

空間爲基、物體爲基、特徵爲基與面爲基

(Space-Based, Object-Based, Feature-Based versus Surface-Based)

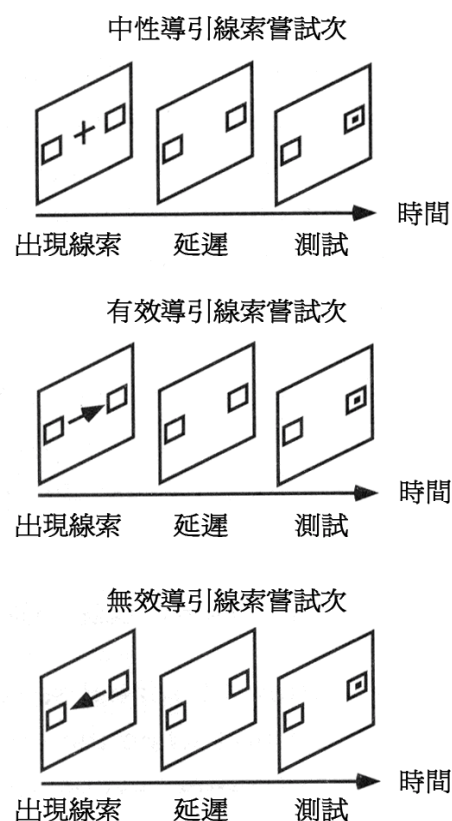
空間爲基 (*Space-Based*)

Posner(1978)提出探照燈理論(spotlight theory)，認爲注意力的作用就像是探照燈一般。例如，空間上某個被注意力的探照燈照到的物體(object)就是被照亮的(illuminated)，所以它就比較明顯，並且與其他區域的物體比起來會較有效地被處理，一旦該物體被處理，注意力的探照燈就能從原本的物體移動到下一個位置的物體上，而此時注意力可能是依循著脫離(disengagement)/移動(movement)/結合(engagement)的順序作用(Posner & Petersen, 1990; Posner, Walker, Friedrich, & Rafal, 1984)。

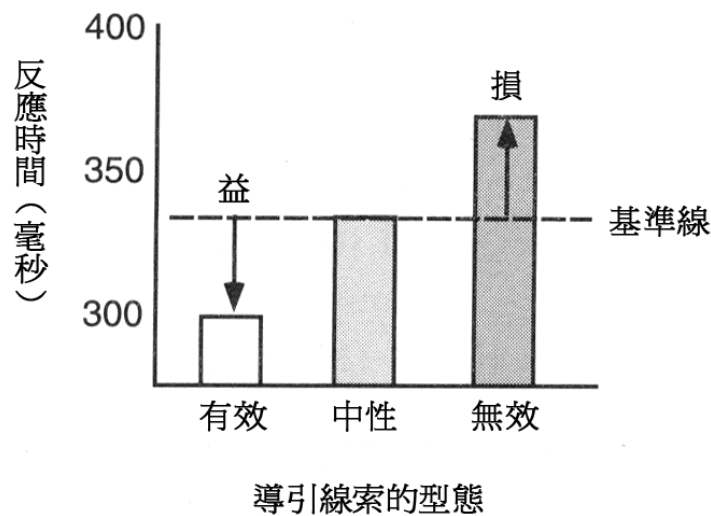
有很多的研究依循這樣的理論想法，而進一步獲得一些相關的支持證據。在移動速度上，Tsal(1983)發現注意力移動的速度約爲 8 毫秒/度視角；在移動軌跡上，Shulman, Remington 與 McLean(1979)發現在注意力移動的軌跡上有促進效果；然而在探照燈爲固定大小以及爲單一個數上，雖有些學者提出支持的實驗證據(Eriksen & Eriksen, 1974; Eriksen & Yeh, 1985)，但是仍有一些證據指出大小尺寸是可變動的，以及注意力是可分割的現象(Eriksen & St. James, 1986; Shulman & Wilson, 1987; Treisman, 1985; Treisman & Gelade, 1980; Treisman & Gormican, 1988)。

基於空間爲基的概念，Posner 及其同僚(1980)發展出一套重要的實驗典範，也就是後來在注意力研究中時常被討論到的「注意力線索導引實驗典範」(attentional cuing paradigm)。其中最著名的實驗是由 Posner, Nissen 與 Ogden(1978)所提出，實驗的操作如圖一所示，導引線索分爲中性線索(neutral)、有效線索(valid)與無效線索(invalid)，所謂有效線索指的是當線索指向的方位正是目標刺激呈現

的方位，無效線索則正相反，而中性線索指的是呈現的線索並不具有指向性。該實驗的重點在於操弄導引線索的有效性，實驗結果發現當線索的有效性在 80% 時會發現「損益效果」(cost and benefit effect)存在。所謂損益效果就是當線索為有效時會較中性線索反應快，此為「益」的部分；而當線索為無效時會較中性線索反應慢，此為「損」的部分(圖二)。Posner 及其同僚(1980)認為當導引線索有效時，受試者的注意力在線索的導引下，能夠快速地從中央凝視點移動到目標刺激將出現的位置，所以加速了受試者的反應速度，因此反應會比中性線索的情況快；當導引線索是無效時，受試者的注意力被導引到錯誤的位置，此時發現真正的目標刺激並未出現，而再將注意力移動到正確的位置，受試者的反應速度就被延遲了。



圖一：注意力線索導引典範。每個嘗試次分三個階段，第一階段是線索導引，會呈現一個箭頭或是十字，接著延遲一段時間，最後呈現目標刺激。在有效嘗試次中，目標刺激會出現在線索所指示的方位；反之，在無效嘗試次中，目標刺激會出現在線索所指示的相反方位。(摘自 Palmer, 1999. Vision Science, p.542)

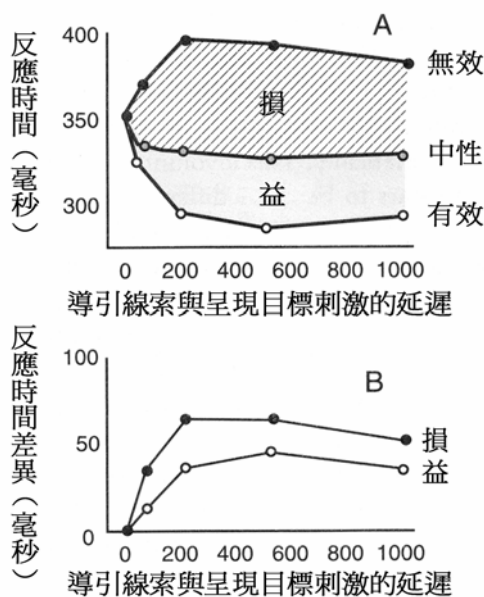


圖二：注意力的損益效果。結果顯示在有效嘗試次的平均反應時間快於中性嘗試次，而無效嘗試次的平均反應時間則慢於中性嘗試次。(Posner, Nissen, & Ogden, 1978)

然而導引線索的損益效果並不是立刻發生的，通常在導引線索呈現後，隨著導引線索與呈現目標之間的呈現時距(stimulus onset asynchrony, 簡稱 SOA)而有所變化(圖三 A)，如果進一步將有效線索與無效線索反應時間，分別減去中性線索的反應時間後，可以得到兩條曲線，一條為「損」的曲線，另一條為「益」的曲線，而從這兩條曲線在每個時間點上的數值，可看出損益效果在時間向度上的變化(圖三 B)，從圖三 B 中可注意到注意力選擇的「益」部分，隨著時間間隔增加而增加，最高點約在 400 毫秒左右；而注意力選擇的「損」部分，也是隨著時間間隔增加而增加，最高點約在 200 毫秒左右，總結來說，人們需要約 400 毫秒才能完成注意力移轉的動作，而「損」的效果比「益」的效果更早發生。換句話說，注意力的選擇需要時間來發生作用，所以研究者能藉由觀察損益效果在時間向度上的變化，來討論注意力的作用情況。

Jonides(1981)更進一步從中央線索(central cue)與週邊線索(peripheral cue)說明自發(voluntary)與非自發(involuntary)注意力轉移的現象，他認為非自發性的注意力控制(attentional control)，也就是週邊線索所引發的注意力轉移是較快作用的，並且無法加以忽略(ignore)，而自發性的注意力轉移，也就是中央線索所引

發的注意力轉移是較慢作用的，並且在線索是無訊息的情況下，可被忽略。此外，週邊線索所引發的注意力轉移所產生的助益效果，不需伴隨產生相對的折損現象，而中央線索所引發的注意力轉移，則會觀察到相對於中性線索的損益效果。換句話說，Jonides(1981)認為這兩類導引線索所產生的注意力移轉在機制上是不同的。在後來討論導引線索的研究中，常以外因性的導引線索(exogenous cue)與內因性的導引線索(endogenous cue)，來指稱空間線索導引實驗典範(spatial cuing paradigm)中的週邊線索與中央線索。而在 Muller 與 Rabbitt(1989)的實驗中更進一步探究週邊線索與中央線索在時間發展上的差異，他們發現週邊線索的損益效果在 175 毫秒左右達到最大，而在 300 毫秒之後損益效果逐漸消失，而中央線索的損益效果則是在 300 毫秒左右才達到最大。



圖三：損益效果在時間上的表現。A 顯示實際的反應時間，B 則表示損益效果的值，藉由比較兩者差異可推論出注意力發生最大作用的時間點，從圖上就是約 200 毫秒的時候。(Posner, Nissen, & Ogden, 1978)

綜合來說，空間為基的注意力選擇模式是所有以實驗法討論注意力選擇議題的開端，在這個概念下許多研究者發現各式各樣注意力作用的反應型態，除了一

些以探照燈的概念，得到注意力在空間屬性方面的特性外(涵蓋範圍大小、涵蓋範圍是否可變、移動速度等)，更重要的是以探照燈的觀點，提出注意力移轉(attentional shift)的概念與研究方法，以及發現導引線索的類型如何引發自發性與非自發性注意力控制，而這些也就奠定了其他類別注意力選擇模式的研究方法與理論的基礎。

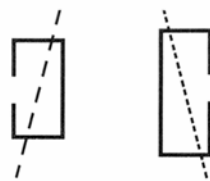
物體為基 (*Object-Based*)

Duncan(1984)認為注意力並不是選擇一定的空間位置，而是選擇一個知覺的物體單位(perceptual object)，注意力可被導引到一個物體、一個物體的一部分，甚至是一些物體經由知覺組織(perceptual organization)集聚成群(grouping)的單位上。在空間為基的論點中，只要在探照燈所照到的空間位置上，不論裡面有多少個物體，或是多少個物體的一部分，它們所包含的訊息同樣都能被注意力選擇到。然而，物體為基的論點則認為，即便在同樣空間上的圓形範圍內，注意力會受到物體的侷限，換句話說，即使注意力選擇了兩個物體，但物體間的空間並不需要同時被選擇。進一步延伸，在物體為基的論點中，注意力是可以選擇在空間上不連續的幾個區域，然而，空間為基的論點則是將注意力視為單一不可分的探照燈區域。基於這個連續與不連續區域選擇的差異，物體為基的論點會認為，當需要判斷兩個特徵屬性時，若屬於同一個物體，一旦該物體被選擇就能被一起處理，所以所需反應時間較快，反之，兩個特徵分屬不同物體時，那麼我們的視覺系統就必須分別加以處理，進而使得反應時間變慢，而這正是物體為基論點的核心概念(Kahneman & Treisman, 1984; Duncan, 1984)。

在討論物體為基的注意力選擇為基礎時，有一派的學者使用分散注意力作業(divided attention task)，作業中要求受試者同時注意兩個或兩個以上的刺激，根據物體為基的觀點，由於注意力集中在所選擇的物體，因此未被注意的物體將不會被處理到足夠引發反應的程度(Kahneman & Henik, 1981; Kahneman & Chajczyk,

1983)，故物體為基的論點認為，偵測或辨認同一物體內的一些特徵或屬性，將較辨認不同物體內等量的特徵或屬性來得容易。例如 Treisman, Kahneman 與 Burkell(1983)的實驗，要求受試者同時注意兩個目標，其中一個是帶有缺口的方框，另一個則是一個英文單字，作業要求受試者必須報告方框的缺口方向與所呈現的英文單字，結果發現當單字呈現在方框內時，受試者的表現優於單字呈現在方框上方或下方的情況。在單字呈現於方框內的情境下，由於可形成單一知覺單位，所以受試者可容易地同時辨識兩個目標刺激，因此，Treisman 及其同僚(1983)認為這樣的結果支持了物體為基的論點。但是這樣的操作有一個混淆因素存在，也就是作業中所呈現的物體間存在著空間距離，所以 Treisman 及其同僚(1983)的實驗無法完全排除空間為基的可能解釋。

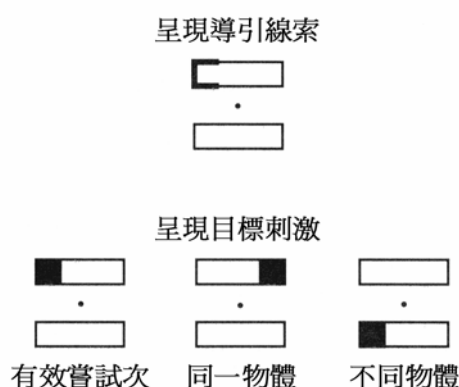
Duncan(1984)的研究則進一步控制空間距離的因素，實驗刺激如圖四所示，以重疊呈現的方式，藉以排除空間為基的解釋。每個刺激都包含兩個物體，一個是有缺口的方框，另一個是線段。方框可能是短的或長的、缺口可能是向左或向右；線段則可能是點線或虛線、可能向左或向右傾斜，受試者必須報告出一個或兩個屬性，Duncan 發現如果兩個屬性是分屬不同物體，那麼受試者偵測第二個屬性較第一個屬性來得差，但如果是屬於同一物體則觀察不到這樣的差異存在，因此 Duncan 認為實驗結果更能支持物體為基的注意力理論。



圖四：Duncan 實驗中的刺激。受試者必須報告呈現刺激中四個向度中的兩個特徵，線段傾斜方向、線段的型態、方框的長度以及缺口的方向。(Duncan, 1984)

物體為基的論點在近二十年來蓬勃發展，其中有不少使空間為基論點無法完全加以解釋的著名實驗典範，例如 Egly, Driver & Rafal(1994)的實驗，他們呈現兩個長方形當作是目標刺激所在的物體，實驗操作上，會先將注意力導引到一個

長方形的端點區域上，目標刺激出現的可能位置則是兩個長方形四個端點區域，當目標刺激出現在注意力導引的端點區域，即是有效嘗試次(valid trials)，而無效嘗試次(invalid trials)則有兩種情況：第一、目標刺激出現在與導引線索同一長方形上的另一端點區域；第二、目標刺激出現在與導引線索不同長方形上的端點區域，此位置與第一種情況目標刺激位置，相對於導引線索出現的端點空間距離相等(如圖五)。Egley 及其同僚(1994)實驗的重點就在比較這兩種無效嘗試次的反應，兩種無效嘗試次中，目標刺激與線索位置的空間距離相同，依照空間為基的看法，不論它們與線索是在同一個長方形內，或是不同的長方形內，兩者反應結果應當相同。但 Egley 及其同僚(1994)得到的實驗結果卻是，當目標與線索是屬於同一長方形時，反應時間較屬於不同長方形為快，所以支持物體為基的論點。



圖五：同時驗證空間為基與物體為基注意力選擇機制的刺激。實驗程序是先在長方形的頂端呈現線索，接下來目標會出現在圖上黑色區塊的三個相對於線索的位置。同一物體的反應較不同物體反應快，指出物體為基的注意力效果。(Egley, Driver & Rafal, 1994)

進一步歸納以物體為基概念的研究後，可以整理出物體為基的注意力選擇模式所強調的選擇方式為：(1)注意力的選擇以物體為對象；(2)被選擇的物體，其內含的屬性與特徵無論是否與作業有關，都會被處理(Kahneman & Henik, 1976; Kahneman & Treisman, 1984)；(3)注意力集中在所選擇的物體，其餘未被注意的物體將不會被處理到足以引起受試者反應的程度(Kahneman & Henik, 1981;

Kahneman & Chajczyk, 1983)；(4)偵測或辨別同一物體內的特徵或屬性較辨別不同物體內等量的特徵或屬性容易(Kahneman & Henik, 1981; Duncan, 1984; Lavie & Driver, 1996)；(5)同一物體內的相關特徵較不同物體間產生較大的干擾，也就是在干擾刺激若與目標刺激在同一物體內，其干擾效果較兩者位於不同物體時來得明顯(Kahneman & Henik, 1976; Kramer & Jacobson, 1991)。

特徵為基 (*Feature-Based*)

Allport(1971)首先提出了注意力以特徵為基的論點，他認為注意力是以知覺系統中的特徵分析器(feature analyzer)為主要的選擇對象，由於每種特徵分析器各自負責處理不同類型的特徵如顏色(color)、形狀(shape)、方位(orientation)等，所以，當受試者需要區辨的刺激分別屬於不同的特徵分析器時，將會較容易區辨出來；相反的，當刺激所具備的特徵需要同一類的特徵分析器時，因為兩者必須競爭同一個分析通道，因此會產生較大的干擾而增加反應的困難。Allport(1971)在實驗中同時呈現三個不同顏色與形狀的刺激，並在每一個刺激中加入一個黑色的數字，要求受試者同時注意刺激的形狀與數字、顏色與形狀或者顏色與數字。實驗結果發現，當受試者被要求同時報告形狀與數字時，其表現會劣於同時報告顏色與數字，或者顏色與形狀。Allport 認為這樣的結果說明了，當特徵必須共同競爭同一個特徵分析器(analyzer)或通道(channel)時，會產生相互的競爭，進而使得兩個特徵的處理受到阻礙，因為形狀與數字都是屬於「形狀」的特徵分析器，需要同時判斷時，彼此會競爭處理資源，而顏色則是屬於另一個「顏色」的特徵分析器，所以不會與「形狀」的特徵分析器競爭處理資源，而 Allport(1971)的結果也說明了注意力的處理單位能以特徵分析器或通道作為基礎。

特徵為基的注意力選擇效果是很明顯的，例如與作業無關的干擾刺激，當它與目標刺激屬於同一特徵時，會發現到攫取注意力的效果。反之，若此干擾刺激與目標刺激分屬不同特徵時，則不會攫取注意力(Folk, Remington, & Johnson,

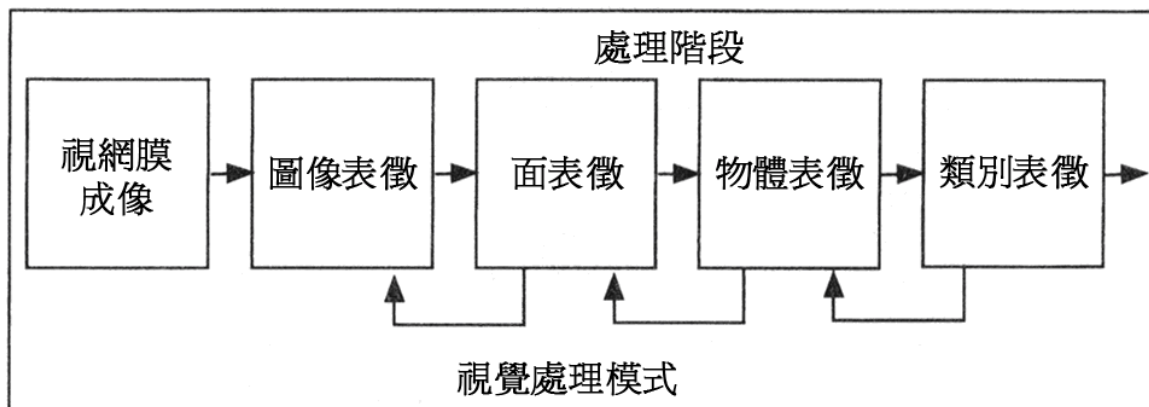
1992; Folk & Annett, 1994; Folk, Remington, & Wright, 1994; Folk & Remington, 1998; Folk, Leber, & Egeth, 2002; Gibson & Kelsey, 1998; Johnson, Hutchison, & Neill, 2001; Remington, Folk, & McLean, 2001)。除了顏色、形狀、方位等特徵通道外，Treue 與 Martinez Trujillo(1999)以單一細胞偵測(single cell recoding)的方式，在中顳葉皮質區(medial temporal cortex, MT 或稱 V5)發現人們有運動方面的特徵為基神經機制，Saenz, Buracas 與 Boynton (2002)在腦部功能性核磁共振顯像(functional magnetic resonance imaging, fMRI)的研究中也有同樣的發現。

綜合來說，特徵為基的注意力選擇模式研究，是以干擾刺激與目標刺激是否同屬相同特徵通道，對於反應表現的差異，來說明注意力的作用機制。干擾刺激與目標刺激，同屬相同特徵通道時才會影響反應，這表示注意力選擇了目標刺激的特徵通道，在這特徵通道上的訊息都會被處理，所以干擾刺激才會發生干擾的作用，換句話說，注意力的選擇單位是以特徵為基的。此外，在特徵為基的論點之下，知覺系統中特徵通道種類的確定是很重要的，除了以實驗法得到的資料外，在神經生理層面，也進一步找到分別負責處理顏色、方向、形狀與運動等特徵的區域。由於在探討注意力的選擇基礎時，常藉由操弄刺激的特徵來作為判斷的基礎，所以在實驗結果的討論方面，必須考慮特徵通道的影響。

面為基 (*Surface-Based*)

Palmer(1999)提出一個視覺訊息處理的模式，他認為視覺訊息，從視網膜的影像開始，首先會經過圖像為基(image-based)的表徵(representation)處理階段，接下來是面為基(surface-based)的表徵處理階段，再來是物體為基(object-based)的表徵處理階段，最後則是類型為基(category-based)的表徵處理階段(圖六)。Palmer認為面表徵的處理階段扮演了很重要的角色，它是反映 3D 視覺環境的關鍵。這個階段與圖像表徵的處理階段最大差別在於，面表徵階段的空間分佈是三維的，而圖像表徵階段的空間分佈則是二維的。Nakayama, He 與 Shimojo(1995)說明面

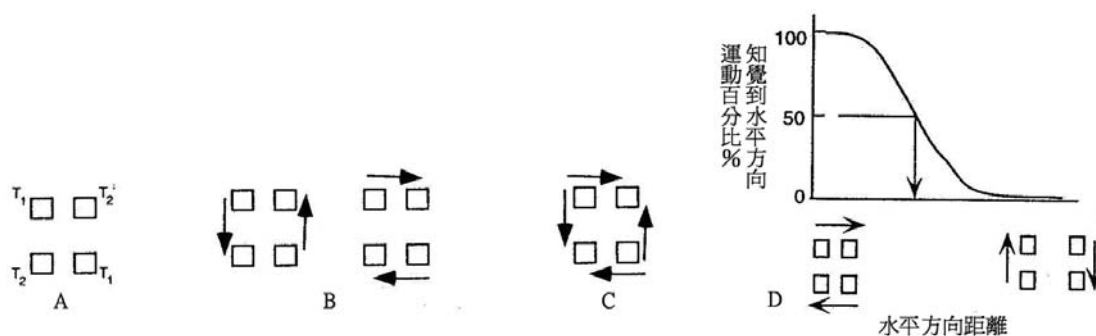
表徵階段的處理，能提供更複雜的視覺處理所需的訊息，例如偵測出在不同面上的運動，或是辨別出不同面所組成的物體。



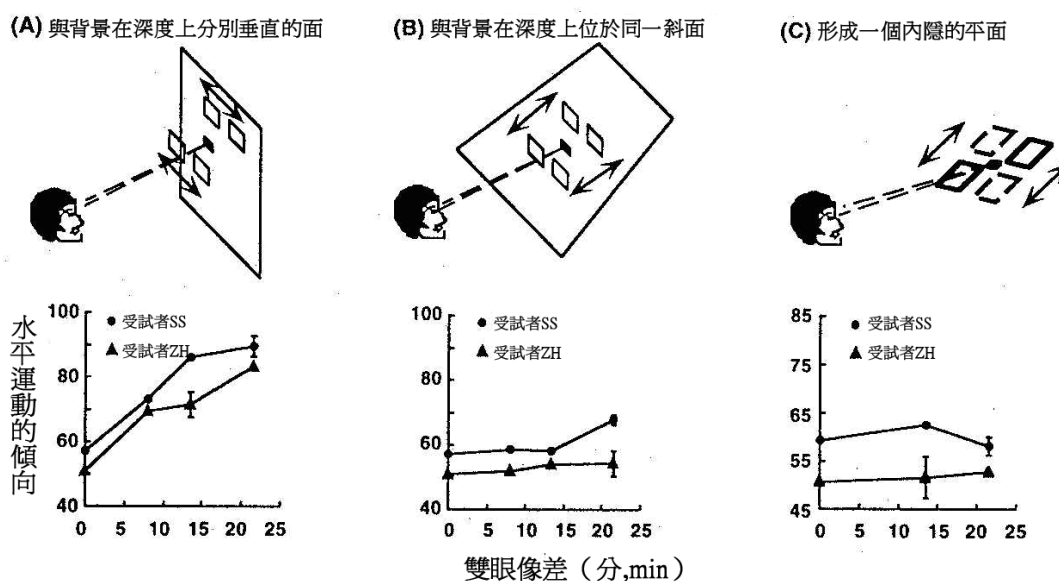
圖六：視覺訊息處理的四階段模式。視覺處理能在視網膜影響之後分成四個主要的階段：圖像表徵的處理、面表徵的處理、物體表徵的處理以及類型表徵的處理，並且下一個階段能影響前一個階段的訊息處理。(Palmer, 1999)

既然面表徵的處理階段，在視覺系統中，扮演從低階(low-level)視覺訊息到高階視覺處理(high-level)間中介(intermediate)的角色，那麼注意力的選擇機制是否能以面作為選擇的單位？Ramachandran 與 Anstis (1983)使用 2x2 的運動競爭典範(competitive-motion paradigm)，如圖七 A 所示，兩個方框在時間點 T1 同時呈現於圖中的所標示 T1 的位置，接著在時間點 T2 同時呈現於圖中的所標示 T2 的位置，可能的運動知覺為圖七 B 的情況，不是水平運動就是垂直運動，而不會知覺到圖七 C 的運動情況。Ramachandran 及其同僚(1983)發現似動現象的運動方向傾向，與刺激呈現的水平與垂直空間距離有關，例如，固定水平距離，逐漸變化垂直距離時，會發現受試者知覺到水平方向似動的傾向隨著垂直距離的增加而增加(圖七 D)。然而，在 He 與 Nakayama(1994)的研究中，卻發現似動現象的反應會受到面的影響。He 及其同僚(1994)控制 2x2 的運動競爭典範中，水平及垂直距離，操弄上列刺激與下列刺激的垂直深度關係。另外，He 及其同僚(1994)將刺激呈現與面之間的關係分為三種：(A)分別位於深度上垂直的面；(B)位於在深度上

延伸的傾斜面；(C)本身形成在深度上延伸的傾斜面。由於三種呈現方式在深度上以及水平與垂直距離上的操弄都是一樣的，根據 Ramachandran 及其同僚(1983)的實驗結果，似動運動方向與空間距離有關，則會預期這三種呈現方式的表現結果應當一樣，然而，He 及其同僚(1994)卻發現當控制了上下排的垂直距離後，刺激呈現與面的關係為圖八(A)時，知覺到似動運動方向為水平的傾向，隨著雙眼像差的增加而增加；刺激呈現與面的關係為圖八(B)與(C)時，則發現知覺到似動運動方向為水平的傾向，不會隨著雙眼像差的增加而增加。

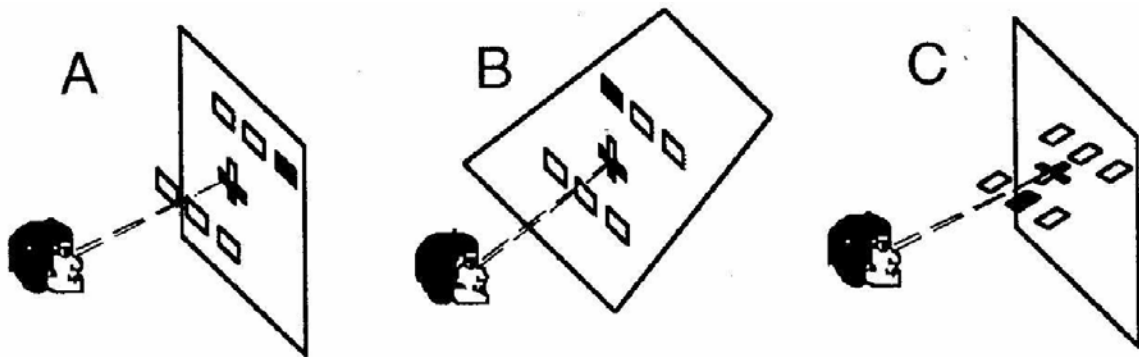


圖七：運動競爭典範(competitive-motion paradigm)。A 表示運動競爭典範的基本刺激呈現型態。B 表示可能的運動知覺結果。C 表示不可能發生的運動知覺結果。D 表示運動競爭典範中固定垂直距離，調整水平距離所造成的水平方向運動知覺的百分比。(Ramachandran & Anstis, 1983)



圖八：在不同深度以及深度延伸斜面上的似動運動方向傾向。(He, J. Z. & Nakayama, K., 1994)

根據 Cavanagh(1992)發現似動運動方向會受到注意力移動方向的影響，Nakayama 與 He (1995)便進一步假設運動知覺與面結合在一起的現象，是因為注意力與面結合在一起所導致。他們使用 Posner(1980)的導引線索典範，操弄方式如圖九，結果發現在圖九 A 的情境下，有效線索與無效線索的損益效果，會明顯地隨著雙眼像差的增加而增加，圖九 B 與 C 的情境則較不明顯。Nakayama 及其同僚(1995)認為這是因為注意力能自動地分佈在整個面上，在圖九 B 與 C 中，由於刺激同屬於一個面，或是本身就是面，所以受試者集中注意力的狀態，無法像圖九 A 一樣維持在上排或下排，以致於有效線索與無效線索的損益效果，較不會隨著雙眼像差的增加而增加。Nakayama 及其同僚(1995)認為這提供了 He 及其同僚(1994)有關似動現象結果的間接解釋，因為注意力被面所限制，再加上似動現象受到注意力流動方向的影響，所以在 He 及其同僚(1994)的實驗中似動的運動方向會優先被面所限制。



圖九：導引線索與刺激呈現在空間上的不同實驗情境配置圖。十字線索導引注意力到上排或下排，A 表示上排三個刺激與下排三個刺激分別位於不同空間深度上的垂直面；B 表示上排三個刺激與下排三個刺激同位於在空間深度上延伸的傾斜面；C 表示上排三個刺激與下排三個刺激形成在空間深度上延伸的傾斜面。(Nakayama, K. & He, J. Z., 1994)

總結來說，面表徵的訊息處理在視覺系統中，扮演著從低階訊息到高階處理間中介的角色。Nakayama, He 與 Shimojo(1995)也認為人們所知覺到的世界是由許多的面所構成。而在 Nakayama 與 He (1994a, 1994b)的研究中，更指出注意力會受到面的限制，而這也延伸出注意力可能以面作為選擇基礎的論點。

直至目前為止，各類注意力選擇基礎的論點都有其支持證據以及可解釋之處，差別在於，各研究者的作業要求與刺激操弄較適合於哪一種注意力控制，所以本研究不擬進一步爭議何者才是注意力選擇的唯一基礎，而是將核心放在如果實驗操弄較適合面為基的注意力選擇時，那麼內因性與外因性的注意力控制將如何發揮作用？因此，接下來將討論內因性與外因性的注意力控制已有之研究結果與發現。