

錯視圖形中視覺動態構成的探討

—以北岡明佳的作品為例

A Study on Constitutions of Visual Movements in Visual Illusions

—take Akiyoshi Kitaoka's Works as an example

黃琬雅 黃詩珮

Huang Sue-Ya Huang Shy-Pey

摘要

20 世紀中葉起歐普藝術家利用視覺刺激的特性創造出令人稱奇的作品，在今日多位國外心理學學者繼續以此為研究目標，以日本的心理學者北岡明佳教授為例，北岡明佳教授以錯視動態圖形為研究的重點，並且成功的利用心理學觀點發展出多幅動態圖像，但是早先的研究結果都是以心理學的角度來探討，並無平面設計方面的研究。因此，本研究針對北岡明佳的 135 幅作品，以專家法與集群分析法進行研究，藉由構成的觀點來討論錯視圖形構成視覺動態的成因，將其歸納與分析提供給設計師們作為參考與運用。研究結果顯示北岡明佳視覺動態的錯視圖形與構成的原理具有密切的相關性，在造形要素、繁衍配置與美的形式原理都與視覺動態的成因具有關聯性，從研究中可得知其視覺動態圖形，主要是由 7 個基本圖形組合成 14 組的構成方式。造形要素以點與面的形式居多，配置方式採單一與四方連續，在美的形式原理中符合律動、平衡、調和、對稱、秩序等條件。

關鍵字：錯視、色彩、視覺動態

ABSTRACT

Back to the middle 20th century, optical art movement had already created amazing works by applying the characteristics of visual stimulation. Nowadays, several psychologists devote themselves to the same path with along series of works. Through the concept of constitution, this study is to analyze and identify the causes contributing to visual movements by visual illusions and to provide a system of logical theories as reference for designers. Japanese psychologist, Akiyoshi Kitaoka's 135 works will be used as samples in this study. Through Expert Rules and Cluster Analysis, the result shows that illusion graphs and the concept of constitution have a close relationship. Furthermore, the modeling factor, the propagation arrangement, and the principle of beauty are related to the cause of visual movements. Based on the study, figures of visual movements are mainly formed by seven basic figures contributing to fourteen ways of constitution. Dot and surface are the major forms for modeling factor. As for the propagation arrangement, singular or quartic continuousness is adopted. Finally, rhythm, balance, harmony, symmetry, and order shall be included under the principle of beauty.

Keywords: Visual Illusion, Constitute, Visual Movement

一、研究動機與目的

過去幾年來，人類在認知科學上有了顯著的進展，令人感到雀躍的是認知科學家對人類如何「觀看」與「理解」有了新的發現，讓研究視覺領域的設計師對視覺有了更新的認知。在這項新觀點中闡述了形成視覺必須具備兩項條件，就是透過眼睛的視覺刺激以及大腦對於感受信號的解

黃琬雅 崑山科技大學視覺傳達設計系助理教授
黃詩珮 崑山科技大學視覺傳達設計系研究生

釋，我們才能真正看到東西[15]。在 1960 年代起就有一群歐普藝術家利用視覺刺激的特性，創作出在平面靜止的畫面上呈現視覺動態效果，藝術家們嚴謹採用科學方式的設計，藉由視覺作用喚起並組合成視覺現象，希望達到與傳統繪畫同樣動人的藝術體驗。而在研究過程中他們也發現到色彩、造形、視知覺的關係，並也將其歸為創作

的重點。這三項重點也被視為視覺感官的刺激要素，成為人類開發新視野的條件。近年來國外的心理學者 Ouchi[22]、Pinna 與 Brelstaff[23] 等將這三項重點與心理學原理加以配合創造出許多著名的錯視動態圖形，而日本心理學家北岡明佳教授又將這些圖形加以開發，延伸出了更多有趣的錯視動態圖形，在此北岡明佳也將這些作品陸續出版，並且有系統地將最新的研究結果與圖形公開於網站上，至今已經有上百幅的完整作品可供研究與參考。在實際的設計運用上，台灣的華南銀行轉運現金卡就是類似於北岡明佳錯視動態圖形的作品，但是轉運現金卡的設計並無明顯的動態感受，在設計上似乎有些可惜。現階段這種錯視動態圖形的研究大都是以心理學的角度來探討，並無平面設計方面的研究。因此，本研究希望將藉由平面構成的觀點來對錯視動態圖形進行研究，將研究結果提供給設計界作為參考。本研究將針對北岡明佳的錯視動態圖形作為研究，因為北岡明佳是日本專門研究錯視圖形的研究者，他所編制圖形皆參照其早期研究的結果，在探討上能與先期的研究成果相互印證，在樣本的蒐集上也較能提供較多且完整的圖形以作為參考。此外，在台灣的設計市場上也開始出現類似的錯視動態圖形設計，可見其具有設計上的參考價值與學習方向。

本研究將以平面構成的觀點對北岡明佳錯視動態圖形進行造形、視覺與動態間的探討，希望能提供給設計師在設計錯視動態圖形上的參考依據。本研究的目的可歸類為：

- 1.1 以構成原理探討造成錯視圖形產生動態效果的因素，並以集群分析法進行北岡明佳的作品歸類，並推導出錯視圖形動態呈現的要素。
- 1.2 將研究的結果以條列式列出，藉此發展出創作動態效應的圖像的方法。

二、相關文獻研究

歐普藝術中產生的視覺動態效果可以稱為「視覺假象」或是「錯視現象」。其實它只是日常生活裡，常常會發生的一種小份量知覺分歧。而以視覺心理學的角度來解釋，是意指視覺動態與視覺平衡兩者都屬於人類潛意識之本能反應，「靜與動」之間的判斷來自於視覺上的平衡與不平

衡。因此，本研究將就形成錯視造形的構成方法與視覺上產生動態效應兩方面進行文獻的蒐集，以進行「錯視造形」與「視覺動態」兩個要素的關聯性探討。

2.1 視覺

2.1.1 視覺訊息處理

我們的感覺器官能夠接收到環境中的電磁能量並將其轉化為神經系統中的電活動。在視覺中，環境的能量以光的形式存在。我們將追蹤光信號通過視覺系統的過程，同時注意到這一過程的各種因素都可能改變或者妨礙視覺經驗[13]。而在視覺訊息處理中，網膜為光接受器最重要的部位，位於眼球最內層，厚僅 0.2mm，可分為三層胞組織。而支持視覺屬性偵測最強有力的證據，是來自於神經生理學對視神經系統的研究。就人類的視覺系統而言，網膜有兩種感光在接受器：錐體(cone)與桿體(rod)。前者從事顏色與黑白的視覺偵測，需要較強的刺激才能運作；後者比前者較為敏感，無需太強的光刺激即能進行黑白的視覺偵測[12]。

2.1.2 視覺平衡(Visual Balance)與視覺動勢(Movement)

視覺平衡(Visual Balance)事實上普遍存在於自然萬物的各種形態當中，人類在知覺心理上其實都有主動追求完形、完整、對稱、平衡、秩序、簡潔、恆常等特徵。因此，追求「視覺平衡」應是人類潛意識中最原始的原始思想。以視覺心理學的角度而言，「視覺動勢」與「視覺平衡」兩者皆屬於人類潛意識之本能反應，動態感的產生成因是因人類在知覺上所感受到不平衡與不安定性，欲追求視覺平衡自動產生的抗衡力量。而視覺平衡其實是處於各種動態力量相互均衡的狀態下的槓桿支點，乃是知覺欲追求均衡而自動產生的調和力量。一切的知覺組織都是格局內的組織，視覺是具有恆常性的現象，包括形態、大小、顏色、方向、位置等，使人類知覺所察覺的任何事物趨向於最單純、平衡的狀態[17]。

2.1.3 視知覺

知覺最基本的問題是人如何察覺、瞭解他周遭的世界。知覺其實就是一種操作，是感知的操作，主要是指視覺的觀察。而視覺思維還包括其

他的操作方式，如再現、表現、描述、想象、分析等。這些活動應該是由不同的視覺思維模式來完成的。就每個視覺研究的要素而言，我們可以從不同的操作角度來研究，比如體積的研究就可以包括體積的觀察、再現、描述、想象等。當然，視覺操作也可以作為單獨的問題來研究。在視覺知覺的領域裡，主要的問題在於人如何看見深度、運動及形狀。視知覺是一個非常迅速而精確的過程。你一睜開眼就能迅速知覺周圍的環境。就其實質而言，直接知覺過程是迅速而精確的。知覺系統要做出快速反應有著巨大的壓力，而緩慢的運動使得人們更容易捕捉資訊[13]。而視覺研究的複雜性還在於它同時涉及對形式的知覺和畫面上的操作兩個方面。就形式而言，其要素包括點、線、面、體、空間、質感、色彩。其中，點和線應該只是概念的和知覺的要素，因為任何落在畫面上的點和線都有寬度，只是因為長寬對比的緣故而知覺為點或線。就素描而言，其要素包括點、線、面(明暗)和色彩，所謂空間、體積、光影和質感等，只是這些要素的操作在畫面上創造的視覺幻象。也就是說，我們在處理這些形式要素的視覺問題時要時刻注意分別對現實世界的觀察和畫面上的操作兩者之間的關係[11]。

2.1.4 運動知覺

運動知覺是對物體在空間中位移的知覺，它依賴於物體運動的速度，運動體與觀察者的距離，觀察者本身所處的運動或靜止的狀態等。它與時間知覺和空間知覺有著不可分割的關係。(時空關係就是運動)運動知覺有：視覺性運動的知覺、聽覺性運動的知覺、觸覺性運動的知覺。然而，運動知覺是十分複雜而相對的。實際運動的物體可以被知覺為不動的；實際不動的物體也可被知覺為運動的。所以可以分為真實運動，似動運動和運動幻覺[10]。

2.2 構成

構成的意義為何？大致可歸納為下列三個要點：1.構成是探討形態和材料的問題，並具有視覺性與精神性雙方面的組織活動，也是一種造形活動，它包括三次元與二次元的形成，如平面造形、立體造形與平面構成、立體構成。除了視覺之外，還重視「精神力學」的組織，並兼具方法運用及理論的建立。2.構成是指純粹、非具象的形態，沒

有裝飾或寫實的描寫。因此，構成常用幾何造形來表現，幾何造形是最純粹、也是最抽象的造形。3.構成又可分為理性的構成與感性的構成，當構成為感性活動時，它是一種藝術；當構成為理性活動時，便成為一項設計了。因此，構成一方面是各專業設計的基礎，另一方面又擁有自己的研究領域，這個領域後來發展成現代藝術 [3]。

2.2.1 構成的基本要素

構成的基本要素是「點」、「線」、「面」、「體」。「線」是「點」移動，「面」是「線」的移動，「體」是「面」的組合，形態組合為求合理變化，可以採用「位置移動」、「角度變換」、「形體大小」三種基本方式來處理，且能單獨或合併使用。

2.2.2 美的形式原理

1.對比：對比是將兩種事物並列，使其產生極大的差異現象例如：曲直、長短、大小、粗細、高低、強弱、縱橫、黑白、明暗等「形」或「色」之對比。對比可讓造形充滿活力或動感，並產生明晰強勁的視覺效果。2.調和：調和又稱為「和諧」。是把同性質或類似的事物配合在一起，彼此之間雖有差異，但差異不大，仍能融和，這種和諧感，亦為美的形式之一。3.比例：比例是指在同一事物形態中，各部分之間的關係具有數理的法則。自古以來，比例一直被用在建築、家具、工藝、繪畫等方面，尤其希臘、羅馬的建築中，比例被公認為一種美的表現。4.反覆：即是將相同或相似的單位形、色構成作規律性的重覆排列，亦可以相異的單位形、色作交替反覆，前者在統一中求變化，後者則可在變化中求統一。5.漸層：漸層為反覆的一種特殊方式，即在同一單位形的排列上由大而小，由強而弱，或由明到暗(反之亦然)，形成質或量的漸變作用。6.均衡：又稱「平衡」，本為力學上與重量發生的關係，在造形方面，是指畫面上的形和色所形成的重量感，經過相互調節所形成的靜止、安定現象。7.統一：統一又可以用「支配」(Dominance)或「從屬」(Subordination)來說明，當許多對立要素存在時，便需要一個主調來組織它，有了主調便有了統一，這個主調形成「支配」的功能，其他部分便形成「從屬」的地位，因此，「支配」和「從屬」的靈活運用是使統一產生變化的方法之一。8.單純：單純具有基本、明確、簡潔、典型等特質。單純絕非單調，單純並不捨棄

原質的特性，而是把瑣碎、次要的東西依附在重要的範疇裡，如此才能強有力的表達造形之內涵與情感，也要能在形式上獲得理想的視覺效果[3]。

2.2.3 構成的方法

朝昌直已教授指出構成有各式各樣的方法，至於內容當可分成兩大類：其一是處理形的分割或配置的有關「構圖」問題；其二是錯視、立體感、動態、韻律等在物理上雖不存在，但透過造形要素的組合，基於眼睛的功能而可知覺其栩栩如生之「幻象」。進而將形態構成方法分成二大類
1.離心的構成 2.向心的構成 [7]。

1.離心的構成

離心構成是指形態越是經過處理，作品的面積越隨之增加，即由最初配置的形，逐漸向外擴展面積或發展畫面的構成方法。即，以既有的形為基礎，巧妙地配置或擴展之構圖。由於需要較多單位形的參與，因此又稱為「集積式」的構成。其方法包括：位置的配置與類形的繁殖兩種。「配置」的基本形式，包括分離、集中、擴散與重疊等；而「繁殖」則以單位形的再生為重點。(1) 配置構成：a.分離構成 b.重疊構成 c.集中構成 d.擴散構成。(2) 繁殖構成：所謂繁殖，就是「多量生殖」的意思。即由一已知的形，經由「反復」大量使用，使多數的形藉由接觸或重疊的複合作用，而產生各種相關的新圖形。依繁殖的形式，其發展約可分成下列數種：a.線狀繁殖 b.面狀繁殖 c.環狀繁殖 d.放射狀繁殖 e.鏡照式繁殖 f.自由繁殖。

2.向心的構成

平面造形，可供表現的空間有限，一般均在紙張或畫布上操作，具有一定的範圍。這種在限定的面積之內加工，而逐漸作成充實畫面的方法，就稱為「向心構圖」。向心構圖在造形表現中的運用相當廣泛，其中又以「分割」的方法最為重要。(1) 分割構成：所謂分割，就是在構成的基面上，以線條劃分空間格子，將整體分化成數個應有的部分之方法。種類為 a.等量分割 b.等形分割 c.漸變分割 d.類似分割 e.自由分割。(2) 比例構成：所謂「比例」，乃指部分與部分或部分與整體間的關係。就構成而言，比例(proportion)就是形態上的量(長度、面積等)之比率。種類為 a.

黃金比例 b.根號矩形(Root Rectangle)。(3) 數列(級數)構成：比例關係，其實不只限於兩個形之間的關係。當涉及三個以上的多項關係時，則成為數列或級數比。種類為 a.等差數列 b.調和數列(Harmonic Progression)c.等比數列(Geometric Progression)d.費波那齊數列(Fibonacci Series)e.貝魯數列(Pell's Series) [8]。

2.3 視錯覺

錯視它是一種視覺上的錯覺，而且，大部分的錯覺中都會包含有它。有時，即使我們小心的注意圖形給予的刺激、仔細觀察，或是熟知此一現象的人來觀察時，也常常會產生錯視的現象。錯視不是知覺上的錯誤。它的本質和錯視是相同的，所以，所謂的錯視，充其量只不過是一種顯著的視覺分歧現象，而且此一現象並不異常，而是一種正常的知覺現象[2]。錯視形態的構圖法中，可以分成：分割、集合、重疊、變換、變形[18]。

2.4 錯視造形與視覺動態的關聯性

錯視圖形產生動態的現象，往往都是因為人的感知特性所產生的效果。以圖 1 為例，在暗灰色的黑和輕灰色的白中，箭頭所表明的運動訊息和強度會起源於黑或是白的範圍[20]。在以圖 2 與圖 3 來說明，四個不同亮度區域的次序是很重要的，也就是黑色和暗灰色的組合或是白色和亮灰色的組合。明確地來說，產生錯視的運動傾向是從一個黑色的區域到一個鄰接的暗灰色的區域方向，或是從一個白色的區域到一個鄰接的亮灰色的區域方向中出現，如圖 1。在此提出兩個影響運動錯視強度的元素：第一、逐漸地變亮會提高運動錯視的效果；第二、彎曲或是分割的邊緣會提高運動錯視的效果，而圖 3 比圖 2 具有更強烈的錯視旋轉效果[19]。其實在運動知覺的研究歷史中，異常的運動錯視在不久前已經引起很大的注意，把實際上靜止的運動圖像理解歸於動態刺激。Ouchi 錯視是一個典型模式[22] (圖 4)，在圖中插入物產生運動。而這個錯視的產生必要條件是與周圍邊界形成相比的傾斜方向。在所有錯視圖形中，Fraser 螺旋圖案是一個最強有力的造形整合過程，黑和白的元素製成的圓圈，組成像一個彎曲的軟線一樣，在象棋棋盤背景上我們會看成是一個螺旋而非一套圓圈。組成這個軟線的個體

黑和白的元素是盤旋的部分，這樣黑和白的線的邊沿著邊緣方向，產生螺旋的深入效果(見圖 6)。



圖 1

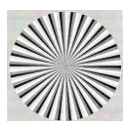


圖 2

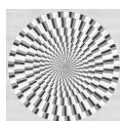


圖 3

在心理學的研究中，也發現當視覺處理一些影像運動的表現時，人類的視覺系統計算影像測量是需要符合公式的速度計算，稱之為流體光學。以Ouchi (1977)圖像的變形製作為例，這個圖形是由兩個直角方向的象棋棋盤狀組成，內部圍住一個圓，微量的視網膜移動或紙張輕微的轉動，產生分割，背景和圍物的相對運動。這個圖形是用長方形所組成，因為兩個區域的長方形有不同的方向流體，因此有一個方向的流體會比另一個方向的流體多更多，估計這個區域的流體光學的向量是不同的，把插入物偏視和周圍區域的偏視之間的差異看作是環的運動，圖17說明了這個錯視頂點移動的情況(往右上)，除了計算流體外，視覺系統也做了分別，這就是什麼我們可以這麼清楚的看見圓與背景相對運動的原因(見圖4與圖5)。



圖 4

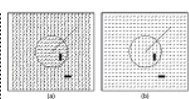


圖 5

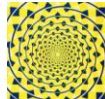
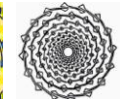


圖 6



另一個令人印象深刻的是圖 7 Pinna 與 Brelstaff (2000)錯視，如果凝視這個中心並將這頭當成開頭沿著視軸順時針旋轉，反向移動紙時移動向量透過這個圖像的中心線，沿著遠離中心，正常流體向量與平行四邊形的邊垂直，如此估計外部環順時針方向及內部環逆時針方向的流體向量偏視，如同圖 8 顯示的那樣，不同的是在內環及外環向量(沿著穿過中心的線)是圓的切線，這解釋可理解旋轉運動，一個類似的方法可以解釋這種旋轉移動的觀念，紙上的圖像沿著垂直於中心的軸旋轉時，圖像的一些微小改變造成錯視效應大量減低，如圖 9，在這個圖形中，內圓及外圓加入對角線使得本地傾斜分布相等，這樣的偏視導致移動的觀念並無顯著的差別。嚴格的說，這些評估有些更為精細，視覺系統估算原始圖像上正

常流體上的偏視，且可以估算模糊圖像的正常流體，即是，視覺系統利用不同層次的流體來做解釋，在這個圖像中，流體像量雖然有不同的解釋但卻有相同的方針，也就是說，系統使用多樣的解釋與否是沒有差別的，然而，若圖曾修改了邊的黑白，將引起一個方向高分辨率的偏視和另一個方向低分辨率的偏視，這將會降低了錯視的效果[21]。

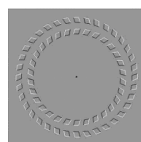


圖 7

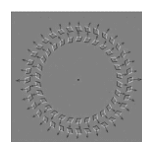


圖 8

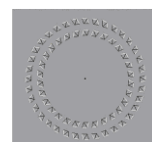


圖 9

在文獻探討中發現多位學者對於視覺動態構成的探討，因此本研究將有關視覺動態構成的要素歸納整理如表 1 所列。

2.5 北岡明佳

北岡明佳 1961 出生日本高知縣人。畢業於筑波大學第二類組生物學類組，1991 年畢業於筑波大學大學院心理學研究教育學博士。從那 10 年間服務於東京神經科學綜合研究所。期間在世界第一個關於錯視的網站「錯視的會」發表作品(目前為都立大學的「錯視的廣場」)，也陸續在愛媛縣綜合科學博物館所企劃的「超不可思議！」(1998)、紀念葉夏的「超感覺展」(1999-2000 年)巡迴展等多場展覽中參與展出。並利用錯視的手法在設計作品中，建構出新的錯視設計方法。2001 年 4 月於立命館大學文學部心理學科擔任副教授，專門研究知覺心理學，也以「錯視・錯覺」為關鍵字在國際學術上發表論文。自身有設立「北岡明佳的錯視」網站，在網站上持續在發表新的作品與論述[4,6,24]。

表 1 平面構成中形成視覺動態的分析

研究者	年 代	造形的要素 點、線、面	構圖			錯覺		
			配置	分割、比例	調和、對比	形式	方向	色彩
大智浩 [1]	1973	△點與點產生心理緊張或張力 △線會產生運動方向		△視覺動勢是一種觀念、數理的、等比差	△對比賴於反對、對立以及變化，成為興奮勞動效果之基礎 △設計理論中「統一」，具有靜的與動的兩種。而設計上的統一，就是對數的具有級數性的流動	△歐普藝術漸增的理論在注重錯覺的視覺生理質，表現大律動感、振動感、旋律感以及富於變化	△利用方向要素表現空間與深度 △斜方向的直線會造成動力的刺激形	△明度的差異會造成緊張或安定
朝倉直巳 [7]	1990	△面亦可讓人有韻律、動態之感，或透明、錯覺之感	△集中感的配置：向一點集中的線會出現集中型的構圖，它具有強烈的統一感，且多數的情況又都具有動力感 △擴散型的構圖，左右對稱的構圖缺乏動感 △偏倚配置〈均衡〉充滿緊張感的均衡美，此乃基於不平衡的平衡，故比均齊其有更多的動態要素	△漸變分割具有動力感與統一的分割構成	△對比製造動態平衡就是製造變化	△四次元形態的問題，亦即如何把「動態」表現於畫面上。平面製造一種立體感或動態的幻象的根源在「錯視」 △動勢的配置：1.破壞造成的動勢、2.破壞過程造成的動勢、3.傾斜的效果、4.迴轉的意象、5.向一定方向集中的動勢 △韻律的本質勢反覆，可產生動感		△前進色與後退色的巧妙使用，亦可表現動態的感覺、單用色與漸層可誘導人視線向前進，產生視覺上的運動感
藤尺英昭 [16]	1999	△具有銳角的形，可以集中式線方向	△向心擴散的運動表現			△漸層作品或歐普藝術視能夠自然的誘導眼睛，產生強烈刺激的運動感	△斜方向的線具有誘導視線的效果	△色彩或造形的漸層，可以感覺運動
楊清田 [9]	1988	△動的意義：點只有位置而無大小、線是點移動的軌跡、面是線移動的軌跡 △線的特性與推動點的外力有關。康定斯基稱這種「運動」的特性為張力和方向 △不同形態的線，其顯現的張力、速度、動態、空間以及心理感覺，均有不同的特性	△擴散構成強烈的焦點、強烈的動力	△良好的比例關係是美與動態的泉源 △黃金比例具有動態感的特性 △漢畢齊發現：長方形的長、寬越是不規則動態感越好 △黃金比、根號長方形再視覺上具有特別的意義，這種視覺現象據說與人對不完整之形或殘缺數量，具補償作用也有動態的特性。		△錯覺產生的幻象或錯視，如立體感、動態與韻律感等，由於受視覺機能與主觀知覺的影響，具有豐富的視覺效果與魅力 △對平面造形的動勢而言，既無物理上的運動，亦非幻象四的錯覺，但卻有運動的力勢存在。推就因素：1.內模仿的心理因素：聯想出來的動感經驗、2.反均衡的心理張力：安海姆(R.Arnhim)的立場說，遠離力線者容易被拉引即產生動力，有動感的構圖必先具備均衡、3.形態本身所蘊藏的「張力」：不同的造形，產生的動感會有差別，形態上的力動感其實乃是自身的張力，視線經過和停留的頻度不同，所產生的動態也不同 △動態構成的形式：1.姿勢、2.文脈、3.相互作用、4.隨伴性、5.必然性、6.隱喻性、7.抽象性、8.軌跡、9.複數的視點 △造形知覺而言，動勢其實並不專賴情境的暗示，形態本身的刺激功能或許更為直接。即動感應該具有某些特定的構成形式或特徵：1.斜向、2.楔形、3.定向的轉換、4.迴轉、5.動態比例、6.反覆與漸變、7.誇張與變形		
林崇宏 [6]	1998	△線有方向和長度的特徵。而線的構成特性主要是有動感的現象，因為線有內在的力量，使線有運動和力的象徵性 △基本的面形中，有一股內在欲釋出的力量形成有內含的量感						

三、研究方法

本研究採用焦點小組法與集群分析法進行研究。先蒐集北岡明佳以圓形為主的錯視圖形 135 幅，樣本蒐集來源為北岡明佳所發表的書籍以及北岡明佳專設的學術網站。將樣本請 10 位具有 5 年學習構成經驗以上的崑山科技大學視覺傳達設計研究所研究生進行圖象評估。評估的步驟為：

步驟一、請 10 位研究生經由焦點小組相互討論的方式將 135 個樣本作構成評估要素的分析，其流程為先請 10 位研究生將每個樣本構成的要素各自寫下，再將其整理統計並且經由共同表決討論出評估要素。結果為評估要素共分為四類：造形要素、圖形配置、美的形式原理、視覺動態效果等基礎的構成原則(可參照相關文獻研究)。造形要素包含有點、線、面；圖形配置包含單一、二次、四方、擴散、環繞配置；美的形式原理包含反覆、漸變、律動、比例、對比、平衡、調和、對稱、單純、秩序；視覺動態效果包含旋轉、擴散、閃頻、深度效果。

步驟二、評估方式是請 10 位研究生共同進行討論來決定的，例如：標號 1 的樣本是否有點的構成形式，研究生共同決定有則在選項上打勾，無則不打勾，遇到難以判時則以討論的方式來決定。因此，每個樣本需經過四類的評估，共計 23 個評估要點(見表 13)來作為集群分析的依據。

步驟三、將統計結果進行 SPSS 統計軟體的集群分析(Cluster Analysis)。集群分析是將同質性較高或相異性較低的觀察值集成一群，使在同一集群內的事物具有高度的同質性，而不同集群間的事物則具有高度的異質性。

四、結果與討論

經由集群分析得出 135 個樣本在『造形要素』分為四群(表 2)；『圖形配置』分為兩群(表 3)；『美的形式原理』分為三群(表 4)；『視覺動態效果』分為四群(表 5)；『整體的構成形式』為七群(表 6)。各類群的圖像過多，因此表 2 至表 12 的分類圖像是從各類群中任意挑出五個作為樣本。另外，以圖形構成的方法將 135 個樣本進行解構，並歸納出基礎的元素與組合的方式。

4.1 集群分析

從集群分析的結果可得出，每群的要素相互重疊有許多相似的結果。因此，可推論出每群構成的評估要素是為類同。

表 2 造形要素分為四類群

造形要素					
第一類群（線、面）：主要是以點與面的構成要素來組合成的圖像。					
圖像					
編號	100	47	12	14	8
第二群（面）：以面的分割方式來構成圖像					
圖像					
編號	134	45	33	29	31
第三群（點、線、面）：利用點、線、面的構成要素來構成圖像					
圖像					
編號	111	112	68	53	55
第四群（點）：以點的構成特性來形成圖像					
圖像					
編號	119	122	40	108	109

表 3 繁衍的配置分為二類群

繁衍的配置					
第一群（二方連續）：以有方向與方法連接起來的二方連續之構造來形成圖像的配置					
圖像					
編號	4	114	103	105	30
第二群（四方連續、環繞）：將圖形以單位形向二次元的方向成面狀擴散，以及把線的方向彎曲，使兩端連接而成環繞構造。環繞構造的中間，通常會形成巨大的「間隙空間」，而使圖形變化更大。					

圖 像					
編 號	98	89	66	28	22

表 4 美的形式原理分為三類群

美的形式原理					
第一群（無對比、無單純）：以反覆漸變的方式形成變化中具有統一特性，並以比例的構成讓圖像有平衡、調和、對稱的秩序感受。					
圖 像					
編 號	1	93	70	47	39
第二群（無對比）：反覆、漸變、比例、平衡、調和、對稱、單純、秩序等要素來構成圖像					
圖 像					
編 號	72	111	35	32	97
第三群（無漸變、無對比、為單純）：以單純的造形來構成圖像中的反覆、比例、平衡、調和、對稱、秩序的形式					
圖 像					
編 號	42	11	109	91	90

表 5 視覺動態效果為四類群

視覺動態效果					
第一群（旋轉、閃頻）：在觀看中圖像讓視覺具有旋轉以及閃爍的效果					
圖 像					
編 號	103	4	59	80	56
第二群（旋轉）：在觀看中圖像讓視覺具有轉動的感受					
圖 像					
編 號	10	119	117	90	86
第三群（擴散）：在觀看圖像中圖形具有往外擴散的效果					

圖 像					
編 號	130	106	128	101	60
第四群（深度、閃頻、晃動）：圖像讓視覺有往內深入與閃爍的晃動感受					
圖 像					
編 號	46	73	74	62	58

4.1.1 整體的構成形式

由表 6 得知，以單純的造形要素點作為構成，在配置上是以環繞為主，並且利用反覆、漸變、單純、統一、對稱、比例等美的形式原理為手法，而且具有群化的原則，在視覺的動態效果中產生旋轉與擴散的特性。

表 6 第一群 整體之構成形式

整體的構成形式 第一群（無線、無對比、無深度、無晃動）					
圖 像					
編 號	36	109	23	129	40

由表 7 得知，以線與面作為構成要素，在配置上是以單一、二次方配置與放射狀為主，並且利用反覆、漸變、平衡、統一、對稱、比例等美的形式原理為手法，而色彩的使用主要是以無彩色與三色以上、藍黃與藍紅互補色、紅綠與藍綠對比色，並且具有群化的原則，在視覺的動態效果中產生閃頻與晃動、旋轉的特性。

表 7 第二群整體之構成形式

整體的構成形式 第二群（無點、無對比、無單純）					
圖 像					
編 號	8	12	97	43	1

由表 8 得知，以線與面作為構成要素，在配置上是以環繞與單一為主，並且利用反覆、漸變、平衡、統一、對稱、比例等美的形式原理為手法，

而且具有群化的原則，在視覺的動態效果中產生閃頻、晃動、旋轉與深度的特性。

表 8 第三群整體之構成形式

整體的構成形式 第三群（無點、無對比、無單純，為單一、環繞配置）					
圖像					
編號	53	55	74	6	71

由表 9 得知，以單純的點為構成要素，在配置上是以單一與環繞為主，並且利用反覆、漸變、平衡、統一、對稱、比例、單純等美的形式原理為手法，而且具有群化的原則但是無閉合的條件，在視覺的動態效果中產生旋轉與擴散的特性。

表 9 第四群整體之構成形式

整體的構成形式 第四群（無線、無對比、無閉合，為旋轉、擴散的視覺效果、互補色）					
圖像					
編號	38	108	118	113	123

由表 10 得知，具有點線面的構成要素，在配置上是以二、四次方配置為主，並且利用反覆、漸變、平衡、統一、對稱、比例等美的形式原理為手法，而且具有群化的原則，在視覺的動態效果中產生閃頻與旋轉的特性。

表 10 第五群整體之構成形式

整體的構成形式 第五群（無對比、無單純，是為旋轉、閃頻的視覺效果）					
圖像					
編號	28	29	4	13	135

由表 11 得知，以單純的點為構成要素，在配置上是以二、四次方與環繞配置為主，並且利用反覆、漸變、平衡、統一、對稱、比例等美的形式原理為手法，而且具有群化的原則，在視覺的動態效果中產生擴散的特性。

表 11 第六群整體之構成形式

整體的構成形式 第六群（無線、無對比、無單純，是為擴散的視覺效果）					
圖像					
編號	93	94	98	24	22

由表 12 得知，以點線面作為構成要素，在配置上是以單一、二次方與環繞配置為主，並且利用反覆、平衡、統一、對稱、比例等美的形式原理為手法，而且具有群化的原則，在視覺的動態效果中產生擴散與旋轉的特性。

表 12 第七群整體之構成形式

整體的構成形式 第七群（無漸變、無對比，是為旋轉、擴散效果）					
圖像					
編號	75	87	106	99	101

4.2 次數分析

從次數分析表可以看出構成 135 個樣本要素的次數。在造形要素中，面的次數為最高，其次為點；繁衍的配置中，無背景單一的次數為最高，其次為無背景四方連續；美的形式原理中，圖像的構圖都包含律動、平衡、調和、對稱、秩序等要素；視覺動態中，次數最高的為旋轉，其次為閃頻（見表 13）。

表13 次數分配表

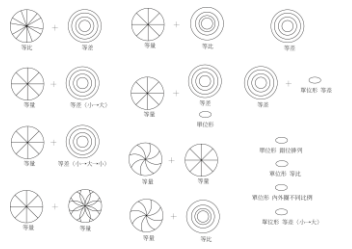
北岡明佳 錯視圖形的構成分析															
項目	造形要素			繁衍的配置											
	點	線	面	無背景色						有背景色					
				單一	二方	四方	環繞	擴散	其他	單一	二方	四方	環繞	擴散	其他
次數	89	47	124	36	23	26	6	0	2	14	11	3	12	4	3
項目	美的形式原理										視覺動態效果				
	反覆	漸變	律動	比例	對比	平衡	調和	對稱	單純	秩序	旋轉	擴散	閃頻	深度	
次數	32	109	135	115	6	135	135	135	30	135	81	32	47	15	

4.3 圖形構成分析

依照圖形構成的分析方法將 135 個樣本進行解構，並歸納出基礎的元素與結合的方式。在分

析後得出，135 個樣本圖形主要是由 7 個基本架構為主，而此基本架構是利用等差、等比與等量來分割圓形，並也在方向與直線、弧線上作圖形上的變化，另外也結合具有造形的單位形。而 7 個基本圖形經由結合後產生 14 組構成方式。本研究也發現分割的度數是造成圖形主要的成因之一，分割度數是在 1 度至 20 度間，如表 14 所示。

表 14 135 個樣本的基礎元素與組合方式

類別	說明
基本圖形	
基本圖形的組合方式	
分割圓的度數	1.5、1.8、3、5、7.5、9、10、15、18 度
圓形分割的圈數	2、4、5、6、10、11、14、9、16、17、18、24、24 以上
單位形環繞的個數	9、12、16、18、24、28、30、36

五、結論與建議

經由 135 個樣本分析後得知在構成中形成視覺動態的成因有下列幾點：

1. 從集群分析的結果可得出，每群的要素相互重疊有許多相似的結果。因此，可推論出每群構成的評估要素是為類同，評估的要素無法很明確的區分樣本的特性。
2. 在構成的造形要素上以點與面的形式為主，配置方式是採單一與四次方連續，在美的形式原理中具備律動、平衡、調和、對稱、秩序等條件。
3. 基本構圖方式是以圓的中心作為分割點，分割方向為放射與擴散兩種，並且依照方向性的漸變作等量或等比、等差分割，而分割的度數是較為密集在 1 度至 20 度間，並且圖形的構成多半會由兩種分割方式來組合而成。

4. 在分析的過程中，本研究得出北岡明佳視覺動態

的錯視圖形與構成的原理是有密切的相關性，也印證了學者構成在動態圖形中的論點。本研究將共同的結果整理如表 15。

表 15 構成視覺動態的要素

要素	構成視覺動態的要素	
造形要素	點	點具有張力以及集中性與方向性，利用這些特點，使單純的點產生轉動、擴散的視覺效果。
	線	線會產生運動方向，並且在不同形態的線所顯示的張力與速度、動態均會有所不同。以這些特點產生閃頻、旋轉與晃動的視覺效果。
	面	面有力量與動感的錯覺，以此力量與韻律感的特質產生視覺的動態。
配置構成	主要是以集中構成產生強烈的動感，將單位形逐漸的往外擴散，並配合繁衍構成，反覆產生各種相關的圖形。	
美的形式原理	利用反覆、漸變、律動產生強烈的動感，並利用漸變分割產生統一性。而良好的比例也能產生動感使圖形，並且圖形具有對稱、調和、秩序的感受。	
視覺動態效應	旋轉	1. 利用造形元素的方向性誘導視覺； 2. 以有比例性的漸變分割產生圖形的律動感； 3. 以集中式構圖作為配置
	擴散	1. 以點的方向性作為視覺誘導； 2. 採用集中式與擴散式作為環繞配置。
	閃頻	1. 利用漸變分割產生視覺的密集度； 2. 以分割後的兩種造形產生視覺干擾性。
	深度	1. 利用線分割法產生離心式的擴散漸變讓視覺往內延伸； 2. 在圖形上賦予點的造形強調視覺動線。
	晃動	1. 以兩種不同分割方向或兩種造形使視覺受到干擾。
錯視造形	1. 在錯視的形態分析結果，與陳瀚凱[17]的所研究作出的渦旋迴轉錯視與形態的扭曲之抗衡現象結論相符，在圓中放置其他造形會產生視覺的干擾引起錯視現象，而動態的效果產生晃動與閃頻。 2. 具有漸變的錯視圖像能產生視覺誘導，具有強烈的刺激運動感。	

(本研究整理)

5. 綜合以上的分析可得知要設計出以圓形為主的

錯視動態圖形須具備分割比例的條件，分割的方向可採放射性的變化，並且注意在分割造形變化上要有律動、平衡、調和、對稱、秩序的條件，尤其是漸變變化能產生較大的動態感受，而邊緣的設計可採用邊緣分割或是彎曲也能強調動感。分割的度數則不宜超過 1 度至 20 度之間。適度運用點、線的輔助產生渦線與放射性排列來誘導視覺注意更能加強動感。設計者在設計錯視動態圖形時，可以多注意分割比例的變化，不同比例的漸變與等量分割會產生不同的動態效果，設計者可以對照本研究的錯視圖形分析(見表 13)或是依照各人的需求做各方的嘗試與實驗。

6. 本研究的結果與 Ouchi (1977)、Kitakoa(2003)研究結果相同，邊緣分割與逐漸變亮確實會造成視覺運動的感受。本研究以構成的觀點來探討，發現到分割比例也是形成動態圖形的重要因素，不同分割的比例會造成不同的動感。

在後續的研究中，本研究將針對色彩作為探討，因為在早先的心理學研究裡有將色彩列為是影響動態的因素，而本研究中也發現到不同的顏色所產生的動感似乎有所不同，因此為了能更為深入瞭解錯視動態圖形構成的因素，本研究將繼續以色彩來作為對錯視動態圖形影響性的探討。

六、參考文獻

<書籍>

- [1]大智浩，(1983)，美術設計的基礎，大陸，台北。
- [2]今井省吾著 沙亞興譯，(1991)，錯視圖形，遠流，台北。
- [3]丘永福，(2001)，造形原理，藝風堂，台北。
- [4]北岡明佳著 ぼにーてーる 編集，(2002)，トリック・アイズ—ながめるだけで、脳が活性化!頭の回転がぐんぐんよくなる魔法のイラスト集，カンゼン，東京。
- [5]北岡明佳，(2003)，トリック・アイズ〈2〉ながめるだけで、「脳が活性化して、こころの健康によい」魔法のイラスト集，カンゼン，東京。
- [6]林崇宏，(1998)，造形設計原理，視傳文化，

台北。

- [7]朝倉直巳著 呂清夫譯，(1990)，藝術・設計的平面構成，北星，台北。
- [8]楊清田，(1982)，錯視造形的原理—反轉錯視原理與圖形設計，藝風堂，台北。
- [9]楊清田，(1988)，構成(一)，三民書局，台北。
- [10]達利、格魯茲堡、金吉拉 楊語芸譯，(1994)，心理學，桂冠，台北。
- [11]鄭麗玉，(2002)，認知心理學-理論與應用，五南，台北。
- [12]鄭昭明，(1993)，認知心理學，桂冠，台北。
- [13]Paul Rookes、Jane Willson 鄭日昌、周軍譯，(2003)，知覺-理論、發展與組織，五南，台北。
- [14]SOLSO 吳玲玲譯，(1998)，認知心理學，華泰，台北。
- [15] SOLSO，(2004)，視覺藝術認知，全華科技圖書股份有限公司，台北。
- [16]藤澤英昭，(1991)，造形原理，藝風堂，台北。

<期刊>

- [17]陳瀚凱，(2003)，「視覺平衡影響視覺動勢強弱之視覺原則探討」，藝術學報，第 73 期，頁 75-88。

<學位論文>

- [18]姚美容，(1987)，「電腦輔助錯視形態建構之研究」，國立成功大學工業設計學系碩士論文。

<英文文獻>

- [19]A. Fraser and K. J. Wilcox,(1979), Perception of illusory movement, Nature, 565-566.
- [20]Akiyoshi KITAOKA and Hiroshi ASHIDA,(2003),Phenomenal Characteristics of the Peripheral Drift Illusion.
- [21]Cornelia FERMULLER and Henrik MALM,(2004),Uncertainty in visual processes predicts geometrical optical illusions ,Vision Research,44,pp.727-749.
- [22]Ouchi, H.,(1977), Japanese optical and

geometrical art. Mineola NY: Dover.

[23]Pinna, B., & Brelsta., G. J. (2000), A new visual illusion of relative motion, Vision Research, 40(16), pp.2091–2096.

<網站>

[25]北岡明佳

<http://www.ritsumei.ac.jp/~akitaoka/index-j.html>(搜尋時間 2004 年 7 月 20 日)