

東海大學

景觀學系

碩士論文

Thesis for the Degree of Master  
Department of Landscape Architecture  
Tunghai University

指導教授：吳佩玲博士  
Advisor：Pei-Ling Wu, Ph.D.

應用衍生式設計方法於景觀設計流程  
The Application of Generative Design Method in  
Landscape Design Process.

The seal of Tunghai University is a circular emblem with a scalloped outer edge. It features the university's name in Chinese characters '東海大學' at the top and 'TUNG HAI UNIVERSITY' in English around the bottom. The year '1955' is inscribed at the very bottom. In the center, there is a cross-like symbol above a stylized landscape or architectural element.

研究生：陳盈潤  
Graduate Student：Ying-Jun Chen

中華民國一百零一年十二月  
December, 2012

## 【摘要】

隨著電腦科技與數位媒材的進步，設計思考與工具不斷的相互刺激，而發展出新的設計方法，例如：衍生式設計方法，這類設計系統是理性設計思考與電腦輔助設計下的產物，因此，本研究目的在於以衍生式設計方法為基礎結合景觀環境分析擬定環境限制條件、規則、參數設置以及演算輔助景觀設計者之設計思考，藉由回饋設計過程，更改參數與規則，生成多種替選方案，記錄設計思考，減少設計思考過程的斷裂，再經由景觀設計者選定結果，建構出一套具清楚思考邏輯之景觀設計流程，並且透過專家訪談驗證此流程是否能輔助景觀設計者的思考過程。

本研究採取實證研究的方式進行，選定私人景觀住宅，依據本研究所建構之操作流程，一、基地資料蒐集與分析，提出基地具有潛力與限制之影響因子，產生設計概念與目標，二、設計發展之空間分區階段，依據業主需求與分析擬訂規則與條件，隨機生成配置成果，得出多種替選方案，三、設計發展之平面配置階段，藉由仿生規則擬訂，導入空間分區中，得出空間配置，界定空間與植栽分佈，四、設計發展細部設計階段，仿生規則擬訂轉化為三度空間設施操作，得出多種替選方案，生成各種景觀設施。依據本研究操作流程進行訪談景觀專業設計者對於此流程在景觀設計操作上之幫助與看法，得知此流程能夠輔助景觀設計者隨時回顧設計過程、快速生成可能之成果以及提供清楚具邏輯思考的操作模式。

關鍵詞：電腦輔助設計、設計思考、衍生式設計方法

## **【Abstract】**

With the advances in computer science and digital media, design thinking and design tools are mutual stimulus to developed new design methods. For example: Generative design method. This design system was developed in design thinking and computer aided-design. Therefore, The purpose of this research is the application of generative design method combined with landscape analysis to set constrains, rules, parameter and algorithms to assist landscape architects thinking, by the feedback design process, modify rules, to generate a variety of alternative, record design thinking, reduce design thinking broken, and through designer choose results to construct clear logical thinking landscape design process, and through expert interviews to test and verify this process whether to help the designers thinking.

This research is empirical study, the site is private house. According to this research propose process: 1. Site analysis, to analyze opportunities and constrains in the site and generate design concept. 2. Spatial zone , according to proprietor and analysis to set rules and constrains, randomly generated spatial zone, get variety results. 3. Layout, by the bionics rules generate into spatial zone, defined space and plants. 4. Detail design, set bionics rules transform into facilities, get variety results. According to this research propose process interviews landscape designer for this process views, the process can help landscape designer feedback design process, generate possible results quickly and provide clear logical thinking.

Keywords : computer aided-design, design thinking, generative design method

## 誌謝

東海兩年的研究所生涯，在設計上學習到不同的視野，在論文寫作上學習到清楚的邏輯思維，這都要感謝我的指導教授吳佩玲老師，對於設計給我無限的啟發，讓我感受到老師對於設計無拘無束的創造力，對於論文不斷的與我討論有興趣的方向，也鼓勵我寫作上的信心。

感謝東海建築的邱浩修老師，大方的允許我參與他的數位構築課程，開拓了我對於不同軟體的思維與技能。特別感謝侯錦雄老師、李素馨老師、陳上元老師以及李元榮老師，在口試的過程中，給我許多寶貴的意見，刺激我在這本論文上有不同的觀點與見解。

感謝一路陪伴我六年的陳盈婷，從大學到研究所因為有你的支持，改變了我的想法而考上研究所，因為你的包容，無論多累也時時刻刻與我討論設計與論文的內容，也因為你的鼓勵，才能讓我在研究所求學中堅持下去。

感謝研究所所有的學長姐，給予課程上許多的建議以及提醒，感謝研究室的同學，在這期間互相扶持與鼓勵，歡樂的度過研究所艱辛的課程以及感謝學弟，熱心妥善的處理口試事宜，感謝東海景觀系男籃，平時有你們的陪伴，才能讓我適時的放鬆，有更多前進的動力。

最後要感謝我的父母，從小到大的栽培與無怨無悔的支持與付出，祝福你們平安健康、快樂。

陳盈潤 謹誌

中華民國 一百零一年十二月十七日 東海大學

# 目錄

<b>第一章、緒論</b> .....	<b>1</b>
第一節、    研究動機.....	1
第二節、    研究目的.....	4
第三節、    研究流程.....	5
<b>第二章、理論探討</b> .....	<b>7</b>
第一節、    電腦輔助設計(Computer aided-design ) .....	7
第二節、    衍生式設計(Generative design) .....	10
第三節、    景觀規劃設計方法與程序.....	31
<b>第三章、研究方法</b> .....	<b>35</b>
第一節、    研究流程.....	35
第二節、    專家訪談.....	44
第三節、    研究工具與圖資.....	46
<b>第四章、研究結果與討論</b> .....	<b>49</b>
第一節、    研究範圍.....	49
第二節、    基地資料蒐集與分析.....	51
第三節、    設計概念.....	63
第四節、    設計發展.....	63
第五節、    專家訪談結果.....	90
<b>第五章、結論與建議</b> .....	<b>93</b>
第一節、    研究結論.....	93
第二節、    研究建議.....	95
第三節、    研究貢獻.....	95
第四節、    研究限制.....	96
參考文獻.....	97
附錄一、上位與相關計畫.....	102
附錄二、相關法令與政策.....	103
附錄三、訪談記錄.....	105

## 圖目錄

圖 1-1	衍生式設計流程	3
圖 1-2	研究流程圖	5
圖 2-1	Asimow設計行為	11
圖 2-2	Archer設計行為	11
圖 2-3	Rowe Search model	11
圖 2-4	Eastman、Mitchell 設計過程	12
圖 2-5	衍生式設計流程	14
圖 2-6	Grasshopper 操作介面	18
圖 2-7	衍生式多特性設計系統	19
圖 2-8	虛擬建築空間	19
圖 2-9	規則設置	20
圖 2-10	綜合階段	20
圖 2-11	分析單元	21
圖 2-12	流動模型	22
圖 2-13	分類與分層	23
圖 2-14	第一層級	24
圖 2-15	參數設置	24
圖 2-16	限制條件	25
圖 2-17	規則設置	25
圖 2-18	分析系統	26
圖 2-19	第二層級	27
圖 2-20	參數設置	27
圖 2-21	規則設置	28
圖 2-22	分析系統	29
圖 2-23	設計成果	29
圖 2-24	基地特性	33
圖 2-25	景觀設計程序	33
圖 3-1	衍生式設計流程	36
圖 3-2	景觀設計程序	37
圖 3-3	限制範圍圖	40
圖 3-4	限制範圍操作過程	40
圖 3-5	排列規則操作過程	41
圖 3-6	隨機排列結果	41
圖 3-7	操作流程圖	43
圖 3-8	Grasshopper 操作過程	47

圖 4-1	研究範圍圖 .....	50
圖 4-2	設計範圍圖 .....	50
圖 4-3	基地保留區 .....	52
圖 4-4	坡度分析圖 .....	52
圖 4-5	坡向分析圖 .....	53
圖 4-6	交通分析圖 .....	53
圖 4-7	建物分佈圖 .....	54
圖 4-8	土地使用現況圖 .....	54
圖 4-9	基地現況圖 .....	55
圖 4-10	空間現況一 .....	56
圖 4-11	空間現況二 .....	57
圖 4-12	空間現況三 .....	58
圖 4-13	五葉松處觀看視域圖 .....	59
圖 4-14	建築平台觀看視域圖 .....	60
圖 4-15	五葉松處向東側觀看視域圖 .....	60
圖 4-16	第二層平台觀看視域圖 .....	61
圖 4-17	基地西側觀看視域圖 .....	61
圖 4-18	限制條件 .....	65
圖 4-19	限制條件操作過程 .....	65
圖 4-20	空間分區操作過程 .....	65
圖 4-21	三十種空間分區圖 .....	67
圖 4-22	空間分區 10 .....	67
圖 4-23	空間分區圖 .....	67
圖 4-24	血桐 .....	70
圖 4-25	血桐原型操作過程 .....	70
圖 4-26	血桐生長型態 .....	70
圖 4-27	限制範圍與規則轉化操作過程 .....	71
圖 4-28	空間分區配置 .....	72
圖 4-29	空間分區配置操作過程 .....	73
圖 4-30	平面配置圖 .....	74
圖 4-31	剖面圖 .....	74
圖 4-32	血桐轉化操作過程 .....	75
圖 4-33	三十種建築皮層型態 .....	75
圖 4-34	民宿建築成果圖 .....	76
圖 4-35	鳳凰木 .....	77
圖 4-36	鳳凰木原型操作過程一 .....	78
圖 4-37	鳳凰木原型操作過程二 .....	78
圖 4-38	鳳凰木轉化操作過程 .....	79

圖 4-39 鳳凰木轉化整體操作過程 .....	80
圖 4-40 三十種涼亭型態 .....	80
圖 4-41 涼亭成果圖 .....	81
圖 4-42 蟬 .....	82
圖 4-43 五葉松針葉 .....	82
圖 4-44 設定限制條件 .....	82
圖 4-45 設定規則 .....	83
圖 4-46 三十種座椅型態 .....	83
圖 4-47 座椅成果圖 .....	84
圖 4-48 地形紋理 .....	85
圖 4-49 設定限制條件 .....	85
圖 4-50 設定規則 .....	86
圖 4-51 三十種牆體型態 .....	87
圖 4-52 景觀牆成果圖 .....	87
圖 4-53 花園空間成果圖 .....	88
圖 4-60 操作流程圖 .....	90

## 表目錄

表 4-1 訪談問題 .....	44
表 4-2 訪談對象 .....	45
表 4-3 業主需求 .....	51
表 4-4 空間範圍 .....	64
表 4-5 訪談結果 .....	91

# 第一章、緒論

## 第一節、 研究動機

1950 年代電腦用來處理龐大的數據，1960 年代開始出現簡單的三度空間數位建模方式，1970 年代，設計師已經普遍使用電腦輔助設計進行創作(Mitchell, 1997)，1980 年代，電腦圖學與視覺模擬技術逐漸進步，CAD 系統被資訊科學的人工智慧(Artificial Intelligence)等發展所帶動，後期發展三度空間建模系統為參數化實體造型系統(parametric solid modeling)。此系統是設計師輸入的每一個步驟電腦都儲存於記憶體中，即是電腦記錄全部的建模過程與所有輸入的變數，設計者則可以隨時回到設計過程中的任何一項步驟中，更改變數之後，其原先後續的指令電腦會重新計算，因而省去重複動作的時間(McMahon and Browne, 1993; Lim, 2007)。1990 年代以後，三度空間建模系統為變數化實體造型系統(Variational solid modeling)，此種建模系統較先前參數化實體造型系統開放度更大。

隨著電腦科技與數位媒材的迅速發展，Simon 以科學的方式探討複雜的人類設計行為，透過界定問題—了解問題—發展解決方式的模式，因此電腦輔助設計的運用不再只是扮演繪圖的工具角色。電腦的使用可能改變思考模式，成為一種新的思考模式，即設計者盡可能將一個複雜設計案的問題單純化，電腦輔助設計系統(computer aided-design systems)輔助設計者進行規劃設計方案，傳統的實體媒材至當今的數位媒材，數位媒材包含從 SEED 軟體；輔助平面配置演化至現今參數化的 3D 軟體；Rhinceros、Maya、3ds max 搭配常見之外掛 3D 編輯程式 Grasshopper、Generative Component、TOFU&BUBBLE 等，產生不同的空間形式，也引發設計者新的創造力。數位工具的演進與進步，開始影響設計思考的發展，這過程中不只思考影響工具，工具也不斷刺激思考，雖然近來可能由於電腦能力的進步以及性能分析工具的發展提供建築與工程資訊可以幫助設計決策、增加觀察力，但是這些工具仍然是有限的(Alfaris, Merello, 2008)。Oxman (2006)也建議數位設計思考須整合數位設計媒材的智能與複雜流程，創造設計思維的新視野。然而近代出現許多新的設計方法，例如：參數式設計(Parametric Design)，著重於空間外型的操作；演化式設計(Evolutionary Design)，是以演化論為基礎的設計方法以及衍生式設計(Generative Design)，以上的設計方法皆使用數位媒材產生出用手做模型或人腦無法思考的運算

成果。

衍生式設計輔助系統這一類的設計輔助系統是理性設計程序思考與電腦輔助系統下的產物，建立於認知科學與人工智慧的研究方法上，其開始發展的時間可以追溯至 1960 年代。Asimow 於 1962 年提出三階段的設計程序：分析(analysis)階段，著重於了解設計問題與訂定設計目標；綜合(synthesis)階段，致力於替選方案的產生；評估(evaluation)階段，依據設計目標，衡量各替選方案的可行性並做選定。Archer 的主張於 1950 年末至 1965 年初，提出一個操作型的設計模型，從設計操作的角度來看，將設計被視為是一項連續的階段型行動。Alexander 則針對綜合階段的設計行為，以理性的數學模型來探討，標示以電腦作為設計輔助工具的可能性。1970 年代，Eastman 與 Mitchell 等學者以資訊處理的認知理論(information processing theory)為基礎，將設計的過程視為「問題定義(specification)、方案產生(generation)、答案測試(evaluation)」成為一系列循環的問題解決(problem-solving)過程。以往早期的建築、景觀在設計與概念中，需要長時間去產生一個新的解決方案，因此設計團隊僅能提供有限的設計方案給客戶(Rashad, Alfaris, 2008)。

衍生式設計輔助系統(generative design systems)基於參數化建模，支持設計作為一個新的設計過程，主要功能在於：透過各種自動生產的機制(generative mechanism)，用來協助設計者快速產生可能之結果，提供多種方案選擇(簡聖芬，2000)。衍生式系統是一個規則為基礎的系統，當分析系統提供設計方案一個工具，此系統在於培育多樣的選擇設計方案中，提供一個強大的機制(Rashad, Alfaris, 2008)。衍生式系統使設計者更加簡單快速的去生成和探索設計方案，給予設計者更多選擇的可能性並且瞭解設計者的思考過程，再評估其優缺點，從中挑選出最適的設計方案(簡聖芬，1999)。衍生式設計流程是由三點所組成的，設計概要與架構、創造變化之方法、選擇理想的結果。衍生式設計方法依賴 CAD 系統為基礎，是被設計可用來工作在所有不同層面或領域的設計發展步驟，更可以幫助設計者跨越最初的概念設計到最後的細部設計，近期的衍生式設計輔助系統更結合早期研究的成果，著眼於設計問題的複雜性，企圖提供較多元的設計輔助，協助設計者進行平面空間規劃以及 3D 量體分析。

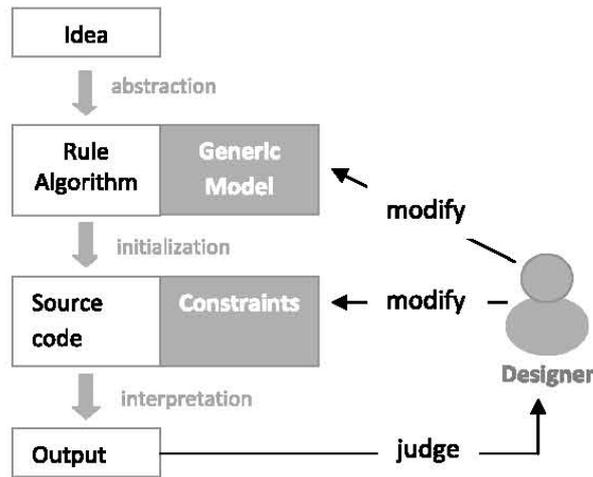


圖 1-1 衍生式設計流程

(資料來源：Sivam Krish, 2011)

隨著衍生式設計與電腦輔助設計工具的進步發展，國內外學者也針對於空間設計上採用衍生式設計方法探索理性的空間配置。2001年，簡聖芬以衍生式設計系統輔助建築設計教學，2007年曾涵筠，在住宅空間情境與建築皮層控制，以衍生系統化的流程，處理數位設計操作，藉由數位的手段，引發設計上的啟發，甚至改變一般設計思考的方式；2011年，陳鏡銓於以模矩化的概念衍生設計，發展出一套住宅形式的配置生產的自動機制。2008年，Rashad 與 Alfaris 是以一個位於 Riyadh, Saudi Arabia 正在建設中的商業辦公大樓為實驗設計基地，以衍生式性能為基礎的設計方法產生更好的性能和更永續的建築，協處理複雜的設計去生產建築，可以高度地執行更多性能的標準。Alfaris 與 Merello 於 2008 年，透過試驗性虛擬的計劃證明此系統潛能，考慮多性能空間計畫的問題，定義它們與環境的介面。綜合上述相關案例文獻，衍生式設計方法皆是使用於建築空間設計上，且是以既有的建築案例或虛擬的建築空間來測試衍生式設計方法，較無案例應用於景觀設計上，採取實際的基地做為操作實證。因為對於景觀設計而言，設計者之構想發展和設計操作是與整體環境具有高度的相關連結，因此，藉由此方法應用於景觀空間設計上，是值得考量的。

有鑑於此衍生式設計輔助系統能夠協助設計者在空間設計上之思考，相對地，也能幫助景觀設計思考從調查至空間配置的產生。Brown、Corry 於 2011 年提出景觀設計需要的是更多有證據的設計。雖然景觀設計的方法與程序，有一個規律的流程，經由基地分析、案例分析、概念構想、設計發展、設計成果至細部設計施工圖，亦可能因為設計者想法與分析不同而發展出不同順序的設計過程，然而景觀設計與環境高度的關聯可運用環境分析與衍生式設計方法擬定環境限制條件與規則設定方

能輔助景觀設計者用來發展設計，也可經由電腦輔助設計工具輔助景觀設計者生成較自由與複雜度較高的景觀設施以及記錄設計的思考，減少設計思考過程的斷裂，且能夠隨時的回饋設計過程，更改限制條件與規則，經由設計者評估依照符合目標的成果而選擇合理解決問題的設計，發展出較清楚之設計流程。因此，藉由有系統的設計方法與程序以及電腦輔助設計，能夠在景觀設計操作中提供一個理性且具說服力的方法。

## 第二節、 研究目的

本研究的目的是在於運用衍生式設計方法發展出一套有系統之設計流程，運用參數化建模軟體為輔助工具，導入景觀規劃設計流程中，提供景觀設計一個具清楚的邏輯思考模式，因此藉由此方法的概念與流程，擬訂出一個景觀設計流程之架構，其研究目的如下：

- 一、以衍生式設計方法進行設計操作，運用參數化建模軟體(Rhinoceros)搭配其外掛程式(Grasshopper)生產空間分區、空間配置與其他設計成果。
- 二、以「衍生式設計方法」發展出一套系統化的設計流程，提供景觀設計一個邏輯清楚的設計思考模式。

### 第三節、 研究流程

本研究由以下流程進行，將依研究結果，提出一套操作流程，以供後續研究參考：

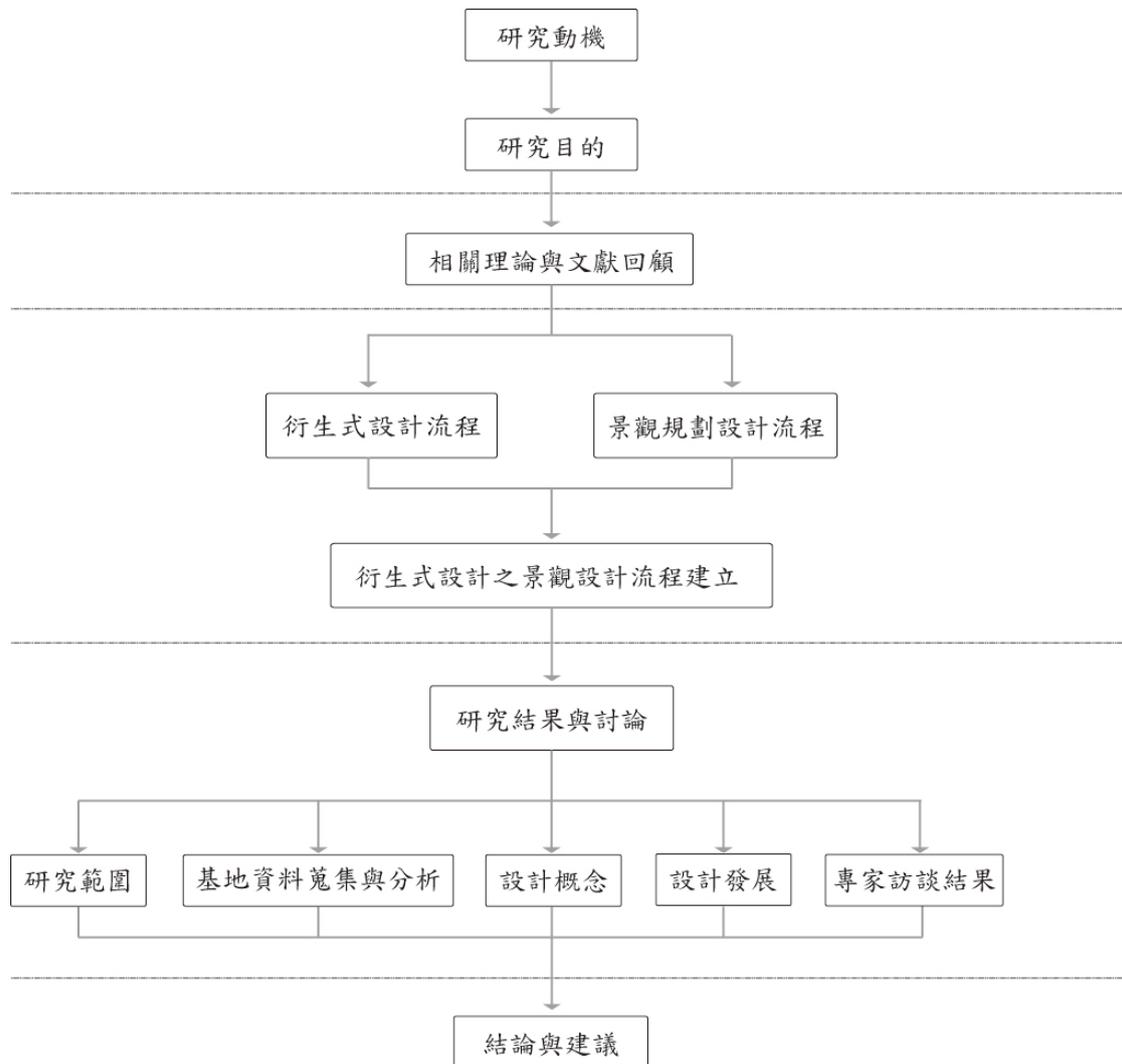


圖 1-2 研究流程圖



## 第二章、理論探討

### 第一節、電腦輔助設計(Computer aided-design)

#### 壹、電腦輔助設計發展

在1950年代，發展電腦是為了處理數據，1960年代，開始出現簡單的三度空間數位建模方式。此時設計師的思考設計仍然以紙筆為主，3D數位空間模型只是作為設計呈現之用，而後設計自動化之理想興起，但僅只於探索電腦化之可能性，此時期的電腦輔助設計已經從開始進入到應用階段。

1970年代，設計師已經普遍使用電腦輔助設計進行創作，將資料庫所得之資源應用於設計上，包含建築結構、材料計算以及能源計算等(Mitchell, 1997)，當時的三度空間建模系統為曲面造型系統(surface modeling)，曲面造型系統是用多個視角來描述同一件數位三度空間模型。也就是說用三視圖等多個視角以及輔助線的幫助來表達三度空間的立體感，但這些發展對於設計上的看法只停留於工具化的階段。

1980年代，電腦圖學與視覺模擬技術逐漸進步，CAD系統被資訊科學的人工智慧(Artificial Intelligence)、知識性系統(Knowledge Based System)以及專家系統(Expert System)發展所帶動，至於模糊理論與類神經網絡等被應用於建築設計上，在此期間，規則式的生產系統(rule-based production system)，或以專家知識(knowledge-based)為根基的系統成為主導(邱茂林, 2003)。

1980年代後期，三度空間建模系統為參數化實體造型系統(parametric solid modeling)。此系統是設計師輸入的每一個步驟電腦都儲存於記憶體中，即是電腦記錄全部的建模過程與所有輸入的變數，倘若輸入的動作有其規則與因果關係，設計者則可以隨時回到設計過程中的任何一項步驟中，更改變數之後，其原先後續的指令電腦會重新計算，因而省去重複動作的時間(McMahon and Browne, 1993; Lim, 2007)。

1990年代以後，三度空間建模系統為變數化實體造型系統(Variational solid modeling)，此種建模系統較先前參數化實體造型系統開放度更大，無須每一步驟皆輸入準確的參數。因此，在建模過程之中，數位模型尺寸是可以隨時調整與輸入的。

電腦輔助設計(CAD)軟體至今的發展已超過20年，CAD的發展的關鍵因素在於：個人電腦的發明、電腦圖學的發展、人工智慧與認知心理學的研究、多媒體技術等(邱茂林，2003)。數位軟體所模擬的空間呈現方式為3D數位空間模型，比起實體媒材也更容易快速建立以及編輯修改(Abadi，1996)。而電腦輔助建築設計發展至今，數位三度空間模型已經越來越接近於真實完成後的建築，無論是空間形式、光影的變化，顏色材料或是質感，甚至可以進行動態模擬以及根據物理引擎的輔助所模擬的如重力、彈性等物理狀態特性(Lim，2007)。

## 貳、 參數化模型

參數化實體造型，運用電腦的計算能力提高設計者的能力，設計者在設計的過程中，可隨時來回調整設計；而變數化實體造型系統的發明，賦予設計師更大的設計彈性，無論是形狀或尺度都不必受限制，且不僅可以是幾何參數，也可以是溫度、材料等屬性參數，隨時能夠調整，甚至只需要給予規則與參數，電腦會計算合理的結果，達到了電腦自行做設計的程度，設計師只需要挑選計算後符合的結果，隨著電腦技術與工作環境之改變，電腦輔助設計從過去的輔助繪圖工具轉變成為輔助設計之活動，包含設計過程中的概念發展、可行性分析、替選方案評估等活動。

電腦輔助設計之發展轉變為參數化的設計，產生一種新的方式或環境以協助設計思考以及設計表現，此參數化模型是一種透過參數模型的建構與調整，來思考設計的方式。有別於傳統設計者慣於根據特定設計條件，透過經驗直接決定設計的形式，參數化模型乃是藉由動態地控制影響設計的參數關聯因子，來即時生產、評估、調整設計方案之幾何形式的設計方法，其中最大的潛力在於運用電腦能即時處理大量重複的資料運算以及屬性關聯，使設計流程變成一種動態的回饋機，而這樣的改變，來自於數位模型加入了兩種概念，變量與連結( Hernandez，2006；Kilian，2006；Woodbury，2010；邱浩修，2010)。變量與連結不僅改變了數位模型的建構方式，也改變了設計者看待設計問題的思考方式。參數式模型可從單一參數架構快速生成設計，並且提供完整的設計過程紀錄，可彈性的不斷評估、修改或更新不同的組成在同一個參數模型結構中，因此設計師可以不斷的改變參數化模組中的參數數值，當參數改變的同時可以立即性的回饋於新衍生之造形，不斷的改變參數值，以針對此問題嘗試去搜尋不同可提供替代的解決方案，最後從中評估挑選最終的執行方案。因此利用參數化模型的目的是希望透過任何一個增值衍生，而去改變模組結構，重新產生新的參數評價或創造新的結果(Carlos，2006)。近年來參數化的件模方式都已進一步利用數位模型軟體的參數化功能，透過運算邏輯元件控制、資料流連結及幾

何關聯定義的特性，進行參數模型之模擬建構與形態轉化的技巧。

### 參、電腦輔助設計思考

1960年代初期，電腦已可成功畫出圖形，然而人工智慧正逐漸成為一門新興的理論，Simon以科學的方式探討複雜的人類設計行為，透過界定問題—了解問題—發展解決方式的模式，因此電腦輔助設計的運用不再只是扮演繪圖的工具角色。電腦的使用可能改變思考模式，成為一種新的思考模式，即設計者盡可能將一個複雜設計案的問題單純化，首先將整體的設計分解成小問題，再將小問題一個個解決。此現象是克服人類處理上之極限。若是將電腦可無限擴大之記憶體視為設計者之延伸記憶體，則設計者在設計思考時就不再局限於狹義有限的範圍中。所謂問題空間與可能解答範圍都將擴大。但在設計過程中，為了講求效率，設計者需朝著設定條件或尋找模式以解決問題。往往設計問題的解決有時仰賴的並不只是一個工具，而是一個適合進行的設計過程；例如在設計過程中，分散於各地的設計團段能夠應用電腦與網路技術來進行。因此電腦輔助設計可以被視為提供一種整合各種技術的設計工作平台(邱茂林，2003)。人腦在思維方式是經由經驗累積加推理，直覺、聯想以及判斷，但在電腦思維方式上，是系統性遵循預置的程序化過程，電腦的優勢在於速度快，儲存量，錯誤少，系統性強，而人腦的優勢在於創造性，靈活性，判斷力以及主觀能動性。

CAAD的設計輔助大致可分為兩階段：第一階段中，CAAD主要是沿用和遵循傳統的建築設計方法來輔助建築師設計，也就是運用電腦精密的數據分析和處理能力，輔助建築師分析處理繁雜的設計訊息，進行輔助決策和輔助繪圖。隨著CAAD技術的發展和逐步智能化，影響了設計的思考程序，由電腦擔任複雜的處理數據工作，而由人腦負責判斷、引導設計的思維決策過程(邱茂林，2003)。

Gero 於 1968 年開始進行設計運算之研究，自 1968 年以來可分為四個階段，第一階段為模擬階段(Simulation)、第二階段為最佳化階段(optimization)，第三階段為人工智慧及知識系統(AI and Knowledge-Based System)，第四階段以認知為基礎的輔助運算(Cognition)。

## 第二節、衍生式設計(Generative design)

### 壹、 衍生式設計發展

衍生式設計處理元素(element)與規則(axioms)，以規則導向的與條件控制的程式或演算法。形狀語法 (Shape Grammar) 為「衍生式設計」的基本架構基礎，形狀語法是一種以「形」的運算為主的設計文法，目前無論是電腦輔助設計或形狀語法的應用，主要仍以表層結構的衍生為主，即是 Noam Chomsky 的片語結構文法(Phrase Structure Grammar)，又稱衍生文法(Generative Grammar)，主要是以演算法(Algorithm)的理論為基礎，利用數學及邏輯的方式進行衍生規則(Generative Rule)的衍生，產生替代性的結果，最後產生出建築的形式與空間等，即所謂表層結構(邱上嘉，2003)。主要的啟蒙者 George Stiny 與 William Mitchell 等人，都認為設計在於界定形式的關係，可以經由對設計的形式與機能等之概念化邏輯分析後，了解設計者的設計推論過程，並且也可以藉由正規語言(Formal Language)的方式來進行建築設計的分析與創作。

這類的設計輔助系統是理性設計程序思考下的產物，建立於認知科學與人工智慧的研究方法上，其開始發展的時間可以追溯至 1960 年代。1962 年 Asimow 提出設計的行為分為兩個設計過成的結構，一個是有關於連續行為階段(a sequential phasing of activities)的垂直結構是由抽象到具體的過程，而另一個是對於所有階段來說，隨著設計訊息的狀況，處於一個決策製造循環的水平結構，呈現一種三階段設計進程序：分析(analysis)階段，一開始設計者會先分析問題或主題以從中獲得解題的線索，此階段著重於了解設計問題與訂定設計目標；綜合(synthesis)階段，進一步的綜合經驗與資料庫的相關資料來獲得階段性的結果致力於替選方案的產生；評估(evaluation)階段，依據設計目標，衡量各替選方案的可行性並做選定。設計程序在此反覆調整的循環下逐漸成形，透過這個循環的設計程序，使得抽象的想法越來越穩固，並且認為這個循環是可重複的(repetitious)或可反覆的(iterative)。Alexander 則針對綜合階段的設計行為，以理性的數學模型來探討，標示以電腦作為設計輔助工具的可能性(詳見圖 2-1)。Archer 的主張於 1950 年末至 1965 年初，提出一個操作型的設計模型，從設計操作的角度來看，將設計視為是一項連續的階段型行動。設計具有其來源和普遍可見的任務類型，因此在這裡設計被描述成一普遍的形式。設計的過程是一種循環的回饋迴圈(詳見圖 2-2)。Search model (Simon, 1969; Rowe, 1987)：以問題解決與資訊處理為基礎，設計可視為是一個策略搜尋的過程。其問題

空間與知識狀態的形式呈現為通常是經由「決策樹」的策略來達成的，並且關於經由決策樹中解決方案的搜尋可以被引導出來，表示出所有可能的結果，設計者會藉由優先選擇與簡化假設的運用使其決策的過程較容易處理。設計狀態顯示著試誤(trial-and-error)和衍生與測試(generate-and-test)的變動傾向(詳見圖 2-3)。

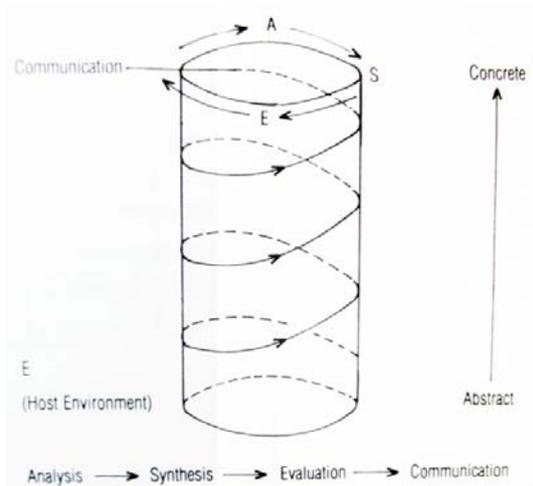


圖 2-1 Asimow 設計行為

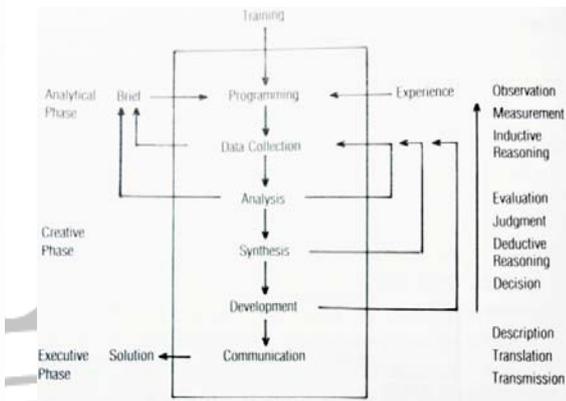


圖 2-2 Archer 設計行為

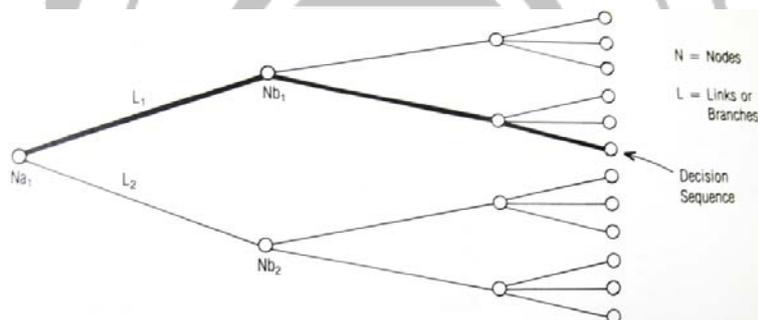


圖 2-3 Rowe Search model

(資料來源：王昭仁，1999)

1970 年代，Simon 與 Newell 發表了 Elements of a Theory of Problem Solving，從問題解決行為的角度出發，以知識為基礎提出問題解決的訊息處理理論，表示思考是為一個資訊處理的過程，然而 Eastman 與 Mitchell 等學者以資訊處理的認知理論 (information processing theory) 為基礎，將設計的過程視為一「問題定義(specification)、方案衍生(generation)、答案測試(evaluation)」系列循環的問題解決(problem-solving)過程(詳見圖 2-4)。

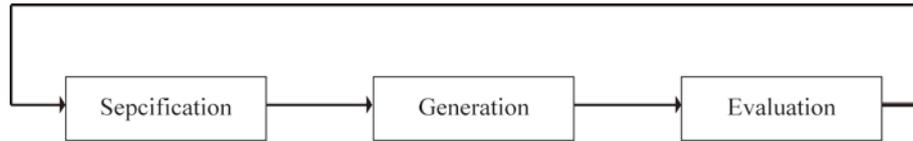


圖 2-4 Eastman、Mitchell 設計過程

(資料來源：本研究繪製)

## 貳、 衍生式設計定義

Shea 於 2005 年提出衍生式設計系統，此系統最大之目的在於創造一個新的設計流程；利用現在的電腦計算和製造的能力，產生能被設計師所依賴以及更有效率之設計。大部分的衍生式設計是基於參數化建模，支持設計作為一個新的設計過程。它是一種快速探索設計更多可能性的方法，用於各種設計領域，如藝術、建築、通信設計和產品設計。衍生式設計輔助系統(generative design systems)的主要功能在於：透過各種自動生產的機制(generative mechanism)，來協助設計者快速產生並評估替選方案(簡聖芬，1999)，也使用數位媒材產生出用手做模型或人腦無法思考的運算成果，此系統使設計者更加簡單快速的去生成和探索設計方案，給予設計者更多選擇的可能性並且瞭解設計者的思考過程，再評估其優缺點，從中挑選出最適的設計方案(簡聖芬，2000)。

衍生式系統提供解決方案不應被看待為一個特定問題的適當回應，是作為有效的資訊在整體建築體上不同部分的相互影響，在設計過程期間，對於進一步的發展能夠提供引導。衍生式系統完整描述建築物三度空間，包含幾何、方位、空間組織、結構材質以及室內裝修等。(Caldas，Rocha，2001)。衍生式設計系統的開發有助於建築師，工程師以及客戶討論有智慧的設計以及永續的建築。衍生式設計系統是一個規則為基礎的系統，當分析系統提供設計方案一個工具，此系統則提供一個強大的機制對於培育多樣的選擇設計方案，此方法的提出可以幫助設計團隊和客戶在導覽設計空間中是才智的、永續的、優等的設計。這個方法運用電腦的計算能力適合自動化和執行高真實度的模擬(Rashad， Alfaris，2008)。

衍生式設計是一種科學的藝術創作過程，運用是多種創造性思維的表現，類似仿效自然的工作和行為，能夠通過一種類似生物基因編碼的轉換，最終形成一種人工的世界，此過程能產生無窮盡的變化，這種設計方法的最大特點就是將人類這個技術時代的工具—計算機—真正成為一種設計工具並與之有著良好的操作協同，幫助建築師、設計師、藝術家提高設計的創造與表達的能力(Soddu，2004)。衍生式設

計方法不僅能夠作為一種技術手段來操作和發展，而是一種可以利用的工具，它更是一種具有強烈人文特徵的設計方法。衍生式設計方法的每個步驟均始於設計者的一種思維或假設，這種思維或假設被視為一個科學過程，設計之初就帶有一種主觀的或者想像的未來世界的形象。因此，這種設計方法決不能認為是一種人手可得的設計工具，而是應該被理解為一種設計的操作方法(Soddu，2004)。

衍生式設計輔助系統即是以這些設計理論為基礎所發展的電腦操作環境(簡聖芬，1999)。一般輔助繪圖(CAD)與這類設計輔助系統有下列的基本差異點(引述自簡聖芬，2000)：

- 一、設計操作思考的層面：設計者利用繪圖系統，直接操作作品的形狀組合，由畫面上直接變更幾何資料；衍生式設計輔助系統則讓設計者變動設計的問題設定，控制其限制條件，設計作品的幾何呈現則由系統自動產生。
- 二、設計發展記錄的方式：繪圖系統提供一個線性的操作，設計發展僅反映於畫面所呈現的設計成果；衍生式設計輔助系統側重於設計發展狀態的記錄，多個設計替選方案及其間的設計決策均可隨時回顧。
- 三、設計決策輔助的處理：繪圖系統為傳統紙筆的替代品，設計決策仍完全由設計者自行思考處理；衍生式設計輔助系統以設計者設定之條件產生替選成果，設計者之決策均由系統輔以評估並記錄。

### 參、 衍生式設計流程與步驟

衍生式設計流程是由以下三點所組成的，詳見圖2-5：

#### 一、設計概要與架構：

衍生式設計方法的流程第一階段主要是設計者會先分析問題或主題以從中獲得解題的線索以及訂定設計目標後，對於設計案構想的產生，提出一個抽象的概念。

#### 二、創造變化的方法：

依據設計者以及設計目標所提出之概念，綜合設計經驗與資料蒐集的相關分析，來獲得階段性的結果致力於替選方案的產生，並且擬訂演算規則，創造初始的參數值，加入限制條件後，以電腦輔助設計系統呈現輸出結果，產生多種替選方案。

### 三、選擇理想的結果：

以電腦輔助設計產生之多種替選方案，再依據設計目標選定符合理想之方案，進行設計發展。

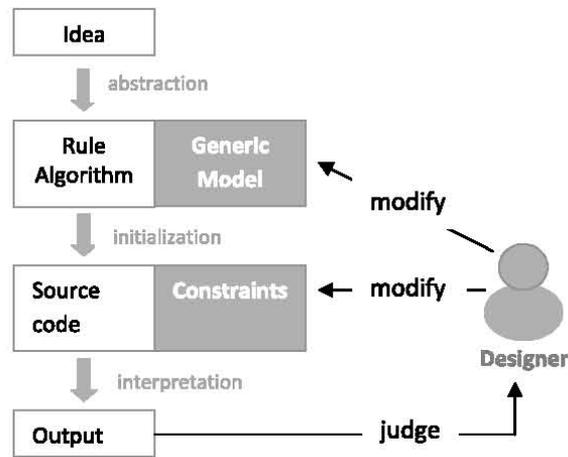


圖 2-5 衍生式設計流程  
(資料來源：Sivam Krish, 2011)

2008年Marsh提出將設計流程分成數種相似的構成要素，但更加的強調成果之測量，如以下三點：

- (一) 結構變形(Configuration Variation)：這是建築模型實質結構的面向，將控制或改變之前每個連續的計算。如同上述三步驟中一加二的結合。
- (二) 公制化的成果呈現(Performance Metric)，創造一個明確的數值測試介於多數分析結果之間，以確定一個有順序的關係。這個通常意味著能夠判斷一個計算的結果是好或壞，理想的或不理想，如同步驟三的觀點。
- (三) 決策反應(Decision-Making Response)，意旨確定配置的參數是多變化的以及回應每個連續的分析結果的多寡。也是表達步驟三。

#### 肆、 衍生式設計方法

衍生式設計方法是一種設計方法，依賴CAD系統為基礎，它是被設計可用來工作在所有不同層面或領域的設計發展步驟，更可以幫助設計者跨越最初的概念設計到最後的細部設計，衍生式設計方法主要是以七個主要的構成要素，以下對於該種模式進行介紹(Krish, 2011)：

- 一、基因型 (Genotype)：基因型表示設計空間和CAD中是可實行的一種限制搜尋的方式。基因型的組成有普通參數的電腦輔助設計模型 (CAD model)，以及設計參數的編列目錄和設定的最初值和最初之表層研究。
- 二、表現型 (Phenotype)：生成出來的設計稱為表現型。過濾結果的關鍵需求是被建構出來的是用來定義設計的可行性，演算的電腦輔助設計檔案 (包含發展記錄、固定的關係、固定的等式)。
- 三、表層之探究 (Exploration envelope)：列出一組驅動參數最小值和最大值的編目，且明確指出所探討之設計空間的限制。
- 四、設計圖表 (design table)：提供一組包含數據資料的圖表，並容納驅動設計之參數，以及最初值和其限制。
- 五、設計演算型之軟體 (Design Generation Software)：一種空白表格程式的功能。一組指令或電腦輔助設計 (CAD) 之外掛可在設計圖表上產生效果，它可演算出在設置表層探討之限制範圍內隨機運算的驅動設計參數變化。
- 六、電腦輔助設計系統 (CAD system)：在此是指一個有參數化的電腦輔助系統之引擎，其中他包含了易懂且容易編輯的歷史資訊建立。將3D幾何模式作為核心，並有駕馭幾何形式的對應關係和工程算式之潛力，再與外部設計圖表做連結。
- 七、成果濾出 (Performance filters)：成功或失敗 (pass/fail) 的軟體濾出。能夠以先前預設結果的標準來評估演算式設計後的成果表現。該結果可能被直接從外部設計圖表或電腦輔助設計 (CAD) 內建的評估工具來進行評估，或者是與外部分析軟體連結的電腦輔助設計封包 (CAD package) 的使用。

Krish於2011所提出的衍生式設計方法是使用下列五個步驟：

- 一、創造衍生模型 (Creating the genetic model)
- 二、設定最初之表層 (Setting the initial envelope)
- 三、進行衍生式設計 (Generating designs)
- 四、過濾出表現型 (Filtering phenotypes)
- 五、進行篩選與細部微調 (Selection & fine tuning)

## 伍、 衍生式設計工具

電腦輔助設計系統(CAD systems)發展起於1970年代的2D繪圖軟體、1980年代的3D表面建模與實體建模(Surface and Solid Modeling) 軟體，這些早期的數位設計工具主要讓使用者在笛卡兒空間座標系統中(Cartesian Coordinate System)直接繪製幾何形體，以視覺化模擬傳統圖面與模型的表現和構成方式為邏輯，然而自80年代後期從非制式理性貝茲曲線(Non-Uniform Rational B-spline, NURBS)到參數式模型(Parametric Modeling)軟體的相繼出現。

### (一)SEED(Software Environment to support the Early phase in building design)

由美國賓州Carnegie Mellon University所研發，是一套能夠輔助建築概念發展的電腦環境。分為SEED-Pro模組進行建築計畫書編制；SEED-Layout、SEED-Config 模組協助設計者進行平面空間配置與3D量體分析。

### (二)AutoCad/Autolisp、3D Max 以及TOFU & BUBBLE (Fisher and Herr, 2006)

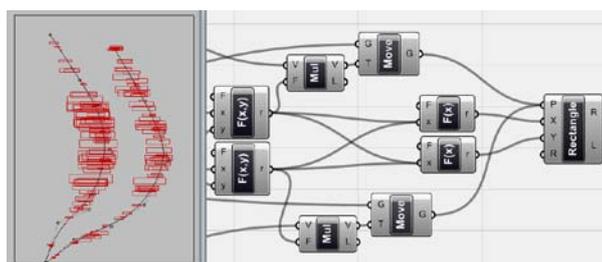
BUBBLE 是將球體及複數球體演算為多邊體的立體結構的程式。BUBBLE 的操作介面是使用Excel試算及Rhino作為演算結果顯示。例如北京的水立方國家游泳池，結構體為泡泡狀結構體。BUBBLE主要運算方式有兩種，第一種是先一個個輸入球體的位置，經由軟體演算轉為多邊體。另一種則是輸入所需實體(牆體)的長、寬、高尺寸，程式演算隨機填入大小不等的球體，再轉換為多邊形結構體。TOFU 衍生程式，必須使用3D Max中Box指令生成的物件，作為衍生元素的單元。限制是衍生物件不可經過任何變形或編修，只能衍生單純Box的物件，衍生物體可能性限於Box，是設計想法上限制。TOFU & BUBBLE 為香港科技大學老師Fisher and Herr，2006年在成功大學舉辦WORKSHOP所使用之衍生軟體(引述自曾涵筠，2007)。

### (三)Rhino的外掛軟體Grasshopper與Macrostation的Generative Component

這類型的參數設計軟件，本身擁有對造型直接編輯之能力，編輯程式時，能夠同時看見造型之變化，對於最後參數化變數因子較易掌握。在這些參數化軟體當中，基於Rhino的Grasshopper 是一個較為直觀、代碼呈現較少的參數平臺，因此目前被使用得非常廣泛(Khabazi，2009)。

Rhinoceros是基於NURBS (Non-uniform rational b-splines ) 建模技術的一個3D建模軟體，從參數化建模設計發展至今，此軟體一直是實現各種參數化作品的最主要設計平台之一，Grasshopper是Rhino 3D的外掛模組之一，是基於Rhinoceros平台的一款新興可視化節點編輯程式建模軟體(詳見圖2-6)，由建築師David Rutten所開發，它是一種圖形界面的演算編輯器，使建築數化設計領域得到廣泛應用，除了把原本Rhino的建模指令分解成可重組的元件外，更加入許多運算、判斷元件，使得原本線性的建構過程轉變為可在任何階段進行參數變更並可得到立即變動結果的非線性設計過程，進而實現3D模型的互動性、自主性及衍生性，以及成為一種開放性設計工具，grasshopper在界面設計上有別於程式語言(Rhinoscript)及圖形導向的(Rhinoparameter)工具，使用plug輸出入元件、顏色顯示以及數據傳遞概念，有效率地呈現問題所在以及釐清參數關係，並且以從所未有的方式連結3D模型建構以及程式結構，對於設計者使用有極大助益。

Grasshopper是Rhino專門做參數式設計(Parametric Design)或衍生式運算(Generative Algorithm)的外掛程式，Grasshopper最大的特點是運算氣所提供的可視化編輯操作，這些運算器的功能包括數值運算、數組與樹狀與數據操作、各種輸入輸出操作以及Rhino中各種幾何類型的分析、創建和變動等，此軟體像計算機語言的函數一樣，有規則要求的輸入和輸出選項，運算器間的數值完達由值觀的連線所表現，代替了繁瑣的數據運算操作，藉由視覺化的介面，為設計者提供了以計算機程序的邏輯來組織模型建立和調控操作，設計者幾乎可以不碰寫程式部分，就可以利用電腦的幾何運算能力，控制並自行設定設計參數及數值，讓設計者能夠更清楚的把握與駕馭自己的複雜設計思維，創作出相對複雜卻內涵嚴謹規則的設計。



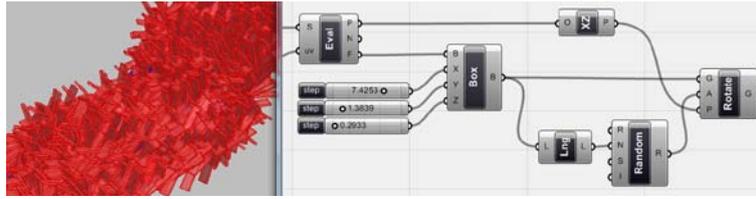


圖 2-6 Grasshopper 操作介面

(資料來源：Mohamad Khabazi，2009)

## 陸、 衍生式設計系統相關案例

本研究以兩個建築設計應用衍生式設計系統之案例為探討方案，分別包含虛擬之建築物或實際建築物之皮層設計或空間配置衍生，逐一探討其案例如何應用衍生式設計系統之操作程序與方法步驟，因應不同環境限制與規則設置而產生解決方案，以作為本研究操作之基礎方法。

### 一、 衍生式多特性設計系統

#### (The-Generative-Multi-Performance-Design-System)

##### (一)研究背景：

此案例提供一個完整的電腦設計系統架構。透過試驗性的計劃證明此系統的潛能，衍生綜合模型由系統的設計語言來定義設計空間內衍生解決方案。建築設計系統程序是由上而下的設計概念，包含分析建築單元；建築單元模擬各自的設計機制。透過由下而上的方法，設計單元連結至一個資料循環的網絡；包含群集與子系統。此網絡的形成衍生式多特性設計系統。此系統做為結構的機能單位，創造令人滿意的設計空間。

##### (二)衍生式多特性設計系統(GMPDS)：

此案例目的是建立衍生式多性能設計系統產生變化的概念。此案例提供四個過程包含：綜合、分析、評估以及最佳化循環。創造設計系統的資料流動模型是以連結單元的相互作用。這些連結單元使資訊於不同單元間流動。此設計系統變成一組相互聯繫的單元，產生設計方案。

綜合單元的結果是由不同的分析模組來預知特殊方案的特性。評估單元掌握設計的多種目標。最佳化單元研究設計空間和自動化綜合、分析和評估新的設計方案。此過程持續到最佳化單元以及生成滿意的方案。此設計系統變成一個動態和複雜的整體，相互影響成為整體建構機能的單元(詳見圖2-7)。透過此系統找出解決方案，

因為它可以利用之間的相互作用，由解決和最佳化的每個結果，找出較優良的設計方案。

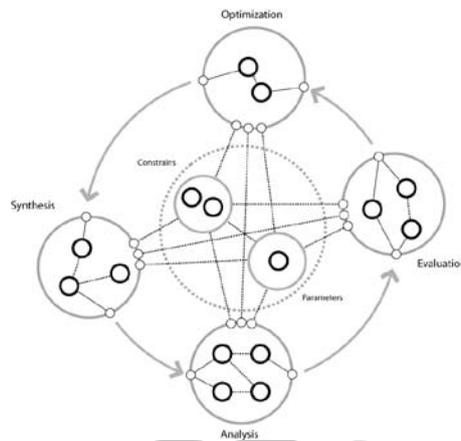


圖 2-7 衍生式多特性設計系統

(資料來源：Alfaris, A. Merello, R., 2008)

### (三)應用過程：

此虛構案例的設計構想包含簡單的配置，互相依靠空間組成小隔間座落在一個長方形的基地，此基地的長從北跨到南。空間組成形態是以美學為主要考量。這些空間組成被包在一個皮層內，定義它們與環境的介面(詳見圖2-8)。此空間組成允許重新設置和變形符合多種特性和目標需求，像是鄰近物、比例、熱能。此設計概念帶動多特性空間規畫問題。



圖 2-8 虛擬建築空間

(資料來源：Alfaris, A. Merello, R., 2008)

#### 1. 綜合單元：

在綜合階段中包含三個單元，資料建構單元、規則設置單元以及推論工具單元。一個單室表示為空間組合分配的基本單元。是由一組控制點和邊界以及結構線所定義。三個資料結構也有一套幾何屬性，包含長度、區域以及方向。首先規則設置處

理空間組合的分配。第二規則設置處理空間組合的變形由改變控制點的座標定義空間組合在XY範圍內(詳見圖2-9)。

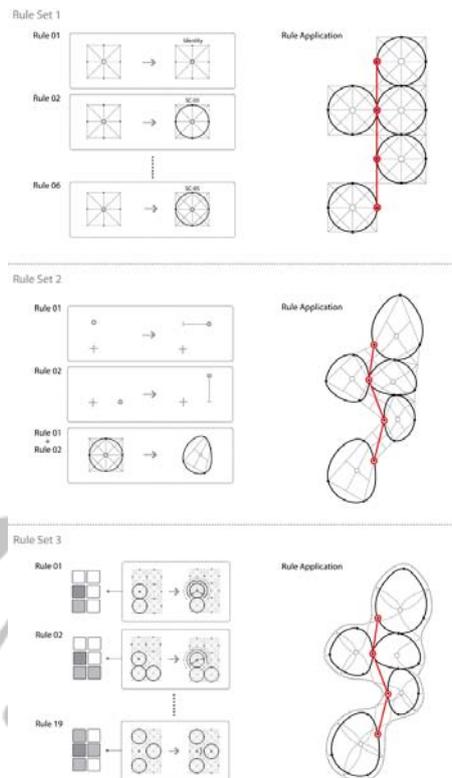


圖 2-9 規則設置

(資料來源：Alfaris, A. Merello, R., 2008)

皮層使用一組參數規則，可以直接的產生皮層。在第三規則中每個規則設置是應用在每個單室的局部以及每個組合以逆時針方向產生皮層支持皮層的生長。在這個設置中共有十九個規則可以產生不同的結構。掌握於綜合分析內第一和第二規則設置。第三規則設置建構於第一和第二規則設置的輸出(詳見圖2-10)。

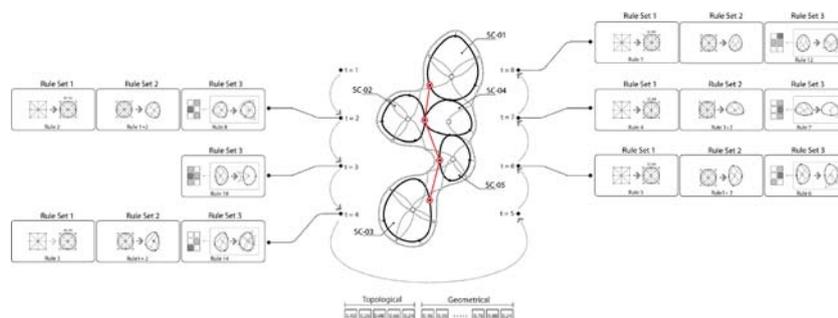


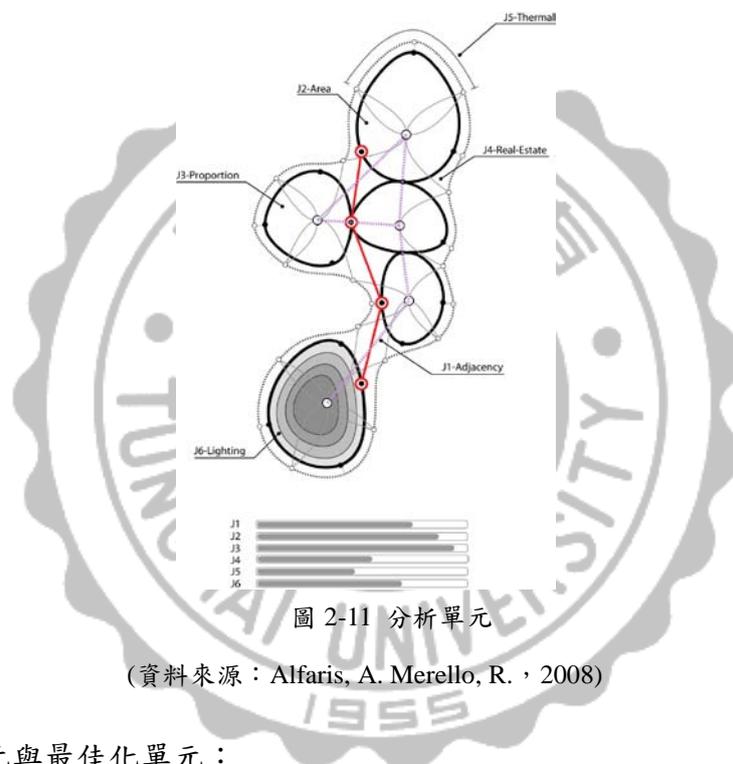
圖 2-10 綜合階段

(資料來源：Alfaris, A. Merello, R., 2008)

## 2. 分析單元：

在此實驗計畫中，設計概念分解為很多單一分析單元，目的是評估它如何從每個單元的觀點分別執行。這些單元包含：鄰近物單元、比例單元、熱能單元(詳見圖 2-11)。

空間組件的形狀是由控制點的位置來決定。由於控制點的位置，空間組件有許多可能的形狀。比例單元目的在於提升更彎曲或傾斜的形狀，產生從美學上更吸引人的配置，同時保持可接受的限度延伸和扭曲。這個單元過濾任何規則或不規則形狀以及阻斷不規則形式。



## 3. 評估單元與最佳化單元：

執行三個評估單元。首先流量控制單元，它的作用是直接的轉換資料的流動至其他兩個評估單元之一。其他兩個單元是可實行的設計單元以及不可實行的設計單元。雖然限制是由最佳化單元所掌控的，從設計過程的管理觀點，流動控制單元是最重要的。最佳化單元有兩個單元組。首先包含最佳化演算法，第二操縱設計向量。設計向量包含設計變數。由綜合系統引導設計方案。

## 4. 使用衍生式多性能設計系統生產設計方案

使用衍生式多特性設計系統是一個由下而上的方法。所有的單元在早期討論中，已建立正確的證實，執行資料流動模型的設計系統(詳見圖2-12)。三個綜合單元即：

規則設置單元、資料建構單元以及共同操作推論工具做為一個單元形成綜合次系統。

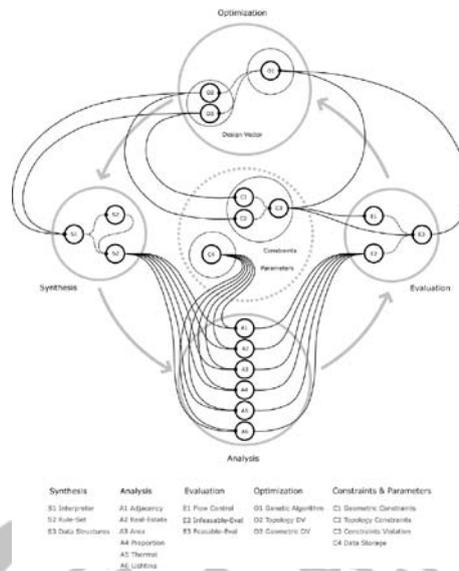


圖 2-12 流動模型

(資料來源：Alfaris, A. Merello, R., 2008)

## 二、 在永續設計的實務中，以特性為基礎的衍生式設計系統。(A Performance Based Generative Design System Methodology for Sustainable Design in Practice)

### (一)研究背景：

此案例以特性為基礎的衍生式設計系統應用於實務專業環境。以特性為基礎的衍生式設計系統方法提出包含衍生式系統和分析系統。衍生式系統是以規則為基礎的系統，當分析系統提供設計方案一個工具，對於培育設計方案的選擇一個強大的機制。介於生產和測試機制之間的共生關係，帶領一套廣泛可實行的方案。建立特性標準，例如日照、太陽能以及解決方案的模型和分析，因此設計團隊可比較設計方案和了解不同的設計決策影響設計的輸出。

### (二)實驗設計過程：

#### 1. 基地位置

基地位於現在正在沙特阿拉伯利雅得建設中，實際的商業辦公大樓。

#### 2. 設計概念：

此計畫的目標是設計一棟獨特的辦公大樓。概念是發展最大的出租空間，以及提供多樣的辦公品質和空間供應給不同需求的租屋人。設計概念提供辦公室廣大的可能性以及劃分容量較大的辦公室至較小的空間。在這個建築的設計上許多建築方面的考量。由於建築物的長度，實施不同設計方法打破巨大的建築物塊體。此外，建築設計是有限的時間範圍內自由的設計形態。

### 3. 分類與分層：

此研究中設計概念被分解成兩個設計層級。第一個設計層級控制室內空間區域接著考慮建築物表皮以及結合設計方案(詳見圖 2-13)。

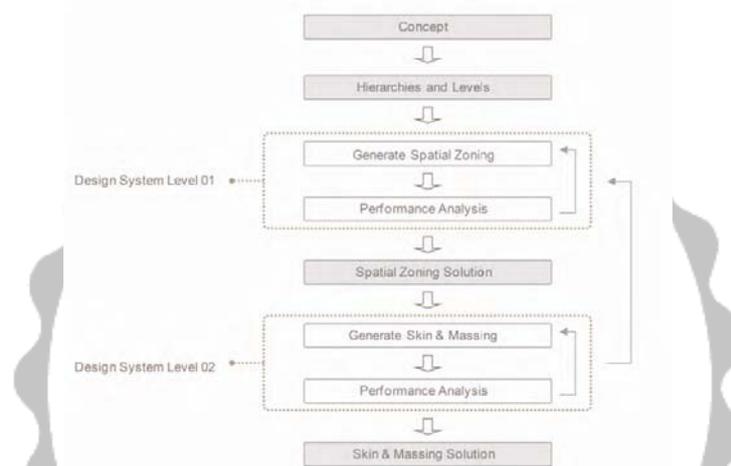


圖 2-13 分類與分層

(資料來源：Amhed Rashad, Anas Alfaris, 2010)

#### 3.1 第一層級：

設計系統的第一級是負責衍生空間區域選擇，分析量及品質方面為基礎。品質方面包含特徵像室內空間的品質，量的方面包含房地產以及照明(詳見圖 2-14)。從分析系統回饋衍生式系統產生新的解決方案。此衍生和測試循環將持續至一個滿意的解決方案，然而輸出至設計系統的第二層級。

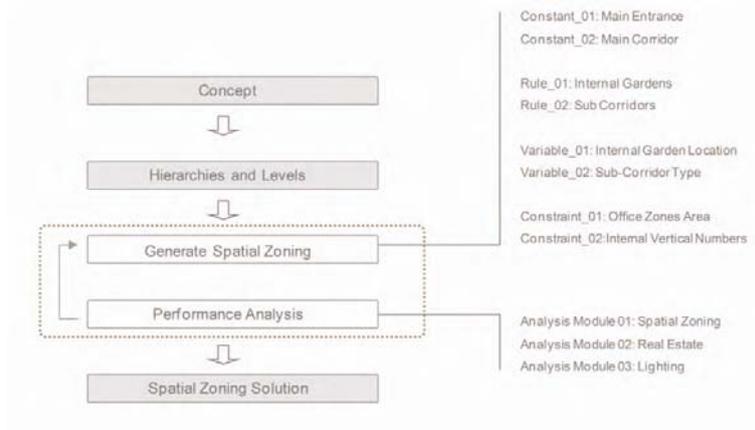


圖 2-14 第一層級

(資料來源：Amhed Rashad, Anas Alfaris, 2010)

### 3.1.1 衍生式系統(Generative System)：

衍生式系統應產生不同空間區域的替代方案。此系統將包含參數、限制、規則和設計演算。

### 3.1.2 參數(Parameters)：

衍生式系統的參數在第一層級是被區分為常數和變數。常數(固定的)包含主要入口的位置和主要動線。主要入口是建築物主要入口點也連結主要垂直動線的核心。主要廊道是主要公共空間入口點至辦公室空間以及從北到南貫穿建築物。也是連接主要垂直動線的核心。變數在系統中是選為邊界上室內花園隔間的地點以及次動線形狀連結介於主要動線和辦公室(詳見圖 2-15)。

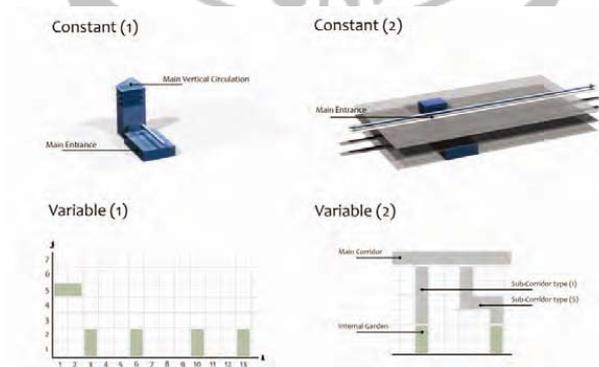


圖 2-15 參數設置

(資料來源：Amhed Rashad, Anas Alfaris, 2010)

### 3.1.3 限制(Constraints)：

某些設計限制是加強於此層級。舉例來說，每個辦公室有半私人的動線，以及眺望兩個花園。較低的辦公室範圍設置為 200 平方公尺和較高的範圍設置為 600 平方公尺，且每個辦公室大過於 400 平方公尺可分割為兩個辦公室。此外，花園的數量在東邊和西邊應該小於等於 4 和大於 2。由於房地產需求西邊的辦公室應小於東邊的辦公室。因為西邊辦公室也有私人規則的限制，在西邊花園的數量被限制為大於或等於東邊的花園。花園的數量在南邊和北邊的範圍被設置介於 1 至 2 之間(詳見圖 2-16)。

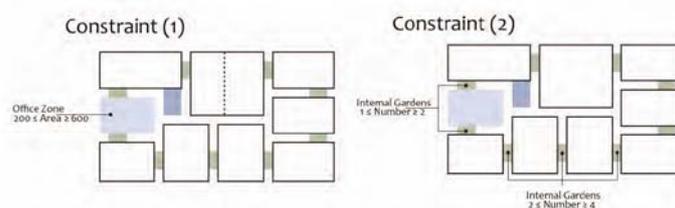


圖 2-16 限制條件

(資料來源：Amhed Rashad, Anas Alfaris, 2010)

### 3.1.4 規則設置(Rule Sets)：

規則用於第一層級主要是空間區域的規則以及將有關於室內花園與次動線的衍生。室內的花園在設計網格上座落於不同的地點。次動線將會提供主要動線和花園的連結，提供辦公室半私人空間。花園形狀也影響辦公室的形狀。每個花園也在特定的樓層，提高花園在較高或較低的樓層。這些花園在辦公室和動線提供了景觀和照明，也提供周圍住宅建築的景觀規則限制(詳見圖 2-17)。

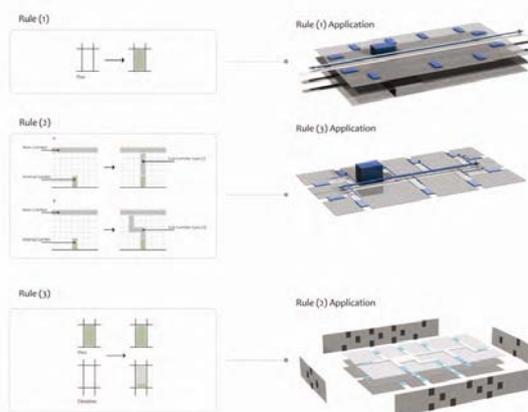


圖 2-17 規則設置

(資料來源：Amhed Rashad, Anas Alfaris, 2010)

### 3.1.5 演算(Algorithms)：

定義系統規則後，此案例應用連續的方法，衍生一個設計替代方案。一開始系統常數提供一個規劃安排，只佔用主要路口和主要動線元素(主要動線和主要垂直動線)。由於在樓層調配室內花園是變數，演算法設置於室內花園在樓層邊界使用規則(1)，當檢查限制(2)維持辦公室區域景觀和照明的層級。室內花園連結主要動線使用次要動線規則(2)。

這個演算對於每個樓層是重複的，當檢查限制(3)關於花園在不同的樓層是合理的。應用衍生式系統生產大數量的解決方案和方案的選擇。

### 3.1.6 分析系統(Analysis System)：

衍生式系統產生解決方案之後，應用分析系統在此層級包含一個空間區域、房地產以及照明系統。空間區域被考量為品質的方面，當房地產和照明系統代表量的方面。空間區域分析是用來評估針對建築空間特性，一般樓層配置的安排。房地產分析將計算可租借的百分比以及比較其他的建築區域，以及評估擴大和縮減辦公室的機動性。最後，照明分析將負責計算提供在每個辦公室空間照明的品質(詳見圖 2-18)。

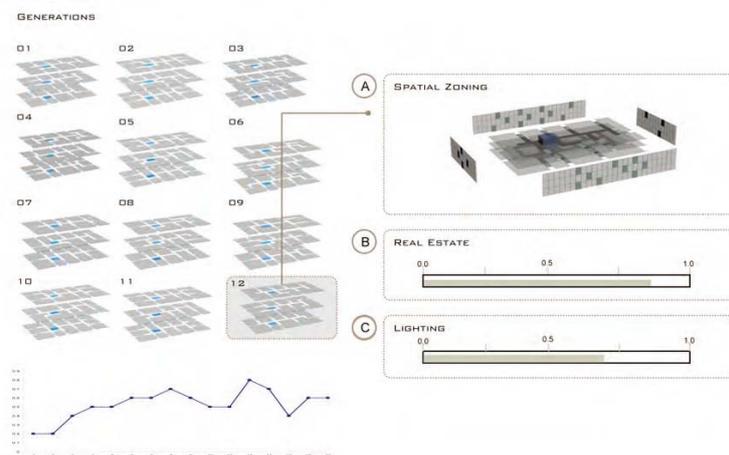


圖 2-18 分析系統

(資料來源：Amhed Rashad, Anas Alfaris，2010)

### 3.2 第二層級：

第二層級的設計系統將負責衍生建築體與戶外建築形狀。生產的選擇從衍生式系統分析以品質方面為基礎，如平衡和比例，以及量的方面像是房地產以及建築表皮太陽能強度(詳見圖 2-19)。

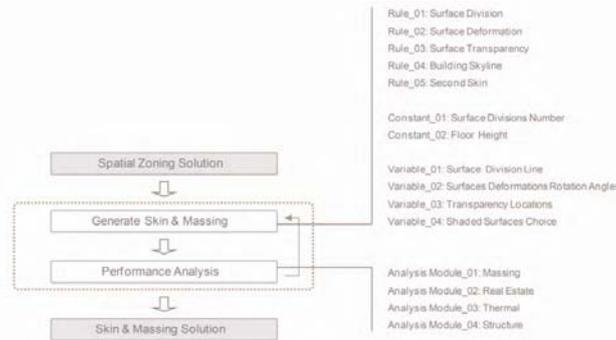


圖 2-19 第二層級

(資料來源：Amhed Rashad, Anas Alfaris, 2010)

#### 3.2.1 衍生式系統(Generative System)：

衍生式系統的目標在此階段產生一個有趣的建築以及滿意的解決方案。解決方案的變數會在運行設計演算後產生與他的元素；參數、規則設置以及限制。

#### 3.2.2 參數(Parameters)：

衍生式系統第二層級的參數是區分常數與變數。第一層級設計結果和輸出是常數。此外，在每個建築物立面垂直的部分被選定為常數。東邊和西邊立面的數量部分被選定為3，北邊和南邊立面被設定為2。水平斷裂的數量和位置也被設定為常數。在任何的主體上允許最大的斷裂。此斷裂將會坐落在地表和第一層地板。而且，地板高度也是被考慮為常數，因為建築準則的需求。另一方面，變數在此層級是表面區分線，外觀損害旋轉的角度( $\theta$ )，透明的外觀位置，以及陰影系統位置(詳見圖 2-20)。

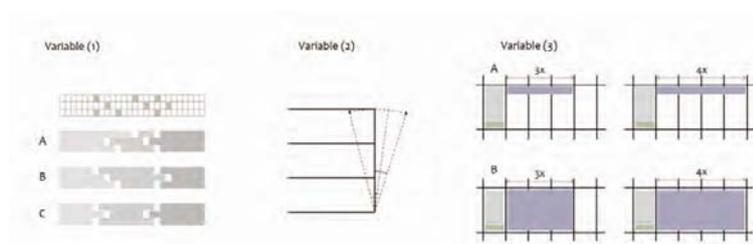


圖 2-20 參數設置

(資料來源：Amhed Rashad, Anas Alfaris, 2010)

### 3.2.3 規則設置(Rule Set)：

規則應用在此系統主要是規則和立面的處理像是外觀區分、外觀損害、外觀透明度、外觀陰影以及建築物的天際線。建築物表面將會被區分在垂直外觀，可輔助縮小建築物的長度。外觀可以只間隔室內花園，第一樓層投影線在立面上也可以區分外觀的水平。外觀的面將旋轉於兩個垂直和水平的方向，提供建築物的形和主體一個動力的影響。透明的外觀有兩個型態：透明外觀提供視野和照明，以及透明帶可以提供光線，基於位置和室內需求，兩者之一的型態可以實施。外觀陰影系統代表建築物第二層皮膚。做為過濾器，允許光線直接照射穿過建築物，但是防止太陽輻射直接照射。建築物的天際線將依照外觀區分允許損害，符合主體破壞，以及定義重要的建築角(詳見圖 2-21)。

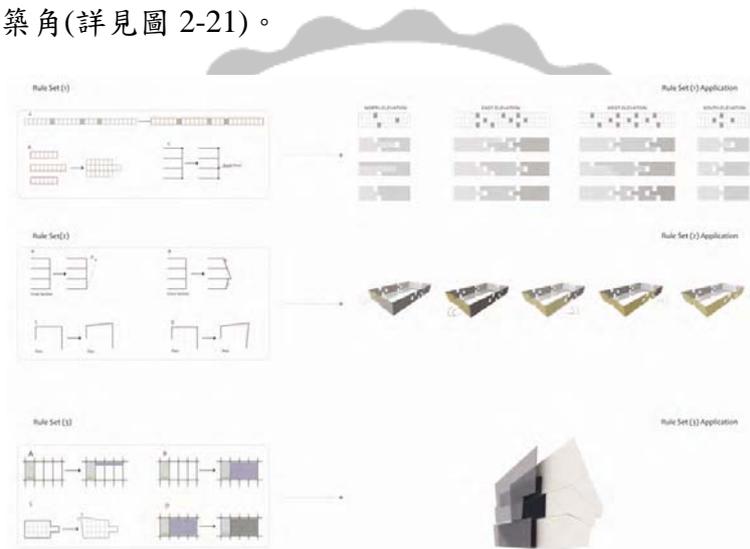


圖 2-21 規則設置

(資料來源：Amhed Rashad, Anas Alfaris, 2010)

### 3.2.4 演算(Algorithm)：

從第一層級接收的空間區域結果之後，規則(1a)和(1b)是應用於區分立面至分開垂直外觀以花園位置為基礎。區分線定義為打破每個樓層區分的立面，然而每個樓層打破的結果組成群組至第一個外觀。規則(1c)可以應用於區分衍生水平外觀。在應用規則設置(1)和規則設置(2)之後拿部分來旋轉，根據變數角度( $\theta$ )定義水平和垂直之間的外觀。下一個規則(3)是應用改變外觀透明度。規則(4)是應用衍生第二層的建築皮層。最後規則(5)應用改變建築物的天際線。

### 3.2.5 分析系統(Analysis System)：

藉由衍生式系統產生解決方案之後，分析系統可以用來評估解決方案。該分析系統將包含一個主體的分析以品質方面為基礎。此外，房地產、熱能(太陽強度)，以及建築特性將會被評估以量的方面為基礎。主體的分析評估平衡比例和美學。不動產分析將重新評估，因地表變形而影響和改變而可出租的建築面積。熱能分析將評估表面太陽強度和變形的影響(詳見圖 2-22)。最後，結構系統將會評估基於建構成本的評估和複雜衍生的表面變形。

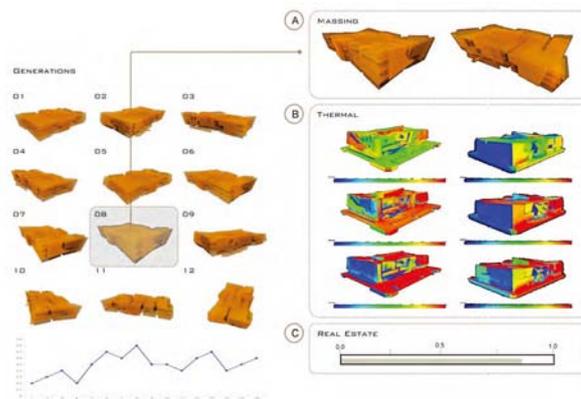


圖 2-22 分析系統

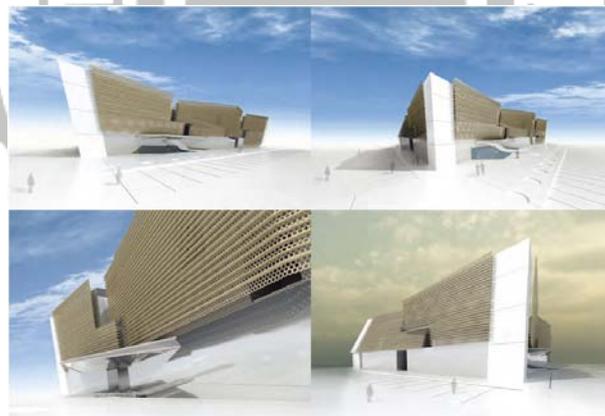


圖 2-23 設計成果

(資料來源：Amhed Rashad, Anas Alfaris, 2010)

### 小結：

綜合以上兩個案例皆是應用衍生式系統於既有或是虛擬的建築案例中，在建築的內部與外部空間中，皆提供了很有趣的解決方案，第一個案例是以設計思考的理論為基礎，包含設計是一個反覆的過程來解決人類問題(Simon, 1973; Asimow, 1962; Cross, 1989; Steadman, 1979)。設計通常透過一個循環來發展，包含一個綜合機制以及分析機制，也被稱為衍生和循環測試(Rowe, 1987)。因此，第一個案例將設計系統

分為四個單元，包含：綜合、分析、評估及最佳化視為一個循環，在綜合單元中，設置三個規則單元產生不同臥室的配置、比例、長度以及皮層的分割，在分析單元中，探討日照、熱能以及空間比例的形狀，在評估及最佳化單元中，可實行與不可實行單元，評估每個適當的設計方案。第一個案例多目標的性質，目的不是在於產生單一最適宜的解決方案而是產生有價值方案的數量。

第二個案例是藉由分析系統結合衍生式系統，首先將衍生式系統分類與分層，內部空間配置與皮層架構，也是這兩個案例的共通性，皆是由建築內部至外部，第一部份在內部空間設定規則與演算機制進行空間配置，花園與室內辦公室的比例或位置，進行內部空間區域的規劃設置，第二部分，設置演算的規則與參數，改變角度等，用以改變建築物之外觀，並且配合分析系統分析品質、熱能與照明系統。將此系統視為一個設計流程的循環。

有鑑於此，衍生式系統可有效提供不同方案之衍生，在設計概念前段給予設計者多重之考量，作為設計構想前的一項調查分析與判斷並且針對基地之環境特性修改限制規則以得出較符合目標之設計方案以及配合CAD系統與3D軟體能夠提供複雜運算，解決時間上的限制，有效的產生解決方案，並且在設計的思考中，將設計流程分層的安排，由設計概念的開始至設定規則與演算機制，到以分析系統測試結果，選擇最符合目標之成果。

### 第三節、景觀規劃設計方法與程序

#### 壹、 景觀規劃設計概要

「景觀」是「人類之活動所刻劃在大地上之痕跡」，是有人文與大自然之混合性、生活張顯之整體性、及歷史之隱含性與累積性(Lewis, 1979)。「景觀」之最常見與最傳統的定義為人們透過視覺(eyes)和思考(minds and heads)等系統，對自然環境和人文環境之整體感受與認知。這些感受與認知，包含了：機能(Functions)、舒適(Comfort)、美學(Aesthetics)等三大取向。這三大面向，即是景觀規劃與設計建立在廣泛的自然科學和人文與藝術學科基礎上的應用學科，綜合生態、地理、文化以及資訊等多種學科交叉融合，在不同的學科中具有不同的意義，景觀規劃設計是指在建築設計或規劃設計的過程中，對於周圍環境要素的整體考慮和設計括自然要素和人工要素。使得建築與自然環境產生呼應關係，使其使用更方便，更舒適，提高其整體的藝術價值。因此，根據設計目標與解決問題的性質、內容和尺度的不同，景觀設計學科包含兩種專業面向，分別是景觀規劃(landscape planning)和景觀設計(landscape design)，景觀規劃是指在較大尺度範圍內，基於對自然和人文環境的認識，包含人文歷史與自然環境資料蒐集與分析，協調人與自然關係的過程。景觀設計是一種意圖喚起有意義的景觀而產生的創作，景觀設計反映出一個廣且多元化的影響結果，這些影響因素使得景觀具有秩序、形式與意義(Motloch, 1999)，且為了人與自然環境之間使用目的安排最合適的地點和在特定基地上安排最合宜的土地利用且是最舒適的生活環境，而對這個特定地方的設計就是景觀設計，它所經營的舞台是生活的週遭，所應用的元素是人日常接觸的事物(Booth, 1983)。

景觀規劃設計是一個集結了管理、調查、分析、評估、規劃決策、設計決策和工程設計為一體的系統工程，並在實質環境上改變景觀的一個過程，需要許多部門、多學科和多時序共同合作，且採用嚴密科學的技術流程和先進的分析、評估、決策方法才能快速有效地完成。它包含了景觀的實質管理及場所的設計(Motloch, 1999)。景觀規劃設計是伴隨著景觀生態學研究的理論和方法所衍生的，而景觀生態學基本的研究方法，主要是以現代資訊技術，如GIS以及模型技術為輔助手段，景觀規劃設計也不例外。景觀規劃設計屬於多目標的規劃設計，透過對各目標安排的次序和優先實現程度，制定規劃設計流程和規劃設計方案，在此基礎上，通過公眾參與、專家諮詢、經濟評估和環境影響評估等過程，採用淘汰法、排隊法或歸納法進行評估和優選，提供給決策者進行決策(劉黎明, 2009)。

## 貳、 景觀規劃設計程序

設計程序(design process)用來指出一些必須決定的課題或必須解決的設計問題，也包括課題的決定或設計問題的解決方法。它們包括使用一些工具，例如，電腦輔助軟體，也包含對此概念的評估，此評估通常會對問題有更深程度的了解。設計程序不具有線性特性也沒有明確的長度，而是循環前進的(Motloch, 1999)。設計的過程中並無一個起始點，設計者可以經由觀察問題，接著產生想法以及實質的創造事物，或者經由評估的結果來做為程序的出發點。設計是目標導向的，設計師找尋一個終點，呈現更好的結果。

景觀建築設計在一個循環性的方式之下，從對景觀與人類需求的理解發展，到概念上的反應，以及實行這些經過設計決策而採取的特定行為。景觀設計師都善用「設計程序」來描述設計中一系列的分析及創造思考過程，使基地盡可能的達到預期效果、符合人文與自然環境條件以及美學機能等的配合。設計程序的重要性在於可以組織設計者的產品，並避免在設計過程中忽略或忘記某些因素。設計程序亦可稱之為問題解決步驟，包含一系列可遵循的步驟。

景觀設計程序具有以下的功用(Booth, 1983)：

- 一、利用具有清楚思考邏輯且有系統的設計架構來解決設計問題，創造解決答案以及符合設計目標。
- 二、有助於確定解決方案能否與設計案的先決條件配合，包含基地條件、業主需求、設計目標等。
- 三、利用多種替選方案來輔助設計者與業主之討論，並做最佳設計方案的選擇與決策。
- 四、作為對業主解說設計或說服業主的基本資料。

景觀規劃設計程序大致上包括下列幾步驟：

- 一、業主需求，二、基地調查與分析，三、設計概念，四、設計發展

設計程序的第一步驟是與業主接觸，了解業主需要什麼，設計者該扮演何種角色，進而了解基地，由最初的基地勘查蒐集相關資料，設計者必須分析由基地調查得來之資料分析基地本身的自然與人文資源，還包含基地之外的影響因素。囊括了地層、地形、植物、氣候、水文與視覺因素等(Landphair, 1985)(詳見圖2-24)。設計

者必須了解人文與自然條件相關的元素，透過基地分析詮釋基地資料可以發現對基地產生影響的因素、決定基地實質狀況及基地影響力的設計含意、識別最重要的基地狀況、發展一種適當的設計方式，並且定義出設計上的考慮因素的優先次序等 (Motloch, 1999)。

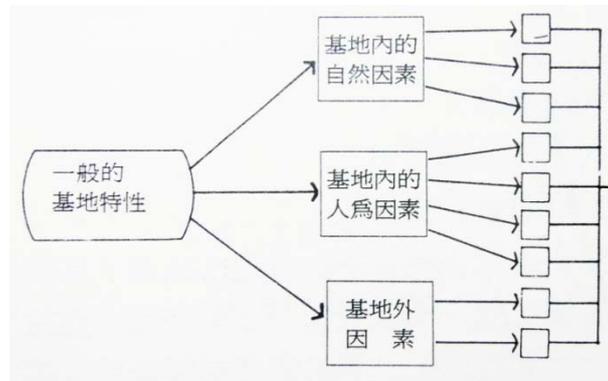


圖 2-24 基地特性



圖 2-25 景觀設計程序

(資料來源：呂以寧、林炯行，1999)

與業主商討及完成基地調查與分析後，將會提出設計目標與問題，接著發展至設計概念階段，設計概念的產生都包括三種動作(呂以寧、林炯行，1999)(詳見圖2-25)：計畫內容與基地分析之整合、設計想法的產生以及計畫元素與基地中的環境資源或設計概念的組織。計畫內容與基地分析之整合：設計概念應該是建立於需求的基礎之上。了解計畫內容與基地之間的機會，並解決其矛盾之處，是從事設計概念的開端，計畫內容與基地分析兩者是同時間產生的，基地分析結合基地的潛力與限制，它暗示了設計的方向和形式。設計概念包括所有座落在基地中的計畫元素、應用在基地上來回應人類及基地需求的設計資源，以及重要想法與計畫隱喻的實現。基地內的元素做為設計概念的一部分，例如：太陽能源、通風、視覺景觀等設計資源，是依據計畫內容與基地需求所組織而成的。每一個設計概念都會與基地分析相互評估，對於設計概念的評斷，則會依其對於基地的潛力與限制的了解程度而定。

設計發展的第一階段，是將先前的步驟中包括基地調查與分析、業主訪談及課題發展等，研究所得之結論放進設計中。在設計階段開始是屬於尋求教一般性的解

決方案(包含機能圖解及概念圖)而後進入到特別的及肯定的解答方案(細部設計)(Booth, 1983)。設計發展的第二階段，將所有的基地資料利用基地關係圖解表示，包含兩個考慮因子：一、機能與空間必須關於基地環境現況的建築與內部空間，二、機能與空間必須依其大小及比例來描述。設計者必須注意基地的主要機能與空間的位置，以及機能與空間之間的關係。發展完空間關係與比例後，設計者只是解答了一些理性觀點的問題。而後設計者所探討的是設計的外觀與感覺，意旨形體的產生(Form)，轉換成一些主題、造型與特徵。造型組合研究是處理設計中結構元素(平台、花台、亭、步道、牆等)的外形及植栽區等其它元素的邊緣及草地(Booth, 1983)。



## 第三章、研究方法

本研究的目的是在於運用衍生式設計方法發展出一套設計流程，運用電腦輔助設計為輔助工具，提供景觀設計一個邏輯思考的模式，因此藉由此方法的概念與流程，擬訂出一個景觀設計流程之架構，以下詳述研究流程、專家訪談、研究工具與圖資。

### 第一節、 研究流程

#### 壹、 衍生式設計之流程與方法

本研究將藉由衍生式設計方法為基礎，將其理論與概念應用於景觀設計流程中，依據文獻回顧所提出之衍生式設計方法，主要功能在於：衍生式設計是基於參數化建模，支持設計作為一個新的設計過程，並且使用數位媒材產生出用手做模型或人腦無法思考的運算成果，此設計方法使設計者更加簡單快速的去生成和探索設計方案，給予設計者更多選擇的可能性並且瞭解設計者的思考過程，再評估其優缺點，從中挑選出最適的設計方案(簡聖芬，2000)。

衍生式設計是一個規則為基礎的系統，處理元素(element)與規則(axioms)，以規則導向與條件控制的程式或演算法，藉由數位媒材能夠記錄設計者的思考過程，也能夠產生一個循環的回饋機制，輔助設計者與業主回頭修正設計過程。並且藉由分析系統提供設計方案一個工具，此系統則提供一個強大的機制對於培育多樣的選擇設計方案，此方法的提出可以幫助設計團隊和客戶在導覽設計空間中是才智的、永續的、優等的設計(Rashad, Alfaris, 2008)。

衍生式設計方法的整體架構是以1962年Asimow提出三階段設計程序為基礎，分析(analysis)階段，著重於了解設計問題與訂定設計目標；綜合(synthesis)階段，致力於替選方案的產生；評估(evaluation)階段，依據設計目標，衡量各替選方案的可行性並做選定。此設計方法大致由以下三點所構成的：

#### 一、設計概要與架構

衍生式設計方法的流程第一階段主要是設計者了解設計問題以及訂定設計目標後，對於設計案構想的產生，提出一個抽象的概念。

#### 二、創造變化的方法

依據設計者所提出之概念，擬訂演算規則，創造初始的參數值，加入限制條件後，以電腦輔助設計系統呈現輸出結果，產生多種替選方案。

### 三、選擇理想的結果

以電腦輔助設計產生之多種替選方案，再依據設計目標選定符合理想之方案，進行設計發展。

衍生式設計方法的流程以設計概要與架構、創造變化之方法以及選擇理想結果這三大要素所組成，在這系統流程中，衍生式設計方法能夠依照設計者之需求，進行規則演算的修正，以及修改限制條件與參數數值，再重新做一系列的循環，直到符合設計目標與解決問題，這一系列的過程成為一個有效的回饋機制(詳見圖3-1)。

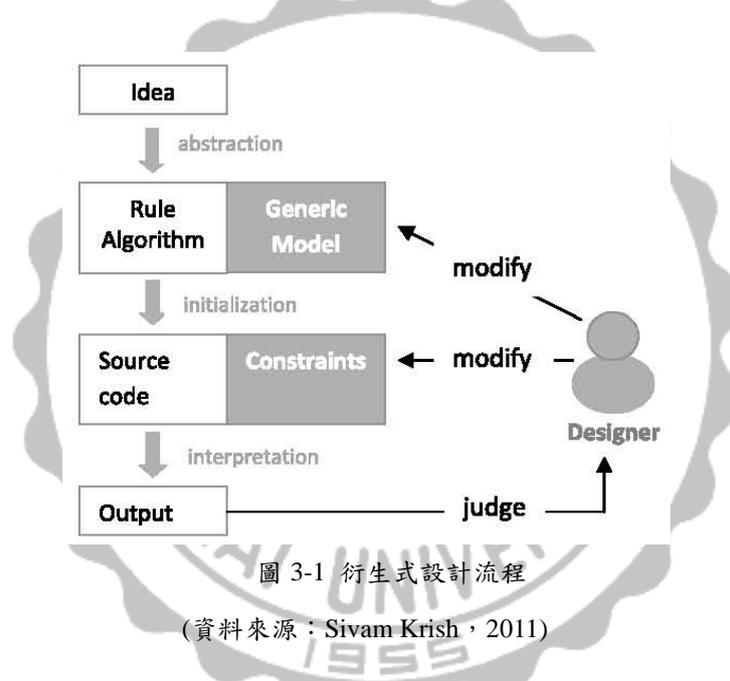


圖 3-1 衍生式設計流程

(資料來源：Sivam Krish, 2011)

衍生式設計方法是使用下列五個步驟(Krish, 2011)：

- 一、創造初始模型 (Creating the genetic model)
- 二、設定最初之表層 (Setting the initial envelope)
- 三、進行衍生式設計 (Generating designs)
- 四、過濾出表現型 (Filtering phenotypes)
- 五、進行篩選與細部微調 (Selection & fine tuning)

## 貳、 景觀規劃設計流程與方法

本研究將上述的方法與步驟應用於景觀設計流程中，依照衍生設計方法的三大架構擬訂景觀設計流程，景觀規劃設計流程是一個集結了管理、調查、分析、評估、規劃決策和工程設計為一體的系統工程，並在實質環境上改變景觀的一個過程，需要許多部門、多學科和多時序共同合作，且採用嚴密科學的技術流程和先進的分析、評估、決策方法才能快速有效地完成(詳見圖 3-2)。

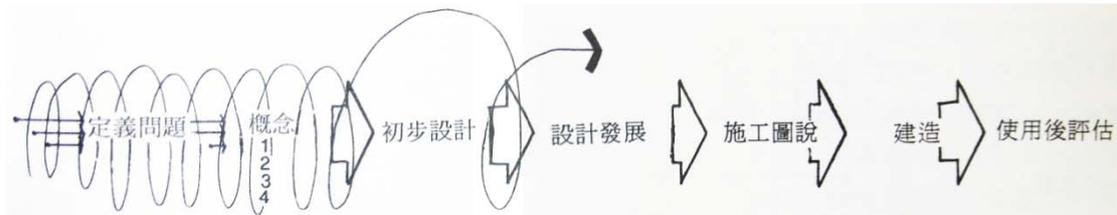


圖 3-2 景觀設計程序

(資料來源：呂以寧、林炯行，1999)

設計程序(design process)用來指出一些必須決定的課題或必須解決的問題，也包括課題的決定或問題的解決方法。它們包括一些用以履行這些想法的工具，例如，電腦輔助軟體。景觀設計流程可分為幾個階段，首先是業主需求、基地環境資料蒐集與分析、擬訂設計目標、設計構想發展、平面配置圖以及細部設計等，但以衍生式設計方法為基礎，則增加了限制條件、演算規則的擬定以及參數修正的回饋機制，使設計思考的循環成為一個可修正的思考流程，因此，本研究以下敘述設計流程之操作：

## 參、 以衍生式設計方法之景觀設計流程

本研究以衍生式設計流程為基礎，導入景觀規劃設計流程，依據文獻回顧中的設計思考與案例分析，分析、綜合及評估階段，分析問題提出目標，替選方案產生，選定方案，而案例分析的設計步驟呈現，皆是由建築內部空間至建築外部皮層，相對的景觀設計流程也是如此，由基地分析後得到設計目標，發展設計概念，先以景觀內部環境空間的配置而後產生細部設計，形體(Form)之發展，因此，本研究以這些設計思考理論為基礎呈現下列五步驟：

### 一、基地資料蒐集與分析

由於在景觀規劃設計案中，業主之需求以及基地資料蒐集佔很重要的一個步驟，業主需求會影響整體基地之配置，與業主討論後設計者了解自己該扮演何種角色，

進而了解基地，由最初的基地勘查蒐集相關資料，設計者必須分析由基地調查得來之資料分析基地本身的自然與人文資源，還包含基地之外的影響因素。囊括了地層、地形、植物、氣候、水文與視覺因素等(Landphair, 1996)。而大部分景觀環境資料的蒐集包含了基地外部環境以及內部環境，外部環境大多以 GIS 軟體配合土地使用分類分析基地周邊藍綠帶以及人文條件資源，包含日照、風向、水文系統、綠地系統、坡度坡向以及交通系統等。再進入至基地內部環境中，調查主次出入口、基地動線系統、現況空間界定以及現況植栽等，提出基地具有潛力與限制之影響因子，並且產生一個抽象的設計概念與設計目標，此階段為分析階段(analysis)，即為設計思考中的起始步驟。

## 二、環境影響因子

經由設計者與業主之討論以及資料蒐集與分析後，會提出對於基地上有影響之因子，分析後的基地內元素做為設計概念的一部分，例如：太陽能源、通風、視覺景觀等設計資源，透過基地分析詮釋基地資料可以發現對基地產生影響的因素、決定基地實質狀況及基地影響力的設計含意、識別最重要的基地狀況、發展一種適當的設計方式。這些影響因子將會對於空間分區、平面配置以及細部設計有不同的影響，舉例來說，影響因子提出的限制條件會影響空間分區所配置的規則，也會影響規則演算的擬定以及參數設置的範圍，對於細部設計也會影響景觀設施外形以及演算規則。

## 三、設計概念

景觀設計中設計概念包括三個動作，整合基地分析與計畫內容、設計想法之產生及基地中的環境資源或設計概念的組織，因此透過基地資料蒐集與分析得出環境影響因子，了解基地潛力與限制，將會提出基地發展之定位與概念。

## 四、設計發展過程

在設計者與業主討論以及基地調查與分析得出結果後，設計過程發展，將由內部空間至形體的產生，在此步驟中，衍生式設計系統在分析完後，有部分的設計流程與一般的設計流程較有不同之處，在於參數設置、規則擬訂、限制條件以及演算。

### (一)參數設置

參數是一個量或值是設計過程中可依靠的數據。參數包含了常數以及變數。常數可以被定義為表示一個特性、量或在特定的條件下保持不變的關係。另一方面，

變數可以定義為某些是可以被改變和變化。以設計目的和目標為基礎，設計者與設計團隊定義有多少參數可以表示為常數在設計內以及多少參數能夠延續做為變數。

## (二)規則擬訂

形狀規則的設置首先必定從設計概念中抽離。在語法中規則具體的說明每個形狀如何替換另一個形狀。此系統開始以原則取代每個形狀，根據形狀規則去產生一個新的形狀組合。這個形狀替換的過程直到，觸發確定形狀規則中止該過程。這些形狀或設計規則是以衍生設計系統為基礎。衍生的設計藉由規則的設置提供選擇衍生設計空間。

## (三)限制條件

「限制」可以定義在一個方案的過程中，做為限制自由的程度。每個限制都有可能限制我們的能力提供解決方案。因此，每個限制一定很謹慎的考慮做為規劃設計過程的一部分。此設計方法，限制將會有兩個型態，幾何的限制以及機能或特性的限制。幾何的限制將會控制幾何的屬性像是結構物的高度、內部空間範圍等。另一方面，機能或特性限制將會控制機能和特性屬性像是景觀空間中最小需求的照明度或是在結構物外觀上最大的太陽強度。

## (四)演算

在一般的情況下，演算描述一個過程或序列是遵循計算或其他解決問題的功用。這個序列應該明確的指出解決問題與對於在有限的時間內獲得必要的輸出以及任何有效的輸入。在此設計方法中，演算在他們自己之中不是設計產品，但至少是說明景觀建築設計。這些描述無論如何清楚的要求定義目標去衍生設計語言(Rashad, Alfaris, 2010)。

# 四、設計發展

## (一)空間分區階段

業主之需求對於空間上所提出的概念，設計概念應該是建立於需求的基礎之上，在此設計階段一開始是屬於尋求教一般性的解決方案(包含機能圖解及概念圖)。設計者在此步驟中，能先以電腦輔助設計軟體創造出各種空間組合(空間機能概念圖)的可能性(Booth, 1983)，然而所有的空間可能性會經由影響因子以及設計者與業主討論之結果，進行分區篩選，選擇最符合設計目標之結果，此步驟即為設計思考中

的綜合階段(synthesis)，擬出多種替選方案。

以下是本研究依照一般景觀民宿空間之需求，加入限制條件與規則擬訂，運用 Rhino 3D 軟體的外掛程式 Grasshopper 進行規則演算，擬訂空間分區排列規則，隨機的演算出各空間所有可能出現之位置圖，操作過程如下：

### 1. 設定限制條件

首先於 Rhino 介面中，繪製 5x5 的方格假設為基地分區配置的範圍，將每個空間屬性設定為 1x1 之方格，使每個空間能在 25 格的方格內隨機的配置。第二步驟依照基地現況增加配置之限制條件，設定住宅位置之地基穩固不得更動，主要與次要出入口位於基地南北兩側，停車場設定限制於民宿南方與出入口相近，因此南北兩側出入口也設定不得更動(詳見圖 3-3)，第三步驟是將限制位置之外的方格設定為其餘空間所能移動的範圍(詳見圖 3-4)。



圖 3-3 限制範圍圖

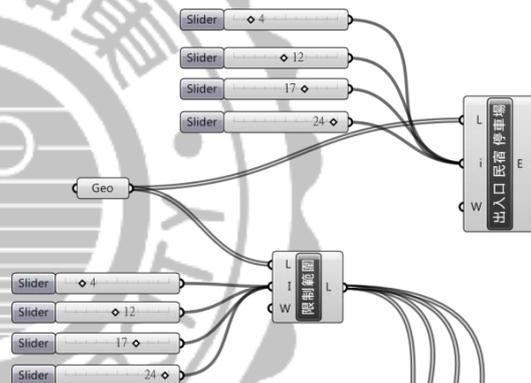


圖 3-4 限制範圍操作過程

### 2. 排列規則演算

限制條件以及限制範圍設定完後，其餘的四個空間包含餐飲空間、休憩花園、廣場、創意空間進行隨機的組合，是以 Grasshopper 中的 Random 指令做為規則的基礎，在限制範圍內以 0~25 之間做隨機的運算，為避免四個空間相互重疊，是以減法(subtraction)與 Random 後的數據相減，分別各減不同的數值，則會四個空間分別得到不同的位置(詳見圖 3-5)，隨機產生出 100 種的空間分區圖(詳見圖 3-6)。

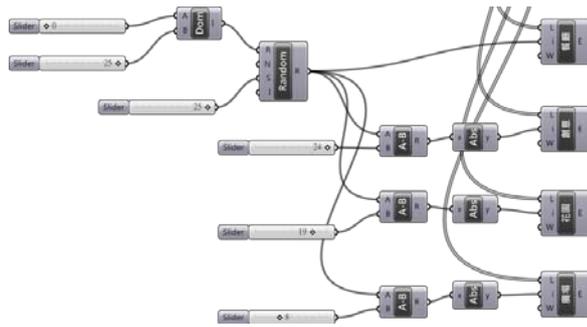
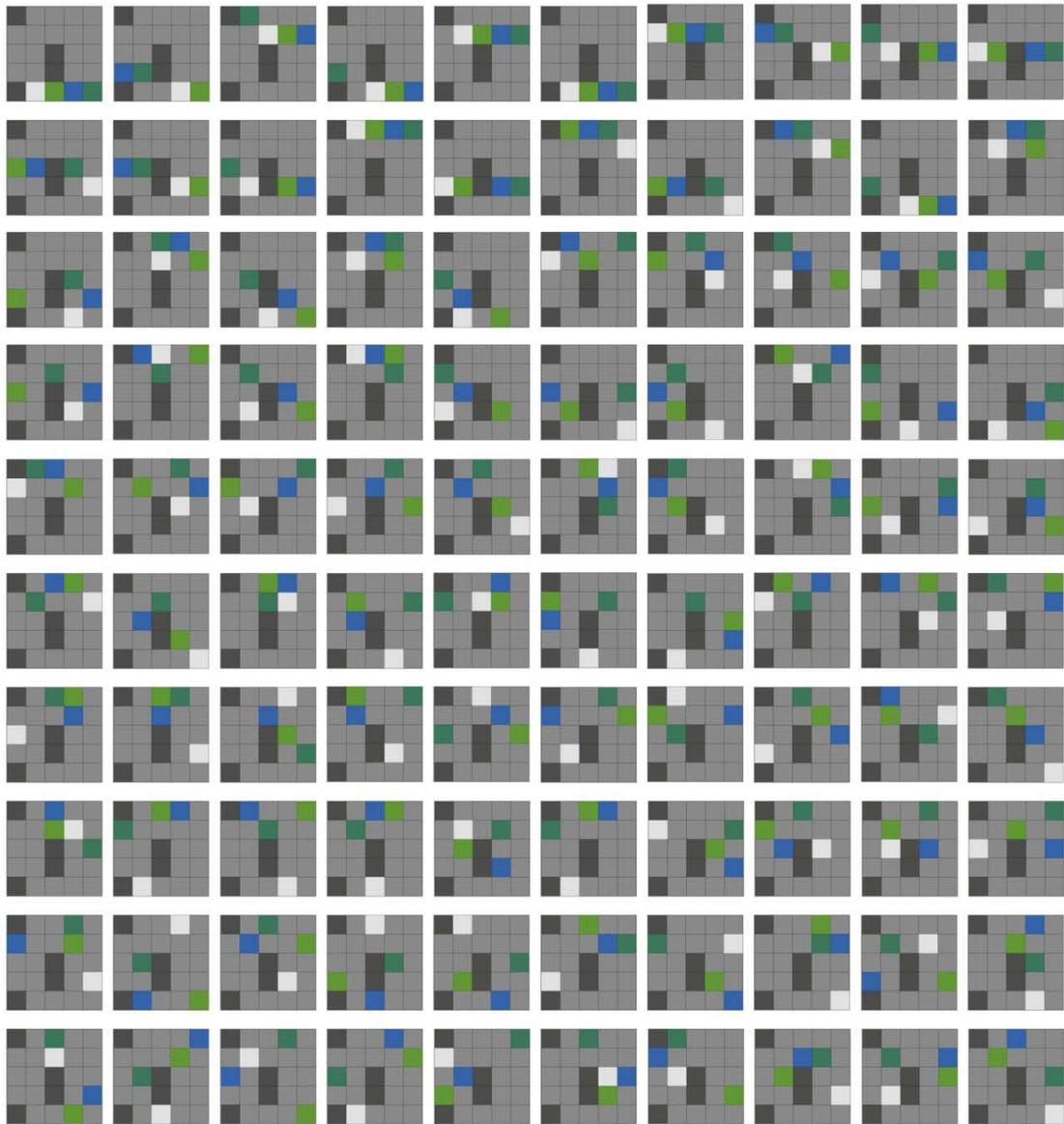


圖 3-5 排列規則操作過程



- 限制位置(南北側出入口、民宿、停車場)
- 創意空間
- 休憩花園空間
- 餐飲空間
- 廣場空間

圖 3-6 隨機排列結果

### 3.成果輸出與篩選

在空間分區階段中，運用電腦輔助設計的運算，產生出所有的可能性結果，但此結果的篩選還是需經由設計者所資料蒐集與分析得到之環境影響因子，而決定何者最符合業主提出之概念以及達到設計目標，因此，此階段乃為評估(evaluation)階段，依據設計目標，衡量各替選方案的可行性並做選定。

#### (二)平面配置階段

在上述步驟完成空間分區後，景觀規劃設計流程將會進入到平面配置的階段，此階段在於基地的主要機能與空間的位置，以及機能與空間之間的關係，將空間的分割以及設施進入至空間分區所設定的機能中，包含了主次出入口的動線系統的導入、空間內各種設施的界定以及植栽分佈等，此階段必須獲得替選方案的產生，因此運用電腦參數化的運算，快速生成所有的可能，也經由設計者所蒐集之資料以及分析結果產生的影響因子會改變配置的結果，例如：日照、風向分析得到的結果會影響演算的規則設置以及參數數值的決定，進而改變平面配置的結果。

#### (三)細部設計階段

景觀的設計流程在平面配置階段完成後，將會進入至細部設計的階段，此階段目的在於三度空間的設施操作，包含許多造型的組合以及景觀設施，街道家具、涼亭、迴廊與平台等，即所謂形體的產生。造型組合研究是處理設計中結構元素(平台、花台、亭、步道、牆等)的外形及植栽區等其它元素的邊緣及草地(Booth, 1985)。細部設計的規則演算來源，設計者也必須經由資料蒐集以及分析得到之結果，進行規則的擬定以及轉化的過程，此階段著重於電腦輔助軟體的操作，快速生成所有的可能，有助於傳統媒材所無法達到的部分，本研究是一種透過參數模型的建構與調整，來思考仿生機制轉化的部分。有別於傳統設計者慣於根據特定設計條件，透過經驗直接決定設計的形式，參數化模型乃是藉由動態地控制影響設計的參數關聯因子，來即時生產、評估、調整設計方案之幾何形式的設計方法探討更複雜的造形以及設計思考 ( Hernandez, 2006; Kilian, 2006; Woodbury, 2010; 邱浩修, 2010)。

## 肆、 操作流程

本研究以衍生式設計方法為基礎，導入景觀設計流程中，發展成此操作流程如下圖：

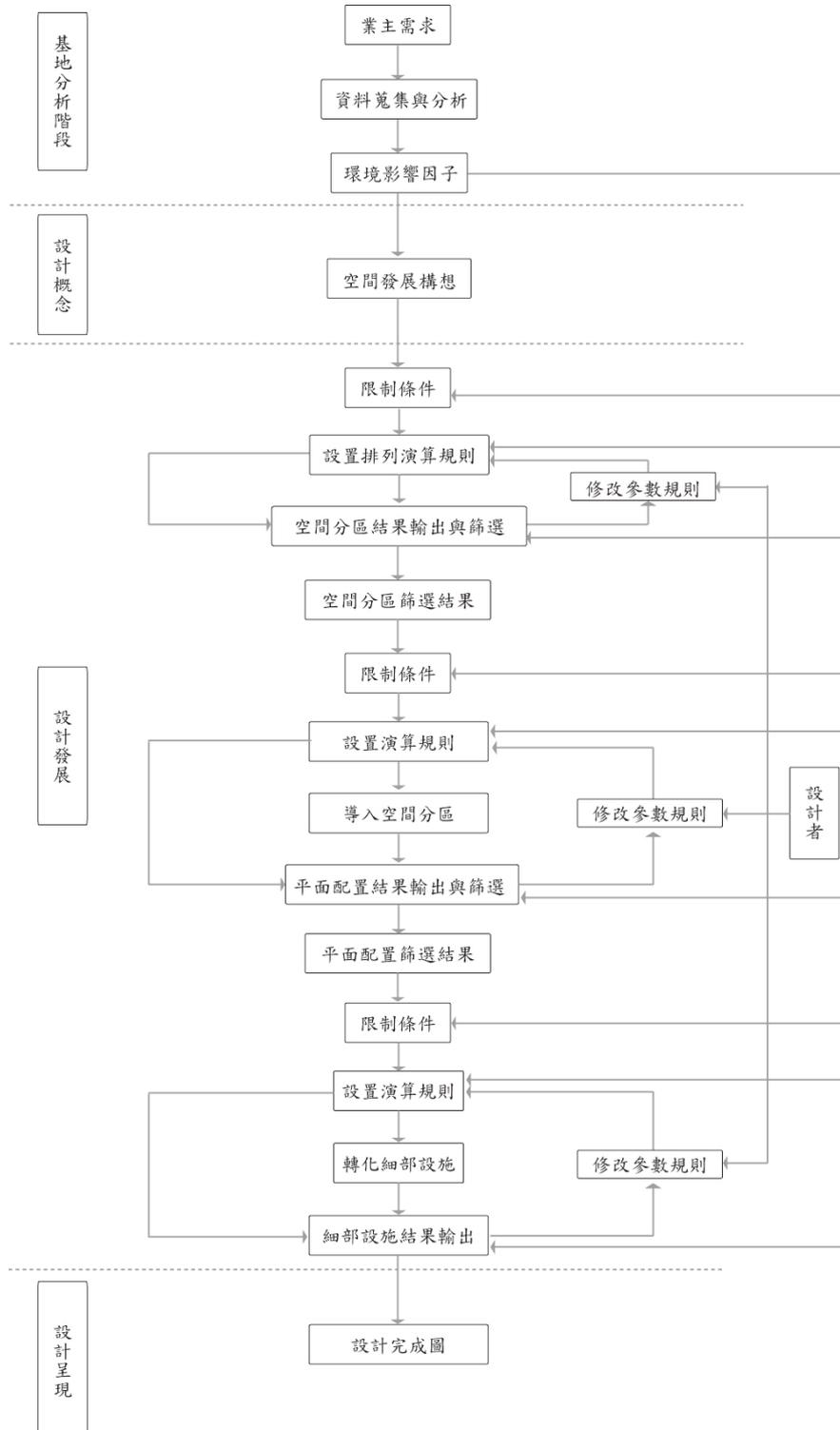


圖 3-7 操作流程圖

## 第二節、 專家訪談

本研究透過文獻探討與案例分析，將衍生式設計方法導入至景觀設計流程中，擬訂出一套操作流程，希望提供景觀設計者一個清楚的思考模式，因此將擬訂之操作流程請專家學者驗證，並且檢視本操作流程的可行性。

### 壹、 訪談內容規畫

訪談內容規畫是依據衍生式設計方法導入至景觀設計流程中所擬訂之操作流程，訪談的目的是希望景觀專業設計者對於此流程在景觀設計操作上的幫助與看法，以及此流程是否能夠輔助景觀設計者的思考過程，故本研究針對此操作流程由景觀分析至細部設施成果共擬訂七項問題，如表 4-1，

表 4-1 訪談問題

問題項目	問題內容
1	請說明此操作流程的回饋機制是否幫助設計者記錄或檢視設計過程與成果?
2	請說明此操作流程是否幫助設計成果更符合設計目標與業主需求?
3	此操作流程是否增加設計成果的多樣性?
4	景觀環境分析所得結果是否助於擬訂規則、條件以及結果篩選?
5	此操作流程運用參數修正是否增加設計者與業主討論的便利性?
6	運用參數化建模是否幫助景觀設計者探討複雜的形體?
7	是否認為此操作流程提供景觀設計者清楚的思考邏輯?

### 貳、 訪談對象

本研究所建構之操作流程，主要是輔助景觀設計者在設計過程中，提供一個清楚的思維模式，故專家訪談上設定需有景觀設計背景的專家為主，且本研究在訪談上分為兩部分的受訪者，一部分是具有景觀專業實務的設計師，藉由實務經驗豐富的設計師以專業實務的角度提出意見，另一部分是景觀設計科系的研究生，藉由六年的設計課程以學習上的角度提出看法。

表 4-2 訪談對象

單位	職稱	受訪者	專業資歷
東海大學景觀學系	講師	謝美珍	20 年
永澍景觀設計公司	負責人	陳昭志	20 年
原莊景觀工程公司	經理	尤俊雄	20 年
人境工程技術顧問有限公司	執行長	鍾德頌	20 年
老圃造園工程公司	副總經理	陳建名	20 年
東海大學景觀學系所	研究生	徐韻英	6 年
東海大學景觀學系所	研究生	陳盈婷	6 年



### 第三節、 研究工具與圖資

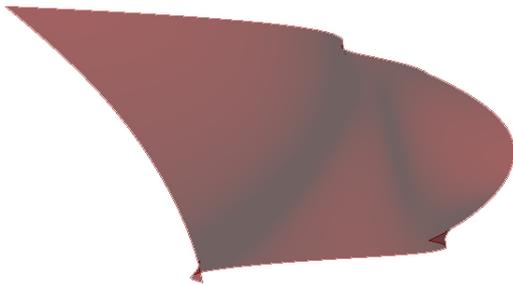
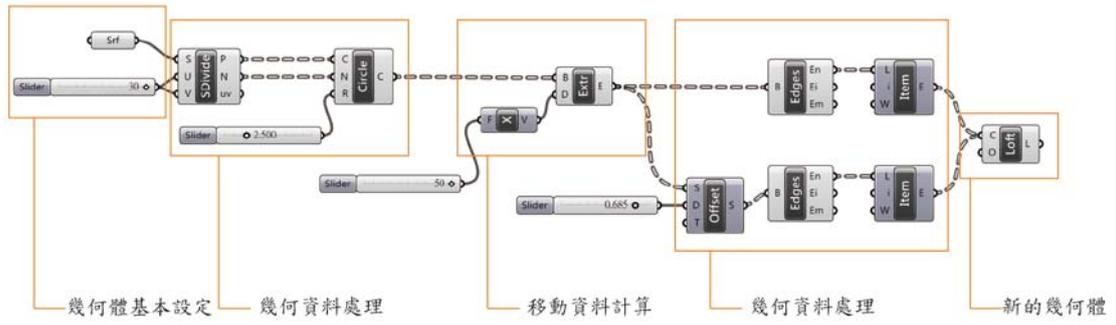
本研究於資料蒐集與分析上主要分為兩大部分，在於研究範圍上是以地理資訊系統(GIS)套裝軟體 ArcMap9.2。數位資料來源為：民國 95 年國土測繪中心土地使用分類色碼表進行研究範圍資料蒐集，包含人文環境分析與自然環境分析。在設計範圍上是以 2007 年航空影像圖配合現況基地勘查進行資料蒐集。因此，藉由此分析軟體能夠給予設計者選擇空間分區與設計上有效的依據。

經由文獻回顧得知，電腦輔助設計至今經歷過多種不同階段，從原先僅僅為取代紙張節省設計師重複動作的功能，而後數位媒材從數位二度空間進展到數位三度空間，此時電腦輔助設計已經加入實體模型的功能。到了參數化實體造型，電腦的計算能力被用來提高設計師的能力，可以隨時來回調整設計；現今，只需要給予設計規則，電腦會計算合理的結果，達到了電腦自行做設計的程度，設計師只需要挑選計算後符合的結果。

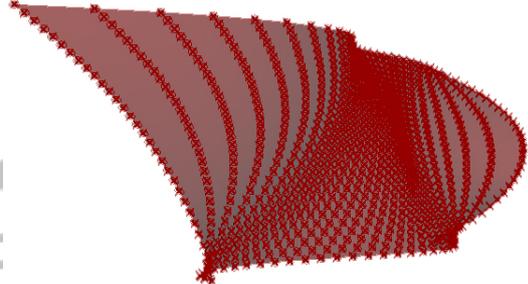
且衍生式設計方法是以參數化建模為基礎的設計方法(shea, 2005)，然而 Rhinoceros4.0 的外掛軟體 Grasshopper0.8.0066，能夠提供人腦所無法運算的可能性以及可視化的編輯過程，一方面能夠記錄設計者的思考流程，另一方面亦能隨時的更改參數規則，輔助此研究構築一個景觀設計思考過程，這類型的參數設計軟件，本身擁有對造型直接編輯之能力，編輯程式時，能夠同時看見造型之變化，對於最後參數化變數因子較易掌握。在這些參數化軟體當中，基於 Rhino 的 Grasshopper 是一個較為直觀、代碼呈現較少的參數平臺，因此目前被使用得非常廣泛(Khabazi, 2009)。

Rhino 的 Grasshopper 外掛程式對於衍生式設計方法的運用在於參數條件的輸入以及演化過成的轉化，最後至成果輸出，此軟體能夠將設計構想參數化的應用，藉由參數數值的改變產生多種替選方案，因此，這類型的電腦輔助軟體非常適合應用於衍生式設計流程，此軟體的操作過程(詳見圖 3-8)：

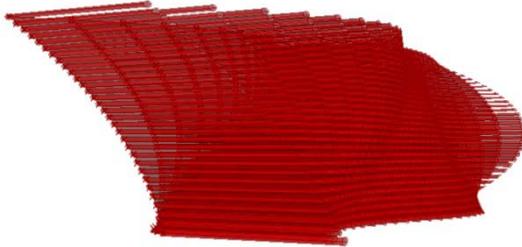
- 一、對於原本的幾何體進行基本設定，例如：線段(curve)、面(surface)等。
- 二、幾何資料的處理。
- 三、幾何資料處理後的衍生運算。
- 四、建構新的幾何形體。



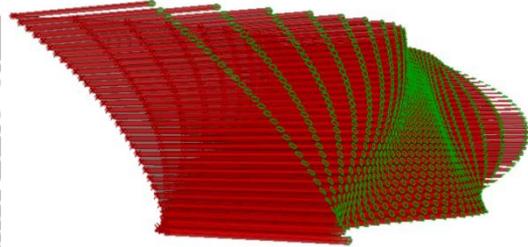
幾何體基本設定



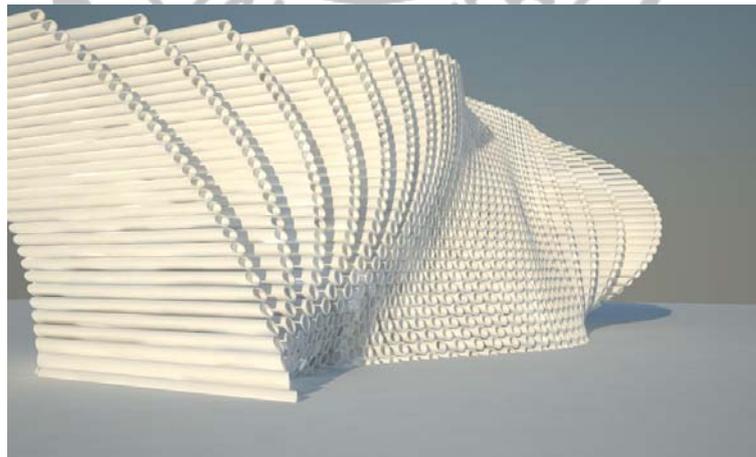
幾何資料處理



移動資料計算



幾何資料處理



新的幾何體

圖 3-8 Grasshopper 操作過程



## 第四章、研究結果與討論

本研究欲使用衍生式設計方法於景觀設計流程中，借此方法搭配 GIS 進行基地調查與分析以及電腦輔助設計，產生更多空間分區的可能性，再藉由仿生物形體與生長規則，進而生成景觀空間配置與其它景觀設施等，從空間分區、平面配置至細部設計皆由電腦輔助設計記錄設計者的思考過程，且能隨時更改輸入的參數，形成一套循環的設計過程，期望本研究能夠提供景觀設計流程一個清楚的設計思維。故本研究採以實證研究的方式進行，選定基地範圍為私人景觀住宅，進行衍生式設計方法的操作流程。

### 第一節、 研究範圍

根據研究動機提出之衍生式設計方法輔助設計者於設計中能夠藉由回饋機制回到設計步驟中，重新修改參數設置，且將方法應用於景觀設計上，而須操作於實際基地。因此，本研究實證基地研究範圍為南投縣國姓鄉國姓村(詳見圖 4-1)，設計範圍選定為南投縣國姓鄉國姓村南竹坑產業道路旁私人住宅，基地面積約為 1 公頃(詳見圖 4-2)。

國姓村位於國姓鄉之中央位置，東北與石門村相鄰，西接柑林村，南鄰大石村，東南為北山村，而北方則為大旗村。國姓村為國姓鄉人口數為 2114 人，僅次於北港村、福龜村與石門村(2007，南投縣國姓鄉戶政事務所)。

設計範圍為私人住宅，經由業主委託希望將此基地開發成民宿使用，增加收入並提供良好且富有獨特創意之居住環境，基地上已有自宅一棟、位於基地北側有一片面積大約 2000 平方公尺之蜜柚園，休憩空間包含游泳池、涼亭等景觀設施。

壹、 研究範圍

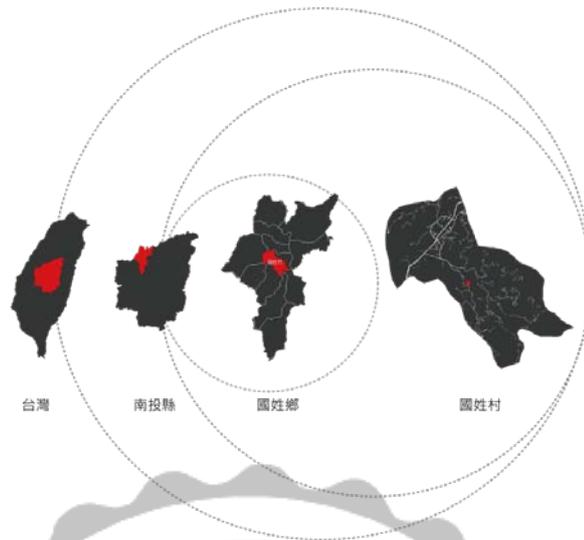


圖 4-1 研究範圍圖

貳、 設計範圍



圖 4-2 設計範圍圖

## 第二節、 基地資料蒐集與分析

### 壹、 業主需求

#### 一、空間機能

業主委託希望將此基地開發成民宿使用，增加收入並提供良好且富有獨特創意之居住環境，根據基地現況環境調查與分析，基地上已有自宅一棟、位於基地北側有一片面積大約 2000 平方公尺之蜜柚園，休憩空間包含游泳池、涼亭等景觀設施，其餘空間大多為業主自行整頓種植植栽或閒置之空間，業主希望基地除了民宿建築之外，需有休憩空間、餐飲空間、藝術創作空間、並且保留蜜柚園作為農作體驗，如下表 4-3：

表 4-3 業主需求

業主需求	
空間屬性	面積(單位：平方公尺)
民宿建築空間	600
餐飲空間	1200
休憩花園空間	1600
廣場空間	600
藝術創作空間	900
停車場空間	600
蜜柚園	2000
總面積	7500

#### 二、基地整體規劃

業主委託之基地面積大約為 3 公頃，保留 1 公頃之果樹農作區以及 0.2 公頃之蜜柚園，將基地分為農作區與活動區(詳見圖 4-3)，且基地南北兩側皆有出入口，因北端出入口銜接竹坑巷交通較為便利，將北端出入口設定為遊客主要出入口，南端出入口則因地勢較為陡峭，道路狹窄設定為業主或貨物進出之出入口，因此業主委託針對活動區進行空間配置，基地面積大約為 7500 平方公尺，其餘範圍皆以保留植栽為主要目標。



圖 4-3 基地保留區

## 貳、 自然資源調查與分析

依照本研究流程第一階段針對基地資料蒐集與分析，進行兩部分的操作，分別是研究範圍國姓鄉國姓村自然與人文資源與設計範圍之景觀現況資源，調查分析研究範圍之自然與人文條件。研究範圍環境資料來源是以民國 95 年國土測繪中心為主，配合土地使用分類色碼表進行資料蒐集，並以 ArcGis 分析軟體為操作工具。

### 一、 坡度、坡向分析

國姓村大多屬於山坡地形，地勢陡峭，基地範圍內高程介於 305~385 公尺之間（詳見圖 4-4），地形坡度影響會視域分析，而基地位處於山脊上在視覺上應具有極好之視域潛力，基地西側山谷地形，雨後則會匯集成溪流，故地勢較為險峻，坡向分為西北向坡與東北向坡（詳見圖 4-5）。

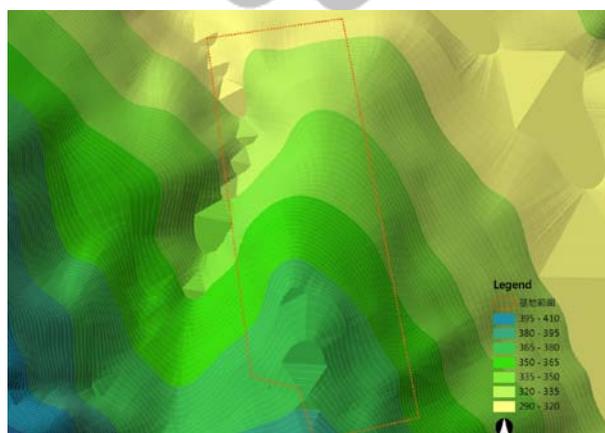


圖 4-4 坡度分析圖

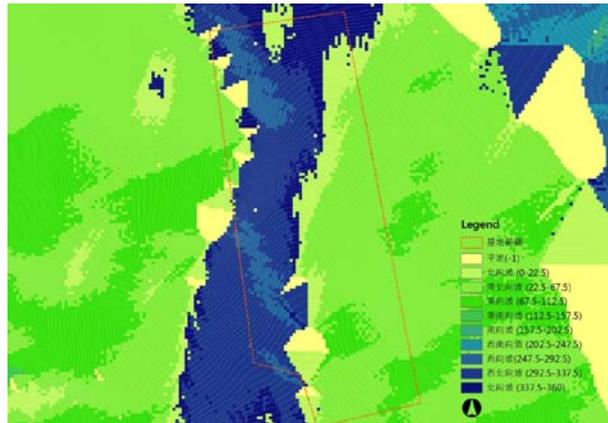


圖 4-5 坡向分析圖

## 貳、 人文資源調查與分析

### 一、 交通系統分析

國姓村聯外道路主要為(詳見圖 4-6)：

台十四線：台十四線省道又名中潭公路，起自彰化經途芬園、草屯、國姓、埔里、仁愛等鄉鎮，為國姓鄉與外聯繫之主幹道。

台二十一線：台二十一線為南投縣南北向交通重要幹道，縱貫南投生活圈生活圈之中央，北接中橫公路天冷，南經過國姓、埔里、日月潭、水里及信義等鄉鎮。為國姓鄉與台中縣以及埔里鎮的聯絡幹道。

縣 133 線：縣 133 線延北港溪而築，通過國姓鄉行政中心國姓村。縣 133 線連接國姓鄉內的兩大動脈。

基地位於南竹坑產業道路上，從縣 133 線(國姓路)進入國姓村銜接長春街，竹坑巷至南竹坑產業道路。

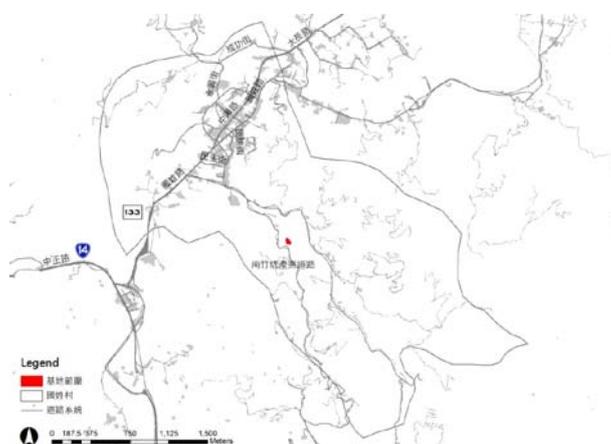


圖 4-6 交通分析圖

## 二、 土地使用現況分析

國姓村由於山坡地之關係，非都市土地占大部分，因此建物分佈主要集中於國姓村西北側(詳見圖 4-7)，依據國土測繪土地使用分類大多為純住宅，以及兼商業使用之住宅，設計範圍分類為純住宅(詳見圖 4-8)。

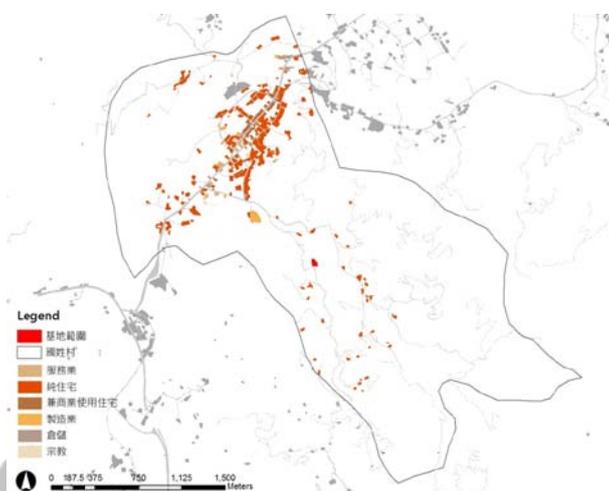


圖 4-7 建物分佈圖



圖 4-8 土地使用現況圖

### 參、 景觀環境調查與分析

本研究第二部分針對設計範圍內之景觀環境資源進行調查與分析，包含高程、使用現況、動線系統、視覺分析、植栽分析與停車空間等，此章節有助於空間配置之比例、發展細部設計與景觀設施設計等。

#### 一、 基地現況

基地位於國姓村南竹坑產業道路，藉由民國 95 年國土測繪分類為住宅用地，主要以山坡地為主，經由業主自行整地後，基地由南至北，由高至低可分為三處平地，其餘部分則為檳榔園，南北兩側皆有出入口，北側出入口銜接竹坑巷，南側出入口銜接南竹坑產業道路，其三處空間機能皆有所不同(詳見圖 4-9~4-12)。

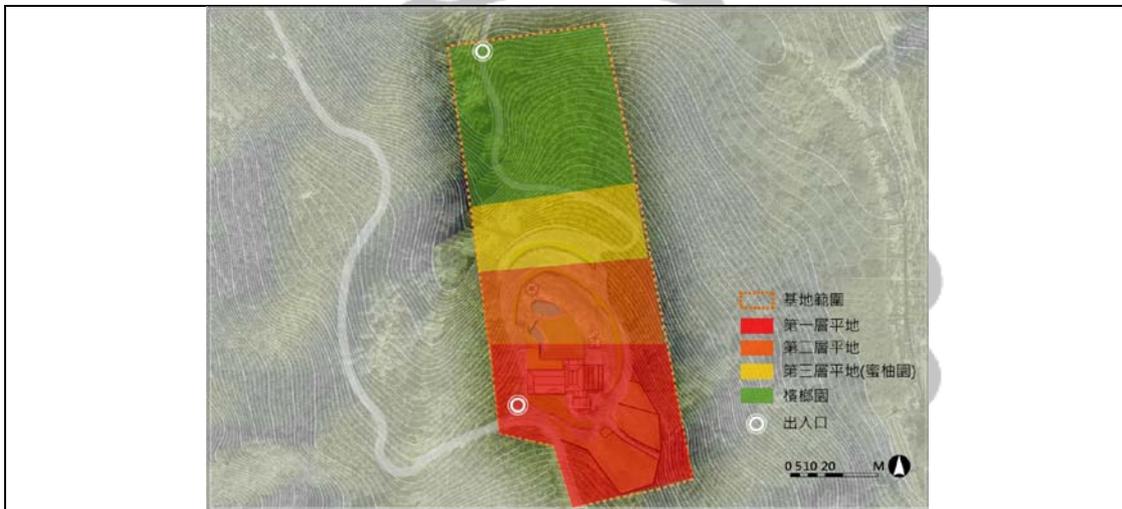


圖 4-9 基地現況圖

第一層為基地目前主要之出入口，以及建築物涵蓋範圍。

第二層為休憩空間，包含涼亭、游泳池等設施物。

第三層為次要出入口與業主自行種植果樹位置。



A



B



C



D



E



F

圖 4-10 空間現況一

空間現況一：

屬於業主主要居住之場所，包含建築、停車空間等。

A：基地主要出入口。

B：主建築物。

C：基地內道路。

D：閒置空地。

E：建築東側之花架。

F：閒置空地。



A



B



C



D



E



F

圖 4-11 空間現況二

空間現況二：

屬於業主平日休憩之主要場所，包含牌仿、涼亭、休憩草坪、景觀設施等。

A：休憩空間主要出入口。	B：景觀休憩石椅。	C：游泳池與休憩涼亭。
D：游泳池。	E：草坪空間。	F：花架與涼亭。



A



B



C



D



E



F

圖 4-12 空間現況三

空間現況三：

為業主自行栽種五葉松與蜜柚樹位置以及新開拓之次要出入口。

A：五葉松栽種位置。

B：蜜柚園位置

C、D、E：沿線道路景觀。

## 二、 視域分析

經由高程分析基地位處於山脊上，應有良好視域範圍，由於基地現況植栽較為雜亂，因此視點必須設定於基地現況四個較無樹林遮蔽之位置，經由林地與農地分析套疊至視域分析後，以下四張圖可看出視點位置分析出之可見範圍(圖 4-13~4-16)，絕大多面向基地東側與北側，表示基地上可見範圍廣大，且基地具有豐富的林地資源，提供較好的視覺景觀，四處位置中又於五葉松處東側的環景照片與可見範圍的視域最廣。

第五張圖則為基地西側視域分析，此處可見範圍廣，經由高程分析得知西側屬於山谷地形，有一條北港溪的支流經過，地形陡峭險峻又因現況種植檳榔樹過於繁雜，導致基地西側缺乏良好的視覺景觀(圖 4-17)。



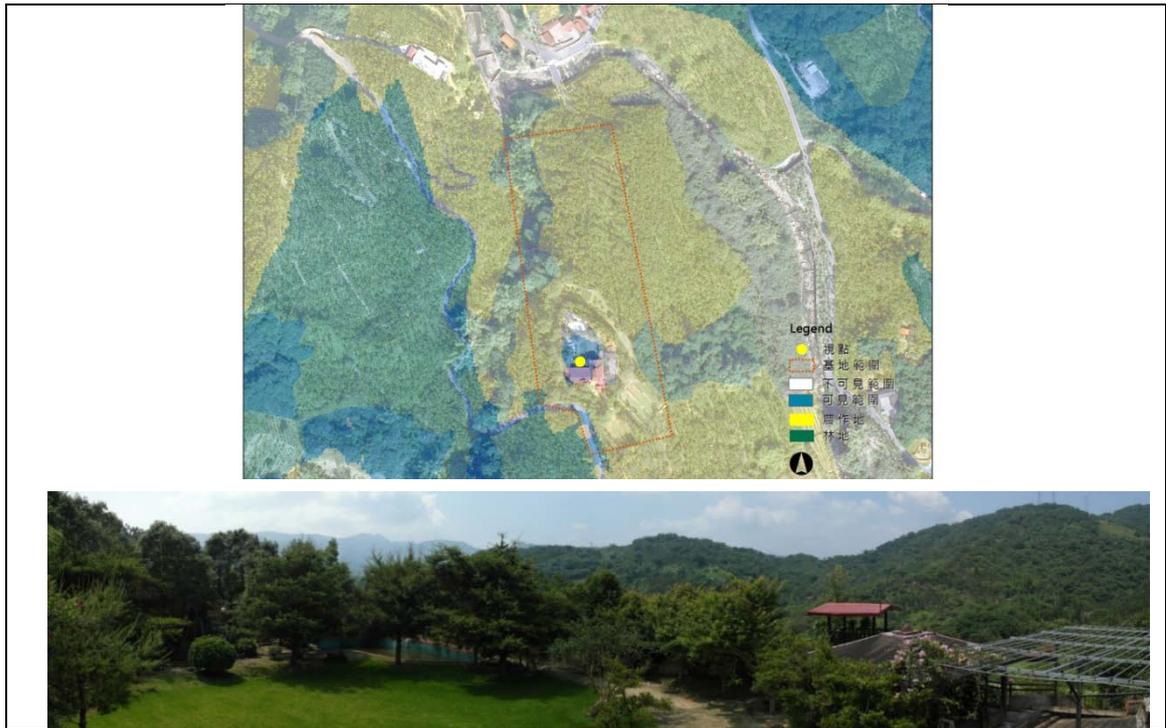


圖 4-14 建築平台觀看視域圖

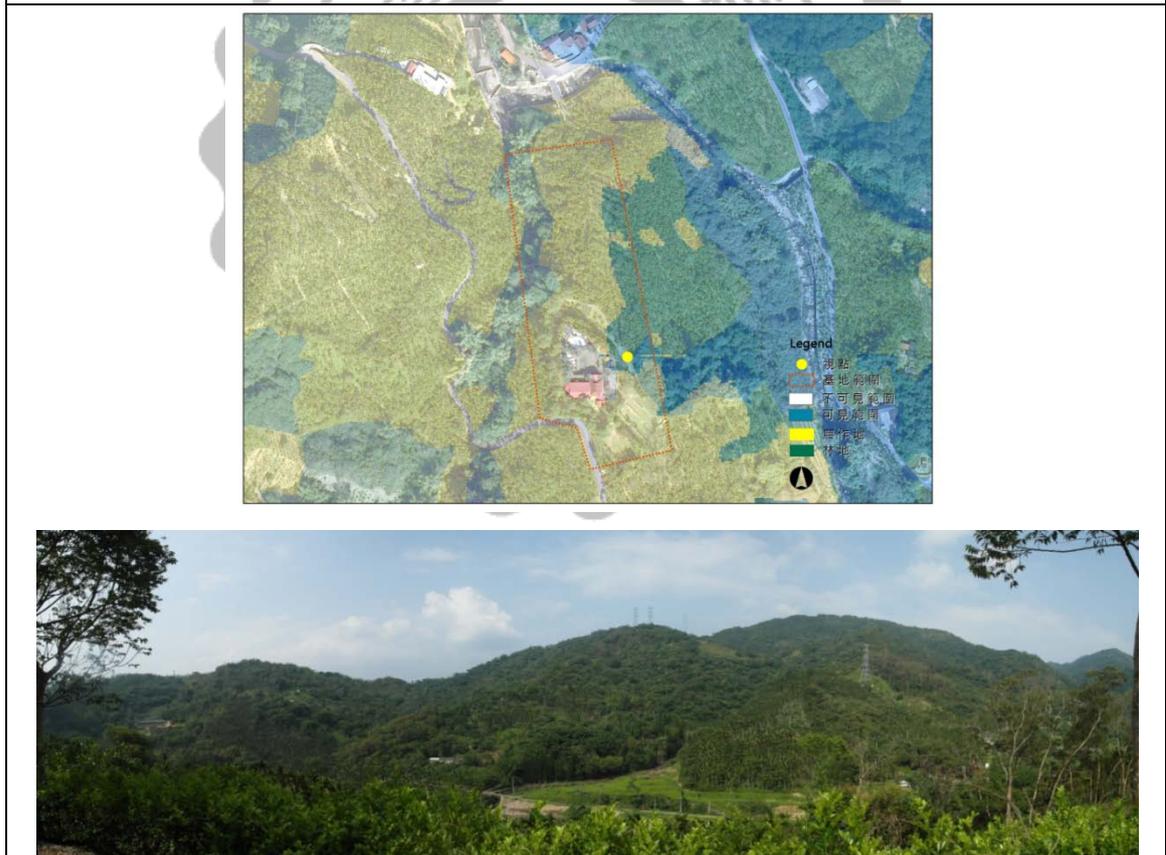


圖 4-15 五葉松處向東側觀看視域圖

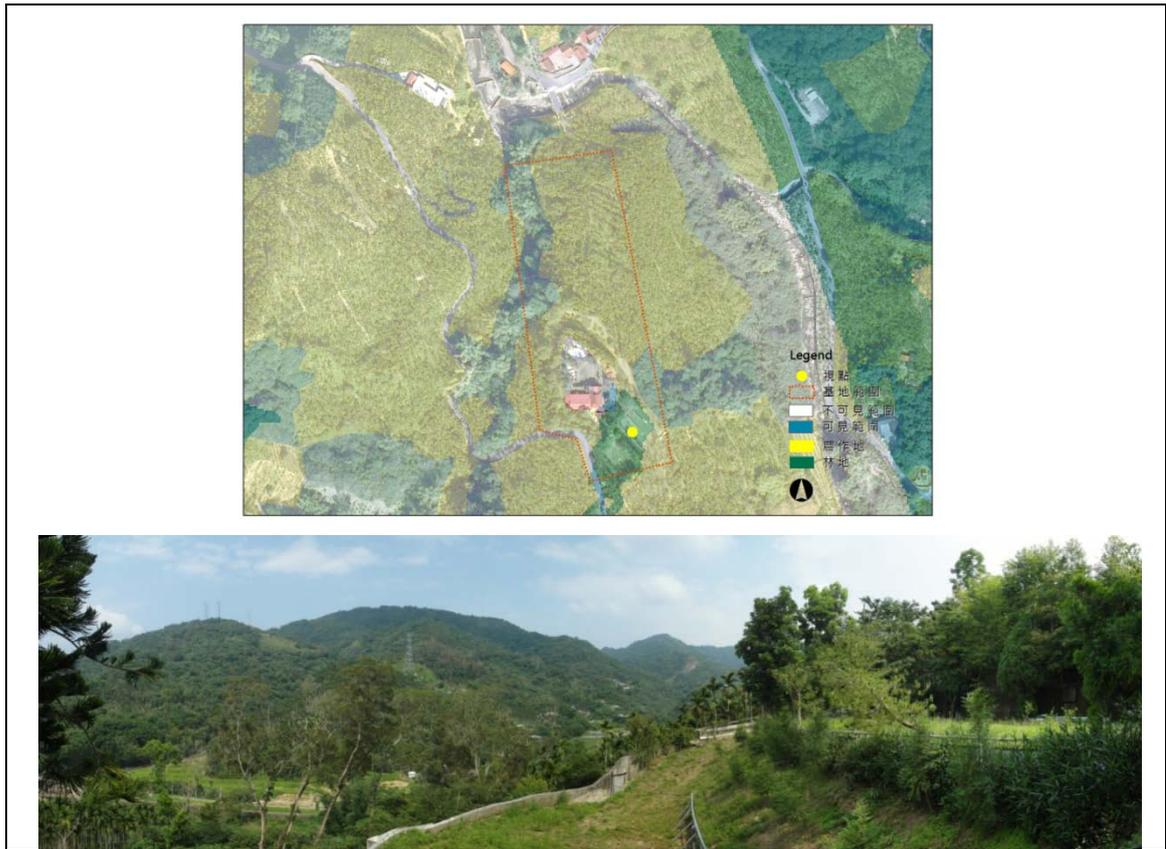


圖 4-16 第二層平台觀看視域圖



圖 4-17 基地西側觀看視域圖

#### 四、 基地資料蒐集與分析之結果與討論

此步驟之基礎是以 Asimow 所提出之設計思考的分析(analysis)階段為主，主要在於景觀設計程序中，與業主之討論，了解業主需求以及分析基地相關資料，分析問題了解問題，得到潛力及限制因子，提出設計發展目標。在本研究所建立以衍生式設計之景觀設計流程中是屬於基地資料蒐集與分析進而得到環境影響因子，透過基地分析詮釋基地資料可發現對於基地產生影響之因素，能夠透過基地資料分析結果做為設計概念的一部分，意即為衍生式設計的設計概要與架構。

由於景觀環境分析由外部至內部環境，外部環境包含高程、坡向、交通、土地使用現況等。內部環境包含基地內部現況、視域分析。基地環境由外部環境之藍綠帶資源，山林資源豐富，可看出基地具有發展成休閒景觀民宿之優勢，提供優良的居住環境，高程及斷層帶提供建築設計上之考量。基地內部現況可知主要及次要出入口、停車場之空間及建物分佈位置得到不可更動之區域，視域及植栽可得知現況具有哪些位置具有潛力條件，視域的範圍可供空間分區位置之考量、基地內部植栽分佈以及特色植物等，這些環境影響因子配合與業主商討後提出設計目標接著發展至設計概念，此步驟之目的在於確立未來設計基地之發展方向、演算規則設置與限制條件界定及進行輸出篩選條件，完成衍生式設計方法第一階段步驟，設計概要與架構。

### 第三節、 設計概念

#### 壹、 發展定位

本研究根據基地環境調查分析之自然與人文資源以及上位計畫(詳見附錄一)，基地位於國姓村山區具有豐富自然環境資源，具發展潛力，但由於國姓村農作物大多以檳榔園為主，在基地周遭環境造成景觀上視覺過於單一，應賦予基地新的景觀環境，而在人文資源分析方面，基地屬於山坡地保育區建築用地較稀少可於此遠離都市塵囂，適合人在此從事休閒活動放鬆身心，上位計畫得知國姓鄉富有藝術大道、生態景觀資源，因此將國姓鄉定位為「觀光休閒、精緻農業、居住」，綜合以上三項分析，本研究將基地定位為休閒景觀民宿。

#### 貳、 空間發展構想

根據基地資料蒐集與分析以及發展定位，本研究空間發展構想為創意居住環境，透過分析結果得到基地限制條件，運用隨機的規則，排列組合發展所有空間分區的可能性，運用基地現況良好之視域環境做為空間分區發展的選擇依據，創造優良空間與動線系統，並且運用基地內豐富動植物，模擬仿生機制做為概念之轉化，因此在設計發展階段分為三部分，首先於動線系統與空間分割上，將以血桐葉脈做為元素基礎，而後轉換為民宿建築皮層之設計。第二於景觀設施部分以鳳凰木、蟬、五葉松與地形紋理做為轉化元素，發展為各種景觀設施，包含涼亭、座椅及景觀牆。

### 第四節、 設計發展

本研究於此階段參考案例分析，將景觀環境從空間分區進入至細部設計階段，首先進行基地內部空間分區規劃，以業主需求進行分區規劃，並且配合基地調查與分析所得之結果用於選擇符合基地條件之配置，平面與細部階段皆以仿生機制擬定生長規則，並快速生成所有可能之結果，轉化為平面與景觀設施。

#### 壹、 空間分區階段

##### 一、空間分區規劃

本研究於內部空間分區規劃上，依據本研究流程設計發展階段，依照研究方法的步驟，設定限制條件、規則擬訂創造出隨機排列組合，並在此階段配合業主需求所設定之空間屬性加入面積條件，並且以衍生式設計工具Rhino之外掛程式

Grasshopper軟體為操作工具，以方格化的方式來表示分區圖的面積以及位置，自行設定排列組合之限制與規則，生成出可能的配置結果，再進行結果輸出與篩選。

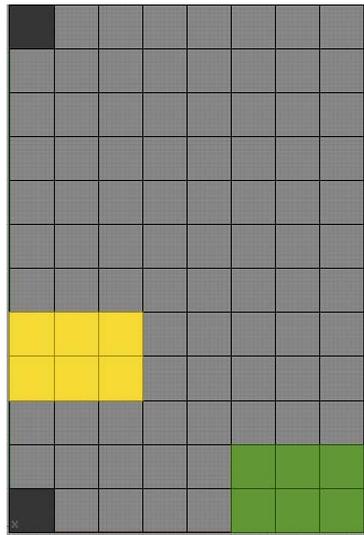
#### (一)設定限制條件

首先於 Rhino 介面中，為避免軟體運算過於複雜，將假設每方格為 100 平方公尺，接著繪製 12x8 的方格假設為基地分區配置的範圍，依照每個空間屬性設定所佔之方格範圍，使每個空間能在 96 格的方格內隨機的配置，如下表 4-4：

表 4-4 空間範圍

空間屬性	面積(單位：平方公尺)	方格範圍
民宿建築空間	600	3x2
餐飲空間	1200	4x3
休憩花園空間	1600	4x4
廣場空間	600	3x2
藝術創作空間	900	3x3
停車場空間	600	3x2
總面積	5500	12x8

第二步驟依照基地現況增加配置之限制條件，因目前基地現況住宅位置之地基穩固不得更動，且業主將主要出入口由東邊改向西邊，現況主要與次要出入口位於基地南北兩側，旅客停車場之位置於基地北方出入口不於設計範圍內，另外業主本身停車場設定限制於民宿建築南方與出入口相近，使業主或是運送貨品更為便捷，因此南北兩側出入口也設定不得更動(詳見圖 4-18，4-19)。



住宿空間  
 停車空間  
 南北出入

圖 4-18 限制條件

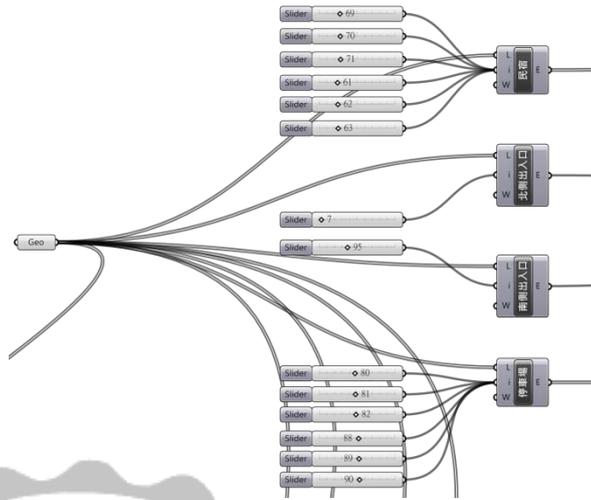


圖 4-19 限制條件操作過程

## (二) 設定規則

限制條件以及限制範圍設定完後，其餘的四個空間包含餐飲空間、休憩花園、廣場、創意空間進行隨機的組合，是以 Grasshopper 中的 Random 指令做為規則的基礎，在限制範圍內以 0~96 之間做隨機的運算，每個空間的面積選定是以序列(series)的方式做選擇，然而為避免四個空間相互重疊，是以減法(subtraction)與 Random 後的數據相減，分別各減隨機的數值(詳見圖 4-20)，則四個空間會分別得到不同的位置，而隨機產生出 30 種的空間分區圖(詳見圖 4-21)。

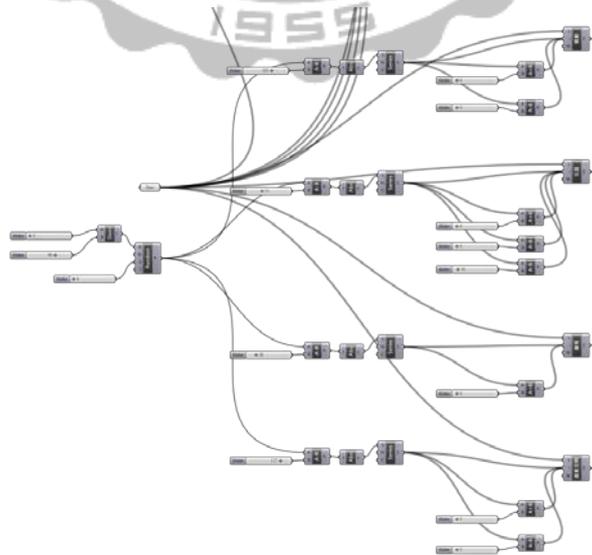
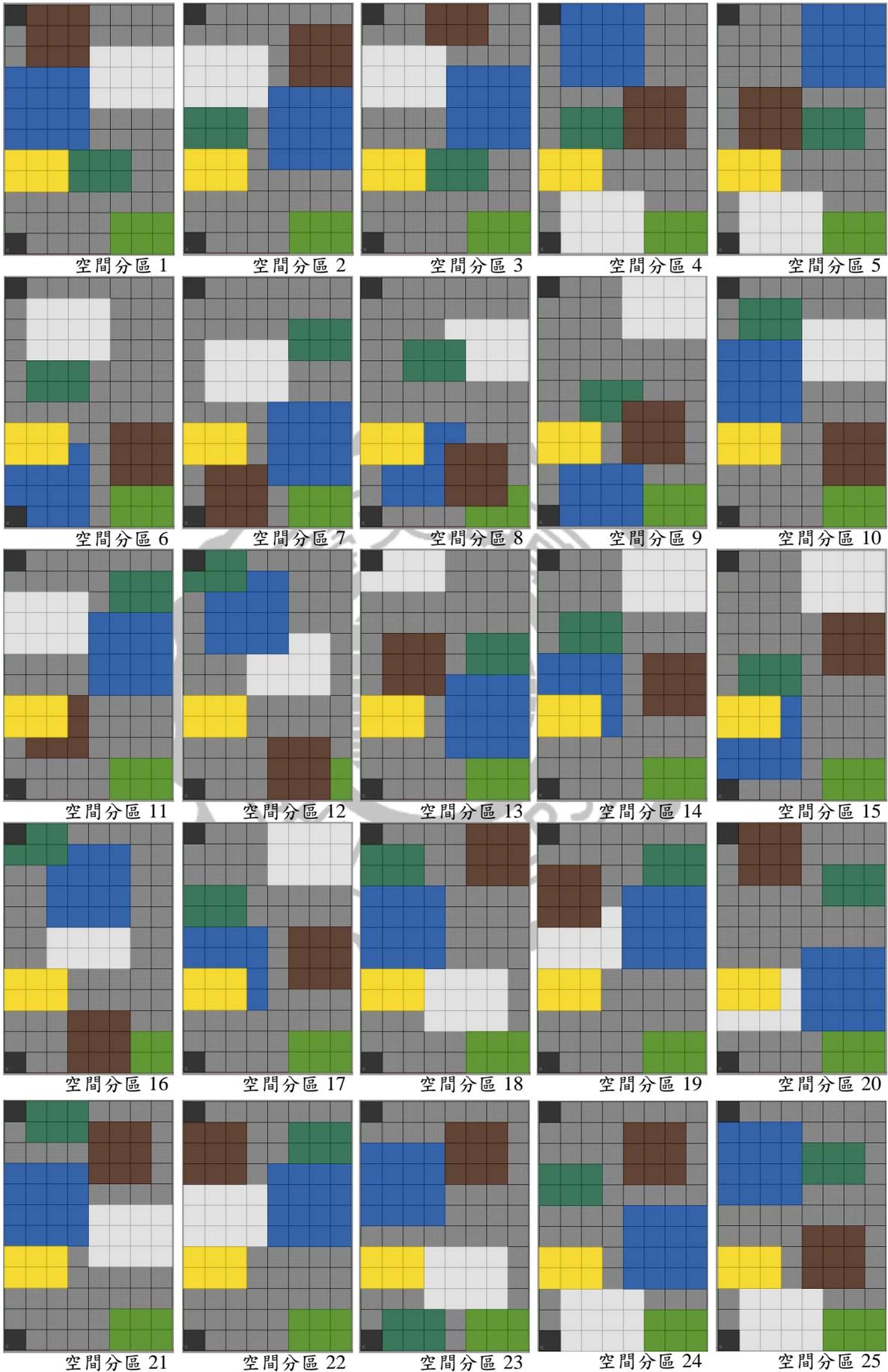


圖 4-20 空間分區操作過程



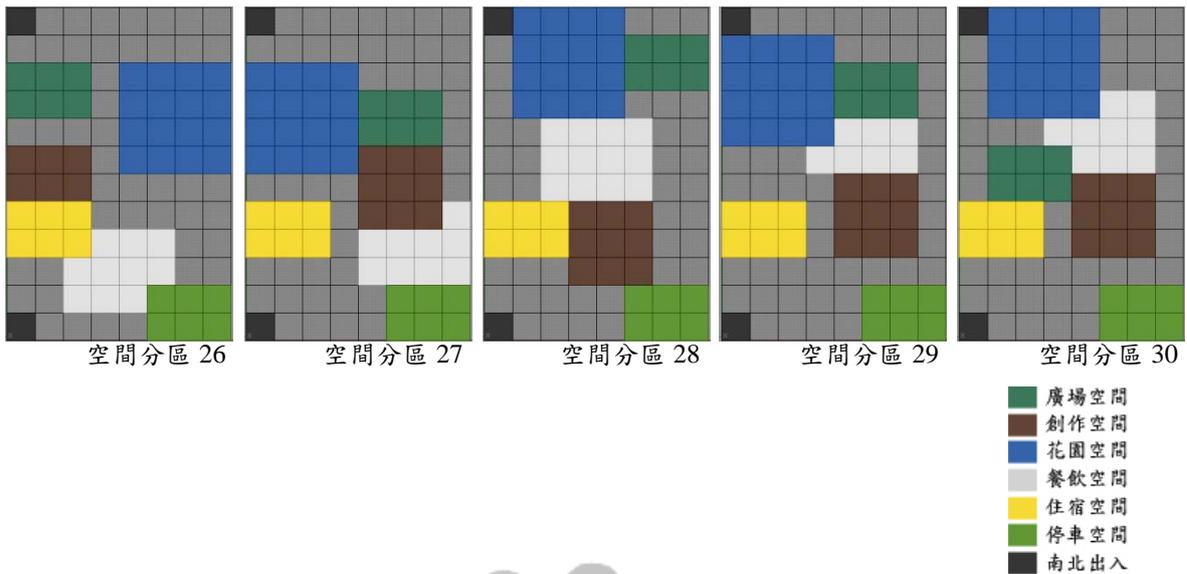


圖 4-21 三十種空間分區圖

### (三)成果輸出與篩選

因此經由視景基地分析得到基地右側的景觀極佳最適合發展觀景空間，經由高程分析得知基地西側為山谷地形，且基地現況調查西側現況植栽較為豐富隱蔽性較高，在此是較適合做為休憩花園。

本研究以電腦運算的方式，用來產生所有可能的分區結果，根據規則的設定以及限制條件自動演算出可能的方格分區圖，選擇一個最符合基地條件與業主需求的結果(圖4-22)，套入基地分區圖中，繪製成空間分區圖(詳見圖4-23)，導入遊客之動線，遊客從主要出入口進入後，會先通過廣場空間為一個集會的場所，接著前往餐飲空間。

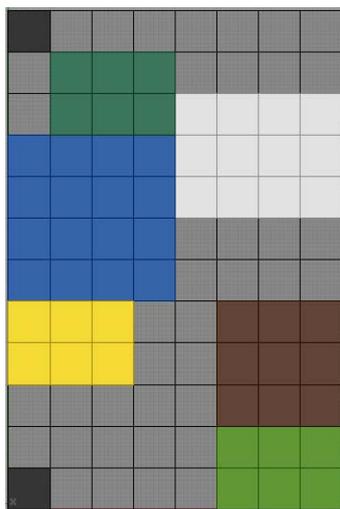


圖 4-22 空間分區 10

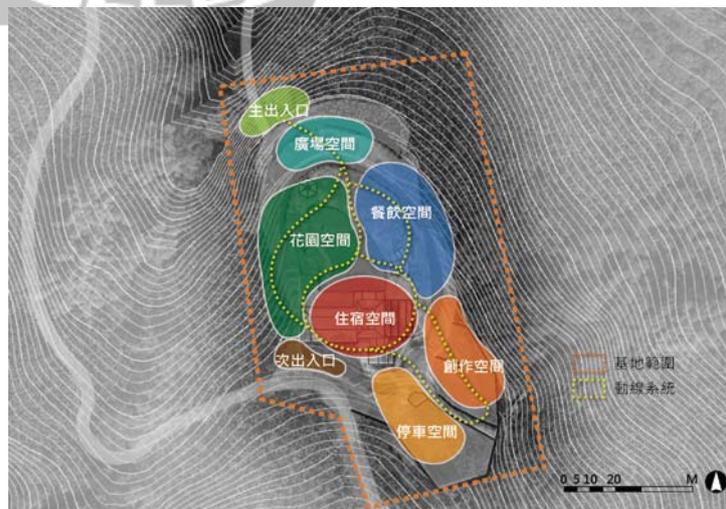


圖 4-23 空間分區圖

#### (四)空間分區階段結果與討論

本研究在此步驟的第一部分是屬於Asimow所提出的綜合(synthesis)階段，綜合資料庫的相關資料或得階段性之結果，與替選方案之產生。第二部分屬於評估(evaluation)階段，依據設計目標衡量各方案的可行性做選定，進行結果篩選。以衍生式設計之景觀設計流程的空間分區階段主要是業主之需求配合基地環境調查與分析，產生空間分區構想，擬訂規則與限制條件。在上述步驟中，主要針對業主之需求提出空間上之概念，在此設計階段是屬於尋求較為一般性的解決方案(機能圖)，在過程中結合基地調查與分析以及業主之需求，進行空間分區排列，接著主要是依照基地現況分析所得知限制的條件，設定限制範圍。此步驟與研究方法所設定的隨機排列組合不同之處在於加入了面積這項條件，面積加入後，有助於設計者在空間分區上的選擇依據。規則擬訂是以隨機之方式使其餘空間進行隨機之組合，藉由電腦輔助軟體創造出各種空間組合的可能性，因此在此階段運用電腦設計的運算，產生出可能之結果，而後需依照基地分析結果選定其中之一較適合基地發展之結果，在此空間分區階段中，完成衍生式設計的第二及第三階段，分別為創造變化之方法與選擇理想結果，形成一個設計思考之循環。

## 貳、 平面配置階段

由上步驟電腦運算後，篩選出的結果得知，空間分區10最符合業主需求，在此步驟中利用空間分區進行空間設計發展，在此章節中，運用本研究所提出之設計流程，將以動植物的外形以及生長形態做為規則擬定的對象，因在參數化建模的過程中，仿生規則是較容易擬訂的，且基地上動植物的資源也相當豐富，因此利用仿生對像撰寫規則以及演算機制，主要分為兩大部分，首先發展成平面配置圖，配置圖中導入動線系統及空間元素的分割，第二部分發展成為民宿建築，將血桐葉脈型態轉化為民宿建築皮層設計。

### 一、平面配置階段

在平面配置設計階段採用植物葉脈做為人行步道以及鋪面分割的基礎，由於葉脈的生長規則是非常特殊以及有機的，可以呈現出較有趣的空間設計，本研究經由現況植栽調查發現基地現況種植許多血桐，其原因為基地為重新開墾用地，且血桐屬於先趨性植物以及海拔高度之因素，使得基地非常適合血桐(詳見圖4-24)的生長，血桐的葉脈生長是有一定的規律與規則，因此選擇此血桐，做為平面配置之規則基礎，發展平面配置的形式，以下步驟為第三階段平面配置階段之操作過程：

#### (一)血桐原型規則建置

首先分析血桐葉脈生長的規則，可看出葉脈是分為兩個層級，第一層級是葉脈主要的架構，且呈現傘狀分佈，第二層級則是傘狀分佈中較細微的分裂，接著依照葉脈的規則，建構出血桐葉脈生長的原型。在此部分的操作是以 Voronoi 演算法來模擬血桐葉脈的生長規則，在 Grasshopper 的操作中使用 Voronoi 指令(voronoi group)做為基礎(詳見圖 4-25)。

血桐葉脈的第一層級建置，繪製一個平面(Plane)為生長的範圍，以圓的切分點(Divide Curve)做為 Voronoi 的參考點，生成第一層級的葉脈，分裂出面積較大的空間。在第一層葉脈中，由於葉脈的第二層級是隨機的細分，因此依照相同的平面範圍，以隨機的指令(Random)在平面上創造許多隨機的點陣，做為 Voronoi 第二層級的參考點，生成血桐葉脈有機的分裂型態(詳見圖 4-26)，最後轉化成鋪面分割與步道兩部分。



## (二) 設定限制條件

運用血桐生長規則導入空間分區 10 中，除住宿空間外共有七個分區，將七個分區做為血桐生長之限制範圍，以血桐葉脈作為界定各空間單元內之基礎，轉化成鋪面分割或步道(詳見圖 4-27)。

## (三) 設定轉化規則

首先繪製七個分區成表面(surface)做為血桐生長的限制範圍，以 surfacemorph 功能，連結 Voronoi Group 生成出的分裂部分，分別對於七個空間生成鋪面、草地與步道(詳見圖 4-28)。

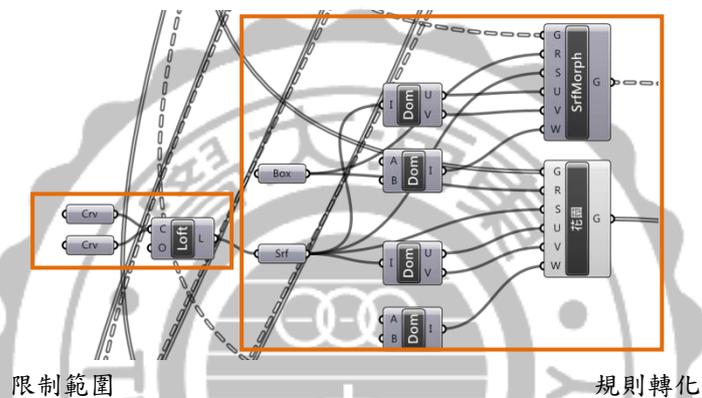
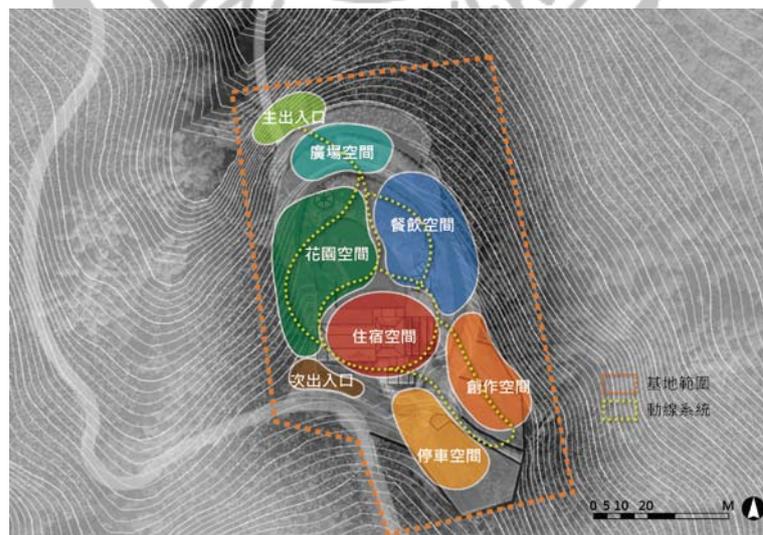


圖 4-27 限制範圍與規則轉化操作過程



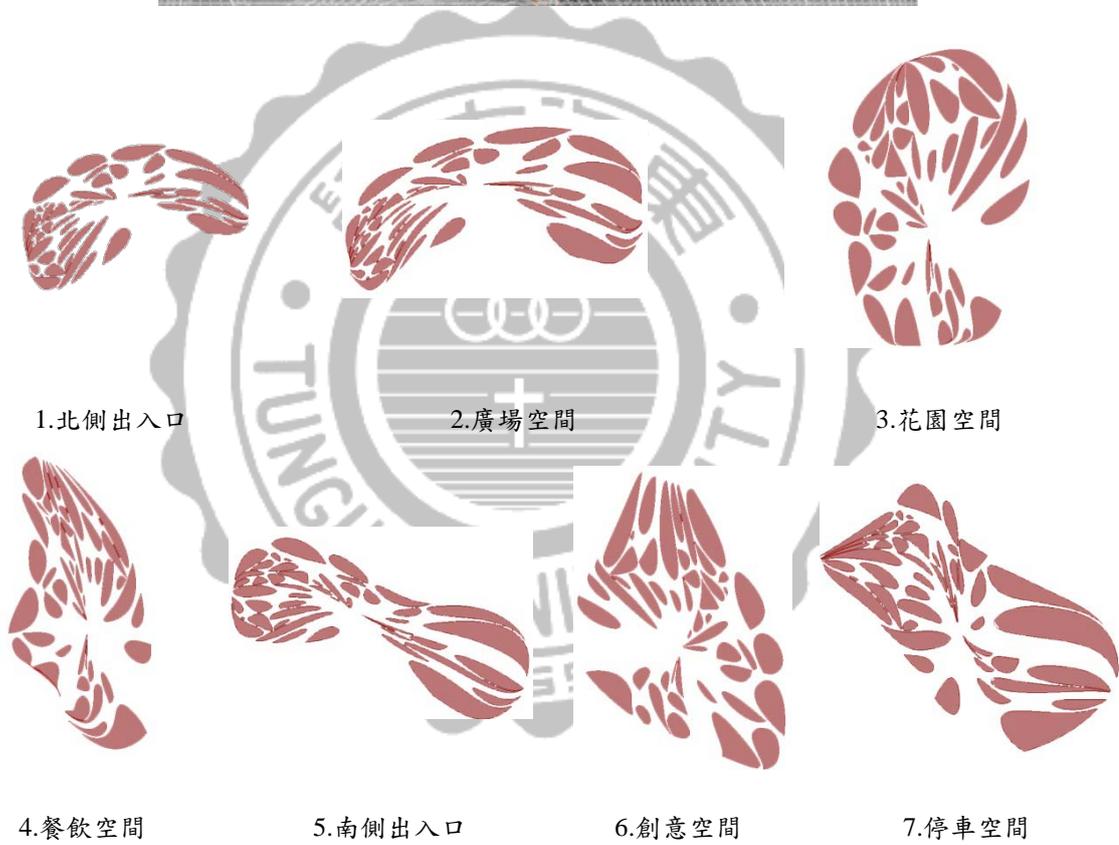
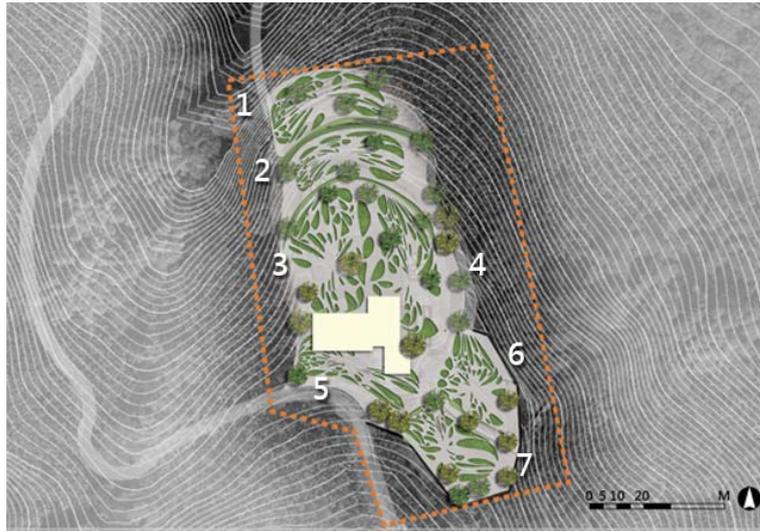


圖 4-28 空間分區配置

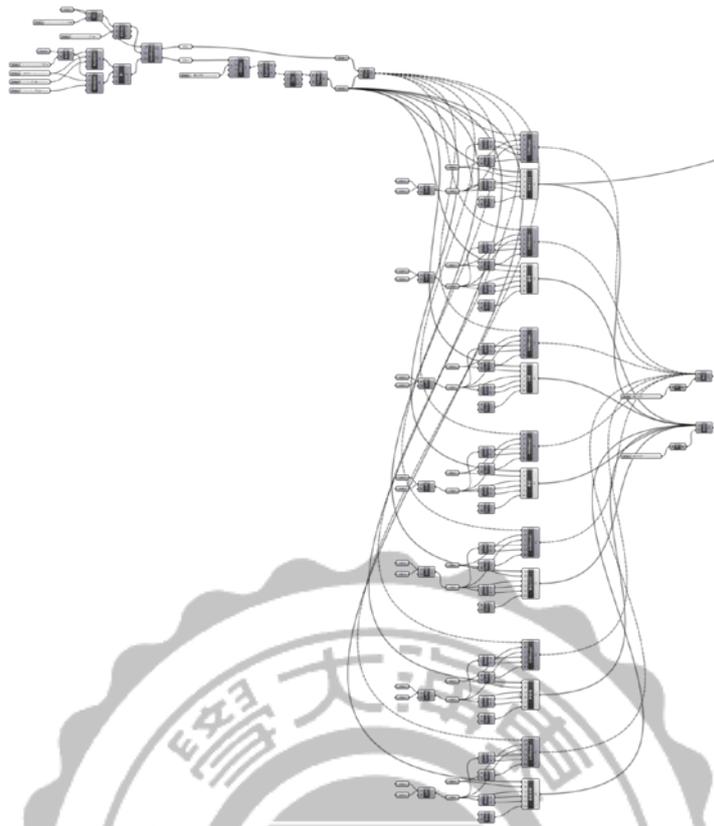


圖 4-29 空間分區配置操作過程

#### (四)平面配置成果

此階段運用血桐的生長規則導入上步驟繪製之空間分區 10 後，轉化成動線系統以及景觀元素(草地、硬鋪面)生成平面配置圖(詳見圖 4-30)，此設計過程能夠藉由設計者改變 Voronoi 的隨機參考點，能夠改變葉脈細分的數量以及分佈，產生不同的空間質感，提供多樣化的平面配置成果，在此步驟本研究僅用相同的數據產生相同的隨機參考點，只操作出一種平面配置圖，由剖面示意圖可看出血桐的規則導入空間後(詳見圖 4-31)，基地原有的三處高程分別在不同空間機能中以動線與軟硬鋪面的分割，在各空間中創造不同的質感。

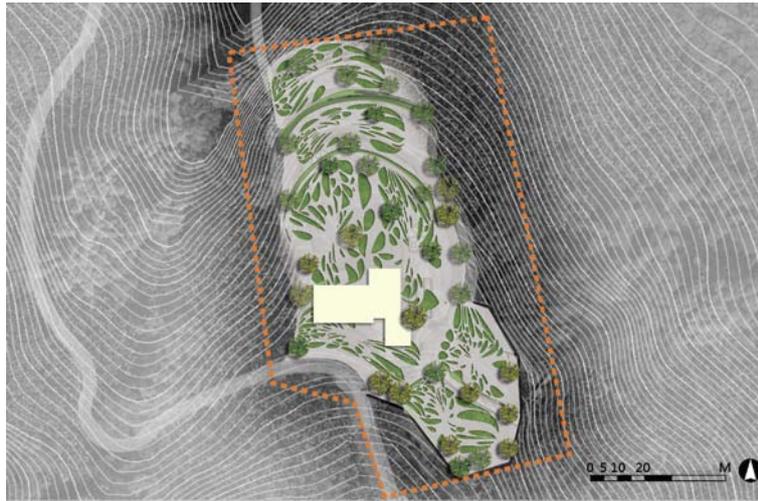


圖 4-30 平面配置圖

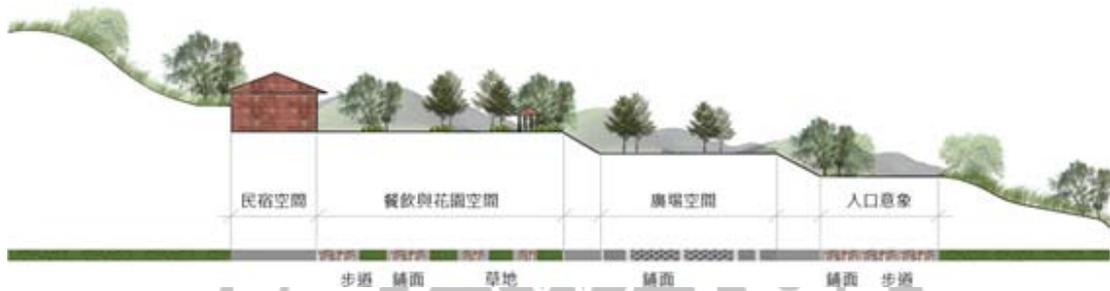


圖 4-31 剖面圖

## 二、民宿建築轉化

除了其餘七個空間分區外，民宿建築也以血桐的葉脈規則做為建築皮層的轉化，將原本的鐵皮建築，以有機的生物型態改變建築外觀之設計。

### (一)設定規則

運用血桐生長規則，導入建築皮層中，此步驟於 Rhino 介面中，繪製曲面形體包覆舊有建築外觀，並做為血桐的生長限制範圍，以血桐的生長規則做為建築皮層的基础。限制條件繪製成的曲面(surface)做為血桐生長的限制範圍，以 surfacemorph 功能，連結 Voronoi Group 生成出的分裂部分，在建築皮層中生成血桐的葉脈型態，在曲面上分割出數點，做為皮層厚度的參考向量，將血桐葉脈轉化至建築皮層上(詳見圖 4-32)。

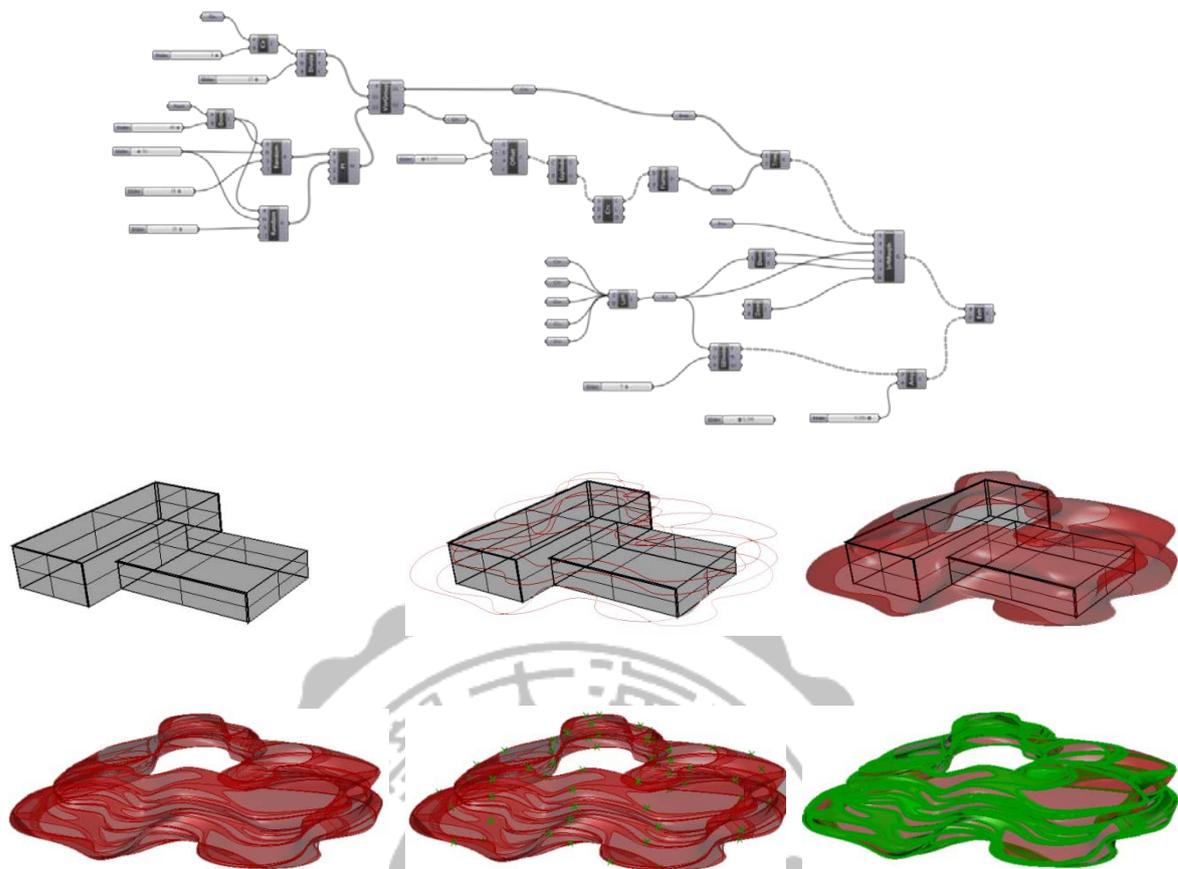


圖 4-32 血桐轉化操作過程



圖 4-33 三十種建築皮層型態

## (二)成果輸出與篩選

本研究以血桐的生長規則導入建築皮層中，轉化為有機的建築型態，在衍生式設計的步驟中，設計構想的產生後，必須獲得替選方案的產生，因此在此運用電腦參數化的運算，生成出 30 種可能的皮層成果(詳見圖 4-33)，依據設計者所需的形體外觀，從中挑選出最適的設計方案。

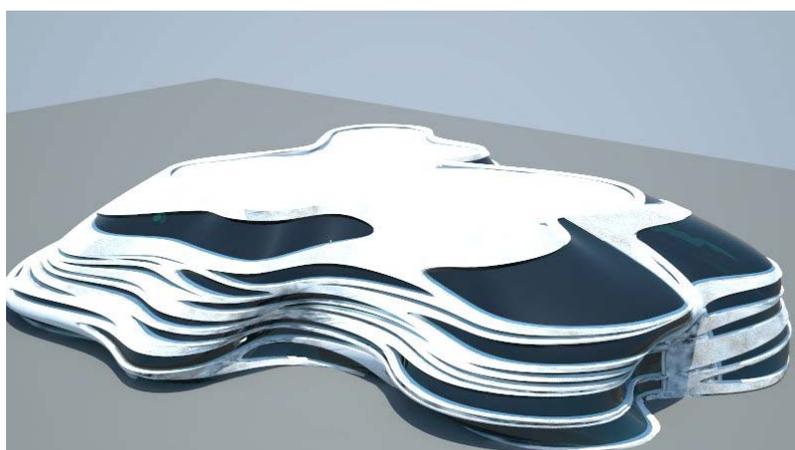


圖 4-34 民宿建築成果圖

## (三)平面配置階段結果與討論

經由文獻回顧得知，景觀設計流程在於空間機能圖、空間概念圖僅只藉由基地調查與分析得出一般性的解決方案，然而要進入置特別及肯定的解決方案必須進到下一個階段，即設計發展階段(Booth, 1983)。因此本階段操作流程是以本研究所擬定之操作流程設計發展平面配置階段所進行，在於空間分區階段完成後，會得出空間分區篩選結果，而配合基地資料蒐集與分析所得知環境因子，分析得出基地上較有特色之植物，進行植物葉脈生長分析，運用參數化建模軟體作為操作工具，以葉脈生長為規則擬訂基礎，使用衍生式設計方法的步驟，創造初始的葉脈模型，並設定限制範圍，是以空間分區之範圍做為限制範圍，進行仿生規則導入空間分區中，此階段包含了動線的導入(步道系統)以及空間的界定(鋪面材質轉換)與植栽分佈，而得出平面配置結果，以及得出 30 種建築皮層轉化之成果，過濾出所需的成果，進行細部篩選與微調。此結果也因環境影響因子選定的不同而有所改變，例如選定為日照或風向，即可能會影響配置結果選定或影響細部微調，此階段設計者亦是能夠隨時更改參數規則，並運用衍生式設計方法快速的生成所有可能之替選方案，供給業主與設計者從中挑選最適方案，形成此階段一個設計程序的循環。

### 參、 細部設計階段

在細部設計階段採用植物形體以及基地的地形紋理做為設施轉化的基礎，由於植物的外形或是地形紋理的生長規則是非常特殊以及有機的，可以呈現出較有趣的細部設計，本研究經由與業主討論後，針對業主喜好的植物做為形體的轉換，包含五葉松、鳳凰木，並且此基地處於山坡地上，以原始的地形紋理做為轉化的規則基礎，因此，以下步驟呈現景觀設施中的涼亭、座椅以及牆體，此步驟為第四階段細部設計階段之操作過程：

#### 一、景觀設施涼亭—鳳凰木規則轉化

本研究經由現況調查發現基地內除血桐之外，鳳凰木也是業主喜愛種植的樹種之一，因此以鳳凰木的生長以及外形做為涼亭的規則基礎，鳳凰木的葉生長為二回羽狀複葉，似羽毛狀(詳見圖 4-35)。每片葉子的葉脈類似水平生長，每片葉均有 20 對以上的小葉，小葉成橢圓狀且葉脈生長如同傘狀。



圖 4-35 鳳凰木

#### (一)鳳凰木原始生長及外形規則建置

規則設置 1.：

首先在 Rhino 介面中繪製三條曲線，並且在 Grasshopper 介面中以 Loft 指令繪製成曲面，表現為鳳凰木的大葉片的單元，並做為小葉與葉脈生長的限制範圍。

規則設置 2.：

以旋轉指令(Rotate)旋轉上步驟做的葉片做出鳳凰木葉片如同傘狀之效果，在此將傘狀的數量設定為 6 個。

規則設置 3.：

由於植物的生長是有機的，每片葉的大小均有所不同，在此步驟以隨機 Radom 指令搭配縮放 Scale 指令(詳見圖 4-36)，做出鳳凰木大小不同的葉片。

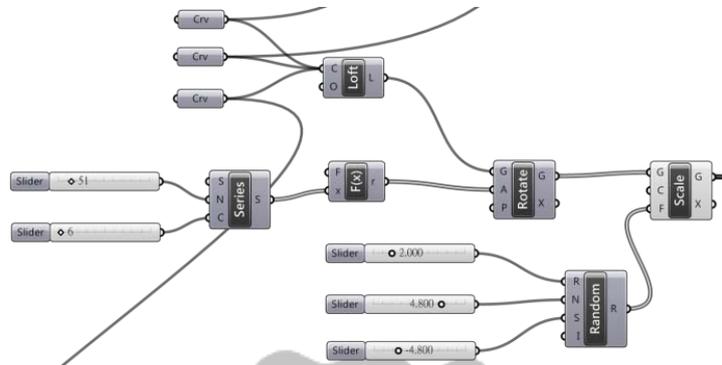


圖 4-36 鳳凰木原型操作過程一

規則設置 4.：

鳳凰木中大葉中的每個小葉呈現橢圓狀，吸附於葉脈上，以形態生成指令先將大葉片切分 Divide 成 35x15 格配合 Surface Box 指令做為小葉的生長範圍，第二步驟是在 Rhino 介面中繪製一個橢圓狀的小葉葉片，以 Box Morph 將 Rhino 繪製的橢圓狀小葉吸附於葉片上(詳見圖 4-37)。

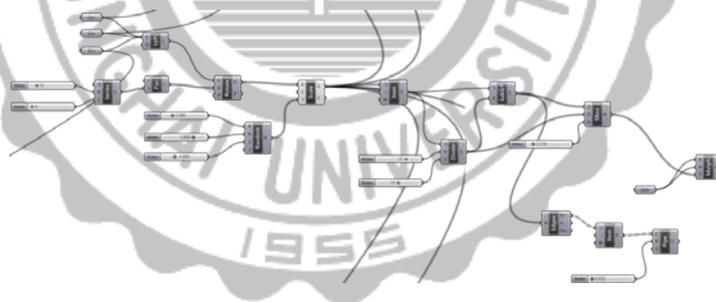
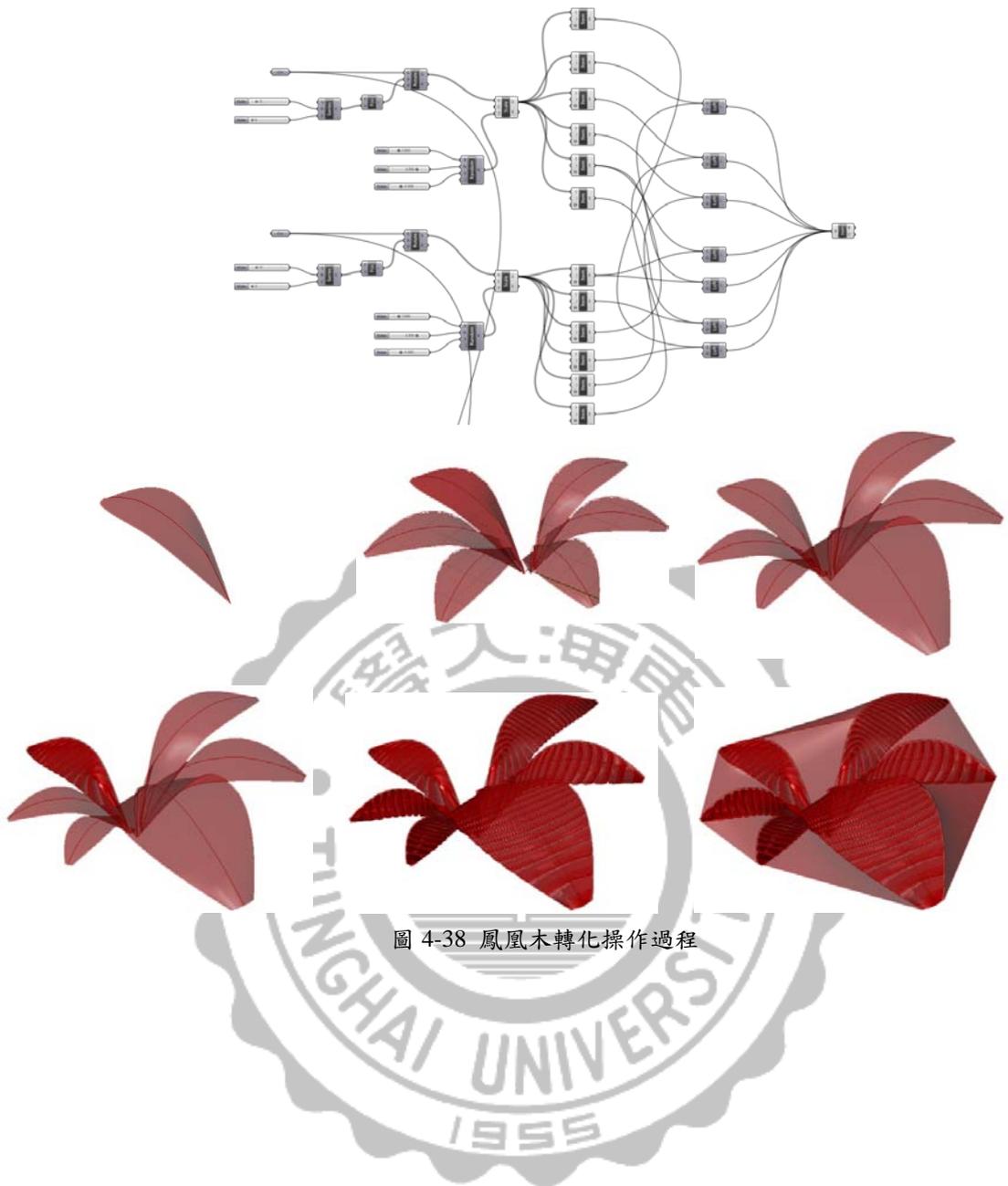


圖 4-37 鳳凰木原型操作過程二

## (二)設置規則轉化

最後模擬出鳳凰木羽狀複葉的效果，再將大葉片面的邊界線段作曲面連結，轉化成景觀涼亭成為基地內一個遮陰空間(詳見圖 4-38)。



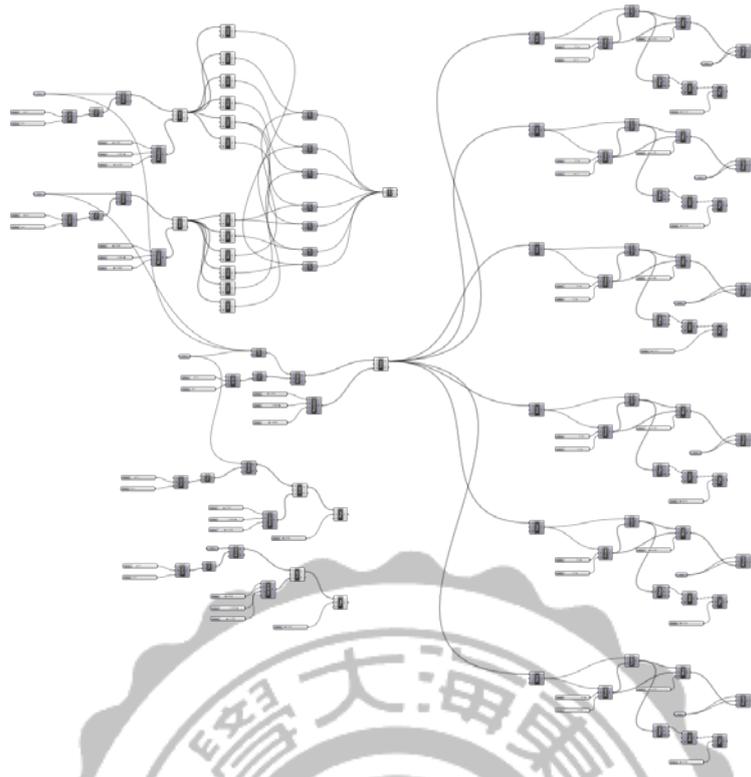


圖 4-39 鳳凰木轉化整體操作過程

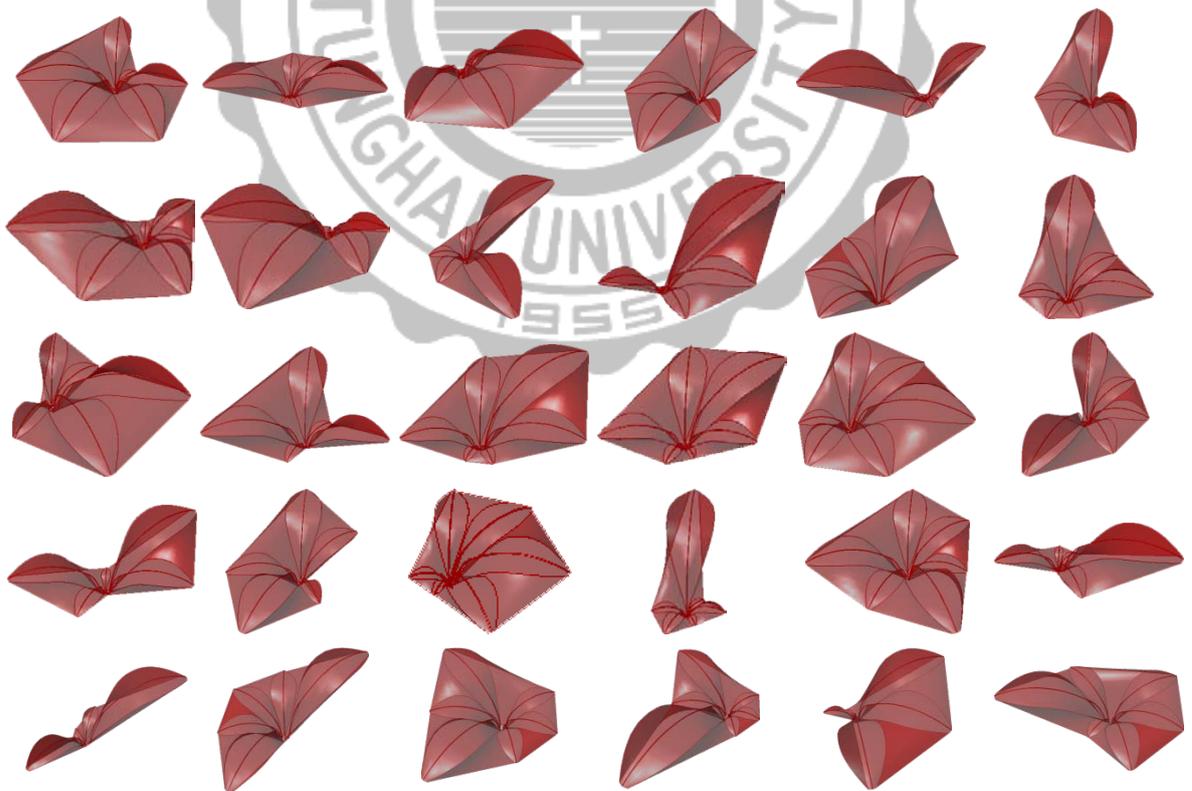


圖 4-40 三十種涼亭型態

### (三)成果輸出與篩選

本研究以鳳凰木的生長規則轉化為涼亭設施，在衍生式設計的步驟中，設計構想的產生後，必須獲得替選方案的產生，因此在此運用電腦參數化的運算，生成出30種可能的涼亭成果(詳見圖4-40)，依據設計者所需的形體外觀，從中挑選出最適的設計方案。

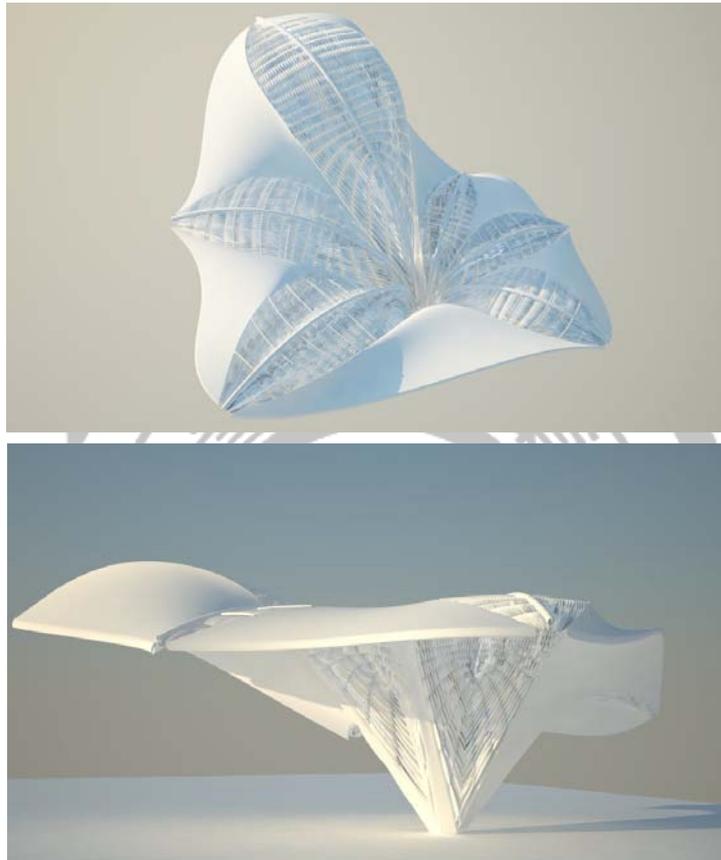


圖 4-41 涼亭成果圖

## 二、景觀設施座椅—蟬、台灣五葉松規則轉化

本研究經由現況調查發現五葉松是業主喜愛種植的樹種之一，並且基地上之生物有許多的蟬(詳見圖 4-42)，因此以蟬蛹結合五葉松針葉的放射狀(詳見圖 4-43)，以蟬的形體做為座椅的基礎五葉松生長的限制範圍，再模擬五葉松之針葉做為形體的轉化，衍生出座椅設施。



圖 4-42 蟬



圖 4-43 五葉松針葉

### (一)設定限制條件

首先在 Rhino 介面中繪製三條曲線，並以 Loft 指令繪製成曲面(surface)，模擬成蟬的形體，並且做為五葉松針葉的生長範圍(詳見圖 4-44)。

完成曲面後，將曲面分割做為針葉生長的基礎，在此的參數是隨機設置，用以模擬五葉松之針葉。

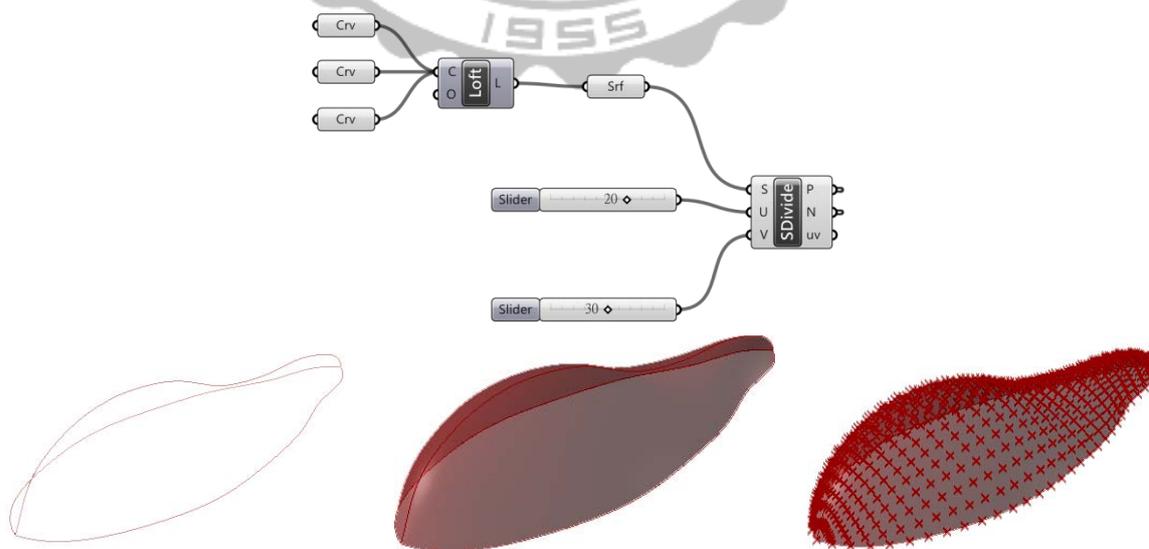


圖 4-44 設定限制條件



### (三)成果輸出與篩選

本研究以蟬的外殼形體搭配五葉松的生長規則轉化為座椅設施，運用電腦參數化的運算，生成出 30 種可能的座椅成果(詳見圖 4-46)，依據設計者所需的形體外觀，從中挑選出最適的設計方案。

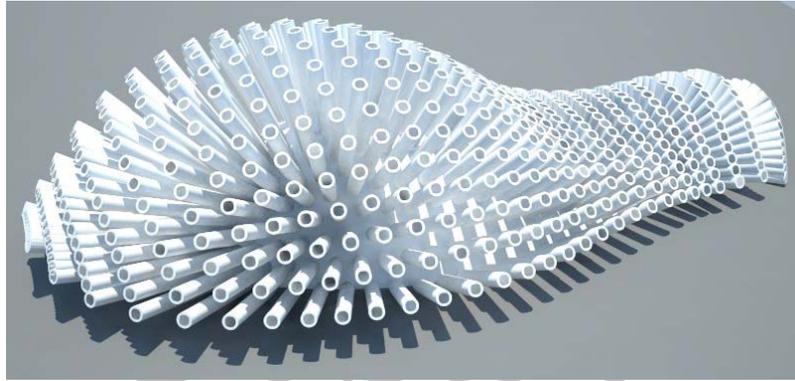


圖 4-47 座椅成果圖



### 三、景觀設施景觀牆—地形紋理

基地紋理是景觀環境中較常被探討的一項特質，而本研究之實證基地屬於山坡地用地，經由高程分析基地處於山脊上，具有特色之地形紋理(詳見圖 4-48)，因此運用地形的等高線做為規則之轉化，衍生成景觀設施中的牆體。

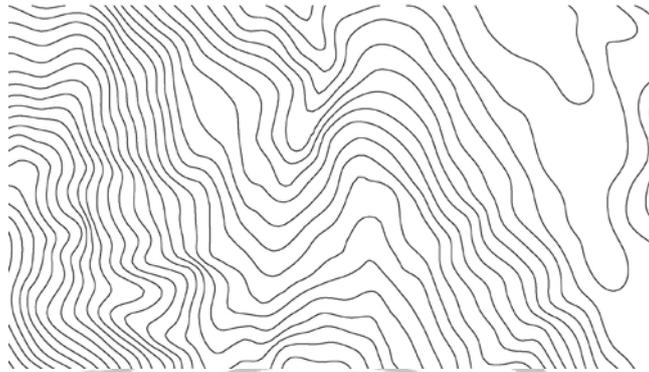


圖 4-48 地形紋理

#### (一)設定限制條件

首先取部分等高線繪製於 Rhino 介面中，以及繪製一個面做為牆體的範圍，也是等高線能夠模擬的限制範圍，接著將面分割成數點(SDivide)，將等高線附著於限制範圍中(詳見圖 4-49)，得到模擬地形紋理的基礎模形。

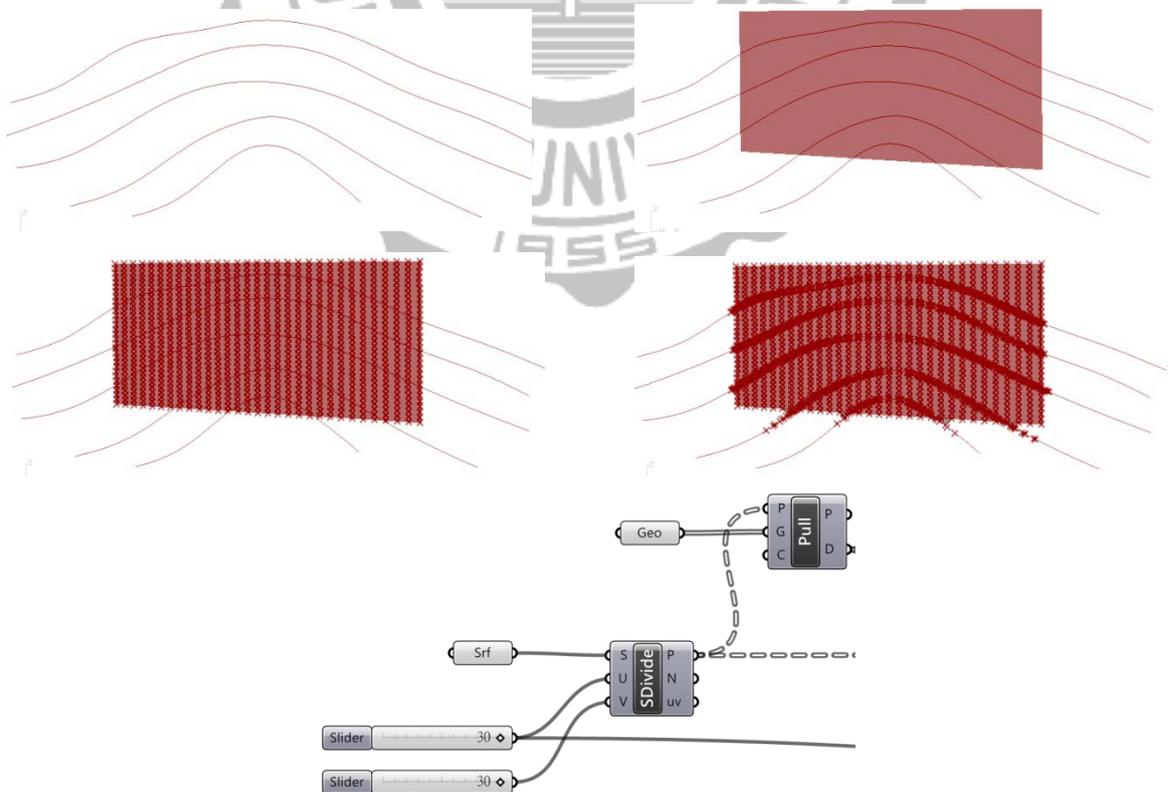


圖 4-49 設定限制條件

## (二)設定規則

### 規則設置 1.：

運用牆體內限制範圍內所得到的等高線分割點，以波浪之方式(sine)模擬地形的高低起伏形態。

### 規則設置 2.：

得到分割點移動後的位置，在此地形高度的參數是隨機控制，再將地形轉化為牆體造型(詳見圖 4-50)。

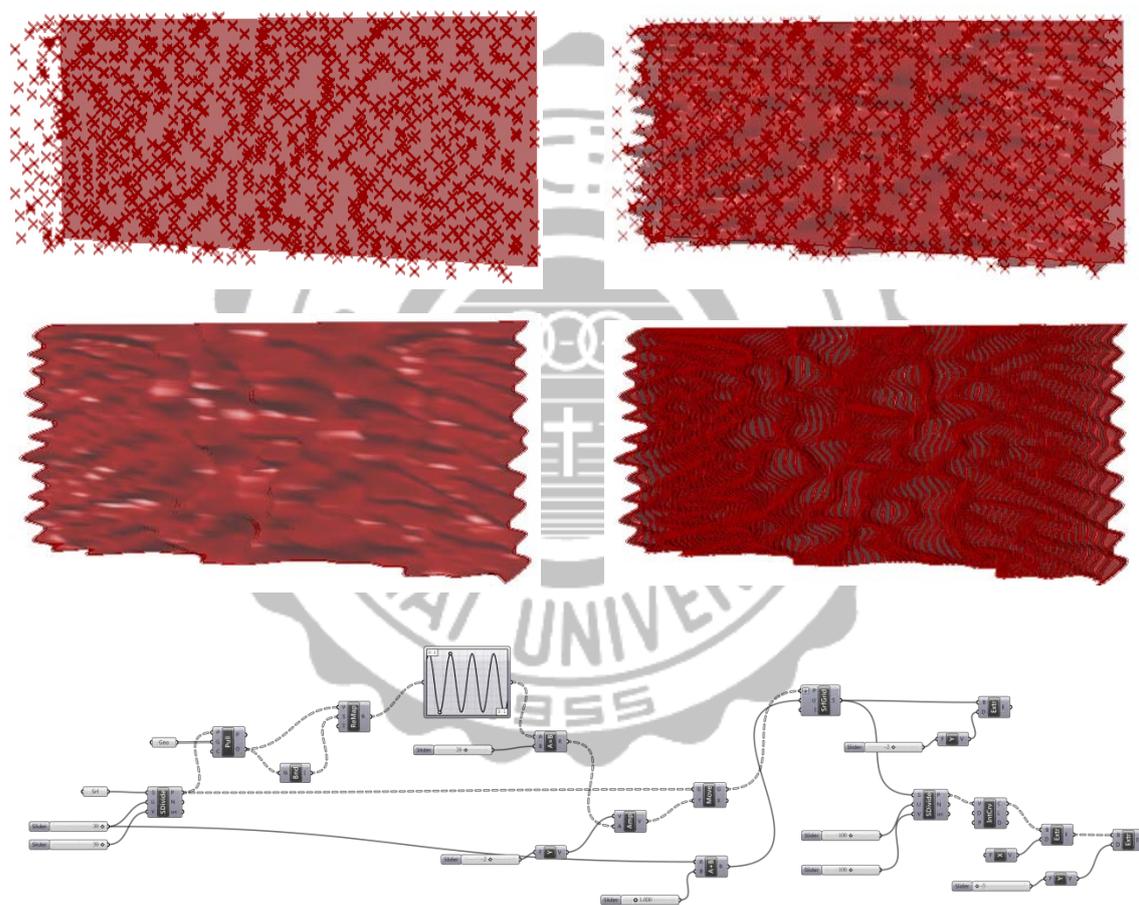


圖 4-50 設定規則

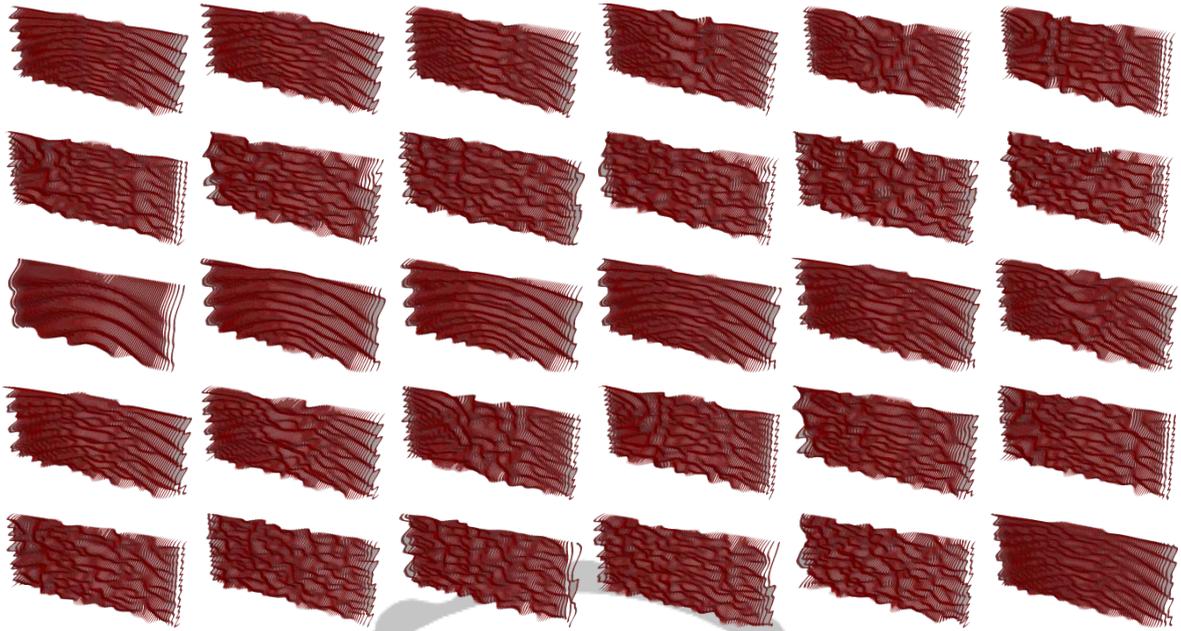


圖 4-51 三十種牆體型態

### (三)成果輸出與篩選

本研究以地形紋理規則轉化為牆體設施，在衍生式設計的步驟中，設計構想的產生後，必須獲得替選方案的產生，因此在此運用電腦參數化的運算，生成出 30 種可能的牆體成果(詳見圖 4-51)，依據設計者所需的形體外觀，從中挑選出最適的設計方案。

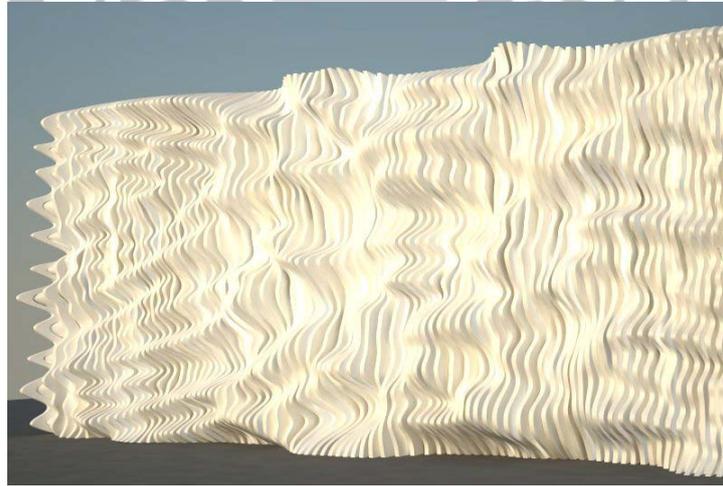


圖 4-52 景觀牆成果圖

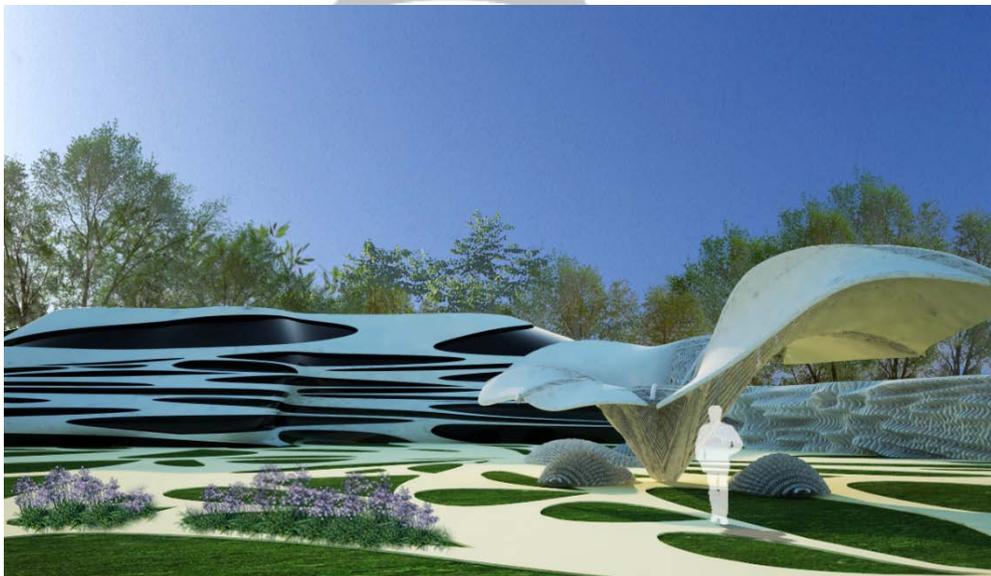


圖 4-53 花園空間成果圖

#### 四、細部設計階段結果與討論

經由文獻回顧得知景觀設計流程探討完機能與空間比例以及平面配置後，必須進入到設計造型的階段，即是形體的產生(Booth, 1983)，造型包含景觀設計中的結構元素(平台、牆、亭)。因此本階段操作流程是以本研究所擬定之設計發展的細部設計階段所進行，在於平面配置階段完成後，將會進入至細部設計階段，此階段目的在於三度空間的設施操作，運用參數化建模軟體作為操作工具，透過參數模型的建構與調整，思考仿生機制轉化的過程，因此，此階段配合基地資料蒐集與分析所得知環境因子，分析得出基地上較有特色之植物、動物以及地形紋理，進行植物葉脈生長、型態以及地形分析，以鳳凰木、五葉松、地形做為規則擬訂基礎，使用衍生式設計方法的步驟，首先建構各生物之初始模型，並以實體的範圍為限制範圍，

模擬葉片大小、比例、放射狀以及地形起伏的有機生長型態，進而轉化成各種景觀設施，設計者可於此階段做參數的修正，改變生長型態的數值，各得出 30 種可能的設施成果，輸出成不同的形體供業主選擇，此結果也因環境影響因子的加入而有所改變，例如加入為日照為影響因子，即可能會改變植物的生長型態，以及影響細部微調，此階段設計者亦是能夠隨時更改參數規則，並運用衍生式設計方法快速的生成所有可能之替選方案，供給業主與設計者從中挑選最適方案，形成此階段一個設計程序的循環。



## 第五節、 專家訪談結果

本研究運用衍生式設計方法結合景觀環境分析、業主需求用以擬定環境限制條件與規則設定輔助景觀設計者用來產生不同的空間配置，也經由電腦輔助設計工具輔助景觀設計者記錄設計的思考，減少設計思考過程的斷裂，並能夠隨時的回饋設計過程，更改限制條件與規則，發展出較清楚之設計流程(詳見圖 4-60)，因此，藉由此方法應用於景觀設計流程上，並且針對七位景觀專業設計者進行此操作流程之訪談，希望透過訪談景觀設計專業者對於此流程在於景觀設計流程上是否有達到輔助設計思考的意見與看法。

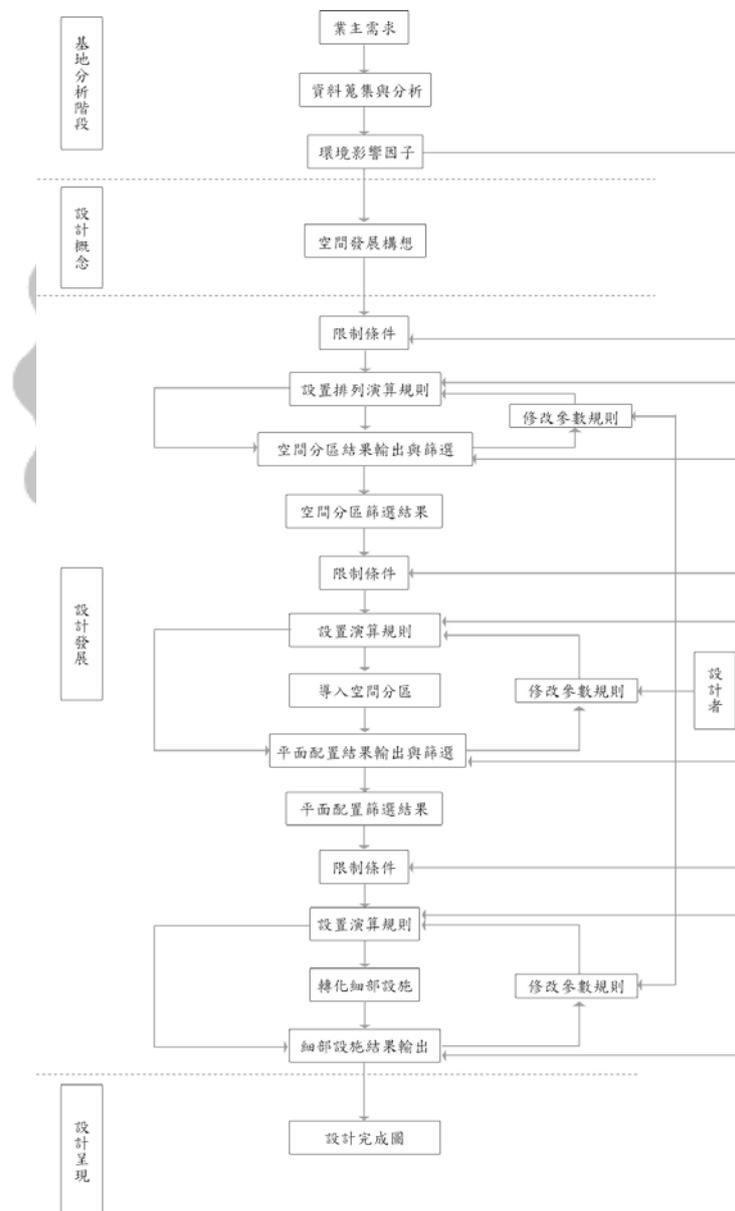


圖 4-60 操作流程圖

下表是本研究歸納七位景觀設計專業者的回應內容，可以得到以下結論：

表 4-5 訪談結果

	同意	不同意	結論
此流程是否幫助設計者記錄/檢視設計過程。	此流程能夠回過頭檢視設計過程以及產生出任何的可能性。		得知景觀設計流程加入了衍生式設計方法的操作方式能夠輔助景觀設計者在設計過程中，隨時回顧設計過程減少設計思考的斷裂。
此流程是否幫助設計成果符合設計目標與業主需求。	輸入的條件是由業主與分析所得，能夠契合業主需求與設計目標。	還是需由設計者引導業主以及對於業主的需求提供應對方式。	輸入的條件與規則是由業主與基地分析所產生的，方能符合設計目標與業主需求，但業主的需求不明確時，還是需由設計者透過基地分析與構想擬訂條件與規則提出設計方案，引導業主。
此流程是否幫助設計成果之多樣性?	此方法產生多種的可能且提起設計者有不同的可能性。		藉由規則、條件與參數的設定，無論在空間與設施上皆能產生人腦較無法思考的可能性，增加設計者與業主在設計成果上的選擇。
基地分析是否有助於設定規則、條件與結果篩選。	得到的結果與規則、條件都是由基地分析而來的。		景觀設計與環境具有高度關聯，因此規則、條件的擬定是經由基地分析所產生的，在結果的篩選依據基地分析更能符合設計目標與基地環境。

	同意	不同意	結論
此流程是否增加設計者與業主討論便利性。	可透過參數化的方式回頭檢視並且增加多樣化的選擇。		設計者與業主討論的過程經由參數化即時的修改，能增加設計者與業主之間溝通上的便利。
運用參數化方式是否幫助設計者探討複雜形體？	比起傳統媒材更能產生出較為複雜的景觀設施。	設計的成果還是需加入設計想法與價值。	透過參數化的建模方式提高了景觀設施在形體上的自由度與複雜度，設計的想法與價值是可透過條件與規則的設定導入至設施中。
此流程是否提供設計者清楚之思考邏輯。	整體架構能夠幫助思考邏輯以及多種選擇性的結果。		景觀專業者認為此流程在於隨時回顧與檢視設計過程，且基地分析的幫助更能符合設計目標，以及設計成果的多樣性上，皆能幫助景觀設計者在設計過程中，得到清楚的思考模式。



## 第五章、結論與建議

本研究主要目的為以衍生式設計方法建構景觀設計流程，並且生成不同階段之設計成果，本章節首先提出研究結論，最後再給予具體建議與未來可發展之方向，提供往後景觀設計者採取本研究架之參考。

### 第一節、 研究結論

本研究運用衍生式設計系統於景觀設計操作流程，並以參數化件模軟體為操作工具，搭配基地調查與分析，生產出各種設計成果，而後提供一個完整的設計流程。依據本研究於第二章及第三章中，發現以設計思考之基礎發展的衍生式設計流程與景觀設計流程之間之共同處，並將兩者加以結合，以衍生式設計方法的步驟，包含規則設置、限制條件、演算與參數設定，加入景觀設計流程的步驟之中，提供此景觀設計流程另外一種設計思考的邏輯與模式，因此而發展出四個景觀設計階段：

#### 壹、 基地資料蒐集與分析

第一步驟是以 Asimow 所提出之設計思考的分析(analysis)階段為基礎，主要在於了解業主的需求，加入基地環境調查與分析，提出設計發展目標。以基地分析資料的結果做為設計發展之概念，提出各種的環境影響因子成為往後設計發展設定規則以及限制條件的基礎，也是設計成果輸出的篩選依據，此步驟即為衍生式設計方法的第一階段，設計概要與架構。亦為景觀設計流程的第一步驟，業主討論與基地分析。

#### 貳、 設計概念

本研究中空間發展構想分為兩大部分，首先依據基地資料蒐集與分析設定基地發展方向且得出環境影響因子，並整合分析內容與業主需求產生基地潛力與限制，藉由擬定基地限制條件與規則，生成出可能之分區結果，第二運用基地內元素做為設計概念的一部分，本研究以仿生機制做為設計發展之概念，探討仿生規則撰寫轉化為各種景觀設施。

## 參、 設計發展

### 一、空間分區階段

第二步驟為設計思考的兩個階段，綜合(synthesis)階段，替選方案之產生與評估(evaluation)階段，依據設計目標衡量各方案的可行性做選定。此階段以業主的需求，各種空間型態配合基地分析，得知限制條件，擬訂隨機的排列規則，以排列組合方式得出可能之配置結果，此步驟不同於研究方法中的隨機排列是加入面積這項條件，使得景觀設計者能夠依據面積的條件，選擇適合的各空間分區之位置，再以基地分析選擇符合基地條件與業主需求之分區圖，繪製成分區配置圖，此步驟藉由參數化軟體撰寫規則與限制，創造出各種空間組合的可能性，產生出可能之結果，在此空間分區階段中，完成衍生式設計的第二及第三階段，分別為創造變化之方法與選擇理想結果，亦為景觀設計流程的第二階段，空間分區圖的產生，而形成一個設計思考之循環。

### 二、平面配置階段

此階段為景觀設計流程發展空間機能圖後的設計發展階段也是運用衍生式設計方法的步驟來生成，是以仿生的方式進行規則的撰寫，選定基地內植物進行仿生規則的擬定，導入至上步驟所生成出的空間分區圖，以生物的生長分割出空間設計的動線與界定空間，使用衍生式設計方法的步驟，創造初始的生物模型，並設定生長的限制範圍，衍生出植物的生長型態，此步驟是以空間分區之範圍做為限制範圍，進行仿生規則導入空間分區中，發展成平面配置，以及建築皮層，在衍生式設計的步驟中，設計構想的產生後，必須獲得替選方案的產生，修改參數快速的生成所有可能之替選方案，供給業主與設計者從中挑選最適方案，過濾出所需的成果，進行細部篩選與微調，達到衍生式設計的回饋機制。此階段包含了動線的導入以及空間的界定與植栽分佈，而得出平面配置結果，接著進入到最後階段的細部微調。

### 三、細部設計階段

此階段為景觀設計流程中發展完空間機能、比例與配置圖後，則進入至設施的產生，在此為三度空間的設施形體操作，同樣的也運用仿生的規則生成景觀設施，使用衍生式設計方法的步驟，創造初始生物模型，設定生物的生長範圍，模擬植物有機的生長型態，轉化成景觀設施。本研究在此階段發現景觀設計者可在於這部分運用參數化的建模軟體，撰寫植物生長的型態，記錄發展成景觀設施的流程，與業

主討論時能夠隨時回顧操作過程，運用衍生式設計方法修改參數，快速的生成所有可能之替選方案，供給業主與設計者從中挑選最適方案，過濾出所需的成果，進行細部篩選與微調，達到衍生式設計的回饋機制。

綜合以上兩個階段的研究以及訪談結果討論，本研究所建構的系統是以設計思考為基礎，創造一個邏輯思考清楚的設計流程，將需求與環境因素分析加以結合，試圖尋找最適宜的方案，此設計系統優點不再只是設計者針對基地現況直觀的提出有限的方案，是以最大可能性的方式來做選擇，並且也以參數軟體將配置生產過程視覺化，製作複雜的仿生形體，將景觀設施發揮最大的自由度，此方法亦能夠給予景觀設計者與業主討論時，隨時更改業主或景觀設計者的需求，達到良好的設計語言溝通方式，也將設計的過程清楚的記錄，形成一個設計思考的循環。

## **第二節、 研究建議**

### **壹、 景觀規劃設計之尺度**

景觀所涵蓋之範圍非常廣泛，本研究所建構之景觀設計流程，實證基地操作於景觀民宿，然而，此系統亦可運用於任何尺度的景觀規劃設計上，或許能結合不同的分析軟體，發展更多有分析基礎的設計可能性。

### **貳、 規則與限制條件之選擇依據**

本研究在於平面配置與細部設計階段皆至是採用仿生機制做為規則的撰寫基礎，而後使用此系統的設計者可運用基地分析所得到的規則來做為規則與限制條件撰寫的基礎，例如，日照角度、風向等，將分析的結果轉化成數值，運用於設計發展上。

## **第三節、 研究貢獻**

應用衍生式設計方法於景觀規劃設計流程上，從國內外學術文獻上較少有提出以這類的電腦輔助設計輔助系統所發展出的設計方法應用於景觀的設計流程中，在景觀設計發展的過程中，加入限制條件、規則擬定與參數設置，快速生成和探索設計方案，給予設計者與業主更多選擇的可能性，再依基地調查與分析做為成果的選擇依據。景觀設計者不再只是依照直觀的判斷做出決定，是以最大的可能性來做選擇，並且搭配參數化的建模軟體記錄設計者的思考流程，運用於景觀設計發展。因

此，本研究所建構之設計流程希望能提供往後景觀設計者在與業主討論上發展更多設計的可能性以及在操作設計與思考上，有更多不同的思維、方法與邏輯。

#### 第四節、 研究限制

在景觀設計的空間分區中，是以較有機的方式繪製空間分區圖，但本研究在於空間分區階段採用的是以方格化的方式進行隨機的空間分區排列組合，而得出各空間的相對位置，原因在於軟體的限制上無法繪製出有機的形狀來進行排列組合，因此採用方格化的方式來呈現各空間的位置與面積。



## 參考文獻

### 一、 英文文獻

1. Abadi Abbo, Isaac.(1996). Effectiveness of Models, Full-Scale Modeling in the Age of Virtual Reality, 6th EFA-Conference Proceedings.
2. Acher, LB.(1964). Systematic Method for Designers. in N Corss, (ed.), Developments in Design Methodology, Jhon Wiley & Sons Ltd, London.
3. Alexander Christopher.(1964). *Notes on the Synthesis of Form*. Cambridge, Harvard University Press.
4. Alfari, A. Merello, R.(2008). *The Generative Multi-Performance Design System*. University of Minnesota, Minneapolis, pp. 448-457.
5. Amhed Rashad, Anas Alfari.(2010). A Performance Based Generative Design System Methodology for Sustainable Design in Practice. *Conference On Technology Sustainability in the Built Environment* Pages: 181-200.
6. Asimow, M.(1962). *Introduction to Design*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
7. Brown,R.D. Corry,R.C.(2011). Evidence-based landscape architecture: The maturing of a profession. *Landscape and Urban Planning*, 100, 327-329.
8. Caldas, L. Rocha, J.(2001) "A Generative Design System Applied to Siza's School of Architecture at Oporto", *Key Centre of Design Computing and Cognition*, University of Sydney, pp. 253-264.
9. G. Stiny (1980). Introduction to shape and shape grammars. *Environment and Planning B* 7 ,343-361.
10. Hernandez, C. R. B.(2006). *Design Procedures: A Computational Framework for Parametric Design and Complex Shapes in Architecture*. Unpublished Ph.D. Dissertation, MIT, Department of Architecture, Cambridge, Mass.
11. Khabazi, Z.(2010). Generative Algorithms Using Grasshopper. Retrieved 5/3/2011,

from :<http://www.morphogenesisism.com>

12. Kilian, A.(2006). *Design Exploration through Bidirectional Modeling of Constraints*. Unpublished Ph.D Dissertation, MIT, Department of Architecture, Cambridge, Mass.
13. Lim, C.(2007). *A better digital design and construction process using CAD/CAM media*, Ph.D. Thesis. Hsinchu: National Chaio Tung University.
14. Marsh A.(2008). Generative and performative design: a challenging new role for modern architects. In Oxford conference .
15. McMahon, C.and Brown, J.(1993).*CAD/CAM-From principles to parctice*. UK: Addsion-Wesley.
16. Mitchell, W.J.(1977). *Computer-Aided Architectural Design*. New York, NY: Van Nostrand Reinhold.
17. Newell, A and Simon, H.A. (1972). *Human Problem Solving*, Prentice-Hall, New Jersey.
18. Robert H. Flanagan.(2005). Generative logic in digital design. *Automation in Construction*, 14,241– 251.
19. Rowe, P. G.(1987). *Design Thinking*. Cambridge. MA: The MIT Press. Massachusette.
20. Shea K, Aish R, Gourtovaia M.(2005). Towards integrated performace-driven generative design tools. *Automation in Construction* 14, 253– 264.
21. Simon, HA.(1969). *Science of Artifical*. Cambridge Massachusetts: MIT Press.
22. Sivam Krish.(2011). A practical generative design method. *Computer-Aided Design*,43,88-100.
23. Swift,J,P.(2003). *The National Museum of Australia: A Study in Generative Design* , E-activities in design and design education , Europaia Productions , Conference paper.
24. Woodbury, R.(2010). *Elements of Parametric design*. New York, NY: Routledge.
25. Zubin M. Khabazi.(2009). "Generative Algorithms : Using Grasshopper", Mohamad

Khabazi, pp.57-67.

26. Landphair, Harlow, and Motloch, John.(1985). Site Reconnaissance and Engineering: An Introduction for Architects, Landscape and Planners. New York: Elsevier.
27. Peirce F. Lewis.(1979). The Interpretation of Ordinary Landscapes. NY: Oxford University Press, pp 11-32.

## 二、 中文文獻

1. Jhon L. Motloch，呂以寧、林炯行譯，(1999)，景觀設計概論，台北：六合出版社。
2. Norman K. Booth，侯錦雄、李素馨譯，(1983)，景觀設計元素，台北：淑馨出版社。
3. Peter G. Rowe，王昭仁，(1999)，設計思考，台北：建築情報雜誌社。
4. Soddu ,C.(2004)，劉臨安譯，變化多端的建築生成設計法——針對表現未來建築形態複雜性的一種設計方法，摘自建築師112期。
5. woodman的秘密花園，(2007)，鳳凰木，下載日期：2012/11/19，取自：  
<http://stonessecretgarden.blogspot.tw/2011/03/blog-post.html>
6. 內政部營建署，(2001)，區域計畫法施行細則，2012年4月6日取自內政部營建署網  
站：[http://www.cpami.gov.tw/chinese/index.php?option=com\\_content&view=article&id=10724&Itemid=57](http://www.cpami.gov.tw/chinese/index.php?option=com_content&view=article&id=10724&Itemid=57)。
7. 內政部營建署，(2002)，南投縣綜合發展計畫—總體發展計畫，2012年4月6日取自南投縣網  
站：<http://gisapsrv01.cpami.gov.tw/cpis/cprpts/NANTOU/INDEX.HTM>。
8. 王駿揚，(2009)，建築歷史上動態與靜態設計方法對其建築的影響，碩士論文，國立交通大學建築研究所，新竹。
9. 全國法規資料庫，(2011)，非都市土地使用管制規則，2012年4月6日取自全國法規資料庫網  
站：<http://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?PCode=D0060013>。

10. 地理教師，(2010)，捉蟬蛹，下載日期：2012/10/25，取自：  
<http://www.dljs.net/xxszuowen/35019.html>
11. 李俊儀，(2000)，衍生式與演化式建築輔助設計系統，碩士論文，國立台灣科技大學建築系研究所，台北。
12. 邱上嘉，(2003)，概說喬治·史坦尼的形狀語法，田園城市文化事業有限公司，台北，初版。
13. 邱茂林，(2003)，CAAD TALK 2 設計運算向度，田園城市文化事業有限公司，台北，初版。
14. 邱浩修，(2010)，Digital Fabrication. Retrieved 6 of January,  
from: <http://blog.xuite.net/ironbar2k/digifab/29936086>
15. 洪人傑，(2011)，衍生式皮層設計：以參數化建模再現數位製造的實驗性，碩士論文，國立成功大學建築系研究所，台南。
16. 胡惠君、李王寶，(2008)，形的設計運算方法研究，國立屏東教育大學資訊科學應用期刊，4(1)。
17. 茄苳樹窠，(2005)，興衰並呈的秋日鳳凰木，下載日期：2012/10/13，取自：  
<http://blog.roodo.com/judie35/archives/697569.html>
18. 高雄市國民教育輔導團部落客平台，(2008)，下載日期：2012/11/10，取自：  
<http://blog.ceag.kh.edu.tw/gallery/25/25-1066.jpg>
19. 張展嘉，(2011)，參數設計與數位製造之操作案例實證，碩士論文，台灣科技大學建築學系，台北。
20. 梁凱翔，(2008)，重新定義數位媒材下之建築元素，碩士論文，國立交通大學建築研究所，新竹。
21. 陳鎰銓，(2011)，結構化彈性空間之衍生設計，碩士論文，淡江大學建築學系，台北。
22. 曾涵筠，(2007)，以數位設計探討住宅空間形式的衍生與構築，碩士論文，成功大學建築系研究所，台南。

23. 劉黎明，(2009)，景觀規劃設計的方法論，2012年10月5日取自：[http://www.epa.com.tw/landscape/%E6%99%AF%E8%A7%80%E8%A6%8F%E5%8A%83%E8%A8%AD%E8%A8%88\\_%20%E5%8A%89%E9%BB%8E%E6%98%8E.pdf](http://www.epa.com.tw/landscape/%E6%99%AF%E8%A7%80%E8%A6%8F%E5%8A%83%E8%A8%AD%E8%A8%88_%20%E5%8A%89%E9%BB%8E%E6%98%8E.pdf)
24. 簡聖芬，(1999)，平面配置輔助系統 SEED-Layout入門。
25. 簡聖芬，(2000)，《衍生式設計輔助系統：現況與未來發展 Generative Design Systems: now and beyond》，電腦與網路時代中的建築設計研討會，國立交通大學建築研究所。
26. 簡聖芬，(2001)，設計與限制：以衍生式設計系統輔助建築設計教學，台灣科技大學建築學系，台北。



## 附錄一、上位與相關計畫

本研究以 2002 年內政部營建署南投縣綜合發展計畫-國姓鄉發展綱要計畫為基礎，針對國姓鄉未來發展與定位，作一分析探討，有助於設計基地未來之方向與定位。

民國八十八年，因國姓鄉位處於「九二一大地震」震央，遭受到嚴重破壞，國姓鄉在此次大地震中，包括自然景觀、人文景觀、相關產業設施、旅遊服務設施...等，受損或倒塌嚴重衝擊國姓鄉觀光事業的發展及其農業生產銷售，因此，國姓鄉整體之軟硬體設施需重新整合發展。

以人文資源特色而言，國姓鄉位於中潭公路—臺灣藝術大道上，連結草屯、埔里、臺中縣和平鄉，鄉內客家人居多，為南投客家原鄉，國姓鄉客家人口佔百分之七十五，是南投縣最大的客家鄉，國姓鄉特殊的客家人口結構以及使地域富有特殊的人文氣息，此特殊之文化性將在未來國姓鄉的整體發展中扮演重要的角色，也是經營地方特色應該思考的主軸，朝向「南投客家原鄉—觀光休閒、精緻農業、居住」觀光休閒、精緻農業、良好居住環境發展。

以經濟產業發展而言，採擷型休閒農園發展計畫，由於現今都市生活繁忙，一般民眾每逢假日有全家出遊的機會時，大多希望能去既可親近大自然，又可認識自然生態的地方，達到寓教於樂的目的。因此於國姓鄉設置新農業文化園區，配合現有果樹栽培，與農民合作，利用觀光旅遊活動，發展採擷型休閒農業，以提供國姓鄉發展多樣化之休閒活動，透過親自採擷過程，認識各種水果成長生態以達寓教於樂、親近大自然之效果，吸引閩家旅遊，以達到提高農業經營之附加價值，增加農民所得之功效，並提供久居都市之居民休閒去處、增進國民身心健康，及體驗田園採擷之樂。更可結合國姓鄉觀光系統，成為吸引觀光客之賣點，可配合觀光旅遊，吸引觀光消費人潮，帶動其他產業之興起，例如餐飲業、娛樂業等，對繁榮地方經濟及推廣農產行銷帶來雙重之加成效果。

新農業文化園區的設立，係以傳統農業文化為基礎，結合產業與環境資源，因應社會需求，建構一農業文化形象園區，及利用產業的特質，結合自然田園風光、民俗藝術、文化活動、生態景觀及觀光遊憩等資源，營造新農業經營團隊，提供人民休閒的、教育的、觀光的、生態的、民俗的和藝術的活動空間與內涵(資料來源：南投縣綜合發展計畫-國姓鄉發展綱要計畫)。

## 附錄二、相關法令與政策

本研究範圍經由國土繪測土地使用分類調查，基地屬於非都市土地，因此，建設建築物需依照民國 90 年區域計畫法施行細則以及配合民國 100 年非都市土地使用管制規則建蔽率之規定。

民國 90 年區域計畫法施行細則：

第十五條：直轄市或縣（市）政府依本法第十五條規定編定各種使用地時，應按非都市土地使用分區圖所示範圍，就土地能供使用之性質，參酌地方實際需要，依下列規定編定並繪入地籍圖；其已依法核定之各種公共設施用地，能確定其界線者，並應測定其界線後編定之：

- 一、甲種建築用地：供山坡地範圍外之農業區內建築使用者。
- 二、乙種建築用地：供鄉村區內建築使用者。
- 三、丙種建築用地：供森林區、山坡地保育區、風景區及山坡地範圍之農業區內建築使用者。
- 四、丁種建築用地：供工廠及有關工業設施建築使用者。

民國 100 年非都市土地使用管制規則：

第九條：下列非都市土地建蔽率及容積率不得超過下列規定。但直轄市或縣（市）政府得視實際需要酌予調降，並報請內政部備查：

- 一、甲種建築用地：建蔽率百分之六十。容積率百分之二百四十。
- 二、乙種建築用地：建蔽率百分之六十。容積率百分之二百四十。
- 三、丙種建築用地：建蔽率百分之四十。容積率百分之一百二十。
- 四、丁種建築用地：建蔽率百分之七十。容積率百分之三百。
- 五、窯業用地：建蔽率百分之六十。容積率百分之一百二十。
- 六、交通用地：建蔽率百分之四十。容積率百分之一百二十。
- 七、遊憩用地：建蔽率百分之四十。容積率百分之一百二十。

八、墳墓用地：建蔽率百分之四十。容積率百分之一百二十。

九、特定目的事業用地：建蔽率百分之六十。容積率百分之一百八十。

經由區域計畫法施行細則得知，本研究基地為丙種建築用地(山坡地保育區)，因此非都市土地建蔽率及容積率規定須按照非都市土地使用規則之丙種建築用地：建蔽率百分之四十。容積率百分之一百二十。



### 附錄三、訪談記錄

#### 訪談記錄(一)

受訪者	謝美珍
單位	東海大學景觀學系
職稱	講師
專業資歷	20年
時間	101/10/31
問題項目	問題內容
1	此操作流程的回饋機制是否幫助設計者記錄或檢視設計過程與成果?
回答	此操作流程的回饋機制一定有幫助設計者檢視設計過程，但應該要讓電腦運算出的結果，更明確一點，30種的結果可能會造成設計者的困擾。
2	此操作流程是否幫助設計成果更符合設計目標與業主需求?
回答	輸入進去的條件與規則是依照業主的需求，當然有幫助。
3	此操作流程是否增加設計成果的多樣性?
回答	有，空間分區出現了30種就能看出增加多樣性。
4	景觀環境分析所得結果是否助於擬訂規則、條件以及結果篩選?
回答	有幫助。
5	此操作流程運用參數修正是否增加設計者與業主討論的便利性?
回答	在設計討論上，業主能夠馬上看到結果做出選擇，做出主要與次要選擇，就能增加討論的便利性。
6	運用參數化建模是否幫助景觀設計者探討複雜的形體?
回答	沒有，因為設計上還是要看設計的價值和想法。
7	是否認為此操作流程提供景觀設計者清楚的思考邏輯?
回答	有增加思考的邏輯，整體架構是一定有幫助思考的部分。

## 訪談記錄(二)

受訪者	陳昭志
單位	永澍景觀設計公司
職稱	負責人
專業資歷	20年
時間	101/10/31
問題項目	問題內容
1	此操作流程的回饋機制是否幫助設計者記錄或檢視設計過程與成果?
回答	回饋機制一定是有幫助設計者一個 review 的動作，在思考過程中不斷的回饋，調整或是修改。
2	此操作流程是否幫助設計成果更符合設計目標與業主需求?
回答	如果以空間設定的方式一定是符合業主需求，調整出很多的空間分區的可能性，比較能夠契合業主的需求和目標。
3	此操作流程是否增加設計成果的多樣性?
回答	當然電腦能做出更多可能就能增加多樣性，會衍生出更多的可能。
4	景觀環境分析所得結果是否助於擬訂規則、條件以及結果篩選?
回答	分析結果一定會影響篩選的結果是正確的。
5	此操作流程運用參數修正是否增加設計者與業主討論的便利性?
回答	修正參數一定會產生便利性，參數增加一定會造成設計多樣性的變化，增加了多樣化的選擇，業主多了不同空間和設施可以選擇。
6	運用參數化建模是否幫助景觀設計者探討複雜的形體?
回答	看似有辦法做出複雜的形體，但不一定會符合業主需求。
7	是否認為此操作流程提供景觀設計者清楚的思考邏輯?
回答	是有幫助到多樣化的部分，一下子無法想出三十種可能，此方法可以提供多樣的選擇，但最後的結果還是要以設計者做決定。

## 訪談記錄(三)

受訪者	尤俊雄
單位	原莊景觀工程公司
職稱	經理
專業資歷	20年
時間	101/10/31
問題項目	問題內容
1	此操作流程的回饋機制是否幫助設計者記錄或檢視設計過程與成果?
回答	用電腦跑出多種的方案是對於設計者檢視設計成果是有幫助的。
2	此操作流程是否幫助設計成果更符合設計目標與業主需求?
回答	第一階段(空間分區),可以符合業主需求。但其它部分不一定,因為會產生很多可能性,雖然可以協助思考,並非全然依靠電腦得出的結果,還是有加入設計者的想法。
3	此操作流程是否增加設計成果的多樣性?
回答	只是一個設計方法的延伸,這個方法做下去會產生一種風格的設計。
4	景觀環境分析所得結果是否助於擬訂規則、條件以及結果篩選?
回答	有幫助,景觀的分析上一定會幫助後續的篩選結果。
5	此操作流程運用參數修正是否增加設計者與業主討論的便利性?
回答	可以,在空間分區階段是可以有一些幫助,因為分區的改變會影響整個空間感。
6	運用參數化建模是否幫助景觀設計者探討複雜的形體?
回答	可以幫助形體,但只是形式上的產生,風格就會一致,呈現出一種設計的風格。
7	是否認為此操作流程提供景觀設計者清楚的思考邏輯?
回答	在空間分區階段是可以提供一些清楚的規劃方式,有點像景觀規劃的步驟,平面配置階段也能夠有一些配置上的差異,但必須要連接到前面空間分區的部分,但在細部上面不曉得電腦是否能做到自動生成的方法。

## 訪談記錄(四)

受訪者	鍾德頌
單位	入境工程技術顧問有限公司
職稱	執行長
專業資歷	20年
時間	101/10/31
問題項目	問題內容
1	此操作流程的回饋機制是否幫助設計者記錄或檢視設計過程與成果?
回答	有，但是這個回饋機制一定可以幫助設計者記錄或檢視設計過程，但是設計流程 Approach 的方式會局限一個方向性。
2	此操作流程是否幫助設計成果更符合設計目標與業主需求?
回答	不一定，因為業主的需求與目標是千變萬化的，通常會誘導業主的目標與需求，業主的需求通常會很籠統，此流程沒有一個誘導性的時間做一個緩衝，會勾不出業主的需求，變成要以業主下決定。
3	此操作流程是否增加設計成果的多樣性?
回答	有，一般景觀設計的成果是人與自然發生關係，一般都是人慢慢去適應自然的需求，最後得出造型，這個方法會跳脫出一般的設計成果，會更有多樣性。 但也有可能變成人去適應這個造型。
4	景觀環境分析所得結果是否助於擬訂規則、條件以及結果篩選?
回答	此部分是有幫助，可藉由景觀環境分析的因子來限制各種條件。
5	此操作流程運用參數修正是否增加設計者與業主討論的便利性?
回答	有，因為此數位工具一定可以增加與業主討論的便利性。
6	運用參數化建模是否幫助景觀設計者探討複雜的形體?
回答	有，絕對是比手繪有幫助，只是目前不曉得複雜到什麼地步。
7	是否認為此操作流程提供景觀設計者清楚的思考邏輯?
回答	有幫助，但我們面對的是人性的一個行為因素，在人性因素方面應該多增加條件，才能利用一個好的工具來協助。

## 訪談記錄(五)

受訪者	陳建名
單位	老圃造園工程公司
職稱	副總經理
專業資歷	20年
時間	101/10/31
問題項目	問題內容
1	此操作流程的回饋機制是否幫助設計者記錄或檢視設計過程與成果?
回答	看似在模擬人腦的思考模式，在亂數中呈現多種可能性，最後再決定一個，有可能會幫助再經驗以外的一個可能性。
2	此操作流程是否幫助設計成果更符合設計目標與業主需求?
回答	業主分為兩種，一種是完全不了解景觀設計，一種是知道但很不專業，這種兩業主是有不同的應對方式，所以此流程不一定能夠符合業主需求。
3	此操作流程是否增加設計成果的多樣性?
回答	可以，可以提起設計者在設計成果中有多種的可能性。
4	景觀環境分析所得結果是否助於擬訂規則、條件以及結果篩選?
回答	有時候景觀分析完，有些是很固定的，但是隨機跑出來的的結果沒有符合分析，其實是可以做到篩選的部分，景觀分析可以篩選掉不可能的部分。
5	此操作流程運用參數修正是否增加設計者與業主討論的便利性?
回答	就量的部分或許有幫助，基本上對於業主給她的答案或方案通常不會太多，頂多給業主兩個不會讓它有太多方案讓業主選擇。
6	運用參數化建模是否幫助景觀設計者探討複雜的形體?
回答	可以，對於複雜度上是一定是有幫助的。
7	是否認為此操作流程提供景觀設計者清楚的思考邏輯?
回答	應該是說多一點選擇性的設計成果，讓設計者更多樣性，反而可以激發設計者的另一個潛能，反而會有更多的方案會產生，所以我覺得對於思考上是有正向幫助的。

## 訪談記錄(六)

受訪者	陳盈婷
單位	東海大學景觀學系所
職稱	研究生
專業資歷	6年
時間	101/10/31
問題項目	問題內容
1	此操作流程的回饋機制是否幫助設計者記錄或檢視設計過程與成果?
回答	是，可以記錄設計過程，而且可以回過頭去檢視設計過程中是否有與目標不符的地方。
2	此操作流程是否幫助設計成果更符合設計目標與業主需求?
回答	是，規則的設定就是依據業主的需求所擬訂的，因而整體成果更符合設計目標。
3	此操作流程是否增加設計成果的多樣性?
回答	是，因為在空間分區階段設計者可做出很多空間分區的可能。
4	景觀環境分析所得結果是否助於擬訂規則、條件以及結果篩選?
回答	可以，因為得到的結果是由分析所選擇出的。
5	此操作流程運用參數修正是否增加設計者與業主討論的便利性?
回答	是，因為可以檢視不同的方案是否符合業主需求，如果方案不符即可透過參數再次修正。
6	運用參數化建模是否幫助景觀設計者探討複雜的形體?
回答	可以，因為可做出比傳統媒材的成果更為複雜的形體。
7	是否認為此操作流程提供景觀設計者清楚的思考邏輯?
回答	可以，因為可以回過頭看設計過程中哪一步驟有問題，能夠運用此流程重複的檢視設計過程，會讓設計者思考邏輯更清楚。

## 訪談記錄(七)

受訪者	徐韻英
單位	東海大學景觀學系所
職稱	研究生
專業資歷	6年
時間	101/10/31
問題項目	問題內容
1	此操作流程的回饋機制是否幫助設計者記錄或檢視設計過程與成果?
回答	有幫助，因為可以回過頭檢視產生出的方案，在從結果中選擇符合設計目標的方案。
2	此操作流程是否幫助設計成果更符合設計目標與業主需求?
回答	會，因為條件與規則是由業主所提出的，可以優先設定業主的需求，就能更符合設計目標。
3	此操作流程是否增加設計成果的多樣性?
回答	可以，因為得到的方案有很多種。
4	景觀環境分析所得結果是否助於擬訂規則、條件以及結果篩選?
回答	景觀分析是有幫助的，因為是由基地分析所得到的限制條件。
5	此操作流程運用參數修正是否增加設計者與業主討論的便利性?
回答	會，如果不符合業主需求，可再回過頭修正。
6	運用參數化建模是否幫助景觀設計者探討複雜的形體?
回答	有，因為參數化可以幫助設計者運算更複雜的形體。
7	是否認為此操作流程提供景觀設計者清楚的思考邏輯?
回答	有，因為整體的流程所用的概念相同，優點在於篩選後的成果在最短時間內是可以隨時檢視設計過程。