

37  
國科會科教處主辦

「大學通識教育（含共同必修科）研究主題」研討會

## 科技學科學生的通識教育：引言

謝清俊

81年8月27日至28日

花蓮鯉魚潭

各位先進，各位學長：

懷著笨鳥先飛、拋磚引玉的心情，為各位作引言；敬請批評、指教。

這一節的討論題綱是：「科技學科學生的通識教育」。從前兩節的報告和討論，已經為我們這一節提供了非常好的概念和背景知識。這一部份就不在此重複了（請參閱前兩節內容）。然而，為了方便討論，還是讓我試著把討論的範疇先予界定。在坐有許多位是物理、化學、數學、以及工程等等方面的專家，在各個學科的專業知識非常高深，教學經驗也非常豐富；換句話說，就是都有教育「技術學科學生」多年經驗的人。可是，我們現在要討論的題目，我以為，不是專業教育的問題。雖然這個命題和專業教育並非無關，然而，我們要討論的是在物理、化學、數學、生物、工程……等等專業學科以外，學生共同所須學習的部份。換言之，單一且唯一的技術學科是無法培育理想中的現代國民的，除了技術學科以外，應該還添加些其他的學識和教養。可是，要加些什麼呢？

## 工程即文化

我很欣賞 H. H. Rosenbrock 教授在 1972 年發表的一段文字，他說：「工程是藝術」。他指的工程，應該是廣義的，和我們的命題：「科技學科」，應該相去不遠。為存真計，錄其文於下（不作翻譯）：

Engineering is an art ... Engineering comprises scientific knowledge and mathematical analysis, but also experience, judgement, regard for social considerations, and the most effect ways of using human abilities. The less formal parts of this spectrum of competence embody, in part, knowledge which has not yet been reduced to an exact mathematical form, partly also they embody VALUES which are outside the scientific framework.

H.H. Rosenbrock, 1972

乍看之下，工程怎麼會是藝術（art<sup>1</sup>）？然而，Rosenbrock 認為工程中不僅僅只有科學智識和數學分析的成分，凡經驗、判斷、對社會的關懷、以及對「人」的能力最有效的運用（自然包括對「人」的尊重）等等，都是工程中重要的成分。而這些成分涉及價值判斷（values），是無法數量化的（目前）。所以說「工程是藝術」。從這兒，或許會給我們一些線索，科技學科的學生，除了學科技知識以外，還須要學些什麼。

事實上，趙曾鈺先生在一九八一年電機工程師學會年會演講時也曾說過類似的話：「工程即文化」，是異曲同工。

---

<sup>1</sup> 此處 ART 譯為藝術並不恰當，ART 是指我們古語中「文和質」中之「文」或現代所謂之「文學」更為恰當，因找不到適當譯名，姑且從俗譯為藝術。

## 支離破碎的智識

前面的討論指出了單一學科（single disciplinary approach）教學內容之不足以培育出理想的國民。Rosenbrock 指出一些大方向以供我們參考。從另一個角度來看這個問題時，我們似乎也應該了解：若是太著重於科技本科的教育，會有什麼問題？什麼後果？在此，仍然讓我引述兩位國外學人的話，來說明這種現象：

1. When course offerings are presented as a series of isolated disciplinary packages, students can not possibly see the interrelatedness of great works, ideas, and minds.

W. J. Bennett, 1984

2. The fatal defect of this single disciplinary approach is that the disparate facts and principles accumulated through the independent application of several disciplines to a problem or phenomenon can not easily be conjoined into a coherent picture of the totality.

P. L. Dressel and D. Marcus, 1982

從以上的兩段意見看來，過份專業的教育是無法培育高階層專業人才的。這和台灣缺少大師級人物以及缺少好的系統工程師究竟有沒有關係呢？

以上的論點還只是強調從專業的角度來觀察。如果從更廣的角度——培育完整的人格及學養——的目標來看，就還有其他的聲音、更多的意見。

## 完整的教育

在準備這篇引言時，我曾請教過多位我很尊敬的朋友：「什麼是通識教育？通識教育的英文是什麼？」。可是到現在，我還是不知道通識教育的原文是什麼。有人說是 general education，這似乎太廣了，幾近於共同科的教育。經查訪一些資料，看到了 integrated education 一詞，我倒以為它和通識教育的本質有許多共同之處，integrated education 是指完整的教育；完整意味著「無缺」，不偏不倚，自己圓滿不須外求。換言之 integrated education 可譯為完整的教育，意味著不僅在專業知識上有充份的內涵，在學生的人格成長上也已具足。

單一學科的教育，明顯的不是完整的教育。因此，由這個觀點來批評，不完整的教育有下列的缺點：

3. ...considerable difficulty with abstracts and models that are the grounds of advanced study in the disciplines, .... The Study Group on the Conditions of Excellence

in American Higher Education 1984.

4. Another problem stemming from lack of integration is distrust and suspicion. .... They (students) consider as acceptable certain forms of "ignorance" in relationship to disciplines they regard as unessential for their professional training.

P. Ciholas, 1983

不完整的教育不僅會造成學生對抽象認知能力的不足，更會引起對相關非本科行業的不信任和懷疑，因而無法在跨行業之間更上一層的整合。小圈圈、各據山頭、門戶之見由此而起。

那麼，完整的教育有什麼好處呢？且再看看下面的說法：

5. Help us to focus the questions we ask. Help us to understand why a question may be crucial in one context and meaningless in the other, and how insight and ideas in seemingly unrelated disciplines can illuminate fundamental questions.

A. M. White, 1981

6. Integration teaches the ability to synthesize.

... is necessary for development of judgement and for the application of academic learning to real life situations.

... benefits the intellectual growth of students.

... shows the greatest growth in critical thinking

... increases in cognitive skill,...

The Study Group on the Conditions of Excellence, 1984

7. An integrated education provides a world view of life as a totality. Overall, the link of cognitive and moral behavior, therefore, is reinforced. Only such an education can foster Kohlberg's notion of "Post conventional morality".<sup>2</sup>

G.D. Baxter & C. A. Rarick, 1987

由以上這些論點，我們可歸納為完整的教育可以：

- 一、補充現行教育之不足，
- 二、增加學生對知識的興趣 (intellectual curiosity)，以及增進其創造力 (creativity)、綜合能力 (the ability to synthesize)、判斷力 (the ability to judge)、批判能力 (growth in critical thinking)、和認知之技巧 (cognitive skills)，等等。
- 三、增進學生在人格上的成長，使所知與生活合而為一，增進人格成熟 (maturity) 的程度；促進師生間良好的互動關係。
- 四、可避免各學科之間之隔核，不信任和懷疑；並促進跨學科間之合作與發展。

---

<sup>2</sup> Kohlberg's notion 是指人格 (尤其在道德方面) 成熟程度的 六級測量指標。Kohlberg 把成熟程度分為 pre-conventional, conventional 及 post-conventional 三階段，每階段再分為 二級 (two levels)。pre-conventional 是指行為取決於外 界對此人 之懲罰 (第一級) 和對此人 之獎勵 (第二級)。一般 兒童之行為多以此為思考之重點。conventional 之兩級是指一 般的成人或青少年，在此階段行為取決於個人對社群之認同。例如青少年的行為多不願與其同學或同伴相異。在 post-conventional 之兩階段才是所謂成熟之人格；此時每個人有他自己的價值判斷的理論和體系 (一般而言較社會上之道德水準為高)，每個人知道自己在做什麼，應該做什麼，應該不做什麼。每個人都是有獨立自主斷的能力不為社團左右，且自己有能力為自己的行為負責。

一般的大學畢業生，至少是一個國家的國民中名列前 20% 或 25% 左右的智識份子。因此，大學生應該具有 post-conventional 程度的人格成長。這是國家教育應追求的目標。

上述的這些好處，是不是可以作為我們規劃通識教育時之標的（goals）呢？抑或是作為評估通識教育之項目？

## 理論與實務之間

聽了這麼多理論上的批判，都有道理。然而，怎麼將通識教育落實呢？這個問題相當困難，如果容易的話，也就不會有今天的聚會了。

要落實通識教育，我以為，首先應該建立起一個共識，那就是科技的文化觀（the culture of technology），或者較狹義一些，即要建立科技的價值觀。而要建立此價觀，科技人員要能了解；科技和文化之相互關係是最要緊的地方。

科技之於文化（之價值）是不是中性的（或中立的）？這是一個廿年前爭議的命題。有許多人以為：科技的價值是中性的，亦即科技可以為善亦可為惡，但是它究竟為善或為惡則與科技本身無關。由這樣的觀點出發，則科技人員不必擔心科技之善惡，也不必為科技之為善為惡負責。也正因此，削弱了科技人員對人生、對社會的關懷，似乎，科技之為善為惡完全是行政官僚或者是政客的事。現在有許多科技人員仍有這種看法。

其實，經過深入之辯白（在國外），現在已經不是這麼認爲了。結論是：科技之於文化不是中性的，科學家應關心科技對社會的影響（即科技人員之 Social awareness）和對生活的衝擊。舉例說，在槍枝沒有發明之前，老弱婦孺不太可能去搶劫，但是有了槍枝，什麼人都能做強盜。這是科技對人類行為帶來的改變的一例，亦即對人類價值判斷的改變。換言之，科技的成就會改變人們的想法——價值判斷，由價值判斷的改變便深深改變了文化的根本（即生活的方式。）所以說，科技之於文化不是價值中立的。<sup>3</sup>

從另一個角度，即從社會資源的方面來看，純粹只是為了求得新知而做研究的時代，亦業已結束。社會資源有限，研究之成本越來越高；因此，不能只為了「知」而做學問。「為藝術而藝術」之浪漫情懷，在學術界、工程界已逐漸消失褪色。學者應該走出這浪漫的象牙塔。

以下，就讓我從科技文化的角度來探討如何落實通識教育。

---

<sup>3</sup> 所謂價值判斷，不太精確的說法是：當我們的所作所為有些選擇時，我們會選擇那一種作法？而這個選擇，即價值判斷之具體表現，價值判斷不一定指可以用量化測出的價值。

## 科技濟世

科技的目的是在於濟世——利國福民、利用厚生。因此，科技教育的目的也應該在此。當科技用以濟世時，明顯的，其必須涉及價值問題，亦即無可避免在社會和文化層面的問題。如上節所述，科技的價值不是中性的。那麼，接下來的問題就是：怎麼樣才能進一步了解科技、社會、和文化之間的關係，以便我們能設計一套合理的、可行的通識教育體系呢？

在這兒，讓我借重麻省理工學院 Arnold Pacey 教授的科技濟世（technology practice，在他著的科技的文化一書中）模式來說明。科技濟世一詞首先由 J. K. Galbraith 於 1972 年使用。因以，就讓我抄出他們兩人對科技濟世的定義，來作個開端：

定義之一：the systematic application of scientific or other organized knowledge to practical tasks.

J.K. Galbraith 1972

定義之二：the application of scientific and other knowledge to practical tasks by ordered systems that involves people and organizations, living things and machines.

Arnold Pacey 1983

Pacey 教授的科技濟世模式（即圖解之定義）如圖一所示。

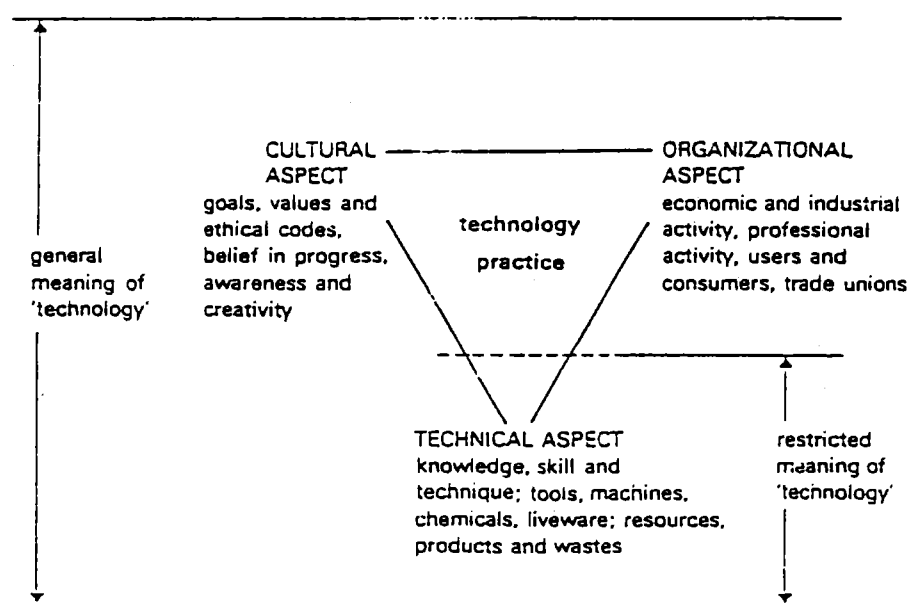


FIGURE 1 Diagrammatic definitions of 'technology' and 'technology practice'

由圖一之模式可知，科技濟世不僅涉及科技方面的問題（此係根本），而且涉及到社會上任何有組織形態的問題（即圖中 organizational aspects），和人類文化方面的問題（即圖中之 cultural aspects）。所以，在規劃通識教育時，亦可循此綱領作為思路之指引。

## 科技的文化

由科技濟世的模式可知：通識教育的規劃不僅是需要有文化素養和社會關懷的科技人員參與，更須要社會學科的學者，以及人文、文化方面的學者參加，大家共同替通識教育把脈診斷。這就是爲什麼我們今天在坐有人文、文化，以及社會學科的學者來共襄盛舉。

以往，在談科技政策，或者是科技教育時，至多只有科技行政人員（即組織面的專家）參加。目前雖然流行「產、官、學（研）」大家來開會：然而其涵蓋面仍只限於圖一中之科技層面和組織層面的人士。似乎從來沒有，相信是不懂或許是不敢，找文化方面的學者或是真真正正被影響到的使用者（end users）參與。也許就正是因爲這樣的認知，造成今天種種科技和社會問題的癥結都指向是文化發生了問題吧！如果是這樣的，那麼，今天我們來談通識教育問題，便不應該忽略人文、文化的層面，以免重蹈覆轍！可是，文化問題又是些什麼呢？

坦白說，我是不夠格談文化的。有李亦園教授和王壽南教授在座，由我來談文化真是如在夫子面前賣文章。原來，我並不知有文化方面大師級人物會來參加此會，否則，這一部份應該請他們來談。然而，一般人對文化方面有隔，所以「笨鳥」只得就自己所知來獻醜了。文化方面的問題，我以爲可以包涵兩方面，即：價值觀或是價值判斷（value judgement）所呈現出來的意識型態、倫理、道德、法律……等等，以及由生活方式或行爲方式所呈現的信仰、習慣、思考方式、行爲模式、創造力……等等。當然，嚴格說來，後者仍取決於價值觀。

在這些文化的問題方面，我認爲，最重要的，莫過於倫理和道德之培養，也就是人格成長的主要部份。試想，有多少問題是出於道德的不良？有多少問題是出於對社會認知的缺乏而陷於違反道德的境地？我以爲，科技人員的教育，若能做到使科技人員不做不道德的事，以及不因無知而犯下不道德的事，已就是成功了一半以上。

因此，在國外的文獻裡，科技的專家應該有下列的覺悟（awareness）：

8. the political, social, and economic dimensions of problems they face,
9. the potential contributions of other professionals and users,
10. the cultural and humanities impacts,
11. the Ethical and Moral issues from :  
    Political and Industrial pressures,  
    Personal values and professional culture.

Arnold Pacey, 1983

此外，在文化的基本素養上，如：語文能力、溝通能力，思考方法和方式，說理和邏輯，以及對美學的修養……等等，也該是培養「完整」的科技人員的要點。

復次，從心理學和行為科學的角度而言，可由圖二（取材自 *The Ethical Issues of Information systems*）的合於道德或是不合於道德的行為決策模式中，找出些線索，作為規劃通識教育中人格培養部份之參考。

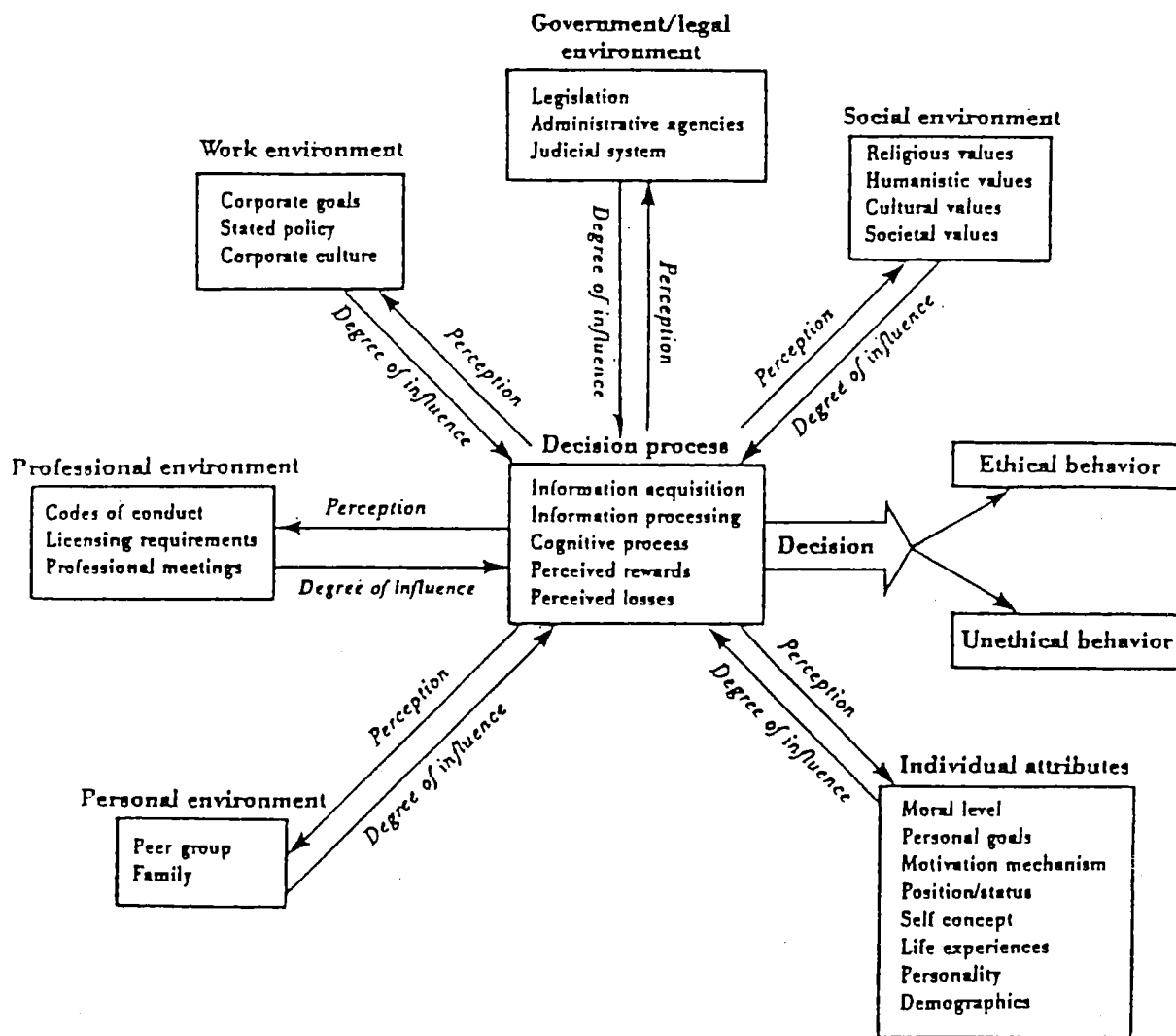


Fig. 2 A behavioral model of ethical/unethical decision making.



## 結語

終於，該說的、想說的大致都說完了。謝謝各位的耐心聽我這篇粗人淺見。我以為，設計通識教育的重點是在於文化層面和組織層面的問題；讓我們的教育能培養出關心社會，有職業道德的科技人員；使我們的科技教育內容能和生活熔為一體。

科技人員的通識教育應該是完整的教育：它應該將人品、學識、文化、專業等整合於一。通識是一個理念，它不是課程，而通識課程只是執行這個理念的方法之一，而且不一定是個好點子。通識的理念經常不是只限於某一門課的內容之內，而是可以散佈地含在許多課程中，甚至在學生校園生活之內。例如談倫理，不僅限於一門倫理課（如果有的話）任何專業的學術課程中或做論文和寫報告時，都會面臨「誠實」的倫理，校園中食、衣、住、行、學習、辦公等等也都要合於倫理。因此實施通識的教育應培養校園的風氣，作整體的配合。

這麼說是不是正確？是不是可行？就請各位指教了。

（本文發表於「科技報導」第 135 期 13 版）