

工作流程概要-仿生獸範例



1 任務緣起

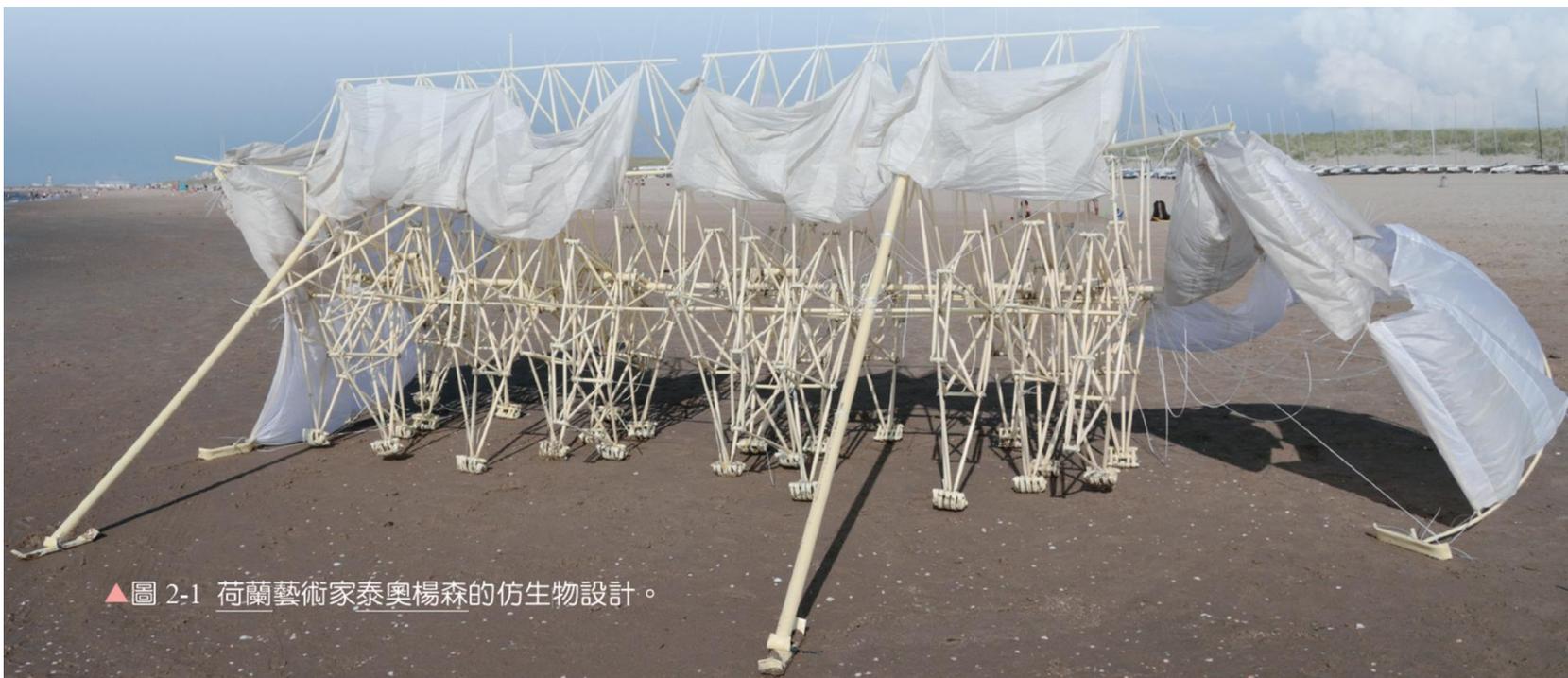
上帝創造萬物，人類也想學上帝，希望利用仿生科技創造出各種運動型態。荷蘭藝術家泰奧楊森（Theo Jansen）更是將塑膠、木頭等常見的物品，透過力學的原理和風力的推動，做出唯妙唯肖的仿生獸，不僅能活動自如甚至可以躲避障礙。

看著每個零件機構如此巧妙的串聯起來，真是令人讚嘆。不過我們也不能妄自菲薄，其實只要將馬達與簡單的連桿機構組合起來，也可以做出各式各樣有趣的仿生獸喔！

影片

[創意線控仿生獸設計](#)





▲ 圖 2-1 荷蘭藝術家泰奧楊森的仿生物設計。



2 任務說明

1. 請利用木條、TT馬達、電線、3號電池兩顆、開刀開關電池盒、竹籤、塑膠拼豆等，設計一臺酷炫的仿生獸。
2. 附加材料選用以文具店與五金行中易取得的料件為主。
3. 此仿生獸需能以線控板中的電路構造，控制其前進、後退、左轉、右轉。
4. 整體造型設計要能兼具創意與美觀。
5. 能在賽道中穿梭自如，避開障礙，拔得頭籌。



2 任務說明

在這個活動中，除了要設計動作機構，還要利用通路與斷路的原理來控制它的行進方向，練習使用電烙鐵的銲接技巧，並使用各種所需的電動機具，能大大的加快製作速度與精準度，而且透過與組內同學的討論與合作，配合老師的引導過程，按部就班地從設計規畫、製作與測試調整，必能順利的完成自己的作品，更有機會在計時賽與障礙賽中，獲得佳績喔！





3 得分秘笈

老師將依據同學們設計出來的作品成果、製作過程、計時賽與障礙賽成績表現，來進行評量，以下是評估表現的參考標準，希望大家都能好好表現喔！

評量項目	評量重點	表現優異	順利過關	挑戰失敗	
仿生獸設計	創意設計	仿生獸的設計能兼具創意與趣味。	有創意且令人驚豔的仿生獸設計。	有簡單的外型設計。	僅有機構動作而無外型。
	機構設計	機構的設計與製作具有準確性。	機構的運轉很靈活不會卡住。	機構能順利轉動，但有時會卡住。	機構無法順利轉動
	線控設計	線控板的電路設計。	線控板控制點配置適當，且線路整齊乾淨。	線控板可以順利控制馬達正、反轉，但線路較亂。	控制不順，常有斷路情形發生。
	競賽表現	個人計時賽與障礙賽。	能在指定範圍內迅速跑完全程。	花比較多的時間才能將指定範圍跑完。	無法順利跑完全程。

3

得分秘笈

評量項目	評量重點	表現優異	順利過關	挑戰失敗	
學習單	設計構想	設計圖的完整性。	可清楚呈現設計構想及各種零件尺寸的規畫。	可表達出所想要的設計，但整體性不夠完整。	設計潦草，無法呈現構想。
	材料選用	材料選用與加工的正确性。	發揮創意應用各種多元與環保的材料。	能選用適當的材料。	選用材料不適當。
	按圖施工	成品與設計圖的一致性。	能依照設計圖，完整設計與製作出作品。	大致符合設計，唯外型與尺寸有誤差。	未能依照設計圖製作。



密技：問題解決

同學們或許第一次接觸這類型的作品，剛開始可能不知道如何下手，會覺得我真的可以像泰奧楊森一樣做出厲害的仿生獸嗎？在七年級時我們已經利用問題解決的歷程完成過機構玩具，現在只要依循這個方式，一定沒問題的。



3 得分秘笈



1. 界定問題

確認條件限制與擁有的資源，再進一步分析需解決的問題。

材料選擇、工具機具、製作費用、操作時間等。



3

得分秘笈



2. 發展初步構想

運用創意思考法，提出多樣、創新的點子。

發想創意仿生獸的主題內容與機構動作。



3 得分秘笈



3. 蒐集多元資料

拓展創意來源，激發豐富設計，學習製作技巧。

從各種管道找尋相關資料，刺激大腦思考。



3 得分秘笈



4. 構思解決方案

將可行的點子發展成具體作法，供討論評估。

繪製設計圖，確認仿生獸的機構組成與外型。



3 得分秘笈



5. 挑選最佳方案

分析篩選找出最佳的方案，或嘗試整合不同方案成為新的方案。

從時間、資源、技術等方面來進行評估，並可使用連桿軟體來模擬最佳化機構。





6. 規畫與執行

繪製工作圖，規畫製作流程，選擇材料與工具進行製作。

思考製作程序與注意事項，包括備料、加工、組裝、美化等細節。





7. 測試、評估與改善

產品初步完成後，進行組裝與測試，修正製作過程產生的問題。

調整連桿使其能更順暢的運轉，微調線控板使其能靈敏操控。



3 得分秘笈

在問題解決的歷程中，有些步驟可以反覆進行或同步實施，例如：在蒐集資料激發創意時，也可獲知更多機構的設計方式；而執行製作的過程中，可以隨時進行測試與修正，以完成最好的作品！



4 蒐集資料

仿生獸的機構與造型的創意設計，有哪些方向可以思考呢？從報章雜誌、新聞、以及網路上關鍵字的搜尋中，我們可以找到很多的靈感，除了展現個人的創意，同組的同學也可以規畫出主題性的關聯設計，讓我們一起動動腦吧！





恐龍的腳是由曲柄帶動，產生行走動作。



利用馬達帶動連桿裝置，讓小狗自行前進。



轉動齒輪可以帶動馬兒的腳前後移動。

密技：曲柄應用

生活中常看到曲柄的構造，例如：腳踏車踏板、削鉛筆機的手搖柄等，曲柄機構是連桿機構的一種變化，可以將旋轉運動轉變為直線往復運動。

本活動應用了曲柄與連桿機構的組合，藉由馬達的旋轉，使曲柄呈現旋轉的動作，並將動力傳給連桿組來帶動仿生獸，做出往前行走的動作型態，達到電能轉換為機械能的應用。



4 蒐集資料

TT 馬達

直流減速馬達簡稱 TT 馬達，是由普通直流馬達加上配套齒輪減速箱所製成，一般分為雙軸與單軸結構的兩種規格。齒輪減速箱的作用是提供較低的轉速，產生較大的力矩，而不同齒輪箱的減速比會產生不同的轉速和力矩，市面上常見的減速比有 1：48、1：120 等。TT 馬達使用的工作電壓為直流電（DC）3~6 伏特（V），當在相同減速比之下，越大的電壓會產生越高的轉速。

此外，在馬達供電接頭處提供不同流向的電流，會使其產生正、反轉不同的動作。我們可以依據這個原理來設計，並控制仿生獸的前進後退喔！



4

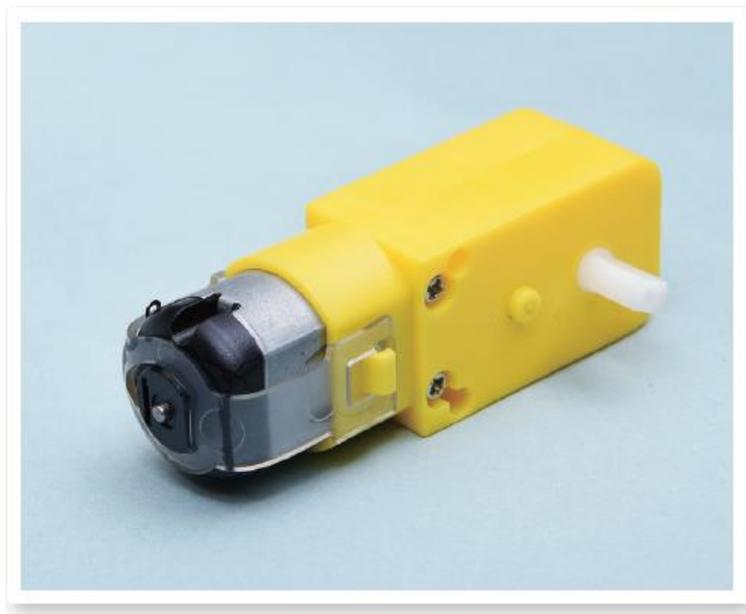
蒐集資料

TT 馬達

補給站

直流馬達

一般我們所說的馬達就是電動機，利用電磁轉換的原理進行能量交換，可以將電能轉換為機械能的裝置，這樣的機械能透過各種傳動方式來達到我們預期的動作。依照所需電源的種類，可分為直流馬達和交流馬達兩種。



▲圖 2-4 TT 馬達是仿生獸前進的動力。

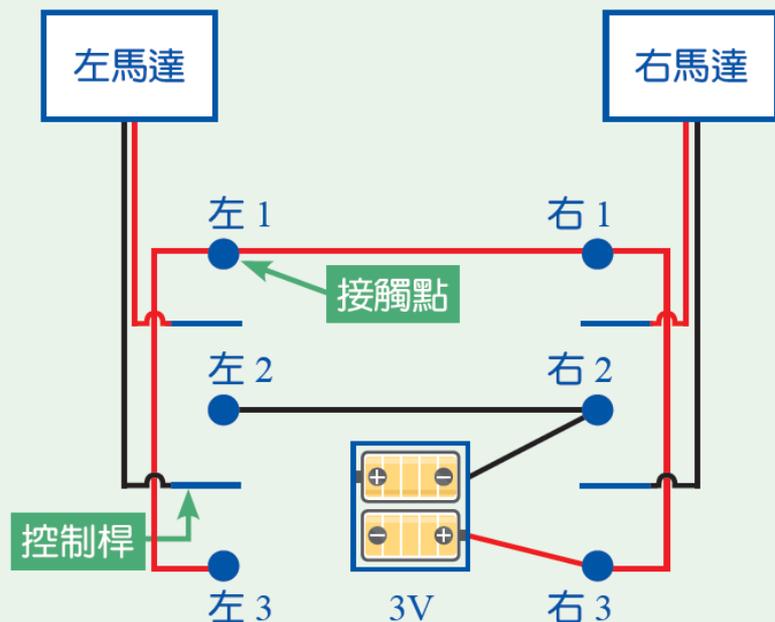
4 蒐集資料

線控板的電路原理

在設計線控板時，為了降低成本與減輕重量，會利用一組電池來控制左、右馬達的不同轉向，電路看起來好像很複雜，但其實是運用電流的通路與斷路原理來設計。

- (1) 使用雙軸的 TT 馬達，用來控制左、右邊不同方向，因此馬達的配線要相反，如果轉向相同，就只能同時前進與後退。
- (2) 左、右各要配置三個接觸點，左 2 與右 2 同時與電池負極連接，其餘四個點串接後再與電池正極連接。
- (3) 控制桿不跟接觸點碰觸時，呈現斷路；當往上或往下推動時，會同時碰觸 2 個接觸點，形成通路，馬達就會運轉。

► 圖 2-5 線控板的電路，正極用紅色線、負極用黑色線表示。



4

蒐集資料

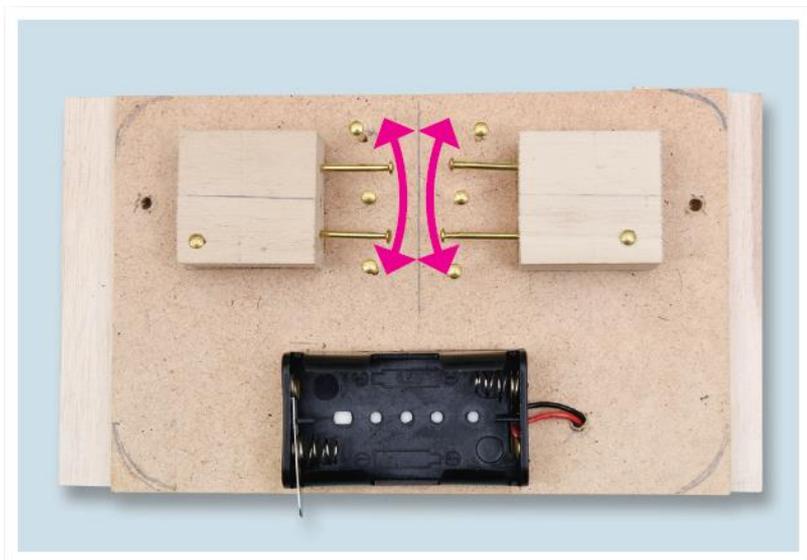
線控遙控器開關

線控板上的開關只要照著前面介紹過的電路原理來設計，可以有不同的變化。在構造上可以使用旋轉、滑動、按壓等方式，並利用生活中方便取得的木塊、冰棒棍、塑膠片、鋁箔紙等材料，讓我們動動腦發揮創意，做出操作順手的線控遙控器吧！

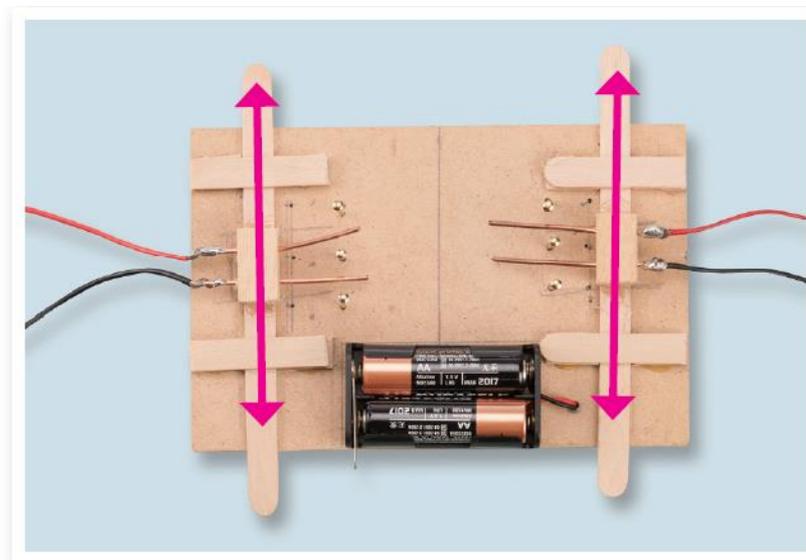


4 蒐集資料

線控遙控器開關



▲圖 2-6 自製旋轉開關。



▲圖 2-7 自製滑動開關。

4

蒐集資料

線控遙控器開關

我們自行設計的開關，雖然可以達到電路需求也比較省錢，但製作費時且體積過大的問題卻無法避免，市面上的電子元件也有各種電控開關的功能。馬達接線後，轉動方向是固定的，如果想要改變轉動方向，就必須反接電源正、負極。使用現成的開關，只需要按不同的按鈕，就可以瞬間切換馬達的正、反轉喔！



4 蒐集資料

線控遙控器開關



4 蒐集資料

連桿機構種類

一般的機械獸有分輪行與足行兩種，輪行機動性高且結構簡單，但容易受限於地形因素，太高或太軟的地面都不易行駛。足行是以跨步踏地的方式行進，較能適應各種地形，不過在機構的設計與控制上也相較複雜。足行機械獸因其前進方式類似生物體，因此稱為仿生獸，依足的數目大致可分成二足、四足、六足及多足。



4 蒐集資料

連桿機構種類

輪足 機動性高，但易受地形限制。



4 蒐集資料

連桿機構種類

二足

多模仿人形設計，平衡的難度高。

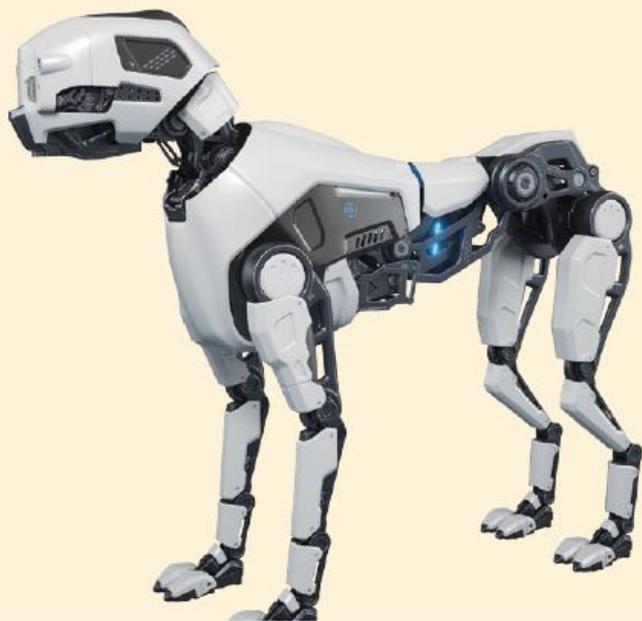


4 蒐集資料

連桿機構種類

四足

介於二足與六足之間，且兼具穩定及速度。



4 蒐集資料

連桿機構種類

六足

多模仿昆蟲的走路型式，具有較高的穩定性。



4 蒐集資料

連桿機構種類

常見且好操作的仿生獸，以四足或六足為主，同學可以依照自己的設計需求，來規畫仿生獸的連桿機構，以下幾種類型可以做為設計時的參考依據。

做一做

拿出課本附件 3 動手組裝，透過操作來了解連桿機構的運作。



4 蒐集資料

連桿機構種類

┐ 型連桿



最簡易的機構型態，設計時要留意，除了旋轉點要能自由活動外，其餘的接點必須固定住，才能產生連動的效果喔！



4 蒐集資料

連桿機構種類

M 型連桿



行走時，比較貼近生物型態，但要留意馬達的曲柄軸位置是在 M 字的中間點。



4 蒐集資料

連桿機構種類

交叉連桿



透過前、後桿彼此交叉的方式，使其產生連動，製作時要兩側對稱，如果桿件太短會發生無法行走的狀況喔！



4

蒐集資料

連桿機構種類

六足連桿

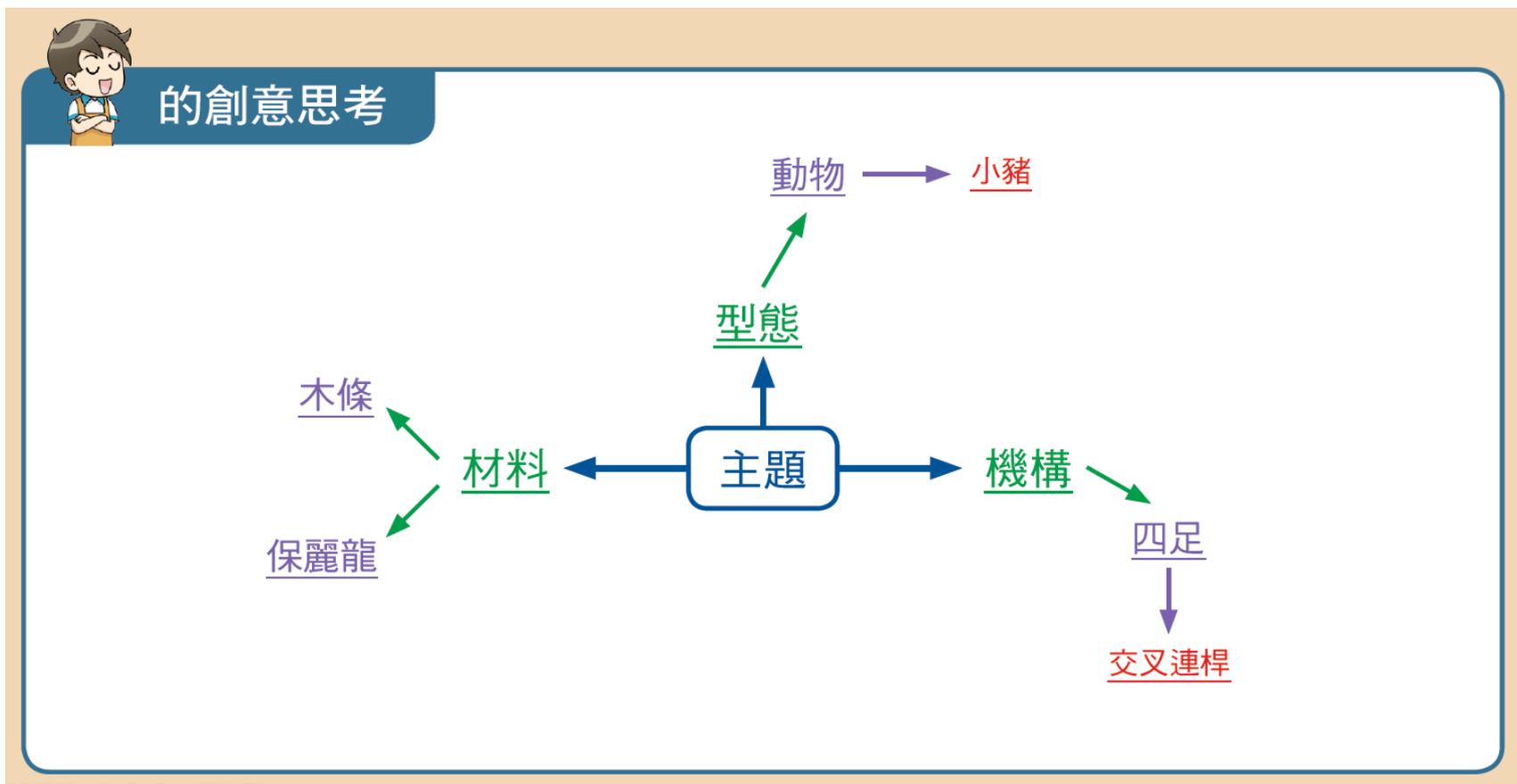


如果要製作昆蟲這類型的多腳仿生獸，就要選用這個機構。在製作上會比較複雜，但如果仔細觀察會發現，這其實是交叉連桿的延伸而已。



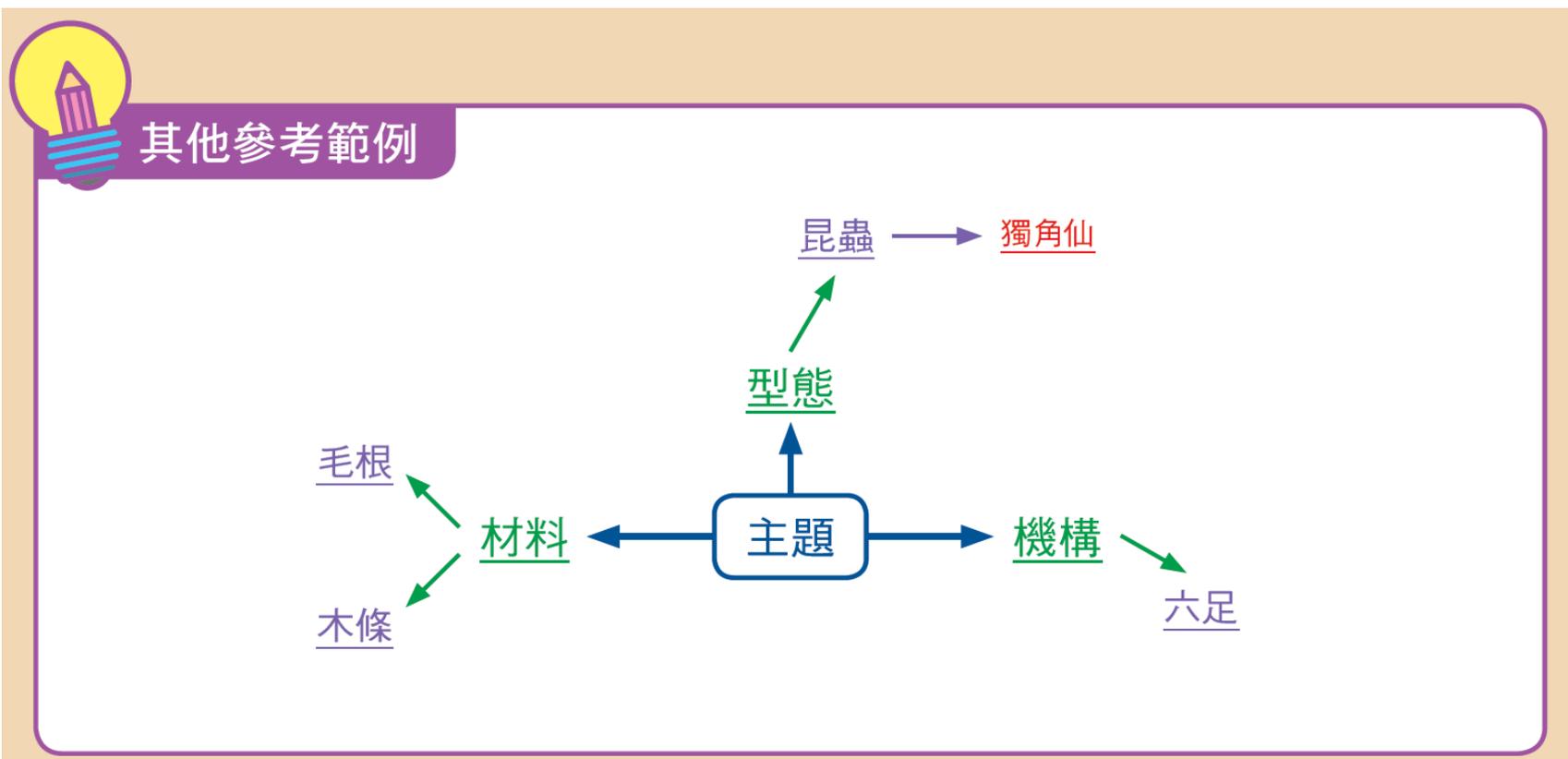
5 主題發想

在開始設計之前，可以利用心智圖，思考一下主題，為仿生獸作一些有創意的主題規畫，可以依照機構、型態、材料等方面來聚焦喔！



5 主題發想

在開始設計之前，可以利用心智圖，思考一下主題，為仿生獸作一些有創意的主題規畫，可以依照機構、型態、材料等方面來聚焦喔！

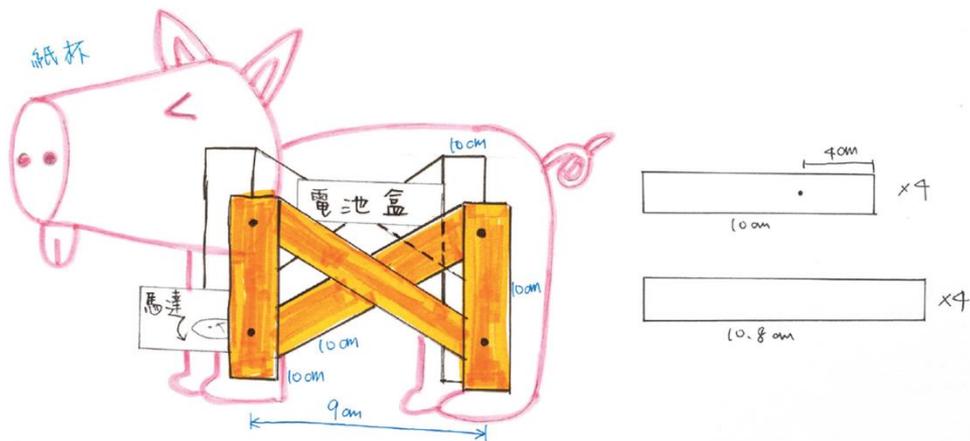


根據蒐集的資料與創意思考、團體討論的過程，選定仿生獸的機構樣式，繪製簡易的機構外型，並學習繪製線控電路圖草圖，了解馬達通路與斷路的原理。

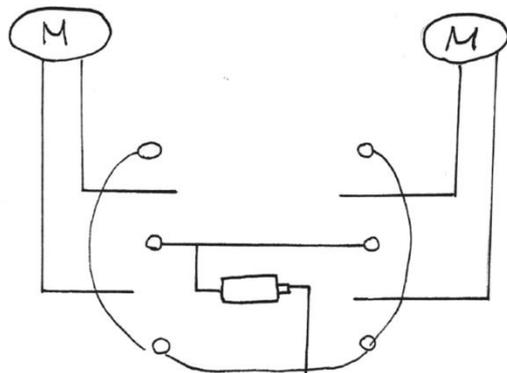




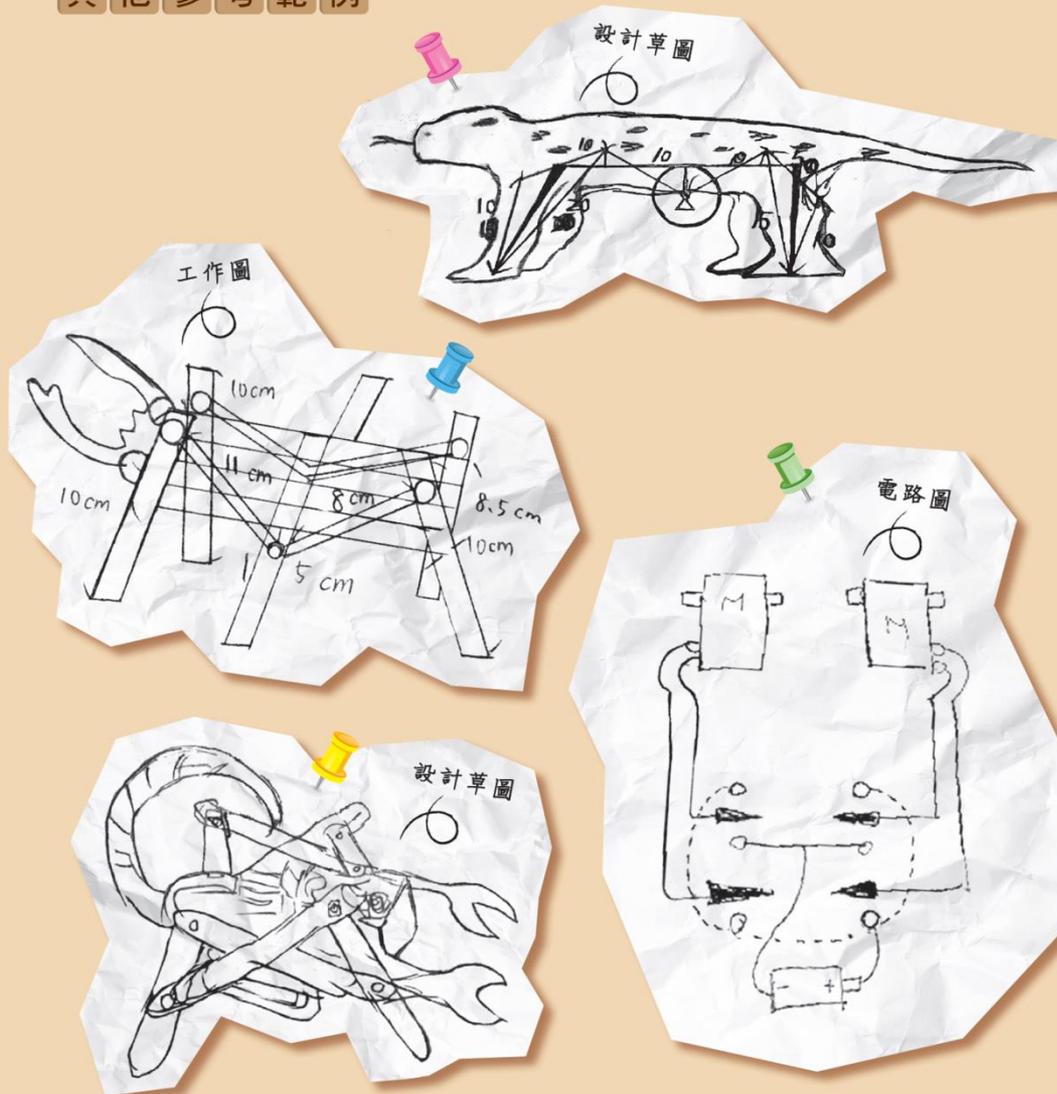
的設計草圖



電路草圖



其他參考範例



生活中有很多現有的材料都可以當作仿生獸的機構，即使是設計相同規格的構造，當使用不同材料時也會有不一樣的結果。老師可以提供相同的材料，也可以用各種不同的材料來讓學生比較，經過多方評估後選用最適合的材質。



不同類型的 的材料



卡紙

裁切方便，但承重力不足容易變形。



不同類型的 的材料



珍珠板

好切，但也容易斷，穩定性不足。

不同類型的材料



塑膠棒

硬度適中，但鋸切、鑽洞時會有異味。



不同類型的材料



冰棒棍

可做為木材的替代品，但鑽洞容易裂開。



不同類型的 材料



木條

兼具質感與加工便利性，構造穩定。

不同類型的 的材料



吸管

好剪斷，但因為是中空圓形，若用來當作連桿機構材料，不容易將桿件結合在一起。

不同類型的材料



拼豆

常見的 DIY 材料，有多種顏色，可組合成各種創意造型圖案，加熱軟化後再次冷卻即可定型。因其有中空內圓的洞，使用它來套上竹籤後，可將桿件固定在所要的位置上。

不同類型的 的材料



曲柄

我們可以使用 3D 列印機或雷射切割機來做出曲柄。