

國立政治大學傳播學院碩士在職專班

碩士論文

指導教授：蘇蘅博士



國立政治大學
National Chengchi University

— 科普訊息的接收與理解
— 以大學生閱讀奈米相關知識為例

研究生：趙又慈

中華民國九十九年七月

國立政治大學
博碩士論文全文上網授權書

National ChengChi University

Letter of Authorization for Theses and Dissertations Full Text Upload

(提供授權人裝訂於紙本論文書名頁之次頁用)

(Bind with paper copy thesis/dissertation following the title page)

本授權書所授權之論文為授權人在國立政治大學傳播學院碩士在職專班系所組 98 學年度第二學期取得碩士學位之論文。

This form attests that the Division of the Department of EMA Program in Communication(EMA) at National ChengChi University has received a Master degree thesis/dissertation by the undersigned in the 2nd semester of 98 academic year.

論文題目 (Title)：科普訊息的接收與理解——以大學生接收奈米資訊為例 (Audience's reception and understanding of popular science: A preliminary case study of university students' reception on nanoscience information)

指導教授 (Supervisor)：蘇蘅

立書人同意非專屬、無償授權國立政治大學，將上列論文全文資料以數位化等各種方式重製後收錄於資料庫，透過單機、網際網路、無線網路或其他公開傳輸方式提供用戶進行線上檢索、瀏覽、下載、傳輸及列印。國立政治大學並得以再授權第三人進行上述之行爲。

The undersigned grants non-exclusive and gratis authorization to National ChengChi University, to re-produce the above thesis/dissertation full text material via digitalization or any other way, and to store it in the database for users to access online search, browse, download, transmit and print via single-machine, the Internet, wireless Internet or other public methods. National ChengChi University is entitled to reauthorize a third party to perform the above actions.

論文全文上載網路公開之時間 (Time of Thesis/Dissertation Full Text Uploading for Internet Access)：

網際網路 (The Internet) ■ 立即公開

• 立書人擔保本著作為立書人所創作之著作，有權依本授權書內容進行各項授權，且未侵害任何第三人之智慧財產權。

The undersigned guarantees that this work is the original work of the undersigned, and is therefore eligible to grant various authorizations according to this letter of authorization, and does not infringe any intellectual property right of any third party.

• 依據 96 年 9 月 22 日 96 學年度第 1 學期第 1 次教務會議決議，畢業論文既經考試委員評定完成，並已繳交至圖書館，應視為本校之檔案，不得再行抽換。關於授權事項亦採一經授權不得變更之原則辦理。

According to the resolution of the first Academic Affairs Meeting of the first semester on September 22nd, 2007, Once the thesis/dissertation is passed after the officiating examiner's evaluation and sent to the library, it will be considered as the library's record, thereby changing and replacing of the record is disallowed. For the matter of authorization, once the authorization is granted to the library, any further alteration is disallowed.

立書人：趙又慈

簽名(Signature)：



中華民國 101 年 1 月 16 日

Date of signature : 16 / 01 / 2012 (dd/mm/yyyy)

謝 辭

感謝始終沒有放棄我的指導教授蘇蘅老師。蘇老師是位嚴謹認真、自律甚嚴的師長。以她的行事風格，我揣度自己進行論文的速度和節奏，在過程中想必多次衝撞了老師的底限，給她徒增不少困擾！但她一次次耐心地給了我極大的寬容和鼓勵，恩威並施地督促和引領我前進，即使在擔任 NCC 主委的年假期間還抽空幫我做最後的修潤，讓我終於走完了這延續多年的過程。

感謝極力促成我繼續追求知識的心願、總是不斷給予我助力和成長機緣的雅麗老師，沒有她 20 多年的關心和提攜，不會有今天的我。感謝以奇妙的方式支持三葉蟲工作室的冠斐。雅麗老師和冠斐做為我的良師益友和長久以來并肩行走的同伴，這些年為了開啟我、給我學習和了解自己的空間，他們承當了許多。

謝謝每位幫助我、提點我、為我加油打氣的師長、口試委員、同學、朋友，尤其是政大傳院麗芳助教耐心仔細的協助和三餘雅集聖茶、曉翠、淑文、嘉宏和君萍等諸位好友的勸勉！

謝謝淡江理學院劉國欽老師與葉炳宏老師在奈米主題上的賜教和指正；謝謝又銘等多位協助執行問卷的學弟妹們。謝謝政大新聞博士班徐孟延學姐協助解答執行統計時的疑惑。更要謝謝在期末考期間還願意幫忙填問卷——那五百多位可愛的台大與淡江同學！

感謝我的母親和家人，他們永遠無條件竭盡全力地看顧我、愛我、支持我。

是所有因緣匯聚，才成就了這個藉著知識找答案的學習階段註記。我深切知道自己的幸運，虔敬地感謝大家！

又慈 謹誌於 2012 年 3 月

國立政治大學傳播學院碩士在職專班

碩士學位論文

科普訊息的接收與理解—以大學生閱讀奈米相關知識為例

研究生： 趙又慈

本論文業經審查及口試合格 特此證明

論文考試委員：

陳雪景

吳啟發

蘇 蕙

指導教授：

蘇 蕙

專班主任：

林 文

趙又慈

中華民國 99 年 7 月 16 日

科普訊息的接收與理解——以大學生接收奈米資訊為例

摘 要

科學概念若能有效地普及於社會大眾，可以加速跨領域知識的整合創新、提高國家的創新經濟產能，並促進社會間的對話與發展想像。因此「科學普及」(以下簡稱「科普」)是全球許多國家推動知識工程的基礎。

所謂「科普」，是把科學研究的結果用一種比較含糊的轉譯方式提供給大眾，目的在於對公眾進行教育(educate)、說服(persuade)與溝通(communicate)，讓大眾能學習理解科學的內涵(learned)、具有科學思辨的能力(competent)並能夠以科學精神參與社會事務(function-in-society)；傳播媒介則是科普最好的載具。然而，科普的工作一直都有傳播內容過於生硬難懂、望之生畏的困境，無法真正達到普及的效果；學者們認為主要包含科普內容文本、讀者理解以及科學家參與推廣等層面的問題。

本文藉由量化的研究方法初探「科普讀物的圖文呈現形式」在傳播效果上對讀者「認知資訊負荷」、「態度」及「理解」的影響。同時，將讀者的「涉入感」與「先備知識」納入變項，探究讀者「涉入感」與「先備知識」的差異對於科普讀物傳播效果的影響程度。

研究者以「奈米保養化妝品」為實驗科普訊息主題，針對臺灣大學及淡江大學合計 507 名的大學生，進行不同形式的科普讀物訊息實驗，並以問卷量測受試者對科普訊息主題的涉入感、先備知識，以及閱讀實驗科普訊息之後，對該訊息內容的認知資訊負荷、態度及理解程度。經過資料整理及統計分析，得到本次實驗相關結果與發現如下：

- 一、本次實驗中的科普訊息使用不同圖文呈現形式，但在依變項的傳播效果上並沒有顯著的差異，顯示科普訊息的文字與圖像其實可以各自獨立。
- 二、科普訊息的涉入感及先備知識均高度影響閱讀科普訊息時的認知資訊負荷、態度與理解程度；認知資訊負荷較小的科普文本，其傳播效果較好。
- 三、不同性別的閱聽人，在閱讀科普訊息的認知資訊負荷、態度及理解程度上均沒有顯著的差異，打破一般認為女性不擅長科學的刻板印象。

四、理工背景學生在閱讀科普訊息時的認知資訊負荷明顯較小，在理解程度及態度上較非理工背景的學生表現僅為稍佳。

本研究發現，新世代的資訊使用行為可能受網路閱讀行為的影響，因此對科普訊息的取用方式，已轉向使用篇幅短、取用彈性大的訊息內容服務；傳統科普傳播講究循序漸進、結構完整的知識傳遞方式，如何因應新世代的資訊使用行為而調整，是未來所有科普傳播工作者思考創新發展的重要方向。

關鍵字：科學普及、訊息設計、閱聽人、接收分析



Audience's reception and understanding of popular science: A preliminary case study of university students' reception on nanoscience information

Abstract

Popular science, sometimes called science popularization or literature of science, is to transfer and translate the concepts or results of scientific researches to the public in a comparatively vague manner. It aims at educating, persuading and communicating, so that the public could be learned in understanding science, be competent in scientific thinking and be able to function in the society with a scientific spirit. The mass media is absolutely the best channel for popular science. However, most contents of popular science are very difficult to understand, and this has put popular science in a dilemma and couldn't be "popularized" at all. Scholars believe there're three main factors influencing the achievement of popular science: the content design, the comprehension of readers, and the participation of scientists.

This article based on quantitative methods attempts to make a preliminary inquiry into the communication effect of popular science reading materials with different presentation of graphs. The audience's "cognitive loading", "attitude" and "understanding of the science concepts" are observed and their "sense of involvement" and "prior knowledge" are taken into account as variables.

The experiments were conducted at 2 universities in Taiwan in June, 2010. There're 507 students exposed to 3 different types of nanoscience reading. The result indicates: 1) The communication effect of popular science's texts and pictures could be independent from each other. 2) Audience's sense of involvement and prior knowledge both significantly influence their cognitive load, attitude and comprehension. 3) Audience of different genders shows no significant difference in understanding popular science messages.

Key Words: popular science, science popularization, message design, audience, reception analysis

目次

第一章 緒論	1
第一節 研究動機與目的.....	1
第二節 研究流程.....	6
第二章 文獻探討	7
第一節 何謂科學傳播.....	7
第二節 科普訊息的呈現形式.....	12
第三節 科普訊息的解讀.....	18
第四節 國內相關研究.....	27
第五節 研究問題與研究假設.....	29
第三章、研究方法	32
第一節 研究架構.....	32
第二節 測量變項.....	33
第三節 實驗設計.....	42
第四節 前測.....	57
第五節 實驗問卷.....	61
第六節 執行正式實驗.....	65
第七節 統計方法.....	66
第四章 研究資料分析	67
第一節 問卷回收與資料整理.....	67
第二節 初級資料整理.....	70
第三節 科普訊息之認知資訊負荷、態度與理解效果分析.....	80
第五章 結論與建議	103
第一節 研究結果與發現.....	103
第二節 研究討論與建議.....	105
第三節 研究限制.....	110
第四節 後續研究建議.....	111
參考文獻	114
附錄	121

表 目 次

表 2-1：圖像的類型.....	15
表 2-2：本文之研究假設列表.....	30
表 3-1：本研究自變項操作定義「科普訊息圖文形式」.....	34
表 3-2：Zaichkowsky, J. L.1994 年修訂版個人涉入量表之衡量題項.....	36
表 3-3：本研究變項「涉入感」衡量題項.....	36
表 3-4：本研究依變項「認知資訊負荷」衡量題項.....	39
表 3-5：本研究依變項「態度」衡量題項.....	40
表 3-6：文本訊息主題的前測樣本結構.....	44
表 3-7：文本訊息的主題前測問題.....	45
表 3-8：奈米文本訊息的主題涉入度前測 (樣本數：16).....	45
表 3-9：本研究實驗訊息之內文結構與對應命題.....	46
表 3-10：先備知識題第一次前測的受試樣本背景及其答對題數.....	51
表 3-11：先備知識題第一次前測的題綱及其答對率.....	52
表 3-12：先備知識題綱與其知識分層及前測正確率一覽表.....	53
表 3-13：後測理解題對應的文本命題.....	55
表 3-14：前測樣本分組結構.....	57
表 3-15：前測—甲乙丙卷組別對「依變項」的差異性檢定.....	58
表 3-16：前測—甲乙丙組在相關依變項之平均數.....	58
表 3-17：甲乙丙組與理解題「抗老化的微脂粒比角質細胞間距小」的卡方檢定.....	58
表 3-18：甲乙丙組與「合併理解題 3 與 4」的卡方檢定.....	59
表 3-19：前測—甲乙丙組在訊息理解題的表現.....	59
表 3-20：前測—先備知識對「依變項」的差異性檢定.....	60
表 3-21：正式實驗問卷設計.....	62
表 4-1：實驗問卷回收結果.....	67
表 4-2：各實驗科普訊息文本之有效樣本數.....	67
表 4-3：實驗樣本人口變項結構.....	68
表 4-4：問卷各構面量表之信度分析表.....	69
表 4-5：問卷各構面量表之效度適切性分析.....	69
表 4-6：甲、乙、丙三組訊息圖文形式的涉入感與先備知識分佈.....	70
表 4-7：性別（男、女）的涉入感與先備知識分佈.....	71
表 4-8：科系背景（理工、非理工）的涉入感與先備知識分佈.....	72
表 4-9：整體受試者在奈米先備知識題的表現.....	73
表 4-10：甲、乙、丙三組訊息圖文形式的認知資訊負荷、態度及理解程度的分佈.....	74

表 4-11：性別（男、女）的認知資訊負荷、態度及理解程度的分佈.....	75
表 4-12：科系背景（理工、非理工）的認知資訊負荷、態度及理解程度的分佈	76
表 4-13：大學生慣於接觸科普的途徑（複選）.....	78
表 4-14：大學生選擇接觸科普資訊的原因.....	78
表 4-15：大學生選擇科普資訊時的考量.....	79
表 4-16：不同實驗文本（組別）對於依變項的差異性檢定.....	80
表 4-17：假設 1 結果表.....	81
表 4-18：涉入感（科普讀物涉入、奈米主題涉入、健康資訊涉入）與認知資訊負 荷的迴歸分析表.....	84
表 4-19：涉入感（科普讀物涉入、奈米主題涉入、健康資訊涉入）與態度的迴歸 分析表.....	85
表 4-20：涉入感（科普讀物涉入、奈米主題涉入、健康資訊涉入）與理解程度的 迴歸分析表.....	86
表 4-21：假設 2 結果表.....	87
表 4-22：先備知識與認知資訊負荷的迴歸分析表.....	88
表 4-24：先備知識與理解程度的迴歸分析表.....	89
表 4-25：假設 3 結果表.....	90
表 4-26：受試者的性別與受試者認知資訊負荷的迴歸分析表.....	91
表 4-27：受試者的性別與受試者態度的迴歸分析表.....	91
表 4-28：受試者的性別與受試者理解程度的迴歸分析表.....	92
表 4-29：受試者的科系背景與受試者認知資訊負荷的迴歸分析表.....	93
表 4-30：受試者的科系背景與受試者態度的迴歸分析表.....	94
表 4-31：受試者的科系背景與受試者理解程度的迴歸分析表.....	94
表 4-32：假設 4 結果表.....	95
表 4-33：認知資訊負荷與態度的迴歸分析表.....	97
表 4-34：認知資訊負荷與理解程度的迴歸分析表.....	97
表 4-35：態度與理解程度的迴歸分析表.....	98
表 4-36：假設 5 結果表.....	99
表 4-37：涉入感、先備知識對依變項認知資訊負荷的影響檢驗.....	100
表 4-38：涉入感、先備知識對依變項態度的影響檢驗.....	100
表 4-39：涉入感、先備知識對依變項理解程度的影響檢驗.....	101
表 4-40：假設 6 結果表.....	102

圖 目 次

圖 1-1：本文研究程序	6
圖 2-1：科普圖像分類一：image 圖像.....	16
圖 2-2：科普圖像分類二：diagram 圖表	16
圖 2-3：科普圖像分類三：metaphor 比喻	16
圖 3-1：研究架構圖	32
圖 3-2：實驗科普訊息乙文本採用右側佳麗寶 ALLIE 防曬乳液的廣告圖片	49
圖 3-3：實驗科普訊息丙文本採用具有說與組織功能的圖片	49
圖 3-4：本研究實驗執行流程	65
圖 4-1：大學生接觸科普資訊的情形	77
圖 4-2：大學生接觸科普讀物的頻率	77
圖 4-3：大學生選擇科普資訊時的考量 (平均數比較表).....	79



第一章 緒論

第一節 研究動機與目的

壹、科普不「普」？

20 世紀後期，當「科學知識」成爲現代一切科學研究發展的基礎，各國科學家們紛紛呼籲科學知識需要使用適當的方法進行產製與傳達，使科學概念能有效地傳遞普及於社會大眾，以加速跨領域知識的整合創新、提高國家的創新經濟產能，進一步更要促進社會間的對話與發展想像。於是，「科學普及」（scientific popularizations）（以下簡稱「科普」）開始成爲全球許多國家追求發展的重點，「科普」儼然成爲一種國家知識工程的基礎，「科普讀物」於是因應而生。

臺灣在 1969 年出現《科學月刊》，對本地的科學界而言，堪稱推動科普讀物的濫觴，但此後 20 年裡，市場上仍僅有極少量的科普出版品與外電科技新聞。直到 1991 年天下文化開始出版第一本翻譯科普書《混沌》後，科普讀物的出版數量開始有了明顯提升。

但 2009 年的統計數據，臺灣出版界每年出版 4 到 5 萬冊書籍，但近 30 年來卻只有約 1500 冊科普讀物，其中 80% 還是翻譯書（林思宇，2009）。而讓人印象深刻的天下文化科普書「科學文化」及「科學天地」系列，20 年來出版只有近 300 冊，雖然叫好，但其銷量卻讓科學家憂心。2002 年遠流出版社引入國際知名的《科學人》雜誌，幾年努力下來，平均每期發行量號稱 6 萬，但較之《大家說英語》的 28 萬份與《天下》雜誌的 12 萬份，顯然還有努力空間¹。而 2010 年《科學月刊》慶祝創立 40 週年的論壇活動上，科學家周成功更公開表示從美國牛肉、H1N1 疫苗的亂象來看，顯然臺灣的科學素養還停留在相當原始的狀況，與 40 年前差異不大（陳至中，2010）。這些現象都顯示臺灣雖然推動了數十年的科普工作，仍深溺在「科普」其實「不普及」的困境。

究竟什麼叫「科普」？一般而言，「科普」被視爲是：把科學研究的結果，用一種比較含糊（dubious）的轉譯方式提供給常民大眾，以增加其知識的工作（Hilgartner, 1990; Grundmann & Cavallé, 2000; Myers, 2003; Paul, 2004）。

Paul (2004) 綜合 Bensaude-Vincent (2001)、Grundmann & Cavallé (2000) 及 Myers (2003) 的說法，認為科普的目的在於對公眾進行教育 (educate)、說服 (persuade) 與溝通 (communicate)。而科普最終的功能，則是為了讓大眾能學習理解科學的內涵 (learned)、具有科學思辨的能力 (competent) 並能夠以科學精神參與社會事務 (function-in-society) (Miller, 1983; Laugksch, 2000; AAAS, 1985)。

雖然科普應該是連結科學專家與一般大眾間知識斷層的必要橋樑 (Myers, 2003; Paul, 2004)，但其實，不只臺灣有「科普不普」的困境，西方國家推行科普工作多年，學者也依舊認為 20 世紀的科普工作只做到從科學家對大眾的單向傳播，距離達到讓科普兩端的科學家與一般大眾能「互惠」、「互動」的橋樑角色，還有段距離，而大眾對科學的理解也還十分有限 (Bensaude-Vincent, 2001; Kyvik, 2005)。

貳、科普內容硬梆梆？

科普工作的效果，最關心的是大眾是否能夠真正去閱讀、理解，並有能力去使用科學的內容 (Miller, 1983; Laugksch, 2000, Macedo-Rouet, 2003)。但為何科普工作推行至此，依舊不見其成效？

綜各學者所述，「科普不普」最大的絆腳石，包括了科普內容文本的問題 (Dillon & Gabbard, 1998, Macedo-Rouet, Rouet, Epstein & Fayard, 2003; Paul, 2004; Bird, 2006)、讀者理解的問題 (Dillon & Gabbard, 1998; Bensaude-Vincent, 2001; Kyvik, 2005) 以及科學家參與推廣的問題 (Miller, 1983; Dunwoody, 1986; Paisley, 1998)。

本研究從傳播的角度出發，故擬著重在科普之內容文本與讀者理解的問題，試圖去解科普文本與閱聽人之間互動的過程與關係。至於科學家如何參與科普推廣，則暫不在本文探討的範圍之內。

過去研究指出，傳播媒介可說是科普最好的載具 (Paul, 2004)，但以臺灣推廣歷史最悠久、擁有最多科學家投入的《科學月刊》來看，該刊發行 20 年 (1990 年) 時曾經進行讀者調查，發現由於內容文筆生硬，加上引用科學公式，以致讀完大學一年級以上的讀者僅看懂內容的 60%，其餘 40% 的內容則必須要有科學

專業知識才能理解（朱淑慧、李麗玲，1990）。這是因為過去科學家往往相當強調訊息內容必須符合科學精神的縝密與精確，科普訊息常以大量的專業術語和嚴謹的論述結構呈現，所以往往因其內容欠缺適當的轉化，仍無法達到普及的效果。

由於科學知識具有非常嚴謹的深度與廣度，而科學新發現更迭的速度更是日新月異，也因此，科普必須處理的內容範圍不但十分龐雜，也同時必須兼顧傳播既有的科學知識與日新月異的科學研究與科學新知（Kriegbaum, 1994）。加上傳播內容中的科學專有名詞、數據、圖形或是概念，也都會影響閱讀科普讀物的困難度，進而影響到閱讀的進度及興趣；對欠缺科學領域專業背景的一般人來說，生硬的科學傳播內容不但難以解讀其訊息中的奧義，也讓讀者望之生畏，造成大眾不願意親近科學資訊的門檻（Grundmann & Cavallé, 2000; Bensaude-Vincent, 2001; Macedo-Rouet, 2003; Mayers, 2003；江欣怡，1999；柯籙晏 2002；洪綾襄，2004）。也因此，研究也指出，科普還必須要能創造一般大眾對科普的興趣，亦即所謂吸引閱聽人的「趣味感」（Bensaude-Vincent, 2001）。

由此可知，科學普及的先決條件之一，是能讓一般大眾從多元管道接近科普的相關資訊，其次，在科學資訊進行普及的訊息轉化過程中，媒介還要注意如何傳遞及包裝科普訊息，使其達到雅俗共賞、為大眾所接受，而其最重要的關鍵則在於內容（Eveland & Dunwoody, 2001）。科普文本該如何消除一般民眾進入科學的門檻、如何激勵一般民眾對科普的正面態度，以至如何設計科普讀物的內容與形式，這些涉及閱聽人對科普讀物的認知、態度與理解，都是研究者關切的重點。

參、科普與閱聽人

國外閱聽人態度研究發現：科普文本看得愈多，閱聽人對科普的態度愈正面；先備知識愈高，閱聽人也會對科普較有興趣；但要閱聽人有效地接觸科普資訊，也有其先決條件，例如，要讓讀者產生主動探索的興趣、要易於理解，才能讓科學素養不足的閱聽人，有機會接觸科普訊息，並對科普訊息的意義有足夠的了解（Macedo-Rouet, et al., 2003）。

因此，學者開始關注「訊息」的效果，亦即哪些文本中的內容元素（textual elements）有助於科學普及的資訊接收和理解。研究也發現，科普文本的製作呈現方式（presentation format），會影響閱聽人的感知（perception）、理解（comprehension）以及對科學報告爭議之權衡（evaluation of arguments in science

reports) (Macedo-Rouet, 2003)。因此，好的科普訊息呈現方式，才能達成好的傳播效果，若科普訊息的設計不佳，則不但影響閱聽人的接收意願和效果，更難提昇大眾的科學素養。

經過近幾十年的努力，閱聽人已經能從書籍、期刊雜誌、科技新聞及報紙專欄等更多元的傳播管道接觸科普資訊 (Dunwoody, 1986)。而隨著時序進入 21 世紀，傳播多媒體與出版科技的進步，給了更多科普與閱聽人互動的機會和可能性，除了科普網站大量出現、電視開始出現專以科普為主題的頻道外，本研究也由觀察臺灣科普讀物的出版清單中發現，臺灣的科普讀物在 2000 年以後，也開始跳脫傳統以文字為主的單調編排，出現了大量加入圖像的各式科普出版品，讓人眼睛為之一亮！

什麼樣圖文配置的科普訊息形式，比較容易使科普讀物跨過「資訊負荷」的門檻，被目標閱聽人選擇接收？什麼樣圖文配置的科普讀物形式，能讓人覺得較「有趣」、有「吸引力」？什麼樣圖文配置的科普讀物，比較能夠增益閱聽人對科普內容的「認知」、「學習」和「理解」？此外，目標閱聽人對所傳遞科普主題的「先備知識」和「涉入感」等個人差異，是否影響科普傳播的接收效果？這些都是本研究想進一步了解的。

研究指出，圖像（視覺符號）和文字（言辭符號）個別都能成為具體表現意義的語言，文字較有利於敘事，而圖像則較有利於挑起感情，兩者相互定錨 (Barthes, 1977; Barnard, 2001; Martinec & Salway, 2005)。而視覺化的資訊 (visualization of information) 如圖片、圖表等等，也被視為有利於讀者增加對文字內容及情境的理解 (Macedo-Rouet, 2003)。那麼，科普讀物中「圖像」與「文字」的組合，可以產生哪些科普訊息的呈現形式？當圖像成為科普讀物的重要表達語言後，真的就能使科普訊息更「有效」嗎？

為了瞭解科普訊息如何使用圖文進行編排及呈現，也希望能更進一步了解閱聽人理解的因素，本研究將以實驗法探討「不同的圖文編排」對閱聽人的影響，希望透過圖文編排不同的科普訊息，探索閱聽人與科普訊息互動的過程，進一步再加入閱聽人對科普主題的「先備知識」和「涉入感」等個人差異，以探究科普讀物設計和閱聽人理解之間的交互效果。

肆、研究目的

本研究主要關心科普訊息呈現形式與閱聽人間的互動關係，茲陳述研究目的如下：

- 一、了解何種形式的科普訊息呈現方式，會讓閱聽人覺得有趣、有吸引力。
- 二、分析何種形式的科普息呈現方式，有助於閱聽人對科普訊息的認知、態度與理解。
- 三、深入探討哪些因素有助閱聽人對科普訊息的理解，和閱聽人的先備知識及涉入感的關聯為何。



第二節 研究流程

本文試圖找出科普訊息的圖文呈現形式與閱聽人理解之間的相互影響，研究程序如圖 1-1。在闡述科普的特性與科普訊息的呈現形式後，將產生研究動機與目的；繼之藉由文獻整理釐清相關變項與操作定義，進而確立研究架構與研究假設。在確定研究假設方向後，即開始實驗設計，尤其對於實驗的科普訊息，將進行同一主題文字與不同圖像配置的篩選與測試，實驗前後之問卷亦將配合研究方法與研究變項加以設計並測試，以確認可依原訂研究目的操控各個研究變項。最終進入實驗資料的整理與分析工作，以提出研究的結果與相關討論。

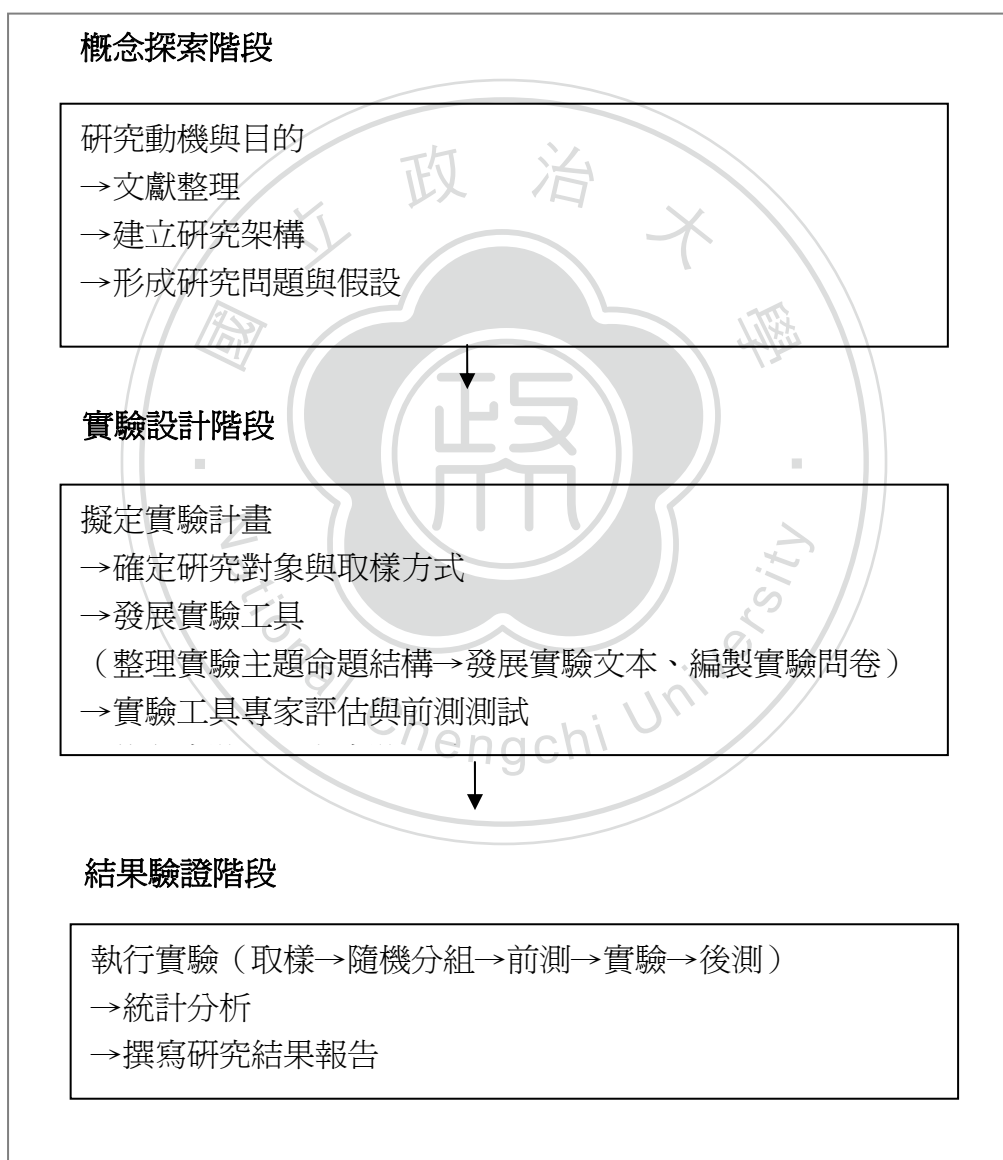


圖 1-1：本文研究程序

第二章 文獻探討

第一節 何謂科學傳播

壹、科學傳播的背景及發展

科學的普及要借重公共傳播。科學傳播的源起，在歐洲可追溯至啓蒙時代，而在美國則可追溯至 19 世紀早期 (Gregory & Miller, 1998; Kyvik, 2005)；一個社會要發展其經濟、科技、社會、文化，必須對社會大眾傳播科學知識，而不能單單只靠學校的教育系統 (Kyvik, 2005)。但直到二次大戰後，各國對科學觀及科技成長的需求仍在，然而，卻有大量的證據顯示大多數群眾對於科學的理解仍十分有限 (Kyvik, 2005)。

對科學價值與態度的差異，容易造成科學家與非科學家之間的隔閡，英國學者史諾 (Snow, 1959) 即曾以「兩種文化」來形容這種無法溝通的鴻溝。反之，一個科學知識與價值觀充份流通的社會裡，科學精確、縝密、客觀的思想態度，將能提昇人們的科學素養，塑造人民的公共觀與世界觀，讓公眾具備參與公共事務對話以及參與決定科學發展方向的能力 (謝瀛春, 1988)。

Sturken 與 Cartwright 雖然以文化批判的角度來審視通俗科學的傳播，但他們仍同意科學與現代流行文化之間的想法與再現方式，有著「交互滋養」密不可分的關係；科學在流行媒體中的再現 (有時以「科幻」的形式呈現)，影響科學家從事科學研究的方向，也影響大眾所理解的科學面向，而大眾理解的面向會再反映於流行媒體中的科學影像，只是消費者較少意識到科學訊息在媒體文化訊息中所扮演的角色 (陳品秀譯, 2009)。

也因此，科學普及除了經濟發展功能性的考量之外，它還能促進一個社會間的對話與發展想像，也可以視為一種促進社會溝通與文化共識的基礎。

1983 年，Miller 在美國藝術與科學的學術期刊《*Daedalus*》裡倡議科學素養的重要應及於每個公眾 (Miller, 1983)。美國科學促進會 (The American Association for the Advancement of Science) 爲了要讓國民對於科學的價值、科

學的知識及科學在社會經濟層面的應用都能有所理解和掌握，在 1985 年主導了「2061 專案計畫」(Project 2061)，該計畫中明確定義美國國民的科學素養應包含學習科學的世界觀、思辯方法以及認識科學及人類社會系統的原理、應用運作概念及限制等。這個專案的相關標準，後來普遍成爲其他國家培養國民科學素養的參考 (AAAS, 1985)。

臺灣早期在科學教育的領域即有如郭鴻銘、沈青嵩 (1976) 論及科學知識教育的重要性；靳知勤 (2001) 整理了多種關於科學素養的討論，並強調科學素養與未來性的關係。而近年，在行政院國家科學委員會獎勵民間製作科普節目的強化方案，以及科普文學獎項的出現，可知臺灣也開始努力倡議科普的重要性。

中國大陸近年尤其更視「科普」爲富強國力的重要方法，而有「科普強國」之說，並將科普列入國家重大建設。在中國科協和國家科委有關部門的共同組織下，從建置國家級科普網站、定期進行公眾科學素養調查 (劉皓，2002 年 1 月 29 日)，關切科普發展之文章與學生數量年年培增，其國營書店中科普書櫃的專書及在地學者科普著述的數量更不容小覷。

貳、何謂科學傳播

謝瀛春 (1988) 曾定義「科學傳播」就是研究使科學訊息傳播得正確、廣泛、深入、快速且有效，實現科學知識普及、民智 (指對科學的認知) 發達的理想境界。而英國威爾卡姆託管會 (Wellcome Trust) 則把科學傳播分爲「科學家之間的科學交流」、「教育體制內的科學教育」和「對所有的公眾進行傳播的科學普及」三個範疇。三種範疇的傳播對象不同，傳播目的不同，傳播的訊息內容也不相同 (洪綾襄，2004)。

從哈伯瑪斯的論點，知識傳播的目的可以包含兩個層面，第一是要擴大個人既有的知識體系，第二則是爲了增加個人對新知的接受度；前者可以增進知識，後者則是能增進個人對知識的旨趣 (黃光國，2001；柯籙晏，2002)。事實上，「科學傳播」可說是一個包含學校「科學教育」與社會「科學普及」的概念。是一種由嚴謹的科學知識到普及的漸進式光譜。

科學教育的部份，強調的是科學知識的奠基，主要在啓發學生對科學的求知興趣、引導其瞭解科學的基本觀念、養成研究的習慣及邏輯的思考；而科學普及

的部份，則著重在增進大眾接觸科學的旨趣，以培養並提高全民的科學素養，讓非鑽研科學領域的人，具有基本的知識，並對科學方法的意義有所認識。魏明通（1997）曾對科學素養的教育範圍做較廣泛地解釋，認為科學素養其實具有「學校科學教育」與「社會科教育」兩個層次，所以要提昇人民的科學素養，必須靠「科學教育」及「科學普及」兩種手段共同合作來達成。

一般人在學校接受科學教育的過程中，若沒有對科學建立興趣和認同，離開學校的環境後，便多半不會主動接觸科學的訊息。這個有待填補科學素養的缺口，正是科普傳播應積極介入的位置。也就是說，科普，應該是針對不具科學領域訓練、且離開科學教育體系的俗民大眾；其功能在於擔任開啓民智、甚至塑造俗民認知與俗民文化的角色。

換句話說，「科學普及」一方面需要傳播媒介的積極介入，讓離開學校教育且不具有科學背景的社會中堅份子仍能順應科學發展的腳步，持續涵養其科學認知與態度，健全對其科學的知識觀、經濟觀和價值觀。

參、何謂科學普及

所謂科學普及（即「科普」），也有人稱為是一種對所有人的科學傳播，以提昇人們的科學素養（Paul, 2004）。Laugksch（2000）匯整對科學素養的各種觀點，以有學問的（learned）、有能力的（competent）以及能夠參與社會事務（function-in-society）等三個面向，作為詮釋科學素養的架構。

在 20 世紀科學研究更為標準化後，社會大眾對於科普的近用和參與便顯得更為重要。（Bensaude-Vincent, 2001）。

雖然各學者對科普工作的研究論辯有其不同之預設，但其共同關注的預設可大分為三個面向：

- 一、科普的目的：學者普遍同意科普的目的，是在於對公眾進行教育（educate）、說服（persuade）與溝通（communicate）（Bensaude-Vincent, 2001; Grundmann & Cavallé, 2000; Myers, 2003; Paul, 2004）。而科普最終的功能，則是為了讓大眾能學習理解科學的內涵（learned）、具有科學思辨的能力（competent）並能夠以科學精神參與社會事務（function-in-society）（Miller, 1983; Laugksch, 2000; AAAS, 1985）。

二、科普的對象：許多研究認為科普的閱聽對象，是那些非科學領域，對科學議題像張白紙般的普通大眾、無知的大眾、科學的門外漢（Grundmann & Cavaillé, 2000; Bensaude-Vincent, 2001; Mayers, 2003; 章道義, 1983; 江欣怡, 1999); 然而，也有不同的觀點指出，科學領域專家間的隔閡，也會影響科學知識的發展，加以在現代社會中，離開了個人特定的知識專業領域，每個人可能都只是個普通的常民 (lay person) (Paul, 2004)，因此，也有研究者主張，任何人（包括科學家）只要離開了自己熟悉的科學領域，都可以是被普及的對象（Mayers, 2003; Paul, 2004）。

三、科學家參與科普的推廣：Mayers (2003) 認為科學家應該要積極介入科普活動，離開研究室，進入社區，擔任推動科普的要角。Paul(2004) 並認為科普必須重視科普的近用、傳播的品質以及科學專業領域專家們的社會參與等。

多數的研究者較同意科普的工作是針對一般大眾，但至於科普的內究竟要普及到什麼程度？或者說科普內容相較於科學原始的概念與發現，該要原汁原味到什麼程度？或許正如 Hilgartner (1990) 所論述：“Popularization is a matter of degree.”(p.528)；普及是程度的問題，端看對象與需求而定；其內容並不是真正要和科學的知識有所區分，而是要視傳播的目的和對象，「因事制宜」，把科學家的知識，藉由適當的傳播轉化，傳給目標的訊息受眾。

著名的科學史學者 Thomas Kuhn (1970) 認為，科學的進步源於新典範的出現，以及能讓大眾近用的科學訊息。隨著科學的進步，科學與現代的生活已經深深結合，把既有的科學觀念或最新的研究發現有效地傳遞給社會大眾，已經成為科普工作的核心，科普的價值已受到肯定。愈來愈多研究者進一步參與討論如何提昇科普的品質、如何減少一般人與專業科學領域間的鴻溝、科普的訊息究竟該如何轉化...等問題，以試圖增進非專業者對科普內涵的理解。

傳播相關研究提及科普的傳播效果時，都強調應使閱聽人感到有樂趣、重視資訊的轉化，以創造一般大眾對科普的興趣（Bensaude-Vincent, 2001; Macedo-Rouet, et al., 2003; 謝瀛春, 1994; 江欣怡, 1999; 柯籙晏, 2002）。

然而，科學資訊在普及的過程中，經過轉化的資訊，往往會遺失某些原始的內容（Charney, 2003; Fahnestock, 1993）。所以，多年來科學家們爭論不休，包括了科普的對象、科普內容轉化的程度以及科普的目的等等；為的就是想要議論出：究竟科學普及該要「普及」到什麼程度？

綜上所論，科普欲達成其基本效果，首先要有科學家的適度參與，再來要有適當的資訊轉化與包裝，先能引起其傳播目標閱聽人的興趣，進一步才可能使其有樂於接受科學知識的「態度」，並可能產生樂於使用科學知識的「主動涉入行爲」，以達到讓受眾能學習理解科學的內涵、具有科學思辨的能力並能夠以科學精神參與社會事務。

另一方面，科普訊息的產製與轉化工作，也需要要重視使用適當的比喻修辭（metaphor），和讀者的生活經驗發生連結，才能真正和閱聽人產生互動，達到傳播的效果。

本研究重視的「科普」概念，主要即關注於科普的傳播對象和訊息之間的效果、並進一步探討科普訊息與閱聽人的認知資訊負荷、態度以及理解程度之間的關係。下一節，將探討當代科普訊息的發展。

第二節 科普訊息的呈現形式

壹、科普訊息與科普文本

理論上，任何事物都可以是「文本」，而成爲研究的對象。Barthes (1980) 認爲文本是以語言爲媒介，是用來指出並說明某種隱含於其中的社會特性（轉引自夏春祥，1997：145）。在曹志平（2005）的討論中，將文本視爲一種「用人類所創造的各種符號所凝聚，承載著人類文化、思想、觀念以及傳統意識等的物品」，並進一步解釋科學文本其實包括三種構成的語言，它們分別是：「自然語言」、「科學的人工符號語言」（包括學科語言及數學語言），以及「圖片、照片、圖像等非文字的物品」。

科普文本是科學文本的一種，其承載著科學訊息，內容之構成也同樣包含前述自然語言、人工符號語言以及圖片、照片、圖像等非文字的構成，涉及包括科學內容的轉換，以及其訊息的呈現形式如何引發讀者興趣。

Macedo-Rouet 等人（2003）對科學文本的閱讀研究指出，科學的文本製作呈現形式（presentation format），會影響使用者的感知（perception）、理解（comprehension）以及對科學報告爭議之權衡（evaluation of arguments in science reposts）。

由於科普係針對常民大眾，所呈現之文本訊息應不同於科學家交流的專業文本，也不同於學校科學教育的嚴謹文本，而是一種將科學知識經過語言轉換，能引起非科學專業之閱聽人對科學產生興趣的科普訊息；它可以單由言辭符號構成，也可以融合圖像和文字共同建構訊息。

爲達到建立公眾的科學素養，科普文本的訊息內容，依科學傳播的需求，處理包括科學概念與科技新知；但無論科普內容屬於基本的科學概念、研究新發現或科學新知...等等，都需要經過傳播訊息上的轉化工作（Miller, 1983; Dunwoody, 1986 ; Paisley, 1998 ; 謝瀛春，1994）。

研究普遍認爲，科普其實是一個需要用「說故事」的方式，與生活相關的情境脈絡連結，以吸引一般閱聽大眾的文本訊息（周成功，1985；江欣怡，1999；

柯錄晏，2002；謝瀛春譯，1994）；但是，一般讀者在閱讀科學訊息時的最大困難就是「專有名詞」(big words)。必須具有專業知識，看懂這些字彙，才能了解科學訊息的內容（Myer，1991；洪綾襄，2004）。

傳統的科普文章內容往往由科學家撰寫，其內容使用了內行人才看得懂的專業術語，以致一般小老百姓覺得艱澀難懂（洪裕宏，2004；洪綾襄，2004）。相關研究指出，這種情形的發生及難以突破，其中的關鍵，即在於一般大眾使用的自然語言符號系統，和科學家之間以科學符碼構成精密的科學語言符號系統，兩者之間是斷裂的，有轉換上的問題（江珍賢，1991；鄭宇君，1999；洪綾襄，2004；Dillon & Gabbard，1998；Bensaude-Vincent，2001；Kyvik，2005）。而對於專業術語最好的處理方式，就是應用比較、比喻、隱喻等修辭技巧；尤其要把科學符碼連結到生活經驗中已經理解的事物，如此與閱聽人的生活情境脈絡連結，能強化管理（謝瀛春譯，1994）。

相關研究也指出，科普訊息除了兼具來源可信和科學的專業，其呈現應該要能使閱聽人感覺親近、易讀、感到興趣、感覺愉悅，但最重要的，還必須顧及能被理解，以達成科普最終的效果（周成功，1985；江欣怡，1999；柯錄晏，2002；Croteau & Hoynes，2000）。也就是說，科普文本應是基於事實資料而撰寫的科普訊息，但在科普傳播的過程中，讀者的接收和理解更為重要。

因此，科普訊息撰述的過程中，撰稿者是否能將科學知識由菁英語言，轉述為一般民眾使用的自然語言，與科普訊息能否為民眾理解，有著密切的關聯。再者，科普訊息對於科學語言符號，除了以自然語言進行修辭處理，還需要應用比較、比喻、隱喻等技巧，使科普訊息的情境與一般民眾的生活經驗連結，讓一般大眾對科普訊息對產生認為有趣、有吸引力的態度，將有助於科普文本被閱聽大眾接受及理解。

貳、視覺文本和文字文本

科普文本的內容構成，包含了文字及非文字的圖像（包括圖片、照片、圖像等）（曹志平，2005；Macedo-Rouet, et al., 2003）。文字所屬的語言符號體系和圖像所屬的視覺符號體系，是人類的傳播文本中，最常運用兩個表達符號體系。

研究指出，視覺符號（圖像）和言辭符號（文字）其實各別都能成爲具體表現意義的語言，但各有不同的特性：圖像在化繁爲簡和表現或再現真實特別有利，有利於挑起感情；文字則能說明作者邏輯和該主題的主要概念，較有利於敘事（Kress & Leeuwen, 1996; 桑尼譯, 1999; 趙雅麗, 2002; Martinec & Salway, 2005）。

由於圖像與文字符號兩者各有專擅，特性各自不同。因此，圖像文本和文字文本，可以各自獨立存在，各自傳達其意義，必要時，也可以共構兼具圖文的視覺化文本。

所以，科普讀物中，我們可以看到以純以文字爲主的科普書、科技新聞等文字文本，也可以看到像圖鑑百科這種以圖像爲主的圖像文本。由於視覺化已是傳播活動中的重要趨勢，新近的科普出版品，也有愈來愈多以圖像和文字整併在一起（如有插圖的科普書、有照片的科學新聞）、甚至動態影像（如科普電視節目）的呈現。

當圖像與文字共構文本時，羅蘭巴特特別強調圖像具有太多重的象徵及豐富的多種意義，並把圖像和文字之間的關係分爲兩種，一種是圖與文各自延伸對方內容的意義（相互支持的功能），另一種則是圖與文各自在說明對方內容的意義（互相定錨的功能）（桑尼譯, 1999）。也就是說，圖像與文字兩者傳達的意義部份重疊，但並不同，兩者之間呈現一種重疊與互補的關係。

所以，有研究者指出，當圖像與文字共構文本時，因爲文字意涵的傳達比較模糊，所以圖像在修辭表現上能發揮極大的功能（韓叢耀, 2005）；而圖像則因爲有多重的意義，所以需要文字來對圖像產生意義定錨的功能（桑尼譯, 1999）。

由於早期平面媒體上的科普讀物，多以純文字的科普書或科學報導爲主，學者往往建議科普作者在文字寫作之外，還應使用圖像或圖表輔助讀者理解（謝瀛春, 1988, 1991; 章道義, 1983）。Martin（1993）則主張以貼近讀者的方式製作文本，並把科普文本分爲兩類，認爲兒童適用說故事和圖示，而一般人則適用事實資料和圖示。

因此，圖像和文字如何共構視覺化的科普文本，引起閱聽人對科普文本的興趣，進一步產生意義的理解，是本文關切的重點。

探討科學文本中圖文關係最多的教育領域，主要係以插圖或圖表的概念來討論圖像在科學文本中的功能。單文經（1996）將插圖定義為「出現在文字當中的圖片（pictures in the text）」，而把插圖而分為五類：

1. 裝飾（decoration）類：與文字內容沒有直接關聯，但可吸引與維持學習者的注意力。
2. 象徵（representation）類：與文字有關的圖片、照片或其他圖像，將抽象的文字內容以具象的方式來呈現。
3. 組織(organization)類：包括地圖、結構圖及程序等，用來顯示物體或事件的時間與空間相關地位，或說明某個過程中的各個步驟。
4. 解釋（interpretation）類：以較具體，或是類推、譬喻的圖解方式來解說抽象或難懂的文字內容。
5. 轉化（transformation）類：目的在將文字訊息變成易記的形式，並把它安排在組織脈絡中。以提供暗示或線索，所以能強化認知的過程，提高效果。

韓叢耀（2005）進行圖像傳播研究時，依皮爾斯把符號分為圖像、指標和象徵三大類型的區分，直接把圖像符號以圖像（image）、圖表（diagramme）和隱喻（metaphore）三種類型大分；若將前段單文經的插圖分類與之相較，將近似的插圖分類則可得下表。本研究採韓叢耀（2005）之圖像分類，將科普文本中呈現的圖像，分為圖像（image）、圖表（diagram）及比喻（metaphor）等三種呈現形式的分類。

表2-1：圖像的類型

研究者	圖像的類型與內涵			符號的分類
	圖像	指標	象徵	
皮爾斯	圖像	指標	象徵	符號的分類
韓叢耀（2005）	image圖像	diagram圖表	metaphor比喻	圖像符號的分類方式
單文經（1996）	裝飾、象徵	組織、解釋	解釋、轉化	插圖的分類方式
本研究	image圖像	diagram圖表	metaphor比喻	本研究的科普圖像分類方式

（本研究整理）



圖2-1：科普圖像分類一：image圖像（用於裝飾或用來表示可見的指涉物件）
 資料來源：
 左圖：本研究拍攝。
 右圖：淡江大學大眾傳播學系口述影像研究室，2004，p.5。

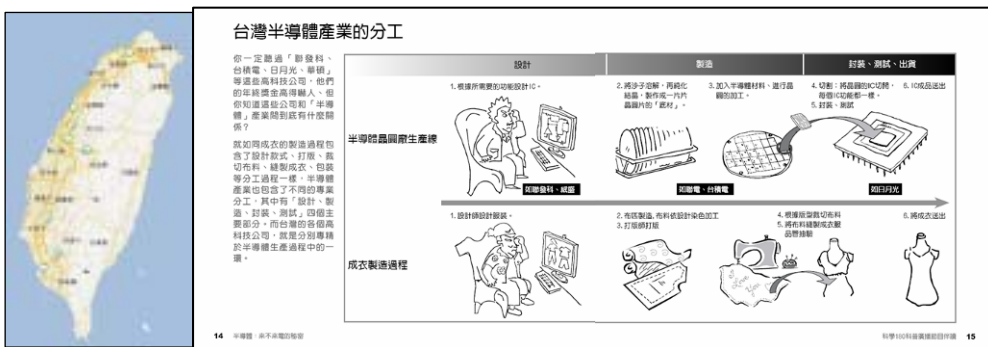


圖 2-2：科普圖像分類二：圖表（diagram）表單、地圖、結構圖等，用於組織及解釋訊息
 資料來源：
 左圖：Google Map，上網日期2010年2月1日，取自<http://maps.google.com/maps?hl=zh-TW&tab=ll>
 右圖：淡江大學大眾傳播學系口述影像研究室，2004，pp.14-15。

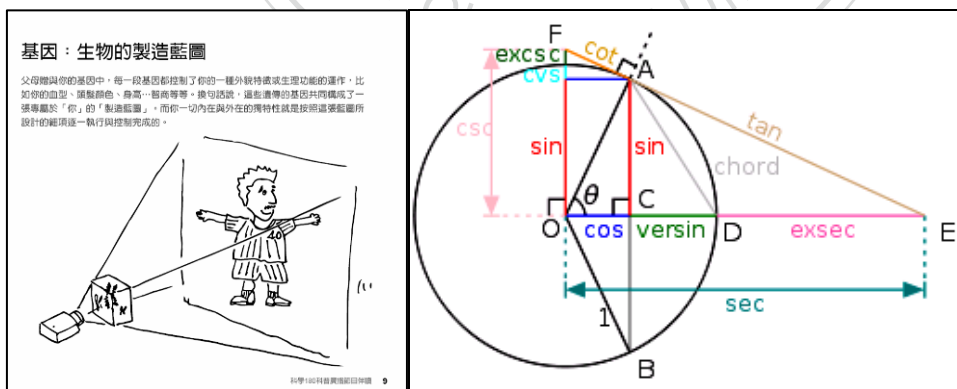


圖 2-3：科普圖像分類三：metaphor 比喻（用於轉化不可見的概念為圖像、抽象的模型概念，或將概念以比喻的方式呈現）

資料來源：
 左圖：淡江大學大眾傳播學系口述影像研究室，2004，p.9。
 右圖：本研究改繪自Wikipedia〈三角恆等式〉，上網日期2010年2月1日，取自<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E4%B8%89%E8%A7%92%E6%81%92%E7%AD%89%E5%BC%8E>。

然而，研究雖指出視覺化的資訊（visualization of information）如圖片、圖表等等，有利於讀者增加對文字內容及情境的理解；但事實上，也有研究發現，視覺化的圖像加入科普文本以後，並不一定都帶來正向的效果；Macedo-Rouet(2003)的研究就發現，內容資訊量大的網頁文章中的圖片，視覺化的資訊其實會導致閱讀較費事，也會降低文字閱讀的流暢，影響文本整體的易讀性（Macedo-Rouet, 2003）；此外，科普文本中的圖文之間，彼此是否有相關性，亦是影響科普視覺化文本閱讀的重點。



第三節 科普訊息的解讀

壹、閱聽人的資訊處理過程

資訊處理理論 (Information Processing Theory) 解釋人類在環境中，如何經由感官察覺、注意、辨識、轉換、記憶等內在心理活動，以吸收並運用知識的歷程，因此最常被用於解釋閱聽人對文本的理解 (comprehension)、易讀性 (legibility)、感知的認知負荷 (perception of cognitive load)、滿意 (satisfaction) 及注意 (attention) 等效果進行研究。

當面對一個「新的訊息刺激」時，人類的感官首先會「注意」並接收到這個外在刺激 (要讓人們注意到這個訊息，這個訊息必須要有特色)。接著，個人將會經由選擇、過濾的行為，將訊息儲存於腦內的「短期記憶區」；在短期記憶內的訊息經過「編碼」(encoding) 後，再轉換成語意 (semantic) 或心像 (mental image) 的形式與舊有的相關知識結合。

人們舊有的知識是儲存在「長期記憶區」中，為了獲取舊有知識，人們會藉著某種回憶線索，由長期記憶區提取出相關資料，並將資料送回「短期記憶區」內。

而「短期記憶區」是儲存與目前訊息有關的記憶以供人類進行推論及判斷的地方，當人類有「推論及判斷」需求時 (面對一個「新的訊息刺激」)，短期記憶區便會以編碼的語言或心像，向長期記憶區提取舊資料，以在短期記憶區中處理推論及判斷；當短期記憶區中處理結束後，會將人類「推論及判斷」的結果，也就是新的訊息存回長期記憶中，並輸出最後的「行為反應」。

以上是一個簡單的閱聽人處理資訊的過程。

Gange (1985) 即依據資訊處理理論，將學習歷程定義為：個體接受外來的刺激與訊息，經由訊息的重新組織與轉換，以及個體的認知同化與調整，所建立新的知識表徵的內在運作過程。

Ferguson-Hessler (1990) 則將資訊處理歷程化簡為表層 (surface)、整合 (integrating) 及連結 (connecting) 等不同層次來分析學習成效高低之學習者，其認

知歷程是否有所差異。

本研究綜合上述作者看法，將探討閱聽人如何理解科普文本，閱聽人的資訊處理和文本的易讀性（legibility）、感知的認知負荷（perception of cognitive load），包括對科普文本的滿意（satisfaction）及注意（attention）等的關聯為何。

貳、科普傳播的效果

學者認為，科普的目的在於對公眾進行教育（educate）、說服（persuade）與溝通（communicate），讓大眾具有理解科學的基本知識，並能了解與應用科學的方法（Miller, 1983, 1992; Laugksch, 2000; AAAS, 1985）。

社會科學相關的研究最終渴望是行為的預測；學者認為態度是人類行為的前導反應，掌握態度以及可能改變的因素，才可能預測未來的行為（Petty and Cacioppo, 1981, 1983）。傳播效果將溝通有效分為感知、態度與理解幾個層面，本研究即欲從探究科普訊息傳播效果的角度，以實證的方式，探究透過訊息圖文形式的設計，對人類認知態度及涉入程度之間的相互關聯。以找到未來能進一步影響閱聽人科普接收與理解效果的鑰匙。

以下便先由傳播效果的認知資訊負荷、態度與理解這幾個層面進行了解：

一、認知資訊負荷

人類對訊息的感知程度與認知負荷相關，認知負荷（cognitive load）可定義為將一特定工作加諸於學習者的認知系統時，學習者得到、整合並認知文本資訊所必須耗費的整體心智努力程度（Sweller et al., 1990）。Paas & Van Merriënboer（1994）則定義「認知負荷」是將一特定工作加諸於學習者認知系統時所產生的負荷。也就是工作記憶的負荷（Working Memory Load）。

通常，認知負荷會受到文本內容複雜程度、文本編排呈現形式與學習者對主題的涉入程度影響（Sweller et al., 1990）。Sweller等人（1998）把認知負荷的類型，簡單地分為內在的認知負荷（Intrinsic Cognitive Load）與外在的認知負荷（Extraneous Cognitive Load）。內在認知負荷是文本內容本身的特性造成的。外在認知負荷則是因文本設計和編排方式等傳遞方式，造成學習者的負荷，這種負荷是額外增加的，因此可以藉由改良文本訊息傳遞的設計方式而降低。

Paas等人（1994）以及Sweller等（1998）將認知負荷概念化爲「任務基礎維度」（Task-Based Dimension）與「學習者基礎維度」（Learner-Based Dimension）兩種維度。心理所感受到的負荷是指完成某件任務個體所需的努力，著重在任務特性分析，包含任務複雜度及工作量，屬於任務基礎維度。學習者基礎維度則是指學習者執行任務時，所付出的認知能力或資源。

Sweller 等人（1990）指出，對心智努力的衡量，可以採用下列三種方法：

1. 主觀衡量（subjective techniques）：學習者自我反省，將自己的負荷量化。如將所花的心智力量化爲「1」到「9」，所對應的是「極少的心智努力」到「極多的心智努力」，由學習者評定本身的負荷後，選取較適合自己的尺度。
2. 生理上的衡量（physiological techniques）：基於所受的負荷會造成生理上的改變，因此，利用測量血壓、腦波等，來衡量學習者的認知負荷。
3. 任務與績效衡量（Task- and performance-based techniques）：如教材內容中，因果狀況的數目、或學習者所花費的學習時間、學習者的學習錯誤率等等。

一般量測表層的認知資訊負荷，通常是透過測量閱讀時間或由受試者心理主觀的感覺回應來達成（Macedo-Rouet, 2003, Harms, 1991; Wickens, 1992）；惟需要注意的是，受試者自我報告的主觀認知負荷（self-perceived cognitive load）其實並不一定會完全等於實際上的認知負荷（actual cognitive load）（Eveland & Dunwoody, 2001）。

二、態度

想要評估媒體效果，除了感知的資訊負荷量（feelings of cognitive load）外，還必須考慮使用者其它多個面向，包括：預存的態度（preexisting attitudes）、對於文本內容的滿意度（satisfaction with the text）等，都應該列入考量（Macedo-Rouet, et al. 2003）。

一般而言，態度是指在一個特定的時間點，對一個特定指涉的人、事或物，有一種代表個人偏好與厭惡的反應傾向。行爲與社會科學相關的研究都認爲態度是人類行爲的前導反應，掌握態度以及可能改變的因素，才可能預測未來的行爲（Petty and Cacioppo, 1981, 1983）。

由於媒介閱聽人形成與變遷的潮流持續，究竟是媒介創造閱聽人的需求，抑或閱聽人自發的需求導致媒介的生成，已經難以劃分；加上科普傳播過去一直未能明確地指出閱聽族群，對於科普傳播所屬族群、團體的共同特徵也較無確切的掌握；但是，我們可依循McQuail認為媒介應持續地尋求並掌握新閱聽人的建議，而回歸探究閱聽人態度的喜好及需求，在滿足的模式下供應為閱聽人量身打造的媒介內容。以使科普傳播的產品模式，包括成品的形式、呈現風格與文類等訊息設計，能符合某一群閱聽人的需求結構，而造成類似品味文化（taste culture）般，由某種共同興趣和態度所引發的媒介取用行爲（McQuail, 2000／陳芸芸、劉慧雯譯，2003）。

科普傳播的相關工作者或研究者都強調科普應使閱聽人感到有「樂趣」與「興趣」（周成功，1985；江欣怡，1999；柯錄晏，2002），閱聽人研究也已經指出閱聽人是希望在媒體中尋找愉悅的，傳播人需要認真看待閱聽人的愉悅感，並探尋是什麼讓閱聽人在態度上感覺愉悅（Croteau & Hoynes, 2000）。

因此，科普工作在創造內容吸引閱聽人前，必須先回到了了解閱聽人喜好與需求的立場，探究科普訊息呈現設計與閱聽人態度之間的關係，才能在進行科普訊息設計時，採取適當的轉化、敘事及修辭策略以及結構的安排，讓科普讀物的形式及風格能引起閱聽人的愉悅與興趣，進而造成對科普訊息的需求。

廣告界從引起潛在消費者注意、興趣到行動的「AIDA公式」（AIDA Formula）的說法為參考，該公式將廣告潛在消費者從接觸廣告開始，一直到完成某種消費行爲，分為注意（Attention）、興趣（Interest）、慾望（Desire）及行動（Action）四個階段性過程（樊志育，1992）。

態度的測量方式可分為外顯測量與內隱測量兩種。

外顯測量法，可用來直接測量受試者對客體的態度，包含語義差別法（semantic differential）（Osgood, 1957）、李克特量表（Likert scale）（Likert, 1932）等。一般來說外顯測量法應用範圍廣泛且施測方便，只是較易受到社會讚許反應影響。

內隱測量法，則是透過設計讓受試者不由自主的透露出自己內心的偏好，以間接的測量受試者的態度，一般有下列幾種測量技術：

(一) 促發技術：給予受試者促發刺激，依據反應時間的差異來推估受試者的態度。一般來說，反應時間快的，其態度與刺激的屬性較一致。Fazio et al.(1995)曾用來測量種族偏見。

(二) 投射技術：讓受試者看模糊的刺激後做反應，例如讓受試者自行填寫語句完成測驗、英文使用的字幹填充法 (word-fragment completion task)。但這樣的衡量方式較難客觀評定。

(三) 生理測量技術：透過監控受試者的生理反應來評估態度，例如 Vanman, Paul, Ito & Miller (1997)曾使用肌電圖測量 (Electromyography, EMG) 測量臉部變化，來研究種族偏見。或有研究以眼動儀量測眼球瞳孔之大小，測量人們對所見資訊感興趣的程度 (唐大崙、李天任、蔡政旻，2005)。

(四) 內在偏好測量技術：包含內外團體偏見研究使用的語言偏誤法 (linguistic intergroup bias)、刻板印象詮釋偏誤法 (stereotypic explanatory bias, SEB)、用來評估自尊高低的姓名偏好測量 (name-letter preference effect)。

(五) 概念連結技術：以內隱連結測驗 (Implicit association test, IAT) 為主，以受試者評估目標概念的反應速度，來推論目標概念和受試者自身概念屬性是否一致，當一致時反應速度較快 (Greenwald, 1998)。

就態度的結構而言，有的學者採用三元論 (包含認知、感情與行為傾向)，有的則選擇純粹以情感評價的單元論。多數學者在編製實驗態度量表時，多會採用包含認知、情意與行動三種成分的觀點；而像 Petty & Cacioppo (1981) 執行的認知實驗研究時，則是採取單一的情感評價向度。

一般傳播研究多半都採用李克特量表 (Likert scale)，以表達正面或負面的方式，來評估閱聽人對傳播訊息的態度。因此，包括閱聽人對吸引力、趣味感、滿意度、想再使用以及矛盾、混淆和意見等，都可以使用李克特量表來量測。

三、理解

理解是閱讀的主要目的，也是傳播溝通最重視的效果之一。它是一種複雜的心智運作過程，統攝包括思考、語言活動、閱聽人本身的先備知識 (prior knowledge) 及基模 (schema) (Kintsch & Van Dijk, 1978; Samuels & Kamil, 1984)。

Evans和Merce (1986) 及Swaby (1989) 等人認為理解是人類一種技能的表現，必須融合對字義理解 (literal comprehension) 推論理解 (inferential comprehension) 評鑑理解 (evaluative comprehension) 以及批評理解 (critical comprehension) 等技能，才能獲致的結果 (Evans、Evans & Mercer, 1986)。

而心理語言學的觀點，則認為理解是已知事物和未知事物間的橋樑。並認為理解的表現必須建構於讀者具有的經驗、語言的知識、文章結構的認識等背景知識的「基模」，才可能發生 (Lerner, 1988; Lambert & Lamb, 1980)；Swaby (1989) 則更進一步指出閱讀理解需要讀者主動投入，以本身既存的概念結構和知識與文本互動，最後才能獲致理解。

對於閱讀者處理文章的歷程，Gagne (1985) 將整個閱讀歷程分為解碼、字面理解、推論理解及理解監控四部份。而Kintsch及Ven Dijk等研究者則歸納閱讀理解模式是同時進行「由下而上」對字彙及文句的解碼處理，以及「由上而下」的讀者先備知識與監控理解與文本交互作用的歷程 (Kintsch & Van Dijk, 1978; Samuels & Kamil, 1984; 林清山, 1990)。

研究者指出，科普的情境中，閱聽人對科學所具備的涉入態度及其先前知識，與其能否理解科學訊息有關，但科普傳播的重要目的之一，也包括塑造公眾對科學發展的理解。(Dunwoody, 1986; Paisley, 1998; Croteau & Hoynes, 2000; 謝瀛春, 1994; 江欣怡, 1999; 柯錄晏, 2002)。此外，Bauer (2008) 在探討公眾的科學素養時也提出，知識是閱聽人運用認知理解進行資訊處理後的產品，當閱聽人對科普傳播中的理解形成知識之後，將成為閱聽人認知與態度基模的一部份，影響著未來閱聽人對科普態度的形成及行為的依據。因此，為了有效提昇科普傳播的能量，更需要對於閱聽人的先備知識、涉入感與理解之間的關係加以了解。

傳統科學理解的量測典範的執行方式，係以一系列科學主題相關命題的選擇題項，去測量公眾對於特定主題的了解程度 (Bauer, 2008)。而傳播領域閱聽人對訊息的理解，係屬於對深層易讀性的評估，通常以複雜的任務或條件去觀察或測量閱讀模式或測驗讀者對於文本中的記憶 (memory) 及理解 (comprehension) (Chen & Rada, 1996; Rouet and Levonen, 1996; Macedo-Rouet, 2003)。

參、閱聽人的涉入感

在傳播對閱聽人態度的研究中，涉入感（*involvement*）一直是個重要的議題。當我們探究個人對於事件關注程度時，涉入感被用來說明個人對事件關注。Eagly & Chaiken（1993）認為涉入感是一個人組成態度強弱的中心象徵（*index*），Liebes & Katz（1986）則直接指出，閱聽人的涉入感，是通往效果的關鍵。而科學傳播相關研究也指出，當閱聽人對科學的主題，有較高的涉入感時，其傳播接收與理解的效果亦較佳。

Petty & Cacioppo（1981）整合有關態度改變與說服的相關理論所提出的「推敲可能性模式」（*elaboration likelihood model*, ELM），認為「傳播說服」對於個人作用的發生可分為兩種途徑：「中央路徑」（*central route*）與「周邊路徑」（*peripheral route*）。而訊息接收者採取何種路徑，則與下列情境變項有關：

1. 涉入感（*involvement*）：訊息接受者本身是否有處理訊息的動機，也就是訊息接受者的涉入程度。
2. 自我效能（*self-efficacy*）：訊息接受者本身的知識背景是否有處理訊息的能力。

依 ELM 理論，若閱聽個人具有係高度的涉入與自我效能（高動機、充份的先備知識），則傾向於選擇「中央路徑」的說服方式；若個人的涉入與自我效能較低（低動機、欠缺先備知識），則傾向於選擇「周邊路徑」的說服方式。

ELM 理論的重點，係針對閱聽人接收資訊的主題，探討涉入感對閱聽人是否接收該資訊主題的重要性。此外，Petty 與 Cacioppo（1983）的研究也進一步指出，高涉入者的態度通常持久而不易改變，並具有相當的一致性。對於本研究欲探知閱聽人與科普文本間的接收理解互動過程而言，具有相當的啟發。

肆、先備知識

先備知識（*prior knowledge*，或稱先前知識）簡單地說，就是我們舊有的知識與經驗；或說是我們在學習理解時必須帶入使用的知識、技能及能力（Jonassen & Grabowski, 1993）。足以理解文章的先前知識，能協助讀者啓用內容基模（*content Schema*）而產生理解的歷程（Bloom, 1982; Cronbach & E., 1977; Dochy *et al.*,

1999)，由於先備知識對學習成效有很大的影響，它也是探討人類閱讀理解歷程時，最容易被提及的概念。

Resnick (1987) 認為先備知識來自於人們過去的學習與經驗累積，包含概念的知識 (conceptual knowledge) 及策略的知識 (strategic knowledge)。也有學者認為，先備知識包括了長期儲存的知識 (permanent stored knowledge)、知識基礎範疇下的先備知識 (prior knowledge state in the knowledge base)、檔案式的記憶 (archival memory)、經驗知識 (experiential knowledge)、背景知識 (background knowledge)、個人知識 (personal knowledge) 等內涵 (Matthews, 1994; Yager, 1991; 郭重吉, 1988)。Mayer 認為談到有效的閱讀理解，首要就必須具備並能運用內容的先備知識，再加以解讀策略知識和後設認知知識，才可能達成 (林清山譯, 1991)。

尤其科普的情境中，閱聽人所具備的先前知識，往往對其能否理解科學資訊有重要的影響。江欣怡 (1999) 的研究亦印證，有科學背景的讀者，對於科普書中的知識部分，即為科學本身、科學理論，比較容易提取既有的知識而產生理解。

因此，在科普知識的衡量上，Graesser 等人將知識由淺到深予以分層，分別為：表層符碼 (surface code)、基礎字詞 (textbase; explicit propositions)、情境模型 (situation models) 及了解傳達意涵的實際互動 (pragmatic interaction)

(Graesser, Millis, & Xwaan, 1997; Kintsch, 1998)，並強調知識理解的逐層架構。因此，在衡量閱聽人對於科普主題的先備知識時，亦應顧及這四種層次由淺至深的知識量測結構。

而 Bauer (2008) 在進行近 30 多年公眾理解科普 (PUS, Public Understanding of Science) 的歷時研究分析時指出，傳統科學素養 (知識) 的量測典範，多以 10 至 20 題是非或單選題 (quiz-like items) 的題項進行檢驗；這些題項彼此間必須相互關聯，並且要能建構出一個可信的知識指標，受試者每答對一題，即得到一分。由於這樣取得的素養量測難免偏頗，因此，新近研究對於知識題的量測，較能給予受試者「不清楚」(或「不知道」) 的答案選項，以讓受試者表示題意模糊無法理解或自行選擇忽略作答。不過，Bauer 也指出，研究發現相較於猜錯答案的受試者，選擇「不清楚」選項的受試者對於科學其實比較沒有自信。

伍、人口變項

由於本研究想進一步探討閱聽人的個別差異，在閱讀科普讀物時，和科普讀物設計及和理解之間的交互效果，因此提出性別與教育背景的人口變項。

閱聽人「個人」究竟為什麼要選擇親近某些傳播內容？學者指出，社會結構和過去的媒介經驗會形成一個人的媒介傾向；社會結構是指如教育、收入、性別、居住地、所處生命週期等等（McQuail/陳芸芸、劉慧雯譯，2003）。

而媒介提供的內容、閱聽人個別的情境（如空閒時數、參與的可能性、可選擇活動的範圍）以及閱聽人身處的社會脈絡（例如家庭或朋友的影響），則影響了閱聽人使用特定媒介和內容選擇的行為。閱聽人會在媒介、主題興趣、使用習慣及媒介期望等部份有其個人之偏好（McQuail/陳芸芸、劉慧雯譯，2003；McLeod and McDonald, 1985; McDonald, 1990）。



第四節 國內相關研究

傳播領域在科普議題的研究雖然不多，但多數研究討論的焦點，聚集在對科學新聞報導的相關分析與研究。

黃俊儒和簡妙如（2006）以內容分析法解析國內主要媒體之科學新聞論述層次、分佈及可能侷限。他們指出國內科學新聞報導偏離國家重要科技發展方向而多集中於產製過程下游及社會影響性，對高層次科學問題相對忽略，且援用編譯稿比例偏高，易導致侷限閱聽人之科學視野，建議以跨學科研究投入科普工作的方式，拯救國內的科學素養。

與「平面科普讀物」相關的，有江欣怡（1999）結合量化與質性方法，探討了科普書與讀者之關係；她從科學傳播的角度試圖了解讀者如何閱讀、購買科普書，以及對科普書的看法，並且對形塑科普書現象的科學專家以及出版社進行的研究。方采禾（2003）亦以量化與質性的方法，對臺灣科普雜誌的讀者面貌進行勾勒。

與「科學新聞」相關的研究，則包括鄭宇君（1998）；張榮仁（1999）；陳綱佩（2000）。鄭宇君（1998）以基因新聞為例，探究科學與新聞的差距。他採取論述分析的研究取徑，探討科學新聞。認為從科學到新聞的意義偏差主因，包括了個人因素以及科學新聞產製的社會脈絡。張榮仁（1999）則分析了 CIH 電腦病毒事件的新聞文本，他使用批判觀點，目的在揭露文本中的意識型態運作機制，尤其是探尋科技意識型態在文本中的作用及其所涉及的權力關係。而陳綱佩（2000）則是探討科學新聞文本的隱喻使用與讀者理解的關係。她採用實驗法，發現在科學文本中使用隱喻，能提高讀者對科學報導內容的正確回憶量，減低讀者錯誤回憶量，因此肯定隱喻能夠提高讀者對科學文本內容整體性的理解。

與「科普敘事」有關的，則有柯籙晏（2002）探討將傳播領域中一般敘事理論應用至科普傳播的可行性及轉換原則。洪綾襄（2004）則是從科普文本語言機制，探討具科學背景與不具科學背景的科普內容生產者，在撰寫科普文本時的差異。

因此可知，過去國內傳播領域的科學文本研究多偏重科學新聞的理解，很少探討在坊間也相當普及的科普讀物，至於從讀物的設計和溝通效果觀點探討讀者的認知、態度和理解，並從個人差異進一步探討的相關研究，更付之闕如。本研究應可彌補這方面的空白。

其它領域之相關研究還包括：謝添裕（2001）運用選編之不同型式與不同圖文配置之科學文章閱讀材料，對 20 位國小六年級學童進行問答式閱讀理解測驗及實作式晤談，比較學童對於科學文章的閱讀理解以及學童對於科學文章的閱讀觀點與意見。80 %學童表示圖片在閱讀說明式科學文章時的助益性大於閱讀敘述式文章的助益性；該研究並指出學童傾向認為說明式科學文章附加的圖片中淺易具解釋性的圖片是比較能有吸引力，而敘述式文章中具表徵及解釋功能的圖片亦較有吸引力。

黃瑞琪（2006）針對國小六年級 68 位學童進行學童定期閱讀對科學閱讀理解之影響的實驗。定期閱讀圖畫書能幫助學生獲得科學閱讀理解的科學詞彙和重要概念，但對於邏輯推理和分析預測影響不大；但學童對圖畫書的感受都抱持正面的態度。巴西人則認為定期閱讀圖畫書在科學本質與科學態度的影響。

陳數恩（2007）以視覺心理學及讀者反應理論探討臺灣成人插畫書中圖文使用比例與編排形式為研究項目，並以 677 位大學生為研究對象，藉由歷史研究法及問卷調查了解分析插畫書中不同圖文比例與編排形式對閱讀者喜好之影響，以及臺灣近六十年的插畫書發展趨勢與未來預測，另外本研究亦分析閱讀者對插畫書內容體裁、版面印刷及周邊商品之喜好偏向。閱讀者對插畫書之接受度遠高於純文字書籍，閱讀者對「圖多文少」有明顯的偏好；在圖文編排方面，則以「左圖右文」、「文字置於圖內」兩者較受到閱讀者的喜好；在性別部分，女性對文字的偏好明顯高於男性。而不同學習背景的閱讀者對於插畫書的圖文比例與編排形式則亦有所不同，其中設計類背景的閱讀者特別偏好「圖多文少」、「左圖右文」、及「玩具類」周邊商品；商業類及資訊類的閱讀者則較能接受文字，且對「文具類」與「生活用品類」的周邊商品具明顯偏好。

陳數恩並由歷史研究法發現插畫書圖文比例方式已由「圖少文多」逐漸轉變為「圖多文少」；而圖文編排形式則由「上圖下文」或「文繞圖」轉為「左圖右文」及「文字置於圖片內」受到更多閱讀者的偏好。

第五節 研究問題與研究假設

本節依文獻與研究架構，援引 Macedo-Rouet(2003)、Harms(1991)、Wickens(1992)對科普傳播的研究，以及認知負荷(cognitive load)、個人差異的相關文獻，列出研究問題與建立研究假設，以探究各個自變項對依變項傳播效果所造成的影響。

本研究之對象，原應為科普欲觸達之常民大眾，但由於本研究採實驗方式進行，考慮受試樣本的同質性，以及受試樣本取得及執行的方便性，最後僅選擇公私立各一所大學之在學學生，作為初次研究的受試對象。

壹、研究問題

綜上所述，本研究擬出下列欲探討的研究問題。

- 一、科普訊息使用文字和圖片呈現的差異，對於科普訊息之傳播效果是否有差異？
- 二、閱聽人對科普主題涉入高低的程度差異，對於科普訊息之傳播效果是否有差異？
- 三、閱聽人先備知識高低的程度差異，對於科普訊息之傳播效果是否有差異？
- 四、閱聽人的人口變項，如性別、專業背景等，對於科普訊息之傳播效果是否有差異？
- 五、閱聽人對科普訊息之認知資訊負荷的高低與閱聽人對科普訊息的態度及理解之間有否關聯？
- 六、閱聽人的涉入程度、先備知識以及科普訊息的圖文呈現方式等三者，是否對科普訊息之傳播效果有交互作用的關聯？

貳、研究假設

本研究依據前列幾項問題，整理出相關研究假設如表 2-2，將於第四章進行研究假設之驗證。

表2-2：本文之研究假設列表

項目	研究假設內容
H1	閱聽人閱讀的科普訊息形式會影響其傳播效果。
H1-1	閱聽人閱讀的科普訊息形式不同，其認知資訊負荷不同。
H1-1-1	閱聽人閱讀只有文字的科普訊息（文本甲）時，其認知資訊負荷較高。
H1-1-2	閱聽人閱讀的科普訊息搭配裝飾性功能的圖片（文本乙）時，其認知資訊負荷和只有文字的科普訊息沒有差異。
H1-1-3	閱聽人閱讀的科普訊息搭配說明組織功能的圖片（文本丙）時，其認知資訊負荷較低。
H1-2	閱聽人閱讀的科普訊息形式不同，其態度不同。
H1-2-1	閱聽人閱讀只有文字的科普訊息（文本甲）時，其態度較負面。
H1-2-2	閱聽人閱讀的科普訊息搭配裝飾性功能的圖片（文本乙）時，其態度和只有文字的科普訊息沒有差異。
H1-2-3	閱聽人閱讀的科普訊息搭配說明組織功能的圖片（文本丙）時，其態度較正面。
H1-3	閱聽人閱讀的科普訊息形式不同，其理解程度不同。
H1-3-1	閱聽人閱讀只有文字的科普訊息（文本甲）時，其理解程度較低。
H1-3-2	閱聽人閱讀的科普訊息搭配裝飾性功能的圖片（文本乙）時，其理解程度和只有文字的科普訊息沒有差異。
H1-3-3	閱聽人閱讀的科普訊息搭配說明組織功能的圖片（文本丙）時，其理解程度較高。
H2	閱聽人對科普訊息主題的涉入程度會影響其傳播效果。
H2-1	閱聽人對科普訊息主題的涉入程度不同，其認知負荷不同。
H2-1-1	閱聽人對科普訊息主題的涉入程度愈高，其對科普訊息的認知資訊負荷愈小。
H2-1-2	閱聽人對科普訊息主題的涉入程度愈低，其對科普訊息的認知資訊負荷愈大。
H2-2	閱聽人對科普訊息主題的涉入程度不同，其態度不同。
H2-2-1	閱聽人對科普訊息主題的涉入程度愈高，其對科普訊息的態度愈正面。
H2-2-2	閱聽人對科普訊息主題的涉入程度愈低，其對科普訊息的態度愈負面。
H2-3	閱聽人對科普訊息主題的涉入程度不同，其理解程度不同。
H2-3-1	閱聽人對科普訊息主題的涉入程度愈高，其對科普訊息的理解愈高。
H2-3-2	閱聽人對科普訊息主題的涉入程度愈低，其對科普訊息的理解愈低。
H3	閱聽人對科普訊息主題的先備知識會影響其傳播效果。
H3-1	閱聽人對科普訊息主題的先備知識高低不同，其認知負荷不同。
H3-1-1	閱聽人對科普訊息主題的先備知識愈高，其認知負荷愈小。
H3-1-2	閱聽人對科普訊息主題的先備知識愈低，其認知負荷愈大。
H3-2	閱聽人對科普訊息主題的先備知識高低不同，其態度不同。

H3-2-1	閱聽人對科普訊息主題的先備知識愈高，其態度愈正面。
H3-2-2	閱聽人對科普訊息主題的先備知識愈低，其態度愈負面。
H3-3	閱聽人對科普訊息主題的先備知識高低不同，其理解程度不同。
H3-3-1	閱聽人對科普訊息主題的先備知識愈高，其理解程度愈高。
H3-3-2	閱聽人對科普訊息主題的先備知識愈低，其理解程度愈低。
H4	人口變項會影響閱聽人對於科普訊息的傳播效果。
H4-1	性別不同時，閱聽人對於科普訊息的認知資訊負荷不同。
H4-1-1	男性閱聽人對於科普訊息的認知資訊負荷較小。
H4-1-2	女性閱聽人對於科普訊息的認知資訊負荷較大。
H4-2	性別不同時，閱聽人對於科普訊息的態度不同。
H4-2-1	男性閱聽人對於科普訊息的態度較正面。
H4-2-2	女性閱聽人對於科普訊息的態度較負面。
H4-3	性別不同時，閱聽人對於科普訊息的理解程度不同。
H4-3-1	男性閱聽人對於科普訊息的理解程度較高。
H4-3-2	女性閱聽人對於科普訊息的理解程度較低。
H4-4	領域科系背景不同時，閱聽人對於科普訊息的認知資訊負荷不同。
H4-4-1	理工科系的閱聽人對於科普訊息的認知資訊負荷較小。
H4-4-2	非理工科系的閱聽人對於科普訊息的認知資訊負荷較大。
H4-5	領域科系背景不同時，閱聽人對於科普訊息的態度不同。
H4-5-1	理工科系的閱聽人對於科普訊息的態度較正面。
H4-5-2	非理工科系的閱聽人對於科普訊息的態度較負面。
H4-6	領域科系背景不同時，閱聽人對於科普訊息的理解程度不同。
H4-6-1	理工科系的閱聽人對於科普訊息的理解程度較高。
H4-6-2	非理工科系的閱聽人對於科普訊息的理解程度較低。
H5	閱聽人對科普訊息之認知資訊負荷、態度與理解程度之間均有相關。
H5-1	閱聽人對科普訊息之認知資訊負荷與態度有關。
H5-2	閱聽人對科普訊息之認知資訊負荷與理解程度有關。
H5-3	閱聽人對科普訊息之態度與其理解程度有關。
H6	閱聽人對科普文本主題的涉入感和先備知識的交互作用，會共同影響閱聽人閱讀科普文本的傳播效果。
H6-1	閱聽人對科普訊息主題的涉入感和先備知識的交互作用，會共同影響閱聽人對於科普訊息的認知資訊負荷。
H6-2	閱聽人對科普訊息主題的涉入感和先備知識的交互作用，會共同影響閱聽人對於科普訊息的態度。
H6-3	閱聽人對科普訊息主題的涉入感和先備知識的交互作用，會共同影響閱聽人對於科普訊息的理解程度。

第三章、研究方法

第一節 研究架構

本研究目的在以實驗法探討科普訊息圖文呈現形式對於閱聽人接收理解科普訊息的影響；故自變項為「科普訊息圖文形式」，主要操控的是科普文本的圖片功能。實驗中提供三組科普文本，分別為「有文無圖」的甲文本、「有文有圖，且圖片為裝飾功能」的乙文本，以及「有文有圖，且圖片為說明及組織資訊功能」的丙文本。同時，本研究並以閱聽人對科普訊息主題的「先備知識」和「涉入感」等個人特質差異，作為前置變項加以分析，以探究科普訊息呈現形式和閱聽人接收與理解之間的交互效果。依變項則設定為閱聽人對科普文本的「傳播效果」，包括其「認知資訊負荷」、「態度」及「理解程度」。

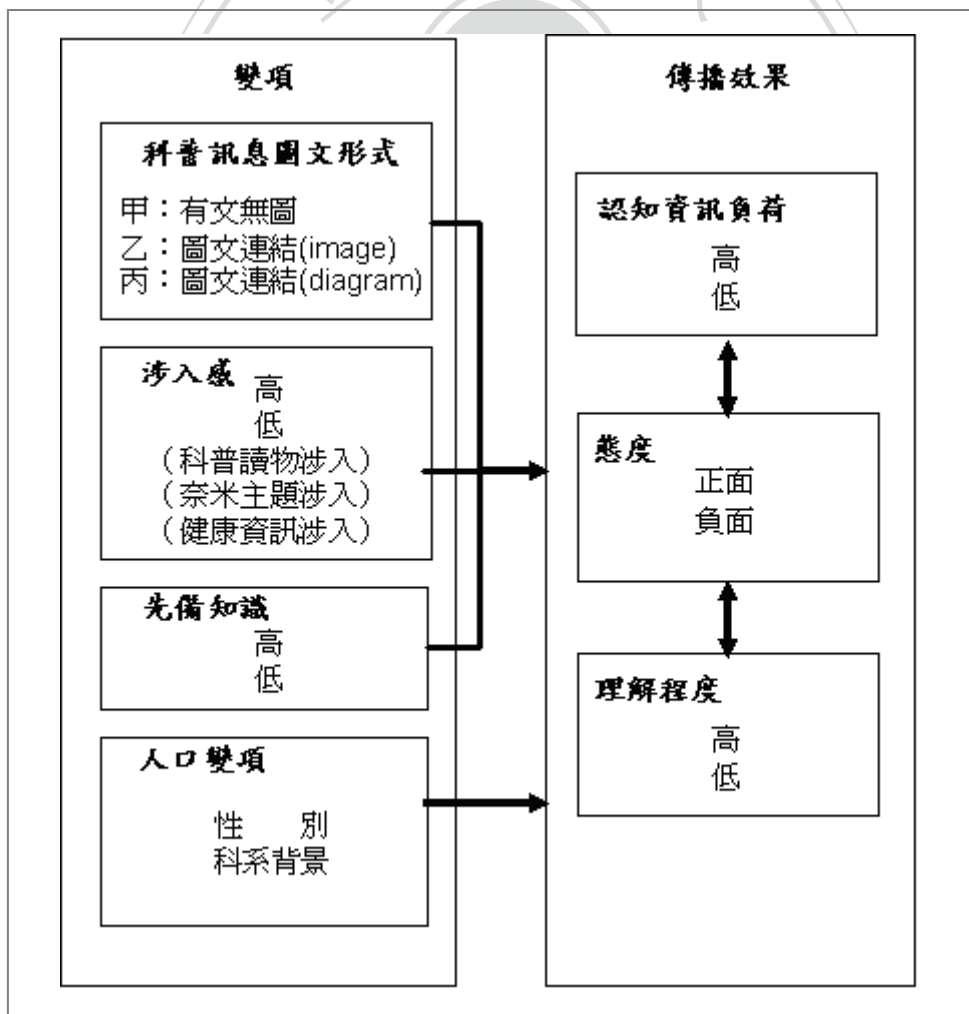


圖 3-1：研究架構圖

第二節 測量變項

本研究測量變項之相關定義及測量方式分述如下：

壹、自變項

一、科普訊息圖文形式

1. 定義

本研究採取 Macedo-Rouet 等人 (2003) 的觀點，認為科普訊息的內容，係由文字及圖像（包括圖片、照片、圖像等）組成。因此，本研究變項所指的科普訊息圖文呈現形式，係指：在同一個科普文本上，所承載的文字符號與圖像符號組合；關切的是圖像和文字共構的訊息，是否較能引起閱聽人接收科普的注意，並對閱聽人的認知資訊負荷、態度及理解程度有所影響。

由於文字與圖像兩者各有專擅，特性各自不同，且兩者間具有各自獨立或交互作用的關係（桑尼譯，1999；韓叢耀，2005；Kress & Leeuwen, 1996），但基於過去研究對科普訊息中圖像功能討論的資料較少，故本研究變項的操作採取「固定實驗文字的內容」，單獨操作圖像的不同呈現，以形成不同的科普訊息圖文形式。

文字部份為配合研究執行時間之限制，實驗文字的部份由研究者將既有的科普文章改寫為較短之固定文字篇幅。

圖像部份，參考皮爾斯、韓叢耀（2005）及單文經（1996）等人對圖像呈現形式的分類，將圖像分為 image 圖像、diagram 圖表及 metaphor 比喻等三種呈現形式。但考慮 metaphor 比喻轉化類的圖像，係以類推、譬喻、暗示或線索等方式解說抽象內容，涉及問題較複雜、較難操作化，故本次研究暫不討論該類圖像。

因此，本研究的變項「科普資訊之圖文呈現形式」，係以三種不同類型的科普訊息呈現進行實驗。三組文本的科普文字內容均相同，但安排不同的圖片呈現組合，分別為：

- A. 甲文本：有文無圖（無圖像）。
- B. 乙文本：有文有圖，且圖片為裝飾的功能（image 圖像）。
- C. 丙文本：有文有圖，且圖片為說明及組織資訊的功能（diagram 圖表）。

所謂裝飾功能的圖片，係指訊息中的圖片與文字內容原則上沒有直接關聯，主要目的在於吸引與維持閱聽人的注意力。而說明與組織功能的圖片，則指訊息中圖片必須與文字內容有關，且能顯示物體或事件的時間與空間相關地位，或說明某個過程中的各個步驟。

此外，為盡量避免其它視覺因素的干擾，訊息中所出現的圖像均統一其呈現的尺寸大小。

表3-1：本研究自變項操作定義「科普訊息圖文形式」

變項	操作性定義
甲文本訊息	有文字，但沒有任何圖片。
乙文本訊息	有文字與具裝飾功能的圖片。訊息中的圖片與文字內容原則上沒有直接關聯，主要目的在於吸引與維持閱聽人的注意力。
丙文本訊息	有文字與具說明及組織資訊功能的圖片。訊息中圖片必須與文字內容有關，且能顯示物體或事件的時間與空間相關地位，或說明某個過程中的各個步驟。

2. 測量

此變項之衡量方式，主要以李特克式 5 點量表對依變項「認知資訊負荷」、「態度」等進行量測（相關量表詳參 40-41 頁）。當認知資訊負荷的平均值高於 3，表示該訊息讓受試者感受到的認知資訊負荷較輕，反之，則表示該訊息讓受試者感受到的認知資訊負荷較重。當態度的平均值高於 3，表示該訊息給受試者的感覺較正面，反之，則表示該訊息給受試者的感覺較負面。「理解程度」則計算後測理解題的答對數，答對 1 題得到 1 分，累計的理解題積分較高，即表示受試者對該訊息的理解程度高，反之，則表示受試者對該訊息的理解程度較

低。

二、涉入感

1. 定義

Eagly & Chaiken (1993) 認為涉入感是一個人組成態度強弱的中心象徵 (index)，Liebes & Katz (1986) 則直接指出，閱聽人的涉入感，是通往效果的關鍵。而科學傳播相關研究也指出，當閱聽人對科學的主題，有較高的涉入感時，其傳播接收與理解的效果亦較佳。

本研究選擇「奈米」作為研究閱聽人對科普訊息涉入感的主題。「奈米」的概念在二十世紀末興起，是一種尺度的單位；物質在奈米尺寸下，會呈現跟一般狀態下完全不同的物理、化學或生物特性；而奈米應用科技的發展，更是一種跨物理、化學、材料、化工、電機、光電、機械、生物科技等多個領域，並與人們食衣住行等生活面向密切結合，也因此，「奈米」可說是二十一世紀最受矚目、最重要，且讓各國競相投入研發的新興科學領域。「殺菌除臭的奈米光」、「永保乾淨的奈米馬桶」、「好吸收的奈米鈣」、「效果極佳的奈米化妝品」...種種與實際生活情境發生關係的奈米產品早就挾著「新科技」的態勢，佔據許多媒體廣告的版面，這使「奈米」的主題具備「重要的科學概念」、「偏向應用科學」、「具有生活情境」、「具有新知的特性」等條件，足以做為「涉入感」的操作主題。

在對科普主題涉入程度的測量上，本研究參考 1994 年 Zaichkowsky 的個人涉入評估表 (Zaichkowsky's personal involvement inventory) (Rubin, Palmgreen & Sypher, 1994)，以李克特式 5 點量表設計題項。加上科普傳播的涉入程度，包含了閱聽人對科普是否感到需要或有興趣、對傳播訊息中的科學主題是否感到需要或興趣，以及該科普主題在日常生活中的發生情境是否切身相關等三個面向。因此，本研究量測整體受試者對實驗科普訊息的涉入感，便以李克特 5 點量表設計對「科普讀物」、「科學主題 (奈米)」以及「情境 (健康資訊)」等三個面向涉入程度的題項。再以三個面向量表的平均值，予以加總再平均以後，即得整體涉入感的數值。

當涉入感的數值大於 3，表示該名受試者對科普訊息整體的涉入感較高，反之，則表示該名受試者對科普訊息的涉入感較低。

2. 測量

表3-2：Zaichkowsky, J. L.1994年修訂版個人涉入量表之衡量題項

1. important / unimportant	重要的／不重要的
2. interesting / boring	有趣的／無聊的
3. exciting / unexciting	令人興奮的／不令人興奮的
4. means a lot to me / means nothing	深具意義的／毫無意義的
5. relevant / irrelevant	相關的／無關的
6. appealing / unappealing	具吸引力的／不具吸引力的
7. fascinating / mundane	極美好出眾的／世俗的
8. valuable / worthless	有價值的／毫無價值的
9. involving / uninvoving	涉入的／不涉入的
10. needed / not needed	需要的／不需要的

資料來源：改譯自 J. L. Zaichkowsky, 1994, p.70.

表3-3：本研究變項「涉入感」衡量題項

1. 科普讀物	非常不同意		普通		非常同意
(1)我覺得 科普讀物 很有意義。	1	2	3	4	5
(2) 科普讀物 會吸引我的注意。	1	2	3	4	5
(3) 科普讀物 對我而言是必須的。	1	2	3	4	5
(4)我喜歡閱讀 科普讀物 。	1	2	3	4	5
(5)我認為 科普讀物 的內容是專業的。	1	2	3	4	5
(6)我認為 科普讀物 是有趣的。	1	2	3	4	5
(7)我覺得 科普讀物 的長度很適中。	1	2	3	4	5
(8)我認為 科普讀物 的資訊很豐富。	1	2	3	4	5
(9)我認為 科普讀物 容易閱讀。	1	2	3	4	5

(10)我經常看科普讀物。	1	2	3	4	5
(11)我覺得科普讀物是吸引人的。	1	2	3	4	5
(12)我覺得科普讀物是可信任的。	1	2	3	4	5
(13)我覺得科普讀物是生動的。	1	2	3	4	5
(14)我覺得科普讀物是新奇的。	1	2	3	4	5
(15)我覺得科普讀物是令人喜歡的。	1	2	3	4	5
2.科學主題（奈米）	非常不同意		普通		非常同意
(1)我知道____的相關知識。	1	2	3	4	5
(2)我覺得____是尖端的科技。	1	2	3	4	5
(3)我覺得了解____是很重要的。	1	2	3	4	5
(4) ____資訊應該被大力推廣。	1	2	3	4	5
(5) ____資訊會吸引我的注意。	1	2	3	4	5
(6)我會主動閱讀與____有關的資訊。	1	2	3	4	5
3. 健康資訊	非常不同意		普通		非常同意
(1)健康資訊與我是相關的。	1	2	3	4	5
(2)我覺得健康資訊很有意義。	1	2	3	4	5
(3)健康資訊對我有幫助。	1	2	3	4	5
(4)健康資訊對我而言是必須的。	1	2	3	4	5
(5)健康資訊會吸引我的注意。	1	2	3	4	5
(6)我經常閱讀健康資訊。	1	2	3	4	5

三、先備知識

1. 定義

Resnick（1987）認為先備知識來自於人們過去的學習與經驗累積，包含概念的知識及策略的知識。社會科學的研究也都指出先備知識是決定有效理解的重要條件。本研究擬就科普情境中，閱聽人所具備的先前知識，能否有助其理解科學資訊進行驗證，並試圖觀察先備知識對於閱聽人接收科普訊息時之態度

及認知資訊負荷的影響，故定義受試者的先備知識有高、低二種。

本研究對先備知識變項的操作，參考 Bauer (2008) 所敘傳統科學素養量測典範的執行方式，設計一系列與實驗訊息科學主題相關的 15 個單選題項，以測量其對於特定主題的了解程度。該 15 題單選知識題項涉及的主題知識，應該要涵蓋 Graesser 等人把知識分為：表層符碼、基礎字詞、情境模型及了解傳達意涵的實際互動等四個層次，並能作為建構出該主題知識的指標。此外，每個知識題均留給受試者不清楚(don't know)的答案選項，讓受試者在覺得題意模糊無法理解時使用。

2.測量

知識題的量測以受試者答對題數來測量。受試者每答對一題，即得到 1 分，答錯或回答不知道，則以 0 分計。故受試者的得分最少為 0 分，最高為 15 分。實驗後，並依據受試者在知識題的得分，與所有受試樣本的平均分數相較，高於平均分數者，歸入對訊息主題具有高先備知識的族群；反之，知識題得分低於所有受試樣本平均數的受試者，則歸入低先備知識的族群。

貳、依變項

本研究依變項「認知資訊負荷」、「態度」及「理解程度」的衡量方式如下：

一、認知資訊負荷

1. 定義

認知負荷 (cognitive load) 可定義為將一特定工作加諸於學習者的認知系統時，學習者得到、整合並認知文本資訊所必須耗費的整體心智努力程度 (Sweller et al., 1990)。

研究者 Harms (1991) 以測量理解回應的時間測量認知資訊負荷，Wickens (1992) 則是利用生理學的數據來量測認知負荷；而 Eveland 和 Dunwoody (2001) 及 Macedo-Rouet 等人 (2003) 的研究中，則是利用受試者主觀的報告來評估認知負荷的程度。

本研究參考 Macedo-Rouet 等人 (2003) 宋曜廷 (2000) 等人的認知負荷研究量表，並修改成適合本研究目的的量表。將認知資訊負荷定義為高、低二種。並採取 5 級分之李克特量表 (5-point Likert-type items)，由受試者自行主觀評估報告。惟需注意的是，Eveland 和 Dunwoody (2001) 的研究指出，受試者主觀的認知資訊負荷，並不等於實際的認知資訊負荷。

2. 測量

受試者自行將閱讀科普訊息時的的負荷量化，主觀評定本身的負荷後，將所花的心智感覺容易的程度量化為「1」到「5」，所對應的是「非常不同意」到「非常同意」，然後選取較適合自己的尺度。最後計算所有測量「認知資訊負荷」的題項平均值。當受試者的認知資訊負荷平均值大於 3，表示受試者感覺所閱讀科普訊息的認知資訊負荷愈小；反之，試者的認知資訊負荷平均值小於 3，則表示受試者感覺所閱讀科普訊息的認知資訊負荷愈大。

表3-4：本研究依變項「認知資訊負荷」衡量題項

後測 (題項第 4.6.7.8.9.10)	非常不同意	1	2	3	4	5	非常同意
(4)剛才閱讀的內容長短適中。	1	2	3	4	5		
(6)我能夠大致記住剛才閱讀的內容。	1	2	3	4	5		
(7)我能夠大致描述剛才閱讀的內容。	1	2	3	4	5		
(8)剛才閱讀的內容很簡單。	1	2	3	4	5		
(9)剛才閱讀的內容很容易理解。	1	2	3	4	5		
(10)剛才有關奈米的內容說明很清楚。	1	2	3	4	5		

二、態度

1. 定義

態度是指在一個特定的時間點，對一個特定指涉的人、事或物，有一種代表個人偏好與厭惡的反應傾向。行為與社會科學相關的研究都認為態度是人類行為的前導反應，掌握態度以及可能改變的因素，可能預測未來的行為 (Petty and Cacioppo, 1981)。

態度的測量可以外顯測量或內隱測量，本研究採取外顯測量，直接由受試者填答多項題目組成的態度量表（Multiple response measure），並定義閱聽人對科普訊息的態度有三種層次：第一種層次為：認知受到科普訊息所吸引。第二種層次為：閱聽人對所閱讀的科普訊息表達「感覺有趣」和喜歡的情意。第三種層次則為閱聽人在閱讀完科普訊息後，對於相關科普訊息有更進一步閱讀或與人分享的欲望。

2. 測量

本研究之態度量表以受試者主觀報告的方式，由受試者自行評估其對所閱讀科普訊息之態度，並由5級分之李克特量表（5-point Likert-type items）「1」到「5」的尺度中，選合適當的尺度選項。

最後計算所有測量「態度」的題項平均值。當受試者的態度平均值大於3，表示受試者感覺對於所閱讀科普訊息的態度愈正面；反之，受試者的態度平均值小於3，則表示受試者對於所閱讀科普訊息的態度感覺負面。

表3-5：本研究依變項「態度」衡量題項

後測（題項第 1.2.3.5.11.12.13）	非常不同意	1	2	3	4	5	非常同意
(1)剛才閱讀的內容很有趣。	1	2	3	4	5		
(2)剛才閱讀的內容對我有吸引力。	1	2	3	4	5		
(3)剛才閱讀的內容很重要。	1	2	3	4	5		
(5)剛才閱讀的內容和日常生活相關。	1	2	3	4	5		
(11)剛才有關奈米的內容說明很正確。	1	2	3	4	5		
(12)我會推薦朋友閱讀剛才有關奈米的內容。	1	2	3	4	5		
(13)我下次還會閱讀類似的讀物。	1	2	3	4	5		

三、理解程度

1. 定義

理解是一種複雜的心智運作過程，統攝了包括閱聽人本身的思考、語言活動、先備知識及基模。理解也是閱聽人主動參與科普訊息，與訊息內容互動之

後產出的結果。本研究對理解程度的定義是對於科普讀物的記憶效果和對主題概念的辨識。傳統科學理解的量測典範的執行方式，係以一系列科學主題相關命題的選擇題項，去測量公眾對於特定主題的了解程度（Bauer，2008）。

因此，本研究在理解效果的測量，係在受試者閱讀過實驗科普訊息後，提供一系列與主題知識相關的選擇題項，並要其就認為正確的答案予以圈選填答，以了解受試者在各別閱讀不同組的科普文本後，是否能記憶、辨識與理解科普訊息的主題、回憶內容中的相關命題，並回答與科普訊息（含圖片與圖說）各個命題關聯的問題。

2. 測量

後測理解題的量測，與先備知識題的量測操作相仿，以受試者答對題數為計算的基準，受試者每答對一題，即得到 1 分，答錯或回答不知道，則以 0 分計。故本實驗之理解題部份，受試者的得分最少為 0 分，最高為 6 分。最後以受試者答對題數加總，作為理解程度的依據。依據受試者在理解題的得分，與所有受試樣本的平均分數相較，高於平均分數者，其對所閱讀之科普訊息內容的理解程度較高；反之，則理解程度較低。

本研究中特別值得處理的量測，為不同科普訊息圖文的形式，對於理解是否有所影響，故後測理解題中，將選擇 1-2 題配合圖片及圖說的命題設計，以觀察搭配不同科普圖像的訊息，是否對閱聽人理解科普訊息造成影響。

參、人口變項

本研究之對象，原應為科普欲觸達之常民大眾。但由於本研究採實驗方式進行，為了取同質性較高的受試者，並考量受試者樣本取得及執行的方便性，故本研究最後決定以國立大學及私立大學各一所的在學學生為受試對象。在人口變項的部份，將考慮包括性別、教育背景及就讀學校等變項。以觀察不同人口變項與其它變項之間的關係。

第三節 實驗設計

壹、多因子實驗

由於閱聽人閱讀科普訊息呈現形式的過程中，閱聽人的個人特質牽涉其中，故科普訊息呈現形式的變項，無法被獨立出來研究操作，因此，本研究採多因子實驗設計進行。

所謂多因子實驗係使用於研究過程中，研究者同時操縱兩個以上的變項，以發現每個變項對依變項的影響，以及各個變項之間交互作用的影響者，稱為多因子實驗設計。多因子實驗設計的優點在於：可同時考驗數個假設，而不是只執行一系列單一變項實驗，以觀察其對另一變項的影響。因此，只執行一項實驗，即可回答數個問題，並能夠發現兩個以上的變項同時「交互作用」(interaction) 影響而產生的差異。

本研究為 4x3 的實驗組合，主要觀察「科普訊息圖文形式」、「涉入感」與「先備知識」等三個變項對依變項「認知資訊負荷」、「態度」與「理解程度」的影響，同時也觀察「人口變項」與傳播效果間的關係。

貳、實驗對象

本研究之對象，原應為科普欲觸達之常民大眾。但由於本研究採實驗方式進行，為了避免樣本過大的差異性對實驗結果另外造成干擾，並考量受試者樣本取得及執行的方便性，故本研究以國立大學及私立大學各一所的在學學生為受試對象。

由於實驗研究的實驗樣本效力必須受到檢驗，一般實驗的樣本考驗力，應達到 0.80 或更高以上之期待。依 Keppel (1991) 對於樣本大小的選取標準，當顯著程度設定為 $\alpha = 0.05$ ，且考驗力為 0.80 時，欲達有效程度為 0.50 的條件，每組實驗變項之樣本至少應達 30 個受試者以上 (潘中道、郭俊毅譯，2005)；由於本研究為一包括 4x3 組變項的設計，故 4x3 共 12 個變項組合，至少需要 360 個受測樣本，以達到足夠的樣本考驗力。

為顧及背景與性別等人口變項分群的均勻，本研究之實驗執行，由國立臺灣大學與私立淡江大學的在學學生中預訂取樣 360 人，取樣過程並以隨機分組的方式，儘量考慮樣本在「實驗文本分組」、「性別」以及「科系背景」（理工科系或非理工科系）的平均分佈。

參、實驗科普訊息設計

一、實驗科普訊息主題的選擇

科普訊息從科學概念到普及，所需跨越的知溝極大，國內從未實施大規模的科普研究，因此並不知道本次實驗受試者「大學教育程度」但「科普程度較低」的閱聽人，其對各類既有科學概念的理解程度、感興趣的涉入程度，也不確定國內亟待被普及的科學概念缺口何在，因此，在選擇實驗科普訊息的主題時，並沒有客觀的參考數據可供運用。

但文獻指出，科普內容應涵蓋「科學概念」及「應用科學」的知識範圍，並指出科普的文本內容應與民眾的「生活情境」連結，並加以「包裝行銷」以增加一般民眾對科普內容的涉入感與理解。而國外的研究以及國內江欣寧在 1990 年針對一百多名 20 至 30 歲學生進行的小型研究調查，則描述一般人使用科普的主要理由之一，是為了「增加新知」。此外，研究者在平日觀察「科普不普」的情境中發現，會公開以「科學白痴」自嘲的人多為女性，一般都認為女性對理工領域感興趣的程度較低，在科學的涉入程度上亦與男性有差異。

由於本實驗欲控制「先備知識」和「涉入感」差異，因此，本研究選擇實驗文本主題，便考慮須具備「重要的科學概念」、「偏向應用科學」、「具有生活情境」、「具有新知的特性」、「女性與男性均有高低涉入差異」、「受試者先備知識可區分明顯差異」等特質。

由於「奈米」是二十一世紀最受矚目、最重要，且讓各國競相投入研發的新興科學領域，其應用發展與人們食、衣、住、行等生活面向密切結合，而在一般人的生活情境中，「殺菌除臭的奈米光」、「永保乾淨的奈米馬桶」、「好吸收的奈米鈣」、「效果極佳的奈米化妝品」...種種與實際生活情境發生關係的奈米產品已進入一般民眾生活中的媒體廣告版面，這使得奈米主題具備「重要的科

學概念」、「偏向應用科學」、「具有生活情境」、「具有新知的特性」等條件，適合作為本研究的操作主題。

而在大學階段分領域的專業教育下，理工科系和非理工科系對於「奈米」的知識差異也非常明顯，但因理工及非理工科系均可抽樣男性與女性，也讓奈米主題符合「受試者先備知識可區分明顯差異」的條件。

因此，本研究選擇「奈米」作為實驗訊息主題的範圍，但為縮小實驗主題範圍到一個可供操作，且為大學生「女性與男性均有高低涉入差異」的具體生活情境，故經過研究者篩選，選出「奈米光碟」、「奈米化妝保養品」、「奈米技術與癌症治療」三個主題。

為了從「奈米光碟」、「奈米化妝保養品」、「奈米技術與癌症治療」三個主題中，選出大學生涉入程度較高的文本訊息主題，研究者以滾雪球方式，取得16名大學生執行文本訊息主題的前測（第一次前測），其性別男女各半，且男學生與女學生之理工與非理工背景各半。

表3-6：文本訊息主題的前測樣本結構。

	理工	非理工	小計
男性	4	4	8
女性	4	4	8
小計	8	8	16

文本訊息主題前測的執行，係以訪談的方式，由參與前測的學生針對表 3-7 的問題，排列「奈米光碟」、「奈米化妝保養品」、「奈米技術與癌症治療」等三個主題的順序。再依受試者回答的重要順序，轉換為「3」、「2」、「1」由高至低的數值。結果發現參與文本訊息主題前測的學生們對奈米化妝保養品感興趣的程度最高(表 3-8)，三個主題感興趣由高到低的程度依序是：奈米化妝保養品、奈米醫療與奈米光碟。

表3-7：文本訊息的主題前測問題

針對「奈米光碟」、「奈米化妝保養品」、「奈米技術與癌症治療」三個主題，請告訴我們您對下列問題的排序會是什麼？

題項	問 題	選項（依順序填入 1.2.3）
1	我覺得重要的順序是：	<input type="checkbox"/> 奈米光碟 <input type="checkbox"/> 奈米化妝保養品 <input type="checkbox"/> 奈米技術與癌症治療
2	我覺得與我日常生活相關的順序是：	<input type="checkbox"/> 奈米光碟 <input type="checkbox"/> 奈米化妝保養品 <input type="checkbox"/> 奈米技術與癌症治療
3	我覺得有趣的順序是：	<input type="checkbox"/> 奈米光碟 <input type="checkbox"/> 奈米化妝保養品 <input type="checkbox"/> 奈米技術與癌症治療
4	我會想多了解有關知識的順序是：	<input type="checkbox"/> 奈米光碟 <input type="checkbox"/> 奈米化妝保養品 <input type="checkbox"/> 奈米技術與癌症治療

性別：男 女 科系：

表3-8：奈米文本訊息的主題涉入度前測（樣本數：16）

主題	累積數值	平均值
奈米光碟	108	1.6875
奈米化妝保養品	140	2.1875
奈米醫療	136	2.1250

此外，奈米科技的發展速度遠快於法規訂定的速度，但新科技往往是兩面刃，帶來利益的同時，也可能造成負面的影響，所以科普工作也很需要了解並培養民眾在接受新科技時的科學態度。

由於化妝保養品和民眾們每天的生活都相關，「奈米化妝保養品」的廣告早已大量充斥在民眾日常生活的媒體中，但若以科學概念檢驗部份號稱使用「奈米技術」的化妝保養品宣傳文案，則會發現這些內容往往使用許多科學符碼，但敘述方式與內容並不合理。加上從醫學健康的角度，過小的奈米微粒進入人體後可能積存，但奈米微粒長期累積在人體究竟會造成何種影響，仍欠缺足夠的醫學長期研究報告說明。

因此，選擇「奈米化妝保養品」為主題，也符合研究指出人們對切身健康資訊的涉入感高於科技資訊的預設；而從推廣奈米知識的科普角度，藉此次實驗機會提醒愛美的大學生注意奈米科技可能的負面影響，也相當有意義。

二、實驗科普訊息內文

由於奈米還是發展中相當新的主題，與奈米化妝保養品直接相關的既有文本並不多。使用「奈米化妝品」或「奈米保養品」等關鍵字在 Google 或「台灣新聞智慧庫」裡檢索的結果，多數為商品的廣告公關稿，少部份新聞則呼籲消費者注意奈米化妝保養品尚未有合法檢驗、安全堪虞等。科學月刊及科學人雜誌等期刊或專書中沒有直接相關的內容。實際上說明奈米化妝保養品且具一定公信力的科普文章非常有限，僅在奈米主題的科普書（呂宗昕，2003）及少數奈米主題網站中可見到。

由於實驗時間的限制，實驗科普訊息的內文篇幅及複雜程度須加以控制；但既有奈米化妝保養品的科普文章篇幅均較長且內容難度與複雜度均較高；故本研究實驗使用的科普訊息內文，係由研究者以具公信力的科普文章為素材，再依研究者過去參與科普傳播的轉化經驗自行改寫。

本研究實驗文本改寫自呂宗昕（2003）的〈奈米化妝品〉以及科學工藝博物館《奈米新世界》網站中〈奈米化妝品〉專文，全文長 718 字。由於科學普及的文本在轉化科學概念為傳播訊息後，仍應保有其知識上的正確性，因此本研究之實驗科普訊息內容業經淡江大學理學院劉國欽及葉炳宏兩位老師協助確認文本內容的正確性。實驗文本結構上包含三個部份，其內文及與內文對應的 22 個相關命題如下表 3-9。

表3-9：本研究實驗訊息之內文結構與對應命題

結 構	內 文	命 題
導言	聽過「奈米」保養品嗎？「奈米」保養真的有效嗎？	
第 1 部份 奈米的基 本概念	「奈米」(nanometer) 和公分、公尺一樣，是一種長度的單位。1 奈米非常小，僅有 10 億分之 1 公尺(10^{-9})；人類 1 根頭髮的直徑，大約就有 10 萬奈米。 由於物質小到奈米尺寸時，會呈現跟一般狀態下完全不同的物理、化學或生物特性，因此，「奈米科學」是人類文明史上一個全新的研究領域。凡是量測、模擬、操控或製作小於 100 奈米的物質技術，就稱為「奈米技術」。	1-1 奈米是一種很小的長度單位。 1-2 1 奈米是 10^{-9} 公尺。 1-3 物質小到奈米尺寸，其物理、化學或生物特性與一般狀態不同。 1-4 「奈米科學」是全新的研究領域。 1-5 奈米技術是量測、模擬、操控或製作小於 100 奈米物質的技術。

第 2 部份	<p>而「奈米保養品」就是指利用奈米技術研發、生產出來的化妝保養品，例如奈米防曬劑、奈米膠原蛋白、奈米珍珠粉...等等。化妝品公司把化妝保養的有效成份經過特殊處理，製成奈米尺寸的粒子，由於奈米化後的化妝品顆粒比一般化妝品的粒子細微，所以容易滲透皮膚到達欲作用的部位。</p>	<p>2-1 「奈米保養品」就是指利用奈米技術研發、生產出來的化妝保養品。</p> <p>2-2 奈米化後的化妝品顆粒比一般化妝品的粒子細微。</p> <p>2-3 皮膚角質細胞的間隙不到 100 奈米。</p> <p>2-4 大分子的保養成份會被阻擋在皮膚角質細胞外，無法進入裡層。</p> <p>2-5 保養成份奈米化的方法包括把分子切小，或把保養成份放進微脂粒。</p> <p>2-6 分子切小的處理過程要注意不能破壞成份活性。</p> <p>2-7 抗老防皺的有效成份容易被氧化。</p> <p>2-8 抗老防皺的有效成份要在真皮層才能作用。</p> <p>2-9 微脂粒是奈米級，能幫助保養成份滲透進入皮膚內層。</p>
	<p>由於皮膚最外層是厚厚的角質細胞以及一層基本上不透水的油脂膜；加上角質細胞的間隙不到 100 奈米，所以像膠原蛋白、彈力素、玻尿酸等幾百到幾千奈米的大分子，是無法滲透至皮膚裡層發揮作用的。因此，保養品的奈米化處理，並不只是把保養品的分子切小而已；有些分子切小的過程中，必須注意不能破壞其活性；此外，一些抗老防皺的有效成份，因為很容易被氧化，而且要進入皮膚的真皮層才能作用，所以會被放進一種奈米尺寸的微脂粒（liposome）裡面，來幫助保養成分滲透進入皮膚內層。</p>	
第 3 部份	<p>微脂粒是一種由磷脂質或卵磷脂聚集成的奈米尺寸空心球，目前的技術可以製造出粒徑 20 至 100 奈米的微脂粒。當微脂粒的粒徑大於 60 奈米時，可以在真皮層有效釋出活性成份；但小於 30 奈米的微脂粒，則會穿越皮膚，進入人體的循環系統，所以奈米化的保養品或清潔產品，也要避免讓有害的成份粒子進入人體。</p>	<p>3-1 微脂粒是一種奈米尺寸的空心球。</p> <p>3-2 微脂粒是由聚集磷脂質或卵磷脂製成。</p> <p>3-3 目前技術可以製造粒徑 20 至 100 奈米的微脂粒。</p> <p>3-4 粒徑 60 至 100 奈米的微脂粒能在真皮層釋出抗老防皺的活性成份。</p> <p>3-5 微脂粒粒徑小於 30 奈米會穿透皮膚進入人體的循環系統，不會留在真皮層。</p> <p>3-6 有效成份的奈米化粒子可以進入人體，奈米化的有害粒子也會進入人體。</p> <p>3-7 最尖端科技的焦點是 100 奈米以下的顆粒或結構。</p> <p>3-8 保養品奈米化並不能保證絕對有益無害。</p>
	<p>100 奈米以下的顆粒或結構，雖然是今天最尖端科技的焦點，但專家提醒，保養品奈米化並不能保證「絕對有益無害」。</p>	

三、實驗科普訊息搭配之圖片選用

本研究著重科普訊息的圖文關係究竟如何安排？文字符號內容是否因為圖像的加入而增強閱聽人對訊息的態度與理解？因此，相關實驗圖片的選用係依據下列概念執行：

第二章文獻分析中，將科普訊息中呈現的圖像，分為 image 圖像、diagram 圖表及 metaphor 比喻等三種呈現形式。由於 metaphor 比喻轉化類的圖像，因為係以類推、譬喻、暗示或線索等圖解方式來解說抽象難懂的內容，所涉及的符號問題較複雜、較難操作化，且加上既有科普讀物中，亦欠缺以比喻方式解釋「奈米化妝保養品」利弊的圖片。故本次研究捨棄該類圖像，而以「同樣的內文」分別賦予「不搭配圖片」、「搭配裝飾性功能的圖片」以及「搭配說明與組織功能的圖片」三種組合進行實驗。

「不搭配圖片」的甲文本，僅有本研究改寫，全文長 718 字關於奈米化妝保養品的文字。

「搭配裝飾性功能的圖片」的乙文本，其圖片與文字內容原則上沒有直接關聯，主要目的在吸引與維持閱聽人的注意力。故取自介紹化妝保養品或奈米化妝品的網頁所使用的照片。

本項實驗文本搭配乙文本的圖片設計過程，共計使用了下圖 3-1 所示 3 張不同的廣告圖片。最後經過前測以及訪談受試者後，接受訪談受試者共同建議較吸引他們的右圖（佳麗寶 Allie 防曬乳液的 2009 年日本女星廣告照片）置入本次實驗科普訊息文本乙當中。

由於乙文本的圖片必須對閱聽人有吸引力，但與文字內容沒有直接關聯，所以研究者在前測的時候，使用左圖化妝保養品照片（與化妝保養品相關，但與奈米化妝品的作用原理無關）以及中圖美女照片（眼動儀研究指出，照片中人的臉部較能吸引注意），製成 2 種乙問卷同時進行前測；但因前測回答乙卷的受試者，均認為該 2 張照片「相當普通」，無論哪一張照片的吸引力都差不多。

因此，研究者為強化刺激，再找來圖 3-1 右圖之佳麗寶化妝品 Allie 防曬乳液的廣告照片。由於奈米防曬化妝品是一般解說奈米化妝品功能的重要範例，加上該圖片具有文獻指出圖片較能吸引注意的特質，包括顏色的彩度高、顏色對比高、具有女性面部表情等。

經與前測受試者就下圖 3 張照片的吸引程度做進一步詢問後，接受詢問的受試大學生均一致表示 3 者相較之下，右圖確實較吸引他們，部份前測受試者並表示認得圖右化妝品廣告照片中的日本女星加藤愛。故最後文本乙始選定採用右圖的女星化妝品廣告照片，並稍微加大圖片在文本乙中所佔的尺寸位置。



圖 3-2：實驗科普訊息乙文本採用右側佳麗寶 ALLIE 防曬乳液的廣告圖片

資料來源：

左圖：國家工藝博物館，無日期，上網日期 2010 年 5 月 2 日，取自 http://nano.nstm.gov.tw/03application/application02_03.asp。

中圖：奈米化妝品專賣店，無日期，上網日期 2010 年 5 月 2 日，取自 <http://photo.butyshop.com>

右圖：日本 Livedoor 網站，無日期，上網日期 2010 年 6 月 1 日，取自 http://news.livedoor.com/article/image_detail/4082633/?img_id=633783。

至於「搭配說明與組織功能的圖片」的丙文本，其圖片必須與文字內容有關，因文字內容的重點，主要在說明奈米化妝保養品的作用原理。

因此丙文本採用呂宗昕教授《圖解奈米科技與光觸媒》書中的〈奈米化妝品〉說明圖片。研究者分析該圖片具有以下內容，應可共同協助受試者了解實驗科普訊息的重點：

1. 以剖面結構圖的方式呈現物質的相關空間與位置，有組織與說明關係的功能。
2. 示意皮膚由外而內分別為角質層、表皮層及真皮層等各層細胞的位置與結構。
3. 示意一般化妝品粒子與奈米化保養品粒子相較之下的尺寸大小，並顯示兩種粒子大小與皮膚細胞間隙對應的尺寸大小。奈米保養品的顆粒很明顯較小，約與真皮層細胞間隙相當。
4. 示意一般化妝品粒子與奈米化保養品粒子各別進入皮膚以後，能否滲透入皮膚裡層的情形。一般保養品粒子只能聚集（塗敷）在表層細胞外，奈米保養品則可滲透至真皮層。
5. 以文字標註，強調表皮層的細胞間距約 100 奈米，一般保養品粒子約數百至數千奈米，奈米化妝品微脂粒約為 20-100 奈米。提供圖像實際的參考數據。

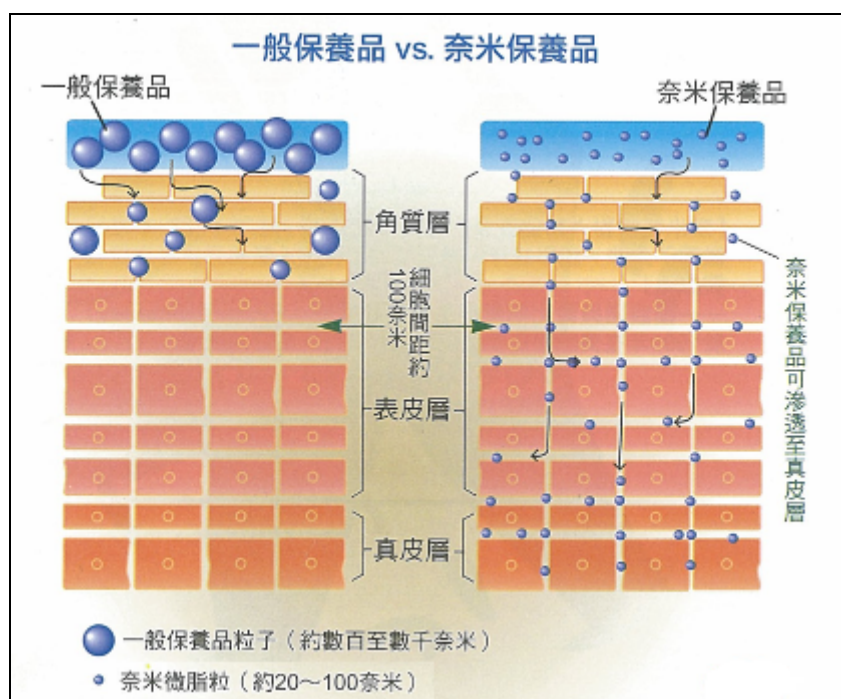


圖 3-3：實驗科普訊息丙文本採用具有說與組織功能的圖片
資料來源：呂宗昕，2003，p.97。

此外，具有圖片的文本乙及文本丙，在圖片下並加上圖說「奈米保養品中微脂粒的粒徑在 60 至 100 奈米時，可在真皮層有效釋出活性成份。」，以強調內文中不易被記憶的數字。

肆、實驗科普訊息主題的先備知識題與理解題設計

一、奈米先備知識題

Graesser 等人將科普知識予以分層，認為學習者對科普知識的理解會區分為四大層次，由淺到深依序為為：對表層符碼(surface code)的理解、對基礎字詞(textbase; explicit propositions)的理解、對情境模型(situation models)的理解，以及最深層的理解——了解傳達知識背後的意涵並與之實際互動(pragmatic interaction) (Graesser, Millis, & Xwaan, 1997; Kintsch, 1998)。

故本次實驗在先備知識的部份，預訂設計與奈米知識有關的測驗題 15 題，並以 Graesser 等人 (1997) 對科普知識的分層作為架構問題層次的依據，以在

實驗事後了解受試者對奈米主題所具有的先備知識，並據以分為高先備知識組與低先備知識組。

本研究準備知識題的過程中，先備知識題共經兩次測試與修正。每次測試知識題之題項與答案，均由研究者與理工背景的研究生先共同進行討論設計，再經由淡江大學理學院劉國欽及葉炳宏教授協助確認知識題的正確性。

1. 奈米先備知識題第一次前測

先備知識題的第一次前測，研究者先準備與奈米有關的知識題 20 題，並於 2010 年 5 月 29 至 30 日於淡江大學進行前測。由於研究者預設理工背景受試者的奈米先備知識，原則上應較非理工背景受試者來得高，故先備知識題前測對象的選取，以滾雪球方式，邀請認識且知道其對奈米知識感興趣程度的在學學生 14 人（非理工 10 人，理工背景 4 人、女生 8 位，男生 6 位）接受測試。

本次前測主要在於了解知識題各題項及答案的陳述是否清晰？是否有過於模稜兩可的答案？各題項難度是否適宜？再對照已知受試者對奈米主題的興趣程度，觀察受試者答對的題數能否大致反應已知其對奈米主題感興趣程度，以利進行先備知識題的修正。

表3-10：先備知識題第一次前測的受試樣本背景及其答對題數

編號	背景	系級	性別	對奈米的興趣	答對題數 (20 題)
1	非理工	中文	女	低	2
2	非理工	大傳	女	低	3
3	非理工	資管	女	低	7
4	非理工	國貿	女	低	4
5	非理工	日文	女	低	6
6	非理工	資管	男	中	8
7	非理工	大傳	女	中	10
8	非理工	日文	女	中	7
9	非理工	資管	男	中	12
10	非理工	法律	男	中	9
11	理工	純物	男	高	18
12	理工	應物	男	中	16
13	理工	應物	女	高	18
14	理工	純物	男	中	13

先備知識題第一次前測的結果，由上表 3-10 可看出答對題數大致還能反應受試者的科系背景，以及其對奈米知識感興趣的程度；而下表 3-11 則顯示理工背景與非理工背景的前測受試者，對於各知識題的答題正確率。

表3-11：先備知識題第一次前測的題綱及其答對率

知識分層	NO	題 旨	前測正確率			備註
			全部	非理工	理工	
表層符碼	1	奈米的英文縮寫是 nano。	71%	60%	100%	
基礎字詞	2	奈米是一種長度單位。	71%	60%	100%	
基礎字詞	3	奈米尺度的範圍是 1-100 奈米。	50%	30%	100%	
情境模型	4	DNA 是奈米級的物體。	50%	40%	75%	
意涵互動	5	材料在奈米尺度會有小尺寸效應。	36%	10%	100%	
情境模型	6	蓮葉表面有奈米級的纖毛。	86%	80%	100%	
情境模型	7	鈣奈米化是為了促進吸收。	100%	100%	100%	
基礎字詞	8	紫外線的波長是 100-400 奈米。	29%	10%	75%	題目屬性略有爭議
基礎字詞	9	奈米馬達是蛋白質組成。	64%	60%	75%	題目屬性略有爭議
情境模型	10	奈米陶瓷會發射遠紅外線讓食物保鮮。	14%	10%	25%	答案有爭議；修正
情境模型	11	光觸媒照射紫外光後有氧化還原反應。	43%	20%	100%	
意涵互動	12	奈米碳管因其結構故韌性強大。	29%	10%	75%	
情境模型	13	奈米級的金粒子會散射出紅色光波。	36%	20%	75%	答案描述方式有爭議；修正
情境模型	14	動物能分辨方位是因體內奈米粒子感應地磁。	79%	70%	100%	
情境模型	15	壁虎的腳掌剛毛會利用凡得瓦力。	7%	0%	25%	答對率過低；抽換
情境模型	16	場發顯示器的發射源是奈米碳管。	29%	10%	75%	
情境模型	17	量子效應在奈米尺寸下很顯著。	50%	30%	100%	
情境模型	18	奈米光觸媒是運用原子中電子能量的變化。	7%	0%	25%	答對率過低，有爭議；抽換
意涵互動	19	物質奈米化後質量會變輕。	57%	40%	100%	
意涵互動	20	奈米碳管韌度高是其能建造太空電梯最主要的特性。	43%	20%	100%	

故依第一次知識題的前測結果，刪除 2 題整體答對率低於 10%以下、難度過高的題目（「壁虎腳掌剛毛利用凡得瓦力」以及「奈米光觸媒是運用原子中電子能量的變化」），並修訂有爭議的題項答案；但「紫外線波長」及「奈米馬達」兩題，則因與奈米基本字詞的理解有關，故先予以保留。

2. 先備知識題第二次前測

先備知識題的第二次前測，同樣先預備 20 題知識題，包括經第一次前測修訂的 18 題，再加入奈米應用類的情境題目 2 題（「奈米馬桶的自潔原理」以及「奈米電腦的特性」）。

先備知識題第二次前測於 6 月 9 日於淡江大學進行，共有 57 人接受測試，包含理工背景 29 人及非理工背景 28 人，男性 23 人，女性 34 人，以觀察不同背景者的答題情形。

先備知識題第二次前測的篩選標準，以統計答對率的百分比來篩檢，刪除答對率太低及鑑別度較低的題目 5 題，實際施測的先備知識題共 15 題。若依個別樣本的答題正確率來看，經第二次前測後 15 題先備知識題中，非理工背景的前測受試者約可答對 3-7 成的問題，理工背景則可答對約 7-9 成的問題，應具有一定的鑑別度。

表3-12：先備知識題綱與其知識分層及前測正確率一覽表

知識分層	NO	題 旨	前測正確率			備註
			全部 57人	非理工 28人	理工 29人	
表層符碼	1	奈米的英文縮寫是 nano。	72%	43%	100%	
基礎字詞	2	奈米是一種長度單位。	70%	39%	100%	
基礎字詞	3	奈米尺度的範圍是 1-100 奈米。	35%	21%	48%	
基礎字詞	8	紫外線的波長是 100-400 奈米。	19%	4%	34%	答對率過 低刪除
基礎字詞	9	奈米馬達是蛋白質組成。	44%	36%	52%	容易猜題 刪除
情境模型	4	DNA 是奈米級的物體。	79%	71%	86%	
情境模型	6	蓮葉表面有奈米級的纖毛。	82%	68%	97%	
情境模型	7	鈣奈米化是爲了促進吸收。	88%	79%	97%	
情境模型	10	奈米陶瓷會發射遠紅外線讓食物保鮮。	4%	0%	7%	答對率過 低刪除

情境模型	11	光觸媒照射紫外光後有氧化還原反應。	35%	14%	55%	
情境模型	13	奈米級的金粒子會散射出紅色光波。	14%	4%	24%	答對率過低刪除
情境模型	14	動物能分辨方位是因體內奈米粒子感應地磁。	61%	64%	59%	
情境模型	15	奈米的自潔原理是奈米級塗料的粒子比污垢的粒子小。	74%	64%	83%	
情境模型	16	場發顯示器的發射源是奈米碳管。	33%	14%	52%	
情境模型	17	量子效應在奈米尺寸下很顯著。	47%	14%	79%	
情境模型	18	奈米電腦的處理速度快。	60%	46%	72%	
意涵互動	19	物質奈米化後質量會變輕。	46%	18%	72%	
意涵互動	5	材料在奈米尺度會有小尺寸效應。	12%	11%	14%	答對率過低刪除
意涵互動	12	奈米碳管因其結構故韌性強大。	25%	14%	34%	
意涵互動	20	奈米碳管韌度高是其能建造太空電梯最主要的特性。	54%	32%	76%	

二、實驗科普訊息的後測理解題

當受試者接受實驗「科普圖文訊息形式」的變項刺激後，應該要進行後測，就依變項的理解條件再進行測量，藉此了解受試者在閱讀科普文本後，是否具有傳播理解效果的差異。

受試者閱讀實驗文本後的後測理解題部份，為避免實驗時間過長，故本次實驗後測理解題只準備 6 題與奈米化妝保養品文本中有關資訊的測驗題，以推估受試者對實驗文本的理解的程度。實驗科普訊息文本及該 6 個理解題項，均由研究者與理工背景的研究生先共同進行討論、過濾文本命題，並進行題項設計，再經由淡江大學理學院劉國欽及葉炳宏教授協助確認文本內容及後測題項與答案在奈米知識上的正確性。

各題項與所對應文本中的命題情形如表 3-13。實驗文本訊息中計有 22 個命題，下表所示 6 個後測理解題對應了其中 15 個命題；亦即受試者必須理解其中的 15 個命題，才能完全答對後測理解題。

表3-13：後測理解題對應的文本命題

題號	題目	對應文本命題
1	<p>剛才這篇科普文本主要在探討：</p> <p>(1) 奈米保養品的保存技術</p> <p>(2) 奈米保養品產生功效的作用原理</p> <p>(3) 奈米保養品對人體的傷害</p> <p>(4)不清楚。 Ans.(2)</p>	<p>2 奈米保養品的作用原理介紹。</p> <p>3.奈米級微脂粒技術應用在奈米化妝保養品的原則與概念。</p>
2	<p>所謂「奈米技術」的操作尺度範圍是：</p> <p>(1) 1000 ~ 10000 奈米</p> <p>(2) 0.01~0.1 奈米</p> <p>(3) 1 ~ 100 奈米</p> <p>(4)不清楚。 Ans.(3)</p>	<p>1-5. 奈米技術是量測、模擬、操控或製作小於 100 奈米物質的技術。</p>
3	<p>一般保養品和奈米保養品的比較，下列何者正確？</p> <p>(1)一般保養品的粒子比奈米保養品的粒子小</p> <p>(2)奈米保養品比一般保養品容易進入皮膚的真皮層</p> <p>(3)一般保養品比奈米保養品的功能好</p> <p>(4)不清楚。 Ans.(2)</p>	<p>2-1.「奈米保養品」就是指利用奈米技術研發、生產出來的化妝保養品。</p> <p>2-2.奈米化後的化妝品顆粒比一般化妝品的粒子細微。</p> <p>2-4.大分子的保養成分會被阻擋在皮膚角質細胞外，無法進入裡層。</p> <p>2-9.微脂粒是奈米級，能幫助保養成分滲透進入皮膚內層。</p>
4	<p>攜帶防老抗皺保養品的微脂粒，其能對皮膚產生效果是因爲：</p> <p>(1) 微脂粒的粒徑比角質細胞間隙小，能進入真皮層釋放活性成份</p> <p>(2) 微脂粒的粒徑與角質細胞間隙相當，能在角質層釋放活性成份</p> <p>(3) 微脂粒的粒徑小於 30 奈米，能進入循環系統釋放活性成份</p> <p>(4)不清楚。 Ans.(1)</p>	<p>2-7.抗老防皺的有效成份容易被氧化。</p> <p>2-3.皮膚角質細胞的間隙不到 100 奈米。</p> <p>2-9.微脂粒是奈米級，能幫助保養成分滲透進入皮膚內層。</p> <p>3-3.目前技術可以製造粒徑 20 至 100 奈米的微脂粒。</p> <p>3-4.粒徑 60 至 100 奈米的微脂粒能在真皮層釋出抗老防皺的活性成份。</p> <p>3-5.微脂粒粒徑小於 30 奈米會穿透皮膚進入人體的循環系統，不會留在真皮層。</p>

5	<p>以下關於微脂粒的敘述，何者正確？</p> <p>(1) 載入保養品的微脂粒愈小，對皮膚的保養效果愈好</p> <p>(2) 保養品運用微脂粒，能更穩定地控制活性成份的釋放、輸送與穿透</p> <p>(3) 目前奈米保養品使用的微脂粒，其最小粒徑均在 100 奈米以上</p> <p>(4)不清楚。 Ans.(2)</p>	<p>2-5.保養成份奈米化的方法包括把分子切小，或把保養成份放進微脂粒。</p> <p>2-8.抗老防皺的有效成份要在真皮層才能作用。</p> <p>2-9.微脂粒是奈米級，能幫助保養成分滲透進入皮膚內層。</p> <p>3-3.目前技術可以製造粒徑 20 至 100 奈米的微脂粒。</p> <p>3-4.粒徑 60 至 100 奈米的微脂粒能在真皮層釋出抗老防皺的活性成份。</p>
6	<p>以下哪一個說法，並沒有出現在剛才這篇科普文本中？</p> <p>(1) 奈米保養品對護膚保養具有功效</p> <p>(2) 把保養品的分子切小，可能影響保養成份的活性</p> <p>(3) 奈米化的保養品對人體有益無害</p> <p>(4) 不清楚。 Ans.(3)</p>	<p>2-6.分子切小的處理過程要注意不能破壞成份活性。</p> <p>3-4.粒徑 60 至 100 奈米的微脂粒能在真皮層釋出抗老防皺的活性成份。</p> <p>3-6.有效成份的奈米化粒子可以進入人體，奈米化的有害粒子也會進入人體。</p> <p>3-8.保養品奈米化並不能保證絕對有益無害。</p>

第四節 前測

Wimmer 與 Dominick (1997) 指出，在進行主實驗前，實驗者應該要進行前測。前測能夠幫助實驗者找出實驗設計的問題，也可以讓實驗者進行操弄檢定，而操弄檢定的目的，在於確定自變項的操弄無誤。另外，Cooper 與 Schindler (2003) 也表示，前測的目的在於發現設計上的錯誤及外部變數的影響力。

故本研究於問卷設計大致完成後執行前測，以進行變項的操弄檢定並檢測受試者對實驗問卷有無特別的問題。

一、前測樣本

本研究於 2010 年 6 月 17 日於淡江大學進行前測，依正式實驗流程，先選擇性別與科系背景較均勻混合的課程教室，再以隨機發配的方式，進行甲、乙、丙三種問卷的分組。共計獲得 63 份有效樣本，其樣本結構如表 3-14。

表3-14：前測樣本分組結構

變數	樣本數(人)	百分比(%)	合計
實驗文本	甲	14	22.2%
	乙	26	41.3%
	丙	23	36.5%
科系背景	理工	39	61.9%
	非理工	24	38.1%
性別	男	37	58.7%
	女	26	41.3%

二、前測結果

整體而言，本次前測過程中，受試者對於實驗問卷並沒有任何作答上的疑問，顯示實驗問卷的說明指示清楚。

在實驗執行的時間上，大部份受試者回答整份問卷約需時 15 至 20 分鐘，較原先預估時間稍長。多數受試者對奈米知識題表示較為吃力。

但在本次前測需要檢驗變項操弄的部份，當以單因子變異數分析對甲、乙、丙三份實驗科普訊息對依變項「認知資訊負荷」「態度」以及「理解程度」進行檢定（表 3-15），其差異結果並不顯著。

表3-15：前測—甲乙丙卷組別對「依變項」的差異性檢定

		平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
認知資訊負荷	組間	.309	2	.154	.347	.708
	組內	26.721	60	.445		
	總和	27.030	62			
態度	組間	.311	2	.155	.426	.655
	組內	21.492	59	.364		
	總和	21.803	61			
理解程度	組間	8.784	2	4.392	1.479	.236
	組內	178.200	60	2.970		
	總和	186.984	62			

表3-16：前測—甲乙丙組在相關依變項之平均數

科普圖文訊息分組		甲卷	乙卷	丙卷
認知資訊負荷（平均數）	數值愈高 負荷愈小	3.29	3.22	3.10
態度（平均數）	數值愈高 態度愈正面	3.05	3.19	3.04
理解（平均數）	滿分 6 分	3.29	4.19	4.17

然而，若以卡方檢定進一步分析甲乙丙組與各理解題的相關性，則發現甲乙丙組與理解題第 3 題「奈米保養品比較容易進入真皮層」間，表 3-17 卡方檢定表中的 Pearsons 卡方值為 12.148。其中自由度為 2，雙尾漸近顯著性為 0.002，顯示科普圖文形式的分組間與受試者答對「抗老化的微脂粒比角質細胞間距小」理解題間具相關性。

表3-17：甲乙丙組與理解題「抗老化的微脂粒比角質細胞間距小」的卡方檢定

	數值	自由度	漸近顯著性（雙尾）
Pearson 卡方	12.148(a)	2	.002
概似比	11.391	2	.003
線性對線性的關連	10.635	1	.001
有效觀察值的個數	63		

a 3 格 (50.0%) 的預期個數少於 5。最小的預期個數為 2.67。

若再進一步合併與圖片訊息及圖說內容有直接相關的兩個理解題：第 3 題「抗老化的微脂粒比角質細胞間距小」及第 4 題「抗老化的微脂粒比角質細胞間距小」。再則與甲乙丙組以卡方檢定進一步分析，則得到表 3-18 卡方檢定表中的 Pearsons 卡方值為 9.537。其中自由度為 4，雙尾漸近顯著性為 0.049，顯示「科普圖文訊息形式的分組間」與「受試者答對與圖片部份相關的理解題」（第 3 與第 4 題）間具相關性。

表3-18：甲乙丙組與「合併理解題3與4」的卡方檢定

	數值	自由度	漸近顯著性 (雙尾)
Pearson卡方	9.537(a)	4	.049
概似比	9.102	4	.059
線性對線性的關連	6.755	1	.009
有效觀察值的個數	63		

a 3格 (33.3%) 的預期個數少於 5。最小的預期個數為 2.44。

表 3-19，以答對人數比例的方式，從另一個面向顯示甲乙丙組在各理解題的前測結果。在理解題第 3 題「奈米保養品比較容易進入真皮層」以及理解題第 4 題「抗老化的微脂粒比角質細胞間距小」，乙卷及丙卷受試者在該兩題的答對人數比例，明顯較甲卷的答對人數比例為高。尤其圖片具說明及組織功能的丙卷，其受試者在「奈米保養品比較容易進入真皮層」一題中的答對率高達 95.7%。這顯示科普訊息圖文形式的差異，對受試者的理解程度產生影響。

表3-19：前測－甲乙丙組在訊息理解題的表現

科普圖文訊息分組		甲卷	乙卷	丙卷
樣本數		14	26	23
1. 文本內容是奈米保養品作用原理	答對人數	10	19	18
	答對人數佔全組比例	71.4%	73.1%	78.3%
2. 奈米技術是 1-100 奈米	答對人數	9	18	16
	答對人數佔全組比例	64.3%	69.2%	69.6%
3. 奈米保養品比較容易進入真皮層	答對人數	7	22	22
	答對人數佔全組比例	50%	84.6%	95.7%
4. 抗老化的微脂粒比角質細胞間距小	答對人數	5	11	13
	答對人數佔全組比例	35.7%	42.3%	56.5%
5. 微脂粒能穩定控制活性成份施用	答對人數	7	17	12
	答對人數佔全組比例	50%	65.4%	52.2%
6. 奈米化保養品並非絕對有益無害	答對人數	8	22	15
	答對人數佔全組比例	57.1%	84.6%	65.2%

此外，本次前測結果中，受試者的先備知識高或先備知識低，對於認知資訊負荷、態度及理解程度均有達顯著水準的影響。

表3-20：前測－先備知識對「依變項」的差異性檢定

		平方和	自由度	平均平方和	F 檢定
認知資訊負荷	組間	3.515	1	3.515	9.117**
	組內	23.515	61	.385	
	總和	27.030	62		
態度	組間	1.765	1	1.765	5.284*
	組內	20.038	60	.334	
	總和	21.803	61		
理解程度	組間	23.096	1	23.096	8.596**
	組內	163.888	61	2.687	
	總和	186.984	62		

*P<.05; **P<.01; ***P<.001

綜以上前測結果可推論，本研究可做到一定程度的變項操弄。



第五節 實驗問卷

為瞭解受試者在閱讀實驗物前，對於實驗文本之科普訊息主題的「涉入感」與「先備知識」，且為預防學習效果，本研究之問卷分為兩個部份：問卷一由受試者在閱讀科普訊息之前進行填答；問卷二則是在受試者瀏覽實驗科普訊息後，再進行填答。

一、問卷一

問卷一主要量測受試者對於實驗科普訊息「奈米」的「涉入感」與「先備知識」。在「涉入感」的部份，測量包括受試者對「科普讀物的涉入」（15 個題項）、「奈米知識的涉入」（6 個題項）以及對「健康資訊的涉入」（6 個題項）三個面向，共計 27 個題項。

「先備知識」部份，則以 15 個經過設計與前測的奈米知識題，量測受試者對奈米的既有知識，以利實驗後能將受試者分為「高先備知識」與「低先備知識組」進行觀察。

二、問卷二

問卷二主要是在受試者閱讀完科普實驗訊息後，進行後測；藉以了解受試者在閱讀不同的科普圖文訊息呈現後，是否具有「認知資訊負荷」、「態度」及「理解」等傳播效果的差異。

「理解程度」以 6 題測驗題量測，「認知資訊負荷」與「態度」兩個研究構面則分別有一個與一個題項，打散合併為 13 個題項進行量測。

最後則簡單蒐集個人使用科普資訊的行為、選擇接觸科普資訊的原因、選擇科普資訊時的考量以及個人的人口變項，如性別、科系背景及就讀學校等資訊，以供進一步的觀察與分析。

表3-21：正式實驗問卷設計

	面向		題項
問卷一	涉入感	科普讀物涉入感	(1)我覺得科普讀物很有意義。 (2)科普讀物會吸引我的注意。 (3)科普讀物對我而言是必須的。 (5)我認為科普讀物的內容是專業的。 (6)我認為科普讀物是有趣的。 (7)我覺得科普讀物的長度很適中。 (8)我認為科普讀物的資訊很豐富。 (9)我認為科普讀物容易閱讀。 (10)我經常看科普讀物。 (11)我覺得科普讀物是吸引人的。 (12)我覺得科普讀物是可信任的。 (13)我覺得科普讀物是生動的。 (14)我覺得科普讀物是新奇的。 (15)我覺得科普讀物是令人喜歡的。
		奈米知識涉入感	(1)我知道奈米的相關知識。 (2)我覺得奈米是尖端的科技。 (3)我覺得了解奈米是很重要的。 (4)奈米資訊應該被大力推廣。 (5)奈米資訊會吸引我的注意。 (6)我會主動閱讀與奈米有關的資訊。
		健康資訊涉入感	(1)健康資訊與我是相關的。 (2)我覺得健康資訊很有意義。 (3)健康資訊對我有幫助。 (4)健康資訊對我而言是必須的。 (5)健康資訊會吸引我的注意。 (6)我經常閱讀健康資訊。
	先備知識 奈米先備知識		(1)奈米的英文縮寫是 nano。 (2)奈米是一種長度單位。 (3)奈米尺度的範圍是 1-100 奈米。 (4)DNA 是奈米級的物體。 (5)蓮葉表面有奈米級的纖毛。 (6)鈣奈米化是爲了促進吸收。 (7)光觸媒照射紫外光後有氧化還原反應。 (8)奈米碳管因其結構故韌性強大。 (9)動物能分辨方位是因體內奈米粒子感應地磁。 (10)奈米馬桶的自潔原理是奈米級塗料的粒子比污垢的粒子小。 (11)場發顯示器的發射源是奈米碳管。

			(12)量子效應在奈米尺寸下很顯著。 (13)奈米電腦的處理速度快。 (14)物質奈米化後質量會變輕。 (15)奈米碳管韌度高是其能建造太空電梯最主要的特性。
<p>【實驗科普訊息文本】隨機分組 甲卷：「奈米級」保養，絕對有效？不搭配圖片 乙卷：「奈米級」保養，絕對有效？搭配裝飾性功能的圖片 丙卷：「奈米級」保養，絕對有效？搭配說明與組織功能的圖片</p>			
問卷二	面向		題項
	第一部份	後測理解 奈米化妝保養品	(1)本文探討米奈米保養品產生功效的作用原理。 (2)「奈米技術」的操作尺度範圍是：1 ~ 100 奈米。 (3)奈米保養品比一般保養品容易進入皮膚的真皮層。 (4)微脂粒的粒徑比角質細胞間隙小，能進入真皮層釋放防老抗皺的活性成份。 (5)保養品運用微脂粒，能更穩定地控制活性成份的釋放、輸送與穿透。 (6)奈米化的保養品並非絕對有益無害。
	第二部份	認知資訊負荷 態度	(3)剛才閱讀的內容長短適中。 (6)我能夠大致記住剛才閱讀的內容。 (7)我能夠大致描述剛才閱讀的內容。 (9)剛才閱讀的內容很容易理解。 (10)剛才有關奈米的內容說明很清楚。 (11)剛才有關奈米的內容說明很正確。 (1)剛才閱讀的內容很有趣。 (2)剛才閱讀的內容對我有吸引力。 (5)剛才閱讀的內容很重要。 (4)剛才閱讀的內容和日常生活相關。 (8)剛才閱讀的內容很簡單。 (12)我會推薦朋友閱讀剛才有關奈米的內容。 (13)我下次還會閱讀類似的讀物。
基本資料	第一部份	使用科普的情形	(1)平時經常閱讀科普資訊 (2)接觸科普讀物的頻率 (3)主要透過哪些管道接觸科普資訊
	第二部份	接觸科普的理由	(1)工作或學業需要。 (2)尋找解決問題的方法。

			(3)增加新知見聞。 (4)做為休閒娛樂。
第三部份	選擇科普的考量		(1)內容的專業性。 (2)內容的可信度。 (3)內容有趣。 (4)圖文並茂。 (5)內容與日常生活相關。 (6)內容看得懂。 (7)具有參考價值。 (8)媒體曝光度高。
第四部份	人口變項		性別
			就讀學校
			年齡
			科系



第六節 執行正式實驗

本研究之正式實驗，係於 2010 年 6 月 18 日分別在臺灣大學與淡江大學共計 9 個課程的上課時間舉行（臺大 4 門課、淡江 5 門課）。

為求取樣樣本的平均，本次實驗受試者之取樣方式，首先選擇學校中修課學生混合不同背景及性別結構相當的課程；實際進行實驗時，再依學生坐在教室的位置，平均發給不同組別的實驗文本，儘量使樣本在實驗文本、性別以及科系背景都能平均。

由於實驗係於課堂上課時間執行，其執行過程先由施測者統一說明後發給實驗文本，讓受試者按正式實驗問卷逐頁順序答題。過程中並要求受試者不得互相討論答案，以避免受試者相互影響的實驗偏誤。受試者回答完畢後可逕自繳回問卷。測試時間約在 20 分鐘以內。簡要的實驗流程如下：

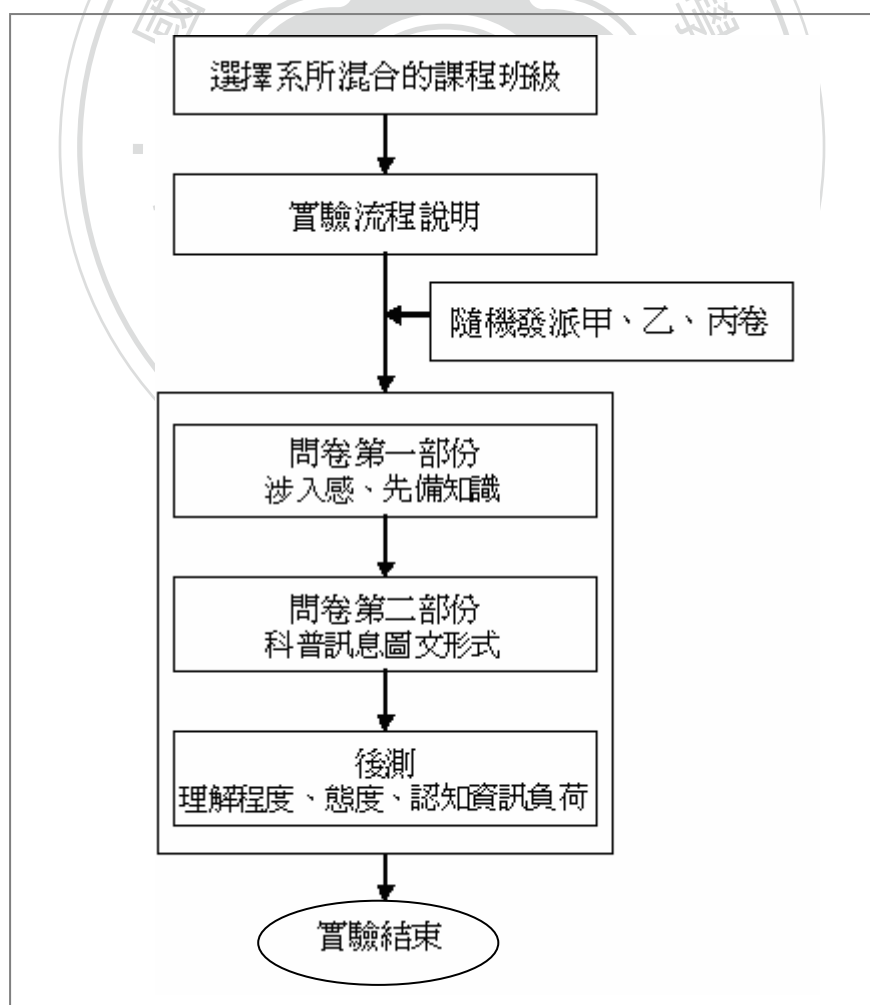


圖 3-4：本研究實驗執行流程

第七節 統計方法

本研究採用實驗法取得相關研究資料，待完成實驗後，即進行問卷資料編碼及登錄，並採用適當之資料分析方法來進行相關實證數據之分析與解釋。

本研究之資料統計分析採用了包括描述統計分析、比較平均數、變異數分析（ANOVA）以及迴歸分析（Regression Analysis）等統計方法進行，以檢測不同的變項組合如何影響依變項。



第四章 研究資料分析

本章內容將說明本研究之實驗樣本結構，以及初級資料蒐集整理之結果，並依據初級資料之統計結果，進行分析與詮釋。

第一節 問卷回收與資料整理

壹、問卷回收數與樣本結構

本研究以大學生為實驗對象，於 2010 年 6 月期間，分別於臺灣的國立及私立大學進行共計 9 場實驗，每場實驗執行約 20 分鐘。三個實驗組合，共計有 523 名學生參與實驗，剔除無效問卷 16 份，有效問卷計 507 份。實驗問卷回收結果統計如表 4-1、各文本實驗之有效樣本數如表 4-2。

表4-1：實驗問卷回收結果

施測樣本數	有效樣本數	無效樣本數	有效回收率
523	507	16	96.94%

表4-2：各實驗科普訊息文本之有效樣本數

	樣本數			合計
	文本甲	文本乙	文本丙	
數量	174	164	169	507
百分比	34.3%	32.3%	33.3%	100%

由實驗組合來看，各實驗樣本人口變項之結構分佈如表 4-3；各群體組合之有效樣本數均在 30 人以上。

表4-3：實驗樣本人口變項結構

變數	樣本數				百分比	
	文本甲	文本乙	文本丙	合計		
科系	理工	77	65	74	216	42.6
背景	非理工	97	99	95	291	57.4
性別	男	102	92	84	278	54.8%
	女	72	72	85	229	45.2%
學校	臺灣大學	54	52	56	162	32%
	淡江大學	120	112	113	345	68%

貳、信度與效度分析

在進行研究假設檢定之前，須處理研究資料之可靠度與正確性等問題；故本研究先對所設計之問卷量表，進信度及效度之各項分析檢驗，以判斷並確認本研究之問卷適合進行各項假設之驗證。

一、信度分析

信度 (Reliability) 是指對同一或相似母體重復進行調查或測量時，其結果是否具有一致性或穩定性的程度；也就是測量量表題項之內在一致性的程度。因此，測量結果一致性的程度愈高，則代表信度愈高，測量結果也就愈可靠。

在問卷的信度檢驗方面，Cronbach's α 值，可說是目前採行最廣的信度指標 (邱皓政, 2005)，故本研究以 Cronbach's α 值來衡量同一構面下各問題量表題項之間的一致性程度。

一般認為當 Cronbach's α 值大於 0.7 時，即表示相關的題項設計具有一定之信度 (Nunnally, 1978)， α 值介於 0.7 至 0.98 之間即視為高信度值，但 Robison、Shaver 和 Wrightsman (1991) 認為探索性研究之 α 值下限可降低到 0.6。

表 4-4 呈現本研究之問卷各項構面的 Cronbach's α 值，顯示各研究構面之 Cronbach's α 值在均 0.8312 至 0.9343 間。故依 Cronbach's α 的門檻值認定，本研究問卷各項構面量表均具有一定程度的信度。

表4-4：問卷各構面量表之信度分析表

構面名稱	Cronbach's α 值
涉入感	0.9175
科普涉入	0.9143
奈米涉入	0.8312
健康資訊涉入	0.9343
認知資訊負荷	0.8951
態度	0.8814
整體問卷信度為 0.939	
(N of Item=40; N of case = 507)	

註：Cronbach's α 值大於 0.7，表示有一定程度的信度(Nunnally, 1978)。

二、效度分析

效度 (Validity) 是指測量的正確性，也就是評估量測工具能否真正衡量研究者所欲研究主題的特質或功能程度；因此，效度愈高，表示測驗工具所測量的結果，愈能顯現真正所要測量項目的真正特徵。

本研究採用因素分析來檢驗問卷量表之效度建構。因素分析的作用在於找出量表潛在的結構 (吳明隆, 2005)，若因素分析所抽取的因素能包含研究模式變數的設計題項，表示該問卷具有良好的建構效度。

本研究在執行因素分析之前，先進行檢測 KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) 值，以判斷變數間的相關程度，當 KMO 值愈大時，表示變數間的淨相關低，進行因素分析抽取共同因素之效果較佳，故適合使用因素分析建構問卷效度。而 KMO 值小於 0.6 以下時，則不適合因素分析 (Kaiser, 1974)。

表 4-5 中，所有構面之 KMO 值均大於 0.6，故可以進行相關構面之因素分析。

表4-5：問卷各構面量表之效度適切性分析

構面名稱	KMO 值
涉入感	0.917
科普涉入	0.925
奈米涉入	0.785
健康資訊涉入	0.897
認知資訊負荷	0.861
態度	0.882

註：KMO 值均大於 0.6，表示適合以因素分析建構效度。

第二節 初級資料整理

本研究對初級資料的處理，係先將各變項與依變項交叉，列出變項的平均數與平均數標準差，以預先了解實驗群組在各變項的平均數值與分佈狀況。

壹、實驗群組的涉入感與先備知識分佈

一、甲、乙、丙三組訊息圖文形式的涉入感與先備知識分佈

表4-6：甲、乙、丙三組訊息圖文形式的涉入感與先備知識分佈

組別	涉入感				先備知識	
	(平均)	科普涉入 (平均)	奈米涉入 (平均)	健康資訊 涉入(平均)	(知識題答對數) 最高 15 分	
甲	平均數	3.5860	3.3864	3.4189	3.9517	9.5000
	個數	174	174	174	174	174
	標準差	0.50211	0.55931	0.67027	0.78014	3.18913
	總和的百分比	34.3%	34.9%	34.0%	33.9%	34.3%
	平均數的標準誤	0.03806	0.04240	0.05081	0.05914	0.24177
乙	平均數	3.5418	3.2779	3.4098	3.9377	9.3841
	個數	164	164	164	164	164
	標準差	0.48665	0.62960	0.60912	0.75164	3.20352
	總和的百分比	31.9%	31.8%	32.0%	31.8%	31.9%
	平均數的標準誤	0.03800	0.04916	0.04756	0.05869	0.25015
丙	平均數	3.6497	3.3295	3.5091	4.1113	9.6627
	個數	169	169	169	169	169
	標準差	0.50409	0.57637	0.62947	0.75550	3.11083
	總和的百分比	33.9%	33.3%	33.9%	34.3%	33.8%
	平均數的標準誤	0.03878	0.04434	0.04842	0.05812	0.23929
總和	平均數	3.5929	3.3323	3.4460	4.0004	9.5168
	個數	507	507	507	507	507
	標準差	0.49879	0.58900	0.63772	0.76536	3.16372
	總和的百分比	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
	平均數的標準誤	0.02215	0.02616	0.02832	0.03399	0.14051

二、性別（男、女）的涉入感與先備知識分佈

表4-7：性別（男、女）的涉入感與先備知識分佈

性別		涉入感	科普涉入	奈米涉入	健康資訊	先備知識
		(平均)	(平均)	(平均)	涉入(平均)	(知識題答對數) 最高 15 分
男	平均數	3.6146	3.4145	3.5151	3.9144	10.2482
	個數	278	278	278	278	278
	標準差	0.52244	0.58286	0.67566	0.77112	2.95445
	總和的百分比	55.2%	56.2%	55.9%	53.7%	59.0%
	平均數的標準誤	0.03133	0.03496	0.04052	0.04625	0.17720
女	平均數	3.5666	3.2326	3.3621	4.1048	8.6288
	個數	229	229	229	229	229
	標準差	0.46827	0.58219	0.57883	0.74675	3.18814
	總和的百分比	44.8%	43.8%	44.1%	46.3%	41.0%
	平均數的標準誤	0.03094	0.03847	0.03825	0.04935	0.21068
總和	平均數	3.5929	3.3323	3.4460	4.0004	9.5168
	個數	507	507	507	507	507
	標準差	0.49879	0.58900	0.63772	0.76536	3.16372
	總和的百分比	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
	平均數的標準誤	0.02215	0.02616	0.02832	0.03399	0.14051

三、科系背景（理工、非理工）的涉入感與先備知識分佈

表4-8：科系背景（理工、非理工）的涉入感與先備知識分佈

科系 背景		涉入感			先備知識	
		(平均)	科普涉入 (平均)	奈米涉入 (平均)	健康資訊 涉入(平均)	(知識題答對數) 最高 15 分
理 工	平均數	3.6335	3.4225	3.5870	3.8919	11.2593
	個數	216	216	216	216	216
	標準差	0.53520	0.59033	0.64374	0.78650	2.42802
	總和的百分比	43.1%	43.8%	44.3%	41.4%	50.4%
	平均數的標準誤	0.03642	0.04017	0.04380	0.05351	0.16521
非 理 工	平均數	3.5628	3.2654	3.3413	4.0809	8.2234
	個數	291	291	291	291	291
	標準差	0.46862	0.58000	0.61363	0.74042	3.02546
	總和的百分比	56.9%	56.2%	55.7%	58.6%	49.6%
	平均數的標準誤	0.02747	0.03400	0.03597	0.04340	0.17736
總 和	平均數	3.5929	3.3323	3.4460	4.0004	9.5168
	個數	507	507	507	507	507
	標準差	0.49879	0.58900	0.63772	0.76536	3.16372
	總和的百分比	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
	平均數的標準誤	0.02215	0.02616	0.02832	0.03399	0.14051

貳、整體受試者在奈米先備知識題的表現

表4-9：整體受試者在奈米先備知識題的表現

題號與題目	答對率
1.奈米的英文縮寫是 nano	83.7%
2.奈米是一種長度單位	82.1%
3.所謂奈米尺度是指 1-100 奈米的範圍	52.6%
4.DNA 屬奈米級	75.2%
5.蓮葉表面有奈米級纖毛	82.3%
6.鈣奈米化是爲了促進吸收	87.0%
7.光觸媒照射紫外光生氧化反應	37.6%
8.結構使奈米碳管韌性強大	39.6%
9.動物分辨方位是因爲地磁	69.3%
10.奈米馬桶的自潔原理	78.1%
11.場發射顯示器是利用奈米碳管製成	31.9%
12.奈米尺寸下量子效應顯著	47.4%
13.奈米電腦處理速度較快	69.5%
14.物質奈米化後質量會變輕	53.1%
15.奈米碳管韌度高可製造太空電梯	61.8%

本研究的知識題問卷，一方面可以對於參與實驗的受試者進行分群，另一方面，也對當前大學生奈米知識的分佈情形提供了參考資料。

參、實驗後各群組在認知資訊負荷、態度、理解程度的表現

一、甲、乙、丙三組訊息圖文形式的認知資訊負荷、態度及理解程度的分佈

表4-10：甲、乙、丙三組訊息圖文形式的認知資訊負荷、態度及理解程度的分佈

問卷 文本	認知資訊負荷 數值愈高 負荷愈小	態度 數值愈高 態度愈正面	理解程度 後測題答對數 滿分 6 分
甲			
平均數	3.4952	3.3186	4.8012
個數	174	174	171
標準差	0.66387	0.62078	1.36175
總和的百分比	35.2%	35.2%	35.4%
平均數的標準誤	0.05033	0.04706	0.10414
乙			
平均數	3.3506	3.1725	4.5342
個數	164	164	161
標準差	0.67948	0.60990	1.44927
總和的百分比	31.8%	31.7%	31.5%
平均數的標準誤	0.05306	0.04762	0.11422
丙			
平均數	3.3609	3.2206	4.6994
個數	169	169	163
標準差	0.71355	0.65204	1.32932
總和的百分比	32.9%	33.1%	33.1%
平均數的標準誤	0.05489	0.05016	0.10412
總和			
平均數	3.4037	3.2387	4.6808
個數	507	507	495
標準差	0.68765	0.62966	1.38205
總和的百分比	100.0%	100.0%	100.0%
平均數的標準誤	0.03054	0.02796	0.06212

三、性別（男、女）的認知資訊負荷、態度及理解程度的分佈

表4-11：性別（男、女）的認知資訊負荷、態度及理解程度的分佈

性別		認知資訊負荷 數值愈高 負荷愈小	態度 數值愈高 態度愈正面	理解程度 後測題答對數 滿分 6 分
男	平均數	3.4574	3.2549	4.6111
	個數	278	278	270
	標準差	0.66492	0.62306	1.45332
	總和的百分比	55.7%	55.1%	53.7%
	平均數的標準誤	0.03988	0.03737	0.08845
女	平均數	3.3384	3.2190	4.7644
	個數	229	229	225
	標準差	0.71027	0.63839	1.28958
	總和的百分比	44.3%	44.9%	46.3%
	平均數的標準誤	0.04694	0.04219	0.08597
總和	平均數	3.4037	3.2387	4.6808
	個數	507	507	495
	標準差	0.68765	0.62966	1.38205
	總和的百分比	100.0%	100.0%	100.0%
	平均數的標準誤	0.03054	0.02796	0.06212

三、科系背景（理工、非理工）的認知資訊負荷、態度及理解程度的分佈

表4-12：科系背景（理工、非理工）的認知資訊負荷、態度及理解程度的分佈

背景 科系	認知資訊負荷 數值愈高 負荷愈小	態度 數值愈高 態度愈正面	理解程度 後測題答對數 滿分 6 分	
理	平均數	3.5332	3.3175	4.8190
工	個數	216	216	210
	標準差	0.62655	0.57765	1.38537
	總和的百分比	44.2%	43.6%	43.7%
	平均數的標準誤	0.04263	0.03930	0.09560
非	平均數	3.3076	3.1802	4.5789
理	個數	291	291	285
工	標準差	0.71573	0.66055	1.37312
	總和的百分比	55.8%	56.4%	56.3%
	平均數的標準誤	0.04196	0.03872	0.08134
總	平均數	3.4037	3.2387	4.6808
和	個數	507	507	495
	標準差	0.68765	0.62966	1.38205
	總和的百分比	100.0%	100.0%	100.0%
	平均數的標準誤	0.03054	0.02796	0.06212

肆、各實驗群組在科普讀物使用的行爲

由於科學普及一直較缺少量性的研究資料可供參考，故本次研究進行時，亦同步蒐集受試對象的科普資訊使用行爲，故整理如下，可作為了解目前臺灣大學生對於科普資訊的使用情形。

一、大學生接觸科普資訊的情形

圖 4-1 顯示大學生經常接觸科普資訊者僅佔 9.27%，有時接觸科普資訊者佔 45.76%，近半數的大學生（44.97%）很少或從來不會接觸科普資訊。

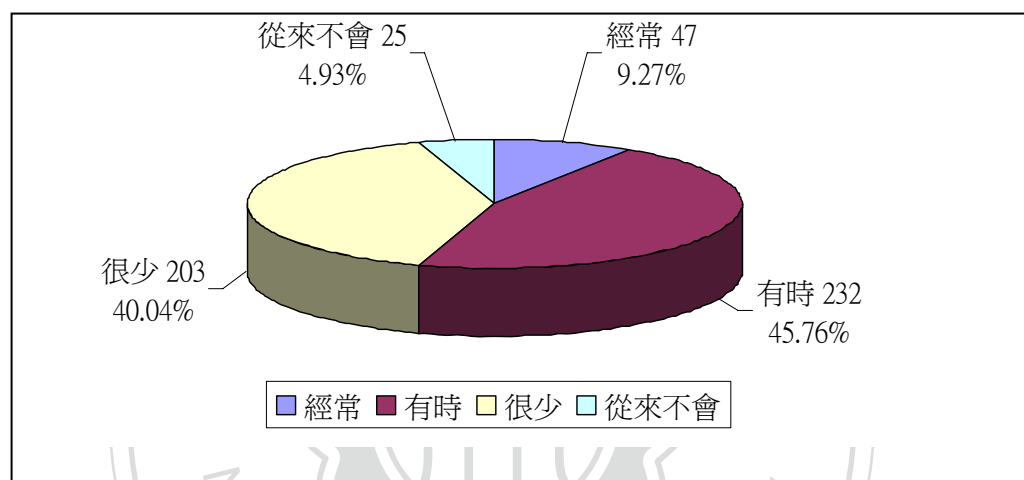


圖 4-1：大學生接觸科普資訊的情形

二、大學生接觸科普讀物的頻率

圖 4-2 顯示每月至少接觸 1 次以上科普讀物的大學生只佔 30%；至少 14% 的大學生每年接觸科普讀物為 1 次以下。

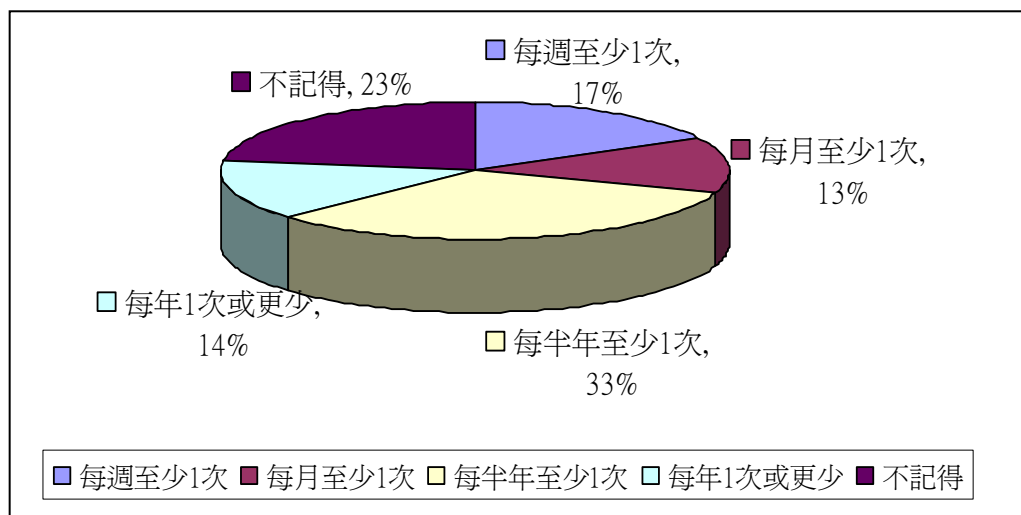


圖 4-2：大學生接觸科普讀物的頻率

三、大學生慣用於接觸科普資訊的途徑

由表 4-13 得知，本研究中 58%的大學生樣本會透過網路接觸科普資訊，其次是雜誌（55.4%）、報紙（45.5%）、電視（44.6%），然後才是書籍（25.1%），使用廣播（2.2%）及繪本（1.2%）接觸科普訊息的比例相當低。

表4-13：大學生慣於接觸科普的途徑（複選）

題號	人數	百分比%
接觸科普的管道_書籍	127	25.1%
接觸科普的管道_報紙	230	45.5%
接觸科普的管道_雜誌	280	55.4%
接觸科普的管道_繪本	6	1.2%
接觸科普的管道_電視	225	44.6%
接觸科普的管道_廣播	11	2.2%
接觸科普的管道_網路	293	58.0%

四、大學生個人選擇接觸科普資訊的原因

下表4-14顯示，大學生認為接觸科普資訊最主要的原因是為了增加新知見聞。

表4-14：大學生選擇接觸科普資訊的原因

1. 工作或學業需要	次數	百分比	有效百分比	累積百分比
非常不同意	27	5.3	5.3	5.3
不同意	86	17	17	22.3
普通	187	36.9	36.9	59.2
同意	167	32.9	32.9	92.1
非常同意	40	7.9	7.9	100
總和	507	100	100	
2. 尋找解決方法	次數	百分比	有效百分比	累積百分比
非常不同意	9	1.8	1.8	1.8
不同意	75	14.8	14.8	16.6
普通	227	44.8	44.8	61.3
同意	161	31.8	31.8	93.1
非常同意	35	6.9	6.9	100
總和	507	100	100	
3. 增加新知見聞	次數	百分比	有效百分比	累積百分比
非常不同意	4	0.8	0.8	0.8
不同意	32	6.3	6.3	7.1

普通	172	33.9	33.9	41
同意	228	45	45	86
非常同意	71	14	14	100
總和	507	100	100	

4. 做為休閒娛樂	次數	百分比	有效百分比	累積百分比
非常不同意	17	3.4	3.4	3.4
不同意	79	15.6	15.6	18.9
普通	204	40.2	40.2	59.2
同意	155	30.6	30.6	89.7
非常同意	52	10.3	10.3	100
總和	507	100	100	

五、大學生個人選擇科普資訊時的考量

表4-15：大學生選擇科普資訊時的考量

	內容的專業性	內容的可信度	內容的有趣	圖文並茂	內容與日常生活相關	看得懂	具有參考價值	媒體曝光度高
個數	507	507	507	507	507	507	507	507
有效的遺漏值	0	0	0	0	0	0	0	0
平均數	3.75	3.87	3.81	3.75	3.91	3.92	3.86	3.07
標準差	.785	.811	.837	.883	.850	.851	.807	.883

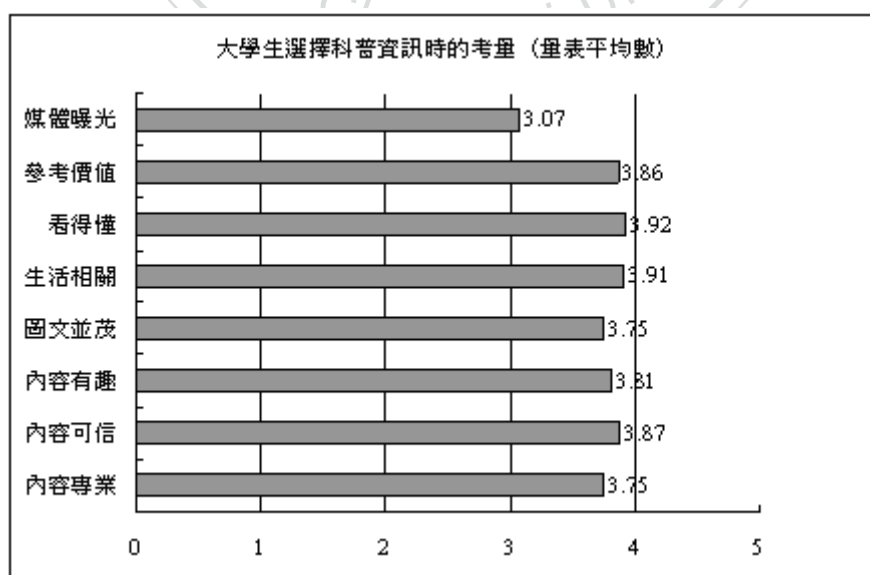


圖 4-3：大學生選擇科普資訊時的考量 (平均數比較表)

第三節 科普訊息之認知資訊負荷、態度與理解效果分析

壹、使用不同圖片對傳播效果的影響

一、假設驗證：變異數分析

爲了解變項「文本圖文形式」(甲、乙、丙三組不同實驗文本)，對受試者在「認知資訊負荷」、「態度」及「理解程度」等三組依變項的表現是否呈現顯著差異，故利用單因子變異數分析法(ANOVA)，對資訊組別及「認知資訊負荷」、「態度」及「理解程度」等變項進行差異數檢定。

表4-16：不同實驗文本(組別)對於依變項的差異性檢定

研究變數	組別	樣本數	平均數	F 值	顯著度
認知資訊負荷	甲	174	3.4952	2.369	0.095
	乙	164	3.3506		
	丙	169	3.3609		
態度	甲	174	3.3186	2.389	0.093
	乙	164	3.1725		
	丙	169	3.2206		
理解程度	甲	171	4.8012	1.573	0.208
	乙	161	4.5342		
	丙	163	4.6994		

依表 4-16 顯示，不同實驗文本組別與「認知資訊負荷」、「態度」及「理解程度」三個變項的 F 值分別爲 2.369、2.389 及 1.573，P 值均大於 0.05，均未達到顯著標準。顯示不同的實驗文本，對「認知資訊負荷」、「態度」及「理解程度」幾個依變項並未產生顯著影響。

這表示在實際實驗執行的過程中，本研究之自變項「具有不同圖片的實驗文本」：甲卷「有文字無圖」、乙卷「文字配上裝飾性的圖片，以及丙卷「文字配上具說明組織資訊功能的圖片」三組文本，並沒有產生如預期的操弄效果。

二、驗證結果

本研究假設同一個科普文本使用不同的圖片（以不同的文本圖文形式呈現），對於科普文本傳播效果的影響，假設 H1a 至假設 H1c 分別探討文本圖文形式對「認知資訊負荷」、「態度」及「理解程度」的影響。假設 1 檢驗的結果如表 4-17 所示，不同圖文形式呈現的科普文本，並未對閱聽人產生傳播效果上的差異。然而，這個驗證結果與韓叢耀（2005）等學者對於圖像功能的解釋並不一致，也與謝添裕（2001）執行學童對科普圖畫書研究的結果有異，需要進一步地深究與解釋。

表4-17：假設1結果表

項目	研究假設	結果
H1	閱聽人閱讀的科普訊息形式會影響其傳播效果。	不成立*
H1-1	閱聽人閱讀的科普訊息形式不同，其認知資訊負荷不同。	不成立
H1-1-1	閱聽人閱讀只有文字的科普訊息（文本甲）時，其認知資訊負荷較高。	不成立
H1-1-2	閱聽人閱讀的科普訊息搭配裝飾性功能的圖片（文本乙）時，其認知資訊負荷和只有文字的科普訊息沒有差異。	成立
H1-1-3	閱聽人閱讀的科普訊息搭配說明組織功能的圖片（文本丙）時，其認知資訊負荷較低。	不成立
H1-2	閱聽人閱讀的科普訊息形式不同，其態度不同。	不成立
H1-2-1	閱聽人閱讀只有文字的科普訊息（文本甲）時，其態度較負面。	不成立
H1-2-2	閱聽人閱讀的科普訊息搭配裝飾性功能的圖片（文本乙）時，其態度和只有文字的科普訊息沒有差異。	成立
H1-2-3	閱聽人閱讀的科普訊息搭配說明組織功能的圖片（文本丙）時，其態度較正面。	不成立
H1-3	閱聽人閱讀的科普訊息形式不同，其理解程度不同。	不成立
H1-3-1	閱聽人閱讀只有文字的科普訊息（文本甲）時，其理解程度較低。	不成立
H1-3-2	閱聽人閱讀的科普訊息搭配裝飾性功能的圖片（文本乙）時，其理解程度和只有文字的科普訊息沒有差異。	成立
H1-3-3	閱聽人閱讀的科普訊息搭配說明組織功能的圖片（文本丙）時，其理解程度較高。	不成立

關於本研究之實驗變項未能達到操控目的之可能原因，經研究者判斷，可能受到以下因素之影響：

1. 實驗工具影響：填答問卷稍長。

本次實驗填答問卷計有 8 頁(含實驗文本 1 頁)，且依變項「認知資訊負荷」、「態度」及「理解程度」的量測題項在最末 3 頁，雖已經盡可能減少整份實驗問卷的量測題項，但整體問卷長度仍稍長。此亦可能造成受試者在後段填答精神較渙散，而影響實驗之操控。

2. 實驗情境影響：回答科普知識題需要專高專注力。

本研究之實驗文本為與「奈米」相關的科學主題，受試者回答問卷時需要較高的專注度。此外，文獻均指出具科學背景與非科學背景者，在接觸科學資訊上的知溝差距極大；由於本次實驗受試對象為大學程度之學生，其知識背景涵蓋遍及理工、社會科學至人文領域，為量測受試者的先備知識及閱讀實驗文本後的理解程度，故前測與後測問卷中，均出現相當數量的奈米知識題，且該等知識題必須有跨越足夠的難易程度，才能量測出受試者奈米知識的差異。

故當問卷之篇幅較長、難度較高，或答題的挫折感較高時，受試者的專注力和配合意願將受影響，故其填答至問卷後段時，較可能有不耐煩而開始隨便作答的情形。

3. 實驗科普文本的圖文設計影響：受圖片刺激程度不足，或文字彰顯的功能壓過圖像功能。

本次實驗文本，均已控制科普文本之文章長度、與各組內容之一致性，並依版面設計相關研究重點，提供刺激較強的「彩色圖片」、提供尺寸比例相同的圖片，並將圖片安排在較受注意或與相關文義較近的位置，以促進圖像與閱聽人的互動連結。此外，並已依前測受試者之回饋，更換乙卷之裝飾性照片為前測受試者一致認更具吸引力的照片，以強化圖片之刺激。

然而，學者也指出，文字符號與圖像符號之間，其實同時存在著「合作」與「競爭」的關係。本次實驗中科普圖片未產生足夠的刺激，但不同組別受試者仍能正確理解並回答題項，其各組間的理解表現亦沒有明顯的差異，顯示本次實驗物的文字功能可能遠遠凌駕了圖像的功能，導致圖像的操弄失敗。

4. 取得資料方式的影響：資料來自受試樣本自我報告，與實際感知不一定相符。

本次實驗中，「認知資訊負荷」及「態度」兩個依變項，並不是依生理學的量測方式取得客觀之數據計算，而是利用受試者主觀的報告資訊來評估程度。Eveland 與 Dunwoody 在 2001 年的研究即曾指出，受試者主觀的認知資訊負荷，並不等於實際的認知資訊負荷量。加上受試者均處理非自然狀態的實驗情境，因此，受試者的主觀報告或許與實際的生理感知有差異（Eveland & Dunwoody, 2001）。

貳、科普主題涉入程度對傳播效果之影響

一、假設驗證：迴歸分析

為了解前置變項閱聽人對科普主題的「涉入感」（包括科普讀物涉入、奈米主題涉入與健康資訊涉入），對於受試者閱讀科普本文時的「認知資訊負荷」、「態度」及「理解程度」等三組依變項的表現是否造成影響，本項假設採取線性迴歸的方式來檢驗受試者的涉入感與各依變項的相關性。

迴歸分析的目的，在於找出一個線性方程式，用來探討一預測變數(y)對一組準則變數(x_1, x_2, \dots, x_k)函數關係之統計分析模式，並試圖了解這個方程式的預測能力、整體關係是否達到顯著水準，以及在解釋準則變數的變異時，是否只採用某些預測變數即具有足夠的預測力；這個方程式就稱為迴歸模式，通常表示為：

$$Y(\text{預測變數}) = \beta_0(\text{常數}) + \beta_1 X_1(\text{標準化係數 } \beta_1 * \text{準則變數 } 1) + \beta_2 X_2(\text{標準化係數 } \beta_2 * \text{準則變數 } 2) + \dots + \beta_k X_k(\text{標準化係數 } \beta_k * \text{準則變數 } k) + e(\text{殘差值})$$

本研究同時以 Durbin-Watson 的 DW 值進行迴歸模式的診斷，以檢驗各項迴歸模式的殘差值並不具有自我相關性，以符合 Pedazur (1997) 對線性迴歸模型的重要基本假設，避免統計偏誤。通常 DW 值在 2 左右時，即表示該殘差值不具自我相關性，該迴歸模式通過診斷，可進行評判與解釋。

表4-18：涉入感（科普讀物涉入、奈米主題涉入、健康資訊涉入）與
認知資訊負荷的迴歸分析表

	未標準化係數		標準化	T 值	顯著 性	調整 後的 R 平 方	F 值	顯著性	Durbin- Watson 檢定
	B 之 估計值	標準 誤	Beta 分配						
(常數)	1.086	0.196		5.552	.000	0.235	52.862	.000	1.830
科普讀物涉入	0.365	0.051	0.313	7.150	.000				
奈米主題涉入	0.240	0.049	0.223	4.899	.000				
健康資訊涉入	0.068	0.037	0.076	1.823	.069				

依變數：認知資訊負荷

表 4-18 為受試者的涉入感（包括科普讀物涉入、奈米主題涉入與健康資訊涉入）與受試者認知資訊負荷的迴歸分析表。表中顯示本項迴歸模式之 DW 值為 1.830，趨近於 2，表示該殘差值不具自我相關性，該迴歸模式具有解釋力。故可進行迴歸模式的評判與解釋。

本由變異數分析結果得知 F 值為 52.862，P 值<.001，達顯著水準，表示準則變數有明顯的解釋效果，且調整後的 R 平方值為 0.235，表示該迴歸模式的解釋力達 23.5%；而迴歸模式中的預測變數涉入感（包含科普讀物涉入、奈米主題涉入與健康資訊涉入）對於溝通效果中認知資訊負荷的有效解釋變異量為 23.5%。

預測變數的迴歸係數部份：常數為 1.086，科普讀物涉入的標準化迴歸係數達顯著水準，其值為 0.313（邊際檢定統計量 $t=7.150$ ，P 值=0.000<.001）；奈米主題涉入的標準化迴歸係數達顯著水準，其值為 0.223（邊際檢定統計量 $t=4.899$ ，P 值=0.000<.001）；健康資訊涉入的標準化迴歸係數未達顯著水準，其值為 0.076（邊際檢定統計量 $t=1.823$ ，P 值>.05）。

故知，涉入感與認知資訊負荷呈現正相關，涉入感愈高，認知資訊負荷愈小。

表4-19：涉入感（科普讀物涉入、奈米主題涉入、健康資訊涉入）與態度的迴歸分析表

	未標準化係數		標準化	T 值	顯著	調整	F 值	顯著性	Durbin-
	B 之	標準	Beta		性	後的			Watson
	估計值	誤	分配			R 平			檢定
						方			
(常數)	0.917	0.175		5.250	.000	0.271	63.675	.000	2.006
科普讀物涉入	0.364	0.046	0.340	7.969	.000				
奈米主題涉入	0.202	0.044	0.205	4.618	.000				
健康資訊涉入	0.103	0.034	0.125	3.069	.002				

依變數：態度

表 4-19 為受試者的涉入感（包括科普讀物涉入、奈米主題涉入與健康資訊涉入）與受試者對科普文本態度的迴歸分析表。表中顯示本項迴歸模式之 DW 值為 2.006，趨近於 2，表示該殘差值不具自我相關性，該迴歸模式具有解釋力。故可進行迴歸模式的評判與解釋。

由變異數分析結果得知 F 值為 63.675，P 值<.001，達顯著水準，表示準則變數有明顯的解釋效果，且調整後的 R 平方值為 0.271，表示該迴歸模式的解釋力達 27.1%；而迴歸模式中的預測變數涉入感（包含科普讀物涉入、奈米主題涉入與健康資訊涉入）對於溝通效果中態度的有效解釋變異量為 27.1%。

預測變數的迴歸係數部份：常數為 0.917，科普讀物涉入的標準化迴歸係數達顯著水準，其值為 0.340（邊際檢定統計量 $t=7.969$ ，P 值=0.000<.001）；奈米主題涉入的標準化迴歸係數達顯著水準，其值為 0.205（邊際檢定統計量 $t=4.618$ ，P 值=0.000<.001）；健康資訊涉入的標準化迴歸係數達顯著水準，其值為 0.125（邊際檢定統計量 $t=3.069$ ，P 值=0.002<.01）。

故知，涉入感與態度呈現正相關，涉入感愈高，態度愈正面。

表4-20：涉入感（科普讀物涉入、奈米主題涉入、健康資訊涉入）與理解程度的迴歸分析表

	未標準化係數	標準化 係數	T 值	顯著 性	調整 後的 R 平 方	F 值	顯著性	Durbin- Watson 檢定	
	B 之 估計值	標準 誤	Beta 分 配						
(常數)	3.647	0.460		7.929	.000	0.009	2.530	0.057	1.784
科普讀物涉入	0.286	0.118	0.121	2.414	.016				
奈米主題涉入	-0.036	0.114	-0.017	-0.318	.750				
健康資訊涉入	0.052	0.088	0.028	0.590	.555				

依變數：理解程度

表 4-20 為受試者的涉入感（包括科普讀物涉入、奈米主題涉入與健康資訊涉入）與受試者對科普文本理解程度的迴歸分析表。表中顯示本項迴歸模式之 DW 值為 1.784，趨近於 2，表示該殘差值不具自我相關性，該迴歸模式具有解釋力。故可進行迴歸模式的評判與解釋。

由變異數分析結果得知 F 值為 2.530，P 值=0.057>.05，未達顯著水準，表示準則變數的解釋效果不明顯，且調整後的 R 平方值為 0.009，表示該迴歸模式的解釋力僅有 0.9%；而迴歸模式中的預測變數涉入感（包含科普讀物涉入、奈米主題涉入與健康資訊涉入）對於溝通效果中理解程度的有效解釋變異量僅有 0.9%。

預測變數的迴歸係數部份：常數為 3.647，科普讀物涉入的標準化迴歸係數達顯著水準，其值為 0.121（邊際檢定統計量 $t=2.414$ ，P 值=0.016<.05）；奈米主題涉入的標準化迴歸係數未達顯著水準，其值為-0.017（邊際檢定統計量 $t=-0.318$ ，P 值=0.75>.05）；健康資訊涉入的標準化迴歸係數亦未達顯著水準，其值為 0.028（邊際檢定統計量 $t=0.590$ ，P 值=0.555>.05）。

故得知，涉入感與理解程度之間無相關性。

二、驗證結果

本研究假設閱聽人對科普主題的「涉入感」（包括科普讀物涉入、奈米主題涉入與健康資訊涉入），對於受試者閱讀科普本文時的「認知資訊負荷」、「態度」及「理解程度」等三組依變項的影響，假設 H2a 至假設 H2c 分別探討涉入感對「認知資訊負荷」、「態度」及「理解程度」的影響。

假設 2 檢驗的結果如表 4-21 所示，閱聽人對科普文本主題的涉入程度愈高，其對科普文本的認知資訊負荷愈小，且對科普文本的態度愈正面。但閱聽人對科普文本主題的涉入感愈高，對於閱聽人對科普文本的理解程度並沒有顯著的影響。

表4-21：假設2結果表

項目	研究假設	結果
H2	閱聽人對科普訊息主題的涉入程度會影響其傳播效果。	成立
H2-1	閱聽人對科普訊息主題的涉入程度不同，其認知負荷不同。	成立
H2-1-1	閱聽人對科普訊息主題的涉入程度愈高，其對科普訊息的認知資訊負荷愈小。	成立
H2-1-2	閱聽人對科普訊息主題的涉入程度愈低，其對科普訊息的認知資訊負荷愈大。	成立
H2-2	閱聽人對科普訊息主題的涉入程度不同，其態度不同。	成立
H2-2-1	閱聽人對科普訊息主題的涉入程度愈高，其對科普訊息的態度愈正面。	成立
H2-2-2	閱聽人對科普訊息主題的涉入程度愈低，其對科普訊息的態度愈負面。	成立
H2-3	閱聽人對科普訊息主題的涉入程度不同，其理解程度不同。	不成立
H2-3-1	閱聽人對科普訊息主題的涉入程度愈高，其對科普訊息的理解愈高。	不成立
H2-3-2	閱聽人對科普訊息主題的涉入程度愈低，其對科普訊息的理解愈低。	不成立

參、先備知識高低對傳播效果之影響

一、假設驗證：迴歸分析

為了解前置變項閱聽人對科普主題的「先備知識」，對於受試者閱讀科普本文時的「認知資訊負荷」、「態度」及「理解程度」等三組依變項的表現是否造成影響，本項假設採取線性迴歸的方式來檢驗受試者的先備知識與各依變項的相關性。

迴歸分析的目的，在於找出一個線性方程式，用來探討一預測變數(y)對一組準則變數(x_1, x_2, \dots, x_k)函數關係之統計分析模式，並試圖了解這個方程式的預測能力、整體關係是否達到顯著水準，以及在解釋準則變數的變異時，是否只採用某些預測變數即具有足夠的預測力。

本研究同時以 Durbin-Watson 的 DW 值進行迴歸模式的診斷，以檢驗各項迴歸模式的殘差值並不具有自我相關性，以符合 Pedazur (1997) 對線性迴歸模型的重要基本假設，避免統計偏誤。通常 DW 值在 2 左右時，即表示該殘差值不具自我相關性，該迴歸模式通過診斷，可進行評判與解釋。

表4-22：先備知識與認知資訊負荷的迴歸分析表

	未標準化係數		標準化	T 值	顯著性	調整後的 R 平方	F 值	顯著性	Durbin-Watson 檢定
	B 之估計值	標準誤	Beta 分配						
(常數)	2.737	0.092		29.841	.000	0.102	58.530	.000	1.910
先備知識	0.070	0.009	0.322	7.650	.000				

依變數：認知資訊負荷

表 4-22 為受試者的先備知識與受試者認知資訊負荷的迴歸分析表。表中顯示本項迴歸模式之 DW 值為 1.910，趨近於 2，表示該殘差值不具自我相關性，該迴歸模式具有解釋力。故可進行迴歸模式的評判與解釋。

由變異數分析結果得知 F 值為 52.530，P 值=0.000<.001，達顯著水準，表示準則變數有明顯的解釋效果，且調整後的 R 平方值為 0.102，表示該迴歸模式的解釋力為 10.2%；而迴歸模式中的預測變數先備知識對於溝通效果中認知資訊負荷的有效解釋變異量為 10.2%。

預測變數的迴歸係數部份：常數為 2.737，先備知識的標準化迴歸係數達顯著水準，其值為 0.322（邊際檢定統計量 $t=7.650$ ，P 值=0.000<.001）。

故知，先備知識與認知資訊負荷呈現正相關，先備知識愈高，認知資訊負荷愈小。

表 4-23：先備知識與態度的迴歸分析表

	未標準化係數		標準化	T 值	顯著性	調整後的 R 平方	F 值	顯著性	Durbin-Watson 檢定
	B 之估計值	標準誤	Beta 分配						
(常數)	2.891	0.087		33.161	.000	0.032	17.576	.000	2.021
先備知識	0.036	0.009	0.183	4.192	.000				

依變數：態度

表 4-23 為受試者的先備知識與受試者對科普文本態度的迴歸分析表。表中顯示本項迴歸模式之 DW 值為 2.021，趨近於 2，表示該殘差值不具自我相關性，該迴歸模式具有解釋力。故可進行迴歸模式的評判與解釋。

由變異數分析結果得知 F 值為 17.578，P 值=0.000<.001，達顯著水準，表示準則變數有明顯的解釋效果，且調整後的 R 平方值為 0.032，表示該迴歸模式的解釋力僅有 3.2%；而迴歸模式中的預測變數先備知識對於溝通效果中態度的有效解釋變異量為 3.2%。

預測變數的迴歸係數部份：常數為 2.891，先備知識的標準化迴歸係數達顯著水準，其值為 0.182（邊際檢定統計量 $t=4.192$ ，P 值=0.000<.001）。

故知，先備知識與態度呈現正相關，先備知識愈高，態度愈正面。

表4-24：先備知識與理解程度的迴歸分析表

	未標準化係數		標準化	T 值	顯著性	調整後的 R 平方	F 值	顯著性	Durbin-Watson 檢定
	B 之估計值	標準誤	Beta 分配						
(常數)	3.423	0.194		17.624	.000	0.084	46.483	.000	1.813
先備知識	0.131	0.019	0.293	6.818	.000				

依變數：理解程度

表 4-24 為受試者的先備知識與受試者對科普文本理解程度的迴歸分析表。表中顯示本項迴歸模式之 DW 值為 1.813，趨近於 2，表示該殘差值不具自我相關性，該迴歸模式具有解釋力。故可進行迴歸模式的評判與解釋。

由變異數分析結果得知 F 值為 46.483，P 值=0.000<.001，達顯著水準，表示準則變數的解釋效果明顯，且調整後的 R 平方值為 0.084，表示該迴歸模式的解釋力有 8.4%；而迴歸模式中的預測變數先備知識對於溝通效果中理解程度的有效解釋變異量為 8.4%。

預測變數的迴歸係數部份：常數為 3.423，先備知識的標準化迴歸係數達顯著水準，其值為 0.293（邊際檢定統計量 $t=6.818$ ，P 值=0.000<.001）。

故知，先備知識與理解程度呈現正相關，先備知識愈高，理解程度愈高。

在先備知識部份，本研究將前測知識題答對的題數，視為先備知識的程度，為求研究便利，依前測知識題答對題數的平均數 9.5168 為分界，將實驗樣本轉

換為「先備知識高」與「先備知識低」2種：前測知識題答對題數達10題以上者，視為「先備知識高」的族群；前測知識題答對題數為9題以下者，為「先備知識低」的樣本群。其檢測結果亦與前述同樣顯著。

二、驗證結果

本研究假設閱聽人對科普主題的「先備知識」，對於受試者閱讀科普本文時的「認知資訊負荷」、「態度」及「理解程度」等三組依變項的影響，假設 H3a 至假設 H3c 分別探討先備知識對「認知資訊負荷」、「態度」及「理解程度」的影響。

假設 3 檢驗的結果如表 4-25 所示，閱聽人對科普文本主題的先備知識愈高，其對科普文本的認知資訊負荷愈小，且對科普文本的態度愈正面，對於科普文本的理解程度也會愈高。

表4-25：假設3結果表

項目	研究假設	結果
H3	閱聽人對科普訊息主題的先備知識會影響其傳播效果。	成立
H3-1	閱聽人對科普訊息主題的先備知識高低不同，其認知負荷不同。	成立
H3-1-1	閱聽人對科普訊息主題的先備知識愈高，其認知負荷愈小。	成立
H3-1-2	閱聽人對科普訊息主題的先備知識愈低，其認知負荷愈大。	成立
H3-2	閱聽人對科普訊息主題的先備知識高低不同，其態度不同。	成立
H3-2-1	閱聽人對科普訊息主題的先備知識愈高，其態度愈正面。	成立
H3-2-2	閱聽人對科普訊息主題的先備知識愈低，其態度愈負面。	成立
H3-3	閱聽人對科普訊息主題的先備知識高低不同，其理解程度不同。	成立
H3-3-1	閱聽人對科普訊息主題的先備知識愈高，其理解程度愈高。	成立
H3-3-2	閱聽人對科普訊息主題的先備知識愈低，其理解程度愈低。	成立

肆、人口變項對傳播效果之影響

一、人口變項：性別之迴歸分析

為了解「性別」之人口變項，對於受試者閱讀科普本文時的「認知資訊負荷」、「態度」及「理解程度」等三組依變項的表現是否造成影響，本項假設採取線性迴歸的方式來檢驗受試者的性別與各依變項的相關性。同時以 Durbin-Watson 的 DW 值進行迴歸模式的診斷，以檢驗各項迴歸模式的殘差值

並不具有自我相關性，以符合 Pedazur(1997)對線性迴歸模型的重要基本假設，避免統計偏誤。通常 DW 值在 2 左右時，即表示該殘差值不具自我相關性，該迴歸模式通過診斷，可進行評判與解釋。

表4-26：受試者的性別與受試者認知資訊負荷的迴歸分析表

	未標準化係數	標準化 係數	T 值	顯著 性	調整 後的 R 平 方	F 值	顯著 性	Durbin- Watson 檢定	
	B 之 估計值	標準 誤	Beta 分配						
(常數)	3.573	0.094		38.120	.000	0.005	3.688	0.055	1.812
性別	-0.117	0.061	-0.085	-1.920	.055				

依變數：認知資訊負荷

表 4-26 為受試者的性別與受試者認知資訊負荷的迴歸分析表。表中顯示本項迴歸模式之 DW 值為 1.812，趨近於 2，表示該殘差值不具自我相關性，該迴歸模式具有解釋力。故可進行迴歸模式的評判與解釋。

由變異數分析結果得知 F 值為 3.688，P 值=0.055>.05，未達顯著水準，表示準則變數沒有明顯的解釋效果，且調整後的 R 平方值為 0.005，表示該迴歸模式的解釋力僅有 0.5%；而迴歸模式中的預測變數性別對於溝通效果中認知資訊負荷的有效解釋變異量為 0.5%。

預測變數的迴歸係數部份：常數為 3.573，性別的標準化迴歸係數未達顯著水準，其值為-0.085（邊際檢定統計量 $t=-1.920$ ，P 值=0.055>.05）。

故知，性別與認知資訊負荷無關。

表4-27：受試者的性別與受試者態度的迴歸分析表

	未標準化係數	標準化 係數	T 值	顯著 性	調整 後的 R 平 方	F 值	顯著 性	Durbin- Watson 檢定	
	B 之 估計值	標準 誤	Beta 分配						
(常數)	3.289	0.086		38.203	.000	-0.001	0.389	0.533	1.966
性別	-3.500	0.056	-0.028	-0.624	.055				

E-02

依變數：態度

表 4-27 為受試者的性別與受試者態度的迴歸分析表。表中顯示本項迴歸模式之 DW 值為 1.966，趨近於 2，表示該殘差值不具自我相關性，該迴歸模式具有解釋力。故可進行迴歸模式的評判與解釋。

由變異數分析結果得知 F 值為 0.389，P 值=0.533>.05，未達顯著水準，表示準則變數沒有明顯的解釋效果，且調整後的 R 平方值為-0.001，表示該迴歸模式的解釋力僅有 0.1%；而迴歸模式中的預測變數性別對於溝通效果中態度的有效解釋變異量為 0.1%。

預測變數的迴歸係數部份：常數為 3.289，性別的標準化迴歸係數未達顯著水準，其值為-0.028（邊際檢定統計量 $t=-0.624$ ，P 值=0.055>.05）。

故知，性別與受試者對文本的態度無關。

表4-28：受試者的性別與受試者理解程度的迴歸分析表

	未標準化係數	標準化係數	T 值	顯著性	調整後的 R 平方	F 值	顯著性	Durbin-Watson 檢定
	B 之估計值	標準誤	Beta 分配					
(常數)	4.468	0.191	23.341	.000	0.001	1.415	0.235	1.773
性別	0.148	0.125	0.053	1.190	.235			

依變數：理解程度

表 4-28 為受試者的性別與受試者理解程度的迴歸分析表。表中顯示本項迴歸模式之 DW 值為 1.773，趨近於 2，表示該殘差值不具自我相關性，該迴歸模式具有解釋力。故可進行迴歸模式的評判與解釋。

由變異數分析結果得知 F 值為 1.415，P 值=0.235>.05，未達顯著水準，表示準則變數沒有明顯的解釋效果，且調整後的 R 平方值為 0.001，表示該迴歸模式的解釋力僅有 0.1%；而迴歸模式中的預測變數性別對於溝通效果中理解程度的有效解釋變異量為 0.1%。

預測變數的迴歸係數部份：常數為 4.468，性別的標準化迴歸係數未達顯著水準，其值為 0.053（邊際檢定統計量 $t=1.190$ ，P 值=0.235>.05）。

故知，性別與受試者對文本的理解程度無關。

二、人口變項：科系背景之迴歸分析

為了解「科系背景」之人口變項，對於受試者閱讀科普本文時的「認知資訊負荷」、「態度」及「理解程度」等三組依變項的表現是否造成影響，本項假設採取線性迴歸的方式來檢驗受試者的性別與各依變項的相關性。同時以 Durbin-Watson 的 DW 值進行迴歸模式的診斷，以檢驗各項迴歸模式的殘差值並不具有自我相關性，以符合 Pedazur(1997)對線性迴歸模型的重要基本假設，避免統計偏誤。通常 DW 值在 2 左右時，即表示該殘差值不具自我相關性，該迴歸模式通過診斷，可進行評判與解釋。

表4-29：受試者的科系背景與受試者認知資訊負荷的迴歸分析表

	未標準化係數	標準化 係數	T 值	顯著 性	調整 後的 R 平 方	F 值	顯著 性	Durbin- Watson 檢定
	B之 估計值	標準 誤	Beta 分配					
(常數)	3.754	0.100	37.388	.000	0.024	13.430	.000	1.834
科系背景	-0.223	0.061	-0.161	-3.665	.000			

依變數：認知資訊負荷

表 4-29 為受試者的科系背景與受試者認知資訊負荷的迴歸分析表。表中顯示本項迴歸模式之 DW 值為 1.834，趨近於 2，表示該殘差值不具自我相關性，該迴歸模式具有解釋力。故可進行迴歸模式的評判與解釋。

由變異數分析結果得知 F 值為 13.430，P 值=0.000<.001，達顯著水準，表示準則變數有明顯的解釋效果，且調整後的 R 平方值為 0.024，表示該迴歸模式的解釋力有 2.4%；而迴歸模式中的預測變數科系背景對於溝通效果中認知資訊負荷的有效解釋變異量為 2.4%。

預測變數的迴歸係數部份：常數為 3.754，科系背景的標準化迴歸係數達顯著水準，其值為-0.161（邊際檢定統計量 $t=-3.665$ ，P 值=0.000<.001）。

故知，本實驗中受試者科系背景與認知資訊負荷有關。理工背景受試者的認知資訊負荷較小。

表4-30：受試者的科系背景與受試者態度的迴歸分析表

	未標準化係數	標準化 係數	T 值	顯著 性	調整 後的 R 平 方	F 值	顯著 性	Durbin- Watson 檢定
	B 之 估計值	標準 誤	Beta 分配					
(常數)	3.452	0.093	37.279	.000	0.009	5.850	.016	1.983
科系背景	-0.136	0.056	-0.107	-2.419	.016			

依變數：態度

表 4-30 為受試者的科系背景與受試者態度的迴歸分析表。表中顯示本項迴歸模式之 DW 值為 1.983，趨近於 2，表示該殘差值不具自我相關性，該迴歸模式具有解釋力。故可進行迴歸模式的評判與解釋。

由變異數分析結果得知 F 值為 5.850，P 值=0.016<.05，達顯著水準，表示準則變數有稍明顯的解釋效果，且調整後的 R 平方值為 0.009，表示該迴歸模式的解釋力僅有 0.9%；而迴歸模式中的預測變數科系背景對於溝通效果中態度的有效解釋變異量為 0.9%。

預測變數的迴歸係數部份：常數為 3.452，科系背景的標準化迴歸係數達顯著水準，其值為-0.107（邊際檢定統計量 $t=-2.419$ ，P 值=0.016<.05）。

故知，本實驗中受試者的科系背景與受試者對文本的態度有關。理工背景受試者對文本的態度稍微正面。

表4-31：受試者的科系背景與受試者理解程度的迴歸分析表

	未標準化係數	標準化 係數	T 值	顯著 性	調整 後的 R 平 方	F 值	顯著 性	Durbin- Watson 檢定
	B 之 估計值	標準 誤	Beta 分配					
(常數)	5.070	0.207	24.549	.000	0.006	3.855	.050	1.780
科系背景	-0.246	0.125	-0.088	-1.963	.050			

依變數：理解程度

表 4-31 為受試者的科系背景與受試者理解程度的迴歸分析表。表中顯示本項迴歸模式之 DW 值為 1.780，趨近於 2，表示該殘差值不具自我相關性，該迴歸模式具有解釋力。故可進行迴歸模式的評判與解釋。

由變異數分析結果得知 F 值為 3.855，P 值=0.050=.05，未達顯著水準，表示準則變數沒有明顯的解釋效果，且調整後的 R 平方值為 0.006，表示該迴歸模式的解釋力僅有 0.6%；而迴歸模式中的預測變數科系背景對於溝通效果中理解程度的有效解釋變異量為 0.6%。

預測變數的迴歸係數部份：常數為 5.070，科系背景的標準化迴歸係數未達顯著水準，其值為-0.088（邊際檢定統計量 $t=-1.963$ ，P 值=0.050=.05）。

故科系背景與受試者對文本的理解程度無關，假設不成立。但因先備知識與科系背景有高度相關，故本項結果顯然值得進一步探究；就研究者觀察，因理解程度測試在實驗問卷較後段，故受試者在理解題之表現，極可能與受試者潦草回答之自變項未能成功操控原因相關。

四、驗證結果

本研究假設閱聽人的「人口變項」，對於受試者閱讀科普本文時的「認知資訊負荷」、「態度」及「理解程度」等三組依變項的影響，假設 H4a 至假設 H4i 分別探討閱聽人之「性別」、「科系背景」及「就讀學校」等變項，是否對「認知資訊負荷」、「態度」及「理解程度」造成影響。

假設 4 檢驗的結果如表 4-32 所示：性別並不會影響閱聽人對於科普文本的認知資訊負荷、態度或理解程度。閱聽人的科系背景則會影響其對科普文本的認知資訊負荷，理工背景的閱聽人對科普文本的認知資訊負荷較低、對科普文本的態度也較正面。

表4-32：假設4結果表

項目	研究假設	結果
H4	人口變項會影響閱聽人對於科普訊息的傳播效果。	成立
H4-1	性別不同時，閱聽人對於科普訊息的認知資訊負荷不同。	不成立
H4-1-1	男性閱聽人對於科普訊息的認知資訊負荷較小。	不成立
H4-1-2	女性閱聽人對於科普訊息的認知資訊負荷較大。	不成立
H4-2	性別不同時，閱聽人對於科普訊息的態度不同。	不成立
H4-2-1	男性閱聽人對於科普訊息的態度較正面。	不成立
H4-2-2	女性閱聽人對於科普訊息的態度較負面。	不成立
H4-3	性別不同時，閱聽人對於科普訊息的理解程度不同。	不成立
H4-3-1	男性閱聽人對於科普訊息的理解程度較高。	不成立
H4-3-2	女性閱聽人對於科普訊息的理解程度較低。	不成立

H4-4	領域科系背景不同時，閱聽人對於科普訊息的認知資訊負荷不同。	成立
H4-4-1	理工科系的閱聽人對於科普訊息的認知資訊負荷較小。	成立
H4-4-2	非理工科系的閱聽人對於科普訊息的認知資訊負荷較大。	成立
H4-5	領域科系背景不同時，閱聽人對於科普訊息的態度不同。	成立
H4-5-1	理工科系的閱聽人對於科普訊息的態度較正面。	成立
H4-5-2	非理工科系的閱聽人對於科普訊息的態度較負面。	成立
H4-6	領域科系背景不同時，閱聽人對於科普訊息的理解程度不同。	不成立*
H4-6-1	理工科系的閱聽人對於科普訊息的理解程度較高。	不成立*
H4-6-2	非理工科系的閱聽人對於科普訊息的理解程度較低。	不成立*

*註：H4-6 項之假設未成立，應與受試者因問卷較長，回答至後段理解題時，已潦草作答之干擾有關。

伍、認知資訊負荷、態度及理解程度間的交互作用

一、假設驗證：迴歸分析

為了解閱聽人對科普主題的「認知資訊負荷」、「態度」及「理解程度」等三組依變項之間的表現是否具有交互影響，本項假設採取線性迴歸的方式來檢驗受試者該三個依變項的相關性。

迴歸分析的目的，在於找出一個線性方程式，用來探討一預測變數(y)對一組準則變數(x_1, x_2, \dots, x_k)函數關係之統計分析模式，並試圖了解這個方程式的預測能力、整體關係是否達到顯著水準，以及在解釋準則變數的變異時，是否只採用某些預測變數即具有足夠的預測力。

本研究同時以 Durbin-Watson 的 DW 值進行迴歸模式的診斷，以檢驗各項迴歸模式的殘差值並不具有自我相關性，以符合 Pedazur (1997) 對線性迴歸模型的重要基本假設，避免統計偏誤。通常 DW 值在 2 左右時，即表示該殘差值不具自我相關性，該迴歸模式通過診斷，可進行評判與解釋。

表4-33：認知資訊負荷與態度的迴歸分析表

	未標準化係數	標準化 係數	T 值	顯著 性	調整 後的 R 平 方	F 值	顯著 性	Durbin- Watson 檢定	
	B 之 估計值	標準 誤	Beta 分配						
(常數)	1.054	0.101		10.465	.000	0.490	488.887	.000	2.042
態度	0.642	0.029	0.701	22.111	.000				

依變數：態度

表 4-33 為受試者的認知資訊負荷與受試者態度的迴歸分析表。表中顯示本項迴歸模式之 DW 值為 2.042，趨近於 2，表示該殘差值不具自我相關性，該迴歸模式具有解釋力。故可進行迴歸模式的評判與解釋。

由變異數分析結果得知 F 值為 488.887，P 值=0.000<.001，達顯著水準，表示準則變數有極明顯的解釋效果，且調整後的 R 平方值為 0.490，表示該迴歸模式的解釋力高達 49%；而迴歸模式中的預測變數認知資訊負荷對於受試者態度的有效解釋變異量為 49%。

預測變數的迴歸係數部份：常數為 1.054，認知資訊負荷的標準化迴歸係數達顯著水準，其值為 0.701（邊際檢定統計量 $t=22.111$ ，P 值=0.000<.001）。

故知，受試者的認知資訊負荷與其對科普文本的態度相關，認知資訊負荷愈小，其對科普文本的態度愈正面。

表4-34：認知資訊負荷與理解程度的迴歸分析表

	未標準化係數	標準化 係數	T 值	顯著 性	調整 後的 R 平 方	F 值	顯著 性	Durbin- Watson 檢定	
	B 之 估計值	標準 誤	Beta 分配						
(常數)	3.070	0.312		9.826	.000	0.051	27.731	.000	1.831
理解程度	0.473	0.009	0.231	5.266	.000				

依變數：認知資訊負荷

表 4-34 為受試者的認知資訊負荷與受試者對科普文本理解程度的迴歸分析表。表中顯示本項迴歸模式之 DW 值為 1.831，趨近於 2，表示該殘差值不具自我相關性，該迴歸模式具有解釋力。故可進行迴歸模式的評判與解釋。

由變異數分析結果得知 F 值為 27.731，P 值=0.000<.001，達顯著水準，表示準則變數有明顯的解釋效果，且調整後的 R 平方值為 0.051，表示該迴歸模式的解釋力有 5.1%；而迴歸模式中的預測變數認知資訊負荷對於理解程度的有效解釋變異量為 5.1%。

預測變數的迴歸係數部份：常數為 3.070，認知資訊負荷的標準化迴歸係數達顯著水準，其值為 0.231（邊際檢定統計量 $t=5.266$ ，P 值=0.000<.001）。

故知，認知資訊負荷與理解程度相關，認知資訊負荷愈小，理解程度愈高。

表4-35：態度與理解程度的迴歸分析表

	未標準化係數	標準化 係數	T 值	顯著 性	調整 後的 R 平 方	F 值	顯著 性	Durbin- Watson 檢定
	B 之 估計值	標準 誤	Beta 分配					
(常數)	4.182	0.335	12.500	.000	0.003	2.325	.128	1.795
理解程度	0.154	0.010	0.068	1.525	.128			

依變數：態度

表 4-35 為受試者的態度與受試者對科普文本理解程度的迴歸分析表。表中顯示本項迴歸模式之 DW 值為 1.795，趨近於 2，表示該殘差值不具自我相關性，該迴歸模式具有解釋力。故可進行迴歸模式的評判與解釋。

由變異數分析結果得知 F 值為 2.325，P 值=0.128>.05，未達到顯著水準，表示準則變數沒有明顯的解釋效果，且調整後的 R 平方值為 0.003，表示該迴歸模式的解釋力僅有 0.3%；而迴歸模式中的預測變數態度對於理解程度的有效解釋變異量為 0.3%。

預測變數的迴歸係數部份：常數為 4.182，態度的標準化迴歸係數未達顯著水準，其值為 0.068（邊際檢定統計量 $t=1.525$ ，P 值=0.128>.05）。

故知，受試者的態度與理解程度無關。

二、驗證結果

本研究假設 H5a 至假設 H5c 主要在探究受試者閱讀科普本文時的「認知資訊負荷」、「態度」及「理解程度」等三組依變項之間的交互影響。

假設 3 檢驗的結果如表 4-36 所示，閱聽人對科普文本的認知資訊負荷愈高，其對科普文本的態度愈負面；對科普文本的認知資訊負荷愈高，對科普文本的理解程度愈低；而態度與理解程度之間則無交互作用。

表4-36：假設5結果表

項目	研究假設	結果
H5	閱聽人對科普訊息之認知資訊負荷、態度與理解程度彼此之間均有相關。	不成立
H5-1	閱聽人對科普文本的認知資訊負荷與其閱讀科普文本時的態度相關。	成立
H5-2	閱聽人對科普文本的認知資訊負荷與其閱讀科普文本時的理解程度相關。	成立
H5-3	閱聽人閱讀科普文本時的態度與其閱讀科普文本時的理解程度相關。	不成立

陸、涉入感與先備知識的交互作用對傳播效果的影響

一、假設驗證：迴歸分析

爲了解閱聽人的涉入感及先備知識，對科普主題的「認知資訊負荷」、「態度」及「理解程度」等三組依變項之間的表現是否具有交互作用的關係，本項假設採取線性迴歸的方式來檢驗。

迴歸分析的目的，在於找出一個線性方程式，用來探討一預測變數(y)對一組準則變數(x_1, x_2, \dots, x_k)函數關係之統計分析模式，並試圖了解這個方程式的預測能力、整體關係是否達到顯著水準，以及在解釋準則變數的變異時，是否只採用某些預測變數即具有足夠的預測力。

本研究同時以 Durbin-Watson 的 DW 值進行迴歸模式的診斷，以檢驗各項迴歸模式的殘差值並不具有自我相關性，以符合 Pedazur (1997) 對線性迴歸模型的重要基本假設，避免統計偏誤。通常 DW 值在 2 左右時，即表示該殘差值不具自我相關性，該迴歸模式通過診斷，可進行評判與解釋。

表4-37：涉入感、先備知識對依變項認知資訊負荷的影響檢驗

	未標準化 係數B之 估計值	標準 誤	標準化係 數 Beta 分配	T 值	顯著 性	調整後 的 R 平 方	F 值	顯著 性	Durbin- Watson 檢定
(常數)	0.980	0.195		5.020	.000	0.248	84.698	.000	1.863
涉入感	0.547	0.055	0.397	9.974	.000				
先備知識	0.048	0.009	0.220	5.536	.000				

依變數：認知資訊負荷

表 4-37 為受試者的涉入感及先備知識與受試者對科普文本認知資訊負荷的迴歸分析表。表中顯示本項迴歸模式之 DW 值為 1.863，趨近於 2，表示該殘差值不具自我相關性，該迴歸模式具有解釋力。故可進行迴歸模式的評判與解釋。

由變異數分析結果得知 F 值為 84.698，P 值=0.000<.001，達到顯著水準，表示準則變數有明顯的解釋效果，且調整後的 R 平方值為 0.248，表示該迴歸模式的解釋力達有 24.8%；而迴歸模式中的預測變數涉入感及先備知識對於認知資訊負荷的有效解釋變異量為 24.8%。

預測變數的迴歸係數部份：常數為 0.980，涉入感的標準化迴歸係數達顯著水準，其值為 0.397（邊際檢定統計量 $t=9.974$ ，P 值=0.000<.001）；先備知識的標準化迴歸係數亦達顯著水準，其值為 0.220（邊際檢定統計量 $t=5.536$ ，P 值=0.000<.001）。

故知，涉入感及先備知識共同對認知資訊負荷有影響，且當涉入感愈高、先備知識愈高時，受試者的認知資訊負荷愈小。

表4-38：涉入感、先備知識對依變項態度的影響檢驗

	未標準化 係數B之 估計值	標準 誤	標準化係 數 Beta 分配	T 值	顯著 性	調整後 的 R 平 方	F 值	顯著 性	Durbin- Watson 檢定
(常數)	0.944	0.179		5.278	.000	0.247	84.049	.000	2.033
涉入感	0.607	0.050	0.481	12.062	.000				
先備知識	0.012	0.008	0.060	1.513	.131				

依變數：態度

表 4-38 為受試者的涉入感及先備知識與受試者對科普文本態度的迴歸分析表。表中顯示本項迴歸模式之 DW 值為 2.033，趨近於 2，表示該殘差值不具自我相關性，該迴歸模式具有解釋力。故可進行迴歸模式的評判與解釋。

由變異數分析結果得知 F 值為 84.049，P 值=0.000<.001，達到顯著水準，表示準則變數有明顯的解釋效果，且調整後的 R 平方值為 0.247，表示該迴歸模式的解釋力達有 24.7%；而迴歸模式中的預測變數涉入感及先備知識對於認知資訊負荷的有效解釋變異量為 24.7%。

預測變數的迴歸係數部份：常數為 0.980，涉入感的標準化迴歸係數達顯著水準，其值為 0.481（邊際檢定統計量 $t=12.062$ ，P 值=0.000<.001）；先備知識的標準化迴歸係數則未達顯著水準，其值為 0.060（邊際檢定統計量 $t=1.513$ ，P 值=0.131>.05）。

故知，涉入感及先備知識共同對態度有影響，但主要係涉入感影響受試者對科普文本的態度，先備知識對受試者之於科普文本態度的影響則不顯著。

表4-39：涉入感、先備知識對依變項理解程度的影響檢驗

	未標準化 係數 B 之 估計值	標準 誤	標準化係 數 Beta 分 配	T 值	顯著 性	調整後 的 R 平 方	顯著 性	Durbin- Watson 檢定
(常數)	3.191	0.448		7.125	.000	0.083	.000	1.814
涉入感	0.072	0.125	0.025	0.575	.556			
先備知識	0.129	0.020	0.287	6.482	.000			

依變數：理解程度

表 4-39 為受試者的涉入感及先備知識與受試者對科普文本理解程度的迴歸分析表。表中顯示本項迴歸模式之 DW 值為 1.814，趨近於 2，表示該殘差值不具自我相關性，該迴歸模式具有解釋力。故可進行迴歸模式的評判與解釋。

由變異數分析結果得知 F 值為 23.375，P 值=0.000<.001，達到顯著水準，表示準則變數有明顯的解釋效果，且調整後的 R 平方值為 0.083，表示該迴歸模式的解釋力達有 8.3%；而迴歸模式中的預測變數涉入感及先備知識對於理解程度的有效解釋變異量為 8.3%。

預測變數的迴歸係數部份：常數為 3.191，涉入感的標準化迴歸係數未達顯著水準，其值為 0.025（邊際檢定統計量 $t=0.575$ ， P 值= $0.556>.05$)；先備知識的標準化迴歸係數則達顯著水準，其值為 0.287（邊際檢定統計量 $t=6.482$ ， P 值= $0.000<.001$)。

故知，涉入感及先備知識共同對受試者之於科普文本的理解程度有影響；但涉入感之於受試者對科普文本的理解，影響並不顯著，先備知識對受試者之於科普文本態度則有較顯著的影響。

二、驗證結果

本研究假設 H6 主要在探究受試者的涉入感及先備知識對受試者閱讀科普本文時傳播效果的共同作用影響。

假設 6 檢驗的結果如表 4-40 所示，受試者的涉入感及先備知識，共同影響著科普文本的傳播效果，包括對認知資訊負荷、態度及理解程度，其共同影響均達顯著水準。

然而，進一步探究則會發現，受試者的涉入感及先備知識，共同影響著其對科普文本的認知資訊負荷；而受試者對科普文本的態度，主要受涉入感的影響；受試者對科普文本的理解程度，則為先備知識的影響較為顯著。

表4-40：假設6結果表

項目	研究假設	結果
H6	閱聽人對科普文本主題的涉入感和先備知識的交互作用，會共同影響閱聽人閱讀科普文本的傳播效果。	成立
H6-1	閱聽人對科普訊息主題的涉入感和先備知識的交互作用，會共同影響閱聽人對於科普訊息的認知資訊負荷。	成立
H6-2	閱聽人對科普訊息主題的涉入感和先備知識的交互作用，會共同影響閱聽人對於科普訊息的態度。	成立
H6-3	閱聽人對科普訊息主題的涉入感和先備知識的交互作用，會共同影響閱聽人對於科普訊息的理解程度。	成立

第五章 結論與建議

第一節 研究結果與發現

本文試圖藉由量化的研究方法初探「科普讀物的圖文呈現形式」在傳播效果上對讀者「認知資訊負荷」、「態度」及「理解」的影響。同時，將讀者的「涉入感」與「先備知識」納入變項，探究讀者「涉入感」與「先備知識」的差異對於科普讀物傳播效果的影響程度。

研究者以「奈米保養化妝品」為實驗科普訊息主題，針對臺灣大學及淡江大學合計 507 名的大學生，以三組文字內容相同但圖片呈現形式不同的科普讀物執行訊息實驗，並以問卷量測受試者對科普訊息主題的涉入感、先備知識，以及閱讀實驗科普訊息之後，對該訊息內容的認知資訊負荷、態度及理解程度。經過資料整理及統計分析後，得到本次實驗相關結果與發現如下：

- 一、本次實驗中的科普訊息使用**不同圖文呈現形式**，但在依變項的傳播效果上並沒有顯著的差異。這顯示本研究及未來類似研究，在科普訊息圖文呈現形式的變項操作控制上，還有相當值得注意與改進的空間。
- 二、閱聽人對科普主題的**先備知識**愈高，其閱讀科普文本的認知資訊負荷愈低、理解程度也愈高，態度愈正面，傳播效果好。
- 三、閱聽人對科普主題的**涉入程度**愈高，其認知資訊負荷愈低、態度愈傾向正面，對於對理解程度雖有影響，但涉入感對理解程度的影響力，並不及先備知識對理解程度的影響。
- 四、科普訊息的**涉入感**及**先備知識**兩者均共同高度影響著閱聽人在閱讀科普訊息時的認知資訊負荷、態度與理解程度。惟因本次實驗因操控自變項「科普訊息的圖文呈現方式」效果不夠顯著，故無法解讀涉入感及先備知識與不同科普訊息設計對依變項的共變關係。
- 五、不同**性別**的閱聽人，在閱讀科普訊息的認知資訊負荷、態度及理解程度上均沒有顯著的差異。此結果打破一般認為男性較偏向喜愛與擅長理工，而女性較偏向擅長人文且不愛科學的刻板印象。

六、**理工背景及非理工背景**的大學生相較，理工背景學生在閱讀科普訊息時的認知資訊負荷明顯較小；但本次實驗表現中，理工背景學生僅稍微在理解程度及態度上較非理工背景的學生表現較佳。

七、科普訊息的**認知資訊負荷**，明顯地會影響閱聽人對科普訊息的態度與理解程度。認知資訊負荷較小的科普文本，其傳播效果較好。



第二節 研究討論與建議

Paul (2004) 綜合 Bensaude-Vincent (2001)、Grundmann & Cavallé (2000) 及 Myers (2003) 的說法，認為科普的目的在於對公眾進行教育、說服與溝通。而學者們也都同意，科普最終的功能，是爲了讓大眾能學習理解科學的內涵、具有科學思辨的能力並能夠以科學精神參與社會事務與科學的發展 (Miller, 1983; Laugsch, 2000; AAAS, 1985)。整體而言，科普工作是重要且必要，也是先進國家整體知識工程的基礎。

經過本次科普訊息傳播效果的實驗，研究者在實驗結果的基礎上，提出進一步的研究討論與建議如後：

壹、閱聽人的接收與理解

一、科普訊息加入圖像或許能提高閱聽人對訊息的注意，但圖像顯然並非促進對閱聽人認知與理解效果的萬靈丹。

過去的科普傳播研究，往往集中討論傳播訊息中該保存多少科學知識的原汁原味，對於如何設計科普訊息（尤其具有圖像的訊息），以引發並促進閱聽人對科普訊息的主動參與接收與理解，討論還十分有限。

過去的圖像研究指出「圖像較易挑起情緒」（增強態度）以及「圖像有利於讀者增加對文字內容及情境的理解」（促進理解）的效果。故本研究試圖在實驗中採用具有不同功能的圖像，組合爲不同圖文形式的科普訊息，以觀察閱聽人接受不同圖文形式科普訊息的傳播效果。

研究者的原始預設中認爲，具有圖像的科普資訊，在傳播效果上，應較能降低閱聽人的認知資訊負荷、提高閱聽人對科普訊息的態度評價，並能進一步促進閱聽人對科普訊息內容的理解。尤其研究者依據過去研究的建議，實驗科普訊息所使用的圖像都已經過千挑萬選，確保研究圖文間的相關性；此外，也努力在前測取得數據，隱約顯示當閱聽人瀏覽具有圖像科學訊息，其對於圖像輔理解的命題，答對率似乎較高。

但實驗結果卻顯示，圖像的操作，對受試者理解科普訊息並沒有產生預設的影響力。反倒是沒有提供圖片的甲文本，其受試者對於科普訊息的認知資訊負荷、態度及理解的表現，比起有圖像文本的傳播效果更佳！

當然，這有可能是研究者對圖片刺激物的掌握不足，導致實驗最終並沒有產生本該對應的傳播效果。

但若援引 Macedo-Rouet (2003) 的研究解釋，本研究實驗結果的產生，也很可能是呼應了 Macedo-Rouet 的研究發現：當內容資訊量較大時，視覺化的資訊其實會導致閱讀較費事。因而受試者在時間及理解答題的任務壓力下，反而直接忽略圖像訊息。此外，Macedo-Rouet 認為當訊息量太多時，圖像也可能反而降低了文字閱讀的流暢，影響整體訊息的易讀性，這也可能是連帶影響受試者的認知資訊負荷及態度的原因。

顯然，有圖像——即使是精心設計過的圖像——對科普訊息並沒有「必然」的「強化」或「補充」，甚至「延伸文字意義」的效用。本研究的結果，顯現了圖像並非傳播操弄訊息效果的萬靈丹。

二、科普訊息的文字與圖像可以各自獨立，某些情境下的科普訊息確實不一定需要圖像。

此外，本次實驗中，甲訊息文本的受試者雖然沒有圖像的輔助和圖說的強化重點，但其理解程度在統計上的結果，並不輸給瀏覽具有圖像的乙或丙文本的受試者。這也印證了學者指出，在符號意義的傳遞上，圖像和文字可以是兩個「各自獨立」的系統。當文字系統可以獨自完成意義的傳遞，並具有良好的接收理解效果，則其傳播效果已達成；這時圖像的加入，只是一種錦上添花，並非必要。

所以，未來設計科普訊息時，無論傳播人或科學家都可以不必再「為圖而圖」——不必因為傳播型態走向多媒體和視覺化，而覺得非要在訊息中置入圖像不可。與文無關的圖像或接收美學上令人反感的圖像，都反而會導致閱聽人在涉入感及接收態度上的下降，對傳播效果反而是有礙無益。

貳、科普訊息的傳播設計層面

圖像與文字在科普訊息中所扮演的角色位置，以及與閱聽人的互動，未來還有很豐富的研究空間。

研究者指出，圖像與文字各有所長，可以是各自獨立的系統，也可以相互補充和相互延伸對方的意義。而學者也普遍同意圖片對人類感知較有吸引力，並且能負載比同樣篇幅的文字更多的訊息。

但本研究實驗顯示，有圖不一定看得見真相；而科普訊息即使單單只有文字內容，若是文字清楚，也具有一定的傳播效果。

既然文字可以獨立說明科普訊息，那麼圖像可以獨立說明科普訊息嗎？什麼樣的科普訊息情境，適合獨立運用文字？什麼樣的科普訊息情境，適合獨立運用圖像？什麼樣的科普訊息情境，又是非同時有文字又有圖像不可？

以本研究實驗的圖像為例，當文字和圖像在同一個訊息文本中，同時重覆說明同一個訊息的時候，什麼情形下，文字的效果會大於圖像？反之，又是何種情況下，圖像會比文字產生更大的傳播效果？

前段所述的情境，若欲在科普訊息的研究實驗中尋求答案，又該如何設計實驗方法，才能觀察圖文各自分開的傳播效果，又能理解圖文合併的共變效果？圖文是否能平均地在科普訊息傳播的認知負荷、態度及理解上發揮效果？

顯然，在吸引閱聽人參與接收與理解科普訊息的工作上，傳播訊息的圖文組合之間，還有許多豐富的層次有待挖掘。而這些傳播訊息的圖文組合，在加入閱聽人主動涉入理解的情境以後，變得更多元且複雜，尤其科普是一種硬資料（hard data），要突破的傳播限制比一般軟訊息來得多，也讓科普訊息的傳播研究變得更具趣味與挑戰。

參、未來的科普傳播策略

一、長期投入科普傳播，必可涵養閱聽人對科學的理解，達到科普的成果

由本文的實驗結果顯示，受試者的涉入感及先備知識在決定科普文本傳播效果上，扮演著重要的角色。涉入感對閱聽人接收訊息時的態度有極高的影響，但高度涉入及正面的態度，與閱聽人對科普的理解程度並沒有顯著的相關；實際的認知資訊負荷與理解程度等傳播效果，主要還是受到先備知識的影響。

由於閱聽人接收科普訊息後所產生的理解，將再成為閱聽人未來面對科普訊息的先備知識，也繼續影響其對後續科普訊息的態度和理解程度。因此，對於先備知識稍低的一般公眾，科普傳播或許在短期內無法見效，但長期傳播效果的涵養，對於閱聽人依序由增加涉入感、減低認知資訊負荷、提升態度、產生理解，到理解成為閱聽人下一次接收與理解科普訊息的先備知識基礎，將造成一個正向源源不絕的正增強循環。

二、性別差異不會影響閱聽人認知與理解科普知識，科普傳播工作不應有性別理解差異的預設。

本研究結果顯示，性別對受試者的傳播效果差異不大，不同性別的閱聽人，在閱讀科普訊息的認知資訊負荷、態度及理解程度上均沒有顯著的差異。這與一般認為科學的學習理解多半「男優於女」的說法並不同。

我們或許能推論：目前社會一般認為男性較偏向喜愛與擅長理工，而女性較偏向擅長人文且不愛科學的說法，是一種刻板印象。男性及女性在選擇進入科學場域及相關表現上的差異，或許與男孩女孩成長過程中，受社會刻板印象影響，而被給與不同的學習資源或觀念有關。

因此，對科學先備知識較低的閱聽人，無涉男性或女性，均同樣是科普傳播所要吸納的對象。未來科普傳播應該要放下性別差異的刻板印象，給與男性閱聽人與女性閱聽人相同的資源、情境與環境。

三、新世代的資訊消費習慣轉向，科普訊息的取用以網路資訊為主。

由本次實驗大學生的科普使用行為中發現，接觸科普的訊息管道，主要為網路（58%）和雜誌；由於使用網路取得的資訊，可能是篇幅較短、訊息切割較零碎、取用可自由跳躍的形式，因此，其閱讀理解很可能不一定依照傳統知識傳遞講究循序漸進且完整的方式。

由於研究者過去參與科普製作與科學家互動的經驗中，許多科學家常十分在意科學知識傳遞的完整性與嚴謹，也對媒體採用小單元式的科普製作方式存有高度質疑，認為短篇幅的科普內容對科學概念過度切割，導致科學知識被「斷章取義」、提供訊息「不夠完整」、對於關聯性的現象或發現未能「有系統的討論與延伸」。

然而，由 Bucchi（2008）對於科普傳播典範轉移的觀點來看，前述大學生與科學家雙邊目前所呈現的現象，正顯現部份科學家對於科普傳播的觀念，還停留在傳統強調內容的單向知識轉移型態，然而，未來科普訊息的消費者卻已在資訊科技的輔助下，進入了主動參與科普傳播訊息建構的階段。這個觀念和現象，未來值得共同推動科普傳播的傳播人與科學人共同關注。

第三節 研究限制

本研究是一個小規模的實驗研究，雖然力求完備，但因研究者的研究經驗不足，加以執行研究過程中仍受若干因素影響，造成本研究的限制，茲說明如下：

壹、外在效度的檢討：樣本代表性

本研究以臺灣大學和淡江大學兩所學校通識課程的學生為抽樣對象，雖力求以有代表性的樣本進行實驗（請見表4-3），但受限於時間、人力與實際執行上的困難，無法進行真正的隨機抽樣，以致在推估母體的代表性上，有極大的限制。

由於科學傳播針對的對象是公眾，科普工作據以規劃的基礎工程，宜由政府相關單位規畫執行以一般大眾為對象的大規模調查研究，才能真正得知我國公眾對科學普及訊息和議題認知、理解和態度為何，提供相關政府單位、學術教育單位與推動科普之民間組織未來發展工作計畫之參考。

貳、內在效度的檢討：

一、前測對實驗刺激物的掌握不足

本次研究雖然試圖操控「科普訊息圖文形式」的變項，在前測準備時，亦針對使用圖片的理論依據及市面可及之奈米科普文章及圖像進行廣泛的搜尋，但礙於奈米還是科普領域很新鮮的主題，既有文本不多，如何設計出「比喻」功能且吸引力高、有趣、特殊的奈米主題圖像，也是本研究的挑戰。故正式實驗所用的圖像功能與文字的搭配形式，較理論指出科學圖像所能及的功能範圍受局限。

由於實驗前測結果極細微的數據中顯示，具有圖像功能的科普形式似乎有助於受試者的理解。（甲乙丙三種文本的前測受試者答對「理解題第3題」的組間比例有很顯著的差異；該題係檢視圖像訊息能否協助受試者理解的問題設計。）然而，實驗結果以變異數檢驗時，卻無法看出不同刺激物之傳播效果的差異。

依正確的實驗法前測操作，應嚐試調整原來的實驗刺激物設計，或調理解題的設計，以強化取得與圖像促進理解有關的數據，但礙於執行期限及學期結束

的限制，未能及時就實驗刺激物的科普訊息組合進行修正，以致最後正式實驗的結果，該實驗科普訊息的刺激，無法觀察到顯著的結果。

二、未作實驗情境的控制

實驗法講求的是對實驗情境的控制，並對變項加以操弄控制，但實驗的情境終究與一般閱聽人接收科普訊息時的實際情境有所差異，受試者亦可能受實驗情境影響，特別注意實驗訊息內容，以致實驗所取得之資訊，未必能忠實反映閱聽人平日接收與理解科普的實際情感涉入與態度等表現。

三、時機不宜的影響

受限於實驗執行情境分散在大學校園的課堂中，加上實驗執行期間適逢期末考前前一週，受試學生之情緒可能受期末接近，導致拒絕接受實驗人數多，實驗執行過程中之受試者情緒亦可能較為浮動。研究者在實驗過程中，可以感覺部份受試者急於完成問卷填答。故相較於前測受試者填答實驗問卷的時間基準，正式實驗時，各課堂執行的答卷期間稍微偏快，推測可能是受期末考試影響，導致受試者在回答問卷時無法專心，或過份急於繳卷，以致沒有多花時間處理需要耗費較多心智的後測理解題。但這部份經效度分析，已將效度不高的問卷剔除。

四、未控制不同學習成就族群對實驗結果可能造成的影響

研究者在執行實驗時，由參與觀察的角度發現，不同學校的受試者，在回答實驗問卷的時間及答題的態度上不盡相同。國立大學的學生所需完成填答的時間整體而言較長，填答時的表情較認真。但因本研究原始設計並未針對不同學習成就族群與科普資訊互動的差異進行觀察，僅含一所國立大學及一所私立大學學生的樣本欠缺代表性，故無法提出不同學習成就族群的態度對本研究結果是否造成影響的相關說明。

第四節 後續研究建議

壹、研究設計

- 一、本次研究對科普圖片與文字組合形式的嚐試，雖未得到顯著的實證結果，但對未來類似研究之設計，仍應有助益。未來研究若繼續以科普圖片與文字共構的科普文本進行傳播效果研究，宜注意對於圖像和文字在同一個科普文本上各別所能展現的傳播效果進行控制與測量的規劃。在設計實驗刺激物時，如何分別處理圖片刺激物與內容文字的刺激？如何在實驗過程中控制圖像與文字之間的競合關係？如何控制並量測文本與圖像在傳播效果上的共變關係？應該都是未來研究者需要著眼處理的重點。
- 二、可設計更多元的科普圖文編排形式組合進行實證研究。尤其可以考慮認知科學領域及傳播學領域研究已指出的各種強化對閱聽人吸引力、增加涉入感的方式；或許可找出更多變項（例如「圖片比例」、「彩度」、「圖片吸引程度」、「愉悅的程度」）之間的有效組合，繼續觀察圖像和文字在科普中的角色，以及文字與圖像訊息設計對閱聽人涉入科普態度的影響。
- 三、對一般人而言，如漫畫、繪本之類的科普圖像文本，是否能帶給讀者更高的趣味感與吸引力？其對讀者認知資訊負荷、態度與理解程度的影響，與本次實驗使用的裝飾性圖像與說明組織性的圖像有何差異？本次實驗科普訊息的圖片，若一律改為漫畫式或繪本式的組合，又會和本研究實驗的結果有什麼樣的異同？這或許是未來研究複雜但有趣的方向。
- 四、科普的範圍十分廣濶，其主題涵蓋從自然科學到人文社會科學、從基礎知識到生活應用、從科學研究到科技成就，其傳播對象包涵不同的年齡層、不同的教育背景，甚至包含了在科學家之間以及在俗民大眾之間不同的知識普及層次…由於針對不同傳播對象時，不同主題知識的複雜程度差異很大，本研究只是一個起點，針對各種不同年齡層或不同背景對象之間應該普及哪些主題？知識濃度如何？訊息的傳播形式如何設計？都是後續科普傳播研究還可以探究的豐富主題。

貳、科普訊息與閱聽人的互動

一、嘗試其它量測工具：

本次實驗關於閱聽人感知部份，均以受試者主觀報告的方式取得資訊，難免可能偏誤；例如，男性受試者的態度後測答項裡，多表示不會受美女照片吸引。但是，他們真的沒有受到美女照片吸引，而多看兩眼嗎？還是男性受試者其實看了，但並不會主動報告受到照片吸引？或是本次實驗真因為問卷太長，所以男性受試者均「無暇它顧」？本次實驗的測量方式並無法回答前面這幾個研究者感到興趣的問題。

因此，未來研究若欲觀察前述有趣的問題，或許可以改換其它量測工具，例如心跳、腦波之生理測量儀器，或眼動儀等。以眼動儀為例，它可以取得受試者實際停留在圖片上的時間及移動的過程，並紀錄受試者曾經凝視過的視覺焦點；這樣的生理資訊，便可了解實際男性受試者是直接略過圖片或是受試者其實受圖片吸引，花了時間停留且注視，但卻因其它實驗情境過程中的干擾，而影響報告的程度，或忘記曾有過的注意...。研究者可在儀器取得生理資訊回饋的資料後，進一步與受試者進行訪談，以瞭解究竟是因為圖片確實欠缺吸引力、還是因為時間太緊迫？或是因為資訊太多（太多訊息等於沒訊息...）？

透過採取小樣本但深入的實驗觀察，取得客觀的閱聽人與文本互動的生理資訊以及深度訪談的資料，將有助於彌補自我報告量表無法取得的資訊面向。

二、擴大未來研究規模

由於過去國內針對科普傳播閱聽人進行的量化研究極少。本研究以大學生為主進行實驗測試，但因樣本均屬高知識份子，能反應實際公眾科學素養的面貌有限。未來建議政府單位應執行大規模普查式的研究，建立客觀的數據資料，實際了解科普傳播可能的缺口與機會，以供科學界與傳播界共同參考與討論，做為科普傳播的基礎建設。

科學普及可說是傳播普及研究中相當困難的一支，但放大格局來看，科學普及的概念、訊息設計的策略和方法，正可作為人類所有知識普及傳播的基礎，是推進人類文明進程十分有意義的工作，值得努力。希望國內有更多理工背景的科學人能與傳播人攜手合作，共同投入科普推展的研究及實踐工作。

註釋

註 1 臺灣各雜誌每月平均發行之相關數據取自臺北市雜誌商業同業公會網站 (<http://www.magazine.org.tw/Magazine?num=4>)。

參考文獻

中文部份

- 工業技術研究院工業材料研究所 (2005)。《奈米，不是啥稀米》。臺北：天下文化。
- 方采禾 (2004)。《科普雜誌之讀者研究》。元智大學管理研究所碩士論文。
- 江欣怡 (1999)。《科普書與讀者關係之研究》。政治大學新聞研究所碩士論文。
- 江珍賢 (1990)。《臺灣七〇年代科學普及與科學權威之意識型態——以科學月刊為分析個案》。清華大學歷史研究所碩士論文。
- 江珍賢 (1991)。〈「普及科學」的社會學面相〉，《科學月刊》，255: 225-227。
- 吳明隆 (2005)。《SPSS 統計應用學習實務-問卷分析與應用統計》(第 2 版)。臺北：知城數位。
- 呂宗昕 (2003)。《圖解奈米科技與光觸媒》。臺北：商周出版。
- 宋曜廷 (2000)。《先前知識、文章結構和多媒體呈現對文章學習的影響》。國立臺灣師範大學教育心理與輔導系博士論文。
- 李千毅譯 (2002)。《觀念生物學》。臺北：天下文化。(原書 Hoagland, M. & Dodson, B. [1998]. *The way life works: The science lovers illustrated guide to how life grows, develops, reproduces, and gets along*. New York: Three Rivers Press.)
- 林清山譯 (1991)。《教育心理學—認知取向》。(原作者：Mayer, R. E.)。臺北：遠流。
- 邱皓政 (2005)。《量化研究與統計分析：SPSS 中文視窗版資料分析範例解析》。臺北：五南。

- 柯籙晏（2002）。《從故事敘事看科普敘事—科學普及之敘事研究初探》。淡江大學大眾傳播所碩士論文。
- 洪綾襄（2005）。《科普文本中語言使用機制的探討：專家與生手的比較》。淡江大學大眾傳播所碩士論文。
- 唐大崙、李天任、蔡政旻（2005）。〈喜好與視線軌跡關係初探-以色彩喜好排序作業為例〉，《中華心理學刊》，47(4): 339-351。
- 唐大崙、李天任、蔡政旻（2006）。以色彩喜好作業探索偏好與視線軌跡的關係，《廣告學研究》，25: 55-79。
- 唐大崙、張文瑜（2007）。〈利用眼動追蹤法探索傳播研究〉，《中華傳播學刊》，12: 165-211。
- 唐大崙、莊賢智（2005）。〈由眼球追蹤法探索電子報版面中圖片位置對注意力分佈之影響〉，《廣告學研究》，24: 89-104。
- 徐易稜（2001）。《多媒體呈現方式對學習者認知負荷與學習成效之影響研究》。中央大學資訊管理研究所碩士論文。
- 桑尼譯（1999）。《解讀影像》。臺北：亞太圖書。（原書 Kress, G. R. & Leeuwen, T. V.[1996]. *Reading images—The grammar of visual design*. London, UK: Routledge.）
- 翁秀琪（1993）。《大眾傳播理論與實證》。臺北：三民。
- 翁秀琪（主編）（2004）。《台灣傳播學的想像》。臺北：巨流。
- 淡江大學大眾傳播學系口述影像研究室（2004）。《科學 180 科普廣播節目伴讀》。臺北：國科會。
- 郭璟諭（2003）。《媒體組合方式與認知型態對學習成效與認知負荷之影響》。中央資管所碩士論文。
- 陳至中（2010年1月3日）。〈科學月刊努力40年，學者看科教：失敗〉，《中國時報》。
- 陳芸芸、劉慧雯譯（2003）。《特新大眾傳播理論》。臺北：韋伯。（原書 McQuail D.[2000]. *Mass Communication Theory: And Introduction* (4th ed.). Beverly Hills, CA: Sage.）

- 陳品秀譯（2009）。《觀看的實踐—給所有影像世代的視覺文化導論》。臺北：臉譜，城邦文化。（原書 Sturken, M. & Cartwright, L. [2000]. *Practices of looking: An introduction to visual culture*. New York, NY: Oxford University Press.）。
- 陳美鳳（2005）。《閱讀科學普及讀物教學對閱讀理解能力與自然科學習成就之影響》。臺北師範學院數理教育研究所碩士論文。
- 陳雪雲（2004）。〈媒介與我：閱聽人研究回顧與展望〉，翁秀琪（編），《台灣傳播學的想像》，（上冊，頁 305-345）。臺北：巨流。
- 陳綱佩（2000）。《科學文本的隱喻使用與讀者理解初探》。交通大學傳播研究所碩士論文。
- 陳數恩（2007）。《台灣成人插畫書圖文比例與編排形式對閱讀者之影響研究》。嶺東科技大學視覺傳達設計研究所碩士論文。
- 章道義等編（1983）。《科普創作概論》。北京：北京大學。
- 單文經（1996）。〈插圖的種類與設計原則〉，《教學科技與媒體》，28:30-37。
- 彭聃齡、張必隱（2000）。《認知心理學》。臺北：東華書局。
- 馮建三譯（1995）。《電視、觀眾與文化研究》。臺北：遠流。（原書 Morley, D. [1992]. *Television, audiences & cultural studies*. London, UK: Routledge.）
- 黃光國（2001）。〈哈伯瑪斯的知識論〉，《社會科學的理路》，臺北：心理。
- 黃俊儒、簡妙如（2006）。〈科學新聞文本的論述層次及結構分佈：構思另個科學傳播的起點〉，《新聞學研究》，86: 135-170。
- 黃振家等譯（2003）。〈印刷媒體研究〉，《大眾媒體研究》，頁 406-439。臺北：學富文化。（原書 Wimmer, R. D. & Dominick, J. R. [2000]. *Mass media research: An introduction*. Oxford, UK: Routledge.）
- 黃瑞琪（2006）。〈自然系列圖畫書之分析與應用在國小自然與生活科技領域的研究〉，國立臺北教育大學自然科學教育學研究所碩士論文。
- 楊秀敏（2004）。《線上遊戲產品置入傳播效果研究：以線上遊戲創作「Kuso 世代」為例》。政治大學廣告學系研究所碩士論文。
- 楊素芬（1996）。《文本類型對閱讀的影響：以新聞體與小說體為例》。政治大學新聞研究所碩士論文。

- 楊國樞、文崇一（主編）（1989）。《社會及行為科學研究法》。臺北：東華。
- 趙雅麗（2002）。《言語世界中的流動光影—口述影像的理論建構》。台北：五南出版社。
- 蔣佳玲（2007）。《大學生閱讀科學史書籍與科學本質觀變化之關聯》。臺南大學材料科學研究所碩士論文。
- 鄭宇君（1998）。《從科學到新聞：由基因新聞看科學與新聞的差距》。政治大學新聞研究所碩士論文。
- 鄭宇君（2003）。〈從社會脈絡解析科學新聞的產製;以基因新聞為例〉，《新聞學研究》，74: 121-147。
- 謝添裕（2001）。《國小學童對不同型式以及不同圖文配置之科學文章其閱讀理解與閱讀觀點之研究》。臺中師範學院自然科學教育學研究所碩士論文。
- 謝瀛春（1988）。〈什麼是科學傳播？〉，《科學月刊》，19(7): 487-488。
- 謝瀛春（1990）。〈大眾傳播與科學傳播〉，《科學月刊》，21(8): 610-616。
- 謝瀛春（1991）。《科學新聞的傳播：理論與個案》。臺北：黎明。
- 韓叢耀（2005）。《圖像傳播學》。臺北：威仕曼。
- 魏明通（1997）。《科學教育》。臺北：五南。
- 蘇麗英（2006）。《線上讀者使用動機與滿意度之研究-以國立自然科學博物館網路簡訊月刊為例》。南華大學出版事業管理研究所碩士論文。

英文部份

- Barnard, M. (2001). *Approaches to understanding visual culture*. New York, NY: Palgrave.
- Barthes, R. (1977). *Rhetoric of the image, in image, music, text*. (S. Heath Trans.). New York, NY: Noonday Press. (Original work published 1964)
- Bird, N. (2006). Effects of differential text formats on adult conceptualization of science: Evidence from three disciplines. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 15 (3), 249-260.

- Bucchi, M.(2008). Of deficits, deviations and dialogues: Theories of public communication of science. In Bucchi, M. & Trench, B. (Eds.), *Handbook of public communication of science and technology*. London, UK: Routledge.
- Cacioppo, J. T., Petty, R. E., & Morris, K. (1983). Effects of need for cognition on message evaluation, recall, and persuasion. *Journal of Personality and Social Psychology*, 45, 805-818.
- Dillon, A. (1994). *Designing usable electronic text: Economics aspects of human information usage*. London, UK: Taylor and Francis.
- Dillon, A., Gabbard, R.(1998). Hypermedia as an educational technology: a review of the quantitative research literature on learner comprehension, control and style. *Review of Educational Research*. 68(3), 322-49.
- Eveland, W. P., Dunwoody, S. (1998). Users and navigation patterns of a science world wide web site for the public. *Public Understanding of Science*, 7(4), 285-311.
- Eveland, W. P., Dunwoody, S. (2001). User control and structural isomorphism or disorientation and cognitive load? *Communication Research*, 28(1), 48-79.
- Ferguson-Hessler, M.G.M., & de Jong, T. (1990). Studying physics text; differences in study processes between good and poor performers. *Cognition and Instruction*, 7, 41-54.
- Gange, R. M. (1985). *The conditions of learning* (4th ed.). New York, NY: Holt, Rinehart and Winston.
- Graesser, A.C., Millis, K.K., & Zwaan, R.A. (1997). Discourse comprehension. In J.T. Spence, J.M. Darley, and D.J. Foss (Eds.), *Annual review of psychology*, Vol. 48. Palo Alto, CA: Annual Reviews Inc.
- Hall, S. (1997). *Representation, cultural representations and signifying practices*. Thousand Oaks, CA: SAGE.
- Hovland, C. I., Janis, I. L., & Kelley, H. H. (1953). *Communication and persuasion: Psychological studies of opinion change*. New Haven, CT: Yale University Press.
- Kintsch, W. (1998). *Comprehension: A paradigm for cognition*. Cambridge, England, UK: Cambridge University Press.

- Kyvik, S. (2005). Popular science publishing and contributions to public discourse among university faculty. *Science Communication*, 26 (3), 288-311.
- Laugksch, R. C. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education*, 84(1), 71-94.
- Macedo-Rouet, M., Rouet, J.F., Epstein, I., & Fayard, P. (2003). Effects of online reading on popular science comprehension. *Science Communication*, 25 (2), 99-128.
- Martin, J.R. (1993) 'Literacy in science: Learning to handle text as technology', in M.A.K. Halliday and J.R. Martin (eds.) *Writing science*, pp. 166–202. London, UK: The Falmer Press.
- Miller, J. D.(2001). Who is using the web for science and health information? *Science Communication*, 22 (3), 256-73.
- Nielson, J. (2000). *Designing web usability*. Indianapolis, IN: New Riders Publishing.
- Nunnally, J. (1978). *Psychometric theory* (2d ed). New York, NY: McGraw-Hill.
- Paisley, W. (1998). Scientific literacy and the competition for public attention and understanding. *Science Communication*, 20(1), 70-81.
- Paas, F.G.W.C., and Van Merriënboer, J.J.G., (1994). "Variability of worked examples and transfer of geometrical problem-solving skills: A cognitive-load approach. *Journal of Educational Psychology*, 86(1), 122-133.
- Paul, D. (2004). Spreading chaos: The role of popularizations in the diffusion of scientific ideas. *Written Communication*, 21(1), 32-68.
- Petty, R. E., Cacioppo, J. T. & Goldman, R. (1981). Personal involvement as a determinant of argument-based persuasion, *Journal of Personality and Social Psychology*, 41(5), 847-855.
- Petty, R. E. & J. T. Cacioppo (1983). The role of bodily responses in attitude measurement and change. In J. T. Cacioppo & R. E. Petty (Eds.), *Social psychophysiology: A sourcebook*. pp.51- 101. New York, NY: Guilford.

- Robison, J.P., Shaver, P.R., and Wrightsman, L.S. (1991). Critical for scale selection and evaluation, in Robison, J.P., Shaver, P.R., and Wrightsman, L.S. (Eds), *Measures of personality and social psychological attitude*. San Deigo, CA: Academic Press.
- Schnotz, W. (2005). An integrated model of text and picture comprehension. In R. E. Mayer (Ed.), *The cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 49–69). England, UK: Cambridge University Press.
- Snow, C. P. (1969). *The two cultures —a second look, : An expanded version of the two cultures and the scientific revolution*. London, UK: Cambridge University Press.
- Sweller, J., Chandler, P. Tierney, and Cooper, M. (1990). Cognitive load as a factor in the structuring of technical material. *Journal of Experimental Psychology: General*, 119, 176-192.
- Turumbo, C. W., Sprecker, K. J., Dumlao, R. J., Yun, G. W., Duke, S.(2001). Use of e-mail and the web by science writers. *Science Communication*, 22(4), 347-378.
- Weigold, M. F. (2001). Communicating Science: A review of the literature. *Science Communication*, 23 (2), 164-193.
- Zaichkowsky, J. L. (1994). The personal involvement inventory: Re- duction, revision and application to advertising. *Journal of Advertising*, 23(4), 59-70.

線上資料

- American Association for the Advancement of Science. (1985). *About project 2061*. Retrieved February 11, 2010, from <http://www.project2061.org/about/default.htm>.
- 朱淑慧、李麗玲（1990年9月）。〈「科普工作者對九十年代的展望」座談會紀實〉，《科學月刊》。上網日期：2010年2月1日，取自 <http://210.60.226.25/science/content/1990/00090249/0007.htm>
- 逢甲大學、國家高速電腦中心（無日期）。《奈米科學網》。上網日期：2010年2月10日，取自 <http://nano.nchc.org.tw/main.php>
- 科學工藝博物館（無日期）。《奈米新世界》。上網日期：2010年2月10日，取自 http://nano.nstm.gov.tw/03application/application02_03.asp

附錄 大學生科學傳播與奈米資訊問卷

您好！

這是一項關於大學生對奈米科學概念和科學傳播的研究，請您撥幾分鐘回答下列題目，請在每個問題的答案中選出您認為最適合的答案，**填寫時請不要和別人討論答案**。如有任何不明白的地方，您都可以舉手發問。

所有資料將僅供學術研究，您的個人資料絕不會對外公開或移作其他用途，請您放心填答！謝謝您的協助。

政治大學傳播學院碩士在職專班

指導教授：蘇 蘅 博士

研 究 生：趙又慈

敬上

壹、問卷一

一、請您依照個人對下列主題的感覺，在 1 至 5 中「圈選」出一個數字來代表您的同意程度。例如：

	非常不同意		普通		非常同意
(1) 我覺得科普讀物很有意義。	1	2	3	4	5

1. 請您依照個人對「科普讀物」的感覺，勾選適當的敘述。

本研究所指的「科普讀物」不是一般科學教育使用的教科書，而是使用通俗語言來傳達科學知識或科學資訊的書籍（含繪本）、雜誌、報紙新聞等。

1. 科普讀物	非常不同意		普通		非常同意
(1) 我覺得科普讀物很有意義。	1	2	3	4	5
(2) 科普讀物會吸引我的注意。	1	2	3	4	5
(3) 科普讀物對我而言是必須的。	1	2	3	4	5
(4) 我喜歡閱讀科普讀物。	1	2	3	4	5
(5) 我認為科普讀物的內容是專業的。	1	2	3	4	5
(6) 我認為科普讀物是有趣的。	1	2	3	4	5
(7) 我覺得科普讀物的長度很適中。	1	2	3	4	5
(8) 我認為科普讀物的資訊很豐富。	1	2	3	4	5
(9) 我認為科普讀物容易閱讀。	1	2	3	4	5

請翻頁→

	非常不同意	1	2	3	4	5	非常同意
(10)我經常看 科普讀物 。	1	2	3	4	5		
(11)我覺得 科普讀物 是吸引人的。	1	2	3	4	5		
(12)我覺得 科普讀物 是可信任的。	1	2	3	4	5		
(13)我覺得 科普讀物 是生動的。	1	2	3	4	5		
(14)我覺得 科普讀物 是新奇的。	1	2	3	4	5		
(15)我覺得 科普讀物 是令人喜歡的。	1	2	3	4	5		

2. 請您依照個人對「奈米」的了解，勾選適當的敘述。

2.奈米	非常不同意	1	2	3	4	5	非常同意
(1)我知道 奈米 的相關知識。	1	2	3	4	5		
(2)我覺得 奈米 是尖端的科技。	1	2	3	4	5		
(3)我覺得了解 奈米 是很重要的。	1	2	3	4	5		
(4) 奈米 資訊應該被大力推廣。	1	2	3	4	5		
(5) 奈米 資訊會吸引我的注意。	1	2	3	4	5		
(6)我會主動閱讀與 奈米 有關的資訊。	1	2	3	4	5		

3. 請您依照個人對「健康資訊」的感覺，勾選適當的敘述。

3. 健康資訊	非常不同意	1	2	3	4	5	非常同意
(1) 健康資訊 與我是相關的。	1	2	3	4	5		
(2)我覺得 健康資訊 很有意義。	1	2	3	4	5		
(3) 健康資訊 對我有幫助。	1	2	3	4	5		
(4) 健康資訊 對我而言是必須的。	1	2	3	4	5		
(5) 健康資訊 會吸引我的注意。	1	2	3	4	5		
(6)我經常閱讀 健康資訊 。	1	2	3	4	5		

下頁續→

二、以下有 15 則單選題，請在每個問題的答案中選出您認為最適合的答案，並在括號中填入答案。

1. () 下面哪個英文字彙是奈米的縮寫？
(1)micro (2)nano (3)milli (4)不清楚。
2. () 「奈米」是一種：
(1)重量單位 (2)體積單位 (3)長度單位 (4)不清楚。
3. () 正常來說，所謂「奈米尺度」是介於下列哪個範圍？
(1)0.01~0.1 奈米 (2)1~100 奈米 (3)1000~10000 奈米 (4)不清楚。
4. () 下列哪一個物體的尺度是屬於奈米級？
(1)紅血球 (2)DNA (3)微血管 (4)不清楚。
5. () 蓮葉表面形成水珠的主要原因是：
(1)蓮葉表面具有奈米級的纖毛結構 (2)水珠表面有奈米級的灰塵
(3)蓮葉表面有奈米級的原子 (4)不清楚。
6. () 所謂「奈米鈣牛奶」中「鈣奈米化」的主要目的是爲了：
(1)保持鮮度 (2)增加味道 (3)促進吸收 (4)不清楚
7. () 利用光觸媒作用原理可以分解大廈外牆及窗戶的油垢，是因爲：
(1)光觸媒照射紫外光後產生氧化反應 (2)光觸媒具有親油性，會和油垢結合 (3)光觸媒照射紫外光時，會具有親油性 (4)不清楚。
8. () 奈米碳管的韌性極爲強大，是因爲：
(1)奈米碳管的結構 (2)奈米碳管的原子排列和鑽石近似 (3)碳原子之間具有庫倫力 (4)不清楚。
9. () 綠蠵龜與鮭魚能分辨方位回到出生地產卵，是因爲它們身體裡的奈米
粒子能感應到： (1)地心引力 (2)光線 (3)地磁 (4)不清楚。
10. () 奈米馬桶表面較容易保持清潔是因爲：
(1)馬桶表面奈米級塗料的粒子比污垢的粒子小 (2)馬桶表面的

奈米級塗料含有光觸媒可以殺菌 (3)馬桶表面的奈米級塗料可以有效率的分解污垢 (4)不清楚。

11. () 場發射顯示器的發射源是利用奈米科技的哪一項成果而製成的？
(1)奈米碳管(2)巴克球 (3)奈米粒 (4)不清楚。
12. () 奈米尺寸底下，以下敘述何者正確？
(1)古典效應較為顯著 (2)量子效應較為顯著 (3)古典和量子效應都很顯著 (4)不清楚。
13. () 奈米電腦是指電腦的 CPU 使用了奈米製程，這種奈米電腦與傳統電腦相較，下列敘述何者正確？
(1)奈米電腦的散熱較差 (2)奈米電腦的處理速度較快 (3)奈米電腦的耗電量較高 (4)不清楚。
14. () 以下何者不是物質奈米化之後的結果？
(1)表面積增加 (2)質量加重 (3)導電性改變 (4)不清楚。
15. () 科學家認為奈米碳管可以用來製作太空電梯，最主要的理由是：
(1)韌度高 (2)導電性特殊 (3)導熱性佳 (4)不清楚。

請閱讀次頁一段有關奈米的資訊➡

《甲文本》貳、請閱讀以下一則有關奈米保養品的健康資訊後，再翻頁回答問卷題項。

「奈米級」保養，絕對有效？

聽過「奈米」保養品嗎？「奈米」保養真的有效嗎？

「奈米」(nanometer) 和公分、公尺一樣，是一種長度的單位。1 奈米非常小，僅有 10 億分之 1 公尺(10^{-9})；人類 1 根頭髮的直徑，大約就有 10 萬奈米。

由於物質小到奈米尺寸時，會呈現跟一般狀態下完全不同的物理、化學或生物特性，因此，「奈米科學」是人類文明史上一個全新的研究領域。凡是量測、模擬、操控或製作小於 100 奈米的物質技術，就稱為「奈米技術」。

而「奈米保養品」就是指利用奈米技術研發、生產出來的化妝保養品，例如奈米防曬劑、奈米膠原蛋白、奈米珍珠粉...等等。化妝品公司把化妝保養的有效成份經過特殊處理，製成奈米尺寸的粒子，由於奈米化後的化妝品顆粒比一般化妝品的粒子細微，所以容易滲透皮膚到達欲作用的部位。

由於皮膚最外層是厚厚的角質細胞以及一層基本上不透水的油脂膜；加上角質細胞的間隙不到 100 奈米，所以像膠原蛋白、彈力素、玻尿酸等幾百到幾千奈米的大分子，是無法滲透至皮膚裡層發揮作用的。因此，保養品的奈米化處理，並不只是把保養品的分子切小而已；有些分子切小的過程中，必須注意不能破壞其活性；此外，一些抗老防皺的有效成份，因為很容易被氧化，而且要進入皮膚的真皮層才能作用，所以會被放進一種奈米尺寸的微脂粒 (liposome) 裡面，來幫助保養成分滲透進入皮膚內層。

微脂粒是一種由磷脂質或卵磷脂聚集成的奈米尺寸空心球，目前的技術可以製造出粒徑 20 至 100 奈米的微脂粒。當微脂粒的粒徑大於 60 奈米時，可以在真皮層有效釋出活性成份；但小於 30 奈米的微脂粒，則會穿越皮膚，進入人體的循環系統，所以奈米化的保養品或清潔產品，也要避免讓有害的成份粒子進入人體。100 奈米以下的顆粒或結構，雖然是今天最尖端科技的焦點，但專家提醒，保養品奈米化並不能保證「絕對有益無害」。※

(請 **務必看完** 以上內容之後，再翻頁回答問卷題項，謝謝您！)

《乙文本》貳、請閱讀以下一則有關奈米保養品的健康資訊後，再翻頁回答問卷題項。

「奈米級」保養，絕對有效？

聽過「奈米」保養品嗎？「奈米」保養真的有效嗎？

「奈米」(nanometer) 和公分、公尺一樣，是一種長度的單位。1 奈米非常小，僅有 10 億分之 1 公尺(10^{-9})；人類 1 根頭髮的直徑，大約就有 10 萬奈米。

由於物質小到奈米尺寸時，會呈現跟一般狀態下完全不同的物理、化學或生物特性，因此，「奈米科學」是人類文明史上一個全新的研究領域。凡是量測、模擬、操控或製作小於 100 奈米的物質技術，就稱為「奈米技術」。

而「奈米保養品」就是指利用奈米技術研發、生產出來的化妝保養品，例如奈米防曬劑、奈米膠原蛋白、奈米珍珠粉...等等。化妝品公司把化妝保養的有效成份經過特殊處理，製成奈米尺寸的粒子，由於奈米化後的化妝品顆粒比一般化妝品的粒子細微，所以容易滲透皮膚到達欲作用的部位。

由於皮膚最外層是厚厚的角質細胞以及一層基本上不透水的油脂膜；加上角質細胞的間隙不到 100 奈米，所以像膠原蛋白、彈力素、玻尿酸等幾百到幾千奈米的大分子，是無法滲透至皮膚裡層發揮作用的。因此，保養品的奈米化處理，並不只是把保養品的分子切小而已；有些分子切小的過程中，必須注意不能破壞其活性；此外，一些抗老防皺的有效成份，因為很容易被氧化，而且要進入皮膚的真皮層才能作用，所以會被放進一種奈米尺寸的微脂粒 (liposome) 裡面，來幫助保養成分滲透進入皮膚內層。

微脂粒是一種由磷脂質或卵磷脂聚集成奈米尺寸空心球，目前的技術可以製造出粒徑 20 至 100 奈米的微脂粒。當微脂粒的粒徑大於 60 奈米時，可以在真皮層有效釋出活性成份；但小於 30 奈米的微脂粒，則會穿越皮膚，進入人體的循環系統，所以奈米化的保養品或清潔產品，也要避免讓有害的成份粒子進入人體。100 奈米以下的顆粒或結構，雖然是今天最尖端科技的焦點，但專家提醒，保養品奈米化並不能保證「絕對有益無害」。※



奈米保養品中微脂粒的粒徑在 60 至 100 奈米時，可在真皮層有效釋出活性成份。

(請 **務必看完** 以上內容之後，再翻頁回答問卷題項，謝謝您！)

《文本丙》貳、請閱讀以下一則有關奈米保養品的健康資訊後，再翻頁回答問卷題項。

「奈米級」保養，絕對有效？

聽過「奈米」保養品嗎？「奈米」保養真的有效嗎？

「奈米」(nanometer)和公分、公尺一樣，是一種長度的單位。1奈米非常小，僅有10億分之1公尺(10^{-9})；人類1根頭髮的直徑，大約就有10萬奈米。

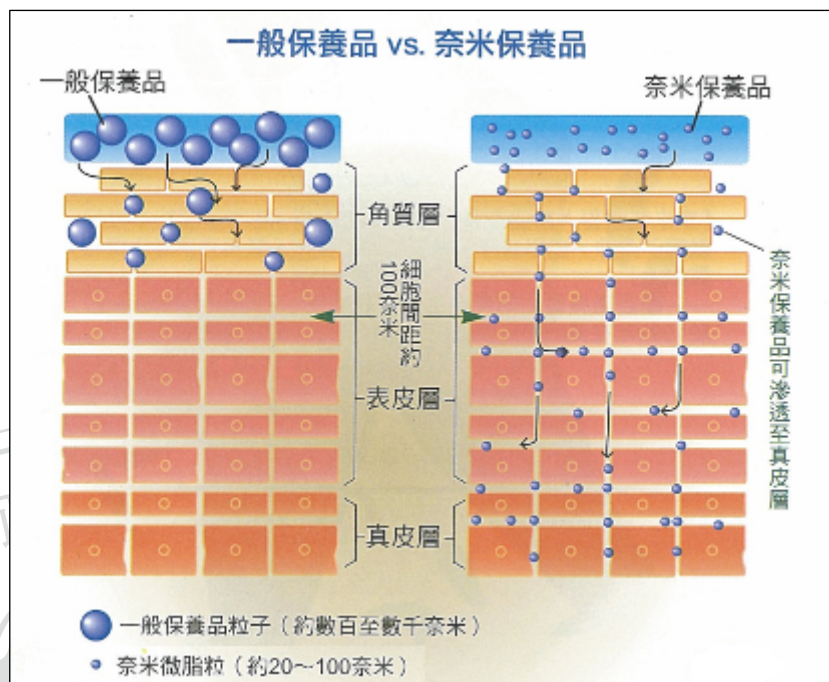
由於物質小到奈米尺寸時，會呈現跟一般狀態下完全不同的物理、化學或生物特性，因此，「奈米科學」是人類文明史上一個全新的研究領域。凡是量測、模擬、操控或製作小於100奈米的物質技術，就稱為「奈米技術」。

而「奈米保養品」就是指利用奈米技術研發、生產出來的化妝保養品，例如奈米防曬劑、奈米膠原蛋白、奈米珍珠粉...等等。化妝品公司把化妝保養的有效成份經過特殊處理，製成奈米尺寸的粒子，由於奈米化後的化妝品顆粒比一般化妝品的粒子細微，所以容易滲透皮膚到達欲作用的部位。

由於皮膚最外層是厚厚的角質細胞以及一層基本上不透水的油脂膜；加上角質細胞的間隙不到100奈米，所以像膠原蛋白、彈力素、玻尿酸等幾百到幾千奈米的大分子，是無法滲透至皮膚裡層發揮作用的。因此，保養品的奈米化處理，並不只是把保養品的分子切小而已；有些分子切小的過程中，必須注意不能破壞其活性；此外，一些抗老防皺的有效成份，因為很容易被氧化，而且要進入皮膚的真皮層才能作用，所以會被放進一種奈米尺寸的微脂粒(liposome)裡面，來幫助保養成分滲透進入皮膚內層。

微脂粒是一種由磷脂質或卵磷脂聚集成奈米尺寸空心球，目前的技術可以製造出粒徑20至100奈米的微脂粒。當微脂粒的粒徑大於60奈米時，可以在真皮層有效釋出活性成份；但小於30奈米的微脂粒，則會穿越皮膚，進入人體的循環系統，所以奈米化的保養品或清潔產品，也要避免讓有害的成份粒子進入人體。100奈米以下的顆粒或結構，雖然是今天最尖端科技的焦點，但專家提醒，保養品奈米化並不能保證「絕對有益無害」。※

(請 **務必看完** 以上內容之後，再翻頁回答問卷題項，謝謝您！)



奈米保養品中微脂粒的粒徑在60至100奈米時，可在真皮層有效釋出活性成份。

(請務必看完前頁內容後，再填寫以下問卷。回答過程中，請勿翻回參看前頁的內容)

參、問卷二

一、以下有 7 則單選題，請在每個問題的答案中選出您認為最適合的答案，並在括號中填入答案。

1. () 剛才這篇科普文本主要在探討：
(1) 奈米保養品的保存技術 (2) 奈米保養品產生功效的作用原理
(3) 奈米保養品對人體的傷害 (4) 不清楚。
2. () 所謂「奈米技術」的操作尺度範圍是：
(1) 1000 ~ 10000 奈米 (2) 0.01~0.1 奈米 (3) 1 ~ 100 奈米 (4) 不清楚。
3. () 一般保養品和奈米保養品的比較，下列何者正確？
(1) 一般保養品的粒子比奈米保養品的粒子小 (2) 奈米保養品比一般保養品容易進入皮膚的真皮層 (3) 一般保養品比奈米保養品的功能好
(4) 不清楚。
4. () 攜帶防老抗皺保養品的微脂粒，其能對皮膚產生效果是因為：
(1) 微脂粒的粒徑比角質細胞間隙小，能進入真皮層釋放活性成份
(2) 微脂粒的粒徑與角質細胞間隙相當，能在角質層釋放活性成份
(3) 微脂粒的粒徑小於 30 奈米，能進入循環系統釋放活性成份
(4) 不清楚。
5. () 以下關於微脂粒的敘述，何者正確？
(1) 載入保養品的微脂粒愈小，對皮膚的保養效果愈好
(2) 保養品運用微脂粒，能更穩定地控制活性成份的釋放、輸送與穿透
(3) 目前奈米保養品使用的微脂粒，其最小粒徑均在 100 奈米以上
(4) 不清楚。
6. () 以下哪一個說法，並沒有出現在剛才這篇科普文本中？
(1) 奈米保養品對護膚保養具有功效
(2) 把保養品的分子切小，可能影響保養成份的活性
(3) 奈米化的保養品對人體有益無害
(4) 不清楚。

下頁續➡

二、請在 1 至 5 中「圈選」出一個數字來代表您的同意程度。例如：

	非常不同意		普通		非常同意
(0) 剛才閱讀的內容很有趣。	1	2	3	4	5

	非常不同意		普通		非常同意
(1) 剛才閱讀的內容很有趣。	1	2	3	4	5
(2) 剛才閱讀的內容對我有吸引力。	1	2	3	4	5
(5) 剛才閱讀的內容很重要。	1	2	3	4	5
(3) 剛才閱讀的內容長短適中。	1	2	3	4	5
(4) 剛才閱讀的內容和日常生活相關。	1	2	3	4	5
(6) 我能夠大致記住剛才閱讀的內容。	1	2	3	4	5
(7) 我能夠大致描述剛才閱讀的內容。	1	2	3	4	5
(8) 剛才閱讀的內容很簡單。	1	2	3	4	5
(9) 剛才閱讀的內容很容易理解。	1	2	3	4	5
(10) 剛才有關奈米的內容說明很清楚。	1	2	3	4	5
(11) 剛才有關奈米的內容說明很正確。	1	2	3	4	5
(12) 我會推薦朋友閱讀剛才有關奈米的內容。	1	2	3	4	5
(13) 我下次還會閱讀類似的讀物。	1	2	3	4	5

肆、基本資料

最後請您告訴我們一些關於您使用科普讀物的情形，以及您的基本資料，以作為學術研究的參考。請在□內打□。(本研究所指的「科普讀物」不是一般科學教育使用的教科書，而是使用通俗語言來傳達科學知識或科學資訊的書籍(含繪本)、雜誌、報紙新聞等。)

- 請問您平時經常閱讀科普資訊嗎？
 (1) □ 經常 (2) □ 有時 (3) □ 很少 (4) □ 從來不會 (回答從來不會者，請翻頁跳至第 4 題，繼續作答。)
- 請問您接觸科普讀物的頻率大約是？
 (1) □ 每週至少 1 次 (2) □ 每月至少 1 次 (3) □ 每半年至少 1 次
 (4) □ 每年 1 次或更少 (5) □ 不記得。

請翻頁→

3. 請問您主要透過哪些管道接觸科普資訊？（可複選至多3項）
 (1). 書籍 (2). 報紙 (3). 雜誌 (4). 繪本 (5). 電視 (6). 廣播
 (7). 網路。

4. 請您就個人使用科普資訊的情況，在1至5中「圈選」出一個數字來代表您覺得同意或覺得重要的程度。例如：

個人選擇接觸科普資訊的原因	非常不同意		普通		非常同意
(0) 工作或學業需要。	1	2	3	4	5

個人選擇接觸科普資訊的原因	非常不同意		普通		非常同意
(1) 工作或學業需要。	1	2	3	4	5
(2) 尋找解決問題的方法。	1	2	3	4	5
(3) 增加新知見聞。	1	2	3	4	5
(4) 做為休閒娛樂。	1	2	3	4	5

您選擇科普資訊時的考量	非常不重要		普通		非常重要
(1) 內容的專業性。	1	2	3	4	5
(2) 內容的可信度。	1	2	3	4	5
(3) 內容有趣。	1	2	3	4	5
(4) 圖文並茂。	1	2	3	4	5
(5) 內容與日常生活相關。	1	2	3	4	5
(6) 內容看得懂。	1	2	3	4	5
(7) 具有參考價值。	1	2	3	4	5
(8) 媒體曝光度高。	1	2	3	4	5

5. 您的性別？ (1). 男 (2). 女
6. 您就讀的學校為？ (1). 國立大學 (2). 私立大學 (3). 科技大學
7. 您的年級？ (1). 一年級 (2). 二年級 (3). 三年級 (4). 四年級
 (含以上)
8. 年齡：_____歲（實歲）
9. 您的科系？_____系

問卷到此結束，感謝您的協助。