

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 期中進度報告

以智能因素探討網路同步 TRIZ 設計教學策略

對大學生科技創造力影響之研究

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC 98-2511-S-003-018-MY2

執行期間：98年8月1日至100年7月31日

執行機構及系所：國立台灣師範大學科技應用與人力資源發展學系

計畫主持人：張玉山副教授

共同主持人：

計畫參與人員：

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)：精簡報告

本計畫除繳交成果報告外，另須繳交以下出國心得報告：

出席國際學術會議心得報告

處理方式：得立即公開查詢

中 華 民 國 99 年 5 月 15 日

# 以智能因素探討網路同步 TRIZ 設計教學策略

## 對大學生科技創造力影響之研究

影響創造力的因素甚多，Sternberg & Lubart (1995) 提出「創造力投資理論」(investment theory of creativity)，認為想要充分展現創造力，必須有智慧、知識、思考型態、人格特質、動機與環境的資源輔助，才能將隱藏在個人內在的創造力潛能激發出來。其中「智慧」主要源於「智力三元論」，包含綜合智慧、分析智慧與實用智慧，影響個體對創意的思考、選擇及展現。TRIZ 則是一門創造性思想的體系，不僅是有效知識創新的工具與手法，更可培養學生有效的創造性科技問題解決與科技創新方法。而網路同步學習的優點包括跨越時空、資源多元化、方式互動化、合作學習、環境開放、打破角色限制，它不僅為傳統教學帶來創新變革，也為創造力教學營造出新的機會。因此，本研究在探究不同智能學生在網路同步 TRIZ 設計教學策略下的科技創造力表現。

本研究所使用之研究工具包括網路同步教學平台、TRIZ 設計教學活動、多元智能量表、科技創意量表。本研究所使用之網路同步教學平台為 Interwise 系統，結合教學網站的設計與使用，所發展的綜合性同步教學平台。TRIZ 設計教學活動係依 Genrich Squlovich Altshuller 的理論所設計，學習單內容包括：1.瞭解任務與提出構想、2. TRIZ 分析(Step1.擬定問題、Step2.確認參數、Step3：尋找發明原則)、3.提出設計方案(成品的設計圖與材料規劃)。多元智能量表採用吳武典(2008)的「多元智能量表丙式」為測量工具，該量表各分量表之間的相關係數為 .81~.94，亦有一定的建構效度與效標關聯效度。

科技創意表現則以「太陽能模型車設計」的創意表現作為評分依據，主要根據張玉山(2003)之「構想創意評量表」，將創意構想分為「奇特性」、「新穎性」、「可行性」及「價值性」四大構面，每個構面的特性均包含不同的評分項目。該評量表有理論架構的內容效度，信度分析的  $\alpha$  值為 .821，評分者信度 Cronbach  $\alpha$  係數均大於 .844。整體而言，該評量表有一定水準的信效度。

經規劃的實驗組教學程序為：準備週(1.工具示範、2.講解網路同步平台的使用方法、3.測試學生的設備)、第一週(1.介紹活動任務、2.介紹載具的動力系統與載體結構、3.介紹主要的載具零件與基本組裝、4.講解太陽能原理)、第二週(1.講解 TRIZ 創意思考技法、2.進行太陽能模型車的創意設計)、第三週(1.創意設計定案、2.討論設計方案、3.討論實作問題與測試問題、<課後開放實作教室>4.開始進行實作、5.初步測試)、第四週<面對面教學>(1.測試與改進、2.造形製作、3.發表與欣賞、4.作品評量)。控制組為傳統講述教學為主，教學程序為：第一週(1.介紹活動任務、2.介紹載具的動力系統與載體結構、3.介紹主要的載具零件與基本組裝、4.工具示範、5.講解太陽能原理)、第二週(1.講解 TRIZ 創意思考技

法、2.進行太陽能模型車的創意設計)、第三週(1.創意設計定案、2.開始進行實作、3.初步測試)、第四週(1.測試與改進、2.造形製作、3.發表與欣賞、4.作品評量)

經試探性實驗後發現，本教學活動的可行性高，受試學生的接受度高，滿意度也很高。刻正進行第二階段的實驗教學，以分析不同智能學生在實驗組與控制組教學中的科技創造力表現是否不同。

本研究所設計網路同步 TRIZ 教學網站及引導教學所使用之學習單如下。

The screenshot shows a Windows Internet Explorer browser window displaying a website titled "Sam Tech" (山山科技網). The browser's address bar shows the URL "http://140.122.91.41/sam/". The website's navigation menu includes "本科首頁", "最新公告", "平台說明", "太陽能車知識", and "設計任務". A "News" section highlights a post from "2008/09/28" titled "太陽能車設計與製作重點". Below the title, it lists "設計依據" and includes a diagram of a gear system. The diagram shows a motor (馬達) connected to a gear (齒輪 1) with teeth G1, F1, and T1. This gear is connected to a second gear (齒輪 2) with teeth G2, F2, and T2. The second gear is connected to a wheel (車輪) with teeth G3, F3, and T3. The browser's taskbar at the bottom shows the Start button, several open applications, and the system clock set to 下午 03:22.

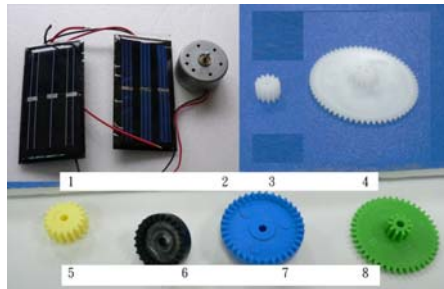
### 目標任務

以規定的動力(太陽能板及馬達).設計一台具有越野效能及創意造形的越野太陽能車。各階障礙越來越高. 最高處為 1.8cm 以前輪位置作為計分標準



### 基本材料

1. 太陽能電池板 2 塊
2. 太陽能專用馬達
3. 齒輪 小白 12 齒
4. 齒輪 雙層齒輪 大白 60 / 10 齒
5. 齒輪 黃 18 齒
6. 齒輪 冠狀齒輪 黑 24 / 8 齒
7. 齒輪 冠狀齒輪 藍 42 / 10 齒
8. 齒輪 雙層齒輪 綠 42 / 10 齒



設計理念介紹：(試說說看你的設計有何特點可以達到目標)

---

---

---

設計概念圖：(請畫出你想要做的太陽能車構想圖，可輔以文字說明，並先想想可能遇到的問題)

### 設計草圖



根據所設計草圖，仔細思考在製造太陽能車時可能產生那些問題。

Ex 擬定問題：車重一些，較穩，但不利行走

主要有用功能：穩重

相關有害效應：走不動，沒速度。

問題敘述：希望提高穩定性，需要增加車重，但會降低行走能力與速度。

矛盾參數：物體重量(功能上升)，速度下降(衝突面，下降)。

矛盾敘述：重量增加，但速度下降

請參照八個參數如右：

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：\_\_\_\_\_

兩個矛盾參數：\_\_\_\_\_，\_\_\_\_\_

問題 2：\_\_\_\_\_

兩個矛盾參數：\_\_\_\_\_，\_\_\_\_\_

問題 3：\_\_\_\_\_

兩個矛盾參數：\_\_\_\_\_，\_\_\_\_\_

問題 4：\_\_\_\_\_

兩個矛盾參數：\_\_\_\_\_，\_\_\_\_\_

問題 5：\_\_\_\_\_

兩個矛盾參數：\_\_\_\_\_，\_\_\_\_\_



### TRIZ 分析 Step3：尋找發明原則

矛盾敘述(舉例)：物體重量增加，但是速度下降

尋找適當發明原則 2.抽出 8.平衡力 15.動態 38.使用強氧化劑 (查表得到)

發展可能策略：

策略 2.:抽出：減少底盤

策略 8.平衡力：利用翻滾或後蹬，產生上舉的力量

策略 15.動態：車體或車重可以逐步移動，例如放上彈珠，前後滾動來變化車體佩重。

策略 38.使用強氧化劑：無。

決定解決策略：策略 15.動態

解決方案：為增加車重，提高穩定度，並避免速度下降的問題。決定在車裏放置會滾動的彈珠。

矛盾敘述一

尋找適當發明原則

發展可能策略 (列四個)

策略\_\_\_：\_\_\_\_\_

策略\_\_\_：\_\_\_\_\_

策略\_\_\_：\_\_\_\_\_

策略\_\_\_：\_\_\_\_\_

決定策略 (選一個)：\_\_\_\_\_

解決方案：(說明作法)

\_\_\_\_\_

矛盾敘述二

尋找適當發明原則

發展可能策略 (列四個)

策略\_\_\_：\_\_\_\_\_

策略\_\_\_：\_\_\_\_\_

策略\_\_\_：\_\_\_\_\_

策略\_\_\_：\_\_\_\_\_

決定策略 (選一個)：\_\_\_\_\_

解決方案：(說明作法)

\_\_\_\_\_

矛盾敘述三

尋找適當發明原則

發展可能策略 (列四個)

策略\_\_\_：\_\_\_\_\_

策略\_\_\_：\_\_\_\_\_

策略\_\_\_：\_\_\_\_\_

策略\_\_\_：\_\_\_\_\_

決定策略 (選一個)：\_\_\_\_\_

解決方案：(說明作法)

\_\_\_\_\_

矛盾敘述四

尋找適當發明原則

發展可能策略 (列四個)

策略\_\_\_：\_\_\_\_\_

策略\_\_\_：\_\_\_\_\_

策略\_\_\_：\_\_\_\_\_

策略\_\_\_：\_\_\_\_\_

決定策略 (選一個)：\_\_\_\_\_

解決方案：(說明作法)

\_\_\_\_\_

矛盾敘述五

尋找適當發明原則

發展可能策略 (列四個)

策略\_\_\_：\_\_\_\_\_

策略\_\_\_：\_\_\_\_\_

策略\_\_\_：\_\_\_\_\_

策略\_\_\_：\_\_\_\_\_

決定策略 (選一個)：\_\_\_\_\_

解決方案：(說明作法)

\_\_\_\_\_

## 成品的設計圖

製作程序規劃(條列)：

### 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



## 本研究矛盾矩陣

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

功能改變 (上升) 衝突面 (下降)		1	2	3	4	5	6	7	8
		物體重量	可製造性	使用方便性	速度	力	形狀	物質的浪費	能源的浪費
1	物體重量		27、28、 1、36	36、3、 2、24	2、8、 15、38	8、10、 18、37	10、14、 35、40	5、35、 3、31	6、2、 34、19
2	可製造性	28、29、 15、26		2、5、 13、16	35、13、 8、1	35、12	1、28、 13、27	15、34、 33	19、35
3	使用方便性	25、2、 13、15	2、5、12		18、13、 34	28、13、 35	15、34、 29、28	28、32、 2、4	2、19、 13
4	速度	2、28、 13、38	35、13、 8、1	32、28、 13、12		13、28、 15、19	35、15、 18、34	10、13、 28、38	14、20、 19、35
5	力	8、1、 37、18	15、37、 18、1	1、28、 3、25	13、28、 15、12		10、35、 40、34	8、35、 40、5	14、15
6	形狀	8、10、 29、40	1、32、 17、28	32、15、 26	35、15、 34、18	35、10、 37、40		35、29、 3、5	14
7	物質的浪費	35、6、 23、40	15、34、 33	32、28、 2、24	10、13、 28、38	14、15、 18、40	29、35、 3、5		35、27、 2、31
8	能源的浪費	15、6、 19、28		35、22、 1	16、35、 38	36、38		35、27、 2、37	

### 八個參數簡要解釋

1. 物體重量:同時包含移動與靜止的重量，即製作成品的重量（原參數1及2）。即為太陽能車的整體重量。
2. 可製造性:一系統或物體於製造上的容易程度(原參數32)。即為太陽能車於製造上的容易程度。
3. 使用方便性:一系統於操作或使用上的容易程度(原參數33)。即為太陽能車於操作或使用上的容易程度。
4. 速度:物體的速度；一製程或一動作的速率(原參數9)。即為太陽能車於行進時的速度。
5. 力(扭力): 意圖改變物體狀態的任意互動或影響(原參數10)。即太陽能車於直線、斜坡或水面等不同阻力下所受的影響及改變。
6. 形狀:系統或物體的外觀或輪廓(原參數12)。即為太陽能車於的外觀或輪廓。
7. 物質的浪費:對系統動作並無貢獻所消耗的物質(原參數22)。即為對太陽能車整體(包含速度或美觀)並無貢獻的物質消耗。
8. 能源的浪費:對系統動作並無貢獻所消耗的能源(原參數23)。即為對太陽能車整體(包含速度或美觀)無貢獻的能源消耗。

## 40 個TRIZ 發明法則解釋與實例

編號	發明法則	解釋	實例說明
1	區隔 (Segmentation)	a. 將物體分割成獨立的零件。 b. 作成組合式的物體。(為了簡單組裝或分解)。 c. 增加物體分割的程度。	組合式的車體,裝飾物件可拆裝
2	抽出 (Extraction)	a. 從一個物體中取出 (移除或分離) 具妨礙性的零件或屬性。 b. 僅取出需要的零件或屬性。	將不必要的底盤拿掉(抽出分離),變成支架式底盤架
3	局部特性 (Local Quality)	a. 將一物體或外在環境 (動作) 由相同成分組成的結構轉變成由不同成分組成的結構。 b. 具有不同零件的物體以執行不同的功能。 c. 將物體各零件置於最適合操作的條件下。	輪子局部使用不同材質,增加抓地力
4	不對稱 (Asymmetry)	a. 以不對稱形狀取代對稱形狀。 b. 如果一物體已經不對稱,增加其不對稱的程度。	電池版安裝在一側,方便照射
5	結合 (整合) (Combining(Integrating))	a. 同質或產生連續作業的物體在空間上加以結合。 b. 同質的或連續的作業在時間上加以結合。	輪子加上爪子
6	多面性 (Universality)	具備多功能的物體,可消滅對其他物體的需求。	加上電容器儲電
8	平衡力 (Counterweight)	a. 連接另一個具有舉升力的物體,以抵銷物體的重量。 b. 與環境提供之空氣動力或水力互動,以抵銷物體的重量。	翻滾式車身,利用車重產生爬坡力
10	先前動作 (Prior Action)	a. 事先完成全部動作或至少完成部分動作。 b. 安置物體使他們在行動時,不會浪費時間在等待。	利用橡皮筋等裝置,先儲存太陽能
12	等位性 (Equipotentiality)	改變工作的狀況,使得物體不需被舉起或降低。	設計車體重心可前後移動,形成爬坡所需的力矩
13	倒轉 (Inversion)	a. 執行相反的動作,以取代制式的動作。(如:冷卻取代加熱)。 b. 使物體的可動零件或外在環境固定,且不動零件可移動。 c. 使物體上下顛倒。	馬達反轉,聚積反彈力量,讓車子正向行走
14	球狀化 (Spheroidality)	a. 以曲線取代線性零件或平面,以球體取代立方體。 b. 使用滾筒、球、螺旋。 c. 以旋轉運動取代線性運動,或利用離心力。	以橢圓代替平板底盤,像大型履帶車
15	動態 (Dynamic ity)	a. 使物體的特性或外在環境能在作業的各階段,為了達到最適性能而調整。 b. 將物體分割成元件,使各元件間的位置能被改變。 c. 使無法移動的物體可移動或可替換。	動力輪是可以移動的,直接越過障礙,再接觸地面行走
16	局部或過度的動作 (Partial, Overdone or Excessive Actions)	如果不易獲得100%的預期效應,可將動作作得多一點或少一點以簡化問題。	車輪半徑遠大於障礙高度
17	移到新的次元 (Moving to a New Dimension)	a. 利用二維運動來移動物體,以取代線性運動。利用三維運動來移動物體,以取代平面運動。 b. 以多層組合取代單層。 c. 傾斜物體。 d. 投射影像到物體的鄰近區域或另一側。	走s形路徑,左右輪先後跨越障礙
18	機械振動 (Mechanical Vibration)	a. 使物體振動。 b. 如果物體已有振動,增加它的頻率,甚至可達到超音速。 c. 使用共振頻率。 d. 使用壓力振動以取代機械振動。 e. 利用電磁場與超音波振動結合。	輪子的懸吊可以上下震動,而不是固定的
19	週期性動作 (Periodic Action)	a. 以週期性的動作 (或脈衝),取代連續動作。 b. 如果已經是週期性的動作,改變它的頻率。 c. 在脈衝間暫停,並提供額外的動作。	輪子採間歇性轉動,蓄積較大的扭力
20	有效動作的連續性 (Continuity of Useful Action)	a. 不間斷的完成一個動作。一個物體的全部零件皆全力運作。 b. 移除閒置的及中間的動作。 c. 以巡迴動作取代來回動作。	
22	將害處轉換為益處	a. 利用環境上的有害因素或效應以獲得一個正面的效應。	利用前一障礙的高

	(Convert Harm into Benefit)	b. 加上另一有害因素，以移除原有的有害因素。 c. 增加有害動作的量，直到它的害處被終止。	度，形成下衝力量，有利於跨越後一障礙
23	回饋 (Feedback)	a. 導入回饋。 b. 如果回饋已存在，將它反轉。	輪子會向下打滑，那就在輪子表面裝很多小彈簧，將下滑力量轉成上彈力
24	中介物 (Mediator)	a. 利用一中間物體去轉換或完成一動作。 b. 暫時地將一物體和另一個可方便移除的物體連接。	在輪子表面和地面之間加高磨擦物質
25	自助 (Self-Service)	a. 使物體自己完成補充及修護作業。 b. 使材料和能源的使用不浪費。	
26	複製 (Copying)	a. 使用簡單、便宜的複製品，以取代複雜、昂貴、易脆或不方便的物體來操作。 b. 以光學複製品或光學影像取代一物體或系統，一尺度可被用來縮小或放大影像。 c. 以紅外線或紫外線複製取代可見光複製。	利用鏡子或錫箔紙，收集(複製)太陽光
27	以便宜而壽命短的物體取代昂貴而持久的物體 (An Inexpensive Short -Life Object Instead of an Expensive Durable One)	以便宜的物體取代昂貴的物體，以補償其他性質。(如：壽命)。	利用養樂多吸管製作軸承
28	更換機械系統 (Replacement of a Mechanical System)	a. 以視覺的、聽覺的或嗅覺的系統取代機械系統。 b. 以電場、磁場或電磁場來使物體互相影響。 c. 更換場。 d. 利用結合了強磁性粒子的場。	不用齒輪，而利用蝸桿或連桿
29	使用氣動或水力的構造 (Use a Pneumatic or Hydraulic Construction)	以氣體或液體取代一物體的固體零件。這些零件能利用空氣或水的膨脹，或利用空氣或流體靜力作為緩衝。	利用吸管製作彈性的底盤或懸吊
31	使用多孔材料 (Use of Porous Material)	a. 使物體多孔化或使用附加多孔元件的物體(插入物、覆蓋物等)。 b. 假如物體已有許多孔，可預先填充某物質。	底盤鑽出許多小孔
32	改變顏色 (Changing the Color)	a. 改變一物體或其周圍事物的顏色。 b. 改變一物體或其周圍事物的透明程度。 c. 使用顏色添加劑去觀察不易看到的物體或過程。 d. 如果顏色添加劑已被使用，可再利用發光追蹤元素。	
33	同質性 (Homogeneity)	使物體的相互作用來自於相同材料，或性質相近的材料。	
34	拋棄及再生零件 (Rejecting and Regenerating Parts)	a. 當物體的功能已完成或無用時，把它拋棄或修正(如：拋棄、分解、揮發)。 b. 直接復原已耗盡的零件或物體。	輪子表面的磨擦材質是可以更換的(如利用雙面膠或口紅膠)
35	物理或化學狀態的變換 (Transformation of Physical or Chemical States of an Object)	改變物體各種狀態、密度、濃度、彈性或溫度等。	
36	相的轉變 (Phase Transitions)	在物質的相的轉變過程中執行一有效的發展。如：在體積改變過程中可釋放熱量或吸收熱量。	輪子的材質是軟綿棉，如蒟蒻
37	熱膨脹 (Thermal Expansion)	a. 利用熱使得材料收縮或膨脹。 b. 使用具不同膨脹係數的材料。	
38	使用強氧化劑 (Use Strong Oxidizres)	a. 以加濃空氣取代正常空氣。 b. 以氧氣取代加濃空氣。 c. 在空氣或氧氣中進行離子化。 d. 使用氧離子。	
40	合成材料 (Composite Materials)	以複合材料取代同質材料。	底盤、車身等使用不同的材料

更完整資料：<http://140.122.91.41/sam/2009-e-learning/20090414講義---triz完整ok.doc>