

## 水平整合的思考：

# 以 MST 為導向的九年一貫生活科技課程設計

\*林人龍、\*\*游光昭

\*台師大工業科技教育系博士班、\*\*台師大工業科技教育系教授

### 摘 要

融合數學分析、科學探究以及科技設計的 MST 主題式科技教學活動，已在許多先進國家的中小學科技教育中推行多年。在台灣，九年一貫新課程的七年級已於九十一學年度開始全面實施，而科技教育則被歸類在自然與生活科技學習領域。自然科學與科技在近代科學研究蓬勃以及科技工程急速發展下，早已存在一種共棲共生的關係，然而由於傳統分科專業教學的因素，我們的國中生很難有機會在學校的教育環境當中，將所學得的數學運算與科學概念知識應用在科技專題的設計作業之中。而這樣的結果反映出，學生無法將三者做一有效的連結，抽象的概念分析與描述得不到實際印證的機會。

有鑑於統整與科際間整合教學的重要性，並符應九年一貫領域統整教學的精神，本論文將論述：

- 1.適行於國內推行九年一貫自然與生活科技學習領域的 MST(數學、科學、科技)課程與教學架構。
- 2.依據此 MST 課程教學架構設計出教學活動示例。

**關鍵詞：**科技教育、自然與生活科技、MST (數學、科學、科技)

「工具主義 (instrumentalist)」與「人文主義 (humanist)」學科模式間的張力可能逐漸消退，但是有關於涉及實際應用領域的學習本質，則面臨更深層的問題；最為棘手的問題即在於，當教師們可能準備不足，尚且缺乏調整和轉型教室經驗的創新計畫時，就必須實施新的教學方法。 - Paul Black, 1998

### 壹、科技教育必須借重數學、科學、科技三者緊密聯繫的主張

美國於1980年代中期以降，大多數的教改報告中均提出對課程革新、學生學習成就及新教學方法寄以高標準的籲求。其中，諸多的報告均特別強調科技教育領域應朝數學、科學以及科技三者之間做必要的水平整合 (LaPorte and Sanders, 1993; Scarborough, 1993)。美國聯邦與地方政府亦努力的試圖去統整教學內容和學生的經驗，將課程重新設計為一個統合的整體 (an integrated whole)，其目的就在藉由和科技教育有關的統整或是科際整合課程方法，使學生能夠學習和理解科技與其他學科間的緊密關係及如何關連各自分立的學科知識 (Wicklein & Schell, 1995)，進而能夠有效地感知生活世界裡的複雜性。

科技教育在一般學校課程中對於確保學生發展科技的理解，如何用科技來解決問題，使用科技的影響，及與科學、數學和語文等其他學科領域的必要關係一直扮演著重要的角色 (Michigan State Board of Education, 1991; Black & Harrison, 1985)。誠如 Daugherty & Wicklein (1993) 肯定地指出，科技教育在提供數學與科學概念應用的科際整合環境上有其定位，他們並確認「數學與科學」是推動科技教育必要聯繫的學科。

儘管科技教育與科學、數學不同，許多人卻認為這些學科間應具有密切關係，諸如國際科技教育學會 (International Technology Education Association, ITEA) 的官方文件中即明訂：「科技教育是應用數學、科學以及科技解決實際的問題 (ITEA, 1993)。」CTTE (Council on Technology Teacher Education) 的師資培育指南中亦清楚地強調科學、科技以及數學整合的重要性，且要求師資培育課程中應有MST的整合項目以備檢覈 (Gloeckner, 1991)；ITEA前會長Steven Moorhead更呼籲：「科技教育要能主動涉入數學、科學以及其他學科等領域 (Candidates for ITEA, 1990)。」由於這樣的論點使得MST形式的科技教育逐漸成為西方各國普遍的教育政策。

融合數學分析、科學探究以及科技設計的 MST 主題式科技教學活動，已在許多先進國家的中小學科技教育中推行多年。在台灣，九年一貫新課程的七年級已於九十一學年度開始全面實施，而科技教育被歸類在自然與生活科技學習領域。自然科學與科技在近代科學研究蓬勃以及科技工程急速發展下，早已存在一種共棲共生的關係，然而由於傳統分科專業教學的因素，我們的國中生很難有機會在學校的教育環境當中，將所學得的數學運算與科學（如物理、化學）概念知識應用在科技專題的設計作業之中。這樣的結果反映出來的是，學生無法將三者做一有效的連結，抽象的概念分析與描述得不到實際印證的機會。

有鑑於統整與科際間整合教學的重要性，並符應九年一貫領域統整教學的精神，本論文將論述：

1. 適行於國內推行九年一貫自然與生活科技學習領域的 MST（數學、科學、科技）課程與教學架構。
2. 依據此 MST 課程教學架構設計出教學活動示例。

## 貳、數學、科學與科技（MST）課程整合的發展與研究

### 一 課程統整理論基礎

關於課程統整的問題，在教育理論與實務上存在著的許多爭辯，大多圍繞於兩大群集的意見之間。第一個群集意見認為科目知識乃是由未分化的的理解當中逐漸發展演變而來；另一個群集意見則強調不同科目知識的基礎本質，而當不同學科知識以透過某種方法確立之後，科際整合的努力則被視為似乎是在邏輯上唯一可行之道（Bridges，蔡清田譯，2000）。

為了配合各種學科急遽發展的趨勢，科際整合（integration of interdisciplinary studies）是近二、三十年來學術研究與學校教育的一項嶄新課題，指導著各種學科之間的分工合作與溝通聯繫。傅偉勳（1990）提出以知性的探索（intellectual pursuit）為科際整合的指導原則，他認為藉由科際整合的方法，對於知識問題、人性問題、文化問題以及其他等諸般問題，能從各種不同學科的觀點或理論角度去考察透視。並可經由分析而後進行全盤性的綜合，以個別的分觀而後建立整體性的總觀，或經由精細的微視而後賦予概闊的宏觀，如此才能真正顯示科際整合的意義與成效。

科際整合的教育實際做法承認不同科目在知識論上的差異，是以，科際整合想要作的便是將不同的探究型式加以整合。科際整合所關心的教育問題，一方面不僅要去理解這些不同科目知識特質的核心概念與歷程，另一方面同時要去獲得能力，以將這些科目知識全面應用到生活情境的爭議問題與經驗當中。

在我們的中小學的學校教育之中，跨學科的統整是構成教與學的一項重要條件。依據皮亞傑認知發展理論的說法，中小學階段的學童正處於前操作期與具體操作期，且生理、心理以及情緒急遽成長，他們會同時在正式與非正式的學習環境中建構他們生活世界的知識。由於我們受到生活環境的本質與科技的影響，許多在非正式學習環境中所形成的知識，大多是統合性的（integrated）。因此，在我們的教室課堂環境中，投入某些時段來探索如何達到最佳的跨學科整合的效果，應是一個重要的課題。生活科技領域的教學要能常強調所謂MST（數學、科學、科技）整合的學習，透過MST科際間整合方法的設計，以促使科技的學習更有效率、更能與真實生活的世界連結。

## 二 MST 課程整合的意涵與模式

概觀課程的統整，可視為如同一種含括錯綜複雜形狀的拼圖，必須形成完整的拼圖才能夠詮釋圖像的真實意義。因此每一片的分割圖塊必須和相鄰的其它圖塊契合，如果失去某些部分，就無法取得拼圖的全像。換言之，統整是在取得整體相關學科之媾和與對等，期能有助於教育的進步。推動科技教育的方向，更重各種學科學習之平衡與融合，特別是與數學和科學等相關領域。

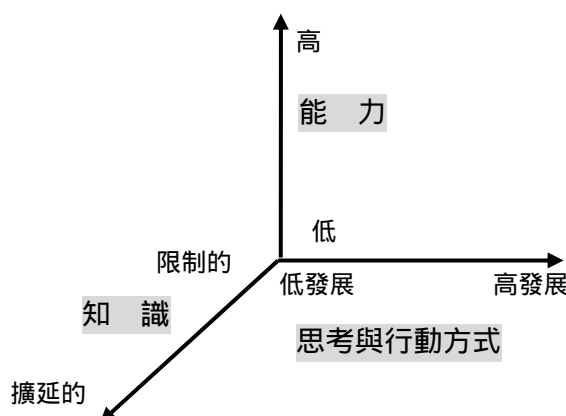
科技教育在本國教育制度設計中分為二種階段，其一為科技素養教育，另一為科技專精教育。中學之科技教育型態則屬前者，重點在教育一般國民具備適應科技社會生活中的各種事物。科技素養即指明在理解現代科技的功能、限制、基本概念及其對於社會的衝擊等。因此，科技素養應如圖一所示，圍繞於三個獨立的層面：知識、思考與行動的方式、與能力。

基本上，為設計出一種能幫助學生獲得科技素養的課程知識體系，應涵括以下五項內容領域（Liao, 1998）：科技系統與工程概念、科學概念的應用、應用數學（量化的方法）、個人如何與科技互動、以及科技系統如何與我們的社會系統互動，由此可知MST歸屬於科技素養的重要部份。國外不少學者與機構即依循上述組織概念，設計以 MST為主的課程進行教學性的探究。經綜合分析歸納後，

發現有以下三種 MST課程整合的研究模式：

(一) 科際間整合模式 (interdisciplinary model)：

這種模式類似三明治式的組合，係將傳統學科組成一教學群，由此一教學團隊負責在學校課程當中對學生施以輪替性的科際整合課程。優點是，賦予教師們協同工作的時間及教授固定的學生，且由於提供教師團對彈性的課表，因此仍能支援傳統的課程。缺點是，輪替的老師往往容易只持續教授負責領域的部分而忽略了所賦予的科際整合課程，及標準的跨科統整課程相當缺乏，經常需由教師自行發展，由於耗時因而只能小部分實施。



圖一 科技素養所涵蓋的三個層面

資料來源：Pearson & Young (2002, p.15)

(二) 問題本位模式 (problem-based model)：

這種模式將科技教育放在課程的核心，以科技的問題為中心，借助其他學科的支援共同協助解決問題。其優點是能提高學生學習動機，切合學習興趣的問題；缺點則是很難決定完整的學習能力標準，如LaPorte & Sanders(1996)的研究內容即在探討這種以科技為本的活動角色與有效性。

(三) 主題本位模式 (theme-based model)：

這種模式的優點是教師們仍能保有既定學科，且輕易地連結國定標準的課程，而學生也能在各種學科之間的學習目標作學習連結。然而，經常會有一種

傾向是，對一個給定的主題或主要概念要是和特定的學科關係薄弱時，會產生教師讓學生投入淺薄膚淺不切合的學習。

就前述的三種模式來看，均有其優點與缺失，研究者的分析與採擷亟需詳加審視。不過，要完成成功的 MST 整合課程研究，終究必須對課程整合要有強烈的認同，一以貫之，即是建構與融合的信念。

### 參、MST 教學活動設計策略

#### 一 建構主義取徑的 MST 科際整合教學理論

建構主義學習策略是形成 MST 課程發展的一項重要理論基礎。當學生們進入到一個新的學習經驗時，會藉著他們先備的技能、知識、態度與價值觀來詮釋新經驗，亦即學生理解新經驗的程度取決於先前的學習調和成新經驗的結果。在 MST 的活動課程中，學生們在一種學習經驗的引導下，檢視、詮釋並且擴展出一項概念，此種概念建構的過程（亦即學習循環），在本質上是一種重新檢視與重新詮釋的歷程。

MST 的學習方法是使學生們投入在蒐集資訊的探究情境中，藉由這些探究的情境讓學生藉著執行現象的研究發展概念化。主題是從研究中浮現，資料則是在研究進行時被蒐集、組織並用以形成概念化。在這樣的過程中，一項概念化的發展與運用，經常會引致更多知識的發現。

以活動為主的方法會逐漸灌輸好奇心，而閱讀構想或是傾聽其他人的想法通常並不會引發學生去統整先備知識與新經驗。然而，在建構主義取徑的學習中，學生們從活動開始，引起他們檢視和新經驗有關的構想。同樣地，MST 的方法運用直接的經驗與概念建立的程序促使學生檢視先前學習，亦即從數學、科學以及科技概念化與重新概念化中來獲得各種理解。

對某些學生來說，統整學習似乎是自然的，這是因為統整學習曾是他們學校學習經驗的部分，而其他學生可能會對學科之間的關係發現到奇怪。在擴展概念的歷程中，學生會將新經驗比做成舊經驗，因此 MST 的目標即在幫助學生發展與連結概念，以使他們能將其應用到新的情境。主張 MST 方法的教育者帶給學生們的是真實生活的經驗，因為數學、科學、科技三個學科出現在學生們的每日

生活之中，它很適合且高度地激發去運用這些經驗作為學習的活動，學生們在一門課中學到的能將之應用到其它課或學校以外的新情境

## 二 利用 DAPIC 模式進行 MST 問題解決活動

問題解決在整個 MST 課程活動過程中被用作為是一種重要的教學技術。當學生進行探究與解決問題與情境的學習循環活動時，他們藉此培養出預測、假設、計畫、控制變項、分析、解釋以及評估等批判思考的能力。在 MST 的課程裡，問題解決變成學生的第二本質。

雖然每一種學科有其本身的一套問題解決的方法模式，不過他們之間都有很強的關係，教師們通常很自然地會更熟悉於和其專長領域相關的方法。換句話說，在 MST 的整合性課程中，使用有共通性語言的問題解決方法較不會使學生弄混淆。因此，發展出一套問題解決一般性描述的模式可將之結合到每一個學習活動模組織中，此方法模式稱為「DAPIC」，如圖二，有以下五循環性的階段：

### （一）階段一：「定義 Define」

以一段或二段的句子清楚地陳述問題，通常用來幫助確認問題並且甚至可能提出一項可適的解答。這項陳述或問題，確認出涉及懷疑、不確定或困難的內容，以及和特定需要或機會相關的限制，它定義了學生想要或需要知道的是什麼。雖然問題的內容可以由老師來確認，但大部份通常由學生藉其經驗來確認。



圖二 以 DAPIC 模式進行 MST 問題解決活動

### （二）階段二：「評估 Assess」

在這個階段，評估問題周邊的條件，所有任何能夠用來發展好的解答的訊息都要被考慮。學生在解決問題中，發現障礙或是困難時，即需確認出哪些的解答以前試過，並對先前成功或失敗的解答進行探究。這個資訊可能來自研究，或是透過實驗取得，目標是在發展計畫之前儘可能對問題的學習。

### (三) 階段三：「計畫 Plan」

在這個階段，對於問題的許多可能的解答被建議與分析。意即設計一項控制變數的實驗以決定出最佳或是最可行的計畫，然後發展出一項計畫來作為解答的最佳工具。

### (四) 階段四：「實施 Implement」

計畫被測試。依據計畫資料被有系統地蒐集與分析，並在必要時修正計畫。

### (五) 階段五：「傳達 Communicate」

分析結果、做成結論，並將結果與他人分享。此階段可以撰寫或口頭報告進行，預測結果且確認新的需要解決的問題。

DAPIC問題解決的歷程並沒有絕對一定的起點或次序，亦即它不是一系列的循序步驟。事實上，仔細觀察成功的問題解決者，可以發現他們通常運用一種非直線式的方法（a non-linear approach）。雖然某些學生會選擇以直線次序的步驟來進行解決問題，不過常常是更有彈性的運用，例如，問題可能是發生在評估階段，或是發展一項計畫階段，或是在實行計畫時。同樣地，在問題解決過程的任何階段都有可能需要傳達或溝通（communication）的步驟。DAPIC模式允許所有這些的變動，不過，我們應鼓勵學生有必要定義或重定義問題，以便於幫助他們排定他們進行活動的先後順序

## 肆、符應九年一貫生活科技課程的MST主題式教學活動設計

### 一、MST主題性活動設計的意義與方法

MST課程的教學型態是以多科注入的科際間整合方式(interdisciplinary)進行的，且透過實作的學習活動，讓學生獲得一般日常生活中所接觸有關科技實體事



物的概念；而模組化學習 (modular learning) 與主題式學習活動設計 (theme or topic design) 將會是達成生活科技課程教學目標的重要手段。

在實作學習動當中，運用主題式或整合不同學科的教學方法是符合國中學生學習心理發展特徵的一種趨勢。此階段的國中生，已具備處理抽象與複雜概念的能力，但仍然需要知識與實際應用的連結上予以協助。主題式或科際整合式的教學方法，就如同連結營建與歷史或與數學的關係，可使學生將各個不同領域的學科知識加以融合應用。事實上，生活中大部分的事物常牽涉到許多不同的領域，需要有各種不同領域的整合知識來解決真實的問題，這是採用主題式教學策略的理由。

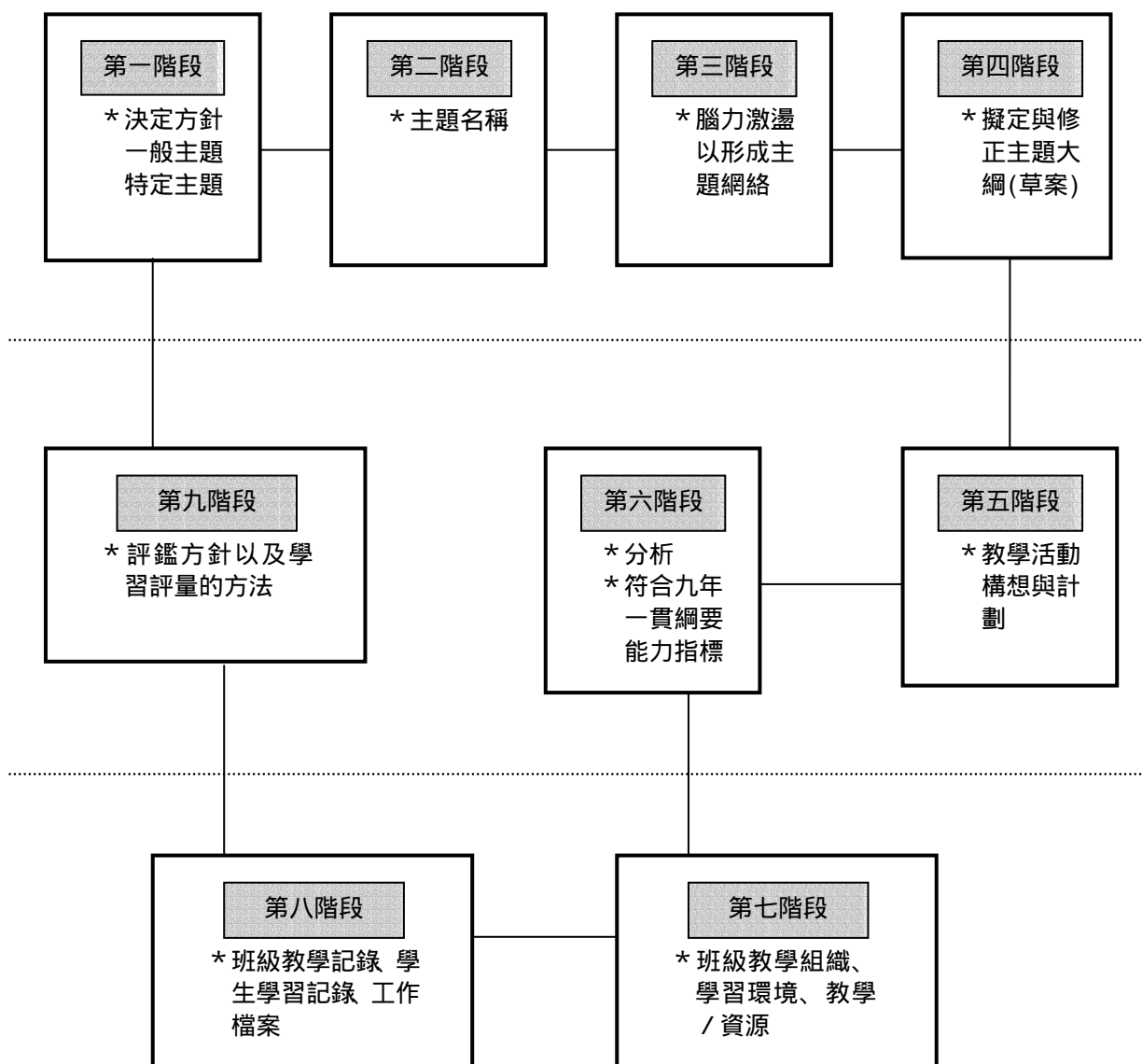
所謂主題 (theme or topic)，是指學習者所要學習課程內容的一個單元或一個部份。通常主題和學科的知識內容有關，用來說明學習者將要學習的事實、概念、原理及如何運用這些訊息和解決問題 (Kemp, 1985)。至於「主題式教學法」則是針對學生感興趣的主題，所進行深入探討的活動。教師們可藉由腦力激盪的方式設定一個主題，這個主題必須是生活中學生感興趣的，而教學計畫的設計，不採取事先嚴謹的計畫方式，而是主題進行結束之後再統整出來，這使老師在教學上能大膽地跟著學生的興趣發展。

由於是學生日常生活中感興趣的內容，所以學習的動力就會源源不絕而來，當發生問題時，老師可以將問題拋給學生，而不急著幫學生解決。學生則在活動中討論、分享彼此的想法，透過團隊合作的力量來解決問題，由此學會主動解決問題的能力。除此之外，主題式的活動設計是針對一個主題做深入探討，使學生成為一個主題專家，而不是只給學生一些表面零碎的記憶性知識，而這種深入探究的歷程，對學生將來的生活與學習提供不少的助益。

## 二、MST 主題學習活動設計組織性計畫策略

「策略」是指有關於設計支配一切的計畫，以便於達到目標或或長期性的發展目標，及考慮到所有可能性的一種藝術。MST 的課程教學設計較為特殊的是統合三種傳統學科的一種學習型態，其教學主題的形成需要一套有組織的計畫性策略，能夠在整體的發展設計歷程中，兼顧到各個部分的平衡度與廣度。整體來說，進行完整的 MST 主題學習活動的發展與規劃須有九個階段的循環，如圖三。此九個階段分別是：決定方針（一般主題、特定主題），擬定主題名稱，擬定與

修正主題大綱(草案), 教學活動構想與計劃, 分析符合九年一貫綱要能力指標, 班級教學組織、學習環境、教學 / 資源, 班級教學記錄、學生學習記錄、工作檔案, 評鑑方針以及學習評量的方法, 其中仍需對應九年一貫「自然與生活科技」領域學習能力指標。

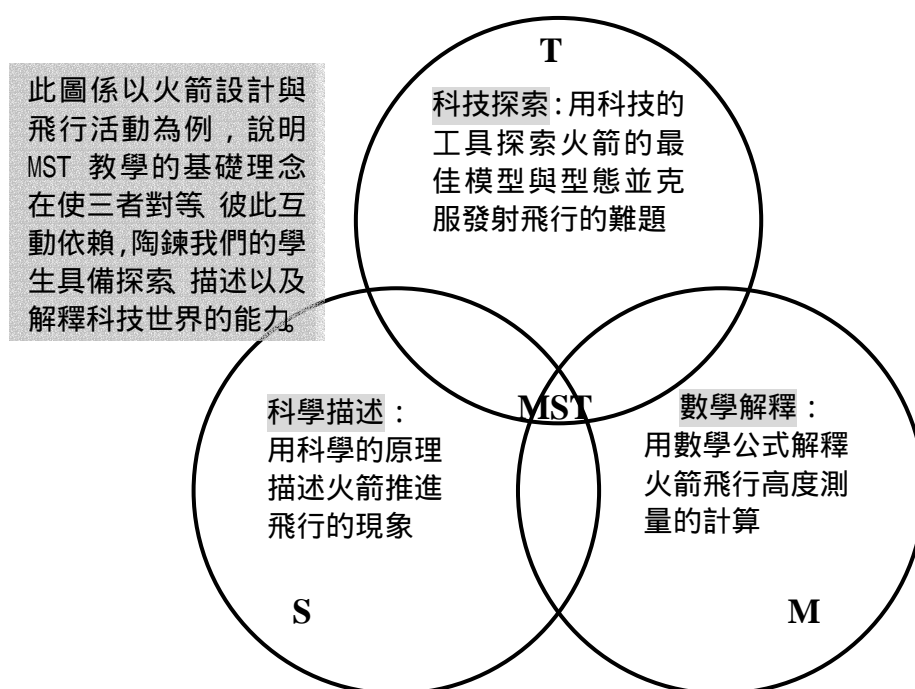


圖三 MST 主題學習活動設計組織性計畫策略

(三) MST 主題性學習活動與九年一貫自然與生活科技學習能力指標適切性對照

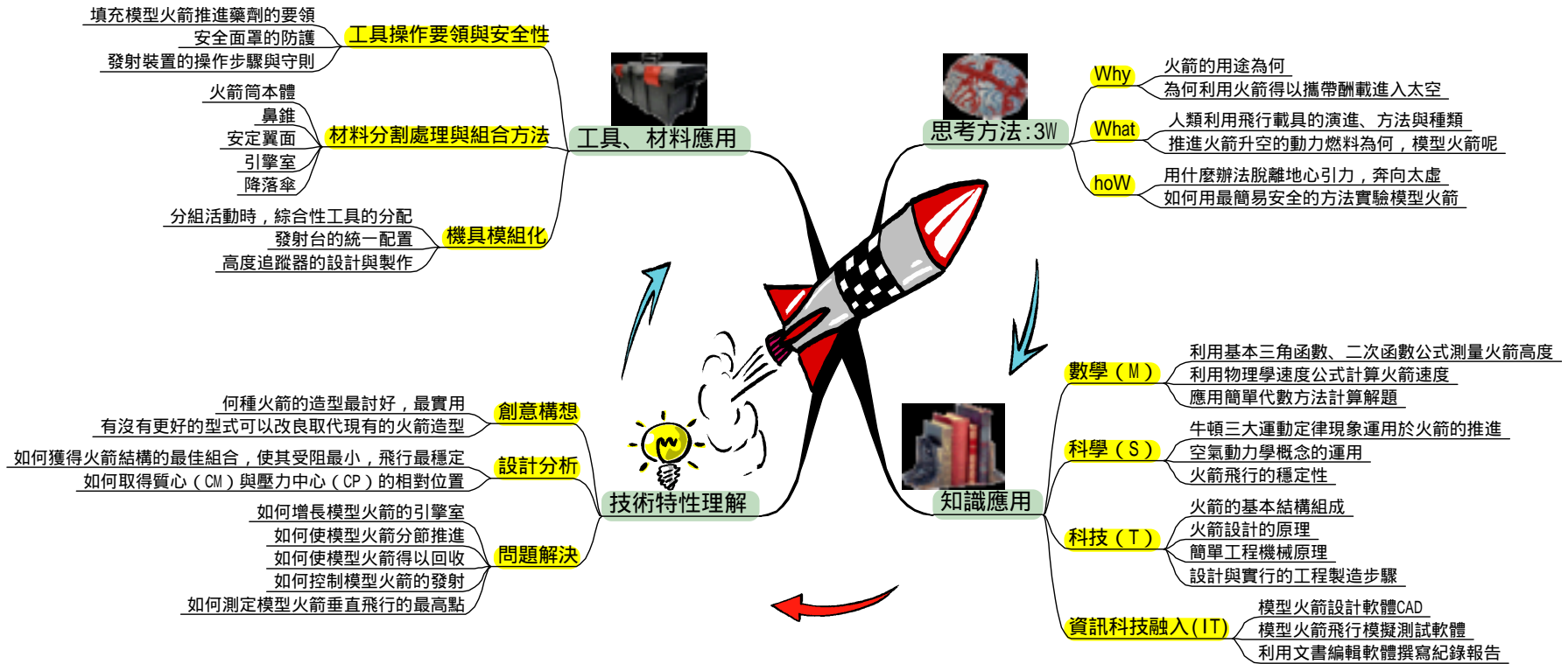
MST 主題式的學習活動，其重點在促使學生融合科技探索（設計方法）、科學描述（實驗驗證）以及數學解釋（數據測量）的工程導向科技性學習，如圖四。

因此，依據 MST 課程發展模式可建構出相關主題活動設計，並據以對應九年一貫課程綱要「自然與生活科技領域」相關學習能力指標，如表一，其中所標示的 MST 主題為：運輸—航太科技：3-2-1 POP! 波波火箭樂。配合「MST 整合性學習活動設計基礎理念」概念圖的發展如圖五，連結學習能力指標，其中，各個學習能力指標主要以七至九年級為對應，以確認此對照表內 MST 主題的關聯可提供進一步設計 MST 教學活動之參考。完整的教學活動計畫單如表二。



圖四 MST 主題式科技學習活動的融合概念

MST整合性學習活動設計基礎理念  
 - 運輸-航太科技：3-2-1 POP!  
 波波火箭樂



學習是一種發現，一種驚喜，一種綜合理解的過程

(註：此一概念認知圖係一泛用模式，其中以運輸—航太科技領域-模型火箭的設計與製作為例)

台北市立金華國中  
 生活科技科 林人龍 設計  
 E-mail: ranlong@ms59.hinet.net

圖五 MST 整合性學習活動設計基礎理念概念圖：運輸—航太科技 3-2-1 POP! 波波火箭樂

表一 MST 主題性學習活動與九年一貫自然與生活科技學習能力指標適切性對照

## 數學

編號	能力指標
N-3-16	能用平均速率的概念描述一個物體運動的狀態，並認識速率的普遍單位米/秒、千米/時等，應用在生活中
S-3-6	能運用直角坐標系及方位距離來標定位置
A-4-9	能認識商高定理及其生活中的應用
A-4-12	觀察生活週遭或其他學科領域中的數學，認識數學的用途與數學思維的特性
C-R-2	能察覺數學與其他領域之間有所連結

註：N、A 表示「數與影」、「圖形與空間」、「代數」，C、R 表示「連結」、「察覺」。

## 自然與生活科技

## (1)過程技能

編號	能力指標
1-4-1-3	能針對變量的性質，採取合適的度量策略
1-4-5-4	正確運用科學名詞、符號及常用的表達方式

## (2)科學與技術認知

編號	能力指標
2-4-6-1	由「力」的觀點看到交互作用所引發物體運動的改變改用「能」的觀點，則看到「能」的轉換
2-4-8-9	認識水、陸及空中的各種交通工具

## (3)科學本質

編號	能力指標
3-4-0-5	察覺依據科學理論作推測，常可獲得證實
3-4-0-8	認識作精確信實的紀錄、開放的心胸、與可重做實驗來證實等，是維持「科學知識」可信賴性的基礎

## (4)科技的發展

編號	能力指標
4-4-1-2	了解技術與科學的關係
4-4-1-3	了解科學、技術與工程的關係
4-4-2-2	認識科技發展的趨勢
4-4-1-1	了解科學、技術與數學的關係

## (5)科學態度

編號	能力指標
5-4-1-2	知道細心的觀察以及嚴謹的思辨，才能獲得可信的知識
5-4-1-3	瞭解科學探索，就是一種心智開發的活動

## (6)思考智能

編號	能力指標
6-4-4-2	在不違背科學原理的最低限制下，考量任何可能達成目的的途徑
6-4-5-2	處理問題時，能分工執掌，做流程規畫，有計畫的進行操作

## (7)科學應用

編號	能力指標
7-4-0-4	接受一個理論或說法時，用科學知識和方法去分析判斷
7-4-0-6	在處理問題時，能分工執掌、操控變因，做流程規畫，有計畫的進行操作

## (8)設計與製作

編號	能力指標
8-4-0-4	設計解決問題的步驟
8-4-0-6	執行製作過程中及完成後的機能測試與調整

表二 簡明的 MST 科技教學活動計劃單 - 運輸科技

<p><b>學生學習活動：</b></p> <p>第一階段 - 初步探索</p> <p>蒐集有關火箭資料並探究模型火箭的組成、形式與功能</p> <p>↓</p> <p>從科學原理解火箭的功能與作用，進一步分析火箭的實際飛行過程</p> <p>↓</p> <p>第二階段 - 構思設計</p> <p>構思火箭各個部分組成方法，使用軟體進行火箭的設計與模擬</p> <p>↓</p> <p>第三階段 - 實踐評估</p> <p>利用核心材料機具進行模型火箭實際製做</p> <p>↓</p> <p>最終飛行測試，利用公式計算飛行高度並記錄撰寫報告</p>  	<p><b>主題名稱：</b>航太運輸科技： 3-2-1 POP! 波波火箭樂</p>	<p><b>學科傾向：</b>生活科技、科學（理化）</p>
	<p><b>人造品：</b>航空太空飛行器模型的種類與用途 <b>系統：</b>進行航空太空飛行的動力系統原理與操控 <b>環境：</b>各種運輸形式區分-陸路、水路、航空、太空運輸</p>	
	<p><b>發展與使用人造品、系統以及環境</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 利用 Discovery 火箭影片以及書籍研究火箭相關資訊。</li> <li>● 激勵學生利用他們所獲得的知識進行活動作業設計。</li> <li>● 決定明確程序讓學生測試並修正他們的火箭。</li> </ul>	<p><b>預期目標（對應能力指標）：</b></p>
	<p><b>檢視材料</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 說明並示範手工機具的安全操作 -、剪鉗、熱熔膠槍、美工刀以及其它工具等。</li> <li>● 選擇製作火箭核心材料。</li> <li>● 強調資源有限避免浪費</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 認識航太運輸的型態。</li> <li>2. 了解火箭飛行的技術原理。</li> <li>3. 能將學習的牛頓運動原理運用在模型火箭的設計。</li> <li>4. 能運用三角學在火箭飛行的測量。</li> <li>5. 結合模擬軟體的運用進行設計與測試。</li> </ol> <p>（能力指標如對照表）</p>
	<p><b>發展與溝通構想</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 提供學生相關講義與設計活動單。</li> <li>● 記錄發展過程的改變。</li> <li>● 給予學生一對一必要的諮詢。</li> </ul>	
	<p><b>滿足需要與說明機會</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 讓學生領會航太科技在人類運輸世界的重要性</li> <li>● 使學生意識到航太運輸科技的需求層面。</li> </ul>	
	<p><b>跨學科領域課程：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 科學 - 牛頓運動定律、空氣動學、氣壓平衡概念。</li> <li>2. 數學 - 基本三角函數測高、運用速度公式計算、簡單代數。</li> </ol>	<p><b>資訊科技融入：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 以 SpaceCad 設計</li> </ol>  <ol style="list-style-type: none"> <li>2. 以 Rocketmodeler 預測藥柱火箭的飛行</li> </ol>  <ol style="list-style-type: none"> <li>3. 以 Water Rocket Fun 預測水火箭的飛行</li> </ol> 

## 伍、結語

學校教育中的課程是為教室中實際教學需要的一項計畫，也是在哲理中兼容並蓄了實踐的行動，唯有對其教學目的有清楚的理解與界定，課室中的各種學習活動才會顯出意義。科技教育作為一門新興的教育領域，其本身即具有一獨特的教育哲學可援引為課程的實際發展；對於從事科技教育者而言，不僅是需要理解科技教育的哲理，更重要的是要能同時將之應用到他們教育努力當中。

在《科技對科學教育的挑戰》一書的專章「學校中」科學 - 科技」關係的再造」中，作者 Layton(1993)論及英國學校課程組織，認為將科技納入一般教育課程之中至少有三種廣泛的途徑：

1. 科技和科學與數學同為學校中配置的分立學科；
2. 科技橫跨整個學校課程，所有學科依其可能範圍，提供學生科技能力的發展；
3. 科技和科學的結合。

由此可見，學生學習科技的活動最重要的資源，在於和學校中其它學習領域的統合，如運用科學的實驗方法、數學的運算判斷以及語文的閱讀與寫作等等，均有其融合的價值。因此，在學校科技與科學之間進行彼此互利的教學，縝密的調和鼎鼐的工作特別重要。誠如Leopp(1999)在討論實施整合課程的意涵時指陳，無論採取何種模式，勢將出現幾個公因數：

1. 教師們必須將過去主要以直導式為本質的教學理念改變為以建構主義為基礎的教學方法。
2. 教師們需要廣泛的課程領域的專業知能發展，並在建構主義導向的教學法上進行多方面的實際運用。
3. 教師們必須成為學習社群的一員；一方面和同儕共同改進教學，另一方面則在教學活動當中和學生共同解決問題。
4. 教師們需要有促進小組學習的能力，許多研究顯示學習是一種社會化的過程，學生可以在和同儕互動中學習到許多東西。
5. 教師們需要經營經驗導向的教學，包括教學資源的整理與保存；儀器、機器與設備的安全操作；並引導學生達成有效率的學習。
6. 教師們需要學習運用真實性評量的策略，諸如學習歷程檔案 ( portfolio )、能力測驗 ( performance exams )、以及清楚地記錄學生的學習進步。



7. 學校行政當局應時時注意必要的教學資源，並持續地提供教師們教學上所需要的援助。
8. 公開宣導，使社區與家長瞭解新的教育典範已起步。教育上的改變若未能形成共識，料將有不少的阻力。
9. 變革到統整課程需要系統化的重整，涵括師資培育、檢定、評鑑方式，學生的評量方式，以及教師資格更新的程序等。

### 參考文獻

- 傅偉勳 (1990)。 從創造的詮釋學到大乘佛學：哲學與宗教四集。臺北：東大。
- Bridges, 蔡清田譯 (2000)。英國課程統整的經驗反思。載於中正大學教育學院主編，新世紀的教育展望。高雄：麗文：
- Black P. (1998). An international overview of curricular approaches and models in technology education. *Journal of Technology Studies*, 14(1), 24-30.
- Black, P., & Harrison, G. (1985). In place of confusion: Technology and science in the school curriculum. UK: Nuffield Chelsea Curriculum Trust/ National Centre for School Technology, Trent Polytechnic.
- Candidates for ITEA Board of Directors. (1990). *The Technology Teacher*, 50(1), 12-14.
- Daugherty, M. & Wicklein, R. (1993). Mathematics, science, and technology teacher's perceptions of technology education. *Journal of Technology Education*, 4(2), 28-43.
- Gloeckner, G. (1991). The integration of science, mathematics and technology: Myth or dream? *Journal of Technology Education*, 2(2), 75-81.
- ITEA in action. (1993). *The Technology Teacher*, 53(2), 3.
- LaPorte, J. & Sanders, M. (1993). The T/S/M integration project. *The Technology Teacher*, 52(6), 17-21.
- LaPorte, J., & Sanders, M.(1996). *Technology, science, mathematics*. New York: Glenco/McGraw-Hill.
- Layton, D. (1993). Technology 's challenge to science education. Buckingham: Open University Press.
- Leopp, F. L.(1999). Models of curriculum integration. *Journal of Technology Studies*, 15(2), 21-25.

- Liao, T. T. (1998). Technological Literacy: Beyond Mathematics, Science, and Technology (MST) Integration. *Journal of Technology Studies, 24*(2), 52-54.
- Michigan State Board of Education (1991). *Michigan essential goals and objectives for science education (k-12)*. Lansing, MI: Author.
- Pearson, G. & Young, A. T. (2002). *Technologically speaking: Why all Americans need to know more about technology*. National Academy Press, Washington, D.C.
- Wicklein, R. C., & Schell, J. W. (1995). Case studies of multidisciplinary approaches to integrating mathematics, science and technology education. *Journal of Technology Education, 6*(2), 59-76.