

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

網路同步學習環境中不同教學策略對大學生科技創造力影響之研究--網路同步學習環境中不同教學策略對大學生科技創造力影響之研究  
研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型  
計畫編號：NSC 97-2511-S-231-002-  
執行期間：97年08月01日至98年07月31日  
執行單位：清雲科技大學工業工程與管理系

計畫主持人：李大偉  
共同主持人：張玉山、楊錦心、蘇照雅

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 98 年 10 月 02 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫期末報告

計畫名稱：網路同步學習環境中不同教學策略對大學生科技創造  
力影響之研究

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC97-2511-S-231-002

執行期間：97年8月1日至98年7月31日

執行單位：清雲科技大學

計畫主持人：李大偉

共同主持人：張玉山、蘇照雅、楊錦心

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫得立即公開查詢

中華民國98年10月31日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫期末報告

計畫編號：NSC97-2511-S-231-002

執行期間：2008.08.01 至2009.07.31

網路同步學習環境中不同教學策略對大學生科技創造力影響之研究

The Effects of Teaching Strategies to Technological Creativity  
on College Students in Synchronous Learning Network

### 中文摘要

根據Sternberg 創造力資源理論，有六項因素影響創造力，分別為人格特質、智能、環境、知識、動機與思考風格。本研究運用教學實踐與行動研究之精神，選擇三種不同的教學策略-TRIZ設計教學策略、角色扮演教學策略以及腦力激盪教學策略，來設計不同教學實驗情境，藉以探索不同教學策略下對大學生科技創造力的影響。

原規劃為期三年，經過審查後，先以一年期進行探索性研究，因此研究時程經過篩減調整，一方面發展科技創造力量表、進行預試，一方面則就三種教學策略進行教學設計，並討論不同教學策略所設計的教學情境下有關大學生科技創造力之表現。

### Abstract

According to Sternberg's creativity theory, there are six kinds of resources to affect the creativity. This study was going to choose three teaching strategies that are evaluated appropriately to apply in synchronous learning network and inquiry the influence to technological creativity. These strategies were TRIZ design, role-playing, brainstorming, and strategy.

This project developed three kinds of instructional modules with the different teaching strategies, took the observations for the different modules, and analyzed the effects to technological creativity on college students. Besides, a measuring tool of technological creativity has also developed.

**關鍵詞：**同步學習、教學策略、科技創造力

Keywords: teaching strategies、synchronous learning、technological creativity

## 壹、研究背景與目的

### 一、前言

我國有關科技創造力的研究，多偏向科學創造力理論研究，亦有專家朝向科學過程技能、問題解決方向進行研究（許榮富，1991；王澄霞和謝昭賢，1998；張俊彥和翁玉華，2000；李賢哲和李彥彬，2002）。然而對於在教學現場中如何激發學生科技創造力與吸收相關知識，和探究不同教學策略對於學生科技創造力的提升，藉以有效推動科技創造力教育，則值得深入探究。

依照教育觀點，教學策略的選用與教學內容息息相關，認知領域的學習內容經常利用講述教學策略、討論教學策略、創造教學策略等來進行課程，而情意領域與技能領域則利用示範教學策略、角色扮演教學策略等加以進行。因此，以成品展示來衡量學生創造力技能的科技教育觀點，角色扮演策略或許可以提供一個有別於傳統的講述教學策略的方式。尤其，將網路應用結合創造性思考問題解決的教學策略，是項新的嘗試。此外，也希望透過科技的運用與活潑有創意的教學策略，提升大學生的科技創造力。因此，運用腦力激盪策略做為創造性思考教學的策略頗為常見(李光烈，2000)。Osborn(1953)指出，腦力激盪策略就是「讓各人運用腦力，做創造性的思考，以求解決某一特定之問題」的方法。透過這種集體思考且不受限制的方式，將眾人意見加以蒐集，使之產生連鎖反應，以發展出許多構想或特定問題的可行方案。因此，對於能否藉由適當教學策略來激發學生科技創造力之探究，腦力激盪策略極為適合引導學生進行集體思考，且藉由同步學習環境的即時特性，使師生不僅止於知識間的傳遞與交流，更可以此環境為基礎，共同學習討論，進而創造新的知識。再者，對於科技創造力教育的提升，也有學者應用Altshuller的TRIZ教學策略來進行。這個策略方法，為Altshuller在1999年時，利用專利文件的分析方式，找到存在一些解決問題的通用模式，進而所發展而成的一套方法。在這些專利文件中所存在的一些萬用發明原則，作為發明創新高級新技術的基礎。因而若這些發明原則，能夠加以確認與整理，並用來教導從事發明創新者，則可以促進發明與創新。

因此，本計畫與國立台灣師範大學工業科技教育系三位教師進行研究合作，運用三位教師所教授的課程，設計不同教學策略進行教學實驗，做為此研究探究的基石。這三門科技教育課程分別是-運輸科技、傳播科技及資訊科技課程。藉創造力教育教學策略的設計與融入，一一探究對大學生科技創造力影響。

除此之外，依照Sternberg（1996）創造力資源理論的論述，如欲充分展現創造力，須有以下六項資源輔助-智慧、知識、思考風格、人格、動機、環境情境。就此，研究成員逐項討論，在顧及研究實施時的資源條件，以及不同的教學策略宜選擇適合搭配的資源要素衡量下，決定研究的進行方式如下：

教學實驗 I： 網路同步學習環境下以 TRIZ 設計教學策略探討專門知識對大學生科技創造力影響之研究

教學實驗 II： 網路同步學習環境下以角色扮演教學策略探討動機對大學生科技創造力影響之研究

教學實驗 III： 網路同步學習環境下以腦力激盪教學策略探討思考風格對大學生科技創造力影響之研究

另外，在科技創造力的評量上，本研究發展有科技創造力量表，供三個教學實驗參考與使用，從而得到進一步的研究發現，與提出對後續研究之建議。

## 二、研究目的

基於上述，本研究之研究目的如下：

- 1.發展科技創造力量表
- 2.發展網路同步學習環境下的 TRIZ 設計教學策略的教學活動。
- 3.分析網路同步學習環境下以 TRIZ 設計教學策略探討專門知識對大學生科技創造力的影響。
- 4.發展網路同步環境下的角色扮演教學策略的教學活動。
- 5.分析網路同步學習環境下以角色扮演教學策略探討動機對大學生科技創造力的影響。
- 6.發展網路同步學習環境下的腦力激盪教學策略的教學活動。
- 7.分析網路同步學習環境下以腦力激盪教學策略探討思考風格對大學生科技創造力的影響。

## 貳、文獻探討

### 一、科技創造力的意義

早期認為創造力受天賦、人格特質所影響，是與生俱來的能力，近年來隨著科技的進步與持續研究後，發現創造力不僅受遺傳基因而定，也藉由個體與環境的交互作用，對創造力有所影響（Sternberg,2000）。人在成長過程中並非完全獨立的個體，而是與社會各層面環環相扣，所謂的經驗、歷練，透過不斷的內化累積，成為獨一無二的資料庫，用以滿足未來所需。

葉玉珠（2005）認為科技創造力乃個體在科技領域中，產生具有原創性與價值性產品之歷程。李大偉、張玉山（2000）則指出，科技創造力的意涵在於「在科技的過程及結果中，所展現的獨創能力」。另外，Savage & Sterry（1990）對科技的看法，認為科技是人類為了滿足慾望及需求，將資源加以處理，藉以控制物質環境的過程，因此，科技創造力必須重視「實用性」。特別是科技創造力的展現不光僅是創意思考的能力而已，經過工具操作與對材料的處理，將成品實際具體地呈現出來亦須納入思考。換言之，具有科技創造力的人，應可體現其對科技領域之知識力、思考力及行動貫徹力。依後天學習理論的觀點言之，科技創作力更非無法改變的能力，經由教育、訓練可以有助於科技創造力的提升。科技創作的歷程包含「模仿、創新、應用」（洪榮昭，1999），因而個體進行創作時並非憑空想像或天外飛來一筆即能成就非凡，反倒常仰賴先前的經歷、琢磨仿效成品的優點、或改善成品的缺失，並能有效的運用材料、工具之後，再度展現成品。從人類在追求文明的過程上迭有創新，我們即不難發現，這些創新歷程經過長期的經驗和試驗累積，可以愈加完善。是以回歸本研究之宗旨，為有效提升學生科技創作力，可以研擬適當、對學生有益的課程以促進學習

## 二、科技創造力評量工具的發展

1959年，Guilford以四個部分-流暢性、變通性、獨創性和精密性對創造力進行評量（葉重新，2004）後，許多研究者便紛紛以此進行創造力與科技創造力的研究和發展。國內致力於科技創造力研究的學者，以葉玉珠的創造力實踐歷程為濫觴。爾後，孫春在、袁賢銘等多位學者，也致力於科技創造力理論的研究。然而，綜觀這些相關研究，僅有葉玉珠的科技創造力測驗（2002），對學生科技實作的成品進行評量，其他學者以Guilford四個創造力構面-流暢性、變通性、獨創性和精密性，設計符合其所需的評量指標。不過，細究這些評量指標後，發現多僅著重於學生實作的技能展現。

以教育觀點言之，學生學習成就之評量，不應僅侷限於技能部分，在認知與情意領域的評量，亦須同時重視。因此，以認知取向的創意思考與情意取向的創意傾向，有待發展。李大偉過去（2001）曾試圖以職場工作者為對象，發展技術創造力量表，並將技術創造力的展現依據知識、技術、能力類，個人特質類與組織氛圍類等方面進行評量。但該量表之建構，源就職場工作者及企業而設計，非以評量科技創造力及學生做為依據。因此，若以認知、技

能與情意概念融入大學生科技創造力的學習成就評量，則須針對此三項構面，在科技創意思考（知識面）、科技創意實作（技能面）與科技創意傾向（情意面）中規劃更適當的評量。發展科技創造力評量工具者。

### 三、不同教學策略對科技創造力的影響

依據文獻蒐集與研究篩選，分就 TRIZ 設計教學策略、角色扮演教學策略與腦力激盪教學策略加以說明：

#### （一）TRIZ 設計教學策略

##### 1. TRIZ 設計之意涵

學習型態隨著時代脈動不斷地發展，在社會快速變遷的影響下，教學方法不應慣性地沿用舊法，而是必須運用有效的新策略，方有助於學生學習和社會適應，尤其以協助激發科技創造力的教育工作者應以此為思考前提進行教學課程和活動設計。TRIZ 技法目前逐漸受到各國重視，在學術界或業界亦多有採用。例如：美國克萊斯勒公司、福特公司、全錄公司等，利用此法發展有助於科技創新之軟體，如：IWB、TechOptimizer 等，以俾工程師開發新產品（鄭稱德，2002）。

按 TRIZ 原為俄文 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」，其源由 Altshuller 與其 TRIZ 團隊針對專利文件進行分析研究後發現，許多專利發明大多存在共同的問題解決模式，將這些發現與通則加以確認及統整後，發展一套 TRIZ 技法，以期教導發明者更多創新方法，利於發明。

在「The Innovation Algorithm」一書中，指出關於技術創造力的方法及其基本思考模式，如嘗試錯誤法、腦力激盪法等，有其限制和不足。Altshuller 認為人類社會中需要新的、更有效的工具及引導，以謀創新之發展。Savransky (2000) 也認為，不論把焦點放在技術面或是非技術面，TRIZ 都是一個兼具普遍性、精密的科學方法論，受過此訓練的人將能嘗試創造新奇的想法。換言之，只要學習過這些創意原則與法則的人，不論是否為發明家，皆可共同努力一起從事發明、創造的工作 (Saliminamin & Nezafati, 2003)。

TRIZ 技法的創新流程包括：現有問題→轉換標準問題→運用 TRIZ 知識庫→研究標準解答→類比思考→你的解答。許多創新發明的思考流程遵

循此模式，教予學生 TRIZ 技法的創新流程，以使學生在問題解決的創新發明過程中，更富邏輯性及方向性。Altshuller 根據五十年來所做的研究提出許多發明創新之問題分析工具與解題工具，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），以提供發明者在產品創新更豐富的有效資源。

## 2. TRIZ 設計的實施

Altshuller 建構許多發明創新之問題分析工具與解題工具，協助發明者完成創新發明，主要有四種類別：(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)科學與技術成果數據庫；(4)ARIZ。(鄭稱德，2002)。在本研究的教學實驗 I 中，將使用 39 矛盾矩陣與 40 創新解題原則來進行教學探究，其意義及流程說明如下：

「技術矛盾」是 Altshuller 在觀察專利發明後所發現的，其意義於解決創新設計時所發生的矛盾，亦即改善其中一個參數，卻使另一個參數產生惡化，例如想要使某項產品（燈泡）更輕薄，因此欲降低其厚度，但卻使該產品變得更容易損壞。39 矛盾矩陣與 40 創新解題原則是消除類似問題矛盾的方法之一。Altshuller 根據最具創意的四萬件專利發明，歸納出 39 個參數形成的技術矛盾，並將此排列成一個矛盾矩陣。為解決這些矛盾，又總結出 40 個創新解題原則，然後分別針對各項矛盾衝突給予建議原則，發明者只要選用相關原則，即可找到問題解決之方法。

由於 TRIZ 方法能有效的解決工程問題中的矛盾與衝突，讓不同需求者能藉此達成平衡與妥協，故廣受工業界及學術界的歡迎(盧啟宏，2000)。實施流程須注意以下事項：

- (1) 第一步驟-有用功能益處之說明：此步驟之目的在於對該功能之的認可，並說明功能存在的意義。
- (2) 第二步驟-理想化之追求：目的是在提高在未來的創新過程中接近完美的程度。同時，將進化模式的理念給帶入，以求得最理想的設計。
- (3) 第三步驟-問題之定義：作為輔助設計者來找出較具可行性的考量，因此應特別重視有用功能及不理想狀況的分析。同時，也可直接列出所有矛盾衝突的描述。

- (4) 第四步驟-設計參數的列出：藉由第三步驟中所列出的矛盾衝突，可配合39個設計參數在各自定義上的敘述，以找出所有希望不變壞之參數及希望改善之參數。
- (5) 第五步驟-矛盾矩陣的成立：確實掌握住所有設計參數後，就可將希望不變壞參數以列的排列，希望改善參數以行的排列，來找出我們所需的設計原理。
- (6) 第六步驟-設計原理的取決：根據矛盾矩陣的定義，對眾多設計原理進行統計，根據出現次數的多寡來決定適用的可能性。但有時可依賴創造力的表現以及所有在TRIZ中之觀念與工具來輔助找尋。
- (7) 第七步驟-創新設計的實現：將所有被找到並被視為可行的設計原理，從最被認為可行的設計原理再次做統整，然後依次將所有設計原理一一實現。

以上為TRIZ實施的流程，遵循其步驟即可為發明者找到另一個創新發明的途徑。TRIZ方法的已於工業界受到認可，許多人亦想對它做更深入的研究探討，然而，目前TRIZ的相關研究多集中於專門設計任務的個案上，或將TRIZ與其他設計理論結合，以發展出新的設計方法，但應用於教學與課程中，尚屬少見。

### 3. TRIZ 設計對科技創造力的影響

科技創造力的展現，並非全然的發明，創新的路線乃有跡可循的。

Altshuller 經過漫長的研究後，提出專利的創新性分為以下五級（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%）

他更進一步指出，在所有的專利發明上並非都具有全然的創新性，多數專利是從故有的產品或模式進行改良，屬於第五級的全新系統發明或科學發現是相當艱辛且漫長，是以原創能力十分難能可貴。不過，回到真正的現實面貌，與其讓學生在渺小的機率尋找創新靈感、發揮創意來回尋

覓，不妨對學生就現有的系統進行本質或功能改進加以引導思考，這樣有時遠比發展新一代構想更來得積極、有效。Altshuller（1999）認為應用 TRIZ 策略對於第二級至第四級的創新作用最大，因此，要增進學生的科技創造力，可應用 TRIZ 設計教學的優勢，提供學生系統性的創造力教育課程。

## （二）角色扮演（role playing）教學策略

### 1. 角色扮演之意涵

角色扮演法是心理學家 Moreno 在 1921 年由提出，他認為透過扮演不同於自身的角色，可培養學生產生同理心以及價值澄清，對於團體輔導、諮詢以及教育方面都是一個教學技術的新突破（引自黃光雄，1994）。

角色扮演法可讓學生在教師設計之虛擬情境中，親自扮演或觀察於不同於自身的角色，除了能讓學生透過扮演來探索角色的人物情感、態度、感知與價值觀之外，亦透過討論，提供學生互相交流的機會（吳秀碧，2000；周漢光，2000）。在教師適度帶領之下，不僅能激發學生的學習動機與學習興趣，亦可增進學生的學習印象，提昇學習效果。

角色扮演法強調實際參與和體認，學生透過群體的互動、對話與觀察，來學習新的知識或技巧。Milroy（1982）更將角色扮演的實施，分成三階段：大要概述（briefing）、互動（interaction）以及討論（discussion）。由此可知，角色扮演法實施成功的關鍵，在於扮演者、觀察者以及引導者三者之配合。引導者須規劃一個無拘束的教學情境，讓扮演者能夠自由發揮角色，並妥善安排觀察者的觀察任務，及帶領討論。Joyce & Weil（1996）則進一步將角色扮演法的進行流程細分為：暖身活動、選擇表演者、設置舞臺、培訓觀察者、開始表演、討論評鑑、重新詮釋、再次討論與評鑑、及分享經驗和歸納等九項。對於以角色扮演法做為教學策略的教師而言，應由教師決定教學主題之後，設計情境並安排扮演的人選，以引導學生進行分享，使學生可從角色扮演中反思個人行為與價值（Yablonsky，1981）。此外，Joyce & Weil（1996）認為可讓學生有更多參與，即由教師提供脚本外，讓學生亦可自行蒐集角色相關資料，也是可行的方式。

### 2. 角色扮演的實施

根據以上學者的看法，陳蓉倩、楊錦心及蘇照雅（2007）將角色扮演法的實施步驟歸納如下：

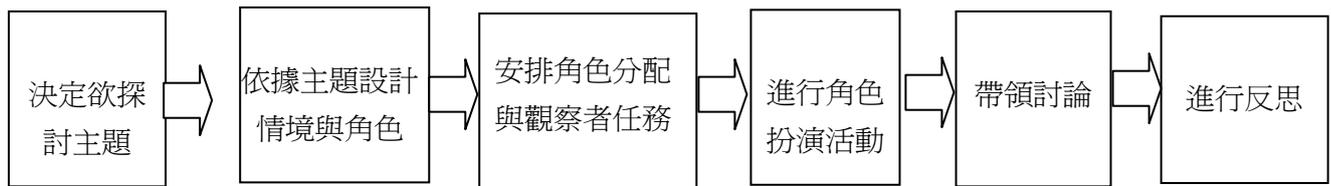


圖 1 角色扮演法實施步驟

資料來源：出自陳蓉倩、楊錦心、蘇照雅（2007）

### 3. 角色扮演對科技創造力的影響

角色扮演法寓學習於遊戲，具有趣味、活潑與生動性；於學生的高度參與之下，能刺激學生自發性學習，進而提升學生的學習成效，且能幫助學生發展人際關係的技巧，為其優點（周漢光，2000）。然而，亦有一些學者專家認為，學生在扮演過程中通常不易將角色深層的感受表達出來，因此該方法較適合應用於較淺顯或以問題導向為主的教學內容設計中（王沂釗，2001）。

此外，以角色扮演法為教學策略之教師，需要花費較多的時間設計教學內容與流程，角色數目有時亦會受到環境與空間的限制，而較不易讓每位學生參與扮演，教學環境的大小對角色扮演活動亦會造成影響。因此有關時間掌控、角色設計與觀察者任務...等等，均為實施角色扮演法時，教師需加以考量和取捨（周漢光，2000）。

儘管如此，根據 Hennessey 和 Amabile（1987）指出，進行創造力教學應「避免」五項「扼殺」創造力的方法，分別是：「要求學生為了特定結果而學習」、「安排競爭的環境」、「安排學生著重在預期的評量結果」、「採用嚴格的監督」、「設立嚴格的選擇環境」；角色扮演法所揭蘄之精神恰能避開這五項「扼殺」創造力的作法。綜言之，角色扮演教學策略能刺激學習者自發性學習，其教學活動可以啟發學習者的想像力，提供學習者探索問題，培養獨立思考的能力，使學習者透過熱烈參與課程，能從各種不同角度了解問題，對創造思考能力有顯著之影響（黎淑慧，2004）。

無獨有偶，Sternberg 和 Williams 在 25 項培養創造思考的教學策略中明白指出，角色扮演教學策略具有鼓勵創造性合作以及提供想像他人觀點等特質，對於創造力的發展有所助益（Sternberg & Williams, 1996）。

### （三）腦力激盪（brainstorming）教學策略

#### 1. 腦力激盪之意涵

腦力激盪法(brainstorming)，簡稱「BS法」。此法主要是透過一種不受限制的過程，利用集體思考的方式，來搜集眾人的意見，進而發生連鎖反應，以發展出許多構想或特定問題的可行方案。這種方法雖然也可以由個體單獨為之，但Osborn(邵一杭譯，1964)認為，在集體中運用成效較大，其原因歸納如下：

- (1)點子的大量產生有賴於聯想：一個小組成員貢獻的點子，可刺激同組中其他成員的聯想力。猶如放鞭炮般的相繼引發一連串的連鎖反應。
- (2)許多心理實驗發現，一般人在小組討論中比起獨自思考更能發揮創造的想像力。
- (3)實驗亦顯示，在競爭的情境下，靈感增加了50%。
- (4)在小組中，想法可立即得到回應，進而刺激更多更好的想法。

由此可知，腦力激盪法的目的是以集思廣益的方法，在一定的時間內大量產生各種點子，產生的想法愈多，得到有用想法的機會也愈大。

## 2.腦力激盪法的實施

Osborn(1953)在Applied Imagination一書中提出使用腦力激盪法應遵循四項基本規則：

- (1)摒絕批評主義：在腦力激盪法進行中，禁止批評他人的想法，亦不能面露嘲笑或鄙視的神情。對任何想法持反對性之判斷者，必須保留至活動完結之後再提出，以避免阻礙創意思考的產出。
- (2)歡迎自由聯想：歡迎與會者廣泛地想像，毫無拘束的思考，任何異想天開、稀奇古怪的新意皆可提出，且強調想法愈奇特愈好。
- (3)觀念愈多愈好：腦力激盪法需要大量想法的累積，以求量為先，再以量生質。想法的產出愈多，能得到最佳方案或有用想法的可能性就愈高。
- (4)觀念組合與改進：除了提出自己的想法之外，也建議將他人所提出的觀念加以修改，或與自己的想法組合折衷，甚至把兩個或兩個以上的建議合併，而轉變成第三個辦法。利用他人提出的想法為跳板，以生產出更多更好的想法，即所謂「搭便車」的概念。

## 3.腦力激盪法對於科技創造力的影響

腦力激盪法對於獲取各種想法以提升科技創造力在上述文獻討論已不難理解。但補充說明的是，一般腦力激盪法多以面對面小組會議的方式進行。Keng(1997)的研究指出，此種方式仍可能產生以下三種問題：

### (1)產出阻礙(production blocking)

面對面的會議型態受限於一次只能由一位成員發言。因此，在別人發言的同時，其他成員可能突然靈光一閃有更好的意見或觀念產生，但礙於會議的限制與尊重他人發言，只能等待別人講完，再輪到他發言。因而，剛剛產生的突然想法，可能趨於模糊或在此同時，會議討論的整個方向已然改變。對於一項好的創意，仍有可能造成阻礙。

### (2)批判憂慮(evaluation apprehension)

腦力激盪法的實施精神，十分強調禁止批評或嘲笑他人的意見，但在面對面會議進行時，參與者仍有機會感受到被批判的壓力，此壓力來自於非直接的言語，例如其他參與者的眼神或表情，甚至是緊皺的眉頭，皆可能對發言者產生壓力。會議結束後，也難保不會成為其他參與者的笑柄，凡此種種，皆成為參與者無法自由發表意見的阻礙因素。

### (3)自由馳騁(free riding)

參與者在會議進行時覺得不自在或是感覺到會議的壓力，而使得觀念產出受到限制。例如，參與者已知道他所提出的想法將不會獲得主持人的認同；或是參與者希望有獨自思考而不被打擾的時間等等。

有鑑於面對面式的腦力激盪可能產生以上種種限制，已有研究指出，傳統的腦力激盪方式未必具有最佳的產出效益。幸賴資訊科技的發展，網路、視訊頻寬大幅改善，目前已有逐漸發展出電子化的腦力激盪法。以使用電腦作為溝通媒介進行腦力激盪，因網路環境及同步學習平台的發達，將可加以應用，形成迅速達到意見蒐集與分享的協同合作機制(Kay, 1995)。另外，根據Miscellaneous News(2004)的報導，電子化的腦力激盪法是一種有效產生大量高品質意見的方法，最大的特點在於更夠讓參與者平行發言(parallel entry of ideas)以及保持匿名(anonymity)的兩大優勢(Kay, 1995；陳天亮、洪新原、梁定澎，2000；蒲怡靜，2003)。

是以，在本研究設計的教學實驗III，即在網路同步學習環境下以腦力激盪教學策略探究對大學生科技創造力之影響，其研究結果正可與上述研究比較，以探索對科技創造力具有哪些影響。

## 四、知識、動機與思考風格對科技創造力的影響

依據Sternberg (1996) 創造力資源理論，創造力涉及了六項資源成份-智慧、知識、思考風格、人格、動機、環境情境。顧及實效與適性教學之分工，

本計畫以知識、動機與思考風格對應三個不同的教學策略，以探討這些策略對大學生科技創造力的影響。茲將知識、動機與思考風格說明如下：

#### (一)知識

Csikszentmihalyi (1996) 認為具有專業知識基礎才能結合和重組知識，激發創意靈感。創造力的出現並非憑空而生，而是需要具備相關的知識背景才能產生新火花。Sternberg & Lubart (1995) 亦提出具有相當程度知識的人才能談創造力，其中知識分為工作領域上的正式知識及個人經驗性的非正式知識，兩者皆會影響創造力。每個人所經歷的人生不同，學習的內容也大相逕庭，所激發的創意、具備的創新能力也截然不同，專門知是對創造力的影響是不容置疑的。

科技創造力強調實用性及真實作品的產出，所以空泛的想像是不能存在的，而專業知識不僅僅得以激發創造力，更重要的是「實現」創意。知識是展現創造力的基礎，天馬行空的創意構想需要借助專業知識才能建構可行的模式，許多學者認為深厚的專業知識是創新發明的重要關鍵（洪文東，1997；Dasgupta, 1996; Ram & Leake, 1995）。具有豐富的領域知識，面對嶄新的事物能夠建立具邏輯性的知識結構體，加上對知識本身的缺陷具有高度警覺性，才能成功的實現創意構想。

專業知識的建構除了自身的生活體驗，亦可透過教育與學習來提升，以提高創造力，尤其是科技創造力，特別重視實品的產出。故加強學生科技專業知識背景，如問題解決能力、邏輯思考、科技領域的專業技能等，有助學生科技創造力的培養（葉玉珠等，2000）。創造思考教學的目的在於開發學生創造力的潛能（毛連塹，1989；Wright & Fesler, 1990），除了激發學生的創意思考能力，培養科技專業知識背景藉以提升科技創造力，是不容小覷的課題。

#### (二)動機

根據 Sternberg & Lubart (1996) 在其 *Investing in Creativity* 一文中提出對創造力影響的六大資源理論，其中動機為創造力發生的主要驅力之一。動機，或有學者稱為成就動機，張春興（1995）將成就動機定義為指個人追求成就的內在動力。李意文（2002）則以為成就動機是個體在實現目標的過程中，能夠積極面對、克服挫折、全力以赴的內在驅力。因此，成就動機是引起學習、導向學習及維持學習之動機，即個人對於自身認為重要或有價值的工作，願意去從事、去完成，並想要達到完美時，是一種內在推動的力量(數

碼學院，2008)。

成就動機的概念，最始源自於 Murray 1938 年「性格的探討」(Exploration in Personality) 的著作。他提出人類基本需求中對於成就的需求 (basic human needs)，並與之定義為：「個體為完成困難的動作；為操弄、控制、或組織事物、人物、或思想，為盡快且獨立地做好；為克服障礙且達到高的標準；為超越自己；為超越且勝過別人；以及為使得個人的才能透過成功的學習而增進自我尊重的一種欲望。」他同時假定，成就需求具有的不同程度，認為高成就動機者會主動去克服困難，解決問題，是以會影響人們接近成功和評估自己表現的傾向，而這樣的傾向則是影響工作績效重要因素(引自于秉弘，2005)。有證據顯示，喜歡自己工作的人有較高的成就動機，他們有熱忱要做得更好，並勇於學習，讓自己表現得更精采。此外，一個快樂的工作者通常創造力強，有影響力，容易相處，也是很好的合作伙伴(理察·卡爾森，2009)。

有關成就動機的研究方向，大致分而為二：其一是美國著名心理學家大衛·麥克利蘭 (McClelland) 所提出之成就動機理論(Achievement Motivation Theory)，又稱作「三種需要理論」。他認為人在不同程度上，由以下三種需要來影響其行為(1)成就需要：希望做得最好、爭取成功的需要。(2)權力需要：不受他人控制、影響或控制他人的需要(3)親和需要：建立友好親密的人際關係的需要(維基百科，2009)。高成就動機者在競爭的情境中，會更加努力，來獲取成就。

另一方面，阿金森 (J. W. Atkinson) 在 1963 年將麥克利蘭的成就動機理論進一步深化，也接受了 Tolman 的「期待」(Expectancy)與「誘因」(Incentive) 的觀念，提出了具有廣泛影響的成就動機科學理論系統的數學模型 (王慧敏，1988；單小琳，1980)。阿金森對成就動機的性質提出相對心理向度的解釋，認為成就動機受追求成功和避免失敗兩種因素交互關係的影響。是故，當個人追求成功的動機超過避免失敗的動機，便會表現出奮發上進，積極努力，稱為成就導向者 (achievement-oriented)；當個人避免失敗的動機超過追求成功的動機時，則會表現出焦慮退縮，及猶豫不前，稱為失敗導向者 (failure-oriented)。而個人之動機，則取決於其對面臨情境之認知，以及過去處理類似問題的經驗，並評估自己所具備之條件，以估計成功之可能性。

研究發現，成就導向者傾向於作中度的冒險，或去挑戰稍具難度的工作；但是失敗導向者，則會傾向於逃避中度的冒險，可能會選擇既容易又安全，或投機但是極困難的工作 (吳知賢，1990)。

其後，Helmreich & Spence (1978) 也綜合了過去成就動機的理论，加入性別角色的探討，認為成就動機是多元層面的組合，包含精熟、工作導向、與人競爭、對人不在意四個層面因素，並據以編製了「工作與家庭取向量表」(Work and Family Orientation Questionnaire, 簡稱 WOFO)。精熟係指個體具有向智能挑戰的慾望，及喜好富有挑戰性、困難性及思考性工作的傾向；工作導向係指個體能從工作中得到滿足並追求自我充實，以及對工作積極、努力的傾向。競爭係指個體是在人際情境中與人競爭、企圖求勝的慾望；對人不在意則是個體不在意他人對自己成功的負面態度，即是指一種不怕他人嫉妒，不怕自己的成功會引起他人的排斥(單小琳，1980)。Helmreich & Spence (1978) 在其研究中發現，前三個層面因素之間的交互作用，是導致個體卓越表現的主要原因。並以人格特質之性別傾向作分析，指出「性別角色」與成就動機之間的有相當大的關係，遠大於「性別」與成就動機的關係(廖相如，2003)。

另外，Amabile (1998) 也證實外在動機有助於創造力的提升，任何促使個體覺得能力受到鼓勵，且保有其自主性的外在因素稱為「綜效性外在動機」(synergistic extrinsic motivations)，其分為兩大類「訊息性」和「控制型」外在動機，其中訊息性外在動機認為當進行創造性工作時，外在動機能將訊息回饋給個體，提供個體如何改善的訊息，以利於創造力的提升。TRIZ 工具提供學生具體且豐富的原則、解決方法等，保有學生自主選擇策略的權利，藉由TRIZ設計教學能夠有效提升學生外在動機，促進創造力的增長。

### (三)思考風格

思考風格(thinking styles)是指一個人慣用的思考習性或作風，是個人喜好施展才智的方式(薛綸譯，1999)。一般人常把思考風格和能力混淆，誤以為思考風格方面的差異是能力上的問題，其實不然。在學校或職場上被認為「能力不足」的人，有時只是因為其思考風格不適合該環境。因此，Sternberg提出有助釐清思考風格的十五條通則，敘述如下(薛綸譯，1999)：

1. 思考風格不等於能力，是指個人偏好運用能力的方式。
2. 思考風格若能符合能力，則可獲相得益彰之效果。
3. 生涯選擇必須適才適所。
4. 每個人的思考風格並非單面的，而是多層次的。
5. 思考風格會隨情境而改變。
6. 即使思考風格相同的人，也會有程度上的差異。

- 7.個人思考風格適應環境的彈性因人而異。
- 8.思考風格是一種社會化的結果。
- 9.思考風格會隨個人生涯的發展而改變。
- 10.思考風格是可以被測量的。
- 11.思考風格的習性是可以被教導與培養的。
- 12.在某一時期特別有價值的思考風格，換到另一個時期則不然。
- 13.在某一場所很有效的思考風格，換到另一個場所則可能無用。
- 14.思考風格沒有好壞之分，只有適合與否。
- 15.思考風格的契合度不可與能力高低混淆。

綜觀以上可知，一個人的思考風格並非一種能力，亦無好壞可言，差別僅在於是否適合當時的情境和環境。即使具有相同思考風格的人，也會有程度上的差異。另外，思考風格會隨著情境而改變，也就是說，一個人慣用的思考風格並非單一的，有可能是由兩個或兩個以上組合而成，因此思考風格具有多樣性和變化性。

以下就思考風格傾向中的自由型和保守型做進一步的敘述：

#### 1.自由型

自由型思考風格者，喜歡挑戰傳統舊有的規範和模式，偏好以新奇的方式來思考，試著尋求其他的解決途徑。對於變化的接受程度較高，在生活或工作上，喜愛求新求變，追尋含糊、模稜兩可的情境，而非「標準答案」。

具有這類思考風格的人，被視為和創造力之間有很大的正相關。因為他們追求新奇、新穎的事物，擁有開放性的思考模式，進而可以激發較多創意。

#### 2.保守型

保守型思考風格者，恰好與自由型相反，他們喜歡遵循現有既定的觀念和程序，以傳統的方式來處理事情。對於變化的接受程度較低，在生活或工作上，喜好熟悉且可掌控的情境，盡量避免含糊不清的情況。

具有這類思考風格的人，則被認為和創造力理念有相抵觸的地方。因為他們依循傳統的規則和方式，較少新想法的產生，相對地，發現創造力的機會也就比較少。

### 五、網路同步學習環境的發展

#### (一)網路同步學習的意義

隨著資訊傳遞的蓬勃發展，網際網路儼然成為現代人民不可或缺的一部

分，始至資料搜尋、資訊擷取，到國家發展、專業研究等，網際網路科技均扮演重要的角色，然而，對教學而言更甚如此。教學旨為傳道、授業、解惑也，為因應社會變遷的動態及資訊傳遞模式的改變，教學形式也更趨多元，其中「遠距教學」(distance learning)即為其中之一。施富川(2005)認為，「遠距學習」(distance learning)應跟隨時代潮流，與網路科技互相連結，結合文字、圖形、聲音、影像等多媒體資源，以及超連結 (hyper-link) 的特性，來突破傳統「教」與「學」的時空限制，以帶給人們更新、更即時豐富的知識。透過此方式，不僅可以利用網路資源，來獲取想要的知識、資料，也可利用 E-mail、BBS 等，和其他使用者以非同步的方式互相聯絡。或者利用聊天室以及視訊會議等形式，則可更讓多人針對特定的議題進行同步式的溝通與討論。

在這種學習方式與環境的改變下，陳衍華(2007)進一步將學習方式，依據空間與時間的分類，將之分為傳統課堂學習、非線上同步學習與線上同步學習。非線上同步教學的實施方式，是由老師把教材製作成網頁，放到網路上讓學生來閱讀學習，老師可以指定作業題目、繳交作業期限，學生在期限之內將他的報告上傳給老師，老師再來評分，有的還有線上測驗來做為成績的評量依據。而線上同步學習較為人所知的方式就是即時群播。即時群播係透過通訊網路，將教學視訊由一發送端傳至收訊端，即教師在發送端將教學訊息傳送出去，而學習者則在收訊端收視。因此，同一時間，利用平台或系統將教學者的影像與聲音同步傳送到學習者端的螢幕上，使位於不同地點的老師和學生，可以看到雙方的影像，聽到對方的聲音，以進行整個課程的講授與問題的討論(楊家興，1998)。

進一步來看，同步網路學習與傳統課堂上課方式之差別在於前者將後者原有的單一教室，範圍跨大成為能提供影像以及聲音廣播的多個場地。因為不受時間和地點的限制，所以它提供了傳統教學以外的，不但可以縮減距離成本，且能夠更有效率的學習機會，在教學及推廣上具有優勢。

陳一明(2005)進而將網路同步學習的優點整理如下：

- 1.時空距離零障礙：「互聯成網」的功能，打破了原有的時空障礙、消除了教室與真實世界間的距離；使學習者可以在任何時間、任何地點進行學習。
- 2.學習資源多元化：透過圖案、影音、超連結、線上交談工具、即時會議程式、線上互動模組等網路科技，讓教學者與學習者，可經由上網得到

最新資訊與學習資源，使教材呈現更加生動、活潑，豐富了線上學習多元性。

- 3.學習方式互動化：對學習而言，學生之間彼此交換觀念和意見，是相當重要的過程。藉由線上同步學習的教學平台，提供多人上線學習的機會及參與活潑的「對話」過程，達到師生互動，使學習不是處在被動、單向的狀態，而是多元、彈性的互動。
- 4.合作學習：在不同區域的學生可以互相交換經驗、資料，或是由教學者設計某個主題讓學生進行研討，並利用線上方式完成專案，進行合作學習；也就是透過同儕互動達成合作學習目標，增進學習效能。（洪明洲，1999；陳年興，2002）
- 5.學習環境開放且對等互惠：教學相長的開放式學習環境，讓所有參與者同時扮演著「教」與「學」的角色，易於打破師生關係藩籬，提供平等的溝通管道，並促進教師及學生使用新科技的能力。

由於資訊科技的進展，遠距教學不但能夠透過文字、圖像、音訊、動畫等多元刺激來融入教學（孫秀蕙，1997），也打破傳統教學在時間與空間的限制。眾多學者甚至認為網路能夠成「教」與「學」的新典範（Hoffman, Novak, and Chatterjee, 1996；黃正傑，1996；周倩、楊台恩，1998；洪明洲，1999；孫榮光、康敏平、巫亮全，2001）。因此，本研究所營造的網路同步學習環境是以透過通訊網路，在同一時間，突破空間的限制，讓身處於不同地點的師生，利用電傳視訊會議（video conference）的技術，將教學視訊由一發送端（教師）傳至收訊端（學生），由系統將教學者之影音同步傳送到學習者螢幕上，使師生彼此可以接收對方的影音，進而執行課程講授及議題討論，以達到「面對面」的教學環境（楊家興，1998）。師生只要具備寬頻網路相關設備，在同一時間、不同地點於線上教與學，即可達到傳統課室教室的效果，並融合線上教學的多元互動。

## （二）網路同步學習的特性

網路同步學習提供師生另外一個學習殿堂，提供學習生更豐富、又有效的學習環境，強調課程的進行不受時間及地點的限制，師生可在不同地點授課、學習，在教學及推廣上具有一定的優勢，以下就網路同步學習的特性整理如下：

- 1.打破距離限制：師生雖必須於同一時間在線上進行課程教授，但已打破現實社會中空間的阻礙，無論師生身處何處，只要備有相關設備皆能連線上網進行即時的師生互動課程（Kearsley, 1996；Broadbent, 2002；吳清山、林天祐，2001；Rosenberg, 2001）。
- 2.網路資源多元化：網路世界無遠弗屆，網路資源包羅萬象，教學者及學習者皆可立即連接網際網路豐富的知識體蒐集、擷取所需的資源，以影像、語音、圖示、文字等多元方式呈現教材，學習者可獲得更多元、更適切的學習刺激，以利學習（Kearsley, 1996；Neil, 1997；林奇賢，1998；吳清山、林天祐，2001）。
- 3.學習方式互動化：傳統教學環境利於學生討論、意見交流，網路同步學習平台瞭解學習互動的重要性，保留學生討論的空間，以便條、語音、白板、影像等多元的溝通管道，提供多人上線學習討論的機會，使師生的互動不再是單一的方式，而是多元、主動、有趣的互動模式（Neil, 1997；洪明洲，1999）。
- 4.合作學習：網路同步學習平台能將分散不同地區的學生分組管理，學生藉由個別主題進行資料蒐集、報告、討論、歸納等，在線上進行專案合作的學習歷程，共同完成任務以達學習目標，利用團隊方式來增進學習效能（洪明洲，1999；陳年興，2002）。
- 5.匿名式學習環境：匿名讓人們不受現實社會中性別、種族、政黨、家庭背景、長相等因素而限制其立場、觀念及行為，自主精神得以張揚，學習更集中於文字訊息，而非個人特徵上，學習者能夠自由、客觀的發表個人言論、坦述個人想法，不受他人眼光所左右（Harasim, 1989；Sproull & Kiesler, 1993）。

網路同步學習為教學提供了更多元、豐富的學習環境，打破傳統教室在空間上的限制，使得教學者與學習者無論身處何處，只要有相關設備即可進入網路同步平台來進行學習。在此學習環境下，不但網路資源更加豐富，師生互動、學習型態及學習氛圍皆有所改變，教與學不再遵循固有的模式，而是激發更多學習觸角，促使學生科技創造力的潛能激發，提供不同的學習環境、融入不同的教學模式，期能對學生科技創造力有所助益。此外，我們必須注意，即便網路同步學習有諸多優點，但另陸續亦有研究指出，使用線上同步學習若沒注意到相關因素，可能亦使學生產生沮喪的心理（Kubey, Lavin & Barrows, 2001）。例如學習者必須具有電腦操作和網際網路運

用的基礎、以及在學習環境中需要人力現場支援等(陳衍華, 2007), 這些是我們實施不得不加以注意的地方。

### (三) 網路同步學習對科技創造力的影響

為激發國人科技創造力的提生, 就必須營造適合的環境來促進學習, Sternberg於1995年提出科技創造力與智慧、知識、思考型態、人格、動機及環境因素相關, 其他學者也認為環境因素為激發創造力不可或缺的關鍵之一 (Amabile, 1983; Howe, 1997)。環境論者著重在探討創造環境對於科技創造力的影響, 亦即著重探討如何建構一個適切的創造環境, 方能最有助於學生創造力的養成。所謂「創造性的環境」, 就是一個能夠蘊育創造人的創造動機, 進而培養其創造者人格特質, 以助長創造行為的環境(毛連塏, 2000)。為使科技創造力滋長, 必須建造良好的創意環境, 其中有助於科技創造力的環境特性有(Amabile, 1988; Alencar, 1997; 葉玉珠、吳靜吉, 2002; 鄭英耀、王文中, 2002): (1)提供自由的創意空間; (2)鼓勵創意表現(3)資源豐富、設備充裕(4)重視溝通合作(5)適當壓力及挑戰性。影響科技創造力的原因甚多, 而環境因素在教學上最能掌握及營造, 為使教學更有效地提升學生的科技創造力, 就必須建造一個適合學生的學習環境, 來激發科技創造力的潛能。

網路同步學習突破傳統教學模式之型態, 打破距離的限制, 提供即時、互動的教學環境, 融合網際網路豐富的資源, 使得教學內容更多采多姿, 教學方法也不再一味遵循古道, 而是融合社會進步的趨勢, 結合科技快速、多元的特性, 使得教學產生不同以往的火花。綜觀網路同步學習的特性, 以利於激發科技創造力的學習環境特性加以分析, 研究者整理了網路同步學習對科技創造力的影響如下:

#### 1. 自行選擇有利激發自我的學習環境:

Amabile(1997)曾提出工作環境會透過影響個人面向進而影響其創造力。學習應重視學生的個別差異, 提供學生選擇適合自己激發創意學習場域的機會, 以提升學生之科技創造力。網路同步學習打破空間的限制, 只要具有簡單的設備, 學生可在任何環境連線上課, 接受教學與環境結合的新刺激。

#### 2. 網路資源豐富:

一個人必須要有相當程度的知識才可能談創造力(Sternberg, 1995)。無垠的網路資源, 提供學生浩瀚的資料庫以充實知識, 可立即給予學生多元的刺激、回饋, 讓學生接收各種面向的創意靈感, 有助於提升科技創造力。

3. 教材呈現方式多元：

網路同步學習具有多樣化的功能，無論以文字、表格、圖像、影音、超連結等各種教材呈現方式，給予教師豐富的選擇性，根據課程內容適當穿插各種媒材，讓學生體驗不同以往的感官刺激。

4. 合作學習：團隊合作及相互競爭有助於激勵個人潛能，葉玉珠（2000）認為組織會與個人的知識、經驗、意向等產生互動，進而影響創造力。利用分組合作的方式於網路同步學習，可以刺激同一團隊內隊員間及各團隊彼此的經驗、意向、策略等產生交流而變化，以提升科技創造力的發展。

5. 多元展現，匿名學習：Amabile（1988）認為適當的壓力有助於科技創造力的提升，但溝通障礙、合作氛圍、管理者壓力則成為科技創造力的障礙（蘇冠華，2001）。網路同步學習提供多元管道，讓不善言詞的學生有其他展現自我的舞台；另一方面，匿名學習可降低學生壓力，勇於表達真實想法。

6. 互動性高：無論師生或同儕之間，可透過文字交流、繪製表格及圖片，或以表情符號、聲音等來表達意見，對課程內容或師生的創意表現給予立即回饋，加以讚許，鼓勵創意表現有助於科技創造力的發展（葉玉珠、吳靜吉，2002），善用網路同步學習立即互動功能，可強化科技創造力的展現。

然而，網路同步學習亦非全能。其仍有部分限制，例如：

1. 較為欠缺多重感官、實際操弄的經驗：目前網路學習環境只能提供虛擬的視聽資訊，缺乏觸覺、嗅覺、味覺等實體感官經驗。此外，對於操作性的學習，因無法提供實體操弄的體驗，使得效果較為受限，間接影響科技創意表現的結果。

2. 討論方式較耗費時間：充裕的時間能提升科技創造力的表現，而網路同步學習討論的方式有許多，教師有時為求上課秩序的品質會設定一些限制，如使用白板、發言、影像傳遞、超連結等，須經過管理者（老師）的許可才能使用，使得同時進行分組討論較為不易，耗費時間。

綜觀以上討論可以明瞭，網路同步學習的諸多特性，有助於增進學生科技創造力。就網路同步學習環境實施的特性，可期待有更進步的工具出現。然而，另一方面，只要教師能加以善用教學策略，亦能克服網路同步學習的限制。

### 參、研究工具與實施

根據研究目的，本研究分成以下四部分進行，研究工具依各個教學實驗的需要而有不同：

#### 一、科技創造力量表

根據文獻分析後以及研究成員的討論，本研究另編製適合大學生使用的科技創造力量表。李大偉、林振成在「大學設計科系學生的科技創造力之分析研究」(2008)中，爰依照上述三項構面-科技創意思考、科技創意實作以及科技創意傾向，進行評量工具的設計與編製，並以成功大學工業設計系及南華大學藝設系大學部一、四年級學生為對象進行預試。

##### 1. 量表摘述：

量表共分為兩大部份。第一部份為基本資料：包含性別(男、女)、年級、就讀學校(公、私立)等三種變項，做為日後進一步須就背景變項加以分析時之資料蒐集。量表的第二部份為科技創造力之評量，就三構面進行設計。第一及第二構面採非結構式設計來評量科技創造思考與科技創造實作部分，第三構面則採結構式的題項設計來評量科技創造傾向的自我覺察程度。

##### 2. 填答與計分方式：

(1) 量表之第一部份「基本資料」：係由受評量者依照題意勾選適當選項所代表之項目。

(2) 量表之第二部份「量表內容」：第一、二構面，係由受評量者依其認知、觀察、天馬行空地寫出組合(裝置、功能)、繪圖、名稱及特色與說明等。第三構面則由受評量者依照題意在五個適當選項-「總是如此」、「經常如此」、「有時如此」、「偶而如此」、「極少如此」中進行勾選。

##### (3) 計分方式：

A. 第一構面創意思考部分，每寫出一個組合(包含功能)給1分。無上限分數，寫出愈多，分數愈多。

B. 第二構面創意技能部分，畫出智慧型創意遙控器給5分，寫出創意遙控器名稱給5分，寫出一個特色給1分，寫出一個說明(需要什麼東西或設備，才能具有想要的特色)給1分。其中特色與說明無上限分數，寫出愈多，分數愈多。

C. 第三構面創意傾向部分，係參照 Likert 五等量表計分。

##### 3. 量表施作

(1) 在科技創意思考部分：

利用生活中科技產品的組合及功能，評量學生對於創意思考的深度。

以下為創意思考的問題敘述：

科技產品日新月異，我們的日常生活用品幾乎都是科技的產物。科技產品離不開創意、創造力 (creativity)。請就日常用品中，你所看到、使用過的產品以組合方式表現創意，不限定為兩個、三個或多個科技產品的組合，組合後可呈現另一種新的或特殊的功能，例如：洗衣機與沖水馬桶的組合產生新的節水裝置/功能。在這個部分中，能舉出越多功能組合的，表示越富有創意思考。

(2)在科技創意實作部分：

運用智慧型創意遙控器的發明設計，評量學生在科技創意實作的能力。這項評量包括兩個部分-智慧型創意遙控器的繪圖以及為智慧型創意遙控器進行特色說明：

#### 智慧型創意遙控器繪圖

現代家庭於日常生活中所使用到的開關有很多，例如電腦、電視、音響、冷氣、瓦斯爐、電燈...等等，人們也常會健忘，於使用完畢後是否隨手關閉；甚至出門了，還會掛心。請你設計一個獨一無二的智慧型遙控器，遙控的範圍、功能愈多愈廣愈好，且結合愈多有關科技/科學的想法愈好！

請把你所設計的智慧型遙控器，畫在下面空白的地方。並為你所設計的「遙控器」取個「特別」的名字

創意遙控器名稱：\_\_\_\_\_

※畫出遙控器給5分，寫出名稱給5分。

#### 智慧型創意遙控器特色

請把你所設計的智慧型遙控器之特色寫在左邊的格子裡，並在右邊的格子說明需要什麼東西或設備，才能具有你所想要的特色。(特色每寫一個給1分，說明亦同。)

前者利用繪圖表達，後者則利用是否能夠具備特色，並將具備特色時需要何種設備用文字來加以說明，以進一步評量學生在科技創意實作的能力。

(3)在科技創意傾向部分：

共設計 33 個題項，以進行情意面的評量。以下為科技創造力量表中有關創意傾向的題項：

- 1.我喜歡對各種事物作「觀察」，腦海中經常留有無數個獨一無二的人物或畫面的奇特「視象」(vision)。
- 2.我喜歡把看過的畫面「背」下來。
- 3.我喜歡以非習慣性的方式去理解各種事物。
- 4.我喜歡看「科幻小說」，並幻想科幻情節。
- 5.我喜歡對各種新字辭作仔細思考觀察。
- 6.我喜歡對各種人事物作「重新定義」並「不斷定義」。

- 7.我喜歡對兩個不相關事物的共通之處作「反分析」，為兩個事物找到一個有用的或有趣的組合。
- 8.我喜歡經常作「刺激反應」的聯結。
- 9.我喜歡「簡化問題」，並設想創新有效的方法來解決問題。
- 10.我喜歡作「創新性模仿」，重新組合，改良以產生不同功能、價值的「新」東西。
- 11.我喜歡與小組或團隊成員以「腦力激盪」、「水平思考」或「屬性列舉」等方法合作有效解決問題。
- 12.我喜歡將日常生活用品已僵化的用途改作其他性質不同的用途。
- 13.我喜歡為現有的東西想出新用途。
- 14.我喜歡為現有的事物變個形式，以改變它的意思、顏色、動作、聲音、氣味或造型。
- 15.我喜歡改善事物的作業方法，使它更具創意。
- 16.我喜歡在創意中提高事物的安全性。
- 17.我喜歡在創意中提高產品的產量與品質。
- 18.我喜歡從感覺出發，認真去瞭解一切符號的涵義。
- 19.我喜歡從語言、文字中去追蹤它的概念的歷史。
- 20.我喜歡對各種事物作組合，使它原來的元素都發生不同的意義。
- 21.我喜歡對各種事物提出許多點子，並嘗試以各種點子去解決問題。
- 22.我喜歡對各種新奇事物作反覆思考。
- 23.我能設想出一些創意有效的方法來解決問題。
- 24.即使一開始未能立即想出解決問題的方法，但我仍相信我有能力去解決大部分的問題。
- 25.當我面對一個新的情況時，我有信心自己有能力處理可能產生的問題。
- 26.我喜歡蒐集各類新的科技產品訊息。
- 27.我喜歡研究各類新的科技產品。
- 28.我喜歡思考，並且常常有許多創新的點子。
- 29.我喜歡與人互動，分享我的創意點子。
- 30.我喜歡嘗試解決處理各種不同的問題。
- 31.我喜歡做各種嘗試，並且求新求變。
- 32.當我從事一種工作或創作時，我常常能享受其中的樂趣和喜悅。
- 33.我喜歡勇於嘗試各種新奇的事物。

此外，於各題項中，利用五點尺度的概念，將評分分為 1 至 5 分（極少如此→總是如此），分數越高者，表示科技創意傾向自我覺察的程度越高。反之，則表示創意傾向的自我覺察程度較低。

#### 4. 量表的信效度

本量表以成功大學工業設計學系與南華大學應用藝術與設計學系大學部一、四年級各 31 名，總共 124 名學生進行預試。經過統計分析後，此量表的專家效度與評分者信度介於.995-1.000 之間，其 Cronbach  $\alpha$  係數為.928，尚稱良好。

## 二、教學實驗 I：以 TRIZ 設計教學策略探討專門知識對大學生科技創造力之影響

基於研究目的，設計研究架構如下圖所示，以 TRIZ 設計教學策略探討專

門知識對大學生科技創造力的影響，故研究的自變項為學生對太陽能越野車的專門知識，依其得分的前、後 30% 篩選出高分群及低分群，而依變項為科技創造力表現（科技創意歷程、科技創造表現）。由於創意傾向會影響其科技創造力表現，因此，本教學實驗中將學生的科技創意傾向做為研究架構的中介變項，以降低其對研究結果之影響。

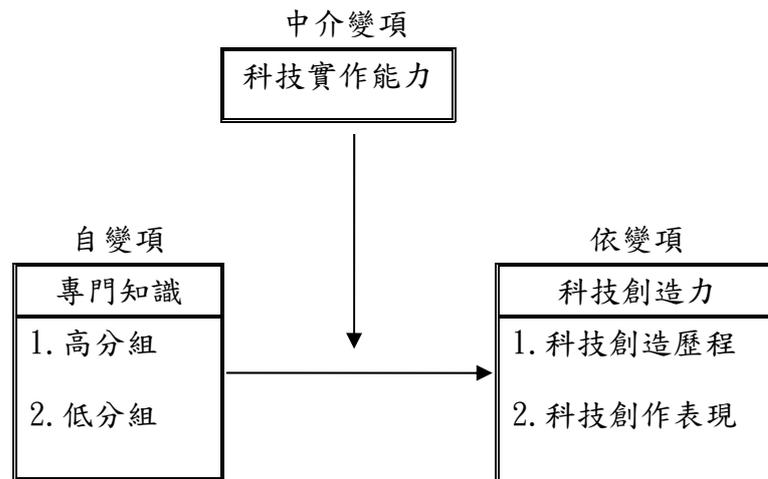


圖 2 本教學實驗的研究架構

因此，採用下列工具進行研究：

#### 1. 研究工具

##### (1) 太陽能越野車專門知識測驗卷

本研究的專門知識測驗卷題型為選擇題，共有 30 題，答對得 1 分，答錯不給分。本測驗卷經由 91 位學生預試，刪除第 2、4、6、7、8、10、19 及 25 題相關係數低於 .3 的題目，共餘 22 題，可解釋變異量為 68%，信度係數  $\alpha$  為 0.57。

##### (2) 太陽能越野車 TRIZ 設計學習單

本學習單的目的在於利用 TRIZ 技法以協助完成學生的創意構想，讓初步的想法更具邏輯性，得以實現。藉由本學習單可以了解學生的科技創意歷程，其內容參照 Lewis 的產品研發專案管理法來編撰，依照 TRIZ 設計方法分為五大階段，依次為確認設計目標、擬定問題及確認參數、編製衝突矛盾點、尋找發明原則、實施修正方案，並對照 Altshuller 提出的 39 矛盾矩陣與 40 創新解題原則來做為學生創作發明的思考依據。

第一步驟為設計太陽能驅動車的設計理念及創作草圖，描述的最為詳盡可得 5 分，最低給予 1 分；第二、三步驟是擬定問題及編製矛盾參數，學生能夠找出一個問題並從 39 矛盾矩陣選擇正確的矛盾參數即可得 2 分，最多五個為 10 分；第四步驟的尋找發明原則，根據前述問題以 40 創新解題原則提出適切的策略來解決問題，詳述一個完整的問題解決策略最高可獲得 4 分，合計最多 20 分，最少 0 分；第五步驟遵循新解題原則、策略修正原先的設計，包含設計圖的詳細度、可行性及獨特性，製作程序的詳細度與可行性滿分各為 5 分，材料名稱、數量及規格最高 7 分，學習單五大部份合計共 72 分。本學習單的評分者信度為 0.85，評分者間的評分一致性良好。

### (3) 太陽能越野車產品創意評量表

主要在評量學生在實作上解決科技問題的成效，以「作品」的形式為最佳的評量媒介，能有效且具體地評量學生實作的品質與效能，本研究的科技創作表現，則以其太陽能越野車作品為評量依據。依照張玉山（2003）針對創意電動車的設計與製作所提出的「產品創意評量表」，針對創造性作品的「製作」、「造型」、「傳動」及「性能」四項來進行評量，每個評量項目細分成價值性及獨特性兩類，創意作品最具價值性及獨特性最高可各獲 5 分，合計四項各兩類共 40 分。

## 2. 實施流程

本研究透過「太陽能越野車」的教學，授予學生相關知識、TRIZ 技法的使用及操作技能等，以建構學生的專門知識，最後藉由太陽能越野車的知識測驗以獲得學生的專門知識分數，將其得分的前、後 30% 分為高分群及低分群，探討專門知識對學生科技創造力的影響。

本研究將網路同步 TRIZ 設計融合太陽能越野車之教學，並參照 Lewis 的五階段產品研發設計過程-「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」等，以及據 Altshuller 提出的 39 矛盾矩陣與 40 創新解題原則，規劃一項「太陽能越野車之 TRIZ 設計模式」，如圖 3 所示：

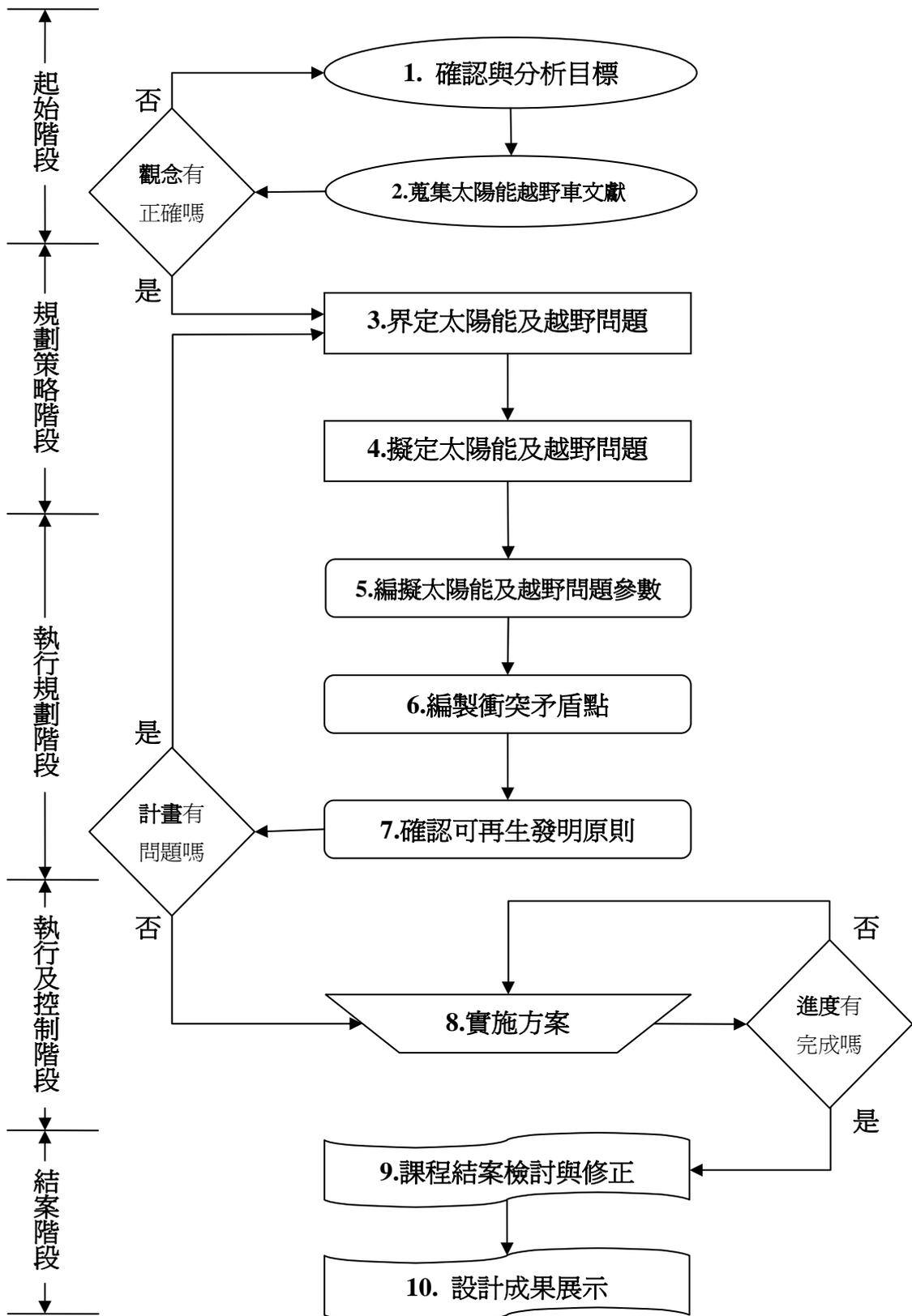


圖 3 TRIZ 設計程序模式

最後，則將學生的作品，由兩位專家進行評分，評分者信度  $\alpha$  值在製作項目為 0.884，造型為 0.85，傳動為 0.849，性能為 0.948，總分為 0.814，評

分者間的一致性良好。

### 3.研究對象：

以國立台灣師範大學工業科技教育系修習運輸科技課程一年級及三年級的學生為研究對象。其中一年級學生有 30 人，占 57.69%，三年級為 22 人，占 42.31%，合計共 52 人。

### 4.資料處理：

本研究在了解網路同步 TRIZ 設計教學環境中，專門知識對大學生科技創造力的影響，因此以科技創作前測成績為共變項，進行專門知識高、低分群對科技創造歷程及科技創作表現的共變數分析。

## 三、教學實驗 II：以角色扮演教學策略探討動機對大學生科技創造力之影響

### 1.研究工具

(1)科技創造力量表：本研究採用李大偉、林振成所編製的量表，因此有關量表的說明不再贅述。

(2)成就動機量表：

Helmreich & Spence 於 1978 所編製而成的工作與家庭取向量表 (Work and Family Orientation Questionnaire) 簡稱 WOFO，量表計有 32 題，其中，第一題至第二十三題用來探討個人對工作或成就的態度，用以測量個體的成就動機，經因素分析後，得到四個主要因素，分別為「精熟」、「工作導向」、「競爭」與「個人不在意」。量表屬於五點式量表。國內學者吳靜吉與林秀吉 (1979) 採取回譯 (back-translation) 的方式將之譯成中文版本。本量表特點為：可測得多個層面的成就動機、可適用於男、女生、在施測實施上，甚為方便，團體測驗與個人測驗方式均可、此表經許多學者使用過，具有良好的信度與效度 (單小琳，1980)。本量表信度分析報導，發現整個成就動機量表信度 Cronbach's  $\alpha$  值達 0.8901，其中「精熟」與「競爭」兩構面信度 Cronbach's  $\alpha$  值分別為 0.7715 及 0.6914，唯「工作導向」及「不在意他人」兩構面之 Cronbach's  $\alpha$  值稍微偏低，但仍高於 0.5，是屬於可接受範圍。因此，本研究經獲得作者同意後，決定採用以作為本研究量度成就動機的工具。

## 2. 實施流程

本項教學實驗活動的設計，依照角色扮演實施之流程、要項和原則，分為準備階段、實驗實施階段與總結階段設計單元課程，並實施以三週的課程。每週時間為 3 節課（約 150 分鐘），藉以進行課程的觀察和記錄。茲就教學流程詳細說明如下：

- (1) 準備階段：主要在於行政聯絡與教學實驗活動設計，包含：決定樣本與行政聯絡、文獻整理、教學活動設計、專家評估、規劃同步平台使用手冊、量表準備等。

本項教學實驗活動設計以「傳播科技」為課程內容，運用角色扮演教學策略，在網路同步平台環境下進行，各設計一單元名稱為「創意行銷廣告接案」，並以實作與討論為活動主軸，課程情境條件如下：

*ITE 公司研發了一款新手機（參考教師提供的概念手機圖片），委託(ABC)廣告公司協助影音宣傳短片的行銷企劃，ITE 公司要求廣告公司提出一份簡單的企劃案，內容包括行銷策略的撰寫以及宣傳短片的分鏡腳本設計，其中，宣傳短片不僅要能於電視中播放，還要把影片放在公司的網頁上，以節省行銷成本，因為必須在電視頻道播放，所以影片時間不能超過 60 秒。為更符合真實情境，教師設定廣告公司的財務條件。*

並安排一部份學生扮演 ITE 公司決策人員；一部份學生扮演廣告公司成員；另一部分則扮演觀察者，讓學生瞭解真實世界中，科技公司與廣告公司的運作方式，並藉由觀察與討論，探討廣告行銷的可行模式。

- (2) 實驗實施階段：主要工作包含進行簡要的研究說明、進行成就動機測試、進行同步平台使用教學、檢測學生的電腦配備、提出情境並規劃角色、公佈教學情境、解說與分配角色任務、角色預備、預告進度等，以及進行科技創造力測試
- (3) 總結階段：實施流程包含線上發表與展示、評估提案是否適當、科技創造力量表測試、引導討論、課堂回饋與反思。

## 3. 研究對象：

以國立臺灣師範大學工業科技教育系四年級選修「傳播科技」課程的學生為對象，合計 22 人。

## 4. 資料處理：

- (1) 本研究採用 SPSS 套裝軟體（Statistical Package for the Social Science）

進行資料的分析與假設檢驗，主要統計分析方法說明如下：

#### A. 描述統計分析

使用描述統計對「成就動機量表」、「科技創造力量表」等評量結果進行分析，包括次數分配、平均數、標準差等以瞭解有效樣本資料的分佈情形，學生的分數在各個構面上的反應情況。

#### B. 皮爾森積差相關 (Pearson's product-moment correlation coefficient)：

主要在衡量兩變數之間的相關性，包括各構面間的相關性、單一構面項目對整體之影響。

### 四、教學實驗 III：以角色扮演教學策略探討動機對大學生科技創造力之影響

#### 1. 研究工具：

包括思考風格量表、學習滿意度問卷、學習單、訪談大綱及教學活動設計。分項說明如下：

##### (1) 思考風格量表

思考風格量表源自於Sternberg和Wagner於1991年共同編製之「《思考風格評鑒》手冊」(Thinking Style Inventory, 簡稱TSI)，爾後由Sternberg(1994)根據75位大學生為研究樣本並建立常模，獲得信度範圍介於0.58至0.88之間，中位數為0.78。此量表主要用來評量學生偏好使用的思考風格(Sternberg, 1997)。

在效度方面，各學者以因素分析(武欣、張厚燾, 1999; Zhang, 1999; Fjell & Walhovd, 2004)，以及秦浩等人(2007)以探索性因子分析對量表的結構先進行評估，並在此基礎上使用結構方程式進行驗證，結果均顯示，此量表具有良好之效度。

綜合以上國內外的研究結果顯示，Sternberg的「思考風格量表」具有良好的信效度。此外，Zhang和Sternberg(2001)在研究中，對中國、香港及美國的大學生實施思考風格量表測驗，研究結果顯示思考風格量表在跨越不同文化下仍具有合理的信效度。

本研究經過評估後，決定採用由Sternberg, Wanger與Zhang於2007共同編修，並後由Zhang翻譯成中文的版本，透過電子郵件取得Sternberg與Zhang同意後，稍作修改以符合使用。此量表分為五個面向，十三種思考風格，每種風格題數皆為5題，總計有65題。題項採用Likert七等計分，依符合程度依

序由1分表示「非常不符合」至7分表示「非常符合」。本計畫選取量表中思考風格「傾向」面向的題目，共計10題，其中1、2、3、4、5題為保守型思考的題目，6、7、8、9、10題為自由型思考的題目，以測驗分數高低評量學生為自由型或保守型的思考風格。

## (2)學習單

學習單乃依據學生對「手錶+手機」資訊科技產品的外型與功能想法，票選出點子，列表描述編製而成。此學習單除了將學生對資訊科技產品的想法具體呈現外，也作為質性資料分析之依據。

## (3)訪談大綱

訪談大綱有11題，問題包含學生對網路同步平台、腦力激盪法、科技創造力教學活動及課程互動等方面的看法。訪談大綱經過三位專家學者的審閱與修訂後定案。

## (4)教學活動

以「手錶+手機的異想世界」為單元主題，進行本項教學實驗，並分週進行相關工作，如表1：

第一週：於實體教室內進行「思考風格量表」測驗，及網路同步平台使用教學與操作練習，

第二週：教師與學生自由選擇上課地點，透過網路同步平台進行腦力激盪之科技創造力教學活動。

第三週：於實體教室內進行「學習滿意度問卷」調查及訪問調查，並請學生完成「學習單」。

表 1 不同週次的教學活動內容與主要工作

第一週	
活動地點：電腦教室	
活動內容	主要工作
教學說明	研究說明並簽署參與研究同意書
量表測驗	思考風格量表測驗
平台教學	1.操作說明
	2.實際操作
熱身運動	1.介紹腦力激盪法及實施原則
	2.腦力激盪法練習：休閒娛樂型機器人設計
	3.評估

第二週	
活動地點：師生自由選擇	
活動內容	主要工作
登入平台	確認學生皆正常登入平台並保持連線
教學活動	1.活動主題內容介紹
	2.說明活動主題：手錶+手機的異想世界
	3.腦力激盪創意點子
	4.創意點子評選
	5.創意點子彙整
第三週	
活動地點：電腦教室	
活動內容	主要工作
填寫學習單	將創意點子具體繪製成圖
問卷調查	學習滿意度問卷調查
訪談	開放式訪談

此外，也在課程實施前，就教材與教具清單進行確認，如表 2、3：

表 2 教材清單

教材名稱	數量
課程講義	10
平台使用手冊	10

表 3 教具清單

教具名稱	數量	備註
個人電腦	10	1. 桌上型或筆記型電腦皆可。 2. 需具有網際網路連線功能。
網路攝影機 (包含麥克風)	10	於教學實驗前測試，確定可正常運作，並借予學生一人一套。

### 3. 研究對象

以國立臺灣師範大學工業科技教育系選修「資訊科技」課程的大學部學生為對象，共有 10 位學生參與實驗，男生、女生各有 5 位佔 50%，其中 6 位學生具有自由型思考風格，4 位學生具有保守型思考風格。

### 4. 實施流程：

網路同步腦力激盪的教學活動的環境與傳統的腦力激盪截然不同，教師與學生係透過同步平台進行互動，因此教師引導技巧與設計符合網路同步腦力激盪的教學模組便十分重要。依將教學活動分成活動準備階段、活動實施階段與活動結束階段三個部份，如表 4、表 5、表 6 所述：

#### (1)活動準備階段

一個完整的網路同步腦力激盪活動必須要有一個良好的規劃，包含選擇適當的主題、發展教學文件、安排協助人員、活動說明、進行網路同步平台教學與腦力激盪暖身運動，並於活動進行前確認軟硬體設備和學生名單，且通知學習者。活動準備階段規劃越完善，活動的實施將會越順利。

表 4 網路同步學習環境下的腦力激盪教學策略活動設計-準備階段

項目	說明
擬定主題	<p>擬定活動主題時，需要考慮兩個重要的原則。一為活動主題必須要有吸引力，能夠提高學習者的參與興趣，進而激發他們的創意想法。若活動主題無法引起學習者的參與動機，將影響點子產出的數量，致使腦力激盪的成效不佳。</p> <p>另一個要考量的重點為，活動主題要有足夠的空間讓學習者進行創意的發想，同時又不至於天馬行空至最終想法無法收斂，也就是說，活動主題需要同時具有擴張性與收斂性。</p>
發展教學文件	<p>需要發展的文件有三種，第一種為說明活動主題的文件。由於同步平台具有支援多媒體的特性，因此在製作時，可以酌量加入圖片、聲音或其他媒體輔助說明。同時，多樣化的媒體亦有助於吸引學習者的注意。</p> <p>第二種文件為記錄點子的表單。由於「同步」的特性，需要馬上進行點子的評估工作，因此建議可以製作紙本及電子文件兩種記錄表，除了兩組記錄可相互對照以避免遺漏點子外，電子記錄檔也方便隨後上傳至平台進行評估工作。</p> <p>第三種文件為同步平台教學的使用手冊。教師應該先熟悉平台的功能與使用，再將操作方式編寫成操作手冊，以便教學使用。</p>

安排協助人員	為協助網路同步腦力激盪法進行順暢，教師需要在活動進行前，設置不同角色的協助人員，並進行相關的訓練工作。協助人員有平台技術人員、線上助教與記錄員三種協助角色。平台技術人員主要負責處理平台硬體方面的測試、安裝及操作使用。線上助教則負責聯繫學習者，協助教學活動的進行。記錄員則是將腦力激盪法所產生的點子詳實的記錄下來。
活動說明	介紹所使用的網路同步平台，說明網路同步腦力激盪法進行的步驟與四大原則。
網路同步平台教學	使學習者了解並學習操作平台的功能，方便接下來的活動進行。
腦力激盪暖身運動	<p>在實際進行網路同步腦力激盪活動之前，先安排練習作為熱身運動，主要目的如下：</p> <p>(1)使學習者熟悉腦力激盪法的進行流程，讓未曾參與過腦力激盪會議的成員容易進入狀況。</p> <p>(2)讓學習者實際體驗如何使用平台發表意見。</p>
確認軟硬體設備	<p>軟硬體設備的正常使用是影響網路同步腦力激盪活動成功的關鍵因素之一，學生往往會因為工具無法使用而對網路同步教學失去了興趣，因此在課堂進行之前，應先對使用的軟硬體設備進行確認。</p> <p>可與學生約定時間測試平台之功能並請學生檢查軟硬體設備是否正常運作，以利活動的進行。</p> <p>此外可提供同步平台教學的使用手冊以及平台技術人員的聯絡方式。安裝及測試工作。</p>
確認學生名單	在上課前先確認好學生名單，並且取得學生的聯絡資料，以利腦力激盪活動順利的進行。
通知學習者	網路同步腦力激盪活動進行前，應提早通知學生與協助人員，並告知活動的相關資訊。通知的形式可以採用電話、電子郵件、即時通訊軟體等方式，明確告知活動進行的時間及地點。另外，教師應提醒學習者提早準備相關硬體設備的安裝及測試工作。

## (2)活動實施階段

進行網路同步腦力激盪活動時，先對即將進行的活動加以說明，再實施腦力激盪活動、呈現點子、最後評選與彙整點子。活動進行間，教師應隨時鼓勵學生參與活動並維持熱絡的討論氣氛。

表 5 網路同步學習環境下的腦力激盪教學策略活動設計-實施階段

項目	說明
活動說明	教師說明活動的主題，與活動進行的方式，再提醒學生腦力激盪的四大原則，並鼓勵學生發言。
腦力激盪	<p>教師必須確實按照安排的步驟進行，並掌控每個活動階段的時間。</p> <p>在活動進行時，教師應鼓勵學習者踴躍發表想法，讓每位學習者都能熱烈地、自由地參與討論。同時，更要不斷地強調與提醒學習者應遵守的腦力激盪四大原則，營造利於討論的會議氣氛。</p> <p>教師應維持熱絡的討論氣氛，鼓勵學習者踴躍發表想法。學習者應將評判的想法放置一旁，以沒有顧慮的方式自由地思考，以求大量想法的產出。</p>
呈現點子	記錄員應忠實、完整的記錄每個點子。若學習者在發表點子時，有模糊不清、難以辨別的情況時，應向教師反應。由教師向學生確認無誤後記錄下來。
評選與彙整點子	<p>教師使用平台線上投票機制，逐一詢問學習者各個點子的優劣，若超過半數學習者投否定票，則將該點子去除。</p> <p>經過投票篩選後，由教師彙整出網路同步腦力激盪活動的最佳點子。</p>

### (3)活動結束階段

在活動結束之後，提供學生將點子具體呈現出來的機會，並對實施過的網路同步腦力激盪活動進行評估與檢討，以利未來活動更順利進行。

表 6 網路同步學習環境下的腦力激盪教學策略活動設計-結束階段

項目	說明
具體呈現點子	由於網路同步平台繪圖功能有限，加上使用滑鼠不易繪圖。因此可在活動結束後，當學生在實體教室上課時，採用學習單，請學生以繪圖方式將點子具體呈現出來。
評估與檢討	可透過學習滿意度問卷或訪談，調查學生對網路同步平台、腦力激盪法、教學活動及教學互動等方面的看法。藉此評估與檢討網路同步腦力激盪活動，結果可作為未來活動設計的參考依據。

## 肆、資料分析與研究發現

### 一、關於科技創造力量表的部分：

#### 1. 資料分析

本研究依據量表施測結果，就抽樣樣本與科技創造力之整體與各構面之現況，以平均數及標準差，來瞭解現況及差異性。

#### (1) 大學設計系學生之科技創造力現況分析及 t 檢定

表 7 年級、性別與學校基本資料表 N=124

類別	公立	私立
年級 一	31	31
四	31	31
小計	62	62
性別 男	31	29
女	31	33
小計	62	62

表 8 不同年級在科技創造力各層面的平均數、標準差

層面	類別	人數	平均數	標準差
創意思考	一	62	19.6613	13.54766
	四	62	31.2903	13.95589
	小計	124	25.4758	14.88955
創意技能	一	62	21.1613	16.88359
	四	62	29.7903	22.40985
	小計	124	25.4758	20.22856
創意傾向	一	62	115.0323	19.71516
	四	62	122.6613	13.28372
	小計	124	118.8468	17.17393
總量表	一	62	155.9355	35.65632
	四	62	182.4516	30.27615
	小計	124	169.1935	35.52914

根據上述統計結果，創意思考層面與創意技能層面的平均數均為 25.4758 分（依低、中、高程度區分，低程度得分為 1-10 分，中程度得分為 11-20 分，21 分以上為高程度），創意傾向層面平均數為 118.8468 分（依低、中、高程度區分，低程度得分為 1-55 分，中程度得分為 56-110 分，111 分以上為高程度）。

此外，針對預試之資料，亦進行獨立樣本檢定，如表 9 至表 13 所示：

表 9 不同年級在科技創造力各層面的獨立樣本檢定

層面	平均數相等的 t 檢定			
	t	自由度	顯著性	平均差異
創意思考	-4.708	121.893	.000	-11.62903
創意技能	-2.422	113.374	.017	-8.62903
創意傾向	-2.527	106.921	.013	-7.62903
總量表	-4.464	118.875	.000	-26.51613

p\* < .05    p\*\* < .01    p\*\*\* < .001

表 10 不同性別在科技創造力各層面的平均數、標準差

層面	類別	人數	平均數	標準差
創意思考	男	60	25.7167	14.62073
	女	64	25.2500	15.24925
	小計	124	25.4758	14.88955
創意技能	男	60	28.1000	25.92669
	女	64	23.0156	12.51728
	小計	124	25.4758	20.22856
創意傾向	男	60	118.9333	17.79437
	女	64	118.7656	16.71207
	小計	124	118.8468	17.17393
總量表	男	60	172.2167	40.41777
	女	64	166.3594	30.29504
	小計	124	169.1935	35.52914

表 11 不同性別在科技創造力各層面的獨立樣本檢定

層面	平均數相等的 t 檢定			
	t	自由度	顯著性	平均差異
創意思考	.174	121.936	.862	.46667
創意技能	1.376	83.853	.172	5.08438
創意傾向	.054	120.046	.957	.16771
總量表	.908	109.159	.366	5.85729

表 12 不同學校在科技創造力各層面的平均數、標準差

層面	類別	人數	平均數	標準差
創意思考	公	62	30.4194	14.86171
	私	62	20.5323	13.28467
	小計	124	25.4758	14.88955
創意技能	公	62	31.5323	25.51356

	私	62	19.4194	9.97957
	小計	124	25.4758	20.22856
創意傾向	公	62	124.3710	12.68436
	私	62	113.3226	19.28201
	小計	124	118.8468	17.17393
總量表	公	62	185.5968	32.42619
	私	62	152.7903	30.77211
	小計	124	169.1935	35.52914

表 13 不同學校在科技創造力各層面的獨立樣本檢定

層面	平均數相等的 t 檢定			
	t	自由度	顯著性	平均差異
創意思考	3.905	120.496	.000	9.88710
創意技能	3.481	79.239	.001	12.11290
創意傾向	3.769	105.168	.000	11.04839
總量表	5.779	121.667	.000	32.80645

p\* < .05    p\*\* < .01    p\*\*\* < .001

## (2) 大學設計科系學生的科技創造力之相關分析

表 14 科技創造力各層面及總量表之 Pearson 相關矩陣

層面	創意思考	創意技能	創意傾向	總量表
創意思考	1			
創意技能	.383**	1		
創意傾向	.138	.058	1	
總量表	.692**	.761**	.554**	1

\*\*在顯著水準為.01 時，相關顯著。

## 2. 研究發現

以成功大學與南華大學設計科系學生進行量表預試，經過量表所得到的資料、分析與歸納後得到研究發現如下：

- (1) 設計科系學生在科技創造力各層面均為高程度，創意思考層面與創意技能層面平均數均高達 25.4758 分，創意傾向層面平均數達 118.8468 分。
- (2) 不同年級（一、四）學生在科技創造力各層面及總量表均呈現顯著差異。即四年級學生在科技創造力各層面及總量表成績表現比一年級學生優，

創意思考層面與總量表均達  $p < .001$  之顯著水準，創意技能與創意傾向層面亦達  $p < .05$  之顯著水準。

- (3) 不同性別（男、女）學生在科技創造力各層面及總量表均無顯著差異。即男、女生的表現差不多。
- (4) 不同學校（公、私立）學生在科技創造力各層面及總量表均呈現顯著差異。即公立學校學生在科技創造力各層面及總量表成績表現比私立學校學生優，亦均達  $p < .001$  之顯著水準。
- (5) 經 Pearson 相關分析，發現受試者在創意思考層面與創意技能層面及總量表呈現  $p < .01$  之相關顯著水準。而創意傾向層面則僅與總量表呈現  $p < .01$  之相關顯著水準。即創意思考層面分數高者，創意技能層面之分數亦高，其總量表分數亦高。創意傾向層面分數高者，其總量表分數亦高。

## 二、關於教學實驗 I 的部分：

### 1. 資料分析

#### (1) 專門知識對科技創造歷程的影響

本研究將參與學生在初步構想與草圖、確認參數、選擇發明原則、繪製設計圖、擬定製作程序、材料選用、執行規畫(即繪製設計圖、擬定製作程序、與材料選用的總合)，以及整個設計程序(即前述所有歷程的總合)的表現分數，列示平均數與標準差如表 15 所示。

經以科技實作前測(製作機械獸)分數為共變項，進行共變數分析的結果顯示，專門知識高低分組對網路同步 TRIZ 設計表現的構想與草圖、選擇發明原則、繪製設計圖、擬定製作程序、材料選用、執行規畫，乃至於整體 TRIZ 設計表現，都未造成顯著的影響。但是在確認參數方面，專門知識高分組學生( $m=6.29$ )的表現會優於低分組學生( $m=4.86$ )，達顯著水準( $F=4.13$ ,  $p=0.05$ )。

表 15 專門知識高低分組在 TRIZ 設計表現的平均數

	組別	N	平均數	標準差
構想與草圖	高分組	14	6.64	1.94
	低分組	14	6.07	2.09
確認參數	高分組	14	6.29	1.32
	低分組	14	4.86	2.17
選擇發明原則	高分組	14	7.57	2.53
	低分組	14	7.57	2.79
繪製設計圖	高分組	14	9.50	3.43
	低分組	14	8.07	4.19
擬定製作程序	高分組	14	5.35	2.799

	低分組	14	4.07	2.36
材料選用	高分組	14	5.57	1.22
	低分組	14	5.28	1.32
執行規畫	高分組	14	20.42	6.83
	低分組	14	17.42	7.06
整體 TRIZ 設計表現	高分組	14	40.93	8.90
	低分組	14	35.93	11.29

表 16 專門知識對 TRIZ 設計表現影響的的共變數分析

變異來源	df	MS	F	p
依變項：使用 TRIZ 技法前設計表現				
共變項：機械獸製作成績	1	5.51	1.37	.25
組間：專門知識高低分組	1	.91	.22	.63
誤差	25	4.02		
依變項：對 TRIZ 設計學習單確認參數表現				
共變項：機械獸製作成績	1	.060	.018	.89
組間：專門知識高低分組	1	13.98	4.13*	.05
誤差	25	3.38		
依變項：對 TRIZ 設計學習單選擇發明原則表現				
共變項：機械獸製作成績	1	1.55	.21	.64
組間：專門知識高低分組	1	.07	.01	.92
誤差	25	7.33		
依變項：對使用 TRIZ 技法後繪製設計圖表現				
共變項：機械獸製作成績	1	85.00	7.14	.01
組間：專門知識高低分組	1	2.70	.22	.63
誤差	25	11.89		
依變項：使用 TRIZ 技法後擬定製作程序表現				
共變項：機械獸製作成績	1	16.86	2.68	.11
組間：專門知識高低分組	1	5.79	.92	.34
誤差	25	6.29		
依變項：對使用 TRIZ 技法後材料選用表現				
共變項：機械獸製作成績	1	9.43	7.18	.01
組間：專門知識高低分組	1	.00	.00	.96
誤差	25	1.31		
依變項：使用 TRIZ 技法後執行規畫表現				
共變項：機械獸製作成績	1	268.87	6.80	.01
組間：專門知識高低分組	1	16.88	.42	.51
誤差	25	39.51		
依變項：太陽能越野獸 TRIZ 設計學習單表現				
共變項：機械獸製作成績	1	390.03	4.24	.05
組間：專門知識高低分組	1	72.71	.79	.38
誤差	25	91.91		

\*p<.05 \*\*p<.01

## (2) 專門知識對科技創作表現的影響

本研究將參與學生在 TRIZ 設計活動後的太陽能越野車成品製作結果，依性能、造型、傳動、製作、及總分的評量分數，列示平均數與標準差如表 17 所示。

經以科技實作前測(製作機械獸)分數為共變項，進行共變數分析的結果顯示，專門知識高低分組對網路同步 TRIZ 太陽能越野車成品製作的性能、造型、傳動、製作、及總分，都未產生顯著的影響，如表 4 所示。

表 17 專門知識高低分組在科技創作表現的平均數

	組別	N	平均數	標準差
性能	高分組	14	6.42	1.78
	低分組	14	6.21	1.36
造型	高分組	14	6.78	2.29
	低分組	14	6.28	1.38
傳動	高分組	14	6.42	1.39
	低分組	14	6.00	1.41
製作	高分組	14	5.78	1.31
	低分組	14	6.28	1.38
總分	高分組	14	25.43	6.19
	低分組	14	24.79	4.37

表 18 專門知識對科技創作表現影響的共變數分析

變異來源	df	MS	F	p
依變項：性能				
共變項：機械獸製作成績	1	9.092	4.009	.056
組間：專門知識高低分組	1	.013	.006	.940
誤差	25	2.268		
依變項：造型				
共變項：機械獸製作成績	1	19.100	6.443	.018
組間：專門知識高低分組	1	.104	.035	.853
誤差	25	2.965		
依變項：傳動				
共變項：機械獸製作成績	1	4.780	2.562	.122
組間：專門知識高低分組	1	.386	.207	.653
誤差	25	1.866		
依變項：製作				
共變項：機械獸製作成績	1	7.432	4.670	.040
組間：專門知識高低分組	1	3.586	2.254	.146
誤差	25	1.591		
依變項：科技創作總分				
共變項：機械獸製作成績	1	151.244	6.338	.019
組間：專門知識高低分組	1	1.134	.048	.829
誤差	25	23.862		

## 2.研究發現

### (1) 網路同步TRIZ設計教學中，專門知識高分組學生在確認參數的表現，優於低分組學生

本研究將參與學生在初步構想與草圖、確認參數、選擇發明原則、繪製設計圖、擬定製作程序、材料選用、執行規畫(即繪製設計圖、擬定製作程序、與材料選用的總合)，以及整個設計程序(即前述所有歷程的總合)的表現分數，經由科技實作前測(製作機械獸)分數作為共變項，進行共變數分析的結果顯示，專門知識高低分組對網路同步TRIZ設計表現的構想與草圖、選擇發明原則、繪製設計圖、擬定製作程序、材料選用、執行規畫，乃至於整體TRIZ設計表現，都未造成顯著的影響，但是在結果顯示中我們發現在確認參數方面，專門知識高分組學生( $m=6.29$ )的表現會優於低分組學生( $m=4.86$ )，達顯著水準( $F=4.13, p=0.05$ )。

### (2) 網路同步 TRIZ 設計教學中專門知識對科技創作表現未產生顯著的影響

本研究將參與學生在 TRIZ 設計活動後的太陽能越野車製作成品，依性能、造型、傳動、製作、及總分的評量分數，經以科技實作前測(製作機械獸)分數為共變項，進行共變數分析的結果顯示，發現專門知識高低分組對網路同步 TRIZ 太陽能越野車成品製作的性能、造型、傳動、製作、及總分，都未產生顯著的影響。

## 三、關於教學實驗 II 的部分

### 1.資料分析：

#### (1) 描述統計分析

表 19 成就動機各子構面描述性統計分析摘要表

層面	樣本數	最低分	最高分	平均數	標準差
精熟	22	20	33	25.59	3.261
工作導向	22	19	28	23.91	2.114
競爭	22	11	25	16.32	3.228
不在意他人	22	9	15	12.36	1.761
總分	22	71	91	78.18	4.727

資料來源：本研究整理

由表 19 得知學生在成就動機上，「精熟」最高，與「競爭」次之，唯兩者不相上下，接著依序為「工作導向」與「不在意他人」。顯示學生

的成就感，大部分從「精熟」與「競爭」上獲得，較少由「工作導向」層面上獲得，而由「不在意他人」層面上獲得的最少。

表 20 科技創造力量表描述性統計分析摘要表

層面	樣本數	最低分	最高分	平均數	標準差
創意思考部份	22	1	23	10.95	6.336
創意技能部份	22	9	48	23.68	9.564
創意傾向部份	22	57	148	110.27	19.295
總分	22	91	202	144.91	24.800

資料來源：本研究整理

由表 20 得知學生在科技創造力部分，「創意思考部份」最高分為 23 分，最低分為 1 分，差距甚大，平均數為 10.95 分，標準差為 6.336 分。「創意技能部份」最高分為 48 分，最低分為 9 分，差距也頗大，平均數為 23.68 分，標準差為 9.564 分。由於此二項寫出愈多，分數愈多，並無上限分數，可見在「創意思考部份」與「創意技能部份」學生差異頗大。「創意傾向部份」為結構式設計，係參照 R. A. Likert 五等量表計分。最高分為 202 分，最低分為 91 分，平均數為 144.91 分，標準差為 24.800 分。

## (2) 學生在成就動機與科技創造力知關聯性之統計分析

透過皮爾森積差相關與迴歸分析做一驗證，學生在成就動機與科技創造力之相關情形。

表 21 成就動機與科技創造力之相關係數摘要表

		科技創造力			
		創意思考	創意技能	創意傾向	整體表現
成就動機	精熟	.024	.073	.136	.140
	工作導向	-.498*	-.214	.023	-.192
	競爭	.296	.414*	.252	.432*
	不在意他人	-.003	-.032	.402*	.300
	整體傾向	-.004	.226	.426*	.417*

註：n = 22 \* p < .05

## 2. 研究發現

由表 21 得知學生在科技創造力部分三個子構面：「創意思考部份」、「創意技能部份」、與「創意傾向部份」和成就動機四個子構面：「精熟」、「工作導向」、「競爭」、與「不在意他人」的關係。可看出成就動機「工作導向」子構面與科技創造力的「創意思考部份」子構面有顯著的反向相

關。成就動機「競爭」子構面與科技創造力的「創意技能部份」子構面有顯著的相關。成就動機「不在意他人」子構面與科技創造力的「創意傾向部份」子構面有顯著的相關。成就動機整體傾向與科技創造力整體有顯著的相關。

由於「工作導向」係指個體能從工作中得到滿足並追求自我充實，且具有努力工作的慾望，以及對工作積極，是否使創意思考受到侷限；「競爭」係指個體與人競爭、企圖求勝的慾望，是否係使創意技能得以發揮之驅力；而「不在意他人」係個體不在意他人對自己成功的負面態度、不怕他人嫉妒自己的成功，不怕自己的成功會引起他人的排斥，因而使創意傾向得以顯現。整體而言，成就動機與科技創造力的確顯現相關性。

#### 四、關於教學實驗 III 的部分

##### 1. 資料分析

以改編自 Sternberg 和 Wagner 的思考風格量表，量表信度範圍介於 0.58 至 0.88。依此量表分析學生的思考風格，其中 6 位學生屬於自由型思考風格，4 位學生為保守型思考風格。

##### 2. 研究發現

從「手錶+手機」資訊科技產品外型設計的學習單上進行比較，看出保守型思考風格的學生，在外型上的設計局限於傳統圓形的腕戴式手錶，或是長方形的手機外觀、產品的設計出現熟悉的按鍵、或是錶針。保守型思考風格的學生，在外型設計上的創意受限於傳統的想法，產品的功能因循手錶與手機的功能，因為對原來的功能熟悉，所以對於產品的每個部分與功能可以加註詳細的文字說明。

自由型思考風格的學生，設計的產品外型較能跳脫傳統的圓形與長方形的束縛，呈現類似鞋子、鎚子、鑽石等形狀、或其他無法歸類的新穎外型。產品功能不再侷限於觀看時間、計算數字或撥打按鍵，而是具有錄音錄影、mp3、內藏瑞士刀與武器、針孔錄像、變聲器、和能夠上網更新的功能。

觀察學生在進行腦力激盪所提出的點子發現，保守型思考風格的學生提出較熟悉的點子，例如「懷錶的樣子」、「要有滑蓋」、「手機的樣子」、「跟名片一樣」等較傳統的概念。自由型思考風格的學生在進行腦力激盪時，較常發表新奇的點子，例如提出、「會自己進化」、「不用充電」、「上網更新」、「美白功能」等自由開放的想法。

## 伍、結論與建議

### 一、結論

1. 科技創造力量表經過專家效度與評分者信度及 Cronbach  $\alpha$  係數考驗，實際應用施測於大學設計科系學生，結果證明其實用性與有效性，可作後續研究之參考。
2. 以TRIZ教學策略設計的教學實驗中，發現專門知識高分組的學生在確認參數的表現上，優於低分組學生。
3. 以 TRIZ 教學策略設計的教學實驗中，發現專門知識對科技創作表現未產生顯著的影響
4. 以角色扮演教學策略設計的教學實驗中，發現成就與科技創造力具有顯著相關。
5. 以腦力激盪教學策略設計的教學實驗中，發現保守型思考風格的學生會提出較熟悉的點子與較傳統的概念，例如「懷錶的樣子」、「要有滑蓋」、「手機的樣子」、「跟名片一樣」。自由型思考風格的學生在進行腦力激盪時，較常發表新奇的想法，例如會「可以自己進化」、「不用充電」、「上網更新」、「美白功能」等較為自由開放的想法。

### 二、研究建議與反思

#### (一) 研究建議

1. 在研究對象方面，本研究以國立台灣師範大學修習運輸科技、資訊科技、傳播科技課程的學生為研究對象，這些學生在先備知識與實作經驗上，可能會比其他科系的學生更有經驗，而導致研究結果無顯著影響。因此，建議今後針對其他科系的大學生或大學生以外的對象進行研究。
2. 在研究範圍方面，以個別課程與單一主題為活動單元，在評估上較無法周全。因此，建議可在相同課程，設計不同類型的教學活動單元，以進行更深入的比對分析。
3. 增加教學研究對象：本計畫教學實驗的研究對象不一，在教學實驗 III 更僅有 10 位學生。建議後續研究可以增加更多的研究樣本進行實驗，以獲得更多、更全面性的資訊。或著分就不同科系或不同年級的學生進行探究，以獲取更多分析資訊。
4. 延長教學研究的時間

科技創造力需要透過較長時間的科技創意教學活動來啟發，才能使其茁壯。礙於時間與人力的限制，實驗時間僅三週，因此建議後續研究者可將

- 研究時間拉長，如完整的學期或學年，以獲取更深入、豐富的研究資訊。
5. 可持續就高互動性與高回饋性的教學策略，與網路同步教學環境結合，對於網路同步教學的發展有助於深入的探討。
  6. 輔以其他質化研究進行深度探究，例如在教學實驗 II 中，以量化資料來解釋實驗結果，對於學習歷程並未做深入的了解，如能輔以相關質性研究探究其中的變化，對研究結果方足做更深入與全面的解釋。
  7. 增加其他研究面向
- 本研究以 Sternberg 創造力資源論中的專門知識、動機、思考風格進行不同探討，建議後續研究可延伸擴及其他的面向。例如人格特質、環境、智能。

## (二) 研究反思

本研究無法全然以真實情境進行設計，且在教學現場隨時可能面臨各種需要解決的問題。因此，提出一些經驗以俾後續研究者參考和注意：

- (1) 準備階段最好能由教師與學生應事先確實熟練網路同步教學平台的使用與操作，至少安排 2~3 小時的平台使用教學，適用的平台手冊亦應準備妥當。若行政允許之下，能安排助教更佳。
- (2) 課程主題宜與科技相關，角色情境安排應能提供學生發揮創意思考、創意技能的空間，並使學生創意潛能激發。
- (3) 正式課程進行前，教師於應請學生將使用者端的設備檢查準備周全。若頻寬不足建議教師於課程安排時，可以音訊代替視訊的方式規劃。
- (4) 學生的聯繫資訊，教師須能確實的掌控，以便順利與學生溝通。
- (5) 課前須確認學生角色扮演資料的準備確實，教師應先行檢視學生準備的腳本。
- (6) 準備進行教學時，可事先準備一些小問題，於適當時機提出，藉以持續凝聚學生的注意力。
- (7) 課程進行時，教師必須掌控教學的進行，並維持學習的氣氛，充分利用平台提供之各種工具，例如：傳便條、投票或線上測驗等輔助來吸引學習者注意，以適時促進互動。
- (8) 教師可利用兩台電腦，一台以主講者，另一台以與會者的身分加入課程，除了可掌握學習環境之外，亦可以觀察學生討論的情況，若學生回答問題的時間超出預期，可以透過平台功能試圖了解，並於課程後安排時間，讓進行檢討或提問。

(9) 教師宜以正向方式鼓勵學生參與，如準備小獎品或加分等方式。

## 參考文獻

- 于秉弘(2005)，數位多媒體平台實習工作者個人背景、成就動機與工作績效之研究—以數位多媒體平台MOL為例，銘傳大學傳播管理研究所碩士學位論文。
- 毛連塹(1989)，實施創造思考教育的參考架構。創造思考教育創刊號，2-9。
- 毛連塹(2000)，創造力研究的發展。載於毛連塹、郭有適、陳龍安、林幸台著，創造力研究，1-125。台北：心理出版社。
- 王保堤、游光昭、王鼎銘(2006)。設計導向課程對學生科技創造力影響之研究。新竹教育大學學報，22，77~103。
- 江羽慈(2003)。影響國小教師採用資訊科技創新教學因素之研究。國立交通大學教育研究所碩士論文。全國博碩士論文資訊網，091NCTU0331003。
- 何克抗(2003)，數位學習與高教改革。載於陳德懷、黃亮華(主編)，邁向數位學習社會。台北市：遠流。
- 何宜軒(2005)。透過網路化創造性問題解決教學活動以培養國中學生科技創造力之研究。國立台灣師範大學工業科技教育學系碩士論文。全國博碩士論文資訊網。
- 吳清山、林天祐(2001)。電子學習。教育研究月刊，91，119-120。
- 李大偉、林振成(2008)，大學設計科系學生的科技創造力之分析研究。國立高雄師範大學：2008 第五屆國際科技教育課程改革與發展研討會(2008/12/13~12/14)。
- 李大偉(2002)，技術創造力量表建構之研究。國科會計畫編號：NSC91-2522-S-003-018。
- 李大偉、張玉山(2000)，科技創造力的意涵與教學(下)。生活科技教育，33(10)，9-16。
- 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)，7-14。
- 李意文，2002(取材自國語日報91.3.6第12版)親師輔導資訊〈三〉
- 李麗美(2002)。松年大學學員自我導向學習傾向與學習滿意度關係之研究。國立中正大學成人及繼續教育研究所。全國博碩士論文資訊網，090CCU00142026。
- 武欣、張厚燾(1999)。思維風格測驗在大學生中的初步應用。心理科學，4，293-297。
- 邵一杭(譯)(1964)。Osborn, Alex F. 著。應用想像力。台北市：協志。

- 林奇賢(1998)。網路學習環境的設計與應用。資訊與教育, 67, 34-50
- 林佳靖(2003)。數位化學習滿意度關鍵影響因素之研究。國立高雄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, 092NKNU0395021。
- 周倩、楊台恩(1998)。電腦網路的特質及相關問題初探。社教雙月刊, 84, 17-20。
- 洪文東(1997)。創造性思考與科學創造力的培養。國教天地, 123, 10-14。
- 洪明洲(1999)。網路教學。台北：華彩軟體股份有限公司。頁112-114。
- 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, 43-50。
- 梁文韜(2002)。線上學習的設計與應用—以國立成功大學「創意思考」的教學例, 空中教學論叢, 17, 13-34
- 孫秀蕙(1997)。網際網路與公共關係：理論與實務運用模式的思考。政治大學廣告學研究期刊, 9, 159-181。
- 孫榮光、康敏平、巫亮全(2001)：電子報之超媒體特質與使用者瀏覽經驗。世新大學主辦：「網路新聞媒體的發展與願景」學術研討會。4月28日至29日，台北市，台灣大學。
- 秦浩、林志娟、陳景武(2007)。思維風格量表的信度、效度評價。中國衛生統計, 24(5), 498-500。
- 莊菁怡(2005)。電子化學習環境中學習策略對學習滿意度之影響。國立中正大學資訊管理學系碩士論文。全國博碩士論文資訊網, 093CCU00396032。
- 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科技教育研究所博士論文, 台北。
- 張政義(2008)。科技創造力教學模式及其實徵研究。科技創造力教學模式及其實徵研究國民教育研究所博士論文, 花蓮。
- 張春興(1994)。《教育心理學—三化取向的理論與實際》。台北：東華。
- 張春興(2002)。《現代心理學》。台北：東華。
- 教育部(2002)。創造力教育白皮書。2008年10月19日，取自  
[http://www.creativity.edu.tw/info/info\\_lc.php](http://www.creativity.edu.tw/info/info_lc.php)
- 教育部統計處(2005)。93學年度大學生學習及生活意向調查報告。台北：教育部。
- 陳一明(2005)。網路自學模式與傳統自學模式比較研究。國立台灣師範大學工業科技教育學系碩士論文, 未出版, 台北市。
- 陳天亮、洪新原、梁定澎(2000)。運用電子腦力激盪以提昇群體生產力及成員滿意之研究：國內實驗室之實驗。資訊管理學報, 7-1, 19-42。

- 陳年興(2002)。影響線上學習成效因素。發表於 IEEE 先進學習科技國際研討會。蘇聯：Kazan。
- 陳冠華，數位學習的定義，2009年6月20日下載自  
[http://www.read.com.tw/web/hypage.cgi?HYPAGE=subject/sub\\_e\\_learning.asp](http://www.read.com.tw/web/hypage.cgi?HYPAGE=subject/sub_e_learning.asp)
- 陳昭儀(1991)。二十位傑出發明家的生涯路。台北：心理出版社。
- 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。
- 陳蓉倩(2007)。角色扮演法於網路同步教學實施之研究-以訓練需求評估課程為例。國立台灣師範大學工業科技教育研究所碩士論文，未出版，台北市。
- 陳衍華，同步與非同步學習模式之探討，2007年11月20日下載自  
[http://www.iiiedu.org.tw/knowledge/knowledge20030131\\_2.htm](http://www.iiiedu.org.tw/knowledge/knowledge20030131_2.htm)
- 黃正傑(1996)。應用網際網路提昇企業優勢之探討。國立台灣大學資訊管理研究所碩士論文，台北。
- 黃明玉(2005)。學習風格與電腦自我效能對非同步遠距學習成效及滿意度之研究。國立高雄師範大學成人教育研究所碩士論文。全國博碩士論文資訊網，092NKNU0142015。
- 單小琳(1980)。《教師成就動機與學生評定教師、學生學業成績的關係》。國立政治大學教育研究所碩士論文。
- 葉玉珠(2002)，國小中高年級學童科技創造力發展與其主要影響生態系統之動態關係。國科會九十年計畫NSC90-2511-110-006。
- 葉玉珠(2002)。國小中高年級學童科技創造力發展與其主要影響生態系統之動態關係。國科會專案報告(NSC902511S110006)。
- 葉玉珠、吳靜吉(2002)。創意發展組織因素量表之編製—以科技產業為例。應用心理研究，15，225-247。
- 葉玉珠(2005)。影響國小學童科技創意發展的因素之量表發展。師大學報，50(2)，pp. 29-54。台北：師大。
- 葉玉珠(2006)。「情境式科技創造力測驗」常模之建立。行政院國科會委託研究。
- 葉重新(2004)，心理學。台北：五南。
- 黃仁竑(2002)。數位學習管理系統之功能與標準。資訊與教育，89，21-32。
- 楊家興(1998)。同步與非同步學習模式之探討。2009年6月20日，取自  
<http://www.iiiedu.org.tw/knowledge/knowledge20030131>。
- 鄭稱德(2002)。TRIZ 的產生及其理論體系。科技進步與對策，1，112-114。
- 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。

蘇冠華(2001)。組織創造力之障礙及其因應策略之研究。國立台灣師範大學工業科技教育研究所碩士論文，未出版，台北市。

數碼學院，下載自<http://163.27.171.8/harrison/archiver/?tid-577.html>

廖相如(2003)。《桃竹苗四縣市國民小學教師成就動機、制握信念與工作倦怠關係之研究》。國立新竹師範學院國民教育研究所碩士論文。

Alencar, E. M. L. S. & Bruno-Faria, M. F. (1997). Characteristics of an Organizational Environment which Stimulate and Inhibit Creativity. *Journal of Creative Behavior*, 31, 271-281.

Altshuller, G. (1999). *The innovation algorithm*. (Shulyak, L., & Rodman, S.T.). Worcester, MA: Technical Innovation Center.

Amabile, T. M. (1983). *The social psychology of creativity*. New York: Springer-Verlag.

Amabile, T. M. (1988). A model of creativity and innovation in organizations. *Research in Organizational Behavior*, 10, 123-167.

Amabile, T. M. (1997). Entrepreneurial creativity through motivational synergy. *Journal of Creative Behavior*, 31, 18-31.

Amabile, T. M. (1998). *How to kill creativity*. *Harvard Business Review*, 76(5), 76-87.

Broadbent, M. (2002). The phenomenon of knowledge management: What does it mean to the information profession? *Information Outlook*, 23, 23-36.

Csikszentmihalyi, M. (1996). *Creativity*. NY: Harper Collins.

Dasgupta, S. (1996). *Technology and creativity*. New York: Oxford University Press.

Harasim, L. (1989). *Learning networks: A fields guide*. Cambridge, MA: MIT.

Helmreich, R. L., & Spence, J. T. (1978). The work and family orientation questionnaire: An objective instrument to assess components of achievement, motivation and attitudes toward family and career. *JSAS Catalog of Selected Documents in Psychology*, 8, pp. 355.

Fjell, A. M., & Walhovd, K. B. (2004). Thinking Styles in Relation to Personality Traits: An Investigation of the Thinking Styles Inventory and NEO-PI-R. *Scandinavian Journal of Psychology*, 45(4), 293-300.

- Hoffman, D. L., Novak, T. P., & Chatterjee, P. (1996). Marketing in hypermedia computer-mediated environments: Conceptual foundations. *Journal of Marketing, 60*, 50-68.
- Howe L. M. (1997). Short-term results and complications of prepubertal gonadectomy in cats and dogs. *J Amer Vet Med Assoc, 211*(1), 57-62.
- Kay, G. (1995). Effective Meetings Through Electronic Brainstorming. *Journal of Management Development, 14*(6), 4-25.
- Kearsley, G. (1996). *Distance education: A system view*. California: Wadsworth.
- Leon, N. 2003. Putting TRIZ into production design. *Design Management Journal. 14*(2) 58-64.
- Miscellaneous News(2004). Electronic brainstorming has been found to be an effective means of generating many good-quality ideas. Retrieved December 26, 2007, from <http://www.news-medical.net/?id=3941>
- Neil, L. R. (1997). *The internet and education: A close fit*.
- Osborn, A. F. (1953). *Applied Imagination: Principles and Procedures of Creative Problem-Solving*. New York: Scribner.
- Piccoli, G., Ahmad, R., & Lves, B. (2001). Web-Based Virtual Learning Environments: A Research Framework and a Preliminary Assessment of Effectiveness in Basic IT Skills Training. *MIS Quarterly, 25*(4), 401-426.
- Ram, A. & Leake, D. B. (1995). *Goal-Driven Learning*. London: A Bradford Bood.
- Rosenberg, J. (2001). *E-learning: strategies for delivering knowledge in the digital age*. New York: McGraw-Hill.
- Savage, E. & Sterry, L. (1990). *A conceptual framework for technology education*. Reston, Virginia: International Technology Education Education Association.
- Saliminamin, M. H., N. Nezafati. ( 2003). *A new method for creating non technological principles of TRIZ. The TRIZ Journal*. October.
- Savransky, S. D. (2000). *Engineering of Creativity: Introduction to TRIZ methodology of inventive problem solving*. CRC Press, Boca Raton.
- Sproull, L., & Kiesler, S. (1993). *Computer, networks, and work*. MA: MIT

Press.

- Sternberg, R. J. (1994). Thinking Styles: Theory and Assessment at the Interface Between Intelligence and Personality. In R. J. Sternberg & P. Ruzgis(Eds.), *Personality and Intelligence*. (pp. 169-187). NY: Cambridge University Press.
- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1995). *Defying the Crowd: Cultivating Creativity in a Culture of Conformity*. New York: Simon & Schuster Inc.
- Sternberg, R. J. (2000). Identifying and Developing Creative Giftedness. *Roeper Review*, 23(2): 60-75.
- Sternberg, R. J., Wagner, R. K., & Zhang, L. F. (2007). *Thinking Styles Inventory*. Unpublished test, Tufts University, Medford.
- The United Kingdom's economics and finance ministry. (2007). *Cox review of creativity in business: building on the UK's strengths*. Retrieved 2007-12-25 from [http://www.hm-treasury.gov.uk/media/A/7/Cox\\_review-foreword-definition-terms-exec-summary.pdf](http://www.hm-treasury.gov.uk/media/A/7/Cox_review-foreword-definition-terms-exec-summary.pdf)
- Wright, C. & Fesler, L. L. (1990). *Nurturing creative potentials: model early childhood program*. In C. W. Taylor (Ed.), Expanding awareness of creative potentials worldwide. 138-142, Salt Lake, UT: Braib Talent powers.
- Zhang, L. F. (1999). Further Cross-Cultural Validation of the Theory of Mental Self-Government. *Journal of Psychology*, 133(2), 165-181.
- Zhang, L. F., & Sternberg, R. J., (2001). Thinking Styles Across Cultures: Their Relationships with Student Learning. In R. J. Sternberg & L. F. Zhang(Eds.), *Perspectives on Thinking, Learning, and Cognitive Styles*. (pp. 197-226). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

#### 期刊發表

- 張玉山、李大偉、蕭佩如 (2009)，網路同步平台在科技創造力學習的環境特性分析，生活科技教育月刊，四十二卷第五期，6-20。
- 羅景瓊、蘇照雅 (2009)，網路同步學習中實施腦力激盪法激發創意思考之研究，生活科技教育月刊，四十二卷第五期，58-70。