

附件五之一

彰化縣112學年度國民中小學學生獨立研究作品徵選

作品說明書（封面）

作品編號：（由承辦單位編列）

組別：
國小組
國中組
數學類
自然、科技類
人文社會類

作品名稱：紙莎草的再生日記

封面切勿出現校名、作者、校長及指導者姓名，違者不予收件。

第一階段 研究訓練階段

一、近二年學校獨立研究課程之規劃

本校以外加式課程針對資優生進行獨立研究教學與指導。獨立研究課程提供自然、人文、數學等研究主題課程，將歷屆優秀獨立研究作品中的實驗方法或主題，透過實際操作感受研究的樂趣，規劃相關研究方法課程，學習正式的研究方法，並藉由校內舉辦的獨立研究發表會，提供學生發表的舞台。

本校配合彰化縣獨立研究競賽時程，規劃學生參與比賽，學生可以依照自己的興趣專長與同儕合作參與，也可以自我挑戰。課程中除了讓學生發覺自身興趣探究外，也會帶領學生進行團隊合作及研究方法訓練，並依據不同的學生狀況給予不同的指導。

二、學校如何提供該生獨立研究訓練

本校落實十二年國教「自發」、「互動」、「共好」的精神，引導學生從生活中發現問題探索興趣，並透過科學方法來解決疑問。

在獨立研究課程內容方面，中年級著重在基本研究能力的培養，如：閱讀、筆記、文書軟體的使用、學習策略及資料整理等，從日常生活中發現問題並探究，培養研究精神及素養，並認識不同的研究方法。高年級搭配彰化縣獨立研究競賽作為發表的舞台，學生能依照自身的興趣選擇深入探究的研究主題，搭配學習過的研究方法進行研究，並應用在生活中。

在學生學習歷程方面，教師會針對不同學習特質的學生，給予不同程度的任務及引導。讓學生在學習探究的過程中也能保有自身彈性發揮的空間。在遇到研究上的困難時，教師也會依據不同能力特質的學生，分別給予個別化的引導方式，讓學生在進行研究時能更有動機及方向。

在學習評量方面，學期末會舉辦校內獨立研究發表會，讓學生有機會在校園中公開發表研究的成果，並以檔案評量、學生自我評

量及教師觀察作為評量方法，每學期給予學生學期質性評量單，讓學生能回顧並檢核自身努力的成果，也能更了解自己的研究特質。

第二階段 獨立研究階段

摘要

本研究主要探討紙莎草能否用來製紙，以及紙莎草加入紙漿是否能成功製作出紙，並找出製作莎草紙的最佳比例和最好的製紙方式。

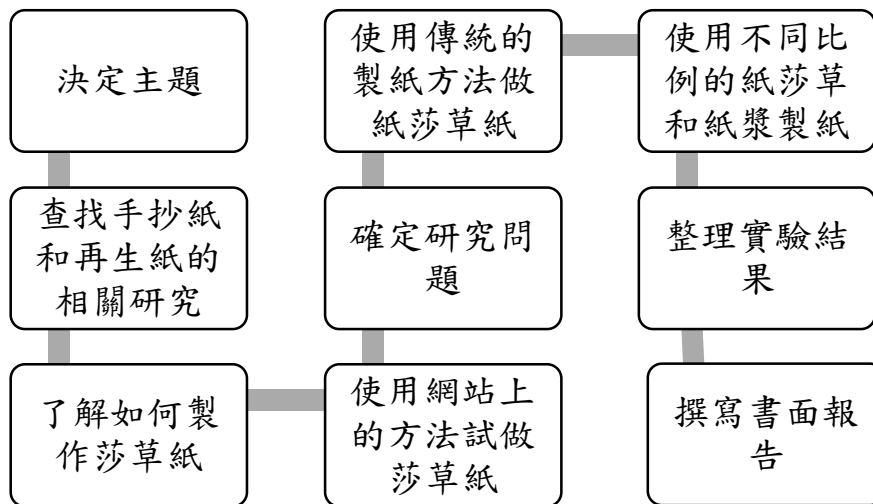
本實驗分別使用純紙莎草製紙，以及紙莎草加上 A4 廢紙漿以三種比例製紙。實驗結果發現，這四種原料及比例都能成功製紙，其中，紙莎草與紙漿以 1：2 的比例做出來的莎草紙是最好寫的，在取紙時也是最好拆下的。

壹、研究動機

我在五年級時有做過植物生長環境的改變對於植物生長狀況的研究，平時也很喜歡觀察植物，加上家裡有很多植物，可以讓我照顧、觀察，所以這次想做有關於植物的研究。近年來大家越來越重視環保議題，我也非常關注環保議題，我查到紙莎草曾在古埃及文明中被使用來製紙書寫，我就想是否能用紙莎草製作再生紙，減少紙的消耗，保護地球，而網路上只查到一個有關紙莎草的實驗，剛好家裡有種植紙莎草，所以我想要試試看用這個植物進行製紙實驗。

貳、擬定正式計畫、研究問題及工作進度表

一、研究計畫



二、研究目的與問題

(一) 紙莎草的功用。

(二) 使用紙莎草進行製紙實驗。

1. 使用純紙莎草進行製紙實驗。

2. 使用傳統的手工製紙方法進行製紙實驗。

3. 使用紙莎草混合不同比例紙漿進行製紙實驗。

(三) 找出最適合製作紙莎草手抄紙的方法、比例及原料。

三、工作進度表

	9月	10月	11月	12月
決定主題	██████████			
文獻探討	██████████	██████████		
確定研究問題	██████████	██████████		
紙莎草製紙實驗		██████████	██████████	
研究結果			██████████	██████████

參、彙整相關文獻

一、紙莎草

(一) 紙莎草 (*Cyperus papyrus* L.) 為莎草科、莎草屬，別名埃及紙草，原產尼羅河及幼發拉底河流域，常用於園藝栽培作觀賞綠化美化用。

(二) 古埃及人會取紙莎草的嫩枝食用，用繖狀花序編製花圈敬神，還會取其莖造紙或編製葦舟，堪稱是古埃及文明一個重要的組成部分；古希臘人、古羅馬人和古阿拉伯人則用它造紙，成為當時地中海地區通用的書寫材料。

二、紙的製作方法

(一) 造紙原料

造紙的原料稱為纖維，按照來源可以分成四大類，植物、動物的皮毛或是絲、無機纖維與金屬纖維、人造纖維。

植物纖維是最主要的造紙原料，植物的成份依照造紙化學的觀點，將主要成份分為纖維素、半纖維素以及木質素三種。造紙主要使用植物的纖維素以及半纖維素，因為木質素會影響紙張的保存性，必須透過漂白的的方式將木質素去除。除非在特殊的目的下，我們才會需要未漂白的紙漿。

三、造紙的方法與流程

(一) 傳統的製漿方法

- 1.經過蒸煮浸泡、漂白（如日曬）來去除不要的木質素
- 2.使用搥打（用人力或水力），讓纖維芻化（有助於紙的強度）。

(二) 近代的製漿方法

- 1.主要針對大量生產的原料，有不同的做法，例如以機械處理方式的機械木漿和以化學方式的化學漿等。

(三) 手工造紙流程

- 1.選擇材料：植物、動物皮毛或絲。

- 2.將材料浸泡軟：將皮料放進水池浸泡並用人力踩踏。樹皮剝下後曬乾即可以長時間保存。
- 3.蒸煮：將浸泡過的樹皮原料經由蒸煮的過程，加速植物纖維分離，去除原料中的果膠、色素、油脂等雜物。
- 4.清洗及漂白：將蒸煮過的樹皮放入水槽內用清水做初步的浸泡及清洗，樹皮纖維以外的物質再加以挑選並清洗乾淨。
- 5.打漿：漂洗後的纖維原料打成漿狀，形成所謂的「紙漿」。
- 6.抄紙：將紙漿溶解於水中並加入懸浮劑（糊）加以攪拌均勻。
- 7.壓紙：紙漿經過抄紙形成紙的形態，接著將水分壓乾去除。
- 8.烘紙：將脫水完成的紙以木棍取下，放到乾燥的烘紙台上用蒸氣90至100度高溫烘烤。
- 9.成紙。

四、再生紙與手抄紙之研究




屆/組/科	科展作品名稱	相關研究方式及目的
第46屆 國小組 生活與應用科學 科	起『紙』回生	尋找製作再生紙需要的各項條件，以廢紙種類、紙漿最佳化比例、製作程序、吸水效果與其他特性為觀察重點。
第53屆 國小組 化學科	“紙”要你動手做	探討再生紙的特性，包括再生紙的纖維分佈、厚薄度關係。
第55屆 國小組 生活與應用科學 科	黏葉大討讚	找出最適合製紙的含膠植物，依最佳比例，合適的製紙及取紙方式製作出可反覆折、可書寫、可列印之類似影印紙效果的紙張。



第 56 屆 國小組 生活與應用科學 科	紙復回春~再生紙	將不同原料製成的再生紙經由實驗測量吸油度、吸水度、耐重度及厚度，找出適合的用途。
第 61 屆 國小組 生活與應用科學 科	探討狗毛再生紙的可實用性	找出製作狗毛紙的最佳配方，並運用機械、化學、物理性質評測狗毛紙之功能。

肆、資料分析

一、紙莎草製紙試做

我在網站上找到 DIY 莎草紙的資料，決定先運用網站上的方法試做看看，以下是我的實驗過程。

步驟	實驗記錄
1.削去紙莎草的綠色外皮。	
2.將紙莎草的髓切成薄片再壓扁。	
3.泡水一星期，在泡水的過程中發現有部分的髓開始變黑。	




<p>4.把髓壓乾。</p>	
<p>5.把髓排列成紙的形狀，每一片薄片中有了一小部分重疊，不能有縫隙。</p>	
<p>6.用重物壓一星期。</p>	
<p>7.拿出來時感覺有一點點黏黏的，且髓全部都變成咖啡色。</p>	
<p>8.取下紙莎草後，發現有只有一些的紙莎草有黏住，但其餘的都是一根一根的，所以這次的實驗失敗。</p>	

我在壓第二天時就有看過莎草紙的情況，那時幾乎沒有黏在一起的紙莎草，所以我決定再多壓幾天。一星期後雖然摸起來全都黏黏的，但只有一些紙莎草髓相互黏住，沒辦法成為一張紙，所以這次的實驗失敗，之後會再嘗試其他方法製作莎草紙。

二、使用傳統製紙方式試做莎草紙





實驗原料：紙莎草

步驟	實驗記錄
1.削去紙莎草的綠色外皮。	
2.把紙莎草的髓切成小段。	
3.把紙莎草放進水裡浸泡二十分鐘。	
4.把紙莎草放進果汁裡攪拌。	
5.用手抄網抄紙。	

6.將植物漿鋪在手抄網上，再壓乾水分。	
7.將紙日曬風乾。	
8.將紙從手抄網上取下。	
9.成紙	

在取紙的過程中，因為紙黏在網子上且黏得很緊，所以很不好取下，導致取下後的紙變得破破的。紙莎草手抄紙摸起來有一點點沙沙的而且有一些沒黏緊的屑屑到處亂飛。

三、實驗工具

紙莎草的髓	美工刀	水桶	果汁機
			
手抄網	電子秤	量杯	大盆子




四、莎草紙實驗

我參考了中華民國第46屆中小學科學展覽會【起『紙』回生】中再生紙紙漿製作的最佳比例，使用1000毫升的水加上8公克的A4廢紙打成紙漿，再以不同比例添加在紙莎草中做成紙。

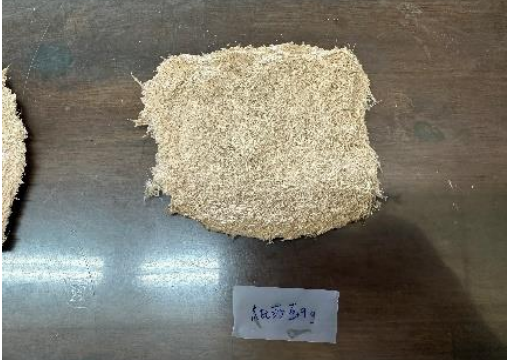
(一) 實驗一：製作純紙莎草紙

使用原料：紙莎草

製紙步驟	實驗記錄
<ol style="list-style-type: none"> 1. 削去紙莎草的綠色外皮。 2. 把紙莎草的髓切成小段。 3. 把紙莎草放進水裡浸泡二十分鐘。 4. 把紙莎草放進果汁裡攪拌。 5. 將紙鋪在手抄網上。 6. 將紙日曬風乾。 7. 將紙從手抄網上取下。 8. 成紙。 	

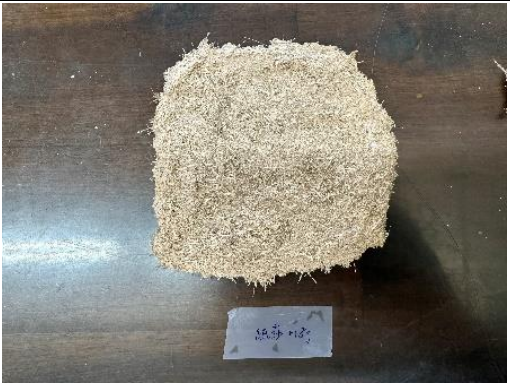
(二) 實驗二：將紙莎草與紙漿以1:1的比例進行手抄紙製作

使用原料：紙莎草、A4廢紙

製紙步驟	實驗記錄
<ol style="list-style-type: none"> 1. 削去紙莎草的綠色外皮。 2. 把紙莎草的髓切成小段。 3. 把紙莎草放進水裡浸泡二十分鐘。 4. 將8克的紙和1000毫升的水加在一起放進果汁裡攪拌。 	


<ol style="list-style-type: none"> 5.把紙莎草放進果汁裡攪拌。 6.倒出 9 克的紙漿並和紙莎草混和。 7.將紙莎草鋪在手抄網上。 8.將紙日曬風乾。 9.將紙從手抄網上取下。 10.成紙。 	
---	--

(三) 實驗三：將紙莎草與紙漿以 1：2 的比例進行手抄紙製作
 使用原料：紙莎草、A4 廢紙

製紙步驟	實驗記錄
<ol style="list-style-type: none"> 1.削去紙莎草的綠色外皮。 2.把紙莎草的髓切成小段。 3.把紙莎草放進水裡浸泡二十分鐘。 4.將 8 克的紙和 1000 毫升的水加在一起放進果汁裡攪拌。 5.把紙莎草放進果汁裡攪拌。 6.倒出 18 克的紙漿並和紙莎草混和。 7.將紙莎草鋪在手抄網上。 8.將紙日曬風乾。 9.將紙從手抄網上取下。 10.成紙。 	

(四) 實驗四：將紙莎草與紙漿以 2：1 的比例進行手抄紙製作


使用原料：紙莎草、A4 廢紙

製紙步驟	實驗記錄
<ol style="list-style-type: none">1. 削去紙莎草的綠色外皮。2. 把紙莎草的髓切成小段。3. 把紙莎草放進水裡浸泡二十分鐘。4. 將 4 克的紙和 500 毫升的水加在一起放進果汁裡攪拌。5. 把紙莎草放進果汁裡攪拌。6. 倒出 3 克的紙漿並和紙莎草混和。7. 將紙莎草鋪在手抄網上8. 將紙日曬風乾。9. 將紙從手抄網上取下。10. 成紙。	

(五) 實驗五：製作再生紙

為了要比較莎草紙和再生紙書寫度的差別而製作再生紙。





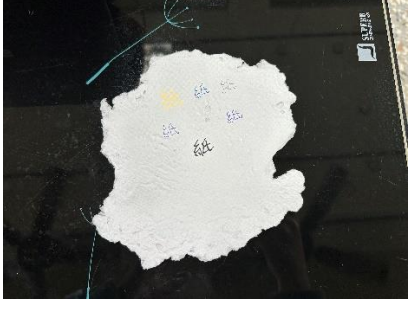
實驗原料：A4 廢紙

製紙步驟	實驗記錄
<ol style="list-style-type: none">1. 將實驗剩下的紙漿鋪在手抄網上。2. 將紙日曬風乾。3. 將紙從手抄網上取下。4. 成紙。	

五、手抄紙與再生紙書寫測試

測試用筆 手抄紙	螢光筆	奇異筆	自動鉛筆	油性原子 筆	水性原子 筆
純紙莎草 (第一次 試做)	能完全寫 在紙上	能完全寫 在紙上	寫的時候 紙會破 掉，較無 法寫上去	能寫在紙 上	沒辦法寫
純紙莎草	能完全寫 在紙上	能完全寫 在紙上	可以勉強 寫在紙 上，但筆 跡較不明 顯	能寫在紙 上	能寫在紙 上
9 克的紙 莎草加 9 克的紙漿	能完全寫 在紙上	能完全寫 在紙上	可以寫在 紙上，但 筆跡稍微 不明顯	能寫在紙 上	能寫在紙 上
9 克的紙 莎草加 18 克的 紙漿	能完全寫 在紙上	能完全寫 在紙上	能完全寫 在紙上	能完全寫 在紙上	能完全寫 在紙上
6 克的紙 莎草加 3 克的紙漿	能完全寫 在紙上	能完全寫 在紙上	可以勉強 寫在紙 上，但筆 跡較不明 顯	能完全寫 在紙上	能寫在紙 上
純紙漿	能完全寫 在紙上	能完全寫 在紙上	能完全寫 在紙上	能完全寫 在紙上	能完全寫 在紙上

六、莎草紙書寫測試成果

<p>純紙莎草</p>	
<p>9 克的紙莎草加 9 克的紙漿</p>	
<p>9 克的紙莎草加 18 克的紙漿</p>	
<p>6 克的紙莎草加 3 克的紙漿</p>	
<p>純紙漿</p>	

伍、研究結果與討論

一、實驗結果

(一) 根據實驗結果，直接使用紙莎草進行製紙實驗時，使用網路上的實驗步驟製紙時，沒辦法成紙，但使用傳統手工製紙法時就能夠成功製紙，而且可以書寫。所以最適合製作紙莎草手抄紙的方法是傳統手工製紙法。

(二) 根據實驗一，我使用紙莎草進行手抄紙製作，可以成紙，在書寫上，可以用螢光筆、奇異筆、油性原子筆、水性原子筆書寫，而自動鉛筆則是可以用在紙上，但筆跡較不明顯。在取紙時有一小部分黏住。

(三) 根據實驗二，我使用紙莎草、A4 紙以 1：1 的比例進行手抄紙製作，可以成紙，在書寫上，可以用螢光筆、奇異筆、油性原子筆、水性原子筆書寫，而自動鉛筆則是可以用在紙上，但筆跡稍微不明顯。在取紙時很好拆下。

(四) 根據實驗三，我使用紙莎草、A4 紙以 1：2 的比例進行手抄紙製作，可以成紙，在書寫上，可以用螢光筆、奇異筆、自動鉛筆、油性原子筆、水性原子筆書寫。在取紙時很好拆下。

(五) 根據實驗四，我使用紙莎草、A4 紙以 2：1 的比例進行手抄紙製作，可以成紙，在書寫上，可以用螢光筆、奇異筆、油性原子筆、水性原子筆書寫，而自動鉛筆則是可以用在紙上，但筆跡較不明顯。在取紙時較難拆下。

(六) 根據實驗五，我使用 A4 紙進行再生紙製作，可以成紙，在書寫上，可以用螢光筆、奇異筆、油性原子筆、水性原子筆和自動鉛筆書寫。在取紙時很好拆下。

(七) 依據實驗一和實驗二~四的實驗結果來看，使用紙莎草混合紙漿進行實驗的效果比單純使用紙莎草好。

陸、評鑑與檢討

(一) 依據紙莎草混合紙漿的實驗結果，最適合製作紙莎草紙的實驗的比例為 1：2（紙莎草：紙漿），書寫度最好的為比例為 1：2（紙莎草：紙漿）的紙。

(二) 一開始進行實驗時，發現在取紙的時候，紙會完全黏在手抄網上，可能是因為我在實驗過程中將紙莎草很用力的向下壓，導致取紙失敗，所以在之後做的實驗裡，我都只有將紙漿鋪在手抄網上，沒有用力的壓，並從邊邊慢慢取下，最後製作出來的手抄紙都成功了。

(三) 若以後要再做類似的實驗或延伸的實驗，我會想試著加入水藻，因為參考中華民國第 55 屆中小學科學展覽會【黏葉大討讚】的作品，加了水藻的紙竟意外的成功了，所以我也想試試看。

柒、參考資料

認識植物網站-紙莎草

<https://reurl.cc/edjE3R>

中華民國第 55 屆中小學科學展覽會－黏葉大討讚

<https://reurl.cc/ZyYGyp>

臺北市第 46 屆中小學科學展覽會一起『紙』回生

<https://reurl.cc/E1On4v>

中華民國第 53 屆中小學科學展覽會－“紙”要你動手做

<https://reurl.cc/GKMmAp>

中華民國第 56 屆中小學科學展覽會－紙復回春～再生紙

<https://reurl.cc/j3dEr2>

中華民國第 61 屆中小學科學展覽會－探討狗毛再生紙的可實用性

<https://reurl.cc/edjEXm>