資優教育季刊　民 109 年 8 月　第 153 期　第 29-42 頁
Doi: 10.6218/GEQ.202008_(153).29-42

資優班系統思考課程之規劃與實踐

馮理詮
國立臺灣師範大學
特殊教育學系
博士班研究生

摘　要

高層次思考的教學一直是資優班教學的重點之一，有鑑於過去資優班在思考技能上的教學，探討的議題成因最後多以線性的因果關係做結，系統思考的專家指出，線性思考的結論，容易產生「今日的問題，來自於昨日的解」現象，且長此以往易流於見樹不見林之虞。因此本文以系統思考作為工具，將技法教學融入於資優班的特殊需求課程中，引導學生能以「系統觀」取代「線性觀」，以此探看事件的全貌，最後再整合過去思考技法的舊經驗進行問題的闡釋及嘗試解決。文中先介紹系統思考的工具：流量儲量圖、反饋迴路圖，文末筆者提供一份教案設計示例，教案內容主要以 DFC 問題解決課程設計架構，融入系統思考工具，引導學生覺察事件背後的系統及各要素間的關係。

關鍵詞：系統思考、資優班教學

通訊作者：馮理詮（Jua520@gmail.com）

資優教育季刊　民 109 年 8 月　第 153 期　第 29-42 頁

The Design and Practice of Systematic Thinking Courses in the Gifted Class

Li-Chuan Feng
PhD Student,
Department of Special Education,
National Taiwan Normal University

Abstract

High level thinking training has always been one of the key points in the curriculum design of gifted classes. In the past, with regard to the teaching of thinking skills, the cause of the topics discussed are mostly linear causality. However, the operation of the world is composed of complex system, and simple linear causality is not enough to give us an insight into the full picture of events. Experts in systems thinking point out that the conclusions of linear thinking are prone to the phenomenon that "today's problems come from yesterday's solutions." This article integrated the systematic thinking perspective into gifted curriculum, and guides students to replace the "linear perspective" with a "system perspective" in order to get a clearer overview of the event. The article first introduced the tools for systematic thinking: BOT Graph (Behavior over Time Graph), Flows and Stocks Diagram, Causality Loop Diagram, and then demonstrated how to apply these techniques to explain phenomena or events. Finally, the author provided an instructional design to illustrate how to incorporate the system thinking tools into the framework of the problem-solving course to guide students perceive the system behind the problem and the relationship between the elements.

Keywords: systematic thinking, gifted class instructional design

Corresponding Author: Li-Chuan Feng (Jua520@gmail.com)

壹、引言——為什麼需要系統思考課程

一、資優班課程的完整性

資優班的教學中，學生的思考訓練常見於創造思考、批判思考、問題解決等系列的課程，尤其是在創造力納入資優生的特殊需求課綱後，相應的技巧訓練如：CPS (Creative Problem-solving)、六頂思考帽、魚骨圖、曼陀羅思考法……等，幾乎成為談到資優班思考訓練時的直接聯想，教師運用上述思考技法的程序或是規則，能夠在很短的時間內讓學生經驗思考歷程的擴散及聚斂，並且透過繪圖或是文字記錄的方式，將思考的結果加以精鍊提取，學生進行任務或問題解決時，應用這類的思考工具，在短時間內就可以有非常不錯的成效。

上述思考技法有著高度聚焦、具時間立即性的共通特點，加上易於操作，不難想像為何創造思考技法如此受到歡迎，然而看似優勢的特點，亦是劣勢之所繫，高度聚焦的特性容易造成思考時過於片面；具時間立即性、短期見效的解決方式，經常淪為後續更多問題的成因；而易於操作的特性，容易讓一開始接觸技法的學生，沉溺於思考工具中，忘了思考的初衷為問題解決或是任務規劃。因此在思考技法的教學上，資優班可考量在現有的課程架構上，加上其他的技法或觀點，引導學生能夠「見樹又見林」，突破點狀或線性式的思考模式，將思考串聯為具脈絡的思考網，最後形塑學生的思考基模。筆者認為系統思考法具備將複雜事件簡化、以箭頭連結各系統要素表示關係，進而建構全貌的特性，應能完美的扮演與現行資優班思考課程互補的角色。

二、獨立思考的重要性

培育具備獨立思考能力的學生，是各國重視的的教育目標，在資訊爆炸的現今社會，獨立思考的能力和品質更形重要，我國的課綱素養培育的三面九項中，其中「系統思考與解決問題」即為自主行動面下的子項，為「具備問題理解、思辨分析、推理批判的系統思考與後設思考素養，並能行動反思，以有效處理及解決生活、生命的問題」（十二年國民基本教育課程綱要總綱，2014），整理課綱所述，系統思考是一種綜合的思考模式，整合了問題理解、思辨分析與推理批判的思考技能，教學上應透過處理日常生活問題進行體驗與實踐。承上，系統思考在我國的課程概念中，不僅只是技法或工具，亦是一種視角和詮釋；在資優班的教學中，無論是站在符應課綱精神的角度或是為了顧及思考教學的完整性，皆應將系統思考的觀點與技法納入，才能完整的勾勒見樹又見林的思考教學輪廓。本文先對系統思考的定義進行說明，再進一步介紹進行系統思考所需的工具及相關的模式，最後結合問題解決課程設計架構，設計系統思考的課程範例，希望能夠提供教師在教學時的參考。

貳、系統思考

系統思考重視對於事件全貌的理解，有其特定的思考脈絡和操作方式，此部分主要針對系統思考的定義、構成基礎、使用的工具符號進行說明。

一、什麼是系統思考

自工業革命以來，西方社會的主流思維模式逐漸演變為科學、邏輯以及與直覺和整體論相對的還原論（邱昭良，2017），因此從很小的時候開始，我們便被教導以分解和解構的方式進行問題或現象的分析，Bishop 與 Hines (2012) 指出，將現象化約的方式，雖能使複雜的任務和主題更易於管理和學習，然而在過程中也產生了許多的問題，因為部分的總和，往往不等於整體，在現象中的個體易失去了自己與一個更大整體鏈接的聯繫感。基於此，系統思考便是一種對於還原論和解構主義所造成的思考片段化的反省，著眼於事件的全貌，以「整體」做為思考探究的單位，再界定其單獨組成部分與各部分之間產生的連結關係，以及隨著

時間推移所產生出來的行為。透過對於整體的研究，也了解了各個分離的組成部分，嘗試跳脫外在情境或個人內在特質的解釋框架，提供另一個角度的詮釋（王承豪，1999），系統學者經常以冰山理論說明系統思考的整體觀，如下圖 1 所示：

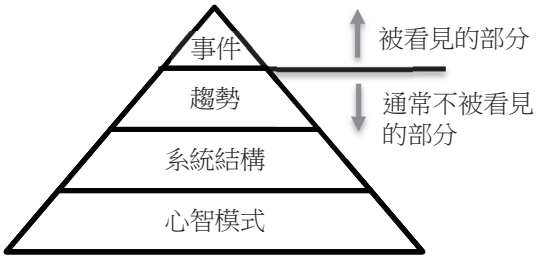


圖 1　系統思考看待事件或問題的觀點

上圖說明在面對問題時，通常我們可以看到的是事件的表象，而隱藏在表象下的還有行為趨勢 (patterns)、系統結構 (structure)、心智模式 (mental model)，而系統思考主要是針對系統結構的部份，以下就冰山的各層分別說明：

（一）事件：冰山露出水面的部份通常讓人關心注目：「發生什麼狀況？」，明顯而具體的事件會引人注意，因而忽視了更宏觀的圖像。

（二）型態／趨勢：當我們心想「繼續如此，會怎麼樣？」時，就開始要看到更大的圖像了。為了找到答案，因此必須更深入水中，往深層探測。

（三）系統結構：往下探尋：「造成這些型態或趨勢背後的因素是什麼？有何關聯？」改變結構就會影響型態的變化，進而產生不同的行為，因此結構會影響行為，此為系統思考主要探討的部份。

（四）心智模式：即「我們習以為常的思考方式」，人類系統結構尚包括許多影響我們做決定的因素，不同的決定會產生不同的系統結構。

一般而言，我們多傾向認為發生問題的原因，無非是「外在情境」或是「個人內在特質」所導致，而較少思考「系統或整體」出了什麼樣的狀況，這種尋找「特效藥」或是「單一解」的思維習慣，幾乎不可避免地讓我們陷入怪罪他人或是自責的二選一的陷阱中。以體重控制為例，若有朋友想要進行減肥計畫，則經常可以聽到這些人抱怨他們越認真減肥，體重越重，以下為三種不同面向的解釋：

（一）聚焦在個人特質的解釋

我們可能會認為減肥失敗原因在「個人」身上，也就是減肥的人沒有意志力。

（二）聚焦在外在情境的解釋

另一部分的解釋是因為外在的原因迫使他們吃東西，例如壓力、小孩、配偶，這也是多數人會直覺連結的解釋方式，認為問題皆是由外在情境所引起，然而就系統的觀點來說，這類對問題的解釋都是直接又符合直覺，卻不是真正的答案。

（三）系統的解釋

從系統的觀點探討減肥沒有用的原因，會發現是由於人體新陳代謝系統的運作所致，節食的人消耗更少的卡路里。人類早期因為食物來源不穩定，身體會因食物攝取的稀缺與否而進行調整，當長期處於饑餓時，新陳代謝系統會進行調控，讓體內消耗更少的卡路里，並促使卡路里得到更有效地利用，而多餘的卡路里則被儲存為脂肪。此一機制延續到現代，當一個人嘗試限制自己的飲食減肥時，身體並不知道他是為了健康而減肥，由於調整的機制仍然存在，因此處於饑餓狀態下的減重者，其所攝取的卡路里不會像正常時期那樣被迅速消耗，而是更加容易將這些卡路里儲存為脂肪。結果是，人們的體重與減肥前的一樣，甚至更重，這是源於代謝系統使得減肥失敗，而非意志力或外部環境所致（邱昭良，2017；Bishop & Hines, 2012）。

系統思考與傳統的思考方式相較，其最大的差異在於：關注的焦點為現象發生的過程，而非單一事件；重視因果關係的互動，以環形網路取代線性的單向因果關係；在思考過程中納入時間因素，將單一現象轉化為趨勢，亦在

反饋迴路中考量了時間滯延的效果。由於這樣的特殊性，系統思考亦衍生了一系列的方法、工具和原理，都是在探討各種要素間的相互關係，並把這種互動視為共通的流程。目前系統思考應用範圍涵蓋了控制學、系統動力學、混沌理論、完形心理學療法，以及十來種規劃工作活動流程的流程圖描繪技巧（齊若蘭，2013）。其中系統動力學尤其擅長以系統思考的技術，解釋組織及大型人類系統中複雜回饋流程如何導致有問題的行為模式，此一理論在 Senge (1990) 第五項修鍊一書出版後，被廣泛的應用在企業組織及教育工作現場（郭進隆，2004；楊振富，2002），本文亦從系統動力學的觀點出發，介紹系統思考的原則、構成要素及相關應用。

二、系統思考的基礎：系統觀

從系統動力學的內涵來說，進行系統思考前，應先理解什麼是系統，我們可將系統理解為一個有機體，其具有適應性、動態性、目的性，並可以自我組織、保護與演化，它保有外在的整體性，也有一套內在的機制維持系統的穩定。依此定義，缺少內在連接或是功能的隨機組合體就不能以系統稱之。系統中可能包含很多子系統，而它也可以嵌入到其他更大的系統之中，成為那個更大系統中的一個子系統（王承豪，1999），簡要來說系統的定義為能夠實現某個目標的整體，由一組相互連接的要素所構成，而任何一個系統都包括三種構成要件：要素、連接、功能或目標，以下分就三項系統的基礎進行說明：

（一）構成要素

在進行系統思考要素的界定時，建議先以還原論式、非整體的方式解析，再將這些要素放回原位，藉此了解它們之間如何相互關聯，這些關聯最後又是如何形成迴路。系統的構成要素多數是可見、有形的事物，但要注意的是一些無形的事物也可以是系統的要素。以資優班運作系統為例，教師教學能力和聲譽就是系統中的重要要素。在羅列一個系統中的要素時，不必要列出所有的要素，因為大的要素可以分解為若干子要素，子子要素……，如此下來就會迷失在系統中，變得「見樹不見林」，為避免這種情況，要將細究要素的精力，轉向探尋系統內在的連接關係。

（二）內在連接關係

內在連接關係，指的是系統中各項構成要素的連結脈絡，舉例來說資優班的內在連結包括：資優生鑑定入學的標準、教師教學能力、年度預算。系統中的某些連接是真實的物質流，例如資優班的年度預算；也包括抽象的資訊流，例如資優班學生對於課程的評價，「內在連接」整合各個分立的要素，將各要素對系統運作產生的影響變得視覺化且更為直觀。

（三）系統的功能或目標

想要推斷出系統的功能或目標，不能只看一時的表象或其標榜的目標，最好的方法就是仔細地觀察一段時間，看看系統有哪些行為，藉由實際行為推斷系統的真實目標（陳穎堅、王少玲，2017）。一個成功的系統，應該能實現個體目標和系統總目標的一致性，但事實上由於系統嵌著系統，目標中還會有其他目標，很可能導致最後系統產生出來的目標是一個大家都不想要的結果（邱昭良，2017）。例如：學校系統的目標是培養出具自主思考及行動能力的未來人才；在其中，學生們的目標可能是取得好成績，教師們的目標可能是提高自身聲譽，學校行政人員的目標可能是預算平衡。這些個體的目標有可能與總目標衝突：學生們為了獲得好分數可能在考試中作弊，教師可能會忽略教學歷程，只在意學生競賽表現，管理者可能會因預算而限縮教材教具的研發費用。

「構成要素」、「連接關係」、「系統目標」為系統的基礎，乍看之下似乎是「構成要素」對於整體系統的改變影響最大，但是從系統觀點來看，改變某要素對系統的影響是很小的，就像是即使更換一支球隊中的所有人，它仍然是一支球隊，只要不觸動系統的內在連接和總目標，即使替換掉所有的要素，系統也會

保持不變，或者只是發生緩慢的變化。然而如果改變「內在連接」，系統就會發生巨大的改變，而系統中最不明顯的部分，是它的「功能或目標」，而這經常是系統行為最關鍵的決定要素。

三、系統思考的工具

系統思考者在描述現況時，經常會大量使用各種圖表，因為字、詞、句子必須以線性的方式，按照邏輯順序，而系統則是一個整體，同時發生和並存，它們相互連接，不只是單向、線性關係，而是存在多個方向上的多種連接，以下分別介紹系統思考運作時，常用的工具及符號（惜福文教基金會，2008，2013，2015）。

（一）BOT 圖 (Behavior Over Time)：觀察現象變化及趨勢

基於系統思考的觀點，所欲解決的問題或是事件，多具有長期、重複的性質，由於許多事件的爆發初期經常隱而不顯，經過一定時間的累積而使得情況驟然變化，因此在界定事件初期，通常會加入時間的因素，觀察其中的變化。而繪製 BOT 圖即為系統學者經常採用的方式，此為一種趨勢圖，可協助使用者將關心的現象隨時間演變的情形描繪出來，BOT 圖所提供的趨勢，可以使我們在進行系統思考時，初步的識別出事件是「越演越烈」還是「趨向收斂」亦或是「上下震盪」，與後續系統思考的反饋迴路互相印證。此外從趨勢中又提供了轉折點的訊號，讓我們在進行系統思考時，可以更精準的提取出事件要素。以圖 2 為例，縱

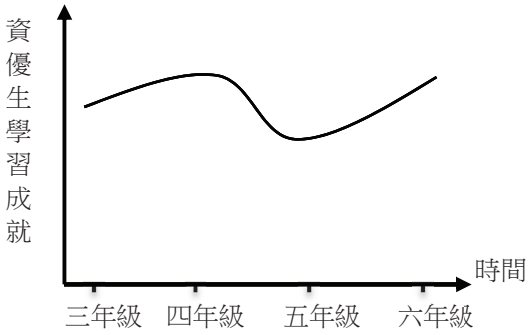


圖 2　BOT 圖

軸為使用系統思考者所關心的事件或議題，橫軸為時間，圖中顯示四年級及五年級各有一個轉折點。

（二）流量儲量圖：尋找造成變化的要素

從 BOT 圖界定出關心的事件或現象，初步的看到長期的趨勢後，系統思考者使用「流量儲量圖」說明所關心的現象受到哪些原因而增加，為哪些原因而減少。我們可將「儲量」看成一個大水缸，水缸的水因「流入量」而增加，又因為「流出量」而減少，如下圖 3 所示，「流入量」提列的是會讓「學習成就」愈來愈好的要素，而「流出量」提列的則是相反。當「流入量」大於「流出量」時，「學習成就」水缸呈現增加的變化情形，反之亦然。經常可見的系統運作方式是從某一個儲量出發，經過一系列決策、規則、物理法則或行動，影響到與儲量相關的流量，繼而又反過來改變儲量。簡言之，儲量的變化將影響到與其相關的流入量或流出量，而流出量再一步反饋影響儲量，因此形成一個反饋迴路，此迴路的狀態即為一

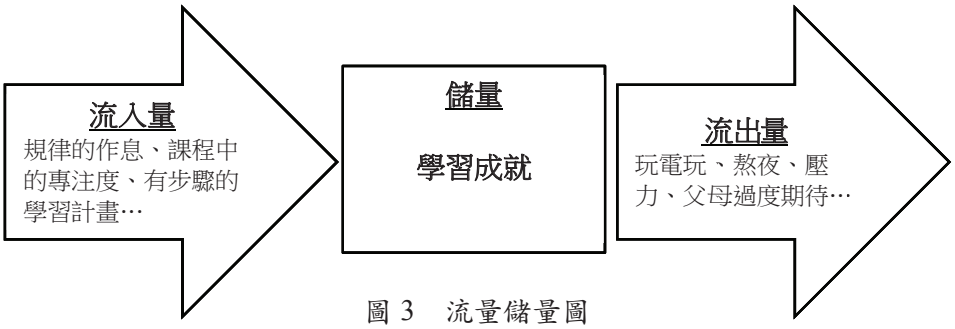


圖 3　流量儲量圖

閉合的因果關係鏈，反饋迴路可能導致存量水準維持在某一個範圍內，也可能使存量成長或減少，在任何一種情況之下，只要存量本身的規模發生改變，與之相關的流入量或流出量也會隨之而變；要注意的是，並非所有系統都有反饋迴路，一些系統是相對簡單的，由若干存量和流量構成的（惜福文教基金會，2008）。

（三）圓上因子圖：探討要素間的互動關係

由於系統思考強調的不只是因果關係，更重視因素與因素間所引發的連鎖反應，而圓上因子圖主要的目的，在於提供使用者了解現象背後，影響現象發展的各要素，彼此潛藏運作的情形。以圖 4 為例，系統思考從流量儲量圖提取出影響事件的重要因子之後，將各項因子寫於圓的外側，接著，開始試著找出圓上這些「因子間的直接影響關係」，每找到一組關係就加入「→」（箭頭代表兩個重要因子間的直接影響關係），將系統中的各項要素進行鏈接，以此畫出該組關係的「圓上因子圖」。一個事件可以有若干張的圓上因子圖，下圖 4 即為學生對於學習成就所繪製的其中一張圓上因子圖。完成圓上因子圖後，可試著思考，因子間有什麼關聯性？以「+」、「－」號表示要素間的互動情況，便可以形成下一步驟所介紹的因果環路圖，用以解釋系統。

（四）反饋迴路（因果回饋環）：形成系統內在連接關係

反饋迴路的建立是系統思考的重點，當使用圓上因子圖，初步獲得事件背後要素的互動關係之後，此步驟進一步將各要素形成迴路，因系統中各構成要素都彼此直接或間接地發生關聯，當其中一個要素發生變化，其效應就會影響到系統中的其他要素，若某一個要素被其他要素影響的同時，也成為影響其他要素的要素，要素彼此間的互動效應形成一封閉的環路時，即稱為因果回饋環或稱反饋迴路（惜福文教基金會，2008）。反饋迴路主要由三個部分構成，茲說明如下：

1. 構成要素：系統中任何可以變化的數量。
2. 箭頭鏈接：一個變量與另一個變量的關聯。
3. 系統思考符號：＋ (same)、－ (opposite)、→ (relationship)

當使用者界定出系統中的要素，繪製因

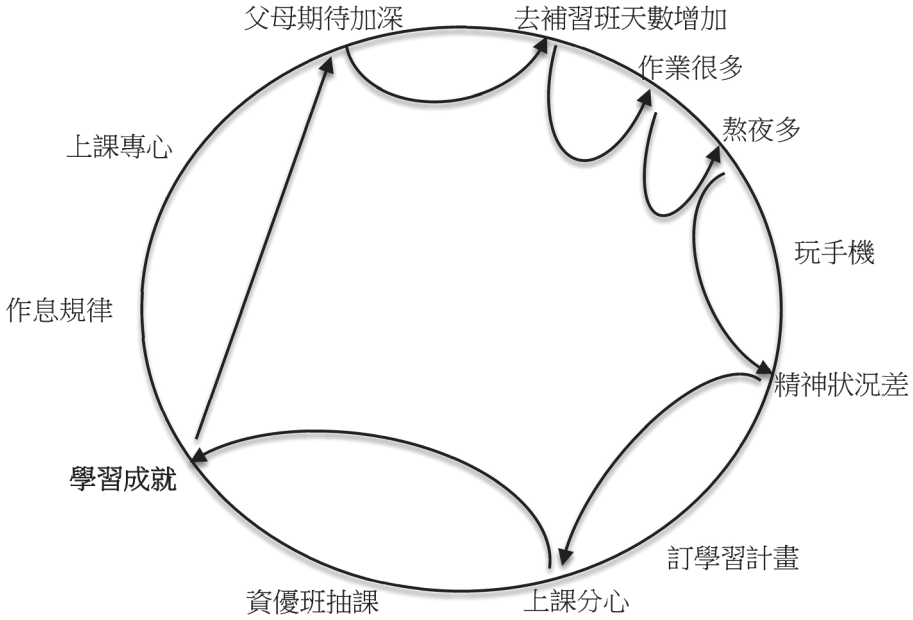


圖 4　學習成就的圓上因子圖

果回饋圖時，系統思考會使用若干符號，幫助使用者分辨循環力量所帶來的影響是趨於穩定（調節環路）或愈來愈成長／衰退（增強環路），以下分別說明各個符號。

1. 「＋」符號：
   「＋」代表二個要素間呈現正向的影響關係，若為「$A \xrightarrow{+} B$」，則代表 A 愈多，B 也愈多；反之亦然。

2. 「－」符號：
   「－」代表二個要素間呈現反向的影響關係，若為「$A \xrightarrow{-} B$」，則代表 A 愈多，B 就愈少；反之亦然。

3. 「→」符號：
   「→」象徵二個要素間存在因果關係，以箭號鏈接。

回饋環的性質則由環路中的「＋」、「－」號的總合決定，當環路中全為「＋」，或是「－」號的總合為偶數時，則稱為「增強環路」，象徵情況越來越好／糟、越來越多／少；當環路中的「－」總數為奇數時，為「調節環路」，代表的是「趨於穩定」的現象，例如：上下擺盪、成長趨緩、減少趨緩等皆是，可說是解決問題的環路。

下圖 5 左為增強環路，代表當父母對資優生的期待越高，資優生的情緒困擾就越多；圖右則為調節環路，說明當資優生的情緒困擾增多時，隨之而來的輔導次數就增加，然而，隨著輔導次數增加，資優生的情緒困擾就降低了。

在檢視任何一個複雜系統時，首要之務就是去查看增強與調節環路的性質以及二者間的關係。同時這個過程可協助使用者分辨，哪些事情的影響是暫時性的、哪些是持久存在的，基本上來說，任何改變，不管有多大，如果沒有觸及重要的增強與調節環路都只是暫時的；反之不管改變有多小，只要會影響增強與調節環路之間的關係，都會為系統的行為帶來長期的改變（惜福文教基金會，2015）。簡要來說，繪製反饋迴路的步驟為：界定要素、畫出連接、辨識迴路、解釋迴路。

綜上，在進行系統思考的練習時，首先可以利用 BOT 圖釐清系統的功能或目標，再以流量儲量圖，進行系統構成要素的釐清，並嘗試繪製因果回饋環，最後應用系統思考常用的符號，如「＋」、「－」、「→」等界定因果迴饋環的增強或調節性質，將其鑲嵌入欲觀察的系統中進行解釋。系統思考專家在分析了各種現象的系統運作後，整理了八種特定的系統結構做為「系統基模」，其型態分別有：持續成長型、目標趨近型、成長上限型、消漲競爭型、飲鴆止渴型、目標侵蝕型、富者愈富型、升高競爭型（郭進隆，2004；楊朝仲、文柏、林秋松、董綺安、劉馨隆，2011）。這些基模是一些固有、棘手和潛在危害性極大的問題根源，也是在進行系統改變時，最值得關注的「槓桿點」，提供了我們在進行系統思考時的重要

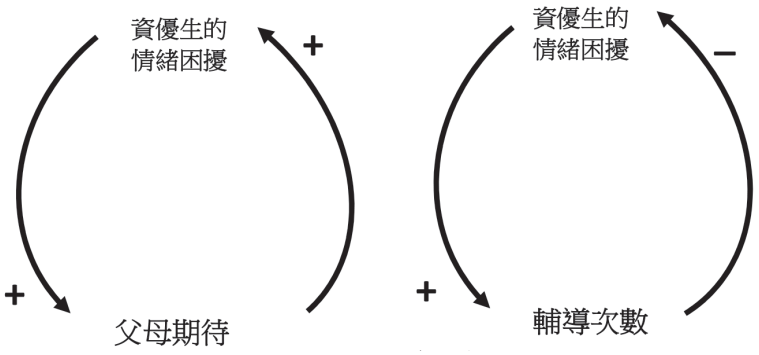


圖 5　增強／調節環路

定錨點。

參、系統思考教學要點

在《第五項修鍊》一書出版後，系統思考正式引起各領域的重視，其中尤以企業界為甚，教育領域的應用則多於大學的課程中教授，中小學階段的相關課程較為少見。此處主要介紹系統思考的運作步驟、目前國內中小學較具脈絡的系統思考課程架構，最後討論系統思考課程的設計原則。

一、系統思考的運作步驟

應用系統思考時，系統思考專家有時會依據自身經驗將某些步驟簡化，但大致上仍可歸納為下列幾個步驟（杜強國、周美婷、蔡嘉芳，2017；陳伊瑩，2013；齊若蘭，2013）：

（一）界定事件：把可能的問題寫下來，盡力找出能夠發現的相關資料進行初步分析；問卷分析或圖表繪製是不錯的輔助工具，如使用 BOT 圖可以幫助我們發現系統中現象或事件的發生的概略趨勢，此階段主要在於引導思考者對於事件形成有別於線性關係的整體觀。

（二）界定要素和趨勢：使用流量圖初步找出系統的要素，嘗試描述一個單向的因果的脈絡，例如「油價下跌是因為石油出口國超額供給」，可使用 BOT 圖找出概略的趨勢，以流量儲量圖思考影響事件的若干要素，此步驟旨在畫定系統思考的範疇，讓我們在一定範圍內進行發散思考，盡可能聯想與主題有因果關係的要素。

（三）形成系統：在要素界定後，此階段的重點在於界定要素間的交互影響關係，以箭頭將系統中的各項要素進行鏈接，「圓上因子圖」可將系統思考者對於要素間的因果關係，直觀的展現。

（四）思考系統模式的後果：此階段主要在判斷系統運作時，長期、短期可能產生的變化，包含了解因時間滯延所帶來的潛在影響，基於形成的系統，思考可能的未來，在工具的應用上，可先將單一的圓上因子圖的關係加上「+」、「－」號表示要素間的互動情況，形成「反饋迴路」用以解釋系統，再整合各個反饋迴路，形成系統的全貌，用以說明事件的脈絡。

（五）尋找系統基模：看似複雜的系統，有其潛藏的關鍵結構，系統思考專家稱此為系統基模，並將這些基模分為八種型態，如上一章節所提到的飲酖止渴、目標侵蝕、富者越富……等，我們可以參考常見的系統基模做為對照，嘗試找出真正影響系統的根本要素。

（六）嘗試提出槓桿解：對照了系統學者歸納的基模後，我們可嘗試提出各種方案，測試出較佳的槓桿解，並依系統環路圖作出解釋。

Senge (1990) 建議，在實際操作時，若已熟稔系統思考各種基模，可以將步驟簡化為界定事件、設定基模、尋找槓桿解、做出解釋。

二、系統思考課程設計原則

由於科學觀點的化約論已深植於我們的教育歷程之中，因此學生習慣於片段性的思考，往往未能覺察到週遭系統的運作，因此系統學者認為，若要進行系統思考課程，第一件事便是讓學生認識什麼是系統，並覺察系統的存在 (Bishop & Hines, 2012)；其次是注重情境脈絡的融入，Ong 與 Borich (2006) 在探討思考技法教學時，便建議在若要將思考的技法融入課程中，應注意課程內容與技法的相輔相成效果，教師在進行思考技法的教學時，不應以課室空間為限，可在不同的情境中進行直接的技法應用教學；教師備課時，應設法將技巧融入學習內容中，讓學生能透過思考技法的教學，對於學習內容有更深刻的理解。

基於上述的原則，筆者以在本校資優班行之有年的 DFC (Design for Change) 問題解

決課程架構，融入系統思考的技術，讓學生在系統思考策略習得後有應用與分享的情境。從 DFC 的官方網站 (https://tycaa.dfctaiwan.org/dfc-challenge) 中，可知其將問題解決的課程設計教學步驟分為感受 - 想像 - 實踐 - 分享，以下分述之：

（一）感受：引導學生覺察事件的發生，對生活的潛在問題有感，進而發掘出欲改變的現狀。

（二）想像：思考問題的解決方式，並以賦能 (enable) 的概念，引導學生嘗試實踐。

（三）實踐：引導學生實踐思考後的行動，並透過文字與影像記錄歷程。

（四）分享：透過平臺將成果分享。

以往進行 DFC 模式的教學，在引導學生進行事件的觀察，形成具體感受後，即進入了想像階段，開始思考如何解決問題。但後續進行課程省思時，總能發現，學生對問題的解決往往治標不治本，其中的原因包括了未能對事件有深刻的理解，因此缺少對事件全貌的想像，導致在解決問題時多以去脈絡化的方式，主觀的「想當然爾」，雖然過程中學生積極的投入，然而沒多久，同樣的問題依然浮現，又或者學生對於問題的解決方式，形成了新的問題。據此，筆者以 DFC 為框架，引入系統思考的概念，嘗試引導學生描繪出事件的全貌，透過對事件的抽絲剝繭，提取要素與趨勢、形成系統架構，最後找出可能的根本解。下表 1 說明筆者欲以系統思考的技法應用在 DFC 問題解決歷程的課程框架。

筆者在自行設計的創造力課程中發現，系統思考與 DFC 的課程設計有互補之效，舉例來說，對高年級資優生而言，由於較少主動的覺察生活中的問題，因此在「感受」的階段，很難形成問題意識，系統思考在操作上，對於問題的形成亦較少著墨，如何定題？又何種題目是好的問題？實則關乎後續行動的有效性，不可謂不重要，而 DFC 正好於此處補上系統思考的不足，在「感受」階段，DFC 著重以提問引導學生，建議教師教學時宜採用各項思考工具，由廣而深的形成問題，並對問題的品質進行評價。相反的，在問題解決的「想像」階段，DFC 對於引導問題解決策略的形成方式則略嫌簡略，此時系統思考便提供了十分具體的方式，引導學生形成系統並做出解釋（見表 1）。因此兩者的結合，使得問題解決的課程引導更為完整。

在問題解決歷程融入系統思考技法後，在課程開始之初的感受階段，筆者常以 6W 法及心智圖協助學生從生活中尋找主題，如：資優生的情緒困擾、資優生面臨的學習困難、資優班的環境改善、抽課方式調整……等；在想像階段，著重對問題分析與解決方式的提出，筆者融入系統思考各項技法及工具，首先以 BOT

表 1
系統思考融入 DFC 問題解決的課程框架

DFC 問題解決歷程	系統思考階段	思考工具
感受	界定事件	心智圖、6W、BOT 圖
想像	界定要素和趨勢	BOT 圖、流量儲量圖
	形成系統	圓上因子圖
	思考系統後果	反饋迴路圖
	尋找系統基模	核對八種系統基模
實踐	提出槓桿解	系統圖
分享	依據系統進行解釋	系統圖

圖對事件的趨勢建立直觀的概覽，再利用流量儲量圖、圓上因子圖、反饋迴路等工具，繪製事件的系統，從中尋找系統基模。實踐階段則是基於系統基模的型態，尋找能影響現況的根本要素，試著產生行動改變該要素，促成整個系統的變革，筆者在引導討論的過程中，確立了系統中的關鍵要素後，便鼓勵學生提出各種解決方案競爭比較，最後學生產生行動，觀察現況的變化；最終的分享階段的教學重點，在於引導學生以系統的全貌圖對整個行動歷程進行後設的故事分享。附錄一呈現筆者在 DFC 想像階段融合系統思考的教學簡案。

肆、結語

系統思考一詞，在目前的思考訓練教學中仍屬陌生，筆者在資優班推行之初，學生對於符號的使用和解釋一開始有極高的熱情，但是就像一般的思考技能教學一樣，除非教師提醒，否則學生很少能應用在生活之中。事實上，筆者發現其實系統思考中許多類似的構念在各個領域皆有所強調，除了本文所舉之社會領域中的應用以外，自然領域的教學中，以「建模」作為自然領域學習的重要過程技能，以此將探究教學所強調的思考智能及問題解決串起，而此處所指「建模」的技術和概念，就與系統思考中的「因果回饋環路」類似。因此如要建立學生系統的思考觀，除了技術和工具的練習外，更應該強化對於系統的覺察和解構；系統思考技術和工具的練習，可以落實在學生的學科領域中，試著引導學生用這些技術尋找文本或是知識的脈絡；至於系統的覺察和解構，則建議由學生自身的系統觀察出發，漸漸外拓至生活環境、社會乃至國家運作，依此層次由簡而繁的建構學生的系統觀察視角。系統思考學習，不僅代表新技法的習得，補足過去思考不夠全面的缺點。另一方面，系統思考所能應用的面向廣泛，更容易引導學生將技能落實在生活中，或是應用在各領域的學習上，本文從系統思考的意涵進行探討，整理系統思考的各項工具，嘗試將其應用於教學中，期能拋磚引玉，未來能有更多的系統思考課程於資優班實施。

參考文獻

十二年國民基本教育課程綱要總綱（2014）。中華民國一零三年十一月二十八日教育部臺教授國部字第 1030135678A 號令訂定發布。

王承豪（譯）（1999）。**系統思考實用手冊**（J. O’Connor & I. McDermott 著：The art of systems thinking: Essential skills for creativity and problem solving）。臺北：世茂。（原著出版於 1997）

杜強國、周美婷、蔡嘉芳（2017）。系統思考教育在臺灣中小學的實踐——以惜福文教基金會為例。**中等教育，68**(4)，117-140。 doi: 10.6249/SE.2017.68.4.09

邱昭良（譯）（2017）。**系統思考——克服盲點、面對複雜性、見樹又見林的整體思考**（D. H. Meadows 著：Thinking in systems: A primer）。臺北：經濟新潮社。（原著出版於 2008）

惜福文教基金會（2008）。**看見變化的樣子——影響孩子未來的八堂課**。臺北：商訊。

惜福文教基金會（2013）。**見樹又見林**。臺中：惜福文教基金會。

惜福文教基金會（2015）。**見樹又見林 2**。臺中：惜福文教基金會。

郭進隆（2004）（譯）。**第五項修練——學習型組織的藝術與實務**（P. M. Senge 著：The fifth discipline：The art and practice of the learning organization）。臺北：天下遠見。（原著出版於 1990）

陳穎堅、王少玲（譯）（2017）。**系統思考** Systems one（D. L. Kauffman, Jr.　著：Systems one: An introduction to systems thinking）。香港：香港聯合書刊物流有限公司。（原著出版於 1980）

陳伊瑩（2013）。**見樹又見林——系統思考教學與未來人才培育之個案研究**（未出版之碩士論文）。國立政治大學，臺北。

楊振富（譯）（2002）。**第五項修練 IV ——學習型學校**（N. Cambron-McCabe, T. Lucas, B. Smith, J. Dutton, & A. Kleiner 著：Schools that learn — A fifth discipline fieldbook for educators, parents, and everyone who cares about education）。臺北：

天下遠見。（原著出版於 2000）

楊朝仲、文柏、林秋松、董綺安、劉馨隆（2011）。**系統思考的即戰力**。臺北：書泉。

齊若蘭（譯）（2013）。**第五項修練 II——實踐篇上思考、演練與超越**（P. Senge, A. Kleiner, C. Roberts, & R. B. Ross 著：The fifth discipline fieldbook: Strategies and tools for building a learning organization）。臺北：天下遠見。（原著出版於 1994）

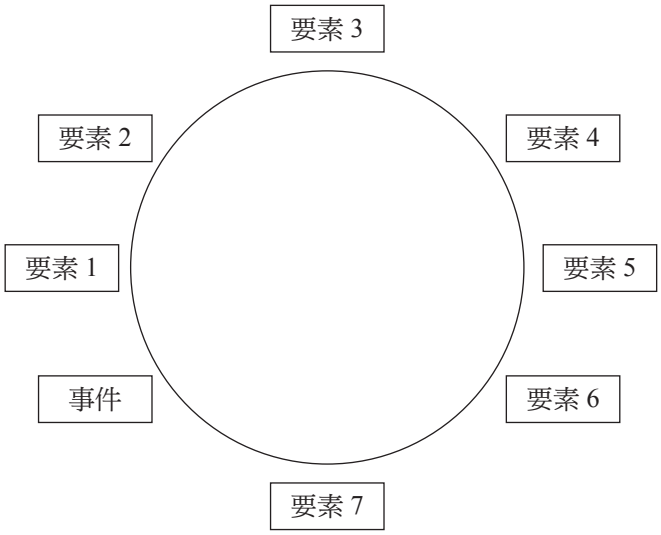
Bishop, P. C., & Hines, A. (2012). *Teaching about the future*. New York, NY: Palgrave Macmillan.

Ong, A. C., & Borich, G. D. (2006). *Teaching strategies that promote thinking: Models and curriculum approaches*. Synergy, Singapore: McGraw-Hill.

Senge, P. M. (1990). *The fifth discipline: The art and practice of the learning organization*. New York, NY: Doubleday/Currency.

附錄一　系統思考教學教案：系統思考看問題

<table>
<tr><td>科目</td><td>■創造力　□領導才能
□情意發展　□獨立研究</td><td>應用方式</td><td>■單獨設計
□融入（ ____ 學科）</td></tr>
<tr><td>單元名稱</td><td>系統思考看問題</td><td>適用對象</td><td>高年級資優生</td></tr>
<tr><td>活動時間</td><td>1 節（40 分）</td><td>設計者</td><td>馮理詮</td></tr>
<tr><td>設計理念
與
教材分析</td><td colspan="3">本課程為 DFC 問題解決歷程：感受、想像、實踐、分享，四階段歷程中的「想像」階段課程，在融入了系統思考的概念及技法之後，引導學生能夠嘗試以系統的觀點取代以往線性的因果觀。
在實際進行問題解決之前，本課程先以範例故事，進行圓上因子圖的練習，引導學生將各要素間進行連結，形成初步的系統。在教學過程中，先協助學生區辨點狀的事件要素與要素間形成的系統，對於一件事的解釋力及問題的解決力的差別，之後鼓勵學生藉由圓上因子圖的繪製，將各項要素化為若干圓上因子圖，最後根據不同的圓上因子圖進行詮釋。</td></tr>
<tr><td>核心素養</td><td colspan="3">特創 -E-A2
具備蒐集資料來源的能力與習慣，判斷處理順序與設定選擇標準，善用各種方式提出多種解決問題的構想</td></tr>
<tr><td>學習表現</td><td>1. 特創 2a- Ⅲ -3：利用科技與不同資訊擴大主題的連結性。
2. 特創 2b- Ⅲ -2：分辨問題的本質與判斷問題的關鍵因素。</td><td>學習內容</td><td>特創 B- Ⅲ -7 系列性組織策略</td></tr>
<tr><td>學習目標</td><td colspan="3">1、能整合不同的要素間的相互關係，繪製出圓上因子圖。
2、能針對問題所形成若干圓上因子圖，清楚的詮釋圖中所代表的故事。</td></tr>
<tr><td>參考資料</td><td colspan="3">惜福文教基金會（2008）。看見變化的樣子－影響孩子未來的八堂課。臺北：商訊。</td></tr>
<tr><td>評量
規準</td><td colspan="3">
<table>
<tr><td></td><td>實習生</td><td>入門</td><td>小專家</td></tr>
<tr><td>系統內在連接</td><td>能找出構成要素間的內在連接，但並不完整。</td><td>能夠完整的根據問題的要素，繪製出多個圓上因子圖。</td><td>完整的連接各個問題要素，且在過程中區辨出主要、次要的要素，或是找出新的要素。</td></tr>
<tr><td>解釋力</td><td>圓上因子圖僅形成 1 個問題發生的脈絡網。</td><td colspan="2">圓上因子圖將所有要素連接，形成複雜的問題脈絡網，能夠從中解釋問題發生的多種複雜成因。</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

關鍵概念	教學流程	教學時間	教學資源	評量方式
系統思考「整體觀」	**一、今日的問題可能來自昨日的解** (一) 播放投影片，講述「五項修鍊的故事：冰山的一角」 (二) 引導討論，根據文本歸納出事件發生的可能原因。 (三) 說明為何單一因素改善對事件的趨勢無效，歸納出線性的問題解決方式往往治標不治本，可能造成後續的問題。	10mins	天下文化出版：五項修鍊的故事 4：冰山的一角	
	二、嘗試以系統觀點看見全貌 (一) 引導學生將文本所歸納出的要素分類，並說出分類的理由。 (二) 導入圓上因子圖的操作技法，引導學生將各要素置入，並以箭頭表示要素間相互的脈絡關係。  	20mins	圓上因子圖學習單	繪製 2 張以上的圓上因子圖
	三、用系統說故事 發表繪製完成的圓上因子圖，並進行同儕互評，一方面找出最具解釋力的圓上因子圖，一方面思考有無遺漏的重要因素。	10mins		應用規準進行同儕互評