

出國報告（出國類別：開會）

2025 Esri 用戶大會暨安全高峰會

服務機關：台灣電力股份有限公司

姓名職稱：游晴幃／電機工程專員

派赴國家：美國

出國期間：114 年 07 月 10 日～114 年 07 月 20 日

報告日期：114 年 09 月 11 日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：2025 Esri 用戶大會暨安全高峰會

頁數：34，含附件：是 否

出國計畫主辦機關／聯絡人／電話

台灣電力股份有限公司 人力資源處／翁玉靜／02-23667685

出國人員姓名／服務機關／單位／職稱／電話

游晴幃／台灣電力股份有限公司 綜合研究所／電機工程專員／02-23601236

出國類別： 1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 開會 6 其他

出國期間：114 年 07 月 10 日至 114 年 07 月 20 日

派赴國家/地區：美國/聖地牙哥

關鍵詞：地理資訊系統(Geographic Information System)、配電系統(Distribution System)、電網韌性(Grid Resiliency)、可併網容量(Hosting capacity)

內容摘要：

智慧電網需要整合大量的輸配電設備靜態資料及現場即時資料，如變壓器、電桿位置，以及開關狀態等，而透過 GIS 能清楚掌握輸配電線路、變電所及再生能源案場位置等空間資料，進而結合即時監測、負載與再生能源發電預測資料，達成更精準的調度與決策輔助能力，強化了智慧電網運轉的可靠度。本室已建置饋線可併網容量查詢系統與再生能源圖資管理研究發展平台。本次參加 Esri 用戶大會 (Esri User Conference，以下簡稱 Esri UC) 旨在深入了解 GIS 在智慧電網領域的最新應用，學習各國在圖資相關方面的最新發展，同時，也能掌握最新圖資平台技術，作為本室後續系統規劃與技術導入的重要參考方向。藉由不同的專題演講及展示，可以了解來自全球的先進案例與解決方案，並深入探討人工智慧與 GIS 的整合應用，以及雲端架構與大數據分析在地理資訊系統中的實際運用，並作為未來推動智慧電網及能源管理系統等技術設施的規劃參考。

本文電子檔已傳至出國報告資訊 (<https://report.ndc.gov.tw/reportwork/>)

目錄

行政院及所屬各機關出國報告提要	i
目錄	ii
圖目錄	iii
壹、 出訪目的及行程紀要	1
一、 緣由與目標	1
二、 行程規劃	3
貳、 研討會簡介	4
一、 第一階段：高階資料轉換	11
二、 第二階段：細節資料轉換	12
三、 第三階段：資料轉換工具	13
四、 圖資拓撲錯誤（Topology Errors）的檢核機制	13
參、 Esri 展覽會	15
一、 電力公司核心工作流程與數據管理	17
二、 資料安全與機密性保障	18
三、 再生能源可併網容量計算	18
四、 再生能源併網差異：Network PV 與 Non-Network PV	23
五、 微電網於地理圖資顯示	25
六、 可併網容量地圖應用	25
七、 停限電管理系統	29
肆、 結論	32
一、 未來挑戰	32
二、 心得建議	33

圖目錄

圖 1	Esri UC 全體會議會場	5
圖 2	創辦人 Jack Dangermond	5
圖 3	與創辦人 Jack Dangermond (照片中間) 及台灣互動國際數位公司常處 長 (照片左邊) 合影	6
圖 4	地理圖資技術應用於機場航班資訊	6
圖 5	地圖畫廊展場	8
圖 6	Simple Data Mapping 流程	10
圖 7	如何辨識錯誤圖資	14
圖 8	如何追蹤錯誤圖資	15
圖 9	展覽會會場	16
圖 10	可透過手機 app 查看攤位的資訊	16
圖 11	分享台電再生能源可併網查詢系統	19
圖 12	美國再生能源可併網量查詢系統範例	20
圖 13	Hosting Capacity Web Application 中可併網容量的顏色區別	22
圖 14	Non-Wires Solutions	23
圖 15	屬性資料	23
圖 16	Network PV	24
圖 17	Non-Network PV	25
圖 18	Con Edison 公司的 Electrification Capacity Map	26
圖 19	7291 饋線資料	28
圖 20	V1026 變壓器資料	28
圖 21	聯邦愛迪生電力公司的停限電管理系統	29
圖 22	提供使用者輸入聯絡資訊用以更新電網資訊操作畫面	30
圖 23	提供使用者通報停電操作畫面	30
圖 24	套用不同圖層示意圖	31
圖 25	Esri 亞太地區的負責人 Brett Dixon (照片左邊)	32

壹、出訪目的及行程紀要

一、緣由與目標

自 19、20 世紀，電力系統進入人類社會開始，電力對人們的生活產生重要的影響，也成為工商業發展重要的基礎，這個特性至今仍未有改變，鋼鐵業、半導體工業乃至於近年快速發展的人工智慧產業鏈，在生產及運轉過程中都需要大量的電能來支持。另一方面，有鑑於氣候變遷越加險惡，各國政府都規劃了淨零排放路徑，以期盡快減少國家碳排放量，降低溫室效應的強度。

我國計畫於西元 2050 年達到碳中和 (Carbon Neutrality)，並規劃以電氣化降低非電力能源之碳排放量，同時要求電力去碳化，以使電力碳排放量歸零。在用電需求增加且電力碳排放量需減少的前景下，必須倚靠再生能源等潔淨能源，來為電力系統提供無碳的電力。因此，再生能源滲透率勢必日益提升，為確保電網供需平衡，應強化即時調度能力，而在電源規劃層面，必須有充足的分析及輔助工具可在大量併聯再生能源的同時，確保電力系統的穩定性。

我國已為此發展智慧電網數年，由行政院於民國 100 年召開智慧電網發展策略論壇，確認並推動智慧電網總體規劃方案，並由本公司負責執行智慧調度與發電、電網管理、儲能系統、需求面管理、資通訊技術基礎建設、產業發展、法規制度等領域之相關具體作法和檢核

點目標，在各項具體作法中，智慧調度與發電包含再生能源發電監測系統與氣象資訊導入，電網管理包含饋線自動化提升並與配電圖資、AMI 及饋線資訊整合應用，這些規劃目標需要地理圖資技術來支援，因此在智慧電網的推動上，地理資訊系統（Geographic Information System, GIS）扮演重要的角色。智慧電網需要整合大量的輸配電設備靜態資料及現場即時資料，如變壓器、電桿位置，以及開關狀態等，而 GIS 可將這些資料視覺化並加以分析計算。透過 GIS 能清楚掌握輸配電線路、變電所及再生能源案場位置等空間資料（spatial data），進而結合即時監測、負載與再生能源發電預測資料，達成更精準的調度與決策輔助能力。例如，再生能源併網時，GIS 可協助評估最佳併接位置；在停電事故中，憑藉 GIS 的幫助能夠快速定位影響範圍、找出故障點並加速復電工程。GIS 不僅提升了電網的可視化與可控性，更強化了智慧電網運轉的可靠度。

本室目前專注於配電圖資應用、再生能源併網與配電設備資產管理等相關研究，已建置饋線可併網容量查詢系統與再生能源圖資管理研究發展平台。本次參加 Esri 用戶大會（Esri User Conference，以下簡稱 Esri UC）旨在深入了解 GIS 在智慧電網領域的最新應用，學習各國在圖資相關方面的最新發展並與世界各地的專家技術交流。除了電力系統外，透過本次會議也深入了解 GIS 在能源管理、公共安全、

交通運輸等多元領域的最新應用與發展方向，同時，也能掌握最新圖資平台技術，作為本室後續系統規劃與技術導入的重要參考方向。藉由不同的專題演講及展示，可以了解來自全球的先進案例與解決方案，並深入探討人工智慧與 GIS 的整合應用，以及雲端架構與大數據分析在地理資訊系統中的實際運用，並作為未來推動智慧電網及能源管理系統等技術設施的規劃參考。

二、行程規劃

2025 Esri 用戶大會暨安全高峰會，於 2025 年 07 月 12 至 18 日，在美國聖地牙哥舉行，行程紀要如下：

日期	地點	拜訪機構名稱	備註
114/07/10	往程	-	台北—聖地牙哥
114/07/12 至 114/07/18	美國聖地牙哥	Esri	參加 Esri 用戶大會 暨安全高峰會
114/07/20	回程	-	聖地牙哥—台北

貳、研討會簡介

本次參加的 Esri UC 為期一週，其中包含全體會議、技術與使用者發表會、展覽會場、地圖畫廊及教育訓練與工作坊，內容豐富多元。

Esri (Environment Systems Research Institute) 是國際著名的地理圖資技術供應商，透過舉辦 Esri UC 及前述各項會議，聚集世界各國地理圖資技術與應用的專家一同交流，如圖 1。各項會議說明如下：

- **全體會議 (Plenary Session) :**

由 Esri 創辦人 Jack Dangermond (如圖 2、圖 3) 主持，分享公司願景、GIS 技術的發展方向，並展示各種應用案例，同時也邀請來自不同領域及身分的使用者，分享如何應用圖資在他們的工作上，以滿足他們的企業或社會需求，如圖 4，其中包含政府機關、在校學生、機場人員及博物館員工等，藉此可以更了解 GIS 在各領域的應用及產業趨勢，同時為大會揭開序幕。



圖1 Esri UC 全體會議會場



圖2 創辦人 Jack Dangermond



圖3 與創辦人 Jack Dangermond（照片中間）及台灣互動國際數位公司常處長（照片左邊）合影

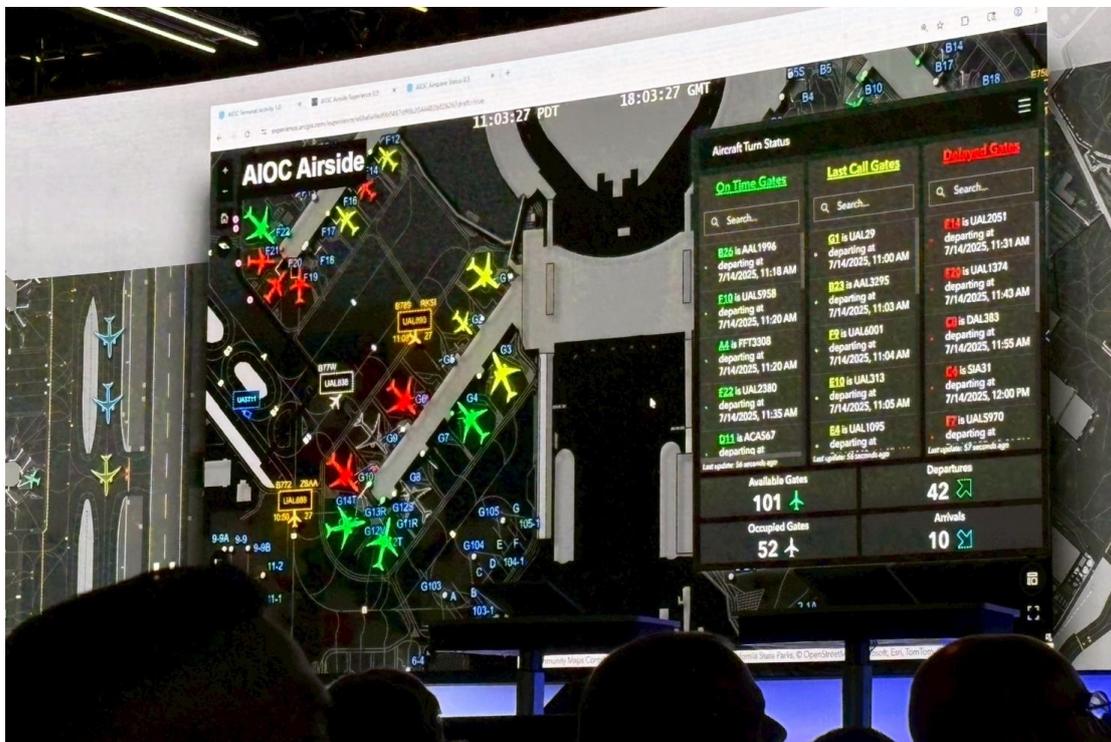


圖4 地理圖資技術應用於機場航班資訊

- **技術與使用者發表會 (Technical and User Presentations) :**

在技術與使用者發表會中，有數百場分組會議，其議題涵蓋廣闊，從入門操作到實際應用的各種主題皆有，包含：

- (A) **軟體操作教學**：ArcGIS Pro、ArcGIS Online、ArcGIS

Enterprise 等核心產品的最新功能與操作技巧。

- (B) **開發者專題**：如何使用 API 和 SDK 進行客製化開發、整

合人工智慧與機器學習等新興技術。

- (C) **產業應用案例**：涵蓋政府部門、國防安全、環境保育、商

業分析及都市規劃等各行各業的實際應用。

- **展覽會場 (Expo) :**

展覽會場中由 GIS 相關的硬體、軟體和服務供應商展示各自的產品，可了解地理圖資技術面的發展。除了 Esri 自家的展示區外，還有許多合作夥伴和廠商，可以與技術人員直接交流，了解針對各種技術問題的解決方案，並找到適合各種領域需求的工具。

- **地圖畫廊 (Map Gallery) :**

地圖畫廊是一個展示 GIS 應用成果的展覽，來自世界各地的使用者會將其製作的地圖和海報展出，如圖 5。可以在這裡看到 GIS 如何被用來解決各種領域的實際問題，例如追蹤野

生動物位置、分析城市交通狀況或視覺化呈現歷史變遷過程。



圖5 地圖畫廊展場

• **教育訓練與工作坊 (Workshops) :**

會議期間會舉辦各種動手實作的工作坊和研討會，能夠親身體驗和學習特定主題，透過動手實作，可以更明確了解解決特定問題或應用特定技術時的具體作法。

日期	時間	行程
7/12 (六)	8 : 30-17 : 00	Esri Safety and Security Summit
7/13 (日)	8 : 30-17 : 00	Esri Safety and Security Summit
7/14 (一)	8 : 30-15 : 30	Esri User Conference Plenary
7/15 (二)	10 : 00-10 : 20	ArcGIS : Simplifying the Use of AI in Local Government
	1 : 45-2 : 30	Introducing VertiGIS Neo : The Future of Cloud-Centric Industry-Focused Solution
	2 : 30-3 : 30	AI and GIS for Smarter Utility Management

7/16 (三)	11 : 30-12 : 30	Electric Transmission SIG : Using GIS for a Smarter and Resilient Grid
	11 : 30-12 : 30	Electric Distribution SIG : Design, Engineering, and Safety and Compliance
	13 : 00-14 : 00	Imagery and Remote Sensing for Smarter Utility Workflows
7/17 (四)	8 : 30-9 : 30	ArcGIS Pro Editing : Using Topology to Manage Features
	10 : 00-11 : 00	ArcGIS Solutions : Utility Networks
	13 : 00-13 : 30	How to Integrate Geospatial Risk and Resilience Intelligence Data into ArcGIS
	17 : 30-21 : 30	Dinner
7/18 (五)	9 : 00-10 : 00	Aligning Geospatial and IT Strategies
	10 : 00-11 : 00	ArcGIS Pro AI Assistant

本次在 Esri UC 中參加了電力相關的講座，由 Esri 工程師分享 Ersi ArcGIS Utility Network 在電力系統上的應用以及創新功能，藉此機會學習新的地理圖資技術。ArcGIS Utility Network 是一個用來建模和規劃電力公司地理圖資系統的工具，提供資料管理、分析和視覺化模型。並支援多種基礎建設，包含電力、天然氣和通訊等。

GIS 為了視覺化呈現電力系統資訊，須介接來自不同系統的資料並進行整合。以本室建置的系統為例，饋線可併網容量查詢系統須整合停限電運轉圖資系統 (Outage Management System, OMS) 及配電圖資管理系統 (Distribution Mapping Management System, DMMS) 等系統中，各項配電設備位置與運轉資訊，並配合系統衝擊分析、可併網容量計算等程序，來達成可併網容量視覺化呈現與查詢的目標。這些收集來的配電設備資料相當龐大，涵蓋全國饋線、變壓器、開關設備

以及再生能源案場等資訊。然而，在資料處理的過程中，難免碰到資料因人為因素而出現錯誤的情形，可能導致電氣設備的連結性追蹤發生中斷，配電資料的正確性會影響計算結果，並影響同仁對電網狀態的判斷與參考。因此確保資料正確性至關重要，特別是在資料傳輸發生異常時，更需要完善的檢核機制來保障可靠性，為此，Esri 建議透過 Simple Data Mapping 來處理資料的轉換工作，其流程如圖 6。

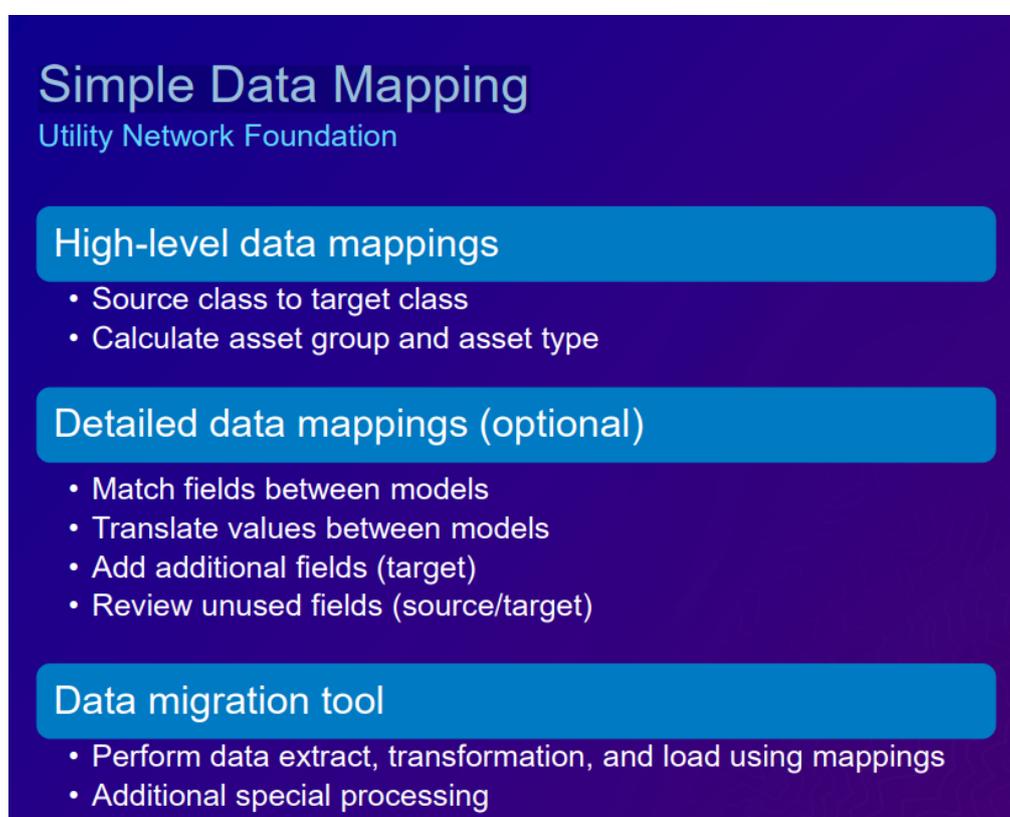


圖6 Simple Data Mapping 流程

Simple Data Mapping 藉由分層的方法，可簡化將現有來源資料轉換至標準格式的過程。Simple Data Mapping 將遷移這個動作分解為資料對應、詳細對應及工具執行等三個主要階段，使用者可以更高效、更準確地完成資料轉換與載入。

Simple Data Mapping 流程主要包含以下三個階段：

一、第一階段：高階資料轉換

高階資料轉換（High-level Data Mappings）階段是資料轉換的基礎，也是必要的第一步。主要任務是建立來源資料與目標模型之間的關係。

- **資料類別對應至目標類別（Source class to target class）：**

定義資料庫中的哪個圖徵類別（Feature Class）對應到 Utility Network 模型中的哪個目標圖徵類別。例如，可將舊系統中的「ssManhole」（人孔）圖層對應至新模型中的「SewerDevice」（下水道設施）類別。

- **計算資產群組與資產類型（Calculate asset group and asset type）：**

在電網中，每個設施都需要被分類。根據來源資料的屬性，為其分配對應的資產群組（Asset Group）和資產類型（Asset Type）。例如，一個「SewerDevice」可能被歸類為「Manhole」（資產群組），其下再細分為「Directional Manhole」（資產類型）。

完成此階段的設定後，資料轉換的基本架構便已建立。

二、第二階段：細節資料轉換

細節資料轉換（Detailed Data Mappings）階段為更進一步設定屬性資料，適用於較複雜的資料來源。

- **模型間的欄位匹配（Match fields between models）：**

將資料表中的特定欄位對應到目標資料表的相應欄位。例如，將「MATERIAL」欄位對應到目標的「PipeMaterial」欄位。

- **模型間的值轉換（Translate values between models）：**

進行欄位值的轉換。例如，來源資料中可能用文字「ON」來表示開關狀態，但在目標模型中需要轉換為代碼「1」，此功能可建立這樣的對應規則。

- **新增額外欄位（Add additional fields - target）：**

如果目標模型中有來源資料所沒有的必要欄位（例如來源資料中缺乏「InstallationDate」），可以在此步驟中新增，並設定預設值或透過腳本計算其值。

- **檢視未使用的欄位（Review unused fields - source/target）：**

檢查在對應過程中，來源資料中有哪些欄位未被使用，或目標模型中有哪些欄位未被填入資料。這有助於確保所有重要資訊都已成功轉換，避免資料遺失。

三、第三階段：資料轉換工具

在完成上述對應設定後，資料移轉工具（Data Migration Tool）會自動化地執行資料處理。

- **使用對應規則執行資料擷取、轉換和載入（Perform data extract, transformation, and load using mappings）：**

讀取前兩階段設定好的所有對應規則，並自動化執行 ETL（Extract-Transform-Load）流程，將來源資料轉換並載入到目標資產套件（Asset Package）中。

四、圖資拓撲錯誤（Topology Errors）的檢核機制

從圖 7 可以得知，在第一次產圖資拓撲時，系統會進行驗證，並以「髒區（Dirty Areas）」標示出需要注意的地方。這些髒區可能是未驗證的編輯資料，或是系統偵測到的錯誤，例如連結性異常。使用者透過視覺化的標示說明，能快速掌握錯誤位置與內容。這樣的設計不僅能提升資料的正確性，也能讓問題系統化地被追蹤、解決，以避免錯誤被忽略。尤其在一開始在建置時，可能會有很多筆錯誤，如果沒有一個錯誤資料管理與機制，後續維護會非常困難，必須確保拓撲的正確性，才可提升後續的分析與應用之可靠性。

配電設備與線路資料正確性並不是單靠資料建置完成就能保證，而是必須經過持續的錯誤檢測與修正流程。圖 8 中提到的 Utility

Network Foundation 和 Migration Toolset，提供了系統化的工具，讓使用者能夠自動化地檢測並修復錯誤，避免耗費大量時間維護資料。而如何系統性地找出並管理這些錯誤的資料是相當重要的，Esri 開發工程師說明錯誤資料是需要「視覺化」(visualize)與「分類」(categorize)，這樣才能讓發生的問題更清晰。在整備資料的過程中，資料品質並非只是檢查，而是需要透過工具、流程與持續修正等作業來確保並維持系統的可靠性。

本公司先前所建立的圖資大多是應用在停復電及線路搶修作業，故有些資料準確性不是那麼高，藉由 Esri 工程師介紹相關檢核機制確保圖與資的準確性，學習到可先透過定義各設備之資產屬性，當執行連結性追蹤時，系統就能自動比對設備之屬性，快速判斷設備間的連結性是否合理，從而提升圖資資料的準確性。

Quality Assurance
Topology Errors

- How do you identify topology errors?
 - Entire topology is validated when it is first enabled
- Dirty areas
 - Represents areas of the network that require attention
 - They can be an unvalidated edit or a discovered error
 - Information can be seen in popups
- Initial network build
 - There can be many thousands of errors
 - Summarize errors to develop a plan
 - Different resolutions for production and prototypes

The screenshot shows a network diagram with a red hatched area indicating a 'Dirty Area'. A popup window displays the following details:

Pop-up	
Dirty Areas (1)	
9 (RuleID(s) 73.75) 9 (4D587130-76EC-40A9-8800-217FC00F7356)	
Dirty Areas - 9 (RuleID(s) 73.75) 9 (4D587130-76EC-40A9-8800-217FC00F7356)	
Object ID	2485
Is retired	1
Status	8
Network Source ID	Water Line
Feature Guid	{6687C064-7328-4812-4C65-731E3FCFF6F0}
Error code	512
Error message	9 (RuleID(s) 73.75) 9 (4D587130-76EC-40A9-8800-217FC00F7356)
Creation date	3/6/2025 9:18:04 PM
Creator	ROB12336
Last update	3/6/2025 9:18:04 PM
Updated by	ROB12336
Global ID	{6598E8F0F-36CF-4C7A-8ADD-6743555D1399}
Shape Area	5787.710972
Shape Length	342.150234
Error(s)	9 Invalid connectivity - More than one junction edge rule applicable.
Status	8 Feature error
Description	

圖7 如何辨識錯誤圖資

Quality Assurance

Analyzing / Resolving Errors

• Utility Network Foundation

- Summarize Utility Network Errors (included in solution)
- Generates a report using the dirty areas in the UN

• Migration toolset

- Analyze Network Data tool
- Apply Error Resolutions tool
- Can detect and fix the most common errors
- Works on all utility networks

• Fix. Your. Topology Errors.

- Cleanup tools cannot be run against services or a versioned geodatabase
- Cannot trace or update subnetworks where you have topology errors.

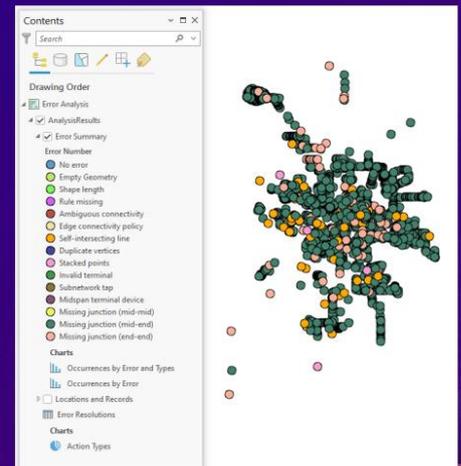


圖8 如何追蹤錯誤圖資

參、Esri 展覽會

在 Esri 展覽會 (Esri EXPO) 會場共有 200 多個來自全球的協力廠商，以及超過 2,000 名 Esri 專家駐點，如圖 9，展示如何使用 Esri 平台提供不同領域的服務及應用，現場有分為產品區與專業應用區，能更深入地了解 ArcGIS 如何與建築、公共設施、政府服務等多領域整合運作，不僅能與專家面對面交流，更可以操作及觀看相關功能的應用，了解最新的 ArcGIS 技術、即時資料處理、空間分析與人工智慧資料整合等功能。Esri 也活用及地理圖資技術建立會場中的攤位地圖，提供給 Esri 展覽會的參加者使用，如圖 10。



圖9 展覽會會場



圖10 可透過手機 app 查看攤位的資訊

也藉由這次機會，與電力領域的諸多企業進行交流，了解他們如何運用地理圖資技術來進行資產管理、停電區域顯示、電力規劃及再生能源併網等應用，以下是本次交流內容。

一、 電力公司核心工作流程與數據管理

如何確保電網的穩定對於電力公司來說是一項至關重要的任務。其主要工作流程涵蓋了多個面向，從基礎設施的巡檢，到資產的完整管理與維護，每一個環節都扮演著不可或缺的角色。

Esri 研究人員介紹了有關電力系統巡檢維護的應用：電桿與電線的巡檢是最常見的現場作業之一，為了即時掌握電力設施的狀況，現場工作人員會攜帶平板電腦，透過 Esri 的 Field Maps 應用程式來檢查電桿、電線等設備是否有損壞、老化或其他潛在安全疑慮。這些巡檢數據會即時回傳，供桌面端的監控中心透過儀表板進行統一監控與後續分析，確保所有巡檢資訊都能透明化且系統化管理。

在資產管理方面，精確掌握所有電力設備的位置與狀態，是維持電網運作效率的關鍵。Esri 研究人員說明，電力公司通常會利用 GIS 系統建立詳細的資產地圖，包括電桿、電線、變壓器與變電所等設施。當現場人員發現設備損壞，例如因颱風或地震導致電桿倒塌，會立即在平板上回報與更新設備更換狀況。而這些最新資訊會將同步回到桌面端，由負責圖資維護的同仁負責進行更新作業，確保資產資料的即時性與準確性。

隨著數位化的發展，許多工作流程已逐步實現自動化與即時通報。例如，只要系統偵測到異常電力中斷，便可即時自動產生工單或通知

維修人員，以最快速度反應，提高搶修效率與速度。而透過現場作業與相關資訊的整合，電力公司不僅能有效維護電力設備資產，也能在突發狀況發生時，迅速做出反應，保障供電穩定與安全。

二、 資料安全與機密性保障

電力系統資料的安全性與機密性是各國電力公司極為重視的議題，許多公司會每天下載完整的系統數據，以確保在網路中斷（如停電或斷訊等）的情況下，依然可以得到最新的資料（至少是 24 小時內的資料）。與我國不同的是，美國因其電業環境，擁有眾多獨立的電力公司，彼此之間不共享資料，且非常重視資料的保密性。而我國僅有一家電力公司，由本公司作為綜合電業，掌握龐大的電力系統資料，且資料的複雜度極高，涵蓋輸配電網路、負載、再生能源併網、設備維護等多面向，資料的維護必然較為困難，但同時也是一種優勢，因為本公司擁有的電力資訊較為完備，能夠提供更完整且精準的分析與應用。

三、 再生能源可併網容量計算

本室已協助配電處建置再生能源可併網容量查詢系統，故藉此機會瞭解並學習國外在此領域的研究成果與應用經驗，並與相關領域的研究人員交流，同時分享本公司系統的經驗與作法，如圖 11，希望未來在建置或更新相關系統時，能有不同的想法與觀點，作為系統精進

的參考。



圖11 分享台電再生能源可併網查詢系統

本公司的併網審查作業是透過饋線電壓變動率來評估併聯的分散式能源對饋線的衝擊程度。這次交流過程中了解到美國部分電力公司是透過線路負載分析來計算可併網量，每條線路都有額定容量，透過計算並顯示新增設施對線路負載的影響來判斷可併網容量。研究人員現場示範一條 245kV 的線路，在沒有負載（0%）的前提下，新增 26MW 的再生能源案場將使其負載達到其額定容量的 18%。當線路負載達到 100%時，表示已達容量上限，無法再新增任何設施，如圖

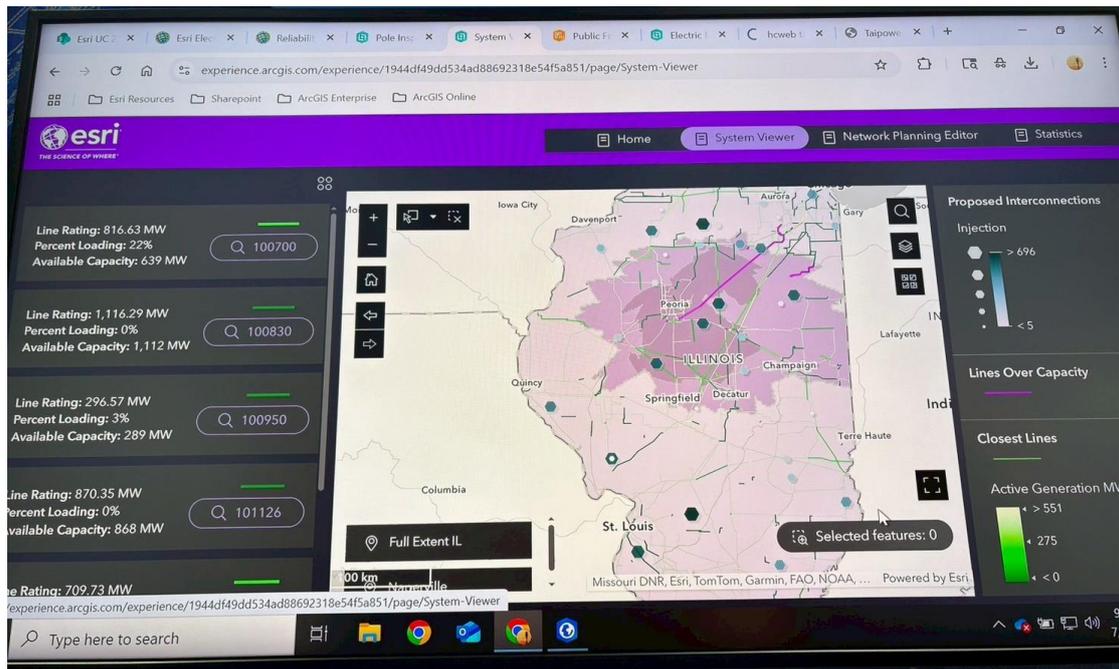


圖12 美國再生能源可併網量查詢系統範例

此外，本室正在研擬更新再生能源可併網容量查詢系統，本次交流過程中觀察到國外的做法，是讓使用者透過地圖直接點選欲分析之饋線，輸入相關參數後按下執行，即可計算出該條饋線的可併網容量結果。此種作法不僅讓使用者能更直觀地選擇饋線以執行系統衝擊分析，也能在操作過程中快速檢核該饋線資料是否正確，例如饋線長度、變壓器位置及再生能源案場等資訊。這種直觀且高效率的使用者介面，對於提升系統使用者體驗與資料正確性非常有幫助，值得在未來的系統開發中作為參考。

為滿足再生能源可併網容量查詢系統的更新需求，本次交流中針對此議題進行了深入的探討，Esri 研究人員亦分享其他電力公司的

作法與應用，像是從 Con Edison 公司的 Hosting Capacity Web Application，可以觀察到此網站呈現不同區域的可併網容量，透過地圖上的顏色標示，使用者可以一目了然地看出哪些區域的饋線具有較高的可併網容量來裝設新的發電或負載設備（例如再生能源案場或電動車充電站），而哪些區域則可能面臨容量限制，如圖 13。

該平台亦提供了多個的圖層選項，例如「Hosting Capacity for Network Structure」、「Hosting Capacity for 3PH Segments」以及「No Hosting Capacity for 1PH and 2PH Segments」。這些分類細緻的圖層讓用戶可以根據自己的需求，深入了解不同電網層級和類型的可併網容量情況。例如：對於規劃大型太陽能發電設施的開發商而言，「3PH Segments」的容量資訊可能就至關重要；而對於評估小型住宅太陽能系統的用戶來說，則可能更關注「1PH and 2PH Segments」的容量狀況。



圖13 Hosting Capacity Web Application 中可併網容量的顏色區別

值得一提的是，在此網站有一功能是提供查看「Non-Wires Solutions」的圖資，其中「Non-Wires」指的是不依靠傳統電網線路擴建（如新建輸電線路或變電所等）解決方案，而是期望用分散式能源及安裝 STATCOM 等方式，來替代傳統基礎建設的投資。

由圖 14 可以觀察到，系統以不同顏色標示了不同的地理區域，每個顏色都對應著右側圖例中列出的 Non-Wires Solutions Network 專案，點選該區域可查看該專案屬性資料，像是專案名稱、行政區年份及相關描述，如圖 15 所示。目前本公司的圖資系統尚未呈現與 Non-Wires Solution 相關的資訊，例如分散式能源資源配置、需求反應潛力或儲能系統布建情況等。未來若能參考國外電力公司的作法，將 Non-Wires Solution 資料納入圖資展示與分析，不僅能提供更多元的

電網規劃視角，還能協助以非傳統方式強化電網韌性與供電可靠性。

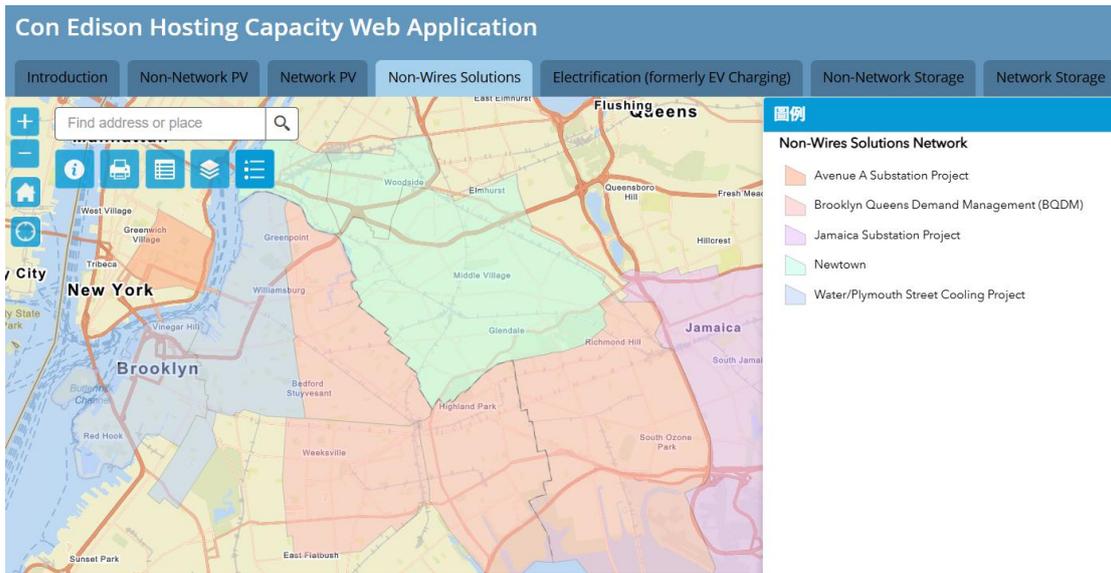


圖 14 Non-Wires Solutions

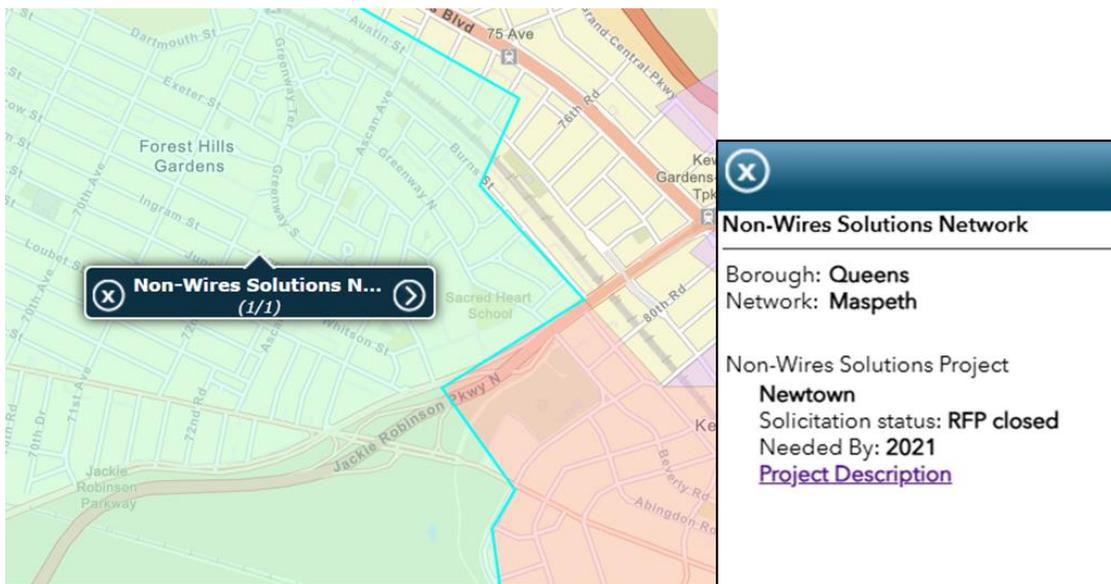


圖 15 屬性資料

四、 再生能源併網差異：Network PV 與 Non-Network PV

透過此網頁觀察到 Con Edison 公司針對再生能源併網的資料時，會特別將系統區分為「Network PV」與「Non-Network PV」。這樣的

分類反映出不同配電架構下，再生能源併聯所面臨的條件與挑戰。

Network PV 指的是安裝在「網狀配電系統」中的太陽能發電。這種系統多見於美國大城市人口密集區，例如紐約市中心。由於網狀系統有多個饋線與變電所相互連接，能確保供電高度可靠，但同時也讓電力潮流變得複雜。一旦有再生能源併網，容易產生逆送電，進而影響系統穩定，因此對於併網的限制通常較為嚴格，可併網容量上限也較低，如圖 16。

相較之下，Non-Network PV 是指併入「輻射狀配電系統」的太陽能發電。這種架構在郊區與住宅區最為常見，電力由變電所單方向輸出至用戶端，結構單純。由於電流方向清楚，不容易造成逆送電問題，因此能容納的再生能源規模通常較大，併網規範也相對寬鬆，如圖 17。

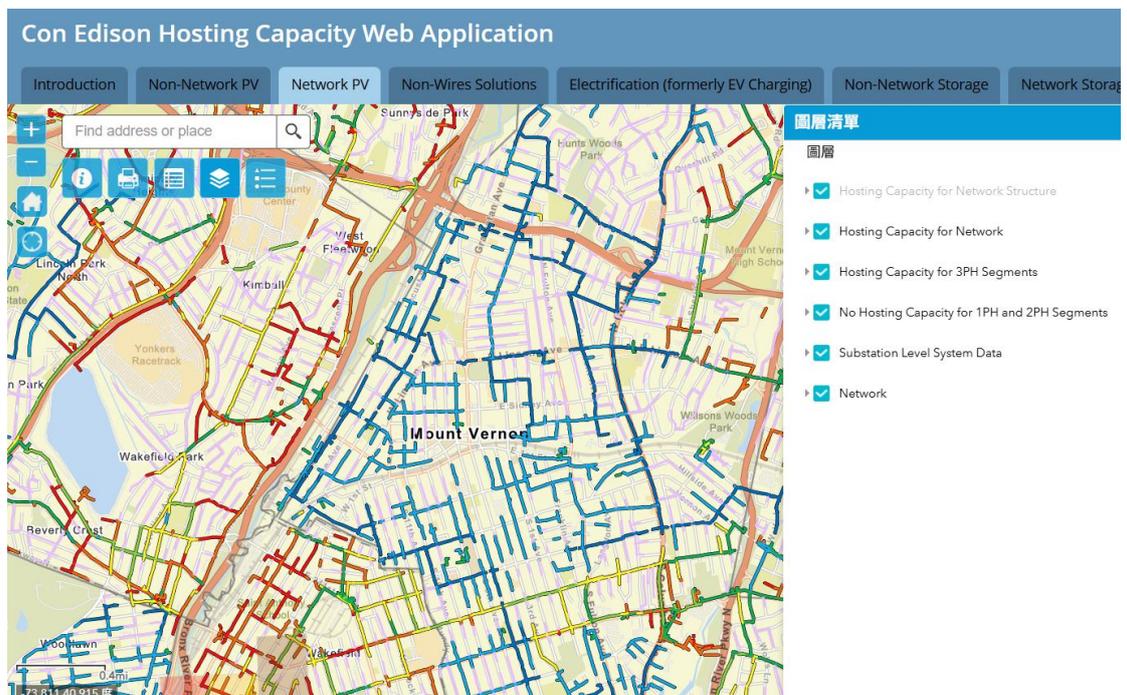


圖 16 Network PV

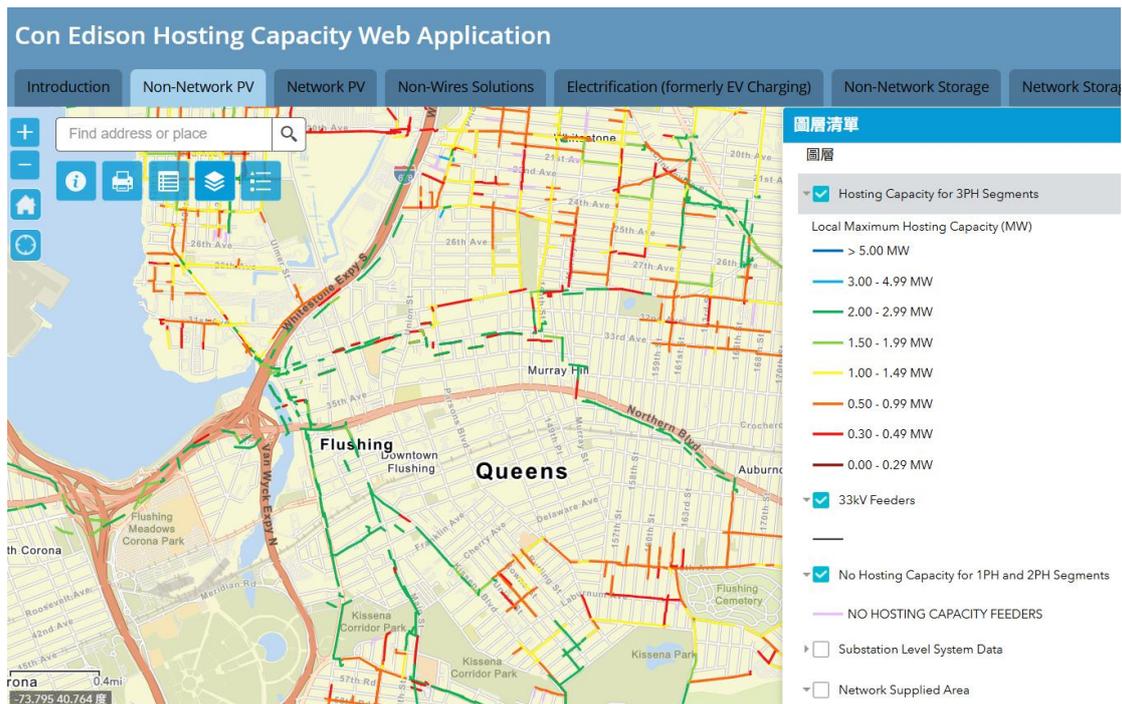


圖17 Non-Network PV

五、 微電網於地理圖資顯示

我國刻正發展微電網技術，可預見未來將會有越來越多的微電網加入電力系統，可在維持關鍵負載的同時也強化電網韌性。透過本次交流，詢問了微電網在圖資上呈現的作法，Esri 研究人員提到，微電網被視為電網中的獨立區塊或子系統，建議可使用符號系統 (symbology)，例如用不同的顏色或多邊形來表示微電網，也可以透過不同顏色的饋線來呈現微電網進行區分，例如用藍色代表微電網的線路。

六、 可併網容量地圖應用

圖 18 地圖是 Con Edison 公司的 Electrification Capacity Map，顯

示了 Con Edison 在紐約州部分地區的電力系統中，可用於新增電動車充電設施和建築電氣化的預估可併網容量。透過查看地圖上變壓器與饋線的容量，可先大致了解哪些地點比較容易新增用電設備。

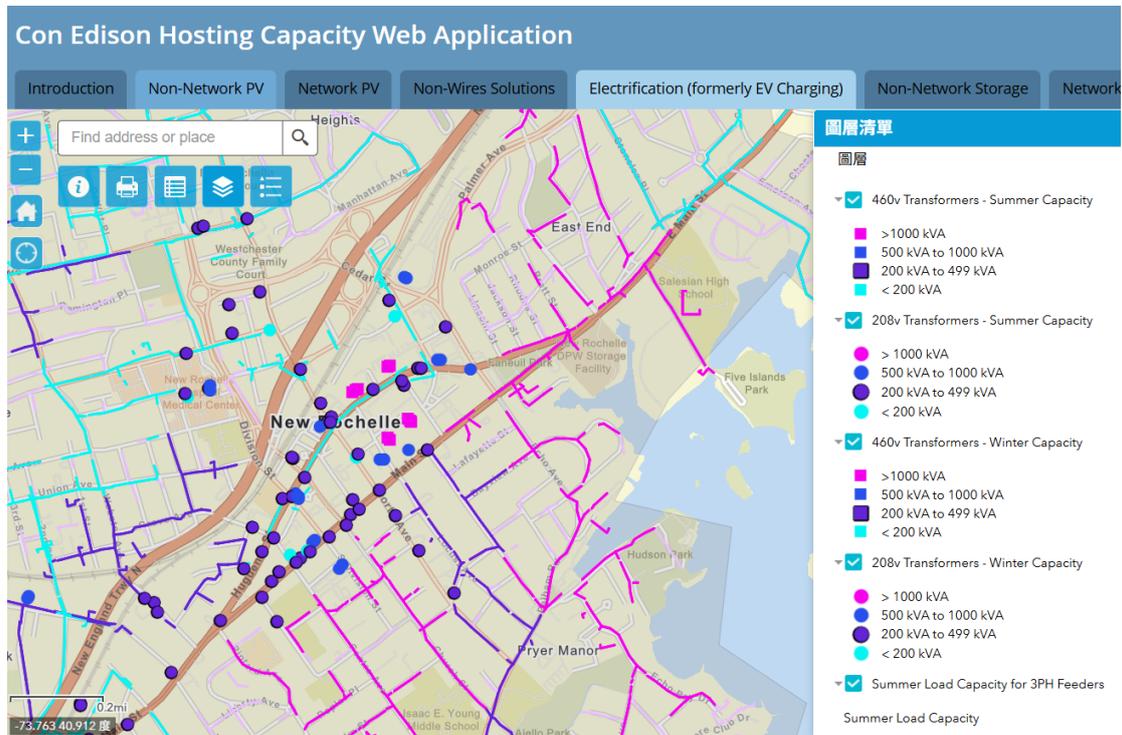


圖18 Con Edison 公司的 Electrification Capacity Map

從圖 18 右邊的圖例可了解不同顏色和圖示所代表的意義：

- **變壓器電壓：**

地圖上的圖示分為兩種電壓，方形代表 460V 變壓器，圓形代表 208V 變壓器。

- **季節性容量：**

分為「夏季容量 (Summer Capacity)」和「冬季容量 (Winter Capacity)」。夏季的額定容量適用於評估電動車充電的可用

容量，而冬季額定容量可與夏季結合，呈現建築電氣化的可用容量。

- **可併網容量級距：**

無論是夏季或冬季，皆透過四種顏色呈現變壓器的可併網容量。

- **饋線負載容量：**

除了變壓器以外，地圖也以顏色區分饋線的負載容量。

點選地圖上設備，可得到相關的資料，以下舉 7291 饋線及 V1026 變壓器為例：

1. 7291 饋線

7291 饋線由一座額定容量為 240 MW 的變電所供電，電壓為 4 kV。該變電所歷史最高負載為 205 MW，負載率約為 85%。在夏季用電高峰時，這條饋線的剩餘容量僅有 0.30 MW，冬季時，剩餘容量為增 0.46 MW，如圖 19。這代表若要在這條饋線新增大型商場或包含多座電動車充電樁的充電站，難度可能較高，因為僅有 300 kW 的容量可使用。

 Summer Load Capacity for 3PH Feeders	
Substation:	PARKCHESTER NO.1
Circuit:	7291
Substation/Bank Rating (MW):	240.00
Circuit Voltage (kV):	4
Peak Load (MW):	205.00
Summer Load Capacity (MW):	0.30
Winter Load Capacity (MW):	0.46
Refresh Date:	3/28/2025

圖19 7291 饋線資料

2. V1026 變壓器

V1026 變壓器在尖峰的夏季依然有 500 到 1000 kVA 的剩餘容量，如圖 20，因此若想在此變壓器供電範圍內新增高負載設備可行性應該較高。

 Summer 208v Transformers: V1026	
Structure Number	V1026
M&S Plate	28R
Voltage (kV)	208v
Summer Capacity Range (MW)	500 kVA to 1000 kVA

圖20 V1026 變壓器資料

七、 停限電管理系統

此系統以聯邦愛迪生電力公司（ComEd）的資料為示範，能即時呈現特定區域的停電範圍、停電時間等資訊，如圖 21。對外，它作為公開資訊平台，電力公司可在地圖上即時發布停電範圍、預估修復時間等資訊，網站也提供輸入用戶的聯絡資料，如圖 22，當復電時或是有任何搶修進度，民眾可即時收到任何更新資訊，方便民眾通報停電及查詢，並減輕電力公司客服中心的壓力，如圖 23；對內，系統管理者可設定不同權限，設定不同使用者角色擁有不同的功能權限，例如讓維修人員的搶修進度僅限內部人員查看，以確保資訊安全。另外，該系統也可套用不同的圖層，讓使用者在資訊查看上更加彈性，如圖 24。

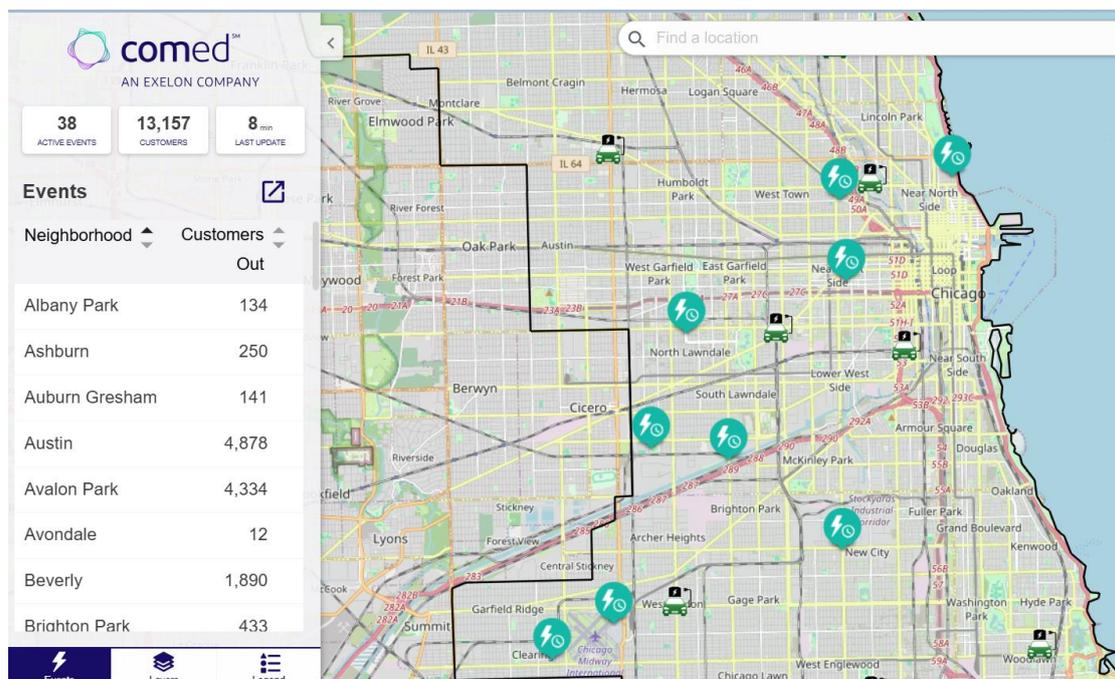


圖21 聯邦愛迪生電力公司的停限電管理系統

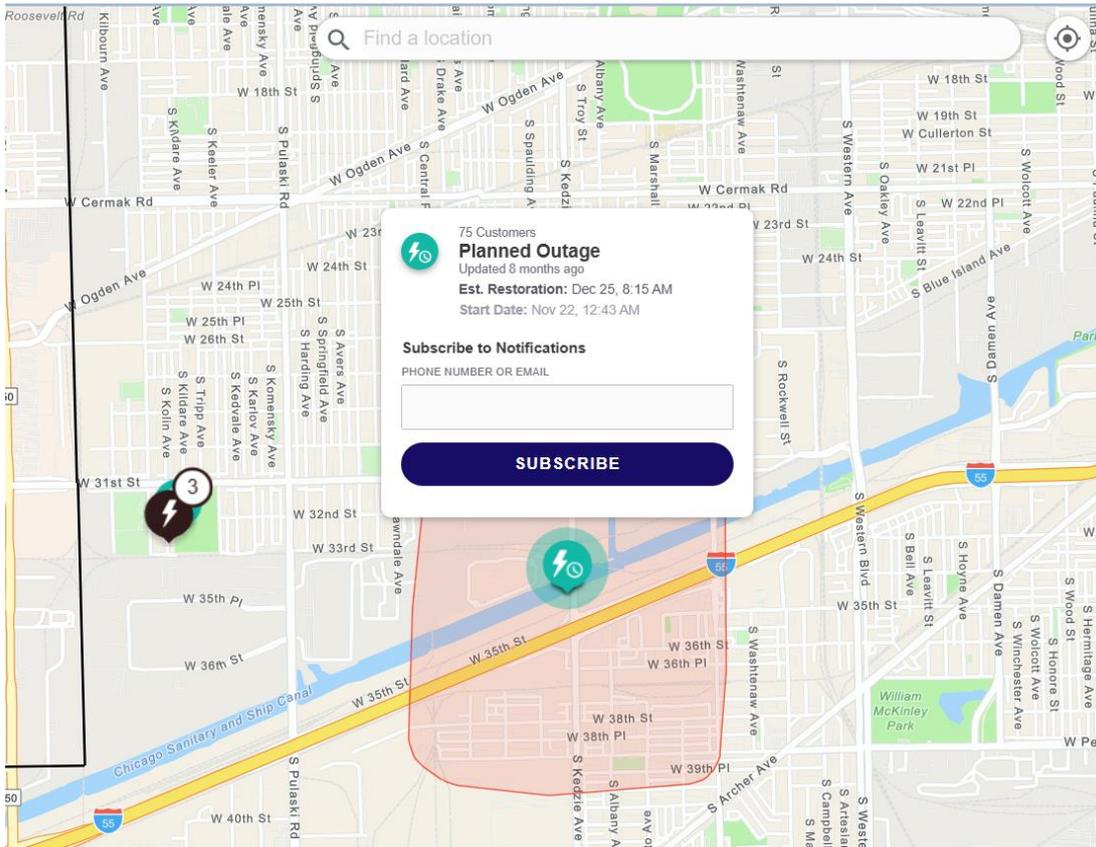


圖22 提供使用者輸入聯絡資訊用以更新電網資訊操作畫面

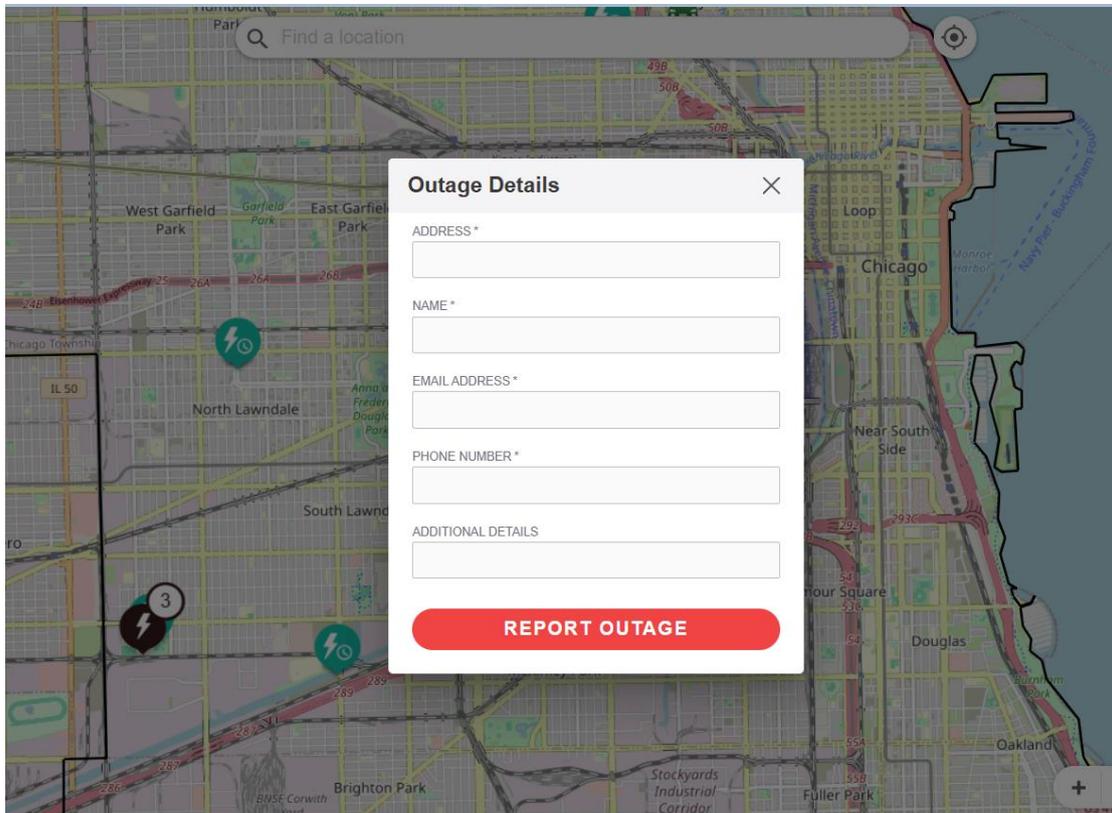


圖23 提供使用者通報停電操作畫面

在我國，民眾若要查詢停電資訊，通常需撥打客服電話或在網站輸入地址，以電號或指定區域來查詢停電狀況，流程較繁瑣且不即時。在本次交流後，思考若能導入類似的停限電圖資平台，並結合本公司 OMS 搶修停復電系統，可提供民眾查詢該區停電時間、預計復電等資訊，甚至提供民眾可直接於網站上填寫停電資訊，簡化停電通報流程，減少本公司客服中心在停電期間的接線壓力。廠商也提到，過去若要分析歷史停電資料，必須進入複雜的 OMS 後台進行資料擷取，而現在的系統能直接介接 OMS 的歷史資料，操作人員透過操作介面，設定時間區間等條件即可快速查詢，並將結果匯出 CSV 報表，簡化了資料擷取流程，大幅提升查詢效率與使用的便利性。

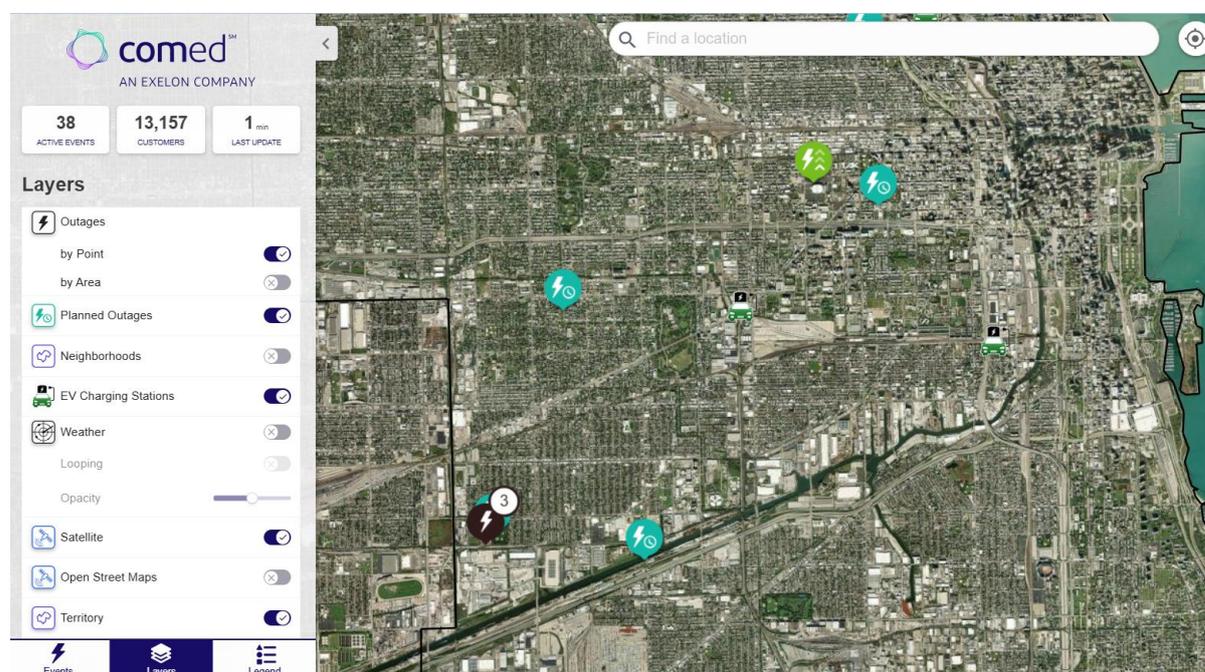


圖24 套用不同圖層示意圖

肆、結論

一、未來挑戰

本次參加 Esri 展覽會，在會場有幸與 Esri 亞太地區的負責人 Brett Dixon 先生交流，如圖 25，跟 Brett Dixon 先生分享到有關目前本公司配電設備資料抓取與整合的挑戰，像是可併網容量分析須要來自不同配電系統的資料，例如 DMMS 及 RNIS 等，但不同系統之間沒有共通的圖與資的檢核機制，導致數據不一致而影響計算結果的準確性。Brett Dixon 先生提到許多電力公司目前也面臨相同的問題，同一公司內部存在多個獨立的 GIS 系統和各式業務、應用系統，他建議需重新思考業務流程、資料模型，進一步制定完備的策略，建立一個全公司統一的數據模式（data schema），作為各資訊系統之間資料交換與整合的共同標準。透過統一的資料格式，不同系統之間可以更輕易地分享資料，提供公司內各部門共同使用，提升資料與系統的互通性。



圖25 Esri 亞太地區的負責人 Brett Dixon（照片左邊）

二、心得建議

本次參加國際型研討會，透過實際案例展示與來自各個電力領域相關企業的技術人員深入交流，不僅可了解到業界實際的應用情境，也思考未來在執行本公司配電圖資相關研究與系統更新工作時，如何更有系統地規劃、設計，並以更直觀有效的方式進行資料與成果的呈現。

除了技術面的收穫外，Esri 創辦人 Jack Dangermond 的理念也讓人印象深刻：「透過地理資訊，我們能更好地認識世界，並作出永續的決策。」 Jack Dangermond 是教育界的學者，因此也積極推動教育計畫，提供全球學生與學術單位免費的 GIS 軟體資源。台灣代理商提到，他們都很歡迎學術單位跟非營利單位申請免費使用 ArcGIS 軟體，也會免費協助學校規劃相關課程。Jack Dangermond 相信 GIS 是解決氣候變遷與永續挑戰的重要工具，並以實際行動支持環境保護，例如避免土地被開發，在加州購買一片自然保護區，成立「Dangermond Preserve」，守護美國加州珍貴的自然生態，並透過 GIS、遙測與 AI，即時監測生態系變化，累積長期數據，貢獻於全球環境研究。他不僅是一位學者、企業家，更是一位影響全球環境與社會發展的重要推手，其理念令人佩服。

本室的業務與圖資息息相關，現有成員多以電機或資訊領域背景

為主。然而，透過此次與各國圖資研究人員的交流發現，許多人才普遍具備專業的地理資訊相關的學經歷。未來在團隊規劃與人力時，可考慮招募更多具備地理圖資專業背景的人員，以強化本室在執行地理圖資相關研究與系統建置時的領域專業能量。

電網圖資的準確性不僅是日常營運與維護的基礎，更是提升電網韌性的關鍵。透過正確且即時的圖資更新，本公司能更精確地進行系統衝擊分析與再生能源併網審查相關評估，在事故發生時快速掌握故障位置並縮短復電時間，同時也能支援分散式能源、儲能與微電網的規劃與整合。唯有在具備完整且可靠的電網圖資基礎上，GIS 才能協助電網展現更高的彈性與適應力，面對災害衝擊與能源轉型挑戰時，仍能維持穩定、安全與永續的供電服務。