

三、空間實驗與初步分析

本章將說明本研究的實驗方法與步驟，以及空間實驗結果的初步分析。實驗方法與步驟首先敘述如何從相關空間與媒材的文獻之中，選擇與歸納出兩組實驗因子。接著詳細說明三類空間實驗的內容，包括受測者、實驗案例、實驗步驟、以及分析方法。空間實驗的結果是初步分析兩組受測者的實驗成果，包含四個項目：因子選擇、因子關聯、因子關聯群組、以及因子關聯訪談。

3.1 實驗方法與步驟

3.1.1 實驗因子

本研究的實驗因子包括空間與數位設計媒材兩大類，並且都是以文獻回顧的方式推論出實驗的因子。為了避免受測者的認知超過負荷，每類因子皆以 30 個為限。空間因子方面是以論述實質的建築空間特質(property)以及構成因子(element)的重要文獻為主，另外為了能夠更全面的了解三類空間型態的特質，本研究加入了對於網際空間構成因子的研究文獻。數位設計媒材方面則是以介紹數位設計媒材基本原則的入門書籍為主，說明數位設計媒材的特質以及構成因子，沒有強調特定的電腦系統、電腦軟體、或者電腦運算的方程式等，並且將媒材因子劃分成三類：二維(2D)、三維(3D)、以及動態(dynamic)媒材。

1. 空間因子

Rasmussen [315]的著作 *Experiencing Architecture*，被視為建築系學生學習專業知識的重要啟蒙書籍之一，其主要的目標是分析建築上的一些重要元素，使用經驗的述說來傳達建築的感受，說明建築師之工作範圍，並且使讀者能夠瞭解周圍的世界。他所提出的重要體驗元素包括基本觀察(basic observations)、建築之實體與內空(solid and cavity)、實體與內空之相對效果(contrast)、建築物做為彩色面時之體驗(color plate)、尺度與比例(scale and proportion)、建築之旋律(rhythm)、組織紋理之效果(fabric)、建築之光線(light)、建築之顏色(color)、以及建築之聲音(sound)等。因此該書是以人如何觀察與體驗環境為出發點，再接著敘述那些建築上的重要元素。

雖然 Bloomer & Moore [316]也是以建築物是如何被體驗的立場說明建築的基本知識，但是他們是以人體在建築中所具有的意義為主要觀點。他們一方面批判很少人提及建築物如何影響人類獨特的知覺與情感能力，也觀察到人體本身是具有三度空間的特質，但不曾成為瞭解建築的要點所在，所以建築並非一門反應人類真實感覺與以人體為中心的社會藝術。另一方面，他們指出人類的記憶與身體經驗是一體的，記憶是經驗的延伸，最

基本且最值得記憶的三度空間感是始於人體的經驗，以這個感覺為基礎進而瞭解在體驗建築時對空間的感受。因此他們提出人類身體經驗所產生之三度空間感構成因子，包括上下(up-down)、左右(left-right)、內外(inside-outside)、前後(front-back)、邊界(boundary)、邊緣(edge)、中心性(centrality)、方向感(orientation)、以及領域感(territory)等。

Kenneth Frampton 指出 von Meiss 的著作 *Elements of architecture*，是有系統的從建築實例中整理出建築元素，並且是第一本以都市設計角度來整理建築元素的理論書籍[317]。這本書首先以完型心理學(Gestalt Psychology)與建築史的原則分析了構成秩序(order)的相關構成因子，例如凝聚之因素，包括重複與類似、概略性、相同的圍蔽與背景、以及元素的方向：實虛的平行或趨同。從秩序到混亂的因子則是同質性與質感、排列與系列、漸變、層級、對比、複雜、矛盾、以及混亂。規律與不規律的特質是由簡單、規律、與規律中的例外所組成。在空間構成因子方面，von Meiss 指出基本的界定空間元素是水平與垂直的元素，例如地板、牆面、與天花板。其次是空間的深度，空間的透視與質感最能表現深度的特性。另外還有空間的密度、開口、空間關係：並存與互相穿透、空間的幾何特性、開放、封閉、光線、以及陰影等。

Francis D. K. Ching [318] 的著作 *Architecture: form, space, and order* 指出，建築設計是由造型 (form)、空間 (space) 與秩序 (order) 所構成的，這些特質經由人們在空間與時間的移動 (movement) 被體驗。該書的目標是讓設計者認識建築型式與空間的基本元素，了解這些元素在設計概念發展時能夠如何被調整，以及理解在設計解決方案的執行時這些基本元素的視覺含意。Ching 認為造型的基本構成元素是形狀(shape)、大小(size)、顏色(color)、質感(texture)、位置(position)、方向感(orientation)、以及視覺慣性(visual inertia)。造型界定了空間，圍塑空間的基本元素包括水平的與垂直的樓版或者牆面，圍塑的特質(properties of enclosure)有立體的(dimensions)、形狀(shape)、整體構成(configuration)、表面(surface)、邊緣(edges)、以及開口(openings)。這些圍塑特質所形成的空間品質(qualities of space)則包括尺度(proportion)、比例(scale)、型式(form)、界定(definition)、色彩(color)、質感(texture)、模式(pattern)、圍塑(enclosure)、光線(light)、以及景緻(view)。另外，秩序的基本原則包括軸線(axis)、對稱(symmetry)、層級(hierarchy)、韻律(rhythm)、重複(repetition)、以及變形(transformation)。

Clark and Pause [319]從建築作品的造型與空間的廣泛特性之中挑選出十一個要素：包括一般建築物具有的共同要素、各項特性之關聯、以及型態構成意念，發展一套可以做為符合設計工具的分析方式，探討設計意念方面的共同性課題。該書總共分析了二十三位建築師的八十八件作品。那些要素包括結構系統(structure)、自然採光(natural light)、量體(massing)、平面對照剖面或立面的關係(plan to section or elevation)、動線與使用空間

的關係(circulation to use-space)、單元對照整體的關係(unit to whole)、重複單元對照獨特個體的關係(repetitive to unique)、對稱與平衡(symmetry and balance)、幾何(geometry)、加成與減除(additive and subtractive)、以及層級(hierarchy)等。上述的因子不僅涵蓋建築師常用的設計手法，也包括容易被觀者感知的項目，例如自然採光以及量體。

前述的研究都是以實體空間的空間構成因子為主，為了能夠深入探討三類空間的互動現象，以下也加入對於網際空間構成因子的研究。例如 Liu [320]以文字的(verbal)以及視覺的(visual)因子探討網際空間的空間感，文字的因子包括空間敘述(space description)、移動(movement)、空間參照(space references)、參與者身份(identity of participants)、圖形的描述(graphical expressions)、以及聲音(sound)。視覺的因子包括移動(movement)、聲音(acoustic effects)、模擬(simulations)、人機互動(human computer interaction)、量體的呈現(volumetric presentation)、視覺的變化(change of viewing states)、以及參照的呈現(referential presentation)。該研究發現網際空間的三個核心空間因子：移動(movement)、互動(interaction)、以及聲音(acoustic affects)。

除了上述的空間構成因子之外，還有幾個重要的空間特質可以納入實驗因子之中。第一個是物件(object)，空間之中除了實質的構成因子之外還包含一些物件，例如燈俱與傢俱等。第二個是人群活動(human activities)，人群活動的型態也是形成空間感的要項。第三個是背景與圖案(background)，由不同圖案形成的背景不僅是空間的邊緣，也影響人們對於空間深度的認知。第四個是時間(time)，人們是在時間的運行之中體驗空間的特質，時間與空間是一體的。最後是距離(distance)，距離的遠近影響我們在空間中的視線與領域的感覺。

前述學者提出的與本研究整理的空間構成因子都列於表 4 之中，找出重複的描述空間特質的因子之後，本研究將上述的因子歸納整理為表 5 的 30 個空間構成因子。

表 4：相關研究者提出之空間構成因子。

研究者	空間構成因子
Rasmussen, 1964	基本觀察、建築之實體與內空、實體與內空之相對效果、建築物做為彩色面時之體驗、尺度與比例、建築之旋律、組織紋理之效果、建築之光線、建築之顏色、以及建築之聲音。
Bloomer & Moore, 1978	上下、左右、內外、前後、邊界、邊緣、中心性、方向感、以及領域感。
von Meiss, 1990	秩序 凝聚之因素：重複與類似、概略性、相同的圍蔽與背景 元素的方向：實虛的平行或趨同。 從秩序到混亂的因子：同質性與質感、排列與系列、漸變、層級、對比、複雜、矛盾、以及混亂。 規律與不規律：簡單、規律、與規律中的例外。 空間 水平與垂直的元素：地板、牆面、與天花板。 空間的深度：透視與質感。 空間的密度、空間的開口、空間關係：並存與互相穿透、空間的幾何特性、開放、封閉、光線、以及陰影。
Ching, 1996	造型 形狀、大小、顏色、質感、位置、方向感、以及視覺慣性。 空間 水平的與垂直的元素，圍塑的特質有立體的、形狀、整體構成、表面、邊緣、以及開口。這些圍塑特質所形成的空間品質則包括尺度、比例、型式、界定、色彩、質感、模式、圍塑、光線、以及景緻。 秩序 軸線、對稱、層級、韻律、重複、以及變形。
Clark and Pause, 1996	結構系統、自然採光、量體、平面對照剖面或立面的關係、動線與使用空間的關係、單元對照整體的關係、重複單元對照獨特個體的關係、對稱與平衡、幾何、加成與減除、以及層級。
Liu, 2001b	文字的因子 空間敘述、移動、空間參照、參與者身份、圖形的描述、以及聲音。 視覺的因子 移動、聲音、模擬、人機互動、量體的呈現、視覺的變化、以及參照的呈現。
本研究整理	物件、人群活動、背景與圖案、時間、以及距離

表 5：本研究整理之空間構成因子。

物件(object)	尺寸(size)	開放(open)
方向(direction)	對稱(symmetry)	封閉(close)
人群活動 (human activities)	背景與圖案 (background)	水平與垂直元素(horizontal and vertical elements)
建築實體(solid)	比例(proportion)	對比(contrast)
建築虛體(void)	時間(time)	軸線(axis)
色彩(color)	形狀(shape)	重複(repetition)
尺度(scale)	表面(surface)	開口(opening)
聲音(sound)	質感(texture)	規律(regular)
位置(location)	距離(distance)	邊界(boundary)
光影(light and shade)	透視(perspective)	移動(movement)

2.數位設計媒材因子

被稱為電腦輔助建築設計先驅之一的 William Mitchell，其 1995 年的著作 *Digital Design Media* [321]，許多設計學生與從業人員已經將本書列為電腦輔助設計標準之一。與許多敘述如何使用特定程式的書籍不同之處，本書建立一個持久性的理論架構，使得建築師與相關從業人員能夠容易完整的瞭解整體電腦輔助設計之多媒材概念。本書的目標是透過一個簡明的與實質的電腦輔助設計媒材的導論，介紹一些基礎的原則，並且以實際設計的內容為案例來說明那些原則。Mitchell 將數位設計媒材劃分為四大類：一維 (one-dimensional)、二維 (two-dimensional)、三維 (three-dimensional)、以及多維 (multidimensional)。一維媒材是以文字以及聲音為主。二維媒材包括影像(images)，以及電腦輔助建築設計(CAAD)的平面特質：線條(lines)、多邊形(polygons)、平面(plans)、以及地圖(maps)等。三維媒材包括空間的線架構(lines in space)、表面與算圖(surfaces and renderings)、以及量體的組合(assemblies of solids)。多維媒材則是由動態模型(motion models)、動畫(animation)、以及超媒體(hypermedia)所構成。

Szalapaj [322] 的著作 *CAD Principles for architectural design*，這本書的目標是協助建築系的學生與從業人員了解建築設計中使用電腦輔助繪圖(CAD)系統的一些基本原則(principles)。沒有參照特定的系統與介紹任何系統繁複數學方程式，他強調整合的電腦輔助繪圖系統(Integrated CAD)，支援設計意念(intention)的分析與發展，以及設計完成之後的呈現(representation)。設計者因此可以表達(express)設計的想法(ideal)：設計者能夠清楚的理解設計概念(concept)，以及更重要的是，評估(assess)這些想法與設計涵構之間的關連性。Szalapaj 認為電腦輔助設計的二維物件(2D objects)有線條(lines)、網格(grid)、平面標示(2D symbols)、以及尺寸(dimensions)。三維物件(3D objects)包括平面(plan)、量體(volumes)、錐體(conic sections)、以及立體標示(3D symbols)。另外，電腦輔助設計系統的運作(operations)分為四個主要面向：幾何的轉變(geometric transformations)，包括移動(move)、旋轉(rotate)、縮放(scale)、鏡射(reflect)、以及變形(shear)；拓撲的轉變(topological transformations)，延伸(extrude)、伸展(sweep)、以及拉伸(loft)；布林運算(Boolean operations)有增加(add)、減少(subtract)、以及交集(intersect)；邏輯運算(logical operations)則是有群組(grouping)、類型(typing)、以及圖層(layering)。

Patmore [323]以實用的角度提供給非專業的動畫家一本入門書籍，其目標是解釋動畫所有的不同形式和觀點，以及共通的原理與技巧。他將動畫歸類為五大項目：停格動畫、簡單動畫、賽璐珞動畫、網頁動畫、以及三維電腦動畫。三維電腦動畫的特質包括基本三維建模、材質與紋理、佈景與場景、燈光、物件的動作、攝影機的技術、算圖、剪輯、以及音樂與製作群字幕。材質的控制通常有 8 個參數：色彩(color)、亮點(highlight)、光

澤(shininess)、紋路(bump)、反射(reflection)、透明(transparency)、折射(refraction)、以及發光(glow)。

以他多年在華德迪斯奈公司豐富的動畫製作經驗，Kerlow 的著作 *The art of 3D computer animation and effects* [324]，以循序漸進的方式提供製作三維電腦動畫的程序，從建模與算圖到動畫視覺效果與後製，以及各階段必備的實用資訊而不是特定的電腦系統與程式，並且以大量清晰易懂的圖形與相關的實際案例敘述動畫的原理，企圖呈現一個結合電腦技術與個人創造力的實質基礎環境。他將三維電腦動畫的特性劃分為四個部分：三維建模(modeling)，算圖(rendering)，動畫與特效(animation and effects)，以及後製作(post-processing)。三維建模的主要特質包括座標系統(coordinate system)、多邊形(polygon)、移動(move)、旋轉(rotation)、縮放(scaling)、幾何量體(geometric primitives)、伸展(sweeping)、以及布林運算(Boolean operations)等。算圖的主要特質是光線(lights)、攝影機(camera)、材質(materials)、色彩(color)、光源(light source)、明暗(light and dark)、陰影(shading)、質感(texture)、解析度(resolution)、以及透明度(transparency)等。動畫與特效主要特質包括影格(frame)、攝影機(camera)、腳本(storytelling)、人物設計(character development)、以及動作設定(motion control)等。後製作的主要特質是調整解析度、色彩、時間、剪輯(editing)、音樂、以及文字。

網際空間的主要動態特質是必須透過電腦的連線以及超連結(hyperlink)的方式，使得位於不同實體空間位置的人們能夠即時的(real-time)進行線上的互動(interaction)與溝通。網際空間是以資訊(information)的型式呈現溝通的訊息，並且輔以多媒體(multimedia)的聲光效果，例如靜態的文字與圖片，以及動態的音效(acoustic effects)與三維的畫面等，創造出具有動感的溝通環境。另外，虛擬實境(virtual reality)的特徵也經常被用來描述網際空間的特性，包括沉浸(immersion)、互動(interactivity)、與密集資訊(information intensity)。

前述學者提出的媒材構成因子都列在表 6 之中，找出重複的描述媒材特質的因子之後，本研究將上述的媒材因子歸納整理為表 7 的三大類：二維、三維、以及動態媒材，媒材構成因子總共有 30 個，每一類各有 10 個構成因子。

表 6：相關研究者提出之媒材構成因子。

研究者	媒材構成因子
Mitchell & McCullough, 1995	一維媒材：文字以及聲音為主。 二維媒材：影像，以及電腦輔助建築設計的平面特質：線條、多邊形、平面、以及地圖等。 三維媒材：空間的線架構、表面與算圖、以及量體的組合。 多維媒材：動態模型、動畫、以及超媒體所構成。
Szalapaj, 2001	二維物件：線條、網格、平面標示、以及尺寸。 三維物件：平面、量體、錐體、以及立體標示。 電腦輔助設計系統的運作： 幾何的轉變，移動、旋轉、縮放、鏡射、以及變形； 拓撲的轉變，延伸、伸展、以及拉伸； 布林運算，增加、減少、以及交集； 邏輯運算，群組、類型、以及圖層。
Patmore, 2003	三維電腦動畫的特質： 基本三維建模、材質與紋理、佈景與場景、燈光、物件的動作、攝影機的技术、算圖、剪輯、以及音樂與製作群字幕。 材質的控制參數： 色彩、亮點、光澤、紋路、反射、透明度、折射、以及發光。
Kerlow, 2004	三維建模 座標系統、多邊形、移動、旋轉、縮放、幾何量體、複製、以及布林運算等。 算圖 光線、攝影機、材質、色彩、光源、明暗、陰影、質感、解析度、以及透明度等。 動畫與特效 影格、攝影機、腳本、人物設計、以及動作設定等。 後製作 調整解析度、色彩、時間、剪輯、音樂、以及文字。
本研究整理	網際空間的動態特質 即時、超連結、互動、資訊、多媒體、沉浸、密集資訊

表 7：本研究整理之媒材構成因子。

二維媒材因子(2D)	三維媒材因子(3D)	動態媒材因子(dynamic)
解析度(resolution)	光線(light)	影格(frame)
疊合(photomontage)	材質(material)	剪輯(editing)
透明度(transparency)	基本轉換(transformation)： 位移、旋轉、縮放	密集資訊 (information intensity)
色彩(color)	光源(light source)	資訊(information)
階調(tone)	陰影(shadow)	即時(real-time)
遮罩(channel)	貼圖(map)	多媒體(multimedia)
濾鏡(filter)	布林(Boolean)	攝影機(camera)
音效(acoustic effect)	多邊形(polygon)	互動(interaction)
圖層(layer)	明暗(light and dark)	沈浸(immersion)
對比(contrast)	算圖(rendering)	超連結(hyperlink)

3.1.2 三類空間實驗

本研究的空間實驗劃分為三個空間型態：實體、虛擬、以及網際空間，呈現空間的數位

設計媒材也分為三類：二維、三維、以及動態媒材。每個空間型態分別選擇一個案例進行實驗，受測者也劃分為專業組與非專業組。為了避免受測者在認知上的干擾，實驗的時間都是間隔一個月，也就是每個月進行一次，總共歷時三個月才完成所有的實驗。實驗的地點是不易受到外界干擾的電腦教室。

1. 受測者

本研究邀請的受測者是以大學部的大四學生為主，並且由兩個團體組成：設計類與非設計類，設計類是以空間設計系為主，非設計類則是以工學院與商學院的學生為主。如此分類的優點是可以收集不同專業領域學生之空間經驗，受測者的人數是各類 10 人，總計 20 人，因此本研究總共進行了 6 次實驗。選擇專業類受測者的原則首先是曾經選過三類數位設計媒材的相關電腦課程，包括 Photoshop、Illustrator、或 Autocad 等平面軟體，FormZ 或 3dmax 等 3D 軟體，以及 Flash、Virtools、或 Premier 等動態媒材的相關軟體，其次是有使用過前述各類媒材作為空間設計創作工具的經驗。非專業類受測者的選擇原則是至少必須選過前述的平面以及動態的相關軟體，最好是有選過 3D 軟體的相關課程。

2. 實驗案例

本研究選擇三個案例進行實驗，選擇的方法是依據本研究對於三類空間型態的定義、已經完成的設計作品、以及同時以三類數位媒材呈現設計的內容。實體空間方面，其定義是真實建造完成的建築空間，案例在設計與建造的過程必須要有足夠的數位媒材呈現資料，包括二維圖說、三維的實體與數位模型、以及建造過程與完工之後的二維與 DV 動態影像紀錄，亦即選擇的案例必須擁有完整的數位化設計過程。因此，本研究選擇台灣第一件數位建築作品做為實體空間的實驗案例：公信電子公司接待大廳(圖 22) [325]。

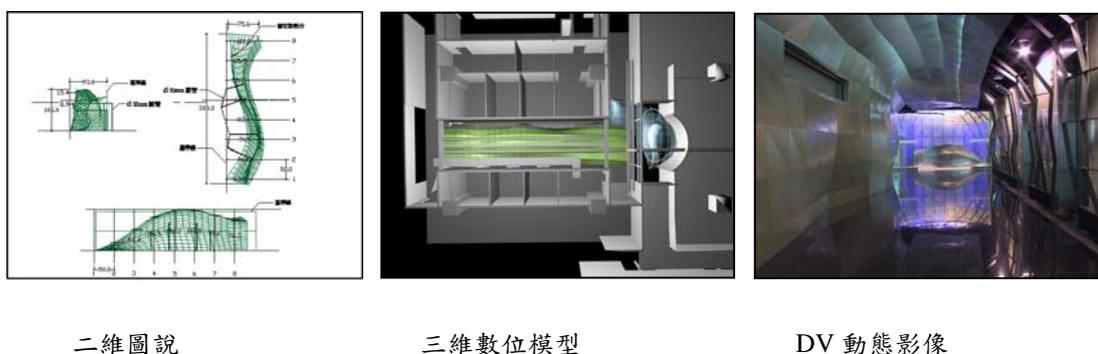


圖 22：公信電子公司接待大廳之數位呈現方式[325]。

虛擬空間方面，其定義是僅建構於電腦之中具有三度空間經驗且不被真實建造的空間，虛擬空間與實體空間最大的差別是沒有建造的過程，所以選擇的案例必須完全依賴數位媒材呈現其設計的內容與觀念。另外，虛擬空間的設計目的是非建造的，主要是解放空間的觀念以及藝術性的呈現，其設計手法是創作與創新。因此，本實驗選擇 A. Scott Howe 參加以強調數位創新為主旨的遠東數位建築獎的作品為實驗案例：數位公寓(digital condominium)，將其設計過程中的二維圖說、三維數位模型、以及完成之後的電腦動畫，呈現給受測者進行實驗(圖 23) [326]。

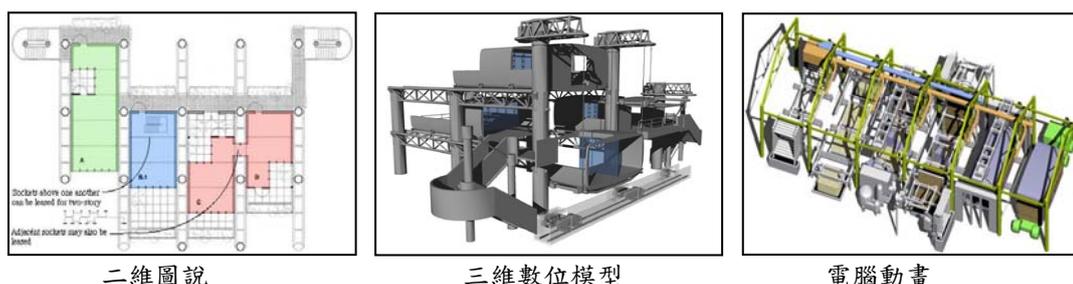


圖 23：A. Scott Howe 作品之數位呈現內容[326]。

網際空間方面，其定義是以文字為基礎輔以圖像與圖形建立於網際網路之中的空間，設計目的是透過遠端電腦的連線，提供線上的即時溝通與互動。網際空間是多媒體的環境，綜合各類數位與傳統媒材，與前述兩個類型空間型態之主要差異是其所呈現出之空間感(sense of space)。因此本研究選擇強調以建築設計為主要設計手法的網頁設計公司的網站做為實驗的案例：Monoedge Inc. (<http://www.monoedge.com>)，將其網際空間中的二維圖說、三維數位模型、以及完成之後的電腦動畫，呈現給受測者進行實驗(圖 24)。



圖 24：Monoedge 的網站內容。

3. 實驗步驟

雖然本研究進行了三個空間的實驗，但是實驗的步驟都相同，總共劃分成 6 個主要的步驟，詳述如下：

(1) 說明實驗的目的與實驗因子

首先向受測者說明本研究的實驗目的：空間與媒材的交互關係現象研究，其次是說明三類空間與三類媒材的實質內容。接著詮釋兩組實驗因子：空間與媒材因子，因為每一組的構成因子都有 30 個之多，所以這個步驟必須確認每一位受測者都能夠詳盡的了解每一個實驗因子的意義，特別是非設計類的學生。因此每一次實驗開始之前都必須再加以說明與確認。最後是說明整個實驗的步驟。

(2) 暖身實驗

為了使受測者熟悉實驗的環境與實驗的步驟，實驗正式開始之前就先請受測者進行暖身的實驗，依序看一次數位呈現媒材之內容。這個步驟的另一個目的是說明數位呈現媒材的內容，也同時回答受測者對於實驗內容的任何問題。

(3) 實驗階段

真正進入實驗的階段，要求受測者仔細觀看由三類數位設計媒材所呈現出的實驗案例內容。實驗的時間長度是 30 分鐘。

(4) 選擇空間與媒材因子

看完實驗的案例之後，緊接著以本研究整理之空間與媒材的構成因子表格供受測者勾選（詳見表 5 以及表 7），選擇他們所感知到的空間與媒材因子。但是，表格上沒有註明媒材因子的分類狀況。為了避免不確定的與模糊的選擇，受測者選擇因子時被要求一定要參照實驗案例的內容詳實勾選，也就是先看完一次或幾次實驗內容之後，再一邊看實驗內容一邊選擇因子。

(5) 連結空間與媒材因子

選擇兩組因子之後，請受測者連結他們認為有關聯的，亦即有交互關係的空間與媒材因子，沒有被選擇的因子也可以連接，這個步驟可以複選，但是同一組的因子不可以連結。與前一個步驟相同，受測者在連接因子時被要求一定要參照實驗案例的內容，一邊看實驗內容一邊串接因子，同時避免受測者認為連結兩組因子只是在表格上連連看而已。

(6)簡短的訪談

最後一個步驟是在另一間電腦教室進行單獨的簡短訪談，並且以 DV 攝影記錄，請受測者依照其連結兩組因子的表格儘量敘述因子連接的原因，亦即空間型態因子與數位設計媒材因子之間的交互關係。這個步驟也必須參照實驗案例的內容描述兩組因子的關聯性。

4.分析方法

本研究的分析方法包括兩組受測者的實驗結果以及比較與討論。兩組受測者的實驗結果是分析受測者分別在三類空間型態的實驗結果，包含四個項目：因子選擇、因子關聯、因子關聯群組、以及因子關聯訪談。進一步的比較與討論則是劃分為三個比較分析的範圍：空間因子、數位設計媒材因子、以及空間與數位設計媒材因子之關聯。

實驗結果分析首先是因子選擇，整體的統計兩組受測者在每個空間型態之中所選擇的空間以及數位設計媒材因子，數位設計媒材因子也分成三類做為初步的分析。其次是因子關聯，為了便於閱讀空間與媒材因子的交互作用狀況，每一位受測者連結在一起的兩組因子都被整理成關聯性分析圖，可以看到每個因子連結他組因子的情形，數位設計媒材因子也被劃分成三類分析。接著是因子關聯群組，有別於因子關聯，因子關聯群組劃分成整體的與局部的關聯性，整體的關聯性是分析每一類空間型態之中，空間與媒材因子所共同形成之因子關聯群組的多寡，以及有那些重複的群組與其內容。局部的關聯性是分析同一組因子之間的交互關係。最後是因子關聯的訪談，以空間因子中關聯性最強的前五個因子為例，列出受測者的訪談內容，並且分析因子有關聯的原因。

在比較與討論的方面，首先是空間與媒材因子的比較分析，為了歸納出三類空間型態之中空間與媒材因子選擇的關鍵構成因子，本研究將分析兩組因子選擇結果的前面五個層級的所有因子，去掉個別出現於兩組受測者的因子之後，得到的重複因子就成為關鍵之因子，同時也比較因子選擇的差異。其次是空間與媒材因子的關聯比較分析，包括兩組因子的關聯、因子關聯群組、以及因子關聯訪談。兩組因子的關聯將分析與討論兩組因子關聯結果的前面八個層級的所有因子，找出關鍵的關聯因子，也將比較這些因子的差異。因子互動群組與因子互動訪談則是分析比較其中的異同。另外，在每個比較與分析的最後，都會以整體的觀點詮釋本研究發現的現象。

3.2 非專業組實驗結果

3.2.1 實體空間

結果一：因子選擇

1. 空間因子

以實驗因子被選擇的次數而言，在空間因子方面，非專業組學生的實體空間實驗結果可以分為 9 個群組(圖 25)。最高的群組是光影、形狀與質感，其次是物件、建築實體、與建築虛體。第三高的群組由六個因子組成：方向、表面、透視、水平與垂直元素、邊界、以及移動。第四個群組也有六個因子構成：色彩、尺寸、比例、距離、封閉、以及重複。緊接其後的是由七個因子組成的群組，包括人群活動、尺度、位置、背景與圖案、對比、軸線、與規律。第六高的群組則有開放以及開口等四個因子。接下來的順序是對稱、時間、以及聲音。沒有被受測者選擇的因子是聲音。

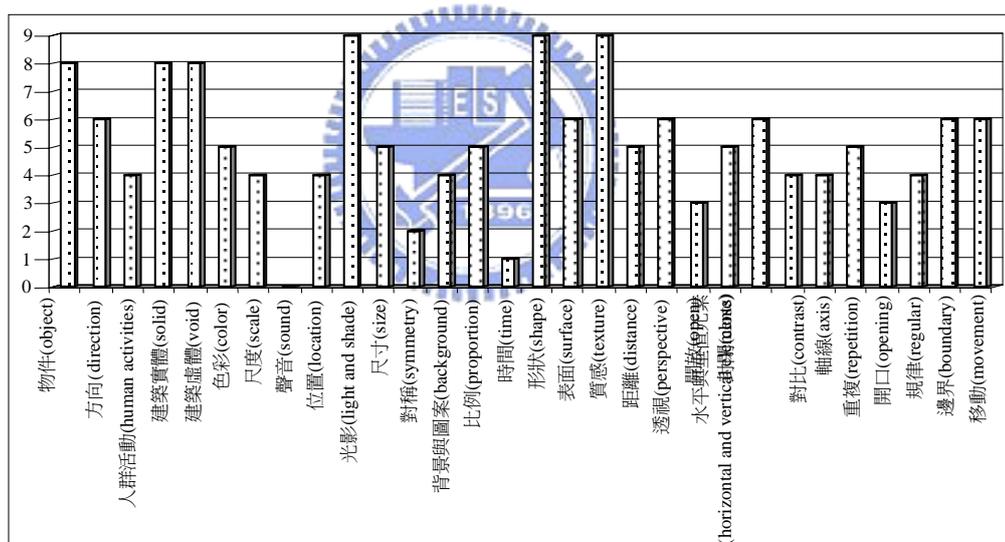


圖 25：空間因子選擇-實體空間-非專業組。

2. 媒材因子

在數位設計媒材因子的選擇方面，整體而言，如圖 26 所示，其結果也是分為 11 個群組。首先是與光線品質有關的兩個因子：光線與明暗。第二個最高的群組由三個因子組成：材質、色彩以及多邊形。其次是陰影。第四個組別由光源與沈浸兩個因子所構成。接下來是透明度。第六個組別有兩個因子，對比與布林。下一個群組是疊合與攝影機。接下來的群組總共有七個因子，包括解析度、遮罩、基本轉換、貼圖、剪輯、資訊以及互動。第九個群組是圖層與階調。第十個組別是由三個因子構成：算圖、密集資訊、即時與多

媒體。最後一組的因子都沒有被選擇，包括濾鏡、影格、音效、以及超連結。

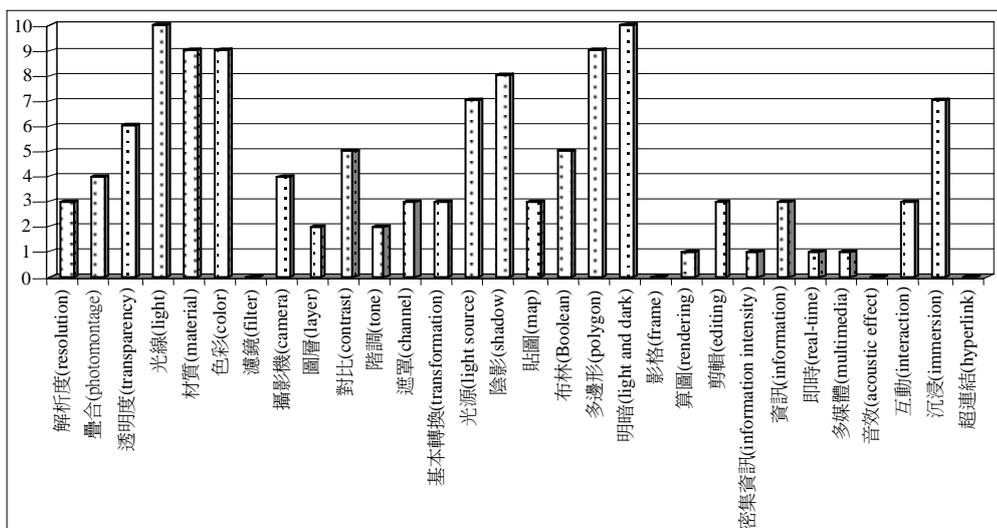


圖 26：媒材因子選擇-實體空間-非專業組。

在實體空間分別與三類媒材因子的關係時，非專業組的實體空間與二維媒材之關係依照被選擇次數總和的排序為：色彩、透明度、對比、疊合、解析度與遮罩、圖層與階調，濾鏡與音效則是沒有被選擇(圖 27)。其次，實體空間與三維媒材之關係時，其排序為：光線與明暗，材質與多邊形，陰影、光源、布林，貼圖與基本轉換，以及算圖。最後，實體空間與動態媒材之關係時，其排序為：沉浸、攝影機，資訊、互動、與剪輯，密集資訊、多媒體、與即時，影格與超連結則是沒有被選擇。因此，三維媒材的被選擇次數最多，其次是二維媒材，最少的是動態媒材。

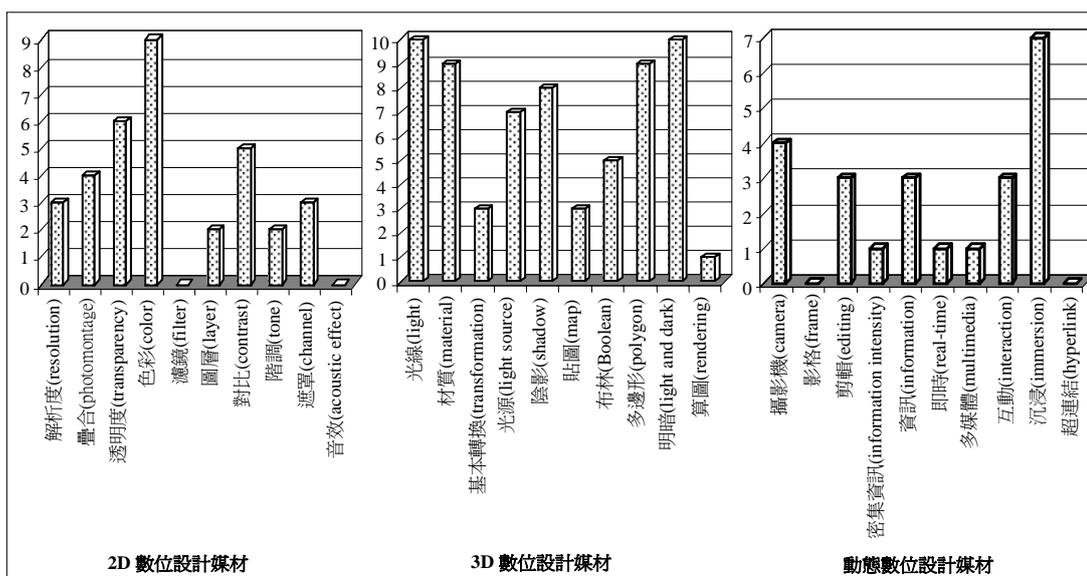


圖 27：三類媒材因子選擇-實體空間-非專業組。

結果二：因子關聯

1.空間因子

在空間與媒材兩組因子之間的關聯方面，如圖 28 所示，X 軸是空間因子，Y 軸則是數位媒材因子，不僅可以得知個別因子與其他因子的關聯性，亦即連接的因子，也同時可以計算連接次數的總和。整體而言，空間因子之中關聯性最強的前兩個因子是物件以及光影。接下來依序是建築實體、質感、以及色彩。物件連接了 12 個媒材因子，其總和則為 22。光影僅連接 7 個媒材因子，但其連接的總和高達 22。建築實體與 9 個媒材因子有關聯性，連接次數總和為 21。質感與色彩都連接了 8 個媒材因子。前述 5 個關聯性最強的空間因子，個別的連接狀況也可以由圖 28 得知。例如，物件這個空間因子與 12 個媒材因子有關連性，包括解析度、疊合、透明度、光線、材質、色彩、圖層、對比、陰影、布材、多邊形、以及明暗等。其中又以材質、色彩、陰影與多邊形的互動最為頻繁。

空間因子中第五高的互動因子是表面，連接了 6 個媒材因子。其次是形狀，連接了 5 個媒材因子。接下來是連接 6 個媒材因子的方向。第八個則是由背景與圖案以及距離所組成。然後是建築虛體與透視。第十個是對比。下一個群組是由連接次數總和為 3 的四個因子所構成，人群活動、水平與垂直元素、重複、以及移動。緊接著是由五個因子形成的群組，包含位置、比例、封閉、規律、以及邊界。第十三個互動群組是由連接總和僅為 1 的三個因子組成，尺寸、對稱、與軸線。最後一組，亦即沒有任何連接的群組，包括尺度、聲音、時間、開放、以及開口等五個因子。

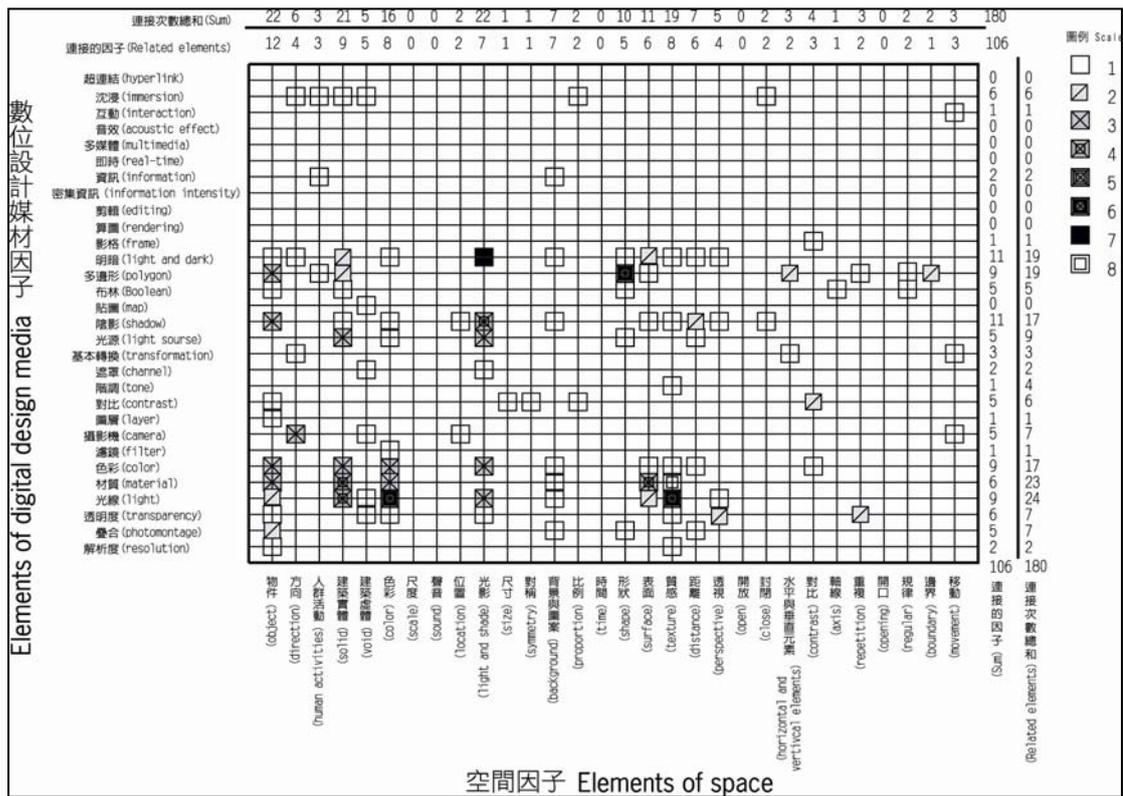


圖 28：空間與媒材因子之關聯圖-實體空間-非專業組。

2. 媒材因子

數位媒材因子之中，關聯性最佳的因子是光線，連接 11 個空間因子，連接次數總和高達 24，光線與空間的色彩與質感的因子的互動性最強（圖 28）。其次是連接了 6 個空間因子材質，與建築實體與質感的關聯性最高。第三高是多邊形與明暗兩個因子，多邊形是以形狀與物件兩個空間因子之關聯性最強，其連接的空間因子有 11 個，其中以光影與建築實體最為頻繁。第四高的互動因子是色彩與陰影，色彩所連接的空間因子以物件、建築實體以及色彩為主，陰影也連接了 11 個空間因子，並以物件與光影的次數最高。第五高的互動因子是連接次數總和達 9 的光源，與明暗相同，光線與建築實體這兩個空間因子的連接次數最高。下一個群組是疊合、透明度、與攝影機，連接次數總和達 7，疊合與物件及重複兩個空間因子之連接最高，透明度其所對應之空間因子以透視為最高，攝影機則是以方向為主。緊接其後的是由對比與沉浸兩個因子組成的群組。第八高的因子是布林，連接 5 個空間因子，連接的次數都是 1。下一個因子是基本轉換，連接了方向、水平與垂直元素、以及移動等三個空間因子。第十個互動群組由三個因子構成，包含解析度、遮罩、以及資訊。其次也是由 4 個因子組成的群組，濾鏡、圖層、階調、影格與互動。最後一組，也是沒有被受測者選擇的群組，包括貼圖、算圖、剪輯、密集資訊、即時、多媒體、音效以及超連結等 8 個媒材因子。

在三類媒材因子分別與空間因子互動時，如圖 29 所示，二維媒材與空間因子的關聯，依照關聯次數總和的排序為：色彩、疊合與透明度、對比、解析度與遮罩，濾鏡、圖層、與階調，音效則是沒有互動。其次，三維媒材與空間因子互動時，其排序為：光線、材質，多邊形與明暗，陰影、光源、布林、基本轉換，貼圖以及算圖沒有互動。最後，動態媒材與空間因子互動時，其排序為：攝影機、沉浸、資訊、影格與互動，然而剪輯、密集資訊、即時、多媒體、與超連結則是沒有互動。因此，三維媒材的關聯次數最多，其次是二維媒材，最少的是動態媒材。這個現象與因子選擇的結果相同。

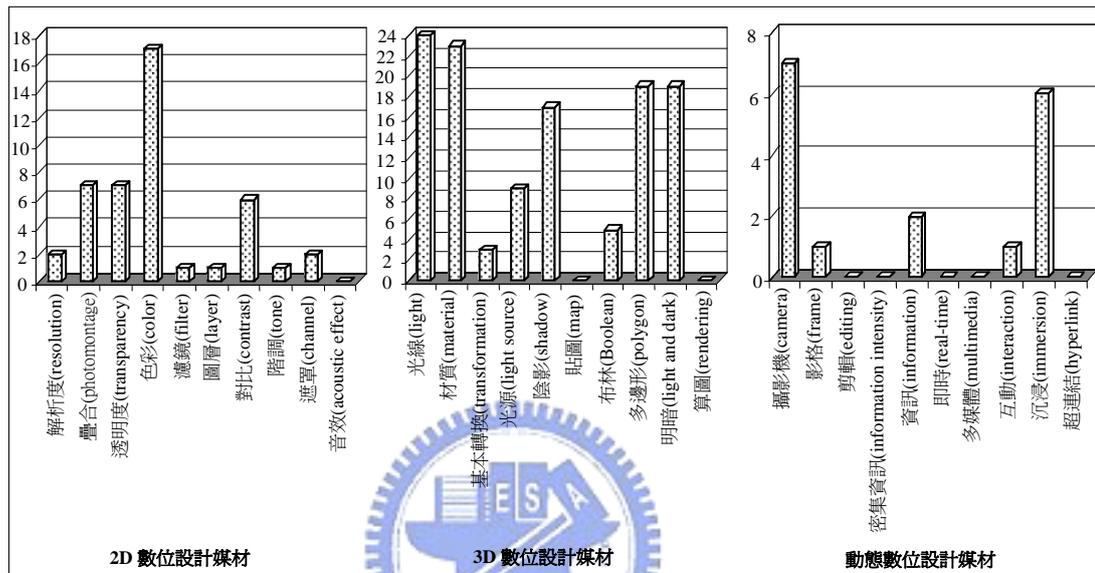


圖 29：三類媒材因子之關聯-實體空間-非專業組。

結果三：因子關聯群組

不論是空間或數位設計媒材的因子，關聯性分析圖(圖 28)只能看出該組的個別因子與另一組因子之間的相關情形。因此，本研究為了要更全面的了解兩組因子的互動情形，將分析所有受測者的因子相連情形，超過兩個以上的因子連接都會列出。不僅能夠分析兩組因子整體的(global)關聯特質，也能夠找出同一類型因子彼此之間局部的(local)關聯性。以下首先以非專業組在實體空間時的因子互動群組情形為例，說明整體與局部關聯性的特質，接著詳細分析該組的內容。

如圖 30 所示，非專業組的受測者 1 其關聯性的實驗結果有 3 個群組出現。第一組的空間因子：物件，連接 5 個媒材因子，包括疊合、材質、色彩、多邊形、以及布林。這些媒材因子又分別連接其他 6 個空間因子，例如疊合連接背景與圖案以及重複，材質連接建築實體、表面與質感，色彩與建築實體、表面及質感有關聯，多邊形則是連結建築實體及形狀。第二個群組是由建築虛體、透明度、以及透視組成。實驗因子的關聯性是說明因子彼此之間的連接關係，例如圖 3-7 是以空間因子作為起始點來看整體的關聯性，當然也可以從媒材因子來看因子之間的關係。因此，整體的關係不變，其中的差別只是

以何組因子來看關聯性。

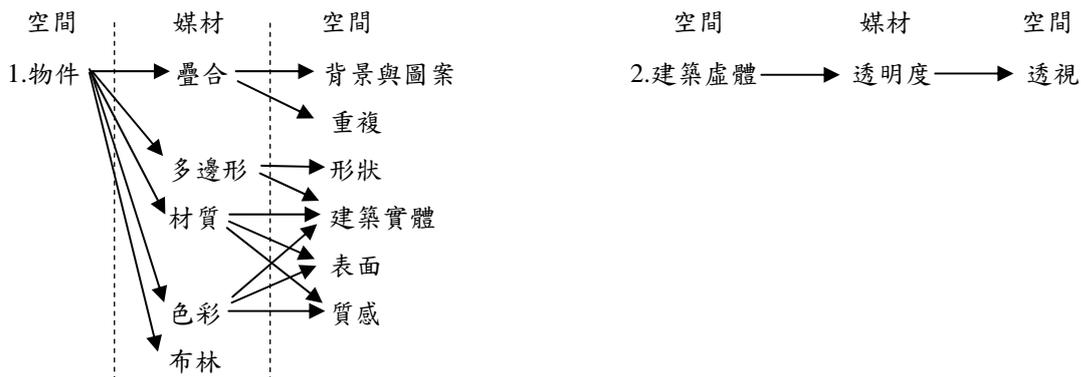


圖 30：非專業組的受測者 1 之關聯性實驗結果。

我們也可以進一步找出同組因子之間的關聯現象，本研究稱之為局部的關聯性。以圖 30 為例，垂直的方向來看，第一個群組之中，同為空間因子的物件、背景與圖案、以及重複是透過媒材因子的疊合才得以連接在一起。空間因子中的物件、建築實體、表面、與質感，是經由媒材因子的材質而產生關聯性。第二個群組，媒材因子的透明度是空間因子的建築虛體與透視的中介因子。另外，空間因子也可以成為連結媒材因子的的媒介，例如受測者 2 (參閱附錄一：因子關聯群組)就指出方向使得媒材因子中的攝影機、基本轉換與沈浸結合在一起。

前述的群組關聯性只有至少 3 個因子連結在一起，實驗的結果指出，超過 3 個以上的情形也很多。如圖 31 所示，受測者 8 的關聯性分析結果是由 3 個以上的因子所組成，連結了 6 組因子，空間與媒材因子各佔 3 組。

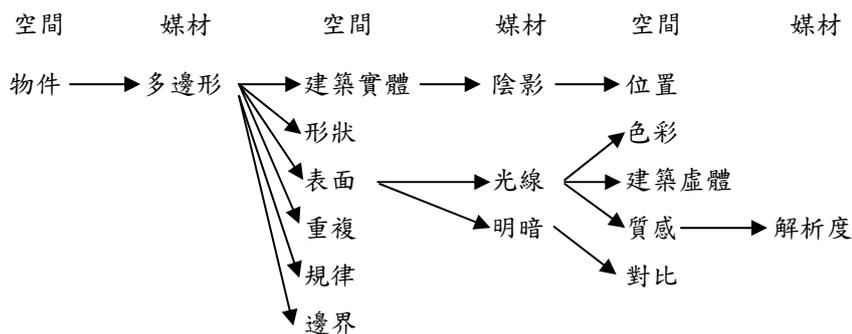


圖 31：非專業組的受測者 8 之關聯性實驗結果。

1. 整體的關聯性

關聯性分析之中總共有 22 個群組(參閱附錄一：因子關聯群組)。由 6 組因子組成的群組，

空間與媒材因子各佔 3 組，只出現了 1 個。由 5 組因子組成的群組，空間因子 3 組與媒材因子 2 組，總共有 4 個。由 4 組因子形成的群組，空間與媒材因子各佔 2 組，則有 4 個。由 3 組因子構成的群組，空間因子 2 組與媒材因子 1 組，則是最多的 13 個。重複出現的群組有 9 組，都是由 3 組因子所構成的群組，並且都是由媒材因子扮演串接的角色。

如圖 32 所示，空間因子的位置在前與在後，媒材因子則是居中。空間因子中的物件出現 7 次，建築實體則有 3 次，質感也有 4 次之多，其他的因子只分別出現 1 次：形狀、色彩、重複、以及邊界。除了形狀、重複、以及邊界之外，其他都是互動性非常高的因子。扮演中介角色的媒材因子之中，以多邊形的出現頻率最高，總共有 3 次。次高的是色彩以及材質，各出現了 2 次。其他兩個因子只有 1 次，疊合以及光線。除了疊合之外，其他也都是高互動性的媒材因子。在連接方面，物件與質感的串接是分別透過色彩與材質兩個媒材因子。色彩與材質也使得建築實體與質感兩個空間因子結合在一起。物件、形狀、建築實體、以及邊界等空間因子之關聯性的建立，是藉由多邊形這個媒材因子而構成的。疊合以及光線兩個媒材因子促成兩組空間因子的連接，物件與重複、以及物件與色彩。

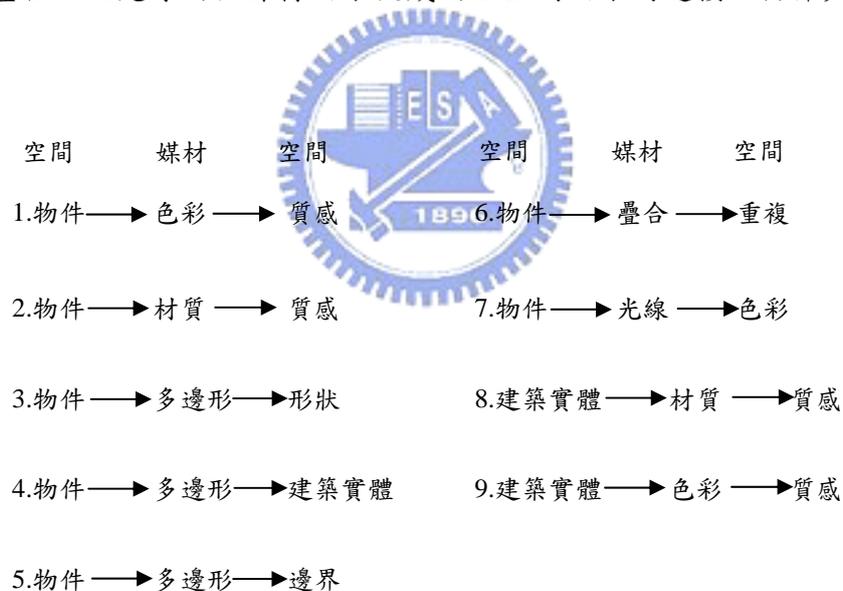


圖 32：重複出現的 9 個關聯性群組-實體空間-非專業組。

2.局部的關聯性

因子互動群組之局部的關聯性指出，空間因子的同組因子關聯性是透過媒材因子的串接而成，媒材因子的同組因子關聯性也都是經由空間因子而構成的(參閱附錄一)。那些原本看似獨立的個別因子，以不同組的因子作為中介，啟動互動的觸媒與過程之後才建立了同組因子之間的關聯群組。這個現象不是受測者可以預期的隱性特質(intangible property)，有別於因子選擇、因子互動、與因子互動訪談等實驗結果的顯性特質(tangible property)。

property)，受測者知道結果為何。

如表 8 所示，非專業組在實體空間之同組因子的關聯性初步分析時，空間因子呈現出 24 組有關聯的群組，媒材因子則僅有空間因子的一半，12 組而已。例如空間因子的物件、背景與圖案、以及重複是同一個群組，媒材因子的攝影機、基本轉換、以及沉浸也是有關聯的。其次，空間與媒材因子分別扮演了中介因子的角色。空間因子有 11 個因子是中介因子，其中最高的因子是質感，有 5 次之多，接著是 4 次的光影，接下來是有 2 次的建築實體、距離、與透視，最後是只有一次的 6 個因子：方向、建築虛體、背景與圖案、形狀、表面、與重複。媒材因子之中也有 15 個因子是中介因子，其高低的順序分別是光線、材質、色彩與明暗、多邊形、疊合與陰影，攝影機、光源、與布林，透明度、對比、遮罩、貼圖、與互動。因此，由媒材因子所中介的空間因子關聯群組比較多，由空間因子所中介的媒材因子關聯群組比較少。

表 8：同組因子的關聯性-實體空間-非專業組。

空間因子		
物件、背景與圖案、重複	尺寸、比例、對比	方向、位置、距離
物件、形狀、建築實體	色彩、光影	人群活動、移動
物件、建築實體、表面、質感	建築實體、規律	物件、色彩、質感、表面、對比、光影
建築虛體、透視	建築實體、透視	方向、移動
比例、尺寸	建築實體、質感	物件、重複
建築實體、背景與圖案、表面、質感	形狀、軸線、水平與垂直元素	物件、形狀、水平與垂直元素、邊界
建築實體、距離、透視	物件、建築實體、色彩、質感、背景與圖案、表面、光影、方向	建築虛體、光影
建築實體、光影、距離、形狀、對稱	物件、建築實體、形狀、表面、重複、規律、邊界、位置、建築虛體、色彩、質感、對比	色彩、質感
媒材因子		
攝影機、基本轉換、沉浸	光線、光源、陰影、明暗	光線、材質、色彩、陰影、多邊形、明暗
光線、透明度	色彩、明暗	多邊形、陰影、光線、明暗、解析度
色彩、透明度、陰影	光線、材質	攝影機、遮罩、色彩、明暗
光源、陰影、多邊形、疊合	光線、材質、色彩、透明度	材質、階調

結果四：因子關聯訪談

本研究的下一個步驟是簡短的訪談，請受測者說明兩組因子之間的關聯情形。受測者是先看本研究提供的各種類型空間，因此是先分別選擇感知到的空間與媒材的實驗因子，之後再指出兩組因子的關聯性(參閱附錄二：因子關聯訪談)。簡短的訪談是基於關聯性

的結果，請受測者進一步說明空間與媒材因子之間的關係。以下就以空間因子中關聯性最強的前 5 個因子為例，首先列出訪談的內容，接著分別說明關聯的原因。空間因子是物件、建築實體、光影、色彩、以及質感。

1.物件

受測者 3

我的物件跟透明度、光線、色彩、階調、陰影、多邊形和明暗配對。因為我覺得物件本身應該有自己的透明度，光線也會影響它，自己也會有自己的色彩，有色彩就會有階調，然後也會造成一些陰影和明暗。

受測者 4

物件我選了疊合、材質、色彩還有布林跟多邊形。因為我是以很多個物件來思考，所以它們應該會有疊合的關係。想到物件就會有材質跟顏色上的想法。還有布林，因為每個物件的角度都不大一樣，所以應該會有很多不同的形狀，所以我會選多邊形。

受測者 7

物件，會構成一個物件當然是因為多邊形。

受測者 8

物件，就是跟光線、材質、色彩、光源、陰影、明暗這些，都會構成物件它一個真實感。

受測者 9

像物件，我就有選透明度、光線、材質還有色彩，雖然這幾個不是形成物件的關鍵，是形成物件質感的重要元素之一。



2.建築實體

受測者 1

首先就是他建築實體的部份，因為它是利用山的曲線下去做的，會讓人感覺的他是一個完整的東西被挖成一塊一塊的，所以我覺得他跟布林會有關係。

受測者 2

我選建築實體連結到沉浸，我認為要有身歷其境要有沉浸在那個環境的感覺，跟建築實體整個構成還有設計有很大的感覺。

受測者 5

接下來是建築實體，建築實體第一個是光線、材質還有光源，剛剛再天花板的部份，它有光從天花板滲透進來，這個部份我覺得非常的好。

受測者 6

我空間因子的部份先選是建築實體，我覺得光線的改變會造成一個實體不同的亮度，才會造成背光會平常光會有不同的現象，和他顏色的不一樣，也會造成他的明暗度不一樣。

受測者 7

建築實體，因為他會有陰影、有明暗，所以才有所謂的一個實體，然後他還有運用到多邊形，才能建構出一個的建築實體。

受測者 10

我選建築實體跟媒材因子的光線、材質、色彩、光源，在實體的建築裡面就是有他的光線材質跟色彩還有光源的位置等等。

3. 光影

受測者 1

它的光影跟明暗會跟光線有關係，光線的燈不只是用白色的燈還有用到藍色的燈，那藍色的燈打在不同材質上面他就會形成不同的色彩，因為他燈的關係產生出來的顏色也會不一樣。

受測者 2

空間因子我有選光影，連結光線光源還有明暗，會選擇光影連結光線是因為有光線就會有陰影的存在。然後光影連結光源，因為有光線就會有光的來源才會產生光線，連結明暗是因為如果我看的到陰影是因為有明案才看的到陰影。

受測者 3

光影是和光線、陰影配對。因為光線就會造成光影，光影本身也會形成陰影。

受測者 4

光影跟光線、光源、陰影還有明暗。因為光影一定會有光線、光源，然後光影聽起來就會有陰影，所以我也選擇了陰影，然後陰影就會有明暗的分別。

受測者 6

光影，我覺得不管是背光還是面光都會造成不同的光線還有不同的色彩，會增加物體不同的疊合度會不一樣。

4. 色彩

受測者 2

我選擇色彩連結到媒材因子裡的光線跟色彩，之所以連結到光線是因為光線本身有顏色，我看到圖框中他出線的色彩是由光線照射而成的。

受測者 3

色彩，我是和透明度、材質和色彩階調有關係，因為色彩也是本身會有透明度，然後色彩就和色彩有關係，色彩本身也是會有自己的階調、不同的顏色。

受測者 7

色彩，跟光線、材質有關係，跟光線投射在不同地方色彩就會不一樣，然後材質不一樣，色彩當然就會不一樣。

受測者 8

色彩，就是跟光線、材質那些有關係，還有光影明暗就對了，光影就是跟光源，明暗那些有關係。

5. 質感

受測者 1

再來是質感，質感方面的話，我是達到解析度跟材質，我覺得解析度比較高的話，整個呈現出來的質感會比較好，那相對於材質選的比較好的話，質感相對會比較高一點。

受測者 2

質感是聯結成材質，因為有材質才會產生不同的質感。

受測者 7

質感來講，質感是跟解析度，還有光線是有關係的，因為你光線投射的地方，如果沒有光線照射，可能質感就沒有那麼好，還有解析度越好，你的質感呈現的就越棒。

受測者 8

質感，也是一樣，就是那個金屬感。

受測者 9

質感，我覺得跟光線、材質還有色彩，都有很大的影響，還有像陰影、明暗都有很大的影響。

受測者 10

質感在媒材因子我選透明度光線材質還有跟色彩，因為我覺得透視的感覺會因為透明度的不同而有所不同，光線的位置材質等等。



因子關聯之原因

由以上的訪談內容可以得知，空間因子與媒材因子的交互關係大致可以歸納出下列幾個因素。第一，直接說明兩組因子的關聯性，沒有敘述原因，例如媒材因子對空間因子有很大的影響。第二，直接的必然關係，例如空間與媒材因子是當然的構成關係。第三，看到空間因子之後就直接聯想到媒材因子的特質。第四，媒材因子是空間因子本身應該有的特質。第五，媒材因子是形成空間因子的真實感與質感的重要元素。第六，媒材因子的效果越好，空間因子的感覺就越好。第七，媒材因子的一些特質共同建構空間因子。

3.2.2 虛擬空間

結果一：因子選擇

1. 空間因子

以實驗因子被選擇的次數而言，在空間因子方面，非專業組學生的虛擬空間實驗結果可以分為 9 個層級(圖 33)。被選擇次數最高的因子是物件，其次是光影、水平與垂直元素、

以及規律，接下來是方向、形狀、與透視。第四高的群組由三個因子組成：建築虛體、色彩、以及重複。第五個群組有五個因子構成：建築實體、比例、開放、軸線、以及移動。緊接其後的是由三個因子組成的群組，包括表面、質感、以及邊界。第七高的群組則有位置、尺寸、對稱、背景與圖案、封閉、以及開口等六個因子。接下來的群組是尺度、時間、距離、以及對比。最後一組是人群活動與聲音。

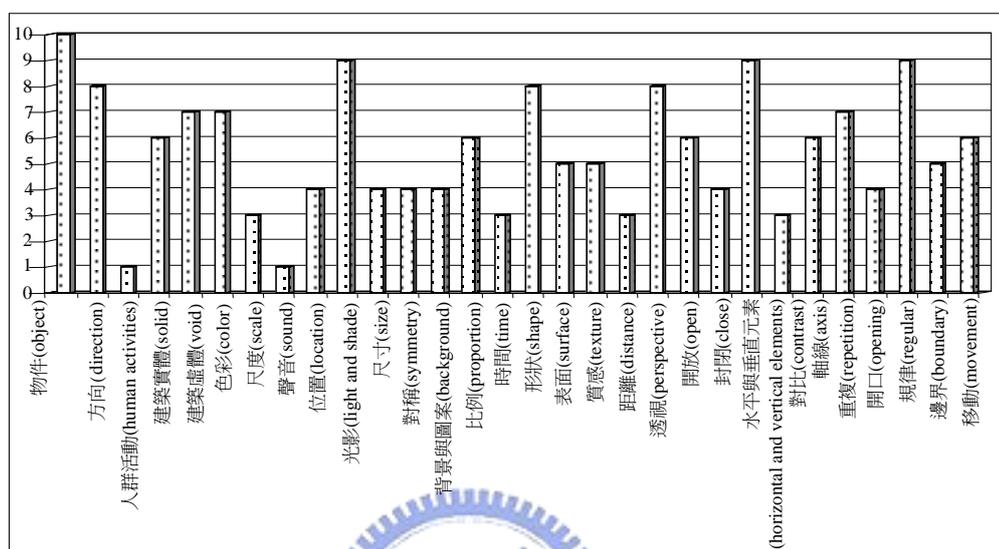


圖 33：空間因子選擇-虛擬空間-非專業組。

2. 媒材因子

在媒材因子方面，其結果可以分為 11 個層級(圖 34)。首先是與光線品質有關的因子：陰影與明暗。第二個最高的群組由兩個因子組成：色彩以及基本轉換。其次是透明度與光線兩個因子。第四個組別由五個因子組成，包括疊合、材質、階調、光源、以及多邊形。接下來是解析度。第六個組有三個因子，貼圖、布林、以及資訊。下一個群組的因子總共有六個因子，包括攝影機、圖層、對比、影格、算圖、與沉浸。第八個群組是遮罩與多媒體。第九個組別是由兩個因子構成：剪輯與密集資訊。接下來是由四個因子構成的群組，濾鏡、即時、音效、與互動。最後一組的因子沒有被選擇，超連結。

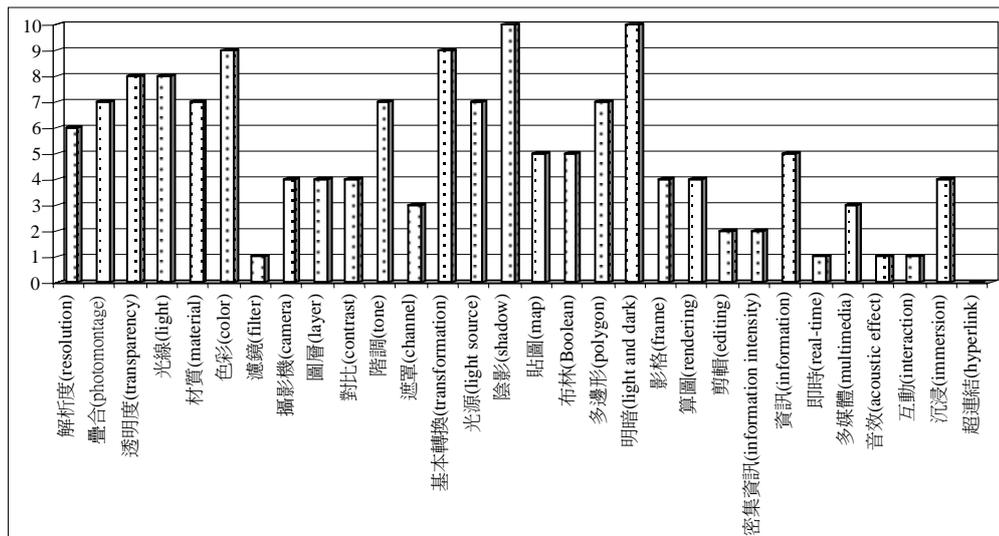


圖 34：媒材因子選擇-虛擬空間-非專業組。

在虛擬空間分別與三類媒材因子的關係時，非專業組的虛擬空間與二維媒材之關係依照被選擇次數總和的排序為：色彩、透明度、疊合與階調、解析度、圖層與對比、遮罩、濾鏡、與音效(圖 35)。其次，虛擬空間與三維媒材之關係時，其排序為：陰影與明暗、基本轉換、光線，材質、光源、與多邊形，貼圖與布林，以及算圖。最後，虛擬空間與動態媒材之關係時，其排序為：資訊，攝影機、影格、與沉浸，多媒體，剪輯與密集資訊，即時與互動，超連結則是沒有被選擇。因此，三維媒材的被選擇次數最多，其次是二維媒材，最少的是動態媒材。

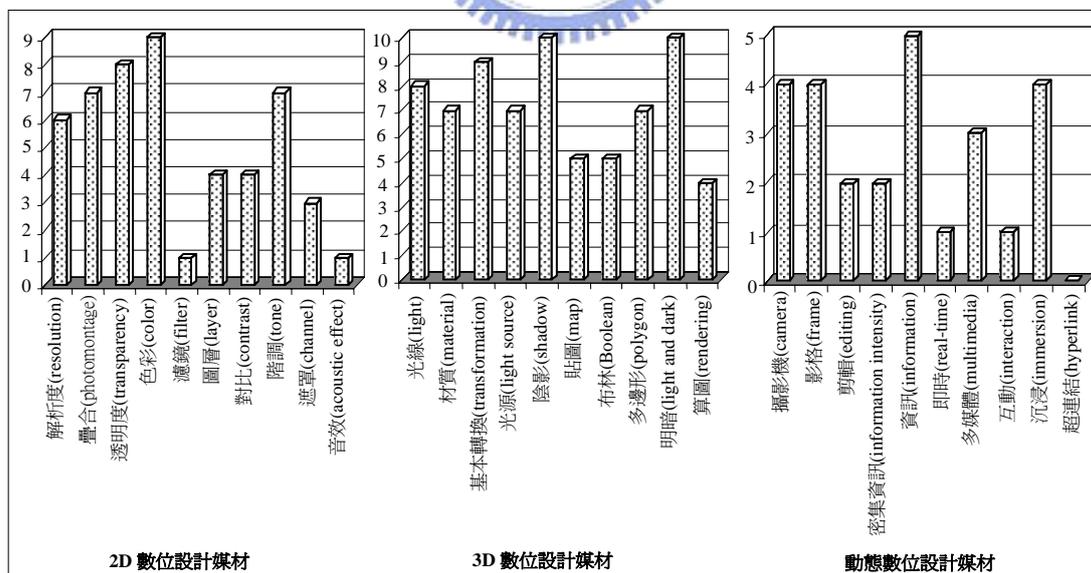


圖 35：三類媒材因子選擇-虛擬空間-非專業組。

結果二：因子關聯

1.空間因子

在空間與媒材兩組因子之間的互動方面，如圖 36 所示，X 軸是空間因子，Y 軸則是數位媒材因子，不僅可以得知個別因子與其他因子的關聯性，亦即連接的因子，也同時可以計算連接次數的總和。空間因子之中互動性最強的前六個因子分別是物件、光影、色彩、建築虛體、位置、以及形狀。物件連接了 15 個媒材因子，其連接次數的總和高達 31，包括疊合、透明度、光線、材質、色彩、圖層、對比、階調、遮罩、基本轉換、光源、陰影、布林、多邊形、以及明暗，其中又以疊合、材質、陰影、以及多邊形的互動最頻繁。光影雖然只連結了 9 個媒材因子，但是其連接次數的總和則是高達 27，互動最密集的媒材因子是光線、光源、與陰影。色彩與 11 個媒材因子有關，其連接次數的總和是 20。建築虛體與 9 個媒材因子有關聯，連接次數總和為 11，除了透明度與基本轉換之外，其他 9 個因子都只連接 1 次。位置也連接了 8 個媒材因子，其中以基本轉換最為密集，高達 3 次之多。形狀連接五個媒材因子，以多邊形的 7 次最多。

空間因子中第七個互動性的群組是方向、建築實體、以及背景與圖案三個因子，方向與媒材因子的基本轉換之互動最頻繁，建築實體則是與透明度以及基本轉換之關聯最為密集，背景與圖案也與 6 個媒材因子產生互動，連接的次數比較平均，介於 1 至 2 次之間。其次是透視，連接了 5 個媒材因子。然後是質感，與媒材因子的材質之互動最密集。第十個則是由比例以及移動所組成，移動與媒材因子的基本轉換之關聯最強。接下來是表面，與媒材因子的材質之連接次數最多。第十二個互動群組包括兩個空間因子，水平與垂直元素以及邊界。下一個群組是由連接次數總和為 4 的兩個因子所構成，尺度、開放、以及重複。緊接著是距離。第十五個互動群組是由連接總和為 2 的三個因子組成，對稱、時間、以及規律。接下來是尺寸、封閉、軸線、與開口。最後一組，亦即沒有任何連接的群組，包括人群活動、聲音、以及對比。

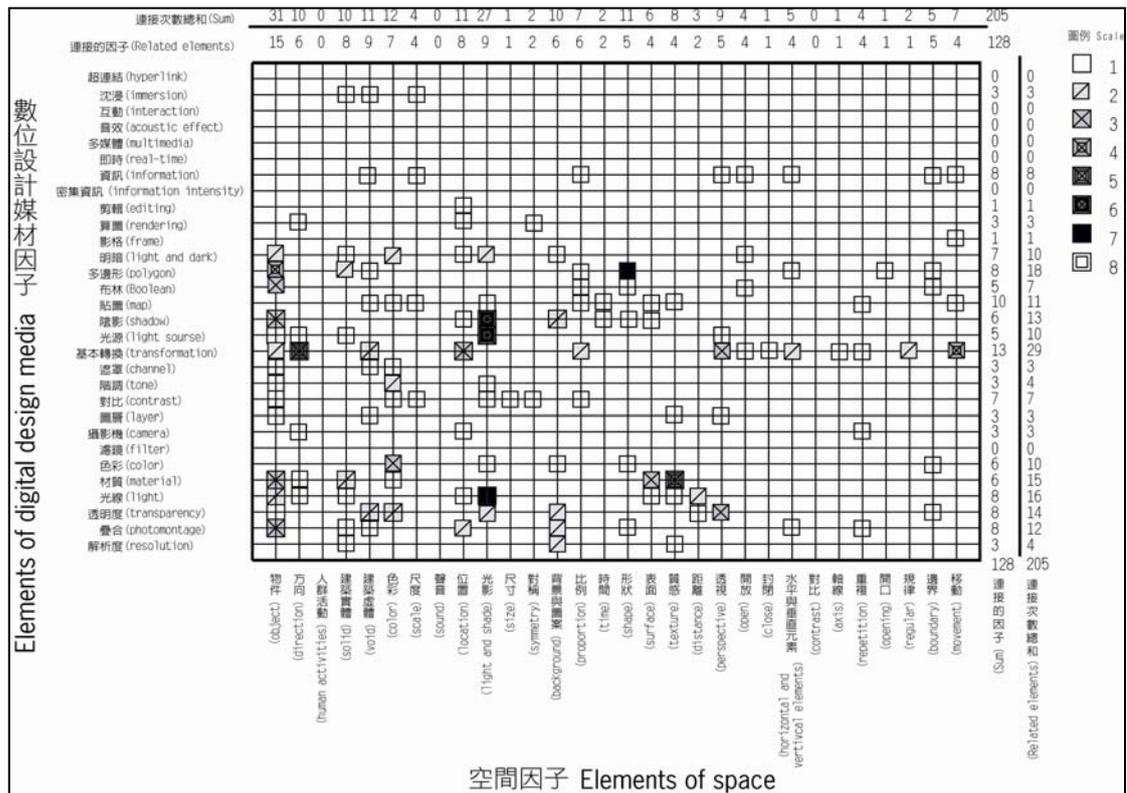


圖 36：空間與媒材之關聯性分析圖-虛擬空間-非專業組。

2. 媒材因子

數位媒材因子之中，互動性最佳的因子是基本轉換，與 13 個空間因子有互動，其中以方向、位置、與移動最為密集，連接次數總和亦高達 29(圖 36)。其次是多邊形，連接次數的總和皆為 18，也分別連接了 9 個與 8 個空間因子，多邊形與空間因子的形狀之互動最密集，有 7 次之多。第三高的因子是光線，連接次數總和為 23，也連接 8 個空間因子，其中以連結 7 次的光影最為頻繁。接下來是材質，連接了 6 個空間因子，以物件、表面、與質感的連接次數最高。第五高的互動因子是連接次數總和達 14 的透明度，有四個空間因子的連接次數達到最高的 2 次，建築虛體、色彩、背景與圖案、以及透視。接著是陰影，與 6 個空間因子有互動，也是以光影最密集。第七高的互動因子是疊合，連接 8 個空間因子，與物件、建築虛體、位置、背景與圖案等四個空間因子之連接最高。接著是貼圖，其連接的空間因子有 10 個。下一個互動群組是色彩、光源與明暗，色彩與空間因子的物件與色彩的連接次數最多，光源則是與光影的關聯最強，明暗連接 7 個空間因子，有關聯的空間因子之中，以物件、色彩、與光影最為頻繁。第十高的因子是資訊，連接次數總和達 8。下一個組是對比與布林，分別連接了 7 個與 5 個空間因子。第十二高的互動因子是解析度與階調。其次是由三個因子組成的群組，攝影機、遮罩、算圖、以及沉浸，分別連接 3 個空間因子。接下來是只連接 1 個空間因子的影格與剪輯。最後一組，沒有被受測者選擇的群組，包括濾鏡、密集資訊、即時、多媒體、音效、互

動以及超連結等七個媒材因子。

在三類媒材因子分別與空間因子互動時，如圖 37 所示，二維媒材與空間因子的互動，依照互動次數總和的排序為：透明度、疊合、色彩、對比、解析度與階調、圖層與遮罩，濾鏡與音效則是沒有互動。其次，三維媒材與空間因子互動時，其排序為：基本轉換、多邊形、光線、材質、陰影、貼圖、光源與明暗、布林、以及算圖。最後，動態媒材與空間因子互動時，其排序為：資訊、攝影機與沉浸、影格與剪輯，然而密集資訊、即時、多媒體、互動、與超連結則是沒有互動。因此，三維媒材的互動次數最多，其次是二維媒材，最少的是動態媒材。這個現象與因子選擇的結果相同。

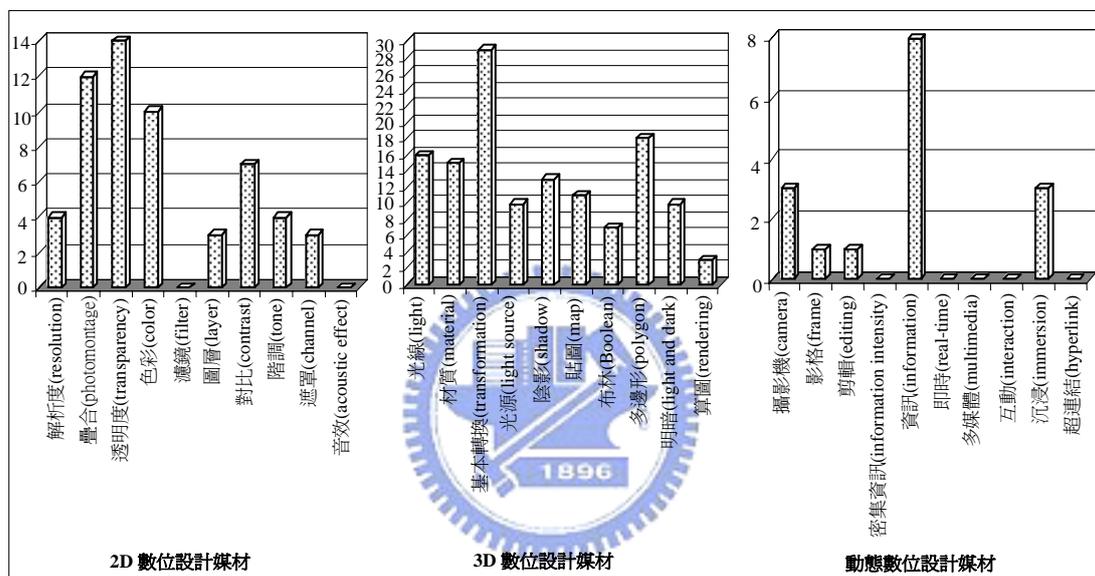


圖 37：三類媒材因子之關聯-虛擬空間-非專業組。

結果三：因子關聯群組

1. 整體的關聯性

在關聯性群組分析方面，總共有 16 個群組(參閱附錄一)。由 8 組因子組成的群組，空間與媒材因子各佔 4 組，只出現了 1 個。由 6 組因子組成的群組，空間與媒材因子各佔 3 組，總共有 2 個。由 5 組因子形成的群組，空間因子 3 組與媒材因子 2 組，也只有 1 個。由 4 組因子構成的群組，空間與媒材因子各佔 2 組，出現了 5 個。由 3 組因子構成的群組，空間因子 2 組與媒材因子 1 組，則是有 7 個。重複出現的群組有 4 組，都是由 3 組因子所構成的群組，並且都是由媒材因子扮演串接的角色(圖 38)。

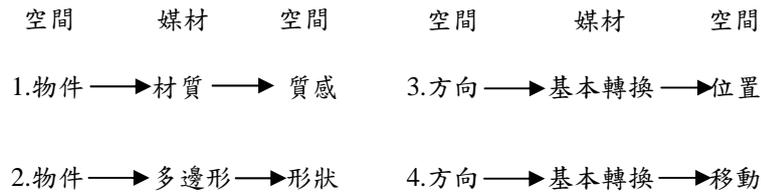


圖 38：重複出現的關聯性群組-虛擬空間-非專業組。

如圖 38 所示，空間因子的位置在前與在後，媒材因子則是居中。空間因子中的物件出現 2 次，方向也有 2 次，其他的因子只分別出現 1 次：質感、形狀、位置、以及移動。物件與位置的互動性比較強。扮演中介角色的媒材因子之中，以互動性最佳的基本轉換的出現頻率最高，總共有 2 次。其他兩個因子只有 1 次，材質以及多邊形。材質與多邊的互動性都很高，分別是第四與第六高。在連接方面，物件與質感的串接是透過媒材因子的材質。媒材因子的多邊形也使得物件與形狀兩個空間因子結合在一起。方向與位置，以及方向與移動兩組空間因子之關聯性的建立，是藉由基本轉換這個媒材因子而形成的。

2.局部的關聯性

因子互動群組之局部的關聯性指出，空間因子的同組因子關聯性是透過媒材因子的串接而成，媒材因子的同組因子關聯性也是經由空間因子而構成的(參閱附錄一：因子關聯群組)。如表 9 所示，非專業組在實體空間之同組因子的關聯性初步分析時，空間因子呈現出 23 組有關聯的群組，媒材因子則僅有不到空間因子的一半，9 組而已。例如空間因子的物件以及位置是同一個群組，媒材因子的對比、光線、光源、以及階調也是有關聯的。其次，空間與媒材因子分別扮演了中介因子的角色。空間因子有 16 個因子是中介因子，其中最高的因子是光影，有 5 次之多，接著是 3 次的質感與透視，接下來是有 2 次的建築虛體與移動，最後是只有一次的 11 個因子：方向、建築實體、色彩、位置、背景與圖案、比例、時間、形狀、表面、開放與邊界。媒材因子之中也有 19 個因子是中介因子，其高低的順序分別是基本轉換、光線與多邊形，透明度、材質、色彩、與貼圖，疊合、對比、光源、陰影、與布林，最後是解析度、攝影機、圖層、明暗、算圖、資訊、與沉浸。因此，由媒材因子所中介的空間因子關聯群組比較多，由空間因子所中介的媒材因子關聯群組比較少。

表 9：同組因子的關聯性-虛擬空間-非專業組。

空間因子		
物件、位置	光影、距離	方向、規律、重複、位置、移動
物件、表面、質感	方向、位置、移動	建築實體、形狀、水平與垂直元素、邊界
物件、光影、色彩	建築實體、建築虛體	光影、表面、質感
物件、形狀	色彩、光影	物件、色彩、建築實體、光影、形狀
物件、建築虛體	背景與圖案、質感	物件、形狀
物件、方向、移動、規律、重複、時間、光影	物件、光影、透視、比例、開放、封閉、水平與垂直元素	物件、建築實體、水平與垂直元素、重複、表面、質感
方向、比例、水平與垂直元素	物件、質感、表面、建築虛體、開放、封閉、水平與垂直元素	色彩、光影、透視、位置、方向、移動
尺度、對稱、尺寸	物件、形狀、開口	
媒材因子		
對比、光線、光源、階調	色彩、光線、光源、陰影	光線、材質
基本轉換、貼圖、陰影、光源	解析度、材質	疊合、解析度、材質
光線、攝影機、算圖、基本轉換、明暗、疊合、剪輯、陰影、影格	光線、材質、透明度、光源、陰影、基本轉換、疊合、遮罩、布林	透明度、光線、陰影、基本轉換、攝影機

結果四：因子關聯訪談

本研究的下一個步驟是簡短的訪談，請受測者說明兩組因子之間的關聯情形。簡短的訪談是基於關聯性的結果，請受測者進一步說明兩組因子之間的關係。以下就以空間因子中互動性最強的前 5 個因子為例，分別說明訪談的內容。空間因子是物件、光影、色彩、建築虛體、與位置。

1.物件

受測者 2

物件，我選的媒材因子是材質，因為我覺得看到這個物件，就會直接聯想到它是什麼材質。

受測者 3

物件跟多媒體是有相關的，因為我認為的多媒體是由影像還有動畫，然後這裡面沒有聲音，我是覺得它是不同的影像和動畫所組成的，它每一個都是獨立的物件所組成的一個多媒體。

受測者 6

物件我覺得就是它與疊合有關係，它是一再將物件一直重疊、一直疊合的。

受測者 7

物件跟光線、色彩、階調、光源、陰影、多邊形、明暗都有關係。

受測者 8

物件我就會選光線、材質、跟多邊形等等，因為我覺得就是用多邊形跟形狀的組成才形成那個物件，就是因為它看起來更有立體感，所以說光線跟材質是很重要的。

受測者 10

物件，我的搭配組合是圖層跟基本轉換，關於這個部分因為物件是由多個圖層組合，就是一個物件來搭配他的建築物，在這裡要提到一個他的建築物的虛體，因為剛才在看的時候有一個物件本身的位移，所以我在這部分搭配了基本轉換，也就是說他的位移。

2. 光影

受測者 1

光影，那光影我連的東西是有關光線，那當然光線跟光影一定有絕對關係，我想不用多做解釋。還有色彩，因為色彩透過光影的效果，會呈現出不同的感覺。然後再來是光源跟陰影，一定要有光源才會產生光影，有光影的話一定會有陰影，因為一面向光一面背光，背光面就會產生陰影。

受測者 2

光影它對照的媒材因子是光線、光源、陰影還有明暗，因為我覺得光線會造成空間的亮度或是暗度，然後也會因為光線的來源不同，會造成不一樣的陰影或是那種明暗，所以我選就是這樣。

受測者 5

光影的話，我覺得跟階調很有關係，就是這樣會造成有層次的效果。

受測者 6

光影，就是跟光線有非常大的關係，有光線才能有光影。

受測者 7

光影就跟光線與陰影很有關係。

受測者 8

像光影的話，我就是覺得跟光線、透明度、跟陰影有關。

受測者 9

光影是透明度、光線、陰影、時間。

受測者 10

接下來是光影跟時間，因為剛才看到有一個場景顏色明暗的轉換，會讓人覺得從白天轉換成晚上，這邊會牽扯到光源跟陰影，這是我一個直覺上的反應。

3. 色彩

受測者 4

色彩跟對比和階調配對，每個的顏色都不大一樣，想說它們會有對比的顏色。階調的方面，色彩的深淺度不一樣，所以它階調也不一樣。

受測者 7

色彩連接明暗，這很重要。

受測者 9

色彩是連接透明度、階調、遮罩。

4. 建築虛體

受測者 8

建築虛體的話就選疊合跟透明度，因為透明度高看的到它裡面的結構，它是有跟位移、旋轉、跟縮放空間有關。

5. 位置

受測者 3

我在這裡面我選擇的是位置跟剪輯是有關聯的，因為我認為剪輯是從不同的畫面所組成的一個動畫，所以我必須確定每樣東西就不同的畫面的位置。

受測者 4

位置，我只選了疊合。因為位置又前後的位置之分，所以就會有疊合的效果。

受測者 6

位置，它的位置所在，都是跟它的位移、旋轉還有縮放是有關係的。

受測者 9

位置是連接基本轉換、還有光線。

因子關聯之原因

由以上的訪談內容可以得知，空間因子與媒材因子的互動大致可以歸納出下列幾個因素。第一，直接說明兩組因子的關聯性，沒有敘述原因，例如空間因子與媒材因子有很大的關聯性。第二，直接的必然關係，例如空間與媒材因子有絕對的關係。第三，看到空間因子之後就直接聯想到媒材因子的特質。第四，媒材因子是空間因子的基本組成。第五，媒材因子的效果越好，空間因子就越容易被感知。第六，媒材因子的一些特質共同建構空間因子。第七，空間與媒材因子的關係是直覺上的反應。第八，將兩組因子以出現的順序或產生的過程說明關聯性。

3.2.3 網際空間

結果一：因子選擇

1.空間因子

以實驗因子被選擇的次數而言，在空間因子方面，非專業組學生的網際空間實驗結果可以分為 9 個層級(圖 39)。被選擇次數最高的因子有四個，物件、聲音、光影、以及背景與圖案。其次是建築虛體與質感。接下來是色彩、形狀、與透視。第四高的群組由三個因子組成：距離、水平與垂直元素、以及移動。第五高的因子是建築實體、表面、以及封閉。緊接其後的是由四個因子組成的群組，包括人群活動、位置、比例、與邊界。第七高的群組則有方向、開放、重複、開口與規律等五個因子。接下來的群組是尺寸與對稱。最後一組是尺度、時間、對比、與軸線。

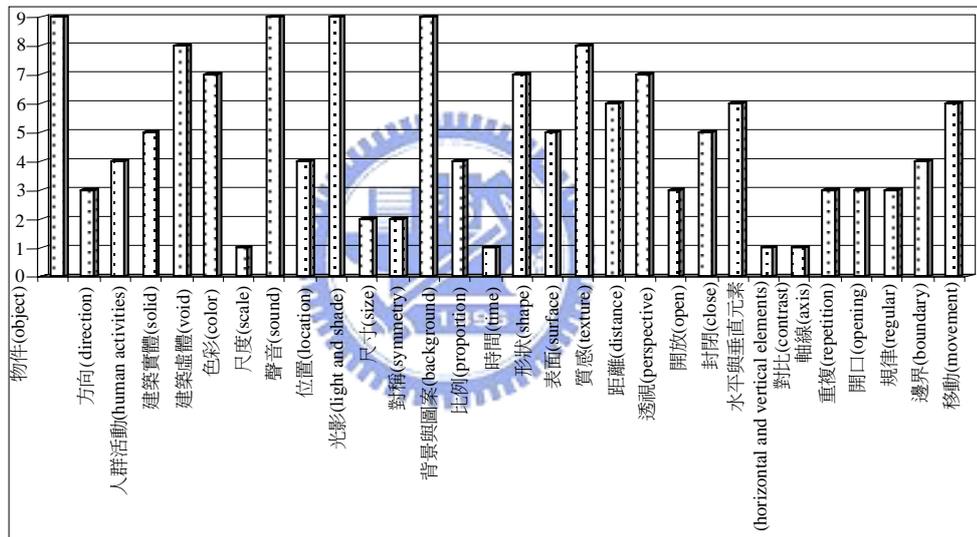


圖 39：空間因子選擇-網際空間-非專業組。

2.媒材因子

在媒材因子方面，其結果可以分為 10 個層級(圖 40)。首先是與光線品質有關的因子：光線、陰影、與明暗。第二個最高的群組由兩個因子組成：音效以及超連結。接著是圖層、光源、與多媒體等三個因子。第四個組別由四個因子組成，包括疊合、透明度、基本轉換、以及影格。接下來的群組是解析度、材質、色彩、階調、以及沉浸。第六個群組有遮罩、密集資訊、以及資訊。第七個組別是濾鏡、攝影機、貼圖、與互動。下一個群組的因子總共有兩個因子，包括多邊形與即時。其次是對比。最後一組的因子沒有被選擇，布林、算圖、與剪輯。

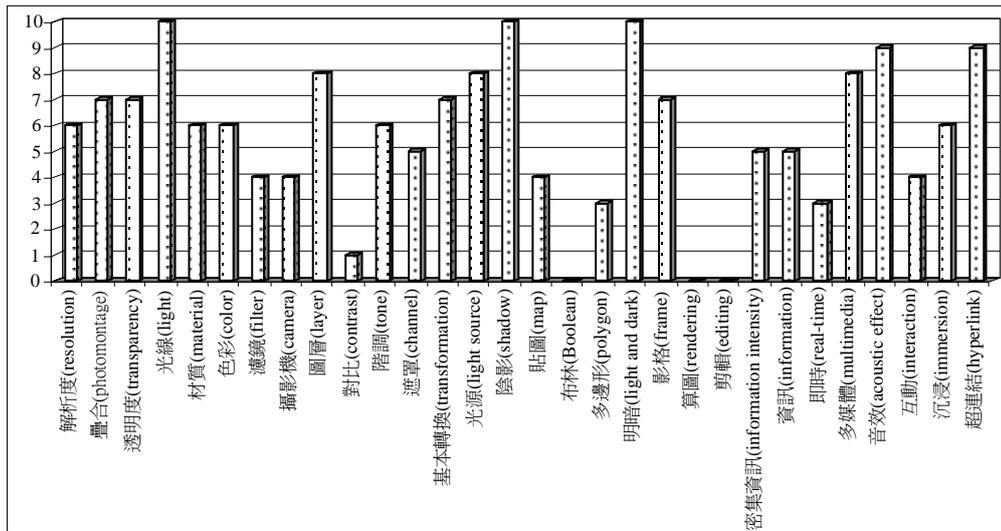


圖 40：媒材因子選擇-網際空間-非專業組。

在網際空間分別與三類媒材因子的選擇時，非專業組的網際空間與二維媒材之關係依照被選擇次數總和的排序為：音效、圖層、疊合與透明度，解析度、色彩與階調，遮罩、濾鏡、與對比(圖 41)。其次，虛擬空間與三維媒材之關係時，其排序為：光線、陰影、與明暗，光源、基本轉換、材質，貼圖與多邊形，布林與以及算圖沒有被選擇。最後，網際空間與動態媒材之關係時，其排序為：超連結、多媒體、影格、沉浸、密集資訊與資訊、攝影機與互動、即時，剪輯則是沒有被選擇。因此，二維媒材的被選擇次數最多，其次是三維媒材，最少的是動態媒材。這個結果與實體以及虛擬空間的實驗不同。

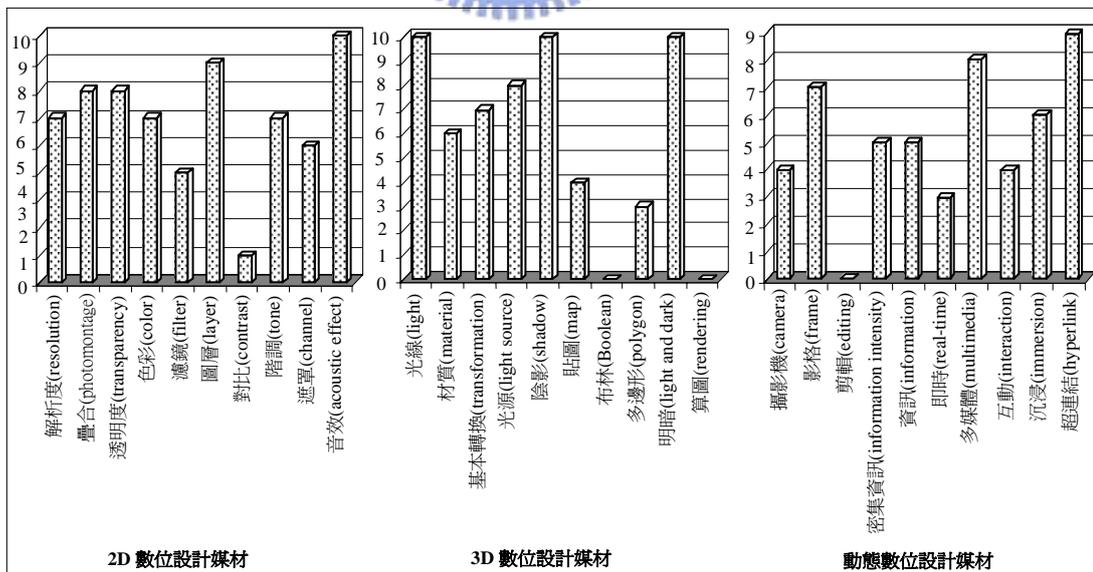


圖 41：三類媒材因子選擇-網際空間-非專業組。

結果二：因子關聯

1.空間因子

在空間與媒材兩組因子之間的互動方面，如圖 42 所示，空間因子之中互動性最強的前五個因子分別是物件、光影、聲音、建築虛體、以及背景與圖案。物件連接了 15 個媒材因子，其連接次數的總和高達 25，包括解析度、疊合、透明度、光線、材質、色彩、圖層、階調、遮罩、基本轉換、陰影、多邊形、明暗、互動、沉浸、以及超連結，其中以疊合、色彩、明暗、以及超連結的互動最頻繁，特別是超連結。光影雖然只連結了 6 個媒材因子，但是其連接次數的總和則是高達 20，互動最密集的媒材因子是光線、光源、陰影、與明暗。聲音也連接了 6 個媒材因子，其中以音效最為密集，高達 7 次之多。建築虛體與 13 個媒材因子有關聯，連接次數總和為 17，除了透明度、光線、材質、以及超連結等四個媒材因子之外，其他 9 個因子都只連接 1 次。背景與圖案也與 9 個媒材因子產生互動，以圖層與明暗兩個媒材因子之互動最為密集。

空間因子中第六高的互動因子是色彩，連接了 9 個媒材因子，以光線最為頻繁。其次是質感與透視，分別連接了 5 個與 6 個媒材因子，質感與媒材因子中的材質之關聯性最強，透視則是以透明度最密集。第八個是移動。接下來是方向以及水平與垂直元素。第九個則是建築實體。第十個互動群組包括四個空間因子，形狀、表面、距離、以及封閉。下一個群組是由連接次數總和為 2 的三個因子所構成，位置、對比以及邊界。第十二個互動群組是由連接總和為 1 的五個因子組成，人群活動、時間、重複、開口、以及規律。最後一組，亦即沒有任何連接的群組，包括尺度、尺寸、對稱、比例、開放、以及軸線等六個因子。

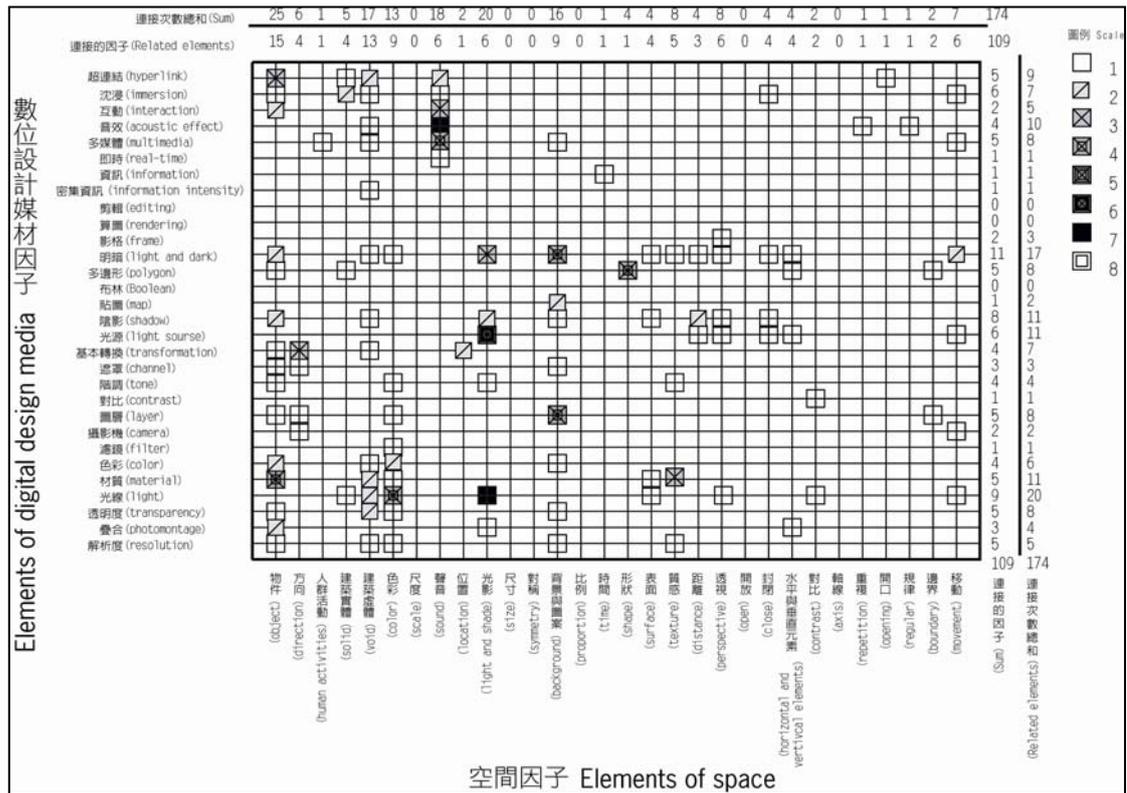


圖 42：空間與媒材之關聯性分析圖-網際空間-非專業組。

2.媒材因子

數位媒材因子之中，互動性最佳的因子是光線，與 9 個空間因子有互動，其中以光影與色彩最為密集(圖 42)。第二高的因子是明暗，連接次數總和為 19，也連接 11 個空間因子，其中以連結 4 次的背景與圖案最為頻繁，其次是物件與光影。第三高的互動群組是材質、光源、與陰影，連接的次數總和都是 11，材質與空間因子的質感之關聯性最強，光源則是與光影之互動最密切。第四高的媒材因子是音效，連結的空間因子以聲音最為密集，總共有 7 次之多。接著是超連結，連接次數最多的空間因子是物件。第六高的群組由四個媒材因子所組成，包括透明度、圖層、多邊形、以及多媒體，這些因子的連接次數總和都是 8，互動最密集的空間因子分別為透視、背景與圖案、形狀、以及聲音。緊接其後的是基本轉換與沉浸兩個因子，基本轉換與空間因子的方向之關聯性最強，沉浸則是與建築實體。第八高的因子是色彩，連接 4 個空間因子，有關聯的空間因子之中以物件與色彩最為頻繁。第九高的互動因子有兩個，包括解析度以及互動。接下來的是疊合與階調。下一個群組是遮罩與影格兩個因子，影格與空間因子的移動之關係密切。第十二個是由兩個因子構成，攝影機與貼圖，貼圖與空間因子的背景與圖案之連接次數最多。第 13 高的互動因子有五個因子組成，濾鏡、對比、密集資訊、資訊、以及即時，各自連接 1 個空間因子。最後一組，也是沒有被受測者選擇的群組，包括布林、算圖、與剪輯等三個媒材因子。

在三類媒材因子分別與空間因子互動時，如圖 43 所示，二維媒材與空間因子的互動，依照互動次數總和的排序為：音效、透明度與圖層、色彩、解析度、疊合與階調、遮罩、濾鏡、與對比。其次，三維媒材與空間因子互動時，其排序為：光線、明暗，材質、光源與陰影，多邊形、基本轉換、貼圖，布林以及算圖沒有互動。最後，動態媒材與空間因子互動時，其排序為：超連結、多媒體、沉浸、互動、影格、攝影機，資訊密集、資訊、與即時，然而剪輯則是沒有互動。因此，三維媒材的互動次數最多，其次是二維媒材，最少的是動態媒材。這個現象與因子選擇的結果不同。

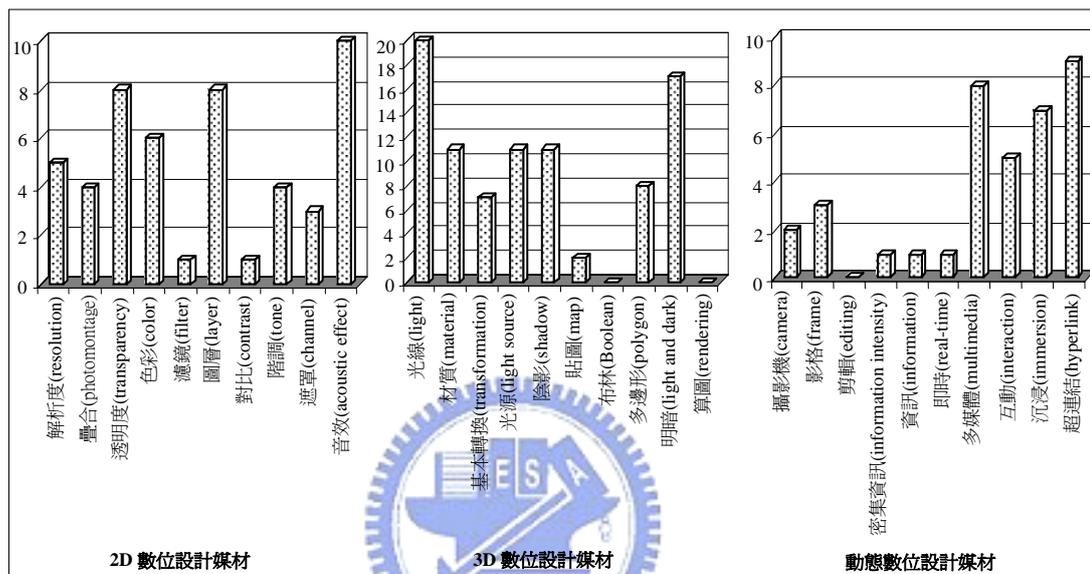


圖 43：三類媒材因子之關聯-網際空間-非專業組。

結果三：因子關聯群組

1. 整體的關聯性

在關聯性群組分析方面，總共有 15 個群組(參閱附錄一)。由 6 組因子組成的群組，空間與媒材因子各佔 3 組，總共有 2 個。由 5 組因子形成的群組，空間因子 3 組與媒材因子 2 組，也只有 2 個。由 4 組因子構成的群組，空間與媒材因子各佔 2 組，出現了 6 個。由 3 組因子構成的群組，空間因子 2 組與媒材因子 1 組，則是有 5 個。重複出現的群組只有 1 組，是由 3 組因子所構成的群組，並且也是由媒材因子扮演串接的角色(圖 44)。色彩與光影兩組空間因子之關聯性的建立，是藉由光線這個媒材因子而形成的。

色彩 → 光線 → 光影

圖 44：重複出現的關聯性群組-網際空間-非專業組。

2.局部的關聯性

因子互動群組之局部的關聯性指出，空間因子的同組因子關聯性是透過媒材因子的串接而成，媒材因子的同組因子關聯性也都是經由空間因子而構成的(參閱附錄一)。如表 10 所示，非專業組在實體空間之同組因子的關聯性初步分析時，空間因子呈現出 19 組有關聯的群組，媒材因子則僅有 11 組而已。例如空間因子的物件、光影、背景與圖案、質感、移動、建築實體、以及透視是同一個群組，媒材因子的明暗、材質、光源、光線、透明度、階調、與沉浸也是有關聯的。其次，空間與媒材因子分別扮演了中介因子的角色。空間因子有 13 個因子是中介因子，其中最高的因子是背景與圖案，有 4 次之多，接著是 3 次的光影，接下來是有 2 次的建築虛體與色彩，最後是只有一次的 9 個因子：方向、建築實體、聲音、質感、距離、透視、封閉、水平與垂直元素、與移動。媒材因子之中也有 17 個因子是中介因子，其高低的順序分別是光線、明暗、材質、光源，透明度、圖層、多邊形、沉浸，以及解析度、色彩、階調、遮罩、基本轉換、陰影、多媒體、音效、與超連結。因此，由媒材因子所中介的空間因子關聯群組比較多，由空間因子所中介的媒材因子關聯群組比較少。

表 10：同組因子的關聯性-網際空間-非專業組。

空間因子		
物件、光影、背景與圖案、 質感、移動、建築實體、透視	物件、色彩、光影	建築實體、形狀、 水平與垂直元素、邊界
物件、方向	建築實體、移動	色彩、光影、表面、材質
物件、規律、重複、聲音	建築虛體、移動	物件、建築虛體、 背景與圖案、表面、形狀
物件、開口	人群活動、移動、聲音	物件、邊界、背景與圖案
光影、對比	光影、透視、色彩	色彩、距離、光影
建築虛體、光影	物件、建築虛體、色彩	
建築虛體、距離、 背景與圖案、色彩	光影、封閉、 水平與垂直元素、背景與圖案	
媒材因子		
明暗、材質、光源、光線、 透明度、階調、沉浸	色彩、光線、互動、超連結、 明暗、陰影、階調、光源	光源、陰影、明暗、圖層
遮罩、基本轉換、圖層	多媒體、影格、音效	陰影、解析度、材質、色彩、 階調、明暗、多邊形、光源
光線、光源、對比	光線、光源、明暗、透明度、 色彩、濾鏡	圖層、貼圖
光線、明暗、疊合、光源、 陰影、遮罩、圖層	材質、透明度、光線、階調	

結果四：因子關聯訪談

本研究的下一個步驟是簡短的訪談，請受測者說明兩組因子之間的關聯情形。簡短的訪談是基於關聯性的結果，請受測者進一步說明兩組因子之間的關係。以下就以空間因子

中互動性最強的前 5 個因子為例，分別說明訪談的內容。空間因子是物件、光影、聲音、建築虛體、以及背景與圖案。

1.物件

受測者 1

在物件方面，我連到的是互動跟超連結，因為用物件來控制一些超連結，然後物件在點下去的時候會有反應，這就是個互動。

受測者 4

物件，我覺得它跟超連結有一個相對的關係，因為我在裡面很多地方都是使用超連結，像連結到影片還有連結到其他人的信箱，那這些物件我想要做的相當的細緻，有些他還會參雜一些動畫，裡面的東西讓人覺的說這些物件的連結比較具有他動態的效果。

受測者 7

物件，物件跟疊合是有關係的。

受測者 8

物件就跟解析度、材質、色彩、階調、明暗、陰影有關係。

受測者 9

物件跟材質有關，虛體它是跟透明度跟光線材質有關。

受測者 10

物件感覺都有它的圖層。



2.光影

受測者 1

最重要的是這個網站運用到光影的效果，那光影的話當然會跟光線有關係，不同的光影會產生不同的顏色這跟階調也有關係，光影跟光源也有關係，這就不用多講了。有光線跟光源的話，一定會有陰影，有陰影的話當然有光線，有光線才會有明暗。

受測者 4

光影我覺得最重要的就是他的光線跟光源，我想說這個網站的話他本身用到了相當多的光的對比，我會覺得說光影他會跟光線以及他的明暗還有它的光源會有相當的直接關係。

受測者 7

在不同的位置，光影是跟光線有關係的。

受測者 9

光影跟光線有關。

3.聲音

受測者 1

聲音就是音效跟多媒體之音。

受測者 2

聲音部分有連結即時，因為我覺得我們在點選的時候，比如說點選超連結他就會有聲音傳達過來，這對我來說是一個即時的反應，聲音還有連結到多媒體，因為我覺得聲音本來就是多媒體的一部份，還有連結到互動，互動跟我剛剛講的超連結一樣，如果我點選就會有聲音反應，所以我覺得他是一種互動，所以聲音當然有連結到超連結。

受測者 8

聲音就是那些音效。

受測者 9

它裡面的聲音的話，我覺得就是可以帶動一下你想去觀察裡面的事情，就是說自然而然會去點選裡面的東西，像裡面的話會有就是讓你想知道裡面在做什麼，就是有選擇多媒體系統，有個音效還有互動跟成就這些都聲音跟隨帶來我們進去進一步了解裡面在講什麼。

4.建築虛體

受測者 1

建築虛體，我連到沉浸裡面去，那沉浸就是可以融入在裡面，建築虛體它會讓人家有沉浸在那空間裡面的感覺。

受測者 5

建築虛體的部份，我覺得看一個網站的時候很像在一個辦公室裡面然後它能讓我感到室內光線的明暗，還有就是當我點選任何一個連結就是進入某一個主題的時候，它就會有音效，讓我感覺有互動的關係。

受測者 8

建築虛體就跟解析度、材質、色彩還有明暗那些有關係。

5.背景與圖案

受測者 3

背景與圖案，是因為圖層和明暗的關係，因為有圖層每一層每一層的影響，就會感覺出前面的圖案跟後面的背景區別和明暗度，比如說在後面當背景的就一定比較暗，除非你把後面當成目標才會較亮，反而前面變暗了。

受測者 5

背景與圖案的部份，我覺得他是利用很多個圖層才能表現出很多不同的呈現方式，還有遮罩的方式也會



讓我感到明暗的不同，讓我有比較深刻的體驗。

受測者 8

背景圖案就跟解析度、色彩、明暗那些有關係。

受測者 9

然後背景與圖案整體來說，它是用圖層跟明暗去做出來的關係。

受測者 10

背景與圖案選的是圖層跟貼圖。

因子關聯之原因

由以上的訪談內容可以得知，空間因子與媒材因子的互動大致可以歸納出下列幾個因素。第一，直接說明兩組因子的關聯性，沒有敘述原因，例如空間因子與媒材因子是有關係的。第二，直接的必然關係，例如空間與媒材因子有直接的關係。第三，看到空間因子之後就直接聯想到媒材因子的特質。第四，以網際空間的使用經驗說明空間與媒材因子的關聯性。第五，媒材因子的一些特質共同建構空間因子。第六，媒材因子表現空間因子的特質。第七，媒材因子及時反應空間因子的特性。

3.3 專業組實驗結果

3.3.1 實體空間



結果一：因子選擇

1. 空間因子

以實驗因子被選擇的次數而言，在空間因子方面，專業組學生的實體空間實驗結果可以分為 10 個層級。如圖 45 所示，被選擇次數最高的空間因子是光影以及質感。其次是人群活動、建築實體、色彩、以及形狀。接下來是物件、尺度、尺寸、與透視。第四高的群組由四個因子組成：建築虛體、表面、距離、以及重複。第五高的因子是方向、開放、封閉、水平與垂直元素、開口、以及邊界。緊接其後的是由五個因子組成的群組，包括位置、背景與圖案、比例、軸線、以及移動。第七高的因子是規律。接下來是對比。第九個群組是聲音與對稱。最後一組是沒有被選擇的時間。

2. 媒材因子

在媒材因子方面，其結果可以分為 9 個層級(圖 46)。被選擇次數最高的媒材因子是光線。第二高的群組由三個因子組成：材質、光源、以及陰影。其次是色彩、貼圖、明暗、與

算圖等四個因子。第四高的因子是多邊形。接下來的群組是解析度、圖層、遮罩、布林、資訊、多媒體、以及互動。第六個組別有五個因子所組成，包括疊合、透明度、攝影機、對比、以及基本轉換。下一個各組別是濾鏡、影格、與剪輯。第八個群組由三個因子構成，階調、密集資訊、與即時。最後一組，亦即沒有被選擇的三個因子，音效、沉浸、與超連結。

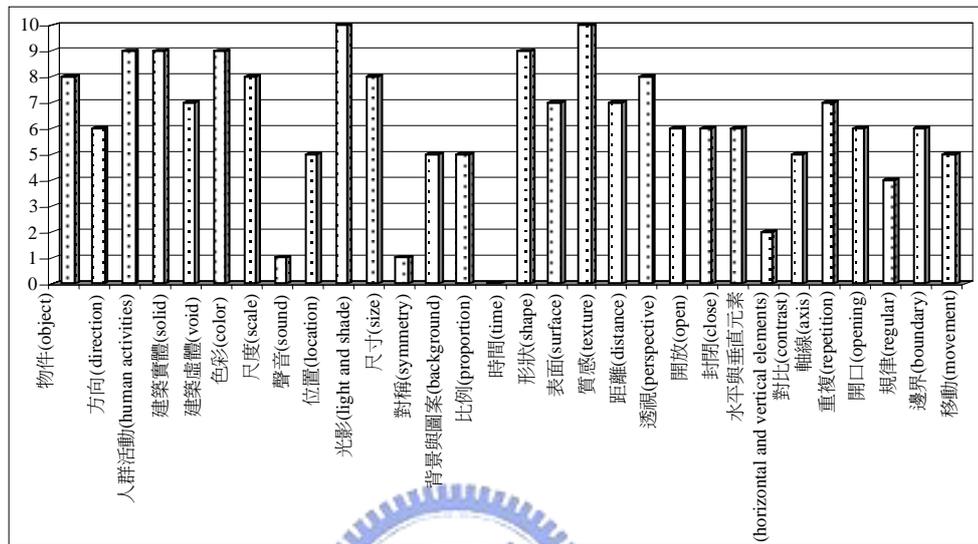


圖 45：空間因子選擇-實體空間-專業組。

在三類媒材因子選擇時，專業組的實體空間與二維媒材之關係依照被選擇次數總和的排序為：色彩，解析度、圖層、與遮罩，疊合、透明度、與對比，濾鏡、階調，音效沒有被選擇(圖 47)。其次，實體空間與三維媒材之關係時，其排序為：光線，材質、光源、與陰影，貼圖、明暗、與算圖，多邊形，布林，與基本轉換。最後，實體空間與動態媒材之關係時，其排序為：資訊、多媒體與互動，攝影機，影格與剪輯，密集資訊與即時，沉浸與超連結則是沒有被選擇。因此，三維媒材的被選擇次數最多，其次是二維媒材，最少的是動態媒材。

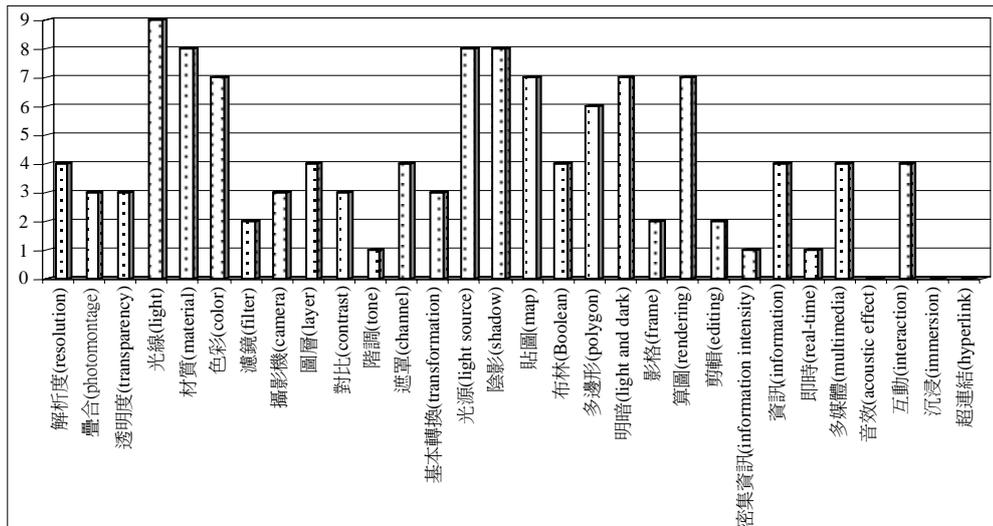


圖 46：媒材因子選擇-實體空間-專業組。

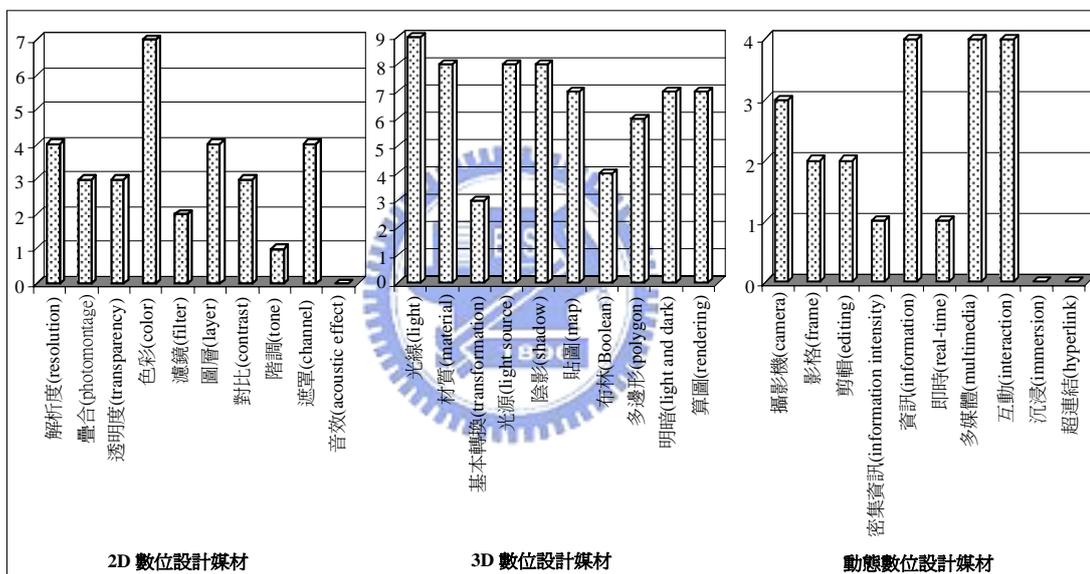


圖 47：三類媒材因子選擇-實體空間-專業組。

結果二：因子關聯

1. 空間因子

在空間與媒材兩組因子之間的互動方面，如圖 48 所示，空間因子之中互動性最強的前五個因子分別是光影、色彩、建築實體、質感、以及透視。光影僅連接了 5 個媒材因子，其連接次數的總和高達 22，包括光線、對比、光源、陰影、以及明暗，其中以光線、光源、陰影、以及明暗的互動最為頻繁。色彩與 10 個媒材因子有關聯，連接次數總和為

17，以光線、材質、以及色彩等三個媒材因子的關係最密切。建築實體連結了 8 個媒材因子，但是其連接次數的總和則是高達 15，互動最密集的媒材因子是材質、光線、色彩、與陰影。質感也連接了 6 個媒材因子，其中以材質最為頻繁，高達 5 次之多。透視則是與媒材因子的透明度之連接次數最多。空間因子中第六高的互動因子有兩個，建築虛體以及背景與圖案，連接次數的總和都是 9，背景與圖案也與 6 個媒材因子產生互動，以圖層與貼圖兩個媒材因子之互動最為密集。其次是形狀與表面兩個因子，分別與媒材因子的多邊形與光線之關聯最強。下一個是方向，媒材因子的光線也是其連接最多的因子。第九個群組由四個因子組成，包括物件、位置、開放、以及重複，都連接了 5 個媒材因子。接下來是人群活動與封閉，連接次數總和為 4。第十一個互動群組包括五個空間因子，尺度、尺寸、對比、開口、以及規律。下一個群組是由連接次數總和為 2 的五個因子所構成，比例、水平與垂直元素、軸線、邊界、與移動。下一個是對稱與距離。最後，亦即沒有任何連接的群組，聲音與時間。

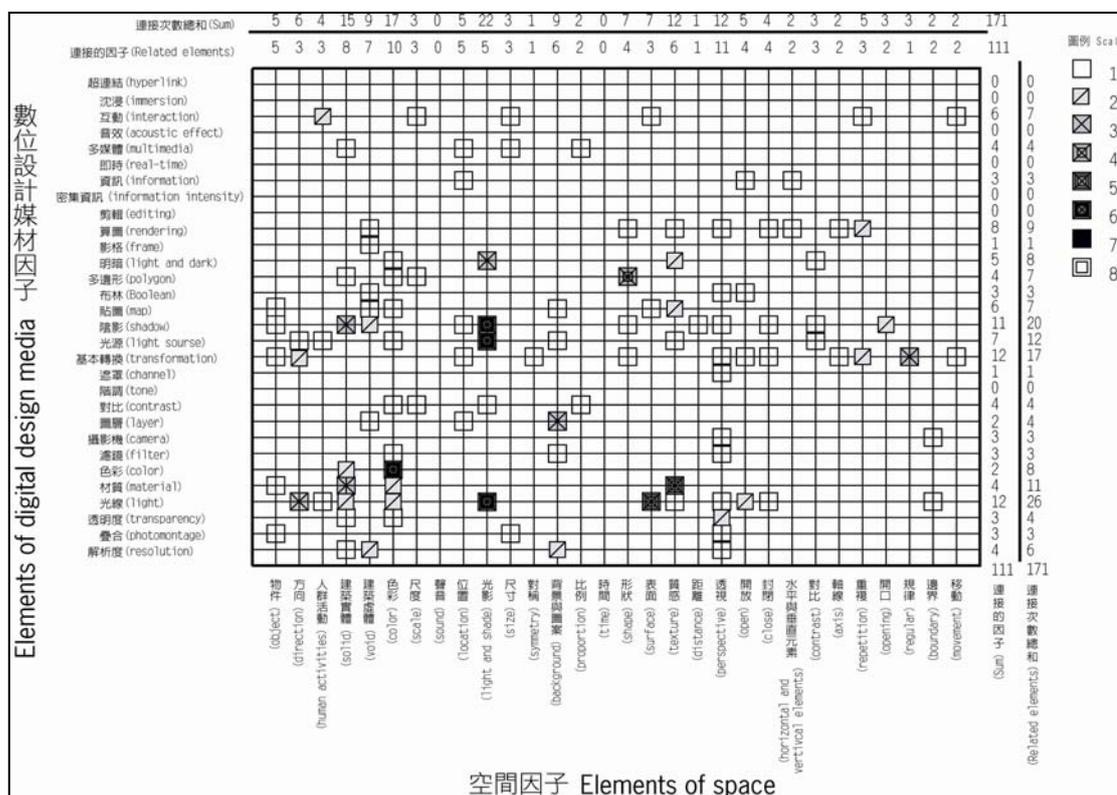


圖 48：空間與媒材之關聯性分析圖-實體空間-專業組。

2. 媒材因子

數位媒材因子之中，互動性最佳的因子是光線，與 12 個空間因子有互動，其中以光影與表面最為密集(圖 48)。第二高的互動因子是陰影，其連接的空間因子有 11 個，光影是關聯性最強的空間因子。第三高的因子是基本轉換，連接次數總和為 17，也連接 12

個空間因子，其中以連結 3 次的規律最為頻繁。接下來的互動因子是連接次數總和達 12 的光源，其所連接次數最高的空間因子是光影。第五高的互動因子是材質，連接了 4 個空間因子，其中以質感最為密集。第六高的互動因子是算圖，連接 8 個空間因子，除了重複連接兩次之外，其餘皆為 1 次。下一個群組是色彩與明暗，分別與空間因子的色彩以及光影兩個空間因子的關聯性最強。緊接其後的是貼圖、多邊形、與互動等三個因子，連接次數的總和為 7，關聯性高的空間因子分別為質感、形狀、以及人群活動。第九高的互動因子是解析度。接下來的是透明度、圖層、對比、與多媒體，分別與四個空間因子有關聯。下一個組別是由連接三個空間因子的五個媒材因子所構成，疊合、濾鏡、攝影機、布林、與資訊。第十二高的互動因子有兩個因子組成，遮罩與影格。最後一組，也是沒有被受測者選擇的群組，包括階調、剪輯、密集資訊、即時、音效、沉浸、以及超連結等七個媒材因子。

在三類媒材因子分別與空間因子互動時，專業組的二維媒材依照互動次數總和的排序為：色彩，解析度，透明度、圖層與對比，疊合與濾鏡，遮罩，階調與音效則是沒有互動(圖 49)。其次，三維媒材與空間因子之互動時，其排序為：光線，陰影，基本轉換，光源，材質，算圖，明暗，貼圖與多邊形，以及布林。最後，動態媒材與空間因子之互動時，其排序為：互動、多媒體、攝影機與資訊、影格，剪輯、密集資訊、即時、沉浸與超連結則是沒有互動。因此，三維媒材的互動次數最多，其次是二維媒材，最少的則是動態媒材。

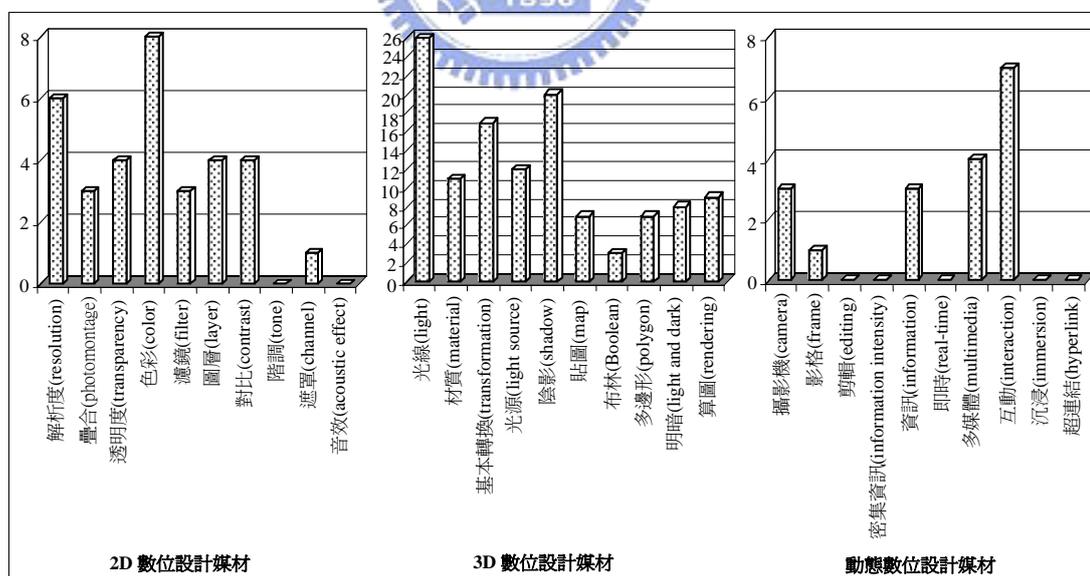


圖 49：三類媒材因子關聯-實體空間-專業組。

結果三：因子關聯群組

1. 整體的關聯性

在關聯性群組分析方面，總共有 21 個群組(參閱附錄一)。由 6 組因子組成的群組，空間與媒材因子各佔 3 組，總共只有 1 個。由 5 組因子形成的群組，空間因子 3 組與媒材因子 2 組，也只有 2 個。由 4 組因子構成的群組，空間與媒材因子各佔 2 組，出現了 5 個。由 3 組因子構成的群組，空間因子 2 組與媒材因子 1 組，則是有 13 個。重複出現的群組只有 3 組，其中一組是由 3 組因子所構成的群組，是由媒材因子扮演串接的角色。另外兩組是由 4 組因子所構成的群組(圖 50)。物件與建築實體兩組空間因子之關聯性的建立，是藉由材質這個媒材因子而形成的。

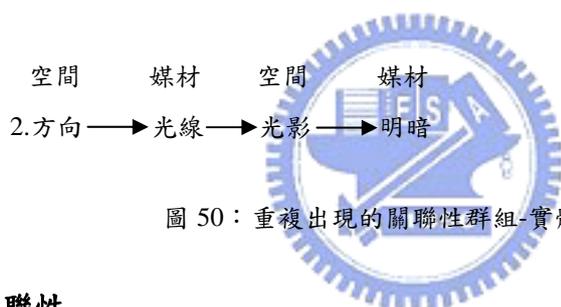


圖 50：重複出現的關聯性群組-實體空間-專業組。

2. 局部的關聯性

因子互動群組之局部的關聯性指出，空間因子的同組因子關聯性是透過媒材因子的串接而成，媒材因子的同組因子關聯性也都是經由空間因子而構成的(參閱附錄一)。如表 11 所示，專業組在實體空間之同組因子的關聯性初步分析時，空間因子呈現出 20 組有關聯的群組，媒材因子則僅有不到空間因子的一半，7 組而已。例如空間因子的物件、質感、建築實體、色彩、表面、開放、封閉是同一個群組，媒材因子的材質、色彩、基本轉換、光線也是有關聯的。其次，空間與媒材因子分別扮演了中介因子的角色。空間因子只有 5 個因子是中介因子，其中最高的因子是光影與質感，有 3 次之多，接下來是只有一次的 3 個因子：色彩、開放、與邊界。媒材因子之中則有 15 個因子是中介因子，其高低的順序分別是光線、材質與陰影，多邊形，色彩、基本轉換、與明暗，以及解析度、疊合、圖層、對比、光源、貼圖、算圖、即時、與互動。因此，由媒材因子所中介的空間因子關聯群組比較多，由空間因子所中介的媒材因子關聯群組比較少。

表 11：同組因子的關聯性-實體空間-專業組。

空間因子		
物件、質感、建築實體、色彩、表面、開放、封閉	色彩、光影	建築虛體、背景與圖案
建築虛體、位置、光影	表面、質感	方向、開放
光影、形狀	物件、尺寸	尺度、移動、尺寸
建築實體、形狀	尺度、開放	位置、表面
方向、建築實體、光影、質感、邊界、開口	光影、比例、對比	形狀、邊界
對稱、重複、規律	表面、質感	距離、開口
封閉、軸線	方向、透視、光影、表面、質感、色彩	
媒材因子		
材質、色彩、基本轉換、光線	材質、貼圖	基本轉換、光線、陰影、材質、色彩、光源、明暗
陰影、光源	多邊形、資訊	
光線、明暗	材質、貼圖	

結果四：因子關聯訪談

本研究的下一個步驟是簡短的訪談，請受測者說明兩組因子之間的關聯情形。簡短的訪談是基於關聯性的結果，請受測者進一步說明兩組因子之間的關係。以下就以空間因子中互動性最強的前 5 個因子為例，分別說明訪談的內容。空間因子是光影、色彩、建築實體、質感、以及透視。



1. 光影

受測者 2

光影，有光就會有陰影，然後還有它的明暗度。

受測者 3

我覺得先有光影，光影會讓整個空間顯現出來，然後才會產生透視，有了透視才會有空間的感覺。

受測者 6

光影就跟對比光源陰影明暗，我覺得它不是最重要的，它是有一種加分效果。

受測者 7

光影跟明暗還有色彩還有光線，這相互連在一起，然後是因為，在空間因子裡面光影，和媒材因子裡面的光源陰影等等，它是對我而言它是相關連性的，所以我把它連在一起。

受測者 9

光影是跟光源、陰影有關係，光的位置讓整個畫面的陰影和亮度會明顯的不同。

2. 色彩

受測者 2

色彩方面，它包含了很多，也許色彩跟材質有關聯還有光線，還有一些材質。

受測者 8

色彩我覺得他跟光線、材質、色彩還有光源，有關係，光線材質色彩或光源，我覺得他都足以影響到本身的顏色對人的視覺來講都會有相當的影響。

受測者 9

然後色彩是跟光線、材質跟色彩有關係，因為光線的不同、材質的不同還有它本身顏色的不同，就會有相關度。

3. 建築實體

受測者 4

在一個建築實體上，就跟一個媒材的陰影，然後像說色彩部份，空間因子在色彩部份就會跟在媒材因子裡面有一些，像光線色彩然後光源明暗，就會全想到就會有關聯。

4. 質感

受測者 4

我是覺得重點在質感上，我覺得在質感上有滿大的差別，就像在空間因子裡面，很多可以看的到比較具體的部份，可是在媒材因子上，他所利用的一些手法，像一些遮罩阿，還有一些材質跟光線，不一樣的那個角度，所以導致看出來的角度不一樣，所以我覺得這是分別實體跟虛擬最大的差別。

受測者 7

我把質感連接到材質，然後這很直接的想法是，質感是表面直接觸摸的感覺，然後媒材因子裡面的材質可以跟質感相連性。

受測者 8

質感的話我覺得它跟光源、陰影、貼圖等等，因為光源的不同和陰影的影響可能產生給人不同的質感，不同的貼圖也會有不同的質感的表現。

受測者 10

質感我是跟材質做連結，因為質感跟媒材因子裡面一些表面的質感跟材質有關係，所以把它連結在一起。

5. 透視

受測者 1

透視跟攝影機有關，我的意思是說，它的模擬方式，因為模擬他的時候是一定是靠攝影機去動阿，什麼的，然後去做它空間的透視，可是實體空間本來就是有透視，就是眼睛就有透視的狀態啦，不需要靠什



麼虛擬。

受測者 2

以透視來說，它的那種疊合度看起來很相似，因為透視給我感覺是，要那種疊合的物件才會感覺透視很清楚，不會很假。

受測者 4

在空間因子裡透視部分，就跟在媒材因子上，他所給的透明度，跟使用遮罩的部份，讓人感受到透視感。遮罩會在空間因子裡面看那個透視的話，或許你大概就是你看到的就是你已經看到的，可是它可以用遮罩跟透明度的關係，他可能給你看到的透視會更廣。

因子關聯的原因

由以上的訪談內容可以得知，空間因子與媒材因子的互動大致可以歸納出下列幾個因素。第一，直接說明兩組因子的關聯性，沒有敘述原因，例如空間因子與媒材因子是有關係的。第二，直接的必然關係，例如空間與媒材因子的關係是直接的想法。第三，看到空間因子之後就直接聯想到媒材因子的特質。第四，將空間與媒材因子的關聯性視為空間感的形成過程。第五，媒材因子的一些特質共同建構空間因子。第六，媒材因子表現空間因子的特質與真實感。第七，以相互影響的觀點說明空間與媒材因子的關係。第八，空間因子本身的與其他媒材因子的特質共同建立關聯性。第九，以視覺原理說明空間與媒材之相關性。



3.3.2 虛擬空間

結果一：因子選擇

1. 空間因子

以實驗因子被選擇的次數而言，在空間因子方面，專業組學生的虛擬空間實驗結果可以分為 11 個層級(圖 51)。被選擇次數最高的空間因子有五個，物件、尺度、形狀、透視、以及水平與垂直元素。第二高的因子是建築虛體與尺寸。接下來是色彩、光影、背景與圖案、比例、質感、以及開口。第四高的群組由三個因子組成：建築實體、開放、與重複。第五高的因子是方向。接下來的是由七個因子組成的群組，包括人群活動、位置、表面、距離、封閉、軸線、與規律。第七高的因子是對稱。緊接其後是邊界與移動。第九個因子是對比。下一個是時間。最後一組是沒有被選擇的因子，聲音。

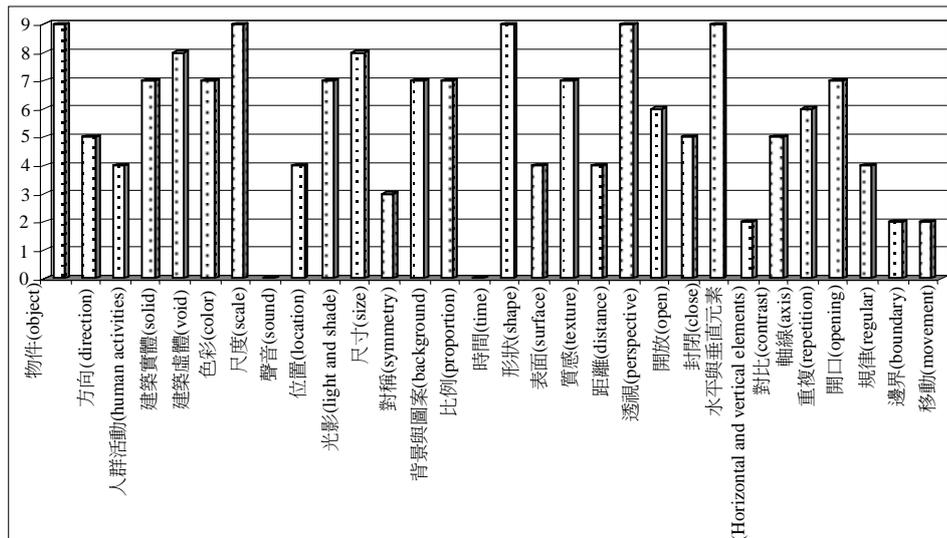


圖 51：空間因子選擇-虛擬空間-專業組。

2.媒材因子

在媒材因子方面，整體而言其結果可以分為 10 個層級(圖 52)。被選擇次數最高的媒材因子是解析度與光線。第二高的群組由三個因子組成：色彩、陰影、以及明暗。其次是材質、貼圖、與算圖等三個因子。第四高的因子有五個，疊合、透明度、圖層、基本轉換、以及多邊形。接下來是光源。第六個組別有三個因子所組成，包括攝影機、遮罩、與布林。下一個群組是濾鏡、影格、資訊、與互動。第八個群組由四個因子構成，對比、階調、剪輯、與多媒體。第九個組別是由四個因子構成：密集資訊、即時、音效、以及沉浸。最後一組，亦即沒有被選擇的因子，超連結。

分別以三類媒材因子統計時，如圖 53 所示，專業組的虛擬空間與二維媒材之關係依照被選擇次數總和的排序為：解析度、色彩、圖層，疊合與透明度，遮罩，濾鏡，對比與階調，以及音效。其次，虛擬空間與三維媒材之關係時，其排序為：光線，陰影與明暗，材質、貼圖、與算圖，基本轉換與多邊形，以及光源與布林。最後，虛擬空間與動態媒材之關係時，其排序為：攝影機，影格、資訊、多媒體、與互動，剪輯，密集資訊與沉浸，即時與超連結則是沒有被選擇。因此，三維媒材的被選擇次數最多，其次是二維媒材，最少的是動態媒材。

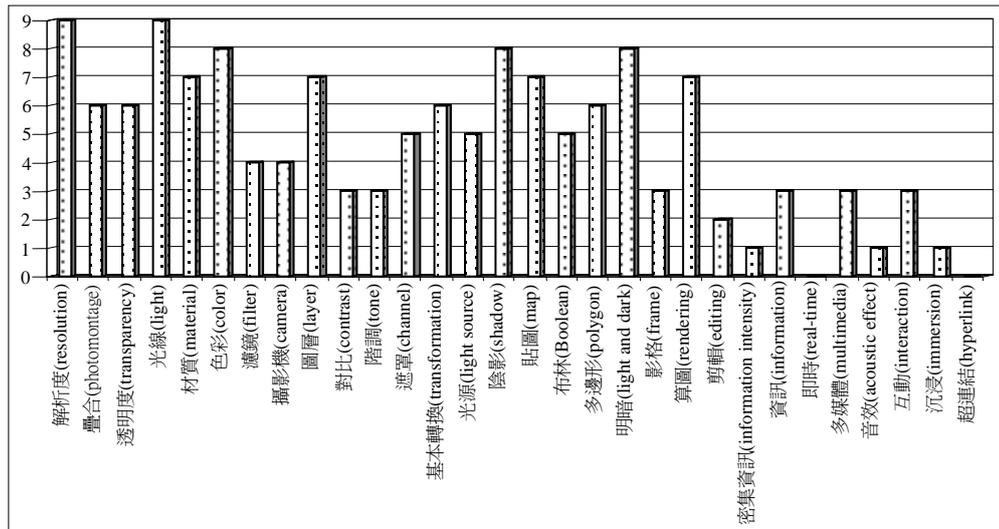


圖 52：媒材因子選擇-虛擬空間-專業組。

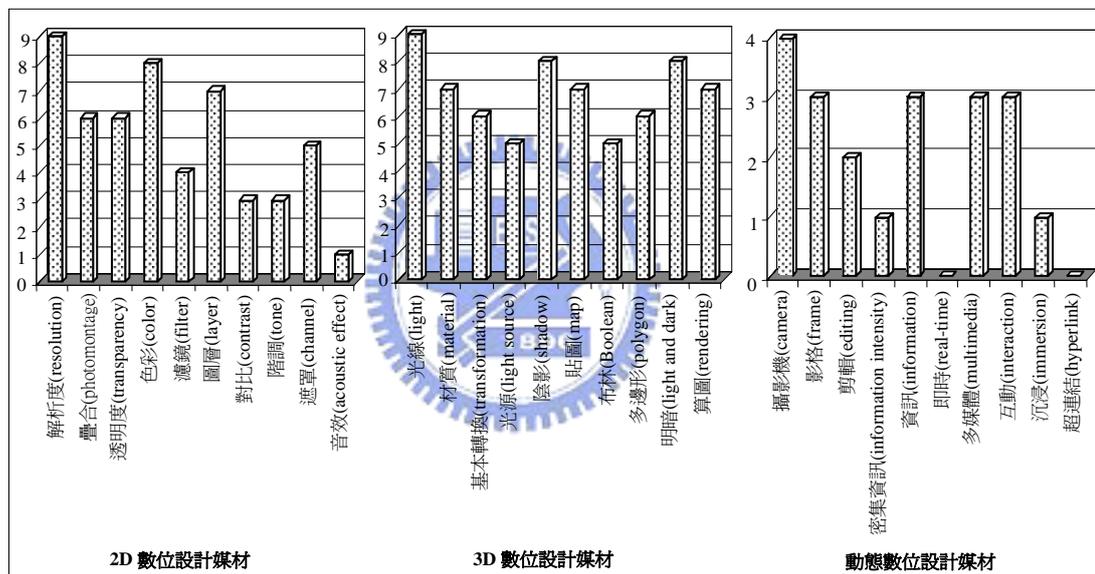


圖 53：三類媒材因子選擇-虛擬空間-專業組。

結果二：因子關聯

1. 空間因子

在空間與媒材兩組因子之間的互動方面，如圖 54 所示，空間因子之中互動性最強的因子是建築實體與光影，建築實體與 5 個媒材因子產生互動，以光線、材質、基本轉換、與色彩四個媒材因子之互動最為密集。光影與 6 個媒材因子有關聯，連接次數總和為 13，以光線以及陰影兩個媒材因子的關聯性最強。第二高的因子是色彩，連接了 5 個媒材因子，其中以光線以及色彩的互動最為頻繁，其連接次數的總和是 11。接下來是質感，連接了 4 個媒材因子，其中以材質與貼圖最為頻繁。其次是物件，與色彩以及材質兩個

媒材因子的互動最為密集。空間因子中第五高的互動因子是建築虛體，連接次數的總和都是 8。下一組是表面與透視，表面與媒材因子的材質之關聯性最強，透視的連接次數比較平均，只有媒材因子的攝影機連接兩次。第七個是形狀，連接最多的是多邊形。其次是兩個因子所構成，背景與圖案以及距離，背景與圖案連接了 3 個媒材因子，以圖層與貼圖最密集。第九個則是水平與垂直元素。第十個互動群組包括五個空間因子，方向、尺度、尺寸、開放、以及對比，方向與媒材因子的光線之互動最頻繁，對比則是以明暗的連接次數最多。下一個群組是由連接次數總和為 2 的七個因子所構成，人群活動、位置、封閉、軸線、重複、開口、與移動。第十二個互動群組是由兩個因子組成，比例以及規律。最後一組，亦即沒有任何連接的群組，聲音、對稱、時間、與邊界等四個因子。

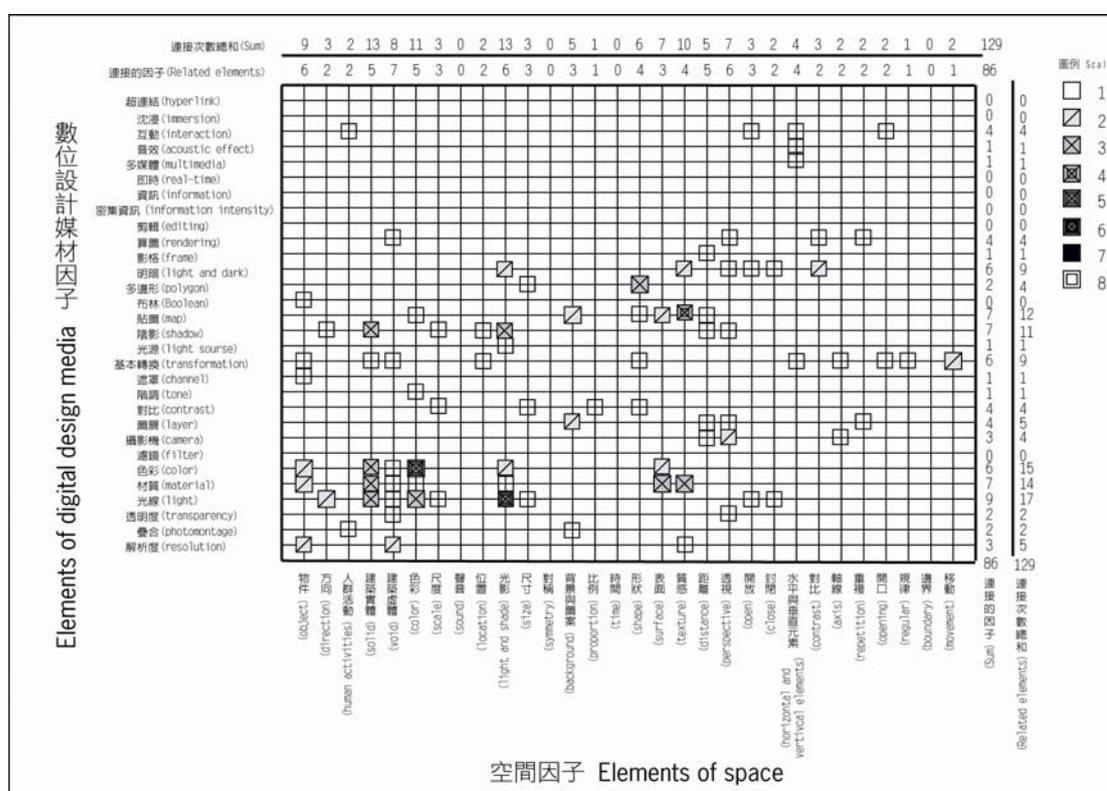


圖 54：空間與媒材之關聯性分析圖-虛擬空間-專業組。

2.媒材因子

數位媒材因子之中，互動性最佳的因子是光線，連接了 9 個空間因子，其中以光影、色彩、與建築實體最為密集(圖 54)。第二高的因子是色彩，與空間因子的色彩關聯最密切。接下來是材質，連接次數總和為 14，與空間因子的建築實體、質感、與表面之互動最密集。其次是貼圖，與貼圖關聯性最強的空間因子是質感，連接了 4 次之多。第五高的因子有兩個，基本轉換與陰影，基本轉換連接 10 個空間因子，以移動的次數最多，與陰影的關係最密切之空間因子是建築實體與光影。下一個因子是明暗，連接 6 個空間因子，

以光影、質感、與對比的次數最多。第七高的互動因子是解析度與圖層，連接次數總和為 5。緊接其後的有五個因子，包括攝影機、對比、多邊形、算圖、以及互動，攝影機與空間因子的透視之關聯性最強，多邊形與形狀最為密集。接下來的互動因子是疊合與透明度，分別連接兩個空間因子。第十高因子有六個，包括階調、遮罩、光源、影格、多媒體、以及音效。最後一組，也是沒有被受測者選擇的群組，包括濾鏡、布林、剪輯、密集資訊、資訊、即時、沉浸、以及超連結等八個媒材因子。

在三類媒材因子分別與空間因子互動時，如圖 55 所示，二維媒材與空間因子的互動，依照互動次數總和的排序為：色彩、解析度與圖層、對比、疊合與透明度，階調、遮罩、與音效，濾鏡則是沒有互動。其次，三維媒材與空間因子互動時，其排序為：光線、材質、貼圖、基本轉換與陰影、明暗，多邊形與算圖，以及光源，布林沒有互動。最後，動態媒材與空間因子互動時，其排序為：攝影機與互動、影格與多媒體，其他的因子沒有互動：剪輯、資訊密集、資訊、即時、沉浸、以及超連結。因此，三維媒材的互動次數最多，其次是二維媒材，最少的是動態媒材。這個現象與因子選擇的結果相同。

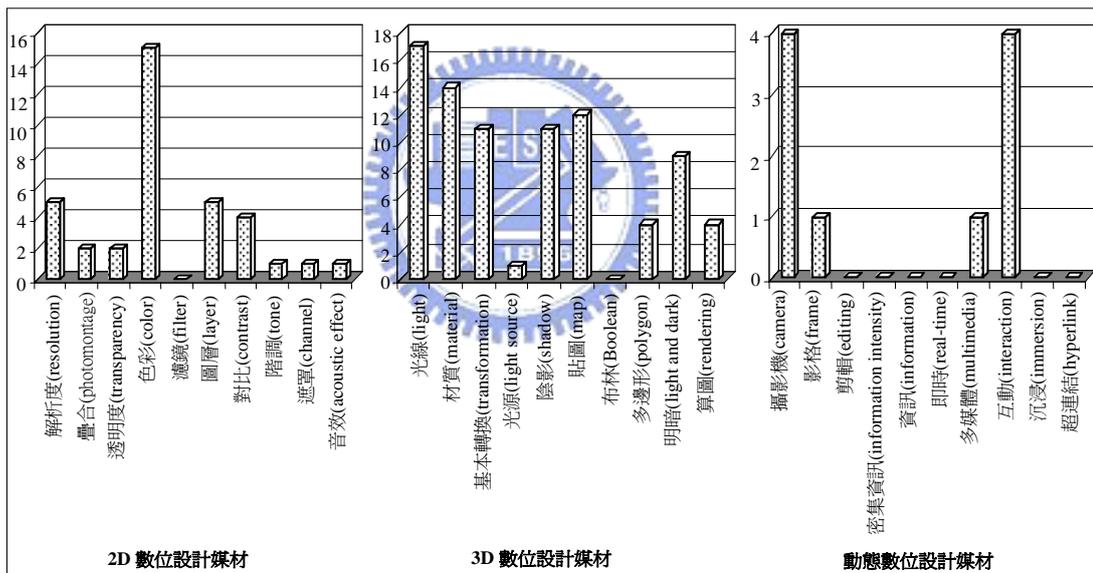


圖 55：三類媒材因子之關聯-虛擬空間-專業組。

結果三：因子關聯群組

1. 整體的關聯性

在關聯性群組分析方面，總共有 20 個群組(參閱附錄一)。由 6 組因子組成的群組，空間與媒材因子各佔 3 組，總共只有 1 個。由 5 組因子形成的群組，空間因子 3 組與媒材因子 2 組，也有 4 個。由 4 組因子構成的群組，空間與媒材因子各佔 2 組，出現了 3 個。

由 3 組因子構成的群組，空間因子 2 組與媒材因子 1 組，則是有 12 個。重複出現的群組只有 3 組，都是由 3 組因子所構成的群組，也是由媒材因子扮演串接的角色(圖 56)。物件與色彩兩組空間因子之關聯性的建立，是藉由色彩這個媒材因子而形成的。媒材因子中的光線串接了建築實體與色彩兩個空間因子，貼圖促成背景與圖案以及質感兩個空間因子產生關聯性。

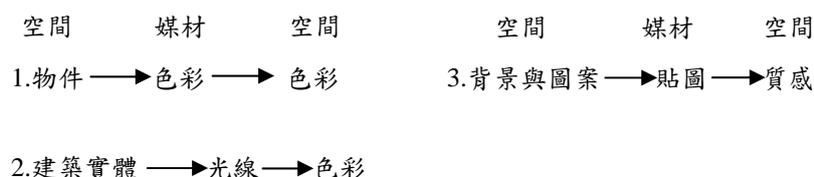


圖 56：重複出現的關聯性群組-虛擬空間-專業組。

2.局部的關聯性

因子互動群組之局部的關聯性指出，空間因子的同組因子關聯性是透過媒材因子的串接而成，媒材因子的同組因子關聯性也都是經由空間因子而構成的(參閱附錄一)。如表 12 所示，專業組在實體空間之同組因子的關聯性初步分析時，空間因子呈現出 20 組有關聯的群組，媒材因子則僅有不到空間因子的一半，6 組而已。例如空間因子的物件、質感、表面、建築實體、色彩、形狀、光影、位置、開放、與封閉是同一個群組，媒材因子的材質、色彩、基本轉換、陰影、與光線也是有關聯的。其次，空間與媒材因子分別扮演了中介因子的角色。空間因子有 6 個因子是中介因子，其中最高的因子是建築實體與色彩，有兩次之多，接著是只有一次的 4 個因子：光影、背景與圖案、時間、與質感。媒材因子之中也有 12 個因子是中介因子，其高低的順序分別是光線、材質、色彩、與貼圖，接著是基本轉換與陰影，然後是多邊形與明暗，最後是攝影機、圖層、對比、與互動。因此，由媒材因子所中介的空間因子關聯群組比較多，由空間因子所中介的媒材因子關聯群組比較少。

表 12：同組因子的關聯性-虛擬空間-專業組。

空間因子		
物件、質感、表面、建築實體、色彩、形狀、光影、位置、開放、封閉	物件、色彩、質感、光影	建築實體、表面、色彩
尺寸、形狀	位置、移動	光影、距離
建築實體、建築虛體、色彩、光影	方向、尺度、尺寸	背景與圖案、質感
背景與圖案、表面、質感	建築實體、移動、水平與垂直元素、位置、建築虛體	人群活動、水平與垂直元素
方向、光影、建築實體、尺度	對稱、開放	尺度、尺寸、比例、形狀
質感、開放、封閉	表面、質感	距離、透視、軸線、開口
建築實體、光影、色彩、質感	透視、對比	
媒材因子		
材質、色彩、基本轉換、陰影、光線	光線、陰影、材質、色彩	互動、多媒體、音效
光線、色彩、明暗	材質、色彩、貼圖、解析度	圖層、陰影、影格、攝影機、基本轉換

結果四：因子關聯訪談

本研究的下一個步驟是簡短的訪談，請受測者說明兩組因子之間的關聯情形。簡短的訪談是基於關聯性的結果，請受測者進一步說明兩組因子之間的關係。以下就以空間因子中互動性最強的前 5 個因子為例，分別說明訪談的內容。空間因子是建築實體、光影、色彩、質感、以及建築虛體。

1. 建築實體

受測者 4

建築實體部份，他跟媒材部分的光線材質色彩的一個處理模式上，比較有相似的地方。

受測者 9

建築實體有跟材質、色彩還有陰影，實體上是讓每件事有它的材質，它反映出來的色彩會讓人感觀也不同，然後陰影因為有實體、它是一個實在的東西，因為光源的關係它會產生陰影也是滿重要的。

2. 光影

受測者 2

然後在光影方面，是跟媒材因子的光線材質色彩，還有它的光源和明暗有關係。

受測者 6

光影連光線。

受測者 7

然後光影的部份和光線光源陰影做個連接，因為我覺得在空間裡面的光影，和媒材裡面的光線，和光源陰影，因為有這三個東西的造成，才有可能在實體空間有光影的地方存在。

受測者 8

光影的部份，我覺得他跟光源、還有明暗、還有光線有關係，可能因為光線的關係，可以影響到物件的光影。

3. 色彩

受測者 7

色彩就直接和色彩相連，那這地方是就覺得它是很直接的。

受測者 8

色彩我覺得他跟透明度、光線、材質、還有色彩都有關係。

受測者 9

色彩是跟光線有關係。

4. 質感

受測者 7

質感我是跟貼圖做一個相關連，因為我覺得媒材因子裡的貼圖，才有可能做出質感，它貼的圖的上面的東西，會因為貼的圖的不同，而造就了不同的質感。

受測者 9

質感是跟材質有關。

5. 建築虛體

受測者 7

在這方面我只和媒材因子的解析度材質和色彩做相連結，因為我覺得這三個地方是包含在空間因子裡面的。

因子關聯之原因

由以上的訪談內容可以得知，空間因子與媒材因子的互動大致可以歸納出下列幾個因素。第一，直接說明兩組因子的關聯性，沒有敘述原因，例如空間因子與媒材因子都有關係。第二，直接的必然關係，例如空間與媒材因子的關係很直接的。第三，看到空間因子之後就直接聯想到媒材因子的特質。第四，類比實體空間的現象說明空間與媒材因



子的關係。第五，成群組的媒材因子特質與空間因子有關，但是指出最關鍵的一個因子。第六，媒材因子表現空間因子的特質。第七，媒材因子包含在空間因子之中。

3.3.3 網際空間

結果一：因子選擇

1. 空間因子

以實驗因子被選擇的次數而言，在空間因子方面，專業組學生的網際空間實驗結果可以分為 10 個層級(圖 57)。被選擇次數最高的空間因子有兩個，光影以及透視。第二高的因子是聲音與質感。接下來是物件、色彩、以及重複。第四高的群組由四個因子組成：尺度、表面、規律、與移動。第五高的群組是由七個因子所組成，建築實體、建築虛體、背景與圖案、形狀、距離、水平與垂直元素、以及開口。接下來的是開放。第七高的因子是方向、人群活動、位置、尺寸、比例、封閉、與軸線。下一個是對比。緊接其後是時間與邊界。最後一個是對稱。

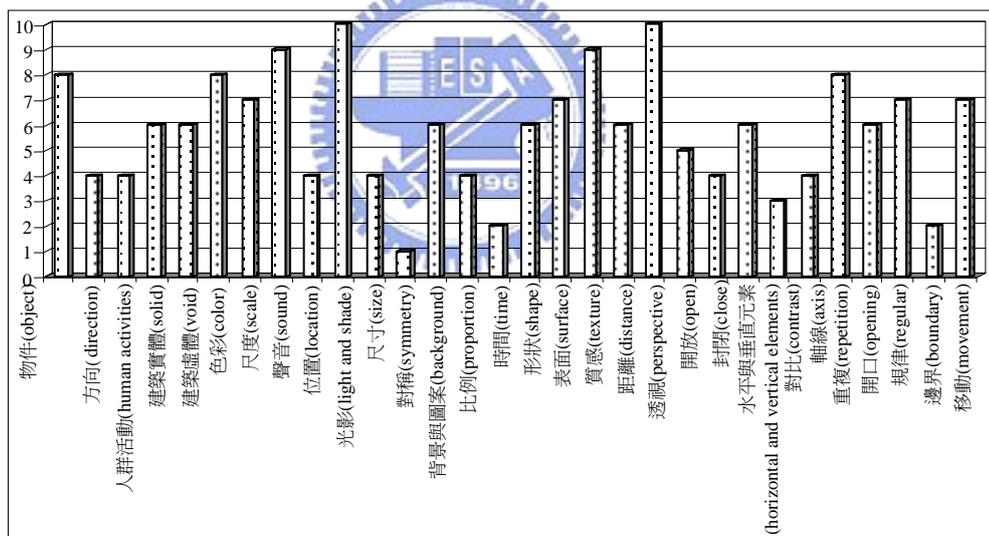


圖 57：空間因子選擇-網際空間-專業組。

2. 媒材因子

在媒材因子方面，其結果也是可以分為 10 個層級。如圖 58 所示，被選擇次數最高的媒材因子是透明度、光線、材質、與超連結。第二高的群組由四個因子組成：色彩、陰影、明暗、以及音效。其次是疊合與光源兩個因子。第四高的因子有五個，解析度、貼圖、即時、多媒體、與互動。接下來是攝影機、基本轉換、算圖、以及資訊。第六個組別有四個因子所組成，包括圖層、對比、階調、與剪輯。下一個群組是遮罩、影格、與密集

資訊。第八個群組是濾鏡與多邊形。第九個是布林。最後一個因子是沉浸。

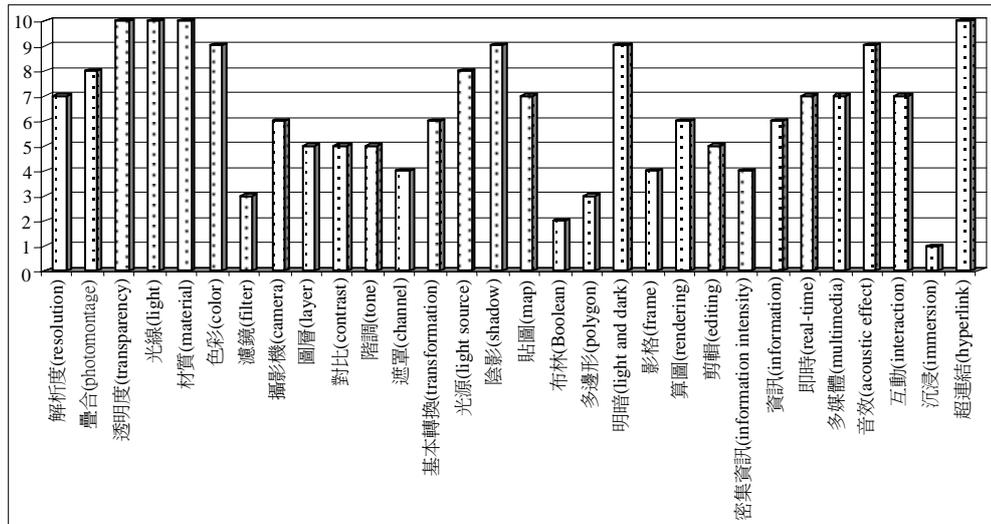


圖 58：媒材因子選擇-網際空間-專業組。

分別以三類媒材因子統計時，如圖 59 所示，專業組的網際空間與二維媒材之關係依照被選擇次數總和的排序為：透明度、色彩與音效、疊合、解析度，圖層、對比、與階調，遮罩與濾鏡。其次，網際空間與三維媒材之關係時，其排序為：光線與材質、陰影與明暗、光源、貼圖、基本轉換與算圖、多邊形、布林。最後，網際空間與動態媒材之關係時，其排序為：超連結，即時、多媒體、與互動，攝影機與資訊，剪輯，影格與密集資訊，以及沉浸。因此，三維媒材的被選擇次數最多，其次是二維媒材，最少的是動態媒材。

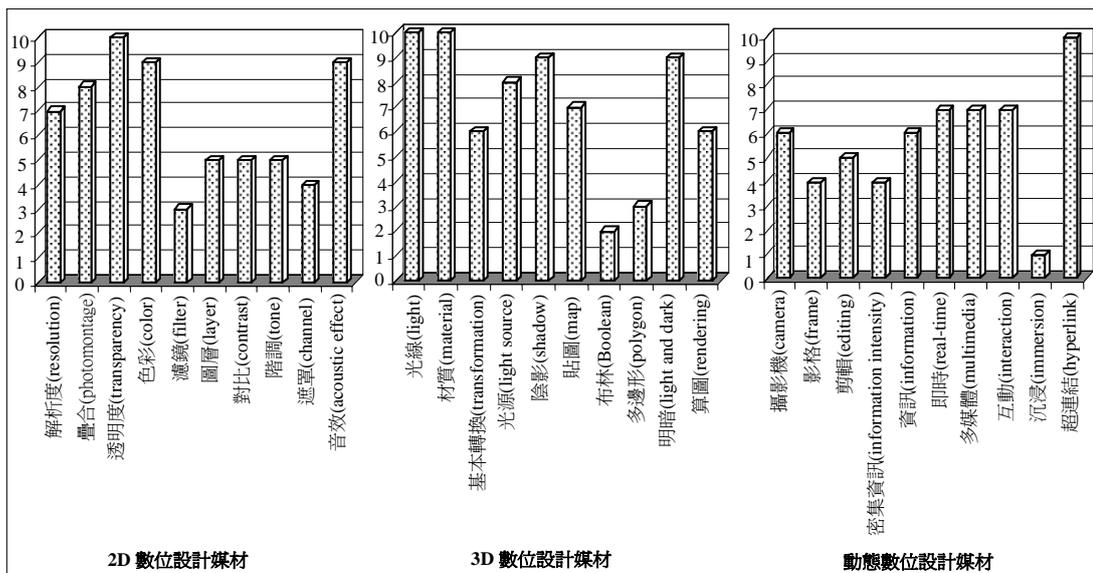


圖 59：三類媒材因子選擇-網際空間-專業組。

結果二：因子關聯

1. 空間因子

在空間與媒材兩組因子之間的互動方面，如圖 60 所示，空間因子之中互動性最強的因子是光影，連接次數的總和是 25，總共連接了 8 個媒材因子，其中以光線以及光源的互動最為頻繁。第二高的因子是物件，與 8 個媒材因子有關聯，連接次數總和為 13，以透明度的關聯性最強。接下來是質感，連接了 6 個媒材因子，其中以材質與貼圖的連接最為頻繁。其次是色彩、透視、與移動，連接次數的總和為 10，分別以色彩、攝影機、與沉浸等三個媒材因子之互動最為密集。第五高的互動因子有兩個，建築實體以及聲音，連接次數的總和都是 9，建築實體與媒材因子的材質之關聯性最強，聲音則是與音效之關係最密切，有 6 次之多。其次是表面，連接了 5 個媒材因子，以貼圖最密集。第七個是背景與圖案，連接最多的也是媒材因子的貼圖。接下來是重複，與媒材因子的疊合之互動頻繁。第九個則是建築虛體與對比，分別以解析度與明暗兩個媒材因子的連接次數最高。第十個互動群組的連接次數為 3，包括五個空間因子，人群活動、尺度、形狀、開放、以及規律。下一個群組是由三個因子所構成，方向、時間、以及距離，分別連接了兩個媒材因子。第十二個互動群組是由三個因子組成，尺寸、與開口。最後一組，亦即沒有任何連接的群組，位置、對稱、比例、封閉、水平與垂直元素、軸線、與邊界。



2. 媒材因子

數位媒材因子之中，互動性最佳的因子是光線與材質，光線連接了 9 個空間因子，其中以光影的次數最多(圖 60)，材質連接次數總和為 16，材質與空間因子的色彩、光影、以及質感之互動最強。第二高的互動因子是陰影與貼圖，連接次數總和為 10，關聯性最強的空間因子是光影以及質感。第三高的互動因子是色彩與明暗，分別連接了 6 個與 5 個空間因子，其中以色彩與光影最為密集。下一個群組是解析度與基本轉換，連接次數的總和為 8，連接次數最多的空間因子分別是建築虛體以及移動。第五高的互動因子有三個，包括透明度、音效、以及互動，連接最頻繁的空間因子分別為物件、聲音、以及移動。緊接其後的是疊合、攝影機、與光源兩個因子，光源與空間因子的光影之關聯性最強。第七高的因子是超連結，移動是連接次數最多空間因子的。接下來是即時，與空間因子的聲音之連接次數最多。第九高的互動因子是圖層與多邊形，連接次數總和為 3。下一個是對比與資訊。第十一組有四個因子，階調、遮罩、算圖、與多媒體。最後一組，也是沒有被受測者選擇的群組，包括濾鏡、布林、影格、剪輯、密集資訊、以及沉浸等六個媒材因子。

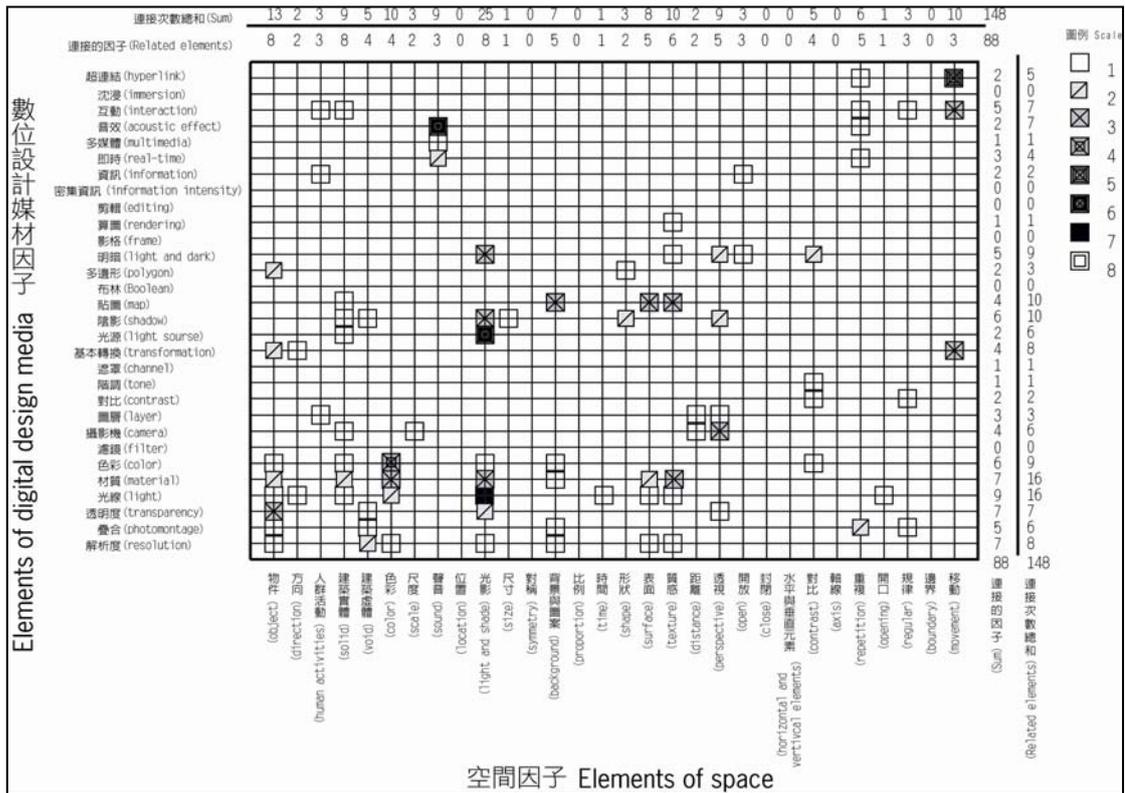


圖 60：空間與媒材之關聯性分析圖-網際空間-專業組。

分別以三類媒材因子統計時，如圖 61 所示，專業組的網際空間與二維媒材之關係依照互動次數總和的排序為：色彩、解析度、透明度與音效、疊合、圖層、對比、階調與遮罩，濾鏡沒有互動。其次，網際空間與三維媒材之關係時，其排序為：光線與材質、陰影與貼圖、明暗、基本轉換、光源、多邊形、與算圖，布林沒有互動。最後，網際空間與動態媒材之關係時，其排序為：互動、攝影機、超連結、即時、資訊、以及多媒體，影格、剪輯，密集資訊與沉浸則是沒有互動。因此，三維媒材的互動次數最多，其次是二維媒材，最少的是動態媒材。

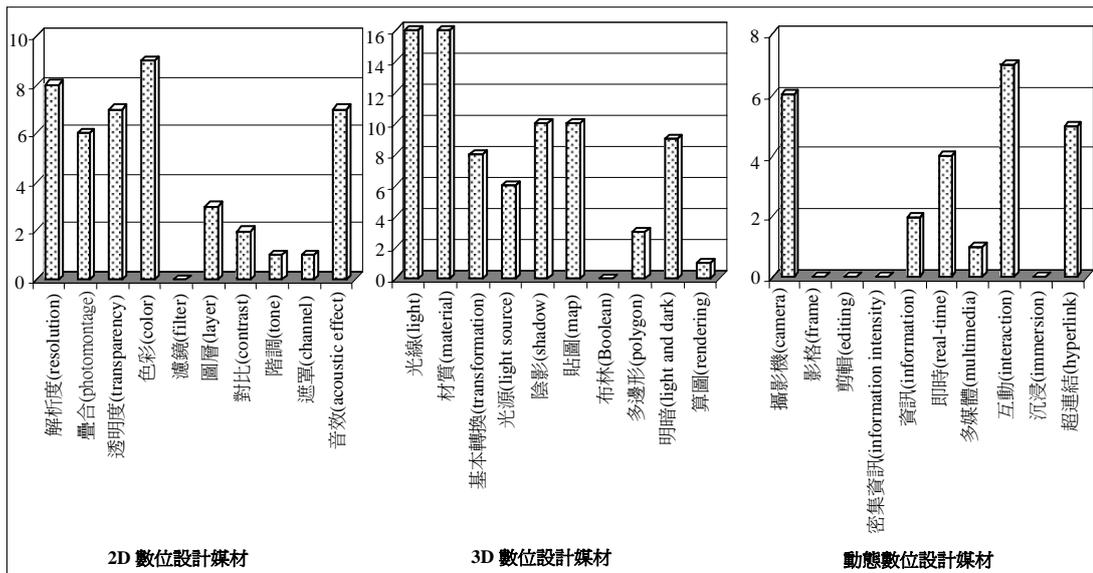


圖 61：三類媒材因子之關聯-網際空間-專業組。

結果三：因子關聯群組

1. 整體的關聯性

在關聯性群組分析方面，總共有 16 個群組(參閱附錄一)。由 8 組因子組成的群組，空間與媒材因子各佔 4 組，總共只有 1 個。由 5 組因子形成的群組，空間因子 3 組與媒材因子 2 組，也有 4 個。由 4 組因子構成的群組，空間與媒材因子各佔 2 組，出現了 7 個。由 3 組因子構成的群組，空間因子 2 組與媒材因子 1 組，則是有 4 個。重複出現的群組只有兩組，都是由 3 組因子所構成的群組，空間與媒材因子皆扮演串接的角色(圖 62)。物件與色彩兩組空間因子之關聯性的建立，是藉由材質這個媒材因子而形成的。空間因子中的光影串接了光線與材質兩個媒材因子。

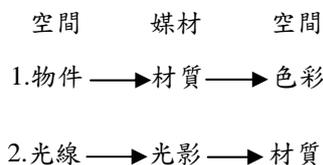


圖 62：重複出現的關聯性群組-網際空間-專業組。

2. 局部的關聯性

因子互動群組之局部的關聯性指出，空間因子的同組因子關聯性是透過媒材因子的串接而成，媒材因子的同組因子關聯性也都是經由空間因子而構成的(參閱附錄一)。如表 13

所示，非專業組在實體空間之同組因子的關聯性初步分析時，空間因子呈現出 15 組有關聯的群組，媒材因子則有 13 組。例如空間因子的物件、尺度、移動、形狀、與透視是同一個群組，媒材因子的基本轉換、多邊形、與攝影機也是有關聯的。其次，空間與媒材因子分別扮演了中介因子的角色。空間因子有 10 個因子是中介因子，其中最高的因子是光影，有 4 次之多，接著是有 3 次的質感與移動，其次是有兩次的背景與圖案，最後是建築實體、色彩、尺度、表面、透視、與對比。媒材因子之中也有 14 個因子是中介因子，其高低的順序分別是光線、貼圖、材質與陰影，疊合、色彩、基本轉換、明暗、與互動，以及解析度、透明度、攝影機、圖層、與多邊形。因此，由媒材因子所中介的空間因子關聯群組比較多，由空間因子所中介的媒材因子關聯群組比較少。

表 13：同組因子的關聯性-網際空間-專業組。

空間因子		
物件、尺度、移動、形狀、透視	建築虛體、背景與圖案、質感、色彩、光影	物件、光影、建築實體、色彩
建築實體、背景與圖案	重複、規律、移動	色彩、光影、背景與圖案、形狀、尺寸
時間、表面、質感	方向、光影、形狀、透視	建築虛體、透視
建築實體、移動	物件、重複、規律、方向、移動、色彩、質感、開口	背景與圖案、表面、質感
距離、透視	光影、透視、對比	表面、質感
媒材因子		
基本轉換、多邊形、攝影機	光線、光源、陰影、明暗	解析度、貼圖、算圖
光線、材質	疊合、基本轉換、材質、超連結、光線、解析度	光線、材質、色彩、光源、陰影
互動、攝影機、超連結	光源、光線、透明度、明暗、對比	貼圖、明暗
疊合、貼圖、材質、光線	光線、色彩、光源、陰影、材質	
互動、超連結	陰影、明暗	

結果四：因子關聯訪談

本研究的下一個步驟是簡短的訪談，請受測者說明兩組因子之間的關聯情形。簡短的訪談是基於關聯性的結果，請受測者進一步說明兩組因子之間的關係。以下就以空間因子中互動性最強的前 5 個因子為例，分別說明訪談的內容。空間因子是光影、物件、質感、色彩、以及透視。

1. 光影

受測者 1

光影在媒材因子裡面是跟光線、材質、色彩有關係的，看起來材質方面它是因為媒材因子裡面的貼圖的方式，還有打光，所以我覺得這一部分是有關係的。

受測者 5

光影跟材質還有透明度與光線有關係。

受測者 7

光影，我把他包含在透明度光線光源還有明暗，這次多加了透明度在裡面，因為我覺得光影可以改變透明度的高低。

受測者 10

然後會影響光影的一些媒材因子，是因為材質、光線、還有利用一些明暗，因為它是利用裡面一些貼圖的效果，還有色調跟階調去做搭配，讓整個視覺向的解析度比較好一點，然後整個有疊合跟透明度的感覺，所以它給人的視覺性是很舒服的畫面。

2.物件

受測者 2

物件跟透明度有關，方向都有一些光線，它的光影，其實就是透明，跟透明度有關，它跟整個的光線、光源跟陰影、明暗、跟一些色彩的東西有關。

受測者 9

在網路上有看到一些物件，像窗戶還有一些人物，他是物件之間的疊合，也有分層次，物件本身還有將透明度調高與調低，還有材質以及本身不同的位置所產生出來的空間感，還有一些多邊形，所以物件跟這些因子有關係。



3.質感：受測者沒有敘述。

4.色彩

受測者 9

色彩這方面就是會有解析度的不同，他那邊有打一些光，光線跟光源的關係，還有他本身的材質與色彩的關係。

受測者 10

色彩，我就把它跟媒材因子裡的材質配對，媒材因子裡的材質我也跟空間因子裡的光影，然後會影響光影的一些媒材因子，是因為材質、光線、還有利用一些明暗，因為它是利用裡面一些貼圖的效果，還有色調跟階調去做搭配，讓整個視覺向的解析度比較好一點。

5.透視

受測者 1

媒材因子裡的攝影機是可以模擬出真實空間的透視，所以這一部分我覺得攝影機跟空間因子的距離感還有透視是有關係的。

受測者 2

透視我覺得跟陰影有些關係。因為它有一個固定的透視角，所以它產生很多物件所產生的陰影，還有一些明暗。

受測者 7

透視和透明度相連在一起，因為透明度的包含性很多，透明度增強的話相對的透視也會增強很多。

受測者 8

透視我覺得跟攝影機有關係，利用攝影機去架設角度，讓室內的空間會有透視的效果。

因子關聯的原因

由以上的訪談內容可以得知，空間因子與媒材因子的互動大致可以歸納出下列幾個因素。第一，直接說明兩組因子的關聯性，沒有敘述原因，例如空間因子與媒材因子是有關係的。第二，直接的必然關係，例如空間與媒材因子有直接的關係。第三，看到空間因子之後就直接聯想到媒材因子的特質。第四，以網際空間的使用經驗說明空間與媒材因子的關聯性。第五，成群組的媒材因子特質共同建構空間因子的特性。第六，媒材因子表現空間因子的特質。第七，空間因子本身的特質產生相對應的媒材因子。第八，媒材因子的效果好空間因子的特質也相對的好。第九，媒材因子的功能形成空間因子的特性。

