

## 國小學生「設計與製作」素養之模組教學實踐~ 以「車」模組為例

張政義<sup>1</sup>、熊召弟<sup>2</sup>、甘漢銑<sup>3</sup>、許金發<sup>4</sup>、施秋梅<sup>5</sup>、石敏嘉<sup>5</sup>

<sup>1</sup>國立花蓮師範學院國民教育研究所博士班肄業（現任北縣興南國小教師）

<sup>2</sup>國立台北師範學院數理教育研究所教授兼所長

<sup>3</sup>台北市立師範學院數理教育研究所教授

<sup>4</sup>國立台北師範學院數理教育研究所碩士班研究生（現任北市明湖國小教師）

<sup>5</sup>國立台北師範學院數理教育研究所碩士班研究生

聯絡地址：國立台北師範學院數理教育研究所

聯絡電話：886-02-27321104~3305

電郵：[hsiong@tea.ntptc.edu.tw](mailto:hsiong@tea.ntptc.edu.tw)

收稿日期：二零零三年十月三十一日(於二零零四年三月二十三日再修定)

---

### 內容

#### 摘要

#### 壹、前言

##### 一、研究背景

##### 二、研究動機與目的

#### 貳、文獻探討

##### 一、「設計與製作」素養與 STS ( Science, Technology, and Society ) 理念

##### 二、模組的設計思考

##### 三、「車」模組之迴路設計程序 ( The design loop )

#### 參、研究方法

#### 肆、研究結果

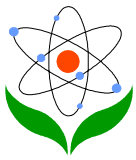
##### 一、迴路設計思考表徵「設計與製作」科技實踐的教學特色

##### 二、迴路設計思考構築最佳化網式迴路「設計製作」學習

#### 五、結論

#### 參考文獻

---



## 摘要

「設計與製作」是台灣九年一貫課程中「自然與生活科技領域」綱要的科學素養之一。本研究是由大學教授、研究生及小學教師共組的研究團隊，藉理論與實務的對話，合作發展一套涵育小學生「設計與製作」素養的教學模組。本模組提供設計迴路、鷹架式教學思考、五項創思元素之學習連結等的模組棟梁，並以激發兒童創意發明的教學活動「車」為例，說明實踐科學與科技相互輝映的教學可能性。

## 壹、前言

### 一、研究背景

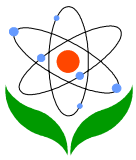
「設計與製作」是我國國民中小學九年一貫課程綱要《自然與生活科技》學習領域中科學與科技素養位階列序最高之一項。本研究乃以「設計與製作」為核心，由兩位師院科學教育教授、兩位小學自然科專家教師及兩位研究生，擬於三年的時間，發展適合三至六年級學生學習的教學材料之一（熊召弟，民 91；計畫編號：NSC91-2511-S- NSC91-2511-S-152-010），並希望在規劃及實際教學的多次測試循環下，提供實驗經驗及以成功智慧觀點為導向的成效評估。本研究在觀視「人」的向度上，透過教室的兩大主角--教師及學生的想法、作法，詮釋出設計與製作活動的教育意涵。

因此，「設計與製作」模組不只是提供靜態的模組課程示例而已，更積極的在研發及實施此課程模組歷程時，探究模組發展社群及教室中「教」與「學」主體對設計與製作認知的互動行為，以及附帶展現出個人、群體的價值觀等，用來探掘課程改革的真義。

### 二、研究動機與目的

本研究植基於建構主義理念，採用概念、視覺、組織、時空、輔助等五大元素為連結點的架構，做為進行設計與製作教學時鷹架選擇的思考基點，同時應用含具九大步驟的設計迴路，構築本教學模組之基本內容，包括生活機械、光聲世界、空中競技、電磁動力及測量工具等五個模組。

研究中之「車」模組屬於生活機械模組的中心教學活動，研究團隊希望透過「車」的科技設計來滿足學生需求以及解決問題（許學全等編譯，民 85；徐業良，民 90；吳嘉祥等譯，民 91），經由「車」模組的科學探究（scientific inquiry）歷程，連結學科、學生及社會（生活）三個基點作為築建課程開發決策之基礎（王斌華，民 89，pp.31-37），使科學（Science）和科技（Technology）得以並列成為學校的



課程之一 (Fensham, 1992; 教育部, 民 92)。

## 貳、文獻探討

程樹德 (民 89) 指出「設計與製作」是日常生活以及科學探究歷程不可或缺的一環。學生的設計構思及製作活動的學習，因此成為現今學校自然科學不可忽視的學習內容。本研究在「設計與製作」素養的關切中，就 STS 理念、模組的設計思考、「車」模組迴路設計程序 (The design loop) 加以探究。

### 一、「設計與製作」素養與 STS (Science, Technology, and Society) 理念

STS 理論認為「科學不僅是知識，它亦是過程方法、態度、創造力以及應用等五個領域的綜合體」(Yager, 1994)。因此，STS 之教學讓學生探索、分析並把概念與方法運用到真實的情境中 (王美芬、熊召弟, 民 85)。「設計與製作」素養根植 STS 之理念，呼應 Roy (2000) 所說的以「人的關懷」為主的科學知識形成歷程，以及 Roth (1998) 的設計及設計活動 (Design and Designing) 的特徵，呈現建構主義認知同化及調適作用相互交替使用之兩個原理 (王美芬、熊召弟, 民 85)。

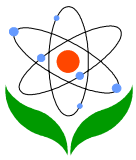
學生經由融入 STS 教學理念的「設計與製作」學習歷程，自我建立可以被認同的科學概念體系，成為主動的學習者 (王美芬、熊召弟, 民 85)。學生透過討論、腦力激盪，發展提出問題、可能的解決方法、收集相關資訊、進行實驗的活動，由知識的使用者躍升為問題的解決者，足以激化教室社群的認知互動行為 (王美芬、熊召弟, 民 85)，而呈現個人與群體學習的價值觀。

### 二、模組的設計思考

#### (一)「模組」(instructional module) 的理念

「教學模組」之名稱，近年來在我國自然科學教育上用得非常普通，它可說是一種「主題式」的教學 (陳嘉成, 民 91)，而這標榜的主題，可以是「解決問題」、「社會爭論議題」、「科學、科技生活」、「概念核心」等為主的模組 (楊榮祥, 民 84; 黃茂在、陳文典, 民 89; 陳文典, 民 90)。教學模組由觀察情境、察覺問題、引導討論、確定問題、分工合作、進行探究、分享經驗、整合成果、綜合評鑑、推廣應用的模組發展流程，架構主題式教學的基本形態 (教育部, 民 91)，透過層級、連結與方式等三個面向與課程規劃內涵的轉化 (陳文典, 民 89; 陳嘉成, 民 91)，呈現有效度的「設計與製作」模組轉化範本，以有助教師與學生能夠因時、因地制宜，選擇適當模組來教學，落實九年一貫課程之課程統整及教材鄉土化的目標。

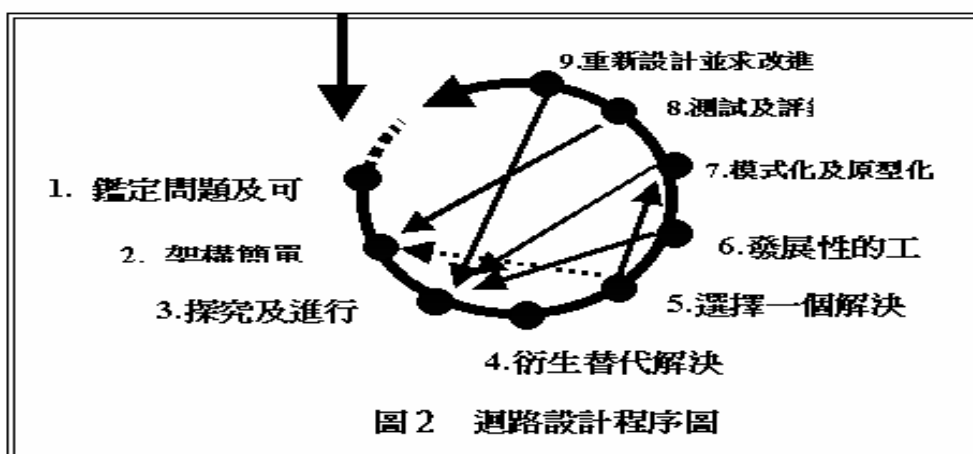
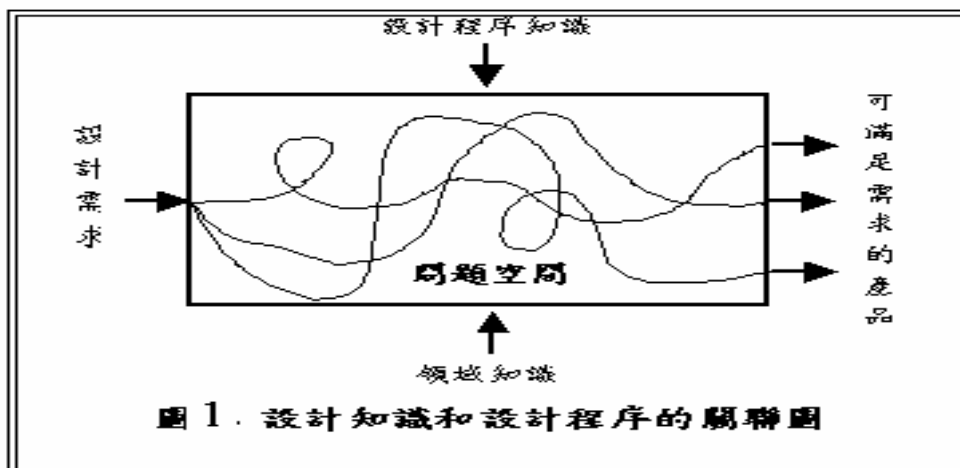
#### (二) 模組的發展指標



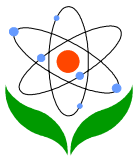
本研究是以「車」模組為「設計與製作」之中心教學活動示例，學生有宜達成之學習目標及學生在「設計與製作」歷程表現。針對這些具體的行動目標，發展能夠評鑑模組規劃以及評量學生學習能力的指標；同時這也可成為發展該模組的教學目標。

### 三、「車」模組之迴路設計程序 (The design loop)

Ullman (1992) 認為設計工作性質不同、設計計畫規模的大小，其所需的「領域知識 (domain knowledge)」（各種專業知識）與「程序知識 (process knowledge)」都有所不同。當人面對一項問題時，從問題解決開始，到獲得解決方案間的所有可能性成為「問題空間」 (problem space) (王昭仁譯，民 88)，「問題空間」中各項可能解決方案使設計知識和設計程序相互關聯 (圖 1)。Hutchinson 和 Karsnitz (1997) 提出九個程序步驟 (圖 2)，依迴路循環思考做為深化「設計與製作」教學發展的進路。



本研究從眾多問題求解的設計思考體系中 (Cross,1994；許政和，民 91；吳嘉祥

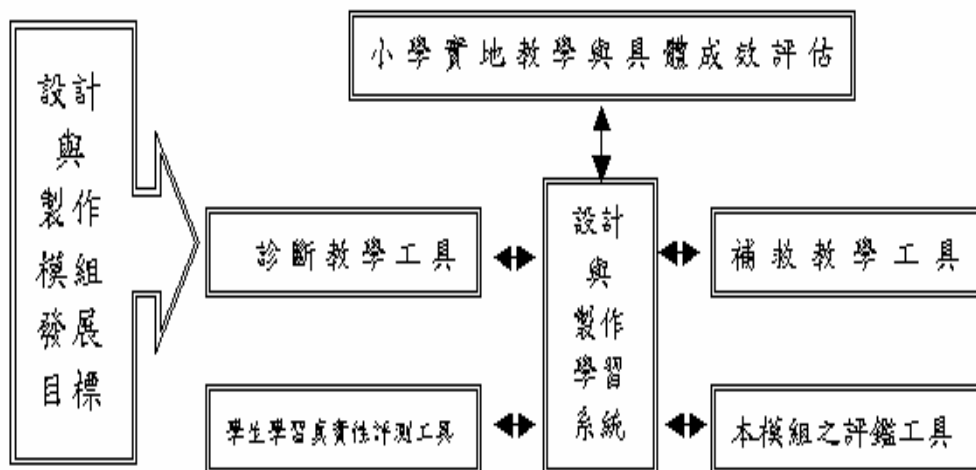


等譯，民 91)，以迴路設計程序為本思考與指導架構，在設計知識和設計程序的關聯建構中，循環內化「問題解決」思維形式，做為「設計與製作」中「車」模組教學發展參考。

Ullman (1992) 認為設計工作性質不同、設計計畫規模的大小，其所需的「領域知識(domain knowledge)」(各種專業知識)與「程序知識(process knowledge)」都有所不同。當人面對一項問題時，從問題解決開始，到獲得解決方案間的所有可能性成為「問題空間」(problem space)(王昭仁譯，民 88)，「問題空間」中各項可能解決方案使設計知識和設計程序相互關聯(圖 1)。Hutchinson 和 Karsnitz (1997) 提出九個程序步驟(圖 2)，依迴路循環思考做為深化「設計與製作」教學發展的進路。

## 參、研究方法

本研究群由定期開會、分析文獻與相關檔案資料，構築模組架構與理論基礎，完成初步模組課程規劃，並透過實際教學的循環測試，獲得「設計與製作」教學活動中教師及學生的想法、作法，來詮釋現象及待增強的焦點。本研究同時依「設計與製作」模組發展目標與內涵，結合領域主題、次主題及核心科學概念，在模組架構下，先期以「生活機械之車模組」為主軸，參考九年一貫課程之「設計與製作」能力指標，形成研究暨教學轉換基礎，其構想及發展流程如下圖(圖 3)：



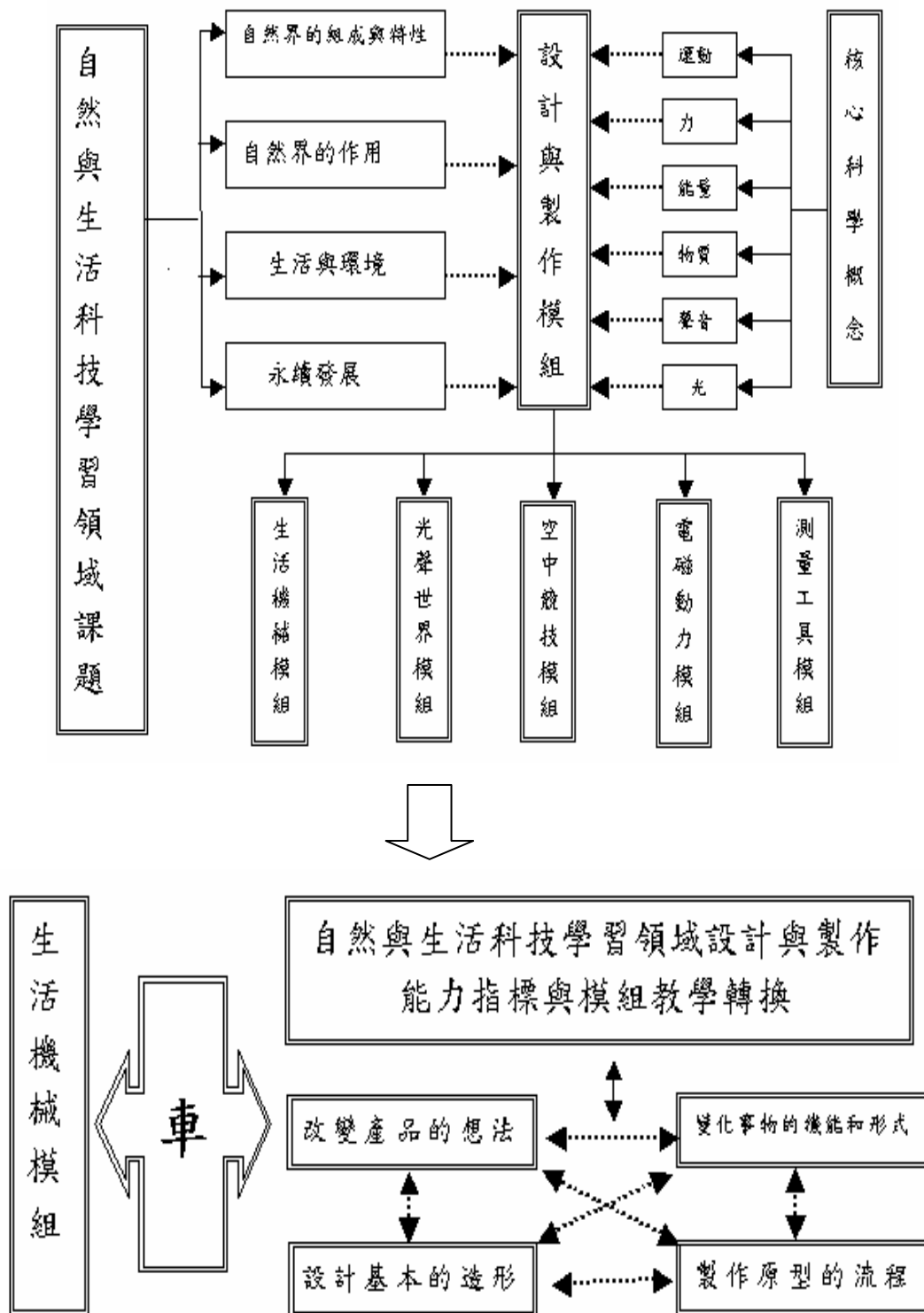
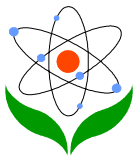
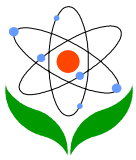


圖 3 設計與製作之「車」模組研究暨教學轉換構想圖

本研究從眾多問題求解的設計思考體系中 (Cross,1994；許政和，民 91；吳嘉祥等譯，民 91)，以迴路設計程序為本思考與指導架構，在設計知識和設計程序的關聯建構中，循環內化「問題解決」思維形式，做為「設計與製作」中「車」模組教學發展參考。



## 肆、研究結果

「車」模組針對學生認知發展過程與興趣能力，由設計迴路程序提供多樣化且與日常真實生活情境相關的設計與製作之學習內容（教育部，民 92）。使學生可以在有趣的情境中，以漸進的方式學習科學，而有如下的發展結果：

### 一、迴路設計思考表徵「設計與製作」科技實踐的教學特色

模組教學活動設計融入五種組合元素連結迴路設計教學思考，在兩次試教「生活機械模組」-「車」「動力車」主題設計活動中，教師思考「學生中心」之需求，以學生關切（concern）的「生活議題（車）科技需求 應用科學 基礎科學」為核心，轉換九年一貫課程「設計與製作」能力指標，讓技術系統的構思落實在教學實踐中，透過培育學生「設計與製作素養」，呈現有效度的三期教學轉化思考（如圖 4）。

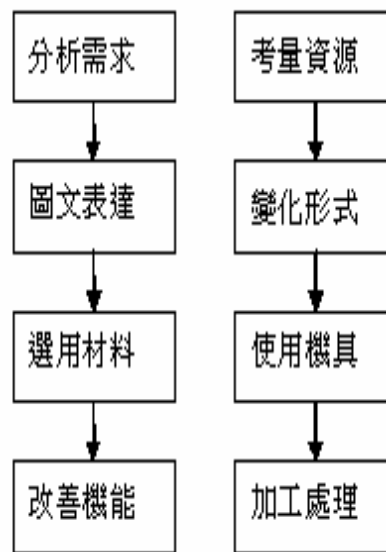
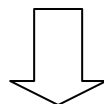


圖 4-1 培養設計與製作素養教學活動教師初期構思圖



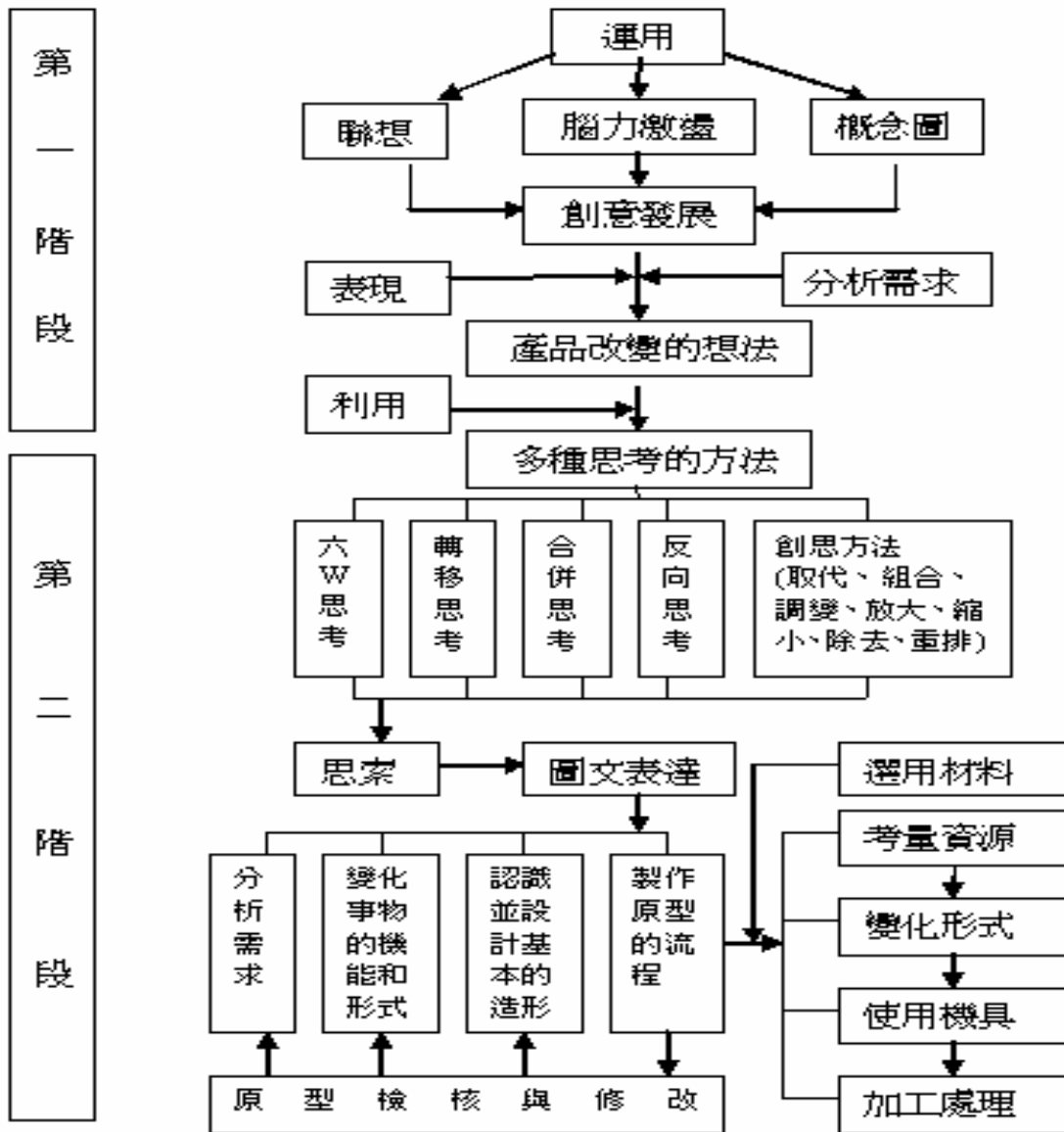
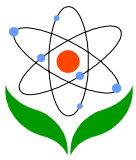
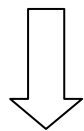


圖 4-2 培養設計與製作素養教學活動教師中期構思





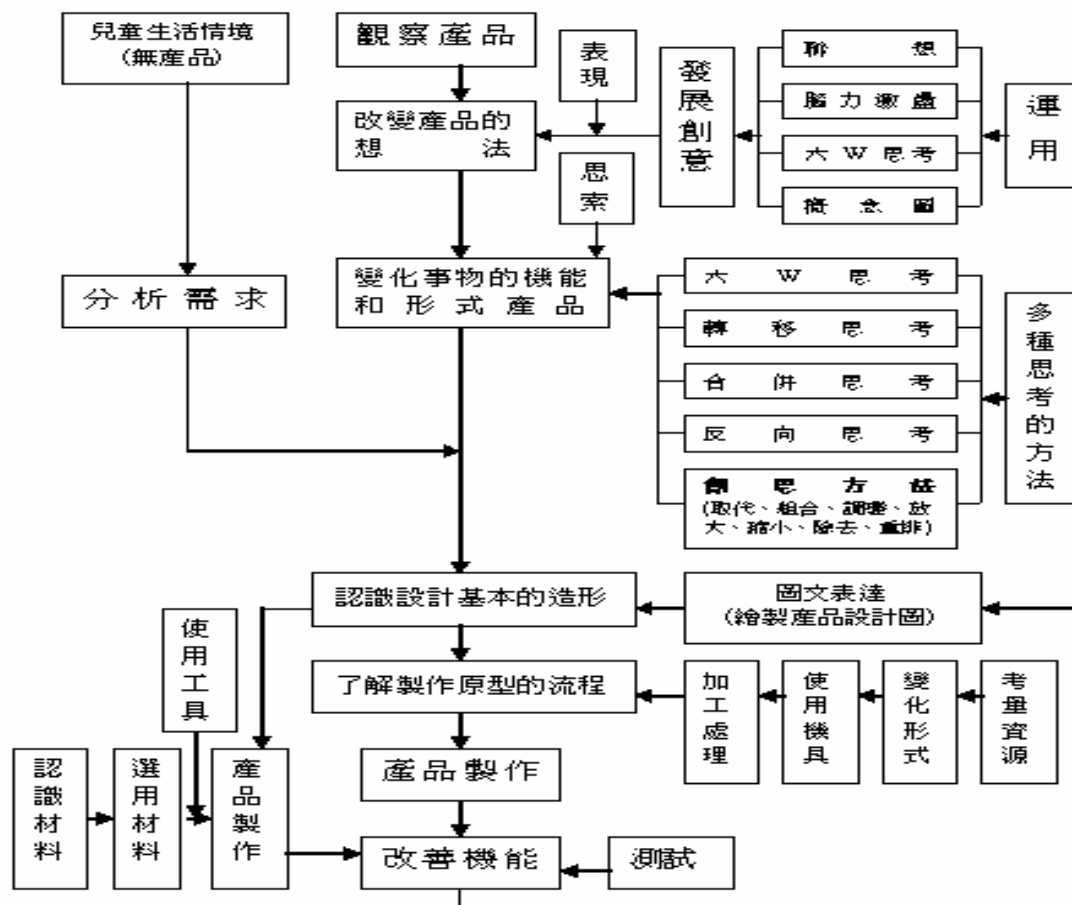
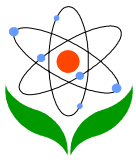


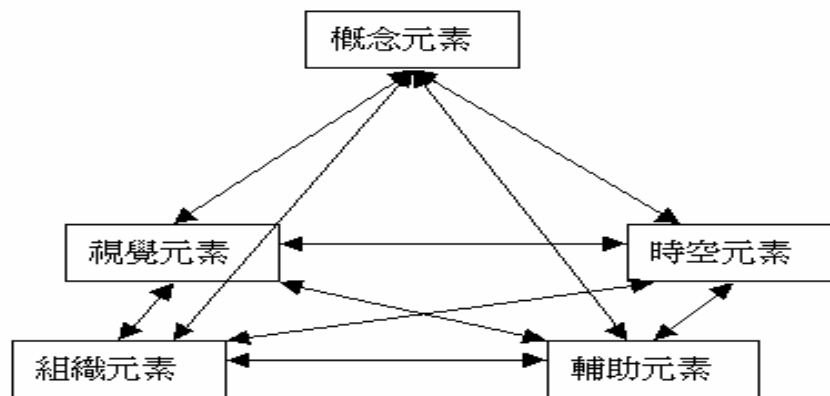
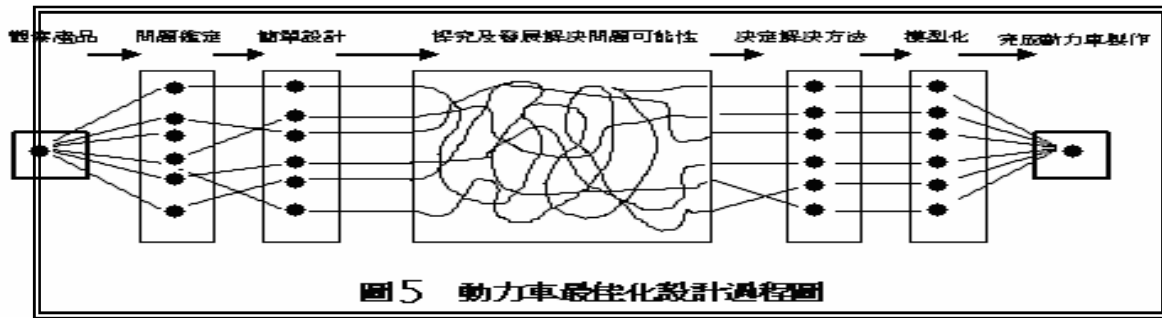
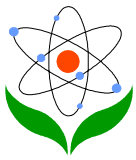
圖 4-3 培養設計與製作素養教學活動教師後期構思圖

圖 4 教師之「車」模組教學轉化思考過程圖

本研究從眾多問題求解的設計思考體系中 (Cross,1994; 許政和, 民 91; 吳嘉祥等譯, 民 91), 以迴路設計程序為本思考與指導架構, 在設計知識和設計程序的關聯建構中, 循環內化「問題解決」思維形式, 做為「設計與製作」中「車」模組教學發展參考。

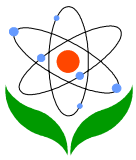
## 二、迴路設計思考構築最佳化網式迴路「設計製作」學習

學生在教學活動中進行問題探索, 能想辦法「設計製作」並透過概念中心之「元素組合結構」互動連結 (圖 6), 完成與改良自製的玩具車。學生發想「一輛玩具車可能包括哪些構造」、「怎樣才能自己設計與製作玩具車」、「玩具車靠什麼力量移動」、「玩具車移動的力量可以分成哪兩類」、「為什麼這樣?」(學生學習心得-S4920816, S4920825), 在「改變產品的想法」、「設計基本的造形」、「變換事物的機能和形式」、「製作原型的流程」的網狀迴路學習思考間構築最佳化「車」、「動力車」的設計製作 (圖 5, 圖 7)。



## 五、結論

本研究之「設計與製作-車」教學模組，是根據台灣九年一貫課程綱要內容及相關科學教育課程設計理論，建構具發展性的教學模組。由於模組教學呈現科技實



踐與最佳化「設計製作」學習的有效建構「模組」教學轉化。因此「設計與製作」能力的深入發展，可依照（1）五大元素連結點及（2）設計迴路的概念，由靜態的模組課程發展社群及教室中教與學主體對設計與製作認知的互動行為，來增加教師及學生的科學與科技素養 (Cajas, 2001)。在自然與人造 (designed world) 的兩個世界中，人們會透過「設計」來反應人類在物質文化以及人類活動交織的關心目標與經驗 (Roth, 1998, p.16)，並在設計歷程活動中實踐人類的期望，因此「設計與製作」素養的培育顯然是當代基礎科學教育應重視的學習。

## 參考文獻

### 一、中文部分

王美芬、熊召弟 (民 85)。國民小學自然科教材教法。台北：心理。

王斌華 (民 89)。校本課程論。中國：上海教育出版社。

王昭仁譯 (民 88)。設計思考。台北：建築情報。

吳嘉祥等譯 (民 91)。機械元件設計。原著：M.F.Spotts T.E.Shoup. 台北：高立。

徐業良 (民 90)。機械設計。台北：全華。

許政和 (民 91)。機構構造設計學。台北：高立。

教育部 (民 91)。自然與生活科技學習領域課程教學示例。第 1235 期九年一貫課程深根計畫種子教師研習。自然與生活科技學習領域教學研究輔導小組。

教育部 (民 92)。九年一貫課程綱要。教育部印。

陳嘉成 (民 91)。自然與生活科技領域配合基本能力與科學素養之單元模組發展模式之探究。Available (2002/10/25) :

<http://www.nknu.edu.tw/~edu/item/item7-article.file/item7-article1.htm>

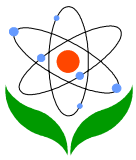
楊榮祥 (民 84)。教育部委辦國中數學及自然科學生活化實驗設計學習模組的研究開發與推廣計畫 (生物、化學、地球科學、物理)。國立台灣師範大學科教中心。

黃茂在、陳文典 (民 89)。由教學模組看 - 「自然與生活科技」學習領域之教學。九年一貫課程的教與學，75-85。教育部台灣省國民校教師研習會編印。

陳文典 (民 90)。國民中小學自然的教學與教材。國民中小學九年一貫課程政策與執行整合研討會 - 生活課程、自然與生活科技，76-92。教育部台灣省國民學校教師研習會。

程樹德譯 (民 89)。研究科學的第一步—給年輕探索者的建議。台北市：究竟。

熊召弟 (民 91)。國民小學生活化之自然與生活科技課程發展與評鑑「設計與製作」研究。



行政院國家科學委員會專題研究計畫，未發表。

熊召弟等譯(民91)。科學學習心理學。原著：S.M. Glynn, R.H. Yeany & B.K. Britton. 台北：心理。

許學全等編譯(民85)。物理。原著者，Paul G. Hewitt。台北：文京。

## 二、英文部分

Cross, N. (1994). *Engineering Design Methods*, 2nd ed. John Wiley & Sons.

Fernando Cajas (2001). The Science/Technology Interaction: Implications for Science Literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, VOL.38, NO.7, pp.715-729.

Fensham, P.J. (1992). Science and Technology. In Jackson, P.W. (1992). *Handbook of Research on Curriculum*: New York, MacMillan Publishing Company.

Hutchinson & Karsnitz (1997). *Design and Problem Solving in Technology*. Glencoe/McGraw-Hill.

National Research Council (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.

Roth, W-M. (1998). *Designing communities*. London: Kluwer Academic Publisher.

Roy, R. (2000). Real science education: replacing “ PCB ” with Science through STS throughout all levels of K-12 “ materials ” as one approach. In Kumar, D.D., & Chubin, D.E. (2000). *Science, Technology, and Society: A Sourcebook on Research and Practice*. New York: Kluwer academic/Plenum Publishers. PP.9-19.

Ullman, D. G. (1992). *The Mechanical Design Process*. McGraw-Hill.

Yager, R. E. (1994). *Workshop on Science/ Technology/ Society (STS) Approach in Science Education*. Science Education Center, NTNU, Taipei, Taiwan, R.O.C.