

談提升國中科技領域創意實作中 「結構」設計與製作表現之作法

張錡

國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系碩士班

一、前言

在科技領域中，教師透過創意實作的教學，讓學生動手做，製作出具有創意想法的成品，並藉由以上的教學，培養學生創造力、設計、實作以及問題解決等重要能力。學生在生活科技課堂上製作出來的創意作品，教師多以作品評量的方式加以評量。

實務上，作品評量是一個重要的總結性評量，評量學生是否可以將所學進行實踐。在 108 新課綱之前，朱益賢（2008）提出操作技能評量表，其內容包含評量產品設計、工具材料的選用、產品結構與造型、產品的功能等。然游光昭、林坤誼、洪國峰（2010）研究發現，學生在創意實作時，常在材料與造型方面會有較佳的表現，但在「結構」方面則缺乏創新與合適的構想。此結果代表學生在設計與製作後的成果，「結構」方面的呈現並不完整，導致結構不穩固或失衡，甚至失去安全性。

結構設計的好壞對於我們的生活影響深遠，譬如一棟建築物，如果在結構設計上產生瑕疵，必然會對住戶產生危險，這棟建築就會變成「危樓」，無法安全的居住。一個好的結構設計需考量三個要點：使用性、經濟性與安全性。使用性代表要設計出符合使用者需求的結構，並展現出結構物的功能性及美觀度；經濟性則是在結構製作中盡可能的使用最少的材料達成最好的效果；安全性則是最重要，任何結構物如果在結構設計上有安全性的疑慮，必然會對我們的生活產生危害。由此可知，在產品設計上，產品的「結構」對產品的可行性有著重大的影響，亦及一個產品的結構如果沒有顧及使用性、經濟性與安全性，其設計是有瑕疵的。

雖然教育部科技領域領綱（2018，頁 13）把「機構與結構」定為國中生活科技七年級主要的學習內容，讓學生認識生活中結構物的結構，以及設計與製作出合適之結構。但在七年級以後，八年級與九年級的學習內容：「能源與動力」與「電與控制」，反而對結構方面較少著墨，直到高中一年級才再度出現「機構與結構的設計與應用」的學習內容，這樣的安排使得學生在高中階段對於結構的概念需重新再學習一次，導致學生的學習經驗產生斷層，喪失經驗的連續性。

綜上所述，科技領域中，學生的作品經常因「結構」設計與製作的表現不足，

而達不到結構設計的三要點之標準。108 新課綱下，國中生活科技各年級對於「結構」設計與製作的經驗也沒有連貫性。因此第一線教師如何在 108 課綱下，提升國中生在科技領域創意實作中「結構」設計與製作的表現與連貫他們的「結構」設計與製作的經驗是一個值得探討的議題。本文將列出幾點國中學生學習「結構」時所遇到的問題，並提出國中各階段生活科技教學的改進之法，作為參考。

二、國中科技領域中「結構」設計與製作上所面臨之問題

欲解決國中學生在科技領域創意實作中「結構」設計與製作時，因想不出或做不出適當的結構，導致做出來的作品達不到結構設計三要點之標準，首先要釐清學生在學習上所產生的問題，進而針對問題提出可行的解決方法。經筆者於第一線教學現場觀察，歸納原因有兩點：

(一) 國中生認知能力差異

在生活科技課程開始前，教師會先講解課程中會使用到的知識，如「結構」的相關概念性知識，但學生有時對於較為抽象的概念性知識難以形成連結，導致所學的「結構」概念並不清楚。依據教育心理學家 Piaget 的認知發展理論，國中階段學生（12~15 歲）已進入形式運思期，代表他們應可以進行抽象思考。然而，許多學者認為 Piaget 高估了青少年的思維能力，估計十二至十四歲兒童中，75% 以上仍是具體的主要思考者（張春興，2013）。換言之，國中階段的學生多數仍處於具體運思期，此階段的學生要將教師所傳授關於結構的概念性知識進行吸收與轉換，並以此進行設計與製作，有一定難度。

(二) 實作經驗不足

製作的基本關鍵要素包含工具及技術（游光昭、林坤誼，2005）。學生在進行設計與製作時，常因工具與實作經驗不足而無法完成，由於沒有製作相似結構的經驗，遇到問題自然就想不出解決方案。筆者在課堂上觀察七年級學生製作木製桁架橋時，當作品出現結構問題時，學生經常會依靠直覺進行改良、抄襲、更改老師的範例，或直接加強材料的接合，無法做出更合適的結構。此外學生因為實作經驗不足，就算有想出解決方案，依然無法進行製作，許多設計也因不知如何製作而無法實踐。

三、國中生活科技教師實務教學之建議

國中生活科技教師在課程與教材的編寫上，不能只是知識的簡單堆砌或隨意呈現，必須要根據學生認知的發展去設計課程（Driver, Leach, Scott, & Wood-

Robinson, 1994)，並且應設法透過具體的敘述，輔以生活中的範例來讓學生產生認知連結，並讓學生在實作前做些應用練習。教師在進行任何正式實作前，可以先安排簡化的實作練習，讓學生具有一個完整的實作經驗（張玉山、游光昭、李大偉、林雅玲，2009）。此外依據 Dewey（1916）做中學與 Bruner（1960）螺旋式課程的理念，教師依照學生程度，逐步提升活動程度，讓學生透過實作活動累積相關經驗。在「結構」設計與製作上，本文認為教師對於八、九年級的學生可以加入結構設計方面的要求，雖然三個年級對於結構設計的要求不同，注重的面向也不同，卻可以延續學生在結構設計與製作上的經驗，因此本文提出一些方法並舉實際教學上的例子，以逐步達成對於結構設計與製作方面的目標。以下針對國中生活科技各階段提出教學建議及欲達成的目標。

（一）七年級

七年級學生剛從國小進入國中，對於結構的設計與製作非常陌生，因此教師在教學時先利用一些生活上相關結構產品為例子，引起學生的動機並連結學生先備經驗，之後再傳授結構的概念性知識。在教學過程中建議教師多用具體描述，並用生活中的例子去做引導，相較於抽象性的知識，這樣的方式學生較容易地去理解教師所教授的知識，並且進一步讓學生對這些知識產生連結。此外在正式實作前，教師應給予學生實作小任務，讓學生累積關於結構的製作經驗與工具使用。

七年級以「機構與結構」為主要的學習內容，因此在課程中的設計階段，教師可任由學生發揮創意進行結構設計，並要求學生以結構設計三要點中的安全性作為主要的設計要點。以木製桁架橋課程為例，教師對於背景知識要多以具體描述為主，例如：木製桁架橋能夠安全且乘載一定的重量；製作階段教師主要培養學生製作能力與經驗，當學生面臨問題時，則協助學生變更設計或教師進行支援以完成作品。

七年級學生較著重於事後的檢討與反思，教師在活動結束後可與學生討論設計時未考慮周延的部分，並注重學生在製作流程與步驟上的反思，如此來累積實作上的經驗與工具之使用。

（二）八年級

經過一年的結構設計與製作的訓練後，八年級學生已有一些基礎，累積了些許初級與次級經驗，此時教師應著重於經驗間的連結與統整，即經驗的連續性與互動性（朱耀明，2011）。教師要讓學生能連結七年級所學習到的概念，讓學生用已有的經驗為基礎，並和外界的互動來建立新的理解。這種新舊經驗的互動，可以讓學生建立知識連結與更新本身的知識。教學上，教師應給予較進階的創意

實作活動來讓學生去完成，增加挑戰難度，並介紹更多的工具來讓學生使用。

八年級以「能源與動力」成為主要的學習內容，因此與七年級「結構」的關注點會不同。以鼠夾車課程為例，在課程中的設計階段，教師對於學生結構設計的結果要詳加審視，並引導學生分析設計方案的可行性，同時在結構設計上，以使用性為主要的結構設計要點，例如：鼠夾車結構能夠穩固平衡的行走 10 公尺，且在執行製作前可與學生討論其設計的可行性，並適時的給予意見，讓學生嘗試用自身所學的知識去解決問題；製作階段讓學生完整模擬其製作時的流程，如果學生遇到問題，教師給予的幫助相比七年級要來的少，同時要求學生嘗試去思考並改進結構結合的方法。

八年級在課程結束後同樣要求學生將設計與製作時遇到的問題與解決方法記錄下來，並進行反思，由於本階段學生對於設計已有一些經驗，因此注重在結構設計方面的反思，提升學生在這部份的經驗。

（三）九年級

九年級學生經過兩年的訓練，對於抽象推理能力已較為成熟，且兩年間所累積的學習經驗與知識應可成為在設計與製作結構時強而有利的後盾。教師在結構方面的知識傳授可以更加深入，並增加抽象描述，同時持續增加創意實作活動的程度。教學上教師可以要求學生發想與設計多種方案，並請學生精進方案並挑選出最佳方案，最後再依這個方案製作成品，並讓學生進行成果發表。

九年級以「電與控制」為主要的學習內容，同時也有「產品設計與發展」之學習內容，因此需要加入產品設計的概念。以創意夜燈課程為例，設計階段教師儘量不去干涉學生的結構設計，讓學生自由進行設計，並在進行產品結構設計時，依照結構的使用性、經濟性與安全性等立下標準，例如夜燈要符合使用者的需求、製作材料的經費限制以及結構的穩固性等，學生也可以應用前兩年所學之結構概念去進行設計。製作階段教師一樣不去限制學生的製作方式與使用的工具，倘若在製作中遇到無法解決的問題，則要求學生嘗試解決或變更之前的設計，每次的變更均需記錄且描述更改的原因。由於九年級即將升入高中，因此教師應要求學生能夠完成設計與製作，並詳細記錄製作流程，才可以算完成任務。

四、結語

結構物的產生，必然依循設計及製作而來，而且只要是人造物，其必有結構，因此結構的設計好壞影響深遠，大至一般建築建設，小至日常居家生活的必需品，因此國中生活科技教師在教學階段，需教導學生結構之重要性。本文認為在國中

生活科技各年級的課程中，加入一些對結構的要求，如七年級注重「結構」之安全性，八年級注重「結構」之使用性，而九年級則對於「結構」設計三要點皆注重。藉由三個年級的課程安排，可以延續學生關於結構設計與製作的經驗，同時教師也應依照學生的認知程度，多使用實物教學，讓學生產生新舊經驗的連接，逐步地提升任務難度，並在實作後進行反思，透過結構設計的認識與結構物的製作過程，讓學習者能夠瞭解到結構設計與製作的方法，這樣才可以讓學生完整的學習「結構」的相關概念與知識，並設計與製作出合適之結構。

參考文獻

- 朱益賢（2008）。從社會環境成份探討學生的實作技能與科技創造力—透過科技競賽策略。行政院國家科學委員會（NSC 95-2511-S-003-021-MY3）。
- 朱耀明（2011）。「動手做」的學習意涵分析-杜威的經驗學習觀點。生活科技教育，44(2)，32-43。
- 張玉山、游光昭、李大偉、林雅玲（2009）。不同範例展示及實作經驗對國中生科技創造力的影響。教育科學研究期刊，54(4)，1-27。
- 張春興（2013）。教育心理學—三化取向的理論與實踐。臺北市：東華。
- 教育部（2018）。十二年國民基本教育課程綱要國民中學暨普通型高級中等學校：科技領域。臺北市：教育部。
- 游光昭、林坤誼（2005）。設計與製作的能力。載於陳文典（主編），科學素養的內涵與解析（201-218）。臺北市：教育部暨國立台灣師範大學。
- 游光昭、林坤誼、洪國峰（2010）。從反思與實踐看國中生在科技實作活動中的學習歷程表現。課程與教學，13(3)，219-250。
- Bruner, J. S. (1960). *The Process of education*. Cambridge: Harvard University Press.
- Dewey, J. (1916). *Democracy and education*. New York: The Fress Press.
- Driver, R., Leach, J., Scott, P., & Wood-Robinson, C. (1994). Young people's understanding of science concepts: Implications of cross-age studies for curriculum planning. *Studies in Science Education*, 24, 75-100.