

計畫論科學化的學際思考／學習方式

葉光毅¹ 張曜麟² 夏皓清³

摘要

本文主要之特徵與目的是在於提供並豐富、深化「計畫科學」的思想、論理。內容有：①科學研究的進展方式，②21 世紀的科學與社會，③法則／系統／模式，④複雜才是單純的泉源，⑤生態／競爭／渾沌，⑥似是而非的矛盾，⑦人類社會原理的宇宙論等。所採用論述的方式是：即使對具有強烈數理特性的動態系統理論，也儘量不使用技術性的數學公式，嘗試以日常的語言來接近科學（大多為止於大學程度之數學、物理、化學、生物內容的應用），並以理解科學觀背後的思想變遷為目的，俾有利於 21 世紀規劃師在整合「理論與實務」時，面對一些滯礙難行、有理說不清等問題時之觸類旁通。

關鍵字：計畫論、科學研究、學際類比

¹ 國立成功大學都市計劃系，教授，z7302005@email.ncku.edu.tw

² 嘉南藥理科技大學休閒保健管理系，助理教授，ylchang@mail.chna.edu.tw

³ 國立成功大學都市計劃系，博士候選人，spacemake@gmail.com

How to improve planning more scientific by learning from interdisciplinary knowledge

Yeh Kuang-Yih Chang Yao-Lin Hsia Hao-Ching

ABSTRACT

The characteristic and purpose of this study is to provide some ideas to enrich and extend the thought and logic of planning science. It includes : (1)the way of development in scientific research, (2)science and society in 21st century, (3)rule/ system/ model, (4)complex is the origin of simple, (5)biology/ competition/ chaos, (6)the paradox, (7)cosmology of human society. The way of expression in this study is to try to adopt a common language to approach science without technique terms or mathematical formula. The purpose we adopt common language to approach science is to understand the change of thoughts during the development period of science. We hope this study could be a useful reference for planners to integrate theory and practice in 21st century.

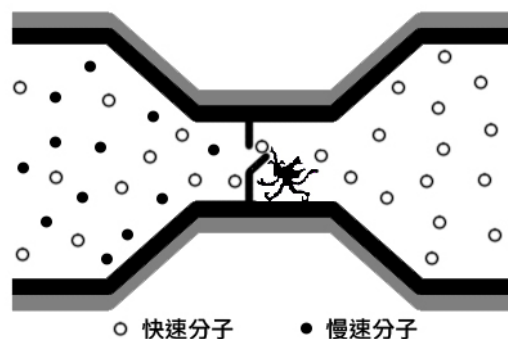
Keywords : planning, scientific research, interdisciplinary analog

一、緒論

葉光毅等人（2003、2005），探討過不少對於「計畫論」應如何科學化，以及周邊一些相關學科的思考／學習方法。從 20 世紀末，及至 21 世紀，科學領域日新月異，在 1980 年代一些新開發的科學數理（特別是數學、物理等領域於社會科學的類推、應用）概念與方法，逮 21 世紀有不少已成為「計畫領域」熟能生巧的分析工具，而廣被學界或實務界所使用。然而，人們卻不見得對這些方法的來龍去脈，以及理論的基本精神有較為清晰的認知。

產業革命以牛頓力學、熱力學為基礎，完成了巨觀物質的製造／加工，確立了鋼鐵、汽車等厚、重、長、大的工業生產力。逮 20 世紀原子、分子微觀世界的法則（量子力學）為人們所掌握，促進了電子技術、電腦、半導體等電器產品的輕、薄、短、小化。事物的發展往往有如貨幣之正反兩面，核能的研究、應用仍殘留著武器開發、放射性廢棄物處理方式等諸多的問題。從人類歷史來看，當處於面對混沌未來的時代，標榜超能力的宗教將持續盛行，21 世紀的現在也不例外。至於冠以科學、真理等字眼的教團，也一再說明了人們處於現代社會是必須要有一些基本的科學素養，這是與過去的時代有所不同的。另一方面，科學的內容又不斷游離於日常

性的存在」為「Laplace 惡魔」，此同時也是指職業科學家們到 19 世紀末對「牛頓力學觀」的確信。對於舉世罕見的機會主義者之 Laplace，雖極力排除神的介入，也深知具有生命的人類是不能成為具有未來洞察力的惡魔，或許對人生只能選擇委之以投擲骰子的機率論，在周遊於革命派、拿破崙派、王政派之間變幻自在，令人不能不感嘆於他是一位優秀的數學家。氣體是由許多分子構成，欲了解氣體的舉動須調查多數分子的統計性質，稱此為分子運動。於 19 世紀中期登場的「Maxwell 惡魔」係在研究分子運動的過程中被提出來的。如圖十二所示，今假設有一惡魔坐在處於某溫度下之大容器，且又有可分隔左右兩邊之窗口旁，惡魔可分別出入於左右的分子速度，也可操作窗口的開閉。右方為速度大、溫度高的分子；左方為速度小、溫度低的分子。隨著時間的經過，惡魔可在此維持某一溫度下的容器中，「區分出溫度高、低的氣體」，稱此為 A。這種維持在某一溫度下的氣體分子，對其無所作為但竟能分開高溫與低溫分子，此在自然界中是不會發生的。自然界反而是，分處於左右兩邊的分分子一經窗口的混合，「高低溫度將趨於一樣的中間溫度」，稱此為 B。自然界會發生 B，而不發生 A；但 Maxwell 惡魔會引發出「自然界不會發生的 A」。不管是 A 或 B 的過程，由於全體能量不變，依能量不變之保存則，A、B 之二個過程沒有差異；若僅就「能量保存法則」而言，就 A、B 均對等，發生任一狀態均無所謂。但自然界僅發生 B，因此必會存在著「禁止 A 發生的法則」，而 Maxwell 惡魔必然也會受到該「禁止 A 發生的法則」所禁止，此又將涉及到 entropy 增大的法則。Entropy 為測定能量「品質」的「量」，entropy 低則能量品質高；氣體即使具有同樣熱能，溫度高則氣體 entropy 低（品質高），溫度低則氣體 entropy 高（品質低），而自然界必定指向於 entropy 的增加（能量品質的劣化）；倘若無所作為，則僅會發生 B 狀態，此為自然的攝理。



圖十二 Maxwell 的惡魔

由外部不加入能量而可永久持續運動的機械稱之為「永久機關」，通常也稱為「第一種永久機關」，此均與運動量、運動能量、位置能量、角運動量等賦予物體運動特徵的物理量有關，而遲早又會因摩擦、空氣抵抗使運動靜止，故永久持續運動的機械是不存在的，此係受到「不可能無中生有」的能量或角運動量保存則所禁止。另外，與熱能量有關者被稱為「第二種永久機

關」，依能量保存則，看似實現可能，為此人類也做出了許多嘗試，結果未獲成功，係因違反了 entropy 增大的法則。神宛如「無」，但也是取之不盡、用之不竭充滿無限關愛的存在，可惜的是神的恩寵不能及於永久機關，不管是能量保存則，或 entropy 增大則，「神絕非無限存在」的這件事，是經由 19 世紀中期所謂科學家們的這頭惡魔所發現、揭露的。以惡魔的說法，太陽的光輝、人類的活動，導致了廢熱向宇宙排放，增大了宇宙空間的 entropy，故星球、人類均為宇宙熱污染的加害者。惡魔不能成功地實現永久機關，此並非起因於不能獲得神的恩寵的人類本身，而是自然界貫徹物質法則的必然結果。在完成了力學世界觀之同時，也展現了破綻的預兆。

矛盾 (paradox) 若追溯到希臘用語係由「意見、判斷」與「反對、倒逆」所合成，歷史上涉及數學與物理學領域之 paradox 事例不勝枚舉。就以「無限」來說也有不同大小的濃度 (稠密性)，例如在志賀浩二 (2001)、遠山啓 (2001) 的研究中，指出 1 與 1.5 之間，就有可利用整數比來表示的「有理數」，與不能以整數比來表示的「無理數」，兩者均有「無限個」數值。而 1 與 2 之間的無限個數值若予以一對一對應，因均為無限個，一定可得到相等的對應。無限個的一半也是無限個，與原先的無限個相等，此為一種 paradox 的本質。本來談到無限的一半或二倍是非常沒有意義的，因為二者相比一定有對應關係，雖如此，但總覺得有些不太合適，無限也應該有大小的差。Zenon 早在 2500 年前就熟知此事，乾脆說一半等於一；但非逮 20 世紀卻一直無法有數學上的證明。整數、有理數、無理數均有無限個存在，但同為無限個，人們似乎又可期待或推測，無理數要比有理數或整數來得多，因而存在著所謂「濃度」的概念以供說明何謂「無限的大小」。往後所提出的集合論就提供了這方面的量測手法。另外，由正確的假定而得到不正確的結論，或由不正確的假定而得到正確的結論也均被稱之為 paradox。例如：

(1) 居住於 G 島的 E 氏說，「G 島的人全部說謊」。①若 E 氏為「誠實的人」。因為 E 的話為正確，G 島的人全部說謊；如此，E 氏說謊，此與「誠實的 E 氏」矛盾。②若 E 氏是「說謊的人」。包含 E 氏在內之 G 島的人全部說謊；如此，E 氏說了誠實的話，此與 E 氏是「說謊的人」矛盾。上述反映了在某假定下所進行的推論，必定導致與假定相反的結論。

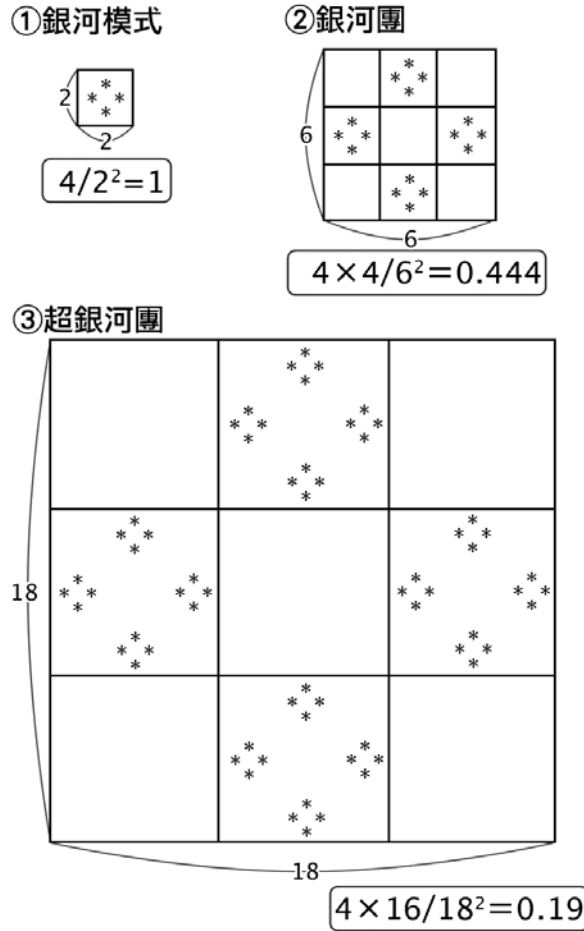
(2) 某人告白「我說謊」。①若該某人「說謊」。因說謊，故其告白是說謊，則該某人為誠實。由說謊的假定得出誠實的結論。②若該某人「誠實」。因是誠實的人，告白了自己說謊，那麼該某人是說謊了，因此不是一位誠實的人。由誠實的假定得出說謊的結論。某種「言明」是具有意義的，若該意義是包含了與「言語外部事物」的關係時，稱此為「意味 (意謂、意義) 論」。此處即為「意味論之自我言及的矛盾」；即具有某種「意味性」的「言明 (告白)」會論及「自己本身」時，將導致結果與假定相反，因而真、偽不能判斷，使對方容易受騙。相對地，若不及於「與言明外部」的關係時，僅就言明本身的構造特徵的「構文論」來說，即使「自我言及」也不會產生 paradox。

(3) 某政客說我「不說謊」。^①若此政客「說謊」。則我「不說謊(誠實)」的言明根本就是說謊。由說謊的假定得出說謊的結論。^②若此政客是「誠實」的人。因其為誠實的人，言明是正確的，即「不說謊(誠實)」。由誠實的假定得出誠實的結論。此情形雖然不發生 paradox，但說了等於沒有說，因言明本身並不意味什麼，也沒有任何意義，人們只能從政客的「實際行動」來做判斷。

早在 2600 年前上述(1)~(3)中的 paradox 就已被人們所知道，而這事也暗示了 1931 年由 K. Gödel 所發現之「不完全性定理」的存在。簡言之：在某無矛盾的形式論理體系中，可能存在著「是真是偽」不能證明的命題。以論理學方式來說：在意味(意謂、意義)論中沒有自我言及的情況下，將會存在僅賴「構文論」的言明並無法表現的命題，此時會產生不能判斷真偽的 paradox。若參考石之瑜(2006)的研究，將此「不完全性定理」類推於社會科學的領域，就筆者目前的理解水平應是：①總體(社會、國家)不能以先驗(抽象)之某至高理想來限制個體經驗(具體)偏好的選擇。②個體經驗偏好的選擇，也不能逸脫總體先驗的制約。③在①與②之辯證發展下，理論上，即可滿足(成就)某類個體傾向於能夠獨立地自我做出選擇的偏好，也可滿足並彰顯另類以追求可歌可泣，為了總體之先驗理想而犧牲的偉大。④但是在實際的落實過程，不少所謂自由主義、不預設立場，不必立場，甚至否定、排斥立場的飄蕩主義，因沒有「立場」論，終將陷入奈落與虛無。由①~④或可視之為「不完全性定理」對社會科學另一類的暗示，而 paradox 也似乎正是扮演著神與惡魔之間的角色分擔。

夜空為何是黑暗？對此質疑若回答：因為太陽在地球背面所然；則人們又將質疑：若將宇宙存在的星星之光亮全部加總，將比太陽的光亮更大，故，夜空仍應該是明亮的。這種主張「夜空應該是明亮的」而之所以被稱為「Olbers paradox」，係因由 H.W.M. Olbers 最先提出科學的解決方法。在此以前，克普勒曾提出宇宙為黑壁所包圍，笛卡兒也曾主張宇宙空間的有限；但均非以無限的宇宙做考慮，故不能視為 paradox 的解決法。雖然 1826 年 Olbers 曾引用了康德：「創造者的偉業將及於何處？全能的造物主是無遠弗屆，空間是無限」的文章。但後人卻從康德文章中找不到這類的記述，故認為 Olbers 係以引用權威的名義來表現自我主張。矛盾的產生係因星球外觀的「明亮度」因距離平方而減少，但星球數目則因距離之三次方而增多，兩者之「積」會因距離之比例增大。若宇宙無限，則距離無限，積也是無限；因為此一論理的非現實而出現了 paradox。1980 年代人們了解了宇宙具有階層構造，星球的空間密度依距離平方而減少；因為星球數目依距離三次方而增多，即，假設空間密度為固定值係為非現實的。宇宙有著 fractal 的構造，大尺度與小尺度均具「自我相似」的構造。今將階層構造表示如圖十三所示，則銀河、銀河團、超銀河團之星球面積密度將隨著尺度的擴大而以 4/9 比例減小。當然，實際銀河有 1000 億個星球分佈於三次元空間，情況並不單純，但思考方式是一樣的。為解決此一 paradox 仍有一難處，那就是無限的宇宙存在著無限系列之階層構造的假定。若到某程度的階層有止境，

則該最大階層之天體在宇宙將一樣（均勻）存在，星球的空間密度為一定，會再產生 paradox。最後 Olbers paradox 則以：「可觀測的宇宙領域為有限，絕非由無限個星球的光到達地球」的想法來解決。1929 年人類發現了宇宙的膨脹，也明確了宇宙年齡的有限。在對 paradox 過分的濫用時，更應警惕或許人類本身正是 paradox 的根源。



圖十三 銀河的階層構造

八、 人類社會原理的宇宙論

量子論的第一特徵為由 W.K. Heisenberg 所發現之不確定性原理（Heisenberg Uncertainty Principle），粒子的位置與速度，或能量與其狀態的壽命，二者無法同時被決定；此係原理上之不能決定而非測定誤差。另一項重要的事實是因為有不確定性原理，原子才得以安定，電子在最內側之最低狀態中，安定且持續停留，因而不致落入原子核，也是因為不確定原理，使得電

子的位置不能被確定於原子核存在的狹小場所。量子論僅能以機率來計算，又由於該機率可被嚴密決定，從此意義而言量子論是決定論。古典力學是對位置、速度的決定論；量子論是對機率的決定論，但不能對各個粒子的位置、速度做直接的決定。愛因斯坦曾言，原子或光的舉動只能以機率做預言，這到底是：①人類發現之物理法則不充分？或者是，②微觀世界之物質的法則，本質就是如此？①為創造宇宙的神為完全的，但人類的理解卻不完全，即，神不玩投骰子的遊戲。而②的立場則為姑先不論神的完全性，反正微觀世界的物理法則就是這樣，一成不變地接受神是喜歡玩投骰子的遊戲，而實際上看來，神卻意外地喜歡賭博。牛頓認為由萬有引力支配的宇宙必須是無限。因有限的宇宙會有中心與周緣的區別，啟動萬有引力，所有物質將被中心所吸引，宇宙會在有限的時間內潰滅。故推論出永不潰滅的宇宙必須是無限。此推論本身是正確，但人們卻沒有必要去考慮永遠宇宙的必然性，即便是有限時間內會潰滅的宇宙亦同理。若宇宙膨脹則可免於熱死，丟棄廢熱的場所也增加，宇宙溫度不上升；但宇宙膨脹太快，反而使宇宙持續冷卻。只要宇宙持續膨脹就絕不會熱死，就必須對永久不變的宇宙斷念。上述的觀點若推到極端，宇宙之初的宇宙體積為零，物質的溫度、密度為無限大，神的一擊宇宙開始膨脹，以後只要依愛因斯坦的宇宙方程式，所有一切將被決定，神僅做旁觀即可。問題是：神如何承受宇宙初始之無限大的壓力？喜歡諷刺的人或許會問：最初一擊以前，神到底在做什麼？人們也可預想到會有人回答：神當時正在為「喜歡問這些諷刺問題的人們」建造地獄。若從比較高尚的角度來推論，可能是：①宇宙初始因比原子還小，係處於量子論的狀態，後因急速膨脹而使宇宙現實化，宇宙或許是神玩骰子遊戲之結果的贈品。②時間是與宇宙始創同步開始，「宇宙誕生以前」是不存在的。既然沒有時間，就無法定義以前、以後；神與宇宙同步誕生，而神也不能給予最初的一擊，最終只能得出無聊的結論：神並沒有做任何事。

在無限中存在著神？或是唯一的神到處都在？不管是何者，參與 **chaos** 這項賭博的神，不斷進出的場所正是被稱之為 **strange attractor** 之 **fractal** 的世界，在此世界裡神給人們的印象是不斷向無限相似的諸神做分歧。**Fractal** 的世界或可解釋神的普遍存在，但這到底是西洋的唯一神？或東洋的眾神明？可依個人偏好，既不能以古典力學決定，也不能依量子論的機率來計算，而僅能聽天由命，委之以參與「**chaos** 賭博」的神。與物理原理不相矛盾而在可能的認識範圍內就是「宇宙」，而人類的認識也不出此範圍。超越能夠實證的最大時空，人們大可思考是否有無數宇宙的可能性，而不必流於形而上學的空想。只要不與物理原理矛盾，即使是有異樣，徹底追究係原理主義者之常道，而只要宇宙誕生是普通的物理過程就可以。宇宙初始溫度、密度均為無限大之上述的表現方式，其實並不正確；超微觀狀態之宇宙誕生時雖必須考慮量子論的效果，而愛因斯坦方程式係將重力維持在古典論中的形式，故該形式不能成立。愛因斯坦方程式正確的話也是在「普朗克時間（ 10^{-44} 秒）」以後才會發生，此係以考慮宇宙為量子論狀態，而以量子發現者的普朗克命名。普朗克時間係以無限接近零，但絕非零；問題是這中間短暫的時刻，宇

宙要做如何處理？目前人類尚未提出處理的方法，也仍未有人可回答此一問題。

宇宙本來係分別指空間與時間，時空、物質不存在的狀態為「無」，或以不同方式存在也可以。人們感知的物質，通常為具有正能量（或正質量）的物；而負能量（或負質量）係指即使存在著「持有物」，人們卻無法感知，因此不能說有物質。沒有物質的狀態謂「真空」，但真空是否完全沒有什麼？在真空若強化電場，當超過某值時突然會產生電子與陽電子（電子的反物質）的「配對」，因兩者均具正能量，人們能視其為「物」，故真空並非無。此宛如從「空的錢包」取出現金，與銀行外面之提款機類似，即使沒有現金（電子）的錢包（真空），使用提款卡（電場），就可提取現金（電子）。電場對「負能量」（人無法感知）的電子加速，改變成正能量。為了提款機能隨時正常啟動，必須經常補足金額，以填補被提出金額後的「空洞」，如此才能保證提款卡（電場）。真空絕非「無」而是「豐富」，由外部加入能量則產生了物質（現金）與反物質（殘額的減少量）的「配對」。實數有正有負，平方之後一定是正。記述時間、空間、絕對長度均使用正的數值；以某基準點進行量測，會有正、負，但均使用實數。相反地，平方後為負就是虛數，而原先的數既非正也非負。人們可想像猿頭、狸身、蛇尾、手足如虎、鳴叫如畫眉的怪物，比虛數更為複雜的存在。由於人們生活在實數的時空，不能感知以虛數表現出時空的狀態，因此「有」也等於「無」。一般要證明「無」的這件事很難，例如對嫌疑犯要進行「不在現場的證明」，但實際是在做：同一時刻該嫌疑犯在「他處（其他地方）」的證明。欲證明不在犯罪現場是不可能的。

虛數時間的流動是屬於「無」的世界，與人們使用實數的時間有著「質」的不同，「以前」、「以後」的說法必須以某基準時刻之前後均具備「共通時間」的流動為前提，若「質」不同，則不能區別時間的前後。宇宙並非起始於時間為零，而是為非零的「普朗克時間」。若從現在追溯過去，時間將在「普朗克時間」突然消失。同樣，於「普朗克時間（ 10^{-44} 秒）」時宇宙的大小為「普朗克長度（ 10^{-33} cm）」；普朗克時間以前之虛數時間的時代，空間也是不能以實數記述，屬於未定而為「無」的空間。至於量子論的世界則是依據不確定性原理，大小不能決定。「物質」最初也是「無」，不存在「正能量」物質的真空，但隱藏著「負能量」物質的真空，宇宙的誕生係由真空中引出正能量的物質與反物質，以實現「有」的狀態。宇宙正是因為有人類的存在因此才會被認識，而也因人類的存在本身才會運用條件去理解「宇宙為何是這樣」？反過來說，宇宙是這樣、那樣，人類才會存在，宇宙的年齡、大小、構造、基本定數值等均保證了人類的存在，稱此為「人類（社會）原理」。或許說神為了創造人類，竟連宇宙的細部也做了精巧的設計是值得讚美的，但此同時又似乎說明了，宇宙的主角畢竟還是人類。透過生活在地球上認識宇宙的人類並非永遠的存在，截至目前在地球上已出現過的生物種中 99% 早已絕滅，據推估平均壽命約 400 萬年；若以人類先祖至今的 300 萬年歷史來看，「種」的壽命或許已逐步逼近盡頭。當然有繁盛一億年以上的恐龍類，也有僅數萬年就絕滅的尼安德爾人，以平均壽命來

論斷並不正確；而種的誕生到絕滅之期間，若與宇宙尺度的時間相比極為短暫，上述議論的意義也不大。與人類一樣，宇宙也有誕生人類的適齡期，之所以能做這樣的推論正意味著：在宇宙進化過程中，「結果」是滿足了誕生人類的條件。若真是如此，使人類能夠生息的條件應更積極地被納入於宇宙原理中，而此正是「人類（社會）原理」的出發點。此一觀點對於 21 世紀的都市計畫更能彰顯出其重要性。

基於上述的動機，首先登場的是「微弱（消極、被動，passive）的人類原理」。如果滿足誕生人類條件之宇宙諸基本定數是非常嚴苛的條件，則人類賴以生存的宇宙，確實是一絕妙之諸基本定數的配套組合。實際上，對各種基本定數去探討、解明「宇宙如何誕生人類的條件」是「微弱的人類原理」，當然其背後有著人們極欲證明滿足誕生人類之「必要條件為何」的內幕。宇宙其實意外地脆弱，不管是巨觀或微觀的各種宇宙諸階層構造均成立於非常微妙的均衡上，電子的重量、電荷的大小僅數倍的差錯，原子的世界就不安定，宇宙的物質構造將崩壞。從「微弱的人類原理」來檢證宇宙的成立，宛如宇宙保證了人類的存在。階層構造的特色是：愈是基本的單位，愈是單純、確實、固定（安定性）；反面，愈是上位構造愈是複雜曖昧（微妙的安定狀態），因此，原子核→原子→分子→生命，依序將展開更為多樣的構造。一般而言，愈小的零件，其種類愈少且愈精巧，不允許些微的差錯。在此同時，也有人們認為，宇宙的目的係在於「誕生人類」，而不認為是宇宙「進化過程」的「結果」誕生了人類，因此一些人開始有了「人類誕生必然性」的傲慢。至於為何宇宙基本定數會有這樣或那樣的值？對於此一質疑這些人的回答是：由「為了使人類可能存在所須之充要條件」所推導得到的；一種以「人類為基準」做出發，來解釋宇宙為何會這樣的主張，稱此為「強制（能動的，active）的人類原理」。太陽升起絕不僅僅是為了人類，而即使現今人類還存在著，但總有絕滅的時候，到時可以宣稱「已認識了宇宙」的證據也將消失，只不過歷經了從「無」誕生的宇宙，再度回到「無」的境界之過程而已，而神似乎就是這壯大的「無」。

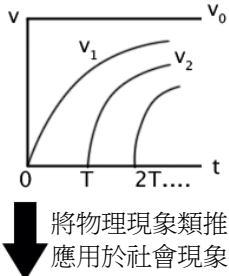
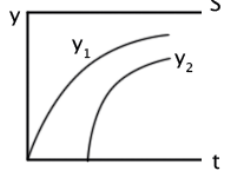
九、 結論

先前所述變換與對稱性的概念並不僅限於平面圖形，也可適用於三次元空間內之立體的物質結構。不具有任何特徵之類型、構造的空間是對稱性最高的空間。而令人感到美的圖形，其對稱性並不高；對稱性太高則類型太單純而失去了美感。反面，馬鈴薯或生硬的岩石，係完全不具規則性的圖形，對稱性甚低，但有時也會展現出一種調和的美。具有均衡調和的形狀，又有某些高的對稱性才令人感到美。換言之，具有某種對稱性之同時，還有一部份的對稱性受到破壞，如此才能刺激人們的感覺而留下印象。對稱性能夠完全成立的「無」才是符合宇宙初始的狀態，而宇宙諸構造被創造出來的過程正是從「一樣」（均勻）的物質分佈狀態，變化到對稱

性受到破壞而失靈的過程，導致產生物質「非一樣」的塊狀。即，由對稱性高（不能做區別）的狀態，經過變遷到對稱性失靈（可區別）的物理過程。由單純、普遍的對稱狀態進化到複雜、特殊的非對稱狀態，正是有這種「一心一意在於破壞對稱性的過程」才創造了今天的世界。神本來是為體現對稱（平等、一樣、對等、普遍）原理世界而存在，但現實的世界卻是若打破這對稱性，則將創造不出來；「原理」為對稱，但「現實」為非對稱。

本文所探討之都市計畫周邊一些學科部門的思考／學習方式，某些方法也未曾具體應用於台灣地區的實證研究中，此說明了學際類比（analogue）仍具有某一定程度的有用性、科學性。在葉光毅等人（1998）的研究中，首先以建地化面積、市街化面積之微分方程組，分別對照於車流中的第一輛先頭車與第二輛車之間的追隨、跟進軌跡，如表 1 所示；在此使用了 Laplace 變換，將都市交通之「跟車理論」類比於市地重劃，並證明了其有效性。

表一 跟車理論與市地重劃發展理論之對應關係

理論	第一階段	第二階段	對應圖形
跟車理論	$v_1(t) = v_0(t) - v_0(t)e^{-\lambda t}$ 衰減值 $v_1(t)$ ：第一輛車（先頭車）運動之速度軌跡。 $v_0(t)$ ：反映第一輛車駕駛人特性之最高速度。 $e^{-\lambda t}$ ：衰減比率	$v_2(t) = v_0(t) - G(s)v_0(t)e^{-\lambda t} - v_1'(t)e^{-\lambda_1 t}$ 衰減值 $v_2(t)$ ：回應第一輛車，在延遲了 T 時間之後，第二輛車的速度軌跡。 $v_1(t)$ ：第二輛車於第二階段中反映第二輛車駕駛人特性之速度軌跡 $v_0(t) - G(s)v_0(t)e^{-\lambda t}$ $G(s)$ ：傳達函數，等於 $e^{-Ts} / (e^{-Ts} + nTs)$	 將物理現象類推 應用於社會現象
市地重劃發展過程理論	$y_1(t) = S - c_1 e^{-\beta_1 t}$ 衰減值 $y_1(t)$ ：建地化面積 S ：飽和市街化面積 $e^{-\beta_1 t}$ ：衰減比率	$y_2(t) = S - [\beta_2 / (\beta_2 - \beta_1)] c_1 e^{-\beta_1 t} - c_2 e^{-\beta_2 t}$ 衰減值 $y_2(t)$ ：市街化面積 $y_1(t)$ ：相當 $S - [\beta_2 / (\beta_2 - \beta_1)] c_1 e^{-\beta_1 t}$ $\beta_2 / (\beta_2 - \beta_1)$ ：相當於傳達函數 $G(s)$ $e^{-\beta_2 t}$ ：衰減比率	

另外，佐佐木綱（1976）也曾在都市交通計畫中，以應用 entropy 模式來進行 OD 旅次指派，同時也檢討並比較了其與重力模式的利弊。首先，就重力模式而言，（1）優點：①重力模式可考慮土地使用對交通發生、吸引的影響。②可敏感反映地區間所需時間的變化。③模式構造易懂，可適用於任何地方。④沒有完全的目前的 OD 表也可以進行推估計算。（2）缺點：①重力模式係以簡單的物理法則適用於社會現象，具有類似性，但應進一步要求能反映人們行為的理論。②適用於「平均（均質）交通 pattern」的地區會有問題。③旅次長之分佈在全地區並非一

定，距離參數 γ 並非一定值，但卻假設為一定值來適用。④「地點之間所需時間」會因運具、時間帶而變動，使用單一的「所需時間」有問題。⑤地區間距離趨近於零時，交通量會趨於無限大，此與現實不符；距離小時有過大預測的危險。⑥欲推估 zone 內部的交通量時，旅行時間須另行推估，而且有難度。⑦使用重力模式的計算值為了能與觀測交通 pattern 的結果適合，須以調整係數做重複計算。同時，對所賦予之發生 / 吸引交通量，為了使觀測值與計算值一致，要進行不斷的重複計算。⑧僅能適用於幹道、特定方向軸線在晨昏高峰時間帶之兩分區間的 piston（活塞）式旅次（來回於住家與工作地點之 OD 方式）；然而在現實上卻是以迂迴式、連鎖式的旅次居多。其次，就 entropy 模式而言，（1）優點：①具備重力模式的所有優點。②周邊分布 (u_i, v_j) 對於對角線若呈現對稱的話，就機率論而言可得到對稱性的 OD pattern（但須以來回時間相等做前提），entropy 的方法滿足了此一條件。在流動計程車較多的都市內交通，汽車 OD 表為對稱正是基於這一理由。③zone 之間「所需時間」之指數參數 γ 的變動帶給 OD pattern 的影響十分明確。 $\gamma=0$ 係指旅次的發生不會受到所需時間所左右時的 OD pattern；而 $\gamma=\infty$ 時，與要求運輸成本最小之線形計畫法的運輸計畫皆一致；而實際的 OD pattern 則介於兩者之間。④由 entropy 的方法所得到的 OD 交通量，具有期待值的意味，此係因，由實際觀測所得到的 OD 表，係從「以先驗機率做母數的集團中」透過抽樣得到所然。⑤當對象地區具有全體性的結合時，以母數具有同一先驗機率來做考量特別有效。但對於例如某新工業都市目前仍未形成一體化的地區活動，將來若欲朝向於一體化做規劃時，可採用以 entropy 法來對 OD 交通量作預測將十分有效；另於長期 OD pattern 推估的應用上，指數參數 γ 值應設定在比現在的 γ 值為小，此係因交通圈域會逐漸擴大之故。⑥先驗機率的假定公式若予以改變（規劃上的人為操控），將可適用於例如都市內高速公路 Ramp（匝道）間的 OD 交通量推估等各種 OD 分佈的應用。（2）缺點：①具有上述重力模式①~⑥的缺點。②entropy 的方法使用了 Stirling 公式，故應使用於交通量在 100 以上，100 未滿者不能使用，所以「交通分區」不宜劃設太多、太小。③當對象地區不具全體性的機能時，對現狀 pattern 的適用性低，故不應適用於太大的「對象地區」。④對通勤、通學交通適用性低。

本文介紹的內容有不少是自 20 世紀 70 年代以來，就已廣為各學術界的先進單位所矚目，有一些更是早已應用或正在應用於計畫領域的實證研究中，今再以深入淺出的方式探討其間之「基本精神」，對於 21 世紀「計畫論」的思想活化與提升諒必有相當的刺激作用。

參考文獻

1. 石之瑜，(2006)，為什麼國民就應該保護國家？—追問反軍購的倫理位置，海峽評論第 181 期。
2. 葉光毅、林玲芬、徐豪、吳永隆，(1998)，市地重劃發展過程模式化之實證研究，建築學報第 27 期。
3. 葉光毅、黃幹忠、李泳龍編著，(2003)，計畫方法論進階，新文京開發出版公司。
4. 葉光毅、李泳龍、黃幹忠編著，(2005)，震災交通計畫論，復文書局。
5. 葉光毅、張曜麟、夏皓清，(2008)，非對稱資訊與都市經濟活動，第 12 屆國土規劃論壇。
6. 葉光毅、紀雲曜、夏皓清，(2008)，震災救援與預知作業週邊的一些課題，台灣公共工程學刊第 4 卷第 1 期。
7. 黃逢章、葉光毅，(1993)，科學園區區位均衡理論的探討—區位均衡模式及其數學上之意義，中華民國建築學會第六屆研究成果發表會論文集。
8. G..ニコリス／I.プリゴジン著，(1993)，安孫子誠也等譯，複雜性の研究，みすず書房。
9. 丹羽敏雄，(1999)，數學は世界を解明できるか—カオスと予定調和，中公新書。
10. 本川達雄，(1996)，ゾウの時間ネズミの時間，—サイズの生物學，中公新書。
11. 池內了，(1999)，科學の考え方・學び方，岩波ジュニア 新書 272。
12. 池內了，(2003)，物理學と神，集英社新書。
13. 佐佐木綱，(1976)，都市交通計畫，國民科學社。
14. 志賀浩二，(2001)，無限のなかの數學，岩波新書。
15. 岩波數學辭典第 2 版，(1973)，日本數學會編集，岩波書店。
16. 京都大學總合博物館編，(2005)，日本の動物はいつどこからきたのか—動物地理學の挑戦，岩波科學ライブラリー109。
17. 遠山啓，(2001)，無限と連續，岩波新書。