

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告
統整課程課程發展之意義、模式、原理與運作規律：
系統典範與分形理論的觀點

Curriculum Development of Integrated Curriculum: Probing Its Meaning, Model, Rationale and
Evolving Rules From System Paradigm and Fractal Theory Perspectives

計畫編號：NSC 90-2413-H-004-016

執行期限：90年8月1日至91年7月31日

主持人：黃譯瑩 執行機構及單位名稱：政治大學教育學程中心

一、中文摘要

本研究旨在跳動至系統典範觀點探究與辯證「統整課程及其系統分形模式」，旨在為人類對統整課程的「認識」多尋找一條「出路」；多一條出路就多一個選擇，人類可以在不同時機、從不同的選擇中決定自己應該怎樣地參與課程系統的演化、或可以怎樣地讓課程系統參與自己的演化。研究報告分七部分：（1）歸納系統典範主要思維；（2）分析從「實物、人類為中心」與「系統、存有自己為中心」的觀點出發所產生的認識；（3）以系統思維、信息論觀點再次認識「課程」、「統整課程」與「課程發展」等存有；（4）建構並說明「統整課程之課程發展模式」；（5）用分形理論辯證統整課程的分形特質、以及其課程發展「系統分形模式」的演化與形成；（6）討論人類應用系統分形模式的原則；（7）提出本研究對於「尋找另一條認識的出路」的認識。

關鍵詞：分形理論，系統分形模式，系統典範，信息論，統整課程

Abstract

The Taiwan enterprise, official and academic have been participating, planning and facilitating curriculum integration for more than five years. Based on the worldview transiting to systems paradigm, this research aims to reknow integrated curriculum and the system-fractal model for integrated curriculum development in order to search another way out for knowing. For any new way found or opened in the reknowing process will create and store for human beings one more choice

for the evolution. The follows are successively explored or interpreted: (1) the main thoughts of systems paradigm; (2) the knowing based on the human-centered VS system-centered worldview; (3) the reknowing on the existence of “curriculum,” “integrated curriculum,” and “curriculum development” from the viewpoints of systems paradigm and information theory; (4) the curriculum development model of integrated curriculum constructed from the systems perspective; (5) the fractal characteristics of an integrated curriculum system analyzed from the fractal theory viewpoint, and the evolution and formation of the “system-fractal model;” (6) the principle for human beings to apply the system-fractal model into practice; and (7) the reknowing “on searching another way out for knowing.”

Keywords: fractal theory, system-fractal model, systems paradigm, information theory, integrated curriculum

二、緣由與目的

「統整課程」以及「統整課程如何地發展、發展了什麼、何以能發展」一直是人類在不同領域研究中重要的認識對象之一，這可從不斷地有不同尺度的人類系統於不同時空，宣示「統整」、「統整課程」或「課程統整」為心靈、教育、社會革新之理念並加以推動的歷史中得知（黃譯瑩，1998）。本研究以文獻分析與邏輯證立為研究方法，跳動至系統典範（systems paradigm）觀點來探析「統整課程」以及「統整課程之發展模式」的過程，是一種從人類以自己為課程存有

的中心之注意力的躍遷：把視野放在人類系統與課程系統參與彼此發展、相互依存與創生的關係，觀照與察覺課程系統本身的結構、目的、功能與運作。然而，如同典範躍遷（paradigm transition）的精神所揭示（黃譯瑩，2002），本文跳動至系統典範觀點探究「統整課程」及統整課程之發展模式的目的，並非在「置換或否定」任何現有典範所產生的解釋，也不在與現有典範所反映的認識產生「對立或衝突」，而是讓系統典範思維作為另一種探究與辯證存有的旨趣，開展自己存在的價值與引發啟蒙的可能性。

三、結果與討論 1：課程系統、課程發展、課程統整

（一）課程系統之意義、組成與範疇

課程系統（C, curriculum）以人類（H, human being）與信息（I, information）兩大子系統為組成基本元素（ $C = \{H, I\}$ ），是兩者交互作用下而形成的具有空間（於形態、邊界）與時間（於存續、發展）上獨特性的有機整體（C 的範疇 = $f(H, I, t)$ ）。

（二）「課程系統」的發展：系統的屬性與運作

以信息與人類為組成的課程系統是一個複雜系統，元素數目繁多，關係頻繁且複雜，出現多層次結構與多層次交互作用，各子系統出現新質，整體亦出現新特質。對照第四章所探析的系統屬性與分類可以發現：課程此一複雜系統是一開放系統，自組織且高度有組織，具耗散結構、能動態有序地運作，且此有序狀態與非平衡渾沌狀態相互嵌含、互為演化方向；以下進一步說明課程系統的運作：

1. 課程系統能對環境「開放」、又同時「獨立」地進行系統內部的運作

課程系統能對環境「開放」、又同時「獨立」地進行系統內部的運作，也就是說，課程系統能開放地與環境交換物質、信息與能量，又同時能獨立地以自身需求出發來選擇、處理與轉化物質、信息與能量，具自我維生、新陳代謝或複製相似自我的功能，有自己的發展目的與演化時機。

2. 「複製」、「分化」與「統整」是課程系統進行自組織的主要運作機制

「複製」、「分化」與「統整」三者使系統兩類組成即信息、人類、以及兩者交互作用而形

成的連結組織可以在數量與功能上不斷增加，補充因新陳代謝所帶來的損耗、並因應環境變化所帶來的不適，以利自身的繼續「生存」。

3. 課程系統經由「非線性」作用持續其動態發展

課程系統內部各元素並不存在著絕對獨立、均勻與對稱的「非線性」關係時，才可能讓系統整體維持遠離平衡態的動態有序；使擾動有機會引起漲落，讓系統產生新秩序、繼續新秩序的動態發展。

4. 課程系統具有「生命」、與其他系統「共同演化」

課程系統具有「生命」、與其他系統「共同演化」，也就是說，課程系統具有成長、臨界點變化、失調、衰老、死亡等性質，與其他大小系統相互作用（如政治、經濟、社會等複雜系統，或熱力學、機器等簡單系統），同時自己也參與著更大型複雜系統的演化。

5. 課程系統會視自己的「需求」，為自己找尋當時可能的「出路」

課程系統會視自己的「需求」，為自己找尋當時可能的「出路」，例如，當系統內部從多元異質朝向單調同質發展時（英國、美國兩大課程系統近年來希冀朝國家本位發展），其創化的機會降低，複製功能使系統在穩定狀態中運作，顯示系統當時對穩定的需求；而當系統內部從單調同質朝向多元異質發展時（台灣、香港、中國大陸各課程系統近年來均企圖朝學校本位發展），非線性運作功能蓬勃，顯示了系統整體對儲存更多蛻變能量、以提高自己創化契機的需求。

（三）課程系統的「統整」

如前所述，「統整」乃課程系統自組織的主要運作機制之一。相較於「分化」機制運作時、將同時使各元素與各子系統彼此之間的交互作用減弱，「統整」機制是在分化結果之間建立連結並加強系統內部的交互作用，提高了系統內引發漲落的可能性，促使課程系統在發展過程中其信息、人類、連結子系統、以及系統整體在本質出現「突破性更新」（breakthrough renewal）的契機。例如，一個胚胎在發育的早期以基因的複製、細胞的分裂使這個生命具備足夠的組成，化學信號原只在幾個細胞之間傳遞，之後藉著細胞的收縮與移動，胚胎內細胞出現不同專長的分化，隨著分化、細胞愈需與其他細胞互動互助以共同存活，非簡單加和可得的生命行為與能力如

感情與思考，遂於以神經系統中化學信號聯繫幾兆個細胞的統整機制運作過程中湧現（Hoagland & Dodson, 1995）。「統整」機制為生理生命與心靈生命帶來突破現狀、湧現新質的機會，之於複雜自組織系統如社會系統、經濟系統、課程系統等等亦復如此。

（四）「『統整課程系統』的發展」

以黃譯瑩於 1998 年針對課程系統在知識論、心理學、教育學、社會學領域中運作統整機制的發現為基礎，從系統典範觀點出發，並本文提出「統整課程系統」在發展過程中其目的、主要結構、功能以及系統非加和性，如下：

1. 普遍運作規律與目的

任一課程系統所具有的「統整」機制其普遍運作規律即「不斷地、蓬勃地在各種尺度連結中建立連結」。課程系統進行「統整」的目的在滿足自己對「存在與突破性更新」的需求。

2. 尋找出路與主要結構

內在需求與外在條件使然時，課程系統將選擇並放大系統中「統整」機制的信息「不斷地、蓬勃地在各種尺度連結中建立連結」，以使系統為自己的「繼續存在」與「突破性更新」找到出路。一個「統整」機制蓬勃運作的課程系統將使系統內部湧現「統整課程系統」的體質，亦即系統將朝著形成信息統整（Information-with-Information integration, III）、知己統整（knowledge-with-self integration, KSI）、己我統整（self-with-self integration, SSI）、我世統整（self-with-world integration, SWI）相互嵌含的主要結構而發展，統整課程系統內部的四大統整子系統因而逐漸成形（圖 2，註 6）。需要注意的是：在以下說明中：「信息」、「知（識）」、「己」、「我」、「世」等字代表的是某種尺度的信息系統或人類系統，指涉的是從小尺度的單位整體、到不同尺度的「信息」、「知（識）」、「己」、「我」、「世」整體。

3. 功能與系統非加和性

無論信息統整、知己統整、己我統整或我世統整，作為統整課程系統內部運作「多元中的一元」，各自均具有存在的獨特價值。同理，對於包含統整課程系統的更大複雜系統而言，統整課程系統的功能也以自身獨有的系統整體性來參與更大系統整體的演化，「對於統整的『理性』」就是統整課程系統中所湧現的一個重要的系統非加和性。

要先注意的是因為對於未知信息而言，人類可以做的是「認同」與「謙虛面對」，但無法卻得知其統整的運作，也因此還無法進一步地與未知信息統整；未知信息有轉為已知信息的可能，作為已知信息（經人類意識活動的信息、即知識），人類才有與之建立連結的機會，也因此信息統整的運作中還包含著人類對存有「持續的探索」以使更多的未知信息成為已知信息。

信息統整中未知信息之間、未知與已知信息之間、以及已知信息之間的統整，要進一步地連結在知己統整的結構中，信息統整中的連結才會在統整課程系統整體中找到意義、並使信息統整有更多突破性更新的機會，可以說：信息統整「讓知己統整找到自己存在的道理」。知己統整中知識與個人意義之間的統整，要進一步地連結在己我統整的結構中，知己統整中的連結才會在統整課程系統整體中找到意義、並使己我統整有更多突破性更新的機會，可以說：知己統整「讓己我統整找到自己存在的道理」。己我統整中自我與形成自我的歷程內容之間的統整，要進一步地連結在我世統整的結構中，己我統整中的連結才會在統整課程系統整體中找到意義、並使己我統整有更多突破性更新的機會，可以說：己我統整「讓我世統整找到自己存在的道理」。而統整自我與系統整體的我世統整，又要進一步地再連結在探索萬事萬物豐富關連之間的發現與轉化、即信息統整的結構中，我世統整中的連結才會在統整課程系統整體中找到意義、並使我世統整有更多突破性更新的機會，亦即，我世統整中「系統整體運作規律與演化型態」以及自我對「萬事萬物運作之道」的領悟與參與才可能有不斷得以躍遷的可能，可以說：我世統整又「讓信息統整找到自己存在的道理」。簡言之，系統內部四大子系統進一步地相互嵌含、彼此延續，而讓統整課程系統整體湧現一種「能夠覺察『統整』與『系統自我』存在的道理」之「對於統整的『理性』」（即 knowing the why and why-why about “integration”），很明顯地，這理性的運作基礎並不同於個別子系統的性質、或子系統個別功能之簡單相加。

四、結果與討論 2：統整課程系統的發展—系統分形模式

（一）「統整課程系統」之分形特質

從分形其「組成部分與整體以某種方式彼此相似」之定義來看，統整課程系統可以說是一種自相似性隨機分佈、自相似層次有限的無規分形。同時以前述對系統典範與分形理論的認識為基礎，本文提出對統整課程系統的分形特質之解析：

1. 統整課程系統以普遍運作規律，產出豐富的、不同尺度的局部

前述本文歸納出統整課程系統之結構與內涵包含信息統整、知己統整、己我統整與我世統整四大子系統，然而，從統整課程系統「不斷地在各種尺度的連結中建立連結」之系統普遍運作規律來看，整個統整課程系統內部結構、或上述四大子系統其各自內部結構必然蘊含著或不時產生豐富的、各種不同尺度的「連與結」次系統，展現統整課程系統「擁有某種範圍內難以計數、精細的局部」之分形特質。

2. 統整課程系統其分形局部也具系統獨特性

人類尋求整體與局部之間「異中有同」的特質、以「求同」為焦點時，仍應尊重各種存在本身的特質以及其間原有之差異；「對差異與多元存在價值的認同與尊重」是「分形」得以揭示自然世界中各種客觀存在其形態、結構複雜度與其間自相似性之奧秘的基本依據。因此，具有獨特非加和性質的統整課程系統其中各個子系統也均是具有獨特性質的複雜自組織系統，亦即，各子系統雖具與統整課程系統整體之間的相似性，也如前所述同時擁有作為一個系統自己運作的獨特性與存在目的。

3. 統整課程系統之整體與局部、局部與局部之間具自相似性

依分形理論，統整課程系統整體與其任一子系統之間、或是信息統整、知己統整、己我統整與我世統整子系統彼此之間，除了具有在功能上（普遍運作規律均是「不斷地在信息與各種尺度的連結中建立連結」）與目的上（系統演化共同目的都在「存在與突破性更新」）等方面的自相似性之外，統整課程子系統與系統整體之間還具有在形態上其主要結構方面的自相似性；例如，信息統整子系統仍由相互嵌含著的信息統整、知己統整、己我統整、我世統整四個主要結構建構而成，而知己統整、己我統整、我世統整子系統內部也會出現此四個結構。

4. 整體與局部或局部與局部之間的自相似

性具程度或層次上的差異

統整課程系統整體與其任一子系統之間、不同尺度子系統之間，其形態、信息與功能的自相似性具有程度與層次上之獨特性與差異（差異的內涵視人類所選取的尺度與觀點而定）。例如，「以我世統整為基礎的己我統整」能使己我統整的結構、運作與功能「在統整課程系統整體中找到意義、並使己我統整具有更多突破性更新的機會」，要比單獨只有「己我統整」子系統的運作、結構與功能來的更複雜；又如，「以我世統整為基礎的己我統整」與「以知己統整為基礎的信息統整」在其功能上或系統演化目的上雖具自相似性，然自相似的程度與層次並不同。

5. 統整課程系統整體與局部之主要結構均相互嵌含與彼此延續

我世統整是指「自我對萬事萬物運作之道一種不斷的、持續的領悟與參與」，其中所聯繫的「系統整體運作規律與演化型態」實蘊含在萬事萬物任一信息裡，在信息之間不斷建立連結的信息統整過程中，人類從自己有能力認識的統整信息繼續擴展自己在我世統整中對「萬事萬物運作之道」的認識；這也就是說，我世統整若非植基於萬事萬物信息彼此之間建立連結的信息統整中，我世統整的連結：「系統整體運作規律與演化型態」以及「自我對萬事萬物運作之道的持續領悟與參與」將減少不斷得以更新的契機。是故，從「信息統整又可以作為我世統整的基礎，而使我世統整中的連結在統整課程系統整體中找到意義、並使自身有更多突破性更新的機會」這樣的認識，來看統整課程系統其「局部與整體或與其它局部之間具有自相似性」的特質，可得知統整課程系統中四大子系統應是相互嵌含、彼此延續地發展：信息統整、知己統整、己我統整、我世統整、信息統整、知己統整、己我統整、我世統整.....，同時，這樣相互嵌含、彼此延續發展的系統結構也蘊含在各子系統之中、以及局部的局部裡。

6. 描述統整課程系統其結構複雜度的分維是介於3至4之間

一複雜自組織系統開始其有機生命之後，系統整體有新陳代謝的進程，然其中分形子系統與元素也具有各自成長、臨界變化、衰老、死亡之運作規律、發展範疇與時機，對系統整體、以及對其中不同尺度子系統或組成個體而言，各自生命發展的「時間」是相對而非絕對的，或可以說

各有各的時間刻度。以此推知，描述統整課程系統其形態或結構之複雜度特徵量的分數維度應是介於 3 至 4 之間，而統整課程系統之客體存在空間的經典維度仍為 3。

7. 時間是相對的，統整課程系統的整體時間從所有局部的個體時間中湧現

統整課程系統中大量不同尺度的子系統(局部)其個別目的與個別行動之交互作用，將形成了一種乍看之下毫無秩序可言之渾沌狀態，但從分形的觀點來看，統整課程系統中必然蘊含著具自相似性的系統普遍運作規律與演化型態，以及這個統整課程系統中一個共同的時間刻度。一個複雜自組織系統(整體)的生命與其組成子系統或元素(個體)的生命同時存在，但意義與進程不同，且此一系統也必然嵌含在更大複雜系統之中參與其演化(通常整體的生命較長遠於其中組成個體的生命，例如，社會系統的時間之於其中組成個人的時間，個人生命的時間之於其中組成細胞的時間)。「時間的絕對」是指將「觀點」跳動到所有存有之外，看到那一個作為人類之間共通語言的、普適性且單向不可逆的時間維度。而這裡「時間的相對」在說明於一系統內部所看到的不同尺度子系統或元素其生命發展具有各自的時間刻度。

(二) 系統分形模式的演化

所謂「系統分形模式的演化」是指經由相似與簡要原則而建構的模式往真實複雜系統趨近的還原歷程，從圖 2 到圖 6 的圖像企圖模擬統整課程系統的發展。

1. 圖 3 呈現圖 2 統整課程系統之兩大重要組成與系統之主要結構，由時間軸來展現原圖 2 未能動態呈現的此系統主要結構之同時發展的特性。首先，延續圖 2「系統分形」的主要概念，圖 3 中統整課程系統的主要結構由信息統整、知己統整、己我統整、我世統整等子系統相互嵌含，在反映前述從系統典範的觀點對統整課程系統之結構、內涵與運作的研究結果；人類軸、信息軸加上時間軸表達了統整課程系統是一種四維空間的存有；而圓錐體用以說明統整課程系統是具有三度空間範疇以及動態發展機制的實體；圓錐體頂點始於座標軸中一點是表示此統整課程系統其生命的開始。再次注意：「信息」、「知(識)」、「己」、「我」、「世」等字代表的是某一尺度的信息系統或人類系統，指涉的是從小尺度的單位個體到不同尺度的「信息」、「知(識)」、「己」、「我」、「世」

整體，統整課程系統的範疇與所可以包含、有能力包含的人類系統、信息系統與時間之尺度相關。

2. 圖 4 取圖 3 中統整課程系統的任一局部以信息統整子系統為例，開展其相互嵌含、彼此延續的內部構造。從前述統整課程系統之分形特質：(1)「信息統整又可以作為我世統整的基礎，而使我世統整中的連結在統整課程系統整體中找到意義，使自身有更多突破性更新的機會」、以及(2)「局部與整體或與其它局部之間具有自相似性」來看，使統整課程系統之任一局部均具有信息統整、知己統整、己我統整、我世統整、信息統整、知己統整、己我統整、我世統整、信息統整.....等相互嵌含、彼此延續發展著的結構。

3. 圖 5 取圖 4 中統整課程系統整體或局部的任一局部，開展其蘊含不同尺度自相似局部的內部構造。圖 4 呈現統整課程系統整體或局部其內部結構相互嵌含並延續發展的特徵，而這樣相互嵌含、延續發展的結構也蘊含在其中的任一局部，再加上複雜自組織系統具有「某種範圍內難以計數、精細的局部」之性質，此兩者使系統中任一局部其內部結構蘊含著或不時產生豐富的、各種不同尺度之自相似局部。

4. 圖 6 取圖 5 統整課程系統整體或局部中的任一局部，還原統整課程系統或其任一局部的結構與發展狀態。其中任一局部的發展狀態以具有箭頭的直線作延伸，傳達了系統整體、子系統、次系統等不同尺度的局部可以不斷變動地發展、進行新陳代謝的信息；其中，再以虛線的逐漸收斂代表某一統整課程系統局部之趨近衰老與死亡。

(三) 系統分形模式的形成

所謂「系統分形模式的『形成』」是指以「相似」與「簡要」為原則為動態發展的統整課程系統建構出「系統分形模式」，是故從上述圖 6 回溯到圖 2 可以說是統整課程系統發展模式的形成歷程，此處不再反覆敘述。從圖 6 回溯到圖 2 的歷程中要特別加以補充的是：從前述統整課程系統分形特質的探究可知，系統中任一局部其內部結構蘊含著或不時產生豐富著各種不同尺度的自相似局部，這些尺度不同的子系統環環相扣地互動著、參與著包含本身的更大系統之演化，但卻具有各自的系統獨特性與時間刻度，亦即具有各自的成長、臨界點變化、衰老與死亡之運作機制與時機，其時間刻度是相對而非絕對的。這也就是說，圖 6 裡統整課程系統任一局部中各種尺

度的局部實際上均具有其各自的時間軸。然而本文在回溯至圖 2 的模式建構歷程中，圖中均以一個時間軸來刻畫系統發展的圖像，這是因為如前所述：系統中大量不同尺度子系統（或局部）其個別意志與個別行動交互作用下所形成的一種乍看之下毫無秩序可言之渾沌狀態，將如同看起來像是沒有意識的自然系統一般，其中的特性殊相彼此沖銷，終將浮現出有助於系統整體發展的普遍運作規律來為自身開闢道路，在一個統整課程系統裡，所有相對的時間刻度中也將浮現出系統整體用以發展整體的一個共同的時間規律。

五、成果自評

（一）充分合理地提供一條認識統整課程的出路

人類藉著各種探究方式讓自己對萬事萬物的認識不斷加增，而「對認識的再認識」是人類個體或整體其認知發展的重要關鍵。對統整課程及其發展模式之「再認識」帶來的是一種對參與課程系統發展之可能方式的「考慮」，能夠藉由對不同認識的「再認識」、而促使「考慮」的出現，可以說已經發揮了「再認識」的重要目的。這樣的「考慮」不一定能即時地促成可以與「認識」相互呼應的「行動」，不同尺度的人類系統有參與課程系統整體發展的義務。同時也有滿足當時自身運作目的的需求，這種對統整課程及其發展模式之再認識、為不同尺度的人類系統所提供的這種「考慮」，無論是否成為最有利於自己當時運作的選擇，卻至少「讓自己未來的發展多了『另一條出路』」。

如所有複雜自組織系統一般，人類會對「出路」產生認識與尋找的內在需求至少有三種可能：一是因為現況已出現了困頓，一是對未來有所期待與憧憬，一是先儲備自己未來面對困頓的信息與能量；三種可以獨立成因、也可以同時發生。當然，複雜自組織系統在演化過程中會走到另一條出路也有可能是一種突變的結果（對人類而言，有可能會視之為是一種「偶然」，這是因為本身在突變臨界點時還未察覺到其內外部因素的交互作用已達到臨界點，就頓時經歷了突變）。「出路」，帶來的不是必然的或可預測的結果，然而總是多一條出路就多一個選擇，人類可以在自己發展過程中的不同時機、從不同選擇中決定：自己應該怎樣地參與各個有機系統及系統整體的演化、或可以怎樣地讓各個有機系統

及系統整體參與自己的演化。任一種對於統整課程的「認識」都是人類與課程系統繼續發展的一條「出路」，本文自系統典範的思維、以及以系統理論中的信息論與分形理論觀點對統整課程系統及其發展模式---系統分形模式---所提出的上述認識與辯證，也是選擇之一。

（二）研究主題本身的突破

本研究部分研究內容曾於九十一年度中華民國課程與教學學會年會中發表，然本研究以「信息」概念釐清先前論文較模糊的「課程系統之組成與範疇」部分，連帶也修訂了原「系統分形模式」中主要結構的指稱、以及對於模式形成與演化的詮釋和圖像。對於完整化課程系統理論的辯證基礎，本研究有明顯異於先前探究的突破性進展。

（三）系統分形模式之應用

欲促進「XX 課程」研究的發展（例如，科學課程、活動課程、社會學習領域課程等等），「課程」基礎研究的突破誠然是重要關鍵，需要的是對「根本」更充分的洞察與創意，本研究雖未直接探究「對 XX 課程之應用」，然研究報告之第陸、柒部分論述已經提供了多種引伸的可能性。

六、參考文獻

請洽研究者（yyhuang@nccu.edu.tw）。