

2010 TOPCO 崇越論文大賞

論文題目：

研發人員科學素養量表之建構-
以台灣電子資訊業為例

報名編號： E0049

摘要

面對今日這瞬息萬變的時代，企業必須投入大量的人力和資源在研究發展上，為了幫助企業找到具有優秀創新思維的研發人員，強化企業的競爭實力，故本研究試圖建立一份關於研發人員科學素養的量表，透過文獻的探討與業界人士的建議，進一步發展這份量表，期許能為企業找出具有創新思維的研發人員，或在企業甄選與教育訓練時，能提供有用的幫助。經過各種統計分析後，證明了本量表確實可為企業所用，是一份有效的衡量工具。

關鍵字：研發人員、科學素養、創新、量表發展

壹、緒論

一、研究背景

面對21世紀知識經濟的快速發展與全球化高度競爭，各國莫不積極增加科技資源投入，加速研發創新。如何將科技研發人力投注於前瞻重點領域，掌握競爭優勢，突破科技發展內外環境的侷限，將是未來重要的課題(行政院國家科學委員會，2008)。隨著科技的日新月異，企業在面臨不確定性高、變遷快速、且產品生命週期逐漸縮短的外在環境下，沒有任何企業能持續的靠現有產品或服務生存(Amabile，1997)，故企業必須不斷的因應環境需求的改變，致力於研發新產品或服務，才能在這嚴峻的競爭環境當中脫穎而出。

高科技產業是一個資本、技術以及知識密集的產業，相當強調創新的速度，唯有不斷的更新、提昇技術，才能維持競爭活力。不斷創新的技術與成果有賴於研發人員的投入，研發人員之競爭與研發能力，是企業未來成長的主要關鍵(Abbey and Dicson，1983)。企業在這競爭激烈的環境之下，創新是必備條件，而不斷創新使企業前進的最大功臣，就是擁有優秀創新能力的研發人員。

二、研究動機與目的

因為市場迅速變化與科技的進步，與顧客多樣性需求的趨勢，常使得高科技產業當中的企業，必須擁有更快速的因應能力，才能在競爭激烈的環境中生存，誰能創新、誰能掌握目標市場，誰就能夠維持企業的競爭能力與優勢(Clark and Guy，1998)。高科技產業每年都投入數百億的經費在研發部門，只有優秀的研發人員，才能有效運用這筆鉅額的費用，創造出更高價值的產品或服務。既然創新如此重要，那研發人員需具備什麼樣的條件，才能擁有優秀的創新能力？是企業必須重視的，故本研究欲針對科學素養的層面，探討研發人員之創新能力。

面對高度不確定的未來，企業必須投入大量的人力和資源在研究發展上，為了幫助企業找到具有優秀創新思維的研發人員，強化企業的競爭實力，是本研究的研究動機。企業要如何找到對的人，是經營者和人力資源主管一直在努力的工作，因此本研究的目的，是試圖建立一份關於研發人員科學素養的量表，透過文獻探討與業界人士建議，進一步發展本研究之量表，期許能找出具有創新能力的研發人員，或在企業甄選人才與教育訓練的時候，能提供一項有效的衡量工具。

貳、文獻探討

研發類型的工作，需投入大量的人力與資源，而這些研發人員所擁有的知識、能力與態度，還有其創新的能力，正是產業與社會進步的基礎，與企業成敗的關鍵。因此本研究將針對研發人員的科學素養、創造力與創新能力以及知識創新與分享方面做一探討。除此之外，「人」是企業內最重要的資源之一，透過對於研發人員的了解，可以提供人力資源部門最有效的人才規劃與安排。

一、科學素養

科學素養一詞 1950 年代後期被創造出來，第一次出現在 Paul Hurd 的 Science Literacy: Its Meaning for American Schools 一文當中(Laugksch, 2000)。Hurd 解釋科學素養的重要性，一個人如具有科學素養，就可瞭解科學的研究過程，這過程是人類想像力與自然科學的結晶，為了能瞭解人類所面臨的問題 (Hurd, 1958)。

在 1963 年，美國科學教師協會(National Science Teachers Association, NSTA)為進一步瞭解科學素養，因此廣泛調查科學家與科學教育者對科學素養之概念，結果發現只有少數人重視科學與社會之間的關係，大部分的學者與專家皆認為具有「科學素養」，就等同於「廣泛的瞭解各個科學學門中的知識」。在 1982 年的時候，美國科學教師協會提出：「1980 年代科學教育的目標為發展具有科學素養的公民」(NSTA, 1982)，由 NSTA 所提出的 Science-Technology-Society(STS)，其目的是使學習者能夠具備科學素養，瞭解科學、技學與社會之間的關係，並知道此三者之間相互影響，進而將此知識應用於日常生活中(NSTA, 1982)。

科學素養的概念具有時代演進的意義，且與社會的價值和生活文化型態息息相關。因為科學素養與我們的生活密不可分，故在學習科學的過程當中，可以幫助學習者在面對問題時，能更快去思考和解決。因此科學素養是一種貼近生活各種問題的解決能力與態度。簡單來說，探求科學時的科學精神，以及探求科學時所運用的觀察、分析、歸納、推理等心智活動能力，和獲得的科學知識，統稱為科學素養(陳文典, 2003)。以下對科學素養的定義做一整理，以瞭解何謂科學素養。

(一) Miller (1983)認為組成科學素養面向的定義包括：1. 「科學的本質之面向，即對科學過程及方法的了解。2. 「科學的知識」之面向，即民眾所需了解的重要科學名詞與概念。3. 「覺知科學與技學對社會的影響」之面向。他並強調定義科學素養時，應當重視當代的社會與文化情境因素。

(二) Shamos (1995)指出科學素養包含三種層次：1. 文化性科學素養：個人對於從事社會溝通時所常用到的科學相關用語有基本的認識。2. 功能性科學素養：個人對於上述所說的科學相關用詞不僅能夠進行閱讀，而且能與其他人進行口頭上的對話及運用文字的表達。3. 真實性科學素養：個人對於科學社群如何組成、如何運作、從事哪些工作、其工作的本質有基本的認識。與前兩項相比，這個項目更不容易達成，但是它對科學的發展卻有重要的影響。

(三) Bybee (1997)對科學素養的分類如下：1. 名義性科學素養：學習者遇到一個與科學有關的名詞或主題時，知道它是屬於科學範疇的一部份，以及可接受的科學性定義。2. 功能性科學素養：這個層次就是學習者對於科學與技學的相關議題詞彙能夠精確及適當的運用，但了解並不深入。3. 概念與過程科學素養：是指學習者發展出的科學整體性及針對各個特定科學領域的概念認知結構，以及認識科學探究的過程與技學的設計等。4. 多面向科學素養：具有此層次科學素養的人除了對前述科學概念、過程技能等的認識外，他們並延伸觀察觸角至科學及技學的哲學性、歷史性、以及社會性等面向。

綜合以上科學素養之歷史演進與定義發展，可將科學素養定義為「與生活相關的廣博科學知識、能力與態度」。科學素養為一般民眾生存於當代科技社會中不可或缺之基本知識與能力，以現今社會中活動與科學技術相涉的程度，人們在其生活中自然不可避免的需要具備科學素養以供運用(靳知勤，2007)。其實科學素養所涵蓋的範圍並不是只有知識、過程和技能而已。長期從事科學性的探討活動，對於經由這種以探究方式建立的知識之本質將有所認識，養成提證據和講道理的處事習慣。在面對問題、處理問題時，持以好奇與積極的探討、瞭解及合理解決的態度，其知識、見解、能力與態度即為科學素養(教育部，2001)。

根據以上所述，在學習科學的過程當中，運用的思考及分析方式很切實，且具有清楚的邏輯性，不是雜亂無章的，正因為如此，也慢慢的養成了處理事情的態度，以及解決問題和思考判斷的能力，而且這些能力和態度的養成，在面對問題或困境的時候，會有相當的助益。在本研究當中對於科學素養的定義，包含了專業和跨領域的知識，以及解決問題之科學相關的技術、能力與態度。由此可見，研發人員如果擁有好的科學素養，對於其創造力還有創新的能力會有正向的影響。

二、創造力與創新能力

根據Amabile (1983)的定義，所謂的創造力是指「在任何一種人類活動領域當中所產生的新奇產品或者是對開放性問題所產生的各種適合解決方案」，他認為創造力應該被視為一種「個人特質、認知的能力，還有與社會環境的特定組合所造成的行為」，將它稱之為個體創造力(individual creativity)。

在這個動態的全球經濟環境當中，創造力及創新是組織成功的必要條件。所謂的創造力指的是產生新想法的能力，而創新指的是落實創造力產生的新想法(Mumford and Simonton, 1997)。所謂的創造力是創新的第一步，而創新是成功應用創造力所產生的結果。Frankle (1990)認為創新是修正或發明一項新的概念，以符合現在或未來潛在的需求，同時也能改進與發展使原有的功能更臻商業化的目的。所以創新是影響經濟成長的重要關鍵之一，而且創新的產品或服務，必須符合顧客的喜好與需求，才能算是成功的。

人才是創新的泉源，而創新是需要資金的，所以創新和研發都需要大量的投資，也要花費很多的時間和資源。企業和研發人員不斷的去積累知識和不斷的創新，進而將產品或服務商業化，正是經濟成長的主要關鍵(Yusuf, 2009)。學者 Jeroen and Deanne (2007)認為創新的重要元素包含了想法的產生以及應用與實施。創新不僅來自於想出新點子，也來自整合、再整合點子，然後召集能夠把概念化為事實的人(Lafley and Charan, 2009)。所以說創新的真諦是有了新的點子之後，應努力將它化為可行的方案，還要確切的執行並與實務結合，進而對企業有所幫助與提升產業競爭力。所謂的創新是包含各種觀念、想法、知識整合並將其實現的行為，對研發人員來說，就等同於其研發的能力，這項能力與科學素養的各個方面都有相關，而且科學素養與創新的能力，是可以藉由後天的培養與訓練進一步強化。

三、知識分享與創新

勞力密集的傳統產業已隨二十世紀的腳步遠離我們而去，取而代之的是智慧經濟時代及高科技產業發展。尖端科技是基礎科學整合，知識再運用的表現，唯有基礎科學知識廣博兼具創新，思考能力才能突破傳統思維創造新格局(教育部，2004)。簡單來說知識可分為內隱知識與外顯知識兩種，而擁有這些知識的研發人員，就是企業的競爭優勢所在。科技研發是產業賴以維生的根本，研發的工作需要大量的人力來支援，而這些科技人才所擁有的知識與其知識的創新，正是產業進步的基礎(蔡富元，2009)。在目前激烈的競爭環境之下，唯一確定的就是「不確定」，成功的企業是屬於那些一貫創造新知識，廣泛的散佈遍及於組織，和快速具體化在新科技及產品上(Nonaka, 1994)。由以上所述可以發現，企業持續成長的

關鍵，就在於研發人員所擁有的知識與其知識的創新，還有將這些知識分享給組織內其他成員，並能夠實際的運用。

知識能夠在團隊、個人、組織等不同的層級之間，透過有計畫、系統性以及有意義的學習，使得知識之累積產生正面的螺旋狀成長(Nonaka and Takeuchi, 1995)。經由內化而蓄積在個人層次的內隱知識，就能夠再次經由社會化與他人分享。這樣一來能使整個組織之間的知識交流活絡起來，如此才有機會創造出對整個企業有幫助的核心知識，也能夠提升研發人員的創新能力。

在知識經濟的時代當中，經營知識已成為組織當前最重要的課題，組織競爭力的優劣端視创新能力的高低(蕭佳純，2008)。創新主要來自於研發人員本身所擁有的知識，要如何加以發展與整合，進而產生更有價值的知識，並進一步的創新與實際運用，是提升競爭力的重要關鍵。在「梅迪奇效應」一書當中，作者Johansson把不同領域交會的地方叫做「異場域碰撞點」，而異場域碰撞所爆發出來的驚人創新，則稱之為梅迪奇效應(Medici Effect)。在異場域碰撞下，不但有更多機會找到特別的觀念結合，也會找到更多觀念組合。這種組合是方向與跨域性創新的一環，異場域碰撞代表罕見組合的發生機率會急遽增加(Johansson, 2005/2009)。而這些組合是不同領域和文化的構想交流激盪，接著把找到的新構想變成突破性的創新。

知識被視為企業得以永續經營的關鍵，能妥善管理這些寶貴的知識，才能不斷的推陳出新和維持競爭力。如何加強研發與知識创新的能力，將是企業未來所要面臨的挑戰，而最關鍵的部分就在於研發人員所擁有的知識和能力，如何把獲得的各種知識吸收與整合，再進一步的有效運用，將是影響企業成敗的重要因素。

四、教育訓練

「人」是企業內最重要的資源之一，尤其像研發人員這種專業的人力。任何企業要趕上時代而不被淘汰，其唯一的辦法就是強化教育訓練。吳瓊治(2002)認為教育訓練乃是為培養員工的知識、技能、態度與解決問題的能力，激發員工最大的潛能。教育訓練不僅是針對工作上的專業知識與技術而已，對於員工的各種能力與生活上的態度，也會有相當程度的影響。從陳玉貞(2004)的研究結果當中可以發現，透過工作中訓練或是技術交流研討是業界之中研發部門普遍採用的方式，其主要是激發研發人員的創造力與自我能力的開發。一家企業想擁有領先同業的優勢，除了良好的管理制度之外，不斷進行相關的教育訓練也是很重要的一環，根據整個大環境的變動趨勢，去結合公司的經營目標，進而從事教育訓練的活動，藉此保持公司的生命力與競爭力，而研發人員所擁有的知識、核心技能還有態度，是企業當中最重要資產之一，當然也與公司的競爭優勢強弱息息相關。

參、研究方法

一、抽樣方法

本研究根據104人力銀行所分類之產業類別，以台灣電子資訊業之研發人員為研究母體。確定研究對象後，以電話或電子郵件的方式，詢問本研究範圍內之企業，其願意協助發放量表的意願，最後共有7家企業之研發人員參與本研究。根據1111人力銀行所公佈之營收1000大的資料，發現這7家企業皆名列製造業1000大當中，且營收排名皆在前200名內，表示這7家企業在該產業當中是較具有代表性的。

表 1 樣本產業資料

公司代稱	104人力銀行之產業類別		1111人力銀行之 營收1000大
AS公司、S公司、G公司、W公司、P公司、A公司、H公司	電腦及消費性電子製造業	電子資訊業	7家企業皆名列製造業1000大，且排名在前200名內。
	電信及通訊相關業		

資料來源：104人力銀行、1111人力銀行

二、量表編製流程

（一）確認研究範圍與對象

本研究以台灣電子資訊業為研究範圍，研發人員為研究對象。回顧相關文獻資料，以及訪談業界人士，了解國內電子資訊業研發人員之工作環境與工作內容。

（二）進行量表編製

回顧相關文獻資料以及訪談內容整理，進而建立本量表之架構與各個衡量構面，接著發展量表初稿，並交由資深研發人員與業界人士進行內容效度分析。完成量表初稿後，根據前測分析之結果刪修不適當題目，製成正式施測用的量表。

（三）量表正式施測與回收

依據抽樣所選取之研發人員發出量表，透過紙本和電子郵件的方式發放，紙本量表採各別郵寄方式回收，或由樣本公司集體回收。

（四）量表施測結果分析

回收量表後，進行敘述性統計的資料整理。透過因素分析的結果，檢驗本研究量表之建構效度。在信度分析方面，利用分項對總項的相關係數與Cronbach's α

值來衡量本量表之可靠程度。接著透過驗證性因素分析，檢驗本量表之效度與配適度。最後利用Scott and Bruce (1994)所發展之創新行為量表衡量效標關聯效度，以及利用業界員工績效，證明本量表之可用性。

(五) 量表建構完成

依據正式施測的結果分析與量表信效度的驗證，刪除不當題目與重新整理構面中的子構面，最後完成整個量表編製過程，本研究發展之量表也因此產生。

肆、量表編製

一、量表發展過程

(一) 量表架構建立

研發人員是高科技與電子產業最重要的核心資源，未來所需要的人才必須具有前瞻性與創新的思維，還有充足的知識。故本研究透過文獻資料的整理，進一步了解研發人員所需具備之科學素養與條件為何。

1. 科學素養的內涵

科學素養的重要核心價值，是科學知識成長的動力。因此，美國科學教師協會(1971)擴充科學素養並界定成為八個議題。而教育部(2003)為了激發學生主動探究與研究的精神，培養獨立思考與解決問題的能力，提出了九年一貫自然與生活科技領域課程的科學素養內涵。本研究將二者所提出之科學素養，作一整理與比對。另外，陳文典(2003)提出，科學素養包括知識與技術的認知、科學過程技能、思考智能、科學態度等多元的智識，經由科學性的探討活動，可增長個人的能力。在解析科學素養之後，發現很難去估量某項能力在科學素養中應佔有多少份量，故在評量科學素養的時候，陳文典依據教育部自然與生活科技領域課程的八大科學素養，將科學素養分為五個評量項目。本研究依據以上文獻資料，將科學素養的內涵分為三大類，分別為「知識與分享」、「科學的技術與能力」與「科學態度」。

2. 訪談整理

本研究整理出三個科學素養的內涵後，透過相關文獻的整理與參考，並進行專家訪談，參考業界人士之意見，進一步了解研發人員之創新能力所需要具備的條件為何，初步編製各內涵中所需的衡量項目。本研究共訪談9位專家，整理訪談內容之關鍵字，統計出表2的資料。

表 2 研發人員該具備的條件

研發人員該具備的	提到的人數	研發人員該具備的	提到的人數
專業知識	9	整合能力	5
廣泛知識	7	邏輯與判斷	4
知識分享	8	實踐能力	5
思考能力	7	溝通能力	6
分析與解決問題	6	熱忱與積極	7
觀察與洞察力	6	求知態度	6
變通力	5	願意接受挑戰和冒險	5
適應力	5	好奇心	5

資料來源：本研究整理

受訪者認為專業知識相當重要，因此針對這些知識，會繼續進修做進一步加強。有專家認為平時就會攝取更多方面或跨領域的知識。部分受訪者本身就是部門主管，提到其研發團隊都是樂於分享的，而知識分享也跟部門文化與團隊學習有關。在研發人員所需的技術與能力部分，大多數專家均注重其思考的能力，在思考上必須是比較多層面的。觀察與分析解決問題的能力也相當重要，要有辦法看出問題在哪，進一步的去解決它。另外，受訪者相當強調溝通協調的能力，而且溝通能力好的話，在思考和解決問題方面也會有相當的幫助。在態度方面，提到好奇心以及學習的心，專家認為有好奇心，才會對東西或事物有興趣，進而對它去做一個研究學習，這也包含了研發人員的求知態度。再來提到積極度還有熱忱，專家覺得要有一定的熱忱和積極度，工作才會推行的比較順利，對於整個工作過程來說也是快樂的。最後，願意去挑戰和冒險也是研發人員的必備條件。

3. 界定量表構面與子構面

本研究參考過去相關文獻與整理訪談所得資料，發展量表之各個衡量構面與子構面，以及子構面定義。在知識與分享的部分共有三個子構面；科學的技術與能力部分共有九個子構面；科學態度的部分共有四個子構面。

4. 研究架構

根據文獻之探討與整理，本研究對科學素養的定義，包含了專業和跨領域知識，以及科學相關的技術、能力與態度。如果一個研發人員擁有好的科學素養，對於其創造力還有創新能力會有正向的影響，而本研究所謂的科學素養，就等同於研發人員的創新或研發能力。故整理出本研究之研究架構，如圖1所示。

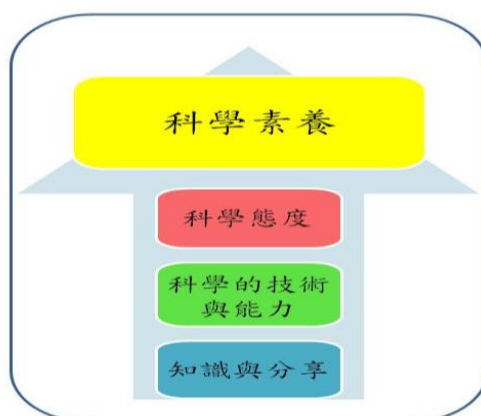


圖 1 研究架構圖

(二) 編製量表題目

本研究根據文獻資料與國內外學者所提出之量表內容，以及訪談結果整理，在量表編製方面，整理出三大構面，包含十六個子構面，接著發展各子構面之衡量題項。量表初稿完成後，透過專家給予的意見，修正題項語意及刪除不當題目，最後完成本研究之前測量表共54題。因篇幅關係，以下只節錄量表中知識與分享構面的題目，如表3所示。

表 3 本研究之量表題項

構面	子構面	量表題項
知識與分享	專業知識	1.我覺得我對研發方向內容的了解，足夠達成我工作上的任務。 2.我對於目前從事的工作，具有豐富的專業知識。 3.我和同儕之間的話題會圍繞在專業領域裡的最新發展與趨勢。 4.大家認為我是專業領域裡的高手。
	廣泛知識	5.我喜歡吸收各種不同的知識，並多方嘗試。 6.我喜歡參與各種不同的活動，來拓展視野。 7.我喜歡自己動手拆東西或修東西。 8.我喜歡收看「國家地理」與「探索」頻道的節目。
	知識分享	9.我會向他人推薦新的方式來解決問題。 10.我喜歡與人互動、分享和傳遞自己的想法與經驗。 11.每當教導或分享經驗時，我會覺得很開心。
量表題項參考文獻		Scott & Bruce (1994)，謝榮桂(1999)，Janssen (2000)，葉玉珠、吳靜吉、鄭英耀(2000)，王文彥(2001)，Kleysen & Street (2001)，葉玉珠(2005)

資料來源：本研究整理

(三) 量表計分方式

本研究在量表計分方面，採用李克特(Likert)六等尺度進行衡量。正向題之計

分方式為勾選第1個選項為1分、勾選第2個選項為2分、以此類推；反向題則反向計分。最後，受訪者之基本資料採用類別資料的方式呈現。

二、量表前測分析

（一）量表前測之敘述性統計

在量表正式施測之前，為避免量表內容有語意方面的問題，以及確認本量表之信度與填答結果是否具有效性，故採用前測的方式對量表內容進行檢測。針對本研究之樣本對象，前測量表透過紙本與電子郵件的方式發放，共計回收有效樣本48份，本研究採用統計軟體SPSS 17.0進行分析。其中男性40位；女性8位。年齡集中在23~39歲。學歷方面大多數集中在大學與碩士。工作年資以5~10年的人數最多。職級方面多為非主管的階級。婚姻狀況，已婚與未婚比例約為一比一。

（二）量表前測之信度分析

「信度」是指測驗或量表工具所測得結果的穩定性及一致性，量表的信度越大，則其測量標準誤越小(吳明隆，2007)。本研究主要的測量方式是以 Cronbach's α 值作為信度的評鑑標準，一般來說 Cronbach's α 值最好在 0.7 以上。本研究採用統計軟體 SPSS 17.0 進行信度分析，其中分項對總項之相關係數值太低，且刪除該題後 Cronbach's α 值大於總變項之 Cronbach's α 值時，將以此準則為刪除該題項之依據(陳景堂，2006)。本研究刪題標準為分項對總項相關係數值小於 0.3，且刪除該題後會使整體 Cronbach's α 值提升，當以上二者皆成立時，則將該題予以刪除。

在知識與分享的部分共有 11 題，經分析過後發現，不需刪題，故 11 題全部予以保留。在科學的技術與能力部分共有 29 題，經分析過後發現第 13、14 與 16 題，其分項對總項之相關係數皆小於 0.3，且刪除該題後皆使 Cronbach's α 值提升，故根據本研究之刪題標準予以刪除。刪除第 13、14 與 16 題之後，再做第二次信度分析，發現所有題項之分項對總項相關係數皆大於 0.3，科學的技術與能力之 Cronbach's α 值由 0.946 提升至 0.953。在第二次信度分析當中，由結果發現不需刪題，故 26 題全部予以保留。在科學態度的部分共有 14 題，經分析過後發現，不需刪題，故 14 題全部予以保留。

（三）量表前測之效度分析

測驗或量表所能正確測量的特質程度，一般就是效度(吳明隆，2007)。效度可分為內容效度、效標關聯效度和建構效度三種。對於本研究衡量知識與分享、科學的技術與能力及科學態度，量表前測之效度分析採用內容效度。本量表設計是參考並根據文獻探討、國內外學者所提出之量表、專家訪談時所提供之建議來發

展題項，並經過前測預試分析，加以修正量表內容，符合內容效度原則之要求。

(四) 確定正式量表

原先為54題的預試量表，經過信度與效度分析之後，共刪除3題不適當之題目，最後正式量表共有三個構面分別為「知識與分享」、「科學的技術與能力」與「科學態度」，共51題。

表 4 量表前測結果

構面名稱	Cronbach's α 值	刪除之題項	正式量表 題項數目
知識與分享	0.886	無	11
科學的技術與能力	0.953	13.遵從指示，按照規定執行是我的風格。 14.當我對事情做出結論時，我相信這結論就不必再變動。 16.陌生的環境會影響我執行專案的能力。	26
科學態度	0.917	無	14
			共計51題

資料來源：本研究整理

伍、施測結果分析

在前測分析當中，通過各項檢驗的題目共計51題，經過了適當的排列，即成為本研究之正式量表。本研究針對7家樣本公司，透過紙本與電子郵件的方式發放量表，共計回收399份，刪除88份無效量表，有效量表為311份。本研究使用統計軟體SPSS 17.0來檢驗量表，並對各種統計分析結果加以解釋及探討。

一、敘述性統計

量表正式施測之有效樣本為 311 份，其中男性 246 位，約佔 79.1%；女性 65 位，約佔 20.9%，男性人數遠高於女性。年齡分佈以 23~29 歲的人數最多，約佔 39.2%。學歷方面以碩士居多，約佔 58.5%。工作年資以 1~3 年的人數最多。職級方面多為非主管的階級。婚姻狀況方面，未婚人數高於已婚人數。

二、因素分析

因素分析是一種利用數學方式進行精簡的作法，可將眾多的變數濃縮為較為精簡的幾個變數。其目的是驗證量表之「建構效度」(construct validity)。在實施因素分析之前，必須先確認本研究是否適合進行因素分析。依據Kaiser(1974)的觀點，

可從取樣適切性數值(KMO)的大小來判別。當KMO值大於0.8時，其因素分析適切性為良好的，表示適合進行因素分析；KMO值大於0.9時，其因素分析適切性為極佳的，表示極適合進行因素分析(Kaiser, 1974)。Bartlett球形檢定主要是檢驗相關矩陣是否有共同因素存在，當Bartlett檢定達顯著水準，即代表適合進行因素分析。

Hair, Anderson, Tatham and Black (1998)認為因素負荷量的大小要考量因素分析時樣本的大小。量表正式施測之有效樣本為311份，故根據學者Hair等人之樣本大小與因素負荷量的選取標準，本研究之因素負荷量選取標準值需大於0.35，並依此決定每一因素所擇定之題目，以便因素的命名。本研究採用主軸因子法(principle axis factors)萃取重要的因素，並以最大變異法(varimax)找出衡量各個因素的主要問項，選取特徵值(eigenvalue)大於1的共同因素，再對各個因素分別命名。

(一) 知識與分享部分

由結果可知，知識與分享的KMO值為0.836，符合Kaiser因素分析適合性良好的要求。Bartlett檢定的結果也達到顯著水準，表示適合進行因素分析。在知識與分享的部分，共計11題題項，經由因素分析過後，萃取出三個特徵值大於1的因素，累積解釋變異量達到55.545%，且各題項之因素負荷量皆大於0.35。本研究原先知識與分享的構面區分為三個子構面，經由因素分析萃取出三個因素，其中子構面之題目變動不大，故保留原有名稱，分別命名為「知識分享」、「專業知識」與「廣泛知識」。在本研究當中，知識分享定義為將個人學習到的知識傳遞給組織其他成員的行為；專業知識定義為與本身工作內容或職業相關的知識；廣泛知識定義為樂於拓展各種領域知識並具有基本的了解。

(二) 科學的技術與能力部分

由結果可知，科學的技術與能力的KMO值為0.939，符合Kaiser因素分析適合性極佳的要求。Bartlett檢定的結果也達到顯著水準，表示適合進行因素分析。在科學的技術與能力部分，共計26題題項，經由因素分析過後，萃取出四個特徵值大於1的因素，但研究結果發現第一題「我在思考事情的時候，會將不相干的事物聯想在一起。」之因素負荷量低於0.35，故將該題項予以刪除。在刪除題項後，因素結構會改變，所以需再進行第二次因素分析，其結果發現KMO值提高至0.942，累積解釋變異量提高至56.910%。而第二次因素分析所萃取的子構面題項皆與第一次因素分析之結果相同。本研究原先科學的技術與能力構面區分為九個子構面，經由因素分析萃取出四個因素，分別命名為「思考智能」、「觀察與解決問題」、「適應力」與「溝通能力」。在本研究當中，思考智能定義為能夠分析和整合各種資訊，透過相關知識和技術的應用，激發出新的想法；觀察與解決問題定義為

能察覺有意義或特別的訊息，遇到問題時能有效分析與規劃處理；適應力定義為面對工作時可以很快進入狀況；溝通能力定義為具有良好的表達與人際協調能力。

(三) 科學態度部分

由結果可知，科學態度的KMO值為0.920，符合Kaiser因素分析適合性極佳的要求。Bartlett檢定的結果也達到顯著水準，表示適合進行因素分析。在科學態度的部分，共計14題題項，經由因素分析過後，萃取出三個特徵值大於1的因素，累積解釋變異量達到54.297%，且各題項之因素負荷量皆大於0.35。本研究原先科學態度的構面區分為四個子構面，經由因素分析萃取出三個因素，分別命名為「積極與求知」、「勇於接受挑戰」與「好奇心」。在本研究當中，積極與求知定義為會主動的積極進取，學習更多新知，進而能有更好的表現；勇於接受挑戰定義為喜歡嘗試改變並具有冒險犯難的精神；好奇心定義為對自己所未知或有興趣的事物，會想獲得更多相關知識與更深的了解。

三、信度分析

本研究使用Cronbach's α 值衡量量表與各個構面及子構面之信度，檢定其組成題項之內部一致性。根據Nunnally(1978)建議， α 值在0.7以上為佳。本研究所發展之量表經過信度分析後，發現各個構面與子構面之Cronbach's α 值皆大於0.7，總量表之Cronbach's α 值也大於0.7，且各題項之分項對總項的相關係數值皆大於0.3，代表本研究之量表具有良好的信度水準。分析結果如表5所示。

表 5 正式量表之信度分析

構面	子構面	子構面之Cronbach's α 值	構面之Cronbach's α 值
知識與分享	知識分享	0.790	0.863
	專業知識	0.792	
	廣泛知識	0.780	
科學的技術與能力	思考智能	0.924	0.950
	觀察與解決問題	0.889	
	適應力	0.771	
	溝通能力	0.825	
科學態度	積極與求知	0.870	0.915
	勇於接受挑戰	0.772	
	好奇心	0.845	
總量表的Cronbach's α 值		0.964	

資料來源：本研究整理

四、驗證性因素分析

驗證性因素分析(Confirmatory Factor Analysis, CFA)是相對於探索性因素分析(Exploratory Factor Analysis, EFA)的一種因素分析方法。本研究之量表已透過專家效度審核和探索性因素分析，量表層面和所包含的題項已經相當明確，為了確認探索性因素分析所得之因素結構是否合適，故本研究利用AMOS 5.0之結構方程式軟體加以驗證。

本研究利用二階驗證性因素分析檢驗量表的配適程度，根據Bagozzi and Yi (1988)的看法，標準化因素負荷量不能低於0.50或超過0.95，且須達顯著水準。Fornell and Larcker (1981)建議組成信度(composite reliability)要在0.6以上，平均萃取變異量(average variance extracted)要在0.5以上，故本研究以此標準做衡量之依據。結果顯示各變數之因素負荷量均高於0.5，且達顯著水準，表示各變數均可顯著地被因素所解釋。本研究變項與構面之組成信度皆在0.6以上，平均萃取變異量也都在0.5以上，高於學者所提出之衡量標準，顯示因素對觀察變數的解釋能力良好，故本量表有不錯的結構配適度，具有收斂效度。

本研究主要是以學者所提出之配適度指標，判定模式之契合情形。Bollen(1989)認為CMIN/DF小於5，可視為良好之配適。Gefen et al.(2000)及Hair et al.(1998)的建議，若GFI、NFI、RFI、IFI、CFI指標大於0.9，AGFI指標大於0.8，就被認為提供可接受的模型契合度。Bagozzi and Yi (1988)認為RMR的值要低於0.05，本研究以上述學者所提出之衡量標準，判斷整體模式之配適度。由研究結果可知CMIN=132.127，DF=32，P值達到顯著水準。配適度指標為：CMIN / DF=4.129、GFI=0.924、AGFI=0.869、NFI=0.928、RFI=0.899、IFI=0.945、CFI=0.944、RMR=0.023。除了RFI的值有些微不足道之外，其他指標皆達到水準之上。由此可見，本量表之整體配適度良好。

五、效標關聯效度

量表正式施測時，除了施以本研究所發展之研發人員科學素養的量表外，同時施以Scott and Bruce (1994)所發展之創新行為量表，做為本研究之效標。整理受測者之創新行為量表的受測結果，與本研究量表之科學素養變項和三大構面的得分平均數，進行Pearson積差相關分析，以了解研發人員的科學素養與創新能力之攸關程度。結果顯示彼此有顯著相關，故本量表具有良好的效標關聯效度。

表 6 本研究量表與創新行為量表受測結果相關係數

變項與構面名稱	Pearson 相關係數
科學素養	0.786**
知識與分享	0.667**
科學的技術與能力	0.750**
科學態度	0.667**

**表示在顯著水準為0.01時，相關顯著。資料來源：本研究整理

六、量表施測結果與實際績效比對

本研究所發展之量表，經過信度、效度與配適度的驗證後，進一步利用業界的員工績效資料，證明本量表之可用性。在量表正式施測後，本研究另外針對C公司發出量表，共計發出130份，回收101份，扣除無效量表9份，有效量表為92份，接著配合C公司所提供之績效資料，與其研發人員所填的量表得分做一比對。

本量表在題項的計分方面，由低至高為1到6分，反向題則反向計分，整份量表之得分為全部題項的得分平均，其分數越高，代表該研發人員所擁有的科學素養越好。C公司之績效評等共有5個等第，由低至高本研究給予之分數為1到5分，而C公司所提供之績效共有2年的資料，故本研究將2年的績效加總後平均，分數越高代表該研發人員之績效越好。分析之資料結果如圖2所示。

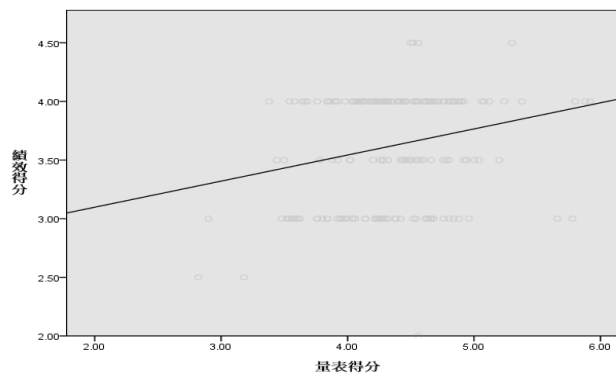


圖 2 量表得分與績效分數之散佈圖

由圖2當中的最適線可看出，量表之得分越高者，也會有越好的績效，此結果驗證了本量表之可用性，故企業可利用本量表找出優秀的研發人員。

陸、結論與建議

一、研究結果

本研究透過科學素養與創新的相關文獻探討，整理出三個衡量的構面，分別

為「知識與分享」、「科學的技術與能力」與「科學態度」。再藉由訪談業界之專業人士與相關文獻，進一步了解具創新能力之研發人員具備的條件為何，發展各構面中所需的子構面與題項，並建立前測量表共54題，再透過前測分析與專家的內容效度評鑑，刪除與修改不適當題目，最後完成了51題的正式量表。

本研究針對台灣電子資訊業的研發人員發出量表，利用因素分析重新建構三個構面中的子構面並分別命名。透過信度分析可發現，變項、構面與子構面之Cronbach's α 值皆在0.7以上，顯示本量表具有良好的效度與信度。為了確認探索性因素分析所得之因素結構是否合適，故利用驗證性因素分析加以檢驗，結果發現本量表之整體配適度良好。本研究發放量表時，同時施以Scott and Bruce (1994)所發展之創新行為量表，發現此兩份量表之受測結果有顯著相關，故本量表具有良好的效標關聯效度。最後利用業界的員工績效資料與本量表之受測結果做一比對，結果發現量表之科學素養得分越高者，也會有越好的績效，證明了本量表確實可為企業所用，是一份有效的評量工具。

二、管理意涵

創新的形成與累積，對企業而言，其意義顯得格外重要。研發人員是企業長期投資重要的一環，而其所擁有的知識、技術能力與態度，也就是研發人員的科學素養，將對企業研發的產出效益造成重要的影響。目前國內對於科學素養的研究，主要著重在科學教育方面，以及科學課程的規劃與設計，利用科學教育來培養與提高學生之科學素養，評量的方向是以基本的科學知識為主，研究對象多為國高中生。而本研究是以成年的研發人員作為研究對象，利用科學素養的角度，整合其知識、技術能力與態度，來探討研發人員之創新能力，這也是本研究與眾不同之處。若能了解企業內研發人員的科學素養高低，亦可推測其可能的行為，當員工表現較不理想時，也可藉此找出原因之所在，對症下藥來解決問題，例如將其轉任到其他較適合的部門，或提供有效的教育訓練，讓其能有較適性的發揮。

從陳玉貞(2004)的研究結果中發現，研發人員的訓練多以「師徒制」的方式為之，這種訓練模式可以傳承目前工作所需的專業知識與能力。透過工作中訓練或是技術交流研討，是業界中研發部門普遍採用的方式，可藉此與其他同事分享本身所擁有的知識。教育訓練可以激發員工的潛能，企業在實施訓練與學習時，可透過角色扮演、情境模擬、腦力激盪、等等的活動互相配合，訓練研發人員勇於面對挑戰，進一步強化其思考智能與觀察和解決問題的能力，經過這些學習的進行與互動，可訓練研發人員之適應力和溝通能力。平時也可鼓勵員工養成閱讀的習慣，從中培養研發人員應具有的態度，也能增進像是思考或溝通協調的能力。研發人才的培育、訓練和發展，是決定企業競爭力的重要關鍵。

透過本量表之解析，企業可藉此找出具有優秀創新思維的研發人員。配合企設計良好的人力資源管理活動與本量表之運用，安排合適的教育訓練，擴大研發人員所需的專業知識與相關技巧。企業若想要成功，就必須先找到並留住這些具有優秀創新思維的研發人才，這也是本研究發展此份量表之目的，期望能提供業界一份以不同角度思考的測量工具，可協助企業對於人員招募與甄選的流程，再配合該企業之文化，設計出更客觀、考慮更全面的人才管理方案。

三、研究限制

(一) 研究範圍上的限制

本研究是針對台灣的電子資訊業，發展一份研發人員科學素養的衡量量表。因此，未來是否能運用至其他不同產業，需要後續研究的驗證。

(二) 研究對象的侷限

本研究之樣本對象為台灣電子資訊業的研發人員，對研究者而言較不易接觸，還有經費與時間等相關因素的影響，且與本研究配合之企業皆在北部地區，此為本研究樣本對象之侷限。

(三) 衡量上的限制

本研究之量表是根據受測者的主觀判斷或認知，採用自我評估的方式填答，因此所收集的資料可能會發生某種程度的偏差或扭曲。

四、未來研究建議

本研究探討之範圍有限，故將可修正與進行後續研究的部分，做一相關整理與建議，可提供未來作此方面之研究者參考。

(一) 可增加研究的廣度

因本研究之樣本對象皆集中於北部地區，後續研究可將樣本擴充至全台灣電子資訊業之研發人員作為研究對象。再者，後續研究亦可將本量表移至其他產業類別進行研究，探討呈現出來的研究資料，是否與本研究之結果有所差異。

(二) 可增加研究的深度

後續研究可透過更多文獻的探討或專家訪談，找出是否有其他因素會影響研發人員之科學素養，或是會影響該人員之工作績效，可作為人力資源部門對於員工規劃與獎酬的建議與參考。

參考文獻

一、中文文獻

王文彥，2001。研發人員創造力人格特質量表之建立-以 I 公司為例，企業人力資源管理實務專題研究成果發表會。

行政院國科會，2008。科學技術統計要覽，台北：行政院國家科學委員會。

吳瓊治，2002。知識獲取、知識整合與教育訓練關聯性之研究-摩托羅拉(Motorola)公司之個案分析，元智大學管理研究所碩士論文。

吳明隆，2007。SPSS 操作與應用：問卷統計分析實務，台北：五南。

陳文典，2003。自然與生活科技學習領域之學習成就-科學素養的評量，國民中學九年一貫課程自然與生活科技學習領域基礎研習手冊，台北：教育部。

陳景堂，2006。統計分析 SPSS for Windows 入門與應用，台北：儒林。

陳玉貞，2004。科技業研發部門人力資源管理實務之研究，國立中山大學人力資源管理研究所碩士論文。

教育部，2001。國民中小學九年一貫課程暫行綱要，台北：教育部。

教育部，2003。國民中小學九年一貫課程綱要自然與生活科技學習領域，台北：教育部。

教育部，2004。基礎科學前瞻性人才培育計畫科技發展方案中程綱要計畫(94-95)，台北：教育部。

靳知勤，2007。科學教育應如何提升學生的科學素養-台灣學術菁英的看法，科學教育學刊，第十五卷第六期，627-646。

葉玉珠、吳靜吉、鄭英耀，2000。影響科技與資訊產業人員創意發展的因素之量表發展，師大學報：科學教育類，第四十五卷第二期，39-63。

葉玉珠，2005。影響國小學童科技創意發展的因素之量表發展，師大學報：科學教育類，第五十卷第二期，29-54。

蔡富元，2009。科技研發與知識創新之關係，生活科技教育月刊，第四十二卷第四期，102-108。

謝榮桂，1999。高科技研發人員創造力人格評鑑量表與系統之建立-以資訊與半導

體業為例，國立中央大學人力資源管理研究所碩士論文。

蕭佳純，2008。組織知識創新量表建構之研究：以成人教育機構為例，*屏東教育大學學報-教育類*，第三十一卷，1-38。

Frans Johansson，2009。梅迪奇效應，(劉真如譯)，台北：商周出版。(原著出版於2005)

Lafley & Charan，2009。創新者的致勝法則，(侯秀琴譯)，台北：天下遠見。(原著出版於2008)

二、英文文獻

Abbey, A. and Discon, J. W. , 1983. R&D work climate and innovation in semiconductors. *Academy of Management*, 26(2), 362-368.

Amabile, T. M. , 1983. *The social psychology of creativity*. NY : Springer-verlag.

Amabile, T. M. , 1997. Entrepreneurial creativity through motivational synergy. *Journal of Creative Behavior*, 31, 18-31.

Bagozzi, R. P. and Yi, Y. , 1988. On the evaluation of structural equation models. *Academy of Marketing Science*, 16(1), 74-94.

Bollen, K. A. , 1989. *Structural equations with latent variables*. NY : John Wiley and Sons.

Bybee, R. W. , 1997. *Achieving scientific literacy : From purposes to practices*. Portsmouth, N. H. : Heinemann.

Clark, J. and Guy, K. , 1998. Innovation and competitiveness : A review. *Technology Analysis & Strategic Management*, 10(3), 363-395.

Fornell, C. and Larcker, D. , 1981. Structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39-50.

Frankle, E. G. , 1990. *Management of technological change*. NY : Kluwer.

Gefen, D. Straub, D. W. and Boudreau, M. C. , 2000. Structural equation modeling and regression : guideline for research practice. *Communications of the Association for Information Systems*, 4, 1-70.

Hair, J. F. Anderson, R. E. Tatham, R. L. and Black, W. C. , 1998. *Multivariate data analysis, 5th ed.* Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall.

Hurd, P. D. , 1958. Science literacy : Its meaning for American schools. *Educational*

Leadership, 16(1), 13-16.

Janssen, O. , 2000. Job demands, perceptions of effort-reward fairness and innovative work behavior. *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, 73, 287-302.

Jeroen and Deanne, 2007. How leaders influence employee's innovative behavior. *European Journal of Innovation Management*, 10(1), 41-64.

Kaiser, H. F. , 1974. A second-generation Little Jiffy. *Psychological*, 35, 401-415.

Kleysen, R. F. and Street, C. T. , 2001. Toward a multi-dimensional measure of individual innovative behavior. *Journal of Intellectual Capital*, 2(3), 284-297.

Laugksch, R. C. , 2000. Scientific literacy : A conceptual overview. *Science Education*, 84(1), 71-94.

Miller, J. D. , 1983. Scientific literacy : A conceptual and empirical review. *Daedalus*. 112(2). 29-48.

Mumford, M. D., and Simonton, D. K. , 1997. Creativity in the workplace : people, problems, and structures. *The Journal of Creative Behavior*, 31(1), 1-6.

National Science Teacher Association. , 1982. *Science-Technology-Society : Science education for the 1980s*. Position Paper. Washington, D. C.

Nonaka, 1994. A dynamic theory of organization knowledge creation. *Organization Science*, 5(1), 14-37.

Nonaka and Takeuchi , 1995. *The knowledge-creating company*. NY : Oxford University Press.

NSTA Committee on Curriculum Studies. , 1971. NSTA position statement on school science education for the 70s. Reprinted from *The Science Teacher*, 38, 46-51.

Nunnally, J. C. , 1978. *Psychometric theory*. NY : McGraw-Hill.

Scott, S. G. and Bruce, R. A. , 1994. Determinants of innovative behavior : a path model of individual innovation in the workplace. *Academy of Management Journal*, 37(3), 580-607.

Shamos, M. H. , 1995. *The myth of scientific literacy*. New Brunswick, NJ : Rutgers University Press.

Yusuf, S. , 2009. From creativity to innovation. *Technology in Society*, 31, 1-8.