

由反應變異探討黃金比美感的心理實質性

Exploring the Psychological Reality of
Golden-ratio Aesthetic Activity from Response Variability

唐大崙
Daren Tang

中國文化大學大眾傳播系助理教授

由反應變異探討黃金比美感的心理實質性

摘要

許多平面媒體設計者慣以黃金比為例，來討論構成美感的原理原則。黃金分割作成的構圖甚至被喻為是「神聖的比例原則」，深深影響文藝復興之後的視覺藝術創作者。但是，黃金比例的美感到底有無普同性？或者它只是反映吾人對某一種數字的迷思？這個問題是一個心理學問題，換句話說，黃金分割的美感是不是人類真正運作的心理歷程？它到底有無心理運作的實質性（psychological reality），需要心理學的研究方法來釐清。

近幾年，國外許多研究有些支持，有些不支持黃金比例的美感具有心理實質性。但是這些研究多以調查的方法，描述平均美感趨勢的結果。本研究則藉由心理物理學常用的調整法，測量一般人對於各種比例調整判斷的誤差分布。結果發現，不論在「線段分割作業」或是在「矩形鄰邊調整作業」中，1 比 1 的比例判斷誤差都是最小，反之，1.6 比 1 的黃金比例判斷誤差則明顯偏高。顯然，這個結果還是不支持「黃金比例的美感具有心理實質性」的想法。

關鍵字：黃金比例、心理實質性、美感、心理物理實驗

Abstract

The golden-ratio has been defined as an aesthetic ratio and is still observed today as a guiding principle in visual art, even though there is little sound empirical evidence for its support. It seems that golden-ratio has the psychological reality in aesthetic activity. But more recent investigations fail to support the psychological reality of preference for the golden-ratio by providing average population preference data. This study provide the response variability distribution information to address this issue by psychophysical experiments. Results show that this variability distribution is larger for the golden-ratio(1.6:1) than for the unity-ratio(1:1) in line segment task and rectangular adjustment task. Obviously, results do not support the idea that golden-ratio aesthetic activity has the psychological reality.

Keywords: Golden-ratio、Psychological reality、Aesthetic、Psychophysical experiment

前言

日常生活中人們最常做的一件心理活動就是評論喜歡與否和漂亮與否，尤其在藝術表演的場合，欣賞一首曲子或一幅畫的時候，我們會不自覺地相互比較起來。當然，喜歡與漂亮並不一定是同一件事，不過，一般人多會喜歡自己認為美的，討厭自己認為醜的。其中，「美與醜」幾乎就是人與人或人與事物互動之後，必然會產生的基礎原素(也許是化合物)，但是，幾乎沒有心理學研究可以清楚描述、掌握它。儘管哲學家、小說家、藝術創作者或藝術評論者都各有自己的一套觀點，可以描述或解釋「為什麼這是美的?」、「為什麼許多人喜歡這幅畫?」。不過，這些解釋觀點是否具有普遍的解釋力?或者這些觀點是否經得起實徵研究的支持?在西方實證科學研究的領域中一直爭論不休(Davis 等人, 1991)。

其中，黃金比例美感是少數受實徵研究長期關注的議題之一。以黃金分割所作成的構圖被喻為「神聖的比例原則」(Huntley, 1970)，廣泛存在於建築、繪畫作品中，深深影響文藝復興之後的視覺藝術創作者。

所謂黃金比例分割是指，將一矩形相鄰之長邊與短邊切割成大約 1.618:1 或 1:0.618 的比例值。若以數學的形式表達，可描述如下：

假設 $a > b$ ，若 $a : b = (a+b) : a$ ，則 $a : b$ 的比例值便稱為黃金比值。但是因為這個比值是個無理數，一般都取四捨五入概略計算到小數點以下約 1、2 位精確度，即 1.6:1 或 1:0.6，所以 3:5、5:8、8:13、13:21 等等比例值也都算是黃金比，廣泛用於各式相片、卡片、畫框、窗戶、玄關門、國旗等等的設計上。

許多談論設計的書中，都會提及黃金比例是公認為最美的比例(Ching, 1979; 袁金塔, 1991)。例如名畫家袁金塔(1991)就認為，黃金比之所以成為最美的形體，是因為它表現寓變化於整體的基本原則，如果型體太整齊、太對稱，易流於呆板單調，形體變化太多又往往造成散漫雜亂，所以整齊中透著變化，規律中孕著新奇，才是最適宜的，或者換句話說，均衡比對稱更美。

不過，藝術家們的觀點都是事後賦予的解釋，諸如此類的藝術評論，不免流於以經解經，循環論證，他們仍無法告訴我們「為什麼黃金比是公認最美的比例值?」，或者換句話說「黃金分割的美感是否具有心理運作的實質性?」。

1876 年，法國的心理物理學家費西納(Gustav Theodore Fechner, 1801-1887)是全世界第一位以心理物理學(psychophysics)實驗方式首先證實，大約有 35% 的人喜歡合於黃金比例的矩形體。之後陸續也有許多心理學調查資料發現，黃金分割線段是一般受試者的平均偏好落點(Witmer, 1894; Pierce, 1894; Thorndike, 1917; Feasey, 1921; Benjafield, 1976; Svensson, 1977; Benjafield, 1985)。例如 Witmer(1894)和 Benjafield(1976)都發現有相同比率的人偏好黃金比與等分比例(意即 1 比 1)矩形。

一時之間，似乎在藝術界也都相信，黃金分割具有全世界都一致的普同性美感(universal aesthetic)。為了說明黃金比的美感具有普同性，Lawlor(1894)甚至努力在自然界中找尋具黃金比的現象或事物。另有一些心理學家還發現，黃金比值可能是人際互動中，正反面評價的平均比值。亦即對於他人的評價約有 62% 是正面的，38% 是負面的，其中，62/38 即大約等於 1.6(Benjafield 與 Adams-Webber, 1976; Touhy, 1987; Crowley, 1991; Adams-Webber, 1997)。

但是很不幸的，黃金分割的美感並不完全受到心理學實徵研究的支持(Angier, 1903; Weber, 1931; Davis, 1933; Berlyne, 1971; Godkewitsch, 1974; Piehl, 1976; Piehl, 1978; Schiffman 與 Bobko, 1978; Neperud 與 Serlin, 1984; Neperud 與 Freedman, 1988; Nakajima 與 Ohta, 1989; Davis 與 Jahnke, 1991; Macrosson 等人, 1997; Boselie,

1997；Russell，2000）。例如 Neperud 與 Freedman（1988）發現四、六與八年級生普遍偏好黃金比例的矩形，但卻反而偏好等分比的螺旋形。

Angier（1903）發現受試者的平均偏好雖然接近黃金比例值，但是個別差異非常大。事實上，只有相當少數受試者的偏好落於黃金比值，顯然計算平均值掩蓋了真正受試者的偏好取向。Haines 與 Davies（1904）也發現即使是同一個受試者，使用兩次調整法所測量到的偏好比值也大不相同。Weber（1931）以兩兩配對比較法所測得的最偏好矩形，其相鄰邊比例則是介於 1:1 與 1.618:1 之間。Davies（1933）甚至發現，最受喜好的矩形之相鄰邊比例是 1:2。Davis 與 Jahnke（1991）則發現無論是矩形、圓形，無論在多重選擇作業（multiple choice）、直接分割作業或兩兩配對作業下，面積等分比例分割仍是多數認為是最美的比例，而不是黃金分割比。

最近，Macrosson 等人（1997）邀請了 51 位有名的畫家與雕刻藝術家，進行一項線段分割的調查，結果發現，即便要求這些藝術家以鉛筆在紙上依照他們各自所認為，最美的，讓人感覺到諧和、愉悅的線段分割方式來標記線段分割點位置，這些藝術家所標出來的線段比例也不是黃金比，而是大約 1:2 或 1:1 的比值。Boselie（1997）以普通大學生為受試者，要求他們在邊長比值為 1.8 與 1.618 兩種同款式之多邊形圖案對中，選出比較喜歡的圖案。結果也無法獲得，偏好黃金比優於偏好 1.8 比值之統計資料。

不過，這些實徵研究多是以直接詢問的方式，要求受試者直覺產生或選擇出具美感的（beautiful）、令人愉悅（pleasing）、最喜歡的（preferred）或最有興趣的（interesting）分割結果，這類研究方法有三個主要的弱點。

一是待分割的圖形都太過簡單，不是線段就是矩形、多邊形或圓形螺旋形等等的幾何圖形，與一般覺得美的景象相去甚遠，硬是要對如此簡單的刺激圖形進行美感判斷，似乎失去審美歷程的生態效度（ecological validity）。

二是「美感」不只是一種相當難以言喻的複雜感受，也是建立在相對比較情境下才浮現的主觀感受，在沒有與所謂「醜圖」對比的情境下，幾乎很難直接給予量化數值，更遑論要求受試者直接對線段作出「最美的切割」時，我們根本很難確定受試者是否真的能表現得出美感，亦或只是表現簡單感或對稱感，因為簡單、對稱也是另一種容易表達的美感之一（Koffka，1935；Arnheim，1976）。

Godkewitsch（1974）、Plug（1980）、McManus（1980）、McWhinnie（1987）和 Green（1995）等人就陸續對此類調查研究方法上的嚴謹度提出許多質疑。例如，由眾多比例分割圖中選一個最喜歡的作業，可能會因為每個人喜歡的異質性太大，而互相抵消，看不出集中趨勢。或因為抽樣控制不好，或因指導語（instructions）的差異而得到完全不同的結果。若改用直接產生法（production method），由受試者自己做出最美的分割，則可能只反映出簡單性，而不是美感。而且，「偏好」同時受個人因素與社會因素影響，研究者也普遍無法區隔出這兩個因素各自的影響有多大。Hekkert 等人（1994）、Hoge（1995，1996）、Russell（2000）甚至發現，直接產生法的測量過程中，指導語與繪圖紙張的方向大小都可能對受試者的美感判斷有很大的暗示或影響。

即便 Nakajima 與 Ohta（1989）以兩兩配對比較方式，進行同心圓圖案的偏好選擇，也僅發現 4 個符合黃金比的同心圓中，只有一個被選為最美麗的。

第三個弱點是直接針對偏好的調查，可能只是反映文化影響或教育訓練最終的結果，它不一定反映判斷者之心理運作的實質性。因為，黃金分割早已成為許多藝術或設計課程必教的教材內容之一（Berlyne，1971；Ching，1979；Benjafield、Poery 與 Saunders，1980）。袁金塔（1991）甚至認為，在繪畫的基礎訓練上，數理比例的概念是決定該藝術家能否正確捕捉形象輪廓的重要因素之一。

事實上，黃金分割的美感到底有無普同性？或者它只是反映吾人對某一種數字的迷思？這個問題是一個心理學問題，換句話說，黃金分割的美感是不是人類真正運作的心理歷程？它到底有無心理實質性（psychological reality），需要心理學的研究方法來釐清。

心理學家常用一些實驗推論的方法來探討心理實質性的問題，例如語言心理學家 Blumenthal（1967）操弄如下圖一的兩個句子中的關鍵字（John 與 mail），來測量該關鍵字對整個句子回憶的貢獻程度。結果發現，在外觀上，文法地位完全相同的兩個關鍵字，對於整句回憶的貢獻卻大不相同。因此，推論人在儲存句子時，是以句子的「深層結構」方式儲存，而不是以句子的「表層結構」方式儲存。這結論也證實，語言學家 Chomsky 所提深層結構的主張可能具有心理實質性。

句 1： *The letter was sent by John.*
句 2： *The letter was sent by mail.*

圖一：Blumenthal（1967）的實驗材料。句中的 John 與 mail 在表面上具有完全相同的地位，但是，以 John 為提示線索時，受試者回憶出整個句子的機率，遠遠高於以 mail 為提示線索的句子回憶機率。

心理學家慣用的一種研究方法是，測量人類的注意力分佈、記憶回憶率、反應時間與錯誤率等等經由實質心理運作出來的結果，再從這些反應結果反推心理運作的實際狀況。

同樣的，本研究亦透過類似的實驗推論方法，企圖檢驗黃金分割的美感是否具有心理實質性的問題。我們的推論假設如下：

如果黃金比例的美感具有心理實質性，可能意味著吾人的視覺系統或心智運作方式，有一套特別為黃金比特製的程序或機制，來幫助吾人認出或產生出黃金比例，因此應該期望大部份人對於黃金分割比的區辨敏銳度特別好。亦即相對於作其他比例分割而言，在進行黃金比例分割時，會更加精確無誤。反之，如果在進行黃金比例分割時，誤差比其他比例分割的時候還要大，則「黃金比例的美感具有心理實質性」的想法就會受到相當嚴厲的挑戰。

為了檢驗此假設，我們進行了以下二個簡單的心理物理實驗，來測量黃金比例分割的誤差。實驗一用調整法測量一般人對於線段分割比例判斷的誤差有多大，實驗二則以同樣方法測量一般人對於矩形鄰邊比例判斷的誤差有多大。我們相信，透過這兩個比例判斷實驗的誤差來推論黃金美感的心理實質性問題，至少能避開前述第二、第三項的弱點，亦即不易受文化教育影響，也不涉及主觀美醜與簡單性的混淆。

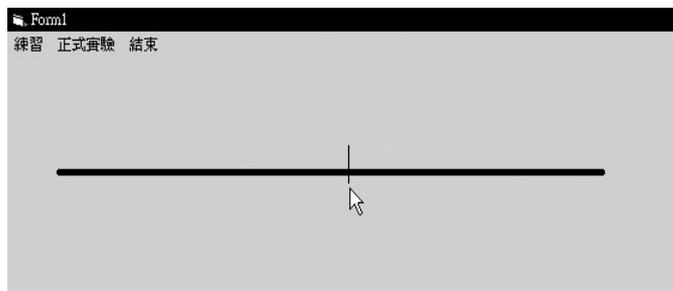
實驗一

獨變項：六種線段分割的比例值(0.9、1.0、1.5、1.6、1.9、2.0)。

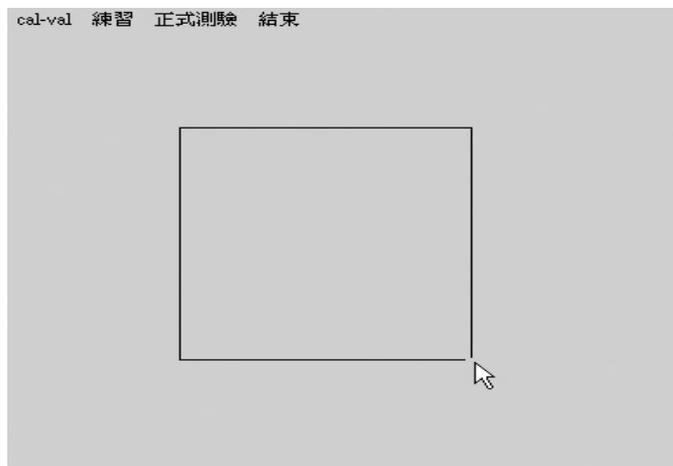
依變項：受試者實際進行分割的平均比例與標準差估計值。

受試者：21 位修習普通心理學的學生，因課程要求參加本實驗，視力經過矯正後均為正常。

程序：採受試者內設計(within-subject design)，要求受試者依照實驗者給予的比率值，在 19 吋電腦螢幕前約 50 公分距離，對螢幕上的直線段進行線段分割，如圖二所示。電腦螢幕上的線段長短不一，以近似均等分配的機率由電腦程式隨機決定，約介於 10-15 度視角範圍，隨機出現，每一位受試者所面臨的六種分割比例作業順序也皆為隨機。受試者是透過滑鼠在直線段的中間點選，以決定左右兩段線段的比例符合實驗者的要求。所有受試者在正式分割實驗前都事先針對每一種分割比例充分練習過，練習階段程式會給予分割比例值的回饋，並鼓勵受試者儘可能快速而精確地做出反應，正式實驗階段則不給任何回饋。正式實驗時，每一種分割比例皆連續進行 30 次分割判斷，求 30 次判斷值的平均與標準差估計值。因此，每一位受試者在每一種分割比例情境下，都有一個平均的分割比例值及其分割結果的標準差估計值，實驗全部做完約歷時 1 小時。

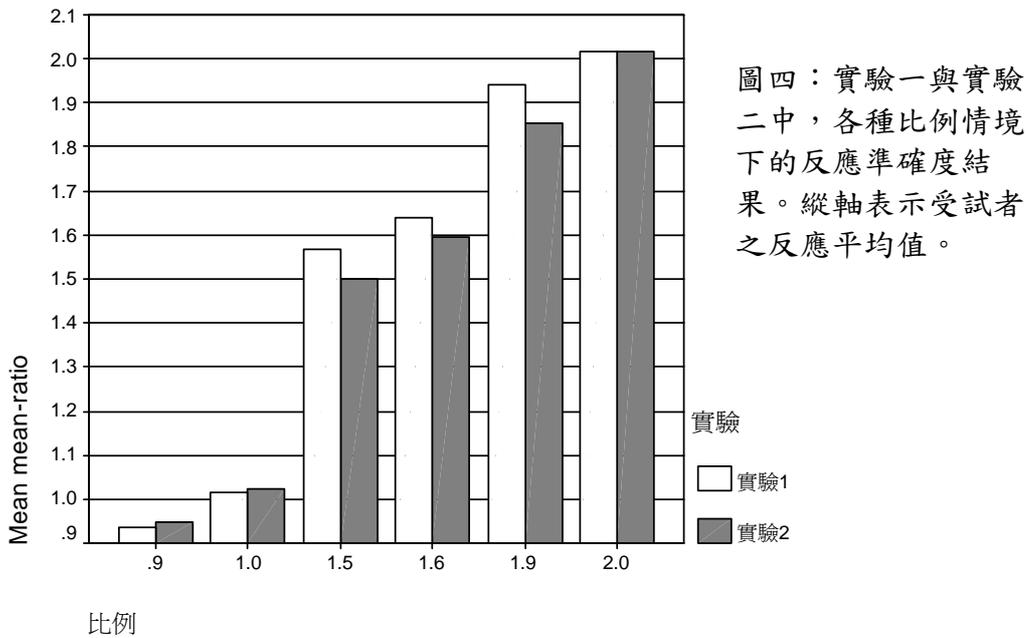
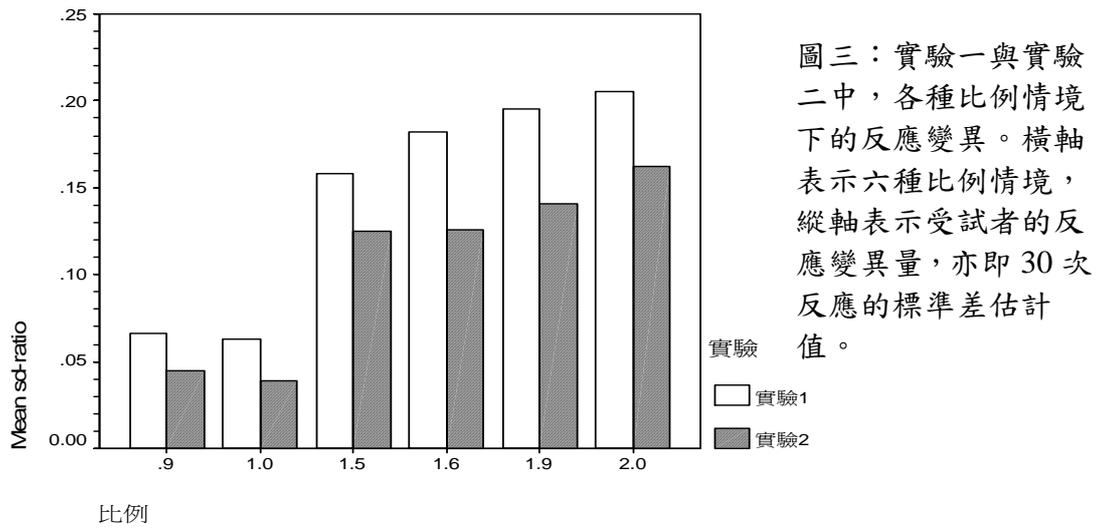


圖二：實驗一（上圖）與實驗二（下圖）的螢幕畫面，受試者移動滑鼠游標，以調整線段分割比例與矩形鄰邊比例。



結果：

因為我們關心的是分割結果的反應變異量，而且個別差異不大，所以我們取 21 位受試者之標準差估計值資料的平均數，來呈現分割結果的反應變異分布狀態。由下圖三可以看到，在進行 0.9 與 1.0 之線段分割時的反應變異量，約只有進行 1.5、1.6、1.9 與 2.0 之線段分割時的 1/3。而且由圖四可以看出，進行分割時的反應變異與反應準確度無關。因為無論任何比例情境，受試者的平均反應都相當接近正確值。



單因子變異數分析顯示，分割比例因素有非常顯著的主效果 ($F_{(5,120)}=26.315$, $p=0.0001$)。若進一步進行 Scheffe 事後檢定可以發現，進行 0.9 與 1.0 比例之線段分割時所表現出來的誤差屬於同一類，而進行 1.5、1.6、1.9 與 2.0 之線段分割所表現出來的誤差屬於另外一類。這兩類誤差表現，在統計上有明顯不同的差異。

因為，0.9 與 1.0 分割作業相當接近對稱比例的分割，1.6 則是黃金分割。所以，1.6 與 1.5、1.9 與 2.0 之線段分割所表現出來的誤差幾乎相近，意味著在進行 1.6 分割比的時候，並無特別敏銳之心智運作歷程的輔助。

實驗二

獨變項：同實驗一，六種鄰邊調整的比例值。

依變項：受試者實際進行鄰邊調整的平均比例與標準差估計值。

受試者：21 位修習普通心理學的學生，因課程要求參加本實驗且未參與過實驗一，視力經過矯正後均為正常。

程序：仿照實驗一的程序，採受試者內設計(within-subject design)，要求受試者依照實驗者給予的比率值，在 19 吋電腦螢幕前約 50 公分距離，對螢幕上的矩形進行鄰邊長度的調整，如圖二所示。電腦螢幕上的矩形高度不一，以近似均等分配的機率由電腦程式隨機決定，約介於 8-14 度視角範圍，隨機出現。受試者只能透過滑鼠調整矩形的寬度，使寬與高的比例符合實驗者的要求。所有受試者在正式分割實驗前都事先針對每一種分割比例充分練習過，練習階段程式會給予分割比例值的回饋，並鼓勵受試者儘可能快速而精確地做出反應，正式實驗階段則不給任何回饋。正式實驗時，每一種分割比例皆連續進行 30 次分割判斷，求 30 次判斷值的平均與標準差估計值。

結果：

如實驗一的資料處理方式，取 21 位受試者標準差資料的平均數，來呈現分割結果的標準差分布。由圖三可以看出，在進行 0.9 與 1.0 之線段分割時的誤差，約只有進行 1.5、1.6、1.9 與 2.0 之線段分割時的 1/3，此結果與實驗一相當近似。同樣地，由圖四可以看出，進行分割時的反應變異與反應準確度無關。因為無論任何比例情境，受試者的平均反應都相當接近正確值。

單因子變異數分析也顯示，分割比例因素有顯著統計效果 ($F_{(5,120)}=22.729$ ， $p=0.0001$)。若進一步進行 Scheffe 事後檢定同樣發現，進行 0.9 與 1.0 比例之線段分割時所表現出來的誤差屬於同一類，而進行 1.5、1.6、1.9 與 2.0 之線段分割所表現出來的誤差屬於另外一類。這兩類誤差表現，在統計上有明顯不同的差異。

結果與討論

黃金比例分割的使用最早概可追溯到埃及古王朝，古夫 (Khufu) 金字塔的長寬比例即是黃金比例。後來希臘人又從埃及處學習到此種比例分割方法，廣泛用於建築 (如 Parthenon 神殿)、繪畫 (如 da Vinci 的畫) 與雕刻上，又被稱為 "Phi" 或 "phi"。當代藝術家也多儘量避免將畫面切割成對稱的兩等分或 4 等分，而是將畫面切成 3 等分或 5 等分，以安排畫面主題的位置。其中，5 與 3 的比值就相當接近黃金比值，顯然黃金比值深深影響許多藝術創作層面。

早期心理物理學家使用大量的偏好調查法，結果似乎支持黃金比美感是平均偏好的趨勢所在，但是近幾年許多平均偏好的研究卻又多不支持。綜觀這些文獻不一致的癥結點，可能都是來自於直接對偏好進行集中趨勢上的調查實驗所致，因為這類調查研究易受暗示或其他混淆變項干擾。所以本研究企圖從反應變異的檢測方式著手，以各種比例判斷作業之反應變異的分布來反推心理運作的實質性。結果在鼓勵受試者充分練習之後，還是顯示吾人的視覺系統在無任何輔助工具下，對於接近 1 比 1 的判斷敏銳度仍顯著高於黃金比。

亦即如果黃金分割的美感具有心理實質性，應該期望大部份人對於黃金分割比的區辨敏銳度特別好，或者與等分比的敏銳度不相上下。但是我們的實驗發現恰好相反，不論是線段分割或調整矩形鄰邊比例作業，大部份受試者對於 1 比 1 之對稱分割的表現變異最小，反而對於 1.6 比 1 之黃金分割的表現變異最大。

由完形心理學觀點審視，這個結果並不意外。完形心理學家早就指出，吾人的視覺系統為了快速區辨圖與背景的差异 (figure-ground separation)，它會無意識的使用許多內建的法則，其中包括對稱法則。例如將接近的點看成一個整體 (又稱接近律)，將相似顏色與亮度的點看成一個整體 (又稱相似律)，將封閉的區域看成一個整體 (又稱封閉律)，或者將對稱的點看成一個整體 (又稱對稱律)，以與背景區隔開來。

雖然本研究可能躲過前述兩項方法上的缺點，與最近許多文獻都提供負面證據，似乎不支持黃金比美感具有心理實質性，但是仍無法避免流於太過簡單的幾何圖形，而失去生態效度。而且，心理學到目前為止對於美的內涵尚無法掌握，所以這些證據並不一定就是證實「黃金比對於美感毫無吸引力」。

而且本研究所採取的方法與過去文獻一樣，仍然只能針對審美活動最後的結果進行測量與紀錄，無法提供審美過程中的認知活動訊息。正如前述研究方法的限制，到目前為止，心理學家尚無法對美感進行量化的描述。即便黃金比是一項藝術界公認的美感比值，但是心理學家還是無法說明它為什麼美。

作者認為，日後若能對審美過程中的認知活動進行全程監控，也許就能對美感的量化描述開拓出康莊大道，提供更具說服力的證據來說明，黃金比美感是否真正具有心理實質性了。

參考文獻：

- 袁金塔 (民 80). 中西繪畫構圖之比較. 藝風堂出版社.
- Adams-Webber, J. (1997). Self-reflexion in evaluating others. *American Journal of Psychology*, 110(4), 527-541.
- Angier, R.P. (1903). The aesthetics of unequal division. *Psychological Review: Monograph Supplement*, 4, 541-561.
- Arnheim, R. (1974). *Art and Visual Perception: A psychology of the creative eye*. University of California Press.
- Benjafield, J., & Adams-Webber, J. (1976). The golden section hypothesis. *British Journal of Psychology*, 1, 11-15.
- Benjafield, J. (1976). The golden rectangle: some new data. *American Journal of Psychology*, 89, 737-743.
- Benjafield, J., Pomeroy, E., & Saunders, M. (1976). The golden section and the accuracy with which proportions are drawn. *Canadian Journal of Psychology*, 34, 253-256.
- Benjafield, J. (1985). A review of recent research on the golden section. *Empirical Studies of the Arts*, 3, 117-134.
- Berlyne, D.E. (1971). *Aesthetics and Psychobiology*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Binnie-Dawson J.L.M., & Choi, P.P. (1982). A study of perceptual and cultural cues in Chinese and western paintings. *Psychologia*, 25, 18-31.
- Blumenthal, A.L. (1967). Prompted recall of sentences. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 6, 203-206.
- Boselie, F. (1997). The golden section and the shape of objects. *Empirical Studies of the Arts*, 15(2), 131-141.
- Crowley, A.E. (1991). The golden section. *Psychology & Marketing*, 8(2), 101-116.
- Ching, F.D.K. (1979). *Architecture: Form, space, and order*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Davis, F.C. (1933). Aesthetic proportion. *American Journal of Psychology*, 45, 298-302.
- Davis, S.T., & Jahnke, J.C. (1991). Unity and the golden section: Rules for aesthetic choice?. *American Journal of Psychology*, 104, 257-277.
- Feasey, L. (1921). Some experiments of aesthetics. *British Journal of Psychology*, 45, 298-302.
- Godkewitsch, M. (1974). The golden section: An artifact of stimulus range and measure of preference. *American Journal of Psychology*, 87, 269-277.
- Green, C.D. (1995). All that glitters: A review of psychological research on the aesthetics of the golden section. *Perception*, 24, 937-968.

- Hekkert, P., Peper, C.E., & Wieringen P.C.W. van (1994). The effect of verbal instruction and artistic background on the aesthetic judgement of rectangles. *Empirical Studies of the Arts*, 12, 185-203.
- Hoge, H. (1995). Fechner's experimental aesthetics and the golden section hypothesis today. *Empirical Studies of the Arts*, 13, 131-148.
- Hoge, H. (1996). The golden section hypothesis- a funeral, but not the last one. *Visual Arts Research*, 22, 79-89.
- Huntley, E.H. (1970). *The divine proportion*. New York: Dover.
- Koffka, K. (1935). *Principles of Gestalt Psychology*. New York: Harcourt, Brace.
- Lawlor, R. (1982). *Sacred geometry, philosophy and practice*. London: Thames and Hudson Ltd.
- Macrosson, W. D. K., & Strachan, G. C. (1997). The preference amongst product designers for the golden section in line partitioning. *Empirical Studies of the Arts*, 15(2), 153-163.
- Macrosson, W. D. K., & Stewart, P. E. (1997). The inclination of artists to partition line sections in the golden ratio. *Perceptual & Motor Skills*, 84(3, Pt 1), 707-713.
- May, Michael. (1996). Did Mozart use the golden section? *American Scientist*, 84, 118-119.
- McManus, I.C. (1980). The aesthetics of simple figures. *British Journal of Psychology*, 71, 505-524.
- McWhinnie H.J. (1987). A review of selected research on the golden section hypothesis. *Visual Arts Research*, 13, 73-84.
- Nakajima, Y., & Ohta, H. (1989). Effect of golden ratio on the beauty of double concentric circles. *Perceptual & Motor Skills*, 69(3), 767-770.
- Neperud, R.W., & Freedman, K. (1988). Bases of children's visual preferences and discriminations. *Visual Arts Research*, 14, 83-88.
- Neperud, R.W., & Serlin, R.C. (1984). The Fibonacci sequence: Proportional and semantic bases of children's aesthetic preferences. *Studies in Art Education*, 25, 92-103.
- Piehl, J. (1976). The golden section: an artifact of stimulus range and demand characteristics. *Perceptual & Motor Skills*, 43, 47-50.
- Piehl, J. (1978). The golden section: The "true" ratio? *Perceptual & Motor Skills*, 46, 831-834.
- Pierce, E. (1894). Aesthetics of simple forms. *Psychological Review*, 1, 483-495.
- Plug, C. (1980). The golden section hypothesis. *American Journal of Psychology*, 93, 467-487.
- Russell, P.A. (2000). The aesthetics of rectangle proportion: effects of judgement scale and context. *American Journal of Psychology*, 113, 27-42.
- Schiffman, H.R. (1966). Golden section: Preferred figural orientation. *Perception & Psychophysics*, 1, 193-194.
- Schiffman, H.R., & Bobko, D.J. (1978). Preference in linear partitioning: the golden section re-examined. *Perception & Psychophysics*, 24, 102-103.
- Svensson, L.T. (1977). Note on the golden section. *Scandinavian Journal of Psychology*, 18, 79-80.
- Thorndike, E.L. (1917). Individual differences in judgments of the beauty of simple forms. *Psychological Review*, 24, 147-153.
- Touhy, A.P. (1987). Affective asymmetry in social perception. *British Journal of Psychology*, 78, 41-51.
- Weber, C.O. (1931). The aesthetics of rectangles and theories of affection. *Journal of Applied Psychology*, 15, 310-318.