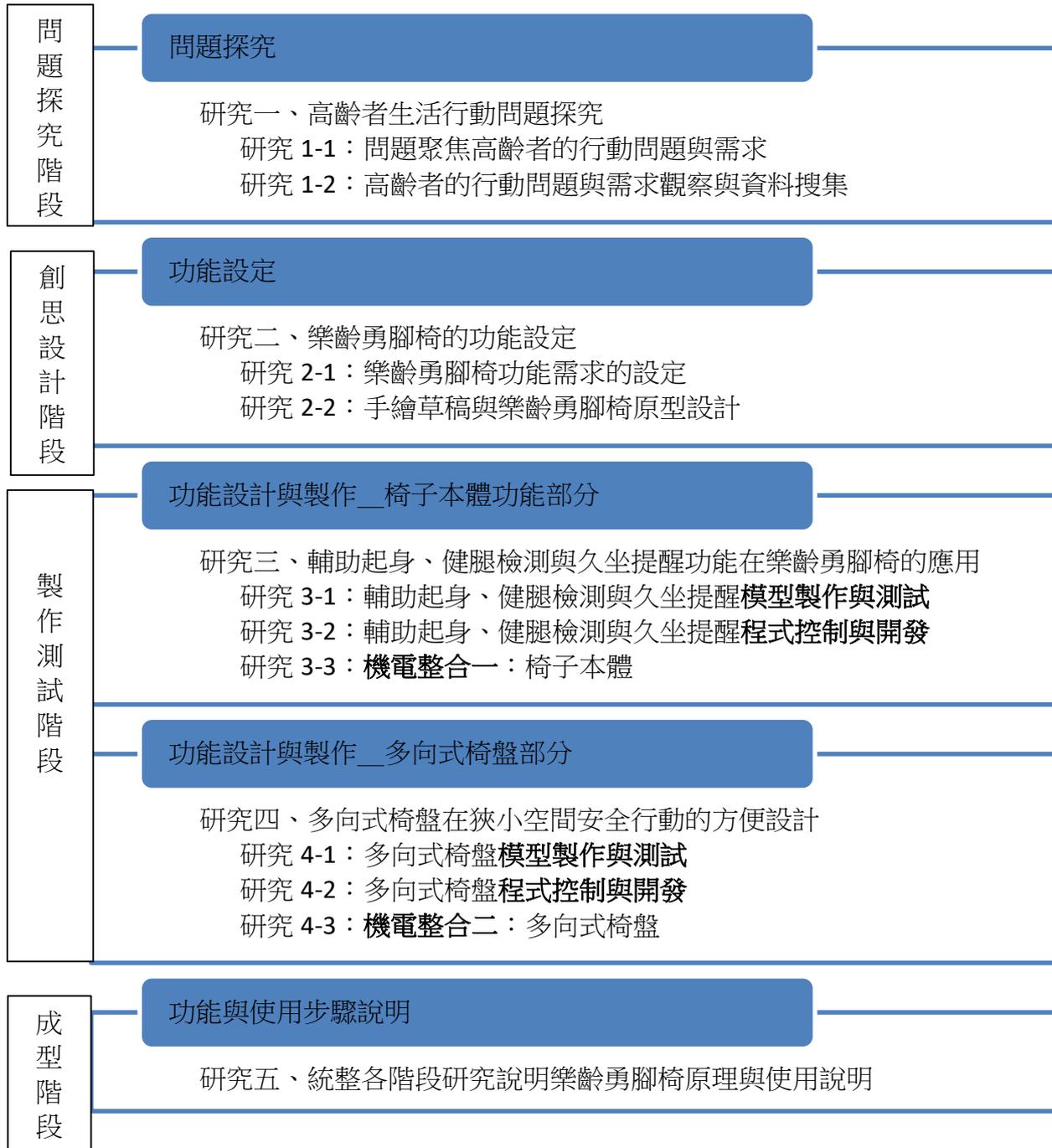
品名	項目	功能
Tinkercad		做出樂齡勇腳椅的模型並更改至最佳
MotoBlockly		系統開發 軟體編程 程式系統性作動

# 參、研究過程及方法

## 一、研究架構



## 二、研究步驟：四階段、五子題研究



## 三、研究過程

在上述四大階段的架構下，我們共進行了五項子研究，過程如下。

### (一)研究一、高齡者生活行動問題探究

#### ◆ 研究 1-1：問題聚焦高齡者的行動問題與需求

##### 1. 研究說明：

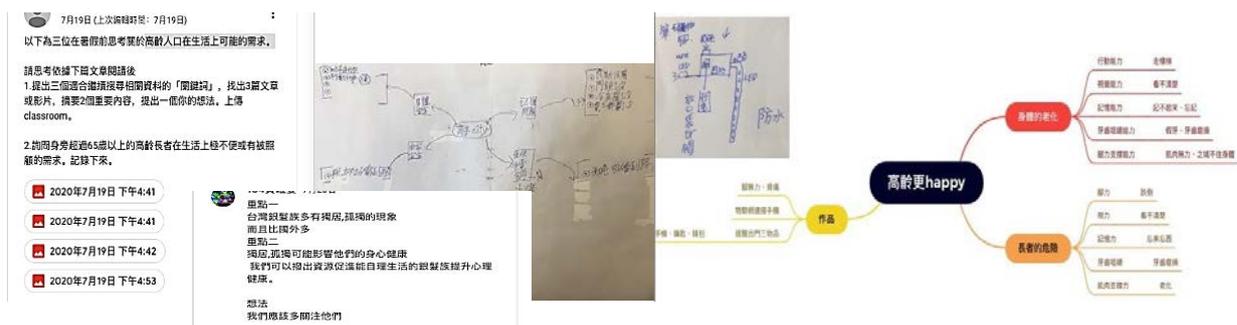
透過觀察發現，高齡者年齡逐漸增加，生活中面臨生理與心理的調整與適應，其中行動力降低是高齡者最為在意的。因此本研究將聚焦長輩的行動能力問題。

## 2. 研究方法

(1)小組成員進行腦力激盪，用心智圖繪製高齡者最需被關切的生活問題。

(2)針對關注到面向提出問題與想法並整理列出，做為資料蒐集的方向。

3. 研究記錄：思考高齡生活需求、搜尋相關文章、影片、關鍵字、以心智圖進行概念發想與討論，如下圖所示。



圖一：概念初想、高齡長者訪談摘要、心智圖紀錄討論

4. 研究發現：我們發現當年齡越增，最容易感受到的是膝蓋力氣不夠、身體力量不足的問題。聚焦出幾個因為年齡漸增，開始出現與開始困擾生活的問題，共有五項：

- (1) 關節體能退化。
- (2) 行動力不足。
- (3) 肌肉與大腦刺激匱乏。
- (4) 移動空間限制。
- (5) 自我效能感低落。

問題環環相扣，互相影響，對年長者的生活品質、心理及自信有不良影響，因此協助老人與行動退化者有自主活動能力是一件重要的事。

### ◆ 研究 1-2：高齡者的行動問題與需求觀察與資料搜集

#### 1. 研究說明

透過生活情境，了解高齡者在剛面對身體開始退化時的身體表現，從**身體外觀**、**感受期待**以及**心理負擔**三面向進行觀察、生活調查與訪問進行資料搜集。

#### 2. 研究方法

- (1) 觀察法：作品聚焦於行動的不方便，觀察不友善環境，對高齡者行動不便的影響。



(a) 捷運站內輪椅移動空間有限



(b) 捷運車廂內阻擋輪椅移動的扶竿



圖二：實地觀察高齡使用者的不便、實際體驗與問題定義

- (2) 調查法：實際到長照輔具展覽現場，觀察與研究關注議題相關的實品（如圖三），目前市面上現有的電動上樓椅、站立式輪椅、起身輔助沙發與馬桶座等商品價格昂貴、缺乏兼具行動與照顧的設計，故我們希望整合起身輔助器與方便移動的多向底盤的概念。



(a) 未來輪椅



(b) 起身輔助椅

圖三：長照輔具展覽之觀摩、觀察並試用現有商品

透過醫療用品店或樂齡網了解相關的生活輔助，大多為針對已經行動困難或是病弱者的輔助照顧，並沒有針對**健康但逐漸退化的高齡者**有相關腿力需求的主動式輔助器材。



(a) 僅適用於某些特殊情境，例如：行走或如廁，需身體完全力量輔助。



(b) 類似兒童滑步車的概念，但在上下坡容易因肌力不足產生危險。



(c) 透過壓桿協助起身，以氣壓推起椅座，價格昂貴。

圖四：相關產品調查

- (3) 訪問法：透過訪問家中長輩，了解面臨老化過程最擔心的事情：「因行動不便造成生活不便及心理感受」，是大家訪問得知的資料進行分類彙整所得的共同議題。

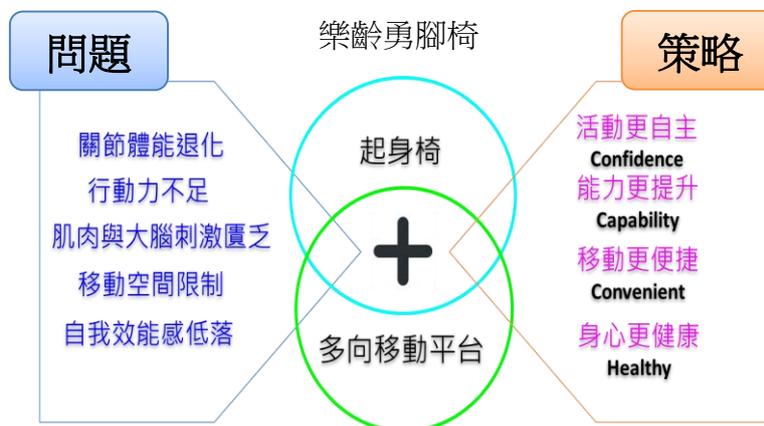
### 3. 研究調查結果發現

在調查訪問中可以整理知道老人期望的生活面向如下：

- (1) 期望自己有**自主移動**的能力。
- (2) 期望**不要拖累別人**。
- (3) 期望**減緩骨頭與肌肉退化**。
- (4) 期望就算在**狹小的空間也可以方便移動**，例如：小巷子、房間……等地方。

從**減緩**老人腿部退化以及**增強**自主與信心的部分，思考整合在作品中產出讓高齡者能夠更輕鬆解決生活中的不便以及提升高齡者更方便安全的生活品質。

將問題與高齡者期望能夠達成的協助進行解決策略的對應並繪製作品概念圖，如下：



圖五：作品概念圖

#### 4. 研究討論

透過「精簡設計」降低材料費用，讓構造簡單，方便攜帶與拆解，成為「便於攜帶、容易組裝」的輔助裝置，配合高齡者個人行動的需求進行選擇，設計一個**適合邁向高齡卻能正向面對**逐漸退化的生理問題，給予支持與輔助的樂齡勇腳椅，將可以成為能夠**幫助使用者一「腳」**之力的重要生活用品。

#### (二)研究二、樂齡勇腳椅功能設定

##### ◆ 研究 2-1：樂齡勇腳椅功能需求的設定

##### 1. 研究說明

同理了年齡逐漸增長腿部功能已經與過去不同而產生的生活問題，高齡者生活面臨調整與適應的地方有：1.行動力減弱。2.肌肉運動與大腦刺激不足。3.移動安全與效能限制。4.退化問題。5.自我效能感低。等五項不同的問題與狀況交互影響著。

聚焦讓高齡者有「勇腳」的作品，構想出運用簡易的「槓桿原理」及「重心移動」的觀念，讓「樂齡勇腳椅」能夠獲得更能廣泛的製作與應用。依據年長者的期望，對樂齡勇腳椅進行的功能設定。

##### 2. 研究方法

以輪椅、腿部肌力、步行復健、起身椅以上這四個語詞作為關鍵語詞，進行專利搜尋，搜集相關產品以及分析其對高齡者的協助與產品定位進行分析。

##### 3. 研究發現

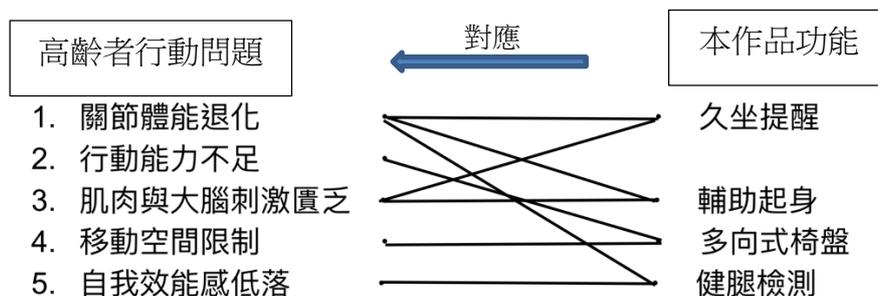
專利搜尋較多的都是類似輪椅或是步行器的醫療輔助用品（如下表 1.1、1.2），就算是有思考到高齡者的**肌力訓練**，也只是著重小範圍的輔助（如下表 1.3），而與本作品構想最為雷同的可收折的輔助起身椅（如下表 1.4），然此專利以伸縮桿用於協助高齡者輔助起身可驅動座墊輔助使用者起身。



形成本作品兩大目標，一是能夠**解決高齡者在移動能力與效率的替代方案**，漸少因為移動不便而更不喜愛行動。二是希望創作一個**能夠減緩與高齡者能自助提升腿部肌肉效能的好用椅子**，完成功能設定：

- (1) 解決**移動能力與效率的問題**(與輪椅不同)：使用麥克納姆輪的**多向式椅盤**，讓老人移動更便捷、行動更自主。
  - 平常的輪椅無法橫著走，旋轉半徑也很大，運用多向式底盤，也讓移動變得更簡單。
  - 穿梭在狹小的街道時，也不會因為路中的障礙物而阻礙了交通。
  - 狹小的居家，因為有了多向式底盤，在小空間內移動，就變得易如反掌了！
- (2) 減緩**肌肉自主能力與控制力退化的問題**(增加主動回饋)：使用樂齡勇腳椅的特殊設計，讓老人能力更提升、身心更康健。
  - **輔助起身**：讓照顧者可以很輕鬆，使用者也可輔助不用人攙扶就自由起身。
  - **健腿測試**：可以讓老人練習腿部的肌肉，肌力訓練足夠，增加活動力。
  - **久坐提醒**：當老人久坐自動提醒老人起身活動肌肉。

綜合上述構想，**我們的作品功能更能正向解決高齡者心中的面對退化過程而產生的心理問題與負擔**（如下圖六），也能讓生活更有自主性，增加活動意願，延緩甚至避免老化。**樂齡勇腳椅就是年長者的健身器**，不管到了哪都能自由，輕鬆面對老化行動問題，讓起身與行動這個難題變簡單。



圖六 高齡者行動問題與解決方案對應

#### 4. 研究討論

「樂齡勇腳椅」運用了「槓桿原理」和「重心移動」的原理，利用老人本身的重量，透過腳部往下踩的力量，讓身體重心的往前，帶動出「順勢起身」的動作，促使「由坐到站(sit-to-stand)」的活動更自主、靈活。在有效的練習和簡易的協助下，幫助高齡者能夠有足夠信心，完成坐下與起立的動作，也讓照顧者更輕鬆。

因此本研究設定了樂齡勇腳椅的功能，從核心關鍵維持腿力及增強信心來解決高齡者在面對身體逐漸退化時期的問題。功能如下：

- (1) 輔助起身：以槓桿原理協助老人坐下與起身動作。
- (2) 健腿測試：計算老人在 30 秒內起坐次數，除了監控紀錄也能鍛鍊腿力。
- (3) 久坐提醒：照顧老人的生活，坐太久提醒老人起身活動。
- (4) 多向式椅盤：移動便捷、旋轉空間小，可以像正常人一樣在小空間移動。

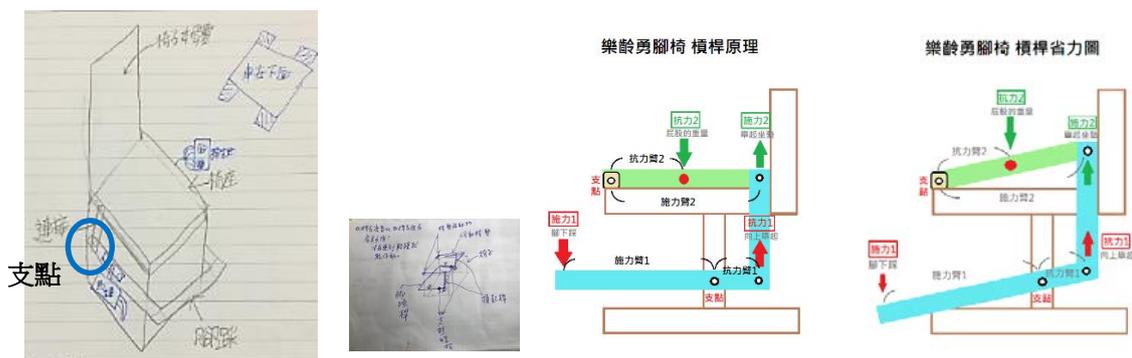
#### ◆ 研究 2-2：手繪草稿與樂齡勇腳椅原型設計

##### 1. 研究說明

聚焦減緩腿部肌力退化的勇腳椅設定於輔助起身、健腿檢測以及久坐提醒的功能設計後，將想像的作品透過手繪以及積木將想像的設計加以具象化。

##### 2. 研究做法

樂齡勇腳椅裝置的草圖，訪問機械構造的專家，手繪樂齡勇腳椅構造、物理原則及規格，以積木進行設計，接續作品發展。



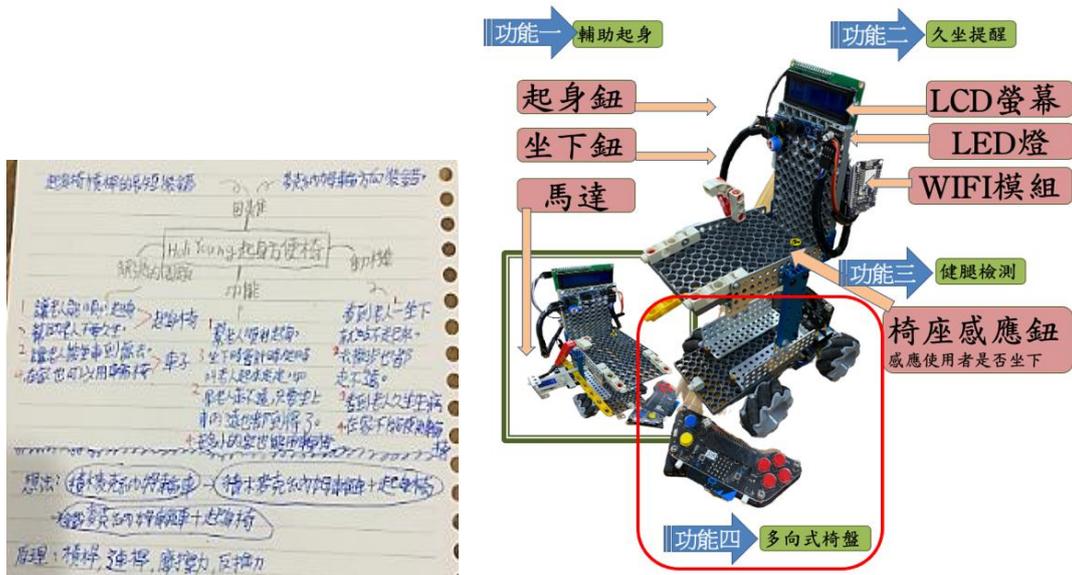
圖七：樂齡勇腳椅裝置草圖、高齡專家指導手稿



圖八：初步形成不同樣式的勇腳椅

註：作品初期支點在前方，發現要以馬達帶動（與下踩椅座翻轉）時並不容易，於是請教專家，透過模型觀察與討論，發現支點位置需要有良好的配置。

構思樂齡勇腳椅的硬體機構搭配：重量感測器、監測起身頻率、計時與提醒久坐等電子感測裝置，將作品發展成完整的健康管理系統。

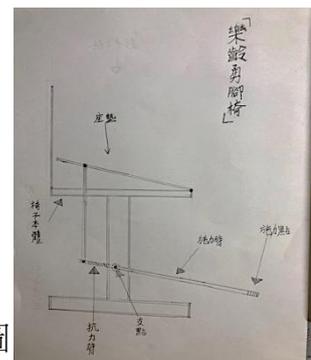


圖九：討論作品功能

### 3. 研究發現

我們先用手繪方式，將作品想法繪製出來，並思考每個功能在椅子上的作動與呈現，在用積木進行創作。所以整個椅子成形的過程有不同的探究。

- (1) 椅子的機構與結構設計，哪些位置需要固定，哪些位置需要轉動？
- (2) 如何設計會讓椅子機構操作方便同時又能讓椅子有穩定的結構與機構。
- (3) 訪問機構專家時，更清楚理解了椅子的**槓桿原理**，發現支點放置的位置的影響了使用者腳踩的施力。
- (4) 形成右圖（圖十）的椅子草圖



圖十：樂齡勇腳椅草圖

### 4. 研究討論

- (1) 因為有積木將原型製作出來的機會，透過實際操作發現槓桿原理在本作品佔有重要的地位。
- (2) 支點兩端的施力臂與抗力臂長度，是本作品使用者是否能夠省力以及順利起身的關鍵。所以我們決定對支點、施力臂與抗力臂位置進行時測試，以找出最佳位置。

### (三)研究三、輔助起身、健腿檢測與久坐提醒功能在樂齡勇腳椅的應用

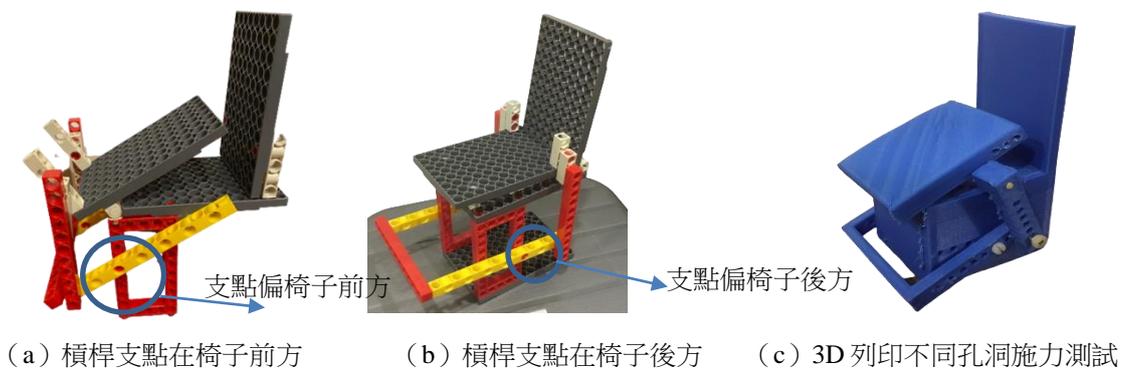
#### ◆ 研究 3-1：輔助起身、健腿檢測與久坐提醒模型製作與測試

##### 1. 研究說明

待確定樂齡勇腳椅模型大致成形後，我們進行模型操作與功能的測試。

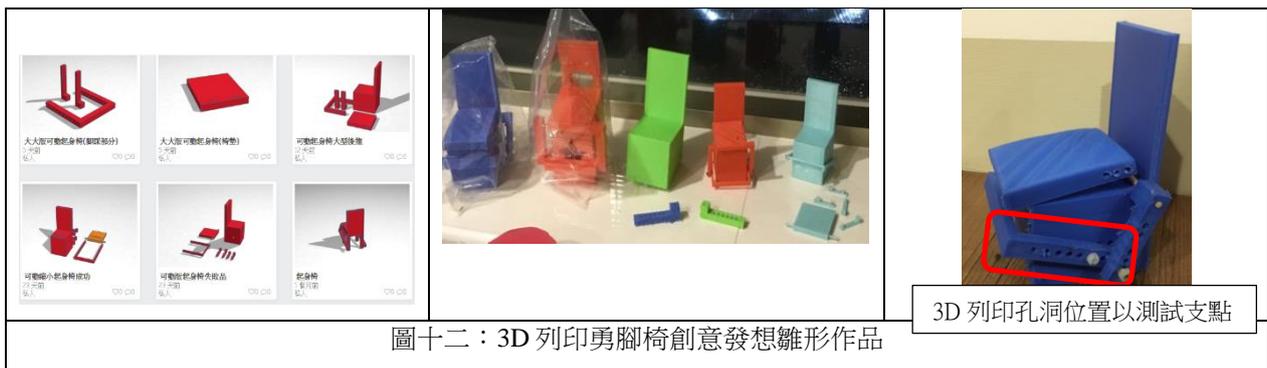
##### 2. 研究做法

- (1) 模型成型與支點位置尋找：從積木零件支點位置改變逐步測試找出支點最佳位置（如下圖十一），從積木組件組合不同之點樂齡勇腳椅觀察施力情形，確認之點與槓桿位置。



圖十一：支點位置 施力測試

並配合進行以 3D 列印不同款式、尺寸的 3D 樂齡勇腳椅，持續修正雛形與草案（如下圖十二），藉此從嘗試錯誤一一將作品具象化。



- (2) 實際負重測試：以學校課桌椅旁邊的孔洞作為支點固定位置，以輕鋼架做出與本研究設計理念相同的樂齡勇腳椅，想透過實際負重，確認椅座上重量、槓桿比與與施力點（腳踩）施力的重量關係（如下圖十三）。



樂齡勇腳椅負重測試

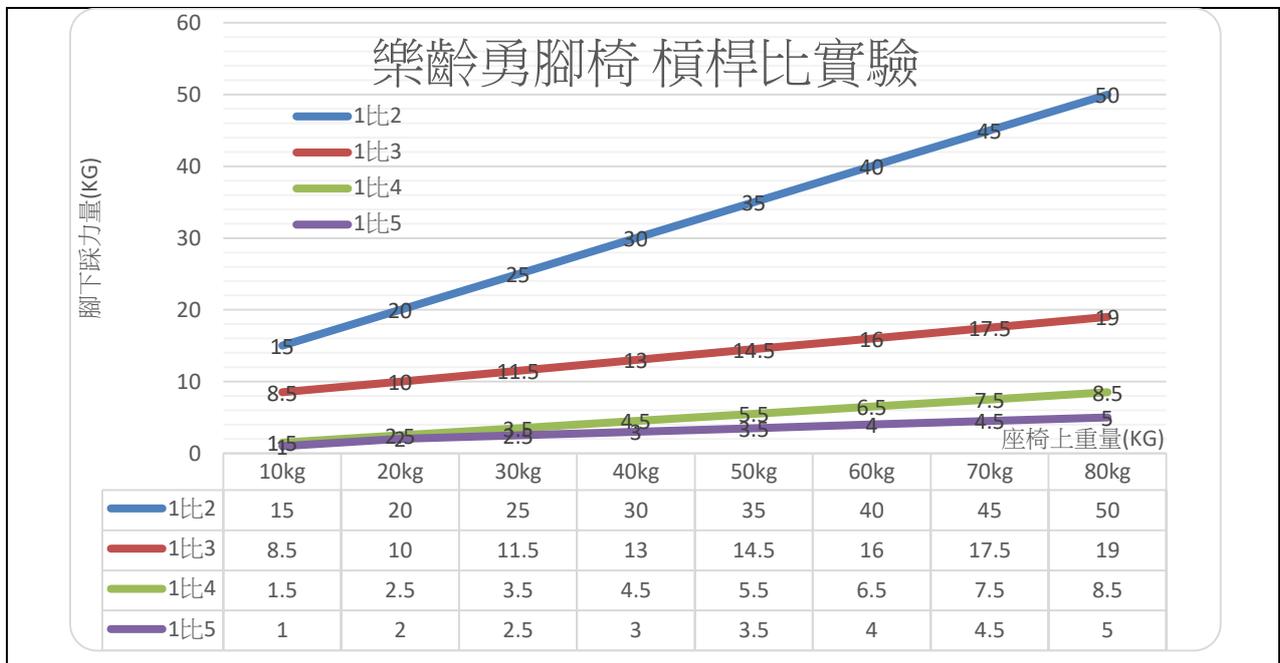
行李秤下拉紀錄腳下踩力量

進行施力臂抗力臂長度控制

圖十三：樂齡勇腳椅負重測試，支點槓桿比實驗

形成下表實驗紀錄，如下表二：

表二 樂齡勇腳椅 槓桿比實驗



小結：在此實驗數據中發現：1.當施力臂越長，施力點(腳下踩)施力也會越為省力。2.當槓桿比為 1:5 時最為省力。3.從椅墊最靠近椅背處下方垂直處作為支點，從支點至使用者腳踩的面的直線距離（如圖十四），以 1:5 長度最為適合及省力，所以接續以 1:5 模型勇腳椅進行探究。

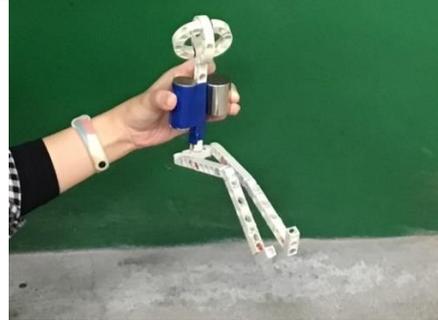


圖十四 樂齡勇腳以支點位置與槓桿設定

(3) 起坐動作分析與負重測試：在文獻資料分析中表示高齡者在起坐過程腿部肌肉與動作需配合，才能減少跌倒與傷害發生。所以接著以勇腳椅模型進行身體移動以及身體起坐的負重移動進行實驗(如下表三)。

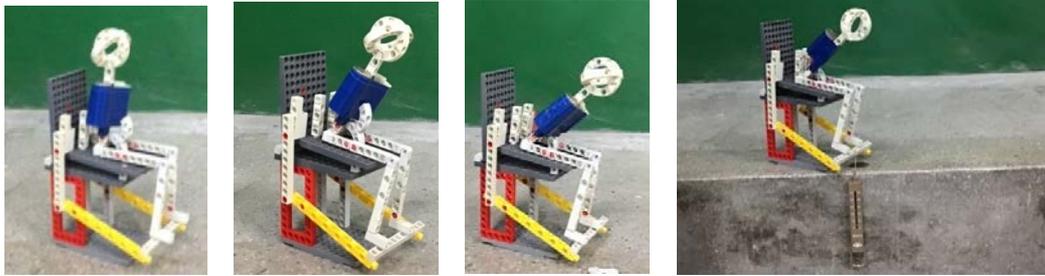
表三 身體起坐的負重移動實驗

樂齡勇腳椅 積木人起身分解圖	
分解動作	
負重	200g
積木人腳下踩重量	50g, 35g, 25g, 0g
結論	施力點(腳)下踩重量越來越輕

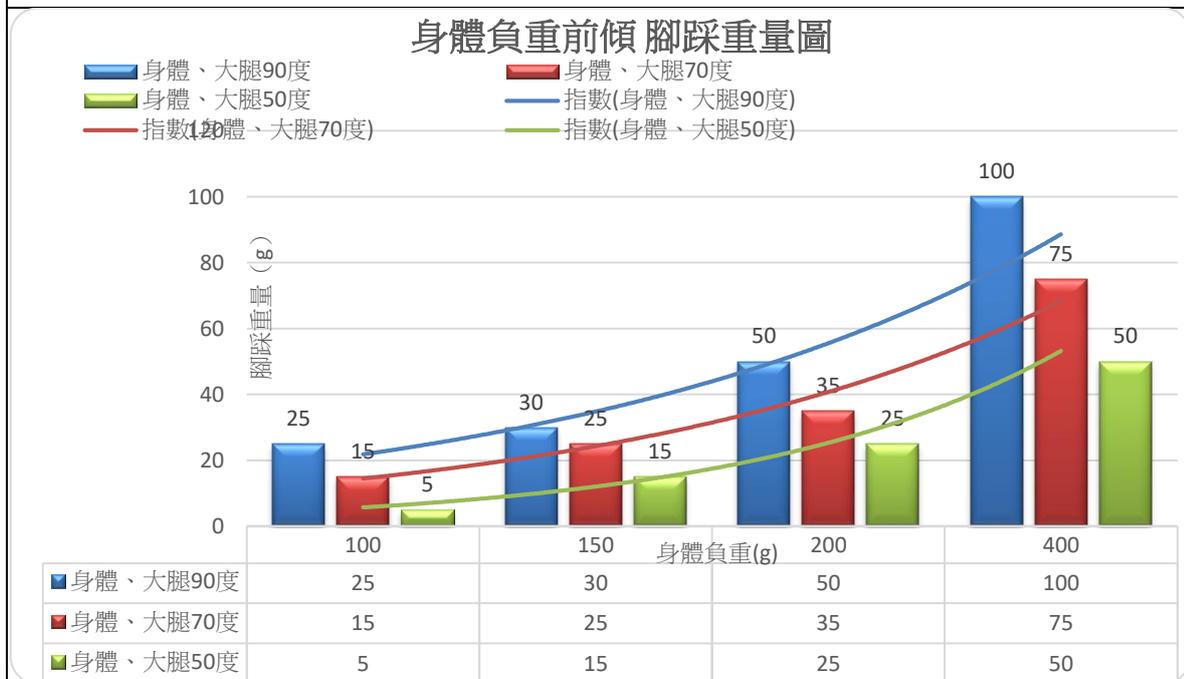


引用文獻資料中，以動作進行起坐分析的動作。從樂齡勇腳椅協助高齡者三個重要施力動作進行身體負重與動作改變腳踩施力的重量模擬測試。

以砝碼（100、150、200、400g）貼在模擬人身體固定位置。



從樂齡勇腳椅協助高齡者三個重要施力動作進行身體負重與動作改變腳踩施力的重量模擬測試



從施力點以彈簧秤健行施力重量測試與紀錄

小結：在此實驗發現，1.當身體(體重)越重，在起坐過程中重心越不穩，越容易傾斜倒。2.身體傾斜，也會使得腳步下踩的力量跟著身體移動而減輕。因此，椅墊緩升幫助身體平衡很重要，扶手把也很重要(本作品先探究椅子槓桿作用)。

### 3. 研究發現

運用了槓桿原理(1:5)與起身重心移動的原理，透過腳部往下踩的力量，讓椅墊緩升協助使用者身體平衡，也能夠輕鬆協助推動身體前傾，促使由坐到站(sit-to-stand)的活動。

確定樂齡勇腳椅需要達成讓使用者省力輔助自己起身的功能以及兼顧椅座傾斜角度要符合人體工學，製作出最適合樂齡勇腳椅的模型。

### 4. 研究討論

- (1) 我們的作品腳踩施力的位置，需要有比較長的施力臂，讓椅座透過抗力臂輕鬆抬起。其中以 1:5 是最佳的槓桿比。
- (2) 椅座抬起的角度與身體運作有關，身體由坐至站，身體傾斜大約為 90~50 度，所以椅座翻轉角度以 20 度~40 度之間為最佳，過於傾斜反而可能發生危險。

## ◆ 研究 3-2：輔助起身、健腿檢測與久坐提醒程式控制與開發

### 1. 研究說明

透過程式撰寫，讓樂齡勇腳椅不僅可以直接操作，也可以透過電控輔助使用者，故針對功能進程式控制與開發。

### 2. 研究做法

- (1) 以 Motoblockly 軟體對 Arduino UNO 晶片進程式設計與撰寫，達成整合互動的效果。
- (2) 透過文獻資料蒐集，參考並設計健腿檢測的紀錄互動回饋。

### 3. 研究發現

樂齡勇腳椅具有與高齡使用者最重要的互動協作，我們在樂齡勇腳椅的設計上有幾項重要的設計結果：

(1) 起身輔助：以 Arduino UNO 晶片控制伺服馬達(SG90)，藉著電控加上槓桿原理的運用也能協助使用者起身。

(2) 久坐提醒

- 程式控制，每隔 40 分鐘以蜂鳴器提醒使用者起身活動，並以不同燈色(B-G-R light)以及 LCD 螢幕顯示，鼓勵提醒使用者起身活動。
- 程式感測，使用者以長達三次提醒未起身活動，將以緊急通知身旁照顧者並發出求救訊息。

**銀髮族腿部的肌力**

性別年齡	待加強	正常	
男	65 ~ 69	< 13 次	> 18 次
	70 ~ 74	< 12 次	> 16 次
	75 ~ 79	< 10 次	> 15 次
	80 ~ 84	< 8 次	> 13 次
女	65 ~ 69	< 12 次	> 17 次
	70 ~ 74	< 11 次	> 15 次
	75 ~ 80	< 9 次	> 14 次
	80 ~ 84	< 7 次	> 10 次

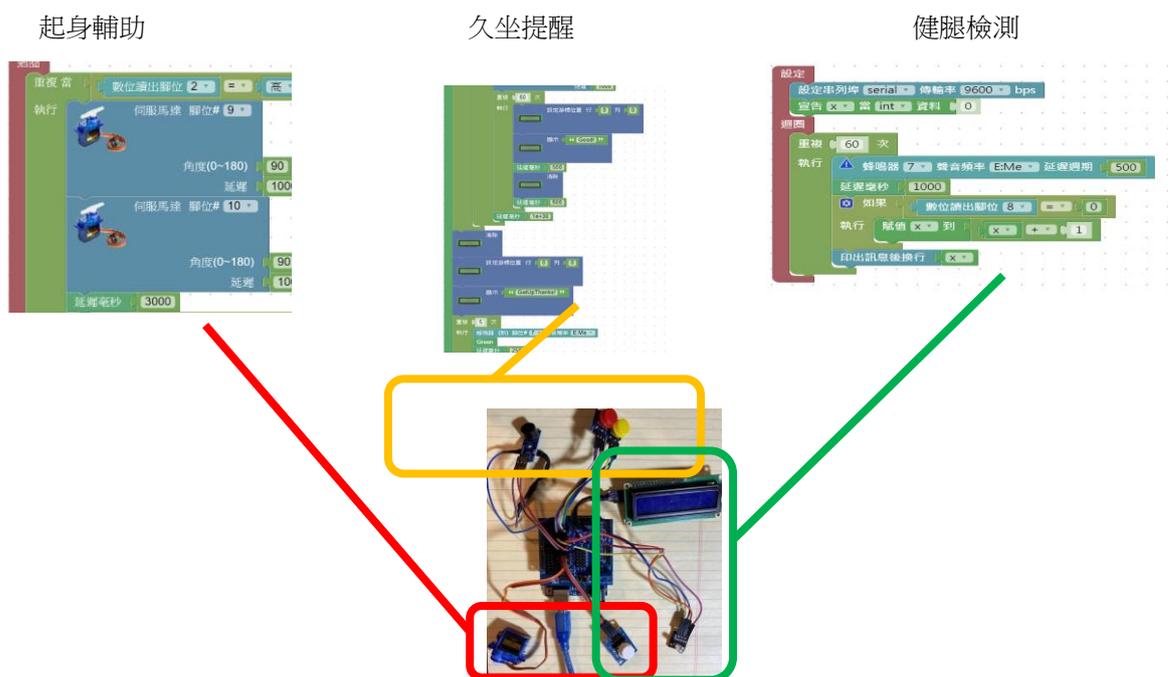
圖十五：體育署老人 30 秒起坐次數建議  
<https://health.tvbs.com.tw/regimen/308314>

(3) 健腿檢測紀錄：設計微動開關，進

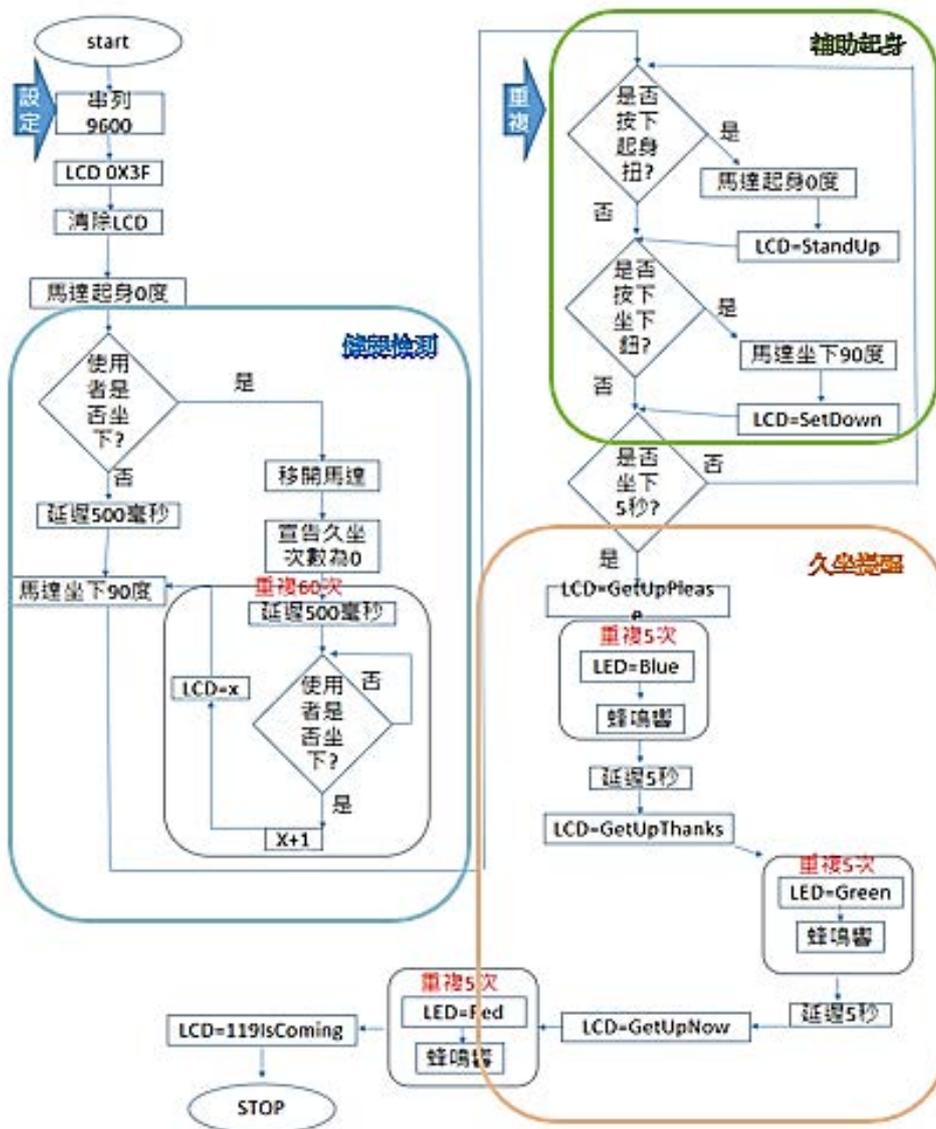
行高齡者腿部健康檢測，每 30 秒為單位，檢測單位時間內完成起坐次數。

#### 4. 研究討論

將感測元件(按鈕、蜂鳴器、LCD、SG90 伺服馬達)作為本作品的互動，以伺服馬達作為支點旋轉的電控材料、以按鈕作為起身、坐下的操控按鈕，椅座下也放置按鈕，作為感測使用者是否坐下的裝置，形成以下的程式設計分解圖（圖十六）與程式流程圖（圖十七）：



圖十六：程式分解圖



圖十七：程式流程圖

◆ 研究 3-3：樂齡勇腳椅與電子及馬達動力裝置的機電整合

1. 研究說明

本研究中最重要就是將研究 3-1 椅子的機構結構設計，加上研究 3-2 的程式控制加以整合組裝，以達成彼此互動整合的效果。

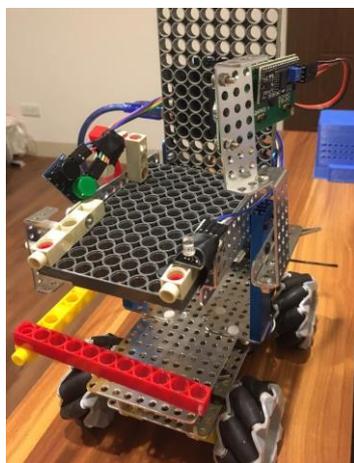
2. 研究做法

- (1) 進行機構與電控的整合。
- (2) 需觀察調整槓桿因馬達的旋轉角度與力道。
- (3) 確認程式控制與真實使用者行為動作的整合。

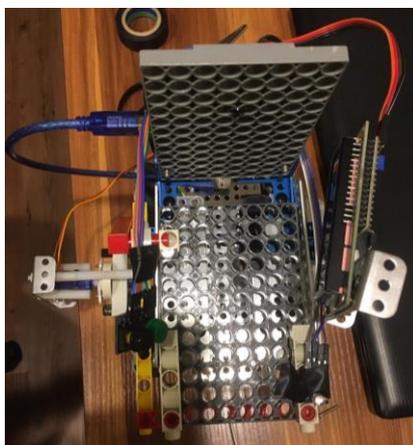
### 3. 研究發現

完成程式控制與作品互相搭配，以及順暢表現使用者在輔助起身、健腿檢測或久坐提醒上的使用效能。

作品三視圖如下：



左視圖



上視圖



右視圖

圖十八：作品三視圖

### 4. 研究討論

以槓桿支持腳踩椅墊協助起身的機構，配合馬達輔助達到機電整合，使用程式軟體撰寫出有三個模式的勇腳椅。

在勇腳椅本體部分，具有與高齡使用者最重要的互動協作，我們在樂齡勇腳椅的設計上有幾項重要的設計結果：

- (1) 起身輔助：可以運用槓桿原理，讓使用者腳踩協助起坐的功能。
- (2) 久坐提醒：提醒老人需要起身活動。
- (3) 健腿檢測紀錄：可以讓老人知道自己 30 秒的起坐次數，了解健康狀況，也能訓練。
- (4) 符合需求的人性化調控：可以依照老人的習性進行改變。

機構設計椅及程式電控搭配出機電整合的樂齡勇腳椅設計，可配合高齡者的身體需求，選擇使用與簡易控制需求，更具可行性，讓樂齡者一起樂勇腳。

#### (四)研究四：以麥克納姆輪為主要機構設計的多向式椅盤設計

##### ◆ 研究 4-1：多向式椅盤模型製作與測試

###### 1. 研究說明

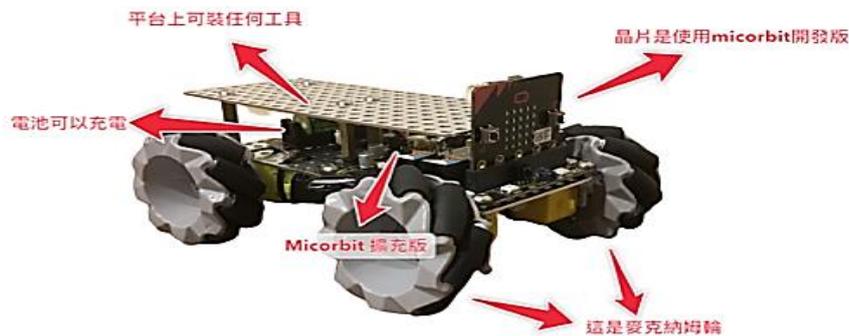
一般的輪椅通常需要有人協助，為了使用者與照顧者的方便，設計通常為前方多向式轉輪，後方為大固定輪，如此造成使用者在小空間的移動並不容易，我們希望能夠設計出多向式椅盤，讓使用者即使在家中的小空間也能自由移動。

###### 2. 研究方法

運用麥克納姆輪可以進行前後左右及不同角度的側移，可做為多向式移動的特色進行椅盤的設計。

###### 3. 研究發現

麥克納姆輪可以有前後行進外，還能左右橫移，於是我們利用它設計一個可以讓樂齡勇腳椅穩定置放於上方的平台，即能順利產生不同移動方向的效果。

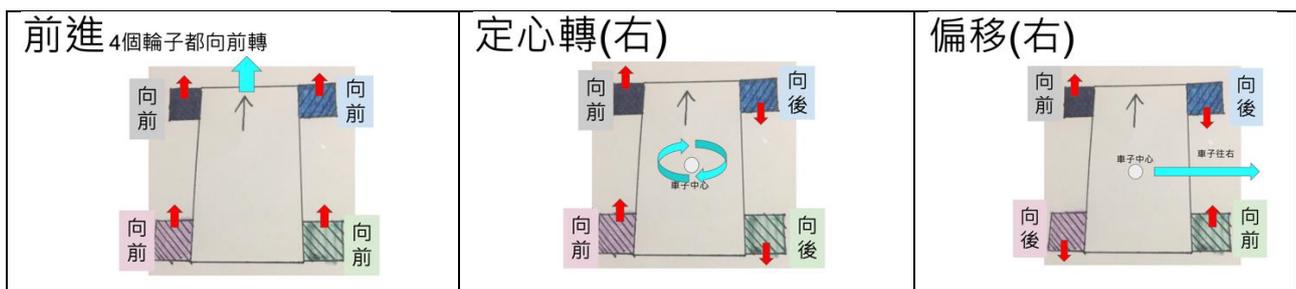


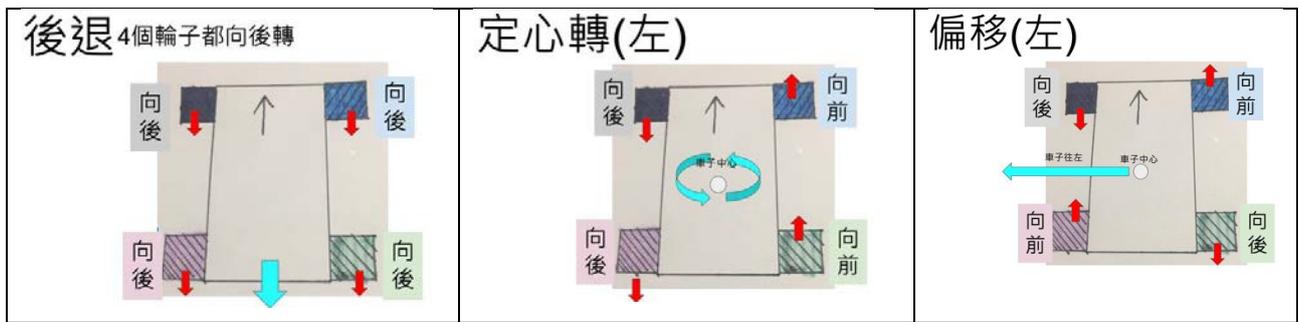
圖十九：自製麥克納姆載具

###### 4. 研究討論

麥克納姆輪，透過四顆輪子不同的轉動方式使椅盤能夠有各種不同的移動效果，因此我們也認識了不同輪子的轉動產生椅盤移動的方式如下表四。

表四 麥克納姆輪行進方式整理





◆ 研究 4-2：多向式椅盤程式控制與開發

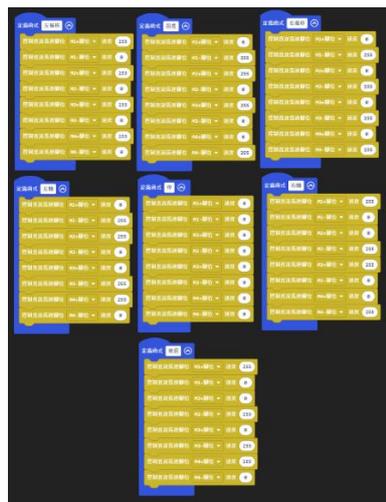
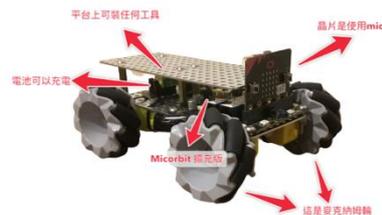
1. 研究說明

為了控制麥克納姆輪的移動正常，我們將需要對四個輪子與四個馬達進行程式撰寫。

2. 研究方法

程式設計與討論

多向式椅盤



圖十八：麥克納姆輪程式討論

3. 研究發現

多向式椅盤：以 micro:bit 晶片進行程式撰寫，讓椅盤能夠輕易透過遙控設備進行控制，達成前進、後退、左右橫移、原地轉的方向。

4. 研究討論

在現實生活中，因為生活空間狹小，不管是在室內或是外出，坐在輪椅上的行動通常都會受限，使用麥克納姆輪，其輪子的特殊設計，可以取代輪椅需要的旋轉半徑空間的問題。

#### ◆ 研究 4-3：多向式椅盤：機電整合

##### 1. 研究說明

將多向式椅盤設計加上程式控制，確認運作順暢度。

##### 2. 研究做法

利用前一個階段製作出的原型與高齡者進行溝通，透過情境模擬並以程式控制模擬真實情境。利用 3D 建模製作樂齡勇腳椅模型，從不能動到可動。搭配麥克納姆輪並以鋁架建構車體底盤，完成作品。

##### 3. 研究發現

麥克納姆輪的設計，能夠符合使用者的動作需求，就像人體移動一樣，做出各種移動方式的選擇。

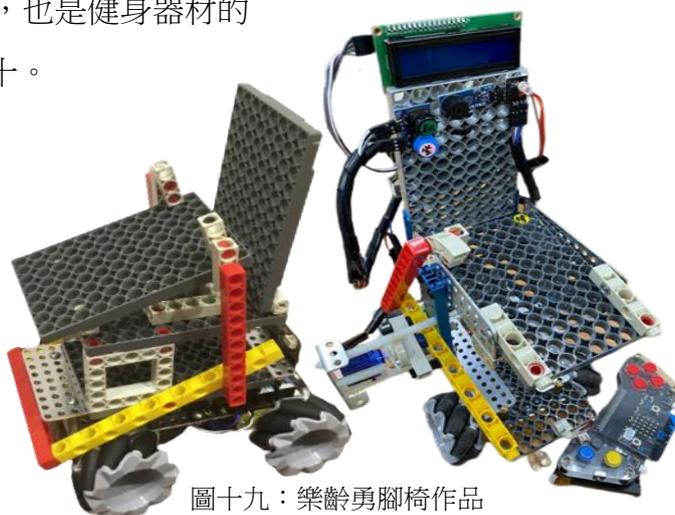
##### 4. 研究討論

運用麥克納姆輪在本作品中，非常符合高齡者行動便捷的需求，同時搭配椅子本體，可以成為高齡者外出代步的好利器，不會因為顧及自己的行動能力，而拒絕了與家人一同出遊的機會，也不需要家人遷就而減少外出或只能安排減少行動時間的行程。

#### (五)研究五、統整各階段研究說明樂齡勇腳椅原理與使用說

##### 1. 作品整體說明：

樂齡勇腳椅完整整合了椅子功能與行動功能，其運用槓桿原理配合起身，能讓使用者輕鬆起身，也能夠有程式互動進行輔助起身、久坐提醒與健腿檢測的功能，讓椅子不僅是椅子，也是健身器材的雙贏效果。如圖十九與圖二十。



圖十九：樂齡勇腳椅作品



圖二十：樂齡勇腳椅作品說明

2. 作品操作與製作特色：

本作品操作與使用步驟如下圖二十一，且整體創作符合設計思考五步驟的流程（圖二十二），期待透過本作品實現高齡者生活更加方便自主達成樂齡城市的目標。



圖二十一：樂齡勇腳椅使用操作方式

圖二十二：樂齡勇腳椅作品思考設計步驟

## 肆、研究結果

一、聚焦高齡者在行動上時常出現的困擾，並蒐集得知高齡者的期望，設計出一張適合高齡使用者面對逐漸退化的腿力問題，給予正向支持與輔助的樂齡勇腳椅。

二、將樂齡勇腳椅以槓桿原理的力學作用（如右圖二十三）應用在本作品椅子本體的功能設定：輔助起身功能、久坐提醒與健腿檢測功能，並應用麥克納姆輪多向移動的便利性在多向式椅盤的設計，以解決年長者肌力退化與移動效能的問題。



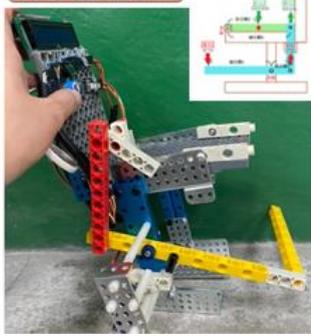
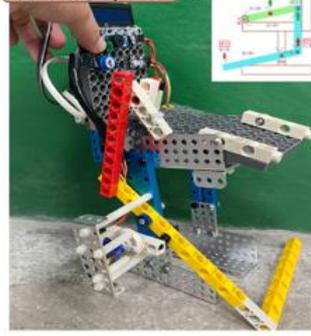
圖二十三：樂齡勇腳椅槓桿力學

三、參考實驗數據並實測真實座椅，以施力臂：抗力臂為 1:5 且椅子翻轉角度 20~40 度為最佳設計，進行樂齡勇腳椅輔助起身、健腿檢測與久坐提醒功能的模型製作，並加上蜂鳴器、按鈕、LCD 螢幕、LED 燈等電子感測器與程式控制，開發並整合樂齡勇腳椅模型機構，完成樂齡勇腳椅椅子本體的設計。

四、探究麥克納姆輪之行進特性，以程式編控四顆馬達，以順利由遙控方式操控前進後退、左右橫移偏移以及定心轉等移動方式，配置椅盤與多向式椅盤，使多向式椅盤可以搭載樂齡勇腳椅在狹小空間安全行動，完成樂齡勇腳椅多向式椅盤設計。

五、最後，依各階段研究結果，我們完成樂齡勇腳椅作品並進行功能介紹與使用說明。並將本作品作動整合部分呈現如下表（表五）

表五 樂齡勇腳椅作動圖示

<p><b>輔助起身</b>功能，開機後</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 按下坐下鈕，樂齡勇腳椅椅座緩下呈現如右方作左側圖。</li> <li>2. 按下起身鈕，樂齡勇腳椅椅座緩下呈現如右方作右側圖。</li> </ol> <p>註:按鈕與電子控制零件，為操控方便目前先放置椅背，真實設計會放在手把處</p>	<div style="text-align: center;"> <p>功能 → <b>輔助起身</b></p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>按下坐下鈕</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>按下起身鈕</p>  </div> </div>
--	--

### 久坐提醒功能，開機後

1. 當系統感應椅座下方感應鈕坐下時間達 40 分鐘，系統則藍燈與蜂鳴器提醒。感應鈕坐下時間已達 80 分鐘，系統則綠燈與蜂鳴器提醒。
2. 當系統感應椅座下方感應鈕坐下時間長達 120 分鐘，系統則紅燈與蜂鳴器提醒。
3. 並將提醒訊息已 LINE 推播至照顧者與家人的手機中。

### 功能二 久坐提醒

坐下時間達40分鐘 坐下時間達80分鐘 坐下時間達120分鐘  
藍燈+蜂鳴器提醒 綠燈+蜂鳴器提醒 紅燈+蜂鳴器提醒

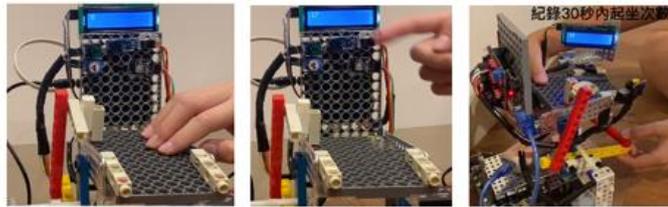


### 健腿檢測功能，開機後

1. 長按「坐下」鍵
2. 系統啟動計時三十秒
3. 使用者起坐(感應椅座下方感應坐下)及計次一次，待 30 秒後數字停止計次。呈現 30 秒後次數，供醫學比對參考。

### 功能三 健腿檢測

長按坐下鈕  
坐墊每感應按壓一次，LED燈顯示數字加1數字，直到30秒數字停止增加

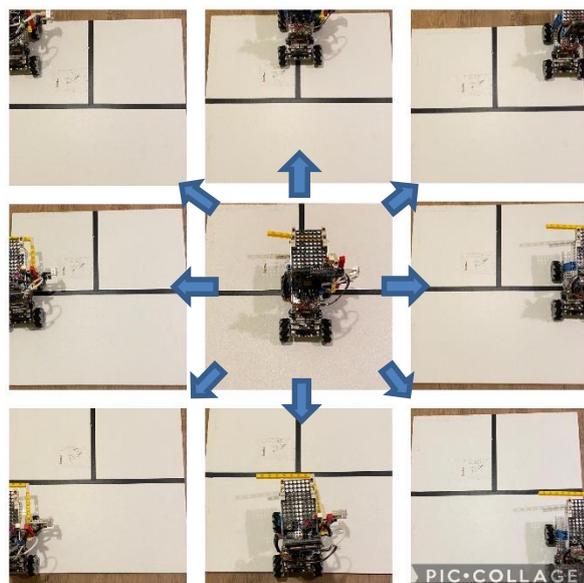


### 紀錄30秒內起坐次數



### 多向式椅盤

以遙控器進行樂齡勇腳椅移動方向，右圖為地面操作展示，不須轉身椅子即可有多方向移動的便捷性，同時也能原地旋轉

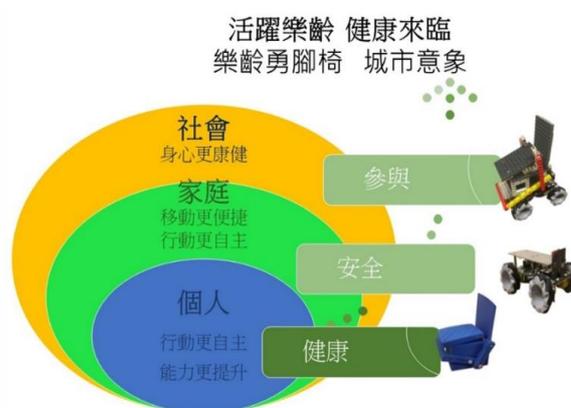


## 伍、討論

- 一、同理需求者的心理以及用觀察、調查與訪問法，幫助我們更清楚知道高齡者心理面對身體老化的問題以及期望得到的協助，幫助我們有效聚焦思考作品。
- 二、在高齡者面對老化以及適應或不服老的期待中，我們提供一個符合人性給予主動式協助的樂齡勇腳椅作品，能夠提供起身坐下肌肉較無法施力的輔助起身功能、久坐提醒功能，讓高齡者自由選擇靠自己力量自由活動，不僅能提供腿部肌力健康檢測或運動的健腿檢測功能，在心理層面更是思考了可以積極正向回饋的生活用品。
- 三、樂齡勇腳椅輔助起身、健腿檢測與久坐提醒功能，經過文獻探討，找到最適起身的方式，同時透過機電整合，達成完整作動的功能。
- 四、樂齡勇腳椅多向式椅盤能在狹小空間安全行動，不管是居家或外出使用，都能讓高齡者有相對便捷的行動能力，減低因個人行動不便而更減少行動的機會。也能以 IFTTT 物聯網進行安全警示家人的功能整合。
- 五、整體設計包含椅子結構設計機構、槓桿機構應用，同時搭配程式運作使作品能夠透過使用者自身能力決定使用方式，給予使用者自主決定椅座或行動的輔助程度。減緩肌力退化也能提升行動意願的設計。

## 陸、結論

- 一、作品以高齡者生活需求為核心，配合高齡者行動能力。樂齡勇腳椅可調整槓桿的不同施力效果，也能搭配馬達協助；椅子也能因應生活需求決定是否裝設多向式椅盤，幫助高齡者走得更遠更安全。
- 二、作品呼應樂齡友善城市八大面向，相信正向循環將使高齡樂活生活更具可見性與可行性。
- 三、作品可透過 IFTTT 進行物聯網通訊，將上述創作結果與更多科技應用進行整合，並透過手機推播與 LineNotify 來通知家人與相關使用者，以此達到安全警示、健康管理以及貼心照護。



圖二十二：樂齡勇腳椅作品程式意向圖

四、在科展研究中，我們因為同理了使用者的需求，更貼近他們心理的訴求，從最切身每日的行為中，決定樂齡勇腳椅的想法進行探究，因為搜尋知識與應用相關理論，才能讓我們在一次一次的調整中，完成「樂齡勇腳椅」作品。

六、未來期望加入手部下壓連桿裝置，讓腳踩與手壓的起身動作更有互動協調的施力協助。

有人說 Maker 可以解決生活中許多問題，也有人說 Maker 敵不過工業生產，而我們認為學習探索與解決問題的歷程才是關鍵，在生活中應用「做用想」。

## 柒、參考文獻資料

- 1、東森新聞，2007，動作慢 抓不穩 老人搭公車提前起身易摔跤。
- 2、胡梅，2016，家庭照顧者壓力、因應方式及其學習需求之探討—以六位失能老人主要照顧者為例，國立台灣師範大學社會教育與文化行政碩士論文。
- 3、陳蔚承，2020，活動、勞動非運動，看到長照缺少的拼圖，衛福部推銀髮重訓練肌力。康健雜誌。
- 4、林宜泓, 顏啟華, 顧明祥, 胡名霞, & 王靜怡. (2012). 社區老人身體功能表現測試: 區分身體失能與無失能者之切點. 台灣老年醫學老年學雜誌, 7(3), 160-174.
- 5、林逸, 卓俊伶, & 吳詩薇. (2017). 台北捷運候車月台座椅的友善性: 檢驗老年人腿肌力與坐姿到站姿的適合度. 健康促進暨衛生教育雜誌, (41), 97-111.
- 6、衛生福利部國民檢康署 <https://www.hpa.gov.tw/Pages/List.aspx?nodeid=3869>
- 7、Leifer, L., Lewrick, M, & Link, P. (2019)。設計思考全攻略。周宜芳譯，台北：天下雜誌。
- 8、教育部體育署 一〇四年度 臺灣年長者功能性體適能現況 評估研究 <https://www.sa.gov.tw/Resource/Attachment/f1474259369474.pdf>
- 9、健康 2.0 老爸老媽腿力好不好？簡單「坐下起立」動作就能測 <https://health.tvbs.com.tw/regimen/308314>
- 10、Yi-Ting Lin, Heng-Ju Lee. (2022) Comparison of the Lower Extremity Kinematics and Center of Mass Variations in Sit-to-Stand and Stand-to-Sit Movements of Older Fallers and Nonfallers. <https://doi.org/10.1016/j.arrct.2022.100181>

## 【評語】 082807

本作品以長者的需求與困難為出發點，設計方便長者使用的輪椅，動機考量讓人感到貼心，也很生活化且實用，作品著重機構的設計與功能性，並以模型和理論探討為主，可進一步考慮個人的習慣與研究長者腳部下踩的力量等，提升作品的完整性與實用性。

## 作品簡報

# 樂齡勇腳椅

組別：國小組

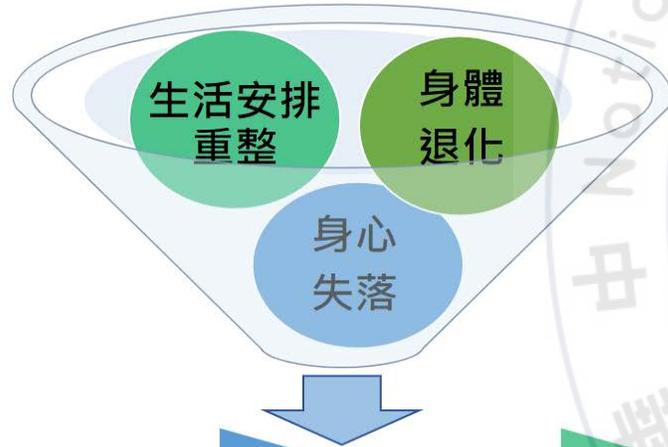
編號：082807

科別：生活與應用科學(一)



# 壹、研究動機

在照顧與關懷高齡者的學習活動中，察覺高齡者因**身體退化**造成**起坐困難**，引發對高齡者的起坐協助的構想。



## 發現問題

- 身體退化
- 行動力不足
- 運動量低
- 大腦刺激少

## 問題聚焦

- 核心關鍵
- 腿力
  - 信心

## 解決方案

- 輔助起身
- 久坐提醒
- 健腿檢測

## 解決高齡者的問題

移動不靈活 - **多向移動裝置**

使用麥克納姆輪 可全方位移動

起身很困難 - **輔助起身**

使用槓槓桿原 輔助起身和坐下

久坐損健康 - **久坐提醒**

運用晶片定時 提醒高齡者起身活動

# 貳、研究目的

探討高齡者行動不便的**問題**。

樂齡勇腳椅的**功能設定**。

探討輔助起身、久坐提醒、健腿檢測**三大功能**的應用。

設計可在狹小空間安全行動方便的**多向式椅盤**。

**統整**各階段研究結果。

✓ 問題探究階段

✓ 創思設計階段

✓ 製作測試階段

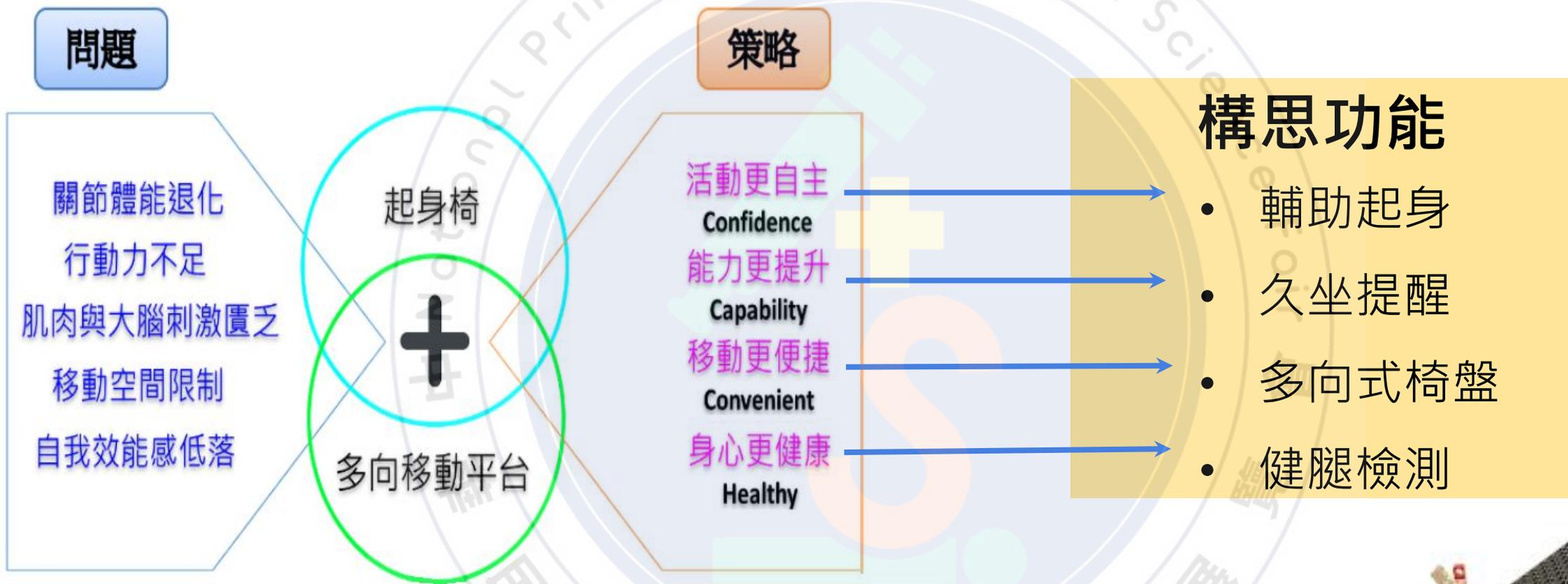
✓ 成型階段

# 【研究一】

## 探討高齡者行動不便的問題

# 【研究二】

## 樂齡勇腳椅的功能設定



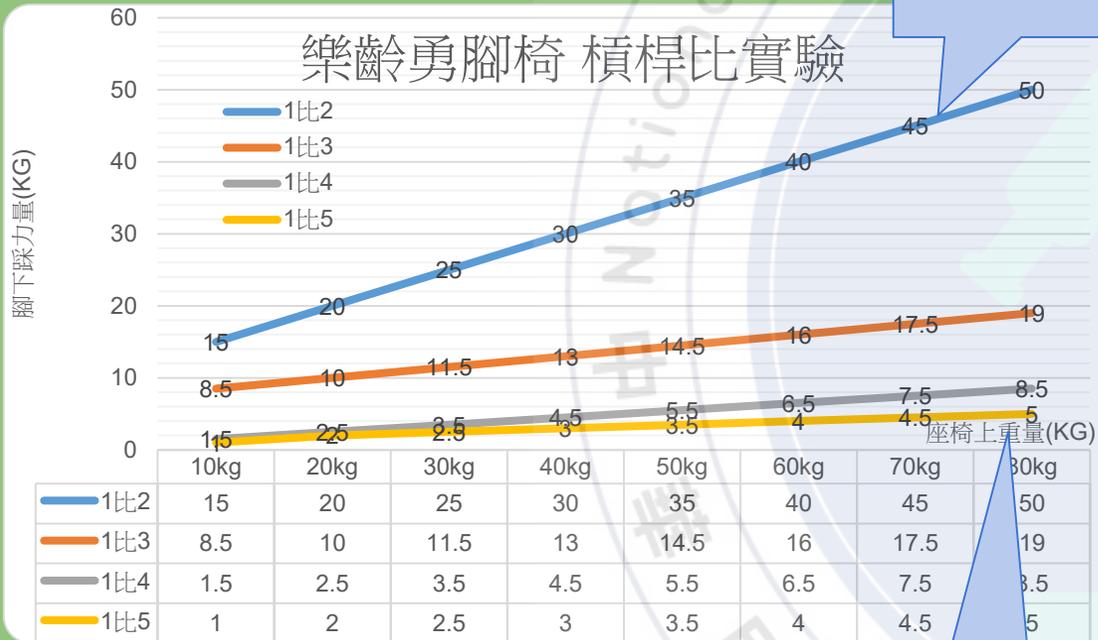
### 3C1H的支持策略



樂高建構勇腳椅的原始構想

# 【研究三】輔助起身 樂齡勇腳椅應用 \_ 1

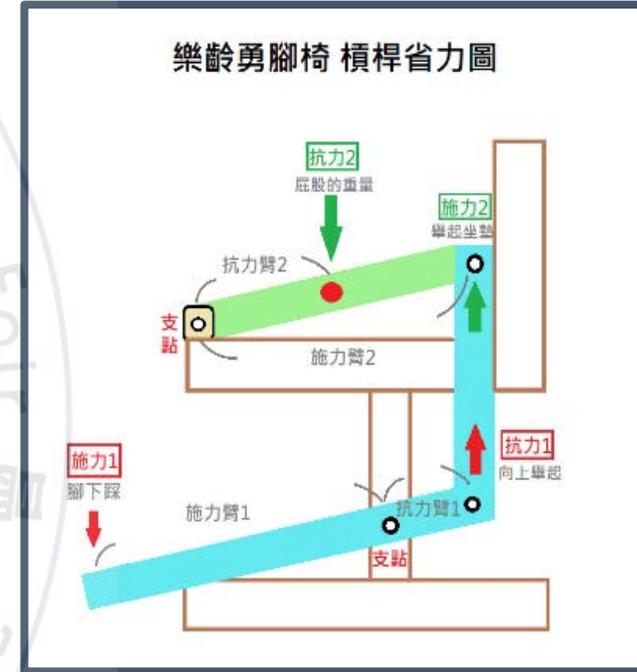
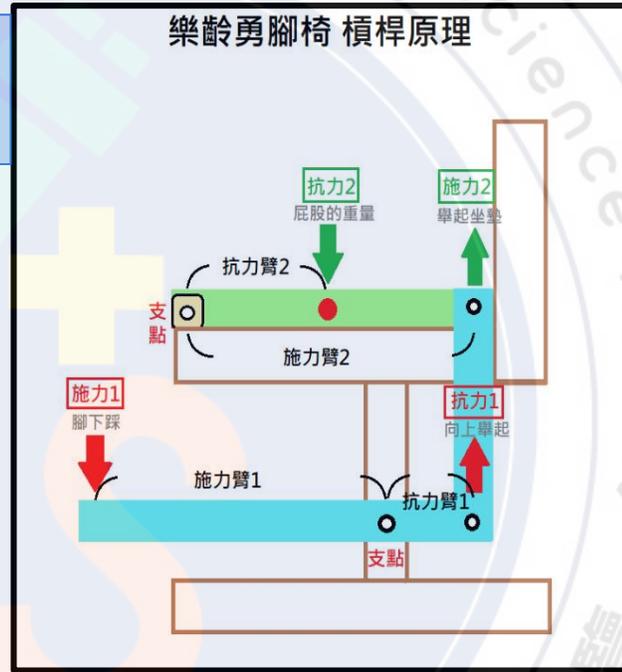
## 研究3-1：輔助起身



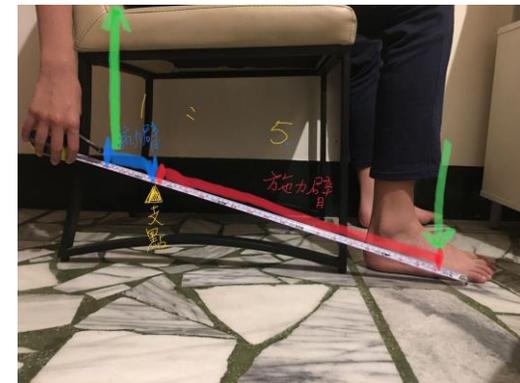
效能最差

效能極佳

## 比較不同槓桿比的效能



- 腳踩施力的位置，需要比較長的施力臂，讓椅座透過抗力臂輕鬆抬起。
- 以1:5是最佳的槓桿比。



# 【研究三】輔助起身 樂齡勇腳椅應用 \_ 2

## 研究3-1：輔助起身

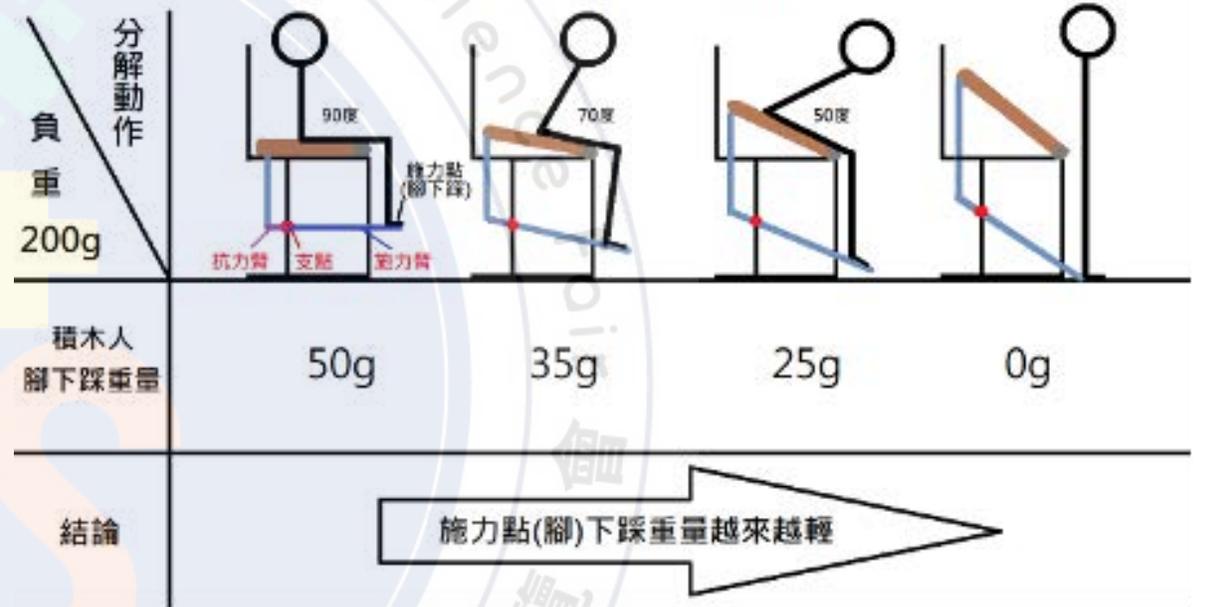
身體負重前傾 腳踩重量圖



運用槓桿原理，和20至40的椅座翻轉角度，讓使用者能更容易的起身。

起身前傾  
會輔助腳踩施力

樂齡勇腳椅 積木人起身分解圖



- 腳踩施力的位置，需要有比較長的施力臂讓椅座透過抗力臂輕鬆抬起。
- 椅座翻轉角度以20度~40度之間為最佳，過於傾斜反而可能發生危險。

# 輔助起身、健腿檢測與久坐提醒

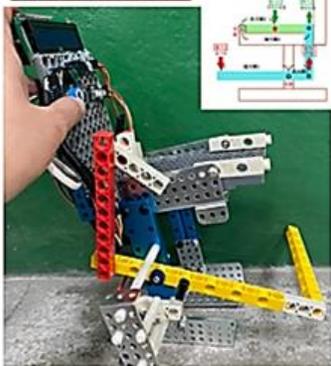
## 功能一 輔助起身

## 功能二 久坐提醒

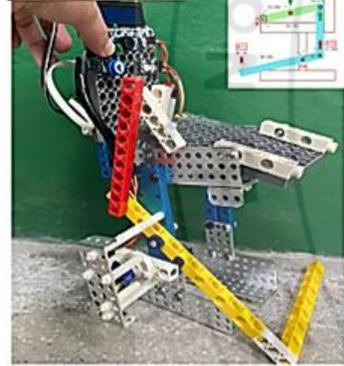
## 功能三 健腿檢測

### 功能一 輔助起身

按下坐下鈕



按下起身鈕



### 功能二 久坐提醒

坐下時間達40分鐘

藍燈+蜂鳴器提醒

坐下時間達80分鐘

綠燈+蜂鳴器提醒

坐下時間達120分鐘

紅燈+蜂鳴器提醒

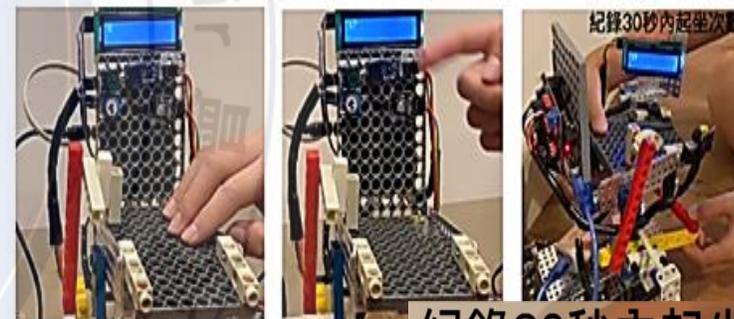
Line 推播家人



### 功能三 健腿檢測

長按坐下鈕

坐墊每感應按壓一次，LED燈顯示數字加1數字，直到30秒數字停止增加



銀髮族腿部的肌力

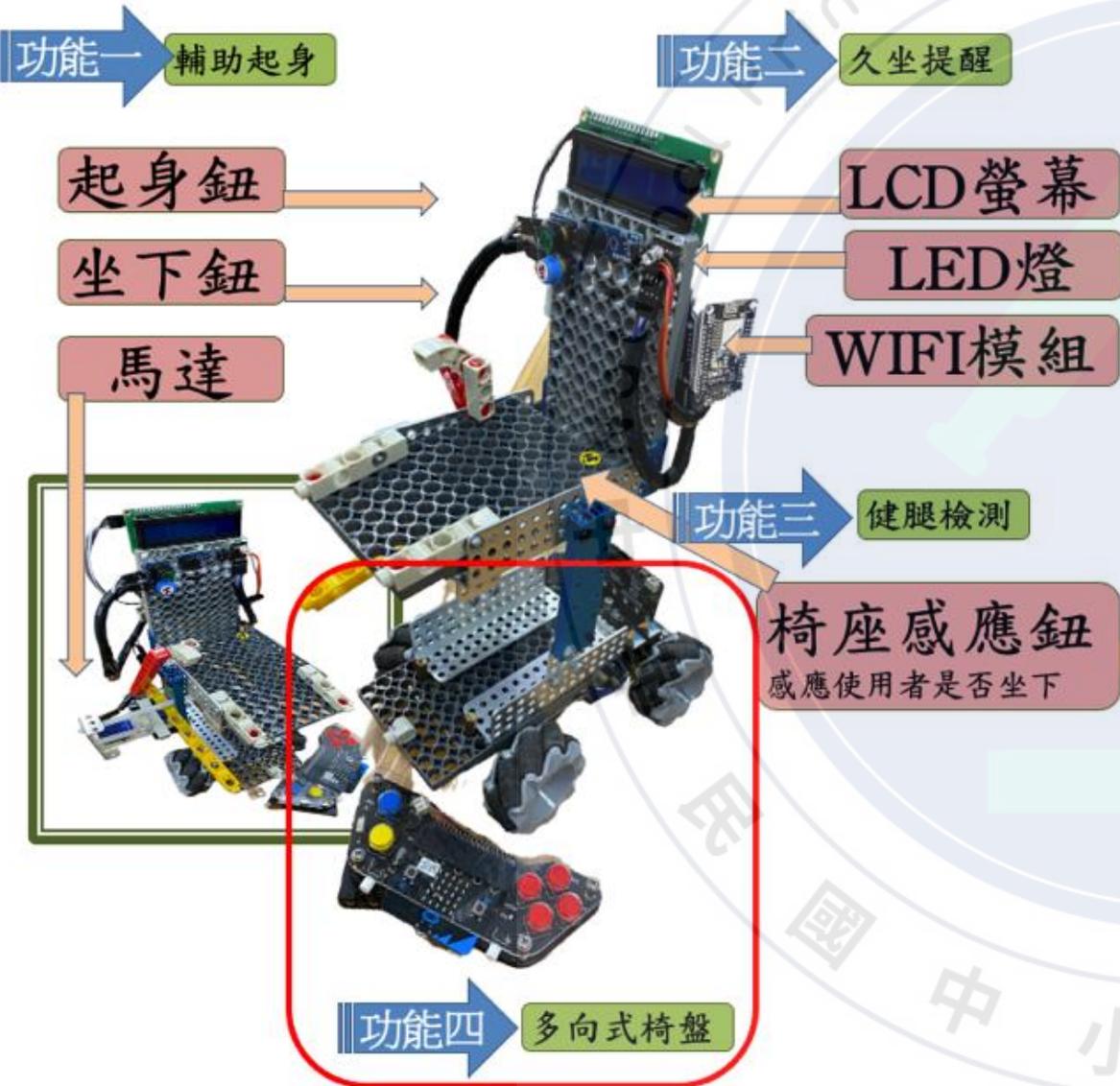
性別年齡	待加強	正常	
男	65~69	< 13次	> 18次
	70~74	< 12次	> 16次
	75~79	< 10次	> 15次
女	80~84	< 8次	> 13次
	65~69	< 12次	> 17次
	70~74	< 11次	> 15次
	75~80	< 9次	> 14次
80~84	< 7次	> 10次	

\*資料來源/教育部體育署

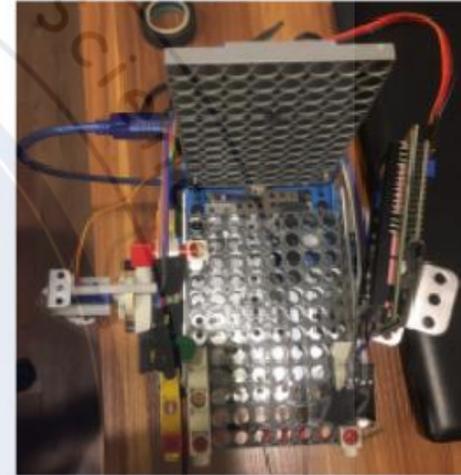
紀錄30秒內起坐次數



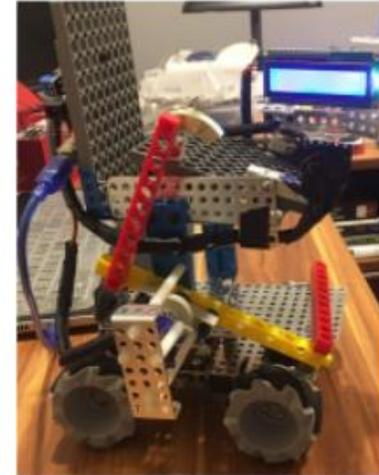
# 【研究三】機電整合一：椅子本體



右視圖



上視圖



左視圖

作品的三大功能：

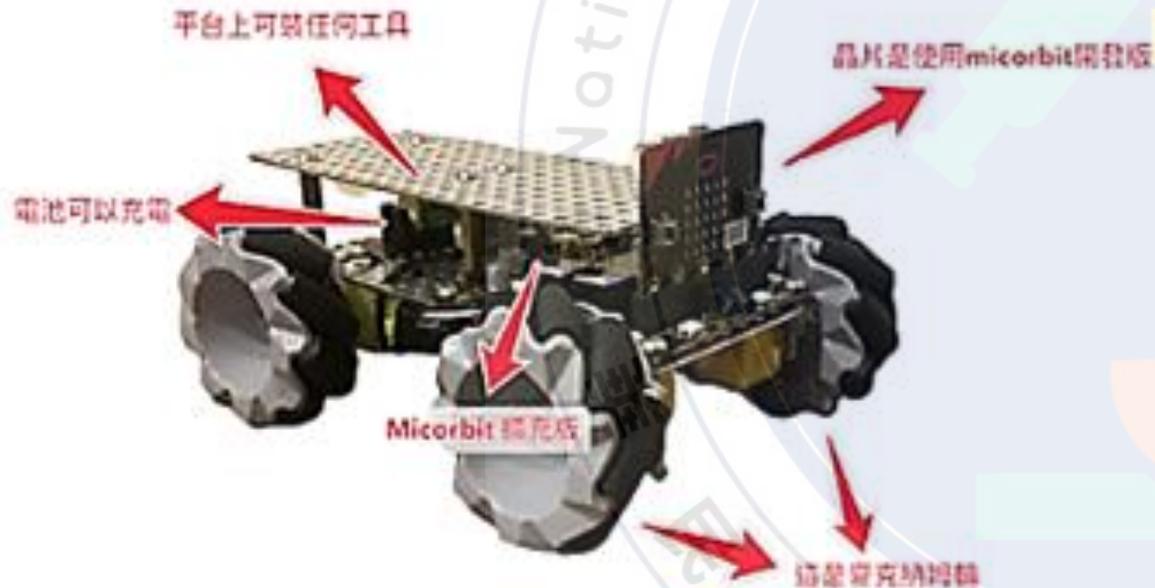
1. 輔助起身：提升自我效能感能起身和坐下
2. 健腿檢測：讓高齡者能自己檢測腿力的功能
3. 久坐提醒：讓老人能定時起來運動

# 【研究四】 多向式椅盤在狹小空間安全行動的方便設計

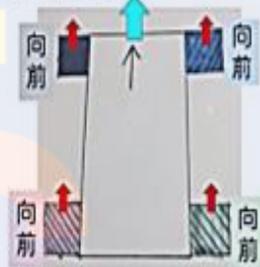
## 研究4-1：多向式椅盤模型製作與測試

## 研究4-2：多向式椅盤程式控制與開發

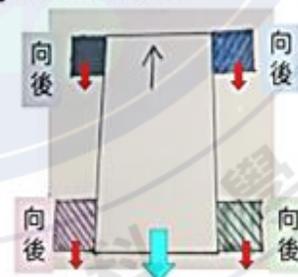
對四個輪子與四個馬達進行程式撰寫。



前進 4個輪子都向前轉



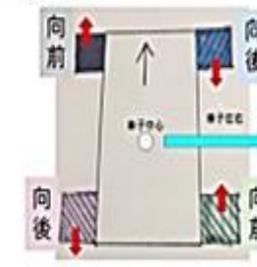
後退 4個輪子都向後轉



定心轉(右)

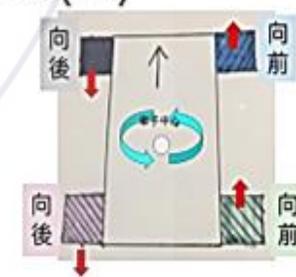


偏移(右)

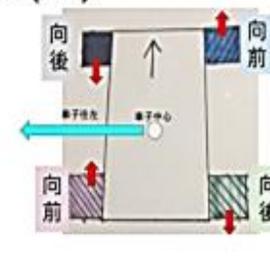


麥克納姆輪移動原理

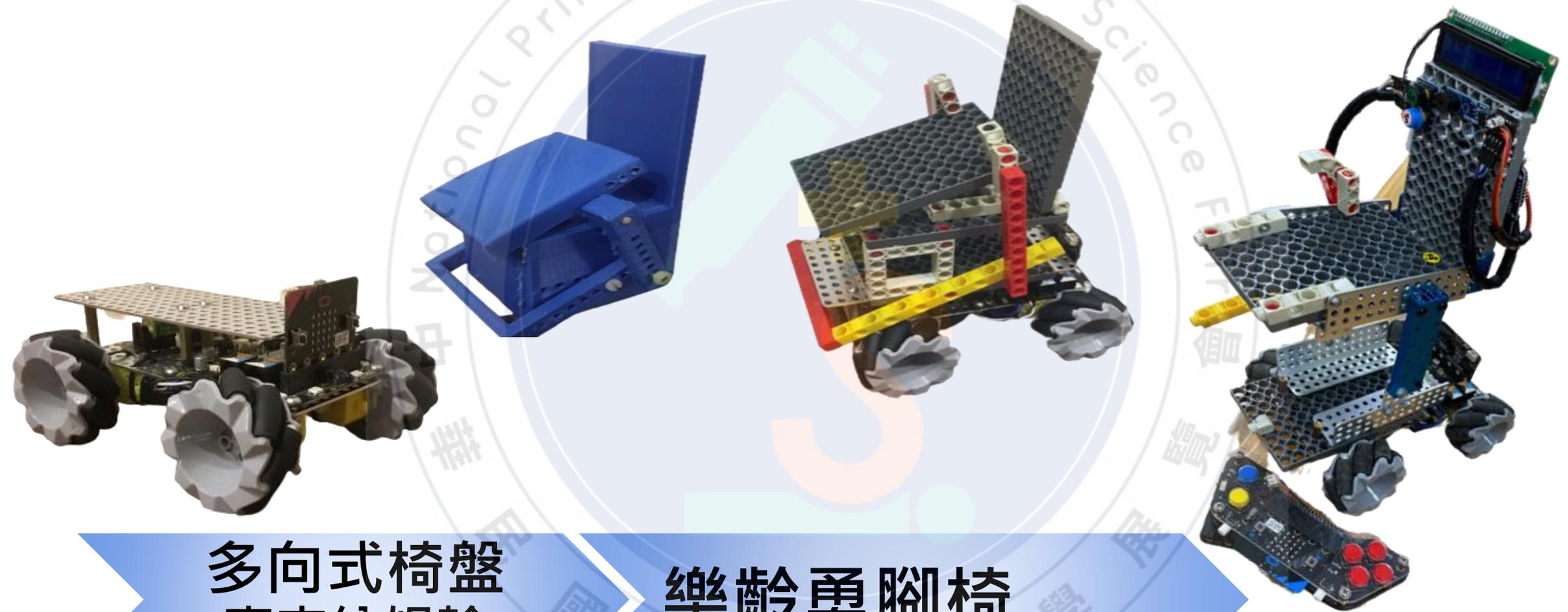
定心轉(左)



偏移(左)



# 【研究四】機電整合二：多向式椅盤



多向式椅盤  
(麥克納姆輪)

樂齡勇腳椅

移動便捷

活動自主

能力提升

身心康健

# 【研究五】統整各階段研究說明

## 設計思考五大步驟



## 1. 作品創作特色：

作品創作符合**設計思考五步驟**。

## 2. 作品操作與整體說明：

整合了椅子功能與行動便捷的功能，

**讓椅子不僅是一張椅子，也是長者的健身器材。**

# 肆、討論與結論

## 結果與討論

- 作品符合同理需求者的心理
- 提供**腿部助力**，幫助腿部肌力運動，也有**健腿檢測**功能，在心理層面思考了可以積極正向回饋的生活用具。
- 設計包含椅子**結構與槓桿機構**應用，在狹小空間**安全行動**，透過**機電整合**，達成**完整作動**的功能。
- 具備**IFTTT物聯網**，透過**機電整合**，達成**完整作動**的功能。

## 結論

- 椅子也能因應生活需求與長者體力狀態決定。
- 作品呼應**樂齡友善城市八大面向**，相信正向循環將使高齡樂活生活更具可性。

## 未來展望

- 增加扶手，提升安全性
- 從模型的椅子變成真正的椅子
- 使用在社會公共空間  
例如:公廁、圖書館、老人活動中心

樂齡勇腳椅 長者 So Healthy!!