臺灣建築學會「建築學報」第 82 期，69~86 頁，2012 年 12 月
Journal of Architecture, No. 82, pp.69~86, Dec. 2012

灣裡聚落空間形態構成與演變之研究

曾憲嫻* 杜宗銘**

關鍵字：空間構成，凸性空間，聚落

摘 要

聚落的實質空間是由許多空間形態元素構成，解析當中的形態因子，可以理解聚落之建築物、戶外空間造成親切尺度，形塑聚落自明性的關聯性；然而在台灣則較缺乏透過空間圖面分析與資料數據，探討上述議題之研究。本研究延續空間語法（space syntax）中凸性空間（convex space）的觀點，進行其定義的再操作，研究凸性空間繪製的唯一性，並且延伸凸性空間的性質，分析構成虛體（void）空間構成的三大類別：凸性區塊、凸性邊界、凸性節點，結合實體空間建築物，形成本研究探討聚落空間演變的空間分析架構，藉由地形圖與統計分析來輔助說明聚落成長過程，據以了解每個時期之間的空間差異性與特性。

A Study on the Spatial Configuration and Transformation in Wan-Li Settlement

Hsien-Hsin Cheng* Zong-Ming Du**

***KEYWORDS*:** Spatial Configuration, Convex Space, Settlement

ABSTRACT

The physical space of settlements and urban is building up from many different spatial elements. Through the analysis of spatial elements, including structures of settlement buildings, friendliness degree affected by outdoor space, the relationship between settlements space and identity could be recognized. Majority of settlement researches in Taiwan were lack of analysis of cartographic and spatial data to explain the crucial role of the spatial development that has been mentioned above. This research continued the theoretical concept of convex space in space syntax. By re-operating the definition, our work stressed on the uniqueness of draw space, extend the character of convex space, and construct the three categories of void space which are convex plot, convex edge, convex node. By combining solid space, buildings, the structure discusses the development of settlement space. This study explains the development process of settlement, the differences of space and characteristics between each period by the topographic chart and statistic analysis.

* 成功大學都市計劃學系副教授（通訊作者 Email: janeshin@mail.ncku.edu.tw）
Assistance Professor, Graduate Institute of Urban Planning, National Cheng-Kung University, Taiwan
**成功大學都市計劃學系碩士生
Master, Graduate Institute of Urban Planning, National Cheng-Kung University, Taiwan

2011 年 2 月 21 日受稿，2012 年 7 月 17 日通過

一、前 言

空間演變是一種社會秩序交互作用所產生的現象，隨著時代的演進、人類社會的變化速度與日俱增，聚落也在歷史的演變中不斷改變或擴張，現階段的聚落空間已經無法從靜態的觀點來探討，應結合時間軸的演變，以進行研究探討。然而聚落空間分析經常欠缺數據量化的依據，導致空間的性質難以明確地被解析，尤其是台灣地區老舊聚落空間有機性的成長，空間紋理的複雜程度高，難以被既有的空間分析方法完全解決，因此本研究發展應用於老舊聚落空間分析的方法，可以了解該地區的演變特質。

聚落空間形態組成因子的基礎理論中，本研究所採用之「圖面分析與圖解理論」，將空間構成性質用量化的方式與地圖來作呈現，其主要透過不同的空間構成因素，探討虛體（voids）空間、實體（soilds）空間之相互關係。而本研究所選擇的實證基地乃考量台灣早期海岸聚落（coastal settlement）發展模式的重要原型爲比較基礎；海岸聚落的台南市灣裡聚落於西元 1647 年即發現首批人群活動的記載，是很好的分析樣本。本研究試圖從灣裡聚落既成的不同時期空間發展演變地圖，進而找出三塊不同發展紋理的地區，突破現階段空間分析方法，探討各個時期所形成之虛體空間（開放空間）與實體空間（建築物）之間的關聯性與意義。

二、研究架構

本研究的操作分析架構中包含四大部分。第一部分：首先蒐集當地歷史資料和古地圖，爲了驗證各時期的空間型態原型，界定灣裡聚落空間中三個不同發展時期之區域。第二部分：回顧空間構成與凸性空間的相關文獻，構成本研究所探討聚落空間因子內容。第三部分：針對本研究空間結構因子，重新製圖與進行數據統計。第四部分：承續以上部分，說明空間演變過程中實體空間與虛體空間，各因子的差異性與空間因子間的關聯性。

三、灣裡聚落的環境特色與發展演變

灣裡聚落，別稱臺江七鯤身最早的記載，根據荷人范倫泰之《新舊東印度誌》所載 1627 年「臺灣島嶼澎湖島圖」對臺江及其外圍島嶼描述：「此最後的島嶼、初向南延伸之再稍折向東南，名海堡島者，亦同在沙礁上。灣裡地理邊界鮮明：南臨二仁溪（古稱二層航溪、二贊行溪、二層行溪），西臨台灣海峽；東側以明興路（包含兩側延伸之建物）爲界，北側則爲古時之台江內海[1]一部分。灣裡聚落在過去地圖顯示（如圖 2），爲台江內海的其中一部分，台江內海則在近四百年有相當大的地形改變[2]，至荷據時期（西元 1624 年），台江內海幾經海岸地形的變化，海埔新生地形成聚落，遍佈的魚塭、鹽田[3]與農田的地質形態形成以農漁業混合的複合型產業聚落。

灣裡聚落主要以村路[4]的架構爲核心，灣裡路是連貫整體灣裡聚落發展重要的地區道路，也是早期街村聯外唯一的道路。清代移民拓墾時期由於台江內海尚未淤積，受到沿岸沙丘形狀的影響，交通集中於中央地方幹道上與鄰近喜樹港周遭，故聚落完全集居於僅有的沙丘上，直至西元 1823 年後河口逐漸淤積，形成連結東岸的腹地才出現主要街道（灣裡路）。日治時代之前建築物主要沿主要街道兩旁建闢，西元 1920 年灣裡路正式開通作爲日治時期軍事使用道路，延續早期的巷道繼續發展，建築物向街廓內部填滿，直至趨於飽和，使內部巷弄更具深度；光復之後開闢新的道路，

因應建築物與人口發展強度提高，開始向外新闢街廓；70 年代後，爲發展強度較高的時期，新闢重要幹道連接南北通道，同時使新的建物開闢延伸至新闢道路兩旁，並往外散佈（如圖 3）。



圖 2 灣裡聚落地形演變（圓圈內爲灣裡聚落位置）；底圖來源：《台南縣誌稿》（盧嘉興，1965）

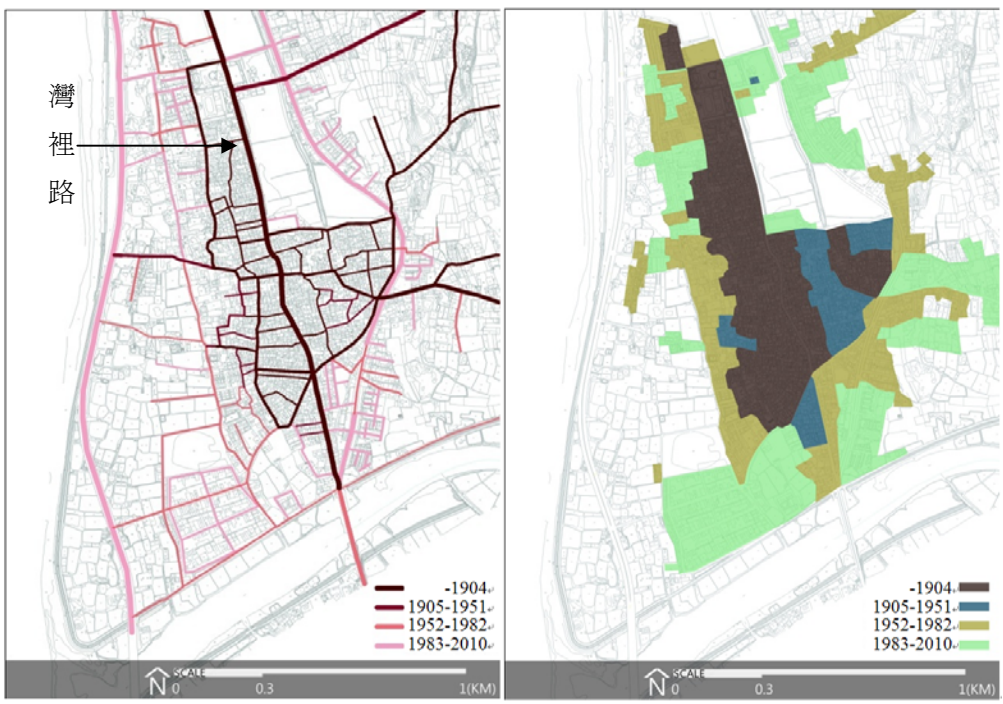


圖 3 街道與區域演變發展

3.3 數據分析之範圍界定

空間數據分析區域主要分爲三個區域，分別依據老舊地圖發展的年代間距作爲劃設的主要原則，產生三個時期分別爲：西元 1904 年以前發展的前期區域、西元 1905 年至 1951 年發展的中期區域、西元 1952 年之後發展的後期區域[5]。本研究礙於各時期圖面資訊的詳細度，不以單區域作歷時性之分析，並考量地區面積與資料數目過於龐大以及部分地區邊界零碎，故於不同時期之區域再次劃設適當的研究範圍（如圖 4）。研究之前期區域爲早期灣裡聚落先民移墾首要的居住空間，區域範圍

內還維持許多舊有紅磚合院形式住屋；中期區域相同面積內人口密度較高，樓房較多，後期區域則是伴隨著明興路開通的蔓延住宅區域，受到現代都市計劃影響，與前兩期的空間異質性非常明顯。



圖 4 研究驗證範圍區域

四、空間構成與分析

4.1 空間語法

空間語法（space syntax）理論是探討人類行爲與都市形態重要的空間理論之一，分析人類在環境中互相交流的關係，並且檢視空間之間的整合性與可及性[6]；西元 1970 年代，倫敦大學用空間語法（syntactic）做爲記錄城市與建築之間的行爲活動和互動之工具。空間語法依賴大規模電腦的多元分析和繪圖，這些知識的系統建立於倫敦大學巴特利特（Bartlett）學院 Hillier 的研究團隊，早期由 Hillier 和 Hanson 建立其理論與量化的研究方法（Hillier & Hanson, 1984），並對空間構成（spatial configuration）進行了詳實的描述，這些系列研究對後來的空間研究有相當大的啓發。

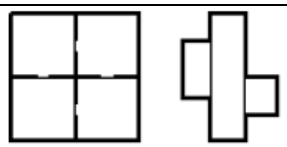
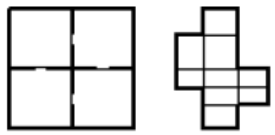
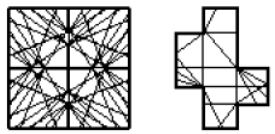
空間語法在實際的都市空間中分割缺乏唯一性（Ratti, 2004），Ratti（2004）提出對空間語法理論觀點的相關質疑[7]與討論，Turner、Penn 和 Hillier 則回應更明確的軸性地圖繪製之定義與方式（Turner, et al., 2005），使空間語法基礎的概念更加清晰。本研究依據該語法所提及之凸性空間的劃分原理，進而改良以發展出一套應用於台灣聚落空間的分割方法。

4.2 凸性空間分割

凸性空間（convex space）分割由空間語法的基本觀點出發，首先以「平面空間系統範圍內最少數量的凸性空間分割模式中，且滿足切割面積最大爲條件」（Hillier & Hanson, 1984），而後以視覺（visual）的觀點，產生「空間中任意一條直線不會被實體物體所阻斷的最大空間」，但此觀點後來引起討論：不清楚凸性空間如何在唯一的大小和尺寸之間中作用。空間語法的發展創造了凸性空間的分割方式，最常提及的方法爲表面分割，可以辨識出凸性空間重疊的部份（overlapping）

（Hillier, 1996），凸性空間分割方法依據 Peponis 等人的研究，包含：最小分割（minimum partition）、表面分割（surface partition）和端點分割（endpoint partition）（Peponis, et al., 1997）（如表 1）。

表 1 凸性空間分割方式

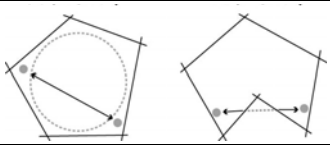
分割方式	內　容	圖　例
最小分割	在既有建築形態上，空間可以保持最遠的凸性完整範圍以取得最少凸性空間爲目標（當不以最少數目的凸性空間作劃分目標時，則有其他劃分方式）。	
表面分割	凸性元素由建築形式的表面來界定，凸性空間的邊界（edge）爲牆面的延伸線，直到延伸的線碰到其的牆面表面爲止，過程中會創造出大量的重疊的空間。	
端點分割	表面分割中同一個凸性空間內的不同點，所產生的視域（isovist）不同，因而產生空間實體端點角落對角線的連接關係。此分割方式加強了表面分割之視域的論點。	

4.3 凸性空間特性

本研究同樣將空間劃分「最大且最少數量」爲定義原則，但是最後劃分的結果相較過去之凸性地圖（convex map）的聯結（link）更爲複雜且空間（point）更爲細碎，因此本研究無延續空間語法之操作方法去探討空間整合（integration）聯結關係，延續凸性空間最初的定義與概念：自由空間中，以任意兩點間可以互相以「直線」通達的空間之最大面積數值來進行分析（如表 2）。

凸性空間表面分割劃分「最少」凸性區塊數目的同時還必須考慮劃分方式的「唯一性」，避免產生空間排列組合的重疊（overlapping）「多樣性」出現，以利後續統計分析。

表 2 凸性空間性質說明

圖例	說明
	凸性空間基礎定義：任意兩點間可以互相以「直線」通達的空間爲凸性空間。反之爲凹性空間（concave space）。
	凸性空間具有無限切割的性質。因此劃分時必須求「最少」凸性區塊且該區塊爲「最大」面積值。

4.4 凸性空間構成

利用地圖可以將聚落空間的虛實關係（solid-void relation）建立基本的空間構成因子，實體部分主要爲建築物群（buildings）因子建構；虛體部分包括凸性區塊（concex plot）因子建構、凸性邊界（convex edges）因子建構、凸性節點（convex nodes）因子建構。

本研究在此稱虛體空間中最小單元爲「凸性區塊」。「凸性區塊」則由實體建築物、圍牆等障礙物[8]的表面延伸虛線「凸性邊界」所構成，當凸性邊界線交於實體空間中的任一端點或兩條延伸線於虛體空間的任一交叉節點，則稱之「凸性節點」（如圖 5）。以灣裡聚落爲例（如圖 6），位於平面中的線條即實體空間介面的延伸，在此稱爲凸性邊界。

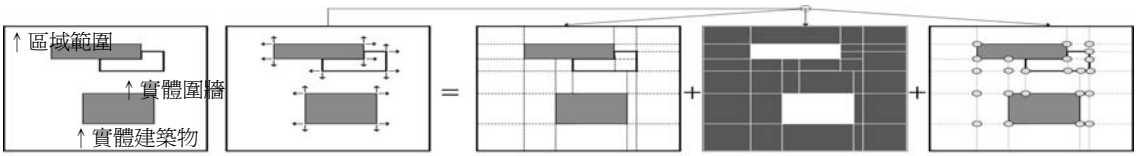


圖 5 凸性分割之圖面示意圖

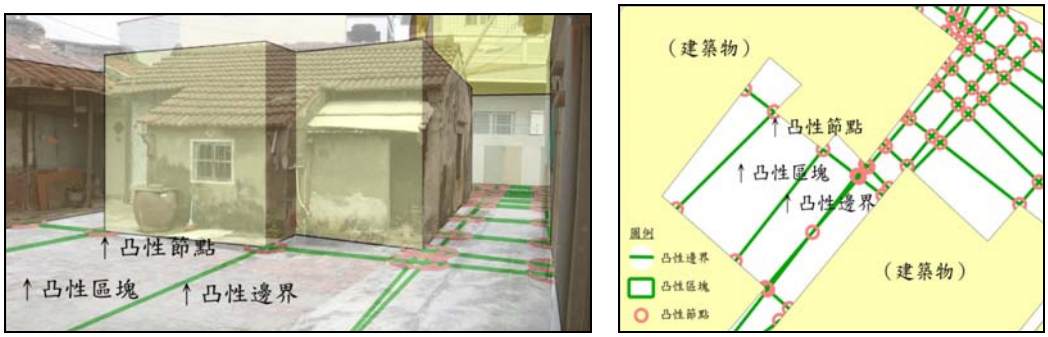


圖 6 灣裡聚落空間實況之凸性空間製圖範例（台南市興南街 124 巷 11 號）

4.5 空間構成之分節關係

成如上所述建築物群、凸性區塊、凸性邊界與凸性節點[9]，此四個類別爲本研究分析聚落構成的主要空間元素，其空間數據資料上，以分節（articulation）、分段和分格[10]的數值關係（如圖 7），可以延伸單位數值所產生的凸性元素之數目或面積（如表 3），此數值在同一地區之不同歷史時期中會產生明顯的差異性質，呈現空間構成關係中互相整合的程度。

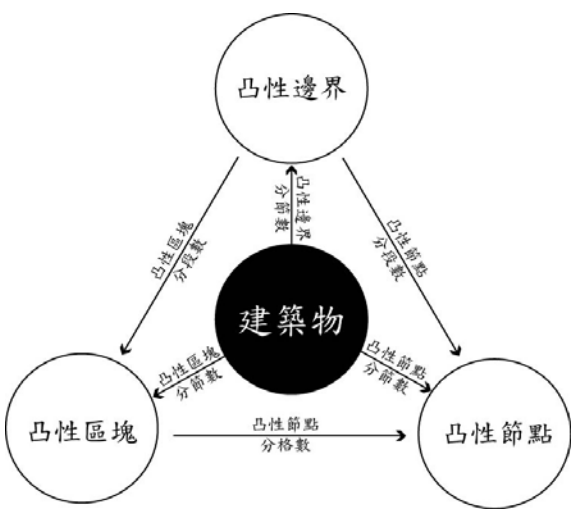


圖 7 空間構成元素之間的分節關係示意圖

五、研究分析

5.1 灣裡地區建築物群之數據分析

在實體空間屬性當中，建築物是空間的主要障礙物，將建築物群因子和項目數據分析如表4。其中第一項「建築物數目」，尚須考量不同面積範圍下的影響，因此依據區域面積的加權係數分別爲前期區域（1）、中期區域（1.05）和後期區域（1.21）。

第二項「建築物樓層數分佈」的平均值是指範圍內的樓層高度之平均值和各樓層所佔比例的趨勢做觀察。第三項「建築物建蔽面積」：區域內建築面積資料之平均值，分布標準差和變異係數（coefficient of variation）的觀察，並且對面積數值分組統計，分析各時期面積組距的比例變化。第四項「建築物建蔽周長」：建築物的周長資料分布之平均值、標準差、變異係數探討外，此外包含建築物面積與周長的線性關係作說明，其線性關係式y=ax+b，a 值與判定係數R2 值的變化。第五項「建築物邊界長度」：建築物平均周長與建築物平均邊界數目的比值，求得邊界平均長度，此數值關係到室內環境與室外環境的實體邊界長度，影響室內的格局與室外的圍塑感受。

第六項「建築物容積」：觀察範圍內樓層高度與建築面積的乘積，計算整體區域的平均值，其數值呈現區域內建築量體包含的空間量多寡。第七項「建築物表面積」：由樓層高度與建築周長的乘積，再與頂部面積加總（如圖8），即建築物在室外所暴露的面積總合，計算整體區域的平均值，其數值表達區域內建築量體外部表面積多寡。第八項「建築物容積緊密度」：建築物容積與表面積之比值關係，說明單位表面積所構成的容積量體，此數值越高代表空間創造效率越高（如圖9：由左而右數值分別爲1.20, 1.30, 1.18, 0.77），即以最少表面積來創造最多的容積空間使用。透過容積緊密度的比例分布，進而推論不同時期容積緊密度的變化。本研究分別指出緊密度低於1.0 的比例、緊密度1.0 至1.5 之間的比例與緊密度高於1.5 比例，強調建築物量體在各時期的轉變。

建築物數目隨時期演變，數值有明顯降低趨勢，呈現灣裡聚落前期的建築物數目較多，並且量體較小，也因此建築物在地面層的聯結關係則相對複雜，當每個建築體視爲節點，移動路徑視爲聯結，則老舊區域各建築量體的聯結關係則顯得更爲複雜。建築物數量作爲該聚落區域行爲活動的聯結數量之因素，則可發現聚落前期區域的路徑聯結量是較大且較複雜的，這也是傳統聚落人群關係較爲密切的因素之一。

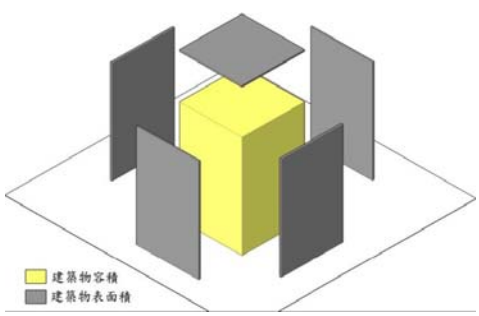


圖8 容積與表面積示意圖

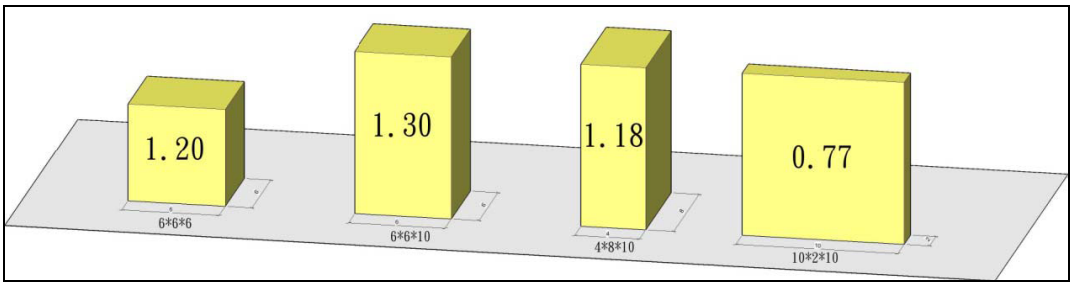


圖9 容積緊密度示意圖

表 3 建築物因子與各時期數值之列表

	項目	子項目	前期	中期	後期	單位
建築物群因子	建築物數目	面積係數加權後	437	348	229	個數
		面積係數加權前	437	331	189	個數
	建築物樓層數分佈	平均值	4.22	4.51	6.23	m
		一樓層所佔比例	69	61	43	%
		二樓層所佔比例	20	26	20	%
		三樓層所佔比例	10	12	26	%
		四樓層所佔比例	1	1	10	%
	建築物建蔽面積	平均值	57.92	71.32	96.22	m^2
		標準差	44.34	71.35	128.81	m^2
		變異係數	0.77	1.00	1.34	
		60-150 m^2 範圍比例	55	54	44	%
		超出 210 m^2 範圍比例	1	5	15	%
	建築物建蔽周長	平均值	32.29	35.59	46.31	m
		標準差	15.43	18.09	32.38	m
		變異係數	0.48	0.51	0.70	
		單位面積提昇之周長	0.3269	0.2262	0.2138	m
		線性回歸式之 R^2 值	0.882	0.795	0.723	
	建築物邊界長度	平均值	5.07	5.69	5.50	m
		邊界平均數目	6.37	6.25	8.42	個數
	建築物容積	平均值	224.20	322.00	599.93	m^3
	建築物表面積	平均值	194.06	232.01	384.98	m^2
	建築物容積緊密度	平均值	1.26	1.39	1.56	m^3/ m^2
		緊密度低於 1.0 比例	44	40	47	%
		緊密度於 1.0-1.5 比例	41	38	25	%
		緊密度高於 1.5 比例	15	22	28	%



圖 10 各時期開放空間與建築物底圖

建築物容積有明顯的增加趨勢，後期區域容積相較前期區域高達 2.46 倍。建築物表面積有明顯增加趨勢，後期區域表面積相較前期區域高達 1.99 倍，以及建築物容積緊密度的平均值也有增加趨勢，後期區域表面積相較前期區域高達 1.24 倍。根據容積緊密度分布比例（如圖 11），容積緊密度大於 1.5 以上的比例隨著時代演變而增加的趨勢，但容積緊密度 1.0-1.5 之間的比例卻隨時期遞減，容積緊密度 1.0 以下的建築物佔總比例雖多，但卻沒有明顯的消長趨勢，故控制灣裡區域整體容積緊密度的變化主要來自於容積緊密度大於 1 的部份。

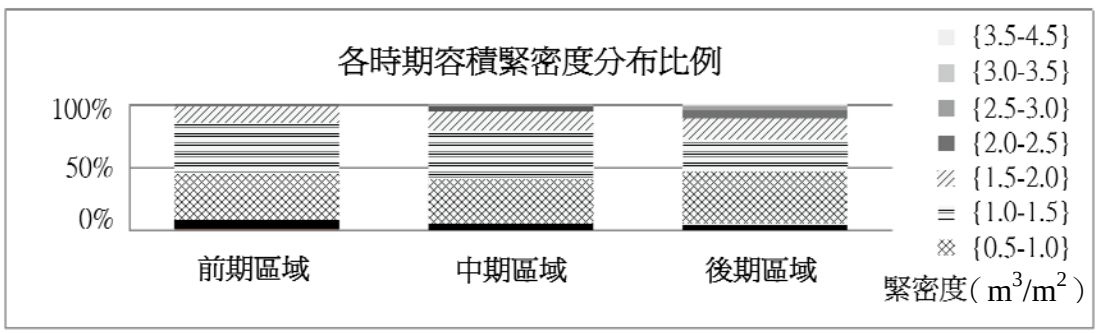


圖 11 各時期容積緊密度分布比例圖

以上數據顯示，隨時期演變的趨勢：後期建築物量體以較少數量的建地和較大的量體空間之建設爲主，並且以空間量體所能提供的使用效率爲優先考量，建築物數量呈現與地面層的聯結關係逐漸降低；聚落住戶居住空間樓地板面積有逐漸成長的現象，影響原因包含後期區域樓層數加高與室內空間增加，聚落老舊區域與當代的建築室內空間尺寸差異所致。

關於建築物樓層較明顯的部分，三至四樓層以上之形式逐漸增加，四層樓的比例在後期階段大幅成長，形成灣裡地區未來主要的建築型態高度。

建築建蔽面積，整體呈現遞增情形，後期區域建蔽面積相較前期區域高達 1.66 倍。建築建蔽面積累計統計圖當中（如圖 12），面積低於 30m^2 的比例無明顯消長關係，60 m^2 至 150 m^2 部分，則隨年代逐漸遞減，至 210 m^2 以上則明顯呈現遞增。面積之變異係數隨時期的演變，逐漸增加則代表後期區域的面積變異程度較大（1.34），前期區域的面積變異較小（0.77）。整體顯示超出 210 m^2（約 64 坪）面積以上的開發未來將逐漸增加，但並非成爲主要構成部分，面積於 90 m^2（約 27 坪）以下的開發形式，依然是主要部分，並且出現建蔽面積的資料離散性之情況也越多。

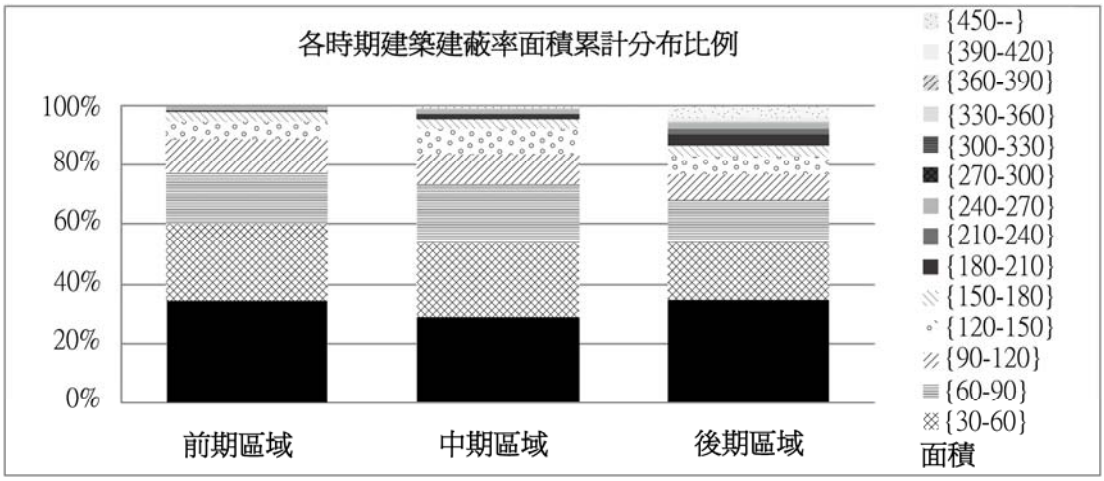


圖 12 各時期建築建蔽面積累計分布比例圖

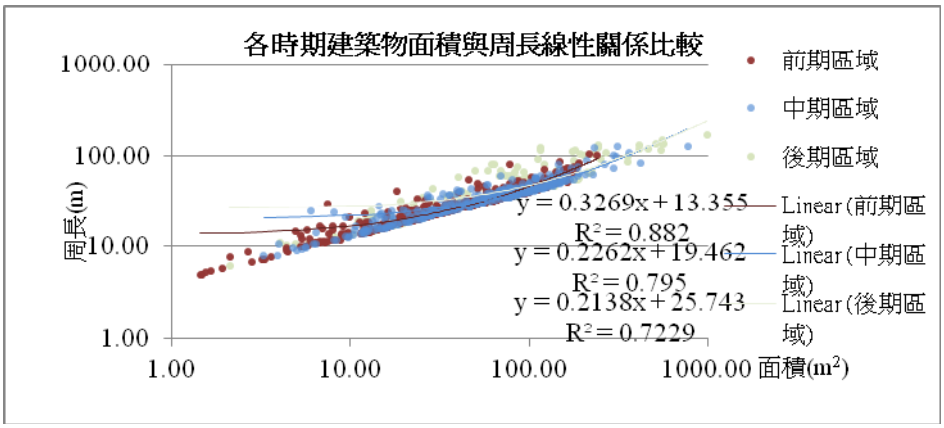


圖 13 各時期建築物面積與周長線性關係比較圖

建築物邊界平均長度沒有受到時期演變明顯影響，建築物邊界的長度與數目則皆有增加，因此後期區域建築物邊界形狀較爲曲折。建築物建蔽的平均周長隨時期演變而增加，周長變異係數也是隨時期演變有增加趨勢，但數值都屬於小於 1 的低差別數值。建築物面積與周長線性關係隨時期的演變，也呈現不同的變化（如圖 13），就面積影響周長而言，前期區域的面積（x）之每單位面積會影響增加周長長度（y）值 0.3269m，隨著時期的演變每單位面積對周長的提昇值逐漸遞減，有此可見，在同數值的面積（x）情況之下，對後期區域的周長（y）值相對前期區域減少，顯示後期區域的建築物形狀較前期區域更爲方整，故在相同面積情況下周長較短。R^2 的數值在不同時期顯

示逐漸遞減，解釋遵循線性迴歸式的變異比例隨著時代演變逐漸變大，後期區域因爲較多極端數值的出現所導致結果較爲離散，數值因此降低。

5.2 灣裡地區凸性空間性質和凸性區塊之數據分析

凸性區塊之子項目與灣裡聚落各時期的數據分析結果如下（如表 5）：

表 4 凸性區塊因子與各時期數值之列表

	項目	子項目	前期	中期	後期	單位
凸性區塊因子	凸性區塊數目	面積係數加權後	8845	8125	2770	個數
		面積係數加權前	8845	7745	2288	個數
	凸性區塊面積	平均值	2.50	2.79	9.17	m^2
		小於 10 m^2 之個數所佔比例	95	94	85	%
		小於 1 m^2 之個數所佔比例	58	58	45	%
	凸性區塊面積比率	凸性區塊面積佔總面積之比例	47	48	54	%
	凸性區塊分節數	凸性區塊分節數	20.24	23.40	12.11	個數
		建築物單位面積之凸性區塊面積	0.87	0.92	1.15	m^2/m^2
	凸性區塊分段數	凸性區塊分段數	3.28	3.73	3.16	個數
		凸性邊界單位長度之凸性區塊面積	0.94	1.00	1.87	m^2/m



圖 14 各時期凸性區塊分割圖

凸性區塊數目隨時期演變明顯降低（如圖 14）；隨時期演變凸性區塊面積的平均值明顯增加，後期區域凸性區塊平均面積較前期區域高達 3.67 倍。針對凸性區塊面積再進行分析，凸性區塊面積小於 10 m^2 之個數所佔比例有減少趨勢（如圖 13），大於 10 m^2 的比例則逐漸增加，大於 10 m^2 的較大凸性區塊會影響戶外空間空曠感的程度；凸性區塊面積小於 1 m^2 之個數所佔比例，是全部凸性區塊面積的主要部分，此部份隨時期演變逐漸降低的趨勢，代表近代的空間規劃較不易產生細

碎的凸性區塊空間。凸性區塊面積佔總面積之比例，隨時期演變有增加趨勢，代表戶外空間面積，隨時期演變有增加的趨勢。

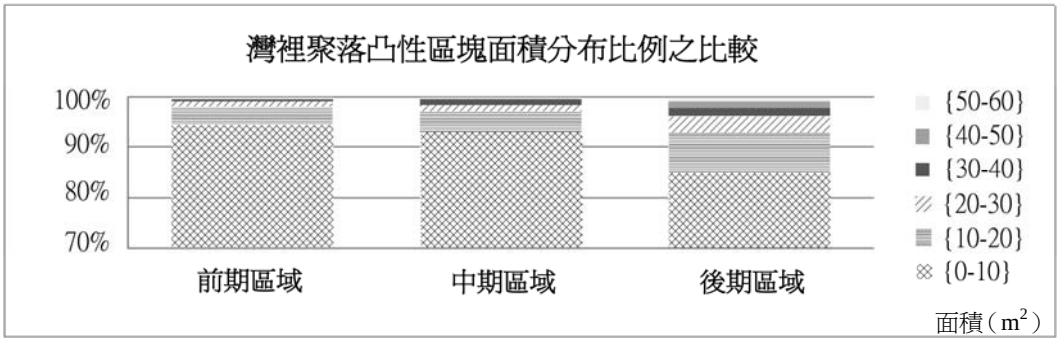


圖 15 灣裡聚落凸性區塊面積分布比例之比較

凸性區塊分節數延伸的建築物單位面積之凸性區塊面積、凸性區塊分段數延伸的凸性邊界單位長度之凸性區塊面積，隨時期演變有增加趨勢。

以上數值顯示，隨時期演變的趨勢爲：整體戶外空間面積增加，具有容納較多活動和公共設施的潛力，空間的空曠感逐漸增加，但空間紋理欠缺變化，細碎的小型分割逐漸減少，空間方向性與戶外空間組成的變化因此減少，行人移動中較不容易感受到豐富方向性。研究中進而發現，整合數值的單位關係，隨時期演變的趨勢爲：居住在相同的建築面積的規模下，後期區域相較得到的戶外開放空間則較大；當行人走在相同長度的凸性邊界上，在後期區域感受到的凸性空間面積則較大。

5.3 灣裡地區凸性邊界之數據分析

凸性邊界數目隨時期演變有明顯減少的趨勢（如圖 16）。主要原因由於後期區域實體建築物相鄰戶外空間的牆面線較爲平直沒有曲折，導致延實體伸線大幅減少。凸性邊界長度平均值隨時期演變有明顯增加趨勢，後期區域相較前期區域高達 1.78 倍。結合該時期區域範圍的建築物高度來檢視，凸性空間剖面尺度平均值有更明顯的增加，後期區域相較前期區域高達 2.63 倍，此外行人所產生的視覺角度[11]有明顯降低（如圖 17）。

表 5 凸性邊界因子與各時期數值之列表

	項目	子項目	前期	中期	後期	單位
凸性邊界因子	凸性邊界數目	面積係數加權後	2695	2179	875	個數
		面積係數加權前	2695	2075	723	個數
	凸性邊界長度	平均值	8.73	10.37	15.53	m
		凸性空間剖面尺度平均值	36.79	46.84	96.84	m^2
		長度低於 3m 的累計比例	38	33	24	%
		長度 3-10m 的累計比例	35	34	32	%
		長度 10-14m 的累計比例	10	10	11	%
		長度 14-24m 的累計比例	10	12	15	%
		長度 24m 以上的累計比例	7	11	18	%
		長度低於 0.52m 的累積比例	6	7	8	%
	凸性邊界分節數	凸性邊界分節數	6.17	6.27	3.83	個數
		建築物單位面積之凸性邊界長度	0.93	0.91	0.62	m/m^2

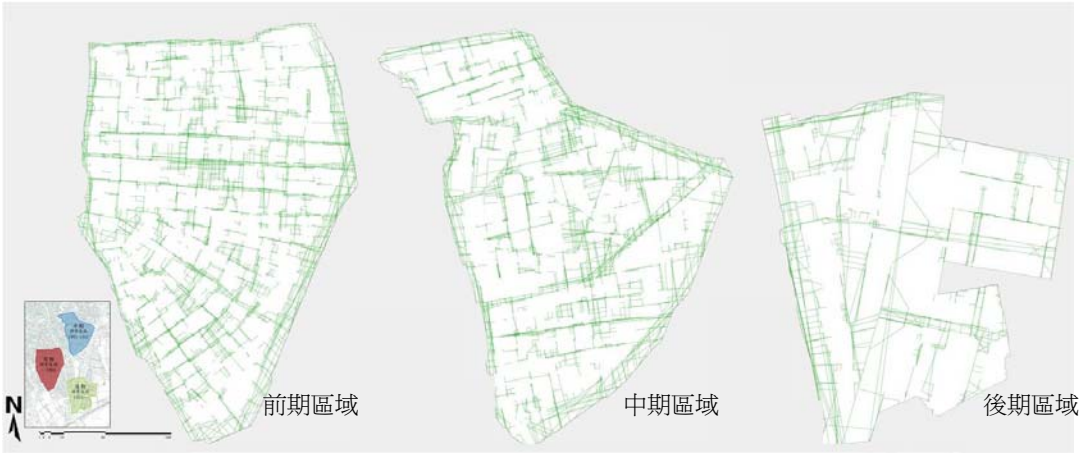


圖 16 各時期凸性邊界分布圖

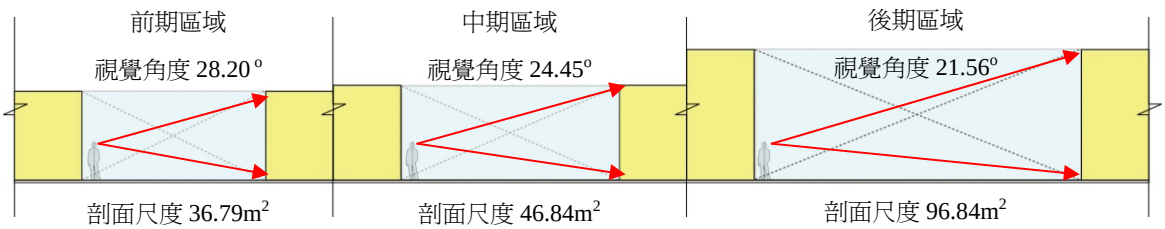


圖 17 凸性空間剖面尺度

根據凸性邊界長度分布比例顯示，凸性邊界長度低於行人肩膀寬度 0.52m，會造成難以通行，然後期區域反而有更多凸性邊界低於 0.52m 的比例。凸性邊界長度低於 3m 在行人空間尺度上屬於狹小的距離，隨時期演變有逐漸減少的趨勢。數值介於 3m 至 10m 的間距在行人空間尺度上屬於狹小但較親切的，隨時期演變有稍微減少的趨勢。凸性邊界長度介於 10m 至 14m 屬於較爲合適行人之空間尺度，可清楚辨識對方臉孔且不會直接產生關係的距離，隨時期演變有些微的增加的趨勢。凸性邊界長度介於 14m 至 24m 屬於合適且親切的空間，但因距離稍遠而失去臉孔的辨識能力，隨時期演變有增加的趨勢。凸性邊界長度 24m 以上的距離，以行人角度則屬於不是親切的的開放空間，隨時期演變有明顯增加的趨勢（如圖 18）。

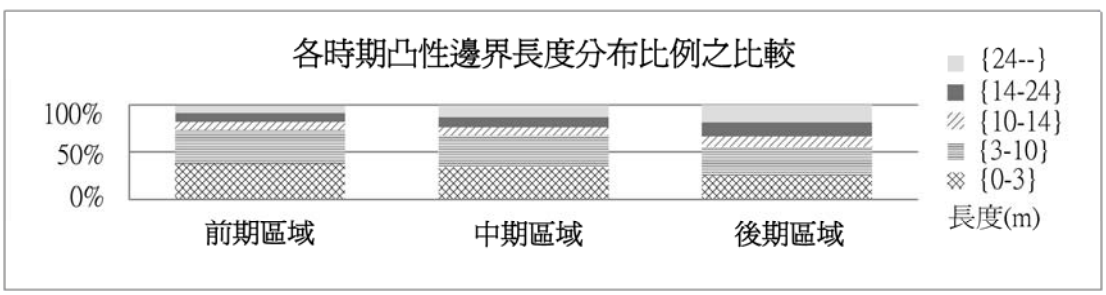


圖 18 各時期凸性邊界長度分布比例之比較

以上數據顯示，凸性邊界數目與長度隨時期演變的趨勢爲：凸性邊界數量降低，造成聚落空間的方向性下降，間接影響空間給行人的感知，例如前進感、方向感、暗示感、引誘感和探索感；凸性邊界平均長度增加，造成空間在行人視覺上的深度增長與角度變小的感受。凸性邊界低於 0.52 公尺的比例有稍微增加的趨勢，早期區域空間的行人穿透能力是較高的，凸性邊界低於 10 公尺的空間逐漸降低，凸性邊界高於 14 公尺的空間逐漸增加，整體而言空間感給人逐漸開闊的感受。

凸性邊界分節數，爲建築物數目整合凸性邊界數目之能力，中期區域隨時期演變有些微增加，就前期區域和後期區域相較而言，後期區域則大幅降低。建築物單位面積整合凸性邊界長度，呈現明顯降低，此數值越高代表在相同建築物面積的條件下，戶外空間具有較多的方向性，以及較深的視覺深度兩項潛力。隨時期演變的趨勢爲：方向性逐漸降低，但視覺深度則逐漸增加，整體建築物單位面積整合凸性邊界長度的能力逐漸降低。

5.4 灣裡地區凸性節點之數據分析

凸性節點數目爲所有凸性邊界的交叉點與端點，此數據隨時期演變有明顯的降低的趨勢（如圖 19）；凸性節點數目明顯減少，空間中則逐漸欠缺自明性的據點，可能導致尋路行爲減少，較少封閉景觀（closing the view）則缺乏景觀的特色，空間較缺乏趣味性。外圍邊界節點數爲範圍邊界與凸性邊界端點相交數目，此數據隨時期演變亦有明顯降低的趨勢，當行人步行與外圍道路空間上，則較難感受到內部空間帶給外圍的暗示感與引誘感，適合汽車快速通過。

以上數據顯示，無論是建築物面積、凸性區塊面積和凸性邊界長度，三個方面整合節點的能力，在後期區域都明顯下降，即人群在居住規模、戶外活動與步行中，相對感受到空間景觀多樣性與方向性的頻率明顯降低，空間形態欠缺構成凸性節點的能力，降低戶外空間的視覺層次。

凸性節點之子項目與灣裡聚落各時期數據分析結果如下（如表 6）：

表 6 凸性節點因子與各時期數值之列表

	項目	子項目	前期	中期	後期	單位
凸性節點因子	凸性節點數目	面積係數加權後	10134	9002	3122	個數
		面積係數加權前	10134	8573	2580	個數
	外圍邊界節點數	範圍邊界與凸性邊界端點相交數目	413	374	227	個數
		單位節點所需外圍周長	2.21	2.61	4.58	m
	凸性節點分節數	凸性節點分節數	23.19	25.90	13.65	個數
		建築物單位面積之凸性節點數目	0.40	0.36	0.14	個數/ m^2
	凸性節點分段數	凸性節點分段數	3.76	4.13	3.57	個數
		凸性邊界單位長度之凸性節點數目	0.43	0.40	0.23	個數/ m
	凸性節點分格數	凸性節點分格數	1.15	1.11	1.13	個數
		凸性區塊單位面積之凸性節點數目	0.46	0.40	0.12	個數/ m^2

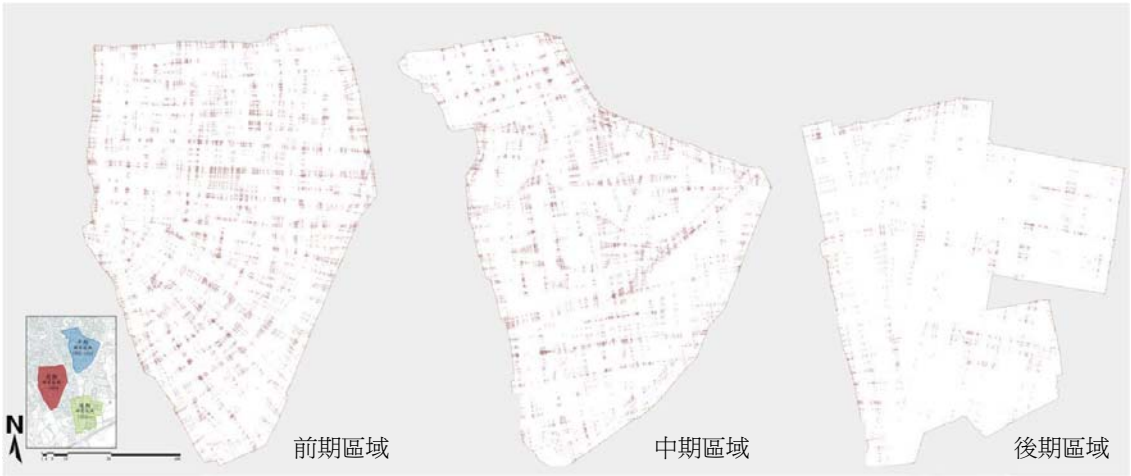
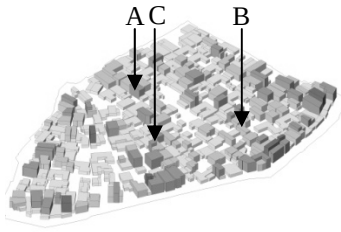
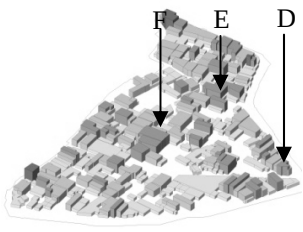
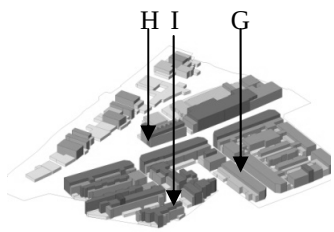


圖 19 各時期凸性節點分布圖

5.5 實際觀測資料對照

下表針對三期研究區域建立觀測資料，透過觀測的照片與量體模型，輔助說明研究中的數據推論，加深行爲觀察感知部分的印象。

表 7 各時期實際觀測資料對照表

	前期觀測區域	中期觀測區域	後期觀測區域
量體透視圖			
實際現況照片			
			

	C 	F 	I 
建築物	地面層聯結關係複雜	←——（相對值）——→	地面層聯結關係簡易
	樓（層數）地板面積較小	←——（相對值）——→	樓（層數）地板面積較大
	面積周長關係離散性較弱	←——（相對值）——→	面積周長關係離散性較強
凸性空間性質	單位容積之戶外空間少	←——（相對值）——→	單位容積之戶外空間多
	空地紋理變化複雜	←——（相對值）——→	空地紋理變化單調
	空間方向性多且微弱，引誘、暗示感受較多	←——（相對值）——→	空間方向性少且強烈，引誘、暗示感受較少
	視覺深度較淺短且角度小	←——（相對值）——→	視覺深度較深長且角度大
	行人穿透能力（比率）高	←——（相對值）——→	行人穿透能力（比率）低
	行人相互辨識能力較強（邊界長度短）	←——（相對值）——→	行人相互辨識能力較弱（邊界長度長）
	空間視覺節點豐富，空間較多記憶性、多樣性與趣味性	←——（相對值）——→	空間視覺節點缺乏，空間較少記憶性、多樣性與趣味性
	靜態空間多（適合人行）	←——（相對值）——→	動態空間多（適合車行）

六、結論和檢討

本研究改良了既有的空間分析方法，針對聚落空間進行了空間構成和統計分析，和一般的質性觀察、手稿分析有何更近一步的發現?未來還可以如何運用?一般研究者礙於行動範圍和視線的限制，只能由觀察到的局部拼湊描繪，藉由地圖輔助空間構成分析則能較有系統地找出關鍵分析的著力處，由研究發現早期的聚落空間，建築物之間的聯結關係之複雜度，使人群流動路徑的變化較豐富。相對的後期的開發建設使整體戶外空間面積增加，具有容納較多人群活動和公共設施的潛力，同時戶外空間的空曠感也較爲增加，但空間紋理欠缺變化。

誠如研究發現，凸性節點數量降低，意味著空間方向性與戶外空間組成的變化因此減少，行人移動過程中較不容易感受到豐富方向性。戶外空間中，大幅減少建築物實體邊界的影響，直接造成戶外空間方向性與凸性節點數量降低。行人視覺深度增加與空間尺度的視覺仰角減少，導致戶外空間閉合感減少，有逐漸趨向空曠（仰角小於 18^{o}）的趨勢，造成行人之間的臉孔辨識能力降低，空間感則較不親切，空間尺度可能影響人群在空間的行爲互動因素之一。無法使人通行的狹窄巷道（建築物間距）的比率增加，代表後期區域內戶外空間通行能力降低，地面層各建築物的連通能力因此

受到阻礙，進而減低人群互動關係。

此外凸性節點因子減少，空間中自明性的特色可能因此減少，間接造成方向性減少，景觀欠缺鮮明、活潑與豐富的聚落意象潛力，戶外空間的視覺層次降低，視覺景觀易變性降低；同時導致尋路行為減少與路景特色的多樣性降低，再則空間欠缺指引與辨識的能力，空間對人心理層面的暗示感、引誘感與框景變化亦可能降低。戶外空間整體偏向動態空間，戶外活動與行徑過程中，感受空間的變動頻率降低，亦即空間較缺乏使人停留的正性（positive）空間圍塑，此因素可能間接影響人群的活動交集的頻率。綜言之，藉由這些被抽離出來的凸性空間因子分析，很明顯地反映出現代空間規劃設計所忽略的虛實空間處理問題，是以為未來在傳統聚落進行規劃時，應注意考量之部分。

本研究由於無法論述同一區域內諸檢視因子於部份與整體、於部份與鄰近周邊區域、以及於部份與部份之間之整合性差異關係，以致難以對應更細微之空間與行為預測，後續研究建議進而選擇同一區域內之上述諸因子作差異性比較以獲取更細微之空間形態與行為模式解析。

參考文獻

周菊香（1992）。*府城今昔*。台南市：臺南市政府。

臺南市政府編（1996）。*續修臺南市志*。台南市：臺南市政府。

歐陽志敏，張仲一，盧紹曾譯（1994）。*圖解道路型式與都市景觀*（原作者：J. McCluskey）。台北市：田園城市。（原著書名：*Road Form and Townscape*）。

盧嘉興（1965）。*鹿耳門地理演變考*。台北市：中國學術著作獎助委員會。

Hillier, B., & Hanson, J. (1984). *The Social Logic of Space*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Hillier, B. (1996). *Space is the Machine*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Peponis, J., Wineman, J., Rashid, M., Kim, S. H., & Bafna, S. (1997). On the description of shape and spatial configuration inside buildings: Convex partitions and their local properties. *Environment and Planning B: Planning and Design*, *24*(5), 761-781.

Ratti, C. (2004). Space syntax: Some inconsistencies. *Environment and Planning B: Planning and Design*, *31*(4), 487-499.

Turner, A., Penn, A., & Hillier, B. (2005). An algorithmic definition of the axial map. *Environment and Planning B: Planning and Design*, *32*(3), 425-444.

REFERENCES in English

Ciou, J. S. (1992). *The Past and Present of Tainan City*. Tainan: Tainan City Government.

Hillier, B., & Hanson, J. (1984). *The Social Logic of Space*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Hillier, B. (1996). *Space is the Machine*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Lu, J. S. (1965). *Geographical Evolution of Lu-Er-Man*. Taipei: Grant Committee of the Chinese Academic Works.

Ouyang, C. M., Chang, C. Y., & Lu, S. T. (Trans.) (1994). *Road Form and Townscape* (Original author: J. McCluskey). Taipei: Garden City Publishers.

Peponis, J., Wineman, J., Rashid, M., Kim, S. H., & Bafna, S. (1997). On the description of shape and spatial configuration inside buildings: Convex partitions and their local properties. *Environment and Planning B: Planning and Design*, *24*(5), 761-781.

Ratti, C. (2004). Space syntax: Some inconsistencies. *Environment and Planning B: Planning and Design*, *31*(4), 487-499.

Tainan City Government (1996). *Reconstructing Tainan City Record*. Tainan: Tainan City Government.

Turner, A., Penn, A., & Hillier, B. (2005). An algorithmic definition of the axial map. *Environment and Planning B: Planning and Design*, *32*(3), 425-444.

註 釋

1 臺南市政府編（1996）《續修臺南市志》所述，「道光三年（1823）的一次大洪水，導致原本流入將軍溪的曾文溪改道注入台江，一時泥沙瘀填之跡明顯可見，台江不復爲內海。」。

2 盧嘉興（1965）著《鹿耳門地理演變考》中有輿圖之描繪手稿。

3 根據周菊香（1992）所述，民國十二年（西元一九二三年）新闢灣裡鹽田三十六甲。

4 根據 McCluskey（歐陽志敏等譯，1994）所述，村路分爲路側型和廣場型。路側型：主要爲線型，沿著一條街道或在十字交叉處延伸一段距離；廣場型：旁邊爲建築物實體所圍繞。

5 時期的界定是根據最早能夠解讀空間型態的地圖而定。

6 根據 Hillier & Hanson（1984）整合性（integration）：空間語法（space syntax）理論中提到整合圖（Integration Map）可以判別每個空間或者每條空間軸線與其它所有空間或軸線之間連結的關係。此外可及性（accessibility）是在說明整合圖（Integration Map）的其中現象之一，利用元素間彼此連結關係來衡量地區的空間結構。

7 Ratti（2004）對空間語法理論的質疑提到三個論點：其一缺乏三維空間（3D）與公制的的訊息建立。其二所有軸線的繪製過於武斷，以致軸線空間地圖不明確。其三提出數個在其研究中所發現軸線地圖繪製的誤差。

8 本研究只針對實體建築物與實體圍牆作爲製圖的劃分依據，不包含其他雜項設施障礙物。

9 建築物: 創造空間分節數，在同一區域，單位建築物數目所產生凸性區塊、凸性邊界與凸性節點的數值。凸性邊界: 創造空間分段數，在同一區域，單位凸性邊界數目所產生凸性區塊、凸性節點的數值。凸性區塊: 創造空間分格數，在同一區域，單位凸性區塊數目所產生凸性節點的數值。

10 「分段」與「分隔」在此的動詞意義同爲「分節（建築物）」（articulation），由於三者的分子對象不同，故呈現的名稱爲了方便區分，另取了「分段（凸性邊界）」與「分隔（凸性區塊）」。

11 根據 McCluskey（歐陽志敏等譯， 1994）所述，角度越高閉合感越高；角度越小閉合感越小。