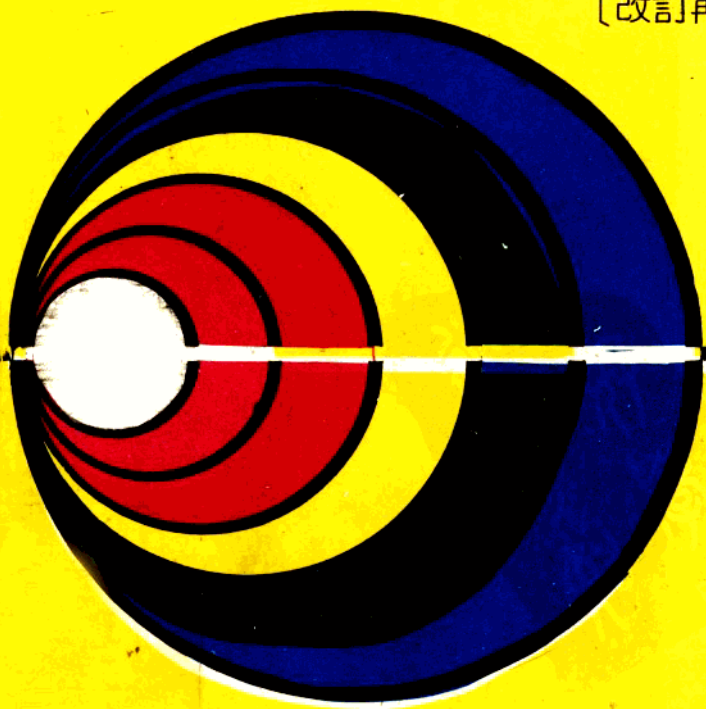


印刷色彩學

林啓昌・陳信夫編著

〔改訂再版〕



美術印刷技術叢書 1-7



I	應用在印刷的色彩學..... (林啓昌執筆)	
1.1.	何謂色.....	1
1.2.	色彩論的演進.....	3
1.3.	印墨與色的關係.....	10
1.4.	印刷與色的關係.....	48
1.5.	配色論.....	86
1.6.	色彩的應用.....	116
II	應用在彩色照相的色彩學..... (林啓昌執筆)	
2.1.	色彩原理.....	130
2.2.	加色法混合.....	133
2.3.	色的產生.....	135
2.4.	彩色照相必要的色性質.....	137
2.5.	色的分類.....	141
2.6.	測色.....	143
2.7.	眼的構造與視覺特性.....	155
III	配色技術論..... (陳信夫執筆)	
3.1.	配色技術者須知.....	174
3.2.	配色基礎知識.....	177
3.3.	配色作業分析.....	225
3.4.	配色的機械化.....	229
3.5.	計量配色.....	237
3.6.	色彩理論與現場應用.....	242

IV	基本及應用色彩學習作.....	(林啓昌執筆)
4.1.	色的第一性格 明度的認識.....	250
4.2.	色的第二性格 色相的認識.....	252
4.3.	色的第三性格 彩度的認識.....	261
4.4.	Ostwald 表色系的製作.....	264
4.5.	色彩綜合應用練習.....	277

1.1. 何謂色

佛教：「色即是空」：色為指有形的萬物，此等萬物均因因緣所生；並非本來所存在，故為空幻之物。以世上存在的一切物質現象均以「色」表之，其為不具實體，空虛之物。

許慎：在說文解字一書中解釋「色」為人的臉色、表情。

孔子：在論語中所常提及之「色」也多半指臉色及表情。

歐美：色的語源為拉丁語的「Color」一詞，除色之意義之外有臉色及外觀之意味。

廣辭苑：①眼網膜受光波刺激所引生之現象，其主色為赤、橙、黃、綠、青、藍、紫。

②階級所定之色

③禁止色

④喪服之色

⑤喜慶服裝之色

⑥臉色

⑦粉色、化粧色、色緻

⑧容貌、姿態之色、毛髮之色

⑨調子

⑩興趣

⑪情感、愛情

⑫色情、欲情、好色

⑬戀愛

⑭情人、戀人

⑮神女

⑯ 皮膚

⑰ 樣子、狀態

⑱ 醬油

⑲ 紅

⑳ 瑠璃

許多均涉及色的連想及文藝、文學上的表現。其爲形，艷麗、是調子，色象徵印刷。要理解色應由印刷去理解。不理解色，也不能製作優良之印刷物。

1.1.2. 感覺與色

以上的色均爲文學上，哲學上的色，如今多爲科學上的色，應用在我們的日常生活，也作如此的解釋。此外尚有色彩的心理學方面的解釋及研究。例如色有冷暖，赤色的水及青色的水以指尖指觸，一般人恆說赤方較熱，此爲介入心理作用。

爲此電暖器、暖爐多用赤色，風扇、冷氣機多用冷色，依科學的研究所得，赤色的光波爲熱線，青色爲冷線，此由色溫可知之。

色對味覺也有很大的影響，初次入口之食物之外反覆食用的食物也會因色生不同之味覺。此爲各種人工着色料應用在果汁，黃蘿蔔、點心等原因，在青色的晝光色螢光燈下牛肉及生魚片成紫色看來不好吃，故出售紅西瓜點紅燈，粉紅燈點在生魚片上均爲使觀念變好爲目的的照明。

停電時食而無味的經驗，各位一定有的，此爲味覺與色有關的重要明證。

色有重量感，同一大小，同一重量的箱子，淺綠色的與褐色的放在一起，工人會先運走綠色的，白色與同色的亦由淺色先運完。明

色有輕感，深色有重感之故。

色會刺激感覺，例如粉紅的照明加粉紅的衣服會引生羅曼蒂克的氣氛。夏季引人注目之服色為青(Blue) 色。

白色——予人以清純、潔白的感覺

黑色——予人以消沈、悲哀的感覺

赤色——予人以熱情、興奮的感覺

紫色——予人以高貴、優雅的感覺

二次大戰後流行色彩調整(Color Conditioning)，求室內色調之調和以求作業效率上升，疲勞之恢復。

1.1.3. 科學的色

文學或藝術觀點之外，用科學的觀點所觀之色又是另一種姿態。

色在科學上的解釋為「眼網膜受光波刺激引生之現象」，光波為重要的要素，無光即無色之存在。

物體色為光照射後經選擇反射之結果。

1.2. 色彩論的演進

1.2.1. 希臘時代色彩論

紀元前 500 年前的希臘人以眼中射出特別光才能看見物體。

後來亞里斯特德以暗中不能看見。對眼中射光之事表懷疑。

過 2000 年後的 1629 年才有德人歇尼爾發現眼中有網膜，能結外部射入光之影像。

古希臘人以火色、土色、水色、空氣色爲色的基本，其他均爲其混合色。

例如植物在土中生長吸收水分，觸及空氣及太陽之熱始變爲綠色，次依四季變化呈紅葉、黃葉、枯葉等色。

又有的人相信一切色介乎黑白之間，因兩者之結合而產生，此與後述之色環實驗有關。

1.2.2. 中世紀色彩論

希臘人建立之色彩論，沿用甚久。至18世紀有冷熱之間生諸色之學說。此與當時的煉金術有關，一般礦土爲黑色，煉金後成黃色、白色，此種冶金術雖未全面成功，但成爲近代化學之出發點，發現了各種無機顏料。

1.2.3. 牛頓色彩論

牛頓 (Isaac Newton) 爲確立近代色彩論的天才。

他於1643年生於英國。其多種發現之中最著名的有萬有引力、數學的微積分法及光與色的理論。

1666年牛頓就學劍橋大學時(23歲)發現光在三稜鏡下之色散如1-2圖。

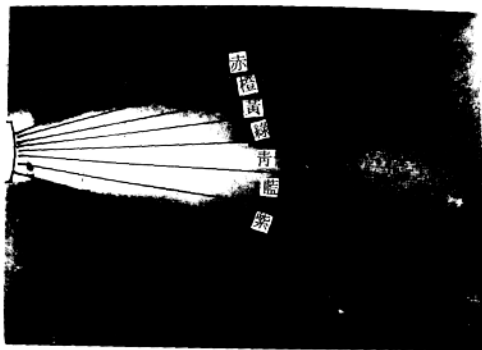
衆人以蘋果呈赤色，木葉呈綠色爲所射之光，被吸去其他色，反射該色之故。

牛頓將稜鏡分解所得之諸色光稱爲光譜如1-3圖所示。



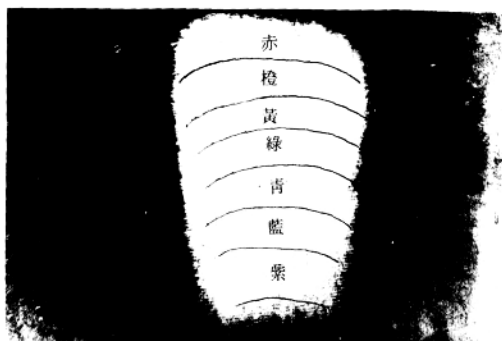
第1-1圖牛頓

太陽光看來無色（一般稱為白光）若經稜鏡則分為赤、橙、黃、綠、青、紫之各種色光，係因白光為此等色光所形成所致，若全部集中時成為白色。



第1 - 2圖 稜鏡下光的色散

蘋果樹葉受白光吸盡白色之其他色只反射綠色，故呈綠色。因反射赤色故蘋果呈赤色，（如1 - 4圖），此為牛頓的色光論。



第1 - 3圖 白光中含有之色光（光譜）

牛頓在1704年經由種種實驗結果，出版「光學」一書，此成為近代色彩學的起點。

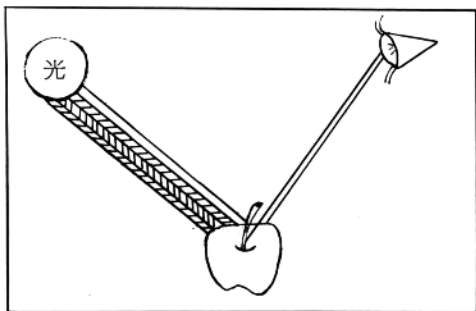
但希臘以來的長久色彩觀念之下的人們一時不能接受牛頓的色光論觀念，其中以德國文學家哥德反對最烈。

哥德為寫「少年維特之煩惱」「浮士特」的著名大文豪。其出版三種書反對牛頓（1810年）不遺餘力。

自然科學的研究者有二種典型的人，

第一種天才為強制性建立自我的世界，其與現實的世界是否一致並不在意。第二種天才為基於綿密之觀察及實驗為依據以建立新的發見。

牛頓為第二型天才，哥特為第一型天才，當然牛頓的色彩論贊成的人也有，但反對的人更多，真理終於為後人所推崇，牛頓之見解是正確的。故後來哥德的反對論終於被人捨棄。



第 1 - 4 圖 色光之反射生色感

1.2.4 楊格 (Young) 色彩論

由牛頓的稜鏡實驗後的135年後的1801年由英國的Thomas Young 建立優異之假說。他在17歲學牛頓的「光學」10年後的28歲建立基於醫學觀點的色彩論。

牛頓以白光中含多數色光，肉眼依色光有辨別之視神經可將物體反射之光分別，故能辨



第 1-5 圖 楊格

認物體之色。

楊格將其整理為如下，以人之視神經種類不可有這麼多種，有感赤、感綠、感青紫的三種基本的視神經為一種假說，能由此合成得多種色感。世人對此也是一笑置之。

1.2.5. 黑爾姆賀芝色彩論

Helmholtz 在楊格色彩假說發表之十年後誕生於德國，為醫學出身的科學家，他認為楊格之假說甚有道理。以楊格所立之三種色視神經存在說為前提，各神經有主感色光之外，也能感其他色光少許，一併送大腦視神經中樞，在此處合成色的感覺，形成對象物之色。如第 1-7 圖。

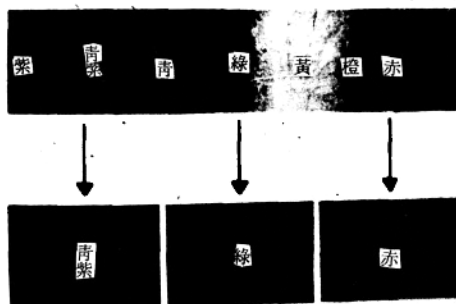
故今合二氏之見解稱為 Young-helmholtz 之假說，至此色的科學由光學之領域擴大至生理學之視覺域。



第 1-6 圖 黑爾姆賀芝

1.2.6. 馬克斯威爾色彩論

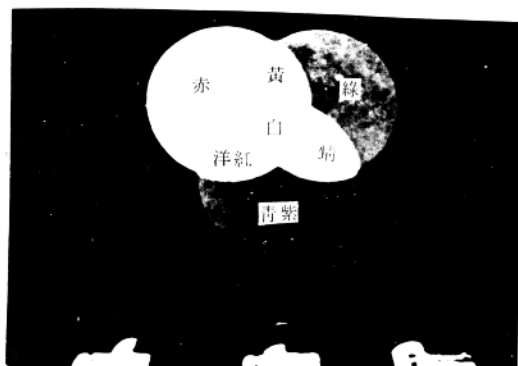
Maxwell 也是與 Helmholtz 同時代之英國人，為物理學家，他也贊成 Young



第 1-7 圖 光譜分為三等分的色

、helmholtz 之假說。

1860 年
作了實驗以證
實兩氏之見解
，他將赤、綠
、青紫三種色
光於幻燈機加
Color filter
以製作，投射
在銀幕 (Screen)
上互相
重疊作加色合
成如 1 - 8 圖
。



幻燈機 幻燈機 幻燈機
第 1 - 8 圖 Maxwell 的加色混色實驗

赤光 + 綠光 → 黃色

赤光 + 青紫光 → 洋紅

綠光 + 青紫光 → 青

一般所認之紅與洋紅有出入，洋紅爲呈青色之紅，紅爲呈黃色之紅。一般所認之青（藍）與青也有出入，青爲呈綠色之青（藍），但印刷界慣用如此稱呼。印刷色彩學上爲用黃、洋紅、青以代黃、紅、藍。



Maxwell

Maxwell 實驗之三色彩重疊之處得白色，牛頓所言之諸彩色可合爲之基本色光的楊格色彩論至此完全證實，此爲牛頓實驗後 200 年的事。

像這樣色光因混入之色光多而成爲明色，終成爲白色的關係稱

爲加色混合。

至 1861 年 Maxwell 用三色的濾色片製作之分色負片，轉製爲分色正片，加在三色幻燈行影像的加色混合色再現實驗，此種種原理不久發展爲彩色製版、彩色軟片的現色方面的應用。

因色光之混合，目前之 Color T.V. 也利用加色混合法。

Maxwell 此外在電磁波之速度研究上也有新的創見，在電場及氣體論方面也有多種建樹。

1.2.7. 其他的色彩論

在色彩論演進史中貢獻最大的主要人物已介紹如上，其後將其到目前爲止的過程中，又有多人展開更多的理論研究，把握色的性質，獲有多種成果。在 Maxwell 加色混合實驗的 7 年後，法國的路易·奧龍研究出減色混合法。此已成爲目前彩色印刷之基礎技術，此爲因各基本色之混合及重疊色漸漸暗下去，適用在繪畫顏料及油墨的混合現色情況。

再過十年左右，因學者多人對眼的色覺能力之研究加深，除了色的本質之外並向生理學方面的神經構造作了更多的探究工作。

1877 ~ 78 年德國之生物學家法朗茲·波爾，生理學者威爾派爾姆及居尼用蛙眼研究成功地抽出受光會生化學變化之紅色素命名爲「視紅色素」受光即失色，放暗處又恢復爲原色，微光也呈敏銳之感應，能將視覺傳入大腦，迄今此種光感覺色素已由種種動物抽出達百種以上。

德國之丟·波阿、禮蒙（1849 年）、賀爾姆格連（1880 年）等學者進行研究就動物的眼予光的刺激以求其電位變化，此種研究相繼進行至 1964 年美國的霍布金斯大學及哈佛大學的研究者就人

及其他脊椎動物之眼網膜組織有感赤、綠、青紫之三種感光色素一事，已確認其事。

故160年前楊格(Young)所立之假說已得科學的實驗。經由長久的歲月的色彩論，如今借現代科學的精密手段已把握了它的實態了。

有關光與色的問題此外尚有多種議論及新理論，例如光的擾射、折射的現象，由此產生光為波浪或粒子之論爭，1870年終德國之Hering所立之四原色論，也是有趣的問題，說來話長，暫止此處。

1.3. 印墨與色的關係

1.3.1. 印墨的構成

印刷物的色，由印墨產生。給予各種印版之印墨借印刷機印於被印材料，再現原稿畫像之行爲者稱為「印刷」。

印墨分有輪轉印墨、平版印墨、照相凹版印墨、橡皮凸版印墨、雕刻凹版印墨等有多種印墨，但其構成的主要成份如下：

印 墨	{	色 料 (Color material)
		舒展劑 (Vehicle)
		調整劑 (Conditioner)

「色料」之主要目的為給予色相，並與印墨之黏度、硬度、其他性質有密切的關係，色料可分為顏料及染料，印墨應用染料的情況甚少，大部分均用顏料。

「舒展劑」(Vehicle)此為手推車之意，為搬運顏料之小車

，由墨槽將印墨運至被印材料之意。此為為移於紙面後變化狀態形成氧化乾燥膜，借溶劑之蒸發、滲透作用將顏料份固着於紙面，使印刷面完成乾燥膜面。

「調整劑」之功用為調整印墨調子（Consistency）、乾燥性所加入之添加劑。如填料（Compound）、凡立油（Varnish）、燥劑（Drier）等有多種。分為製造廠在製墨時加入及留由使用者在印刷時依種種條件自行加入調整用之兩種。

依美國之印墨協會之資料（1-1表），應用在印墨製造上之原料多少種？有688種之多。由此可知印墨種類之多及利用材料之廣汎。此分類為大概分類，依明細分類可及此數字之數十倍。

如何將如此龐大數目材料加以組合以製造印墨為印墨製造技術所須研究者，但完成的印墨應滿足如下的各種條件：

- (1) 具適切之流動性，能將版像忠實再現於紙面，此種專門研究為「流動學」。

- (2) 平版印刷有水與印墨共

存，油性印墨與水之間易生乳化，引生各種版污，須製為不易

第 1-1 表

分 類	成 份	品種類
色 料	顏 料	154
	染 料	119
舒 展 劑	油	20
	溶 劑	99
	樹 脂	102
	瀝 青	6
	可 塑 劑	23
補 助 劑	腊 類	14
	油 脂	7
	燥 劑	46
	氧化抑止劑	17
	濡 劑	34
	其他藥品類	47
	計	688

生版污。此種油水均衡的問題為「界面化學」研究的對象。

(3)在印刷機上能以安定狀態流動，移至紙或其他被印物面後能迅速形成乾燥皮膜者，為此要有種種之方法及材料之應用。此與「高分子化學」「膠體化學」的研究有關。

(4)完成之印刷面能充分將原稿忠實再現，在印墨方面要研究顏料、染料的「合成化學」及「色彩學」。

以上為主要的「印墨必要條件」，此外有以用途適用性與耐性及光澤效果等。

欲製造完全適合上述各方面的理想印墨要高度技術。就以色而論，為求所製之色適切，往往不得不犧牲若干其他適性，反之為其他適性之理想不得不犧牲色特性也有。

〔例〕美麗的紫色易因光及溶劑而變色或滲出，要重色或重適性只能取一方，不可得兼。

〔例〕某種金墨或螢光墨為求特殊效果，印刷適性往往低下，應比一般印墨更為小心管制才行。

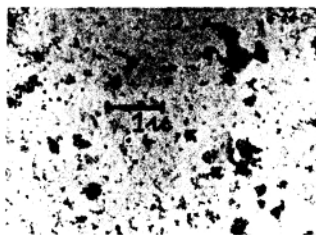
應用在印墨的色料、染料究竟為何物？下面就此論述之：

1.3.2. 顏料與染料

顏料與染料為帶優美色相之粉末。外觀近似，但放入水，立可分別出來：

染料→溶於水成透明之色液

顏料→分散於水成懸濁液，不久沉於水底



第1—9圖 印墨中的顏料粒子

染料可用以染布，顏料不行，但可利用樹脂等對布印染。

染料可分為油溶性、醇溶性等多種。顏料也不溶於水，只呈粉子分散而已。第1 - 9 圖為印墨的電子顯微鏡照片。顏料粒子大小只為 $1\ \mu$ 的數分之一的小粒子而已。

在平版印刷時因印墨與水接觸，故易溶水性的顏料不能利用。故印墨之色料不用染料，主用顏料為此種緣故。

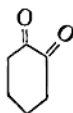
人類利用色料始於染料，後及於顏料。染料的利用先是利用天然植物或動物。至1800年代，發現煤渣中含有優美之染料，利用化學合成法可以製成，此為德國化學家霍夫曼所發現。後為英國之女王所延請至倫敦在大學擔任實驗指導，其助手威廉·巴金利用苯胺（Aniline）以行實驗，反應所得之褐色污塊能將白綿布染為美麗之紫色為1856年的事。

由德國來英國之另一化學家凱克力於1865年基於優良的構想確立有機化學的基礎。

以苯的化學構造變化不斷製造新物質，其微少之構造差即呈墨色。利用苯核以研究自由合成有機化合物的工作稱為「有機合成化學」。



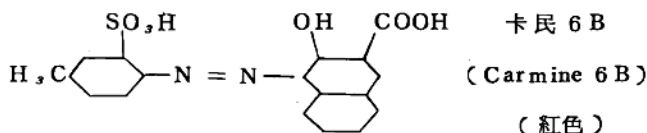
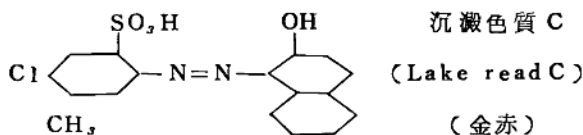
苯
(Benzol)
(無色)



O-Quinon
(赤色)



P-Quinon
(黃色)



此外亦可將染料染着於無色之白粉（基質顏料）如硫酸鋇、氫氧化鋁以製得沉澱色質顏料（Lake pigment）。

若將沉澱色質顏料部分變為不溶性構造可得更濃之顏料，故稱為調色劑（Toner）。因染料有易製沉澱色質及難製者。

也可由一染料製造二種不同型式者，例如磷苯二甲酸酞青染料也可製為水溶性染料時得First sky blue 之天青色。

將沉澱色質顏料、調色顏料等利用有機合成化學的手段以製作的顏料稱為有機顏料。

1955 年代一般印墨由亞麻仁油舒展劑的型式進入合成樹脂型之印墨，同時顏料也由沉澱色質變為調色劑（Toner）。

故有機顏料以其色彩之豐富及鮮麗又具優良之印刷適性一點，使其成為印墨色料的主要成份。印墨主用之代表性印墨製造的年代如下：

卡民 6 B （Carmine 6 B） 1903 年

苯 黃 （Benzine yellow） 1911 年

磷苯二甲酸酞青（Phtharocyanin blue） 1928 年
 在有機顏料未出現前主用「無機顏料」，此為礦物性顏料。