

The book cover is split into two main vertical sections. The left section is a plain, light grey surface. The right section is a dark, starry night sky. A silhouette of a person stands on a dark horizon, holding a flashlight that illuminates a small area of the sky. Overlaid on the sky are several geometric elements: a large white circle, a smaller white circle inside it, and a white dot at the center of the smaller circle. A dashed white line curves across the sky, passing through the top white dot and the center of the smaller circle. The title 'FRAMING TRANS-DISCIPLINARITY' is printed in large, bold, white, sans-serif capital letters across the top of the right section. To the right of the title, the Chinese characters '界定跨科際' are printed in a smaller, white, sans-serif font. Below the title, the subtitle 'BRIDGING THE SCIENCES AND HUMANITIES' is printed in a smaller, white, sans-serif font. At the bottom right of the cover, the editors' names are listed in both Chinese and English.

# FRAMING TRANS-DISCIPLINARITY

界定跨科際

BRIDGING THE SCIENCES  
AND HUMANITIES

蔡明燁、王驥懋、唐功培 編  
Edited by Ming-Yeh T. Rawnsley, Chi-Mao Wang, Kung-Pei, Tang

# 《界定跨科際》

**Framing Trans-disciplinarity:  
Bridging Sciences and Humanities**

蔡明燁、王驥懋、唐功培編

**Editors: Ming-Yeh T. Rawnsley, Chi-Mao Wang, Kung-Pei Tang**



教育部 發行  
中華民國104年4月

## 界定跨科際 目 錄

大學大革命／陳竹亭	i
I. 臺灣與國際的接軌：跨科際思維與科學傳播／蔡明燁	1
II. 跨科際研究：文獻回顧以及研究議題／王驥懋	39
III. 跨科際思維與範例教學原則／唐功培	75
IV. 跨科際課程教學的實踐與反思：以東海大學「高齡化社會與產業」課程群組為例／蔡瑞明、許書銘、黃昱琄、陳貽照	109
V. 心理疾病在威爾斯的社區照護：醫療系統、社群用戶及學界的跨領域合作案例／Isamar Carrillo Masso／蔡明燁、錢克瑄 譯	141
VI. 跨科際視角下的科學傳播三階段論／黃俊儒	161
VII. 中國科學紀錄片發展歷程／喻 溟	185
VIII. 氣候變遷的理與盲—知易行難的多重跨界議題／許晃雄	219
IX. 最低度開發國家的氣候變遷調適因應／蔡宗翰	259
X. 音樂與科學的當代邂逅：從基礎研究到醫療應用／蔡振家	307
XI. 穿領域合作時專家溝通之困難／陳政宏	343

*human condition have failed.* London: Yale University Press.

Shinn, T. (2002) The triple helix and new production of knowledge: Prepackaged thinking on science and technology. *Social studies of science.* 32 (4), p. 599-614.

Slaughter, S. & Rhoades, G. (2004) *Academic capitalism and the new economy : markets, state, and higher education.* Baltimore: Johns Hopkins University Press.

Stokes, D. E. (1997) *Pasteur's quadrant : basic science and technological innovation.* Washington, D.C.: Brookings Institution Press.

Thompson Klein, J. (2004) Prospects for transdisciplinarity. *Futures.* 36 (4), p. 515-526.

Turnpenny, et al. (2011) Where Now for Post-Normal Science? A Critical Review of its Development, Definitions, and Uses. *Science, Technology & Human Values.* 36 (3), p. 287-306.

Weingart, Peter. (1997) From "Finalization" to "Mode 2": old wine in new bottles? *Social Science Information.* 36 (4), p. 591-613.

Wickson, F., Carew, A. L. & Russell, A. W. (2006) Transdisciplinary research: characteristics, quandaries and quality. *Futures.* 38 (9), p. 1046-1059.

Ziman, J. M. (2000) *Real science : what it is, and what it means.* New York: Cambridge University Press.

## 跨科際思維與範例教學原則

唐功培\*

\* 臺北醫學大學通識教育中心助理教授。

## Abstract

The “Seminar on Interdisciplinarity in Universities” in 1970 was exceptionally productive for drawing outlines of transdisciplinarity. A group of distinguished scientists, such as Heinz Heckhausen, Marcel Boisot, Erich Jantsch and Jean Piaget gave themselves the Herculean task of redefining, “a common system of axioms for a set of disciplines” (Klein, 2004, p. 515). They tried to do this by clarifying terms such as multidisciplinary, interdisciplinarity and transdisciplinarity to set up some general principles to regroup disciplines. The problem of interdisciplinarity is involved not only in education but also in research because both of them refer to questions in terms of epistemology. They pointed out that the path of the studying of an object would usually not follow the setting of academic disciplines. The cross disciplinary inquiry happens inevitably by undertaking scientific activities. The activity “learning” is hence more than memorizing given information, which is categorized by academic disciplines. Inquiry and study are in this case requested, because learning also means to figure out circumstances of the case. This insight can also be found in the works of the German educator M. Wagenschein, namely inquiry-based learning (in German: genetisches lernen). In this chapter, the author expounds why Wagenschein’s didactic method should be the required pedagogical content knowledge for transdisciplinary education.

Keywords: Transdisciplinarity, Inquiry-based learning, Martin Wagenschein

## 摘要

從跨科際思維的發展背景，我們可以知道跨科際思維在高等教育裡的意義是在於提供現有分科教育外另一種組織統整知識的方式。SHS 科學人文跨科際人才培育計畫目標亦是在催化高等教育機構內部的改變，讓高等教育機構在既有科系的知識分類之外，提供學生一種超越現有學科分類思維的知識融通管道。這種組織知識的管道將建立大學裡的不同學科領域專家學者合作的平臺，讓知識能用於解決社會上的具體實務議題，也就是學用合一的跨領域知識融通。但是這個理想需要一些在教學上的參考依循方向。本文將嘗試說明，國內外當代學者對跨科際此一概念的認知及訴求；跨科際概念對高等教育如在瑞士巴塞爾大學 (University of Basel) 所帶來的具體影響；以及 M·瓦根舍因 (Martin Wagenschein 1896-1988) 的範例性教學理論對跨科際教育者有哪些參考價值。

**關鍵詞：**跨科際，範例教學，M·瓦根舍因

## 前言

本篇文章主要分為兩個部分，以下將說明這撰寫這兩個部分的企圖和考量。

### 定義跨科際 = 限定跨科際？

在許多流行用語充斥的狀況下，推廣跨科際教育這項任務帶給懷疑論者一個開始猶豫的理由和藉口：一方面希望跨科際教育這個概念能被推廣得無遠弗屆，另一方面也擔心跨科際這個概念在強力放送之後，變成一個空泛的流行用語，如「知識」、「文化」這

些詞彙，隨處可見，但每位使用者並不一定想知道這些詞彙背後的意涵。本來無法不靠人而單獨存在的「知識」(Meyer-Drawe, 2008, p. 18-21)，在當代卻像資產一般可以被拿來「管理」或「轉移」；或是代表人類生活方式的「文化」(Helmer, 2004)也可以被拿來加工成為「文化創意產業」，生活方式被化約為可被推銷、創作的產品及商標。

跨科際 (transdisciplinary) 代表著超越現有學科藩籬的知識融通與溝通<sup>1</sup>，這亦代表著，用現有學科框架下的知識統整思維是無法去描述清楚跨科際的意涵的。沒有了既有的框架，便擔心跨科際這個概念被無限上綱，被拿來套用在不同的情況。

為了說明當一種概念被無限上綱而導致的誇張狀況，在這裡引用布萊 C. C. Bry (1924) 在他的著作「偽裝起來的宗教」(verkappte Religion) 裡面的一個段落。

即便井底蛙<sup>2</sup>也是在用一種新的角度來看這整個世界。不過對他來說，所有的事物只是為了讓他的偏執狂熱 (Monomanie) 獲得認同。[...] 他的世界把這井底蛙眼界縮小。在所有每一件事物裡，他都只找到針對他想法意見的證明。事物本身無法再帶給他任何啟發或感動。他再也無法被啟發了，縱使有些事物跟他有關，這些事物對他來說，僅僅是通往表象世界背後的鑰匙。我們幾乎可以實驗證明這種現象的存在，如果我們跟一個幾乎將反猶太主義當成一種偽宗教的人，談論在我們桌上的一瓶鹽罐子；他那偏執的、渴

1 本文第二節將會加以詳述。

2 原文 Hinterweltler 為作者用雙關語的手法將 Hinterwälder (中文：鄉巴佬) 寫為 Hinterweltler, Hinterwelt 可翻譯為表象世界後的世界。Hinterwelter 用來諷刺那些號稱已經看穿表象世界掌握本質的人，在本文中翻譯為井底蛙。

望找到認同的心靈，在沒兩句話之後，就會開始述說古代猶太人早在腓尼基 (Phönizien) 賣鹽的時候就開始騙人的這個說法，或者是在公家的製鹽廠裡面的猶太籍員工比例過高之類的言論。他肯定再也沒有辦法，單單只看到一罐鹽。他無法再用清醒地或用審美的角度來看這罐鹽，對他來說，這罐鹽不可能代表一罐爭執和眼淚，或是一罐衡量真愛的標準，或代表家裡是否乾淨清潔的指標，又或者是代表可以去除桌巾上葡萄酒漬的清潔劑。從這鹽罐中，他只看到那個其他人就算用他們最活躍地想像力也找不到的東西，那就是猶太人 (Bry, 1924, p. 33)。

布萊在他的書中提到許多在 20 世紀初存在的群眾瘋狂現象。一些迅速流傳卻大有問題的思想，他稱為偽裝起來的宗教，如國家社會主義。一些念頭、思想、觀念，在當時被加以拼湊，提倡鼓吹，進而開始流行，被拿來當成解釋許多狀況的唯一答案和解決問題的萬靈丹和出路，成為一個封閉的理論系統。然後造成了席捲歐洲、牽連全世界的政治運動，以及留下一些我們不樂見的影響。

這個例子點出了，即便是一種思想主張不清楚本身發展的淵源和方向，仍然可以找到往下發展的出路，如同哈伯瑪斯 (J. Habermas) 所指出的，有些主張或規範是先被合法化才被合理化的<sup>3</sup> (Habermas, 1987)。有些人們習以為常的規範，是人云亦云的結果，而這些思想主張，可能會帶來負面影響。

跨科際教育的推廣是經由教育部中綱計畫的方式來進行，這種途徑或許需要推動者自身不斷地反思：如何得知跨科際思維是帶

3 參見 Habermas, J. Wie ist Legitimität durch Legalität möglich in: Kritische Justiz 1987, S. 1-16.

來一種新視野，而非一種存在大家腦裡的、集體的妄想？例如，跨科際是否要取代現有分科制度？跨科際是否訴求發展出一門新科學？

一個辦法，便是讓它被說明得更具體一點。讓它具體的方法，便是找到它發展的脈絡，以及找到它可操作的部分，然後去檢驗它的合理性和可行性。緣此，這篇文章被賦予了以下的意義。本文在第一部分將會去追溯跨科際思維發展脈絡與高等教育的關係，也就是扣住國內外與跨科際思潮相關的重要事件，從中去了解，當事者為什麼要提倡跨科際的思維？跨科際代表什麼？跨科際思維應該要帶給我們什麼改變？

若要進一步探究本文所勾勒出的跨科際理論或主張，本文所列舉說明的事件或案例可以提供深入討論的切入點和基礎。

### 教學法 (Didactic) 不是使用說明書！

本文的第二部分，將根據前半段所闡述的跨科際思維發展脈絡，找出在教學上的一個相對應的參考方向。在此將嘗試說明，瓦根舍因 (Martin Wagenschein)<sup>4</sup> 的範例性教學法對跨科際教育者有哪些參考價值。

教學法 (Didactic)，也稱教學論，狹義來說可解釋為課程理論，廣義來說是在處理教與學的理論和實務。康美紐斯 J. A. Comenius (1592-1670) 在他的著作「大教育學」(Didactica magna) 稱教學法為教育的藝術。藝術與技術的差別即在於自行拿捏分寸

4 瓦根舍因 (1896-1988) 是德國科學教育家，他的範例式教學可被歸類於溯源式學習以及啟發性教學，主要強調讓學生主動探究及理解的過程，而不是被動的接受灌輸。文章後半段將詳細介紹他的教學理論。

的空間，有別於一般產品，不能要求用千篇一律的方法及步驟來產生一件藝術作品。那自由拿捏的分寸，就如同赫爾巴特 (J. F. Herbart) 所指出的，教學理論和實務之間存在著一到鴻溝，如何連通這兩者，便是一門藝術。<sup>5</sup>

梅爾 (Hilbert Meyer, 1997) 在他的學校教育導論中指出，倘若教師指望教育研究成果能提供給教師或學生能確定達成目標的步驟及方法，那你就忽略學生的個別性和差異性所帶來的不確定性。教學 (法) 論能提供的是對教師教學行為所提供的解釋，以及提供教師檢視自己教學行為的參考。在臺灣的高等院校裡，已經有教師著手進行跨科際問題導向課程的進行，教師們嘗試採取有別於以往分科教學習慣來設計課程以及進行教學。本文中所要說明的範例性教學論雖然已經在德國初等教育的實務課程 (Sachunterricht) 裡行之有年<sup>6</sup>，但是在這裡主要闡述的是原則，而非既有的課程實例。

瓦根舍因所提的範例性教學論其實包含三項原則 (範例性、探究性的以及蘇格拉底式的)，而這些原則的第一項參考價值，是在於這三項之間無強烈矛盾，讀者可能認為這應該是很基本的，但是看到現有教學情境，各位會發現其實不然：在教學現場中總是強調的「公平性」和「尊重差異」這兩項原則所帶來的價值衝突，在臺灣的教育討論中屢見不鮮<sup>7</sup>。

所以在本文後半部，首先將就範例教學原則的發展脈絡進行

5 赫爾巴特原著；李其龍 (1991) 譯。普通教育學。臺北市：五南。

6 B. Thomas (2009) 對實務課程的歷史發展和現況說明中指出，瓦根舍因的範例教學原則自 1980 年代在德國初等教育的實務課程裡普遍施行。

7 例如在推動十二年國教政策的過程中，教育部規劃 103 年 75% 的學生能免試入學以利所謂的適性教育，但是另一方面卻將國中教育會考成績放入免試入學超額比序項目。免試入學政策僅免去入學考試，卻仍要求統一會考成績代表著兩種原則的互相牴觸。

闡述，在這部分將會說明此教學論是因應哪些教育政策上的問題而產生？而範例教學論解決這個問題的策略是什麼？以這個問題為切入點來說明此教學法之原則重點。

在說明的過程中，仍會援引已經曾經使用過的實例，一方面讓大家能具體的了解範例性教學原則如何被拿來操作，一方面還能讓讀者了解，此原則在既有的學校教學環境裡實行的困難性。我們可以藉此討論，一般學校機構裡的限制條件是否在大學這個教育機構也是無法避免的。

倘若有志於推動跨科際教育的教師對範例性教學原則產生共鳴，或許還可以藉著範例教學原則來解釋自己的教學行為，表達出自己的教學理念。

### 為什麼要跨科際？跨科際思維的發展脈絡

#### 跨科際在高等教育機構裡的意義

跨科際 (Transdisciplinary) 在國內的教育文獻譯作『超學科』，早期的相關論述可見於民國八十年六月的教師天地專論「科際整合教育」系列文章中。黃政傑 (1991) 於「以科際整合促進課程統整」一文中，介紹七個與「科際整合」相關的名詞，從「學科」(discipline) 到「超學科整合工作」(transdisciplinary work)。他指出，「超學科」主張「各學科知識有其共通性和一體性」(黃政傑, 1991, p. 40)。但是黃政傑的專文是探討科際整合工作 (interdisciplinary work) 和課程統整的關係，對跨科際或超學科並無太多著墨。在當時，主要是以「科際整合」(interdisciplinary) 作為這股思潮的核心概念<sup>8</sup>。

<sup>8</sup> 就時間上的順序來看，在這期刊專論的六年前，就已經有一群在臺灣想要增

『跨科際』(Transdisciplinary) 此一概念的討論，可追溯到 1970 年代 (Klein, 2004, p. 515, Balsiger, 2005, p. 18-139)<sup>9</sup>。1970 年，『經濟合作發展組織』(簡稱 OECD) 的一個附屬機構『教育研究暨創新中心』Centre for Educational Research and Innovation (簡稱 CERI)，針對『跨科際』研究以及教育上的問題舉辦國際會議進行討論 (Seminar on Interdisciplinarity in Universities)。當時這個研討會的目標是在是在處理以下的問題：如何統整知識以及這樣的知識統整對大學研究與教育的意義是什麼？(how to unify knowledge and what the many implications of such unity are for teaching and research in the universities.) (Duguet, 1972, p. 11)

與會的科學家，如黑克豪森 (Heinz Heckhausen)、波亞梭 (Marcel Boisot)、陽許 (Erich Jantsch) 和皮亞傑 (Jean Piaget) 發表自己對既有的學術分科主導教學的省思。當時亦是使用“Interdisciplinarity”來描述在研究時需要統整不同學科領域的現象，其目的是要從一整套學科系統當中，找出公理或通則 (a common system of axioms for a set of disciplines) (Klein, 2004, p. 515)。與會學者指出，既有的學科制度讓知識分裂成片段，而他們使用了多學科 multidisciplinary、界領域 interdisciplinarity 和跨科際 transdisciplinarity 等詞彙來嘗試說明，如何在高等教育的範疇下，找出能重整 (regroup) 片段知識的教學及研究方法。從這個研討會中我們可以知道，跨科際思維直接關連到教育與研究，因為它們都牽涉到如何獲得知識的這問題。

進學科間交流合作的學者，成立了中華民國科際整合研究會。此研究會探討許多與臺灣社會高度相關的具體議題 (梁尚勇 & 陳水逢, 1988)。

<sup>9</sup> 雖然在 1958 年便有跨科際相關研究的學術出版品 (Jantsch, 1947, Luszki, 1958)，但是本文主要針對國際會議上正式的討論。



以下主要將依據與會學者的看法來說明以下兩個問題：

1. 知識產生的過程和學科之間有何關係？
2. 有別於既有學科分類的知識統整，跨科際對大學研究與教育的意義是什麼？

### 知識產生的過程和學科的關係？

這研討會從開始界定何謂科學和學科開始。會中學者們首先將科學及學科界定為一種活動。會中討論到一個有趣的問題，如何判定兩個科學家同屬一個科學範疇或學科？當時提出四項評斷標準：1. 這兩者受過相當類似的教育；2. 兩者彼此間有相當頻繁的互動；3. 他們所採取表現出的行動相當類似；4. 他們屬於相同性質的專業機構 (Apostel, 1972, p. 146-147)。這四項標準並沒有在「兩位科學家」上多做著墨，假如我們用這四項標準來看兩位演員、兩位木匠，一位公車司機加計程車司機，我們會發現這三組人都符合上述標準。所以這四項只能解釋，如何分學科；要解釋什麼是科學還要另一番論述。所以我們需要來看看另一個由黑克豪森提出的解釋，學科代表“專業的科學性探究某一特定同性質的題材” (*the specialized scientific exploration of a given homogeneous subject matter*) 而且這種探究的過程讓我們經歷一種知識的汰舊換新過程 (eliminates old knowledge and produces new knowledge) (Heckhausen H., 1972, p. 83)。也就是說，科學研究就是致力於藉著發現法則，將真實世界的現象轉換為可用科學方法進行的現象 (Boisot, 1972, p. 90-91)。黑克豪森進一步整理出七種界定學科的說法：1. 根據一門學科的研究領域 (*material field*)，例如動物學研究動物，植物學研究植物。2. 根據要取得的研究數據資料來劃學科界線，如生理學要從活體上取得解剖學、物理學和化學資料。3. 根據理論所整合

的程度和理論要解釋的對象如心理學在解釋生物與被感知的環境之間的互動。4. 根據固定的研究方法來分學科間的界線。5. 分析方法亦能被歸類成一門學科如描述或推論統計和邏輯。6. 根據實際應用的專業領域來劃學科的界線，如醫學或教育學。7. 一些歷史事件或當時社會文化的價值觀，影響學科的發展；如孔恩所提的典範轉移。

雖然用這七種說法可以幫忙我們將一門學科從其他學科區別出來，但是同樣的這些說法也是可以拿來指出既有學科界線的不清楚之處；如同第三項，我們可以根據既有理論來判定學科領域，如慣性定律之於古典力學，但是庫侖定律 (*Coulomb's law*) 不但適用於電學、引力及磁力；還可用以解釋城市之間的經濟流動現象 (*economic flow between cities*) (Boisot, 1972, p. 93)，這代表源自一個學科的理論或法則也可以成功地被應用在其他學科。

皮亞傑則是以另一角度切入：他先對實證主義主導學科發展及大學組織結構的這個現象提出反思及批判。他指出，根據孔德 (A. Comte) 所奠定的科學分類方式所發展的科學活動聚焦在由觀察出的事實，並且從中找出規則，但是要到理解事實之間相互關係，中間還有一段差距。如此降低了學科知識間的共通性，增加了複雜性<sup>10</sup>。他進一步指出，從事科學研究活動之前，人的直覺會影響研究的路徑，而這種路徑通常不會按照設定的學科來發展，跨學科的狀況必然會發生。例如幾何圖形的認知不只是取決於物體在空間的特性，也取決於行動者，或受到兩者同時影響，所以幾何圖形認知不僅是遺傳心理學和認識論的問題，也跟物理和數學空間之間有關係 (Piaget, 1972, p. 127-130)。

10 因為學科根據「邏輯實證主義」(logical positivism)被要求將所觀察到的資料轉譯成另一套我們不熟悉的語言：數學公式 (Piaget, 1972, p. 129)。

套用傅柯（1994）對學科（Discipline）的解釋，我們可以知道學科在學校機構裡只是一種不斷重複的「規訓」（Foucault, 1994, p. 205-234）。

這些學者的經驗分享告訴我們，倘若要進行科學研究的話，就不能理所當然地持續按照既有分科方式來傳授及學習知識。

### 跨科際對大學研究與教育的意義是什麼？

在這場研討會不但從科學研究的本身來看既有分科方式的缺點，還從社會貢獻的角度來看跨科際的必要性；會中指出，跨科際思維是一種讓大學功能健全的方法。

陽許認為，大學應該要讓科學活動與社會創新的需求之間能相互回饋，重新組織符合社會發展目標的科學研究（Jantsch, 1972, p. 99）。

陽許還指出，大學的教育工作與研究發展狀況已經開始失去交集，而且這已變成一個問題。尤其是在複雜的科技領域裡，這一點更是明顯。陽許認為工業在當代有一個任務，它必須重新組織科技與社會系統，使其相互配合。他認為，電機工程教育的內容沒有顧慮到這項工業應該承擔的責任。因為負責電子科技發展的學程，電機系或資訊系，都將焦點放在產品上，並沒有注意到這項產品在社會上會扮演的角色（Jantsch, 1972, p. 111）。

陽許藉此說明了系統性思維，即便是我們無法窮盡所有的知識體系；但是我們能夠避免單點或直線式的思維，尤其是在遇到問題的時候（Jantsch, 1972, p. 99）。假設我們做了一件事，解決了今天困擾三個人的問題，卻影響了一萬人明天的生計。那還該不該做？下決定時的考量因素又是什麼？這都是處理問題時應該要面對

的。舉一個今日的例子，有多少多功能手機的擁有者，真正完全使用到他的手機能提供的功能？（如藍芽）有多少電力和材料的消耗是在沒有實際需求的情況下發生？再想想手機回收後的下場，我們不禁要問，這些消耗是必須且不可避免的嗎？而且它的後續效應是什麼？

陽許提出的系統性思維，提醒我們在解決問題時，首先要多方面考量到影響層面，根據影響層面來做價值判斷。因此在他的「跨科際大學的結構」（Transdisciplinary University Structure）（Jantsch, 1972, p.104-117）藍圖中，價值和意義（Values and Meanings）是位在這整個思維系統裡最高層級的地方，在規範層級（Normative Level）、實用技術層級（Pragmatic Level）以及經驗層級（Empirical Level）之上。他駁斥了科學是不帶價值判斷的說法，將皮亞傑的「發展」概念，用在科學發展上，指出科學發展的價值是在建構「智慧體化」的世界（an anthropomorphic world），將自我更新（self-renewal）視為教育的目的。（Jantsch, 1972, p. 98）他將整個世界視為一個有機體，並認為人類身為這有機體的一部分應該維護其發展。大學這個高等教育機構應該依循整合科學、教育與創新的系統思維來運作（*integrated systems view of science, education and innovation*）（Jantsch, 1972: 100）。

我們可以在不同地方看到對陽許的跨科際主張的共鳴，以及這種環保訴求對跨科際研究和教育的後續影響。

例如，聯合國教科文組織（UNESCO）在70年代所推動的人與生物圈計畫（Man and the Biosphere Programme）此計畫目標為站在科學的基礎上，來改善人與地球環境的關係。這個環境教育與生態研究計畫帶來了連鎖效應，一個具體的成效是目前全世界有117個國家設立生態保護區，保護區的數量高達621個（Man and the

Biosphere Programme, 2013)。

瑞士環境與生態研究學會 (Swiss Academic Society for environmental research and ecology) 便是在1972年因應人與生物圈計畫而成立。這個學會帶給跨科際研究以下貢獻：生態研究結果指出，生態系統的複雜性無法用幾個單一學科研究相加的方式來進行探究。在2000年時，此學會成立跨科際研究網 (Network for Transdisciplinary Research 簡稱 td-net)，提供跨科際研究者一個合作交流的平臺。2008年，此一平臺改由瑞士人文暨科學院 (Swiss Academies of Arts and Sciences) 經營。此跨科際平臺關注的研究重點從環境以及永續議題相關研究領域，逐漸往各種不同的研究領域延伸擴展。這個跨科際網路平臺有系統地提供閱聽者跨科際相關文獻：它列舉許多需要涵蓋不同領域的跨科際研究計畫、論文以及專書，在專書中提出對跨科際概念的解釋，而跨科際意涵的說明是從上述研究成果歸納出來的。

例如，該網站的一篇研究統整分析自1970到2005年的跨科際 (transdisciplinary) 四百多篇相關研究論文後發現，聚焦在跨科際研究的學術期刊 (transdisciplinary-focus journals) 幾乎都是問題導向的 (problem-oriented)。此研究依循 Jantsch 的觀點，將跨科際的訴求定義為「連結學術及真實世界的議題」(engage with both the academic and life-world issues) (Kueffer et al., 2008)。

依據歸納統整的原則<sup>11</sup>，這個跨科際平臺的成員編撰了「跨科際研究手冊」(Handbook of transdisciplinary research)，此書對『跨科際研究』一詞提出以下的解釋：

11 書中收錄了十九個跨科際研究案例，從聯合國教科文組織所推動的人與生物圈計畫到肯亞的河川整治，德國福來堡市的社會—空間便捷性，到加拿大魁北克的戰後社區翻新改造。

『當我們無法用現有學科知識來解決重大社會議題的時候，而且這個問題本身的具體狀況是不明確的時候，我們需要跨科際研究。跨科際研究有四項功能：1. 去理解這個問題的複雜性，2. 考慮到真實世界和科學方法看待問題的差異性，3. 將抽象知識和具體案例連結在一起，4. 發展出有利於大眾福祉的知識和技術。』

根據書中的十九個案例，跨科際研究過程可被分成三部份：

1. 界定問題並將其結構化。
2. 分析問題。
3. 將研究成果付諸實現。

在第一階段，整個研究計畫必須是已經有完全考量到各部份的：首先要指出和這個議題相關的學科，以及學習和本研究問題相似的跨科際研究，然後要考量到在真實世界的實際需求，現有科技發展狀況以及既有法規。為了讓科學知識和實際狀況做連結，已經被界定的問題可以因為不同的行動者的關係被再重新制定。這是在跨科際研究過程中，首先會展現創意思考的地方，比如找了解事物的新方式，用以連結不同的看法。

在上個階段，一個真實世界的問題被陳述為數個子問題並且開始進行研究。這個部份則需要將釐清這些子問題之間的關聯性，也就是研究者需要進行資訊的整合。在這個整合的過程中，研究者可以使用不同的合作方式或整合模式，但是仍要持續修正統整出的結果。

在統整不同研究的成果之後可產生實際的方案來回饋到實際的生活上，以及提出後續研究的方向。為了讓研究者能夠經歷學習過程，『將研究成果付諸實現』在進行跨科際研究的過程中就會發生。畢竟，跨科際研究的場域是在真實世界，而非實驗室。如此，

該研究所帶來的影響才能被大家觀察到，或者是所學到的教訓才能在往後派得上用場。(Christian Pohl & Hirsch Hadorn, 2007, p.4-9)。

跨科際研究手冊還嘗試描述，我們的學問是如何因而處理真實世界問題而達到學以致用的：行動者需要系統性知識 (System knowledge) 來以不同的面向及角度來描述及界定問題。現有分科教學，便是在傳授不同學科體系所建構的系統性知識。研究者會因其學科背景而具有一定的問題意識，根據此問題意識找到探究真實世界問題的切入點，將真實生活上的具體問題轉換為學術研究尚可處理的待答問題。不同學科的多元角度給同一個真實世界問題許多不同的研究方向。當行動者面對真實世界問題需要作決策判斷的時候，需要目標知識 (Target Knowledge)，如在分析既有法規政策時。在行動者帶來實際的改變的時候，他展現的是轉化性知識 (Transformation Knowledge)。這些改變可以是具體的改善方案，也可以是價值觀或觀念的改變 (Hoffmann-Riem et al., 2008)。由此可知，跨科際並不訴求破除現有學術分科體系，創立新科學；而是強調大學在社會裡的意義和科學研究與真實世界的連結。

### 跨科際在瑞士高等院校的發展

在上一段提到的跨科際研究，看不出來跨科際和高等院校裡的教育工作有哪些實務上的連結。順著以上學者所闡述的跨科際思維，瑞士巴塞爾大學的人類社會與環境學碩士學程的發展過程可以說明跨科際思維如何將研究、教育和社會影響三者連在一起的。

瑞士巴塞爾大學首先值得一提的地方是，它在500週年和550週年的紀念文章中都不忘省思大學在社會上的定位和大學的實質價值：雅斯佩斯 (Karl Jaspers)，在1960年巴塞爾大學500週年校慶演講時，反省大學是否培養出專家，讓他們運用專門知識來維護全人

類福祉。他的論述亦點出大學對跨科際的需求；他說：「儘管大學裡有五花八門的科系，它們的加總仍然無法給我們完整的知識來處理人類的問題。分科教育讓大學變成專科學校。要如此的教育培養出能解決人類問題的人才，是一個錯覺。」(Kreis, 1986, pp. 6-7)

550週年校慶之際，巴塞爾大學回顧自己如何解決公眾的問題帶來社會貢獻。布爾格 (Paul Burger) 和傑尼 (Leo Jenni) 檢視巴塞爾大學從1986至2010年的發展過程，發現這個大學在進行一個組織結構改革實驗，一個如何將學科統整和真實世界問題連結在一起的跨學院組織結構發展實驗，這個改革的具體結果為永續發展碩士學程 (Burger & Jenni, 2010)。

這一個校級跨院課程整合計畫的發展背景可回溯到兩項重要事件：跨科際課程的實施與人類社會與環境基金會的成立。

1986年的校長亞伯 (Werner Arber) 提出跨科際課程計畫，這個計畫是依據巴塞爾大學教師群在社區大學與老人大學裡的合作經驗而產生。巴塞爾的教授們在社區大學裡，和對科學感興趣的一般大眾進行了深入且帶給雙方許多收穫的對話。基於這樣的經驗，亞伯計畫讓巴塞爾大學內全校的學生和助理助教能經由課程活動，跨到自己陌生的科系，進行跨領域的對話。

從1987年的冬季學期開始，大學內各科系提供全校學生與助理助教，每週二下午兩小時的課程，讓他們去認識不同的陌生學科領域。推動初期，執行委員會受到許多來自各院系同仁們的抱怨和質疑。他們不理解為何要在大家所習慣的分科制度之外，還要求跨院跨系的溝通合作。同仁質疑的態度卻因當地的一個重大環境事件而發生轉變。

1986年11月1日，萊茵河旁的山德士 (Sandoz) 農藥倉庫發

生火災事件引起巴塞爾大學校園內師生的關注。師生們體認到，在面對這個嚴重影響當地人類，社會及環境生態的眾多問題時，顯然無法用單一學科的研究角度來處理。結合自然科學，人文，社會科學的跨領域合作在這裡顯示出它的必要性。

大學委員會的學生代表要求，巴塞爾大學必須要提出有效的對策來消除社會大眾因這個災害所帶來的不安和疑慮。亞伯校長立即回應這項訴求，並提出工作方案；在每個學院裡都必須開始發展跨領域的研究和學說，每個科系都需要提供溝通能力的訓練課程以及發展生態學相關研究。

因應上述任務，巴塞爾大學在同年12月組成人類—社會—環境跨領域工作小組。在這個小組裡，巴塞爾大學的教授、學生、助理們和校外的專家一同合作。在既有大學機構外，還組織了可靈活轉換的工作網路，並且列出在大學內所有與環境相關或跨領域的課程，研究或學術活動清單。這些工作讓巴塞爾大學改革了管理委員會的組織結構以及改善科系間的合作關係。

1987年開始，這場災難的所在行政轄區瑞士的巴賽爾鄉村邦（Kanton Basel-Landschaft）的邦議會每年提供一千五百萬瑞士法郎成立專職基金會，人類—社會—環境基金會（Stiftung Mensch-Gesellschaft-Umwelt）應孕而生。此基金會的管理委員會成員為由巴塞爾大學六個學院內選出18位教授、助理及學生代表。此基金會的發展目標是將所推動的研究計畫最終盡量整合到大學機構之內。此基金會自1994年到2005年共補助了39項研究計畫，研究範圍涵蓋自然科學、文化、經濟、健康和環境領域。為了協助研究人員在進行跨科際研究，在計畫推動期間，此基金會提供許多界領域研究課程或工作坊等進修機會。界領域在此是指，藉由幾門學科間共同合作，來分析人類和環境生態之間的相互影響。

2002年，在人類—社會—環境基金會的扶植下，巴塞爾大學內通過一向能整合大學教學研究與社會服務三種功能的持續發展計畫。到2009年，這個計畫發展為跨校內各學院的永續發展碩士學程（Burger & Jenni, 2010）。

此學程著重在人類社會環境的可持續性發展研究，因此安排涵蓋不同學科的實作課，學生在此學程中進行人類社會環境的可持續性發展研究，學程安排涵蓋不同學科的以實作為導向的課程，在環境學課程中，學生需要學到自然科學及文化和社會學在環境學的影響和應用；在工程領域中，會介紹幾項現代工業所使用的重要材料以及相關的社會和法律規範；在科技領域將「社會可接受的科技創新和永續資源管理」放入課程當中。在這裡，界領域代表學科間的學術研究合作，而跨科際代表學術界跨出大學，與實務相關人員的合作。

根據陽許的闡述，大學教育之目的是要讓人類社會及環境進行自我更新，我們經由巴賽爾大學的跨科際教育發展案例可以具體的理解，自我更新會是大眾在生活上面臨重大問題時，這個問題引發人們思考及找答案。

這個案例告訴我們，一個涵蓋不同學科領域知識問題的迫切性和重要性會讓學者專家、學生和社會人士來共同處理探究。但是這又帶來兩個問題：人一定要不經一事，不長一智嗎？臺灣人民曾面臨不少重大複雜問題，這些公共的社會事件似乎未曾讓臺灣的哪一所大學，整合校內及校外人力及資源。難道這些問題不夠重大、不夠迫切嗎？倘若問題的迫切性是取決於當事人的認定，在教育範疇我們就需要去探究，一個人在怎麼樣的情況下才會體認到生活中公共議題的嚴重性，而不需要等到迫在眉睫時才想到來面對？

### 跨科際思維要從行動者對真實世界問題的探究開始

許多科學家在『教育研究暨創新中心』所舉辦的研討會中指出，在進行徹底的科學研究時，探究的路徑是不會受既有學科框架所控制的。

但是，要如何讓其他人，尤其是學生也有以上的洞察和體會呢？

巴賽爾大學轉型案例中亦讓我們思考，人要在怎麼樣的情況下會去探究生活中所面對的問題，而不需要等到迫在眉睫時才想到來面對？

從臺灣推動科學人文跨科際人才培育計畫的方法策略來看，明顯與國外案例有以下差異：上述之跨科際學程主要是從跨科際研究開始累積經驗，從中發展高等院校的學程；而在臺灣採取的做法則是鼓勵並輔導國內各大學教師發展跨科際問題解決導向課程，亦即要從教學開始。

在下個章節將簡介曾在20世紀50-60年代最有影響力的三大教學流派之一，由瓦根舍因所發展出的「範例教學論」<sup>12</sup>，又稱為「溯源式—蘇格拉底式—範例式的教與學」(Genetisch-sokratisch-exemplarisches Lehren und Lernen)。並且嘗試藉由闡述這個教學理論來找出以上兩個問題的答案。

瓦根舍因的教學論被李其龍(1999)翻譯為範例教學論。以下將就其發展由來和內容一一說明。

12 與之相提並論的是蘇聯贊科夫的新教學體系和布魯納的學科結構教學論。(李其龍, 1999, p. 1)

### 範例教學原則嘗試處理的問題

在1965年，長期在德國學校裡推動科學教育的瓦根舍因，經由德國黑森邦廣播電臺發表「被掩蓋了的知識」(Verdunkelndes Wissen?)<sup>13</sup>(Wagenschein, 1966)。這篇演說，點出了當時德國在第二次世界大戰後，體制內學校教育的問題。當時學校教育部門採用百科全書式的課程規劃，增加學科數目及內容和課程時數。瓦根舍因提出以下幾點批判。

#### 「揠苗助長」與「彷彿知道/證照知識」

瓦根舍因認為，當教師過早教學生抽象的定理或者教學生科學研究成果時，會剝奪學生自己去探究並從中歸納出知識的機會，阻礙學生學習科學。他以揠苗助長(Vorwegnehmen)的比喻來說明這個現象(Wagenschein, 1999, p. 11)。針對這一點，瓦根舍因引用義大利的教育改革先鋒蒙特梭利(Maria Montessori)對兒童需求的詮釋：「幫助我，讓我自己來」(Wagenschein, 1999, p. 79)。

瓦根舍因指出，學生在學校為了準備考試，蒐集和背誦了很多東西，然後很快地就遺忘了。這些被稱為知識的東西，是一些相當受歡迎的空話，但是在處理自己生活上實務問題時卻沒多大用處。知道這些東西反而阻擋我們去探究理解生活上真實存在的現象(Wagenschein, 1999, p. 66)。瓦根舍因稱這些人們以為他知道，但是自己卻未曾好好想過、確認過的資訊為「彷彿知道/證照知識」(Scheinwissen)(Wagenschein, 1988, p. 91)。他舉一個當時很熱門的例子，來說明「彷彿知道/證照知識」的存在：當時因為

13 此篇演講發表於1965年7月5日，於1966年被刊登在戰後才開始發行的「法蘭克福人雜誌」(Frankfurter Hefte)第四期的261至268頁。

太空人登上月球的新聞，月球離地球三十八萬四千公里成為了普通的常識。而一位天文臺館長，趁著這股熱潮，普查參訪天文臺的民眾，詢問他們會在月圓後會先看到上弦月還是下弦月？調查結果發現，80%的德國民眾（上至部長下至工友）卻都不知道正確的答案（Rudolf, 1964, p. 7）。而這個答案卻只需要自己觀察便能知道。

### 僵化的實驗課和學科術語

瓦根舍因指出，當時的自然科學課程提供一些繁複且讓人難以理解的實驗，而忽略了一些在生活中經常可見的真實現象。而且在被標準化，「說一動、做一動」的實驗過程中，鮮少讓學生自行去發現，這個實驗和他生活中的哪個自然現象有關；實驗結果是否符合我們日常生活中的經驗或者是否真的可以用到生活上（Wagenschein, 1999, p. 52）。例如，傅柯擺的實驗（der Versuch des ‘Foucault’ schen Pendels”）是在教地球自轉單元時會出現的課程內容，但是這如何連結到我們生活經驗當中，或者是學生要經由什麼方式來理解，是一個問題。

據此，瓦根舍因堅持，學生需要探究及掌握的自然現象和定理，必須要從學生自身的生活經驗切入，對瓦根舍因來說，要讓學生「理解」，首先要讓他能對現象產生興趣（Stehen auf das Phänomen）（Schipperges, 1976, p. 38）。學生經由自己生活經驗開始探究自然現象，對學生較容易一些。

另外，瓦根舍因還對科任教師在課程中使用行話、術語的現象進行評論。專業術語的使用可讓同業間能在短時間內對方欲傳達之重要訊息，但是當老師在課堂上使用學科術語時，學生需要先翻譯這些術語才能消化了解課程內容。這個過程讓學生的學習變得更複雜了。這些狀況尤其是在自然科學領域更常發生，師生可以大量

使用量化公式的方式來表達要教與要學的內容。瓦根舍因認為，持續不斷地重複使用術語會讓專家失去判別口語和文字上細微差異的敏銳度，他用的字彙量會越來越少。一旦專家習慣極度精簡的溝通方式，便很難體會外行人為何或者是哪裡不懂他要表達的內容，他也不會以易懂的方式讓外行人懂（Wagenschein, 1999, p. 52）。瓦根舍因的這個看法和上個章節皮亞傑對邏輯實證主義的批判相互呼應。

### 強調形式上系統性的課綱

瓦根舍因批評當時的課程綱要所規定的教材片面強調系統，而不研究各具體內容對學科以及學生能力培養的具體意義。他強烈質疑，有哪一種課程教學可以讓學生可以毫無缺漏地掌握某一個學科領域的全部知識與能力。但是以往的教學實踐中，往往可以發現，學校常拼命地嘗試讓學生點滴不漏地學習每門學科知識。而且一門學科越老，學科體系越堅固，結構越嚴密（李其龍，1999, p. 4-6）。這種形式上強調系統性的課程規劃將一門學科視為範圍內子領域相加的總和。

這種片面強調系統但實際上卻無規劃的狀況還可從以下兩個例子中發現：

瓦根舍因批評由不同科目拼湊而成的每日課表（Kurzstunde）。這種安排將內容上無關聯的課程連在一起的方式，他質疑這樣的課程規劃是否真的有組織有安排？對此，瓦根舍因提出週期課程（Epochenunterricht）的概念（Wagenschein, 1988, p. 295），週期課程代表安排學生在一段時間（數週）裡針對一個課程主題進行密集性的學習。這段從學生對教材內容不了解到對內容探究出一番心得的時間被稱之為一個週期。

瓦根舍因以當時高中物理課要教的波耳原子模型（Bohr'sches Atommodell）為例，來說明當時學校裡，因片面強調系統而指定要教一些不清楚的教材（Unanschaulichkeit）。瓦根舍因認為，波耳模型本身有許多讓人爭議之處，例如電子在圓周運動時會發出電磁波，而讓電子逐漸喪失能量而脫離原軌道，波爾模型並沒有針對此現象提出解釋。這些尚未釐清的地方，在中學物理課程經由簡化波耳模型的方式而被略過不談。在當時，編訂課程綱要及教材是根據百科全書式的原則，而波爾模型因為具有里程碑式的意義，所以被納入德國中學物理課的必要教材，但是卻是一個被簡化的，聲稱以中學生的認知發展程度能理解的版本。

瓦根舍因建議，選定的課程內容應該是讓學生徹底探究的對象，而不是被簡化而簡單帶過的教材。這些片段資訊的傳授反而讓中學生以為他們學過以及知道各學科裡的重要知識，這便是之前所提的「彷彿知道/證照知識」（Wagenschein, 1999, p. 71）。

### 溯源式的、蘇格拉底式的、範例式的教學原則

瓦根舍因教學原則的目的和企圖是要讓以下三種特性能在學生身上逐漸成形（Formatio）：1. 有建設性的機智（Produktive Findigkeit）；2. 生了根的求知慾（Enraicinement）；3. 批判思考能力（Kritisches Vermögen）（Wagenschein, 1999）。

1. 有建設性的機智（Produktive Findigkeit）首先強調學生獨立思考的價值，尤其是在自發地體認到生活中某特定問題的重要性時，能去釐清此問題的內涵與性質並思考處理之道。對瓦根舍因來說，這項特質並非與天俱來的天賦，而是經由教育獲得。
2. 讓求知慾開始紮根則是強調打破砂鍋問到底的好奇心。

3. 批判思考能力則是應用在求證解答有效性的過程，亦即「大膽假設，小心求證」這句話的後半段。

為了要達到這三個目標，瓦根舍因長期在自然科學領域進行一套教學流程。

瓦根舍因在實際課堂教學時，會經由展示一個日常生活中可見的自然現象開始，一陣沉默之後，有的學生會進行對現象的描述。然後有時候不是老師，而是學生會提出「為什麼會這樣？」這個問題。伴隨而來的，經常又是一片沉默。當有學生提出解釋和進行討論時，瓦根舍因會提出以下幾個問題：

「誰剛剛有仔細聽清楚這位同學的發言，誰理解他所說的？」

「這位同學，您剛剛所說的意思是……」

「我們現在在討論什麼問題？」

「我們到底要（知道）什麼？我們現在進行到哪裡了？」

在他的教學中，他嘗試讓學生從對教材內容感到驚訝和好奇開始學習；先呈現自然生活中可見的自然現象再帶科學實驗；先呈現質性內容再教量化的資料；先從現象著手再教理論或模型；先談發現再談發明；先讓學生不用現成工具實作再讓學生操作工具儀器；將專業術語概念融入日常用語；先注意比較慢反應的學生而非反應快的學生。

這教學過程裡面隱藏了三項教育與學習原則：「溯源式的、蘇格拉底式的、範例式」的教與學。

### 溯源式的

如上所述，瓦根舍因在課程中不主動講解，他任由課堂上產



生間歇性的沉默，等待學生自行對現象進行描述、提出疑問和解答。這看似相當簡單的過程背後隱藏著他的一項教育企圖和需要教師的專業訓練。

瓦根舍因在「看見與瞭解自然現象」(Naturphänomene sehen und verstehen)一文中指出，「溯源式」這個原則首先訴求在教師養成過程中，教師對將來要教授的內容是否不但能「知其然」，亦能「知其所以然」(Wagenschein, 1988, p. 310)：也就是教師自身要探究他所要教授的每門學說理論形成的過程，例如當他要帶學生認識地球自轉這個現象時，他需要自問，一個人要怎麼知道地球自轉這個現象？縱使這位教師僅欲藉由傅科擺來讓學生了解地球自轉，他自己應該先研究過傅科擺這個儀器是如何讓人將眼前所見和地球自轉現象連結在一起的？以及在發明傅科擺之前，曾經有哪些人提出與地球自轉相關的說法，這些人又是如何導出結論的？教師自己的探究歷程，會幫助他去理解學生在探究過程中可能走到的地方。

試問，當一位教師自己沒有經歷過這些追根究柢的過程，在課堂上要教的內容是被告知而來的，那他要怎麼判定學生是不是「彷彿知道」？而且他將要憑什麼來掌握學生探究學習的狀況，又要如何協助學生培養「有建設性的機智」？

瓦根舍因使用genetisch這個詞彙來說明他溯源式學習的原則，對應到他強調課程教學要達到的「紮根」(Enraicment)目標。不論是紮根，還是探究前因後果、來龍去脈，都代表教與學應當是一種持續發展的歷程，而非既有的主流學說。如上一節所提到的，在深入探究的過程中可以發現，除了觀察電、磁、力現象可推導出庫侖定律外；庫侖定律甚至可從城市間的經濟流動現象觀察出來。這又回應到科學探究的路徑不一定會按照設定好的學科框架來發展。

## 蘇格拉底式的

瓦根舍因引用蘇格拉底的接生術比喻(Mäeutik)來說明他的啟發式教學原則，瓦根舍因認為，學生需要自己來找到問題的答案，而教師是那個協助學生經歷洞察及領悟的人(Wagenschein, 1999, p. 75-78)。蘇格拉底的問答法旨在讓對話者從以為自己知道的狀況到發現自己其實卻不知道。但是這種對自己無所知的體認，並不代表當事人全然無知，而是恰如《論語·為政第二》篇所云：「知之為知之，不知為不知，是知也」的情境。倘若一個人僅僅體會到，不論如何學，反正也無法擺脫無知的命運，那他為何還要學習？這裡的自知無所知，是具有特定前提條件下的無知，代表尚未知道的地方。

承接之前所提的地球自轉現象，當課堂上的學生都以為知道地球自轉的現象之後，瓦根舍因期待這時候出現以下的問題：「如果地球自轉得那麼快，在沒有刮東風的情況下，我家院子樹上的蘋果怎麼不會掉到西邊鄰居家的院子裡呢？」他期待這時候在學生身上看到「建設性的困惑」(Produktive Verwirrung)(Wagenschein, 1999, p. 94-95)。

基於蘇格拉底式的教學原則，教師的任務之一在協助學生明瞭，針對所面臨的問題，自己知道什麼以及還不知道什麼？而當事人知道自己還不知道的地方，才知道應該要探究什麼。

## 範例式的

瓦根舍因引用《論語·述而》篇中所提到的「舉一反三」來說明，要當成範例的教材必須要讓學習者透過對此範例來掌握在某一特定領域內普遍性以及通用性的知識或者是由此來獲得一個研究

領域的概觀 (Wagenschein, 1999, p. 30)。而他認為，真正具有系統性的教學規劃，是經由一個具代表性的範例，讓學習者找到探究一個領域的切入點。例如在數學領域中，對質數的徹底通透的探究，就能繼續探究公因數、公倍數、約分、通分等課題。又或者是經由對蛔蟲的研究便能探究其宿主的生理和所在環境的狀況，蛔蟲在這裡之所以具代表性，因為對它的觀察和分析可以引發後續一連串探究，而學生亦可學到，以指標性對象來探究一個領域的研究方法 (Wagenschein, 1999, p. 33)。

與瓦根舍因同時代的德國教育學者卡拉夫基 (W. Klafki) 將範例原則從自然科學領域擴展至社會人文領域：範例提供學生可具體理解的對象，讓學生由此去理解被分類在不同學科的抽象原理原則。例如經由希特勒讓威瑪共和國進入第三帝國的例子，來理解德國歷史的發展。依循範例教學原則以及批判的訴求，卡拉夫基將教材區分為工具性的題材 (instrumentelle Themen) 和潛在解放性的題材 (potenzielle emanzipatorische Themen)。後者包含生化科技、環保、核能、戰爭衝突問題等公共議題。經由這些例子讓學生學到學科知識之間的關聯性 (朱啟華, 2002, p. 77-86)。

對於習慣當時百科全書式課程編排的社會大眾，瓦根舍因特別說明，範例式教學的方案不是簡化課程內容，而是深化學生的學習。但是他也指出這項方案在普遍實施時，會面臨的一個重要挑戰，是教師在態度上的轉變；因為當教師依照範例式教學原則編排課程時，需要有勇氣留白 (Mut zur Lücke)。在固定教學時數的條件下，要讓學生就某範例主題的深入探究，勢必會占掉其他課程單元的時間。取捨之間，牽涉到教師群的協調和教師在割捨其他單元時的勇氣。在與其他教師協調的過程中常會直接挑戰到當事人的學科本位觀念。這種狀況也會出現在不同學科的教師共同規劃一門課

程的時候。

範例教學原則的在德國學校教育界的影響、應用及限制

範例教學論在德國教育界的熱潮從 60 年代末逐漸退去。瓦根舍因的教學論看似簡單，但是卻無法在一般體制內學校落實。在當今的學校體制內，只求學生彷彿知道 / 證照知識很難不產生，光是被標準化的評量制度就無法擺脫讓學生「彷彿知道」的狀況。而評量制度又是學校用來控管學習品質、篩選學生和分配教育資源的主要工具跟依據。假如人真的能把彷彿知道的這種現象完全趕出學校外，那社會賦予學校進行篩選分配的功能要如何繼續運作呢？

另外，瓦根舍因視「週期課程」為進行範例教學的必要條件。但是「週期課程」仍無法在體制內學校實施，不同科的課程仍然以每堂 45 分鐘的方式被填入週課表內。

以下將簡短說明，倘若大學的教育服務與研究三項功能能緊密連結的話，這些在中等學校裡有的限制條件，在大學裡不必然會存在。

### 範例教學原則與推動大學轉型的跨科際教育

在推動跨科際教育的第一步便是要強調在跨科際思維下，研究與教育的緊密關係，這點是在傳統分科教育思維下較不被重視的地方。傳統分科課程規劃將教學置於研究之後；分科教育的內容是以既有研究成果為教學內容，也就是孔恩 (T. Kuhn) 所提的典範，而學校這個教育機構持續不斷地在執行它的思想教化功能 (Enkulturationsfunktion) (Hegner, 2012)，建立並維持傳統，告訴學生哪些是典範。這樣的方式，讓學校可以確保在一定的時間內可

以「教完」哪些單元，學生學到的部份以及消化得了的程度，那又是另一個問題了。<sup>14</sup>

大學這個機構提供教育者與中等學校不一樣的條件，它讓教育者亦須進行研究，而皮亞傑，黑克豪森，波亞梭這些科學家指出，在徹底探究一個現象或研究對象的時候，探究的路徑是沒有辦法乖乖地待在既有的學科界線裡面的。

在研究的過程中，學習這個行為不只是背誦那些被分散在既有學科框架內的資訊；為了要釐清事情的狀況，研究在這裡是非常重要的。這樣的學習觀點也存在於這位德國教育家瓦根舍因的論述裡，也就是他所稱的溯源式的學習。但是瓦根舍因指出，要引導學生經歷追根究柢地學習，教育者本身要有探究學習的豐厚經驗。大學教授本身的研究經驗，是否為追根究柢式的學習呢？

一般學科教學在課程安排上，路徑為從基礎知識開始，然後持續進行資訊的獲取與累積。這樣的路徑安排之所以可行，是因為有既有學科典範的支持。但是，跨科際訴求超越既有學科領域組織方式，原本存在於某一學科內的典範要如何被其他學科專家也認定它在自己專攻領域也是必要的、基礎的，是一個問題。通常一個學科裡的內容被其他學科領域視為基礎知識，是因為這門學問被當作一種實用的工具或方法。黑克豪森稱這些學問為分析工具（analytical tool），如描述或推論統計和邏輯（Heckhausen H., 1972, p. 82）。

範例性教學原則提供我們實用性以外的取決標準，其中包括

<sup>14</sup> 學校完備的評鑑制度可以檢測出學生在學的學習成效，但若長期來看自己從學校畢業後還記得多少專有名詞，或許可以跟著電視上益智節目的參加者回答問題，看看哪些答案是學校課本裡教過，自己卻回答不出來的；但是，難道學校裡教的東西就只有這種用途嗎？

以下三種：

1. 此範例能讓學生舉一反三。
2. 此範例讓學生能由此掌握欲探究領域的全貌。
3. 此範例讓學生找到同時探究不同領域的切入點。

跨科際思維代表在現有分科制度外的知識體系重整，這亦代表著，傳統分科制度下的課程內容勢必要重新調整，拿捏取捨的問題。因此，跨科際思維偏向範例式教學，較非一般百科全書式的聽講式的知識傳授。

倘若以真實世界公共議題來做為教學內容主軸，讓跨科際學習成果經由對真實世界複雜問題的分析描述（系統性知識）或所提出處理方案或行動（目標知識或轉化性知識）來展現其價值，是否能提供大學生除了為標準化評量結果而學習的另一種機會呢？

倘若跨科際教育者，願意採用範例式教學原則，那在規劃教學內容時需要有勇氣留空白，讓學生自己來。但選定要教的內容範例，須讓學生探究的通透。通透代表掌握這範例的特性以及它背後蘊含的原理原則，之後才能舉一反三。並且期待這種教學經驗能回饋到大學教師自身的研究上。這正呼應到《禮記·學記》：學然後知不足，教然後知困。知不足，然後能自反也；知困，然後能自強也，故曰：教學相長也。

## 參考文獻

- BALSIGER, W.P. (2005) *Transdisziplinarität*. München: Wilhelm Fink.
- BERGER, G. (1972) *Introduction*. In CERI, *Interdisciplinarity Problems of Teaching and Research in Universities*. Paris: OECD.
- BURGER, P. & JENNI, L. (2010) *Von der Stiftung MGU zum interfakultären Master in Sustainable Development*. Basel, Switzerland.
- BRY, C.C. (1924) *Verkappte Religionen. Kritik des kollektiven Wahns*. Gotha/Stuttgart: Friedrich Andreas Perthes A.-G.
- DUGUET, P. (1972) *Approach to the Problems*. In: CERI, *Interdisciplinarity Problem of teaching and research in universities*. Paris: OECD.
- FEICHTINGER, J., MITTERBAUER, H. & SCHERKE, K. (2004). *Interdisziplinarität - Transdisziplinarität - Zu Theorie und Praxis in den Geistes- und Sozialwissenschaften*. *newsletter Moderne*, 11-16.
- FOUCAULT, M. (1994) *Überwachen und Strafen*. (Translated by Seitter, W.) Frankfurt am Main. Germany: Suhrkamp Verlag.
- GASS, J. R. (1972) *Perface*. In: CERI, *Interdisciplinarity. Problems of Teaching and Research in Universities*. Paris: OECD.
- HABERMAS, J. (1987) Wie ist Legitimität durch Legalität möglich. *Kritische Justiz*, 20(1), 1-16.
- HECKHAUSEN, H. (1972) *Discipline and Interdisciplinarity*. In: CERI, *Interdisciplinarity - Problems of teaching and research in universities*. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.
- HEGNER, D. (2012) *Wie kann Schulsozialarbeit dazu beitragen, dass SchülerInnen ihrer Schüler-Rolle gerecht werden?* München: GRIN.
- HELMER, K. (2004) Kultur. In Benner, D. & Oelkers, J., *Historisches Wörterbuch der Pädagogik*. Weinheim/Basel: Beltz, 527-547.
- JANTSCH, E. (1947) *Inter- and Transdisciplinary University: A System approach to Education and innovation*. *Higher Education Quarterly*, 7-37.
- JANTSCH, E. (1972) *Towards Interdisciplinarity and Transdisciplinarity in Education and Innovation*. In CERI, *Interdisciplinarity - Problems of teaching and research in universities*. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.
- KLEIN, T. J. (2004) Prospects for transdisciplinarity. *Futures*, 36(4), 515-526.
- KOCKELMANS, J. J. (1979) *Science and Discipline: Some Historical and Critical Reflections*. In Kockelmans, J.J. *Interdisciplinarity and Higher Education*. University Park and London: The Pennsylvania State University Press.
- LORENZEN, P. (1974) *Interdisziplinäre Forschung und infradisziplinäres Wissen*. In Lorenzen Paul, *Konstruktive Wissenschaftstheorie*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp.
- LUSZKI, B. M. (1958) *Interdisciplinary Team Research. Methods and Problems*. New York: New York University Press.
- UNESCO. (2013) *MAN AND THE BIOSPHERE PROGRAMME*. [Online] Available from: <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/ecological-sciences/man-and-biosphere-programme/>
- MEYER-DRAWE, K. (2008) *Diskurse des Lernens*. München: Wilhelm Fink.
- PIAGET, J. (1972) *The Epistemology of Interdisciplinary Relationships. Interdisciplinarity: Problems of Teaching and Research in Universities*. Paris: OECD.
- POHL, C. et al. (2007) *Integration*. In Hadorn, H. G., *Handbook of Transdisciplinary Research*. Zuerich: Springer.

POHL, C. & HADORN, H. G. (2007) *Principles for Designing transdisciplinary research. Proposed by the Swiss Academies of Arts and Sciences* \*(Translated by Zimmermann.B.A. ). Munich: Oekom Verlag.

RUDOLF, K. (1964) *Astronomie populär*. München: Dtv.

SCHIPPERGES, H. (1976) *Vom Licht der Natur im Weltbild des Paracelsus*. In: Scheidewege(1), Stuttgart.

WAGENSCHHEIN, M. (1988) *Rettet die Phänomene*. In *Wagenschein, M., Naturphänomene sehen und verstehen: Genetische Lehrgänge*. Germany: Stuttgart.

WAGENSCHHEIN, M. (1999a) *Verdunkelndes Wissen? In Wagenschein M., Verstehen Lehren*. Weinheim: Beltz.

WAGENSCHHEIN, M. (1999b) *Verstehen Lehren*. Weinheim: Beltz.

朱啟華 (2002) 〈探討德國教育學者 Wolfgang Klafki 教育理論之轉向〉, 《教育研究集刊》, 3, 頁 71-92。

李其龍 (1999) 《德國教學論流派》, 臺北: 商鼎文化。

黃政傑 (1991) 《以科際整合促進課程統整》, 教師天地。

梁尚勇、陳水逢 (1988) 序言, 載於曾繁藤 (編者), 《我國人文社會教育科際整合的現況與展望》, 臺北: 中華民國科際整合研討會。

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), 頁 159-195。

赫爾巴特 (1991) 《普通教育學》, 李其龍譯, 臺北市: 五南。

## 跨科際課程教學的實踐與反思： 以東海大學「高齡化社會與產業」 課程群組為例

蔡瑞明\*、許書銘\*\*、黃昱琄\*、陳貽照\*\*

\* 東海大學社會學系。

\*\* 東海大學企業管理學系。

## 國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

界定跨科際 / 蔡明燁, 王驥懋, 唐功培主編. -- 初版.

-- 臺北市 : 教育部, 2015.04

384 面 ; 21 × 14.8公分

ISBN 978-986-04-4335-6

1.科技教育 2.科際整合 3.文集

403

104002406

## 界定跨科際

出版機關：教育部

發行人：吳思華

總策劃／計畫主持人：陳竹亭

執行單位：科學人文跨科際人才培育計畫推動辦公室（國立臺灣大學化學系）

主編：蔡明燁、王驥懋、唐功培

執行編輯：王驥懋

助理編輯：蔡怡婷

封面設計：生形設計有限公司

內文編排：黃秋玲

地址：臺北市中正區中山南路5號

電話：(02)7736-6666

傳真：(02)3343-7920

出版年月：2015年4月初版

其他類型版本說明：

本書同時登載於教育部科學人文跨科際「跨閱誌」網站/<http://shs.ntu.edu.tw/shsblog>

定價：新臺幣350元整

ISBN：978-986-04-4335-6

GPN：1010400225

著作財產權人：教育部

本書保留所有權利，欲利用本書全部或部分內容，需徵求著作財產權人同意或書面授權，請逕洽教育部資訊及科技教育司。

展售處：1. 五南文化廣場臺中總店

地址：400臺中市中山路6號 電話：(04)22260330轉820、821

2. 國家書店（秀威資訊科技公司）

地址：104臺北市松江路209號1樓 電話：(02)25180207轉17

3. 國家教育研究院教育資源及出版中心

地址：106臺北市和平東路1段181號14樓 電話：(02)33225558轉173

4. 三民書局

100臺北市重慶南路一段61號 電話：(02)23617511轉114

5. 教育部員工消費合作社

地址：100臺北市中山南路5號 電話：(02)77366054

教育部科學人文跨科際人才培育計畫—  
大學跨領域溝通能力養成

 科學人文跨科際計畫  
SOCIETY · HUMANITY · SCIENCE



教育部編印

定價：新臺幣350元 界定跨科際  
GPN:1010400225