

科技與工程 教育學刊

Journal of
Technology and
Engineering
Education

2014年12月 第47卷2期

ISSN 1025-7578

高職校長科技領導能力指標之探討

石文傑、馮啟峰、劉偉欽、羅聰欽 1-14

腳踏動力鑽床之設計與教學應用

林家民 15-38

三階診斷評量應用在工科學生化學特性解釋之內容分析

蘇金豆 39-57

視覺媒體融入營養與健康評量學生學習成效

蔡明容、蘇金豆 58-84

高職校長科技領導能力指標之探討

The Exploration of Principal Technology Leadership Competency Indicators

Epistemologies for Vocational High School

石文傑*、馮啟峰、劉偉欽、羅聰欽

國立彰化師範大學工業教育與技術學系

Wen-Jye Shyr*, Chi-Feng Feng, Wei-Chin Liu and Tsung-Chin Lo

Department of Industrial Education and Technology, National Changhua University of Education

摘要

本研究旨在進行高職校長科技領導能力指標之探討，以作為高職校長推動科技領導之參考，據以提升學校行政效率及教學效能。為達成研究目的，本研究首先透過文獻探討及 5 位科技領導領域之專家訪談，針對校長科技領導知能有關之理論模式進行建構；其次邀請 6 位熟悉學校科技領導學理基礎之大專校院教授、6 位高職校長及 6 位高職主任等共 18 位做為研究對象，進行德懷術問卷調查，據以建立高職校長科技領導能力指標；最後以柯-史(K-S)單一樣本分析、克-瓦(Kruskal-Wallis)單因子等級變異數分析進行專家看法的一致性與重要程度考驗。本研究結果所建構出之高職校長科技領導指標包含六個層面，分別為「領導與願景」、「學習與教學」、「工作效率與專業實務」、「支援、管理與運作」、「評量與評鑑」及「社會、法律與倫理層面」等共 30 項能力指標。依據研究結果提出建議，俾供教育行政單位及高職校長之參考。

關鍵字：高職校長、能力分析、科技領導

Abstract

The purpose of this study was to explore principal technology leadership competency indicators for vocational high school to raise the effectiveness of school administration and teaching. To achieve the purpose, the first was to interview with five technology leadership field expert and explore the technology leadership theorem model. The second, eighteen experts in technology leadership and the principal of vocational high school were recruited for participants in the Delphi technique questionnaires and construct principal technology leadership competency. The third, questionnaire data proceeded via Kolmogorov-Smirnov one sample test and Kruskal-Wallis one-way analysis of variance by ranks, to prove the consistency of opinion of all experts. Finally, six dimensions, (1)the leadership and vision, (2)the learning and teaching, (3)the productivity and professional practice, (4)the support, management, and operations, (5)the assessment and evaluation, and (6)the social legal and ethical issues, and thirty competency indicators of principal technology leadership for vocational high school in Taiwan were established. According to the above, this study proposed some suggestions to the educational government, and the principle of vocational high school.

Keywords: principal of vocational high school, competency analysis, technology leadership

壹、研究背景與動機

由於資訊科技被廣泛引入學校，對學校的行政運作機制、教學模式及課程，均產生重大的影響。為因應十二年國教及資訊時代的來臨，教育部推動許多有關教師科技素養與學生科技能力培養之相關政策與計畫(例如：資訊教育、資訊種子教師、資訊融入九年一貫課程、媒體素養教育政策白皮書、教師網路進修等)。因此，身為學校領導者的校長必須及早因應知識經濟、資訊科技發達等環境的變遷，除了提升自己的資訊素養外，亦須增進科技領導的作為與知能，帶領學校、教師及學生共同面對資訊時代的挑戰(教育部，2014)。

在中小學的教育現場中，校長、行政人員或教師，都扮演了科技領導者的角色。學校校長與教育行政人員若能成為使用科技的促進者，將能為師生設計合適的專業發展計畫，進而影響學生學業成就(Portin, 2004；張奕華，2010；吳金盛、李柏園，2012)。根據相關研究指出，校長科技領導和教師在教學上使用科技，具有高度的相關(Rogers, 2000；Anderson & Dexter, 2005；Keengwe, Kidd, & Kyei-Blankson, 2009)。而在科技領導的相關研究逐漸受到重視之前，領導理論的演進由素質理論、行為理論、權變理論到新領導理論。為了因應學校領導典範的轉變，學校領導的相關策略，包括科技領導、道德與轉型領導、人力資源領導、策略領導等，同時校長亦應培育科技領導能力。因此，科技領導的主要責任，係確認科技與學校願景。換言之，校長必須掌握電腦科技對學生在資訊與知識社會中的重要性，並且能安排學生在此方面的學習，校長除了必須具備基本的科技知識外，也必須能授權和鼓勵他人使用資訊科技設備(張明輝，2015)。

智慧教室融入教學，利用互動式電子白板並搭配一台電腦及一台單槍投影機，投影在電子白板上，老師可以利用電子白板進行書寫，書寫的過程中電子白板會將所有數據藉由USB傳入電腦進行運算，並藉由單槍投影機將電腦螢幕的畫面投射於電子白板上(黃雅萍、李昇隆，2013)。從智慧教室與智慧學校的發展經驗來看，如果校長有高瞻遠矚的遠景，以及有效的教學科技領導策略，將能夠帶領學校並建構有效能的教學環境，引導教師發展創新教學，逐步實現學生學習自主，將學校發展出自己的特色。

基於上述之研究背景可知，科技領導已成為學校領導新典範，亦為校長之必備能力，具有此能力將有助於學校變革與校務推動。尤其是因應十二年國教之實施，若高職校長能善用

此科技優勢，對於提升教師教學與學生未來在世界上的競爭力，必能有所裨益。

由文獻歸納得知，科技領導的研究大多屬概念性的論述或觀念的倡導，如針對科技領導發展趨勢的介紹(葉連祺，2003；張奕華，2003；張奕華、曾大千，2005；吳清山、林天祐，2006)；校長科技領導與學校效能關係的研究(陳易昌，2006；張盈霏，2006)；國民小學校長科技領導的研究(徐潔如，2005；吳聖威，2006；孫承偉，2007；許丞芳，2008)；國中校長科技領導與學校效能關係的研究(蔡瑞倫，2008)；國中科技領導與行政管理創新關係的探討(林彥宏，2009)；國中小校長科技領導、教師資訊科技素養與教師教學效能關係的探究(施宏杰，2010)；國民中學校長科技領導的現況分析(楊憲章、侯世光，2013)等。然而針對科技領導指標建構相關的研究僅有學校科技領导向度與指標發展之研究(張奕華、蕭霖、許正妹，2007)及學校科技領導與管理行政人員科技標準和任務(張奕華，2007)。由上述可知，國內在高職校長科技領導指標建構的研究，值得加以探討，此為本研究之研究動機。

貳、研究目的

本研究藉由文獻探討及專家訪談，針對校長科技領導指標有關之理論模式進行建構，其次進行德懷術問卷調查，據以確立高職校長科技領導能力指標。具體而言，本研究之研究目的如下：

- 一、探討高職校長科技領導知能內涵；
- 二、確立高職校長科技領導能力指標。

參、文獻探討

科技領導為學校領導新典範，亦為校長之必備能力，若高職校長能善用此科技優勢，將有助於學校提升行政效率、教學效能與校務推動。

茲針對與本研究有關之能力分析、科技領導等相關文獻提出探討如下：

一、能力分析之相關文獻

在現今強調能力取向的潮流下，如何培養出具有優秀實務能力的人才，是各界積極努力的目標，而如何透過能力分析的方式，以明確的找出高職校長科技領導能力指標，實為另一

要點。

(一)能力分析的意義

李隆盛(1999)認為，能力分析可以就職業工作或職務建立能力本位標準，以利發展課程、確認訓練需要、擬定生涯進路、促進工作安全、選用工作人員、撰寫工作說明及進行工作評鑑。然而教育與訓練工作，在科技及環境快速變遷的衝擊下，所教育出來的個人不但要適應當今的社會，同時也要有能力適應未來的社會。

(二)能力分析的方法

能力分析的方法有多種，其方式與作法各不相同，如何兼顧成本、時效及正確性，透過調查或分析以獲得精確、有效、深入的結果，是大家共同的目標。江文雄等人(1999)在所做的「技職校院學生能力標準建構與能力分析模式之規劃」研究中，曾歸納十種能力分析方法的進行方式並概述及優、缺點。

各種能力分析方法的使用時機、用途、進行方式及優、缺點等內涵，可作為在進行相關能力分析之研究時，作為選擇能力分析的方式。本研究從時間、經費及專家的選取等方面加以考量後，決定以訪談法及德懷術法進行本研究的能力分析。

二、科技領導之相關文獻

「科技領導」一詞，最早出現在荷蘭湍特大學（University of Twente）教授BettyCollis 所出版的 *Computers, Curriculum, & Whole-Class* 書中(Collis, 1988;引自張奕華，2010)。科技領導(technology leadership)是指鼓勵與支持教師使用科技，科技領導應該使用的策略包括建立願景、示範與指導(Ertmer, 2015)。1980 年代開始，校長具有教育領導者的角色與功能，換言之，校長從「學校管理者」的角色，演進至「教學與課程領導者」以及最近的「教育科技領導者」（張奕華，2003）。校長在科技領導層面上之角色任務可歸納為：(1)改變教師抗拒心理，提供教師必要的資源與配合條件，成為教師的支持者；(2)對建立學校科技願景，能有清楚的目標與方向，為規劃學校願景的引導者；(3)透過積極民主的對話，使學校成員、家長、社區及支持團體樂於參與，形成團體共識的溝通協調者；(4)知覺新科技在教育應用上的潛能，自身需不斷的專業成長，從實踐中增長經驗，成為維持學習的領導者(徐潔如，2005)。資訊科技廣泛被導入學校，進而對學校的行政、課程、教學和學習產生重大衝擊，校長的教育領導角色

應轉換成為科技領導者，促使學生在資訊時代學習過程能夠符應時代發展的需求，能夠提供相關資訊人員和技術的支援，因此校長應該具有基本的科技領導素養(Scott, 2005)。Wright 和 Lesisko (2007)認為，領導者應能提供科技支持，協助教師善用科技，使得教師跟上科技潮流，並利用軟硬體的使用，以利用科技創新方法。Keengwe 等人(2009)認為，領導者能夠引領科技的執行，清楚說明科技提倡的任務、願景和目標。Cakir (2012)認為，學校行政人員有責任將科技整合導入教室。

在學校變革中校長的科技領導應扮演五種新角色：(1)領導、催化與引導變革的科技專家；(2)學校科技領導績效責任的擔負者；(3)校園科技團隊感的促動者；(4)學校相關成員間的整合者；(5)兼具學校科技領導執行、研發、設計與決定的角色(張盈霏，2006)。Anderson 和 Dexter(2005)提出科技領導模式，歸納科技領導的指標包括：(1)學校設有電腦或科技委員會；(2)學校編列科技預算；(3)學區支持科技的成本；(4)校長定期使用電子郵件與教師、行政人員、學生和家長溝通；(5)校長每學年奉獻於科技(計畫、維修與管理)的時間；(6)學校定期提供有關科技的教職員發展政策；(7)學校最近三年來獲得的特別補助金；(8)學校重視智慧財產權政策。

張奕華(2003)的研究歸納相關科技領導為七項層面，包括(1)願景、計畫與管理；(2)成員發展與訓練；(3)人際關係與溝通技巧；(4)倫理與法律議題；(5)整合科技於課程教學；(6)資訊基本設施與支持；(7)評鑑與研究。陳易昌(2006)的研究將校長科技領導分為(1)規劃與管理、(2)成員發展、(3)科技整合、(4)人際溝通等四個層面。高上倫(2007)的研究歸納校長科技領導內涵共六個向度，包括(1)願景計畫與管理、(2)成員發展與訓練、(3)人際溝通與法理議題、(4)整合科技於課程與教學、(5)評鑑與研究、(6)實際操作與示範。

綜上所述，校長係為學校奠定教育基礎的領導者，亦成為提升與支持教育科技的領導者，本研究歸納科技領導層面的界定，包括「領導與願景」、「學習與教學」、「工作效率與專業實務」、「支援、管理與運作」、「評量與評鑑」及「社會、法律與倫理層面」等六個層面，據以進行後續之專家訪談內容之規劃，說明如下：

(一)領導與願景：

係指高職校長能具備科技領導的理念，運用科技領導的技巧，落實科技領導之實施，並能領導教職員生凝聚共識，共同形塑學校科技願景。

(二)學習與教學：

係指高職校長能鼓勵教師將科技整合到學校課程中，並實際運用於教學，以提升教學及學習成效。

(三)工作效率與專業實務：

係指高職校長能使用科技，促進教職員、家長、學生和社區人士之間的溝通與合作，以激勵、培養和支持教職員進行專業學習，並使用科技設施來改善工作效率。

(四)支援、管理與運作：

係指高職校長能爭取學校外部之資源，以充實學校科技設施，當教職員使用科技設施需要協助時，能即時提供支援，並能進行合理且有效的管理，以確保適當的使用科技設施。

(五)評量與評鑑：

係指高職校長能透過評鑑的實施，引導教職員落實專業發展，並能應用科技的相關研究，以提升教學及行政單位的效能。

(六)社會、法律與倫理層面：

係指高職校長能帶領教職員共同討論科技使用時所會面臨的社會、法律及倫理的兩難困境議題，並形成決策責任的規範。

肆、研究方法

本研究主要在確立高職校長科技領導之能力指標，為達上述之研究目的，藉由文獻探討及5位科技領導領與之專家訪談，針對高職校長科技領導能力指標有關之理論模式進行建構，同時完成德懷術專家問卷。其次，邀請6位熟悉學校科技領導學理基礎之大專校院教授、6位高職校長及6位高職主任等共18位做為研究對象，進行德懷術問卷調查，據以確立高職校長科技領導能力指標。

首先，透過相關理論與文獻之探討，以作為本研究的理論基礎。其次，為瞭解高職校長科技領導知能之內涵，分別邀請5位熟悉學校科技領導學理基礎之專家學者及高職校長進行實地訪談，訪談結果作為本研究問卷發展之重要依據。專家訪談依下列程序進行：

(一)邀請並確定欲訪談專家名單；

- (二)確立訪談討論大綱；
- (三)針對高職校長科技領導知能內涵進行訪談；
- (四)歸納高職校長科技領導能力指標之初稿。

本研究之德懷術調查法，根據專家訪談之結果，經歸納彙整後發展出德懷術調查問卷。

本研究之德懷術調查程序如下：

- (1) 發展德懷術調查問卷；
- (2) 選定德懷術專家 18 名；
- (3) 寄發第一次德懷術調查 E-mail 及德懷術第一次問卷；
- (4) 整理第一次問卷內容(顯示每題平均數、標準差、眾數)；
- (5) 寄發第二次德懷術調查 E-mail 及德懷術第二次問卷；
- (6) 整理第二次問卷內容(顯示每題平均數、標準差、眾數)；
- (7) 寄發第三次德懷術調查 E-mail 及得懷術第三次問卷；
- (8) 整理第三次問卷內容(顯示每題平均數、標準差、眾數，及專家看法的一致性與重要程度)。

伍、研究結果與建議

一、研究結果

本研究編製「高職校長科技領導知能建構之研究」調查問卷，採用李克特之五點量表，問卷的呈現，以「非常需要：5 分」、「需要：4 分」、「普通：3 分」、「不需要：2 分」、「非常不需要：1 分」，讓專家根據專業與經驗判斷各項能力指標的需要程度，並於各層面下方皆有空白欄位，讓專家可表達意見或建議。

表 1 所示為高職校長科技領導能力指標分析表，若眾數皆介於 4 分與 5 分之間，代表大多數的專家均認同其重要性；其平均數皆大於 4，專家學者所填答的意見傾向高分，代表指標的適切性、重要性較高。標準差皆小於 0.67，表示樣本專家已達成共識程度。

本研究邀請熟悉學校科技領導學理基礎之大專校院教授、高職校長及高職主任等三類專家各 6 位做為研究對象共計 18 位，建構出高職校長科技領導指標包含六個層面，依其重要性排序分別為「領導與願景，平均數 4.78」、「學習與教學，平均數 4.70」、「支援、管理與運作，

平均數4.63」、「評量與評鑑，平均數4.58」、「工作效率與專業實務，平均數4.57」及「社會、法律與倫理層面，平均數4.47」。

為探討全體專家對各能力指標重要性的一致性考驗，經以柯-史(K-S)單一樣本分析發現，全體專家對各能力指標的看法達顯著水準($p < 0.05$)。如表1中之K-S test所示，顯示全體專家在30項能力指標的看法皆達一致性。

另為探討三類專家(大專校院教授、高職校長及高職主任)對各能力指標需要性的一致性考驗，經以克-瓦(Kruskal-Wallis)單因子等級變異數分析(χ^2)後發現，三類專家對各能力指標的看法皆無顯著差異($p > 0.05$)。如表1中之 χ^2 所示，顯示三類專家皆一致認同30項能力指標的重要程度。

表 1：高職校長科技領導能力指標分析表

能力指標	Mo	M	SD	K-S test	χ^2
一、領導與願景層面	4.78				
1.1校長能推動實務導向的科技整合及使用	5	4.78	0.43	2.020*	2.429
1.2校長能利用數據資料成為領導與決策的參考	5	4.78	0.43	2.020*	0.607
1.3校長能推動具有科技創新的學校文化	5	4.78	0.43	2.020*	0.607
1.4 校長能進行全校師生間的溝通，共同發展科技使用的願景	5	4.94	0.24	2.281*	2.000
1.5校長能發展和執行系統性的科技計畫，以實現科技願景	5	4.61	0.50	1.663*	0.442
二、學習與教學層面	4.70				
2.1 校長能擴充科技設施支持教師教學，以提高學生的學習成效	5	4.94	0.24	2.281*	2.000
2.2校長能支持建置科技的學習環境，以有助於學習上的創新	5	4.83	0.38	2.127*	0
2.3校長能提供以學生為中心的科技學習環境，以符合學生個別差異的需求	5	4.72	0.46	1.904*	1.063
2.4校長能支持科技的使用來強化教學，以發展問題解決的技巧	5	4.56	0.51	1.541*	1.417
2.5 校長能提供教師應用科技的專業學習機會，以改善教學	4	4.44	0.51	1.541*	1.700
三、工作效率與專業實務層面	4.57				

3.1校長能使用科技，促進教職員、家長、學生和社區人士之間的溝通與合作	5	4.72	0.46	1.904*	3.662
3.2校長能推動科技學習社群，以激勵和支持教職員改善工作效率	5	4.61	0.50	1.663*	1.766
3.3校長能使用科技資源，致力於教學相關的專業學習	4	4.33	0.49	1.785*	0
3.4校長能隨時關心新興科技的發展趨勢	5	4.56	0.51	1.541*	3.091
3.5 校長能使用各種科技產品來提升教職員的合作與互動	5	4.61	0.50	1.663*	1.766
四、支援、管理與運作層面	4.63				
4.1校長能支持科技整合及其在教育上使用的原則	5	4.50	0.51	1.419*	0.425
4.2校長能有效分配經費和人力資源，以確保科技計畫的執行	5	4.72	0.46	1.904*	3.662
4.3校長能推動科技方案、整合策略性方案及其他改善方案，以確保教職員能善用所獲得的資源	5	4.72	0.46	1.904*	0.523
4.4校長能執行標準作業程序，促使科技系統的持續改善與精進	5	4.61	0.50	1.663*	3.091
4.5校長能執行科技導向的管理和運作系統	5	4.61	0.50	1.663*	0.442
五、評量與評鑑層面	4.58				
5.1校長能善用科技來進行評量與評鑑，以領導教學及行政單位	5	4.67	0.49	1.785*	1.417
5.2校長能使用科技來蒐集分析資料、解釋結果及公布研究發現，以改進教學實務和學生學習	5	4.67	0.49	1.785*	4.250
5.3校長能使用多元方式來評量與評鑑科技資源的使用，以有助於教學和工作效率	5	4.67	0.49	1.785*	5.667
5.4校長能評量教職員在科技使用上的表現，並根據結果來促進專業發展與人事決策	4	4.33	0.49	1.785*	4.250
5.5校長能根據校務評鑑的指標，以評鑑學校科技使用的情形	5	4.56	0.62	1.595*	2.583
六、社會、法律與倫理層面	4.47				
6.1校長能確保科技資源分配的公平性，以符合教職員和學生的需求	4	4.33	0.49	1.785*	3.091
6.2校長能確認與溝通社會、法律與倫理層面的議題，以宣導使用科技應負的責任	5	4.61	0.50	1.663*	5.740
6.3校長能加強落實有關科技使用的隱私、保密和網路安全等議題	5	4.67	0.49	1.785*	5.667
6.4校長能推動科技環境的使用安全及健康實務	4	4.17	0.51	1.717*	2.517

6.5校長能加強著作權法及智慧財產權的宣導及執行	5	4.56	0.51	1.541*	5.525
--------------------------	---	------	------	--------	-------

* $p < 0.05$

二、建議

本研究提出以下建議，供教育行政單位及高職校長之參考。

(一)對教育行政單位的建議

- 1.提供專業培訓課程，推動校長科技領導的理念：「領導與願景」其重要性位居第一，建議教育行政單位將高職校長科技領導的理念與實務，加入高職校長會議議程中，並可透過科技領導課程的設立，作為現職校長進修的管道，以增進校長對科技領導之正確認知及提升校長科技領導之能力與素養
- 2.提供支持系統，使校長較易推行科技領導：從研究結果發現，「支援、管理與運作」其重要性位居第三。由此結果可知，教育行政單位應提供校長推行科技領導所需之支持系統，例如：必要的軟硬體設備、舉辦科技領導相關研習等，才能使校長較易推行科技領導。
- 3.結合評鑑機制，發揮校長科技領導效能：在推行校長科技領導時宜加強學校內科技使用的評鑑與研究，建立校長科技領導的評鑑機制，提供校長檢視科技領導實施的成效及了解有待改進之處。

(二)對高職校長的建議

- 1.形塑學校科技領導之願景，作為師生努力方向與目標：校長須能夠分析學校背景，凝聚親師生共識，一起形塑學校資訊科技教育發展願景並且能向教師及家長清楚地說明學校資訊科技教育發展的願景，使其成為學校教職員生努力方向與目標。
- 2.建立多元化資訊科技團隊，以有效推動科技計畫或方案：校長在推動科技領導時，首要之務是必須能組成一個多元化資訊科技團隊，鼓勵全體教師踴躍參與共同規劃具有願景、完整性的科技計畫或方案，才能取得教職員生的認同與信任。
- 3.重視科技知能之訓練與發展，以提升師生科技素養：校長要推動科技領導須重視學校教職員生之科技知能之訓練與發展並提供研習與進修機會，且能支持和鼓勵教師使用科技。
- 4.依據學校現況條件，選擇合適之科技領導指標加以實施：校長科技領導是領導的新趨勢，是每一個校長皆要面對的課題。校長可依各校之現況，選擇合適之科技領導指標加以實施。

誌謝

本研究承蒙科技部計畫 (MOST 103-2511-S-018-017) 補助, 使研究得以順利完成, 謹誌謝忱。

參考文獻

江文雄、田振榮、林炎旦、周碩樑、張宗憲、孫聖和(1999)。技職校院學生能力標準建構與能力分析之規劃研究。臺北：教育部技職教育司。

吳金盛、李柏園(2012)。臺北市中小學校長科技領導課程實施成效之研究。教師天地, 178, 62-69, 2012。

吳清山、林天祐(2006)。科技領導。教育資料與研究雙月刊, 71, 195-196。

吳聖威(2006)。國民小學科技領導效能之研究。國立臺中教育大學國民教育研究所碩士論文, 未出版, 臺中市。

李隆盛(1999)。技職體系一貫課程規劃初步構想。技職體系一貫課程規劃綜合規劃組。臺北：教育部。

林彥宏(2009)。臺北市國民中學科技領導與行政管理創新關係之研究。國立臺灣師範大學教育政策與行政研究所碩士論文, 未出版, 臺北市。

施宏杰(2010)。宜蘭縣國民中小學校長科技領導、教師資訊科技素養與教師教學效能關係之研究。國立政治大學學校行政碩士在職專班論文, 未出版, 臺北市。

孫承偉(2007)。花蓮縣國民小學校長科技領導之研究。國立花蓮教育大學國民教育研究所碩士論文, 未出版, 花蓮縣。

徐潔如(2005)。臺北市國民小學校長科技領導之研究。國立臺北教育大學教育政策與管理研究所碩士論文, 未出版, 臺北市。

高上倫(2007)。台北縣國民小學教師知覺校長科技領導之研究。國立臺北教育大學教育政策與管理研究所碩士論文。

張明輝(2015)。學習型學校的領導理念與策略。2015 年 07 月 10 日, 取自 <http://www1.cpshts.hcc.edu.tw/genafir/95%e5%b9%b4%e6%96%b0%e4%bb%bb%e6%a0%a1%e9%95%b7%e7%a0%94%e7%bf%92%e9%9b%bb%e5%ad%90%e6%aa%94/1011%e5%ad%b8%e6%a0%a1%e9%a0%98%e5%b0%8e.doc>

張奕華(2003)。美國中小學校長領導的新趨勢：科技領導。教育研究月刊，114，83-95。

張奕華(2007)。學校科技領導與管理：行政人員科技標準與任務。教育研究月刊，156，109-117。

張奕華(2010)。校長科技領導：模式、指標與應用。臺北市：高等教育。

張奕華、曾大千(2005)。美國科技領導學院發展趨勢及其對我國中小學學校行政的啟示。國立編譯館館刊，33(3)，94-107。

張奕華、蕭霖、許正妹(2007)。學校科技領導向度與指標發展之研究。教育政策論壇，10(1)，161-187。

張盈霏(2006)。國民中學校長科技領導、知識管理與學校效能關係之研究。國立政治大學教育學系博士論文，未出版，臺北市。

教育部(2015)。教育部 104 年度施政方針。2015 年 07 月 10 日，取自 <http://www.edu.tw/pages/list.aspx?Node=2040&Type=1&Index=0&WID=45a6f039-fcaf-44fe-830e-50882aab1121>

許丞芳(2008)。國民中小學校長科技領導指標建構之研究。國立政治大學學校行政碩士在職專班，未出版，臺北市。

陳易昌(2006)。國民小學校長科技領導、組織學習與學校效能之研究。臺北市立教育大學教育行政與評鑑研究所碩士論文，未出版，臺北市。

黃雅萍、李昇隆(2015)。智慧教室中探究教學對學習成效與動機之影響，2015 年 07 月 10 日，取自 <http://ep.tku.edu.tw/ashx/OpDIFile.aspx?id=03C3A943FB9D4C41>

楊憲章、侯世光(2013)。臺中市國民中學校長科技領導的現況分析。2013 第二屆工程與科技教育學術研討會，433-449。

葉連祺(2003)。科技領導。教育研究月刊，112，151-152。

蔡瑞倫(2008)。桃園縣國民中學校長科技領導與學校效能關係之研究。國立政治大學學校行政碩士在職專班論文，未出版，臺北市。

Anderson, R. E., & Dexter, S. (2005). School technology leadership: An empirical investigation of prevalence and effect. *Educational Administration Quarterly*, 41(1), 49-82.

Cakir, R. (2012). Technology integration and technology leadership in schools as learning organizations. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 11(4), 273-282.

- Ertmer, A., Hai, H., Dong, C., Khalil, M., Park, S. H. and Wang, L. (2015). Online professional development: Building administrators' capacity for technology leadership. Retrieved 2015, July 10, from <http://eric.ed.gov/?id=ED475930>
- Keengwe, J., Kidd, T., & Kyei-Blankson, L. (2009). Faculty and technology: Implications for faculty training and technology leadership. *Journal of Science Education and Technology*, 18(1), 23-28.
- Portin, B. (2004). The roles that principals play. *Educational Leadership*, 61(7), 14-18.
- Rogers, B. A. (2000). The correlation between teachers' perceptions of principals' technology leadership and the integration of educational technology. Unpublished doctoral dissertation, Ball State University.
- Scott, G. (2005). *Educator perceptions of principal technology leadership competencies*. Doctoral dissertation, The University of Oklahoma.
- Wright, R. J. & Lesisko, L. J. (2007). *The preparation and role of technology leadership for the schools*. Paper presented at the Annual Meeting of the Eastern Education Research Association, Clearwater, FL.

腳踏動力鑽床之設計與教學應用

Designing and teaching application of the pedal-powered drill press

林家民

國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系科教所

摘要

本研究旨在設計及製作一具使用腳踏作為動力來源之工具機，在此以鑽床為例，並測試及評估其可行性及實用性；學生能透過操作該鑽床，了解其機械結構的運作原理，並了解生活中有許多動力機具能透過改造以減少對於電力的依賴，刺激學生對於節能的想法。

關鍵字：腳踏動力、工具機、鑽床、節能

Abstract

This research attempts to design and to build a drill press, using pedaling as a power source, tests and evaluates its feasibility and practicality. Students can understand the principle of operation and the mechanical structure by operating the machine tool, learn that a lot of power tool in our daily life could be reconstructed to reduce the dependency of electricity and stimulate students' energy-saving thoughts.

Keyword: Pedal power, Machine tool, Drill press, Energy-saving

壹、前言

工具的使用，在生活科技課程的實作活動中扮演相當重要的角色，而手工具的使用相當普遍，但手工具在使用上仍有許多限制，人手力道的極限、人手難以兼顧力道與精巧度等等特性大大限制了手工具的使用範圍，許多材料的加工強度超出人手的負荷，重複且不當的操作手工具亦容易造成累積性工作傷害（錡信堯，2004），動力手工具及工具機的發展解決了上述的部分問題，今日在校園所用的教學設備，大多為過去生活科技尚稱作為工藝課時所留下的工具機或是手工具，為配合現代生活科技課程的實施，必須新購科技設備，然而這些科技設備造價都相當昂貴，且所使用的期程因科技產品的更新快速，所以可使用的年限也相當有限（林佳全，2003），許多地區亦無穩定、充沛的電力供給，限制了動力手工具以及工具機兩者使用的可能性。

隨著環保意識逐步提升（杜瑞澤、吳志南，2004），在教學現場若能有一套能降低能源依賴，同時具備工具機加工便利等優點之工具於教學現場中，便能提升學生課程品質，而本鑽床除了能達成課堂所需之加工作業外，還具備了構造簡單、易於維修等特點，故本研究主要目的為：

- 一、 探討腳踏式機械的相關設計理論，藉以探討腳踏動力鑽床的可行度以及可加以利用之設計。
- 二、 開發以腳踏作為動力之鑽床。
- 三、 測試與分析腳踏動力鑽床的可行性及實用性。
- 四、 詢問使用者在操作本機器後，有哪些想法及意見。

貳、文獻探討

一、腳踏動力機具特性

經過良好訓練的自行車手能提供約 400 瓦的電力並持續一小時或更久，但一個健康的普通成年人在激烈運動一小時的情形下僅能提供平均 50 至 150 瓦，而一名健康的勞動者若以一

天 8 小時的工時來計算則平均能提供 75 瓦 (Avallone, Baumeister & Sadegh, 2007)。而目前腳踏動力的運用主要有兩類，一是直接將動力接上機械、二是透過腳踏動力產生電力來加以利用；而兩種類型的分類以 1970 年作為分界，在 1970 年代以前各式各樣的研究旨在如何運用腳踏動力如何有效傳輸，而 1970 年代之後由於充電式電器諸如行動電話以及筆記型電腦的大量發展、腳踏動力機械的發展方向主要朝向如何產生更多電力 (Kris, 2011)。

而自化石燃料以及電力普及之後，腳踏動力機器雖在歷史上占有一席之地，卻一直被視為是過時技術容易受到忽略，另一個原因是因為腳踏發電相當的沒有效率，人類消化食物所產生的機械能僅有 2.6%~6.5% 的轉換效率 (Adam, 2008)，若是要以腳踏發電做為工業用途便顯得不切實際，簡唯竹 (2011) 認為，現今化石燃料的供應日益短缺，且化石燃料會造成嚴重的環境污染，人們試圖擺脫對化石燃料以及電力的依賴，發展可再生能源對多數國家而言大多過於昂貴，而當人們討論再生能源的方案時，腳踏動力往往是被遺忘的一環，不僅僅是在西方國家，就連發展中國家亦然，而腳踏發電效率低落，透過腳踏動力來發電常伴隨著能量大量耗損的問題，若直接將腳踏產生的動力直接連接到機械上便能減少能量損耗。

使用腳踏產生動力能夠用來駕馭無數需要電力或手工動力的器具。腳踏動力機器容易使用且使用愉快。它們可用容易取得的素材製作出來，而且能夠輕易被改造為適合需求的工具。它們讓使用者擺脫能源成本、隨處都能用、容易維護、沒有汙染而且能提供健康的運動 (Maya Pedal, 1997)。

二、腳踏動力機具實例

腳踏動力機械在工業革命以前曾大量出現並大為流行，人力易於取得，作為工業及家庭用途以取代獸力或是如水力、風力等自然力。圖一及圖二所示為腳踏動力工具商 W.F. & John Barnes Patented Foot-Powered Machinery 於 1885 年所生產產品之一 (Richard, 2008)。

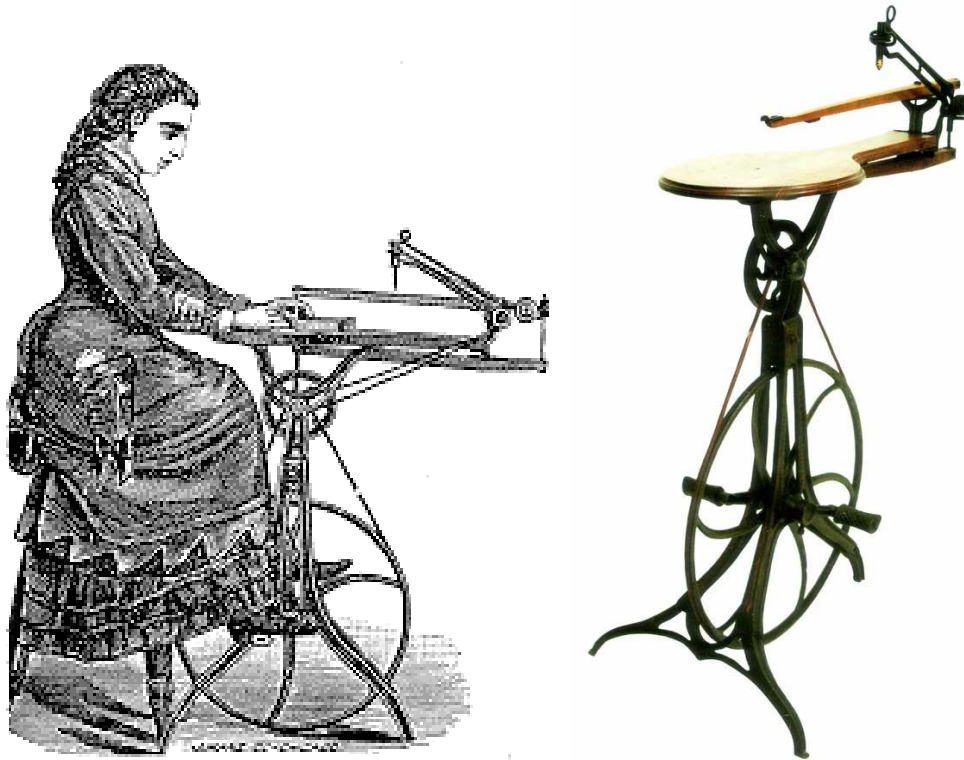


圖 1 線鋸機第一號

資料來源：Richard, V. V. (2008). *W.F. & John Barnes Patented Foot-Powered Machinery*. Retrieved September 26, 2013, from <http://americanartifacts.com/smma/barnes/barnes.htm>

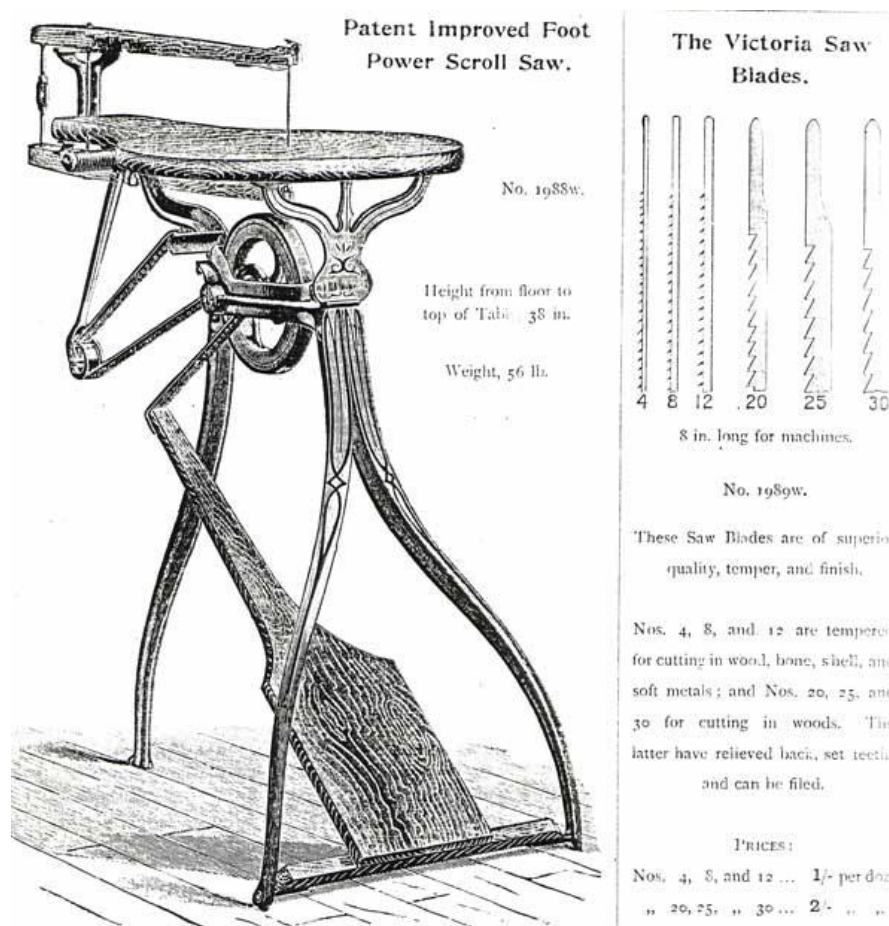


圖 2 線鋸機第七號

資料來源：Richard, V. V. (2008). *W.F. & John Barnes Patented Foot-Powered Machinery*. Retrieved September 26, 2013, from <http://americanartifacts.com/smma/barnes/barnes.htm>

至工業革命後，機器代替人類工作並大大的提高產能，人們認為人力機械效率低落並且過時、耗力，腳踏動力機械終至面臨被淘汰的命運，但在近代隨著能源議題浮現檯面，腳踏動力機械能提供價格低廉、功能完善的工作方式以補足手工具及電動工具的不足，其具備能就地取材、易於改裝的特性，並且能減少對能源的依賴以及提供良好運動，在諸多缺乏電力的地區又能漸漸看到他們的影子。

圖三所示為來自洛杉磯的 Alex Cabunoc 和 Jia You 在 Safe Agua Peru 計畫開發出 GiraDora 一腳踏式洗衣機兼脫水機，為秘魯婦女解決洗衣耗時、費力的問題，該洗衣機可脫水，能讓衣服在冬日時易乾 (Fast Company, 2012)。



圖 3 GiraDora 腳踏式洗衣機兼脫水機

資料來源：Fast Company. (2012). *How A Foot-Powered Washing Machine Could Change Millions Of Lives*. Retrieved September 21, 2013, from <http://www.fastcodesign.com/1670355/how-a-foot-powered-washing-machine-could-change-millions-of-lives#4>

而像這樣的腳踏機械除了能解決日常瑣事之外，亦能對物品進行加工，以提升其附加價值，隆德大學學生 Niklas Kull 和 Gabriella Rubin 所構想的計畫 Made in Kenya，便是協助肯亞農民改善生產技術，並刺激當地生產工業，機器本身使用簡便，透過踏板重複踩踏，有如騎乘腳踏車一般，再透過皮帶以及輪軸將動力傳送至榨汁機中即可將蔬果榨汁...（Kris, 2011）。

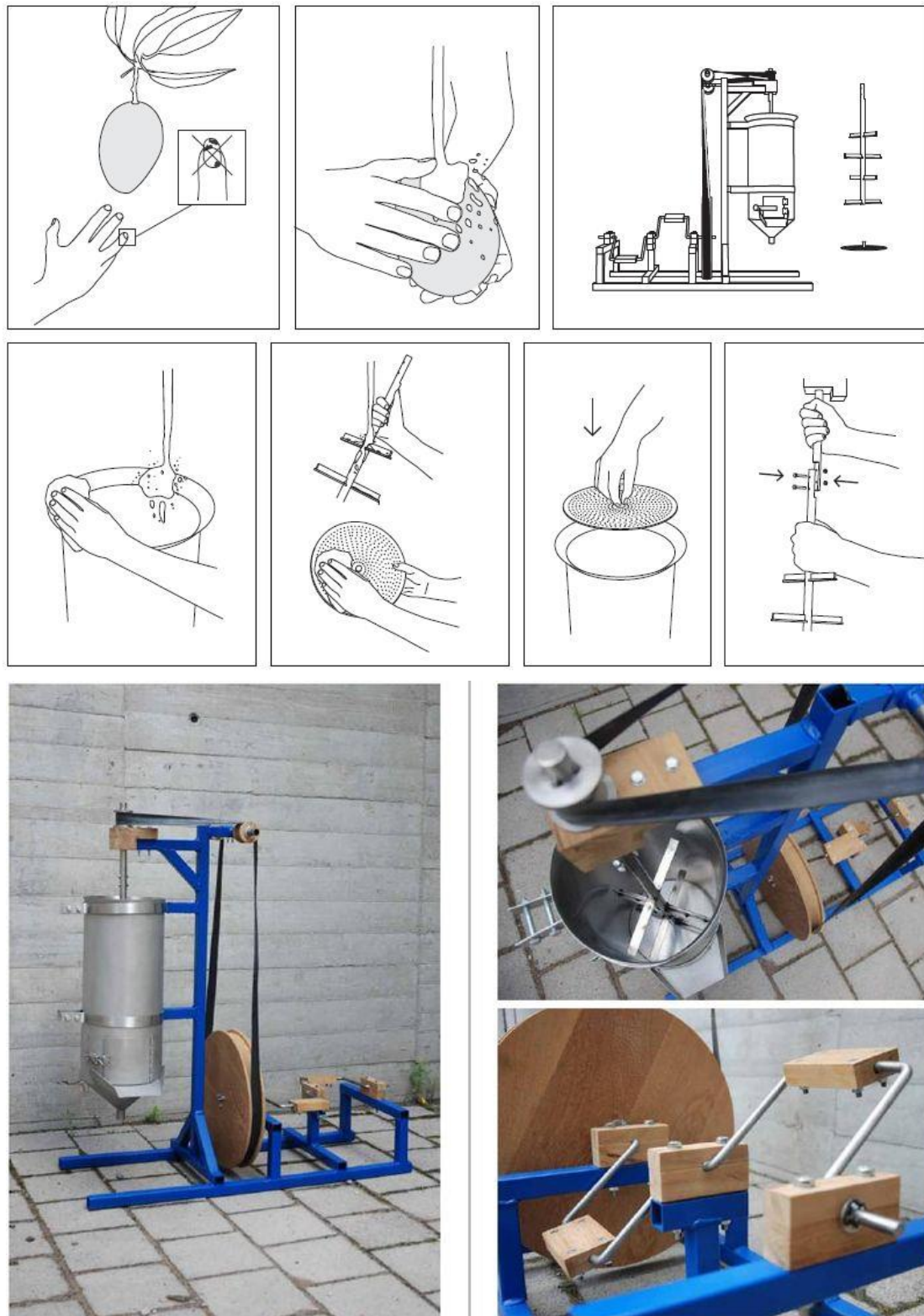


圖 4 腳踏動力榨汁機組裝及使用說明

資料來源：Kris, D. D. (2011). *When Low-Tech Goes IKEA*. Retrieved October 4, 2013, from <http://www.notechmagazine.com/2011/11/when-low-tech-goes-ikea.html>

參、研究方法

本研究旨在建置出腳踏動力鑽床，透過腳踏動力鑽床的應用，改善教學現場手工具與電動工具不足的情形，並且傳達節能環保的理念，未來期望能提供給國內教學現場、偏遠地區，或是缺乏豐沛電力等地區進行使用。

一、文獻分析

針對本研究之需求，找尋相關的書籍、使用手冊、文獻、出版品以及生活科技教育之相關書籍等，透過整理、分析與歸納後，作為製作腳踏式鑽床的準則與依據。

二、製作工具機

本研究改裝現有鑽床，並詢問具相關知識之專家，並且依據進行加工。製作完成後將進行測試，以確保腳踏動力鑽床能擁有鑽床的基本功能。

三、實物驗證及使用者訪談

製作過程中，邀請具鑽床操作經驗人士，針對本研究所製作的腳踏動力鑽床於穩定性、便利性、實用性、外觀等進行質性訪談，在獲得專家建議後，作為改進腳踏式鑽床之依據。另外我們將實際邀請生活科技課程的在學學生進行木頭鑽孔的手工具使用，並針對他們使用的心得進行紀錄，以便於未來在發展精緻化時，能從使用者的角度去改良腳踏動力鑽床。圖5將描述本研究流程。

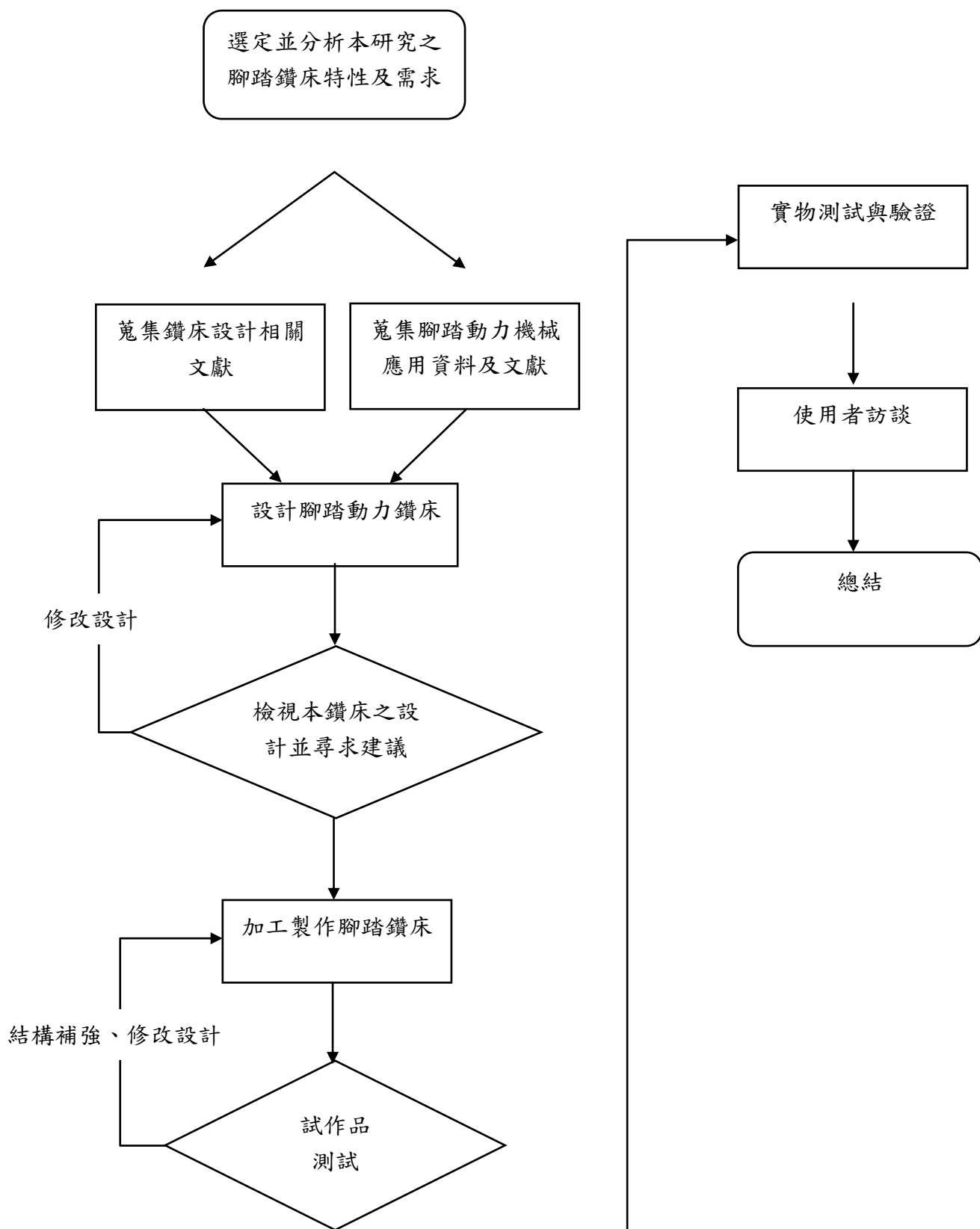


圖 5 研究流程圖

肆、研究結果

設計機械時，應先選定機械性能，規格與目標（葉朝蒼，1978），本研究以設計並製作一腳踏動力鑽床為目的，運用於生活科技課程中，能對木料以及軟金屬鑽孔，目前市面上之鑽床皆具備良好功能，而本研究重點在腳踏動力是否能作為機械動力來源以及其實用性，故本研究改裝現成靈敏鑽床，使其能運用腳踏作為動力，圖6為鑽床成品及其各部位說明：

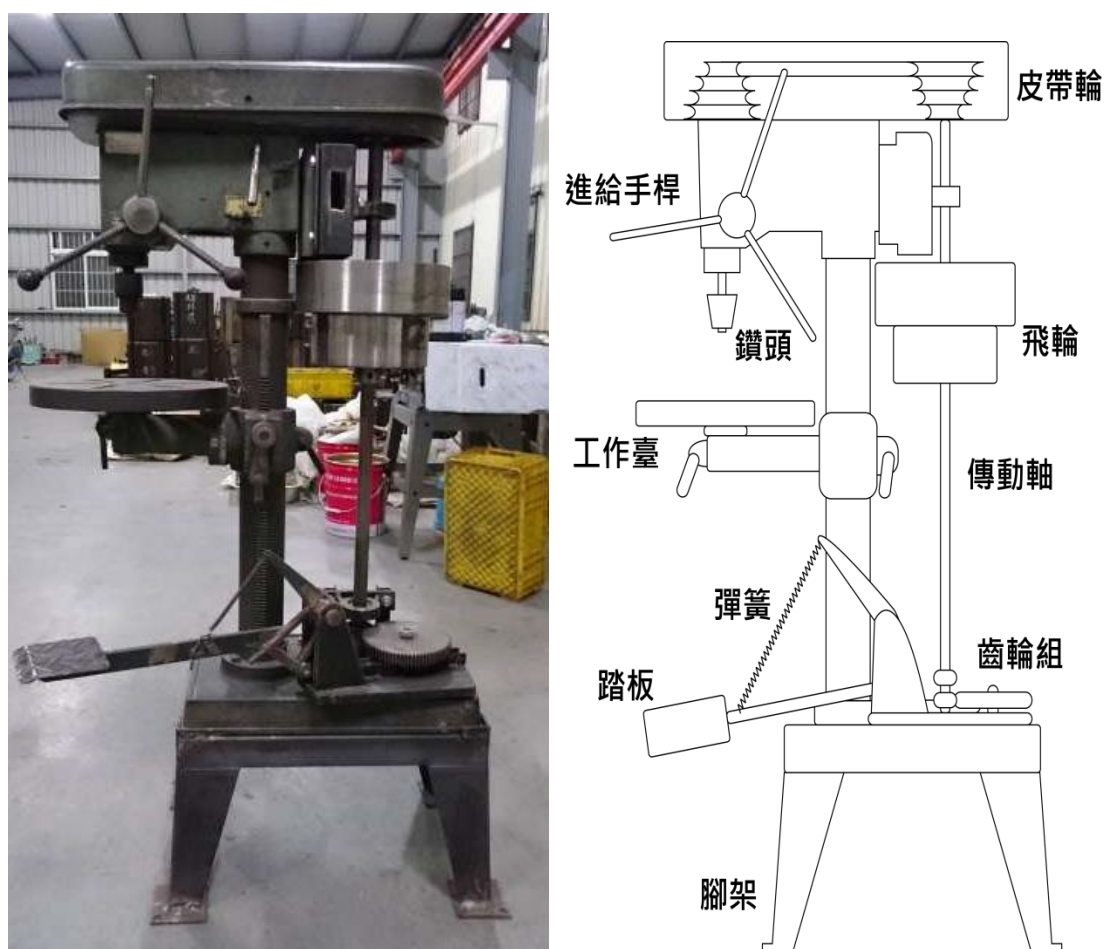


圖 6 腳踏動力鑽床及其構造說明

本鑽床初始設計是改裝攻牙機而非鑽床，由於攻牙機的皮帶輪為水平放置，故只要加裝皮帶輪以及踏板即可使用雙腳驅動。

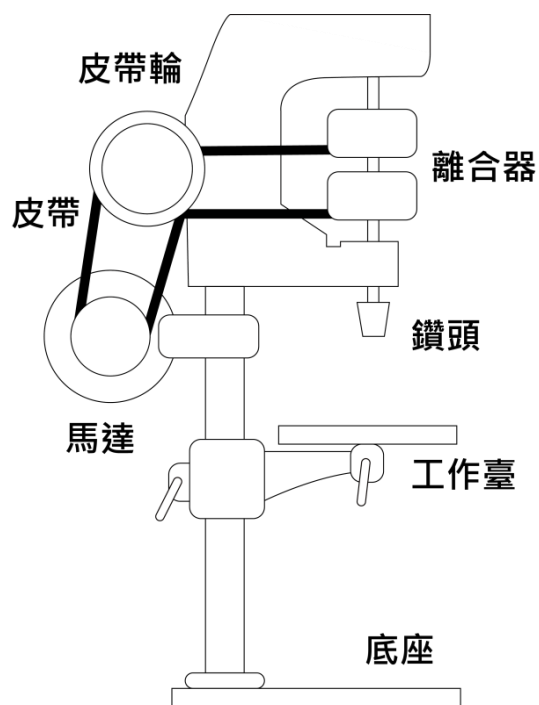


圖 7 攻牙機及其構造說明

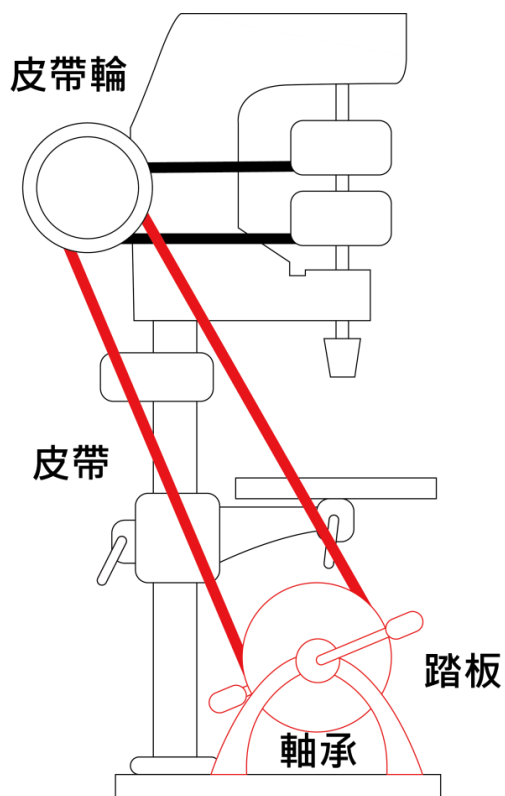


圖 8 攻牙機改造概念及其構造說明

但攻牙機構造上有多處使用皮帶作為動力傳遞，這些皮帶在迫緊時會產生阻力，造成攻牙機在踩踏時阻力過大，難以維持運轉，且攻牙機難以安裝飛輪來維持慣性，故在專家建議下改使用立式鑽床。

改裝用的鑽床原為 1/2 馬力立式鑽床，鑽孔能力為 3mm 至 13mm，轉速由 660RPM 至 2450RPM，淨重 67 公斤，馬達直接接上後端皮帶輪，透過皮帶傳送動力至鑽頭，如圖 9 所示。



圖 9 鑽床原貌及其型號說明

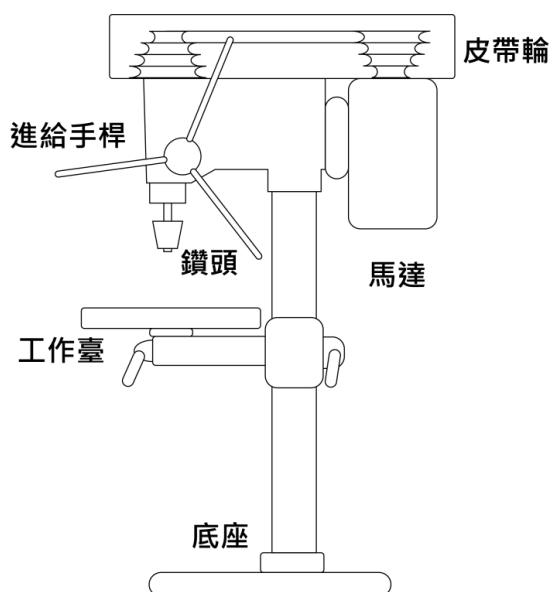


圖 10 鑽床基本構造說明

將鑽床馬達拆卸後直接將齒輪組及傳動軸裝上，在實際測試後發覺使用雙腳踏板並不能穩定的使用鑽床，故捨棄雙腳踏板，改以單腳站立單腳踩踏方式作為動力源。



圖 11 腳踏動力鑽床傳動機構說明

註：踏板推動直齒輪，透過直齒輪推動大齒輪，再由大齒輪推動單向齒輪，將動力沿傳動軸傳遞至上方皮帶輪

鑽床運作時必須在鑽頭維持轉動的情形下才能進行作業，而鑽床本身透過皮帶及皮帶輪

傳遞動力至鑽頭，皮帶迫緊時會產生阻力，為維持鑽床的轉動，在傳動軸上頭附掛了兩顆飛輪共約 57 公斤。



圖 12 腳踏動力鑽床飛輪

機器原先高度適合坐著作業，由於坐著不易進行單腳踩踏，故將機器墊高，而高度則以國中學生平均身高、男性 167.9 公分作為基準（教育部，2013），以方便踩踏及作業為高度調整標準。



圖 13 腳踏動力鑽床操作示意

在實際操作部分，以國中生活科技課程常見之材料，如木材及金屬進行加工，而本鑽床設計最大鑽孔能力為 13mm，故安裝 13mm 之高速鋼鑽頭，並分別以柳桉木及鋁塊進行測試。



圖 14 柳桉木鑽孔示意



圖 15 鋁塊鑽孔示意

鑽床在測試過程中，維持穩定轉速來進行作業十分重要，鑽床由於使用皮帶傳遞動力至鑽頭，阻力很大，故轉速下降很快，而為得到最高轉速，皮帶輪配置採最高額定轉速，每分鐘 2450 轉之配置進行測試。



圖 16 鑽床傳動機制

本鑽床使用單腳踩踏作為動力，機器在反覆踩踏時，會造成轉速高低不固定，故在此說

明本次測量方式

- 一、 用力踩踏機械十秒
- 二、 放開踏板等待機械完全停止
- 三、 全程錄影

本次測量使用光電式轉速計，能在不接觸物體的情形下測得轉速，本轉速計轉速測量範圍為 2.5~99999RPM，使用方法為先在物體表面上黏貼一反光標籤，藉由測量反光點反射之頻率換算出該物體轉速。



圖 17 轉速計及測量前準備

轉速計測量時將自動擷取轉速之最大值、最小值以及最終值，本鑽床轉速由最高到完全停止，統計平均約為 41.4 秒鐘，轉速下降很快，在本次研究中，邀請 15 歲至 27 歲之年輕男女性共五位進行測試，測試結果如表 1 及圖 18。

表 1 鑽床轉速數據，時間單位：秒；轉速單位：RPM；

時間(秒)	A 轉速	B 轉速	C 轉速	D 轉速	E 轉速
-------	------	------	------	------	------

5			201.7		
6	417.5	49.3	246.3		220.7
7	480.3		267.4	829.5	
8	521.7	113.6		254.1	352.1
9	574.2			424.3	404
10	600.4	200.7		402.6	467.1
11	604.8	285.2	314.6		489.6
12	613.5	367.1	354	336.3	514.9
13	602.2	441.4	406.3	403.4	540.8
14	580.7	504	519.7	508.4	519
15	524.8	509.4	528.5	523.6	485.3
16		488	545.5	547.2	476.2
17	524.8	468.1	434.9	550.3	
18	505.1	448.3	413	532	433.5
19	484.4	430.6		510.3	418.3
20	464.1		388	490	397.3
21	442.7	387.7	368.4	469.6	369.3
22	422.6	365.2	347	448.7	355.1
23	402.9	344.4	323.8	430.9	326.5
24	380.8	323.4	304	408.4	305.1
25	359.6	303.8		390.2	282.7
26	337.1	281.9	259.7	367.7	259.7
27	317.6	262	234.9		234.5
28	293	237.7	209.6	347.4	209.7
29	273.8	216.9	187.6	326	185.3
30	251.6			303.1	

31	228.7	193.8	160.1	280.6	158.1
32	204.3		132.3	258.4	
33	193.3	142.1		232.6	130.9
34	156		103.7	208.2	
35		120.4	71.1	186.1	99.3
36					66.9
37		88.4		160.6	
38				134	
39		49.6			
40			19	105.7	
41	57.4			85.2	
42	57			57.3	
43					
44					

註：黃色部分為停止踩踏之時間；紅字部分為測得最大轉速

轉速單位：RPM

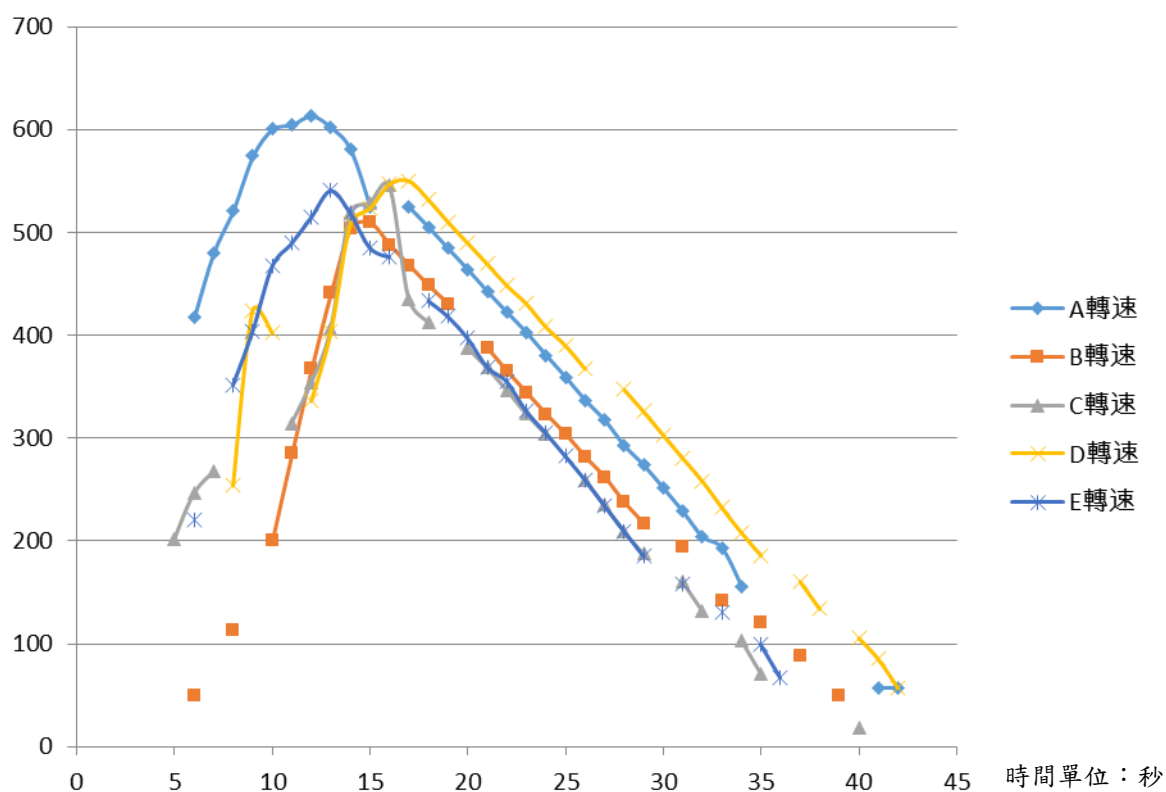


圖 18 鑽床轉速圖例

註：斷點為儀器未在該時間點顯示轉速，故無數據

由圖 18 可得知鑽床在停止踩踏後轉速快速下降，約在停止踩踏 20 秒之後鑽床會完全停止，而不同年齡、體格的使用者在使用上也會造成轉速的不同。而本次測得最大轉速為每分鐘 613.5 轉，遠遜於原機器所額定的 2450 轉、略低於機器最低轉速配置之 660 轉。



圖 19 鑽床皮帶輪轉速配置示意

而欲鑽孔之工件需要多大的轉速才能順利鑽孔？若欲加工之物件硬度相當大，可降低轉速及進刀速度，慢慢加工亦能順利鑽孔，這裡使用鑽削速度做為參考，鑽削速度是鑽頭表面速度以每分鐘進刀多少公尺(m/min)表示，實際上鑽削速度之選擇還需考慮：鑽頭材料、工件材質、進刀大小、鑽頭直徑大小、機械性能、加工性質之不同，其鑽削速度亦不同。因此必須依不同條件選用最適當之鑽削速度（張順源、邱廣泉，2001）。我們以下列公式計算鑽削速度及迴轉數：

$$V = \frac{\pi DN}{1000} \quad N = \frac{V \times 1000}{\pi D}$$

V：鑽削速度 m/min ； D：鑽頭直徑 mm ； N：鑽削每分鐘迴轉數 RPM

故若以本鑽床最大鑽孔能力 13mm、最大轉速約 600RPM 計算，本鑽床最大鑽削速度為：

$$V = \frac{\pi \times 13 \times 600}{1000} \approx 24.5$$

對照高速鋼鑽頭鑽削速度可得知，本鑽床在最大轉速下適合鑽削軟鋼以及硬度低於軟鋼的的材質，當然更硬的材質亦能加工，由於鑽床轉速太快時鑽頭會因過熱而使切邊鈍化，太慢可能引起鑽頭折斷或切邊崩裂（張順源、邱廣泉，2001），故更硬的金屬則建議選用更硬的鑽頭，如碳化物鑽頭等，較不易對鑽頭造成損害。

表2 高速鋼鑽頭鑽削速度

工件材料	鑽削速度 m/min	切削劑
軟剛(0.2~0.3% C)	24~33	礦油、水溶性油
中碳鋼(0.4~0.5% C)	21~24	礦油、水溶性油
高碳鋼(1.2% C)	15~18	礦油、硫化油
不鏽鋼	9~13	礦油、硫化油
錳鋼	4.5	礦油、硫化油
鑄鐵	21~30	乾
展性鑄鐵	24~27	礦油、水溶性油
黃、青銅	60~90	煤油、水溶性油

鋁、鋁合金	60~90	煤油、水溶性油
木材	90~100	乾

資料來源：張順源、邱廣泉（2001）。**銑床能力本位訓練教材-鑽孔**。中華民國職業訓練研究發展中心（編號：PMT-MIL0513）。台北市：行政院勞工委員會職業訓練局。

在使用者訪談部分，本文將針對本鑽床之穩定性、便利性、實用性及外觀上作出以下整理：

表3 鑽床使用意見整理

穩定性：

- 由於以腳踏作為動力，轉速會上下起伏
- 踩踏太快或太大力時鑽床會發生晃動

便利性：

- 改裝自立地鑽床，又加裝飛輪，鑽床本身超過百公斤，無攜行性
- 使用方法與一般鑽床無異，唯須一邊踩踏維持動力
- 由於飛輪有一定重量，起動時感覺稍重
- 不須電力

實用性：

- 性能遜於一般鑽床，能對木材及金屬加工，優於手搖鑽
- 進刀及鑽削順暢，鑽孔外觀與一般鑽床相同、優於手搖鑽
- 長時間加工會造成疲累
- 能由他人踩踏，不影響加工
- 踏板無將直齒輪抽回的機構，難以突破實測最大轉速約 600RPM

外觀：

- 與一般鑽床相似
- 建議將外露機構包覆，以免造成機械損壞及加工者受傷

伍、結論

本次研究目的在於探討腳踏式機械的相關設計理論，並開發能使用腳踏作為動力之鑽床，而本研究根據文獻分析法、實地實驗以及意見調查，發展出以腳踩踏作為動力來源的鑽床。在尋找參考文獻當中發現腳踏動力工具機種類繁多，唯獨缺乏與鑽床有關的相關文獻，故在機器設計與製作過程，與專家進行討論並進行小型試驗，最後鑽床之設計結論為：使用單腳踩踏、齒輪驅動至市售鑽床的設計。

本次測試結果：本腳踏動力鑽床性能優於一般手工具，能輕易對木材及軟金屬如鋁進行鑽孔，具備一般鑽床之加工能力，但仍遜於市售動力鑽床，此外其體積及重量也大於市售動力鑽床。

依本次研究所示，使用腳踏作為動力以驅動鑽床可行，其實用性遜於市售鑽床，但結構簡單易於維修，本鑽床為原型機，仍存在不少缺失，目前已知缺點能透過合理設計而加以解決，進而研發更為實用及經濟的產品，如腳架能改為可升降式，增加軟墊於腳架上以避免震動，使用齒輪或鍊條帶動鑽頭以減少阻力等進階研發，最後本次研究中，原型建置費用偏高，與設計主旨之一的成本低廉牴觸，若能量產應能壓低成本並進行推廣，使腳踏機械的用途更廣、更為實用。

參考文獻

- 日順機械廠有限公司 (2005)。取自 <http://www.jihshun.com.tw/p1-3.htm>
- 杜瑞澤、吳志南 (2004)。消費者環保意識態度與綠色消費行為對綠色產品設計之影響——以家具為例。設計學報, 10(3), 21-34。
- 林佳全 (2003)。從國中科技教育的困境看國小科技教育。生活科技教育月刊, 36(5), 17-23。
- 教育部統計處 (2013)。性別統計指標彙總性資料。臺北：教育部。
- 葉朝蒼 (1978)。桌上鑽床設計製圖。台南市：正言出版社。
- 錡信堯 (2004)。手工具設計開發與人因評估-以螺絲起子為例 (碩士論文)。取自臺灣博碩士論文加值系統。(系統編號 092NTHU5031060)。
- 張順源、邱廣泉 (2001)。銑床能力本位訓練教材-鑽孔。中華民國職業訓練研究發展中心 (編號：PMT-MIL0513)。台北市：行政院勞工委員會職業訓練局。
- 簡唯竹 (2011)。自行車微型發電機設計與研製 (碩士論文)。取自 <http://ir.lib.ctu.edu.tw/handle/310909700/1816>
- Adam M. G. (2008). Human Power: Energy Recovery from Recreational Activity. *Guelph Engineering Journal*, 1, 8-16.
- Eugene, A. A., Theodore, B., & Ali, S. (2007). *Marks' Standard Handbook for Mechanical Engineers 11th Edition*. Mc-Graw Hill, New York, 9-4.
- Fast Company. (2012). *How A Foot-Powered Washing Machine Could Change Millions Of Lives*. Retrieved September 21, 2013, from <http://www.fastcodesign.com/1670355/how-a-foot-powered-washing-machine-could-change-millions-of-lives#4>
- Kris, D. D. (2011). *When Low-Tech Goes IKEA*. Retrieved October 4, 2013, from <http://www.notechmagazine.com/2011/11/when-low-tech-goes-ikea.html>
- Maya Pedal (1997). *Maya Pedal: Bicimaquinas*. Retrieved October 4, 2013, from <http://www.mayapedal.org/>
- Richard, V. V. (2008). *W.F. & John Barnes Patented Foot-Powered Machinery*. Retrieved September 26, 2013, from <http://americanartifacts.com/smma/barnes/barnes.htm>

三階診斷評量應用在工科學生化學特性解釋之內容分析

蘇金豆

德霖技術學院餐旅系暨通識中心教授

摘要

本研究目的旨在應用三階診斷工具中學生的回應理由進行內容分析，探究學生以分子微粒層次解釋化學物質狀態、溫度、壓力和體積等之概念回應理解。研究對象來自校內外選修普通化學之四技工科學生做為施測對象。統計分析結果敘述如下四點：(1)本研究發展之三階診斷工具難易適中、鑑別度佳且信效度良好；(2)學生對於化學物質分子微粒特性的示性解釋容易產生迷思概念，因而導致成就測驗分數偏低；(3)學生選擇的答案多數無法提供化學物質分子微粒特性的科學概念解釋；(4)學生選擇的不正確答案，推論出不正確的化學物質分子微粒特性。透過三階診斷工具內容分析發現，工科學生對此種微粒特性的高層次科學概念問題回答時易出現瓶頸。因此，本研究建議進行化學教學時，應針對分子微粒層次提供詳細的解釋觀，以提昇學生學習深度。

關鍵字：三階診斷工具、工科學生、分析法、微粒行為

Content Analysis of Three-tier Diagnostic Assessment for Engineering Students' Explanation of Chemistry Properties

Abstract

The purposes of this study focused on the application of content analysis method. To analyze and understand the conceptive responses of molecular level which could interpret the states of matter, temperature, pressure and volume for students by three-tier diagnostic tool in chemistry equilibrium. All participants were surveyed in this study that took general chemistry courses and recruited from college engineering students of four different departments and universities. Accordingly, this research accounted for four required static results : (1) to develop a three-tier diagnostic tool with high quality ; (2) to reveal low achievement tests by misconceptions or alternations as students' explanation of molecular particulate ; (3) to choice the answers of scientific conceptions that students didn't provide the reasons of particulate behavior ; (4) to deduce the incorrect reasons of particulate behavior answering from incorrect responses . In general, chemical applications of three-tier diagnostic tool in content analysis for molecular particulate properties could find engineering students' lagging problems of advanced conceptual learning. This study offers a detail idea for explanation of molecular particulate properties to upgrade students' learning achievement in chemistry teaching.

Keyword: analysis method, engineering students, particulate behavior, three-tier diagnostic tool

壹、前言

一、研究背景與動機

診斷評量是科學教育學家相當重視的評量工具之一，能有效地用來蒐集教師或學生建構科學知識歷程所造成的迷思概念(Cheung, 2011; Green & Johnson, 2010; Treagust & Chiu, 2011)。化學對工科學生而言是一門重要學科，雖然評量能有效引導工科學生化學學習。但是，當學生們解決化學動力學(Cakmakci, 2010; Cakmakci, Leach, & Donnelly, 2006)、化學平衡(Cheung, Ma & Yang, 2009; Ghirardi et al., 2014; Jaber & BouJaoude, 2012)和分子化學(Taber & Coll, 2002)等物質微粒特性的高層次科學概念問題回答時，學生們不易理解，因而易造成概念迷思。迷思概念已證明對傳統講述教學的學習產生阻力，若無適當處理，將會影響其對進階科學知識之學習意願 (Lenaerts & Van Zele, 1998; McDermott & Redish, 1999)。先前研究顯示(Yakmaci-Guzel, 2013)教師在化學學習之診斷評量與迷思概念上，扮演極其重要的關鍵腳色。因此，迷思概念的診斷與分析，對工科學生化學教與學之重要性不言而喻。

Nakhleh (1992)和 Gabel, Samuel 與 Hunn (1987) 指出各學習階段有諸多學生試圖努力研習化學內涵，但未能順心如願；究其因，乃學生開始學習化學時，對於基本概念無法建構正確的認知。因此，加入更多概念時便無法完全瞭解。Nakhleh (1993) 和 Nakhleh 與 Mirchell (1993) 也發現學生在化學領域的概念問題解決能力，遠遠落後於代數，研究結果也發現，應用代數來解決概念問題的學生，多數無法真正了解化學概念。Nurrenbern 和 Pickering (1987)研究指出，學生在數的化學問題雖能順利解決，但往往在回答更高層次的概念問題時出現學習瓶頸，特別是微粒特性的化學概念問題解釋。國內外許多學者 (邱美虹, 2000; Pickering, 1990; Sanger, 2005; Sawrey, 1990)指陳，大多數的中學生與大學生，喜好應用代數來解決化學反應方程式中量化的問題(Cracolice, Deming & Ehlert, 2008)。而 Niaz 和 Robinson (1992)的研究結果也顯示學生長期使用演算式的課程學習，對增進化學概念是無助的。Cracolice, Deming 和 Ehlert (2008)更指出數的問題可用記憶法依步驟順利解決，而概念的問題則需要訴諸學生們真正理解方能解決，無法以記憶方式處理，否則

將導致概念和數的學習差距擴大。為了解決此一困境，學者Johnstone (1991)和Ghirardi等人(2014)應用巨觀、微觀和符號，融入化學問題解決之思維，有順序的引導學生學習，闡釋對化學反應與化學平衡的學習過程與知識建構；Lin, Cheng 和 Lawrenz (2000)以四則氣體化學概念練習取代理論的數學運算，協助在職高中教師建構科學概念。Sanger 和 Phelps (2007)引述Nurrenbern 和 Pickering (1987)的分子微粒特性圖，應用內容分析法，分析學生對氣體特性的化學概念解釋。更多的研究(Gabel, 1993; Pickering, 1990; Sanger, 2000; Sanger & Badger, 2001)顯示，當學生接受微粒繪圖教學後，對此類型之問題回應效果更佳。此一結果顯示，學生困難於回答分子微粒化學問題，其主要原因是缺乏熟悉此一類型的問題，而非沒有能力(Sanger & Phelps, 2007)。

近二、三十年來的研究顯示，診斷評量是一種能有效用來蒐集迷思概念的工具。Treagust (1988)首先設計出二階段診斷評量工具(two-tier diagnostic tools)，應用此工具明確地確認學生真正的迷思概念。雖然此方法較其他方法能更有效地適用於課堂教學與提供大量蒐集迷思概念資料的評量 (劉子鍵、林怡均，2011; Tsai, Chen, Chou, & Lain, 2007; Tsai & Chou, 2002)，但仍然有其限制；Hestenes 和Halloun(1995)研究指出，學習者即使能正確的回答選擇題(multiple-choice questions)，但仍然無法反應出清晰的概念了解，有可能錯誤的觀念但答對的假正(false positive)；反之，有可能正確的觀念但答錯的假負(false negative)，故當所設計的試題無法鑑別學生的回應，是導因於知識不足或是迷思概念所致時，往往會過度評估參與者的知識層次與迷思概念(Caleon & Subramaniam, 2010; Pesman & Eryilmaz, 2010)。依此，為了補償二階段診斷評量的缺失，加入更具指標性的階段評量工具是有必要的(Pesman & Eryilmaz, 2010)，即發展三階段診斷評量工具(Three-tier Diagnostic Instrument)。然而，在普通化學領域中，鮮有診斷化學迷思概念的三階診斷評量工具(蘇金豆, 2014)，更遑論進一步以分子層次的三階試題分析工科學生選項之報導。

基於上述研究動機，本研究擬針對化學迷思概念所發展之三階診斷評量工具，應用內容分析法(Sanger & Phelps, 2007)，就三階診斷試題所偵測出來的工科學生回應理由進行分析，探究學生以分子微粒層次，解釋化學中物質的狀態、溫度、壓力和體積等之概念理解情形，以為教師進行工科學生化學教學時，能提供分子微粒層次的進一步解釋，增進學生對此一類型問題的熟悉度，改善學生高層次的思考能力，以提昇學習效益。

二、研究目的與研究問題

基於上述研究背景與動機，本研究欲探討之目的如下：

- (一) 探討工科學生以分子微粒層次解釋化學概念之理解情形。
- (二) 探討工科學生選擇的科學概念答案對化學分子微粒概念解釋的影響。
- (三) 探討工科學生選擇的不正確答案對化學分子微粒概念解釋的影響。

因此，本研究欲探討之問題如下：

- (一) 對此三階試題工科學生最常見之高層次分子解釋觀為何？
- (二) 工科學生選擇正確科學概念答案是否能提供化學分子微粒之解釋呢？
- (三) 工科學生選擇不正確答案是否推論出不正確的化學分子微粒概念呢？

貳、文獻探討

一、診斷評量在化學之應用

化學診斷評量旨在輔助學習者，在其各階段學習歷程中化學概念理解的增進，以提升其學習興致(Treagust & Chiu, 2011)。診斷評量是化學教師進行有效教學前，測量學生具備先備知識多寡的重要觀念(Cheung, 2009; Potgieter, Ackermann, & Fletcher, 2010)，但化學教師有時常常高估學生既有之知識(Pesman & Eryilmaz, 2010)。有些化學教師曾調查如何進行診斷評量方能促進學生學習，而Treagust (1986) 所設計出的二階段評量是重要的診斷工具，此工具試題的第一階旨在評量學生對於現象敘述性知識的理解程度；第二階則列出第一階中所選出答案的幾個可能原因，目的在探討學生對於解釋性知識或心智模式之所以持此種認知的理由(Tsai & Chou, 2002)。再則，學者們(Eryilmaz & Surmeli, 2002; Caleon & Subramaniam, 2010; Pesman & Eryilmaz, 2010; Cetin-Dindar & Geban, 2011; Arslan et al., 2012; 蘇金豆, 2015) 成功的以三階診斷評量工具來延續二階診斷評量試題的發展，發現三階診斷評量工具是一種更具指標性的階段評量工具，能診斷出學生所有的可能回應(Arslan et al., 2012)。是以，本研究進一步從三階診斷試題中，篩選出一組具分子微粒層次之高階化學試題，進行內容分析以了解學生選答之推理原委。

二、內容分析在化學之應用

內容分析法 (Content Analysis) 屬於非直接反應類型研究法之一，旨在搜集、鑑定、判別及文獻的整理，形成對事實科學認識的方法(Babbie, 2004)。內容分析主要有概念的分析 (conceptual analysis)、編纂 (edition or compilation)、描述性敘述 (descriptive narration)、詮釋性分析 (interpretative analysis)、比較分析 (comparative analysis) 與普遍化的分析 (universal analysis) 等類別 (Bailey, 1987; Babbie, 2004)。Hsieh 和 Shannon (2005) 提出三種定性類型的內容分析，即總結性的 (summative) 內容分析、傳統式的 (conventional) 內容分析和應用性的 (directed) 內容分析。總結性的內容分析包含字或內容的計數和量化的解釋；傳統式的內容分析則在數據的分析上盡可能排除己見；應用性的 (directed) 內容分析則在引導者帶領下進行概念在新內容的引導分析與推論 (Daly, 2007; Mayring, 2000)。其中概念的分析在描述概念的精義或一般的意義、確認概念的不同意義，或在各種例子中描述概念的適當用法，應用最為廣泛；普遍化的分析則以學理的分析或哲學的分析，提供普遍的詮釋。Nurrenbern 和 Pickering (1987) 應用內容分析法發現，當學生回答更高層次的概念問題時出現學習瓶頸，其阻力往往是微粒特性化學概念問題的解釋。因此化學觀念中屬於高層次的微觀粒子概念的陳述與釐清是非常重要的。而 Sanger 和 Phelps (2007) 等人應用此種內容分析法分析工科學生對氣體特性的化學概念解釋，嘗試以分子微粒圖，探討學生的概念理解，發現學生困難於回答分子微粒化學問題，主要原因是缺乏熟悉此一類型的問題，而非沒有能力。Cracolice, Deming 和 Ehlert (2008) 指出概念的問題，需要訴諸學生們真正理解方能解決。Ghirardi 等人 (2014) 探討學生化學平衡學習時發現，學生的學習過程及知道如何學習是非常重要的。因此，透過內容分析能呈現出學生學習的順序，建構出教與學的步驟。蘇金豆 (2015) 以三階段診斷評量研究工科學生化學平衡之理解，發現分子微粒特性的題型是學生最陌生之處。

綜上，化學分子微粒概念能進一步呈現出學生的學習認知，檢測學生錯誤或迷思的化學概念，透過微觀、符號與巨觀的粒子呈現出學習者對化學的學習成就，以便未來教學時教師能對化學內涵做進一步的解說，以提升學生化學概念的理解，此一內容分析法有助於近年來化學程度日益低落的工科學生進行補救教學之參考。

本研究旨在應用內容分析法中概念的分析與普遍化的分析，就三階診斷試題中工科學生的化學概念回應緣由進行分析，以理解學生對化學概念中，有關分子微粒子的狀態、溫度、壓力和體積等之建構，並將學生對化學概念之詮釋，做量與質的比較分析，此種分析可以呈現出學生概念建構的趨勢、特有的學習情境或概念開展的新方向，將有助於教師教學前教材設計時之參考與應用。

參、研究方法

一、研究範圍及對象

研究樣品係選自校內外四技工科選修普通化學之一年級學生共188人做為施測對象，並將其依校系屬性分成 G_1 、 G_2 、 G_3 和 G_4 四組， G_1 組為某校化材系學生66人， G_2 組為某校環工系學生43人， G_3 組為某校電子系學生58人， G_4 組為某校機械系學生21人。這些學生入學成績差距低於十分，顯示程度相當是其共同特色。學生上完化學課程後，被要求回答圖1之三階試題的題1，並就選擇之原因回答題2，而題3是試題1和試題2的信心確認。

1. 下圖(a)和圖(b)，當 $\text{CaCO}_{3(s)} + \text{熱} \rightleftharpoons \text{CaO}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)}$ 之平衡系中，下列各項何者有誤？

- A. 加入 $\text{CaCO}_{3(s)}$ 平衡不移動
- B. 定溫之下加壓平衡向左移動
- C. 溫度愈高， $\text{CaCO}_{3(s)}$ 之分解愈趨完全，平衡壓力變大
- D. 定溫下體積增大，則平衡重新建立時， CO_2 之壓力變大*

2. 承題 1，選擇上述答案的理由，以下列何選項最適當？

- A. 加入反應物 CaCO_3 ，平衡應往右移動
- B. 定溫之下加壓， CO_2 之壓力變大，平衡向右移動*
- C. 定溫下體積增大，則平衡重新建立時， CO_2 之壓力不變
- D. 升溫，有助於平衡往反應物方向生成

3. 對前述二個問題的答案,你確定嗎？ A.確定* B.不確定

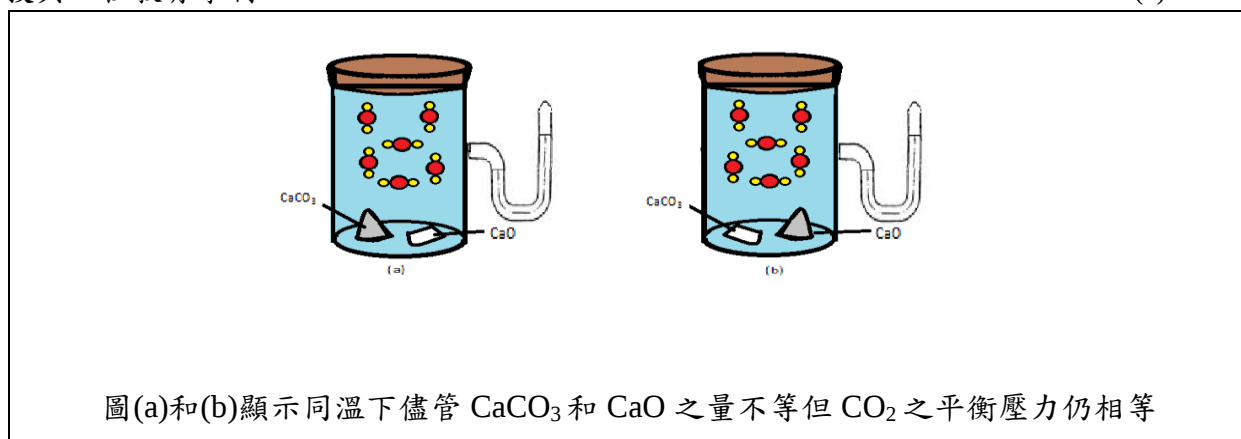


圖 1 分子層次的三階診斷試題(*表該題項之參考答案)

二、研究信效度

本試題乃參考蘇金豆、蔡明容(2014)所發展之三階診斷試題中萃取出1題，做為內容分析之主要試題。其信效度說明如下：

(一) 效度

1. 內容效度

將三階試題委請五位化學教授及兩位教育統計學教授進行內容效度檢核，以建立專家效度，確認三階試題能否包含所要診斷之概念，並就專家提供之意見進行修改，依據專家意見完成三階試題之預試問卷25題。

2. 建構效度

將修正後之三階試題進行 100 人之預試，為提升試題的品質，刪除難度低於 0.20 或高於 0.81 且鑑別度低於 0.20 之試題共 8 題，最後形成正式診斷工具，此三階診斷工具試題共計 17 題。從中萃取出 1 題，示如圖 1，其難度 0.31 且鑑別度 0.25，此為本研究進行內容分析的試題。建構效度則採用 Cataloglu (2002)所提，在高分者和信心之間的相關性作為證明，他陳述對高分者信心的回應大於低分者，高相關意味著測試試題之適當性。Pallant (2001)以二階得分(Two-tier Scores)與第三階回應確定(Confidence Levels)之相關性作為建構效度，因此本研究統計分析結果得到具顯著性的正相關 [$r=.323, p<.001, n=188$]，提供三階診斷工具在建構效度，Pallant (2001)更指出當樣品數超過 100 時，建構效度與 Pearson 相關係數大或小無關，而與統計結果的顯著性息息相關，故此評量試題在建構效度是合理的。再則，從圖 2 第三階的信心得分與二階得分

散佈圖顯示，有些學生得分低但具高度信心，此意味著學生對測驗的回應雖深具信心，但對化學平衡仍具有迷思概念。

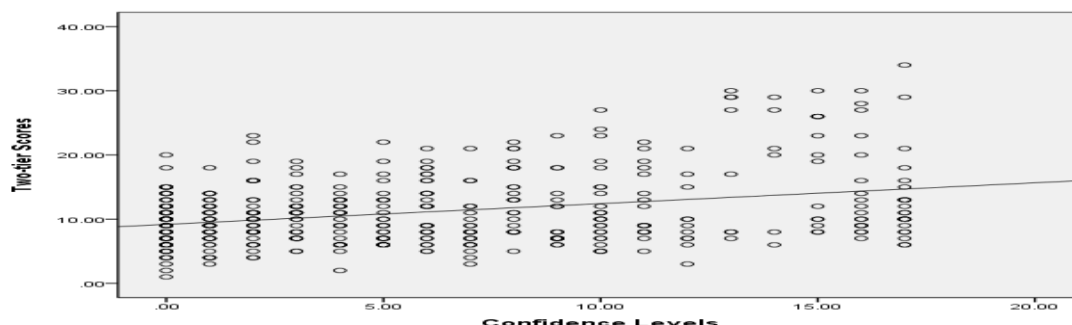


圖 2 二階得分(Two-tier Scores)與第三階的信心得分散佈圖

(二) 信度

本研究使用之三階診斷試題具備高的試題品質，在內容效度是合理的，其內部一致性信度Cronbach's α 值一階、二階和三階試題分別為0.629、0.773和0.872，符合學者們(Crocker & Algina, 1986)所提出選擇題測驗之信度參照標準，呈現三階 > 二階 > 一階，意味著二階診斷試題較一階診斷試題信度高，三階診斷試題又較二階診斷試題信度高，故三階診斷試題具備良好的信度；同樣，本研究所篩選之一題三階診斷試題其Cronbach's α 值依序為0.620、0.778和0.871，亦具有良好之信度。研究結果驗證了學者們(Caleon & Subramaniam, 2010；Pesman & Eryilmaz, 2010；Arslan et al., 2012)的一致見解，更肯定三階診斷評量工具是一種更具指標性的階段評量工具。

綜合上述信度與效度分析可知，本研究從中所選取之一題三階診斷試題如圖1，具備高的試題品質。

三、數據分析

四組學生依其選擇之結果記錄並建檔在Excel中，應用內容分析技術(Domin, 1999)分析回應結果。

肆、結果與討論

一、學生試題回應百分率分析

188位來自不同學校不同科系之工科學生，在授完化學課程後，被要求接受此三階診斷工具之施測，學生對此工具回應分析統計結果示如表1。表1顯示各組學生化學試題正確回應百分率分析，在題1各組學生化學試題正確回應百分率大小是 $G_4 > G_1 > G_3 > G_2$ ，學生在回答分子微粒層次之概念題目時，答對百分率各組皆未達40%，而題1旨在評量學生對於化學物質狀態、溫度、壓力和體積等現象敘述性知識的理解程度。由此可知，受測學生對此化學平衡敘述性知識的理解程度偏低。題2各組學生化學試題正確推理百分率大小是 $G_2 > G_3 > G_1 > G_4$ ，學生在解釋分子微粒層次之概念題目時，答對百分率各組皆未達40%，而題2旨在列出第一題中所選出答案的幾個可能原因，目的在探討學生對於解釋性知識或心智模式之所以持此種認知的理由。組別 G_1 、 G_2 和 G_3 題2答對率皆超過題1，若題3選擇確定則表示這些學生呈現出假負的迷思概念，若題3選擇不確定則表示這些學生對化學平衡分子微粒層次之概念呈現出知識不足；若題1答對且題2答錯而題3選擇確定，則表示這些學生呈現出假正的迷思概念，若題3選擇不確定則表示這些學生呈現出知識不足；由表1可知各組中題1和題2皆答錯的百分率較高，若題3選擇確定則表示這些學生對化學平衡分子微粒概念呈現出真正的迷思概念，若題3選擇不確定則依然表示學生在此概念呈現出知識不足。故知識不足與迷思概念是各組學生正確回應百分率偏低的重要原因。

表 1 各組學生化學試題正確回應百分率分析

組別	正確回應人數 (百分率 %)		
(學生數)	題 1(%)	題 2(%)	3(%)
G_1 (66 人)	11(17)	17(26)	18(27)
G_2 (43 人)	3(7)	14(33)	10(28)
G_3 (58 人)	8(14)	16(28)	27(47)
G_4 (21 人)	8(38)	2(9)	10(48)

在表2的各組學生三階診斷試題回應百分率分析中，發現三階試題正確回應百分率大小是 $G_4 > G_3 > G_2 > G_1$ ，代表學生呈現正確科學知識者偏低，且都低於10%，因此90%左右的學生，呈現出假正的迷思概念、假負的迷思概念、真正的迷思概念與知識不足等回應類型，故學生對此化學平衡分子微粒層次概念題目之解答時科學知識理解能力偏低。

表 2 各組學生三階診斷試題回應百分率分析

組別 (學生數)	正確回應人數 (百分率 %)		
	一階(%)	二階(%)	三階(%)
G_1 (66 人)	11(17)	6(1)	6(1)
G_2 (43 人)	3(7)	1(2)	1(2)
G_3 (58 人)	8(14)	2(3)	2(3)
G_4 (21 人)	8(38)	2(9)	2(9)

二、學生分子微粒概念理解

本研究所有來自不同學校不同科系之工科學生，在授完化學課程後，被要求接受此三階診斷試題之施測，學生對化學三階診斷試題回應分析統計結果正確回應率偏低，這意味著化學試題面向深度，對受測技職工科學生而言是一大挑戰，和學者們(Niaz, 2001; Cheung, 2009a, 2009b; Cheung, Ma, & Yang, 2009; Jaber & BouJaoude, 2012)認為的化學課程是較複雜而抽象的事實不謀而合，尤其涉及分子微粒的解釋更易產生迷思概念，因而導致成就測驗結果偏低。圖 2(a)和 2(b)顯示同溫下儘管 CaCO_3 和 CaO 之量不相等，但 CO_2 之平衡壓力仍然相等，此一示性性質是一般學生所無法理解的。因而論及 CO_2 分子之平衡壓力時，學生最常見之高層次分子微粒的解釋觀為：定溫時體積增大，則平衡重新建立時， CO_2 之壓力理應變大。這是常見的迷思，當學生遇到分子微粒的問題解釋時，往往遺忘了分子的示性性質，因此常誤認為定溫時 CO_2 分子之平衡壓力應變大。

三、學生選擇的科學概念答案與化學分子粒子概念解釋

為了更清楚理解學生選擇的科學概念答案對分子粒子概念解釋之發展，本研究以內容分析法建構四組學生試題回應之分布百分率，統計結果示如表 3。從表 3 知，學生在題 1

評量學生對於化學現象敘述性知識的理解程度的答題，與題 2 學生對於題 1 解釋性知識，之所以持此種認知的理由回應分布可知，選擇題 1 選項(A)的學生所持之理由是：「分子微粒的 CaCO_3 反應物加入，經熱分解後產生的生成物，將使壓力增加因而造成平衡的移動。」此一常見的迷思約有 24%~33%，其真正的結果如同圖 2(a)和 2(b)所示，固體量的增減是一種示性性質，非示量性質故對恆溫系統之壓力不會造成影響。選擇題 1 選項(B)的學生所持之理由是：「定溫下加壓將使總壓力增加因此平衡應向右移動，以增加氣體分子微粒 CO_2 的壓力。」此一錯誤的迷思是學生對壓力的概念不清晰所致，常見的迷思約 14%~25%，其真正的結果平衡應向左移動。選擇題 1 選項(C)的學生，所持之理由是：「溫度愈高 CaCO_3 之分解愈趨完全，依據勒沙特列原理推論，升溫有助於平衡往反應物方向因而降低平衡壓力。」四組學生常見的迷思約有 19%~40%，其真正的結果平衡壓力變大。選擇題 1 選項(D)正確選項之學生有 7%~38%，所持之理由是：「定溫下體積增大，則平衡重新建立時， CO_2 之壓力變大是錯誤的，定溫下平衡常數不變，因此， CO_2 之壓力不變。」雖然正確的回答率不高，但從題 3 各組學生的確認率比答對率高，可知學生產生過度自信，此也意味著大部分學生概念錯誤而不自知，選擇的不正確答案推論出不正確的化學平衡粒子概念，抑或選擇的科學概念答案正確，但提供化學平衡粒子行為的概念解釋是不正確的，此也符合本研究之研究目的與研究問題。從上述回應分析，可以清楚的理解當學生遇到高層次概念問題的分離解釋觀時往往最容易產生迷思。

表 3 學生三階診斷試題選項回應百分率分析

試題	選項	組 回 應 人 數 (百分率 %)			
		G ₁ (N=66)	G ₂ (N=43)	G ₃ (N=58)	G ₄ (N=21)
題 1	A	16(24)	14(33)	16(27)	6(29)
	B	16(24)	11(25)	11(19)	3(14)
	C	23(35)	15(35)	23(40)	4(19)
	D*	11(17)	3(7)	8(14)	8(38)
題 2	A	15(23)	10(23)	10(16)	4(19)

	B*	17(26)	14(33)	16(28)	2(9)
	C	21(32)	16(37)	16(28)	5(24)
	D	13(19)	3(7)	16(28)	10(48)
題 3	A	18(27)	10(28)	27(47)	10(48)
	B	48(73)	31(72)	31(53)	11(52)

*表示正確的選項

伍、結論與建議

一、結論

本研究所應用之三階診斷試題具備高的試題品質與信效度，此一診斷評量工具較二階和一階更具指標性。三階段診斷工具診斷結果，發現各組學生對於化學物質狀態、溫度、壓力和體積等現象敘述性知識的理解程度偏低，且在解釋分子微粒層次之概念題目時，答對百分率各組也未達 40%，表示學生對於分子微粒解釋性知識之所以持此種認知的理由，大都無法正確的掌握題意，而遺忘了分子的示性性質，當學生遇到分子微粒的問題解釋時，常誤認為定溫時 CO_2 分子之平衡壓力應變大，因而導致成就測驗結果偏低，故知識不足與迷思概念是各組學生正確回應百分率偏低的重要原因。此一研究結果與學者 Sanger 和 Phelps 的推論，認為學生困難於回答分子微粒化學問題，主要原因是缺乏熟悉此一類型的問題，而非沒有能力，其可能性甚高。Shepard 等人(2005)研究發現學生先備知識的了解是教師進行有效教學的關鍵；Green 和 Gohnson(2010)指出教師常常過度評估學生的先備知識，導致學習化學概念時易出現迷思概念。因此，透過內容分析，更加確定微粒特性化學概念問題的解釋，是學生回答更高層次的化學概念問題時所出現之學習瓶頸，乃學生在學習之前未具備此種先備概念所致。因此，化學觀念中屬於高層次的微觀粒子概念的陳述與釐清是非常重要的，概念的問題則需要訴諸學生們真正理解方能解決。此一研究結果也呼應了 Nurrenbernc 和 Pickering(1987)與 Cracolice, Deming 和 Ehlert(2008)的闡述，當學生進行化學概念的學習時，若能增進微觀、符號與巨觀的分子微粒思維理解，將更能提升學習成效。

二、建議

據此，研究結果可作為教學者進行化學教學之參考，期待學生接受分子微粒教學後，能真正理解並熟悉分子微粒化學概念，增進問題解決能力，並提升學習成效(Pickering, 1990; Gabel, 1993; Sanger, 2000; Sanger & Badger, 2001)。故建議化學教師在教學前，能先行確認學生在微觀、符號與巨觀的分子微粒特性的先備知識，將有助於教師進行有效教學之參考；同時也建議教師在進行化學教學時，應針對分子微粒層次提供詳細的解釋觀，以提昇學生理解與深化學習。末了，本研究建議盡管內容分析法，能清晰地分析出工科學生化學平衡的學習瓶頸，肇因於微粒特性化學概念問題的解釋，但因樣品數的限制，仍有其需改進之虞，因此不宜做過度推論。

誌謝

本研究感謝二位匿名審查者鉅細靡遺地斧正，並承蒙行政院科技部提供經費補助，使研究（NSC102-2511-S-237-001）得以順利完成，僅此誌謝。

參考文獻

邱美虹 (2000)。概念改變研究的省思與啟示。*科學教育學刊*,8, 1-34。

劉子鍵、林怡均 (2011)。發展二階段診斷工具探討學生之統計迷思概念:以相關為例。*教育心理學報*, 42, 379-400。

蘇金豆、蔡明容(2014)。三階段化學平衡診斷評量工具之發展和效化。*第三十屆中華民國科學教育國際學術研討會論文集編*, pp255-259,台灣師大,台北市。

蘇金豆(2015)。三階診斷工具的發展和應用--技職學生化學平衡迷思概念評量。*科學教育學刊*, 23, pp。(in press)。

Arslan, H. O., Cigdemoglu, C., & Moseley, C. (2012). A Three-Tier Diagnostic Test to Assess Pre-Service Teachers' Misconceptions about Global Warming, Greenhouse Effect, Ozone Layer Depletion, and Acid Rain. *International Journal of Science Education*, 34, 1667-1686.

Bailey, K. D. (1987). *Methods of social research*, 3rd Ed. New York: Free Press, p533.

Babbie, E. (2004). "The Practice of Social Research, 10th ed." CA: Wadsworth (2004).

Cakmakci, G. (2010). Secondary school and undergraduate students' alternative conceptions of chemical kinetics. *Journal of Chemical Education*, 87, 449-455.

Cakmakci, G., Leach, J., & Donnelly, J. (2006). Students' ideas about reaction rate and its relationship with concentration or pressure. *International Journal of Science Education*, 28, 1795-1815.

Cataloglu, E. (2002). *Development and validation of an achievement test in introductory quantum mechanics: The Quantum Mechanics Visualization Instrument (QMVI)*. Retrieved March 10, 2010, from

<http://etda.libraries.psu.edu/these/approved/WordWildeFiles/ETD-145/thesis.pdf>

- Caleon, I. & Subramaniam, R. (2010). Development and application of a three-tier diagnostic test to assess secondary students' understanding of waves. *International Journal of Science Education*, 32, 939–961.
- Cheung, D. (2009a). The adverse effects of Le Châtelier's principle on teacher understanding of chemical equilibrium. *Journal of Chemical Education*, 86, 514-518.
- Cheung, D. (2009b). Using think-aloud protocols to investigate secondary school chemistry teachers' misconceptions about chemical equilibrium. *Chemistry Education Research and Practice*, 10, 97-108.
- Cheung, D., Ma, H. J., & Yang, J. (2009). Teachers' misconceptions about the effects of addition of more reactants or products on chemical equilibrium. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7, 1111-1133.
- Cheung, D. (2011). Using diagnostic assessment to help teachers understand the chemistry of the lead-acid battery. *Chemistry Education Research and Practice*, 12, 228-237.
- Cetin-Dindar, A. & Geban, O. (2011). Development of a three-tier test to assess high school student's understanding of acids and bases. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 15, 600-604.
- Crocker, L. & Algina, J. (1986). *Introduction to classical and modern test theory*. Orlando, FL: Holt, Rinehart and Winston.
- Cracolice, M. C., Deming, J. C., & Ehlert, B. (2008). Concept learning versus problem solving: a cognitive difference. *Journal of Chemical Education*, 85, 873-878.
- Domin, D. S. (1999). A content analysis of general chemistry laboratory manuals for evidence of higher order cognitive tasks. *Journal of Chemical Education*, 76, 109-111.
- Ebel, R. L. & Frisbie, D. A. (1991). *Essentials of educational measurement (5th Ed.)* Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Eryilmaz, A. & Surmeli, E. (2002). *Assessment of students' misconceptions about heat and*

- temperature by means of three-tier questions. Retrieved April 5, 2004, from http://www.fedu.metu.edu.tr/ufbmek-5/b_kitabi/PDF/Fizik/Bildiri/t110d.pdf
- Gabel, D. L. (1993). *Journal of Chemical Education*, 70, 193-194.
- Gabel, D. L., Samuel, K. V., & Hunn, D. (1987). Understanding the particulate nature of matter. *Journal of Chemical Education*, 63, 623-633.
- Ghirardi, M., Marchetti, F., Pettinari, C., Regis, A., & Roletto, E. (2014). A teaching sequence for learning the concept of chemical equilibrium in secondary school education. *Journal of Chemical Education*, 91, 59-65.
- Green, S. K. & Johnson, R. L. (2010). *Assessment is essential*. New York: McGraw-Hill.
- Hestenes, D. & Halloun, I. (1995). Interpreting the force concept inventory. *Physics Teacher*, 33, 502-506.
- Hsieh, H. & Shannon, S. E. (2005). Three approaches to qualitative content analysis. *Qualitative Health Research*, 15, 1277-1288.
- Jaber, L. Z. & Boujaoude, S. (2012). A macro-micro-symbolic teaching to promote relational understanding of chemical reactions. *International Journal of Science Education*, 34, 973-998.
- Johnstone, A. H. (1991). *Journal of Computer Assisted Learning*, 7, 75-83.
- Lenaerts, J. & Van Zele, E. (1998). Testing science and engineering students: the force concept inventory. *Physicalia Magazine*, 20(1), 49-68.
- Lin, H. S., Cheng, H. J. & Lawrenz, F. (2000). The assessment of students and teachers' understanding of gas laws. *Journal of Chemical Education*, 69, 191-196.
- McDermott, L. C. & Redish, E. F. (1999). Resource Letter Per-1: Physics Education Research. *American Journal of Physics*, 67, 755-767.
- Nakhleh, M. B. (1992). Why some students don't learn chemistry ~chemical misconceptions. *Journal of Chemical Education*, 69, 191-196.
- Nakhleh, M. B. (1993). Are our students' conceptual thinkers or algorithmic problem solvers? *Journal of Chemical Education*, 70, 52-55.

- Nakhleh, M. B. & Mitchell, R. C. (1993). Concept learning versus problem solving, there is a difference. *Journal of Chemical Education*, 70, 190-192.
- Niaz, M. & Robinson, W. R. (1992). *Research in Science & Technological Education*, 10, 53-64.
- Nurrenbern, S. C. & Pickering, M. (1987). Concepts learning versus problem solving: is there a difference? *Journal of Chemical Education*, 64, 508-510.
- Pallant, J. (2001). *SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using SPSS for Windows* (Versions 10 and 11). Buckingham, PA: Open University Press.
- Pesman, H. & Eryilmaz, A. (2010). Development of a three-tier test to assess misconceptions about simple electric circuits. *The Journal of Educational Research*, 103, 208-222.
- Pickering, M. (1990). Further studies on concept learning versus problem solving. *Journal of Chemical Education*, 67(3), 254-255.
- Potgieter M., Ackermann M., & Fletcher L. (2010). Inaccuracy of self-evaluation as additional variable for prediction of students at risk of failing first-year chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 11, 17-24.
- Sanger, M. J. (2000). *Journal of Chemical Education*, 77, 762-766.
- Sanger, M. J. (2005). Evaluating students' conceptual understanding of balanced equations and stoichiometric ratios using a particulate drawing. *Journal of Chemical Education*, 82, 131-134.
- Sanger, M. J. & Badger, H. S. M. (2001). *Journal of Chemical Education*, 78, 1412-1416.
- Sanger, M. J. & Phelps, A. J. (2007). What are students thinking when they pick their answer? A content analysis of students' explanations of gas properties. *Journal of Chemical Education*, 84, 870-874.
- Sawrey, B. A. (1990). Concept learning versus problem solving: Revisited. *Journal of Chemical Education*, 67, 253-255.
- Shepard, L., Hammerness, K., Darling-Hammond, L., & Rust, F. (2005). *Preparing teachers*

for a changing world: what teachers should learn and be able to do. San Francisco, CA: Jossey-Bass, pp 275-326.

Taber, K. S. & Coll, R. K. (2002). Bonding. In: Gilbert J. K., De Jong O., Justi R., Treagust, D. F., Van Driel J. H. (eds) *Chemical education: towards research-based practice* (pp 213-234). Kluwer, Dordrecht.

Treagust, D. F. (1986). Evaluating students' misconceptions by means of diagnostic multiple-choice items. *Research in Science Education*, 16, 199–207.

Treagust, D. F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science. *International Journal of Science Education*, 10, 159–170.

Treagust, D. F., & Chiu, M. H. (2011). Diagnostic assessment in chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 12, 119-120.

Tsai, C. H., Chen, H. Y., Chou, C. Y., & Lain, K. D. (2007). Current as the Key Concept of Taiwanese Students' Understanding of Electric Circuits. *International Journal of Science Education*, 29(4), 1–14.

Tsai, C. C. & Chou, C. (2002). Diagnosing students' alternative conceptions in science. *Journal of Computer Assisted Learning*, 18(2), 157-165.

Yakmaci-Guzel, B. (2013). Preservice chemistry teachers in action: an evaluation of attempts for changing high school students' chemistry misconceptions into more scientific conceptions. *Chemistry Education Research and Practice*, 14, 95-104.

視覺媒體融入營養與健康評量學生學習成效

蔡明容

Ming-Rong Tsai

德霖技術學院 餐旅管理系兼任講師

Department of Hospitality Management, De Lin Institute of Technology

蘇金豆

King-Dow Su

德霖技術學院餐旅系暨通識中心教授

DE LIN Institute of Technology

摘要：

應用「視覺媒體融入式教學」策略，探討技專學生學習成效，是本研究的主要目的。本研究以選修營養與健康課程之大二學生二班共72人做為研究對象，採準實驗研究法，將學生分成實驗組和控制組，實驗組採視覺媒體融入課程學習，控制組採傳統教材講述學習，實驗教學在102學年為期10週20小時。統計結果摘述如下：（1）實驗組學生經「視覺媒體融入式教學」策略之後，對營養與健康課程之學習成效顯著優於控制組，且實驗效果量達大以上。（2）實驗組策略教學可同時提昇學生營養與健康認知，強化其學習理解，有效提升學習成就。（3）接受融入式策略教學的實驗組學生，在營養與健康學習上，表現出正面積極的學習態度。（4）半結構訪談發現，實驗組學生認為策略教學有助於吸引學生學習好奇心，提昇學習能力與概念認知。

關鍵字：視覺媒體、營養與健康、學習成就

Visual Media Integrated into Nutrition and Health to Assess Students' Learning Performances

Abstract:

The purpose of this study was to explore college students' learning efficiencies by strategic applications of "integrated teaching of visual media." 72 sophomore college students were chosen from two classes who took the course of nutrition and health. The quasi-experimental approach was adopted and students were divided into the experimental group (were taught by the integrated teaching of visual media) and the control group (were taught by traditional teaching methods without any assistances of visual media). All students completed the 20 hour program in a ten-week integrated teaching of nutrition and health during the 2013 academic year. All statistical research results would be summarized in the following way: (1) Experimental group students, who had mastered strategic skills for integrated teaching of visual media, had superior posttests learning achievements and more larger effect size to those of controlling group students. (2) By comparisons between posttests and pretests, the same experimental group students had more significant learning achievements and comprehension of posttests in nutrition and health than those of pretests. (3) As for the performances of integrated teaching of visual media, experimental group students indicated more positive learning attitudes and over larger effect sizes in nutrition and health. (4) After semi-structure interviews, the experimental group students who thought the viewpoints of integrated teaching would attract their learning curiosity and promote learning achievements and concept recognition.

Keywords: visual media, nutrition and health, learning achievements

壹、前言

一、研究背景與動機

愛因斯坦說：「興趣是最好的老師。」是以，學習興趣是學習活動中相當重要的關鍵，學習歷程若能激發學習者興趣，將有助於問題解決能力的增進。許多學者應用教學策略融入課程內容以提升學習成效，例如：應用電影短片作為教學輔具捕捉學生的注意力，以增進教師與學生之間的互動，吸引學習好奇心，並增進其學習態度，促進概念的建構(Bandura, 2002; Santagata & Angelici, 2010)；應用概念圖融入科學課程學習，做為學習認知的工具，幫助學生進行有意義的學習，增進其學習成效(Allan, 2003; Chiou, Tien & Lee, 2015; Novak & Gowin, 1998; 林建良、黃台珠, 2010)；資訊科技動畫融入學習的應用，是另一獲取知識導引學習者進入有趣視覺學習情境的有意義學習(Lin & Atkinson, 2011; Mayer, 2011)。教師若能有效瞭解學生所面臨的複雜學習問題，且適當導引學生的學習偏好與提供正當性的學習策略，將可適度地減少迷思概念，企圖引導學生由淺而深的漸進式學習指引，並強化其學習表現(Van Merriënboer、Kirschner & Kester, 2003; Nyachwaya et al., 2011; Treagust & Chiu, 2011)。

迷思概念已證明對傳統講述教學的學習產生阻力，若無適當處理將會抑制學生對更高層次問題的理解 (Lenaerts & Van Zele, 1998; McDermott & Redish, 1999)。學習過程中教師應瞭解學生的既有概念，思考其知識背景並配合引導教學，進一步促進學生的概念改變，給予學生更多探究的空間 (謝欣穎、林菁, 2013)，達成有效的問題解決與有意義的學習 (Mayer, 2011)。當傳統講述教學方法已經無法滿足學生的學習需求時，教師們應尋求能統合學生學習經驗的方法，使其尋求更多元的路徑來獲取相當多的知識，進而使學習變得更有意義。教育的目的在於教導學生學習「如何學習」，是以有必要提供學生學習的有用工具(林建良、黃台珠, 2010)。Ainsworth (2006)指出多元展示學習環境，已普遍存在於技術性的融入式學習，若能使用多元展示視覺創意學習工具，將更能捕捉學習者之學習興趣，如此對提升有效學習將扮演重要的功能。

多媒體融入式學習，運用媒體聲光效果，引發學習者學習動機與興趣以增進學習效益，在國內外已是十分成熟的教學工具 (蔡佳惠、王雪芳、葉敦烟, 2013; 蘇金豆, 2013; Mayer, 2011; Su, 2008a, 2008b; Su & Yeh, 2014)，例如，Chan等人(2006)應用資訊互動技術輔助學生

學習，而發現其在閱讀上有顯著改善；Schultz（2008）主張在逐步成長的認知學習中，重要的教學努力應著眼於學科的敘述上，訴於視覺的動畫表現，引起學習的興趣，增強學生學習能力；Santagata與Angelici（2010）經由文獻分析歸納出影片媒體融入教學，師生之間變得更能反省，學生的注意力也變得更集中；Dick(1996)、Hillel(1993)、Tall(1996)、Su(2008a, 2008b)和蘇金豆（2013）等學者建議，應用電腦科技連結數字、圖形與符號的功用，可提昇抽象與複雜概念之學習，深化知識了解的層次，有助於營養與健康概念的進一步理解。

因此，本研究擬應用「視覺媒體融入式教學」結合而成新的學習策略，應用在營養與健康教學，探究技職學生學習表現，使得教學更有效益，學習更有興致，期能增進學生問題解決能力、學習成效與學習態度。

二、研究目的

本研究的目的旨在應用「視覺媒體融入式教學」策略，融入營養與健康領域中複雜且易誤解的學習內容，進行融入式教學，探討此一策略引導，對四技學生學習表現之影響。研究目的敘述如下：

- (一)分析「視覺媒體融入式教學」策略應用與否，對學生營養與健康之學習成效。
- (二)探討「視覺媒體融入式教學」之策略應用，對學生營養與健康之學習態度。
- (三)瞭解學生對「視覺媒體融入式教學」策略應用之看法。

三、研究問題

綜上，本研究欲探討的研究問題如下：

- (一) 有無使用「視覺媒體融入式教學」策略，是否對選修營養與健康通識課程學生之學習成就有顯著影響？
- (二) 探討「視覺媒體融入式教學」策略，對實驗組學生之學習態度為何？
- (三) 探討性別、入學方式、對課程喜歡程度不同之實驗組學生，其學習態度有何顯著影響？
- (四) 「視覺媒體融入式教學」之實驗組學生，策略應用之觀點為何？

貳、文獻探討

一、視覺媒體學習環境之增強

二元編碼理論(Dual Coding Theory)是Paivio (1971,1991)所發展的多媒體傳播與學習重要學理，強調記憶與認知的運行，需仰賴視覺系統(visual system)與語文系統(verbal system)等雙V系統之間的相互鏈結，此一鏈結對資訊多媒體傳播科技的融入式教學至為重要。

Mayer(1997, 2001)指出建構有意義學習的五個重要傳播媒體中的條件，即學生能從教材裡-- (1)選擇相關文字/語言到語文工作記憶處理。(2)選擇相關的圖像到視覺工作記憶處理。(3)將所選擇的文字/語言在大腦中編織成一個語文心智模式。(4)將所選擇的圖像在大腦中編織成一個圖像心智模式。(5)整合語文與視覺的表徵物和先備知識。應用此等有意義的五個學習條件和設計原則，而能成功的設計與融入新教材在課程學習環境中，如融入聲、光、動畫、超連結等傳播多媒體學習環境(Clark & Mayer, 2008; Su, 2008a, 2008b, 2011; Su & Yeh, 2014)、網路科技媒體融入課程學習(Own, 2006)等研究。此等媒體傳播研究不僅對學生學習動機與興趣造成衝擊，同時也促進學習成就與學習態度之提昇，師生互動關係也變得更为密切。

傳播媒體計畫性的融入式教學，對教育之貢獻越來越多，也越来越重要。Ainsworth (1999)強調資訊科技媒體融入教學之多元呈現學習環境，易於捕捉學生學習興趣，且扮演著有效學習的重要角色。國外學者(Nicoll, Francisco, & Nakhleh, 2001)與國內學者(羅希哲、溫漢儒、曾國鴻, 2007)則將概念構圖工具融入教學以改善學生科學學習成效，而有正面的肯定。Su (2008a, 2008b) 應用傳播媒體動畫融入科學課程教學，而有效地增強學生學習成就與改善學習態度。

是以，融入式教學對學生的學習環境建構是重要的，本研究將結合「視覺傳播融入式教學」策略，做為營養與健康課程教學之導引工具，期能改善學生學習氛圍，提昇學習成效與能力。

二、融入視覺展示傳播媒體

Burke, Greenbowe 和 Windschitl (1998)認為一般的教科書皆以靜態圖視覺呈現，對於學生新概念的學習成效並不顯著。David (2003)曾提到教師的傳統教學若無法滿足學生需要，應尋求如有線電視、網路等傳播媒體管道，來整合學生的學習經驗，使其變得更有意義。Mayer

和Moreno (2003)提出設計多媒體教材的九個原則，如多媒體、空間接近、時間接近、連貫、形式、多餘、個別差異、分割和提示等，降低學生運用多媒體學習時的認知負荷(Sweller, van Merriënboer, & Paas, 1998)，此一計畫性的傳播媒體融入式教學對教育之貢獻越來越多，也越來越重要。Ardac和Akaygun (2004)主張發揮視覺空間創新創意能力，結合圖像、影片、聲效、文字和語音的多媒體傳播技術展示，導引學習者進入有趣視覺學習情境，已是純熟的高科技整合產物。Mayer等人(2005)指出結合文字和圖片的多元呈現，傳播媒體學習將是有意義且效果優於傳統教科書。多元展示學習環境已普遍存在於技術性的融入式學習，Ainsworth (2006)指出多元展示視覺創意學習，更能捕捉學習者之學習興趣，提升有效學習的重要功能。

是以，本研究以多元展示視覺創意策略將傳播媒體融入「營養與健康」之學習，將有助於新觀念與原理的進一步理解。

三、建構學習理論

建構主義的精髓則強調：「知識乃是建構在學習者的心智上。」 Ausubel(1968)認為建構主義教學的基本原理是先評估學生需要什麼，再依據學生的需求進行教學。Piaget (1970)建構的學習理論，描述攝取知識是一種人類必要的活動，促使概念本體(reality)進入系統傳遞就是知識的獲得，而系統傳遞則是漸近而充分的條件。學習者的推理技巧若比較差，將無法解決概念性的理解問題(Lawson & Renner,1975)，而迫使學習者選擇機械式的學習，如背誦式問題解決模式。Driver和Oldham (1986)提出定向(orientation)、引出(Elicitation)、觀念重組(Restructuring of ideas)、應用 (application)和反思(review)等五階段建構教學模式。Yore 和 Treagust (2006)主張知識建構的方法，造因於學生的思考、從先備知識建構新觀念和社會文化背景中建構新觀念等途徑。他們認為學習者在學習前所有自然現象的知識、學習中主動建構的知識及學習是概念的改變等因素，乃是促成自然科學教學需要充分思索的重要意涵。換言之，建構知識的人類個別化發展是一種普遍化的過程，而此種過程有部份是屬於發展系統性的推理能力。Cracolice, Deming 和 Ehlert(2008)指出推理技巧的良莠不齊，將是導致問題解決的鴻溝(gap)。因此，建構良好的推理能力，將有助於降低此鴻溝，促進複雜概念的建立，提升問題解決能力。而傳播媒體融入學習，則在於以視覺結合巨觀和微觀的符號表徵，促進學習者建構營養與健康之學習素養。

綜合上述論點，「視覺媒體融入式教學」策略，可減少學生學習負荷，增進問題解決能力，使學習變得更有成效。本研究應用此策略，整合學生營養與健康學習經驗，將有助於增強學生學習概念的釐清、理解與促進師生之間的互動，期能提昇學生營養與健康的學習能力。

參、研究方法

一、研究對象及範圍

為了研究取樣的普及性，本研究樣本來自研究者任教之學校，以四技部二年級選修「營養與健康」課程之二班共72位學生做為研究對象，本計畫運用準實驗研究法，以班為單位進行分組教學，將二班學生隨意分成實驗組(採取視覺傳播融入課程學習，43人)和控制組(傳統教科書講述教學，29人)。以「營養與健康」通識課程中較為複雜且抽象的概念，做為「視覺媒體融入式教學」研究內容之參考指標。

二、研究架構

本研究架構包含控制變項、依變項、自變項與共變項，示如圖1，茲說明如下：

(一) 控制變項：為降低判讀干擾，本研究採同一位教師進行相同內容、相同時

數教學、評量工具亦同之教學，藉以穩定研究架構各項變數不確定之干擾。

(二) 依變項：在融入式實驗教學中，教師對學生導入「視覺媒體融入式教學」

講解，教學結束後，隔週隨即以教師自編之後測試題進行測驗，所得之後

測成績為第一個依變項，即其學習成就；另一依變項為學習態度量表，學

習態度量表則在完成成就後測，教師隨即以自編之學習態度問卷進行調

查；第三個依變項為學生訪談，學習態度問卷填寫完畢，隨即就實驗組後

測成績高(前 27%)低(後 27%)分同學中，隨機抽出二位同學進行訪談，以了

解其對融入式教學之觀點。

(三) 自變項：包含學生基本資料(喜歡課程程度)及教師教學策略分組(實驗組與控制組)。

(四) 共變項：教師在實驗教學前，以自編之前測試題進行測試，所得之前測成績，做為共變項。

三、研究方法

本研究以量的研究為主，輔以質性探討，為了增長學生學習成就與學習態度，本研究之研究方法，簡介如下：

(一) 實驗研究設計模式

在不影響正常教學的大前提下，本研究採「不等組前後測設計」準實驗研究法進行分組教學，將研究對象隨機分派成實驗組與控制組，兩組學生在實驗前均無融入式之學習經驗。

教學期程以每週兩小時，共為期 10 週進行教學實驗，實驗研究設計模式示如表 1。實驗教學前先進行前測，以瞭解其分組是否有差異，確認無差異後進行引導與實驗教學，實驗後隔週進行後測與學習態度問卷施測，並從實驗組隨機選取高低分組各 2 名學生進行晤談，以進一步瞭解學生對融入式學習之看法，實驗步驟配當表則示於表 2。

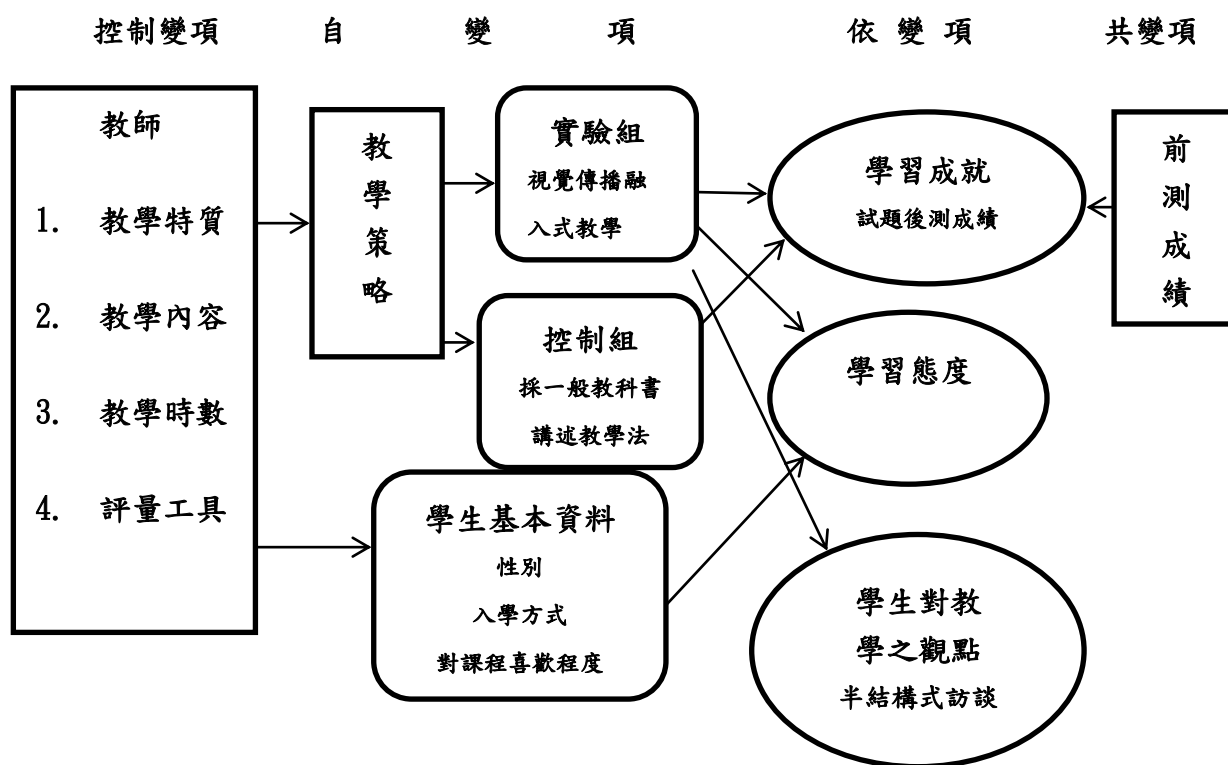


圖1 「視覺媒體融入式教學」研究架構

表 1 實驗研究設計模式

組別	前測	實驗處理	後測	學習態度	訪談
實驗組	V	I	V	V	V
控制組	V	T	V		

註：V表施測；I表有融入視覺媒體之教學；T表無融入視覺媒體之傳統教科書教學。

(二) 研究工具

本研究設計包含下列階段，即前測、視覺傳播融入式教學、後測、學生學習態度問卷調查與訪談，前後測測驗試卷、學習態度問卷與半結構式訪談問卷等工具及視覺傳播融入式教材簡介說明如下：

1. 前後測測驗工具發展

營養與健康試題前後測測驗工具發展，乃根據教學目標，就知識、理解、

表 2 「視覺媒體融入式教學」教學步驟配當表

教學步驟	實驗組	控制組
前測	分組與安排位置 填寫基本資料與前測 時間：約需 50 分鐘	分組與安排位置 填寫基本資料與前測 時間：約需 50 分鐘
引導學習過程	融入式教學設計之引導 、目的描述、操作與實驗方法 時間：約需 50 分鐘	教科書學習過程設計之引導 、目的描述、操作與實驗方法 時間：約需 50 分鐘
自我學習與 教師輔助	方法：自我學習與教師輔助 材料：融入式學習檔案 時間：約需 800 分鐘	方法：自我學習與教師輔助 材料：教科書學習檔案 時間：約需 800 分鐘
後測	實驗完畢後隔週進行後測 時間：約需 30 分鐘	單元學習完畢後隔週進行後測 時間：約需 30 分鐘
學習態度問卷	後測完畢立即進行學習態度 問卷施測 時間：約需 30 分鐘	
訪談	隨機抽取高低分組共四位同學 進行訪談 時間：約需 30 分鐘	

應用、分析、綜合與評鑑等六個面向進行命題，並參考作者多年教學過程常見學生營養與健康之迷思概念(見表 3)，進行修改與命題而形成初稿，試卷初稿再經校內外三位資深教授邏輯審查後，形成具內容效度之試題，試題經 72 位學生進行預試，預試結果選擇鑑別度指數 .20 以上，且整體平均鑑別度指數為 .40。而難度指數則選取 .20~ .80 之間的題目，且平均難度指數為 .47。預試試題再經修訂後形成前後測測驗選擇試題共 20 題，形成正式測驗試題(見附錄 1)。並針對 20 題選擇題進行信度分析，結果顯示整體 Cronbach's α 係數為 .76，學者 Katerina 與 Tzougraki (2004) 指出 Cronbach's α 值 .70 是可接受的範圍。

2.學習態度問卷調查表

本問卷初稿採用蘇金豆(2013)所研發之學習態度問卷加以改編設計，問卷採用 Likert 五等量表，選項包含「非常不同意」、「不同意」、「普通」、「同意」、「非常同意」。在內容效度方面，邀請二位科學教育家、三位科學哲學家和二位教育心理學家進行問卷審查，並依照專家們所提供之意見做修訂而成初稿，隨即依此試題進行預試，就預試所得之有效問卷 126 份，編碼並進一步進行建構效度分析。在建構效度 (construct validity) 方面，將預試所得之有效問卷 126 份進行因素分析，得 KMO 值 0.895，Bartlett 球形考驗的 χ^2 值為 3,377.928 達顯著，表示適合進行因素分析。應用主成分分析共萃取出六個構面(aspect)，累積解釋變異量為 71.85%，此六個構面的特徵值為 15.615(5 題, Q₆)、2.089(5 題, Q₃)、1.620(5 題, Q₅)、1.369(4 題, Q₂)、1.247(5 題, Q₁) 和 1.051(5 題, Q₄)，因素負荷量示於表 4。應用 Cronbach's α 進行內部一致性信度檢視，得 α 值依序為 0.924、0.910、0.884、0.835、0.856 和 0.760，整體信度 α 值 0.910。依據 Gay(1992) 等人之觀點，任何量表之信度係數達 0.90 以上，表示其量表之信度甚佳。整個問卷量表共 29 題，分六個構面命名，構面 Q₁ 對教材設計型態之學習態度、Q₂ 對教材展示與呈現的學習態度、Q₃ 對教師教學的學

表 3 學生常見之營養與健康迷思概念摘要表

項目	迷思概念陳述
1.	礦物質是 能量型 的營養素
2.	反式脂肪是 動物 油脂
3.	必須胺基酸 可 由人體內合成

4. 必須脂肪酸可由人體內合成
5. 醣類食用不足，脂肪酸氧化不完全將會造成**脂肪酸**中毒
6. **錫**可以強化肌肉組織，缺乏時會導致結締組織增加，與骨骼代謝及甲狀腺異常
7. 鐵主要由**盲腸**吸收
8. 正常人飯前禁食血糖濃度大於**140mg/dl**，代表可能已經罹患糖尿病
9. 血液中**鈉**濃度過高時，將導致心臟收縮延長，心搏較慢
10. 葉綠素中含有礦物質**銅**
11. 成人每日維生素 C 的建議攝取量為 **200mg**
12. 不易使血膽固醇上升的油脂，如**烤酥油**
13. **甘胺酸**為尿素生成的重要物質
14. 維生素 C 會經由腸內菌合成
15. 維生素 K₂ 的來源，可經由**人工合成**
16. **半乳糖**可做為抑制肥胖與降低血糖方面之用途
17. 水溶性膳食纖維可預防及治療便秘
18. 維生素 A,C 是體內熱量代謝過程所需要的輔酶
19. 孩童若只供應富含醣類的食物，會造成蛋白質攝取不足而致**消瘦症**
20. **生物價**為保留氮量與攝取氮量的百分比值，當其利用率愈高時，表示蛋白質品質愈佳

註:粗斜線表學生常犯的迷思

習態度、Q₄ 對學習環境營造的學習態度、Q₅ 對參與活動增長知識的學習態度、Q₆ 對學習結果的學習態度，學習態度量表之因素負荷量示於表 4。本問卷旨在瞭解「視覺媒體融入式教學」之實驗組學生對於營養與健康教材之設計、展示與呈現、內容敘述、課程學習環境的建構與氣氛之營造、知識增長等之學習態度。3.訪談問卷

本研究設計半結構式問卷，就實驗組學生進行訪談，針對研究目的(三)，瞭解學生對「視覺傳播融入式教學」策略應用之看法。從實驗組學習成就後測前27%與後27%各隨機選取2名

學生進行晤談，以進一步了解高低分組學生，應用視覺傳播融入營養與健康教學，是否有助於學生對於教材的概念學習能力、學習情境的認知能力和視覺媒體融入營養與健康教學的觀感或評價，藉此瞭解並分析學生對實驗教學策略之觀感。

表4 「視覺媒體融入式教學」學習態度因素負荷量摘要表

構面	題目	因素負荷量
Q ₁	1. 視覺傳播融入教學之課程設計，這正是我想要的學習型態。	0.563
	2. 視覺傳播融入教學之課程設計，能引導我全心學習。	0.638
	3. 視覺傳播融入教學之課程設計，對我的學習有幫助。	0.655
	4. 視覺傳播融入教學之課程設計，讓我對學習充滿信心。	0.790
	5. 視覺傳播融入教學之課程設計，提供我學習之模式。	0.519
Q ₂	6. 視覺傳播式教材，重視教材原理法則等教法。	0.470
	7. 視覺傳播結合動畫融入式教材，可維持我的注意力。	0.742
	8. 視覺傳播結合動畫融入式教材，有助於我的學習。	0.559
	9. 視覺傳播結合動畫融入式教材，激發我追求新知識的意願。	0.565
Q ₃	10.擔任視覺傳播結合動畫融入式課程的老師，能因材施教。	0.664
	11.擔任視覺傳播結合動畫融入式課程的老師，教學方式生動活潑。	0.650
	12.擔任視覺傳播結合動畫融入式課程的老師，經常鼓勵和關懷我。	0.741
	13.擔任視覺傳播結合動畫融入式課程的老師，關心我的學習狀況。	0.751
	14.擔任視覺傳播結合動畫融入式課程的老師，讚美我的學習成績。	0.725
Q ₄	15.視覺傳播結合動畫融入式教材，能引導我在食品營養之學習。	0.523
	16.視覺傳播結合動畫融入式教材，能提供我在食品營養之學習動力。	0.582
	17.視覺傳播結合動畫融入式教材，能增進我對食品營養之概念理解。	0.740
	18.視覺傳播結合動畫融入式教材，能建構我學習食品營養的氛圍。	0.725
	19.視覺傳播結合動畫融入式教材，學校能提供完善教學設施。	0.733
Q ₅	20.同學們能主動積極參與視覺傳播結合動畫融入式教學之學習活動。	0.482

	21.我能主動擬訂視覺傳播結合動畫融入式教學之學習計畫。	0.610
	22.我在課前預習，課後複習視覺傳播結合動畫融入式教學課程教材。	0.702
	23.我能盡力完成老師指定的視覺傳播結合動畫融入式教學課後作業。	0.680
	24.我認為視覺傳播結合動畫融入式教學可提高我的課業成績。	0.674
Q ₆	25.視覺傳播結合動畫融入式教材，增進我對食品營養的學習興趣。	0.684
	26.視覺傳播結合動畫融入式教材，增進我對食品營養概念的學習能力。	0.602
	27.視覺傳播結合動畫融入式教材，增進我對食品營養的讀書風氣。	0.488
	28.視覺傳播結合動畫融入式教材，增進我對食品營養試題的解題能力。	0.503
	29.視覺傳播結合動畫融入式教材，增進我對食品營養的延伸閱讀。	0.827

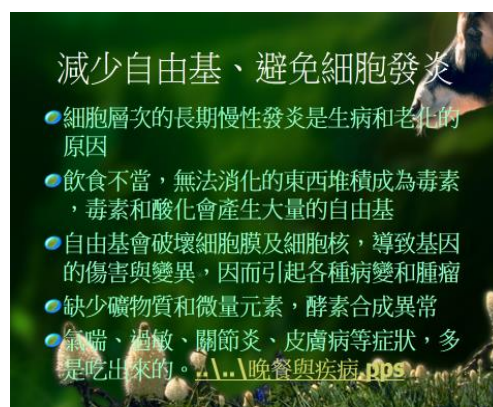
4.視覺傳播融入式教材

本研究設計之融入式教材，乃以表 3 學生常見之營養與健康迷思概念為基礎，設計視覺傳播融入式教材，其原理植基於 Ardac 和 Akaygun (2004)認為圖像、影片、聲效、文字和語音的多媒體傳播技術展示，能導引學習者進入有趣視覺學習情境；Mayer 等人(2005)強調結合文字和圖片的多元呈現，傳播媒體學習將是有意義且效果優於傳統教科書；而 Ainsworth (2006)指出呈現視覺創意學習的功能，更能捕捉學習者之學習興趣，有效提升學習。是以，以此研究建構出實驗組學生之視覺傳播融入式教材，摘述如圖 2，此教材並經二位教授修正後，再找五位學生進行試教，試教完成後，就較為艱澀的教材內容進行微修，始成為正式授課之融入式教材。

(1)



(2)



(3)



(4)



圖 2 視覺傳播融入式教材:(1)李威廉博士在 TED 演講用食物為自己做化療，
提昇一般人對癌症化療的認知層次；(2)藉著音樂融入影片中讓學生了解
不當飲食與疾病的關係；(3)透過 mp4 影片介紹如何降低膽固醇與三酸甘
油酯；(4)TVBS 健康 2.0 節目中摘錄有關維生素 B 群的重要性

(三)研究流程

本研究之研究流程，示如圖3。

四、資料處理與分析

實驗教學所蒐集的資料，進行電腦編碼，所用統計方法包含：共變數分析和單因子變異數分析，以 SPSS MS for Windows 22.0 軟體進行統計分析。

(一)共變數分析

本研究採用共變數統計分析之控制方式，調整實驗組和控制組在實驗前既存之差異，以實驗組和控制組之前測成績做為共變量，進行迴歸斜率同質性檢定，以確保策略分組教學法之有效性後，繼續進行後測成績共變數分析。

(二)單因子變異數分析(one-way ANCOVA)

以單因子變異數分析，統計個人背景變項性別、入學方式、對課程喜歡程度不同之學生，對於「視覺媒體融入式教學」策略分組之學習態度。

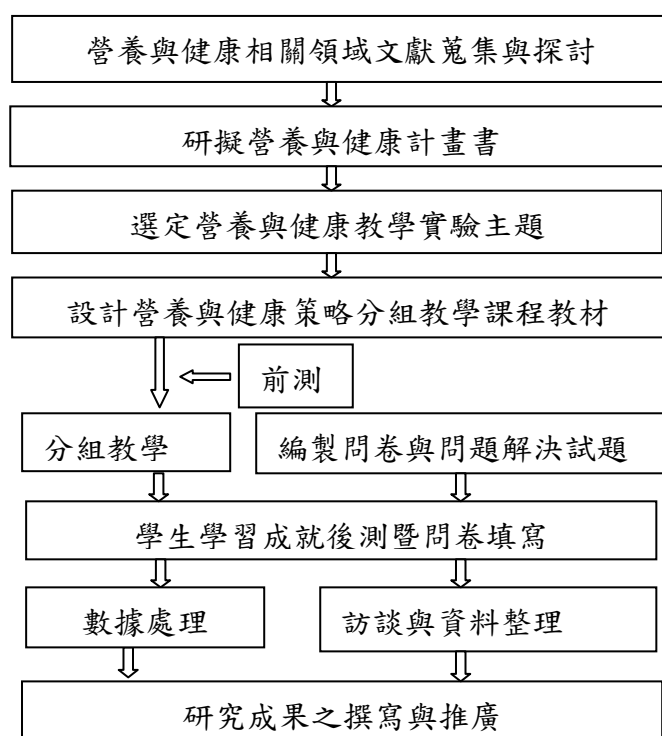


圖 3「視覺媒體融入式教學」研究過程流程圖

伍、結果與討論

一、學生學習成就差異分析

針對研究目的（一），分析「視覺媒體融入式教學」策略與否，對選修營養與健康課程之學習成就影響。因兩組學生融入式教學策略之二組學生，其解題測驗分數上無顯著差異。為檢驗此研究假設，故將二組學生學習成就前測成績為共變數，後測成績經迴歸斜率同質性檢定結果顯示， F 值為.136； p 值為 .714 未達.05 顯著水準，接受虛無假設，表示兩組迴歸線斜率相同，符合共變數分析中組內迴歸係數同質性的假定，繼續進行共變數分析。

（一）後測成績共變數分析

後測成績經迴歸斜率同質性檢定結果顯示，兩組學生在營養與健康教學中，自變項與共變項間的交互作用檢定結果皆無顯著差異。進行學生學習成就後測成績之共變數分析

（ANCOVA），以實驗組及控制組之前測成績（依序為 72.4 和 70.5）為共變數，後測成績為依變項，組別為自變項進行統計分析，統計結果說明如下：共變數分析結果顯示於表 5，從表

5 得知學生在後測成績上，「視覺媒體融入式教學」策略與傳統教學方式有顯著差異 ($p < .001$)；由 Cohen (1988) 實驗效果量 (effect size, f) 得知， f 值 .61，顯示大($f=.4$)以上之實驗效果。

表 5 後測成績共變數分析摘要

來源	平方和	自由度(df)	平均平方和	F 檢定	顯著性(p)	實驗效果(f)
組間	72.352	1	72.312	34.506	< .001***	.61
誤差	192.906	69	2.097			

註：*** $p < .001$

(二) 成對事後比較分析

調整後後測成績平均數、標準差與成對事後比較(pairwise comparisons)結果示如表6。由表6得知，實驗組學生營養與健康調整後後測成績平均數皆優於控制組學生，且事後比較達顯著性。

表 6 後測成績事後比較摘要表

類 別	<u>組 別</u>		事後比較
	實驗組	控制組	
調整後後測成績平均數 M (SD)	88.0(9.7)	78.8(14.1)	**

註：** $p < .005$

承上之研究結果，本研究回應了研究問題（一），有無使用「視覺媒體融入式教學」策略，對選修營養與健康通識課程學生之學習成就有顯著影響。透過視覺媒體融入式教學，確實對實驗組學生之學習成就產生了正面之衝擊，歸結其因，乃融入式教學能聚焦在學生學習易感迷思的概念上，透過媒體教學之呈現，一方面吸引學生目光，一方面強化概念學習，使學生在視覺媒體聲光耳濡目染之後，留下深刻的回憶。誠如學者們的論述，融入式教學是一

種導引學習者進入有趣視覺學習情境的有意義學習方法(Su, 2008a, 2008b; Lin & Atkinson, 2011)，也是提升教學與學習的有效途徑（West & Graham, 2005）。因此，融入式策略將有助於營養與健康科學知識之認知與概念建構。

二、學習態度統計分析

（一）描述性統計分析

描述性統計分析發現，在實驗教學後，針對實驗組學生 43 人實施「學習態度」量表之問卷調查，分析結果呈現於表 6。表 6 是「學習態度」調查之描述性統計分析結果，顯示視覺傳播融入營養與健康教學實驗組學生學習態度量表，在依變數各層面量表 Q₁、Q₂、Q₃、Q₄、Q₅ 和 Q₆，及整體量表學習滿意度之 Cronbach's α 值、平均值(M)與標準差(SD)。各層面量表 Cronbach's α 值皆在 .900 以上，表示本量表內部一致性良好（Katerina & Tzougraki, 2004）。整體量表之平均值 3.93，各項度之平均值也都大於 3.50，顯示實驗組學生在此實驗教學之後，對「視覺媒體融入式教學」策略之學習，呈現正面積極之態度。此結果回應了研究問題（二），探討「視覺媒體融入式教學」策略，對實驗組學生之學習態度呈現正面而積極。實驗組學生對教材設計型態、教材展示與呈現、教師教學、學習環境營造、參與活動增長知識和學習結果的學習態度皆值得肯定。

表6 實驗組學生學習態度量表平均值(M)、標準差(SD)和 Cronbach's

α 值			
依變數(subscale)	M	SD	Cronbach's α
Q ₁	3.92	.55	.921
Q ₂	3.97	.64	.913
Q ₃	3.95	.67	.935
Q ₄	3.94	.63	.929
Q ₅	3.84	.63	.914

Q ₆	3.94	.70	.904
Total	3.93	.64	.947

(二) 單因子多變量統計分析

根據研究問題(三)，探討性別、入學方式、對課程喜歡程度不同之實驗組學生，其學習態度為何？本研究以學習態度量表之Q₁、Q₂、Q₃、Q₄、Q₅和Q₆為依變數，性別、入學方式和對課程喜歡程度為自變數，進行單因子多變量統計分析，其中以Wilks' Lambda 變數選擇法檢定多變量的顯著性。表7 摘錄以Wilks' Lambda變數選擇法檢定多變量達顯著性之F檢定值、*p*值和實驗效果*f*值。

學生性別為自變數，在營養與健康之學習態度六個次量表，皆未達顯著性，其實驗效果*f*值介於0.173和0.311之間，顯示小到中以上之實驗效果量；而入學方式為自變數的學生，在營養與健康之學習態度六個次量表分析中，只有Q₅達顯著性，進一步進行Scheffe's事後比較，則無顯著性，其實驗效果*f*值.607，顯示大以上之實驗效果量($f > .4$)；對營養與健康課程喜歡程度不同之實驗組學生，在營養與健康之學習態度六個次量表中，皆達顯著性。進一步進行Scheffe's事後比較，發現次量表Q₁和Q₃之喜歡優於普通且喜歡優於不喜歡，而實驗效果*f*值為.715和.766，顯示大以上之實驗效果量；次量表Q₂、Q₄、Q₅和Q₆之喜歡優於不喜歡，而實驗效果*f*值介於.461和.602之間，顯示大以上之實驗效果量。足見，營養與健康課程之喜歡程度對學生學習態度具顯著之學習影響。

表 7 學生學習態度變異數分析 *F* 值、顯著性 (*p*) 和實驗效果量 (*f*) 摘錄

自變數	變異數 分 析	態 度 測 量					
		Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	Q ₅	Q ₆
性別(1.男生 2.女生)	<i>F</i> 值	1.195	3.610	1.971	3.874	2.990	1.192
	<i>p</i> 值	.281	.065	.168	.056	.091	.282
	<i>f</i>	.173	.301	.222	.311	.274	.173
入學方式	<i>F</i> 值	1.250	1.535	1.701	1.699	2.725	.698

(1.登記分發,	<i>p</i> 值	.306	.203	.159	.159	.034*	.629
2.推薦甄試,	<i>f</i>	.412	.456	.480	.480	.607	.094
3.申請入學 4.其他)							
對化學喜歡程度	<i>F</i> 值	10.228	7.254	11.730	4.840	3.830	6.575
(1.喜歡,	<i>p</i> 值	.000***	.002**	.000***	.013*	.030*	.003**
2.普通,	<i>f</i>	.715	.602	.766	.461	.438	.574
3.不喜歡)	Scheffe	1>2,	1>3	1>2,	1>3	1>3	1>3
		1>3		1>3			

註： * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

三、訪談分析

因「視覺媒體融入式教學」學習態度問卷屬結構式問卷，無法充分表達學生感受，因此另外設計半結構式訪談問卷，隨機選取高低分組各 2 名學生進行晤談，訪談結果意見陳述歸納如下：

(1) 應用「視覺媒體融入式教學」策略，是否有助於你釐清營養與健康的概念傳遞？為什麼？

大部分學生認為應用「視覺媒體融入式教學」策略，能釐清營養與健康的概念傳遞，增進學習意願。

高分組S1同學說：應用「視覺媒體融入式教學」策略，簡明易學且加深印象。」

高分組S2同學說：應用「視覺媒體融入式教學」策略，融入視覺感官的描述，有助於學習。」

低分組S3同學說：應用「視覺媒體融入式教學」策略，動化效果較口述佳且清晰易懂。

低分組S4同學說：應用「視覺媒體融入式教學」策略，雖有助於老師講解，但因速度快理解能力差，故學習較為吃力。」

(2) 應用「視覺媒體融入式教學」策略之學習，是否有助於你提昇營養與健康的評量能力？為什麼？

訪談結果發現，學生對評量能力有持正反面之陳述，茲描述如下：

高分組S1同學說：應用「視覺媒體融入式教學」策略之學習，可提升思考能力，有助於評量分數之提升。

高分組S2同學說：應用「視覺媒體融入式教學」策略之學習，降低內容複雜度，提升理解能力，評量分數自然提升。

低分組S3同學說：應用「視覺媒體融入式教學」策略之學習，有趣且加深印象，可提升評量能力。

低分組S4同學說：應用「視覺媒體融入式教學」策略之學習，易緊張而導致看錯，反而無法提升評量能力。

(3) 你對使用「視覺媒體融入式教學」策略之學習觀感或評價為何?為什麼?

訪談結果發現，學生的觀感或評價有持正反面之陳述，茲綜合描述如下：

訪談同學中持肯定意見的描述：「視覺媒體融入教學之優勢，有趣新鮮、方便想像節省思考時間、可提高理解度、增加學習興趣、提升評量能力、有助於低學習成就者學習能力之提昇...等。」而訪談同學中持負面意見的描述：「圖較複雜抽象、速度快、時間短、圖片內容應再精進。」

總之，學生肯定應用「視覺媒體融入式教學」策略之學習，因此一模式有助於瞭解和釐清營養與健康的概念傳遞過程、強化概念轉化過程中之判斷思考能力、增加學習興趣與加速邏輯推理等重要評價。學生們也建議本解題的模式中圖像太複雜且展示速度快等意見，顯現使用者對本教學策略之認同與實用性之期待。

伍、結論與建議

一、結論

本實驗研究進行的「視覺媒體融入式教學」策略，所發展出來的研究工具，前後測測驗試卷，涵蓋科學認知層面並融入營養與健康迷思概念等理念進行試題設計。綜合上述研究結果，發現此一測驗試卷能符合文獻(蘇金豆, 2015; Cataloglu, 2002; Ebel & Frisbie, 1991; Hestenes & Halloun, 1995; Pallant, 2001)對試題品質的要求，是一具有高效度與良好信度的評量試題，適合用來做為評量四技學生營養與健康的工具。準實驗研究結果，發現實驗教學後學

生之評量，經共變數統計分析，其學習成效顯著優於控制組學生，且有大以上之實驗效果量，顯示實驗組學生經此策略教學後，能轉化營養與健康既有的迷思概念成正確的科學知識，強化其學習理解，有效提升學習成就。再則，學習態度方面，實驗組與控制組組別的操縱變因，更呈現出「視覺媒體融入式教學」策略的重要性，融入式策略教學後，實驗組學生無論在學習態度或訪談結果，皆呈現積極與肯定之意，對教材設計型態、展示與呈現、教師教學、學習環境營造、參與活動增長知識和學習結果皆肯定此策略式融入教學。

綜合上述論點，本研究結果得到如下三點結論：

- (1) 實驗組學生經「視覺媒體融入式教學」之後，對營養與健康課程之學習成效顯著優於控制組，且有大以上之實驗效果量。
- (2) 接受策略分組的實驗組學生在營養與健康概念學習上，表現出正面積極而有趣的學習態度。
- (3) 實驗組學生經半結構訪談後發現，融入式實驗教材，增進教師與學生之間的互動，吸引學生學習好奇心，並增進其學習認知。

總之，融入式教學策略有助於學生營養與健康學科知識的具備與概念的建構。本研究結果同時驗證了過去研究結果(David, 2003; Fisher, Wandersee, Moody, 2000; Su, 2011; 林建良和黃台珠, 2010)，若教師所持之傳統教學已不能滿足學生學習需要，教師應引入易用學習媒體和工具來改變教學方式以提高學生思考層次，或尋求一種方法來整合學生學習經驗，使學習變得更有意義。據此，研究結果可作為教學者進行通識課程教學之參考。上述建議供有關單位在研究與教學時之參考。

二、建議

從結論中知覺本教學模組較傳統講授方法，有助於學生以圖像鏈結巨觀營養與健康概念之間的抽象關係，使學生能產生正確的認知結構，學習成就有明顯提昇，足見「視覺媒體融入式教學」教學策略具推廣性與價值性。但精進「視覺媒體融入式教學」之教材設計仍有改善空間；再則，訪談中發現有些學生邏輯推理較慢，因此圖示內容以具體簡單為原則，播放速度宜減緩且時間適度增長。本研究之結果，雖可提供相關領域教學之參考，但礙於樣品數之考量，不做過度之推論，建議未來之研究可朝大量與大範圍的施教與施測，讓此教學策略能更有效的推廣。

參考文獻

- 林建良、黃台珠 (2010)。概念構圖與程序 V 圖對大專生程式解題能力之影響。**教學科技與媒體**，**93**，61-76。
- 羅希哲、溫漢儒、曾國鴻 (2007)。概念構圖融入電腦輔助教學法應用於綜合高中學生化學科之學習成效及態度之研究。**科學教育學刊**，**15**，169-194。
- 蔡佳惠、王雪芳、葉敦烟 (2013)。國小高年級學童電腦遊戲使用情形、參與動機及學業成就之研究-以雲林縣為例。**教育傳播與科技研究**，**103**，17-35。
- 謝欣穎、林菁 (2013)。國小三年級學生在資訊素養融入主題探究的科學探究學習態度表現。**教育傳播與科技研究**，**103**，1-15。
- 蘇金豆 (2013)。融入式化學實驗對工科學生學習成效的正當性。**科技與工程教育學刊**，**46(1)**，19-30。
- 蘇金豆(2015)。三階診斷工具的發展和應用--技職學生化學平衡迷思概念評量。**科學教育學刊**，**23(4)**，321-352。
- Ainsworth, S. E. (1999). The functions of multiple representations. *Computers & Education*, 33, 131-152.
- Ainsworth, S. E. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and Instruction*, 16, 183-198.
- Allan, A. G. (2003). Cooperative chemistry: Concept mapping in the organic chemistry lab. *Journal of College Science Teaching*, 32, 311-315.
- Ardac, D., & Akaygun, S. (2004). Effectiveness of multimedia-based instruction that emphasizes molecular representations on students' understanding of chemical change. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 317-337.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Bandura, A. (2002). Social cognitive theory in cultural context. *Applied Psychology: An International Review*, 151, 269-290.

- Burke, K. A., Greenbowe, T. J. & Windschitl, M. A.(1998). Developing and using conceptual computer animations for chemistry instruction. *Journal of Chemical Education*, 75, 1658-1660.
- Cataloglu, E. (2002). *Development and validation of an achievement test in introductory quantum mechanics: The quantum mechanics visualization instrument (QMVI)*. Retrieved March 10, 2010, from <https://etda.libraries.psu.edu/paper/5937/>
- Chan, L. M. Y., Jones, A. C., Scanlon, E., & Jonier, R. (2006). The use of ICT to support the development of practical music skills through acquiring keyboard skills: A classroom based study. *Computers & Education*, 46, 391-406.
- Chiou, C. C., Tien, L. C., & Lee, L. T. (2015). Effects on learning of multimedia animation combined with multidimensional concept maps. *Computers & Education*, 80, 211-223.
- Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2008). *E-learning and the science of instruction* (2nd ed.). San Francisco: Jossey-Bass/Pfeiffer.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Cracolice, M. C., Deming, J. C. & Ehlert, B. (2008). Concept learning versus problem solving: a cognitive difference. *Journal of Chemical Education*, 85, 873-878.
- David, S. B. (2003). High school biology: A group approach to concept mapping. *The American Biology Teacher*, 65(3), 192-197.
- Dick, T. P.(1996). *Much more than a toy. Graphing calculators in secondary school calculus*. In p. Gomez and B. Waits (Eds), *Roles of Calculators in the Classroom* (pp. 31-46). Una Empresa Docente, USA.
- Driver, R. & Oldham, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education*, 13, 105-122.
- Ebel, R. L., & Frisbie, D. A. (1991). *Essentials of educational measurement* (5th ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Fisher, K. M., & Moody, D. E. (2000). Student misconceptions in biology. In K. M. Fisher, J. H.

- Wandersee, & D. E. Moody (Eds.), *Mapping biology knowledge* (pp. 5-23). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic.
- Gay, L. R. (1992). *Educational research: Competencies for analysis and application* (4th ed.). New York: Macmillan.
- Hestenes, D., & Halloun, I. (1995). Interpreting the force concept inventory. *Physics Teacher*, 33(8), 502-506.
- Hillel, J. (1993). *Computer algebra systems as cognitive technologies: Implications for the practice of mathematics education*. In C. Keitel and K. Ruthven (Eds), *Learning from Computers: Mathematics Education and Technology* (pp18-47). Berlin: Springer-Verlag.
- Katerina, S., & Tzougraki, C. (2004). Attitudes toward chemistry among 11th grade students in high schools in Greece. *Science Education*, 88, 535-547.
- Lawson, A. E. & Renner, J. W. (1975). *J. Res. Sci. Teach.*, 12, 347-358.
- Lenaerts, J., & Van Zele, E. (1998). Testing science and engineering students: The force concept inventory. *Physicalia Magazine*, 20(1), 49-68.
- Lin, L., & Atkinson, R. K. (2011). Using animations and visual cueing to support learning of scientific concepts and processes. *Computers & Education*, 56, 650-658.
- Mayer, R. E. (2001). *Multimedia learning*. New York: Cambridge University Press.
- McDermott, L. C., & Redish, E. F. (1999). Resource letter per-1: Physics education research. *American Journal of Physics*, 67(9), 755-767.
- Mayer, R.E. (1997). Multimedia learning: Are we asking the right questions? *Educational Psychologist*, 32, 1-19.
- Mayer, K. (2011). Addressing students' misconceptions about gases, mass, and composition. *Journal of Chemical Education*, 88, 111-115.
- Mayer, R.E., & Moreno, R. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, 38, 43-52.
- Mayer, R.E., Hegarty, M., Mayer, S. & Campbell, J. (2005). When static media promote active learning: Annotated illustrations versus narrated animations in multimedia illustration.

Journal of Experimental Psychology/Applied, 11, 256-265.

Nicoll, G., Francisco, J., & Nakhleh, M. (2001). An investigation of the value of using concept maps in general chemistry. *Journal of Chemical Education*, 78(8), 1111-1117.

Novak, J.D. & Gowin, D. B. (1998). *Learning how to learn*. New York: Cambridge University Press.

Nyachwaya, J. M., Mohameda, A. R., Roehriga, G. H., Wood, N. B., Kernc, A. L., & Schneider, J. L. (2011). The development of an open-ended drawing tool: An alternative diagnostic tool for assessing students' understanding of the particulate nature of matter. *Chemistry Education Research and Practice*, 12(2), 121-132.

Own, Z. (2006). The application of an adaptive web-based learning environment on oxidation-reduction reactions. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 4, 73-96.

Paivio, A. (1971). *Imagery and verbal processes*. New York: Holt, Rinehart & Winston.

Paivio, A. (1991). Dual coding theory: Retrospect and current status. *Canadian Journal of Psychology*, 45, 255-287.

Pallant, J. (2001). *SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using SPSS for Windows* (Versions 10 and 11). Buckingham, PA: Open University Press.

Piaget, J. (1970). *Genetic epistemology*. Columbia University Press: New York.

Santagata, R., & Angelici, G. (2010). Studying the impact of the lesson analysis framework on preservice teachers' abilities to reflect on videos of classroom teaching. *Journal of Teacher Education*, 61, 339-349.

Schultz, E. (2008). Dynamic reaction figures: An integrative vehicle for understanding chemical reactions. *Journal of Chemical Education*, 85, 386-392.

Su, K. D. (2008a). An integrated science course designed with information communication technologies to enhance university students' learning performance. *Computers & Education*, 51, 1365-1374.

Su, K. D. (2008b). The effects of a chemistry course with integrated information

- communication technologies on university students' learning and attitudes. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6, 225-249.
- Su, K. D. (2011). An Intensive ICT-integrated Environmental Learning Strategy for Enhancing Student Performance. *International Journal of Environmental and Science Education*, 6(1), 39-58.
- Su, K. D. & Yeh, S. C. (2014). Effective assessments of integrated animations -- Exploring dynamic physic instructions for college students' learning and attitudes. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 13(1), 88-99.
- Sweller, J., Van Merrienboer, J. J. G., & Paas, F. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10, 251-295.
- Tall, D. (1996). *Functions and Calculus* (Vol. 1). Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic.
- Treagust, D. F., & Chiu, M. H. (2011). Diagnostic assessment in chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 12(2), 119-120.
- Van Merrienboer, J. J. G., Kirschner, P. A., & Kester, L. (2003). Taking the load off a learner's mind: Instructional design for complex learning. *Educational Psychologist*, 38, 5-13.
- West, R. E., & Graham, C. R. (2005). Five powerful ways technology can enhance teaching and learning in higher education. *Educational Technology*, 45(3), 20-27.
- Yore, L. D., & Treagust, D. F. (2006). Current realities and future possibilities: Language and science literacy -- Empowering research and informing instruction. *International Journal of Science Education*, 28, 291-314.

附錄1

1. (B) 正常人飯前禁食血糖濃度大於多少時，代表可能已經罹患糖尿病?(A)80mg/dl(B)126 mg/dl(C)140 mg/dl(D)200mg/dl
2. (A) 以下何種醣類，因為動物腸壁的吸收率很低，因此缺乏營養價值，但是也有利用此特性，做為抑制肥胖與降低血糖方面之用途?(A)L 型阿拉伯糖 (B)半乳糖 (C)糊精 (D)果糖
3. (D) 下列何者為非水溶性膳食纖維的功能?(A)預防及治療便秘 (B)控制血糖及減少血脂 (C)降血壓 (D)以上皆是
4. (B) 苯酮尿症患者不可食用下列何種人工甜味劑?(A)糖精 (B)阿斯巴甜 (C)蔗糖素 (D)醋磺內酯鉀
5. (A) 體內熱量代謝過程所需要的輔酶: (A)維生素 B₁,B₂,菸鹼酸 (B)維生素 A,C (C)維生素 E,K (D)生物素
6. (D) 下列何者不會經由腸內菌合成? (A)維生素 B₂ (B)維生素 B₁₂ (C)維生素 K (D)維生素 C
7. (B) 維生素 K₂ 的來源: (A)動物肝臟 (B)動物腸內寄生菌產生 (C)乳汁 (D)人工合成
8. (C) 孩童只供應富含醣類的食物，造成蛋白質攝取不足，稱為(A)消瘦症 (B)庫辛氏症 (C)瓜西奧卡症 (D)楓糖尿症
9. (B) 氮在肝臟中，大部分經尿素循環轉化成尿素，再藉由腎臟自尿液中排出，而一部分氮，可經由轉胺作用，被用以合成新的何種物質？有些則經由生化代謝形成肌酸、嘌呤及嘧啶(A)尿糖 (B)胺基酸 (C)尿蛋白 (D)以上皆非
10. (B) 何者為保留氮量與攝取氮量的百分比值？當淨蛋白質利用率愈高時，表示蛋白質品質愈佳 (A)生物價 (B)蛋白質淨利用率 (C)氮平衡 (D)化學積分
11. (D) 何者為尿素生成的重要物質？ (A)白胺酸 (B)甘胺酸 (C)色胺酸 (D)瓜胺酸
12. (B) 下列何種油脂不易使血膽固醇上升？ (A)豬油 (B)橄欖油 (C)硬化椰子油 (D)烤酥油
13. (B) 下列何者為不飽和脂肪酸？ (A)花生酸 (B)油酸 (C)己酸 (D)棕櫚酸
14. (B) 何者會降低生物素的吸收？ (A)牛奶 (B)生蛋白 (C)花椰菜 (D)堅果類
15. (B) 成人每日維生素C的建議攝取量為： (A)30mg (B)100mg (C)200mg (D)500mg
16. (C) 葉綠素中含有下列哪一種礦物質？ (A)鈣 (B)鈉 (C)鎂 (D)銅
17. (A) 當血液中何種礦物質濃度過高時，心臟收縮延長，心搏較慢？ (A)血鈣 (B)血鈉(C)血鉀(D)血磷
18. (A) 鐵主要由何處器官吸收？ (A)十二指腸 (B)空腸 (C)迴腸 (D)盲腸
19. (A) 何種礦物質可以強化肌肉組織，缺乏時會導致結締組織增加，與骨骼代謝及甲狀腺異常？ (A)矽 (B)鎘 (C)鉛 (D)鋅
20. (A) 脂肪酸的氧化產生熱量過程，需要葡萄糖中間代謝物質參與，因此如果醣類食用不足，脂肪酸氧化將會因此而氧化不完全，而造成:(A)酮酸中毒 (B)脂肪酸中毒 (C)癲癇 (D)尿酸中毒