

本文章已註冊DOI數位物件識別碼

▶ 透過科學史培養科學本質觀的科技大學通識課程研究

A Study on General Curriculum about Promoting Nature of Science through History of Science at a Technical University

doi:10.6360/TJGE.201606_(17).0001

通識教育學刊, (17), 2016

Taiwan Journal of General Education, (17), 2016

作者/Author : 李明昆(Ming-Kun Lin);張簡玲娟(Ling-Chuan Chang Chine)

頁數/Page : 9-34

出版日期/Publication Date :2016/06

引用本篇文獻時，請提供DOI資訊，並透過DOI永久網址取得最正確的書目資訊。

To cite this Article, please include the DOI name in your reference data.

請使用本篇文獻DOI永久網址進行連結:

To link to this Article:

[http://dx.doi.org/10.6360/TJGE.201606_\(17\).0001](http://dx.doi.org/10.6360/TJGE.201606_(17).0001)



DOI Enhanced

DOI是數位物件識別碼 (Digital Object Identifier, DOI) 的簡稱，是這篇文章在網路上的唯一識別碼，用於永久連結及引用該篇文章。

若想得知更多DOI使用資訊，

請參考 <http://doi.airiti.com>

For more information,

Please see: <http://doi.airiti.com>

請往下捲動至下一頁，開始閱讀本篇文獻

PLEASE SCROLL DOWN FOR ARTICLE



透過科學史培養科學本質觀的科技大學通識課程研究

A Study on General Curriculum about Promoting Nature of Science through History of Science at a Technical University

李明昆 張簡玲娟

Li, Ming-Kun Chang Chine, Ling-Chuan

Author's Correspondence Information

作者通訊

李明昆 Li, Ming-Kun

Adjunct Assistant Professor

Center for General Education

Kao Yuan University

高苑科技大學通識教育中心兼任助理教授

No.1821, Zhongshan Rd., Luzhu Dist., Kaohsiung City 82151, Taiwan (R.O.C.)

張簡玲娟 Chang Chine, Ling-Chuan

President

Kaohsiung Municipal Ren-Wu Special School

高雄市立仁武特殊教育學校校長

摘要

本文旨在探討增進理解科學本質的科技大學通識課程教學實務。課程主題內容以科學史為主、人類文明發展史為輔，強調科學發展對社會與科技的影響。研究對象為修習科技通識課程的進修部學生。透過科學史融入通識課程教學活動，並施以科學本質問卷、學習感受問卷等評量工具以及進行訪談，藉以瞭解學生所持有科學本質觀的改變情況。結果顯示本教學活動能夠有效地增進學生的科學知識本質與科學探究本質觀點之正向理解，同時學生對本通識課程的設計與教學活動呈現正面肯定態度。

關鍵字：科學史、科學本質

透過科學史培養科學本質觀的 科技大學通識課程研究

壹、前言

一、研究背景與動機

科學本質是科學素養的成分之一，了解科學知識的形成過程增進科學素養是重要的。理解科學本質可增進學生與一般民眾面對科學問題時做出明智抉擇，成為更好的科學消費者。因此，一個具有科學素養的人，必須對科學本質有足夠了解（Karakas, 2010）。再者從西方啟蒙運動的歷史發展過程中顯示，科學普及或科學教育是形塑近代文明的極重要因素。今日實施大專院校通識教育，不能忽略對人類文明發揮巨大作用的科學教育（林孝信，2010）。

科學雖然是經驗之學，但是理性思維是科學的基礎，所以科學素養必然要強調理性思維。從理性思維的角度來看，科學教育除了傳授科學知識之外，也必須強調知識的脈絡，也就是強調知識之間的邏輯關係（高涌泉，2008）。在傳統考試制度的框架下，臺灣現行的高中職與國中小自然課程仍是以知識的傳授為主，極少關注於知識產生過程的歷史脈絡中。過去的研究指出科學史不僅可激起學生學習興趣（Matthews, 1994），也可促進科學本質的理解（Clary & Wandersee, 2014）。可見了解科學史發展對於知識本質認識也是非常重要面向之一。

目前臺灣的科學教育關注科學本質的教與學面向之研究，就國家圖書館的臺灣博碩士論文系統資料庫中，以「科學本質」為關鍵詞搜尋所得的百餘篇相關論文結果中發現，研究對象大多聚焦於中小學學生及科學教師，高等教育層級則聚焦於師範院校的職前教師，一般大學的研究相對較少，技職院校則更少。是以就大學通識教育課程而言，去培養與薰陶大學生的科學本質觀勢必有其必要性與價值。因此在這個區塊相關的科學教育研究或工作者應有很大的努力空間。

二、研究的目的與問題

賴羿蓉與鍾任琴（2005）分析技職校院專門課程與通識課程蘊含之通識教育本質，提出學生的學習課程中應蘊含：幫助學生擴大學習視野、培養學生具備「思考表達」的能力、培養學生具備「合宜判斷」的能力、幫助學生培養具備「有效思考」的能力、幫助學生自覺知識起源的價值意義等五點通識理念，而非僅是聚焦在對純知識的認知學習。是以就「幫助學生自覺知識起源的價值意義」面向而言，相關研究顯示科學史的教學可以有效地增進學生的科學本質觀認識（廖麗貞、林寶英、洪振方，2000；張容君、張惠博、鄭子善，2010）。所以學生透過對科學史了解應有助於理解科學知識增長與轉化脈絡、擴大視野與增進思考能力，進而形成合宜的判斷能力的教學活動，符合大學通識教育之教育理念。據此，本研究的研究問題設定如下：

- （一）科技大學通識教育的科學史課程對學生的科學本質觀有何影響？
- （二）學生對科技大學通識教育的科學史課程之學習經驗感受為何？

貳、文獻探討

一、培養科學本質觀的科技大學通識教育意涵與重要性

五十多年前，英國的 C. P. Snow 提出「兩種文化」（two cultures）的說法，認為在現代社會中，科學與人文兩種文化間存在的藩籬是阻止人類社會解決重大議題的最大障礙（劉兆漢，2010）。大專聯考及專業學習提早分流是形成臺灣高等教育發展的結構性因素，不僅造成了「兩種文化」對立且容易培養出單一視野受教者，因此「科際整合」導向的通識教育課程實施具備重要使命（王俊秀，2000）。長期以來教育部將高等教育的通識教育視為重要政策，其目標是要讓學生具備「多學科的知識」、「跨學科的知識」，與「超越學科的知識」，以避免在知識經濟導向下，過於注重專業而忽略其他領域的知識與經驗（鍾愛、黃富昌，2006），此除了可擴增學術觸角，亦可減少知識的盲點與偏見（鄒川雄，2006；吳清基，1990），以擴展自己的文化與知識視野。可見，通識教育是以喚醒受教者德性、智性、感性、體能等各面向為主體的教育，一方面發展受教者的潛能及生存適應能力，一方面培養受教者能夠與人所生存的人文與自然環境建立良好互動關係（吳清山、林天祐，2000）。

林孝信（2010）指出目前許多大學通識教育的推行者對於科學通識教育的重視程度不足，普遍誤認為臺灣已經夠重視科學了（她／他們其實誤把工具性的科技當作通識的科學素養），因而缺乏系統而深刻的對科學通識教育的規劃與討論。

郭重吉（2010）也指出不論是從學術或實用的角度來看，對科學本質和探究方法的認識應該是當前大學通識教育中重要的一環。再者從臺灣的科學教師執行實驗課程之現況，大多僅是讓學生操作食譜式實驗步驟；而非營造一個類似於科學家探究的學習情境，此結果易讓學生誤以為科學家遵循著單一研究方法、固定的實驗步驟以獲得科學知識的認知，造成學生對於科學進展有著理所當然的線性發展觀點之誤解。劉柏宏與劉湘瑤（2009）主張數理方面的通識課程建議未來應更加強知識、社會與人文三方面的整合，而歷史就是一個相當好的媒介。Guney 與 Seker（2012）亦指出科學史可提供學生與科學的文化互動的媒介。因為科學史可以有效地讓學生理解科學本質的圖象，包括「科學是人類的智慧結晶」、「科學顯現出自然世界的問題」、「科學知識是基於經驗證據」，以及「科學知識會依據新的證據進行修訂」（NGSS Lead States, 2013；NRC, 2012）。此外 Clary 與 Wandersee（2014）亦認為從科學史發展過程中能夠顯著地發現科學是人類精進求精的智慧結晶，因此為了讓學生全面性地了解科學事業，科學教師就必須在課室中提供可證明的科學本質特徵的機會。綜合以上所述，在科技大學通識教育中實施科學史課程，將有助於學生了解近代科學發展歷程，理解科學知識增長與轉化之脈絡關係，提升其科學本質觀之功效。

二、科學本質

科學的過程是關於數據收集和解釋，以及結論的推導活動（AAAS, 1989；NRC, 1996），而科學本質就是認識科學活動的相關特徵。AAAS（1989）將科學本質分成科學世界觀、科學探究活動，以及科學事業等三個領域。林陳涌（1996）則將科學本質分為科學方法的本質、科學知識的本質，以及科學事業的本質等三大範疇。邱明富與高慧蓮（2004）的看法與林陳涌相近，主張科學本質具有科學知識的本質、科學探究的本質，以及科學事業的本質等三個內涵。綜觀以上各家對於科學本質的看法，科學本質的內涵大致上可區分為了解科學知識的本質、了解科學探究（或科學方法）的本質，以及了解科學事業本質等三部分，其含括內涵如下：

- （一）了解科學知識的本質：知識是暫時性的、知識是公開性的、知識是可複製性的、知識是累積性的、科學功能有其極限、世界是可以理解的。
- （二）了解科學探究（或科學方法）的本質：科學探究的過程與方法具多元性、科學探究過程具有主觀性、科學探究過程中誤差的存在性。
- （三）了解科學事業本質：科學與科技及社會息息相關、科學的倫理與道德、科學社群與科學家形象。

三、提升科學本質觀的教學相關研究

科學本質觀（或稱科學認識觀）就是個人對科學知識建構的理解（Tsai & Liu, 2005）。然而學生常以為科學是與社會、人群獨立發展的，殊不知社會、文化、宗教與政治常常影響著科學研究，而科學研究結果也會對社會造成深遠的影響（林淑楞、劉聖忠、黃茂在、陳素芬、張文華，2008）。過去多數的科學教學，僅注重於知識的傳遞，忽視知識增長過程與轉化脈絡之關係。姜志忠、張惠博、林淑楞與鄭一亭（2006）曾就科學教學活動指出物理教學著重於知識的傳遞，教師直接將過去科學家研究的成果呈現給學生，並未交代科學家進行該研究的時代背景，以及科學家如何得到結論及過程中產生的諸多爭議，因此學生會惑於概念的 formed 過程，形成學習動機上的障礙。Nielsen 與 Thomsen（1990）主張物理教學不應聚焦於物理內容；而是說明物理是人類活動的產物。而大專院校通識教育的科學史課程之實施正可補強過往的傳統科學教學活動之缺陷，進而提升學生對於知識增長的理解與轉化之關鍵處。而教導科學本質的目的就是在幫助學習者發展科學知識的形成和驗證，以及獲得知識本質的認識觀理解（Abd-El-Khalick, 2013）。黃武雄（1998）也認為對於科學教育的整體理解與創造，是通識教育中實施科學教育最重要的部分，不論是針對人文或科學院系的學生，都應強調此一部分。並且指出可考慮以探討該課程的題材與文明發達的關聯，藉由討論與閱讀相關歷史來理解科學活動的發展。

分析有關彰顯科學本質觀的教學活動設計方式的相關研究主要可分為兩類，第一類是透過科學探究提升科學本質觀的教學活動（例如：黃志賢，2003；Karakas, 2011；Schussler, Bautista, Link-Pérez, Solomon, & Steinly, 2013；Nuangchalem, 2013）；第二類則是以科學史例為本進行科學對話、歷史人物角色扮演或科學史的介紹與討論活動提升科學本質觀的教學活動（例如：邱明富、高慧蓮，2004；張容君等人，2010；李明昆、劉靜怡、洪振方，2011；廖麗貞等人，2000；劉柏宏、劉湘瑤，2009；戰克勝，2008），分述如下。

（一）透過科學探究提升科學本質觀的教學活動

黃志賢（2003）針對國小學童開發科學探究教學模組，研究結果顯示此教學活動可顯著提升其科學知識本質與科學探究本質信念。Karakas（2011）則在課程中營造科學家的科學探究氛圍學習環境，透過科學探究課程活動來提升科學本質觀，研究結果顯示學生無法充分理解科學本質的內涵。Schussler 等人（2013）則針對大學生物實驗課程進行提升科學本質教學研究，研究結果顯示在明確地說明與反思活動的探究環境中最有助於提升學生科學本質的創造性、可檢驗性、實證性及推論性向度。Nuangchalem（2013）以探究式課堂教學方式來提升職前科學教師的科學

本質觀，研究結果顯示探究式課堂教學方式有助於提升科學本質觀並對科學呈現正面態度。

分析上述研究資料顯示除了科學知識背景較為完整的職前科學教師以科學探究活動方式可達到顯著提升科學本質觀之外；就學生而言若以探究方式來全面性提升學生的科學本質觀，似乎有不足之處。Allchin (2012) 主張以學生導向的探究方法提升科學本質有其侷限性；應以引導探究歷史案例的方式較為合宜。Matthews (1994) 則認為科學史教學除了有助於提升科學本質觀之外，同時亦有助於了解不同科學概念之間與不同學科之間的相關性，架構一個更加完整的科學概念生態系。再者 Metz (2006) 也推崇藉由科學故事作為課程單元的教學核心，將可使學生情意地投入某科學概念，擴大其想像力，透過理解科學家的活動，發展出科學素養的相關技能。

(二) 以科學史例為本進行科學對話、歷史人物角色扮演或科學史的介紹與討論活動提升科學本質觀的教學活動

邱明富與高慧蓮 (2004) 針對國小學童開發融入科學史的教學模組，研究結果顯示僅在科學知識本質及科學探究本質部分有顯著成長。張容君等人 (2010) 針對高中生以科學史電腦動畫輔助教材方式進行活動，研究結果顯示學生的科學本質觀有顯著性提升。李明昆等人 (2011) 則以高雄女中學生為對象進行科學史教學研究，研究結果顯示學生所持有的科學本質觀大多接近近代觀點，基於天花板效應導致學生並無顯著提升科學本質觀之成效。Melek 與 Köseoglu (2015) 針對高中生以互動式科學小故事及明確說明科學本質的反思方式融入化學平衡單元的概念教學活動，研究結果顯示可顯著提升學生的科學本質觀。廖麗貞等人 (2000) 以某師範大學非理工背景學生的通識課程進行達爾文演化論發展史融入大學生命科學之通識課程研究，研究結果顯示對科學史例深入的了解將有效地提升學生科學本質觀。劉柏宏與劉湘瑤 (2009) 就技職院校學生以數理科學史主題式及專家講座方式進行教學活動，研究結果顯示在整個科學與數學本質觀的提升成效上仍具侷限性。戰克勝 (2008) 則在對科技大學通識科學課程中以互動式歷史小故事方式提升修課學生的科學本質觀，研究結果顯示科學本質各概念並無法全面性提升，且在「創造性」和「可驗性」分概念之間有彼此互相牽制的負面關聯。

分析上述研究資料顯示科學史例的深入了解或討論反思活動，以及明確地說明科學本質內涵的教學策略較能顯著提升學生的科學本質觀。Abd-El-Khalick 與 Lederman (2000) 也認為若以科學史融入課程方式要顯著地提升學生的科學本質觀，應以明確方式說明科學本質內涵是比較有效的方式。

綜合以上所述顯示若提升學生的科學本質觀為課程活動的主要目標，結合科學史例的模式會較以科學探究方式為佳。然而科學史例作為傳達科學本質的重要媒介，要求學生以今日之觀點去想像和欣賞科學家在當時的歷史背景所做的努力是很難的，再透過科學史例的講解與討論，對歷史人物和事件的理解產生移情作用將可間接讓學生理解到科學本質的意涵（Guney & Seker, 2012），並加以明確地說明科學本質內涵，應將能夠有效地提升學生的科學本質觀之教學活動。

參、研究方法與步驟

一、研究對象

本研究以南部某私立科技大學進修部學生為研究對象。選取選修 2013 學年度第一學期「科學簡史與發展」通識課程學生為施測對象，施測學生共計 58 人。扣除施測當天缺席者，共回收 50 份，最後之有效樣本為 50 人，有效回答率 86.2%。

二、研究步驟與課程設計內容

本研究採單一群體前、後測設計，在課程初始與課程結束後針對修課學生實施科學本質問卷檢測，並於課程結束後輔以學習感受問卷與半結構式訪談。整個課程實施期間為 2013 年 9 月至 2014 年 1 月，實施活動依時程可區分為課程初始、教學活動及課程結束三個階段，分述如下。

（一）課程初始階段

在課程正式開始之前，先進行課程介紹與科學本質問卷之前測，以了解受試學生所持有科學本質觀之學前觀點。

（二）教學活動階段

本研究以「科學簡史與發展」課程為主軸，進行主題式教學活動，課程實施內容可區分為簡介科學發展歷史、認識科學本質內涵及科學家小傳三部分的教學活動，整個課程實施主題整理如表 1 所示。扣除課程介紹、期中考與期末考時間，課程教學活動共計上課 16 週（第 2 週至第 17 週）31 節。課程的教學內容詳述如下。

1. 簡介科學發展歷史的教學活動

表 1 「科學簡史與發展」課程進度表

階段活動	週次	主題	教學內容	備註
課程初始	1	課程介紹		實施問卷
簡介科學 發展歷史	2	上古世紀的科學	由狩獵到畜牧再到農耕時代 文明古國的科學與科技發展	
	3	中世紀的科學	宗教與科學的關係 文藝復興時代的人文主義	1.教師講述
	4	科學的啟蒙與誕生	培根的實驗歸納法 科學研究機構與組織	2.師生討論
	5	中國古發明	中國四大發明對後世的影響 中國為何未發生科學革命	
	認識科學 本質內涵	6	期中測驗及科學本質介紹	
教學活動	7	天文：哥白尼	科學革命思想	
	8	天文：伽利略	科學與上帝對抗	
	9	天文：克普勒	宇宙的天籟之音	
	10	物理：牛頓	站在巨人的肩膀上	
	11	物理：法拉第	電與磁的轉換	1.小組報告
	12	物理：麥斯威爾	光、電、磁的統一	2.教師補充
	13	物理：普朗克	量子世界的誕生	3.師生討論
	14	物理：愛因斯坦	時間與空間的再定義	
	15	化學：道耳吞	原子論的創始者	
	16	化學：門德列夫	週期表的誕生	
科學家 小傳	17	生物：達爾文	演化與物競天擇	
	課程結束	18	期末測驗	實施問卷

此部分的教學活動以教師講授為主，教師講述自上古世紀至近代科學啟蒙期間的科學簡史。課程內容聚焦在西方科學革命之前的中國古代發明、世界古文明的科學與科技發展、中世紀的西方宗教與科學的關係，以及近代科學研究機構的形成的歷史發展部分。在此課堂教學活動中，教師會針對課程主題設計相關問題（例如：在「中國古發明」主題中，進行「古中國為何只有科技發展而無科學發展？」的問題討論），與同學進行課堂討論及分享，藉此促使學生體認科學發展脈絡的轉變與精煉歷程。此部分的教學活動共計進行 4 週 8 節課。

2. 認識科學本質內涵的教學活動

研究者在進行期中測驗後，利用一堂課時間介紹科學本質內涵，俾助學生建構相關科學本質概念想法。以利學生在下一階段課程中能夠明確地認識近代科學史發展中所蘊含的科學本質特性。此部分的教學活動共計進行 1 週 1 節課。

3. 科學家小傳的教學活動

此部分的教學活動以分組報告為主，課程主題則依學門選取具代表性的 11 位科學家，分別為天文學：哥白尼、伽利略及克普勒；物理學：牛頓、法拉第、麥斯威爾、普朗克及愛因斯坦；化學：道耳吞及門德列夫；生物學：達爾文。各組以所選定的科學家做為報告主題，針對科學家的生平、重要著作、發現及重大發現對後世科學發展的影響等四個部分進行報告，教師再就不足部分進行補充，並以科學家的重大發現對後世的影響部分作為問題（例如：在「麥斯威爾」主題中，進行「麥斯威爾方程式的成功奠基在那些人科學家的研究成果上？」的討論），與同學進行討論及分享。整個課程活動除了各組報告之外，並透過教師適度地講述補充內容引導學生對主題形成概括性瞭解，再透過課堂討論，期望擴大學生的學習視野，增進思考能力，進而知覺知識起源的價值意義，此部分的教學活動共計進行 11 週 22 節課。

（三）課程結束階段

在所規劃的課程活動進行結束後，所有學生再次回答學期初所發放的同一份科學本質問卷，並進行學習感受問卷之作答。此外再經修課同學同意與配合下，從中隨機挑選 10 位同學進行半結構式訪談。晤談重點在了解其學前與學後觀點之差異與其支持其形成此觀點的證據來源，做為解讀學生學後觀點轉變之用。

在整個實施的課程教學中，為了避免學生因應教師要求而有特定回應，整個課程活動除了利用期中測驗週進行科學本質內涵介紹，以利學生了解科學本質意涵之外。學生填寫感受問卷時，教師特別強調填寫結果與學期成績無關，因此學生可安心填寫作答。

三、資料收集與分析

本研究所探討的學習成效包括：科學本質觀及受試學生對於課程的感受，並輔以半結構式訪談藉以了解受試學生所提出觀點的支持證據來源。研究者以校方的學生代碼作為學生編號，將訪談錄音逐字轉成文字檔，從編號對象所得之資料依照內容作相關性分類。整個資料收集採質量合併的方式，俾能真確地描述學生的表現。其內容敘述如下：

（一）科學本質觀問卷

依據文獻探討並使用質性與量化的問卷以瞭解學生的科學本質觀點。本研究所採用的科學本質觀問卷係以侯香伶（2002）所發展的科學本質問卷進行評量，該測驗工具參考了林煥祥、林陳涌及楊榮祥等三位學者所發展編製的科學本質相關量表。問卷內容分為三個向度：科學知識、科學方法與科學事業，各向度均有 10 道題目，總計 30 題，採 Likert 五點記分方式填答。原問卷的重測信度為.576 ($p < .01$)，各子題皆達顯著相關 ($p < .05$) 均達可接受範圍。本研究該問卷 Cronbach'α 信度數值為.755，顯示內部一致性具高可信度，測驗工具信度達合理數值。

為了更加清楚呈現受試者的科學本質觀點之認知改變情形。研究者於期末所實施的科學本質觀問卷中加入學生質性的文字描述要求。請學生針對問卷的三個向度試題中各選定一個題號，並針對所選定題號的內容描述，並以課堂中所習得科學史例來說明該題項內容，藉以了解學生的科學本質觀點改變情形，並做為質性分析資料來源。

（二）學生學習感受問卷

為瞭解學生參與課程的學習感受情形，於課程結束後請學生針對課程設計方式及課程內容之學習經驗，填寫學習感受問卷。試題內容為「1.您對這樣的課程設計方式有什麼想法？」，「2.您對這樣的上課課程內容有什麼感想？」，作為本研究之質性分析資料來源之一。

該問卷的填答方式採開放式作答，亦無提供填答「範例」引導受試學生作答方向，可避免學生因教師的要求而呈現特定的回應方式，以增進本研究資料的可信度。

肆、結果與討論

一、科學史融入科技大學通識教育課程中對大學生科學本質觀的影響

學生在學習前後分別進行科學本質觀問卷施測，「科學知識」、「科學探究」及「科學事業」三個向度共計 30 題項，回答情形之統計分析結果如表 2~表 5 所示。由表 2 的平均分數觀之，無論是哪一個向度，學生的平均分數皆有提升。其中，科學探究向度的分數增加幅度最高，提升 4.44 分，其次是科學知識向度提升 3.30 分，增加幅度最小的是科學事業為.62 分。其中，科學事業本質向度提升幅度

最小此結果與邱明富與高慧蓮（2004）的研究結果相似。進一步進行 T 檢定結果顯示科學知識與科學探究向度及科學本質觀點總分均提升且達顯著性差異。由此可知在課程實施之前，整體學生對於科學本質的認識略為偏向於當代科學本質觀點；在課程實施之後，學生對於科學知識與科學探究兩個向度及整體科學本質觀趨向當代觀點認同度有顯著提高。此結果與廖麗貞等人（2000）的研究結果部分相似。以下分別就科學本質觀各向度試題及相關訪談紀錄進行分析與討論。

（一）科學知識向度

由表 2 的資料顯示受試學生的科學本質觀——科學知識向度部分呈現正成長且達顯著差異，此向度各試題的統計資料整理如表 3 所示，相關訪談紀錄如下：

科學本質觀——科學知識向度部分訪談紀錄如下：

Q01：現在的科學知識是暫時性的，未來可能被修改。

- m000171660：像托勒密的「地心說」是比較久一點的，而被後來的哥白尼所提學說所推翻。科學一開始有可能是假說，或者是從傳說整理出來。
- m000121015：牛頓認為時間與空間是絕對不變。愛因斯坦的時間與空間是相對的，正巧與牛頓的觀點相反。
- m000121328：以道爾吞來說，原子論在當時的確是一個不會被修改的結果，但如今已發現比原子更加細小的中子。
- m000121228：哥白尼的日心說最後推翻了聖經所倡導的地心說。
- m000171702：牛頓認為的絕對時間即絕對空間的假設，後來被愛因斯坦的觀點推翻了。

Q04：科學知識可用來預測某些自然現象的發生。

- m000121231：愛因斯坦，他的廣義相對論的預測了光線會轉彎，被後人證實了。

由表 3 顯示試題第一題「現在的科學知識是暫時性的，未來可能被修改」、第四題「科學知識可用來預測某些自然現象的發生」、第六題「科學知識是在被考驗的」、第七題「科學知識可能隱含錯誤」和第八題「科學學說如同藝術作品，兩者的形成過程均展現出人類的創造」等五題題項前、後測達顯著性差異。表示學生在課程學習後，對於科學知識向度中的「暫時性」、「預測力」、「重複性」及「創造性」等面向，學習後均呈現顯著正向成長，受試學生觀點從比較實證性觀點轉變為比較建構性取向，更接近現代科學知識本質的認知。其中，「創造性」面向

表 2 受試學生的「科學本質觀」問卷前、後測成對樣本檢定分析表 (N=50)

測驗別	前測		後測		t	p
	M	SD	M	SD		
科學知識	31.50	4.54	34.80	5.03	3.231**	.002
科學探究	31.56	5.43	36.00	5.77	4.503**	.000
科學事業	30.48	3.54	31.10	4.32	.999	.323
總分	93.54	9.05	101.90	9.25	4.932**	.000

* $p < .05$, ** $p < .01$

表 3 受試學生的「科學本質觀——科學知識向度」各試題前、後測成對樣本檢定分析表 (N=50)

題號	題項	測驗別	M	SD	t	p
Q01	現在的科學知識是暫時性的，未來可能被修改。	後測	4.50	.76	6.66**	.000
		前測	3.38	.99		
Q02	除非一種科學的知識是完全沒有錯誤，否則我們不會接受它。	後測	2.72	1.09	-1.32	.193
		前測	3.00	1.20		
Q03	科學知識不是人類想像力的產品	後測	3.02	1.04	.61	.546
		前測	2.88	1.36		
Q04	科學知識可用來預測某些自然現象的發生。	後測	4.32	.74	5.49**	.000
		前測	3.22	1.31		
Q05	現今的科學知識已久被證實，其正確性毋庸置疑。	後測	2.82	1.30	.61	.543
		前測	2.68	1.28		
Q06	科學知識是可以在被考驗的。	後測	4.44	.81	5.24**	.000
		前測	3.50	1.20		
Q07	科學知識可能隱含錯誤。	後測	3.84	1.11	2.69*	.010
		前測	3.28	1.21		
Q08	科學學說如同藝術作品，兩者的形成過程均展現出人類的創造。	後測	4.00	1.14	3.24**	.002
		前測	3.38	1.10		
Q09	科學家對科學知識的評價是一定的，不因時空觀點變換而改變。	後測	3.06	1.39	-.46	.651
		前測	3.16	1.35		
Q10	只要做足夠的實驗和觀察，就可導致科學學說產生。	後測	2.22	1.02	-3.28**	.002
		前測	2.88	1.33		

題號出現灰色背景者為負向題，負向題平均分數已進行轉分；* $p < .05$, ** $p < .01$

與張容君等人（2010）的研究結果；「暫時性」面向與李明昆等人（2011）的研究結果相似。再者，由上列學生訪談紀錄中亦顯現受訪學生針對「暫時性」與「預測力」面向亦能夠透過課程中習得的科學發展歷史實例，佐證來說明自己的覺察現象。

然而在第十題「只要做足夠的實驗和觀察，就可導致科學學說產生」題項，前後測則呈現負向顯著性差異。就此顯示學生可能在學習後，因認知現代科技的創新是奠基在科學發展之上，造成有「科學萬能」的誤解。事實上，科學知識雖然可提升很多日常生活便利性，但也有許多問題（例如：靈異事件、宗教等）是科學知識無法解決或解釋，所以科學知識的應用深具「侷限性」，並不能解決現實生活中所有的問題。此外科學各學門的分工極細，並無法概括。此與張容君等人（2010）的研究結果相似，科學知識本質中的「侷限性」是最不易增長的。

（二）科學探究向度

由表2的資料顯示受試學生的科學本質觀－科學探究向度部分呈現正成長且達顯著性差異，此向度各試題的統計資料整理如表4所示，及相關訪談紀錄如下：

科學本質觀－科學探究向度部分訪談紀錄如下：

Q17：科學家的觀察會受到他（她）以往的經驗和既有的知識所影響。

- m000121231：牛頓認為他的成就是奠基在前人的研究基礎之上，所以可以看得更遠。

Q19：在科學探討中，科學家的「想像力」扮演著相當重要的角色。

- m000171660：像愛因斯坦的想像力總是驚人，能夠幻想光的速度，並且想以時間以及物質來作思想實驗。
- m000121131：愛因斯坦以光速進行時空旅行想法。
- 4097112914：牛頓想像出來為什麼蘋果會從樹上掉下來，而發現萬有引力現象。
- m00012099：牛頓的「萬有引力」定律是奠基在科普勒的行星三大運動定律上。

由表4顯示第十二題「嚴謹的科學方法不能保證科學研究必定會成功」、第十三題「科學研究報告的內容是科學家取自他認為是新發現的部分」、第十四題「一個科學問題通常只有一個適當的研究方法能解決」、第十六題「兩個科學家各自觀察同一件自然現象，他們一定做出相同的報告」、第十七題「科學家的觀察會受到他（她）以往的經驗和既有的知識所影響」、第十九題「在科學探討中，科學家的想像力扮演著相當重要的角色」及第二十題「實驗結果的解釋是固定的，

表 4 受試學生的「科學本質觀－科學探究向度」各試題前、後測成對樣本檢定分析表 (N=50)

題號	題項	測驗別	M	SD	t	p
Q 11	只要遵循特定的科學方法便能解決科學問題。	後測	2.64	1.31	-1.19	.850
		前測	2.68	.98		
Q 12	嚴謹的科學方法不能保證科學研究必定會成功。	後測	4.06	1.10	4.20**	.000
		前測	3.16	1.23		
Q 13	科學研究報告的內容是科學家取自他認為是新發現的部分。	後測	3.74	1.05	2.42*	.019
		前測	3.24	1.04		
Q 14	一個科學問題通常只有一個適當的研究方法能解決。	後測	3.68	1.28	2.02*	.049
		前測	3.26	1.21		
Q 15	做實驗時，科學家不會預期某些實驗結果。	後測	2.98	1.27	-1.19	.847
		前測	3.02	1.10		
Q 16	兩個科學家各自觀察同一件自然現象，他們一定做出相同的報告。	後測	3.96	1.24	2.40*	.020
		前測	3.46	1.27		
Q 17	科學家的觀察會受到他（她）以往的經驗和既有的知識所影響。	後測	3.84	1.06	2.49*	.016
		前測	3.40	1.16		
Q 18	探究科學問題時，科學家都遵照相同的標準來選用研究方法。	後測	3.20	1.29	1.76	.084
		前測	2.80	1.23		
Q 19	在科學探討中，科學家的「想像力」扮演著相當重要的角色。	後測	4.24	.94	3.38**	.001
		前測	3.70	.93		
Q 20	實驗結果的解釋是固定的，不會因為不同人而有不同的解釋。	後測	3.66	1.45	3.28**	.002
		前測	2.84	1.25		

題號出現灰色背景者為負向題，負向題平均分數已進行轉分；* $p < .05$, ** $p < .01$

不會因為不同人而有不同的解釋」等七題題項，前、後測得分均達顯著性差異。表示學生在課程學習後，對於科學探究向度中的「方法多元性」、「想像力」及「理論負載」等面向，學習後均呈現顯著正向成長，可見學生對於科學探究本質逐漸具備多元看法，認為科學是多元發展的。其中，「理論負載」面向與張容君等人（2010）的研究結果；「方法多元性」面向與李明昆等人（2011）的研究結果相似。由上列學生的訪談紀錄中亦顯現，受訪學生針對「想像力」與「理論負載」面向能夠透過課程中習得的科學發展歷史過程的實例來佐證其認知觀點，體認到不論

是牛頓的思考實驗或是愛因斯坦的時空旅行都可說明「想像力」在科學發展上的重要性。

(三) 科學事業向度

由表 2 的資料顯示受試學生的科學本質觀－科學事業向度部分呈現正成長但未達顯著性差異，此向度各試題的統計資料整理如表 5 所示，及相關訪談紀錄如下：

科學本質觀－科學事業向度部分訪談紀錄如下：

Q21：科學的發展常會導致社會的改變。

- m000121328：愛因斯坦的相對論中質能轉換公式（ $E=mc^2$ ），引導著原子彈的誕生，成就了更具殺傷力的戰爭武器。
- m000121273：法拉第因為發現電磁感應的現象，而有了發電機的產生。
- m099111643：愛因斯坦的相對論進而創造出原子彈改變社會。

由表 5 顯示第二十一題：「科學的發展常會導致社會的改變」題項，前、後測比較達顯著性差異。表示學生在課程學習後，對於科學事業向度中的「科學－技術－社會（STS）交互作用」面向，期末均呈現顯著正向成長，從科學發展獨立性觀點轉變為社會互動的取向。由上列的學生訪談紀錄中顯現，受訪學生能夠透過課程中習得的科學發展歷史過程的實例，亦可由學生能理解科學、科技及社會如何相互影響的佐證資料，而非主張科學發展的獨立性。此與林淑楞等人（2008）的研究結果相似。

然而第三十題「由於科學家的特殊訓練，其對社會任何議題的意見，應給予特別的重視」題項，前、後測得分比較呈現負向顯著性差異。此現象可與第十題的科學本質具有「侷限性」特性作答情形相呼應，顯示學生忽視了科學學科專業性特質，科學專家可針對其專業發表意見，而非其專業領域時其發表意見時與一般民眾無異。

關於科學事業向度在教學後，其前後測成績比較並未全面呈現正向成長部分，此現象可能因西方近代科學發展與東方主流的儒家思維是有衝突的。陳政宏（2002）指出在臺灣講科學史是相當不容易的，由於科學是從西方硬生生橫向移植過來，完全沒有華人傳統文化的根基，所有科學史上的重要事件與名人，不僅對本地學生是很陌生的，而且也不容易了解當初的各種社會環境等背景的來龍去脈，對於深刻認識史事與歷史意義有相當的困難，更不用說使下一代對先賢們能有所認同與景仰。

表 5 受試學生的「科學本質觀－科學事業向度」各試題前、後測成對樣本檢定分析表 (N=50)

題號	題項	測驗別	M	SD	t	p
Q 21	科學的發展常會導致社會的改變。	後測	4.44	.73	3.41**	.001
		前測	3.96	.97		
Q 22	如果科學知識足夠的話，科學家就會進行複製人的工作。	後測	2.76	1.20	-.33	.746
		前測	2.82	1.16		
Q 23	科學家通常很注意相關領域內其他科學家的研究。	後測	3.82	1.06	1.46	.150
		前測	3.56	1.05		
Q 24	科學家的新發現，馬上就成為社會大眾共同認可的科學知識。	後測	3.02	1.19	.77	.448
		前測	2.84	1.13		
Q 25	科學家的科學研究不會被他們的宗教及倫理觀所影響。	後測	2.84	1.57	-1.00	.322
		前測	3.08	1.14		
Q 26	科學家不一定比其他人更為客觀。	後測	3.66	1.12	1.92	.060
		前測	3.26	1.10		
Q 27	核能電廠是否設立，應完全由核能科學家決定。	後測	2.50	1.45	.81	.424
		前測	2.36	1.14		
Q 28	科學家的工作本質，使他們不會受社會和政治的影響。	後測	2.56	1.39	-.10	.919
		前測	2.58	1.03		
Q 29	科學研究是專業的，毋須理會社會大眾的認可。	後測	3.50	1.45	.00	1.000
		前測	3.50	1.27		
Q 30	由於科學家的特殊訓練，其對「社會任何議題」的意見，應給予特別的重視。	後測	2.00	.86	-3.62**	.001
		前測	2.52	.89		

題號出現灰色背景者為負向題，負向題平均分數已進行轉分；* $p < .05$, ** $p < .01$

二、大學生對科學史融入科技大學通識教育課程之學習經驗

受試學生在上完一學期的科學史融入科技大學通識教育課程後，經分析學生於課程結束後所填寫的「學習感受問卷」。分析結果顯示 50 名學生中除了 6 名學生持中立意見之外，其餘 44 名學生均持正面肯定態度，可見學生對於科學史課程設計內容具正面認同，而增進科學本質的正面觀點亦可由學習感受問卷中的內容可見一斑，此亦可作為學生科學本質觀正面成長的佐證資料之一。以下列舉幾位學生的看法如下：

(一) 對科學史課程設計的感想

- m000171660：很好！由簡而繁的做科學簡史介紹。前面的概論很豐富，後半段的西方科學家的生平與發現有細微的討論，可瞭解近代科學的進展。
- m000111202：還不錯，可以學習到以前不知道的事情，讓我可以了解這些人。
- m000111557：了解到許多日常生活用到的東西的和發明者的故事。
- m000111031：更進一步認識科學家，也將帶給我們不同的知識與常識。
- m000111057：對於這課程讓我認識很多不知道的科學家，也讓我了解很多不一樣的發展與發明。
- m000121086：上完老師的課才發現，有太多歷史和科學我都不知道，也很喜歡這樣的上課方式，讓我們肯努力去查資料，讓我們有上臺報告與討論的機會，覺得這些對我的職場工作很有幫助。

(二) 對科學史課程內容的感想

1. 科學史的內涵可豐富視野、增進有效思考，形成合宜的科學本質觀點

- 4097112914：來上課之前，本以為只有愛因斯坦、達爾文、牛頓等幾位常聽到的人物而已。上課後才知原來重要的科學家不只那幾位，也對於古代和現代的科學信念改變有更進一步的認識。
- mw00141357：了解到科學發展如何從無慢慢到有，以及科學發展過程中科學家背後的辛酸故事，如何一代接一代的促進科學改變社會。
- m000111328：認識東西方科學發展史與人物觀點、名言，也改變自我對科學認知。
- 59711225：上課內容有些都是有學過的，但有些地方是國中的階段上的部分，當時並不懂，但是現在瞭解了。

2. 了解科學發展對於社會文明與技術精進之影響

- m000111257：上了這門課才知道這些科學家對於現代科技的發展影響很大。近代科學家的每項研究與貢獻，對現代科技與科學研究建立了基礎與方向。

- m000111160：如果沒有這些科學家的發明或研究，現在的科技也就沒有那麼發達。
- m000111273：一個成功的人一定會經歷過不斷的失敗，就像法拉第意會到「磁場應該也可能產生電？」，並在失敗中找到成功的機會。
- m000111631：科學不一定是完全正確的，但是科學也會帶來影響，沒有科學或許沒有今日這樣的日子。
- m000121131：此課程說明了從過去古代的發明到現今的科學，讓我覺得如果不是這些科學家的科學研究與無數嘗試，現今也沒有這些科學知識與器具。

3. 科學史可增進學生覺知科學知識起源的價值意義，破除單純科學認知看法

- m000111260：從科學發展過程來看，前一個人說的不一定是對的，就像牛頓和愛因斯坦對於時間與空間的觀點不一樣。
- m000121328：短短一學期卻講了幾百年來的發展。讓我們了解這些事物不是一時之間就能理解發現的。
- m000121273：從中外發明中了解大部分的發明與生活息息相關，然而西方科學家較注重於過程的推演，引用他人的理論加以推算，進而提升數據的可靠性。
- m000121244：對於科學，以前的觀念是有被稱作「實驗」才稱為科學；而現在才知道「天地萬物皆有科學」有沒有運用到或發現到罷了。

4. 了解中國科學發展的侷限性，增進學生的合宜判斷能力

- 40991b2487：因為本身對於中國歷史就挺有興趣，覺得中國很可惜的是，他們將所能傳承的東西都藏起來，而且沒有追根到底的研究精神。
- m000111015：中國與西方其實所發現的科學是差不多時間，不過中國多以神鬼解釋科學現象，西方國家卻會去尋找答案，證實它。
- m000121715：中國古代的發明常常是為了適應生存而來，西方科學家則是藉由實驗探究原因而發展科學，所以會更加影響科學的發展。

由以上學生的學習後感受資料顯示，本研究的科學史融入通識課程之教學活動設計甚受學生認同，此可與受試學生的科學本質觀成長情形相呼應，亦吻合黃武雄（1998）對於通識教育中實施科學教育中的整體理解與創造之主張。同時本課程在

學習之後可提供學生擴展豐富的科學史視野、體認科學知識起源的價值性與思考，了解到科學發展對社會文明與技術精進之影響，並察覺到中國科學發展的侷限性，進而形成合宜的現代科學本質觀點。此亦與李明昆等人（2011）的研究結果科學史融入教學活動可促使學生反思，從以前從未知曉的科學發現歷史脈絡中意會到科學本質的真正意涵相近。再者本課程以探究科學史本身為主題，強調科學發展歷程中，社會、文化對科學的相互影響，讓學生了解科學與人文之關聯，此與 Oldroyd（1977）主張科學史的教學能讓學生了解科學與社會之間的關係，可縮小科學與人文的鴻溝觀點一致。此教學活動成果此除可增進學生對現代科學本質認識之外，亦可符合賴翠蓉與鍾任琴（2005）針對技職校院專門課程與通識課程應蘊含之通識教育本質之內涵要求，並與鄒川雄（2006）認為通識課程應具備擴增學術觸角，減少知識的盲點與偏見的主張相似。此外林淑楞等人（2008）指出科學史濃縮了科學知識發展的歷程，它不僅能呈現醞釀科學家創造新知識的社會背景，也能獲得當時科技發展與需求的資料。教師運用科學史能夠有效展現科學本質的內涵，矯正學生既有的科學迷思觀點，亦能提供學生情意面向的學習。

伍、結論與建議

透過科學史融入通識課程教學後，能夠讓學生體會科學本質的意涵。茲依據研究結果，提出結論與建議如下：

一、結論

（一）透過科學史融入通識課程教學能促進學生在科學知識本質與科學探究本質的正向發展

本研究顯示經過一學期的透過科學史融入通識課程後，受試學生的「科學本質量表」中科學知識本質與科學探究本質向度後測得分呈現顯著優於前測。此表示科學史融入通識課程教學課程對學生的科學知識本質與科學探究本質兩個向度有正面提升效應。另外，訪談資料亦顯示受試學生在科學知識本質的「暫時性」與「創造力」面向；科學探究本質的「想像力」與「理論負載性」面向；科學事業本質的「科學－技術－社會（STS）交互作用」面向均能夠從課程的教授或討論內容中學習得到並提出相關的明確支持其觀點的證據。

(二) 學生對於透過科學史融入通識課程設計與教學呈現正面認同，而且整個課程活動具有「豐富視野、增進有效思考，形成合宜的科學本質觀點」、「了解科學發展對於社會文明與技術精進之影響」、「增進學生覺知科學知識起源的價值意義，破除單純科學認知看法」，以及「了解中國科學發展的侷限性，增進學生的合宜判斷能力」之認識

本研究結果發現所規劃透過科學史融入通識課程，架構以文明發展與近代重要科學家生平的科學史課程主題內容，藉由學生的訪談紀錄及學習心得感受問卷中可看出學生對此課程設計呈現正面肯定之態度。再者對於科學本質的觀點也有部分的改變與成長，形成對科學發展更進一步的認識。

二、建議

(一) 課程與教學方面

1. 科學史通識課程不應僅是單純的科學歷史介紹，而是提供學生在科學發現的脈絡下，探討科學家發展理論過程的情境與思考過程機會，以形成合宜的科學本質觀

目前臺灣的科學基礎教育，不論是課程教材的內容或者是實驗課程都太過於重視驗證之脈絡，教材偏重描述科學理論產生後驗證的過程，實驗課程的設計模式亦多是驗證既有理論，縱使科學課程內容中有科學史料也僅以是科學家生平事蹟型態呈現的介紹，容易讓學習者有科學知識與科學歷史似乎是並列而行，彼此並無相關。事實上現今的科學成就是在科學歷史洪流中逐漸累積形成典範，進而發生科學革命而產生的新世界觀。若在嚴重缺乏發現的脈絡下探討科學家發展理論時情境與思考過程的陳述，將無法有效提供學生有機會建構科學知識的發想機會與機制。而大學的科學史通識課程正可適度提供科學基礎教育所缺乏的完整性認識科學歷史脈絡發展之現況。然而僅是單純地介紹科學史料並無法了解科學發展背後的科學本質意涵。由本研究結果顯示明確地介紹科學本質有助於學生察覺科學知識起源的價值意義，破除單純科學認知看法，形成合宜的科學本質。然而目前許多大學課程亦缺乏對科學本質的討論，我們建議在科學史課程，甚至在科學實驗課程中加入對於科學本質內涵的討論和反思以協助學生建立合宜的科學本質觀。

2. 現代科技創新所帶來的便利生活是奠基在過去科學發展基礎上，為避免造成「科學萬能」之誤解，科學史通識課程應強調科學知識應用具「侷限性」

本研究結果顯示學生有呈現現代科技創新是奠基在科學發展基礎之上的認知，亦了解到科學發展對於社會文明與技術精進之可觀影響。然而此亦容易造成學生會有「科學萬能」的誤解，而忽略科學學科各具專業特質無法直接橫越，科學知識應用具「侷限性」，此在科學史教學活動中是教學者亟需進行事實澄清的要點。

（二）研究限制及未來研究方面

本研究嘗試建構之教學方案是以技職體系大專院校通識課程做為實踐場域，並以進修部學生為施測對象。如果將此研究成果直接運用在不同層級的實施對象，則需考量對象屬性與認知特徵之不同，因此無法將本研究結果直接應用。

增進科學本質觀的認識建基在其對於科學知識增長與邏輯脈絡的理解，可破除對於知識發展線性成長認知，在科技大學通識課程規畫中大多未將建立合宜的科學本質觀列為課程重點。如何在大學的科學（或科技）通識課中規畫增進科學本質觀仍是一個值得繼續深究的問題。Schussler 等人（2013）指出沒有單一的教學模式可全面性提升科學本質各個向度，如何藉由不同方式（例如：科普書籍閱讀...）進行融入式的教學設計與成效比較之研究亦是一個值得嘗試的方向。

airiti

參考文獻 References

- 王俊秀：〈通識教育與永續發展教育的連結：議題與展望〉，《環境教育季刊》，第 43 期，2000.9，頁 8-17。
- 吳清山、林天祐：〈通識教育〉，《教育資料與研究》，第 33 期，2000.3，頁 78。
- 吳清基：《教師與進修》，臺北：師大書苑，1990。
- 李明昆、劉靜怡、洪振方：〈科學史融入物理教學對高一女生的科學本質觀與電磁學概念改變之研究〉，《屏東教育大學學報——教育類》，第 36 期，2011.3，頁 133-68。
- 林孝信：〈科學在通識教育〉，《通識在線》，第 26 期，2010.1，頁 3-6。
- 林淑楞、劉聖忠、黃茂在、陳素芬、張文華：〈利用科學史傳達科學本質——以簡單機械單元為例〉，《科學教育月刊》，第 315 期，2008.12，頁 2-17。
- 林陳涌：〈「了解科學本質量表」之發展與效化〉，《科學教育學刊》，第 4 卷，第 1 期，1996.3，頁 31-58。
- 邱明富、高慧蓮：〈科學史融入教學以提昇國小學童科學本質觀之研究〉，《國立臺北師範學院學報》，第 17 卷，第 1 期，2004.3，頁 183-214。
- 侯香伶：《科學探究活動中的科學本質面貌對國一生科學本質觀之影響》，彰化：國立彰化師範大學科學教育研究所碩士論文，2002。
- 姜志忠、張惠博、林淑楞、鄭一亭：〈物理史融入教學對提升學生科學認識論瞭解及學習成效之研究〉，《科學教育學刊》，第 14 卷，第 6 期，2006.12，頁 637-61。
- 高涌泉：〈界定與選擇國民核心素養：概念參考架構與理論基礎研究——子計畫四：國民自然科學素養研究（2/2）〉，行政院國家科學委員會專題研究計畫期末報告，計畫編號 NSC 95-2511-S-002-002-，2008。
- 張容君、張惠博、鄭子善：〈「燃燒」微觀粒子概念之科學史電腦動畫輔助教材促進中學生科學本質觀之研究〉，《國立臺南大學理工研究學報》，第 44 卷，第 1 期，2010.4，頁 1-34。
- 郭重吉：〈從大學生核心能力的培養談科學通識教育〉，《通識在線》，第 26 期，2010.1，頁 7-8。
- 陳政宏：〈從「科普」及翻譯看臺灣高等教育與現代化的一些困境〉，《陳政宏 Jeng-Horng Chen》，2002，2012.12.20，網址〈<http://myweb.ncku.edu.tw/~chenjh/articles/poptrans.pdf>〉。
- 黃志賢：《科學探究教學模組對國小中年級兒童科學本質影響之行動研究》，屏東：國立屏東師範學院數理教育系教育研究所碩士論文，2003。

- 黃武雄：〈通識教育、科學教育與數學教育（上）——理性的叛逆與解放〉，《數學傳播》，第 22 卷，第 2 期，1998.6，頁 20-35。
- 鄒川雄：《通識教育與經典詮釋》，高雄：復文圖書出版社，2006。
- 廖麗貞、林寶英、洪振方：〈將達爾文演化論發展史融入大學生命科學通識課程之研究〉，《科學教育學刊》，第 8 卷，第 2 期，2000.1，頁 179-98。
- 劉兆漢：〈跨領域的通識課程—永續發展〉，《通識在線》，第 26 期，2010.1，頁 27-28。
- 劉柏宏、劉湘瑤：〈數理科學史在技術院校通識課程實施之成效研究〉，行政院國家科學委員會專題研究計畫期末報告，計畫編號 NSC 96-2522-S-167-001-MY2，2009。
- 戰克勝：〈「互動式歷史小故事」在大學通識科學教育之應用研究〉，《科學教育學刊》，第 16 卷，第 2 期，2008.5，頁 125-46。
- 賴羿蓉、鍾任琴：〈通識化的專門課程在通識教育中的蘊涵〉，《南華通識教育研究》，第 2 卷，第 2 期，2005.12，頁 85-105。
- 鍾愛、黃富昌：〈技專校院通識課程「永續發展」教學策略之初探〉，臺灣環境資源永續發展研討會，中壢：南亞技術學院，2006.10.20。
- Abd-El-Khalick, F. "Teaching With and About Nature of Science, and Science Teacher Knowledge Domains." *Science & Education* 22.9 (2013): 2087-2107.
- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. "Improving Science Teachers' Conceptions of Nature of Science: A Critical Review of the Literature." *International Journal of Science Education* 22.7 (2000): 665-701.
- Allchin, D.. "Teaching the Nature of Science through Error." *Science Education* 96.5 (2012): 904-26.
- American Association for the Advancement of Science. *Project 2061: Science for all Americans*. New York: Oxford University Press, 1989.
- Clary, R., & Wandersee, J.. "The History and Nature of Science: Is the Past the Key to Our Future?" *Science Scope* 37.6 (2014): 63-72.
- Guney, B. G., & Seker, H.. "The Use of History of Science as a Cultural Tool to Promote Students' Empathy with the Culture of Science." *Educational Sciences: Theory & Practice* 12.1 (2012): 533-39.
- Karakas, M.. "A Case of One Professor's Teaching and Use of Nature of Science in an Introductory Chemistry Course." *The Qualitative Report* 15.1 (2010): 94-121.
- . "Science Instructors' Views of Science and Nature of Science." *The Qualitative Report* 16.4 (2011): 1124-59.
- Matthews, M. R.. *Science Teaching: The role of History and Philosophy of Science*. New York: Routledge, 1994.

- Melek, N. E., & Köseoglu, F. “Explicit-reflective Teaching Nature of Science as Embedded within the Science Topic: Interactive Historical Vignettes Technique.” *Journal of Education and Training Studies* 3.6 (2015): 40-49.
- Metz, S. R.. “Science Literacy: Then and Now.” *Science Teacher* 73.2 (2006): 8.
- National Research Council. *National Science Educational Standards*. Washington: National Academy Press, 1996.
- . *A Framework for K–12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington: National Academies Press, 2012.
- NGSS Lead States. *Next Generation Science Standards: For States, By States*. Washington: National Academies Press, 2013.
- Nielsen, H., & Thomsen, P. “History and Philosophy of Science in the Danish Curriculum.” *International Journal of Science Education* 12.4 (1990): 308-16.
- Nuangchalerm, P. “Engaging Nature of Science to Preservice Teachers through Inquiry-based Classroom.” *Journal of Applied Science and Agriculture* 8.3 (2013): 200-203.
- Oldroyd, D. R.. “Teaching the History of Chemistry in New South Wales Secondary Schools.” *The Australian Science Teachers Journal* 23.2 (1977): 9-22.
- Schussler, E. E., Bautista, N. U., Link- Pérez, M. A., Solomon, N. G., & Steinly, B. A.. “Instruction Matters for Nature of Science Understanding in College Biology Laboratories.” *BioScience* 63.5 (2013): 380-89.
- Tsai, C. C., & Liu, S. Y.. “Developing a Multi-dimensional Instrument for Assessing Students’ Epistemological Views toward Science.” *International Journal of Science Education* 27.13 (2005): 1621-38.

Abstract

The purpose of this study is to examine the teaching that increases the students' understanding about the nature of science (NOS) in general education at a technology university. The teaching content focuses mainly on the history of science while taking the human culture history as subsidiary, and emphasized the development of science which has an influence on society and technology. The participants were the students in the Continuing Education program. Interviews and questionnaires were utilized to study the responses of the participants. We can understand whether students will change their views about the nature of science after the teaching. The findings as follows. First, the teaching can enhance the students' understanding of the nature of scientific knowledge and scientific inquiry. Second, the students have a positive attitude toward the teaching.

Keywords: history of science, nature of science