

【附件 2】

請參考此格式（至多 6 頁）準備報告摘要紙本 15 份，共以電子郵件寄送檔案至本中心承辦人信箱 e77001@ntnu.edu.tw 劉亦雲小姐收。（*本表可由本中心網頁 <http://www.sec.ntnu.edu.tw> 下載）

教育部 99 學年度中小學科學教育專案期中報告大綱

計畫名稱：

「不紙如此」--員山鄉溼地水生植物調查暨探究水生植物造紙的可能性

主持人：王元璋

執行單位：宜蘭縣員山鄉七賢國小

一、計畫目的

宜蘭縣員山鄉在蘭陽平原的西部，東西長約十八公里，南北長約十三公里。在雪山山脈東麓，承接每年東北季風帶來的豐沛雨量，因此草澤豐美，溼地湖沼遍布，水田處處，水圳溪流如蛛網般。因著這種地形氣候，孕育許多珍稀水生植物，也許在一般人眼中，水生植物不過是池子裡、水溝邊的一叢雜草，她的存在與消失，並不會為這世界帶來任何改變與衝擊。然而水生植物在自然生態系中，扮演非常重要的角色，除了提供為各種生物的棲地之外，也帶動各種生物的活動，更可以吸附污染淨化水質，濕地可以說是地球之肺。

以員山鄉雙連埤為例，池沼中生長出水生植物後，慢慢的，各種昆蟲便有棲地可以繁殖，昆蟲讓鳥類樂於前來覓食、草澤則提供隱密的環境供鳥類棲息，往返各水域的鳥類很容易將其他地區的水生植物種子帶進來，連帶使這裡的水生植物物種豐富起來，因此整個雙連埤湖域孕育超過八十種的水生植物，更多樣的植被，生衍更多樣的昆蟲，引來更多的鳥類及其他掠食者。這樣雙連埤成了生生不息的豐富生態系。

因此水生植物可以說是濕地生命網路的啟動者，讓一塊毫不起眼的蠻荒溼地，變成擁有多樣性且豐富的生命，欣欣向榮，生衍不已。

整個員山鄉如同雙連埤一般的溼地不在少數，可以說是水生植物的基因庫，因此帶領學生認識自己生長的家鄉，水生植物是重要的一環，本計畫預計帶領學生調查宜蘭縣員山鄉的溼地，並實地調查水生植物物種。

員山鄉因地形氣候之便，許多學校都有營造生態池，在帶領學生經營生態池之餘，對於生態池中生長快速、須定期清理的水生植物總有些發想，不知是否能拿來運用，埃及有莎草紙，我們是否能運用水生植物來造紙？造出來的紙能否運用？若能運用生長快速的水生植物來造紙，因著人類用紙的需求，每年必須大量砍伐樹木來製作紙漿，而且大部分的樹木來自熱帶雨林。雨林是地球之肺，面對全球暖化日益嚴重的今天，砍樹造紙這個問題值得我們深思，若能有效運用水生植物造紙，就不用再砍樹造紙漿了！本計劃研究目的如下：

- （一）員山鄉內濕地分布調查
- （二）員山鄉溼地水生植物調查

- (三) 調查適合造紙水生植物
- (四) 水生植物造紙流程研究
- (五) 各種「水生植物紙」功能性的探討
- (六) 各種「水生植物紙」之運用探討

二、執行單位對計畫支持(援)情形與參與計畫人員

本校對本計畫全力支持，利用週三下午，帶領生態社團學生（六年級五位、五年級十位）進行調查，除外聘荒野協會宜蘭分會講師賴建忠、邱奕浩老師協助指導調查法之外，另外計畫主持人教導主任王元璋、教師黃瓊瑤、康家華亦協助學生做調查工作、及指導分析、整理調查資料。

三、研究方法

(一) 研究時程

研究時程 研究步驟	99年				100年					
	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月
員山鄉溼地分布調查	■									
員山鄉水生植物調查		■	■	■						
實驗及確定造紙流程			■	■	■					
紙漿熬煮及抄紙					■	■	■	■	■	■
進行各項紙的實驗									■	■
撰寫研究報告										■

(二) 研究方法與步驟

1. 調查員山鄉的溼地分佈

運用地圖、蒐集資料及聘請專家老師指導，調查員山鄉的溼地分佈，選擇條件及交通便利者為研究對象進行水生植物調查

2. 調查員山鄉溼地適合造紙的水生植物

先行試作找出適合造紙水生植物的特性，並調查員山鄉內水生植物依據條件找適合造紙的水生植物

3. 水生植物造紙的流程

參考文獻上造紙的步驟，並開始進行煮漿及抄紙試作，再決定造紙流程

4. 紙的功能性探討

把造好的不同水生植物紙，以實驗法測試紙的強度、吸水力、平滑度、染暈度、柔軟度、耐折度等紙張的性能分析

5. 紙的應用探討

使用各種書寫工具及列印、影印測試製作出來的水生植物紙紙是否便於應用，並

四、目前完成程度

(一) 已完成員山鄉平原地區濕地水生植物調查，計有軟埤溼地、雷公埤溼地、太陽埤溼地、蚬埤溼地、蘭陽溪流七賢段、七賢國小生態池及內城環山水圳水生植物基礎調查。

(二) 完成判別適合造紙水生植物挑選方式

1. 操作步驟：

步驟一：選擇水生植物四大家族中族群數量最多的水生植物進行煮漿測試，挺水植物選擇日本莎草、浮葉植物選擇水金英及齒葉睡蓮、漂浮植物選擇槐葉蘋、沉水植物選擇水蘊草

步驟二：收集植物 500 克，洗淨後剪成 5 公分小段放入不鏽鋼鍋中，加入 3 公升水及 45 克氫氧化鈉利用電磁爐煮 60 分鐘（戴口罩及手套）

步驟三：將煮過之植物撈到洗衣網中進行沖洗，搓揉至水清澈（戴手套操作）

步驟四：取出紙漿秤重、並記錄紙漿特性

2. 結果：

水生植物	水金英	齒葉睡蓮	槐葉蘋	水蘊草	日本莎草
紙漿重量	12 克	65 克	8 克	25 克	180 克
紙漿特性描述	呈現膠狀物質，紙漿非常柔軟但是數量稀少	紙漿呈現顆粒狀一碰即粉碎	洗完幾乎沒有紙漿只留一些細碎渣滓	呈現膠狀物質，指將纖維粗且量很少	紙漿呈灰白色，質地細致且量多
評定結果	不適合造紙	不適合造紙	不適合造紙	不適合造紙	適合造紙

3. 討論：經實驗所得之紙漿乃植物葉肉經高溫及鹼性破壞後所留下的纖維，所以適合造紙的水生植物應該具備纖維明顯的特性，且水生植物經熬煮後所能利用的紙漿比例有限，因此水生植物的族群量不能太少，生長速率也不能太遲緩。

(三) 確定水生植物造紙流程

1. 紙漿製作

(1) 操作步驟

步驟一：收集植物 1000 克，洗淨後剪成 5 公分小段放入不鏽鋼鍋中，加入 5 公升水及 75 克氫氧化鈉利用電磁爐煮 60 分鐘（戴口罩及手套）

步驟二：60 分鐘後觀察水生植物纖維是否已軟化，若未軟化則再煮 20 分鐘

直到植物纖維軟化為止

步驟三：將煮過之植物撈到洗衣網中進行沖洗，搓揉至水清澈（戴手套）

步驟四：紀錄煮漿所用時間、紙漿重量及紙漿特性

2. 造紙流程的試驗

(1) 操作步驟

步驟一：以不同比例的紙漿加入 5000 毫升水中，測試哪一種濃度適合造紙

步驟二：以果汁機攪打紙漿，測試攪打多久最適合

步驟三：加入太白粉及玉米粉為樹糊，測試哪一種最適合

步驟四：測試以抄網抄紙以及取紙的方式

步驟五：以自然風乾、熨斗熨乾及太陽曬乾三種方法試來檢驗晾紙的方式

(2) 結果

	試作方式	結果	修正後的決定
◎紙漿比例 以 5000 毫升的水為例	加入 50 克紙漿	太稀、紙不易成形	◎以 150 克紙漿加入 5 公升的清水調製紙漿水
	加入 200 克紙漿	太稠、紙章太厚	
◎打漿 以果汁機攪打紙漿	打一分鐘	紙漿纖維很粗且糾結，無法抄紙	◎以高功率生機食品調理機攪打紙漿一分鐘，即可打出細緻紙漿
	打三分鐘	紙漿纖維仍然很粗且糾結，無法抄紙	
◎加樹糊	加入 10 克的太白粉	紙漿濃度增加，但所抄出來的紙會脆化	◎不添加樹糊，純粹以紙漿來造紙
	加入 10 克的玉米粉	紙漿濃度增加，但紙張會黏在晾紙的烘台上，很難取下	
◎抄紙方式	將抄網上凝結的紙置放在吸水紙上	所抄的紙不易與嬉水只分離，很容易破	◎將抄網上凝結的紙置於白板上
	將抄網上凝結的紙放在不織布上	不織布沒有吸附紙漿的能力，無法將紙由抄網上取下來	
	將抄網上凝結的紙放在活動白板上	可以順利將紙漿取下，且白板方便移動	
◎晾紙方式	太陽晒乾	紙很容易發皺，不平整	◎以烘台烘乾 ◎若要推廣仍需以

	熨斗熨乾	紙會脆化	自然風乾較佳
	自然風乾	時間所需最久，但所得之紙最平整	
	烘台烘乾	所需時間短 但設備取得不易	

3. 討論：經一再測試，我們終於確定造紙的流程

3. 造紙

(1) 操作步驟

步驟一：在水槽中裝入 5 公升清水

步驟二：取 150 克紙漿分三次放入調理機中攪打一分鐘後放入水槽

步驟三：紙漿水攪拌均勻，使用抄網垂直進入水槽抄紙二次，讓紙漿平均攤平在抄網上，待凝結

步驟四：取下抄網外框，以不織布覆蓋紙漿吸水

步驟五：將抄網自凝結之紙漿倒蓋在烘台上，繼續以抹布吸掉多餘水分

步驟六：小心的移開抄網，紙已在烘台上成形，待烘台加溫後，紙完全乾透即可輕鬆取下

(四) 已選定適合造紙水生植物物種

經過實地觀察與測試選出十種水生植物作為本次研究造紙用，計有禾本科稻草、燈心草科燈心草、香蒲科長苞香蒲、薑科野薑花、莎草科日本莎草、傘草、小風車草、華克拉莎草、單葉鹹草、葶薺等十種。大型的草本水生挺水植物較適合用來造紙，尤其是禾本科與莎草科植物都很適合。

五、預期成果

(一) 具體成果：

1. 完成員山鄉溼地分布調查
2. 完成員山鄉溼地水生植物調查
3. 完成員山鄉適合造紙水生植物調查
4. 確定水生植物造紙流程
5. 完成水生植物紙功能及特性分析
6. 研究水生植物紙如何運用
7. 利用親子日或校慶時間，展現成果，並實地讓親子體驗手工水生植物造紙

(二) 效益評估：

1. 進行員山鄉溼地調查，使學童能透過調查了解溼地的重要性，家鄉溼地的分布，能知道家鄉擁有這些溼地是重要的資產，進而能產生愛護溼地的覺知與情操。此外也將調查成果提供鄉內教師編製鄉土教材時的參考。
2. 進行水生植物調查，希望透過此活動使學童認識水生植物之美及水生植物在環境及生態系上的重要性，透過實地踏查及調查，能知道鄉內是珍貴的水生植物基因庫，並將調查成果提供鄉內教師編製鄉土教材使用。
3. 除了教學生認識水生植物之外，水生植物是否能有其他的運用方式，本計劃希望能拋磚引玉，探討水生植物造紙的可能性，進而提供發想，引出更多水生植物的創造力課程，讓員山鄉豐美的水生植物除可以觀察欣賞，還可以運用，也能加深學童對水生植物的印象。
4. 確定水生植物造紙流程，除了讓學生知道一張紙的得來不易之外，也能提供後續有意願從事各種相關植物造紙者參考之用。
5. 推廣水生植物手工造紙，除讓民眾了解手工紙的製作方法，進一步能知道造紙的不易，能珍惜用紙，珍惜有限的地球資源。
6. 透過手工水生植物紙的運用，能讓學生了解並能體會，手作物品的質樸美感，讓生活回歸儉樸，更親近自然。

六、檢 討

1. 水生植物之物種種類多，小學生先備知識不足，學習過程較為辛苦。
2. 水生植物雖然在坊間可以找到不少種圖鑑，但有許多種類相似度很高，可以提供辨識的特徵亦不明顯，調查過程仍須仰賴社區大學講師，以其豐富的經驗協助物種辨識。
2. 野外調查受限於天氣，尤其宜蘭是東北季風影響的冬雨區，常常因天候因素無法調查。