

以 TRIZ 理論

建構可以提升國家競爭力的創造力教育體系

原來／美國長島大學藝術教育碩士

局面。

教育界能夠做什麼事？百年樹人的最終目的是什麼？人才培育到最後，想要得到哪些成果？無論是各級學校教育、成人繼續教育、企業在職訓練等，這是每一位教育人應該思考的問題。

壹、現實環境

國際間的政治與經濟的競賽，只會越來越現實無情，生存與利益永遠列為優先考量；而隨著網際網路的崛起，產業的興衰消長更顯得無法預期，加上大中華地區受到WTO的衝擊，其龐大消費力的強力吸引和中國大陸總體經濟瀕臨改組一直在痛苦地來回擺動，每一地區的重大災難，都會直接和間接地影響世界各地區的人民生活與工作情況，這就是生長在現階段地球人共同的命運，相同地，每一個人對於未來總有一種無法掌握的不確定感。

每一個地區的民眾，包括你我，都會自問：「我國的未來應該往何處發展？我應該往哪個方向努力？我孩子的未來在哪裡？」，無論你在哪一個國家，從事哪一種行業，總會面臨到勞力密集的產業外移，公司被迫必須執行國際化的管理工作，以及更高層次的技術研發工作，這種現象無論是高科技或是傳統產業都無可迴避，而國家所面對的成長及競爭壓力也很殘酷與現實，任何一個決策的失誤，或是努力的方向失準，將造成難以回復的艱難

貳、提昇競爭力的個人關鍵能力

提昇國家競爭力的兩大關鍵性的利器，就是管理與研發，運用卓越的管理能力，可以充分利用全球資源，而獲得國家及企業最大的利益；持續創新的研發能力，才能成為該行業的領導性企業，這才能獲得最大利益，而不是只獲得代工的微薄利潤，芬蘭NOKIA的成功即是一例。至於提昇國家競爭力的根本做法，唯有教育一途，一個有效學習的教育體系，所訓練出來的高素質人材，才是支持國家成長的原動力。

管理與研發能力的培養，除了專業及組織能力之外，創新與問題解決的能力更不可忽略，因為面對不確定的未來，政府及企業更加追求效率化管理之下，以及眾多專業、市場及管理的實務問題，每一個

人需要卓越的問題解決能力，讓工作進行得更為順遂有效率。此時，創造力的培養就具有迫切性的需求，晚一天執行，或是執行的方向偏頗，國家整體的人力素質又拖過一段時日了。

參、我國創造力教育現況

在行政院第二七三三次會議通過的「國家科學技術發展計畫」第三章國家科技發展重要措施之內文中亦表明，「培養學生創造力的學校教育不足，且與產業人才需求產生斷層」，其內容亦提及長期以來我國中小學教學大多是以知識傳授為主，少注意到啟發思考及應用知識去創新、創造與解決問題，導致所培養的人才不能滿足業界的實際需求，企業界往往必須重新培訓人才，造成人力資源的浪費。然在教育部的科技教育政策目標上亦有列入「培育創思設計能力，建立手腦並重的教學環境」之政策目標，並且著手「規劃與推動創造力教育方案」之策略，甚至在重要措施裡亦有朝向鼓勵創造力相關研究，培養具有創造力之專業與學術研究人才，推動大專院校與企業界間之創新與創業之合作，以及推動國內外創造力教育合作計畫活動。政府與教育界所希望達到的結果，不外乎是希望能夠培養學生具有獨立創新的思維能力。

然而在推動的實務上應該細加琢磨，

盧台華(民 89)曾言國內之資優教育發展，雖新修訂之特教法已加入創造力資優之範疇，然如何培養與如何融入在各學科中進行教學仍是一令人質疑之處，未來似應以此為資優教育之重點發展方向。

對於希望達到的教育目標及成果，應有實際可行的解決問題方法與思維，否則很容易落入「創意」的常見迷思，以為只要在教材上多使用變通性的問題、多採用腦力激盪術等擴散性思考技巧，加上收斂性的批判思考教學，在活動上設計一些讓學生發表創意及意見，研究人員再從中進行比較性研究，以證明學生的多元思考、獨創變通等能力已經有提昇了，這樣的創造力教育是不是合乎國家競爭力提昇、企業創造力人才的需求，以及學生畢業後面對問題的解決能力？這個大結構性的檢討與方向指引，至今沒有一位學者提出批評與建言。

以腦力激盪術為例，只對於解決不複雜的問題才有效，經常不是對發明問題，而是對組織問題獻計，才能得到好的結果，例如是為製成品找新用途，使推廣工作完善化等等(阿里特舒列爾，1987)，其他諸如遇上複雜的市場互動、材料結構、系統運作等，則在缺少組織及分析的支持下，腦力激盪術少有助益。一般的創造力教學建議，在創意的開發技巧方面，在每一本創造力的書籍裡，多列出腦力激盪

術、屬性列舉法等多種技巧，但只是提出應用方法，卻沒有進一步提出應用該創意思維至技術、商業、管理、品管、或是各學科專業知識的創新實例，所以學生在學習該創意開發技巧，卻不知如何應用。

因此，目前我國在創造力教學上，一直缺乏有效解決問題的方法，或是有了好方法，卻沒有做完整的教學與演練；這種情況，即使再給予學生更多的思考空間，學生們需要的解決問題有效策略依然沒有落實；學者與研究生也少有往這方面進行研究，多往週邊的議題，如人格特質、追蹤研究、教學實驗等做現象的分析與陳述。顯然每位學者與教師都非常盡心在每一個階段的創造力教育，但是整條線有些斷層，同時沒有和國家競爭力連上線，這確實需要教育主管機關及具有宏觀系統規劃能力的學者共同經營才能竟其功。

在整個創造力教育體系的終極目標，應是「提昇國家競爭力」，提昇國人管理及研發能力，以創造力教育可以達成的目標而言，就是提昇國人創新及問題解決的能力，有了這個能力，無論從事任何行業及職務，都可以提昇工作效率及創新格局。

爲了確實執行有效提昇創新及問題解決能力的教學目標，現行的創造力教學大都源自於美國創造力學者的觀念與做法，其開放性及原則提示的教學下，教師可以

在教學中設計多樣化的教材，但是卻沒有明確解決問題的方法與步驟，以及各領域的應用實例，使得問題解決成爲課堂上的講義，而沒有落實於商業、技術、管理等實際作業，造成學生有想法而沒有方法的現象，因而造成目前學校創造力教育與企業界需求有落差的情況。

和美國同樣是科技發明大國的前蘇聯，其每年所培育的人才與學校創造力教育，應有其值得學習之處，這或許是改進我國創造力教育的另一個重要參考資訊。

肆、蘇聯創造力教育情況

前蘇聯自始對於創造力教育一直投下極大的心力，前蘇聯從六十年代起，開始建立了發明家的集體組織，建立了第一批發明創造學院和學校。在這些組織和學院、學校裡，可以試驗解決發明課題的新技巧、並使它更加有效。現在，在八十座城市裡，大約有一百所這樣的學院及學校在工作著。每年都有幾千名科學工作者、工程師和大學生們，在學習解決發明課題的基本理論。每年的「產品」是幾百項發明，因爲學生們在發明創造學院裡的學習，是以達到發明水平的畢業論文作爲結束的(阿里特舒列爾，1987)。最爲著名的就是在阿塞拜疆建立了世界上第一所發明創造大學，該大學的任務是訓練學生具備解決各種發明創造性課題的能力，培養具有

各種發明創造才能的人才(袁勁松, 2000)。

事實上, 在前蘇聯及東歐國家科學家大都採用 TRIZ 做發明創造的工作, 不僅在大學理工教導, 甚至在小學階段也採用 TRIZ 的理論設計各科的教材教法, 從 Ruth Atkins 訪問俄羅斯小學校長可得知(Atkins, 1998), 該小學應用 TRIZ 至各學科教學上, 當時更以歷史科舉例, 他們將歷史以「系統」處理, 每個系統有子系統及統合的大系統, 每個歷史事件的改變, 正是系統間的變遷過程, 小學生自小就從各個學科了解事物變化的道理, 對於日後解決問題的能力大有助益。

從前蘇聯將創造力理論紮實地應用於教育體系底下, 從每年所培養具有發明創造能力的科學家可得知, 在 1950 年代, 蘇聯每年產生八萬名科學家和工程師, 同時期的美國只有三萬名, 加上蘇聯應用 TRIZ 理論進行實質性的發明創造, 並在小學階段即逐步紮根, 所呈現的成果為數量龐大的專利, 以及高科技武器系統等方面展現, 善用創造力確實可以提昇國家競爭力。

伍、TRIZ 簡介及應用

TRIZ 儼然是蘇聯及東歐科學家發明創造的秘密武器, 在 TRIZ 專家的眼中裡, 創造不僅是一項精確的科學, 而且是一種系統結構, 即使沒有創意的人, 也可以應用

TRIZ 從事發明創造。

Theory of inventive problem solving 發明問題的解決理論簡稱 TRIZ(俄文的第一個字母簡寫)。TRIZ 是解決問題的一種方法, 其針對問題點的所在加以分析, 並找出矛盾, 再將矛盾分為物理矛盾與技術矛盾, 進而採取不同的解決方式。

Altshuller 為 TRIZ 之鼻祖, 出生於前蘇聯的 Tashkent (1926), 其 14 歲時發明水下的潛水裝置, 15 歲發明船上的火箭引擎, 20 歲發明無法移動潛水艇的逃生方法, Altshuller 在蘇聯政府認命下, 審閱 200,000 專利, 以尋找蘇聯政府可以使用的策略及技術, 這也奠下了 TRIZ 之基礎, 於 1956 年至 1971 年之間歸納出 39 個參數及 40 個原理, 藉此將一個問題系統化, 形成實用可行的創意原理, 並以快速及效率化的運作流程, 解決困難度高的工程或製造方面的問題; Altshuller 並以宏觀的角度, 發展技術進化之預測系統, 以方便研發人員進行系統改善的工作。

當 TRIZ 專家遇到一個問題時, 他會先分析功能及現有資源, 以及最後想要達到的結果, 以確定現況到目標之間的矛盾區域, 再尋出解決的方法, 同時達到系統改善的目的。

以問題矛盾區域的解決方式來看, TRIZ 將問題歸納為物理矛盾與技術矛盾, 在物理矛盾方面, 將採取「時間」、「空

間」、「物質的物理狀態」，利用這三方面將矛盾給予分離，以解決物理矛盾的問題；而在技術矛盾方面，將依循已經過整理的因果圖、39個參數及40項原則，來解決問題。因為90%問題已經在其他領域被解決過，因此TRIZ所歸納的解決方法建議方式，正可以減少嘗試錯誤的時間。

例如飛機的起落架，當飛機在起飛或降落時它是必須存在的，但在空中飛行時，它卻成為了阻力，是故在此將以『時間』來解決矛盾的所在，也就是當飛機起飛或降落時，才將起落架放下，而在飛行時將之收入機腹，以減少飛行阻力。

當問題無法使用物理矛盾方式解決時，則採用技術矛盾的解決方法，其首要方法在於建立因果圖，再藉由因果圖尋求解決方法，然而在解決方案中可能會遇到有所衝突，此時則將依循著Altshuller所提出的39個參數及40個原理，找出解決矛盾的方法。例如在橡膠水龍頭上，如何刺穿精密的孔穴？依據Altshuller所提出的矛盾表建議，可以「嘗試改變物體的物理或化學狀態」，因此，冷凍橡皮水龍頭，使橡皮變硬之後，再鑽孔的方法就被開發出來了。

TRIZ也制定了七項系統進化的規則，利用進化S曲線、理想性目標、和諧性運作、動態性控制、複雜與簡化、節律調和、增加使用能量領域等規則，對於整個

工程品質及系統的改善，將有一個明確的進展目標。

TRIZ在蘇聯及東歐運作了40餘年，10年前引進美國，隨即在各大企業的研發部門廣泛地應用。除了在工程及製造領域之外，TRIZ也朝向社會科學及藝術人文領域發展，在TRIZ專家群的努力之下，這個實用的解決問題理論，將朝向全學科的領域發展。

TRIZ最大的優點，在於將矛盾與衝突點轉化為利益點，並歸納問題解決的有效方法，以及系統進化的原則，以快速地解決問題；在解決問題期間，也運用了系統結構與轉移、問題確定技巧、問題抽象化技巧、想像等知識，使研發人員能夠做過程改善與問題解決的工作。

發明是最實際有效的創意，也是挑戰性最高的創意，因為它必須實際地解決眼前的難題；這不像一般的創造力教學，只要廣泛地針對學生的流暢力、獨創力、想像力、精密性等各種能力開發，使其思維活性化即可，而沒有實質上、實務上難題必須解決的壓力。

陸、發明導向的教育體系

如筆者在文章開頭即陳述，在整個創造力教育體系的終極目標，應是「提昇國家競爭力」，亦即提昇國人管理及研發能力，以及創新及問題解決的能力，基於

此，筆者大膽地提出以下的創造力教學目標與體系設計。

我國應發展以「發明」為導向的教育體系，以實際訓練各領域的學生具備有效的問題解決能力。「發明」只是一個目標導向的廣義性語詞，任何具有創新性答案或是有效地解決問題，在任何領域都是發明的表現，例如成功地開發人見人愛的草莓牛奶蛋糕，在百貨公司成功地增加 20% 的認同卡會員，將整個貨品運送系統從五天成功地縮短至三天半，馬達轉動的噪音降低 20%，以上在各個領域有創新性的解決方案，都是在「發明」的範疇內。標明「發明」為導向的教育目標，其目的只是引導教師朝向這方向努力，並非強迫每位學生一定要取得發明專利才可以畢業，雖然有些蘇聯學校規定如此，但在教育的立場上，這應該不能成為必要的要件。由於發明是創造力最具體的表現，也是最具實務性思考的挑戰，而發明也是解決問題之後的甜美果實，因此當學生未來所面對的任何技術、市場、行銷、工程、通路、作業流程等各式問題時，如果他們有發明導向的思維，有分析及解決問題的能力，對於解決的方法有豐富的實務經驗，我們深信，學生所表現出來的品質改善、產品改良、創新行銷等新做法，將可逐步提昇企業及國家的競爭力。

我們身處的國際社會，是一個以知識

及武力展現實力的競技場，也是一個沒有半點人情味的現實環境，制定以「發明」為導向的教育體系，其實也是迫於現實，並且從現實中找出確實可行的執行方向。從展現知識權力的專利權即可窺知，在現階段技術知識的創造快速累積的國際社會環境之下，專利權也是一項衡量國家競爭力的重要指標，全世界的專利權申請量從 1989 年的 140 萬件急速增至 1997 年的 440 萬件，全球創新活動的快速發展，已經達到你我不可稍有懈怠的緊急情況了。

如果從專利權申請來源觀察，則可發現高所得國家掌握全球 81.2% 的專利(以本國人申請之專利為主)，而低所得國家僅佔 2.1%，同時，外國人在低所得國家申請專利之比例達 97.6%，遠高於高所得國家的 76.7%，更顯示開發中國家與工業國家間的知識差距，將是開發中國家最大的隱憂。(蔡宏明，民 90)

所以教育的力量無窮，教育人的責任萬不可輕忽；如果規劃不當，教育的力量就「很窮」。試想前蘇聯科學技術方面的大學生多有取得專利才能畢業的壓力，在這種要求下每年所培養出來超過八萬名科學技術人才，其發揮的力量將有多大？反觀我國大學對學生的要求程度，應可知其差異性。了解問題，急起直追尚未太遲，目前的問題是我們如何規劃與應用，如何導入發明理論至教育體系，以加強學生解

決問題的能力，使學生們成為國家競爭力的推手，才能夠確實提昇國家競爭力。

柒、TRIZ 應用於教育的方式

整個教育體制可以不必改變，但是教學觀念及方法、教材之整體系統規劃必須做適當的調整，而這些改變大部份其實只是觀念的改變，則衍生的教學活動自然隨之更改。以物理教學為例，發明導向思維的教學設計只是一個觀念轉變而已，目前學生在學校所學習的，只是物理學的理論，解釋和物理現象分析，而不是利用物理學來創新發明。我們應該教導學生以創新性、發明導向的思維看待物理學，讓學生們了解所學之物理可應用於何處，可解決何事？這樣的物理課學得才有意義。這好比如一樣的冰塊，除了冰凍物體之外，卻有意想不到的出色表現。將一噸重的變壓器從一公尺高的磚台上要搬移到地面，其解決方式也可以出乎你意料之外，那就是使用一塊一公尺高的大冰塊，將變壓器平移至冰塊上，當它自然溶化後，變壓器也就順利地落到地面上了。冰塊之溶化也可提供解決問題之妙方，所以當老師再提出如何將變壓器從地面上搬到一公尺高的磚台上時，學生們的想法應該比較寬廣多元了。

發明導向的思維，在幾何學和化學也可以應用得宜，例如傳統的環狀皮帶，在

長期間研磨物體以後，其研磨性物質便會磨盡，皮帶必須更新。如何使皮帶的使用時間加倍？其耗用成本也可以降低？答案是 Mobius Strip，就是扭轉一端皮帶 180 度，再黏接至另一端，使原本兩面的環狀皮帶成為一面，就增加磨耗的面積了。現在 Mobius Strip 效應也解決了眾多問題，這唯有研發人員具有發明導向的思維才可做到。只要具有發明導向的思維，學生無論在任何學科領域上，都可以有效地解決問題，實際地對國家競爭力做出貢獻。

發明導向的思維，應用在科幻小說也蠻適宜，在 1950 年代，Altshuller 主要的收入來源就是撰寫科幻小說的稿費，應用科學性解決問題的方法，正可以提供資源充沛的題材。在 1975-6 年間，聖彼得堡 TRIZ 大學為發明家開設增強創造性想像力的課程(Zlotin, Zusman, Kaplan, Visnepolschi, Proseanic, Malkin, 2000)，由 Boris Zlotin 首先授課，這二十幾年來，TRIZ 專家群已經將發明導向的理論與教學，成功地導入音樂、藝術與雕塑、漫畫卡通及詩歌等人文領域，可見蘇聯在發明導向的創造力教學紮根之深，更可窺見其國力強盛之根源。

根據 Zlotin 和 Zusman(2000)的研究結果，在應用 TRIZ 至非技術領域方面，TRIZ 所發展的系統觀念、理想性法則、矛盾理論，都可以完全地應用，一些分析性的工具也可以直接使用，即使有些工具是

由技術領域所發展出來的，但是其背後的抽象化、一般性原則化的思維與理論，都可以提供非技術領域有用的參考資料。

發明理論可以指導任何年齡的學生，就像運動一樣，越早學越好。(Altshuller, 1994)但是目前因為 TRIZ 專家多是工程技術界的學者，少有教育界人士參與，因此在指導學生發明理論時，必須使用基礎的物理化學等知識，所以年齡層無法降低，這是相當可惜的事情。所以根據 TRIZ 專家的實驗，幼稚園學生是無法理解的，目前可以指導的最低年級為國小五、六年級，因為這需要一點物理和化學知識，幼稚園學生是無法進入情況的。筆者深切期待幼教專家加入 TRIZ 教材開發的行列，製作出生動有趣的課程，設計一些問題，讓幼兒不需要任何物理或化學知識，依他們的生活經驗就可以解決問題，使發明思維在幼兒教育埋下種子。

在整個以發明導向思維為主軸的教育體系，以解決問題為大原則，並且以 TRIZ 的系統進化、矛盾理論等結構融入教學內容裡面，以解決各學科專業的問題；也就是說，學生們學習各學科的專業知識，就有應用的方式與目的，也知道該知識的存在價值。任何學科設立的目的就是要解決特定的問題，歷史課所探討的各朝代更迭、事件的發生始末，不外乎訴說當時歷史人物是如何解決問題，學生們也可藉此

學習其策略和做法；設計課也是在解決視覺表現的問題，它本身一定有目前遇到的問題，以及未來希望表現出來的視覺效果，學生們可以應用 TRIZ 尋求解決的表現方案；地理課教學時，學生們可以學習人們是如何在當地有限物力資源下，解決生活、貿易、交通等問題，以 TRIZ 建構地理系統，就可以尋找出解決的最佳方案，學生也可以更能了解當地人們的生活及貿易型態。以上只是列舉各類學科的教學，其實都可以應用 TRIZ 理論與技法，而且只要善加規劃，學生還可以學習問題解決的方法。

捌、TRIZ 在各學齡階段的教學設計

在幼稚園及小學階段，雖然無法利用物理與化學的知識解決問題，但是可以使用有趣的生活問題為教學內容，不需要太多的專業知識，就可以解決問題，隨著年齡之知識的增長，所設計的解題難度逐步提高。各學科所教導的知識，教師即可在課堂上說明系統觀念，以及簡單的問題解決案例。例如數學的三角形認識教學，教師可以利用三角形的形狀與特點，舉出多種生活情況，三角形能夠幫助人們改善生活品質，以及提出 TRIZ 專家設計的有關三角形的問題，讓幼童在解題時，更能知曉

三角形的特點及用途。

國中至高中階段，則根據各學科所教導的知識程度，設計出一系列的主題，讓全國同年級的學生共同思考相同或類似的問題，同時藉由解題答案的公佈，並可達到相互觀摩切磋的學習效果。每個月各學科都各自公佈一個主題，以競賽的方式進行，無論是以學校、縣市或全國為單位皆可，學生們共同為一個問題想出更好的解決辦法，並且逐次增加難度，例如將一顆蛋從五樓丟下來，應該如何包裝才不會摔破？今年所使用包覆材料假設是在 5 公斤以下，今年所蒐集的答案將可提供全國學生做參考；而明年同一時間，其包覆材料的重量將降至 4 公斤以下，其難度逐年降低，以增加問題的難度，也可藉此迫使學生在了解課堂上所學得的材料、結構及原理等知識之外，也會想辦法開發新的材料，或是新的結構，藉著競賽的形式，學生們有機會觀摩別人的創意及解決問題的新方法，如果教師再利用這個機會與學生們討論，對於增進發明思維及應用物理方面將更有收益。

大學階段，將是鑽研專業學科，發揮專業能力的重要學習階段，在以發明為導向的教學裡，教師應該可以鼓勵學生開發新的理論方法，或是新的詮釋方式，在這個壓力之下，學生必須精熟學問，才能戮力創新。「以大師為師」，揣摩大師的思

維模式，了解他們面對問題的態度及採用的方法，這在人文藝術學科可以實行；學術性的期刊常有新的理論與見解發表，這些理論也可以使用 TRIZ 的系統進化及矛盾理論做清楚的解析，對於學生未來在思考人文方面的問題時，有實質的助益。至於理工方面的科學知識，則除了以上的「大師」學習法以外，對於與所學專業之相關專利文件的研讀也應該列為學習範圍，因為學生要了解專利內容之前，必須具備相當的專業知識才能進行解讀，同時在解讀過程中，也可以了解發明者是採用何種策略去解決技術上的難題，透過 TRIZ 龐大的知識資料庫及清楚的解題邏輯，學生可以建立自我的解題方法，以有效解決技術或作業流程上的難題。

至於研究所碩士及博士階段，則論文發表的壓力應該再加以提昇，美國 University of Arizona 的學術排名年年有爬升的趨勢，因為他們規定每位博士候選人必須繳交發表在學術期刊的論文後才能畢業，國內部份大學研究所博士班也有此規定，為了強力提昇我國的研究風氣，在目前研究所招生的系所及學生數量大增，品質卻沒有明顯提昇的情況下，實有必要下此猛藥。主管機關可以思考大學教授研究品質的評鑑與淘汰制度、博士班研究生畢業前必須將研究成果發表於國際性學術期刊或得到發明專利證書，而碩士班學生的相關



規定可以酌予放寬，只要在畢業前控管研究品質，則學校無論招收多少研究生，有學校指導教授及「第三者客觀單位」審核研究生的研究品質，在一個公平客觀的壓力下，對於我國研究水準的提昇，國家競爭力的增強，絕對有相乘的成果。

教育主管機關可制定較為寬鬆的學術評鑑制度，制定一個大範圍的學術期刊及出版社，不需計點及嚴選特定期刊等枝節規定，全部的規定只有一個規則，就是只要有發表或出版即可。我們的大原則及最終目的只是希望國家的研究環境及風氣能夠整體地運作上來，主管機關只要在研究發表的管制點做有效控管即可，因為教授及博士班研究生在規定期間內必須發表論文或出版論著，則其研究工作及時間自不可少，主管機關只要以結果論就可達到目的；全國知識份子齊力向高層次的知識鑽研，則國家的整體競爭力才有提昇的未來。

爲了激起學生應用所學解決問題的興趣，教育主管當局應該爲每一個學科制定一個公平的評選標準與環境，以全國性各學科競賽及期刊文章發表的方式同時並行，如果學生在競賽中獲勝，或是發表文章在指定的期刊上，對於各階段的升學則有加分的獎勵，這個獲獎記錄也是申請大學推甄時最有力的參考資料。各學科都可以設計出公平的競賽內容及評選標準，讓

具有特殊才能的學生，無論在人文藝術或是理工技能方面，都有表現的機會；主管機關可以另行指定現有的學術性的期刊，或是創辦幾本適合各年級閱讀的雜誌，每一季出版一期，學生的文章或創作只要獲准刊登，再經過評選委員會親自面試，以測試其學力，通過的學生就可以擁有一份證書。在這個仍是以文憑爲導向的社會裡，這種獎勵研究與發表的制度還是必須設立的。

我國在半導體發明專利的數量雖然很多，但是多屬於製程改良方面居多，原創性的關鍵性發明專利很少，當然能夠掌控的技術層次有限，所以我們賺的多是代工製造的勞力利潤；而在目前台灣經營環境轉型的過程中，國內投資之意願不及赴東南亞及大陸等海外地區，即使是在國內投資的廠商，也仍以「改善品質」等製程創新爲主，而沒有將「研發」視爲主要發展項目；造成這種情況的因素很多，政府的產業政策、發展方向、研發經費、研發人才等都是關鍵性的因素，教育界實不可迴避責任，我們很可能研究太多不是主要關鍵性問題的議題，卻怯於碰觸難度高、貢獻度也高的議題，試想研究創造力的學者，有幾位鑽研於問題解決及發明方法？

從與創造力相關的全國博碩士 93 篇論文中可知，只有 7 篇論文局部討論創造力教學的效果與影響，但是並沒有一篇論文

做完整的實驗，以實際探求出各種創造思考技巧教學的實際效果，以及當學生面對未來各式問題時，哪一種是有效的問題解決思維與方法？當我們有些大方向的答案之後，對於有效的問題解決方案如何導入學校各學科課程，使可以解決實際問題的有效創造性思維能夠深植學生的腦海中，成為未來解決問題的最珍貴寶藏。相反地，我們看到大多數的論文多著墨於研究創造力特質與環境因素，各行業的創造力人格特質，學習動機、創造力與自尊的相關研究，工作動機、社會互動與創造力的關係研究，個人創造力與網路創新之關連，沒有列出的題目也多是類似的方向，絕大部分的論文集中於分析現狀，陳述現象而已，比較沒有積極的開創性作為，對

學生創造力與解決問題能力，乃至於對國家競爭力的提昇做出實質的建議與方向，是沒有一位學者在研究。

創造力的培養，問題解決能力，是學生未來面對事業挑戰的重要能力，要建構可以提升國家競爭力的教育體系，是需要每一位教育人一起無私的奉獻及合作的，每一個人要能適應環境及規則的改變，每一位學生要能經得起創造壓力的挑戰；這不是我國獨創，這是高所得國家頂尖學府的教育實況，在尋求台灣的產業未來之際，教育界實應率先展現台灣的生命力，訂立學生創造力提昇的目標，實際分析及面對問題，排定各項工作內容與進度，給予必要的工作壓力，當教育人動起來的時候，就是國家競爭力開始提昇的重要時刻。

參考書目

- 盧台華(民 89)：出席第十三屆世界資優兒童會議心得報告。《資優教育季刊》，74，1-5。
- [蘇]阿里特舒列爾著，魏相、徐明澤譯(1987)：《創造是精確的科學》。廣東省：廣東人民出版社，3。
- 袁勁松著(2000)：《智力拓張》。青島市：青島出版社，83。
- Atkins, Ruth., Creativity in a Russian Elementary School (An Interview with Tatiana Vassilevna Zakharov and Her Director), *The TRIZ Journal*, February 1998, Online: <http://www.triz-journal.com/archives/1998/02/index.htm>
- 蔡宏明(民 90)：知識經濟時代對產業人力資源的挑戰與因應策略。《經濟情勢暨評論季刊》，第六卷第四期，22-51。

-
- Zlotin, Boris., Zusman, Alla., Kaplan, Len., Visnepolschi, Svetlana., Proseanic, Vladimir., Malkin, Sergey., *TRIZ Beyond Technology: The Theory and Practice of Applying TRIZ to Non-Technical Areas*, February, 2000, Ideation International Inc., Detroit, Michigan, Online: http://www.ideationtriz.com/paper_TRIZ_Beyond_Technology.htm
 - Altshuller, Genrich, *And Suddenly the Inventor Appeared - TRIZ, the Theory of Inventive Problem Solving*, Translated by Lev Shulyak, Worcester, Massachusetts: Technical Innovation Center, Inc., 1994, pp.6.