

# 110 年環境科技論壇

## 活動紀要

本署「110 年環境科技論壇」由本署永續發展室與土污基管會、回收基管會及空保處等共同辦理「110 年科技計畫聯合成果發表活動」，於 110 年 11 月 8 至 9 日假台大醫院國際會議中心 4 樓會議廳舉辦，論壇涵蓋「專家座談」、「109 年度科技計畫研究成果報告」、「專題演講」之動態互動及 109 年度各科技計畫研究成果海報之靜態展覽共 28 張。本年度與會人士包含與會貴賓、主持人暨演講者 21 人、各界人士 332 人，共計 353 人次參與。

活動開幕式在行政院環境保護署蔡鴻德副署長、台灣永續能源研究基金會簡又新董事長及中華民國環境工程學會林正芳理事長的期勉下，展開系列交流。本次活動特別安排 2 場專家座談，邀請產、官、學、研等專家，以「2050 淨零碳排」及「資源循環永續利用」進行前瞻經驗分享。在「2050 淨零碳排」座談，邀請無國界大使簡大使又新主持，帶領產官學研專家，對於「淨零碳排的機會與挑戰」進行深度對話，提出能源轉型除了需要完備相關法規、強化綠能研發與應用、智慧電網布建外，也建議加強與社會各界溝通，透過多元的角度群策群力，逐步達成公平正義能源轉型的目標。

有鑑於循環經濟是實踐淨零碳排不可或缺的重要路徑，尤其台灣資源 76% 仰賴進口，更需將資源充分循環利用。在「資源循環永續利用」座談中，主持人財團法人環境永續發展基金會符樹強董事，與多位國內推動資源循環議題經驗豐富之專家有相當精彩之對談，強調透過全面盤點分析廢棄資源、推動能資源化及訂定再利用產品品質標準、認證制度及掌握其用途及流向，有助於資源永續利用及淨零碳排目標的達成。

環保署在這次聯合發表活動中以「環境科技論壇」發表 109 年 10 場科技研究成果及 1 場專題演講外，同時將「2021 年土水跨域技術產學發表暨技術媒合會」「補助應回收廢棄物回收處理創新及研究發展計畫成果發表會」「空氣污染防制基金科技研究計畫成果發表研討會」，結集於 2 天活動中一次呈現，也同步展出新設備、技術，以及環保科技成果海報、實體攤位，更以節能減碳、永續資源為目標，解決現行環境困境，為永續台灣努力。

## 引言

### 蔡鴻德副署長致詞

本年度科技計畫聯合成果發表活動由行政院環境保護署蔡鴻德副署長致詞揭開序幕。蔡副署長提到，環保署的科技計畫已經奠定基礎，2015年即已開始發展科技技術，將大數據應用於空氣品質物聯網、水質感測等，利用資通訊技術，強化環境執法工具，並已成功將技術輸出韓國、東南亞、歐洲等地。近年環保署也與美國環保署合作，擔任區域技術訓練中心角色，顯見科技發展應用方面，成效斐然。蔡副署長也勉勵，因應全球氣候變遷挑戰，現今是重要的關鍵點，期藉由環保科技的投入及研發，集中學術界、產業界及政府機關的資源及量能，以達成 2050 年淨零碳排，環境永續的目標。



行政院環境保護署  
蔡鴻德副署長

### 簡又新董事長致詞

台灣永續能源研究基金會簡又新大使於致詞時表示，早期環境科技不比今時發達，發展過程十分艱辛，如今科技計畫成果豐碩，感謝與會先進的努力與貢獻。簡又新大使提到，環保署自傳統之污染防制作業至今加入減碳行列，感受到環保署的蛻變與躍進，並對於環保署於本（110）年度成立氣候變遷辦公室表示肯定。簡又新大使指出，2050 年淨零碳排備受世界關注，多數國家皆以 2050 年為目標。環保署任重道遠，應制訂減碳目標，並規劃進程藍圖（Road Map），以行動方式向國際展現減碳成果。簡大使最後提到，資源循環為環保署蛻變的第二個重要概念，減碳工作需配合資源循環並進，始能達到 2050 年淨零碳排之目標。簡大使期許環保署透過半導體、ICT 資通訊技術及 AI 人工智慧等台灣所屬之科技強項作出貢獻。



台灣永續能源研究基金會  
簡又新董事長

## 林正芳理事長致詞

中華民國環境工程學會林正芳理事長首先恭賀環保署，本次科技計畫聯合成果發表活動繳出亮眼成績，亦請環保署擴大編列科技研發預算，好讓新一代專家學者更多投入環境科技領域。林正芳理事長提到，環保署於 1987 年成立，簡又新大使銜命擔任首任環保署署長，推動新穎環境保護政策，透過投入廣大科技計畫經費，開創環境保護新局面，貢獻卓越。林正芳理事長指出，現今有許多新一代產官學專家學者，皆為簡大使帶領下，環保署環境科技發展之受惠者。先期環保署科學研究計畫眾多，許多顧問公司及學術研究單位，皆因此受益。林正芳理事長最後感謝環保署透過歷任署長之傳承，使台灣在氣候變遷議題上，在世界舞台上扮演重要角色，並成為東南亞國家的幫助。



中華民國環境工程學會  
林正芳理事長

## 專家座談-2050 淨零碳排

本次專家座談邀請中國鋼鐵股份有限公司王錫欽總經理、中華民國全國工業總會陳鴻文處長、台大風險社會與政策研究中心周桂田主任、國立陽明交通大學紀國鐘教授、本署氣候變遷辦公室蔡玲儀主任等 5 人擔任與談人，並由台灣永續能源研究基金會簡又新董事長擔任本次座談之主持人。

### 台大風險社會與政策研究中心周桂田主任

周主任指出，台灣屬高碳排社會，碳排放量高居全球前 25 名，人均排放量約 10 億噸。在能源轉型上，台灣相較於其他國家約遲滯 20 年，轉型過程將十分艱辛。面對企業轉型的挑戰，能源轉型為重要關鍵。目前台灣電力碳排放量約佔總量之六成，除自科技面著手外，政策面及社會溝通面亦需同步進行。政策面部分，環保署目前已公告「溫室氣體減量及管理法」修正為「氣候變遷因應法」草案，尚需建立碳稅/碳費之機制，並提出相關預算，設置於淨零碳排路徑當中。透過政府提出清晰的淨零碳排路徑，並配合相關政策與法規，始能刺激產業進場。面對社會轉型艱困的局面，政府需啟動社會溝通。目前行政院跨部會成立淨零排放路徑專案工作組，並針對 5 大工作圈積極討論。倘若行政院想法趨於成熟，應開始與社會廣泛溝通。目前因應氣候變遷因應法，政府較著重於製造業族群之溝通。然而，非製造業族群之碳排放量約佔四成，亦需深入了解、溝通及教育。



國立台灣大學  
風險社會與政策研究中心  
周桂田主任

### 國立陽明交通大學紀國鐘教授

台灣屬貿易國家，面對碳排放量高居全球前 25 名，紀教授認為，科技產業應檢視碳排放量與其產生之價值及社會貢獻來衡量。台積電屬半導體產業，用電量雖高，但自整體能源結構而言，我國最高用電來源實為台灣電力公司。紀教授指出，雖然台灣電力公司實為供電角色，並非自身用電，建議自台灣電力公司檢視產生 1 公碳排放量之耗電量作為指標。

紀教授進一步提到，我國能源科技發展展開多項預備作業，其中以環保署為主要角色，透過環保



國立陽明交通大學  
光電工程學系  
紀國鐘教授

署要求污染防制作業，經濟部則扮演使用端角色。直到歐盟提出碳稅之概念，台灣才開始正視貿易國家身份。倘若台灣不著手檢視淨零碳排問題，碳稅將取走利潤，台灣外貿事業將無法獲利。自政府推動能源政策，成立行政院能源及減碳辦公室，再生能源及發電減碳議題討論不斷。紀教授認為，環境科技專家學者應重視如何透過帶動產業影響政策面，藉以推動產業與科技研究。紀教授最後表示，台灣科技能量不應侷限於台灣成長與發展，更應放眼整個世界，使台灣不僅單單為貿易大國，亦可能成為科技大國。

### 中國鋼鐵股份有限公司王錫欽總經理

王總經理提到，2021年8月聯合國政府間氣候變遷專門委員會（IPCC）發布之最新報告，透過更明確之數據顯明全球暖化現象加劇。英國首相強生於20國集團領袖峰會（G20）中警告，倘若沒有提出更大膽的減碳方案，人類文明將陷入新的黑暗時期。比爾蓋茲於新書「如何避免氣候災難」中指出，氣候災難的解藥是淨零碳排。書中雖提到，淨零碳排挑戰艱鉅，但王總經理認為，挑戰與機會是並存的，重點是面對挑戰的態度與策略。王總經理表示，為因應淨零碳排的挑戰，政府各部門皆已展開行動。中國鋼鐵（股）公司面對公部門及各方壓力，嚴肅面對碳中和問題。經過長達1年之研議，完成中長程碳中和之路徑規劃。



中國鋼鐵股份有限公司  
王錫欽總經理

王總經理於分享中提到，淨零碳排與減碳為全然不同之量詞，淨零碳排需探索潛勢技術並投入研發。王總經理進一步提到，邁向碳中和路徑規劃深具風險，應廣泛蒐集資訊、締結合作夥伴並集思廣益，透過多元方案進行規劃。王總經理藉由中鋼碳中和路徑規劃之經驗，提出3點建議，首先技術面部分，中鋼已規劃於國立成功大學設立淨零碳排研究中心，並邀集約9所學校及同步輻射中心，共同投入研究，但尚須仰賴政府科研經費支持。資源面部分，王總經理提到，依國際能源署（IEA）分析結果，各行業需仰賴氫能，以達到碳中和之目的。目前已有11個國家將氫能視為國家戰略發展資源進行盤點，建議台灣應將氫能視為資源進行盤點、佈局及相關建設。最後，王總經理以日本氫能冶金約需15兆億元為例，說明資本面上，建議政府可從綠色金融企業界協助。

### 行政院環保署氣候變遷辦公室蔡玲儀主任

蔡主任提到，「聯合國氣候變化綱要公約」第 26 屆締約方大會於 10 月 31 日至 11 月 13 日在英國格拉斯哥舉行，追逐淨零是這次大會主軸，聯合國希望透過本次會議，要求各國必須加速減碳作業。國內媒體也比以往更為重視本次會議。蔡主任表示，台灣 98% 能源主要仰賴進口，淨零碳排對台灣而言，極具挑戰。淨零碳排是個重要目標，但更是一個重要轉型。行政院自今（110）年以來，召集各部會著手盤點從能源轉型、產業轉型至社會轉型，以達到 2050 淨零排之目標。環保署目前已公告「溫室氣體減量及管理法」修正為「氣候變遷因應法」草案，將國家長期減碳目標自 2050 年比基準年減量 50%，調整為 2050 淨零碳排。



行政院環保署  
氣候變遷辦公室  
蔡玲儀主任

蔡主任表示，完成目標制訂後，淨零碳排路徑為大家所專注的下個問題。在行政院統籌下，各部會已由「去碳能源」、「產業及能源效率」、「綠運輸及運具電氣化」、「負碳技術」及「治理」等五大工作圈進行淨零排放路徑評估及藍圖規劃。倘若僅規劃淨零碳排路徑，卻沒有以社會溝通做基礎，淨零碳排只是紙上談兵。環保署於本（110）年 7 月成立「氣候變遷辦公室」，正式成為溫室氣體減量工作之核心角色，展開研議以 5 年為期（112 至 116 年）之跨部會調適氣候變遷的行動方案，尤其包含科技計畫。

國際能源總署（IEA）針對邁向淨零排放提出關鍵策略，包括再生能源、生質能、氫能等。蔡主任指出，重要關鍵在於行為改變，倘若沒有行為改變，相關技術將難以啟動。希望透過科技進化與擴增，整合政府資源，投入更多預算經費。蔡主任最後表示，「溫室氣體減量及管理法」修正內容包含政府治理、碳定價等議題，歡迎諸位先進提供寶貴意見。

### 中華民國全國工業總會陳鴻文處長

陳處長表示，全球正面臨淨零碳排嚴苛的挑戰，我國產業界亦相當關注。中華民國全國工業總會於 10 月 1 日辦理「我國邁向碳中和的策略與產業發展論壇」，與會來賓超過 1,500 人次。工業總會將這次論壇意見予以彙整總結，希望能期許政府並呼籲企業。



中華民國全國工業總會  
陳鴻文處長

陳處長提到，淨零碳排為全民共識，重點應聚焦

於如何產生效益，並使產業衝擊降至最低。工業總會與製造業為目前氣候變遷因應法修正之重點溝通對象。然而，不同產業針對淨零碳排議題關注程度與意見有所差異。於是工業總會透過問卷調查方式，針對淨零碳排（或碳中和）議題徵詢各產業界意見。此外，工業總會過去為因應溫室氣體減量，與經濟部工業局合作，以工業總會作為整合平台與產業界連結，進行志願性溫室氣體減量工作。然而，各項減碳措施方案避險空間逐漸縮小、成本卻逐漸提高。未來產業界減碳需仰賴創新技術或擴增設備，始能提升減碳效益。

依現行局勢，淨零碳排事在必行，陳處長針對製造業提出相關策略，面對淨零碳排的困境與挑戰。首先，製造業應盡可能使用固碳或低碳能源。製程減碳部分，希望製造業能採用最佳節能減碳設備，並朝低碳製程發展。為達到 2050 淨零碳排的目標，需因應歐盟碳關稅問題及國際大廠應要求供應鏈減碳。陳處長指出，我國法規、碳定價機制與輔導獎勵措施應三管其下。我國徵收碳費後，應如何與歐盟邊境稅對接，徵收額度是否取得國際認同，需有更多討論，以免發生雙重課徵的問題。我國用電排放係數部分，希望政府與台灣電力公司能迅速有效地降低碳排放係數，並針對 2030 至 2050 年之碳排放係數進行預估。最後，希望政府提供資金補助跟投資抵減辦法，鼓勵企業創新研發。我國中小企業占比 98%，需配合供應鏈減碳，政府是否有資源予以協助，以免被排除於國際潮流當中。英國政府為鼓勵企業減碳，與企業簽訂減碳協議書，倘若企業達到減碳目標，可獲得相關之減免等措施。我國針對淨零碳排進行修法作業時，建議將此思維納入，鼓勵企業實質減碳。

陳處長最後提到，製造業雖為排碳量之大宗，但減碳作業仍有其限度，為達到淨零碳排之目標，自能源部門、駐商、交通至全體國民，需透過所有社會群體共同實踐，始能完成。

### 台灣永續能源研究基金會簡又新董事長

簡大使最後提出重點說明，為本次專家座談做出總結。簡大使首先提到，面對淨零碳排與社會轉型，已屬國際共同議題，達成全民共識。簡大使於第 2 點中指出，不論能源轉型、淨零轉型、產業轉型或社會轉型，接需面臨龐大的轉型風險。轉型速度或快或慢，皆對轉型成敗具有影響，拿捏適切之平衡點實屬不易，需透過社會溝通審慎處理。簡大使也提到創新的必要性，為使科技、商業及生活等面向放心運作，創新作為實屬必要。



台灣永續能源研究基金會  
簡又新董事長

技術面部分，現行多項技術尚在進行階段，尚未成熟之技術應儘速著手，掌握「彎道超車」的機會，讓轉型成為台灣領先超越的機會。資金部分需仰賴政府協助，金管會推動「綠色金融行動方案 2.0」雖刻正進行，但仍有不足。轉型經費涉及百億門檻，尚需透過政府補助。轉型政策需獲得全民支持，轉型過程可能造成部分獲利及部分犧牲，如何使雙方接受並共同走在轉型這條道路上相當重要。

簡大使於第 3 點中提到，聯合國減碳轉型包含五個面向。第一個面向是科技減碳，包含固態減碳技術。第二個面向是自然減碳，如種樹等。第三個面向是行為改變，需透過每一位與會者改變生活習慣與方式。第四個面向在政治行為尚稱為碳費/碳稅。雖透過國外碳交易跟碳稅制度上之差異及減碳推動成果，可做為台灣之借鏡，但仍需透過產官學研共同努力。最後提到碳關稅問題，簡大使認為，建立碳關稅制度實有其必要性，避免我國產品外銷時，因課徵碳關稅問題，失去競爭力。簡大使提醒政府，碳關稅將開啟世界貿易新道路，需及早預備，避免造成損失。



專家座談貴賓合照

## 專家座談-資源循環永續利用

本次專家座談邀請中國鋼鐵股份有限公司王錫欽總經理、國立成功大學蔡俊鴻教授、朝陽科技大學林宏嶽教授、台灣生質能技術發展協會張家驥資深研究員及行政院環境保護署資源循環辦公室賴瑩瑩主任等 5 人擔任與談人，並由財團法人環境永續發展基金會符樹強董事擔任本次座談之主持人。

### 行政院環境保護署資源循環辦公室賴瑩瑩主任

賴主任表示，環保署為推動資源循環政策，遂於本（110）年度 7 月成立資源循環辦公室。將過去視為垃圾的「廢棄物」管理，轉變為物質全生命週期的「資源」。本署依資源用途，將物料區分為四大類，並設置「政策規劃」、「產業循環管理」、「有機資源」、「無機資源」及「金屬及化學品資源」等 5 組工作團隊，整合經費並建立「可以讓物質建立不斷循環利用」的經濟發展模式。科技面及技術面部分，資源循環之推動皆需仰賴學術界及研發單位投入資源與人力，藉以掌握未來發展方向，並期望透過發展大數據、人工智能等智慧科技，掌握物質流向。



行政院環境保護署  
資源循環辦公室  
賴瑩瑩主任

### 中國鋼鐵股份有限公司王錫欽總經理

王總經理提到，自工業革命以來，線性經濟為主要之經濟模式，自原料開採至產品廢棄，造成資源耗竭，並對生態環境造成衝擊，遂產生循環經濟之理念。「從搖籃到搖籃」為循環經濟之重要概念，將廢棄物視為材料養分（Waste equals food），再次投入工業或生態循環中，再造機會價值。

王總經理以中鋼公司自身為例，說明中鋼公司製程產線不僅「製程冗長」、「操作條件屬高溫高壓」且「產量龐大」，在高原物料及高產量製造程中，可能產生大量副產物或廢棄物，尋找廢棄物之加值空間，藉以去化大量廢棄物為重要課題。王總經理提到，中鋼公司透過區域能源整合方式，將過剩之廢熱能轉變為水蒸氣，並以短線輸出方式，遞送至周邊需大量熱能之化學工廠，達到節能減碳與資源循環之目的。王總經理進一步以中鋼碳素將瀝青去化產生石墨微粉，作為鋰離子電池負極材料，及轉爐石去化作業之應用與認



中國鋼鐵股份有限公司  
王錫欽總經理

證，展現出副產物高值化之果效。王總經理表示，中鋼公司製程需使用大量水源，遂透過使用再生水的方式，降低缺水風險，更將珍貴缺稀的原水留給社會大眾使用，充分展現社會共同體之精神。

王總經理最後表示，實踐循環經濟是達到碳中和目標不可或缺之途徑。中鋼公司透過鋼化聯產方式，將生產過程產生的高爐氣和轉爐氣等副產燃氣，取出一氧化碳和二氧化碳，提供化工廠生產乙烯、醋酸等化學品。透過此方式與化工廠互助互惠，不僅達到廢棄物高值化之目的，亦可去化二氧化碳，達到碳中和之目標。

### 國立成功大學蔡俊鴻教授

蔡教授提到，不論是資源循環或是循環經濟，皆為先祖傳承給我們的生活型態。許多觀念因所處的年代不同，而被賦予特殊的期待與任務。對於資源循環，蔡教授提到一個重要的觀念，沒有任何一個物質是由人所創造，皆是透過不斷循環而產生，但不幸的是，因著人為的使用觀念及技巧有誤，以至折損這些物質原本能供應我們生存的方式。

蔡教授指出，依統計結果顯示，台灣每年進口量達2億5千萬噸，扣除加工出口可能之石化燃料，1年尚有1億6千萬進存。倘若比對60及70年代之生活環境，將會發現我們竟自國外堆疊70億噸物質在台灣這塊土地上。如何利用技術加速資源循環的推動，進而行成循環社會，將為重要關鍵。我們生活在人權高漲的社會當中，政府應自法令制度層面思考，如何幫助願意減輕環境負荷之企業。物質循環過程背後的循環系統與平台建構，將來應擴大至全台灣各產業類似之物質循環。人都有「一起」的傾向，台灣仍有許多產業可投入在資源循環的過程中，大幅減輕廢棄物處理所需承擔之費用支出，甚至以高值化再利用方式去化廢棄物。

蔡教授最後表示，台灣的土地不會長大，但我們所堆積的廢棄物亦不會消失。台灣未來的10年，甚至50年，應導入再生資源及資源循環的概念，以此方式逐漸去化堆疊之廢棄物，以減輕未來廢棄物堆疊之情形。相信台灣不論或快或慢，總有機會重回舒適的生活環境，對於台灣推動資源循環的前程，充滿期待與信心。



國立成功大學  
環境工程學系  
蔡俊鴻教授

### 朝陽科技大學林宏嶽教授

林教授表示，台灣物質管理早期以廢棄物角度切入，至今將循環經濟納入考量，實屬重要。以台灣早期回收業者自廢棄物回收有價金屬可知，倘若欲促成循環經濟，應盡可能思考經濟面之助力。現行資源循環之動力主要方式為由上到下的法規管制，或由下到上的企業社會責任（CSR）。林教授建議政府，應思考如何設計系統或法令制度，將資源循環與經濟誘因相連結。林教授另建議參考歐盟或其他國家，徵收掩埋稅或焚化稅，間接鼓勵運作業業者選擇以再利用方式作為處置方式。

林教授指出，市場驅動力是由廠商決定，而廠商的產品製造，到最後仍由消費者決定，所以消費者的選擇將影響廠商最終是否願意更多落實資源循環。倘若期望透過消費者引導市場力量，政府需能夠協助介接。物質無法循環主要原因是環境成本過高，其制度的設計應盡可能將經濟工具與租稅制度逐漸配合跟上，成為主要驅動力。

林教授最後以早期 PET 回收再利用為例，說明產業規劃或導入新技術時，其市場規模往往是重要考量因子。倘若市場未達一定程度規模，技術面絕對無法向上提升，因技術成本即處理成本。建議政府單位與產業界需有更好的連結，透過促進規模化之行為，並配合法規修正，促使資源循環方式更為順暢。



朝陽科技大學  
環境工程與管理系  
林宏嶽教授

### 台灣生質能技術發展協會張家驥資深研究員

張資深研究員表示，物質資源化的另一個面向為能源化。當物質不具有資源循環的價值時，其中可燃燒的部分勢必走向能源化，而能源化的主要的關鍵即生質能。生質能應用性非常廣泛，是再生能源中，唯一可多樣性使用，包含可轉化為液態及動態氣態等不同種類型能量，或直接產生熱能。

張資深研究員指出，生質能在台灣的發展相對落後，能源局著重於發電但缺乏熱能利用，而一般產業對熱的需求遠大於供電需求。任何一個發電形式，倘若希望能源效率要高，勢必走向高溫高壓發電，對燃料的品質的要求越來越高，可使用之燃料自然越來越少。倘若我們發電走向為生質共用低溫低壓，對於燃料的選用彈性將非常廣泛。

張資深研究員最後提到，未來對於能源循環，政府機關必須瞭解，生質物是唯一可以能源形式使用之燃料。然而，沒有任何一種生質物是為了作為燃料用途，



台灣生質能技術  
發展協會  
張家驥資深研究員

自產地取出來。生物質做為燃料用途必定來自於廢棄物。生質能之產量與量能，並無法完全取代化石燃料，建議可檢討不同層面的能源化發展。期望透過資源化與能源化相輔相成，建構完整之循環經濟體系。

### 財團法人環境永續發展基金會符樹強董事

符董事為專家座談做出總結，本（110）年度 7 月，環保署成立「資源循環辦公室」及「氣候變遷辦公室」，象徵環保署成立 34 年以來，將自廢棄物管理的時代走向資源循環經濟時代。符董事指出，目前廢棄物在利用比例達 85%，在這 85% 佔比當中，大眾較為關注廢棄物之去化及流向。倘若國內沒有建立良好的去化途徑，那廢棄物仍處閒置狀態。廢棄物之去化作業，政府機關扮演重要角色，需著手進行法令修正作業，透過基金補貼，並加強廢棄物去化及流向透明化，以獎懲並行方式進行，好讓資源循環工作持續下去。再利用產品應制訂出品質標準，建立使用者信心，並鼓勵國民使用。

符董事最後提到，我國企業仍有像中鋼公司之典範企業，透過創新的方式，帶領公司邁向資源循環永續發展的目標。建議政府機關可透過企業合作方式傳承並傳遞經驗。再利用產品應制訂出品質標準，建立使用者信心，並鼓勵國民使用。目前環保署陸續提出氣候變遷因應法及廢清法之修正，期待可透過法令制度、教育等面向引領資源循環永續發展的工作持續推動。



財團法人環境永續發展  
基金會符樹強董事



專家座談貴賓合照

## 109 年度科技計畫成果報告 1：

### 水體環境污染感測、鑑識調查與物聯網應用研究開發計畫

工業技術研究院朱振華資深工程師於「水體環境污染感測與物聯網應用研究開發」分享計畫研究成果，朱資深工程師表示，本年度電化學感測元件包含微型泵浦、控制電路板及電化學槽，並與改進之pH、溫度及導電度三合一感測模組搭配，組裝成具備水樣汲取、固體顆粒過濾前處理等功能之水質感測器。電化學餘氯/重金屬與光學濁度感測元件已安裝於30套固定式水質感測器內，並於示範維運至少60日。朱資深工程師進一步提到，移動式水質感測設備開發方面，目前已產出9台高階設備，包括加裝ORP、軟式太陽能板及動力船版本、無人機版本，並進行1個月場域測試。水科技物聯網應用平台部分，完成移動載具數據展示分析平台統計超標時段功能、視覺化分析即時感測數據、歷史數據下載，另有Email水質及設備異常預警通知日報功能，並可透過週報全面分析水質異常情形，完成23件稽查案件，裁罰金額超過2千萬元。



工業技術研究院  
朱振華資深工程師

國立台灣大學環境與職業健康科學研究所吳章甫教授於「結合受體模式與指紋資料庫推估河川污染來源」報告中說明，本計畫是以受體模式來推估河川污染來源，透過使用CMB及PMF此2種受體模式，並以阿公店溪作為採樣選點，並透過2梯次進行採樣。取得檢測數據後，透過統計分析了解事業廢水成份中具污染源特性之特徵元素，結合污染源指紋圖譜資料，藉由受體模式，進行河川水體重要潛勢區之污染源鑑識與貢獻量推估作業。吳教授於統合分析中提到，依2018至2020年資料庫之指紋圖譜分類及數量列表統計結果，共計11條河川，採集24行業別，共237筆事業放流水指紋。其中，18個行業別製程共98筆指紋，合計335筆指紋圖譜資料。吳教授分享計畫結果時表示，模式僅提供數學上的解析結果，需進一步考慮環境意義。



國立台灣大學  
環境與職業健康科學研究所  
吳章甫教授

## 109 年度科技計畫成果報告 2：

### 空污危害與健康防護之防制新策略 (1/4)

國立中央大學環境工程學系王偉計畫副研究員於「109 年細懸浮微粒 (PM<sub>2.5</sub>) 化學成分監測及分析」分享 109 年監測及分析成果。王副研究員提到，移動污染源正轉變為各季節主要污染因子，對於 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>與 OC 有一定程度貢獻，透過推廣大眾運輸、電動車或改善機動車輛排放，皆有助於減少移動污染源衍生的污染。王副研究員建議，在台灣中部以北加強移動污染源管制，以南則偏重工業鍋爐管制，以達到各區域管制最大效益。此外，王副研究員指出，NO<sub>3</sub><sup>-</sup>前驅污染源管制，有助於改善 PM<sub>2.5</sub> 中濃度以上的空氣品質。最後，王副研究員表示，塑化劑雖然對 PM<sub>2.5</sub> 無直接影響，但建議可持續推廣減塑政策，以減少民眾暴露風險。



國立中央大學  
環境工程學系  
王偉計畫副研究員

國家衛生研究院吳威德助研究員於「從空品易感受族群健康評估到介入措施改善成效」研究成果中提到，建議環保署優先針對人口密集、活動繁雜之地予以管制。另依我國七大空品區致癌物苯之年平均濃度，建議管控苯之順序為北部、高屏、宜蘭、竹苗、雲嘉南、中部及花東地區。此外，吳研究員建議衛福部將糖尿病患者納入為 PM<sub>2.5</sub> 長期效應的易感族群，並加強易感族群健康防護識能及對應空品不良時之防護行為。最後，吳研究員表示，學校教室關窗下，冷氣加裝靜電濾網，為低成本高效益的防護方式，提供空污防護識能最佳方式為電視及網路。



國家衛生研究院  
吳威德助研究員

台北醫學大學長期照護碩士學位學程暨高齡健康管理系侯文萱教授於「台灣成年民眾室外空氣污染健康識能之全國性調查」指出，影響健康識能的決定因素涵蓋個人因素、情境因素與社會環境因素。侯教授於研究中發現，影響民眾室外空氣污染健康識能之危險因子包含教育程度、居住住況、婚姻狀態及居住地區。另依研究結果顯示，居住狀況為有 12 歲以下同住者，相較於獨居者，其空氣污染健康識能平均分數較高；居住地區位於



台北醫學大學  
長期照護碩士學位學程暨  
高齡健康管理系侯文萱教授

東部或是離島地區者，相較於北部地區者，空氣污染健康識能平均分數較高。侯教授提到，來自空氣質量較好地區的人們往往對空氣污染有更高的意識，其原因可能與頻繁的環保自救運動有關。最後，侯教授建議，未來可以針對空污健康識能高危險族群開發出適性衛教教材或是量身訂做衛教介入方式，以提升（社區）民眾室外空氣污染康識能之程度。

### 109 年度科技計畫成果報告 3：

#### 應用碳與鉛同位素鑑識技術評估細懸浮微粒的污染源計畫

中央研究院環境變遷研究中心周崇光研究員於「應用鉛同位素分析解析大氣細懸浮微粒中重金屬之污染來源」分享計畫執行成果。周研究員提到，本計畫經由實廠調查獲得 14 個主要固定污染源排放之可過濾性微粒（FPM）中 PM<sub>2.5</sub> 的鉛含量及同位素特徵，涵蓋燃煤電廠、工業鍋爐、石油及化學工業、鋼鐵工業及垃圾（資源）焚化爐等，也完成交通隧道排放的 PM<sub>2.5</sub> 特徵之調查，並提供特有的污染指紋，可應用於後續之污染鑑識。

周研究員指出，鋼鐵工業及垃圾（資源）焚化爐煙道可過濾性微粒（FPM）之鉛含量高於 1% 以上，為主要排放源。燃煤鍋爐（含電廠）可過濾性微粒（FPM）之鉛含量雖較低，但其排放總量大，亦為重要排放源。

周研究員最後表示，中國長程傳輸對中部地區冬季大氣 PM<sub>2.5</sub> 中 Pb 濃度的平均貢獻約 35%，且隨緯度向南快速降低。本地的污染來源以燃煤為主，燃油（含交通）次之。高屏地區的污染來源複雜，可過濾性微粒（FPM）化學指紋仍有待解析，初步推測金屬工業以及使用高硫燃料的鍋爐為主要污染源。



中央研究院  
環境變遷研究中心  
周崇光研究員

## 109 年度科技計畫成果報告 4：

### 環境資源資料庫整合計畫

育成環保有限公司薛安聿副總經理於「環境監測跨域應用」主題，分享監資處「環境資源資料庫（環境雲）」執行成果，說明環保署自國發會於 87 年推動第一階段電子化政府，至 109 年度第五階段，環境雲橫跨第四及第五階段計畫，配合智慧政府進行跨部會環境資源資料數據蒐集。

薛副總經理表示，環保署「環境資源資料庫（環境雲）」為整合環境資源數據，作為環境資料應用的共通平台，打造五大應用服務特色，特色一，透過建置環境資料交換系統（CDX），蒐包含蓋大氣、水、地、林及生態五大環境資料數值，將交換蒐集數據開放提供給機關及民眾申請進行加值應用。特色二，提升資料透明度，以 OPEN DATA 資料至民間應用，推動資料標準化及好資料品質獲得 100% 金標章，並獲得政府金質獎肯定。特色三，提供優質資料應用服務，結合國內手機大廠使用 OPEN DATA 資料，提供國人空氣品質即時資訊。

薛副總經理以跨域資料以機關應用為例，說明特色四，環境資源資料提供多樣加值應用服務，蒐集環境數據做為天然災害（颱風、地震、土石流防災分析）參考指標，及生態資料應用（例如毒蛇急救資訊）等應用服務。特色五，透過全民參與，結合大甲媽祖遶境，利用環境即時通 APP 紀錄繞境過程，進行空品監測，監測活動污染減量情形。

薛副總經理最後提及「環境資源資料庫（環境雲）」以境資料交換系統（CDX）核心機制，整合 8 部會資料交換，豐富環境資訊，強化我國跨部會資料交換，升級應用資料成果，提升我國環境領域資料透明度，營造環境數據跨域應用及公私協力應用加值環境，整體推動成果豐碩。



育成環保有限公司  
薛安聿副總經理

## 109 年度科技計畫成果報告 5：

### 環境噪音振動與新興物理性公害研究計畫

歐怡科技股份有限公司陳建維副理於「營建工程噪音管制及精進防制技術研究計畫」分享計畫執行成果。陳副理指出，107 年至 109 年噪音陳情案件共計 232,402 件，其中，以營建工程佔比最高（34%）。陳副理於分享成果中表示，驗證營建工程隔（防）音或減噪設施（備），簡易式防（隔）音屏障因為單位密度高、質量重，因此有較好的隔音效果。對於設置隔（防）音設施，多半會因為工地的作業空間狹小，考量勞工安全衛生規範，建議應加強隔（防）音設置觀念。陳副理進一步提到，有些工地雖然採用低噪音機具，但也僅是機體本身屬低噪音型，挖斗、破碎頭仍使用傳統高噪音機具，目的仍是為了能趕上工期。建議未來盤整國內法規與機具設備，以增進防音減噪能力。台灣目前的施工機具多屬於二手產品，已有一定之使用時間，倘若後續未落實維修及養護，很難確保是否能保有原廠之聲功率，有待進一步規範。



歐怡科技股份有限公司  
陳建維副理

千一科技股份有限公司蕭振龍總經理於「射頻非游離輻射區域性環境監測之研究」分享計畫執行成果。蕭總經理表示，我國正式邁入 5G 通訊時代，因應 5G 技術相應而生之微型化基地台，因數量多且密集，建議持續進行環境監測技術研究，評估民眾日常之環境電磁波曝露水平。對於如 5G 時代之毫米波輻射，因應技術創新發射源評估電磁波監測設備，以蒐集環境中射頻非游離輻射環境場強之大數據，確實掌握國內環境射頻曝露情形。

蕭總經理建議，量測作業程序的應用技術，可提高量測作業操作進行。監測小區提供適宜的區域監測作業範圍，使不同時段量測順利被執行，並有助於未來推廣至全國各縣市。環境電磁波區域性監測資訊建置成具有量測資訊的空間地理圖層，與各類圖資進行套疊，如學校、公園等，可提供更多的訊息加以運用。



千一科技股份有限公司  
蕭振龍總經理

## 109 年度科技計畫成果報告 6：

### 綠色產品衡量指標擬訂與提升計畫

工業技術研究院沈芙慧副研究員於「綠色產品認定新途徑-產品環境足跡制度」分享計畫執行成果。沈副研究員表示，接軌現行國際環境足跡制度，需在我國產品碳足跡標籤制度基礎下，發展 4 項技術能量，分別為盤查、計算、報告查證及宣告等。此 4 項技術即代表 4 個階段，皆有對應之程序及文件。沈副研究員以盤查階段為例，說明環境足跡（PEF）係依據 ISO14040/14044/14025 作為國際標準，以這些標準為基礎，發展我國盤查相關之技術與文件。沈副研究員進一步提到，進入計算階段後，為提供相關之替代數據做選擇，所以本計畫建立本土 LCA 資料庫，希望可呈現綠色資訊能力。再完成計算完後，需有第三方查證之聲明書及程序，本計畫亦於今年著手研擬與建置。待完成前述作業後，將發展為綠色標籤，期望企業可將標籤黏貼於產品，供消費者消費及企業採購之參照，進而達到降低環境負荷之目標。



工業技術研究院  
沈芙慧副研究員

## 109 年度科技計畫成果報告 7：

### 化學物質安全使用資訊整合平台及科技化管理計畫

元緒科技股份有限公司葉書廷專案經理於「化學物質安全使用資訊整合平台及科技化管理計畫」分享計畫執行成果。109 年化學物質整合平台針對業者難處進行功能提升，包含「參考資料表格」及「SDS 傳遞機制」，提升業者參與意願，加強廠內管理效率，亦能透過「資料交換機制」以更簡易、更快速地方式，配合流向追蹤推動、簡化申報作業並提升資料品質。

葉專案經理表示，圖資平台採用空間關聯技術，整合化學物質與平面圖資訊，以空間視覺化方式提供彈性空間尺度資訊。此外，透過圖資維護功能，改善傳統圖檔不易閱讀之情形，提升資訊掌握效率，並建立平面圖繪製功能，協助業者簡化作業程序，達到報表標準化、資訊集中化之效益。

葉專案經理最後提到，系統通用性與整合性非常重要，透過實地訪談作業，瞭解學校管理樣態，提供獨立運作或資料匯出，與學校系統進行融合，建立使用誘因。透過「行動裝置影像辨識」降低導入成本與難度，並藉由「實驗儀表板」掌握實驗室運作現況，提升管理效率。



元緒科技股份有限公司  
葉書廷專案經理

## 109 年度科技計畫成果報告 8：

### 跨部會化學物質資訊服務平台（化學雲）應用及相關計畫

景丰科技股份有限公司李曜全博士於「跨部會化學物質資訊服務平台（化學雲）應用及相關計畫」分享計畫執行成果。李博士於本次成果報告中說明，本計畫之研究方法包含資料庫建置與應用兩部分，期望藉以精進化學雲平台功能，導入科技技術並強化分析模組。李博士於計畫成果中提到，化學雲已整合廠商運作背景資訊、災害防護資訊，並提供消防署「119 勤務派遣指揮系統」於災變時以 API 介接資料，強化消防救災管理能量。化學雲透過使用人工智慧技術，強化食品製造業使用化學物質風險與廠商交易關聯分析、提高廠商風險模型準確度，輔助主管單位執行追蹤管理。此外，化學雲改善了新聞分類準確率，推播新聞及輿情供相關主管單位進行預警或應變處置。李博士最後表示，將持續依化學物質管理應用需求擴充化學雲資料，促進各主管機關依職掌協力管理化學物質。



景丰科技股份有限公司  
李曜全博士

## 109 年度科技計畫成果報告 9：

### 建立台灣環境衛生病媒害蟲監測及防治技術計畫

國立高雄大學白秀華教授於「建立台灣環境衛生病媒害蟲監測及防治技術計畫（4/4）」分享計畫研究成果。白教授提到，依研究結果顯示，臭蟲於磁磚、塑膠墊、地毯、木板等材質之殺蟲效果及殘效效果有強弱之差異。材質較易吸收藥劑者（如木板），建議採直接噴灑防治；地毯則需縮短再次噴灑藥劑之間隔時間。

白教授指出，各害蟲感性品系，應依照訂定之標準飼養流程，持續維持其純正，並建議以長期飼養之感性品系建立屬於台灣本地之鑑識劑量（濃度）以符合實際應用。快速抗藥性檢測結果具抗藥性之品系，進一步以 5 倍及 10 倍鑑識劑量（濃度）進行檢測，藉以得知實際抗藥性程度。抗藥性會隨時間及施藥狀況而有所差異，建議推廣本研究已建立之簡易具比較性之殺蟲劑抗藥性檢測方法，以作為抗藥性偵測之應用，提供蟲害發生時，選用殺蟲劑之依據。



國立高雄大學  
運動健康與休閒學系  
白秀華教授

## 109 年度科技計畫成果報告 10：

### 循環經濟創新平台計畫-無機廢棄物資源循環

工業技術研究院洪瑋濃博士於「無機循環材料環境應用與整合專案計畫」分享計畫執行成果。洪博士表示，推動再生粒料（無機循環材料）為二次料市場重要工作之一。洪博士透過各類再生粒料環境用途溶出試驗，針對各再生粒料環境用途參考規範建議。洪博士提到，考量再生粒料在環境應用之通用性，應具有相同的溶出方法及環境規範，建議延續焚化再生粒料環境標準之作法，採用「再生粒料環境用途溶出程序（NIEA R222）」作為再生粒料檢測方法。此外，計畫建議轉爐石、氧化矽、還原矽、燃煤底灰及瀝青剷除料之環境用途標準區分成共通項目及選擇項目。共通項目部分，建議比照焚化再生粒料環境標準管制項目，包含鎘、鉛、砷、汞、鉻、銅、鎳、鋅 8 項重金屬。選擇項目部分，依據再生粒料產源特性，選擇項目有銻、鉬、氟鹽等項目。環境用途標準參考我國地下水污染管制標準，並隨該標準之修正檢討調整。洪博士最後表示，後續持續及擴大建立不同類別再生粒料的環境溶出基線資料，厚植未來再生粒料的管制基礎。



工業技術研究院  
洪瑋濃博士

### 專題演講：電化學廢水處理技術的原理與應用

本次論壇邀請國立臺北醫學大學公共衛生學系胡景堯教授主講「電化學廢水處理技術的原理與應用」主題。胡教授首先就電氧化、電還原、電芬頓、電混凝、電浮除及電透析等電化學處理技術做說明。胡教授提到，各項技術中以電氧化處理技術最廣為使用。胡教授表示，電化學處理技術優於一般化學物質添加處理技術，主要原因為電化學處理技術具有電極化與電濃縮現象。電極化現象對於去除油脂及顆粒具優勢，而電濃縮主要可去除溶解性固體。



國立臺北醫學大學  
公共衛生學系  
胡景堯教授

胡教授進一步說明在電氧化處理技術中，各種不同電極之特性，如低成本之石墨電極、不會溶解之奈米碳管及高效能之摻硼鑽石電極等。胡教授指出，選用電極最重要考量為過電位（over potential），類似化學反應之活化能概念。特定電極針對不同污染物具有特定之過電位，一般而言，非極性物質偏好非極性電極；極性物質偏好極性電極。選用電極欲達到低過電位，

需考量污染物與電極間之親和力。胡教授藉由研究成果指出，電解質種類是決定電氧化機制與效果之關鍵因素。含氯鹽之廢水主要去除機制為間接氧化，包含氯化及自由基反應，故可能會產生含氯產物。不含氯鹽之廢水主要去除機制為直接氧化及氫氧自由基反應，不會產生含氯產物。帶負電荷之污染物會因電濃縮效應具有較高的去除速率。

胡教授表示，電還原處理技術應用較少，目前較為重要之應用主要為去除硝酸鹽及含氯有機物。電混凝與電浮除處理技術偏向物理機制，無法去除污染物，僅能將污染物予以分離。胡教授進一步提到，電極所產生之惰性層 (Passive Film) 將影響反應效率，但可透過添加氯離子破壞惰性層。然而，氯離子添加量越高，不利於電解池，建議添加少量氯離子並配合超音波作為輔助，達到破壞惰性層之目的。

胡教授最後以電混凝浮除處理技術為本次專題演講畫下句點。電混凝處理技術之主要問題為沉澱時間較長，約 5 至 10 分鐘。浮除處理技術則可於 1 分鐘內完成反應。浮除處理技術之關鍵在於氣泡產生量足夠且持久存在於水中。倘若不添加介面活性劑，氣泡便如汽水一般快速消失。然而，一旦添加介面活性劑，氣泡便如啤酒一般浮在水面上層。因此，電混凝浮除處理技術適合處理含介面活性劑之廢水。

## 結語

蔡英文總統於本 (110) 年度 4 月宣示「2050 淨零碳排」目標，新興科技的研究與應用將成為面對氣候變遷之重要利器。環保署科技計畫以創新技術引導環境領域的突破，論壇收錄「2050 淨零碳排」及「資源循環永續利用」專家座談專文、環保署 109 年度科技計畫執行成果展現及專題演講「電化學廢水處理技術的原理與應用」。論壇研討主題涵蓋水質、空氣、噪音等污染源鑑識與檢測、化學災害應變整合、台灣環境衛生病媒害蟲監測及防治、綠色採購推廣與落實及無機循環材料環境應用等議題，邀集專家學者、業界先進、公私立部門及對環境科技有興趣之大眾共襄盛舉，環保署將持續善用科技技術，以提升大眾生活環境品質為目標，接軌 2050 淨零碳排與循環經濟，逐步落實解決環境問題，邁向永續環境的未來。