

教育部顧問室 98 學年度第 2 學期 優質通識教育課程計畫 成果報告書

計畫名稱	圖形與數學
計畫類別	■A 類 ■技專校院組 ■基礎暨其他通識課程
計畫主持人	徐惠莉
教學助理	曾松德
單位名稱	中國科技大學·通識教育中心
計畫期程	2010/2/1~2010/7/31
計畫網址	http://ccnt4.cute.edu.tw/ivan662/cc.html
聯絡方式	meghsu@cute.edu.tw

繳交日期：中華民國 98 年 07 月 30 日

教育部顧問室 98 學年度第 2 學期 優質通識教育課程計畫 成果報告書

計畫名稱	圖形與數學
計畫類別	■A 類 ■技專校院組 ■基礎暨其他通識課程
計畫主持人	徐惠莉
教學助理	曾松德
單位名稱	中國科技大學·通識教育中心
計畫期程	2010/2/1~2010/7/31
計畫網址	http://ccnt4.cute.edu.tw/ivan662/cc.html
聯絡方式	meghsu@cute.edu.tw

繳交日期：中華民國 98 年 07 月 30 日

目錄

1. 基本資料摘要表	3
2. 計畫內容及執行情形.....	8
2.1 班級成員狀況.....	8
2.2 計畫內容及執行情形	8
3. 經費運用情形.....	50
4. 執行成果分析與檢討.....	53
4.1 教學施行改進事項及成效評估	53
4.2 課程內容與活動的評量	58
4.3 課程配置教學助理之實施成效評估	64
4.4 課程網站建置於增進教學品質評估	65
4.5 小結	68
5. 結論與建議.....	77
6. 附錄.....	79
6.1 教育部補助經費收支結算表	79
6.2 教學評量表	80
6.3 小組報告	89
附件：小組討論影音紀錄	封底

	<p>科學的根本，數學課通常是藉由許多的數學符號進行演算的活動，而過於抽象的課程內容往往會令同學心生恐懼，喪失對學習數學的興趣的，因此數學一直是本校學生最害怕的科目。近幾年我嘗試在進行數學演算之前，展示和單元有關的圖形，再說一些數學家的故事，和他們為了解決問題所使用的數學方法，有部份同學要求我可不可以再多說一些這方面的故事。這讓我感到非常的欣慰，還是有學生願意去接觸數學！</p> <p>基於上述的緣由，放在通識課程中的數學課以提供同學發現數學有趣且迷人的一面為目的，透過圖像尋找數學，舉凡大自然的現象、生活科技或遊戲等等，找出其與數學相關聯的主題，藉由觀察圖形與圖形的製作，介紹數學家們尋求解答的過程；以圖像式數學取代計算式數學的教學方式，在同學分組討論下，尋找出數學的解決方法，進而帶領同學欣賞數學之美。</p> <p>二、基於上述之核心精神，本課程所預期的專業教學目標有二：</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 提昇自己的數學理解能力，由「知道」數學跨入「領悟」數學。以圖像的方式學習數學，逐漸掌握瞭解數學問題的竅門。 (2) 提升學生學習數學的熱情。藉由生活中的數學遊戲，尋求與過去的數學課程相關聯的部份，再運用創造性的新方法解決問題。 <p>三、針對學生生涯目標有二：</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 當學生面對抽象思維時，反覆琢磨數學思維的底蘊。學習如何從現實世界裡擷取數學應用的例子，從而導引出學習數學的正當途徑。 (2) 認識數學家的純粹思路，往往是無比力量的源頭。每個定理都是過往的數學家苦思多時才終於證明出來的；而許多數學定理中，竟也隱含著發人深思的人性！
<p>■ 內容綱要</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 典雅幾何圖形欣賞；介紹以幾何圖形設計出的圖像，像是教堂的拱門，窗戶的三葉草與四瓣花的圖案，以這些迷人的幾何圖象，帶領同學進入點、線、面的幾何殿堂。 分組活動：以圈硬幣的方式繪出美麗的幾何圖案。 2. 正五邊形與黃金分割；介紹黃金分割的歷史演進，自希臘數學家歐基理德之中末比為開始，再說明正五邊形內接之黃金三角形。 分組活動：尋找生活中具有黃金比的事物。 3. 幾何圖形的故事；介紹柏拉圖立體的故事。

分組活動：利用教具分子結構球，建構柏拉圖立體，並觀察點、線、面的對稱關係。

4. 一筆畫問題；介紹圖論的開端---數學家歐拉的「七橋問題」，認識「歐拉圈」。

分組活動：設計具有一筆畫性質的圖畫。

5. 一筆畫遊歷問題；延續一筆畫問題的主題：一個沒有數字的數學，說明漢彌頓迴圈。

分組活動：針對學習單的圖形問題，上台報告各組解題策略。

6. 尋找圓週率 π ；影片欣賞「數學史—圓面積公式的發現。」
<http://192.192.169.112/math/D-CD124.asf>。介紹古今中外的數學家求圓面積的方法，藉由優美的幾何學及巧妙的算術之助，估算出圓週率 π 的精彩過程。

分組活動：在不使用圓週率 π 的條件下，請同學用自己的方法計算圓的部份面積。

7. 神奇的圓週率 π ；在尋找 π 的過程中，介紹圓周率在數學史上的發展及數學家們的故事。享受尋找 π 的樂趣，像是 π 日是哪一天？電影中 π 所扮演的角色，用 π 設計出來的音樂。

分組活動：關於 π 的知識測驗。

8. 專題演講：鑲嵌圖案設計

演講者：國立台灣師範大學數學系陳創義教授

分組活動：鑲嵌圖案設計實作

9. 摺變四邊形；由長紙條摺疊而成的結構，有時裁剪一些部分，使長紙條摺成矩形的型，經過巧妙的翻摺，可摺出不同的面，稱『摺變四邊形』。介紹數種有趣的摺變四邊形。

分組活動：摺變四邊形的分組競試。

10. 摺變六邊形之魔術畫製作；延續摺變四邊形的主題，以摺變六邊形製作三面、五面和六面魔術畫。在不同的面上繪出美麗的圖案，每次翻摺便會出現不同的畫面，彷彿進入奇幻的童話故事。

分組活動：觀察摩比斯帶的特性、尋找摺變六邊形的翻轉規則。

11. 圖形遊戲之搭橋結盟；很多數學娛樂，像是魔術、謎題或由戲，都與拓樸分析有關。拓樸學是用非數量方式來表示空間關係及空間變換。本單元以趣味數學的角度，介紹「搭橋結盟」的拓樸遊戲。

	<p>分組活動：搭橋結盟分組競賽。</p> <p>12. 圖形遊戲之六根火柴棒；本單元設計來自《詭論·鋪瓷磚·波羅米歐環》這本書中的一個題目「六根火柴」，找出六根火柴能排出來多少種不同的拓撲圖形。 分組活動：找出六根火柴能排出多少種不同的拓撲圖形？</p> <p>13. 尋找畢氏定理；畢氏定理是指直角三角形的斜邊的平方等於另兩邊的平方的和。其證明方式有四百多種，是最多證明的數學定理。介紹畢達哥拉斯學派及畢氏定理的歷史，並提供數種以圖形方式做為證明的方法。 分組活動：各組報告以不同圖形拼貼證明畢氏定理的方法。</p> <p>14. 數學美術館；以數學中常用的圖形的平移、旋轉、翻轉性質，拼貼出美麗的圖形；介紹荷蘭畫家 M. C. Escher 的作品，說明畫中具有數學元素；正 n 邊形的拼貼。 分組活動：正四邊形的拼貼設計。</p> <p>15. 碎形圖形欣賞；碎形幾何學是近幾年新興的一門數學分支。自然界中的碎形處處可見，如雲、雪花、海岸線的形狀、樹木的枝葉、衛星空照圖、我們所吃的花椰菜、甚至於一大群人的聚會所成的圖形，都可以碎形描述這些自然界的結構本質。本單元利用最簡單的碎形介紹給學生，使之認識及欣賞碎形之美，並激發其學習數學的興趣。</p> <p>16. 有趣的碎形；介紹碎形的特性---自我相似。並舉康托集合 (Cantor Set) 與寇克曲線 (Koch Snowflake) 為例。本單元設計來自《動手玩碎形》這本書，了解碎形，既能讓我們用全新的角度看大自然，也有助於了解混沌。 分組活動：設計具有數學元素的美麗圖案。</p> <p>17. 期末成果發表。</p>
<p>■ 分組討論及教學助理之規畫與執行現況</p>	<p>分組討論之規畫</p> <p>1. 本課程修課人數 19 人，依課程內容安排，以 2~3 人一組，有 8 個小組。組員人數較少，但可藉此強化教具的操作能力，進而完成解題策略，又不失與同學溝通表達的機會。</p> <p>2. 每次上課各組填寫問題與討論學習單，強化上課之互動。並針對活動主題，在網路討論區和全班同學分享學習心得與感想。</p> <p>教學助理的規畫（因為修課人數未達教育部補助教學助理的標準，故以學校配合款支應教學助理所需費用。）</p>

	<ol style="list-style-type: none"> 1. 選擇在教具操作的說明上必須採各組分別示範的課程，請教學助理進班協助，使其達成同學們能正確使用教具，進而尋求解題策略。教學助理進班週數：第四週幾何圖形的故事、第十週摺變四邊形、第十四週尋找畢氏定理及第十八週期末之成果發表。 2. 參與課前課程內容規劃及教具之製作。 3. 協助完成期末之成果發表。 4. 參與教學助理相關訓練課程。
<p>■「行動」、「欲解決的問題」之設計與規劃</p>	<p>(若為行動導向/問題解決導向通識課程，請務必填寫「行動(非活動)」、「欲解決的問題(非討論的議題)」之設計與規劃)</p>
<p>■指定閱讀材料</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 「沒有數字的數學」徐力行教授 著。 2. 「黃金比例」Mario Livio 著，丘宏義 譯，時報出版。 3. 「達文西密碼」丹·布朗 著，尤傳莉 譯，時報出版。 4. 「典雅的幾何」倫迪&薩頓 著，葉偉文譯，天下文化出版。 5. 「迷宮、黃金比、索馬立方體」葛能登著，葉偉文譯，時報出版。 6. 「神奇的π」Blatner, David 著，潘恩典譯，商周出版商 7. 「動手玩碎形」廖思善 著，天下文化出版。
<p>■作業設計</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 作業分為組作業與個人作業。基於每週課程需要分組討論，故以組作業為主。 2. 根據每週活動主題設計作業，以分組討論為主，採書面繳交。並針對活動主題，在網路討論區和全班同學分享學習心得與感想。 3. 部份單元有圖像作業，以作業上傳至教學網站。 4. 期中報告：以個人作業做為課後學習心得之延伸。心得報告主題自第二~八週課程中選擇一個單元，或是課程內容有提到的人物、參考書籍，字數1000字以上。 5. 期末報告：各組設計的摺變四、六邊形作品，及期末學習心得報告。
<p>■成績評定方式</p>	<p>(一) 平時成績 (45%) : 1. 出席次數 (10%) ; 2. 平時作業 (20%) ; 3. 學習態度 (課堂討論與上網討論) (15%)</p> <p>(二) 期中報告 (15%) : 1. 個人心得報告 (15%)</p> <p>(三) 期末報告 (40%) : 1. 個人期末學習心得報告 (20%) ; 2. 團體作業 (20%)</p>

2. 計畫內容及執行情形

計畫內容為 98/10/16 所提出並通過的計畫內容；執行情形則為 99/2~99/7 課程實際執行的情況，以下將分成班級成員狀況、計畫內容、執行情形三部分說明。

2.1 班級成員狀況

本優質通識教育課程計畫的執行班級為台北校區進修部班級，修課成員為商學院及規劃與設計學院的學生，學生系科與男女比例如下表：

學生系科	人數
企業管理系	2
財務金融系	4
國際商務系	3
建築系	3
數位多媒體設計系	6

The figure consists of two charts. On the left is a bar chart with two bars representing the number of students from '高學院' (College of Arts and Design) and '規劃與設計學院' (College of Planning and Design). Both bars reach the value of 9 on the y-axis. On the right is a pie chart showing the gender distribution: 5 males (represented by a dark grey slice) and 13 females (represented by a light grey slice). A legend indicates '■ 男生 5人' and '■ 女生 13人'.

修課學生年齡分佈於 19 至 30 歲之間，經由平時詢問學生的狀況，在瞭解後發現約有一半甫自高中高職畢業的同學，一半為工作多年後繼續進修的同學；又約有八成以上的同學白天要上班或打工，也就是說處在工作、學業兼顧的學生是班級的多數成員。

同學必須在下班後趕來上課，面對台北擁擠的交通，心情難免煩亂緊張，有時還得忍受工作壓力帶來的勞累，與錯過用餐時間的飢餓，課後能夠專注於課業的時間也很有限，這些狀況都會影響課程的設計與安排，特此說明。

2.2 計畫內容及執行情形

以下分成六個項目說明：課程目標規劃、教學進度規劃與執行、課程活動與小組討論的規劃與執行、參考資料、成績考核與執行、課程網頁規劃與執行。

2.2.1 課程目標規劃

本課程以「透過圖像引發同學在數學上的學習興趣」出發，舉凡大自然的現象、藝術創作、生活科技或遊戲等等，都存在著和數學相關聯的主題。藉由學習和數學有關的圖形活動，讓同學重新認識數學。課程之設計意在引導同學

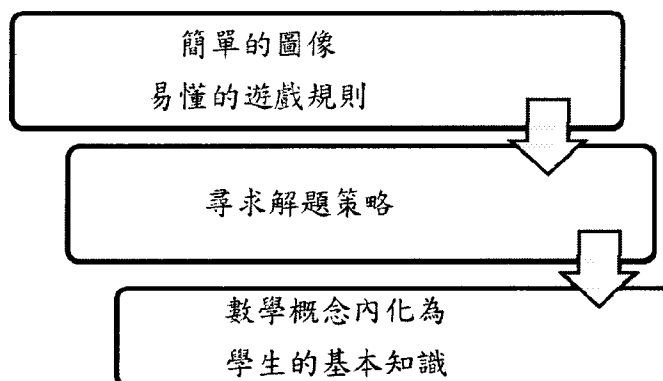
1. 數學不只是數字的計算和符號的演算。我們的生活常常進行著和數學有關的活動。
2. 鼓勵同學以數學元素做為圖像的創作基礎。
3. 提昇自己的數學理解能力，由「知道」數學跨入「領悟」數學。以圖像的方式學習數學，逐漸掌握瞭解數學問題的竅門。

4. 引發學生學習數學的熱情。藉由生活中的數學遊戲，尋求與過去的數學課程相關聯的部份，再運用創造性的新方法解決問題。

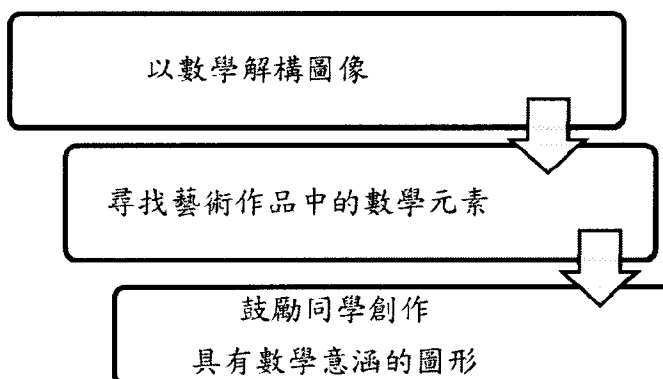
2.2.2 教學進度規劃與執行

課程設計分為「圖形遊戲」與「圖形設計」兩大主題。

- ◆ 圖形遊戲的架構：



- ◆ 圖形設計的架構：



課程的安排為圖形遊戲與圖形設計交錯進行。這樣安排的理由是，基於以往數學的教學強調連貫性，在同一主題下反覆練習，雖然能精熟理論與公式的應用，但學生易產生學習上的疲乏，失去學習樂趣，及反芻數學知識的能力。本課程著重在引發學習數學的興趣，故以二至三週為一主題單元，讓同學能在一個單元結束後，自我回顧課程內容，藉由生活中對數學活動的觀察，擴大在課程所學的廣度。

此外，在每個單元中介紹與主題相關的1~2位數學家或藝術家，讓同學瞭解到數學家不再是遙不可及，不是深奧難懂的代名詞，從他們的生平事蹟，體會數學在生活中的應用。

在以上架構原則下，本課程得以順利進行。但在不斷與同學互動的過程中，逐漸發現同學的關注與需求，因此課進度與主題進行部份的調整。98/10/16所提出的課程大綱與99/2~99/6的實際授課大綱比較如下表，調整部分以反白方式標示，調整原因則於表格之後說明。

週次	提出計畫進度	實際執行進度
1	課程說明；上課方式、評分標準。	課程說明；上課方式、評分標準。
2	典雅幾何圖形欣賞；介紹以幾何圖形設計出的圖像，像是教堂的拱門，窗戶的三葉草與四瓣花的圖案，或是古文明的石圈遺蹟，以這些迷人的幾何圖象，帶領同學進入點、線、面的幾何殿堂。	典雅幾何圖形欣賞；介紹以幾何圖形設計出的圖像，像是教堂的拱門，窗戶的三葉草與四瓣花的圖案，或是古文明的石圈遺蹟，以這些迷人的幾何圖象，帶領同學進入點、線、面的幾何殿堂。
3	正五邊形與黃金分割；介紹黃金分割的歷史演進，自希臘數學家歐基理德之中末比為開始，再說明正五邊形內接之黃金三角形。	正五邊形與黃金分割；介紹黃金分割的歷史演進，自希臘數學家歐基理德之中末比為開始，再說明正五邊形內接之黃金三角形。 數學家：歐基里德(Euclid) 建築大師：科比意(Le Corbusier)
4	幾何圖形的故事；介紹柏拉圖立體及克卜勒多面體的故事。	幾何圖形的故事；介紹柏拉圖立體。 數學家：柏拉圖(Plato)、克卜勒(Kepler)
5	一筆畫問題；介紹圖論的開端---數學家歐拉的「七橋問題」，認識「歐拉圈」。	一筆畫問題；介紹圖論的開端---數學家歐拉的「七橋問題」，認識「歐拉圈」。 數學家：歐拉(L.Euler)
6	一筆畫遊歷問題；延續第五週的主題---一個沒有數字的數學，說明漢彌頓迴圈，再進一步介紹圖形在生活與科技上的應用。	一筆畫遊歷問題；延續第五週的主題---一個沒有數字的數學，說明漢彌頓迴圈，再進一步介紹圖形在生活與科技上的應用。 數學家：漢彌頓(William Rowan Hamilton)
7	尋找圓周率 π ；介紹數學家阿基米德利用兩個正96邊形，藉由優美的幾何學及巧妙的算術之助，估算出圓周率 π 的精彩過程。	尋找圓周率 π ；國立教育資料館。教育頻道 數學領域影片 數學史—圓面積公式的發現。 http://192.192.169.112/math/D-CD124.asf 數學家：劉徽、祖沖之

8	<p>神奇的圓週率 π；介紹圓周率在數學史上的發展，及其在生活上的應用。</p>	<p>神奇的圓周率 π；在尋找 π 的過程中，介紹圓周率在數學史上的發展及數學家們的故事。享受尋找 π 的樂趣，像是 π 日是哪一天？電影中 π 所扮演的角色，用 π 設計出來的音樂。 數學家：阿基米德(Archimedes)、拉馬努金(Ramanujan, Srinivasa Aaiyengar)</p>
9	<p>專題演講：數學的發現與發明---從歷史看數學是怎麼來的。 演講者：蘇意雯 教授 台北市立教育大學數學資訊系</p>	<p>專題演講：鑲嵌圖案設計 演講者：陳創義教授 國立台灣師範大學數學系</p>
10	<p>摺變四邊形；由長紙條摺疊而成的結構，有時裁剪一些部分，使長紙條摺成矩形的型，經過巧妙的翻摺，可摺出不同的面，稱『摺變四邊形』。</p>	<p>摺變四邊形；由長紙條摺疊而成的結構，有時裁剪一些部分，使長紙條摺成矩形的型，經過巧妙的翻摺，可摺出不同的面，稱『摺變四邊形』。 數學家：葛登能(Martin Gardner)、史東(Arthur Harold Stone)</p>
11	<p>魔術畫製作；延續第十週的主題，以摺變四邊形製作四面和六面魔術畫。在不同的面上繪出美麗的圖案，每次翻摺便會出現不同的畫面，彷彿進入奇幻的童話故事。</p>	<p>摺變六邊形之魔術畫製作；延續摺變四邊形的主題，以摺變六邊形製作三階、五階和六階魔術畫。 數學家：莫比斯(Augustus Möbius)、萊斯汀(Johann Benedict Listing)</p>
12	<p>圖形遊戲之搭橋結盟；很多數學娛樂，像是魔術、謎題或遊戲，都與拓撲分析有關。拓撲學是用非數量方式來表示空間關係及空間變換。本單元以趣味數學的角度，介紹「搭橋結盟」的拓撲遊戲。</p>	<p>圖形遊戲之搭橋結盟；很多數學娛樂，像是魔術、謎題或遊戲，都與拓撲分析有關。拓撲學是用非數量方式來表示空間關係及空間變換。本單元以趣味數學的角度，介紹「搭橋結盟」的拓撲遊戲。 數學家：龐加萊 (Poincaré)、蓋爾 (David Gale)</p>
13	<p>圖形遊戲之六根火柴棒；找出六根火柴能排出來多少種不同的拓撲圖形。</p>	<p>圖形遊戲之六根火柴棒；找出六根火柴能排出來多少種不同的拓撲圖形。 數學家：威爾桑 (Lucius S. Wilsun) 3D 地景藝術家：Kurt Wenner</p>

14	尋找畢氏定理的證明；畢氏定理是指直角三角形的斜邊的平方等於另兩邊的平方的和。其證明方式有四百多種，是最多證明的數學定理。介紹畢達哥拉斯學派及畢氏定理的歷史，並提供數種以圖形方式做為證明的方法。	尋找畢氏定理的證明；畢氏定理是指直角三角形的斜邊的平方等於另兩邊的平方的和。其證明方式有四百多種，是最多證明的數學定理。介紹畢達哥拉斯學派及畢氏定理的歷史，並提供數種以圖形方式做為證明的方法。 數學家：畢達哥拉斯(Pythagoras)
15	碎形圖形欣賞碎形幾何學是近幾年新興的一門數學分支。自然界中的碎形處處可見，如雲、雪花、海岸線的形狀、樹木的枝葉、衛星空照圖、我們所吃的花椰菜、甚至於一大群人的聚會所成的圖形，都可以碎形描述這些自然界的結構本質。本單元利用最簡單的碎形介紹給學生，使之認識及欣賞碎形之美，並激發其學習數學的興趣。	數學美術館(一)；正方形的拼貼設計。以數學中常用的圖形的平移、旋轉、翻轉性質，拼貼出美麗的圖形。介紹荷蘭畫家 M. C. Escher 的作品，說明畫中具有數學元素。 荷蘭版畫家：艾雪爾(M. C. Escher)
16	有趣的碎形；介紹碎形的特性---自我相似。並舉康托集合(Cantor Set)與寇克曲線(Koch Snowflake)為例。	數學美術館(二)；多邊形的拼貼設計。介紹歐幾米德圖形及潘洛斯鋪磚法。 數學家：潘洛斯(Roger Penrose)
17	動手玩碎形；了解碎形，既能讓我們用全新的角度看大自然，也有助於了解混沌。	碎形賞析；認識碎形，及製作碎形的原理。 數學家：曼德布洛特(Benoît Mandelbrot)、茱立亞(Gaston Julia)
18	課程心得報告及作品發表會	課程心得報告及作品發表會

調整主要原因為增進同學學習動機與協助增加學習成效。本課程的上課方式，大致為課堂講解，操作教具，驗證理論。部份數學遊戲會有先製作教具、操作教具，再尋求解題策略。因此熟練教具操作是很重要的，相對的在課程內容的難易程度，將因課堂活動而有所調整。

在第4週「幾何圖形的故事」，原課程規劃介紹兩位數學家，柏拉圖與克卜勒，及柏拉圖立體及克卜勒多面體。因為前兩週在課程活動上花較多時間，學生反應是因為不熟悉活動方式，而本單元活動預估會花去更多時間，故不針對克卜勒多面體做說明，僅就柏拉圖與克卜勒的生平事蹟，及五個柏拉圖立體具有的特性詳盡說明。

第 7 週「尋找圓周率 π 」，原先計劃講述數學家阿基米德計算圓周率 π 的過程，其內容應用到許多幾何圖形的性質（如三角形內角與邊長的關係、圓內接與外切正 n 邊形等等），分割與極限。課程內容數學理論較多，考量同學對數學課程的接受程度，及本課程之基本精神「以圖形引發學習數學的興趣」，故將內容做調整，以國立教育資料館教育頻道的數學領域影片「數學史—圓面積公式的發現」，做為課程內容，以生動的圖形動畫，口語話的敘述講解，介紹古今中外的數學家在求圓面積公式的過程。觀賞影片後，再重新解說重要的數學概念—分割與極限。

第 8 週「神奇的圓周率 π 」，則是因為同學反應第 7 週的課程內容計算偏多，故加入圓周率 π 在生活中的趣味應用，希望藉由 π 在音樂上的創作、電影中利用 π 設計的密碼，或是用 π 解開英國麥田圈之謎，體會尋找圓周率 π 的樂趣。

第 9 週的專題演講「鑲嵌圖案設計」，以數學創作圖形，更切合本課程之精神。陳教授以細膩的動畫，展示幾何圖形的變化，同學們都覺得十分精彩，深刻的體驗數學在圖形創作上的力量！

第 11 週調整為「摺變六邊形之魔術畫製作」，其原因是第 10 週的「摺變四邊形」普遍受到同學的喜愛，所以將第 11 週的教學內容加深，以有更多圖形變化的摺變六邊形做為課程內容。

第 15~17 週原計劃以「碎形」為主題，因為第 9 週的專題演講獲得同學熱烈的迴響，特別是商學院的同學，希望能從基本的圖形設計介紹開始。所以自第 15 週以數學的角度切入，介紹圖形的設計，帶領同學尋找藝術作品中的數學元素。對規劃設計學院的同學而言，利用數學來說明他們熟悉的圖形創作，更能提昇創作技巧。

在這樣的調整之下執行計畫，同學普遍反應良好，學習得也很愉快。

2.2.3 課程活動與小組討論的規劃與執行

本課程計畫在第 2 週至第 16 週都會安排和課程主題相關的活動及學習單，共計 15 次的小組討論，四次的作業。同學依據學習單進行小組討論，學習單的作品張貼於教學網頁的課堂剪影區；作業則公佈於教學網頁的學生作品區。

為使每一位同學都能親自製作與操作教具，期初的小組分組以 2~3 人一組，共分為 9 組，又為考量同學彼此熟悉度與尊重同學意願，小組分組採自由分組方式，在此稱為自願分組組別。但仍有自己一人來修課的同學，在教師的協調下，有兩組為非自願分組的組別。

在 99/04/16 前繳交的計畫基本資料摘要表上修課人數為 19 人。後來有同學在學期中修學，故在 99/05/31 更新計畫基本資料摘要表上修課人數改為 18 人。而原先的第 8 組只有一位同學，將其編入第 3 組，故最後共分為 8 組，但組別號碼不變，只是沒有第 8 組。又進修部的同學會因為公司加班而缺席，造成有些同

學沒有組員可以進行討論，此時只能和其他組合併，但還是要分別完成各組的學習單。活動過程中，教師會特別留意非自願分組的組別及和其他組合併的同學，並特別給予討論引導，在此情況下，各組討論進度皆算良好。

教學助理的部份，因本計畫修課人數未達教育部補助教學助理經費之標準，故以部份學校配合款支付，在有限的經費下，教師評估課程活動的內容，教學助理有四次進班協助同學進行討論活動，進班週次為：4、10、14、18。教學助理主要協助教師資料的整理及教具的製作。

以下依週次說明每週的活動主題、學習單，以及小組討論呈現在學習單上的部份成果。

第 1 週：【課程說明】上課方式、評分標準。

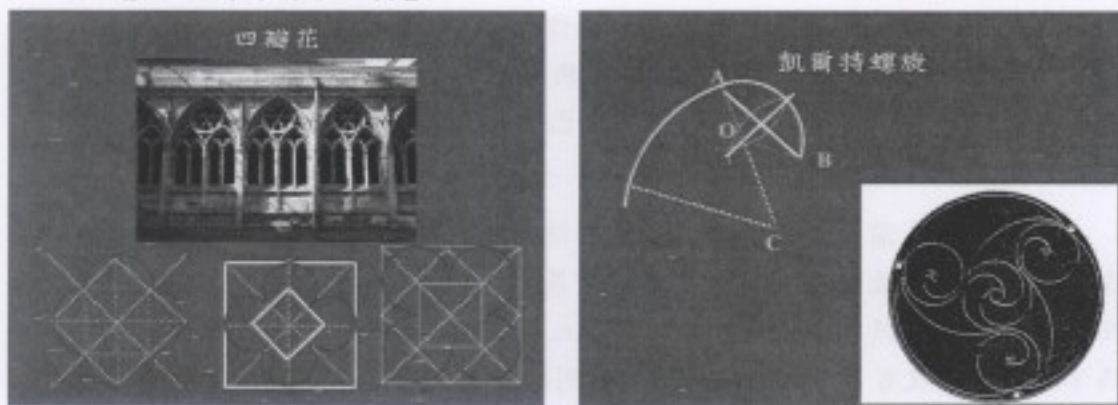
活動：大家來玩索馬立方體

<p style="text-align: center;">索馬立方體 (Soma cube)</p> <p style="text-align: center;">○</p> <ul style="list-style-type: none"> >索瑪立方體是由丹麥亞特·海恩(Piet Hein)發明的。1936年他在聆聽德國物理學家偉納·海森伯格演講“量子物理”的場合，構思出索瑪立方體的。 >當時這位德國物理學家正在講述以某種方式是將空間切割成立方體。 >海恩豐富的想像力立刻捕捉到這些奇異的幾何概念。 	
---	--

索馬立方體是由 $3 \times 3 \times 3$ 的正立方體切割成七個的完全不同造形的積木，再利用這些特殊的積木設計出許多奇妙的立體圖案，藉由教具操作，瞭解三度空間圖形的變化，帶領同學進入迷人的索馬世界！

第一週尚未分組，之所以安排活動原因：一是修課人數尚未達本校開課人數(15人)，當時修課人數10人；二是希望有更多同學來感受不一樣的數學課，故以圖形遊戲讓同學體驗課程活動。因為這個活動消除了同學對數學的恐懼，最後有18人參與本課程。

第 2 週：【典雅幾何圖形欣賞】



分組活動：以圓硬幣的方式繪出美麗的幾何圖案。

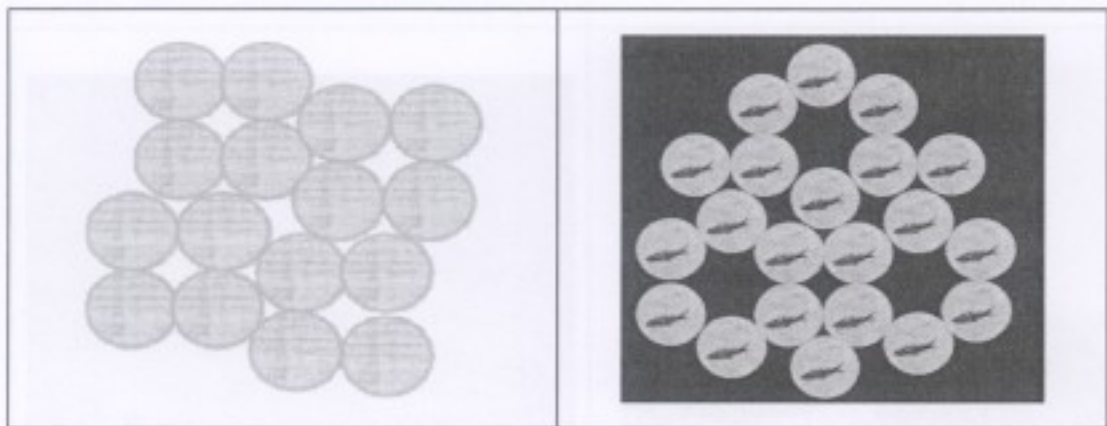
本活動利用大家出門會帶在身邊的硬幣來設計圖形，先排出學習單上的硬幣排列方式，再用直線將相切兩圓的圓心相連，畫上自己喜歡的顏色，完成一幅美麗的幾何拼貼圖形。藉由繪圖的活動，體驗簡單的生活素材就可以設計出美麗的幾何圖形！

部份同學對「兩圓相切」及「兩圓心相連」的數學語詞的敘述無法理解，經由教師的示範後，便能完成學習單第1題，這一點讓教師發現，數學不好的原因是聽不懂數學語言。很可惜的是第2題沒有一組設計出來，在詢問各組後，瞭解主要是不熟悉幾何圖形，其次是第1題佔用太多的時間。同學們普遍覺得此次活動看似簡單，在操作時才發現有難度，但可以克服困難，最後的作品讓同學感到很有成就感。

作業則要求學生從生活中尋找具有幾何圖形的事物。因為是回家作業，對於白天上班、晚上上課的進修部同學而言，即使只是要求他們觀察四周的圖像之後拍照，仍是覺得沒時間做作業，所以只有四組繳交作業。這也顯示出部份同學對圖形的敏感度不夠，但令人欣慰的是仍有半數的同學懂得欣賞周遭的幾何圖像。

學習單

1. 試著繪出下列印幣圓形成的網格。



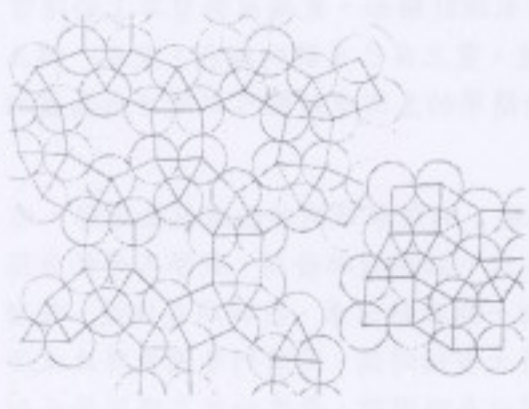
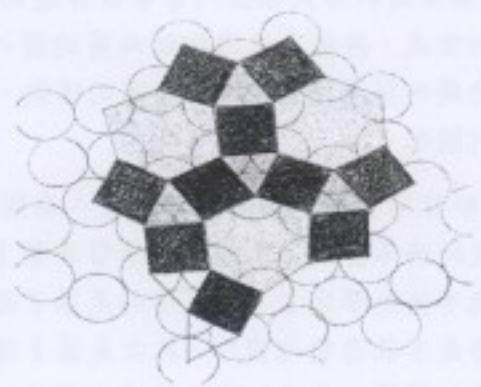
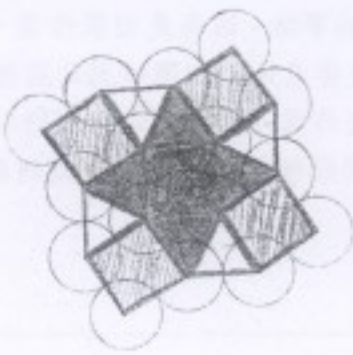
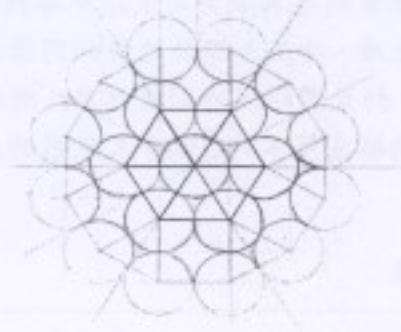


2. 想想看！你還可以用印幣圓形成其它的網格嗎？

3. 以本單元討論的圖形為主，找找看生活周遭具有幾何圖形的美麗事物！

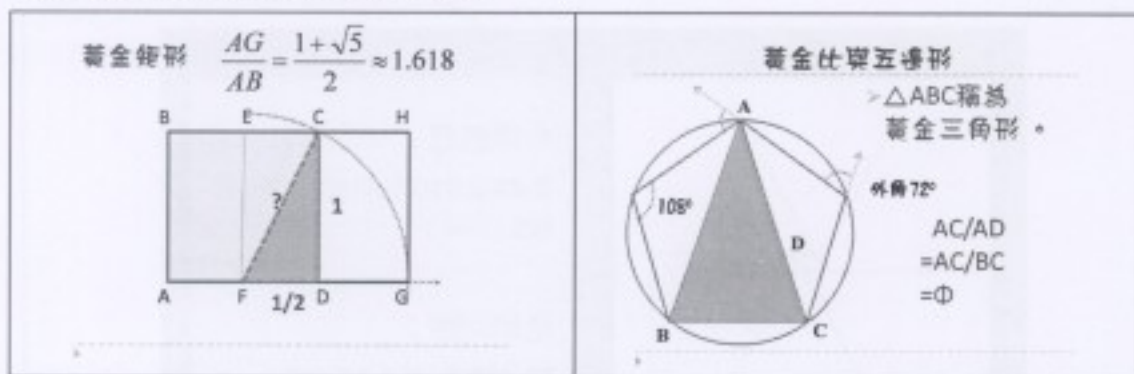
請拍下兩張你最喜歡的圖形，以作業上傳的方式繳交。

我們將於第四週公布於網頁上和大家分享。

學生作品

	
	
 <p data-bbox="215 1614 766 1802">在課堂中老師有提到幸運草的弧度符合幾何圖形，剛好在陽台上看到這一片葉子的弧度也很漂亮，尤其是葉子末端橢圓的部份和上課介紹的建築一樣。</p>	 <p data-bbox="798 1614 1181 1647">北二高西湖服務區—立體三角椎</p>

第3週：【正五邊形與黃金分割】



分組活動：畫螺線

本活動仿效希臘學者以尺規作圖，原先計畫為正五邊形的作圖，但考量同學對數學語言的理解程度，改以課程中與黃金比有關的螺線作圖。螺線的視覺畫面很美，經常在藝術品中出現，小組成員同學根據螺線作圖說明，討論繪圖的方法。自願分組的組別因為同學彼此熟識，討論協調後分工合作，所以活動進行的較為順利；而非自願分組的組員，則因為缺乏默契，易形成各自繪圖，最後再決定誰畫得比較好，當做繳交作品，所以無法在指定的時間內完成學習單。

作業延續上週的形式，請同學尋找生活中具有黃金比的圖像。本週作業繳交情況大為改善，分析原因有二：1. 教師在課堂上提供參考作品；2. 可以利用尺丈量出具有 1.618 比值的兩邊長。對學生而言，依循這些規則尋找圖像，是較容易完成的作業，而這份作業也讓同學發現生活處處都有黃金比。

學習單

1. 利用本單元的補充教材(螺線輔助線圖形及螺線作圖說明)，試著繪出螺線。請寫下你們在畫螺線時的感想。
2. 你覺得大自然中黃金比的出現是否只是一個巧合呢？
(請上網路討論區回應)
3. 以本單元討論的圖形為主，找找看生活周遭具有黃金比的美麗事物！請拍下兩張你最喜歡的圖形，以作業上傳的方式繳交。我們將於第五週公布於網頁上和大家分享



心得感想：

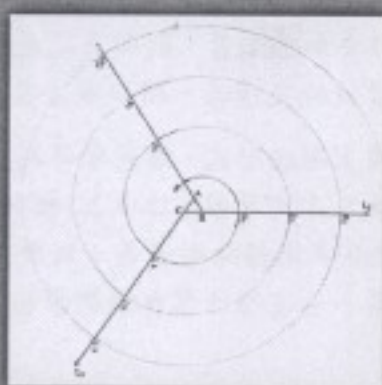
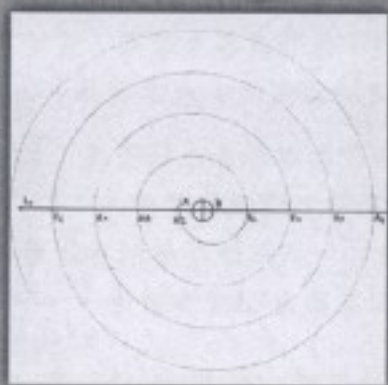
畫這螺線非常新奇而且也充滿著挑戰性！Good！

老師回應：

圖一的起始半徑不太正確喔！半徑可以再設定小一點。

Math Graph

第3組



Math Graph

第5組



心得感想：

感覺很開心，都忘了趕著下課了！

老師回應：

很棒！全都畫出來了，要不要試著挑戰愛奧尼亞螺線？

Math Graph

第4組



心得感想：

- 1、原來有這麼多的方法可以畫螺旋線，真不可思議。
- 2、畫的過程我覺得我好像傻子。

老師回應：

你們因為這堂課而認識，需要多點兒時間培養默契呢！

Math Graph

第 8 組



第 4 週：【幾何圖形的故事】







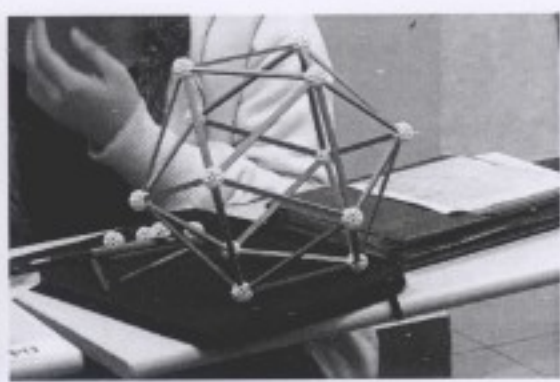
分組活動：建構柏拉圖立體—四面體、六面體、十二面體及二十面體。(註：八面體做為課程內容)

本活動使用教具分子結構球，以一個多孔的小球體為圖形的頂點，找出適當的孔插入支架，設計出四個柏拉圖立體。再經由點、線、面的觀察，繪出 n 重對稱的圖形。在建構圖形的過程中，想想看在這些立體的圖形，是否曾在生活中出現？

同學們都很喜歡這次的活動，因為它應證了「從做中學，學中做。」的道理。以實體的操作替代電腦動畫，讓同學感受自己拼出出來的立體圖形。此次活動不提供建構圖形的說明，小組討論熱烈。特別是在觀察 n 重對稱的圖形時，同學們必須瞭解何謂 n 重對稱？看到圖形後再將它繪出來，這個過程是較為困難，所以活動時間較長，耽誤同學放學回家時間，但因為大家覺得有趣，所以未聽見同學有所抱怨。

學習單

	二重對稱	三重對稱	四重對稱
8 面、12 邊、6 頂點			
	二重對稱	三重對稱	四重對稱
?	想想看！生活中有趣的正方體造型的東西，試著將它們畫出來和大家分享。		
	二重對稱	三重對稱	五重對稱
?	拼圖過程中，我覺得.... 正十二面體給我的感覺是....		
	二重對稱	三重對稱	五重對稱
?	拼圖過程中，我覺得.... 正二十面體給我的感覺是....		



第七組

	小立方體	正立方體	斜立方體
--	------	------	------

7 12 面 11 條 11 個頂點

想包圍！生活中最動感正立方體造型的應用，從
各種空間組合與大小空間中。

第六組

	二重對稱	三重對稱	五重對稱
--	------	------	------

7 12 面 14 條 14 個頂點

折斷過程中，我覺得...
折斷後沒有以各種角度，但最喜歡他
像烟花。

正二十面體構成的感覺是—
想包圍小的環境佔外觀的型

第一組

	二重對稱	三重對稱	五重對稱
--	------	------	------

7 12 面
30 條
20 個頂點

折斷過程中，我覺得...
最喜歡折斷後，佔有型。

正二十面體構成的感覺是...
折斷了「小區」...
佔有型

第五組

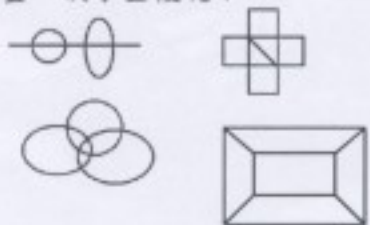
	二重對稱	三重對稱	四重對稱
	小立方體	正立方體	斜立方體
	二重對稱	三重對稱	五重對稱

7 12 面
14 條
14 個頂點

第5週：【一筆畫問題】

五年級數學課程

下面這幾個圖能不能一筆畫完，筆尖不離開紙面，而且每條線都只畫一次不重複呢？



大數學家歐拉在1736年建立了一筆畫的理論。

- 相傳俄羅斯有一條河流經過名為柯尼斯堡(Königsberg)的小鎮，小鎮上有七座橋(如右圖)。
- 有人提出一個有趣的問題：是否可以在每座橋都只走一次的條件下，走完這七座橋？



分組活動：1.利用一筆畫圖形的規則，找出最佳路徑，並小組報告；2.創作出一筆畫的美麗圖案。

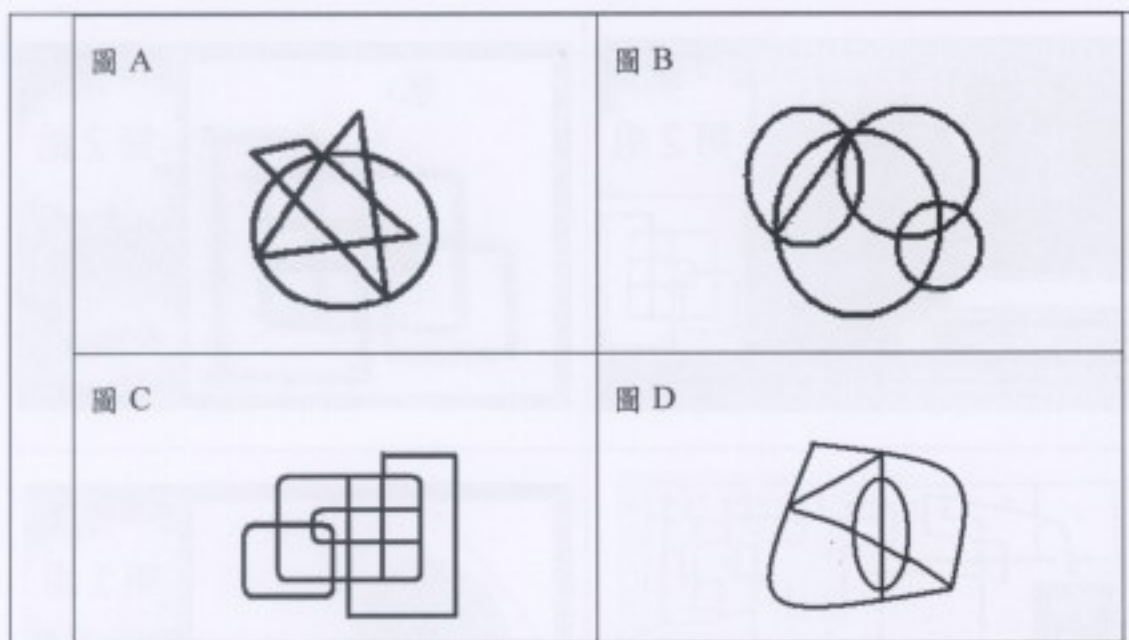
本次活動要求四組同學，分別就學習單的第一題的4個圖形，上台報告解題策略。本課程使用數位學習教室，具有完善的簡報設備，並能即時錄影，又因為這是同學們在本課程的第一次上台報告，所以小組成員都覺得這樣的報告方式很新奇。

只要掌握起點和終點的位置，一筆畫的問題並不困難。所以如何將生活中遇到的問題轉換成圖形問題，才是各組討論的重點。在學習單上的第2題，我們以一個趣味問題，請同學提出如何應用一筆畫理論的解題策略。有幾位同學單就題目的說明下，完全不理會課程所學的原理，在幾次的錯誤繪圖後，就可以找出正確路徑。有些同學會問：我就算不學一筆畫理論，一樣可以解出答案。為什麼一定要有這些數學原理呢？我的回答是：這個題目對你而言是簡單的，如果問題再複雜些，你需要多少次的嘗試錯誤，才能找到正確的答案？一筆畫的原理可以讓你在面對繁複的圖形問題時，很快的理出頭緒，何樂而不為呢？當然如果你能提出令人信服的解題方法，你也可以成為數學家。

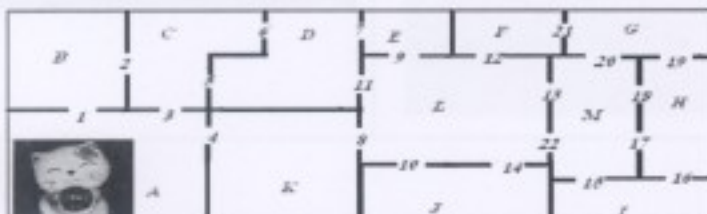
「找出規則！」是數學課程的重要活動。因為在“一定要用課堂所學的解題策略作答，否則不與給分。”的要求下，各組同學對一筆畫問題有更多的了解。另外，現場繳交一筆畫圖形作品的組別，在圖形的創作上略顯單調，有同學反應因為前面的問題花去太多時間，也有同學說一時之間想不出有趣的圖形。相對的，隔週繳交一筆畫圖形的組別，作品就較為有趣。

學習單

1. 試試看能不能用一筆畫，分別畫出下面的圖形？(如果不行，要說明原因。) 又哪幾個是歐拉圖形？

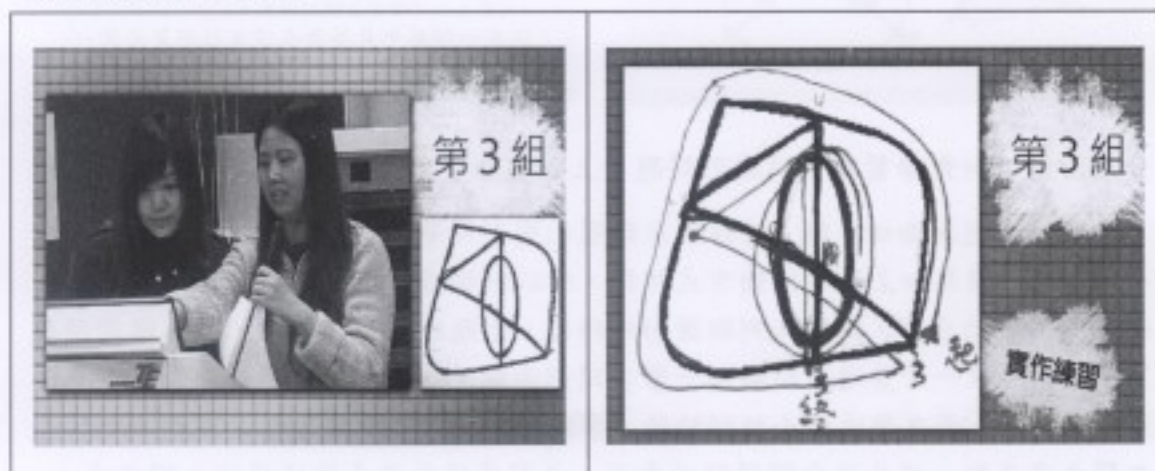


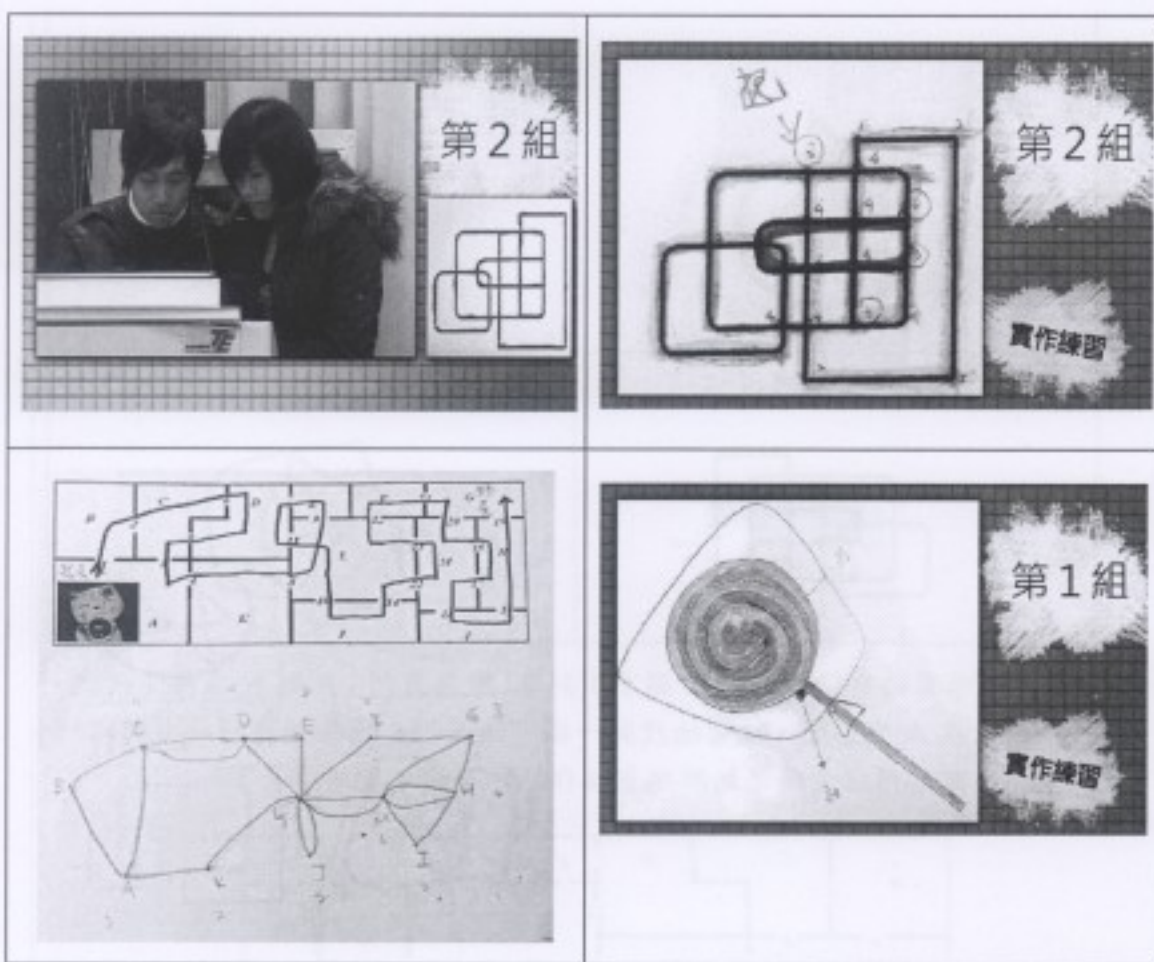
2. 下圖為咪咪家的房間格局圖。圖中 1 到 22 號為房門；A 到 N 為房間代號。現在牠位在 A 號房間，請幫牠找到一條可以正好走過每個房門一次的路線？（一定要用課堂所學的解題策略作答，否則不與給分。）



3. 試著用一筆畫，創作具有美感的作品吧！記得寫下作品的名稱、創作來源。（請用顏色較深的筆來創作，並將作品轉成 pdf 檔後上傳；你也可以最晚於第五週上課以 A4 大小的作品現場繳交。）

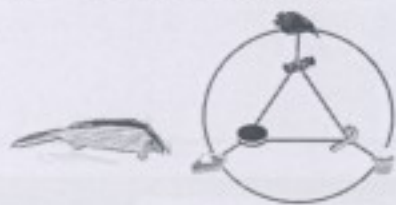
課堂剪影與學生作品





第6週：【一筆畫遊歷問題】

請幫穿山甲設計一條路線吃完所有甜點，而且每一點恰好經過一次。
(除了出發點和終點相同外)



一筆畫遊歷問題(Hamiltonian Graph)

- > 漢米頓圖是指一條通過圖中所有「點」的封閉路徑。
- > 愛爾蘭數學家漢米頓在1867年發明了一種環遊世界的遊戲
 - 在正十二面體的二十個頂點填入20個都市，如倫敦、紐約.....等，然後讓玩家任意由一個都市出發，在不重複經過同一都市的條件下走完全部的都市並回到起點。
- > 決定一個圖中是否存在漢米頓圖是非常困難的問題。

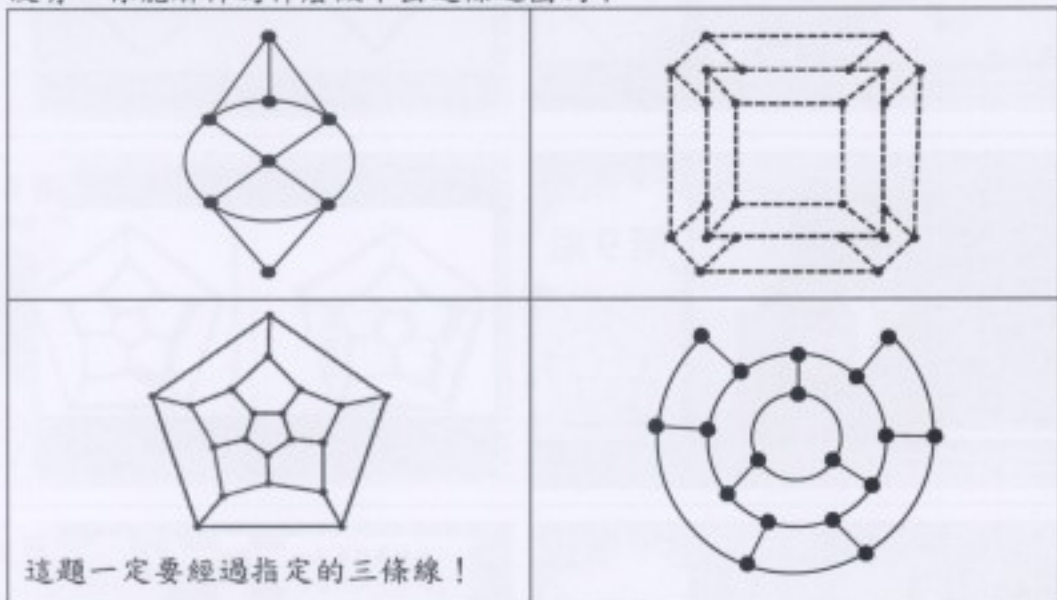
分組活動：針對學習單中的圖形問題，上台報告各組的解題策略。

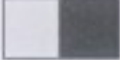
延續上週圖論的主題，討論漢米頓圖的圖形問題，由上週未報告的組別進行小組報告。因為和上週的活動方式相同，所以討論進行流暢。因為一筆畫遊歷問題沒有固定的公式，必須先判斷圖形的特性，才能決定解題策略，且其應用問題更廣汎，所以一筆畫遊歷問題較一筆畫問題困難。教師要花較多的時間，引導小組進行討論。而在幾次的小組討論後，各組同學已經培養出很好的默契，組和組之間也有互動，彼此提出對問題的看法。大家普遍反應喜歡這樣的上課方式。

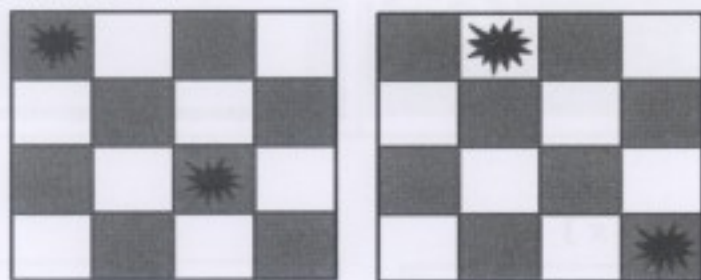
同學們較能接受以趣味遊戲為主的學習單，有同學會向老師多要一份學習單，因為他想和朋友分享這些有趣的圖形問題。同學們已經體會到數學不是只有計算和解方程式而已。生活中遇到的問題，有可能是一個數學問題。

學習單

1. 下面這些圖是否存在漢米頓圈？如果有的話，你能繪出這條迴圈嗎？如果沒有，你能解釋為什麼做不出這條迴圈嗎？



2. 你能用  的磁磚分別鋪滿下列未被破壞的地板嗎？如果不行，請說出你認為為什麼不行的理由。



3. 請完成幸福社區守望相助設計圖。(三天一循環，兩戶為一單位，每天每戶都要和不同隔壁鄰居守望相助。)

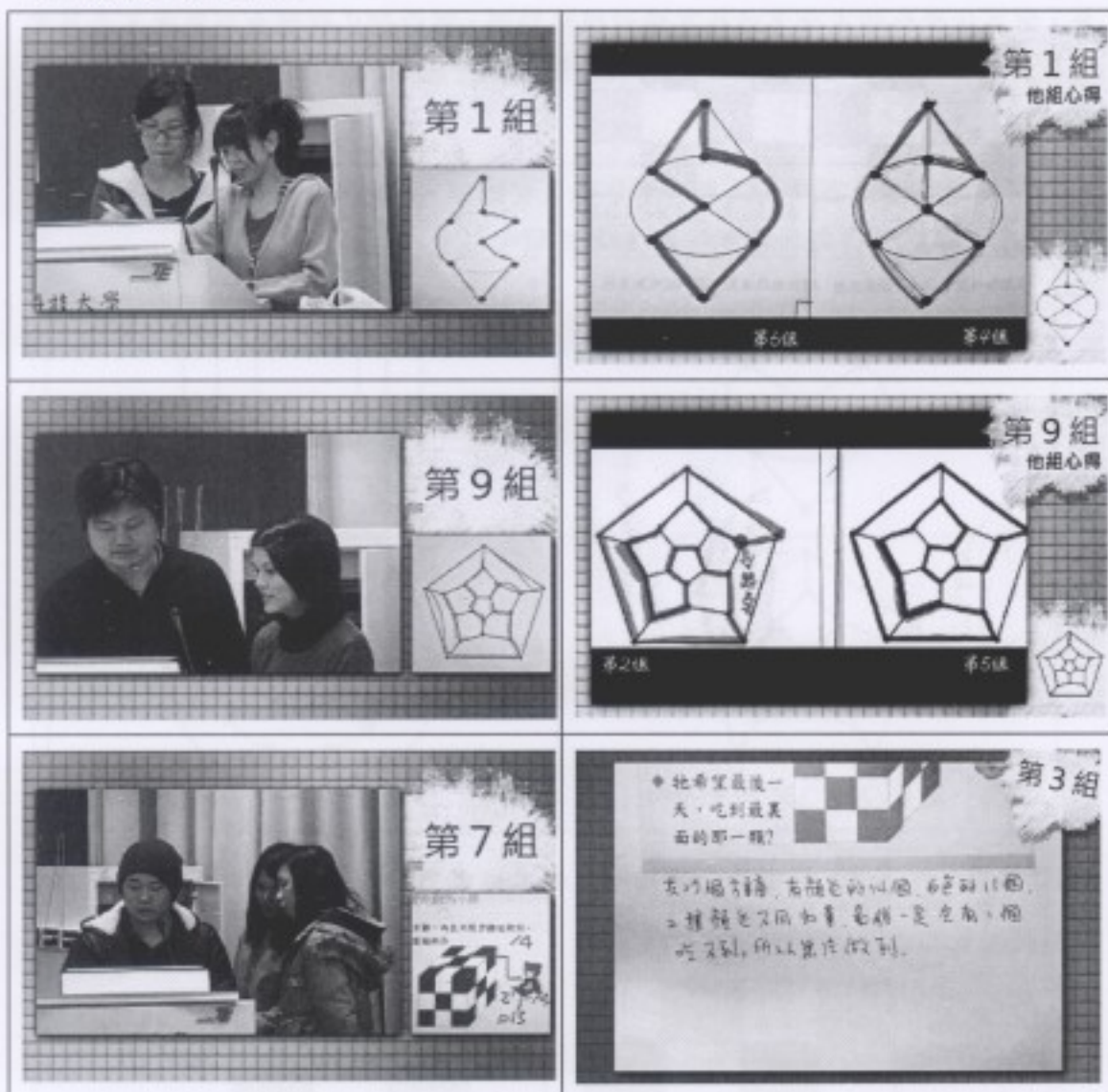


4.

愛吃糖的小熊

○

- ◆ 每天只吃一顆方糖，而且只將方糖咬個洞。
- ◆ 第一天，先吃箭頭所示的第一顆糖。
- ◆ 第二天，再吃旁邊的...
- ◆ 他希望最後一天，吃到最裏面的那一顆！




第7週：【尋找圓周率 π 】

數學史-圓面積公式的發現
國立教育資料館影片

圓周率

○祖沖之採用劉徽割圓術，分割到24576邊形得出了兩個表達圓周率的分數，一個是 $\frac{22}{7}$ ，一個是 $\frac{355}{113}$ ，前者稱為約率，後者稱為密率。

○祖沖之（429年—500年），字文舉，劉宋時代數學家、天文學家。



分組活動：在不使用圓周率 π 的條件下，請同學用自己的方法計算圓的部份面積。

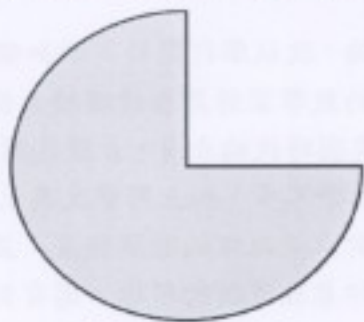
本次課程活動以影片觀賞為主，雖然用動畫方式解釋了部份求圓面積的問題，但和前幾週的課程比較，計算式偏多。根據教師觀察，約有半數同學感到不

耐煩。儘管如此，各組同學還是盡力將影片中所提到的求圓面積的方法，用自己的語言或圖形表達出來。

藉由圓面積公式的發現，本單元提出兩個數學觀念：分割與極限，這也是微積分的重要概念。所以在學習單的第2題，有些同學會使用這兩種概念來計算圓面積，還有一組同學回家利用電腦繪圖，做出最精細的面積解。但大多數的同學反應還是不喜歡需要計算的數學課，這正是數學老師亟待突破的事情。

學習單

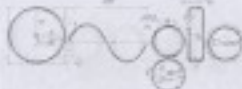
1. 你怎樣使別人相信圓的面積等於圓周率乘半徑的平方？
2. 在不使用圓面積與圓周長公式的情況下，盡力求出下列圖形的面積與周長。



學生作品

<p>你怎樣使別人相信圓的面積等於圓周率乘半徑的平方？</p> <p>第5組</p>	<p>你怎樣使別人相信圓的面積等於圓周率乘半徑的平方？</p> <p>第1組</p>
<p>在不使用圓面積與圓周長公式的情況下，盡力求出下列圖形的面積與周長。</p> <p>第9組</p>	<p>在不使用圓面積與圓周長公式的情況下，盡力求出下列圖形的面積與周長。</p> <p>第3組</p>

第8週：【神奇的圓周率 π 】

慶祝 π 日! 

- 3月14日是圓周率日
- 通常是在下午1時59分慶祝，以象徵圓周率的六位近似值3.14159。
- 吃圓周率，玩圓周率，喝圓周率：這裡圓周率 (π) 等於餡餅 (pie)，影碟遊戲 (piñata)，和一種雞尾酒 (piña colada)。
- 3月14日也是阿爾伯特·愛因斯坦的生日囉!

π 的小百科

- π 是常數嗎?
 - 古希臘數學家歐幾里得的《幾何原本》中提到圓周率是常數。
 - $\pi = ?$ (π 是一個不循環的無限小數)
- π 是無理數嗎?
 - 一定是無理數，否則就不需要那麼大的功夫去計算近似值取近似分數了。
 - 西元1761年蘭伯特(Johann Heinrich Lambert, 1728-1777)首先證明 π 是無理數(不能以分數表示)。

課程活動： π 的知識測驗

本次課程未安排小組討論，改以舉行關於 π 的知識測驗為課程活動。因本週課程內容旨在介紹古今中外的數學家對算出精確的 π 值所做的努力，以及利用 π 值設計出來的創意作品。在電腦時代的今日， π 值已經可以計算出 2 億以上的小數位。生活中用到 π 的機會似乎不多，加上同學反應上週的計算太多，因此本單元以 π 的小測驗來檢視同學對本次課程的瞭解程度，並請同學寫出在第 7、8 週關於「 π 」的課程活動中，印象最深刻的部份，還有對 π 不同於以往的認識。

π 的測驗及答對率

甲、 π 的常識			
1. π 的值是...			
a. 22/7 b. 3.14159 c. 3.41519 d. 223/71			
正確答案是 b			
a. 0%	b. 100%	c. 0%	d. 0%
2. π 的小數點後的位數最新紀錄是多少?			
a. 80 億 b. 510 億 c. 2060 億 d. 3700 億			
正確答案是 c			
a. 0%	b. 0%	c. 89%	d. 11%
3. 人類歷史記載中，最早用多邊形方法逼近 π 的人是誰?			
a. 蘇格拉底 b. 安提豐和布賴森 c. 羅摩如磨 d. 楚諾維基斯兄弟			
正確答案是 b			
a. 33%	b. 45%	c. 0%	d. 22%
4. 目前最準確的 π 數字是由那個國家的人所計算出?			
a. 德國人 b. 英國人 c. 日本人 d. 美國人			
正確答案是 c			
a. 22%	b. 11%	c. 67%	d. 0%
5. 那位中國人在 19 世紀計算出 π (100 位有效數字)?			
a. 曾國藩 b. 孫逸仙 c. 林則徐 d. 李鴻章			

正確答案是 a

a. 78%	b. 11%	c. 0%	d. 11%
--------	--------	-------	--------

乙、 π 的心得

第七、八週關於「 π 」的課程活動中，寫下你印象最深刻的部份。還有你對「 π 」有哪些不同於以往的認識？

學生回應

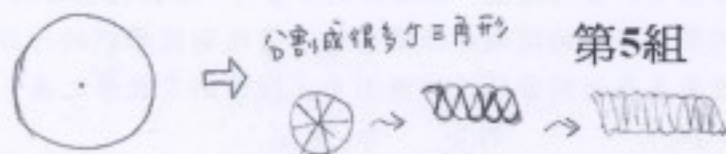
第2組

A: 德國李田圓的圓型既^用~~難~~難 π 可以解釋, 還有 π 的RAP
蠻有趣的, 讓人印象深刻:
以前對 π 的印象停留在2.14, 而且在校課程上, 不知道
原來 π 是無限不循環的。

第3組



原來有這麼深奧的學問, 如此多的數學
家都無法求得最精準的答案, 看來圓圓
果然是一門藝術呀!



第5組

第一次認識 π 是在小學時, 一直到上這堂課前都只知道 $\pi=3.14\dots$
以前以為 π 只能用在~~計算~~計算的計算上, 沒想到還可以和外星人
溝通, 更有人瘋狂的用 π 做歌曲, 就像是一種多麼狂熱的早
秋份子, 可見 π 的嗜好中還是不少。

第9組


最深刻的部份在於有那麼多的數學專家願意
花這麼多的時間去演算, 或許是想要這麼一天
去發他們所現可以深查吧。

對 π 的印象跟以前比, 好像也差不多,
可能唯一差別在於這堂課是專注在 π 上, 以前
則是公式。

第9週：【專題演講：鑲嵌圖案設計】

專題演講
鑲嵌圖案設計
陳創義教授
國立台灣師範大學數學系
時間 04/30 20:15-21:50
地點 格致樓 607教室

利用幾何性質作圖案設計4
可平移基本區



分組活動：圖案設計實作

第九週正是同學們忙於應付期中考的時候，我們安排了一場演講，希望同學們在（所有要考試的科目應該都告一段落了吧！）第九週的最後一堂課能放鬆緊繃的情緒，好好的欣賞一場數學與圖形的對話——『鑲嵌圖案設計』。陳創義教授以鑲嵌圖案設計的數學原理，搭配精彩的動畫展示圖形的變化，並要求同學們現場實作鑲嵌圖案設計，以感性的標題，理性的作圖步驟，藝術性的圖案，讓大家體驗一場不同於以往的演講方式。

這場精彩的演講引發了同學們對圖形設計的興趣。規劃設計學院的同學，從演講中印證了數學對繪圖的重要性；商學院的同學則是在絢麗的電腦動畫下，感受到原來數學是那樣的富有樂趣和實用價值。在圖案設計實作，陳教授親自指導各組同學，他還特別稱許同學們提出的問題都非常的好。當收到同學們的作品時，我的內心是感動的！因為在每位同學的設計圖形中，我看到了數學之美。

學生作品

圖案設計實作格式

- 標題:(感性)
- 作者:學系 學號 姓名
- 數學原理及作圖步驟:(理性)
[從原始出發的基本圖案變形到可平移性的基本圖案過程]
- 圖案:(藝術)



花領帶 第7組

基本圖形



水平線

第6組

演習圖案



水平線

第6組

基本圖形



夢想起飛

第5組

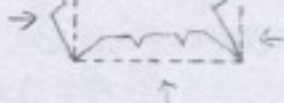
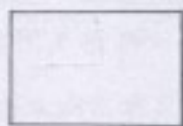
演習圖案



夢想起飛

第5組

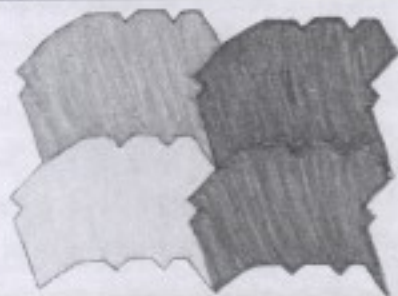
基本圖形



溪邊被遺忘的巨石群

第3組

基本圖形



溪邊被遺忘的巨石群

第3組

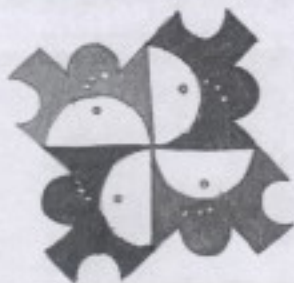
基本圖形



感性的象

第2組

基本圖形



感性的象

第2組

第 10 週：【摺變四邊形】

摺變(Flexagon)是什麼？

- ◆在幾何學，flexagon 是平面的模型。
- ◆通常以某種特定的方式，將帶狀的紙折疊成多邊形，並呈現出不同的“面”。
- ◆Flexagons 通常是正方形或長方形 (tetraflexagons) 或六角形 (hexaflexagons)。

尋找第四面

1	1	2	3	4	4	3	2
3	2	1	1	2	3	4	4
1	1	2	3	4	4	3	2

<http://www.flexagon.org/FlexoAndAcFlexagon.htm>

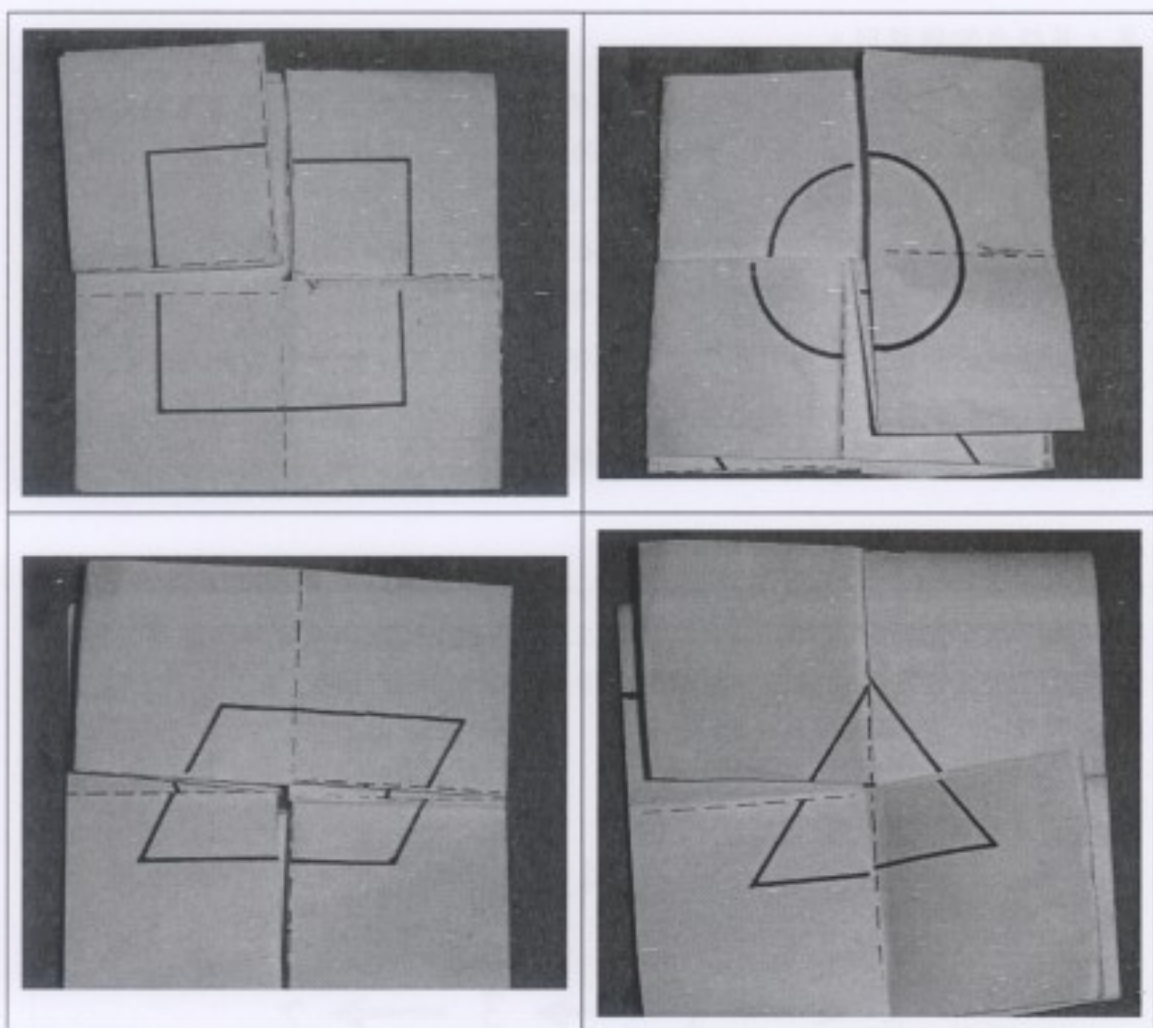
分組活動：摺變四邊形的分組競試。

本單元設計來自《迷宮、黃金比、索馬立方體》(葛能登著，葉偉文譯，天下文化出版)，這本書中的一個主題「摺變四邊形」。活動以製作摺變四邊形及其操作為主。藉由紙張的翻轉，呈現 4~6 面的圖案(註：能翻出 4 面的，稱為 4 階摺變四邊形，依此類推。)，說明摺變的數學性質，瞭解平面幾何圖形的變換。

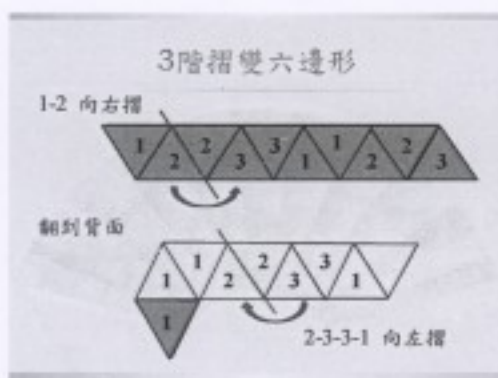
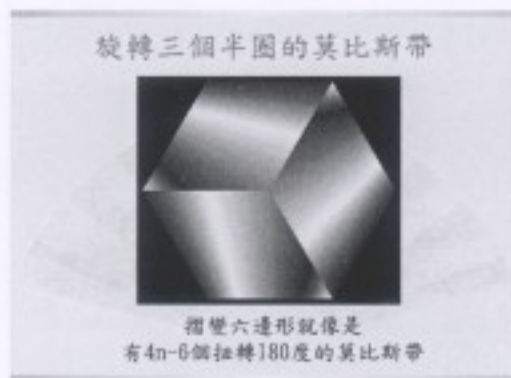
這次的活動，因為有教學助理的協助，製作教具的過程流暢，同學們都能在既定的時間內完成摺變四邊形。真正的困難是在“如何翻出我想要的那一面？”所以我們舉行 6 階摺變四邊形的分組競試，在每面畫出特定的幾何線條，再以摺變的性質，翻出幾何圖形：正方形、矩形、平行四邊形、三角形、梯形、圓形。

同學們在嘗試各種翻法後，大多能摸索出圖形變化的規則，只有 2 組未能在指定的時間內翻出 6 個圖形。大家都覺得活動很有趣，同學們還將自己做的摺變四邊形帶回家，和朋友分享這個遊戲。因為本活動兩天後是母親節，也有幾位同學表示，將會利用摺變四邊形製作母親節卡片，在每一面寫上貼心的話，讓媽媽翻出驚喜與感動。

因為是競試活動，所以沒有學生作品，以下僅展示部份遊戲規則：



第 11 週：【摺變六邊形】



分組活動：摺變六邊形之魔術畫製作

因上週活動受到同學的喜愛，故本次活動以難度較高的摺變六邊形為主題。首先進行與摺變性質相關的摩比斯帶設計，再以投影片說明製作 3 階、5 階及 6 階的摺變六邊形的方法，因為製作花去太多時間，導致同學無法對 5 階及 6 階摺變六邊形的翻法做深入的探究。所幸同學對摺變感到有趣，利用課餘與朋友分

享，並找出翻轉規則。

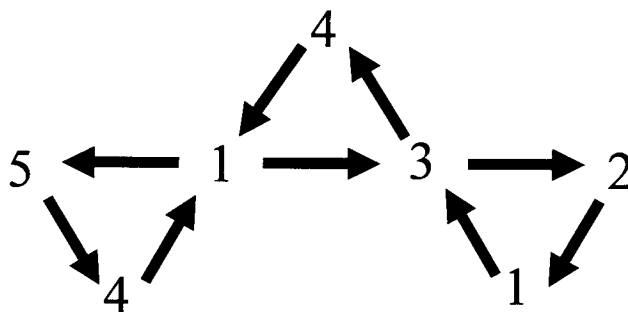
在整學期的課程活動已經完成過半的時候，教師已能掌控同學們的學習狀況，這是小班級的優點，針對每為同學的能力，給予不同程度的引導。開學的前幾週，有幾位不太願意參與活動的同學，在班級氣氛的帶動下，也變得主動積極。這次的活動又擔誤了同學下課時間，但在走出教室的那一刻，還是有同學不放棄地翻轉摺變六邊形，希望能將所有的面翻出來。

製作教材的工具與材料是剪刀、膠帶和紙。雖然我們都有為每位同學準備，但這些材料都是生活中容易取得的東西，所以要求每一組同學針對第 10、11 週的摺變內容，製作魔術畫做為期末報告的作品之一。

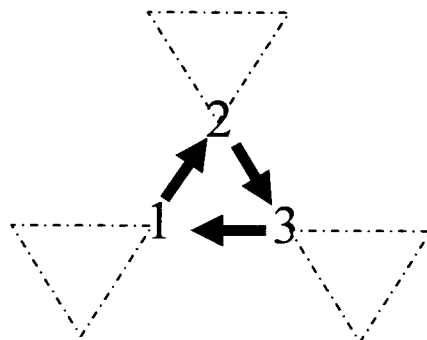
學習單

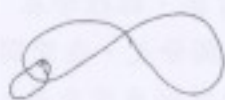

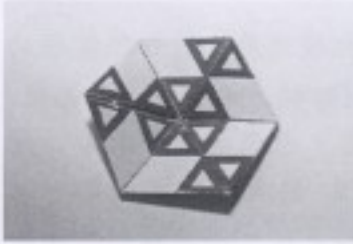

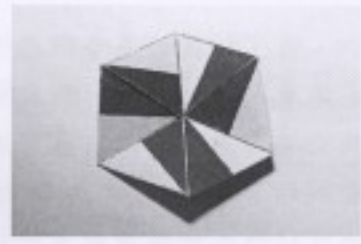

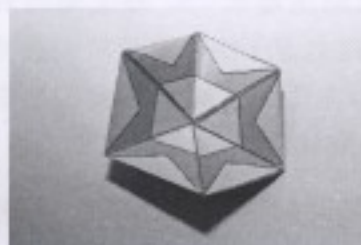
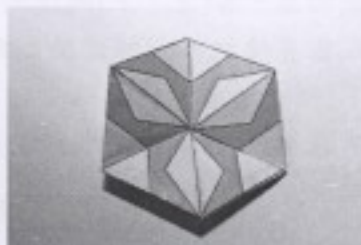
1. (莫比斯帶的奇妙性質) 如果沿帶寬三分之一處，橫剪一周，會有什麼結果呢?(請繪出最後出現的圖形，並將它和原來的莫比斯帶比較，有沒有不一樣?)

2. 5 階摺變六邊形的規則

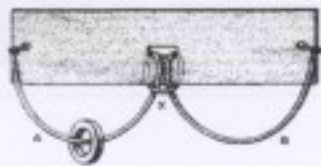


3. 6 階摺變六邊形的規則



 <p>第3組</p> <p>原來的莫比斯帶是逆时针轉180° 於是值變成逆时针轉360°及一小圈 逆时针轉180°</p>	<p>第5組</p> 	
		
		
<p>摺變六邊形作品影音聯結</p> <p>http://webcourse.cute.edu.tw/1000114826/P1130851.wmv</p> <p>http://webcourse.cute.edu.tw/1000114826/P1130853.wmv</p>		

第12週：【圖形遊戲之搭橋結盟】

<p>拓撲學 (Topology) 概述</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ 在一個已經發生形變的狀態下，仍然保有某些幾何性質，而那些不變量 (invariants) 便是拓撲所要研究的重點。 ▶ 所謂的「形變」並不包括撕裂的部份。 ▶ 例如一個橡皮圈，在它的彈性限度內，任憑我們把它拉長、扭轉，只要不把它弄斷，那麼它永遠是一個圓圈。 ▶ 拉長使它的長度改變了，扭轉使它的形狀改變了，然而在拓撲學上不會理會這些。 ▶ 專注在「它永遠有一個圓圈」上。 	<p>移動金屬環</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ 在A段繩子的金屬環能移到B段繩子上去嗎？(當然繩子不能剪斷，結也不能鬆開。) 
---	---

分組活動：進行「搭橋結盟」的拓撲遊戲

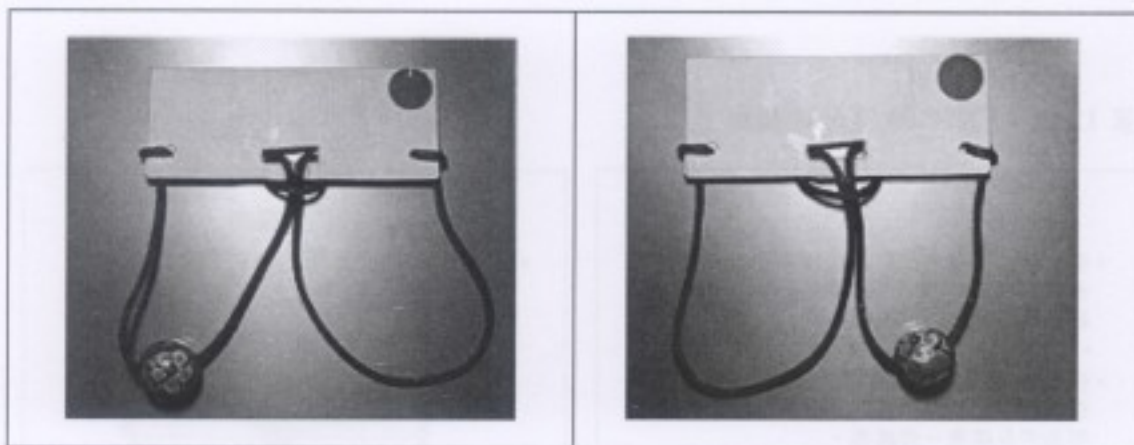
很多的數學娛樂像是魔術、謎題及遊戲，都是與拓撲分析有關。拓撲學在 19 世紀末興起，並在 20 世紀中迅速蓬勃發展，是近代數學的一個分支。在空間上，一些圖形在扭曲、伸長、壓縮、壓扁或拉長的情況下，以拓撲的角度來看，並不會對原先的空間造成影響。所以拓撲學可說是圖形的幾何性質探討。

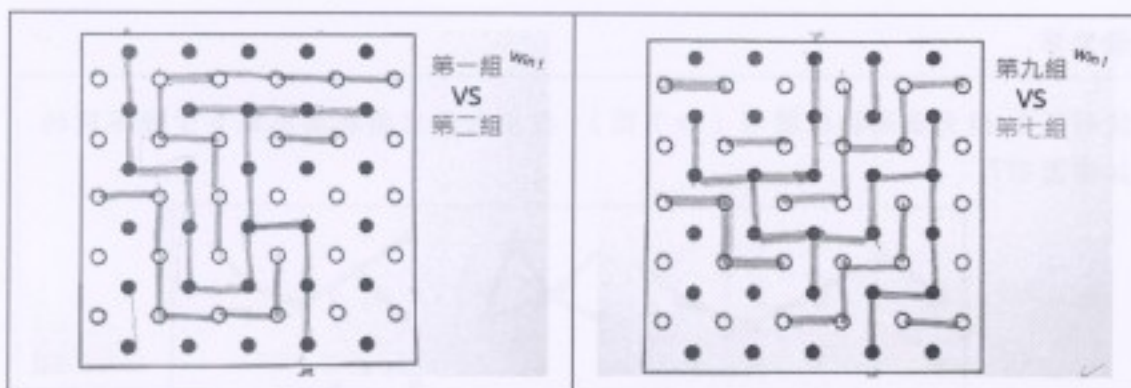
本次活動以「移動金屬環」的小魔術做為介紹拓撲性質的開始。利用中國結的繩子、串珠及硬紙板製作教具。接著請同學試著在不破壞繩子的結構下，將串珠由左側變換到右側(請參見學生作品的圖片)。繩子經由硬紙板的小孔來回穿過後，就可以完成這個魔術。藉由繩子的變化，體會拓撲的特性。

有了拓撲的基本概念後，我們舉辦「搭橋結盟」的拓撲遊戲。這個很有趣的連連看遊戲，是由布朗大學的蓋爾(David Gale)教授所設計的，葛老爹(葛能登)在他的書中稱它為「蓋爾遊戲」。先由小組成員相互競賽，再來是組對組。遊戲規則如下：1. 玩家 A 與玩家 B 用不同顏色的筆畫線；2. 每次輪到 A 的時候，他可以用水平線或垂直線把兩個相鄰的黑點連起來。任務是用一條連續的紅線把圖的左、右(上、下)兩邊的黑點連起來；3. 每次輪到 B 的時候，他可以用水平線或垂直線把兩個相鄰的白點連起來。任務是用一條連續的紅線把圖的左、右(上、下)兩邊的白點連起來；4. 兩人依序畫線，每次只能畫一段，兩種不同顏色的線不能相交；5. 誰先完成任務就勝利。

這次的活動發現了一個有趣的現象，就是在分組競試時，商管學院同學的勝率較規劃設計學院的同學高。且商管學院的同學較能說出遊戲策略，根據對手的畫線，想出防堵與進攻的方法。可惜的是同學仍無法將解題過程做完整的文字敘述。因為是競試活動，所以沒有學生作品，以下僅展示部份遊戲結果：

學生作品





第 13 週：【圖形遊戲之六根火柴棒】

拓撲同胚與等價性質

把一個橡皮泥的物體 X 任意的扭轉、拉長，但不可把它撕開或弄斷，而得到另一形狀的物體 Y ，我們稱這兩個物體 X 和 Y 在拓撲上是一種“同胚”或“等價”的結構。

5 根火柴的拓撲圖形

分組活動：找出六根火柴能排出來多少種不同的拓撲圖形。

本單元設計來自《詭論·鋪瓷磚·波羅米歐環》(葛登能著，葉偉文譯，天下文化出版)，這本書中的一個題目「威爾桑教授的火柴問題」。在揚棄了所有的數學符號後，以橡皮筋的實體概念來說明拓撲學家常用的術語「同胚」

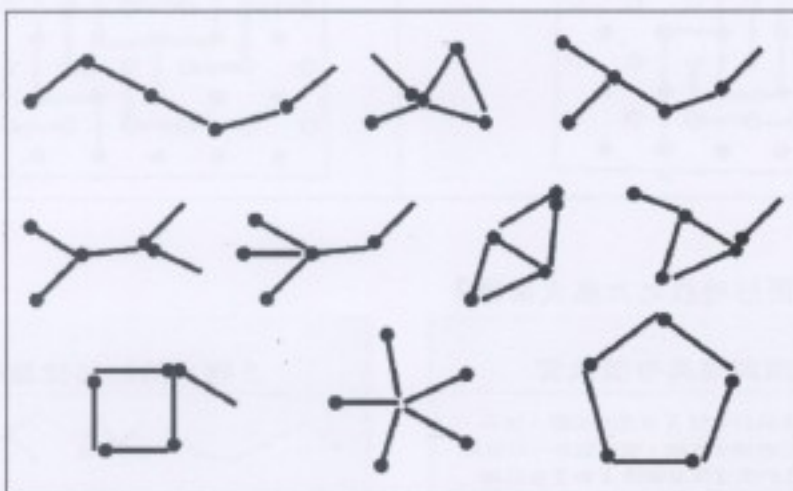
(homeomorphic)，把橡皮筋隨意擺弄後，再放到桌上，如果得到不同的圖形，則所得到的圖形就是和原圖形相等的拓撲圖形。再以數學的說法，就是將圖形從原來的空間拿到一個更高維度的空間，在那裡將圖形做任何的變形，但不能將它做撕開或斷裂的變形，然後再放回原來的地方。如果能夠辦得到，這兩個圖形在拓撲上就是完全相等的。

此次活動使用冰棒棍、毛根棒及彩色火柴棒做為活動的教具，利用它們可以看到圖形的動態變化。活動開始，各組認真的找不一樣的圖形，教師針對各組出現同胚圖形做說明，而同學們在幾次的嘗試錯誤後，都能找出許多“由六根火柴在平面上構成的”拓撲圖形，真的要對大家刮目相看了！六根火柴放在平面上，頭尾相接但不可以互相交叉，可以構成 19 個不同的拓撲圖形。鼓勵同學利用課後，將問題擴充到七根火柴，就可以拼出 39 個不同的拓撲圖形。

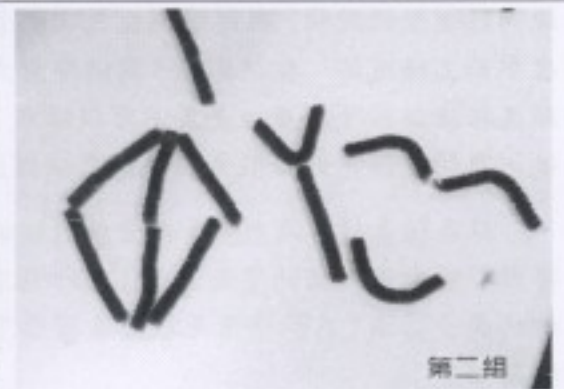
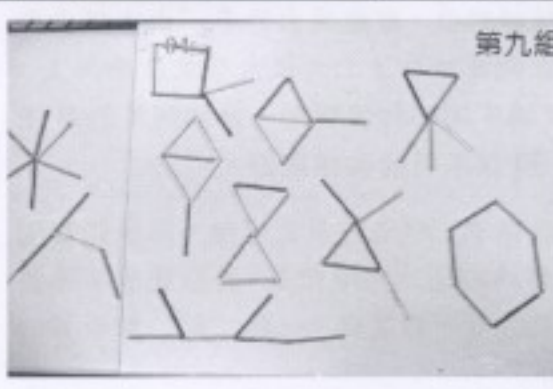
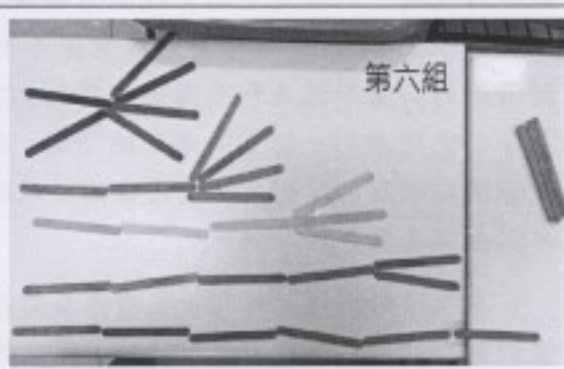
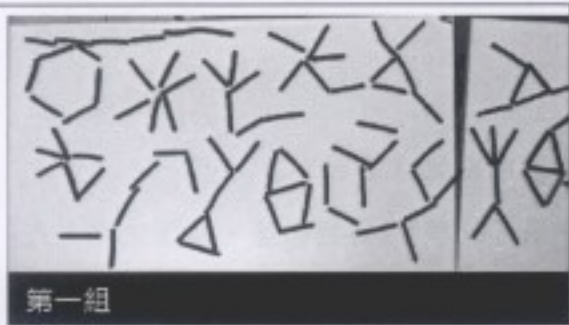
以各種素材作為教具，在分組討論的過程中，增添許多的樂趣。同學們都覺得用彩色火柴拼出的畫面真美！有一組拿到的彩色冰棒棍較長，圖形幾乎要將整拼的桌子佔滿；有同學用毛根棒在圖形下方拼出一個笑臉，一起“玩”數學真的很開心！

學習單

請利用 5 根火柴的拓撲圖形（如下圖），找出六根火柴能排出來多少種不同的拓撲圖形？



學生作品

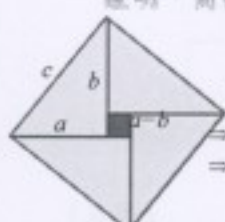


第 14 週：【尋找畢氏定理的證明】

畢氏定理的由來

- ◎傳統上認為是由古希臘的畢達哥拉斯所證明。歷史上其實並無確實的記載。
- ◎在希臘最早而嚴格的證明是在歐幾里得 (Euclid, 約公元前330-275年) 所編寫的《幾何原本》(Elements) 中。
- ◎據說畢達哥拉斯證明了這個定理後，即斬了百頭牛作慶祝，因此又稱「百牛定理」。

漢朝數學家趙爽
證明「百牛定理」



$$\begin{aligned} &4 \frac{ab}{2} + (a-b)^2 = c^2 \\ \Rightarrow &2ab + (a^2 - 2ab + b^2) = c^2 \\ \Rightarrow &a^2 + b^2 = c^2 \end{aligned}$$

◎大正方形的面積等於4個直角三角形的面積加上小正方形的面積

分組活動：提供數種以圖形方式做為證明的方法，請各組討論後報告證明過程。

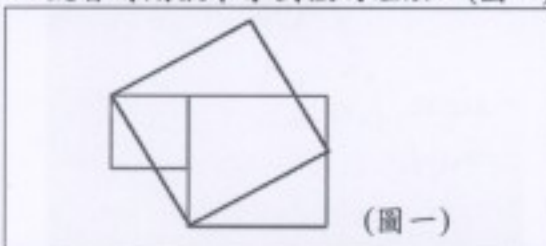
本次活動以國中數學課出現過的畢氏定理做為主題。從古至今，世界各國的數學家(或是熱愛數學的人們)從不同角度來探討或證明，其證明方法有四百多種，是最多證明的數學定理。我們篩選以圖形面積變換有關的畢氏證明方法，每組的證明方法都不相同，請各組同學在瞭解證明的過程後，上台報告該組的畢氏定理證明。

教師在評估各組的數學程度後，分配不同的題目。因為各組的題目不同，所以同組組員的合作非常重要，在教具的操作中，找出證明的原理，並試著寫下證明的過程。活動的目的地是，希望同學從“看懂”證明方法到“說出”證明過程。在分組報告後，發現同學們對於證明方法都能瞭解，但在台上說明時，很難將數學語言代入，還是需要借助教具的操作，僅有一組不需使用教具，以面積公式的計算與化簡來證明畢氏定理。

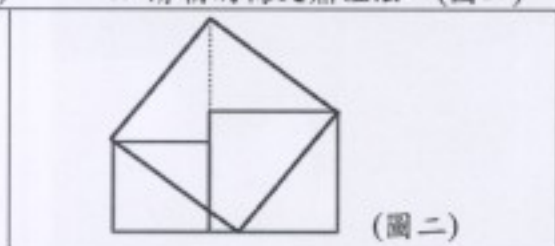
學習單

完成下列「畢氏定理」的證明。

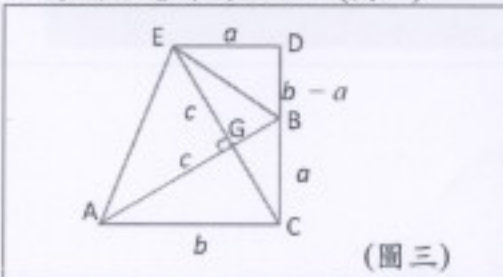
1. 魏晉時期數學家劉徽的證法：(圖一)



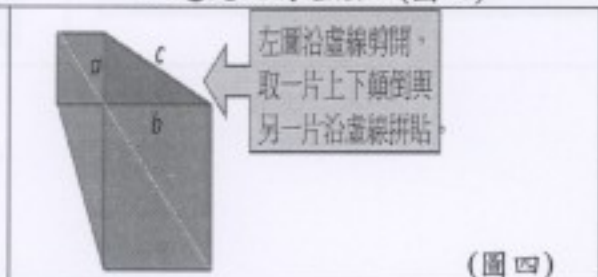
2. 清朝的梅文鼎證法：(圖二)



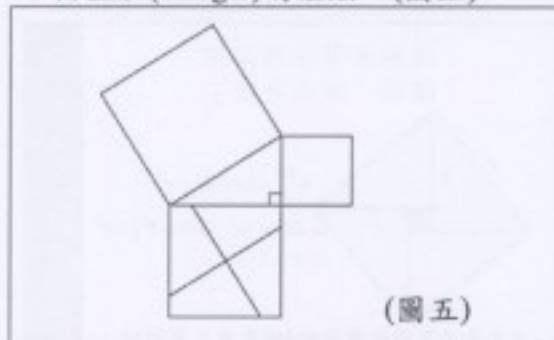
3. 陳國裕老師的證法：(圖三)



4. 達文西的證法：(圖四)

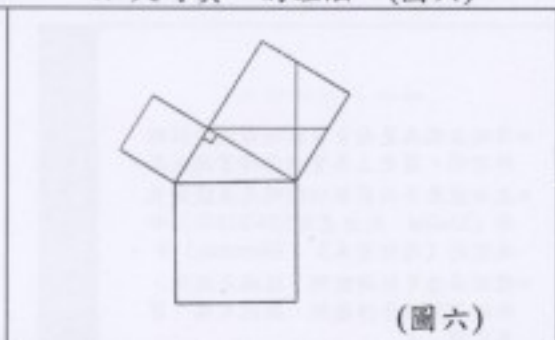


5. 伯里加(Perigal)的證法：(圖五)



(圖五)

6. 大野真一的證法：(圖六)

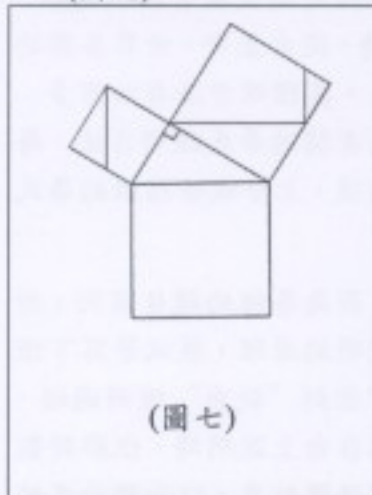


(圖六)

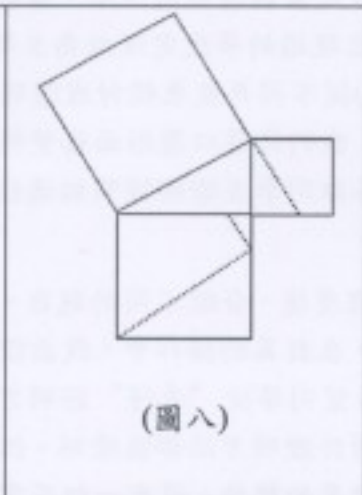
7. 圖形摘自「歡迎光臨數學美術館」井上正允著。(圖七)

8. (圖八)

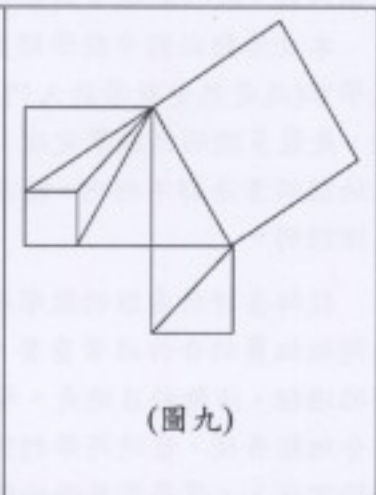
9. (圖九)



(圖七)



(圖八)

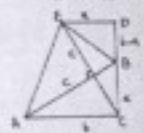


(圖九)

課堂剪影與學生作品



同底同高 $AZDC$ 面積相等 = 同底同高 $ABEC + \triangle EFD$



$$\frac{b(a+b)}{2} = \frac{1}{2}c^2 + \frac{1}{2}ac + \frac{1}{2}cb$$

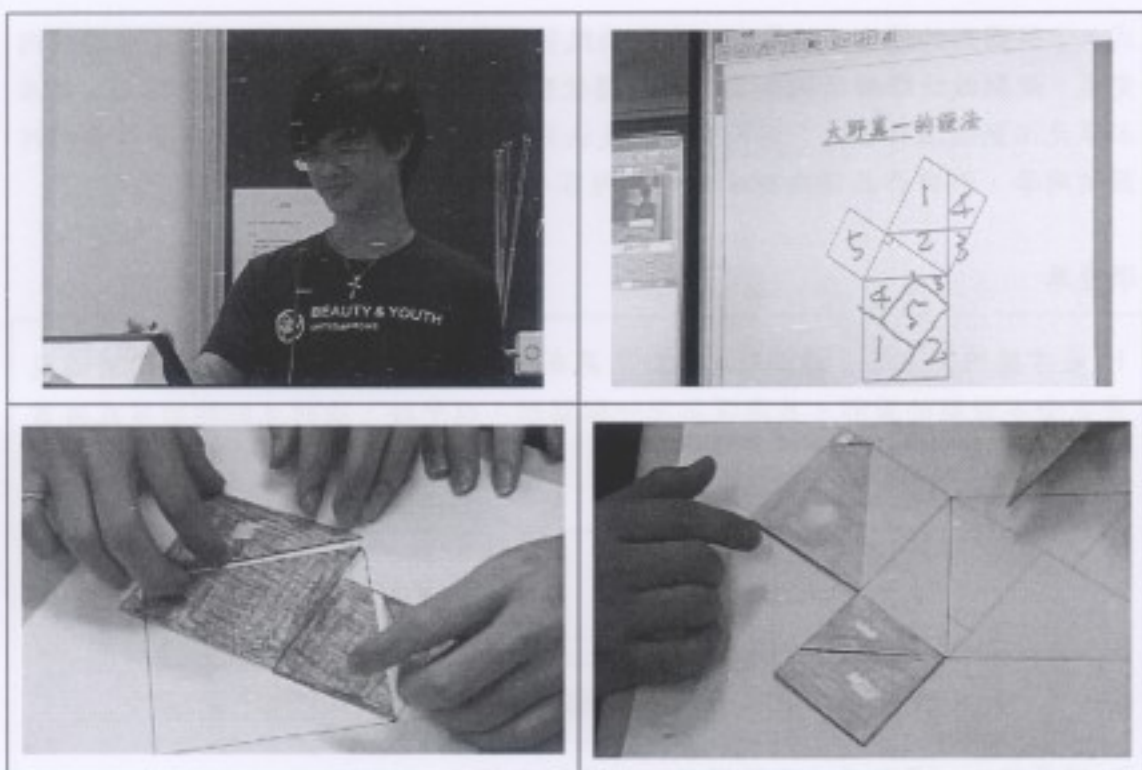
$$\frac{1}{2}ab + \frac{1}{2}b^2 = \frac{1}{2}c^2 + \frac{1}{2}ab + \frac{1}{2}ab$$

$$\frac{1}{2}b^2 = \frac{1}{2}c^2 - \frac{1}{2}a^2$$

$$\frac{1}{2}b^2 + \frac{1}{2}a^2 = \frac{1}{2}c^2$$

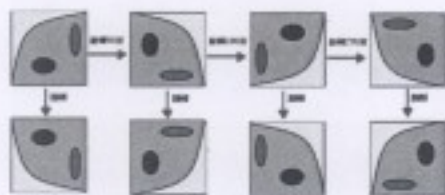
同乘 2 得

$$b^2 + a^2 = c^2$$

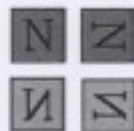


第 15 週：【數學美術館(一)】

設計一個正方形的圖形，利用平移、旋轉、翻轉能製造出多少種不同的圖形？



➤非對稱性圖形在利用旋轉與翻轉後，會有八種不同的圖形變化。



➤對稱性的圖形在利用旋轉與翻轉後，則少於八種不同的圖形變化。

分組活動：正方形的拼貼設計

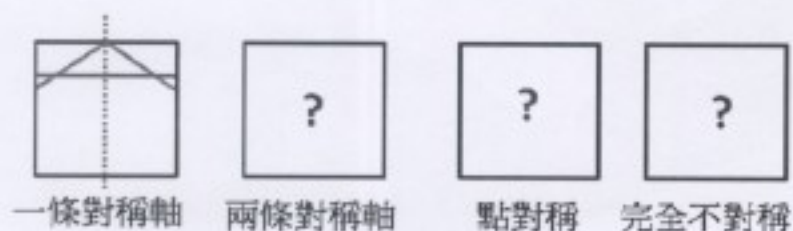
原課程計畫是以碎形為主題，但因第 9 週專題演講「鑲嵌圖形設計」廣獲同學的喜愛。商管學群的同学希望能從基本的設計開始學起，規劃設計學群的同学則是希望將所知道的设计知識，以數學原理得到印證。因此將本週的課程內容改為以數學觀點解說圖形设计的原理，並以正方形的拼貼设计做為分組活動。

傳統的數學課程以函數在坐標平面的變換來說明對稱、平移、旋轉及翻轉，常常因為複雜的方程式，而忽略了數學在生活中的實際功能。本次活動採用手繪方式設計圖形，各組同學在決定設基本圖形後，必須重覆複製圖形，上色、剪裁和拼貼。藉由軸對稱與點對稱的概念設計圖形，並以平移、旋轉及翻轉的拼貼方

式，了解圖形的變化。組員分工合作的默契非常重要，否則無法在既定的時間內完成。規劃設計學群的同學習慣以電腦軟體作圖，感到手繪圖形不夠精確，要求本單元活動改為作業，下週再交。最後決定還是以手繪作品為主，想要用電腦作圖的同學，則將作品歸為期末報告的內容之一。

學習單

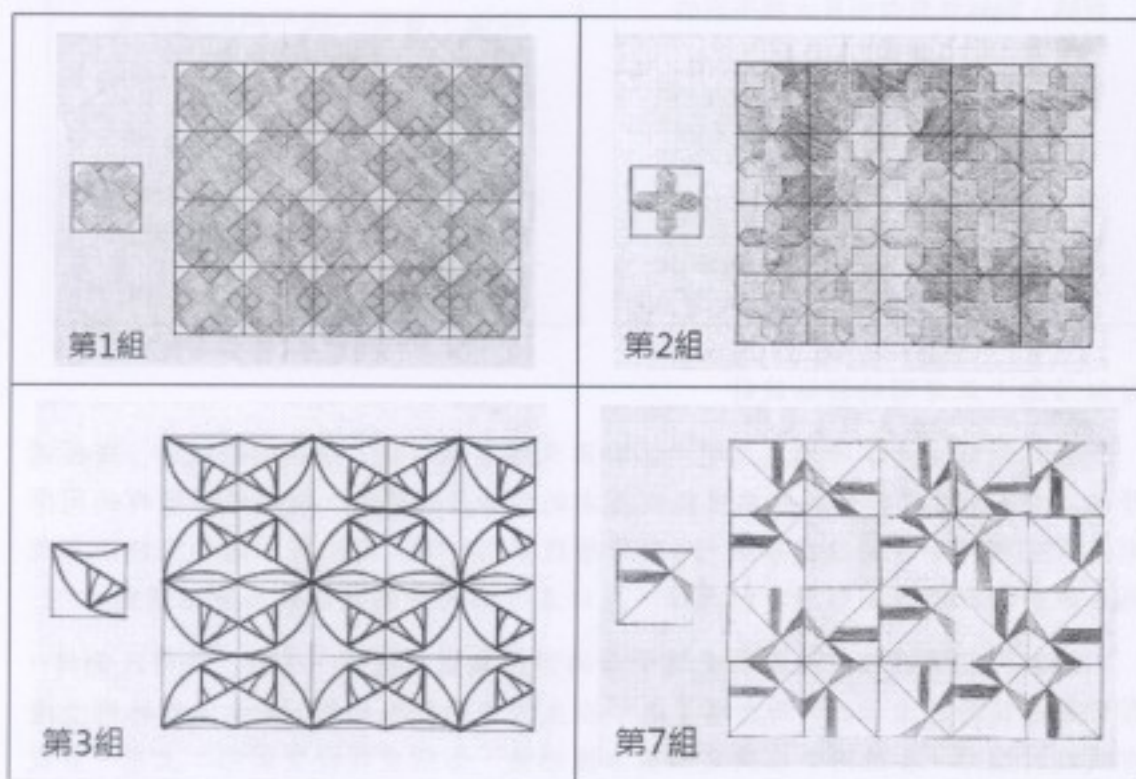
1. 在方格內畫上 1~3 條曲線，設計出具有一條對稱軸、兩條對稱軸、點對稱或是完全不對稱的圖形。並選擇其中一個圖形，以平移、旋轉及翻轉的方式將畫面填滿。



2. 請尋找----(每組至少兩張圖片，做為期末報告。)

- 品牌標識(logo)中的數學內涵。
- 在你生活中出現過具有數學元素的圖象。

學生作品



第 16 週：【數學美術館(二)】

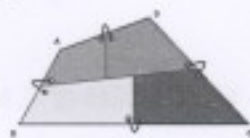
多邊形的拼貼設計

- ▷ 歐幾米德圖形
- ▷ 一個任意凸四邊形是否也可以利用平移、旋轉、翻轉的方式鋪滿整個平面？
 - ▷ 鴿眼翻轉
- ▷ 五邊形不能透過鋪磚方式填滿某個平面，但可利用三角形的組合，製造出具有五重旋轉對稱的鋪磚模式。
 - ▷ 潘洛斯鋪磚法

為了讓 A、B、C、D 四點聚集在中央，要將四個角翻過來重新排列。那會出現什麼樣的圖形呢？

這樣的玩法就是

「鴿眼翻轉」



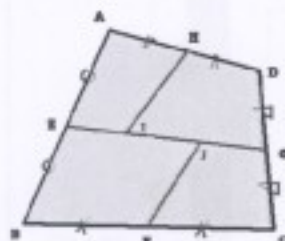
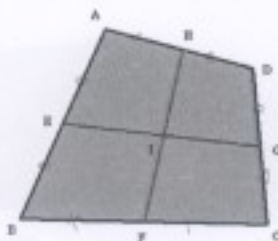
分組活動：1. 用鴿眼翻轉的方法做出平行四邊形；2. 將一個正三角形切成四塊，再用這四塊拼成一個正方形。

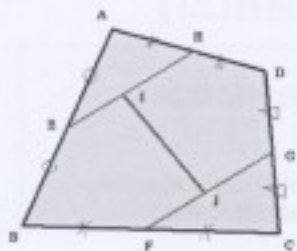
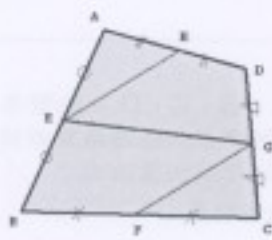
延續上週的主題，深入探討多邊形的拼貼設計。為使同學瞭解任意凸四邊形皆可鋪滿整個平面，以「鴿眼翻轉」做為課程活動，學習平面幾何切割問題。其實「鴿眼翻轉」是中古世紀在歐洲鄉間流行的一種遊戲，將任意四邊形 ABCD 剪裁兩刀切割成 4 塊，接著可將此 4 塊重新組合出一個平行四邊形。在操做教具的過程中，引導同學想一想下列問題：1. 為什麼要從四邊的中點裁開？2. $\angle A$ 、 $\angle B$ 、 $\angle C$ 、 $\angle D$ 一定能集中於圖形內部嗎？3. 翻轉後變成矩形的四個頂角，是從哪兒來的？最後提出以謎題專家杜德尼的幾何發現，正三角形翻轉成正四邊形的作圖方法。請各組同學根據文字敘述的作圖方法，進行繪圖及教具的製作，並將變換前後的圖形貼在學習單上。

本次活動發現，多組同學已能利用文字敘述的說明，精確地繪製圖形。有兩組同學需要教師的說明引導，才能進行繪圖。在圖形的操作上，可以選擇旋轉或是翻轉來完成。因為翻轉需要對稱映射的概念，旋轉可直接看到圖形的變化，所以選擇旋轉的組別較多。

學習單

1. 用鴿眼翻轉的方法做出平行四邊形





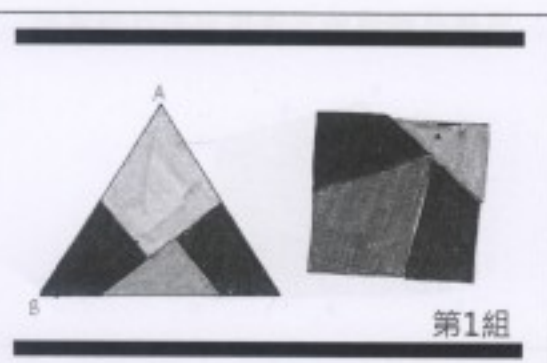
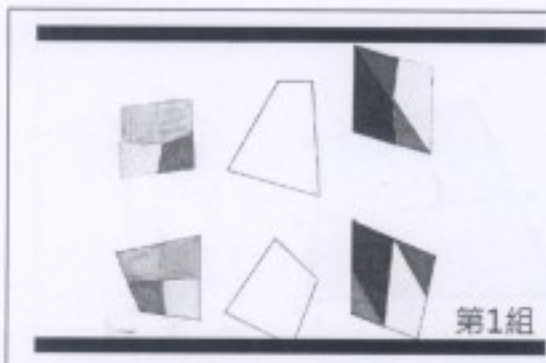
2. 謎題專家杜德尼的幾何發現：

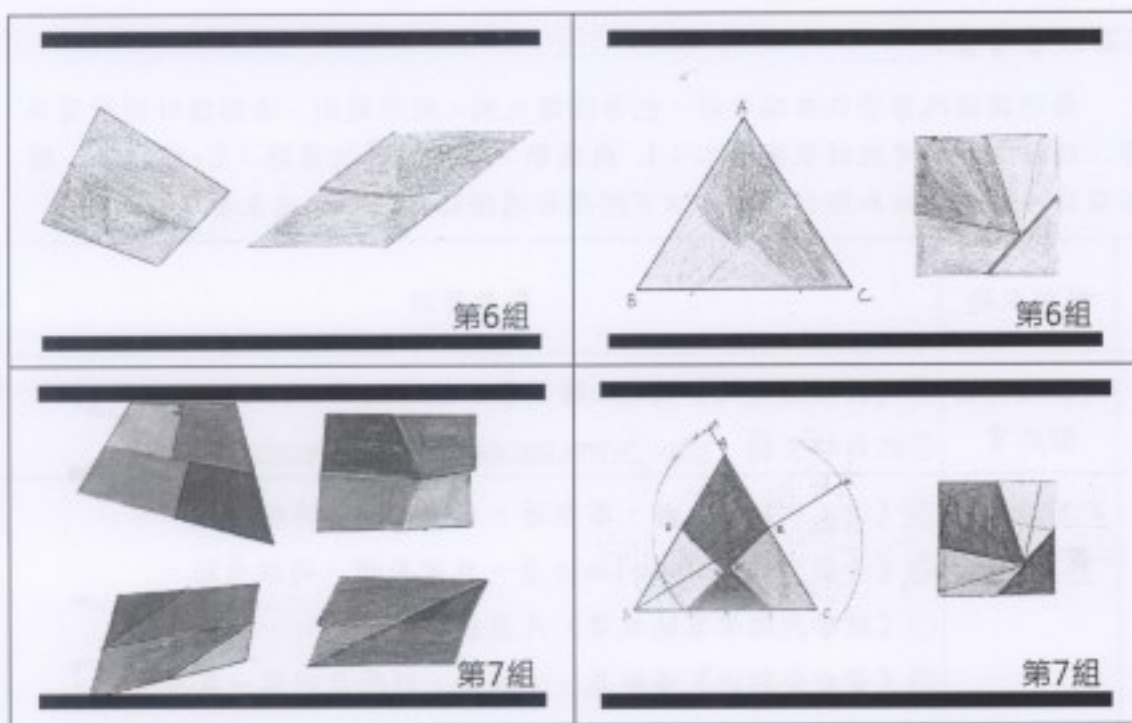
將一個正三角形切成四塊，再用這四塊拼成一個正方形。

請參見以下的說明繪圖

1. 繪出一正三角形 ABC。
2. 找出 AB 中點 D，AC 中點 E。
3. 連 BE 並將直線延長至點 F，使得 $EF = BE$ 。
4. 找出 BF 的中點 L。
5. 以 L 為圓心，LF 為半徑畫弧，交 AE 的延長線於點 H。
6. 以 E 為圓心，EH 為半徑，交 BC 於點 I。
7. 沿直線 BC 上，找出點 J，使得 $IJ = BE$ 。
8. 自 D 做 IE 的垂直線，交 IE 於點 K。
9. 自 J 做 IE 的垂直線，交 IE 於點 G。
10. 沿著三角形 ABC 內部的三條線段 IE、DK、GJ。將其剪開就會將三角形分割成四塊。
11. 再以旋轉的方式拼成正方形。

學生作品





第 17 週：【碎形賞析】

碎形 (Fractal) 是什麼？

一種特殊的幾何圖形，它處處的部分都有著一樣的特徵結構或圖案。

「fractal」一詞是曼德布洛特所創造的，是根據拉丁語「fractus」（殘碎物之意）而來，也確是指斷片等不規則的圖形。

碎形，讓科學家、藝術家可以用簡單的電腦程式，模擬出大自然的複雜形態。

碎形的特性

- 自我相似的圖形
- 非整數的維度
- 疊代的性質

分組活動：無。

本週課程以碎形為主題，利用圖形展現碎形的自我相似特性，並以較多的算式來說明碎形的非整數維度，以及解說以疊代的原理設計電腦程式繪製碎形。因課程內容較多，故時間不夠安排分組活動。只有請同學操作設計碎形的軟體，感受圖形的變化。

第 18 週：【期末報告】

分組活動：各組上台報告期末作品及學習心得。

學生期末作品，請參見附錄。

2.2.4 參考資料

每週課程內容皆以自編教材，包含授課大綱、教學範例、活動設計與學習單等，課程主要參考教材來源有二：1. 與數學、設計相關的書籍；2. 與數學、圖形設計相關的網站和期刊雜誌。以下按照每週課程主題，分述主要參考資料。

週次	課程主題	參考資料
2	典雅幾何圖形欣賞	<ul style="list-style-type: none"> ◎《典雅的幾何》倫迪&薩頓著，葉偉文譯，天下文化。 ◎凱爾特文物，http://www.unc.edu/celtic/imagesindex.html
3	正五邊形與黃金分割	<ul style="list-style-type: none"> ◎《達文西密碼》丹·布朗著，尤傳莉譯，時報出版。 ◎《黃金比例》Mario Livio 著，丘宏義譯，時報出版。 ◎《數學與數學家的故事》凡異出版社。 ◎《黃金分割比》黃敏晃、方述誠，科學月刊第一卷第4期。 ◎《數學嘉年華》， http://xserve.math.nctu.edu.tw/people/cpai/carnival/class.htm ◎《The Golden Proportion》， http://www.goldenmeangauge.co.uk/index2.htm ◎http://users.pandora.be/chris.cambre/chris.cambre/LeCorbusier(1887-1965)Modulor.htm
4	幾何圖形的故事	<ul style="list-style-type: none"> ◎《黃金比例》Mario Livio 著，丘宏義譯，時報出版。 ◎《典雅的幾何》倫迪&薩頓著，葉偉文譯，天下文化。 ◎《笛卡兒的祕密手記》阿米爾·艾克塞爾著，蕭秀姍、黎敏中譯，商周出版。
5	一筆畫問題	<ul style="list-style-type: none"> ◎《沒有數字的數學》徐力行教授著，天下文化。 ◎《數學嘉年華》， http://xserve.math.nctu.edu.tw/people/cpai/carnival/class.htm
6	一筆畫遊歷問題	<ul style="list-style-type: none"> ◎《沒有數字的數學》徐力行教授著，天下文化。 ◎《數學嘉年華》， http://xserve.math.nctu.edu.tw/people/cpai/carnival/class.htm
7	尋找圓周率 π	<ul style="list-style-type: none"> ◎《數學史—圓面積公式的發現》國立教育資料館，教育頻道 數學領域影片。 ◎《當數學遇見文化》作者 洪萬生、英家銘、蘇意雯、蘇惠玉、楊瓊茹、劉柏宏，臺北市：三民出版。 ◎《神奇的 π》大衛·布拉特納著，潘恩典譯，商周出版。

8	神奇的圓周率 π	<p>◎ 《神奇的 π》 大衛·布拉特納著，潘恩典譯，商周出版。</p> <p>◎ 《阿基米德幹了什麼好事!》 Sherman Stein 著，陳可崗譯，天下文化出版。</p> <p>◎ 《一個 π 的故事》，http://www.puiching.edu.hk/~kcleee/Pi/index.htm</p> <p>◎ 《π 的音樂》，http://www.avoision.com/experiments/pi10k/index.php</p> <p>http://www.fn.hu/tech/20080314/ma_van_pi_nap</p>
10	摺變四邊形	<p>◎ 《迷宮、黃金比、索馬立方體》 葛能登著，葉偉文譯，天下文化出版。</p> <p>◎ 《教學生做趣味紙工》 王淑芬著，作家出版。</p>
11	摺變六邊形	<p>◎ 《迷宮、黃金比、索馬立方體》 葛能登著，葉偉文譯，天下文化出版。</p> <p>◎ http://www.the-adam.com/adam/rantrave/hexahexa.html</p> <p>◎ http://britton.disted.camosun.bc.ca/trihexaflexagon/flexagon.html</p> <p>◎ http://loki3.com/flex/hexa.html</p>
12	圖形遊戲之搭橋結盟	<p>◎ 《迷宮、黃金比、索馬立方體》 葛能登著，葉偉文譯，天下文化出版。</p> <p>◎ http://www.sites4all.co.uk/bridjit/index.html</p> <p>◎ http://www.chiuchang.org.tw/download/docu/club/topology.pdf</p> <p>◎ http://britton.disted.camosun.bc.ca/mug_torus_morph.gif</p>
13	圖形遊戲之六根火柴棒	<p>◎ 《詭論·鋪瓷磚·波羅米歐環》 葛能登著，葉偉文譯，天下文化出版。</p> <p>◎ 《威爾桑教授的火柴問題》， http://163.21.2.41/resource/95project-1.htm</p> <p>◎ http://britton.disted.camosun.bc.ca/alphabet_chart.pdf</p>
14	尋找畢氏定理	<p>◎ 《黃金比例》 Mario Livio 著，丘宏義譯，時報出版。</p> <p>◎ 《數學與數學家的故事》 凡異出版社。</p> <p>◎ 《歡迎光臨數學美術館》 井上正允著，益智工房出版。</p> <p>◎ 《商高定理簡史及證明方法》 楊惠后著，科學教育月刊第 252 期。</p> <p>◎ 《商高定理》，http://content.edu.tw/new/junior/math/ch_yl/hist_2.htm</p>
15	數學美術館 (一)	<p>◎ 《歡迎光臨數學美術館》 井上正允著，益智工房出版。</p> <p>◎ 《The Magic Mirror of M.C. Escher》 Escher, M.C.& Ernst, Bruno 著，TASCHEN UK 出版。</p>

16	數學美術館 (二)	◎《黃金比例》Mario Livio 著，丘宏義譯，時報出版。 ◎《典雅的幾何》倫迪&薩頓著，葉偉文譯，天下文化。 ◎《歡迎光臨數學美術館》井上正允著，益智工房出版。
17	碎形賞析	◎《動手玩碎形》廖思善教授著，天下文化出版。

2.2.5 成績考核與執行

98/10/16 所規劃的考核方式為：

- 平時成績 (45%)
 - 出席次數 (10%)
 - 平時作業 (20%)
 - 學習態度 (課內討論與上網討論) (15%)
- 期中報告 (30%)
 - 個人作業 (15%)
 - 團體作業 (15%)
- 期末報告 (25%)
 - 個人作業 (15%)
 - 團體作業 (10%)

99/2~99/7 實際執行之考核方式為：

- 平時成績 (45%)
 - 出席次數 (10%)
 - 平時作業 (學習單) (20%)
 - 學習態度 (課內討論與上網討論) (15%)
- 期中報告 (15%)
 - 個人心得 (15%)
- 期末報告 (40%)
 - 組作品與報告 (40%)

此成績考核方式在第 4 週上課時，和同學協調後，即為實際執行的成績考核方式。從規劃到執行，主要變動有二（以上反白標示部份）：一為期中報告；二為期末報告。

之所以將期中報告改以同學期中心得報告記分，主要原因是希望同學針對2~9週的課程及活動，做自我回顧與反省，像是我喜歡的單元是什麼？和我上過的數學課有什麼不同？哪一個活動印象深刻？我覺得學到了什麼？藉由同學的心得感想，瞭解是否符合課程目標的精神。

另一方面的考量是，要針對圖形中的數學性質做深入探討，這是需要花上許多時間的，如果沒有老師的引導，同學常常因為挫折感而放棄。特別是對白天還要上班的進修部同學而言，多數同學會盡力在課堂上完成學習單，卻無法如期繳回家作業。再者，同學還不擅於以數學的角度思考問題，為了不喪失學習的樂趣，因此鼓勵同學發表對課程內容及活動的感想，並將原計劃期中報告的團體作業部份改至期末報告。

因為期中成績配分的改變，故將期末報告的配分調高。希望在各組在經過整學期的小組活動下，培養出更好的默契，展現分工合作的精神，故以組作品做為期末報告的內容。

在平時成績的考核上，方式大致與原先之規劃相同，唯在平時作業的部份，以學習單做為考核依據。課堂上撰寫學習單的好處是，班級同學會同時進行，有問題可隨時提出，有同學互動，激發創造力、強化思考，從而產生新的觀點和解決問題的方法。缺點是對於需要較多時間思考的同學來說，課堂時間太短，無法靜心思考。因此回家作業的部份改以額外加分於學習單上，或有同學會要求回家完成學習單，教師會視當週活動內容，及同學的學習狀況，允許同學於課後自行完成學習單，並於下週繳交，逾時不予計分，同學大都能遵守此項規定。

2.2.6 課程網頁之規劃與執行

網頁之規劃與執行情況大至相符，項目比較如下表：

編號	提出網頁規劃	實際呈現項目
1	公布欄：公布重要教學事項、及作業分派或變更。	最新消息：每週訊息佈達，公布重要教學事項。
2	無（相關內容在提出網頁規劃中的「資料下載」）	課程相關：源起、課程目標、內容綱要、分組作業之說明、評量方式、參考資料。
3	資料下載：課程大綱、課程教材、教具製作、分組作業之說明。	課程內容：每週上課內容簡報檔、及課程錄影之影音連結、課程教材之參考資料。
4	無	課堂剪影：每週活動照片、學習單的作品。

4. 執行成果分析與檢討

為更能掌握同學在學習上的情形，在第 17、18 週共計 2 次，進行教學評量問卷的填寫，填寫內容參見附錄 6.4。第 17 週問卷主要是瞭解同學對課程內容與活動的感受，因為班級人數較少，故問卷設計採開放式作答方式，希望藉由每位同學的文字描述，得到最客觀的課程評量，回收問卷 14 份，佔班級人數 78%；第 18 週則針對學生自評、老師教學做綜合性的評量，回收評量 16 份，佔班級人數 89%。

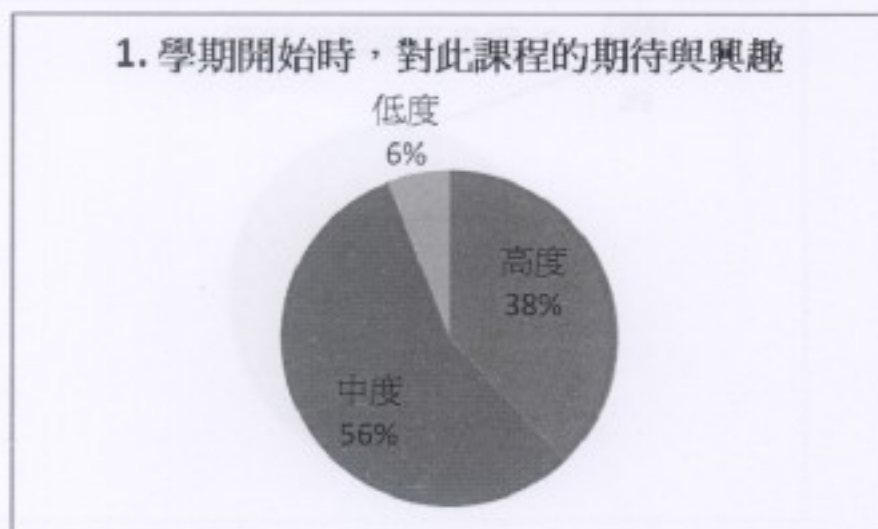
為能讓同學真誠詳實填寫，採取無記名方式，避免教師因填寫內容對同學有所印象而影響期末總成績考核。以下將依評量填寫內容分析與檢討本計畫執行成果，並分為 3 個部分說明：教學施行改進事項及成效評估、課程配置教學助理之實施成效評估、課程網站建置於增進教學品質評估，最後於章節小結部分方進行課程整體性的執行分析與檢討。

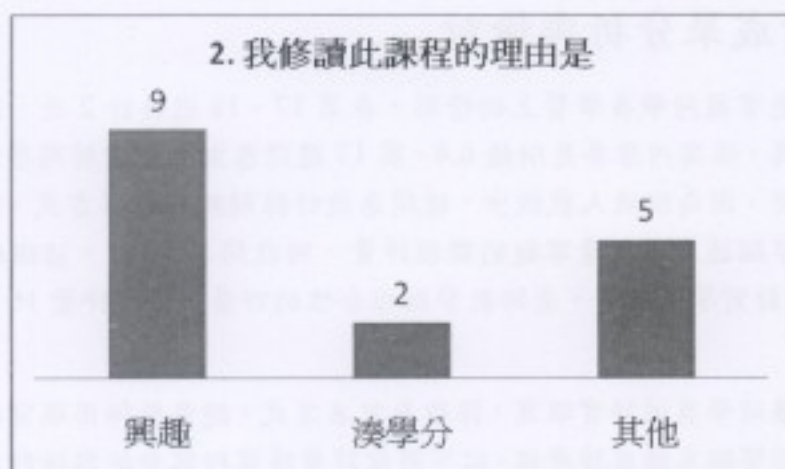
4.1 教學施行改進事項及成效評估

先就教學評量中（一）基本資料及修課狀況、（二）學生自評的部份進行部份說明、（三）教師教學評量的部份予以統計說明。最後一部份（四）個人回應則於本章小結部份說明。

4.1.1 基本資料及修課狀況

因本計畫執行班級為進修部學生，實有必要瞭解其基本資料及修課狀況，故以下將針對第 18 週同學填寫之教學評量做統計評比分析。學期開始，或說選修這們課之前，約有六成同學未具高度期待，而低度期待的同學只有 1 人，或許是因為課程名稱中出現“數學”，讓許多同學完全不考慮選修此課，從班級人數少便可得到印證。同學修讀此課程的原因則是興趣和其他的成份偏高，評量統計如下：

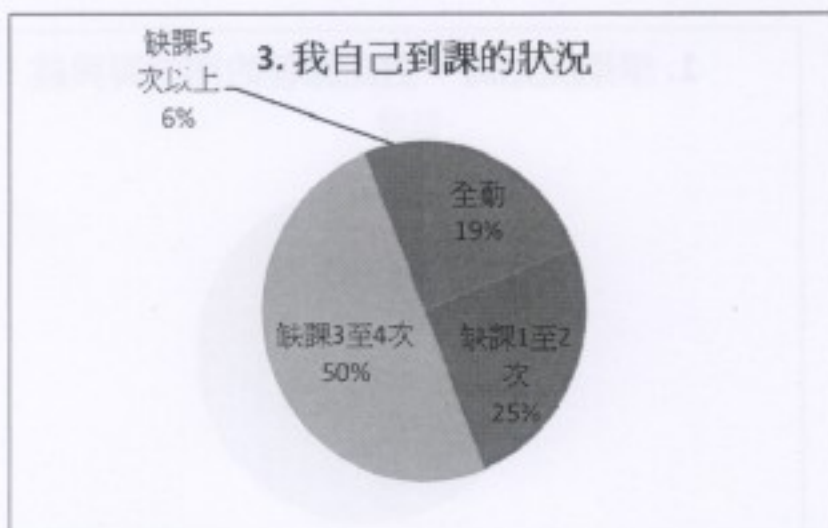




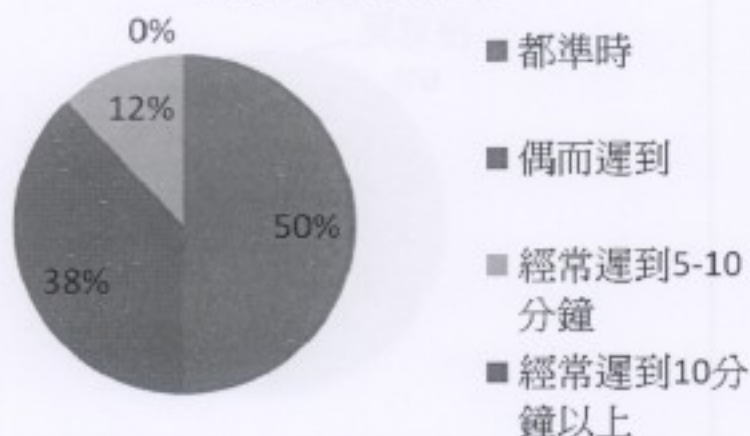
在此列出同學填寫修讀此課程的其他理由：

編號 1	感覺很好玩。
編號 2	充實設計內容。
編號 3	好奇「圖形與數學」在學些什麼？
編號 4	太晚選課。
編號 5	同學介紹，感覺蠻有趣的。

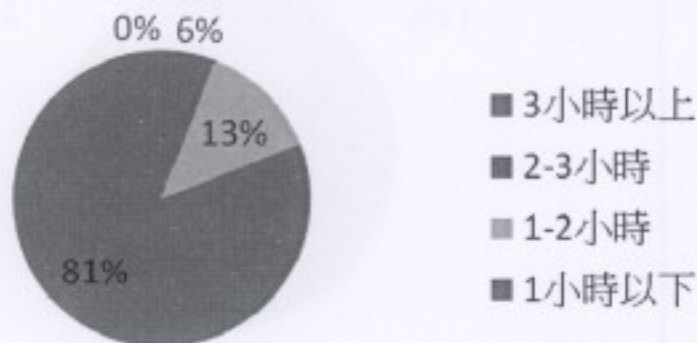
至於到課狀況，由同學自評估計的平均到課率應有八成以上，但因有 2 人（約 11%）因缺席而未做此評量，因此估計平均到課率應為 70%到 75%，和實際的點名記錄相符。因為上課時間為晚間 3-4 節，所以遲到的狀況並不嚴重。又因為是進修部的學生，加上是通識選修課程，同學並沒有打算花太多時間在這門課程上。評量統計如下：



4. 我自己遲到的狀況



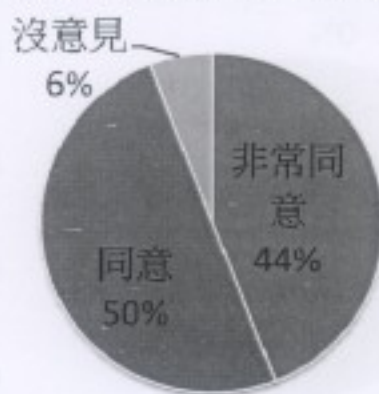
5. 除上課時間外，我平均一週修讀此課程的時間



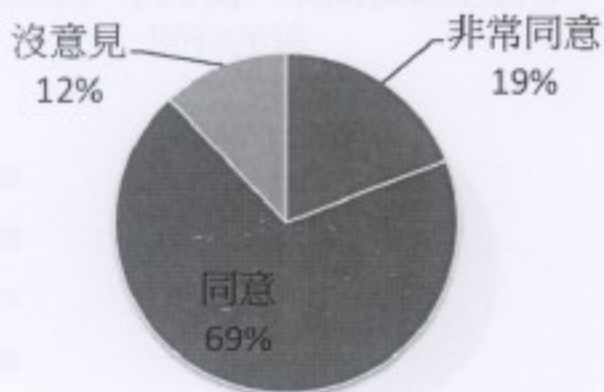
4.1.2 學生自評

先前已經說明教師花許多心思引發學習興趣與動機，因此並不意外有九成以上的同學自評的學習狀況是認真投入的。事實上，學期開始同學只要在教師講授和數學有關的內容時，都會顯現出不耐和煩躁的表情，但在活動開使後，同學便發現剛才忽略的某段課程，將會影響學習單的完成。特別是在教具的製作上，若不專心聽老師的講解，活動的進行會非常不順暢。所以經過 2~3 次的課程活動後，同學的專注度便有提升，有 90% 以上的同學自認為認真學習。加上對課程活動有更多的期待，有 88% 的同學自認為會主動思考與課程相關的問題，這是令人鼓舞的結果。評量統計如下：

1. 我課堂上認真學習且專心投入。

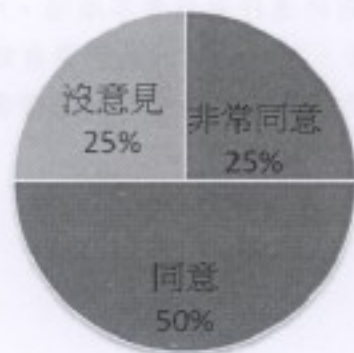


2. 我主動思考與課程相關的問題。

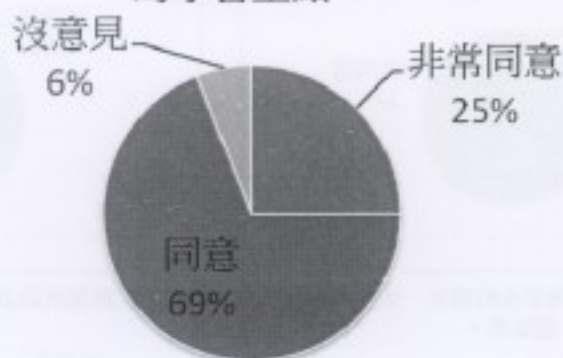


原先估計「我主動思考與課程相關的問題」與「整體而言，我滿意自己的學習表現」的統計比值會很接近，下圖顯示有 75% 的同學滿意自己的學習表現，略低於原先的估計，可能的因素一為同學自信不足，二為同學上課難免分心。

3. 整體而言，我滿意自己的學習表現。



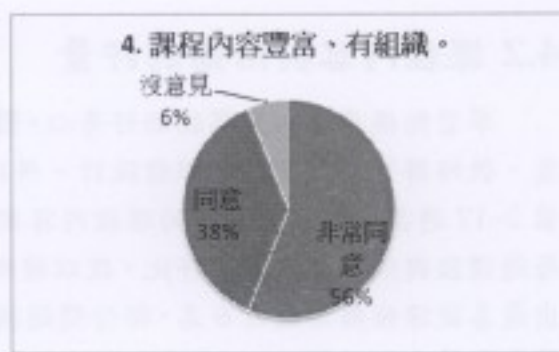
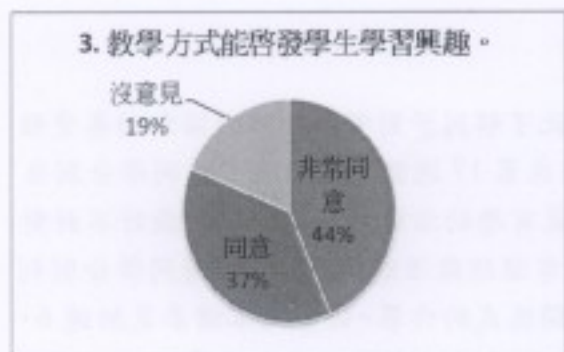
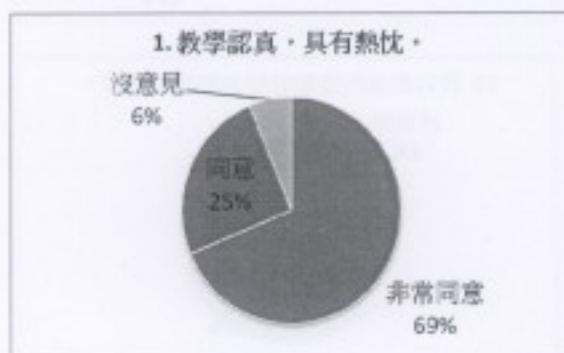
4. 修習一學期的課程，我能理解這門課的學習重點。

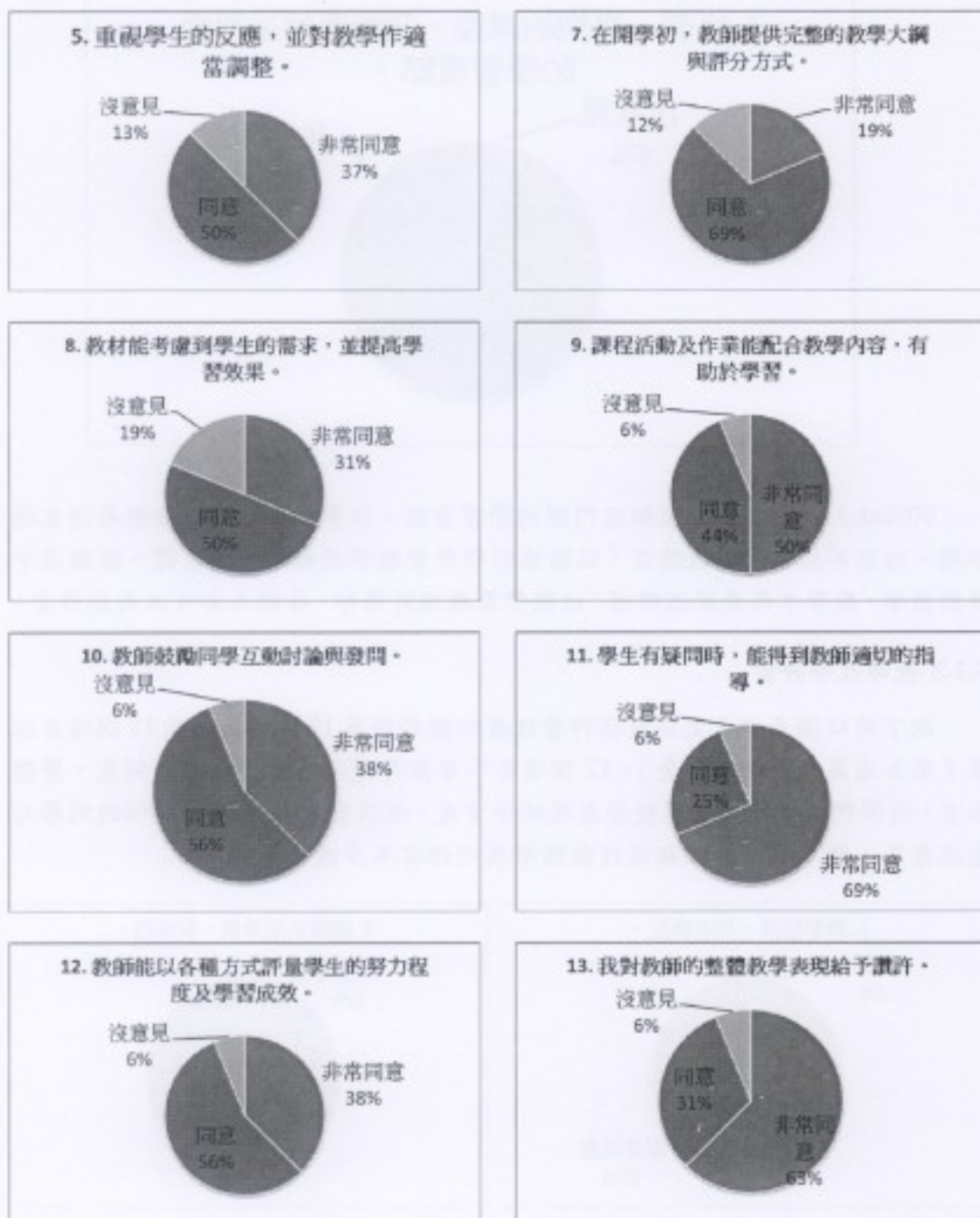


90%以上的同學能夠理解這門課的學習重點，非常令人欣慰。雖然每週主題不同、內容不同，但都能鎖住「以圖像引發學習數學的興趣」的目標。從圖像中尋找數學，數學不再是艱澀難懂；以數學原理設計圖形，每個人都可以是創作者。

4.1.3 教師教學評量

以下將以圖表方式呈現教學評量裡教師教學評量13個項目中的12個項目結果（第6項為教學助理評量）。12個項目中皆無勾選不同意或非常不同意。整體而言，同學們對教師的整體教學表現給予肯定，但仍有3個項目有19%的同學勾選沒意見，顯示教師的課程設計與教學技巧仍有不少成長空間。





4.2 課程內容與活動的評量

學習動機來自於對事物的好奇心，因此了解同學對課程內容與活動的喜愛程度，教師將可以做更多的課程設計。所以在第 17 週課程結束後，請同學分別自第 2~17 週票選印象最深刻的課程內容與最有趣的活動。此次評量的設計不針對每週課程與活動做滿意度評比，改以將所有課程與活動做比較，並請同學分別列出最喜歡課程與活動前 6 名，部份問題採開放式的作答。評量內容請參見附錄 6，其中的第 1 題將第 15、16 週合併，因教師認為此兩週內容具有連貫性，必須視為一主題單元；又第 17 週雖然沒有分組活動，但有讓同學操作設計碎形的軟體，

故仍將其列入課程活動的名次圖選之一。以下將以一般的統計方法(稱為方法 A)與模糊統計方法(稱為方法 B)，針對本評量做一比較與分析，並於附錄說明模糊統計方法。

一般的統計方法指的是，不考慮名次的順序，單就該週被票選的總次數做排名，如圖 4.1 同學印象最深刻的課程，首先是第 10 週「摺變四邊形」，第 9 週「專題演講：鑲嵌圖案設計」與第 12 週「圖形遊戲之搭橋結盟」並列第二名，再來依序是第 11 週「摺變六邊形」、第 4 週「柏拉圖立體」與第 17 週「碎形賞析」。

圖 4.2 顯示在最有興趣的活動票選中，第 10 週「摺變四邊形」、第 11 週「摺變六邊形」與第 13 週「圖形遊戲之六根火柴問題」有 9 位同學覺得最有趣，而同時也有 7 位同學覺得在第 3 週「正五邊形與黃金分割」、第 5 週「一筆畫圖形之歐拉圖」、第 9 週「專題演講：鑲嵌圖案設計」與第 12 週「圖形遊戲之搭橋結盟」是有趣的活動。

圖 4.1 同學印象最深刻的課程

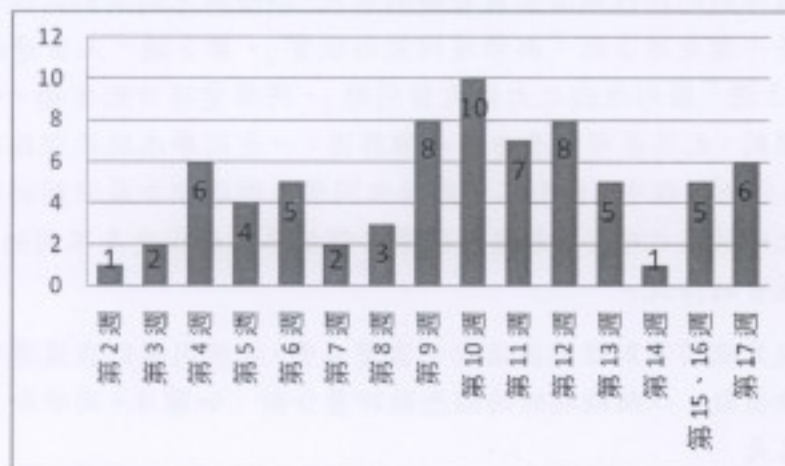


圖 4.2 同學覺得最有趣的活動

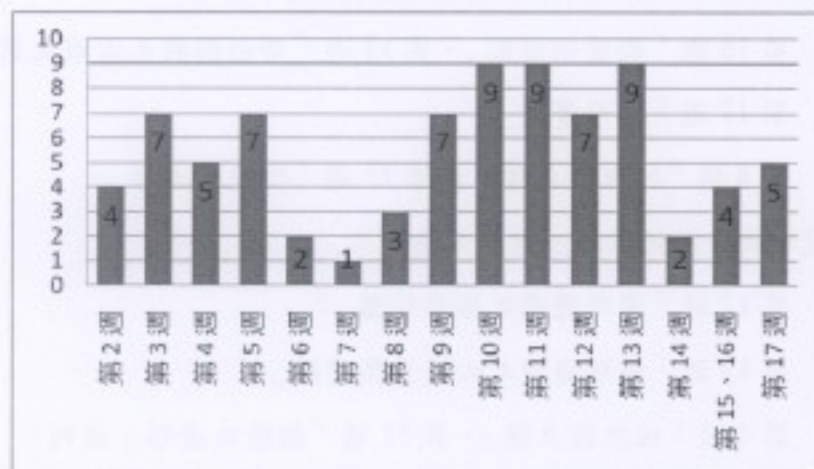
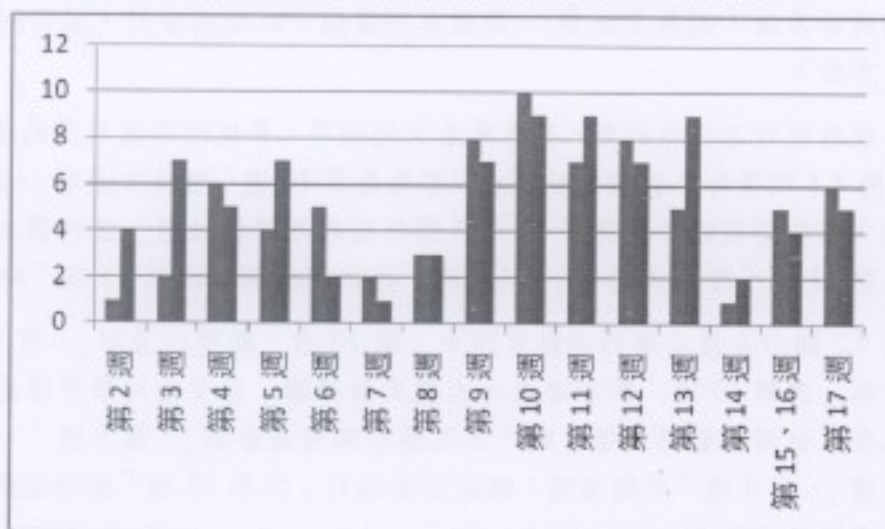


圖 4.3 印象最深刻的課程與最有趣的活動對照圖



以一般的統計方法的評量分析發現(圖 4.3)，第 10 週「摺變四邊形」是同學認為印象最深刻的課程與活動最有趣的單元，部份單元的活動與課程內容則出現較大的落差，像是第 2 週「典雅幾何圖形欣賞」、第 3 週「正五邊形與黃金分割」以及第 13 週「圖形遊戲之六根火柴問題」，同學覺得活動有趣，但對課程內容並未印象深刻，此落差可能來自於兩個原因：一是同學未能依課程內容來進行活動；二是在分析過程中，完全不考慮每位同學在圈選印象最深刻的課程與活動最有趣的單元時的名次順序，忽略了同學對課程單元的感受是不同的情況下，自是無法呈現真實的情況。

為了客觀呈現同學對課程與活動的真實感受，故將同學們在圈選時所排定的名次給予模糊權數，以模糊統計的概念做評量分析，如圖 4.4 同學印象最深刻的課程，前 6 名是：

- No.1 第 12 週「圖形遊戲之搭橋結盟」；
- No.2 第 9 週「專題演講：鑲嵌圖案設計」；
- No.3 第 10 週「摺變四邊形」、第 13 週「圖形遊戲之六根火柴問題」；
- No.5 第 17 週「碎形賞析」；
- No.6 第 4 週「柏拉圖立體」與第 11 週「摺變六邊形」。

圖 4.5 同學覺得最有趣的活動，前 6 名是：

- No.1 第 12 週「圖形遊戲之搭橋結盟」；
- No.2 第 13 週「圖形遊戲之六根火柴問題」；
- No.3 第 4 週「柏拉圖立體」、第 11 週「摺變六邊形」並列；
- No.5 第 10 週「摺變四邊形」；

No.6 第3週「正五邊形與黃金分割」、第8週「神奇的圓週率 π 」、第14週「尋找畢氏定理」。

在圖 4.6 印象最深刻的課程與最有趣的活動對照中發現，第12週「圖形遊戲之搭橋結盟」是同學認為印象最深刻的課程與活動最有趣的單元。而出現單元活動與課程內容落差大的週數，則較以一般統計方法評量分析時增加，像是第6週「一筆畫遊歷問題之漢米頓圈」、第9週「專題演講：鑲嵌圖案設計」與第17週「碎形賞析」，同學認為課程內容印象最深刻的課程，但活動未必有趣，解讀此現象的原因是：這幾個單元在課程的設計上，以趣味化的圖形或精采的動畫呈現，所以同學會有較大的視覺感受，但同學卻不能將課程內容所要傳達的數學概念應用在活動中，活動遇到較大的挫折，花費太多的時間且成就感低，自然被歸為沒有趣的活動。

又像是第8週「神奇的圓週率 π 」與第13週「圖形遊戲之六根火柴問題」，同學普遍認為活動很有趣，但對課程內容沒有太多的印象。以下分別說明：因為同學在第7週反應算式太多，所以第8週的課程活動內容有所調整，改以欣賞 π 的音樂與創作以及 π 的測驗，測驗內容不涉及計算，以 π 的歷史及數學家對 π 的應用為主，因此在與第7週的活動比較下，會覺得第8週課程活動是有趣的。而在第13週課程內容，是延續第12週拓撲的主題，相對的會使用較多的數學語言做“同構概念”的說明，同學未必能瞭解，但在活動進行時，藉由教具的操作，在拼出指定圖形的過程中，明白同構的原理，也就是說，同學們是在活動中逐漸領悟課程內容，所以會覺得活動很有趣。

圖 4.4 同學印象最深刻的課程（模糊統計）

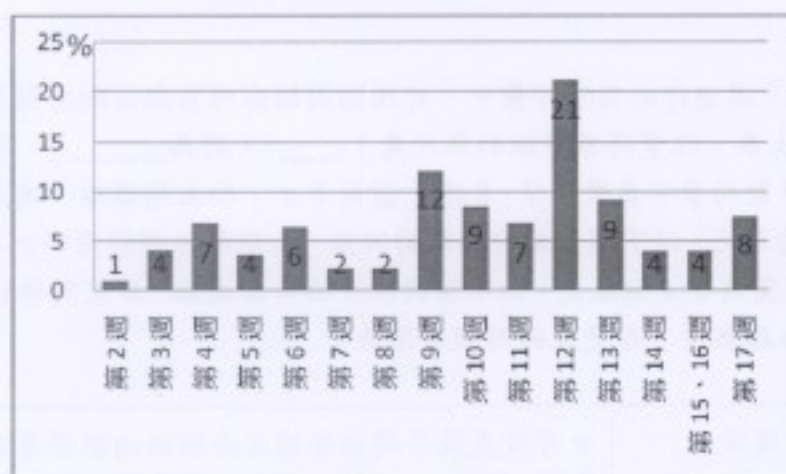


圖 4.5 同學覺得最有趣的活動 (模糊統計)

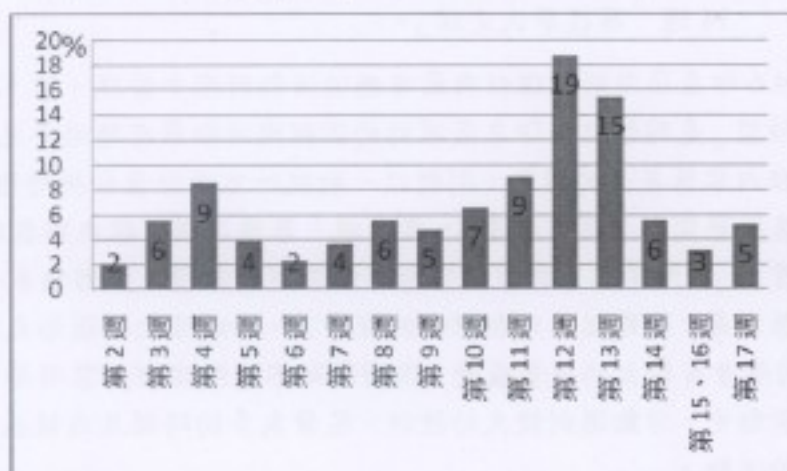
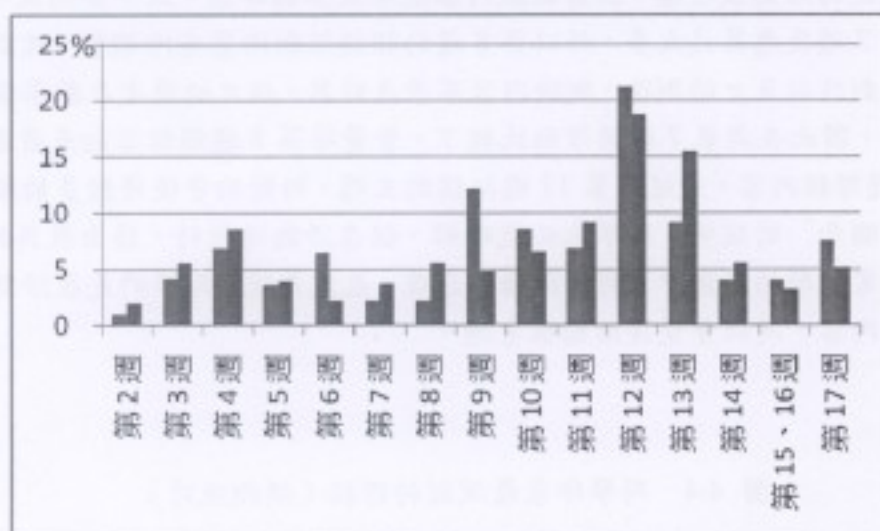


圖 4.6 印象最深刻的課程與最有趣的活動對照圖



在第 17 週進行的教學評量中，有兩個與課程內容與活動有關得問題：一是「2. 根據上表，你覺得不好玩的單元是：____，因為_____」，不令人感到意外的是，多數同學不喜歡第 7、8 週「圓周率 π 」的主題課程，或是要用到太多數學符號的單元。以下列出部份同學的回應。未來將強調圓周率 π 在科學上的應用，及發現圓周率 π 的歷史，但不強調求 π 的計算過程。希望同學對隱藏在「圓」圖形中的無理數 π ，有更多的認識與想法。

編號 1	圓周率 π	π 可說是最早開始接觸且去解析的數學原理，又它可說是一個無窮無盡的數列，讓我感到煩躁！不過 π 的音樂欣賞倒是挺特別的~
編號 2	圓周率 π	就只是一直算而已很無聊！

編號 3	圓周率 π	對圓周率不是很熟才沒興趣。
編號 4	圓周率 π	當第 7 週教過尋找圓周率 π 後，了解 π 的由來就覺得 π 已不再神奇，所以感覺有點重覆。
編號 5	圓周率 π	太多數字了~~~~。
編號 6	圓周率 π	以前都是利用公式來尋求解答，當不能利用的時候，真的有令人無所適從的感覺。
編號 7	尋找畢氏定理的證明	都是數學符號，不喜歡，很沉悶！
編號 8	碎形賞析	圖片看得眼花撩亂，感覺在生活上有點不實用，有點難懂。
編號 9	典雅幾何圖形欣賞	比較呆板，只是看看而已，我比較喜歡動手實際操作。

問卷中的另一個問題是：「3. 根據上表，你覺得對未來在專業科目學習上，最有幫助的單元是：_____，因為_____」。規劃設計學群的同学認為，從數學的角度來解說圖形設計的原理，對他們在專業的學習上有很大的幫助。以下列出部份同學的回應。

編號 1	鑲嵌圖案設計	我終於了解到如此美麗的鑲嵌圖案是有其原理的！這樣我也有機會可以自行設計圖案了。
編號 2	鑲嵌圖案設計	走建築相關的話很有幫助
編號 3	碎形賞析	可以排出漂亮有規律的圖形，可以幫助我之後設計建築造形上有個參考。
編號 4	碎形賞析	可以藉這個概念做出很多很棒的圖形。
編號 5	鑲嵌圖案設計	我是學設計的，所以美術圖案設計的課程，對我稍有幫助。
編號 6	碎形賞析	有美術的內容，讓我增廣見聞。
編號 7	摺變四邊形和六邊形	很酷！而且在自己的報告上有用到。

4.3 課程配置教學助理之實施成效評估

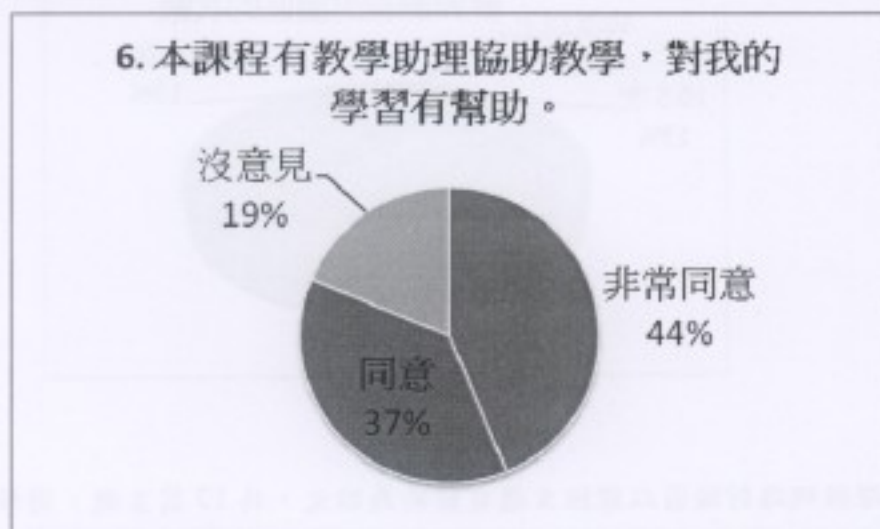
本課程未使用教育部補助之教學助理經費，原計畫申請配置 2 位教學助理，因實際修課人數僅有 18 人，未達補助規定的 25 人，且學校配合款的使用大多已有規劃。教師評估修課人數少，教師足以應付分組活動的進行，唯部分單元因教具的製作與操作費工費時，故以非常少數的配合款聘請教學助理，並在第 4、11、14、18 週，共計四週，協助課程活動的進行。因為教學助理的經費十分有限，故教學助理的規劃較原先計畫有很大的改變。以下列出 98/10/16 所提出的教學助理的規劃與 99/2~99/6 教學助理實際協助事項比較如下表。

編號	原訂教學助理的規劃	教學助理實際協助事項
1	部份授課建議：由研究生 TA 的專業領域出發設計部份課程，以電腦軟體示範圖形之變化，藉以激發同學創作更多變化的數學圖形。	無
2	課程分組討論帶領、記錄整合：全班以 4 到 5 人一組，約有 12 個小組。在教具操作的說明上採各組分別示範，因此在有限的時間內非常需要研究生 TA 的協助，以其達成同學能正確使用教具，進而尋求解題策略。	第 4、11、14、18 週協助課程活動之進行，全班以 2 到 3 人一組，共有 8 個小組。 分組活動協助事項：教具製作與操作，以及引導同學尋求解題策略。
3	參與課前課程內容規劃及課後學生學習成效之討論。	課程資料整理與教具的製作。
4	參與部份課程評量：本課程 TA 負責評比之項目及百分比為： 課內討論與上網討論評量佔 20%；平時作業佔 10%；合計佔教師對學生評分之 30%。	僅就參與課程分組活動的部分，記錄各組同學的學習狀況，並於活動結束後，與教師進行討論。
5	協助完成期末之成果發表。	各組期末報告錄影，以及摺變作品的展示。
6	參與 TA 相關訓練課程。	參與 TA 相關訓練課程。
	相關行政業務的協助。	無

教師錯估教學助理的重要性。班級人數雖少，但忽略同學對數學問題需要更多的引導與思考，教師常因此無法完整回答小組同學提出的問題。所以在有教學

助理隨班協助教學活動時，教師能掌控活動的進行，有更充裕的時間回答同學提出的問題，給予更多的幫助。整體而言，教學助理給予的協助甚多，讓同學有好的教具可以操作，能夠專心學習，教師能夠專心授課，教師得已規劃一些難以由教師一人獨力完成的活動。難能可貴的是，教學助理本著對教學工作的熱情，不在意微薄的經費，給予教師最大的協助。

最後，以學生立場來看，更有 80% 的同學給予教學助理相當正面的肯定，以下為教學評量的統計資料：

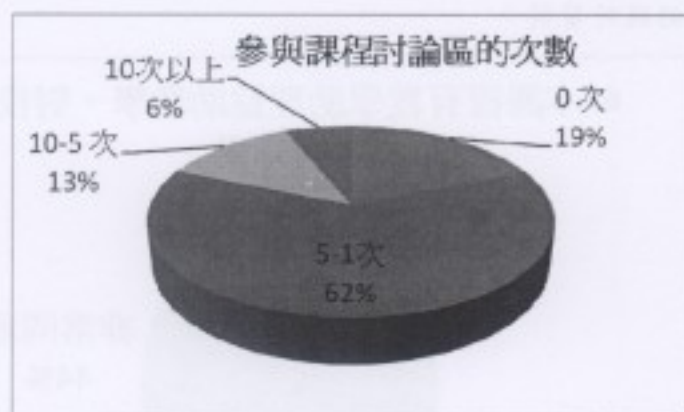


4.4 課程網站建置於增進教學品質評估

課程網站建置對於增進教學品質有明顯正向的幫助，分項說明如下：

- 最新消息：提供最新的課程資訊，提醒同學常上教學網頁來尋寶。
- 課程相關：讓同學知道課程的源起，詳述課程目標，瞭解內容綱要及評量方式。
- 課程內容：同學可在此查閱每週教材、參考資料，不會遺漏課程的任何部份。每當同學在課程內容看到特別的圖形，總是希望老師快點講解，此部份可提昇同學的學習興趣。此外，在課程單元結束後，會將當週的課程錄影，在網頁上做連結，對於因為工作而不能來上課的同學，提供另一種學習的方式，同學就不會錯過每一個課程。
- 課堂剪影：這是同學最愛點閱的單元，可以看到大家的活動照片，並分享學習單上的作品。此部份可增加同學的參與感，更積極上課、更積極討論，也留下美好珍貴的學習回憶。
- 學生作品：這是一個和大家分享作品的園地。當看到自己的作品被放上網站，內心充滿著喜悅與榮譽感。再看看他人的作品，和自己如此的不同與美好，和大家在一起的感覺真好。

- 網路資源：提供學習單的下載、課程相關的網頁連結，讓同學可以在課後和朋友分享課程活動。這個部份提供許多和圖形有關的訊息，同學們都覺得非常有趣。
- 網路討論：這是教師和同學課後聯繫交流的主要空間，不但可以延續課程的討論，更可以延展課程的深度。雖然多數同學每週上網至少一次，但是同學上網討論並不熱絡，以下是同學第 18 週自評的上網討論統計資料：



本課程網路討論區以課程主題有關的為貼文，共 17 篇主題，同學回應 98 次，瀏覽次數 2082 次。以下為每週討論主題及觀看人數：

週數	討論主題	觀看人數
1	玩過索馬的人總是會對它念念不忘，真的是難纏又迷人的索馬啊！	263*
2	數學不是只有計算和證明！	129
3	大自然中黃金比的出現是否只是一個巧合呢？	390*
4	真的只有五個柏拉圖立體嗎？	130
5	歐拉是數學史上最多產的數學家	58
6	歐拉圖和漢米頓圖有何不同？	276*
8	π 裡有何玄機？	121
9	一場數學與圖形的對話---『鑲嵌圖案設計』	68
10	有趣的「摺變」！	79
11	摺變六邊形的玩法，會隨著它的階數呈現出更多的樂趣！	329*

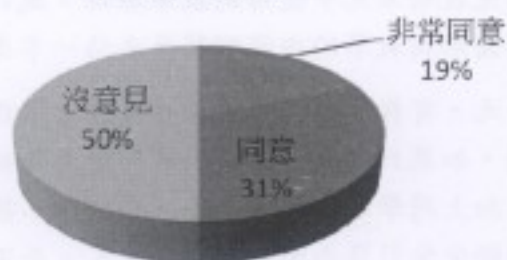
12	「搭橋」附記	46
13	六根火柴之美好夜晚!	51
14	畢氏定理淺談	68
15	做個藝「數」家也很開心呢!	51
16	鴿眼翻轉----平面圖形的變化	42
16	潘洛斯鋪磚法之科學發現	44
17	碎形----奇怪的形狀，無窮的應用	33

其中在週數 1、3、6、11，觀看人數有【*】記號的，人數較多的原因是：有其他班級的同学加入討論，這個班級是上通識必修課「數學與邏輯」，修課人數為 65 人，因為在數學單元的部份，有介紹與本課程相關的主題，為了能善用學校資源，一起參與討論，希望有更多的迴響。討論區的每個主題觀看人數都遠遠超過班級人數，主要是有的同學會請沒有修課的同學或朋有一起觀看，或是重覆觀看，但主題回覆的人卻很少，經詢問後發現主要原因有三：

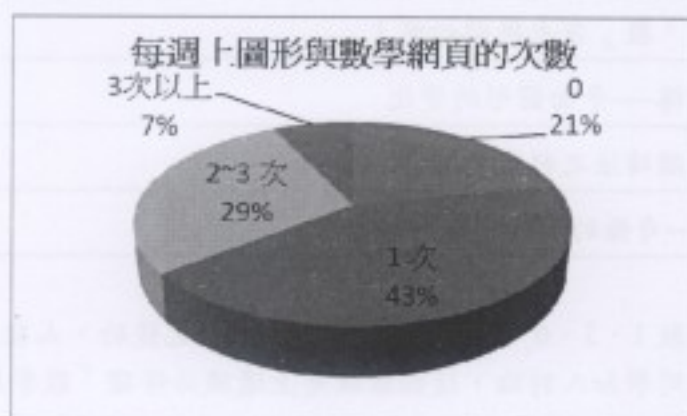
1. 同學不擅長做數學上的心得報告。在課堂上有老師引導，學習單上可以表達看法，但若是在家回覆感想，往往只有感受數學的奧妙，卻無法做更進一步的探討，最後同學選擇只觀看主題文章。
2. 進修部同學本來就比較忙碌，即使沒有工作也要幫忙家裏，因此時間較為有限。
3. 有些同學家裏沒有電腦、或必須和家人共用電腦，這是在要求同學繳交作業電子檔也發生的。有時學校網路系統不太穩定，過假日時曾有數次當掉，同學因此不願再試。

雖然在網路討論區的回覆人數少，但在第 18 週的教學評量中，同學對網路討論區是否對學習有所助益，仍有半數的同學給予肯定，成為課業之餘、工作之餘的一個瀏覽空間。

5. 課程使用討論區系統對學習這門課程有所助益。



最後，根據同學第 17 週自評的上「圖形與數學」網頁統計資料顯示（如下圖），九成以上的同學每週都會上教學網頁，只有 3 人不曾上過，經詢問後得知，有同學沒有使用電腦的習慣或家中無電腦，加上同組的同學會上網回應，所以更沒有上網的動機，此部份是教師在課程設計時忽略的狀況，未來將予以改進。



4.5 小結

此計畫執行雖已執行完畢，多位教師及班級成員皆給予不少迴響與鼓勵，但仍有多項改進事宜，以下教學施行改進事項及成效評估的最後小結將分兩方面說明，一從教師的立場，二從班級同學的立場。

一從教師的立場來看，可分為四項：

- 課程架構雖完整，部分單元需加強數學與圖形的關聯性：本課程以圖形設計與圖形遊戲來說明生活處處有數學。圖像是容易為人所注意的，但在執行過程中，部份同學會將圖像視為獨立的課程，無法與數學理論做連結。因此在吸引同學的注意後，如何加強數學理論的基礎，讓同學在不排斥數學課的情況下，學習更深入的數學知識，是教師努力的方向。
- 講授內容很豐富，教材的深度與廣度要兼顧：本課程算是有廣度、沒深度，特別是在數學的部份。教師在每一單元主題提供許多的圖片，舉凡建築、藝術、科學、大自然的各種事物等等，豐富的圖像內容相對的壓縮了數學背景的說明，所以多數同學認為本課程圖形成份佔 70%，數學內容僅 30%。若能在課程一開始先說明單元中使用的數學原理，或許同學較能掌握學習重心，未來希望能將圖形與數學的內容調整至各佔一半為佳。
- 問題討論真多元，有教學助理的協助會更好：本課程修課人數雖少，但每週都有小組活動，如果只有教師 1 人引導同學，每組停留的時間仍不足夠，容易顧此失彼，加上同學討論經驗不多，規則也不熟悉，若能每週都有教學助理的協助，教師便能引導小組的討論更深入，而不僅止於蜻蜓點水的小組帶領模式。

- 教學方式較活潑，加強教學網頁的功能：本課程了解進修部同學容易因工作疲累而降低注意力，因此採取較活潑的上課方式。還為因加班而無法上課的同學，在教學網頁上提供課程錄影之影音連結。多數的同學都會進教學網頁尋找資料，因此提供更多與課程有關的資料或連結網址是非常重要的。而鼓勵同學在網路討論區回應，更能了解別人和自己在課程學習心得的不同地方。

二從班級同學的立場，部份將根據第 18 週教學評量（四）個人回應，及第 17 週問卷的填寫內容來做說明：

- 課程內容滿意多：同學們都能感受到教學團隊的用心與認真，並說出感謝，和同學一起堅持到活動結束，常常延後下課時間，每回和同學一起搭電梯，和同學分享活動中的趣事，也能增進學習動機。以下節錄同學所寫的部份內容：

編號 1	上完這門課，讓我對數學產生了不同的看法，原來從圖形去瞭解數學比從數字去瞭解數學更簡單易懂多了。
編號 2	希望能再修到老師的課，上這門科目會讓人發揮想像力及創作力，是一門有趣的課程。
編號 3	很好玩、有趣，可以動動腦，顛覆了我對數學的印象。
編號 4	互動很夠，不會讓人覺得被排擠，反而有興趣期待下次的上課內容。
編號 5	整體上還不錯，死板數學變生動了。
編號 6	就很有趣，可以嘗試到不同的遊戲。在課堂上有思考到，也學到之前沒學到的東西。
編號 7	彷彿回到小學美術課那種最純真的想像，當年紀越大接觸的越是複雜及專精，卻往往迷失了最初的開端。這們課有充足的教材，完整的影音及簡報，因為實際的參與及操作，讓我更了解課程重點，少去了想像的錯誤。
編號 8	老師教學很認真，對課程安排也很好，希望老師可以把這門課推廣給更多同學。
編號 9	很活潑有趣的課，充實許多藝術與數學間的知識。
編號 10	是堂引發性與連貫性很強的課程，讓我不自覺在生活中去發掘課程中相關有趣的圖案。
編號 11	課程教學都可以理解，但並不是一個輕鬆的課程。
編號 12	這門課有別於其他的課程，非常的有趣。老師帶著我們了解很多和圖形有關的數學，其實和平常的生活息息相關，這和我唸的科系差了十萬八千里，所以在某些單元時，還蠻吃力的，不過還是非常好玩！

- 課程建議很實際：因為每週分組活動很緊湊，實在無多餘的時間，進行原先計畫填寫的小組討論記錄表。但在幾次的課程活動後，和同學建立良好的情誼，所以在每次的活動結束後，總能聽到最直接的建議與看法，下表為部份同學寫在評量上的建議。以下針對四點作說明：1. 圓周率 π 的單元，出現太多的數學式子，同學普遍反應不佳，未來將以強調 π 在圖形與科學上的發現與應用，更加符合本課程之精神；2. 有同學覺得教材太淺，但也有同學覺得寫作業有點吃力，誠如同學所說，這是大學的課程，內容可以再深入些，故對於寫作業感到吃力的同學，教師應加強輔導，並給與更多的協助；3. 未來在教具的選擇，會更注意其使用上的安全性；4. 多數同學喜歡製作及操作教具，藉以尋求解答的活動方式，因此如何協助同學，在有限的時間內，熟悉教具的操作，進而找出解題策略，非教師一人之力可完成，未來若有教學助理的全程協助，對同學的學習成效必大有助益。

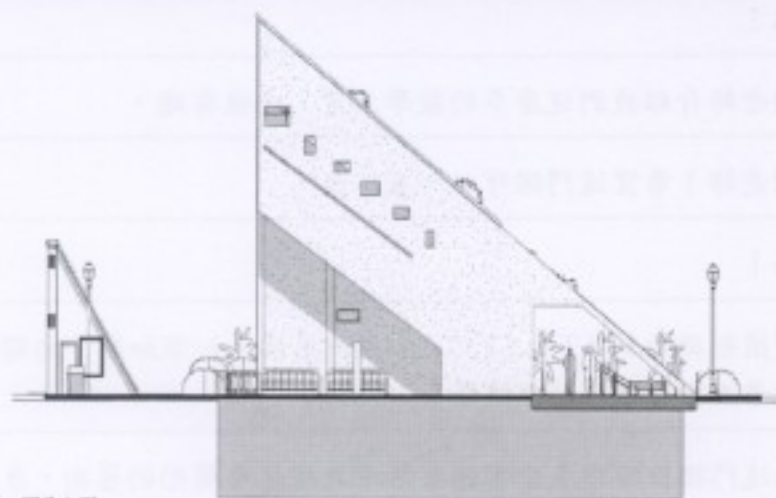
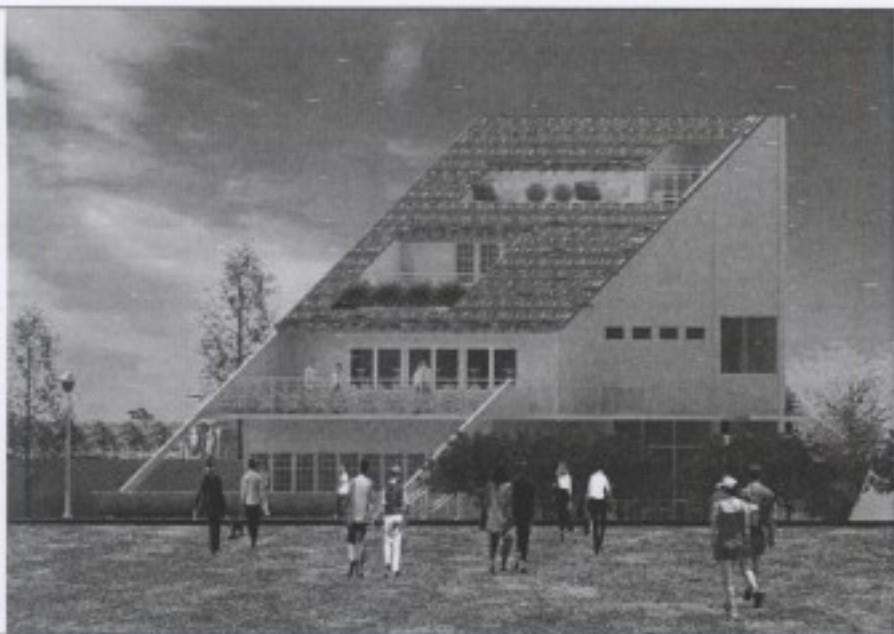
編號 1	大致上都很 OK，這樣的上課內容、教材都不錯。只是有些課很想睡，不是老師上的不好，是單元很無聊（例如 π ）。
編號 2	教學方式還可以，就不像平常上的數學課，而且每次老師還準備好器材，還不錯。
編號 3	教材的深度有點淺，可以再更難一點。畢竟已經大學，感覺有點淺，不太符合年紀。
編號 4	分組似乎太輕鬆了，其實可以多一些個人作業或個人報告。
編號 5	全部都很好，沒有不適宜的地方，很生活化，學生容易進入思考。
編號 6	有些木製的教具會刺手，可以找更好的教具。
編號 7	可以的話，能有多些圖形引導和邊做邊學的時間，以免時間（習作）太短暫，因為我喜歡實作的部份。
編號 8	能在上課時完成作業就好。如果要安排回家作業，我覺得對我來說有點吃力。
編號 9	應該改成 4 學分，這樣上課的時間更充裕，思考的時間更多，作業也能更棒！

- 同學想對老師說的話：和同學一起走過的日子，從一開始的害怕數學課，到後來的期待課程帶來的樂趣，我看見每位同學的改變與突破。雖然課程名稱「圖形與數學」聽起來好像是一門注重邏輯與規則的課程，但在大家的熱情參與下，變得生動活潑了起來。同學們給老師的話，帶給教師最大的鼓勵。

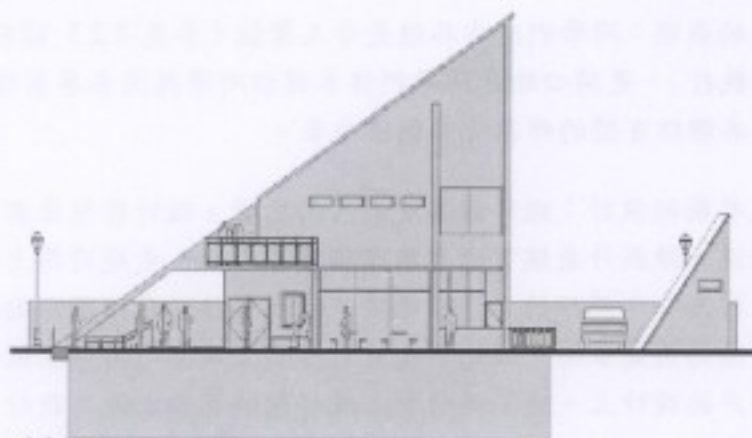
編號 1	其實我一直都傻呼呼的~不知是好還是不好？老師真的很棒啦！我想整個班都一定是這麼想的！加油~！
編號 2	很謝謝你這麼用心教導我們！辛苦你啦！我們都很喜歡你喔！
編號 3	如果可以，還是會上這門課，因為本身還是喜歡數學的。
編號 4	我很認真也很投入喔！給我高分！！哈哈！！！！
編號 5	感謝您對這門課的用心良苦！
編號 6	希望還能再上這門課。
編號 7	教學不錯，受到學生喜愛。數學公式真的不要出現，不然都悶掉了。
編號 8	愛妳！
編號 9	謝謝老師介紹我們這麼多的數學元素，也很有趣。
編號 10	謝謝老師！希望這門課可以一直下去。
編號 11	加油！
編號 12	再開圖形與數學(2)、(3)...，或換名稱(加深加廣)的課程，讓有興趣者不重覆選修的繼續學習。
編號 13	因為這門課程讓我在平常的生活中更能體會圖形的藝術，原來忙碌的台北生活周遭有這麼多美的圖形，這是以前都不曾注意到的。

■ 同學創造力的表現：同學們的作品總是令人驚豔（參見 2.2.3 課程活動與小組討論的規劃與執行），更開心的是同學們將本課程所學應用在專業領域上，以下將提出 4 項與本課程有關的作品及其創作由來。

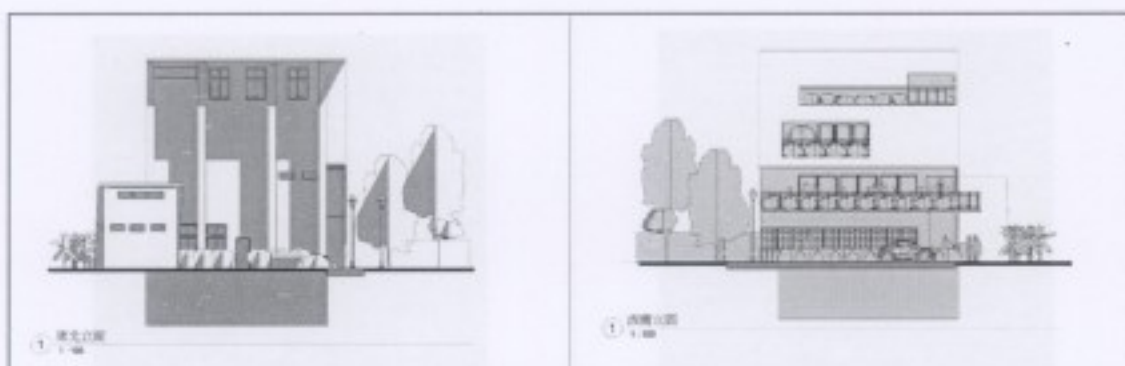
1. 三明治美式餐廳的設計：設計者為建築系的同學，設計發想來自於，三明治一簡單、快速，雖然外表樸實但是內在確豐富無比，是趕時間上班、上課的最佳選擇。因為在本課程的第 2~4 週發現許多典雅的幾何圖形的建築，以及和黃金比有關的美麗事物，因此在餐廳的外形上以三明治為主體的幾何造形，而在窗戶的設計上，則採用視覺上最舒適的黃金比做為設計元素。



① 西北立面
1:100



① 東南立面
1:100



2. FUN 任星球：設計者為數位多媒體設計系的同學，這是遊戲設計的作業。創作靈感來自本課程的第 10 週介紹的 6 階摺變四邊形，利用平面圖形的翻轉，變化出不同的面，而每面會有遊戲進行的指令，遊戲規則類似大富翁的玩法。下列圖示為 FUN 任星球遊戲的製作過程。

目的：在數千年後的銀河系中依樣何建立自己的王國。

準備：圖形圖板紙、A4 紙、剪刀、膠水、彩色筆、蠟筆、直尺、橡皮擦、迴紋針、透明膠紙、A4 紙、剪刀、膠水、彩色筆、蠟筆、直尺、橡皮擦、迴紋針、透明膠紙。

遊戲時間：混合制，一小時為一個回合，總共三回合。

遊戲規則：三回合結束後，星球總兵力加乘和兵力總合最多者為優勝。

勝利：任何人在遊戲點停留在(由此經過)，人力進行將能物歸原(兵力)為每種官 1 名。

規則：

1. 遊戲之不同階級與國家的設計與製作，遊戲時間增加，每種階級與國家已得到遊戲本不同一級階級與國家；國王與新地位官本地位，每種階級與國家已得到之官本地位已得到之官本地位；國王與新地位官本地位。

2. 遊戲時間增加，每種階級與國家已得到之官本地位；國王與新地位官本地位。

3. 遊戲時間增加，每種階級與國家已得到之官本地位；國王與新地位官本地位。

4. 遊戲時間增加，每種階級與國家已得到之官本地位；國王與新地位官本地位。

5. 遊戲時間增加，每種階級與國家已得到之官本地位；國王與新地位官本地位。

6. 遊戲時間增加，每種階級與國家已得到之官本地位；國王與新地位官本地位。

7. 遊戲時間增加，每種階級與國家已得到之官本地位；國王與新地位官本地位。

8. 遊戲時間增加，每種階級與國家已得到之官本地位；國王與新地位官本地位。

9. 遊戲時間增加，每種階級與國家已得到之官本地位；國王與新地位官本地位。

10. 遊戲時間增加，每種階級與國家已得到之官本地位；國王與新地位官本地位。

5. 紅鞋踏到

11 目的：當大家停留在這個平台時，誰有選擇是否進入太空的權利，這人的選擇將決定一顆骰子進行遊戲。

12 「命運」及「機會」：每個人持有「命運」或「機會」牌，選擇要出哪一張，並與骰子平台上的規定相符。翻開骰子平台必須重於平台重底下。

有關重星球的機會，也有付過賭費的狀況以保證已有人佔領。另外還有抽牌機會、命運、抽獎規則、工具抽牌等的可能。付過賭費的平台每一星球內。

遊戲時間：回合制，一小時為一個回合，總共三回合。

準備：遊戲開始前，要讓這牌與力量牌有力量牌者多數為優勢。

勝利：在何人經過此點時會有(如此牌面)，人力牌行牌給抽牌牌力為抽牌者1張。

規則——

5. 紅鞋踏到

11 目的：當大家停留在這個平台時，誰有選擇是否進入太空的權利，這人的選擇將決定一顆骰子進行遊戲。

12 「命運」及「機會」：每個人持有「命運」或「機會」牌，選擇要出哪一張，並與骰子平台上的規定相符。翻開骰子平台必須重於平台重底下。

有關重星球的機會，也有付過賭費的狀況以保證已有人佔領。另外還有抽牌機會、命運、抽獎規則、工具抽牌等的可能。付過賭費的平台每一星球內。

遊戲時間：回合制，一小時為一個回合，總共三回合。

準備：遊戲開始前，要讓這牌與力量牌有力量牌者多數為優勢。

勝利：在何人經過此點時會有(如此牌面)，人力牌行牌給抽牌牌力為抽牌者1張。

規則——

6. 再向上翻

13 目的：當大家停留在這個平台時，誰有選擇是否進入太空的權利，這人的選擇將決定一顆骰子進行遊戲。

14 「命運」及「機會」：每個人持有「命運」或「機會」牌，選擇要出哪一張，並與骰子平台上的規定相符。翻開骰子平台必須重於平台重底下。

有關重星球的機會，也有付過賭費的狀況以保證已有人佔領。另外還有抽牌機會、命運、抽獎規則、工具抽牌等的可能。付過賭費的平台每一星球內。

遊戲時間：回合制，一小時為一個回合，總共三回合。

準備：遊戲開始前，要讓這牌與力量牌有力量牌者多數為優勢。

勝利：在何人經過此點時會有(如此牌面)，人力牌行牌給抽牌牌力為抽牌者1張。

規則——

6. 再向上翻

13 目的：當大家停留在這個平台時，誰有選擇是否進入太空的權利，這人的選擇將決定一顆骰子進行遊戲。

14 「命運」及「機會」：每個人持有「命運」或「機會」牌，選擇要出哪一張，並與骰子平台上的規定相符。翻開骰子平台必須重於平台重底下。


有關重星球的機會，也有付過賭費的狀況以保證已有人佔領。另外還有抽牌機會、命運、抽獎規則、工具抽牌等的可能。付過賭費的平台每一星球內。

遊戲時間：回合制，一小時為一個回合，總共三回合。

準備：遊戲開始前，要讓這牌與力量牌有力量牌者多數為優勢。


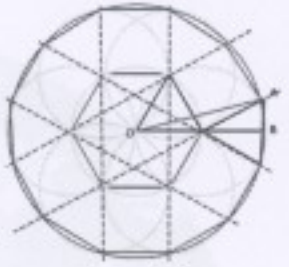
勝利：在何人經過此點時會有(如此牌面)，人力牌行牌給抽牌牌力為抽牌者1張。

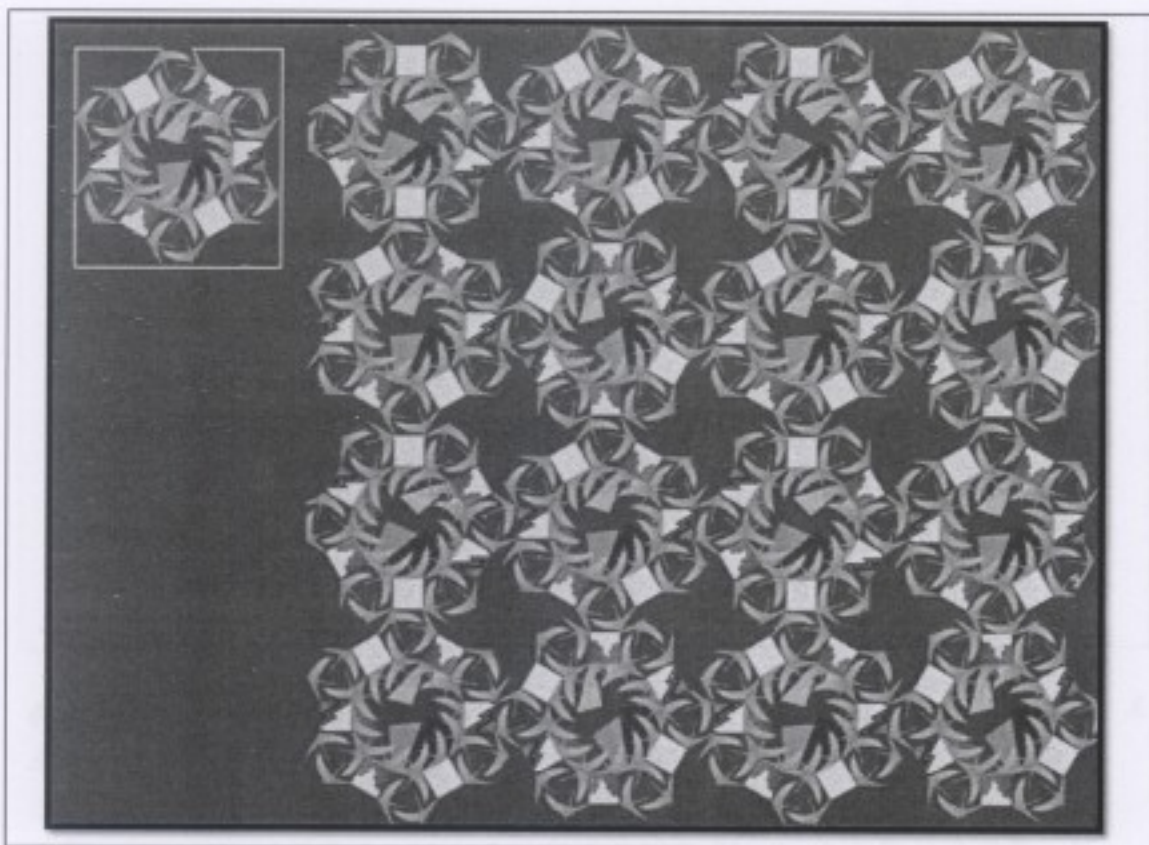
規則——

<p>10 價格：所有星球價格均需要大總統一個，除總統外，尤克爾、維特爾不買大總統即可購買。</p> <p>11 收費：同色之一顆星球，已由同一人所有，則他人停留在該星球之一顆星球時(已建有村莊或王國者按規定收費)，其過路費加倍繳納。</p>	<p>12 途路：當玩家停留在途路外時，擁有途路是否進入途路的權利，進入途路時需使用一顆骰子進行遊戲。</p> <p>13 「命運」及「機會」：任何人行至「命運」或「機會」時，應翻開該牌一張，並按照牌面上的規定辦理，翻開過後的卡片必須置於卡片最底下。</p>	<p>一次骰子不超過 以骰子數目為限制，新 翻開牌面，如翻開牌面 數字與骰子數目一致則每 翻開：國王與皇后及國王 ，如翻開牌三顆骰子與數字 一致則每翻開牌面：國王</p>	<p>一次骰子不超過 以骰子數目為限制，新 翻開牌面，如翻開牌面 數字與骰子數目一致則每 翻開：國王與皇后及國王 ，如翻開牌三顆骰子與數字 一致則每翻開牌面：國王</p>
<p>14 優勝規則：三回合結束後，星球控制兵力加現有兵力總合最多者為優勝。</p> <p>15 勝利：任何人經過此點或停留在(由此經過)，人力銀行須給他勝利(兵力)為指揮官1名。</p>	<p>16 停留：依用骰子所示數目，停留在未給他人佔領之星球時，即取權柄規定兵力佔領，取項產權所有建設公開發置於遊戲桌上，如放棄佔領，即由人力銀行公開拍賣由出價最高者所得，如停留在以藍色佔領之星球上時，即應放棄權所有建設規定，付于過路費，如其上無村莊及王國，亦應照規定繳付。</p>	 <p>17 勝利規則：勝利者將去 勝利上，勝利者已將勝利 上之所有建設建設建設之 業，此一勝利者將建設建設 之業之三，勝利者上之一勝利 勝利者去勝利勝利勝利勝利 勝利，此一勝利者勝利勝利 勝利勝利勝利勝利勝利勝利 勝利勝利勝利勝利勝利勝利</p>	<p>18 勝利規則：勝利者將去 勝利上，勝利者已將勝利 上之所有建設建設建設之 業，此一勝利者將建設建設 之業之三，勝利者上之一勝利 勝利者去勝利勝利勝利勝利 勝利，此一勝利者勝利勝利 勝利勝利勝利勝利勝利勝利 勝利勝利勝利勝利勝利勝利</p>

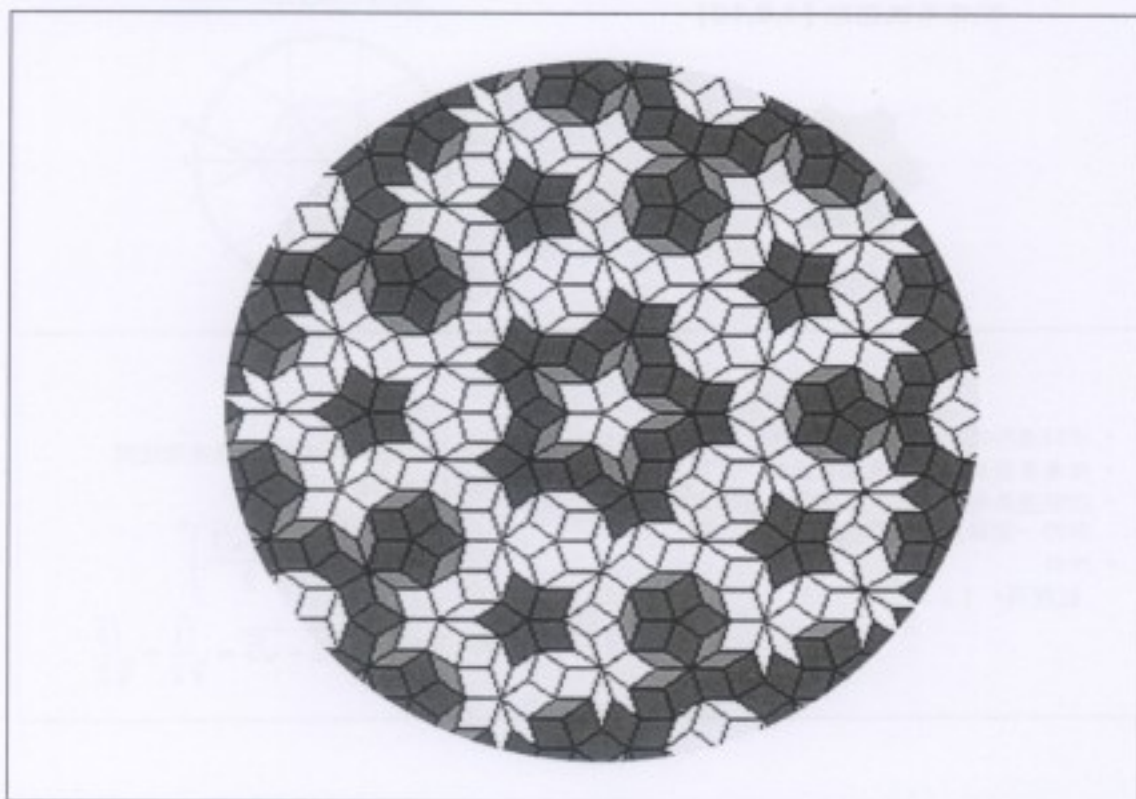
7. 會看到這個畫面 → 8. 翻面後將紅框處貼起來

3. 歐幾米德圖形[4,6,12]的圖形設計：設計者為數位多媒體設計系的同學，此為本課程第 15、16 週數學美術館的作業。同學嘗試以正 4 邊形、正 6 邊形及正 12 邊形做圖形設計，但在使用繪圖軟體時，發現無法定出正 12 邊形的參數值，導致無法將正 4、6、12 邊形完全鑲嵌在一起，在與教師的討論後，發現必須計算出外接正 12 邊形的圓半徑，即為繪製正 12 邊形的參數值。在使用數學公式的計算下，得以設計出令人滿意的圖案。

<p style="text-align: center;">歐幾米德圖形 [4,6,12]</p> 	<p style="text-align: center;">正十二邊形</p> 
<ul style="list-style-type: none"> • 正12邊形的半徑是藍線長度。 • 但要算出藍線就要先算出紅線 • 如果邊長是1，則紅線長就是紫色正三角形的一個邊長加上紫色正三角形的高。 • 所以 紅線長 = $1 + \frac{\sqrt{3}}{2}$ 	<ul style="list-style-type: none"> • 再利用 直角三角形AOB之畢氏定理性質 $OA^2 = OB^2 + AB^2$ $= \left(\frac{1}{2}\right)^2 + \left(\frac{2+\sqrt{3}}{2}\right)^2$ • 藍線長度 = $OA = \sqrt{2+\sqrt{3}} = \sqrt{\frac{1}{2}} + \sqrt{\frac{3}{2}}$



4. 潘洛斯鋪磚法：設計者為建築系的同學，設計靈感來自於第 16 週的數學美術館，課程中介紹潘洛斯鋪磚法，利用與黃金比有關的兩組菱形，以 5 重旋轉的方式拼貼出美麗的圖形。



5. 結論與建議

衷心感激教育部顧問室提供本課程的補助計畫，感謝中國科技大學給予最好的軟硬體設備，還要謝謝通識中心的數學老師們，一直給我最大的支持與鼓勵。過去在本校通識選修只要有「數學」二字，課必倒！本課程如果沒有教育部顧問室通識教育課程計畫的「加持」，最後的結果應該也是和過往一樣。很高興數學也能開通識選修，這是我一直想要做的事情。從最初看到同學們因為過去數學課帶來不美好的學習經驗，而將擔心害怕寫在臉上，到漸漸的喜歡觀察、發問，樂於分享自己設計的圖形、找到的解題策略，我的內心是非常感動的！或許我的學生在數學計算上的能力是低的，但他們的創造力卻是無窮的！

每個週五晚上最後的兩節課，總是讓人期待又緊張，期待的是可以和大家分享我喜歡的圖像與數學故事；緊張的是學生們是否能體會到圖形中的數學？對課堂上的活動是否能感受到數學的樂趣？今晚是否又有同學因為加班而無法上課？...因為擔心而緊張比期待的心情多了許多呢！儘管如此，當和同學一起搭電梯走出校園的那一小段路程，聽他們說說課程中的有趣過程，像是 π 的音樂很好聽、用圓規畫螺線很好玩、分子結構球拼出的正12面體像足球、艾雪的作品好迷幻、搭橋遊戲怎麼都贏不了電腦、被6根火柴的教具刺到、碎形的動畫好炫、...等等。還有同學告訴我，原來她在夜市玩過的小遊戲，竟然是和拓撲學有關。週五的夜晚竟是如此的美好啊！

身為一位在通識教育中心的數學老師，最希望的是能打破同學對數學課的刻板印象。數學可以是好玩的，數學可以是有趣的，看看坊間有許多益智玩具，都和數學脫不了關係，可是價格都不低呢！幸運的是有經費可運用，讓我得以準備各種不同的材料，做為活動的教具，同學可以體會從做中學，學中做的道理。也因為教具的操作，讓同學在實際的參與後，更能掌握圖形與數學的相關性。所以有同學告訴我，從圖形去瞭解數學比從數字去瞭解數學更簡單易懂多了。透過圖像尋找數學，相信大家已經懂得欣賞數學有趣且迷人的一面。也因為這門課讓同學對數學完全改觀，現在已經有同學希望能再修到和數學有關的通識課程了。

我必須誠實的面對我所處的學校環境，大多數的同學都不喜歡數學，在鼓勵同學不要放棄數學，細數數學的好處時，往往換得是上課時的充耳不聞，以及只有簽名的空白考卷。同學們在數學學習上的低成就，竟也成了我教學上的低潮，教師也是需要被鼓勵的。雖然圖形與數學的修課人數只有18人，但他們在課堂上的反應，讓我感受到有人很認真的在聽我說些什麼，真的好溫暖！謝謝大家讓我對數學教學重燃熱情。

回歸到課程教學目標：

1. 數學不只是數字的計算和符號的演算。我們的生活常常進行著和數學有關的活動。
2. 鼓勵同學以數學元素做為圖像的創作基礎。

3. 提昇自己的數學理解能力，由「知道」數學跨入「領悟」數學。以圖像的方式學習數學，逐漸掌握瞭解數學問題的竅門。
4. 引發學生學習數學的熱情。藉由生活中的數學遊戲，尋求與過去的數學課程相關聯的部份，再運用創造性的新方法解決問題。

這些都不只是靠教師來執行的，而是要班級裡的每一位成員在課堂上學習、在生活中觀察，運用課堂中所學，發揮創造力，才能真正感受到生活處處有數學。在課程的執行中發現，規劃設計學院的同學在瞭解了圖形變化的數學原理之後，便能很快的將其應用在他的專業課程；商管學院的同學對圖形遊戲的領悟力較高，反應較快，通常能有具體的致勝方法，比較可惜的是無法用文字描述其方法，因為同學不懂得如何將實際問題轉換成數學問題，這樣才可以用數學來解題，這將是本課程未來欲突破的部份。

最後，補充一個本計畫執行時的狀況。「圖形與數學」這門課強調透過圖像尋找數學，最後當回歸數學的本質，因此當同學在面對數學層面的探討時，是非常需要更多的引導與時間思考，僅憑教師一人的從旁協助，在時間的分配上不足，也很難做更深入的探討。原本以為修課人數少，教師應該可以獨自掌控活動的進行，但實際執行時發現，即使修課人數只有 18 人，小組活動的進行所面臨的問題，不亞於大班級所遇到的問題。因此為了維持教學品質與成效，不因經費資源等因素而受到太大的影響，若得以配置教學助理 1 名，定能為修課同學帶來最大的幫助。

6.2 教學評量表

6.2.1 第 17 週教學評量表

「圖形與數學」期末問卷

感謝大家和我一起玩數學，希望它能帶給同學和過去不同的數學課。

1. 下表是整學期的課程主題與活動，請依據個人感受，標示出你覺得印象最深刻的前六名；以及你覺得活動很有趣的前六名。

週次	主題	名次	活動	名次
第二週	典雅幾何圖形欣賞		繪出硬幣圈形成的網格。	
第三週	正五邊形與黃金分割		以尺規作出螺線圖形。	
第四週	柏拉圖立體		以分子結構球建構柏拉圖立體，並觀察點線面的對稱圖形。	
第五週	一筆畫圖形之歐拉圈		完成學習單，並分組上台報告。 利用一筆畫創作具有美感的作品。	
第六週	一筆畫遊歷問題之漢米頓圈		完成學習單，並分組上台報告。	
第七週	尋找圓週率 π		在不使用圓周率 π 的條件下，算出 $3/4$ 圓的周長與面積。	
第八週	神奇的圓週率 π		圓周率 π 的音樂欣賞，及圓周率 π 的知識測驗。	
第九週	專題演講：鑲嵌圖案設計		圖案設計實作。	
第十週	摺變四邊形		摺變四邊形競賽。	
第十一週	摺變六邊形		摺變六邊形的製作。	
第十二週	圖形遊戲之搭橋結盟		搭橋結盟比賽。	
第十三週	圖形遊戲之六根火柴問題		以六根火柴拼出不同的拓撲圖形。	
第十四週	尋找畢氏定理		畢氏定理的證明。	
第十五、十六週	數學美術館		設計具有數學元素的圖形。	
第十七週	碎形賞析		碎形圖形之設計	

2. 根據上表，你覺得不好玩的單元是：_____

因為 _____

3. 根據上表，你覺得對未來在專業科目學習上，最有幫助的的單元是：_____

因為 _____

4. 我每週上「圖形與數學」網頁大約 _____ 次。

最常點閱的是：_____（可複選，請以點閱頻率由高到低排序）

A 課程內容 B 課堂剪影 C 學生作品 D 網路資源 E 網路討論

F 最新消息 G 課程相關

6. 我在「網路討論」的次數是 _____ 次。

（大於 3 次的同學可以不用回答下面這個問題）

我不常（或從來沒有）在「網路討論」回應問題的原因是：_____

7. 在「網路資源」區提供了許多和課程有關的連結網址，你連結過哪幾個？

8. 你覺得的課程內容中，『圖形』和『數學』的成份分別佔了多少百分比？

『圖形』佔_____%；『數學』佔_____%。（兩個加起來要有 100 喔！）

9. 「圖形與數學」帶給你的收穫是：(請發表在期末報告)

6.2.2 第 18 週教學評量表

(一)基本資料及修課狀況

1. 學期開始時，對此課程的期待與興趣

高 中 低

2. 我修讀此課程的理由是

興趣 湊學分 其他_____

3. 我自己到課的狀況

全勤 缺課 1 至 2 次 缺課 3 至 4 次 缺課 5 次以上

4. 我自己遲到的狀況

都準時 偶而遲到 經常遲到 5-10 分鐘 經常遲到 10 分鐘以上

5. 除上課時間外，我平均一週修讀此課程的時間

3 小時以上 2-3 小時 1-2 小時 1 小時以下

6. 參與課程討論區的次數為

10 次以上 10-5 次 5-1 次 0 次

(二)學生自評

	非	非	非	非	非
	常	常	常	常	常
	同	同	同	同	同
	意	意	意	意	意
1. 我課堂上認真學習且專心投入。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. 我主動思考與課程相關的問題。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. 整體而言，我滿意自己的學習表現。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. 修習一學期的課程，我能理解這門課的學習重點。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. 課程使用討論區系統對學習這門課程有所助益。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(三)老師教學評量

	非	常	沒	不	不
	同	同	同	同	同
	意	意	意	意	意
1. 教學認真，具有熱忱。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. 授課表達清楚、有條理。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. 教學方式能啓發學生學習興趣。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. 課程內容豐富、有組織。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. 重視學生的反應，並對教學作適當調整。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. 本課程有教學助理協助教學，對我的學習有幫助。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	非	常	沒	不	不
	同	同	同	同	同
	意	意	意	意	意
7. 在開學初，教師提供完整的教學大綱與評分方式。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. 教材能考慮到學生的需求，並提高學習效果。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. 課程活動及作業能配合教學內容，有助於學習。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. 教師鼓勵同學互動討論與發問。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. 學生有疑問時，能得到教師適切的指導。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. 教師能以各種方式評量學生的努力程度及學習成效。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. 我對教師的整體教學表現給予讚許。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(四)個人回應

我對課程教學及學習上的心得或感想：

我對課程的建議：

(如教學態度、教學方式、教材內容、評量方式、教學輔助器材的運用、課內或補充教材的選擇...)

我還有話要對老師說：

6.2.3 第 18 週教學評量表(四)個人回應

(四)個人回應

我對課程教學及學習上的心得或感想：

很好玩 有趣 可以動動腦

顛覆了我對數學的印象

我對課程的建議：

(如教學態度、教學方式、教材內容、評量方式、教學輔助器材的運用、課內或補充教材的選擇...)

沒有 ~ 很豐富

每節課的內容都很

我還有話要對老師說：

希望還能在上這門課

(四)個人回應

我對課程教學及學習上的心得或感想：

上完這門課讓我對數學產生了不同的想法，

原來從圖形去理解數學比從數字去理解數學更簡單易懂多了。

我對課程的建議：

(如教學態度、教學方式、教材內容、評量方式、教學輔助器材的運用、課內或補充教材的選擇...)

分組似乎太輕鬆了，其實可以多一些個人作業或個人報告。

我還有話要對老師說：

感謝您對這門課的用心良苦！

(四)個人回應

我對課程教學及學習上的心得或感想：

很希望能夠再修到老師的課，上這門

科目讓我發揮想像力及創造力，還一門有趣的！

我對課程的建議：

(如教學態度、教學方式、教材內容、評量方式、教學輔助器材的運用、課內或補充教材的選擇...)

沒有什麼需要建議的，老師每節的教學都

相當豐富

我還有話要對老師說：

感謝您！這麼用心的教學！

辛苦了！我們都愛您的課！

(四)個人回應

我對課程教學及學習上的心得或感想：

是堂引發性和連貫性很強的課程。
讓我不自覺在生活中去發掘課程中相關有趣的圖案。

我對課程的建議：

(如教學態度、教學方式、教材內容、評量方式、教學輔助器材的運用、課內或補充教材的選擇...)

可以前置,能有多些圖形引導和運作透學的時間。
以內時間(習作)太短暫,因為我喜歡畫作的部份。

我還有話要對老師說：

可以的話,再開圖形而數學II,III...或換名稱(加深加廣)的課程。
讓有興趣者不重覆選修可繼續學習。

(四)個人回應

我對課程教學及學習上的心得或感想：

就很有趣,可以嘗試到不同的遊戲,
在課堂上有思老到,也學到之前沒學到的東西。

我對課程的建議：

(如教學態度、教學方式、教材內容、評量方式、教學輔助器材的運用、課內或補充教材的選擇...)

教學方式還可以,就不像平常上數學課,
而每次老師還準備好器材,還不鏟。

我還有話要對老師說：

如果可以,還是會上課,因為本身還
這門
喜歡數學的

(四)個人回應

我對課程教學及學習上的心得或感想：

互動很好,讓人不會排擠,反而有期待期待下次的上課內容。

我對課程的建議：

(如教學態度、教學方式、教材內容、評量方式、教學輔助器材的運用、課內或補充教材的選擇...)

教材的難度有點淺,可以在更難一點,畢竟已經大學。
感覺有點太淺,不太符合年紀。

我還有話要對老師說：

我很認真也很投入喲!!
給我高分!! 哈!!!

(四)個人回應

我對課程教學及學習上的心得或感想：
這門課有別於其他的課程，非常的有趣，老師帶著我們了解了很多和圖形有關的數學，甚至和平常的生活息息相關，這讓我的科系差了十萬八千里，所以在上某些單元時還滿吃力的，不過還是非常好玩。

我對課程的建議：

(如教學態度、教學方式、教材內容、評量方式、教學輔助器材的運用、課內或補充教材的選擇...)

應改成四學分，這樣上課的時間更充裕，思考的時間能更多，作業也能更棒。

我還有話要對老師說：

老師謝謝您的索馬立方體，也因為這門課程讓我在平常的生活中更能體會圖形的藝術，原來忙碌的台北生活週邊有這麼多美的圖形，這是以前都不曾注意到的。

(四)個人回應

我對課程教學及學習上的心得或感想：
課程教學~~▼~~都可以理解，但並不是個輕鬆的課程。

我對課程的建議：

(如教學態度、教學方式、教材內容、評量方式、教學輔助器材的運用、課內或補充教材的選擇...)

能在課時作完作業就好，如果都要安排回家作業，我覺得對我來說有來吃力。

我還有話要對老師說：

建議部盡量不要安排回家作業。

(四)個人回應

我對課程教學及學習上的心得或感想：

很活潑有趣的課，充實許多藝術與美學的知識

我對課程的建議：

(如教學態度、教學方式、教材內容、評量方式、教學輔助器材的運用、課內或補充教材的選擇...)

無

我還有話要對老師說：

加油！

(四)個人回應

我對課程教學及學習上的心得或感想：

有趣~活用~能動大腦

我對課程的建議：

(如教學態度、教學方式、教材內容、評量方式、教學輔助器材的運用、課內或補充教材的選擇...)

大致上都很OK. 這樣的上課內容. 教材都不錯.
只是有些課很想睡. 不是老師上的不好. 是單元很無趣
(例如...)

我還有話要對老師說：

其實我上什麼課都沒差. 因為我也是誤打誤撞進了財金系
很好笑吧! 我一直都傻呼呼的~不知是好還是不好
老師上的很棒. 拉~我想整個班一定都是這麼想的!
加油~

(四)個人回應

我對課程教學及學習上的心得或感想：

此課程內容很有趣. 是值得準備的. 一般通識課程

我對課程的建議：

(如教學態度、教學方式、教材內容、評量方式、教學輔助器材的運用、課內或補充教材的選擇...)

無

我還有話要對老師說：

無

(四)個人回應

我對課程教學及學習上的心得或感想：

真的讓我獲益良多

我對課程的建議：

(如教學態度、教學方式、教材內容、評量方式、教學輔助器材的運用、課內或補充教材的選擇...)

我還有話要對老師說：

(四)個人回應

我對課程教學及學習上的心得或感想：

以在簡本教書上

我對課程的建議：

(如教學態度、教學方式、教材內容、評量方式、教學輔助器材的運用、課內或補充教材的選擇...)

我還有話要對老師說：

謝謝老師傳授了這門課可以一直下去

(四)個人回應

我對課程教學及學習上的心得或感想：

老師教學很認真,對課程內容安排也很好,
希望老師可以把這門課推廣給更多同學

我對課程的建議：

(如教學態度、教學方式、教材內容、評量方式、教學輔助器材的運用、課內或補充教材的選擇...)

有些木製的教具會刺手,可以找更好的教具

我還有話要對老師說：

謝謝老師介紹我們這麼多的數學元素,也很有
趣。

(四)個人回應

我對課程教學及學習上的心得或感想：

整體上還不錯,死板數學變生動了!

我對課程的建議：

(如教學態度、教學方式、教材內容、評量方式、教學輔助器材的運用、課內或補充教材的選擇...)

全部都很好,沒有不適宜的地方,
很生活化,容易進入學卷,

我還有話要對老師說：

教學不錯受到學生喜愛!

數學公式真的不要出現不然會悶掉,

(四)個人回應

我對課程教學及學習上的心得或感想：

彷彿回到小學美術課那種最純真的想像，當年起越大接觸的總是複雜及專業，卻往往容易迷失了最初的純粹。這門課有充足的教材、完整的影音及簡報，因為實際的學場及操作讓我更了解繪畫工具，也多了想像的靈感。

我對課程的建議：

(如教學態度、教學方式、教材內容、評量方式、教學輔助器材的運用、課內或補充教材的選擇...)

我還有話要對老師說：

愛妳！哈♡

6.2.4 模糊統計

本課程使用的模糊統計，其理論與方法來自『吳柏林, 2005.10, "模糊統計導論:方法與應用," 五南出版社』。

人類的認知、思維和行為表現等層面，存在模糊不確定的特質，而傳統問卷的量化方式，以明確的等距數值(crisp interval value)量化語意措詞 (linguistic term)，這種量化方式過於簡化且不符人類模糊認知的特質。已有為數不少的相關實證研究採模糊理論的量化方式，大致獲得不錯的結論成果，此乃由於人類模糊認知的觀點，較能無誤差地貼切描述人類潛在特質之故。

基於上述理由，本課程第 17 週之教學評量之第一題，以模糊數的概念做資料的分析，方法說明如下：

就問題本身要從 15 個項目選出前 6 名來看，第 1 名到第 6 名給予填寫者的感受必定不同，且名次越高感受越強。反之，名次越低感受越弱，例如第 1 名與第 6 名對填寫者而言，喜歡的程度必定不同；但就第 5 名與第 6 名對填寫者而言，則感受差異不大。因此將每位同學選出的前 6 名，給予一模糊權數，而未進入前 6 名的項目，模糊權數則為零。以指數函數訂定的模糊權數，

$$f(n_i, I_x) = \begin{cases} (0.5)^{n_i} & , n_i = 1, 2, 3, 4, 5, 6. \\ 0 & , n_i > 6 \end{cases}$$

，其中 n_i 表第 i 為同學填寫的名次， I_x 為第 x 週。

因此第 x 週的相對模糊百分比為，

$$f(I_x) = \frac{\sum_{n_i} f(n_i, I_x)}{\sum_x \sum_{n_i} f(n_i, I_x)} \cdot 100\%$$

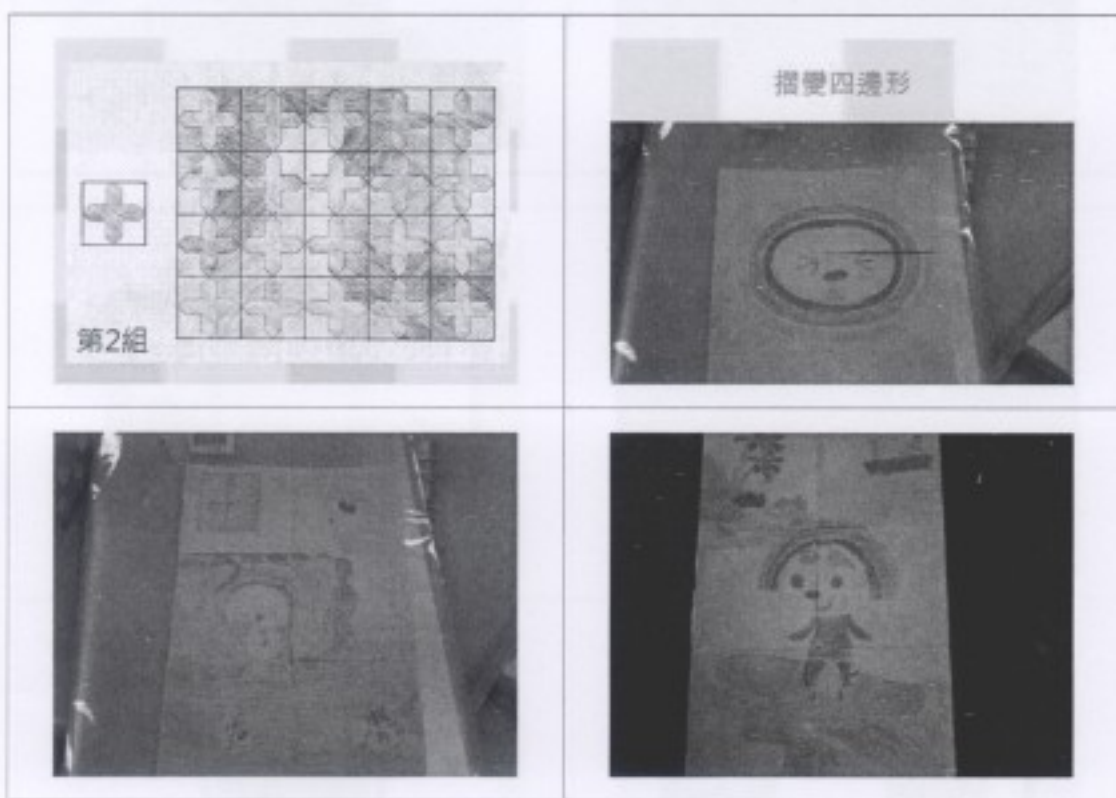
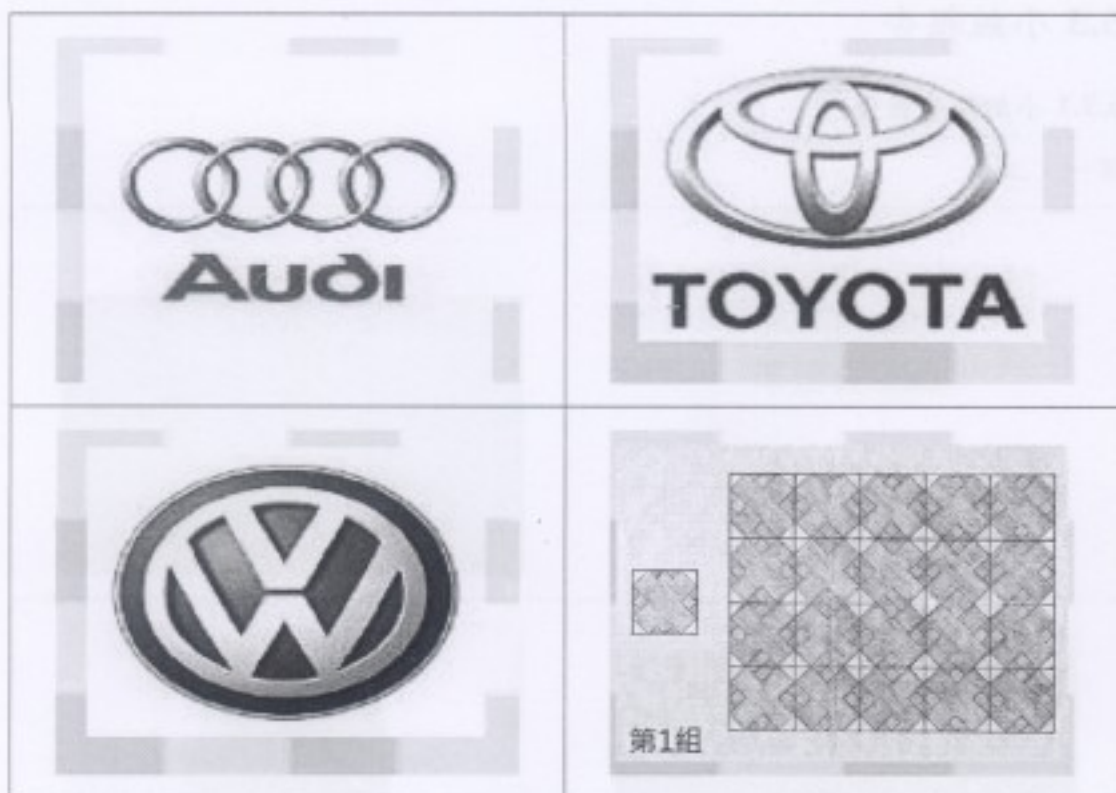
最後，再從選取 $f(I_x)$ 中數值最高的前 6 名。

6.3 小組報告

6.3.1 小組期末報告

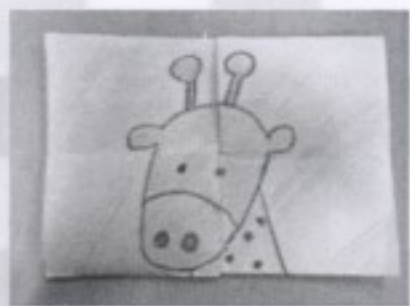
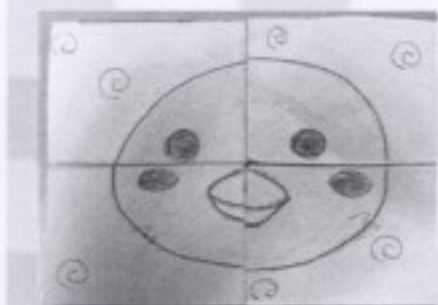
第一、二組







摺變六邊形



照片





心得

這一個課程讓我們享受了團隊合作的樂趣在大學的生活裡是極難得的所以你們的創意和想法都是閃閃發光的你們多麼值得我們學習從不同心意的角度，以數學的觀點去看待同一個問題你們的創意和想法多麼多，我們的大家都覺得你們的創意和想法的發揮是如此的精彩和出色，你們的創意和想法多麼多，我們的大家都覺得你們的創意和想法的發揮是如此的精彩和出色，你們的創意和想法多麼多，我們的大家都覺得你們的創意和想法的發揮是如此的精彩和出色。

老師的話

碩君及雪軒：

很高興你們對課程活動的喜愛！印象最深的是雪軒在結構搭建比賽的傑出表現；碩君對六根火柴棒的同構圖形很有概念，只是給一個數學原理的引導，你們就能找出解題策略。善用這個優點，我相信在每個學習的科目上都會有很好的表現。

勝利及慧如：

你們是非常有默契的搭檔，我很喜歡你們專注在製作及操作教具的神情，所以在課堂錄影中有許多你們的照片。在期中心得報告中，我看到你們很多的想法，這是我所喜歡的：

請認真考慮你們的報告內容是否到了呢！
 你們的創意和想法多麼多，我們的大家都覺得你們的創意和想法的發揮是如此的精彩和出色。

希望你們永遠喜歡和數學有關的事物！

第三組

圖形與數學期末報告

組別：第三組

目錄

- 黃金比照片
- 一筆畫作品
- 癩癩作品
- 品牌標識(logo)中的數學內涵
- 設計具有數學元素的圖形(數學美術館)
- 心得

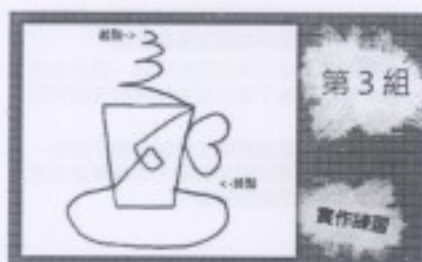
黃金比照片-1



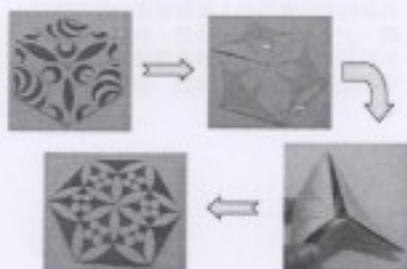
黃金比照片-1



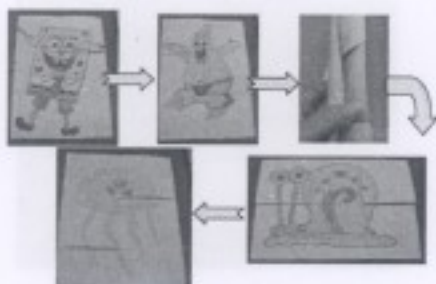
一筆畫作品



摺變作品-六邊形



摺變作品-四邊形



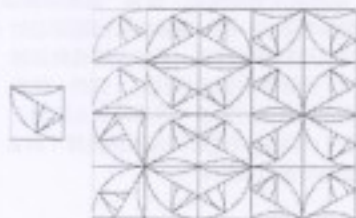
品牌logo數學內涵



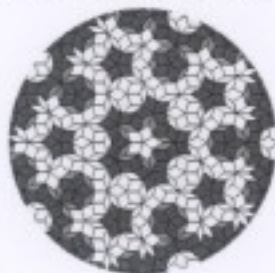
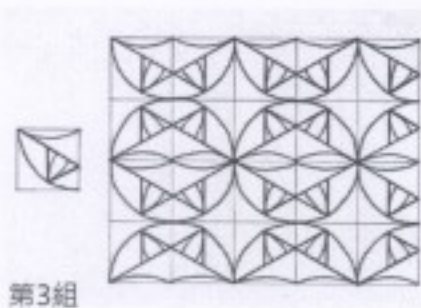
品牌logo數學內涵



數學美術館-拼貼設計



數學美術館-潘洛斯鋪磚法



心得感想 - 鄭勝鍾

- 數學與圖形這是我上過最特別的自然通識課，上了這門課後才發現，原來，幾何圖形對我們的生活中是多麼重要，讓我發現圖形的意義是無窮止盡的，也是不可或缺呢！

心得感想 - 黃小家

- 每次上到這堂課總讓我驚嘆不已，原來在不起眼的圖案裡有這麼多的玄機。
- 美的圖案不僅只有欣賞的功能，居然也讓許多數學家為了尋求其中的奧妙及排列而備透腦筋。
- 這樣的課程讓我對許多思維都起了變化，很多事情我會試著用別的方式或角度去重新審視，真是獲益良多。

心得感想 - 張慈安

- 經過一學期的學習，終於能了解到數學在我心中不再是用數字來表達而已，雖然有些單元在國、高中的時候曾經學習過，但是經由這個課程又有一種不同的方式去理解，這讓我深深的了解到數學是永遠有學習不完的地方，同時也了解到他的樂趣所在。

小組成員





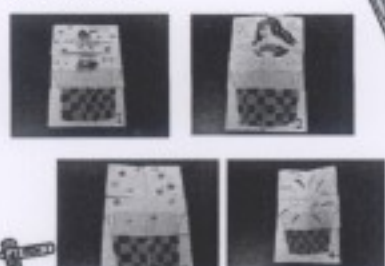
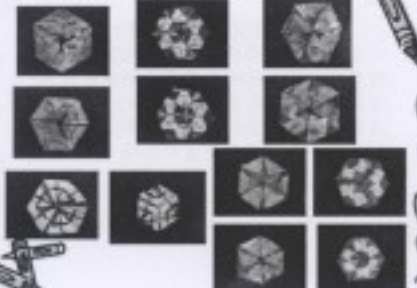




老師的話

勝鍾&小家&慈安：

建儀與企管的搭配，成為「圖形與數學」陣容最堅強的一組，勝鍾美麗的圖形設計，小家精細的製作圖形，再加上擅長計算的慈安，所以每次的小組活動，你們一定會在既定的時間內完成，作品常令人驚艷！像是 可愛的海綿寶寶摺疊四邊形，將會是我最好的示範教材！

第四組

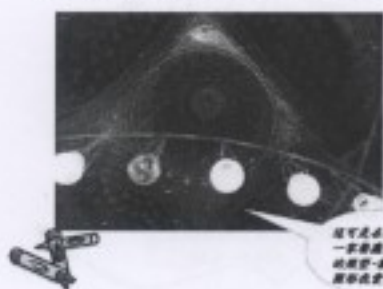
<p>圖形與數學</p>  <p>課程心得報告及作品發表</p> <p>指導老師：謝麗蓮</p> <p>類別：圖文類 組員：謝麗蓮</p>	<p>§黃金比例照片-1§</p>  <p>"黃金"的比例與黃金分割線 讓我們來找找牠的黃金比例吧!</p>
<p>§黃金比例照片-2§</p>  <p>可以觀察一下電腦 的黃金比例嗎?</p>	<p>§一筆畫作品§</p>  <p>我終於畫完了——哈哈!</p>
<p>§摺疊作品-1§</p> 	<p>§摺疊作品-2§</p> 
<p>§有數學內涵品牌標誌(LOGO)§</p> 	<p>§生活中出現具有數學元素的圖象-1§</p>  <p>這不就是數學 的精華嗎?</p>

生活中出現具有數學元素的圖象-2

博物館的建築風格中不難發現許多幾何圖案，如拱形或圓形的設計，展現了數學理念，真不虛也。



生活中出現具有數學元素的圖象-3



這可是甚麼原理，大家聽完之後，就應該一試便知。



數學美術館



心得感想

這是一堂很有趣的課程，畢竟數學離我們如此近，除了課本上的內容，在現實生活中也有許多有趣的數學現象。

說一句話，這堂課上的內容，雖然聽起來很簡單，其實是大腦自己的運作，是刻在我們大腦裡的一種本能。心算、口算、心算、口算、心算、口算，這些都是我們日常生活中最常見的事情。在學習數學的過程中，我們不僅可以鍛煉自己的思維能力，還可以培養自己的耐心和毅力。在學習數學的過程中，我們不僅可以鍛煉自己的思維能力，還可以培養自己的耐心和毅力。

在學習的過程中，我們不僅可以鍛煉自己的思維能力，還可以培養自己的耐心和毅力。在學習的過程中，我們不僅可以鍛煉自己的思維能力，還可以培養自己的耐心和毅力。




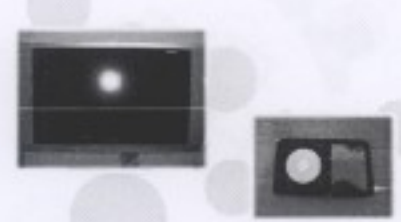



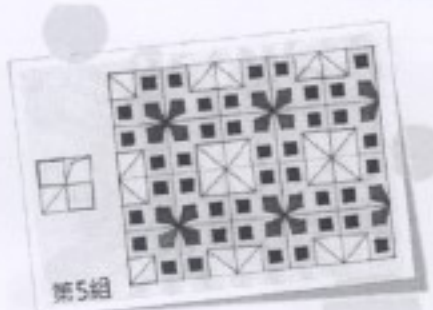

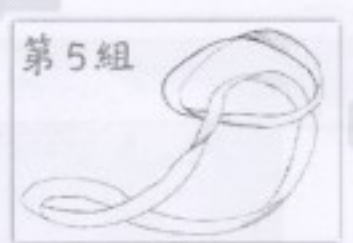
老師的話

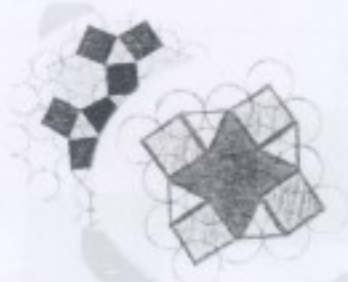

佩玉：

謝謝你喜歡這樣的數學課，這是我一直想上的數學課，很高興大家陪我實現夢想。特別是妳！總是在討論區給我回應，老師也是需要鼓勵的。有人很認真地在聽我說些什麼，真的好溫暖！謝謝妳讓我對數學教學重新燃起熱情。

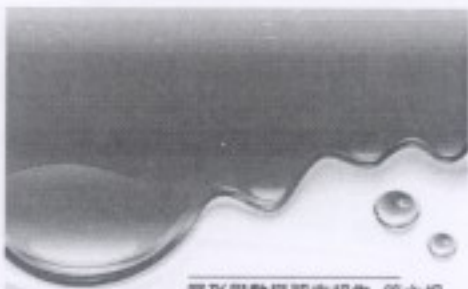




第五組

 <p>國慶展覽會</p> <p>指導老師 陳麗娟 第五組 王心平 陳麗娟</p>	 <p>黃金仕 生活寶典</p>
 <p>第一筆畫圖型 寫做</p>	 <p>摺疊六邊型 寫做</p>
 <p>品牌LOGO 數學元素</p>	 <p>第5組</p>
 <p>鐘表圖案 寫做</p>	 <p>第5組</p> <p>模比折帶 課堂練習</p>

	 <p>求證黃金比 練習</p>
<p>心得分享： 附中老師有請到陳教授來替我們做建築圖案設計的演講，這個圖形原理非常的有趣，在很多的設計上都能看到，經由老師的講解後，原來人人都能設計出這美麗的作品，不過本身的美術天份不是很好，畫了半天也畫不出個像樣的東西來，之後還有碎形圖形更是這個原理的進階版，不管是由大到小還是由小到大都非常的棒，讓人為之一震呢！</p>	<p>老師的話 曹仲&心平： 期末報告真的讓我緊張了一下，不能聽到你們的現場報告，真的好可惜！你們都很喜歡陳教授的專題演講，曹仲的建築圖形設計很特別，圖形中還有我們曾經統過的理趣裝飾；心平對陳老師提出非常有深度的問題：「圖形可以當作建築圖形的基本圖形嗎？」很高興看到你們如此的用心參與圖形與數學的課程。</p>

第六組

 <p>圖形與數學學期末報告 第六組</p>	<p>目錄</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ 自然界黃金比 ◆ 一般設計法 ◆ 日常生活中的數學之美 ◆ 數學之美談 ◆ 曹仲心平
<p>自然界黃金比</p> 	<p>自然界黃金比</p> 

一筆畫作品



日常生活中的數學元素



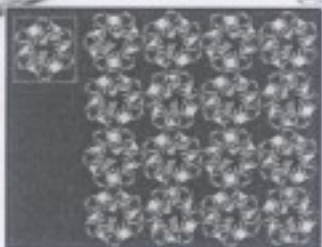
日常生活中的數學元素



數學美侖觀-旋轉拼貼



數學美侖觀-旋轉拼貼



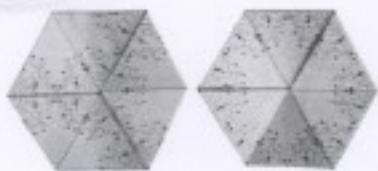
數學美侖觀-折疊



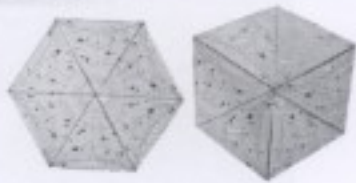
數學美侖觀-折疊



數學美侖觀-折疊



數學美質-折疊



折疊四邊形的創意設計



學期心得-郭邦

- 帶給我的收穫：當初其實帶著擔心懷疑的心情來選修這門數學課，但在上了第一堂課之後，發現這好像不是一般的數學課，相信數學是很多人的恐懼，但生活中卻又永恆存在，在這門課則讓我們多日後的知識，算是意外的收穫吧。
- 給老師的話：老師教學很認真，希望老師能將更多數學介紹給更多學生認識。

學期心得-吳晉

- 帶給我的收穫：很快的一學期又進入了尾聲，數學與圖形這堂課真是受益良多，「折疊四邊形」和「折疊六邊形」是二堂很有趣的課，並且在設計圖紙中也可以很靈活的運用，像是卡片邊緣上都可以用這種原理去做變化。另外「拼貼設計」與「印章」也是很有趣的課程，第十五、十六堂課的「拼貼設計」比起「幾何圖形設計」來說更簡單易懂，因為有較固定的原理讓我們更好去應用，並且搭配上「印章」的變化去創造型，就能用簡單的基本圖形畫出很複雜且精緻的東西出來。雖然「拼貼」在未使用程式下很難去製作，這是一個很可惜地方。

學期心得-吳青





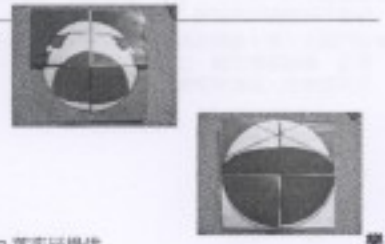

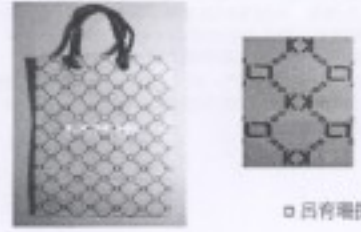
- 給老師的話：很謝謝老師，這學期帶給我們這麼特別的一堂課，希望這門課能繼續的開下去，把這些重要及有趣的東西讓更多人去了解。

老師的話

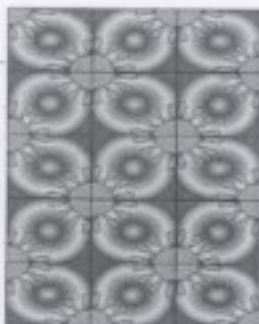
吳晉&郭邦：

謝謝你們全程參與了數學美的課程，每堂的課堂錄影都會有你們合作無間的圖片，在大展火樂隊的活動，給了一份超大的教具，讓你們幾乎排滿了整排的桌面，真的很有趣。

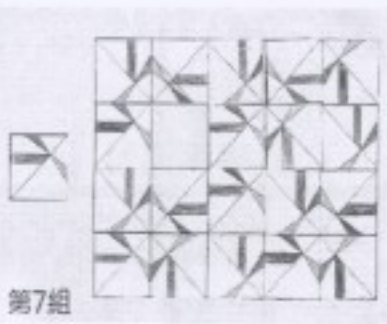
相信你們一定瞭解到，要創作美麗又特別的圖形是不能沒有數學的！很高興看到你們將「圖形與數學」應用在其他學科上，未來如果有好作品，記得要和我分享！

<p>數學與圖形</p> <hr/> <p>第七組 數位多媒體系 呂育輝 蔡宛君 蔡宛君</p>	<p>生活中的黃金比</p>  <p>蔡宛君提供</p>
 <p>蔡宛君提供</p>	<p>一筆畫作品</p>  <p>蔡宛君提供</p>
<p>摺變作品</p>  <p>蔡宛君提供</p>	<p>莫</p>  <p>蔡宛君提供</p>
<p>生活中的品牌LOGO</p>  <p>mazda</p> <p>蔡宛君提供</p>	<p>數學元素的圖案</p>  <p>呂育輝提供</p>

蔡宛君提供



第7組



呂育珊心得：

- 這堂課給我的收穫……覺得原來數學其實可以很生活化，也可以不用那麼死板，從圖形去了解數學，比起從數字去了解數學，其實還要簡單明瞭多了，而且會更加新鮮有趣，還能發揮更多不同的想法及創意，我想大部分的人都會跟我有一樣的想法。

蔡宛君心得：

- 對於這門課還滿有趣的，擺脫以往的死板數學，採取師生互動方式的教學還不錯。
- 利用益智教學、圖形、拼圖，和遊戲讓我們對數學圖形有印象，每組還可以相互教學，可能這題我們解不出來，聽別組的解說，現場教練指導，或每組有不一樣的答案也可以互相交流。

葉奕辰心得：

- 整學期下來，花了不少個節，看似簡單，實際操作卻不如想像中的容易！
- 這門課上了很多邏輯與推理，還有一些視覺上的表達，雖說是數學課，但上課內容很吸引人喜愛，充滿趣味性，讓數學課變輕鬆了！

THE END

——製作人：蔡宛君

老師的話

葉奕辰、宛君 & 育珊：

奕辰的作品充滿了趣味，像是傳統圖形設計的「花韻帶」和摺疊四邊形的「壽星喜樂」；宛君 & 育珊在大棋大戰的活動中，宛君和育珊能瞭解同構圖形，你們的數學概念很不錯的。

從開始的孤軍奮鬥，到三人的合作無間，你們的表現越來越好！真的早該如此，我會看到更多好作品。

圖形與數學期末報告

組別：第九組
林宜雲



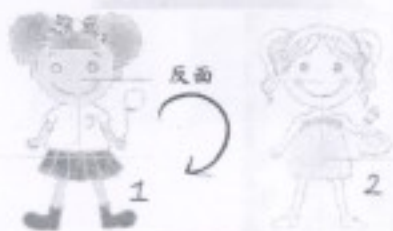
一筆畫圖形



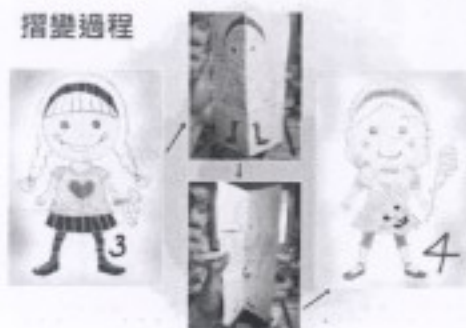
摺變作品



摺變過程



摺變過程



品牌標識中的數學內涵



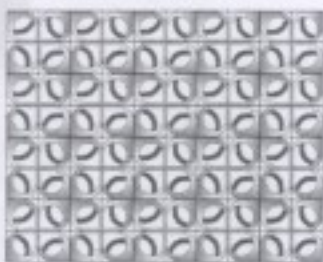
<http://lvy.louisvuitton.com.tw/golive/golive.asp?gid=2100115>

品牌標識中的數學內涵



<http://lvy.louisvuitton.com.tw/golive/golive.asp?gid=213136&act=golive>

數學美術館



心得感想

• 感謝老師與我們一起說數學，它帶給我們創造出不同的數學課。

• 「變形與數學」帶給我的收穫是：在展覽上真的收穫很多，課堂上除了看很多圖形變形，數學網頁上還可以看其他同學的作品，除了自己所學成果之外還有其他組的心得等等。這是收穫之一。此外，在本學期雖然不是每堂都有參與到，但是有趣的課程我都有上到，像是「變換圖形」，折疊四邊形和字架設計，這些在思考變形如何變化或設計，尤其經過動手操作之後更清楚了，比單單解題一定數學題型的收穫更大。從此以後還有機會上這門課，希望老師的人員是裁減的，因為兩個人比一個人的學習效果是多很多。

謝謝老師觀賞

老師的話

宣言：

很可惜你沒能全程參與課程活動，實際操作才能體會樂趣。

摺疊四邊形畫面很可愛，讓我想起在高遠距離的一位女孩，你也可以像她一樣試著將作品展現在日常生活中。

圖形數學期末報告

第九期
李福平

黃金比例

• 黃金比例 (1.6180339887...)

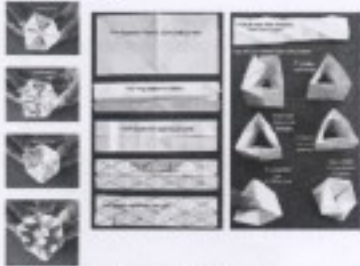


一筆畫作品



丁志強 2007年 一筆畫 中級

摺疊作品



www.its-education.com/files/111-origami.html

品牌標識(Logo)中的數學內涵




數學美術館




數學與文字緊密之聯，為另一種關係，文字已成為圖案之一種圖騰。
 以文字、線條、圓形、直線、點、面為設計元素，設計出無盡可能的、富有想像力的圖案，多件設計作品，展現、分享、發揮運用。

黃金比的窗戶




李耀承設計

心得感想

- 我是讀建築系的，一開始選這一門課時，就是想要多瞭解圖形的意義，不是只看表面的圖形形狀，還想更深的瞭解其表現的方法和意義，可以讓我的設計更具有深度。
- 經過了一學期的學習，確實達到了我選這一門課的目的，發現了許多圖案的創造其實是有跡可尋的，是建立在數學原理之上，老師用淺顯易懂的方式說明，讓我可以簡單的瞭解每一個圖形的建立方式，並切實際的創作更能加深我的印象，所以「圖形數學」讓我學到蠻多的東西。

老師的話

耀承：

很高興你能將「黃金比」應用在建築設計上，希望未來會看到更多的數學元素，出現在你的作品中，記得要和我分享。

6.3.2 小組活動報告（影音檔）

本課程未使用教育部補助之教學助理經費（參見 4.3），教學助理僅有 4 週進班協助課程活動的進行。課程活動大多由教師 1 人負責引導小組討論，而影片拍攝的部份有二：一為本校數位學習教室提供的即時錄影，主要使用在小組報告；二是以攝錄影機進行分組錄影，主要使用在小組討論及作品展示。

關於攝錄影機的拍攝有必要做說明。因為教師必須主導整個課程的進行，實在無法兼顧活動拍攝的工作，故以學校提供之其他工讀費（未使用本課程之補助經費），由本校四技視覺傳達設計系二年級張庶麒同學，負責活動的照片的拍攝及錄影，在教學網頁之課堂剪影中的活動照片，大多是庶麒同學的拍攝作品。在第 4 週第一次使用攝錄影機的拍攝，因為不熟悉操作，所以收音效果不佳；在第 18 週小組期末報告時，因為數位學習教室的固定式麥克風故障，改以可攜式參

克風，但因教室設計在圍牆四面及角落皆有音箱，造成回音過大，影響錄影品質。

影音檔的內容主要是小組報告及作品的展示，因本課程教學助理隨班週數 4 週，主要協助同學教具之製作與操作，故影音檔的內容不以教學助理之課程為主。影音檔內容有兩大部份：一是以攝錄影機拍攝，可直接點選播放，影片內容有第 4 週柏拉圖立體小組討論、第 18 週小組期末報告、第 14 週畢式定理圖形證明展示及摺變作品展示；二是以數位學習教室提供的即時錄影，必須先下載安裝 i-Share 執行檔，再由此進入選取影片（詳細說明請參見 Word 檔），影片內容有第 5、6 週一筆畫之小組討論。