

教育研究集刊

第六十九輯第一期 2023年3月 頁1-42

大學跨域教育之學理基礎—— 從Nicolescu超／跨學科思想探析之

林建福



摘要

現代大學主要是以學科知識為本而建立，難以協助學生形成統整的知識觀，或使其具有解決棘手問題所需要的能力，因此亟須探究超／跨學科思想並推廣超／跨學科教育。經由本研究發現，Nicolescu超／跨學科思想從存有論闡述超／跨學科的意義，承繼並運用Stéphane Lupasco含中邏輯的識見，在量子物理學的啟發下，提出了超／跨學科中「主體、客體、互動項」的三元劃分，並論述各個實在層級之間相互關聯與依賴的複雜性公理，同時，他也提出大學必須教導超／跨學科知識等相關大學超／跨學科教育的主張。本研究提出三點建議：一、超／跨學科的思潮與理念提醒我們檢視以學科為本之大學教育處境；二、必須闡明思想、理念史與學科的同構關係，特別是十七世紀機械論物理學或Descartes思想對當代大學所造成的影響；三、立基於Nicolescu途徑之類超／跨學科思想，審視大學跨域教育中所提供的跨域或超／跨學科課程。

關鍵詞：Nicolescu、大學跨域／超（跨）學科教育、超／跨學科

林建福，國立臺灣師範大學教育學系教授

電子郵件：t04012@ntnu.edu.tw

投稿日期：2022年10月12日；修改日期：2023年01月26日；採用日期：2023年03月16日

On the Rationale of Cross-domain Education in the University From the Perspective of Basarab Nicolescu's Thoughts on Transdisciplinarity

Chien-Fu Lin

Abstract

Modern universities organized mainly on the basis of academic disciplines face significant challenges in fostering both learners' knowledge integration and their abilities to solve wicked problems. Carrying out Transdisciplinarity (TD) research and promoting TD education, therefore, are urgently needed. To bridge the gap, this study examines Basarab Nicolescu's TD thoughts and discusses their significance in TD education at universities. Three findings were revealed. Firstly, Nicolescu presents his unique TD thoughts from an ontological standpoint. Secondly, being inspired by quantum physics and Stéphane Lupasco's Logic of the Included Middle, Nicolescu proposes his ternary partition "Subject, Object, Interaction term/Hidden Third" and discusses TD complexity axiom of the interconnection and interdependence among levels of Reality. Thirdly, Nicolescu provides advices regarding TD education in the universities, including the inculcation of TD knowledge. This study ends with

three suggestions: 1) the discipline-based education at modern universities should be reexamined; 2) a special light should be shed on the isomorphic relation among thought, the history of ideas and disciplines; and 3) in the light of Nicolescu's TD thoughts, the cross-domain or TD curricula offered at universities should be critically scrutinized.

Keywords: Basarab Nicolescu, cross-domain or transdisciplinary education in university, transdisciplinarity

壹、前言

進行本研究主要基於底下三個理由。首先，學科知識為本的大學教育未能培育出解決棘手問題（wicked problem）的人才，亟須探究超／跨學科（transdisciplinary）思想，並推廣超／跨學科教育。隨著知識的不斷累積與不同知識間的相互激盪，各種學科知識不斷地增生，學術分類上的學門、學科或次學科都是常見表示各種知識領域的說法。此外，觀察現今全球的高等教育發展，相應於學術上追求專精化，大學成立以學科知識為基礎的系所單位，所培育的畢業生往往專注於追求學科專門領域的高深知識，對其他領域的知識茫然無知。¹如此，愈接受大學教育的人就愈無法形成統整知識觀，更不用說是具有和統整知識觀密切相關的人生觀與價值觀。另一方面，在知識爆炸、科技化、全球化、網絡化等交互影響與推波助瀾下，近代世界出現而亟待解決的棘手問題往往具有高度複雜性，諸如氣候變遷、族群衝突、生態保護、能源政策、永續發展等，光是具有單一學科知識根本無法加以妥善解決。因而如何推展跨領域研究與教育成為社會文化與教育發展上的當務之急，其中，與生產及創新知識直接相關的大學教育更是如此。

其次，我國致力於推動跨領域或跨學科研究與教育，有必要對此加以探討並補足欠缺的學理基礎。就我國推動科研或教育（特別是高等教育階段）的情況來說，確實有關注意到跨領域或跨學科的面向。除了大學基本上以學科作為機構設立的基本單位，科技部基本上也以學門及學科作為知識的基本架構。撇開這些受到學科典範的影響不說，我國推動科研或大學（或高等）教育是有關注意到跨領域或跨學科的面向。例如，科技部曾設置「科技部跨領域研究計畫之前置規劃案」（跨學門或跨司），鼓勵進行跨領域研究。教育部於1988年首次倡導「大學一年級不分系」的概念，1994年修正通過的第一次《大學法》修正草案，將大學學制調整為「學系、學程雙軌制」，之後1995年的《中華民國教育報告

¹ 對於這方面的反思，可參見Snow（1993）《兩種文化》（*The Two Cultures*）及Ortega y Gasset（1951）《大眾的反叛》（*The Revolt of the Masses*）。

書——邁向二十一世紀的教育願景》、2001年的《大學教育白皮書》及2005年通過的《大學法》修正案，都在鼓勵大學打破系所僵化的結構，或者試辦大學第一年或前兩年不分系之制度，或者開設跨系、所、院的學分學程或學位學程（王秀槐等，2011，頁6-7）；2011年推動「科學人文跨科際人才培育計畫」（Society-Humanity-Science, SHS），強調培養大學高年級學生及研究生跨界思維與溝通能力（陳竹亭、唐功倍，2013，頁161）。不過，除了這些政策的推動或法令的修改之外，並未發現有比較基礎性的學理探討，讓政策實施與學理相互結合。²

最後，為何選擇尼古列斯庫（B. Nicolescu）超／跨學科思想作為探究主題呢？一方面，Nicolescu在國際間推動這方面的科研與教育也戮力甚深。2008年出版的*Transdisciplinarity: Theory and Practice*一書附錄中有〈超／跨學科簡短年表〉（Short Chronology of Transdisciplinarity），該年表所列大約1970-2005年17件大事中提及Nicolescu者計有八項之多，其中重要者諸如1987年創建國際超／跨學科研究中心（Centre International de Recherche et Études Transdisciplinaires, CIRET）、1994年共同草擬〈超／跨學科章程〉（Charter of Transdisciplinarity）、1996年出版《超／跨學科宣言》（*Manifesto of Transdisciplinarity*）（法文版）、2000-2010年間於西班牙Gerona大學講授最早的大學超／跨學科課程〈Short Chronology of Transdisciplinarity〉等（Nicolescu, 2008, pp. 253-255）。另一方面，Nicolescu所提出的尼古列斯庫取徑是目前相關文獻上公認且盛行的二大取徑之一。³ McGregor（2015）建議讀者熟悉上述這兩

² 原先教育部於2007年已訂定《教育部補助大學校院辦理跨領域學位學程及學分學程要點》（2014年已廢止），因此有「大學跨學門科學人才培育銜接計畫」（The Interdisciplinary Training Program for Talented College Students in Science），又於2011年推動「科學人文跨科際人才培育計畫」，訴求的是“Trans-disciplinarity”（按：原文中以「跨領域」或「超學科」作為翻譯）（陳竹亭、唐功倍，2013，頁161），但是，「跨學門」（interdisciplinarity）之後為何又推出「跨科際」計畫呢？是否後者優於前者？這需要基礎學理上的研究，也正是本研究所要從事的。

³ 另一個取徑是M. Gibbons、H. Nowotny和D. Scott等人所倡導的蘇黎士取徑（Zurich approach）。希望之後再探討這個取徑，並將兩者加以比較，期有助於推廣超／跨學科科研與教育。而除了這兩個公認的取徑之外，俄羅斯超／跨學科學院校長Mokiy（2019）認為「在未來有可能出現跨／超學科的新意義、新形式與新類型」。

個取徑，因為對於人類所面臨的複雜問題來說，這兩者都各自提出不同的識見。因此，B. Nicolescu超／跨學科思想值得加以探究，以作為大學跨域教育之學理基礎。

基於上述三項理由，本文要探究Nicolescu超／跨學科思想，並論述其在大學跨領域教育的重要蘊義。本文共分為四大部分：第壹部分〈前言〉說明為何要進行本研究；第貳部分聚焦在Nicolescu超／跨學科思想，其中包括「超／跨學科」的意義及其三大支柱（設定）；第參部分針對第二部分各項內容深入討論，以加深對於Nicolescu超／跨學科之理解；第肆部分為本文之結論。

貳、Nicolescu超／跨學科思想

從Nicolescu呈現其超／跨學科思想的方式來看，他都先說明「超／跨學科」的意義，其中涉及「超／跨學科」、學科（discipline）、多學科（pluridisciplinarity）、複學科（multidisciplinarity）及（學）科際整合（interdisciplinarity）的說明，接著論述「超／跨學科」的三大支柱，在這些闡述之後討論超／跨學科教育，因此，本文這一節會依這樣的順序來呈現。此外，Nicolescu於1996年出版的《超／跨學科宣言》可說是把他1996年之前有關超／跨學科思想彙集成冊出版，⁴之後的論著則有更多的補充說明，本文係以他的這些英文或英譯作品為主要研究材料。

一、超／跨學科vs.學科、多學科、複學科及（學）科際整合

從Nicolescu的論述來看，他認為學科的出現和西方十七世紀現代科學的發展具有密切關係，隨之，人們逐漸發現學科和學科知識的限制和問題，於是大約在1950年代，多學科、複學科及（學）科際整合和超／跨學科的倡導逐漸浮上檯面。

（一）學科（Nicolescu, 2002, pp. 10, 45-47, 2007, 2010）

Nicolescu觀察到學科和學科知識的出現和西方現代科學發展息息相關，而現

⁴ 本文採用的是2002法文版的英譯本，譯者是K.-C. Voss。

代科學係建立在G. Galilei所清楚表述的三個設定（引自Nicolescu, 2007）：

1. 存在著具有數學性質的普遍法則。
2. 可以由科學實驗找到這些法則。
3. 這樣的實驗可以完美地加以複製。

儘管有許多各式各樣的方法、理論及模式貫穿不同之科學學科的歷史，Nicolescu強調這三個現代科學方法論的設定至今猶存。而在科學領域的眾多學科之中，只有物理學完全符合這三個設定，心理學、心理分析、宗教史、神學、分子生物學等科學學科因不具有嚴格的數學公式，或者說所具有的數學公式不像物理學所具有的那麼嚴格，這些學科只是部分符合這三個設定。但儘管如此，這些學科仍然不同程度地建立在這三個設定之上，都算是屬於科學的學科。

此外，Nicolescu發現在學科不斷增生之下，導致人類無法理解並統整所產生的學科知識，人類自我毀滅將會是這種情況的嚴重後果。以Nicolescu所引述2007年的一項數據——美國國家科學基金會（National Science Foundation）所做的調查，在2000年時有超過8,000門學科，這當中有許多是在美國大學所教授的，這和十三世紀大學剛創立時的七門學科⁵或1950年所具有的54門學科相較，當然不可同日可語。8,000門學科代表的8,000種探詢實在的方式，但也表示不再具有知識的融通（Volckmann, 2007, p. 77）。當然，Nicolescu不否認學科大爆炸讓人類得以空前地理解有關外在宇宙的知識，促進建立新的世界觀點，但是，在學科追求專精化（specialization）與自主的同時，學術人員或學科之間的相互溝通與理解變得日益困難。今日，即使是相同學科的兩位專家都必須非常耗費心神才能彼此瞭解，對於要進入學科專業領域的新手而言，學科語言成為無法克服的障礙（Nicolescu, 2002, pp. 6, 39, 41）。在這種學科和學科知識蓬勃發展之下，人們更加無法理解世界，失衡之下，恐怕會導致物質性、生物性與靈性的自毀（Nicolescu, 2002）。有鑑於此，大約在二十世紀中期，人們逐漸提出多學科、複學科、（學）科際整合和超／跨學科的構想。

⁵ 這裡指的是（前）三藝（trivium）和（後）四藝（quadrivium），前者指文法、修辭與辯證，後者指算術、幾何、天文與音樂。

(二) 多學科與複學科 (Nicolescu, 1997, 2002, 2005a, 2005b, 2005c, 2007, 2008; Volckmann, 2007)

面對學科和學科知識所產生的問題，多學科、複學科、(學)科際整合等的出現，旨在建立不同學科之間必要的橋梁。Nicolescu在呈現多學科和複學科時，是把這兩者放在一起，因此，本研究也放在一起討論。多學科涉及到探究某個研究主題時，不是以單一學科而是同時以許多學科的方式著手。例如，同時從藝術史、宗教史、歐洲史和幾何學來研究Giotto的繪畫；或者說把哲學和物理學、經濟學、心理分析或文學相融合來研究馬克思主義哲學。在這種探究之下，融合不同學科的觀點最終擴充了這個探究的主題。相較於只從本身的學科來理解這個主題，複學科取徑則能夠深化這項理解。然而，Nicolescu提醒讀者一點，即複學科為討論中的學科「加上」(plus)某些東西，但是，這裡的「加上」總是為了幫助母學科。換言之，複學科取徑是擴展出學科的界限，但是，其目標仍然侷限於學科式研究架構之中。⁶

(三) (學)科際整合 (Nicolescu, 1997, 2002, 2005a, 2005b, 2005c, 2007, 2008)

不同於多學科與複學科，(學)科際整合和學科之間方法的轉移有關，在此，Nicolescu又區分三種程度的(學)科際整合，分別涉及方法或方法論的轉移，或者是產生新學科：1. 方法的應用：把某學科的方法應用到另一個學科，例如把核子物理學的方法轉移到醫學，於是出現治療癌症的新處遇方式。2. 方法論的應用：例如把形式邏輯的方法應用到一般法當中，產生一些對於法律之知識論的有趣分析。3. 新學科的產生：在這種方法的轉移和應用之下，能夠創造出新學科，例如，把數學的方法轉移到物理學時產生數學物理學(mathematical physics)，轉移到氣象現象或股票的市場過程時出現混沌理論，把粒子物理學的方法轉移到天體物理學時產生量子宇宙論(quantum cosmology)，將電腦方法轉移至藝術時衍生出電腦藝術。由於這三種(學)科際整合會產生種種新學科，對於學科大爆炸有推波助瀾的作用。(學)科際整合和複學科一樣，是擴展出學科

⁶ 從Nicolescu (1997, p. 3, 2005a, p. 2, 2005b, pp. 3-4) 及Volckmann (2007, p. 77) 等資料來看，他並沒有區分多學科和複學科。

界限，但是它的目標也仍然侷限在學科式探究的框架之中。

(四) 超／跨學科 (Nicolescu, 1997, 2002, 2005a, 2005b, 2005c, 2007, 2008)

在Nicolescu的理解之中，超／跨學科和上述幾者有何不同呢？他指出，「超／跨學科」的前置詞“trans”表示這種取徑同時是學科之間（between）、跨越（cross）不同學科和超越（beyond）所有學科的，⁷特別是「超越（學科）」這個涵義讓超／跨學科和前面（學）科際整合等有所不同。Nicolescu甚至指出，“trans”和英文three（出自拉丁文tres）具有字源學上的相同源頭，即three（三）「超越這裡的two」，超／跨學科超越各種對立二元組合的二元性——主體／客體、主觀性／客觀性、物質／意識、自然／神性、簡易性／複雜性、化約主義／整全主義、多樣性／統一性。也因此，可以說超／跨學科擴展出學科的界限，這是它和複學科及（學）科際整合相同的地方。此外，超／跨學科的目標是在理解現今世界，其迫切要務就是知識的融通。對於Nicolescu取徑當中超／跨學科的說明，勢必涉及Nicolescu所論超／跨學科的三大支柱，這一部分會在底下進一步加以討論。

或許把學科、複學科、（學）科際整合與超／跨學科比較一下，有助於突顯超／跨學科的意義。基本上，他們都是人類認識世界及獲致知識的取徑，Nicolescu以這四者「如同是從知識這一個單一弓所射出的四支箭」加以表達，其中後三者是針對學科及學術日益專精化之弊病所開展出來的調整或拯救之道。不過，雖然後三者都是擴展出學科的界限，但是，超／跨學科在超越學科之下追求理解現今的世界，這是無法在學科式探究中達成的，而複學科和（學）科際整合仍然侷限在學科式探究的框架中。如果把超／跨學科和其他取徑（複學科、（學）科際整合等）相混淆了，他們的目標就會隱而不現。當然，Nicolescu提醒讀者不應該把這些不同絕對化，因為學科式、複學科式、（學）科際整合式與超／跨學科式探究或知識之間具有互補的性質，也就是一方面，超／跨學科必須要有學科式探究以獲得知識的滋養，另一方面，超／跨學科以超越學科的方式探索

⁷ 基於這一點，本文把「TD」譯為「超／跨學科」。

學科之間的連結與關係，進而以豐饒的新方式釐清學科知識。⁸至於超／跨學科是如何超越學科的，必須在底下說明超／跨學科三大支柱之後，方能清楚加以理解。

二、超／跨學科的三個支柱

如果深入瞭解Nicolescu對於超／跨學科的立論，可以發現他把超／跨學科建立在它的三個支柱或公理之上，這是這個取徑在超／跨學科的論述上，不同於其他超／跨學科相關主張的特色。也因此，為了解理解Nicolescu心目中的超／跨學科，說明這三個支柱或公理是必然要做的事。這三者分別是多層級的實在（Levels of Reality）、含中邏輯（the logic of the included middle）、複雜性（Complexity），分別是存有論公理（the ontological axiom）、邏輯學公理（the logical axiom）與知識論公理⁹（the epistemological axiom）。類似於前述確定學科式探究的方式，要確定各種探究是否是學科式探究時，端視這些探究包含超／跨學科三大支柱或公理的程度而定（Nicolescu, 2002, p. 46）。

（一）存有論公理——在自然之中以及在我們關於自然的知識之中，存在著不同層級的實在及不同層級的知覺

據Nicolescu所提出的超／跨學科取徑，實在（Reality）是由若干數量的層級所構成的，它以圖1來表示。就圖1的左半邊來說，「 $NR_n, \dots, NR_2, NR_1, NR_0, NR_{-1}, NR_{-2}, \dots, R_{-n}$ 」表示從 n 到 $-n$ 之間的各個層級，整個圖1是由超／跨學科客體、超／跨學科主體和互動項（interaction term）所組成，相信參照圖1可以更清楚闡明Nicolescu超／跨學科取徑的存有論公理。

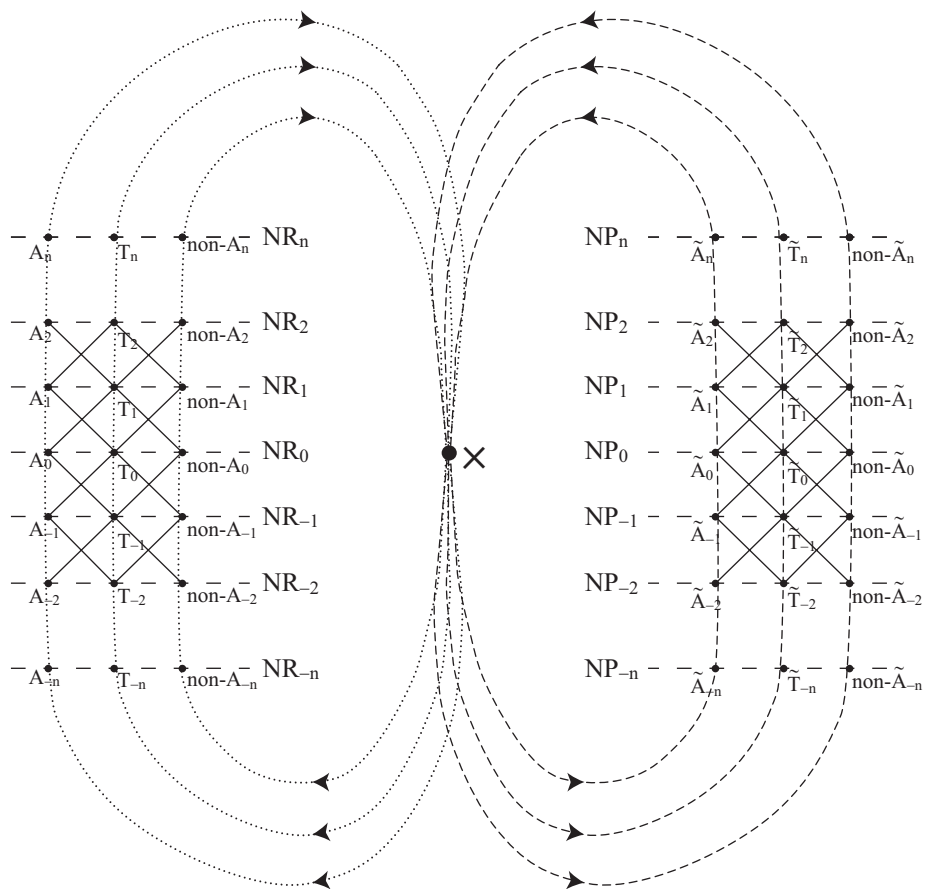
Nicolescu主張超／跨學科是同時涉及出自一些實在之不同層級的行動所產生之動力學，而學科式探究只涉及實在的一個相同層級或一個實在層級的片

⁸ Nicolescu以人們對死亡的態度為例，即人們是如何來關注瀕死的議題，指出超／跨學科探究在這個議題上很有幫助，而其中也必須要有學科式、複學科式、（學）科際整合式與超／跨學科式探究的互補（Nicolescu, 2002, p. 54）。

⁹ 在有些地方，Nicolescu以複雜性公理（complexity axiom）表示知識論公理（Nicolescu, 2002, p. 45, 2005b, p. 6）。

圖1

超／跨學科客體、超／跨學科主體和互動項



註：取自“*In Vitro and Vivo Knowledge—Methodology of Transdisciplinarity*,” by B. Nicolescu, 2008, in B. Nicolescu (Ed.), *Transdisciplinarity: Theory and Practice* (p. 5), Hampton Press.

段，那麼這裡的「實在」及實在的層級（level of reality）指的是什麼呢？「實在」是「那些阻抗（resist）我們的經驗、表徵、描述、意象或數學公式者」（Nicolescu, 2002, p. 20, 2005a, p. 4, 2005b, p. 7, 2007）。他舉量子物理學中的數學公式化為例：

在量子物理學當中，數學公式化……以它自己的方式產生阻抗，也就是它同時涉及內在的一致性，並在不破壞自洽性之下統整實驗的數據。其他地方也是一樣，在所謂「虛擬」實在或電腦所產生的意象中，當中有產生阻抗的數學方程式——由單一數學方程式產生無窮系列的意象。在潛能中，這些意象已經出現在這些方程式或系列數目之中。

(Nicolescu, 2002, pp. 20-21)

推敲Nicolescu這段文字的敘述，應該是說我們在認識世界時，我們的經驗、表徵、描述、意象或是數字公式化能夠產生阻抗作用，因而得以遭遇並呈顯整體實在的某些部分。¹⁰但是，由於人類軀體或感官的限制，會有無法產生阻抗的「無阻抗」(nonresistance)或絕對透明區域，即使是在以測量儀器延伸感官之下，也會出現這種情況(Nicolescu, 2002, p. 54)。因此，Nicolescu區分「實在」和「真正實在」(Real)，後者是指存在那裡的(what it is)，但是，「真正實在」總是被遮蓋，「實在」則是能成為人類知識者(Nicolescu, 2005c, p. 8, 2008, p. 4)。然而，Nicolescu也特別強調實在不只是社會的建構、集體的共識或相互主體的同意而已(Nicolescu, 2002, p. 21)。如果以圖1來說，左半邊從NR_n至NR₁各層級中的實在是指人類能夠產生阻抗作用而認識到的，至於人類目前能夠產生阻抗作用以外的部分，則是無阻抗或絕對透明區域，包括各層級之間、NR_n以上和NR₁以下的區域。

「實在的層級」(level of Reality)指的是「在某些法則之下維持不變的系統所組成的整體」(Nicolescu, 2002, pp. 12, 21-22, 2005a, 2005b, 2005c, 2007; Volckmann, 2007)。例如，Nicolescu指出量子實在從屬於量子法則，這和巨觀物理世界的法則有很大的不同。也就是說，兩個層級的實在是不同的，在從一層級轉到另一層級時，會出現適用法則以及像因果關係(causality)之類根本概念的斷裂。例如，古典實在論四維的時空和量子實在論大於四維的時空，或者說，適用牛頓或古典物理學法則的實在層級和適用量子物理學法則的實在層

¹⁰ 舉例來說，當有惻隱之心的人和麻木不仁的人同樣面對孺子將入於井的情境，對於孺子即將遭遇的厄運與苦痛，前者的經驗能產生阻抗作用，因而感受到不忍之情，後者則沒有這樣的阻抗作用，因而體會不到這個情境中的道德實在。

級，Nicolescu以這些例子說明實在之各個層級的這個結構當中存在著不連續性（discontinuity）。如果以圖1來說，從 NR_n 至 NR_m 表示各個層級的實在，它們都具有自己層級所適用的法則與根本概念，要在層級之間轉換時，會出現斷裂或不連續的情況。所以在Nicolescu取徑中，可以說實在是經由一定數量的實在層級所組織起來的。

關於實在的層級，還有兩點值得一提。1. 實在的層級不同於系統取徑當中的組織層級（level of organization）。組織的層級並不預設根本概念上的不連續性，也就是從一個組織層級轉移到另一個組織層級時，不會有適用法則或根本概念的斷裂。也因此，好幾個組織層級可以出現在同一個實在層級上，這些組織層級對應於相同根本法則的不同結構。在區分這兩種層級之下，Nicolescu指出許多學科共存在同一個實在的層級上，例如，Marx的經濟學和古典物理學屬於一個實在層級，而量子物理學和心理分析則隸屬於另一個實在層級，在他的理解當中，所有馬克思主義的理念都建立在起源於古典物理學的概念之上，諸如連續性、定域因果關係（local causality）、決定論和客觀性，所以，他認為這兩個學科屬於同一實在層級。2. 有多少個實在的層級呢？從Nicolescu的論述來看，他曾經提及對於自然系統和社會系統研究中的不同層級，自然系統有巨觀物理層級、微觀物理層級與網路時空（cyber-space-time）層級，¹¹社會系統中有個人層級、地理和歷史社群層級（家庭、國家）、網路時空社群層級與星球層級。他強調不同的傳統與文明都肯定這種實在之不同層級的存在，當然如前所述，整體真正的實在或由於人類認識世界時產生阻抗作用而認識的實在之中，除了已經明確理解的層級之外，還存在著未產生阻抗作用的絕對透明區域，因此，「有多少個實在層級」的問題存在開放性。

¹¹ Nicolescu提出一個自然系統中可能的第四個層級，即超弦（superstring）層級，統一所有物理的交互作用（Nicolescu, 2007）。在評論其他關於超／跨學科的界定时，Nicolescu提到「超越（所有）學科」必須包括社會的實在層級之外的實在層級，諸如個人的、星球的、甚至是宇宙的層級（Nicolescu, 2010）。McGregor與Volckmann（2013）提及Nicolescu取徑所包含的十種實在：環境的、經濟的及星球的／宇宙的實在（超／跨學科客體）；個人的、社會／歷史的、政治的與哲學的實在（超／跨學科主體）；宗教、靈性及文化／藝術（潛在第三）的實在。

上述所論聚焦在圖1的左半邊，也就是實在之層級的這個整體加上與它互補的無阻抗區域，Nicolescu稱之為超／跨學科客體，那麼圖1的右半邊和其他部分所表示的又是什麼呢？圖1右邊「 $NP_n, \dots, NP_0, \dots, NP_{-n}$ 」指的是人類本身的知覺（perception）層級，因為有這些一對一對應到實在各層級的知覺，人類才能獲得這些不同實在層級的知識。雖然無法完全知道整體的實在，但這些知覺的層級使人類能夠對於實在形成日益全面的、統合的與包羅萬象的願景。如同超／跨學科客體一般，知覺的層級（level of perception）可以形成一個融貫的整體，也因此預設著知覺的無阻抗區域，在各個知覺層級之間、 NP_n 層級之上及 NP_{-n} 層級之下都是無阻抗區域，如此知覺之層級的這個整體加上與它互補的無阻抗區域，Nicolescu稱之為超／跨學科主體。

除了超／跨學科客體和超／跨學科主體之外，互動項也是圖1的重要部分。上述超／跨學科客體和超／跨學科主體的各個無阻抗區域必須是同一的，如此使得（在不同知覺層級之間融貫、流動的）意識流和（在不同實在層級之間融貫、流動的）訊息流共享相同的無阻抗區域，因為這樣超／跨學科主體和超／跨學科客體（或者是意識流和訊息流）才能相互連結。此外，圖1之中的三個迴圈必須至少在一點X之處會合，Nicolescu認為要有這樣的會合，才能確保訊息與意識在宇宙裡各個可見與不可見區域中融貫地傳遞。Nicolescu以這一點X和相關的訊息與意識迴圈作為超／跨學科知識的第三項，也就是超／跨學科客體和超／跨學科主體之外的互動項，而且特別指出這個主體和客體之間的互動項既不能化約為客體，也不能化約為主體。如此「主體、客體、互動項」的三元劃分截然不同於現代形上學「主體、客體」的二元劃分。

上述藉由圖1說明了超／跨學科的存有論公理，事實上有些地方已經涉及到作為第二支柱的邏輯學公理，譬如說為何意識流／訊息流能在不同知覺層級／實在層級之間融貫、流動？或者說，圖1之中為何是三個迴圈？各層級之間的網狀交叉線又代表什麼？由底下的第二及第三支柱，可以得到更好的理解。

（二）邏輯學公理——含中邏輯確保從某個實在層級轉移至另一個實在層級（Nicolescu, 2002, 2005a, 2005b, 2005c, 2007, 2008）

由於Nicolescu本身是理論物理學家，因此常常使用量子物理學的例子來討

論超／跨學科探究的方法論，其中，包括超／跨學科的第二支柱，即含中邏輯這項邏輯學公理。他也指出一些量子物理學所發現的弔詭共存，¹²例如，以「Schrödinger貓」這個有名的弔詭來說，這隻貓被放在一個盒子內，附近放了毒藥。假使貓餓了，就會吃了有毒的食物而死亡。如果它是聰明的，就不會吃而仍然活著。Nicolescu簡要的敘述所要表達的是量子物理學當中的「（態）疊加原理」（principle of superposition (of states)）。在沒有量測到這隻貓之前，它同時是死亡的和存活的，也就是說，在量子的世界中，死亡和存活是疊加在一起的，只有在實驗者觀察盒子內部時，原先存活和死亡疊加的量子態才塌縮（collapse）為存活或死亡二分的狀態。面對這類量子弔詭，Nicolescu認為古典邏輯無法加以解決，而含中邏輯是量子力學重要的精髓，讓人們能夠理解量子態當中「是」和「否」疊加的基本原理。只是由Aristotle所發明的二元邏輯仍然支配著人們思維的習慣，但是面對複雜的現象，所需要的是含中邏輯。

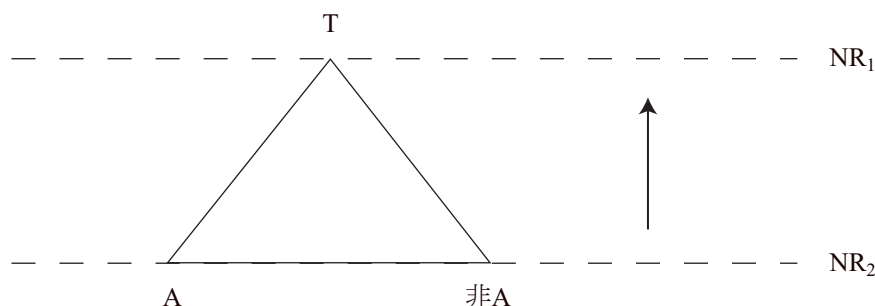
「含中邏輯」的名稱表明是修正「排中邏輯」，也就是傳統邏輯的排中公理。古典邏輯基於下列三個公理：1. A是A（同一公理）；2. A不是非A（不矛盾公理）；3. 不會有一個同時是A和非A的第三項T（third）存在（排中公理）。Nicolescu指出，假使依據只有單一個實在的層級這種假定，上述第II公理和第III公理明顯就會是一樣的，但事實上他們是彼此獨立而有所不同的。隨著大部分量子邏輯的發展，採用具有多個真值的不矛盾，取代二元矛盾組（A和非A）。對此，Nicolescu特別歸功於S. Lupasco，認為他彰顯出含中邏輯是真正的邏輯，它是多值邏輯並能修正傳統邏輯的排中公理。¹³同時，加上納入「實在的層級」（第一公理）的想法之後，這個T（第三）可以同時是A和非A。可以發現Nicolescu是用圖2說明這裡的見解。

¹² 這些包括波與粒子、連續性與不連續性、分隔性與不可分隔性、定域因果關係與普遍因果關係、對稱性與對稱性的斷裂、時間的可逆性與不可逆性等（Nicolescu, 2002, p. 23）。

¹³ Nicolescu覺得或許是在Lupasco的哲學沒有「實在的層級」這個想法，這遮掩了其哲學的實質內容（Nicolescu, 2002, p. 28, 2005b, p. 11）。

圖2

含中邏輯之行動的符號表徵



註：取自“In Vitro and Vivo Knowledge– Methodology of Transdisciplinarity,” by B. Nicolescu, 2008, in B. Nicolescu (Ed.), *Transdisciplinarity: Theory and Practice* (p. 7), Hampton Press.

如圖2所示，在NR₂的第一實在層級上，A和非A是互斥、矛盾的，如果只有這麼單一個實在層級，互斥的矛盾會內在地導致自我毀滅。不過，圖2中NR₁層級的T狀態，連結並統合NR₂層級的A和非A，依次T狀態在自己NR₁層級會出現A1和非A1的矛盾，需要位於NR₀層級的T1狀態進行連結與統合，因而有「A1、非A1、T1」的三元組合，而且含中邏輯的這種連結與統合的行動可以重複進行至所有已知或可以想像到的實在層級。因此，不同實在層級上的這種含中邏輯的行動，可以導致整體實在層級的開放性結構。換言之，如T狀態的統合只是暫時，它自己層級出現的矛盾則需另一個層級的T1，以便得到另一個矛盾的統合。而且，這種運作含中邏輯的實在層級並不是有高低之分的階層等級，而是各個層級是相互依賴的。對某個實在層級來說，因為所有其他層級都同時存在，這是它能夠成為這個樣子的理由。

在離開第二項支柱的討論之前，有三點必須加以說明：1. Nicolescu所說的含中邏輯是否是G. W. F. Hegel所謂之「正（thesis）、反（anthesis）及合（synthesis）」三元組的辯證法？Nicolescu指出，含中邏輯之中的三元組（項）（A、非A及T）時間上是同時存在的，A和非A是矛盾，但是矛盾之間的張力建立了統合，這種統合包含並超越了A和非A的總和。例如，波和粒子的矛盾張

力建立了量子，量子包括並超越了波和粒子的總和。這個三元組（項）「波、粒子及量子」時間上是同時存在的，而不是有第一項（正），接著產生第二項（反），再出現第三項（合）。2. 含中律並未廢除排中的邏輯，只是限定它的有效性範圍。也就是說，在比較單純的情況，例如，討論在高速公路上開車時何者是被允許的或被禁止的，排中的邏輯仍然適用，但是在經濟、社會、文化、宗教或政治等複雜領域中，使用排中邏輯反而是有害的。3. 超／跨學科知識是超／跨學科主體和超／跨學科客體在潛在互動項中形成的，而且總是開放的。從第一支柱的討論可以理解，當超／跨學科主體形成超／跨學科知識時，必須是超／跨學科主體的意識流迴圈和客體的訊息流迴圈在某處（X）會合，加上意識流與訊息流共享相同的無阻抗區域，才會形成超／跨學科主體和超／跨學科客體互動時潛在的第三項。因此，當Nicolescu提及「知識既非外部的與非內部的，但同時是外部的與內部的，對於宇宙的探究及對於人類之探究兩者相互支持」（Nicolescu, 2005a, p. 9, 2008, p. 9），可以明白超／跨學科知識是超／跨學科主體和超／跨學科客體潛在互動項所形成。此外，從第二支柱來說，某一實在層級出現的矛盾由鄰近另一層級的T狀態加以連結與統合，而且這種行動可以不斷地重複進行，圖1中之三個融貫的迴圈不只位於沒有實在（或知覺）層級的地方，而且也位於實在（或知覺）層級之間的位置，如此讓真正實在和人類所認識到的實在之間有了聯繫，因而可以說超／跨學科知識總是開放的。¹⁴

（三）知識論公理——整體實在或知覺層級的結構是複雜的，各層級之間普遍相互倚賴

如前文註9所示，Nicolescu在有些地方是以複雜性或複雜性公理來表示這個超／跨學科的第三個支柱（Nicolescu, 2002, p. 45, 2005b, p. 6）。他關注複雜性作為超／跨學科的一個支柱，似乎是說複雜性和知識或學科的大爆炸之間有互為因果的關係。Nicolescu觀察到在二十世紀的進程中複雜性處處可見，它同時挑戰人

¹⁴ 如前所述，Nicolescu區分能夠成為人類知識的「實在」和總是被遮蓋的「真正實在」，意識或訊息的迴圈同時連繫兩者，加上含中邏輯不斷統合的行動，人類的知識或所認識的（實在或知覺）層級都是開放而非封閉的，它引用K. Gödel的不完備定理（incompleteness theorems）來支持這個說法（Nicolescu, 2002, pp. 52-53）。

類存在的本身及存在的真正意義，在所有知識領域中，意義似乎被複雜性的白血球吸收殆盡。這裡的複雜性，相當程度是指學科大爆炸所產生的複雜性，也就是說，關於宇宙與自然體系的知識，二十世紀所累積的遠遠超過所有其他世紀知識的總和，只是，當人類更加認識外在宇宙時，為何生命的意義和死亡的意義卻衰退成毫不重要或甚至是矛盾？為何知識的融通愈不可能？為何我們愈認知到自己所從事的事，卻更不知道自己是誰？Nicolescu甚至指出，充斥的複雜性使人類心態和特定類型社會內在發展需求之間失衡，而這可能導致人類的自我毀滅（Nicolescu, 2002, pp. 6, 33, 39）。這也是前述所論有必要倡導超／跨學科探究與教育的重要理由之一。

除了上述關於複雜性的論述之外，針對作為超／跨學科第三項支柱的複雜性公理，Nicolescu強調複雜性就是普遍相互倚賴（universal interdependence）這個非常古老的原則，或者說是此一原則的現代形式，即「因為每一個實在層級和所有其他實在層級都有關聯，這是每個實在層級能夠是這個樣子的理由」（Volckmann, 2007, p. 82）。推敲Nicolescu所要表達的意思，應該是說整體實在層級形成了複雜的結構，同樣地，我們整體的知覺層級也是複雜的結構，因為各個實在或知覺層級之間是相互關聯的，同時也是在相互關聯之下，真正實在者或我們知覺到的實在者成為它這個樣子。當人類要經由知覺以認識某個實在層級（的對象）的同時，必須相當程度知道和這個層級（之對象）相關聯的其他層級（之對象），加上整體實在層級還包括了未產生阻抗作用的絕對透明區域，這些都使得整個實在層級是複雜的結構。面對這樣的複雜性，傳統侷限於單一實在層級的學科式探究難以適當處理，必須發展出超／跨學科式探究和學科式探究合作，以補其不足。

Nicolescu對於複雜性是否有比較具體的內容呢？事實上，他區分出下列五種複雜性，這些應該算是比較具體的部分。原先，Nicolescu只提及三種複雜性：1. 水平的複雜性（horizontal complexity）——涉及到單一實在層級的複雜性；2. 垂直的複雜性（vertical complexity）——涉及到好幾個實在層級的複雜性；3. 橫向的複雜性（transversal complexity）——涉及到單一實在層級中跨越不同組織層級的複雜性。在這三者之中，他也把垂直的複雜性稱之為超／跨學科的複雜性。Cole（2007）曾經把這三種複雜性繪製成圖3，可以協助讀者理解這三者的意

義。此外，Nicolescu提及在1992年的一項會議裡有超過32個關於複雜性的界定。其中，E. Morin所提的界定是屬於能夠和他的實在層級相容的變型（Nicolescu, 2007; Volckmann, 2007, pp. 81-82）。Nicolescu後來增加的兩種複雜性就是取自Morin的見解（Nicolescu, 2010）：4. 侷限的複雜性（restricted complexity）——理解為應用的工具，或多或少可用數學的方式加以形式化；5. 全面的複雜性（generalized complexity）——認定是某種思想與行動的總體架構。¹⁵依據Nicolescu的想法，如果要在侷限的複雜性和全面的複雜性兩者之間建立聯繫的話，所需要的橋梁正是實在的層級這個想法。

三、大學超／跨學科教育（Nicolescu, 1997, 2002, 2005a, 2005b, 2005c, 2008）

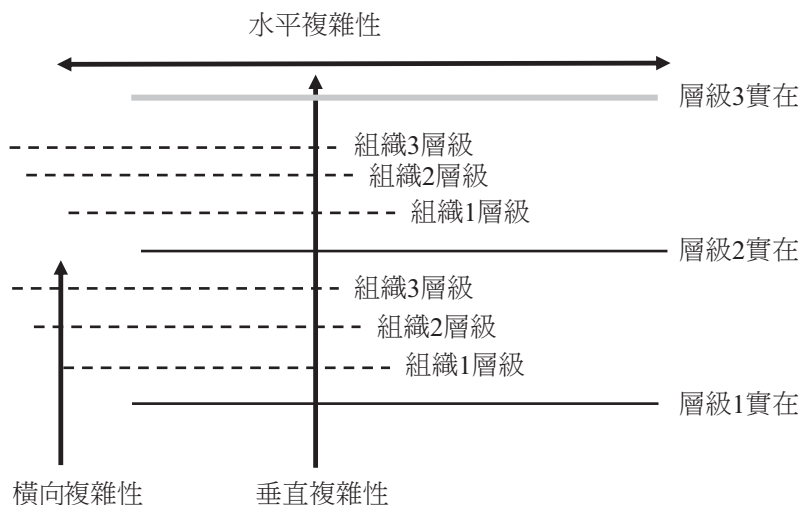
Nicolescu除了對於超／跨學科及其方法論（三個支柱或設定）有所論述之外，也發表一些有關超／跨學科教育的文章，甚至特別聚焦在大學或高等教育。當然，他所主張的超／跨學科教育和他前述關於超／跨學科及其方法論的見解息息相關，而對於超／跨學科大學教育的說法也算是他整體超／跨學科教育主張的一部分。

一方面，Nicolescu肯定教育在形塑個人及社會生活上的重要性，另一方面，他指出面對現今個人心態與社會發展需求之間的失衡與自我毀滅的挑戰，人類需要有建立在超／跨學科方法論之上的超／跨學科教育，以形成超／跨學科文化。Nicolescu結合1996年《德洛爾報告》（Delors Report）當中新教育的四大支柱，他對超／跨學科教育的內涵有一些說明：

¹⁵ 對於Morin的這兩種複雜性，Nicolescu提供了上述的簡單說明，更多資訊可以參考Morin（2006）的“Restricted Complexity, General Complexity”。侷限的複雜性出現在像是碎形學觀念或混沌理論的「複雜性科學」當中，這種複雜性限定在被視為複雜的系統內，以為可以在複雜性之中找到某種可以應用到世界及所有事物的方法；全面的複雜性涉及知識論的或典範的革命，從原先強調簡化、化約及分離的典範，轉向重視區分但結合、部分與整體兼顧的典範，它和某方案或規則的機械應用無關，而是人類心智功能與生命的深刻變革。

圖3

Cole三種類型的複雜性



註：原先Cole對於2橫向的複雜性的敘述似乎不太能表達原意，這裡稍加修改。出自”Motueka Catchment Futures, Transdisciplinarity, a Local Sustainability Problématique and the Achilles-heel of Western Science,” by A. Cole, 2007, 5th Australasian Conference on Social and Environment Accounting Research, Wellington, New Zealand.

（一）學會認知（learning to know）。強調學習科學的精神勝過於吸收大量的科學知識，也就是有關事實、意象、表徵及形式化所產生的阻抗，能夠永恆地加以質疑。必須培養能夠辨別真實與虛假的方法，以及可以清楚獲得我們這個時代極佳知識的技能。此外，在這種學習之中，超／跨學科取徑培養學習者能夠建立不同學科之間或這些學科和意義及我們的內在能力之間的橋梁，可以隨職業生活的變動情況不斷地自我調整，以實現內在能力。

（二）學會做事（learning to do）。強調學習以獲得某項專業或技能及其相關的知識，同時避免過度專精化而被快速變遷的社會所淘汰，因此必須習得某些內在能力，以便勝任不同但適當的工作。在這當中，超／跨學科取徑強調人們內在層面與外在層面之間的平衡，同時學會做事，也是在激發與鍛鍊創意，建立最有可能實現創造性潛能的合作條件，使「製作」不只是「遵從」。

（三）學會共同生活（learning to live together）。強調對於會影響某集體成

員彼此間關係的規範，每個成員能夠在真正瞭解與自願內化之下予以尊重，「共同生活」並不只是容忍他者的種種差異，或是在明確區分彼此之下磋商衝突的細節，而是習得超／跨（trans）文化、超／跨宗教、超／跨政治及超／跨國家的態度，在面對他者當中認識自己。

（四）學會存在（learning to be）。強調不斷地質問人們存在的基礎，包括找出我們所受到的制約或個人和社會生活之間的和諧或不和諧、檢驗自己信念的根底等。學會存在也是某種永恆的練習，師生在當中彼此教學相長，學習知道並尊重那個使互動主體和客體相結合成為可能的部分。

如果把這裡所述和前述Nicolescu的超／跨學科及其方法論論述相互連結，就更能理解他所提出的超／跨學科教育主張。由於整體實在層級是某種開放的結構，其中包括絕對透明的無阻抗區域，當人類經由產生阻抗作用以認識超／跨學科客體時，必須經由不斷地質問以辨別真假，同時必須不斷地經由T狀態進行含中邏輯的連結與統合，如此可以瞭解為何Nicolescu指出超／跨學科教育使人找到整個生命期間學習的愛（Eros），成為能夠永恆質問與持續統整的人。此外，Nicolescu的超／跨學科存有論公理主張「主體、客體、互動項」的三元劃分，即超／跨學科主體、超／跨學科客體和無阻抗區域的潛在互動項／潛參（T），因此在論及師生互動時，會強調「使互動主體和客體相結合成為可能的部分」，這也涉及他所提及超／跨文化、超／跨宗教、超／跨政治及超／跨國家等超／跨學科態度。當然，儘管Nicolescu認為超／跨學科的目的在於理解現今世界，促進知識的融通，協助學習者建立學科之間或學科和意義及我們的內在能力之間的連結，但是在面對處處可見的複雜性，超／跨學科教育也強調避免所學過度專精化而被社會所淘汰。Nicolescu的這些超／跨學科教育主張也出現在他對於大學教育的論述中。

綜觀Nicolescu大學超／跨學科教育的論述，除了有些地方並沒有和一般教育有所區分之外，有些是比較大的原則，有些則是具體建議，因此底下就三部分加以介紹。

（一）大學必須教導新類型的知識（超／跨學科知識）

Nicolescu區分學科知識和超／跨學科知識，曾經使用表1呈現他們的意義與差別。

表1

學科知識與超／跨學科知識的比較

學科知識在試管內（IN VITRO）	超／跨學科知識在活體內（IN VIVO）
外在世界—客體知識	外在世界（客體）和內在世界（主體）之間的符應理解
分析的智能	新型智能—心智、感受與軀體之間的和諧
導向權力與擁有	導向驚嘆與分享
二元邏輯	含中邏輯
排除價值	納入價值

註：引自 *Towards Transdisciplinary Education and Learning* [Paper presentation], by B. Nicolescu, 2005a, June, Science and religion: Global perspectives Metanexus Institute Conference, Philadelphia, PA, <http://www.metanexus.net/archive/conference2005/pdf/nicolescu.pdf>; “Towards Transdisciplinary Education,” by B. Nicolescu, 2005c, *The Journal for Transdisciplinary Research in Southern Africa*, 1(1), p. 8.

Nicolescu所論關於超／跨學科知識的教導，可以特別指出下列兩項要點：1. 在他的見解之中，大學教導超／跨學科知識可以彌補學科知識的不足，但不是要完全以前者取代後者，大學這樣做可以使自己成為協助永續發展的有效行動者，而這個過程之中蘊含著大學必須有底下多層面的開放與接納：對於公民社會；對於其他生產知識的場所；對於網路時空；對於大學的目的；對於重新界定支配大學自身存在的價值（Nicolescu, 1997, pp. 2, 12）。在Nicolescu有關大學教育的各項主張之中，可以發現這些大學超／跨學科教育必須開放與接納的事項。2. 這種教導超／跨學科知識的大學教育是一種統整的（integral）教育，也就是協助學習者發展一種新的智能，這種智能是由分析的智能、情感智能與軀體智能組合而成。¹⁶

（二）大學必須致力於探究普遍者（the universal）與進行意義的探索

Nicolescu指出，在知識殘破史無前例加速的脈絡中，於大學的組織和學程中

¹⁶ 這個說法和《超／跨學科章程》（The Charter of Transdisciplinarity）第11條是類似的，即「……超／跨學科教育重新評估直覺、想像力、感受性及軀體在傳遞知識當中的作用」（de Freitas et al., 1994, p. 150）。

加入複雜（性）與超／跨學科思想，可以恢復它所遺忘的使命——探究普遍者。此外，由於普遍可見大學失去對於意義的探索，實施超／跨學科教育可以補偏救蔽。

（三）大學超／跨學科教育的重要事項

針對大學超／跨學科教育的重要事項，Nicolescu提出下列幾項：倡導新超／跨學科文化，超越科學文化與藝術／藝文文化之間人為的劃分與對立；使大學成為自由的網路時空區域，如此一來更有可能分享知識；使大學成為練習跨／超文化、跨／超宗教、跨／超政治與跨／超國家之態度的場域，培養超／跨學科態度或新的人文主義等。

（四）關於大學超／跨學科教育的具體建議

基於前述的理念與觀察，Nicolescu對於大學超／跨學科教育提出下列具體建議：1. 創立探索意義的機構；2. 明定實施超／跨學科的時間；3. 開設從事超／跨學科探究的工作室；4. 成立超／跨學科導向的中心；5. 試行結合超／跨學科和網路空間的工作室；6. 設立超／跨學科方面巡迴的聯合國教科文組織（United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, UNESCO）講座及博士論文研究；7. 發展對人與環境的責任；8. 成立超／跨學科論壇；9. 致力於超／跨學科方面的教學創新；10. 開創區域性工作室及超／跨學科網際網路論壇。¹⁷

參、Nicolescu超／跨學科思想的反思

在說明Nicolescu超／跨學科思想之後，本文第參部分要從底下四點進行進一步反思，以便更深入理解其重要論點，包括闡述其中的大學跨域教育蘊義。

¹⁷ 1997年於瑞士（Switzerland）的羅加諾（Locarno）召開的“Which University for Tomorrow? Towards a Transdisciplinary Evolution of the University”國際會議，會後發表了“Declaration and Recommendations”，其中列有13項具體建議，和這裡Nicolescu所提出的有頗多雷同，另有提及傳播創新的超／跨學科經驗、和平與超／跨學科（Nicolescu & Camus, 1997）。

一、從存有論闡述超／跨學科的意義

行文至此，如果要問Nicolescu取徑之中超／跨學科是什麼意思，說是「學科之間、跨越不同學科及超越所有學科」可能是直截了當而不算錯誤的回答。不過，一旦從它的方法論設定（公理）加以解釋時，就更能呈現這種取徑之中超／跨學科的特色。為了說明這一點，底下分別引述學科、複學科、多學科、（學）科際整合和超／跨學科的不同說法，方便後續的比較與討論。¹⁸

Menken與Keestra（2016）提出一個學科的界定：學科就是科學的領域，它具有特定的研究對象，同時也具有相對應積累的專門知識體系，學科以獨有的特定術語與專門的技術語言提出其理論、概念與假定，並以這些理論、概念與假定有效地組織與表達其知識體系，同時學科有其本身特定的研究方法及其在制度上的展現，通常是在大學當中。上述這個Menken與Keestra對於學科的界定是蠻盛行的說法，即科學家以特定的研究方法研究特定對象，發展出獨有的特定專門術語以呈現研究的理論、概念與假定，以使用這些理論、概念與假定來有效地組織與表達作為研究成果的知識體系，同時為了讓這種研究及其成果能夠代代相傳，需要教育的部分來達到這项目的，而當某個科學領域在這些條件上具足時，它就成為學科。在這樣的理解之下，Menken與Keestra指出相同領域的科學家組織其知識以便更加瞭解世界，學科就是這種組織方式的產物（p. 28）。

此外，Max-Neef（2005）在一篇討論超／跨學科之基礎的文獻中，針對學科、複學科、多學科、（學）科際整合與超／跨學科的意義提出下列的見解。如圖4所示，學科是關於單一（mono）學科的，代表孤立的專精化，例如，個人可能研究生物學，在不需要物理學或心理學的知識下，也能有很好的把握。Max-Neef也提及早期大學時期整體知識以醫學、哲學、神學和法學這四個領域為中心，¹⁹學者為博學多才之士，隨後日益專精化，十九世紀末，學科、學系和研究所以相互統合以鞏固自己，對於擁護學科的自主、研究資金的競爭及學術聲望的強

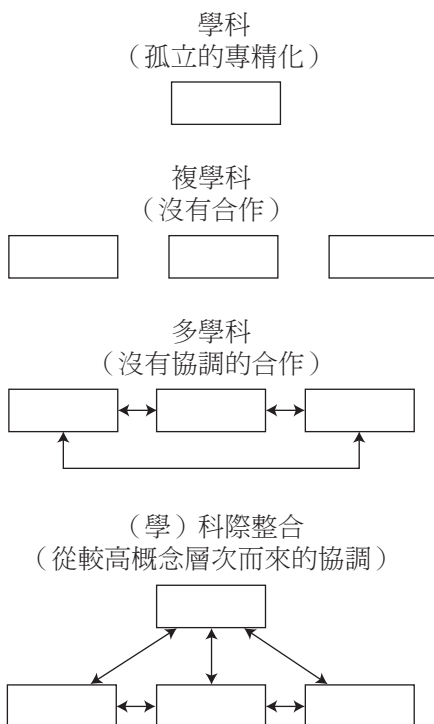
¹⁸ 關於學科、複學科、多學科、（學）科際整合或超／跨學科的意義與性質，可以找到不少相關討論的文獻，特別是關於前四者。本文這裡的焦點是放在凸顯Nicolescu取徑中超／跨學科的特色，因此只引述另外兩種說法加以對照與討論。

¹⁹ 這裡的早期大學是指薩里諾（Salerno）、波隆納（Bologna）、牛津（Oxford）和劍橋（Cambridge）（Max-Neef, 2005, p. 6）。

化，這種區隔化已經是重要的事。其次，複學科是指個人可能研究了一個領域以上的知識，但是，這些領域之間沒有任何連結，例如，個人可能同時在化學、社會學和語言學上都是勝任的，但是沒有進行這些學科之間的任何合作，複學科團隊的成員各自從自己學科的觀點進行研究，最終產出的結果沒有任何的統整。再者，多學科之中有學科之間的合作，但是，缺乏協調，通常出現在相同層級相容的知識領域之間，例如，可能結合物理學、化學及地質學，或者是歷史、社會學與語言，藉由每一種學科的研究加強其他學科的理解。

圖4

學科、複學科、多學科與（學）科際整合²⁰



註：出自“Foundations of Transdisciplinarity,” by M. A. Max-Neef, 2005, *Ecological Economics*, 53, p. 7.

²⁰ Max-Neef原先的「圖1」沒有名稱，這裡是作者加上去的。

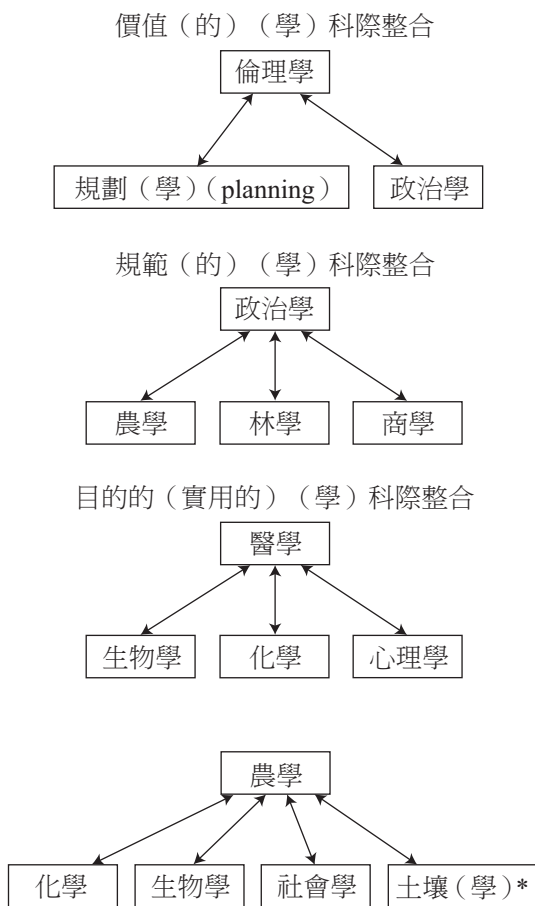
對於（學）科際整合，Max-Neef使用圖4和圖5來表示。（學）科際整合是由兩個層級構成的，金字塔底的學科形成經驗層（empirical level），如圖5中之化學、生物學等學科，緊鄰的學科提供了經驗層各學科的目的感，例如圖5中的農學或醫學分別結合了化學或生物學等經驗層學科，提供目的感而形成目的（實用）的（purposive (pragmatical) level）（學）科際整合。依次，政治學或倫理學可以分別提供農學、林學、商學或規劃（學）、政治學目的感而分別形成規範的（normative）（學）科際整合或價值（的）（values）（學）科際整合。因此，圖5提到了四個層級的學科和三種（學）科際整合，如果把這些層級和學科全部結合在一起，就構成了圖6的超／跨學科。

接著，Max-Neef以圖6來表示超／跨學科。依據他的見解，超／跨學科是所有各階層級之間的協調，而各層級所涉及的問題和組織上的語言是有所不同的。可以表2加以呈現。

此外，在Max-Neef（2005）的看法中，主要是由科技學科組成的層級所強調的只是自然及社會的機械屬性，但並不告知我們是否應該執行我們的能力。規範層級學科涉及什麼是我們所要從事的，以民主體制的社會而言通常是以投票來決定，價值層級則超越當下和眼前，致力於尚未到來的世代、整個地球及「彷彿人是重要的」（as if people matter）之經濟（Max-Neef, 2005, pp. 7-8）。經由上述Max-Neef的解說，相信能夠讓讀者明白他心目中的學科、複學科、多學科、（學）科際整合與超／跨學科之異同。

如果把Nicolescu所論和Menken與Keestra以及Max-Neef的見解比較一下，前者關於學科、多學科與複學科、（學）科際整合及超／跨學科的主張有何獨特的地方呢？至少發現可以有下列幾項：1. 當Nicolescu在理解學科時，他是從西方現在科學方法論的設定著手，也就是前述Galilei所表述的三個設定，而不只是具有獨特研究對象、方法、專門用語、知識體系或制度上有所展現之科學領域，或者說是孤立而專精化的研究領域。當然，他也指出學科日益專精化使得學術人員或學科之間更難相互溝通與理解。2. 以多學科與複學科、（學）科際整合來說，儘管突破了從單一學科來探究或認識世界的界限，但是Nicolescu認為他們的目標仍然侷限於學科式研究的框架之中。推敲他的意思，雖然多學科與複學科同時涉及許多學科，或者說（學）科際整合涉及不同學科之間方法或方法論的轉移與應

圖5

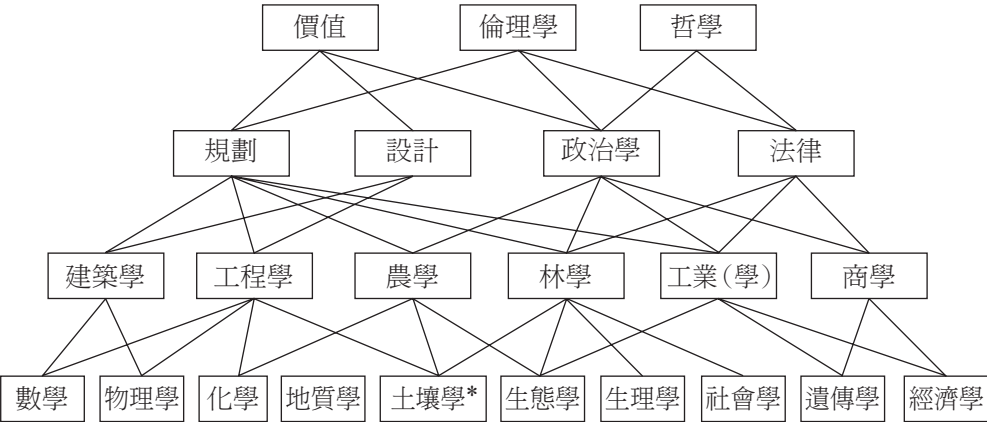
三種（學）科際整合²¹

註：*原先資料是「soils」，因為這裡表示學科，所以譯為「土壤學」。出自“Foundations of Transdisciplinarity,” by M. A. Max-Neef, 2005, *Ecological Economics*, 53, p. 8.

²¹ Max-Neef原先的「圖2」沒有名稱，這裡是作者加上去的。

圖6

超／跨學科



註：*原先資料是「soils」，因為這裡表示學科，所以譯為「土壤學」。出自“Foundations of Transdisciplinarity,” by M. A. Max-Neef, 2005, *Ecological Economics*, 53, pp. 9.

表2

Max-Neef的超／跨學科金字塔各層級學科之性質與組織語言

比較點 不同層級的學科	所從事的活動，或詢問並回答的問題	組織上的語言
經驗層級（金字塔底） 學科	在描述世界的本來面目； 「存在的是什麼？」（What exists?）	邏輯學
科技性學科（主要）	本於經驗層級所已經學到的； 「我們能夠從事什麼？」（What are we capable of doing?）	模控學 （cybernetics）
規範層級學科	「我們想要從事的是什麼？」（What is it we want to do?）	規劃（學）
價值層級學科	「我們應該從事的是什麼？」（What should we do?）或「我們應該如何來從事我所想要的？」（How should we do what we want to do?）	深層生態學 （deep ecology）

註：整理自“Foundations of Transdisciplinarity,” by M. A. Max-Neef, 2005, *Ecological Economics*, 53, pp. 7-8.

用，甚至創造出新學科，但是仍然建立在現代科學方法論的三個設定之上，或者說只侷限在單一的實在層級。儘管Max-Neef以不同層級的方式來理解（學）科際整合，並且以所有層級之間的協調作為超／跨學科，深具特色，但是，他從世界的實際情況、人類能夠從事什麼、想要從事什麼及應該從事什麼來區分不同層級的學科，而Nicolescu之「實在的層級」所指的是「在某些法則下維持不變的系統所組成的整體」，並且除了產生阻抗作用而確認的實在層級之外，整體實在包括未產生阻抗作用的絕對透明區域，加上含中邏輯不斷重複的統合行動，使得超／跨學科總是開放的。基於這些認識，可以說Nicolescu取徑式從超／跨學科方法論（公理）設定闡述超／跨學科的意義。儘管對於超／跨學科的意義及其與（學）科際整合、多學科、複學科等的關係仍未有完全的定論，Nicolescu從存有論闡述的超／跨學科思想的確深具特色。

二、超／跨學科中「主體、客體、互動項」的三元劃分與知識論史

前述論及「主體、客體、互動項」的三元劃分截然不同於現代形上學「主體、客體」的二元劃分，圖1的三個迴圈必須至少在一點X之處會合，這些說法涉及西方知識論史中認識主體和認識客體之間關係的議題，在此述及這個議題，相信有助於理解Nicolescu的超／跨學科思想。除了Nicolescu本身對此有所著墨之外，Cole（2007）也有相關的解說，這裡參照他們的論述提出說明。

Cole（2007）把西方知識論的發展概分為三大階段，即前科學（pre-science）知識論、古典科學知識論與超／跨學科知識論，各階段之中有不同的主—客體關係（Cole, 2007, pp. 2-11），Nicolescu則區分前現代（性）、現代（性）、後現代（性）及超／跨學科四者當中的主—客體關係（Nicolescu, 2010）。不過，兩者有不少類似的地方。

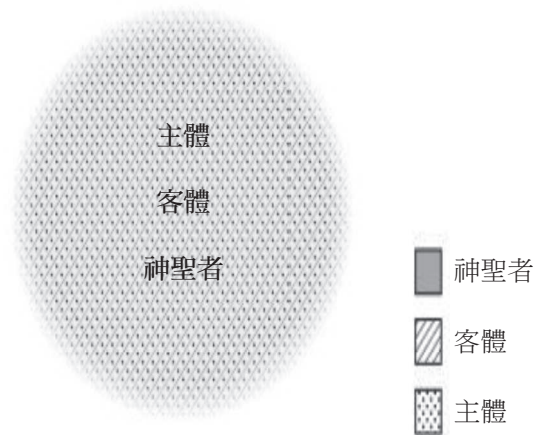
（一）前科學知識論或前現代性中的主—客體關係

在這個階段，知識發展可能和追求生存有比較緊密的關係，而比較不是在正式地陳述公理或方法，而且和世界之神聖的或形而上的層面交織在一起，這時的世界觀把主體和客體統合為神聖者不可分的一個整體，Cole以圖7來表示。Cole在這個圖之下有這個說明——「在前科學世界觀之中，主體及客體這種古典西方科

學的實存物被視為是與神聖者共存之不可分的一個整體」(Cole, 2007, p. 3)。類似地, Nicolescu以圖8呈現前現代性之中的主—客體關係, 主體沉浸在客體之中, 世界是魔幻的, 萬事萬物都是某個更高層次意義的痕跡或象徵。

圖7

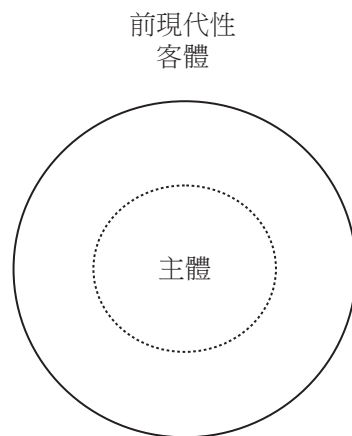
前科學知識論中的主—客體關係



註：原圖沒有名稱，此處名稱為作者所加。
出自“Motueka Catchment Futures, Transdisciplinarity a Local Sustainability Problematique and the Achilles-heel of Western Science,” by A. Cole, 2007, 5th Australasian Conference on Social and Environmental Accounting Research, Wellington, New Zealand.

圖8

前現代性中的主—客體關係



註：出自“Disciplinary Boundaries—What are They and How They can be Transgressed?,” by B. Nicolescu, 2010, International Symposium on Research across Boundaries, Luxembourg.

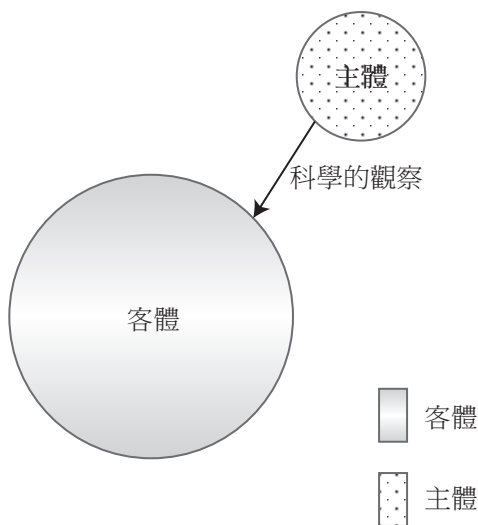
(二) 古典科學知識論或現代性中的主—客體關係

儘管教會統治壓抑了人類知識的自由發展, 這個時期仍然盛行科學和神聖者共存為一的世界觀, 知識並未殘破為學科。Nicolaus Copernicus的太陽中心說可視為西方科學史最重要的里程碑之一。此外, 如前所述, Galilei成為最早正式清楚表達了三個作為科學方法論的公理, 假定人類觀察者能夠完全和所研究的外在物理實在相互分離, Cole以圖9表示這種主—客體關係。對於這種主—客體完全分離的關係, Nicolescu以圖10圖示之, 其中客體就在那裡, 以便被認知、解釋、

支配與改變。

圖9

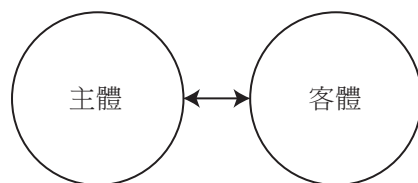
古典科學知識論中的主—客體分離



註：原圖沒有名稱，此處名稱為作者所加。
Cole對於圖9有這樣的說明—「Galilei在他的“Dialogue on the Great World Systems”裡頭，首次清楚表達科學方法古典模式中這種主體和客體的分離」。取自“Motueka Catchment Futures, Transdisciplinarity a Local Sustainability Problematique and the Achilles-heel of Western Science,” by A. Cole, 2007, 5th Australasian Conference on Social and Environmental Accounting Research, Wellington, New Zealand.

圖10

現代性中的主—客體關係



註：出自“Disciplinary Boundaries-What are They and How They can be Transgressed?,” by B. Nicolescu, 2010, International Symposium on Research across Boundaries, Luxembourg.

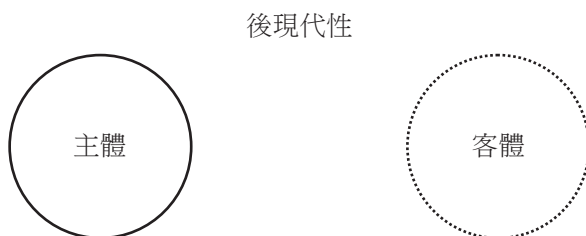
（三）後現代性中的主—客體關係

Nicolescu在現代性和超／跨學科之間還討論了後現代性中的主—客體關係，這部分是Cole文章沒有提及的。如圖11所示，主—客體關係和前現代性所見相

反，並且和現代性所見也有所不同：客體仍然被視為存在主體之外，但是它是某種社會建構，並非真正「在那裡」，比較像是由主體所散發出去的（Nicolescu, 2010）。

圖11

後現代性中的主—客體關係



註：出自“Disciplinary Boundaries-What are They and How They can be Transgressed?,” by B. Nicolescu, 2010, International Symposium on Research across Boundaries, Luxembourg.

（四）超／跨學科知識論中的主—客體關係

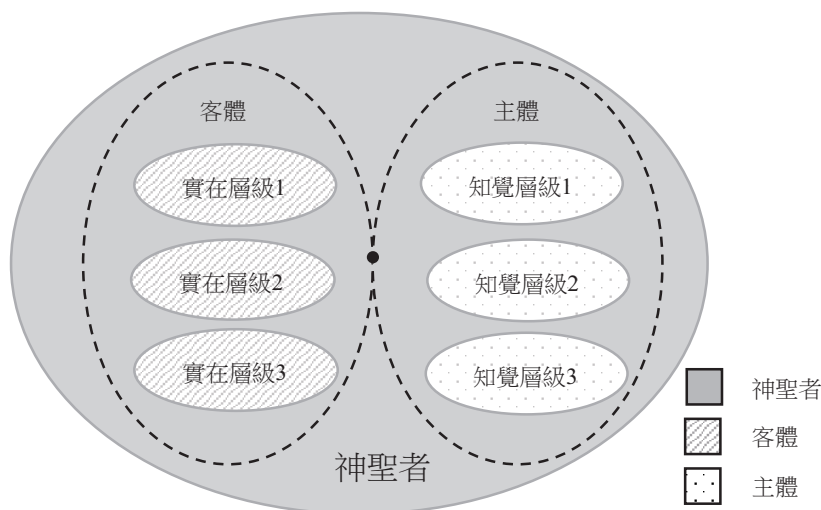
對於超／跨學科知識論中的主客關係，Cole在論述上參照了Nicolescu的超／跨學科思想和量子理論的主張，他以圖12來表示，而Nicolescu則以圖13示之。

Cole在這個脈絡提及二十世紀早期物理學發展所造成的衝擊，其中之一就是經由量子理論重新找回觀察者。²²例如，他引用了W. Heisenberg「不確定性原理」（uncertainty principle）的論點，以說明觀察的行動干擾了正在被觀察的（客體）。依據Heisenberg（1958）的主張，重要的物理量（如位置和動量）是成對的，也因此，當觀察者試圖要增進對其中一者測量上的精確性時，卻導致了對另一者測量的更不精確，無法以想要達到任何精準程度的方式同時加以測量。例如，在次原子的實驗之中，要確定電子位置時，使用了更大的輻射能量，但

²² 這裡，Cole主要參照C. Deane-Drummond等人的說法，其他另外三個受衝擊的領域：經由相對論重新發現時間、大爆炸（Big Bang）理論和經由混沌理論在經驗上重新發現複雜性（Cole, 2007, p. 6）。然而，原先Cole所敘寫“Deane-Drummond”應該是“Deane-Drummond”（Southgate, 2005, pp. 119-153）。

圖12

超／跨學科知識論中的主—客體關係



註：原圖沒有名稱，此處名稱為作者所加。Cole對於圖12的說明——「不同實在層級和知覺層級暨其與古典科學客體（實在）和主體（觀察者）的關係」。出自“Motueka Catchment Futures, Transdisciplinarity a Local Sustainability Problematic and the Achilles-heel of Western Science,” by A. Cole, 2007, 5th Australasian Conference on Social and Environmental Accounting Research, Wellington, New Zealand.

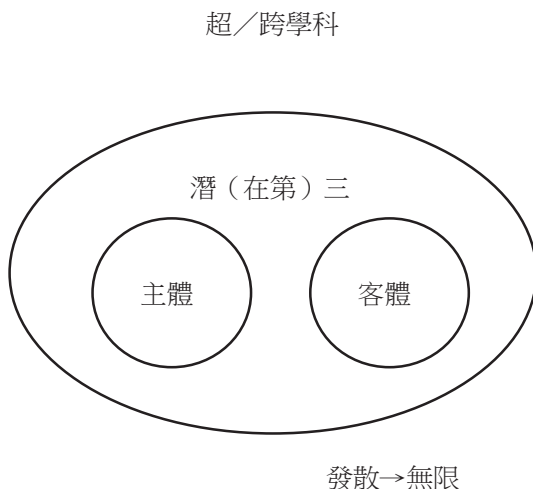
是，它的動量就有更大的改變，反之，使用更精確測量它的速度之技術卻導致其精確位置的不確定（Cole, 2007, pp. 6-7）。這說明了上述觀察的行動干擾了正在被觀察者的說法，也因此，讓人質疑古典知識論或現代（性）之中主—客體能夠完全分離的主張。當然，Cole在圖12當中已經納入了Nicolescu關於實在層級、知覺層級及絕對無阻抗的透明區域（潛在第三）的論點，這在本文的前一部分已有詳細說明。

從上述西方知識論簡史及其主—客體關係的演變來看，更可以理解Nicolescu取徑超／跨學科的發展脈絡，即對於古典科學知識論或現代（性）之中主—客體關係的質疑與修正，因而提出「主體、客體、互動項」三元劃分的見解。在這樣的取徑之中，超／跨學科主體認識超／跨學科客體或世界時，是跨越多個實在或

知覺層級的，同時是以無阻抗區域（或潛在第三）作為兩者的互動項，這也是圖1之中訊息流與意識流三個迴圈及其在X點會合所包含的意思。Nicolescu以圖13之中的主體和客體是分離的，但是他們共同沉浸在潛在第三之中相互結合，而這種潛在第三之行動的發散是無限的（Nicolescu, 2010）。也就是潛在第三之中含中邏輯的矛盾統合可以不斷地重複進行，超／跨學科知識和超／跨學科實在層級的結構總是開放的。

圖13

超／跨學科中的主—客體關係



註：取自“Disciplinary Boundaries-What are They and How They can be Transgressed?,” by B. Nicolescu, 2010, International Symposium on Research across Boundaries, Luxembourg.

三、量子物理學的啟示與超／跨學科

由於Nicolescu本身是量子物理學家，所以在提出超／跨學科的相關見解時，往往會提出量子物理學的發現或說法，例如，前述提及的弔詭共存或「Schrödinger貓」所涉及的「（態）疊加原理」等。事實上，他本身明白表示因深受Heisenberg、W. Pauli和N. Bohr這些量子物理學家的影響，他發現對於這些重要的量子物理學家而言，形上學和物理學是不可分離的，甚至說自己對於主—

客體關係的思想路線和Heisenberg的完全一致（Nicolescu, 2005a, 2007, 2008, p. 10; Volckmann, 2007, pp. 74, 83）。可見，量子物體學給予Nicolescu莫大的啟示，特別是Heisenberg的見解，值得加以討論。

Nicolescu取徑超／跨學科思想之中「超越學科」的內涵是其獨特之處，但是，超越學科之後是什麼呢？或者以圖1來說，各實在層級之間或其上與其下之絕對透明區域是空無一物嗎？Nicolescu使用了量子真空（quantum vacuum）的見解加以說明。在此真空之中，量子漲落（quantum fluctuation）決定虛擬粒子／反粒子對（particle and antiparticle pair）的顯現，所有事物都是存在與虛無之間的振動，此真空充滿所有可能性，在經由粒子加速器供給此一真空能量時，是可以使可能性成形出現。當以量子真空的見解來理解整體實在當中的絕對透明區域，或者說是學科之間、跨越學科和超越學科的空間，可以理解為何Nicolescu會說這個區域或空間並非空無一物的，而是充滿不可見的物質、能量、時空與訊息（Nicolescu, 2002, 2005a, p. 3, 2005c, p. 7, 2007, 2010）。從這裡來看，量子物理學確實啟發了Nicolescu關於超／跨學科的想法。

此外，前述量子物理學家Heisenberg對於Nicolescu有關超／跨學科的思想特別有所影響，可以從後者引述前者見解的地方看出來。首先，Nicolescu的「實在層級」與Heisenberg的「實在的領域」（regions of reality）。Nicolescu自述於1985年於Berkeley大學時有「實在層級」的想法，但是之後他發現自己所著迷的Heisenberg於其1942年手稿之中有三個「實在領域」的見解：古典物理學領域；量子物理學、生物學與心理現象的領域；宗教的、哲學的與藝術的經驗領域。Nicolescu認為，如果上述Heisenberg的前兩個層級完全符合他自己實在層級的界定，則第三個層級便算是混合了自己所說的實在層級及無抵抗區域的非層級（Nicolescu, 2005b, pp. 9-10, 2008, p. 10; Volckmann, 2007, pp. 79, 83）。其次，Heisenberg意識到有必要採取含中邏輯。儘管Nicolescu把超／跨學科中的含中邏輯歸功於Lupasco，但是，他也引述了Heisenberg認為量子理論當中必須修正排中公理的主張（Heisenberg, 1958/2009, pp. 133-135; Nicolescu, 2005b, p. 11）。第三，Heisenberg建議必須廢除主體與客體或客觀實在與主觀實在之間嚴格的區分。假使人們要把一個實在的兩個不同層面區分為客觀實在與主觀實在，他認為這是非常粗糙的簡化，由於錯誤認為概念能完美地描述「實在的事物」，才會太

強烈堅持科學知識和藝術知識之間的差異。Nicolescu在這個脈絡則指出「超越學科」真正意味的是主體—客體的互動（Nicolescu, 2005b, p. 3, 2007）。從上述這三點來看，Nicolescu的超／跨學科思想確實受到Heisenberg的影響。²³

四、大學超／跨學科教育作為明日的大學教育

前述Nicolescu取徑大學超／跨學科教育部分，主要介紹Nicolescu所論必須教導的超／跨學科知識、目標—探究普遍者與意義之探索、重要事項及具體建議。事實上，不管是否遵循或應用這些Nicolescu的相關主張，逐漸有更多學者反思大學以學科為本的教育，並提出了大學超／跨學科教育的主張。綜合本文前述所論Nicolescu超／跨學科思想與這些有心學者的看法，底下分三點加以說明：

（一）反思以學科為本之大學教育。Nicolescu認為，西方學科式探究的發現並非一無是處，但是也出現了前述的種種問題，甚至導致人類自我毀滅的可能，因此於1950年後逐漸出現多學科／複學科、（學）科際整合與超／跨學科式探究或教育的倡議。那麼可想而知，現在大學基本上是以學科為本的大學，也就是整體大學的重要目標、體制、運作的實況等都是以孤立的學科作為中心。例如，Max-Neef（2005, pp. 8-9）提及學系、研究所、學院持續是圍繞著單獨的學科，要徹底改變這種結構，是幾乎不可能的；Voss（1998）指出，原先“university”在字源上是創立以研究整個宇宙的地方，但是發展後，今日大學成為了相對封閉的空間，學者汲汲於蒐集、分類與組織資料，而不是探究實在與追尋智慧，需要Nicolescu所提到的超／跨學科式探究及真正的科學精神，迎接智慧的追尋者回歸；Morin（2008, pp. 29-30）認為，大學面對現代性必須調整朝向專精化的趨勢，他引述A. von Humboldt的見解，希望人們注意過度專精化的危險，以大學的首要任務在於傳遞與改革知識、理念、價值與文化的綜合體，而不是專業的培訓，必須使大學成為超／跨學科式的，讓各種學科本身在自由發展的同時可以經由有機的與系統性的關係而重新連結。換言之，超／跨學科的思潮與理念提醒有心之士反思以學科為本之大學教育的處境，例如所培養的人能否相當程度融通所

²³ 事實上，Lupasco的含中邏輯也和量子物理學密切相關，這部分可參見Brenner（2008）的“The Logic of Transdisciplinarity”。

學的各種知識，或是否具備超／跨學科素養以解決當今世界的棘手問題。

（二）著眼思想、理念史與學科的同構（isomorphic）關係。在以學科為基礎之下，整體大學教育的精神與運作都受到強調化約、分離及簡化的典範所影響。也因此，當A. Montuori在討論超／跨學科作為一種新的思想方式時，提到了思想、理念史與學科之間的同構關係。他以Descartes（1954）《談談方法》（*Discourse on Method*）這本著作中〈指導心靈的規則〉（*Rules for the Direction of the Mind*）這部分所主張的探究方法為例，其規定探究時要把複雜與混淆的命題化約為較為簡單的命題，把研究的問題劃分到最小的可能組成部分，進而人們在大學的組織上把這種指導心靈的規則加以制度化，學系的專精化追求劃分為最小的可能組成部分，彼此間強烈的界限於焉形成（Montuori, 2008, pp. xi-xiii）。²⁴類似地，Morin主張思想的改革必須要有制度的改革，反之亦然，有必要以全面的複雜性來統整侷限的複雜性，使思想改革和制度改革之間的循環是正向而非負向的（Morin, 2006, pp. 23-24, 2008, pp. 28-29）。換言之，大學當中的超／跨學科教育改革必須闡明整體文化中這種思想、理念史與學科的同構關係。

B. Wilshire指出，二十世紀大學係建立在十七世紀機械論物理學的原則之上，尤其是Descartes關於知識的觀念大體上決定了大學的結構，這一點他同意Whitehead（1970）的說法。²⁵因此，Wilshire認為，當代大學是以聚集（aggregate）並彙整（totalize）的原則作為背景假定而建立的。即在這些影響力之下，人們相信可以把所要認識的對象拆解成不同的部分，分別進行研究，並確立各個科學的專長，之後再把各個研究的結果累加起來，這樣即可認識並掌握世界。而在大學結構的設想上，所著眼的是如果各個組成科系所積累的一切知識最終能加總，那麼假定有足夠的時間且就原則上而言，這樣就能夠把握所有重要的事物。其次，Descartes心身二元論（psycho/physical dualism）除了使人們把認知者本身進行軀體與心靈的抽象化二分之外，也造成大學之中自然科學和人文科學之間的斷裂，以前者是探索具有延展性、物理性質的世界，後者則是

²⁴ Montuori（2008, pp. xi-xiii）特別引述的是規則五和規則十三（Descartes, 1954）。

²⁵ Whitehead（1970, p. 54）指出，十七世紀科學哲學作為一個概念系統，它在科研的組織上產生驚人的作用，「世界上的每一所大學都是依據它組織起來的」。

表達情緒與只能說是意見的內在世界，兩者當中只有前者具有真理的力量，社會科學則模仿自然科學成為另一個專精的學術領域。再者，隨著十七世紀科學及因此發展之科技的蓬勃成長，十九世紀末現代專業化（professionalized）大學所教授的內容不再侷限於中世紀以來的醫學、法學及神學等學科，而且新興的各個學科和全國性的專業會社結合，²⁶在專業成員的入會或專業發展過程中進行了純化（purification）及排他的儀式，以至於因為深怕受到其他學科或專業的汙染而損及自身的純粹性，儘管大學之中不同學科使用了所有領域都會運用的基本概念或預設，諸如意義、真理、原因及結果等，卻沒有一起加以討論的機會，對於學生學習、學科發展或大學作為教育機構來說，這種科系化專業發展的情況有必要加以檢討。基於這些論點，Wilshire（1990）倡議大學要以二十世紀物理學思想作為基礎，推展（學）科際整合的改革嘗試。這裡顯而可見的，Wilshire所論述的就是思想、理念史與學科的同構關係，儘管他沒有提到超／跨學科及超／跨學科與（學）科際整合等概念之間的關係，相信他基本上會同意Nicolescu的大學超／跨學科教育主張。²⁷

（三）深入審視大學教育提供的超／跨學科課程。假使Nicolescu超／跨學科思想相當說得通的話，大學教育要從以學科為本調整納入超／跨學科的思想，相信這種改革並非一蹴可幾之事。即使不是從Nicolescu超／跨學科思想出發，也有一些關心大學教育的學者思考了大學跨領域教育的議題。例如，Dressel與Marcus（1982）指出了一些大學實施超越單一學科界限的課程時，其中一種方式是由多個學系提供學科式的課程，以便學生修課時可以滿足跨學系（interdepartmental）或（學）科際整合主修的要求，然後交給學生自己進行統整，也可能根本沒有統整（Dressel & Marcus, 1982, p. 103）。或許，對於當今國內外開設的許多跨領域或跨科際課程來說，都可以從這個角度加以審視。換言之，這些跨領域或（學）科際整合課程有多大程度是真正（學）科際整合或超／跨學科課程？回到前述教育部1988年以來所推動的種種大學跨領域教育改革，假使能夠結合超／跨學科或（學）科際整合等基礎學理的探究，相信會有更好的成效。

²⁶ Wilshire是以觀察當時的美國社會而言。

²⁷ McGregor與Volckmann（2013）受到Nicolescu超／跨學科思想的啟發，新創“transversity”一詞並論述未來大學的願景。

肆、結論

回到進行本研究的三項理由來說，本研究前述已針對Nicolescu超／跨學科思想和超／跨學科教育主張有所探究，在這些學理基礎上，底下針對大學的跨域教育提出三點建議。一、如前文所示，我國致力於推動各種跨領域或跨學科研究與教育，但是缺乏相關學理基礎的探究，應該補足這方面的不足，本研究所探究的Nicolescu超／跨學科思想是目前相關文獻上公認且盛行的兩大取徑之一，或可稍加補足這方面的缺口，而在推動大學跨域教育上，仍需持續強化這方面的基礎研究，方能達到兼顧理論與實務的成效。二、Nicolescu超／跨學科思想提供了檢視我國大學教育的有價值觀點，其中包括有必要反思大學教育以學科為本的處境，特別是檢視思想、理念史與學科的同構關係，瞭解我國的大學教育多大程度仍然只致力於教導由各個組成科系所聚集並彙整的知識，缺少了超／跨學科的跨域統整願景。三、在區分超／跨學科與學科、多學科、複學科、（學）科際整合之下，針對當下大學中所提供的種種「跨域」課程，有必要審視整體課程中所包含超／跨學科知識的程度，假使只是停留在各個學科知識的拼湊，或者只期待學習者自行進行統整，那麼和大學跨域或超／跨學科教育的理想之間仍有相當的距離。

致謝：感謝國立臺灣師範大學教育研究所博士班黎瑋同學協助文書處理。

DOI: 10.53106/102887082023036901001

參考文獻

- Heisenberg, W. (2009)。物理學和哲學：現代科學中的革命（范岱年，譯）。商務印書館。（原著出版於1958）
- [Heisenberg, W. (2009). *Physics and philosophy: The revolution in modern science* (D.-N. Fan, Trans.). The Commercial Press. (Original work published 1958)]
- 王秀槐、丁艾竹、蘇愛嵐（2011）。跨越科系的藩籬：我國研究型大學實施前段不分系

模式分析與個案大學實施策略之探討。教育科學研究期刊，56（3），1-30。

[Wang, H.-H., Ding, A.-C., & Su, A.-L. (2011). Crossing the border of disciplinary knowledge: An analysis of the choice of major at the upper level of college in research-oriented comprehensive universities, with the use of one case study based on student needs in Taiwan. *Journal of Research in Education Sciences*, 56(3), 1-30.]

陳竹亭、唐功培（2013）。跨科際教育在臺灣大專校院實施之探究。長庚人文社會學報，6（2），159-195。

[Chen, J.-T., & Tang, K.-P. (2013). A study on the implementation of trans-disciplinary education at the university. *Chang Gung Journal of Humanities and Social Sciences*, 6(2), 159-195.]

Brenner, J. E. (2008). The logic of transdisciplinarity. In B. Nicolescu (Ed.), *Transdisciplinarity: Theory and practice* (pp. 155-165). Hampton Press.

Cole, A. (2007, November 22-24). *Motueka Catchment futures, transdisciplinarity, a local sustainability problématique and the Achilles-heel of Western science* [Paper presentation]. 5th Australasian Conference on Social and Environmental Accounting Research. Wellington, New Zealand.

de Freitas, L., Morin, E., & Nicolescu, B. (1994). The charter of transdisciplinarity. In K. C. Voss (Trans.), *Manifesto of transdisciplinarity* (pp. 147-152). State University of New York Press.

Descartes, R. (1954). Rules for the direction of the mind. In *Philosophical Writings* (E. Anscombe & P. T. Geach, Trans.). <https://learning.hccs.edu/faculty/robert.tierney/phil1301-3/substantive-course-materials/unit-iii/descartes-rules-for-the-direction-of-the-mind/view>

Dressel, P. L., & Marcus, D. (1982). *On teaching and learning in college*. Jossey-Bass.

Heisenberg, W. (1958). *Physics and philosophy: The revolution in modern science*. Harper.

Max-Neef, M. A. (2005). Foundations of transdisciplinarity. *Ecological Economics*, 53, 5-16. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleon.2005.01.014>

McGregor, S. L. T. (2015). *The Nicolescuian and Zurich approaches to transdisciplinarity*. https://www.academia.edu/13049831/The_Nicolescuian_and_Zurich_Approaches_to_Transdisciplinarity

McGregor, S. L. T., & Volckmann, R. (2013). Transversity: Transdisciplinarity in higher education. In G. Hampson & M. RichTolsma (Eds.), *Leading transformative higher education* (pp. 58-81). Palacky University Press. <https://www.consultmcmgregor.com/>

- documents/publications/McGregor_Volckmann_2013_Transversity_chapter.pdf
- Menken, S., & Keestra, M. (2016). *An introduction to interdisciplinarity research: Theory and practice*. Amsterdam University Press.
- Mokiy, V. S. (2019). International standard of transdisciplinary education and transdisciplinary competence. *Informing Science: The International Journal of an Emerging Transdiscipline*, 22, 73-90. <https://doi.org/10.28945/4480>
- Montuori, A. (2008). Foreword: Transdisciplinarity. In B. Nicolescu (Ed.), *Transdisciplinarity: Theory and practice* (pp. ix-1). Hampton Press.
- Morin, E. (2006, July 17). *Restricted complexity, general complexity* (C. Gershenson, Trans.) [Paper presentation]. Colloquium “Intelligence de la complexité: ‘epist’ emologie et pragmatique”, Cerisy-La-Salle, France. https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5762082/mod_resource/content/1/Morin%20%282006%29%20-%20Restricted%20x%20Genderal%20Complexity.pdf
- Morin, E. (2008). The reform of thought, transdisciplinarity, and the reform of university. In B. Nicolescu (Ed.), *Transdisciplinarity: Theory and practice* (pp. 23-33). Hampton Press.
- Nicolescu, B. (1997, November 12-14). *The transdisciplinary evolution of the university condition for sustainable development* [Paper presentation]. International Congress on Universities’ Responsibilities to Society, Bangkok, Thailand.
- Nicolescu, B. (2002). *Manifesto of transdisciplinarity* (K.-C. Voss, Trans.). State University of New York Press.
- Nicolescu, B. (2005a, June 4-8). *Towards transdisciplinary education and learning* [Paper presentation]. Science and religion: Global perspectives Metanexus Institute Conference, Philadelphia, PA. <http://www.metanexus.net/archive/conference2005/pdf/nicolescu.pdf>
- Nicolescu, B. (2005b). *Transdisciplinarity— Past, present and future*. <https://www.tercercongreso-somundialtransdisciplinariedad.mx/wp-content/uploads/2019/08/Transdisciplinarity-past-present-and-future.pdf>
- Nicolescu, B. (2005c). Towards transdisciplinary education. *The Journal for Transdisciplinary Research in Southern Africa*, 1(1), 5-15. <https://doi.org/10.4102/td.v1i1.300>
- Nicolescu, B. (2007). Transdisciplinarity as methodological framework for going beyond the science-religion debate. In B. Nicolescu & M. Stavinschi (Eds.), *Transdisciplinarity in science and religion* (pp. 35-60). Curtea Veche.
- Nicolescu, B. (2008). In vitro and in vivo knowledge— Methodology of transdisciplinarity. In B.

- Nicolescu (Ed.), *Transdisciplinarity: Theory and practice* (pp. 1-23). Hampton Press.
- Nicolescu, B. (2010, June 16-19). *Disciplinary boundaries— What are they and how they can be transgressed?* [Paper presentation]. International Symposium on Research Across Boundaries, Luxembourg.
- Nicolescu, B., & Camus, M. (1997, April 30-May 2). *Declaration and recommendations* [Paper presentation]. International Congress on Which University for Tomorrow? Towards a Transdisciplinary Evolution of the University, Locarno, Switzerland.
- Ortega y Gasset, J. (1951). *The revolt of the masses*. George Allen & Unwin.
- Short Chronology of Transdisciplinarity. (2008). In B. Nicolescu (Ed.), *Transdisciplinarity: Theory and practice* (pp. 253-255). Hampton Press.
- Snow, C. P. (1993). *The two cultures*. Cambridge University Press.
- Southgate, C. (Ed.). (2005). *God, humanity, and the cosmos* (2nd ed.). T & T Clark.
- Volckmann, R. (2007). Transdisciplinarity: Basarab Nicolescu talks with Russ Volckmann. *Integral Review*, 4, 73-90.
- Voss, K.-C. (1998). *The university as a space of possibility*. Centre International de Recherches et Études Transdisciplinaires. <https://ciret-transdisciplinarity.org/bulletin/b12c10.php>
- Whitehead, A. N. (1970). *Science and the modern world*. Taipei Rainbow Bridge Book.
- Wilshire, B. W. (1990). *The moral collapse of the university: Professionalism, purity and alienation*. State University of New York Press.