

出國報告（出國類別：開會）

參加第 29 屆綠色化學與工程年會
(The 29th Annual Green Chemistry &
Engineering Conference)

服務機關：環境部化學物質管理署

姓名職稱：魏宇鴻專員

派赴國家/地區：美國/賓夕法尼亞州匹茲堡

出國期間：114 年 6 月 20 日至 6 月 29 日

報告日期：114 年 7 月 30 日

摘要

「綠色化學與工程年會(Green Chemistry & Engineering Conference)」係由「美國化學學會綠色化學研究機構(American Chemical Society Green Chemistry Institute, ACSGCI)」定期於每年6月主辦，今年於美東時間6月23日至26日在美國賓夕法尼亞州匹茲堡市中心溫德姆大酒店舉辦「第29屆綠色化學與工程年會(The 29th Annual Green Chemistry & Engineering Conference)」，本次會議主題為「透過永續化學促進健康與福祉」(Good Health & Well-Being Through Sustainable Chemistry)」，會中安排3場主題演講，整體會議議題涵蓋化學教育(Chemistry Education)、化學品和材料循環(Circularity of Chemicals and Materials)、健康與福祉(Good Health & Well-Being)、綠色能源與燃料(Green Energy & Fuels)、聚合物(Polymers)、永續製程設計(Sustainable Process Design)、永續產品設計(Sustainable Product Design)、合成與催化(Synthesis & Catalysis)等面向，為各國相關領域專家學者之交流平臺。

本次出國計畫主要目的是瞭解現今國際綠色化學之發展，其中綠色化學之父John Warner博士強調從根本設計更安全的產品與材料，為達成此理念需要多加深化綠色化學理念並創新，其中教育屬重要之一環，接續是產學合作，Beyond Benign的共同創辦人Amy Cannon博士也指出教育機構必須將綠色化學納入教學，並鼓勵更多單位簽署「綠色化學承諾(Green Chemistry Commitment, GCC)」，美國化學學會將自2026年起將對學校進行評估，並將綠色化學納入學士學位課程，這代表著綠色化學將成為化學教育的基礎，亦說明教育其實是推動之關鍵。此外，會議中亦鼓勵後續可推動及鼓勵學校教師開設綠色化學相關課程，將綠色化學理念融入於相關課程中，從中促進學生創新及思考綠色化學。後續期望能將科學研究與產業需求更緊密結合，共同推動綠色創新。

2025年5月23日由來自科學、產業、教育與政策領域等專家學者共同發表之《斯德哥爾摩未來化學宣言》(Stockholm Declaration on Chemistry for the Future)為現今國際推動綠色化學之重要趨勢之一，並經各界踴躍簽署，其相關內容及精神可供本署未來推動綠色化學政策之參考，並可將其相關精神納入本署辦理之「綠色化學應用及創新獎」以獎勵外界及宣傳。

本次會議除特別再次感謝 John Warner 博士為本署辦理之「綠色化學 永續共榮聯合頒獎典禮暨成果發表會」錄製祝賀影片，亦邀請其後續來臺交流，藉以瞭解臺灣推動綠色化學之情形，John Warner 博士也期許各界一同為綠色永續未來努力。

目錄

一、 目的	3
二、 過程	4
三、 心得及建議	28
四、 附錄：	28
THE STOCKHOLM DECLARATION ON CHEMISTRY FOR THE FUTURE	29
議程	32

一、 目的

「綠色化學與工程年會(GC&E)」係由美國化學學會綠色化學研究機構(ACSGCI)定期在每年 6 月主辦，今年於美東時間 6 月 23 日至 26 日在美國賓夕法尼亞州匹茲堡溫德姆大酒店(Wyndham Grand Pittsburgh Downtown)舉辦「第 29 屆綠色化學與工程年會」，本次會議主題為「透過永續化學促進健康與福祉」，會議討論議題涵蓋化學教育、化學品和材料循環、健康與福祉、綠色能源與燃料、聚合物、永續製程設計、永續產品設計、合成與催化等面向，為各國相關領域專家學者之交流平臺。

推動綠色化學係本署重要施政重點，為接軌國際趨勢，達成邁向永續無毒家園之施政目標，本次藉由派員參加由美國化學會辦理之「第 29 屆綠色化學與工程年會」，可以瞭解現今國際上推動綠色化學情況、化學教育、產業推動、安全無毒替代品、獎項推動及綠色化學領域於國際上發展現況及展望，並學習現今國際推動之理念及作法，有助於我國後續業務推動與施政之參考。

二、過程

本次行程如表 1，本(29)屆綠色化學與工程年會於 2023 年 6 月 23 日至 26 日在美國賓夕法尼亞州匹茲堡溫德姆大酒店（圖 1、2）舉行。

年會正式開幕前，大會於美東時間 6 月的每個星期五上午辦理系列活動「GC&E Friday」，共計舉辦三場免費線上活動（分別為 6 月 6 日、13 日及 20 日）；另 6 月 22 日由 Beyond Benign 辦理「綠色化學承諾高峰會(8th Annual Green Chemistry Commitment Summit)」(閉門會議)，其主要開放有簽署綠色化學承諾(GCC)的大專院校教職員工、管理人員、教職員工和學生參加，如非簽署 GCC 的學生或人員，則 Beyond Benign 執行董事兼聯合創辦人 Amy Cannon 博士將安排參加 6 月 24 日（星期二）GC&E 大會期間的午餐會。

每日研討會內容非常豐富，會議從上午 8 時至下午 5 時左右，同時段於 7 至 9 間會議室舉行，議程詳如附錄。

表 1 每日行程概要

日期	工 作 內 容 概 要
114.06.20~06.21	去程搭機（臺灣→美國西雅圖轉機→美國匹茲堡）
114.06.22	前往住宿、準備會議資料
114.06.23	參加第 29 屆綠色化學與工程年會
114.06.24	參加第 29 屆綠色化學與工程年會
114.06.25	參加第 29 屆綠色化學與工程年會
114.06.26	參加第 29 屆綠色化學與工程年會
114.06.27	至匹茲堡國際機場準備搭機
114.06.28~06.29	返程搭機（美國匹茲堡→美國西雅圖轉機→臺灣）

表 2 同行人員名單

服務單位	姓名	職稱
環境部化學物質管理署	魏宇鴻	專員
財團法人中興工程顧問社	朱巧芸	研究員

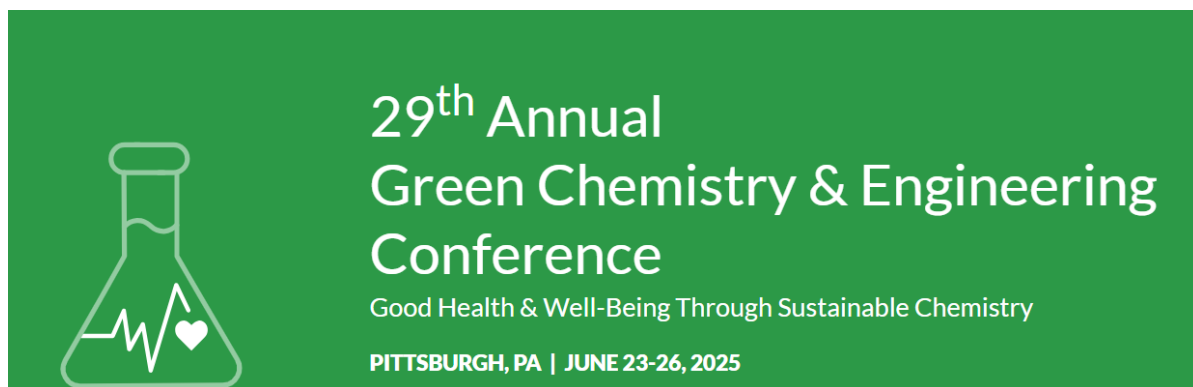


圖 1 第 29 屆綠色化學與工程年會主題及主視覺



圖 2 會議地點

會議重點摘錄

(一) 會前特別活動-大會於線上辦理「GC&E Friday」:

1. 選擇更安全的替代方案：替代方案評估的科學與實踐發展(Choosing Safer Alternatives: Evolving the Science and Practice of Alternatives Assessment)

本議題的核心是探討並推動綠色化學和替代品評估的應用，以期實現更安全、更永續的化學品和產品發展。會議強調，單純的遵守法規不足以避免「遺憾性替代(regrettable substitutions)」，需從化學品源頭設計就考量其安全性、效率及生命週期影響，會中講者分享：

- A. Jenny MacKellar 強調綠色化學是所有永續倡議的基石，任何永續發展的基礎都應是安全的化學品，並指出過去單純依賴法規的替換模式常導致「遺憾性替代」，未能從根本上提升安全性。因此，呼籲化學家應採用綠色化學設計原則，在評估替代品時，不僅要考慮危害與暴露，更要兼顧其性能、經濟可行性、循環性與再利用潛力。
- B. Colleen McLoughlin 介紹兩種關鍵工具，旨在從研發階段就確保新化學品的安全與永續性，並同時指出了推動永續化學所面臨的挑戰，強調需要加強法規並促進跨領域合作。
- C. Margaret Whittaker 表示，為有效地解決化學品挑戰，必須整合多元化的工具，包括風險評估、危害評估、生命週期評估、替代品評估以及安全永續設計。亦強調產品認證在評估與驗證化學品安全性方面的重要性。
- D. Kim Hazard 分享將環境正義融入替代品評估的必要性，其指出有毒化學品對弱勢社區造成的不成比例影響，因此在評估替代品時，必須考慮其對不同群體的潛在影響，避免將環境負擔轉移，也強調，這需要與受影響社區進行有意義的互動，並開發實用的評估工具，使評估過程更全面且具包容性。
- E. Molly Jacob 主要在說明奈米材料在替代品評估中所面臨的特殊挑戰，指出奈米材料雖具備廣泛之應用潛力，但由於其具有獨特的特性及缺乏相關數據，評估其安全性極為複雜，容易重蹈「遺憾性替代」的覆轍。因此，必須深入理解奈米材料的物理化學性質及其在環境中的轉化，並在數據缺乏時採取預防原則，積極開發針對這些新興材料的評估方法。
- F. Cathy Rudisill 說明目前的法規多半只停留在限制有害物質，未能有

效激勵或確保安全替代品推動。她以 PFAS 的過渡期為例，說明單純的「不含某些物質」可能會誤導消費者，因此呼籲法規應更明確地定義何謂「更安全」、提供激勵措施、強化政府監督，並透過利害關係人參與與第三方機構合作，將現有的工具和指引真正付諸實踐。

整體來說，推動化學品安全轉型不僅是科學挑戰，更是政策、經濟和社會層面的綜合考驗。最關鍵的是將這些知識和資源轉化為實際行動，彌合現有差距，共同邁向更安全、永續的未來。

2. 超越塑膠：綠色化學解決方案，成就更健康的社區(Beyond Plastics: Green Chemistry Solutions for Healthier Communities)

本次議題探討了全球塑膠污染問題的嚴峻性及其對人類健康和環境的深遠影響，並強調了綠色化學在解決此問題中的關鍵作用。

會議指出，塑膠已無處不在，每人每週平均攝入約一張信用卡大小的塑膠，這些塑膠在環境中分解為極小的塑膠微粒和奈米塑膠，並入侵生物體，包括人體大腦，可能與癡呆症等健康問題相關。塑膠中數千種有害化學添加劑的釋放，也加劇了健康風險，儘管不斷努力回收，全球塑膠回收率仍低於8%；會議中強調，為解決此問題，需開發新興技術，從根本上解決困境。

綠色化學是解決問題的核心。應在產品和設計初期就考慮其整個生命週期影響，這包括對原材料選擇、能源消耗、化學試劑使用及廢棄物處理進行全面評估。會議呼籲產業、學術界、非政府組織和政府間加強協作與溝通，共同尋找多方面、實用的解決方案，並透過教育提高公眾意識，特別是年輕一代對塑膠危害的認知。

解決塑膠污染需要科技創新、政策改革等以及每個人的積極參與。必須各界共同努力，透過綠色化學的理念和行動，為未來的世代創造一個更潔淨、健康的環境。

3. 永續化學與工程講座獎主題演講(Sustainable Chemistry & Engineering Lectureship Award Keynotes)

此獎項是 ACS 辦理，並頒給從事綠色化學，綠色與永續工程之青年科學家（從事學術研究工作 10 年之內），每年有 3 位名額，分別從美洲，歐洲/中東/非洲，亞太 3 個區域各選出一位獲獎者。

(1) 第一位獲獎者 Athina Anastasaki 教授來自歐洲、中東和非洲地區：

研究專注於低溫自由基聚合，特別是解決塑膠回收問題。並指出目前只有約 9% 的塑膠材料被回收，大部分最終進入垃圾掩埋場或環境中；傳統的回收會降低材料品質，而化學回收則旨在將聚合物分解回單體，以便重複使用而不損害性能。

Athina Anastasaki 教授透過引入特殊基團，在 120°C 的低溫下實現高效解聚合，遠低於傳統熱解所需的 400-800°C。這不僅減少了副產物，還能回收高達 86% 的單體，並將其重新聚合回原始材料，且能控制分子量。她還提到溶劑在解聚合反應中的關鍵作用。該方法能達到高達 98% 的單體回收率，且溶劑可重複使用。

(2) 第二位獲獎者 Hong Chen 教授來自亞洲深圳南方科技大學環境學院：

Hong Chen 教授研究專注於開發綠色低碳技術，用於污染控制和關鍵元素（如鋰、鎳、鈷、金、鉑）的循環利用，他指出傳統的金屬提取方法（如濕法冶金和火法冶金）會消耗大量酸鹼，並產生大量廢水和固體廢棄物。

該團隊結合太陽能與電化學和光化學過程，從廢棄物（如廢舊電池和磁鐵）中回收關鍵金屬，目標是實現碳中和；利用海水作為電解液，去除其中的鈣和鎂，並將其用於鋰電池正極材料（如磷酸鐵鋰）的回收，透過光輔助電化學浸出，該方法能耗低，並能從低濃度溶液中回收鋰和鈷等元素。

(3) 第三位獲獎者 Milad Abolhasani 教授，來自美國，北卡羅來納州立大學化學與生物化學工程系，

Milad Abolhasani 教授領導的團隊研究自主機器人實驗，將化學反應工程、機器人技術、實驗室自動化、機器學習和人工智慧相結合，並指出傳統的材料與分子發現過程效率低下，科學家花費大量時間進行重複性工作，該實驗室將實驗室自動化與人工智慧相結合，實現自動化的決策過程，將材料發現時間從幾十年縮短到幾個月甚至幾週，並顯著減

少科學研究的碳足跡。

該技術能將反應時間從數小時縮短到數分鐘，並顯著減少化學品消耗，並成功應用，且能在半天內找到特定目標性質的合成路徑。

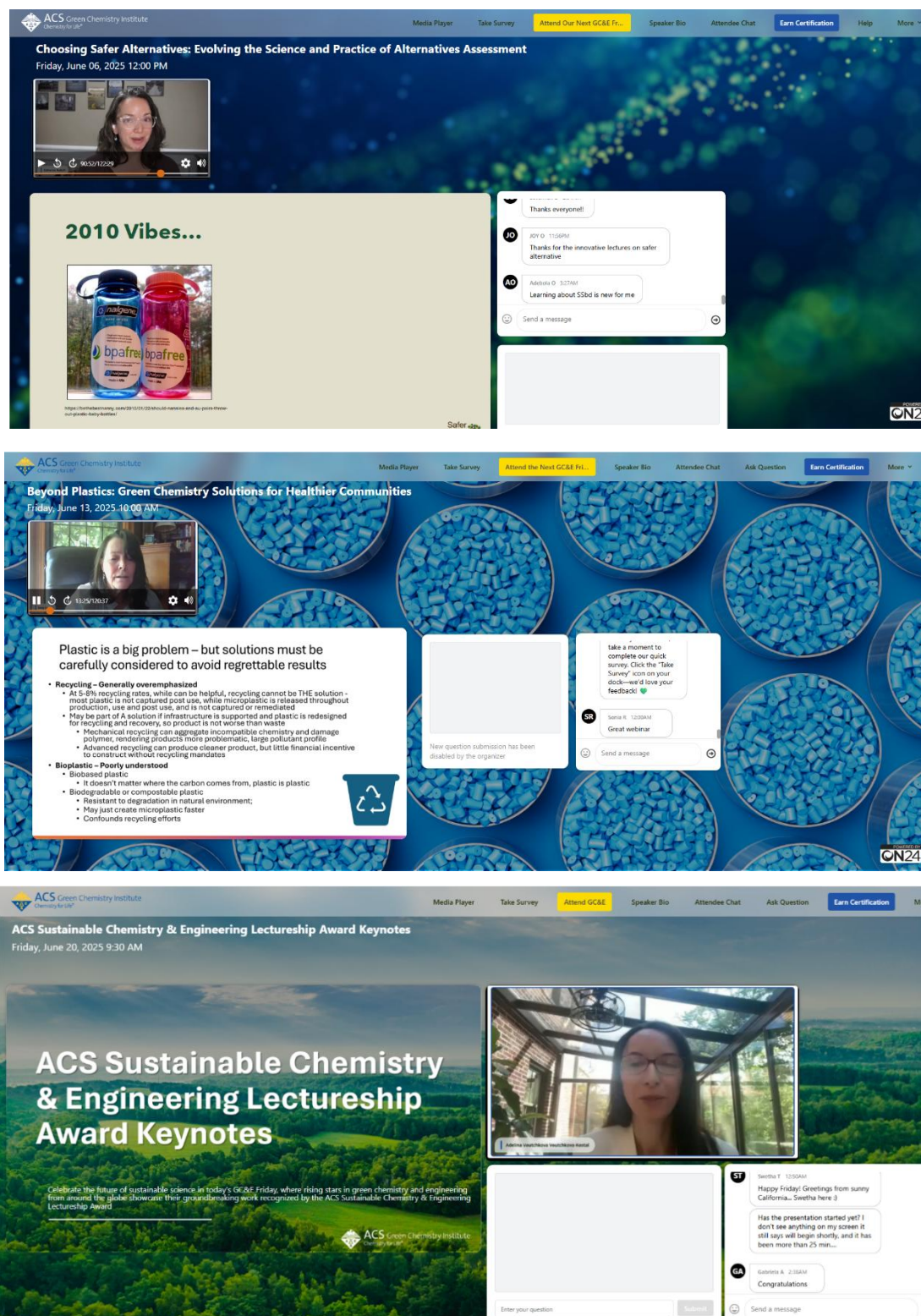


圖 3 會前 GC&E Friday 辦理情形

(二) 開幕前工作坊(Workshops)：綠色化學教學：美國化學學會(ACS)認證指南及其延伸(Teaching Green Chemistry: ACS Approval Guidelines and Beyond)

主講人表示，綠色化學專注於以更環保的方式設計和執行化學反應，從源頭減少危害，而非僅止於廢棄物處理。這種前瞻性的思維模式至關重要，且與聯合國永續發展目標緊密相連。透過將這些全球性目標融入教學，學生能更深刻地理解化學如何影響社會、經濟和環境。

傳統化學教育往往將重點放在實驗室層面，卻忽略了化學過程對全球的廣泛影響。系統思維的引入，在於增加學生的視野，讓他們不僅看到反應本身，更能思考化學反應整體性影響。這種全面的思考方式對於解決複雜的全球問題至關重要。

ACS 已發現到綠色化學的重要性，自 2026 年起將對學校進行評估，並強制將其納入學士學位課程。這代表著綠色化學將成為化學教育的基礎。為了協助教師應對這項挑戰，ACS 開發了一系列免費且開放取用的綠色化學教學模組。這些模組涵蓋多種化學主題，旨在幫助教師輕鬆地將綠色化學和系統思維融入現有課程。每個模組都包含詳細的概述、教師資源（如投影片、活動、作業和考題），並明確標示所涉及的綠色化學原則、系統思維概念和 SDGs，設計上具有高度靈活性，適用於不同的教學風格。

ACS 為了支持教師，透過教師社群提供教師能夠交流想法，並在經驗豐富的導師指導下調整教學方式；在評估方面，應先確定學習目標和評估方法，再設計教學內容。同時，也鼓勵教師進行化學教學學術研究(SoTL)，系統性地評估綠色化學教學對學生學習的影響。評估工具包括學習成果自評量表、概念圖、創新練習、綠色化學原則轉換問題，以及衡量學生動機和情感的量表等。

綠色化學和系統思維是現代化學教育不可或缺的一部分。不僅能提升學生的專業知識，更能培養他們解決複雜全球問題的能力，為地球的永續發展貢獻力量。

此外，另會中人員 Saskia van Bergen 是華盛頓生態系的一名綠色化學家，其與本署分享美國加州毒化物管理局推動綠色化學、Safer Consumer Products 及 Safer chemicals for manufacturers 之內容。

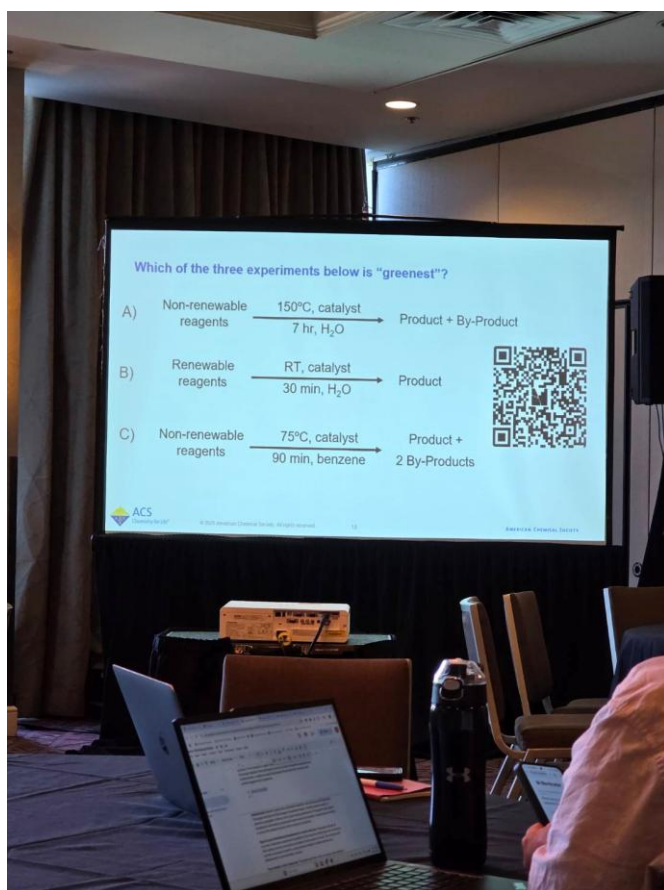


圖 1 Workshops 辦理情形

(三) 「第 29 屆綠色化學與工程年會」專題演講：

1. 開幕主題演講：透過永續的生物製藥發展，實現良好健康與福祉(Good Healthy and Will-Being Through Sustainable Biopharmaceutical Development)

該演講由輝瑞公司(Pfizer)全球環境、健康與安全副總裁 Louise Proud 分享，闡述輝瑞公司如何透過可持續發展來推進良好健康和福祉，並分享了輝瑞在綠色化學方面的具體實踐和成果，其演講內容提到：

- (1) 良好健康與福祉：良好健康與福祉是其所有行動的驅動力。當前外部因素（如惡劣天氣、地緣政治、貿易衝突、監管預期）凸顯了推進健康福祉的緊迫性，尤其對弱勢群體影響更大。
- (2) 工作場所安全方面：採用科學導向的方法，從材料的毒理學評估開始，建立嚴格的職業暴露限值，並遵循「控制層級」（消除、替代、工程控制（工作場所佈置、密閉系統））原則，輔以員工培訓，確保同仁在安全環境中工作。其環境健康與安全管理則基於 PDCA 循環（PLAN、DO、CHECK、ACT）和國際標準（如 ISO 14001、ISO 45001），透過系統性的風險評估，分析和控制。
- (3) 降低環境影響方面：透過綠色化學原則減少材料與資源消耗，例如，創新性的氮氣回收系統成功回收 85%的氮氣，大幅節省非再生資源。在廢棄物管理上，近半數基地實現零掩埋。同時，輝瑞也積極改善水和溶劑的使用效率，並致力於推動包裝材料的永續性。
- (4) 氣候行動的承諾：於 2022 年宣布，將在 2040 年前實現淨零排放（比 2050 年全球目標提前），並設定了近期目標：到 2030 年將自身排放量減少 46%。由於 80%的排放來自供應鏈，輝瑞也積極與供應商合作，鼓勵他們設定永續發展目標。這些努力得到了外部機構的認可，其目標符合科學目標倡議(SBTi)的標準，以確保其氣候行動符合《巴黎協定》。
- (5) Luisa 以輝瑞新冠治療藥物的開發為例，說明如何在緊急狀態下，仍能透過整合綠色化學原則，縮短開發時間並顯著優化製程，實現更少的步驟、更高的產量、更少的溶劑使用和更低的溫室氣體排放。這證明了速度與永續性可以並存。
- (6) 輝瑞的永續發展不僅僅是合乎規定，更是透過創新和持續改進來超越標準。該公司積極參與國際合作，例如作為製藥供應鏈倡議(Pharmaceutical Supply Chain Initiative, PSCI)的創始成員，並

發行了製藥業首支永續發展債券，為環境影響減少專案提供資金。她呼籲所有參與者，積極貢獻，因為大家努力共同推動創新，為當代及未來世代提供永續的健康解決方案。



圖 2 開幕專題演講情形

2. 主題：實現綠色化學保護人類和環境健康的承諾(Realizing the Promise of Green Chemistry to Protect Human and Environmental Health)
 - (1)講者：本論壇是由 Carla Ng 教授主持，Jakub Kostal 副教授、Jamie DeWitt 教授及 Carrie McDonough 助理教授共同討論，本次探討環境健康、化學品毒性評估、新興污染物挑戰以及分析工具的重要性。
 - (2)講者內容：
 - A. 本次會議的核心為「健康」，旨在透過減少有害化學物質造成的疾病和死亡，並改善全球預警系統來提升人類福祉。講者們指出，儘管匹茲堡等城市在改善環境（如空氣品質）方面取得了顯著進展，但諸如環境正義等深層問題仍未完全解決，這凸顯了持續關注新挑戰和綠色解決方案的必要性。
 - B. 當前化學領域面臨一大挑戰是對化學品毒理知識的嚴重匱乏。在數千種常見化學物質中，僅有極少數因其毒理學數據而受到監管。更令人憂慮的是，許多被稱為「新興污染物」的物質，在廣泛進入環境並造成影響後，我們才開始了解它們的危害，例如 PFAS（全氟及多氟烷基物質）等案例，都揭示了資訊不透明和審批流程不足的現狀。如在未經充分審查的情況下進入市場，對公眾健康和環境造成威脅。

- C. 面對挑戰，分析化學扮演著關鍵角色。它能幫助我們了解人體究竟暴露於哪些化學物質，尤其是在長期接觸後體內積累的物質和複雜的混合物。然而，化學品分析就像在「黑暗中使用手電筒」，我們無法一次性檢測所有物質，必須選擇性地進行偵測。這意味著傳統方法可能遺漏大量未知或未受關注的化學物質，因此不斷擴展分析方法，以更全面地瞭解環境中的化學品至關重要。
- D. 在產業方面，大型製藥公司展示了其在綠色化學與永續發展上的承諾。不僅在救命藥物上取得了里程碑式的成就，也積極投身於新型藥物研發。更重要的是，公司正大量招募具備永續化學和綠色工程背景的人才。
- E. 要實現一個更健康的環境，需要跨領域的協作，包括強化化學品毒性評估、改進審核流程、發展先進的分析工具，並將綠色化學原則全面應用於化學品的設計、生產與管理，從源頭上減少環境污染和健康風險。

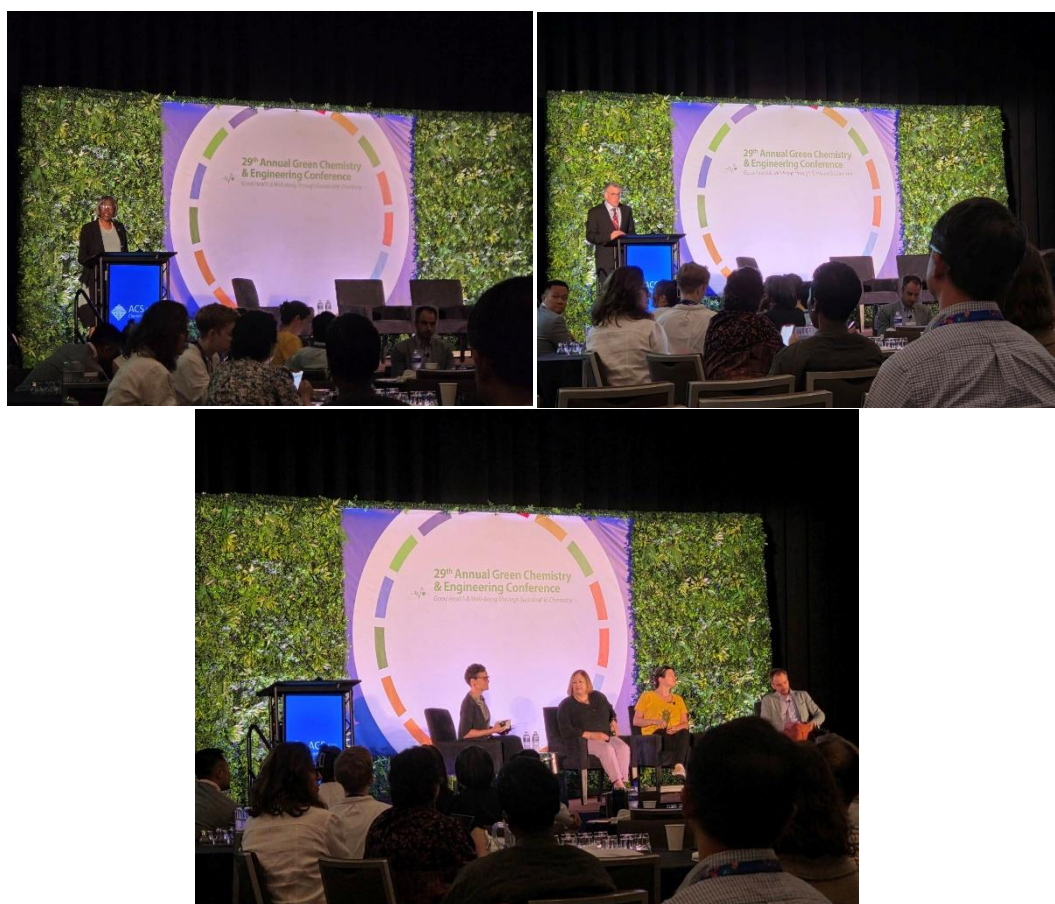


圖 3 專題演講情形

3. 主題：堅韌樂觀：不確定中創新，共創永續未來(Resilient Optimism: Innovating for a Sustainable Future Amid Uncertainty)

本次涵蓋了多個關鍵議題，包括學生海報獎勵、永續發展理念、永續化學的挑戰與機會，以及《斯德哥爾摩未來化學宣言》的重要性。

MilliporeSigma 公司 Jeffrey Whitfor 副總裁表示，即使是看似微不足道的努力，也蘊含著改變世界的巨大潛力；另闡述在永續化學實踐上的承諾，採取全面的方法，審視產品的整個生命週期，致力於減少碳足跡並降低毒性。此外，並與 Beyond Benign 合作，為全球年輕學生提供實踐科學的機會，培養未來人才。

後續論壇是由 Sarah Cottle 資深編輯主持，Paul Anastas 教授、Nitesh Mehta 董事、Pete Licence 教授及美國化學學會 Adelina Voutchkova-Kostal 主任共同討論，與會專家們探討了當前科技研究和產業界面臨的挑戰：

- A. Paul Anastas：強調韌性、創造力與合作是克服困難的關鍵。他宣布將領導 Gordon 與 Betty Moore 基金會的綠色化學倡議，將投入超過 1 億美元支持綠色化學領域，為該領域注入強心劑。
- B. Pete Licence：分享英國學術界的經驗，指出多學科與跨學科合作已成為常態，共同應對大型挑戰。他呼籲保持聯繫，善用化學這股強大的力量，為社會提供基礎。
- C. Nitesh Mehta：提供了印度產業的實例，說明如何透過建立聯盟和共享資源，幫助中小企業克服資源限制，共同推動技術創新。
- D. Adelina Voutchkova-Kostal：鼓勵科學家將基礎研究與實際問題連結，透過合作解決複雜議題。她特別提到美國化學學會對早期職業研究人員的支持，以及其綠色化學研究所提供的豐富資源，旨在培養具備系統思維和創新能力的下一代化學家。

(2) 《斯德哥爾摩未來化學宣言》(Stockholm Declaration on Chemistry for the Future)：

該宣言源於諾貝爾研討會籌備委員會主辦，並獲得斯德哥爾摩大學循環與永續系統中心(SUCCeSS)支持，聚焦於化學在面對全球挑戰中，透過倫理、永續與前瞻性解方所扮演的關鍵角色，並在 2025 年 5 月 23 日(星期五)，來自科學、產業、教育與政策領域的專家學者齊聚諾貝爾獎博物館(Nobel Prize Museum)，共同見證《斯德哥爾摩未來化學宣言》

的正式發表。

化學擁有巨大的能力來解決世界上大多數問題，但需要將現有知識和能力付諸實踐並擴大規模，該宣言是一項行動呼籲，而非僅僅一份文件，除鼓勵所有人簽署宣言外，也呼籲科學家、專業協會和各行各業的人們共同努力，宣言中也特別強調教育與培訓，並強調改變培訓方式的重要性，培養具備跨學科合作能力的科學家，以應對更大的挑戰。學術界應提供更廣泛的教育機會，培養獨立思考和解決實際問題的能力。

《斯德哥爾摩未來化學宣言》中計有五項原則，這些原則與 ACS 推動策略高度契合，且 ACS 主席 Dorothy Phillips 於會上親自簽署宣言，展現其承諾，主要重點：

- A. 全球正加速開發永續化學，以兼顧人類福祉與地球健康，翻轉過往化學發展對環境造成的傷害。
- B. 未來的化學必須從設計之初就確保安全、可持續，並能有效管理資源與廢棄物，實現綠色循環。
- C. 化學產業應勇於轉型，而非固守現狀，並透明公開化學危害資訊，將風險納入決策考量。
- D. 教育體系必須培養具備系統思維與永續發展理念的化學人才，將健康、安全融入創新。
- E. 政府應透過政策引導，鼓勵永續化學發展，並限制污染性化學行為，共同推動化學領域的變革。

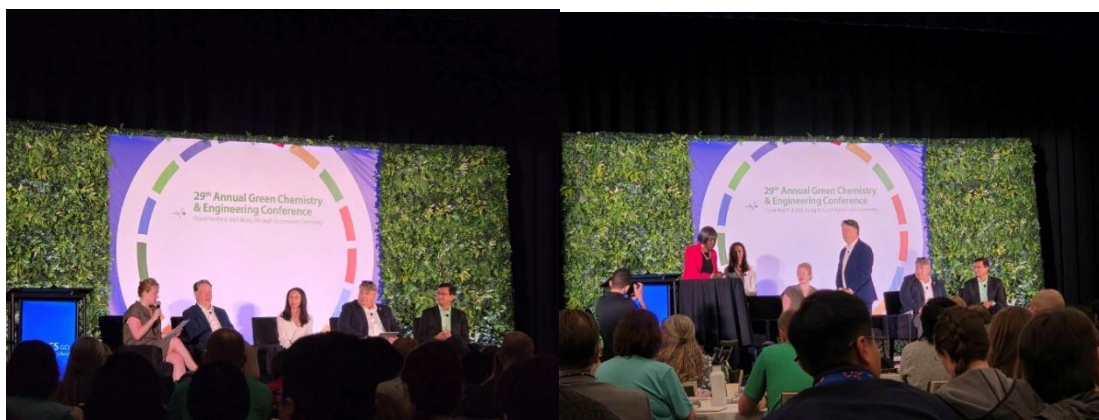


圖 4 專題演講及 ACS 主席簽署《斯德哥爾摩未來化學宣言》情形

(四) 綠色化學之父 John Warner 博士分享：

本次研討會中 John Warner 博士分別於「現實世界永續產品設計案例研究」(Real World Sustainable Product Design Case Studies)、機械化學與綠色化學的起源(Mechanochemistry and the origins of Green Chemistry)議題分享。

講者 John Warner 博士是綠色化學領域的先驅，強調了綠色化學的重要性。並表示，雖然化學機制至關重要，但實際應用的過程同樣關鍵、自己投身綠色化學的個人動機源於失去兩歲兒子的痛苦經歷，他開始質疑自己的教育，並意識到化學領域的討論不應是善惡之爭，而是通過理解機制來發明更好的事物。他強調需要超越「無害」，轉而投入綠色化學，希望從根本設計更安全、具機制基礎的產品與材料，並改變大學教育。

他創立的 Technology Greenhouse 公司，自 2007 年以來，儘管資金有限，但已申請了 360 多項專利，並將 40 多項技術授權給跨國公司。他分享了幾個令人振奮的成功案例，這些案例都體現了綠色化學的理念：

1. Collaborative Medicinal Development (CMD): 利用非共價衍生化技術，開發了一種藥物，目前已進入第三期臨床試驗。
2. Hairprint: 一家非營利性公司，開發了一種食品級技術，能自然恢復頭髮的原始色素，且難以察覺是染髮。
3. Collaborative Aggregates: 發明了一種植物性催化劑，能夠 100% 回收利用瀝青。這項技術解決了傳統瀝青回收率低(通常不到 5% 進入再利用，其餘進入垃圾掩埋場)的問題，大幅減少了對石油產品的需求。該公司自 2014 年起銷售產品。
4. Ambient Photonics: 這是一種高效的環境光伏技術，即使在微弱光線下

(例如蠟燭光)，也能產生電力。亞馬遜已投資超過 1.2 億美元用於其在加州的製造工廠，為智能家居產品提供無需更換電池的解決方案。這項技術使用了無毒材料，並採用循環設計，真正展現綠色化學的精髓。

5. 新型智能材料：開發了一種在光照下超親水、疏水薄膜的材料。一種正在研發的材料，在有光時具有超親水性，無光時則變成疏水性。這項技術可用於水收集，能高效地收集和釋放水，比傳統除濕技術節省 99% 的能源。
6. Luciola Technologies：開發無線 UV LED 技術，用於光化學合成、降解和分離，徹底改變了層析技術。

John Warner 博士強調，他們的目標是將產品推向市場，而不僅僅是發表論文。他對當前學術界過於追求論文數量而忽視實際應用，以及工業界將研發成本視為衡量之現狀表示擔憂。他呼籲科學家們聚焦於設計實際的解決方案，而非僅僅發表研究成果。他提出，雖然分子和產品種類繁多，但它們的作用機制是有限的，通過理解這些機制，才能發明更好的產品。

此外，他也指出許多現有技術仍未解決其設計本身帶來的危機，因此迫切需要從根本上改變思維，將科學研究應用於開發真正的永續解決方案，並將這些創新成果從實驗室推向市場，成功的定義不應僅限於研究突破，更在於能否實現大規模生產並有效解決現實世界的問題。

為了克服這些挑戰，講者呼籲需深化教育，同時，也強調了產學合作的重要性，期望能將科學研究與產業需求更緊密結合，共同推動綠色創新，最終實現一個更永續的未來。

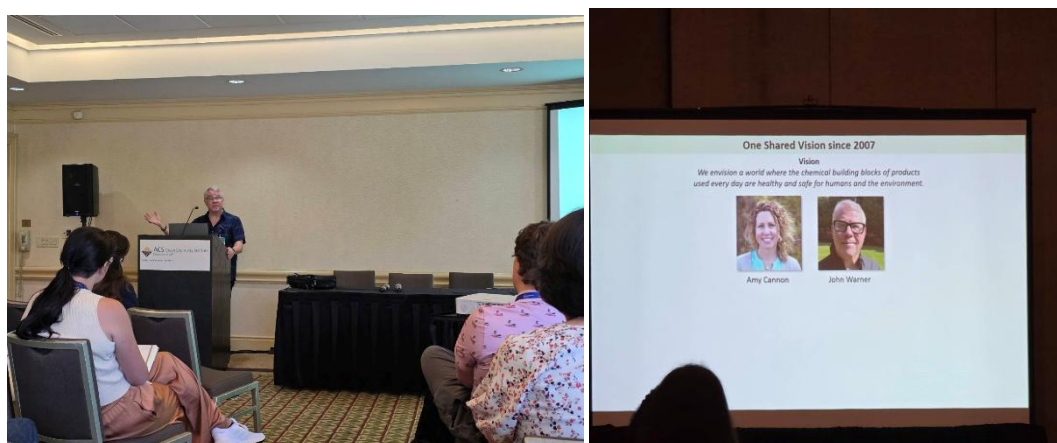


圖 5 John Warner 博士演講

(五) 催化化學教育的變革：綠色化學承諾(Catalyzing Change in Chemistry Education: The Green Chemistry Commitment)

本論壇由 Beyond Benign 辦理，並由 Amy Cannon 博士（共同創辦人）及 MilliporeSigma 公司的 Jeffrey Whitford 永續發展與社會商業創新副總裁主持，論壇聚焦於「綠色化學承諾」(GCC) 的重要性及其在化學教育與產業轉型中所扮演的角色。演講者與三位來自不同地區（英國、智利、美國）的小組成員，分享了他們在各自機構推動綠色化學的經驗與挑戰。

Beyond Benign 為非營利組織，其由 John Warner 博士和 Amy Cannon 博士在 2007 年共同創立。Beyond Benign 致力向全球科學教育工作者、工業界和整個社會推廣綠色化學實踐、案例研究、課程、實驗室實驗和活動。透過創新綠色技術應用，向教育工作者介紹永續科學和綠色化學概念。目前，全球已有 239 至 240 個機構簽署了「綠色化學承諾」，涵蓋約 32 個國家，展現出強大的社群影響力。

主持人 Amy Cannon 強調，化學市場預計到 2030 年將成長一倍，生物化學市場在未來十年也將增長 10%。美國綠色化學相關職位的成長快速，且消費者對更健康、更環保產品的需求日益增加。年輕世代也期待大學課程能融入綠色化學與永續發展的概念。然而，業界對具備綠色化學知識的人才需求與供應之間存在巨大落差。為了解決這些挑戰，教育機構必須將綠色化學納入教學，這正是 Beyond Benign 致力於綠色化學教育努力的方向。

3 位教授分享了簽署 GCC 後的經驗：

1. 第 1 位美國威德恩大學(Widener University) 的 Loyd D. Bastin 教授：雖然系所起初對綠色化學不甚了解，但簽署 GCC 後，綠色化學被正式納入系所的學習目標。這不僅推動了永續實驗室（如減少廢棄物、使用無水冷凝器、循環水泵等），每年減少一百萬磅的二氧化碳排放，同時也節省成本。綠色化學還打破了學科之間的壁壘，促使化學系與環境科學、政治科學等領域展開跨學科合作，提升了系所在大學中的能見度。
2. 第 2 位智利天主教大學(Pontificia Universidad Catolica De Chile)的 Flavia Zacconi 助理教授：由於拉丁美洲常將化學與毒性聯想，GCC 成為一個重要的催化劑，幫助他們展示化學不僅安全，還能帶來創新。她透過在課程中融入綠色化學概念，並讓學生在研究項目中實踐永續原則，成功引起了學生的興趣。她還發現，向生物學、工程學等其他領域的同事推廣綠色化學，反而更容易引起共鳴。

3. 第 3 位英國約克大學(University of York)的 Glenn Hurst 教授：英國約克大學在簽署 GCC 前已在綠色化學教育方面有所投入，但簽署後，GCC 成為整合全系力量的催化劑。它不僅促進了學術人員、學生、行政人員和技術人員的共同參與，還將綠色化學融入了所有課程、推廣活動和專業發展項目。學生入學後的第一堂課便是「綠色化學承諾」講座，明確傳達了系所的承諾。GCC 也鼓勵了不同專業領域的教師在日常教學中融入綠色化學思維，例如在課程中討論綠色替代方案。

三位講者一致強調，GCC 最寶貴的資產是其建立的全球社群。這個社群提供了合作、支持、學習和分享的平台，讓個人不再孤單奮鬥。透過會議、線上平台和各項資助機會，成員們能夠相互學習，共同推動綠色化學的進步。這種社群連結降低了變革的門檻，加速了綠色化學在各機構的推廣與實踐。



圖 5 午餐會分享情形

(六) 其他議題

1. 跨學科融合，設計並應用更安全的化學品（PFAS 及其他）(Converging Across Disciplines for the Design and Application of Safer Chemicals (PFAS and Beyond))

本議題的核心是應對 PFAS 所帶來的環境與健康挑戰，特別強調源頭減量與尋找替代方案。

- (1) 更安全的化學，永續的未來：識別和評估更安全的 PFAS 替代品(Safer chemistry for a sustainable future: Identifying and evaluating safer PFAS replacements)

講者分享毒物使用減量研究所(Toxics Use Reduction Institute, TURI)在此扮演關鍵角色，透過相關法案的資助，提供企業技術援助、實驗

室服務及研究補助金，鼓勵業界轉向更安全的化學品。

TURI 評估替代方案的三大考量是安全性、有效性和成本效益。一個案例是半導體化學品供應商 Transene 公司，在 TURI 的協助下，成功開發出 PFAS 替代品。這些替代品不僅技術上可行，更將每加侖的成本從 2400 美元降至 80 美元，顯示出環境保護與經濟效益可以並行。Transene 公司甚至成功地將超過 90% 的客戶轉換到新配方，從源頭改變了整個產業鏈。

除了半導體，PFAS 替代方案的研究也擴展到紡織品塗層和食品包裝等領域。然而，挑戰依然存在，例如某些氣體冷媒的替代品可能產生新的有害副產品，這凸顯了全面考量產品生命週期的重要性，以避免「遺憾性替代」。這些努力共同指向一個目標：推動永續製造，確保新材料設計從一開始就是安全且環境友善的。

(2) PFACTS: 利用基於人工智慧的 PFAS 危害預測和分類工具進行永續化學和材料設計(PFACTS: Leveraging AI-based PFAS hazard prediction and classification tools for sustainable chemical and materials design)

講者介紹了 PFACTS 項目，目標是建立一套通用工具和框架，不僅用於淘汰 PFAS，也能應對未來新興的有害化學物質。

該項目的使命是加速向非 PFAS 替代品的過渡，並阻止 PFAS 進入環境。其核心方法是一個金字塔型的分層結構，從基層的用戶群體需求出發。他們與半導體和電子包裝等行業合作，了解企業在識別和替換供應鏈中 PFAS 的實際困難，確保開發的工具具有實用價值。

開發工具包括了：

- (a) PFAS ID：一個易於使用的網路工具，幫助企業根據多重國際定義快速識別產品和供應鏈中的 PFAS，解決了長期困擾業界的分類混淆問題。
- (b) 危害評估：利用 AI 和機器學習模型，預測 PFAS 及其轉化產物的毒性、持久性及生物累積潛力。由於缺乏實驗數據，這種預測能力對指導更安全的化學品設計至關重要。
- (c) 防止「遺憾性替代」：該項目旨在確保新推薦的替代品不會在降解後產生同樣有害的物質。這需要對替代品進行嚴格的生命週期評估。
- (d) 捕獲技術：對於那些目前無法替代的「必要用途」PFAS，項目著重於開發高效的捕獲解決方案。

講者強調，這些工具和策略共同構建了一個全面的 PFAS 管理框架，涵蓋從識別、評估、替代到末端治理的整個流程，為企業提供決策支持，並推動化學產業向更安全、更環保的方向發展。

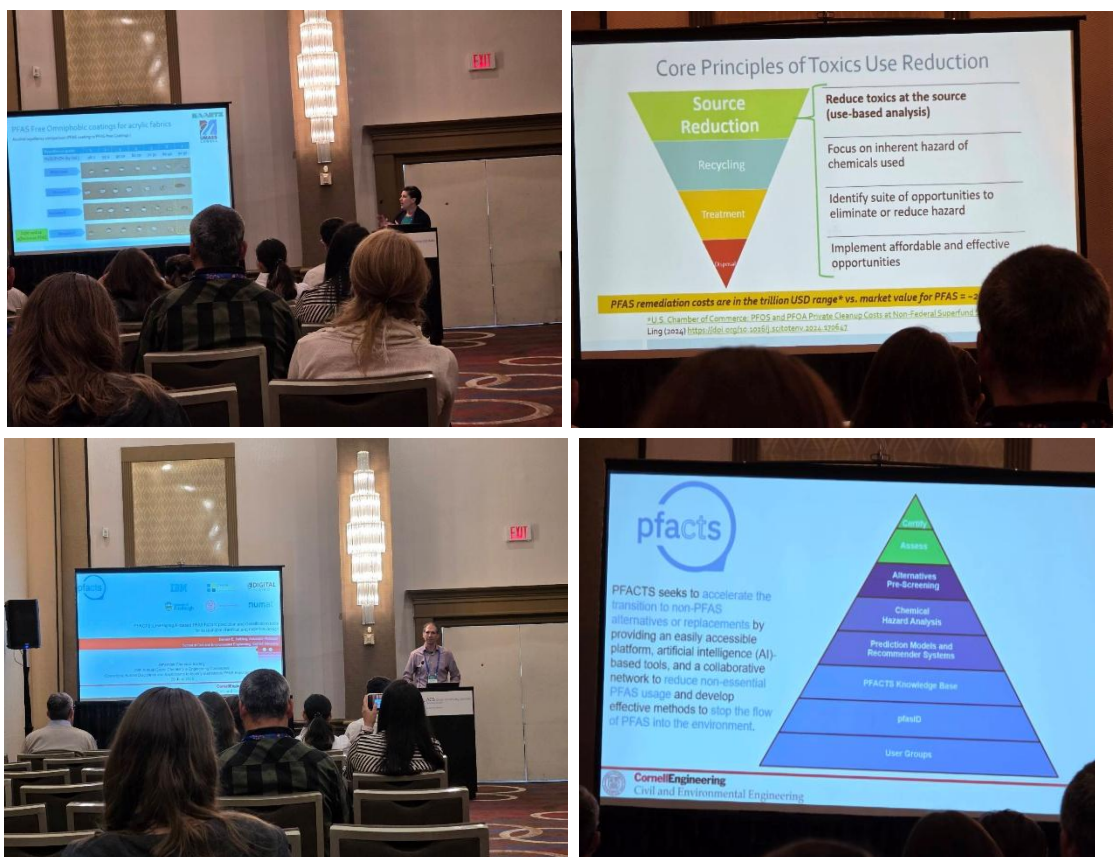


圖 6 演講情形

2. 教育類：課堂上的綠色化學資源(Green Chemistry Resources in the Classroom)

在當今的化學教育領域，將綠色化學原則融入大學課程已成為一股重要趨勢。三位講者透過各自的教學實踐，展示了如何在普通化學和有機化學實驗中，有效地推廣綠色化學，同時兼顧學術嚴謹性、實驗室安全和永續發展。

1. Jennifer Wicox 為大學普通化學課程講師，她致力於在教學中推廣綠色化學。她將原本的實驗擴充為一本詳細的實驗手冊，其中包含改編和新增綠色實驗，他將綠色化學概念深入整合到實驗手冊的每個環節。手冊中新增了綠色化學的歷史、重要性及應用領域的介紹，並為每個實驗設計相關問題和詞彙，鼓勵學生應用這些原則；在實際操作層面，

Jennifer 採用創新方法，讓學生直觀感受顏色變化、並確保所有產物都能安全排放、讓學生專注於數據分析。她積極以毒性較低的物質替代傳統有毒化學品。這些改進不僅降低了成本，更大幅減少了廢棄物產生和危險化學品的使用，讓學生能實際應用綠色化學概念。她的努力證明，綠色化學不僅能提升教學品質，也能培養學生的環保意識。

2. Matthew Patrick Tracey 為匹茲堡大學的教授，他鼓勵學生主動設計實驗，並專注於預防廢棄物、使用更安全的溶劑（如水和乙醇）以及減少淨化步驟。Matthew Patrick Tracey 教授的數據顯示，經過這些綠色化學實驗的訓練，95%以上的學生能正確識別產物，且幾乎所有學生都對綠色化學有了更深入的理解，並表示願意在未來應用這些原則。
3. Kendra Laahy Denlinger 則著重於利用 ACS 的資源，在有機化學實驗課程中強化實驗室安全和綠色化學教育。她透過要求學生閱讀 ACS 相關刊物、進行工作危害分析(JHA)練習、參加安全考試並觀看 ACS 製作的教育影片，全方位提升學生的安全知識和風險評估能力。她強調，在設計新的綠色化學實驗時，重新進行風險評估至關重要。她的努力不僅提升了學生的實驗室安全意識，也鼓勵他們將綠色化學的思維應用於更廣泛的領域。

另外為了讓化學教育更貼近社會需求與環境永續，演講中也介紹了一套入門級綠色化學課程設計。這門課程旨在幫助更多教師將綠色化學概念融入教學，內容涵蓋原則介紹、實用範例及環境正義等議題，以培養學生未來成為綠色化學的倡導者，以應對 ACS 等認證機構日益重視的綠色化學要求；為推廣其應用，團隊開發了一款工具，用於簡化教師設計和使用綠色化學案例研究的流程。這項工具不僅能促進教師間的資源共享，也期盼能讓學生在真實世界的挑戰中，學習如何運用化學知識應對永續發展議題。



圖 7 演講情形

3. 綠色化學相關獎項：Edward Brush Green Chemistry Awards Symposium

主持人先說明該獎項於 2025 年首次舉辦，旨在表彰在綠色化學領域做出重大貢獻的師生，包括「新星獎」（針對早期職業教師）、「綠色教學獎學金」（支持教學材料開發）和「職業成就獎」（表彰資深貢獻者）；這個獎項是為了紀念已故的 Edward J. Brush 博士。他畢生致力於推動將綠色與永續化學的原則，融入到高等教育之中，是這項重要理念的倡議者。

其中 David Vosburg 分享學院在 20 年前就開始推動綠色化學，近期加速發展，包括簽署了 GCC，不僅將綠色化學的概念融入到普通化學和有機化學的基礎課程中，更進一步推動了「化學與氣候」專業的設立；淘汰有害溶劑二甲苯等，展現了對實驗室環境安全和永續性的高度重視。在教學方法上，強調批判性思考，他鼓勵學生在每個實驗中思考「什麼是綠色？如何能更綠色？」這種提問式教學法培養了學生對綠色化學原則的深刻理解。他還開發並應用了多個創新的綠色有機化學實驗，這些實驗都以其無溶劑、高產率和高安全性的特點而備受讚譽。這些實踐不僅提升了教學品質，也將他的研究成果直接轉化為課堂經驗，讓學生親身感受綠色化學。

綠色化學教育不僅關乎知識傳授，更關乎培養學生獨立思考和創新解決方案的能力。

另一位獲獎者 Iris Yu 教授是新加坡國立大學的助理教授，也是今年的新星獎得主之一。她的研究和教學工作聚焦於將綠色化學概念融入環境工程領域，展現了跨學科創新的潛力。在教育方面，教授鼓勵學生將綠色化學理論應用於實際項目中。她的教學方法鼓勵學生從傳統環境工程的視角轉向思考如何利用綠色化學來應對日益增長的再生能源需求、綠色氫能生產以及廢物高值化轉化等新興挑戰。在研究方面，主要關注生物質轉化中的微波催化劑應用。此外，她的工作不僅推動了綠色化學在環境工程領域的應用，也為培養下一代具備永續思維的工程師做出了重要貢獻。

普渡大學助理教授 Qi Dong 同樣榮獲今年的新星獎。他的研究聚焦於塑膠廢棄物的電熱催化熱解，旨在克服傳統熱解技術在能耗、產物選擇性和環境影響方面的限制。熱解技術是未來解決塑膠污染的關鍵。然而，傳統熱解面臨挑戰，如能耗高、副產物且無選擇性，以及對熱解爐的要求嚴格。為了解決這些問題，他引入新技術，並設計出一種方式或策略，能有效抑制二次反應和副產物的生成。在教學上，他將這些研究融入課程，激勵學生思考如何創新並利用相關技術來解決現實世界的永續發展挑戰，培養他們成為具備創新思維的未來化學家和工程師。



圖 8 演講情形

(七) 意見交流：會中代表署裡感謝綠色化學之父 John Warner 博士為臺灣於 2025 年 5 月 9 日辦理之「綠色化學 永續共榮 聯合頒獎典禮暨成果發表會」錄製祝賀影片；此外，因 John Warner 博士曾多次表達想來臺灣親自見證獲獎者，故藉由此機會同時邀請 John Warner 博士於 2027 年 5 月至臺灣交流，藉以瞭解臺灣推動綠色化學之情形，John Warner 博士表示非常榮幸及非常樂意，並也期許各界一同為綠色永續未來努力。



圖 9 與綠色化學之父 John Warner 合影

三、心得及建議

- (一) 本次會議，綠色化學之父 John Warner 博士強調須從根本設計更安全的產品與材料，為達成此理念需要多加深化綠色化學理念並創新，其中教育屬重要之一環，接續是產學合作，Beyond Benign 的共同創辦人 Amy Cannon 博士也指出教育機構必須將綠色化學納入教學，並推動簽署 GCC，又 ACS 將自 2026 年起將對學校進行評估，並將綠色化學納入學士學位課程；目前本署積極推動大專校院和小學綠色化學教育，從製作教材教具、辦理夏令營、通識課程等，藉由活動或課程瞭解綠色化學，後續可推動及鼓勵學校推動教師開設綠色化學相關課程，將綠色化學理念融入於基礎理論課程、實驗課程、一般學科中，從中促進並鼓勵學生創新及培養綠色化學系統思維，並以不同教學方式培養學生理解綠色化學原則，逐步推動了綠色化學在各領域的應用。
- (二) 本次會議亦有提及《斯德哥爾摩未來化學宣言》(Stockholm Declaration on Chemistry for the Future)，該宣言為現今國際推動綠色化學之重要趨勢之一，其可供本署未來推動綠色化學政策之參考，亦可將相關精神納入本署辦理之「綠色化學應用及創新獎」獎勵外界並宣傳。
- (三) 本次會議中，不論是會前特別辦理之「GC&E Friday」或現場分享之「Sustainable Chemistry & Engineering Lectureship Award」及「Edward Brush Green Chemistry Awards Symposium」兩獎項，其主要是鼓勵推動綠色化學之個人（教授或學生），與本署辦理之「綠色化學應用及創新獎」有相似之處，後續本署辦理獎項時，可參考國際上辦理之經驗，持續精進及細緻化，使本署推動獎項更加完善。
- (四) 本署已邀請綠色化學之父 John Warner 博士於 2027 年至臺灣交流，為籌備後續交流活動，透過本次國際會議之參與，瞭解到國際性會議之舉辦方式，包括專題演講、開幕、論壇、海報展示以及頒獎等一系列活動，可從中汲取經驗，並將該經驗納入後續本署辦理之養分。

四、附錄：

- (一) 《斯德哥爾摩未來化學宣言》(Stockholm Declaration on Chemistry for the Future) (資料來源：<https://www.stockholm-declaration.org/>)
- (二) 議程

THE STOCKHOLM DECLARATION ON CHEMISTRY FOR THE FUTURE

Currently, scientists around the globe are inventing and developing new molecules and materials, and are creating new methods to make them, that are aligned with the goals of advancing human well-being while preserving the essential biosphere and geosphere that allows life to exist and thrive. These fundamental scientific advances are imperative because the traditional approaches to chemistry for the past two centuries, while producing tremendous technological breakthroughs and great wealth, have also too often still caused unintentional great harm to people and the planet.

The Nobel Symposium on Chemistry for Sustainability convened scientists driving chemistry for the future that ensures the products of our science are safe and sustainable by design, virtually eliminate the concept of waste through full material/energy utilization, utilize non-depleting materials, enable the generation/storage/transport of renewable energy, provide functional performance, designed through integrative systems thinking, and are dynamic/adaptable/resilient/multifunctional. The chemistry of sustainability recognizes that sustainability without innovation is impossible and innovation without sustainability would be ruinous.

While scientific discovery and invention is crucial, it is also not sufficient by itself. The signatories of this Stockholm Declaration on Chemistry for the Future recognize the range of elements needed to transform scientific breakthroughs into positive impact for society and the ecosystems upon which society relies. The following are those essential elements.

I. For the future, we must ensure that our design, development, and implementation of chemical products and processes proceed in a manner that integrates the goal of reducing or eliminating harm to people and the planet by design. Our businesses must ensure either design for inherently safe and rapid degradation for chemicals/materials with a dispersive use or design for disassembly of chemicals/materials with the potential for a circular use. Our chemical processes must evolve from reliance on substances that are toxic, depleting, rare, persistent, and explosive/flammable to substances that are healthful, renewable, distributed, plentiful, unreactive, and degradable. Our manufacturing must largely evolve from being efficient to being effective, from being centralized, single-purpose, built-to-last facilities to being distributed, adaptable/dynamic, continuous, and inherently safe.

II. For the future, all parts of our chemical enterprise must act now to recognize that the risk to people, prosperity, and the planet from inaction and preservation of the status quo is far greater than any risks that may be involved with transitioning to a ‘new chemistry for sustainability’ model that brings benefit to people, prosperity, and the planet. Our companies must now recognize and disclose the use and generation of chemical hazards as a material vulnerability to shareholders and investors. Our investment models and mechanisms must fully incorporate the risks to

investment posed by the use or generation of hazardous substances and account for them as part of due diligence. It is imperative to develop and adequately consider both qualitative and quantitative metrics in evaluating the concerns or benefits of chemicals both individually and as part of complex mixtures; recognizing that the ease of quantification is not a measure of importance.

III. For the future, our teachers, students, and practitioners of chemistry need to be trained now to ensure that the invention of new chemicals or chemical transformations integrates health, sustainability, and inherent safety as essential elements of performance. Our education at all levels must now include systems-thinking and life-cycle perspectives to allow for designing chemistry that will interconnect and be appropriate across supply chains, geographies, socioeconomic strata, cultures, industry sectors, ecosystems, and time.

IV. For the future, data and information of high quality and reliability on chemicals are essential to inherently safe and sustainable innovation and impact assessment. As such, chemical data and information must now be fully available and accessible to all; any efforts to withhold chemical information should be subject to the highest justifications and scrutiny. Transparency on the underlying data and analysis of the advantages and disadvantages of a new or legacy chemical technology must be ensured to allow for adequate comparisons without concern for exaggeration or bias.

V. For the future, we must act now to ensure that our governmental policies on the chemical enterprise including subsidies, regulations, tax incentives, protections, or penalties be aligned with advancing healthful and safe chemistry and disincentivizing/displacing polluting, wasteful, toxic, dangerous chemistry. Our regulatory policy and advanced assessment methodologies must now be implemented to advance the transition to sustainable chemicals and chemical technology without inadvertently preserving and extending legacy unsustainable chemistry.

CALL TO ACTION

Purposeful chemistry is focused on ethical, sustainable, and innovative solutions to global challenges. The Stockholm Declaration on Chemistry for the Future is a call to action urging scientists, industry, educators, students, and policy makers to collaborate on implementing solutions for human well-being while preserving and protecting our environment. By embracing this vision, we can harness chemistry's full potential as a catalyst for a fairer, more sustainable, and resilient world.

The imperatives listed above will only be realized by the collective action of those who recognize the essential role of chemistry in creating a society that is conducive to all life now and into the future. The call of this Declaration to individuals, organizations, institutions, and communities is to come together and engage in implementing these elements to bring about a positive transformative

impact for our planet and for the well- being of generations to come.

議程

23 JUNE
Monday

8:00 AM	Breakfast
9:00 AM	Concurrent Workshops
10:45 AM	Morning Break
12:30 PM	Lunch & Network Activity
3:15 PM	Afternoon Break
6:00 PM	GC&E Opening Awards Ceremony

24 JUNE
Tuesday

7:15 AM	Networking Breakfast
8:00 AM	Welcome Remarks & Keynote Address: Louise Proud
9:15 AM	Networking Coffee Break
9:30 AM	Concurrent Sessions
10:55 AM	Networking Coffee Break
12:30 PM	Lunch on Own / Catalyzing Change in Chemistry Education Luncheon
2:00 PM	Concurrent Sessions
3:25 PM	Networking Coffee Break
5:05 PM	Networking Coffee Break
6:30 PM	GC&E Poster Session & Reception

25 JUNE
Wednesday

7:15 AM	Networking Breakfast
8:00 AM	Welcome Remarks & Keynote Panel: Realizing the Promise of Green Chemistry to Protect Human and Environmental Health
9:15 AM	Networking Coffee Break
9:30 AM	Concurrent Sessions
10:55 AM	Networking Coffee Break
12:30 PM	Lunch On Own / Start-Up Showcase Luncheon
2:00 PM	Concurrent Sessions
3:25 PM	Networking Coffee Break
6:30 PM	ACS GCI Industry Roundtable Poster Reception

26 JUNE
Thursday

5:45 AM	Yoga in the Garden / Nature Walk/Run
7:00 AM	Networking Breakfast
7:45 AM	Welcome Remarks & Student Poster Awards
8:00 AM	Keynote Panel: Resilient Optimism
9:15 AM	Networking Coffee Break
9:30 AM	Concurrent Sessions
10:55 AM	Networking Coffee Break
12:30 PM	Lunch on Own / Empowered Together for Change Luncheon
2:00 PM	Concurrent Sessions
3:25 PM	Networking Coffee Break
6:30 PM	Catalysts & Cocktails: Green Chemistry on Tap

Browse Sessions by Day & Time

Browse Sessions by Topic

Tuesday AM

Tuesday PM

Wednesday AM

Wednesday PM

Thursday AM

Thursday PM

2025 Symposia

Advancing Sustainable Processes in Pharma and Allied Industries via Green Chemistry Innovations – Awards Session

[Read more](#)

Design of Chemicals, Novel Chemistries, Synthetic Pathways and Processes that Enable Good Health and Well-Being

[Read more](#)

Green and Sustainable Chemistry Innovations through Partnerships with Japan 2025

[Read more](#)

Green Solutions to Health and Safety Concerns

[Read more](#)

Innovations in Green and Sustainable Chemistry Education: Focusing on Good Health and Well-Being

[Read more](#)

Real World Sustainable Product Design Case Studies

[Read more](#)

Safe and Sustainable by Design: Green Monomer/Polymer Synthesis and Plastic Recycling

[Read more](#)

Browse Sessions by Day & Time

Browse Sessions by Topic

Tuesday AM

Tuesday PM

Wednesday AM

Wednesday PM

Thursday AM

Thursday PM

2025 Symposia

20 Years of Sustainable Continuous Flow Chemistry: Lessons Learned

[Read more](#)

Design of Chemicals, Novel Chemistries, Synthetic Pathways and Processes that Enable Good Health and Well-Being

[Read more](#)

Global Green Chemistry & Engineering: A Tool for Reducing Health and Well-Being Inequalities

[Read more](#)

Green Chemistry for Environmental Justice: Empowering Communities and Driving Change

[Read more](#)

Green Chemistry Resources in the Classroom

[Read more](#)

Safe and Sustainable by Design: Green Monomer/Polymer Synthesis and Plastic Recycling

[Read more](#)

Technologies and Catalysis for a Safe and Clean Production of Pharmaceuticals

[Read more](#)

Browse Sessions by Topic

Tuesday AM

Tuesday PM

Wednesday AM

Wednesday PM

Thursday AM

Thursday PM

2025 Symposia

ACS Green Chemistry Institute
Pharmaceutical Roundtable:
Strategic planning and roadmap
development for sustainable
technology and operations

[Read more](#)

Converging Across Disciplines and
Applications to Identify Sustainable
PFAS Replacements

[Read more](#)

GC&E Startup Showcase

[Read more](#)

Green Chemistry Resources in the
Classroom

[Read more](#)

Mechanochemistry and Green
Chemistry: A Connection Between
Education, Research, and
Innovation for a Healthier Planet

[Read more](#)

Multi-Stakeholder Summit of
Natural Polymers as Alternative
Materials to Plastics

[Read more](#)

The Intersection Between Safety
and Sustainability: Opportunities
for Empowerment, Collaboration,
and Professional Development for
Researchers

[Read more](#)

Browse Sessions by Topic

Tuesday AM

Tuesday PM

Wednesday AM

Wednesday PM

Thursday AM

Thursday PM

2025 Symposia

Greener Reaction Systems for
Pharmaceutical Manufacturing

[Read more](#)

Industry Approaches Supporting
Sustainability in an Evolving
Regulatory Environment

[Read more](#)

Leveraging Chemistry Curriculum
to Teach Social Justice Science
Issues

[Read more](#)

Mechanochemistry and Green
Chemistry: A Connection Between
Education, Research, and
Innovation for a Healthier Planet

[Read more](#)

Multi-Stakeholder Summit of
Natural Polymers as Alternative
Materials to Plastics

[Read more](#)

Plastics and the Circular Economy:
Curricular Innovation and
Workforce Development

[Read more](#)

Sustainability in Organic Chemistry:
Special Student Postdoc Session

[Read more](#)

Browse Sessions by Topic

Tuesday AM Tuesday PM Wednesday AM Wednesday PM Thursday AM Thursday PM 2025 Symposia

Advancing Innovation in Sustainable Personal Care and Household Products: Making Lives Healthier, Cleaner & More Productive

[Read more](#)

Bringing Industry, Academia and Community into the Classroom: Promoting Experiential Green Chemistry Education

[Read more](#)

Edward Brush Green Chemistry Awards Symposium

[Read more](#)

Green Electrocatalysis for Sustainable Chemical Production

[Read more](#)

Greening the Pharma Supply Chain: Innovations for Early Intermediate/Raw Material Processes

[Read more](#)

Peptides, Pepteins, and Proteins: Greener Biomolecule Production and Analysis

[Read more](#)

SDG 3: Good Heath & Well Being – Addressing Industry Gaps Related to Scope 3 Emissions and Green Chemistry Across the Value Chain

[Read more](#)

Sustainable Chemistries and Processes to Decarbonize the Transportation Sector

[Read more](#)

Browse Sessions by Topic

Tuesday AM Tuesday PM Wednesday AM Wednesday PM Thursday AM Thursday PM 2025 Symposia

Cleansers of Tomorrow: Innovating Surfactants, Materials, and Formulated Systems through Collaboration

[Read more](#)

Data Science Applications in Base Metal Catalysis

[Read more](#)

Edward Brush Green Chemistry Awards Symposium

[Read more](#)

Peptides, Pepteins, and Proteins: Greener Biomolecule Production and Analysis

[Read more](#)

Sustainable Chemistries and Processes to Decarbonize the Transportation Sector

[Read more](#)

Sustainable Polyesters and their Superior end-of-life Options: The Search for Solutions to Tackle the CO₂ Emission and Plastic Pollution Crises

[Read more](#)