

以顏料混色與測色大單元作業為例探討 現今色彩教育

An Exploratory Study of Current Color Education—Using a Theme-based
Project of Pigment Mixture and Color Measurement as an Example

魏朝宏

Tsao-Hung Wei

大同大學工業設計系副教授

以顏料混色與測色大單元作業為例探討現今色彩教育

魏朝宏

大同大學工業設計系

摘要

本人從事色彩教育三十年以來，特別重視學生對色彩學中相關內容的整體性認知，希望兼顧本系學生的工學背景能力及打好色彩設計之基礎素養，以及在來日畢業後可能面臨工作上測色與色彩管理的需要。所以，筆者對色彩學中若干與此方面有關的內容，設計出在一個主題下環扣相串的作業，名曰「顏料混色與測色大單元作業練習」，想以此作業讓學生學習顏料混色與平塗刷色等有關設計表現的基礎技能，再透過目視測色儀器測色的練習讓學生學會這些操作要領，並要求自CIE Y, x, y轉換為Munsell 色系的Hv/c值，讓他們了解CIE色彩系統與知覺色彩空間的內容及其間的對應關係，為未來實務工作做準備。從這個教學案例，試圖探討數值化色彩時代及個性化主張的今天，如何因應e世代的科技社會環境及學習心理，除配合網路教學外最重要的是要顧及不同大學科系的需求與生活中有關色彩的問題，有計劃地編寫有關色彩認知、色感訓練、配色練習及色彩實驗等等作業，綜合設計出理論與實務、多元與有趣的色彩作業，讓色彩理論生活化、實務化，提昇色彩教學效果。這種努力或可充當做色彩研究的催化劑。

Abstract

While engaged in color education for the last thirty years, I have paid particular attention to students' holistic cognition of the related contents in chromatics in the hope that a sound foundation in color design can be laid by the students with an engineering background and that, on graduating, the demand for color measurement and color management on the job can be met. Consequently, I have devised a series of closely related assignments under one particular theme and is entitled "a theme-based project of pigment mixture and color measurement." It is believed that such assignments will enable students to learn the basic skills related to design expression like pigment mixture and brushing color. Students are expected to learn the operational essentials through visual measurement and instrumental measurement. They are required to convert from the CIE Yxy to the Hv/c value of the Munsell color system in order to understand the CIE color system and the contents of perceptual color space and their corresponding relationships so that they can be prepared for their future practical jobs. Based on this instructional case, I have tried to explore the digital color age and personalized assertion. In response to the technological society and environment and learning psychology of this e generation, one has to

take into account the different requirements from students of different university departments and the problems relating to color in daily life. I have systematically written exercises on color perception, color-sense training, and color combination, as well as color experiment. I have designed comprehensively theoretical and practical color assignments of interest and diversity. To make color theory lively and practical and to enhance the teaching effects, it is hoped that the efforts I have put forth can serve as a catalyst for color research.

關鍵字詞

色彩教育 color education	大單元作業 theme-based project
顏料混色 pigment mixture	測色 color measurement

壹、前言

我在1961-62年間即興完成一幅小小的粉蠟筆畫作，描寫月眉國小夏日下午4點課後的校園，鈷藍色的龍柏樹影搖曳在黃土的小徑上，表現出當時我運用互補色的喜愛，後來(約1964年)陳慧坤教授告訴我這是印象派的手法。

約在1962年後林之助老師「衣服的配色」一書問世，使我第一次深受色彩的感動及誘惑。到了1965年才正式學色彩學，那時莫大元教授上課要學生抄筆記、塗色票作色環，期末來一次考試。到了1972年，自己粉墨登場開始教起色彩學課。起初採用莫老師的色彩學筆記，後來改用林書堯老師的著作「色彩學」當為教科書，在色彩學教學上並得到林老師不少的指點，同時也開啟我探索這門學問的契機。

在這三十年的色彩教學中，對中外色彩圖書及其研究動向均勉力蒐集研閱，後來自行編印講義拍攝色彩教學幻燈片，自國外購進印刷色票及電動混色器等，如此不斷地更新色彩教材內容及色彩作業演練項目。到了1982年，本系利用教育部的獎助金及本校的自籌款先後購進色彩分光儀及色彩模擬機等設備，適逢鄭本山老師學成回國，特邀他教授色彩工學部分，兩人一起共同教授色彩學，使學生學到藝術設計領域的色彩學外，也兼學色彩科學的基本觀念，後來色彩工學成為選修課程，目前由物理組吳瑞卿老師授課。約在此時之後，我規劃編寫CIE Y, x, y轉換為Munsell HV/C值的軟體，得到本校應數系及鄭連生老師與學生的協助，約於1985年完成在Tectronix 4054A電腦上的轉換作業。另一方面從學生反映，使我更加體認到學習色彩必須透過演練，實驗的實作過程，才會深刻也才能夠應用。約在十一、二年前，我參考了物理實驗的概念，設計所謂「顏料混色與測色大單元作業」其中包含了若干個子作業內容及步驟，付之實際教學，確實得到學生們一些正面的回響。現在本人即以此為例介紹於後，並試圖探討現今的色彩教育該何去何從。

貳、方法與步驟

一、方法

(一) 背景原因

自1970年後本人經十數年的教學經驗，發現色彩學教學單元內容包含許多不同的學門領域，各自形成近乎獨立的小小知識系統，使學生面對這些零碎、片段的知識無法引起學習的興趣，而且缺少自己動手的參與感，他們倍覺枯燥乏味學習上自然毫無收穫可言。因此，如何將色彩相關單元內容，貫串成一個大作業，讓學生逐步實際操作，利於構成整體性的知識、技能是相當重要的。一方面，考慮到本系隸屬工學院，學生聯考時為第二類組具工學背景能力，未來在職場設計實務上會面臨顏色指定、測色及色彩管理的問題，另一方面考量到學生能練習顏料混色、刷色的技法及色彩在混色時產生微妙漸變的現象，來滿足學生想學會調色的需要。基於這些理由，本人特研定作業題目、訂定學習目的及設計作業內容作為色彩教學的研究案例。

(二) 確定作業題目—顏料混色與測色大單元之作業練習

(三) 訂定學習目的

- 1.以廣告顏料為素材，學習顏料混色時如何加水、調色以及運筆平塗的技法。
- 2.透過視覺等距的手法來篩選自己塗刷的色票，同時也進行視覺差補的練習，並瞭解兩色混色後產生顏色變化的現象及其色彩間微妙變化的美感。
- 3.學會目視測色，儀器測色的操作要領，瞭解使用這兩種不同的對色及測色方法後，在Munsell色知覺空間上的H v/c值之差異。
- 4.從色票測得分光反射率之曲線狀態，可以練習判讀色彩三屬性。從分光反射率值計算出CIE XYZ之刺激值，繪製CIE x, y 色度座標，可求出色票的主波長及刺激純度。建立CIE色彩系統的最基本知識。
- 5.以CIE Y, x, y 值利用CIE色度座標圖，求算Munsell H v/c值再轉換為 ISCC-NBS 形心色名。能夠完整的瞭解數值化的色彩、知覺色彩以及語言上色名的不同系統知識內容。
- 6.從CIE XYZ 三刺激值求算Lab值及 ΔE 。可以瞭解視覺等距之於 ΔE 的關係。

(四) 設計作業內容：

本內容包含三個練習一個綜合整理，現在分項介紹於後。

1.顏料混色，平塗練習。

- (1)無色彩〈黑+白〉混色。
- (2)有彩色混色包括互補色混色、相鄰色混色及類Y.M.C.混色。
- (3)有彩色+無彩色混色，包括純色+白，純色+黑及純色+灰(與純色等明度)。

2. 視覺等距色票篩選及視覺插補練習。
3. 目視(視覺)測色及儀器(光學)測色。
4. 綜合整理
 - (1) 繪製分光反射率曲線圖
 - (2) 從兩色混合後的反射率曲線圖上所顯現的吸收反射變化狀況，來判讀色彩三屬性的變化情形。
 - (3) 由反射率值計算XYZ三刺激值x, y色度座標值，並利用色度圖求出主波長及純度。
 - (4) 利用CIE色度圖，將色票之CIEY, x, y 值以視覺插補法轉換為Munsell H V/C 值
 - (5) 以目視比對Munsell標準色票所得到的H v/c 值與上項所取得的H v/c值作一比較，瞭解人眼與儀器間的差異。
 - (6) 藉由Munsell的Hv圖、Hc圖及vc圖討論兩混色後的H v/c值之色彩變化情形。
 - (7) 透過查表，將H v/c值對應出ISCC-NBS形色名，讓學生瞭解數值化色彩、知覺色及語言上的色明間能夠對應的關係。另一方面，複合了色相色調與色名，可作為未來進行色彩調查統計及色彩計劃的基本訓練。
 - (8) 將視覺等距色票作色差計算練習。

二、步驟：

為了完成上述作業內容，即行研究並訂定作業做法及步驟，讓學生能有所依循。這些內容分為授課(包含講義)、口頭說明及書面說明兩種，有關書面部分例示如下：

(一) 顏料混色平塗練習

1. 規定顏料廠牌、需購色號、調色用具及紙張規格。
2. 規劃兩色混色之色號及人員分配。
3. 示範顏料混色及平塗刷色技巧，並口頭說明注意事項。
4. 各自〈或分組〉練習。

(二) 視覺(心理)等距選色練習

1. 將所有塗刷出的色票(即試料面)，依混色漸變序列標註數碼。
2. 取出原來相混的兩色，並假設其中某一色為P，另一色為Q，作為直線上的兩個端點。
3. 挑出介於此兩色的中間色為O，乍看之下 $P \sim O = O \sim Q$ 。
4. 各在P、O及O、Q之間運用上項的方法分別找出M、N兩色，的各自成為P、O及O、Q之中間色。
5. 其他依此類推到完成為止。最後需要作檢視，如果感覺視距不均等，要立即

更換並進行視覺插補。找不到適當色票時，必須補刷若干張，再進行篩選到大體上看來等距為止(有關照明及觀察條件，請參閱目視測色部分)。由於其他如測色練習即綜合整理因步驟細節多，且篇幅有限，無法一一列述。

(三)測色：

I 目視測色—H v/c的求法

課堂中先講述有關目視測色的(1)適用範圍(2)用語定義(3)標準光源(4)對色排列方式(5)遮框〈mask〉(6)照明觀察條件(7)觀察者色覺狀況(8)測色環境背景以及(9)色票大小及其表面狀況之條件。

(1) 根據明度表予以插補。

I. 選出接近試料面明度的兩個標準色票。

II. 以視覺比較色料面的明度及兩個標準色票。

III. 假設試料面與兩個標準色票的差異比例就可定出色料面的無彩色值〈N〉。

(2) 依據標準色票求H v/c的方法。

I. 找出最接近的標準色卡及極相似的色票，則該標準色票上的符號就是這個試料面的H v/c值。

II. 當試料面介於二枚以上的標準色票之間時，則以視感插補之，其步驟如下：

(I) 取出與試料面色相最接近的兩張標準色卡。

(II) 再從這兩張標準色卡中，選出與試料面最近似的一張標準色卡。

(III) 在這張被選出的色卡中，再找出明度、彩度最接近的標準色票。

(IV) 就選出的標準色票之上、之下的色票，與試料的明度作比較，只從明度差異予以視感插補。

〔注意〕高彩度容易被看為亮些。

(V) 以(3)中選出位於標準色票左、右的色票，與試料面的彩度比較之，同時，僅做視感彩度插補。

(VI) 以(3)中選出與另一張色卡上同一符號〈v、c〉的色票，拿來跟試料面進行色視感色相插補。

(VII) 綜合上述定出的色相、明度、彩度，即表示該試料面的H v/c值。

III. 視感插補的原則

(I) 兩色相間插入五階〈即0.5 hue step〉，如〔2.5R〕、3.0R、3.5R、4.0R、4.5R、〔5.0R〕。

(II) 兩色票之彩度間插入五階〈即0.4 chroma step〉，如〔/8.0〕、/8.4、/8.8、/9.2、/9.6、〔/10.0〕。

(III) 兩色票明度間差入十階〈即0.1 value step〉，如〔4.0/〕、4.1/、4.2/、4.3/、4.4/、4.5/、4.6/、4.7/、4.8/、4.9/、〔5.0/〕。

2.儀器測色—分光測色法

- (1) 說明儀器名稱、型號、廠牌(Gardener SG-9600，現在為Macbeth Color Eye 3100)、及結構體。
- (2) 操作示範，附帶強調使用儀器注意事項。
- (3) 規範測色條件，取得分光測色值。
- (4) 安排檔次時間各自測色。

(四)綜合整理

1.繪製分光反射率曲線圖：

- (1) 條件：
 - I.Y軸為反射率尺度表，標出刻度，上為100(或1.0)下為0。
 - II.X軸自Y軸下端向右畫出，可標出連續光譜波長，短波長400nm在左，長波長700nm在右，並且每20nm就有一個刻度。
- (2) 畫法：
 - I.徒手：

使用方眼紙，在適當波長上，標出該波長反射率的座標點，再依序連結各點即成一反射率曲線圖。
 - II.電腦繪圖：

以PC自行設計程式，輸入、印出亦可。

〔注意〕反射率曲線需要明顯的區分出代表各種不同試料面的顏色，可用長折線、短折線、實線.....等來區分；也可以用各種色線表示。

2.從分光反射率曲線來判讀色彩三屬性：

- (1) 討論內容：
 - I.色相與分光反射率曲線之關係
 - II.明度與分光反射率曲線之關係
 - III.彩度與分光反射率曲線之關係

以上三項內容均附上相關圖形資料作為判斷的依據；先行練習判讀後再做作業。

(2)提示：

- I.色光的吸收，反射表現在長、中、短波長上的現象，可以幫助我們判讀是何種色相。從長、中、短波長上反射率曲線高度的變化，也可以了解明度、彩度的變化關係。

3.計算X Y Z 三刺激值，x, y色度座標，並利用色度圖求出主波長，及其刺激純度：

(1)應備資料：

I.標準光 A.B.C.D及D65之分光分佈(參考CNS 11256,Z 7192)。

II.X Y Z表色系之等色函數(參考CNS 11256,Z 7192)。

III.X Y Z表色系之色度圖(參考CNS 11256,Z 7192)。

(2)X Y Z三刺激值之計算方法：

(參考講義CIE表色系部份或CNS 11256,Z 7192)

I.波長寬度：20nm

II.波長範圍：400~700nm

即以400，420，440...680，700來計算，以分光儀得出之數值為標準答案 予以檢驗。

(3)x y色度座標之計算方法：

(參考講義CIE表色系部份或CNS 11256,Z 7192)

(4)主波長及刺激純度之計算方法：

(參考講義CIE表色系部份或CNS 11256,Z 7192)

4.CIE Y x y 轉換為Munsell H v/c 值：

(1) 應備資料圖表：

I.色票系利用三屬性表示之基準(無彩色)—CNS 11256,Z 7192

(視感反射率Y值對應Munsell V值)

II.1931 CIE色度圖(Hue and Chroma Value 1~9, & for near grays Value 5~9之大型色度圖)。

(2) 做法：

I.求出相當於Y(c)% 的Munsell V/ 值—查明度函數表(參4(1))。

II.用x, y 色度圖找出H, C值：

(I)拿出最接近這個V/ (從4(1)I中求出明度值)的上下限明度之x, y 色度圖。

(如)求出的V=3.75時，則須取出其上限明度Vh=4，下限明度Vl=3的色度圖，共計兩枚。

(II)根據x, y數值，在這兩枚色度圖上，各找出它的座標點，以特別備用的紅筆將它標出來。

(III)依比例法，各估計出這兩個座標值的H, C值，其中較高明度〈Vh〉的色相，彩度以Hh, Ch表示；另一低明度〈Vl〉之色相、彩度則用Hl, Cl記號之。

(IV)將上式，(I)、(II)至(III)求出的值帶入下列計算式：

$$H=Hh-(Hh-Hl)(Vh-V)$$

$$C=Ch-(Ch-Cl)(Vh-V)$$

如此可求出相當於x, y數值的H C值，但所計算出之H V C值應四捨五入，如Hue值以0.5為一單位，Value值以0.1為一單位，Chroma值以1/4(0.25)為一單位。

5 CIE XYZ轉換為CIE Lab值：

- (1)依據CIE 1976; XYZ求算出Lab及 ΔE 值(參考講義)。
- (2)繪製Lab圖，並標註視覺等距試料面空間。
- (3)比較，討論。

參、結果與討論

一、結果：

由於這個作業貫串了許多子作業，內容包括藝術、設計、知覺心理以及精神物理學…等各種學門領域。學生做起作業來隨著每個人的性向、專長的不同就在不同子作業上表現出不同困難度。為了解決這些問題，以致於教師對控制進度及教學品質上，多少打了折扣。不過一般學生對於這樣的大單元作業，包括示範練習、檢討、各自作業以及上課、討論…等，需每週三節課持續約兩個月乃至稍多的學習歷程，並不感到冗長、枯燥，反而覺得緊湊、有趣。因為有時要動手練習技巧，有時要用眼睛感覺做評價，有時要聽課、看書希望完全理解，有時要操作儀器、有時需要運算、思考，更有時要動腦設計，使報告做最好的呈現。此外，還需要聽聽別組的報告加入討論，才能夠完整的整理出顏料混色後所展現出的整體色彩空間。最後大多數同學表示能夠知道各個單元內容之間彼此的關聯性，作業方式不呆板學習有成就感，顯現出較正面的回響，小部分學生對CIE色彩系統以及色彩需要運算並以數值表示感到乏味無趣，我想這需要到工廠參觀了解色彩如何複製與管理之後，學生才能夠理解吧!?

其他教材單元有關色知覺、配色等相關教材我也作了一些嘗試，仍以實作演練調查及報告等學生學習活動為主，兼顧作業內容生活化、趣味化。讓學生從做中學習能夠化被動為主動化靜態為動態，使得一切學習變得活潑起來，我想學生學習沒有收穫或是不可能的。更何況因應多重教學目的教師採用了不同的教學方法，學生的學習可避免單調乏味，更保有高昂的學習情緒，對教學成效這當然有正面的意義。

總之，設計作業的目的，是希望學生能夠獲得此作業單元相關的完整知識。所以，課前調查出學生學習上的需求，可作編定作業練習的參考依據之一。至於教學過程中的一些瑕疵，有的即時改進有的作為下次改善教學的參考。

二、討論：

下面我們將分幾個方面來加以討論：

- 1.有關色彩教學法方面
- 2.有關色彩網路教學方面
- 3.有關色彩作業方面

4.有關色彩教材及課程方面

1.有關色彩教學法方面

所謂教學就是教與學兩方面的活動；學生學習活動的過程就代表著教學的意義，教育學家為了因應教學內容及學習需要來提昇學習效果，便研究出許多教學方法。換句話說，不同型態的學習活動就延伸出不同的教學方法。現在，讓我們檢視這個作業單元到底使用哪幾種教學方法？我們乍看「顏料混色及測色大單元作業」內容像是綜合教學法，其實它包括了示範教學法、分組教學法、練習教學法、講述教學法以及討論教學法。由此可看出考量教材內容及學習需要而採用適當的教學方法，才能達到預期的教學目的。因此，與其說使用不同的教學方法是引起學習動機的一種手段，不如說教材內容及教學目的才是決定教學方法的重要因素。

學習上的需求左右著教材內容的篩選與否，以及教材內容的串連與取捨。再進一步說，要大學生保有高昂的學習興致，教師應當篩選適當的教材，調查出學生學習上的需求，考量理論與實務的關聯以便設計出步驟分明、學習目的明確的作業，然後去活潑教學如此才能收到良好的教學效果。

有關此色彩大單元作業練習，本人有機會嘗試模仿小學教育中大單元教學方式用於大學色彩教育上，深深覺得是一種挑戰。雖然如此，卻也感到無比的欣慰，因為教學過程中均按計劃順利進行，學生也得到應有的學習成效。這個作業本身包含了許多不同單元的教材，如果要把其他色彩學的教材單元，貫串成類似這樣的練習作業並不多，主要是許多色彩學教材通常屬獨立單元的居多，談到要做作業也就自成一單元了。

2.有關網路教學方面

c世代時興的網路教學(又稱遠距教學)，既能夠無遠弗屆又是個新寵的教學方法。但從網路教學的角度來看「顏料混色與測色大單元作業」的內容，其中部分教材單元可以適用。這些適用的部份就是在一般教學中所謂的講述教學法及示範教學法了，至於其他子作業單元，因網路教學無法準備或提供儀器設備、材料工具、文獻資料及對色用標準色票，也無法進行個別指導甚至於報告與討論。換句話說，後者這些子作業內容只能使用練習教學、討論教學及分組教學直接由教師與學生面對面來完成，因而顯現出網路教學的侷限性。目前我們發現在網路教學上，因教室管理鬆懈引起不少學生學習情緒低迷，成為普遍性的問題，頗值得日後在教育上極待研究改善。

再說，以聲光為介面的網路教學理應活潑深刻，今日卻呈現出靜態與呆板。與其說表現教材內容的處理手法及技巧欠成熟，不如說當今仍未見灌注十足的心力及財力去製作或編導，因為一般電影不乏劇力千鈞扣人心弦而令人印象深刻，在商業上都已經做到。所以，教材內容能在網路教學上做最佳的呈現就怕有心人了。我們也體認到網路教學迥異於教室教學，易言之，這種e世代產物的新教學法，雖剛剛起

步但隨著時代的改變，我們更要正視這個事實，急切熱望主管教育機關編列預算投資財力，教師們則投注人力與心力，試圖共同為色彩網路教學的最佳成效來努力。

3. 有關色彩作業方面

依個人習慣，每在上第一節色彩學課時利用口頭或書面向學生調查，問她們想學什麼樣的色彩學內容時，大多因不知道什麼叫色彩學而無法提出具體的內容。不過，她們會憑個人的想法說出想學的內容，歸納起來不外是如何調色、配色、色彩基本理論、色彩與生理、色彩心理以及色彩與文化等。就以調色為例來說，學生表示在過去繪畫上的困難就是不知如何調出自己想要的顏色，有些學生對顏料混色產生何種變化心存好奇，在這方面有提出指甲油混色後可能變成什麼顏色？染料混色如何變化？油漆塗料在混色後的情形又如何？像這樣混色的問題經學生提出後，已引起學生的學習動機。我趁勢定下作業來，篩選可控制的材料，檢視本系現有儀器、設備，並考量學生將來工作職場上應具有調出產品色彩的能力。因此，找出方便操作的練習材料—廣告顏料，配合教材內容，訂定學習目的施於教學。

近幾年來我特別商借物理組Spectro Scan PR 650測色光的分光儀，並得到吳瑞卿老師指導操作此分光儀的協助，對於色光的混色及其測色就能夠接受學生的提議進行練習。另一方面，我們也讓學生實驗染料混色了解其色彩變化與濃度的關係，得出一份完整的報告，這要歸功於和新科技提供的協助。總之，這個混色單元盡量讓學生提出自己或生活上有關混色（含測色）上的問題，藉由業界和專家的意見以及現有的圖書設備予以實驗，使得作業實務化多元化。

4 有關色彩教材及課程方面

據個人了解國內大專院校開有色彩學課的科系，有美術系、視傳系、應美術、工設系、印刷系、服裝系及織品系等等不一而足。它們跨越許多不同學門領域，各個學門都很重視色彩在應用及實務上的需求，所以有關色彩學的教材內容自然會不盡相同，有的側重色彩複製，如印刷系、工設系。有的側重配色與調和如服裝系、視傳系、織品系。然而，我們不得忽視色彩的認知在於人，有關色知覺等以人為本位的相關知識，都應該成為必備的色彩基礎知識，也就是涉及到色彩課程規劃的問題核心，我們是否有必要廣邀各學門色彩學教授及色彩業界專家，一起集思廣益貢獻智慧，為未來不同學門的色彩課程之規劃來把脈下針砭。

教育與學習一樣是人生的歷程也是延續不斷的，大學前的高職、高中的教育就應予以了解與關心。我們知道高級職校設有廣設科、美工科、美術科等，在課程上有色彩計劃或色彩學一門課程，所使用的教科書在坊間出版了十數本之多的色彩計劃、應用色彩學等圖書，絕大多數的書都介紹P.C.C.S(Practical Color Coordinate System)，又稱日本色研(係財團法人)配色體系，由日本教育研究會所推薦。這個練習用配色系統被日本文部省規範為日本中小學的色彩教育內容。我曾進一步探本究源，發現到成立於1931年的美國Inter-Society Color Council(簡稱ISCC)主要是研究系統色名的問題。1936年K.L. Kelly在美國National Bureau of Standards(簡稱NBS)研究完成

色彩命名法(Method of Designating Colors)為ISCC(1939)所接受，1949年，修訂過的ISCC-NBS色彩命名法被ISCC認可。直到1965年出版ISCC-NBS Centroid Colors。五年後，所謂P.C.C.S.的「標準色彩圖表A」才付梓，看來誰研究發表在先應該相當清楚。再說P.C.C.S採用的色調名稱幾乎與ISCC-NBS色名相同，日人只是改了一些發音較長的字，如brilliant→bright，moderate→dull，其他也有一些改變，在此不再贅述。無論如何，我們不禁要問，日本文部省頒訂的中小學配色練習系統有效的實行於台灣（含大專院校）？或者是台灣自甘淪為日本P.C.C.S.色彩文化的次殖民地而不自知？即便這是一個好的色彩教育素材，也得考慮國情，現在應立即作一番研究評估再決定是否推薦採用，頗值得教育當局及色彩學教師們的深思。因為日本人會擇善固執，難道國人就囫圇吞棗嗎？

此外，據說Itten的色環也成為高職色彩計劃的課程標準，有些書強調色彩的最高彩度是14以及直接引用NCD色彩意象等諸如此類有待商榷的問題，因限於篇幅不多贅述，但我們要檢視這些較不恰當的教材內容予以釐清或訂正。至於高中的色彩教育問題，曾啟雄教授於1998年發表的論文中有詳盡的剖析且資料彌足珍貴，對色彩教育的研究有一定的貢獻。新近日人小町谷朝生等(2000)從色彩學課程調查到新色彩學課程之提案，提出「色彩教育的課程之檢討」論文，可以見出時勢所趨不論中外色彩教育課程均已面臨急待探討的問題。再看今日科技突發猛進，時代的變遷更為加劇，人類已經完全生活在色彩的世界中，如家居的照明、彩色列表機、TV、PC螢光幕、數位相機、彩色影印機以及報紙、雜誌、圖書等印刷品。這些都天天與我們共同生活在一起。所以，各級教育的色彩課程以及教材的內容應該反映時代及現實生活，我們必須認真探討改善已刻不容緩。

肆、結論

任何學科的教學對教師而言是一種實驗的過程，從實驗中去檢驗何種教學方法才可以讓學生獲得最佳的學習成效，教師也可以從檢驗中學習修正教學的方法，我想網路教學亦不例外。

教學前向學生調查學習的意願，作為編訂作業及教材的參考依據，對現代學生而言能滿足他們的學習心理，但主導權仍然操縱在教師的手上，因為教學的成敗都是教師的責任。個人以為色彩教學已不是昔日傳統教學能竟其全功，惟有透過演練或實驗才能深化教材內容，讓學生擁有活的色彩知識。另一方面，為了因應c世代的資訊科技一日千里，對於極盡複雜的色彩再現問題，教師應走出研究室到業界乃至生活中去觀察實際使用(或生產)色彩的情形，進而做一番探討與研究，最後貫串或組裝了色彩基礎理論與生活、業界的色彩內容，使得色彩學能兼顧理論與實務、基礎與應用乃至科學與文化，這才是色彩教育永遠要走的路。際此迎向21世紀大變革的時代，各級學校的色彩教材與課程，急需探討改進，希望藉由此次研討會能推波

助瀾蔚為風潮，讓業界與學界一起為當代台灣色彩教育來貢獻心力。

伍、重要參考文獻

- 1.林書堯，色彩學，三民書局，修訂初版，民72年，pp.73~235。
- 2.陳曉崗，設計的色彩計劃，大陸書店，4版，民67年。
- 3.林文昌，色彩計劃，藝術圖書，民76年，pp.29~35。
- 4.賴一輝，色彩計劃，第二版，北星圖書，1997。
- 5.管倖生，色彩體系之研究，阮綠茵發行，民79年，pp.4~158。
- 6.曾啟雄等 台灣的色彩教育現況調查研究----以國、高中美術課本為中心，「色彩與人生」學術研討論文集，國立台灣藝術教育館，1998，pp.145~170。
- 7.小町谷朝生等，The Curriculum for Color Education，日本色彩學會誌，vol 24，2000，pp.38~41。
- 8.魏朝宏等，漢風色彩系統之建立與研究，中華民國設計學會創刊號1996年12月 pp.17~31。
- 9.魏朝宏，依據插補法對CIEY, x, y轉換為Munsell HV/c的研究，大同工學院工業設計系，民79年。
- 10.魏朝宏，吳瑞卿，NCD配色意象對我國學生的適用性之研究，大同學報，22期，民81年，pp.211~217。
- 11.表面色之比較方法(CNS Z 7198)，經濟部中央標準局，民74年。
- 12.A.H.Munsell, A COLOR NOTATION, 12thed, Munsell Color, 1975, pp.3~41
- 13.Harald Kueppers, THE BASIC LAW OF COLOR THEORY, Barron's, 1982, pp.38~100
- 14.Fred W. Billmeyer, SURVEY OF COLOR ORDER SYSTEM, Color R&A, vol.12, No.4,1987, pp.173~185
- 15.Peter Gouras, THE PERCEPTION OF COLOR, vol.6, CRC, 1991, pp.43~48, 218~216
- 16.Richard S. Hunter & Richard W. Harold, THE MEASUREMENT OF APPEARANCE, Wiley, 1978, pp.3~19, 227~237
- 17.THE MUNSELL BOOK OF COLOR, Macbeth
- 18.D.B.Judd & G. Wyszecki, Color in Business, Science and Industry, 3rd ed., John Wiley & Sons, 1975

基礎色彩學課程之教案規劃研究

A Study of Syllabus Planning for Fundamental
Color Theory

楊惠文

Hui-Wen Yang

高雄縣林園中學教師

張育銘

Yu-Ming Chang

國立成功大學工業設計研究所副教授

基礎色彩學課程之教案規劃研究

楊惠文¹ 張育銘²

¹高雄縣林園中學

²國立成功大學工業設計研究所副教授

摘要

本研究主要探討適合於技職教育“基礎色彩學”課程的教材與教學方法。雖然目前一般設計相關科系皆以教育部規定之課程為上課依據，但運用在實際教學時，由於缺乏啟發式教學法而造成學生缺乏主動學習的精神與獨立思考能力。並且基礎設計教育的學習與訓練成果，對於學生日後專業素養影響甚鉅，所以基礎設計教育被視為設計教育中最重要的一环。

在本研究中，藉由搭配以啟發式教育為觀點所編纂之新教材為實驗性教材，作者企圖提出能夠增進學生學習效率與主動學習的新教學方法。為評比新式與傳統式教學法的成效，分別將這兩種教學法運用於實際試驗性教學各半年，經由比較兩組學生之形成式評量（第一與第二次月考）與總結性評量（P.C.C.S色調練習與寒暖對比練習）成績，並運用單因子變異數分析檢定差異的顯著性後，歸納出：

(1) 形成式評量：新式教學法的學習成果優於傳統式教學法，並且隨著受教時間之增長，其差異有增加之趨勢。

(2) 總結性評量：藉由將學生依其成績區分為高、中、低的三群以仔細比較學習成效，雖然只有一組具顯著差異，但是所有新教學法的表現皆優於傳統教學法。

(3) 在觀察學生學習過程後，新教學法之優點為：1.提昇學生學習動機。2.輔助學生主動學習新知識。3.幫助學生運用理論於實際作業。

Abstract

This research aimed to find out more suitable teaching materials and teaching method for Fundamental Color Theory in technological and vocational education. Although in design related departments, the syllabus of Fundamental Color Theory is according to the principles that was decided by Ministry of Education, but lacking of heuristic teaching method make the students are deficient of aggressive learning attitude and independent thinking ability. Besides, the training and learning results of basic design education will extremely influence the learning ability for other advanced courses, therefore the teaching method and materials of basic design education are considered as the most important point of design education.

In this study, by changing the theme and content of teaching materials based on the

viewpoint of heuristic education, we try to suggesting a new teaching method that could make students' learning more efficiently and aggressively. In order to comparing the effects of new teaching method with the traditional method, we apply them into practical lesson individually for half an year. Through comparing the results of formative evaluations (1st and 2nd examination) and summative evaluations (P.C.C.S tone exercise and cool-warm contrast exercise) by One-way ANOVA, We found out:

(1) In formative evaluation, the effects of new method are better than the traditional one, and the longer the students were taught the difference between them became more significant.

(2) In summative evaluation, by dividing all the students into 3 different levels (high score level, middle score level and low score level), the performance of related level students are compared elaborately. Although just one of six compares (3 levels X 2 exercises) is significant, but the symptoms that the scores of new teaching method are all better than the traditional teaching method are observed.

(3) Through observing the students' learning attitude in whole learning process, the advantages of new teaching method and materials are as follows: 1. Elevating the learning motivation. 2.helping students in learning new knowledge more aggressively. 3.helping students in applying the theory into exercises.

關鍵字詞

設計教育 Design education
教材綱要 Syllabus Planning

基礎色彩學 Fundamental Color Theory
啟發式教學 Heuristic Teaching method

壹、序論

1.1 研究動機

設計教育的落實起始於包浩斯教育的影響，其中包浩斯教育理念中釐清了「技術知識」可以傳授，而「創作能力」只能啟發的事實，為現代設計教育奠立下良好的規範。

就目前設計教育方面的問題探討而言，皆偏重於教學理論之研究探討，較欠缺落實於實際授課之教學評估比較，由於設計問題與學習理論皆屬於「描述性」理論，而教學理論的落實則是屬於「處方性」理論；唯有透過真正在課堂上的教學實驗，才能從中評比出教學理論、各種教案編制的差異度以及各自之優缺點，從中修正教學理論之缺失處，如此反覆進行才有真正適合青少年時期學生之教案規劃。

本研究將著重於“色彩學”之課程規劃與教材教法差異性之比較，強調讓學生具有「主動學習」精神之課程規劃與教學，能讓學生主動發現問題、進而解決問

題，形成具有自我學習模式的能力，對於日後學生無論從事就業或升學皆能有相當大的幫助。

1.2 文獻探討

根據皮亞傑的認知發展論，對於青少年教育之重大啟示，在於教師角色從傳統的「主動式教學」修正為「引導式教學」，相對於學生學習也將由「被動式學習」轉變成為「積極式學習（主動學習）」。透過學生主動發現問題，進而提出解決之道，教師成為從旁輔助學生適時修正觀念行為的引導者，而非提供問題思考亦提供解答之人，如此對於形式運思時期的青少年在智識的吸收學習上有其正面積極的效果。

王其敏（王其敏，1997）指出：如何使學生學習發展自我、面對未來，把握解決問題與創新改革的方法，乃成為現代教育一個重要的課題，而「重視學習的過程」及學習「如何創造思考」的教育思想，也成為學校課程與教學方法革新的方向。毛連璫（毛連璫，1984）也提出：「就創造性思考教學的內涵來看：是教師透過課程及有計畫的教學活動，以激發和助長學生創造行為的教學模式」。

美國哈佛大學心理學家迦納（Howard Gardner，1983）所提出多元智慧理論認為：創作取向高度精熟的教師就是既能配合自己的教學風格，又能滿足學生的需求，教師熟悉學生與生俱來的各項智慧，與其擅長運用之智慧，同時配合多元智慧教學法如此能使教師從花很多時間直接教導學生的高度傳統環境，到主要由學生自主學習的開放教學環境。

無論從認知教育的觀點、創造性教學到多元智慧理論教學，其共同點皆在於促使教師角色的轉變、教學法的改革，修正傳統以教師講授為主的教學方式，透過多樣性的課程活動，讓學生有更多獨立思考、發現問題進而解決問題的能力，學生也將因此發展出一套屬於自我學習模式，真正達到「主動學習」的教學理念。

相對地，在設計教育之問題上，林崇宏（林崇宏，1997）認為：基礎的設計在教學原理上是以活用多元化教材的教學模式，引道出有興趣的探索、自由無拘束的思考之學習模式，如何幫學生解決問題並訓練學生有能解決問題，才是基本設計教育的主要宗旨。林加雯等（林加雯、顧理、曾啟雄，1997）則提出：在臺灣的設計教育領域裡，由於設計行為的複雜化、分工化。在每個不同階段訓練過程中，學生「心智」的成熟度和對事物的接收判斷能力，是影響課程規劃一個重要的原因。在高職階段的學生由於思考能力和個性都尚未成熟穩定，故一般以活動為主的「技術性」技能訓練較受到歡迎。

陳俊宏等認為：（陳俊宏等，1994）職業相關類科教師認為其學生所必須具備的各項能力和素養，在其「需要性」的看法上，與業界有顯著的差異，建議職校設

計類科教師宜掌握職業學校的教育目標，並多加瞭解業界的實際需求，以免培育出來的學生不符社會需求。大智浩（大智浩，1962）在色彩教育上則提出：「自我的色彩是由自己的感覺，再配合近代化的訓練，而經過練習，慢慢體驗到色彩的處理法及美的調和。武井勝雄也認為：（武井勝雄著，劉振源譯，1996）今日的色彩學習過於理論化，未免傾向於知性的理論，透過構成教育的色彩指導，其理論乃建立在實際體驗根據上。

總結而言，編序色彩學課程時，必須將色彩在生活上的運用與實際理論相結合，讓教學內容能落實在生活的體驗上，加深學生在學習色彩理論與實務時的啟發性與知識、技術上的融會貫通。

貳、研究方法

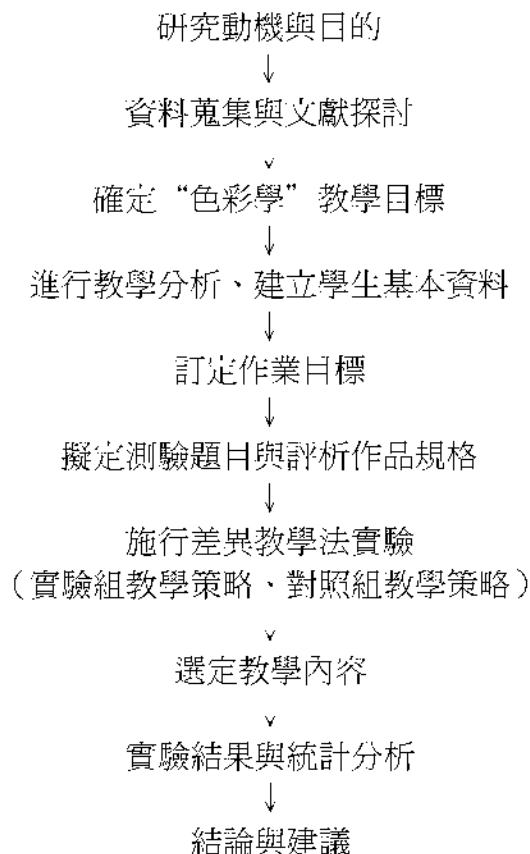
2.1 研究流程

本研究採用實際教學之教案比較，以從中蒐集學生之學習成效加以評比學習成果之差異。

1.授課對象：以設計科一年級新生為研究對象（即未受過任何設計教育之學生）

2.授課時間：分別以86及87學年之上學期（皆約35小時），為實驗組與對照組之授課實驗時間範圍。

3.研究流程圖



2.2 色彩學課程差異性教案之編撰

2.2.1 對照組教學課程與教案規劃：

課程內容根據教育部編訂課程標準，將上學期課程規劃成四大單元：

- 一. 認識色彩。
- 二. 色彩的體系。
- 三. 混色和演色。
- 四. 色彩的對比。

對照組教學施行流程：

施行對照組教案教學



教師講解課程內容



學生實作練習

教學策略：

- 一. 多收集有關圖片，資料以利教學。
- 二. 理論與實際並重，多與學生討論、實習之機會，以提高學習興趣。
- 三. 多利用視聽等教學媒體，避免空談理論。

2.2.2 實驗組教學課程與教案規劃：

新編教學規劃之課程—實驗組課程內容：根據教育部編訂課程標準，重新規劃課程次序，同時配合新規劃之教案教法，並讓學生有合作學習之精神，期望在課程編序的差異下使學生獲得與實際運用相配合的基本智識。

課程分為以下四大單元：

- 一. 色彩與生活
- 二. 認識色彩的科學
- 三. 混色和演色
- 四. 色彩的視覺影響—對比現象

實驗組教學施行流程：

施行實驗組教案教學



引導學生主動學習



教施彙整、講述



學生實作練習

教學策略：

- 一. 著重於學生收集課程相關問題與資料的主動性

- 二.理論與實際並重，多與學生討論、實習之機會，同時讓同學間相互以分組方式討論的學習方式，以提高學習興趣。
- 三.利用生活環境所見之色彩相關情境，落實色彩理論的運用性。
- 四.運用視聽設備等教學媒體，加強學習成效

2.3 評估方式

本研究中為了能夠正確評量兩組學生在受教後之表現，將透過以下的三種評量方法分別評估學生之基本能力與學習效果。

一.預備性評量：為評鑑實驗組與對照組間學生的基本能力（如創造力，想像力等）是否有所差異，採用威廉斯創造力測驗為本研究預備式評量。

色彩學之教學目標按預期教學之後在學生行為特質上產生的改變屬於專業技能領域，因此教學差異之評估比較將透過以下兩種方式評量其進步幅度。

二.形成式評量（formative evaluation）：是用於教學歷程中途所實施，在性質上相當於段考。根據任課教師視學生所應具備之專業知識及教學目標編制而成，所有試題皆按課程標準比例分配。

三.總結性評量（summative evaluation）：將P.C.C.S色調練習、寒暖對比練習兩項作品當成總結式評量的因素，在於P.C.C.S色調作品練習是統合先前所學的色彩與色調等相關理論知識與技能知識的結合運用，而寒暖對比作品練習可算是整學期的學習成果呈現，因此，將這兩項作品歸類成總結式評量，同時，這兩項作品屬於廣告設計科教學目標中技術能力的評鑑，可以判斷出學生對於專業技術的學習成就。

本研究希望藉由數位受過色彩教育的專門設計從業人士及設計科教師，對學生的實作作品加以客觀評鑑，給予作品量化的分數，以作為本研究進一步分析學生技術能力成就的根據。評分人員：作品評分成員共有五位，其中：

- 1.專業設計從業人員有三位：工業設計師一名，平面設計師兩名
- 2.另有設計科教師兩位：高職廣告設計科教師（本研究課程實驗教學之授課教師）及技術學院視覺傳達設計教師各一名

參、實驗結果分析

3.1 學生素質差異性比較與分析：

本研究使用威廉斯創造力測驗來鑑定實驗組與對照組學生的基本能力是否有所差異，包含威廉斯創造性傾向與威廉斯創造性思考活動兩項測驗，根據所得數據進行獨立樣本 t 檢定，以了解二樣本間是否有差異存在。

1.威廉斯創造性傾向量表

由斯創造性傾向量表結果顯示， $t=0.202$ ， $P值=0.135 > 0.05$ ，表示對照組與實驗組學生在威廉斯創造性傾向上並無顯著差異。

2. 威廉斯創造性思考活動 (表一)

山威廉斯創造性思考活動的結果顯示，對照組與實驗組學生在威廉斯創造性思考活動上並無顯著差異。

表一 威廉斯創造性思考活動檢定表

思考類型	T值	顯著性
流暢力	t=1.03	Sig.=0.067>0.05
開放性	t=0.648	Sig.=0.519>0.05
變通力	t=1.953	Sig.=0.054>0.05
獨創力	t=0.760	Sig.=0.449>0.05
精密力	t=0.205	Sig.=0.838>0.05
標題	t=-1.457	Sig.=0.150>0.05

$$\alpha = 0.05$$

3.2 形成式評量之比較與分析：

根據第一、二次月考成績之數據資料，利用SPSS軟體進行獨立樣本單因子變異數分析 (One-way-ANOVA)，其目的是藉由變異數分析檢定差異教學法 (主動學習教學法與傳統教學法) 是否有顯著差異，根據本研究之教學實驗得知，對照組與實驗組間的差異因教學時間而越顯不同 (表二及表三)。從學習成就在理論認知方面的差異可得知，教學時間越長，實驗組與對照組學生的學習成效呈現的差異越來越大，第一次月考時 P 值由 0.167 > 0.05，相對的第二次月考時 P 值為 0.000 < 0.05，所以學生的學習成效在第一次月考時並未有顯著差異，到第二次月考時已早現有顯著差異，可以推論在理論認知方面，教學的時數越長，學生學習成效的差異性越大。

表二 第一次月考統計分析

群組	N	Mean	S.D	F	Sig.
對照組	44	57.20	17.55	1.939	0.167
實驗組	44	61.91	13.93		

$$\alpha = 0.05$$

表三 第二次月考統計分析

群組	N	Mean	S.D	F	Sig.
對照組	44	62.43	11.26	14.901	0.000
實驗組	44	70.09	6.81		

$$\alpha = 0.05$$

2.3.3 總結式評量之比較與分析：

經過教案差異教學法的實驗，本研究藉由 P.C.C.S 色調練習、寒暖對比練習的實作作品評分鑑定，以判定實驗組與對照組學生專業技能上的學習成就 (配色技能領域之評估) 的方法，根據作品成績之數據資料，將評分成績標準化並檢定評分者之

問評分是否有顯差異性，方進行獨立樣本單因子變異數分析（One-way-ANOVA）。其結果分析如表四，表五

表四 P.C.C.S色調練習成績差異檢定（全體學生）

群 組	N	Mean	S.D	F	Sig.
對照組	30	76.75	3.26	5.15	0.701
實驗組	31	78.59	3.05		

$\alpha = 0.05$

表五 寒暖對比練習成績差異檢定（全體學生）

群 組	N	Mean	S.D	F	Sig.
對照組	30	75.42	2.30	7.77	0.566
實驗組	31	77.09	2.40		

$\alpha = 0.05$

從P.C.C.S色調練習成績差異檢定及寒暖對比練習成績差異檢定中，就作品評析的平均成績而言，實驗組皆超越對照組，但就統計上之顯著性差異而言，只能觀察出顯著性有逐漸顯著的趨勢，但皆未達顯著差異。

由於差異性不顯著的原因有可能肇因於同組學生間程度差異過大，有鑑於此，將學生依其作品成績加以分高分組、中等程度組及低分組，再比較各分組學生之成效差異。就P.C.C.S色調練習及寒暖對比練習作變異數分析：以高分組、低分組及中等程度等三組以單因子變異數分析（One-way-ANOVA）其專業技能學習成效。從專業技能檢定分析（表六至表十一）中，雖然在六項比較中只有一組（中等程度組的函暖對比練習作業）呈現差異顯著性，但是比較各平均成績可以看出實驗組的學習成就（作品評析之平均成績）皆高於對照組，所得學生學習成效之結果顯示，實驗組學生在配色作品上的表現皆優於對照組學生。同時，實驗組學生在專業技能方面的學習成就仍然是會因教學時間的增長而越顯出其差異，代表引導學生「主動學習」的教學法比一般傳統式教學法更具有一定的教學成果。

表六 P.C.C.S色調練習（高分組）

群 組	N	Mean	Sig.
對照組	9	80.26	0.880
實驗組	9	82.42	

$\alpha = 0.05$

表七 寒暖對比練習（高分組）

群 組	N	Mean	Sig.
對照組	9	78.03	0.146
實驗組	9	80.03	

$\alpha = 0.05$

表八 P.C.C.S色調練習（低分組）

群 組	N	Mean	Sig.
對照組	9	72.98	0.146
實驗組	9	75.35	

$\alpha = 0.05$

表九 寒暖對比練習（低分組）

群 組	N	Mean	Sig.
對照組	9	74.80	0.409
實驗組	9	75.64	

$\alpha = 0.05$

表十 P.C.C.S色調練習（中等程度組）

群 組	N	Mean	Sig.
對照組	12	76.96	0.333
實驗組	12	78.15	

$\alpha = 0.05$

表十一 寒暖對比練習（中等程度組）

群 組	N	Mean	Sig.
對照組	12	75.48	0.013
實驗組	12	76.84	

$\alpha = 0.05$

肆、結論

總結本研究，得到以下幾點結論：

1. 就理論認知領域方面

根據階段性的測驗結果顯示在理論認知領域方面已經能夠優於對照組達到學習上的差異效果，因此，可以證實施行引導學生「主動學習」教學法有助於讓學生對

學習色彩學理論認知。

2.就專業技能領域方面

差異教學法實驗施行約一個半月的時間後學生所作的色調練習作品，實驗組與對照組的學生在專業技能領域方面上的表現並未有顯著的差異，但是經過整個差異教案教學法實驗的施行後，發現學生間的學習成就差異越趨明顯，施行引導學生「主動學習」教學法的學生在作品整體表現上愈來愈能超越施行一般教學法的學生。

3.就學生整體的表現方面

本研究將學生測驗與作品成績經統計分析後的學習成就結果發現，引導學生「主動學習」教學法對學生的學習行為影響是循序漸進、累積而成，讓學生在理論認知方面及專業技能方面學習表現上能呈現整體性的進步。

本研究對於引導學生「主動學習」之教學法的成效整理如下：

- 1.引導學生「主動學習」教學法較能夠引發學生學習動機。
- 2.有助於學生運用學習遷移於新的知識上。
- 3.引導學生「主動學習」教學法同時能讓學生在實際調色與配色的技能操作運用上有較好的表現。

最後，本研究發現，不同的教學法必須要能透過長時間的實驗才能獲得較客觀且正確的教學評估，同時，必須經過較長的教學課程才能發現何種教學法對學生有較佳的學習效果。

參考文獻

- 1.Linda Campbell, Burce Campbell & Dee Dickinson著，郭俊賢、陳淑惠 譯，1998，多元智慧的教與學，遠流出版公司，台北
- 2.Thomas Armstrong著，李平 譯，1997，經營多元智慧，遠流出版公司，台北
- 3.武井勝雄 著，劉振源 譯，1996，設計教育入門—包浩斯體系之應用，世界文物出版社，台北
- 4.王文科，1994，認知發展理論與教育—皮亞傑理論的運用，五南圖書出版公司，台北
- 5.李大偉，1986，技職教育測量與評鑑，三民書局，台北
- 6.余民寧，1995，成就測驗的編制原理，心理出版社，台北市
- 7.鄭國裕、林盤聳，1988，色彩計畫，藝風堂出版社，台北
- 8.張紹勳、林秀娟，1994，SPSS for Windows統計分析（上）（下），松崗電腦圖書公司，台北
- 9.國立政治大學教育研究所 主編，1994，教育研究方法論文集，台灣書店，台

北市

- 10.中華民國設計學會，1997，設計：教育、文化、科技，亞太圖書出版社，台北
- 11.陳俊宏 等，1994，技職教育體系設計相關類科專業基礎課程整合之研究，國立雲林技術學院，雲林
- 12.Alice M. Fairhurst and Lisa L. Fairhurst, 1995, *Effective teaching, effective learning: making the personality connection in your classroom*, Davies-Black, U.S.A.
- 13.Allen T. Pearson, 1989, *The teacher: theory and practice in teacher education*, Routledge, U.S.A.
- 14.Garau, Augusto, 1993, *Color Harmonies*, The University of Chicago Press.
- 15.Piaget, J., & Inhelder, B. ,1969, *The psychology of the child*. New York: Basic Book.
- 16.Willimas, 1980, F.E., *Creativity Assessment Packet (CAP): Manual*. Buffalo, NY: D.O.K.Pub.
- 17.Willimas, 1993, F.E., *Creativity Assessment Packet (CAP): Examiner's Manual*. Austain, TX: Pro-ED.

測驗量表：

- 01.F.E.Williams 編制，林幸台、王木榮 修訂，1994，威廉斯創造測驗（威廉斯創造性思考活動、威廉斯創造性傾向量表、威廉斯創造力測驗指導手冊），心理出版社，台北

色彩學教材不同編寫方式之比較

The Comparisons of Different Editing Methods for Teaching
Materials of Color Theory

管倖生

Shing-Sheng Guan

國立成功大學工業設計系副教授

蔡佩芳

Pei-Fang Tsai

國立成功大學工業設計研究所研究生

色彩學教材不同編寫方式之比較

管倬生 蔡佩芳

國立成功大學工業設計研究所

摘要

人類生來即存在於多彩多姿的大自然環境中，日常生活中使用之各項產品之設計工作，強調造形的多變及機能的多樣化，除此之外，不同的色彩規劃也賦予產品不同的生命力。因此引起學生對於「色彩學」知識的興趣及加強其對「色彩原理」的瞭解是非常重要的。

本研究運用創造思考教學法，設計出一些適合大專學生學習的色彩學教材，並以其中的一個單元—「色彩對比現象」為例，比較不同教材之效果，以二專一年級的學生進行教材學習活動。研究的內容如下：(1) 以代表「自然組」的電機工程科與代表「社會組」的企業管理科學生為實驗對象，在正式測試之前一週，先行進行預測。依據預測結果將各組學生分為三群，總共有六組。(2) 以本研究所設計的教材(創造思考教材)及目前色彩教學中常用的兩種不同教材(結構取向教教材，歸納式教材)為實驗的樣本教材。(3) 教學後進行實驗後測，以變異數分析(ANOVA)及T檢定(T-test)，檢驗各組學習效果的差異情形。

研究結果顯示，(1) 使用本研究所設計之教材(創造思考教學法)的兩班學生均較其他兩種教材有較高之受測成績；(2) 各種教材對於學生的學習有顯著之貢獻，即學習活動進行之前、後有明顯的進步，但進步的幅度不若本研就之創新教材。因此，本研究依創造思考教學法所編製的內容在色彩原理的教學中應是可行和有價值的教材。

Abstract

Human being was born in the colorful nature environment. The designing works of very kinds of products used in the daily life are emphasized on both various shapes and different functions. In addition, different colors planning also give products different life force. Hence, To motive students to be interesting the knowledge of "color" and gain the understanding of "color theory". They are very important.

This study adopted the creative thinking teaching method to design a few suitable teaching materials of color theory for college students. The authors used the unit of "color contrast phenomenon" as an example to compare the effects of different teaching materials with college students. The contents of this study were as follow:

(1) The students of electrical engineering department and enterprise management department were chosen as experimental objects. One week before the formal test, the

authors executed the pretest. According to the pretest results, each set was divided into three groups. Totally, the students had six groups.

(2) Three teaching materials were used as experimental samples in this study. One, is a creative thinking teaching material, was designed by authors and the other two, are structure-oriented teaching material and inductive teaching material are frequently used in designing the teaching material.

(3) After the formal teaching, the students were examined with the achievement test. The statistical analysis methods of ANOVA and T-test were used to inspect the difference of learning effect between the different groups

The results show that: (1) Two classes students who were taught with creative thinking teaching materials had higher scores than the others teaching materials. (2) The students were taught with different teaching material had higher scores than the scores before executing the teaching working. But, the growing magnitude was not significant as the teaching material derived from creative thinking method. Hence, the contents of teaching material were derived from the creative thinking method should be more practicable and valuable for the teaching works of color theory.

關鍵字詞

創造思考Creative thinking	結構取向Structure-oriented
歸納式Inductive	色彩對比Color contrast

壹、前言

大文豪哥德〈Goethe〉曾經說過：「色彩本身並不顯示任何價值，它是一件文化的產物；當我們的目光觸及色彩，用我們的腦、我們的習慣與我們的想像來認知它，才存在色彩，失去色彩的靈魂將感到饑渴。」是的，人類生來就存活在這個多彩多姿的大自然中，每天睜開眼睛所見，盡是繽紛絢麗的色彩，「色彩」可以說與我們是息息相關的；而幾個世紀以來，從科學家牛頓〈Newton〉到文學家哥德〈Goethe〉，以至於後來許多的學者，對色彩感到興趣而加以研究分析的不知凡幾，可見色彩是多麼的重要。

就現代各項產品之設計，似乎都較著重於造形設計與機能考量，往往忽略了色彩在整個產品上所佔的份量，甚至僅將色彩置於「點綴」之位置；正因為如此，在我國的設計及美術教育中，似乎都僅著重在具體的設計元素(也就是點、線、面、體)的教學與應用，而忽略了對色彩教學的探討。

大專教育可以說是培育我國未來人材的基礎，本研究由色彩理論的觀點切入，利用新的教學原理，編製出適合非設計科系大專學生使用的色彩學教材，希望除了

能讓學生有更多的參考題材之外，也能幫助授課的教師們更易達到教學目標，並為我國的色彩教育供獻一些心力。

貳、研究目的

經過先前對於多所大專學生的調查與任課教師訪談，發現許多學生都將「色彩學」當成是一種很陌生而嚴肅的學術領域，可能是因為參考書目所介紹的內容較難理解，學生往往無法與日常生活中所見所聞聯想在一起，因而減低其學習興趣；而筆者根據調查及訪談之結果，歸納出一些問題如下：1. 創造思考教學模式該如何應用在色彩教育中？2. 如何利用創造思考原理來編製色彩學之教材？3. 應用創造思考教學法所編製之教材是否能提高學習效果？由以上的問題大致可以歸納出，本研究的目的有以下三點：

- 1.分析以「創造思考教學模式」編製教材之原則。
- 2.以「創造思考教學模式」進行大專色彩學教材之編製。
- 3.比較不同方法編製之色彩學教材的效果。

希望本研究能藉由文獻的探討、歸納出創造思考教學之模式，並以此模式進行教材編製，以期達到增進大專色彩教育成效之目的。

參、相關文獻探討

一、創造思考教學的內涵及架構

創造思考教學(Creative Teaching) 是教師透過課程的內容及有計畫的教學活動，以激發及助長學生創造行為的一種教學模式（毛連端，民73）。就教師而言，是鼓勵教師，因地制宜，變化教學的模式（賈馥茗，民68）；就學生而言，是在啟發學生創造的動機，鼓勵學生創造的表現，以增進創造才能的發展（陳龍安，民73）；歸納而言，要實施創造思考教育，應包括下列各項：

- 1.提供有利於創造的環境。
- 2.發揮創造潛能。
- 3.激發創造的動機。
- 4.培養創造的人格。
- 5.發展創造思考技能。
- 6.鼓勵創造行為。
- 7.珍視創造成果。

此外，根據各要素間的關係，建立以下的參考架構：

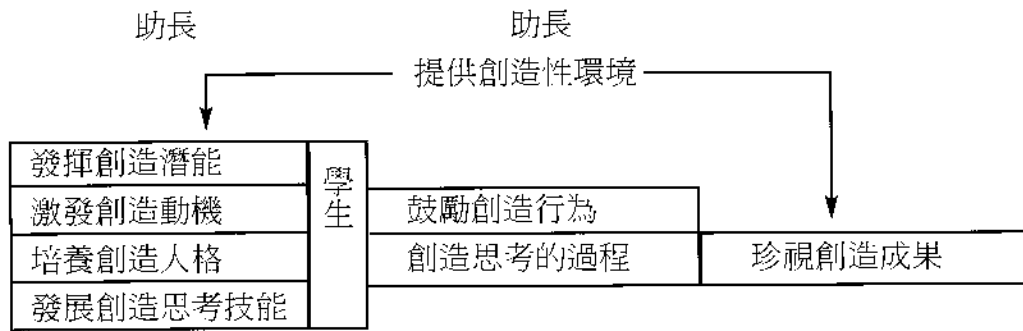


圖1 創造思考教育參考架構

【資料來源：毛連璽(民78)：實施創造思考教育的參考架構】

上列各項要素，對於創造者的創造活動都是非常重要的，但要發揮適當功能，必須各項要素的綜合運作，才能提供創造者最有利的創造條件，缺少其中一項或數項，都會減弱創造的可能性。（毛連璽，民78）

二、創造思考教學模式

所謂教學模式，就是指每位教師在教學上有其教學目標，而為了要達成此教學目標時，所需要考慮的教學因素，之後才能根據這些因素去評鑑，而這一連串的程序或做法即稱為教學模式（吳靜吉，民72）。本研究所進行之「色彩學」創新教材的編製主要是以「創造思考教學模式」來進行，然而，「創造思考教學模式」有許多種，因此本研究主要是以創造性問題解決模式（Creative Problem-Solving Model）來進行教材的編製。

創造性問題解決模式（Creative Problem-Solving Model，簡稱CPS模式），是由希尼·帕尼斯（Sidney j. Parnes）發展出來的，其強調解決問題者在選擇或履行解決方法之前，要儘可能地想出多種和多樣性的變通辦法。

帕尼斯認為思考歷程必須按步就班，循序漸進。每一步驟仰賴前一個步驟，依序進一步往下發展，其所包含的步驟有：

1.發現困惑

藉由教材內容提示重點概念，使學習者從自己平時的興趣、經驗、及已內化的知識中尋找其解答。

2.發現事實

提示學習者收集所有可供參考之資訊、知識、事實、意見或其它有關資料，藉以分析、歸納潛在的問題是什麼。

3.發現問題

思考許多可能相關的問題，並充分應用想像力去發現更多的問題或次問題，並能瞭解、說明問題。

4.發現構想

針對「問題」探求可行的解決對策或構想，越多越好。在本教材中，則提示學

習者可能的解決方案，以利教學之程序進行。

5.發現解答

以讓學習者「從做中學」的方式發現問題的解答，並建立其解決同一類問題的可能模式，以利下一步驟之進行。

6.尋求接納

藉由在解決問題過程中所發現的可能影響因素，集中思考如何在下一個問題發生時有效實施，以保證任務達成，並內化為學習者解決問題的模式。此外，他並認為在思考的過程中還應包含擴散性思考與聚斂性思考。

肆、教材設計

根據筆者之研究，擬定編製創新的色彩教學教材時的原理原則：

- 1.教材編製原理：問題解決教學法〈創造思考教學法〉
- 2.教材編製模式：帕尼斯創造性問題解決教學模式
- 3.教材編製策略：創造性問題解決策略

以下是以色彩學〈色彩對比現象〉其中之「色相對比」為例，進行創新教材的設計：

單元名稱：色彩的對比現象

一．重要概念：

針對「色彩的對比現象」課題，可列出以下之名詞及其相關概念：

- | | |
|--------|--------|
| 1．同時對比 | 6．補色對比 |
| 2．繼續對比 | 7．寒暖對比 |
| 3．色相對比 | 8．面積對比 |
| 4．明度對比 | 9．後像 |
| 5．彩度對比 | |

步驟一：
發現困惑

二．學習建議：

1.在進行完本課題的學習之後，可以在圖書館、書店或網路上查閱有關「色彩的生理現象」範疇之資料，以瞭解更多「色彩的對比現象」的相關知識。

2.在進行此課題學習的同時，請思考以下的問題：

- (1)「色彩的對比現象」是屬於生理現象，抑或是心理現象?
- (2)「色彩的對比現象」分為幾類?其分類的依據為何?
- (3)「色彩的對比現象」究竟所指為何?

步驟三：
發現問題

· PART A：色相對比

(一) 概念說明：

色相對比是利用純色之間的相互配置來形成對比關係，不混入黑、灰、白等影響明度的無彩色，是一種最單純的對比。

步驟四：
發現構想

(二) 欲驗證之問題：

1.若同一面積、色相為基準色，當放置在不同色相的兩個背景色上時，會有什麼樣的情況產生？_____

2.影響色相對比的可能因素有哪些？

(三) 實驗步驟：

1.取二張5公分*5公分正方形，且其色相為橙色的紙張為基準色(如下圖所示)。



2.取一張15公分*15公分正方形，且其色相為紅色的紙張為一背景色(如下圖所示)。



3.取一15公分*15公分正方形，且其色相為黃色的紙張為另一背景色(如下圖所示)。

4.分別將兩張基準色置於二背景色的正中央(如下圖所示)。



註：(彩色圖示請見第339頁圖60)

(四) 結果記錄：

1.放在背景色上的基準色是否產生了變化？

2.襯以背景後的基準色，與襯以背景前相比較，其結果：

- (1)色相： _____
- (2)明度： _____
- (3)彩度： _____

3.試以三種不同的距離來進行觀察，基準色變化的情形如何？

- (1)短距離(25公分以內)： _____
- (2)中距離(25公分~100公分)： _____
- (3)長距離(100公分以上)： _____

〈五〉結論：

- 1.紅色背景上之橙色會偏_____，黃色背景上之橙色偏_____。
- 2.當觀察距離越_____時，基準色的偏移現象越明顯。

步驟五：
發現解答

3.由以上的步驟1~4，可分別定出實驗的變因：

- (1)操縱變因：_____
- (2)控制變因：_____
- (3)應變變因：_____

〈六〉後續研究：

請擬定一個與色相對比相關之實驗，並加以驗證之。

【建議】1.基準色及背景色可改用不同的顏色。

2.實驗的紙張形狀可加以改變。

步驟六：
尋求接納

1.變因之界定：

- (1)操縱變因：_____
- (2)控制變因：_____
- (3)應變變因：_____

2.實驗步驟：

3.結果記錄：

4.結論：

伍、研究內容

一、研究假設

為達成研究之目的，本研究擬對以下所提出的幾個研究假設進行驗證：

- 1.在進行教材學習活動之前，企業管理科與電機工程科各別之實驗組一、實驗組二與實驗組三的學生對於「色彩對比現象」之認知沒有顯著差異。
- 2.在進行教材學習活動之後，企業管理科與電機工程科各別之實驗組一、實驗組二與實驗組三的學生對於「色彩對比現象」之認知較進行教材學習活動之前有顯著差異。
- 3.在進行教材學習活動之後，企業管理科與電機工程科各別之實驗組一的學生對於「色彩對比現象」之認知是否優於實驗組二及實驗組三的學生。

二、研究對象

為了使本研究達到較客觀之程度，因此選擇非設計相關科系的學生為對象，以

避免其在進行「色彩對比現象」教學前就已有相關之概念。此外，在一般科系的學生，可以概略分為「自然組」與「社會組」兩大類，因此本研究選擇電機工程科代表「自然組」，企業管理科代表「社會組」為研究對象。本研究的對象為私立遠東技術學院二專部一年級企業管理科及電機工程科的學生，每班均為45人，男女各半，共90人。由於本研究的實驗教材有三種，因此將每班的學生以隨機的方式各分為三組，說明如下：

(一) 企業管理科(全班共有45人，男生22人，女生23人)

- 1.第一組(實驗組一)：人數：15人(男生7人，女生8人)，使用教材：筆者自編教材(創造思考教學法)
- 2.第二組(實驗組二)：人數：15人(男生7人，女生8人)，使用教材：樣本教材一(結構式教學法)
- 3.第三組(實驗組三)：人數：15人(男生8人，女生7人)，使用教材：樣本教材二(歸納教學法)

(二) 電機工程科(全班共有45人，男生23人，女生22人)

- 1.第一組(實驗組一)：人數：15人(男生8人，女生7人)，使用教材：筆者自編教材(創造思考教學法)
- 2.第二組(實驗組二)：人數：15人(男生8人，女生7人)，使用教材：樣本教材一(結構式教學法)
- 3.第三組(實驗組三)：人數：15人(男生7人，女生8人)，使用教材：樣本教材二(歸納教學法)

三、實施步驟

(一)、實驗前測

實驗前測所需之測驗時間約10分鐘，測驗題數共計20題，摘自各大專院校四技、二技及技能檢定之色彩學考題，進行測驗前告訴受測者此測驗僅供參考用，並不列入正式的成績計算之內，以減少受測者的心理壓力。

(二)、實驗活動

正式實驗活動進行的時間是在實施實驗前測一週之後，教材學習活動的時間，以一堂課50分鐘為限，進行時雖然已將每班受測者分成三組，但儘量不使其察覺，以免造成心理壓力。依據實驗前測之成績將受測者所分成之三組，分發不同的教材，表示在50分鐘後，會依照其所閱讀的內容加以測驗，希望能增進其閱讀的專心程度。本實驗教學活動目的在於「比較依據不同的教學法所編製出的教材是否會使學生的學習成效有所差異」，因此施測者在活動進行中始終保持沉默。

(三)、實驗後測

實驗後測所需之測驗時間亦為10分鐘，於教材學習活動結束後馬上進行。測驗題數與實驗前測相同，共計20題祇是題目排列順序不同。進行測驗前告訴受測者此測驗僅供參考用，並不列入正式的成績計算之內，以減少受測者的心理壓力。

陸、統計分析

為了瞭解大專非設計科系學生對於「色彩對比現象」認知的差異性，分為三部份進行討論：第一部份探討在還沒有進行「色彩對比現象」學習活動前，不同性質科系的學生對於「色彩對比現象」是否具有認知上的差異；第二部份探討進行「色彩對比現象」學習活動後，各組學生之認知情況是否與學習活動前有顯著差異；第三部份則探討三種依不同的教學原理所編製出來的教材，其教學成果的差異性。

一、實驗前測分析

表1及表2之F值分別為0.04及0.12，其對應之機率值分為0.96及0.89 ($P > 0.05$)，依據統計分析結果，可以推論企業管理科及電機工程科的學生未進行「色彩對比現象」教學前，其對於「色彩對比現象」之認知是沒有顯著差異的，所以研究假設一獲得支持；也由此可知，本研究將企業管理科及電機工程科的學生所分成之三組，如果分別以不同的教材進行教學之結果，是可以達到公平且具有隨機分組之特質。

表1 企業管理科實驗組一~三實驗前測結果變異數分析表

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	7.8	2	3.89	0.04	0.96
Between Groups	7.8	2	3.89	0.04	0.96
Within Groups	4000.0	42	95.24		
Within Groups	4000.0	42	95.24		
Total	4007.8	44			
Total	4007.8	44			

表2 電機工程科實驗組一~三實驗前測結果變異數分析表

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	21.1	2	10.56	0.12	0.89
Within Groups	3693.3	42	87.94		
Total	3714.4	44			

二、實驗前測與後測分析

前述之統計結果在於研究同一班級三個實驗組間的差異情形，但是要更進一步研究同一個實驗組的實驗前測與後測之間的關係，才能真正了解究竟教材是否產生了效果？

(一) 企業管理科：

由表3所示， $F=5.54$ ， $P < .05$ ，即企業管理科的學生在「色彩對比現象」教材學習之前後，其對於「色彩對比現象」之認知有顯著差異，因此實驗假設二獲得支持。

表3 企業管理科實驗組一~三實驗前測與後測結果變異數分析表

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2640	5	528.0	5.54	.000
Within Groups	8000	84	95.2		
Total	10640	89			

因此本研究根據實驗所得之前測與後測數據，進行相依樣本t檢定。由表4結果所示，實驗組一、實驗組二、實驗組三，在學習活動後的測驗成績與學習活動前有顯著差異(t值分別為 -6.43、-3.61、-4.58，其所對應之機率值P皆小於0.05)，亦即創造思考、結構取向及歸納式色彩學教材都產生了教材學習效果。

表4 企業管理科實驗組一~三實驗前測與後測 t 檢定結果分析表

	Paired Differences		95% C. I.			
	Mean	Lower	Upper	t	df	Sig. (2-tailed)
實驗組一	-14.3	-19.11	-9.55	-6.43	14	.000
實驗組二	-7.0	-11.16	-2.84	-3.61	14	.003
實驗組三	-6.0	-8.81	-3.19	-4.58	14	.000

(二) 電機工程科：

由表5所示， $F=6.49$ ， $P < .05$ ，即電機工程科的學生在「色彩的對比現象」教材學習之前後，其對於「色彩對比現象」之認知有顯著差異，因此實驗假設二獲得支持。

表5 電機工程科實驗組一~三實驗前測及後測結果變異數分析表

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5460	5	1092.0	6.49	0.00
Within Groups	14130	84	168.2		
Within Groups	14130	84	168.2		
Total	19590	89			
Total	19590	89			

因此本研究根據實驗所得之前測與後測數據，進行相依樣本t檢定。由表8結果所示，實驗組一、實驗組二、實驗組三，在學習活動後的測驗成績與學習活動前有顯著差異(t值分別為 -6.89、-5.61、-4.29，其所對應之機率值皆小於0.05)，亦即創造思考、結構取向及歸納式色彩學教材都產生了教材學習效果。

表6 電機工程科實驗組一~三實驗前測與後測 t 檢定結果分析表

	Paired Differences		95% C. I.		t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Lower	Upper				
實驗組一	-22.0	-28.85	-15.15		-6.89	14	.000
實驗組二	-9.7	-13.36	-5.97		-5.61	14	.000
實驗組三	-6.0	-9.00	-3.00		-4.29	14	.001

三、不同色彩學教材之學習效果分析：

(一) 企業管理科：

由表7所示， $F = 4.01$ ， $P < 0.05$ ，即企業管理科的三組學生(受測者)採用不同「色彩對比現象」教材，其對於「色彩對比現象」之認知有顯著差異，因此實驗假設三獲得支持。因此有需要對不同「色彩對比現象」教材進行比較，以探討差異的情形。

表7 企業管理科實驗組一~三實驗後測結果變異數分析表

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	764.4	2	382.22	4.01	0.03
Between Groups	764.4	2	382.22	4.01	0.03
Within Groups	4000.0	42	95.24		
Within Groups	4000.0	42	95.24		
Total	4764.4	44			

表8及表示企業管理科之實驗組一~三的實驗後測事後比較分析結果。利用LSD(即Least - Significant difference)法事後比較，發現：

1. 實驗組一與實驗組二的實驗後測沒有顯著的差異，但其對應之機率值 $p=0.056$ ，非常接近0.05。所以約略可以推論實驗組一的實驗後測結果略優於實驗組二。2. 實驗組一與實驗組三的實驗後測有顯著的差異，實驗組一的實驗後測結果優於實驗組三。3. 實驗組二與實驗組三的實驗後測結果則差異不大。

表8 企業管理科實驗組一~三實驗後測事後比較考驗分析表

	Mean Difference		Sig.	95% C I		
	Set(I)	Set(J)		Lower Bound	Upper Bound	
LSD	1	2.	7.67	.056	-0.20	15.53
	1	3.	9.33	.021	1.47	17.20
LSD	2	3.	1.67	.671	-6.20	9.53
	2	3.	1.67	.671	-6.20	9.53

* The mean difference is significant at the .05 level.

(二) 電機工程科：

由表9所示， $F = 6.06$ ， $P < 0.05$ ，即電機工程科的三組學生(受測者)採用不同「色彩對比現象」教材，其對於「色彩對比現象」之認知有顯著差異，因此實驗假設三獲得支持。因此有需要對不同「色彩對比現象」教材進行比較，以探討差異的情形。

表9 電機工程科實驗組一~三實驗後測結果變異數分析表

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2207.8	2	1103.9	6.06	.01
Within Groups	7656.7	42	182.3		
Total	9864.4	44			

表10表示電機工程科之實驗組一~三的實驗後測事後比較分析結果。利用LSD(即Least - Significant difference)法事後比較，發現：

1. 實驗組一與實驗組二的實驗後測有顯著的差異，即實驗組一的實驗後測結果優於實驗組二。
2. 實驗組一與實驗組三的實驗後測有顯著的差異，即實驗組一的實驗後測結果優於實驗組三。
3. 實驗組二與實驗組三的實驗後測結果則差異不大。

表10 電機工程科實驗組一~三實驗後測事後比較考驗分析表

	Mean Difference		Sig.	95% C I		
	Set(I)	Set(J)		Lower Bound	Upper Bound	
LSD	1	2.	7.67	.056	-0.20	15.53
	LSD	1	2.	7.67	.056	-0.20
			3.	9.33	.021	1.47
			3.	9.33	.021	1.47
		2	3.	1.67	.671	-6.20
		2	3.	1.67	.671	-6.20

* The mean difference is significant at the .05 level.

柒、結論

綜合本研究上述各項統計分析結果，得到以下的結論：

1.在進行「色彩對比現象」教學活動之前，三組受測者對於「色彩對比現象」之認知並沒有顯著差異，但在進行「色彩對比現象」三種教材學習活動之後，企業管理科及電機工程科學生對於「色彩對比現象」之認知則產生了顯著差異，因此證明「色彩對比現象」之教材學習活動產生了效果。

2.就實驗後測的結果而言，實驗組一（依創造思考教學模式所編）的教學成效與實驗組二（結構取向教學模式所編）及實驗組三（文章式教學模式所編）的教學成效有顯著差異，證明依創造思考教學模式所編的教材之學習成效較大，而且是三組之中教學成效最好的。

3.進行「色彩對比現象」之結構取向教材及文章式教材的學習活動後，在測試

成績的平均值上並沒有顯著差異，但在進行教材學習活動之後，結構取向教材之實驗組的受測者對於「色彩對比現象」測試成績之進步程度大於文章式教材之實驗組，因此就「灌輸學習者知識及理念」的教育目標層面上而言，結構取向教材的學習成效稍優於文章式教材。

研究結果顯示，本研究依創造思考教學模式所編製的內容在色彩學的教學中應是可行和有價值的教材。

捌、參考文獻

- 1.毛連塏(民73)：台北市國民小學推展創造性體育課程實驗報告。台北市教師研習中心編：創造性教學資料彙編，第1~12頁。
- 2.毛連塏（民78）：實施創造思考教育的參考架構。創造思考教育，創刊號，第2~9頁。
- 3.余民寧(民84)：心理與教育統計學。台北：三民。
- 4.李錫津（民76）：創造思考教學對高職學生創造力發展之影響。師大教育研究所碩士之論文。
- 5.吳靜吉(民72)：創造性教學研討會問題回答。台北市政府教育局：創造性教學研討會紀錄，第25頁。
- 6.林清山（民70）：心理與教育統計學。台北市：東華書局。
- 7.陳龍安(民73b)：啟發創造思考的策略。台北市教師教學研習中心(編)，創造性教學資料彙編(71-112)。
- 8.陳龍安(民73c)：國內外有關創造力訓練效果之研究。台北市教師研習中心(編)，創造性教學資料彙編(23-70)。
- 9.陳龍安(民73d)：創造思考教學的模式。台北市華江國小(編)，教師研究專輯(1-13)。
- 10.賈馥茗(民72)：教育哲學。台北：三民。
- 11.Guilford, J.P. (1988). Some changes in the structure-of-intellect model. *Educational And Psychological Measurement*, 48, 1-4.
- 12.Parnes, S.J. (1967) *Creative behavior guidebook*. New York: Seribner's.

量測儀器在色彩教學上的應用

The Application of Measurement Instruments on Color
Science Education

吳瑞卿

Ray-Chin Wu

大同大學物理組講師

洪聲安

Andrew Horng

和新科技有限公司負責人

魏朝宏

Tsao-Hung Wei

大同大學工業設計系副教授

量測儀器在色彩教學上的應用

吳瑞卿¹ 洪聲安² 魏朝宏³

¹大同大學物理組

²和新科技有限公司

³大同大學工業設計系

摘要

隨著科技的發達，彩色螢幕、印表機、數位相機的普及，色彩的應用領域也相對的更加廣泛，因此對於色彩學的探討，除了色知覺、色彩配色及色彩體系外，如何利用色彩量測儀器以科學的方式量測色彩、表達色彩也就相形重要。而學校的色彩教育對象除了設計相關科系外，其他工學院相關科系也有教授色彩相關課程的必要性。因此我們擬以色彩量測儀器為主，以電腦和應用軟體為輔，設計一套色彩實驗，將色彩的現象及理論透過實際的量測和實驗，使學生領會到日常生活中色彩的奧秘和色彩量測的實務性，使色彩教學生活化，以提高學生的學習興趣。

本色彩實驗教學課程大綱擬包含有色彩心理、光源色特性及量測、物體色性質及量測和色彩管理系統。希望藉此課程使學生不但會使用色彩量測儀器外，並了解色彩對比、色彩三屬性及色彩體系、色度座標CIEY_{xy}、CIELab、光源的特性以及物體的同色異譜現象等理論，期望這一色彩實驗課程，可使色彩教育更能符合現今數位化科技時代的需求。

Abstract

The application of color science has been more widely spread in recent years due to the improvement in the technique and the popularity of the color monitor, printer and digital camera. How to measure "color" and accurately describe it using instruments has become increasingly important. Color education is necessary not only for students of related design departments but also for students of engineering school. We design a course of color experiments which uses mainly colorimeters and is supplemented with the software and computer to enable students to understand the mysteries of color in daily life and the practicality of color measurement through real measurement and experiment. We hope this course can enhance students' interest as result of the pragmatic teaching.

The project of this course contains four parts: color psychology perception, properties and measurement of light color, properties and measurement of surface color and the color management system. It is believed that students can not only be able to operate the colorimeter but also comprehend the color theories such as color contrast, color attribu-

tions, color order systems, color coordination CIEYxy, CIELab, metamerism.

We hope this color experiment course will meet the requirement of the digital era.

關鍵字詞

色彩教育 color education	色彩量測儀器 colorimeter
光源色 light color	物體色 surface color
同色異譜 metamerism	

壹、前言

在這色彩繽紛世界，數位化的時代裡，成千成萬的色彩隨時隨刻以不同的形式如商業產品、電腦螢幕、印表機等方式呈現在我們眼前，所以色彩的應用除了可在各種設計產品或藝術品發揮得淋漓盡致外，在色彩複製及個人的色彩管理系統上也佔有重要的地位。各界學者也各自在不同領域裡對色彩學做各種不同的應用與探討，如設計人員探討辦公室色彩對於工作人員心情的影響¹、紡織方面探討染料配方與色彩改變的關係²、電機資訊方面進行螢幕校正³、印表機的色彩特性⁴、不同電腦周邊設備的色域⁵和個人電腦的色彩管理系統^{6,7,8,9}等研究，而這些研究都必須將色彩精確量測並表達出來，所以色彩學的教育內容除了傳統的色知覺、色彩配色及色彩體系外，色彩量測、數值化表達色彩也就顯得相當重要，而且色彩教育的對象除了設計相關科系外，其他工學院相關科系例如化工、印刷、光電、資訊等科系也都有其必要性。本人服務於大同大學，對於色彩工學方面一向有濃厚的興趣，也略有心得，這幾年來與工設系魏朝宏老師一起教授學生有關色彩量測的色度學，或指導學生作相關的色彩研究。然而近年來，因為數位化時代的來臨，色彩學應用領域更加寬廣，時常與學校各科系如資訊、光電、化工學生或研究生，甚至與業界共同探討色度學或量測方面的問題，這使我們深深體會到色彩工學的重要性。因此，我們擬以色彩量測儀器為主，以電腦和應用軟體為輔，設計一套色彩實驗，將色彩心理及色彩理論透過實際的量測和實驗，使學生領會到日常生活中色彩的奧秘和色彩量測的實務性，讓色彩教學生活化，以提高學生的學習興趣。

貳、研究方法

一、實驗內容的規劃：

為了了解目前我們國內的色彩教育的情況，除了訪談國內色彩學資深教師外，也收集坊間有關色彩的相關書籍，希望藉由這些國內色彩學書籍的內容，幫助我們規劃實驗課程。在我們收集有關色彩書籍的同時，我們發現國內色彩的相關書籍大

部分都是針對設計科系所出版，以收集出版對象較不同為代表性，依出版的先後有林書堯的色彩學(1983)、湯順青的色度學(1988，北京理工大學)、林文昌的色彩計劃(1990，藝術)、羅梅君的印刷色度學(1991，印刷科技雜誌社)、李銘龍的實用色彩學(1994，藝風堂)、王荔譯的色彩(1997，三民書局)。其內容大概包含有色彩與生活、色彩的對比和調和、色彩的配色、色彩的體系、色彩的量測、光源特性等。上述幾本書中，林書堯、林文昌、李銘龍因出版的對象較偏向設計科系，所以內容較偏重於前四項，對於後幾項幾乎沒提到或簡述帶過，坊間的書局、圖書館也較易找到此類的書籍。至於湯順青及羅梅君出版的對象較偏工學院，所以內容較偏重後三項的探討，但可惜的是坊間書局不易找到此兩本書，又其中湯順青的色度學為大陸的書籍，是簡體字，有些人閱讀起來較不易。

色彩學實乃屬於應用科學，在這科技發達的時代裡，不同背景的學生都應略懂得所有的課程內容，只是深入程度不同而已，所以我們的課程內容設計是希望包含有所有的色彩學基本知識，不管是色彩心理方面或色彩工學方面，都能藉由物體與光源色的量測來了解各種內容及相關性。目前市面卻沒有色彩實驗的相關書籍，所以我們只得自己編寫教材，其課程內容分為色彩心理、光源色量測及特性、物體色量測及特性和色彩應用四部分，設計成約十個單元，每個單元有內容大綱、實驗目的、儀器、步驟、結果討論等部分，詳細大綱如下：

(一)色彩心理：

- 1.色彩的對比製作：利用印表機製作色彩三屬性的對比現象，並用量化估計法(magnitude estimation method)調查對比的現象，藉此不但可體會色彩對比的奧妙且可了解色彩心理屬性及常用的心理量測法。
- 2.對比色彩的量測：了解色彩的分光反射率曲線與色彩三屬性的關係

(二)光源色量測及特性：

- 1.標準光源A、D、CWF的量測：了解這些光源的光譜特性、色溫及演色指數的計算。
- 2.鎢絲燈、日光燈及自選光源的量測：比較各光源的光譜、色溫及演色指數，了解光源對物體色的影響和演色指數的重要。

(三)物體色量測及特性

- 1.各色彩體系色票的量測：認識各色系色票及其色彩表示符號，並由分光反色率圖判讀其色相、明度、彩度。
- 2.色度座標與色差計算：了解CIEYxy和CIE Lab體系的計算。
- 3.同色異譜樣品製作與量測：由反射率量測了解異譜同色原因和重要性。

(四)色彩的應用：

- 1.色彩的校正：了解目前色彩管理系統(CMS)的原理及操作。
- 2.自選一個色彩相關專題進行研究：可依不同科系、不同背景的人作各種不同的色彩應用。

二、實驗儀器的選用:

就色彩的量測而言，我們常將待測體本身發光與否，分為非發光體的物體色與自發光體的光源色兩種，因此色彩量測儀器也各有不同。一般量測非發光體的儀器通常是使用分光色彩計及濾鏡式色彩計，前者利用光柵分光取得物體的分光反射率或分光透射率，再選用CIE的標準光源光譜值和標準觀測者的配色函數，算出三刺激值及色度座標。而後者則是利用濾色鏡模擬人眼的對色彩的三個響應值直接得三刺激值和色度座標。由於使用原理上的不同，濾鏡式色彩計的準確度比分光色彩計差，且無分光反射率圖，所以在色彩教學上的應用較少。另外，對於自發光物體的量測通常是使用分光色彩輻射儀，其原理與分光色彩計相似，是利用光柵取得光源的分光輻射率，配合CIE標準觀測者的配色函數，算出色光三刺激值及色度座標。然而分光色彩計和分光色彩輻射儀的價格都十分昂貴，約50萬以上，非一般學校所可採購，而且體積較大，實不適合作為學生實驗之用。所幸，近年來拜科技發達及電腦色彩校正漸受各界重視之賜，已有多家儀器公司發展出價格低廉且體積小的色彩量測儀器，如X'Rite的Colortron(如圖1)、SpectroStar的Spectrocam(如圖2)，此類儀器不但體積輕巧，且價格在五萬元以下，學校可輕易購買，最重要的是它可用來量測物體色也可用來量測光源色，兼具有分光色彩計與濾鏡式色彩計的功能，可稱之為物美價廉，所以我們實驗課程的設計選用這類色彩量測儀器為主，配合彩色螢幕、彩色印表機等個人電腦設備，自己依據課程內容撰寫軟體，編寫色彩實驗內容，使學生由實際量測中了解色彩學的基本知識。



圖1 色彩量測儀器Colortron

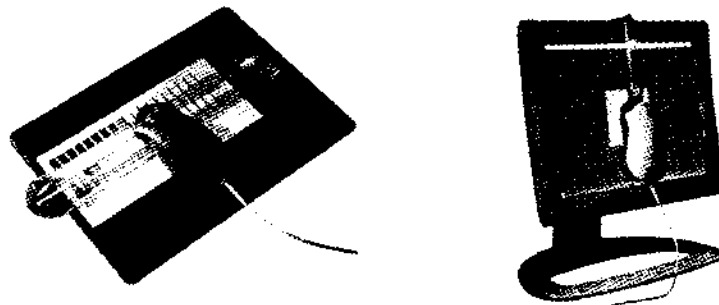


圖2 色彩量測儀器Spectrocam

參、步驟

一、上課進行方式

由於本色彩實驗的目的是希望藉由一種較活潑且富有變化性的方式來教授色彩學相關知識，避免老師單方面講述性的靜態教學方式，所以採取以學生為主的實驗方式教學且以分組方式進行，每3-5人為一組，每個單元進行前先講述相關的色彩理論，再說明實驗步驟內容及重點。每一單元執行後，各組除了要上台發表其結果外，並要求撰寫報告，如此不但可使課程的進行能理論實務兼顧，且訓練學生表達的能力，並藉以有機會使學生之間彼此討論觀摩，老師學生雙方向溝通探討，可以收到融會貫通的教學效果。

二、軟體的撰寫

由於所選用的儀器就出產公司出產日的不同，所附軟體功能各有不同，例如X'Rite的ColotronII，此儀器所附的軟體Colorshop有物體色的量測及螢幕色彩校正的功能，但沒有光源色的量測，所以為了使功能更加齊全，我們必須針對教學實驗內容重新設計軟體，使儀器不但可量測物體色且可以量測光源色，讓儀器的功能發揮到最大。

肆、結果與討論

本人採用此實驗課程內容和方式在本校工設系開設色彩工學，儀器選用X'Rite的ColotronII，現在僅就學生學習成果及個人教學的感想進行討論。

一、教學成果：

(一)上課氣氛的改善及學生學習興趣的提昇

傳統式教師單向講述教學的活動，容易使上課氣氛流於枯燥乏味，導致學生打瞌睡等現象降低教學效果。此實驗課程則以學生活動為主，如實驗、討論、發表和撰寫報告，整個上課的情形以動態的方式進行，所以學生容易專注學習，雖然期間仍然有老師的理論闡述，但由於時間的安排是在每單元實驗前介紹相關的色彩理論，學生有立即性的應用，大大的提高學習興趣。甚至於不懂的也可在實驗過程中，與同學、老師的討論中獲得解決。另外，有關發表部分，不但可看出台上發表者全力以赴的精神，台下同學偶有一些逗趣的發問，也常使得上課氣氛輕鬆不少。至於撰寫報告方面，除了可培養學生撰寫報告的能力，且常會在附學習上有一些意想不到的效果，如電腦操作技能的提昇、作業討論項目的衍生等。

(二)色彩知識的獲得：

整個教學過程大部分以學生為主，所以學生必須對於相關的色彩理論有相當程

度的了解才得以進行。如第二單元的光源色量測與特性，必須知道色溫與演色性的意義，才得知不同光源的分光光譜線與其之間的關係，第三單元物體色量測與特性中，學生經由實際的異譜同色色對的製作，不但體會到製作成果的喜悅，而且更深刻的了解異譜同色的現象與發生的成因。至於CIEYxy,CIELab體系的應用經由這一連串量測單元，都能如數家珍的了解各數字與圖形的意義。

二、教學改進：

(一)實驗設備的統整

本實驗所採用的材料都盡量選用日常生活中容易取得的物體為主，所以必備的材料不多，然而沒有固定的實驗教室，所以上實驗課時，臨時要將色彩量測儀器接上電腦，而使上課過程不夠緊湊，略嫌鬆散，所以擬逐步的將所必須的設備連結在一起，使教學活動一氣呵成更為完整。

(二)軟體的撰寫：

目前的軟體部分是用儀器原來所附上的軟體再加上自己撰寫的軟體兩種同時並用，完整性欠缺，若能統合教學內容，撰寫一個色彩實驗教學的套裝軟體，將使這課程更加完美化，這是我們現在正努力的目標。

(三)每個單元內容的多樣化：

每個單元內容的設計必須多樣化，盡量使每組所量測的物品不同，以避免不同組之間實驗結果的互相抄襲，尤其是目前都是以電腦作報告，內容如果一樣，學生容易僅以變換字型或版面設計就輸出報告，既得不到學習的真實意義，更養成因循應付的不良習慣，是我們所不願見的。

肆、結論

從實驗中獲得學習相應於現代從做中學的教育理念實為一體兩面；這種實驗的教學方法，在物理、化學、解剖學等科學學科上已實施多年，而本文所謂的色彩實驗教學只是因應近幾年來色彩工學漸受重視及色彩量測儀器日益精巧廉宜所引發的構想，並實際在色彩工學的課程上作初步嘗試，結果發現學生的學習態度迥異於以前學生的表現，學生大多顯得更加主動，興趣提昇，學習效果也隨之普遍增加。最後希望藉由我們在色彩實驗的初步嘗試，能收到拋磚引玉之效，使色彩的教育更多樣化，而為色彩教育盡一份微薄之力。

伍、參考文獻

- 1.N. Kwallek,C.M. Lewiss, J.W.D.Lin-Hsiao, H.Woodson,"Effects of Nine

- Monochromatic Office Interior Colors on Clerical Tasks and Worker Mood", *Color Res. And app.* Vol.21, No.6, pp448-458
2. D P Oulton and P Chen, "Colour Change sensitivity of dye recipes", *Journal of the Society of Dyers and Colourists*, 111(July/August 1995) 237-244
 3. Roy S. Berns, Ricardo J. Motta, Mark E. Gorzynski, 1993, Oct., "CRT Colorimetry. Part I: Theory and Practice", *Col. Res. And app.* Vol.18, No.5, pp299-314
 4. C. de M. Bezerra, C.J. Hawkyard, H.M. Kulube, S. Reyner, 1998, Feb., "Colour Matching for Ink-Jet Prints on Paper", *Col. Res. And app.* Vol.23, No.1, pp18-26
 5. M.R. Luo, R.W.G. Hunt. 1998, June, "The structure of the CIE 1997 Color Appearance Model(CIECAM97s)", *Col. Res. And app.* Vol.23, No.3, pp.138-146
 6. Mei-Chun Lo, M. Ronnier Luo Peter A. Rhodes, 1996, Aug. "Evaluating Color Models' Performance between Monitor and Print Images", *Col. Res. And app.* Vol.21, No.4, pp.277-291
 7. 陳君彥, 劉元德, 1997.3, "光資訊色彩管理", <<光學工程, 第57期>>, 中華民國光學工程學會, 新竹, pp.29-36.
 8. Michael Has, Todd Newman, "Color Management : Current Practice and The Adoption of a new Standard", <http://www.color.org/wpaper1.html>
 9. Todd Newman, "Improved Color for the World Wide Web: A Case Study in Color Management for Distributed Digital Media", <http://www.color.org/wpaper2.html>

碎形於電腦繪圖之應用

Application of Computer Graphics in Fractal

沈永康

Yung-Kang Shen

實踐大學工業產品設計學系副教授

碎形於電腦繪圖之應用

沈永康

實踐大學工業產品設計學系

摘要

碎形其外型不像直線、弧線和古典歐式幾何學的表面那麼平滑，碎形的誕生來自於歐幾里德式的長度、深度、厚度測量無法掌握不規則形狀的本質，原於數理幾何中運用，但其千變萬化的形狀及色彩非常適用於電腦繪圖上，於是碎形色彩乃日漸蓬勃發展。

電腦繪圖製作時花樣多變乃恆久不變之理，但常因繪圖軟體提供之花紋及色彩搭配有限、或非使用者所需，常有緩不濟急之感，因此將碎形色彩製作應用於電腦繪圖上是為迎合個人主義盛行時代之要事。

本文以VISUAL BASIC語言撰寫碎形程式，以模擬碎形色彩於各種設計之應用，主要構想均以中國象形文字及古埃及文字造型為起點，民族風與科技之融合為設計重點，展示作品如混沌、太極、平衡、敬拜、光焰、飛、收斂及發散均為二維色彩設計，未來研究則致力於三維色彩設計使其更具立體感。

Abstract

The fractal was born from the length, wide, thickness of Euclid space that cannot indicate to the spirit of irregular shape. The fractal is used for mathematical geometry first. The variety of shape and color of fractal is very suitable for computer graphics. The fractal color is more widespread developed on today.

It is excellent for changing of color in computer graphics. But the supply of texture and color in software of computer graphics is not enough or suitable for user. The application of computer graphics for fractal color is very suitable in individualism time.

This paper uses the computer program of VISUAL BASIC language to simulate the applications of fractal color. The main ideal comes from the Chinese pictograph and Egypt ancient writing. The design viewpoint combines national feature and technology. The results include chaos, tai chi, balance, belief, fire, fly, converge and diverge are all 2-D case color design. The research will be indicated in 3-D color design in the future.

關鍵字詞

碎形Fractal

二維色彩設計2-D color design

電腦繪圖Computer graphics

一、前言

透過心靈凝視，碎形通往無限之涯。心靈不能抓住無窮無盡，自我隱藏之複雜性的全貌，但是，對受過幾何學思索形體訓練的學者，這種朝細微尺度一再重覆的結構開啟了全新的世界。探索這形狀，讓心靈觸角撫摸各種像柔軟物的邊緣，就像玩遊戲。

研究自然過程的不規則類型和剖析無窮複雜形態，最後匯集成智力的焦點，一種自我模仿的特質；追根究柢，碎形便意味著自我模仿。自我模仿就是尺度一層一層縮小的對稱性，它意味循環重現，不僅在愈來愈小的尺度裏重覆製造細節，而且是以某種固定的方式將細節縮小尺寸，如法炮製。自我模仿已經進入創造曲線的技術深處，使用同樣的變形策略往更小更小的尺度一再重覆。自我模仿是一種極容易辨認的特質，在我們四週到處可見它留下的蹤跡，一個人站在兩面鏡子間無窮止境反射的倒影，或是卡通裏大魚吃小魚，小魚吃小小魚的奇想。

二、導論

所謂碎形，指的是一個幾何體，其外型不像直線、弧線和古典歐氏幾何的表面那麼平滑，而是相當破碎，不規則，且無論巨觀或微觀都不連續，而是跳動的[1-4]。

就數理幾何而言，不連續性，噪訊叢，康特塵-過去兩千年來的幾何學對這些現象視若無睹，古典幾何的形狀包括直線、平面、圓、三角形和錐體，它們代表現實世界有力的抽象化，激發了柏拉圖式和諧的豐富哲學。歐幾里德將它們組合成幾何學，兩千年來是大眾學習之惟一幾何學，藝術家也在其中尋覓理想的美感，托勒密等天文學家運用這些素材營造了宇宙運行理論。但是面對複雜性，這種抽象化完全束手無策[5]。

就自然界而言山川不是圓錐體，雲朵不是球體，閃電也從來沒有沿著直線進行過，新的幾何學反映出的宇宙真相是崎嶇不平的，皺巴巴的；是一種包括凹洞的、滿布斑點的、破裂的、扭曲的、糾結混亂而不清的幾何學。例如閃電路徑的有趣之處並不在於襲往何處，而是在那些彎彎曲曲的分布[6,7]。

日常生活中，毛線團的維度又是多少？這要視你的觀點而異。如果從遠距離來看，繩團凝聚成點，便沒有維度，再湊近一些，毛線團開始占據球形的空間，維度擴展成三，如果更走近一些，一根根毛線進入了視覺範圍，雖然這種一維似乎已糾結充斥了三維空間，這時物體又變成一維的。因此用數字去描述任何一點的概念仍然有用的。從遠處它不需要數字，因為點就是全部，稍近些則需要三項數字，更近時一項數字就夠了。不管毛線被拉長或是纏繞成線團，長繩上任何一個位置都能用惟一的數字代表。

九七五年某個冬日午后，曼德布洛特正準備將第一本結集的重要作品出版，在替他的形狀、維度和幾何學命名，其從拉丁字典中創造了碎形（fractal）[1]，此為碎形燦爛的誕生。

三、碎形於設計應用之起源

科學上，金屬精緻的鋸齒表面，多孔油岩上的縫隙和溝槽，地震帶上破碎的景觀均為碎形。蕭滋發現碎形幾何學提供了描述地表之特殊崎嶇性的犀利工具，冶金學家也同時採用這種方法於不同鋼鐵的表面分類上。例如金屬表面的碎形維度常常顯示金屬的強度，地表的碎形維度，同樣是洩漏天機的重大線索。

醫學上，大動脈分歧成微血管是另一種連續串，它們分歧、岔開、又再分歧，直到血管纖細到足以讓血球排成單行滑動。它們分歧的依據也是碎形的。基於生理學上的需求，血管必須施展一些維度的奇蹟，如同把一條無限長的線塞擠進一塊有限平面，血液循環系統必須將一片龐大的表面壓縮至有限空間中。從軀體資源的觀點分析，血液極為珍貴，而空間寸土必爭，不得不採用碎形高效率的設計，如此生理組織中所有的細胞都能貼近血管，不會超過兩、三個細胞的距離，而血管和血液占用極微小的空間，不超過身體的5%。

植物學上，樹木需要碎形的枝樞的碎形的樹葉攫捕陽光、阻擋狂風。自然界中雪花結晶弧線牽涉其傳熱、散熱功能。

建築上，反映歐幾里德理性最忠實的縮影要算是包浩斯學派（Bauhaus）的建築，簡潔、秩序、線性、化約主義、幾何。幾何建築和繪畫曾經時髦過又落伍了，雖然紐約西格瑞姆大樓（Seagram Building）曾贏得喝采並風行一時，但現代建築師不再情願建造那種死刻板板的摩天大樓了。對人型而言，簡單形狀違反人性，它們不能和自然組織自己的方式，或人們認知世界的方式發生共鳴。人類對美的感覺來自自然界一亂一序，疏落有致的安排，比方雲朵、樹林、山嶺、或雪花。所有這些形狀都是經由動力過程誕生的物理實體，這種摻揉亂和序的組合最尋常不過。

讓人滿意的藝術卻無特定尺度，那是因為它在任何一段尺度中都具備了重要的元素，相對於西格瑞姆大樓，美藝學派的建築，包含雕刻、承露、突角、側柱石、以漩渦纏繞的卷軸，飾以齒狀飛簷；一座像巴黎歌劇院的美藝宮殿並無尺度，因為它包羅所有的尺度。觀察者從任意距離欣賞，都能找到耐人尋味的精緻細節，走近一些又是一派新氣象，這建築物會不停的炫耀著新的美感。

四、碎形於設計之應用

本文以VISUAL BASIC語言撰寫碎形程式，以模擬碎形於各種設計之應用。

1.電腦輔助設計材質之應用：(圖一、圖二、圖三)

電腦輔助設計軟體在製作材質黏貼時，或因其材質庫有限、或因其材質庫材質非使用者需要，常有緩不濟急之感，因此使用碎形製作使用者所需材質是為迎合個人主義盛行時代之要事。圖一命名為光焰，在火光中，隱含著無限生機；圖二命名為轉，忙碌生活中，人之隨波逐流；圖三命名為匯集，萬事到頭，合而為一。

2.服裝設計布紋之應用：(圖四)

服裝設計師在製作服裝時，除慎選布料質料外，布料花紋為奪人眼目之要素。圖四命名為中國功夫-太極，力與美的結合，太極中蘊含爾後無限動力的源頭。

3.室內設計裝潢材質之應用：(圖五、圖六)

室內設計裝潢時，材質及花樣多變乃恆久不變之理。圖五命名為平衡，追求內心的穩定，為現代人忙碌生活中的客棧；圖六命名為不連續，眼見未必為真。

4.商業設計商標造型之應用：(圖七、圖八)

商業設計之商標造型，在今日企業識別時代為企業必須使消費者記憶深刻的首要，。圖七命名為飛，人類亙古以來的夢想；圖八命名為敬拜，宗教神秘儀式蘊藏權力、敬畏等人類心境。

5.虛擬實境布景之應用：(圖九、圖十)

虛擬實境是否能讓使用者身處似真似假的環境中，才能發揮其效果，因此布景多變化為首要。圖九命名為阿難多，遙遠的盼望；圖十命名為發散，無窮止境的遐思。

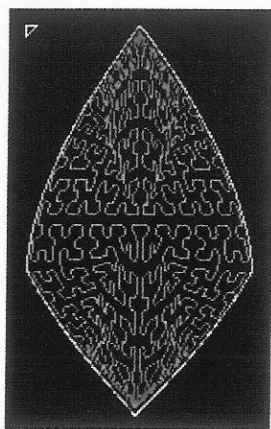
五、結論及未來發展方向

碎形發展至今已近三十年，但於設計應用不過十年，空間仍十分寬廣，本文主要以VISUAL BASIC語言撰寫碎形程式，以模擬碎形於各種設計之應用，展示成果均為二維設計，主要構想均以中國象形文字及古埃及文字造型為起點。

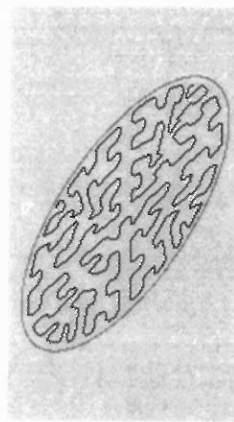
碎形之應用除本文中電腦輔助設計材質、服裝設計布紋、室內設計裝潢材質、商業設計商標造型及虛擬實境布景之應用外；本文未來發展欲於電玩設計、電腦繪圖、美術等繼續研究，並且將所有研究及應用推至三維設計。

六、參考文獻：

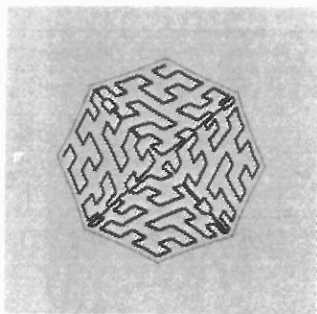
- 1.B.B.Mandelbrot, " The Fractal Geometry of Nature ", Freeman and Company,1977.
- 2.A.K.Dewdney, " Computer Recreations", Scientific American, pp.108-111, 1989.
- 3.H.Jurgens, H.O.Peitgen & D.Saupe, "The Language of Fractals", Scientific American, pp.60-67, 1990.
- 4.H.Jurgens, H.O.Peitgen & D.Saupe, "Chaos and Fractals: New Frontiers of Science", New York, Springer-Verlag, 1992.
- 5.I.Peterson, "Ants in Labyrinths and Other Fractal Excursions", Science News, pp. 42-43, 1984.
- 6.D.T.Turcotte, " Fractals and Chaos in Geology and Geophysics", New York, Cambridge University Press, 1992.
- 7.J.Briggs & F.D.Peat, " Seven Life Lessons of Chaos ", New York, HapperCollins Publishers, Inc., 1999.



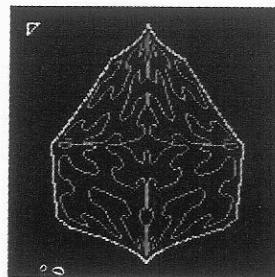
圖一 光焰



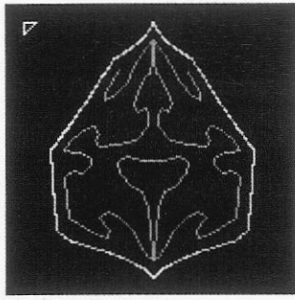
圖二 轉



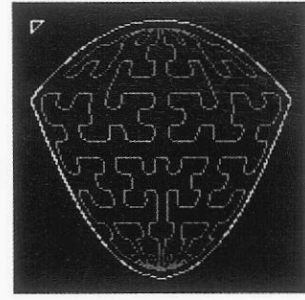
圖三 匯集



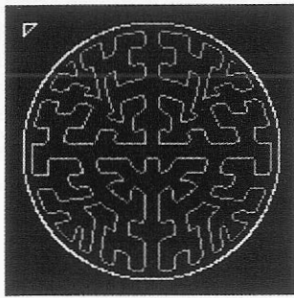
圖四 中國功夫-太極



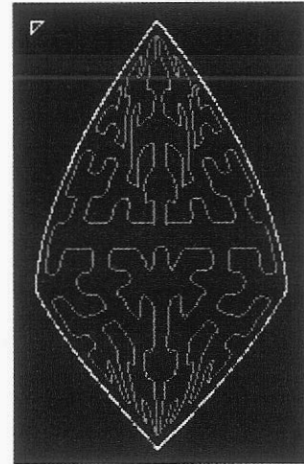
圖一 平衡



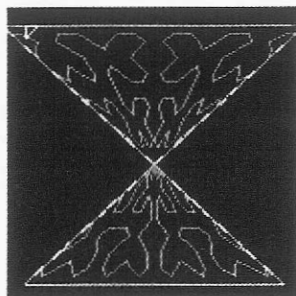
圖六 不連續



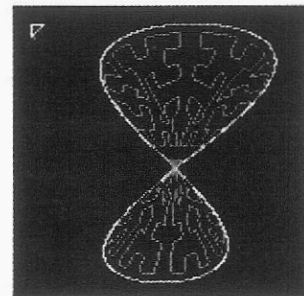
圖七 飛



圖八 敬拜



圖九 阿難多



圖十 發散

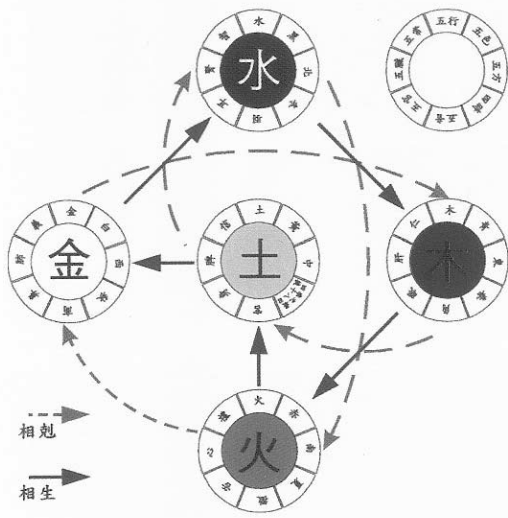


圖4.五行生剋模式之五色、五方、四時、五音、五臟、五常關聯圖

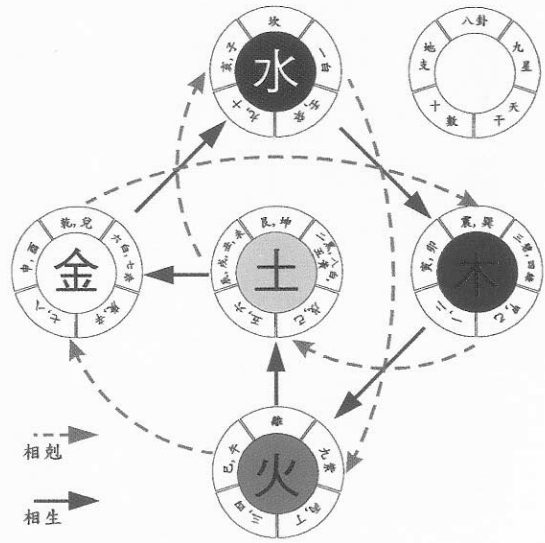


圖5.五行生剋模式之八卦、九星、天干、十數、地支關聯圖

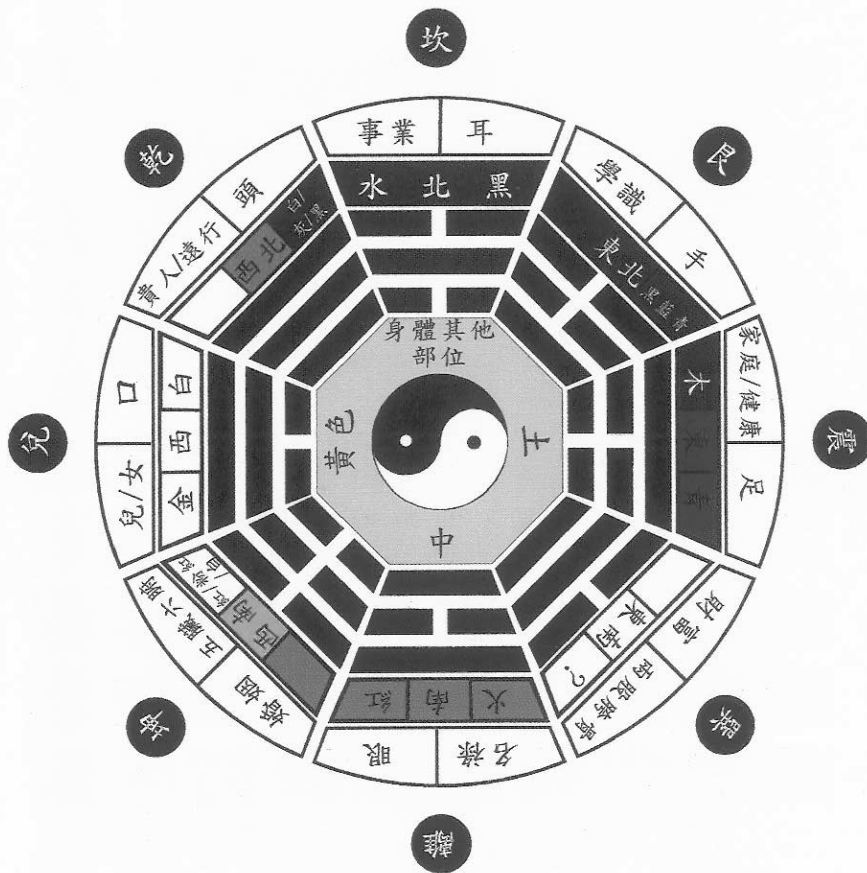


圖6.八卦五行方位色彩綜合

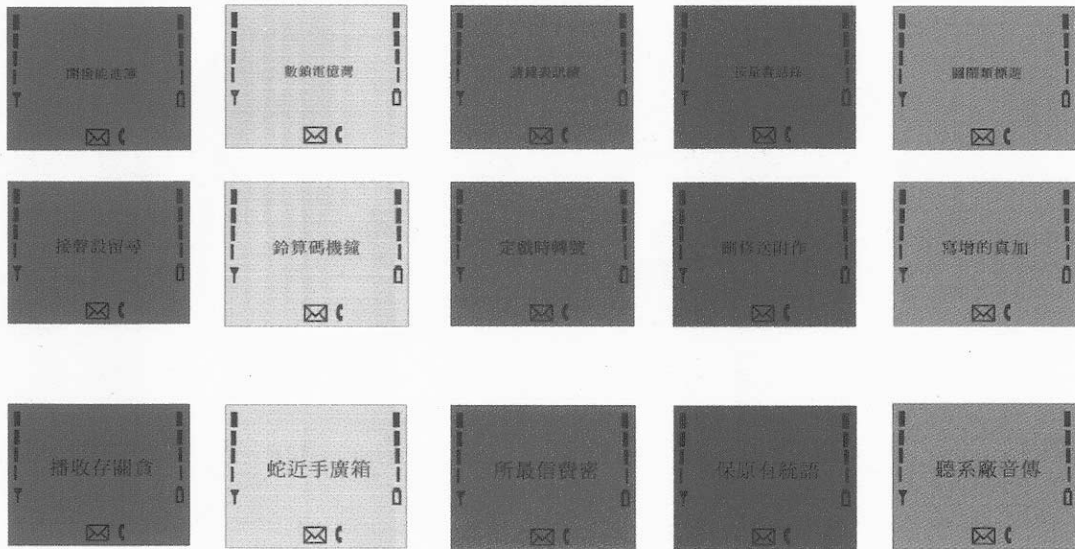


圖7.實驗用行動電話圖示

	R	YR	Y	GY	G	BG	B	PB	P	RP
B	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
L	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
P	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
VP	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Lgr	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Gr	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
DI	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
Dp	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
Dk	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Dgr	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110

N	111				115				119	
	N9.5	N8.5	N7.5	N6	N5	N4.5	N4	N3	N2	N1.5

圖8.實驗色彩樣本組及色票編號

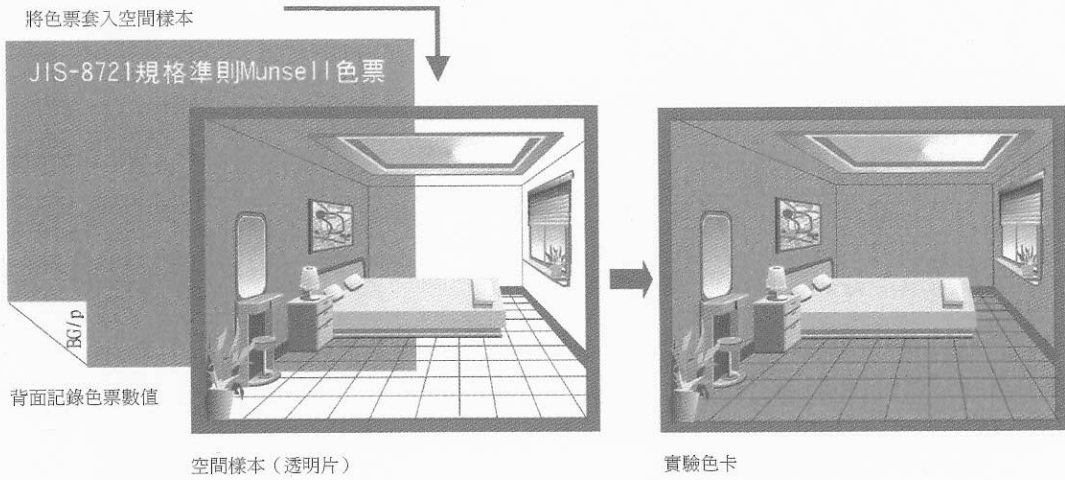


圖9.空間色彩實驗樣本

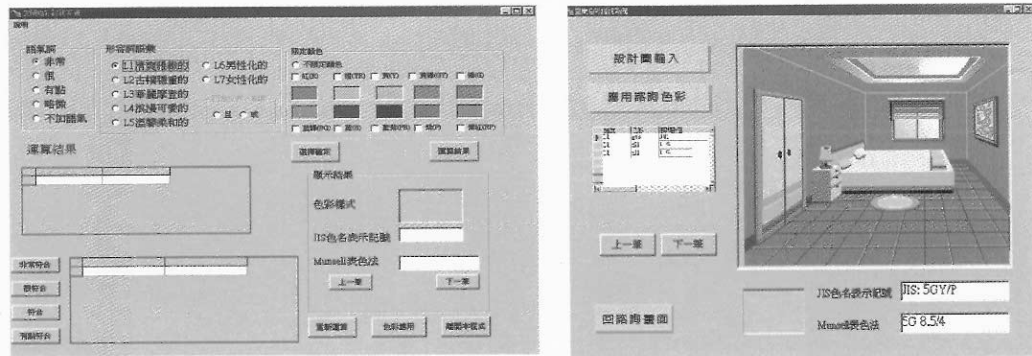


圖10.諮詢系統操作界面

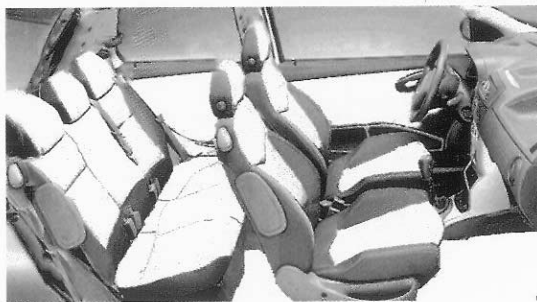


圖11.尚未作諮詢填色的汽車空間樣本

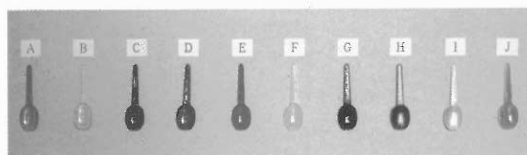


圖13.小湯匙樣本顏色

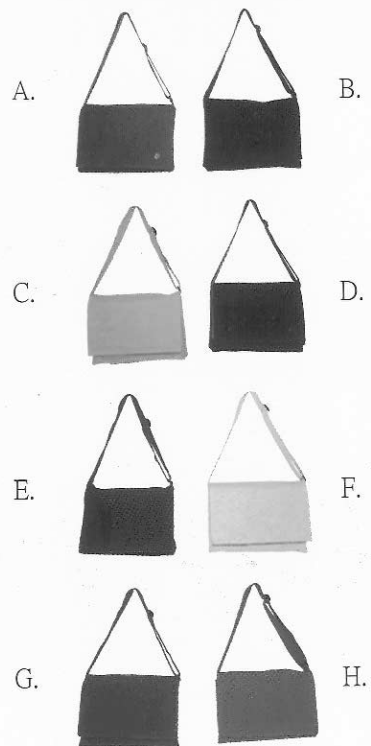


圖12.書包樣本顏色

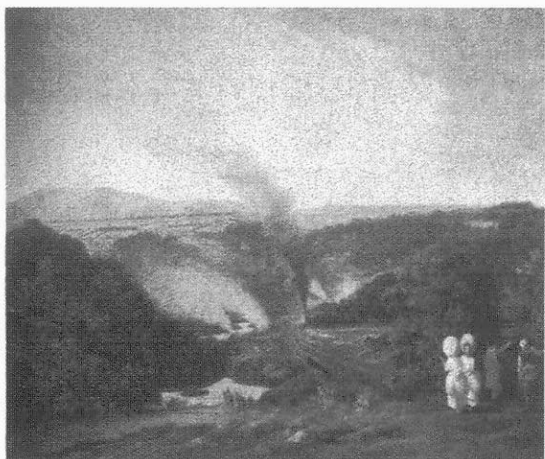


圖14.威廉斯W.Williams的Severn河谷景觀



圖15.東京兩國橋之夏日焰火景觀



圖16.維爾梅爾的小街一景



圖17.巴黎科學公園的小紅點(folies)



圖18.維爾梅爾的戴夫特之景



圖19.台北市「形重於色」的建築，如新光百貨大樓



圖20.九份山城的全景



圖21.澎湖望安漁村一景



圖22.金門大地村的屋頂

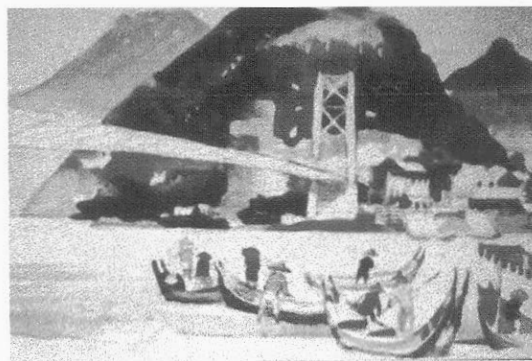


圖23.曾景文水彩「三十年前的碧潭」

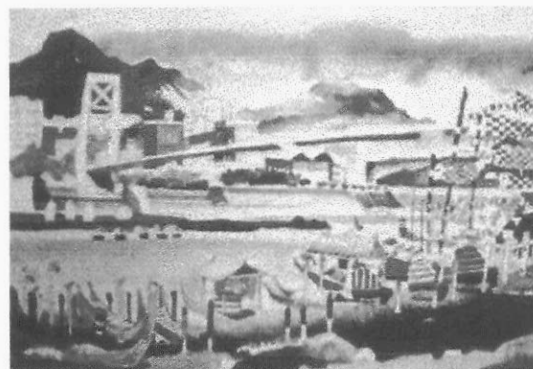


圖24.曾景文水彩「三十年後的碧潭」

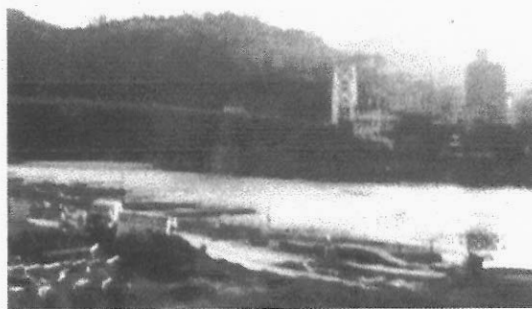


圖25.碧潭之現時景況



圖26.秀拉的「大嘉德島的星期天午後」



圖27.梵谷的「蒙馬特山上磨坊的看台」



圖28.梵谷的「巴黎郊外」



圖29.蒙西索(Morisot)的「Trocadero高地鳥瞰巴黎全景」



圖30.馬奈1867年世界博覽會



圖31.東京市的招牌



圖32.淺草街景

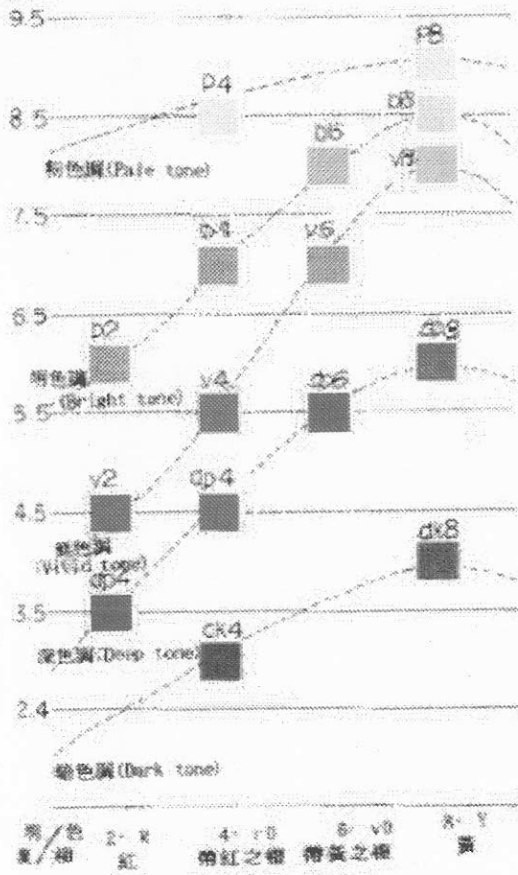


圖33.涉谷街景



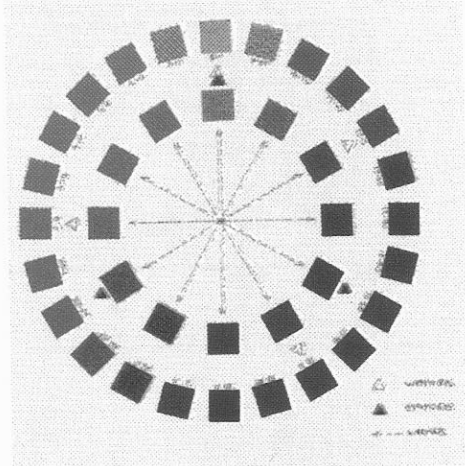
圖34.原宿少年的表演

圖35.垂直調和



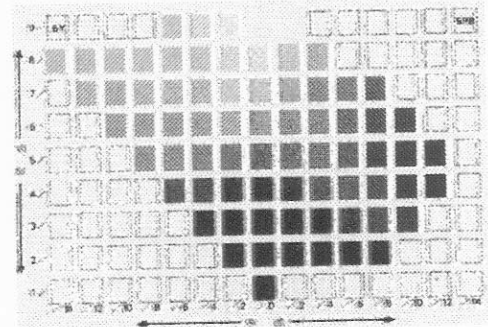
資料來源：木瓜溪水力發電計畫地區景觀規劃設計

圖36.圓周上的調和



資料來源：Color System日本色研事業株式會社

圖37.協內面調和



資料來源：Color System日本色研事業株式會社

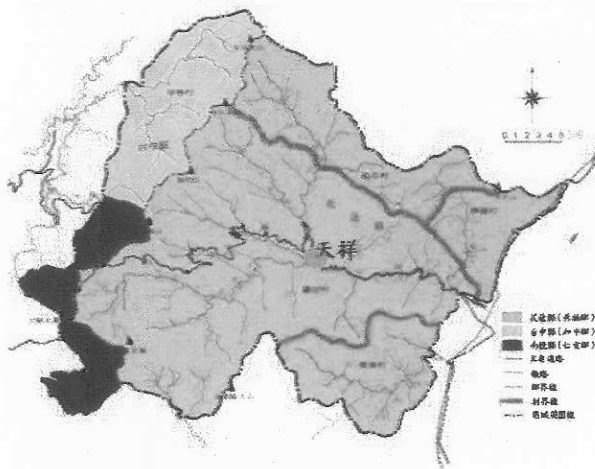


圖38.太魯閣國家公園區域圖

資料來源：<http://www.cpami.gov.tw/taroko/traokonp.htm>

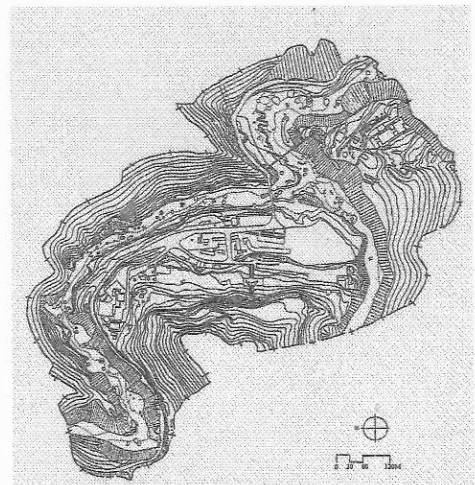


圖39.天祥遊憩區計畫範圍圖

資料來源：本研究重繪


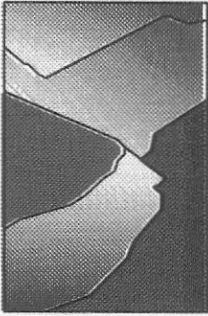
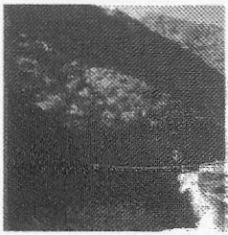
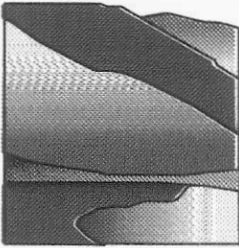

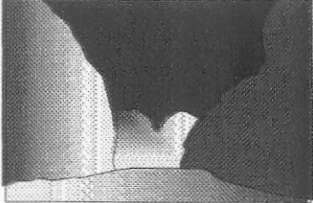

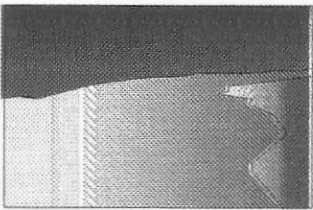

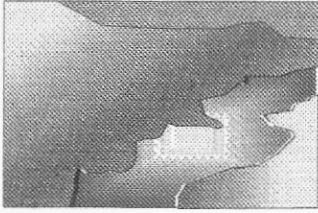
山岳			<p>A: Y,YG B: 3.5-4.5 C: 1.5-3</p> <p>A: GY B: 3.5-4.5 C: 2-4</p> <p>A: Y B: 8.5-9 C: 1.2</p> <p>A: G B: 3.5 C: 0.5</p>
			<p>A: PB B: 5.0 C: 1</p> <p>A: Y,YR B: 7.2 C: 2</p>
溪流、岩石、水			<p>A: G,PB B: 9.0 C: 0.5-1</p> <p>A: B,PB B: 3.0 C: 3.0-2.5</p> <p>A: G B: 9.0-7.5 C: 0.5</p> <p>A: PB B: 7.5 C: 1</p>
			<p>A: YB B: 6.5-7.5 C: 0.5-2</p> <p>A: YR B: 7.5-8.5 C: 1-1.5</p>
			<p>A: Y B: 6.0-8.0 C: 1</p> <p>A: B B: 7 C: 2</p>

圖40.環境色彩/質感分析自然環境--自然環境、自然現況季節變化色彩分析表

資料來源：本研究整理


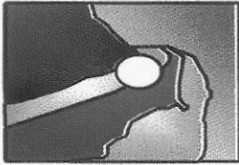
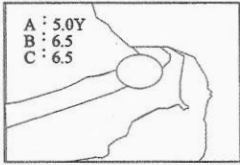

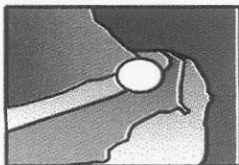
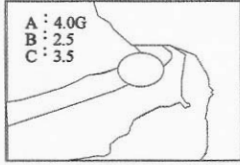

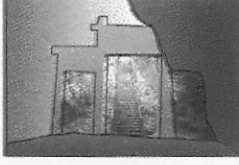
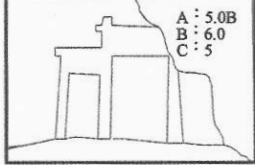


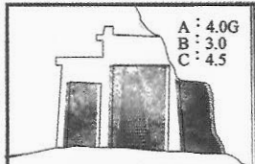
<p>冬季色彩</p>			 <p>A : 5.0Y B : 6.5 C : 6.5</p>
<p>夏季色彩</p>			 <p>A : 4.0G B : 2.5 C : 3.5</p>
<p>冬季色彩</p>			 <p>A : 5.0B B : 6.0 C : 5</p>
<p>夏季色彩</p>			 <p>A : 4.0G B : 3.0 C : 4.5</p>

圖40.環境色彩/質感分析自然環境--自然環境、自然現況季節變化色彩分析表(續)

資料來源：本研究整理


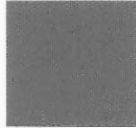





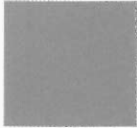
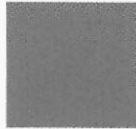




對象	色相 / 彩度 / 質感					
天 空	天藍6.0B 6.5/4.5 154 	淺藍10.0B 7.0/4.5 153 				
山岳林木	夏 季	(1)深綠 4.0G2.5/3.5 	(2)綠4.0G 3.0/4.5 	冬 季	(1)深綠 4.0G2.5/3.5 	(2)橄欖綠5.0Y 6.5/6.5 
岩 石	(1)灰 4.0G9.0/0.5 015 3.0PB9.0/1 016 3.0PB7.5/1 022  	(2)2.0Y 6.0~8.0/1 026 				
溪流河水	(1)淡藍5.0B 8.0~7/2.3 	(2)藍色5.0B 7.0/6 252 				
土 石	(1)2.0Y 8.5~9/1~2 014 	(2)淺褐4.0TR 7.0/2 				

圖41.自然環境色彩色相/彩度分析表

資料來源：本研究整理






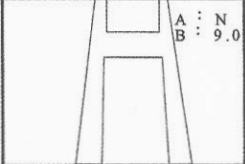


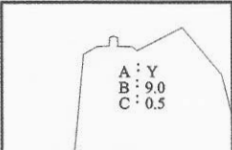

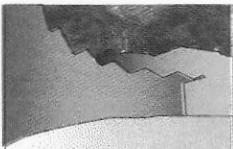
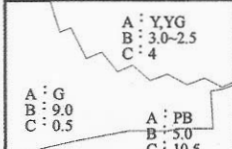

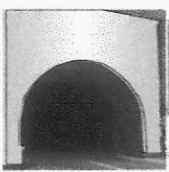
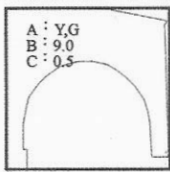

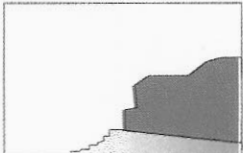
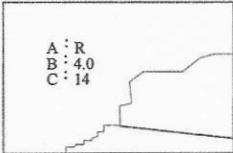

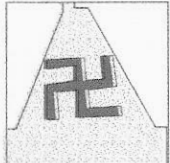
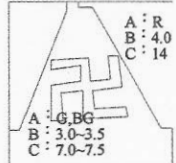

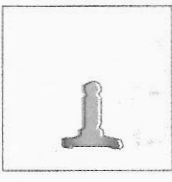


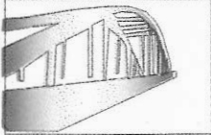
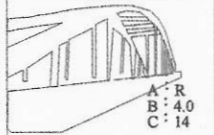
人造造形、色彩			<p>A: R B: 8.0 C: 2</p> 
			<p>A: N B: 9.0</p> 
			<p>A: Y B: 9.0 C: 0.5</p> 
			<p>A: YYG B: 3.0-2.5 C: 4</p> <p>A: G B: 9.0 C: 0.5</p> <p>A: PB B: 5.0 C: 10.5</p> 
			<p>A: YG B: 9.0 C: 0.5</p> 
人造色彩			<p>A: R B: 4.0 C: 14</p> 
			<p>A: R B: 4.0 C: 14</p> <p>A: G, BG B: 3.0-3.5 C: 7.0-7.5</p> 
			<p>A: Y B: 8.5 C: 11</p> 
			<p>A: R B: 4.0 C: 14</p> 

圖42.人造色彩、造型、質感分析表

資料來源：本研究整理

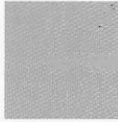
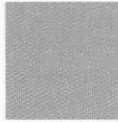
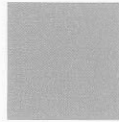


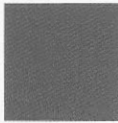
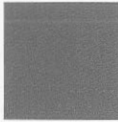

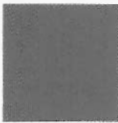



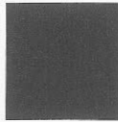

對象	色 彩				
永久 建築	(1)灰N-9.0 002 	(2)藤白2.0Y 9.0/0.5 014 	(3)黃2.0Y 8.0/14 372 	(4)4.0R8.0/12 淡粉茶 043 	(5)亮藍3.0PB 5.0/10.5 347 
臨時 建築	淡橄欖灰2.0Y 6.0/1 026 				
橋/ 欄杆/ 水陸	(1)紅10.0R 5.0/14 390 				
路面	(1)3.0PB7.5/1 002 				
階梯 坡坎 橋墩 隧道 口	(1)褐灰4.0YR 5.5/1 025 	(2)灰白N-9.0~ 8.5 003 002 	(1)藤白 2.0Y9.0/0.5 綠白4.0G9.0/0.5 014 015 		
壩頭	(1)4.0G3.5/7.5 5.0BG 3.0/3.0 4.0R 400/14 3236 324 				
佛像	(1)5.0Y.5/11 337 				

圖43.人造環境色彩分析表

資料來源：本研究整理

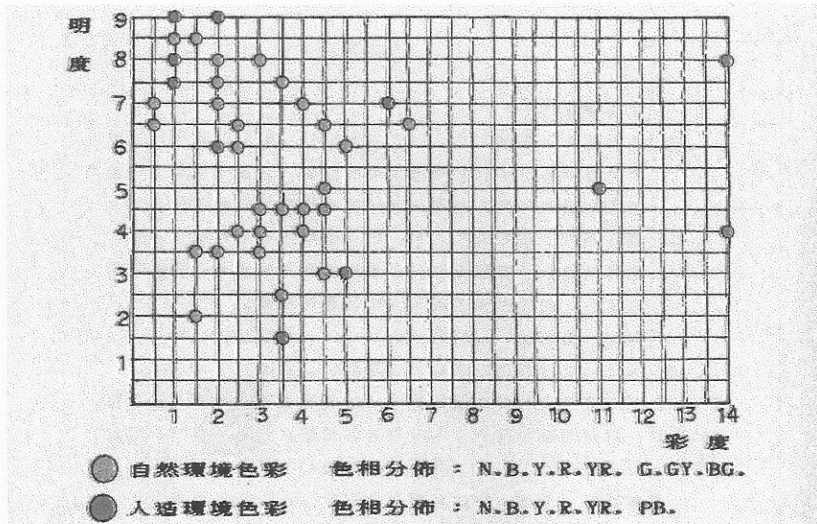


圖44.環境色彩分析調查結果(一)

資料來源：本研究整理

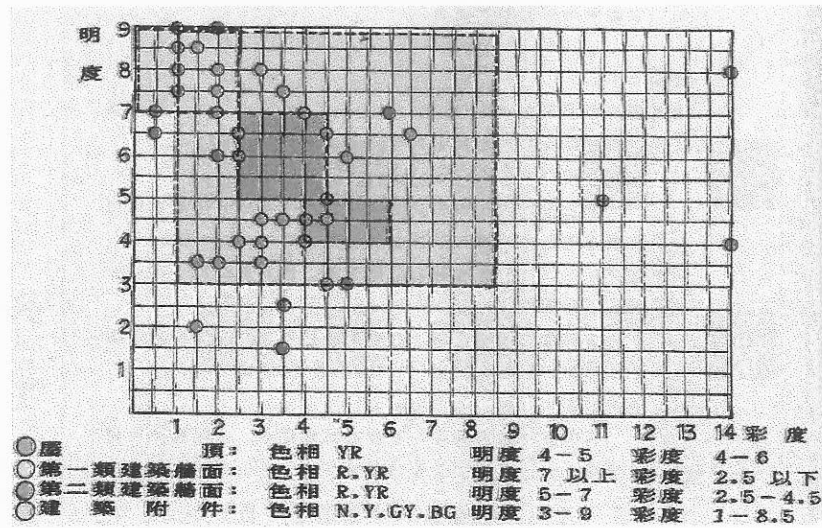


圖45.環境色彩分析調查結果(二)

資料來源：本研究整理

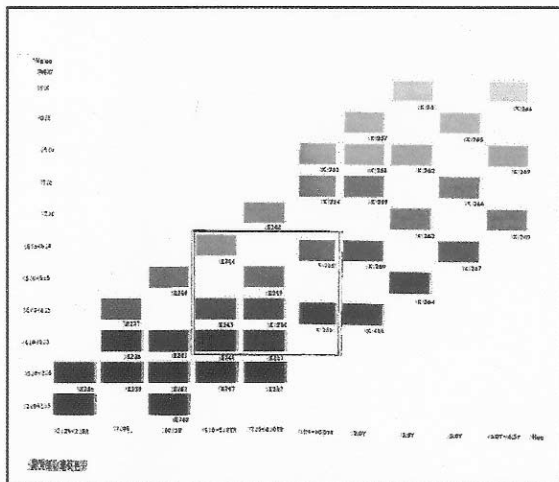


圖46.屋頂部份建築色彩

資料來源：本研究繪製

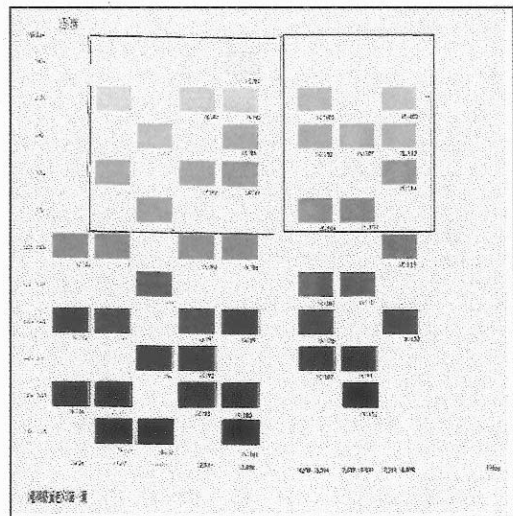
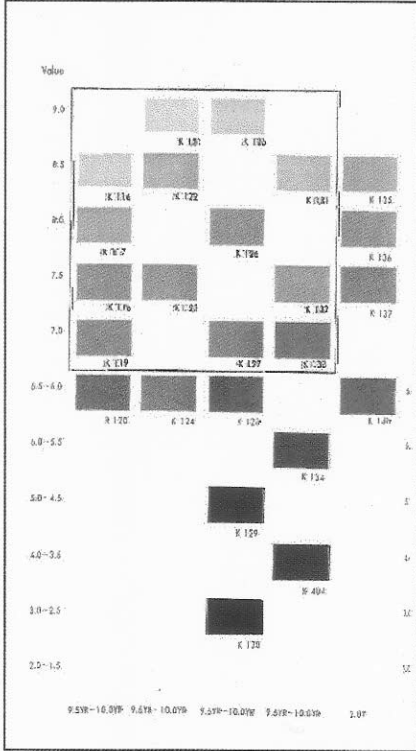


圖47.建築物牆面色彩第一類

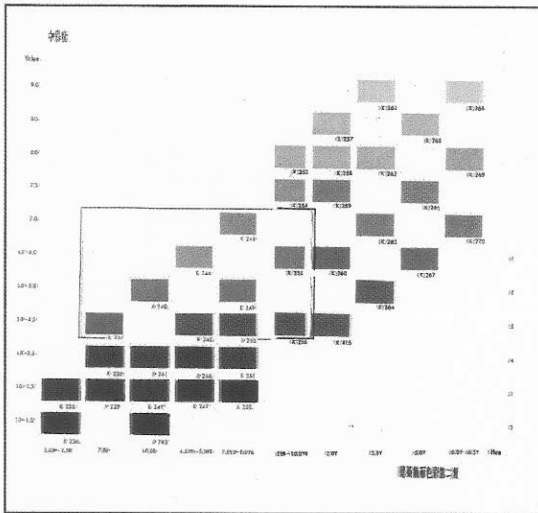
資料來源：本研究繪製

圖48. 建築物牆面色彩第一類



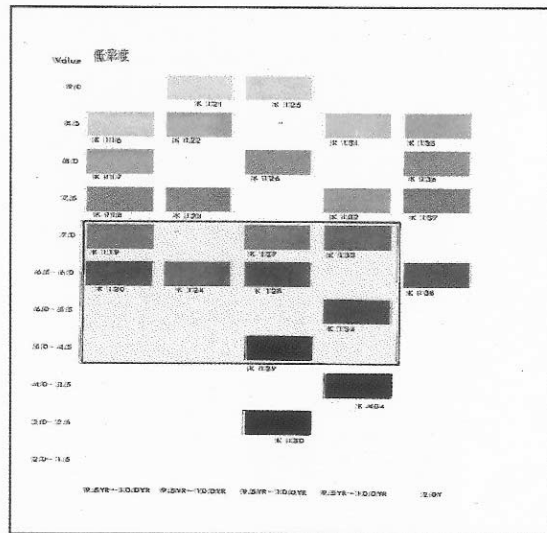
資料來源：本研究繪製

圖49. 建築物牆面色彩第二類



資料來源：本研究繪製

圖50. 建築物牆面色彩第二類



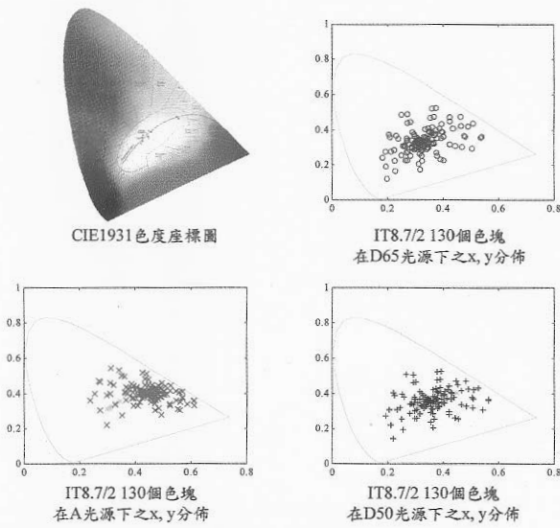


圖54. IT8.7/2標準色稿在不同光源下的色度值表現

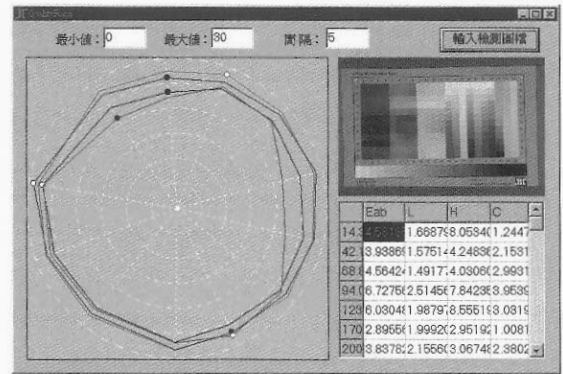


圖55. 品質檢測圖樣

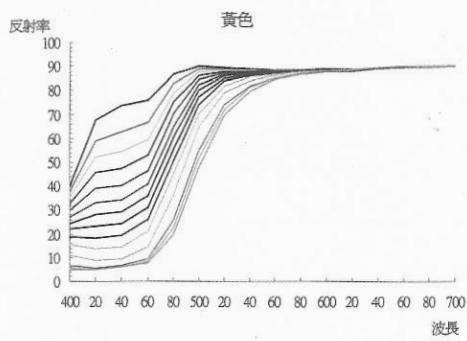


圖56. 黃色的反射率圖

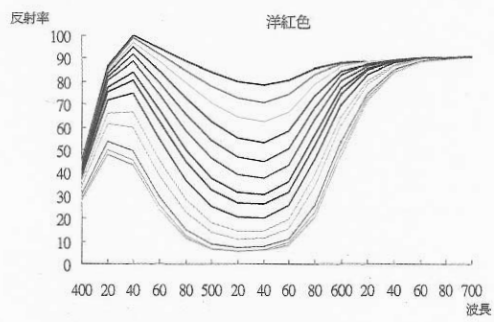


圖57. 洋紅色的反射率圖

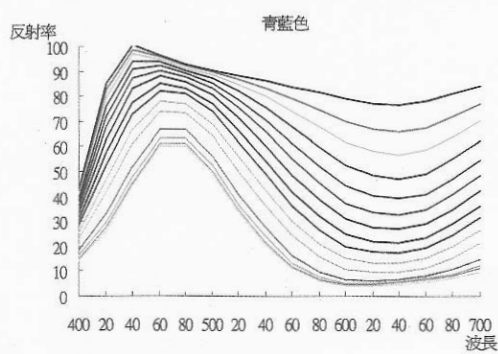


圖58. 青藍色的反射率圖

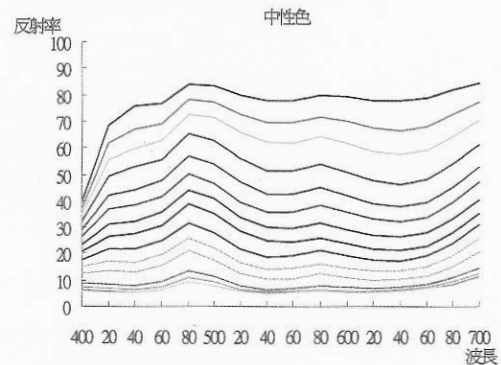


圖59. 中性色的反射率圖



圖60. 色相對比

國家圖書館出版品預行編目資料

2000色彩應用與色彩科學研討會論文集 / 劉天
課總編輯. --初版. --臺北市：藝術館，
民89

面： 公分

含參考書目

ISBN 957-02-7391-7(平裝)

1. 色彩(藝術)-論文, 講詞等

963.07

89018731

2000色彩應用與色彩科學研討會論文集

出版者：陳篤正

出版機關：國立臺灣藝術教育館

總編輯：劉天課

編輯委員：李天任、郭瓊瑩、陳君彥、陳俊宏、管倖生、魏朝宏

執行編輯：葉淑芬、江柏瑩、盧彩鳳

校稿：葉淑芬

總務：蕭炳欽

會計：楊清坤

地址：100臺北市中正區南海路四十七號

網址：<http://www.arte.gov.tw>

電話：(02) 2311-0574

印刷所：漢大印刷股份有限公司

地址：臺北縣板橋市中山路二段465巷81號

出版日期：八十九年十二月

版次：初版

定價：新台幣肆佰伍拾元整

展售處：館本部：臺北市中正區南海路四十七號

電話：(02) 2311-0574分機111

劃撥帳號：19316285

戶名：有限責任國立臺灣藝術教育館員工消費合作社

劃撥郵資：依郵局「簡明國內包裹資費表」支付

版權所有 翻印必究

G P N : 006329890290

ISBN : 957-02-7391-7