



# 以複雜科學觀點探討國民教育幼兒班 教學訪視輔導機制之策略思維

陳惠珍／國立屏東教育大學幼教系助理教授兼圖書館館長

## 一、前言

複雜科學 (complexity science) 的系統思維源於自然科學，而後被廣泛應用於社會科學各領域，並促進了自然科學與社會科學兩大領域的交流與合作。複雜科學系統涵蓋之相關理論包括有一般系統理論 (general system theory)、自組織理論 (self-organizing theory, 或稱耗散結構理論)、混沌理論 (chaos theory)、突變理論 (catastrophe theory)、協同理論 (synergetics theory)、碎形理論 (fractal theory) 等多重構面之論述，因此複雜科學系統至今尚未有一明確之定義，例如：Morel與Ramanujam (1999) 認為複雜系統中存在著大量的互動元素，而且本身具有融合形塑的特質；Richardson與Cilliers (2001) 則將複雜系統解釋為是一個包含大量實體之系統，其間展現出高層次非線性的互動關係與連動變化；Lissack與Letiche (2002) 更是將複雜系統視為一些觀念、詮釋及分析工具的集合，且推論複雜系統的研究實際上並非僅是一獨立學門，而是兼具複合角度解析之科學。亦正因為這些理論之多樣性與延展性，使複雜科學觀點因而對社會科學領域提供了嶄新的科學思維模式與理性剖析方法。本文先簡述各相關理論的論點，然後抽解出複雜科學觀點的核心概念，最後再把梳出適用於國民教育幼兒班教學訪視輔導機制之策略思維。

## 二、複雜科學之相關理論

### (一) 一般系統理論

一般系統理論 (general system theory) 致力於探究潛藏於各類回饋系統的深層原則，透過回饋過程進行系統調整、統合與制約 (von Bertalanffy, 1968)，探索有助於複雜系統行為控制的回饋機制與系統原則，故以往傾向於將模型簡化處理的化約主義 (reductionism)，逐漸被模擬系統間互動關係的作法所取代，因而系統的整體特性不但取決於個別元素的特性，亦同時與元素間的交互作用息息相關。

### (二) 自組織理論

自組織理論 (self-organizing theory) 又稱之為耗散結構 (dissipative structure) 理論，主要在解釋世界中秩序存在與演化的過程，其理論闡述系統如何從均衡到遠離均衡、從線性到非線性的自組織過程，同時揭示了系統中有序與無序的矛盾以及相互轉化的機制和條件。自組織理論的形成必須衍生於開放系統之中，透過外界物質與能量的輸入，伴隨內部非線性動力過程的引導作用，隨機漲落 (order through fluctuation) 的擴大，促使系統進入遠離均衡 (far from equilibrium) 的不穩定狀態，進而在某個臨界點 (threshold) 或分歧點 (bifurcation point) 上，自發地形成新的有序穩定結構，使得系統變得更複雜且組織化 (Prigogine & Stengers,



1984)。簡言之，自組織理論強調秩序的出現（emerge），解釋系統從混沌通往有序（chaos to order）的收斂性演化過程（陳朝福，2003）。

### （三）混沌理論

混沌理論（chaos theory）主要探究非線性動態系統在變化過程中所呈現的混沌現象。系統隨時間的演化，透過非線性、更代及反饋的過程，系統內存在著各種微小、隨機性的改變，而任何渺小不起眼的事件或現象，在紛擾不可測的混沌中，即可能扮演著具影響性的關鍵角色，進而帶來強大而無法預見的後果，即所謂「對初始條件的敏感依存」（sensitive dependence on initial conditions），亦稱蝴蝶效應（butterfly effect）（Richardson, 1984）。

混沌理論同時也探討潛藏在混沌表象後的內隱秩序（underlying order）。就宏觀面而言，系統軌跡具有某種特別的秩序與疆域，也就是系統行為聚合於特定的範圍之內，使得整體輪廓相當穩定。然而從局部觀察之，相鄰的軌跡會彼此排斥而產生指數分離（exponentially diverge），使得系統變化難以掌握且不可預測（陳朝福，2003；Crutchfield et al., 1986；Prigogine & Stengers, 1984）。換言之，混沌的運動狀態，具有一定的規律，但系統實際在運動時，又具有隨機性，也就是混沌為有序與無序矛盾的統一（洪世章、黎正中、涂敏芬，2004）。因此，混沌的秩序（chaotic order）即是一種自混沌中隱然若現，經分析整理後，從中可發現存在的潛藏秩序（hidden order）或潛藏模式（hidden pattern），如奇特吸引子<sup>1</sup>（strange attractor）與自組織（McKelvey, 2004, 2001）。

綜言之，混沌理論說明系統「從有序到

混沌」的發散性演化過程，強調混沌狀態中隨機性及確定性共存的獨特現象。也就是混沌現象發生於易變動的物體，在行動之初該物體極為單純，但經過連續變動之後，卻產生無法預測、始料未及之隨機效果，即是混沌狀態。然而，混沌現象並非全然雜亂無章，而是隱藏著某種秩序，且確定性與隨機性並存，在系統行為上呈現出自我相似卻不自我重複的特徵。

### （四）突變理論

突變理論（catastrophe theory）探討從漸變到突變的現象，也就是連續的因到達臨界點時，造成不連續的果而產生裂解之情形，常言所稱「壓死駱駝的最後一根稻草」即是最佳寫照（張婉菁，2004）。換言之，非線性動態系統通常是穩定的，只有在達到某特定臨界點時才會出現裂解現象，因此事先洞悉並透過微小的人為干擾，可使系統以漸變的方式從一平穩狀態轉移到另一種平穩狀態，避開突變的驟然發生。

### （五）協同理論

協同理論（synergetics theory）探究在微觀層級上處於遠離均衡狀態的系統，其內部各作用體之原動力（agents）透過相互合作，因而在宏觀面上產生高度組織化結構，此為微觀層級所未有的整體特性。易言之，系統中微觀無序的行為經由競爭與合作，由少數特定因子所主導的新行為模式因而顯現，且在支配作用持續發酵後，形成大規模吸引子力場，進而促使系統產生宏觀模型。（陳朝福，2003；Haken, 1983）

### （六）碎形理論

碎形結構（fractal theory），係指極其破碎而複雜，但是在不同尺度上呈現出自相似性（self-similarity）特質的簡單幾何、

<sup>1</sup> 奇特吸引子是決定系統動態行為的非線性軌跡或參數空間，具有吸引和排斥雙重作用的特點（Ruelle & Takens, 1971）。



結構、型態、屬性、功能或資訊，在重覆交換替代的過程中，創造出極複雜且具美感的圖形或物體樣。因此，碎形理論由幾何學出發，探索系統的統整性微觀行為模組，在特定的互動關係網中，透過不斷自我複製，影響周邊單元形成團體與延展效應，最後發展成宏觀結構（陳朝福，2003）。

### 三、複雜科學之核心概念

#### （一）整體取向之非線性複雜因果法則

不同於傳統化約取向的線性因果法則，整體取向之非線性複雜因果係指當系統的控制參數達到特定臨界值時，系統內部彼此互動的元素能夠在沒有任何行動規劃下，自發地從無序走向有序狀態，或者從簡單有序狀態朝向複雜有序狀態轉化的現象（陳朝福，2003；Ashby, 1962；Stacey, 1996）。此種從個別元素無序轉化至整體有序的因果情形乃是元素間非線性互動下的自然結果，並非個別元素傾向於追求秩序所導致。

#### （二）系統整體大於部份總和之零整關係

系統整體並非等於部份之加總，而是大於部份之總和，此乃宏觀現象的產生。宏觀現象是指局部、微觀層次的內部元素決策模式以及與元素的互動過程中導致整體、宏觀層次模式或結構的出現，易言之，複雜科學系統通常具有多層次的結構，而低層次的系統元素透過自組織的方式，致使在高層次上展現新穎且統整的結構或型態（陳朝福，2003；Anderson, 1999；Goldstein, 1999；Holland, 1995）。因此，宏觀整體新現象的產生雖來自個別元素的組合與互動，但此新現象卻無法以化約分析的方式，從單一元素中觀察而得，所以是整體大於部份總和。

#### （三）動態非均衡之思考邏輯

上述整體取向之非線性複雜因果，其發

生之前提為系統必須處於不穩定之狀態。也就是就微觀機制而言，當個別元素與其他元素之互動為鬆散網絡連結時，系統呈現偏離穩定狀態，而當此動態非均衡之情形達到臨界點或分歧點時，則可透過外部能量的輸入，驅動元素自發地重塑連結關係並向特定型態聚集（Holland, 1995；Smith & Gemmill, 1991），或是透過自動催化（auto-catalysis）作用<sup>2</sup>的發揮，促進系統內部諸元素間的協同合作，使得系統朝向新的有序結構演化（Haken, 1983）。因此，系統必須處於遠離均衡（far from equilibrium）的狀態，才能夠不斷從環境中輸入能量，並在分歧點上達到微觀自組織與宏觀系統演化之目的（Prigogine & Stengers, 1984）。

#### （四）奇特吸引子之聚合作用

奇特吸引子是一個引力中心，吸引系統動態行為軌跡的點集合，其作用是將系統的行為收斂於固定的型態或範圍之內（McDaniel & Walls, 1998；Stacey, 1996），因此奇特吸引子的出現代表系統將從結構不穩定狀態趨向於結構穩定狀態，且引力聚合歷程賦予特定某些事物聚焦深化，有助於吸引系統元素的整合力，使系統發揮聚集與流動的特質，是促進奇特吸引子形成的重要觸媒。因此，奇特吸引子為誘發系統內部之無序狀態可以其為核心，逐漸自發地組織起來，故具有啟動微觀自組織與形成系統宏觀現象的重要功能（Holland, 1995；Clippinger, 1999）。

#### （五）回饋作用促使系統之質量互變

「質量互變」為漸變與突變間的交互關係，也就是當變化的量隨著時間持續累積（量變），在達到臨界點或臨界規模（critical mass）時，導致系統在本質上發生轉變（質變），同時系統在質變之後，又進入另

<sup>2</sup> 指系統元素在自組織過程中彼此自我增強的作用（Marion, 1999）。



一個量變累積的階段，直到下一次的質變（Waldrop, 1992）。然而，量變的起源卻是系統內部非線性回饋的作用。系統內部同時交織著正向回饋與負向回饋的效果，正向回饋即是報酬遞增（increasing return），負向回饋為報酬遞減（decreasing return）。報酬遞增的自我增強傾向可促使系統偏離均衡狀態，有助於系統發揮自組織與自動催化的功能，驅動量變的累積，進而超越臨界點並達成質變或宏觀秩序的展現；報酬遞減的自我穩定傾向則可使系統在新的質變狀態下趨於穩定（Anderson, 1999；Arthur, 1994）。由上述可知，遠離均衡的狀態有益於產生新的有序結構（Macintosh & Maclean, 1999）。

#### 四、國民教育幼兒班教學訪視輔導機制

國民教育幼兒班（以下簡稱國幼班）原為國教向下延伸之概念。但因政府財政困難以及普及化、優質化衝突之難解，故而轉以提供弱勢地區及五歲弱勢幼兒接受普及與優質之幼兒教育，並將國幼班相關計畫修正為「扶持五歲弱勢幼兒及早教育計畫」（以下簡稱扶幼計畫），以提供弱勢地區與一般地區經濟弱勢（低收入戶及中低收入戶）之滿五歲幼兒充分的就學機會。扶幼計畫除了保障五歲弱勢幼兒的受教權益外，同時也積極檢視弱勢地區的幼教生態，以期建構優質之幼教環境，改善幼兒受教品質，其具體之執行策略為：（一）推動試辦國幼班，以公立幼稚園為主要供應者，供應量不足地區納入私立幼稚園及公私立托兒所。就讀公立國幼班之學童每位每學期最高補助學費新台幣2,500元；就讀私立國幼班者每位每學期

最高補助學費10,000元。（二）進行教學訪視輔導機制，由中央訂定試辦國幼班教學訪視、輔導與評鑑要點，並成立試辦國幼班教學訪視、輔導及評鑑小組，參與試辦國幼班之地方政府則成立訪視輔導小組，並且定期檢討與評估國幼班試辦成效，以提昇國幼班之教育品質（教育部，2005）。

扶幼計畫於93學年度先在離島地區辦理，94學年度起加入原住民地區（教育部，2005），95學年度起擴及全國滿五歲之經濟弱勢幼兒，包括低收入戶幼兒及中低收入戶幼兒，實施範疇涵蓋15縣，每縣均設有國幼班教學訪視與輔導小組，小組成員為訪視委員及巡迴輔導員。各縣之訪視委員由教育部安排，邀請任教於大學幼教或幼保系的教師擔任，其職責為督導、諮詢、協調各區的教學訪視目標與執行策略，每月應至少一次由巡迴輔導員陪同抽訪國幼班；巡迴輔導員則由各縣挑選有經驗之優秀幼稚園教師擔任，其職責為輔導現場國幼班教師之教學，故須定期<sup>3</sup>進班觀察、諮詢、指導國幼班教師，以優化國幼班之教育品質（張孝筠，2005，2007）。

#### 五、複雜科學觀點與國幼班教學訪視輔導機制之策略思維

（一）運用遠離均衡狀態以突破既有束縛，達成宏觀結構轉換

有鑑於遠離均衡的不穩定狀態是引發系統質變的前提條件，也是形成新的有序結構之必經歷程，故辨識出潛藏遠離均衡的狀態或強化系統內部的優勢擾動，是達成系統宏觀結構轉換的機會（Lichtenstein, 2000；

<sup>3</sup> 迴輔導員有專、兼任之分。專任巡迴輔導員每星期至少應安排3天以上入班進行實地觀察及輔導之行程；兼任巡迴輔導員則是每星期至少安排1次入班之訪視行程。



Macintosh & Maclean, 1999; McKelvey, 2001; Smith & Gemmill, 1991)。國幼班教學訪視輔導機制雖有統一之教學訪視及輔導工作手冊，但每縣因地方體制、風土型態、教育文化、組織脈絡之不同，對教學訪視與輔導工作手冊所載明的工作內容、實施步驟、表件繳交等事項常會意見迥異，這些異議可視為營造遠離均衡的最佳時機，先瞭解不同聲音縣市的細部實施情形與建議，同時賦予各縣彈性處理的權限，並對於局部施行成效佳者進行強化、擴大規模，以引發宏觀轉換，達成提昇幼教品質的目的。

### (二) 善用奇特吸引子以誘發微觀自組織，形成宏觀嶄新現象

奇特吸引子具備與系統成員達成共鳴 (resonance) 的潛力，因此若善用以協助倡導理念，可引導成員相互地溝通與聯繫，形成網絡，有助於形塑成員對於演化方向之共同認知，先在局部層次 (local-level) 發酵產生自組織現象，進而形成宏觀嶄新現象 (Clippinger, 1999; Haken, 1983; Smith & Gemmill, 1991)。因此，國幼班教學訪視輔導機制可依成員屬性 (訪視委員、巡迴輔導

員、國幼班教師)，分別發掘該屬性之奇特吸引子，然後運用局部自組織現象擴大奇特吸引子的影響基礎，並透過掌握自組織的步調與環節牽動成員的集體行動，在持續自組織與奇特吸引子強化的作用下，國幼班教學訪視輔導機制於宏觀層次上將逐漸呈現新的有序結構，並具有某些獨特的整體性質。

### (三) 應用正向回饋以超越臨界點，達成宏觀秩序形塑

自動催化可強化奇特吸引子的影響力，促使初始鬆散的網絡連結朝向特定型態集聚，帶動系統的演化 (Clark, 1999; Kauffman, 1995; Holland, 1995)，而正向回饋則有助於系統成員在自組織過程中彼此增強的自動催化功能，進而加速系統結構的轉型 (Arthur, 1994; Lengnick-Hall & Wolff, 1999; Marion, 1999)。換言之，正向回饋可驅動微觀層級漲落的累積，透過起伏的放大超越臨界點而形塑宏觀秩序。因此，國幼班教學訪視輔導機制除了各項規定與限制的擬定外，亦需思考各種正向實質與非實質的回饋方式，使教學訪視輔導機制朝積極面演進，呈現朝氣與活力，並維繫機制的統整性，形塑宏觀秩序。

## 參考文獻

- 洪世章、黎正中、涂敏芬 (2004)。以混沌觀點探討產業發展。管理學報, 21, 391-410。
- 張孝筠 (2005)。九十四學年度國民教育幼兒班教學訪視與輔導小組工作手冊。台北市：教育部。
- 張孝筠 (2007)。九十六學年度國民教育幼兒班教學訪視與輔導小組工作手冊。台北市：教育部。
- 張婉菁 (2004)。霧裡見花：以複雜科學觀點探討職場女性地位發展。國立中央大學人力資源管理研究所未出版博士論文。
- 教育部 (2005)。扶持五歲弱勢幼兒及早教育計畫。台北市：教育部。
- 陳朝福 (2003)。組織轉型研究：新科學典範的創造性演化觀點。國立臺灣大學商學研究所未出版博士論文。
- Anderson, P. (1999). Complexity theory and organization science. *Organization Science*, 10, 216-232.
- Arthur, W. B. (1994). Increasing returns and path dependence in the economy. Ann Arbor, MI: University of Michigan Press.
- Ashby, W. R. (1962). Principle of self-organizing dynamic system. In H. von Foerster & G.W. Zopf (Eds.), *Principles of self-organization* (pp. 255-278). Pergamon Press.



- Clark, A. (1999). Leadership and influence: The manager as a coach, nanny, and artificial DNA. In J. H. Clippinger (Ed.), *The biology of business: Decoding the natural laws of enterprise* (pp. 47-66). San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- Clippinger, J. H. (1999). *The biology of business: Decoding the natural laws of enterprise*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- Crutchfield, J. P., Farmer, J. D., Packard, N. H., & Shaw, R. S. (1986). Chaos. *Scientific American*, 255, 46-57.
- Goldstein, J. (1999). Emergence as a construct: History and issues. *Emergence*, 1(1), 49-72.
- Haken, H. (1983). *Synergetics: An introduction*. Berlin: Springer.
- Holland, J. H. (1995). *Hidden order: How adaptation builds complexity*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Kauffman, S. A. (1995). *At home in the universe: The search for laws of self-organization and complexity*. New York: Oxford University Press.
- Lengnick-Hall, C. A. & Wolff, I. A. (1999). The similarities and contradictions in the core logic of three strategy research streams. *Strategic Management Journal*, 20, 1109-1132.
- Lichtenstein, B. (2000). Emergence as a process of self-organizing: New assumptions and insights from the study of non-linear dynamic systems. *Journal of Organizational Change*, 20, 526-544.
- Lissack, M. R. & Letiche, H. (2002). Complexity, emergence, resilience, and coherence: Gaining perspective on organizations and their study. *Emergence*, 4(3), 72-94.
- Macintosh, R. & Maclean, D. (1999). Conditioned emergence: A dissipative structures approach to transformation. *Strategic Management Journal*, 20, 297-316.
- Marion, R. (1999). *The edge of organization: Chaos and complexity theories of formal social systems*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- McDaniel, R. R. Jr. & Walls, M. E. (1998). Professional organizations stuck in the middle: A complex adaptive systems approach to achieving organizational turnaround in adverse situations. *Advances in Applied Business Strategy*, 5, 131-152.
- McKelvey, B. (2001). What is complexity science? It is really order-creation science. *Emergence*, 3(1), 137-157.
- McKelvey, B. (2004). Toward a complexity science of entrepreneurship. *Journal of Business Venturing*, 19, 313-341.
- Morel, B. & Ramanujam, R. (1999). Through the looking glass of complexity: The dynamics of organizations as adaptive and evolving systems. *Organization Science*, 10, 278-293.
- Prigogine, I. & Stengers, I. (1984). *Order out of chaos: Man's new dialogue with nature*. New York: Bantam Books.
- Richardson, G. P. (1984). Loop dominance, loop polarity, and the concept of dominant polarity. *Proceedings of the 1984 International Conference of the System Dynamics Society*. Oslo, Norway.
- Richardson, K. & Cilliers, P. (2001). What is Complexity Science? A view from different directions. *Emergence*, 3(1), 5-23
- Ruelle, D. & Takens, F. (1971). On the nature of turbulence. *Communications Math Physics*, 20, 167-192.
- Smith, C. & Gemmill, G. (1991). Change in the small group: A dissipative structure perspective. *Human Relations*, 44, 697-716.
- Stacey, R. D. (1996). *Complexity and creativity in organizations*. San Francisco, CA: Berrett-Koehler.
- von Bertalanffy, L. (1968). *General system theory: Foundations, development, and applications*. New York: G. Braziller.
- Waldrop, M. M. (1992). *Complexity: The emerging science at the edge of order and chaos*. New York: Simon & Schuster.