

出國報告（出國類別：考察）

大數據與衛星監測技術國際交流

服務機關：行政院農業委員會水土保持局

姓名職稱：李正鈞副分局長等 4 人

派赴國家/地區：德國/法蘭克福

出國期間：111 年 12 月 5 日至 12 月 13 日

報告日期：112 年 2 月 18 日

目錄

壹、	出國人員考察名冊.....	3
貳、	摘要.....	4
參、	目的.....	6
肆、	參訪考察過程說明.....	7
一、	行程紀要.....	7
二、	考察過程說明.....	8
	(一) 雅各布大學簡介.....	8
	(二) 資料立方 (Data Cube) 的發展情形.....	8
	(三) Open Data Cube 以及 Rasdaman.....	9
三、	法蘭克福城市綠帶介紹.....	12
四、	探訪綠帶環境.....	14
五、	Okohaus Arche 綠色建築.....	23
六、	美茵河整治考察.....	24
伍、	參訪考察心得與建議.....	29
	參考文獻.....	31

壹、出國人員考察名冊

職稱	姓名	性別	備註
行政院農業委員會水土保持局臺中分局副分局長	李正鈞	男	
行政院農業委員會水土保持局科長	黃效禹	男	
行政院農業委員會水土保持局工程員	詹婉妤	女	
行政院農業委員會水土保持局臺北分局副工程司	蕭仲富	男	
合計 4 人			

貳、摘要

行政院農業委員會水土保持局(以下簡稱本局)長期致力於山坡地防減災工作推動，並運用大數據與衛星監測技術於水土保持業務推動，如山坡地違規開發變異點監測、新生崩塌判釋、集水區土砂運移沖淤變化、大規模崩塌潛勢區監測、堰塞湖監測、大規模崩塌潛勢區地表變形監測以及不安定土砂量體評估等，從歷年計畫執行過程中，累積了大量山坡地航遙測圖資，為使巨量航遙測圖資整合應用，透過建置巨量空間資訊系統(BigGIS)，整合多元航遙測資料，並整合多個單位提供之底圖或 API 服務，輔助山坡地管理及其他水土保持業務之應用。

資料立方(Data Cube)為國際遙測衛星委員會(CEOS)極力推廣使用的衛星影像資料標準平台，而國際上多元衛星多時序資料的整合分析應用也變成重要的趨勢，目前我國國家實驗研究院(NARLabs)透過 I-Dream 創新科技計畫支持下，國家太空中心(NSPO)與國家高速網路與計算中心(NCHC)已共同建立包括福衛系列衛星影像之多元遙測資料服務平台(Taiwan Data Cube)，並已開始提供應用服務。本次前往德國交流大數據與衛星監測技術，與德國雅各布大學(Jacobs University Bremen ,IUB) 洽談資料立方技術應用服務面向，同時瞭解德國於大數據與衛星監測技術運用情形，以利借鏡學習用於本局巨量空間資訊系統(BigGIS)、水土保持、防災業務推動應用。

面對全球氣候變遷議題，減緩氣候變遷的意識逐漸提高，近年來淨零排放及生態議題日益獲得重視，本次前往德國亦針對法蘭克福環城綠帶(Green Belt)計畫、美茵河河道整治以及綠能環保建築等前往參觀，希冀藉由德國

環城綠帶及河道整治等現地參訪，更深入瞭解如何結合綠色資源進行工程規劃，透過現地參訪之經驗學習，期能應用於我國相關山坡地保育治理及生態友善規劃。

參、目的

本局致力於我國大數據與衛星監測技術於坡地災害之應用，資料立方 (Data Cube) 為國際遙測衛星委員會 CEOS 極力推廣使用的衛星影像資料標準平台，且國際上多元衛星多時序資料的整合分析應用也變成重要的趨勢，透過大數據與衛星監測技術國際交流，瞭解德國衛星資料整合發展情形，以及資料立方技術應用服務面向，以利於水土保持以及防災業務推動應用，本局為持續提升遙測資料增值服務及防災業務在國際舞台之能見度，故進行本次國際交流活動。

近年來淨零排放及生態議題日益獲得重視，本次亦針對法蘭克福地區之城市綠帶及美茵河相關整治內容，進行經驗學習，對於野溪整治及生態復育能有更完整的作法，期能應用於我國後續山坡地治理及管理、生態保育及農村景觀營造，讓整體規劃能夠更加的全面，並且讓工程構造物除了防災及減災功能外，亦可保護生態，並加入當地元素，提升整體治理效益及永續之目的。

肆、參訪考察過程說明

一、行程紀要

本次考察以赴德國布萊梅(Bremen)交流大數據與衛星監測技術服務面向及美茵河畔法蘭克福(Frankfurt am Main)，簡稱為法蘭克福(Frankfurt)城市附近之河道整治、公園綠地及綠能環保生態建築進行參觀，此行於 111 年 12 月 5 日出國，111 年 12 月 13 日返國，全程共九天，行程重點如下表：

行政院農業委員會水土保持局 111 年度赴德國考察行程表

日期	行程內容
第一天 12/5(星期一)	起程由桃園國際機場搭乘中華航空班機前往德國法蘭克福國際機場
第二天 12/6(星期二)	1. 由德國法蘭克福國際機場轉機至布萊梅機場 2. 拜會德國雅各布大學 Prof. Peter Baumann 及 Prof. Dr. Alexander Omelchenko 洽談 Data Cube 技術合作
第三天 12/7(星期三)	1. 交流德國於大數據與衛星監測技術運用情形。 2. 乘車至德國布萊梅機場搭機至法蘭克福國際機場。
第四天 12/8(星期四)	參訪美茵河河道整治計畫
第五天 12/9(星期五)	參訪法蘭克福環城綠帶
第六天 12/10(星期六)	參訪 Okohaus Arche 綠能環保生態建築
第七天 12/11(星期日)	參訪法蘭克福公園綠地及相關設施。
第八天 12/12(星期一)	搭車前往德國法蘭克福國際機場搭乘中華航空班機至臺灣桃園國際機場
第九天 12/13(星期二)	抵達臺灣桃園國際機場

二、考察過程說明

(一) 雅各布大學簡介

雅各布大學(Jacobs University Bremen)校址位於位於德國布萊梅市北部費格薩克區 (Vegesack) 的一所國際私立大學。重點研究領域為工程、自然科學、人文社會科學等方面，同時培養學生外語能力和溝通技巧，強化跨文化意識及全球化相互聯繫之能力，並結合了美國和德國學術體系的優勢，吸引來自世界各地之學生。2021 年有多項科目在德國大學和學院的年度排名 (CHE University Ranking) 獲得最高分(Top scores)，包括地球科學、數據工程、電腦科學、化學與生物科技、數學、國際關係等學科。

(二) 資料立方 (Data Cube) 的發展情形

隨著科技的進化與發展，人類利用地球觀測(Earth observation, EO)衛星對地球的環境與資源進行遙感觀測，其用途包括陸域環境監測、氣象監測、海洋污染監測與防治等用途。資料立方(Data Cube)是用於處理和分析地理資訊的系統 (Geographic Information System, GIS)，衛星資料已統一資料儲存架構，因此資料使用前已不用再進行前期處理，使用者可於線上直接使用即用型資料 (Analysis Ready Data, ARD)，且不需下載龐大的實體資料，並可善用多維數據模型從不同的角度和層面來觀察數據之特點，透過線上分析處理操作，從不同層面、角度對數據進行細分和彙總，對數據進行聚合、細分和選取，提高分析的靈活性。資料立方有效解決資料使用前所需之專業知識及時間需求、完整多時序影

像，分析多種不同來源的資料集，並支援常見的 GIS 軟體使用，例如 QGIS、ArcGIS 等軟體，滿足不同分析及應用的需求。

資料立方提供使用者更有效率的儲存、存取、分析與資料交換機制，近年來隨著運算技術、雲端環境逐漸成熟，以及大量時序性影像及環境監測資料日益漸增，許多應用 Datacube 為技術核心的軟體亦快速發展，其中常見的 Datacube 軟體包括 Rasdaman、Open Data Cube、SciDB 等。

(三) Open Data Cube 以及 Rasdaman

1. 為降低衛星資料使用門檻，使其更方便流通及應用，國際地球觀測衛星委員會(The Committee on Earth Observation Satellites,CEOS)為管理和分析大量地理信息系統數據，推動 Open Data Cube(ODC)計畫，主要是以開放資料的形式將多種衛星資料倉儲管理，並組織和分析大型網格數據。同時為擴大數據立方體之影響及應用，逐步擴展至國際數據立方體，其中包括歐洲資料立方(Euro Data Cube,EDC)、瑞士數據立方(Swiss Data Cube,SDC)及臺灣資料立方(Taiwan Data Cube,TWDC)等。
2. 我國國家實驗研究院透過 I-Dream 創新科技計畫下的支持，國家太空中心與國家高速網路與計算中心已共同建立衛星影像之多元遙測資料服務平台(Taiwan Data Cube)，提供包含 Formosat-2、Formosat-5、Landsat7、Landsat8、Sentinal-1、Sentinal-2 等不同系列之光學衛星影像，在操作上使用 python 為介面語法，並提供資料時空範圍查詢與管理、影像匯整與輸出、基本分析應用(光譜指標運算)、客製化分析應用等應用服務。TWDC 亦可進行遠端線上分析，資料立方可建置分析模組，不須下載原始資料直

接在遠端進行分析，分析完成後僅下載分析結果，有效提高整體效率。

3. Rasdaman(Raster Data Manager)網格資料管理器，係由德國雅各布大學 Dr. Peter Baumann 提出，自 1992 年以來一直扮演陣列資料庫的技術先鋒，用於工程、科學等多方面領域，其整合大量時序性、空間性的環境資料，並提供多種服務讓應用程式可在其架構上快速開發，伺服器端則提供有效平行運算機制、優化機制以及異質硬體整合等方式，進行陣列資料的查詢、檢索、提取以及融合。此外，該架構允許在沒有單點錯誤下進行平行資料聯盟機制，陣列(Array)資料可以儲存在 Rasdaman 或標準資料庫裡，Rasdaman 可在單個資料庫運行超過 PB 等級的資料量，且可在 1000 個以上之雲端節點上查詢分割，普遍的被不同的大數據標準採用。
4. Rasdaman 網格資料管理器具有連結資料節點，在任何節點上皆可接收查詢檢索，並組合傳送運算結果至查詢的節點端。在資料庫的內部連結及資料交換上，各個資料庫在共同原則及框架上分享資料，並對任一節點提供自於不同節點資料庫之查詢及檢索服務，有效提升系統的性能與可擴展性。
5. Rasdaman 網格資料管理器與 ArcGIS、R、OpenLayers、Leaflet、NASA World Wind、GDAL、MapServer 等軟體及 GIS 相關元件進行整合，並提供規則網格、不規則網格時空網格資料分析。也因其網格資料管理性能成熟，其可擴展充滿潛在發展性，因此被澳洲、美國、歐盟等多項大型計畫採用做為其後端資料供應平台。

衛星多元遙測資料服務平台

Taiwan Data Cube (TWDC)

TASA 國家太空中心
Taiwan Space Agency



多元多時序遙測資料服務平台



多元多時序遙測資料會館



TWDC支援聯合國永續發展目標(SDGs)應用



應用臺灣杉二號雲端伺服器 (TWCC)強化TWDC運算量能

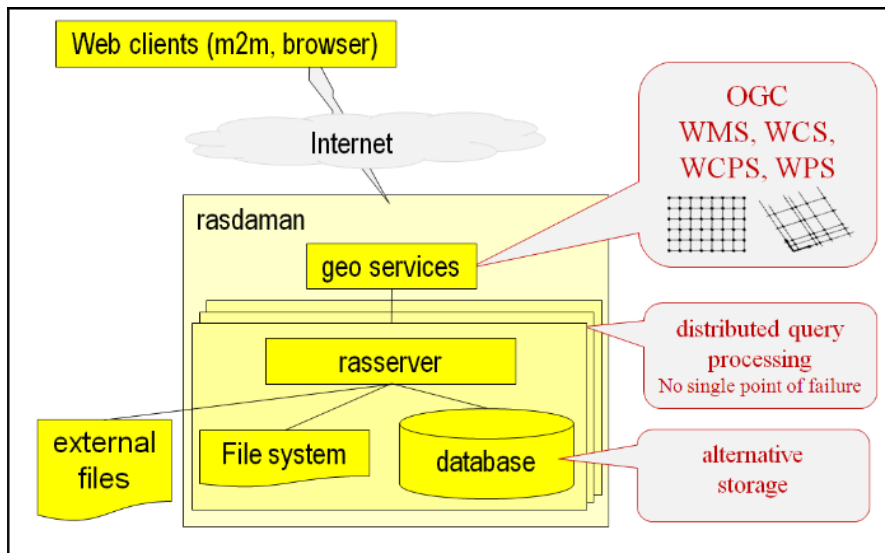
✓ An On-Line Data Service Supports

- ✓ FORMOSAT-5 (2017-Now)
- ✓ FORMOSAT-2 (2011-2015)
- ✓ Landsat7 (2000/7-2020/3)
- ✓ Landsat8 (2013/4-2020/5)
- ✓ Sentinel-1 (2015/4-)
- ✓ Sentinel-2 (2018/7-)



TWDC多重資料立方架構

多元遙測資料服務平台 (Taiwan Data Cube)架構(source: <https://www.tasa.org.tw/activity/TWC/tw/index.html>)



Rasdaman 整體架構圖(source: rasdaman.com)



Rasdaman 網格資料管理器官方的 DEMO 網站畫面 (source: <https://standards.rasdaman.com/index.html>)

	
<p>出國人員致贈臺灣特色禮品</p>	<p>與 Prof. Peter Baumann 及 Prof. Dr. Alexander Omelchenko 教授合影</p>
	
<p>雅各布大學一隅</p>	<p>雅各布大學一隅</p>

三、法蘭克福城市綠帶介紹

法蘭克福是全球文化、旅遊和交通樞紐的重要城市，也是歐洲的金融中心，城市佔地面積約 248 平方公里，除建築大樓及街道的城市景觀以外，也規劃許多公園綠地，最有名的即是法蘭克福環城綠帶 (Green Belt)，也讓法蘭克福有綠色之城的美稱，該綠帶總面積約 8,000 公頃，佔市區面積的三分之一，設計環

繞於法蘭克福城市形成一環形的空間。法蘭克福周遭綠帶計畫從 1920 年時已有 “Niddatal” “綠帶計畫”，其他綠帶計畫後續於 1991 年通過法案開始啟動，並於 1992 年由政府機關立法實施美茵河畔法蘭克福綠化帶條例保障綠帶保護與發展目標，在保護區內的任何行為均須獲得批准才可以實施，來嚴格控管綠化帶的完整性，在過去三十年間的不懈努力，並不惜花費數百億歐元，才將受污染的河流再次淨化，並回復生物多樣性，提供民眾休閒遊憩使用。

法蘭克福綠帶所涵蓋的綠地包括森林、河流、湖泊、草地、公園以及農田等，其中森林所占面積最多約 50%，綠帶不僅調和視覺景觀，開放的綠地提供市民聚會、娛樂、教育、運動和親近自然與生態的場地，也透過綠帶空間的規劃，淨化水質、河流內及河濱動植物生物多樣性的提升，同時塑造空氣的流通廊道，也提供動植物棲息地。



法蘭克福城市綠帶範圍圖

(圖片來源: FRANKFURT.DE - DAS OFFIZIELLE STADTPORTAL)

四、探訪綠帶環境

1. 綠堡公園 (Grüneburgpark)

綠堡公園占地 27 公頃是法蘭克福第三大綠地，在 2014 年獲評為該市最受歡迎之公園，公園內許多樹木樹齡超過百年，與寬廣平坦的草地搭配，讓人有著舒適自在的感覺，綠堡公園曾經是羅斯柴爾德家族的住所，由海因里希·西斯邁爾(Heinrich Siesmayer)等人所設計，後來於第二次世界大戰不久後被沒收，成為法蘭克福市的財產。

綠堡公園內因生態自然，可直接接觸到許多不同動植物，當中也包含一些容易被打擾而瀕臨絕種的昆蟲，在這些昆蟲劇烈減少的情況下，也對當地的生物多樣性及食物供應鏈造成嚴重的影響，所以德國特別制定了聯邦自然保護法，特別保護瀕臨絕種的動物(《聯邦自然保護法》(BNatSchG)第 39 條第 1 款禁止故意擾亂野生動物或無正當理由捕捉、傷害或殺死它們。)，在綠堡公園中，可見一區大黃蜂的保護區，一方面是避免昆蟲受到干擾而死亡，另一方面也是防止有攻擊性的昆蟲會傷害民眾。考察時觀察到公園內有設置野生黃蜂保護區，依據黃蜂的特性，黃蜂只會存活一個夏天，在秋天時，所有黃蜂和野蜂都會死亡，只有年輕的蜂王會在防凍的藏身處過冬，並於春天尋找新的巢穴，所以這項隔離的保護措施，也是為了讓黃蜂的族群得以延續。

綠堡公園中有著相當多處的遊樂區，其遊樂器材大多採用原木進行設計，減少使用混凝土、塑膠等對環境有害的材料，並且也依據不同區域，設立不同主題，增添當地休閒遊憩的多樣性。

綠堡公園中，除了針對野生動、植物的保護以外，也有類似台灣一樣，特別規劃寵物運動區域，在這個區域內讓寵物可以鬆繩自由地進行奔跑玩樂，也讓主人可以在這個空間進行交流互動，飼養相同品種的主人，更可以相邀一同到此遊玩。

公園以自然材質設置蜿蜒寬敞的步道，並使用天然的材料設置遊憩設施，如木頭、大石頭堆疊方式設計，利用天然材料設計的鋪面與設施與大片綠地與樹木形成協調的景觀，綠帶不僅提高城市的生活品質，更有助於增強城市的氣候適應能力，參訪途中亦看到許多居民在公園內跑步運動、遊憩，可知該公園是受民眾歡迎的休閒場域。



公園的沿革與歷史



參天大樹



野生黃蜂保護區



休閒遊憩設施



休閒遊憩設施



休閒遊憩設施



遛狗的民眾



寵物遊憩區域



綠帶步道使用自然材質設置



綠帶步道使用自然材質設置



公園步道



步道上的截水溝



步道旁的圍欄



公園裡的兒童遊戲場



三腳架支撐法利用繩子綁定樹木確保樹幹在風雨中也不會撞到橫桿



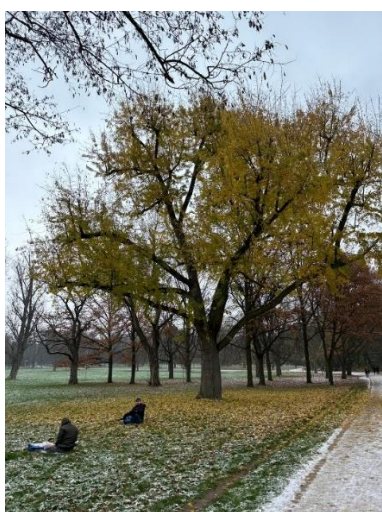
三腳架支撐法利用繩子綁定樹木確保樹幹在風雨中也不會撞到橫桿



以自然材料打造的遊憩設施



以自然材料打造的遊憩設施



在草地上休憩的民眾



公園內設置的咖啡館



公園裡的石雕藝術



公園裡寬廣平坦的草地

2. 馮伯努納公園 (Von-Bernus-Park)

馮伯努納公園是位於法蘭克福博肯海姆區的一個 1.5 公頃的公園綠地，在公園入口處可見立牌介紹公園的歷史沿革，該公園於 1771 年創建為私人公園，起初公園裡有城堡建築，於 1945 年時被炸彈炸毀後只剩下公園的遺跡。後續法蘭克福市從 Von Bernus 手中買下了它，並以 Von-Bernus 將公園命名，從那時起公園開始對外向公眾開放。從前述的綠堡公園及馮伯努納公園均是由政府部門出資徵收，且經由管理經營後，維持著良好的設施、人文景觀及自然環境，可以看出德國對於綠帶的重視，也提供民眾及遊客非常好的休閒遊憩與親近自然的場域。

在 Von-Bernus 公園中央有個小池塘，池塘上橫跨一座古老的石橋，從石橋外觀上可感受到石橋歷史悠久。池塘四周環繞著公園小徑，公園裡的步道使用泥土鋪設，保有原始的自然風貌，與公園裡使用木頭的兒童遊憩設施，形成自然又樸實的景觀。此外，從池塘旁可見該公園的排水系統係以小塊石進行堆疊後導排至池塘中，因德國地區年降雨量僅有 600mm，故採此工法進行導排已足夠，在公園可見鴨子於池塘中游水，環境相當優美。

考察時氣溫僅有 0 度，仍可見許多家長帶著孩子在遊樂場中遊憩，公園裡的設施以原木製作，相較於台灣多使用鐵、塑膠或水泥製品，遊憩設施使用天然材料在感官上能更親近大自然，且為了避免小孩受傷，遊樂場中也禁止寵物入內，以減少寵物傷害小孩的事件發生。

	
公園告示牌	公園一隅
	
石橋景象	塊石導排水



寵物禁止進入標語



生態通道



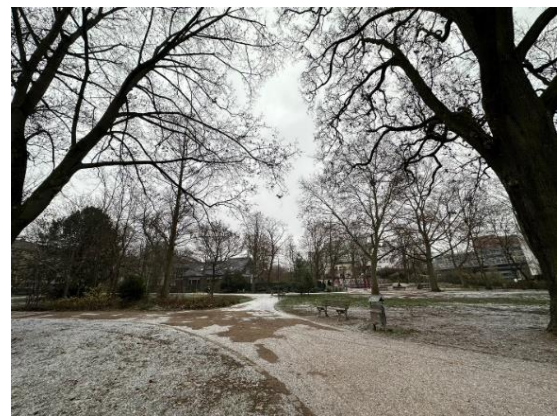
公園裡的鴨子



防護措施



池塘上的石橋



使用泥土鋪設的公園小徑



禁止告示牌



原木製作的兒童遊憩設施



原木製作的兒童遊憩設施



兒童遊憩場域



遊樂場全景

五、Okohaus Arche 綠色建築

本次考察中來到位於法蘭克福的 Okohaus Arche 綠色建築，建築物大部分採用玻璃設計帶來良好的採光且獨特的設計使得通風效果良好，令人感覺相當的舒服，因此被人稱之為是會呼吸的房子。該建築主要運用雨水回收再利用系統節省水資源，並採用汽電共生系統將廢熱回收再應用供應給建築暖氣與電力，將資源完整的重複利用，房子周圍及屋頂上種滿了綠色植栽，用來淨化空氣，充分展現出綠化、環保以及節能的理念。此外，在外圍的步道中可見採取類似蜂巢狀之地工織物作為鋪面，相較水泥混凝土等不透水性鋪面，利用地工織物更可促進景觀、美化之效用，同時具有良好透水性，形成會呼吸的步道。

	
Okohaus Arche 前合照	綠色建築一隅
	
Okohaus Arche 入口處合照	參訪 Okohaus Arche

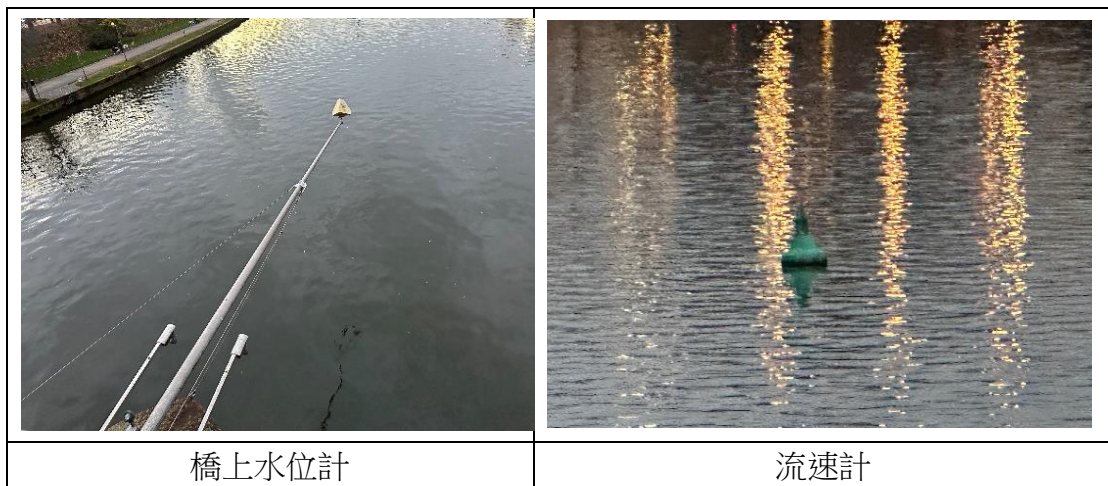


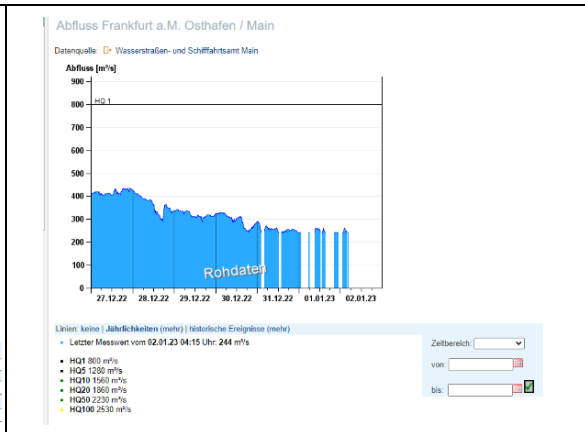
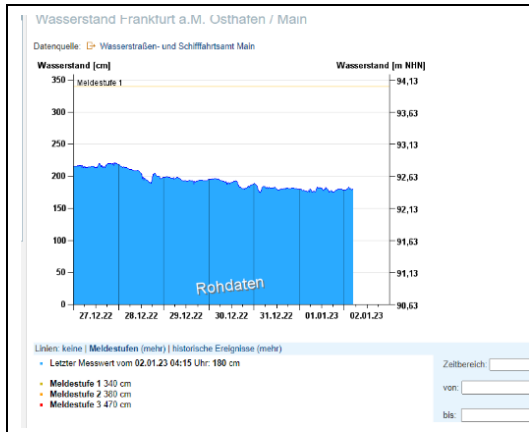
六、美茵河整治考察

「美茵河」全段皆位於德國境內，是德國境內萊茵河東岸最大的支流，最後於德國城市美茵茲 (Mainz) 匯入萊茵河，法蘭克福即是美茵河沿岸城市之一，本次參訪法蘭克福美茵河沿岸，在考察過程中，看到河道設有用以監測河道水位變化的水位計與流速計，此監測數據連線至德國巴伐利亞州環境辦公室 (Bayerisches Landesamt für Umwelt)，用以監測美茵河河道水位變化情形，提供往來船班做為參考，此外網站上也收錄從 1999 年迄今之監測數據，並將歷年重大洪水事件之河道水位變化資料製作成歷史事件簿供參考。

本次考察過程美茵河畔旁之綠帶，可見類似於台灣緩衝林帶之設計，只是將其應用為植草帶、步道區及行人休憩區及喬木區做一個劃分，在洪水來臨時，如河道漲幅較小，距離河畔最近之草皮可過濾大部分泥沙，減少泥沙流至道路，河道漲幅較大時，也可藉由步道及行人休憩區域作為行水區，避免河水溢淹至民宅造成嚴重災情，最後的防線便以最外圍之喬木作為阻擋，除減緩水流衝擊外，亦可阻擋隨河水漂流之較大型漂流物，保護民眾生命財產安全，另外其他地區的工程圍籬上，亦可見林帶設置距離供民眾參考，提升民眾相關知識，此外在部分橋下也放置著快艇，作為緊急搶救使用。

美茵河畔也採用太陽能路燈以自然能源來進行發電，提供夜間照明使用，另從路上可見一面下方設有歷史照片之拍照立牌，可從上方開口以相同之角度、地點進行景觀拍攝，後續可用於比對美茵河畔歷史景觀變遷。





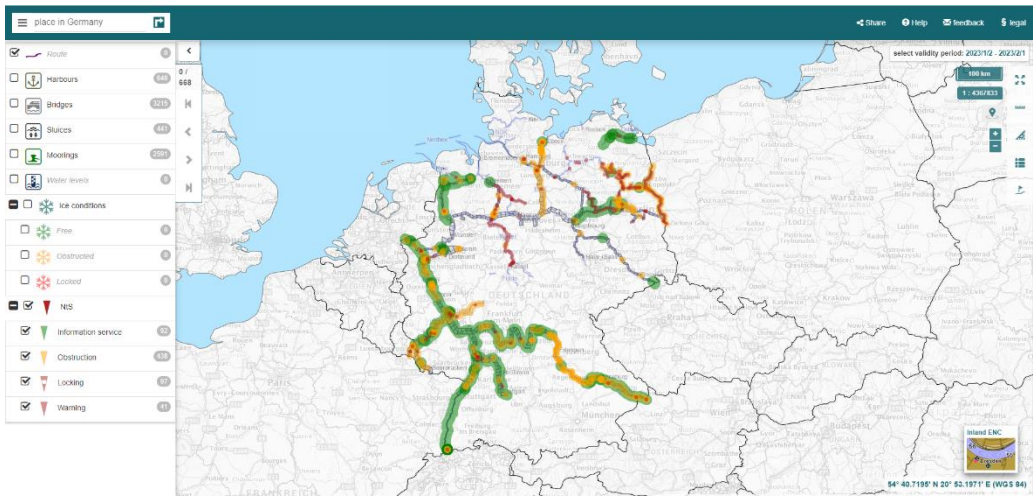
水位計相關資訊

source:

<https://www.hnd.bayern.de/>

流速計相關資訊

source: <https://www.hnd.bayern.de/>



流域現況圖 (source: <https://www.hnd.bayern.de/>)

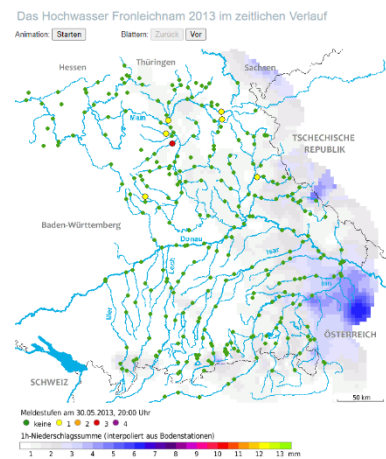
Ereignisse	Betroffene Gebiete	Bericht
Jan 2016	Bayern	Gewässer-Jahresbericht 2016; Gewässerfundlicher Jahresbericht; Wasserwirtschaftlicher Bericht; Sturzfluten- und Hochwasserereignis 2016 (pdf)
Jan 2013	Bayern	Wasserwirtschaftlicher Bericht; Junihochwasser 2013 (pdf); Animation: Das Hochwasser im zeitlichen Verlauf (pdf)
Januar u. Dezember 2012	Bayern	Gewässer-Jahresbericht; Gewässerfundlicher Jahresbericht
Januar 2011	Bayern	Gewässer-Monatsbericht; Kap. Hochwasser (pdf)
Juli 2010	Alpenvorland und Bayerischer Wald	Gewässer-Monatsbericht; Kap. Hochwasser (pdf)
Juni 2010	Städtische Donauszulaufe, Donau, Regen	Gewässer-Monatsbericht; Kap. Hochwasser (pdf); Kap. (pdf)
Februar 2010	Nördlich der Donau	Gewässer-Monatsbericht; Kap. Hochwasser (pdf)
Dezember 2009	Main- und Regnitzgebiet	Gewässer-Monatsbericht; Kap. Hochwasser (pdf)
Juni 2009	Süd- und Südsüd Bayern	Gewässer-Monatsbericht; Kap. Hochwasser (pdf)
April 2009	Donaugebiet	Gewässer-Monatsbericht; Kap. Hochwasser (pdf)
März 2009	Donaugebiet	Gewässer-Monatsbericht; Kap. Hochwasser (pdf)
Februar 2009	Donau- und Maingebiet	Gewässer-Monatsbericht; Kap. Hochwasser (pdf)
April 2008	Südwestbayern	Gewässer-Monatsbericht; Kap. Hochwasser (pdf)
März 2008	Nordbayern	Gewässer-Monatsbericht; Kap. Hochwasser (pdf)
Januar 2008	Maingebiet	Gewässer-Monatsbericht; Kap. Hochwasser (pdf)
Dezember 2007	Nordbayern	Gewässer-Monatsbericht; Kap. Hochwasser (pdf)
November 2007	Nordbayern und Donau	Gewässer-Monatsbericht; Kap. Hochwasser (pdf)
September 2007	Südsüd Bayern	Gewässer-Monatsbericht; Kap. Hochwasser (pdf)
Juni 2007	Franken und Schwaben	Gewässer-Monatsbericht; Kap. Hochwasser (pdf)
März 2007	Nordbayern	Gewässer-Monatsbericht; Kap. Hochwasser (pdf)
Januar 2007	Nordbayern	Gewässer-Monatsbericht; Kap. Hochwasser (pdf)
September 2006	Oberfranken	Gewässer-Monatsbericht; Kap. Hochwasser (pdf)
Mai 2006	Oberfranken	Gewässer-Monatsbericht; Kap. Hochwasser (pdf)
März 2006	Donau- und Maingebiet	Gewässer-Monatsbericht; Kap. Hochwasser (pdf)
Februar 2006	Donauvorland und Frankenhöhe	Gewässer-Monatsbericht; Kap. Hochwasser (pdf)
August 2005	Donaugebiet	Gewässer-Bericht Hochwasser August 2005 (pdf 3 MB)
Juli 2005	Isar- und Inngebiet	Gewässer-Monatsbericht; Kap. Hochwasser (pdf)
März 2005	Frankenhöhe	Gewässer-Monatsbericht; Kap. Hochwasser (pdf)
Februar 2005	Nordbayern	Gewässer-Monatsbericht; Kap. Hochwasser (pdf)
August 2002	Donaugebiet	Endbericht (pdf 13 MB)
Pfingsten 1999	Donaugebiet	Endbericht (pdf 2,1 MB); Dokumentation (YouTube-Video, 20 min)

¹⁾ Die vollständigen Berichte finden Sie im LfU-Internetangebot: Gewässerfundliche Monatsberichte

災害事件簿

source:

<https://www.hnd.bayern.de/>



洪水事件雨量及水位變化動態圖

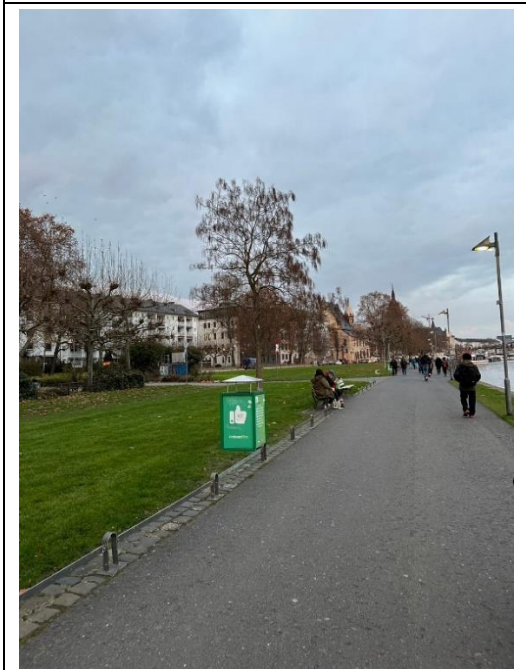
source: <https://www.hnd.bayern.de/>



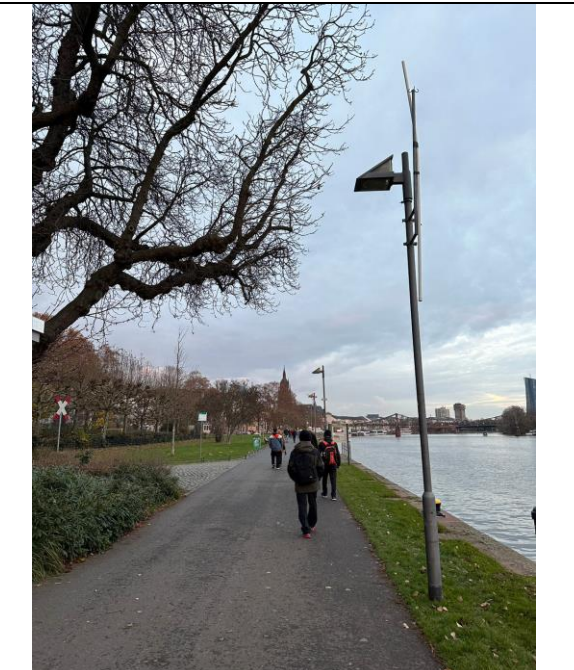
歷史影像拍照看板



河岸綠道及綠帶



步道及行人休憩區



步道及行人休憩區



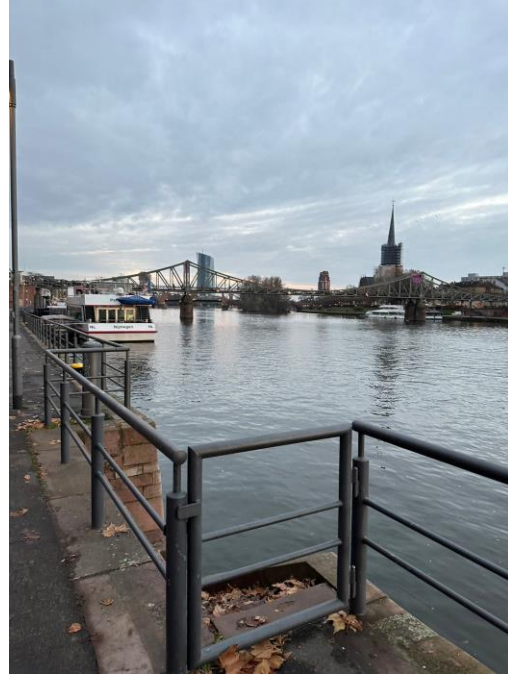
河岸結合綠帶景觀



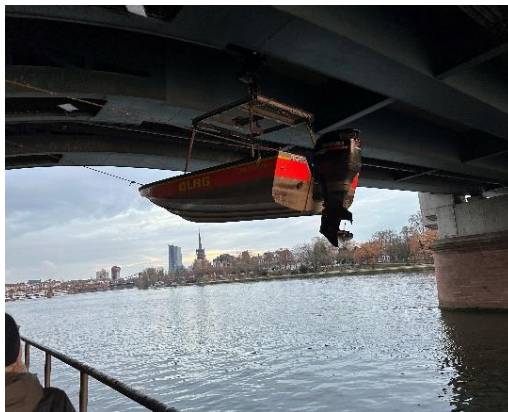
河岸結合綠帶景觀



美茵河河畔公園植栽



美茵河上的「法蘭克福鐵橋」



橋下備有快艇可供緊急使用



太陽能路燈



鐵軌旁無相關阻隔措施



相關設施規定於工程圍籬呈現

伍、參訪考察心得與建議

1. 建議可整合資料立方(Data Cube)作為本局巨量空間資訊系統(BigGIS)國際衛星影像之來源，直接於資料立方端分析後將成果呈現於 BigGIS，降低資料倉儲壓力。
2. 本局可藉由參與 Data Cube 等國外舉辦之工作坊，並與國際單位(例如:美國地質調查局 USGS)合作，應用 BigGIS 資源協助完成小型目標，打造 BigGIS 國際品牌，並定期舉辦工作坊邀請使用者交流分享應用 BigGIS 的案例與實績。
3. 本局巨量空間資訊系統(BigGIS)與 TWDC 進行品牌及硬體資源合作，例如將 BigGIS 的 Sentinel-2 變異比對、SDF 土石流模擬運算功能等以 API 或內建方式提供 TWDC 應用。
4. 建議結合 Open Data Cube 上多種已進行前置處理之多光譜衛星資料，強化本局巨量空間資訊系統(BigGIS)圖台之線上多光譜應用。
5. 德國流域狹長，且橫跨許多國家及區域，管理相當不易，從災害歷程紀錄及整體河道變化情形，也從網頁資料中可見與本局土石流防災資訊系統有多處的類似，皆有災害歷史事件簿的建立以及警戒發布情形，來告知民眾安全性，另在德國市區參觀過程中，也有收到細胞廣播測試來進行相關防災事件預警，與本局相關防災應變作法類似，將災防訊息即時傳送至民眾手機，讓民眾能及早獲得離災、避災的告知訊息，達到防災預警之效果。
6. 本局辦理工程於施工中設置圍籬、告示牌等進行告知及示警，並輔以本局吉祥物水保少女莉莎圖像進行相關安全標語宣導外，建議可於工程施工圍籬上說明工程願景以及以視覺化方式呈現工程配置，讓民眾可以更加了解工程之理念與

設計。

7. 德國綠色建築及公園，多採天然材料設計遊樂器材，既可減少人工構造物的污染，也可以減少營建廢棄物的產生，本局於推動農村社區整體環境改善及公共設施建設，建議可在安全係數符合的前提下採用天然材料進行設計。
8. 近年來全球氣候變遷，台灣地區降雨及氣溫發生變化，建議可以選擇幾處示範區域導入綠能環保理念，設計雨水回收再利用系統節省水資源，並推動種植綠色植物減少空氣中的懸浮微粒及汙染，除促進空氣循環達到淨化的效能外，亦能為我國淨零排放工作盡一份心力。
9. 德國美茵河河濱有著不同的意象及設施，如歷史影像的看板，除增加景點趣味性以外，也可確保不同時期之影像是以相同地點及角度所紀錄，建議可於本局治山防災工程構造物巡查設置影像看板，以利掌握及確認構造物歷年之變化。
10. 近年來本局推動生態保育，建議可參照德國綠帶公園內經營理念，設置動植物保護區域，確保人類活動與生物棲息地分隔，減少棲息地破壞及擾動影響生物之存活。

參考文獻

1. Rasdaman Datacube 系統建置暨影像匯入模組與流程開發案成果報告書
2. 施奕良、常若愚、蔡坤龍、林立青。環境資料及三維圖台之雲端整合應用。
財團法人國家實驗研究院國家高速網路與計算中心
3. The social and ecological benefits of the GreenBelt Frankfurt(2019) ,
Simone Sterly Institute for Rural Development Research
4. 資料立方應用服務平台，國家太空中心
(<https://www.tasa.org.tw/activity/TWC/tw/index.html>)
5. <https://rasdaman.com/>
6. https://coastobs.eu/assets/content/CoastObs_D4-1.pdf
7. https://frankfurt.de/themen/umwelt-und-gruen/orte/gruenguertel/gruenguertel_az/gruenguertel_uebersichtskarte
8. 30 Jahre GruenGuertel Frankfurt
9. 巴伐利亞州環境辦公室網站(<https://www.hnd.bayern.de/>)
10. <https://news.housefun.com.tw/news/article/166785179557.html>