

壹、前言

一、研究動機

在酷熱難耐的夏季，舒適空調吹拂下，我已經對手機上的高溫警示習以為常而忽略。然而，某天一則意料之外的新聞喚起了我對環境的重視，新聞圖片中的北極熊因極端氣候而瘦弱不堪，這令我心中憐憫之情油然而生。身為動物愛好者，我不想袖手旁觀，於是關掉了冷氣。這則新聞使我重新省思過去對環境的漠視，僅僅是為了「方便」而對生態系統造成莫大的傷害，令我頓時如夢初醒。因此，我決定投入於環境保護的努力當中。

儘管減少碳排放、節約能源早已廣為人知，但這些理念過於抽象，難以激起足夠的波瀾，因此，我決定以「綠化」環境作為切入點。搜尋資料時一個既陌生又熟悉詞彙：「綠建築」閃過眼前，經過討論後，我和我的好友們決定藉由「綠建築」來吸引大眾對於環境議題的關注。

雖然建造綠建築可能不是多數人能實現的目標，但是我們認為理解後的每個人，將來作為購房者或建造設計者時，都能了解且選擇符合綠建築標準的住宅，這種觀念的轉換不僅能延緩全球暖化的速度、減少能源的消耗，更能為地球環境貢獻棉薄之力！

二、目的:

(一)以設計建造者的角色，分析國內外不同類型綠建築的特色，融合至自製模型，歸納出最適合台灣在地化的模式。

(二)在自製模型中擬定出最符合購屋者需求的綠建築

貳、文獻探討:

一、綠建築

「綠建築」一詞在各國有不同名稱及定義，美國加拿大稱為「綠建築(Green Building)」，主要講求能源效率的提升與節能、資源與材料妥善利用、室內環境品質及符合環境容受力(台灣綠建築發展協會，2011)。歐洲國家多稱之為「生態建築(Ecological Building)」，主要強調永續發展。鄰近的日本稱「環境共生住宅(Environmental Symbiotic Housing)」，主要強調周邊與居住環境綠化(台灣綠建築發展協會，2011)。

綜合上述不同國家對綠建築的定義我們可以知道綠建築即為「**以人類的健康舒適為基礎，追求與地球環境共生共榮，及人類生活環境永續發展的建築設計**」(衛生福利部，2019)，綠建築是一種強調與地球環境共生的環境設計觀，也是一種追求永續發展的建築設計理念(台灣綠建築發展協會，2011)。在「我愛綠建築：健康又環保的生活空間新主張」一書中提到「**地球正面臨四大危機:地球高溫化、酸雨直直落、臭氧層大破洞以及生物大量滅絕**」(林憲德，2004)，建造綠建築不但可以減緩這四大危機，同時符合聯合國在 2015 年提出永續發展目標(SDGs)，包括目標七「確保所有的人都可取得負擔得起、可靠的、永續的，及現代的能源」、目標十一「促使城市與人類居住具包容、安全、韌性及永續性」、目標十三「採取緊急措施以因應氣候變遷及其影響的目標」等共九項(楊証凱，2018)。

此外「考察新加坡綠博物館執行綠建築實務細節與維護經驗」的報告中提到新加坡政府與各界的努力下，新加坡從花園城市慢慢進步到綠色永續城市，國家許多創新規劃成為各國綠建築的學習榜樣，其中樟宜機場的第三航廈，以大片玻璃引入自然光，並有

全世界最大的人工瀑布，以水力發電維持自身供電。還有新加坡國家圖書館，樓高 16 層，四面採用玻璃帷幕牆，搭配挑高天花板和風洞設計，製造良好的採光和通風效果，「大樓的高層則轉換為植栽樓層，引進自然氣流與樓層間的綠地空間，並運用自動雨水感應器(Rain sensors)澆灌花園」(葛子祥，2013)。

在此篇考察報告各項舉例設施可知，綠建築不是單純政府的責任，也非建商的責任，而是由政府帶領各行各業含各校學系一起投入設計的長遠的有規劃有計畫的長遠都市規劃，如果台灣要以新加坡為目標發展建築，軟硬體的搭配、機械設備的維護、特殊與創意的設計等都是必須兼顧的，而在人力方面，新加坡所推動的是各司其職也足夠的人力，加上明確專業的訓練，且有適當的時間安排，讓工作人員維持「專業、優雅、認真」的工作態度。而新加坡在推動計畫的同時，也在不斷檢討，以提高效率，如各類客源滿意度調查，而台灣所能學習的，或許沒辦法以華麗的綠色創意來豐富社會，但我們可以從自然資源的循環著手做起，從調查到開採，從使用回收，最後溶解焚化，其中任一小部分的堅持與努力，還是可以看到不同的成就與局面(葛子祥，2013)。

二、綠建築標章

「綠建築標章」在推動環境保護方面扮演著重要的角色，「不僅是一種新興觀念，也不僅僅是可以用數據來量化的事物，它代表了回歸建築本質的價值觀。」(謝偉士、馮紀涵，2022)台灣綠建築標章制度以亞熱帶氣候為基礎，充分掌握國內建築物耗能、耗水、排廢、環保之特性，研訂完成一套具九項指標的本土化綠建築評估系統，包括「基地綠化」、「基地保水」、「水資源」、「日常節能」、「二氧化碳減量」、「廢棄物減量」、「污水垃圾改善」、「生物多樣性」及「室內環境」(中華民國內政部建築研究所，2020)，透過生態、節能、減廢、健康等方面，來體現環保的價值，這套系統為「全世界第四個上路且具科學量化的綠建築評估系統，同時也是目前唯一獨立發展且適於熱帶及亞熱帶的評估系統。」(中華民國內政部建築研究所，2020)

參、研究方法

界定研究問題及目的



文獻探討



蒐集資料與分析特色




建立模型

肆、研究分析與結果

一、各國知名綠建築特色分析與比較

<p>新加坡樟宜國際機場 (Singapore Changi Airport)</p>	<p>圖(一)、新加坡樟宜國際機場</p>  <p>(圖片來源: s.靜 (2019 年 4 月 22 日)。【新加坡樟宜機場】獲獎無數的秘密！機場設施多到轉機停留時間不夠玩。https://reurl.cc/y7O2Aq)</p>
<p>高達 40 公尺的室內瀑布雨漩渦(Rain Vortex)，以水力發電來提供自身用電。以大片玻璃引進自然光，且屋頂與牆壁的隔熱，玻璃的顏色及隔熱措施，都有效節省能源。雨漩渦周圍是森林谷(Shiseido Forest Vally)，綠化面積達 2.2 萬平方公尺，有助於機場環境降溫，省去室內空調所造成的污染。(Stephie Chiu，2019)</p>	

<p>美國加州蘋果園區 (Apple Park)</p> <p>公司屋頂布滿太陽能發電板，每日約供應 17 兆瓦，使建築幾乎以太陽能供電。園區內還設置「輻射狀供熱和冷卻管道」，可使整座建築保持自然通風，減少能源消耗。園區 80%是綠地，且中央庭園種植了杏、橄欖、蘋果，為了綠化而種植的植物皆較為耐旱，且使用再生水灌溉，不僅保護生態，也對於地球降溫貢獻一份力量。 (TRAVIS TRAVIE, 2017)</p>	<p>圖(二)、美國加州蘋果園區</p>  <p>(圖片來源: FAM (2019 年 7 月 17 日)。全世界最昂貴的建築物 APPLE 蘋果位於美國加州的圓形宇宙飛船總。https://reurl.cc/01mLao)</p>
<p>台南成功大學綠色魔法學校 (The Magic School of Green Technologies)</p> <p>強調順應自然的設計，空調與吊扇並用，可讓辦公室全年使用空調的時間減少超過九成。這座綠色魔法學校一坪造價只需 8.7 萬元，等於一般辦公建築的造價，是棟「平價綠建築」。屋頂做成階梯狀花園，花園上種滿由臺灣各地特選的景天科耐旱植物，顯現出對自然生態的保護，與現代建築呈現強烈的對比。(綠色魔法學校，無日期)</p>	<p>圖(三)、台南市成功大學綠色魔法學校</p>  <p>(圖片來源:台達電 (2022 年 4 月 8 日)。台南的綠色魔法學校為何能登上 IPCC 減碳典範？建築能源護照要如何協助淨零？。https://reurl.cc/M8d4xK)</p>
<p>德國柏林中央車站 (Berliner Hauptbahnhof)</p> <p>建築物使用可回收的鋼材與玻璃，並大量使用玻璃和天井來採光，減少開燈的電力消耗，可減少照明費用。屋頂上鋪設了 78,000 塊太陽能發電板為全柏林最大面積，吸光所得的 40000 瓦電力是整座大廈的供電來源。減少了核能與火力發電對地球的汙染。(胡蕙寧，2011)</p>	<p>圖(四)、德國柏林中央車站</p>  <p>(圖片來源:曾凡寧 (2020 年 2 月 25 日)。為了永續努力，你所不知道的綠建築藝術 #柏林中央車站。https://ppt.cc/f59emx)</p>

<p>台北市立圖書館北投分館 (Taipei Public Library Beitou Branch)</p>	<p>圖(五)、台北市立圖書館北投分館</p>  <p>(圖片來源:自由時報 (2023 年 7 月 10 日)。 全球 10 大最酷綠建築北投圖書館上榜。 https://reurl.cc/jD53KZ)</p>
<p>臺北市立圖書館北投分館是臺灣首座綠建築圖書館，位於北投公園內，與溫泉博物館相鄰。建築以木頭為主，搭配鋼材，建材可回收再利用。屋頂以太陽能光電板發電，具有節能效果。綠化屋頂和草坡設有助於水資源回收設備，利用回收水澆灌植栽及馬桶沖水，達到綠化與減少水資源浪費。北投分館已獲得多項綠建築獎項和國際評選認可。(travelking，無日期)</p>	

表(一): 各國知名綠建築比較表

綠建築建案名稱	優點	缺點
新加坡樟宜國際機場 (Stephie Chiu，2019)	<ul style="list-style-type: none"> ✓綠化降溫省去空調使用 ✓水力發電供應自身電力 	<ul style="list-style-type: none"> ●需大量人力維護 ●人潮擁擠時炎熱
美國加州蘋果園區 (TRAVIS TRAVIE，2017)	<ul style="list-style-type: none"> ✓大量使用太陽能供電 ✓使用再生水灌溉植物 	<ul style="list-style-type: none"> ●太陽能板報廢後不易處理 ●對當地原始生態環境產生影響
成功大學綠色魔法學校 (綠色魔法學校，無日期)	<ul style="list-style-type: none"> ✓空調吊扇並用減少耗能 ✓造價親民 	<ul style="list-style-type: none"> ●設計可能不適用於住宅或其他建築類型
德國柏林中央車站 (胡蕙寧，2011)	<ul style="list-style-type: none"> ✓大量太陽能板供電 ✓以玻璃及天井採光 	<ul style="list-style-type: none"> ●太陽能板報廢後不易處理 ●冬天車站寒冷
台北市立圖書館北投分館 (travelking，無日期)	<ul style="list-style-type: none"> ✓輕質建材，可回收再利用 ✓太陽能發電供應自身電力 	<ul style="list-style-type: none"> ●木質地板隔音效果差 ●需大量人力維護

二、模型實作

(一)創作理念

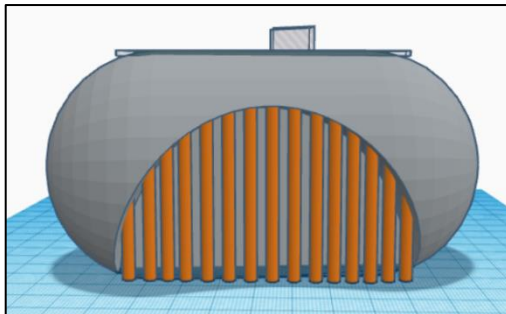
從奧地利格拉茨美術館得到靈感，在充斥著中世紀建築的城市中赫然出現「一艘」如同未來飛船的建築，航行在現代城市中。這座前衛設計的建築在老舊的城市中顯得相當突兀，或許是從未來穿越時空而來的?(第一眼看到這棟建築時心中油然而生的想法)因此我們參考了建築的主要特點「弧度」，在我們的設計中建築的主題是彎豆形的，就像在母體中孕育的新生命，飄蕩在大地之上，等待著出世。而建築背面的交錯立方體凸起也借鑒了格拉茨美術館上海方的煙囪，看似和主體建築有著巨大反差，卻反而達到了一種視覺的平衡感，這種說不出的衝擊給人耳目一新的感覺，或許也算是設計者的一種趣味吧！最後，建築採用清水模及大片玻璃窗及植被用簡單的材料營造出最衝擊的視覺感。

(二)設計功能

- 1.大型玻璃透光區:使自然光能進入到室內，減少光源所造成的能源消耗
- 2.草皮植被:為建築遮擋部分太陽的熱能，同時產生氧氣，並平衡建築的清水模灰色色調。
- 3.彎形建築:配合台灣的冬季強風天氣現象，且彎曲的結構能配合玻璃透光區為室內引進光亮。
- 4.自癒混凝土(Self-healing Concrete)外牆:當雨水與氧氣滲入裂隙時會喚醒細菌，並經一連串化學作用產生混凝土修復材料的碳酸鈣而填補裂隙，可降低建築工程的頻率，也可減少產生大量二氧化碳之水泥的生產，有助於二氧化碳的減量，結合永續發展減少建材的消耗，並延長建築的使用壽命。(林鍵麟，2022)
- 5.樓層規劃:長 60m×寬 20m×高 20m(僅建築主體)
 - (1)1 樓:大廳、服務台、辦公室(公務處理)
 - (2)2 樓:展廳 A、B(本土藝術)
 - (3)3 樓:展廳 C、D(自然風景畫)
 - (4)4 樓:圖書區及環保教育專區、自習室
 - (5)5 樓:圖書區(環境保育)、討論室
 - (6)6 樓:多媒體展廳(播放生物、全球暖化等議題之記錄片)
 - (7)立方體:生態走廊(結合多種植物與小型動物的多功能生態徒步區，可加強宣導綠色生活與環保等相關議題)

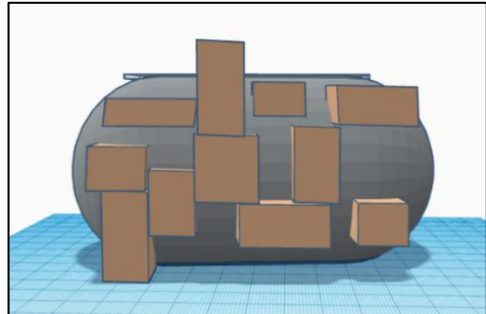
(三)使用 Tinkercad 繪製 3D 模型

圖(六)、3D 模型前視圖



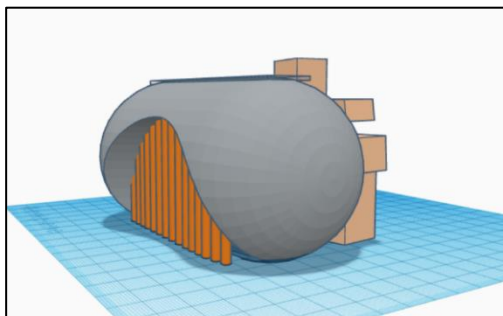
(資料來源:研究者繪製)

圖(七)、3D 模型後視圖



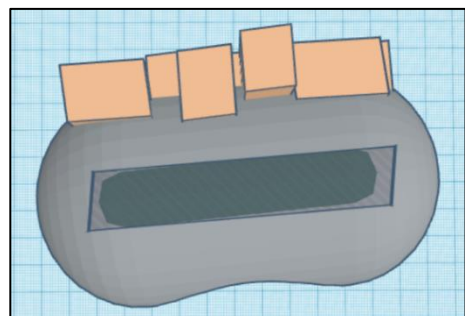
(資料來源:研究者繪製)

圖(八): 3D 模型右視圖



(資料來源:研究者繪製)

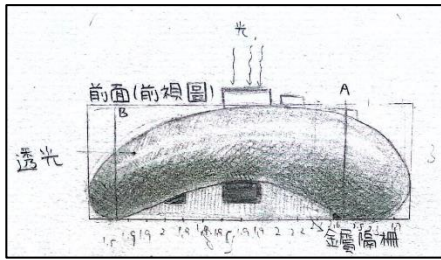
圖(九): 3D 模型俯視圖



(資料來源:研究者繪製)

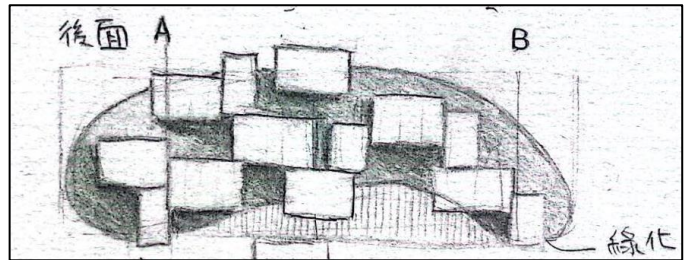
(四)手繪設計圖

圖(十)、手繪前視圖



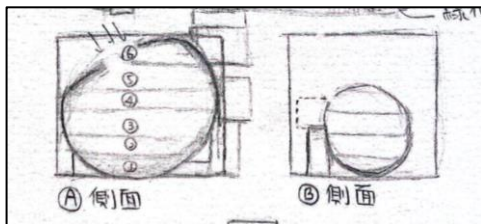
(資料來源:研究者繪製)

圖(十一)、手繪後視圖



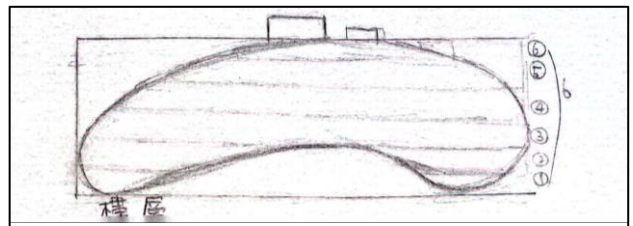
(資料來源:研究者繪製)

圖(十二):手繪右視圖



(資料來源:研究者繪製)

圖(十三):手繪樓層規劃圖



(資料來源:研究者繪製)

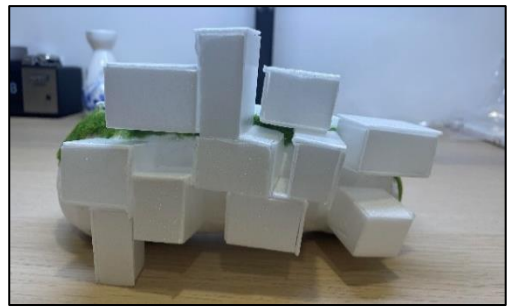
(五)模型成果

圖(十四):正視圖



(資料來源:研究者拍攝)

圖(十五):後視圖



(資料來源:研究者拍攝)

圖(十六):右視圖



(資料來源:研究者拍攝)

圖(十七):俯視圖



(資料來源:研究者拍攝)

伍、研究結論與建議

首先，我們想要用綠建築為媒介來向大家闡述永續發展是現代至關重要的議題之一，藉由兼具環保及美感，呈現綠建築可兼具實用與藝術價值，並透過流線型的外型，以及建築物不規則的牆面設計，使得這棟充滿未來感設計的建築能夠吸引到路人的目光；其次，藉由將多種利於永續發展的要素結合在我們的建築中，可以更有力的傳達綠建築的適配性，我們設計的綠建築有下列優點：

一、牆面的植栽可以有效的使建築物在不開空調的情況下，保持相對涼爽的溫度。

二、建築物整體的彎曲型設計配合天花板的透光玻璃，讓室內可接受更充足的光線，同時由於整體的建築有大量的窗戶包覆，再加上建築本身有植栽的設計，所以為了防止鳥類撞擊，會採用在玻璃貼上間隔，進而完善整體建築的設計，也維護周遭環境的生態，如圖(十八)。

圖(十八):窗戶布置間格



(資料來源:王齡敏(2020 年 8 月 22 日)。大片玻璃窗貼一張猛禽貼紙，並無法有效防止鳥類「窗殺」。 <https://www.thenewslens.com/article/133643>)

三、以自癒混凝土為建材，增加房屋的使用壽命，減少施工時對地球環境造成的迫害。

最後，雖然歷經了兩個學期左右的思考、討論，從最初的下雨時用水流發電的想法，到中途的周圍景觀綠化設計，再到現如今整體彎曲型的複合式綠建築，我們不斷的完善整體建築的架構，並且提升實際建築的可行性，但是我們仍有「心有餘而力不足」之感，建築物後方的植被設計並不完善，在力學方面而言結構不穩定，雖然將植被的生長台嵌入建築物中，並製成隔間可有效分擔力的不平衡，但我們無法實際計算穩固程度，然而，身為高中生的我們，還是能透過設計理論中的綠建築，向大家倡導我們的理念-環境保育，希望在不久的將來，綠建築能成為主流的設計，環境保育能夠被更多人重視並落實！

陸、參考文獻

一、台灣綠建築發展協會（2011 年 11 月 18 日）。何謂綠建築。 <https://ppt.cc/fzUpJx>

二、衛生福利部（2019 年 10 月 15 日）。衛生福利大樓綠建築標章。 <https://ppt.cc/fEnsUx>

三、林憲德(2004)。我愛綠建築:健康又環保的生活空間新主張。新自然主義出版。

四、楊証凱(2018 年 04 月 24 日)。智慧綠建築 加速實踐 SDGs 與循環經濟。

<https://reurl.cc/kayldG>

- 五、葛子祥(2013年7月18日)。考察新加坡綠博物館執行綠建築實務細節與維護經驗。 <https://ppt.cc/fF95Ax>
- 六、謝偉士、馮紀涵(2022年7月4日)。愛地球，還是愛綠建築標章？從土城醫院及台積電中科15廠辦公棟談起(上)。 <https://ppt.cc/fYaWwx>
- 七、中華民國內政部建築研究所(2020年6月8日)。綠建築標章。 <https://ppt.cc/fxbrEx>
- 八、Stephie Chiu(2019年04月12日)。「星耀樟宜」正式亮相！世上最高室內瀑布、星空花園奇幻滑梯、四層樓高森林谷等，打造新加坡新地標。 <https://ppt.cc/frpSYx>
- 九、s.靜(2019年4月22日)。**【新加坡樟宜機場】**獲獎無數的秘密！機場設施多到轉機停留時間不夠玩。 <https://reurl.cc/y7O2Aq>
- 十、TRAVIS TRAVIE(2017年9月12日)。美國加州全新 Apple Park 直擊！遙想追思 Steve Jobs 的蘋果理念與世界。 <https://ppt.cc/f5DSHx>
- 十一、FAM(2019年7月17日)。全世界最昂貴的建築物 APPLE 蘋果位於美國加州的圓形宇宙飛船總。 <https://reurl.cc/0lmLao>
- 十二、綠色魔法學校(無日期)。台灣第一座零碳綠建築。 <https://ppt.cc/fr0J1x>
- 十三、台達電(2022年4月8日)。台南的綠色魔法學校為何能登上 IPCC 減碳典範？建築能源護照要如何協助淨零？。 <https://reurl.cc/M8d4xK>
- 十四、胡蕙寧(2011年07月4日)。**【旅遊】**綠能驚嘆之旅—德國柏林。自由時報。 <https://ppt.cc/fw4vZx>
- 十五、曾凡寧(2020年2月25日)。為了永續努力，你所不知道的綠建築藝術#柏林中央車站。 <https://ppt.cc/f59emx>
- 十六、travelking(無日期)。台北市立圖書館北投分館。 <https://ppt.cc/f5J81x>
- 十七、自由時報(2023年7月10日)。全球10大最酷綠建築北投圖書館上榜。 <https://reurl.cc/jD53KZ>
- 十八、林鍵麟(2022年08月24日)。遇水便可修補裂隙，日本研發自癒混凝土有助建物長壽化與節能減碳。 <https://ppt.cc/fz5Vtx>
- 十九、王齡敏(2020年8月22日)。大片玻璃窗貼一張猛禽貼紙，並無法有效防止鳥類「窗殺」。 <https://www.thenewslens.com/article/133643>