

第五章 存在感認知實驗

在第三章裡，本研究進行了瀏覽虛擬空間之參與式觀察研究，獲得一些虛擬空間的認知現象，也整理出空間感與存在感的因子。在第四章中，為進一步探討空間感之形成，而進行以三類網站素材為例的空間感認知實驗，得到空間感現象的認知分析結果。由於本研究希望完整探討虛擬空間中的空間感建構與存在感引發的種種過程，因此，接下來本章將進行虛擬實境模擬空間之認知實驗，以探討存在感的認知現象。本章內容包含實驗計畫如目的、方式、素材環境等之說明、編碼系統之建立與分析過程，描述實驗結果所得到的現象、以及在虛擬實境的模擬空間如何引發存在感之討論。

5.1 實驗說明



5.1.1 實驗目的

第四章中，我們進行的網際空間中的空間感認知實驗，本章則欲探討虛擬空間中的存在感。為了能獲得較多之存在感現象，本實驗以完全沉浸式虛擬實境為媒介，原因如第一章所述(參見第 5 頁研究步驟與方法之說明)。總合來說，本實驗之目的在於，探討由虛擬實境所呈現出的虛擬空間，使用者如何產生存在感。主要欲分析的議題是：人們對於電腦與網路等科技所建構出來的虛擬空間，如何產生身處其中的存在感，其認知過程與機制又為何；希望透過認知分析能得到關於存在感的認知現象。

5.1.2 實驗步驟

為了儘量得到最多的存在感現象，本研究以完全沉浸式虛擬實境為對象來進行實驗，且由於目前有關存在感的研究結果大部分來自於觀察與推論，往往缺乏實驗基礎作為驗證，因此不同於第四章可以直接進行認知實驗，在本章存在感認知實驗中，增加一先期實驗，觀察虛擬實境空間裡的存在感有哪些值得探討的現象，以及有關受測者選擇、資料收集等實驗過程中可能遭遇

之問題，以此作為正式實驗執行之參考。因此，本實驗將分成兩個子步驟，其一為先期實驗，其二為正式認知實驗。後續章節將分別敘述先期實驗之過程與結果，以及正式實驗的部分。

5.1.3 實驗環境與方法

由於交通大學與美國愛荷華州立大學(Iowa State University, 以下稱ISU)合作計畫之緣故，本實驗有機會使用ISU所開發的六面沉浸式虛擬實境—C6 作為實驗環境。C6 為六面投影之完全沉浸式的虛擬實境，身處其中可以得到非常身歷其境的真實感受，也是目前世界上為數不多的六面環繞投影的虛擬實境之一(見圖 5-1)。(有關 C6 詳細資訊請參考：<http://www.vrac.iastate.edu/c6.php>)

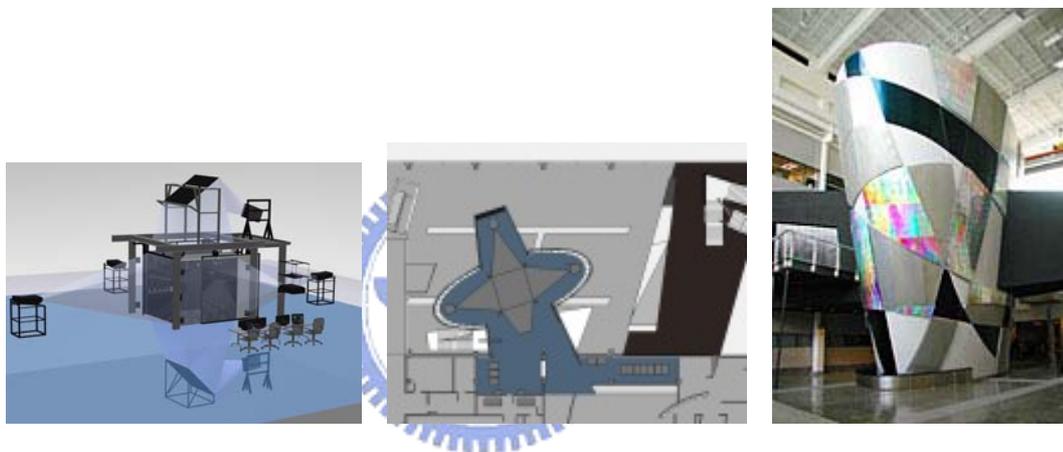


圖 5-1: C6 沉浸式虛擬實境

而本實驗進行的方法，仍然同第四章，即口語分析法，亦同樣以放聲思考為主要資料收集的方式，希望藉由受測者主動描述當下的行為與認知過程，能有效獲得實驗目的所需的資料，這樣的方式有別於其他存在感研究所使用的填寫問卷方式，避免問卷法帶來的質疑(Slater,1999,2004)，希望這樣的方式也能夠對存在感量測的問題提供一個新方向。

5.1.4 實驗素材

第一章說明研究方法與步驟時，本論文曾提到，由於瀏覽網站與瀏覽虛擬實境所耗費的時間不同、實驗之設置與進行的難度亦不同，加上受測者瀏覽兩者的口語資料量同樣也會有所差異(請參見第 5 頁)，基於上述考量，為了讓第四章與第五章兩個認知實驗的資料量能平衡，本章實

驗素材與受測者數目均與第四章有所不同。

在實驗素材方面，我們從 C6 實驗室裡現有的空間模型中選出四個作為實驗素材，選擇的依據是考量模型的完整性、可探討性、以及所具備的空間代表性，所選出的四個虛擬模型分別代表了四類空間：1. 想像空間—Firecave，這是外人參訪 C6 時用以示範的空間模型；2. 辦公空間—AWL 辦公室(Adaptable Workplace Laboratory)，此為位在華盛頓 DC 的辦公總部七樓的一層辦公空間；3. 教堂空間—巴黎聖母院(Notre Dame)的原始設計；以及 4. 學校空間—ISU 之設計學院(College of Design, 以下稱 COD)。之所以選擇這四個空間作為實驗素材的理由如下：一是因為這些模型較為完整，內容也較具可探討性；另外則是四個模型分別呈現不同的空間類型，各自具備了不同的空間要素，且精細程度亦有所差別，正好可以提供不同角度來觀察存在感現象。以下分別說明四個空間之特性：

1. 想像空間：Firecave 是一個充滿冒險奇幻的想像空間(圖 5-2)。整個空間模擬出猶如史前山洞般的場景，裡頭佈滿神秘的動物骸骨、動態的火焰熔漿、陡峭的岩壁、長滿苔痕的石階、黝暗的未知通道等等，搭配背景音樂營造一股懸疑奇險的氛圍。不同於其他模型的是，Firecave 裡有許多動態效果的設定，例如不小心會踩空跌落，某些通道可能會掉進岩漿火焰中等，增添許多空間的新體驗。

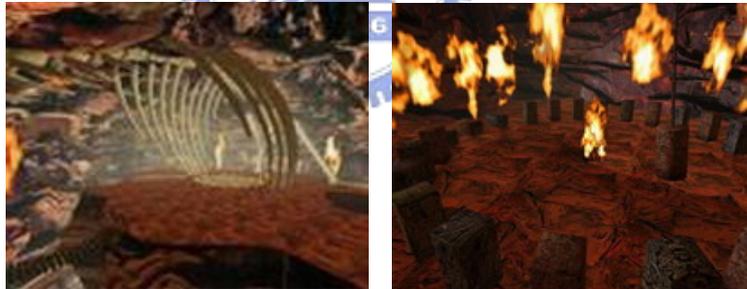


圖 5-2: Firecave 模型

2. 辦公空間：AWL 辦公室則是一個典型的辦公空間(圖 5-3)。室內有著模組化的辦公隔間、會議室、茶水間等，天花板上的樑柱管線與地面鋪的地毯等質感均依照比例模擬出來；這些隔間使人無法一眼望穿，激發了想一探究竟的好奇心。隔間裡頭並仔細地模擬出辦公桌椅、文具用品、窗簾等細節，是一個燈光、材質、物件等都非常精細的模型。



圖 5-3: 左圖為 AWL Office 實景；右圖為模擬之模型

3. 教堂空間：巴黎聖母院模型是根據未變更的原始設計圖而建的虛擬模型(圖 5-4)。它具備了典型哥德式建築元素，如尖塔、列柱、飛扶壁、玫瑰窗等等，代表了宗教類型的空間，並伴隨著宗教音樂為背景。值得一提的是，這個模型可以走出空間之外，從外面近距離觀看門扉窗稜上的雕刻以及雄偉的扶壁結構等，這是非常有趣的體驗。

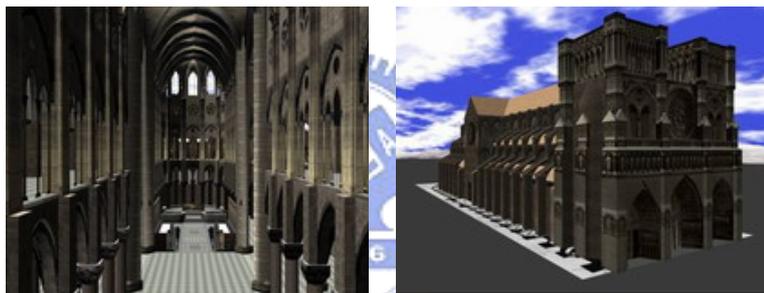


圖 5-4: 左圖為巴黎聖母院實景；右圖為模擬之模型

4. 學校空間：最後是 ISU 設計學院(COD)之虛擬模型，COD 是一棟有著大片天井、中庭式設計的建築(圖 5-5)。這個模型原來是設計來作為射擊遊戲的空間，因此只具備最基本的空間要素，以大片方塊或色彩象徵性地表示各個區塊空間，並沒有著墨太多的細部和材質等細節。然而這個空間是受測者平常生活上課的地方，可以探討過往的經驗與熟悉度對存在感的影響。



圖 5-5: 左圖為 COD 實景；右圖為模擬之模型

5.1.5 先期實驗

如前所述先進行先期實驗的目的在於，觀察虛擬實境空間裡的存在感有哪些值得探討的現象，以及有關受測者選擇、資料收集等實驗過程中可能遭遇之問題，以此作為正式實驗修正之基礎。我們從建築系學生裡徵求一位自願者來進行先期實驗，所徵求到的受測者是四年級大學生。實驗一開始由工作人員先向受測者解釋 C6 環境、控制器(controlling wand)的操控方法，包括前進、後退、停止等基本操作，以及特別的飛行功能之控制；接著由實驗者說明整個實驗流程、個別模型瀏覽的時間、方式等，以及解開放聲思考之後開始。整個過程錄音錄影以作為後續分析時的依據。

5.1.6 先期實驗結果

透過先期實驗我們發現下列幾點必須注意的事項：

1. 受測者的意願：必須對虛擬實境有興趣，不排斥虛擬空間的沉浸經驗。這是因為當進入虛擬實境所模擬的空間時，參與者投入的程度與接受此空間的意願高低將會影響其沉浸的程度，亦即若參與者心存排斥或刻意提醒自己這些空間並非真實而強力控制自己不受影響的話，存在感就難以引發。
2. 操控問題：這是屬於技術方面的問題，多數人並沒有實際進入虛擬實境並操作瀏覽的經驗，因此對於使用控制器來控制行走方向與行進速度等，一開始都需要一段適應期，所幸一旦熟悉之後多半都能控制的不錯。因此，基於這項考量，正式實驗時受測者在瀏覽四個空間之前，應先給予時間練習操作並適應控制器的使用方式。
3. 瀏覽技巧：虛擬實境中使用控制器操控行進與方向其實與時下流行的電玩遊戲控制方式相仿，而在探索未知或不熟悉的虛擬空間時，參與者的行為也常與玩電玩遊戲類似。因此，若受測者有電玩遊戲的經驗，應能加快虛擬實境的操作熟悉度。不過這並非必然的條件，而是與每個人空間掌握能力有絕大的關係。
4. 認知負荷：由實驗過程中我們發現，在虛擬實境中受測者一方面必須適應虛擬實境的操控，同時去觀察感受虛擬實境所呈現的內容，一方面必須將她的所思所感以放聲思考的方式表

達出來，也就是說在一個時間點內，受測者必須做到操控瀏覽以及表達同步進行，這其實是非常困難的，因為同時間的認知負荷過重，受測者很容易顧著控制問題就忘了講述，或是講到一半又出現操控不當而導致思考被打斷等等。

因此，根據上述發現的問題，我們對於正式實驗的計畫做了幾項小修正。第一，受測者的選擇方面：必須是對虛擬實境有興趣且開放心胸願意沉浸融入虛擬場景，同時須有不錯的即時表達能力；第二，針對實驗流程的改進：在受測者瀏覽四個模型之前，先瀏覽另外的模型以作為暖身，幫助受測者熟悉 C6 的操作與控制，同時也讓受測者先適應放聲思考的過程；第三，將四個空間的瀏覽順序做些許修正，調整成由最簡易的模型至效果最豐富的，讓受測者循序漸進，也讓後續的分析比較較完整而有系統；第四，除了全程錄音錄影收集放聲思考之口語資料以外，實驗結束後，將個別對受測者進行問談以增加資料完整性。

綜上所述，先期實驗的結果與正式實驗之修正如表 5-1 所示。

表 5-1: 先期實驗結果與修正方式

先期實驗結果	修正方式
受測者意願	選擇對虛擬實境有興趣，願意融入，並具有適切表達能力者
操控問題	正式瀏覽前，進行暖身，以熟悉 C6 之操作控制
瀏覽技巧	更動四空間之瀏覽順序，循序漸進
認知負荷	增加實驗後之問談，補充資料

5.2 正式實驗

經由先期實驗，我們對於在虛擬實境中進行空間瀏覽的認知實驗，例如實驗過程、受測者選擇、資料收集方式等有初步的掌握，也根據先期實驗結果，修正正式實驗的一些流程。

5.2.1 實驗過程

實驗環境與素材

實驗環境與素材同暖身實驗。正式實驗進行的地點仍為美國愛荷華州立大學(ISU)所開發的 C6 沉浸式虛擬實境；而素材同樣如前述先期實驗中的四個虛擬空間：1.想像空間—Firecave；2.辦

公空間—AWL 辦公室(Adaptable Workplace Laboratory)；3.教堂空間—巴黎聖母院(Notre Dame)原始設計；以及 4.學校空間—ISU 之設計學院(COD)。

受測者選擇

由先期實驗的經驗我們得知受測者的意願對於瀏覽虛擬實境之空間體驗有所影響；另外由於實驗使用放聲思考來收集口語資料，整個過程的認知負荷較重。因此，在正式實驗的受測者選擇上必須考量：1.受測者對虛擬實境須有興趣，且不排除虛擬空間的沉浸經驗；2.受測者須有不錯的表達能力與組織能力，能在操控 C6 之餘，尚能覺知並表達自身空間體驗的感受。

基於此，我們從建築系大學部學生中選擇兩位符合條件之受測者。如第四章所述本研究除了不探討性別差異之外，亦不探究文化差異，因此並不刻意限制國籍，而就地在 ISU 選擇了一位五年級學生以及一位剛入學的新生，兩位受測者分別稱之為受測者戊與受測者己，這是為了延續第四章空間感知實驗的四位受測者甲、乙、丙、丁之編號，以利對照。受測者戊為建築系五年級學生，因此可視為建築背景，而受測者己由於剛入學一學期，建築訓練仍非常有限，可視為非建築背景之一般生。

兩位受測者除了本身有意願參與實驗之外，也經過課堂老師的推薦，對於空間體驗能力與表達能力均有一定水準。而兩位受測者在經過暖身之後，也很快進入狀況，得到不錯而有效的口語資料。



修正後實驗流程

如前所述，本研究希望先透過先期實驗，觀察虛擬實境空間裡的存在感有哪些值得探討的現象，以及有關受測者選擇、資料收集等實驗過程中可能遭遇之問題，以此作為實驗修正之基礎；而經過先期實驗的過程與結果我們發現一些必須注意的事項。因此，修正後的正式實驗流程說明如下：

1. 暖身測試：向受測者說明控制器之使用方式之後，請受測者先瀏覽另一個小模型作為暖身，確認能正確使用與操作。
2. 空間瀏覽：結束暖身後，正式進入實驗程序，四個空間模型的瀏覽順序分別為，(1).學校空間：設計學院 COD；(2).辦公空間：AWL 辦公室；(3).教堂空間：巴黎聖母院；(4).想像空間：Firecave。
3. 實驗後問談：受測者瀏覽結束後，將進行四個空間的比較，並補充瀏覽過程的其他感受與想法等。

5.2.2 實驗結果

大多數的人都有上網瀏覽網站的機會，而不少的人可能有玩過 3D 立體電玩遊戲或是看過桌上型顯示器之虛擬實境之體驗，更少更少的人也許曾經戴上立體眼鏡觀賞過半沉浸式(單面至三面或半圓形)的虛擬實境動畫。然而，大多數人並沒有機會體驗完全沉浸式虛擬實境且自行操控遊覽的機會，因此本文以受測者戊的實驗過程為例，透過文字來詳細描述受測者的實驗過程，包括如何去操作控制，看到或聽到了什麼，有何動作反應，以及部分口述內容等等，讓讀者能透過文字稍稍理解及感受受測者在虛擬實境裡的經歷體驗。礙於篇幅的關係，完整的虛擬實境體驗之描述將附於附錄 C，本小節僅略述兩位受測者實驗過程之狀況。

首先，下表 5-2 列出兩位受測者瀏覽四個模型各自所花的時間，受測者戊在學校空間(COD)花了較長的時間，因為他對這棟建築非常熟悉，也對虛擬實境所呈現出來的效果感到特別，因而花了約 21 分鐘在此模型，其他三個則較為平均，辦公空間(AWL Office)約 10 分鐘，教堂空間(巴黎聖母院)約 12 分鐘，而想像空間(Firecave)則花了 14 分鐘左右；相反的，另一位受測者己，則四個模型都非常平均，約在 14 至 16 分鐘左右。



表 5-2：受測者瀏覽時間

		學校空間	辦公空間	教堂空間	想像空間
					
受測者戊	瀏覽時間	21'02''	10'02''	12'17''	14'17''
受測者己	瀏覽時間	15'11''	14'17''	16'31''	15'46''

同第四章，瀏覽時間僅顯示出兩位受測者瀏覽各模型所花的時間之差異，我們須將初步的實驗結果以更有系統的方式來呈現，才能加以分析比較，因此，接下來便是進行口語分析之編碼步驟。而在進一步分析這些實驗結果前，同樣須先建立斷句原則與編碼系統，下一節將說明這些分析的前置作業，包含斷句原則的說明、編碼系統之範疇與細項、以及編碼原則與方法等。

5.3 編碼系統建立

5.3.1 斷句原則與過程

此次實驗是將受測者在 C6 遊覽操控的整個過程錄音錄影，受測者在過程中放聲思考的所描述的語句即為實驗將分析之口語資料。與第四章編碼程序相同，首先將這些口語資料轉錄為文字以便分析，再將其斷句，作為後續編碼之單位，以下便敘述存在感實驗的斷句原則與過程：

斷句原則

如第四章斷句原則部份敘述過的，斷句的方式依據研究目的或分析需求有不同的原則。本次實驗乃是實驗者與受測者一起參與整個實驗流程，受測者掌控操作與遊覽，實驗者在旁錄音錄影，並隨時提醒受測者主動放聲思考，或適時詢問受測者的感受，因此，整份口語資料將呈現問答的形式，為了前後脈絡的完整性，保留實驗者的問題與時間註記，但是內容則不列入斷句與編碼之程序。

首先將每一節對話註記時間，之後每節對話中將受測者的口語內容細分成最小單位，其原則是根據敘述內容之主題，如描述操作的問題、看到了什麼內容、有什麼感覺，以及為什麼等等，不同主題的描述即為不同的斷句，此為斷句之原則。請參閱以下斷句步驟，將舉實例說明。

斷句過程

1. 初步依照實驗者與受測者一來一往之對話，整理出原始文字資料表格，簡單標註每一對話之起始時間以作為參考，略去實驗者詢問與提醒的部分，以及一些與實驗內容無關之對話不做編碼，其餘受測者放聲思考而得的口語資料即是主要分析內容。
2. 每一節受測者口語內容往往包含若干主題，如遭遇操控問題、談到觀看的感覺、覺得空間真實與否等等，第二步依照這些不同主題，並參考錄影影片，將單一節口語內容予以斷句，舉例如表 5-3 所示，受測者戊一節對話所含的不同主題斷句。
3. 接下來同樣地，給予最小斷句單位編號，以利後續之紀錄以及舉例說明時的標註。標註方式為：設計學院、AWL 辦公室、聖母院、Firecave 等四個模型分別以 A,B,C,D 表示，斷句則依照順序標示號碼，即 A001、A002...；B001、B002...依此類推。

表 5-3: 單節對話之主題斷句

時間		口語資料
13:30	受測者戊	Yeah. I'd like to see some people waving there or something.
		Like, you know I actually feel like my hand is reaching out into a space that is as big as what the design college actually is.
		I'm gonna jump up on a table over there. (laughter)
		Okay, we'll go check out the library. See how it compares.
		I think that's what I'm doing, I'm comparing reality with...you know? With the virtual space that I'm in.
		And the computers are very large. The stacks are a lot further apart.
		The balance is still an issue. I thought I'd get used to it as we went along, but as I move side to side I actually feel like I'm moving.
		Like I'm running into this wall right now, into this column here. I feel like..
		okay I'm going this way.
		What is this? Hmm. I don't know what that is. Do we know what that is and why it's there? It's like the ammo or something you find in a game. You pick it up and get points for it.
		It's weird, the way you have to navigate, just like the walls are really there.
		Let's go out. I'd like to try and...

以上斷句完成後，便進入編碼程序；接下來說明編碼架構之建立與編碼細項之定義，並舉例說明。



5.3.2 編碼架構之修正

在第三章中，我們所歸納整理出有關存在感形成的因子包括下列六類：

- 第一人稱視角：場景轉換、攝影鏡頭、動線、視覺焦點
- 包圍感：界線消失、包圍其中、集中、專注
- 回饋與參與：操作之反應回饋、互動，事件參與
- 情感投射：虛擬替身、情感投射等
- 類比與聯想：真實經驗、類比、想像
- 存在感的有／無：存在感被切斷、存在感片的特性

但是，由於第三章訪談實驗的素材以 WWW 視覺性網站為主，與沉浸式虛擬實境是非常不同的媒介，雖然網際空間與虛擬實境有其共通性(Benedikt, 1995;Heim,1993)，但是，畢竟媒介的不同，必然造成某些差異，因此第三章所歸納的存在感因子有所不足，無法全盤應用至虛擬實境中的存在感分析。因而本章的編碼系統，除了參考第三章所歸納的類別，還要加上先前研究

對於虛擬實境之存在感因子的探討與整理(請參見 23-24 頁)，方能建立本實驗的編碼架構。

先前研究中指出影響存在感的因素有媒介的形式、呈現的內容以及使用者特質三個向度，可與本研究第三章所歸納之四類範疇相對應：範疇一—空間元素，代表呈現的內容(content)；範疇二—介面操控是由媒介形式(media form)所衍生的；而範疇三—內在感知則對應使用者特質(user characteristics)；最後，範疇四—虛實切換則爲了探討哪些因素阻擾或減低了存在感的產生。而先前研究所提出的每個向度，包含了不同的存在感決定因子，有些與本研究第三章提出的相通，有些則是因虛擬實境的特性而來，因此，綜合本研究歸納的類別以及整理各學者提出之因子，將本章之編碼架構修定如下：

表 5-5: 存在感認知實驗之編碼架構

範 疇	存在感因子類別
C1 空間元素	<ul style="list-style-type: none">• 真實性• 注意力
C2 介面操控	<ul style="list-style-type: none">• VR 新經驗
C3 內在感知	<ul style="list-style-type: none">• 感受反應• 記憶對應
C4 虛實切換	<ul style="list-style-type: none">• 存在感中斷；影響存在感

5.3.3 編碼細項定義與說明

承上一節所述，本章編碼架構總共包含六個子項目，其中空間元素範疇包含了真實性與注意力；介面操控範疇則是 VR 新經驗；內在感知範疇有感受反應與記憶對應兩個子項；最後虛實切換的範疇，則以存在感中斷來作爲編碼細項。以下分別說明各細項並舉例。

1. 真實性—【realness, Re】:

此細項指模型所呈現的擬真程度與精細程度，以及聲音或動態效果等；因而受測者在瀏覽觀看過程中，對於色彩、光影、材質、物件等等空間構成元素的描述，即編爲此項。例如：

I see color, and there's a big open space back this way, so I'm gonna go check that out.(受測者戊_COD_A002)

Like, these parts, they look a little real.....If you look at things far, like those rocks, they look pretty real. But then if you get close, the details kind of blur together. (受測者己_

Firecave_D004)

2. 注意力—【attention & exploration, Ae】:

當受測者之注意力被吸引而描述時，或特別指出所看見的物件元素之名稱，這種指稱可能是來自熟悉的記憶，或所習慣的真實的物體與環境等；另外受測者敘述自己的瀏覽行為，如何探索空間之決定與策略等在空間中的探索行為亦屬於此編碼。例如：

Let's see... I think the colors attract me. There's some there, there isn't very much in this one, actually. So I was drawn to the color. (受測者己_COD A001)

This is new. This is a neat little office meeting space. (受測者戊_AWL Office_B023)

3. VR 新經驗—【learning VR episode, Vr】:

此編碼細項是有關在虛擬實境裡習得的空間瀏覽模式，如停止，前進，轉身，飛行功能等等，或其他因為虛擬實境而衍生的新體驗，如穿牆而過，騰空站立等等情況均稱之。例如：

It's nice; I can point backward and just walk away from the church, and keep looking back at it. (受測者戊_Notre Dame_C012)

I'm gonna fall off! I wonder if I could fall off. Have you tried falling? I wonder if I could fly back up again. Okay, I'll try it. (受測者戊_Firecave_D014)

4. 感受反應—【reaction & reflection, Rr】:

對 C1 的空間元素所引發的感覺，如覺得很有趣，很怪，很真實等；以及身體對這些空間元素的反應，如想伸手觸摸，想躲，失去方向感等知覺反應。

Oh man. It's real...it's like real. Okay, that was very strange. Let's do that again. That's so nice. This is great. This is very cool. Let's see if we can fly back up again. (受測者戊_Firecave_D015)

It's weird that I'm walking myself toward this. It's kind of scary because I know there's supposed to be a wall there. (受測者戊_AWL Office_B017)

5. 記憶對應—【memory mapping, Mm】:

受測者瀏覽空間時，與過去的記憶相連結或對於真實經驗的類比等情形稱之。多數發生在 COD 模型哩，因為它是有實體對應的空間，其他的則會喚起成到過的相似的地方的記憶，或是以真實生活之相似經驗來類比。例如：

This space I know. And there should be, you know, I wonder why there's no trophy case or display cases on this wall,

usually there are, right? (受測者戊_COD_A068)

I've been to somewhere similar, a couple of years ago. And it felt the same way. It feels similar with where I was a couple years ago. (受測者己_Notre Dame_C003)

6. 存在感中斷—【breakness, Br】:

此細項是受測者在瀏覽過程中，出現存在感間斷的現象，可能的原因如，操控不順，覺知到實體空間(即 C6)，或是某些非預期的效應產生時。例如：

And, yeah I can still see... I still, I still feel like I'm in the building, but when I look over there, I can still see the corner of this room (C6) (受測者己_COD_A031)

Okay, we've got to stop flying because I'm going to get sick, I think! Yeah, in this one, I feel a lot more dizzy, sick, and disoriented when I fly. It's definitely different for some reason, I don't know why. (受測者戊_Firecave_D049)

將本章實驗編碼後的斷句、口語內容、編碼細項與範疇列舉如下表，而受測者詳細完整的編碼結果請參見附錄 D。



表 5-6: 編碼舉例

時間		口語資料	斷句	編碼					
				C1		C2	C3		C4
				Re	Ae	Vr	Rr	Mm	Br
		[學校空間 COD]							
01:05	受測者戊	Okay, this is the college of design, I'm pretty sure.	A001		■				
01:07	研究者	Oh, how did you know?							
01:11	受測者戊	[laughter]I see color, and there's a big open space back this way, so I'm gonna go check that out.	A002	■					
		Looking up, everything looks real familiar.	A003				■		
		Um, I wanna try and...it'd be interesting to fly up there, can I do that? Let's see if I can do that. And, it's this one, is it? I guess I'll turn around, and fly downstairs.	A004			■			
		Heh, okay, when you run into a wall, there seems to be...oh! I'm going very fast!	A005			■			
		[laughter] I wish I could stop, I'm going way too fast!	A006			■			
		Okay, stop... At least when you hit a wall it seems to slow down a bit.	A007			■			
		Okay, now... I don't know where I'm at.	A008		■				

5.3 討論與分析

本章實驗除了將放聲思考所收集的受測者口語資料進行編碼分析之外，尚有實驗後訪談，請受測者對四個模型空間進行比較。本節討論與分析將先針對受測者實驗後訪談的資料加以整理說明；之後討論經過編碼後的口語資料所呈現的之結果。

5.3.1 問答資料比較

主導之元素(dominant Features)

實驗所選擇的四個模型，基本上具有非常不同的特質，這些特質使得受測者在瀏覽這些空間時，很容易地注意到，或是被吸引，這在受測者的口語資料以及實驗後訪談的回答中，均有提到。

- 學校空間

在 COD 模型中，最令受測者印象深刻的空間要素，就是跳脫的色彩，因為整個模型以輝色調呈現，只在重點部份，如大面落地窗，以及中庭的天井有不一樣的色彩，兩位受測者均提到第一眼就被有色彩的地方所吸引，不自覺地往它走去。越簡單的呈現方式，反到可以突顯所要強調的重點。

- 辦公空間

在 AWL Office，模型一呈現，首先印入受測者眼簾的就是一格一格典型的辦公室隔間。因為無法一眼望盡隔間後的空間，因此會吸引受測者想一探究竟，看看裡面還有些什麼，還有多大的空間。而在瀏覽過程中，受測者們不約而同都指出此模型的精細程度讓他們印象深刻，隔間裡的辦公桌椅、窗簾、桌上的電腦、文件等等讓人不禁想伸手去觸摸。

- 教堂空間

而在聖母院裡，一開始是背景的宗教音樂引起注意，讓人很快融入大教堂的氛圍裡而沉浸其中；再者是哥德式教堂高聳的建築形式，包括列柱與挑高屋頂，受測者們都被這樣的氣勢震懾，完全不覺得自己是在 C6 的小房間裡；加上在這個模型裡，兩位受測者都嘗試飛行功能，近距離地觀察各部分結構，如外牆的飛扶壁等，且這個模型可以走出去，從外面觀看，多了許多不同的瀏覽過程與模式。

- 想像空間

最後一個是 Firecave，與其他三模型個最大的差別在於，這是一個具動態互動效果的模型，動態物件很容易吸引注意力，而互動則是虛擬實境裡引發存在感很重要的一個要素，如受測者受測者戊所說，這個模型不只是單一的物件或是單一的空間，而是有許多未知的地方，未知的部分可以探索，因此更容易融入在這個空間中。

存在感之引發

許多學者從不同的角度探討存在感的意義與本質，也提出了不同的存在感決定因子。從實驗結果，我們發現在沉浸式的虛擬實境中，不同的空間要素與呈現方式，存在感產生的模式也有所不同，綜合來說，與下列三項有關：模型之內容與呈現手法、受測者對於空間的知識與過往經驗、以及受測者個人的空間認知的建構模式。

- 學校空間

COD 雖然是一個簡單的模型，沒有太多材質光影的細節，但是受測者們都是第一眼就認出，因為這是他們平常上課工作的地方，對於建築物裡的每個房間、角落、動線等都非常熟悉。一旦認出這是 COD，受測者們就開始去尋找熟悉的場景與元素，並且與記憶中的真實情況相互比對，透過這樣的認知過程，建構出對這個空間的理解與感受，發現越多與經驗相符的元素，則存在感益發增強。在這模型裡，印証了想像力是存在感的重要成因之一，即便在模型裡，大部分細節付之闕如，但是受測者會自己與記憶連結，想像這個空間裡有些什麼，這個角落裡平常放了什麼，還會在虛擬空間裡做真實生活中會做的事情來感受空間，例如受測者戊特別喜歡落地窗前某個抬頭向上望就可以看穿天際線的斜角，因此她特別到那個角落去，看看感受是否相同；又如另一位受測者已站在二樓的欄杆前，往開放式中庭看，回憶起現實生活中，她也常常在下課時這樣做，抬頭看三樓四樓學生們走來走去的身影，這些都是記憶與想像在 COD 模型裡引發存在感的例子。

- 辦公空間

而 AWL 辦公室模型，呈現了典型的辦公空間，雖然兩位受測者都沒有到過這裡，但是這個空間並沒有跳脫日常生活熟悉的經驗，從空間的配置、家具、格局、擺設等都能知道這是一個辦公空間，且由於這個模型非常精細，擬真的程度讓人覺得真的身處在這個空間裡，真實感很強烈，好似可以直接坐在椅子上，或是讓人想伸手去觸摸桌上的文件。在這個空間裡只要直接的感受，不須任何認知作用的轉換，如想像或與記憶比對等，就能感知此空間。但是這個模型也因為精細程度較高而導致模型的呈現速度上沒有很流暢，這種頓挫的感覺太直接明顯，讓人很想停下來，因而降低了在空間中行走的流暢感，也減弱了被引發的存在感。因此在精細度的追求以及呈現速度的流暢，必須達到一個平衡，否則都將造成存在感的中斷。

- 教堂空間

巴黎聖母院也是一個很精細的模型，加上背景音樂，受測者們都非常融入這個空間裡，特別是哥德式教堂的高聳結構，整個模型經過投射後空間非常的巨大，益發顯得在裡面的人的渺小，在這個空間裡，受測者們均提到幾乎忘了這是在 C6 的小房間裡，也分辨不出哪一個方向才是門開啓的部分。另外在這個模型裡，可以看到窗外的藍天與雲層，兩位受測者都想走出去，而這模型也真的可以走出，從外頭觀看，其中一位受測者想出了很好的操控方式：將控制器指向背後，身體卻面向前對著模型，很像真實世界裡邊倒退著走邊欣賞教堂的情況；而在 C6 裡，實際上是教堂模型往後退越來越小直到整個教堂都在眼睛視線底下，如此一來，她可以仔細觀察教堂的細部。這是這個模型與其他的最大差異，從外部可以了解整個建築的型態，模型的大小比例等，幫助了解整個空間而不迷失，就像現實生活中，在陌生的空間裡我們習慣先看平面圖，找出自己的位置，與整個空間的關係，才對此空間有所掌握。

- 想像空間

而在最多元豐富的 Firecave 模型裡，受測者們有更多不自覺的身體移動，如轉身，低頭，前傾，不自主前行而非以控制器操作等，隨著這些身體動作，引發更多主動的知覺，並且與空間發生互動，而非單純被動地瀏覽觀看而已。透過這樣的認知機制，瀏覽者的注意力將提升至另一層次，更容易引發身在其中的存在感。存在感的引發與注意力有關，而空間中的動態元素或物件最能吸引注意，且這些動態元素除了引起注意，更重要的是與瀏覽者之間互動，受測者們小心翼翼地橫跨橋樑、穿越岩洞、閃避火焰，完完全全融入了投影出來的虛擬世界裡，忘了其實自己還好端端在 C6 裡，受測者之一就提到她根本忘記門外的真實世界，門外的工作人員，因為她整個人完全專注在眼前的各個挑戰，不知下一個轉角會不會突然墜落或撞上岩壁。受測者們的這些自然生理反應是存在感發生的客觀證據，顯示整個人被虛擬空間給吸引，所有的知覺與反應等都針對虛擬空間中的場景事物而來，這是瀏覽 Firecave 與其他三個模型最大的差別。

四空間之比較

比較受測者在四個空間的瀏覽行為與反應，可以發現都是不太一樣的空間認知模式，尤其在 COD 與 Firecave 更可看出強烈的對比。COD 是個非常基礎的模型，只有塊面組成跟重點式的色彩點綴，沒有材質貼圖也缺乏細膩的燈光，但是受測者們在這裡瀏覽遊走的過程所呈現的反應，卻非常豐富多元，原因是因為這是她們非常熟悉的地方，只要整體的空間感營造出來後，便很容易與記憶中的真實場景連結，他們知道中庭裡有什麼，哪一間是誰的辦公室，幾樓是哪個年級的教室，受測者之一甚至指著空無一物的房間，開心地說著這是她的 Studio，她的位置就在那裡！整間工作室還有什麼什麼，彷彿這些景物就在眼前一般。

反觀 Firecave，這是一個完全虛構的空間，只存在於電影場景或是電玩遊戲中，沒有人曾經實際到過這樣的空間，因為未知而引起謹慎與新奇，受測者對於眼前所見的景物如同科幻電影場景活生生呈現在自己面前，那種感覺是很奇特的，受測者們只能依靠想像力來感受這個空間，

這種探險式的想像力，與 COD 裡空無一物的想像力非常不同，一個是真實生活裡熟悉的場景，記憶的片段都在腦中，不費力地即可提取與眼前的空間進行類比；而 Firecave 卻不然，在這空間裡，就像玩電玩遊戲一樣謹慎刺激，無法預知下一個轉角將是什麼地形什麼風景。且由於 Firecave 有許多動態的空間元素，受測者們必須與之反應，注意力與專注力提升，也增強了投入(engagement)的程度，這些都對於存在感引發有加乘作用。下表 5-7 歸納四個模型呈現的差異：

表 5-7: 四個模型之比較

空間類型	內容元素	感官	認知機制	個別差異	
				受測者戊	受測者己
學校空間 COD	a. 基本空間元素 b. 超現實色彩	視覺 (簡單)	記憶比對	非常熟悉	稍熟悉
辦公空間 AWL office	a. 精細物件 b. 材質與質感 c. 光影效果	視覺 (擬真)	直觀感知	相似經驗	相似經驗
教堂空間 Notre Dame	a. 結構與細部 b. 材質貼圖 c. 外部空間 d. 背景音樂	視覺 (擬真) 聽覺(音樂)	直觀感知 經驗類比	未曾到過	相似經驗
想像空間 Firecave	a. 未知空間 b. 動態元素 c. 材質貼圖 d. 音效 e. 互動效果	視覺 (擬真) 聽覺 (音效) 動態	回饋反應 想像	電玩經驗	無

5.3.2 編碼結果討論

經過整個實驗過程，我們獲得了兩位受測者各四份放聲思考口語資料，將這些口語資料根據 5.2 節所建立的編碼系統進行編碼，再予以分析。在 C6 裡，兩位受測者的瀏覽過程所顯現的行為與認知現象，基本上都是依據四個模型的特質而有所差異，我們以編碼架構中的四個範疇之間的關係，來談受測者在完全沉浸式虛擬實境裡引發存在感的現象與模式。

範疇一——空間元素

指的是內容呈現的不同，在本實驗中即是四種型態的模型，內容會影響受測者感知空間及引發存在感的方式，這一點從前面問答資料的整理可以看出，四個模型各自具備不同的空間元素，加之受測者與模型間的關係(如熟悉與否)，形成了不同的感知方式；而針對知覺空間元素來說，

受測者會有不同層級的認知層次：單純的看與描述；再者辨識並稱呼；最後透過注意力機制而決定策略。最後的層級以牽涉到內在認知，但並未透過轉換，意即尚未與記憶連結，或是聯想與想像等類比過程，因此仍將之歸納於範疇一。

範疇二—介面操控

我們發現在實驗過程中，受測者們有許多的時間花在熟悉 VR 新經驗，包括以控制器操控前進後退與左右，飛行的功能，這些新經驗可分成兩種主要形式：

1. 學習與熟悉(learning and familiarizing)：在 VR 空間裡會經歷部分不同或完全不同於真實世界的行為，而受測者經由學習慢慢熟悉，最後發展出適應 VR 模擬空間的新的行為模式。例如使用控制器(controlling wand)前進後退而非利用身體移動。
2. 非真實體驗(non-real experience)：VR 中某些功能如飛行、懸空站立、穿牆而過等是真實世界不會發生的行為(不考慮太空艙等特殊情況)；又如某些失足踩空、失速墜落等雖然是真實世界會發生的情況，但多數人不一定經歷過，因此在 VR 裡經歷這些狀況也算是 VR 新體驗之一。

在不同的模型中，均有上述的 VR 新經驗的情況，且同樣依照不同空間特質而有不同的差別，因此媒介形式雖然是先決的條件，但仍然取決於虛擬空間所呈現的內容。



範疇三—內在感知

則屬於使用者本身的條件，除了人類共通的生理心理機制，形成某些共通的感知空間之現象外，還與個人的經驗、背景、歷練、特質等有關，因為感受是一件主觀的事情，而空間感與存在感更是難以客觀測量的一種心理狀態，特別是存在感，存在感的引發需要使用者本身的投入意願，願意去相信錯覺，相信媒介所呈現的內容是當下的世界。從編碼結果我們可以看到，越熟悉有經驗的空間，並不需要非常擬真或高解析度的呈現，就能引發高度存在感，因為與記憶的連結非常強烈，記憶中的場景自動填補了虛擬空間的不足；而真實世界中未曾經歷過的空間，就需要靠內容呈現的完整度來引發，加上聽覺或是動態效果，同樣可以引起高度存在感。

範疇四—虛實切換

指的存在感中斷的現象，由於虛擬實境需要許多設備、儀器與裝置組成，而使用者需要配戴立體眼鏡，並以控制器操控，因此瀏覽期間難免出現設備上或控制上的問題而造成中斷；另外，虛擬實境某些經驗是異於真實生活的情況的，也有可能造成使用者的不適應，因而無法融入虛擬空間的情境中，以上種種都可能造成存在感被阻斷。從編碼結果中，本研究發現造成存在感中斷的情況包含下列三種。

1. 非預期效果／操控問題(control problem)

非預期或突發狀況(unexpected situation)是指在瀏覽過程中所出現的意料之外的(accidental)、突然發生的(sudden)、唐突不連貫的(abrupt)等等情況；而操控不順(be blocked)的各種問題則是包括無法前進(hinder)、拖慢速度(impede)、不能跨越(obstruct)等等，因控制器(controller)或是模型本身所產生的各種限制阻礙。以上均會造成存在感中斷的現象產生。

2. 覺知實體空間(awareness)

在瀏覽過程中，受測者們偶爾會覺知到 C6 的實體空間，原因常常是當虛擬影像顏色較淺，或大面積而直線的呈現時，投影的效果會被 C6 房間的稜角所干擾，意即受測者會看到兩面實體牆面的交線，此時就會意識到實體空間的存在，而抽離了虛擬空間，造成存在感中斷；另外受測者在漸漸投入虛擬空間的場景之中時，例如想更靠近，想觸摸，此時會突然意識到與 C6 牆面的距離而擔心撞上實體牆面，這也是理智凌駕於沉浸投入，亦是存在感中段的現象之一。

3. 負面效應(negative effects)

最後，則是負面效應的產生，所謂負面效應指的是，VR 所造成的不適感覺，例如速度太快，容易有重心不穩及暈眩的感覺；不小心撞上牆壁(指虛擬空間中的牆面)或失足墜落的感覺，穿越火焰岩漿形成的上下跳動之錯覺，這些動態的效果容易引發所謂的 motion sickness，造成瀏覽者的不適，嚴重的會有暈眩想吐的感覺，這種情況也間接造成存在感被中斷。