

科技問題解決的教材設計 —— 功能導向模式的應用

張玉山

本文主要在分析國內外「生活科技」教科書中，科技問題解決的教材現況，並透過當前科技問題解決教學理論與研究取向，統整提出功能導向的科技問題解決教材設計模式，以及教材設計的實例，供作參考。本文經分析結果發現，國內外教科書採用線性科技問題解決模式為主；並未有學習鷹架的設計；雖有腦力激盪的過程，但少有創思技術的教學；不重視再設計再製作的創新歷程；綜合討論以結果的發表與欣賞為主，較少聚焦在經驗建構歷程。本文分析當前相關研究後，提出功能導向的科技問題解決模式，以界定問題、研究分析、規劃實作、測試評價、再設計等功能循環為核心，以建構學習、鷹架理論、及創意學習三者為教學重點，提出一個「水陸兩用載具設計」的教學實例，供教科書編寫與教材設計的參考。

關鍵詞：科技問題解決、科技教育、功能導向、創意

收件：2008年3月1日；修改：2008年4月2日；接受：2008年4月18日

Developing Technological Problem Solving Activities Based on a Functional Model

Yu-Shan Chang

This paper aimed to develop technological problem solving activities from a functional model. After discussing technological problem solving activities in junior high school technology textbooks, the main findings were: (1) A linear model of technological problem solving often served as the basis for those activities; (2) Less use of scaffolding was made to support student learning; (3) Less creative thinking skills were taught; (4) The importance of redesign was not emphasized; (5) The class discussion focused little on experiences and processes of technological problem solving. Based on textbook analysis and literature reviews, a functional model of technological problem solving was proposed. Then an exemplar of technological problem solving activities was designed accordingly.

Keywords: technological problem solving, technology education,
functional model, creativity

Received: March 1, 2008; Revised: April 2, 2008; Accepted: April 18, 2008

壹、前言

在科技課程中的問題解決教學，不僅可以教導學生問題解決的技術，更可以透過科技問題解決的過程，體驗到科技的運作歷程，學習到科技的知識與思考技能，建構自己的科技經驗。問題解決是建構主義教學最具代表性的方法之一（Dana & Davis, 1993），它超越行為主義及認知理論的學習限制，建構產生知識（generativity）、多元學習（pluralism）、切身相關（relevance）、主動參與（autonomy）、合作學習（collaboration）、自省學習（reflectivity）（Visser, 2003）。尤其透過鷹架（scaffolding）的輔助，達到 1.引發參與（recruitment）；2.減輕學習的負擔（reduction in degree of freedom）；3.管理活動的方向（direction maintenance）；4.指出關鍵特徵（making critical feature）；5.控制學習的挫折（frustration control）及 6.模擬小孩式的示範（demonstration），使學生更有能力、更願意參與科技問題解決的學習活動。

既然科技問題解決的學習具有如此的重要性，本文先從國內外現行的教科書或教材，檢視其在科技問題解決學習活動的安排現況，再從近年相關研究文獻中，歸納可供參考修正的要點，然後依照這些結果，提出一個科技問題解決學習活動的模式與示例，供教材研發者及生活科技教師參考。

貳、國內外教科書實例

生活科技的學習不僅包含科技知識與科技概念的獲取，更包含科技程序、科技技術及心智能力的學習。科技知識與科技概念常羅列在課本中，但是有關科技程序、科技技術、及心智能力訓練，則透過學生手冊（習作本）的安排，或是教師手冊中，來提醒教師教學或引導學生的學

習活動。以下將針對國內、美國、及加拿大的教科書為例，探討科技問題解決學習教材的現況。

一、國內現行教科書

在國內的國中生活教科書方面，本文以所蒐集到的教科書，包括康軒版本的降落傘活動（康軒，2005）、翰林版本的讓整杯水消失（翰林，2004）、南一版本的擲蛋大賽（南一書局國民中小學課程自然與生活科技領域第四階段教科書編撰委員會，2004）、部編版本的脫乾濕毛巾（國立教育研究院籌備處，2007）為對象，分析其問題解決理論與教學實務。為了討論的方便，本文隨機以 ABCD 版本為其代號，同時也盡可能不呈現主題內容，以利分析與評述。

D 版教科書的問題解決模式為「澄清問題、蒐集資料、分析資料、提出方案、評估方案、執行方案、進行評鑑、改進構想」8 個步驟，配合學生手冊的活動紀錄，學生的學習活動包括以下幾項：

- （一）澄清問題：問題是什麼、條件限制為何？要如何解決問題。
- （二）蒐集資料：資料的主題及來源。
- （三）分析資訊：剪貼相關資料。
- （四）提出方案：腦力激盪出多個方案。
- （五）評估方案：表格式評估各方案的優點及缺點，再以時間耗費、最少機具、不受場地限制 3 者為效標，選擇執行方案。
- （六）執行方案：表列實施步驟、所需器材與時間。並進行實作與測試。
- （七）進行評鑑：觀摩他人方案，選出最佳方案。
- （八）改進構想：提出改進構想。
- （九）討論：檢討活動過程的困難點。

D 版教科書的問題解決步驟以線性問題解決模式為基礎，先提出初步構想，作為後續工作的基礎，可以讓學生的資料蒐集與分析，充分聚

焦，降低其「不知所措」的機會。在活動最終，讓學生討論困難面臨的心得，具有歷程分享的學習效果。如果能將改進構想再進行實作，加強再設計與再製作的活動，並將歷次改進的結果，加以記錄，並提出討論與分享，對學生的科技歷程學習，將有更大的助益。

在現行的中學生活科技教科書中，A 版本教科書以 9 大步驟的模式，來教導學生有關科技問題解決的步驟，這 9 大步驟如下：1.分析與研究問題；2.提出初步構想；3.收集資料；4.提出各種解決方案；5.選擇最佳方案；6.發展設計工作；7.解決問題；8.測試與評鑑以及 9.改進構想或重新製作。其提出的一個教學活動中，包含問題解決程序如下：

- (一) 描述問題：指出問題的內容。
- (二) 指出評鑑標準。
- (三) 提出初步構想（文字及草圖）。
- (四) 評選方案：依教科書指定的評估項目，將各個構想加以評分，並依總分得出優先順序，以及最終的決定。
- (五) 規劃工作程序，包括工具、材料、程序及工作分配。
- (六) 畫設計圖與製作。
- (七) 成果測試：依結構、功能、成本、工作紀錄等，自我評鑑。

活動後的討論問題，以衍生性的創意思考問題為主，討論不同設計的構想及科技原理的創意生活應用等。A 版本的問題解決教學策略是典型的直線型問題解決教學模式，學生依照理論模式一步一步地解決問題。其特色為活動後的歸納討論及創意延伸（及衍生）思考，對學生的學習具有總結的效果。但是如果能將最終的總結學習結果，再付諸實作，則更能增進科技實作的實踐效果。

另一版本 B 則以競賽活動導入問題解決的學習，配合學生手冊學習單的填寫，主要教學程序如下：

- (一) 瞭解競賽目的與規則。
- (二) 蒐集資料：包括基本結構認識、影響因素、可用裝置的選擇、

可能的結果推測等。

- (三) 提出構想：根據不同效能指標，進行腦力激盪。
- (四) 評選構想：利用教科書所設定的評估效標，進行評估，並決定最終構想。
- (五) 執行製作：包括規劃製作程序，以及實際進行製作。
- (六) 測試與評估：依教科書預定的性能指標項目，作競賽前的性能測試。
- (七) 競賽與創意票選。
- (八) 歸納討論：討論最佳作品的特徵，以及各因素對產品效能的影響。

B 版本問題解決策略的特色在於強調細目分析。在蒐集資料、提出構想、評選、測試評估，乃至於活動後的歸納討論，都能依事先預定的指標項目，逐項進行，十分具有系統性，對學生的分析能力應該會有很大的教學效果。但是其在創意激發方面，並未十分強調，未將腦力激盪的方法，作確實的教導與引導，並且也較少注意到測試後的修改與再設計，這些教學作為雖然會耗費些許時間，但是對學生的科技探索與學習，卻是十分的重要。

C 版以「發現問題瞭解問題、蒐集與分析資料、提出解決問題的草案、進行草案的實驗與評估、提出解決方案」為理論基礎，提出的學習活動如下：

- (一) 教師講解問題內容。
- (二) 研究問題的內容與相關原理。
- (三) 逐一填寫學習。內容包括問題描述、蒐集資料、草案描述、實驗與評估、解決方案（方法、說明、設備與材料、使用的科學原理）。
- (四) 討論所使用的科學原理、該原理在生活上的應用以及成功方案的共同特徵。

C 版問題解決活動以標準的問題解決 5 大程序為基礎，並能在活動最後，針對生活實例的引證，進行綜合討論，並對成功案例進行歸納式的討論。整體活動的進行，具有嚴密的科學驗證精神，是其特色與優點。如果能將學生個人在探究過程及製程方面的學習心得與結果，進行分享與統整，相信對學生的科技探究學習，會有很大的幫助。畢竟在科技探究與探索的過程中，學生的心智歷程會與科技探索與實作過程，有密切的互動，這些互動的歷程與經驗，將是建構學生科技學習的重要基礎。

以上 4 個版本教科書所採用問題解決教學模式，均能符合相當嚴謹的理論結構，對學生在系統化問題解決程序的認識，應該可以有很好的教學效果。但是如果從前段有關問題解決經驗的建構來看，在個人實際體驗的內在建構，以及同儕間的合作與互動的建構學習，甚至是教師在學習鷹架的提供方面，國內生活科技教書的問題解決教學活動都偏向線性問題解決的、教師導向的活動設計取向。從學生科技經驗的建構來看，應該要提供更多學習者導向的活動設計，較能合乎學生的學習特性。

二、美國現行教科書實例

在美國著名的科技教育學者 Wright (2004) 所編寫的「科技」(套書包含主要讀本、教師手冊、及學生手冊，相當於國內的教科用書)一書的教學活動，學習單所使用的問題解決步驟如下：

- (一) 撰寫問題：寫下初步定義、寫下其他同學不同的定義、寫下較完整的問題定義。
- (二) 寫下效標：例如產品設計的效標包括工程效標、生產效標、行銷效標、人類效標、經費效標，及環境效標。
- (三) 繪出產品構想的草圖。
- (四) 繪出精緻的產品設計圖及三視圖。
- (五) 繪出產品的零件圖。
- (六) 根據零件規劃，填寫材料規劃表。

而在美國航空太空總署（National Aeronautics and Space Administration, NASA）所發展的「數學、科學、科技學習活動指引」，也是以問題解決為主軸，讓學生對發明有更多的瞭解。以其中的「萊特發明個案」單元為例，學生先探討發明家與其發明物的事例，然後進行腦力激盪、形成問題解決計畫、提出評鑑的效標、以及再研究等學習步驟，最後則有一個實作活動。在問題解決計畫中，則須記錄以下內容：1.問題描述；2.較佳的五種方案構想；3.提列 3 到 5 個評選效標及 4.進行評選。利用評選方格，將各方案在各效標的得分，進行加總後，依總分高低，選擇最佳的方案。

從 Wright（2004）及 NASA（2001）所設計的科技問題解決教材中，發現其共同特色為：1.應用直線式問題解決模式作為主要教學程序；2.利用腦力激盪法來產生多個構想；3.利用表格法來評選方案；4.十分強調分析思考技術的學習。但相對地，其中值得省思與討論的地方包括：1.未進行問題解決示範，缺少鷹架輔助的教學措施；2.未明確教導腦力激盪（或其他的創思技術）；3.未針對「再設計」的部分，提供實作學習，學生較難有再改進再驗證的機會。

三、加拿大的教材實例

加拿大紐芬蘭省 2002 年的課程指引則指出，科技問題解決始終是中小學（K-12）課程中的重點（Government of Newfoundland and Labrador, 2002）。教師可以先將問題情境呈現給學生，並提出相關的科技議題，作為問題發展的背景。教師可以從這些問題情境，擇一界定問題情境與問題內容，再引導學生根據以下步驟來解決問題：1.面對問題與契機；2.提出概覽式說明；3.進行問題研究；4.產生多個方案；5.選擇最佳方案；6.發展解決方案；7.評鑑與再設計；8.得到解決方案產出。如圖 1 所示。

學生必須在整個問題解決的過程中，將活動內容記錄起來，整理成一個檔案夾，項目包括「問題的確認、設計概說、調查與研究、方案構

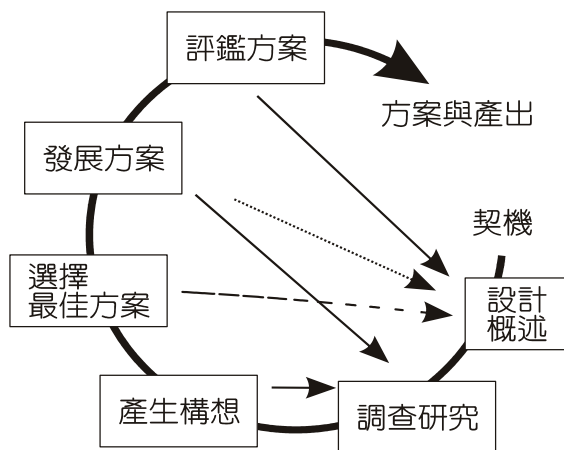


圖 1 加拿大紐芬蘭省所採用的科技問題解決模式

資料來源：出自 Government of Newfoundland and Labrador (2002: 148)。

想、解決方案、方案的發展、塑模與原型製作、方案的測試與評鑑、重新設計與改進、報告呈現」。

在加拿大的科技課程經驗中，有 3 項重要的發現，其一為科技問題解決的模式，係以循環式的模式，讓學生在「分析、設計、測試、再設計」的活動中，學習與體驗科技問題解決。其二為科技問題解決的過程，十分強調學生的分析能力培養，不僅讓學生發現哪些是有功用的設計，哪些是無功用的設計，更要求學生要分析並寫出無功用設計的原因，再重新設計。其三為學習檔案夾的建立，項目詳細具體，並且和問題解決學習過程相互呼應，使檔案夾建立的過程，也同時輔助學生建構自己的科技問題解決學習。

四、綜合評述

在科技問題解決理論模式方面，國內外現行教科書中，對科技問題解決活動的安排，常以「1.發現問題瞭解問題；2.蒐集與分析資料；3.提出解決問題的草案；4.進行草案的實驗與評估；5.提出解決方案」等 5

大步驟（例如 B 版及 C 版教科書、Wright 及 NASA 的教材）及「1.分析與研究問題；2.提出初步構想；3.收集資料；4.提出各種解決方案；5.選擇最佳方案；6.發展設計工作；7.解決問題；8.測試與評鑑；9.改進構想或重新製作」等 9 步驟模式為主要依據（A 版及 D 版教科書）。其優點是步驟明確，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。就理論模式來看，加拿大教材模式所強調的再設計再製作模式值得我國參考。

在學習鷹架的應用方面，各版本教科書及國外教材均未有具體安排。對學生問題解決的關鍵技術缺乏引導與協助時，可能會阻礙學生創意發揮，使學生的學習停滯不前。這是今後發展科技問題解決教學活動時，所應該特別注意的地方。

在創意思考方面，大部分的教科書及教材都以腦力激盪法來引導學生產生多個想法，例如 D 版及 B 版教科書、Wright 及 NASA 的教材均是。A 版以製作後的延伸或衍生思考，可以引發學生後續的科技探索興趣。但是如果希望學生在科技問題解決的創意表現上，有更顯著的效果，則必須在活動中，具體地安排創思技術的教學。

在設計的建構學習歷程方面，各版教科書與所蒐集國外教材均未提供這方面的安排，如果能在教學過程及學習單的設計上，重視修正與調整設計的製作與測試，並讓學生記錄起來，是值得國內嘗試教學創新的地方。

最後，在學習經驗彙整方面，D 版教科書以學習困難為題，進行討論，有助於學生經驗分享與合作建構的學習。但是除了困難點的討論之外，成功經驗的分享，以及不同嘗試過程與經驗的提出，不只是不同結果的提出，對學生科技實務經驗的觀摩與累積，也是非常重要。

參、功能導向模式的研究

近幾年來，科技問題解決的理論建構與研究，逐漸有功能導向與動態模式的出現。所謂功能導向是指問題解決模式中，並不是以一個一個「活動步驟」所構成，而是以達到特定功能的活動為單位，所構成的理論系統。而動態模式則是針對既有的線性問題解決模式的省思，強調不同任務之間，甚至是不同個體對同一任務時，解決問題的程序都會有所不同，呈現變動的特性，不是固定的線性程序。Feland 與 Fisher (2008) 在問題解決與設計的教學研究中，會先教導學生重要的知識、分析技巧、與設計技術（工具），使學生能設計出良好的產品，避免不必要的設計風險。此一觀點的重點在於，問題解決或設計教學的首要任務，就是教導學生基本的問題解決技巧，讓學生可以有基本的工具與知識能力，甚至是一個可資運用的模式，讓學生學習應用，再進一步求得創意發揮或改善。而他們所採用的，也不是直線式的問題解決模式，而是強調功能導向，並且依實際任務需求與個人思維特性的問題解決模式，如圖 2 及圖 3 所示。圖 2 呈現出「需求、產生概念、具體化、評鑑」的雙向循環運作，圖 3 則說明在需求和產品之間，「產生概念、選擇概念、具體化」3 者之間的交互循環，使產品可以充分呼應需求的層面。

Mioduser 及 Dagan (2006) 在實證研究之後，發現學生的問題解決心智運作相當不一致，有相當大的個別差異，圖 4 所示為其中一位學生在系列性問題解決活動中的思考歷程。其中 t1 到 t6 代表在 6 個時間點進行思考歷程檢視。圖中顯示學生面對問題時，可能會先研究問題內容與資訊，也可能會直接製作，一邊製作一邊發現問題，都是有可能的，端視學生個人的心智運作習性或經驗而定。經彙整後，Mioduser 及 Dagan (2006) 提出 3 種七年級學生的問題解決心智模式：

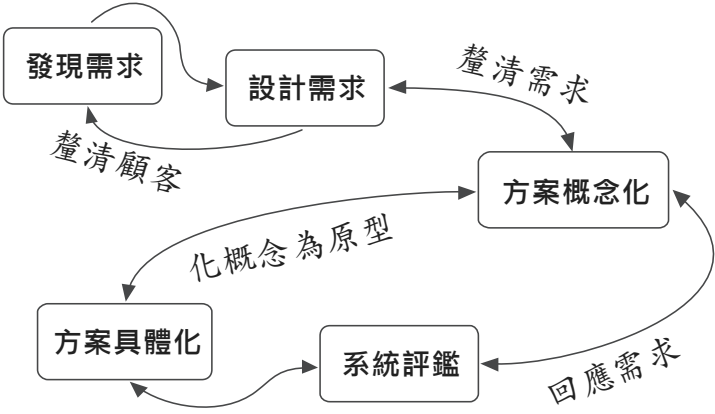


圖 2 不同設計方法在不同背景下的應用
資料來源：出自 Feland & Fisher (2008: 3)。

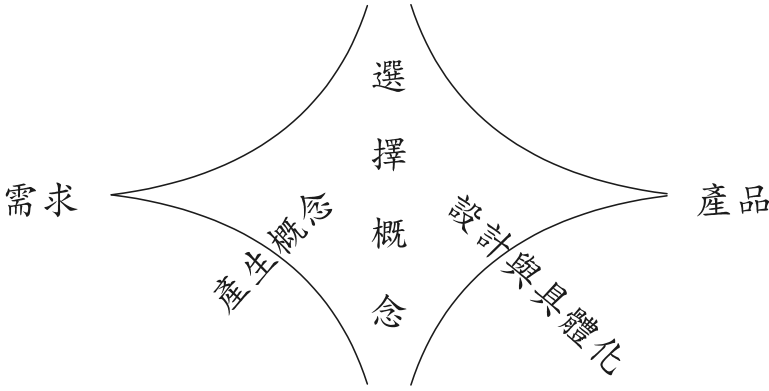


圖 3 不同使用時機的設計方法表現
資料來源：出自 Feland & Fisher (2008: 3)。

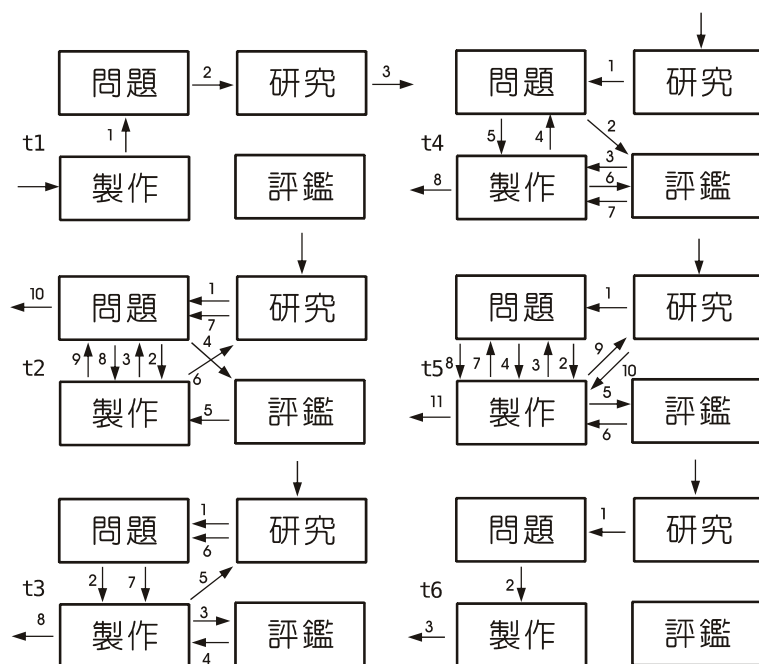


圖 4 學生在功能導向問題解決心智流程個例

資料來源：出自 Mioduser & Dagan (2006: 29)。

一、有限線性模式 (Finite-linear model)：問題解決步驟呈現直線式的初現。

二、環狀模式 (Cyclic model)：帶有迴圈的問題解決程序。

三、樹狀模式 (Branching model)：問題解決程序出現數狀節點的形式。

Mioduser 及 Dagan (2006) 建議，針對科技問題解決學習活動，與其要求學生按照教師所預定的問題解決程序，一步一步地做，倒不如讓學生主動地探討問題，決定下一個步驟，來達到問題解決或改善設計的目的，會更接近建構學習的真義。

從 Feland 及 Fisher (2008)、Mioduser 及 Dagan (2006) 等人的研究中發現，在中、小學學生進行科技問題解決時，會根據問題屬性與學生個別差異，在問題解決歷程與心智模式上，有各自不同的表現。基本上，

學生會有界定問題（看看有什麼問題或目標）、研究分析（找尋可以參考的資料）、規劃實作（規劃程序及實作）、測試評價（看看實作的結果好不好）、再設計（再想些新點子來改進）等 5 項功能性活動。

此外，根據 Feland 及 Fisher（2008）、Mioduser 及 Dagan（2006）等人的研究結果與建議，教師在進行科技問題解決教學活動時，應該注意的重點包括，先建立問題的整體概念、教導必要的知識與技能（操作技能與思考技能）、提供必要的基本解決示例、提供功能導向循環式的學習單、鼓勵創造性的設計表現、以及學生提出總結性的學習成果報告。

肆、功能導向的活動示例

本文綜理前述教科書與教材分析以及相關研究的結果，歸納一個「功能導向的科技問題解決模式」，如圖 5 所示。

功能導向的問題解決教學模式的理論基礎，為建構主義學習理論、鷹架應用以及創意學習三者。根據學習者中心的經驗建構，學生面對問題情境後，可能會先自行發現問題與界定問題、或進行資料蒐集與分析、或直接設計製作（即直接操弄機具與材料）。在教師講解關鍵技術與知識後，學生會在一連串的設計製作與測試、再設計再製作與再測試的循環歷程中，不斷發現與改進，累積經驗，而達到科技學習的目的。

相較於當前國內外教科書所採用的線性問題解決模式，在功能導向問題解決模式下，學習鷹架可以讓學生順利達到基本的教學目標，讓絕大多數甚至是所有學生都能解決問題，作品都可以做得出來，可以提高學生的學習成功率；科技實務經驗的自我建構則讓學生依自己的思考模式與問題解決心智模式，思考問題與解決問題，建構屬於自己的科技實務經驗，不但學習過程具有個別性，學習的結果也比較能和既有認知結構相結合；再設計再製作的經驗循環，則讓整個問題解決活動更趨近於真實世界的科技創新活動，能做真實的學習，同時也激發學生挑戰自我

的學習動機。

依此模式，本文以「水陸兩用載具的設計」為主要問題，提出教學活動設計實例如下。

一、問題概述

請設計一個水陸兩用載具（長 30 公分，寬 20 公分以內），必須從左邊的斜坡爬上水盆（可得 60 分），進入水箱（可得 70 分），繼續向前行走對岸（浮行或潛行）（可得 80 分），前輪爬出水箱（可得 90 分），爬上木板，繼續向前行走終點（可得 100 分）。路況如圖片 6。（教師可依照學生的能力，調整坡度。針對國中及國小學生，則可以加裝入水斜坡與上岸斜坡，以降低難度）

二、材料

- （一）固定材料：電池組及齒輪組。不可使用替代品。
- （二）基本材料：A4 塑膠瓦楞版、保麗龍板、保麗龍膠。以上為教師提供的有限材料。
- （三）自備材料：不限。

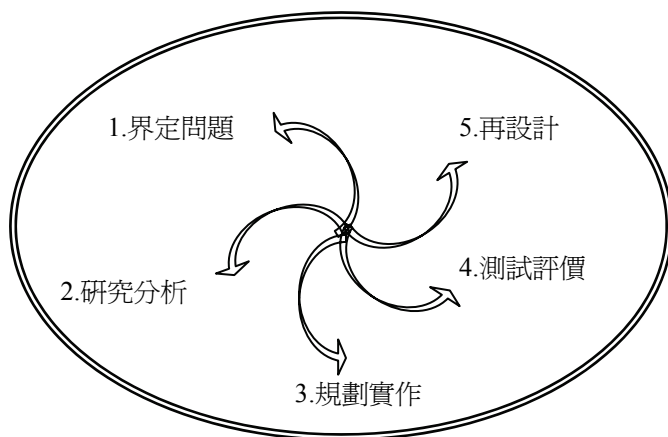


圖 5 功能導向的科技問題解決模式

三、活動程序

(一) 教師講解問題內容、目標、及限制。

(二) 教師講解基本組裝方法，並讓學生嘗試製作。

透過基本組裝的介紹與實作，學生能具有基本的完成能力，尤其對基本實作能力不足的學生來說，有助於建立其問題解決的基本能力。

(三) 利用討論法，講解必須考量的基本問題。內容包括：

- 1.直線爬坡問題：直線爬坡問題，可能發生原地不走或是倒退的情形。首先要面對的挑戰是，如何克服扭力不足、輪子打滑、方向走偏等 3 大問題。
- 2.前輪下水：前輪下水時，可能的問題是，車子會直接栽進水裏。所要面對的挑戰是，如何將重心設置妥當。

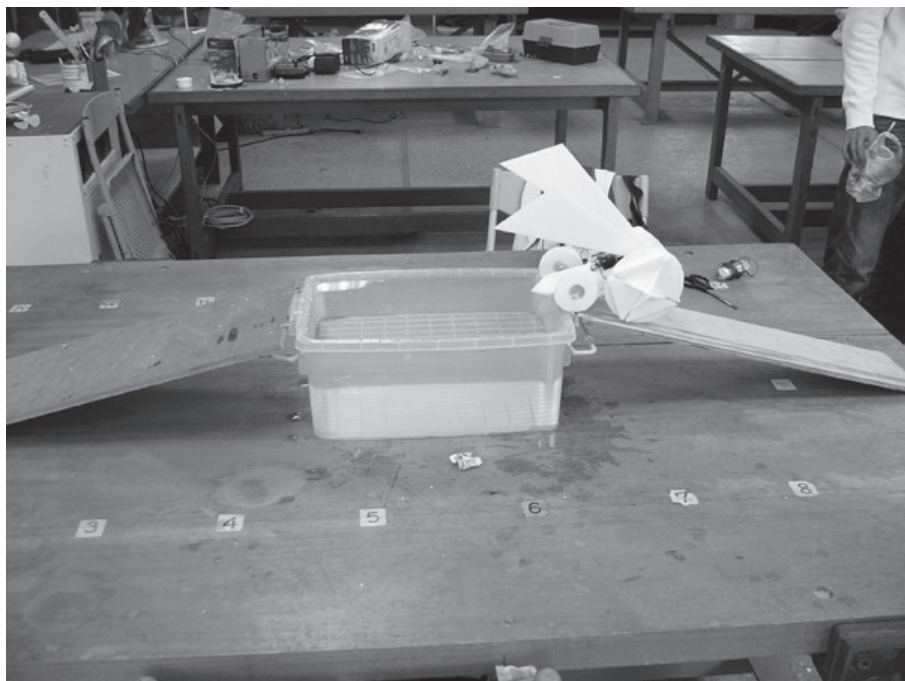


圖 6 水陸兩用載具設計的問題情境

- 3.後輪下水：後輪下水時，可能發生的問題是，翻車或是沉到水裏。所面對的挑戰是，整體重心配置不當時，會造成車體翻覆。浮力設計不足時，車體會沉沒。
- 4.水中直行：水中直行可能發生的問題是，不會走或是走偏了，甚至卡在水箱的邊緣。所要面對的挑戰是，車子必須有划水或其他水中推進設計，同時，必須將方向控制加以考慮，以免走偏。
- 5.前輪上岸：前輪上岸的問題，可能在原地空轉。所要面對的挑戰是動力不夠、輪子打滑、輪子軸心水平低於岸邊（除非設有倒鉤裝置）。
- 6.後輪上岸：後輪上岸可能發生的問題是，車子底盤卡在水箱邊，或是爬不上去。所要面對的挑戰是後輪是否有足夠動力，或是前輪動力是否足夠，再者，前後輪的輪距是否過長。
- 7.繼續陸上直行：基本上，車子爬上陸地，下坡前進，除了走偏之外，比較不會遇到其他問題。

透過教師的講解與討論，學生可以事先瞭解可能面臨的問題與困難，在充分的科技認知基礎上，有助於學生更有效率地解決問題。加上前述基本組裝方法的講解及示範，可以提供學生更有效的學習鷹架。

- （四）教師講解一種或數種創意思考方法，例如仿生法及 SCAMMPERR(Substitute/取代、Combine/結合、Adapt/調適、Minify/縮小、Magnify/放大、Put to other uses/作為他用、Eliminate/去除或濃縮、Reverse/顛倒、Rearrange/重新安排)。
- （五）學生激盪創新構想，規劃製作程序，並進行製作。

在激盪創新構想、規劃、製作等程序中，學生也正在進一步瞭解問題、界定問題。就如模式中的多方向箭頭，並非單向、

線性的工作流程。

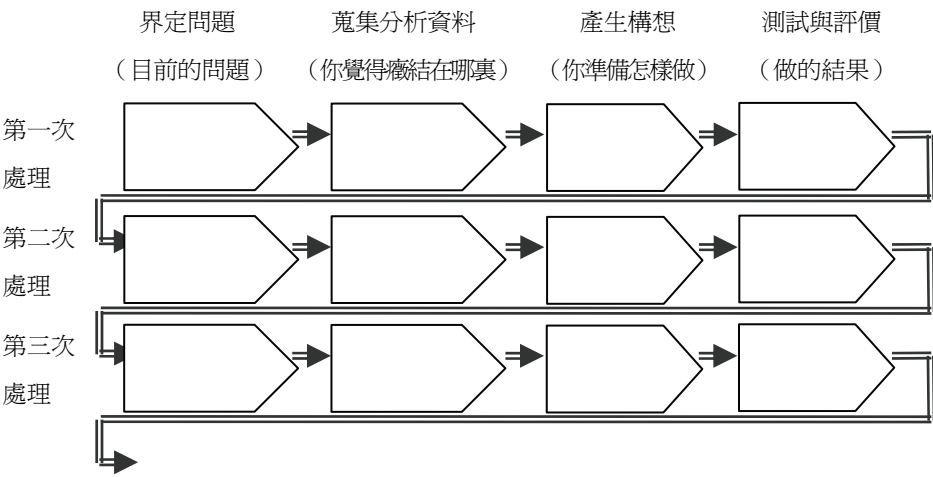
(六) 自行測試，於學習單記錄結果，如表 1。再檢討思索可以改進的地方以及改進的方法。(筆者在實地教學中發現，允許及鼓勵學生記錄每一次的設計草圖及分數，並向更高成績來挑戰，很多學生都表現得興致高昂)

表 1 的學習單為循環改進的活動紀錄單，不但有助於學生記錄及省思學習歷程，有效建構科技經驗，更能接近真實科技創新的實務。

(七) 再設計與再製作。

(八) 成果發表。包括作品發表以及學習單的展示，將設計發現分享給大家。

表 1 功能導向循環式問題解決紀錄表



伍、結語

科技的本質是實務性的問題解決。人們透過機具操作與材料處理，利用問題解決的程序，求得預期的產出，獲致所需要的產品、裝置或服務，而達到問題解決的目的。在科技課程建構方面，問題解決的模式可以提供基本的架構，使科技課程可以符應科技的本質。但是在教材設計與教學策略的層面，問題解決同時也是科技課程實施的常見途徑。

當前國內外教科書常以直線型的模式，設計科技問題解決的活動。爲了更符應建構主義的學習理念，提供鷹架的學習輔助，更爲了符合一般人在問題解決的心智歷程與活動歷程，實有必要再以功能導向的模式，提供學生科技問題解決的學習。這種功能導向的科技問題解決教學，包含以下 4 個重點，透過這 4 個重點的實踐，相信能對學生的科技問題解決知能培養，提供更好的學習效果：

- 一、關鍵性的知識與操作能力，一定要先教導學生。就如許多學者所強調的，教師應先教導最困難的技巧，也就是必備的關鍵技術，使學生可以順利完成問題解決活動(Ankiewicz & De Swardt, 2006; Dunn, 2005; Jakovljevic, Ankiewicz, De Swardt & Gross, 2004; Mioduser & Dagan, 2006)。
- 二、先有成功經驗，再求創意與創新。就如 Mioduser 與 Dagan(2006)所指出的，先讓學生找到至少一個基本可行的方案之後，有了成功的基礎，再求創新性，較能帶給學生學習成就感，同時，也較合乎一般人的問題解決歷程。教師應協助學生建立成功的經驗，尤其是關鍵技術的部分，應給予充分的鷹架，使每一位學生都能夠有成功實踐的經驗。對於科技實作知能較弱的學生，需要提供更具體的指導，必要時，提供範例也是必要的。
- 三、再設計再測試是經驗建構的重要來源。讓學生對自己初步的實作成果，尋找可以創新改變的地方，更改設計與實作。就如加拿大的科技課程經驗，係以循環式的模式，讓學生在「分析、

設計、測試、再設計」的活動中，學習與體驗科技問題解決。

四、教師應教導學生創意思考方法，讓學生有所依循。不管是 NASA 所規劃的腦力激盪法，或是 BKFK（2007）所推薦的 SCAMMPERR 創思技術，都值得科技教師參考應用。但是在一個活動中，不一定要介紹許多種創思技術，如果能適度規劃分配，將適合的創思技術，分布在幾個活動中，應該更能收到明顯的教學效果。

參考文獻

- 南一書局國民中小學課程自然與生活科技領域第四階段教科書編撰委員會（主編）（2004）。國民中學自然與生活科技。臺南市：南一。
- 國立教育研究院籌備處（2007）。自然與生活科技。臺北縣：編者。
- 康軒（2005）。國中自然與生活科技修訂四版。臺北縣：編者。
- 翰林（2004）。自然與生活科技。臺南市：編者。
- Ankiewicz, P. J., & De Swardt, A. E. (2006). *Technology education in South Africa since 1998: A shift from contents (conceptual knowledge) to process-based learning programmes*. Retrieved January 19, 2008 from <http://www.iteaconnect.org/Conference/PATT/PATT15/Ankiewicz.pdf>
- By Kids For Kids, BKFK. (2007). *Going Green Challenge – teacher's guide*. Retrieved February 5, 2008 from http://live1.bkfk.com/Modules/Teachers/curriculum/change_season1_guide.pdf
- Dana, T. M., & Davis, N. T. (1993). On considering constructivism for improving mathematics and science teaching and learning. In K. Tobin (Ed.), *The practice of constructivism in science education* (pp.51-70). Washington, D.C.: AAAS Press.
- Dunn, C. W. (2005). *A philosophy of technology education*. Retrieved January 17, 2008 from <http://filebox.vt.edu/users/cwdunn/Portfolio/StudentTeaching/PDF/DunnPhilosophyTE.pdf>
- Feland, J. M., & Fisher, C. (2008). *Cramming twenty pounds more into a sophomore design toolkit: increasing curricular loads on design students and enjoying it!* Retrieved February 16, 2008 from <http://files.asme.org/asmeorg/Governance/Honors/1104.pdf>
- Government of Newfoundland and Labrador. (2002). *Technology Education*. Retrieved February 1, 2008 from <http://www.schools.nsw.edu.au/media/downloads/schoolsweb/studentsupport/studleadsrc/resourcestaff/srcguide/srcguide.pdf>

- Jakovljevic, M., Ankiewicz, P., De Swardt, E., & Gross, E. (2004). A synergy between the technological process and a methodology for web design: implications for technological problem solving and design. *International Journal of Technology and Design Education*, 14(3), 261-290.
- Mioduser, D., & Dagan, O. (2006). The effect of alternative approaches to design instruction (structural or functional) on students' mental models of technological design processes. *International Journal of Technology and Design Education*. Retrieved January 19, 2008 from <http://muse.tau.ac.il/publications/97.pdf>
- NASA. (2001). *A lesson guide with activities in mathematics, science, and technology*. Retrieved February 5, 2008 from http://scifiles.larc.nasa.gov/docs/guides/guide3_01.pdf
- Visser, Y. L. (2003). *The effect of problem-based and lecture-based instructional strategies on learning problem solving performance, problem solving processes, and attitudes*. Unpublished doctoral dissertation, Florida State University, Florida.
- Wright, R. T. (2004). *Technology: Student activity manual*. Tinley, Ill.: The Goodheart-Willcox.