

108至110美感與設計課程創新計畫
110學年度第2學期 學校實驗課程實施計畫
種子教師

成果報告書

委託單位： 教育部 師資培育及藝術教育司
執行單位： 臺中市立居仁國民中學
執行教師： 徐韻琴 教師
輔導單位： 中區 基地大學輔導

目錄

實驗計畫概述

- 一、 實驗課程實施對象 1
- 二、 課程綱要與教學進度 1

實驗課程執行內容

- 一、 核定實驗課程計畫調整情形 5
- 二、 實驗課程執行紀錄 6
- 三、 教學研討與反思 15
- 四、 學生學習心得與成果 17

同意書

- 一、 成果報告授權同意書 22
- 二、 著作權及肖像權使用授權書 (如有請附上)

實驗計畫概述

一、實驗課程實施對象

申請學校	臺中市立居仁國民中學
授課教師	徐韻琴
實施年級	二、三
課程執行類別	二、高級中等學校及國民中學美感創意課程 (6-18小時) <input type="checkbox"/> 普通型/技術型/綜合型高級中等學校__小時 <input checked="" type="checkbox"/> 國民中學 7 小時
班級數	16班
班級類型	<input checked="" type="checkbox"/> 普通班 <input type="checkbox"/> 美術班 <input type="checkbox"/> 其他
學生人數	480名學生

二、課程綱要與教學進度

課程名稱： 摺紙結構小物趣					
課程設定	<input checked="" type="checkbox"/> 發現為主的初階歷程 <input checked="" type="checkbox"/> 探索為主的中階歷程 <input checked="" type="checkbox"/> 應用為主的高階歷程	每週堂數	<input checked="" type="checkbox"/> 單堂 <input type="checkbox"/> 連堂	教學對象	<input checked="" type="checkbox"/> 國民中學 二、三 年級 <input type="checkbox"/> 高級中學 年級 <input type="checkbox"/> 職業學校 年級
<p>學生先修科目或先備能力：</p> <p>* 先修科目：構成、比例</p> <p>* 先備能力：(概述學生預想現狀及需求)</p> <p>曾利用生活小物操作排列美的形式原理，對反覆、對稱、韻律、漸層有初步的平面概念，但缺乏遷徙應用於立體空間的構成之美。</p> <p>於比例構面曾以拍攝營造人體與空間大小的相對關係，並透過觀察分析將比例邏輯應用於微型收納櫃，但對漸變比例產生的韻律感、實體的結構支撐尚未有所感知。</p>					
<p>一、課程活動簡介：</p> <p>觀察源自於自然界的摺疊形式，如：山毛櫸的葉子形成三浦摺疊形式、犀角兜蟲的鞘翅收合、植物的支撐結構形式，及生活中瓦楞板的實例，理解將紙折疊形成折板時，結構產生空間形抗作用，並運用百摺的收合進行初階練習。</p> <p>透過基礎的初階 V 摺練習，連結建築斜撐的強化結構概念，將支撐的桁架轉化為摺邊，達到平衡穩定之結構美感；應用 V 摺進行基本平面設計，嘗試各種造型的可能性；結合百摺、V 摺的操作經驗，認識折板框架的概念，將 V 摺進階進行包覆性空間的應用練習，並嘗試運用不同的角度摺出高度的差異，藉此感受輕巧反重的結構美感；立摺練習則連結建築收合可控光的設計，理解輻射對稱的形式更能均衡承重，並感受交織形抗之美；</p> <p>觀察摺紙在生活物件的設計，啟發摺紙結構的設計靈感與思考面向，並將承重、支撐、包裝等機能遷徙應用於立體空間的結構。而後嘗試綜合應用前述所習得的摺紙結構，自行設計符合各自需求的摺紙結構小物，並搭配環境特性進行擺設。</p>					

二、課程目標

■ 美感觀察（從生活、物件或環境中觀察的對象，請列舉一至三點）

1. 觀察源自於自然界的摺疊形式，如：山毛櫸的葉子形成三浦摺疊形式、犀角兜蟲的鞘翅收合等，**感受 V 摺在生物界展現的形式與因應自然環境產生的需求。**
2. 觀察摺紙在生活物件的設計，如：托盤、酒瓶包裝、好好摺紙凳、Moft 平板立架、三宅一生摺紙衣、ORIBAGU 摺紙包、好摺墊、摺紙量匙、Simple Buckle 扣餐具、SAPOTO 折折手把等，啟發摺紙結構在承重、支撐、包裝等不同層面的設計靈感與思考面向。
3. 觀察摺疊結構應用於建築結構實例，如：應用 V 摺的日本橫濱國際客運大樓利用了形的作用提高整體剛度；應用立摺的 Al Bahr Towers 太陽能收合遮陽板，轉化伊斯蘭窗戶的設計元素，開闢過程中過濾阿拉伯的太陽變成明亮漸變的光斑；Oriente station 里斯本車站如樹狀般輻射對稱的頂棚，實現充足空間和提供多重連接區域功能；應用進階 V 摺的 Cardborigami 摺板庇護所提供無家可歸者一個棲身之地；青島國際郵輪母港客運中心具有折板框架增強跨度的特性，**並呈現重量向上抬升的輕巧反重之美。**

■ 美感技術（課程中學生學習的美術設計工具或技法，請列舉一至三點）

1. **百摺**：有兩種形式 - 直線、放射，直線造型等分的是長度，放射造型等分的是角度，其間距並非要相等，可透過漸變比例的寬度變化產生韻律感。百摺結構從兩端收攏後，中間以垂直於摺分的山摺製造一條龍骨，可產生鼓脹的造型。
2. **立摺**：由谷摺、山摺、谷摺構成的三階段循環，摺份能從平面垂直挺立，放射方式的立摺可以任何角度分割份數，扭轉處理常被運用於服裝收斂及解放織品。
3. **V 摺**：節點是其核心，即四條摺線交會處，整體結構可在節點處收平。直向排列或相對的 V 摺，可連結建築斜撐的強化結構概念，並應用 V 摺於三角柱結構的摺紙練習，亦可改變頂篷的高度，並增加結構強度。

■ 美感概念（課程中引導學生認識的藝術、美學或設計概念，請列舉一至三點）

結構美感：透過自然結構材料的觀察分析，搭配建築物件的對照，思考結構的美感形式的特點，找到平衡穩定的關鍵，進而理解結構因應心理需求所達成的美感設計。從「師法自然」的結構中，發現樹幹具有堅實的支撐、樹根能穩固根基、樹枝則保持整體平衡的特點；「平衡穩定」的結構美感中，運用了對稱形式產生規律的安穩感；「輕巧反重」的結構美感將主體向上延伸，輕化底部的支撐感，打破慣性的視覺重量但仍維持平衡；

■ 其他美感目標（配合校本、跨域、學校活動等特殊目標，可依需要列舉）

很多數學研究都表明：摺痕具有數學性質，數學的應用可以幫助設計者發現摺痕圖中潛在的規律，目前摺痕圖創作公認的重要規律是從線與線的交點入手，每個交點都必

須同時滿足兩個條件：一是任何一個交點周圍都會有峰線和谷線，其峰谷之差必須等於 2；二是任何一個交點周圍的角，必須按照順時針進行標識，而這些角還需要滿足一個條件，即奇數角之和 = 偶數角之和 = 180度。

透過摺紙操作可將抽象數學概念，化為實際易理解的形式，美感亦能與數學、科學產生跨域連結的主題性設計思考。

三、教學進度表 (依需要可自行增加)

週次	上課日期	課程進度、教學策略、主題內容、步驟	
1	03/28	單元目標	折板結構
		操作簡述	<p>觀察源自於自然界的摺疊形式，及生活中瓦楞板的實例，理解將紙折疊形成折板時，空間結構進而產生空間形抗作用，並運用百摺的收合進行初階練習。</p> 
2	04/11	單元目標	斜撐結構
		操作簡述	<p>觀察犀角兜蟲的鞘翅收合，理解初階 V 摺的收合特性。</p> <p>V 摺類似 V 形摺板，可連結建築斜撐的強化結構概念，並應用 V 摺進行基本平面設計，嘗試各種造型的可能性。</p> 
3	04/18	單元目標	折板框架
		操作簡述	<p>結合百摺、V 摺的操作經驗，認識折板框架的概念，將 V 摺進階進行包覆性空間的應用練習，並嘗試運用不同的角度摺出高度的差異。</p> <p>輕巧反重的結構美感將主體重量向上抬伸，輕化底部的支撐感，打破慣性的視覺重量但仍維持平衡。</p> 

4	04/25	單元目標	角錐折板
		操作簡述	<p>透過立摺的練習，認識角錐折板的概念，觀察建築透過收合可控光的設計，感受交織形抗之美，並理解輻射對稱的形式更能均衡承重。</p> 
5	05/02	單元目標	曲摺練習
		操作簡述	<p>參考三谷純的曲摺範例，沿著摺線壓合曲摺，嘗試將直線轉化為曲線，進行立體架構的練習。</p> 
6	05/23	單元目標	摺紙應用
		操作簡述	<p>觀察摺紙在生活物件的設計(平板立架、飲料杯、酒瓶包裝)，啟發摺紙結構的設計靈感，並參考摺紙應用影片，累積實作經驗。</p> 
7	05/30	單元目標	結構設計
		操作簡述	<p>應用前述所習得的摺紙結構，發想運用於支撐或遮蓋的用途、設計摺製符合各自需求的摺紙結構小物，搭配環境特性進行擺設，並同時呈現對應的結構美感。</p> 

四、預期成果：(描述學生透過學習，所能體驗的歷程，並稍微描述所造成的影響)

1. 能觀察自然界的摺疊形式，與生活應用的結構概念產生認知上的連結。
2. 能透過基礎的摺紙練習，感受摺紙的結構美感。
3. 能應用摺紙技術，自行設計符合需求的摺紙結構小物。

五、參考書籍：(請註明書名、作者、出版社、出版年等資訊)

三谷純，譯者：林睿琪 (2018)。《一張紙完成！3D 立體摺紙設計》。良品文化。

Paul Jackson，譯者：李弘善 (2017)。《設計摺學全書》。積木文化。

株式會社主婦之友社編，譯者：游韻馨 (2010)。《生活小物創意摺紙》。漢欣文化。

朝倉直己，譯者：許杏蓉 (2007)。《紙：基礎造型.藝術.設計》。新形象。

瑪特•富尼耶，譯者：潘文柱 (2018)。《仿生高科技》。楓樹林出版。

六、教學資源：

摺紙密碼、摺板結構、生活中的摺紙應用-藝術篇、生活中的摺紙應用-科技篇、Moft 立架平板、ORIBAGU 摺紙包、好摺墊、Simple Buckle 扣餐具、SAPOTO 折折手把、硬質紙、實物投影機、雷射雕刻機、裁刀、切割墊

實驗課程執行內容

一、核定實驗課程計畫調整情形

1. **百摺練習**：原本給三年級以小組為單位，選擇一種形式進行不同比例、間距的練習，而後再上台發表測試重量的比較結果，但後來學生反應：摺線有高低落差時，沒辦法平穩的承重，只能在造型上進行美感的嘗試，因此後來的班級取消小組發表，改以自行嘗試可能性，於是出現豐富的樣貌，二年級的線上課程更有人堆疊百摺，每層中央加一張紙，產生千層糕式的造型，並嘗試結構的可能性。
2. **V 摺造型+折板框架**：原本 V 摺只排定一節課就要進入立摺的單元，實際執行後，發

現：學生在 V 摺的內收產生蠻多的問題，因此放慢腳步，先從基本平面設計出發，嘗試各種造型的可能性，及大小比例的變化，而後才結合百摺、V 摺的操作經驗，導入折板框架的概念，轉折後的 V 摺，隨著角度的調整可摺出不同高度的差異，進而將 V 摺進階至包覆性空間的應用練習。觀察 V 摺框架的側面，能看到接觸地面非常小的一個點，當重量往上抬升時，可形成具遮覆功能的頂棚，藉此引導至輕巧反重的結構美感。

3.曲摺練習：新增曲摺練習，希望能在直線的結構之外，也能體驗曲線的另一種可能性。

二、6小時實驗課程執行紀錄

課堂1

A 課程實施照片：



學生模擬影片以力壓出摺線



分享《摺紙密碼》力與摺紙的關係



小組發表百摺的嘗試與比較結果



設計百摺形式後測試承重力



立起紙張測試承重力



堆疊百摺，嘗試結構的可能性

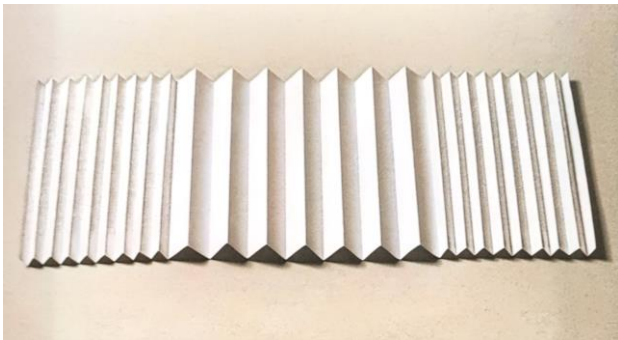
B 學生操作流程：

分享《摺紙密碼》影片，觀察力與摺紙的關係、自然界的葉片摺疊形式，及生活中瓦楞板的實例，而後參考百摺的範例，選擇一種形式（平行或放射摺線）進行不同比例、間距的練習，再上台發表測試重量的比較結果。

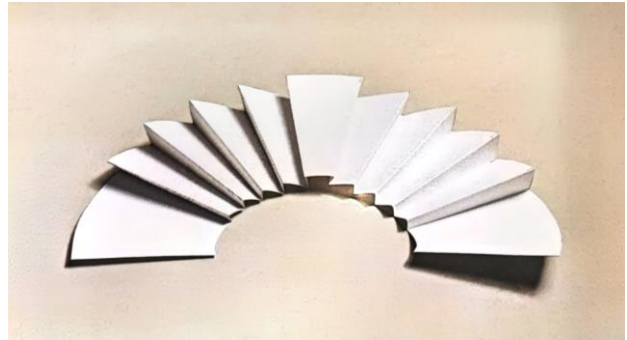
C 課程關鍵思考：

- 1.幾公分的摺紋間距？（0.5~2cm）
- 2.如何產生支撐的結構？
- 3.成品具有什麼樣的美感？

選擇百摺形式（平行或放射摺線）會產生不同的視覺效果，平行摺線在寬窄間距的變化中，可由寬到窄形成漸層，或等距形成反覆美感，並可比較寬距與窄距何者承重效果為佳；放射摺線以一中心點往外擴散，找到間距的規律後，可感受其中的韻律起伏美感。



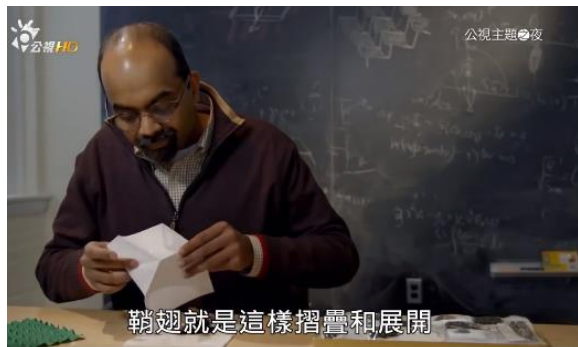
平行摺線



放射摺線

課堂2

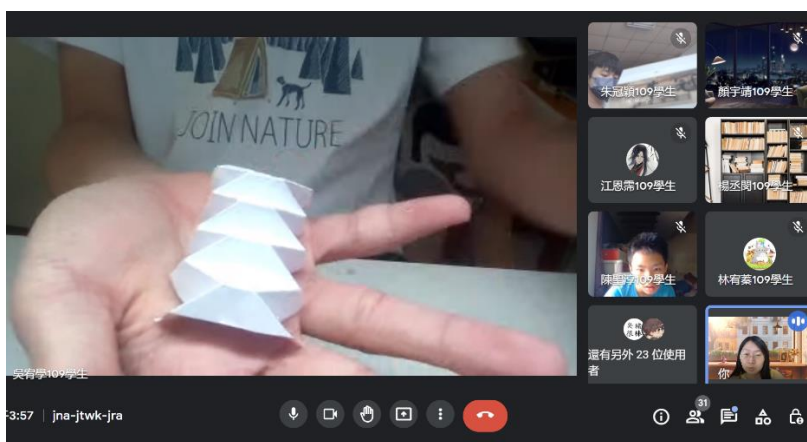
A 課程實施照片：



線上分享兜蟲翅膀與 V 摺的關係



學生試做 V 摺



學生線上試做 V 摺並分享成品

B 學生操作流程：

分享《摺紙密碼》影片，觀察兜蟲翅膀與 V 摺的關係，理解 V 摺的基本收合形式，而後運用百摺摺出斜角，攤開後，往內壓出 V 摺結構，並嘗試各種造型的可能性，及大小比例的變化。

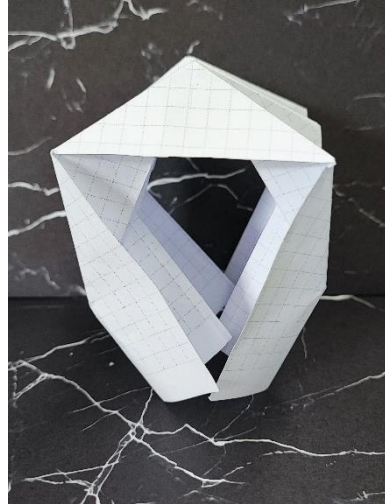
C 課程關鍵思考：

V 摺能藉由重複單一摺疊元素，創造複雜的立體樣式，造型可透過不同的長寬比例，產生豐富的起伏層次，亦可在斜角的變化中，營造摺紋的韻律感。

1. 摺出何種角度的斜角？
2. 上下層 V 摺的方向是相對或相反？
3. 整體形成何種美感？

課堂3

A 課程實施照片：



學生發現折板框架首尾相接時，V 摺可結合成球體



比較折板框架的角度差異

B 學生操作流程：

結合百摺、V 摺的操作經驗，導入折板框架的概念，由百摺出發，邊界摺出 V 摺結構，隨著角度的調整可摺出不同高度的差異，多次摺合後，可將 V 摺進階至包覆性空間的應用練習。

C 課程關鍵思考：



聖盧普教堂



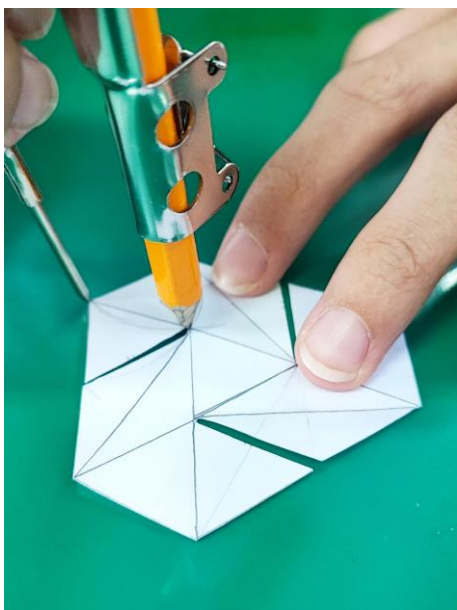
Kronen Bowl 混凝土咖啡桌

觀察聖盧普教堂的立面和頂棚，能看到立面連續百摺與轉角的V摺結構，而 Kronen Bowl 混凝土咖啡桌，則是將折板框架接合為球體，形成放射狀的支撐結構。故在課堂引導中，藉由提問促進思考：

1. 何種角度的斜角可使空間增高或加寬？
2. 需調整何種長寬比例才能使折板框架接為球體？
3. 摺角需有何種規律才能形成美感？

課堂4

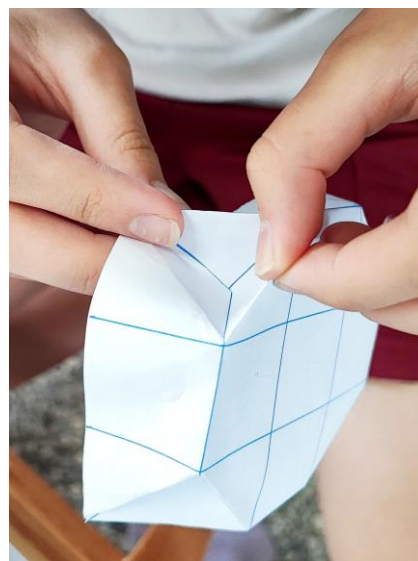
A 課程實施照片：



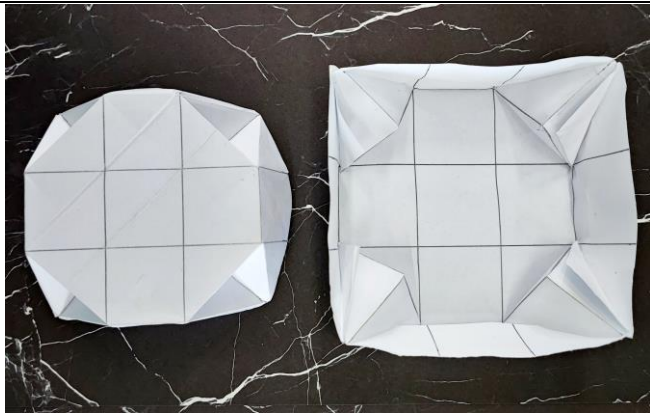
參考範例繪製立摺之角平分線



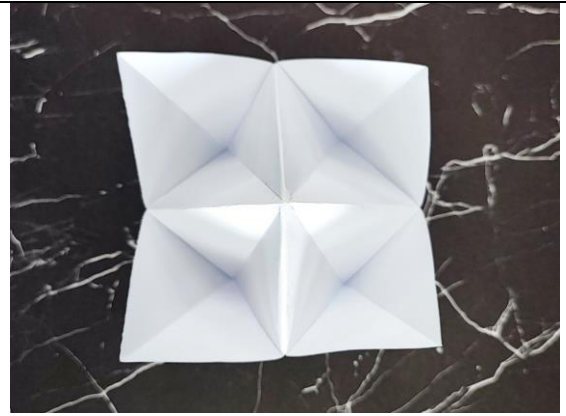
分析比例並繪製線稿



根據摺線黏合固定邊角



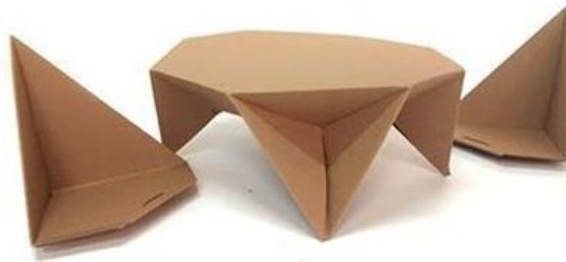
桌體內外兩種視角



學生發現類似東南西北的結構

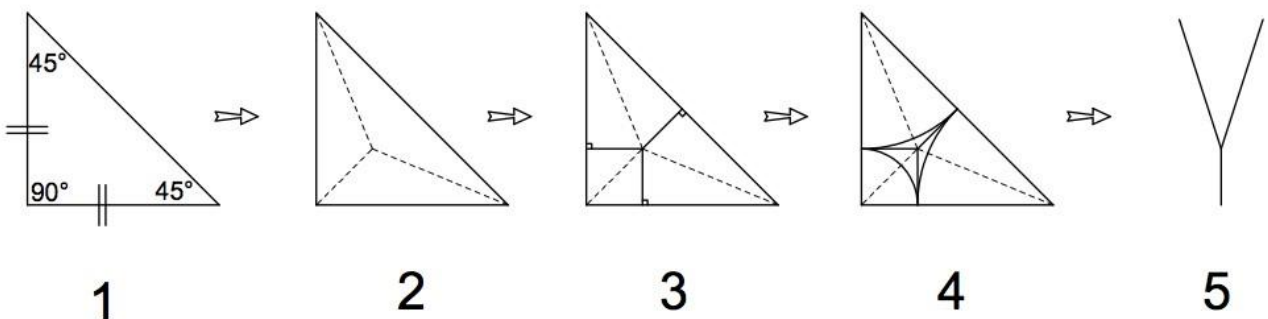
B 學生操作流程：

介紹等邊直角三角形分子所形成摺紙設計的基本結構，經由複數分子的排列組合，與聯想分支及摺疊嘗試，進行摺紙作品設計。參考範例分析長寬比例並繪製立摺之角平分線，根據摺線黏合固定邊角，完成立摺設計。<https://case.ntu.edu.tw/blog/?p=24743>



C 課程關鍵思考：

等邊直角三角形是由 45° 、 45° 及 90° 三個角所組成，在這三個角做等角度的對折線，這三條對折線將交會於一點，形成其分子結構。以此作為立摺的基本形，可擴充應用設計其他造型及功能。



1. 分析桌面與桌腳的比例，需為何種倍數關係？
2. 除了等邊直角三角形，還有其他三角形的可能性嗎？
3. 邊角的接合可用哪些方式來嘗試？

課堂5

A 課程實施照片：



根據線稿壓出參考線



沿切割線剪裁外型



沿著摺線壓合曲摺



黏合邊界

B 學生操作流程：

自選參考範例（牛奶盒上的鬱金香、櫻花、波浪四角柱），根據線稿壓出參考線，沿切割線剪裁外型，沿著摺線壓合曲摺，最後黏合邊界。

C 課程關鍵思考：

範例的山線、谷線決定了整體結構的成功與否，一旦摺轉錯了方向，將無法成形，故須根據提示摺出凸凹摺紋，並確實壓緊摺線，才能透過曲摺形成立體造型。

課堂6

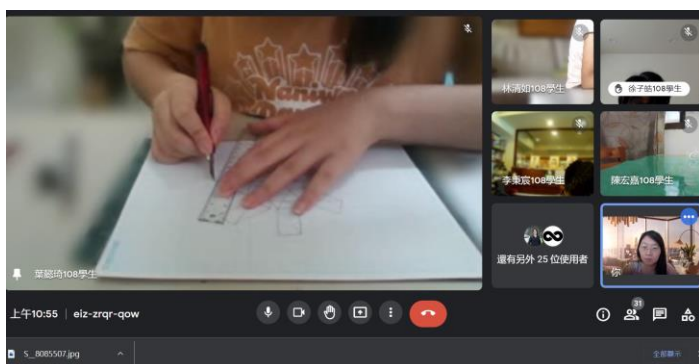
A 課程實施照片：



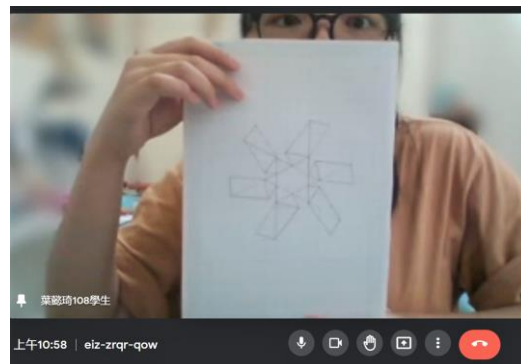
參考蛋架摺製並線上提問



這個酒瓶是靠紙提袋撐起的嗎？



學生根據範例繪製摺線圖



完成摺線圖

B 學生操作流程：

觀察摺紙在生活物件的設計（平板立架、飲料杯、酒瓶包裝），啟發摺紙結構的設計靈感，並參考摺紙應用影片（蛋架、高腳杯、皇冠筷架、手機支架、神奇百寶夾、彈珠迷宮）進行摺製，累積實作經驗。

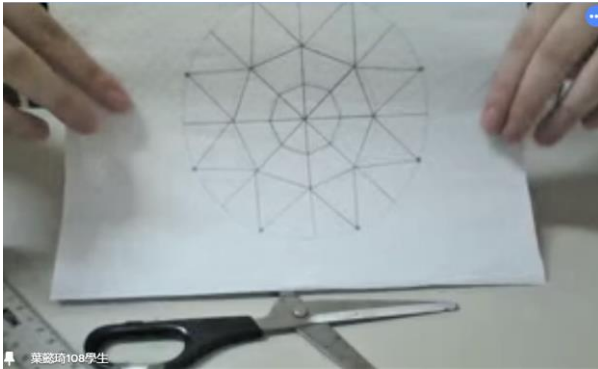
C 課程關鍵思考：

經由前述百摺、V摺、立摺、曲摺的練習，及設計案例的解析，對摺紙結構有初步的概念，故在課堂引導中，透過操作思考：

1. 範例運用何種摺法產生支撐結構？
2. 我可以擷取哪些摺紙結構運用在自己的設計上？
3. 如何改造基本形使其強化結構？

課堂7

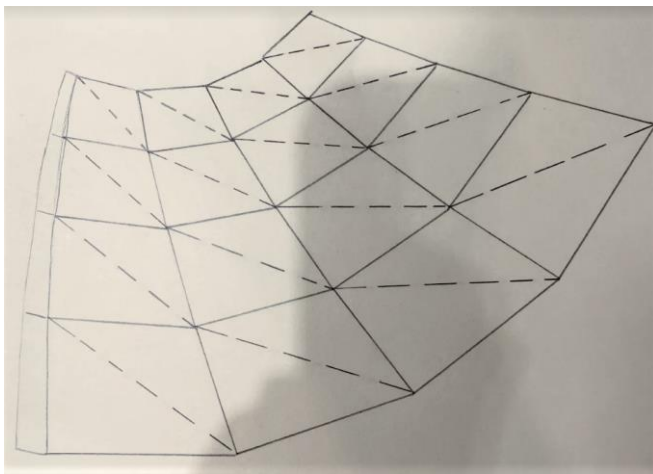
A 課程實施照片：



摺紙設計—繪製線圖



摺合成型



花形鳥塔線圖與摺製完成

B 學生操作流程：

進行摺紙設計前，先繪製線圖，剪裁外型後，摺製立體結構，並搭配適切的环境或模型，設想其實際用途。

C 課程關鍵思考：

繪製線圖時，先決定主結構採用放射或垂直軸線（如同百摺的初步選擇），再思考何種結構分子為基本形？是否需要強化支撐主結構？邊角採用V摺或立摺？

三、教學觀察與反思

1. **百摺練習**：經由提問如何產生支撐的結構後，學生發現：「我把紙張立起來圍成小圓，可以支撐水壺」、「摺紙的時候用力一點，讓紙能更堅固」、「利用多個突起接觸面，可將重量分散」、「像是一棵在森林裡被雪覆蓋的樹，站得直挺挺，具輻射對稱美感」；另外改變原以平面測試重量的角度，將紙立起，既能保留設計的多樣化摺紋間距，亦可形成支撐的視覺美感。

另有學生在摺製過程中，從凹凸相間的造型中發現類似瓦楞紙內部結構，上網蒐集資料得知瓦楞形狀有 U 型、V 型、UV 型，因此提問：「為什麼 UV 型強度高、彈性好容易恢復？」，建議可自行操作比較後，形成實證後的經驗。也從這樣的回饋中發現：日後的百摺練習，亦可模擬愛德華兄弟所做的瓦楞紙實驗，分組進行瓦楞形狀的結構測試，進而理解百摺結構的可能性及其應力結構。

2. **V 摺造型**：透過提問「摺出何種角度的斜角？」、「上下層 V 摺的方向是相對或相反？」、「整體形成何種美感？」，學生在嘗試時，能綜合之前百摺的經驗，進行大小比例的整合，形成漸層的美感；或在放射百摺的邊界，搭配 V 摺的收合，形成近似支撐點的造型；或在層層相對中，找到反覆的美感。

3. **折板框架**：在 V 摺的造型嘗試後，搭配百摺的立面，經由不同角度的轉折，能產生曲折的框架，學生因此發現：將 A4 紙橫向裁半，摺出三段 V 摺，甚至可首尾相接成球體，藉此逐漸形成由平面到立體的空間概念。

4.立摺設計：透過立摺的練習，參考範例繪製角平分線，並分析桌面與支撐腳的長寬比例，有的設計出捲花狀立摺，分段式轉折使桌角形成弧邊；有的設計出角椎狀立摺，建議上下翻轉後，搭配三至四個重複元件，即可作為另類桌角。另有學生黏合邊角後，進而發現：「V摺就像小時候玩的「東南西北」，可形成三角錐的立體結構，並產生支撐力」。

5.摺紙應用：蒐集摺紙應用影片時，優先選取具有V摺特性的結構，如：手機支架、彈珠迷宮，讓學生在模擬摺製的過程中，對應之前所學，一步步建立摺紙結構的應用概念，並相信自己能做到，避免直接進入結構設計的挫敗感。

在家上線時，有些學生沒有紙張，臨時取用手邊的紙張，卻發生許多摺爛的狀況：

「我摺爛了不知道幾張考卷 月曆紙？吖我想到了補習班的文宣蠻硬的」、「我折完了，但它爛掉了，我用影印紙」、「折一半紙破掉了...qq」，狀況百出，建議他們尋找替代紙張，但也因此發現紙張的厚薄會影響成果。

四、學生學習心得與成果



接合百摺形成杯墊



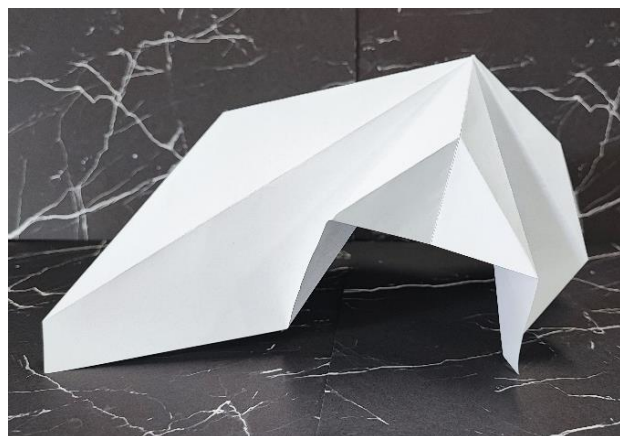
百摺造型嘗試



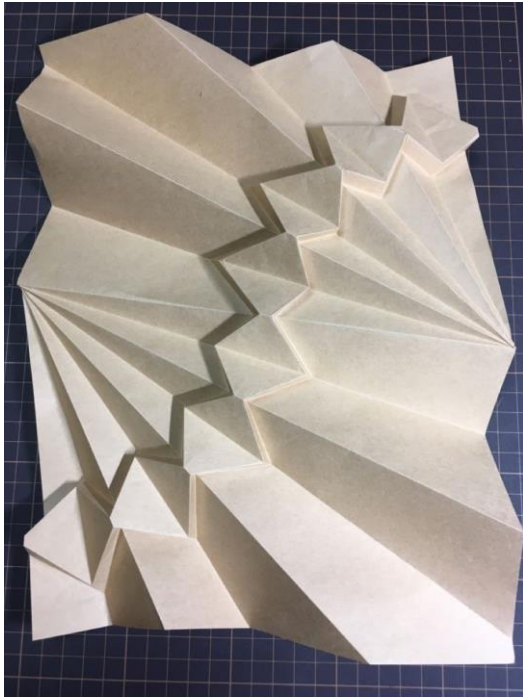
像是一棵在森林裡被雪覆蓋的樹



小組嘗試不同比例的中央摺線



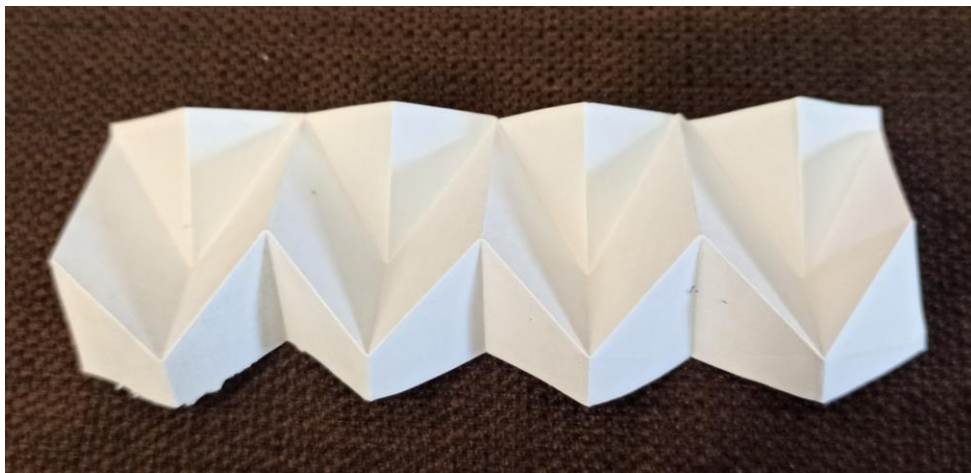
邊界 V 摺的收合，形成近似支撐點



學生設計之 V 摺造型



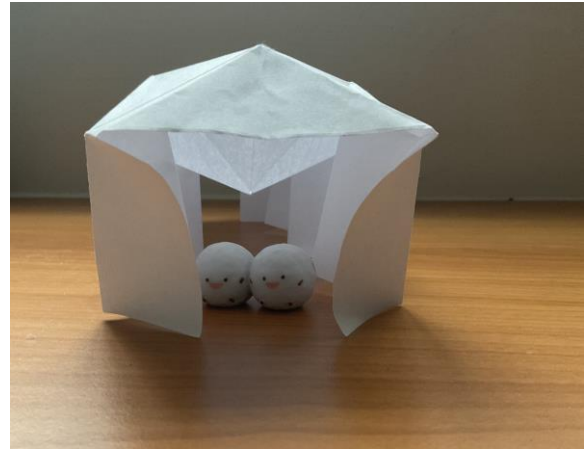
形成漸層美感之 V 摺造型



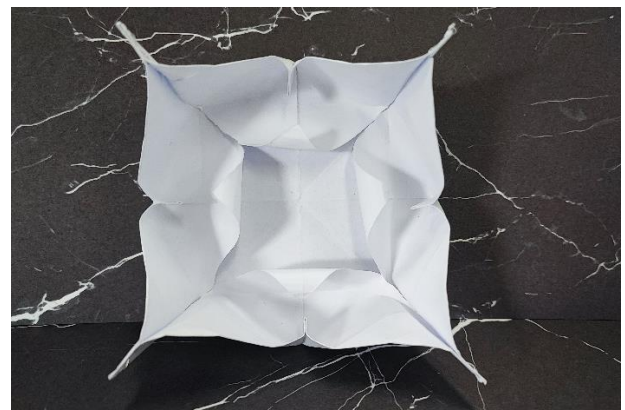
具反覆美感之 V 摺造型



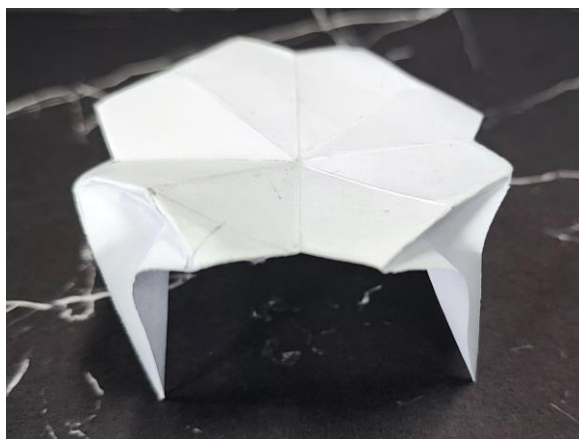
折板框架首尾相接成球體



折板框架可形成具支撐力的頂棚



學生設計捲花狀立摺，分段式轉折帶有弧邊



學生設計立摺桌面

立摺桌面與模擬之生活場景



類似歌劇院的曲摺作品



自主上色的鬱金香屋頂



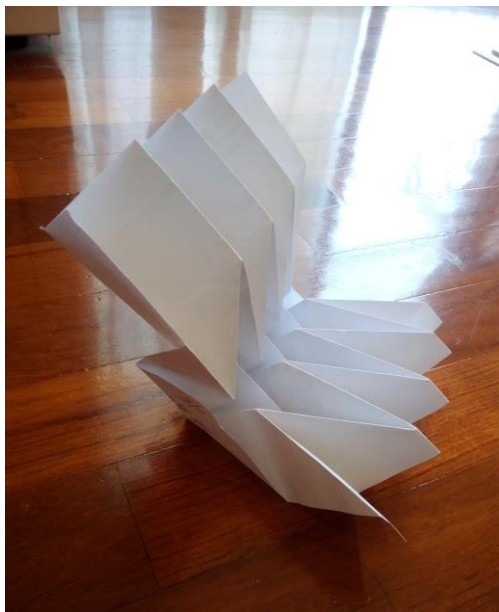
參考蛋架摺製並擺設



參考高腳杯摺製並擺設



學生設計花形鳥塔



學生設計 V 摺書架



學生設計 V 摺貓桌



學生設計 V 摺置物架