

# 行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書

出國報告（出國類別：開會）

參加「比利時 AquaConSoil 第 15 屆土壤、底泥與水資源永續利用與管理國際研討會」及褐地活化場址參訪

服務機關：行政院環境保護署

姓名職稱：陳以新組長

出國地點：比利時

出國期間：108 年 5 月 18 日至 108 年 5 月 26 日

報告日期：108 年 8 月 26 日

## 摘 要

本次出國行程係參加比利時安特衛普舉辦之「AquaConSoil 第 15 屆土壤、底泥與水資源永續利用與管理國際研討會」，該研討會是歐洲地區相當受重視之會議之一。土壤及地下水污染整治領域，尤其是土地再利用、活化及土地管理，在長期人與環境爭地的歐洲國家，已經是發展十分成熟且先進的地區，參加該研討會不僅可瞭解歐洲地區污染整治技術發展近況與趨勢，會議期間並於研討會中發表論文海報「A Top-Down Approach for the Development and Implementation of GSR in Taiwan - Progress and Challenges」，分享我國推動綠色及永續型整治(Green and Sustainable Remediation, GSR)的成果及實務經驗。

本次 AquaConSoil 研討會共區分 7 大主題，並各有 4 至 5 項子題，包括：(1)數位世界的土壤與水、(2)風險評估與土壤、底泥及水質監測之發展、(3)土水泥中低濃度或新興污染物、(4)整治技術發展、(5)場址法律社會經濟面的管理策略、(6)土地、土水泥的循環經濟及(7)土地管理等議題同時進行研討，整場研討會共有 250 篇口頭發表、190 篇海報發表及 19 場特別講習(Special Session)，另外針對污染場址法律面與經濟面相關管理策略，研討會各有一個全天進行討論，可見歐洲國家除了技術發展之外，尤其特別重視污染場址再利用政策及管理面向的發展討論，值得做為我國後續推動方向的參考。本次研討會中亦安排與國際永續論壇(Sustainable Remediation Forum, SuRF)組織成員會面，交流各國永續整治推廣現況，尋求合作契機。

此外，本次行程至德國 3 處著名褐地活化場址進行參訪，藉由瞭解不同場址的活化歷程及方法，做為國內場址借鏡之思維參考。

## 目 次

壹、目的	3
貳、行程	4
參、工作內容	5
肆、心得及建議	23
附件一、AquaConSoil 研討會議程	28
附件二、公務出國期間國外人士個人資料彙整表	29
附件三、SuRF Special Session 介紹	30
附件四、杜伊斯堡導覽地圖	31
附件五、魯爾工業區導覽地圖	32

## 壹、目的

我國環境保護署自 2008 年起引進綠色永續型整治(Green and Sustainable Remediation, GSR)觀點，於國內部分場址針對環境足跡減量進行嘗試，並於 2012 年起，開始建立並推行我國 GSR 之架構、推動策略與評估工具集。為持續推動並落實 GSR 精神於國內整治場址，引入符合 GSR 之創新調查與整治技術，提升國內技術水平，期望以技術提升與發展為目標，引進相關調查與整治技術，同時藉由技術宣講、推廣媒合、現場查核等方式，落實 GSR 架構於國內污染整治，並參與國內外綠色、永續與新穎土壤及地下水相關技術交流，以掌握國際技術發展趨勢。

本次參加之 AquaConSoil 研討會全名為「第 15 屆土壤、底泥與水資源永續利用研討會(Sustainable Use and Management of Soil, Sediment and Water Resources)」，是每 2-3 年於歐洲舉辦之國際研討會，內容涵蓋污染物整治與調查技術發展、土水環境中新興污染物調查與監測方法與策略、污染土地管理策略等，並提供政府單位、學術單位、顧問公司、藥劑及設備廠商發表整治與調查技術及整治成果的平台，本年度研討會過程中同時有展覽、媒合(Matchmaking)、廠商發表(Pitch)及一般發表時間(口頭與海報發表)，透過參與及評析 AquaConSoil 研討會的內容及發表主題，可瞭解目前歐洲及世界在土壤及地下水污染主要關注的項目、調查與整治技術與觀念的發展趨勢，並從中尋找可提供我國借鏡之處。

同時因應本計畫持續修正與調整我國 GSR 架構之目的，亦規劃前往德國參訪褐地活化之場址，協助評估推動國內場址整治時，針對未來土地活化再利用面向，探討是否有值得借鏡之處。

## 貳、行程

日期	地點	工作內容
108年5月18日(六)	出發前往比利時	啟程前往比利時安特衛普
108年5月19日(日)	比利時安特衛普	抵達比利時安特衛普
108年5月20日(一)	比利時安特衛普	研討會準備
108年5月21日(二)	比利時安特衛普	參加 AquaConSoil 研討會
108年5月22日(三)	比利時安特衛普	參加 AquaConSoil 研討會
	德國科隆	啟程前往德國科隆
108年5月23日(四)	德國科隆	杜伊斯堡褐地活化場址參訪
		萊茵河褐地活化場址參訪
108年5月24日(五)	德國科隆	魯爾工業區褐地活化場址參訪
	比利時布魯塞爾	啟程前往比利時布魯塞爾
108年5月25日(六)	比利時布魯塞爾	啟程返回臺灣
108年5月26日(日)	回程	抵達臺灣

## 參、工作內容

本次行程包含前往比利時安特衛普市參加 AquaConSoil 研討會(5 月 19 日至 5 月 22 日)進行海報發表及與各國永續整治論壇(Sustainable Remediation Forum, SuRF)組織交流行程,5 月 22 日則轉往德國科隆埃森市參訪 3 處褐地活化場址(5 月 22 日至 5 月 24 日),茲說明本次行程重要工作內容如下:

### 一、第 15 屆土壤、底泥與水資源永續利用國際研討會 (15<sup>th</sup> Sustainable Use and Management of Soil, Sediment and Water Resources International Conference, AquaConSoil 2019)

#### (一) 研討會介紹

AquaConSoil 前身為 International Conference on Contaminated Soil (ConSoil), 2008 年起研討會主題逐漸推展至土水領域, 2013 年起其簡稱更名為 AquaConSoil, 可以歐洲對於地底環境污染處理思維的演進。AquaConSoil 研討會每 2-3 年舉辦一次, 每屆皆由不同的籌辦委員會負責, 歷年曾在德國萊比錫(2000)、比利時根特(2003)、法國波爾多(2005)、義大利米蘭(2008)、奧地利薩爾斯堡(2010)、西班牙巴塞隆納(2013)等地舉辦。

本屆 AquaConSoil 主辦單位包含 Deltares: 位於荷蘭的獨立研究機構, 研究範疇為水資源、地底環境與公共設施; VITO: 位於比利時的研究機構, 研究範疇為永續發展與潔淨科技(Cleantech); OVAM: 比利時公共廢棄物管理局, 主管項目為廢棄物管理與土壤整治。本年度 AquaConSoil 研討會於 108 年 5 月 20 日至 5 月 24 日期間於比利時安特衛普 The Flanders Meeting and Convention Center Antwerp in Belgium (FMCCA) 舉行(會場照片如圖 2-1),

研討內容共分為七大主題(如表 2-1)，其中主題 5a)污染場址管理的法律面與經濟面(Legal and economic aspects of management of contaminated land) 於 5 月 22 日(Economic Day)及 5 月 23 日(Legal Day)分別為全天的特別內容，針對污染整治的經濟面與法律面(政策形成及相關法令)進行探討，除此之外，整場研討會共有 19 場特別講習(Special Session)、250 篇口頭發表及 190 篇海報發表。

表 1 研討會主題

主題	子題
數位世界的土壤與水 Soil and water in the digital world	1a) 大數據與智慧數據結合 Big data, smart data combinations 1b) 人工智慧、物聯網與區塊鏈 Artificial intelligence, internet of things and block chain 1c) 新科技發展 New technological developments
風險評估與土壤、底泥及水質監測之發展 Advances in assessment of risk and monitoring of soil, sediment and water quality	2a) 採樣與監測技術及方法的發展 Advances in sampling, monitoring techniques and methods 2b) 分析技術 Analysis techniques 2c) 土壤-底泥-水的交互作用與系統動態 soil-sediment-water interaction and system dynamics 2d) 人類與環境健康風險評估 Human and environmental health risk assessment
土壤、底泥與水中的瀰漫性污染物或新興污染物 Diffuse and emerging contaminants in the soil-sediment-water system	3a) 瀰漫性污染物或新興污染物的採樣與分析 Sampling and analysis of diffuse and emerging contaminants 3b) 瀰漫性污染物或新興污染物分級風險評估策略 Risk assessment and strategies for prioritization and monitoring of diffuse and emerging contaminants 3c) 未飽和層、底泥與地下水之反應界面 Reactive interfaces: unsaturated zone, sediments and groundwater 3d) 瀰漫性污染物或新興污染物之管理策略 Policy strategies and governance of diffuse and contaminants of emerging concern



主題	子題
<p>整治技術之發展 Advances in remediation technologies</p>	<p>4a) 生物、奈米與化學整治 Bio-, nano-, and chemical remediation</p> <p>4b) 物理、熱處理與穩定化技術 Physical, thermal and stabilization techniques</p> <p>4c) 整治技術結合與整治列車 Combined treatment technologies and technology trains</p> <p>4d) 植物復育、生態工程與自然整治法 Phytoremediation and ecological engineering and nature based solutions</p> <p>4e) 整治後監測與長期場址管理 Post-treatment monitoring in relation to long term site management</p>
<p>污染場址法律面、社會面與經濟面的管理策略 Strategies and management of contaminated land including legal, social and economic aspects</p>	<p>5a) 污染場址管理的法律面與經濟面 Legal and economic aspects of management of contaminated land (Special session day)</p> <p>5b) 整治目標與策略 Remediation goals and strategies</p> <p>5c) 永續性與社會經濟評估以及公眾對整治行為的意識 Sustainability and socio-economic evaluation and public perception related to remediation, including societal participatory approaches</p> <p>5d) 大型工業與農業污染場址管理 Managing large scale industrial and agricultural pollution (water soil energy food nexus)</p>
<p>土地管理 Land stewardship</p>	<p>6a) 土壤-底泥-水系統的價值評估：自然系統的會計制度、生態服務評估與社會經濟成本效益分析 Valuations of soil-sediment-water systems: natural capital accounting, ecosystem service assessment and socio-economic cost benefit analysis</p> <p>6b) 土壤、水及底泥在社會挑戰及聯合國永續發展目標的角色 The role of soil, water and sediment in relation to societal challenges and UN Sustainable Development Goals</p>

主題	子題
	<p>6c) 永續土地空間規劃 Sustainable spatial planning of land and the subsurface, balancing rural-urban systems</p> <p>6d) 公眾對土壤及水的認知與作為 Public perception and behaviour in relation to soil and water</p>
<p>土地、土壤、水及底泥的循環經濟 Land, soil, water and sediment in the circular economy</p>	<p>7a) 土地循環利用與褐地再生 Circular land use and brownfield regeneration</p> <p>7b) 土壤、底泥與水及其產物之再利用與升級；可利用資源的回收；提升生態功能 Reuse and upgrading of soil, sediment and water and their products; recovery of valuable resources; improving ecological functioning</p> <p>7c) 自然處理：長期生態功能有效性與土壤及水 Nature based solutions: effectiveness for long term ecosystem services for soil and water</p>



圖 1 AquaConSoil 研討會照片

## (二) 發表主題

在「數位世界的土壤與水」分類中，主要發表內容包括地理統計與模式發展，數據管理與視覺化、新式數據取得技術發展(如無人機、擴增實境)，在 15 場口頭發表中可觀察到，目前關切的方向大略可分為 (1) 如何將前期大量未數位化的數據應用於既有分析平台(可能需要開發新軟體加以整合)或新的分析模式中 (2) 有限的實際調查或採樣數據如何將其效益最大化 (3) 如何妥善應用以舊有技術(如地物探測、遙測)或新技術(如無人機、各類傳感器的研發)產生的大量數據，而處理過後的數據則會經由圖表化、3D 化或是轉為擴增實境等方式，或是進一步經由統計模擬呈現出污染物在時間與空間上的變化，以完整呈現場址概念模型及地下水或污染團的演變。

表 2 在「數位世界的土壤與水」15 個口頭發表中提及的相關軟體或技術

軟體或技術名稱	功能介紹	發展單位
Groundhog <sup>TM</sup> Professional	以地質調查資訊建構場址概念模型，並以不同形式的地圖輸出	英國地質調查所(British Geological Survey)、Land Quality Management, Ltd.
GWSDAT	以時空統計模式分析地下水中污染團資訊	Shell Global Solutions、The University of Glasgow
3D 空間演算法配合 Monitoring and Remediation Optimization System (MAROS)	以歷史水質數據及隨機模式進行風險評估或提供污染整治決策資訊	Geosyntec Consultants
EQulS 配合 Kartotrak	整合底理資訊管理系統及地理統計視覺化系統以提供污染整治決策資	Geovariances、Ramboll

軟體或技術名稱	功能介紹	發展單位
	訊	
Water Management 4.0	即時水資源管理系統，連結用水資訊、污染物資訊、能源及費用	VITO、Calculus
地理統計配合污染傳輸模擬	以地理統計配合不同傳輸模擬方式，在採樣數據不足的情況下仍可估計污染團移動	巴黎高科礦業學院 (MINES ParisTech)
Buidling Information Moedling by Colas (BIMbyCO)	建構場址概念模型，並藉由整治團隊不同成員即時更新資訊，有利現場人員、顧問團隊或主管單位隨時了解場址變化	COLAS

要將早期的數位化概念尚未成熟的資料逐筆數位化是件費時耗力的工作，但系統性的完成數位化的工作對於土水監測或提升資料完整度的應該是需要審慎規劃，逐步完成的工作。而對於早期已數位化的數據，國內其實已有學者正進行類似工作，如中央大學倪春發教授在「土壤地下水智慧管理及網頁模擬平台開發」計畫中，便整合地調所水文地質調查庫、水利署水利地理資訊、土壤及地下水污染整治網、環保署全國環境水質等資料庫數據，將各資料庫轉換成模擬分析平台可處理的數據形式，配合 GIS 介面的開發，進一步可執行地下環境分析或傳輸模擬。另一方面，即使土水領域將會持續有各類技術產生大量數據，有許多數據還是需要經由現場工作人員將其數位化(如水質分析數據、設井資訊)，如何有效率的將這些數據轉變成易於存取的形式其實跟整治相關人員的訓練有關，研討會中也提到所謂「數位工作流程(digital workflow)」，國外已有顧問公司在整治相關計畫期間要求所有資料的數位化，包含實驗室數據、傳感器數據、原有資料庫、GIS 數據、SCADA 數據、BIM 數據或財務數據，並提供相關人員依循

的表單或軟體，讓決策人員可隨時選擇最新的場址訊息用以分析。數位工作流程除了是種文化的養成之外，如何有合理的欄位記錄不同數據、數據收集後如何應用(統計分析或形成圖表)、決策者需要哪些資訊以即時做出決定，決策者所需資訊又會影響到那些欄位是需要被記錄的，這些問題都是未來土水領域可以審慎思考的方向，而在決策流程建立之後，相關作業流程也許在緊急應變場址也可運用，例如在一場以污染物洩漏為主題的演講中提到，可以利用地理空間分布及地下水動態模擬的方式，提供污染物傳輸或環境風險的預測，決策者在決定緊急應變範圍或是優先處理區域時便能有所依循。

在「風險評估與土壤、底泥及水質監測之發展」分類中，2a 主題分為 4 場次，分別探討高解析度調查技術的發展、被動式採樣與質量通量計算、蒸氣入侵與風險評估的監測策略、生物降解評估指標；2b 主題分為 2 場次，分別探討現地量測與分析技術的發展、化學分析流程的一致化；2c 主題主要探討地底介質之間(水、土壤、底泥)的交互作用；2d 主題分為 3 場次，分別討論污染整治後土水品質的生態指標、人類健康與環境風險評估的框架、工具與實例及土壤地下水監測與評估策略。

在「土壤、底泥與水中的瀰漫性污染物或新興污染物」分類中，3a 主題主要在討論新興污染物在地底環境的傳輸；3b 主題分為 2 場次及 1 位特邀演講(Keynote)，都在探討瀰漫性污染物或新興污染物的風險評估；3d 主題分為 2 場次及 1 位特邀演講，主要討論與新興污染物相關的環境政策形成與發展。在研討會中提及的污染物包含過氟化物(PFAS)、掌性殺蟲劑(chiral pesticide，化學組成有鏡像異構物，不同異構物毒性可能不一樣)、類尼古丁(neonicotinoids)、微量金屬或類金屬、滅火劑或藥物等，其中一篇說

明土壤及地下水中新興污染物濃度不只直接影響環境健康風險，也間接影響下游的水資源再利用，例如污水處理廠出流水中帶有的微量金屬或類金屬在土壤及地下水中的累積可能造成下游灌溉水源的污染，而這些瀰漫性污染物或新興污染物在本次研討會所發表的內容中似乎都指向自然降解的可行性，且不同污染物可能會以化學性(如環二烯類殺蟲劑)或生物性的自然降解為主要機制。研討會中也提到對比利時政府而言，新興污染物可能造成管理上的問題包含 (1) 面臨在資訊不完整的情況下決定管理措施，如訂定監測標準 (2) 由污染者負擔整治費用的政策無法解決無污染行為人的問題，未來政策可能須考慮加強土地所有人的責任或是對污染物生產者需要額外負擔的義務。

在 21 篇口頭發表之中共有 8 篇主題為 PFAS，且大多是荷蘭的研究發表，原因應為荷蘭政府對於 PFAS 的調查剛結束，因此有大量的數據可以討論。對荷蘭政府而言，由於其地理特性及都市化的因素，每年有約五千萬噸受到低度污染的土壤或底泥在荷蘭永續土壤管理的政策下被做為建築材料或回填土壤，也因此影響了 2008 年荷蘭土壤品質管理法令針對低污染土壤再利用的修訂。2016 年至 2018 年荷蘭開始全國性的 PFAS 調查，針對 29 個污染可能區及其他無污染疑慮區進行地表水、土壤及地下水採樣，評估土水污染程度及其可能衍伸的健康風險，以及是否需要調整土壤再利用管理政策，有部分地區因低濃度 PFOA 被量測到導致土地開發需要暫停，等待進一步釐清相關環境風險

在「風險評估與土壤、底泥及水質監測之發展」分類中，4a 主題共分為 12 場次，發表內容涵蓋生物還原脫氯模場與現地試驗(2 場次)、新興污染物的生物整治、多環芳香烴碳氫化合物的生物整治(2 場次)、現地化學

氧化法的發展、現地化學還原法的發展、重金屬污染的化學整治、奈米添加物整治技術(2 場次)、與電化學或電動力法相關的整治策略或生物整治、化學或生物添加物的技術及政策發展。

在「污染場址法律面、社會面與經濟面的管理策略」分類中，5a 主題的法律面議題分為 4 場次，討論的主題涵蓋國際間(以歐洲為主)土壤污染管理法令的發展、土壤、土地及地下水相關政策的發展、土壤、底泥與廢棄物管理政策的形成、技師與律師在土水污染管理所扮演的角色；經濟面討論分為 3 場次，相關主題包括環境責任的會計制度、土地污染的實質審查(due diligence)、土地所有人的環境管理責任；5b 主題分為 4 場次，都在討論如何設定整治目標與策略，包含污染物濃度值的設定、整治策略的選擇、場址解列政策規範；5c 主題共分為 5 場次，其中 3 場為特別講習，5 場次中有 3 場次與永續整治有關。

在「土地管理」主題分類中，6a 主題為探討土壤--底泥-水環境的價值評估方法；6b 則是討論歐盟在土壤與土地利用上如何以聯合國永續發展目標(Sustainable Development Goals, SDG)相結合，以及針對 Horizon 2020 所資助的研究計畫 INSPIRATION 相關成果進行討論，其內容均與歐洲土壤與土地利用及管理策略發展相關；6c 主題以圓桌論壇方式，討論各類水資源如何因應現今的挑戰，以及應運而生的創新技術；6d 主題則是討論在環保單位、知識傳遞者及各類關係人之間在土壤或土地管理課題中的槓桿連動關係。

在「土地、土壤、水及底泥的循環經濟」主題分類中，7a 主題共有 3 場次，分別針對土地循環利用與褐地再生為主分享歐洲數個褐地在利用的案例、永續土壤管理、創新的環境技術創造污染土地新的價值進行討論，



其中 1 場次針對丹麥永續土壤管理的發表中，提及丹麥中部城市每年約有六百萬噸土壤開挖並經由短途或長途運送至其他城市，對丹麥各區域的經濟與環境都造成影響，2018 年丹麥便召集不同城市主管機關及相關利益團體，全面性的評估每個城市土壤開挖量以及分配網絡，更進一步發展預估工具，計算出 10-15 年間可能的土壤開挖量，也依類型與規模整理正在執行中的土壤再利用計畫，以區域性而非個案的角度進行土壤再利用的管理，也許我國亦有值得借鏡之處。

7b 主題分為 3 場次，分別對土壤-底泥-地下水在循環經濟中的挑戰與機會、污染整治相關副產物的再利用與價值提升、土壤整治與環境變遷等子題進行討論，其中 1 場次探討荷蘭一處使用熱處理後燒結土壤做為建材所造成的案例，由於在使用熱處理土壤的施工場所發現重金屬污染的出現，造成大眾的疑慮，因此該計畫便全面性的評量此案例可能造成的風險，結果顯示雖然不存在人類健康風險，但生態風險或農業風險的可能性無法完全被排除，因此提出在熱處理土壤的過程及後續產品製造的過程中都應該進行監測，並進一步的提升產品的品質。

7c 中的 2 場次則是討論如何有效利用自然處理系統及其長期生態上的正面效益以及如何回收自然處理系統中的可用資源。污染土地的價值在污染整治期間常被低估或不被重視，直到整治完成後新的土地開發利用到位，該土地才被再度被視為有正常價值的土地，研討會中布魯塞爾環保部提出污染土地在整治期間仍可進行階段性的土地利用，以提升該土地社會面、環境面及經濟面的價值，例如暫時性的社區活動場地、新創企業或藝術園區的臨時辦公場所、暫時性的休憩公園、生質燃料的生產地等。但這類型的土地利用可能由於土地所有人不清楚對污染土地階段性利用可獲取

的利益、土地所有人不願承擔對暫時性使用者可能須負的責任、環境政策的不明確等，使得污染土地無法發揮其最大的效用。

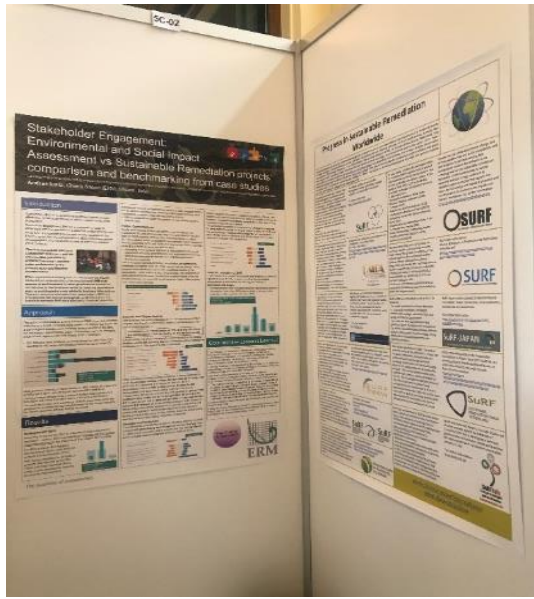
## 二、國際 SuRF 組織交流

在本次研討會中，SuRF-UK 號召各 SuRF 組織，提供各國 SuRF 介紹及推動永續整治相關進展，並以「Progress in Sustainable Remediation Worldwide」為題，彙整成海報進行發表，而 SuRF-Japan 也以「A Trial of Sustainable Remediation by SuRF-Japan」為題進行發表，另外，應英國 Contaminated Land Applications in Real Environments (CL:AIRE)組織項目總監，同時也是 SuRF-UK 秘書的 Nicola Harries 邀請，於研討會其中 5/22 午餐時在會場中與各國 SuRF 組織進行交流(圖 2-2)，並針對 SuRF-UK 主導的特別講習(5c special session 2)：Progress in Sustainable Land Management Worldwide 相關內容進行交流，該場次共有 7 位講者進行發表，主題包含介紹 SuRF-UK、SuRF-ANZ(澳洲與紐西蘭)、ISO14001:2015、SuRF-Japan、SuRF-US、SuRF-NL(荷蘭)及 SuRF-China。在各國 SuRF 組織中，我國與 SuRF-Japan 關係最為密切，會中也得知 SuRF-Japan 主席 Dr. Tetsuo Yasutaka 預計於 10 月份至臺灣參加研討會，有機會將會安排與 SuRF-Taiwan 交流之行程。

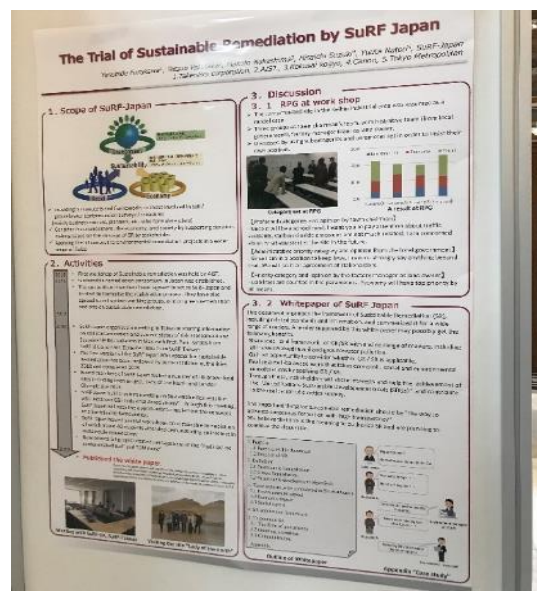
表 3 SuRF Special Session 發表主題

主題	講者
Debunking Myths about Sustainable Remediation	Jonathan Smith SuRF-UK 前主席
SuRF-ANZ Key Activities and Future Plans	John Hunt SuRF-ANZ
Parallels between ISO 14001:2015 and the SuRF-UK Framework	Hayley Thomas SuRF-UK
How to manage the huge amount of radio-Cs contaminated soil in Fukushima more sustainably?	Tetsuo Yasutaka SuRF-Japan 主席
Addressing Extreme Weather and Climate Change, Creating Community Values	Barbaro Maco SuRF-US 名譽副主席
Transition in Soil Quality Management	Laurent Bakker SuRF-NL
Advancements of Sustainable Remediation in China	Mengfang Chen SuRF-China

(a) SuRF 海報



(b) SuRF-Japan 海報



(c) SuRF 組織交流(1)



(d) SuRF 組織交流(2)



(e) SuRF 成員合影

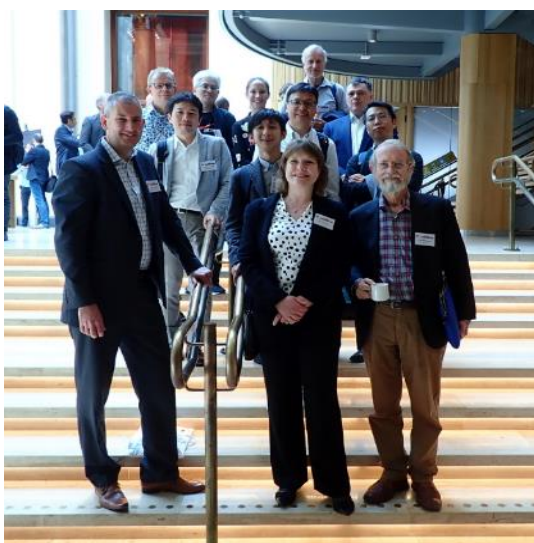


圖 2 SuRF 組織交流照片

### 三、德國褐地活化場址參訪

為學習歐洲地區對污染場址土地再利用之經驗，本次行程除參加研討會進行海報發表之外，亦另外安排至德國 3 處褐地場址進行參訪，分別是杜伊斯堡廢棄煉鋼場舊址、萊茵河畔工業港舊址及魯爾工業區煉煤場舊址，以下分別對場址進行說明。

#### (一) 北杜伊斯堡廢棄煉鋼廠

杜伊斯堡為於德國魯爾與萊茵都會區，18 世紀便開始發展工業，北杜伊斯堡景觀公園(the Landschaftspark Duisburg-Nord)園區原本作為煉煤廠及煉鋼廠，由於進口的鋼鐵價格逐漸低於德國本土所製造，導致 1985 年後鋼鐵工業逐漸沒落，也連帶造成周邊區域失業率的增加及人口外移，1989 年開始逐漸有不同計畫以活化土地，1997 年正式開始公園的設計直到 2001 年開放營運，目前公園內有各項由廢棄建築改建而成的休閒設施，如煉煤尾氣儲存槽被改裝成潛水訓練池、牆體被改裝成攀岩場、行政大樓被用作青年旅社、倉庫或廠房被改建為可舉辦大型會議的場地等，其設計理念為保留原有工業特色，許多大型的槽體皆被完整的保留並且可供遊客自由進入參觀，在各設施旁設有立牌解說該設施原有的用途，每年吸引超過十萬名旅客，而位於杜伊斯堡的萊茵河段是曾萊茵河沿線第二大港口，其發展歷史可追溯到中世紀，並可連接到荷蘭鹿特丹港，其河運的發達也是早期煤礦與鋼鐵工業推展的助力，現在由於工業港的功能已經消失，許多船塢或重型貨櫃吊掛機具皆以被撤除，僅留下部分遺跡作為紀念，河邊也改為步道與河濱公園，提供旅客或居民休閒遊憩的場所。

#### (二) 魯爾工業區煤礦廠舊址

豐富的地底資源及優越的地理位置是魯爾工業區煉焦、半無煙煤與煤礦產業發展的主因，在 1850 至 1925 年間，其人口一度從 40 萬人成長了將近 10 倍，達到 380 萬人。在二次世界大戰時，魯爾工業區是軍事工業的重要據點之一，戰後直到 1950 年代，魯爾工業區皆持續在工業上佔有一定的比例，然而由於成本考量，德國開始進口國外價格較便宜的煤礦，同時由於使用石油作為燃料的比例也逐漸上升，使當地經濟急速衰退，造成大量的失業人口，1970 年代價格低廉的鋼鐵開始進入德國後，又造成一波對魯爾工業區的衝擊，從 1980 年開始，魯爾工業區便嘗試不同策略，試圖降低失業率與活化當地經濟，在 2007 年德國宣布停止所有煤礦廠活動後，政府便協助組織商業同盟導入工業區中，以提振當地產業，而魯爾工業區也利用廠區內的歷史文化資源，藉由導覽將人文景觀與工業文化連結，同時也開放場地租借辦理婚禮或研討會等活動，以支持場址的維護成本。



圖 3 德國褐地活化場址參訪照片

## 肆、心得及建議

參加「第 15 屆土壤、底泥與水資源永續利用國際研討會(15 th Sustainable Use and Management of Soil, Sediment and Water Resources International Conference, AquaConSoil 2019)」及褐地活化場址參訪心得與建議：

### 一、參加研討會成果：

本年度 AquaConSoil 研討會研討內容共分為七大主題，包括：(1) 數位世界的土壤與水、(2) 風險評估與土壤、底泥及水質監測之發展、(3) 土水泥中低濃度或新興污染物、(4) 整治技術發展、(5) 場址法律社會經濟面的管理策略、(6) 土地、土水泥的循環經濟及(7) 土地管理等議題同時進行研討，以下針對與我國相關施政重點及主要未來推動方向進行探討及摘錄，並提出心得及建議。

(一) 有關「數位世界的土壤與水」領域，已步入擴增實境(Augmented reality (AR))討論的時代，未來進入現場時，可藉由虛擬實境畫面，聯結調查數據及 3D 場址概念模型，讓整治人員可感受污染動態及情境，了解地下污染環境的實體感受。此外，大量的論文也在探討結合地質統計工具(geostatistical tools)和數據模擬(data simulations)的方法，可大幅度改善傳統以克利金法(kriging)演算的估計誤差，達到精確調查的目的。另外讓人印象深刻者，以無人飛行載具(drone technology)攜帶多種傳感器，例如光學、多光譜、超光譜、熱、光學雷達(LiDAR)...等，以高效率的調查工具的應用，快速獲得全面的地表資料，值得期待。



- (二) 有關「整治技術發展」議題，許多焦點已著重在現地(in situ)整治技術的開發及結合多重整治技術之整治列車的規劃與執行。其中針對重質油品污染場址，利用總石油碳氫化合物(Total Petroleum Hydrocarbons, TPH)具高熱值之特性，發展現地熱悶燃技術(smoldering combustion in situ)。該技術與需要連續輸入能量的燃燒熱過程相比，在短時間，低能量「點火」(ignition)後，悶燃過程是持續發生至污染物燃燒完畢為止。將可節省大量時間及能源消耗及污染物二次處理之問題，可應用在大面積重質油品污染的整治。並已有美國、加拿大、歐洲等現地應用之成功案例。
- (三) 現地結合化學還原及生物整治的方法，是較為環境友善及節省能源的方式，利用鐵及亞鐵電子轉移的化學還原原理並提供碳源讓現地生物分解污染物，為一舉兩得且可持續循環的機制，提升含氯污染物場址的整治效率。該技術已成功發展為商業藥劑使用。另外，地質條件及灌注技術與是否能將藥劑傳輸達到污染物進行反應，仍為許多論文發表的重點。多功能的藥劑(化學及生物混合)及污染物氧化、還原作用與穩定化技術的討論，為持續發展的重點。多領域的結合，如：地球科學、光學物理、化學機電、分子生物、風險評估、土地開發管理等領域的結合，將是導引未來多元土壤及地下水綜合型整治技術的方向。
- (四) 至於「土壤地下水及底泥中低濃度或新興污染物」議題，比利時公共廢棄物管理局(Public Waste Agency of Flanders, OVAM)針對瀰漫性土壤污染(Diffuse soil contamination and emerging

contaminants) – 「指過去沒有記錄的各種小規模活動；或來自未知來源的大氣沉積造成的土壤污染，農業投入，洪水事件.....還有大面積且難以描繪的土壤污染，視為瀰漫性土壤污染」，除已持續規劃大規模的土壤調查，以了解新興污染物的背景及分布情形外，在法規面，不僅僅靠「污染者付費」的原則，亦將研議納入例如：土地所有者或生產者的責任。調查的範圍除了現行關切的持久性環境污染物，從大規模監測土壤、地表水排放、肥料和農藥使用數據研究等，並進行全球風險分析，以全面了解風險概貌。此外，由於歐盟國家土壤再利用的法規相對活躍，但對於含新興化合物之土壤再利用及風險評估，也進行許多案例的討論，值得後續觀察。

(五)「土地、土水泥的循環經濟」部分，歐洲尤其是荷蘭，對於土地及受污染土壤的再利用是發揮極致的應用。許多荷蘭學者及業者多於該分項議題上有極富創意的案例討論。加上歐美國家對於風險認知的成熟度高，不論是污染土壤封存後的公園開發、製成級配工程使用，以及對於土壤資源管理及使用的細緻分類...等，再再呈現歐美國家對於土壤是珍貴的地球資源的重視，並結合土地利用方式管理，讓土壤資源得到最適才適所的運用。

## 二、褐地活化場址參訪心得

以本次行程所參訪之 3 處場址為例，北杜伊斯堡廢棄煉鋼廠及魯爾工業區煤礦舊址皆屬於腹地廣大且大型工業設備密集的地區，據了解魯爾工業區煉煤相關設備原本預計交易至大陸繼續使用，但

最後沒有成案，導致大型設備的閒置，而後經過不斷修正的管理策略，以及被列入世界文化遺址等認證，魯爾工業區便以原樣保存至今，北杜伊斯堡景觀公園的煉鋼設備也有類似情形，閒置的設備經過十數年景觀設計與養成，加上開放商業行為(場地租借、旅館)，讓褐地可以在對人類或環境健康風險可接受的情況下得以存續，而萊茵河畔工業港舊址可能是因鄰近居住區域，其活化策略是保留部分建物、機具或舊城牆等物件，其餘部分進行翻新，讓鄰近土地可被更有效益地利用。

### 三、心得與建議：

- (一) 現地及綠色土壤及地下水整治技術為未來發展趨勢：從本次研討會之討論主題及趨勢來看，為能使調查及整治工作更環境友善及更有效益，採行現地(in situ)整治方法，融合綠色永續型整治(Green and Sustainable Remediation, GSR)概念，並結合整治列車(treatment train)手段，分階段逐步完成整治，減少對環境的衝擊。目前我國亦已逐步推動前述觀念，從主管機關、污染行為人、污染關係人...等利害關係人觀念推廣及執行，達到有效整治的目的。
- (二) 歐洲國家對土壤再利用及土地管理經驗豐富：從本次研討會中七個主題占四個子題與風險評估、土地管理、污染土地再利用及土地循環經濟有關，可見歐洲各國對於土地利用之重視及豐富的經驗。土地自受污染後至重新利用，涉及十分複雜的法規、技術、溝通、協調等過程，尤其臺灣民眾對土地持有及使用的觀念仍停留在極保守的階段，建議應從前述多元的管道進行溝

通及說明，重新定位土地價值，充分活化土地利用。

- (三) 他國褐地活化成功案例，建議引進相關制度及作法並改良後積極推動：他國褐地活化成功案例很多，但要完全複製在臺灣不一定會成功，要從民眾基本風險接受的概念及溝通做起，才能讓民眾解除污染心防，接受污染風險的事實。另，在臺灣地狹人稠的環境，活化的方式，建議應思考更符合國人可利用的角度，避免成為「蚊子館」，才能建立國人污染土地活化再利用之信心。

附件一、研討會議程

Time/Room	Auditorium	Okapi 2	Okapi 3	Gorilla 1	Gorilla 3	Gorilla 5	Darwin Hall	Okapi 1	Stanley Room	Other special events
<b>TUESDAY, 21 May</b>										
09:00-10:30		Opening session								
10:30-11:00						Coffee break				
11:00-12:30		3d1 - Policy strategies of environmental concerns of emerging contaminations (1)	7a2 - Sustainable soil management	4b1 - Thermal treatment (1)	2d1 - Ecological indicators for the assessment of soil quality and recovery	6a1 - Valuation of soil-sediment-water systems	4a8 - Advances in chemical remediation of heavy metal-polluted sites			
12:30-14:00						Lunch				
14:00-15:30		4d5ps2 - Our precious groundwater is going grey... What can we do?	4c3 - Combining chemical and biological remediation	4a7 - Advances in in situ chemical reduction (ISCR)	1c1 - New digital and management developments	5c5ps3 - Nature-Based Remediation Workshop	3a1 - Transport processes of emerging contaminants	4aCom1 - New advances in the implementation of (bio)remediation additives; a company perspective		
15:30-16:00						Coffee break				
16:00-17:30		4a10 - Advances in nanoremediation technologies (2)	5b1 - Remediation goals and strategies (1)	5b2 - Risk management of diffuse and emerging contamination (2)	2a8 - Advanced monitoring approaches for biodegradation assessment	7b5ps2 - Soil energy as smart low carbon technology for cost-effective climate mitigation	4c1 - Innovative technologies for treating PFAS (1)			
17:30-18:30										Poster session @ Marble hall
<b>WEDNESDAY, 22 May</b>										
08:00-10:30		4c4 - Combined remediation technologies to treat chlorinated contaminants	4a11 - Electro-based (bio)remediation technologies	3b1 - Risk management of diffuse and emerging contamination (1)	5c5ps1 - Dealing with pollution and land transition in times of the energy transition	6b5ps2 - Towards land stewardship: The INSPIRATION Strategic Research Agenda on soil and land 1 year on...	Economic 1 - Accounting Rules	4cCom1 - Surfactant enhanced remediation as a lead-out for ISCO or ISCR		Matchmaking event
10:30-11:00						Coffee break				
11:00-12:30		4d5ps3 - Improving the management and rehabilitation of contaminated soils with low-cost technologies and methods	5b2 - Remediation goals and strategies (2)	3d2 - Policy strategies of environmental concerns of emerging contaminations (2)	2a3 - Monitoring approaches for vapor intrusion and risk assessment	7b1 - Reuse and upgrading of materials for improved ecological functioning	Economic 2 - Due Diligence			Matchmaking event
12:30-14:00						Lunch				
14:00-15:30		4b2 - Thermal treatment (2)	2b1 - Advances in in-situ measurement and analytical techniques	4a4 - Bioremediation of aliphatic/aromatic hydrocarbons and fuel-additives: (1)	1b1 - Data management and visualisation	7a5ps - How to implement innovative environmental technologies in society to gain value from degraded and polluted sites?	Economic 3 - Round table with stakeholders	5bCom1 - Understanding Best Practices: ISCO with Activated Persulfates		Matchmaking event
15:30-16:00						Coffee break				
16:00-17:30		4a1 - Pilot and field scale biological reductive dechlorination (1)	4c5ps1 - Foams for in-situ treatments of vadose zones contaminated by hydrocarbons	4b5ps - Workshop Bio-Geotechnology	2b5ps - Harmonization of analytical protocols for chemical analysis of contaminants	8b5ps1 - The implementation of soil and land-related Sustainable Development Goals at EU1	Flemish session			Matchmaking event
<b>THURSDAY, 23 May</b>										
9:00-10:30		4c5ps2 - How to bridge the innovation gap part 1	Legal 1 - International developments in soil pollution	4a3 - (Bio)remediation of contaminants of emerging concern	2a1 - Innovative and combined approaches for high resolution site characterization	7c1 - Nature based solutions: effectiveness for long term ecosystem services for soil & water	4d5ps1 - Nature based remediation solutions: project examples of the power of bioremediation	4cCom2 - Combined treatment technologies and technology trains t.b.d.		
10:30-11:00						Coffee break				
11:00-12:30		4c5ps3 - How to bridge the innovation gap part 2	Legal 2 - Soil remediation policy in Europe	4a5 - Bioremediation of aliphatic/aromatic hydrocarbons and fuel-additives: (2)	2c1 - Soil-sediment-water interaction and system dynamics	6c5ps - Water Nexus as a source for innovation in the water security challenge	4b4 - Challenges and complex issues	5c5ps2 - Progress in Sustainable Land Management Worldwide		
12:30-14:00						Lunch				
14:00-15:30		4d1 - Phytoremediation and ecological engineering and nature-based solutions	Legal 3 - Soil, sediments and waste	5c2 - Sustainable remediation (2)	1a1 - Geostatistics and modelling	7b5ps1 - Soil, sediment and groundwater in the circular economy – perspectives and opportunities	4a2 - Pilot and field scale biological reductive dechlorination (2)	2a2 - Passive sampling and mass flux measurements		
15:30-16:00						Coffee break				
16:00-17:30		4c2 - Innovative technologies for treating PFAS (2)	Legal 4 - Technician meets lawyer	4a6 - Advances in in situ chemical oxidation (ISCO)	2d2 - Human health and environmental risk assessment: framework, tools and practice	7c5ps - Beneficial and Nature-Based Sediment Use as a Resource for Circular Economy	4b3 - Physical treatment	7a1 - Circular land use and brownfield regeneration		
19:30-00:00										Conference Dinner @ Horta
<b>FRIDAY, 24 May</b>										
09:00-10:30		4a9 - Advances in nanoremediation technologies (1)	4d2 - Ecological engineering and nature based solutions	5c1 - Sustainable remediation (1)	6d5ps - Exploring care, knowledge and agency as levers to Soil/Land stewardship	2d5ps - Towards a decent and efficient procedure for groundwater quality assessment	5b3 - Remediation goals and strategies (3)			
10:30-11:00						Coffee break				
11:00-12:00		Closing Session								
start 12:30										Excursions see <a href="http://www.aquaconsoil.org/excursions">www.aquaconsoil.org/excursions</a> for all excursions

For the detailed program see the AquaConSoil 2019 conference app or [www.aquaconsoil.org](http://www.aquaconsoil.org)

附件二、公務出國期間國外人士個人資料彙整表

姓名	單位及職稱	國別	專長領域	會晤日期	聯絡電話	電子郵件	我方接洽者姓名	交流內容
Alexandre Engels	Account Manager, Injectis	比利時	藥劑灌注技術	5/21	+3256320875	alex@injectis.com	陳以新	藥劑灌注技術
Harry O' Neill	President, Beacon Environmental Services, Inc	美國	污染監測	5/21	+14108388780 #113	harry.oneill@beacon-usa.com	陳以新	被動式採樣技術與數據分析
Heinrich Eisenmann	CEO, Isodetect GmbH	德國	環境監測	5/21	+49 (0)89 8908 4187	eisenmann@isodetect.de	陳以新	化學與生物監測技術
Yasuhide Furukawa	Chief Researcher, Takenaka Corporation	日本	整治設計	5/21	+81476471700	furukawa.yasuhide	陳以新	SuRF 事務
Tetsuo Yasutaka	Chief Researcher, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology	日本	環境風險評估	5/21	+81298491545	y.yasutaka@aist.go.jp	陳以新	SuRF 事務
Nicola Harries	Project Director, CLAIRE	英國	綠色永續型整治	5/22	+44 (0)20 7299 4250	nicola.harries@claire.co.uk	陳以新	SuRF 事務
Jonathan Smith	Senior Hydrogeologist, Shell Projects & Technology	英國	綠色永續型整治、污染物與水文地質化學	5/22	+44 (0)151 373 5027	jonathan.w.smith@shell.com	陳以新	SuRF 事務

## 附件三、SuRF Special Session 介紹

### Progress in Sustainable Land Management Worldwide

Special Session 5cSps2: Thursday 23<sup>rd</sup> May 2019 11.00 – 12.30pm

#### Room Okapi 1

Sustainable land management has become an area of development globally with public and private sector organisations working closely together on projects and developing networks to improve and share knowledge. Initiatives in Europe, North and South America, Australia, New Zealand and Asia are now well established and known collectively as Sustainable Remediation Forums (SuRF). Networks in USA, UK, Australia & New Zealand, Netherlands, Italy, Brasil, Canada, Taiwan, Colombia and Japan are established. These networks meet regularly to share knowledge, work collaboratively and provide support with all information available through [www.claire.co.uk/surfinternational](http://www.claire.co.uk/surfinternational). More recently the SuRF initiatives have formed a broader alliance called the International Sustainable Remediation Alliance (ISRA) [www.claire.co.uk/isra](http://www.claire.co.uk/isra). ISRA's goals are to work together cooperatively on joint initiatives with global organisations with a mutual interest in sustainable land management.

The purpose of this session is to provide a brief global round up of progress, showing how common themes and thoughts are broadening, developing and maturing to more sustainable land management concepts.

The key development in the advancement of sustainable remediation theory and practice since ACS 2017 are:

- The release of a new international standards, ISO 18504:2017, on sustainable remediation
- Major efforts in wider outreach to educate and promote about sustainable remediation beyond the contaminated land practitioner community
- Emerging integration of sustainable remediation in wider land management and sustainability agendas.

This session will showcase some of the newest development areas that SuRFs have been working on. They acknowledge the challenge that they face broadening their discussion of sustainable land management concepts outside of the technical scientific community and are looking to improve their outreach activities. New aspects that will be shared will be:

- A new animation explaining what sustainable remediation is (SuRF-UK)
- Debunking the myths about sustainable remediation (SuRF-UK)
- How ISO 18504 on sustainable remediation provides guidance to undertake a sustainability appraisal and how the Infrastructure Sustainability Council of Australia have adopted sustainable remediation (SuRF-ANZ)
- Parallels between ISO 14001: 2015 and the SuRF-UK framework (SuRF-UK)
- How sustainability will be used to manage large volumes of contaminated soil in Fukushima over the next 30 years (SuRF-Japan)
- The importance of considering the impact of climate change on contaminated land remediation and redevelopment (SuRF-US)
- How broadening the ideas of land stewardship and soil as a natural capital is important (SuRF-NL)
- Advancements of Sustainable Remediation in China (SuRF-China)

Following a series of short presentations, there will be a 30 minute discussion session where the presenters and audience will discuss what has been presented. This special session will look to open up dialogue and demonstrate the advantages of implementing sustainable management practices and explore what are the main barriers to its successful implementation.

The SuRF community want to continue their collaborative activities and will use the ACS 2019 Special Session to help shape what they see are the next greatest challenges that need addressing to support the wider scientific community.

Presenters will be from a wide number of the different SuRFs, including:

SuRF ANZ : John Hunt & Peter Nadebaum

SuRF China : Mengfang Chen

SuRF Japan :Tetsuo Yasutaka

SuRF – NL :Laurent Bakker

SuRF-UK : Hayley Thomas & Jonathan Smith

SuRF USA : Barbara Maco



附件四、杜伊斯堡導覽地圖

Welcome to the Landschaftspark Duisburg-Nord

The Landschaftspark Duisburg-Nord is an extraordinary tourist site for Duisburg, the Ruhr Valley and Germany. A whole smelting plant – once a place of hard work – has transformed into a space of experience. There still is a lot of dirt around. Who stays in the grounds long enough, will find dust on their shoes. Sometimes it might be necessary to mind low ceilings and tight passageways. By the way, the smell of iron, coal and smoke never dies around here. Everything's real. The park is a clinically cleaned museum, it has kept its tradition and lives that tradition in a completely new way. It is exciting to discover what exactly we mean by that. Anyway, let's start our journey...



What can I do here?

**Discovering** / Meet the Landschaftspark Duisburg-Nord with its unusual variety of nature, history and adventure. One might easily combine the two with a picnic. At the weekends, the park is ideal for the whole family. You will see how nature is growing and taking over the site.

**Photographing** / The artist's photography has been a main focus for further information please visit [www.landscapark.de](http://www.landscapark.de)

**Wandering** / The light installation by the artist artist Jonathan Clark provides a beautiful view of the site. The light installation is a beautiful work which, as night falls, glows like stars. The entrance will be working a distance of 100m from the entrance to the park.

**Eating & Drinking** / At the park's visitor centre, you will find the restaurant equipped with a bar and a terrace. You can enjoy a drink with a view of the park.

**Experiencing** / Who wants a professional introduction to the site? The 'Landscape' tour takes place on a regular basis. The tour is free of charge. For more information, please contact the visitor centre or visit [www.landscapark.de](http://www.landscapark.de)

**Sports** / From climbing, walking or cycling, the extensive site offers many options for leisure. The park is equipped with many sports facilities and is marked on the map.

**Playing** / The children's playground is a great playground for all ages. The playground is located in the park. You will find many other facilities in the park.

**Park Points** / At all marked buildings and facilities you will find our Park Points. In some cases, you will find a small information board. The information boards provide extensive information, videos, photos and links to the website. For more information, please visit our Visitor's Centre or [www.landscapark.de](http://www.landscapark.de)

**For information on events, please visit our Visitor's Centre or [www.landscapark.de](http://www.landscapark.de)**

**Visitor Centre and Restaurant** / In the former Main building, there is a visitor centre and restaurant. The visitor centre is open from 10:00 to 18:00.

**Power Station** / The power station is a great place to visit. The power station is a great place to visit. The power station is a great place to visit.

**Weightbridge** / The weightbridge is a great place to visit. The weightbridge is a great place to visit. The weightbridge is a great place to visit.

**Switching House** / The switching house is a great place to visit. The switching house is a great place to visit. The switching house is a great place to visit.

**Old Administration Building (Youth Hostel)** / The old administration building is a great place to visit. The old administration building is a great place to visit. The old administration building is a great place to visit.

**Blast Furnace 5** / The blast furnace is a great place to visit. The blast furnace is a great place to visit. The blast furnace is a great place to visit.

**Warming Shed** / When the weather was really raw, the workers used to warm up in the warming shed. This is a place where you can warm up.

**Wilderness** / Even before the smelting plant was shut down, a dense forest of trees grew here. Today you can walk through the forest and get the impression of a jungle when they see the workers.

**Relieffahrt** / The relief ride is a great place to visit. The relief ride is a great place to visit. The relief ride is a great place to visit.

**Wind Turbine Tower** / The wind turbine tower is a great place to visit. The wind turbine tower is a great place to visit. The wind turbine tower is a great place to visit.

**Clear Water Canal** / The clear water canal is a great place to visit. The clear water canal is a great place to visit. The clear water canal is a great place to visit.

**Sintering Plant** / The sintering plant is a great place to visit. The sintering plant is a great place to visit. The sintering plant is a great place to visit.

**Bunker Forecourt** / The bunker forecourt is a great place to visit. The bunker forecourt is a great place to visit. The bunker forecourt is a great place to visit.

**Sedimentation Tanks and Cooling Plant** / The sedimentation tanks and cooling plant are a great place to visit. The sedimentation tanks and cooling plant are a great place to visit.

**Catwalk and Climbing Centre** / The catwalk and climbing centre are a great place to visit. The catwalk and climbing centre are a great place to visit.

**Charge bunkers a to 5** / The charge bunkers are a great place to visit. The charge bunkers are a great place to visit. The charge bunkers are a great place to visit.

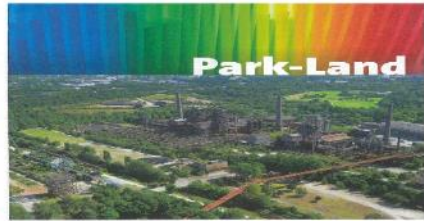
**Plaza Metallurg** / The plaza metallurg is a great place to visit. The plaza metallurg is a great place to visit. The plaza metallurg is a great place to visit.

**Cast House 1** / The cast house is a great place to visit. The cast house is a great place to visit. The cast house is a great place to visit.

**Blowing House** / The blowing house is a great place to visit. The blowing house is a great place to visit. The blowing house is a great place to visit.

**Diving Gasometer** / The diving gasometer is a great place to visit. The diving gasometer is a great place to visit. The diving gasometer is a great place to visit.

**Erzschmelze and Casting Plant** / The erzschmelze and casting plant are a great place to visit. The erzschmelze and casting plant are a great place to visit.



Landschaftspark Duisburg-Nord

Entdecken, staunen, erleben.

[www.landscapark.de](http://www.landscapark.de)

Achtung!

The Landschaftspark is an industrial site. There are many obstacles and uneven terrain. Please be careful when walking. The park is not suitable for people with a hearing aid.

Attention!

The Landschaftspark is an industrial site. There are many obstacles and uneven terrain. Please be careful when walking. The park is not suitable for people with a hearing aid.

**Warning for Besucher mit Behinderung** / The Landschaftspark is an industrial site. There are many obstacles and uneven terrain. Please be careful when walking. The park is not suitable for people with a hearing aid.

**Warning for handicapped visitors** / The Landschaftspark is an industrial site. There are many obstacles and uneven terrain. Please be careful when walking. The park is not suitable for people with a hearing aid.

**Written Information and Angebot** / The Landschaftspark is an industrial site. There are many obstacles and uneven terrain. Please be careful when walking. The park is not suitable for people with a hearing aid.

**Written Information and offer** / The Landschaftspark is an industrial site. There are many obstacles and uneven terrain. Please be careful when walking. The park is not suitable for people with a hearing aid.

Public Info Board, Thomas Borch, designed by Borch.

Public Info Board, Thomas Borch, designed by Borch.





# 附件五、魯爾工業區導覽地圖

## Zollverein World Heritage Site Touristic Offers

Hundreds of coal mines produced coal in the Ruhr Area, but only one was declared a UNESCO World Heritage Site in 2001. For good reason: the Zollverein coal mine is a masterpiece of mining architecture and a completely preserved synthesis of the arts. Zollverein is regarded as the "most beautiful coal mine in the world".

The famous twin pithead frame impressively represents the change of a whole region. About 1.5 million guests from all over the world visit the site every year to experience the exceptional industrial architecture, participate in guided tours, visit exhibitions, celebrate festivals or relax in the Zollverein Park.

### General Information

[www.zollverein.de](http://www.zollverein.de)  
Hotline +49 201 246810  
Mon-Sat 8-18, Sun 10-18

### A14 Ruhr.Visitorcenter Essen

Tickets for and information on the Zollverein World Heritage and the Ruhr Area

### 1 Info Point at the main courtyard, at the car parks A1 and A2 as well as in front of the Mixing Plant C70

Orientation and information at the Zollverein World Heritage Site



Guided Tours Zollverein



Ruhr Museum



Restaurant Casino Zollverein

### Guided Tours and Round Trips

#### Guided Tours Zollverein

Guided tours through the aboveground facilities of the coal mine and coking plant

#### Zollverein Round Trips

Round trips by e-bus with a guide

#### UNESCO-World Heritage Zollverein Line

Round trips by e-bus across the entire site (hop-on, hop-off)

### Leisure and Sporting Activities

#### Soccer-Golf

Ball sports course; footballs and score cards at the info container at car park A2  
March to October

#### A24 Zollverein dye-plant garden

Garden at the Signal Box; workshops on the production of plant dyes  
May to October

#### A26 RevierRad cycle hire

Bicycle rental

#### C75 Works Swimmingpool

Artwork, pool and summer haunt  
13.07.-01.09.2019

#### C74 Zollverein Ice Rink

150 metres of pure ice-skating pleasure  
07.12.2019-05.01.2020

### Museums and Exhibitions

Guided tours and audio guides are available for almost all exhibitions

#### A14 Ruhr Museum

Permanent exhibition on nature, culture and history of the Ruhr Area, special exhibitions at regular intervals

#### A7 Red Dot Design Museum

Exhibition with about 2,000 awarded international design products, special exhibitions at regular intervals

#### A14 Portal of Industrial Heritage

Exhibition on industrial culture, Ruhr 360° film, panoramic rooftop

#### A13 LA PRIMAVERA

Accessible sculpture by Maria Nordman  
April to September

#### C88 The Palace of Projects

Total installation by Ilya and Emilia Kabakov

#### B43 Art Shaft Zollverein

Atelier and exhibition hall of the artist Thomas Rother  
(Shaft 3/7/10)

#### Phänomena Exhibition

Interactive exhibition with more than 120 experimental stations

### Eating Drinking and Lingerin

#### A9 Restaurant Casino Zollverein

Innovative high-end cuisine with a regional touch, outdoor area and summer garden

#### A14 Café Kohlenwäsche

Coffee, cakes and snacks

#### C70 die kokerei - café and restaurant

Mediterranean cuisine to miner's plate, beer garden

### Shopping: Beautiful Objects and Souvenirs

#### A12 SchmuckProdukt

Original jewellery and unique designs

#### A12 Atelier Thomas Mack

Etchings, watercolours and calligraphies

#### A12 Grubenhelden

Fashion with Ruhr Area history

#### B52 Ceramic Workshop Margaretenhöhe

Hand-made ceramic products

#### A14 Walther König Bookshop

Books, postcards, souvenirs, and gifts

#### C90 Möbellof

Golem-Kunst and Baukeramik

Kunsthalle | Atelier Burkamp

Sapor Seife



## © Kokerei / Coking Plant

- C70 Infopunkt Kokerei / Coking Plant Info Point / Denkmalpfad Zollverein / Zollverein Monument Path / die kokerei - café and restaurant (Mischanlage / Mixing Plant)
- C74 Zollverein-Eisbahn / Zollverein Ice Rink seasonal
- C75 Werksschwimmbad / Works Swimming Pool seasonal
- C83 Grand Hall Zollverein (Sauger- und Kompressorenhalle / Extraction and Compressor Hall)
- C88 The Palace of Projects (Salzlager / Salt Store)
- C90 Shops and Ateliers (Kammgebäude / Comb Building)

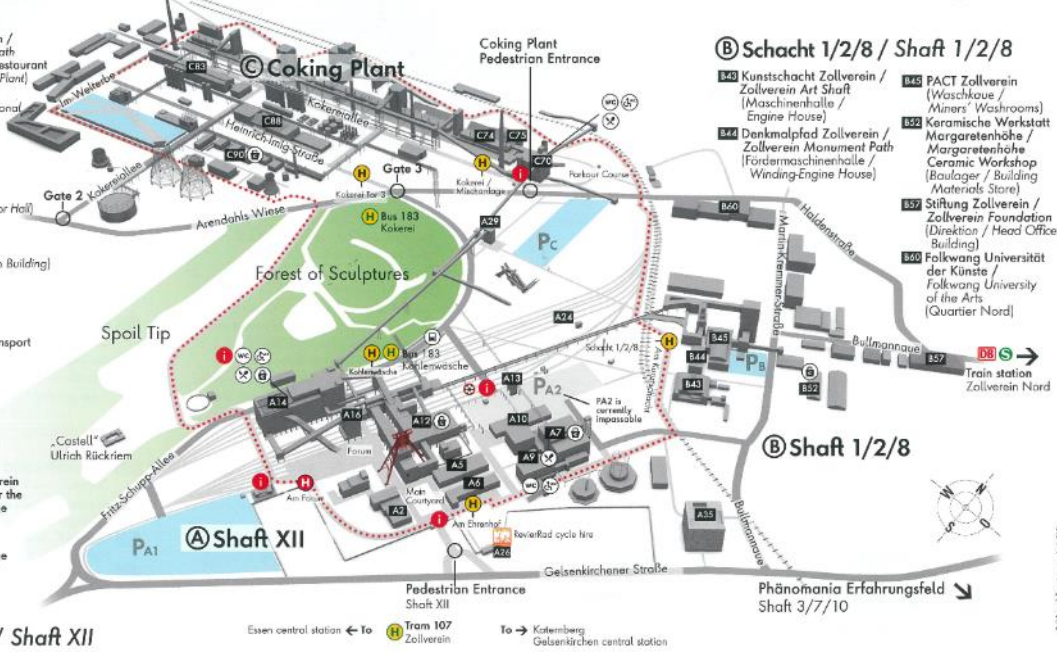
- Car park
- Bus stop
- Bus stop local public transport
- Info point
- Public restroom
- Barrier-free restroom
- Restaurants
- Shop
- Circular Walk
- Meeting Point for Zollverein Round Trips and Stop for the UNESCO-World Heritage Zollverein Line
- Stop of the UNESCO-World Heritage Zollverein Line

## Ⓐ Schacht XII / Shaft XII

- A2 Hall 2 (Umformer- und Schülthaus / Transformer and Distribution Station)
- A5 Hall 5 (Zentralwerkstatt / Central Workshop)
- A6 Hall 6 (Elektrowerkstatt / Electrical Workshop)
- A7 Red Dot Design Museum (Kesselhaus / Boiler House)
- A9 Restaurant Casino Zollverein Hall 9 (Niederdruckkompressorenhaus / Low-Pressure Compressor House)
- A10 Hall 10 (Mechanische Werkstatt / Mechanical Workshop)
- A12 Shops and Ateliers Hall 12 (Lesebandhalle / Picking Belt Hall)
- A13 LA PRIMAVERA by Maria Nordman (Kesselaschbunker / Boiler Ash Bunker)

- A14 Ruhr.Visitorcenter Essen Ruhr Museum Denkmalpfad Zollverein / Zollverein Monument Path / Portal der Industriekultur / Café Kohlenwäsche Walther König Bookstore Erich-Brost-Pavillon (Kohlenwäsche / Coal Washery)

## Zollverein UNESCO-World Heritage Site



## Ⓑ Schacht 1/2/8 / Shaft 1/2/8

- B43 Kunstschacht Zollverein / Zollverein Art Shaft (Maschinenhalle / Engine House)
- B44 Denkmalpfad Zollverein / Zollverein Monument Path (Fördermaschinenhalle / Winding-Engine House)
- B45 PACT Zollverein (Waschhaus / Miners' Washrooms)
- B52 Keramische Werkstatt Margaretenhöhe / Ceramic Workshop (Baugler / Building Materials Store)
- B57 Stiftung Zollverein / Zollverein Foundation (Direktion / Head Office Building)
- B60 Folkwang Universität der Künste / Folkwang University of the Arts (Quartier Nord)

## Ⓑ Shaft 1/2/8

- A16 (Koksaschbunker / Coking Coal Bunker)
- A27 Färbegarten Zollverein / Zollverein dye-plant Garden (Stellwerk / Signal Box)
- A28 RevierRad Station / cycle hire point (Schalttaus 2 / Distribution Station 2)
- A29 (Wiegatum / Weighing Tower)
- A33 Folkwang Universität der Künste / Folkwang University of the Arts (SANA Gebäude / SAANA Building)