

HPM 通訊

發行人：洪萬生（臺灣師大數學系退休教授）
 主編：蘇惠玉（西松高中）副主編：林倉億（台南一中）
 助理編輯：黃俊瑋（和平高中）
 編輯小組：蘇意雯（台北市立大學）蘇俊鴻（北一女中）
 葉吉海（桃園陽明高中）陳彥宏（成功高中）
 英家銘（清華大學）
 創刊日：1998 年 10 月 5 日
 網址：<https://www.hpsociety.tw/>
 聯絡信箱：suhy1022@gmail.com

第二十八卷第二期目錄

(2025 年 6 月)

- 中文字形結構之於碎形設計之研究……………陳明璋
- 2025HPM 年會數學藝術實作(一)
 公共「藝數」……………彭良禎

中文字形結構之於碎形設計之研究

陳明璋

國立陽明交通大學 人文科學中心

摘要：

在山水繪畫的碎形研究中，最具挑戰的部分莫過於探索山水元素的生成機制及其美感的調和。中文的構造方式包含六書：象形、指事、會意、形聲、轉注、假借，其中象形是古人對複雜實體的簡約表達，特別是甲骨文，更接近圖像表現。而會意、指事則進一步擴展了象形文字的組合效果，因此，文字的演化可能蘊含 山、水、川、草、木、雲 等自然元素的數學結構。本研究剖析四個具特徵的古文字，並依據《說文解字》進行分析。我們利用橢圓與線段構建山水元素的生成子，並透過直接疊代或跳躍疊代運算，逐步生成複雜的山水元素，最終構成完整的山水畫。

關鍵字：六書、生成子、碎形、定線複製、定匡復至、跳躍疊代、AMA

一、前言

古典的碎形幾何採用 IFS(Iterated Function Sytem)方法繪圖，面臨幾個重要的困境；(1) 不易掌握收斂或發散的範圍；(2) 疊代過程瞬間耗盡計算資源；(3) 欠缺有效的造形方法；(4) 欠缺造形及美感的傳遞介面。為解決耗盡計算資源的問題，學者發明 Chaos Game 的方法，以點為基礎，直接計算收斂之後的結果，解決了計算資源消耗的問題；然此一方法僅解決第一個問題。為解決函數系統的視覺化問題，學者提出剪接理論(Collage Theorem)，用以描述真實碎形的函數系統，比如樹葉；先畫出樹葉的外框，再以此外框的縮小版，覆蓋在樹葉上，用以定義函數系統，然此一方法所提供的介面，仍不易操控，且計算資源的消耗多，又無法掌握碎形的多變性及美感，此為介面上的問題。由於大自然的碎形是亂中有序變化多端，不易用單一的函數系統描述，為詳細的描述大自然的碎形，Linden Mayer 發展一套語言 L-system，用以描述大自然碎形的規

則，如果描述的規則越細緻，得到結果亦相對的精緻；然而要用語言來描述多變化的現象，顯得相當的繁複。近代這一方面的研究仍持續的在進行，常用在典藏植物的外結構及外觀。

為解決上述的諸多問題，本研究依據自我相似 (self-similar) 的定義，以自我取代 (self-replicate) 的概念，運用結構複製繪圖法，發展了跳躍疊代 (leaping iteration)，克服上述的基本問題；更進一步的發展了一系列造型方法[2][3][4]，可用之於視覺設計、山水風景畫，以及渾沌造型法。所謂自我取代就是以幾何元素建構一個基本的結構，以其整體的外觀取代局部，其局部就和原來的整體相似！如此多次疊代，其局部和整體就可以達到近似的外觀，也就達到自我相似的效果。自我取代的疊代方式，每次的疊代所使用的函數系統是依據前次的疊代結果，重新定義而成，而輸入的元素不變。此一方法在連續的疊代之後，產生豐富的視覺效果，具備自我相似的特性！

跳躍疊代設計碎形的特性如下：

- (1) 設計時僅須完成整體的架構即可，具簡單性。
- (2) 整體結構之組成元素數量固定，計算資源的消耗固定。
- (3) 結構即限定圖形收斂的範圍，不會有無法掌握的發散現象。
- (4) 整體結構之組成元素數量固定，可隨著疊代過程圖像之變化調整結構，調整美感，具可操作性。
- (5) 著重掌握疊代過程的美感處理以及轉化。

二、生成子的探索

研究分形運用於山水繪畫之最困難，莫過探索山水元素之生成子(generator)以及美感的調和。漢字的構造，有象形、指事、會意、形聲、轉注、假借六種法則，古人稱為六書。其中象形是古人針對複雜實體的簡約表現，觀察文字的演化可以發現其核心結構，猜想山、水、川、草、木、云等文字結構可能蘊涵碎形生成子結構。本文解構“山”、“中”、“艸”、“云”四個具備象形或會意或指示形式之文字，以“說文解字”為指導，組合橢圓或線段為山水元素之生成子，再運用直接疊代或跳躍疊代生成複雜的山水元素，最後組合為山水畫。

1. 山

(1) 字源

山的外觀變化萬千，難以用簡單的數學描述。然而，漢字卻以三筆畫勾勒出「山」的基本形態，如圖 1。觀察字源的演變，可以發現其結構似乎蘊含了四個主要元素。



圖 1. 上左四圖是“山”的古代字體，上右三圖是書法行書的外觀。

(2) 生成子

從圖 1 中可見，山的基本結構蘊含主峰、側峰與綿延的大地。我們推測，至少需要四個幾何元素才能完整表達山的形態。為了確保疊代過程中幾何元素的整體一致性，我們選擇橢圓作為基本元素。如圖 2，大地對應的橢圓最為寬廣，作為基礎，承載著三座山；主峰則位於中央，稍微偏左或偏右，而兩側峰則具有不同的寬度。主峰的位置較高，且寬度最小，經過疊代後，能夠呈現出更尖銳、更高聳的主峰形態。此外，山的結構需能生成光影層次與岩層堆疊的特性，因此我們運用透明度來表現，讓幾何元素的重疊區域自然形成光影變化與層層堆疊的效果，使整體形態更加立體且富有層次感。



圖 2. 表示山的生成子結構，其外形若山；為呈現山的光影及疊層，每個幾何元素都設定相當的透明度，以便疊代之後生成光影及疊層。

(3) 結果

山之基本結構為四個橢圓，跳躍疊代即以當下的整體外觀，取代山的四個局部，生成新的整體外觀，然仍保持四個局部，如此反覆，四至五次即可成形。如圖 3 所示。所生成的山具備光影以及重疊的層次感覺，同時圖的外層比較淡，組合時比較容易和其他的元素融合。



圖 3. 山的生成子有四個橢圓所構成，上圖為跳躍疊代的歷程。

生成子中的四個元素，若大小方位稍有差異，由於疊代的關係，其外觀即有相當變化，再經組合即可形成山脈，如圖 4、圖 5。

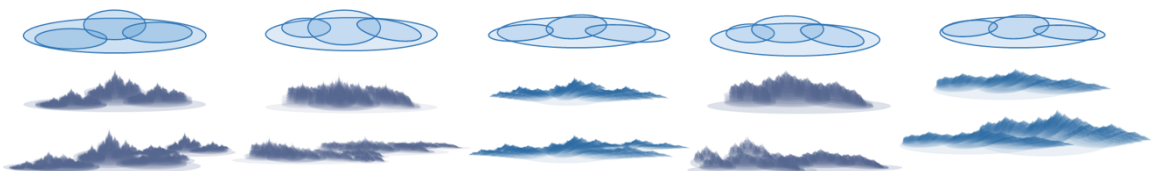


圖 4. 五個類似的生成子，及其對應的結果。



圖 5. 跳躍疊代的結果，稍加改變長高，即可組合成一座完整的山。

2. 樹木

(1) 字源

起初，以為畫樹應從「木」字解構，然而《說文解字》對「木」的解釋如下：
「木：冒也。冒地而生。東方之行。從中，下象其根。」

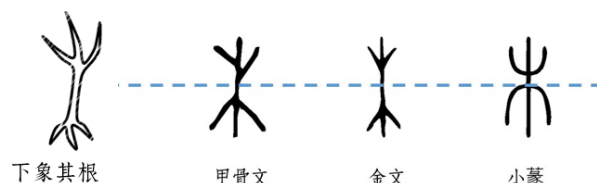


圖 6. 木的古文，其上半段是“中”。

其中，「下象其根」清楚指出，「木」的結構下半部代表樹根，上半部才是樹木的地上部分。因此，若要探討樹木的形態，應考慮「中(彳ㄗ)」而非「木」。《說文解字》進一步解釋：「中，艸木初生也。象丨(《彳ㄗ》)出形，有枝莖也。古文或以為艸字。下垂根則為(木)。」這表明，「中」代表植物初生的狀態，其形態象徵植物剛剛破土而出、向上生長的樣子。因此，我們以「中」為基礎，探討其象形結構，以發展適用於樹木繪製的生成子。如下：



圖 7. “中”的幾個古字形。

(2) 生成子

“「中」的原意為草木初生，適用於表現小草、幼樹或樹梢。依此概念，設計「中」的生成子時，分別以線段與橢圓作為基本元素，透過定線疊代與定框跳躍兩種方式進行生成，使其能夠描繪不同形態，如圖 8、圖 9。

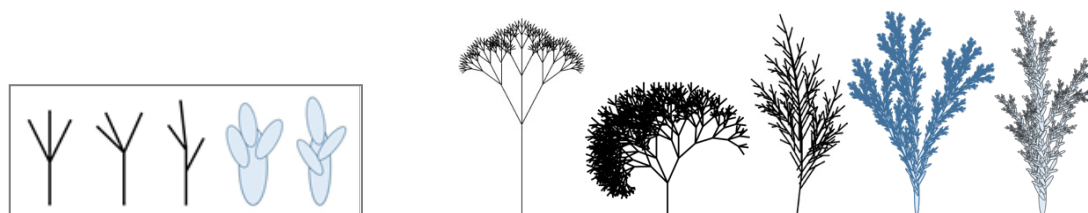


圖 8. 左圖有四五個線段和橢圓為基本元素所設計“中”的生成子，右圖為疊代的結果，其外觀如《說文解字注》所言，“艸木初生也”。

(3) 結果

圖 9 展示四種不同的成子的疊代生成歷程。其中前兩者以線段為基礎，運用定線複製法生成，是常見的古典碎形範例。後兩者以橢圓為基礎，運用定框複製法生成。四圖就如「象丨出形」的意思是：形狀像是一條直線從地面中冒出來，象徵植物剛剛破土而出、向上生長的樣子。也就是「艸木初生也」的視覺呈現。

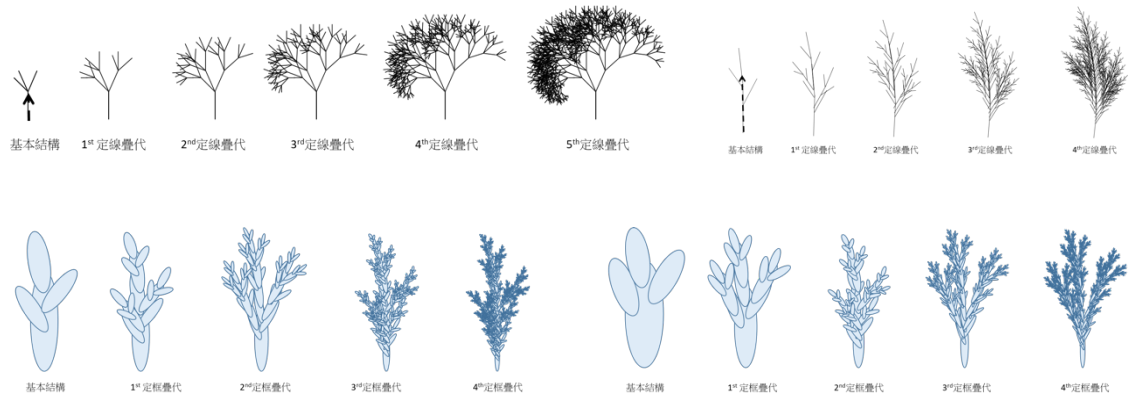


圖 9. 四種不同的生成子，疊代生成的歷程。

簡單的生成子僅能描繪規則且單純的外觀，若要表現更複雜的形態，則需運用多元生成子或更精細的設計，才能塑造更豐富的結構，如圖 10。多元生成子雖能增加外觀的變化，使圖形更具層次感，但仍僅限於生成較為簡單的樹梢。若要刻畫飽受外力影響的樹木形態，更為精細與複雜的生成子設計將不可或缺，如圖 11。

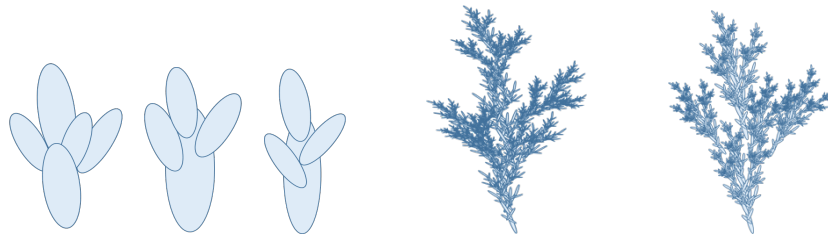


圖 10. 右兩個圖案是由左邊三個生成子交錯疊代的結果，外觀可以變得較複雜。

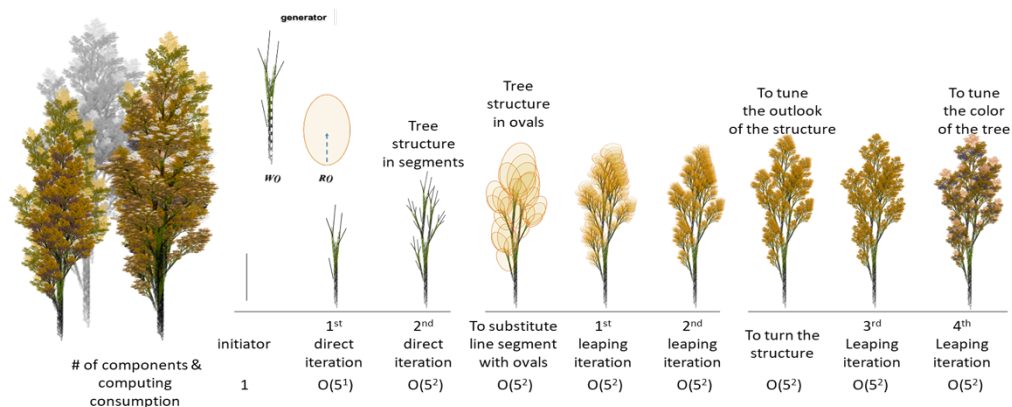


圖 11. 上圖是運用五條線段以及樹幹表示簡易的生成子，經直接疊代三次後，生成二十五條線段的結構，再將線段以橢圓取代以界定疊代過程成長的範圍，如此生成二十五個橢圓的框結構。後續再採用跳躍疊代，每次疊代後，可生成新的外觀，隨著圖像的變化，調整局部的大小方位以及調色，是美感的人機介面。

3. 云/雲

(1) 字源

清代 段玉裁《說文解字注》山川氣也。天降時雨。山川出云。從雨。云象回轉之形。古文祇作云。小篆加雨於上。遂為半體會意、半體象形之字矣。云象回轉形，此釋古文云為象形也。



圖 12. 左圖是古字，右圖是“云”的生成子，由五個透明的橢圓組合而成。

(2) 生成子

基於解構“山”的經驗，同樣的解構“云”為五個橢圓，其中大圓代表“天”，天之上也有云、天之下也有云，云飄動，前有云，後有云，前後伸展，需五個橢圓，如圖 12 右圖，又云透光有厚薄，故橢圓設透明度且部分重疊以提升漸層感。

(3) 結果

同樣的運用跳躍疊代，可以生成雲的雛形，如圖 13。再過適當的組合調色，即可轉化更多的形狀，如圖 14。然雲的形狀多變不容易描述，其生成子亦不限於五個橢圓。更多的橢圓亦可生成霧，適用於模糊作畫時連結元素之間的交互關係。

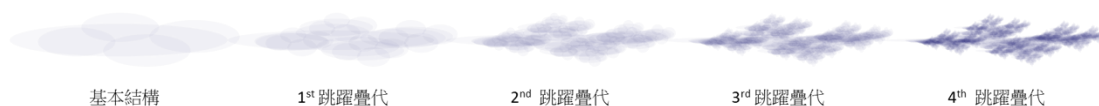


圖 13. 五個橢圓所設計的生成子，運用跳躍疊代結果。



圖 14. 疊代過程中的每一個圖像，由簡單以至於複雜，經幾何變換皆可用於組合產生效果，更能顯現空間感。

4. 草/艸

(1) 字源

「艸」，百卉之總稱，從二屮，為會意字。《說文解字》云：「艸，百卉也。從二屮。會意。經傳皆以草為之，漢書多以屮為之。」在甲骨文中，「草」的形狀近似樹木，但其根部不明顯，形似「屮」；且孤草不成草，草須成叢而生，因此古人取會意之義，以兩「屮」合構「艸」。我們不妨思考，如何運用「屮」的圖形經驗，來描繪出「艸」的意象？

(2) 生成子

我們可以設計不同的生成子，如圖 15 所示。圖中虛線為基準線，左右各設一組「屮」形結構，每組可由兩至三段線條組合而成。只需適當調整線段的長度或方向，即可變化出多樣的草形。



圖 15. 三組草的生成子。

(3) 結果

若以「艸」字的會意構形為基礎來設計生成子，先進行數次直接疊代，即可產生片狀草叢的線段結構，如圖 16 所示。接著，將其中的線段逐一以「中」形生成子替換，便可進一步構成小草群聚的圖像，如圖 17 所示。

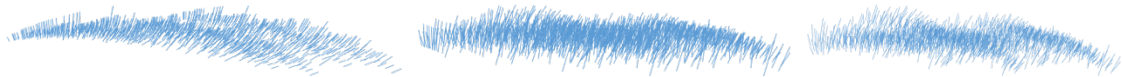


圖 16. 三個結果只是線段結構，卻也類似大草叢。

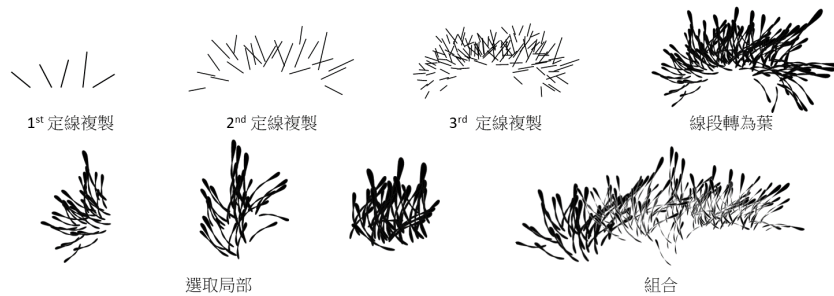


圖 17. 此案例中以五條線段為生成子，經三次疊代後，再將線段形式轉換為單株小草，即可生成細密的小草叢。若擷取局部觀察，可發現更多變化，更利於構成有層次的草叢。

若以橢圓形設計生成子，則可構成更為複雜的草原景觀。方法如下：以大圓表示地面，小圓代表草叢，草的形狀可表現方向、高低、寬長等差異。圖 18 左為生成子，右為跳躍式疊代的結果。將這些基本結構進一步組合，即可描繪出層次豐富、樣貌多變的草叢，如圖 19 所示。

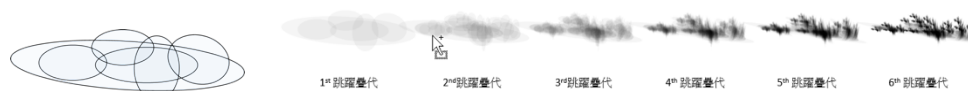


圖 18. 從左至右依序為生成子、與疊代歷程。

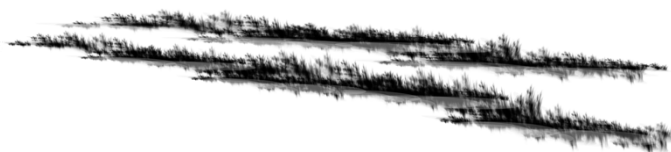


圖 19. 草叢結構，並帶有水影倒映效果。

三、結論

運用碎形幾何進行繪畫與自然元素的設計，其生成子的結構可以從古文字的象形構造中獲得靈感，也可進一步由會意與指事文字深入解析其內在結構。此外，亦能直接解構山水萬象之形貌，然而，若欲使此一創作過程臻於圓滿，仍需建立一套哲理性支撐體系。

本報告所呈現的山、樹、草、雲等四種元素，其形態涵蓋了從靜態可見到動態難捉的多樣情境。未來的研究方向，可進一步探索動態且無形的山水元素，如火、水、霧、浪與紋路等；或著重於開發具中國水墨風格的造形法，如圖 20 所示；亦可嘗試整合各種技術與風格，開創具個人特色的繪畫語彙，參見圖 21。

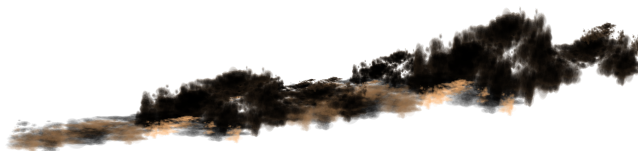


圖 20. 跳躍疊代可以生成水墨的感覺。



圖 21. 跳躍疊代可以生成獨特畫風，開啟數學與藝術的另一扇窗。

參考文獻

- M. Barnsley(1989). *Fractals Everywhere*. New York : Academic Press.
- M. Chen(2014). “An Introduction to Leaping Iterated Function Systems.” Bridges Conference Proceedings, Seoul, Korea, pp. 345–348.
- Ming Jang Chen(2018). “A Methodology of Leaping Iteration for Drawing” , *Proceedings of Bridges 2018: Mathematics, Art, Music, Architecture, Education, Culture*, pp. 419–422.
- M. Chen(2019). “Inter Leaping Iteration: A Native Methodology for Drawings”, Bridges Linz 2019.
- H. O. Peitgen, H. Jürgens, & D. Saupe(1992). *Chaos and Fractals: New Frontiers of Science*, New York: Springer-Verlag Inc., pp. 280.
- [1] Przemyslaw Prusinkiewicz, & Aristid Lindenmayer, *The Algorithmic Beauty of Plants*, Springer-Verlag, New York, in 1990.
- L-system, <https://en.wikipedia.org/wiki/L-system>
- 維基百科, <https://zh.wiktionary.org/wiki/>
- 漢典, <https://www.zdic.net/>

2025HPM 年會數學藝術實作(一)公共「藝數」

彭良禎

臺灣師範大學附屬高級中學

一、緣起

繼2024HPM年會上，筆者首度推出工作坊「克卜勒之星：《世界的和諧》古文本瀏覽暨星狀體DIY體驗」之後，今年年會的工作坊主題定調於「數學藝術」，且參照去年的推行經驗，特別將報告時間從簡短20分鐘的教學分享，拉長為45分鐘的實作體驗(圖1)。筆者這回端出在師大附中主導的「高瞻計畫『藝數創課』」(2016.11~2019.09)的成果之一，同時結合〈藝數萬花筒〉DIY的教學回饋，與大家分享一場別開生面的「公共藝數」跨域之旅。



圖1、2025TWHPM年會海報〈數之軌跡+藝數〉設計。

二、公共「藝數」

藝術家楊英風(1926-1997)的〈常新(ever-green)〉(1990)作品，是筆者首次接觸、認識以數學元素為發想的大型立體雕塑。藝術家以一顆坐落在 Mobius 環上循環滾動的球體結構，象徵地球運行不停的環保意象。日後得知是藝術家當年特地響應世界地球日(4/22)的發表，以及還有一座增添了小月球造型的〈日新又新〉(1993)的姊妹品(圖 2)，與地球一大一小地相互呼應，不僅有趣，也有感。



圖2、經由「Mobius環」設計發想的景觀雕塑。(圖片來源：楊英風美術館)

有感之餘，筆者自此便有意無意地，開始關注眾多結合點、線、面、體等幾何元素的藝術創作，進而有機會在受邀到全台各地教師增能研習或學生創意營隊分享之餘，順路或專程前往拍攝、紀錄。而同一件作品，也經常因為不同時地的拍攝機緣，以及作品與周遭場景所呈現的藍天白雲或晨曦夕照的差異，而能深刻感受到楊英風大師當年所提「景觀雕塑」一詞的變化意境。

就這樣拍著與錄著，從早期「殺底片」的照相模式，慢慢地演變到「殺記憶體、殺電池」的記錄狀態。在累積了近二十年的關注資訊與拍攝紀錄之後，自 2013 年的寒假起算，筆者因緣際會地受邀在三民書局的電子報《數學頻道》專刊上，開設了「公共藝數」專欄，至 2018 年的寒假截止，陸陸續續地編撰了 15 篇的主題文章(表 1)，以期引領讀者透過數學的放大鏡，察覺並欣賞存在於生活週遭的數學設計與幾何結構的雕塑造型。

時間/刊期	主題	2014/12 No.11	八部曲：四面體
2013/04 No.2	首部曲：維特魯威人	2015/05 No.12	九部曲：八面體
2013/05 No.3	二部曲：莫比爾斯環	2015/09 No.13	十部曲：長方體
2013/06 No.4	三部曲：數碼	2016/05 No.15	十一部曲：正二十面體
2013/09 No.5	四部曲：尺規	2016/11 No.17	十二部曲：正十二面體
2013/12 No.6	五部曲：正方形	2017/04 No.20	十三部曲：星體
2014/03 No.8	六部曲：正六面體	2017/11 No.23	十四部曲：方與圓
2014/04 No.9	七部曲：長方形	2018/03 No.25	十五部曲：橢圓

表1、《數學頻道》專刊之「公共藝數」專欄各篇章主題。

而上述的小品成果，原本有機會包裝成專書問世，可惜一開始因為受眾的定位不明，導致改寫的方向懸而未決，後因承辦的人事異動，最終全案無疾而終。恰巧在該時期前後，筆者任職師大附中的設備組長三年，經由洪仁進校長的熱情鼓勵，筆者申請到科技部的高瞻計畫案，便自然而然地牽引相關的研究能量，搭配 DIY 動手做的創意教學設計，開發出一系列的「藝數創課」成果。只是計畫趕不上變化，在原本規劃期程為 5 年(3 年設計研發+2 年成果推廣)的補助計畫案，卻又因為科技部重新改回國科會的招牌嘎然而止。無巧不成書，如今這些成果竟又天時、地利、人和地搭上 108 課綱多元選修的教改列車，意外地演變成師大附中的輪值課程「公共藝數」(圖 3)，引領有緣的學生看一看、做一做、賞一賞。



圖3、師大附中「高瞻計畫『藝數創課』」之〈藝數萬花筒〉DIY設計。

三、銘謝+後記

感謝師大附中支援高瞻計畫「藝數創課」開發之〈藝數萬花筒〉DIY，讓與會夥伴在認識「公共藝數」之餘，進而得以動動手、動動腦與動動眼，由簡而繁地操作、體驗由菱形十二面體分割、組裝而成的「愛心」、「心心相映」、「鑽石座」與「蘋果派」等立體結構的趣味挑戰。

自從與公共藝數邂逅之後，至今近三十年隨機與隨緣的拍著與錄著，在累積了數 G 的記憶體中，其中較值得說嘴的，除了能在台灣收集到 5 種「正多面體」造型發想的公共藝術，以及部分因天不時、地不利或人不和等變遷，衍生成「公共藝數史」茶餘飯後的趣談之外，最值得大書特書的，就是因此得以與藝術家李再鈐老師結緣，進而透過數款「低限藝術」的幾何雕塑設計，破解其何以無限演變的構成規律與發想手法。如今國立歷史博物館在封館修葺、重新開館之際，繼「英風百年—楊英風藝術大展」之後，再繫半個世紀的前緣，目前正如火如荼地推出「穿越世代-李再鈐個展」，有 DIY 工作坊與教師素養研習等，多場次跨領域活動的設計規劃，俗語說：擇日不如撞日，姑且藉此機緣與版面宣傳，歡迎讀者揪團，趕緊報名參加體驗喔！



圖4、史博館推出的「李再鈐個展」與藝術教育推廣的DIY設計。

四、相關資訊

1. 彭良禎，〈《世界的和諧》初探 & 「克卜勒之星」DIY〉，HPM 通訊第 27 期第 1 卷(2024/03)，下載網址：<https://hpmociety.tw/activity/hpm-letter-27-1-published/>。
2. 楊英風：
 - (1) 維基百科簡介：<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%A5%8A%E8%8B%B1%E9%A2%A8>。
 - (2) 〈常新〉：<https://www.yuyuyang.org.tw/h/ServiceDetail?key=675875086003&set=7&cont=193561>。
 - (3) 〈日新又新〉：<https://www.yuyuyang.org.tw/h/ServiceDetail?key=675875086003&set=7&cont=193599>。
3. 彭良禎，「公共藝數」專欄文章：
 - (1) 三民數學學習網《數學頻道》電子報：<https://elearning.sanmin.com.tw/Learn/EPBook/Math>。
 - (2) 〈藝數 Fun 手玩〉部落格摘要：<https://mathpon.blogspot.com/search/label/%E5%85%AC%E5%85%B1%E8%97%9D%E8%A1%93>。
4. 師大附中「高瞻計畫『藝數創課』」：
 - (1) 教師增能培訓紀錄影片：<https://www.youtube.com/playlist?list=PL8EOtI-SVpaEehvcs-caWabZu8E2G817Z>。
 - (2) 〈藝數萬花筒〉DIY 教學影片：<https://www.youtube.com/watch?v=V5VS4sL6sRs>。

5. 李再鈐：

(1) 維基百科簡介：<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%9D%8E%E5%86%8D%E9%88%90>。

(2) 國立歷史博物館「[穿越世代-李再鈐個展](#)」：

https://event.culture.tw/mocweb/reg/NMH/ExhibitionDetailInit.ctr?actId=50031&utm_source=moc&utm_medium=query&utm_campaign=50031。

(3) 國立歷史博物館電子報《歷史文物》324 期-「墨韻」×「雕塑」×「色彩」：

https://www.nmh.gov.tw/News_Content.aspx?n=6993&s=233764。

1. 為節省影印成本，本通訊將減少紙版的發行，請讀者盡量改訂 PDF 電子檔。要訂閱請將您的大名，地址，e-mail 至 suhy1022@gmail.com
2. 本通訊若需影印僅限教學用，若需轉載請洽原作者或本通訊發行人。
3. 歡迎對數學教育、數學史、教育時事評論等主題有興趣的教師、家長及學生踴躍投稿。投稿請 e-mail 至 suhy1022@gmail.com
4. 本通訊內容可至網站下載。網址：<https://www.hpmociety.tw/>
5. 以下是本通訊在各縣市學校的聯絡員，有事沒事請就聯絡

《HPM 通訊》聯絡員

日本：陳昭蓉（東京 Boston Consulting Group）

基隆市：許文璋（銘傳國中）

台北市：楊淑芬（松山高中）杜雲華、陳彥宏、游經祥、蘇慧珍（成功高中）

蘇俊鴻（北一女中）陳啟文（中山女高）蘇惠玉（西松高中）蕭文俊（中崙高中）

郭慶章（建國中學）李秀卿（景美女中）王錫熙（三民國中）謝佩珍、葉和文（百齡高中）

彭良禎（師大附中）郭守德（大安高工）張瑄芳（永春高中）張美玲（景興國中）

文宏元（金歐女中）林裕意（開平中學）林壽福、吳如皓（興雅國中）傅聖國（健康國小）

李素幸（雙園國中）程麗娟（民生國中）林美杏（中正國中）朱廣忠（建成國中）吳宛柔（東湖國中）王裕仁（木柵高工）蘇之凡（內湖高工）

新北市：顏志成（新莊高中）陳鳳珠（中正國中）黃清揚（福和國中）董芳成（海山高中）

孫梅茵（海山高工）周宗奎（清水中學）莊嘉玲（林口高中）王鼎勳、吳建任（樹林中學）

陳玉芬（明德高中）羅春暉（二重國小）賴素貞（瑞芳高工）楊淑玲（義學國中）

林建宏（丹鳳國中）莊耀仁（溪崑國中）廖傑成（錦和高中）陳政宏（泰山高中）

宜蘭縣：陳敏皓（蘭陽女中）吳秉鴻（國華國中）林肯輝（羅東國中）林宜靜（羅東高中）

桃園市：許雪珍、葉吉海（陽明高中）王文珮（青溪國中）陳威南（平鎮中學）

洪宜亭、郭志輝（內壢高中）鐘啟哲（武漢國中）徐梅芳（新坡國中）程和欽（大園國際高中）

鍾秀瓏（龍岡國中）陳春廷（楊光國民中小學）王瑜君（桃園國中）

新竹市：李俊坤（新竹高中）、洪正川（新竹高商）

新竹縣：陳夢綺、陳瑩琪、陳淑婷（竹北高中）

苗栗縣：廖淑芳（照南國中）

台中市：阮錫琦（西苑高中）、林芳羽（大里高中）、洪秀敏（豐原高中）、李傑霖、賴信志、陳姿研（台中女中）、莊佳維（成功國中）、李建勳（萬和國中）

彰化市：林典蔚（彰化高中）

南投縣：洪誌陽（普台高中）

嘉義市：謝三寶（嘉義高工）郭夢瑤（嘉義高中）

台南市：林倉億（台南一中）黃哲男、洪士薰、廖婉雅（台南女中）劉天祥、邱靜如（台南二中）張靖宜（後甲國中）李奕瑩（建興國中）、李建宗（北門高工）林旻志（歸仁國中）、劉雅茵（台南科

學園區實驗中學）

高雄市：廖惠儀（大仁國中）歐士福（前金國中）林義強（高雄女中）

屏東縣：陳冠良（枋寮高中）楊瓊茹（屏東高中）黃俊才（中正國中）

澎湖縣：何嘉祥、林玉芬（馬公高中）

金門：楊玉星（金城中學）張復凱（金門高中）馬祖：王連發（馬祖高中）

附註：本通訊長期徵求各位老師的教學心得。懇請各位老師惠賜高見！