

# 「樹」立綠色金融時代，碳權交易新契機

學校及科系：致理科技大學 財務金融系

學生：許晉嘉、陳薇安、劉珏宏  
蘇翊翔、葉子柔、黃瑋辰

## 摘要

摘要內文：

面對全球氣候變遷，綠色金融成為永續發展的首要目標。依據京都議定書所指，為促進全球減少溫室氣體的排放，建立市場機制，將最大宗的溫室氣體「二氧化碳」的可排放量列為可交易的商品，並以每噸二氧化碳當量為計算單位，為碳權交易的起源。全球談論對抗氣候變遷之時，也帶出「造林減碳」的話題（環境資訊中心,2021/11）。本研究將種樹和碳權交易作結合，透過國際上已實施碳交易的文獻資料進行研究，然而國內目前尚未啟動碳交易，還沒有企業取得環保署森林抵換碳權（綠學院,2021/11），於是本研究尋找國內是否有對於種樹、關心環境保育議題的單位，進而找到了慈心有機農業發展基金會，主要的訪談對象為慈心有機農業發展基金會種樹總監-號稱種樹女王的程禮怡女士及綠來科技股份有限公司—陳來助董事長，訪談身為種樹計畫發起人的觀點，對於國內環境保護的議題以及未來可能以種樹為國內取得抵換碳權的部分進行初步的了解。本研究將從碳權發展的國際趨勢和臺灣面臨的現況等方面，來探討大型企業將面臨的問題，及研究“碳權交易”並發現其可帶來持續發展的新契機。

關鍵詞：碳權交易、永續發展、種樹、綠色金融

# 目錄

## 第壹章 緒論

- 第一節、 研究背景與動機.....1
- 第二節、 研究目的.....1
- 第三節、 研究對象.....2
- 第四節、 研究範圍.....2

## 第貳章 研究架構

- 第一節、 研究論文架構.....2
- 第二節、 研究流程.....3

## 第參章 文獻探討

- 第一節、 何謂碳權及碳權交易.....3
- 第二節、 碳權交易的發展與方式.....4
- 第三節、 台灣企業碳排放量文獻回顧.....6
- 第四節、 種樹對企業的影響.....10
- 第五節、 其他相關文獻.....11

## 第肆章 研究方法

- 第一節、 文獻分析法.....14
- 第二節、 深度訪談法.....14

## 第伍章 結論與建議.....18

## 第陸章 參考文獻.....20

## 表目錄

表 1：中國鋼鐵股份有限公司近三年碳排放量.....	6
表 2：台灣塑膠工業股份有限公司近三年碳排放量.....	7
表 3：台灣積體電路製造股份有限公司近三年碳排放量.....	8
表 4：種樹對企業的影響 SWOT 分析表.....	10

## 圖目錄

圖 1：本論文研究架構圖.....	2
圖 2：本論文研究流程圖.....	3
圖 3：全球碳交易市場結構圖.....	4
圖 4：不同樹種之碳排放量.....	13
圖 5：參訪慈心有機農業發展基金會.....	16

# 第壹章 緒論

## 一、 研究背景與動機

隨著世界各國環保概念的興起，一個國家的排碳多寡成了一個人們非常注重的議題。然而有些工業國家排碳量較多，這些排碳量較多的國家在國際上難免遭到其他國家的質疑，從而限制其排碳量，將可能導致這個國家的發展受到限制，於是在近年來衍生出了一個新的商業型態：「碳權交易」。

碳排放交易發展史於人類在積極發展工業，大量使用化石燃料(Fossil Fuel)導致全球氣候的劇烈變化產生了溫室效應(Greenhouse Effect)，造成人為溫室氣體大量增加，其中又以 CO<sub>2</sub> 的劇增速度為最大。國際社會為了抑制所有產生溫室氣體排放的國家，而不侷限於單一組織或國家，在 1992 年通過「聯合國氣候變化綱要公約(UNFCCC)」。經過幾次會議後，在 1997 年 12 月於日本京都通過了第一個附加協議，把六種溫室氣體排放量佔最大的 CO<sub>2</sub> 排放權作為一種商品，從此有了二氧化碳排放權的交易。(徐韶宏,2002/06)

關於碳權的發展在國際上已有基本的雛型，並且國際上也已有許多的交易操作實例，然而我國目前還在規劃中，暫不成立交易所(環境資訊中心, 2021/10)。為了與國際接軌，國內各大企業也針對排放量做出相對應的解決方法，其中包括種樹、造林、利用綠色能源、推動低碳製造等方式。種樹造林如何達到碳中和的目的，並進而可以碳權交易，並了解它是如何實施與運作，以及發展的程度，是本研究的主要動機。

## 二、 研究目的

本研究以種樹為主要探討項目，藉由訪談、資料蒐集、倡議等方式達到這次研究所需之成果，以強化學術理論與實務運作，並提出後續研究之建議。本論文研究目的如下：

- (一) 盤點全球碳權供需的來源
- (二) 種樹對減碳的影響
- (三) 企業如何透過種樹來減碳進而交易碳權

(四) 企業如何造林能使效益極大化

### 三、 研究對象

本研究針對國內排放較多溫室氣體之企業中（行政院環保署 2021/06/28），選出三家具有代表性的企業為研究對象，分別是台灣積體電路製造股份有限公司、中國鋼鐵股份有限公司以及台灣塑膠工業股份有限公司。台灣積體電路製造股份有限公司、中國鋼鐵股份有限公司及台灣塑膠工業股份有限公司皆分別為各自領域的龍頭企業，且於製程中排放大量的溫室氣體，鑒於國際及國內法條的規定與限制，上述企業也提出了對應之減碳方法。本研究將以這三家企業進行研究，深入了解他們如何解決碳排放方面之問題。

### 四、 研究範圍

本研究範圍包括國際及國內碳權市場研究，並對國內三家企業分別為台灣積體電路製造股份有限公司、中國鋼鐵股份有限公司以及台灣塑膠工業股份有限公司所提出之 CSR 報告書為主，研究期間為 109 年整年之研究報告。探討三家國內企業於減碳方法如何進行，以及種樹的成效及如何最大化種樹之效益。

## 第貳章 研究架構

### 一、 研究論文架構

本研究共分為五章節，如下：

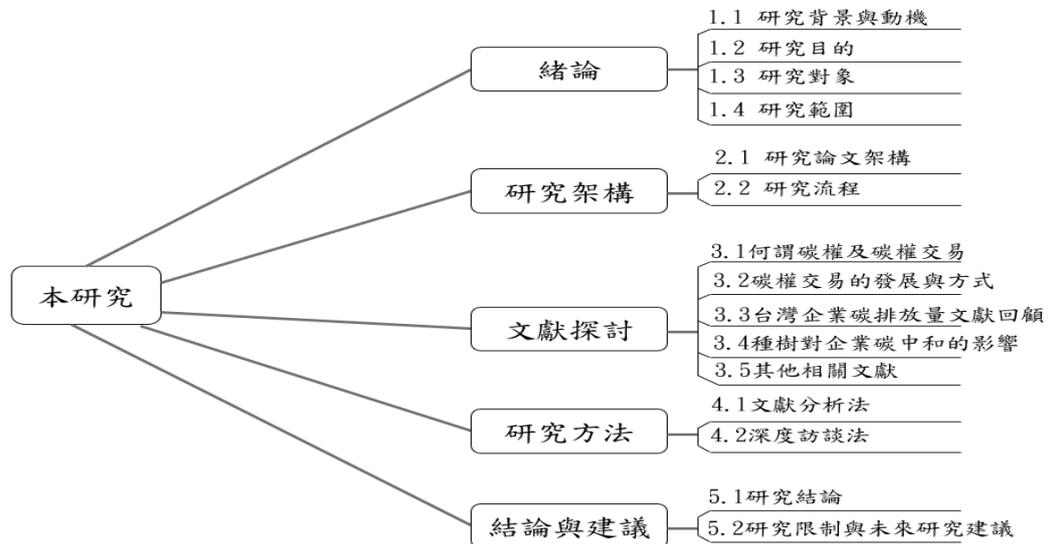


圖 1：本論文研究架構圖

### 二、 研究流程

本研究流程如下：

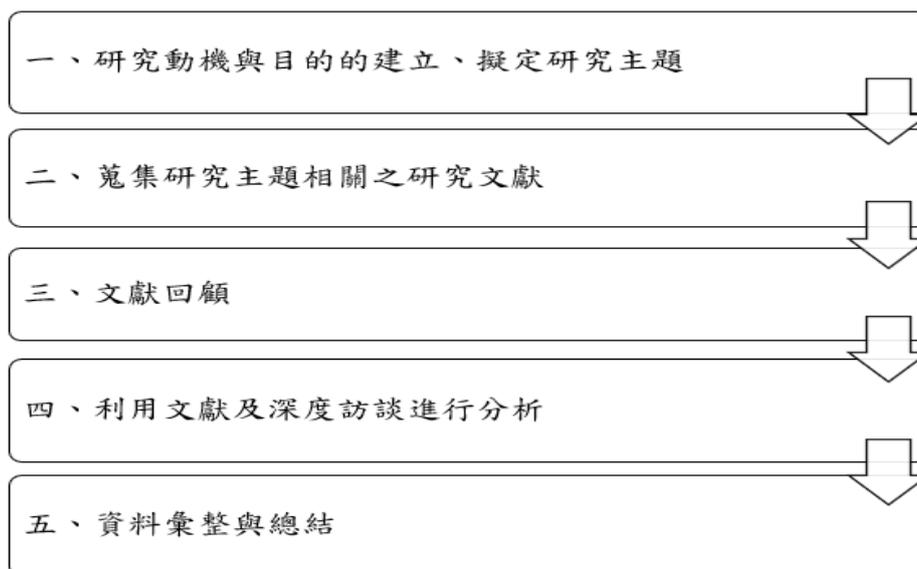


圖 2：本論文研究流程圖

## 第參章 文獻探討

### 一、何謂碳權交易

政府制定法律，作為碳市場的法源依據，定出排放總量，每年核發「排放配額」，也就是「碳權」。企業可以將用不到的碳排放量，釋放到市場上去做買賣，形成一個碳交易的市場，要減少碳排放量，就必須付出相當高的成本，可向其他企業，藉由碳權買賣，達到全球的總量管制。

碳權，其實來自兩個完全不同的碳市場機制。第一種是常見的「總量管制與交易」(Cap and Trade)，目前歐盟、美國加州、南韓、紐西蘭都有運作成熟的市場；另外一種則是「碳抵換」(carbon offsets)，通常後者是作為前者的補充，提供一個成本較低的替代選項。(劉仲恩，2021/9 /13)

碳交易 (Carbon Emission Trading)，在京都議定書機制下，讓參與國家或是企業 (鋼鐵、煉油、發電、建材、玻璃、造紙) 可藉由氣候交易所進行碳排放權交易，以較低成本達到溫室氣體減量的目的，讓碳排放量多的，付更多錢買碳權；而排碳量少的，則因為賣出碳權而獲益。交易以每噸二氧化碳當量 (tCO<sub>2</sub>e) 為計算單位，通稱為「碳交易」，而交易市場稱為碳市 (Carbon Market) (White et al,2005) (徐韶宏，2012/6/20)

### 二、碳權交易的發展與方式

自 2005 年京都議定書施行後，國際間即興起許多碳交易市場，主要分為管制型及自願性市場，管制型市場為京都市場、歐盟交易市場、澳洲新南威爾斯計畫、美國東北與中部十州溫室氣體減量計畫等等；自願性市場為企業自願參與，主要依據國際碳交易協會所訂的標準值，來確保所有經過查證之自願減碳額度可作為碳抵換或碳交易之商品。兩者最大不同在於管制型市場為簽立京都議定書的國家在總量管制下，透過市場機制進行碳權交易。(李國壽，2016/06)

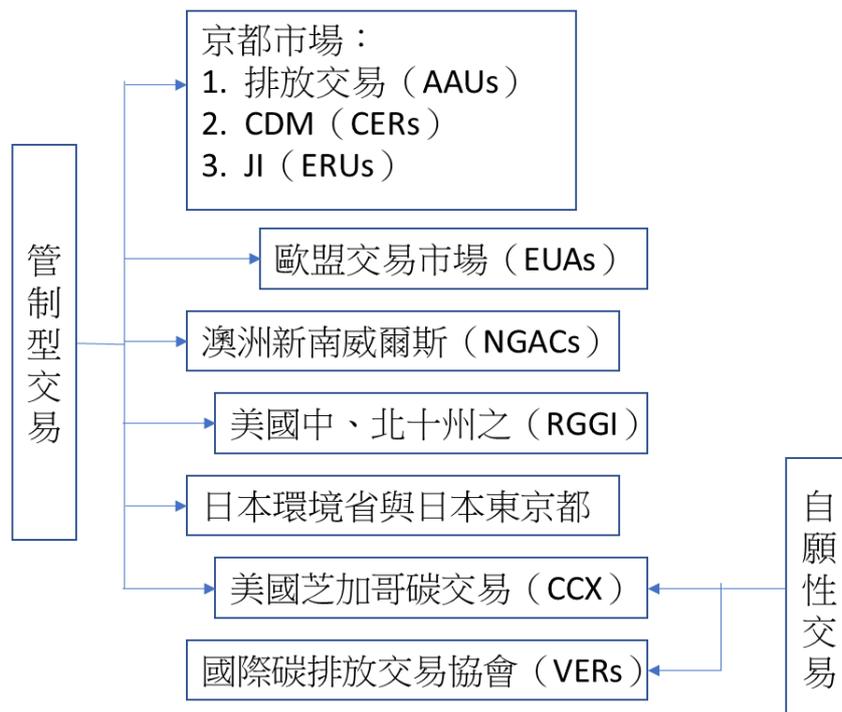


圖 3：全球碳交易市場結構

參考資料：(李國壽,105/06)

主要運作的三種減排機制：清潔發展機制（Clean Development Mechanism，CDM）、聯合履行（Joint Implementation，JI）、排放權交易（Emission Trading，ET）。及二種交易型態：配額行交易（Allowance-based transactions）、項目行交易（Project-based transactions）。

- （一）清潔發展機制（CDM）：已開發國家透過技術方式和提供資金，與發展國家合作，實現「經核准的減排量」，實現國家在議定書中做的承諾。發展中國家的企業則透過此合作能獲得更好的技術、投資、資金。
- （二）聯合履行（JI）：為國家間的機制，已開發國家所實現的減排單位，可以轉讓給另一個已開發國家締約方，並扣減轉讓方「分配數量」的相應額度。
- （三）排放權交易（ET）：指已開發國家將其超額完成減排義務的額度，採貿易方式轉讓給另外一個未能完成減排義務的國家，同時扣減轉讓方的允許排放量，亦允許國家授權企業參與。

根據上述三種運作機制所產生的二種碳交易型態：

- (一) 配額型交易：總量管制下所產生的減排單位的交易，如歐盟的「歐盟排放配額」交易，是簽訂「京都議定書」各國間超額減排量的交易，通常為現貨交易。
- (二) 項目型交易：因進行減排項目所產生的減排單位的交易，如聯合履行機制下的「排放減量單位」、清潔發展機制下的「排放減量權證」，主要是透過國際間合作的減排計畫產生的減排量交易，通常以期貨方式預先買賣。(李國壽,105/06)

以碳為交易標的之機制開始於 1997 年的〈京都議定書〉第十七條（2005 年才生效），該條文允許有剩餘排放額度的國家將其剩餘的碳排放額度以交易的方式轉移給超額排放的國家。(蔡育岱、譚偉恩，2009/12/04)

臺灣不會在防制全球暖化、氣候變遷的議題上缺席，行政院於 106 年 2 月 23 日核定「國家因應氣候變遷行動綱領」，擘劃溫室氣體減緩與氣候變遷調適總方針，為逐期達成國家溫室氣體長期減量目標，環保署會與中央目的事業主管機關研訂我國第一期溫室氣體階段管制目標，經公聽會程序後，行政院已於 107 年 1 月 23 日正式核定，將採先緩後加速的減碳路徑，設定 109 年溫室氣體排放量較基準年 94 年減量 2%及中程願景，以逐步達成 139 年溫室氣體長期減量目標。(行政院環境保護署,2021/06/28)

國際間已發展碳權許久，也有對應的交易方式，但台灣未能以國家的身分參與，只能以企業或民間團體參加。假設台灣政府要制定碳交易，各家企業參與前要做足碳盤查後才能參加，礙於能做碳盤查的顧問僅有 200 多位，以這少量的人數去衡量各個企業的碳排放量，可說是非常的不足。因此能參與的企業相對較少，進而導致交易市場小，碳價格也比國際定價高。為了能與國際接軌，需要第三方機構加入，使計價單位一致，才能讓各家企業踴躍加入。

### 三、台灣企業碳排放量文獻回顧

中國鋼鐵股份有限公司

為有效管控投資計畫的環境負荷，中國鋼鐵股份有限公司建制了嚴謹的環境負荷

評估制度，透過內部各單位的分工合作，以現有設備產能之環境負荷為基礎，等量放大或縮小來評估投資計畫之環境負荷，並界定能源邊界圖來計算投資計畫能源改變量，據以估算 CO2 排放量，使能完整評估投資案的環境負荷。(中國鋼鐵股份有限公司 CSR 報告書，2021/05/11)

表 1：中國鋼鐵股份有限公司近三年碳排放量

管制編號	公司場所名稱	年排放當量(CO2 公噸)		
		107 年	108 年	109 年
E5600841	中國鋼鐵股份有限公司	21937597	21392184	19416688
E56A4792	中國鋼鐵股份有限公司第三冷軋廠	177209	167965	169898
合計		22114806	21560149	19586586

參考資料：行政院環保署國家溫室氣體登錄平台

#### 減碳方式

中國鋼鐵股份有限公司以「綠色成長」為願景，堅持「綠色製造、綠色經營」的低碳策略，因應能源環境法規趨嚴、能源結構持續改變之趨勢，配合政府政策，務實推展節能減排及綠色事業：

- (一) 發展風電，為協助政府落實離岸風電產業在地化政策，中國鋼鐵股份有限公司以中能發電公司及興達海基公司帶動本土離岸風電產業在地化發展。
- (二) 太陽能光電等綠色事業，先利用集團公司 80 公頃的廠房屋頂，搭配中南部充足的日照，規劃總設置容量 >80MW 的太陽能電場，達到以綠色電力降低碳排之願景，減緩政策衝擊，接軌未來國際競爭趨勢。(中國鋼鐵股份有限公司 CSR 報告書，2021/05/11)

#### 台灣塑膠工業股份有限公司

本研究經參考該公司 CSR 報告書為善盡企業責任及因應未來溫室氣體減量之要求，該公司依據 ISO 14064-1: 2006，自 2006 年起針對溫室氣體排放進行系統性盤查，並委由英國標準協會 BSI 及台灣檢驗科技公司 SGS 查證溫室氣體範疇一及範疇二排放量，以確保盤查之正確性，並作為日後實施減量改善方案之參考。

此外，自 2016 年起推動溫室氣體範疇三排放量盤查，2019 年委託英國標準協會 BSI 及台灣檢驗科技公司 SGS 查證溫室氣體範疇三排放量，查證項目包括燃料及能源相關活動、採購之商品及服務、上游交通和配送、營運產生之廢棄物、商務旅行、員工通勤以及下游交通及配送等七項。(台灣塑膠工業股份有限公司 CSR 報告書，2021/04/26)

表 2：台灣塑膠工業股份有限公司近三年碳排放量

管制編號	公司場所名稱	年排放當量(CO2 公噸)		
		107 年	108 年	109 年
G3700880	台灣塑膠工業股份有限公司冬山廠	164663	151745	144958
P5801602	台灣塑膠工業股份有限公司麥寮廠	4619472	4534519	4380961
S1900685	台灣塑膠工業股份有限公司林園廠	810121	786484	820686
S2201109	台灣塑膠工業股份有限公司仁武廠	2536130	2451542	2587224
	合計	8130386	7924290	7933829

參考資料：行政院環保署國家溫室氣體登錄平台

### 減碳方式

台灣塑膠工業股份有限公司企業 ESG（環境、社會、公司治理）推動組織，成立全企業「節能減排推動小組」，為後續循環經濟的基礎，依原物料、水資源、能源及廢棄物等 4 大循環面向納入共同思考。推動跨廠區、跨公司的能源、資源整合，達到節能減排及能源使用率提升的效益。(中央社，2021/10/04)

- (一) 近年積極推展 AI 應用，導入 AI 及數位轉型技術，除強化工安、成本管控外，更透過製程最佳化。
- (二) 減少原料及能源耗用，從源頭降低碳排。
- (三) 搭配投資再生能源，在日照充足之嘉義、新港、麥寮廠區等廠房屋頂建置太陽能發電設備，及建置風力發電，藉由綠電使用達減排目標。(台灣塑膠工業股份有限公司 CSR 報告書，2021/04/26)

台灣積體電路製造股份有限公司

台灣積體電路製造股份有限公司在 2021 年 9 月宣布 2050 年淨零碳排目標。依據 ESG 委員會主席副總何麗梅表示，淨零會分成階段性目標，根據 2020 年排碳 1 千萬噸，到了 2025 年排碳達高峰，預計 2030 年降回 2020 年水準，2050 年達到淨零碳排。目前台灣積體電路製造股份有限公司 90%以上產能在台灣，在溫室氣體排放比例上，能源使用占 62%為大宗，其次為製程排放 14%、原料使用 24%。溫室氣體排放源分為三大類：

- 1、直接排放    2、電力使用的排放    3、供應鏈的碳排放（陳映璇，2021/12/08）

表 3：台灣積體電路製造股份有限公司近三年碳排放量

管制編號	公司場所名稱	年排放當量(CO2 公噸)		
		107 年	108 年	109 年
B23B6125	台灣積體電路製造股份有限公司十五 B 廠	1278506	1562952	1932941
D0402208	台灣積體電路製造股份有限公司十八廠一期	X	X	535402
D0402431	台灣積體電路製造股份有限公司十八廠二期	X	X	486603
D9000746	台灣積體電路製造股份有限公司十四 B 廠	850336	813458	798488
D9001396	台灣積體電路製造股份有限公司十四 B 廠七期	299376	318990	372998
H50A6430	台灣積體電路製造股份有限公司先進封測三廠	203189	199746	199351
J6300324	台灣積體電路製造股份有限公司三廠 3E 廠	80325	79466	74582
J6300557	台灣積體電路製造股份有限公司二廠	142559	117009	131844
J6301107	台灣積體電路製造股份有限公司三廠	327007	284529	291708
J6301447	台灣積體電路製造股份有限公司五廠	160375	150238	170426
J63A0107	台灣積體電路製造股份有限公司十二廠研新廠	237154	187170	193488
J63A1056	台灣積體電路製造股份有限公司十二廠四期/五期	380506	346522	330201
J63A1591	台灣積體電路製造股份有限公司十二廠六期	212916	232053	262176
J63A1670	台灣積體電路製造股份有限公司十二廠七期	425307	402190	408475

L95A2041	台灣積體電路製造股份有限公司 15 廠	1055111	970866	1053519
O1709308	台灣積體電路製造股份有限公司十二廠	374311	340981	341818
O1713311	台灣積體電路製造股份有限公司八廠	304608	284514	301240
R9001677	台灣積體電路製造股份有限公司十四廠	993080	976630	1022410
R9004230	台灣積體電路製造股份有限公司六廠	347720	341700	330132
R90A1360	台灣積體電路製造股份有限公司先進封裝廠	50278	86231	138164
合計		7722664	7695245	9375966

參考資料：行政院環保署國家溫室氣體登入平台

### 減碳方式

隨著先進製程不斷演進、積體電路製程複雜度日益增加而衍生的用電量增加，民國 109 年，台灣積體電路製造股份有限公司除了積極購買再生能源，亦投入資源開發綠色機台，並戮力執行 460 項節能措施、導入新世代節能機台，致力達成各世代製程的單位產品生產能效倍增的綠色目標。面對極端氣候與全球溫升可能帶來的營運危機，台灣積體電路製造股份有限公司公司以「法規遵循、節能減碳、碳資產管理」為三大工作方向，並使用金融穩定委員會定義之氣候相關財務揭露建議書（Task Force on Climate-related Financial Disclosures, TCFD）架構鑑別氣候風險及機會，依鑑別結果建立衡量指標進行目標管理，有效掌握因應作為的進度與成果，進而降低氣候風險對營運所造成的財務影響。（台灣積體電路製造股份有限公司 CSR 報告書，2021/05/19）

半導體製造業的空氣污染物主要分為酸鹼性氣體及揮發性有機氣體二大類，台積公司採用「排氣源頭分流」搭配「多段處理系統之最佳可行技術」進行污染防制，並與業界專家持續合作精進各項防制系統，降低單位產品空氣污染物排放量，持續打造永續未來。（台灣積體電路製造股份有限公司 CSR 報告書，2021/05/19）

本研究以台灣碳排放量位居前十名的台灣積體電路製造股份有限公司、台灣塑膠工業股份有限公司、中國鋼鐵股份有限公司為例，三家企業為解決碳排放量的問題，訂定淨零碳排的目標，並列出各家各廠的碳排放量和減碳方法，朝向節能減排、永續發展，積極解決環境變化的問題。

#### 四、種樹對企業與碳排放量的影響

表 4：種樹對企業的影響 SWOT 分析

	對達成目標有幫助的	對達成目標有害的
內部組織	優勢	劣勢
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 獲致減碳目標</li> <li>2. 造林減碳的單位成本較其他減量方式之成本為低</li> <li>3. 易博得媒體報導，有效提升企業公益形象</li> <li>4. 符合環境影響評估要求</li> <li>5. 造林工程多委由地方政府執行，僅需投入充裕資金，毋需付擔額外人力及技術</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 可造林土地取得困難</li> <li>2. 造林時間長、回收慢、風險高，可抵減實質碳量不穩定</li> <li>3. 對造林樹種選擇、森林經營技術等專業問題不熟悉</li> <li>4. 造林履約由第三者(地方政府)監督，成效不易控管</li> </ol>
外部環境	機會	威脅
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 符合綠色造林計畫政策目標</li> <li>2. 可藉由造林提升環保形象，增加綠色產品的競爭力</li> <li>3. 兼顧環境綠美化效益</li> <li>4. 做為與地方政府合作及敦睦之方式</li> <li>5. 做為未來海外造林或國際造林碳匯交易之能力建構</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 國際間對造林可抵減碳量之計量不確定</li> <li>2. 國內相關監測、驗證等機制及法規尚未建立，企業造林誘因不足</li> <li>3. 目前已施行部分能否獲得承認，均未可知</li> <li>4. 常落為地方政府、環評委員及環保團體討價還價的標的</li> </ol>

參考資料:林業研究專訊，2009

#### 中國鋼鐵股份有限公司

中國鋼鐵股份有限公司以追求永續發展為目標，50年來在小港廠區及總部大樓周邊環境，累積種植了喬木約2萬株、灌木約208萬株，綠化總面積達48公頃，綠化率近8.5%，每年約可減量二氧化碳6,406噸，為高雄市的綠美化及環境減碳，付諸實際

行動。(台灣永續能源研究基金會，2021/03/12)

#### 台灣塑膠工業股份有限公司

依雲林縣政府在 2010 年 8 月 24 日公布的研商「配合台灣塑膠工業股份有限公司六輕推動 2600 公頃造林減碳」事宜會議結果顯示，台灣塑膠工業股份有限公司與雲林縣政府協議啟動 2600 公頃造林減碳計畫，目前在雲林麥寮設立達 2600 公頃的六輕工業區，每年所產生 6700 萬噸二氧化碳占台灣總排放量 1/4，若造林每公頃可吸收 20 公噸的二氧化碳，而六輕每年所排放的 6700 萬噸的二氧化碳，造林須達 338 萬公頃才能達到碳平衡狀態。(台灣塑膠工業股份有限公司造林學者，2011/05/29)

#### 台灣積體電路製造股份有限公司

該公司 2021 年啟動的植樹薪傳計畫展現了關懷地球、讓社會更好的具體行動，共同推動都市與社區生態綠化，為這片土地盡一份心力！」預計今年將提供總共約 4 萬 5,000 棵樹苗（相當於 7.5 個大安森林公園的樹木量）。(台灣積體電路製造股份有限公司，2021/03/12)

企業用來減碳的方式有很多種，各大企業致力於減碳，並以種樹造林的方式實施碳中和，但其中也會有許多不同的挑戰。包括政策上與實務上的阻礙，這些阻礙若能得到順利的解決，會使國內企業對於種樹減碳將有更好的效率，進而促進更多企業參與其中。

## 五、其他相關文獻

根據林務局顏仁德局長表示，1 棵樹 1 年可以吸收 5 到 10 公斤的碳排放量，種 112 棵樹，98 年推動造林面積達到 4,658 公頃，相當於 186 個大安森林公園，為國人增加了平均每人 2.03 平方公尺的綠地面積；99 年則規劃新植造林 4,450 公頃，平地及山坡地撫育造林將達到 50,114 公頃，預估每年約可產生 17.8 萬公噸的 CO<sub>2</sub> 減量效益，相當於 12,055 輛汽車一天的碳排放量。(林務局 侯祖德，2010/03)

如果人類恢復一片面積與美國相當的森林，如此便可消除近 100 年來累積的碳排

放量，這項名為「全球森林恢復潛力」。(STEPHEB LEAHY, 2019/07/08) 因俄羅斯、美國、加拿大、澳大利亞、巴西和中國是最有可能大範圍種植樹木的國家。通過種植樹木，增加攜手碳排放量 200 億噸，可以減少 25% 的二氧化碳，就能將溫度控制在 1.5°C 以內。(Mark Altaweel, 2019/07/11)

根據國際奧委會主席 Thomas Bach 表示，應對氣候變化是首要任務之一，決議將依據聯合國 2016 年頒布之巴黎協定來減少碳排放量，為達到在 2030 年減少 45% 碳排放量的目標，已先訂定 2024 年其碳排放量將會減少 30% 之中介目標，預計將在 Mali 和 Senegal 的 90 個村莊種植 355000 棵樹木來恢復氣候嚴峻和糧食缺乏的問題，並幫助國際奧委會達成 2024 年的減碳計畫。(Olympics, 2021/06/17)

由瑞士蘇黎世聯邦理工學院的 Jean-Francois Bastin 領導的國際研究小組發表在 NASA SCIENCE 的 Examining the Viability of Planting Trees to Help Mitigate Climate Change 一文中，發現地球的生態系統可以再增加 9 億公頃的森林，比現在的森林面積多 25%。通過種植 5 萬億棵樹，可以減少約 205 億噸的碳排放量，將大氣中的碳減至 25%。但並不是解決當前氣候變化的解決方案，為此，需要減少人類排放的溫室氣



體，藉此減少氣候變化的能力產生部分影響。(Alan Buis, 2019/09/27)

圖 4：不同樹種之碳排放量

參考資料：(李孟儒 2018 年 3 月 26 日)

## 第肆章 研究方法

為達到上述研究目的，本文運用兩種研究方法，分別為文獻分析法及深度訪談法。其中文獻分析法可以透過蒐集文獻及網路資料，多方面取得所需的資訊，而訪談法可以透過訪談此領域的專家，能夠更詳細的了解本研究所需得到的資訊，根據專家們提供的專業知識，不僅可以解決探討過程中所遇到的疑惑，也可以使資料更加完整，對本研究有很大的益處。於是本研究採取了文獻分析法及深度訪談法兩種方法來進行資料蒐集，並探討企業種樹減碳及碳中和對於國內的影響之研究。

### 一、 文獻分析法

文獻分析法是透過文獻的蒐集、分析、歸納、研究來提取所需資料，並對文獻作客觀而有系統的描述的一種研究方法。文獻分析在方法上是注重客觀、系統及量化的一種研究方法。(Ranjit Kuma, 2014/08) 本研究主要蒐集國內各圖書館中相關之中、英文書籍，以及網路上現有的資料來探討有關碳權交易、綠色金融等研究主題，以能夠釐清我們所要探討的問題。

因此本研究除了蒐集國內外相關議題之文獻資料外，並對企業種樹減碳及碳中和之影響，根據蒐集到的論文資料進行分析，探討各方面之優缺以實現效益最大化，並透過網路期刊獲取到較及時的資料，了解各企業對於此議題之想法，進而做系統式的整理，再加上蒐集官方資料做量化分析，使本研究目的有所幫助並得出結論。

### 二、 深度訪談法

深度訪談法又可稱為「談話法」、「面談法」或「交談法」。訪談法是一種蒐集資訊所常用的方法。在現實生活中，透過與他人不同形式的互動蒐集資訊。也是一種質性研究法，對於概念項目較多，參與者所涉程度不一、且不易由外部觀察的研究題材，最適宜以此種方法取得資料，深度訪談法能察覺事件表象下的深層意義。(謝文和, 2003)

本研究訪談慈心有機農業發展基金會種樹女王程禮怡女士，不僅切入訪談身為國內推動種樹計畫之發起人的看法，以及對環境保育議題的重視度與企業合作減少碳排放，也對其做初步的了解。對於該基金會所倡導的觀念是否引起社會大眾更廣大的回

響，進而讓國人對於碳權交易的新形態有所認知，助於台灣更進一步發展碳權交易。以此方法嘗試多方訪談以得到相關的論點，使我們的研究能有更高的可信度。

### (一) 慈心有機農業發展基金會—程禮怡女士

此訪談內容將分成三個面向。種樹之契機以及發起人角度的看法、有關慈心有機農業發展基金會對於種樹計畫遇到的困難與做法和對於種樹計畫未來的展望。以下為本研究深度訪談的主要訪談面向：

#### 1. 種樹之契機以及發起人角度的看法

程禮怡女士大學畢業後的工作是當生態老師的助理，工作內容是到森林裡面跟蹤鳥類的生態習性。因當時的工作與大自然的相處非常緊密，發現鳥類對森林的依靠重要性，才驚覺森林需要有人保護，把沒有的弄成有，不足的去彌補，也因為上面的經歷，從業餘到專業，看到森林的變化後，才往這方面發展。

程禮怡女士表示在某些地區種樹需要比較多的經費，需要寫詳細計畫書，再跟企業提案爭取經費。基金會負責種樹、照顧，對企業承諾並寫報告書，這樣的做法能讓更多企業想參與種樹活動。

#### 2. 有關慈心有機農業發展基金會對於種樹計畫遇到的困難與做法

台西區域是基金會第一塊認的地、對種樹的認知及技術也相對較低，當時也沒有經費和水寶盆這部分，就認養將近 50 公頃的土地，當時在大自然都種不出來的地方、土地鹽化高，這部分也是遇到最有困難計畫。

為了解決上述問題慈心有機農業發展基金會與仁舟社會企業合作，開發出「水源寶植樹盆」(簡稱水寶盆)，並經過反覆實驗，使樹苗存活率提高至 9 成以上，為海岸造林找到解決方案，共同實踐守護海岸及家園的美好願景。

#### 3. 對於種樹計畫未來的展望

對於此事程禮怡女士則說，邀請造樹夥伴參與 plant for billion 《種樹救地球：植樹百萬活動》，其中林務局當年度所種的樹就會包含在十億裡面，把有再種樹的人所種的樹都包含在此策略中，因此即可達成在 25 年內種 10 億顆樹的計畫。未來也將計畫去蒙古種沙棘樹，沙棘樹種一棵=百棵，且 3-5 年會結果實，讓當地人來種樹、採收，採收的收入算當地人種樹的薪水。採

收後的果實有其他用途，也可以使當地經濟上升。

根據這次訪談讓我們知道慈心有機農業發展基金會對環境保育的重視，藉由 plant for billion 《種樹救地球：植樹百萬活動》種樹計畫的推行，鼓勵企業種樹來達成減碳目標，以往沿岸地區不利於植物生長，使用水寶盆技術，做法是將樹種下去加水再用導水繩，一端埋進土裡且固定住，另一端固定在樹上綁活結後，再套進水寶盆裡，營造利於樹木生長的環境，利於閒置的空地有所運用，並且對環境有益處，也能達成減碳目標。



圖 5：參訪慈心有機農業發展基金會

## (二) 綠來科技股份有限公司—陳來助董事長

本訪談為了想了解企業種樹對碳中和及碳權交易的影響，訪談內容分成三個主要面向。國內企業要實施減碳達到碳中和，實行上的困難點、企業使用種樹來

達成碳中和的效果如何。

### 1. 國內企業要實施減碳達到碳中和，實行上的困難點

陳來助董事長表示國內要碳中和是不可能的任務，企業碳中和除了需要先了解企業自家的碳排放量為多少以外，必須先從碳盤查開始，碳盤查有能源盤查、碳足跡盤查、溫室氣體盤查。國內的碳係數 0.502，相較於其他國家的係數算高的，所以得用更多減碳的方法達到碳中和並減少碳係數，進而再做碳定價，以達成碳中和的目標。此外，企業還需訂定幾年內能達到碳中和，因此更需要政府與企業共同努力。

### 2. 企業使用種樹來達成碳中和的效果如何

陳來助董事長表示種樹是可行的，但種樹需要等約 20 年的時間才能有顯著的減碳效果，且需年輕的樹才能有效吸收二氧化碳，樹的品種、方法學對企業種樹很重要。國外地大，容易種樹，在國內地窄樹木的種植地很少，因此對企業來說在國內種樹要達到減碳的路還很遙遠，因此在國內要藉由種樹來達成碳中和是非常困難的。

### 3. 國內企業要實行碳權交易的考量因素

碳交易需要交易平台，國內執行的難點如下：

(1) 國內市場小、相對成本高、缺乏交易量

(2) 沒有代表性市場：由於本國不在聯合國機制內，因此無法參與其他國家碳交易市場並與其交流。如台灣定價一公斤五百，國際是公噸計算，可能會有落差。

就上述訪談內容得知本國面對碳中和議題、碳交易市場還有很大一段路要走。執行困難點還有很多因素，企業為了達到碳中和將面臨很多考驗。因此本國碳權交易短期內應是難以實行的。國內近年來已有計畫收取碳費，及實施許多減碳措施，並朝向淨零排放目標前進。

## 第五章 結論與建議

### 一、 結論

本研究探討國際碳權市場現況並分析國內企業如何達到減碳與碳中和之目的，其中包括實施的方式、現行實施的成效以及未來展望，並藉由上述文獻、訪談內容做出結論與建議。

#### （一）盤點全球碳權供需的來源

經上述參考文獻顯示，不同政府、組織對於碳權的計價方式大致分為碳稅計價和 ETS 計價。雖國內還未開啟碳權交易平台，其中許多大型企業因排放量大而需採取種樹、購置綠電、建立綠建築、透過數位轉型技術等方式來達到減碳與碳中和的目的，如台灣積體電路製造股份有限公司、中國鋼鐵股份有限公司、台灣塑膠工業股份有限公司等等。然而也有許多開放碳權交易之國家中的大型企業、組織已可向其他單位購置碳權，中小企業則可提供多餘的碳排放權與大型企業進行交易。

#### （二）種樹對減碳的影響

根據訪談與文獻資料顯示，雖然現在已有些許企業選擇以種樹的方式來進行碳中和及減碳，但對於施行上還是有很多困難要克服。由於種樹需要約二十年才會具有相當的成效，且需有一定的數量，現行普遍的種樹計畫對於減碳的影響並不是特別明顯，再加上種植計畫土地取得困難與種植數量所限，因此想藉由種樹達到顯著的減碳功能仍需政府與企業共同努力。

#### （三）企業如何透過種樹來減碳進而交易碳權

藉由訪談及文獻分析，我們了解到，國內目前尚未通過相關法規之限制，政府目前並無明確規定造林可抵減的碳排放量，導致企業投資造林後碳權計算的不確定性，使眾多企業皆不想參與，這也讓國內碳權交易平台的開放尚且需要一些時間的考驗。

#### （四）企業如何造林能使效益極大化

從訪談中我們得知各樹種的功能、如何挑選適合其樹種栽種的地方以及水質盆栽種方式等等，這些方式都可以有效的幫助企業在種樹造林方面所遇到的各種問題。由於國內取得種樹的土地困難，若政府可以有相關政策提供企業的種樹的土地，可使減

碳的效率提高。

## 二、 建議

透過政府的推廣以及國內企業自願性發展之下，我們應鼓勵企業種樹來倡導綠色減碳及環境的永續發展，不僅能有效的改善我們生活的環境，且可以在將來開放之時能有交易的標的，替未來國內碳權交易市場的開啟做準備。

綜上所述，本研究有以下建議：

- (一) 政府應該盡速開放國內碳權交易市場與國際接軌
- (二) 開放種樹碳權之第三方認證機構以加速企業種樹的碳權計算
- (三) 廣泛推廣水寶盆、技術性種植等方式，以提高種樹之效率。
- (四) 政府應推出完整的相關規定使企業能更容易的取得種樹計畫之土地

## 第陸章 參考文獻

### 中文文獻

徐韶宏(2012年06月20日)，保險從業人員對碳權交易制度之接受度調查研究，朝陽科技大學環境工程與管理系之碩士論文。

李國壽(2016年06月)，太陽能電廠發展碳權交易之研究，國立高雄應用科技大學企業管理系之碩士論文。

謝文和(2003年)，博物館成人學習之研究主義觀點-以國立台灣史前文化博物館，國立台灣師範大學社會教育研究所碩士論文。

林業研究專訊(2009)，國內造林減碳供需面向探討。

Ranjit Kumar 著：胡龍騰、黃瑋瑩、潘中道譯（2014年08月18日），研究方法：步驟化學習指南、學富文化，第130頁。

台灣積體電路製造股份有限公司（2021年05月19日），台灣積體電路製造股份有限公司企業社會責任報告書。

中國鋼鐵股份有限公司（2021年05月11日），中國鋼鐵企業社會責任報告書。取自 <https://www.csc.com.tw/csc/hr/e/hr-2020.pdf>

台灣塑膠工業股份有限公司（2021年04月26日），台灣塑膠工業股份有限公司企業社會責任報告書。取自 [https://www.fpg.com.tw/uploads/images/FPC\\_2020\\_CSR-CH.pdf](https://www.fpg.com.tw/uploads/images/FPC_2020_CSR-CH.pdf)

環境資訊中心(2021年11月15日) 種樹抵減二氧化碳 專家：六個種滿樹的台灣才能打平國人一年碳排。取自 <https://e-info.org.tw/node/232749>

綠學院 (2021年11月12日)，【綠色觀點】如果我有一片森林，可以賣碳權嗎？取自

<https://www.inside.com.tw/amparticle/25529-carbon-rights>

行政院環境保護署空保處（2008 年 06 月 20 日），回應民間碳權交易及造林減碳報導。

取自 <https://enews.epa.gov.tw/Page/3B3C62C78849F32F/bd4e07a1-b91f-46a7-9a78-b962f154459b>

行政院環境保護署(2021 年 06 月 28 日)，節能減碳政策 取自

<https://www.epa.gov.tw/Page/9AF4E3B600088167>

行政院環境保護署國家溫室氣體登陸平台，取自

[https://ghgregistry.epa.gov.tw/ghg\\_rwd/Main/Examine/Examine\\_2?Type=3&abc=1](https://ghgregistry.epa.gov.tw/ghg_rwd/Main/Examine/Examine_2?Type=3&abc=1)

劉仲恩(2021 年 09 月 13 日)，「碳權」到底是什麼？碳交易、碳抵換真的可以實質減碳、邁向淨零？ 取自 <https://csr.cw.com.tw/article/42144>

蔡育岱、譚偉恩（2009/12/04），碳交易、減碳、節能 台灣應思考的抗暖之路。取自

<https://e-info.org.tw/node/49804>

中央社（2021 年 10 月 04 日），力求 2025 年減碳 20%，台灣塑膠工業股份有限公司為循環經濟打基礎，用四大面向整合資源、能源。取自

<https://www.storm.mg/article/3969992>

陳映璇，(2021 年 12 月 08 日)，台灣積體電路製造股份有限公司、台灣塑膠工業股份有限公司、中國鋼鐵股份有限公司展開 30 年脫碳計畫，脫碳大計怎麼做、有何難題？

取自 <https://www.bnext.com.tw/article/66641/net-zero-tsms->

台灣民眾電子報（2021 年 03 月 12 日），中國鋼鐵股份有限公司公司推動節能減碳及環境保護舉辦建廠 50 周年植樹減碳活動。取自 <https://www.allnews.tw/news/18806>

台灣塑膠工業股份有限公司造林學者：種在國外更好（2011 年 05 月 29 日）。取自  
<https://a702232702.pixnet.net/blog/post/61591803>

台灣積體電路製造股份有限公司（2021 年 03 月 12 日），台積公司啟動植樹薪傳計畫攜手桃園、新竹、台中、台南四地市政府共同推動都市與社區綠化。取自  
<https://pr.tsmc.com/chinese/news/2801>

侯祖德（2010 年 03 月），行政院農委會。取自 <https://www.coa.gov.tw/ws.php?id=21144>

李孟儒（2018 年 3 月 26 日），原來樹之間也有減碳能力分班。取自  
<https://www.domiearth.com/blog-a11/2018/3/25>

孫文林（2021 年 10 月 18 日），環境資訊中心，環署定調碳權非屬金融商品。取自  
<https://e-info.org.tw/node/232506>

## 英文文獻

STEPHEN LEAHY（2019 年 07 月 08 日），如何消除 100 年的碳排放量？大量種樹。取自 <https://kknews.cc/science/emzqajz.html>

Mark Altaweel（2019 年 07 月 11 日），Mapping Where Planting Trees Can Help with Climate Change Mitigation。取自 <https://www.geographyrealm.com/mapping-where-planting-trees-can-help-with-climate-change-mitigation/>

Olympics（2021 年 06 月 17 日），Tokyo 2020：IOC to plant 355,000 trees in Africa to offset carbon use。取自 <https://www.bbc.com/sport/olympics/57512724>

Alan Buis（2019 年 09 月 27 日），Examining the Viability of Planting Trees to Help Mitigate Climate Change。取自 <https://climate.nasa.gov/news/2927/examining-the-viability-of-planting-trees-to-help-mitigate-climate-change/>

