科學教育學刊
1997, 第五卷第一期， 111-136

EJ51-1997-111

論　壇

科學認識論及方法論之機械化約觀與有機系統觀之比較

林財庫
國立高雄師範大學　物理系

（投稿日期：85年7月8日，接受日期：85年9月3日）

摘要：本文從西方自然科學的發展史及認識史中，研究“有機系統思想”之發生與發展的過程，以之與現在仍爲科學界之思想主流的“機械化約思想”（機械論與化約主義 (Reductionism) 之合稱）作比較。我們以邏輯思維的一般架構（即 概念、論斷（原則）、推理（原理）、體系）對此兩類思想體系作有系統的整理。詳細的討論它們的差異性及互補性，以彰顯有機系統思想的重要價值和深刻的意義，並以十數門近幾十年來新興的綜合性科學技術理論（合稱現代系統理論）的結果來驗證這種思想的正確性和可靠性。根據這種有機的系統觀點，任何物質系統皆與生物系統一樣具有很多的層次、層級與層面，其運動、變化、發展、轉化、進化等之過程與機理皆牽涉到不同層次、層級、層面間互爲因果之反饋的循環。根據我們對絕緣薄膜之研究（林財庫， 1990 ， 1996 ）及對“易經”六爻結構之瞭解（林財庫， 1994 ），我們提出上述變化、發展、轉化、進化等的機制包含七個循還返復的環節，分別是(1)激（突）變過程(2)潛藏過程(3)擴張過程(4)轉化過程(5)成熟過程(6)高峰過程(7)不穩定過程。

關鍵詞：科學認識論，科學方法論，現代系統論，機械化約論，教材與教法。

壹、研究的背景

科學史是人類認知和認識活動成果之歷史記錄，美國當代研究科學哲學的名家 Kuhn (1922 ～) 就極力強調想要瞭解“認識”之發生和發展的一般規律，必不能忽略科學史的研究。(Kuhn, 1962; 1977) 考察西方自然科學的發展（認識）史發現：（例如，苗力田， 1989 ； 1990 ；羅素， 1991; Bernard, 1982 ）。

一、就任何同時代的空間而言，都有兩大思想體系並存，一是以原子論及化約 (Reductionism) 思想（註一）爲核心的機械化約觀，另一是以系統整體性及有機關聯性爲核心思想的有機系統觀。

二、就時間的先後而言，則可粗分爲四個時期（階段）：

㈠第一個時期是公元約二世紀之前，古希臘時代之“原始的哲學綜合時期”。在此階段上述之兩大思想體系相互滲透、互補互助，因此分化並不明顯，（很多當時重要的學者，都同時具有這兩種思想，例如 Demokritos 及亞里斯多得等）體系亦未成熟，所以自然科學通通統整在哲學之下，故稱“原始的哲學綜合時期”。

㈡第二個階段，大約從公元二世紀至歐洲的文藝復興。此時期亞里斯多得的有機思想體系是自然科學的主流，有機系統觀佔了絕對的優勢，但因當時它只是爲宗教（神學）及政治服務，所以內容並沒有成長多少，其代表性人物諸如經院哲學家 Eriugena (800-877) 、 Auselmus (1033-1109) 、 Abaelardus (1079-1142) 、 Ibn Sina (980-1037) 、 Ibn Roschd (1126-1190) 等，此時期可稱爲是有機系統觀的停滯時期。

㈢第三個階段大約從文藝復興至本世紀初，可稱爲是近代機械化約觀（以下簡稱 MR 觀）的全盛時期。此時期之自然科學處於極度分化的階段，以化約論 (Reductionism) 及線性單向機械因果論（ MR 觀的主要原理）爲核心思想的科學認識論及方法論主導絕大多數科學家的邏輯思維方式。在此時期有機系統觀（以下簡稱 OS 觀）雖也有相當程度的發展（參下），但它明顯的只是個配角，而且還常常參雜著機械觀的論點。此時期之 MR 觀的代表性人物很多，遍佈自然科學的各個領域，甚至擴及社會科學及人類科學（心理學、行爲科學、思維科學等），通稱之爲“牛頓群”。至於 OS 觀的代表性人物則主要是笛卡爾、萊布尼茲、史賓諾斯、康德、黑格爾、法拉第 (Faraday)

及馬克斯威爾 (Maxwell) 等。

㈣第四時期從本世紀初至今（仍在發展中）可稱爲是基於現代物理學及現代系統科學之新的綜合化、整體化階段。其特點是以這些理論（有機系統觀）爲核心，站在前一時期之科研成果之上，重新整合自然科學之各個分支，使科學又逐漸回歸哲學的統一，這是本文所要討論的重點內容之一。

當代西方之科學哲學的研究以科學認識論及方法論爲主。根據他們的研究顯示（例如 Kuhn, 1962）：“科學家群體觀察、認識、詮釋自然的方式與他們的思維方式、概念、信念、世界觀和價值觀等等，都有著密切的關係。”。因此科學家們所獲得的研究成果以及其應用，都受制於他們既有的思想框架。現代物理學（例如相對論、量子力學、量子場論、量子電動力學、量子色動力學、S 矩陣理論、靴袢理論 (Bout Strap Theory) 等等），以及現代系統論（例如系統論 (system theory)、控制論 (cybernetics)、信息論 (Information Theory)、耗散結構論 (Dissipative structure)、協同論 (Synergetics)、混沌動力論 (Chaotic Dynamics)、突變論 (catastrophe theory)、超循環論 (Hypercycles)、碎形學 (Fractals)、分支理論 (Bifurcation theory)、重整化群 (Renormalization Group)、模糊數學、博奕論、運籌學、決策論、 圖論、網絡論及現代組織論等等）從科學與技術的各個領域，各個分科中揭露現在仍爲科學教育之主流思想的機械化約觀之思想框架的局限性，從不同的角度和深度闡示自然科學、社會科學以及人類科學等各領域中，各類“系統”（定義參下）之內外有機關係網絡（非 MR 觀之線性因果鏈）及其動態變化和發展的規律。用空前的廣度和深度來呈現現代科學和技術之整體化、綜合化的發展趨勢。利用上述這些理論及其實證結果爲基礎，以系統之有機變化的思想框架爲核心的科學認識論及方法論就稱之爲“有機系統觀”，簡稱系統認識論及方法論。本文嘗試由科學之發展史中研究 OS 觀的發生和發展的過程，比較、分類、概括、整理這些有機系統觀點，期望能在未來中、小學之科學教育的教材改進上提供參考。

貳、由科學史看有機系統思想之發展及其與機械化約思想之比較

一、原始的哲學綜合時期

西方有機系統思想的起源可以遠溯到古希臘時代。這時期自然科學所討論的問題主要是宇宙的本源（哲學之本體論）、物質之基本組成以及其運動、變化所遵循之規律等等，與哲學直接相關的內容。因爲對上述這些問題的看法不同形成很多派別（參下），但就“有機系統”的觀點來看，它們之間卻有一個重要的共識，那就是“整個自然界是一個彼此相互連繫的整體，可通過觀察、思考、推理（測）來解釋宇宙本源的問題，並相信萬物都是處在不斷變動與發展之中。”。以下我們就不同派別的主要思想來比較、分類、概括、整理它們的不同“有機系統”觀點：

㈠米利特 (Miletus) 學派（本源之系統整體觀）：

其代表性人物爲創派者泰勒斯 (Thales 624B.C. ~ 546B.C.) 及其弟子亞諾芝曼德 (Anaximander 610B.C. ~ 546B.C.) 和其弟子之友亞諾芝美恩 (Anaximenes 584B.C. ~ 525B.C.)。他們都將自然界看做是一個整體，泰勒斯認爲萬物的本源是水，萬物來自於水（由水生成）又復歸於水；曼德認爲萬物本源是一種無定物，沒有固定的界限和形質，它在運動中能分裂出冷與熱，乾與濕等對立物，這些對立物能自發的產生循環反復的現象，結果產生連續的不同變化（他或許是最早提出“對立”概念的人，而美恩則繼續發展這個概念）；美恩認爲萬物本源爲“氣”，氣通過濃縮和稀釋形成各種實體，物質的變化即是氣的變化。此學派著重討論宇宙之本源，故可稱其有機系統觀爲“本源之系統整體觀”。

㈡愛菲斯 (Ephis) 學派（本源之系統整體觀）：

其代表性人物爲創派者赫拉克利特 (Heracleitus 540B.C. ~ 475B.C.)。他認爲萬物的本源是火，物質不論其過去、現在或未來都是一團永恆的活火，永遠變動不居，在一定的分寸上燃燒，也在一定的分寸上熄滅。宇宙萬物皆追求對立，並從對立中產生和諧。例如：互相排斥的東西會結合在一起，不同的音調造成最美的和諧（音樂）。對立的事物皆遵守一個共同規律，那就是

周而復始、循環不已，而這種循環反復之規律的動力來源正是對立物之間相互的依存和相互的轉化，一切來自於一，又將復歸於一。他和米利特學派的思想對“系統存在的整體性原則”（參考例如 Piaget, 1968 ）有深刻的啓發，亦屬於“本源之系統整體觀”。

㈢畢達哥拉斯 (Pythagoras) 學派（數之系統整體觀）：

畢氏 (550B.C. ～ 479B.C.) 學派認爲“凡物皆數”（即“數”是萬物的內在本質），“數”不但是萬物的本源，而且有直接描述萬物存在的性質及其狀態的功能。此學派把“數”提升到純粹理性的抽象領域，認爲自然界的秩序（宇宙的調和與分配）與數的和諧有密切的關聯，只要知道宇宙的數學結構，將能明白宇宙的調和與分配的原則，此學派啓發人們以精確的定量方式揭示自然界的規律；並且指出“數”的時空結構（有序性）與大自然整體的穩定與和諧有直接的關聯等。這些都對有機系統思想整體有非常重要的影響。依其特性此學派可歸類爲“數之系統整體觀”。

㈣埃利亞 (Elea) 學派（理性之系統整體觀）：

其代表性人物爲帕門萊德 (Parmenides)，他認爲前人或者把萬物的本源歸結爲某種具體物質（例如上述㈠與㈡之“本源系統觀”）或者歸因於物質的“量的規定性”（例如㈢之“數的系統觀”），這些都只是“凡人的幻覺”，而非永恆不變的眞理。眞正的眞理只能靠理性（即邏輯思維）才能獲得。這裏所稱之“邏輯思維”是指一種以確定的抽象概念爲基礎，以思維的規律來進行判斷、推理與論證的思維方式，繼承這種思想的重要哲學家是柏拉圖 (Plato)，他認爲理性本身是自足的、圓滿的、無需外求，只有以它爲靈魂之辯證法所得到的結論才是眞實的、可靠的。他並且相信一切事物都是彼此相通的，一切對立的正反雙方也都是普遍聯繫、緊密的結合在一起。他指出“是否承認聯系是判斷有無辯證法之天賦的試金石，能從聯繫的觀點來看事物者就是一個懂得辯證法的人，不然就不是。”。這種以‘理性’爲基礎的系統整體觀，把精神、靈魂、人的主觀能動性 (Activity) 等引進客體世界之中，是現代系統論的一個重要的‘特徵’。

㈤物質之原子論（原子之系統整體觀）：

原子論的創始者留基伯 (Lencipus 500B.C. ～ 440B.C.) 及其學生德謨克利特 (Democritus 460B.C. ～ 370B.C.) 認爲宇宙中的物質是由無限多個完全相同

且不可分割的粒子（稱爲 atoms ）在空虛的無限空間中不斷急劇的、凌亂的運動，且相互碰撞形成漩渦所產生。 Atoms 本身堅實、緻密（不可入），且不可被毀滅也不能被創生（無生無滅）。其本身不停運動的原因不是受了外力，而是運動本身即是 Atoms 的基本屬性。運動中的各原子以不同的位置和秩序，遵循必然的規律形成各種複合物。例如固體是由原子間“連鎖”而成；流體是原子間失去纏結所致；而任何可感受的變化則是由於原子的運動、碰撞和來回奔騰所生。這種以“原子”爲基礎之系統整體觀對後來的機械化約論及現代系統論都產生重要的影響。

㈥逍遙學派（綜合的系統整體觀）：

其代表人物爲創始者亞里斯多德 (Aristotle 384B.C. ~ 322B.C.)。他是古希臘時代各種哲學思想（包括 OS 觀與 MR 觀）之集大成者，著作極爲豐富。在有機系統思想方面，他首先認識到系統結構與功能之非加和性及系統過程的目的性原則等。例如他的名言“（系統）整體大於其部份之和”以及他“四元素說”的自然位置論（目的論）。在機械化約思想方面，他寫了第一本系統研究運動學的專書，名爲“物理學”，此書爲後來機械力學的理論和研究方法提供穩固的基礎。但因當時學術風氣過度崇尚邏輯思維和推理，輕忽分析和實證的精神，所以他雖然十分傑出，能把分析和實證的精神和方法帶入“博物學”（解剖動物、搜集分類植物、昆蟲……等）卻意外的未用於“物理學”。因此在物理學方面，他歸納出很多具關鍵性的錯誤，例如地心說、四元素說、否定慣性說、厭惡眞空說、物體所受之力與速度成正比說，以及重物較輕物落下速度爲快說等等。因爲此派學說的特點是綜合 OS 觀及 MR 觀，故稱之爲“綜合的系統整體觀”。

二、近代科學的分化階段

亞氏之後的大約一千八百年之間，有機系統思想淪爲服務上帝（神學、宗教）和政治的工具，邏輯思辯變成是斷章取義、穿鑿附會，原有的智慧光芒和活躍的理性生機變成是一潭死水，其間雖然也出現過幾位智者，例如經院哲學家 Eriugena (800-877) 、 Auselmus (1033-1109) 、 Abaelardus (1079-1142) 、 Ibn Sina (980-1037) 、 Ibn Roschd (1126-1190) 等，但整體而言，有機系統的思想發展可謂不進反退。文藝復興之後，雖然機械觀成爲主流思想，但在此刺激之下

有機觀也在繼承古希臘智慧遺產的情況下續有發展。例如笛卡耳 (Den'e Descartes 1596 ~ 1650A.D.) 之“哲學原理”的以太漩渦論、史賓諾莎 (Bide Spinoza 1632 ~ 1677)“倫理學”中的“自因說”、萊布尼茲 (G. W. Leibniz 1646 ~ 1716) 的單子論 (Monadology)、康德 (I. Kant 1724 ~ 1804)“自然通史和天演論”之“星雲假說”、黑格爾 (G. W. F. Hegel 1770 ~ 1831) 之“有機哲學”（辯證系統觀），以及法拉第 (Faraday 1731 ~ 1810) 與馬克斯威爾 (Maxwell) 之古典場論、電磁理論等等。討論如下：

㈠笛卡爾之以太 OS 觀：

笛卡爾之以太漩渦假說試圖用一種充滿空間中的物質（以太 Ether，而非 MR 觀之原子和虛空）來說明自然界中物質的結構，並用漩渦（而非 MR 觀之超距作用）來解釋自然界中物體間的交互作用，認爲物質只有在相互接觸或經由以太爲媒介的情況下才能傳遞彼此間的交互作用。在認識論及方法論上，笛氏則比較注意從整體的觀點上來掌握問題，強調邏輯演繹法的重要性，利用理性直觀以尋求清楚明晰的原理和進行演繹推理。（ MR 觀則比較重視分析及邏輯歸納法）。

㈡萊氏的單子 OS 觀：

萊氏的單子論也是反對虛空、反對超距作用，並反對絕對的時空。他稱事物（包括精神）的最基本組成爲單子 (Monad)，與 MR 觀之原子論相同的是單子有個體性、特殊性、不可入性及不可分割性，不同的是單子本身圓滿自足，因而具有內在的活力（能動性）與生機（自有天地）。他接受古希臘諸賢及史賓諾莎自因說（即事物本身具有自己運動、變化、發展的潛力，而不需借助於外力（外因說），外因說是 MR 觀的主要見解），從 MR 觀之外在無機的機械外力中跳脫出來，直接進入到內在有機之生命活力的層次，以此來看待自然界的萬事萬物，並肯定精神在認識過程中的能動作用（ MR 觀之認識論把精神視爲消極被動，把認識過程看作是對外物刺激的消極機械反映）。單子本身圓滿自足自成體系，但從整體來看，所有單子又彼此聯繫，形成一種和諧的、一致的宇宙秩序，這種秩序是出於上帝的智慧，上帝根據“充足的理由”和“內在目的性”的安排，以一種“預定的和諧”來協調自然界的所有事物，以達成整體之平衡、自足和完美。他說：「靈魂（精神）遵守它自身的規律，形體也是如此，兩規律之所以匯合一致，乃是因爲一切

實體（包括靈魂（精神）及形體，皆由單子所組成）之間預定的和諧，而一切實體都是同一宇宙之表象。」；他又稱：「靈魂依據目的因的規律，憑借欲望、目的和手段來行動；形體則依據動力因的規律來行動，此兩者是相互協調的。」。單子論對現代之“系統哲學”有相當的影響。Wiener 稱萊氏爲控制論哲學之守護神 (Wiener, 1963), Bertalanffy 則稱萊氏之單子論深合系統理論的要旨 (Bertalanffy, 1968)。

㈢康德的批判（知識）系統觀：

康德也贊成自因說，並認爲運動能力是物質本身固有的屬性。他以“物理單子論”來修正萊氏“單子爲精神實體”之主張，並以“充滿活力的星雲物質”來取代“以太”。在他的宇宙發展模型（星雲假說）中，他首次把自然界的事物視爲是一種發展過程，用關聯、轉化和發展的動態觀點（而非 MR 觀之實體、孤立、靜態觀點）來研究大自然。

除此之外，康德的系統思想，還體現在其以“批判”命名的三部哲學巨著中（註 2 ）。在此三書中他明確的提出有關“系統”的三個重要特性，即

1. 內在目的性：此指系統結構與功能乃是因爲系統內在的某種目的而設；
2. 自我建構性：此指系統是由其組成部分有機的建構而成 ， 而非隨機的堆積（拼湊）而成；
3. 先天整體性：此指系統的整體形式、內容及各組成部分所處之位置等已在形成前就已預先被決定了。

另外，他還首倡“知識的系統觀”，把人類的認知過程區分爲三個層次，由低至高，分別爲感性、知性和理性知識等，前兩者都是先天認知能力與經驗的結合，是關於現象世界之知識，後者則是純粹思維的產物。他認爲人類思維的主要功能就是要把概念知識聯繫起來，經過比較分類後，再進行判斷、推理，然後形成一個思想體系（整體關聯之系統）。康德哲學中的範疇論，就是他之知識體系的分類學說，他按照傳統邏輯判斷、分類、抽象的基本原則把概念概刮爲 12 個範疇，分爲四組，分別爲：

1. 質（實在性、否定性、限制性）；
2. 量（單一性、複多性、總體性）；
3. 關係（實體性、因果性、共存性）；
4. 樣式（可能性、存在性、必然性）等。

這些範疇（基本概念）及思想體系對系統哲學的建立有相當深遠的影，對科學認識論也有相當的啓發。（林財庫，1996）。

㈣黑格爾的辨證系統觀：

與萊佈尼茲及康德一樣，黑格爾也是德國人，他融合認識論、邏輯學及辯證法於一爐，建立“辯證法系統觀”，其基本觀點是“系統的整體性”。他認爲系統是個“具體”的整體，而只有涉及事物之本質概念（非直覺、感官）的規定性，才是具體的。所以他說：“所謂具體，是指不同的規定和原則等的統一。因此概念之具體性表現爲多樣性的統一，而這個多樣的統一體是一個有機的整體，它不是一個凝固不動（靜態）的存在，而是一個辯證發展的過程。”。因此系統之整體性觀點的基本原則即是：

1.具體性（有機性、多樣統一性）及

2.發展性（進化性）。

辯證法即是研究系統整體之內在關聯及其運動、變化、發展之規律性的理論，而黑格爾之辯證哲學（系統觀）的主要內容即是闡述有關辯證規律之動態性及層次性。例如他有名的辯證法之三規律（三層次）爲：

1.量質互變律；

2.對立滲透律；

3.對立統一律。

這三定律（三層次）分別論述其“自然哲學”之機械力學篇、物理化學篇及有機生命篇等之內容，也與其“邏輯學”之存在論、本質論及概念論等一一對應。因此就辯證法自身的辯證發展而言，它表現了層次遞進的特點（質與量互變是起點，相互滲透是中介，對立統一是終結，同時也是新的起點），它是一個“自成起結”的進化圓圈。恩格斯說：「黑格爾第一次把整個自然的、歷史的和精神的世界描寫成一個系統和一個過程。他把它們描寫成處在不斷的運動、變化、轉變和發展之中，並企圖揭示這些變化和發展的內在規律！」

㈤法拉第 (Faraday) 與麥克斯威爾 (Maxwell) 的 OS 觀：

同上述其他人一樣，法拉第也反對原子論、反對虛空及超距作用。他用假想的電力線及磁力線的觀念來解釋帶電體之間磁性體之間以及電磁感應之間的交互作用，認爲電力和磁力是空間（稱爲電磁以太空間）固有的一種基本屬

性，並非是由帶電體及磁性體所產生。此與 MR 的觀點不同。（牛頓群認爲力是物質的一種屬性，且可在虛空中經由超距作用影響其他物質。）法拉第認爲整個空間不但充滿力線及電磁以太，還充滿一種稱爲“場”的物質，並且以此來取代“物質是由原子組成”的觀點。除此之外，法拉第的有機系統思想還包含在他的所有重要的成就之中，例如：

1. 電磁感應定律的應用（電動馬達、發電機）；
2. 電解定律（把電能轉變爲化學能）；
3. 磁光效應；
4. 統一五種不同的電（分別爲摩擦電、化學電、磁力電、熱力電及生物電等）。

這些結果都充分的體現自然界中物質與能量的相互關聯和相互轉化的關係，與 MR 觀十分不同。

麥克斯威爾繼承法拉第的思想並加以發揚。他不但認爲電場和磁場事實上是一個不可分割的整體（同屬電磁場的一部份）還預言交變的電磁場本身就是一種波，並稱之爲電磁波，且預言可見光就是一種電磁波。他在 1862 年引進位移電流和漩渦場的概念，以兩組偏微分方程式來定量的刻劃電磁場的轉化和電磁波的傳播速度。以嚴謹的數學展現出大自然的完美對稱性，把電、磁、光及熱輻射等理論統一起來。這對後來狹義相對論有關鍵性的啓發。

三、新興的綜合化、整體化階段

進入 20 世紀之後，有機系統觀得到進一步的發展，例如狹義相對論統一了時與空、物質與能量、物質與運動；廣義相對論統一了時空與物質（質量）；統一場論嘗試統一自然界的四種基本交互作用；量子力學統一了波動性和粒子性，斷續性與連續性、必然性與偶然性；量子場論統一了粒子與場；量子統一場論（超對稱理論）統一了玻色子和費密子；耗散論、協同論（註 3）、分叉論等統一了必然性和偶然性（決定論與機率論），可逆與不可逆；存在與演化；對稱與對稱破缺；平衡與非平衡；簡單性與複雜性、混沌和有序、層次與結構、結構與功能；突變論統一了質變與量變（註 4）；碎形學統一了有限與無限、一與多；一般系統論、超循環論等統一了整體與部份、整合與分化、保持與進化（註 5）。控制論統一了因與果（互爲因果）、反饋與控制等等。這些 20 世紀的新興理論

都不再研究“實體”本身（這是 MR 觀的核心概念），而是研究“實體間的關聯”或稱事件、信息等；不再只是研究實體間線性的交互作用，也同時考慮事件間非線性之耦合；不再只是研究封閉系統的單向因果律和單值決定論，也開始能接受開放系統的互爲因果論和多值機率論等（參表一）。它們都把宇宙（世界）間的一切，看成是各種事件交互連鎖的動態因果關係網絡。在這個網絡中沒有任何部分的特性是比其他部分更根本（即任何一部分的特性都可以從其他部分推導出來），各部分之間的整體自洽性決定整個網絡的暫時結構（有如萊布尼茲所稱，“預定之和諧”）。以下我們就大略的介紹現代系統理論的發展情形：

現代系統論的發展可分爲三個階段。第一階段是在本世紀的 40 年代，生物學家 Bertalanffy 在 45 年第一次提出“一般系統論”，數學家 Wiener 在 48 年發表“控制論”，同年數學家 Shenlong 發表了“通訊的數學原理”確立信息論之誕生。 經過 50 年代到 60 年代這三個理論結合起來，爲現代系統論建立了一個初期的框架，也爲其理論基礎提供基本的概念和原理，爲不同於傳統科學之“範式” (Paradigm, Kuhn, 1962, 1977) 的形成催生（即不同於以分析、歸納法爲主的科學方法，例如機械化約論）。這三個重要理論的主要內含對皮亞傑的結構主義和發生認識論有相當的影響，其大略內容討論如下：

㈠一般系統論

一般系統論對複雜的開放性系統進行最基本的規範，研究系統的基本模式、原則、和規律，並以數學方程來定量的描述系統的功能，例如

$$\frac{dQ_i}{dt} = f_i(Q_1, Q_2, \ldots Q_n)$$

其中 $Q_i(t)$ 表示系統中某組成元素的某些性質或量度。由此式知任一 Q_i 之量值的變化都會牽連到所有的 Q ，因而是所有 Q 的函數；反之，任一 Q 的變化也會影響到 Q_i 以致整個系統的變化。由此知系統是一個由動態（隨時間變化）之相互關聯的元素所構成的整體，沒有系統內部的動態變化就沒有系統表面的靜態統一。

㈡控制論

控制論對系統的目的性行爲、反饋控制過程、最優化過程及狀態（結構）變化等規律進行分析，以證明技術系統與生物系統及社會系統之間存在某種功

能上的統一性（類似性）。其最簡單的情形之一爲

$$Y(t) = F(X(t))，\qquad F = f(Y(t))=f(F(X(t)))$$

其中集合 $X(t)=[X_1, X_2, ... X_n]$, $Y(t)=[Y_1, Y_2, ... Y_n]$

分別表示對客體之輸入與客體對輸入之反應（輸出），F 爲泛函數（以函數爲其元素之集合）。

㈢信息論

信息論主要是研究信息的獲取、變換、存貯、傳輸及處理等的一般性科學。它解決通信技術之編碼與抗干擾的問題，提高通信系統之傳輸效率和可靠性。信息論定義信息爲負熵，表爲

$$I=-K\Sigma P_i \ln P_i$$

其中 Pi 爲 n 個可能事件中任一事件出現的概率，K 爲常數，I 表信息量。它對認知心理學之理論及模式的建構有相當的貢獻。

第二階段是以系統工程論、工程技術方法論及運籌學等爲代表的各種應用性系統科學，它們從各個領域的不同角度提出解決系統理論及系統工程之組織及管理的方法論，使系統科學在應用中不斷接受檢驗和發展，第二次世界大戰，美國和蘇聯的太空競賽，生產與管理的複雜化，電腦及其網路的出現等，都爲當時系統工程及管理理論提供發生和發展的基礎。

第三階段是 70 年代現代系統論的深化及突破階段，此時期最具代表性的理論有 Prigogene 的耗散結構論 (1977)、Haken 的協同論 (1983)、Thom 的突變論 (1977)、Eigen 的超循環論 (1979)、Mandelbrot 之碎形學 (1982) 及非線性動力學之渾沌論 (Chaotic dynamics) 等，這些理論揭示各種開放系統在各種不同的條件下運動、變化、發展、轉化、演化及進化等之規律。其中以引進物質系統具有自組織之能力的概念最具革命性。自組織包括自我組織、自我維繫、自我調控（節）、自我激發、自我循環、自我複製（包括自相似）、自我更新、自我參照、自我引導、自我超越（進化）等等，一般只有在生命体系中才能發生的現象和功能。自組織的理論主要是研究系統如何由原來分散、相對獨立的狀態形成一個具有整體結構及屬性之新系統的過程，它是一個不可逆過程。以下我們大略的介紹這些理論的基本內容。

㈠耗散結構論 (Prigogene, 1977)

耗散結構論的主要貢獻是從熱力學的基礎上證明開放系統在與外在環境交換足夠大量的物質、能量或信息後會使系統處於遠離熱平衡的狀態，因而產生違反熱力學第二定律的“負熵”效應，使系統從相對的無序狀態（熵增加）變成有序（熵值降低，稱爲耗散結構。 這是產生自組織效應的充分條件）。它是研究這種耗散結構之性質、形成、穩定性及其演化之規律的科學。其基本表式爲

$$dS = dSi + dSe$$

其中 dSi 表系統內部熵的增加量（熱力學第二定律），dSe 表系統與其環境交換物質、能量或信息等所引起之熵的變化量，dS 表系統之總熵。在遠離平衡（非線性非平衡）的情況 $dSe \ll 0$ ，$dS<0$ 系統的秩序度（組織程度）因而增加。

㈡協同論 (Haken, 1983)

協同論進一步證明這種情形（自組織）不需在遠離熱平衡的情況下也可發生，只要外在的輸入（控制參數）大到足以激發系統內部非線性的協同效應和相干效應。其基本方程爲

$$\frac{\partial q_i}{\partial t} = N(\vec{q}, \vec{\alpha}, t) + F(t)$$

其中 q 表秩序向量（或稱狀態向量），a 表控制參量，皆爲向量，t 表時間，N 爲多項式，表具確定性的非線性驅動力。a 爲此多項式之係數，F(t) 爲隨機性之漲落。

㈢超循環理論 (Eigen, 1979)

超循環理論的主要貢獻是證明生命之起源和發展的化學階段與生物學階段之間，存在一個巨分子的自組織過程。在這個不斷進化的自組織過程中，形成今日我們所知之統一的遺傳密碼之細胞結構。這種統一的遺傳密碼的形成是由於在此過程中形成所謂“超循環式的組織”，它具有一旦建立就永遠存在下去的“選擇機制”。這裏所謂的“超循環”是指催化功能的超循環，任何生命現象都包含有許多由梅的催化作用所形成之各種循環，而較基層的循環又可組成複雜度較高的“超循環”，同理，超循環之間又可組成複雜度更高

的超循環，以此類推。此循環中的任一個元素不但能自我複製，還可對它的下一元素的產生提供催化作用（自催化）。超循環理論可解釋生物的一些生殖、遺傳、變異、進化等的特徵，從不同的側面揭示系統的形成和進化之內在機制與發展規律。其描述“選擇”之動力學模型爲

$$\frac{\partial X_i}{\partial t} = (A_iQ_i - D_i)X_i + \Sigma\varpi_{ik}X_{k<G}$$

其中下標 i 表所有可以被區分的自複製單元， Xi 是種 i 的種群數目， Qi 是一個變量，表種 i 被正確複製之比例， Qi 越大表示此種類被精確複製的片段越多，因此 AiQiXi 表種 i 的合成率， DiXi 則表其分解率，因此 (AiQi − Di)Xi 表其種 i 之代謝率，ϖ_{ik} 表第 k 個自複製單元通過突變而成爲 Xi 的突變率，ϕ_i 是種 i 之遷移通量，是開放系統在代謝的過程中必備的條件。上式整個運動方程式的意義是：每一個自複製單元的變化速率等於該單元之合成率減去分解率，加上因突變而增加的量，減去遷移量。

㈣突變論 (Thom, 1977)

突變論的主要貢獻是利用拓撲學、奇異點、微分方程、和結構穩定性等，完全抽象的數學理論，來描述、分類系統的穩定狀態（或稱形相 (form) ，是系統的一種共性），並研究系統如何由一穩定狀態發展（漸變或突變）至另一穩定狀態的過程、種類、及其遵守之規律。其主要內容參考系統認識論及方法論之思想體系初探（林財庫， 1996 ）。

㈤渾沌論 (Moon, 1994)

渾沌論的主要貢獻是從動力學的觀點出發，研究系統在時間序列上的演化問題，揭示系統如何從有序狀態通向渾沌的過程，並研究渾沌的特徵、實質、發生等之機制，以及如何描述、控制、和利用渾沌。其具代表性之方程式爲迭代方程式

$$X_{n+1} = K(1 - X_n)X_n$$

其中常數 $K > 0$ ， $1 > X_n > 0$ ，這是 Feigenbaum 所提出的一種由週期倍增通向渾沌的機制。此方程式可顯示渾沌理論的一個共同特徵，即渾沌結構及其測度之普適性。前者指系統趨向渾沌之過程的相位路徑分叉的情況及其定量之特徵與該過程之具體內容無關；後者則指同一迭代過程在不同的測度

層次之間相互嵌套之結構相同。

(六)碎形學 (Mandelbrot, 1982)

碎形學的主要貢獻是從幾何學出發，研究系統在空間序列上的演化問題，嚴謹的呈現大自然中之系統，在各種層次和尺度上，所存在之相似的現象，相似的結構，相似的過程，相似的功能，相似的信息，相似的變化規律等等。

與傳統之科學研究相較，上述現代系統論不著重研究特定型態的具體系統（例如天體、物質、生物、社會、心智等等系統）而是研究它們的共性。揭示它們共同的變化過程和本質之規律、機理等。它並不把研究的對象視爲純粹的實體，討論其基質構成及其變化、發展的原因（如 MR 觀），而是在對象的發展過程中研究它們動態的功能行爲。

在表 1 中我們系統的比較物理學及其他自然科學之機械化約觀與有機系統觀。分別就兩者之基本（核心）概念、基本（核心）理論、基本原則以及邏輯思維之特徵等等作比較，以揭示兩種“思想框架”的差異性及互補性。

表 1 ：物理學之機械化約觀與有機系統觀之比較

機械化約觀（經典力學）(MR)	有機系統觀(OS)（現代物理及現代系統論)(MST)
1.核心概念：存在實體、作用	1.核心概念：事件、信息、關聯（RT、QM、MST)
a. 時間、空間與實體都是絕對的、獨立的、眞實的（可感知）	a. 時間、空間與實體都是相對的，彼此爲有條件之統一體及容許超感覺的認知 (RT 、 GRT 、 MST)
b. 空間內一無所有（眞空）	b. 空間中充滿場、能量（元氣）
c. 交互作用主要是線性的	c. 交互作用（關聯）主要爲非線性
2.核心理論：原子論、機械力學（線性因果律)	2.核心理論：場論（單子論、中國元氣論等）、現代系統理論
3.基本原則：	3.基本原則：
a. 化約論原則（個體性原則）	a. 有機論原則（整體性原則）(MST)

b. 單值決定論、單向因果律（必然性、可預測性）	b. 多值機率論 (SG, DS, BFC)、統計因果論、互爲因果論、因果網絡論、因果長鏈論，必然與偶然統一論 (QM、QFT、MST)
c. 實在論原則（主體與客體分離）	c. 主客體統一 (MST)
d. 可逆性原則（對稱與守恆）	d. 可逆與不可逆統一 (SG、DS)，對稱與對稱破缺統一 (QCD、QED)，守恆與不守恆統一 (MST)
e. 簡單性原則（理論、自然律的客觀簡單性）	e. 簡單性與複雜性統一 (MST)（一與多統一，理一分殊、萬殊歸一）
f. 連續性原則（所有主要的物理量都是連續的）	f. 連續與斷續統一 (QM、MST)
g. 精確性原則（任何不確定皆可克服）	g. 容許不確定，認其不會影響精確性原則 (QM、MST)
4.邏輯思維之特性：	4.邏輯思維之特性：
a. 比較重視邏輯分析法、歸納法及實證法	a. 比較重視邏輯綜合法、演繹法，並在無法實證的情況下（例如微觀、宇觀）接受邏輯思辯的結果。
b. 外因論（外力論）（精神被動，消極反映）	b. 內因論與外因論統一（自發與受迫綜合、組織與自組織共存）(MST)（精神能動，主觀進取）
c. 靜態循環變化觀（平面性）	c. 動態循環進化觀（立體層次性）(OS)
d. 局部、片面、個體	d. 全局、全面、整體 (OS)
e. 邏輯思辨內涵不明顯，若有則以“二律背反“爲主要思辯原則	e. 有邏輯思辯內涵，且以相反相成、互補互助、對立統一爲主要的思辯原則 (MST、DS)
f. 封閉系統，熵增加，均勻亂度大，近熱平衡狀態	f. 開放系統 (MST)，熵可正可負 (DS)，有結構，秩序性高 (MST)，可遠離熱平衡狀態 (DS)

g. 否定方向性及目的性	g. 具有方向性及目的性 (CN)
h. 整體爲個體之和（物質、能量等之守恆）	h. 整體大於個體之和 (MST)（物質與能量等守恆，整體之結構與功能等不守恆）(MST)
i. 主要爲宏觀層次	i. 適用於所有層次 (MST)（渺觀 (QFD、QCD) －微觀 (QM) －宏觀－宇觀 (RT、GRT)）
j. 部份對整體具決定作用及單向因果關係	j. 整體具主導作用，整體觀念具先導作用，整體與部份存在雙向因果交流（回饋）(MST)
k. 整體是由部份建構（堆積）而成；整體的一切活動取決於其結構；整體之功能係根據因果關係之直線鏈。	k. 整體是由部份成長而成；整體之結構取決於其過程（動態的過程導向）；整體之功能取決於“反饋環”之信息交流的循環型態（透過相依性的反饋環相互作用，非線性之增強）(ST、CN、DS、IT)

符號說明：

MR = 機械化約論	OS = 有機系統論	RT = 相對論
GRT = 廣義相對論	SY = 系統論	QM = 量子力學
QFD = 量子場論	QCD = 量子色動力學	QED = 量子電動力學
SM = S矩陣理論	BT = 靴袢理論	CAT = 突變論
SG = 協同論	DS = 耗散結構論	CBN = 控制論
HC = 超循環論	FT = 碎形學	IT = 信息論
MST = 現代系統論	CT = 渾沌論	BFC = 分叉理論

參、系統方法論概要（系統的定義及其演化之過程）

根據“一般系統論”的始建構者 Bertalanffy (1901 ~ 1972) 的定義，系統是“處在相互關聯中且與其環境發生交互作用之各組成部份的整體”或“系統相互關聯之元素（或稱要素、基元、組成部份、子系統）的集合，且與其所處環境有不可忽視的交互作用”。此顯示系統是開放的，可與其環境交換物質、能量和信

息等。經過幾十年的擴充，現在所稱的“系統”一般具有如下之性質：

一、系統是由若干組成部份建構、組織、成長而成的整體，整體和組成部份之間存在著加和性（線性疊加）與非加和性（非線性疊加）兩種性質。前者使整體的性質可由部份來決定（有如化約論），而後者則使整體具有不可由其組成部份之特徵來決定之新性質、新功能和遵守新的規律。

二、這些組成部份不是靜態的彼此獨立、各不相干；而是相互調節、相互制約、相互競爭、相互合（協）作，彼此的角色和功能等甚至可以相互轉化等。這使得系統整體可以全面的、有機的、動態的關聯起來。

三、由關聯的程度、層級、層面等之不同，系統整體的時空結構及其功能亦不同，此使得系統成爲具有多狀態、多等級、多層次及多功能的有機進化體系。

四、每個系統本身又是從屬於一個更大的系統，因此不但有系統內部各元素間的交互作用，還有系統與元素間、系統與另一系統間，以及系統與環境間的相互關聯及交互作用，因而構成一個錯綜複雜、環中有環、鏈中有鏈、環環相扣、鏈鏈相連的動態因果關係網絡。

五、因爲每一個整體（系統）都是另一更大整體的部份，因此任一整體都有正反兩種傾向；一是做爲大整體之部份，爲順應大整體之需要而具有的整合性傾向（橫向合作），另一是爲保持其自身之自主性而具有之自我肯定傾向（縱向分工）。這兩種傾向雖然相對立，但卻不衝突，對大整體而言，反而是相反而相成（對立統一，非二律背反）。例如，一個社會、生態或物質系統，維持該系統穩定的“層級化結構（秩序）”，皆必須肯定其組成部份（或子系統）之個己性（使其能充分發揮潛能，縱向分工），但爲使整個系統保有足夠的彈性及活力，以面對任何環境變遷的挑戰，它又必須約束子系統順應整體的需要，做橫向的溝通和整合。使得整合和自我肯定之間保持一種“動態的平衡狀態”。這種狀態是任何系統向前進化所必備的基本要件。

六、系統的進化一般是由淺而深，由簡入繁，由單功能至多功能，由低秩序到高秩序，由低等至高等（例如生物……等等），總之，是由一層次至另一層次（由淺入深、量變），由一層級至另一層級（質變、躍變），由一層面至另一層面，有如採礦一般，其每一進化過程一般可由不同層次、層級、層面間互爲因果的反饋耦合之循環來解釋，而其微觀機制則大略包含以下的七個環

節：

㈠突破換新（脫胎換骨）階段：

此階段的特點爲：

1. 外在控制參數（依據協同論、耗散論、分支論、突變論）達到某一臨界值（門閥， throughold value ），系統原狀態的撓動迅速的增強，使其部份的不穩定度提高。

2. 系統中原來獨立成長的機制 (mechanism)（尤其是秩序參數 (order parameters) 的成長機制）產生耦合（即聲氣相通互補互助的成長）；或系統之組合單元產生新的整合，形成新的結構發揮了新的功能。

3. 上述過程 2 一般包含衆多連續不斷的“配對”，或因應外在環境的需求發展新的機制 (mechanism)，產生新的行爲或功能。

4. 原狀態不穩定後系統未來的新狀態有很多可能，至於系統最後會處於那一個新狀態，以及新狀態的穩定性如何，達到此新狀態的速率有多快等等問題，可運用協同論的理論來研究。

5. 當系統各組成單元的整合深入至系統整體時，系統邊界條件的影響即需列入考慮，此可幫忙決定系統未來的新狀態。

㈡準備及潛藏階段（革新、突變後內部之整合階段）：

其特點是：

1. 迅速由外在環境（資源）中之相似位勢形態者取得能量、物質和信息等。

2. 各組成部份間協同程度以雙曲函數的速度成長。

3. 外在環境沒有因爲 1 、 2 兩過程而產生明顯的變化。

4. 成長過程中內部的整合（有序結構之組織過程）一般需較長之時間。

5. 原先存在於各環節間的阻泥 (damping) 在新的整合（組織）下鬆馳 (Relax)，阻泥變小，甚至變成負，即化阻力爲助力，以提升協同程度爲下一層級之演化作準備。

㈢擴張階段（整合完成後在穩定基礎上的迅速發展過程）：

其特點爲：

1. 成長機制變成是指數函數。

2. 能量、物質、信息等之耗用量最大。

3. 舊有的結構（狀態、種類）一面同化，一面突變產生新狀態（新種類）；

新狀態之產生率由內成長速率來決定，且異體供養較自體供養之產生率爲高。

㈣轉化階段（擴張達飽和後與外部之整合開始進行，此時舊有不能適應環境變化者將被淘汰）：

1. 邊界條件的效應顯現。
2. 生長速率開始下降（因爲與環境有阻泥之耦合）。
3. 成長的情形由環境之可容許程度 (Carring Capacity) 來調整。
4. 環境與系統之耦合達到較深入的程度，先前分立的成長要素在此階段連結起來成爲一個整合度較高的系統。
5. 原（物）種（原狀態）在此階段中最可能絕種（不可逆之突變）。

㈤成熟階段（與外部之整合繼續進行，但系統本身在外在環境的激發下產生一種自我循環過程，使產生新狀態所需之物質與能量減至最低，且其在各方面的使用效率亦最佳）：其特點爲：

1. 最優化現存之成長機制（找出符合共同利益的路徑）。
2. 以 1 之最優化機制同化及整合子系統。
3. 強化此機制以貫徹落實過程之改革（非根本推翻之革命）。
4. 物質和能源之使用效率的問題（最經濟、最節約）變成重要。
5. 建立再循環過程以降低物質與能源之消耗。
6. 建立最有效率之再生過程，最低破壞速率過程及最佳傳導（溝通）過程。
7. 次過程（次級組織，舊有的小勢力集團）的耦合解體，變成新組合之元素。
8. 對某些次系統，解除其耦合有可能使不穩定現象（撓動）較易發生。
9. 系統的老化作用 (Aging) 開始進行。

㈥高峰階段（與外部之整合也達到了飽和，若此時期缺乏創造性的刺激，系統將愈來愈僵化）此階段之特點爲：

1. 新的穩定狀態（複雜度更高、功能更強的有序結構）幾乎已達成了。
2. 其隨時間之變化受內外之撓動（不穩定因素）所影響。
3. 若環境大致穩定不變，系統對環境的反饋很小，且自感撓動（由系統之老化或次系統之進化所產生者）微小不重要則此穩定狀態可以維持很長久的時間。

4.若缺乏創造性之刺激，系統將愈來愈僵化、老化、退化（對環境而言）。

㈦不穩定階段：

一個處在高峰期而失去創造性的僵化系統會逐漸變得很脆弱，此時任何來自環境或次系統的撓動只要得到一強大的趨動力來加強，則系統的不穩定性將會提高，以致造成原穩定狀態之崩潰、系統之新突變相（新的關聯秩序）隨之產生，然後整個進化過程再重新開始，如此循環反復、無窮無盡。但每完成一次“循環進化”之後，隨著複雜性、協調性、互補性不斷提升、系統整體的功能及彈性也不斷的加強。

肆、結論與討論

自本世紀以來機械論與化約主義的各種缺陷（例如片面性、局部性、靜態性、孤立性、機械性、封閉性、分散性等）陸續被發現，其所能解釋的現象愈來愈少，格局也愈來愈狹淺。一種與現代物理學及現代系統理論相一致的有機系統觀正好能補救這些缺陷。它從系統整體的觀點出發，全面的瞭解、研究系統與其組成部分之間，以及系統與其外在環境之間的動態關聯，使系統之整體和部分相反相成的統一起來，使分析和綜合的方法有機的結合起來；然後根據整體協調的需要，運用數理理論及模式，對系統的行爲進行定量、精確的分析研究。有機系統觀雖與機械化約觀形成強烈的對比，但兩者並非衝突對立，而是相反而相成，相得而益彰。因此有機系統觀只是提供一個與機械化約觀互補的新視野，必須同時彈性的運用兩者之專長，才能對大自然的各種運動、變化、發展、轉化、進化等的本質規律做深入的刻劃。　這個觀點對於未來中小學科學教育的教材革新當有一定程度的參考價值。

目前現代系統論對事物（包括生物）的進化過程和機理一般都認爲是由多種不同層次之互爲因果的複雜反饋循環來完成，我們根據薄膜系統（典型的開放系統）的變化機理和易經中每個卦之六爻的變化結構，對此複雜的反饋循環提供一種微觀變化過程的圖景。當然大自然的奧妙無窮，不同的系統由表象到本質的層次也可能是無限的，因此隨著人類智慧的累積，我們對於大自然的瞭解必能與時並進，日新又新。

註 1 ：化約論是以牛頓群之機械觀來研究事物的典型方法，首先把任何想要研究的對象，想像成是由一些基本的小單元（例如原子、晶格、細胞）所組成，透過這些小單元之間局部的線性交互作用來找出它們所遵循的具有決定論 (Determinism) 特色的運動方程式，再依邏輯的程序把各小單元重新結合起來，以此來瞭解整個對象之性質和行爲，這種方法論（或自然觀）並不考慮對象內部各組成部份的有機關聯（或非線性之交互作用），也不考慮它與其外在環境間之交互作用，因此“化約論”只是一種近似，只適用於內外交互作用可以忽略不計、且描述對象總體行爲之方程式與描述其部份行爲之方程式具有同一種線性形式時。因爲只有如此，部份才能眞正的由整體中分離出來（化約）然後再組成整體（可加和）；諸部份之過程，也才能相加而得到總體之過程。

註 2 ： Kant 的三部批判哲學分別爲“純理性批判” (1781) “實踐理性批判” (1788)，及“判斷力批判” (1790)。

註 3 ：協同論思辯的統一（微觀與宏觀）（組織與自組織）（協同與競爭）（支配與伺服）（穩定與不穩定）。

註 4 ：突變論思辯的統一（穩定與不穩定）（連續與不連續）（漸變與突變）（可逆與不可逆）（必然與偶然）。

註 5 ：超循還思辯的統一（穩定與選擇）（協同與競爭）（積累與突變）（保持與進化）（整合與隔離）（組織與控制）。

參考書籍

1. 方勵之（ 1990 ）：《從牛頓定律到愛因斯坦相對論》。南奧。
2. 朱恒足（ 1988 ）：《物理五千年》。曉園出版。
3. 林財庫（ 1990 ）： *Defect model in dielectric thin films. J. Chinese Physics 27*(5), 351-369 。
4. 林財庫（ 1994 ）:《環境教育研習手册》。高雄市教師研習中心， 41-102 。
5. 林財庫（ 1996 ）： *Electric properties of fatty Acid moleulucar films* 。《高師大學報》，第七期， 329-345 。
6. 林財庫（ 1996 ）：系統認識論及方法論之思想體系初探。《物理教育學會年會暨研討會論文彙刊》。台北市國立台灣師範大學。

7. 苗力田（ 1989 ）：《西方哲學史新編》。人民出版。
8. 苗力田（ 1990 ）：《古希臘哲學》。人民大學。
9. 沈慧君、郭奕玲（ 1995 ）：物理史上的重要實驗。國興出版社。
10. 孟爾熹等（ 1989 ）：《自然科學概論》。新學識。
11. 康德（ 1987 ）：《判斷力批判（中譯本）》。商務。
12. 張文彥等 (1989)：《自然科學（技術）史概要》。新學識出版社。
13. 黑格爾（ 1990 ）：《哲學演講錄 1 ～ 4 册》。里仁。
14. 鮑耀三（ 1987 ）：《簡明自然科學史》。河南大學出版。
15. 費因曼（ 1976 ）：費因曼物理學（三）（ 1976 ）：《量子力學》。徐氏基金會。
16. 羅素 (1991)：《西方哲學史（上、下册）》。五南。
17. Arnold, V. I. (1985). Catastrophe Theory. Springer-Verlag NY.
18. Bernard, C. (1982). 《 16 ～ 18 世紀西歐各國之哲學》。清華大學出版。北京。
19. Briggs, J. & Peat, F. D. (1989). Turbulent Mirror. Harper Collins.
20. Bertalanffy, L. V. (1968). General System Theory. George Braziller, NY.
21. Capra, F. (1982). 《文明之轉捩點》。牛頓出版社。
22. Dancy, J. (1985). An Introduction to Contemporary Epistemology. Basil Blackwell Ltd. Oxford, UK.
23. Eigen, M. (1979). *The Hypercycle, A Principle of Natural Self-Organization.* Oxford, UK.
24. Gleick, J. (1988). *Chaos Making a New Science.* Viking Penguin Inc. N259.
25. Haken, H. (1983). *An Introduction to Synergetics.* Springer-Verlag NY.
26. Herget, I. D. F. (1989). *Proceedings of the 1st International Conference on the History and Philosophy of Science in Science Teaching.* Tallahassee, FL.
27. Kuhn, T. S. (1962). *The Structure of Scientific Revolutions.* Chicage, MA.
28. Kuhn, T. S. (1977). *The Essential Tension: Selected Studies in Scientific*

Thought and Change. Chicago, MA.

29. Laszlo, E. (1978). *The Systems View of the World.* George Braziller NY.
30. Mattews, M. R. (1994). *A Role for History and Philosophy in Science Teaching.* W. H. Freeman.
31. Mandelbrot, B. B. (1982). *The Fractal Geometry of Nature.* W. H. Freeman.
32. Piaget, J. (1968). *The Structuralism.* Univ. of France, Paris.
33. Prigogene, I. (1977). *From Chaos to Order.* Spring-Verlag, NY.
34. Popper, K. R. (1968). *The Logic of Scientific Discovery.* 2nd Happer torchbook edition.
35. Prigogene, I. (1977). *From Being to Becoming.* Springer-Verlag NY.
36. Thom, R. (1972). *Structural Stability and Morphogeuesis.* Springer-Verlag NY.
37. Wiener, N. (1963). *Cybernetics,* 科學出版社。

The comparison between mechanism view and systemism view in Epistemology and Methodology of Natural Science

Tsai-Ku Lin

Kaohsiung Normal University

Abstract

Reductionism and Newtonian mechanics are still the most powerful ways of thinking in today's natural science education. However, the success of modern physics and modern system theories, which includes more than ten integrated science and technology theories, suggest a new way of thinking about and explaning the natural world. In this paper we investigate the beginning and development of unified concepts of system from the western history of natural science and analyze the different and complementary relationships between Newtonian mechanics and modern systemics in detail. This investigation includes basic concepts, basic rules, basic theories and logic of of thinking which are the general requirements for constructing a theory or philosophical thinking system. According to the evidences shown in almost every branch of natural science which has been investigated by modern system theories, the material systems have an almost infinite number of orderly arrangement states (levels) and self-organized abilities just as the living creature, and the mechanism of self-organization and evolution for these systems are related to the feedback iterations of causes and effects among different levels. This is the key point for the understanding about the beginning of the universe and of the material and living world. This might also be the most important part of the evolutional mechanism of these systems in space-time. According to our investigation in dielectric thin films systems (which are typically the open systems) [31, 32] and in "Yi Jing" [33], we propose that the evolutional mechanism

should include seven circulative processes: (1) catastrophe process, (2) latent process, (3) expanding process,(4) change in genetic process, (5) maturational process, (6) climax process and (7) unstable process.

Key words: epistemoloty and methodoloty of natural science, modern system theories, reductionism and Newtonian mechanism.