

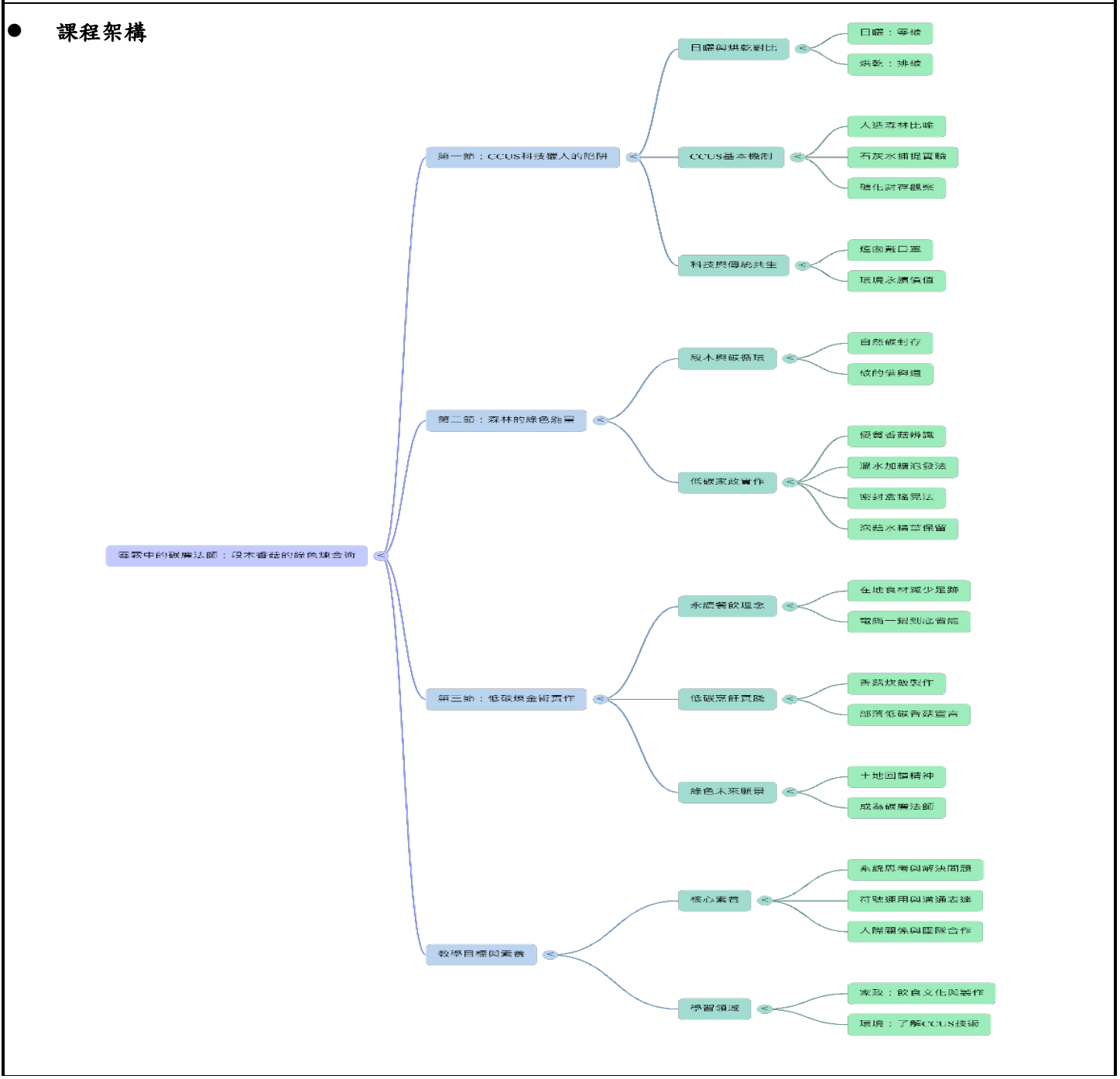
三、教案設計

單元名稱	捕碳獵人：段木香菇的綠色任務	適用年級	七~九年級
		教學時間	135 分鐘，共 3 節。
單元主題	碳捕捉技術與在地低碳飲食	教材來源	自編教材（結合國科會科普資源、部落香菇產業實況）
		設計者	張語彤
教學準備	<ul style="list-style-type: none"> • 硬體設備： 烹飪器材（電鍋、刀具、砧板）、實驗器材（玻璃瓶、吸管、澄清石灰水、蘇打粉、食醋）、投影設備。 • 實體教材： 在地段木香菇（鮮/乾）、在地白米、段木樣本、CCUS 流程磁鐵圖板。 		
學生先備經驗	<ul style="list-style-type: none"> • 學生特質： 學生多為原住民重點學校學生，對部落傳統段木香菇產業有生活經驗，但對於現代烘乾產生的碳排議題與 CCUS 等新興科技較為陌生。 • 差異化分述： 對於實作興趣高、學科理論較弱之學生，著重於實驗觀察與烹飪實作；對於高年級或理解力較強學生，則引導其思考產業轉型與環境永續的深層關聯。 		
核心素養	學習表現	學習內容	
A2 系統思考與解決問題：理解氣候變遷與部落產業關聯，思考 CCUS 解決方案。	2-IV-2 執行各類生活問題解決的基礎知能與實作技能。	家 Pa-IV-1 飲食文化與生活。	
B1 符號運用與溝通表達：運用食譜與實驗觀察表達綠色轉型看法。	3-IV-1 展現參與多元文化與社會議題（如氣候變遷）的積極態度。	家 Pb-IV-2 食材的選擇、處理與保存。	
	4-IV-1 能評估人類活動對環	家 Pb-IV-3 食物準備與製作。	
		環 J13 了解碳捕捉與封存（CCUS）等新興減碳科技。	

C2 人際關係與團隊合作：在分組實作與創意提案中展現永續責任感。	境的衝擊，並提出減緩與調適的方法。	
----------------------------------	-------------------	--


學習目標

1. **認知面向**：能辨析日曬與烘乾的碳排放差異，並說明 CCUS 的基本運作機制。
2. **技能面向**：掌握乾香菇的泡發與低碳烹飪技巧，並能正確操作石灰水碳捕捉實驗。
3. **情意面向**：認同部落產業轉型綠色經濟的必要性，展現「科技與文化共生」的永續價值觀。



主題活動：碳捕捉技術與在地低碳飲食

第一節 煙霧中的秘密

分組方式	教學活動	時間	評量方式	學習目標
合班	<p>一、引起動機：消失的太陽與現代的煙。</p> <p>1. 展示傳統「日曬」（零碳）與現代「機器烘乾」（高排碳）的對比圖</p> <p>教師引言：「同學們們，大家看這張圖。以前我看著部落耆老們互助合作，在太陽底下曬香菇，那是大自然送給我們最純粹、零排碳的味道。但現在為了讓更多人吃到部落的好味道，我們改用機器烘乾，雖然方便，卻也讓煙囪冒出了會讓地球發燒的二氧化碳。</p> <p>2. 部落導引：介紹長輩首選的楓香與栗子樹，它們生長時是鎖碳的「保險箱」，但烘焙時會將碳釋放。</p> <p>它在山裡生長時是鎖住碳的『保險箱』，但烘焙時卻把碳放了出來。今天我們要對比這兩種方式，不只要找回太陽的味道，更要學習怎麼用科技這塊『口罩』，把煙抓回來，像長輩教導的一樣：拿了土地的東西，就要還回去。」</p> <p>3. 對比觀察：展示「日曬」（零碳）與「烘乾」（排碳）圖表：</p>  <p>3. 文化對話：探討部落烘菇氣味與二氧化碳排放對環境的影響</p>	10	隨堂提問：能說出日曬與烘乾的差異。	能辨析日曬與烘乾的碳排放差異。

	響。			
異質分組-能力	<p>二、發展活動：CCUS 科技獵人的陷阱</p> <p>1. 核心比喻：CCUS 就像給煙囪戴上「科技口罩」或「人造森林」，捕捉烘乾機煙囪的碳。</p> <p>2. 石灰水捕捉實驗：學生吹氣模擬排煙，觀察澄清石灰水變混濁（礦化封存）。</p> 	25	實驗觀察：成功操作並記錄沉澱反應。	說明 CCUS 基本機制並正確操作實驗。
合班	<p>三、綜合活動：科技是為了溫柔對待土地</p> <p>引導學生認同：科技並非取代傳統，而是找回像太陽一樣乾淨的可能。</p> <p>歸納總結：</p> <p>「早期部落長輩種植段木香菇時，總選最強壯的台灣原生種栗子樹當『碳保險箱』。現在我們用 CCUS 科技學習長輩『拿了土地的東西，就要還回去』的哲學。記住，科技是為了溫柔對待土地，CCUS 像給煙囪戴口罩，鎖住氣體。科技不是取代傳統，而是找回像太陽一樣乾淨的可能。讓我們一起當個守護山林的捕碳獵人吧！</p>	10	口頭發表：理解 CCUS 對產業的意義。	認同科技與傳統產業共生的價值。
第二節：森林裡的魔法				
分組方式	教學活動	時間	評量方式	學習目標

合班	<p>一、引起動機：段木是碳的倉庫</p> <ul style="list-style-type: none"> • 在地智慧：介紹高士部落首選的台灣原生種栗子樹。因其木質堅硬、養分足，能長出最厚實的香菇，同時也是最強大的「碳保險箱」。 • 科學名詞：樹木生長過程即是自然「碳封存(Storage)」 <p>教師引言：</p> <p>「孩子們，看過長輩挑選段木嗎？部落耆老最厲害的智慧，就是首選堅硬的台灣原生種栗子樹來種香菇。其實，這些活生生的樹木就是大自然最神奇的『碳保險箱』！在它生長的幾十年裡，安靜地把空氣中的碳通通抓進木頭裡鎖起來，這在科學上就叫作『碳封存』。今天，我們要一起打開這個森林裡的綠色寶庫，看看這群吸碳英雄是怎麼守護土地的！」</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 實體觀察：展示帶菌孔段木，解釋樹木生長即是自然「碳封存」。 1. 實體觀察：展示殼斗科（如楓香、栗子樹）段木樣本 2. 科學概念：樹木生長即是自然「碳封存（Storage）」，將碳鎖在木質部裡。 	10	觀察參與：能辨識段木與碳循環的關係。	理解段木產業中的碳循環概念。
異質分組-能力	<p>二、發展活動：低碳家政實作—香菇泡發</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 省能技巧：練習用 50°C 溫水、砂糖特工及密封盒搖晃法快速泡發香菇。 2. 資源利用 (Utilization)：強調泡菇水精華不浪費，倒進電鍋煮飯即是實踐 Utilization (利用)。 	25	實作觀察：正確執行低碳泡發與處理。	掌握乾香菇泡發與省能技巧。
合班	<p>三、綜合活動：食材的碳足跡</p>	10	隨堂檢核：	展現珍惜資源與低碳生活的態度。

	<p>檢核：能說出選擇在地食材與泡菇水再利用對減碳的貢獻。</p> <p>總結：段木是無名吸碳英雄。處理食材時細心省能，即是幫地球「還債」。預告下節低碳炊飯實作。</p> <p>下節預告：帶著泡好的香菇與泡菇水，我們要一起完成一道「低碳香菇炊飯」，從產地到餐桌，讓永續成為一種味道！</p>		能說出泡菇水的資源利用價值。	
第三節：低碳煉金術實作				
分組方式	教學活動	時間	評量方式	學習目標
合班	<p>一、引起動機：從產地到餐桌</p> <p>1. 理念介紹：強調「在地食材」減少運輸碳足跡。</p> <p>2. 低碳設計：說明電鍋一鍋到底的高效能源利用方式。</p>	5	口頭問答：理解在地食材對減碳的貢獻。	認同低碳飲食與在地食材之價值。
同質分組-能力	<p>二、發展活動：低碳香菇炊飯與未來計畫</p> <p>1. 烹飪步驟：淘米、加入泡菇水與在地時蔬、電鍋炊煮。</p> <p>2. 創意設計：各組設計「部落低碳香菇宣言」，畫出具 CCUS 裝置的未來工廠藍圖。（範例-附件七）</p>	30	成果評鑑：炊飯品質與減碳觀念運用。	執行低碳烹飪實作並展現創意思象。
合班	<p>三、綜合活動：部落的綠色未來</p> <p>課堂終點：品嚐與內化</p> <p>師生共同品嚐炊飯，在飲食的溫度中內化部落哲學：</p> <p>「拿了土地的東西，就要還回去。」</p>	10	創意提案：展現對 CCUS 與產業結	

	<p>每一口炊飯都是一次承諾——承諾用科學守護山林，用文化傳承智慧，用行動成為「碳魔法師」。</p>	<p>合的想像力。</p>	
--	--	---------------	--

● **教學反思：在栗子樹蔭下，看見科技與部落智慧的共生**

這份教案的誕生，源自於我生命中最深刻的記憶。身為原住民，我的童年是泡在淡淡的木頭香與炊煙裡的。我一直記得，部落的耆老們從不孤軍奮戰，種植段木香菇是一件「集體的大事」。從選木、打孔、植菌到翻木，那種互助合作（Malavi/Mipaday）的精神，是我懂事以來對「家」最早的認同。

選材的智慧：不只是木頭，是栗子樹的承諾

在設計教案時，我特別想把部落對環境的精準觀察放入其中。耆老們教過我們，種香菇的樹不能亂選，「栗子樹」（殼斗科）永遠是首選。這種樹木質堅硬、養分充足，能長出最厚實、香氣最濃郁的香菇。

在第一節課「煙霧中的秘密」中，當我向學生介紹日曬與烘乾的差異時，我帶入了這份選材智慧。我告訴孩子們，這棵栗子樹在生長過程中，就像一個巨大的「碳保險箱」，它安靜地捕捉了大氣中的二氧化碳並封存在木質部裡。這就是最原始、最自然的 Carbon Storage（碳封存）。

當我們為了產業需要而砍伐、烘焙時，碳被釋放了出來。而 CCUS 科技的介入，並不是要否定我們使用栗子樹的傳統，而是要學習像這棵樹一樣，把不小心排出的煙「抓回來」。

互助精神的現代轉型：從種菇到捕碳

第二節課的「低碳家政實作」，我刻意連結了耆老互助的精神。以前長輩們互相幫忙種菇，現在我們則是透過「節能技巧」來互相守護這片土地。

我們練習用 50°C 溫水與砂糖快速泡發香菇，並利用密封盒搖晃來省時省電。我告訴學生，雖然我們現在不在山上翻動沉重的段木，但當我們彎下腰，利用泡菇水來煮飯（Utilization 利用）時，我們同樣是在實踐那份不浪費、敬畏自然的部落哲學。

結語：拿了土地的東西，就要還回去

最後一節課，看著孩子們吃著用在地栗子樹段木長出的香菇炊飯，我感到一種跨越時空的感動。這門課的核心評量不只是學生懂不懂 CCUS 的化學方程式，而是他們能否理解那句部落老話：「拿了土地的東西，就要還回去。」

CCUS 科技在課堂中轉化成了守護部落產業的工具。當孩子們在行動紀錄單上勾選「我想保護部落的土地」時，我知道，這群小獵人已經準備好接手耆老們的智慧，用科學的翅膀，讓栗子樹的香氣在永續的未來裡繼續飄散。

這不只是一場教案甄選，這是我身為原住民教師，對部落長輩最深情的致敬。

附件一、

【雲霧中的碳魔法師】獵人行動紀錄單

班級：_____ 姓名：_____ 組別：_____

第一站：誰是排碳高手？（炭火與煙的對話）

1. 觀察 Vuvu（祖母）與現代的差異：

- 【日曬香菇】 依靠太陽光 —— 排出的煙（二氧化碳）有多少？
 - 很多煙（排碳高） 幾乎沒有煙（零排碳）
- 【機器烘乾】 燃燒柴火 —— 煙囪冒出的煙去了哪裡？
 - 飄散到大氣層（讓地球發燒） 被抓進土裡（保護山林）

2. 魔法實驗室：石灰水「抓煙」紀錄

- 實驗結果： 當我對著石灰水吹氣後，水發生了什麼事？
 - 沒變化，還是透明的
 - 變混濁了！（這代表氣體碳變成了固體，成功的 Capture 捕捉！）
 -
-

附件二、

第二站：森林裡的碳倉庫（段木與省能秘訣）

1. 關於段木的秘密：

- 活著的樹木其實是碳的「保險箱」，這在科技上叫做：
 - Storage（封存）：把碳鎖在木頭裡
 - Waste（浪費）：把碳丟到垃圾桶

2. 低碳大廚的快速魔法（家政實作）：

- 省電絕招：為了讓乾香菇快點泡好，我用了哪招？（可複選）
 - 加入一點點「砂糖」特工
 - 放入密封盒「搖搖樂」
 - 使用 50°C 溫水
- 物盡其用：泡完香菇的水，顏色變深了，我該怎麼處理？
 - 倒掉，沒用了
 - 倒進電鍋煮飯（減少浪費，這就是 Utilization 利用！）

附件三、

第三站：低碳煉金術（我們的永續午餐）

1. 今天的午餐碳足跡：

- 為什麼吃「部落段木香菇炊飯」很環保？
 - 因為是我們自己做的
 - 因為是在地食材（不用貨車跑大老遠，減少排煙）
 - 因為是用電鍋一鍋到底（節能省電）

2. 小獵人的未來計畫：

- 如果我以後開一家烘香菇工廠，我會怎麼做？
 - 讓煙隨便噴，地球熱一點沒關係
 - 安裝 CCUS 裝置，把煙抓回來做肥料，守護山林

獵人心聲（勾選你的心情）

- 今天的課讓我感覺：
 - 很有趣！原來抓煙像變魔術
 - 好香！香菇炊飯真好吃
 - 很有意義，我想保護部落的土地

● 教師評量

參與度： 主動積極 配合指令 需再引導

實作力： 動作正確 需協助完成

理解力： 掌握核心 概念尚在建立

附件四、楓香樹



圖片來源：yahoo 圖片



圖片來源：yahoo 圖片

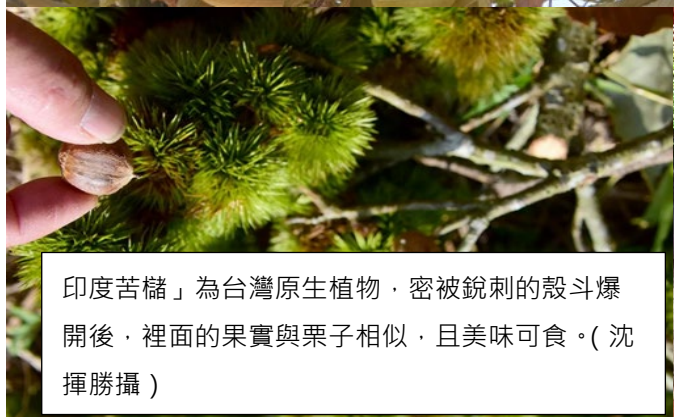
附件五、台灣原生種栗子樹



果實累累。(沈揮勝攝)



花果並存。(沈揮勝攝)



印度苦槠」為台灣原生植物，密被銳刺的殼斗爆開後，裡面的果實與栗子相似，且美味可食。(沈揮勝攝)



殼斗爆開、栗子露出的情

圖片來源：20:302018/03/12/中時/[沈揮勝](#)拍攝



圖片來源：yahoo 圖片

附件六、屏東縣牡丹鄉高士部落種植段木香菇花絮



圖片說明：段木上鑽洞



圖片說明：菌種準確地植入每個孔洞。



圖片說明：塗刷蜂蠟



圖片說明：培養好的木塞菌種塞入孔內，並用錘子敲平。



圖片說明：立木出菇



圖片說明：採收香菇



圖片說明：日曬香菇



圖片說明：材燒烘乾香菇

雲霧中的碳魔法師：段木香菇的綠色煉金術

傳統產業的綠色轉型：結合 CCUS 與低碳生活

科技獵人的碳捕捉陷阱

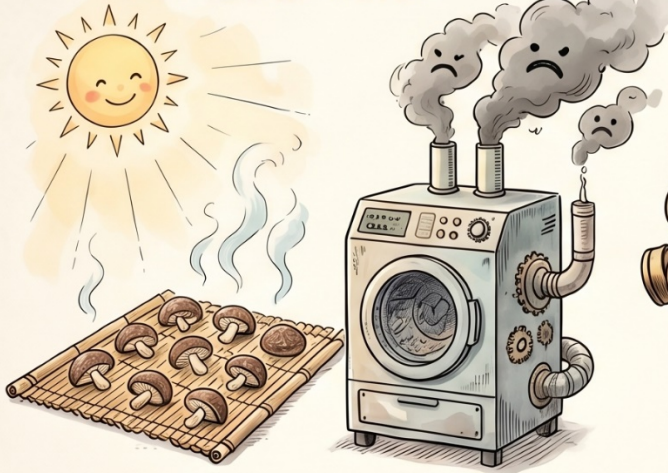
從森林到餐桌的永續實踐

日曬與烘乾的碳足跡

CCUS：煙囪上的「人造森林」

段木是自然的碳倉庫

低碳泡發與省能烹飪



日曬
(零碳排放)

現代烘乾
(高碳排放)



傳統日曬雖零碳排放，但現代烘乾技術雖高效卻會釋放大量二氧化碳。



碳捕捉技術如同給煙囪戴上口罩，將拼放的碳礦住，避免進入大氣。

礦化封存的魔法



實體封存

礦化封存的魔法
模擬石灰水捕捉實驗，將氣體轉化為固體沉澱，實現碳的實體封存。



自然的
碳封存

森林碳循環

樹木生長即是自然的碳封存，
種植段木香菇正是參與森林的碳循環。



在地段木香菇



快速泡發

香菇水精華

運用密封食撲晃法扶搖泡發乾香菇，
並保留香菇水精華以減少資源浪費。

在地食材的「短路徑」



在地食材的「短路徑」

選用在地段木香菇與低碳電鍋炊煮，
有效減少食材運輸與耗電消耗的碳足跡。

圖表來源：NotebookLM