

出國報告（出國類別：研習）

113 年氣候變遷調適及管理對策研習 德國班

服務機關：環境部、地方環保局

姓名職稱：沈志修次長等 23 人

派赴國家/地區：德國

出國期間：113 年 11 月 30 日至 113 年 12 月 7 日

報告日期：114 年 2 月 6 日

摘要

一、研習計畫名稱：113 年氣候變遷調適及管理對策研習

二、研習地點：德國

三、研習人員/服務機關/職稱

環境部	沈志修	常務次長
環境部綜合規劃司	洪淑幸	司長
環境部綜合規劃司	陳彥男	簡任技正
環境部綜合規劃司	吳嘉琳	環境技術師
環境部環境保護司	呂雅雯	簡任技正
環境部大氣環境司	孫忠偉	簡任技正
環境部水質保護司	邱國書	簡任技正
環境部監測資訊司	鄭春菊	簡任技正
環境部常務次長室	宋宜均	秘書
氣候變遷署	吳孟兒	高級環境技術師
資源循環署	劉怡焜	主任秘書
資源循環署	陳俊融	組長
化學物質管理署	盧家惠	副組長
環境管理署	李瑞玲	簡任技正
國家環境研究院	李孝軍	主任秘書
國家環境研究院	陳明妮	簡任研究員
國家環境研究院	林心怡	環境技術師
新北市政府環境保護局	朱益君	副局長
臺南市政府環境保護局	陳幸芬	副局長
基隆市環境保護局	管鳳珠	副局長
彰化縣環境保護局	林三能	科長
嘉義縣環境保護局	楊啟明	副局長
花蓮縣環境保護局	彭如秀	科長

四、研習日期：113 年 11 月 30 日至 113 年 12 月 7 日

五、內容摘要

(一) 本次赴德國研習，由環境部沈次長志修擔任團長，環境部綜合規劃司洪司長淑幸擔任副團長，並由本部各司、署、院及 6 個地方政府科長級以上同仁共同參與，於 113 年 11 月 30 日至 12 月 7 日赴德國波昂、呂嫩、柏林等地與德國推動循環經濟及淨零碳排的地方政府、NGO 及企業進行交流，包括由超過 124 個國家及 1,750 個以上的地方與區域政府所組成的地方政府永續發展理事會 (International Council for Local Environmental Initiatives, ICLEI)、德國瑞曼迪斯利佩廠 (Remondis' Lippe Plant)、EUREF-Campus 環境創新園區、Cradle 2 Cradle NGO 等，同時也拜會我國駐德國代表處，與謝志偉大使及代表處同仁就德國近期在推動淨零減碳及循環經濟的作法交換意見。

(二) 地方氣候行動與永續發展

1. ICLEI 與地方政府合作：ICLEI 透過技術諮詢與國際交流，協助地方政府提升永續發展能見度。臺灣部分城市已推動低碳政策，但需要更多縣市共同投入推動城市淨零，以強化 2050 淨零戰略的國際影響力。
2. 波昂市氣候行動經驗：波昂市透過「Bonn4Future」專案推動公民參與，並發展低碳交通、氣候數據平台與綠色建築政策。我國可借鏡其策略，加強公民論壇機制、提升再生能源應用與數據透明度，以逐步優化氣候行動方案。

(三) 瑞曼迪斯(REMONDIS)廢棄物循環經濟示範

1. 推動技術創新與創造減碳效益：德國瑞曼迪斯利佩廠透過廢棄物回收技術，每年減少 48.8 萬噸碳排放，並將金屬渣、有機廢棄物轉化為再生資源，可作為我國廢棄物管理之借鏡。

2. 充分利用資源落實循環經濟：該廠將廢棄物轉化為能源與工業原料，並創造約 1400 個就業機會。我國可參考其模式，發展集中式循環園區，惟需克服用地取得與跨部會及地方政府政策協調之問題。

(四) 德國能源轉型與循環經濟政策

1. EUREF-Campus 園區智慧能源管理：該園區透過 AI 能源監控與微電網技術提升再生能源穩定性，並回收電動車鋰電池作為儲能設備。我國可規劃新創淨零示範區，推動新能源技術應用。
2. 歐盟碳定價與政策導向：歐盟透過碳費與碳交易市場推動低碳轉型，並以 C2C 認證促進綠色設計。我國可借鏡歐盟經驗，強化碳市場設計與政府綠色採購機制，以加速循環經濟發展。

目錄

摘要.....	i
壹、目的.....	1
貳、學員名冊.....	1
參、研習行程.....	3
肆、研習內容紀要	5
一、ICLEI 地方政府永續發展組織及推動策略研習	5
二、波昂永續發展與氣候行動	23
三、參訪瑞曼迪斯利佩廠 (Remondis' Lippe Plant).....	35
四、參訪 EUREF-Campus 環境創新園區	45
五、歐盟法規如何引領循環經濟和搖籃到搖籃轉型（聚焦歐盟 ESPR、CSRD、CSDDD 最新趨勢）	50
六、碳定價在實現歐盟和德國淨零排放目標的作用	55
七、參訪 C2C NGO 與循環經濟交流討論	65
伍、心得及建議	79
一、ICLEI 地方政府永續發展組織及推動策略研習	79
二、波昂永續發展與氣候行動	81
三、參訪瑞曼迪斯利佩廠.....	83
四、參訪 EUREF-Campus 環境創新園區	84
五、歐盟法規如何引領循環經濟和搖籃到搖籃轉型及碳定價在 實現歐盟和德國淨零排放目標的作用	85
六、參訪 C2C NGO 與循環經濟交流討論	85
陸、德國城市觀察	87
一、環保旅館與環境友善相關標章	87
二、德國垃圾分類與塑膠瓶回收	87
三、德國非政府永續夥伴.....	89
四、德國聖誕市集.....	90
五、行程花絮.....	91
柒、致謝.....	92

圖目錄

圖 1-1 團員出發前於桃園國際機場合照	1
圖 3-1 團員與駐德國台北代表處法蘭克福辦事處黃瑞坤處長及葉慧芳副組長於德國法蘭克福機場合照	4
圖 3-2 德國法蘭克福機場牆面綠化裝置	4
圖 4.1-1 Gino Van Begin 先生介紹 ICLEI 如何協助地方政府推動永續	8
圖 4.1-2 ICLEI 協助地方政府永續發展的五個路徑	8
圖 4.1-3 Olga Horn 女士介紹 ICLEI 全球循環經濟發展路徑	13
圖 4.1-4 ICLEI 研究與創新部主管 Pourya Salehi 先生講解氣候行動	19
圖 4.1-5 ICLEI 說明與高雄市的合作與未來發展	19
圖 4.1-6 ICLEI 全球倡導部 Yunus Arikon 先生主講多層次治理課程	22
圖 4.1-7 團員參與 ICLEI 多層次治理課程合影	22
圖 4.2-1 德國市區隨處可見的電動共享滑板車	26
圖 4.2-2 可愛的卡通人物 BONNi 和 BO 是波昂市氣候教育的要角	29
圖 4.2-3 波昂市政府國際關係部 Susanne Nolden 女士分享及團長沈志修次長致贈紀念品	33
圖 4.2-4 團員與 ICLEI 專家交流情形	34
圖 4.2-5 團員與 ICLEI 交流後，於波昂舊市政廳前合影	34
圖 4.3-1 瑞曼迪斯利佩廠鳥瞰圖	35
圖 4.3-2 Loderbusch 先生介紹瑞曼迪斯利佩廠循環經濟理念	36
圖 4.3-3 於金屬渣類廢棄物回收金屬	37
圖 4.3-4 電子廢棄物回收貯存區	38
圖 4.3-5 廢木材回收運用於生質能發電	39
圖 4.3-6 塑膠循環再生相關設備	39
圖 4.3-7 廢舊鋰電池儲能系統	40
圖 4.3-8 Schneider 先生介紹瑞曼迪斯集團及未來展望	41
圖 4.3-9 團員於瑞曼迪斯大樓前合影	44
圖 4.4-1 團員參訪 EUREF Campus 園區合影	48
圖 4.4-2 Slodowy 介紹園區內之 GASAG SOLUTION+ 能源系統	48

圖 4.4-3 Weidner 介紹 DB ENCORE 公司鋰電池儲能系統.....	49
圖 4.4-4 參訪 DB ENCORE 公司鋰電池儲能系統.....	49
圖 4.5-1 團員於臺灣駐德國代表處門口合照.....	53
圖 4.5-2 張宇靖經理說明歐盟法規 (ESPR、CSRD、CSDDD).....	53
圖 4.5-3 搖籃到搖籃認證架構及永續產品生態設計規範.....	54
圖 4.6-1 團員與兩位德國碳定價專家交流.....	63
圖 4.6-2 Roland Geres 及 Philipp Geres 與團員合影.....	64
圖 4.6-3 分析碳定價在何種情況下最能發揮效益.....	64
圖 4.7-1 C2C 共同創辦人暨執行長 Tim Janßen 先生分享德國經驗...	66
圖 4.7-2 從搖籃到墳墓及腐植質的流失.....	66
圖 4.7-3 被忽視的產品製造排放.....	67
圖 4.7-4 從搖籃到搖籃能使人類成為貢獻者.....	67
圖 4.7-5 積極的足跡能提升產品的效益.....	68
圖 4.7-6 螞蟻的生物質量是人類的 4 倍卻不會成為問題.....	68
圖 4.7-7 創新設計推動搖籃到搖籃.....	69
圖 4.7-8 物質護照是實現閉環模式的方法.....	69
圖 4.7-9 數位化的循環業模式及財務假設.....	70
圖 4.7-10 循環經濟的責任者與 C2C 認證.....	70
圖 4.7-11 Tim Janßen 為團員介紹 C2C 認證產品.....	71
圖 4.7-12 資源循環署劉怡焜主任秘書分享我國資源循環的現況及未來.....	72
圖 4.7-13 團員與 Tim Janßen 先生交流循環經濟議題.....	78
圖 4.7-14 團員與德國 C2C NGO 成員一起合影.....	78
圖 6.1-1 住宿旅館的友善環境措施.....	87
圖 6.2-1 德國塑膠瓶回收與垃圾分類設施.....	89
圖 6.4-1 團長、副團長及團員於德國耶誕市集合影.....	90
圖 6.5-2 行程中，團長與團員挑燈夜戰的議題討論.....	91
圖 6.5-2 從柏林搭乘德國高鐵前往法蘭克福.....	91
圖 7.1-1 謝志偉大使與團員共進午餐（左）.....	92
圖 7.1-2 朱麗玲副代表、黃瑞坤處長前來接機並與團員合影（右）.....	92

表目錄

表 2-1 113 年氣候變遷調適及管理對策研習德國班團員名冊	2
表 3-1 113 年氣候變遷調適及管理對策研習德國班研習行程	3

壹、目的

因應氣候變遷挑戰與全球減碳的共同目標，循環經濟已成為各國推動永續發展的重要策略，而碳定價則是加速綠色轉型的關鍵政策工具。德國作為歐洲綠色經濟的領航者，不僅在建構循環經濟體系上有著豐富的成果，更有推動碳定價機制的執行經驗，促進資源循環利用與減少碳排放。本次透過規劃參訪德國與各單位交流，進而了解德國碳定價政策的規劃與實施、循環經濟的推動與實踐、企業及 NGO 參與政策建議及循環經濟落地運用的商業模式，作為我國政策規劃及執行的參考。



圖 1-1 團員出發前於桃園國際機場合照

貳、學員名冊

本次研習團由環境部沈志修常務次長擔任團長，團員包括環境部綜合規劃司、環境保護司、大氣環境司、水質保護司、監測資訊司、氣候變遷署、資源循環署、化學物質管理署、環境管理署、國家環境研究院、新北市政府環境保護局、臺南市政府環境保護局、基隆市環境保護局、彰化縣環境保護局、嘉義縣

環境保護局、花蓮縣環境保護局等單位人員共計 23 人，詳如表 2-1。

表 2-1 113 年氣候變遷調適及管理對策研習德國班團員名冊

序號	服務單位	姓名	職稱	備註
1	環境部	沈志修	常務次長	團長
2	環境部綜合規劃司	洪淑幸	司長	副團長
3	環境部綜合規劃司	陳彥男	簡任技正	
4	環境部綜合規劃司	吳嘉琳	環境技術師	
5	環境部環境保護司	呂雅雯	簡任技正	
6	環境部大氣環境司	孫忠偉	簡任技正	
7	環境部水質保護司	邱國書	簡任技正	
8	環境部監測資訊司	鄭春菊	簡任技正	
9	環境部常務次長室	宋宜均	秘書	
10	氣候變遷署	吳孟兒	高級環境技術師	
11	資源循環署	劉怡焜	主任秘書	學員長
12	資源循環署	陳俊融	組長	副學員長
13	化學物質管理署	盧家惠	副組長	
14	環境管理署	李瑞玲	簡任技正	
15	國家環境研究院	李孝軍	主任秘書	
16	國家環境研究院	陳明妮	簡任研究員	
17	國家環境研究院	林心怡	環境技術師	
18	新北市政府環境保護局	朱益君	副局長	
19	臺南市政府環境保護局	陳幸芬	副局長	
20	基隆市環境保護局	管鳳珠	副局長	
21	彰化縣環境保護局	林三能	科長	
22	嘉義縣環境保護局	楊啟明	副局長	
23	花蓮縣環境保護局	彭如秀	科長	

參、研習行程

本次歐洲德國研習自 113 年 11 月 30 日至 12 月 7 日，共計 8 天，詳表 3-1。

表 3-1 113 年氣候變遷調適及管理對策研習德國班研習行程

日期	地點	行程摘要
11/30 (星期六)	臺灣至德國	由臺灣出發至德國
12/01 (星期日)	科隆	(上午)抵達德國法蘭克福 (下午)科隆當地行程解說及環境教育地點參訪
12/02 (星期一)	波昂	德國淨零行動及地方政府永續發展研習－拜會 ICLEI (永續地方政府組織)
12/03 (星期二)	科隆、呂嫩、柏林	(上午)參訪瑞曼迪斯利佩廠循環園區 (下午)由科隆搭乘飛機至柏林
12/04 (星期三)	柏林	(上午)參訪 EUREF-Campus 環境創新園區 (下午)促進循環經濟之相關歐盟法規介紹與循環經濟交流
12/05 (星期四)	柏林、法蘭克福	(上午)C2C NGO 參訪交流循環經濟 (下午)由柏林搭乘高鐵至法蘭克福
12/06 (星期五)	德國至臺灣	參訪資料彙整討論，搭機返回臺灣
12/07 (星期六)	臺灣	抵達臺灣



圖 3-1 團員與駐德國台北代表處法蘭克福辦事處黃瑞坤處長及葉慧芳副組長於德國法蘭克福機場合照



圖 3-2 德國法蘭克福機場牆面綠化裝置

肆、研習內容紀要

一、ICLEI 地方政府永續發展組織及推動策略研習

(一) 背景介紹

地方政府永續發展理事會 (ICLEI - Local Governments for Sustainability)，簡稱為 ICLEI，是一個地方政府間國際組織，宗旨是追求永續發展並推動低碳、自然基礎、公平、韌性及循環發展方面的地方行動。ICLEI 於 1990 年 9 月在紐約成立，1995 年 ICLEI 總部秘書處移設德國波昂。目前由超過 125 個國家及 2500 個地方與區域政府所組成的全球網絡，是個致力於協助地方政府推動城市永續發展的組織，在全球設有 27 個辦公室，500 多個專業人員，全球目前共計超過 2,500 個地方及城市團體加入，每年有超過 250 個專案計畫跟地方政府合作推動執行。

臺灣目前已有 12 個縣市團體加入，包括臺北市、新北市、桃園市、新竹市、新竹縣、臺中市、雲林縣、嘉義市、臺南市、高雄市、屏東縣、花蓮縣。

(二) 研習情形

1. ICLEI 地方政府永續發展理事會介紹

(1) 交流人員：ICLEI 秘書長 Gino Van Begin

(2) 研習重點

A. ICLEI 總部原本位於加拿大多倫多，2009 年搬遷至波昂，選擇波昂作為總部的原因是該城市擁有超過 20 個聯合國機構，其中包括聯合國氣候變化綱要公約 (UNFCCC) 的總部。ICLEI 在波昂的全球秘書處負責全球協調工作，包括組織管理和主題方面。每層樓

都設有一個會議室，供內部團隊或與外部合作夥伴開會使用。ICLEI 採取混合辦公模式，允許員工選擇在家線上工作或到辦公室實體工作，以節省通勤時間和減少碳足跡。但 ICLEI 並不會完全採用線上工作模式，因為在德國，面對面接觸仍然被視為建立信任和人際關係的重要方式。

B. 為達成從地方到全球層級的永續發展，在地發起行動是更有效且具成本效益的途徑。ICLEI 作為全球領先的組織，致力於促進全球各地方政府在永續發展、環境保護及氣候變遷等領域的合作與行動，支持會員城市通過倡議、合作與交流，實現更具永續性的發展。

C. ICLEI 治理結構：每三年召開一次會員大會，由九個區域分別選舉出執行委員組成地區執行委員會 (RexCom)，另由具有專業知識的成員組成全球執行委員會 (GexCom)，由上述委員會設定永續發展策略與政策。

D. ICLEI 在全球設有辦公室，包括：

世界秘書處（德國波昂）

東亞秘書處（韓國首爾、中國北京）

大洋洲秘書處（澳大利亞墨爾本）

東南亞秘書處（菲律賓馬尼拉）

環境永續發展能力訓練中心（臺灣高雄）

自 2016 年開始由世界秘書處的 Gino Van Begin 擔任秘書長，統籌規劃領導。

E. 東亞地區有 105 個會員，2024 年東亞秘書處執行 32 項計畫，包括：

a. 21 項零碳發展活動（如城市交通去碳化實現永續

移動、能源轉型促進計畫等)。

- b. 6 項自然基礎活動 (如 2030 年打造韌性城市、清淨空氣城市計畫)
- c. 3 項循環發展活動
- d. 1 項公平發展活動
- e. 1 項韌性發展活動。

F. ICLEI 擬定了 5 條關鍵、策略性且相互關聯的發展路徑，可為城市制定和管理行動的指南並構成永續城市發展的基礎，透過路徑交匯可產生更大的效益。5 條路徑為零碳排放發展路徑、以自然為基礎的發展路徑、公平發展路徑、循環發展路徑、韌性發展路徑。

G. 零碳排放發展路徑；實現氣候中和，減少污染和排放，透過擺脫化石燃料並利用自然基礎解決方案來促進再生能源的發展，促進永續的客運和貨運移動，優先考慮步行、自行車、公共運輸和共享交通作為以人為本的解決方案。

H. 以自然為基礎的發展路徑：保護並增強我們城市內外的生物多樣性和生態系統；在政策和規劃中優先考慮健康的在地環境，創造基於自然和生態系統服務的經濟機會；探索藍色和綠色基礎設施。

I. 公平發展路徑：建立公正、安全和包容的社區，並解決系統性貧困和不平等問題；為所有人提供平等獲得城市基礎設施、商品和服務的機會；維持文化多元且充滿活力的社區，在社會結構中融入多元與團結。

J. 韌性發展路徑：預測、預防和從快速的環境變化帶來的衝擊與壓力中恢復；將韌性作為市政策略的核心，考慮到弱勢群體的權利和需求；透過透明的方式強化

必要系統，以增進公眾對政府機構的信任。

K.循環發展路徑：建立一個在滿足發展需求的同時，採用可再生、可回收資源的社會；使城市經濟發展與資源消耗和環境退化脫鉤；發展封閉循環城市系統，並推廣永續的廢棄物管理方案。



圖 4.1-1 Gino Van Begin 先生介紹 ICLEI 如何協助地方政府推動永續

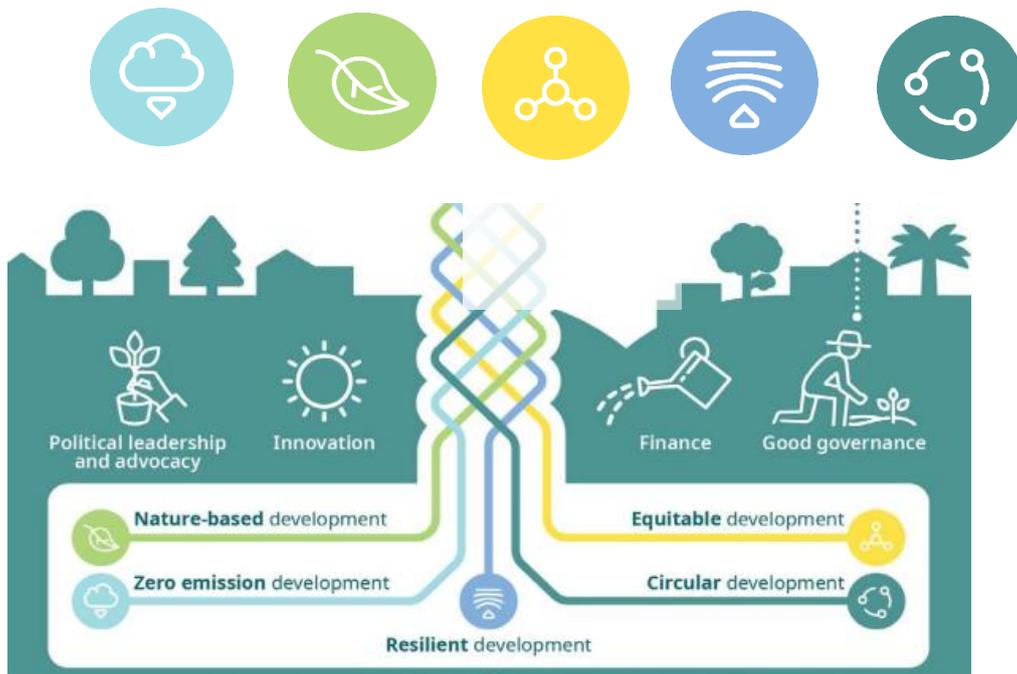


圖 4.1-2 ICLEI 協助地方政府永續發展的五個路徑

2. ICLEI 推動循環城市發展的經驗

(1) 交流人員: Olga Horn 女士(波昂市 ICLEI 全球秘書處)

(2) 研習重點

A. 循環發展作為永續城市的途徑之一，通過循環發展路徑，經濟跟資源是共存的，資源透過各種再利用方式被再生或交換而不會被浪費。ICLEI 的全球循環發展途徑，透過堅實的團隊、配合各區域的專家來協助有意願的會員地方城市以公平等各項原則下達成永續性的循環城市，而各城市可選擇各自強項來發展其循環城市，例如處理廢塑膠、或可重複的包裝材來發展，甚至協助其如何爭取經費。

B. ICLEI 的循環城市發展路徑：提出了五個循環城市發展路徑，這些路徑內容涵蓋了循環採購、循環基礎、循環經濟、循環社區設施及循環學習等領域，旨在幫助以永續發展為核心的循環經濟模式。路徑的核心理念是重新思考產品和服務的設計，強調再生生產和減少產能，最終建立一個具有韌性的循環發展模式，其中，ICLEI 特別強調循環發展的概念，與各地形成合作，協助其實現循環發展目標。

C. ICLEI 重點關注領域：在循環發展的工作中，特別關注以下幾個領域：食品、塑膠、時尚與紡織、建築環境、水資源、社會公平。創新技術的應用和循環經濟模式的推廣，有效減少資源的消耗並降低環境負擔。例如，在食品領域，ICLEI 則推動減少糧食浪費，提升糧食回收利用率；在建築環境方面，則強調建築材料的再利用和循環使用；而在水資源管理方面，ICLEI 則

致力於提高水資源的回收和利用再利用。

D.ICLEI 的工作方式：ICLEI 採取多種方式推動循環城市發展，以促進全球各城市的認知

- a. 政策倡導：向政府官員提供資訊，例如在全球塑膠廢棄物處理談判中，ICLEI 向會議議員提供相關資訊。
- b. 促進創新：重視市政府與產業合作，協助產業轉型。
- c. 政策制定：協助地方和地區政府推出新的政策。
- d. 資金支持：協助地方政府取得相關的資金。
- e. 城市交流：促進城市與城市之間的交流，分享最佳實踐經驗。
- f. 知識分享：建立相關知識平台，分享循環城市發展的知識和經驗。

E.循環城市實驗室：ICLEI 啟動了一個「循環城市實驗室」的計畫，旨在測試各種可重複使用的包裝系統。計畫期間從 2023 年 1 月到 2025 年 12 月。

- a. 可重複使用包裝是指設計目標僅限於同一用途使用的包裝，可以多次使用、清潔、重新裝填產品，符合循環經濟的目標。常見的可重複使用包裝例子包括：隨身杯、網購外送食品包材、化妝品包裝。
- b. 循環城市實驗室的兩項重點實驗為測試新的包裝系統並評估其可行性；增強女性在循環經濟中的參與度。目標為減少廢棄物產生，降低二氧化碳排放。

- c. 目前參與循環城市實驗室的的城市包括：哥倫比亞的麥德林 (Medellín, Colombia)、喬治亞的第比利斯 (Tbilisi, Georgia)、阿爾巴尼亞的蒂拉娜 (Tirana, Albania)、南非的一個城市（待定）
- d. 在循環城市實驗室項目中，ICLEI 與當地市政府和中小企業合作。中小企業提出相關的解決方案，並參與一個加速項目。ICLEI 會從中選出一個項目，並與當地市政府合作提供諮詢。

F. ICLEI 也致力於促進城市間的交流，分享各城市在循環城市發展方面的成果和經驗。

- a. 策略與治理：如法國巴黎擬定分階段逐汰一次性塑膠的行動計畫，預計在 2024 年前逐步淘汰。
- b. 獎勵措施：美國博爾德(Boulder)對當地企業的鼓勵措施，提供高達 70%的退款(最高 2,000 美元)用於購買洗碗機及可重複使用餐具。
- c. 法規與立法：德國慕尼黑 1991 年通過的商業廢物條例禁止在公共活動中使用一次性食品和飲料容器，如慕尼黑啤酒節的押金政策。
- d. 知識與意識的強化：韓國首爾宣示全市辦活動時將極力減少一次性塑膠容器或塑膠袋的使用。

G. ICLEI 的其他循環經濟項目

- a. 最佳實踐手冊：收集整理全球各城市的最佳實踐案例，編製成手冊供會員參考。
- b. 線上培訓材料：提供線上課程和教材，供教育活動使用。
- c. 廢棄物消費與循環性空間：在聯合國環境規劃署

(UNEP) 的框架下，ICLEI 開展了“廢棄物消費與循環性空間”項目。

- d. 地方政府終結塑膠污染聯盟：在全球處理塑膠公約談判中，ICLEI 推出了“地方政府終結塑膠污染聯盟”。
- e. 循環競爭與資源有效性全球聯盟：ICLEI 是循環競爭與資源有效性全球聯盟的戰略合作夥伴。
- f. 循環採購原則指南：ICLEI 制定了符合循環採購原則的指南。
- g. 地球永續性公共採購計畫：ICLEI 是一個地球“永續性公共採購計畫”的領導者之一。
- h. 建築領域的循環經濟：ICLEI 致力於在建築領域推廣循環經濟理念。
- i. 交通領域的循環經濟：ICLEI 計劃將循環經濟理念擴展到交通等其他領域。

H. ICLEI 與德國政府合作推動減塑的經驗

- a. 在與德國政府合作推動減塑的過程中，ICLEI 主要與地方政府合作，並透過地方政府與民眾溝通。ICLEI 認為，減少原生塑膠的生產才是最有效的減塑方法，但這需要經濟部門的配合。ICLEI 在喬治亞的項目中，環保部門和經濟部門合作，環保部門制定相關規定，經濟部門提供補助，鼓勵中小企業使用可重複使用的產品。
- b. 在與德國政府推動減塑的過程中，著重在如何制定相關目標，以及是否有公民參與的機制。ICLEI 的工作方式通常是先與地方政府合作，再由地方政府負責公民參與的部分。ICLEI 沒有直

接與民眾溝通的機制，但所有工作都是透過地方政府進行。

- c. ICLEI 也提到了台灣在減塑政策上面臨的問題，環境部鼓勵民眾減少使用一次性塑膠產品，但更有效的做法可能是從源頭限制塑膠產品的生產，而這屬於經濟部的職權範圍。在德國，ICLEI 會與環境部門和經濟部門合作，共同推動減塑項目。環境部門制定相關法規，而經濟部門則提供補助，鼓勵中小企業多使用可重複使用的產品。



圖 4.1-3 Olga Horn 女士介紹 ICLEI 全球循環經濟發展路徑

3. ICLEI 的氣候行動（高雄-ICLEI 氣候中和與智慧城市實踐）

(1) 交流人員：Mr. Pourya Salehi(ICLEI 研究與創新部主管)

(2) 研習重點

A. ICLEI 在全球各地設置分會辦公室，主要協調該區域的相關計畫與行動，提供技術諮詢、資訊服務、教育訓練與國際接軌與交流等，高雄市位處 ICLEI 亞洲地區的主要分會之一，定位是要在永續發展與創新領域扮演領先角色，因此 ICLEI 提供一個平台協調幫助高雄市在全球環保與氣候變遷行動中，不僅讓高雄市提升國際形象，還能為其他城市提供可借鑒的解決方案。

B. ICLEI 作為地方政府永續發展領域的先驅，對高雄市的發展具有極大的支持作用，ICLEI 氣候行動專案主要目的

- a. 幫助高雄市實現其永續發展與氣候淨零目標
- b. 促進夥伴學習和協作
- c. 提升國際能見度
- d. 辨識高雄市挑戰與需求
- e. 建立最佳實踐共同體
- f. 與全球其他城市交流與合作，共同應對氣候變遷帶來的挑戰

C. 合作成果與發展

- a. 高雄市與 ICLEI 的合作成果包括：深入調查與評估高雄市的現況、制定量身定制的調查方法，這一方法已經在全球 46 個城市進行過類似的調查。

這些調查為高雄市提供了強有力的工具，有助於發現潛力與挑戰，並為未來的永續發展計畫提供基礎。

- b. 建立最佳實踐的共同體，這一共同體包括來自東亞及其他地區（如澳洲、歐洲等）的城市。2024年12月12日高雄市舉辦一個混合型工作坊，這將是與其他城市交流合作的重要起點，並專注於發掘高雄市的潛力與挑戰。同時，2025年3月高雄市將舉辦智慧城市高峰會，同步進行相應的工作坊，此工作坊的主要目的是深入了解高雄市在氣候變遷面臨的挑戰與需求，並開始探索如何進一步推動合作與行動。
- c. 高雄市在氣候行動的實踐：高雄市為氣候中和與智慧城市的實踐，設定了具體且挑戰性的目標。首要目標是到2030年減少30%的碳排放，並最終實現淨零碳排放。為此，高雄市已經提出了一些重要政策和措施
- d. 高雄淨零城市發展自治條例：內容包括輔導產業盤查與減量、推動再生能源、開發行為溫室氣體增量抵換、建築物能效揭露及運具電動化，期望搭配法規，具體落實各項減碳目標及政策，產業涵蓋鋼鐵、石化、電子、能源及循環經濟業，其中不乏中鋼、中油、台電、台塑、群創、長春等國內指標企業。除了產業淨零大聯盟，高雄訂定製程改善、循環經濟、能源轉換三大產業減碳策略，同時設定2025年全市汽電共生廠全面脫煤340萬噸及興達電廠燃煤機組除役等目標，協助

國家能源轉型工作。長期則依產業特性，導入鋼鐵業氫能冶煉、石化業碳捕捉再利用等技術。

- e. 高雄市訂定城市 2050 淨零路徑及策略：
- i. 能源方面，成立綠電推動專案小組，設定 6 年 1.25GW 光電目標，列管 1000 餘棟公有建物屋頂、推動漁電共生、輔導私有住宅，年減碳量相當於 413 座都會公園。
 - ii. 住商方面，於今(103)年推出高雄曆 4.0，修改相關設計及回饋辦法，加強建物通風、立體綠化、綠能屋頂。未來更將由市府帶頭，揭露建築能效並逐步提升等級。
 - iii. 交通運輸方面，目標於 2030 達成公車及公務機車電動化，2040 公務汽車電動化。同時推動輕軌成圓、捷運黃線及延伸線等建設，搭配 YouBike、共享運具，完善大眾運輸系統。
 - iv. 資源循環方面，推動畜牧糞尿、焚化底渣再利用，逐步將污水處理率提升至 100% 並擴大再生水使用，長期將焚化廠轉型為高效率綠能發電廠，創造資源循環零廢棄環境。
 - v. 為協助產業建構盤查、減碳能力，並了解國、內外淨零趨勢、法規，還成立了「高雄淨零學院」，以培育市政府、產業淨零人才，另外也以大南方治理、低碳供應鏈角度，與鄰近縣市合作，共同建構減碳生態圈，確保擁有所需的專業知識與技術支援。

D. 高雄市在國際會議的能見度

高雄市因應候變遷所提出的政策及措施，有助於高

雄市在區域及全球氣候行動中建立起領導地位，並為其他城市提供有價值的經驗。在 COP 29 聯合國氣候變遷綱要公約 (UNFCCC) 全球創新中心，ICLEI 與高雄市合作舉辦了專門的活動，讓高雄市有機會向全球觀眾介紹其在氣候中和與智慧城市方面的努力與成就，由高雄市環保局副局長在會議上發表並分享高雄與 ICLEI 的合作成果。這不僅幫助提升了高雄市的國際形象，也讓其他城市對高雄的實踐經驗產生了極大的興趣，並取得了廣泛的國際認可，如聯合國氣候變遷綱要公約(UNFCCC)全球創新中心專案經理 Massamba Thiolye 表示，對高雄市的努力高給予高度讚賞，並指出高雄的實踐為其他城市提供了寶貴的參考。另外來自使命創新淨零的執行長 Dennis Pamlin 也表示，高雄可能是世界上第一個將擴大氣候和創新議程納入旅遊和文化工作的城市。

E. 最佳實踐共同體社群的建立

- a. 為了協助高雄市及其他城市更好地應對氣候變遷，ICLEI 倡議建立一個「最佳實踐共同體」，這個社群將包括來自東亞、亞太地區以及其他地區的城市。這些城市通常面臨相似的氣候挑戰，如工業污染、碳排放等，因此，透過合作，它們可以互相學習，共同尋找應對氣候變遷的有效解決方案。
- b. 最佳實踐共同體的建立將聚焦於以下幾個方面：
 - i. 分享成功的經驗與策略，特別是在減碳、智慧城市建設等領域。
 - ii. 促進東亞及亞太地區的城市間的合作與互動，讓各城市在面對共同挑戰時能夠集思廣益，找到有

效的應對策略。

- iii. 透過交流與合作，提升高雄在全球的氣候領導地位，並讓其他城市受益於高雄的經驗。

F. 臺灣及國際合作的機會

高雄市的合作模式和實踐在亞太地區，尤其是在工業城市和港口城市中具有示範作用。ICLEI 希望通過合作，能夠促進更多地方政府參與，並與國際機構及其他城市建立更為緊密的合作。在這個過程中，ICLEI 也會幫助高雄市和其他地方政府尋找與如國家環境研究院、國際機構及民間部門等合作的機會，進一步推動地方層級的氣候變遷應對。

G. 轉型行動計畫 (TAP)

- a. 轉型行動計畫是 ICLEI 為協助地方政府應對氣候變遷與永續發展挑戰而推出提供財務支持的全球倡議。這一計畫的主要目標是將地方政府的淨零排放與永續基礎設施概念轉化為成熟且可融資的專案，並幫助地方政府獲得所需的資金支持，並將其專案實現，進而在全球氣候行動中發揮更大作用。
- b. TAP 計畫的運作機制包括三個主要步驟：首先是進行專業調查評估與專案設計，透過 TAP 平台展示，增加其吸引潛在投資者的能見度。其次是提供專業支持，協助其發展成為符合國際標準、能夠獲得資金支持的計畫。最後，向提供資金的機構介紹這些專案，幫助地方政府獲得必要的財政資源。



圖 4.1-4 ICLEI 研究與創新部主管 Pourya Salehi 先生講解氣候行動



圖 4.1-5 ICLEI 說明與高雄市的合作與未來發展

4. 多層次治理與 ICLEI 全球倡議

(1) 交流人員：Yunus Arikan 先生 (ICLEI 總部全球倡導部)

(2) 研習重點

A. 多層次治理簡介

a. 所謂「多層次治理」(multi-level governance)，係

指跨疆界、跨層級的一種「多層次」結構運作，多層次治理包含垂直與水平面向，「多層次」意指政府的公共政策決策在各層級行政管轄領域的互動性與相互依存性增加，「治理」亦指政府與非政府行為者間在各行政領域的互動性、相互依存性也愈來愈密集。多層次治理概念的提出，與國家及中央政府角色改變有密切關係，雖然國家或政府機關對社會的控制與管制角色不變，但是其他層次和其他行為者，包括非國家行為者、非政府行為者在政治舞台或是社會經濟領域也扮演重要角色。而所謂「治理」不再僅僅是中央政府獨占權力，而是由「多元管轄機構」所構成，並形成多層次治理型態，非國家行為者、非政府行為者也可以參與政府決策，參與制定公共政策並影響政府政策。

- b. 近年來全球網絡關係的形成，強化了國家與國家、企業與企業，甚至人類彼此之間的相互連接與相互依賴，在政治、經濟、產業、科技、環境交流上有著愈來愈快速的交互影響。因為全球化時代的到來，國家（尤其中央政府）必須與國際或超國家組織、區域經濟整合組織、地方政府、企業及其他民間組織，在全球場域中進行競爭與合作。因此，多層次治理逐漸形成一種新治理型態的網絡關係，且多層次治理興起之後，國家的主權將不斷分散，而轉移到國際或超國家組織、區域經濟整合組織、地方政府，甚至企業或民間組織手中，國家（中央政府）僅為其中的某個行動者。

亦即，「集體的決策」將是全球化時代的新治理模式，例如：企業會影響政府決策，而中央政府也可以引導企業或授權地方政府或民間團體執行政策，同時也會受區域整合機制及其他超國家組織的影響。

B. ICLEI 全球倡議主要計畫

- a. 本次訓練安排 ICLEI 總部全球倡導部主管 (Head of Global Advocacy) Yunus Arikan 先生主講多層次治理，課程重點在於說明全球區域治理的各項倡議，包括聯合國各項環境公約，並介紹 ICLEI 於 2024 年至 2027 年所參與的全球倡議項目。
- b. ICLEI 清楚勾勒出 2024 年至 2027 年間的全球倡議主要計畫，期望從地方行動來增進全球永續性，並說明 ICLEI 所參與之國際環境協定，特別是氣候變遷、生物多樣性和里約公約等。策略包括利用 ICLEI 作為這些公約的焦點角色、強化合作夥伴關係，並影響更廣泛的政治議程，如 G7 和 G20。同時也列出了一系列 ICLEI 後續將參與的國際活動，從聯合國峰會到各種 COP 會議及環境大會等。ICLEI 表示，透過多層次治理，以城市為主軸，從區域到國家再到全球層級，推動各項倡議行動，可實質影響決策並加速落實永續發展目標。



圖 4.1-6 ICLEI 全球倡導部 Yunus Arikan 先生主講多層次治理課程



圖 4.1-7 團員參與 ICLEI 多層次治理課程合影

二、波昂永續發展與氣候行動

(一) 背景介紹

波昂有 33 萬餘居民，來自 170 個國家。興建於 17 世紀，當時主要由貴族儲侯及主教統治。市徽是由上半部的十字架及下半部的獅子組成，分別代表歷史上受市府/法院及教會力量統治管轄的象徵。

有 26 個聯合國組織（如：聯合國氣候秘書處、聯合國志願者計畫、聯合國系統職員學院以及永續發展目標行動運動等）在波昂設立，並開展 2030 年工作議程「塑造永續的未來」。聯合國主要會議如 COP9 CBD (COP12 Pyeongchang) 和 COP23 UNFCCC；學術團體波昂永續發展聯盟研究、IDOS 也在此設立。波昂有超過 150 個非政府組織、國際組織、科學機構以及非常活躍的民間社會。波昂市政府下設國際與地方永續事務部門，主責國際永續發展組織與會議之連繫、城市間夥伴關係、網路建構和永續發展目標的在地化。

(二) 研習情形

1. 交流人員

單位：波昂市政府國際事務部及永續發展部

姓名：Susanne Nolden 主任

2. 研習重點

(1) 波昂的永續發展策略與執行成果

A. 波昂的永續發展策略係基於「全球永續地方政府計畫架構」，於 2019 年 2 月由市議會通過，經過 2 年參與式討論完成制定。該策略整合串連多層級，縱跨全國、邦及城市的 OECD 目標，將 SDGs 具體落實到波昂行

動的六個市政領域，包括：(一)交通運輸性、(二)氣候與能源、(三)自然資源與環境、(四)勞工與商業、(五)社會參與與性別及(六)全球責任與一個地球。波昂以 OECD 項目指標測量城市與區域 SDGs 進展（共 135 個指標，涵蓋 17 個 SDGs 面向），其執行成果達到/略高於 OECD 的平均水準，其中領先的施政指標包括：健康優勢、創新和進入綠色空間--清潔能源、空氣品質和運輸的潛力。

- B. 國家自願檢視報告(VNR)是各國提交的永續發展目標的監測工具，地方自願檢視報告(VLR)則是這項重要工具的在地化，促進對話並展現地方城市對國內和國際永續發展目標實施的貢獻。VLR 是永續發展報告推進的藍圖和進一步發展的起點，在市政永續預算規劃和政治決策中，VLR 成為行政部門施政的重要工具。
- C. 自 2005 年起，波昂採用永續指標來衡量永續性進展，第五次波昂永續發展報告 (2016~2018)，使用了 55 個涉及 17 個 SDGs 的指標。波昂 VLR (2020、2022) 係根據 6 個市政行動領域的發展，以現有的永續發展報告為基礎，連結城市永續發展策略目標（使用 46 個指標）。波昂 VLR (2022) 也成為德國永續發展委員會制定的「永續城市」標準化報告架構的試點 (pilot) 之一，報告中將定量和定性的指標結合，透過強烈、簡潔的視覺化圖表加以呈現，這份 VLR 也激發了全球合作網絡，與志同道合的城市、大學或公司，建立國際夥伴關係。

(2) 波昂氣候計畫

A. 波昂於 1990 年啟動氣候行動，2019 年市議會通過宣布氣候緊急狀態，並將實現氣候中立的目標年訂在 2035 年，從 2023 年開始執行第一份氣候計畫，同時推動生物多樣性計畫 2.0 與整合氣候調適策略。

B. 自 2020 年起啟動為期兩年的參與計畫「Bonn4Future-我們為氣候奮鬥」--由市民公眾合作參與，並由政府 and 轉型城鎮倡議共同實施，所需資金則由政府資助。“Bonn im Wandel”(轉型中的波昂)城鎮轉型倡議也是由公民提出，納入了 Bonn4Future 願景、施政措施清單及所有回饋到氣候計畫的合作措施中，並以合作 (Co-operation)、共同創造 (Co-creation)、轉型 (Transformation) 及鼓勵 (Encouragement) 等原則推動。

C. 2023 年波昂第一個氣候計畫開始實施，邁向 2035 年氣候中和目標，該計畫並不斷更新和擴展，Bonn4Future 的成果也被納入氣候計畫。波昂氣候計畫得以順利推動的因素為：(一)政治意願與決定：市議會決定《氣候緊急宣言》和《2035 年氣候中和承諾》，以及《2035 年氣候計畫》；(二)人民和社區的參與權：在民間社會的推動下，Bonn4Future 制定了我們未來城市的願景；(三)推廣和激勵措施：補貼誘因使太陽能計畫在過去幾年中擴大了兩倍。以下簡要說明波昂氣候計畫的實施面向及具體措施：

a. 綠色交通運輸

i. 交通運輸行動領域的策略有三：1、透過更少移動、更多共享和更短行程來避免機動車輛的交通

載運；2、變換為步行、騎自行車或大眾運輸等環保交通方式；3、改用對氣候友善載運系統（電動運具）。

- ii. 透過擴大電動車裝載基礎設施、擴大自行車基礎設施（新路線、車道、標誌）、貨運車道路標、企業交通移動管理及推動通勤者共乘—包括大眾運輸、共享自行車和載貨自行車等，成為交通運輸方式組合的一部分等組方案達成目標。



圖 4.2-1 德國市區隨處可見的電動共享滑板車

- b. 改變建築能源結構及使用效率

透過提高建築能效標準及提供補貼誘因，提升建築能源效率和使用再生能源，目標到 2035 年將能源消耗減少 42%，並使用 100% 再生能源。當業主出售建築房舍時，KfW 55（Kreditanstalt für Wiederaufbau, KfW【德國復興信貸銀行】）的建築能源效率標準即對投資者俱有約束力（符合者，政府補貼貸款金額 5%，每個住宅單元最高補貼 5,000 歐元）。2021 年起，對市政建設實施更嚴

格的 KfW 40 標準（符合者，政府補貼貸款金額 10%，每個住宅單元最高補貼 10,000 歐元），其目的在實現建築的極低能耗。此外，透過能源機構協助私人業主為其建築物尋找最有效的能源解決方案，如利用再生能源發電：市政建築屋頂裝設太陽光電系統、污水沼氣用於發電、運用太陽能加熱公有游泳池池水。具誘因的補助政策也是重要工具之一，補助市民安裝太陽光電系統，裝置容量每千瓦補助 300 歐元；裝置太陽能供熱系統吸收器，每平方公尺補助 150 歐元，租戶亦可申請。合理化插入式太陽能系統價格，讓低收入市民也能安裝。

- c. 波昂氣候指南針
 - i. 首次應用波昂新城市數據資料平台 (Urban Data Platform, UDP)，設計並建構波昂氣候指南針 (Bonn Climate Compass) 儀表板，以圖形化的管理資訊，可以一目了然地顯示波昂氣候計畫實施狀況和進展。
 - ii. 開放資料庫軟體 Superset 可以從 UDP 及外部來源（如天氣數據）提取相關數據資料，並以各類型的資訊圖表呈現。儀表板可以實現資料的視覺化，並且具備分析功能及包括時間在內的各種過濾器，可以連結現有和未來的儀表板，協助產出氣候行動規劃和永續發展報告。波昂氣候指南針接下來的目標是在平台上展示《2035 年波昂氣候計畫》的所有指標。
- d. 指定氣候區 (climate districts) 及強化社會凝聚力

指定波昂 4 個城區為氣候區 (climate districts)，加強民間社會參與，並支持社會變革以實現氣候中和。Beuel 和 Bad Godesberg 將於 2024 年投入營運。這些地區是在經過資料系統分析以及與利害關係人討論後選擇產生的，未來對試行區的優惠可以逐步轉移到其他地區。民間社會參與者可以在具包容性、參與性的空間中，共同努力推動實現氣候中和，從而刺激創新、網路和新行動。強化鄰里協會和永續發展倡議，並與資源和培訓機會連結網絡。這些活動是由城市、民間社會和公民組織發起，注重社區參與，並適合所有人親身參與實踐。新成立的兒童和青少年諮詢委員會也提出建議，各項計畫及活動，要確保兒童和青少年的利益足以獲得充分考量。

e. 教育和推廣範例

- i. 波昂能源日：自 2007 年起，一年一度的波昂能源日由波昂市政府、SWB Energie und Wasser (市政府能源和水供應商)、波昂消費者諮詢中心和波昂能源機構共同舉辦。2020 年能源日主題遠遠超出了節能、再生能源和補貼計畫等既定主題。展示的新面向包括新的住房形式、鄰里汽車共享、建築材料的資源方面、智慧家居。
- ii. 波昂氣候大使-小學生計畫：自 2012 年起由市長組成專家顧問委員會，主持推動「BONNi & BO 氣候認可計畫」，該計畫得到波昂儲蓄銀行和 Stadtwerke Energy & Water 的支持。將每年五月訂定為小學的氣候月，三年級學生會透過卡通人

物 BONNi (波昂市徽上的獅子) 和 BO (北極熊，象徵氣候難民) 學習採取氣候行動，四年級學生的學習則跟進特殊日曆 (Klima-Kalender)。2024 年有 45 所小學的 2,700 名兒童成為氣候大使，2012-2024 年間計有 22,000 名三年級學生成為氣候大使，氣候大使也進一步對家庭和社區氣候意識和行為的影響產生加乘效果。同樣的計畫也在多個城市複製，例如：姊妹市玻利維亞的拉巴斯。



圖 4.2-2 可愛的卡通人物 BONNi 和 BO 是波昂市氣候教育的要角

f. 國際交流

- i. 以永續性和團結為動力，透過雙邊計畫以及共同參與網路進行宣傳，2022 年永續發展目標夥伴關係會議成功召開，邀集多個姊妹城市齊聚一堂。與諸多民間團體、非政府組織簽訂共同合作協議，包括對於關注永續議題或區域活躍的非政府組織、人道組織、文化機構、學術機構及學校和教育機構。
- ii. 波昂將 2025 年城市最佳實踐手冊，提供其他城

市參考，如「循環採購指引」，為永續性消費及生產提供實踐目標與方向的引導。實例：慕尼黑啤酒節，不再使用一次性產品及飲料容器。

- iii. 波昂也積極與國際城市成為夥伴合作關係，例如：
 - (1)海岸角：瀉湖復墾、環境教育、廢棄物管理。
 - (2)布哈拉：永續旅遊業與旅館業、性別與平等。
 - (3)拉巴斯：建立預警系統、再生能源、生態高效的市政、塑膠和紙張廢棄物回收、高效用水及支持建立門診醫療保健系統。(4)赫爾松：支持衛生部門，提供廢棄物管理和重建車輛。
- iv. 波昂自 1999 年起成為 ICLEI 會員，同時也是 ICLEI 全球秘書處所在地。在波昂主辦的全球城市聯席會議包括：韌性城市 (Resilient Cities, 2010-2019)、大膽城市 (Daring Cities, 2020-now)，波昂透過氣候、生物多樣性、循環經濟、復原力、綠色採購等不同的議題與各國夥伴城市合作。ICLEI 具備城市永續發展使命的獨特性，可直接接觸聯合國，作為全球工作小組與城市和地區的聯絡點。
- v. 波昂有一項與主要聯合國/國際會議連續召開市長會議的傳統(1999 年沙漠化、2003 年早期預警、2004 年再生能源、2008 年生物多樣性、2017 年氣候)，讓地方政府的意見和聲音成為生物多樣性、氣候、土地、永續發展目標之全球辯論的一部分。
- vi. 國家目標需要與所轄地方策略保持一致--例如國家自主貢獻 NDCs，波昂透過多層次/多利害關

係人形成合作，積極參與城市網絡（共同組成全球城市和地區工作小組）組織，特別是 ICLEI、CEMR 和 Eurocities，倡導國際合作和縱向一體化。

vii. 2010 年在波昂舉行的韌性城市大會上啟動了「讓城市具有韌性能力」倡議，波昂市長成為第一位簽署者。波昂成為韌性城市模範城市，重點在於對洪水（萊茵河和溪流）和高溫的防治與應對。

viii. 2020 年 UNDRR（the UN Office for Disaster Risk Reduction, 聯合國減少災害風險辦公室）提出讓城市具有韌性能力（MCR）的計畫，在 2020 年大膽城市大會（Daring Cities）上啟動，2022 年波昂加入 MCR2030，並於 2023 年成為 MCR2030 的韌性中心（2023-2026），為期 3 年的工作重點在於城市之間的溝通、學習和韌性策略方法。與 ICLEI 和許多合作夥伴共同主辦系列網路研討會，探討如：高溫、洪水、土地復原力等議題，並整合氣候調適策略和其他策略中相關要素（例如生物多樣性）。

g. 波昂抗災韌性行動

i. 萊茵河及溪流洪水、大雨：波昂的防洪工作建立在準備、意識和技術保護的基礎上，除將防洪壩改造為第二道防線，同時添加額外的下水道，以減輕現有下水道和抽水站的壓力。繪製 3D 場景洪水地圖，提供建築和物業業主抗災指南，提高社區防災意識。建立網站「bonn-unter.de」可供

評估家庭面臨的洪水和暴雨風險，並提供行動指導。臚列當地專業知識和諮詢的鏈接，並由波昂市政府提供暴雨風險地圖。發展以科技保護市民，透過直接來自上游的新萊茵河入口的攝影機監控，增加預警時間，繪製 3D 洪水及大雨地圖，災後河流重回自然化。

- ii. 高溫：以網站提供個人面對高溫危害補救及反應的資訊和指導，在城市中設置飲水機，強制屋頂綠化（面積>200 平方米），鼓勵外觀綠化。
 - iii. 水敏型的海綿城市：推動雨水儲存與利用、建築外觀和屋頂綠化（以資助計畫刺激行動）等，提升民眾意識鼓勵城市園林綠化。
 - iv. 基於自然的解決方案 (Nature-based Solutions, NbS)：波昂是少數 2023 年榮獲德國「城市生態綠地管理」金質獎的城市，表彰其落實對城市綠地促進生物多樣性的承諾。獲獎特色：物種豐富的野生花草、永續森林管理和創新環境教育計畫。計有 50% 的波昂土地受到景觀或自然保護。
- h. 宣教展覽活動是關鍵
- i. 聯合國日：約在 10 月 24 日左右的星期六，在舊市政廳前舉辦以永續發展目標為主題的年度聯合國日慶祝娛樂活動，由聯合國波昂、政府機構、非政府組織和學術機構等裡展示其作品，內容為包含永續發展資訊和音樂的舞台節目。
 - ii. 波昂永續發展目標日：從 2018 年起，於每年 9~10 月間以 17 天的時間辦理當地年度永續發展目標活動。舉辦如：SDG 酒吧測驗、小組討論、自行

車之旅、夜間步行及城市園藝等專案及合作夥伴活動。



圖 4.2-3 波昂市政府國際關係部 Susanne Nolden 女士分享及團長沈志修次長致贈紀念品

(三) 結論

1. 波昂市作為德國推動氣候行動的模範城市，其氣候政策與執行方式展現了高度的公民參與和政策整合能力。波昂市的行動包括綠色交通運輸、建築能源效能提升、氣候數據管理平台、指定氣候區與社會凝聚力計畫等。此外，其在國際合作與抗災韌性策略上也表現出對永續發展目標 (SDGs) 的全面承諾。特別是市民參與的「Bonn4Future」計畫，以及基於數據與視覺化的「波昂氣候指南針儀表板」，均為當代城市治理中的創新典範。
2. 相比之下，臺灣近年在推動節能減碳與淨零轉型方面也有顯著進展。例如，臺灣的《氣候變遷因應法》訂定 2050 零排放目標，各地方政府如臺北市、高雄市也推動低碳城市計畫。然而，在公民參與深度、數據應用與國際連結方面，可參考德國波昂的作法進一步來提升。



圖 4.2-4 團員與 ICLEI 專家交流情形



圖 4.2-5 團員與 ICLEI 交流後，於波昂舊市政廳前合影

三、參訪瑞曼迪斯利佩廠 (Remondis' Lippe Plant)

(一) 背景介紹

瑞曼迪斯利佩廠是歐洲最大的工業循環園區，佔地 230 公頃，前身為製鋁工廠，有超過 1,400 位員工，每年處理 140 萬公噸廢棄物，循環後產生 90 萬公噸可用資源，每年減少碳排量 48 萬 8,000 公噸，該廠榮獲地方及聯邦政府多個獎項。

瑞曼迪斯的核心理念是推動「循環經濟」，即通過回收和再利用減少資源浪費。他們的目標是建立一個更加永續的社會，為環境保護和資源節約做出貢獻。作為歐洲最大的廢棄物處理和回收公司之一，瑞曼迪斯的技術和業務模式在全球具有重要影響力。他們積極參與多項環保倡議，與各國政府和企業合作，促進綠色經濟的發展。



圖 4.3-1 瑞曼迪斯利佩廠鳥瞰圖

(二) 研習情形

1. 交流人員

單位：REMONDIS Production GmbH

姓名：Silvio Loderbusch/ Michael J. Schneider

2. 研習重點

- (1) 由瑞曼迪斯執行長及臺灣瑞曼迪斯董事長 Silvio Loderbusch 先生介紹瑞曼迪斯利佩廠 (Remondis' Lippe Plant)，瑞曼迪斯利佩廠可處理涵蓋非常廣泛的廢棄資源，並設有環境監控實驗室，在廢棄物循環再利用的同時，做到對環境的保護，將空水廢土等污染處理到符合相關規範的標準。



圖 4.3-2 Loderbusch 先生介紹瑞曼迪斯利佩廠循環經濟理念

- (2) 瑞曼迪斯利佩廠可處理涵蓋非常廣泛的廢棄資源，包括從廢棄金屬渣中提取出高純度的鋼以及非鐵金屬顆粒；處理廢棄的動物屍體；處理排煙脫硫石膏，產製成工業用黏著劑；處理廢鋁酸鈉溶液 (sodium aluminate)、濾餅及污泥，產製成工業用鋁酸鈉；運用流體化床鍋爐產生

電力、蒸氣或壓縮空氣，提供園區設施使用；收集處理醫療廢棄物；具備木柴處理程序及生質能電廠；塑膠回收循環處理；收集廢棄車用鋰電池，經過品質測試，二次組裝作為儲能設施；回收處理電子電器廢棄物，分離出鐵金屬、非鐵金屬、玻璃及塑膠，作為二次使用等。其中幾項技術說明如下：

A. 金屬資源再生技術

- a. 處理對象：鋼渣、銅渣。
- b. 技術亮點：高溫處理分離金屬與非金屬成分，提取高純度鋼材及有色金屬顆粒。
- c. 成果與效益：100%金屬資源回收率，有效替代原生金屬材料。減少礦石開採需求、降低生態破壞與能源消耗。



圖 4.3-3 於金屬渣類廢棄物回收金屬

B. 電子廢棄物回收

- a. 處理對象：電視、冰箱、手機等廢舊電子設備。
- b. 技術優勢：透過精密分選技術，將物質的回收率提升至 95% 以上。
- c. 應用範圍：回收貴金屬（如金、銀、銅）、塑料及玻璃，作為金屬加工廠、煉鐵廠、鋁廠、塑膠加工廠的原料。



圖 4.3-4 電子廢棄物回收貯存區

C. 廢木材回收與生物質發電

- a. 處理對象：廢木材及生物質。
- b. 成果與效益：運用園區內的生質能電廠來發電，每年為 4.5 萬戶家庭供應電力，剩餘能量供園區內工業使用，可充分利用廢木材，減少掩埋並促進能源效率。



圖 4.3-5 廢木材回收運用於生質能發電

D. 塑膠循環再生技術

- a. 處理對象：工業廢塑膠、民生廢塑膠、冷藏設備回收塑料。
- b. 產品：產製 PLANOLEN 高性能塑料顆粒。
- c. 應用範圍：作為電子產品外殼、汽車零件、建築材料等多個領域的生產原料

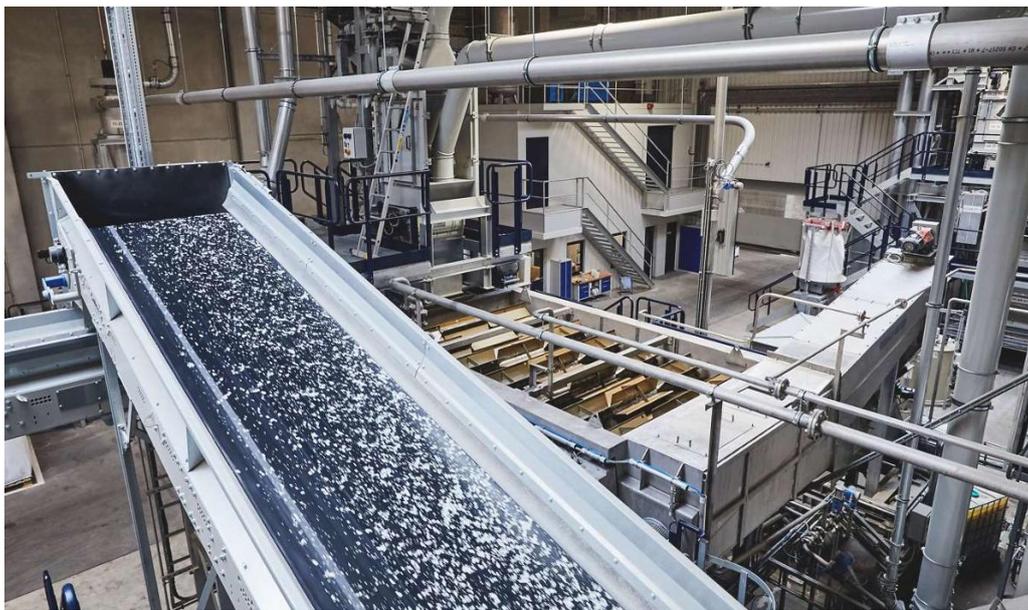


圖 4.3-6 塑膠循環再生相關設備

E. 廢舊鋰電池儲能系統

- a. 系統規模：該場址的電池儲能裝置於 2016 年首次投入使用，是世界上最大的電池儲能裝置之一，每年可處理約 1,000 組退役電動車鋰電池。
- b. 功能：平衡園區內電網供需，提升可再生能源的利用率。



圖 4.3-7 廢舊鋰電池儲能系統

(3) 由瑞曼迪斯公共關係部發言人 Michael J. Schneider 先生介紹瑞曼迪斯集團的成員、經營理念及未來展望，重點如下：

A. 瑞曼迪斯集團擁有超過 40,000 名員工，業務範圍廣泛，包括環境與工業服務（回收、城市和商業服務、水資源管理）、物流服務（空運與海運）、生物工業（再生能源生產、動物副產品加工）及交通服務（城市公共運輸、大眾軌道運輸）。2023 年集團營業額達 75 億歐元。

B. 預估至 2050 年，全球人口將達 100 億，每年原材料需

求預計達 1800 億噸，衍生的環境問題（如氣候變化和塑料污染）將更加嚴峻。「地球資源透支日」持續提前，目前的消費模式已經遠超地球的承載能力。

- C. 良好的循環經濟，是創造永續經濟活動的先決條件，瑞曼迪斯能夠從回收各項材料並透過成熟的技術，提供市場需要的再生材料或再生產品，進而減少對土地的消耗及對環境有危害的開採。
- D. 瑞曼迪斯主張「處理前先回收」。以優良的技術，將原物料依需求多次回收，製造出與原生物料品質相當的再生物料，減少國內產業對進口的依賴，不受世界市場價格影響，提高產業韌性。
- E. 為了盡可能提高所有能回收廢棄物的回收率，必須實施嚴格的生態設計法規。製造商在設計新產品時需要考慮其產品的回收處理路徑。目前歐盟的生態設計法規僅與能源效率有關，未來的生態設計法規必須考量可回收性、永續性和資源效率。



圖 4.3-8 Schneider 先生介紹瑞曼迪斯集團及未來展望

(三) 議題交流

1. 資源循環署陳俊融組長：在德國，固體再生燃料 (SRF) 是否為再生能源？德國民眾對於使用 SRF 作為煤炭的替代燃料，看法為何？

Loderbusch 回覆：

(1) SRF 在「一定的前提下」可以視為再生能源。而所謂「一定的前提下」，是指若使用原生材料製造 SRF 作為燃料，則不可視為再生燃料；若是由回收後的廢棄物作成的 SRF，則可視為再生能源。SRF 主要的目的，是作為替代石化燃料。若屬再生能源，將依德國再生能源法，保證提供一定的躉購電費。

(2) 德國氣候秋冬天氣嚴寒，為調節室內溫度，民眾生活普遍需要熱能。在過去能源的原料主要為煤，天然氣等。但大量煤礦開採、產製、運輸，造成環境很大的負荷。所以德國訂定再生能源法，鼓勵開發或使用再生能源，作為替代石化燃料，以降低開採天然資源對大自然所造成的衝擊。政府這樣的再生能源政策符合民眾的利益，普遍得到德國民眾的認同，況且，瑞曼迪斯公司地點位處偏遠，對於民眾直接的影響不大。

2. 資源循環署陳俊融組長：德國政府對於 SRF 是否有管制標準？或是以 ISO 為產品的品質標準？

Loderbusch 回覆：在德國，SRF 是以產品品質來規範，有嚴格的要求，包括熱值，也應達一定標準，以和焚化廢棄物有所區別。

(四) 結論

1. 瑞曼迪斯利佩廠充分實踐了循環經濟的核心理念，即將「廢棄物」視為一種寶貴的資源，該廠處理廢棄物項目廣泛，除核廢料外，幾乎所有廢棄物皆可資源化。每年可處理 140 萬噸廢棄物，產生 90 萬噸可用資源。在 SRF 部分，利佩廠可處理來自一般廢棄物、事業廢棄物及大型廢棄物計 18 萬噸/年，產製出 5 萬噸/年的 SRF。
2. 該廠通過創新科技和精細管理，將廢棄資源價值最大化，不僅減少了對自然資源的依賴，還為能源供應提供了永續的替代方案。
3. 循環經濟不僅是解決當前資源與環境問題的方法，更是因應氣候變遷的重要環節。透過瞭解利佩廠多樣化的經營方式，成功展示了廢棄物處理如何超越傳統的「清理」思維，轉而成為「創造價值」的過程。從瑞曼迪斯集團的案例得知，通過創新科技與全局視野，可以在環境保護與經濟發展之間找到平衡，也可作為我國推動循環經濟的借鏡。
4. 在德國因為能源轉型，逐漸從石化燃料轉向再生能源。導致越來越多燃煤電廠關閉，從而副產石灰也越來越少。副產石灰與礦場開採的天然石膏相比，具有減少天然石膏開採所造成環境衝擊，及減少碳排放的優勢。國內火力燃煤電廠也產生大量之副產石灰，如能進一步瞭解其再利用技術，有助於國內之副產石灰之資源化再利用。
5. 瑞曼迪斯公司的沼氣發電是該公司特色技術之一，歐洲的畜牧糞尿處理除了收集多種的畜牧糞尿還有其他的農業廢棄物一起共消化，沼氣的產量較多且穩定，而台灣畜牧糞尿處理場目前多為畜牧場附屬設施，為單一料源，加上含水量高，沼氣產量相對較少，較不利循環經濟。歐洲幅

員遼闊，畜牧糞尿經厭氧處理產生的沼液沼渣，有足夠的土地資源回歸農地循環使用，而台灣地狹人稠，農地資源較少，去化較不易。臺灣如果能集中處理共消化畜牧糞尿及其他的農業廢棄物，產生的沼氣量較多且穩定，沼液沼渣有機肥分全量澆灌農地作物，廢水零排放，相信對於台灣畜牧糞尿資源化循環經濟及環境品質會有很大的幫助。



圖 4.3-9 團員於瑞曼迪斯大樓前合影

四、參訪 EUREF-Campus 環境創新園區

(一) 背景介紹

EUREF-Campus 是位於德國柏林的創新型園區，由一個百年歷史的煤氣廠改建而成，園區改建時是以「碳中和」的理念進行規劃及整建，除於新建築物採用相關策略實現碳中和，並針對既有建築利用新科技節省能源。

園區面積約 5.5 萬平方公尺，以氣候變遷調適、生產數位化與智慧運輸等產業，吸引德國及國際知名企業和研究機構入駐，園區不僅是辦公場所，亦是一個實驗室，一個展示永續發展和創新技術的平台。

EUREF Campus 具有包括「能源轉型」、「智慧城市」、及「綠色交通」等特色。是德國致力於能源轉型和永續發展的創新園區，象徵著德國從傳統化石燃料轉型為永續綠能的決心，同時自 2014 年以來該園區皆持續符合聯邦政府的 2045 氣候目標。該 EUREF Campus 創新園區的主要特色包含以下幾點：

1. 綠能示範：將園區內之能源生產與消費進行整合，除於園區設置屋頂太陽能板、地面太陽能發電場和小型風力發電機等方式，產生潔淨能源園區內的能源供應實現 100% 碳中和，展示了未來城市能源供應的可能性。
2. 儲能系統：園區內亦設置儲能系統，將多餘的能源儲存，以便在用電高峰期或天氣惡劣時使用，提高能源利用效率。此外，透過物聯網技術收集園區內之能源數據，利用大數據分析，優化能源使用，實現能源的智慧化管理。
3. 建築節能：園區內建築採用高效隔熱材料等高性能建築技術減少能源消耗，採用 LED 燈具等照明系統，結合智能

控制系統，並採用節水設備，注重水資源回收利用，減少用水量。

4. 智慧交通：園區內測試和展示了多種智慧交通解決方案，包括電動車充電基礎設施和自動駕駛技術。
5. 創新社群：園區內聚集了超過 150 家企業、機構和新創公司，涵蓋能源、交通和永續等領域，形成了一個活躍的創新生態系統。

(二) 研習情形

1. 參訪 EUREF-Campus 內的 GASAG solution+ 的能源供應系統
2. DB ENCORE 公司的舊鋰電池轉型儲能設備的技術及推廣

(1) 交流人員

單位：EUREF-Campus / DB ENCORE

姓名：Carola Slodowy/Lucas Weidner

(2) 研習重點

A. 園區碳中和及能源系統

- a. 園區外畜牧產生生物沼氣 (Biogas)，運送至園區發電及提供熱能，可以大幅降低傳統化石燃料產生溫室氣體排放，供應園區及附近居民使用，加上設置屋頂太陽能板、地面太陽能發電場和小型風力發電機等方式，產生潔淨能源，園區內的能源供應實現碳中和能源園區
- b. 設置 AI 能源監調控系統，介接氣象資料、電價資

料，依據以往大數據，決定電及熱能量體提供，並依據時間電價決定聯網供電或儲電

B.DB ENCORE 公司的舊鋰電池轉型儲能設備技術

- a. DB ENCORE 公司於 2021 年成立，為德國國鐵 DB (Deutsche Bahn) 之子公司，車用鋰電池汰役後之再利用是歐盟目前正在推廣之政策目標，現行多數電動車汰換下來的鋰電池，多尚有 70% 以上的效能。DB ENCORE 公司於收到電動車汰換下來的鋰電池後，進行效能測試，包括：將電池完全充電及完全放電，以檢測其效能，當電池效能有 60% 以上時，該電池才會進行後續之處理，若電池效能未達 60%，則予以返還。
- b. DB ENCORE 公司合作夥伴包括 KIA 汽車及其他歐洲企業等，該公司於 2022 年 7 月於 EUREF Campus 內設置第 1 套由電動車汰役下來之 24 個鋰電池模組安裝組成之儲能設備系統，可提供 72 瓩之供電能力，該系統包括由 KIA 汽車汰換下來的鋰電池，此儲能設備系統亦是 EUREF Campus 之智慧電網的一環，可串連園區內產生之再生能源及供電。
- c. DB ENCORE 公司生產之儲能設備之目標客群，主要為耗電量大之生產工廠，以達到能源調控的目的；另 DB ENCORE 公司之母公司德國國鐵 DB 亦已於萊比錫 (Leipzig) 火車維修站、圖賓根 (Tübingen) 加氫站及措爾訥丁 (Zorneding) 火車站建置 3 套電池儲能系統，以取代傳統的柴油緊

急發電機。

- d. 本儲能設備系統可支援電力傳輸，其電力來源可為風力發電、太陽能等再生能源，並可結合公共電網，作為高低峰電力之調配，達到能源轉型以及循環經濟之目標。



圖 4.4-1 團員參訪 EUREF Campus 園區合影



圖 4.4-2 Slodowy 介紹園區內之 GASAG SOLUTION+能源系統

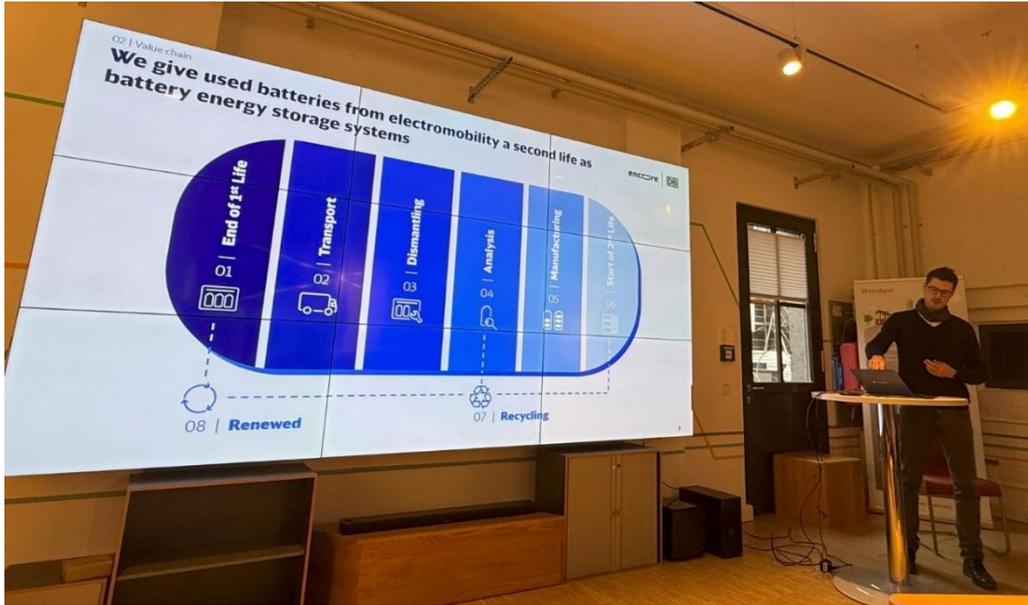


圖 4.4-3 Weidner 介紹 DB ENCORE 公司鋰電池儲能系統



圖 4.4-4 參訪 DB ENCORE 公司鋰電池儲能系統

五、歐盟法規如何引領循環經濟和搖籃到搖籃轉型(聚焦歐盟 ESPR、CSRD、CSDDD 最新趨勢)

(一) 背景介紹

EPEA 德商搖籃到搖籃設計顧問有限公司其創辦人即「搖籃到搖籃」設計創始者，透過該公司的專案經理說明循環經濟與搖籃到搖籃設計理念概述及歐盟法規在循環經濟與搖籃到搖籃發展方面如何扮演關鍵角色，並分享該公司如何協助企業重塑產品設計及搖籃到搖籃的認證。

(二) 研習情形

1. 交流人員：

單位：EPEA 德商搖籃到搖籃設計顧問有限公司

姓名：張宇靖經理

2. 研習重點

(1) 搖籃到搖籃 (Cradle to Cradle, C2C) 之起源及其精神

"搖籃到搖籃"是一種永續設計理念，這一概念最早由德國化學家和美國建築師於 2002 年提出，強調產品的生命週期應該是一個閉環過程。在這一理念中，產品設計不僅要考慮產品的功能與美學，還要確保其在使用過後可以回收再利用，並且能夠以永續的方式進行循環。這一理念將人類與自然的關係視為共生的模式，並力求達到材料和資源的最大化價值。

(2) 歐盟循環經濟政策的重要法規

隨著全球對環境問題的關注日益增加，歐盟積極推動循環經濟，制定了一系列相關法規，旨在促進企業的永續發展，並強化對環境和社會責任的重視。以下是三項

重要的法規：

- A. 企業永續報導指令 (CSRD)：此法規要求企業披露其永續表現，並確保信息的透明度。通過公開披露企業的環境、社會和治理 (ESG) 績效，CSRD 希望提高企業的社會責任感，促進永續發展。
 - B. 企業永續性盡職調查指令 (CSDDD)：該指令強調企業在供應鏈中的社會與環境責任。企業必須在其供應鏈中確保所有環節都符合永續發展的要求，這對於減少全球範圍內的環境破壞和促進社會公平，具有重大意義。
 - C. 生態設計永續產品法規 (ESPR)：此法規要求企業在產品設計階段就必須考慮環保性和循環性。產品在設計之初便應該考慮到其生命週期內的回收和再利用問題，這不僅有助於環保，也能促進資源的高效利用。歐盟從紡織品及鋼鐵開始，透過三項關鍵措施，包括“數位產品護照”，以便於追蹤產品的生命週期和回收；“處理未售出產品銷毀的規則”以及“綠色公共採購”強化推動，以及產品循環資料庫指南計畫，將企業社會責任擴展至產品全生命週期與供應鏈的環境與社會影響。
- (3) 搖籃到搖籃認證：搖籃到搖籃認證對產品進行全方位的檢測與評估，涵蓋以下五個主要方面：
- A. 材料健康性：確保所有組成材料對人體及環境無害、剔除有毒物質，推動材料的健康化設計。
 - B. 產品循環性：確保產品結束使用後的材料可以再利用或安全分解、推動設計階段考慮材料回收效率。
 - C. 空氣品質及氣候對策：生產過程需使用可再生能源，減少碳足跡、鼓勵企業致力於實現碳中和。

- D. 水土管理：強調製造過程中的水資源保護和污染減少、確保水的高效使用，並保護當地生態系統。
- E. 社會公平：生產過程需符合社會責任，包括勞工權益和公平交易。
- F. 申請流程：企業需與提交產品數據，經過全面審核後授予認證。認證每三年更新一次，要求持續改進設計及生產流程。

(三) 議題交流

1. 透過公司協助認證標章的經驗交流，了解企業在永續產品及認證上可能遇到的瓶頸及困難，另分享臺灣環保標章的制度，討論認證之後市場管理機制，其認證採用每三年的重新認證中，獲取資料進行驗證。
2. 歐盟的循環經濟政策涵蓋了公正轉型的概念，強調在推動循環經濟的同時，應該考慮到公平性，確保那些被取代的傳統產業能夠得到合理的支持和幫助，另外地方政府可賦予更多資源與權限，以因地制宜地推動政策。



圖 4.5-1 團員於臺灣駐德國代表處門口合照



圖 4.5-2 張宇靖經理說明歐盟法規 (ESPR、CSRD、CSDDD)

永續產品生態設計規範

The Ecodesign for Sustainable Products Regulation (ESPR)

1 2 3

- 實現2020年「循環經濟行動計畫」(Circular Economy Action Plan)目標的核心。
- 該法規旨在顯著改善銷售歐盟市場的產品之循環性、能源性能和其他環境永續性表現。
- 永續產品通常包含以下生態設計：
 - 含有較少的關注物質
 - 含有更多回收成分
 - 易於回收
 - 易於維修
 - 零件可以輕鬆拆卸並進一步使用
 - 持續時間較長
 - 使用更少的能源
 - 在其生命週期內具有較低的碳足跡和環境足跡



搖籃到搖籃® 認證架構



圖 4.5-3 搖籃到搖籃認證架構及永續產品生態設計規範

六、碳定價在實現歐盟和德國淨零排放目標的作用

(一) 背景介紹

碳定價被視為推動溫室氣體減量的有效工具之一。碳定價的核心理念是將溫室氣體的排放成本內部化，促使企業和個人採取低碳行為，達到淨零排放目標。歐盟排放交易系統 (European Union Emission Trading System, EU ETS) 是全球首個且規模最大的碳市場，作為歐盟氣候政策的核心支柱及框架，對於推動低碳轉型具有深遠意義。德國則在此基礎上，進一步實施國內碳定價政策，針對建築和交通等未涵蓋於 EU ETS 的領域進行補充 (歐盟預計於 2027 年實行的新制 ETS 2 中亦將擴展至建築和交通部門)。碳定價不僅有助於實現氣候目標，也為永續投資與創新提供了強有力的驅動力。

(二) 研習情形

1. 交流人員

單位：FutureCamp Climate GmbH

姓名：Dr. Roland Geres 及 Philipp Geres

2. 研習重點

- (1) 歐盟與德國的氣候政策在全球氣候治理中處於領導地位。歐盟於 2019 年推出了《歐洲綠色政綱》(The European Green Deal)，將氣候中和作為長期戰略目標，並於 2021 年通過《歐洲氣候法》(The European Climate Law)，將 2050 年溫室氣體零排放目標納入法律框架。該法規要求各會員國採取行動，並為 2030 年設定至少比 1990 年減少 55% 排放的中期目標。此外，德國作為歐盟內的經濟大國，通過《聯邦氣候變遷法》設立 2045 年淨零排放目標，比歐盟整體目標更提早 5 年。德國特

別強調能源轉型，逐步淘汰核能與煤炭，並大幅提升可再生能源的占比。整體而言，歐盟與德國的氣候政策不僅包括排放目標，還涵蓋碳定價、再生能源支持、能源效率提升等多元政策工具，構建了一個全面的減碳框架。

(2) 歐盟的碳排放政策有一個清晰的框架，其中包括了排放交易系統 (ETS) 及其他相關的規範。在這個框架中，ETS 是一個關鍵工具，也是核心的政策工具之一，歐盟的排放交易系統成立於 2005 年，是以設置總排放量上限並逐步減少的「總量管制與交易」機制為基礎。該系統初期涵蓋能源發電和大型工業設施，後來逐步擴展至航空業和海運業等更多領域。EU ETS 的核心在於通過市場拍賣方式提供碳排放許可證，企業根據自身需求購買或減排。自 2013 年起，電力生產完全實施拍賣機制，對工業逐步取消免費配額，這種設計促使企業在成本與效益的權衡中更積極採取減排行動。

(3) 碳排放交易機制進行二氧化碳定價是德國實現氣候目標重要工具，在 2022 年德國光是從此機制就已經獲得超過 130 億歐元的國家收入，這些收入將直接納入「氣候與轉型基金」(KTF)，作為支持氣候相關政策之資源，例如：支持電動車與氫能產業發展、運用於提升能源效率措施等，是德國支持這個政策主要的資金來源。除了碳交易的收入外，稅收也是一個很重要的資金來源，因為稅收也是會進到支持永續環境等議題的資金需求裡面，用來執行相關的政策補貼。

(4) 碳定價在那些情況下最有效?將各種減排努力及減排成本結果分為三個區域 (圖 a)，分別說明如下：

A. 在負成本區域，經濟因素和價格並非唯一的驅動因素，

即使沒有碳定價，這些減排措施也在經濟上是合理的。
例如：

- a. 更換車輛類型：從 SUV 或重型汽車換成小型汽車、摩托車或自行車。在此情況下，生活方式、身分象徵或舒適性比單純的價格更重要。
- b. 租賃與擁有的差異：房東投資於熱泵，而租戶則享受較低的供暖/製冷成本。由於擁有權結構不同，投資成本與經濟效益分屬不同群體，房東可能沒有動力進行此類投資。
- c. 缺乏知識：企業內部可能存在減排潛力，但尚未被認知到，例如能源和排放在總成本結構中不顯著。
- d. 法律/行政障礙：法律或官僚程序可能阻礙了減排措施的實施。

B. 在低至中等成本區域，碳定價的效果最佳，且通常無需額外的政策干預。例如：

- a. 能源效率措施：通過節約能源使用降低能源消耗。碳定價直接提高了化石能源的使用成本，並在自由化的電力市場中推高來自化石能源的電價，因此推動了更高效的能源利用。
- b. 燃料替代：當二氧化碳價格足夠高時，燃料替代變得有吸引力，尤其是從煤轉向天然氣。如果二氧化碳價格高到足以超過燃料成本的差異，這種替代就會發生。在 2022 年之前，歐洲的煤轉向天然氣發電的價格門檻約為每噸 30-40 歐

元。根據二氧化碳價格和能源價格，轉向生物質或電力也可能屬於此類。

C. 在高成本區域，避免每噸二氧化碳排放的成本非常高，因此單靠碳定價可能不足以推動這些措施，還需要額外的支持措施和政策協調。例如：

a. 新興技術：這些技術通常需要全新基礎設施，面臨高額投資成本，且目前的學習和規模效益有限，例如碳捕捉與封存 (CCS)、碳捕捉與利用 (CCU) 及直接還原鐵 (DRI) 等新生產工藝。

b. 昂貴的燃料或原料：如綠色氫氣、綠色氨等。

D. 碳定價和 ETS 能為所有這些措施提供激勵，並且在低至中等減排成本的措施中效果最佳。然而，對於負成本和高成本的措施，可能需要額外的支持，如補助金、法規、框架條件以及促進不同行動者間的協作等。

(5) 歐盟與德國在碳定價基礎上構建了多元化的政策工具，以支持不同部門的減排需求。例如，歐盟的創新基金 (Innovation Fund) 利用 EU ETS 的拍賣收入，支持高成本減排技術的研發與應用，包括氫能、碳捕捉與封存 (CCS) 等。德國則採用碳差價合約 (Carbon Contracts for Difference, CCfD)，通過補貼保障新技術的商業化運行。此外，碳邊境調整機制 (Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM) 是另一項建立在碳定價基礎上的創新工具，要求進口碳密集產品支付相應的碳成本，防止碳洩漏 (Carbon Leakage) 並維護公平競爭環境。這些工具不僅增強了碳定價的政策效能，還為行業轉型提供了有力支持。

- (6) EU ETS 通過逐步提高碳價，傳遞明確的價格信號，激勵市場參與者進行長期投資。這一措施不僅推動了能源部門的可再生能源轉型，也促使高碳密集行業採取更清潔的生產技術。在面對碳洩漏風險時，歐盟採取了免費配額的過渡性政策，為高碳密集與高貿易密集行業提供支持，減少產業外移的可能性。
- (7) 歐盟和德國在碳定價實施過程中積累了豐富的實務經驗。首先，EU ETS 展現了市場靈活性對於激勵企業減排的重要性，企業可選擇自行減排或購買許可證，以最低成本達成合規。同時，逐步提升的碳價提供了明確的價格信號，推動能源部門加速向可再生能源轉型。在德國，針對建築與交通的補充性碳費政策不僅提升了整體覆蓋率，還促進了節能技術的應用。另外，碳定價收入用於支持綠色技術與基礎設施，能有效緩解政策對弱勢群體的影響。整體而言，歐盟與德國的實務經驗展示了碳定價政策的可行性與靈活性，為其他國家提供了值得參考的實施範例。

(三) 議題交流

1. 問題：在 EU ETS 中會不會發生 A 公司把碳權賣給 B 公司，B 公司又拿到 ETS 上去賣這種 double counting 或 triple counting 的問題？

回覆：在 EU ETS 不會發生這個問題！因為歐盟會監管這件事，不管在任何一個階段碳權的賣或買都有總量的限制，所以可以從監控系統裡面去治理這件事情，而且做出這樣的行為是會有嚴重的罰則，目前的罰則包括(1)該行為會被公開(2)每噸碳費從 100 歐元起跳(3)必須交出交易權等。若某公司有意做出這樣的行為，該公司會被訴訟，進入法

院訴訟程序，它是會有追溯的罰則，所以到目前為止在歐盟沒有任何一個這樣的案件發生。

2. 問題：ETS 系統作為有力的工具，德國政府如何一方面保護高碳產業的國際競爭力，同時持續推動減排？核心困難是，在推動減排的過程，德國重工業還是必須生存，能夠在國際競爭。

回覆：

- (1) 這種氣候保護與競爭力之間的矛盾，常以「碳洩漏」來描述。根據歐盟委員會 2024 年《碳市場報告》(Carbon Market Report 2024) 第 10 頁的定義：碳洩漏可能發生於歐盟碳排放交易系統 (ETS) 管制的活動被移至氣候政策較不積極的非歐盟國家，導致全球溫室氣體排放總量的增加。為減少碳洩漏風險並平衡國際競爭中的成本劣勢，德國和歐盟採取了以下三項工具：

- A. 免費分配排放權：高碳產業可獲得部分所需的碳排放配額 (EU Allowances, EUA) 免費分配。這些分配基於基準值 (Benchmarks)，而基準值參考歐盟內最有效率的設備 (各產業前 10% 最低碳排放密度的設備平均值)。高效率設備可獲得充足的免費配額，甚至能滿足大部分需求。低效率設備只能獲得不足需求的配額，需額外購買市場上的配額。此機制鼓勵企業投資於高效率、低排放的技術，同時減少競爭劣勢。

- B. 電價補償：在歐盟自由化電力市場中，煤炭與天然氣發電的碳成本會轉嫁到電價上，增加能源密集型企業的用電成本。為減少此影響，歐盟允許成員國對這些企業提供「電價補償」(Strompreiskompensation)，德國便採用了此措施。補償機制基於基準值計算，高效率

設備的補償比例較高，低效率設備則較低。德國在國內燃料排放交易系統（適用於交通與供熱燃料）中，也設立了類似補償系統。這與臺灣的碳費制度有相似之處，因德國目前以固定價格運行其碳交易系統。這一補償制度或可作為臺灣設計減少能源密集型企業負擔的參考模式。

C. 碳邊境調整機制 (CBAM)：採取了一種逆向的碳洩漏保護策略，措施是將歐盟 ETS 碳價延伸至部分進口產品，對進口商品的「隱含排放」(embedded emissions) 徵收相應的碳價，以平衡歐盟內外的碳成本差異。CBAM 將逐步取代免費排放配額分配，長期目標是讓所有企業完全透過市場購買所需的排放配額。然而，目前尚未解決出口產品可能面臨的競爭劣勢問題。

(2) 這三項工具為德國在 ETS 框架下平衡氣候政策與產業競爭力提供了具體路徑，也為臺灣在制定類似政策時提供了參考範例。

3. 問題：低排碳、減碳是德國政府輔導企業轉型的目標。請問國家如何掌握整體企業轉型的速度？

回覆：

(1) 德國政府透過設定清晰的目標和多層次的策略，調控企業低碳轉型的進度。德國及歐盟均為特定年份設立了階段性減排目標 (Emissionsziele)，並監控實現目標的進度。在 2024 年德國《氣候保護法》(Klimaschutzgesetz) 修訂後，減排目標從各部門（如交通、工業等）監測轉為跨部門追蹤，確保全國減排目標的一致性。如果進度過慢，政府可以採取新的補助措施或規定來加快轉型進程。為解決轉型過程中的障礙，德國政府與科學家、企

業及協會定期交流，並制定解決方案。對於冗長的審批流程，政府簡化了行政程序；對於高額的減碳投資成本，提供減碳技術投資補助金；對於高額運營成本推行氣候保護合約 (CCfD)，保障企業在減碳措施實施期間的收入穩定並透過降低稅費及附加費用減少電力成本；對於基礎設施不足，為重要減碳基礎設施（如 CO₂ 運輸設施、氫氣管道）投資提供保障，完善必要的配套基礎設施。

(2) 德國的氣候保護與企業轉型始終依循歐盟立法框架，因此德國的國內政策在設計時需與歐盟政策保持一致。這種多層次的策略不僅幫助德國企業在轉型過程中克服挑戰，也為確保氣候目標的實現提供了靈活的調控手段。

4. 同時，團員也分享臺灣目前的碳費制度，說明臺灣是用排放量訂定每一噸排碳要繳的費用，實施的方式是讓它成本疊上去減少排放。臺灣 2025 年才正式開始以排放量做課徵碳費，初步訂定的碳價一噸約 10 美金，如同 EU ETS 是逐漸減少核配量，我們是在遞出明年度的碳費之後，預告大概 2030 年會讓碳費價格漲到 4-6 倍（40-60 美元），透過這樣的機制讓廠商（排放源）預期它後端要付出很高的減量成本，所以在這之前廠商會積極投資去減少排放量，當然臺灣知道用總量管制排放交易，對整體國家或歐盟的減量目標會是最明確，也希望在三、四年後能規劃推出臺灣的 ETS。

(四) 結論

1. 歐盟與德國的碳定價政策為全球氣候治理提供了寶貴經驗。EU ETS 以市場機制為基礎，成功實現了經濟效率與環境效益的平衡，促進了企業減排和技術創新。同時，德

國因地制宜地針對國內需求制定補充政策，例如對建築與交通部門的碳費安排，展示了靈活性與適應性。

2. 這些政策不僅為溫室氣體減排提供了有力支持，還展示了如何在不同經濟結構和政策環境中平衡利益相關方的需求。通過合理的政策設計和國際合作，歐盟與德國成功為其他國家和地區樹立了榜樣。



圖 4.6-1 團員與兩位德國碳定價專家交流



圖 4.6-2 Roland Geres 及 Philipp Geres 與團員合影

Where does carbon pricing work?

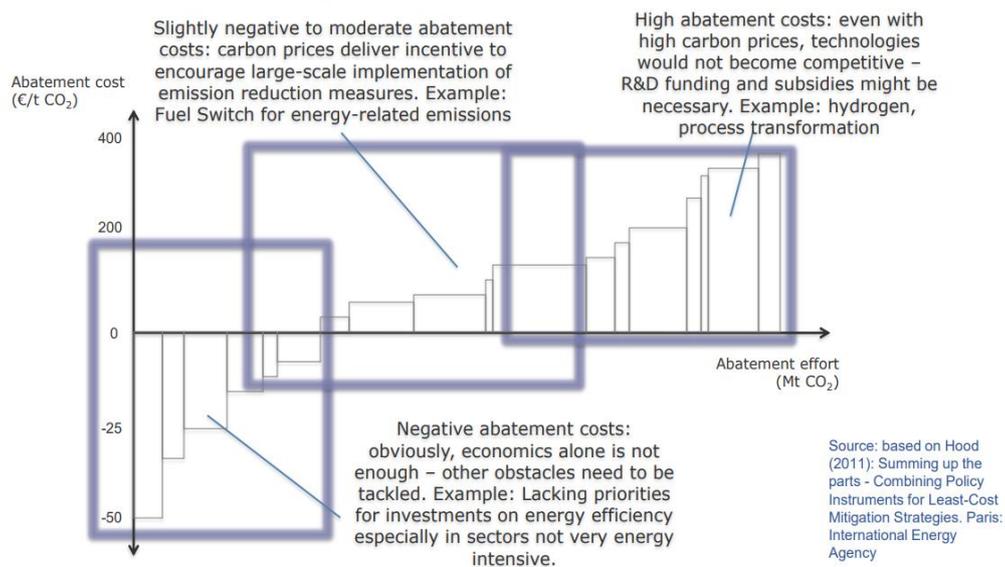


圖 4.6-3 分析碳定價在何種情況下最能發揮效益

七、參訪 C2C NGO 與循環經濟交流討論

(一) 背景介紹

德國搖籃到搖籃協會在 2012 年成立，以提倡多樣性、運用潔淨能源、製造健康可循環的創新產品及材料，並追求完整的社會架構以及健康的工作環境為願景。希望藉由 C2C (Cradle to Cradle) 概念對世界產生正向效益，而不是成為地球的負擔。為了達到目標，協會透過教育活動，集結人們共同思考，並連結許多來自經濟、科學、教育、政治及社會的 C2C 行動家。協會約有 500 位 C2C 行動家，組織了超過 30 個區域團體，每天在德國各地舉辦說明會及教育活動。其中較為重要者有：

1. 建立資訊網：成立「C2C 聯盟諮詢委員會」，有各領域專家提供專業知識以及決策方面的諮詢協助，並運用 C2C 典範企業積極影響社會。由此一認同 C2C 的夥伴及專家所構成的網絡，一同支持經濟轉型為 C2C 經濟模式。
2. 全球 C2C 平台：已連續四年在德國呂訥堡大學 (Leuphana Universität Lüneburg) 舉辦 C2C 大會，是全球最大的 C2C 交流平台，整合教育、宣傳和交流活動，由永續和 C2C 等領域的專家帶來豐富的主題性講座和工作坊，每年吸引了來自世界各地 1,000 多人參加。

(二) 研習情形

1. 交流人員

單位：Cradle to Cradle NGO

姓名：C2C 共同創辦人暨執行長 Mr. Tim Janßen

2. 研習重點

- (1) 參訪開始，由 C2C 共同創辦人暨執行長 Mr. Tim Janßen 為團員進行簡報，內容包含 C2C 概念的緣起、概念內

容、C2C 認證制度及產品案例、德國 C2C 推動情形及 C2C NGO 的組織與工作。



圖 4.7-1 C2C 共同創辦人暨執行長 Tim Janßen 先生分享德國經驗

茲將其簡報中較重要的部分，摘錄如下：

A. 以往人類消費地球(產品製造使用)是從搖籃到墳墓，從地球採取資源，最後變成廢棄物，造成許多的環境問題，如塑膠濫用及海洋廢棄物；並提及 25 公分的腐植質方能使土壤足夠肥沃，適合糧食生產的使用，但每年我們流失的腐植質卻是我們積累的 4,000 到 6,000 倍。



圖 4.7-2 從搖籃到墳墓及腐植質的流失

B. 全球碳排放中，製造主要產品所占的比率約 45%，其他為能源使用；而製造主要產品的碳排中約 45%可以透過循環經濟來減少，剩下的 55%則靠新興技術、碳補捉及封存與飲食改變來減少。

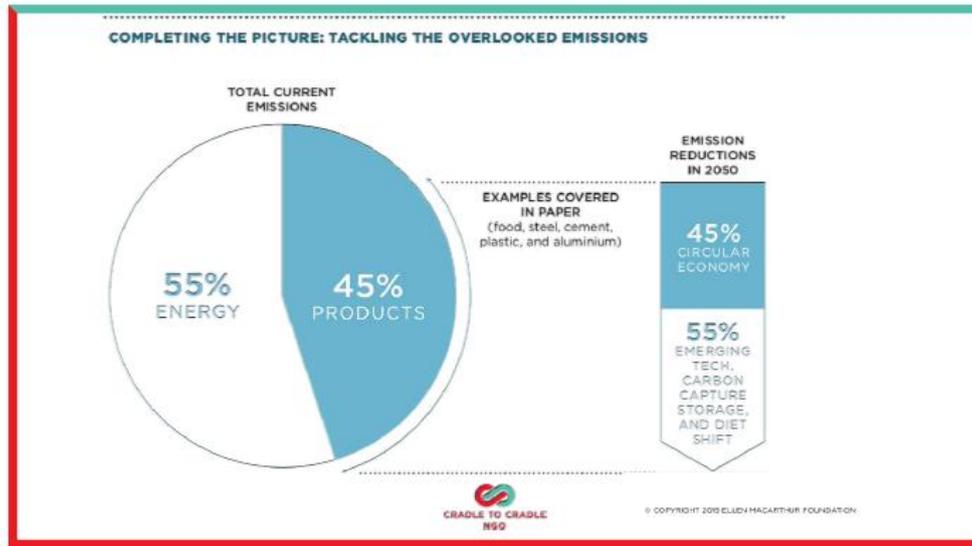


圖 4.7-3 被忽視的產品製造排放

C. 現在該反思「地球沒有人類會不會更好？」原有的(碳)足跡的概念並沒有考慮到生態，且若持續以「從搖籃到墳墓」的觀念，我們會是這地球的「害蟲」，但若改為「搖籃到搖籃」的觀念，我們就能成為「貢獻者」。

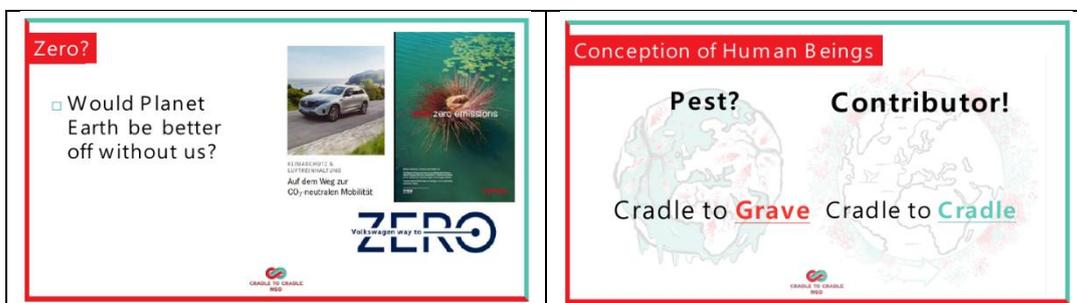


圖 4.7-4 從搖籃到搖籃能使人類成為貢獻者

D.傳統的觀念是減少（碳）足跡 (Reducing Footprints)，透過減少排放、降級再造 (Downcycling)，提高產品的效率 (Efficiency)；現在該提倡的是一種積極的足跡 (Positive Footprints)，透過重新思考 (Rethink)、再利用 (Reuse) 和升級再造 (Upcycling)，來提高產品的效益 (Effectiveness)。因此，螞蟻的生物質量是人類的 4 倍，為什麼螞蟻並不會是地球的害蟲？因為它們所有的「產品」都對地球有效益，所以人類的數量不會是問題，而是人類有沒有用腦袋思考。

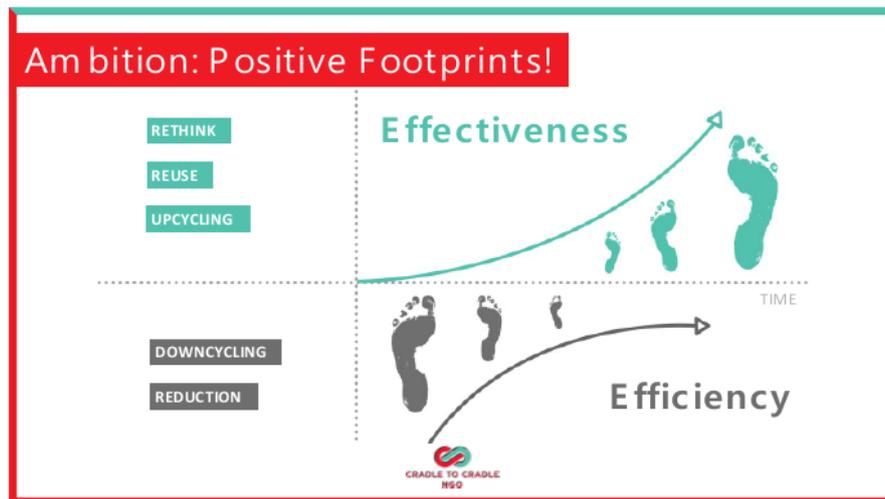


圖 4.7-5 積極的足跡能提升產品的效益

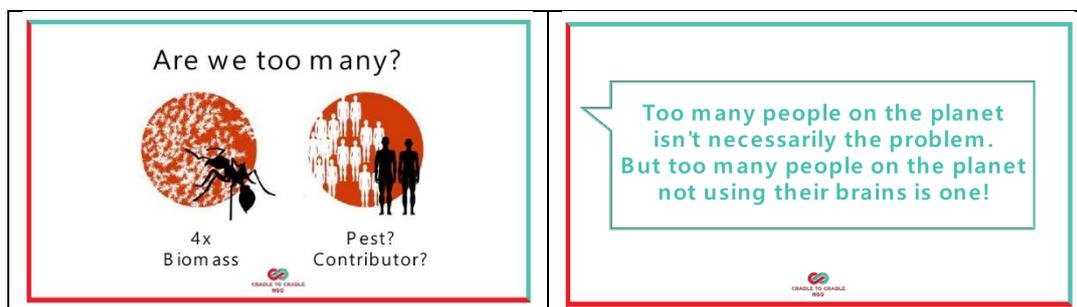


圖 4.7-6 螞蟻的生物質量是人類的 4 倍卻不會成為問題

E. C2C 可以分為兩種循環系統：生物循環及工業循環。
 生物循環：產品由生物可分解的原料製成，最後回到

生物循環提供養分；工業循環：產品材料則持續回到工業循環，將可再利用的材質同等級或升級回收，再製成新的產品。所以我們要運用創新設計，重新定義材料，它必須是對人類和環境都是健康的，不再只是說它「不含什麼」。



圖 4.7-7 創新設計推動搖籃到搖籃

F. 封閉循環模式 (closing the loop): 不同於傳統供應鏈的從製造到銷售的正向物流，封閉循環模式是一個逆向物流，即使用後回收以服務替代擁有，並建立物質銀行。同時建立物質護照 (Material Passports)，建立每一個原物料、再利用物料、化合物、代謝物、供應鏈....的資訊，透過數位化的平台形成生物或科技的循環圈。

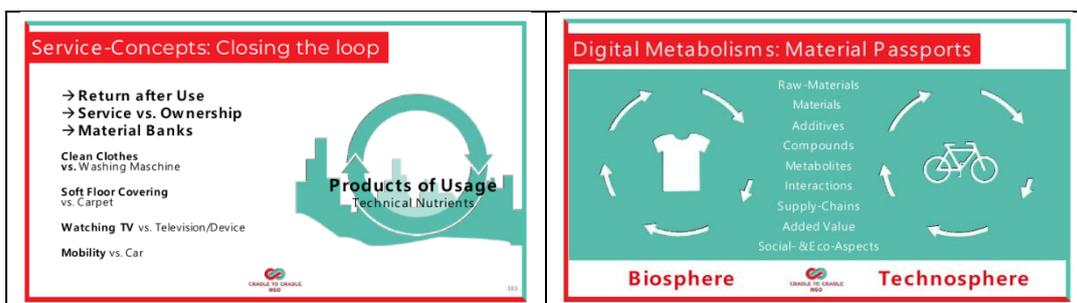


圖 4.7-8 物質護照是實現閉環模式的方法

G. 逆向回收是一種新與市場，運用數位化的方式建立一種迴圈以及商業模式，其中財務的可行性是非常重要的，它的假設是在外部成本內部化的嚴格市場經濟下，迴圈內產品的數量和質量等於當前的市場價格，建立一個循環市場，資料具安全性及可信任，有從小產品到建築均可提供的材料銀行。

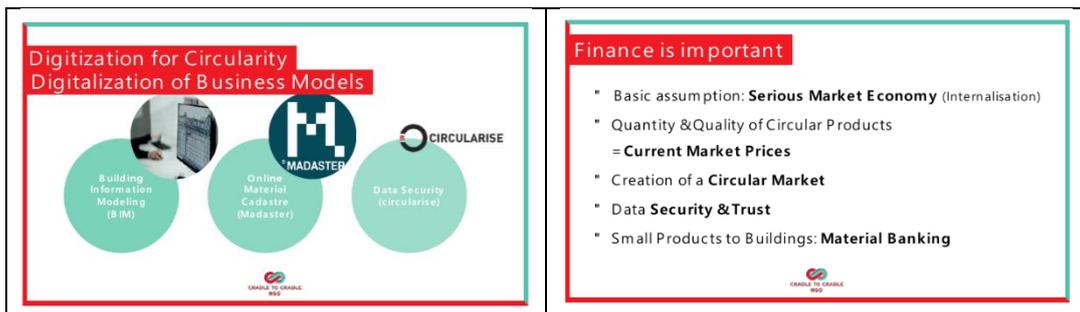


圖 4.7-9 數位化的循環業模式及財務假設

H. 推動循環經濟是消費者、製造者及政府都有的責任，目前有一個民間的 C2C 認證，必須符合五大指標面向：材料健康性、產品循環性、空氣品質及氣候對策、水土管理及社會公平性。已經有超過 300 家公司及 8000 個產品取得了認證，可供各界選擇。



圖 4.7-10 循環經濟的責任者與 C2C 認證

(2) 簡報結束後，由 Mr. Tim Janßen 為團員進行 C2C Lab 導覽及 C2C 認證產品介紹。「Cradle to Cradle Lab (C2C

Lab)」建於 1980 年代的東柏林公寓，於 2019 年 9 月正式開幕，是第一個完整依照 C2C 概念執行的建築翻新工程，證明既存的房屋也可以改造成健康和環保的建築物。翻新所使用的材料全被 Digital Material Scout 建材數據庫一一記錄下來，使 C2C Lab 就像一個材料儲存設施，未來如果建築用作他途、整修或拆除，材料都可以被善加重複使用。其他特色如下：

- A. 污水管採用易回收的 PE 材料製成。
- B. 電路線架設在鋁製表面的導管中，方便維修拆卸。
- C. 門窗不用發泡膠，而是插入絕緣材料。
- D. 磁磚鑲嵌在特殊的砂漿。
- E. 使用了來自全球 27 個品牌獲得 C2C 認證的多種系列產品。



圖 4.7-11 Tim Janßen 為團員介紹 C2C 認證產品

（左邊為吃薯條的小叉子，由植物提煉製造，可生物分解。中間的購物籃是用超市的塑膠回收製成，單一材質可回收再利用。右邊則是由單一材質製造的清潔劑包裝袋。）

(三) 議題交流

1. 由本部資源循環署主任秘書劉怡焜分享我國資源循環的現況及未來，包含推動資源回收的歷程與成果、循環經濟的構想、未來的政策方向等。



圖 4.7-12 資源循環署劉怡焜主任秘書分享我國資源循環的現況及未來

2. 綜合規劃司洪淑幸司長:剛才提到的把音樂會跟搖滾樂一起結合，去提倡環保的觀念，在這過程中用什麼樣的方式來提醒大家要注意環保？

Tim 回答：

- (1) 首先我們規劃了很久，花了兩年的時間，因為如果要符合 C2C 這個觀念，我們需要跟很多的企業溝通，要改變他們，然後我們需要了解這些供應商願不願意改變他們的作業方式。因為參加音樂會的人他喝了啤酒後，他就覺得製造出垃圾，要找地方丟。
- (2) 我們有幾場是 2022 年舉辦，有幾場是 2024 年，所以 2024 年的時候我們已經有 2022 年的經驗。到了 2024 年人們更關心這個搖籃到搖籃的概念，所以會有更多的需求。
- (3) 2022 年有一個環節是失敗的，我們想要用多次使用的

餐具，但我們需要在現場清洗，但我們沒有做到。到了 2024 年有些企業觀念已經進步了，大量使用可重覆的餐具，也不需要我們音樂會的現場來清洗，會帶回去在一個地方集中清洗。

(4) 雖然大型文藝活動的做法還在起步，但是我們這個專案已經進行了五年，透過我們音樂會有很多的相關的單位或公司共同參與，他們現在更重視這個 C2C 的觀念，從這一點來看，我認為音樂會成功的。

3. 監測司鄭春菊簡任技正：在簡報中有提到 Rethink，就是在設計產品的時候，就考慮他將來的用途。但是有些產品可能還是要拆解、要回收，再去生產製造出有用的產品，但廠商可能有技術但卻沒有規模，想知道我們怎麼去幫助這些廠商來達成這個目的？

Tim 回答：

(1) 一方面產品的設計可以改變，就是用比較容易回收拆解的組成，會需要用到一些成本比較高的原材料，或者不要再用一些塑膠跟金屬混合的產品，這樣可以創造更多的附加價值，因為這樣的材料比較容易回收再生。

(2) 印刷的部分或者我們筆用的油墨，這個部分需要改進，很多的油墨都是有毒性的，所以我們要分開處理。目前我們推出了三個指引：公共採購、公共營造和大型音樂會。我們有一個比較大的網絡，和城市地方政府交流，全國大約有 30,000 個公家採購的部門，有一些部門他們已經在調整他們採購的方式。

4. 循環署劉怡焜主任秘書：之前有一本書叫 Cradle to Cradle，印象中它是沒有減量的想法，書中認為所有的廢棄物都是資源，越多越好，我想請問從這本書到現在已經經過 1、

20 年，對於減量的看法是否還是跟這本書一樣？還是已經做了改變？另外這邊有介紹一些 C2C 產品的認證，但這些應該都是民間的做法，有沒有跟政府機構的一些政策或者是做法有一些連結？政府如果要推廣這一些做法或是政策，包含德國或歐盟的國家，他們對於 C2C 認證的產品的意見或是看法是如何？是有很多的標章或是認證，然後 C2C 是其中的一種嗎？

Tim 回答：

- (1) 第一個問題，我們的立場是我們要用的物質就是要實現循環經濟，但是減量也是必要的。剛好昨天德國政府通過了一個國家循環經濟的策略，他們有一個概念就是叫做 R 的這個策略，其中一個 R 就是 Refuse 拒絕，我買一個商品時不需要那個包裝，所以我可以拒絕；R 也可以代表 Redesign，就是產品可以重新設計；第三個 R 就是 Reuse 就是重複使用，剩餘的產品應該要能實踐循環經濟。
 - (2) 關於標章的部分，目前還沒有看到有國家機關推出全面的標章，我們這個標章他是考慮到社會面，友善水資源、土壤、空氣且對人們無害，符合循環經濟的概念，還沒有看到官方有這樣的標章。
 - (3) 最近有見到聯邦環保局局長，他最近想要推出這樣的一個標準，但是沒有成功，因為這樣的標準需要考慮到非常多的因素。現有的標章是基於民間社會的倡議。我們現在面對的問題就是很多的企業在進行所謂的 green washing，就是會對外宣傳他們這個是綠色產品，可是其實他們沒有很認真的去做。
5. 綜合規劃司洪淑幸司長：請問公共採購指引的範圍？

Tim 回答：公共採購部門最重視的是價格成本，就是想要用最低的花費採購。我們想要讓這些公共採購部門改變他們的觀點，因為公共採購部門在德國有很大的影響力，總體的預算非常龐大，所以如果改變他們的採購政策，會對整個市場有影響。比如德國北萊因邦是德國人口最多的一個邦，這個邦的法律就是如果他們在營建的時候，考慮到 C2C 的觀念，按照這個新的法律制度會對他們的預算有附加的作用，就是可以多一點預算。

6. 大氣環境司孫忠偉簡任技正：C2C 產品理論上還是比較貴，台灣也有環保標章產品，遇到相同的問題，所以所謂希望民眾要有理想跟熱情，但是民眾其實考慮的比較是荷包。所以我想請問也延續之前的問題，就是我們今天的成員都是政府環保機關，有中央跟地方，那假設我們就是德國聯邦的環保部的部長跟地方環保局的人，您會給我們這些官方的代表什麼樣的建議，希望我們要做些什麼能夠加速民眾去使用這些產品？

Tim 回答：我們有準備一個國家循環經濟的策略提供給現在的政府，因為德國快要大選了，新的政府也可以參考。國家可以採用一些機制來調控市場，比如說德國有一個所謂的能源稅，但是這個能源稅有一些例外的情況，如果是生產原生材料的塑膠可以享有優惠，我們認為這樣的機制應該要改，因為這樣會鼓勵對環境有害的物質使用，所以公家機關可以透過徵稅的方式來調控市場。至於 C2C 產品比較貴，不一定是這樣，可能一開始廠家需要做一些投資，但是不一定會造成產品比較貴，很多 C2C 的產品其實都不會比傳統的產品貴。

7. 大氣環境司孫忠偉簡任技正：剛剛在參觀的時候，提到很

多次所謂使用的生物可分解的塑膠，但事實上我們很擔心它是完全會被生物分解消化成自然的物質，還是只是把大的塑膠變成小的塑膠粒，就是所謂裂解。最近塑膠議題、塑膠微粒的問題大家都在重視，所以剛剛提到的到底是哪一種的生物可分解？

Tim 回答：這要分成兩種材質，像我們剛才看到的吃薯條的那個小叉子，那個完全可以在家裡當作生物垃圾，就可以當作一般的堆肥。有一些其他的材質那就是需要用工業的手段進行分解，用那些分解這些材質的設備。有一些可以生物分解的材質，他可能會需要比較多的時間，那個薯條的小叉子他可能一個月就分解掉了，有一些可能需要一年兩年或者甚至四年的時間，但是跟我們現在傳統的塑膠相比，這樣已經好太多了，因為現在大自然有很多微塑膠，可能需要幾個世紀才能分解。

8. 水質保護司邱國書簡任技正：請問剛提到在音樂會中有把廁所的糞尿收集去做肥料，有固液分離嗎？是怎麼做的？

Tim 回答：馬桶內的東西會把固體的部分跟液體的部分經過幾個小時的過程分開，固體的部分是指糞便，會跟木屑或者草進行混合，然後有一個通風的過程。這個回收尿液跟糞便的公司，剛完成了一個多年的研究計畫，他們在離柏林不遠的一個地方，跟柏林工業大學研究，結果是液體的肥料符合健康的標準，這個肥料裡面不會含一些荷爾蒙或者藥品的殘留物。

9. C2C NGO 人員：我是從事教育工作，我沒有看到好像教育部在其中扮演的角色，因為這個涉及到成人要改變他們的思維，應該也可能需要從教育做起，所以想請問臺灣有沒有進行一些溝通教育的部分？

循環署劉怡焜主任秘書：我們都是跨部會在做，從小學、國中、高中、大學甚至研究所其實都有，各個部會都有各部會的一個執掌，所以這個是在整個我們剛剛講到的推動循環經濟策略底下的分工執行。另臺南市環保局陳幸芬副局長及新北市環保局朱益君副局長，也分享地方政府推動環境教育工作的作法，會融入小學、中學甚至於大學的課程中，從小培養環境教育的理念。

(四) 結論

1. C2C 的概念已引進我國多年，本部前身環保署於 100 年即完成「資源循環政策規劃」，推廣搖籃到搖籃設計理念。100 年起並建置「臺灣搖籃到搖籃平台」，101 年協助民間成立「臺灣搖籃到搖籃策略聯盟」，開始推廣各項工作。
2. 我國推動搖籃到搖籃政策有五大面向，分別為「促進產業鏈結與資源循環」、「產品設計輔導」、「編撰設計指引手冊」、「專業人才培育及校園推廣」與「加強宣傳推廣」等，與 C2C NGO 推動之方向相同。
3. 德國政府目前在推動 C2C 的設計或產品亦無強制性的法令規範，大致與我國的推動的方向相同。據 C2C NGO 執行長表示，在德國北萊因邦有新的法律規定，若營建建築考慮到 C2C 的觀念，則可以編列較高的預算。
4. 德國目前廣泛採用的 C2C 認證與我國一樣，均是由 EPEA (Environmental Protection Encouragement Agency) 所推動的「Cradle to Cradle Certified」，惟它僅是民間的認證，故在德國及我國均無法以法令強制採用或購買認證產品。



圖 4.7-13 團員與 Tim Janßen 先生交流循環經濟議題



圖 4.7-14 團員與德國 C2C NGO 成員一起合影

伍、心得及建議

一、ICLEI 地方政府永續發展組織及推動策略研習

(三) ICLEI 認為要達成從地方到全球層級的永續發展，由在地發起行動是更有效且具成本效益的途徑，而 ICLEI 則提供技術諮詢、教育訓練、資訊服務、國際接軌與交流。我國環境部與地方政府齊力共識推動永續發展，環境部為了促進地方推動永續發展，對地方政府的政策指導、技術諮詢、教育訓練等亦不遺餘力，ICLEI 對地方政府的實質幫助應該是在提升地方政府的國際能見度，地方政府透過 ICLEI 的會議參與、行動計畫發表等，以城市身分展現成果，讓我國各城市的低碳永續成果與行動力有讓國際矚目的機會。如高雄市在 ICLEI 的支持下成立高雄環境永續發展能力訓練中心，積極參與全球氣候變遷應對行動，並致力於成為氣候中和與智慧城市的典範。通過建立「最佳實踐共同體」和舉辦系列工作坊，並於國際會議中發表永續發展及淨零排放的作為及成果，確實提升了我國在國際社會中的能見度。

(四) ICLEI 是以協助會員城市選擇其特色強項來達成永續性的循環城市，進而輔導各國間城市進行合作交流，然而美中不足的是該單位也明言其中細節不便透露，需成為其會員接受其輔導才能知道細節。在德國循環經濟固然做得相當出色，然而在臺灣多年來中央與地方各城市在廢棄物清理法的主架構之下，循環經濟有如雨後春筍般蓬勃，許多縣市開始加入 ICLEI 會員走出臺灣擁抱世界，了解如何行銷各自縣市的強項，同時汲取其他會員城市經驗。自去年環境部及循環署成立、升格，許多政策細節更加成熟進步，在在都是為達到 2050 淨零目標；藉由環境部帶領縣市前往交流參訪，建議未來尚未加入 ICLEI 的縣

市皆能一起投入，屆時將會由眾縣市匯聚成更清晰的台灣 2050 淨零戰略讓國際看見臺灣。

- (五) 由於全球都市化程度愈來愈高，透過多層次治理方式，以城市為主軸，從區域到國家再到全球層級，多方面執行推動各項倡議與環境政策，可以實質影響決策並加速落實永續發展目標。ICLEI 定位自身不僅是參與者，更是領導者，這點值得讚賞，ICLEI 積極連結地方行動與全球政策制定，該策略的核心原則認知到多層次行動對於實現永續發展至關重要，而 ICLEI 將作為連接地方、國家和全球努力的關鍵促進者。不過，ICLEI 雖然介紹各層級的倡議行動，但對於這些行動如何反饋給地方政府加以落實，提及甚少，而這對於確保各項計畫真正轉化為地方實質改變至為關鍵。儘管各層級治理策略多元，但地方政府是否能在高度政治化的現實環境中發揮影響力不無疑問。也就是說，這些倡議行動可能忽略了來自國家政治或政府機構官僚慣性等潛在挑戰，導致無法有效解決地方的即時環境問題。此外，所有參與的政府是否都有同等能力或意願參與永續目標實踐，將是全球倡議行動能否真正有助於地方永續的關鍵。
- (六) ICLEI 對永續發展的五大策略路徑中之零排放發展，重點有減少污染物和排放、減少化石燃料和發展再生能源、大眾運輸和貨運流通性 (freight mobility)，而我國目前對氣候行動的推動似乎在貨運流通性部分較少行動計畫，物流行業在貨物流動性方面會考慮運輸成本及時間、物流管理，然對於永續性，選擇低碳和高效的運輸方式似乎缺乏共識，貨物流通性與氣候行動的連結與發展策略應該被重視。
- (七) ICLEI 「循環城市實驗室」在城市中測試可重複使用的包裝系統，並且加強婦女對當地循環經濟的參與。這兩項行動做法值

得我們思考學習，在包裝材方面，徹底評估可重複使用的包裝系統的經濟可行性、有效性、耐用性和實用性，才能提升實際上的使用度；另考量家庭採購確實大部分是由婦女負責，應加強婦女的參與，也應被視為知識傳播者和決策者。

- (八) 循環經濟是未來發展的趨勢，台灣作為一個資源有限的海島，更應該積極推動循環經濟，以減少資源浪費，促進經濟的永續發展。本次參訪考察讓我們深入了解了國際城市在循環經濟領域的最新進展和最佳實踐，也為台灣推動循環經濟提供了寶貴的經驗和啟示。

二、波昂永續發展與氣候行動

- (一) 推動公民參與與共創：波昂以「Bonn4Future」為核心，結合市民與民間組織共同制定未來城市願景，透過公民參與提升政策支持度與創新性。建議我國於推動地方氣候行動時，採用更多參與式的公民論壇，吸納居民及企業的意見，並透過合作機制將這些建議納入實際政策。
- (二) 綠色交通運輸：波昂透過通勤及貨運的規劃管理，減少交通載運，強化低碳交通運輸基礎建設，推廣自行車及電動運具，以及發展共享交通等，達成其推動綠色交通運輸的目的。我國交通部門及地方政府也推行類似的綠色運輸改善工程或計畫，然而多屬點、線的計畫推動，尚未能達到全面性的普及，特別就私有傳統內燃機運具的汰換，需要更多的政策誘因，始能改變民眾的消費選擇；另低碳大眾運輸的普及化仍明顯有城鄉差距；如何提高民眾對於大眾運輸、共享運具的利用率，也可透過強制性法規與稅費課徵提高私有運具使用成本，以及有感的補貼，鼓勵民眾轉換運具的使用。

- (三) 強化氣候數據平台與透明度：波昂的「氣候指南針」以數據視覺化技術呈現計畫進展，並供市民與政府即時追蹤，未來並將持續擴大結合外部資料（如：氣象資料），提供分析與決策功能運用範疇。我國已建立類似的氣候數據公開平台（如：環境部氣候變遷署「氣候公民對話平台-Climate Talks」），整合全國與地方的碳排放數據與政策進展，但就提升透明度與決策科學性，以及如何善用 AI 技術協助判讀科學數據提供對策，可以有更多的發揮。
- (四) 聚焦抗災韌性與基於自然的解決方案 (NbS)：波昂透過水敏型城市設計、基於自然的洪水與高溫應對方案，增強城市抗災能力。我國已由環境部推動雨水花園示範推廣計畫，地方政府也已運用海綿城市概念進行都市基礎建設，未來應在現有防災系統中，結合更多自然解決方案，如推廣都市綠化、強化沿海防災植被，並融入地方社區的參與。
- (五) 建築能效提升與再生能源普及：波昂以嚴格能效標準及補助政策，大幅提升建築節能與太陽能利用。我國雖已逐步透過立法要求一定規模以上之新建築，但對於廣大既有建築屋頂太陽光電的推展則仍有待強化。此外，如何強制或鼓勵建築能效之提升，或甚擴大對綠建築與太陽能系統的補貼政策，強化既有建築的節能改造補助機制，應可更進一步促進建築能效的提升與提高可再生能源的利用。
- (六) 深化國際合作與城市間交流：波昂作為 ICLEI 全球秘書處所在地，促進了多層次的國際合作。我國地方政府應更加積極參與國際城市網絡，分享氣候行動經驗，並爭取更多國際資源與技術支持。

三、參訪瑞曼迪斯利佩廠

- (一) 參訪 REMONDIS 集團利佩廠的過程，讓團員對於循環經濟的實踐與潛力有了更深刻的認識。作為歐洲最大的工業廢棄物回收中心之一，利佩廠的成功不僅在於其先進技術與高效率的營運模式，更在於它以實際行動回應了當前全球資源短缺與氣候變化的挑戰。
- (二) 首先，利佩廠充分體現了循環經濟的核心理念，即將「廢棄物」視為一種寶貴的資源，通過創新科技和細緻化管理將其價值最大化。透過簡報介紹，我們了解其對於金屬渣處理、高風險動物副產品轉化、有機廢棄物堆肥與生物柴油生產等多項廢棄物循環技術。不僅減少了對自然資源的依賴，還為能源供應提供了永續的替代方案。例如，利佩廠每年通過回收金屬渣，生產出高品質的鋼材與非鐵金屬，不僅取代了傳統礦藏的開採，也降低了對環境的衝擊影響。
- (三) 再者，利佩廠的營運模式在因應氣候變遷影響上做出了貢獻。據簡報顯示，該廠每年減少約 48.8 萬噸二氧化碳排放，這相當於約 2.5 萬公頃森林的碳吸收量。此成就源自於廠內高效率的能源利用系統，例如將化學廢料、污泥和動物副產品轉化為電力與蒸汽，進一步提供廠內能源需求，甚至可供應外部使用。這種資源循環的範例，呈現了利佩廠對減碳目標的承諾，也為全球的廢棄物處理提供了良好的示範。
- (四) 除了環境效益外，利佩廠還對社會發展帶來正面的效益。該廠不僅創造了約 1400 個直接就業機會，還透過教育與培訓計畫提升員工的技能，為當地經濟發展做出貢獻。同時，利佩廠透過生產如 RETERRA 品牌的堆肥產品和 ecoMotion® 品牌的生物柴油，將回收與永續產品推銷給市場，增強了社會大眾對循

環經濟的認識與參與，也可做為我國的政策推動參考。

- (五) 技術創新是循環經濟推動過程中的關鍵。利佩廠在金屬渣回收、生物柴油生產等方面的創新技術已經提供了成功範例。我國下一步應繼續投入資源於新技術的研發，以應對更加複雜的廢棄物類型與日益增長的處理需求。例如，如何處理電子垃圾、塑膠廢棄物等難降解的廢棄物，以及如何進一步提升能源回收的效率，將成為未來的重要課題。
- (六) 瑞曼迪斯循環園區的成功，受惠於其得天獨厚的條件，包括該集團為家族企業，資金財務健全，無需政府補助；園區面積廣大，除了放射性廢棄物之外，可以處理幾乎所有的廢棄物；部分協力廠商進駐園區，縮短運距降低碳排；周遭幾無民宅，減少民眾抗爭。
- (七) 環境部刻正向行政院爭取「氣候科技循環園區推動計畫」，如何促成集中式循環園區，建構具規模的循環經濟商業模式，瑞曼迪斯的經營方式可以借鏡，但台灣地小人稠，在用地取得上就面臨很大的挑戰，需要各部會及地方政府的共同支持。

四、參訪 EUREF-Campus 環境創新園區

- (一) 未來臺灣 2050 年達到淨零排碳，能源轉型是非常重要一環，除加速設置再生能源外，生物沼氣 (Biogas) 的收集運用，也應有整體推動計畫，才能在多元乾淨能源推動上分進合擊，淨零排碳達到目標。
- (二) 再生能源發電無法成為基載電力，乾淨能源供電必須搭配區域儲能設施規劃，未來勢必結合 AI 能源監調控系統，推動微電網系統規劃，進而與整體電網連結，提高整體供電穩定及安全性。

(三) 臺灣可依據德國經驗，規劃淨零創新示範區，作為推動各項淨零示範項目，藉由過程經驗，滾動修正，逐步推廣全國，讓淨零推動有序並加速。

(四) 車用鋰電池汰役後之再利用是歐盟目前正在推廣之政策目標，EUREF Campus 園區內之 DB Encore 公司為德國國鐵子公司，該公司利用汰換下來的車用鋰電池組裝成儲能設備系統，並納入 EUREF Campus 園區之智慧電網；在瑞曼迪斯利佩廠參訪時，亦有將汰換的車用鋰電池轉型作為儲能設備的規劃，此種作法可提供國內汰換之車用鋰電池去處之參考。

五、歐盟法規如何引領循環經濟和搖籃到搖籃轉型及碳定價在實現歐盟和德國淨零排放目標的作用

(一) 臺灣剛開始實施的碳費制度可從歐盟和德國的碳定價經驗中學習相關的策略規劃及運作邏輯，如政策混合與免費配額的過渡時期設計，對特定行業（如鋼鐵、水泥、半導體），提供補貼與政策支持，促進低碳技術（如氫能和碳捕捉）的應用並逐步建立排放交易市場等。雖然目前臺灣以碳費徵收為主，但可借鑒歐盟的碳排放交易市場設計，未來引入排放交易市場機制，進一步提升市場的靈活性與減排效率。

(二) 本次德國行程之參訪公司交流會場、辦公室、餐廳、飯店所提供的瓶裝飲料一律為玻璃瓶，餐具亦無見一次性產品，充分展示歐盟循環經濟政策於德國的實踐情形，該政策如何透過認證促進綠色設計與永續生產及其公正轉型的方式值得後續了解及學習。

六、參訪 C2C NGO 與循環經濟交流討論

(一) 建議我國可研議參考 C2C 認證方式，建立我國的認驗證制度

或賦予一定的官方支持，進而以法令或透過政府採購、綠色採購等機制，逐步強制全部或部分須使用及採購經認證之設計或產品。

(二) C2C 認證與碳足跡、環保標章、節能標章、省水標章等雖各有其目的，然亦有許多重覆之處，或可予以整合或連結，簡化業者申請的程序與成本，互相提高申請成效。

(三) C2C 設計概念是推動循環經濟的重要指引，我國現正制訂資源循環促進法，宜以其概念作為立法方向，方能有效轉動循環經濟之輪。

陸、德國城市觀察

一、環保旅館與環境友善相關標章

- (一) 聯合國的研究指出，觀光旅遊產業的碳排放量佔全球的百分之五，同時隨著全球暖化的衝擊持續獲得關注，包含觀光旅遊產業都逐漸開始正視相關議題，旅館住宿也是其中的一環。臺灣旅館也設有環保標章制度，旅館查核包括企業環境管理、省水節能措施、污染防治設備、一次用產品減量與廢棄物減量及綠色採購等，經過第三方驗證符合標準以取得環保標章。
- (二) 本次入住的旅館雖未見特別展示或標榜的環保旅館標章，但也提供旅客住宿友善環境的說明與選項，如連續住宿的 ECO 措施，透過消除住宿期間的清潔來減少二氧化碳排放和用水量。訪團就在這樣計畫的獎勵措施中，兌換飲料成為晚上行程檢討會議的支柱 (refreshment) 之一。除此之外，也在行程中發現一些環境友善的產品宣告，如碳中和宣告 KLIMANEUTRAL。



圖 6.1-1 住宿旅館的友善環境措施

二、德國垃圾分類與塑膠瓶回收

- (一) 德國家戶垃圾通常分為有機垃圾、廢紙、包裝材料（收集塑料包裝、金屬罐頭、鋁箔包裝、牛奶盒等輕型包裝材料）及不可回收垃圾（無法回收的廢棄物）。此外，玻璃瓶需按顏

色分類（透明、綠色、棕色），投入街道上的專用回收容器。電池等有害垃圾可在超市或藥妝店的回收點處理。此外，德國對於飲料瓶實行押金制度（Pfand）作為其垃圾分類的一環，並推動環境保護和循環利用。德國“Pfand”制度將飲料瓶分為“Einweg”（一次性）和“Mehrweg”（多次）兩種，退回的空瓶將被回收或重複使用。德國的 Pfand 系統有兩種類型的瓶子。一種是一次性容器（瓶子），顧名思義，在回收前僅使用一次。對於這些，政府將存款價格固定為 0.25 歐元。一種產品的押金價格由生產商設定，範圍為 0.08 歐元至 0.25 歐元，可以多次重複使用，可由玻璃或 PET 塑膠製成。

(二) 另外，德國《一次性塑膠基金法》(EWKFondsG) 將自 2025 年起，要求一次性塑膠產品生產者在德國聯邦環境署 (UBA) 的一次性塑膠基金平台 (DIVID) 上註冊，並支付相應的環境稅費，涵蓋的項目除了傳統的食品容器、飲料容器、塑膠袋，還包括濕紙巾、氣球、帶濾嘴的煙草製品。籌集資金將用於補償公共廢棄物管理成本。

(三) 在延伸生產者責任的精神下，德國將回收分類循環使用與廢棄物處理熱能回收視為兩種不同的制度管道，其在促進資源循環成效與避免經濟影響間的權衡也值得進一步探討。



圖 6.2-1 德國塑膠瓶回收與垃圾分類設施

三、德國非政府永續夥伴

(一) 本次參觀了 ICLEI、C2C NGO 等非政府組織，除事前聯繫，也把握機會面洽合作我國教育部青年圓夢實施計畫的可能性。理念想法的溝通與目標行動的結合，需要時間與契機。正如同 ICLEI 與波昂市政府的夥伴關係，也如 C2C NGO 費時與 50 個夥伴組織溝通理念完成老屋翻新。

(二) 圓夢實施計畫的樣態多元，合作雙方需要充分的溝通，以利受洽單位了解計畫目的，發展互惠的實施設計。這些專業的非營利組織雖歡迎開展理念的機會，但也非常專業地考量該組織是否有適合青年發揮所長的適當任務。如 ICLEI 這樣專

業的非營利倡議顧問組織，通常要求具專業基礎之青年，又如 C2C 以德國社會為推廣場域，需要青年有相當的語言能力等。這些回饋意見可以作為後續計畫設計的參考。

四、德國聖誕市集

- (一) 德國耶誕市集 (Weihnachtsmarkt) 歷史悠久，最早可追溯到 14 世紀，起源於中世紀的冬季市集，目的是為當地居民提供過冬物資。隨著時間推移，這些市集逐漸融入宗教與文化元素，成為慶祝耶誕節的重要傳統。
- (二) 耶誕市集通常在 11 月底至 12 月底於城市的廣場舉行，擁有濃厚的節慶氛圍。市集內常見的小木屋攤位提供傳統手工藝品、節日裝飾品以及當地特色美食，如熱紅酒 (Glühwein)、薑餅 (Lebkuchen) 和烤香腸 (Bratwurst)。燈飾與耶誕樹增添溫馨氛圍，吸引大量遊客與當地人前往。
- (三) 本次在德國的行程，在柏林、科隆、法蘭克福均有耶誕市集，也讓團員有難得的體驗



圖 6.4-1 團長、副團長及團員於德國耶誕市集合影

五、行程花絮

為充分準備隔日參訪行程內容，沈志修團長及團員們利用晚上時間於下榻飯店進行討論。



圖 6.5-2 行程中，團長與團員挑燈夜戰的議題討論



圖 6.5-2 從柏林搭乘德國高鐵前往法蘭克福

柒、致謝

本次參訪行程特別感謝外交部駐德國台北代表處謝志偉代表、朱麗玲副代表、姜予歆一等秘書等同仁，以及駐德國台北代表處法蘭克福辦事處黃瑞坤處長、葉慧芳副組長及相關同仁在行程中的大力協助，讓團員在很短暫的停留時間內，能夠順利完成與德國各單位的交流，收穫滿滿。



圖 7.1-1 謝志偉大使與團員共進午餐（左）

圖 7.1-2 朱麗玲副代表、黃瑞坤處長前來接機並與團員合影（右）