

國立臺灣師範大學工業科技教育學系
碩士論文

TRIZ 設計教學對高中學生產品創新影響
之研究

研 究 生：林 建 志

指導教授：張 玉 山

中 華 民 國 九 十 八 年 六 月

謝 誌

羔羊尚知跪乳，烏鴉尚知反哺，能夠完成這本書，首先當然是要感謝我父母。如果沒有他們，我想我可能會不夠努力而落榜重考吧，因此，為了歌頌我父母的偉大，我將他們放在我第一個要感謝的人。除了家人之外，最重要的當然還是不停為我修改論文及指導我論文方向的大老闆，張玉山老師。論文之路總是需要多方面思考的，也因此讓我在這條路上總是遇到瓶頸而不知如何向前，還好有老師適當的推我一把，讓我得以了解該往何處前進，這本論文才能順利完成。除了張大老闆以外，游光昭老師也是一定要感謝的偉大老師之一。如果不是在一年級上過游老師的課，我想我的邏輯能力在寫論文前的邏輯能力還是會不夠，當然論文之路也會走的更加崎嶇。另外，也很感謝論文計畫口試委員游光昭老師、李大偉老師以及論文初稿口試委員侯世光老師、魏炎順老師，在口試過程中所給予的寶貴意見，還有育禎學姐在實驗過程後所給予建議，讓這本論文內容更為完善。

接下來，就是要感謝這兩年來出現在我身邊的夥伴了！首先登場的是我的好朋友，神來一筆玄流、日光普照壘哥、三國奇才小玥及為反對而反對chadwick，感謝你們陪我吃喝玩樂，讓我的二年研究生涯過的如此精彩。沒有被我提名的人不代表我不重視你們，而是我把你們放在我心上。

最後，要感謝陪我走了好久的玫棋。那麼有耐心聽我抱怨研究所、論文的事情，當然還包含了聽我碎碎念很多雜事，而且還會突擊我在台北的生活，總是讓我有意思不到的驚喜啊。幸好有你的支持與陪伴，才能讓我可以一路走過來。這本論文的完成，真的不只我一個人的力量，還有許許多多的人在背後支持我、給我幫助。所以最後真的要好好的說一聲，謝謝你們！

TRIZ 設計教學對高中學生產品創新影響之研究

研究生：林建志

指導教授：張玉山

中文摘要

本研究旨在探討 TRIZ 設計方法在高中學生，構想創意、產品創意及產品創新表現的影響。本研究旨在探討 TRIZ 設計方法之相關理論，依此設計教學活動並實施教學實驗，以準實驗研究法探討不同的教學模式對高中生構想創意、產品創意及產品創新表現的效果，作為日後生活科技教學與未來研究之參考。

本研究的研究對象為台北縣某高級中學 80 位一年級學生，透過教學活動，以學習單的方式紀錄學生之構想歷程，並分析學生在構想創意及產品創意之表現。回收後的資料，以描述性統計及獨立樣本 t 檢定分析探討其間的顯著性。主要研究結果包括：

1. TRIZ 設計教學對整體構想創意不會產生影響，但是在「構想可行」，會有正面的效果。
2. TRIZ 設計教學對產品創意的「製作」及「造型」不會產生影響，但是在產品創意的「傳動」及「性能」，會有正面的效果。
3. TRIZ 設計教學對高中學生「產品創新表現」不會產生影響。

最後，本研究根據研究發現，提出建議事項，供相關單位人員在教學應用及學術研究之參考。

關鍵字：構想創意、產品創意、產品創新、TRIZ。

A Study of effects of TRIZ activities on students’ product innovation

Author: Jian-Jhih, Lin

Advisor: Yu-Shan, Chang

Abstract

TRIZ was a Russian acronym for "Theory of Inventive Problem Solving." This research examined the effects of a TRIZ based product innovation activity designed to improve the product innovation performance of students in design creativity and product creativity. A product innovation learning activity based on TRIZ concepts was developed for this study. A quasi-experimental design was adapted to teaching experiment in a senior high school in Taipei county. There were 80 senior high school students participated in this study. Participants in the study were asked to fill out worksheets and create a solar model car. By evaluating both of the worksheets and the products, the subsequent independent sample T test revealed that :

1. There were no statistically significant differences on participant student’s design creativity, there were statistically significant differences found in design practicability.
2. There were no statistically significant differences on participant student’s product creativity, there were statistically significant differences found in transmission design and function design.
3. There were no statistically significant differences on participant student’s product innovation.

Finally, some suggestions were proposed for teachers, relative educational institutions, and further study.

Keywords : Design creativity, Product creativity, Product innovation, TRIZ.

目 錄

謝 誌	I
中文摘要	III
英文摘要	V
目 錄	VII
表 次	IX
圖 次	XIII
第一章 緒論	1
第一節 研究動機	1
第二節 研究目的與待答問題	4
第三節 研究範圍與限制	5
第四節 重要名詞解釋	7
第二章 文獻探討	9
第一節 產品創新	9
第二節 TRIZ 設計方法	19
第三節 節能減碳的 TRIZ 活動設計	34
第三章 研究方法	47
第一節 研究架構	47
第二節 研究對象	50
第三節 研究方法與步驟	52
第四節 研究工具	54
第五節 資料處理與分析	63
第四章 分析與討論	65
第一節 TRIZ 設計教學對構想創意的影響	65
第二節 TRIZ 設計教學對產品創意的影響	83

第三節	TRIZ 設計教學對產品創新表現的影響.....	90
第四節	綜合討論.....	92
第五章	結論與建議.....	101
第一節	結論.....	102
第二節	建議.....	105
參考文獻		108
一、中文部份		108
二、外文部份		114
附 錄		117
附錄一	節能減碳 TRIZ 活動設計－太陽能驅動車.....	119
附錄二	TRIZ 設計教學學習單.....	124
附錄三	傳統講述教學學習單.....	135
附錄四	構想創意評量表.....	144
附錄五	產品創意評量表.....	146
附錄六	學生學習單暨作品照片.....	147

表 次

表 2-1	產品創新的概念、主張學者及定義.....	11
表 2-2	產品創新的衡量構面.....	13
表 2-3	TRIZ 應用相關研究.....	26
表 2-3	TRIZ 應用相關研究(續).....	27
表 2-4	TRIZ 與其他理論結合之研究.....	28
表 2-4	TRIZ 與其他理論結合之研究(續).....	29
表 2-5	近五年有關 TRIZ 國科會研究成案報告.....	30
表 2-5	近五年有關 TRIZ 國科會研究成案報告(續).....	31
表 2-6	近五年有關 TRIZ 英文文獻整理.....	31
表 2-6	近五年有關 TRIZ 英文文獻整理(續).....	32
表 2-6	近五年有關 TRIZ 英文文獻整理(續).....	33
表 2-7	近五年 TRIZ 研究概況分類.....	33
表 2-8	節能減碳執行策略.....	36
表 2-8	節能減碳執行策略(續).....	37
表 2-8	節能減碳執行策略(續).....	38
表 2-9	節能減碳內容彙總表.....	39
表 3-1	研究時程計畫表.....	56
表 3-2	產品創意評分者一致性.....	60
表 3-3	評量項目與整體構想創意分數的一致性.....	61
表 3-4	產品創意評分者一致性.....	62
表 3-5	評量項目與整體產品創意分數的一致性.....	62
表 4-1	實驗組與控制組學生在構想創意「奇特性」的平均數與標準差	65
表 4-2	實驗組與控制組學生在奇特性「材料」方面的獨立樣本 t 檢定	

摘要	66
表 4-3 實驗組與控制組學生在奇特性「造型」方面的獨立樣本 t 檢定摘要	67
表 4-4 實驗組與控制組學生在奇特性「結構」方面的獨立樣本 t 檢定摘要	68
表 4-5 實驗組與控制組學生在「奇特性」方面的獨立樣本 t 檢定摘要	69
表 4-6 實驗組與控制組學生在構想創意「新穎性」的平均數與標準差	70
表 4-7 實驗組與控制組學生在新穎性「原創」方面的獨立樣本 t 檢定摘要	71
表 4-8 實驗組與控制組學生在新穎性「少見」方面的獨立樣本 t 檢定摘要	72
表 4-9 實驗組與控制組學生在「新穎性」方面的獨立樣本 t 檢定摘要	73
表 4-10 實驗組與控制組學生在構想創意「可行性」的平均數與標準差	74
表 4-11 實驗組與控制組學生在可行性「構想可行」方面的獨立樣本 t 檢定摘要	74
表 4-12 實驗組與控制組學生在可行性「精密完整」方面的獨立樣本 t 檢定摘要	75
表 4-13 實驗組與控制組學生在「可行性」方面的獨立樣本 t 檢定摘要	76
表 4-14 實驗組與控制組學生在構想創意「價值性」的平均數與標準差	77
表 4-15 實驗組與控制組學生在價值性「精緻美觀」方面的獨立樣本 t 檢	

定摘要	78
表 4-16 實驗組與控制組學生在價值性「功能強大」方面的獨立樣本 t 檢 定摘要	79
表 4-17 實驗組與控制組學生在價值性「多用途」方面的獨立樣本 t 檢 定摘要	80
表 4-18 實驗組與控制組學生在「價值性」方面的獨立樣本 t 檢定摘要	81
表 4-19 實驗組與控制組學生在「整體構想創意」的平均數與標準差	81
表 4-20 實驗組與控制組學生在「整體構想創意」方面的獨立樣本 t 檢 定摘要	82
表 4-21 實驗組與控制組學生在產品創意「製作」的平均數與標準差	83
表 4-22 實驗組與控制組學生在「製作」方面的獨立樣本 t 檢定摘要	83
表 4-23 實驗組與控制組學生在產品創意「造型」的平均數與標準差	84
表 4-24 實驗組與控制組學生在「造型」方面的獨立樣本 t 檢定摘要	85
表 4-25 實驗組與控制組學生在產品創意「傳動」的平均數與標準差	86
表 4-26 實驗組與控制組學生在「傳動」方面的獨立樣本 T 檢定摘要	86
表 4-27 實驗組與控制組學生在產品創意「性能」的平均數與標準差	87
表 4-28 實驗組與控制組學生在「性能」方面的獨立樣本 t 檢定摘要	87

表 4-29	實驗組與控制組學生在「整體產品創意」的平均數與標準差	88
表 4-30	實驗組與控制組學生在「整體產品創意」方面的獨立樣本 t 檢 定摘要	89
表 4-31	實驗組與控制組學生在「產品創新表現」的平均數與標準差	90
表 4-32	實驗組與控制組學生在「產品創新表現」的獨立樣本 t 檢定摘 要	90

圖 次

圖 2-1	技術創造思考型式的架構.....	15
圖 2-2	產品創新表現之整體分析架構圖.....	18
圖 2-3	Pugh's Concept Selection Method	21
圖 2-4	節能減碳理論架構圖.....	40
圖 2-5	節能減碳活動的內容模式.....	45
圖 2-6	節能減碳 TRIZ 設計程序模式.....	46
圖 3-1	研究架構.....	48
圖 3-2	研究步驟.....	53
圖 3-3	節能減碳 TRIZ 活動設計.....	55

第一章 緒論

本章內容將分別闡述本研究之研究動機與目的、研究限制與待答問題。共分四節，第一節是研究動機，第二節為研究目的與待答問題，第三節為研究範圍與限制，第四節則是 TRIZ、產品創新、構想創意與產品創意之名詞釋義。

第一節 研究動機

一、產品創新是產業發展的要件

創造力教育是當前國際社會所共同關注的課題。就如英國財經部所指出的，創造力是更高產值、更高經濟效益的關鍵(The united kingdom's economics and finance ministry, 2007)。既然創造力在未來產業發展中將扮演重要的角色，亦即今後應朝向開發與培養創作面的教育，採用啟發性發問技巧，引發好奇心，誘導開放性思考。在產業創新角度來看，為提升產業競爭力，需利用科技創新、技術創新、產業創新逐漸注入創造力以加強產業基礎(李大偉、張玉山，2000)。因此在各教育階段中，積極培養學生的創造力，已是個人與國家整體的共同企求。

對於新產品的創新，不同的學者或專家皆有著不同的認知與做法，其中 Kuczmarski(1992)將產品創新開發流程分為四個階段。第一是創意探索與發展階段(Idea exploration and concept development);第二是構想篩選及排序分析階段(Screening and ranking analysis);第三是雛型發展與產品測試階段(Prototype development and product testing);第四是試銷及商品化階段(Market test and commercialization)。由這四個階段可知，除了第一階段，其他三階段都是用來發展創意的價值，創意便是產品創新的基石。而產業之間要較量，不外乎較量產品、市場、合作夥伴、行銷定位(施振榮，2000)，產業為了與同業較量產品效能，便需積極進行產品創新，產品創新便成了產業發展的重要關鍵。因此，在生活科技課程

中，除了培養學生對科技的認知、能力、態度之外，更應當進一步提升學生的創新能力。

二、TRIZ 設計方法是有效創新的方法

設計教學是科技創新的基礎。英國的財經部指出，創意是新點子的激發，不管是新的發明或新的應用方式；創新是對新點子加以開發應用 (exploitation)，將新點子化為新產品、新服務、或是新的企業運作模式；而設計就是創意與創新中間的橋樑，它將新點子予以具體化、務實化(The united kingdom's economics and finance ministry, 2007)。因此，有效的設計教學應該能鼓勵學生激發創意，並將創新的點子加以具體呈現。

此外，由四十萬件專利發明經驗所發展出來的 TRIZ 方法(陳家豪、劉志成，2003)，著重在解決科技與工程問題，以獲得產品創新的有效途徑，融入於設計教學中，應能建立一套系統化的創意設計教學，其 TRIZ 系統化的設計方法，對產品創新的提升，可能也會有更具體的成效。

Altshuller (1999) 指出雖然 TRIZ 比較偏向工程領域的創新方法，但他強調 TRIZ 不僅只於工程領域，日常生活仍有許多常例可說明其適用性，如 pizza 的盒子-既要保溫又要 pizza 的餅皮保持酥脆，所有的問題都在有衝突的理念，試著解決矛盾點而產生創新的想法。因此本研究希望藉由 TRIZ 理論進行教學活動教案設計，考量高中學生創造性、可行性，並考量是否符合現今教學環境的要求。

三、高中生活科技課程的重要性

International Technology Education Association (2005)指出科技教育是學校專門設計幫助學生擴展科技知識，而科技素養是一種懂得去運用、管理、評估進而了解科技知識的能力，科技教育便是發展科技素養的最佳途徑。在台灣，現行高中「生活科技」課程欲達成之教育目標旨在協助學生理解科技、科學與社會三者的互動關係，發展學生善用科技

知能、創造思考，以及解決問題的能力，以培養學生正確的科技觀念和態度，並啟發對科技研究與發展的興趣，使其成為具有國家意識與國際視野之現代國民。教育部（2008）擬定之普通高級中學生活科技課程綱要旨在於強化中小學課程的連貫與統整，銜接九年一貫生活科技課程，進而呼應普通高級中學生活科技課程內涵，期望教學與生活的連結，讓學生從生活的經驗，體認生活科技的重要性與實用性。並強調「動手做」的能力，著重創新設計與專題製作，加強學生統整化的學習，運用創新設計的理念，結合領域知識，達成學習的目的，又產品創新是創新的一種，因此以 TRIZ（創新發明問題解決理論）為方法，培養學生產品創新表現，對高中生活科技也具有一定程度的重要性。

有鑑於此，本研究希望藉由「TRIZ 設計方法」的觀點，配合教育部普通高級中學課程綱要生活科技領域中「設計與製作」相關之能力指標，規劃一個適合高中生使用的「生活科技 TRIZ 設計教學課程」，希望能同時兼顧教師教學策略的使用及學生學習狀況的調整，促進學生的學習，讓學生的學習更加的無負擔，達到學習目標，將所學得的能力帶著走。

第二節 研究目的與待答問題

一、研究目的

基於前述的研究背景，本研究旨在探討 TRIZ 設計教學對高中學生產品創新的影響，並根據研究結果提出建議，做為教師日後發展學生產品創新表現之參考。因此，本研究的研究目的包括以下三項：

- (一)分析「TRIZ 設計教學」對構想創意的影響。
- (二)分析「TRIZ 設計教學」對產品創意的影響。
- (三)探討「TRIZ 設計教學」對產品創新表現的影響。

二、待答問題

根據上述的研究目的，本研究主要探討的問題如下：

- 1.1「TRIZ 設計教學」對高中學生構想創意奇特性是否產生影響？
- 1.2「TRIZ 設計教學」對高中學生構想創意新穎性是否產生影響？
- 1.3「TRIZ 設計教學」對高中學生構想創意可行性是否產生影響？
- 1.4「TRIZ 設計教學」對高中學生構想創意價值性是否產生影響？
- 2.1「TRIZ 設計教學」對高中學生產品創意的製作是否產生影響？
- 2.2「TRIZ 設計教學」對高中學生產品創意的造型是否產生影響？
- 2.3「TRIZ 設計教學」對高中學生產品創意的傳動是否產生影響？
- 2.4「TRIZ 設計教學」對高中學生產品創意的性能是否產生影響？
- 3.1「TRIZ 設計教學」對高中學生的產品創新表現是否產生影響？

第三節 研究範圍與限制

一、研究範圍

由於 TRIZ 設計教學法包含了四種主要工具與方法，分別為(1)39 矛盾矩陣與 40 創新解題原則；(2)物質、場分析與 76 項標準解決方法；(3)科學與技術效應數據庫；(4)ARIZ；而本篇論文所探討與研究之 TRIZ 法，僅將範圍限制於「39 矛盾矩陣與 40 創新解題原則」。

在 TRIZ 設計教學法的 39 矛盾矩陣與 40 創新解題原則，本研究僅將 Altshuller(1999)所撰寫之原文加以翻譯與解釋，整合數個教學模組，形成一個完整的教學單元活動(主題活動)，這些主題活動的結合，將組成一個完整的教材內容，提供學生完整的學習。

二、研究限制

由於本研究以準實驗研究法來評估「TRIZ 設計教學」的成效，主要針對某個特定範圍做探討，包括教學對象、教學課程、教學成效於產品創新之學習均有特定的範圍，因此在推論研究結果時可能有其限制，分別說明如下。

(一)教學對象：

- 1.本研究之實驗教學對象為高中一年級學生，對於其他年級學生與非該學校的學生並未探討。
- 2.本研究之實驗教學對象為台北縣市學生，與其他地區有多方面的差異，公私立學校之間也有學習風氣的不同，研究結果不應做過於寬廣的推論。
- 3.本研究之實驗教學對象之個別差異，學生的語文能力、視圖辨別能力、與學生是否有接受過實作的課程訓練等，都會影響學生的表現，個別差異並未列入研究考量。

(二)教學課程：

本研究之實驗教學內容為高中自然與生活科技領域「能源與動力科技」單元，對於其他科目並未探討。

第四節 重要名詞解釋

一、構想創意

構想創意（designing creativity）指的是「確定設計產品的目的與條件、有關設計目標與條件的分析研究、資料蒐集、新組合的階段、讓考慮過的問題產生發酵作用、決定設計形態、檢討產品細部形態、設計完成產品的最後表示」等歷程（王銘顯，1992；周敬煌，1989；張玉山，2003），其設計的結果必須反應出各個過程的歷程，故本研究將學生的創新構想進行構想創意的評量，做為產品創新表現的評量要素。

二、產品創意

產品創意（products creativity）指的是「產品對某一開放性任務的反應，能否達到新奇、適當、有用、正確或有價值的程度，而且其創意要被消費者所認同」。其內涵可以從內容、形式和功能等三方面的變化來運作（毛連塹、郭有橘、陳龍安、林幸台，2000；陳怡靜，2005；Amabile，1988），其目的是用來評判一個人所發展或表現的產品，毛連塹、郭有橘、陳龍安及林幸台（2000）也指出以產品創意做為衡鑑創意的高低是最直接的方法，故本研究將學生的創新產品進行產品創意的評量，做為產品創新表現的評量要素。

三、產品創新

產品創新（product innovation）指的是「將新興的產品、構想及生產程序首先作商業用途」，其範圍可定義於：凡創意、運作、實體加工，採用了新的觀念皆視為產品創新（邊守仁，1999；Rogers, 1962；Zaltman, Duncan, & Holberk, 1973，引自楊筑鈞，2003）。其目的在增進產品在經過技術操作下的產生或改良下，醞釀出新的功能或增進整體品質，其整體品質包含產品外觀、消費者信賴度、實用性、耐用性、安全性及易於使用與維護等，故本研究將學生的產品創新聚焦於啟發創意、運作、實體加工及成品的產生，並以構想創意的分數與產品創意的分數之總和，作為計量的來源。

四、TRIZ

TRIZ 為俄文 Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch 之縮寫，英文譯為 Theory of Inventive Problem Solving（TIPS），其意義為「創新發明問題解決理論」，是蘇聯發明家兼工程師 Genrich S. Altshuller（1926～1998）與他的團隊，從專利文件的分析，所發展而成的一套方法（Altshuller，1999）。TRIZ 設計方法種類眾多，本研究僅將 Altshuller 所撰寫之原文加以翻譯與解釋，整合 TRIZ 設計教學法中的 39 矛盾矩陣與 40 創新解題原則形成一個完整的教學單元活動，提供學生完整的學習。

第二章 文獻探討

為了瞭解「TRIZ 設計教學」激發學生產品創新表現相關的理論與研究結果，本章分別就產品創新、TRIZ 設計教學及節能減碳的 TRIZ 活動設計相關文獻資料進行蒐集及分析，希望藉此一文獻探討分析之結果可做為本研究在進行「TRIZ 設計教學」對高中學生科技創造力影響成效的支持和依據。

第一節 產品創新

產品創新已被企業視為創造價值，尋求市場機會的競爭策略之一（楊筑鈞，2003）。由於科技進步日新月異，隨著世界潮流，科技資訊爆炸般的快速成長，新功能、新機能的產品不斷推陳出新，研究者希望藉由產品創新喚起學習者的競爭能力，以厚植每位學習者的發展實力。因此產品創新的探討是本節之重要內容。以下將從產品創新的定義、產品創新的衡量構面與產品創新的評量依序分別加以探討。

一、產品創新的定義

創新的行為是人類唯一不同於其他動物的地方，這個行為也把人從原始推進到文化。為了有效了解人類創新產品的意涵，以下將針對產品的定義、創新的觀點及產品創新的解釋進行說明。

（一）產品的定義

產品與商品的定義容易造成混淆，主要是因為產品無法很確切的下定義，在各種文獻中對於產品也有許多不同的解釋。「說文解字」中，對於「產」、「品」二字的字義如下：產：生也。从(從)生。彥省聲。產的本意就是出生、生育、生的意思，是由「生」的本意加上「产」所構成的形聲字。品：眾庶也。从三口。凡品

之屬皆从品。品的本意是由三個口形成，口代表人，一人只有一口，而品會合三口構形，意即眾多人民，以示眾多之本意，品雖由三口構形，又和口沒聲音關係，屬同文會意。因此「產品」一詞的意思約可歸納為：「從無到有的製造過程所出生之眾多人可以使用的物品」。

(二)創新的觀點

創新（innovation）指的是新想法、新流程，同時也包含了產品、服務、技術或管理(Garcia & Calantone,2002; Damanpour,1991)，在早期研究中，發現當一個新產品的產生伴隨著原創性時，這樣的新產品會有較高的價值（Kleinschmidt & Cooper,1991）。因此，創新的角度可從產品或流程的單一觀點、或產品與流程雙元觀點、及管理與技術多元觀點來思考（蔡啟通，1997）。

(三)產品創新的解釋

產品創新（product innovation）指的是「將新產品的構想或生產程序首先作商業用途」（邊守仁，1999）。其目的在增進產品在經過技術操作下的產生或改良下，醞釀出新的功能或增進整體品質，其整體品質包含產品外觀、消費者信賴度、實用性、耐用性、安全性及易於使用與維護等。英國一個專以衡量科技活動標準的經濟合作發展組織 OECD（Organization for Economic Co-operation and Development），指出將概念（新的想法、發明）的架構（研究、設計、發展、測試、製造工程的程序）轉入工商體系中，以產生新的及改良的可銷售產品或可操作程序以供業界及社會所使用，這樣的過程，即為創新的一種。從以上定義我們可以得知，產品創新是結合了研究、設計、發展、測試和製造五大過程所構成，帶給了人類社會有型的資產及無型的價值，並可

從製造商概念、供給者概念及需求者概念的基礎來定義如下：

表 2-1 產品創新的概念、主張學者及定義

概念	學者	定義
製造商概念	Robertson,1967	(1) 連續性創新： 產品屬於改良而非創造全新的產品。 (2) 動態持續創新： 涉及創造新產品與產品改良，未改變消費者使用形態。 (3) 間斷式創新： 引入全新產品並改變消費形態。
	Zaltman,Duncan and Holberk,1973	產品創新為，凡創意、運作、實體加工，採用了新的觀念皆視為產品創新。
	Kuhn,1985	產品創新是一種無中生有的產品與服務。
	Gallouj &Weinstein,1997	新的產品屬性或功能提升，即為產品創新。
	Blythe,1999	創新一詞意味著對個體而言以前「從來沒見過」或「來自工廠的新鮮物品」。
供給者概念	Booz、Allen、Hamilton ,1982	產品創新是以現有產品進行開發、改良、延伸、定位並降低成本。
	賴士葆，1990	以市場為主體，他認為只要能滿足市場是尚未被滿足的需求即可以構成產品創新。
	Atuahene-Gima, 1996	產品創新是從公司行銷及顧客適應兩個角度進行開發。
需求者概念	Rogers,1962	產品創新為潛在需求者認定是新興的構想或產品，透過創新將影響消費者選用率。
	許士軍，1983	以顧客需求的觀點定義產品創新，對於顧客消費系統提供不同滿足能力的產品即為新產品。

資源來源：彙整自黃小芹（2003：24）；楊筑鈞（2003：21）；楊宗儒（2007：22）。

綜觀以上，產品創新的製造者觀點是從產品的角度，以製造出新的產品屬性或功能為思考點，是將材料經由創意、運作、實體加工及採用新觀念所產出的創新產物；產品創新的供給者觀念是從歷程的角度，以開發、改良及延伸產品為思考點，是將現有產品進行創新開發，直到開發出滿足市場需求的創新產物；產品創新的需求者觀點是從構思的角度，以顧客需求的觀念為思考點，將思考不同消費群的需求，進行新興產品的構想並進行生成。整體而言，產品創新就是以合於社會經濟及商業的利益來加以運用科學技術發展，進而產生工業與技術的創新，亦說明了產品創新是伴隨著工商體系的經濟脈絡。然而，沒有創新學習的基礎，便沒有經濟脈絡的建成，故本研究將學生的產品創新聚焦於啟發創意、運作、實體加工及成品產生四個「動手做」的要素，希望能深入分析不同教材教法對學生產品創新表現的影響效果。

二、產品創新的衡量構面

我國的產業是以代工生產的方式逐漸成長的，因此國內產品創新的特質不同於先進國家的產業，由社會的需要及技術的革新逐漸發展而來。當然，這並不一定會處於產品創新的劣勢，只要認清現今市場的需求，運用新的市場知識與技術知識，提供社會所需新的服務及產品，即可創新出新的產品（徐作聖、邱奕嘉譯，2000）。產品創新的思考空間相當廣泛，唯有拋開過去的觀念，研讀過去經驗，才有可能創新。表 2-2 是各學者從產品創新的各種角度，進行衡量構面的說明如下：

表 2-2 產品創新的衡量構面

作者/年份	衡量尺度	衡量構面
Booz , Allen & Hamilton (1982)	產品的新穎程度	企業與市場
Dewar & Dutton (1988)	個體的經驗與熟悉度	消費者的知識量
Rochford & Rudelius (1997)	企業技術的新穎程度	全新產品與改良產品
Abbie Griffin (1997)	1.技術複雜程度 2.技術新穎程度	高新穎性與高複雜性產品
Kotler (1997)	個體的接受程度	1.相對優越性；2.相容性； 3.複雜性；4.可試用性 5.溝通性
Chandy & Tellis (1998)	1.產品的新技術 2.比競爭者更能滿足顧客需求	1.漸進式創新；2.激進式創新；3.技術突破；4.市場突破

資料來源：彙整自楊筑鈞（2003：23）；楊宗儒（2007：23）。

觀察表 2-2 中的衡量尺度，可以發現產品創新除了新穎程度外，還增加了複雜程度、經驗與熟悉度、個體接受程度，甚至是競爭顧客需求等各個向度，這也驗證了創新的角度，其實並不僅限於新科技的創新，而是需進行多元化的創新思考。

三、產品創新的評量

根據本研究的主要研究目的(一)，為了評估「TRIZ 設計教學」對高中學生產品創新的影響，我們必須找尋學生產品創新表現的評量向度，以下將針對界定評量要素、解釋評量向度進行說明如下。

(一)界定評量的要素

產品創新為潛在需求者認定是新興的產品或構想，其範圍可定義於：凡創意、運作、實體加工，採用了新的觀念皆視為產品創新（Rogers,1962；Zaltman,Duncan & Holberk,1973，引自楊筑鈞，2003）。而且創新在設計角度而言，是一種創造力的應用（黃小

芹，2003）。因創新是經由創意、運作和實體加工下所產生創新的產品，在設計角度而言是一種創造力的產品，且產品創新是新興的產品或構想，所以我們可以將創新產品的「產品創意」和「構想創意」做為產品創新過程的評量要素。依據本研究之研究目的，欲探討「TRIZ 設計教學」的課程對學生產品創新表現所產生之影響，因此希望在融入特定的領域知識、兼顧思考過程及結果的情況下，讓評量者評定受試學生「創造歷程」和「創意產品」在每個評量項目所展現出之程度。

(二)解釋評量的向度

Moss (1996) 指出在科技教育教學活動中，學生所製作產品的創新能力是以「奇特性」、「有用性」及「奇特性與有用性的結合」來界定（引自 Michael,2000）。由此可以，「產品創新表現」在科技教育中便有其獨特的重要性。Moss 之界定如下：

- 1.奇特性（unusualness）：創意的產品理論上會有某種程度的奇特性，並可以用出現率加以衡量，當出現率愈高，則奇特性愈低，兩者成反比關係。
- 2.有用性（usefulness）：創意的產品必須具有一定程度的有用性，但有用性的產品則不一定是有創意的，且創意產品必須至少「可用」或是「堪用」。當一個因問題而產生的產品，其創意無法顯示於問題需求時，即為不具創意的表現。
- 3.奇特性與有用性的結合（combining unusualness and usefulness）：當產品同時具備奇特性與有用性，即為有創意的產品。兩種特性的結合與產品的創意成正比關係。

綜觀以上，奇特性的創新能力是建立在產品創意的出現率上；有用性的創新能力是建立在產品創意的可用性上；整體而言，同時具備奇特性及有用性的創新能力即可建構出具有產品創意的成品，亦可顯示出產品創意是產品創新表現的基石，是人類將產品創意的新點子不斷的思慮、衡量，並在熟練這樣的產品創意思路後進行新點子的開發，這樣的思路延伸出來開發能力，即為產品創新表現。因此，評量學生的產品創意，亦是評量學生產品創新的先備能力。

洪榮昭（1999）認為，技術創造力的思考型式架構可以被區分為：(1)特徵(feature)的創新或應用；(2)機構(function & mechanisms)的創新或應用；以及(3)材料(material)的創新或應用，如圖 2-1 所示。

在樣式方面，包括型式、大小與外觀的創新與應用。

在機構方面，分成功能、架構與運作方法的創新與應用。

在材料方面，分成化學性質、物理性質、處理技巧等的創新與應用。

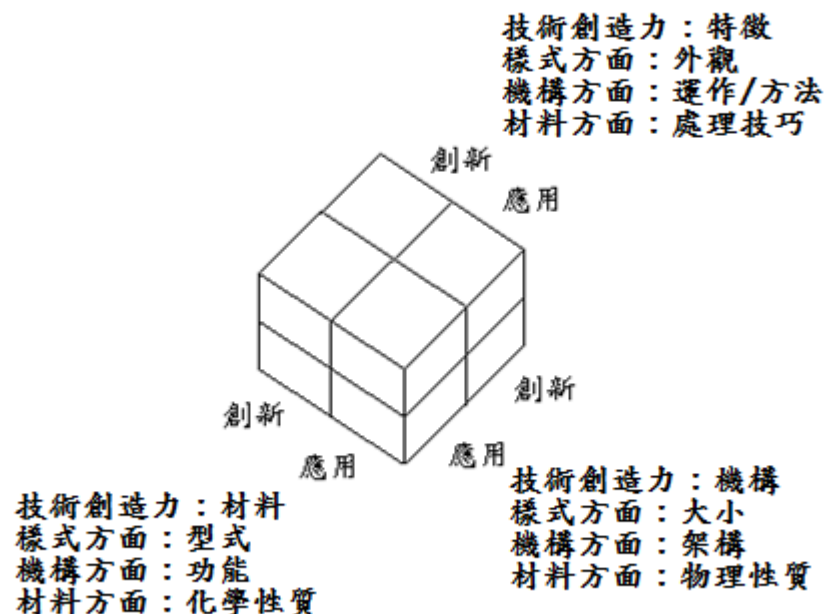


圖2-1 技術創造思考型式的架構

資料來源：洪榮昭（1999）

而在技術創造力的思考點與能力的檢索和評分方面，洪榮昭（1999）認為：

以條列式來看，若產品或製程的創新性涵蓋愈多變項(如下表)，則是愈多科技創作力。問題是，材料的創新，可能比機構創新所需的知識、假設及實驗製作更多或更廣，而機構創新比樣式創新所需的知識、假設及實驗製作更多、更廣或更深。但到底更多是多多少、更廣是廣多少、更深是深多少，這就是創作力(creativity power)的指數有多高，是有待進一步研究。

另外，一個創作品(產品與生產技術創新)或許不僅一項思考點，大都可能是多項的。因而，在計算科技創造力積分時，第二樣之科技創作思考力指數算出後，再評比產品之點子何在，是採用他物或有哪些(樣式、機構、材料)，及樣式、機構、材料有哪些自創新，合起來計算，可算出一個人在創作品之思考積分。(p48)

此一思考模式不僅將技術創造力的能力因素(知識力、思考力、及實作力)加以建構，並將產品的創新性以樣式、材料、機構等的創新或應用，進行三維的思維建構，對於產品創新的模式建構確有不容忽視的價值。

有鑑於此，為了評量學生的產品創新表現，張玉山（2003）在其關於科技創造力的研究中，對於產品創意的界定與評量，主要從「綜合觀點」與「分析觀點」出發，並配合研究所需，發展出「產品創意評量表」與「構想創意評量表」兩份科技創造力評量表，針對學生在產品創意與構想創意上的表現進行評量。本研究對於「產品創意」與「構想創意」的評量，亦將參考上述這兩份量表，並依據研究實際狀況進行修改。研究者針對「產品創意」與「構想創意」，將其評量向度分述如下：

產品創意的評量向度主要依據張玉山（2003）之「產品創意評量表」，並針對本研究之太陽能水陸兩用車的教學與製作之實際情況進行

修改。產品創意評量表評量產品創意的向度主要分為「製作」、「造型」、「傳動」及「性能」四項，主要以學生的「創意產品」進行評量，是本研究藉以評量學生產品創意的來源。我們可以從向度中的「傳動」及「性能」中得知評量方向為創新產品可正常轉動（傳動）或是創新產品可實際作用（性能），這些向度與 Moss 所界定之創意的產品必須具有一定程度的「有用性」大趨一致，亦符合 Moss 所提出的產品創新表現要素。

構想創意的評量向度主要依據張玉山（2003）之「構想創意評量表」，並針對本研究之太陽能水陸兩用車的教學與製作之實際情況進行修改。構想創意評量表評量產品創意的向度主要分為「奇特性」、「新穎性」、「可行性」及「價值性」四項，是本研究藉以評量學生構想創意的來源。我們可以從向度中的「奇特性」及「新穎性」中得知評量方向為創新產品中是否擁有特殊的材料、特別的造型及讚嘆的結構（奇特性）或是創新產品是否存在原創的設計及少見的構想（新穎性），這些向度與 Moss 所界定之創意的產品理論上會有某種程度的奇特性大略相同，亦符合 Moss 所提出的產品創新表現要素。

綜觀以上，可以得出「產品創意評量表」與「構想創意評量表」兩份評量表不僅可以評出學生的科技創造力，亦可從學生在產品創意與構想創意上的表現進行產品創新表現的評量。因此，本研究將針對前述整理，將學生的產品創新聚焦於啟發創意、運作、實體加工及成品產生四個「動手做」的要素，並經分析與歸納後，得出以下四個架構。

（一）構思創意：1.構想原創、2.新穎少見、3.構想可行、4.使用材料。

（二）規劃創意：1.用途價值、2.功能價值、3.思考造型、4.結構機能。

（三）實體加工：1.加工精密、2.加工精緻。

（四）成品產生：1.製作精緻、2.造型設計、3.傳動機制、4.成品效能。

茲將本研究所獲得產品創新表現之整體分析架構陳述如圖 2-2。

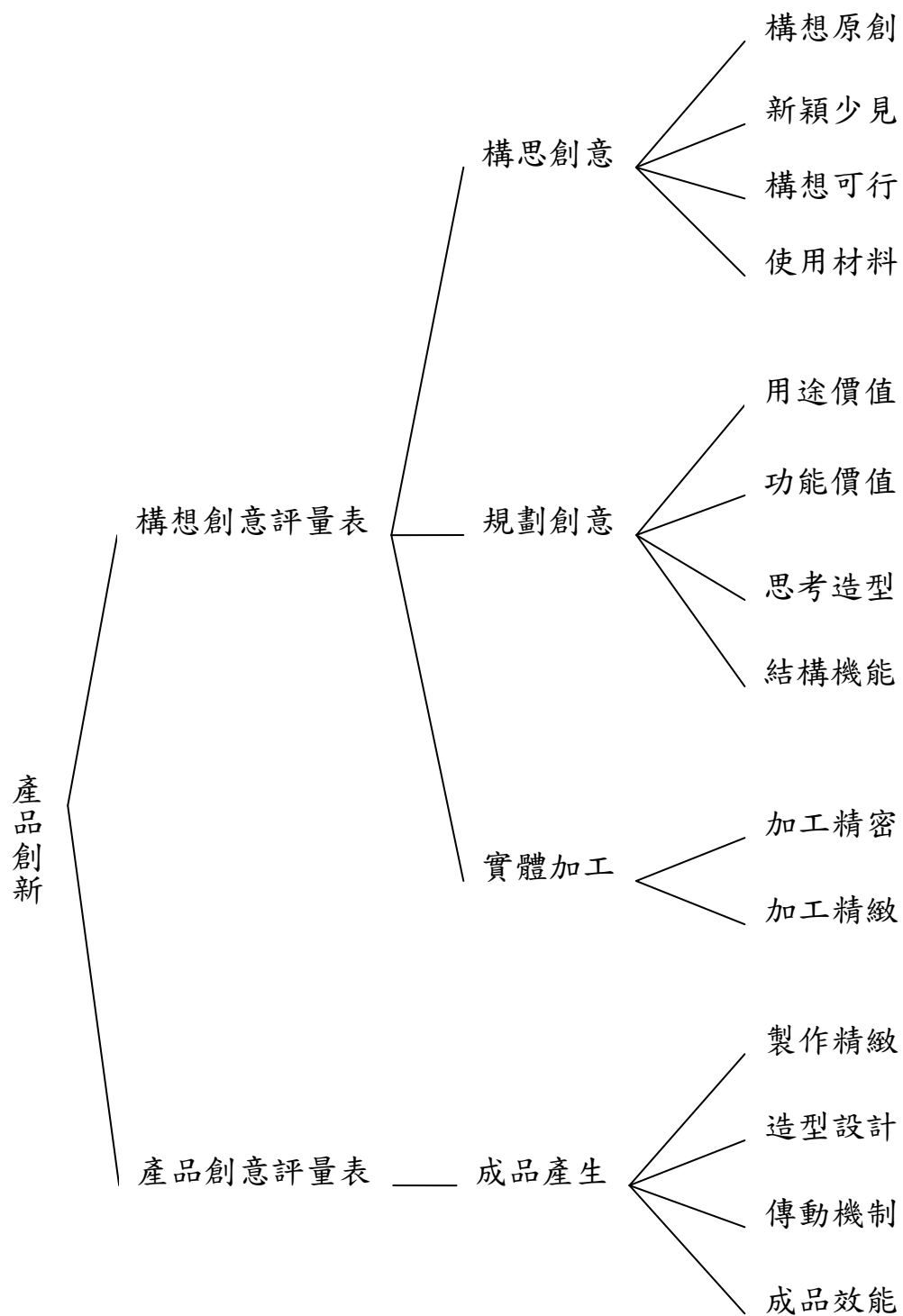


圖2-2 產品創新表現之整體分析架構圖
資料來源：研究者整理

第二節 TRIZ 設計方法

設計教學是科技創新的基礎。英國的財經部指出，創意是新點子的激發，不管是新的發明或新的應用方式；創新是對新點子加以開發應用(exploitation)，將新點子化為新產品、新服務、或是新的企業運作模式；而設計就是創意與創新中間的橋樑，它將新點子予以具體化、務實化(the United Kingdom's economics and finance ministry, 2007)。因此，有效的設計教學應該能鼓勵學生激發創意，並將創新的點子加以具體呈現。

一、TRIZ 的源起

TRIZ 為俄文 Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch 之縮寫，英文譯為 Theory of Inventive Problem Solving (TIPS)，其意義為「創新發明問題解決理論」，是蘇聯發明家兼工程師 Genrich Squlovich Altshuller (1926~1998) 與他的團隊，從專利文件的分析，所發展而成的一套方法 (Altshuller, 1999)。Altshuller 在閱讀了大量專利後，注意到這些獨立的專利中，存在一些解決問題的通用模式，進而認為，假使這些發明原則，能加以確認與整理，並用來教導從事發明者，將更有助其發明過程。

Altshuller 與他的 TRIZ 團隊針對 TRIZ 所進行的 50 年的研究中，提出很多發明創新之問題分析工具與解題工具，一般泛稱為 TRIZ 技法。例如：39 矛盾衝突(Contradictions) 矩陣與 40 創新解題原則 (Principles)、76 標準解決方法 (Standard Solutions)、物質—場分析 (Substance-field)、8 種演化類型 (Evolution of Technological Systems)、技術效應等 (Technological Effects)。目前 TRIZ 技法已漸為世界各國所重視，紛紛為工業界採用，例如：美國克萊斯勒公司、福特公司、通用公司、全錄公司等，也受學術界所引用，並發展相關軟體例如：IWB、TechOptimizer 等，協助工程師應用 TRIZ 開發產品 (鄭稱德，2002)。

二、TRIZ 的基本論點

Altshuller 從 1965 年到 1969 年的研究之後，發現只有 4 萬個專利具有創新性，其他的都是改良而已，因此他將創新性問題劃分成五個等級（Altshuller，1999）：

第一級-解決方法明顯：僅應用本身專業領域熟悉的知識（佔 32%）。

第二級-改進：要求系統相關領域內，不同方面的知識（佔 45%）。

第三級-現有系統本質上的改進（解決矛盾）：要求系統相關領域外的知識（佔 19%）。

第四級-是基於改變基本功能和進行原理，用突破性概念和技術，發展現有系統的新一代構想：要求不同科學領域的知識（低於 4%）。

第五級-發現：一個本質上全新系統的發明或科學發現（低於 0.3%）。

對於第一級，Altshuller（1999）認為不算是創新，而對於第五級，他認為「如果一個人在舊的系統還沒有完全失去發展希望時，就選擇一個完全新的技術系統，則成功之路和被社會接受的道路，是艱難而又漫長的，因此發明幾種增進的改進，是更好的策略」，他建議將這兩個等級排除在外，TRIZ 工具對於其他三個等級創新作用更大。其中，第二、三級稱為「革新」（innovative），第四級稱為「創新」（inventive）。

三、TRIZ 的解題步驟

應用 TRIZ 解決創意性問題的流程，首先從問題的分析開始。問題分析主要包括了確認最後理想化結果、確立矛盾衝突區、系統功能分析、及系統可用資源，其中的功能分析可依實務上的應用，細分為「技術系統分析」與「技術流程分析」兩大類。所遭遇的問題經過確認後，將這些問題詳細的整理記錄下來，再進行屬性分類找尋相對應的解決工具，在找到確認的解決方案後，接著就必須針對這些解決方案進行評估，最常用的作法是採用 Pugh's Concept Selection Method 來進行解決方

案的比較評估，以達成問題解決的目標，如圖 2-3。

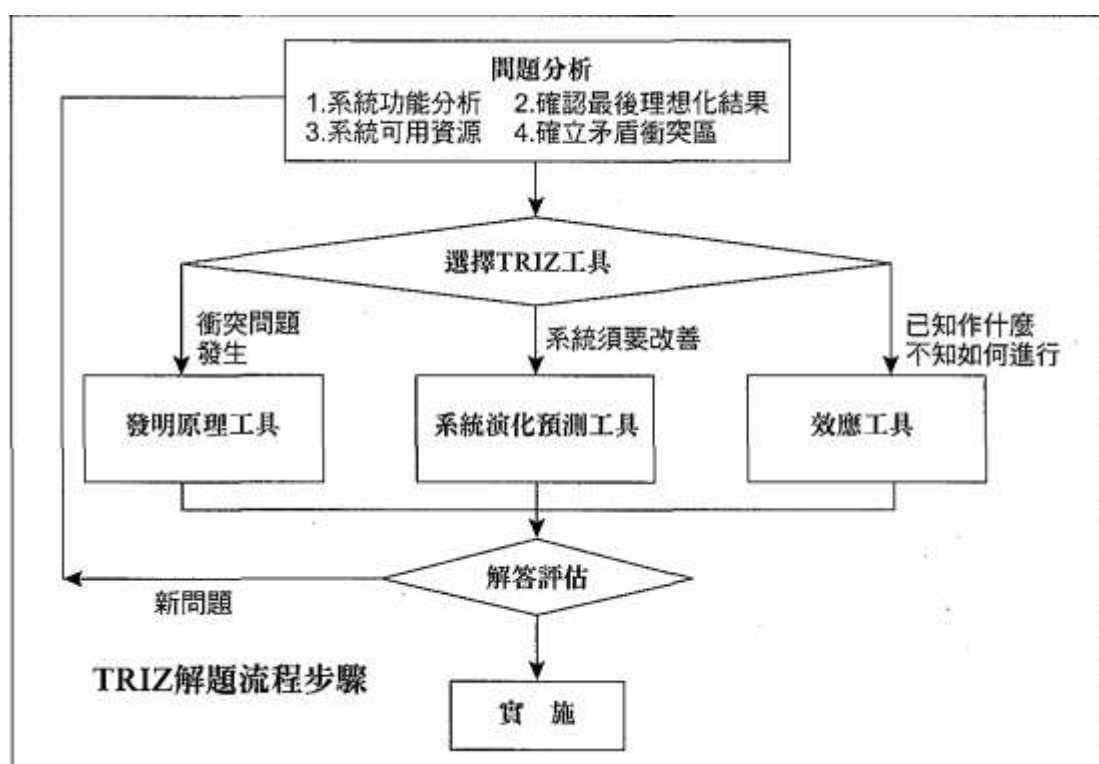


圖2-3 Pugh's Concept Selection Method

資料來源：曾念民(2004)

「問題分析」包含的四個項目，分別為 1. 系統功能分析；2. 最後理想化結果；3. 系統可用資源；4. 確立矛盾衝突區，將這四點進行說明（莊錦賜，2001；莊錦賜，無日期）：

- 1.系統功能分析：分析系統、次系統及其元素，以功能運作格式加以分析修整，其目的在檢驗每一功能是否需要，又是否為系統中其他元素所能取代。如此將可突破傳統設計，降低成本及產品複雜性。
- 2.最後理想化結果：一個設計或製程發展，從某一起始點向最後理想結果之演進，一般稱為理想性，它可用價值方程式表示如下：

$$\text{理想性 (I)} = (\Sigma \text{ 利益}) / (\Sigma \text{ 成本} + \Sigma \text{ 損失})$$

目前引用雙正矩陣作為分析工具，其步驟如下：

(1)列出競爭系統→(2)找出對立系統→(3)建構雙正矩陣→

(4)敘述技術衝突→(5)敘述欲達成之最後理想系統。

3.系統可用資源：確認可利用之事務、能源、資訊，及其他在系統內或附近可取得之元素，與現有系統元素組合，加以改善。

4.確立矛盾衝突區：其目的在找出真正問題發生原因，此處所指之區域，一般為問題發生之操作時間與空間，換言之，必需知道抵觸發生真正地方與真正時間。

四、TRIZ 的工具

TRIZ 的主要方法與工具共可分為四種：(一)39 矛盾矩陣與 40 創新解題原則；(二)物質、場分析與 76 項標準解決方法；(三)科學與技術效應數據庫；(四)ARIZ（姜台林譯，2008；曾念民，2004；鄭稱德，2002）。以下分別對這四種方式做一說明。

(一)39 矛盾矩陣與 40 創新解題原則

Altshuller 在觀察了大量的創造發明相關問題後歸納出一個重大發現，那便是「技術矛盾」。所謂的技術矛盾的存在是因為當嘗試去改進一個技術系統參數 A 時，會使得參數 B 惡化，例如減少一個產品的厚度而使得它更輕薄，卻使得這個產品變得更易損壞，如果改用更好的材料，卻又會使成本增加...等等之類的問題。TRIZ 追求的是如何消除衝突，因此 Altshuller 針對最具創意的 40,000 研究中，歸納出 39 個參數所產生的技術矛盾特徵，並將此列成一個矛盾矩陣。為了解決這些矛盾，他總結出 40 個創新解題原則，分別針對每個矛盾衝突，給予幾項建議原則，直接選用相關原則，就可以找到解決問題的辦法。。

除了技術矛盾，TRIZ 還定義了另外一種矛盾——物理矛盾，所謂的物理矛盾是指在技術矛盾中，當增加一個有利變化參數 A，同時造成一個不利變化參數 B 減少，假設只有一個可以改變的參數 C，在某些情況下希望它增加，在某些情況下卻希望他減少，Altshuller 把這種發生在一個參數本身的矛盾情形稱作物理矛盾。例如，軟體本身需要許多複雜的功能和選項，但同時卻又應該讓使用者容易和方便使用。（姜台林，2008；曾念民，2004；鄭稱德，2002）。

(二)物質—場分析 (Substance – Field Analysis)

Altshuller 提供了另一個用於分類創新問題和運算子的系統，稱之物質—場理論 (Substance and Field Theory)，或簡稱「Su-Field」。物質—場分析是 TRIZ 對於現有技術系統相關問題，建立模式的重要工具。技術系統中最小的單元由兩個元素，以及兩個元素間傳達的能量組成，執行一個功能，Altshuller 把功能定義為兩個物質（元素 S1 和 S2）與作用於它們中的場（能量 F）之間的相互作用，也即是物質 S2 通過能量 F 作用於物質 S1，產生的輸出（功能）。物質 S1、S2 可以是任何複雜程度的對象。為了快速構造物質—場模式，並解決基於技術系統演化模式的標準問題，TRIZ 提供了 76 個標準建模和解決方法，並將這些方法分為五類：

類別 1.建立或破壞物質場。

類別 2.開發物質場。

類別 3.從基礎系統轉換到大系統或小系統，以至於微觀層次。

類別 4.度量或檢測技術系統內一切事物。

類別 5.描述如何在技術系統引入物質或場。(修改自曾念民)

發明者首先要根據物質—場模型，識別問題的類型，然後選擇相應的標準方法集，每一次質—場分析所做的調整與修正，就意味著系統的轉變或變型，因此 Altshuller 建議系統欲進行改善時，可以從類似質—場分析中以類比的方式產生之（姜台林，2008；曾念民，2004；鄭稱德，2002）。

(三)科學與技術效應數據庫（Scientific and Technical Effect Database）

從 1965 年起，Altshuller 與他的工作夥伴開始以繪製質—場分析模型的方式，探討系統功能合作（Synthesis）的問題。當一個技術系統的需求被分解到最簡化的質—場模型時，它就必須使用它僅使用現有的資源去實現或執行它的功能。針對這樣的情況，Altshuller 發展了一個科學效應的抽象模式，在這個模式中，效應被描述為兩個或兩個以上參數在一定的操作條件下所產生的彼此交互作用。為了可以有效的整理這些科學效應，Altshuller 在 1965~1970 年間與他的工作夥伴開始以「從技術目標到實現方法」著手建立所謂的效應數據庫（曾念民，2004；鄭稱德，2002）。

效應數據庫是集中了包括物理、化學、地理和幾何學等方面的專利和技術成果，研究人員如果需要實現某個特定功能，該庫可以提供多個可供選擇的方法。在傳統的專利庫中，成果都是按題目或發明者名字進行組織的，那些需要實現特定功能的發明者，不得不根據與類似技術相關聯的人名，從其他領域（如物理、化學等）尋求解決方法。當一位發明家對他專業領域之外的事物所悉甚少時，那麼搜尋就比較困難。因此，根據科學與技術效應數據庫，發明者首先可以根據物質—場分析，決定需要實現的基本功能（技術目標），然後能夠很容易地選擇所需要的實現方法。

(四)ARIZ (Algorithm to Solve an Inventive Problem)。

由於現代發明家對於某些沒有明顯矛盾分明的複雜問題，不能直接依靠矛盾矩陣或物質—場分析解決，必須分別對其進行分析與建構矛盾。Altshuller 整理出一套可供發明家遵循解決包含矛盾衝突創意性問題的系統，這套規則系統稱為「ARIZ」(曾念民，2004；鄭稱德，2002)。

ARIZ 是為複雜問題提供簡單化解決方法的邏輯結構化過程，是 TRIZ 的核心分析工具。它隨著時間推移，出現了一個個版本，主要的有 1977、1985 和 1991 版本，各個版本之間的差異，在於設計步驟數目不同。目前 85 版和 91 版均包括九個步驟(曾念民，2004；鄭稱德，2002)：

步驟 1：認識並對問題公式化，使用的方法是創新環境調查 (ISO)。

步驟 2：構造存在問題部分的物質—場模式。

步驟 3：定義理想狀態和 IFR。

步驟 4：列出技術系統的可用資源。

步驟 5：向效果數據庫尋求類似的解決方法。

步驟 6：根據創新原則或分隔原則，解決技術或物質矛盾。

步驟 7：從物質—場模式出發，應用知識數據庫 (76 項標準解決方法和效果庫) 工具，產生多個解決方法。

步驟 8：選擇只採用系統可用資源的方法。

步驟 9：對修正完畢的系統進行分析，防止出現新的缺陷。(修改自曾念民)

五、近五年研究概況

以下分別從 TRIZ 應用相關研究、TRIZ 與其他理論結合之研究、TRIZ 國科會研究成案報告及 TRIZ 英文文獻進行資料整理，針於國內、

外近五年學者對於 TRIZ 各方面的研究進行各方面的初探，可以發現過去 TRIZ 的研究一直是學者們所重視學習領域，也確定本研究有著穩固的研究基礎。各相關研究整理如下：

表 2-3 TRIZ 應用相關研究

作者/ 年份	標題/內容簡述
林美秀 (2004)	運用 TRIZ 原理探討專利開發實例 本研究由專利的要件及種類開始介紹，根據解決方案之需求，使用質場分析建立發明目標，再以此目標為導向，進行矛盾因素之平衡分析得到解決的原則及採用原理，根據此原理原則使用 Altshuller 矛盾表，以 39 個工程參數中找出欲改善參數及導致惡化參數，經對應後篩選出 40 個發明原理中適合的解決方法及途徑，並以三個摘自中國大陸之柔性齒條、傳熱壁、可攜帶式牙刷的實際專利案件，使用 TRIZ 方法來作驗證。
陳世軸 (2004)	應用 TRIZ 方法建立手工具創新設計資料庫 本研究利用 VB 環境建立設計資料庫，並以結合 TRIZ 方法和目標樹狀圖(objectives tree)發展出的評估方式，作為資料庫搜尋的引擎，當使用者輸入各項顧客需求的權重值，透過 VB 電腦程式的評估，快速的得到具有權重值的概念，輔助設計者取得合適的設計概念，以縮短設計過程所花的時間。
高天志 (2005)	TRIZ 法應用於工業設計構想發展之初探 本研究利用已故的前蘇聯發明家兼工程師 Genrish Squlovich Altshuller 所提出的 TRIZ 法，以文獻資料分析法，加以整理、探討，並分析 TRIZ 與工業設計構想發展間的關係，再藉由德菲法（Delphi Method），與專家共同整理和應用 TRIZ 法中的 39 矛盾矩陣與 40 創新解題原則，建構出一套適合於工業設計構想發展的輔助工具。

表 2-3 TRIZ 應用相關研究(續)

作者/ 年份	標題/內容簡述
鄭勝隆 (2005)	以 TRIZ 輔助汽車內裝產品設計之研究 本研究主要目的為利用 QFD 方法將汽車內裝產品之需求轉換成代用特性，然後導入 TRIZ 創新原理來應用在汽車內裝產品開發上,並運用實例來驗證應用 TRIZ 方法，最後，建立「適用於汽車內裝產品設計的創新方法」。
廖文進 (2006)	萃思 TRIZ 方法之實務應用-以液晶螢幕翻轉裝置為例 本研究係以個人在液晶螢幕翻轉裝置既有的專利為例，探討萃思(TRIZ)方法應用於上述裝置後所開發的新一代產品。本研究應用萃思(TRIZ)領域中的矛盾矩陣表、39 參數、40 發明原則、演化趨勢與演化線圖、資料庫資源方法、理想性分析以及物質-場分析，對上述裝置做一系統化的探討與改良；以改良後的新一代裝置提出專利申請，並已獲智財局核准通過。
陳盈全 (2007)	半導體公司供應商品質管理系統之改善-運用 TRIZ 方法 本研究針對半導體產業供應商之品質管理系統運用 TRIZ 理論與工具,有系統的來分析供應商品質管理五大範疇，現況所面臨的問題，以便提供解決之道及探討未來可能發展之模式。主要研究的方法為 TRIZ 解決問題架構，藉由個案資料與問卷調查及訪談的方式，進行個案分析以研究探討半導體公司供應商品質管理系統之相關問題。

資料來源：研究者彙整。

表 2-4 TRIZ 與其他理論結合之研究

作者/ 年份	標題/內容簡述
劉志成 (2003)	TRIZ 方法改良與綠色創新設計方法之研究 本研究藉由 TRIZ 矛盾表使用的改良，建立「積極或消極解決問題方法」與「單一工程特性對應的創新法則方法」，藉由探討環境效率要素與 39 工程參數的關聯，並與改良的 TRIZ 方法整合，發展出「TRIZ 創新法則應用於綠色創新設計的方法」。
朱晏樟 (2003)	整合 TRIZ 與功能分析之設計方法研究 本研究結合 TRIZ 方法之創新性與知識庫可保存資訊並更新的特性，利用 TRIZ 方法產生創新概念，並以功能分析將現有產品及創新概念轉換為系統化的基礎功能模型與功能元件模組。
余亮 (2004)	模糊與 TRIZ 理論應用在 CMP 問題與決策系統之研究 本研究旨在發展一個 CMP 問題與決策的知識推論系統，用於八吋矽晶圓拋光、層間絕緣層、IC 製程平坦化、金屬層和 DRAM 的拋光製程。系統採用本體論架構建構出相關的知識領域，再轉換成有用的工程資料庫，並利用 TRIZ 理論找出惡化項目解決方法，而且可經由 XML 檔案傳輸機制傳輸資料，系統不僅可獨立運作，更可連接其它系統或工程代理人。

表 2-4 TRIZ 與其他理論結合之研究(續)

作者/ 年份	標題/內容簡述
張祥唐 (2004)	整合 TRIZ 與可拓方法之綠色創新設計研究 本研究係由三個綠色創新研究組成，包括：「整合 TRIZ 工具」、「整合可拓方法與 TRIZ 工具」與「加入考慮專利迴避設計要求」，最後建立了產品的設計資料庫，綜合各項論點發展一綠色創新設計輔助軟體 Eco-Design Tool，並以物元變換具備擅長解決矛盾事物的特性，由 TRIZ 矛盾矩陣與發明法則協助新設計實體的產生。
溫敏智 (2006)	FMEA 與 TRIZ 理論應用在動力手工具問題與決策系統之研究 本研究採用本體論的概念將知識分類，再轉換成適合於推論引擎使用之工程資料庫。此外，利用 FMEA（失效模式與效應分析）進行工程上的分析，以找出所有潛在的失效模式，及可能產生的後果，並利用 TRIZ 理論審視 FMEA 的建議措施，找出改善惡化項目的解決方法，最後再返回 FMEA 審視此解決方法是否會引發其它的破壞模式。
吳振民 (2007)	結合 TRIZ 方法與整合新產品創新流程方法進行產品綠色創新 本研究以 iNPD 流程為骨幹來搜尋市面上具有潛在商機的各種商品，再結合了 TRIZ 方法的技巧來產生新產品的創意構想以進行產品的綠色創新設計。研究主要提出了「改良之新機會價值表」以彌補原始機會價值表在環境衝擊上的不足，並且提出了一套將 iNPD 與 TRIZ 聯結使用的手法與「新機會價值表與工程參數之相關對應表」。

資料來源：研究者彙整。

表 2-5 近五年有關 TRIZ 國科會研究成案報告

作者/ 年份	標題/內容簡述
陳家豪 (2003)	整合 TRIZ 與可拓方法於產品綠色專利迴避設計之研究 本研究改良整合TRIZ 工程參數與世界企業永續發展協會所發佈之環境效率要素 關連，並發展綠色創新設計流程；再以可拓方法與TRIZ 工具相整合，構築綠色設計 發想與解決問題流程；最後，以專利侵害的角度研究TRIZ 方法與可拓方法切入專利 迴避設計階段的時機與方法，並加入綠色設計概念，建立進階綠色創新設計流程。
黎正中 (2003)	系統化創新發明理論（TRIZ/TIPS）在塗佈設備的應用- 亞泰金屬的技術開發 本研究根據TRIZ理論所示，先找出機構中的有效機能及有害機能，將所對應的衝 突根據衝突表中所列出的前人解決方法，及發明原則，一一做學理上的推敲，配合經 濟及實務，看是否可行，能否激發創意，若能，則還會經過設計試驗後才算成功。
張祥唐 (2004)	以 TRIZ 發展創新專利迴避設計程序— 以隨身人體發電裝置設計為例成果報告 本研究計畫的目標為以TRIZ發明問題解決方法為工具，將既有的專利迴避設計技 法做進一步的改良，並建立一創新設計程序。此創新設計程序將可協助設計者發展具 備獨特性與市場價值的優秀產品，同時可提高我國的研發能力與國際競爭力。為了驗 證提出之創新設計程序具備實質的可行性，以隨身人體發電裝置的創新設計為驗證實 例。

表 2-5 近五年有關 TRIZ 國科會研究成案報告(續)

作者/ 年份	標題/內容簡述
劉志成 (2004)	整合品質機能展開、綠色設計準則與 TRIZ 創新法則於 綠色創新設計之研究
	本研究導入綠色品質機能展開方法，探討「客戶需求、工程特性、零件機能」、綠色設計準則及39 工程參數的關係，並結合「單一工程特性的創新法則」方法，建立「整合品質機能展開、綠色設計準則與TRIZ 創新法則於綠色創新設計之方法」，協助設計師找到合適的創新概念，以開發或改善具市場價值的綠色產品。並且以本計劃建立的方法，進行案例分析，以驗證本研究建立之方法的可行性與實用性。

資料來源：研究者彙整。

表 2-6 近五年有關 TRIZ 英文文獻整理

作者/年份	標題/內容簡述
Wang (2005)	TRIZ theory and automotive safety systems development
	本研究目標有兩種。首先，我們證實TRIZ可以很成功的應用在汽車安全系統發展的過程中，而這在以前是從來沒被應用過的。其次，我們使用TRIZ做為科技預測工具用來預料未來汽車安全發展的趨勢。這項任務是通過專利調查和S曲型來實施。經由S曲線，它幫助我們辨認汽車安全系統的當前發展階段並且辨明應該朝哪個新方式前進。
Yu (2005)	An innovative engineering design model by the aid of TRIZ methodology and CAE technology
	本研究提倡過程、方法和新科技的成果有關的加強改進產品發展。包括工程設計、TRIZ和CAE領域的理論。(1)一種結合TRIZ和FEA設計對象分析的解決問題方法。(2)研究有效的參與問題的解決而完成的兩種專題研究。

表 2-6 近五年有關 TRIZ 英文文獻整理(續)

作者/年份	標題/內容簡述
Morgan (2007)	Environmental opportunities in conceptual design: Enhancing the TRIZ database with ENERGY STAR products and functional models
	本研究將會顯示出環境產品可以併入於TRIZ的資料庫(創造力解決問題理論)。主要利用TRIZ的39矛盾矩陣及40發明原則，在概念設計的觀念下，利用環保產品和功能模型提昇TRIZ資料庫。
Nissing (2007)	WOULD YOU BUY A PURPLE ORANGE?: TRIZ and strategic inventing offer complementary ways to generate new product concepts
	TRIZ是一個在創新觀念世代能被廣泛接受的方法論，強調預測性方法和發展趨勢，而策略發明在觀念世代是一個更加強調差異和專利保護的補充(或互補)工具。本研究將TRIZ創新發明理論和策略發明理論進行結合，試產生新的產品概念。
Zhang & Liang (2007)	A conceptual design model using Axiomatic Design and TRIZ
	本研究結合原則性設計和 TRIZ 創新發明理論，試提出一種新穎的概念設計。如果這個設計被結合或違反某些設計的設限，就會有意料外的問題在這設計中出現。在這種情況下，為了減少設計的複雜性，本文提議使用分析等級過程去計算聯結效力。
Khomenko, Guio, Lelait, Kaikov (2007)	A framework for OTSM-TRIZ-based computer support to be used in complex problem management
	本研究描述由 OTSM 發展出來的創新問題解決補充範例，並針對 OTSM 電腦支援架構，應用簡單的例子進行描述，提出一個用來支援複雜問題管理的 OTSM-TRIZ 電腦架構。

表 2-6 近五年有關 TRIZ 英文文獻整理(續)

作者/年份	標題/內容簡述
Hua, Huang, Wang(2007)	A method of product improvement by integrating FA with TRIZ software tools
	本研究集合FA和TRIZ軟體工具的方法試提出一個協助工程師尋找產品發展科技問題的創新解決方法。主要經由HOQ分析消費者需求來說明構成要素，接著以TRIZ創新方法進行科技創新，最後將此方法應用在全自動機械洗衣機。

資料來源：研究者彙整。

本研究針對 2002 年到 2007 年之間的 TRIZ 相關研究進行整理，搜集之近五年 TRIZ 研究文獻資料共 23 筆，其中來源分為(1)國內學位論文；(2)國內國科會研究成案；(3)國外英文研究。經由研究者整理發現，近年來 TRIZ 相關研究角度大略可從四個角度進行分類，分別是(1)發明；(2)問題解決；(3)改良；(4)建構理論。現將針對資料來源及研究角度整理出表 2-7 如下，用以顯示出各個文獻來源之研究角度之分類。

表 2-7 近五年 TRIZ 研究概況分類

角度 來源	發明	問題解決	改良	建構理論	總計
國內學位論文	6	1	2	3	12
國內國科會	2		2	4	8
國外英文研究	1		2	4	7
總計	9	1	6	11	

資料來源：研究者整理

經由上表「近五年 TRIZ 研究概況分類」分類，可以得出以下要點：

(1) 搜集之近五年文獻數量各個來源略為平均；(2) 國科會研究角度大多偏向 2 種以上 (3) 研究角度為「建構理論」的文獻最多；(4) 研究角度為「問題解決」的文獻最少。本研究目的嘗試利用 TRIZ 設計方法，發展出問題解決教學活動，根據上述第四要點：「研究角度為「問題解決」的文獻最少」，可藉此要點顯示出本研究是具有研究價值的。

第三節 節能減碳的 TRIZ 活動設計

所謂「節能減碳」，就是降低能源消耗，減少污染排放。其本意蘊含著發展理念、發展道路、發展模式的創新和提升，是應對資源緊缺和環境承載能力有限的挑戰的必然選擇，是遵循人類社會的發展規律和順應時代發展潮流的戰略舉措（謝晶瑩，2008）。為了有效幫助學生學習節約能源及減少污染排放的觀念，本研究嘗試以 TRIZ 為工具，進行節能減碳 TRIZ 活動設計，希望能培養學生完善的節能減碳觀念及產品創新問題解決能力。

一、節能減碳的理念

近年來環境品質的惡化，使得人類開始意識到環境保護的重要而所興起的環保理念。台灣在製造經濟奇蹟的帶動下，使得國民生活水準提高，國人對於物質生活的需求及奢靡的風氣也隨之提高，但人類夢想的實現，同時也帶來了大量難以處理的廢棄物、自然環境的破壞以及資源的浪費，而這些問題已不容忽視。近年來政府為了解決這些問題，大力鼓吹環境保護，但經歷了幾場風災人禍，突顯出大部份台灣人並未重視綠色環境與保設地球。然而「環境主義」與「綠色消費」已是國際性之趨勢，台灣無法孤獨於全世界之外（杜瑞擇，2002），唯有積極地從源頭建立產品環保化設計的方法與對策，並讓各行各業以本身之專業與信

念進行環境保護工作以降低自然的傷害，才有可能使生態恢復平衡。

「750 種方法讓地球更乾淨」一書指出溫室效應、臭氧層的破壞、過度利用土地、酸雨、公害、生物絕種、廢棄物的問題等等這些人為所造成的環境問題。而動力能源的大量使用，亦延生出環境污染、全球增溫及能源危機等後續問題（李麗薰譯，1993）。這些問題不但影響生物界之演化，還關係著人類經濟的穩定性，使人們陷入在動力能源需求與節能減碳的兩難中，為了解決這些問題，Diehl 等人（2001）認為成功的綠色產品必須能夠節省材料與能源並減少對環境的污染，成功的綠色產品不但紮有了創新的設計，同時也有效地減少了資源開銷，這是一個雙贏的局面。TRIZ 是蘇聯發明家兼工程師 Altshuller 與他的團隊，從專利文件的分析，所發展而成的一套創新發明問題解決理論，目前已漸為世界各國所重視，紛紛為工業界採用於產品開發的用途，為了能有效的製作出解決動力能源需求與節能減碳兩難的綠色產品，TRIZ 應是值得嘗試的方法。

二、節能減碳的 TRIZ 課程設計內容架構

為了能有效的達到全民實施節能減碳的目的，政府近年來不停的宣道節能減碳的要項，包含綠建築、全民無車日、環保產品...等等。為了可以更加了解節能減碳該從那些角度去進行實施，研究者整理了近年來學者針對節能減碳所提出策略如下表 2-8：

表 2-8 節能減碳執行策略

作者/年份	標題/策略
禾黎 (2007)	安利：節能減碳，清潔生產，創造綠色生活
	一、優化管理，依靠科技實現環保生產。 二、清潔生產線，實現節能減碳。 三、成立環保機構，建全機制，加強監管。 四、參與環保公益活動，加上宣傳教育力度。
曾鳴 (2007)	推進節能減碳，構建和諧社會
	一、 協調節能調度和競價上網機制。 二、 將環保成本內部化。 三、 產業自備電廠。 四、 應用市場機制優先利用水電的問題。
馮之浚 (2007)	為節能減碳獻策
	一、建立循環經濟規劃制度，明確政府績效評價考核和鼓勵，限制或禁止措施的具體要求。 二、建立循環經濟評價指標體系和考核制度，杜絕一些地方重經濟增長，輕資源和環境保護的做法。 三、建立循環經濟的標準、標識、標誌和認證制度，規範政府評價循環經濟發展狀況、依據和手段。 四、建立以生產者為主的責任延伸制度，明確生產者應依法承擔其產品廢棄後的回收，利用和處置的責任。 五、建立對重點企業資源節約和循環利用的定額管理制度，加強對鋼鐵、有色金屬、煤炭、電力、石油石化、化工、建材、建築、造紙、紡織、食品等主要工業行業的高耗能，高污染企業的監管。 六、完善產業政策制度，規範和引導符合循環經濟要求的產業發展，限制高消耗，高污染行業的發展。 七、建立政策激勵制度，調動各行各業的積極性，鼓勵走循環經濟的發展道路。 八、建立明確政府、企業和公眾責任的有關制度，以充分發揮政府的主導作用，企業的主體作用和公眾的參與作用，形成推動循環經濟發展的整體力量。

表 2-8 節能減碳執行策略(續)

作者/年份	標題/策略
肖元真、 馬驥、吳 泉國 (2008)	大力發展清潔能源 全面實施節能減碳
	一、發展新型清潔能源，建立節能減碳激勵機制 (一) 努力開發新型清潔能源，促進經濟發展方式轉變。 (二) 大力推廣新型清潔能源，為經濟發展提供支撐。 (三) 建立節能減碳激勵機制，促進節能減碳良性迴圈。 二、運用金融市場功能推進節能減碳工作 (一) 強化金融機構的社會責任和風險防範意識。 (二) 建立有利於環保和節能減碳的資訊機制。 (三) 金融市場要對與環境承载力相適應的生產能力重新配置予以支援。 (四) 發揮市場機制的調節作用以理順資源和環境價格。 三、我國做好節能減碳的若干對策措施 (一) 強化政府責任評價考核，強化行業協會的協調作用。 (二) 堅決遏制高耗能高排放，加大節能減碳實施力度。 (三) 用稅收槓桿淘汰落後產能，抓好產業重點領域節能。 (四) 強化重點領域污染防治，加快節能減碳技術開發。 (五) 實施相關經濟配套政策，加強節能減碳監督檢查。 (六) 發展節能減碳全民運動，推行環境污染責任險制度。
謝晶瑩 (2008)	對節能減碳問題重新審視
	一、節能減碳的重要性和必要性 (一) 節能減碳是國家經濟社會轉型時期的一個重要標誌。 (二) 節能減碳是深入貫徹落實科學發展觀的根本舉止。 (三) 節能減碳是強化政府執行力的具體表現。 二、節能減碳執行路徑 (一) 堅持以節能資源為基本國策，實施節能優先。 (二) 堅持以結構節能為重要前提，大力調整經濟結構。 (三) 堅持以技術節能為重要抓手，加快推進技術進步。 (四) 堅持以管理節能為突破口，嚴格管理制度。 (五) 堅持以行為節能為重要基礎，動員全民提高節能意識。 (六) 堅持以體制改革為動力，落實建立節能長效機制。

表 2-8 節能減碳執行策略(續)

作者/年份	標題/策略
環保局 (2008)	政府節能減碳十大宣言 一、冷氣控溫不外洩：少開冷氣，多開窗；非特定場合不穿西裝領帶；冷氣控溫 26-28℃ 且不外洩。 二、隨手關燈拔插頭：隨手關燈關機、拔插頭；檢討採光需求，提升照明績效，減少多餘燈管數。 三、省電燈具更省錢：將傳統鎢絲燈泡逐步改為省電燈泡，一樣亮度更省電、壽命更長、更省錢。 四、節能省水看標章：選購環保標章、省能標章、省水標章及 EER 值高的商品，節能減碳又環保。 五、鐵馬步行兼保健：多走樓梯，少坐電梯，上班外出常騎鐵馬，多走路，增加運動健身的時間。 六、每週一天不開車：多搭乘公共運輸工具；減少一人開車騎機車次數；每週至少一天不開車。 七、選車用車助減碳：選用油氣雙燃料、油電混合或電動車輛或動力機具，養成停車就熄火習慣。 八、多吃蔬食少吃肉：愛用當地食材；每週一天或一日一餐食用素食；減少畜牧業及食品碳排放量。 九、自備杯筷帕與袋：自備隨身杯、環保筷、手帕及購物袋；少喝瓶裝水；少用一次即丟商品。 十、惜用資源顧地球：雙面用紙；選用再生紙、省水龍頭及馬桶；不用過度包裝商品；回收資源。

資料來源：研究者整理

經由上述資料呈現，可以發現節能減碳指的是「一種人類為解救環境的共識」，且目前節能減碳所呈現的共識，大多趨向實施方法或政策。它牽涉到範圍不只是節能（能源）與減碳（環保）的探討，亦可從政府、產業和全民的角度進行經濟面的切入。然而，政府、產業和全民的角度是相關廣泛的，研究者透過上述文獻之彙整，觀察出現階段的節能減碳工作，主要可透過三方面途徑來實現節能減碳：(1)執行節約和降低消耗。(2)調整產品和產業結構。(3)能源技術改造。因此研究者擬從「表 2-8 節能減碳執行策略」中，以政府、產業和全民三方面，將節能減碳

執行策略三項途徑內容分類，並與各家學者策略內容比較如下表 2-9。

表 2-9 節能減碳內容彙總表

作者/年份 節能減碳 項目 內容		肖元真 (2008)	謝晶瑩 (2008)	禾黎 (2007)	曾鳴 (2007)	馮之浚 (2007)	環保局 (2008)
能源技 術改造	推動國家可再生能 源技術發展	✓	✓				
	建立多元化科技研 究基金投資管道	✓		✓		✓	
	統一能源市場		✓			✓	
調整產 品和產 業結構	以優化生產方式制 定產業標準	✓		✓	✓	✓	
	建立建全節能減碳 技術標準、管理標 準及工作標準	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	推動環保服務產業 發展			✓		✓	
執行節 約和降 低消耗	推廣省電、省油、 省水及農業節肥標 準	✓	✓		✓	✓	✓
	執行資源回收措施	✓		✓		✓	✓
	發展國人輕食概念	✓		✓			✓

資料來源：研究者整理

綜觀上表，可以明顯瞭解到建立建全節能減碳技術標準、管理標準、工作標準乃是各家學者所認定必須執行之策略，樹立良好指標，將有助於策略的執行，以達到目的實踐。其次是推廣國人省電、省油、省水及農業節肥標準等，力求把開源節流的觀念深入民心。研究者綜觀上述資料，將節能減碳的思考角度分別從環保、能源和經濟的角度下去思量，並將各家學者提出的節能減碳策略從經濟的觀點進行政府、產業及全民三路徑進行分類，如下圖 2-4 所示：

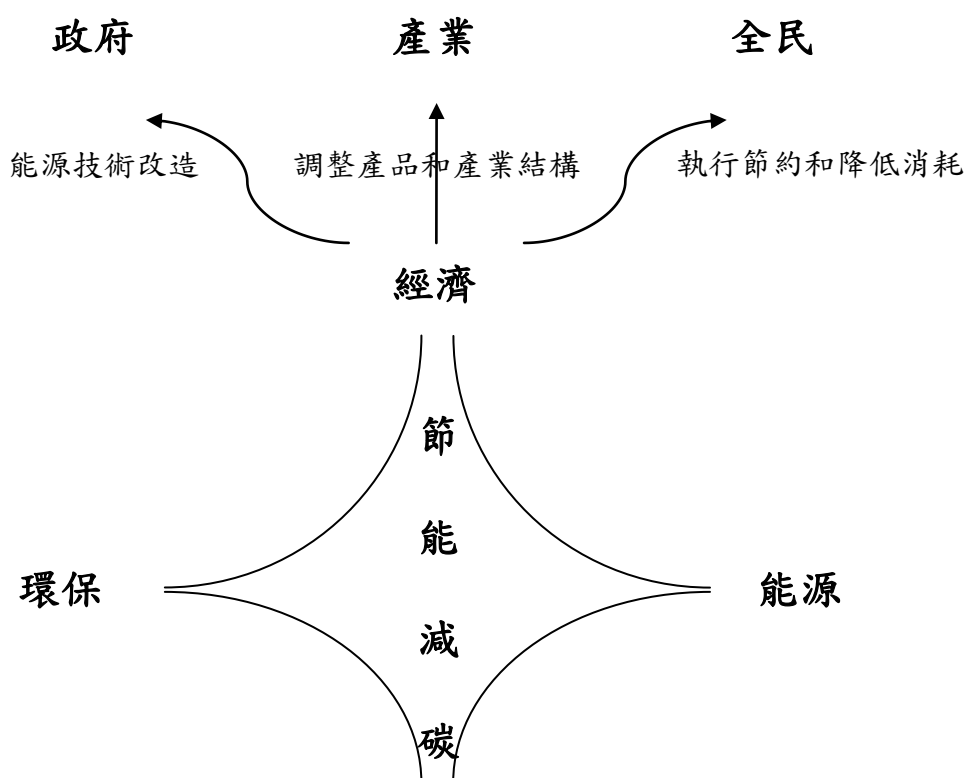


圖2-4 節能減碳理論架構圖
資源來源：研究者整理

郭台銘曾說：台灣沒有天然資源，也不是交通要塞，台灣擁有的是大量優秀的人才，而人材，亦是企業發展的根本（張殿文，2008）。為了培養擁有創新能力的學生人才，便需培養學生看一件事情，講一句

話，皆能思考不同的表達方法。本研究嘗試從節能減碳理論架構圖中，延續環保、能源及經濟三個角度，將教材內容延伸至「全民的角度」對學生進行課程教學，希望學生可以從全民的角度，將現實生活中的各種資源進行有效的節能減碳運用。

三、生活科技節能減碳 TRIZ 活動的設計

本研究的活動設計以節能減碳為主題，主要是因節能減碳和運輸載具有衝突，運輸需大量能源才得以進行，然而卻可能造成能源的浪費或環境的污染；此外，運輸載具帶給人們方便的機動力，卻可能帶來能源上的消耗、運輸載具的安全...相關衝突，為了解決這些衝突，所以適用 TRIZ 來做為自變項進行活動設計。

(一)生活科技課程設計程序

生活科技以培養學生創造力及解決問題的能力為中心，著重解決問題的教學策略（張永宗、魏炎順，2003）。此外，科技的主要任務便是引導學生從動手做（hands-on）的具體事物操弄開始，進而到心智陶鍊（minds-on）的學習歷程，培養他們具備設計與解決問題、創造與批判思考的能力（張永宗、魏炎順，2003）。簡言之，生活科技是培養學生一個全然的創新、創意及創造力的教學模式，以至學生找尋解決辦法及測試並加以突破。

目前國外盛行的課程設計模式有目標模式（Objective model）、歷程模式（Process model）及情境模式（Situational model）三種，而國內的課程設計模式有舟山模式及板橋模式兩種。以下將針對這五種模式進行簡要說明。

目標模式是由泰勒（R. Tyler）在 1947 年依據 Bobbitt 的理念及 Charters 的課程建構所創立的課程設計模式。在 Tyler 的理念中，視「目的」（Purposes）與「目標」（goals, objectives）同義，

並指出課程乃是朝向教育目的的一種手段，因此目標模式也稱為「手段-目的模式」（Means-End Model）（引自黃光雄，1996）。此外，目標模式僅適用於具有固定答案的「資料」（information）和明確結果的「技能」（skill），由於固定、明確的資料和技能皆可客觀的進行評量，使得目標的預定及達成皆可一目了然，是一種「產出面」的模式（黃光雄、楊龍立，2000）。

歷程模式是由 Stenhouse 在洞察目標模式課程設計的限制下所提出的，其目的是為了分擔與目標模式不同學習領域的課程設計，適用的範圍與目標模式互補（引自黃光雄，1996）。Stenhouse 認為對於「知識」及「了解」的課程領域需詳細敘述課程內容即可設計課程，這種課程設計重視的不是預定的行為目標，而是學習內容、過程中學生對於內容的了解和過程的理解。內容的了解和過程的理解都是由內在心智運作，無法用外在行為來表示，因此無法預定學習的結果，是一種「投入面」的模式（黃光雄、楊龍立，2000）。

情境模式是由 Skilbeck 設計以課程發展的學習情境進行評估和分析，並以此發展不同的課程內容，後來由 Lawton 將情境模式加以發展，又稱情境分析模式或文化分析模式（黃光雄，1996）。Lawton 認為目標模式過於依賴工業心理學的觀點、歷程模式過度受到哲學的影響，而文化分析則包含了多門專門學科，所以教育應涉及文化重要的部份給予下一代，學校課程應適當的加入文化的價值觀（引自黃光雄、楊龍立，2000）。因此，Lawton 將 Skilbeck 的情境分析發展為文化分析，安放在課程的架構中，是一種「文化面」的模式。

舟山模式是由國內國立編譯館教科書審查作業用以編輯新教科書的課程設計模式，其所負責的教科書編、審、定稿及覆印四階段開發流程，即學界所稱的「舟山模式」（黃光雄、楊龍立，2000）。過去國內教科書在統編本的體制下，可以經過試用與修正階段，而現今台灣編譯館的教科書審定過程，主要模式是「提出申請→受理申請→審查→1.通過即發文同意修訂；2.不通過即續審」，續審次數限定為三次，若第三次續審仍未通過則需重編，是一種「審核面」的模式。

板橋模式是由國民學校教師研習會課程開發及科學課程開發流程所設計。國人主要視其為課程實驗，主要模式是「教學→編寫→再教學再編寫→實驗學校試用→修訂→再實驗→再修訂→共二次後定稿→交國立編譯館」（黃光雄、楊龍立，2000）。在經由這樣的課程實驗工作流程，由教育部編成了「各級各類學校及自然科學課程發展流程」供各界參考，是一種「實驗面」的模式。

根據以上所述，國外的目標模式、歷程模式及情境模式是以學生為主，對於學習過程的「產出」、「投入」及涵蓋以上兩項的「文化」角度進行課程設計；反觀國內的舟山模式及板橋模式則是以教師為主，對於課程各種信度及效度進行課程的「實驗」及「審核」設計。本研究依據實際的教學考量，參考泰勒所提出的泰勒模式（目的和目標→選擇→組織→評鑑）、史克北所提出的史克北模式（情境分析、目標擬訂、方案設計、解釋和實施、檢查-評估-回饋-重新建構）及上述板橋模式的主要模式之九大步驟，將本研究的課程設計階段分為以下九項步驟：

- 1.蒐集國內外文獻：先進行蒐集資料並加以評估後續工作。
- 2.分析比較：將蒐集到的相關文獻與資料加以分析。

- 3.設計實施課程綱要：依照蒐集到的現況資料決定課程類型、教學範圍及內容，並初步構想課程結構。
- 4.確認學習目標：依據普通高級中學課程綱要，擬定節能減碳 TRIZ 課程設計欲達成的學習目標。
- 5.編擬教材綱目：依據普通高級中學課程綱要，並配合社會趨勢，決定合適的知識概念及教學活動。
- 6.編製實施資料：設計活動單元、安排教學時間、進度及內容。
- 7.修訂課程：透過蒐集資料以評鑑課程優缺點，並請專家學者給予建議與指導以進行修正。
- 8.實施課程：執行並加以控制實際課程，藉以研判課程實施是否達成預先設定的教學目標。
- 9.課程結案檢討：針對課程內容持續修正及調整並完成課程設計。

(二)節能減碳活動的內容模式

While(2000)表示產品設計開發為了是提昇人們生活的品質，然而它對人類的生活卻伴隨著正負兩面的影響，當產品開發生產愈多代表其所消耗的資源和能源以及所造成間接的污染也就愈多。由此可知，產品創新的開發雖能帶給人們生理和心理上的享受但卻無法帶給人們絕對的幸福。因此本研究嘗試以節能減碳為主題進行教學，希望能培養學生節能減碳及可再生資源的觀念與態度，以下為研究者根據肖元真（2008）與馮之浚（2007）分別提出的節能減碳策略所彙整之節能減碳活動的內容模式，如圖 2-5 所示。

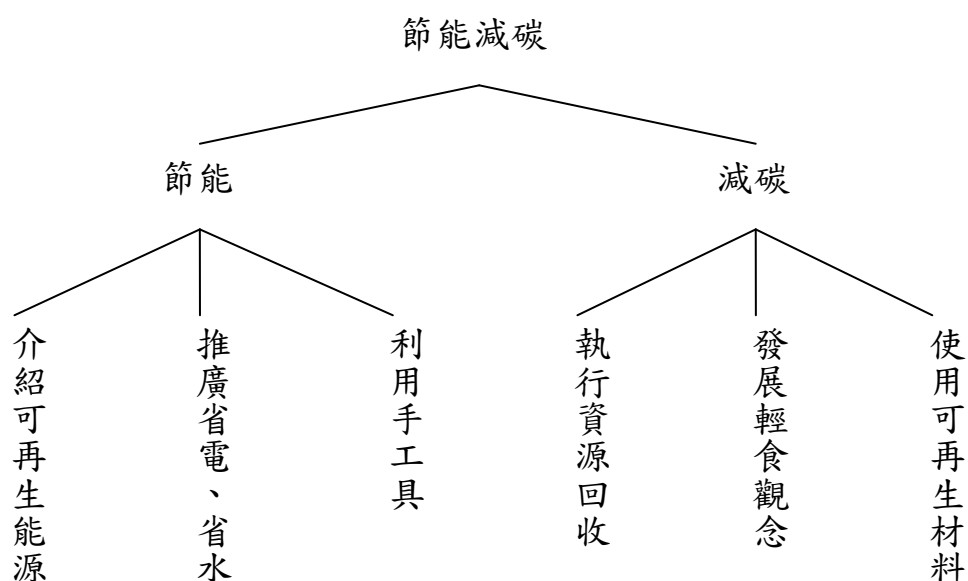


圖2-5 節能減碳活動的內容模式

資料來源：研究者整理

(三)節能減碳 TRIZ 教學的程序模式

本研究為培養學生「產品創新」之能力，欲進行一完善的活動設計課程，然而在實際的作業中，設計過程很難精確地加以區分階段，為利於說明和執行，本研究將參照 Lewis 的「產品研發專案管理」中的 Lewis 產品研發專案管理法，其中 Lewis 將產品研發設計過程分為「起始階段」、「規劃策略階段」、「執行規劃階段」、「執行及控制階段」、「結案階段」五個階段的設計流程（林宜萱、劉復苓譯，2005）。現將以 Lewis 產品研發設計過程，結合上述本研究整理的九項生活科技課程設計程序，並對照 Altshuller 提出的 39 矛盾矩陣與 40 創新解題原則，嘗試提出一適合培養高中學生產品創新能力的「節能減碳 TRIZ 設計程序模式」如下圖 2-6 所示。

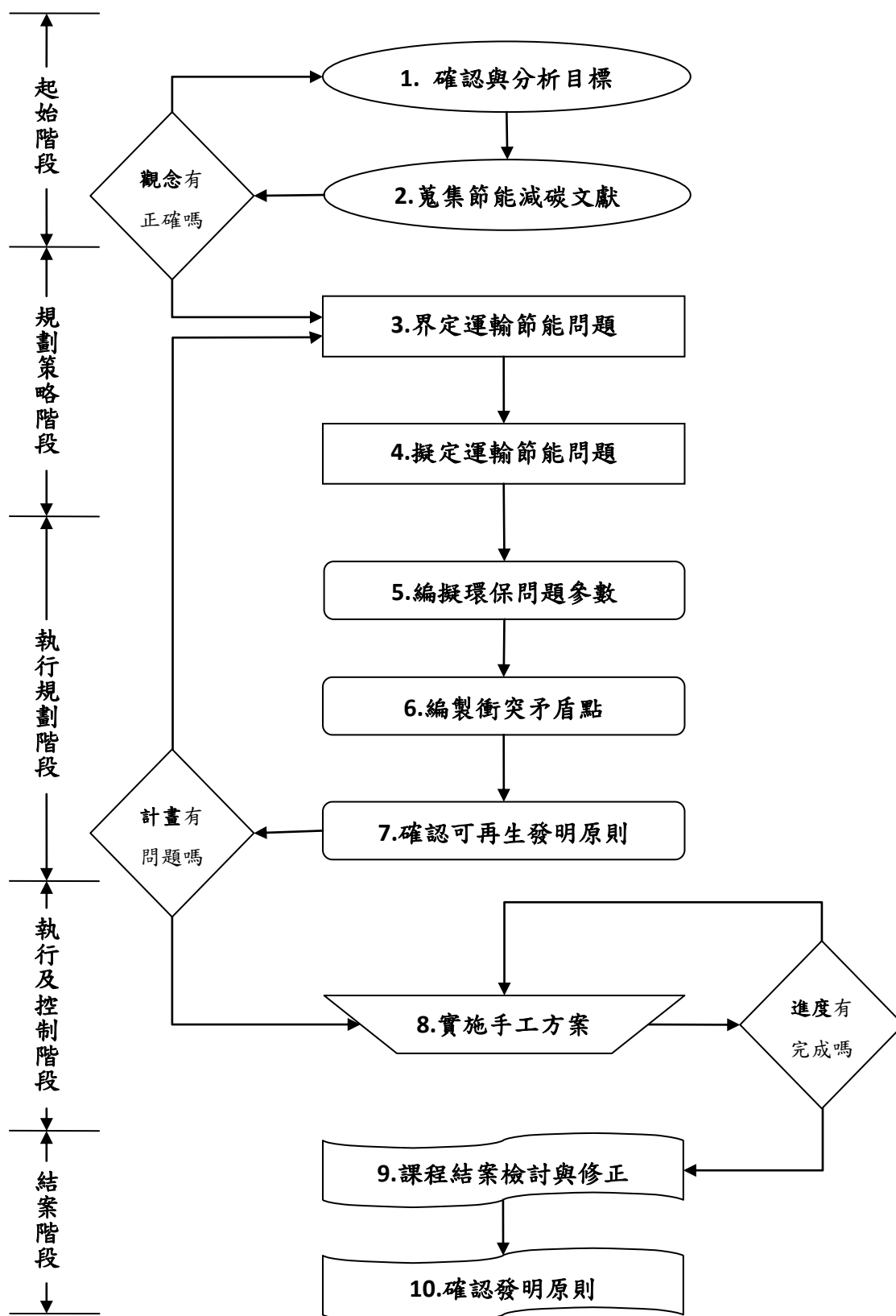


圖2-6 節能減碳TRIZ設計程序模式
資料來源：研究者整理

第三章 研究方法

本研究根據前述研究目的以及相關的文獻分析結果，將本研究的研究設計與實施共分為研究架構、研究對象、研究方法與步驟、研究工具及資料處理與分析五節，敘述如下。

第一節 研究架構

本研究旨在探討高中學生在 TRIZ 設計教學課程中產品創新表現。因此，本研究以各類量表所做的量之分析，以探討學生小組在課程實施的表現結果。本研究的自變項為不同教學方法，分為 TRIZ 設計教學及傳統講述教學兩種。產品創新分別採用張玉山(2003)研究發展之「構想創意評量表」及「產品創意評量表」為依變項，依自變項中 TRIZ 設計教學及傳統講述教學兩種教學方法，探討其如何影響依變項-產品創新的表現。架構圖如下圖 3-1 所示：

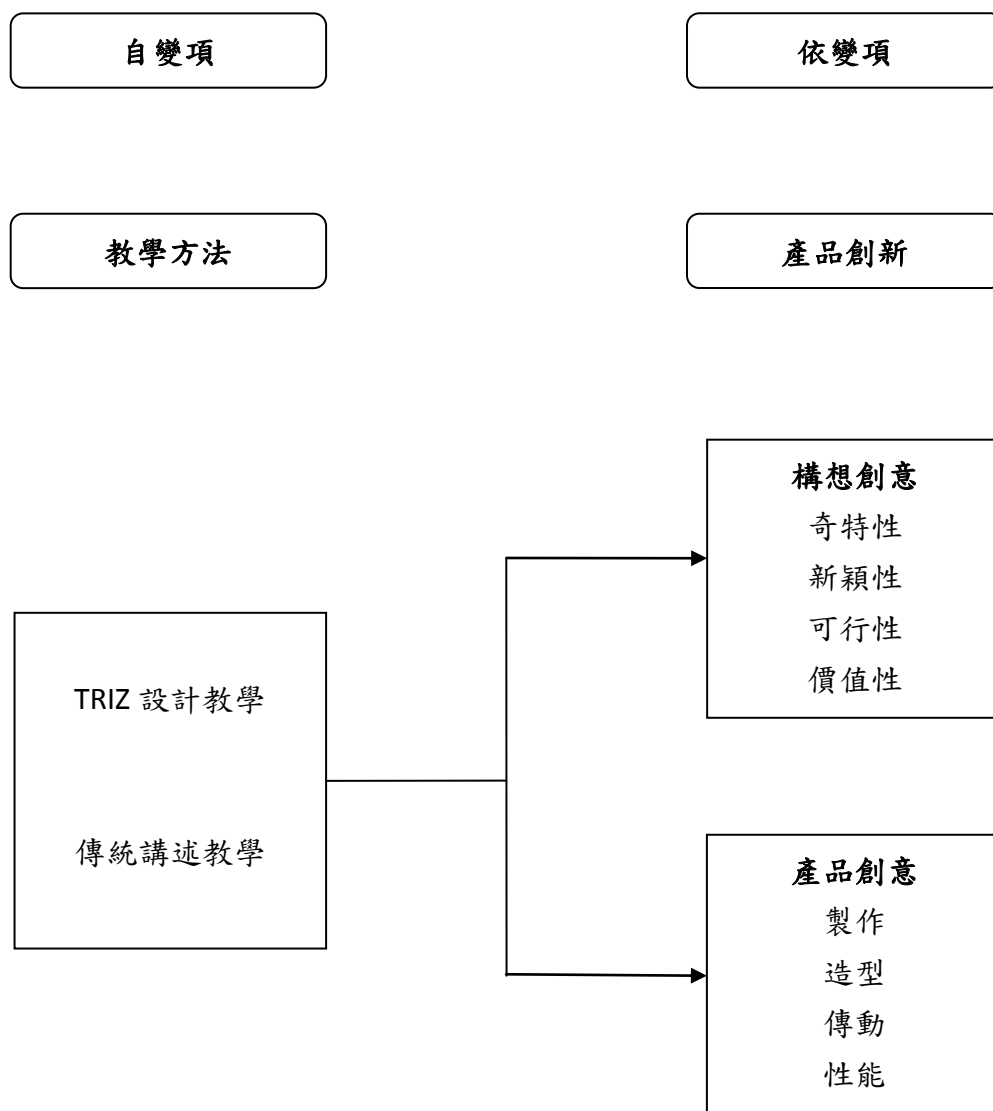


圖3-1 研究架構

一、構想創意評量表：

構想創意評量表主要依據張玉山（2003）研究發展之「構想創意評量表」為主要參考架構，並依據本研究單元教學活動設計所需加以調整。其評量構想創意的向度先區分為「奇特性」、「新穎性」、「可行性」及「價值性」等四項度，並針對學生的「創造歷程」（學習歷程）進行評量。

二、產品創意評量表：

產品創意評量表則是依據張玉山（2003）之「產品創意評量表」，並針對本研究「節能減碳之運輸系統」的設計與製作之實際情況進行修改。其評量產品創意的向度主要分為「製作」、「造型」、「傳動」、「性能」四項，將針對學生的「創意產品」進行評量，是本研究藉以評鑑學生產品創意的主要來源。

第二節 研究對象

本研究主要在探討生活科技 TRIZ 設計課程對高中學生產品創新表現之影響，因此研究對象以高中學生為主。由於考慮到學校行政單位的安排，以及生活科技課程實際實施的狀況，本研究之個案高中選定在台北縣板橋高中。該校的校長認為教育應兼重「人文關懷」與「自然科技」課程領域之學習，因此相當重視學生的個別差異與多元智能的發展，該校近年來致力於建立 e 化校園與實施線上學習的教學，提供學生「適性」發展，「潛能」發現的機會，然後盡其潛能的發展，把學生的「潛能性」化成為「實在性」，培養學生多元智能以及獨立思考與問題解決的能力。

參與本研究的 B 教師，具有專業的生活科技教學經驗，近年來致力於培養學生科技問題解決能力之課程設計，研究學生經驗學習歷程與科技問題解決能力的相關性，做為設計課程的參考依據。此外，為了本研究實際觀察的方便性，商請 B 教師擔任本研究的教學老師。由於參與研究的 B 教師任教班級多為高中一年級，學生程度與本研究課程預定的教學對象相當，因此本研究之研究對象選定為高中一年級學生。

參與本研究兩個高中一年級的班級，以台北縣國立板橋高中一年級學生為研究對象，學生基本上對於基本科技概念、常見材料的特性以及手工工具的使用都已具備基礎的概念，學生共計 2 個班級，總共 80 位，其中男女比例約 2：1，約有 54 位男生、26 位女生。

為確認實驗組與控制組學生在創意設計與製作能力上，是否相同，本研究以前一個實作作業「創新綠建築」的作品成績，進行獨立樣本 t 檢定分析，經統計結果，得出變異數同質性假設檢驗的 Levene 檢定值未達顯著（ $F=0.07$ ， $P=0.80>0.05$ ），因此接受兩母群體之變異數相等之假設，而由假設變異數相等之 t 檢定結果來判斷，發現考驗結果未達顯著（ $t=0.40$ ， $P=0.69>0.05$ ）。表示實驗組與控制組在創意實作能力沒有明

顯差異，即實驗組與控制組兩組學生，在本研究正式實驗前的創意設計與實作能力是一樣的。

第三節 研究方法與步驟

一、研究方法

本研究是屬於準實驗研究，採量化研究來研究學生在新編的「節能減碳 TRIZ 設計教學」是否較「一般傳統教學」能增進高中學生的產品創新，再從獲得之數據加以分析討論。

在研究之初，先採用「文獻分析法」，蒐集國內外相關文獻資料，包括書籍、期刊、論文、電子資料庫、網頁文獻等，作為本研究的理論基礎。同時，更藉此探討產品創新、TRIZ 設計方法、構想創意及產品創意的意涵與特性，以作為建構理論的依據。在量化研究的部份，主要採用的研究工具為構想創意量表與產品創意量表，這兩份量表分別用來蒐集學生在創造歷程與創意產品上產品創新的表現。

二、研究步驟

依據上述研究架構，本研究步驟分別為 1.決定研究主題、2.決定研究目的與待答問題、3.蒐集與分析文獻、4.設計高中自然與生活科技「節能減碳之運輸系統設計」單元、5.實施實驗教學、6.實施構想創意評量及產品創意評量、7.進行資料分析、8.撰寫歸納結論、建議，以下為本研究之研究步驟。

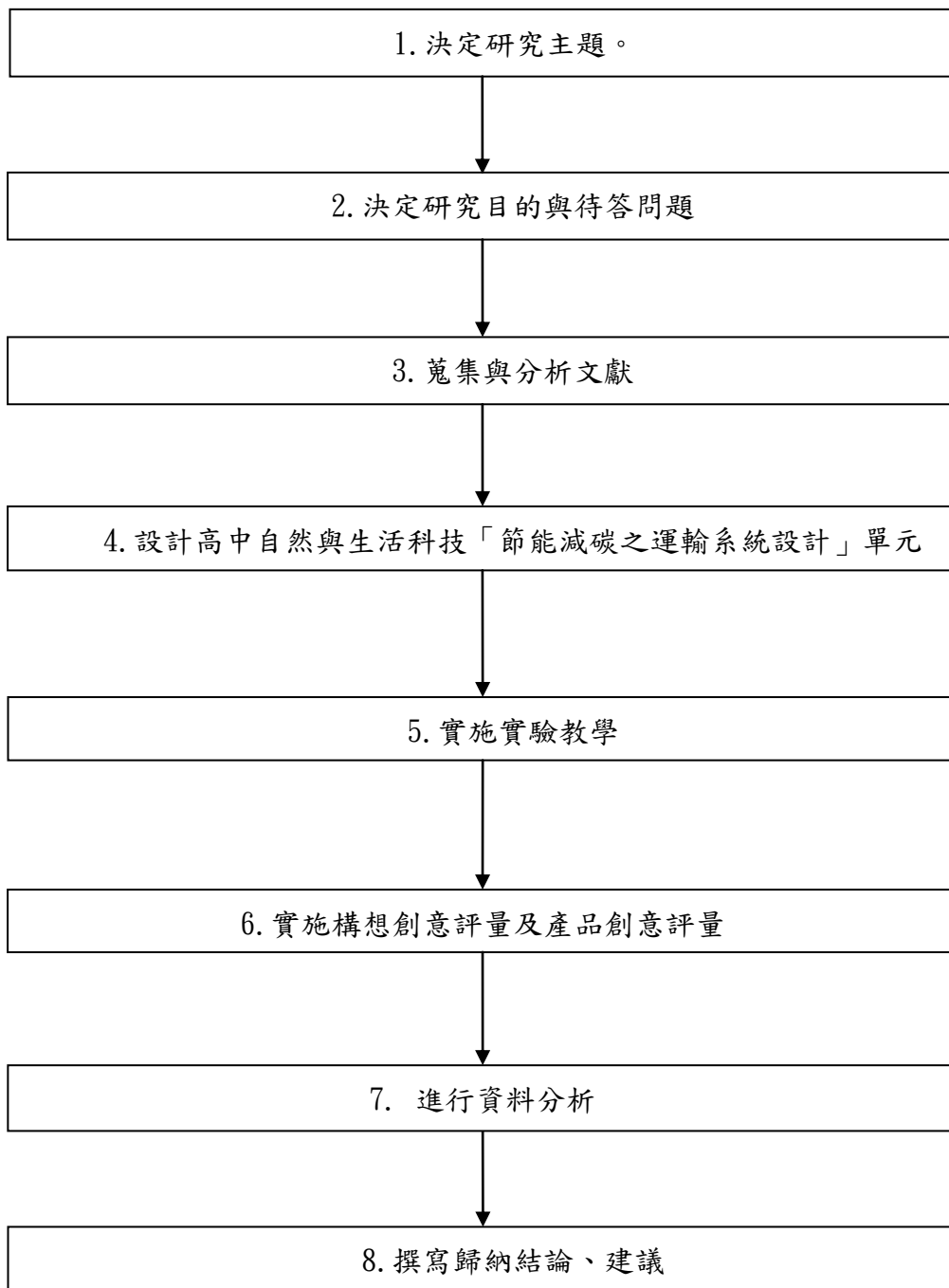


圖3-2 研究步驟

第四節 研究工具

為達到本研究目的（一）和（二），本研究採用構想創意評量表及產品創意評量表；為達到本研究目的（三），本研究採用自編之節能減碳 TRIZ 活動設計進行實驗教學，進而從各方面觀察學生在產品創新上的表現，以下將針對節能減碳 TRIZ 活動設計、構想創意評量表及產品創意評量表進行探討。

一、節能減碳 TRIZ 活動設計-太陽能驅動車

本研究將以第二章文獻探討所架構的「節能減碳 TRIZ 設計程序模式」，並參照劉曉敏、檀潤華、姚立綱、曹國忠及馬力輝（2007）所提出的「TRIZ 的產品創新設計類比過程模型」加以規劃出「節能減碳 TRIZ 活動設計」，如圖 3-3 所示：

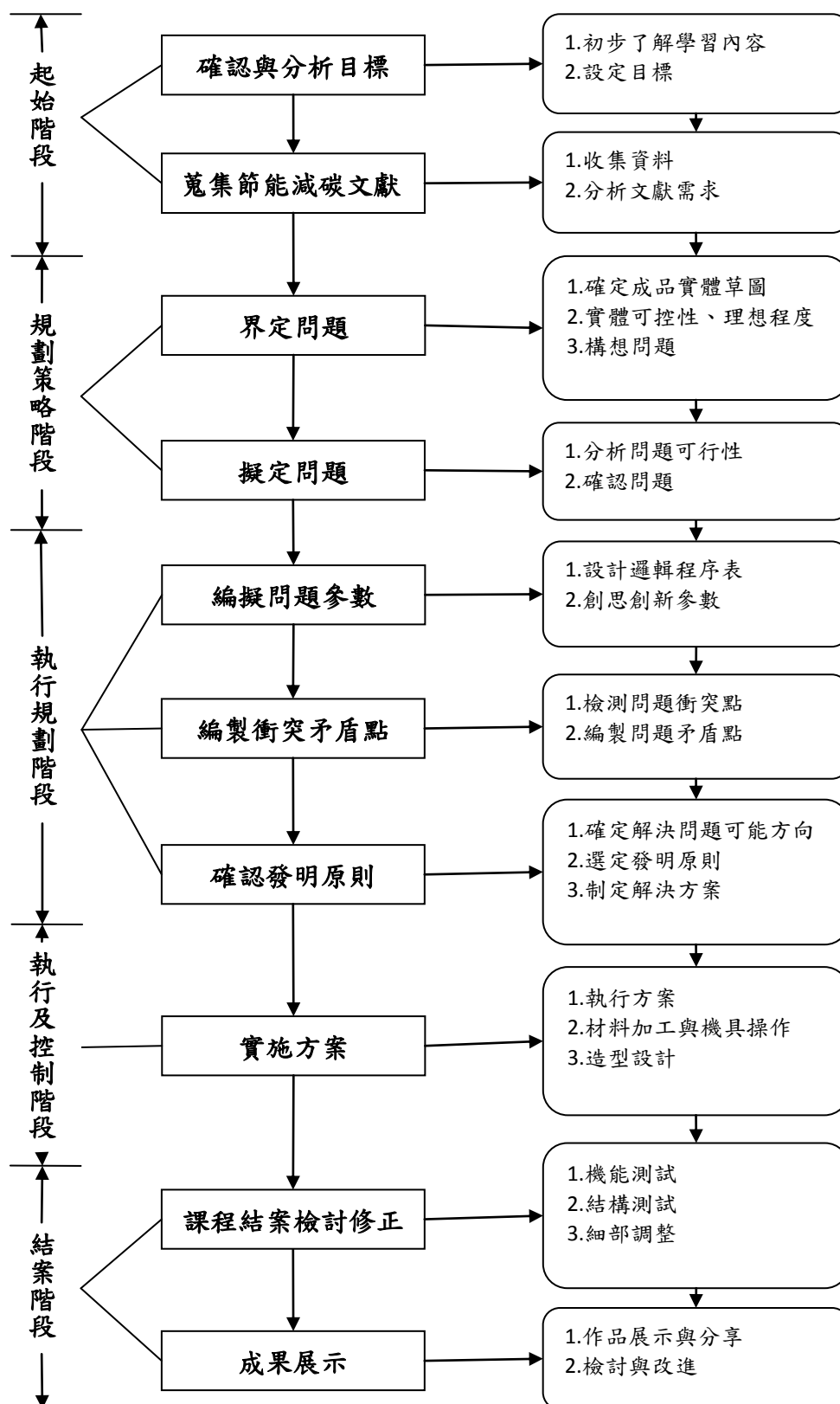


圖3-3 節能減碳TRIZ活動設計

資料來源：研究者整理

本研究教學活動設計估計上課時間為每節課 50 分鐘，每週 2 節課，每週 100 分鐘，共計教學 4 週 400 分鐘，並視教學情況酌量增減上課時間，預計研究時程如下表 3-1 所示。

表 3-1 研究時程計畫表

時間 階段		2009				2009			
		三月				四月			
		第一週	第二週	第三週	第四週	第一週	第二週	第三週	第四週
課程實施	起始			■					
	規劃策略			■					
	執行規劃				■	■			
	執行及控制					■	■		
	結案							■	

本研究之活動進程序說明如下

- (一) 起始階段：本研究欲瞭解節能減碳 TRIZ 設計課程對高中學生產品創新表現之影響，先就目前一般高中教學的狀況，進行深入的瞭解與現況的評估，並以此設定目標，指導學生收集資料，分析文獻需求。
- (二) 規劃策略階段：依照現況資料及條件，決定課程的類型範圍與特色，並初步規劃節能減碳 TRIZ 課程統整所需配合的事宜，介紹 TRIZ 設計方法，指導學生繪製實體草圖，並構想活動可能產生的節能減碳問題，加以分析及確認。
- (三) 執行規劃階段：根據學生自行規劃之實體草圖及構想出的節能減碳問題，以 TRIZ 設計方法設計邏輯程序表，引導學生思考欲使用之創新參數，架構出個人的問題矛盾衝突點，並依據 TRIZ 發明原則解決問題，從而完成製作規劃。
- (四) 執行及控制階段：進行太陽能驅動車的實作，將執行規劃後所整理出之製作方法加以執行，進行材料加工與機具操作，並期望學生設計出具有特殊功能的太陽能驅動車。
- (五) 結案階段：完成太陽能驅動車之產品，請每位學生展示其作品與分享歷程，教師同步進行產品創意之評分，並引導學生檢討與改進課程活課進行所可能產生的問題。
- (六) 資料蒐集：
 1. 構想創意評量表：於課程實施後實施，收集學生之奇特性、新穎性、可行性、價值性等四項構想創意表現之分數。
 2. 產品創意評量表：於課程實施後實施，收集學生之製作、造型、傳動、性能等四項產品創意表現之分數。

本研究之節能減碳 TRIZ 活動設計所賦予受試學生的任務是「太陽能驅動車的產品創新製作」。是依據文獻探討後所整理出之「節能減碳 TRIZ 設計教學模式」的過程加以規劃之「節能減碳 TRIZ 活動設計」。提供學生基本的太陽能動力零組件，將教材內容延伸至「全民的角度」對學生進行課程教學，希望學生可以從全民的角度，將現實生活中的各種有限的材料，進行有效的節能減碳運用，並培養學生在有限的材料中，運用 TRIZ 設計方法，設計出具有節能減碳及行動效能的太陽能驅動車。其最大特色在於「開放情境」、「鼓勵創新」、「明確的目標導向」，具體實施計畫詳見附錄一。

1. 開放情境：本研究的節能減碳 TRIZ 活動設計，均以「開放性問題」為活動設計的核心，沒有所謂的「標準答案」。
2. 鼓勵創新：本研究的教學活動鼓勵學生探索特別的、具原創性的潛在問題與解決方案，將創新性列為成果評量的主要規準之一。
3. 明確的目標導向：本研究的節能減碳 TRIZ 活動設計不僅希望學生提出的方案，應具有創新性，構想更應該具有可行性。因此，在本研究之節能減碳 TRIZ 活動設計亦有預設的、客觀的評鑑規準，以方便檢核學生所提出之方案是具可行性的。

活動計畫不僅透過 Lewis 所提出的產品研發專案管理法，Altshuller 提出的 39 矛盾矩陣與 40 創新解題原則，以及劉曉敏、檀潤華、姚立綱、曹國忠及馬力輝（2007）所提出的「TRIZ 的產品創新設計類比過程模型」做為本研究活動計畫之內容效度，並透過專家審查的方式，取得專家效度，參與本研究的學者專家包括台灣師範大學教授，以及國立板橋高中生活科技教師，台灣師範大學教授對科技教育及創意教學均有多

年教學經驗與創作評審經驗，國立板橋高中生活科技教師亦有專業的生活科技教學經驗。

二、構想創意評量表

「太陽能驅動車構想歷程檔案」是本研究藉以評鑑學生構想創意的來源。設計的結果必須反應出各個過程的歷程，包括「確定設計產品的目的與條件、有關設計目標與條件的分析研究、資料蒐集、新組合的階段、讓考慮過的問題解決產生發酵作用、決定設計形態、檢討產品細部形態、設計完成產品的最後表示」等歷程（王銘顯，1992）。因此，本研究依據文獻探討後所整理出之節能減碳 TRIZ 設計教學模式的過程加以規劃，內容包括「確認與分析目標、蒐集節能減碳文獻、界定問題、擬定問題、編擬問題參數、編製衝突矛盾點、確認發明原則、實施方案、課程結案檢討修正、成果展示」等歷程。

主要依據張玉山（2003）之「構想創意評量表」，並依據本研究單元教學活動設計所需加以調整。其評量構想創意的向度先區分為「奇特性」、「新穎性」、「可行性」及「價值性」等四項度，再針對每一個向度加以分析，將針對學生的「創造歷程」進行評量，在量表計分方面，採用五等尺度計分，5 代表極佳、4 代表佳、3 代表尚可、2 代表差、1 代表極差，將每一個構面的評量分數加總後即可得學生在該構面所得之總分，總分越高表示該作品具有較高的創意表現，藉以評鑑學生構想創意的主要來源。詳細內容請參見附錄四。

1. 新奇性：評量向度主要分為「材料」、「造型」與「結構」三個部分，依其創意是否特別、獨特、古怪的程度而定。
2. 新穎性：評量向度主要分為「原創」與「稀少」。依其創意是否與傳統作品不同、在同儕出現頻率很低的程度而定。
3. 可行性：評量向度主要分為「構想可行」與「精密完整」。

依其創意是否可行，以及創意的描述是否完整的程度而定。

4. 價值性：評量向度主要分為「精緻美觀」、「功能（性能）強大」與「多用途」。依其創意是否符合美感、特定需求與多功能的程度而定。

(一) 評分者信度

在「構想創意」的評分部份，由台北縣某高中生活科技教師及研究者來擔任評分的工作。經統計結果，各項目的評分者信度如表 3-2 所示。

表 3-2 產品創意評分者一致性

項目名稱	Cronbach α
奇特性	0.957
新穎性	0.988
可行性	0.987
價值性	0.983
總分	0.971

(二) 內部一致性

在量表的信度方面，本研究利用前導性實驗研究時，將該評量表試用一次，並與台北縣某高中生活科技教師針對前導性實驗學生構想歷程的評分結果。經統計結果，各項目的內部一致性考驗達到顯著水準如表 3-3 所示。

表 3-3 評量項目與整體構想創意分數的一致性

項目	相關係數	顯著性
1.奇特性	.780**	.000
a.材料	.566**	.009
b.造形	.756**	.000
c.結構	.913**	.000
2.新穎性	.814**	.000
a.原創	.729**	.000
b.少見	.746**	.000
3.可行性	.915**	.000
a.構想可行	.879**	.000
b.精密完整	.938**	.000
4.價值性	.845**	.000
a.美觀	.884**	.000
b.性能	.930**	.000
c.多用途	.865**	.000

(**P<.01)

三、產品創意評量表

主要依據張玉山（2003）之「產品創意評量表」，並針對本研究之太陽能驅動車的設計與製作之實際情況進行修改。其評量產品創意的向度主要分為「製作」、「造型」、「傳動」、「性能」四項，將針對學生的「創意產品」進行評量，是本研究藉以評鑑學生產品創意（太陽能驅動車）的主要來源。詳細內容請參見附錄五。

（一）評分者信度

在「產品創意」的評分部份，由台北縣某高中生活科技教師及研究者來擔任評分的工作。經統計結果，各項目的評分者信度如表 3-4 所示。

表 3-4 產品創意評分者一致性

項目名稱	Cronbach α
製作	0.920
造型	0.880
傳動	0.990
性能	0.989
總分	0.984

(二)內部一致性

在量表的信度方面，本研究利用前導性實驗研究時，將該評量表試用一次，並與台北縣某高中生活科技教師針對前導性實驗學生產品創意的評分結果，進行評分者信度的考驗。經統計結果，各項目的內部一致性考驗達到顯著水準，如表 3-5 所示。

表 3-5 評量項目與整體產品創意分數的一致性

項目	相關係數	顯著性
1.製作	.838**	.000
2.造型	.642**	.002
3.傳動	.719**	.000
4.性能	.696**	.001

(**P<.01)

第五節 資料處理與分析

本研究主要採用量的資料分析，將所蒐集的問卷資料輸入電腦以 SPSS-12 統計軟體進行量化統計分析。依據研究目的，將研究資料的處理方法，茲說明如下：

一、資料分析

1. 平均數：以平均數來呈現「構想創意評量表」與「產品創意評量表」的重要性數值，可代表數值資料的均衡點，作為探討「TRIZ 設計教學」對高中學生的構想創意及產品創意是否產生影響。
2. 標準差：以標準差來呈現「構想創意評量表」與「產品創意評量表」各題目填答之差異情形，以此種方式進行分析時，標準差差異愈大，表示離勢愈大。主要作為探討「TRIZ 設計教學」對高中學生的構想創意及產品創意是否產生影響。
3. 獨立樣本 t 檢定分析：以獨立樣本 t 檢定分析在 TRIZ 設計教學與傳統口述教學之間學生產品創新表現之差異情形。主要作為探討「TRIZ 設計教學」是否較「傳統講述教學」能對高中學生的產品創新表現分數產生影響。

二、資料處理

在經過剔除無效問卷或作品後，將有效之問卷或作品進行分類，再把所需的資料輸入 SPSS-12 統計軟體進行量化統計分析。

1. 以獨立樣本 t 檢定分析高中生在構想創意各類別之表現情況。
2. 以獨立樣本 t 檢定分析高中生在產品創意各類別之表現情況。

3. 以獨立樣本 t 檢定分析教學方法的 TRIZ 設計教學與傳統口述教學，對於學生在產品創新表現的產品創意與構想創意有無顯著差異。

第四章 分析與討論

本研究主要在探討 TRIZ 設計教學課程與生活科技課程對提升我國高中學生產品創新能力之影響。透過第二章文獻探討可得知，產品創新表現可藉由產品創意和構想創意的訓練與培養來啟迪與開發。因此，本研究採用「構想創意評量表」與「產品創意評量表」來評定學生的產品創新表現。在「構想創意評量表」的部分，所蒐集的資料為學生的小組構想歷程分數，在「產品創意評量表」的部分，所蒐集的資料則是學生的小組作品創意分數。本章依據資料分析結果，就 TRIZ 設計教學對構想創意的影響、TRIZ 設計教學對產品創意的影響、以及 TRIZ 設計教學對產品創新表現的影響，分節探討。

第一節 TRIZ 設計教學對構想創意的影響

本節主要針對「構想歷程表」的評量結果進行分析，並試說明 TRIZ 設計教學課程對於構想創意的影響。以下將針對「奇特性」、「新穎性」、「可行性」，及「價值性」等四個構想創意向度進行說明如下。

一、奇特性

本研究構想創意的「奇特性」主要項目包含材料、造型和結構等三個部分，評分標準最高為 5 分、最低為 1 分。其構想創意評量結果之平均數和標準差呈現於表 4-1 所示。

表 4-1 實驗組與控制組學生在構想創意「奇特性」的平均數與標準差

組別	人數		材料	造型	結構	總分
實驗組	40	M	3.65	3.00	1.95	8.60
		SD	0.75	1.11	1.30	3.15
控制組	40	M	3.55	2.85	1.95	8.35
		SD	0.86	1.13	1.54	3.53

在材料方面，實驗組與控制組學生平均分數均大於 3（實驗組 $M=3.65$ ，控制組 $M=3.55$ ），顯示大多學生準備的皆為三種以上材料；標準差均小於 1（實驗組 $SD=0.75$ ，控制組 $SD=0.86$ ），顯示實驗組的全班成績較控制組一致，高低分差距較小（ $0.75 < 0.86$ ）。

在造型方面，實驗組與控制組學生平均分數均大於 2（實驗組 $M=3.00$ ，控制組 $M=2.85$ ），顯示實驗組學生所繪製的製作草圖造型大多稍有變化，控制組學生所繪製的製作草圖大多為一般車子造型；標準差均大於 1（實驗組 $SD=1.11$ ，控制組 $SD=1.13$ ），顯示實驗組的全班成績較控制組一致，高低分差距較小（ $1.11 < 1.13$ ）。

在結構方面，實驗組與控制組學生平均分數均大於 1（實驗組與控制組 $M=1.95$ ），顯示大多學生在驅動結構上多為簡單的齒輪組合；標準差均大於 1（實驗組 $SD=1.30$ ，控制組 $SD=1.54$ ），顯示實驗組的全班成績較控制組一致，高低分差距較小（ $1.30 < 1.54$ ）。

本研究為了瞭解此影響是否為不同的教學模式所造成，對材料、造型和結構分別進行獨立樣本 t 檢定分析，以下將針對構想創意奇特性的材料、造型與結構等三個評量向度及奇特性作個別分析與探討。

（一）材料方面

表 4-2 實驗組與控制組學生在奇特性「材料」方面的獨立樣本 t 檢定摘要

	變異數相等的 Levene 檢定		平均數相等的 t 檢定		
	F 檢定	顯著性	t 值	自由度	顯著性(雙尾)
假設變異數相等	0.25	0.62	0.28	18	0.79
不假設變異數相等			0.28	17.63	0.79

* $P < .05$

為了檢測實驗組對「材料」的構想創意表現是否高於控制組，本研究接著進行「材料」獨立樣本 t 檢定分析。由表 4-2 中看出變異數同質性假設檢驗的 Levene 檢定值未達顯著（ $F=0.25$ ， $P=0.62 > 0.05$ ），因此接受兩母群體之變異數相等之假設，而由假設變異數相等之 t 檢定結果來判斷，發現考驗結果未達顯著（ $t=0.28$ ， $P=0.79 > 0.05$ ）。表示實驗組接受 TRIZ 設計教學與控制組接受傳統講述教學，在產品創新表現之構想創意奇特性的「材料」項目沒有明顯差異，即實驗組與控制組兩組學生在構想創意奇特性的「材料」方面，並未因為 TRIZ 設計教學與傳統講述教學的不同運作，而有所不同。此現象可以從學生的構想歷程中發現，本研究僅提供學生太陽能電池、馬達和齒輪，使得學生所準備的材料大多針對車輪、車身及裝飾三方面個別準備，產生大多數的學生皆準備三種以上材料的情形，而沒有顯著的差異。

（二）造型方面

表 4-3 實驗組與控制組學生在奇特性「造型」方面的獨立樣本 t 檢定摘要

	變異數相等的 Levene 檢定		平均數相等的 t 檢定		
	F 檢定	顯著性	t 值	自由度	顯著性(雙尾)
假設變異數相等	0.29	0.60	0.30	18	0.77
不假設變異數相等			0.30	17.99	0.77

* $P < .05$

為了檢測實驗組對「造型」的構想創意表現是否高於控制組，本研究接著進行「造型」獨立樣本 t 檢定分析。由表 4-3 中看出變異數同質性假設檢驗的 Levene 檢定值未達顯著（ $F=0.29$ ， $P=0.60 > 0.05$ ），因此接受兩母群體之變異數相等之假設，而由假設變異數相等之 t 檢定結果來判斷，發現考驗結果未達顯著（ $t=0.30$ ，

$P=0.77>0.05$)。表示實驗組接受 TRIZ 設計教學與控制組接受傳統講述教學，在產品創新表現之構想創意奇特性的「造型」項目沒有明顯差異，即實驗組與控制組兩組學生在構想創意奇特性的「造型」方面，並未因為 TRIZ 設計教學與傳統講述教學的不同運作，而有所不同。此現象可從教學過程中發現，實驗組學生在製作過程中主要依循上課提供的 TRIZ 設計教學的進行製作矛盾的解決，因此大多數實驗組的學生會將設計圖繪製出來再思考問題。而控制組學生在製作過程中採自行思考進行製作問題上的解決，而產生了部分學生隨意繪製設計圖後，即開始製作，傾向從製作中發現問題的製作方式，可能使得控制組學生在造型方面和實驗組有所差距，進而產生沒有顯著的差異。

(三)結構方面

表 4-4 實驗組與控制組學生在奇特性「結構」方面的獨立樣本 t 檢定摘要

	變異數相等的		平均數相等的		
	Levene 檢定		t 檢定		
	F 檢定	顯著性	t 值	自由度	顯著性(雙尾)
假設變異數相等	0.23	0.64	0.00	18	1.00
不假設變異數相等			0.00	17.53	1.00

* $P<.05$

為了檢測實驗組對「結構」的構想創意表現是否高於控制組，本研究接著進行「結構」獨立樣本 t 檢定分析。由表 4-4 中看出變異數同質性假設檢驗的 Levene 檢定值未達顯著 ($F=0.29$, $P=0.64>0.05$)，因此接受兩母群體之變異數相等之假設，而由假設變異數相等之 t 檢定結果來判斷，發現考驗結果未達顯著 ($t=0.00$, $P=1.00>0.05$)。表示實驗組接受 TRIZ 設計教學與控制組接受傳統講述教學，在產品創新表現之構想創意奇特性的「結構」項目

沒有明顯差異，即實驗組與控制組兩組學生在構想創意奇特性的「結構」方面，並未因為 TRIZ 設計教學與傳統講述教學的不同運作，而有所不同。此現象可能跟生活科技的學科專業知識有較大的關係，由於受試高一學生先前科技課程主題分別為「筆記本」、「流程圖」及「綠建築」，對於驅動車齒輪及馬達的科技素養訓練尚未進行較完整的學習，而產生大部分的學生依簡單的齒輪組合進行設計，僅有少數的組別會將驅動車的製作與先備知識-「四驅車」的製作經驗結合，導致實驗組和控制組學生在結構方面就沒有特別突出的表現，產生沒有顯著的差異。

(四)奇特性方面

表 4-5 實驗組與控制組學生在「奇特性」方面的獨立樣本 t 檢定摘要

	變異數相等的 Levene 檢定		平均數相等的 t 檢定		
	F 檢定	顯著性	t 值	自由度	顯著性(雙尾)
假設變異數相等	0.63	0.44	0.25	18	0.81
不假設變異數相等			0.25	17.30	0.81

*P<.05

為了檢測實驗組對「奇特性」的構想創意表現是否高於控制組，本研究接著進行「奇特性」獨立樣本 t 檢定分析。由表 4-5 中看出變異數同質性假設檢驗的 Levene 檢定值未達顯著 ($F=0.63$, $P=0.44 > 0.05$)，因此接受兩母群體之變異數相等之假設，而由假設變異數相等之 t 檢定結果來判斷，發現考驗結果未達顯著 ($t=0.25$, $P=0.81 > 0.05$)。表示實驗組接受 TRIZ 設計教學與控制組接受傳統講述教學，在產品創新表現之構想創意「奇特性」項目沒有明顯差異，即實驗組與控制組兩組學生在構想創意的「奇特性」方面，並未因為 TRIZ 設計教學與傳統講述教學的不

同運作，而有所不同。

二、新穎性

本研究構想創意的「新穎性」主要項目包含原創和少見二個部分，評分標準最高為 5 分、最低為 1 分。其構想創意評量結果之平均數和標準差呈現於表 4-6 所示。

表 4-6 實驗組與控制組學生在構想創意「新穎性」的平均數與標準差

組別	人數		原創	少見	總分
實驗組	40	M	3.10	3.10	6.20
		SD	1.26	1.44	2.70
控制組	40	M	2.90	3.45	6.35
		SD	1.17	1.32	2.49

在原創方面，實驗組與控制組學生平均分數均大於 2（實驗組 $M=3.10$ ，控制組 $M=2.90$ ），顯示實驗組學生的構想大多模仿自優良的設計案例，控制組學生的構想大多整理自一般的資料；標準差均大於 2（實驗組 $SD=1.26$ ，控制組 $SD=1.17$ ），顯示實驗組的全班成績較控制組不一致，高低分差距較大（ $1.26 > 1.17$ ）。

在少見方面，實驗組與控制組學生平均分數均大於 3（實驗組 $M=3.10$ ，控制組 $M=3.45$ ），顯示在班上會出現兩、三個相近的構想；標準差均大於 1（實驗組 $SD=1.44$ ，控制組 $SD=1.32$ ），顯示實驗組的全班成績較控制組不一致，高低分差距較大（ $1.44 > 1.32$ ）。

本研究為了進一步瞭解此影響是否為不同的教學模式所造成，於是對原創與少見分別進行獨立樣本 t 檢定分析，以下將針對構想創意新穎性的原創與少見二個評量向度及新穎性作個別分析與探討。

(一)原創方面

表 4-7 實驗組與控制組學生在新穎性「原創」方面的獨立樣本 t 檢定摘要

	變異數相等的 Levene 檢定		平均數相等的 t 檢定		
	F 檢定	顯著性	t 值	自由度	顯著性(雙尾)
假設變異數相等	0.07	0.80	0.37	18	0.72
不假設變異數相等			0.37	17.90	0.72

*P<.05

為了檢測實驗組對「原創」的構想創意表現是否高於控制組，本研究接著進行「原創」獨立樣本 t 檢定分析。由表 4-7 中看出變異數同質性假設檢驗的 Levene 檢定值未達顯著（ $F=0.07$ ， $P=0.80 > 0.05$ ），因此接受兩母群體之變異數相等之假設，而由假設變異數相等之 t 檢定結果來判斷，發現考驗結果未達顯著（ $t=0.37$ ， $P=0.72 > 0.05$ ）。表示實驗組接受 TRIZ 設計教學與控制組接受傳統講述教學，在產品創新表現之構想創意新穎性的「原創」項目沒有明顯差異，即實驗組與控制組兩組學生在構想創意新穎性的「原創」方面，並未因為 TRIZ 設計教學與傳統講述教學的不同運作，而有所不同。此現象可從教學方法中發現，實驗組學生在製作過程中主要依循上課提供的 TRIZ 設計教學的 39 矛盾矩陣和 40 創新解題原則，大多數實驗組的學生為解決所面對的製作矛盾，會參考老師所提供的 40 創新解題原則進行矛盾解決，又本研究所提供的創新解題原則為 40 件綠色創新產品案例，使得實驗組學生的構想大多是模仿自優良的設計案例。相對的，控制組學生在製作過程中採自行思考進行製作問題上的解決，學生需以自身的先備知識或是自行蒐集資料來解決製作問題，使得控制組學生的構想大多是整理自一般的資料，也可能導致實驗組學生在原創方面

表現的比控制組學生突出，產生沒有顯著的差異。

(二) 少見方面

表 4-8 實驗組與控制組學生在新穎性「少見」方面的獨立樣本 t 檢定摘要

	變異數相等的 Levene 檢定		平均數相等的 t 檢定		
	F 檢定	顯著性	t 值	自由度	顯著性(雙尾)
假設變異數相等	0.06	0.82	-0.56	18	0.58
不假設變異數相等			-0.56	17.85	0.58

*P<.05

為了檢測實驗組對「少見」的構想創意表現是否低於控制組，本研究接著進行「少見」獨立樣本 t 檢定分析。由表 4-8 中看出變異數同質性假設檢驗的 Levene 檢定值未達顯著 ($F=0.06$, $P=0.82 > 0.05$)，因此接受兩母群體之變異數相等之假設，而由假設變異數相等之 t 檢定結果來判斷，發現考驗結果未達顯著 ($t=-0.56$, $P=0.58 > 0.05$)。表示實驗組接受 TRIZ 設計教學與控制組接受傳統講述教學，在產品創新表現之構想創意新穎性的「少見」項目沒有明顯差異，即實驗組與控制組兩組學生在構想創意新穎性的「少見」方面，並未因為 TRIZ 設計教學與傳統講述教學的不同運作，而有所不同。此現象可能跟學生的先備知識與學生間同儕效應有較大的關係。由於實驗時間前後僅五週，學生在這段期間內所接受的科技過程技能訓練，可能較不足以造成學生在「少見」構想部分產生明顯的差異，因此學生之間先備知識的差異，可能是造成學生在「少見」構想有所差異的原因。此外，在課程進行中學生同儕之間的互動亦可能造成構想的相互學習，造成班上會存在有兩、三個相似的構想，產生沒有顯著的差異。

(三) 新穎性方面

表 4-9 實驗組與控制組學生在「新穎性」方面的獨立樣本 t 檢定摘要

	變異數相等的 Levene 檢定		平均數相等的 t 檢定		
	F 檢定	顯著性	t 值	自由度	顯著性(雙尾)
假設變異數相等	0.00	1.00	-0.14	18	0.89
不假設變異數相等			-0.14	17.94	0.89

*P<.05

為了檢測實驗組對「新穎性」的構想創意表現是否高於控制組，本研究接著進行「新穎性」獨立樣本 t 檢定分析。由表 4-9 中看出變異數同質性假設檢驗的 Levene 檢定值未達顯著（ $F=0.00$ ， $P=1.00>0.05$ ），因此接受兩母群體之變異數相等之假設，而由假設變異數相等之 t 檢定結果來判斷，發現考驗結果未達顯著（ $t=-0.14$ ， $P=0.89>0.05$ ）。表示實驗組接受 TRIZ 設計教學與控制組接受傳統講述教學，在產品創新表現之構想創意「新穎性」項目沒有明顯差異，即實驗組與控制組兩組學生在構想創意的「新穎性」方面，並未因為 TRIZ 設計教學與傳統講述教學的不同運作，而有所不同。

三、可行性

本研究構想創意的「可行性」主要項目包含構想可行和精密完整二個部分，評分標準最高為 5 分、最低為 1 分。其構想創意評量結果之平均數和標準差呈現於表 4-10 所示。

表 4-10 實驗組與控制組學生在構想創意「可行性」的平均數與標準差

組別	人數		構想可行	精密完整	總分
實驗組	40	M	3.95	2.80	6.75
		SD	1.04	0.98	2.02
控制組	40	M	3.00	2.80	5.80
		SD	0.75	0.59	1.34

在構想可行方面，實驗組與控制組學生平均分數均大於 3（實驗組 $M=3.95$ ，控制組 $M=3.00$ ），顯示大多數學生的構想有描述零件的組裝；實驗組標準差為 1.04 大於 1，而控制組標準差為 0.75 小於 1，顯示實驗組的全班成績較控制組不一致，高低分差距較大（ $1.04 > 0.75$ ）。

在精密完整方面，實驗組與控制組學生平均分數均大於 2（實驗組 $M=2.80$ ，控制組 $M=2.80$ ），顯示大多數學生的構想僅用草圖呈現；標準差均小於 1（實驗組 $SD=0.98$ ，控制組 $SD=0.59$ ），顯示實驗組的全班成績較控制組不一致，高低分差距較大（ $0.98 > 0.59$ ）。

本研究為了進一步瞭解此影響是否為不同的教學模式所造成，於是對構想可行與精密完整分別進行獨立樣本 T 檢定分析，以下將針對構想創意可行性的構想可行與精密完整二個評量向度及可行性作個別分析與探討。

（一）構想可行方面

表 4-11 實驗組與控制組學生在可行性「構想可行」方面的獨立樣本 t 檢定摘要

	變異數相等的 Levene 檢定			平均數相等的 t 檢定	
	F 檢定	顯著性	t 值	自由度	顯著性(雙尾)
假設變異數相等	1.63	0.22	2.35	18	0.03
不假設變異數相等			2.35	16.32	0.03

* $P < .05$

為了檢測實驗組對「構想可行」的構想創意表現是否高於控制組，本研究接著進行「構想可行」獨立樣本 t 檢定分析。由表 4-11 中看出變異數同質性假設檢驗的 Levene 檢定值未達顯著 ($F=1.63$, $P=0.22>0.05$)，因此接受兩母群體之變異數相等之假設，而由假設變異數相等之 t 檢定結果來判斷，發現考驗結果達到顯著 ($t=2.35$, $P=0.03<0.05$)。表示實驗組接受 TRIZ 設計教學與控制組接受傳統講述教學，在產品創新表現之構想創意可行性的「構想可行」項目有明顯差異，即實驗組與控制組兩組學生在構想創意可行性的「構想可行」方面，會因為 TRIZ 設計教學與傳統講述教學的不同運作，而有所不同。此現象可能和 TRIZ 設計方法的 39 矛盾矩陣和 40 創新解題原則有關，因實驗組是採用 39 矛盾矩陣和 40 創新解題原則，實驗組學生的矛盾點可以參考參數，而解決點可以參考解題原則，而本研究所提供的 40 創新解題原則同時包含創新產品案例，使得實驗組學生有案例可以參照，而控制組沒有，因此可能導致實驗組於構想可行方面比控制組突出，產生顯著的差異。

(二) 精密完整方面

表 4-12 實驗組與控制組學生在可行性「精密完整」方面的獨立樣本 t 檢定摘要

	變異數相等的 Levene 檢定		平均數相等的 t 檢定		
	F 檢定	顯著性	t 值	自由度	顯著性(雙尾)
假設變異數相等	3.47	0.08	0.00	18	1.00
不假設變異數相等			0.00	14.74	1.00

* $P<0.05$

為了檢測實驗組對「精密完整」的構想創意表現是否高於控制組，本研究接著進行「精密完整」獨立樣本 t 檢定分析。由表

4-12 中看出變異數同質性假設檢驗的 Levene 檢定值未達顯著 ($F=3.47$, $P=0.08 > 0.05$)，因此接受兩母群體之變異數相等之假設，而由假設變異數相等之 t 檢定結果來判斷，發現考驗結果未達顯著 ($t=0.00$, $P=1.00 > 0.05$)。表示實驗組接受 TRIZ 設計教學與控制組接受傳統講述教學，在產品創新表現之構想創意可行性的「精密完整」項目沒有明顯差異，即實驗組與控制組兩組學生在構想創意可行的「精密完整」方面，並未因為 TRIZ 設計教學與傳統講述教學的不同運作，而有所不同。此現象可能和學生的先備技能有關，在正式實驗中，實驗組和控制組大多數的學生都會聽從老師的指示進行設計圖，但學生所繪製的設計圖，可能因為先備的製圖和設計技能不足，鮮少有詳細的圖解及說明，因而造成大多數學生的構想僅用草圖呈現，產生沒有顯著的差異。

(三) 可行性方面

表 4-13 實驗組與控制組學生在「可行性」方面的獨立樣本 t 檢定摘要

	變異數相等的 Levene 檢定		平均數相等的 T 檢定		
	F 檢定	顯著性	T 值	自由度	顯著性(雙尾)
假設變異數相等	0.19	0.67	1.55	18	0.14
不假設變異數相等			1.55	17.15	0.14

* $P < .05$

為了檢測實驗組對「可行性」的構想創意表現是否高於控制組，本研究接著進行「可行性」獨立樣本 t 檢定分析。由表 4-13 中看出變異數同質性假設檢驗的 Levene 檢定值未達顯著 ($F=0.19$, $P=0.67 > 0.05$)，因此接受兩母群體之變異數相等之假設，而由假設變異數相等之 T 檢定結果來判斷，發現考驗結果未達顯著 ($t=1.55$, $P=0.14 > 0.05$)。表示實驗組接受 TRIZ 設計教學

與控制組接受傳統講述教學，在產品創新表現之構想創意「可行性」項目沒有明顯差異，即實驗組與控制組兩組學生在構想創意的「可行性」方面，並未因為 TRIZ 設計教學與傳統講述教學的不同運作，而有所不同。

四、價值性

本研究構想創意的「價值性」主要項目包含精緻美觀、功能強大和多用途等三個部分，評分標準最高為 5 分、最低為 1 分。其構想創意評量結果之平均數和標準差呈現於表 4-14 所示。

表 4-14 實驗組與控制組學生在構想創意「價值性」的平均數與標準差

組別	人數		精緻美觀	功能強大	多用途	總分
實驗組	40	M	2.90	3.70	2.15	8.75
		SD	0.84	0.98	0.47	2.29
控制組	40	M	2.95	3.30	1.60	7.85
		SD	1.26	1.01	0.70	2.97

在精緻美觀方面，實驗組與控制組學生平均分數均大於 2（實驗組 $M=2.90$ ，控制組 $M=2.95$ ），顯示大多學生構想的設計無太大變化；實驗組標準差為 0.84 小於 1，而控制組標準差為 1.26 大於 1，顯示實驗組的全班成績較控制組一致，高低分差距較小（ $0.84 < 1.26$ ）。

在功能強大方面，實驗組與控制組學生平均分數均大於 3（實驗組 $M=3.70$ ，控制組 $M=3.30$ ），顯示大多學生構想的設計無太大變化；實驗組標準差為 0.98 小於 1，而控制組標準差為 1.01 大於 1，顯示實驗組的全班成績較控制組一致，高低分差距較小（ $0.98 < 1.01$ ）。

在多用途方面，實驗組與控制組學生平均分數均大於 1（實驗組 $M=2.15$ ，控制組 $M=1.60$ ），顯示大多學生構想的設計無太大變化；標準差均小於 1（實驗組 $SD=0.47$ ，控制組 $SD=0.70$ ），顯示實驗組的全班成績較控制組一致，高低分差距較小（ $0.47 < 0.70$ ）。

本研究為了進一步瞭解此影響是否為不同的教學模式所造成，於是對精緻美觀、功能強大和多用途分別進行獨立樣本 T 檢定分析，以下將針對構想創意價值性的精緻美觀、功能強大與多用途等三個評量向度及價值性作個別分析與探討。

(一) 精緻美觀方面

表 4-15 實驗組與控制組學生在價值性「精緻美觀」方面的獨立樣本 t 檢定摘要

	變異數相等的 Levene 檢定		平均數相等的 t 檢定		
	F 檢定	顯著性	t 值	自由度	顯著性(雙尾)
假設變異數相等	2.66	0.12	-0.10	18	0.92
不假設變異數相等			-0.10	15.74	0.92

*P<.05

為了檢測實驗組對「精緻美觀」的構想創意表現是否低於控制組，本研究接著進行「精緻美觀」獨立樣本 t 檢定分析。由表 4-15 中看出變異數同質性假設檢驗的 Levene 檢定值未達顯著

($F=2.66$, $P=0.12>0.05$)，因此接受兩母群體之變異數相等之假設，而由假設變異數相等之 t 檢定結果來判斷，發現考驗結果未達顯著 ($t=-0.10$, $P=0.92>0.05$)。表示實驗組接受 TRIZ 設計教學與控制組接受傳統講述教學，在產品創新表現之構想創意價值性的「精緻美觀」項目沒有明顯差異，即實驗組與控制組兩組學生在構想創意價值性的「精緻美觀」方面，並未因為 TRIZ 設計教學與傳統講述教學的不同運作，而有所不同。此現象可能和 TRIZ 設計方法的 39 矛盾矩陣和 40 創新解題原則有關，因實驗組是採用 39 矛盾矩陣和 40 創新解題原則，而本研究所提供的 40 創新解題原則同時包含創新產品案例，案例中有展示創新產品的圖示，使得實驗組學生可能因此學習創新產品的案例圖示進行構想設

計，而控制組沒有受到案例圖示的影響，採用自主的創新設計和顏色搭配，因此可能導致實驗組於精緻美觀方面和控制組產生沒有顯著的差異。

(二) 功能強大方面

表 4-16 實驗組與控制組學生在價值性「功能強大」方面的獨立樣本 t 檢定摘要

	變異數相等的 Levene 檢定		平均數相等的 t 檢定		
	F 檢定	顯著性	t 值	自由度	顯著性(雙尾)
假設變異數相等	0.08	0.78	0.90	18	0.38
不假設變異數相等			0.90	17.99	0.38

*P<.05

為了檢測實驗組對「功能強大」的構想創意表現是否高於控制組，本研究接著進行「功能強大」獨立樣本 t 檢定分析。由表 4-16 中看出變異數同質性假設檢驗的 Levene 檢定值未達顯著 ($F=0.08$, $P=0.78 > 0.05$)，因此接受兩母群體之變異數相等之假設，而由假設變異數相等之 t 檢定結果來判斷，發現考驗結果未達顯著 ($t=0.90$, $P=0.38 > 0.05$)。表示實驗組接受 TRIZ 設計教學與控制組接受傳統講述教學，在產品創新表現之構想創意價值性的「功能強大」項目沒有明顯差異，即實驗組與控制組兩組學生在構想創意價值性的「功能強大」方面，並未因為 TRIZ 設計教學與傳統講述教學的不同運作，而有所不同。此現象可能和 TRIZ 設計方法的 39 矛盾矩陣和 40 創新解題原則有關，因實驗組是採用 39 矛盾矩陣和 40 創新解題原則，而本研究所提供的 40 創新解題原則同時包含創新產品案例，案例中有創新產品的說明，使得實驗組學生可能因此參照創新產品的說明進行構想設計的說明，而控制組沒有受到創新產品說明的影響，採用自主的產品說明，因

此可能導致實驗組於功能強大方面和控制組產生沒有顯著的差異。

(三) 多用途方面

表 4-17 實驗組與控制組學生在價值性「多用途」方面的獨立樣本 t 檢定摘要

	變異數相等的 Levene 檢定		平均數相等的 t 檢定		
	F 檢定	顯著性	t 值	自由度	顯著性(雙尾)
假設變異數相等	3.65	0.07	2.06	18	0.06
不假設變異數相等			2.06	15.84	0.06

*P<.05

為了檢測實驗組對「多用途」的構想創意表現是否高於控制組，本研究接著進行「多用途」獨立樣本 t 檢定分析。由表 4-17 中看出變異數同質性假設檢驗的 Levene 檢定值未達顯著

($F=3.65$, $P=0.07 > 0.05$)，因此接受兩母群體之變異數相等之假設，而由假設變異數相等之 t 檢定結果來判斷，發現考驗結果未達顯著 ($t=2.06$, $P=0.06 > 0.05$)。表示實驗組接受 TRIZ 設計教學與控制組接受傳統講述教學，在產品創新表現之構想創意價值性的「多用途」項目沒有明顯差異，即實驗組與控制組兩組學生在構想創意價值性的「多用途」方面，並未因為 TRIZ 設計教學與傳統講述教學的不同運作，而有所不同。此現象可能因本研究所製作的產品為太陽能驅動車，實驗組和控制組皆把成品用途建立於驅動車的完成及驅動成效，而可能導致實驗組於功能強大方面和控制組產生沒有顯著的差異。

(四) 價值性方面

表 4-18 實驗組與控制組學生在「價值性」方面的獨立樣本 t 檢定摘要

	變異數相等的 Levene 檢定			平均數相等的 t 檢定	
	F 檢定	顯著性	t 值	自由度	顯著性(雙尾)
假設變異數相等	4.87	0.06	1.06	18	0.30
不假設變異數相等			1.06	15.21	0.31

*P<.05

為了檢測實驗組對「價值性」的構想創意表現是否高於控制組，本研究接著進行「價值性」獨立樣本 t 檢定分析。由表 4-18 中看出變異數同質性假設檢驗的 Levene 檢定值未達顯著（ $F=4.87$ ， $P=0.06 > 0.05$ ），因此接受兩母群體之變異數相等之假設，而由假設變異數相等之 t 檢定結果來判斷，發現考驗結果未達顯著（ $t=1.06$ ， $P=0.30 > 0.05$ ）。表示實驗組接受 TRIZ 設計教學與控制組接受傳統講述教學，在產品創新表現之構想創意「價值性」項目沒有明顯差異，即實驗組與控制組兩組學生在構想創意的「價值性」方面，並未因為 TRIZ 設計教學與傳統講述教學的不同運作，而有所不同。

五、整體構想創意

本研究構想創意的主要項目包含奇特性、新穎性、可行性和價值性等四個部分，將四個構想創意加總後即為整體構想創意，其整體構想創意評量結果之平均數和標準差呈現於表 4-19 所示。

表 4-19 實驗組與控制組學生在「整體構想創意」的平均數與標準差

組別	人數	平均數	標準差
實驗組	40	30.30	4.73
控制組	40	28.35	6.36

在整體構想創意方面，實驗組平均分數為 30.30，控制組平均分數為 28.35；實驗組標準差為 4.73，而控制組標準差為 6.36，顯示實驗組的全班成績較控制組一致，高低分差距較小（ $4.73 < 6.36$ ）。本研究為了瞭解此影響是否為不同的教學模式所造成，對整體構想創意進行獨立樣本 t 檢定分析，以下將針對構想創意進行分析與探討。

表 4-20 實驗組與控制組學生在「整體構想創意」方面的獨立樣本 t 檢定摘要

	變異數相等的 Levene 檢定			平均數相等的 t 檢定	
	F 檢定	顯著性	t 值	自由度	顯著性(雙尾)
假設變異數相等	0.53	0.48	0.78	18	0.45
不假設變異數相等			0.78	16.62	0.45

* $P < .05$

為了檢測實驗組對「整體構想創意」表現是否高於控制組，本研究接著進行「整體構想創意」獨立樣本 t 檢定分析。由表 4-20 中看出變異數同質性假設檢驗的 Levene 檢定值未達顯著（ $F=0.53$ ， $P=0.48 > 0.05$ ），因此接受兩母群體之變異數相等之假設，而由假設變異數相等之 t 檢定結果來判斷，發現考驗結果未達顯著（ $t=0.78$ ， $P=0.45 > 0.05$ ）。表示實驗組接受 TRIZ 設計教學與控制組接受傳統講述教學，在產品創新表現之「整體構想創意」沒有明顯差異，即實驗組與控制組兩組學生在「整體構想創意」方面，並未因為 TRIZ 設計教學與傳統講述教學的不同運作，而有所不同。

第二節 TRIZ 設計教學對產品創意的影響

本節主要針對小組作品「太陽能驅動車」的評量結果進行分析，並試說明 TRIZ 設計教學課程對於產品創意的影響。以下將針對「製作」、「造型」、「傳動」，及「性能」等四個產品創意向度進行說明如下。

一、製作

本研究產品創意的「製作」項目評量方向為作品精緻程度與細膩程度，評分標準最高為 5 分、最低為 1 分。其產品創意評量結果之平均數和標準差呈現於表 4-21 所示。

表 4-21 實驗組與控制組學生在產品創意「製作」的平均數與標準差

組別	人數	平均數	標準差
實驗組	40	3.90	0.66
控制組	40	3.65	0.71

在製作方面，實驗組平均分數為 3.90，控制組平均分數為 3.65；實驗組標準差為 0.66，而控制組標準差為 0.71，顯示實驗組的全班成績較控制組一致，高低分差距較小（ $0.66 < 0.71$ ）。

本研究為了進一步瞭解此影響是否為不同的教學模式所造成，於是對製作進行獨立樣本 t 檢定分析，以下將針對產品創意進行分析與探討。

表 4-22 實驗組與控制組學生在「製作」方面的獨立樣本 t 檢定摘要

	變異數相等的 Levene 檢定		平均數相等的 t 檢定		
	F 檢定	顯著性	t 值	自由度	顯著性(雙尾)
假設變異數相等	0.23	0.64	0.82	18	0.43
不假設變異數相等			0.82	17.90	0.43

* $P < .05$

為了檢測實驗組對「製作」表現是否高於控制組，本研究接著進行「製作」獨立樣本 t 檢定分析。由表 4-22 中看出變異數同質性假設檢驗的 Levene 檢定值未達顯著 ($F=0.23$, $P=0.64 > 0.05$)，因此接受兩母群體之變異數相等之假設，而由假設變異數相等之 t 檢定結果來判斷，發現考驗結果未達顯著 ($t=0.82$, $P=0.43 > 0.05$)。表示實驗組接受 TRIZ 設計教學與控制組接受傳統講述教學，在產品創新表現之產品創意的「製作」項目沒有明顯差異，即實驗組與控制組兩組學生在產品創意的「製作」方面，並未因為 TRIZ 設計教學與傳統講述教學的不同運作，而有所不同。此現象可能和學生的先備製作技能有關，因本研究所選取的學生為高中一年級常態分配的班級，而老師於太陽驅動車的製作技能並無特別進行指導說明，使得學生基於先備製作技能進行製作，因此可能使得實驗組及控制組在產品製作上沒有顯著的差異。

二、造型

本研究產品創意的「造型」項目評量方向為作品造型設計與色彩搭配，評分標準最高為 5 分、最低為 1 分。其產品創意評量結果之平均數和標準差呈現於表 4-23 所示。

表 4-23 實驗組與控制組學生在產品創意「造型」的平均數與標準差

組別	人數	平均數	標準差
實驗組	40	4.00	0.75
控制組	40	4.25	0.68

在製作方面，實驗組平均分數為 4.00，控制組平均分數為 4.25；實驗組標準差為 0.75，而控制組標準差為 0.68，顯示實驗組的全班成績較控制組不一致，高低分差距較大 ($0.75 > 0.68$)。

本研究為了進一步瞭解此影響是否為不同的教學模式所造成，於是對造型進行獨立樣本 t 檢定分析，以下將針對產品創意進行分析與探討。

表 4-24 實驗組與控制組學生在「造型」方面的獨立樣本 t 檢定摘要

	變異數相等的 Levene 檢定		平均數相等的 t 檢定		
	F 檢定	顯著性	t 值	自由度	顯著性(雙尾)
假設變異數相等	0.09	0.77	-0.79	18	0.44
不假設變異數相等			-0.79	17.84	0.44

*P<.05

為了檢測實驗組對「造型」表現是否低於控制組，本研究接著進行「造型」獨立樣本 t 檢定分析。由表 4-24 中看出變異數同質性假設檢驗的 Levene 檢定值未達顯著 ($F=0.09$, $P=0.77>0.05$)，因此接受兩母群體之變異數相等之假設，而由假設變異數相等之 T 檢定結果來判斷，發現考驗結果未達顯著 ($t=-0.79$, $P=0.44>0.05$)。表示實驗組接受 TRIZ 設計教學與控制組接受傳統講述教學，在產品創新表現之產品創意的「造型」項目沒有明顯差異，即實驗組與控制組兩組學生在產品創意的「造型」方面，並未因為 TRIZ 設計教學與傳統講述教學的不同運作，而有所不同。此現象可能和學生的先備造型知識有關，因本研究所選取的學生為高中一年級常態分配的班級，學生們對於驅動車的造型大多基於歷程設計圖製作，再進行其他加工，然而實驗組在構想設計圖的繪製時，可能受到 40 創新解題原則的案例圖示所影響，產生了仿效圖示的行為，而控制組則可能因先備造型知識不足，使得造型的發想不夠充足。因此，在先備造型知識及案例圖示兩者差異的影響下，可能使得實驗組及控制組在產品製作上產生沒有顯著的差異。

三、傳動

本研究產品創意的「傳動」項目評量方向為作品傳動機制、線路配置與輪軸搭配，評分標準最高為 5 分、最低為 1 分。其產品創意評量結果之平均數和標準差呈現於表 4-25 所示。

表 4-25 實驗組與控制組學生在產品創意「傳動」的平均數與標準差

組別	人數	平均數	標準差
實驗組	40	3.75	1.42
控制組	40	2.40	1.26

在製作方面，實驗組平均分數為 3.75，控制組平均分數為 2.40；實驗組標準差為 1.42，而控制組標準差為 1.26，顯示實驗組的全班成績較控制組不一致，高低分差距較大（ $1.42 > 1.26$ ）。

本研究為了進一步瞭解此影響是否為不同的教學模式所造成，於是對造型進行獨立樣本 t 檢定分析，以下將針對產品創意進行分析與探討。

表 4-26 實驗組與控制組學生在「傳動」方面的獨立樣本 T 檢定摘要

	變異數相等的 Levene 檢定		平均數相等的 t 檢定		
	F 檢定	顯著性	t 值	自由度	顯著性(雙尾)
假設變異數相等	1.62	0.22	2.25	18	0.03
不假設變異數相等			2.25*	17.77	0.03

* $P < .05$

為了檢測實驗組對「傳動」表現是否高於控制組，本研究接著進行「傳動」獨立樣本 t 檢定分析。由表 4-26 中看出變異數同質性假設檢驗的 Levene 檢定值未達顯著（ $F=1.62$ ， $P=0.22 > 0.05$ ），因此接受兩母群體之變異數相等之假設，而由假設變異數相等之 t 檢定結果來判斷，發現考驗結果達顯著（ $t=2.25$ ， $P=0.03 < 0.05$ ）。表示實驗組接受 TRIZ 設計教學與控制組接受傳統講述教學，在產品創新表現之產品創意的「傳動」項目有明顯差異，即實驗組與控制組兩組學生在產品創意的「傳動」方面，會因為 TRIZ 設計教學與傳統講述教學的不同運作，而有所不同。此現象可能基於實驗組學生在構想歷程中，所產生的構想大多有描述零件的組裝，因此實驗組學生可能在成品製作過程中，有特別考慮到齒輪和馬達及線路和輪軸的組裝，而可能使得實驗組及控制組在產品傳動上

產生顯著的差異。

四、性能

本研究產品創意的「性能」項目評量方向為作品的實際效能，評分標準最高為 5 分、最低為 1 分。其產品創意評量結果之平均數和標準差呈現於表 4-27 所示。

表 4-27 實驗組與控制組學生在產品創意「性能」的平均數與標準差

組別	人數	平均數	標準差
實驗組	40	3.10	1.47
控制組	40	1.80	1.23

在性能方面，實驗組平均分數為 3.10，控制組平均分數為 1.80；實驗組標準差為 1.47，而控制組標準差為 1.23，顯示實驗組的全班成績較控制組不一致，高低分差距較大（ $1.47 > 1.23$ ）。

本研究為了進一步瞭解此影響是否為不同的教學模式所造成，於是對造型進行獨立樣本 t 檢定分析，以下將針對產品創意進行分析。

表 4-28 實驗組與控制組學生在「性能」方面的獨立樣本 t 檢定摘要

	變異數相等的 Levene 檢定			平均數相等的 t 檢定	
	F 檢定	顯著性	t 值	自由度	顯著性(雙尾)
假設變異數相等	1.25	0.28	2.15	18	0.04
不假設變異數相等			2.15*	17.46	0.04

* $P < .05$

為了檢測實驗組對「性能」表現是否高於控制組，本研究接著進行「性能」獨立樣本 t 檢定分析。由表 4-28 中看出變異數同質性假設檢驗的 Levene 檢定值未達顯著（ $F=1.25$ ， $P=0.28 > 0.05$ ），因此接受兩母群體之變異數相等之假設，而由假設變異數相等之 t 檢定結果來判斷，發現考驗結果達顯著（ $t=2.15$ ， $P=0.04 < 0.05$ ）。表示實驗組接受 TRIZ 設

計教學與控制組接受傳統講述教學，在產品創新表現之產品創意的「性能」項目有明顯差異，即實驗組與控制組兩組學生在產品創意的「性能」方面，會因為 TRIZ 設計教學與傳統講述教學的不同運作，而有所不同。此現象可能要考慮到學生作品的整體性，一台太陽能驅動車的跑動效能除了考量傳動機制外，其造型也會影響整台車的效能，輪胎的造型、整台驅動車的重量，都是會影響太陽能驅動車性能的因素，而實驗組學生透過 TRIZ 設計教學的學習後，針對最後驅動車的跑動效能的改良，顯得較以往明確，藉由上述因素，而可能使得實驗組及控制組在產品性能上產生顯著的差異。

五、整體產品創意

本研究產品創意的主要項目包含製作、造型、傳動和性能等四個部分，將四個產品創意加總後即為整體產品創意，其整體產品創意評量結果之平均數和標準差呈現於表 4-29 所示。

表 4-29 實驗組與控制組學生在「整體產品創意」的平均數與標準差

組別	人數	平均數	標準差
實驗組	40	14.75	3.54
控制組	40	12.10	2.86

在整體產品創意方面，實驗組平均分數為 14.75，控制組平均分數為 12.10；實驗組標準差為 3.54，而控制組標準差為 2.86，顯示實驗組的全班成績較控制組不一致，高低分差距較大（ $3.54 > 2.86$ ）。

本研究為了瞭解此影響是否為不同的教學模式造成，對整體產品創意進行獨立樣本 t 檢定分析，以下將對產品創意進行分析與探討。

表 4-30 實驗組與控制組學生在「整體產品創意」方面的獨立樣本 t 檢定摘要

	變異數相等的		平均數相等的		
	Levene 檢定		t 檢定		
	F 檢定	顯著性	t 值	自由度	顯著性(雙尾)
假設變異數相等	1.36	0.26	1.84	18	0.08
不假設變異數相等			1.84	17.23	0.08

*P<.05

為了檢測實驗組對「整體產品創意」表現是否高於控制組，本研究接著進行「整體產品創意」獨立樣本 t 檢定分析。由表 4-30 中看出變異數同質性假設檢驗的 Levene 檢定值未達顯著 ($F=1.36$, $P=0.26 > 0.05$)，因此接受兩母群體之變異數相等之假設，而由假設變異數相等之 t 檢定結果來判斷，發現考驗結果未達顯著 ($t=1.84$, $P=0.08 > 0.05$)。表示實驗組接受 TRIZ 設計教學與控制組接受傳統講述教學，在產品創新表現之「整體產品創意」沒有明顯差異，即實驗組與控制組兩組學生在「整體產品創意」方面，並未因為 TRIZ 設計教學與傳統講述教學的不同運作，而有所不同。

第三節 TRIZ 設計教學對產品創新表現的影響

本節依「構想歷程表」及「太陽能驅動車」所得構想創意表現及產品創意表現兩者總分加總，得到學生產品創新表現資料，就 TRIZ 設計教學課程對高中學生產品創新表現前測所產生之影響、實驗控制所產生之影響等加以分析探討。

本研究產品創新表現的主要項目包含構想創意及產品創意等二個部分，將二個創意加總後即為產品創新表現，其產品創新表現評量結果之平均數和標準差呈現於表 4-31 所示。

表 4-31 實驗組與控制組學生在「產品創新表現」的平均數與標準差

組別	人數	平均數	標準差
實驗組	40	45.05	6.45
控制組	40	40.45	7.88

在產品創新表現方面，實驗組平均分數為 45.05，控制組平均分數為 40.45；實驗組標準差為 6.45，而控制組標準差為 7.88，顯示實驗組的全班成績較控制組較一致，高低分差距較小（ $6.45 > 7.88$ ）。

本研究為了瞭解此影響是否為不同的教學模式造成，對產品創新表現進行獨立樣本 t 檢定分析，以下將對產品創意進行分析與探討。

表 4-32 實驗組與控制組學生在「產品創新表現」的獨立樣本 t 檢定摘要

	變異數相等的 Levene 檢定		平均數相等的 t 檢定		
	F 檢定	顯著性	t 值	自由度	顯著性(雙尾)
假設變異數相等	0.05	0.83	1.43	18	0.17
不假設變異數相等			1.43	17.33	0.17

* $P < .05$

為了檢測實驗組對「產品創新表現」表現是否高於控制組，本研究接著進行「產品創新表現」獨立樣本 t 檢定分析。由表 4-32 中看出變異數同質性假設檢驗的 Levene 檢定值未達顯著 ($F=0.04$, $P=0.83 > 0.05$)，因此接受兩母群體之變異數相等之假設，而由假設變異數相等之 T 檢定結果來判斷，發現考驗結果未達顯著 ($t=1.43$, $P=0.17 > 0.05$)。表示實驗組接受 TRIZ 設計教學與控制組接受傳統講述教學，在產品創新表現沒有明顯差異，即實驗組與控制組兩組學生在「產品創新表現」，並未因為 TRIZ 設計教學與傳統講述教學的不同運作，而有所不同。

第四節 綜合討論

本研究依照構想創意、產品創意及產品創新表現的順序，將研究發現說明如下。

一、對構想創意的影響

(一) 實驗操作對學生構想創意奇特性的「材料」、「造型」、「結構」及整體奇特性，不會產生顯著影響。

實驗組與控制組兩組學生在構想創意奇特性的「材料」分數，經獨立樣本 t 檢定分析的結果為 $t=0.28$ ， $P=0.79 > 0.05$ ，未達顯著差異。顯示實驗組與控制組兩組學生在構想創意奇特性的「材料」項目沒有明顯差異，並未因為 TRIZ 設計教學與傳統講述教學的不同運作，而有所不同。

實驗組與控制組兩組學生在構想創意奇特性的「造型」分數，經獨立樣本 t 檢定分析的結果為 $t=0.30$ ， $P=0.77 > 0.05$ ，未達顯著差異。顯示實驗組與控制組兩組學生在構想創意奇特性的「造型」項目沒有明顯差異，並未因為 TRIZ 設計教學與傳統講述教學的不同運作，而有所不同。

實驗組與控制組兩組學生在構想創意奇特性的「結構」分數，經獨立樣本 t 檢定分析的結果為 $t=0.00$ ， $P=1.00 > 0.05$ ，未達顯著差異。顯示實驗組與控制組兩組學生在構想創意奇特性的「結構」項目沒有明顯差異，並未因為 TRIZ 設計教學與傳統講述教學的不同運作，而有所不同。

實驗組與控制組兩組學生在構想創意「奇特性」分數，經獨立樣本 t 檢定分析的結果為 $t=0.25$ ， $P=0.81 > 0.05$ ，未達顯著差異。顯示實驗組與控制組兩組學生在構想創意「奇特性」項目沒有明顯差異，並未因為 TRIZ 設計教學與傳統講述教學的不同運作，而

有所不同。

(二) 實驗操作對學生構想創意新穎性的「原創」、「少見」及整體新穎性，不會產生顯著影響。

實驗組與控制組兩組學生在構想創意新穎性的「原創」分數，經獨立樣本 t 檢定分析的結果為 $t=0.37$ ， $P=0.72 > 0.05$ ，未達顯著差異。顯示實驗組接受 TRIZ 設計教學與控制組接受傳統講述教學，在產品創新表現之構想創意新穎性的「原創」項目沒有明顯差異，即實驗組與控制組兩組學生在構想創意新穎性的「原創」方面，並未因為 TRIZ 設計教學與傳統講述教學的不同運作，而有所不同。

實驗組與控制組兩組學生在構想創意新穎性的「少見」分數，經獨立樣本 t 檢定分析的結果為 $t=-0.56$ ， $P=0.58 > 0.05$ ，未達顯著差異。顯示實驗組與控制組兩組學生在構想創意新穎性的「少見」項目沒有明顯差異，並未因為 TRIZ 設計教學與傳統講述教學的不同運作，而有所不同。

實驗組與控制組兩組學生在構想創意「新穎性」分數，經獨立樣本 t 檢定分析的結果為 $t=-0.14$ ， $P=0.89 > 0.05$ ，未達顯著差異。顯示實驗組與控制組兩組學生在構想創意「新穎性」項目沒有明顯差異，並未因為 TRIZ 設計教學與傳統講述教學的不同運作，而有所不同。

(三) 實驗操作對學生構想創意可行性的「構想可行」方面會產生影響，對「精密完整」及整體可行性，不會產生顯著影響。

實驗組與控制組兩組學生在構想創意可行性的「構想可行」分數，經獨立樣本 t 檢定分析的結果為 $t=2.35$ ， $P=0.03 < 0.05$ ，達到顯著差異。顯示實驗組在 TRIZ 設計教學的情境中，構想創意可

行性的「構想可行」項目有明顯差異，可能與傳統講述教學有所差別。

實驗組與控制組兩組學生在構想創意奇特性的「精密完整」分數，經獨立樣本 t 檢定分析的結果為 $t=0.00$ ， $P=1.00 > 0.05$ ，未達顯著差異。顯示實驗組與控制組兩組學生在構想創意可行性的「精密完整」項目沒有明顯差異，並未因為 TRIZ 設計教學與傳統講述教學的不同運作，而有所不同。

實驗組與控制組兩組學生在構想創意「可行性」分數，經獨立樣本 t 檢定分析的結果為 $t=1.55$ ， $P=0.14 > 0.05$ ，未達顯著差異。顯示實驗組與控制組兩組學生在構想創意「可行性」項目沒有明顯差異，並未因為 TRIZ 設計教學與傳統講述教學的不同運作，而有所不同。

(四) 實驗操作對學生構想創意價值性的「精緻美觀」、「功能強大」、「多用途」及整體價值性，不會產生顯著影響。

實驗組與控制組兩組學生在構想創意價值性的「精緻美觀」分數，經獨立樣本 t 檢定分析的結果為 $t=-0.10$ ， $P=0.92 > 0.05$ ，未達顯著差異。顯示實驗組與控制組兩組學生在構想創意價值性的「精緻美觀」項目沒有明顯差異，並未因為 TRIZ 設計教學與傳統講述教學的不同運作，而有所不同。

實驗組與控制組兩組學生在構想創意價值性的「功能強大」分數，經獨立樣本 t 檢定分析的結果為 $t=0.90$ ， $P=0.38 > 0.05$ ，未達顯著差異。顯示實驗組與控制組兩組學生在構想創意價值性的「功能強大」項目沒有明顯差異，並未因為 TRIZ 設計教學與傳統講述教學的不同運作，而有所不同。

實驗組與控制組兩組學生在構想創意價值性的「多用途」分

數，經獨立樣本 t 檢定分析的結果為 $t=2.06$ ， $P=0.06 > 0.05$ ，未達顯著差異。顯示實驗組與控制組兩組學生在構想創意價值性的「多用途」項目沒有明顯差異，並未因為 TRIZ 設計教學與傳統講述教學的不同運作，而有所不同。

實驗組與控制組兩組學生在構想創意「價值性」分數，經獨立樣本 t 檢定分析的結果為 $t=1.06$ ， $P=0.30 > 0.05$ ，未達顯著差異。顯示實驗組與控制組兩組學生在構想創意「價值性」項目沒有明顯差異，並未因為 TRIZ 設計教學與傳統講述教學的不同運作，而有所不同。

(五) 實驗操作對學生「整體構想創意」不會產生顯著影響。

實驗組與控制組兩組學生在「整體構想創意」分數，經獨立樣本 t 檢定分析的結果為 $t=0.78$ ， $P=0.45 > 0.05$ ，未達顯著差異。顯示實驗組與控制組兩組學生在構想創意「整體構想創意」沒有明顯差異，並未因為 TRIZ 設計教學與傳統講述教學的不同運作，而有所不同。

雖然 TRIZ 設計教學在當前受到產學研各界的重視，但是對於 TRIZ 設計教學對產品創新表現影響的研究，並不多見。仇惟善（2005）對創造性問題解決教學研究結果指出，學生在發現困惑、發現問題、發現主意及發現解決四個階段的表現較優秀，但在發現資料及尋求接受此二階段的表現較弱。顯示出創造性問題解決教學是有效的，但因可行性太低，使得學生對於發現資料及尋求接受的創造性問題解決幫助不大，TRIZ 設計教學在可行性方面就有這樣的功用。即使有能力，只為了實踐一個構想就必須耗費大量資源所做出的成品也是相當得不償失的（賴念煒，2007），雖然提出一個構想是創新的第一步，但是每想出十個構想，也許只有一個會給你的產品帶來一些變化，為了有效累積這些變化以造

就成功的產品創新，Paola Antonelli 表示應將創新的設計回歸本質，除掉不必要的構想與步驟（楊育修、羅雅萱譯，2007），Leon（2003）也指出 TRIZ 的概念運用到產品設計上，不僅可以讓設計者有些創新的想法，還能減少發展構想的時間。綜上所述，構想創意的奇特性、新穎性及價值性固然重要，但當這些構想沒有可行性時，便無法將構想創意實質化，即無法造就成功的產品創新，本研究的研究結果發現 TRIZ 設計教學對於構想創意可行性的「構想可行」方面，會有正面的效果，如果能以 TRIZ 設計教學做為日後的教學方法，對於學生的構想創意發展應該會有正面的效果。

二、對產品創意的影響

（一）實驗操作對學生產品創意的「製作」方面不會產生顯著影響。

實驗組與控制組兩組學生在產品創意的「製作」分數，經獨立樣本 t 檢定分析的結果為 $t=0.82$ ， $P=0.43 > 0.05$ ，未達顯著差異。顯示實驗組與控制組兩組學生在產品創意的「製作」項目沒有明顯差異，並未因為 TRIZ 設計教學與傳統講述教學的不同運作，而有所不同。

（二）實驗操作對學生產品創意的「造型」方面不會產生顯著影響。

實驗組與控制組兩組學生在產品創意的「造型」分數，經獨立樣本 t 檢定分析的結果為 $t=-0.79$ ， $P=0.44 > 0.05$ ，未達顯著差異。顯示實驗組與控制組兩組學生在產品創意的「造型」項目沒有明顯差異，並未因為 TRIZ 設計教學與傳統講述教學的不同運作，而有所不同。

（三）實驗操作對學生產品創意的「傳動」方面會產生正面影響，

TRIZ 設計教學的產品「傳動」設計創意可能與傳統講述教學有所差別。

實驗組與控制組兩組學生在產品創意的「傳動」分數，經獨立樣本 t 檢定分析的結果為 $t=2.25$ ， $P=0.03 < 0.05$ ，達到顯著差異。顯示實驗組在 TRIZ 設計教學的情境中，產品創意的「傳動」項目可能與傳統講述教學有所差別。

(四) 實驗操作對學生產品創意的「性能」方面會產生正面影響，TRIZ 設計教學的產品「性能」設計創意可能與傳統講述教學有所差別。

實驗組與控制組兩組學生在產品創意的「性能」分數，經獨立樣本 t 檢定分析的結果為 $t=2.15$ ， $P=0.04 < 0.05$ ，達到顯著差異。顯示實驗組在 TRIZ 設計教學的情境中，產品創意的「性能」項目可能與傳統講述教學有所差別。

(五) 實驗操作對學生「整體產品創意」不會產生顯著影響。

實驗組與控制組兩組學生在「整體構想創意」分數，經獨立樣本 t 檢定分析的結果為 $t=1.84$ ， $P=0.08 > 0.05$ ，未達顯著差異。顯示實驗組與控制組兩組學生在「整體產品創意」沒有明顯差異，並未因為 TRIZ 設計教學與傳統講述教學的不同運作，而有所不同。

TRIZ設計方法目前已漸為世界各國所重視，紛紛為工業界採用於產品開發的用途，Winkless 和 Mann (2001) 就曾經利用39矛盾矩陣及40創意原則於愛爾蘭食品的包裝與改良而推出新產品，但是根據本研究在文獻探討中針對2002年到2007年之間的TRIZ相關研究進行整理，搜集之近五年TRIZ研究文獻資料共23筆，發現對於TRIZ設計教學產品創新表現的研究，並不多見。周家卉 (2008) 對D&T課程提升國中學生科技創造力之研究結果指出，學生在2人一組時，實驗組學生產品創意「製作」及「造型」表現較控制組優秀，但在「傳動」及「性能」表現較控制組弱。顯示出D&T課程教學是有效的，但對於學生成品傳動的結構設計與

性能的實際測試幫助不大，TRIZ設計教學在產品創意的「傳動」及「性能」就有這樣的功用。

Christiaans (2002) 指出一個好的創意產品需整合有原創性的形式（連結及外型）和效能（執行及功效），可見有產品創意的人必須有細膩的製作手法及原創的創意，才有能力生產出具有創意的成品，才會產生成品傳動和性能方面可行，但在製作和造型方面仍無法有效顯示出產品的創意。為了彌補學生產品創意的「製作」及「造型」表現，楊裕富(2000)指出設計專業是將人們天生的創意加以造型化的實現過程。為了製作具有創造效益的新產品，必須在新產品開發前置作業階段，進行有效的設計規劃，才得以激發創意，達成預定目標或解決某一難題（何益賓，2005）。綜上可述，設計專業及設計規劃有助於促進產品創意的「製作」及「造型」表現，也顯示出設計對產品創意的重要性，本研究的研究結果發現，TRIZ 設計教學對於產品創意的「傳動」及「性能」，會有正面的效果，可以對 TRIZ 設計教學抱持肯定的態度，但是在產品創意的「製作」及「造型」，不會有差別，可以發現 TRIZ 設計教學還需要其他策略加以補強，如果能將 TRIZ 設計教學結合設計專業及設計規劃，融入日後的教學方法，對於學生的產品創意發展應該會有正面的效果。

三、對產品創新表現的影響

（一）實驗操作對學生「產品創新表現」不會產生顯著影響。

實驗組與控制組兩組學生在「產品創新表現」分數，經獨立樣本 t 檢定分析的結果為 $t=1.43$ ， $P=0.17>0.05$ ，未達顯著差異。顯示實驗組接受 TRIZ 設計教學與控制組接受傳統講述教學，在「產品創新表現」沒有明顯差異，即接受 TRIZ 設計教學課程的學生在產品創新表現上，並未因為 TRIZ 設計教學與傳統講述教學的不同

運作，而有所不同。

本研究發現，TRIZ 設計教學與傳統講述教學的運作，對學生的產品創意表現不會產生不同的影響。產品創新發展是社會商品發展的重要影響因素，而創意產生是第一階段活動，對後續成本與成敗扮演重要角色（黃淑琴，2004）。若沒有了創新，社會上所提供的產品就會越來越相似，TRIZ 設計方法便因應而生。應用 TRIZ 設計方法所發展的產品，已經成功地被實行於解決創新設計問題（張祥唐，2004），然而產品創新的過程，總是需要啟發的，TRIZ 設計方法裡正是利用 40 發明原則來嘗試啟發設計者的創新能力，本研究因此進行 TRIZ 設計教學的研究，得到了無法有效的提升學生的產品創新表現的結論。可能的原因在於高中學生對於設計產品的新經驗與先備概念連結紊亂，無法順利產生新知識（林育琦，2004），因而產生高中學生已充分體會發想法則的意涵，但知識、技能、工具所帶給高中學生的限制，使其無法充分的表現。

第五章 結論與建議

本研究旨在探討 TRIZ 設計教學在高中生活科技課程中，對學生產品創新表現的影響，作為學校在教學設計的參考。為達到研究目的，本研究首先進行文獻探討，瞭解國內外對於產品創新及 TRIZ 設計方法的相關理論，作為本研究 TRIZ 活動設計的依據。再將所完成的活動設計，以 TRIZ 設計教學及傳統講述教學為自變項，在高中進行實地的教學實驗，以瞭解其對學生產品創新表現的影響。本章先提出主要的研究發現及研究結論，再據以提出建議事項，作為 TRIZ 設計教學的規劃與實施，以及後續研究的參考。

第一節 結論

根據研究目的及研究發現，本研究針對 TRIZ 設計教學對高中學生產品創新表現的影響，提出主要的研究結論如下。

一、TRIZ 設計教學對整體構想創意不會產生顯著影響，但是在構想創意可行性的「構想可行」，會有正面的效果。

本研究欲探討 TRIZ 設計教學對學生構想創意所產生的影響，在實驗結束後，針對學生的「構想歷程表」，利用「構想創意評量表」進行構想創意的評量。結果發現，學生在構想創意各個向度（奇特性、新穎性、可行性與價值性）的表現，均不會產生顯著影響，但是在可行性的「構想可行」的表現，產生了正面的效果。顯示本研究之 TRIZ 設計教學確實對於學生構想創意的引發可能有正向的幫助。研究者透過實際的觀察，發現在四個構想創意的評量向度中，「奇特性」可能與生活科技的學科專業知識有較直接的關係，由於受試高一學生先前科技課程主題分別為筆記本、流程圖及綠建築，對於驅動車齒輪及馬達的科技素養訓練尚未進行較完整的學習，而產生大部分的學生依簡單的齒輪組合進行設計，僅有少數的組別會將驅動車的製作與先備知識-四驅車的製作經驗結合，導致實驗組和控制組學生就沒有特別突出的表現，產生沒有顯著的差異；「新穎性」與「可行性」的「精密完整」方面可能與學生個人的先備知識與學生同儕效應有較大的關係，由於實驗時間前後僅五週，學生在這段期間內所接受的科技過程技能訓練，可能較不足以造成學生在構想部分產生明顯的差異，因此學生之間先備知識的差異，可能是造成學生在構想有所差異的原因。此外，在課程進行中學生同儕之間的互動亦可能造成構想的相互學習，造成班上會存在有兩、三個相似的構想，產生沒有顯著的差異；「可行性」的「構想可行」方面可能與 TRIZ 設計方法的 39 矛盾矩陣和 40 創新解題原則有關，因實驗組是採用 39 矛盾矩陣

和40創新解題原則，實驗組學生的矛盾點可以參考參數，而解決點可以參考解題原則，而本研究所提供的40創新解題原則同時包含創新產品案例，使得實驗組學生有案例可以參照，而控制組沒有，因此可能導致實驗組於構想可行方面比控制組突出，產生顯著的差異；而「價值性」的部分，則主要與該活動所賦予學生團隊的任務有關，TRIZ設計方法的39矛盾矩陣和40創新解題原則有關，因實驗組是採用39矛盾矩陣和40創新解題原則，而本研究所提供的40創新解題原則同時包含創新產品案例，案例中有創新產品的說明，使得實驗組學生可能因此參照創新產品的說明進行構想設計的說明，而控制組沒有受到創新產品說明的影響，採用自主的產品說明，因此可能導致實驗組於功能強大方面和控制組產生沒有顯著的差異。

二、TRIZ 設計教學對產品創意的「製作」及「造型」不會產生顯著影響，但是在產品創意的「傳動」及「性能」，會有正面的效果。

本研究欲探討 TRIZ 設計教學對學生產品創意所產生的影響，在實驗結束後，針對學生團隊的「創意產品」（太陽能驅動車），利用「產品創意評量表」進行產品創意的評量。結果發現，學生在產品創意「製作」及「造型」的表現，不會產生顯著影響，但是在「傳動」及「性能」的表現，產生了正面的效果。研究者透過實際的觀察，發現在四個構想創意的評量向度中，「製作」與「造型」的部分，可能與學生的先備製作技能及造型知識有關，因本研究所選取的學生為高中一年級常態分配的班級，而老師於太陽驅動車的製作技能並無特別進行指導說明，使得學生僅基於先備製作技能進行製作，而學生們對於驅動車的造型大多基於歷程設計圖製作，再進行其他加工；然而實驗組在構想設計圖的繪製時，可能受到 40 創新解題原則的案例圖示所影響，產生了仿效圖示的行為，而控制組則可能因先備造型知識不足，使得造型的發想不夠充

足。因此，在先備製作知識及造型知識兩者差異的影響下，可能使得實驗組及控制組在產品製作上產生沒有顯著的差異。而在「傳動」及「性能」的部份，可能與作品的整體性的考量有關，一台太陽能驅動車的跑動效能除了考量傳動機制外，其造型也會影響整台車的效能，輪胎的造型、整台驅動車的重量，都是會影響太陽能驅動車性能的因素，而實驗組學生透過 TRIZ 設計教學的學習後，針對最後驅動車的跑動效能的改良，顯得較以往明確，藉由上述因素，而可能使得實驗組及控制組在產品性能上產生顯著的差異。

三、TRIZ 設計教學對學生「產品創新表現」不會產生顯著影響。

本研究欲瞭解學生在產品創意表現的構想創意和產品創意的表現，將學生實驗後所得到的太陽能驅動車構想歷程表，與學生所製作完成的太陽能驅動車等資料，首先構想創意的四個特性為分析標準進行分析，以觀察學生在構想歷程中構想創意的具體表現，接著以產品創意的四個向度為分析標準進行分析，以觀察學生在創意產品中產品創意的具體表現。結果發現，以「TRIZ設計方法」為概念所發展的「生活科技TRIZ設計教學」，實驗組與控制組雖然不會產生顯著影響，但對於學生創意設計與實作能力的提升均有正面的效果，特別在構想創意可行性的「構可行」、產品創意的「傳動」及「性能」三種向度，尤其顯著。

第二節 建議

本研究以 TRIZ 設計教學與傳統講述教學為自變項，透過準實驗研究，瞭解其應用在高中學生時，對學生的構想創意、產品創意及產品創新表現的影響。以下即依據研究發現與結論，分別針對 TRIZ 設計教學與後續的研究，提出建議事項。

一、TRIZ 設計教學與生活科技課程之建議

在本研究的正式實驗中發現，學生對於 TRIZ 設計方法與科技專業知識明顯欠缺，以致耗費許多時間來摸索 TRIZ 設計方法。因此，針對今後生活科技的教學，提出幾項的建議如下：

(一) 加強學生過程技能（製圖、設計）的訓練。

在正式實驗中，發現大多數實驗組的學生會將製作設計圖繪製出來再進行矛盾思考，而控制組學生產生了部分學生隨意繪製設計圖後再進行問題思考。從實驗中，我們可以知道大多數的學生都會聽從老師的指示進行設計圖，但學生所繪製的設計圖，鮮少有詳細的圖解及說明，造成設計圖與成品產生落差或是學生於製作過程中重新利用時間設計成品。如果能加強學生的製圖、設計的過程技能，學生將會有比較多的時間和精力去進行成品的製作，也可避免設計圖和成品上的落差。

(二) 40 創新解題原則應對照不同年齡層的學生進行修正。

本研究所提供的 40 創新解題原則同時包含創新產品案例，這些案例中包含了創新產品圖示及說明。欲建議進行修正的原因有二，首先是在本研究分析中發現，這些圖示及說明有可能會影響到學生的構想創意；其次是實驗過程中，學生曾多次詢問老師 40 創新解題原則的說明，有鑑於此，如果能將 40 創新解題原則的說明進行不同年齡層的修正以及對於創新產品案例的修正，相信學

生對於學習 TRIZ 創新解題原則應該會有正面的效果。

(三) 39 矛盾參數的取捨

常言道：工欲善其事、必先利其器。本研究 TRIZ 設計教學的工具，便是使用 39 矛盾參數和 40 創新解題原則，但 39 矛盾參數所建構的矛盾矩陣，是相當龐大的資料，這對於一個課程活動的執行，容易造成教學時間上的負擔。有鑑於此，本研究建議欲使用 39 矛盾參數和 40 創新解題原則進行創新 TRIZ 設計教學的老師，在決定好學生的學習目標後，以學習目標為主，從 39 矛盾參數取捨出所需的矛盾參數。如果能對 39 矛盾參數進行取捨，學生在進行 39 矛盾參數和 40 創新解題原則時，應該能減少學生取捨矛盾參數的時間，對於學生達成學習目標應該會有正面的效果。

二、後續的研究

本研究因時間、經費、人力等限制，僅以高中學生的教學成效為例，探討 TRIZ 設計教學的產品創新表現情形，不免有許多未盡完備或不夠深入的地方。以下謹針對後續值得做進一步研究的方向，提出建議。

- 1.在研究對象方面，本研究僅以高中一年級的學生為主。因這些學生在先備知識與實作經驗上，可能與較高年級的大學生，甚或企業員工有較多的差距，因此，今後可以分別針對大學生，或是已經在職場工作的人員，進行研究。
- 2.在研究範圍方面，本研究因為利用高中生活科技課程，作為活動的設計背景，並且僅以太陽能驅動車為活動單元。在產品創新的形態方面，難免無法週全，因此，今後可以針對產品創新的不同類型，分別進行研究。

3.在 TRIZ 創新設計方法方面，本研究以 39 矛盾矩陣及 40 創新解題原則作為主要創新設計的方法。然而在 TRIZ 創新設計方法中，尚有物質—場分析、科學與技術效應數據庫及 ARIZ 三種創新設計方法，因此，今後可以針對 TRIZ 創新設計方法的不同類型，分別進行研究。

參考文獻

一、中文部份

- 仇惟善 (2005)。創造性問題解決教學對國中資優學生之應用研究。國立台灣師範大學特殊教育系在職進修碩士研究所。全國博碩士論文資訊網，093NTNU1284009。
- 中華太陽能聯誼會(2008)。2008 年 10 月 2 日，取自 <http://www.solar-i.com/know.html>。
- 毛連塏、郭有橘、陳龍安及林幸台 (2000)。創造力研究。台北：心理。
- 王銘顯 (1992)。工藝設計-工藝設計程序。載於吳志誠主編：產品與工業設計，(頁 177-180)。台北，新形象出版事業。
- 禾黎 (2007)。安利：節能減碳，清潔生產，創造綠色生活。WTO 經濟導刊，8，30-32。
- 朱晏樟 (2003)。整合TRIZ與功能分析之設計方法研究。國立成功大學機械工程學系碩博士班博士論文。全國博碩士論文資訊網，091NCKU 5490046。
- 艾和昌(2008)。太陽能車科技及劃時代意義。物理雙月刊，3(4)，356-362。
- 余亮 (2004)。模糊與TRIZ理論應用在CMP問題與決策系統之研究。國立台灣科技大學機械工程研究所碩士論文。全國博碩士論文資訊網，093NTUST489098。
- 何益賓 (2006)。設計企劃於 3C 產品創新開發之應用。國立臺灣科技大學設計研究所碩士論文。全國博碩士論文資訊網，094NTUS5619019。
- 吳振民 (2007)。結合 TRIZ 方法與整合新產品創新流程方法進行產品綠色創新。國立成功大學機械工程學系碩士論文。全國博碩士論文資訊網，095NCKU5490086。

- 李大偉、張玉山(2000)。科技創造力的意涵與教學(上)。生活科技教育，33(9)，9-16。
- 杜瑞擇(2002)。產品永續設計：綠色設計理論與實務。台北，亞太圖書。
- 李麗薰(譯)(1993)。MacEachern, D.著。750種方法讓地球更乾淨。台北：台灣地球日。
- 肖元真、馬驥及吳泉國(2008)。大力發展清潔能源，全面實施節能減排。重慶科技學院學報(社會科學版)，2，65-67。
- 周家卉(2008)。D&T 課程提升國中學生科技創造力之研究。國立臺灣師範大學工業科技教育研究所碩士論文。全國博碩士論文資訊網，096 NTNU5036048。
- 周敬煌(1989)。工業設計。台北：大陸書店。
- 林育琦(2004)。高一學生科學經驗意義化過程之研究--以簡諧運動為例。高雄師範大學科學教育研究所碩士論文。全國博碩士論文資訊網，092NKNU5231002。
- 林宜萱、劉復苓(譯)(2005)。J. P. Lewis & L. Wong著。產品研發專案管理。台北，美商麥格羅。
- 林美秀(2004)。運用TRIZ原理探討專利開發實例。中原大學機械工程研究所碩士論文。全國博碩士論文資訊網，092CYCU5489035。
- 姜台林(譯)(2008)。S. Kaplan著。TRIZ發明問題解決理論。台北：宇河文化。
- 施振榮(2000)。創新的6種型式：創新決定競爭力。台北：大塊文化。
- 洪榮昭(1999)。試析科技創作力。國際科技教育整合思考研討會專題研討論文集(頁43-50)。

徐作聖、邱奕嘉(譯) (2000)。Allan Afuah 著。**創新管理**。台北：華泰文化。

高天志 (2005)。TRIZ法應用於工業設計構想發展之初探。國立台灣科技大學設計研究所碩士論文。全國博碩士論文資訊網，093NTUST619022。

張永宗、魏炎順 (2003)，**台灣與英國中小學階段科技教育課程之比較研究**。論文發表於 2003 國際科技教育課程改革與發展研討會，高雄市。

張玉山 (2003)。虛擬團隊之創造力研究-以師院勞作課程為例。國立台灣師範大學工業教育研究所博士論文。全國博碩士論文資訊網，091NTNU0036022。

張祥唐 (2004)。**以 TRIZ 發展創新專利迴避設計程序-以隨身人體發電裝置設計為例**。) 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告 (NSC93-2218-E-366-006)。

張祥唐 (2004)。整合TRIZ與可拓方法之綠色創新設計研究。國立成功大學機械工程學系博士碩文。全國博碩士論文資訊網，092NCKU5490111。

張殿文 (2008)。**解碼郭台銘語錄—超越自我的預言(郭語錄)**。台北：天下文化。

教育部 (2008)。**普通高級中學課程暫行綱要**。2008 年 8 月 12 日，取自 <http://140.116.223.225/98course/04/06-1-2> 普通高中暫行綱要/B06-1-3-3-2-7.htm。

莊錦賜 (2001)。工專學生機械技術創造力培育研究。**中州學報**，14，37-44。

莊錦賜（無日期）。**TRIZ 創意技法**。2008年8月30日，取自 <http://3q.creativity.edu.tw/teach/4/index.htm>。

陳世軸（2004）。應用TRIZ方法建立手工具創新設計資料庫。國立成功大學機械工程學系碩文論文。全國博碩士論文資訊網，092NCKU5490136。

陳怡靜（2005）。產品文化價值與創意對顧客基礎品牌權益之探討。國立高雄第一科技大學行銷與流通管理所碩士論文。全國博碩士論文資訊網，093NKIT5691028。

陳盈全（2007）。半導體公司供應商品質管理系統之改善-運用TRIZ方法。國立清華大學工業工程與工程管理學系碩士論文。全國博碩士論文資訊網，095NTHU5031059。

陳家豪（2003）**整合 TRIZ 與可拓方法於產品綠色專利迴避設計之研究**。行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告（NSC92-2212-E-006-115）。

陳家豪、劉志成（2003）。TRIZ 綠色創新設計方法。**綠色設計聯盟電子報**，5。

曾念民（2004）。TRIZ：6 Sigma創意問題解決的新利器。**品質月刊**，3，46-52。

曾鳴（2007）。推進節能減碳，構建和諧社會。**中國電力教育**，8，11-14。

黃小芹（2003）。企業設計文化對產品創新與概念化之研究。國立台北科技大學創新設計研究所碩士論文。全國博碩士論文資訊網，091TIT00719004。

馮之浚（2007）。為節能減碳獻策。**科學決策**，7，62。

黃光雄（1996）。**課程與教學**。台北：師大書苑。

黃光雄、楊龍立（2000）。**課程設計：理念及實作**。台北：師大書苑。

- 黃淑琴 (2004)。新產品發展創意產生之研究：顧客價值知識途徑。國立中正大學企業管理研究所博士論文。全國博碩士論文資訊網，092CCU00121078。
- 楊育修、羅雅萱(譯) (2007)。Paola Antonelli 著。日常設計經典 100。台北：積木文化。
- 楊宗儒 (2007)。市場導向、創業導向、產品創新與組織績效間關係。國立東華大學企業管理學研究所博士論文。全國博碩士論文資訊網，095NDHU5121021。
- 楊筑鈞 (2003)。產品創新、品牌形象、價格對知覺價值影響之研究-以女性內衣市場為例。天主教輔仁大學織品服裝研究所碩士論文。全國博碩士論文資訊網，091FJU00525024。
- 楊裕富 (2000)。創意活力—產品設計方法論。台北：田園城市。
- 溫敏智 (2006)。FMEA與TRIZ理論應用在動力手工具問題與決策系統之研究。國立台灣科技大學機械工程系碩士論文。全國博碩士論文資訊網，094NTUS5489082。
- 廖文進 (2006)。萃思TRIZ方法之實務應用-以液晶螢幕翻轉裝置為例。國立交通大學管理學院碩士在職專班工業工程與管理組碩士論文。全國博碩士論文資訊網，094NCTU5031078。
- 劉志成 (2003)。TRIZ方法改良與綠色創新設計方法之研究。國立成功大學機械工程學系博士碩文。全國博碩士論文資訊網，091NCKU5490008。
- 劉志成 (2004)。整合品質機能展開、綠色設計準則與 TRIZ 創新法則於綠色創新設計之研究。行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告 (NSC93-2212-E-269-013)。

- 劉曉敏、檀潤華、姚立綱、曹國忠、馬力輝(2007)。產品創新概念設計集成過程模型研究及應用。**機械工程學報**，44(9)，1-9。
- 蔡啟通（1997）。組織因素、組織成員整體創造性與組織創新之關係。國立台灣大學商學研究所博士論文，**全國博碩士論文資訊網**，085NTU00318081。
- 鄭勝隆（2005）。以TRIZ輔助汽車內裝產品設計之研究。大葉大學設計研究所路士在職專班碩士論文。**全國博碩士論文資訊網**，093DYU01619003。
- 鄭稱德（2002）。TRIZ 的產生及其理論體系。**科技進步與對策**，1，112-114。
- 黎正中（2003）**系統化創新發明理論（TRIZ/TIPS）在塗佈設備的應用-亞泰金屬的技術開發**。行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告（NSC92-2213-E007-044）。
- 盧啟宏（2000）。以 TRIZ 輔助多功能投幣機構之設計。國立中山大學機械工程學系研究所碩士論文。**全國博碩士論文資訊網**，089NSYS5490030。
- 賴念煒（2007）。DIVA 中複合型 VM 之設計與實做。國立臺灣師範大學資訊教育研究所碩士論文。**全國博碩士論文資訊網**，095NTNU5395014。
- 環保局（2008）。**節能減碳十大宣信**。2008 年 9 月 15 日取自，
<http://eco2.epa.gov.tw/Service/Declaration.aspx>。
- 謝晶瑩（2008）。對節能減碳問題重新審視，**山東經濟**，2，34-37。
- 邊守仁（1999）。**產品創新設計：工業設計專案的解構與重建**。台北：全華科技。

二、外文部份

- Altshuller, G. (1999). *The innovation algorithm*. (Shulyak, L., & Rodman, S.T.). Worcester, MA: Technical Innovation Center.
- Amabile, T.M. (1988). A model of creativity and innovation in organization. *Research in Organizational behavior*, 10, 123-167.
- Christiaans, H. C. M. (2002). Creativity as a design criterion. *Creativity Research Journal*, 14(1), 41-54.
- Damanpour, F. (1991). Organizational innovation: A meta-analysis of effects of determinants and moderators. *Academy of Management Journal*, 34(3), 555-590.
- Diehl, J., Soumitri, G., & Mestre, A. (2001). Ecodesign methodology development within the Indian, European ecodesign program, *Proceedings of Ecodesign 2001: Second International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing*, 184-189.
- Garcia, R., & Calantone, R. (2002). A critical look at technological innovation typology and innovativeness terminology: A literature review. *Journal of Product Innovation Management*, 19(2), 110-132.
- Hocevar, D., & Bachelor, P. (1989). A taxonomy and critique of measurements used in the study of creativity. In: Glover, J.A., Ronning, R.R. & Reynolds, C.R. (Eds.). *Handbook of creativity* (pp.53-59). New York: Plenum Press.
- Hua, Z., Huang, F., & Wang, W. (2007). A method of product improvement by integrating FA with TRIZ software tools. *International Journal of*

Product Development, 4(1/2), 122.

International Technology Education Association. (2005). *Technology literacy for all: A rationale and structure for the study of technology*.

Reston, VA: Author.

Khomenko, N., Guio, R. D., Lelait, L., & Kaikov, L. (2007). A framework for OTSM-TRIZ-based computer support to be used in complex problem management. *International Journal of Computer Applications in Technology*, 30(1/2), 88.

Kleinschmidt, E. J., & Cooper, R. G. (1991). The impact of product innovativeness on performance. *Journal of Product Innovation Management*, 8(4), 240-251.

Kuczmarski, T. D. (1992). Managing new products: The power of innovation. *Prentice-Hall*, 33-35.

Leon, N. (2003). Putting TRIZ into production design. *Design Management Journal*, 14(2), 58-64.

Michael, K. Y. (2000). *A comparison of students' product creativity using a computer simulation activity versus a hands-on activity in technology education*. Unpublished manuscript, Virginia Polytechnic Institute and State University, Wikipedia.

Morgan, C. D. (2007). Environmental opportunities in conceptual design: Enhancing the TRIZ database with energy star products and functional models. *University of Maryland, College Park, AAT 1446168*, 105.

Nissing N. (2007). Would you buy a purple orange: TRIZ and strategic inventing offer complementary ways to generate new product concepts.

Research Technology Management, 50(3), 35-40.

The United Kingdom's economics and finance ministry. (2007). *Cox review of creativity in business: building on the UK's strengths*. Retrieved Dec 25, 2007 from http://www.hm-treasury.gov.uk/media/A/7/Cox_review-foreword-definition-terms-exec-summary.pdf.

Wang, L. (2005). TRIZ theory and automotive safety systems development. *University of Windsor (Canada)*, AAT MR04948, 161.

While, P. et al. (2000). *Business-ecodesign tools- Ecodesign methods for industrial designers*, Industrial Designers Society of America.

Winkless, B., & Mann, D. (2001). Food product development and the 40 inventive principles. *The TRIZ Journal*, May.

Yu, N. (2005). An innovative engineering design model by the aid of TRIZ methodology and CAE technology. *University of Windsor (Canada)*, AAT MR09847, 145.

Zhang, R., & Liang, Y. (2007). A conceptual design model using Axiomatic Design and TRIZ. *International Journal of Product Development*, 4(1/2), 68.

附 錄

附錄一 節能減碳 TRIZ 活動設計 - 太陽能驅動車

壹、教學活動設計

一、名稱：太陽能模型車

二、教學週數：預計 4 週

三、活動目標：

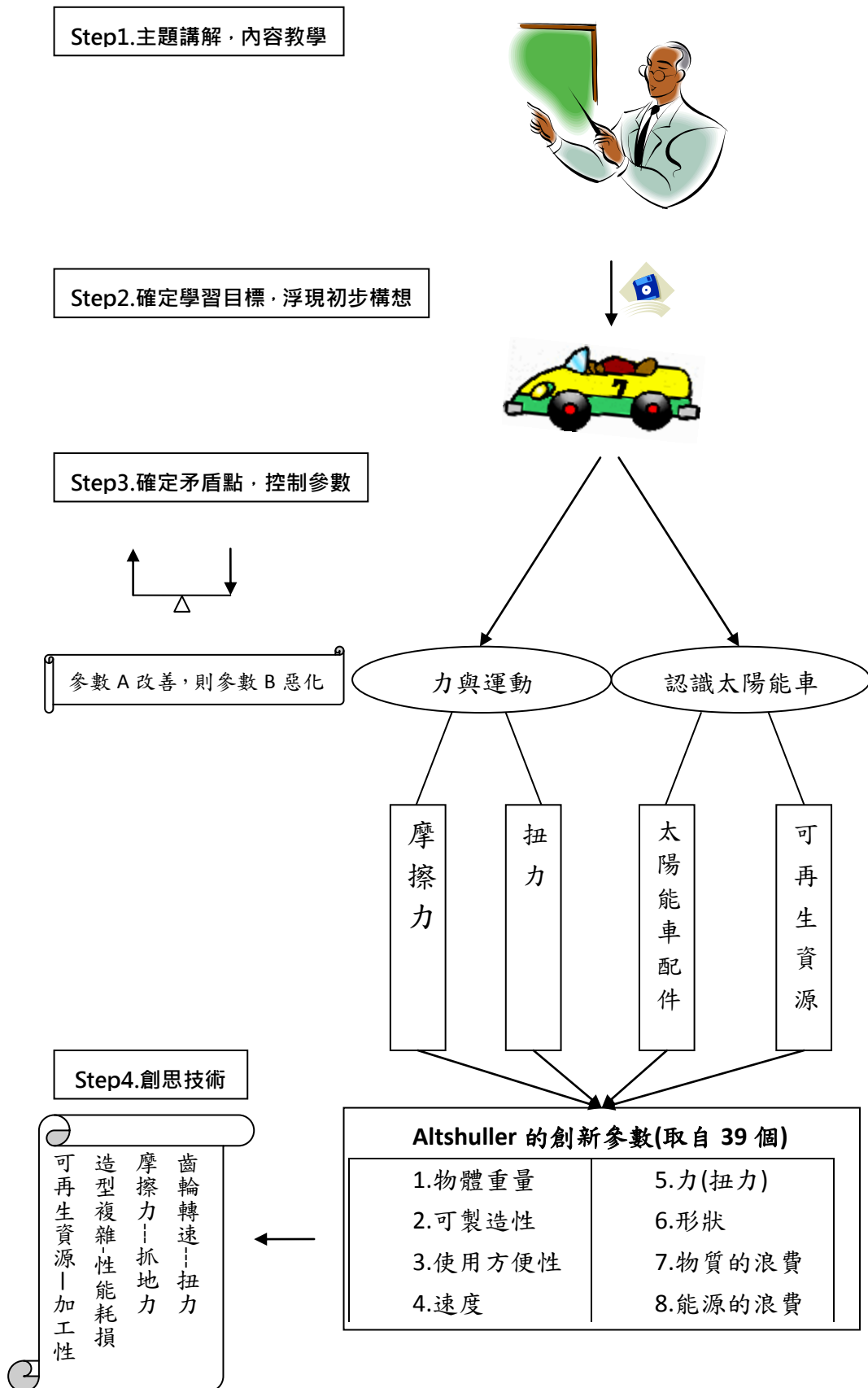
- 1.能利用 TRIZ 方法進行設計。
- 2.能設計與製作太陽能模型車。
- 3.能瞭解創意設計的方法。
- 4.培養節能減碳及可再生資源的觀念與態度。

四、活動概述：

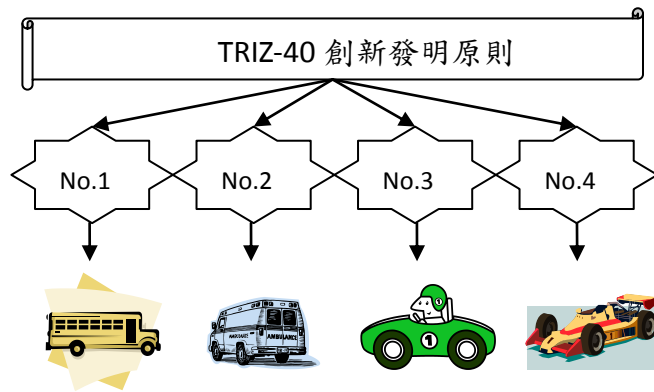
提供學生基本的太陽能動力零組件，讓學生在生活科技教室，運用 TRIZ 設計方法，設計出具有節能減碳及行動效能的太陽能模型車。



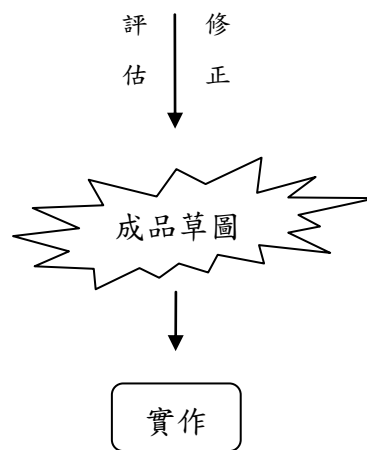
貳、教學模組架構圖：



Step5.構想方案



Step6.評估設計方案



參、教學器材

一、設備與材料

本教學活動所需教學材料、設備預計數量如下，教學設備方面將試教學進度方面略作調整以求更符合教學現況，詳細內容請參考表一及表二：

表一 太陽能車教學活動材料清單

教學材料清單（以組為單位）			
材料名稱	單位	數量	附註
輪胎	顆	若干	學生蒐集材料
外殼	個	1	學生蒐集材料
底盤	個	1	學生蒐集材料
長軸	支	若干	學生蒐集材料
齒輪組	組	1	教師統一訂購
太陽能電池	個	1	教師統一訂購
電動馬達	顆	1	教師統一訂購

表二 太陽能車教學活動設備清單

教學設備清單			
材料名稱	單位	數量	附註
剪刀	支	1	學生自行準備
直尺	支	1	學生自行準備
美工刀	支	1	學生自行準備
潤滑油	瓶	2	學校設備彈性準備
鋼絲鉗	支	若干	學校設備彈性準備
尖嘴鉗	支	若干	學校設備彈性準備
砂紙	張	若干	學校設備彈性準備
十字螺絲起子	支	若干	學校設備彈性準備

肆、教學規劃

本教學活動設計估計上課時間為每節課 50 分鐘，每週 2 節課，每週 100 分鐘，共計教學 4 週 400 分鐘，並視教學情況酌量增減上課時間，教學環境為板橋高中生活科技教室，以下為本教學活動教學進度表：

週	時間	活動場所	教學內容	預定授課內容
一	20 分	科技教室	主題講解	教學者說明教學活動內容，內容包含：節能減碳資料、製作主題、預計進度及評分方式。
	80 分	科技教室	引導學生初步構想圖	說明 TRIZ 設計方法之內容，引導學生先行建立創意太陽能車初步構想圖，繪製於「構想歷程表」中，並同步擬定潛在問題。
二	30 分	科技教室	確定矛盾點	提供學生 8 個創新參數，同步引導學生思考車子製作及執行時可能發生之衝突點，擬定個自的問題矛盾點與解決方法，記錄於「構想歷程表」中。
	50 分	科技教室	控制參數進行問題解決，並同步操作 TRIZ-40 創新發明原則	提供學生 TRIZ 矛盾矩陣表，針對問題矛盾點配合 TRIZ-40 創新發明原則進行問題解決，並比較第一次分析記錄之解決方法，結合出最佳解決方案，並記錄於「構想歷程表」。
	20 分	科技教室	完成並評估設計方案	讓學生自行評估創作可行性及製作過程可能發生的問題，教師在確定學生完成個自的構想設計方案後，並從方案中做最後的思緒所可能產生的二次效應問題，並加以解決。
三	20 分			
	50 分	科技教室	開始進行方案實作	各組開始進行太陽能車實作→調整→測試→試跑→發現問題。
四	25 分			
	75 分	科技教室	各組在試跑後進行問題解決	太陽能車運行問題解決→二次修正→加工→成品→完成產品。
五	50 分	科技教室	產品最終調整進行比賽	各組太陽能最終調整，並進行車賽。
	30 分	科技教室	各組發表感得及欣賞	作品分享、講評及成品評分，並在分享時同步請學生發表活動心得。

附錄二 TRIZ 設計教學學習單

班級：

組別：

紀錄人：

能源與動力—太陽能

一、什麼是能源？

可以直接或通過轉換，提供人類所需的有用的資源

- 能源是_____
- 再生能源~來源無所匱乏的能源
- 非再生能源~有消耗性，會日漸減少

二、什麼是太陽能？

➤ 太陽能是指_____，它的計量一般以陽光照射到地面的輻射總量，包括太陽的直接輻射和天空散射輻射的總和。

➤ 太陽能的利用方式主要有：將太陽能直接轉換為電能，以及利用太陽的熱能產生電能。

三、太陽能的優缺點

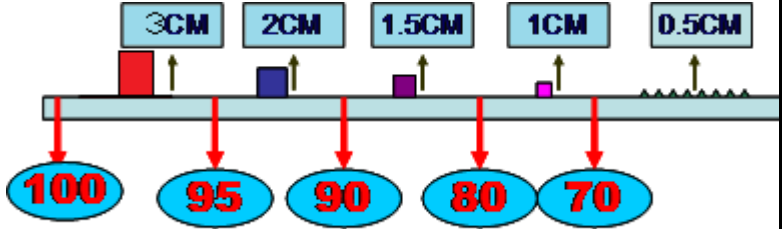
優點	缺點
➤ <u>能源來源充足且取之不盡</u>	➤ <u>價格昂貴</u>
➤ <u>環保無污染</u>	➤ _____
➤ _____	➤ 太陽能能量強度受各種因素（季節、地點、氣候等）的影響 <u>不能維持常量</u>

四、什麼是太陽能車？

以太陽能作為_____來運作的車子

五、太陽能車結構

- _____ => 置放所有零件的”殼”
- _____ => 動力來源
- _____ => 將馬達的力傳到輪子上
- _____ => 連接輪子的棒子
- _____ => 承接輪軸與車身(讓輪軸穿過去的洞)
- _____ => 與地面接觸的構件

六、創意太陽能車設計製作大賽說明 ~ 設計製作出一台可達到目標的太陽能車		
設計製作時間： <u>(第一週~第四週)</u> 評分方式： ◇ 跨障礙測試 50% ◇ 創意&造型分數 20% ◇ 構想歷程表 30%	小組材料： 老師提供(一份) ◇ 太陽能板*2 ◇ 太陽能馬達*1 ◇ 齒輪*6 ◇ 輪軸*2 小組自行決定準備 ◇ 車身材料 ◇ 軸承材料 ◇ 輪子材料	要求： ◇ 每一小組會分到<u>一份</u>材料。 ◇ 除了所發之材料外，如需另外材料與工具請自行準備。 ◇ 自行準備之材料，<u>請勿使用現成材料</u>，盡量自行製作
跨障礙測試說明 50% ◇ 場地：教室內 ◇ 跑道：<u>寬 60 公分</u>		
創意&造型分數 20% • _____ <u>完整度</u> <u>美觀協調感</u> _____		
活動紀錄單 30% • 包含構想歷程表之各表、圖請確實填寫		

預測未來的最佳方式就是創造它。...艾倫。凱(Alan Kay)

㊟下星期請記得，將你們要用來做車子的材料工具與設計圖帶來

班級：

組別：

紀錄人：

構想歷程表

λ 組員基本資料

座號	姓 名	負 責 事 項

λ 設計主題 (名稱) : _____

λ 設計理念介紹 : (試說說看你們小組想要製作怎樣的太陽能車，你們的設計有何特點可以達到目標)

λ 設計概念圖：(請畫出你們小組想要做的太陽能車造型，並想想可能存在的問題)

設計草圖



λ 設計程序表 1：

TRIZ 分析
Step1.擬定問題
根據所設計之草圖，對照所準備之環保材料，仔細思考在製造太陽能車時可能產生那些問題。 Ex：針對環保材料製造太陽能車輪胎 主要有用功能：幫助車體運行 相關有害效應：製作小環保輪胎重量輕，可高速行進直線區，但不易走過高扭力區；製作大環保輪胎重量重，可輕易走過高扭力區，但不易高速行進直線區。 擬定問題： 為有利輪胎行走於斜坡，需要高摩擦力的輪胎，但造成速度下降 →找出在高摩擦力的狀態下，避免速度下降的方法 敘述分類 希望增加輪胎抓地力，故需要增加輪胎摩擦力，但會降低直線加速。 矛盾參數：<u>力上升</u>，<u>速度下降</u>。12.13.15.28



λ 設計程序表 2：

TRIZ 分析											
Step2.問題敘述分類											
請參照八個參數如右： <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"><thead><tr><th colspan="2" style="text-align: center; padding: 5px;">Altshuller 的創新參數(取自 39 個)</th></tr></thead><tbody><tr><td style="padding: 5px;">1.物體重量</td><td style="padding: 5px;">5.力(扭力)</td></tr><tr><td style="padding: 5px;">2.可製造性</td><td style="padding: 5px;">6.形狀</td></tr><tr><td style="padding: 5px;">3.使用方便性</td><td style="padding: 5px;">7.物質的浪費</td></tr><tr><td style="padding: 5px;">4.速度</td><td style="padding: 5px;">8.能源的浪費</td></tr></tbody></table>		Altshuller 的創新參數(取自 39 個)		1.物體重量	5.力(扭力)	2.可製造性	6.形狀	3.使用方便性	7.物質的浪費	4.速度	8.能源的浪費
Altshuller 的創新參數(取自 39 個)											
1.物體重量	5.力(扭力)										
2.可製造性	6.形狀										
3.使用方便性	7.物質的浪費										
4.速度	8.能源的浪費										
問題 1： 矛盾參數：_____，_____。											
問題 2： 矛盾參數：_____，_____。											
問題 3： 矛盾參數：_____，_____。											
問題 4： 矛盾參數：_____，_____。											
問題 5： 矛盾參數：_____，_____。											



λ 設計程序表 3：

TRIZ 分析				
Step3.確認適當發明原則				
Ex：依據上述矛盾參數之整理，力上升->速度下降，可從矛盾矩陣中確認適當發明原則為：12:等位性、13:倒轉、15:動態、28:更換機械系統。 取捨發明原則： 選擇原則 15->15-a 為達到最適性能進行輪胎胎紋的切割，使輪胎胎紋產生摩擦力，而因胎紋產生的輪胎空隙降低輪胎重量，相對減少速度下降。 製作指引：切割輪胎胎紋，增加摩擦力，降低重量。 請各小組依上述舉例思緒，填入下表 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;"> 矛盾敘述舉例 力上升->速度下降 </td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"> 確認適當發明原則 12:等位性、13:倒轉、15:動態、28:更換機械系統 </td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"> 取捨發明原則 決定使用原則：<u>15-a</u> 決定動機： <u>為達到最適性能進行輪胎胎紋的切割，使輪胎胎紋產生摩擦力，而因胎紋產生的</u> <u>輪胎空隙降低輪胎重量，相對減少速度下降。</u> </td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"> 製作指引： <u>切割輪胎胎紋，增加摩擦力，降低重量。</u> </td> </tr> </table>	矛盾敘述舉例 力上升->速度下降	確認適當發明原則 12:等位性、13:倒轉、15:動態、28:更換機械系統	取捨發明原則 決定使用原則：<u>15-a</u> 決定動機： <u>為達到最適性能進行輪胎胎紋的切割，使輪胎胎紋產生摩擦力，而因胎紋產生的</u> <u>輪胎空隙降低輪胎重量，相對減少速度下降。</u>	製作指引： <u>切割輪胎胎紋，增加摩擦力，降低重量。</u>
矛盾敘述舉例 力上升->速度下降				
確認適當發明原則 12:等位性、13:倒轉、15:動態、28:更換機械系統				
取捨發明原則 決定使用原則：<u>15-a</u> 決定動機： <u>為達到最適性能進行輪胎胎紋的切割，使輪胎胎紋產生摩擦力，而因胎紋產生的</u> <u>輪胎空隙降低輪胎重量，相對減少速度下降。</u>				
製作指引： <u>切割輪胎胎紋，增加摩擦力，降低重量。</u>				



TRIZ 分析-Step3(續)

矛盾敘述

確認適當發明原則

取捨發明原則

決定使用原則：_____

決定動機：

製作指引：

矛盾敘述

確認適當發明原則

取捨發明原則

決定使用原則：_____

決定動機：

製作指引：



TRIZ 分析-Step3(續)

矛盾敘述

確認適當發明原則

取捨發明原則

決定使用原則：_____

決定動機：

製作指引：

矛盾敘述

確認適當發明原則

取捨發明原則

決定使用原則：_____

決定動機：

製作指引：



λ 設計概念圖：

最終成品



λ 環保材料清單

[illegible]

附錄三 傳統講述教學學習單

班級：

組別：

紀錄人：

能源與動力—太陽能

一、什麼是能源？

可以直接或通過轉換，提供人類所需的有用的資源

- 能源是_____
- 再生能源~來源無所匱乏的能源
- 非再生能源~有消耗性，會日漸減少

二、什麼是太陽能？

➤ 太陽能是指_____，它的計量一般以陽光照射到地面的輻射總量，包括太陽的直接輻射和天空散射輻射的總和。

➤ 太陽能的利用方式主要有：將太陽能直接轉換為電能，以及利用太陽的熱能產生電能。

三、太陽能的優缺點

優點	缺點
➤ <u>能源來源充足且取之不盡</u>	➤ <u>價格昂貴</u>
➤ <u>環保無污染</u>	➤ _____
➤ _____	➤ 太陽能能量強度受各種因素（季節、地點、氣候等）的影響 <u>不能維持常量</u>

四、什麼是太陽能車？

以太陽能作為_____來運作的車子

五、太陽能車結構

- _____ => 置放所有零件的”殼”
- _____ => 動力來源
- _____ => 將馬達的力傳到輪子上
- _____ => 連接輪子的棒子
- _____ => 承接輪軸與車身(讓輪軸穿過去的洞)
- _____ => 與地面接觸的構件

六、創意太陽能車設計製作大賽說明 ~

設計製作出一台可達到目標的太陽能車

設計製作時間：
(第一週~第四週)

評分方式：

- ◇ 跨障礙
測試 50%
- ◇ 創意&
造型分數 20%
- ◇ 構想歷
程表 30%

小組材料：

老師提供(一份)

- ◇ 太陽能板*2
- ◇ 太陽能馬達*1
- ◇ 齒輪*6
- ◇ 輪軸*2

小組自行決定準備

- ◇ 車身材料
- ◇ 軸承材料
- ◇ 輪子材料

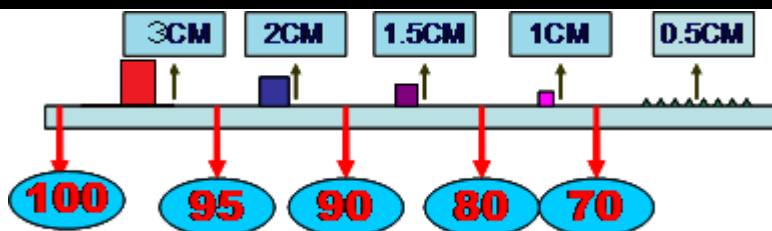
要求：

- ◇ 每一小組會分到一份材料。
- ◇ 除了所發之材料外，如需另外材料與工具請自行準備。
- ◇ 自行準備之材料，請勿使用現成材料，盡量自行製作

跨障礙測試說明

50%

- ◇ 場地：教室內
- ◇ 跑道：寬60公分



創意&造型分數 20%

- _____ 完整度 美觀協調感 _____

活動紀錄單 30%

- 包含構想歷程表之各表、圖請確實填寫

預測未來的最佳方式就是創造它。...艾倫。凱(Alan Kay)

Ⓢ下星期請記得，將你們要用來做車子的材料工具與設計圖帶來

班級：

組別：

紀錄人：

構想歷程表

λ 組員基本資料

座號	姓 名	負 責 事 項

λ 設計主題 (名稱) : _____

λ 設計理念介紹 : (試說說看你們小組想要製作怎樣的太陽能車，你們的設計有何特點可以達到目標)

λ 設計概念圖：(請畫出你們小組想要做的太陽能車造型，並想想可能存在的問題)

設計草圖



問題討論表 1

根據所設計之草圖，對照所準備之環保材料，仔細思考在製造太陽能車時可能從車身、輪軸、輪承或輪子產生那些問題。

問題舉例

情境一 我想用紙杯做輪子，而為了美化車身，在車身上加上裝飾品 產生輪子方面問題
所產生的問題 1.可能使得輪子承受車體的重力過低，行走時會變形
思考解決方案： 1.將輪子換材料製作 2.裝飾品的改良
決定使用方案 <u>1</u>

問題一

情境
所產生的問題
思考解決方案：
決定使用方案 _____



問題討論表 2

問題二

情境

所產生的問題

思考解決方案：

決定使用方案_____

問題三

情境

所產生的問題

思考解決方案：

決定使用方案_____



問題討論表 3

問題四

情境
所產生的問題
思考解決方案：
決定使用方案_____

問題五

情境
所產生的問題
思考解決方案：
決定使用方案_____



λ 設計概念圖：

最終成品



λ 環保材料清單

材料名稱	材料數量	材料規格與相關說明	原用途	製作用途



附錄四 構想創意評量表

構想創意評量項目表

【評鑑學習歷程使用】

活動名稱：_____ 學 生：_____

活動日期：_____ 評鑑日期：_____ 評鑑者：_____

類別	評量項度	評分	評分具體說明
一、奇特性	1-1 材料	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	5.[優]用到很特別的材料 4.[佳]用到一般作品看不到的材料 3.[普通] 用到三種以上的材料 2.[稍差]用到一兩種材料 1.[差]未指明使用的材料
	1-2 造型	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	5.[優]精緻特殊的造形 4.[佳]跳躍思考的造形 3.[普通]造型稍有變化 2.[稍差]一般車子造型 1.[差]未指出或只概略畫出車體形狀
	1-3 結構	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	5.[優]令人讚嘆的結構 4.[佳]自行設計的傳動結構 3.[普通]參考教師講述與資料 2.[稍差]簡單的齒輪組合 1.[差]未指出設計的結構
二、新穎性	2-1 原創的	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	5.[優]前所未見的 4.[佳]接近專業創新 3.[普通]模仿自優良的設計案例 2.[稍差]整理自一般的資料 1.[差]構想不明確
	2-2 少見的	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	5.[優]在班上絕無僅有 4.[佳]班上只有一個類似構想 3.[普通]班上有兩三個相近構想 2.[稍差]在班上廣泛地出現 1.[差]構想不明確

(續下頁)

附錄四 構想創意評量表 (續)

三、可行性	3-1 構想可行	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	5.[優]將流程按部就班的清楚描述 4.[佳]有描述接合方法與接合劑 3.[普通]有描述零件的組裝 2.[稍差]概略描述 1.[差]無具體構想
	3-2 精密完整	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	5.[優]有完整的車體及零件的圖解與說明 4.[佳]有車體及零件的圖解與說明，但不完整 3.[普通]有完整的車體呈現 2.[稍差]僅用草圖呈現 1.[差]無具體描述
四、價值性	4-1 精緻美觀	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	5.[優]獨一無二的造形與顏色設計 4.[佳]具有美感的造形與顏色設計 3.[普通]有造形或顏色的設計 2.[稍差]設計無變化 1.[差]未提到外形設計
	4-2 功能強大	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	5.[優]性能獨一無二的設計 4.[佳]性能優越的設計 3.[普通]符合特定的性能設計 2.[稍差]堪用的性能設計 1.[差]未提及或性能設計錯誤
	4-3 多用途	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	5.[優]多用途，超好用 4.[佳]有兩種以上的用途 3.[普通]具有兩種用途 2.[稍差]僅有一種用途 1.[差]無其他用途

附錄五 產品創意評量表

產品創意之語意量表

【評鑑作品創意使用】

活動名稱：_____ 學 生：_____

活動日期：_____ 評鑑日期：_____ 評鑑者：_____

評量向度	評分內容				
	優	中	中	中	劣
製作	5 ☐	4 ☐	3 ☐	2 ☐	1 ☐
註：「製作」項目評量的方向為 精緻程度（材料加工） 細膩程度（組裝接合）					
造型	5 ☐	4 ☐	3 ☐	2 ☐	1 ☐
註：「造型」項目評量的方向為 造型設計（獨特少見） 色彩搭配（精緻美觀）					
傳動	5 ☐	4 ☐	3 ☐	2 ☐	1 ☐
註：「傳動」項目評量的方向為 傳動機制（齒輪可正常轉動） 線路配置（整齊美觀） 輪軸搭配（可直線前進）					
性能	5 ☐	4 ☐	3 ☐	2 ☐	1 ☐
註：「性能」項目評量的方向 實際效能（測試結果）					

附錄六 學生學習單暨作品照片

學生學習單 1-1

班級：113 組別：二 紀錄人：蘇雅雯

能源與動力-太陽能

一、什麼是能源？

可以直接或通過轉換，提供人類所需的有用的資源

- 能源是發生工作能力的根源
- 再生能源~來源無所匱乏的能源
- 非再生能源~有消耗性，會日漸減少

二、什麼是太陽能？

- 太陽能是指太陽所負載的能量，它的計量一般以陽光照射到地面的輻射總量，包括太陽的直接輻射和天空散射輻射的總和。
- 太陽能的利用方式主要有：將太陽能直接轉換為電能，以及利用太陽的熱能產生電能。

三、太陽能的優缺點

優點	缺點
➢ <u>能源來源充足且取之不盡</u>	➢ <u>價格昂貴</u>
➢ <u>環保無污染</u>	➢ <u>太陽能能量密度低</u>
➢ <u>無需運輸</u> (不用架設電纜桿)	➢ 太陽能能量強度受各種因素(季節、地點、氣候等)的影響 <u>不能維持常量</u>

四、什麼是太陽能車？

以太陽能作為動力能源來運作的車子 世界紀錄 時速152公里(日本)

TRIZ-蘇聯發明家提出，提出40種方法。

五、太陽能車結構

車身(盡量充分利用) => 置放所有零件的“殼”

引擎：太陽能馬達，太陽能板 => 動力來源

齒輪組 => 將馬達的力傳到輪子上

輪軸 => 連接輪子的棒子

軸承 => 承接輪軸與車身(讓輪軸穿過去的洞)

輪子 => 與地面接觸的構件

1

學生學習單 1-2

六、創意太陽能車設計製作大賽說明 ~

設計製作出一台可達到目標的太陽能車

設計製作時間：

(第一週~第四週)

評分方式：

- ◇ 跨障礙測試 50%
- ◇ 創意&造型分數 20%
- ◇ 構想歷程表 30%

小組材料：

老師提供(一份)

- ◇ 太陽能板*2
- ◇ 太陽能馬達*1
- ◇ 齒輪*6
- ◇ 輪軸*2

小組自行決定準備

- ◇ 車身材料
- ◇ 軸承材料
- ◇ 輪子材料

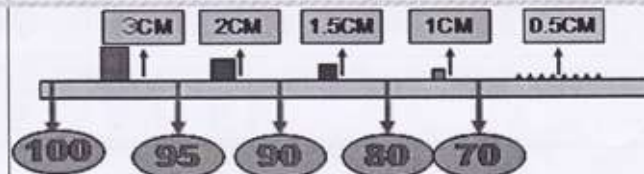
要求：

- ◇ 每一小組會分到一份材料。
- ◇ 除了所發之材料外，如需另外材料與工具請自行準備。
- ◇ 自行準備之材料，請勿使用現成材料，盡量自行製作(零錢ok)

跨障礙測試說明 50%

◇ 場地：教室內

◇ 跑道：寬 60 公分



創意&造型分數 20%

- 獨特性 完整度 美觀協調感 乾淨

活動紀錄單 30%

- 包含構想歷程表之各表、圖請確實填寫

※不能擋住太陽能板

※輪子不只用圓的，可加砂紙(摩擦力↑很重要)
也可不是4個輪子，每個都ok。

※廢物利用

※用齒輪連接注意動能散失的部分。

預測未來的最佳方式就是創造它。...艾倫.凱(Alan Kay)

㊤下星期請記得，將你們要用來做車子的材料工具與設計圖帶來

班級：113

組別：二

紀錄人：蘇雅雯

構想歷程表

☒ 組員基本資料

座號	姓 名	負 責 事 項
01	蘇雅雯	紀錄、製作、設計
38	戴瑋韻	製作、設計
13	范善思宇	製作、設計
32	廖家伶	製作、設計

☒ 設計主題(名稱)：小 夕 夕

☒ 設計理念介紹：(試說說看你們小組想要製作怎樣的太陽能車，你們的設計有何特點可以達到目標)

1. 愛心形狀

2. 大輪子(光碟車輪)

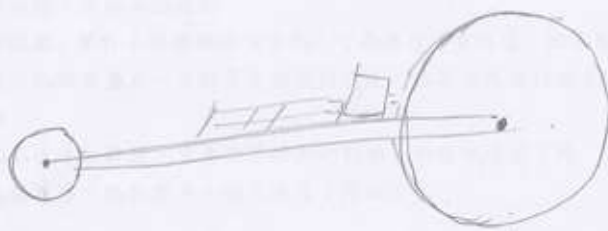
學生學習單 1-4

21x27 (板)

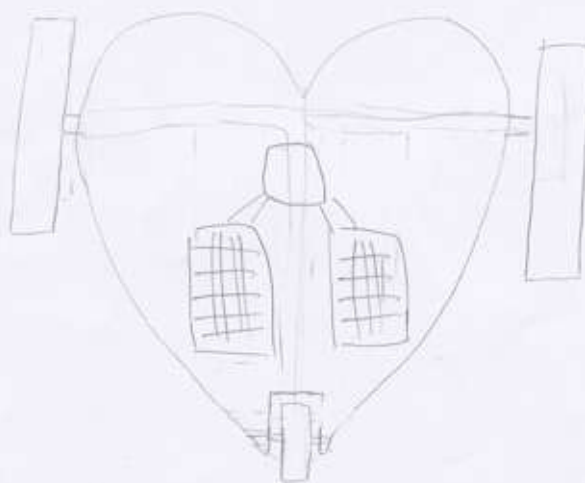
☑ 設計概念圖：(請畫出你們小組想製作的太陽能車造型，並想想可能存在的問題)

設計草圖

側面：



俯視：



4



學生學習單 1-5

☒ 設計程序表 1:

TRIZ 分析
Step1.擬定問題
根據所設計之草圖，對照所準備之環保材料，仔細思考在製造太陽能車時可能產生那些問題。 Ex: 針對環保材料製造太陽能車輪胎 主要有用功能：幫助車體運行 相關有害效應：製作小環保輪胎重量輕，可高速行進直線區，但不易走過高扭力區；製作大環保輪胎重量重，可輕易走過高扭力區，但不易高速行進直線區。 擬定問題： 為有利輪胎行走於斜坡，需要高摩擦力的輪胎，但造成速度下降 →找出在高摩擦力的狀態下，避免速度下降的方法 敘述分類 希望增加輪胎抓地力，故需要增加輪胎摩擦力，但會降低直線加速。 矛盾參數：<u>力上升</u>，<u>速度下降</u>。12.13.15.28



學生學習單 1-6

☒ 設計程序表 2 :

TRIZ 分析	
Step2. 問題敘述分類	
請參照八個參數如右：	
Altshuller 的創新參數(取自 39 個)	
1. 物體重量 2. 可製造性 3. 使用方便性 4. 速度	5. 力(扭力) 6. 形狀 7. 物質的浪費 8. 能源的浪費
問題 1: 物體越重, 速度越慢 矛盾參數: <u>1</u> , <u>4</u> 問題 2: 形狀越複雜, 可製造性越低, 困難度增加 矛盾參數: <u>6</u> , <u>2</u> 問題 3: 齒輪太多, 會造成能源的浪費, 造成力太小 矛盾參數: <u>5</u> , <u>8</u> 問題 4: 珍珠板雖然好塑形(可製作性), 但會污染地球 矛盾參數: <u>2</u> , <u>7</u> 問題 5: 矛盾參數: _____ , _____	



學生學習單 1-7

☒ 設計程序表 3:

TRIZ 分析

Step3.確認適當發明原則

Ex: 依據上述矛盾參數之整理, 力上升->速度下降, 可從矛盾矩陣中確認適當發明原則為: 12:等位性、13:倒轉、15:動態、28:更換機械系統。

取捨發明原則:

選擇原則 15->15-a 為達到最適性能進行輪胎胎紋的切割, 使輪胎胎紋產生摩擦力, 而因胎紋產生的輪胎空隙降低輪胎重量, 相對減少速度下降。

製作指引: 切割輪胎胎紋, 增加摩擦力, 降低重量。

請各小組依上述舉例思緒, 填入下表

矛盾敘述舉例

力上升->速度下降

確認適當發明原則

12:等位性、13:倒轉、15:動態、28:更換機械系統

取捨發明原則

決定使用原則: 15-a

決定動機:

為達到最適性能進行輪胎胎紋的切割, 使輪胎胎紋產生摩擦力, 而因胎紋產生的輪胎空隙降低輪胎重量, 相對減少速度下降。

製作指引:

切割輪胎胎紋, 增加摩擦力, 降低重量。



學生學習單 1-8

TRIZ 分析-Step3(續)

矛盾敘述(參數):

物體重量, 速度

確認適當發明原則

2, 8, 15, 38

取捨發明原則

決定使用原則: 2-a

決定動機:

因為重量會影響速度及穩定性, 所以用減少不必要的物件(挖掉, 移除)以減少一些重量又不會太多。

製作指引:

可把放太陽能板的車身(板)下方的一些空間挖掉, 可減少一些重量又不會太多。

矛盾敘述

形狀, 可製作性

確認適當發明原則

1, 17, 32, 28

取捨發明原則

決定使用原則: 1-b

決定動機:

為增加可製作性, 將零件先分解之後再行組裝, 形狀也可好好維持。

製作指引:

先將形狀裁好的紙板為基礎, 再製作其他的零件, 之後組裝即可維持形狀又好製作。



學生學習單 1-9

TRIZ 分析-Step3(續)

矛盾敘述

力, 能源的浪費

確認適當發明原則

14, 15

取捨發明原則

決定使用原則: 15-a

決定動機:

使物體的特性或外在環境能在作業的各階段, 漸達到最適性能而調整

製作指引:

完成作品之前依照力學, 調整, 以最節省力, 不要有過多能源的浪費。

矛盾敘述

可製作性, 物質的浪費

確認適當發明原則

15, 34, 33

取捨發明原則

決定使用原則: 33

決定動機:

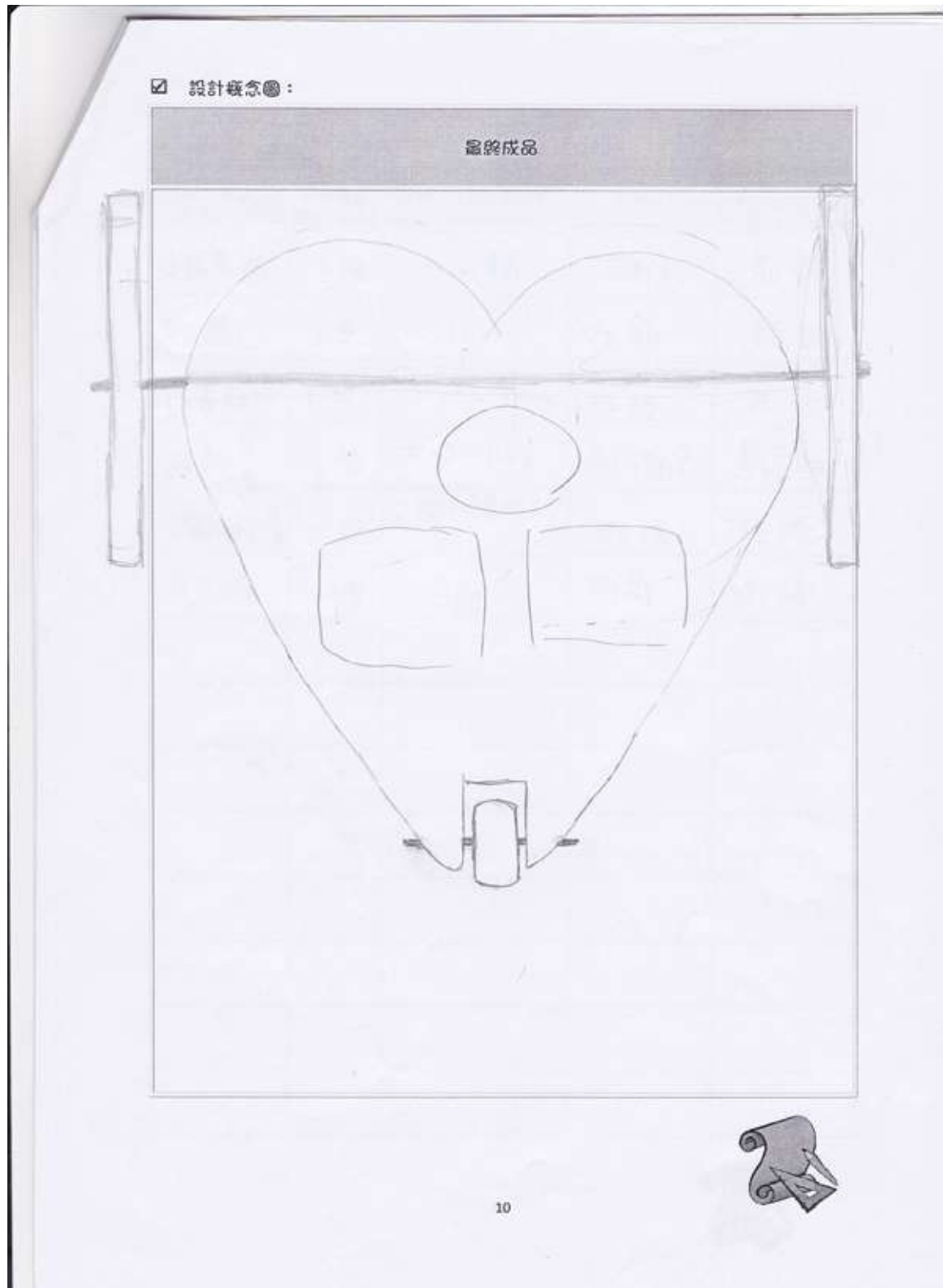
為地球環保, 使物體的相互作用來自於相同材料或性質相近的材料 (替換材料)

製作指引:

使用珍珠板會造成環保問題, 但是可塑性高, 因此我們可以用保麗龍板代替。



學生學習單 1-10



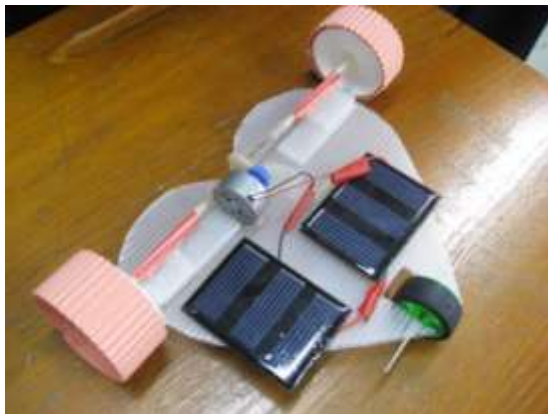
學生學習單 1-11

☑ 環保材料清單

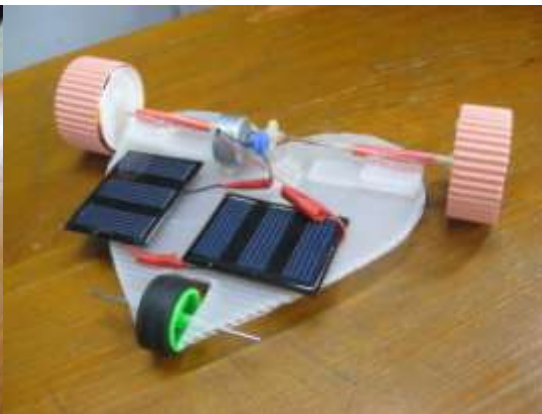
材料名稱	材料數量	材料規格與相關說明	原用途	製作用途
四輪車輪	1個	5cm 輪	輪子	前輪
竹籤	1支	30cm	吃飯	輪軸
保麗龍板	1片	40cm x 40cm	底板	底板
齒輪	4個	大x2, 小x2	連接動力	連接動力
太陽能板 電池	一組	2個太陽能板	能源	能源
AB膠	一罐	30g	粘接	粘接



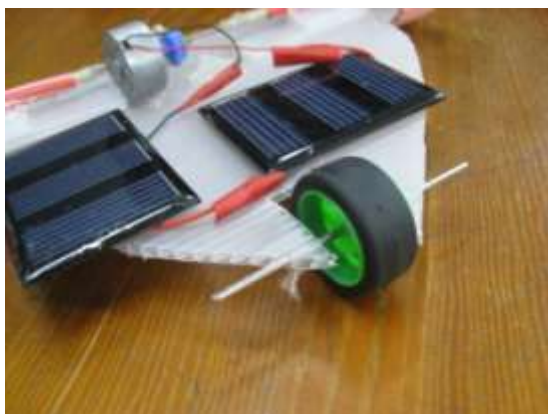
學生作品照片 1-1



學生作品照片 1-2



學生作品照片 1-3



學生作品照片 1-4



學生作品照片 1-5

