

106 年高中以下學校教師氣候變遷調適增能研習營活動企劃書

一、活動簡介

105年，教育部成立「氣候變遷調適教育教學聯盟」，推動包括災害、水資源、農業生產、生物多樣性、能源供給及產業、土地使用、海岸、維生基礎設施—交通、健康等九大領域教學聯盟，透過大專校院師資結盟與交流，編撰符合學習需求及產業需求的氣候變遷專業融入教材，推進調適專才培育，創造產業鏈結。為配合12年國民教育，將自107年度起擴大推動高中職以下教學聯盟。

氣候變遷減緩與調適為當今世界許多先進國家重視的重大教育議題，教育部透過計畫推動，盼能將氣候變遷教育確實落實於12年國教各領域與跨領域課程之教與學，透過「教師共享、共學與共備」，以及「學生自主學習與生活實踐」，發展垂直整合之氣候變遷減緩與調適學習與教學之資源、教材與學習活動，培養學生關於氣候變遷減緩與調適國際視野之外，也能對於氣候變遷減緩與調適有在地思維與實踐能力。

為利於107年度起推動高中職以下教學聯盟，因應不同學習階段需求，鏈結現有環境教育輔導組織，如高中職相關學科中心與縣市環境教育輔導團等，介接大專專業教學聯盟，完善氣候變遷教育教學聯盟體系，本年度辦理四場高中以下學校教師氣候變遷調適增能研習營，邀請各高中職、國中、國小地球科學或自然科學相關學科教師、對氣候變遷教育懷抱熱忱教師共同參與，增能培訓營將介紹本聯盟當前發展之氣候變遷教材，並蒐集參與教師對於「12年國教教學聯盟推動」之意見。

二、日期與地點

(一) 臺北場

- 日期：106年11月21日(二) 上午 9:00
- 地點：國立臺灣大學森林暨自然資源學系

(二) 宜蘭場

- 日期：106年11月22日(三) 下午 2:00
- 地點：國立宜蘭大學

(三) 臺南場

- 日期：106年11月23日(四) 下午 2:00
- 地點：國立成功大學都市計劃學系50102演講廳 (701臺南市東區大學路1號)

(四) 臺中場

- 日期：106年11月25日(六) 上午 9:00
- 地點：國立臺中教育大學

三、報名時間及方式

(一) 時間：106年11月1日（三）起至每場活動前3天止（額滿提前截止）。

(二) 報名方式：採網路線上報名。

報名網址：<https://goo.gl/WfMn89>

或由<https://climatechange.tw/Home/Index> 連結進入

四、辦理單位

(一) 指導單位：教育部

(二) 執行單位：國立臺灣大學生物多樣性研究中心

五、參與對象

各高中職、國中、國小地球科學或自然科學相關學科教師、對氣候變遷教育懷抱熱忱教師。

六、重要注意事項

- (一) 會議當日提供研習營手冊。
- (二) 全程參與者得核發3小時研習時數。
- (三) 為響應環保，請自備飲水杯及餐具。
- (四) 踴躍參加並轉載活動訊息；會議當日如因天氣因素，造成活動延期，將以電子郵件通知學員，請密切注意相關訊息。
- (五) 本案聯絡窗口：總計畫辦公室／黃助理，聯絡電話：(02) 3366-2121，pinhan222@gmail.com。

七、增能研習營活動議程



上午場次：臺北 (11/21)、臺中 (11/25)		
時間	活動內容	講師
09:00-09:30 (30 mins)	報到	
09:30-10:00 (30 mins)	教育部氣候變遷人才培育計畫簡介	邱祈榮
10:00-10:50 (50 mins)	災害領域教材 (臺北場) 海岸領域教材 (臺中場)	童慶斌 陸曉筠
10:50-11:00 (10 mins)	休息	
11:00-11:50 (50 mins)	森林碳匯實作教材	邱祈榮
11:50-12:00 (10 mins)	Q&A	邱祈榮
12:00	活動結束	

下午場次：宜蘭 (11/22)、臺南 (11/23)		
時間	活動內容	講師
14:00-14:30 (30 mins)	報到	
14:30-15:00 (30 mins)	教育部氣候變遷人才培育計畫簡介	邱祈榮
15:00-15:50 (50 mins)	農業生產領域教材 (宜蘭場) 土地使用領域教材 (臺南場)	林榮信 張學聖
15:50-16:00 (10 mins)	休息	
16:00-16:50 (50 mins)	森林碳匯實作教材	邱祈榮
16:50-17:00 (10 mins)	Q&A	邱祈榮
17:00	活動結束	

八、實作教材簡介

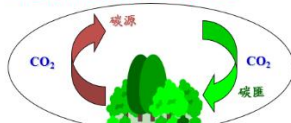
(一) 森林碳匯實作教材簡報摘錄

植物與藻類是地球上能吸收太陽能並能將此「光能」轉換成生物可以利用的「化學能」的生物，其所產生的能量，除了提供自身生長所需，且將二氧化碳以有機碳的形式貯存固定於植物體中。亦為其他生物的能量來源，能進行光合作用的植物與藻類被稱為生態系中的生產者。

樹木藉由光合作用將二氧化碳與水轉變成碳水化合物，再轉換成纖維素、半纖維素、木質素等化合物的形式儲存於樹幹(木材)內，達到減少大氣二氧化碳濃度的效果。本課程將介紹木材固碳原理、林產品延遲排放效果、世界森林淨排放趨勢等知識，另準備20種木材標本，引導學員運用電子秤秤量木材標本重，再運用平衡含水率推算標本乾重，以換算為碳重量。

森林碳匯與碳源概念

- **森林碳匯 (Carbon Sink)**
 - 係指森林吸收並儲存CO₂的多少或說是森林吸收並儲存CO₂的能力。強調森林是陸地生態系統的主體，在生長過程中吸收並儲存大氣中的大量CO₂。
- **森林碳源 (Carbon Source)**
 - 森林的採伐和破壞，又將其儲存的CO₂釋放大氣中。
- 碳匯功能體現在碳庫的儲量和累積速率，碳源體現在碳的排放強度，兩者相抵後為森林淨碳排放量。

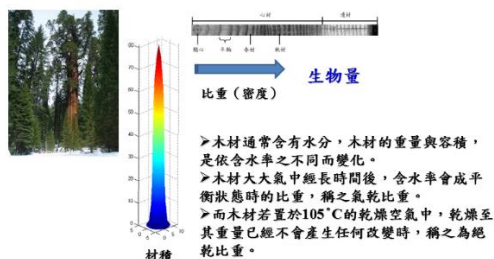


木材固碳原理

樹木藉由光合作用將二氧化碳與水轉變成碳水化合物，再轉換成纖維素、半纖維素、木質素等化合物的形式儲存於樹幹(木材)內，達到減少大氣二氧化碳濃度的效果。



如何計算林木的含碳量～～ 第一步：材積轉成重量（生物量）



如何計算林木的含碳量～～ 第二步：重量（生物量）轉成碳含量

商品名 (Common name)	學名 (Species name)	總乾 比重	碳含量	轉換係數
針葉樹 (Softwoods)				
台灣青桧 (Taiwan incense cedar)	<i>Calocedrus formosana</i>	0.54	48.57	0.262
紅檜 (Taiwan red falsecypress)	<i>Chamaecyparis formosensis</i>	0.42	48.64	0.204
台灣扁柏 (Taiwan Hinokid falsecypress)	<i>Chamaecyparis obtusa</i>	0.42	48.22	0.203
柳杉 (Cryptomeria)	<i>Cryptomeria japonica</i>	0.36	49.03	0.177
福州杉 (Large-leaved China-fir)	<i>Cunninghamia lanceolata</i>	0.31	48.32	0.150
台灣雲杉 (Morrison spruce)	<i>Picea morrissonicola</i>	0.47	46.91	0.221
台灣二葉松 (Taiwan red pine)	<i>Pinus taiwanensis</i>	0.55	47.04	0.259
台灣杉 (Taiwania)	<i>Taiwania cryptomerioides</i>	0.32	48.32	0.155
台灣鐵杉 (Chinese hemlock)	<i>Tsuga chinensis</i>	0.42	48.82	0.205



木材標本碳量計算

龍柏標本

$$\text{CO}_2\text{e} = V \times D \times (1/(1+MC)) \times CF \times (44/12)$$

$$\rightarrow 126 \times 0.704 \times (1/(1+0.13)) \times 0.4908 \times (44/12) = 141.27(\text{g})$$

CO₂e: 二氧化碳當量

V: 材積(cm³) $\rightarrow 12 \times 7 \times 1.5 = 126 \text{ cm}^3$

D: 密度(g/cm³) $\rightarrow 88.72(\text{g})/126(\text{cm}^3) = 0.704 \text{ g/cm}^3$

MC: 含水率(%)

CF: 含碳量比例(IPCC之建議係數為0.5)

44/12: 每克碳分子可轉換成44/12克之二氧化碳



木材標本碳量計算

樟樹標本

$$\text{CO}_2\text{e} = V \times D \times (1/(1+MC)) \times CF \times (44/12)$$

$$\rightarrow 126 \times 0.445 \times (1/(1+0.10)) \times 0.4866 \times (44/12) = 143.88(\text{g})$$

CO₂e: 二氧化碳當量

V: 材積(cm³) $\rightarrow 12 \times 7 \times 1.5 = 126 \text{ cm}^3$

D: 密度(g/cm³) $\rightarrow 56.14(\text{g})/126(\text{cm}^3) = 0.445 \text{ g/cm}^3$

MC: 含水率(%)

CF: 含碳量比例(IPCC之建議係數為0.5)

44/12: 每克碳分子可轉換成44/12克之二氧化碳



樹高:347cm
胸徑:24.5cm

立木碳量計算

龍柏立木

$$\text{CO}_2\text{e} = V \times D \times (1/(1+MC)) \times CF \times (44/12)$$

$$\rightarrow 65818 \times 0.704 \times (1/(1+0.95)) \times 0.4908 \times (44/12) = 42762.47(\text{g})$$

CO₂e: 二氧化碳當量

V: 材積(cm³) $\rightarrow (24.5)^2 \times 0.79 \times 347 \times 0.4 = 65818 \text{ cm}^3$

D: 密度(g/cm³) $\rightarrow 88.72(\text{g})/126(\text{cm}^3) = 0.704 \text{ g/cm}^3$

MC: 含水率(%) $\rightarrow$ 立木含水率的平均約95%

CF: 含碳量比例(IPCC之建議係數為0.5)

44/12: 每克碳分子可轉換成44/12克之二氧化碳



樹高:979cm
胸徑:51cm

立木碳量計算

樟樹立木

$$\text{CO}_2\text{e} = V \times D \times (1/(1+MC)) \times CF \times (44/12)$$

$$\rightarrow 804655 \times 0.445 \times (1/(1+0.95)) \times 0.4866 \times (44/12) = 327626.53(\text{g})$$

CO₂e: 二氧化碳當量

V: 材積(cm³) $\rightarrow (51)^2 \times 0.79 \times 979 \times 0.4 = 804655 \text{ cm}^3$

D: 密度(g/cm³) $\rightarrow 56.14(\text{g})/126(\text{cm}^3) = 0.445 \text{ g/cm}^3$

MC: 含水率(%) $\rightarrow$ 立木含水率的平均約95%

CF: 含碳量比例(IPCC之建議係數為0.5)

44/12: 每克碳分子可轉換成44/12克之二氧化碳

(一) 災害領域教材

(二) 農業生產領域教材

(三) 海岸領域教材

(四) 土地使用領域教材