

生物科技的風險、利益與信任： 高中學生「生物科技覺知量表」的發展研究

靳知勤

國立臺中教育大學 科學教育與應用學系

摘要

本研究旨在藉發展「生物科技覺知量表」做為探究高中學生生物科技覺知之工具。經文獻及前人所設計之相關量表，整理出生物科技的四項構面：「一般覺知」、「風險覺知」、「風險溝通與管理(信任)」與「利益與合法性」。並以此發展量表初稿34題。隨之，針對六所中部某縣市所抽樣之450名高中學生進行施測，經三次因素分析後，抽取六項因素。經過研究重新命名為「知識的覺知」3題、「與生活關連性的覺知」4題、「重要性的覺知」4題、「利益的覺知」4題、「風險管理可靠性的覺知」6題，以及「風險的覺知」3題，共計24題，解釋總變異量為65.414%。本量表另透過內部一致性分析，亦顯示具良好的信度。並進一步針對測驗結果，進行性別、分組、思考與觀察等身份變項，以及科學科技知識、資訊獲得管道等因素的分析與比較差異。本研究結果並提出本工具在教學規劃及學術研究應用上之討論。並藉由此基礎，針對科學教育活動與生物科技素養的提昇，提供研究與實務上的建議。

關鍵詞：生物科技覺知、利益、信任、風險覺知、高中學生

壹、緒言

值此科技發展影響人類社會的程度日增，人類對科技的反省與研究，乃成為當前迫切而重要的課題。社會學家Beck在1986年首先以德文發表「風險社會」的概念，並在其後陸續以多篇論文說明在現代社會的後期，因科技、環境的高度發展與開發，使得社會進入了「風險」高度管理與選擇的時代(Beck, 1992a, 1992b, 2000, 2006)。雷祥麟

(2002)並說明隨著當代知識的逐漸進步，儘管傳統上由專業科學社群所界定的專業學科架構仍然存在，但現實上已漸無法符合學科外部之經濟與社會的需要；於是乃衍生出以應用導向、跨學科、甚至是以商業經濟脈絡進行下的知識模式。他(雷祥麟)指出，這種互動模式不只影響現代社會「知識」所有權的轉變，也使得科學的教與學進入全新的領域。這兩種截然不同的知識取向，符應了當代科技與科學議題，時有專家重視「知識」

*通訊作者：靳知勤

(投稿日期：民國104年1月18日，修訂日期：民國104年6月29日，接受日期：民國104年7月16日)

層面，而民眾則重視「脈絡」層面的差異。也就是說，對應在科技議題上的不只是知識程度的差異，同時也是對於科學、科技議題「覺知」的不同，而引起對於科學、科技不同程度的態度與評價。

時至今日，生物科技的發展，以遺傳基因、分子生物、醫療技術等為數眾多的研究，帶動了蓬勃的生物、化學和工程等領域；應用範圍也遍及食品、醫療、農業、製藥、工業和環保工業等(Fortina, Kricka, Surrey, & Grodzinski, 2005; Jones, Lester, & Voulvoulis, 2005; Liu & Zhu, 2005)。在政治與經濟上，「生物科技」挾帶著本身所承諾的優勢與利益，使其成為國家經濟與科技發展的關鍵領域之一(Bauer & Gaskell, 2002)。然而，生物科技同時也是當代科技議題中，最具備引發爭議與「風險」的科技項目(Gaskell et al., 2006; Rappert, 2008)。事實上，在遺傳工程、基因、生技醫療工程與人類生活逐漸緊密的情況下，有關臺灣社會大眾透過各類工安、環境與醫療事件所成型的風險認知與風險管理「覺知」，尤其值得研究者及留意科學科技動態者所關注。

綜觀目前國內外生物科技相關研究之撰文為數不少，其中多數在描述特定生物科技的發展狀況，例如基因食品(牛惠之，2008；甘志展、李明聰，2008)、胚胎工程(張立明，2006)等。此外，就探討生物科技本身，則著重在生物科技與社會相關議題的論述探討(牛惠之；周桂田，2000，2001，2005)，以及生物科技知識、態度的實證性調查等(DiEnno & Hilton, 2005; Özel, Erdoğan, Uşak, & Prokop, 2010)。然而，多數針對特定科技的研究雖能藉探討其相關之知識與態度，促成特定科技的發展與教學，但卻較難對一般社會就整體生物科技之瞭解，提供具體的說明。此外，

對於生物科技一般性的知識與態度調查，也易傾向於探討生物科技知識以及對特定議題的感受，而忽略了在科技風險、利益與信任等事項的認定特性上，一般社會大眾往往不需經過專業的知識建構；反而是會牽涉到他們特定的社會立場、利益考量、主觀計算與風險認定的結果(Cobb & Macoubrie, 2004)。

有鑒於以上針對研究與實務的看法，本研究認為，若欲致力於提升國內生物科技的教育推廣，從事「生物科技」覺知之整體性調查乃有其必要；且此「覺知」之調查方向也應結合風險、利益與信任等社會面向。目前國內與此相關的全面性、實證性文獻仍相對有限，且研究工具闕如。以此，本研究乃以高中學生為對象，編製一份「生物科技覺知」量表，以供作探討其在生物科技上的風險、利益與信任等覺知之工具。

綜合以上，本研究有以下兩項研究目的：

- 一、發展一份高中學生「生物科技覺知」量表。
- 二、透過量表發展過程，進一步探討影響高中學生在生物科技覺知上差異的各種因素。

貳、文獻回顧

一、科學與科技覺知

對學習者而言，針對不同層次的目標所形成的「覺知」(perception)也有所不同。Cook與Fairweather (2005)認為，有關科技議題的「覺知」常被連結到對於科學科技的「態度」上。從認知的角度，「態度」是在行動之前，具備感受、想法與催化行動的情感；「覺知」則是引導這些情感到變成行動、行為的主觀評估、認識行為。Simonneaux, Panissal與Brossais (2013)也進

一步指出，儘管多數情況下「覺知」的評估看起來是行動者為了處理「態度」的行為，然而在實際的行動之中，往往「覺知」才是影響行為的關鍵。「覺知」的形成意味著行動者經由自己的意識，整合先備的想法、知識、感受與過去的行為記憶，進而作出如何判斷的結果，是思考、感受與行為的整合(Eagly & Chaiken, 1998)。

統整來說，將理解進一步轉化成價值性的體悟與知曉，就是「覺知」。因此，本研究認為定義「覺知」的形成必須牽涉到個別行動或學習者，以及其如何經由轉譯社會與文化脈絡，進而獲得特別的意義。而就科技與社會的互動言之，不同行動者、不同的認識論、知識水準、教育程度，以及對於科學的一般性看法，都會影響科學與科技「覺知」的內涵。(杜文苓、施麗雯、黃廷宜，2007；黃俊儒，2008；黃郁岑，2013)。例如黃俊儒曾指出當代「科技」議題的論述空間並不以標榜理性、科學性為主的學術場域(field)，而是以標榜通俗或半通俗的博物館、平面或多元媒體、討論與耳語宣傳等半正規的媒介所組成。因此，對於科學教育而言，探知「覺知」的目的在於：架構科學與科技專業與學習之間的橋樑，並落實平衡通俗與專業之間、校園典範(paradigm)與非校園的常識之間的學習落差。而在實務上，提升「科技覺知」也在於平衡「知識」與「價值性評價」的覺知差異(Bialostok & Whitman, 2012)。對於「覺知」的探究，則意在提升並且整合不同面向的覺知，進而使社會上對於科技與科學的不同看法得以形成對話。

二、生物科技覺知——知識向度與價值

從科學教育的角度來看，「生物科技

覺知」的定義涉及許多面向，例如道德、文化、科技、社會與國家發展等(曾國鴻、魏炎順，2003)。廣義來說，舉凡任何有關基因食品、生技醫療或其他生物科技的知識、技術與認知，都是「生物科技覺知」的範圍(牛惠之，2008)。但就狹義來說，也可對於生物科技整體的一組看法(Özel et al., 2010)。有關生物科技的內涵，曾有學者(朱耀明、莊如芬，2007)將之定義為「知識」與「認知歷程」兩個向度；其中知識向度顧名思義為所應習得的「知識」概念，至於「認知歷程向度」則涉及「價值性」的評價；朱耀明與莊如芬也細分生物科技包括：(一)生物科技的簡介，(二)生物科技發展簡史，(三)生物科技核心關鍵技術，(四)生物科技的應用，(五)生物科技的社會性等。歸納此5項，其中的(一)、(三)、(四)部分可以視為「知識向度」，而(二)、(五)兩項則可被視為社會面向價值性評價之「認知歷程向度」。

有多位研究者曾循不同角度試圖切入生物科技的「覺知」，例如黃俊儒(2008)曾針對高中學生面對基因改造食品相關新聞的各種覺知，指出學生在「社會脈絡」、「科學知識內容」、「訊息性質」及「價值關懷」等四個類別上有所忽略，因此建議在未來的課程中，要在這些層面致力生物科技覺知能力的提升。而黃家溱與謝季宏(2007)則發現高中生對於基因食品的覺知與態度，受到實際消費基因食品的行為影響。然而，學者針對學生的研究(Cook & Fairweather, 2005)雖指出他們在生物科技學習上的不足，但卻未關切這一世代在實際生活中是否能綜合考量風險、利益與信任等各方面之價值。

簡而言之，本研究除了從前人研究中歸納出生物科技「覺知」的「知識向度」面向介入外，也著重在「認知歷程向度」的部分。就

本文的脈絡而言，在生物科技「認知歷程向度」的議題上，可說包含了與「風險社會」相稱的幾項核心「覺知」：分別是(一)對於生物科技風險事件的覺察；(二)對於生物科技可能帶來的政治、經濟、社會、道德後果的評價，以及；(三)對於管理、評估風險的覺察，以及信任程度。前者在本文叫做「風險覺知」(risk perception)，第二項在本文被稱為「利益覺知」(benefit perception)，最末則是「信任」(trust)。下文中將分就風險、利益與信任等項提出概念定義與國內外研究之論述。

三、生物科技覺知——風險、利益與信任

(一)風險與風險覺知

執行一項高科技的政策所涉及的知識層面相當複雜，民眾對政策的風險覺知乃有所差異，瞭解不同行動者的風險覺知，將有助於從事風險溝通(杜文苓等，2007)。Sjöberg (2000)認為民眾對風險的管理反應了一種社會心理學上的模型，將事件視為科學上、經濟上可計算之後果；而風險的認知則是依據其個人屬性、過去經驗、資訊、資訊處理能力來判定風險的內容。社會學者則將「風險」著重在人們對於風險詮釋與觀察的多元性(Beck, 1992a)。在本文中，關注的是「風險」作為一種根據個人屬性、經驗與資訊所獲致的「風險覺知」(risk perception)。藉由對於「生物科技」的整體認知中所扮演指標性的作用，指認科學與社會互動的情形。

在本研究中運用「風險覺知」的概念從事探索，其一係因意識到生物科技本身的「風險」並非單獨發生，而是與社會脈絡鑲嵌(embedded)在一起。再則也因體悟到「風險覺知」可能發生的情形與脈絡，並非經過單一的事件、單一科技與單一因素，而是多種因素與認識總和的結果。

周桂田(2000)認為在當代的科技社會中，「風險」的發生常被技術官僚、專業學者、研究人員等特定人士所構成的系統所中介；他們或提供專業意見以呈現風險的程度，或是為風險的質疑辯解。因此，當代人們生活具有「對於尚未發生事件的預先準備」的本質(Bialostok & Whitman, 2012)。Bauer與Gaskell (2002)根據媒體對於相關議題的判斷，乃對生物科技的研究指出：1.具有較嚴重後果的新聞，往往導致人們對於「生物科技」風險覺知更加準確；2.人們往往高估較貼近自身的議題的風險程度，例如基因改造食品，而低估了其他較抽象議題的風險程度。這些研究同樣指出「風險」的發生並非僅是一組客觀性的機率，而是對自身與其他系統之間秩序關係的一種「風險覺知」的理解。

在實際調查研究中，Bauer (2002)針對大眾對於生物科技新聞所做的研究，發現相關議題可劃分為：1.只有利益，2.只有風險，3.風險與利益互相消長，4.風險與利益並非直接相關等四種情形。惟迄今，學者對於不同人群對生物科技「風險」與「利益」覺知產生差異的原因，尚無定見。Peters, Lang, Sawicka與Hallman (2007)認為對於生物科技和其應用的接受程度，取決於人們對於社會的態度以及認識。Durant, Evans與Thomas (1992)則認為這直接取決於人們對於「科學」、「技術」所具有的素養。然而，Cobb與Macoubrie (2004)認為人們對於生物科技的理理解並不影響科學科技議題之「利益」與「風險」的認定；對於生物科技先行的知識並不是影響覺知差異的關鍵，而是對於既往「風險」、「利益」事件所具有的態度與評價，進而對科技做出整體性判斷。

黃家溱與謝季宏(2007)調查臺灣797位高

中學生對基因改造食品的認識，發現高中生對基因改造食品的態度，與其對基因改造風險事件等覺知有關。朱耀明與莊如芬(2007)從「生物科技」的課程分析教學的內容，發現生物科技「覺知」的建構，並不只是依靠「技術」(technique)的學習，同時也是一個社會過程趨勢的認識。國外研究也注意到相似的情況，透過實證研究，在土耳其、美國等地學生的生物科技知識、風險等覺知，也益受教學實務與研究者所關注(DiEnno & Hilton, 2005; Özel et al., 2010; Turkmen & Darcin, 2007)。

(二) 生物科技利益與覺知

從廣義面來看，科技的行為後果可以分為技術、健康、經濟、政治社會四種「利益」(benefit)的概念(United Nations Development Programme [UNDP], 2001)。透過技術的改良，促進工程、化學、生物與遺傳等科學技術的進步。同時，以基因改造作物(Genetic Modified Organism, GMO)或是基因相關醫療技術的應用，使得醫療發展進展迅速，人們的健康與生命得以改善。進而，在近年更逐步提倡生技能源與經濟的發展。並且透過全球化的整合，使大量的生物科技被應用在改良當前世界所面臨的重大議題，例如全球暖化與化石燃料的枯竭等。而這些利益與優勢，也使「生物科技」產業被譽為二十一世紀最具前瞻性的國家重心技術。這種高度專業化的結果，同時也使愈來愈多的機構投入生物科技的研發。

然而，這種「利益」僅是一種由上而下概括性的看法。如果將行動者(agents)的個人意志考慮在內，則「生物科技」在當今日益高度專業化的結果，同時也將使「生物科技」的「利益」並非只是單一的面向。尤其

顯現在不同專業間，以及專業與非專業間，因為目的性、認識論的不同，形成的「利益衝突」(conflict of interests)情形更為頻繁(劉宏恩，2010)。使「利益」從最初並無所謂的價值判斷，形成在情境中發生為與風險相對的概念。對於不同的目的者而言，「利益」的概念應該要緊扣其生活與目的脈絡，而非純粹重視對社會有益的概念(Latifah, 2009)。

對應於「風險」的概念，本文所探討的「利益」是針對學生從日常生活出發，所理解到的生物科技之於自身的價值。這種價值可以是微觀的從自身生存、發展與健康，或是到對於社群，乃至巨觀的對於社會、經濟層面所提供有利情形的一種考量。從教育的角度來看，學生如何理解此種概念，同時代表他們如何將抽象的科技認識為具有實質社會影響力的事物。因此，對於「利益覺知」的探討除了協助我們進一步對於學生理解生物科技影響力的實際情形，也能幫助我們進一步反思生物科技主題在科學教育上的意含。

(三) 信任

最後，「信任」是「風險」與「利益」的折衝具體呈現的情形。現代社會中的風險管理雖意在消弭風險，但實際上零風險只是理想中的狀態，風險的出現是不可避免。任何一項決定都伴隨著相應的風險與利益，只是彼此消長而已；另一方面，風險是否出現，往往取決於相對應的諸多社會因素(牛惠之，2003)。從教育與學習的角度觀之，在面對「生物科技」的各類風險與利益時，不同的族群與生活文化，往往有不同的倫理及認知策略，也因此衍生出許多不同形式的風險與利益認知。進而，「信任」可說是對風險溝通與風險管理機制的一種理解。換言之，就本文所調查的「信任」而言，我們所企圖

探究的是生物科技的風險管理、風險溝通機制，是如何在實際上得到「信任」，並被人們賦予行動的可能性，諸如改善實際的情形，或是修正較為不足的項目等。

在科學—科技—社會(Science-Technology-Society, STS)的領域之中，「專家」與「權威」所扮演的角色有其決定的作用。在「生物科技」的體系中，專家系統被創造來做為人們賦予「信任」的對象，以解決對系統整體的不熟悉，連帶造成不確定性所形成的種種疑慮。甘志展與李明聰(2008)在研究食品安全的結果中發現，1.訊息的專業程度，以及2.關心程度會影響「信任」的關係；舉例來說，當人們缺乏精細的瞭解或沒有興趣，而無法直接評估風險時，會使之對政府或專業機構所提供的訊息採取傾向於信任的態度；當其對某一風險作評估時，人們的風險知覺會因而降低。換言之，作為科技的創造與管理者，人們對專家與政府之間的「信任」程度愈高，其對於「生物科技」的風險意識就愈低，也愈關注所帶來的利益。此外，對於「生物科技」利益與風險溝通的程度良好與否，也是人們形成科技信任與否的關鍵(周桂田，2005，2008)。可以證明風險的有無及關注與否，和「信任」程度有關；亦即人們在對於「生物科技」風險與利益形成判斷時，受到對專家的「信任」的影響，而專家系統的信任程度，則影響風險與利益關注比例的不同。

在教育與校園的情境中，教師與課程是最直接被「信任」的對象，也是各種「覺知」的主要來源。然而，過去許多科學教育的相關研究亦指出，對一般人而言，媒體與非制式的教育機構，也時常是接觸科學新知的重要來源，並足以對人們如何行動、如何思考產生指導性作用(蔡秉辰、靳知勤，

2004；Norris, Phillips, & Korpan, 2003)。黃俊儒(2008)並指出在生物科技議題中，透過媒體所報導的科學研究是學生最普遍學習科學新知來源，進而能夠形成科學素養與科技覺知的重要形式。整體而言，體現在「信任」的議題上，各式立場的來源，以及對於科技議題的專家、專家的立場的看法，也都受到相關的因素，例如身分背景、社會文化與情境的影響。因此，在探究生物科技覺知的議題上，將「風險」、「利益」、「信任」、「生物科技覺知」進行檢驗探討，有助於吾人進一步理解生物科技教育的實作情形。

參、研究方法與設計

一、量表初稿編製

本研究依據理論及先前研究發展「生物科技覺知量表」，並以所抽樣之高中生意見進行探究性因素分析(Exploratory Factor Analysis, EFA)，得出具有信度與效度之量表，並透過內部效度一致性檢驗，以及平均數之比較，進行結果討論。

在量表設計方面，首先參酌Cook與Fairweather (2005)針對紐西蘭林肯大學，商務農業與經濟研究組織(Agribusiness and Economics Research Unit)所作研究報告設計之量表。該報告所使用的問卷內容中列舉各種生物科技議題，詢問關切程度，對不同使用用途(例如：醫療、農業)的同意與風險認知程度，對不同基因改造策略的認同程度(例如：接受、熟悉、恐懼、可否回復、倫理、自然與否等)，屬於問卷的性質。惟因本研究發展量表的目的，係以一般整體性的觀點來調查受測對象有關生物科技的風險、信任、利益與一般性覺知；所以其構面的組成主要是基於上文中的文獻探討所整理的風險、利益與

信任三面向作為理論依據，另在各項题目的呈現方式亦做了調整。經發展後之原始量表共計34題，並分為4個構面：「一般覺知」10題、「風險覺知」8題、「風險溝通與管理(信任)」8題及「利益與合法性」8題。茲將各構面意涵簡述如下。

(一)一般覺知

構成原始量表1～10題。係指高中生對「生物科技」的相關知識；包括一般性的名詞理解、技術及應用的知識。此外，也衍伸到針對「生物科技」認知歷程的理解，包括與日常生活的關係、課程學習知識的成效及生物科技的意義與內容等。

(二)風險覺知

構成原始量表11～18題。係指有關「生物科技」風險的認識。此構面針對的是高中生對於「生物科技」的發展、產生的產物及運作的流程，是否涉及「風險」的覺知。此處的「風險」並包涵「風險社會」的概念，觸及學生是否理解牽涉「生物科技」議題的專家與專業系統，以及是否理解系統與機構如何處理相關的風險情形。

(三)風險溝通與管理(信任)

構成原始量表19～26題。係指對於「生物科技」專家的信任。構面的設計是關於高中生對「風險」管理的專業機構及專家的看法。針對風險產生的影響程度、傷害程度，高中生是否能夠信任專業機構的判斷與管理能力？此外，就相關的風險情形與事件，是否能藉由機構與專家透過語言溝通獲得相關資訊？

(四)利益與合法性

構成原始量表27～34題。此面向指高中生對於「生物科技」所能提供個人及社會的

利益之覺知。具體而言，針對的是「生物科技」所衍生的社會、經濟的效益。此外，考慮到「生物科技」已經固定為國小、國中與高中學習的內容，因此也加入學習及文化方面對於學生的效益，探問相關的學習是否幫助學生學習如何解決問題、或協助認識生物科技相關事物。

本量表採用Likert式六點量表分成「非常同意」、「同意」、「有點同意」、「有點不同意」、「不同意」及「非常不同意」等六個程度，分別給予6、5、4、3、2、1之計分。每個題目均經研究小組反覆校閱檢視，確立字面符合所屬構面的意義，使填答者不會誤解題意。至於本研究發展的量表採用六點量尺，乃是為避免填寫者習於選擇中間選項的傾向，故藉量尺兩端設計各3個選項的方式，來促使明確表達其選擇某一方的立場。

二、量表施測與建構信度與效度之過程

本研究編製量表初稿後，即選取中部某縣市中之6所公立高中二年級學生。這6所學校中，有3所位於都會區，另3所位於都會區周邊地帶。而其學術成就的位階，以PR值衡量，介於70至90之間。本研究從每校選取高二社會組及自然組各一班，共發出471份問卷，全部回收。經檢驗內容及資料整理後，篩選得到有效問卷450份。其中自然組233人，社會組217人；男生201人，女生249人。無效的21份中，12份為作答無效問卷(包含亂填、選項過多重複)，9份有遺漏的情況。其中，由於本研究旨在針對「生物科技覺知」量表進行因素分析，因此未採計部分僅止於遺漏生物科技覺知34題之問卷部分；針對背景變項有漏填，但對34題的選項完整填寫之問卷，視為隨機遺漏，仍舊納入研究結果之中。

所得之量化資料以SPSS12.0中文版進行因素分析，以不限因素方式進行，目的在瞭解「生物科技覺知量表」初稿透過SPSS因素分析之結果，將可分為多少面向。根據各階段因素分析結果，並參考整體信、效度情形，逐步進行不適用題目之刪除。最終完成正式量表。此外，在完成正式量表定稿之後，研究者並以內部一致性考驗(Cronbach's α)方法，檢驗量表之信度。

三、資料分析

「生物科技覺知量表」定稿之後，本研究即以前述450名受測學生所得之資料進行分析。依據背景變項中的項目：性別、類組、個人是否喜好觀察與思考、自陳科技知識程度以及從不同科學技術知識來源等，進行分組間之比較與考驗。具體進行的分析方式如下：

- (一)針對研究資料進行描述性統計分析，檢視各項目平均數及標準差。
- (二)以獨立樣本 t 檢定針對性別、類組進行檢定，並以One-way ANOVA比較其餘影響生物科技覺知之項目，檢定是否具有顯著差異。
- (三)針對各構面描述性統計結果與各項目統計結果進行比較，分析意義。

肆、研究結果

一、建立量表之效度與信度

(一)第一次因素分析

研究者首先將450份有效問卷資料，進行KMO檢定，取得「取樣適切性量數」為.885，KMO值介於.800～.900之間，代表項目之間有共同因素，量表有良好的因素分析適切性。Bartlett球形考驗達到顯著性，適合進行因素分析。

確立適切性之後，並以主成分分析法抽取共同因素。在不限因素下，萃取出特徵值大於1的共同因素。再配合最大變異法進行直交轉軸(varimax)，在不限因素的情況下，萃取出7項因素，另得到轉軸後的累積變量值為59.932%(表1)。

之後，根據題項及題目需要，進行第一次刪題。考慮刪題之依據為以下兩項：1.信度：該題刪除後Cronbach's α 值較量表信度高者，以及2.因素負荷量小於.400或共同性小於.500者。將符合以上兩者情形(或是兩者都符合)的題項，依據順序刪除。首先，第6、5、19題因刪除後信度提高，依序進行刪除。其次，第20、11、7、8、4、15、16題，因素負荷量不足.400、共同性不足.500，代表共同因素太少，予以刪除。結果因素七遭到刪除，剩下共6項因素。

(二)第二次因素分析

經第一次刪題後，研究者針對所餘的24題進行第二次因素分析。KMO值為.852，顯

表1：第一次因素分析因素結果

	因素一	因素二	因素三	因素四	因素五	因素六	因素七
轉軸後特徵值	4.165	3.525	3.376	2.769	2.535	2.341	1.666
轉軸後解釋變異量(%)	12.251	10.368	9.930	8.143	7.457	6.884	4.900
轉軸後累積解釋變異量(%)	12.251	22.619	32.548	40.691	48.148	55.032	59.932

示適合進行因素分析。同樣以主成分分析配合最大變異法，配合正交轉軸，選特徵值大於1的因素。分析結果取得6個共同因素，特徵值及變異量結果如表2。

在不限因素下，第二次因素分析結果與第一次因素分析結果甚為接近。特徵值大於1的項目共有6項，顯示6個因素與第一次因素分析刪題後結果一致。個別因素負荷量沒有小於.400的項目，各項之共同性也均大於.500，表示具備相關性的項目已經聚集在相同的因素之下。各因素內的個別項目之間彼此相關性低，可以獨立成為項目。

根據研究者再次檢視各題後，確立因素中所保留的題目，其敘述與貢獻於同一因素的各題一致。於是，依據6個因素之內容重新進行命名。根據對照原始量表的構面，原始的「一般覺知」簡化為因素五，修改其名為「知識的覺知」。原始的「風險覺知」被分為因素二及因素六，經過檢視題目後，將因素二命名為「與生活關連性的覺知」、因素六命名為「風險的覺知」。原始量表的「風險溝通與管理(信任)」落在因素一，重新命名為「風險管理可靠性的覺知」。「利益與合法性」則被分為因素三、四，重新命名為「重要性的覺知」及「利益的覺知」。

(三)內部信度一致性檢定

經過兩次因素分析之後，建構新的「生物科技覺知量表」，共計6個構面，24個題項。為確保各分量表之信度，研究者進行構

面信度考驗。結果顯示，第12題刪除後將提升「限制」分量表之信度為.761。然而，考慮到12題與17、18題陳述有一致性，且刪除後該構面選項過少，進而，若將「限制」量表刪除，整體累積變異量將由65.414%下降至64.457%。此外，無論刪除與否，對於「限制」而言信度均大於.700，顯示具有良好的內部一致性，因此不會影響整體量表的信度。斟酌最終檢定結果，決定保留所有的題項。

就各構面而言，轉軸後的解釋變異量差異不大，表示各分量表之間所能解釋的情形大致上平等。此外，無論是在總解釋變異量與各題分析數據，也都達到標準。因此，保留6項構面作為正式「生物科技覺知量表」具有研究的合宜性。題項與構面信度檢定結果參照表3。整體而言，各分量表 α 係數均達.700以上，總量表 α 係數為.888，信度達到標準，代表整體量表具內部一致性。

二、正式量表相關性考驗結果

本研究利用Pearson積差相關考驗，發現在「生物科技覺知量表」的6個構面之間具顯著正相關。「與生活關連性的覺知」和「風險的覺知」之間、「利益的覺知」和「重要性的覺知」之間、「利益的覺知」和「風險管理可靠性的覺知」之間、「重要性的覺知」和「風險管理可靠性的覺知」之間，具有中度相關。而其餘兩兩成對則都為低度相關(表4)。

相關考驗結果符合文獻回顧所述，也與

表2：第二次因素分析因素結果

	因素一	因素二	因素三	因素四	因素五	因素六
轉軸後特徵值	3.372	2.659	2.560	2.501	2.421	2.186
轉軸後解釋變異量(%)	14.050	11.081	10.667	10.422	10.088	9.107
轉軸後累積解釋變異量(%)	14.050	25.131	35.797	46.220	56.307	65.414

原先所設之概念分析相符。在「與生活關連性的覺知」與「風險的覺知」(原為「風險覺知」)分量表之間有較大程度的相關；「利益

的覺知」與「重要性的覺知」、「風險管理可靠性的覺知」之間(原為「利益與合法性」)有較大程度的相關。各式利益之間，不管是具體

表3：構面內部一致性信度檢定結果

構面	題項	修正後相關係數	刪除後 α 值	構面信度
知識的覺知	1. 我瞭解「生物科技」這一詞彙所代表的意義	.732	.826	.867
	2. 我知道「生物科技」使用哪些方法來解決問題	.792	.770	
	3. 我明瞭「生物科技」能為人類帶來的好處有哪些	.715	.841	
與生活關連性的覺知	9. 「生物科技」是專家學者的專業議題，跟一般人的關係不大	.625	.774	.815
	10. 「生物科技」所要解決的問題，與我的日常生活沒有關係	.632	.769	
	13. 我認為「生物科技」的研究所帶來的風險，是專家學者製造出來的，與我的生活沒有關係	.670	.753	
	14. 「生物科技」所產生的風險由專家來負責就好，我不知道也沒有關係	.619	.775	
風險的覺知	12. 即使盡其可能的考慮完備，「生物科技」的發展仍會產生原先所未能預期到的風險	.499	.761	.753
	17. 「生物科技」的研究成果在解決人類問題時有其限制，不會是完美無缺的	.593	.661	
	18. 「生物科技」研究者即使是如何的深思熟慮，仍然無法避免發生缺漏的可能性	.666	.578	
風險管理可靠性的覺知	21. 我會信任專家告訴大眾有關「生物科技」產生風險的知識	.580	.815	.833
	22. 「生物科技」學者的專業科學研究訓練，應該可以減少我受到風險所產生傷害的機率	.709	.787	
	23. 倘若遵循作業流程的規範，則可降低在製造「生物科技」產品過程中的風險	.640	.800	
	24. 「生物科技」學者提出的研究結果通常可以說服我，並且符合我生活的需要	.558	.816	
	25. 在應用「生物科技」的產品時，若能遵守使用的規範，應能降低風險	.593	.810	
	26. 我會信任學校教導我關於「生物科技」產生風險的知識	.583	.812	
利益的覺知	27. 「生物科技」能幫助人類解決在健康醫療上所面對的問題	.593	.725	.779
	28. 「生物科技」能幫助瀕臨絕種的生物存續下去	.535	.758	
	29. 「生物科技」在農業上的應用有利於解決糧食短缺的問題	.668	.685	
	30. 「生物科技」可以用來開發有助養生的健康食品	.566	.735	
重要性的覺知	31. 每個人都需要學習和「生物科技」有關的知識，來增加自己將來面對世界潮流的能力	.613	.788	.820
	32. 發展「生物科技」能提升國家社會的文明素質	.623	.783	
	33. 「生物科技」相關知識是國民基本所需具備素養的重要部分	.707	.742	
	34. 具備「生物科技」的知識可以幫助人們解決生活上的問題	.632	.780	

的利益覺知或是一般性的重要性覺知而言，都有所相似；而信任則獨立為一個項目。

三、受測高中學生之「生物科技覺知」

本節依據450位受試高中學生之填答，進行描述性統計(平均數、標準差)、相關性考驗及 t 考驗、One-Way ANOVA考驗結果，分述如下。

(一)受測學生的覺知情形

根據發展而得的「生物科技覺知量表」，將總量表、各分量表及各單題分別計算描述性統計量，包括平均數及標準差。在24個題目中，除了9、10、13、14等4題為反向題，故予以反向計分外，其餘均為正向題。所得的結果如表5。

各分量表中，居較高分的是「與生活

表4：Pearson相關考驗結果

	a	b	c	d	e	f
a知識的覺知	1					
b與生活關連性的覺知	.182**	1				
c風險管理可靠性的覺知	.261**	.193**	1			
d利益的覺知	.301**	.229**	.534**	1		
e重要性的覺知	.339**	.349**	.406**	.517**	1	
f風險的覺知	.210**	.407**	.262**	.285**	.280**	1

** $p < .010$

表5：各單題、分量表及總量表之平均數與標準差

題號	平均數	標準差	題號	平均數	標準差
1	3.72	0.992	26	4.13	0.962
2	3.68	0.979	27	4.66	0.842
3	3.90	0.969	28	4.29	1.093
9	4.82	0.996	29	4.59	0.902
10	4.98	0.933	30	4.31	1.014
12	4.94	0.851	31	4.57	0.977
13	5.08	0.867	32	4.32	0.972
14	5.20	0.897	33	4.33	1.000
17	4.83	0.937	34	4.63	0.882
18	4.97	0.838	知識的覺知	3.76	0.871
21	3.84	1.051	與生活關連性的覺知	5.02	0.742
22	4.18	0.849	風險管理可靠性的覺知	4.11	0.671
23	4.29	0.882	重要性的覺知	4.46	0.751
24	3.67	0.889	利益的覺知	4.46	0.773
25	4.53	0.798	風險的覺知	4.91	0.717
			總量表	4.44	0.494

「關連性的覺知」及「風險的覺知」，分別為5.02及4.91。其次，「重要性的覺知」及「利益的覺知」平均數皆為4.46，較低分的項目是「風險管理可靠性的覺知」及「知識的覺知」，平均數為4.11與3.76。根據量表構面前後發展情形，由原「風險」所分出的「與生活關連性的覺知」及「風險的覺知」等2項分量表最高，「利益」所分出的「重要性的覺知」及「利益的覺知」次之，對生物科技風險的「風險管理可靠性的覺知」及有關概括知識性的「知識的覺知」則較低。若從其結果來看，「知識的覺知」不及於「有點同意」(4分)的程度；「風險管理可靠性的覺知」則略高於「有點同意」(4分)；「重要性的覺知」及「利益的覺知」介於「有點同意」(4分)和「同意」(5分)之間；「風險的覺知」略低於「同意」(5分)，「與生活關連性的覺知」則達到「同意」(5分)水準。

綜合而言，學生對於「生物科技」的風險覺知，略高於利益覺知。其中「與生活關

連性的覺知」與「風險的覺知」分數較高，意表學生對風險與自身生活的關聯性，以及生物科技所造成的風險具有良好的覺知。尤其是「與生活關連性的覺知」與「風險的覺知」所含的7題之平均，皆列居所有24題中之前7位。另再從對生物科技的利益及重要性的覺知，也顯示出學生普遍對於生物科技所帶來的無論是自身，或是普遍性利益的知覺尚稱足夠。然而，「風險管理可靠性的覺知」與「知識的覺知」則較為不足，代表學生仍對於風險、利益的管理，以及溝通管道普遍覺知較為忽略。且對於生物科技本身的本質及內涵，普遍理解情形相對較低。

(二) 生物科技覺知與背景變項

以下本研究依據學生的背景變項，諸如：性別、組別、個人特質進行檢定分析。

1. 性別

首先，我們將「性別」作為背景變項，依據男、女進行獨立樣本t檢定。結果如表6。

表6：不同「性別」學生在生物科技覺知量表及其分量表之t檢定摘要表

構面	組別	人數	平均數	標準差	t	p	effect size
知識的覺知	男	201	3.83	.907	1.455	.146	.137
	女	249	3.71	.838			
與生活關連性的覺知	男	201	4.91	.783	-2.889	.004	-.270
	女	249	5.11	.695			
風險管理可靠性的覺知	男	201	4.09	.721	-0.546	.586	-.043
	女	249	4.12	.629			
利益的覺知	男	201	4.50	.803	0.910	.363	.093
	女	249	4.43	.706			
重要性的覺知	男	201	4.36	.860	-2.402	.017	-.232
	女	249	4.54	.685			
風險的覺知	男	201	4.84	.722	-2.402	.042	-.196
	女	249	4.98	.709			
整體	男	201	4.42	.540	-1.290	.198	-.120
	女	249	4.48	.453			

就整體量表而言，男、女學生間的生物科技覺知並無顯著差異。但是，在「風險的覺知」、「重要性的覺知」與「與生活關連性的覺知」上，女生的結果顯著高於男生；顯示女生對於生物科技所預期風險上的限制性、風險和個人的關聯以及生物科技對個人及國家所具之重要性覺知，顯著高於男生。此外，兩性間在知識的覺知、風險管理可靠性的覺知及利益的覺知上無顯著差異。若以效果量衡量，6個分量表中，僅有「重要性的覺知」與「與生活關連性的覺知」等2項達到低度的效果量。

2. 組別

其次，本研究針對「組別」進行比較，分成自然組與社會組兩個類別。檢定結果如表7。從全量表來看，社會組與自然組的差距未達顯著性。惟在「知識的覺知」上，自然組學生顯著高於社會組學生，且達中度的效果量。生物科技屬於自然科學領域，自然組對於與生物科技的專有名詞及相關知識有關

的覺知，顯著高於社會組學生，是一個合理的結果。至於這兩組學生在其他5個分量表上，則無顯著差異。

3. 個人特質——觀察與思考

在個人特質部分，本研究選定「觀察」與「思考」2個面向，分別透過「我是一個喜歡思考的人」與「我喜歡觀察人類社會有關的現象」兩項陳述，分別請學生從「非常同意」、「同意」、「有點同意」、「有點不同意」、「不同意」、「非常不同意」選出符合其意見的項目。在資料分析時，並將其同意與否的立場分別合併，就全量表及其分量表從事t檢定。所得結果列如表8與表9。

就分析結果來看，同意自己喜歡思考者的生物科技覺知得分，顯著高於不同意者。而自陳自己喜好觀察社會的學生的生物科技覺知得分，也顯著高於不同意者；且兩者均達低度效果量。

另從個別分量表檢視之，喜歡思考的學生群在「知識的覺知」、「與生活關連性的

表7：不同「組別」學生在生物科技覺知量表及其分量表之t檢定摘要表

構面	組別	人數	平均數	標準差	t	p	effect size
知識的覺知	自然組	233	3.92	.849	4.027	< .001	.374
	社會組	217	3.60	.864			
與生活關連性的覺知	自然組	233	5.01	.766	-0.385	.700	- .027
	社會組	217	5.03	.716			
風險管理可靠性的覺知	自然組	233	4.13	.700	0.852	.394	.075
	社會組	217	4.08	.639			
利益的覺知	自然組	233	4.46	.747	0.023	.982	.000
	社會組	217	4.46	.756			
重要性的覺知	自然組	233	4.44	.797	-0.603	.547	- .052
	社會組	217	4.48	.747			
風險的覺知	自然組	233	4.94	.676	0.879	.380	.083
	社會組	217	4.88	.760			
整體	自然組	233	4.48	.510	1.322	.187	.122
	社會組	217	4.42	.476			

覺知」與「重要性的覺知」等3個分量表的得分，顯著高於不喜歡思考的學生；「知識的覺知」具中度效果量，而「與生活關連性的覺知」與「重要性的覺知」則為低度效果量。另外，喜歡觀察社會的學生，在「知識

的覺知」、「與生活關連性的覺知」、「重要性的覺知」、「利益的覺知」、「風險的覺知」等分量表的得分顯著較高，僅有「風險管理可靠性的覺知」無顯著性；此外，5項具有顯著性的分量表的差異均達低度效果

表8：不同「思考偏好程度」之學生在生物科技覺知量表及其分量表之*t*檢定摘要表

構面	組別	平均數	標準差	<i>t</i>	<i>p</i>	effect size
知識的覺知	不同意	3.39	.934	-4.546	< .001	- .545
	同意	3.87	.825			
與生活關連性的覺知	不同意	4.87	.728	-2.195	.029	- .259
	同意	5.06	.741			
風險管理可靠性的覺知	不同意	4.03	.740	-1.307	.192	- .144
	同意	4.13	.650			
利益的覺知	不同意	4.38	.790	-1.228	.220	- .131
	同意	4.48	.739			
重要性的覺知	不同意	4.25	.796	-3.028	.003	- .348
	同意	4.52	.757			
風險的覺知	不同意	4.86	.799	-0.798	.425	- .094
	同意	4.93	.694			
整體	不同意	4.30	.503	-3.571	< .001	- .405
	同意	4.50	.484			

表9：不同「社會觀察偏好程度」之學生在生物科技覺知量表及其分量表之*t*檢定摘要表

構面	組別	平均數	標準差	<i>t</i>	<i>p</i>	effect size
知識的覺知	不同意	3.47	.944	-3.670	< .001	- .431
	同意	3.85	.831			
與生活關連性的覺知	不同意	4.81	.760	-3.195	.002	- .363
	同意	5.08	.726			
風險管理可靠性的覺知	不同意	4.04	.776	-1.006	.316	- .127
	同意	4.13	.638			
利益的覺知	不同意	4.31	.811	-2.302	.022	- .260
	同意	4.51	.728			
重要性的覺知	不同意	4.30	.842	-2.414	.016	- .264
	同意	4.51	.746			
風險的覺知	不同意	4.77	.794	-2.116	.026	- .255
	同意	4.96	.690			
整體	不同意	4.28	.517	-4.025	< .001	- .442
	同意	4.50	.477			

量。偏好觀察社會事物的傾向在整體量表及多項分量表上的得分較高，可以推測對生物科技的風險及利益等覺知，牽涉深層、高階的思考與對社會觀察的綜合審視。基於此，喜歡思考與觀察社會的學生對於生物科技覺知的顯著影響，在未來在教學上，可以藉各種合適的策略，例如課程活動或課後作業，讓學生從事思考問題，進一步參與觀察社會現象歷程，並陶養此方面的興趣與能力，進而希冀能提升學生對生物科技的覺知程度。

(三)生物科技覺知與其他變項

1. 科學技術知識程度

本研究中亦請學生就「自己的科學科技方面的知識程度」與同儕相比；勾選的選項分成「差很多」、「差一些」、「差不多一

樣」與「好一些」、「好很多」共5個選項。由於選填「差不多一樣」的學生佔了近半數249人，為避免組別之間差距過大，且為比較結果過於複雜，因此將5個選項重新編碼為3組，分別佔人數為「好一些、好很多」105人、「差不多一樣」249人、「差很多、差一些」96人。3組之間人數雖有差異，但進行單一因子變異數分析之後，並以Scheffé法進行事後比較，仍可供各組之間比較平均數差距的顯著性，進而供理解科學科技知識水準與生物科技覺知各項構面的關係，詳見表10。

就科學技術知識來看，整體結果具有顯著性差異，回應「好一些、好很多」的學生的得分顯著高於「差不多一樣」與「差很多、差一些」的學生得分。在「利益的覺

表10：自陳不同「科學科技知識程度」之學生在生物科技覺知量表及其分量表之F檢定摘要表

構面	組別	平均數	標準差	F	p	Scheffé 事後比較
知識的覺知	1. 差很多、差一些	3.23	.873	40.126	< .001	1 < 2, 3
	2. 差不多一樣	3.80	.733			
	3. 好一些、好很多	4.24	.895			
與生活關連性的覺知	1. 差很多、差一些	4.96	.728	0.399	.671	
	2. 差不多一樣	5.03	.694			
	3. 好一些、好很多	5.05	.869			
風險管理可靠性的覺知	1. 差很多、差一些	4.04	.647	2.964	.053	
	2. 差不多一樣	4.08	.661			
	3. 好一些、好很多	4.25	.708			
利益的覺知	1. 差很多、差一些	4.37	.736	5.139	.006	1, 2 < 3
	2. 差不多一樣	4.42	.735			
	3. 好一些、好很多	4.67	.774			
重要性的覺知	1. 差很多、差一些	4.38	.779	1.956	.143	
	2. 差不多一樣	4.45	.720			
	3. 好一些、好很多	4.59	.883			
風險的覺知	1. 差很多、差一些	4.88	.724	1.540	.215	
	2. 差不多一樣	4.89	.722			
	3. 好一些、好很多	5.03	.695			
整體	1. 差很多、差一些	4.31	.459	11.720	< .001	1, 2 < 3
	2. 差不多一樣	4.44	.480			
	3. 好一些、好很多	4.64	.514			

知」的分量表上，表現出來也是同樣的結果，顯示自陳科學技術知識程度較佳者，對於生物科技的利益的覺知也較高。原因可能來自於針對科學技術的知識素養的提升，能有助於理解生物科技對於生活中各種與之有關面向的實質意義。而在「知識的覺知」上，則是填答「好一些、好很多」和「差不多一樣」的學生，顯著高於「差很多、差一些」的學生，顯示出具備一般科學技術知識程度較好的高中學生，對生物科技的知識、意義與相關方法的瞭解程度也較高。然而，在「與生活關連性的覺知」、「風險管理可靠性的覺知」、「重要性的覺知」、「風險的覺知」的覺知情形，並不隨著科學技術知識而有所影響。

2. 科學技術知識來源——報章雜誌、網路與電視廣播

承續上段，本研究進一步調查科學與技術知識來源的差異。從前人的實徵研究中得知，學生吸收科學技術知識管道已趨多元，

也連帶影響學生對於科學科技的覺知。本研究將學生對網路、影音與報章雜誌等媒體吸收科學科技新知情形，分別比較。呈現如表11、表12和表13。

就整體量表的結果觀之，無論是「閱讀書報雜誌」、「電視廣播影音」及「網路瀏覽」，喜歡從中獲得訊息的人，其生物科技覺知程度都顯著高於不喜歡者。另外，另分就此3項媒體而言，「喜歡」與「不喜歡」使用該管道獲得生物科技資訊者之間，可知3項管道都呈現出「知識的覺知」、「風險管理可靠性的覺知」、「重要性的覺知」、「利益的覺知」平均數差異達到顯著性的現象，且為「喜歡」從這三類媒體得到訊息者，顯著高於「不喜歡」的人。

此外，從電視、廣播、影音這項，顯現出喜歡從此管道獲得科學與科技知識的學生，在「與生活關連性的覺知」與「風險的覺知」這2分量表的覺知程度，顯著高於不喜歡者。至於書報、雜誌及網路瀏覽獲得科技資訊上，這2項均未達顯著差異。換言之，電

表11：以「閱讀書報雜誌」獲得科學技術知識之不同程度學生對生物科技覺知量表及其分量表之t檢定摘要表

構面	組別	平均數	標準差	t	p	effect size
知識的覺知	不同意	3.44	.824	-6.342	< .001	- .613
	同意	3.95	.841			
與生活關連性的覺知	不同意	4.94	.732	-1.647	.100	- .162
	同意	5.06	.745			
風險管理可靠性的覺知	不同意	3.98	.630	-3.070	.002	- .304
	同意	4.18	.685			
利益的覺知	不同意	4.30	.744	-3.555	< .001	- .351
	同意	4.56	.739			
重要性的覺知	不同意	4.24	.788	-4.707	< .001	- .459
	同意	4.59	.735			
風險的覺知	不同意	4.84	.770	-1.608	.109	- .165
	同意	4.96	.683			
整體	不同意	4.29	.452	-5.548	< .001	- .550
	同意	4.55	.493			

視、廣播、影音這類管道在每一個分量表中都呈現出顯著性；與另2類管道相比，電子媒體更具強勢的影響。至於網路瀏覽的屬性和電視、廣播、影音類似，但卻在「與生活關

連性的覺知」與「風險的覺知」分量表上和閱讀報紙、雜誌一樣，並無顯著性。這個結果究竟因何所致，仍有待後續研究加以深入探討。

表12：以「電視、廣播」獲得科學技術知識之不同程度學生對生物科技覺知量表及其分量表之 t 檢定摘要表

構面	組別	平均數	標準差	t	p	effect size
知識的覺知	不同意	3.41	.819	-7.438	< .001	- .718
	同意	4.00	.824			
與生活關連性的覺知	不同意	4.93	.679	-2.107	.036	- .206
	同意	5.08	.777			
風險管理可靠性的覺知	不同意	4.01	.603	-2.613	.009	- .244
	同意	4.17	.706			
利益的覺知	不同意	4.30	.721	-3.862	< .001	- .367
	同意	4.57	.751			
重要性的覺知	不同意	4.27	.752	-4.293	< .001	- .410
	同意	4.58	.762			
風險的覺知	不同意	4.83	.753	-2.022	.044	- .194
	同意	4.97	.688			
整體	不同意	4.29	.449	-6.026	< .001	- .572
	同意	4.56	.494			

表13：以「網路瀏覽」獲得科學技術知識之不同程度學生對生物科技覺知量表及其分量表之 t 檢定摘要表

構面	組別	平均數	標準差	t	p	effect size
知識的覺知	不同意	3.47	.845	-6.126	< .001	- .596
	同意	3.97	.832			
與生活關連性的覺知	不同意	4.99	.718	-0.766	.444	- .027
	同意	5.01	.759			
風險管理可靠性的覺知	不同意	3.95	.649	-4.367	< .001	- .411
	同意	4.22	.664			
利益的覺知	不同意	4.31	.725	-3.594	< .001	- .352
	同意	4.57	.751			
重要性的覺知	不同意	4.34	.720	-2.886	.004	- .276
	同意	4.55	.798			
風險的覺知	不同意	4.84	.723	-1.863	.063	- .181
	同意	4.97	.710			
整體	不同意	4.32	.443	-5.221	< .001	- .484
	同意	4.55	.506			

伍、結論與建議

一、結論與討論

本研究旨在藉發展「生物科技覺知量表」做為探究高中學生生物科技覺知之工具。根據檢定結果，研究者歸納出下列看法。

本研究所發展之「生物科技覺知量表」，原初稿之4向度，經對450位高中生施測後確立6個向度。首先，「知識的覺知」保留3題，其平均僅介於「有點同意」與「有點不同意」之間；用以探知學生對於「生物科技」這一詞彙所代表的意義、使用的方法以及能為人類帶來的好處的覺察程度。

次之，原有之「風險覺知」分成2個向度，並分別命名為「與生活關連性的覺知」(4題)與「風險的覺知」(3題)，從結果亦得知學生關注風險與自身的關係，以及科技所具有的限制。就此2個分量表的內涵來說，「與生活關連性的覺知」用於探討學生對於生物科技與一般人及其日常生活是否有關係的覺知程度。至於「風險的覺知」的內涵則是生物科技有其限制，並非完美無缺，會產生未能預期到的風險及缺漏等限制。

再者，「利益」則分成「利益的覺知」(4題)與「重要性的覺知」(4題)等2個分量表，從因素分析顯示學生對於自身的具體利益與一般社會性、廣義的利益，有其區分的必要。「利益的覺知」分量表在探討諸如健康醫療、物種存續糧食問題及基改食品等方面的利益覺知；「重要性的覺知」則是與宏觀面向之個公民素養與國家社會的文明素質有關。最後，「風險管理可靠性的覺知」則保留了6題，和對學者專家、所訂定的規範及學校的教導等方面之信任有關。

總計，本量表包含有24題，6個向度，符合信度與效度的適切性，能做為生物科技

覺知之調查工具。根據各分量表的平均值，可知「與生活關連性的覺知」與「風險的覺知」為生物科技覺知中最高之2項；「重要性的覺知」與「利益的覺知」次之，而「風險管理可靠性的覺知」與「知識的覺知」則居末。結果符合Bauer (2002)針對大眾生物科技相關議題之調查，指出人們主要從「風險」、「利益」兩者覺知生物科技相關的議題。綜言之，本研究從這些覺知的差異，可推估一般學生對於生物科技之關注，確實有大部分投注在生物科技的風險與利益等社會脈絡，以及與自身影響相關的看法；並非純粹就一般的科學知識與技術的覺知。

從本研究結果來看，多項前人研究中的「性別」變項，在未來生物科技覺知相關研究仍具備探索價值(黃家濤、謝季宏，2007；Özel et al., 2010)。在先前研究中，男性在多項科技的表現中顯著高於女性(靳知勤、陳又慈，2007)。然而，本研究就整體生物科技量表的結果並無此情形，而此結果和Uşak, Erdogan, Prokop與Özel (2009)針對土耳其大學生及高中生研究中，兩性間對生物科技所持態度並無差異的結果相符。職是，依此推斷生物科技所牽涉的本質和其他科技議題有所不同，有待未來繼續探討。此外，未來研究中，亦可針對女性學生顯著高於男性學生的「與生活關連性的覺知」、「風險的覺知」與「重要性的覺知」從事探討，尋找這些項目是否為兩性覺知差異的核心。同樣地，針對「組別」的結果呈現出學生在組別間的差異表現於「知識的覺知」，而其他面向並無顯著性。後續研究也可藉此進一步深入探討導致不同主修學生差異的原因，以及探究不同主修學生之風險、利益與信任覺知的來源。

針對風險、利益與信任覺知的資訊來源，特別是「思考與觀察」、「科學技術知識程度」以及「資訊來源媒體」等3項的比

較結果，可以提供具啟發性的觀點。研究結果部分支持了Cobb與Macoubrie (2004)認為人們先備知識不影響科學科技議題「利益」與「風險」的認定。尤其在「科學技術知識程度」的項目中，顯示差異只表現在「知識的覺知」與「利益的覺知」中。而「思考與觀察」的結果顯示喜愛思考與觀察者，和不喜歡者之間，在生物科技各項覺知有顯著性的差異；對比Peters等(2007)及Durant等(1992)等人之主張，未來可進一步探討學生在生物科技相關議題之思考、觀察的性質，以及他們對於科技與社會的態度、看法與素養等因素之間的因果關係。最後，「資訊來源媒體」的3項比較，也回應了黃俊儒(2008)對於非正式教育的媒介，在面對生物科技資訊與新聞吸收的角色。尤其值得關注的是，喜愛網路媒體的人和不喜愛者，在「與生活關連性的覺知」與「風險的覺知」兩個向度，並無顯著差異；這點和其他向度具顯著性的結果不同。未來無論實踐或研究者，都應體悟到「網路訊息」雖然有助於大量傳播並致力於生物科技覺知的塑造，但也容易充斥以聳動的標題、錯誤的訊息或誇大的事件所帶來的「風險」感。

二、研究建議與未來發展

根據本研究的過程及成果，本節將分別針對提升生物科技覺知的教學實踐，以及未來的研究方向提出建議。

(一)針對生物科技覺知教學實踐

1. 吾人若欲提升學生的「生物科技」覺知程度，首應加強學生對於生物科技「覺知」知識及素養。教師可藉由特定的風險事件，結合課程內容，激起學生的對於自身關聯性，進而從風險與利益的比較中掌握生物科技的主旨。由Cook與Fairweather

(2005)的調查報告中所提出的各種生物科技項目，可以供作議題或事件的參考。另外，由於學生普遍較為忽略風險、利益、信任與管理機制，故也應加強針對風險、利益議題，以及機構、體制如何建構「信任」此一主題的認識。

2. 就組別而言，應加強社會組學生理解專業知識教育，協助提升生物科技知識的覺知。同上項建議，無論是對自然組或社會組學生，都應著重於改善對風險管理機制及與溝通的「信任」相關議題的瞭解。
3. 對於喜歡思考及觀察社會學生而言，他們對生物科技的覺知程度較高。而生物科技議題屬於社會性科學議題的本質，具有爭議的特性，足供學生發展論證與思考智能(Chin, Yang, & Tuan, 2015)。是以，教師除了可鼓勵學生在課程中就生物科技議題從事思考與學習外，也應藉由其他管道鼓勵學生進行社會觀察。例如可利用非正式的科學教育資源，如博物館、視覺媒體、網路等形式，鼓勵學生參與生物科技相關議題的討論(靳知勤，2007)。另一方面，課程內部則可營造積極參與的課程形式，例如辯論、影片討論等形式，使得學生可以刺激思考並透過參與形成自己的社會觀察經驗(林樹聲、靳知勤，2012)。
4. 教師在學校的相關課程中，可以持續加強學生對於一般性科學科技知識的吸收。例如可引用與生物科技風險、利益與信任有關的議題，協助學生獲得科技相關知識，並培養其興趣，進一步提升生物科技各項覺知。
5. 澳洲學者Dawson (2007)對高中學生生物科技的相關調查，並指出這些調查結果可以幫助教師選擇適當的教材與策略進行課程

的發展與教學。而就本研究結果而言，除課程教學之外，學生的生物科技資訊可由新聞傳播、電視媒體及網路資訊所提供。依此，在課程中，教師可考量同時運用多種傳播媒體，例如結合書報與網路媒介討論，或是運用電視新聞配合網路資訊進行比較等，以此鼓勵學生以多元方式蒐集生物科技相關資訊進行學習。此外，亦可協助學生培養相應之科學與科技素養，以利用其在面對生物科技眾多資訊時，做出適當地判斷。

(二)未來研究方向方面

1.在對象上，本研究僅對高中二年級進行抽樣。未來若能進一步將其他年級學生以及不同主修之大學生納入考量，另以近年來技職體系中亦有類科與生物科技領域有關，若能兼容高中與高職學生，也能更深

入瞭解高中階段學生整體性生物科技覺知情形。

2.未來研究除了藉由本文所探究之因素，持續進行後續的追蹤瞭解之外，也可試圖繼續深化與發覺實務上、經驗上與生物科技風險、利益與信任覺知相關的因素。例如針對是否有特定的在地經驗，如特定地區發生過的特定風險事件，或父母職業因素從事比較，應可對此有所啟發。

3.在方法部分，本研究以量化、量表之發展分析為主。因此未來針對生物科技覺知之研究，也可增加質性資料蒐集，以強化橫向理解個體動機、行動者意含的目的性，進而使得對於「態度」、「覺知」與相關研究能夠對於教學實踐更具指導性。同時，也使得研究結果更為嚴謹完善。

參考文獻

1. 牛惠之(2003)。生物科技發展脈絡下肢胚胎議題——一個法規穩定思圍的觀點。律師雜誌，285，30-46。
2. 牛惠之(2008)。人類基因資料庫的潛在風險議題定性與風險管理模式之研議。科技發展與法律規範雙年刊，5，143-196。
3. 甘志展、李明聰(2008)。消費者對食品安全議題之風險認知與其消息來源可靠度之研究。食品市場資訊，97，1-10。
4. 朱耀明、莊如芬(2007)。生物科技概念指標之研究。科學教育月刊，296，18-28。
5. 杜文苓、施麗雯、黃廷宜(2007)。風險溝通與民主參與：以竹科宜蘭基地之設置為例。科技醫療與社會，5，71-110。
6. 周桂田(2000)。生物科技產業與社會風險——遲滯型高科技風險社會。台灣社會研究季刊，39，239-283。
7. 周桂田(2001)。科學風險：多元共識之風險建構。收錄於顧忠華(編著)，第二現代——風險社會的出路？(頁47-75)。臺北市：巨流。
8. 周桂田(2005)。爭議性科技之風險溝通——以基因改造工程為思考點。生物科技與法律研究通訊，18，42-50。

9. 周桂田(2008)。新興科技與風險治理。科技發展政策報導，2，16-31。
10. 林樹聲、靳知勤(2012)。國小教師實踐社會性科學議題教學之教師知識成長與比較。科學教育學刊，20(1)，41-68。
11. 張立明(2006)。人類胚胎幹細胞之研究倫理。收錄於社團法人臺灣生命教育學會(編著)，科際整合之生命教育學術研討會論文集(頁30-44)。新北市：輔仁大學。
12. 曾國鴻、魏炎順(2003)。回應文化現象的科技教育新思維。生物科技月刊，36(5)，2-16。
13. 黃俊儒(2008)。構思科技社會中的即時學習：以學生及專家對於科學新聞文本之理解差異為例。科學教育學刊，16(1)，105-124。
14. 黃郁岑(2013)。核能科技官僚對風險溝通及科技民主化之觀點分析。未出版之碩士論文，國立政治大學公共行政研究所，臺北市。
15. 黃家溱、謝季宏(2007)。高中生對基因改造食品的認知、態度、消費行為與學習需求之研究。高雄師大學報：教育與社會科學類，23，1-28。
16. 雷祥麟(2002)。劇變中的科技、民主與社會：STS的挑戰。台灣社會研究季刊，45，123-171。
17. 靳知勤(2007)。科學教育應如何提升學生的科學素養——臺灣學術精英的看法。科學教育學刊，15(6)，627-646。
18. 靳知勤、陳又慈(2007)。臺中縣市國小自然科教師對以STS議題從事教學之調查研究。科學教育學刊，15(1)，25-52。
19. 劉宏恩(2010)。生物醫學產學合作中的利益衝突(Conflict of Interest)及其規範——從陳垣崇事件談醫學研究者與藥廠或生技公司間的關係。生物醫學，3，488-495。
20. 蔡秉辰、靳知勤(2004)。藉情境學習提升民眾科學素養：以科學博物館教育為例。博物館學季刊，18(2)，65-74。
21. Bauer, M. W. (2002). Controversial medical and agri-food biotechnology: A cultivation analysis. *Public Understanding of Science*, 11(2), 93-111.
22. Bauer, M. W., & Gaskell, G. (2002). Researching the public sphere of biotechnology. In M. W. Bauer & G. Gaskell (Eds.), *Biotechnology -- The making of a global controversy* (pp. 1-20). Cambridge, MA: Cambridge University Press.
23. Beck, U. (1992a). *Risk society: Towards a new modernity*. London: Sage.
24. Beck, U. (1992b). From industrial society to the risk society: Questions of survival, social structure and ecological enlightenment. *Theory Culture & and Society*, 9(1), 97-123.
25. Beck, U. (2000). Risk society revisited: Theory, politics and research programmes. In B. Adam, U. Beck, & J. V. Van Loon (Eds.), *The risk society and beyond: Critical issues for social theory* (pp. 211-229). London: Sage.
26. Beck, U. (2006). Living in the world risk society. *Economy and Society*, 35(3), 329-345.

27. Bialostok, S., & Whitman, R. L. (2012). Education and the risk society: An introduction. In B. Steven, L. W. Robert, & S. B. William (Eds.), *Education and the risk society: Theories, discourse and risk identities in education contexts* (pp. 1-34). Boston, MA: Sense.
28. Chin, C. C., Yang, W. C., & Tuan, H. L. (2015). Argumentation in a socioscientific context and its influence on fundamental and derived scientific literacies. *International Journal of Science and Mathematics Education*. doi:10.1007/s10763-014-9606-1
29. Cobb, M. D., & Macoubrie, J. (2004). Public perceptions about nanotechnology: Risks, benefits and trust. *Journal of Nanoparticle Research*, 6(4), 395-405.
30. Cook, A. J., & Fairweather, J. R. (2005). *New Zealanders and biotechnology: Attitudes, perceptions and affective reactions* (A. a. E. R. Unit, Trans.). Lincoln, New Zealand: Lincoln University.
31. Dawson, V. (2007). An exploration of high school (12-17 year old) students' understandings of, and attitudes towards biotechnology processes. *Research in Science Education*, 37(1), 59-73.
32. DiEnno, C. M., & Hilton, S. C. (2005). High school students' knowledge, attitudes, and levels of enjoyment of an environmental education unit on nonnative plants. *The Journal of Environmental Education*, 37(1), 13-25.
33. Durant, J., Evans, G., & Thomas, G. (1992). Public understanding of science in Britain: The role of medicine in the popular representation of science. *Public Understanding of Science*, 1(2), 161-182.
34. Eagly, A. H., & Chaiken, S. (1998). Attitude structure and function. In D. T. Gilbert, S. T. Fiske, & G. Lindzey (Eds.), *The handbook of social psychology* (pp. 269-322). New York: McGraw-Hill.
35. Fortina, P., Kricka, L. J., Surrey, S., & Grodzinski, P. (2005). Nanobiotechnology: The promise and reality of new approaches to molecular recognition. *Trend in Biotechnology*, 23(4), 168-173.
36. Gaskell, G., Allansdottir, A., Allum, N., Corchero, C., Fischler, C., Hampel, J., et al. (2006). *Europeans and biotechnology in 2005: Patterns and trends*. Retrieved March 19, 2014, from http://ec.europa.eu/research/press/2006/pdf/pr1906_eb_64_3_final_report-may2006_en.pdf
37. Jones, O. A., Lester, J. N., & Voulvoulis, N. (2005). Phamarceuticals: A threat to drinking water? *Trend in Biotechnology*, 23(4), 163-167.
38. Latifah, A. (2009). Modern biotechnology: Ethical issues, ethical principles and guidelines. *MALIM: Jurnal Pengajian Umum Asia Tenggara*, 10, 1-16.
39. Liu, W. T., & Zhu, L. (2005). Environmental microbiology-on-and-chip and its future impact. *Trend in Biotechnology*, 23(4), 174-179.
40. Norris, S. P., Phillips, L. M., & Korpan, C. A. (2003). University students' interpretation of

media reports of science and its relationship to background knowledge, interest, and reading difficulty. *Public Understanding of Science*, 12(2), 123-145.

41. Özel, M., Erdoğan, M., Uşak, M., & Prokop, P. (2009). High school students' knowledge and attitudes regarding biotechnology applications. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 9(1), 321-328.
42. Peters, H. P., Lang, J. T., Sawicka, M., & Hallman, W. K. (2007). Culture and technological innovation: Impact of institutional trust and appreciation of nature on attitudes towards food biotechnology in the USA and Germany. *International Journal of Public Opinion Research*, 19(2), 191-220.
43. Rappert, B. (2008). Benefits, risks, and threats of biotechnology. *Science and Public Policy*, 35(1), 1-7.
44. Simonneaux, L., Panissal, N., & Brossais, E. (2013). Students' perception of risk about nanotechnology after an SAQ teaching strategy. *International Journal of Science Education*, 35(14), 2376-2406.
45. Sjöberg, L. (2000). Factors in risk perception. *Risk Analysis*, 20(1), 1-12.
46. Turkmen, L., & Darcin, E. S. (2007). A comparative study of Turkish elementary and science education major students' knowledge levels at the popular biotechnological issues. *International Journal of Environmental and Science Education*, 2(4), 125-131.
47. United Nations Development Programme. (2001). *Human development report 2001: Making new technologies work for human development*. New York: Oxford University Press.
48. Uşak, M., Erdogan, M., Prokop, P., & Özel, M. (2009). High school and university students' knowledge and attitudes regarding biotechnology. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 37(2), 123-130.

High School Students' Perception on Risks, Benefits and Trust of Biotechnology: A Scale Development Study

Chi-Chin Chin

Department of Science Education and Application, National Taichung University of Education

Abstract

This research developed a tool for investigating high school students' perception of biotechnology. Based on the review of literature, four dimensions -- "Perception of Biotechnology," "Risk Perceptions," "Risk Management and Communication (Trust)" and "Benefit and Legitimacy" were constructed for developing a primitive scale with 34 items. After 450 high school students provided valid responses, the data were then structured and evaluated by explanatory factor analysis. Through three sequential steps, the final version of the scale featured items separated into six categories -- knowledge, relevance, importance, benefit, trust, and risk. The total number of items was reduced to 24. The whole scale can explain the variance of 65.414%. In addition, relevant factors were used to compare perception levels. This research developed one possible tool for future research purposes. The differences in gender, major, preference to thinking, preference to observation and thinking, self-reported level of science/technology knowledge, and the source of scientific knowledge were analyzed. Based on the findings, this study also provides suggestions for educators and researchers in the relevant fields.

Key words: Perception of Biotechnology, Benefit, Trust, Risk Perception, High School Student