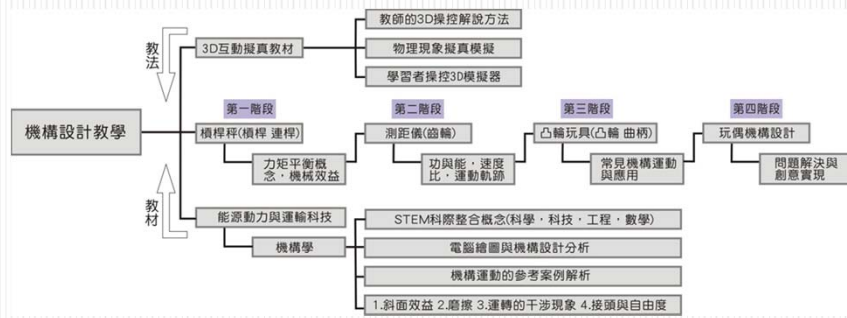


## 理論導向的機構設計工程實作專題



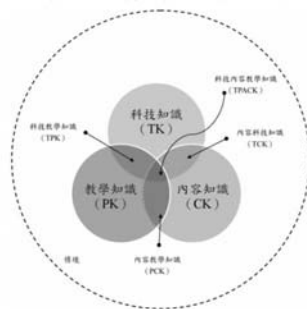
大同高中 汪殿杰

## 簡報大綱

- 預測分析理論與機構設計的關係 (自走玩具 機械獸)
- 機構設計的運動與軌跡應用 (仿生機構 連桿)
- 機構教具設計與探究實作的學習單規畫
- 6E與STEM科技整合的機構設計探究學習活動 (基礎能力)
- 3D繪圖與機構分析 動態模擬軟體操作示範
- 機構設計專題式經驗分享

## 本次實作導向的增能研習目標

- Mishra 和 Koehler (2006)認為教學知識是教學和學習歷程中所涵蓋的知識與方式。教師應當懂得如何建知識，掌握教學技能，激發學習者發展對學習有益之思維習慣。



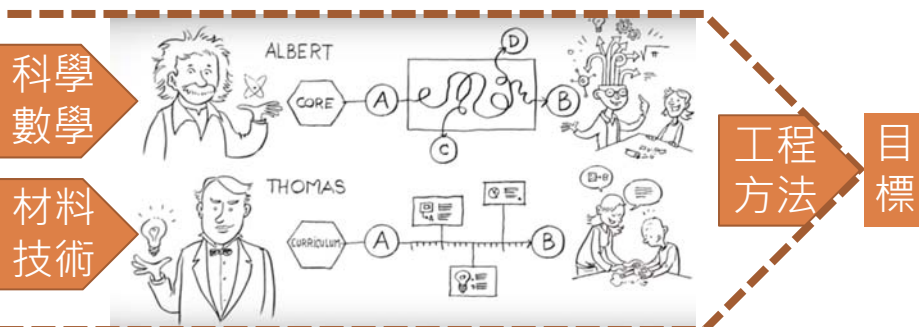
科技內容教學知識 (Technological Pedagogical Content Knowledge, TPACK)

資料來源：出自 Mishra 和 Koehler (2006)

如何應用科技教學內容知識  
( Technological Pedagogical  
Content Knowledge, TPACK )  
教學更得心應手，以利全面提  
升科技領域的教學品質。

## 愛因斯坦(理論) + 愛迪生(工程)

### STEM的科際整合概念

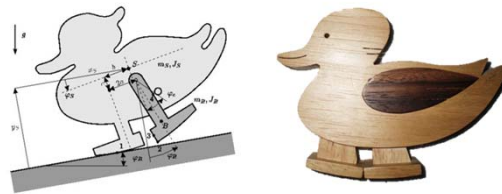


## 工程導向的教學策略

- “機構設計的運動與軌跡應用”
- 學生能透過3D工程繪圖與3D列印工具自製玩偶的活動機構
- 透過理論導向的工程實作專題，完整學習機構設計應用
- 3D繪圖軟體本身備有許多物件分析工具，可以隨即了解物件特性(例如長度、距離、面積、體積、曲率、重心等，製作前便可得知機構設計之物理特性。)

### 理論導向的工程實作專題

(機構設計這裡用自走玩具舉例說明) (影片)



#### (一) 預測(Prediction)

提出可實際操作或觀察的問題情境，讓學生預測會有何現象或結果發生。一般也會要求學生寫下預測理由。

#### (二) 觀察(Observation) 教具引導教學實驗活動

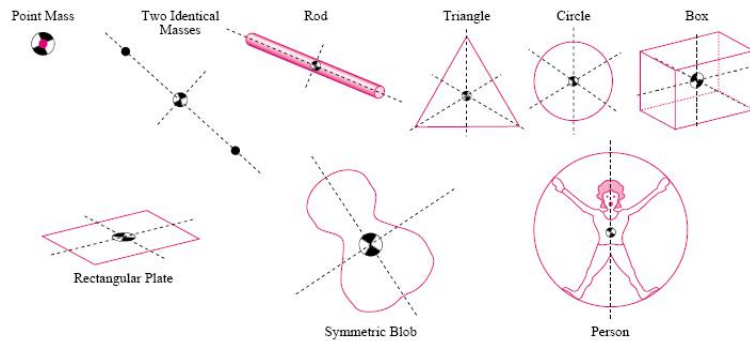
讓學生實際進行觀察有何結果或現象發生，一般也會要求學生敘述或寫下觀察的結果。

#### (三) 解釋(Explanation) 學習單應有反思的問題

如果觀察結果與學生原來的預測不一樣時，再請學生思考和提出新的解釋。

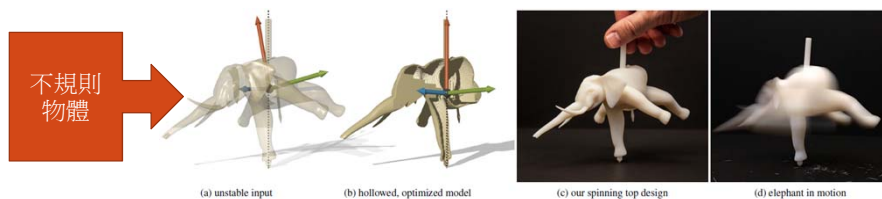
**實驗的作用** 「預測-觀察-解釋」策略(簡稱POE)最初是一種作為幫助學生概念改變的教學策略(Searle and Gunstone, 1990)

## 均質與簡單幾何形體的重心是能計算



人眼先天**能判斷對稱性**，所以預測判斷均質與簡單幾何形體是沒有困難的，可是**設計有多樣變化的可能性**，實作專題上學生可以**發現理論的預測和真實動手實做的樂趣**

## 我們以為的理論都真的都正確嗎？



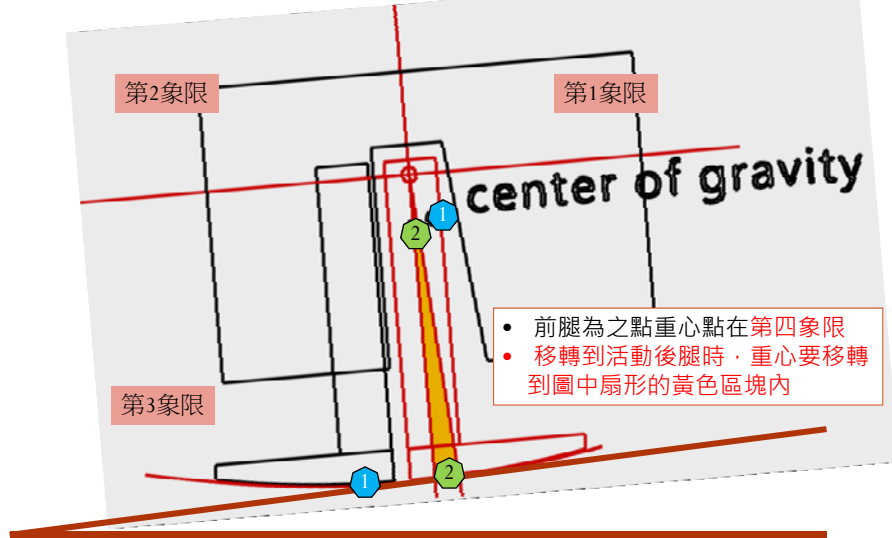
這是物理科的高中學測考題

(A) 7. 對不規則的物體，求重心最方便的方法是 (A)力矩法 (B)測量法 (C)磅秤法 (D)懸掛法。 [3-1]

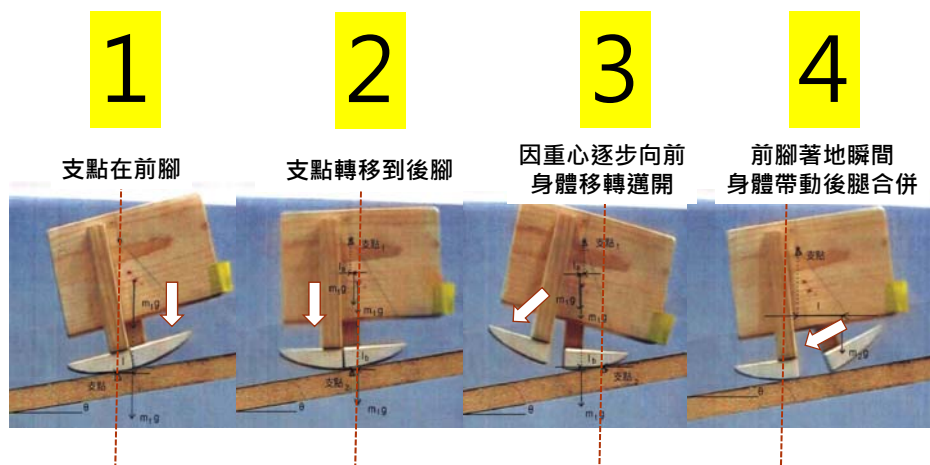
這只能解釋對受過專業訓練運算能力很強的人，直接用紙筆測驗真的可以很快，就像出題老師一樣

## 自走玩具(2維被動式步行機構)

理論依據 自走玩具 設計製作關鍵



## 2 維被動式步行機構的理論



紅點線是與地面接觸的支點中心垂線

## 嘗試錯誤法 ( trial and error )

是一種用來解決問題、獲取知識的常見方法。此種方法可以視為簡易解決問題的方法中的一種



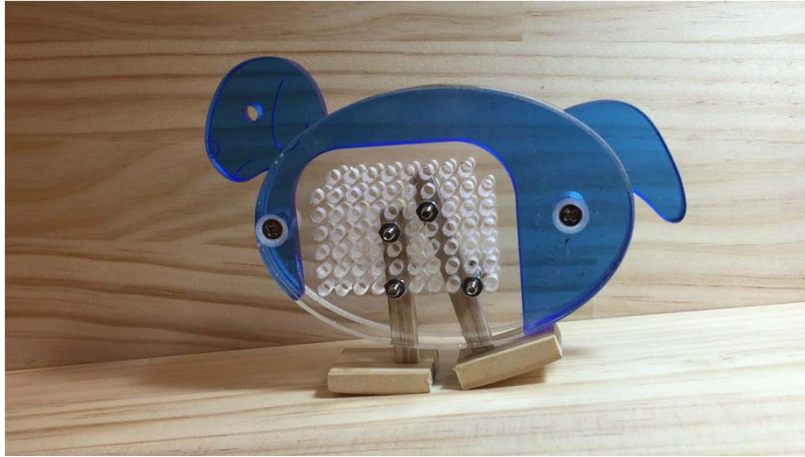
簡易版(國中小學生程度)

## 預測分析法 ( Predictive analysis )

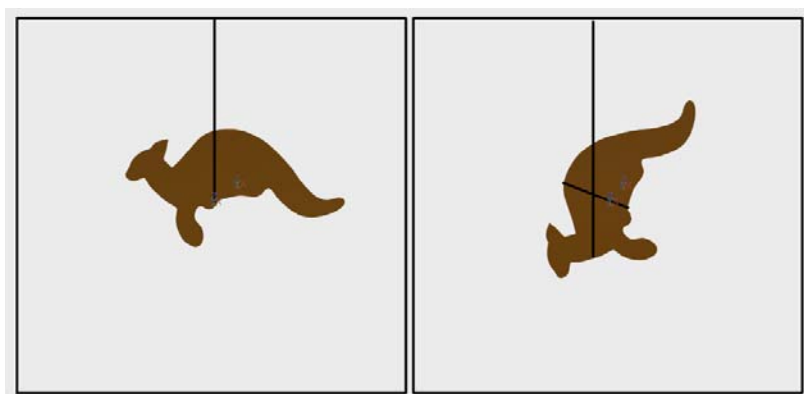
根據客觀對象的已知信息而對事物在將來的某些特徵、發展狀況的一種估計、測算活動



進階版(高中學生程度)

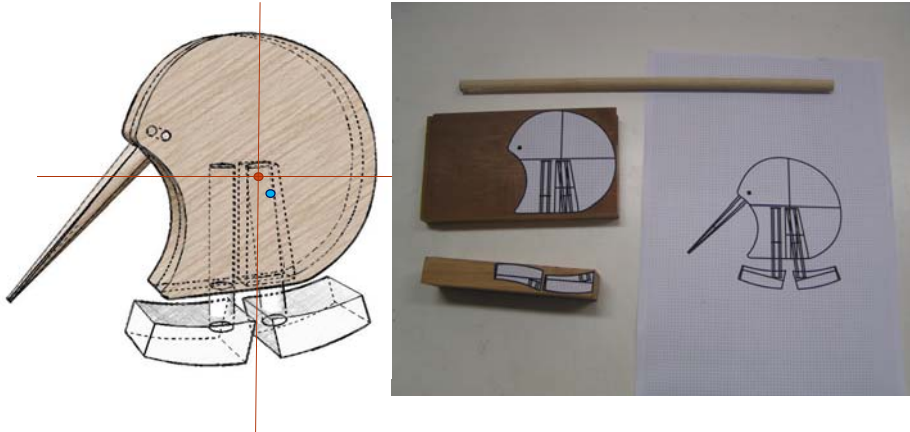


垂線法預測重心的方法 (影片)



## 3D繪圖軟體運算重心 輔助製作

由重心點的預測可以判斷活動轉軸加工的位置

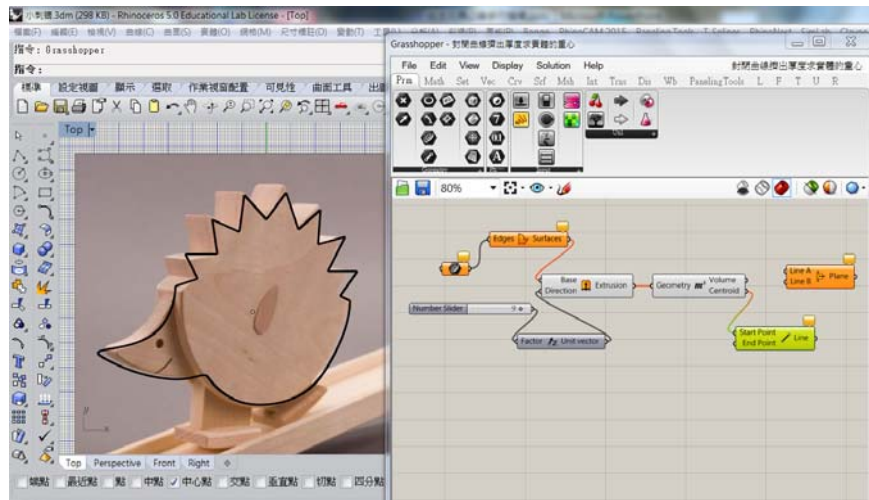


## 手作加工製作的精準度提高方法

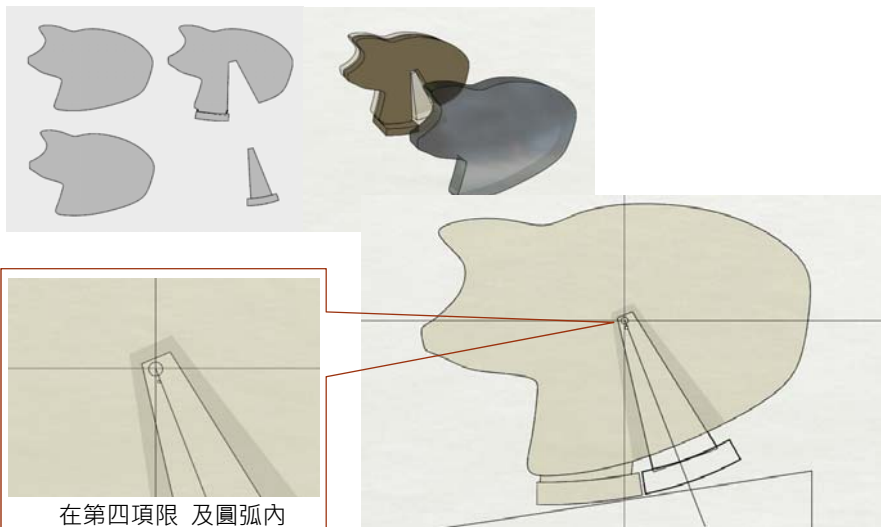
用端銑刀加斜度加工虎鉗  
可以快速提高製作品質



## 參數式3D運算軟體(能邊設計邊分析)

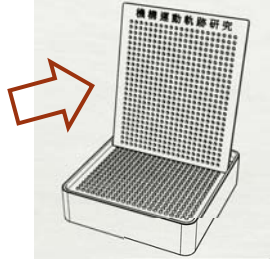


## 使用3片式設計簡化製作困難度



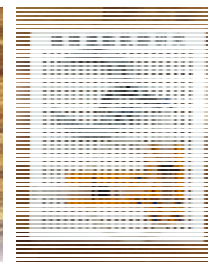
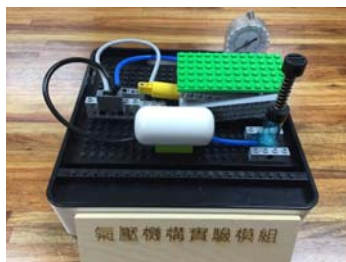
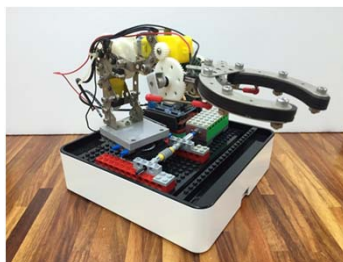
## 機構設計的運動與軌跡應用模組 方便學生設計思考與實驗研究

可搭配積木  
水平堆疊與  
立面扣接組裝  
實驗需要的機構



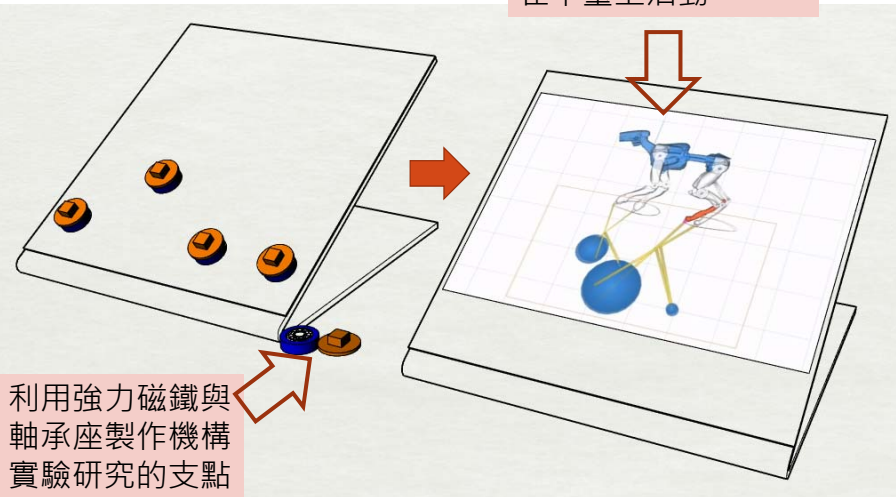
電控配線盒  
方便管理與佈線

可以快速組裝各類型機構實驗、電機控制  
或者其它機械功能

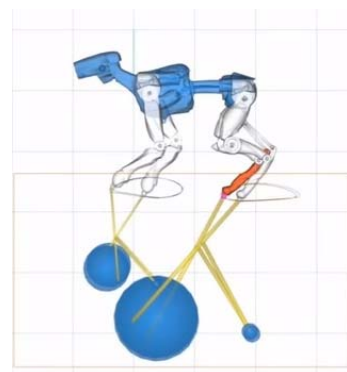
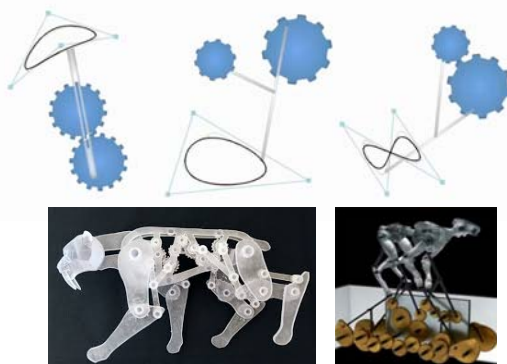


## 以2維平面機構的運動與軌跡 降低製作困難度

利用重力讓玩偶容易  
在平臺上活動

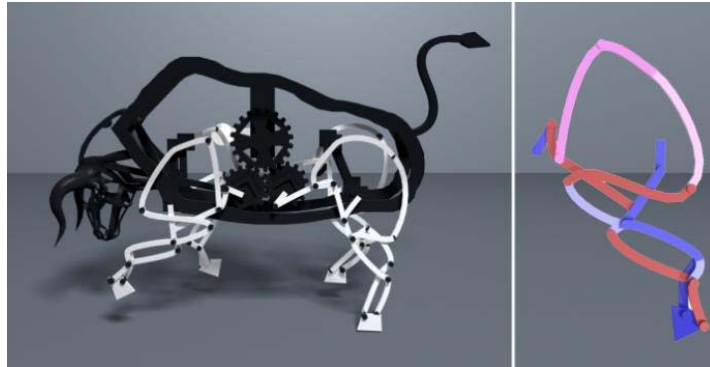


## 運動與軌跡的逆向設計運用(影片)



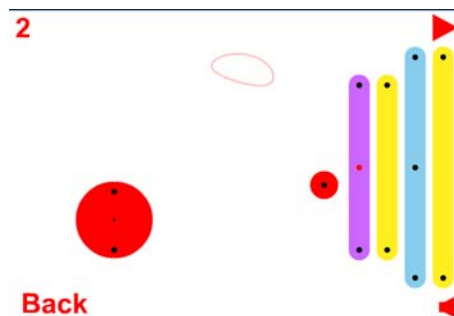
Disney Computational-Design-of-Mechanical-Characters

## 運動與軌跡的逆向設計運用

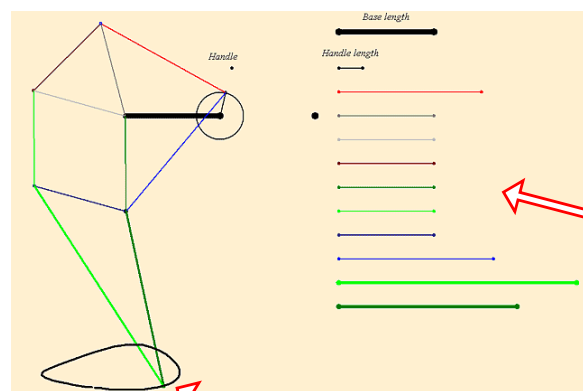


## 模擬器遊戲

<https://lolgames.net/linkagedraw>



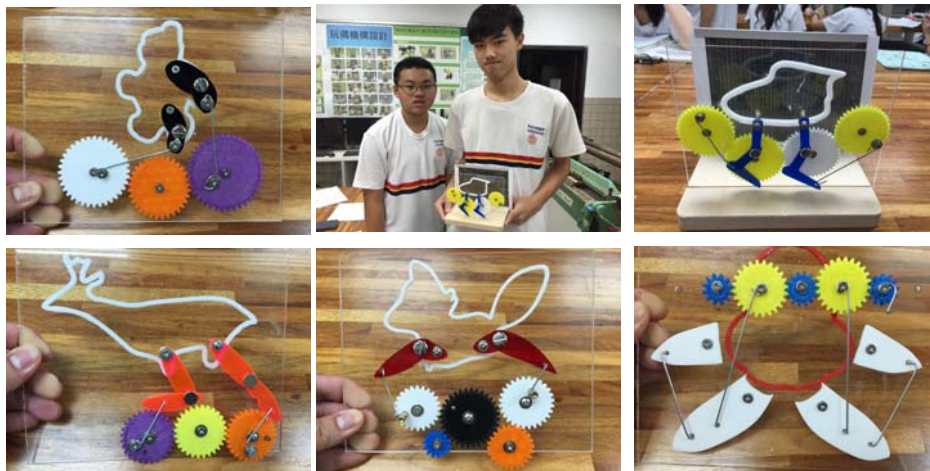
## 利用動態幾何軟體Geogebra預測分析



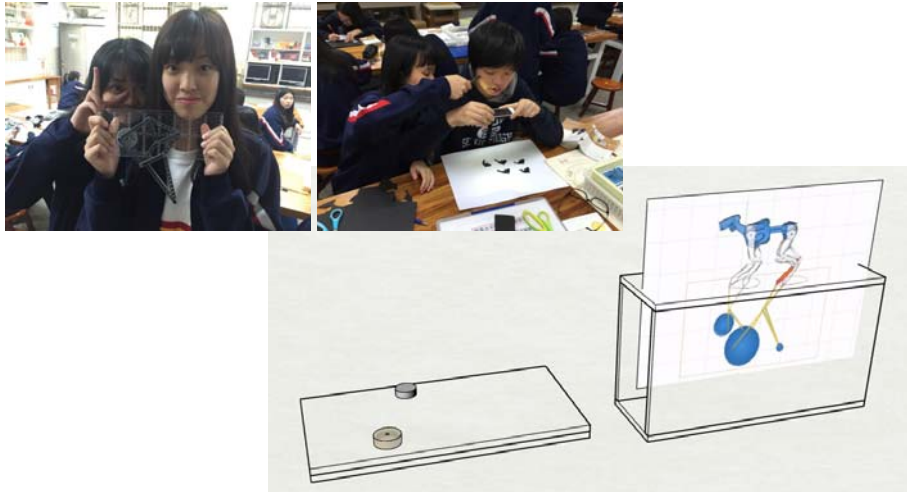
各桿件長度的調整

步伐軌跡

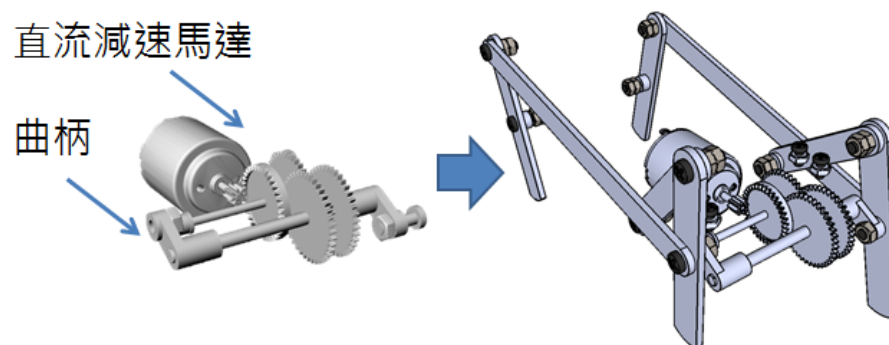
## 學生仿生機構的作品



## 機構設計製作的轉化 (立體化)

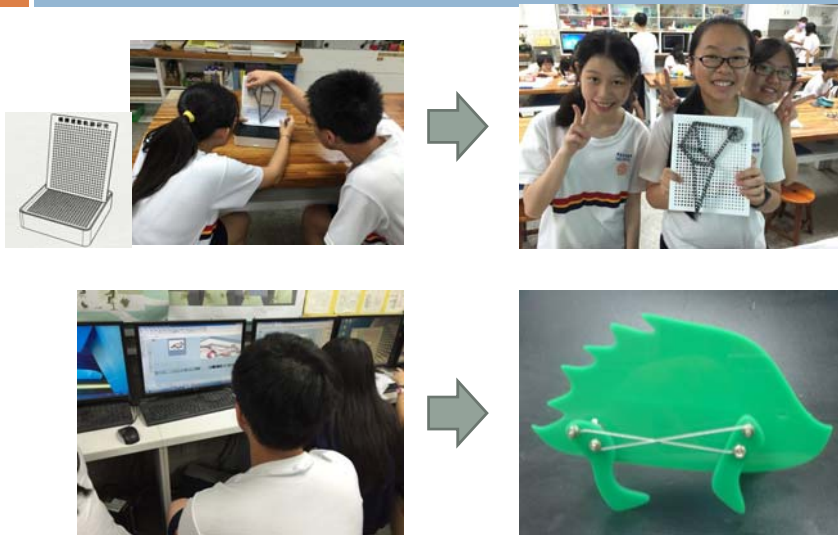


## 仿生獸(機械獸)步行機構研究

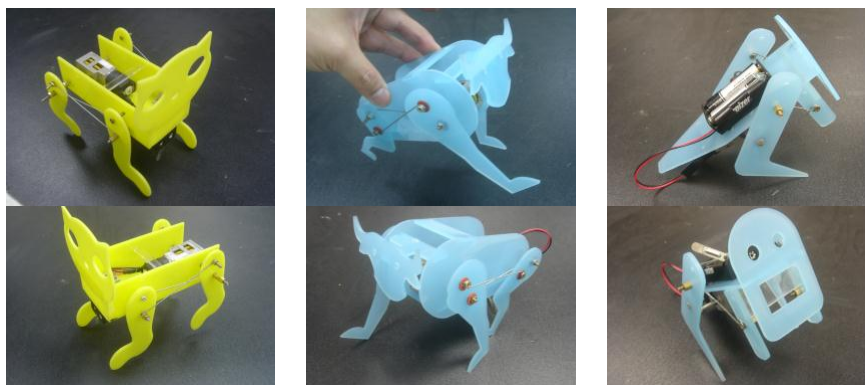


步行機構( Walking mechanism)是一種將旋轉動力，轉換成可以透過連桿型運動足，在地面上爬行。

## 仿生獸(機械獸)設計製作

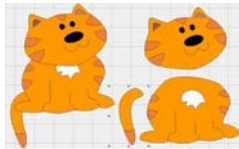


## 機構設計製作的轉化 (機械獸)

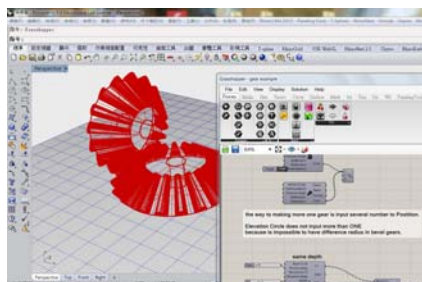


## 3D繪圖與建模的教學模式

1. 玩偶肢體動作研究與分件關節的設計思考
2. 齒輪與凸輪零件的輪廓線
3. 輪廓線擠出為立體模型
4. 運動軌跡模擬與預測分析
5. 3D列印原理與輸出前模型的檢查
6. 列印2D加工圖面和3D列印機構零件



## 本次教學使用的3D繪圖軟體(影片)

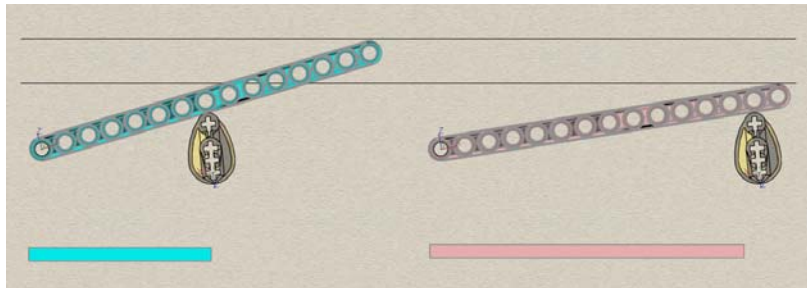


Rhino 5.0 & Grasshopper



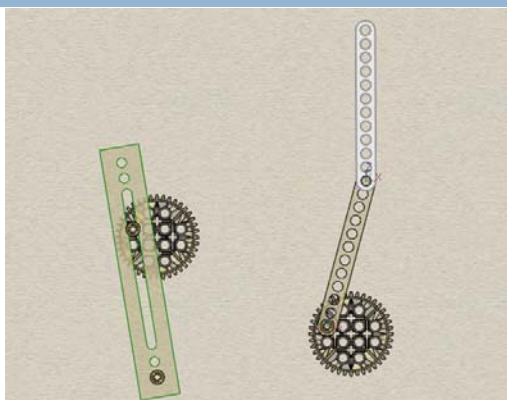
Algodoo

## 機構設計的運動與軌跡(影片)



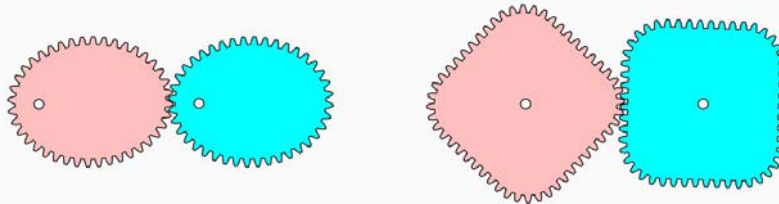
凸輪驅動與連桿的槓桿比關係 設計分析

## 機構設計的運動與軌跡(影片)



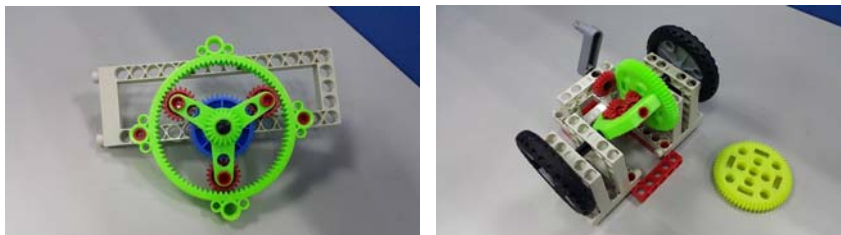
齒輪與偏位插銷形成的曲柄運動 設計分析

## 機構設計的運動與軌跡(影片)



非圓型齒輪的非線性加速度傳動

## 運用3D列印提高加工製作的精準度

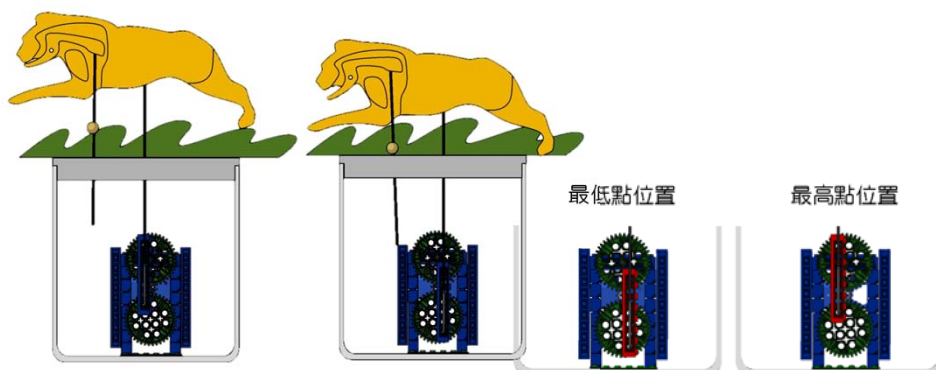


包括像圖面上這種模數為1的小齒輪，市面上DIY的簡易型3D印表機都能製作的出來

## 網路上玩家的作品

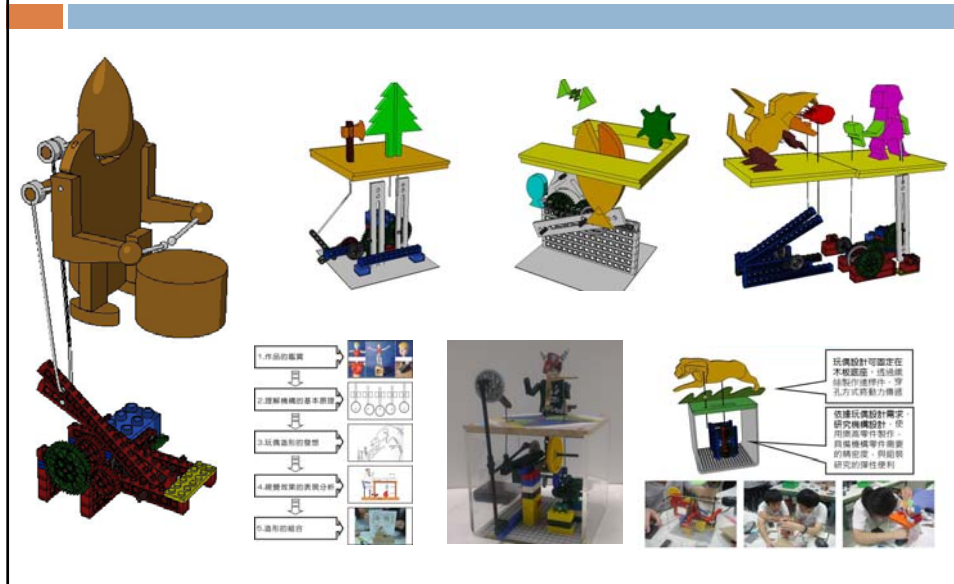


## 機構設計的運動與軌跡



玩偶機構的運動範圍與極限位置

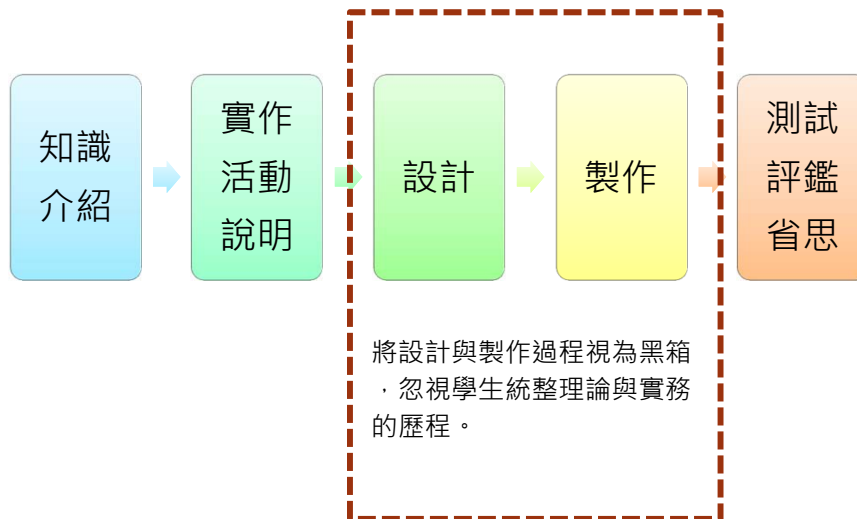
## 機構設計專題(Automata)經驗分享(影片)



## 從設計中學習：6E模式簡介 生活科技實作專題的教學方法 (資料來源: 參考林坤誼教授文章)

- Engage：先備經驗、興趣
- Explore：建構自身理解
- Explain：解釋、定義所學
- Engineer：深度理解→概念、態度、實務
- Enrich：探究更複雜問題→深化經驗
- Evaluate：評量活動過程中的成果

## 強化設計與製作階段的STEM概念



## Engage：先備經驗、興趣

- ▣ 激發學生學習興趣與先備經驗的重要性
- ▣ 參與階段主要目的便是在於激發學生的學習興趣，並讓他們能確實參與實作活動

科技應用關鍵能力與經驗

有想法 一定要 真實的去實踐

HOW TO  
GET WHAT  
YOU WANT



## STEM工程設計專題製作活動設計

1. 實作活動的設計上，便必須**考量學生的先備知識**，否則，學習者並不容易將先前未曾習得的相關知識應用在設計與製作中。
2. 釐清學生可能會在實作活動的**哪一個階段進行理論與實務的整合**，而不能僅樂觀的相信學生在設計與製作的過程中能夠主動整合相關知識，且能應用於實作活動中。

### 國中小的自然與理化的知能(STEM先備知識)

#### 小學階段

小四 奇妙的電路  
小五 交通工具與能源  
小六 電磁作用  
小六 簡單機械

#### 國中階段

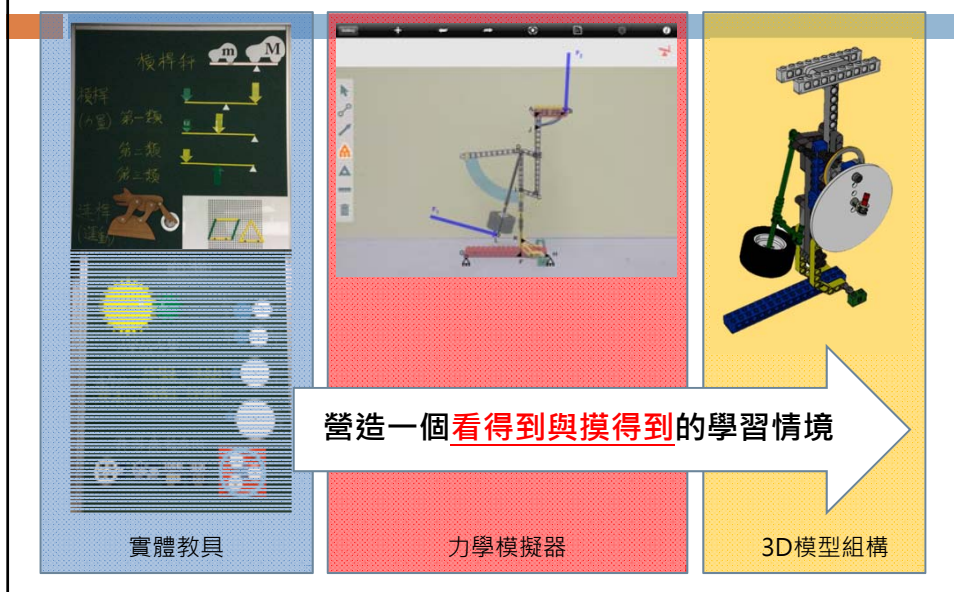
國八 物質的世界  
國八 生活中的力  
國九 基本力學  
國九 基本電學



## Explore：建構自身理解

- 許多老師在介紹實作活動的背景緣起、相關評鑑標準之後，便要求學生進行分組討論、以便提出初步的設計構想
- 這樣的作法常會發現有多數小組的學生會發呆、停滯無法前進，或者開始閒話家常，無法直接切入實作活動主題
- 探索階段主要目的便是讓學生有機會建構自己對於所面對的實作活動主題之理解，以便於後續能夠讓每位小組成員在討論的過程中，都能提出自己對於實作活動主題的看法。

## 藉由教具或示範來聯繫建構自身理解



## Explain：解釋、定義所學

- ▣ 學生在實作活動中遇見問題時，常憑直覺解決問題，並未必能妥善的運用所學來解決問題
- ▣ 雖然會介紹與活動相關的知識，但並未讓學生仔細的思考這些他們先前所學的知識，與所面臨的實作活動主題之間的關聯性
- ▣ 解釋階段主要目的便是讓學生有機會學習解釋與定義他們所學，並思考先前所學的意義與價值，而當學生能夠有機會解釋他們所學的相關知能時，在面對問題或遇到困難時，自然就應該會嘗試著運用先前所學來解決問題，而不僅只是憑直覺來解決問題

## 藉由實作或實驗來解釋與定義他們所學



## Engineer：深度理解→概念、態度、實務

- 希望學生能夠更廣泛的將所習得的概念、先備經驗、以及態度等納入實作的學習過程中，並針對其所面對的實作活動主題進行深度的理解
- 運用設計、系統、建模、資源、以及人類價值等作為發展創意構想的基礎，藉此逐步強化與提出完整的设计構想以解決問題
- 策劃階段主要目的便是提供學生運用概念、實務經驗與態度以發展對實作活動主題的深度理解

## 問題解決或再設計的過程深度理解



學生能設計玩偶運動需要的機構，實現對機構知識與應用的相互關連性經驗

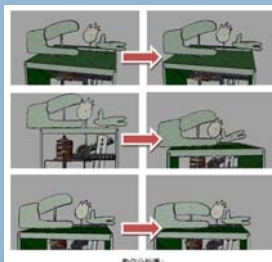
## Enrich：探究更複雜問題→深化經驗

- 許多學生在參與實作活動時，常僅希望能夠製作出能夠解決問題的成品即可
- 缺乏挑戰自我的學習意願與態度，而導致其喪失許多更寶貴的學習經驗
- 豐富階段主要目的便是讓學生有機會更進一步的應用所學來解決更複雜的問題，並藉此深化學習的經驗

## 採用理論導向的設計實作活動深化經驗



學生能解說應用的機構設計原理，  
並能預測或判斷是否符合設計需求



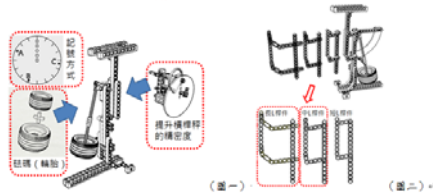
## Evaluate：評量活動過程中的成果

- 在一般的實作活動中，部份科技教師會採用傳統的認知測驗來測量學生的科技或科學知識的學習情形
- 學生在科技或科學知識的認知表現之優劣，與其實際將科技與科學知識應用在實作活動的情形不同
- 評量階段主要目的是教師與學生皆能夠藉此了解學習與理解的程度為何，而依據評量的結果，教師也能夠據此思考該如何持續改善實作活動的設計，以引導學生能夠確實在實作活動中培養整合理論與實務的能力

## 透過學習單整合理論與實務的能力

### 三、挑戰思考（第二節課）

請運用所高零件組裝如右圖的磅秤秤：



請研究思考並回答以下問題：

1. 砝碼（輪軸）重量加重或減輕時，對磅秤的效能將有何影響？

(1) 將砝碼（輪軸）調整為兩個（而大），並運用此磅秤測量老師所提供的重物，然後將指針位置記錄在刻度紙上（標記 A、B、C 3 個記號，參看圖一左上角）。<sup>41</sup>

(2) 將砝碼（輪軸）增加為三個（而大一倍），並運用此磅秤測量老師所提供的重物，然後將指針位置記錄在刻度紙上（標記 A、B、C 3 個記號，參看圖一左上角）。<sup>42</sup>

(3) 請運用力與力矩的原理說明你所觀察到的現象：<sup>43</sup>

2. 請思考並嘗試改進此磅秤，以提升磅秤的精密度。（圖一左上角）<sup>44</sup>

(1) 影響磅秤精密度可能的原因為何？<sup>45</sup>

原因一：<sup>46</sup>

原因二：<sup>47</sup>

(2) 針對這些原因，有哪些方式可以提升磅秤的精密度？<sup>48</sup>

方法一：<sup>49</sup>

請研究思考並回答以下問題：

1. 請研究量測轉盤上，指針移動每個刻度是幾公分（公分/格）。<sup>50</sup>

2. 請使用齒輪測距儀測量桌面上三種曲線（S 型、U 型、O 型）的長度，並將測量的結果記錄下來。<sup>51</sup>

(1) S 型 共有(格)(公分)、U 型 共有(格)(公分)、  
O 型 共有(格)(公分)。<sup>52</sup>

(2) 影響測量精確度的原因可能有哪些，請分析說明你的看法？<sup>53</sup>

原因一：<sup>54</sup>

原因二：<sup>55</sup>

### 三、挑戰思考（第二節課）

請運用所高零件組裝如右圖的齒輪測距儀：



(2) 個轉盤的測距儀。<sup>56</sup>

請研究思考並回答以下問題：

1. 請運用不同齒輪的部配，設計出不同倍率的二進位齒盤（1:2、1:3）。<sup>57</sup>

(1) 1:2 倍率的齒輪部配方式為：<sup>58</sup>

## 工程導向的專題製作特點

- 專題實作活動更強調「設計」與「探究」
- 實作活動的價值不僅在於培養學生動手做的能力，更重要的是希望能夠激發起學生主動進行探究學習的興趣，以確實將理論應用於實作活動中
- 能引導學生自主式學習，發現問題癥結，改變先前只接收資訊的被動心態來面對未來的挑戰