國立勤益科技大學通識教育學院

115 學年度 二 學期 教學大綱

部別	□日間部■進修推廣部 □進修學院/專校	學制	■四技 □二技 □二專
授課教師	陳東賢	教師學歷	博士
教師經歷	國立成功大學應用數學所博士	教師級職	教授
科目名稱(中)	空間幾何與都市景觀		
科目名稱(英)	Space geometry and urban landscape		
開課單位	□基礎通識教育中心 ■博雅通識教育中心	學分/學時數	2 / 2
領域	□人文藝術 □社會科學 ■自然科技		
優質課程類別	■一般課程、□智慧財產權、□內涵式服務學習課程、□性別平等、□綠色課程 ■創新、創意課程、□工作（職場）倫理課程、□工具機技術研發 創新、創意課程定義：課程目標為「激發學生獨特的想像與創意思考，透過企劃與執行以創新模式解決實際問題。」		
科目與通識核心能力關聯	□知識統整能力____% ■創意思維能力 30 % □溝通表達能力____% ■美感鑑賞能力 30 % ■邏輯推理能力 30 % □法治思辨能力____% □博通宏觀能力____% ■倫理關懷能力 10 % (核心能力定義請參見附件一，請選擇 2~3 項相關程度較高之核心能力)		
科目屬性	□核心課程 ■跨領域課程(須符合附件二定義，並請勾選下一欄) ■生活性課程 □學術性課程 ■通論性課程 □經典性課程 (屬性定義請參見附件二，可複選)		
跨領域課程	■人文藝術領域：(請填寫所跨之本領域之學科及百分比三十) □社會科學領域：(請填寫所跨之本領域之學科及百分比) ■自然科技領域：(請填寫所跨之本領域之學科及百分比七十) (以上總和百分比須達 100%)		
教科書	教師自編「空間幾何與都市景觀」講義，以科技大學學生知識承載度，利用數學的幾何元素來發掘空間藝術，課程利用「數學」語言，經由人與空間的對話，引領同學關心周遭的空間景觀。 1. 漢寶德，人與空間的對話：漢寶德看建築，博雅書屋。 2. 漢寶德，設計型思考，聯經出版公司。 3. Kimberly Elam，（譯者：吳國慶、呂佩鈺），設計幾何學，積木文化。		
參考書目	1. 倫迪、薩頓，（葉偉文譯），典雅的幾何，天下文化出版社。 2. 地磚的啟示-瑪斯馬提克走廊網頁 3. 磚瓦（鑲嵌）飾的奧妙-瑪斯馬提克走廊網頁 4. 蔡聰明，蜂窩--自然界最經濟有效的建築，數學的發現趣談，三民書局。 5. 曹亮吉，兔子、鳳梨、向日葵、帕德能廟、正十邊形、鸚鵡螺，科學月刊第 2 卷第 8 期。 6. 黃哲男，數學之美-淺論美學與數學美學，HPM 通訊第 3 卷第 6 期。 7. 李奧維，（譯者：丘宏義），黃金比例，遠流出版社。 8. 張簡貴明，多采多姿的多面體世界，科學發展第 412 期，pp. 52-55。		

	9. Paul Jackson, Folding for Design.(設計摺學)，積木文化。 10. 譚克平，「摺摺」稱奇 — 從摺紙遊戲學習尺規作圖，台灣數學博物館。 11. Robert Lang-全新型態的摺紙，TED
教學目標	1. 提升數學素養與空間思維能力。 2. 在學習的過程中「學會如何學習」，以培養知識整合的能力。 3. 培養學習者觀察、探索、發現、分析、溝通、思辨與創造之能力。 4. 以實際行動去面對並關懷多元化社會與區域環境，增進公民責任感。
評量方式	量化： 1. 平時表現、作業與討論:30% 2. 期中成績: 30% （看見都市攝影 10% 、閱讀報告 10%、 創意作品構思企劃書 10%） 3. 期末創意作品與期末報告: 30% 4. 期末考試：10% 註：每小組（6 人）需繳交一份創意作品。 質化： 從課堂上的討論、隨堂作業、評分表、期末作品等內容都將做為分析與瞭解學生課堂所學之用。
內容綱要	從小到大，數學一直圍繞著我們，學齡前兒童的數學啟蒙總是伴隨著有趣的學習，進入國小與中學，取而代之是一連串的測驗與考試，在升學掛帥環境下，有些學生在努力學習數學的同時，也漸漸厭倦、厭煩著數學。姑且不論以往他們對數學的態度為何？但他們對數學的最後印象也很可能從這當中萃取出來。日本數學家米山國藏體會到，許多人在學校學的數學知識，若畢業後沒什麼機會去用，不到一兩年，很快就忘掉了。然而，不管他們從事什麼工作，惟有深深銘刻在頭腦中的數學的精神、數學的思惟方法、研究方法，推理方法和看問題的著眼點等，卻隨時隨地發生作用，使他們終身受益。大學數學通識課程對於一些修課學生而言，修讀數學類通識課程可能是學生生涯中最後一次與數學最直接的接觸，如何扭轉部分學生厭倦數學的刻板印象，讓學生好好運用中、小學所學習到的豐富數學知識與技巧，重新燃起對數學的興趣，藉由生活中都市的幾何景觀回到了數學最初有趣的型態，將是「空間幾何與都市景觀」課程目標之一。 數學家 Descartes（笛卡兒，1596~1650）曾說: 「人類心智與生俱來有完美、空間、時間和運動等觀念。」不論是實際應用在生活上之測量與計算， 或是對於空間的好奇與探索，還是對於「美」的追求，自從人類開始生活在地球上，空間幾何概念的演進便未曾停歇。而空間幾何的發展，也使人類開始真正認識我們所生存的空間。古希臘哲學家柏拉圖為倡導哲學而於雅典創立柏拉圖學院，其入學門檻就是「對幾何無知者，不准入內」（Let No One Ignorant of Geometry Enter Here!）。柏拉圖認為完美的圖像不在眼中，而在心中。因此唯有針對空間幾何物件進行抽象思考與推理，才能掌握隱身於大自然背後的真理。透過城市中空間景觀欣賞的模式，藉由觀察與探討都市環境中各種空間與景觀結構，運用數學文化與藝術美學的分析，培養學生觀察、探索、發現與分析生活周遭環境，喚起我們孩子內心對都市環境的重視。

	課程前三週，透過幾何脈絡探索空間景觀藝術，呈現數學的不同面向，看見數學的美，扭轉部分學生對數學的負面態度。課程第 4～8 週走出傳統數學學習教室，利用幾何解析來探索臺中市豐年里，呈現數學的多樣性，與課群共同觀察與探討社區環境，期盼在產官學協力合作下，提出新的規劃與設計，綻放新的色彩。接著我們將探索隱藏於藝術家、建築師、設計師構思的設計理念與原則。我們規劃第 15～16 週進行期末報告。最後兩週引領同學對空間幾何物件進行抽象思考與推理，找回數學本質，期盼喚起我們內心對區域環境的重視。
教學方式	（一）講述教學：每週規劃一個主題講授教學，利用數學的幾何元素來發掘空間藝術，課程利用「數學」語言，經由人與空間的對話，引領同學關心周遭的空間景觀，讓學生討論與思考。 （二）合作學習：分組討論與期末作品製作，學習合作與分工等團隊精神。 （三）專家講座：邀請相關領域專家蒞校演講增進學生學習。 （四）實地參訪：參訪校園與臺中市豐年里，透過實地參訪，觀察校園、豐年里風土民情與商圈運作情況，欣賞校園與社區之美，並於參訪後下一週課程與學生進行交流與討論。
創新教學 活動設計	面對臺灣超高齡社會來臨，未來青壯年的負擔將逐漸加重。因臺灣少子化與人口高齡化趨勢，隨著未來青壯年人口愈來愈少、需要照養的長輩人口愈來愈多，勢必對臺灣經濟發展與社會發展造成重大危機。未來青壯年的責任越來越重大，大學端需明瞭未來臺灣人口超高齡發展趨勢與協助社會改善，我們希望以學校鄰近太平區豐年里為行動研究場域，透過教育現場提出問題，並藉由「空間幾何與都市景觀」通識課程設計，讓數學文化走進課堂與社區，讓學習者體驗數學的不同面向，運用數學素養面對問題、瞭解問題與解決問題，為銀髮產業創造新生機、營造無齡社會新動能，與社會共好。善盡大學社會責任，在地關懷，與社會共好。 在課程的進行中，我們採用小組討論與全班報告的方式，由教師引領小組腦力激盪，讓學生充分參與議題討論，培養獨立思考的析辨能力及價值判斷的理性智慧，期盼學生通過討論答問過程與報告，訓練理性分析、批判思考及表達溝通的能力。透過「看見城市攝影」作業，期盼學生打開心靈欣賞空間幾何藝術，作業除照片圖像外，需外加文字說明動機與構想，透過人與空間的對話，述說一段與城市連結的故事，讓城市概念重新萌芽。 課程期盼激發學生「創意思考」，由數學的空間藝術出發，讓學生小組合作不拘形式設計一些相關創意作品，以臺中市豐年里或校園為發想場域，挑戰裝置藝術或空間規畫創新構想。在期末成果發表會時，藉由同學互評，讓作品更完善。從「學中做」過程中有助於學生思考習慣的養成，將有利學生數學與邏輯思維能力的培養。於第 9 週繳交期末作品構思規劃書，第 16 週期末報告。

科目進度與內容

(勿只填寫單元名稱，請簡述內容)

週次	教 學 內 容 ※申請跨領域課程時，將特別針對教學內容細節審核，請詳細說明，以作為審核依據	備註 (課程活動與作業) ※請務必填寫	
1	人與空間的對話	認識與分享：請依個人經驗，分享最	■人文藝術 □社會科學

	課程目標、上課方式、活動實施注意事項及成績考核、課程網站介紹，並進行分組活動。再介紹服務學習與實施方式。 人置身於無所不在的「空間」，課程將利用「數學」語言，從學習的場域-校園空間出發，找尋空間中的模式（pattern），介紹形態數學（morphomatics），進而討論城市中建築、裝置 和景觀等空間藝術。	讓你感動的建築、裝置或景觀，並討論其中的數學意涵。	■自然科技
2	幾何解析 課堂先與學生討論討論七巧板，再延伸到問題：如果打算用一種正多邊形的磁磚鋪滿地板，也就是在平面上排列無限多個相同大小的正多邊形，有幾種鋪法？ 介紹數學中幾何基本元素-點、線、面相互組合轉換成空間藝術。古埃及時代就已經發現只有正三角形、正方形、正六邊形，可以各自鋪滿一平面。另外再介紹四世紀古希臘數學家貝波司提出的「蜂窩猜想」-截面呈六邊形的蜂窩，是蜜蜂採用最少量的蜂蠟建造成的。也就是說蜂窩的優美形狀，是自然界最有效經濟的建築代表。但這一猜想直至 1999 年才由黑爾所證明。	小組討論：實地研究觀察人行道地磚鋪法與設計更多不同的組合鋪法。	■人文藝術 □社會科學 ■自然科技
3	多面體（Polyhedron） 談論多面體幾何結構與生活中常見的多面體。多面體(Polyhedron) 是指四個或四個以上多邊形所圍成的立體。生活上隨處可見多面體結構。 經由介紹多面體的 Euler 公式： V－E＋F＝2 利用多面體的 Euler 公式可以證明正多面體（柏拉圖立體）恰好有五種。  圖 五種正多面體	Zometool 設計多面體結構做創意發想。請描述此次創作作品概念與數學的連結。	■人文藝術 □社會科學 ■自然科技
4	空間中的比例 從中世紀、文藝復興、古典主義建築都把比例的美作為一種信條，比例是美的根源。課堂將介紹義大利數學家費波那契 (Leonardo Fibonacci，約 1170-1250)在 「算盤書」《Liber abacci》中的數列（費氏數列）。費氏數列前後項比值可推出黃金比例，	作業：校園中找尋費氏數列與黃金比例。	■人文藝術 □社會科學 ■自然科技

	由此與學生討論「大自然中的費氏數列」、「黃金分割」、「人體的各種黃金比例」、「藝術與黃金比例」、「建築與黃金比例」等問題。		
5	碎形 在碎形圖案中，可以發現同樣的圖形永無止境地重複複製，一次比一次小。我們可以在圖案裡隨便圈選一處，再將它局部放大，我們將會發現與原本圖案一樣。我們也將介紹謝爾賓斯基三角形。	校外參訪與論壇心得報告。	■人文藝術 □社會科學 ■自然科技
6	慕比斯環 介紹只有一面的連續曲面慕比斯環(Möbius strip)做造型變化。討論慕比斯環的應用與數學拓撲原理。	請分別沿慕比斯環中線處、寬度1/3剪一周，看看有何變化？	■人文藝術 □社會科學 ■自然科技
7	造形與構成的摺紙藝數 透過TED上Robert Lang之「全新型態的摺紙」，讓學生瞭解隱含數學原理的摺紙可做出美麗造型摺紙外，還可應用在心導管支架、太空望遠鏡、太空站太陽板、車子安全氣囊等。	作業：「看見城市攝影」，除照片圖像外，需外加文字說明動機與構想。	■人文藝術 □社會科學 ■自然科技
8	校外參訪 豐年里位於太平區西方，北邊有廍子溪由東北流下，西鄰大里溪，豐年里面積約為0.45平方公里。民國94年自中山里分出而新設。鄰近勤益科技大學，里內呈棋盤式街道，交通四通八達。課程將參訪臺中市豐年里，透過實地參訪，瞭解課程所欲探討的問題意識，觀察豐年里風土民情與景觀資源，欣賞豐年里之美，並於參訪後下一週課程學生進行交流與討論。	實地參訪與參訪心得 指定閱讀：倫迪、薩頓，典雅的幾何；好設計，讓地方重燃元氣！	■人文藝術 □社會科學 ■自然科技
9	期中考試 看見都市攝影、閱讀報告、 創意作品構思企劃書		
10	期中報告 看見都市攝影分享與分組期末創意作品企畫書報告。	看見都市攝影分享與分組報告	■人文藝術 □社會科學 ■自然科技
11	設計型思考 我們期待學生不單只有設計，而是跳脫框架，透過設計型思考，結合課群系統化打課程期待由空間藝術出發，小組合作不拘形式設計一些裝置藝術創意作品。透過一些作品呈現，希望跳脫框架，激發學生「創意思考」。	小組討論議題：上課展示所展示不同素材的正十二面體，請問有何感想？ 指定閱讀：1. 漢	■人文藝術 □社會科學 ■自然科技

	孔明鎖（魯班鎖）通常是由六根插在一起的條棍組成一個立體十字結構。孔明鎖是中國古代傳統的土木建築固定結合器，不用釘子和繩子，完全靠自身結構的連接支撐，其展現了一種看似簡單，卻具有古人不平凡的智慧。類似的孔明鎖的榫卯結構，經過工藝師將巧妙的構造，利用巧思環環相扣結成了一張簡單而穩重的桌子。	寶德，設計型思考。2. 好設計，讓地方重燃元氣！	
12	古典建築中的數學 先由建築承載文化的脈絡與同學討論，討論印象中東西方古典建築。古代東方有豐富的林木資源，木材取材方便、施工快速、具有韌性、抗震性能高，所以木材成為建築主要結構。東方古典建築以木材結構為主，以磚、瓦、石為輔。 相對地，西方古典建築主要以石構造建築為主，以古希臘建築為基礎而發展，古希臘建築美學受到自然科學尤其是數學的影響。古希臘人普遍相信，宇宙的比例是和諧的，因此所有事物需服從和諧的數學比例，而大自然也按照自身結構比例創造人，所以比例和諧成為建築美表現的重要內容，如第四週所討論古埃及金字塔與古希臘帕特農神殿。再討論中西建築古典建築之異同。	小組討論：如何利用積木動手做出跨距最長的結構橋？	■人文藝術 □社會科學 ■自然科技
13	現代建築的數學意象 先討論現代建築與古典建築的異同？ 於 2014 年 11 月 23 日落成啟用世界 9 大地標之一－臺中國家歌劇院，建築師伊東豐雄為歌劇院設計的建築原理是以人類最原始的「洞窟」、「地穴」概念設計出美聲涵洞（Sound Cave）的曲牆建築，內部牆面均為曲面，共有 58 面曲牆。請同學有機會到臺中國家歌劇院欣賞建築。 討論札哈·哈蒂（Zaha Hadid，1950-）-伊拉克裔英國建築師，大學在黎巴嫩就讀於數學系。1972 年，她從黎巴嫩搬到英國，就讀英國倫敦建築聯盟學院後，才正式開始學習建築。討論具有數學背景的建築師札哈·哈蒂的前衛設計作品，如南韓東大門設計廣場、臺灣淡江大橋等。 原始遊牧民族的蓬帳是利用撐起的木架，再蒙上獸皮以形成所需空間。利用類似原理，在二十世紀初數學理論發展與實驗引導之下，建築界再度使用薄膜的特質-薄殼建築，臺灣最著名的薄殼建築應該是貝聿銘及陳其寬設計的東海路思義教堂。教堂外觀由四個曲面所組合，於屋脊分開，構成一線形天窗，四片曲面之屋基與屋脊，兩邊為直線，所形成的曲面，稱為圓錐體（Conoid）雙曲面，使屋簷曲線更具有美感。由於曲面內部應力沿曲度方向進行，使內部無彎折力產	作業：運用邏輯思維討論生活環境與景觀。	■人文藝術 □社會科學 ■自然科技

	生，曲面厚度遂可減少，內部增加交叉的補助小樑，用以承受複雜的結構力量。		
14	宗教與建築 宗教建築不僅是供人禮拜與舉行儀式的場所，也是人類信仰、文化與藝術的具體呈現。透過東西方宗教建築的比較，可以觀察不同文明如何運用空間、形式、材料與裝飾，表達人與神、人與自然之間的關係。東方宗教建築以佛教寺院、佛塔、道教宮觀及傳統寺廟為代表，常重視中軸、對稱、院落與層層深入的空間布局，呈現天地和諧與秩序之美。西方則以基督教教堂為代表，從羅馬式厚重的拱頂，到哥德式尖拱、飛扶壁和彩繪玻璃，展現向上延伸、接近天堂的神聖意象。伊斯蘭清真寺則透過圓頂、宣禮塔、幾何圖形與書法藝術，營造莊嚴而統一的禮拜空間。比較東西宗教建築，可以發現建築不只是「房子的形式」，更是一種將抽象信仰轉化為具體空間的文化語言。透過觀察建築的高度、方向、光線、比例與裝飾，我們可以進一步理解不同宗教對宇宙、自然、神聖與人的思考。	小組討論：宗教如何改變建築？	■人文藝術 □社會科學 ■自然科技
15	數學與藝術創作 李再鈐是台灣現代雕塑家中少數堅持數學幾何造形的創作者。他以鋼板為素材，焊接為手法，創作了一系列的抽象作品 ，成為當代立體造形藝術的代表性雕塑家之一。 M. C. Escher（1898.06.17-1972.03.27，荷蘭），因其繪畫（版畫）中的數學性而聞名。他的主要創作方式包括木板、銅板、石板、素描，共約 450 件作品。在他的作品中可以看到對分形、對稱、密鋪平面、雙曲幾何和多面體等數學概念的形象表達，他的創作領域還包括早期的風景畫、錯覺物件、球面鏡。世人尊稱 Escher 為「錯覺圖形大師」。若說藝術中幾何比例和透視法的運用是一種規矩，那 Escher 可說擅於玩弄這些規矩於股掌之間，並且開創出另一番奇異的視覺空間天地。	小組討論： Escher作品的數學、空間意涵與實際創作。	■人文藝術 □社會科學 ■自然科技
16	期末創意作品報告 課程期盼激發學生「探索創造」素養，以臺中市豐年里為發想場域，讓學生小組合作不拘形式設計一些數學藝術創意作品，挑戰創新構想。建築大師法蘭克．蓋瑞說他創作的態度：「我不知道要去哪。如果知道，我不會去。」我們鼓勵學生創作相關作品，雖然開始給一些方向讓學生去思考，但更期待學生以開放的思維去構思，在數學與藝術的脈絡下，創作出不可測度的創意作品。在期末報告時，透過小組一起發表創意作品，藉由同學互評與建議，讓作品更完善。	期末創意作品發表	■人文藝術 □社會科學 ■自然科技

17	都市景觀的抽象意涵 幾何物件近年來也頻頻成為藝術家創作的題材。如慕比斯環與上週介紹的李再鈐老師作品。慕比斯環是一種數學拓樸結構，只有一面一邊的三度空間的曲面。經常被藝術家用來作為「無止境」的意象表徵。透過以用眼睛觀察到幾何之美，再用頭腦思索抽象美的數學道理，並進一步用心靈來欣賞都市景觀的幾何抽象意涵。 「圖書館一定得做成方盒子嗎？」知名建築師潘冀表示該建築團隊運用電腦程式，讓國立公共資訊圖書館周圍的城市線條與數學概念「慕比斯環」交錯重疊，轉化成蘊含數位知識流動美學意象的建築。	分組討論：分享最有印象且具幾何抽象意涵的都市景觀。	■人文藝術 □社會科學 ■自然科技
18	期末考與反思 本週為期末反思，利用最後一次上課機會，分享與檢討一整個學期的課程心得，同學與老師進行交流、分享、檢討與反思。	期末反思	

請遵守智慧財產權觀念，不得非法影印

附件一 核心能力定義

核心能力	定義與說明
A. 知識統整能力	學生能在各種知識與文化脈絡中，尋得恆久不變的價值觀，並將此價值觀融入其生活，進而認識、欣賞、尊重與珍惜生命的意義。
A. 創意思維能力	學生能認知各知識領域與多元文化間的差異處與鏈結點，進而具備跨領域思維與評判能力，使其能在固有的架構中，呈現嶄新的創造力。
B. 溝通表達能力	學生能釐清自我思想，並藉由正確且清楚的語文表達理念，以建立與他人良好的溝通。
C. 美感鑑賞能力	學生能認知、接收並傳達多元藝術美感，具備敏銳的鑑賞能力，並運用在不同領域的統整中。
D. 邏輯推理能力	學生能依據自身認知和客觀事實，運用邏輯分析與量化推理，進行反思與論證，進而做出合理判斷。
E. 法治思辨能力	學生能正確認知人權、民主、與法治之互動關聯，進行獨立思辨與論辯且基於人本關懷精神，以確立其自身與社會群體之關係。
F. 博通宏觀能力	學生能以基礎知識為本，培養前瞻性的觀點並開拓宏博的視野，以建立整全之人生觀。
G. 倫理關懷能力	學生能認知自身與所處環境的關係，並進而願意以己身之力與專業知識參與社會與環境的改造，提升正向能量。

附件二 課程屬性定義

核心課程：全校性共同必修之通識課程。

跨領域課程：課程內容須跨人文藝術/社會科學/自然科技三領域其中之二項。課程須有一主領域，其授課內容須達 60%以上，另所跨之領域課程內涵至少須達 30%以上。

生活性課程：課程重點強調知識應用與人類生活相關之課程。

學術性課程：課程重點偏重理論發展之脈絡、思想之沿革、與歷史文化背景之因素。

通論性課程：針對特定領域或時代的知識與思想做綜觀性的介紹，與廣博性的探討。

經典性課程：針對特定領域或時代具有代表性的人物、思想、典籍做較為深入之探討、剖析、或導讀。