
問題解決模式融入國小自然與生活科技領域 教學活動--以製作「螞蟻雄兵」為例

蔡濠聰* 賴慶三

國立臺北教育大學 自然科學教育研究所

壹、前言

在現今逆水行舟，不進則退的時代中，為免於被時代洪流所吞噬，教育改革的浪潮正一波波湧入，在國民中小學九年一貫課程的基本理念中，學生不再只是被動輸入知識，而是主動建構自己的相關概念與後設認知，教育必須以學生中心為主體，進行有效的教學活動，協助學生發展學習，以增進知識及培養解決問題的能力，教師則是學習過程的引導者並適當安排教學情境和教材，如此才是成功的教學。

臺北縣政府教育局為引導學生多元智能，激發學生創意思維能力，在 2009 年 5 月針對北縣國小六年級學生，舉辦了第一屆智慧小鐵人—『螞蟻雄兵』科學創作競賽，也因此讓筆者有機會接觸到「中華創意發展協會」中螞蟻雄兵的製作，在引導學生學習歷程中，筆者嘗試著運用問題解決教學的方式，鼓勵學生樂於發現問題、精於確認問題、勇於解決問題，並透過親自動手做的過程，激發學生的學習動機。期望透過本教學活動的設計，能結合學生科學原理與生活經驗，讓學生學會蒐集資

訊、分析批判、綜合整理、以及能解釋說明科學資訊，進一步培養兒童創造思考與問題解決的能力，將之運用於日常生活之中，並提供國民小學六年級自然與生活科技教師教學之參考。

貳、問題解決教學模式

問題解決 (problem solving)，是指個人在面對問題時，運用其相關知識技能而達到解決目的的思維活動歷程；學生在於學習活動中，經常會產生許多不確定的疑難問題，這些問題中，有些可以利用先備知識順利獲得解決，有些問題則需要蒐集相關資料並進行積極的思考，才能尋求到答案；而在問題索解的歷程中，就可以培養組織能力與高層次的認知發展。因此，有人認為，學習的過程就是問題解決的過程，對於問題解決過程的描述即是對於學習過程的描述，解決問題是學習認知的基本形式和最佳途徑。

問題解決教學就是應用系統化的步驟，指導學生解決問題，以增進知識、啟發思想和應用所學的教學法。其教學目標在透過學習活動，引導學生針對問題，擬定各種策略或方法加以解決。綜觀認知心

*為本文通訊作者

理學中對問題解決模式歷程提出解釋的著名學者 Dewey, Gagne, Polya, Ruggiro... 等，張春興（1996）提出可以將問題解決歷程歸納為：（1）發現問題存在（2）了解問題性質（3）蒐集相關訊息（4）問題索解行動（5）事後檢討評價。另外 Treffinger 等人（1994）則提出解決問題具體步驟包括：

（引自王美芬、熊召弟，2005，p.89~90）

一、了解問題：此步驟共包含以下三個階段：

（一）察覺狀況：找出可能具有困難的問題。

（二）尋求資料：根據狀況運用（when、who、why、what、where、how）6W 策略，找出相關資料與重要資訊。

（三）發現問題：確認所要處理的特定目標或問題。

二、產生想法：盡可能想出各種方法、主意，最後檢視選擇一個較適宜的方法。

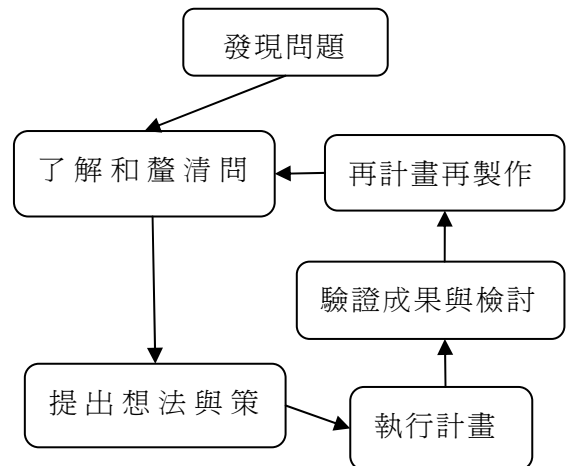
三、行動計畫：共分為以下兩個階段。

（一）先找出評鑑的基準，評選出前一步驟產生想法中較佳的方法。

（二）根據所選所選的方法，設計出可行的行動計畫。

王美芬、熊召弟（2005）也指出學生不一定要完全照順序進行，也不一定要完成執行過所有的階段，各階段也不應拘泥既定的線性流程或步驟依序產生，只要把握住其基本精神即可；張玉山（2008）的研究則指出目前國內外現行自然與生活科

技教科書中，對問題解決活動的安排上步驟明確，有利於教師在教學執行的掌握；但是缺點則是缺乏再設計再製作的歷程，與科技問題解決的真實情況，有所差距。綜合大家的觀點，筆者認為在問題解決模式教學共有六個階段如圖一所示包括：發現問題、了解和釐清問題、提出想法與策略、執行計畫、驗證成果與檢討、再計畫再製作，而此六階段之間並不一定需要完全按照順序來進行。



圖一：綜合學者觀點整理之問題解決模式教學階段

參、『螞蟻雄兵』教學設計

本教學活動設計乃是以問題解決模式進行製作『螞蟻雄兵』教學，期望學生能動手做、動腦想科學，透過反覆的發現問題、確定問題、解決問題、與再設計再製作的歷程中，培養學生創造思考與問題解決的能力。

- 一、活動名稱：製作『螞蟻雄兵』
- 二、教學對象：國小六年級學生
- 三、教學活動目標：
- (一) 透過實際操作並結合國小高年級自然與生活科技課程所學的施力工具原理，讓學生能更認識、活用生活中的工具。
- (二) 運用問題解決策略，從不斷的發現問題、小組討論到解決問題的過程，讓學生能習慣針對問題，運用相關科學原理提出解決策略。
- (三) 由實際動手執行問題探究的活動中，
- 培養學生科學過程技能能力。
- (四) 藉由作品競賽吸引學生學習興趣，以激發學生探究精神態度。
- (五) 利用小組共同創作製作，促進小組間分工、互助的學習態度。
- 四、教學設備與材料（參見附錄）
- 五、教學能力指標與教學活動設計（參見附錄）
- 六、評量與競賽方法
- (一) 實作評量：教師可於教學活動過程中，參考（表一）所列之項目準則檢核表，以利進行教學實作評量：

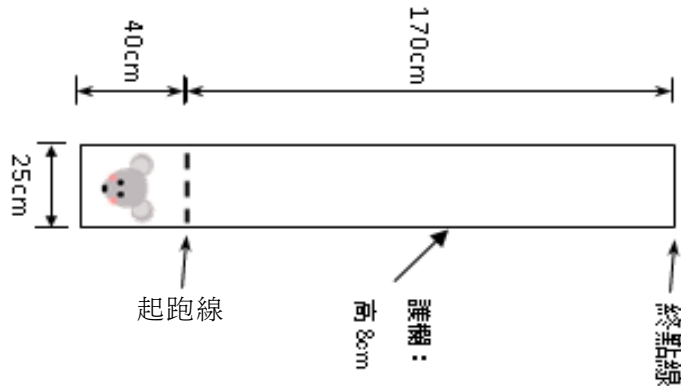
表一、檢核表

評量項目	評量得分	評量基準	
使用日常生活工具（線鋸、熱熔槍、鐵鎚、鉗子…等）能力	3分	能靈活且熟練的配合所需使用相關工具	
	2分	能選擇所需工具，但使用方法不正確	
	1分	無法判斷選擇所需應用的生活工具	
釐清製作螞蟻雄兵相關問題與資料蒐集能力	3分	能積極找出相關問題並蒐集相關資料	
	2分	能找出相關問題但資料蒐集不足	
	1分	未能找出問題或資料蒐集與問題無關	
小組螞蟻雄兵設計圖	3分	能完全呈現因應問題所進行的設計與創意	
	2分	能大致呈現因應問題所進行的設計與創意	
	1分	未能呈現因應問題所進行的設計、缺創意	
聆聽他組發表與參與討論的態度	3分	能積極聆聽他組發表與充分參與討論	
	2分	能聆聽他組發表與參與討論	
	1分	未能聆聽他組發表與參與討論	
小組成員分工合作態度	3分	能充分發揮小組合作精神，分工完成作品	
	2分	能有小組合作氣氛，共同完成作品	
	1分	小組未能合作，作品僅由部分組員製作	
實際操作作品的的能力	3分	操作方法正確，且操作過程流暢	
	2分	操作方法正確，但操作過程不流暢	
	1分	操作方法錯誤	
作品競賽完後，進行檢討評價與再設計、再製作的過程	3分	能正確省思出問題所在，積極重新再設計	
	2分	能找出相關問題，未能再設計與再製作	
	1分	省思的問題與實際狀況不符，未能再設計	
總計得分數			

(二) 螞蟻雄兵體能競賽：（主要依據臺北縣智慧小鐵人競賽辦法模式）

1. 直線競速賽：

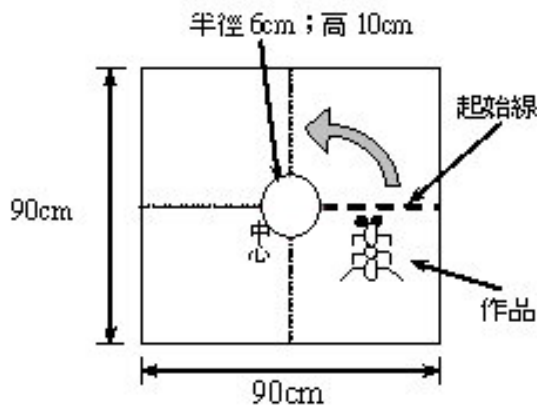
- (1) 直線競速場地圖（如下圖二）
- (2) 場地材質：場地為麗光板板面。
- (3) 競賽方式：採用計時的方式，計算出螞蟻雄兵由起跑線到終點線所花的時間，若是 60 秒內無法跑完全程則採用其與起跑線的距離作為競賽成績（開始及結束皆以作品前端為基準）。



圖二：直線競速場地圖。（圖片來源：臺北縣智慧小鐵人競賽辦法、中華創意發展協會）

2. 繞圈賽：

- (1) 計時競速場地圖以繞 C D 布丁盒為主；直徑約 12.5 公分，高 10 公分（如下圖三）。
- (2) 場地材質：場地為麗光板板面。
- (3) 計分方式以布丁桶為圓心劃分成四等分，於競賽時間內（60 秒）螞蟻雄兵同方向轉至下一區，依此類推，計算出於時間結束或螞蟻雄兵出界時之總繞圈數。



圖三：繞圈賽場地圖。（圖片來源：臺北縣智慧小鐵人競賽辦法、中華創意發展協會）

肆、學生學習回饋與心得建議

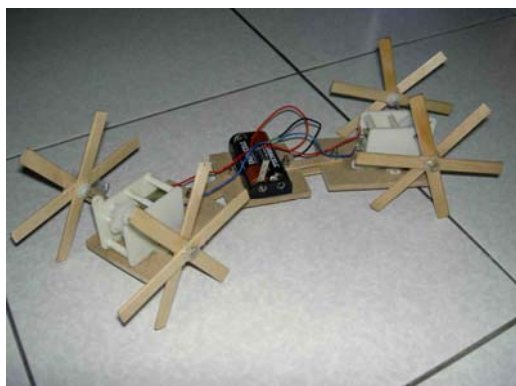
一、透過教師的省思札記與學生的學習過程記錄，茲將學生的學習歷程與回饋歸納為下列幾點：

- (一) 在整個教學活動中，可以感受到學生充滿濃厚的學習興趣，就算製作過程中遇到問題，也能團隊合作激盪思考共同解決，而在最後動手完成屬於自己的作品時，臉上洋溢著喜悅是充滿成就感的！
- (二) 學生在動手做的過程中，能連結到課堂中所學到的科學知識，例如當在動手使用工具時，就有學生聯想到六年級所學的自然與生活科技--巧妙的施力工具課程，這讓學生對槓桿原理有更深層的認識與應用。
- (三) 在遇到組裝電池與兩個動力系統（馬

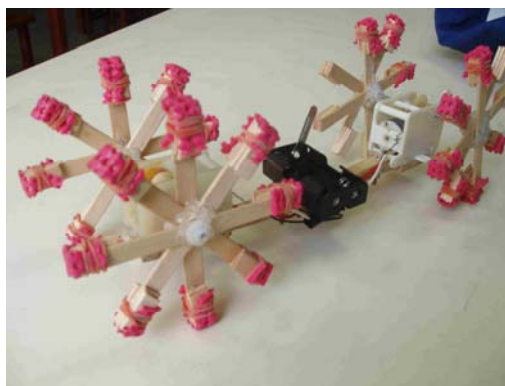
達）的問題時，有些組別能連結自然與生活科技--電路 DIY 的課程，直接進行馬達並聯的方式組裝，而有些組別則是透過實際嘗試測試，找出最佳的電路連接方式。

- (四) 當學生觀察瞭解不同材料（密集板、金屬、塑膠、紙類）的性質特徵，就能加強對材料的認識與材料的處理。例如：遇到沒有塑膠板材料製做螞蟻雄兵車胎的問題，學生便嘗試改以硬紙板與瓦楞紙取代該材料解決問題。
- (五) 透過再設計與再製作的過程，學生能體會到科學設計的想像空間與發現之旅的科技趣味，尤其是挑戰衛冕者螞蟻成功後，對學生自信心與彼此良性競爭上有相當正向的幫助。

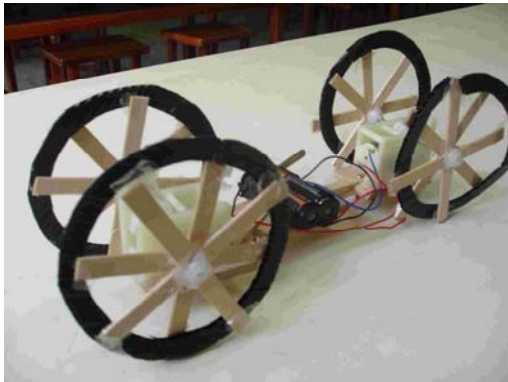
二、作品分享：



圖四：為基本型之螞蟻雄兵，教師可於教學前先行製作，提供學生觀察，藉由學生指認出該產品的重要組成部位及其功能後，引導其激盪思考問題。



圖五：粗腳丫版螞蟻雄兵，為增強摩擦力學生將腳部冰棒棍數量增加、加厚，並套上止滑墊；優點是能增加穩定性，但在速度上較無顯著進步。



圖六：車輪版螞蟻雄兵，學生利用塑膠板將腳部製作成輪狀，讓該產品在繞圈賽時穩定性加強許多，在直線前進的速度上也能具有優勢。



圖七：學生再計畫再製作之車輪版螞蟻雄兵，利用瓦楞紙製作車輪，並在外圍套上止滑墊，更加增強抓地力與穩定性效果，為速度最快且繞圈數最多的冠軍螞蟻雄兵。

三、在進行本教學活動後有幾點心得建議，提供大家參考：

- (一) 在學生動手製作螞蟻雄兵的過程中會不斷衍生新的問題，教師應該引導學生運用科學方法解決問題，此外在解決問題的過程中，更可以彼此腦力激盪發展出許多學生創意的巧思。
- (二) 在整個活動的流程之中，教師應留意各組組內分工合作的情形（避免出現少數學生無事可做的現象）、學生的回饋與反應、參與討論的程度、製作過程的困難與問題解決策略…等，並適時給予引導與鼓勵。
- (三) 很多手動工具例如：手工鋸、手搖鑽、尖嘴鉗、鐵鎚…等，是學生第一次動手使用，教師應該注意學生是否能正確使用，並注意安全問題；此外也要提醒學生鑽孔時應使用防鑽

板，避免工作桌受損。

- (四) 學生在使用熱融槍時，很容易擠出過多的熱融膠以及亂玩亂黏的情形造成浪費，建議將所有熱融槍固定在工作桌上使用，並隨時提醒與注意安全（熱融槍頭燙傷），也可藉機培養學生良好的工作習慣。
- (五) 在完成馬達與齒輪的動力組合後，學生很容易在還沒加潤滑油之前就是一直測試讓馬達轉動，結果將容易造成齒輪組之間磨損（尤其是大齒輪），導致螞蟻雄兵失去機能的情形。
- (六) 教師應該盡可能營造輕便而不隨便，輕鬆而不放鬆的教學情境，讓學生能擁有更多空間進行有趣、活潑的互動方式，體驗手腦並用的樂趣，激發學生的創意。
- (七) 將衛冕者螞蟻雄兵成績公告並賜給

衛冕者螞蟻寶座，可以刺激其他組別挑戰的動機，增強再思考、再設計以及再創作的動力！

學內容，分享給國小自然與生活科技教師應用參考，大家共勉為科學教育共同努力！

伍、結語

面對全球化、科技化、知識經濟化高度發展的二十一世紀，個人思考與尋找所需知識能力是相當重要的，而我國學生目前尚不習慣主動思考解決問題，喜歡等著教師提供答案；相信藉由問題解決模式的自然與生活科技領域教學，讓學生從構想設計到動手完成自己作品之間，經歷許多發現問題、蒐集資料、建構解題策略到解決問題的重複歷程，將有助於學生瞭解事物、尋找資料、產生意義連結與建立個人後設認知的能力，進而培養激發出對事物思考與問題解決的能力，期望呈現這份教

陸、參考文獻

- 張春興（1996）。**教育心理學**。台北：東華書局。
- 王美芬、熊召弟(2005)。 **國小階段自然與生活科技教材教法**。台北：心理出版社。
- 張玉山（2008）。**科技問題解決的教材設計—功能導向模式的應用**。教科書研究，1（1），頁 83-103。
- 中華創意發展協會（2009）。全國青少年科技創作競賽，取自：http://www.cdda.org.tw/sing_up/pt/index.htm。
- 吳文良（2009）。台北縣第 1 屆國小智慧小鐵人決賽。2009 年 5 月 16 日，取自 <http://video.udn.com/video/Item/ItemPage.do?sno=3-2B4-23343-2F3-2B3-2F3-2F4-233-2F313-2B3d4-233-2B-21-3D#>。

柒、附錄

一、教學設備與材料

- (一) 教學設備：鐵鎚、熱熔槍、熱熔膠、尖嘴鉗、撥線鉗、手搖鑽、鑽頭、手工鋸、剪刀、潤滑油、防鑽板、直尺。
- (二) 教學材料：齒輪組（大齒輪、平齒輪、偏心輪、蝸桿、減速齒輪）齒輪蓋、馬達、平齒輪、螺絲、螺帽、電池盒、冰棒棍（長 11.4cm 寬 1cm）、長軸（10cm） ϕ 2.5mm、電線組 30cm、密集板 15cm *21cm、止滑墊。

二、教學能力指標與教學活動設計

螞蟻雄兵製作教學之相關能力指標

- | |
|----------------------------|
| 1-3-1-1 能依規劃的實驗步驟來實驗操作。 |
| 1-3-3-1 實驗時確認相關的變因，做操控運作。 |
| 1-3-4-4 由實驗的結果獲得研判的論點。 |
| 1-3-5-4 願意與同儕相互溝通，共享活動的樂趣。 |

- 1-3-5-5 傾聽別人的報告，並做適當的回應。
- 2-3-1-1 提出問題、研商處理問題的策略、「學習」操控變因、觀察事象的變化並推測可能的因果關係。
- 2-3-5-4 藉由簡單機械的運用知道力可由槓桿、皮帶、齒輪、流體（壓力）等方法來傳動。
- 3-3-0-3 發現運用科學知識來作推論，可推測一些事並獲得證實。
- 3-3-0-5 察覺有時實驗情況雖然相同，也可能因存在著未能控制的因素之影響，使得產生的結果有差異。
- 4-3-1-2 瞭解機具、材料、能源。
- 5-3-1-3 相信現象的變化有其原因，要獲得什麼結果，需營造什麼變因。
- 6-3-2-1 察覺不同的辦法，常也能做出相同的結果。
- 6-3-2-3 面對問題時，能做多方思考，提出解決方法。
- 6-3-3-1 能規劃、組織探討的活動。
- 7-3-0-1 察覺許多巧妙的工具常是簡單科學原理的應用。
- 7-3-0-2 把學習到的科學知識和技能應用於生活中。

教 學 主 題	問題解決模式 階段	教學活動	教學時間
好 用 的 生 活 工 具	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 發現工具使用上的問題 ➢ 釐清工具使用原理問題 提出想法 	<ol style="list-style-type: none"> 1、教師展示各種不同的工具，分別介紹這些工具的使用方法，以及使用過程中需要注意的地方。 2、請小組共同思考這些工具使用的時機與特性，以及它們所分別運用的科學原理。（結合六下-巧妙的施力工具單元） 3、討論結果與發表。 	<p>10 分</p> <p>15 分</p> <p>15 分</p>
螞蟻雄兵 製作教學	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 發現製作螞蟻雄兵組成部位問題 ➢ 了解和釐清功能性問題 ➢ 提出改造的想法與策略 	<ol style="list-style-type: none"> 1、運用教學簡報，進行『螞蟻雄兵』各部位製作方式教學：（教師可事先製作一台基本型之螞蟻雄兵展示，基本型之螞蟻雄兵可參考中華創意發展協會網站，有詳細的說明與介紹。 http://www.ccda.org.tw/sing_up/pt/index.htm） ➢ 齒輪組組合 	<p>15 分</p>

		<ul style="list-style-type: none"> ➢ 馬達組組合 ➢ 身體結構製作 ➢ 腳部製作 ➢ 三節身體連結與腳部連結 ➢ 電池座、齒輪組與身體連結 ➢ 電池與馬達之動力系統連結 <p>2、說明『螞蟻雄兵』評量競賽方式：直線競速、繞圈賽。</p> <p>3、請小組進行腦力激盪思考問題：</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 螞蟻雄兵的構造中，有哪些地方是可以進行改造的呢？ ➢ 如何改造可以讓牠跑得速度更快呢？ (針對直線競速) ➢ 如何改造可以讓牠更穩定呢？(針對繞圈賽) <p>4、請各組分享結果與看法。</p> <p>5、討論大家發現到的困難問題。</p> <p>6、請學生利用圖書館或上網的方式蒐集相關資料，於下次上課分享。</p>	<p>5 分</p> <p>20 分</p> <p>25 分</p> <p>10 分</p> <p>5 分</p>
<p>設計 螞蟻雄兵</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 了解和釐清各組製作上的問題 ➢ 根據各組遭遇的問題提出各種想法與策略 	<p>1、小組探討所蒐集到的--製作螞蟻雄兵確切問題(例如：腳部長短與數目影響、身體大小影響、電路連接方式、造型...等)的相關資料。</p> <p>2、鼓勵學生勇於嘗試創新及修改。</p> <p>3、根據小組討論決定出適合的設計與組合。</p> <p>4、根據小組想法畫出各組的--我的『螞蟻雄兵』設計圖。</p> <p>5、請學生自行依照專長與興趣，進行工作分配。</p>	<p>10 分</p> <p>5 分</p> <p>5 分</p> <p>15 分</p> <p>5 分</p>

<p>動手打造我的螞蟻雄兵</p>	<p>➢ 執行計畫(在執行的過程中不斷地發現問題、釐清問題、提出想法與策略、執行、驗證成果)</p>	<p>1、依據各組的設計圖，請學生們以小組分工合作的方式，實際動手製作螞蟻雄兵。</p> <p>➢ 製作過程中衍生的問題（例如：齒輪安裝、腳卡住身體、身體連接、電路安裝），試著讓學生自行想辦法解決，並將它記錄下來。</p> <p>2、各組完成進行性能測試：如果無法行進或性能不穩，請小組學生檢查、嘗試修正，再測試，找出問題的關鍵點與解決辦法。</p> <p>3、透過記錄進行問題回顧：請小組發表記錄中所遇到的問題、所應用的解決策略以及是否有成功解決問題。</p>	<p>90 分</p> <p>20 分</p> <p>10 分</p>
<p>螞蟻體能大競賽</p>	<p>➢ 驗證成果並藉由觀察其他組螞蟻競賽過程進行檢討</p>	<p>1、於講台上呈現各組所製作之『螞蟻雄兵』成品。</p> <p>2、進行直線競速賽，記錄時間。</p> <p>3、進行繞圈賽，記錄圈數。</p> <p>4、公布競賽成績與名次，頒發獎勵。</p> <p>5、請小組討論各隻參賽螞蟻雄兵，有哪些優缺點呢？</p>	<p>3 分</p> <p>15 分</p> <p>15 分</p> <p>2 分</p> <p>5 分</p>
<p>最強之螞蟻，等你來挑戰！</p>	<p>➢ 驗證成果與檢討</p> <p>➢ 根據發現的想法進行再計畫再製作</p>	<p>1、公告最強螞蟻之競賽記錄。</p> <p>2、根據上次競賽，是否發現自己原本設計有哪些需要修改的地方呢？</p> <p>3、請小組重新再思考、再設計、再製作新的『螞蟻雄兵』，挑戰最強之螞蟻。</p> <p>4、挑戰成功，破紀錄即給予獎勵。</p>	