

出國報告（出國類別：其他）

## 參加德國科隆2024無塑膠廢棄物世界會議暨博覽會

服務機關：環境部

姓名職稱：劉峯秀技正、郭庭赫技士

派赴國家：德國

出國期間：113年11月11日至17日

報告日期：113年12月31日

## 摘要

本次參與「2024 無塑膠廢棄物世界會議暨博覽會」目的為推廣低碳生活方式，強化我國 2050 淨零排放政策的實現途徑，學習德國及其他國家在塑膠廢棄物治理和綠色永續發展方面的經驗。會議從減少塑膠污染的多角度探討，包括法規更新、循環經濟、可降解生物材料的應用和消費者行為影響。介紹了塑膠循環經濟的實現方法、延伸生產者責任、零廢棄設計和創新材料開發。此外，會議亦深入討論不同領域對塑膠污染的影響與解決方案，例如農業生物基塑膠材料、建築行業對塑膠材料需求的調整，以及生命週期評估為基礎的塑膠污染治理策略。

心得與建議如下：促進政策協調，塑膠污染治理需跨國協作，例如統一回收與再利用標準，推廣延伸生產者責任制度，限制不可回收塑膠跨境運輸。實踐技術創新與商業化，新材料和新技術需進一步克服成本與規模應用挑戰，此外可運用機器學習開發新材料。推行產品生命週期管理：結合化學風險評估，制訂行業專屬的永續策略，應用於建築、包裝及農業等領域。提升教育與社會意識，透過社區活動、試點計畫和多方平台，增強大眾對塑膠污染的認知與支持。

塑膠污染治理及淨零永續發展需要從法規、技術、商業和社會面向努力，結合跨領域資源，促進多方合作，制定綜合解決方案。本次會議提供了豐富的國際經驗與解決方案，可為我國推動環保政策提供參考，未來可朝加強國際合作、推動技術創新、完善生命週期管理，實現淨零永續的長效治理與永續發展。

# 目錄

壹、目的.....	2
貳、行程概要 .....	3
參、會議過程 .....	4
肆、心得及建議 .....	16
附件、2024 無塑膠廢棄物世界會議議程.....	i

## 壹、目的

為推廣民眾於日常生活採行低碳行動，環境部自 109 年推行全民綠生活，呼應我國 2050 淨零排放政策，行政院 112 年核定淨零綠生活為第 10 項關鍵戰略，113 年賴總統國家希望工程政見，納入形塑淨零永續的綠生活策略，並結合 11 部會由零浪費低碳飲食、友善環境綠時尚、健康近零碳建築、低碳運輸網絡及全民對話溝通 5 大施政重點推動，包含推廣環境友善的衣物及日常用品、以租代買、循環採購及回收循環利用。

德國自 2016 年實施限塑政策，2021 年禁止使用一次性塑膠袋，有效降低全德國境內塑膠袋使用量，德國政府與各大量販、零售業者合作，不免費提供塑膠袋之外，且提供其他環保購物袋提供民眾選擇，養成民眾自備購物袋以及對替代包材的認同。

「2024 無塑膠廢棄物世界會議暨博覽會」將演講歐盟塑膠政策，及研究生物可降解材料，並研究減少塑膠廢棄物的行業特定策略，討論包裝中用替代材料取代塑膠的解方，與環境部推動之淨零綠生活政策方向契合，參與該會議有助於瞭解國際永續發展趨勢，供推動形塑淨零永續綠生活政策參考。

## 貳、行程概要

日期	行程內容	地點
11/11-11/12 (一)-(二)	前往德國科隆 (含轉車)	臺北→法蘭克福→科隆
11/13 (三)	2024 無塑膠廢棄物世界會議暨博覽會(Plastic Waste Free World Conference & Expo 2024) 2024 永續材料會議暨博覽會(Sustainable Materials Conference & Expo 2024) 2024 永續化學品會議暨博覽會(Sustainable Chemicals Conference & Expo 2024) 2024 綠色製造會議暨博覽會(Greener Manufacturing Conference & Expo 2024)	科隆展覽中心 Koelnmesse Exhibition Centre
11/14 (四)	2024 無塑膠廢棄物世界會議暨博覽會(Plastic Waste Free World Conference & Expo 2024) 2024 永續材料會議暨博覽會(Sustainable Materials Conference & Expo 2024) 2024 永續化學品會議暨博覽會(Sustainable Chemicals Conference & Expo 2024) 2024 綠色製造會議暨博覽會(Greener Manufacturing Conference & Expo 2024)	科隆展覽中心 Koelnmesse Exhibition Centre
11/15 (五)	1.低碳運輸網路考察(公共運輸、步行環境、自行車環境)。 2.會議資料成果整理。	
11/16-11/17 (六)-(日)	返回臺北 (含轉車)	科隆→法蘭克福→臺北

## 參、會議過程

德國科隆 2024 年 11 月 13 日至 14 日舉辦「2024 無塑膠廢棄物世界會議暨博覽會」(Plastic Waste Free World Conference & Expo 2024)。會議目標在於減少塑膠廢棄物的污染，從廢棄物減量策略、循環經濟、生物基材料和包裝等議題探討，解決方案包括法規更新、永續策略、創新材料以及消費者參與等面向，為與會者提供塑膠廢棄物減量工具與知識，推動各產業採取實踐。



圖 1 2024 無塑膠廢棄物世界會議暨博覽會場

此次會議主要討論議題如下：包裝與包裝廢棄物法規 (PPWR)、一次性塑料指令(SUPD)、塑膠循環經濟實現途徑、廢棄物回收策略、延伸生產者責任(EPR)、零廢棄設計、生物可降解包裝、塑膠環境足跡、產品設計融入永續理念、創新紡織材料研發等議題。

一、荷蘭應用科學研究組織(The Netherlands Organization for Applied Research, TNO)利用機器學習開發新型生物降解聚合物，建立約 6,000 種聚合物的資料庫，並開發快速方法來預測聚合物的特性，可預測 8 種關鍵性能，包括壓縮量、硬度、衝擊強度等。資料庫組成：35-40% 聚酯、15-20% 聚醯胺、5-10% 聚碳酸酯、5-10% 聚氨酯、25-35% 其他材料。研究團隊目前著重於紡織品和包裝材料開發，並計劃擴展其資料庫和模型以涵蓋更多種類的聚合物和特性，擴大數據規模與屬性範圍、優化演算法以應對更複雜的高分子設計需求，並開發模型驗證機制，確保設計結果的實用性與持續性，以設計出符合未來需求的永續塑料。

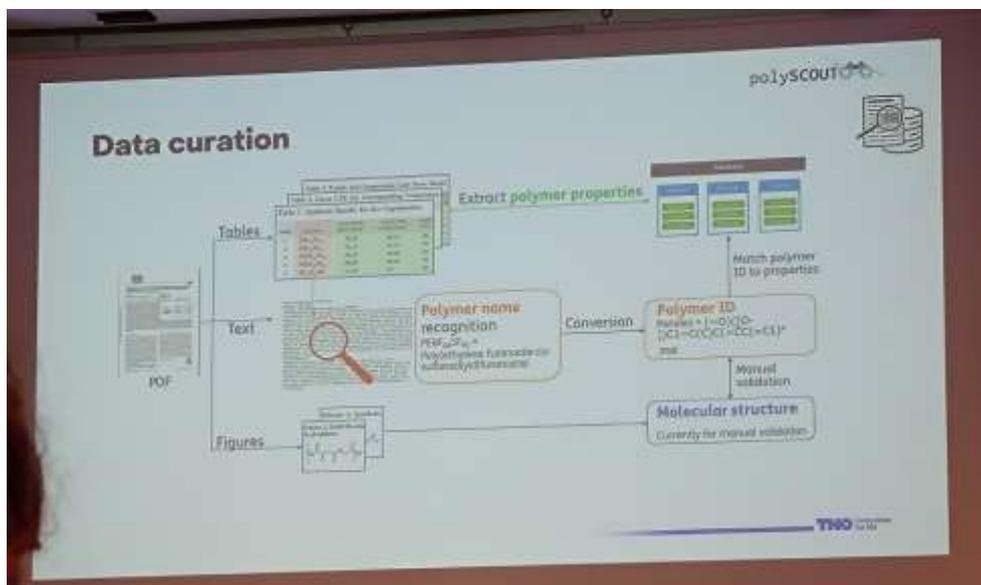


圖 2 TNO 介紹聚合物資料應用

二、比利時 Normec OWS 公司探討微塑膠(microplastic)污染問題及其解決方案，介紹了歐盟針對故意添加和意外產生微塑膠的相關法規。故意添加微塑膠的來源包括化粧品、清潔劑、肥料等，非故意微塑膠主要源自塑膠材質老化分解產生，每年歐洲在環境中釋放了約 42,000 噸(約 14 個奧運標準泳池)的微塑膠，於是歐盟 2023 年 9 月 25 日頒布限制條例，預計在 20 年內減少 500,000 噸微塑膠的釋放。Normec OWS 公司強調永續創新設計和產品預測分析的重要性，提倡可生物降解設計，運用降解測試與分析工具，避免微塑膠在環境中殘留。



圖 3 Normec OWS 說明微塑膠環境流布

三、斯洛維尼亞 ECHO Instruments 公司開發和應用自動呼吸測定系統，評估不同環境下（堆肥、土壤、水和海洋沉積物）生物基塑料降解速率的研究。該公司利用微生物作為感測器，參考 ISO 14855 和 ISO 17556 標準，測量二氧化碳產生量來評估生物基塑料降解程度。研究包含了不同材料，如纖維素、PLA 和 Scoby(Symbiotic Colony of Bacteria and Yeast)，以及在不同介質的生物降解性測試，並探討了影響生物降解速率的因素，例如微生物多樣性及溫度、濕度、氧氣含量等環境條件。ECHO Instruments 公司亦推廣系統應用於廢水處理、農業土壤、微生物堆肥技術等以改良環境品質。

四、Dr. Rolph Payet 概述了《巴塞爾公約》、《鹿特丹公約》和《斯德哥爾摩公約》秘書處在全球解決塑膠廢棄物問題上的努力，包含控制塑膠污染國際法律約束性文書的制定過程，透過「事先知情同意程序 (PIC)」來管控塑膠廢棄物跨境運輸的機制，減少不可回收廢物的移動，同時促進國際間的循環利用。《塑膠廢棄物環境無害化管理技術指引》(Technical Guidelines on Environmentally Sound Management of Plastic Waste)提供從廢棄物預防到最終處置的全過程標準如化學物質監控：辨識和控制塑膠中有害化學物質，確保透明性和可追溯性，避免毒性化學物質進入循環體系。延伸生產者責任 (EPR)：推動塑膠產品設計的永續性，鼓勵生產者承擔更多責任。教育與宣傳：透過多方利益相關者平台和試點專案(如

塑膠無廢校園、公民科學海灘垃圾調查) 推動社會參與。《巴塞爾公約》塑膠廢棄物夥伴計畫自 2019 年啟動，已涵蓋 290 個成員與 38 個試點專案，致力於廢棄物最小量化和教育宣傳。以上這些國際協議和行動旨在透過法律、政策和技術手段，全面解決塑膠廢棄物對環境和人類健康的威脅。

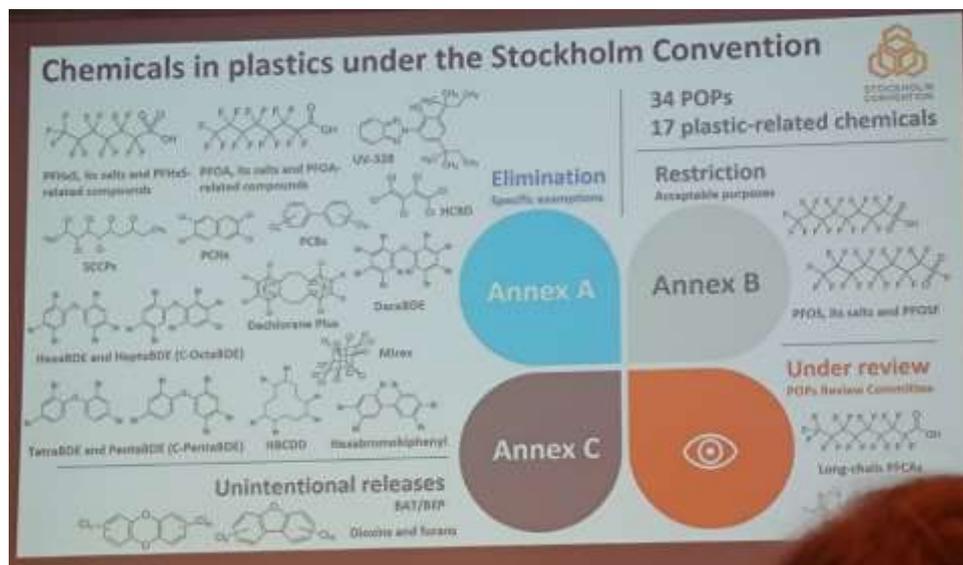


圖 4 Dr. Rolph Payet 介紹斯德哥爾摩公約

五、荷蘭瓦赫寧恩大學與研究中心(Wageningen University & Research)針對農業和園藝開發可降解生物基塑膠，研究重點在於調整塑膠的生物降解速率，以符合不同應用場景的需求，並解決農業塑膠廢棄物造成的微塑膠污染問題。延遲性生物降解材料適合需要較長使用壽命的產品，而快速性生物降解材料適用於短期農作物覆蓋之用途，並確保最終完全降解避免微塑料積累。研究團隊透過實驗室和田間試驗，開發出多種用途之塑膠材料，探討工業肥料在開放環境中降解的可行性，以減少石化塑料的使用，推動永續農業發展，創造出兼具功能性和環境友善性的解決方案。

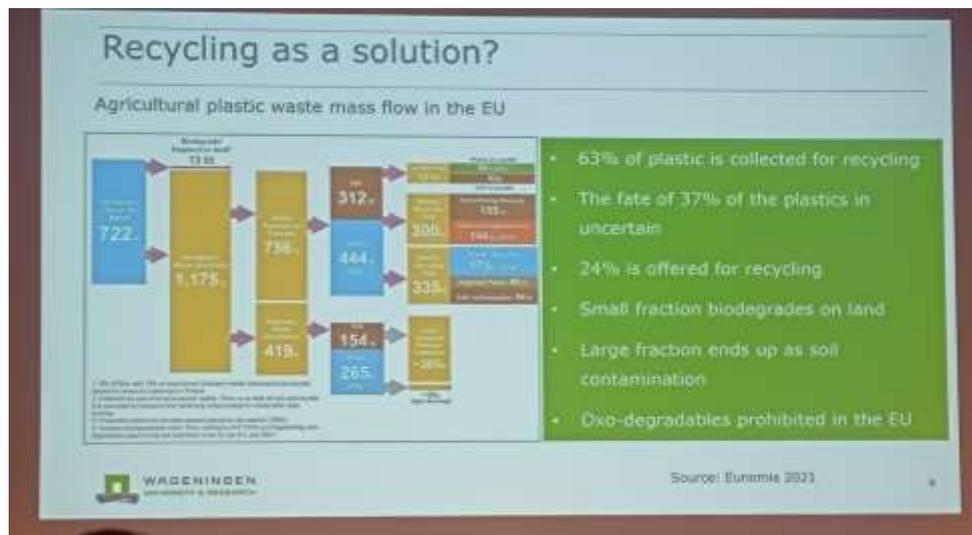


圖 5 瓦赫寧恩大學研究中心說明農業塑膠污染

六、紐西蘭維多利亞大學 Dr. Emina Kristina Petrovic 報告建築業對塑膠材料的龐大需求，以及相關的健康與環境風險。建築業是僅次於包裝業的第 2 大塑膠消費領域，在塑料使用涉及製造、使用和廢棄階段，其中含有大量化學物質風險，在過去幾十年來，合成材料的發明與塑料生產量呈指數增長，但有 95% 化學物質缺乏足夠的健康風險評估，而化學品的危害證實通常需要 20 年以上，且可能存在 70-90% 的判斷誤差。Dr. Emina Kristina Petrovic 也介紹永續過渡框架(Sustainability Transition Framework, STF)，STF 是一個分析和實踐框架，用於理解永續發展中社會、經濟和技術轉型，該框架被廣泛用於研究如何從當前非永續系統過渡到更環境友善、資源高效和社會公平的運行模式，而快速跳躍階段的過渡通常不可行，需要逐步推進。另外也建議進行生命週期評估，產品從提取、製造、運輸、安裝到使用、移除和廢棄階段，全面了解建築塑料的影響，探索建築中非塑料的替代材料，增加對建築材料的化學風險評估，加速不安全物質的淘汰過程，改進生產工藝，減少有害化學品的使用等措施是實現建築永續轉型的關鍵。

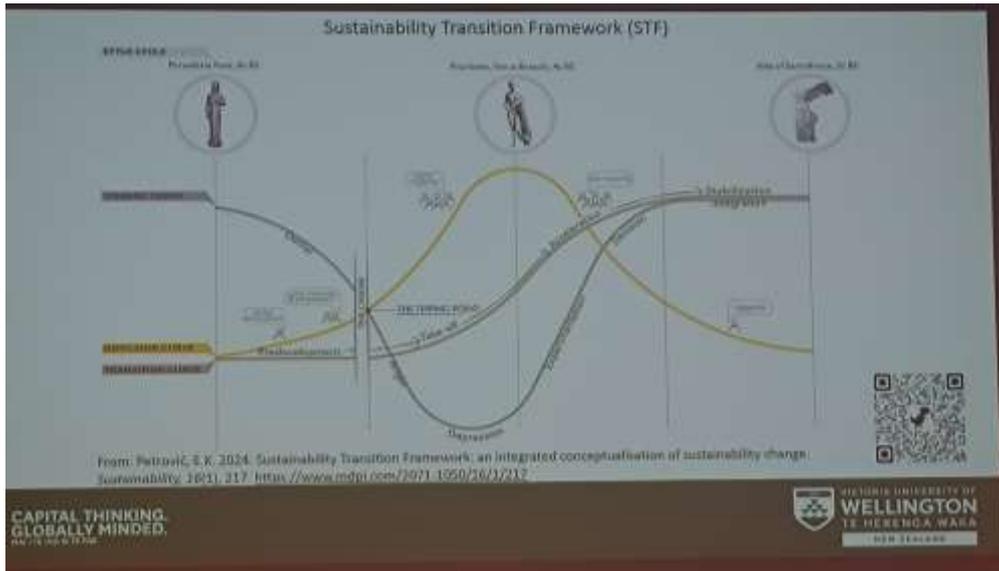


圖 6 Dr. Emina Kristina Petrovic 講解 STF 框架

七、Anthesis 集團分享與英國雜貨分配研究組織 IGD(Institute of Grocery Distribution)合作研究，利用生命週期方式，分析了 2019 年的基準數據，評估食品和消費品包裝業對 4 大指標（溫室氣體排放、水資源消耗、土地使用、原生資源使用）的環境影響。結果發現塑膠包裝對氣候變遷、用水和原生資源使用影響最大，而紙類包裝則對土地使用影響最大。研究模擬了三種情境：維持現狀（不再增加使用包裝）、最大化效率（加強回收、減少生產過程碳排放）和最大化效率加上包裝減量 20%，結果顯示僅靠提高效率不足以達成 2030 年減半環境衝擊的目標，唯有減少包裝用量、提高回收率才能有效達成目標，未來應通過全面的生命週期評估，制定綜合性策略，加強法規（如塑膠包裝費及延伸生產者責任 EPR）與實際行動結合，才能有效推動包裝產業的變革。

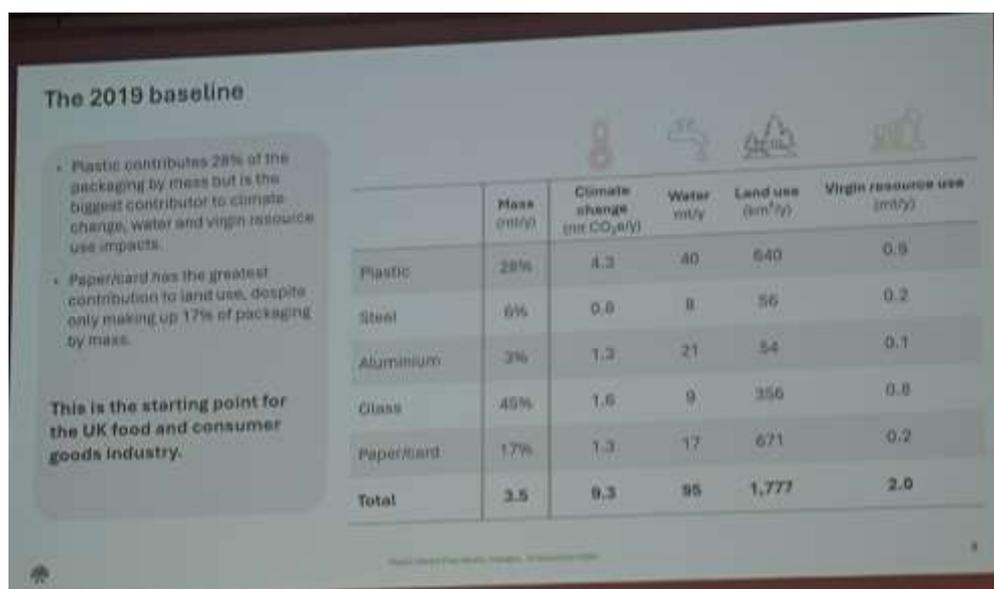


圖 7 Anthesis 集團評估塑膠包裝對環境影響

八、RyPax 公司發展紙瓶包裝的商業計劃，評估塑膠污染社會成本高達 4,500 億美元，人類大腦內含約 7 克微塑膠 (microplastic)，而約 85% 的塑膠包裝最終進入垃圾填埋場或未經處理的廢棄物系統。目前全球每年生產 6,000 億個塑膠瓶，該公司目標加速塑膠瓶轉換為紙瓶，推動 50% 塑膠瓶替換為紙瓶，並強調該方案材料的可行性及功能性。

九、瑞典 Blue Ocean Closures 公司介紹其開發的創新纖維包裝技術，具有 100% 材料利用率、生物基、可降解、可回收為紙張，碳足跡低等優勢，該公司仍處於融資階段，提供試產與新產品開發與更多夥伴加入永續生產未來。

十、Xampla 公司開發名為 Morro™ 的植物性蛋白質塗層，將植物蛋白和天然聚合物重新結合，製造出無塑料且可生物降解的材料，解決紙張包裝缺乏防水、防油等功能的困境，此塗層可生物分解且與現有生產線相容，適用於各種紙材和包裝方式，例如食品容器、紙袋等。

十一、H.B. Fuller 公司分享如何利用創新的黏著劑方案，促進包裝永續發展，永續包裝涉及多種考量如保存期限、重量、材料安全性要求、回收性要求與供應鏈需求，包裝應設計思考減少塑膠及收縮膜使用，可透過黏合劑的使用減少包裝材料，降低成本並節省資源。該公司研發環保黏著劑 (Earthic、Advantra® Earthic™)，並協助客戶設計更環保的包裝技術 (Swift®tak)，減少塑膠使用，提升回收效率。



圖 8 參展廠商開發各種可生物降解材料

十二、ISCC(International Sustainability and Carbon Certification)系統為環境永續性認證系統，涵蓋生物經濟和循環經濟領域，目前擁有超過 12,200 個有效證書，涵蓋 130 多個國家，並持續推動培訓與合作。其有 3 大認證方案，ISCC EU：專注於歐盟再生能源指令(EU Renewable Energy Directive, RED) 下的永續燃料及相關準則。ISCC PLUS：包含循環經濟、生物材料的認證，適用於食品、飼料、塑膠、紡織品等多樣市場。ISCC CORSIA：專注於符合國際民航組織（ICAO）永續航空燃料標準的認證。會議分享 ISCC 在應對全球塑膠廢棄物問題上的角色，參與塑膠回收標準與生物材料的推動，並概述了各國（包括歐盟、美國、澳洲、日本和韓國）的相關法規發展，ISCC 即將於 2025 年 1 月在日本舉行永續認證會議。

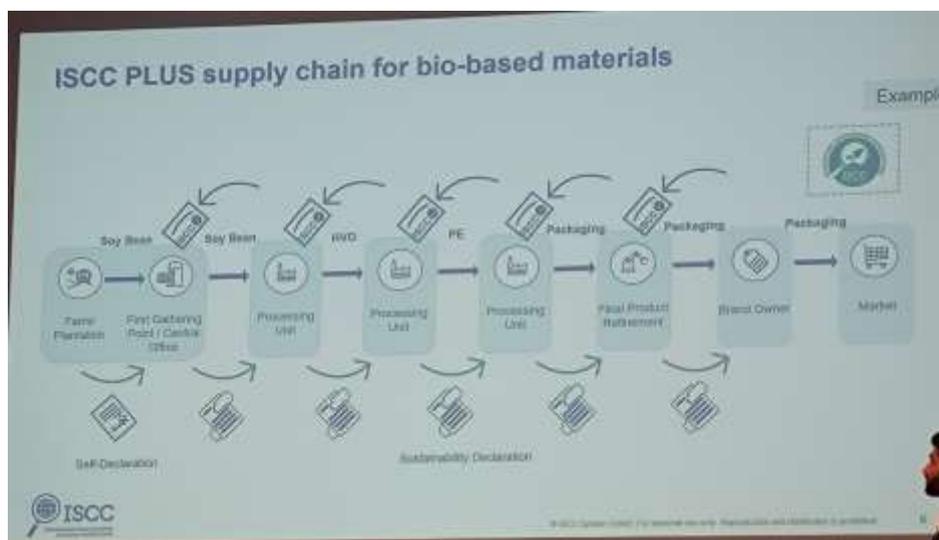


圖 9 ISCC 介紹環境永續認證制度

## 伍、心得及建議

- 一、科隆為德國北萊茵-威斯特法倫州的交通樞紐，KVB(Kölner Verkehrs-Betriebe)是德國科隆市的主要公共交通運營商，涵蓋地鐵(U-Bahn)、輕軌(Stadtbahn)、有軌電車、公共巴士以及單車共享系統(KVB-Rad)的運營。KVB 系統形成緊密的交通網絡，U-Bahn 與輕軌系統覆蓋市區及近郊地區，公共巴士補充軌道交通未覆蓋的區域，單車共享系統(KVB-Rad)則提供短程移動方案，KVB 輕軌和 U-Bahn 列車採用電力驅動，減少了燃油依賴和碳排放。

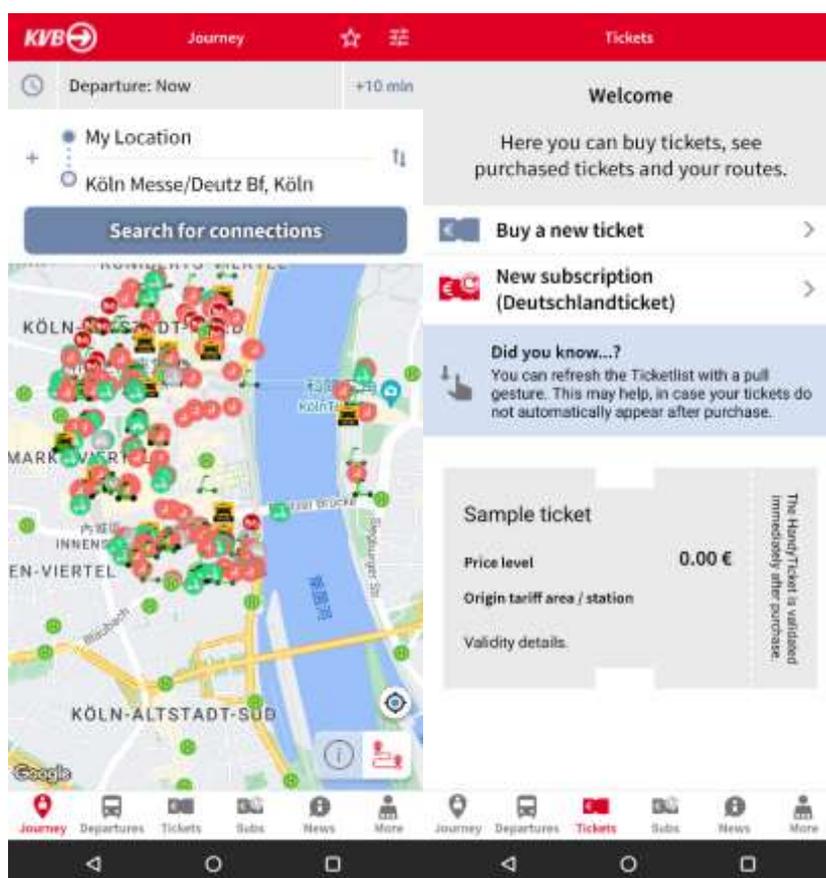


圖 10 KVB 手機應用程式操作介面

- 二、塑膠污染治理是當前全球環境永續發展的關鍵挑戰，國際合作與政策干預是最主要工具，國際間加強法律與技術標準的協調，強化國際協作與政策一致性，例如統一塑膠回收與再利用的標準，並推動延伸生產者責任(EPR)在更多國家實施，透過多邊協定進一步限制不可回收塑膠的跨境運輸，促進資源透明化管理。
- 三、技術創新可幫助解決塑膠污染，但其價值尚需要通過商業化才能擴大實現，可建立企業間合作的激勵機制、推動技術創新與商業化結合，促進永續包裝的標準化與政策引導。
- 四、機器學習技術可運用於幫助開發新材料，解決塑膠污染問題，利用機器學習開發新型生物聚合物，展示了人工智慧在高分子材料設計中的潛力，可鼓勵各研究機構擴展其資料庫和模型的範圍，以涵蓋更多種類的聚合物和特性。
- 五、永續包裝及創新材料未來極具潛力與挑戰，包裝業是塑膠使用的主要領域，廠商展示各種替代塑膠材料方案，如生物基可降解纖維、蛋白質塗層等，為包裝業提供全新思路，然而這些創新技術要在市場中推廣，還需克服成本高昂和規模化應用的挑戰。
- 六、從設計到最終廢棄的全生命週期評估(LCA)是未來塑膠污染治理重點，生命週期評估和化學風險管理之跨領域整合管理極為重要，因此針對不同領域有制定其專屬策略的必要性，且應成為企業決策基礎，特別是在建築、包裝和農業領域。

- 七、提升教育與社會公眾參與，建議通過社區教育和校園活動，增強大眾對塑膠污染的認識和行動意識。例如推廣塑膠無廢試點計畫，讓民眾體驗並支持轉型，通過多方利益相關者平台和試點專案，推動社會參與，提高公眾對塑膠污染及其解決方案的認識。
- 八、塑膠污染治理不局限於單一領域，結合農業、建築、消費品等多領域資源，建立跨領域的綜合框架，促進科學家、企業家與政策制定者之間的合作，打造全面的解決方案。
- 九、永續發展涉及多重層面，全球正朝向多樣化管道努力，發展更高效的技術創新、推動更一致的國際政策、實行更全面的生命週期管理以及鼓勵更廣泛的公眾參與，達成資源高效利用、污染最小化和社會公平的永續未來。

## 附件、2024 無塑膠廢棄物世界會議議程

CONFERENCE SCHEDULER > <b>DAY 1</b> < WEDNESDAY 13 NOVEMBER 2024	
<b>DAY 1</b>	<b>PLASTIC WASTE FREE WORLD CONFERENCE</b>
09:00	Opening remarks
09:15	20 minutes speed-track, right here, right now insights on everything in the plastic crisis - risks, legislation, imperatives, opportunities, solutions
09:35	Panel: Materials of the future
10:05	Funding the Material Transition, Financial Solutions
10:25	A conversation with Helmut Maurer
10:55	<b>BREAK</b>
11:15	Microplastic persistence and environmental impact of biodegradable vs. non-degradable polymers – A conceptual model as a tool to combine desired material properties and the reduction of accumulation in the environment
11:35	Machine learning for Biopolymer Design
11:55	Building a Microplastics Free World: Innovative Design and Predictive Testing
12:15	Quick update: Meta study on PLA
12:30	Are there misconceptions about bioplastics end of life?
13:00	<b>LUNCH</b>
14:00	Standards as a Resource: Providing a Tool Kit to Aid Policymakers in Mitigating and Eliminating Plastic Pollution
14:20	Advancing Global Action on Plastic Waste: Progress through the Basel and Stockholm Conventions
14:40	Lessons Learnt from the Implementation of EPR Schemes
15:00	EU legislation overview
15:20	<b>BREAK</b>
15:40	Towards a Coordinated Corporate Accountability on Plastic: Implementing Solutions Across the Entire Plastic Value Chain
16:15	Biobased plastic products with tuned biodegradability for application in agri- and horticulture
16:35	Development of man-made fibres: a strategic effort to strength the sustainability of Portuguese textile industry
16:55	Can We Find a Realistic Answer to the Fashion and Textile Industry's Plastic Problem?
17:25	Importance of consensus and issue definition for faster transitioning away from plastics in buildings
17:45	Closing Remarks

FOR ALL THE LATEST UPDATES DOWNLOAD THE **FREE** EVENT APP > SEARCH IN YOUR APP STORE FOR: **SUSTAINABLE INDUSTRY WEEK 2024**

<b>DAY 2</b>	<b>PLASTIC WASTE FREE WORLD CONFERENCE</b>
<b>09:00</b>	Opening Remarks
<b>09:10</b>	Are plastic reduction strategies bad for the planet? Ensuring impact reduction when making material packaging choices
<b>09:30</b>	Functional, Scalable, Viable – accelerating the conversion to paper water bottles is now possible
<b>09:50</b>	Replacing plastics on a new level with highly densified paper fibers
<b>10:10</b>	Plant-based replacements for single-use plastics
<b>10:30</b>	While adhesives may appear to play a small role, they are essential adding functionality to the overall packaging, such as recyclability and safety
<b>10:50</b>	Panel: Paper as a Plastics Replacement. Is it a sustainable solution?
<b>11:30</b>	<b>LUNCH</b>
<b>12:30</b>	Design for circularity? Engaging the packaging industry
<b>13:10</b>	ReUse models: How to ensure successful implementation
<b>13:50</b>	<b>BREAK</b>
<b>14:20</b>	Panel: What is the role of recycling in the plastics circular economy?
<b>15:05</b>	KOLEKT - using mobile technology to monitor the waste supply chain
<b>15:25</b>	Mass balance approaches
<b>15:45</b>	Closing remarks