

港灣環境資訊之輔助決策系統

劉清松¹ 林騰威² 林雅雯³ 林珂如⁴

¹交通部運輸研究所港灣技術研究中心研究員

²數位地球科技有限公司總經理

³交通部運輸研究所港灣技術研究中心科長

⁴數位地球科技有限公司系統分析師

摘要

港灣環境資訊平臺為一整合臺灣 9 個商港區與 12 海域海氣象資訊之綜合型港灣環境資訊系統，為使即時觀測或模擬預測資訊能提供更廣大使用者運用，藉由地理資訊系統(Geographic Information System, GIS)圖臺呈現各種港灣環境相關資訊，讓數據具有地域化(Geographical Distribution)的顯示，並透過視覺化的展示技術，將數據轉化為淺顯易懂的資訊。

為精進與持續維護「港灣環境資訊網」與「港灣環境資訊圖臺」，以擴大服務效能及增進資訊品質，提供正確性、完整性與即時性多元海象資訊，本系統新增「港灣環境資訊平臺」的後臺，綜整「港灣環境資訊網」與「港灣環境資訊圖臺」所需之管理功能，開發聯合分佈百分比(產製與查詢)、玫瑰圖(產製與查詢)、統計直方圖、制式化歷線圖、綜合歷線圖、臺中港風力與波浪資料品管展示歷線圖、海氣象 OpenData 統計資料上傳、腐蝕試驗 OpenData 統計資料上傳等工具，提供使用者透過網頁直接管理與分析資料，同時也將資料公開於 OpenData API。

對於各種海氣地象突發狀況，「港灣環境資訊平臺」下之「港灣環境資訊網」與「港灣環境資訊圖臺」可提供給港埠及公路管理單位海氣地象等關鍵資訊，提升運輸管理與防災之效益。

一、緒論

臺灣四周環海，海洋資源豐富，漁業活動以及航運發展均需長期可靠之海氣象資料做為依據。交通部運輸研究所港灣技術研究中心(以下簡稱港研中心)在臺北港、基隆港、蘇澳港、花蓮港、臺中港、布袋港、安平港、高雄港及馬祖港等 9 個商港，設置許多即時海氣象觀測站，蒐集即時風力、波浪、潮位、海流、大氣腐蝕、水下腐蝕等資料，至今已累積 40 多年，同時也發展出海象模擬預測系統，提供波浪、潮位、海流資訊給各界參考應用，讓相關管理人員掌握即時與預測之海氣象資訊。

港灣環境資訊平臺提供資料查詢與應用，考量到多元性、廣泛性、便利性，讓一般民眾、港灣管理機關、國內外船舶業者及相關人員能夠快速取得所需資訊，隨著資訊科技日益發展，可透過視覺化的技術，將數據轉化為淺顯易懂的資訊。

港研中心提供民眾使用之「港灣環境資訊網」內容架構，110 年經過改版調整如圖 1，以「觀測資訊」、「模擬資訊」、「臺灣腐蝕資訊」、「網站科普」與「公開資料」等 5 大主題，以及超連結「港灣環境資訊圖臺」呈現(首頁如圖 2)，使用響應式網頁設計(Responsive Website Design, RWD)，將電腦版、行動版與無障礙版一起整併，並藉由階層式樣式表(Cascading Style Sheets, CSS)的設定，網頁自動調整成適當的版型，電腦版可依解析度不同而切換文字內容排列的方式，避免電腦版、行動版與無障礙版因分開顯示，而導致資訊不同步的狀況發生。

劉等人(2020)測試評估以視覺化圖臺呈現海氣象模擬資料，林等人(2021)運用 WebGIS(OpenLayers)將現場觀測與港研中心「臺灣近岸海象預報系統(Taiwan Coastal Operational Modeling System, TaiCOMS)」之海氣象模擬資料整合在視覺化圖臺顯示，建置「港灣環境資訊圖臺」，提供使用者可以快速掌握即時及未來 48 小時海氣象相關資訊，系統亦以 RWD 設計，無論使用電腦、平板或手機都能夠獲得最佳的使用畫面，如圖 3 所示。

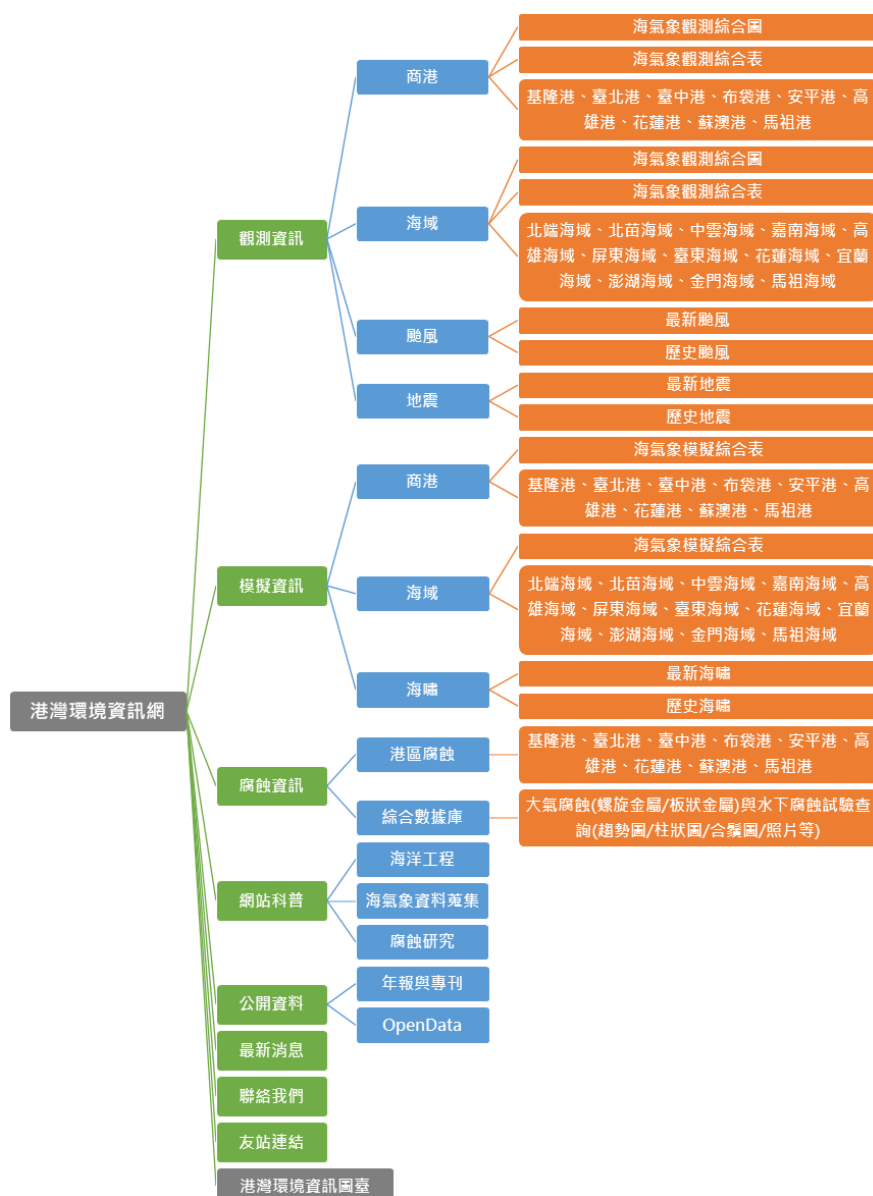


圖 1 港灣環境資訊網-網頁架構



圖 2 港灣環境資訊網-首頁

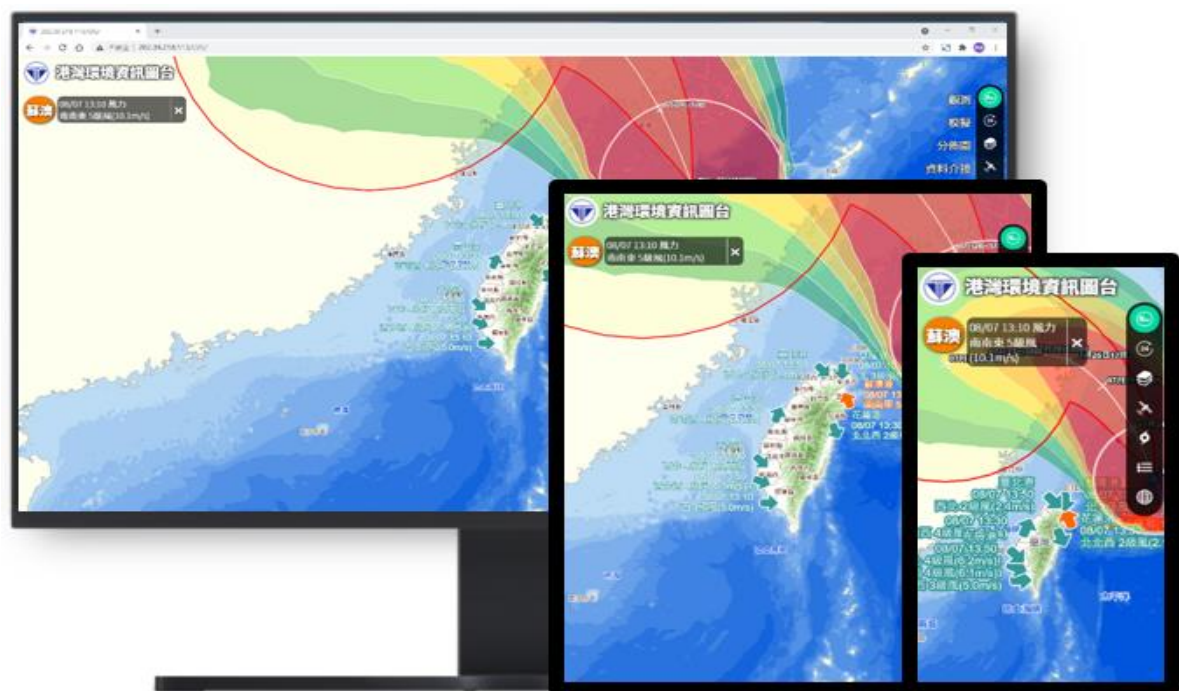


圖 3 港灣環境資訊圖臺採用 RWD 網頁

系統除了現場即時觀測資料外，如圖 4 為海氣象歷線圖查詢，也包含 TaiCOMS 之海氣象模擬平面分佈圖(如圖 5)，為使圖臺更能表現海象之方向特性，利用開放源 WindLayer.js 元件，將前述模擬數據以粒子特效展示風向、波向及流向(如圖 6)。

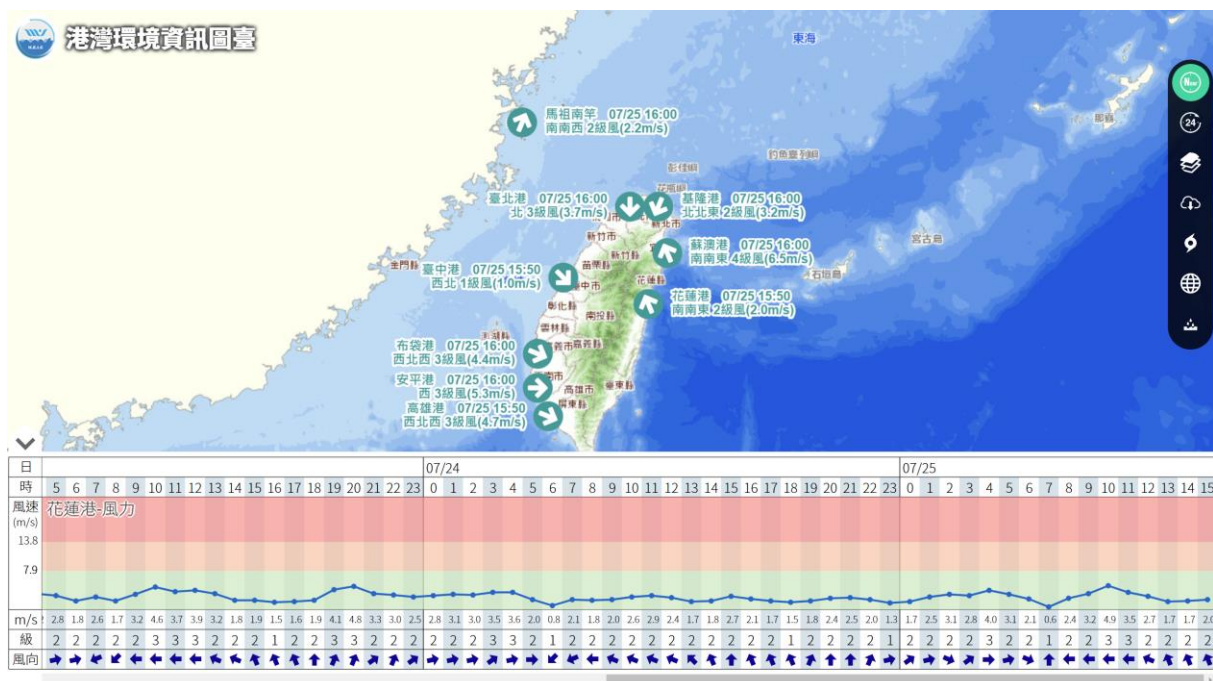


圖 4 歷線圖查詢

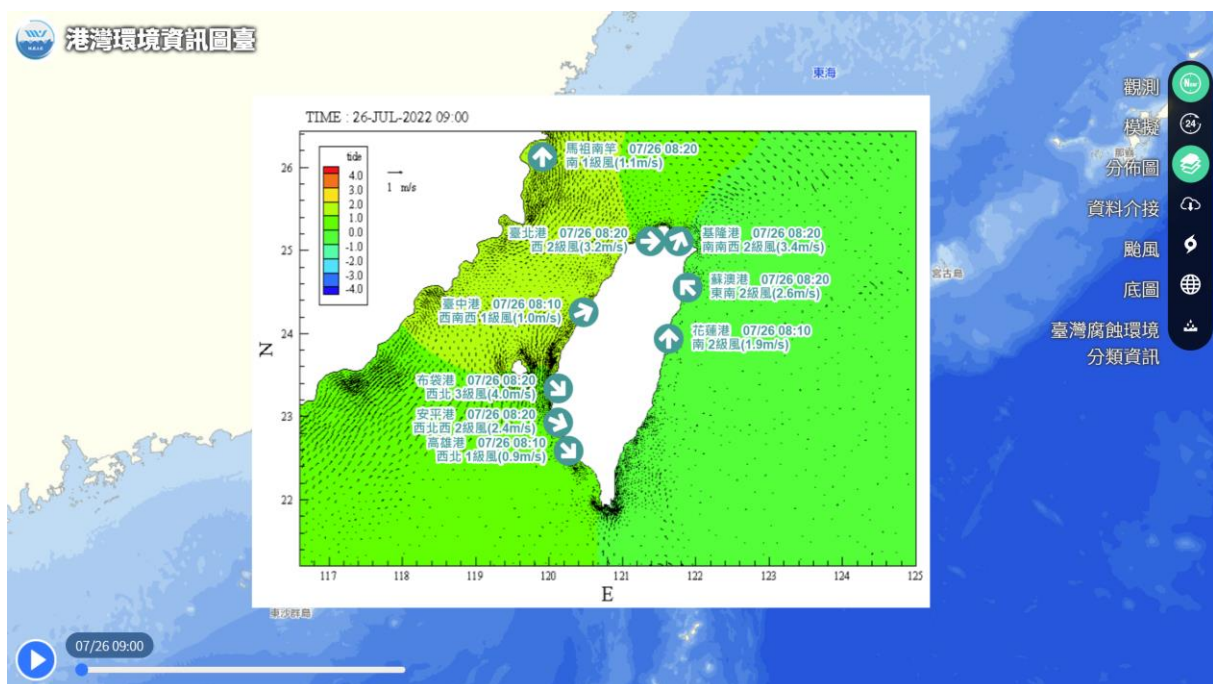


圖 5 海氣象模擬平面分佈圖

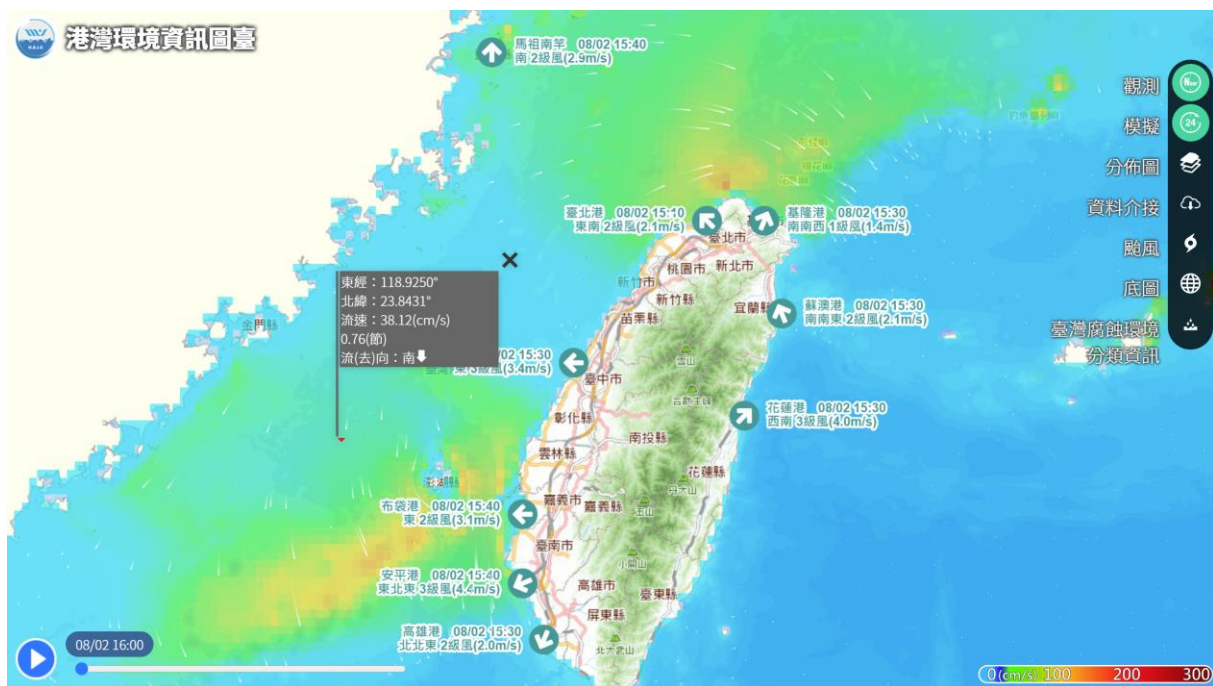


圖 6 海氣象模擬資料(動態顯示)

為了提供港務管理、營運相關單位輔助決策使用，也加入大氣腐蝕與水下腐蝕資訊的查詢與呈現(如圖 7)，同時也介接中央氣象局衛星雲圖(如圖 8)、雷達回波圖、颱風資訊(如圖 9)、溫度分佈圖、累積雨量圖等，以及環保署的空氣品質(AQI)與懸浮微粒(PM2.5)、紫外線指數等。

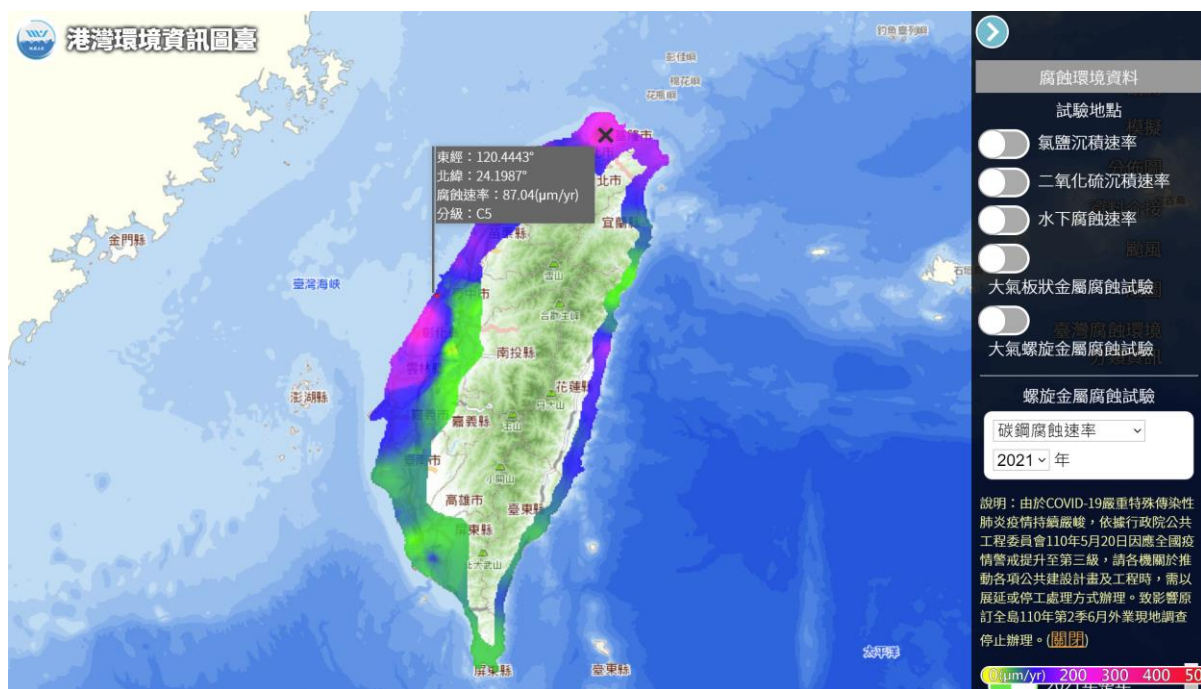


圖 7 大氣腐蝕資訊查詢

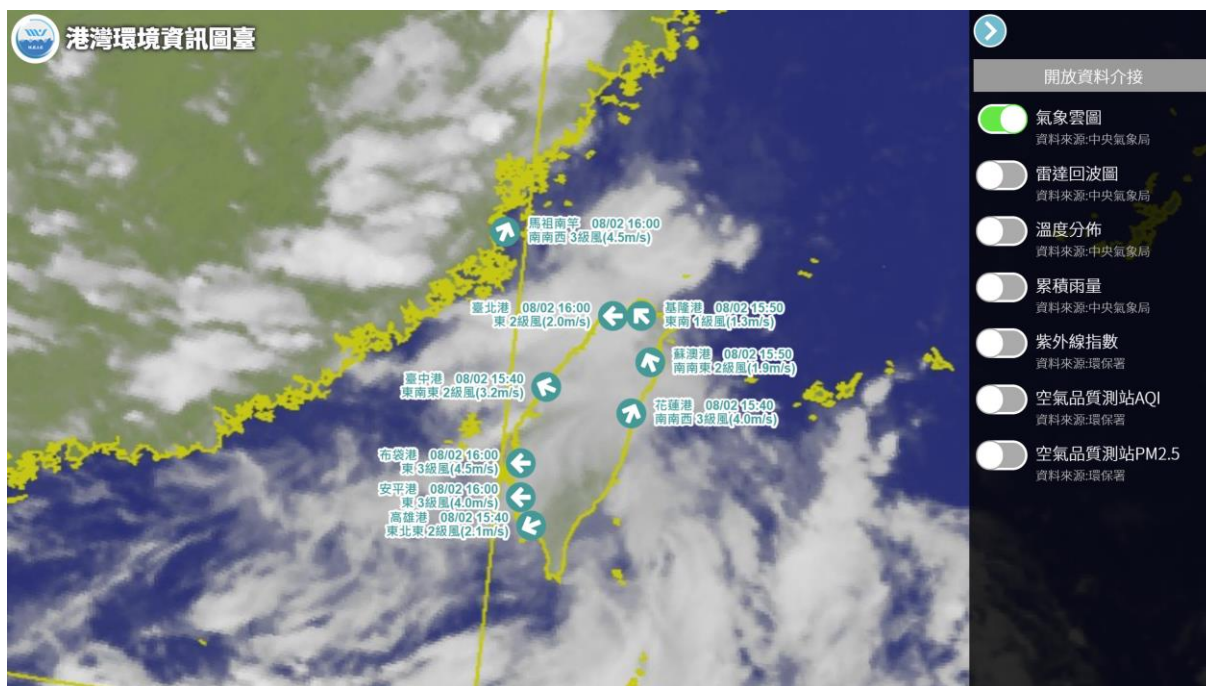


圖 8 介接衛星雲圖

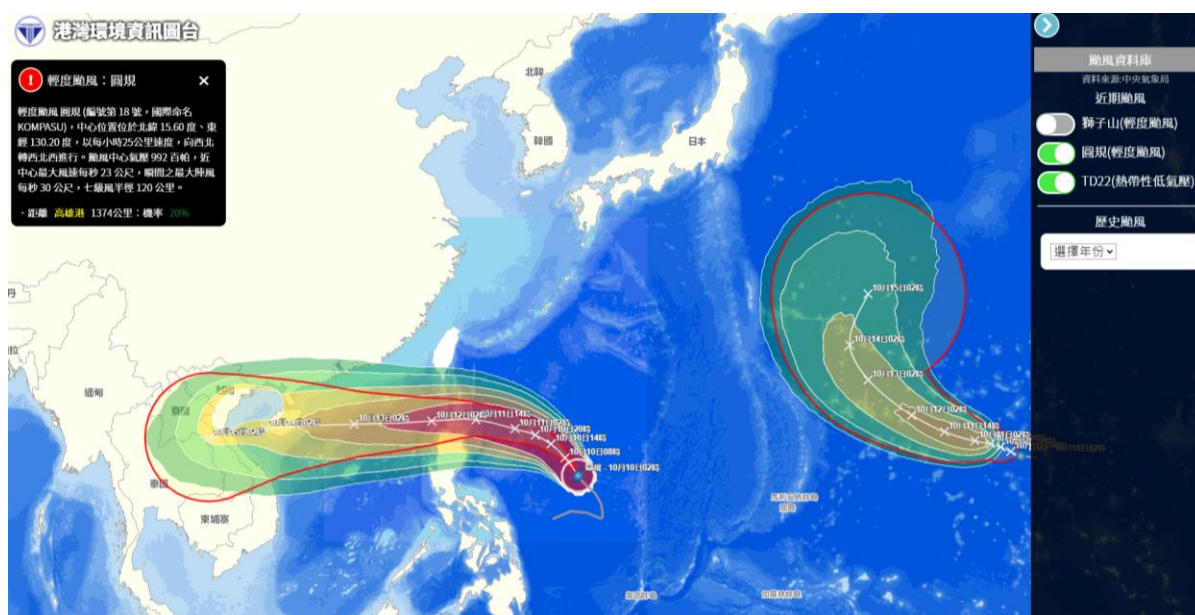


圖 9 介接颱風資訊

為讓本系統能提供港區環境海氣象相關的全面性資訊，以利相關管理及營運人員即時掌握必要的海氣象資訊，輔助其決策及應變作為，亦開發所需相關功能，包含海氣象資料庫查詢應用工具程式(玫瑰圖、直方圖、歷線圖、聯合分佈百分比、資料表)，以及配合政府向海致敬政策，設計開發海氣象資料 OpenData API 供大眾加值運用。

二、研究方法

2.1 海氣象資料庫查詢應用工具開發

開發玫瑰圖、直方圖、歷線圖、聯合分佈百分比、資料表等查詢與下載。

現今的趨勢為雲端計算，個人電腦已不是計算或統計的主要運算元。因此，本系統採用網頁的方式建置資料分析機制，而資料皆在伺服器上處理，在維護上也較方便，使用者只要開啟網頁就能產製統計表與繪製相關圖資，不會因使用者作業系統的關係而有無法適用的疑慮。於伺服器執行產製圖表的工作，產製「聯合分佈百分比統計表」，而統計的工作皆以 SQL 的指令於資料庫中完成，不需要將數據全數取出，不會有陣列過大而無法計算的問題。

本系統於伺服器端計算，產出玫瑰圖、直方圖、歷線圖、聯合分佈百分比等，將採用 ASP.NET 的網頁進行撰寫，並在前端運用 Javascript 與 jQuery，讓網頁具有跨平臺之功能，具有時間選擇機制，報表以 SVG 向量格式產製，讓使用者可以將產製出的圖形或報表任意縮放，即使放大到 A0 尺寸依然清晰。而歷線圖使用 Chart.js 資料視覺化工具庫，顯示選定之資料。

受惠於網頁技術的發展，以前出圖或表格大多採用應用程式(*.exe)的方式進行，並且輸出的格式皆為點陣圖(*.bmp、*.jpg)，該格式在放大列印時，會受限於原始資料的解析度而產生鋸齒，而現在有一種基於網路而產生的向量格式「SVG(Scalable Vector Graphics，可縮放向量圖形)」，是一種可延伸標記式語言(XML)，用於描述二維向量圖形，且為開放標準格式，任一種網頁瀏覽器皆能閱覽。使用 SVG 的格式來產出所要呈現的圖表，無論未來用於報告或海報輸出皆不會產生圖表影像失真。

Chart.js 是一個免費的開放原始碼 JavaScript 資料視覺化工具庫，支援 8 種圖表類型：直方圖、折線圖、面積圖、圓餅圖、氣泡圖、雷達圖、極坐標圖和散佈圖。由倫敦的 Web 開發人員 Nick Downie 於 2013 年建立，現在由社群維護，是 GitHub 上僅次於 D3.js 的第二大最受歡迎的 JavaScript 圖表工具庫，被認為比 D3.js 更易於使用，但可定製性較低於後者。Chart.js 在 HTML5 畫面中呈現，被廣泛認為是最好的資料視覺化工具庫之一。

2.2 海氣象資料 OpenData API 設計

配合政府 OpenData 的應用，本系統提供海氣象資料介接服務，採用 Swagger(OpenAPI)套件，輸出 JSON 與 XML 格式。

2.3 系統後臺建置

本系統的數據資料提供港研中心研究人員內部使用，為使研究人員能夠方便地使用分析工具，因此規劃建置整體化的後臺系統，系統規劃如表 1 所示。

表 1 系統後臺規劃

管理者權限	一般使用者權限
儀器管理	統計直方圖
測站管理	臺中港風力與波浪資料品管展示歷線圖
聯合分佈百分比(產製)	聯合分佈百分比(查詢)
玫瑰圖(產製)	玫瑰圖(查詢)
海氣象統計資料上傳	制式化歷線圖
腐蝕試驗統計資料上傳	綜合歷線圖

三、研究成果

3.1 聯合分佈百分比統計表

3.1.1 聯合分佈百分比統計表產製

由於產製聯合分佈百分比統計表需要運算的時間，為了讓使用者可以快速查詢，此功能為資料預處理程序，處理所需時間視資料筆數而定，需經過運算產製的資料圖表才能查詢。

聯合分佈百分比統計表產製功能，包含(1)示性波高及週期、(2)示性波高及波向、(3)流速及流向、(4)風速及風向之當年、歷年冬季、歷年春季、歷年夏季、歷年秋季、歷年資料等，選定測站與類別後點選[檢測是否有資料]，隨後可顯示資料筆數(圖 10)，確認有資料後點選[產製圖表]進行運算。

交通部運輸研究所
Institute of Transportation, MOTC

港灣環境資訊系統
使用者：系統管理員 (登出)

港灣環境資訊平臺

海氣象資料庫
應用工具

聯合分佈百分比
(產製)

聯合分佈百分比
(查詢)

玫瑰圖(產製)

玫瑰圖(查詢)

統計直方圖

制式化歷線圖

綜合歷線圖

臺中港
風力與波浪
資料品管展示

聯合分佈百分比統計表(產製)

港口	基隆港
圖表	☒ (1)示性波高及週期 ☐ (2)示性波高及波向 ☐ (3)流速及流向 ☐ (4)風速及風向
測站	海流儀：基隆港-底碇式波流觀測站
時間	☒ 當年(111年) ☐ 歷年冬季、歷年春季、歷年夏季、歷年秋季、歷年 (注意:請選擇左側當年的選項,以利統計到當年的11月30日.)
資料量	(1) 當年 資料數:5151 (2) ①歷年冬季 ②歷年春季 ③歷年夏季 ④歷年秋季 ⑤歷年

檢測是否有資料
產製圖表

圖 10 聯合分佈百分比統計表(產製)

3.1.2 聯合分佈百分比統計表查詢

聯合分佈百分比統計表查詢包含(1)示性波高及週期、(2)示性波高及波向、(3)流速及流向、(4)風速及風向之當年、歷年冬季、歷年春季、歷年夏季、歷年秋季、歷年資料，如圖 11。

****聯合分佈百分比統計表(查詢)****

港口	基隆港
圖表	☒ (1)示性波高及週期 ☐ (2)示性波高及波向 ☐ (3)流速及流向 ☐ (4)風速及風向
測站	海流儀：基隆港-底碇式波流觀測站
時間	☐ 歷年 ☐ 歷年冬季 ☐ 歷年春季 ☐ 歷年夏季 ☐ 歷年秋季 ☒ 當年(111)年

2022年 整年 基隆港測站示性波高及週期聯合分佈百分比(%)統計表

2021年12月1日0時 ~ 2022年11月30日23時																
T _{1/3}	2秒	3秒	4秒	5秒	6秒	7秒	8秒	9秒	10秒	12秒	16秒	20秒	40秒	60秒	200秒	合計 (%)
0.0m	.2	1.3	3.4	7.1	7.1	5.1	2.3	1.1	2.3	.1	.0	.0	.0	.0	.0	30.0
0.5m	.0	.3	1.1	5.1	8.2	6.2	2.4	.6	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	24.2
1.0m	.0	.0	.2	1.0	4.7	5.3	2.9	1.0	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	15.3
1.5m	.0	.0	.0	.1	1.3	5.5	5.9	1.1	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	14.0
2.0m	.0	.0	.0	.0	.1	1.1	5.9	4.7	.9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	12.7
3.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.3	2.1	1.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	3.6
4.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.3
5.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
6.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
7.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
8.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
9.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
10.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
11.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
12.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
13.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
14.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
15.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
16.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
50.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
合計 (%)	.2	1.6	4.7	13.3	21.4	23.2	19.7	10.5	5.3	.1	.0	.0	.0	.0	.0	100.0

[註1]:主要波高Hs介於0 ~ 0.5m佔30.0%，主要週期7 ~ 8秒佔23.2%。

[註2]:波高Hs平均值=1.1m，波高Hs最大值=4.7m，其週期為10.4秒。

[註3]:波高Hs小於1m佔53.8%，介於1 ~ 2m佔29.7%，大於2m佔16.5%。

[註4]:Tp(秒)小於6佔19.8%，6 ~ 8佔44.5%，8 ~ 10佔30.2%，大於10佔5.4%。

[註5]:資料每小時紀錄一次，合計4,777筆(54.5%)。

圖 11 聯合分佈百分比統計表(查詢)

3.2 玫瑰圖

3.2.1 玫瑰圖產製

由於產製玫瑰圖需要運算的時間，為了讓使用者可以快速查詢，此功能為資料預處理程序，提供波浪、海流與風各時間區間之玫瑰圖產製，如表 2 所示，其處理所需時間視資料筆數而定，經過運算的資料才可查詢。

表 2 玫瑰圖產製期間

項目	時間(資料量)選項
年份	當年、歷年
季節	歷年春季、歷年夏季、歷年秋季、歷年冬季
月份	歷年 1 月、歷年 2 月、歷年 3 月、歷年 4 月、歷年 5 月、歷年 6 月、歷年 7 月、歷年 8 月、歷年 9 月、歷年 10 月、歷年 11 月、歷年 12 月

3.2.2 玫瑰圖查詢

可查詢波浪、海流與風各時間區間之玫瑰圖，如圖 12 所示。

3.3 統計直方圖

為方便使用者進行各式資料的統計與呈現，統計直方圖可自訂時間區間與海氣象物理量，進行統計與直方圖產製，如圖 13。

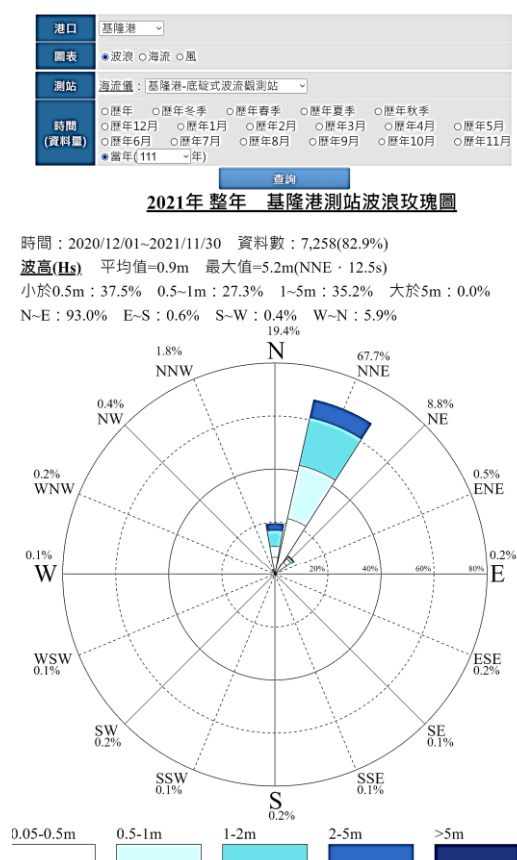


圖 12 玫瑰圖(查詢)

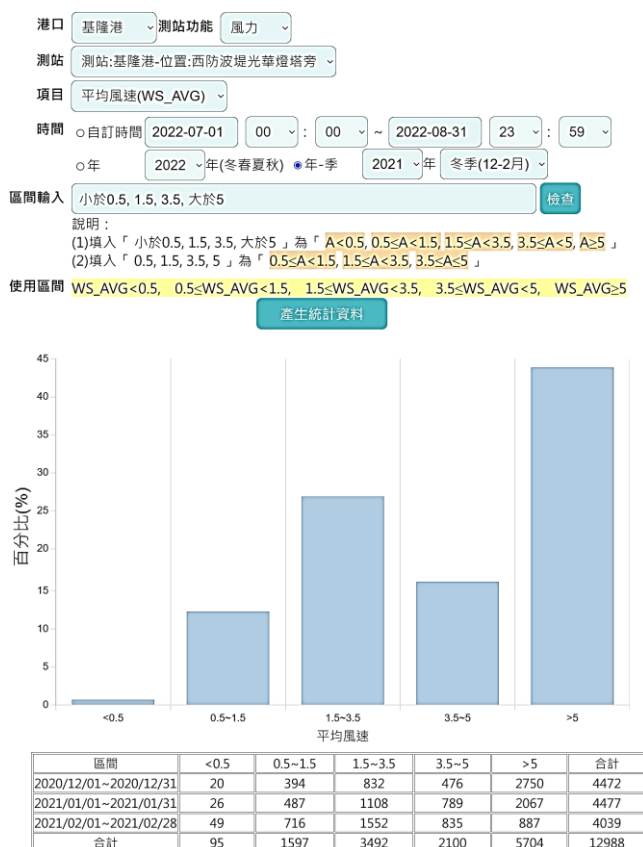


圖 13 統計直方圖

3.4 制式歷線圖

為方便使用者瀏覽每月海氣象觀測歷線圖，頁面可快速選定年與月，產生(1)波高、週期、波向、波矢；(2)流速、流向潮位、VE、VN、流矢；(3)風速、風向、VE、VN、風矢等制式歷線圖，如圖 14。

****制式歷線圖****



圖 14 制式歷線圖

3.5 綜合歷線圖

選擇港口後，頁面列出該港口所有的測站與海氣象觀測的物理量，可自訂時間區間、年或季，選擇多個測站與多個物理量一同繪製在歷線圖上，方便資料比對，如圖 15。以往比對多個物理量都需要使用者自行將資料取出後，透過繪圖軟體將資料逐一輸入後顯示，本工具建置於伺服器端，只要勾選所需的項目與時間，即可輸出結果於畫面，亦可點擊下載結果之圖片，使用上非常便利。

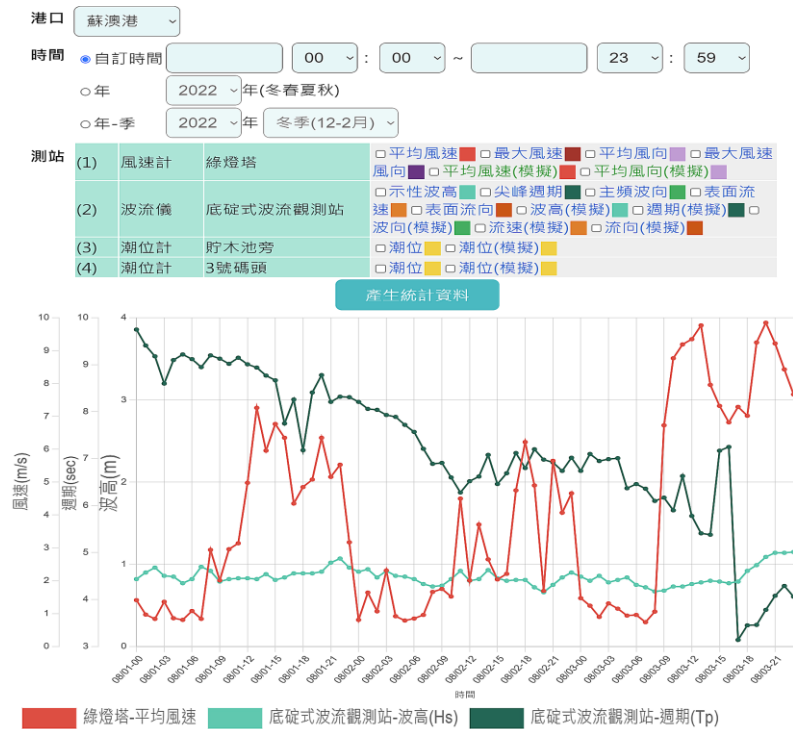


圖 15 綜合歷線圖

3.6 資料品管展示歷線圖

港研中心另案進行臺中港風力與波浪資料品管的研究，本系統進行該資料的展示歷線圖功能開發，可自訂時間區間，選擇多個測站(風力或波浪)與多參數一同繪製在歷線圖上，同時顯示品管前後的數據，以利資料比對，如圖 16。

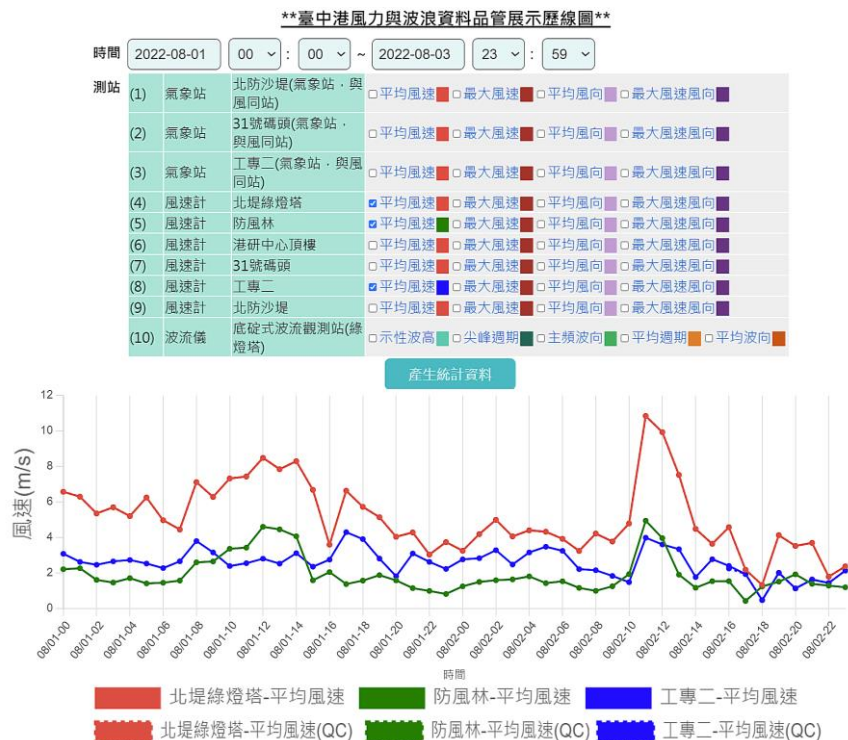


圖 16 資料品管展示歷線圖

3.7 海氣象資料 OpenData API

本系統使用開放源 Swashbuckle 模組，符合 OpenAPI Specification v3(OAS3)，如圖 17 所示，提供：(1)海氣象觀測、(2)海氣象觀測-統計資料、(3)金屬年腐蝕速率資料，已上架於「政府資料開放平臺」(圖 18)，系統提供之資料如表 3 所示，成果以 JSON/XML 格式呈現(圖 19 與 20)。

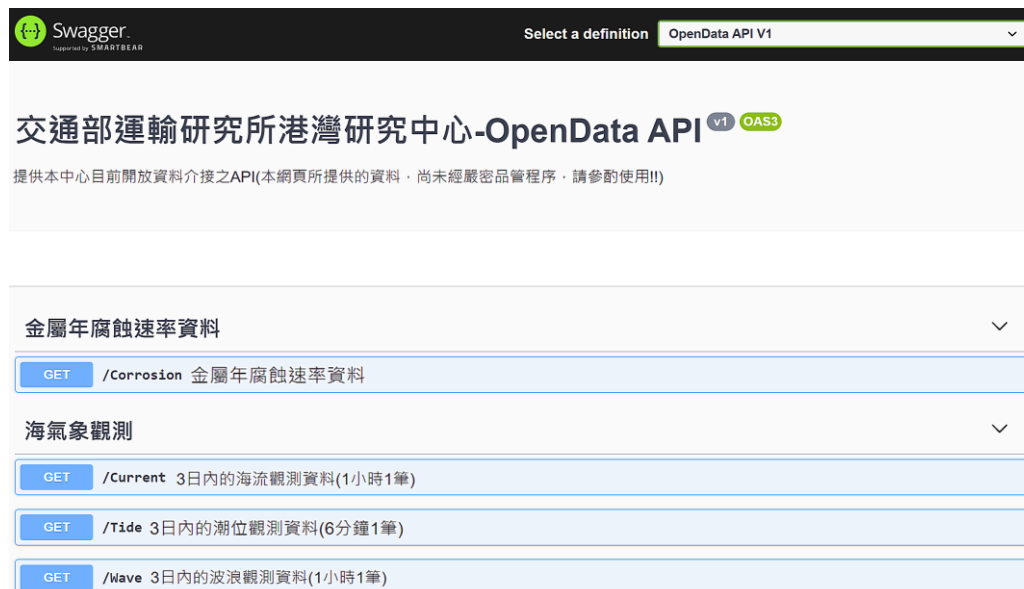


圖 17 海氣象資料 OpenData API

表 3 系統後臺規劃

項目	資料項目	資料區間
海氣象觀測	風力、波浪、潮位、海流	48 小時
海氣象觀測-統計資料	風力、波浪、潮位、海流	自 107 年起
金屬年腐蝕速率資料	碳鋼、銅、鋅、鋁	



圖 18 政府資料開放平臺

```
[
{
  "Publisher": "交通部運輸研究所港灣技術研究中心",
  "Port": "基隆港",
  "Year_Month": "時間(年/月)",
  "Data_Count": "海流資料蒐集率(時數/%)",
  "Velocity_Avg": "平均流速(cm/s)",
  "Velocity_Max_To_Dir": "最大流速及對應的流向(流速/流向)",
  "Kt_LE_0p5": "0.5節流(<25.7cm/s)(%)",
  "Kt_0p5_1": "1節流(25.7~51.4cm/s)(%)",
  "Kt_1_2": "2節流(51.4~103cm/s)(%)",
  "Kt_GT_2": "大流(>103cm/s)(%)",
  "N2E": "流向N~E(%)",
  "E2S": "流向E~S(%)",
  "S2W": "流向S~W(%)",
  "W2N": "流向W~N(%)",
  "Dir": "主要流向(流向/%)",
  "Datas": [
    {
      "Year_Month": "2018/1",
      "Data_Count": "737(99.1)",
      "Velocity_Avg": 32.4,
      "Velocity_Max_To_Dir": "102.0/E",
      "Kt_LE_0p5": 39.6,
      "Kt_0p5_1": 46.7,
      "Kt_1_2": 13.7,

```

圖 19 OpenData 之 JSON 格式

```
<ArrayOfCurrentReport_Data>
  <CurrentReport_Data>
    <Publisher>交通部運輸研究所港灣技術研究中心</Publisher>
    <Port>基隆港</Port>
    <Year_Month>時間(年/月)</Year_Month>
    <Data_Count>海流資料蒐集率(時數/%)</Data_Count>
    <Velocity_Avg>平均流速(cm/s)</Velocity_Avg>
    <Velocity_Max_To_Dir>最大流速及對應的流向(流速/流向)</Velocity_Max_To_Dir>
    <Kt_LE_0p5>0.5節流(<25.7cm/s)(%)</Kt_LE_0p5>
    <Kt_0p5_1>1節流(25.7~51.4cm/s)(%)</Kt_0p5_1>
    <Kt_1_2>2節流(51.4~103cm/s)(%)</Kt_1_2>
    <Kt_GT_2>大流(>103cm/s)(%)</Kt_GT_2>
    <N2E>流向N~E(%)</N2E>
    <E2S>流向E~S(%)</E2S>
    <S2W>流向S~W(%)</S2W>
    <W2N>流向W~N(%)</W2N>
    <Dir>主要流向(流向/%)</Dir>
    <Datas>
      <CurrentReport_Item>
        <Year_Month>2018/1</Year_Month>
        <Data_Count>737(99.1)</Data_Count>
        <Velocity_Avg>32.4</Velocity_Avg>
        <Velocity_Max_To_Dir>102.0/E</Velocity_Max_To_Dir>
        <Kt_LE_0p5>39.6</Kt_LE_0p5>
        <Kt_0p5_1>46.7</Kt_0p5_1>
        <Kt_1_2>13.7</Kt_1_2>

```

圖 20 OpenData 之 XML 格式

四、結論

港研中心綜整相關研究成果，構建全方位「港灣環境資訊平臺」，包含「港灣環境資訊網」與「港灣環境資訊圖臺」，系統透過 ICT 的技術，將海氣象即時觀測資料自動上傳回雲端伺服器，利用網頁的技術，讓使用者在雲端伺服器上分析數據，完成之結果可直接讓一般使用者直接閱覽，所有運算工作皆在雲端伺服器處理，相關資訊可提供給港埠管理及公路管理單位參考應用，提升運輸管理與防災之效益。

參考文獻

1. 劉清松、林珂如、孟昭立、邱仁成 (2020)，「運用視覺化電子地圖整合港灣環境資訊之輔助決策模式」，第四十二屆海洋工程研討會論文集，708-712 頁。
2. 林騰威、劉清松、林珂如、林雅雯(2021)，「運用視覺化電子地圖整合港灣環境資訊之輔助決策模式(II)」，第四十三屆海洋工程研討會論文集，361-366 頁。
3. 林騰威、林雅雯、劉清松、張永葵、林珂如 (2022)，「110 年港灣環境資訊平臺維護與功能提升」，交通部運輸研究所。
4. 蘇青和，廖慶堂，黃茂信，羅冠顯，衛紀淮，李政達，林達遠，洪維屏，許義宏，劉明鑫，林受勳，蔡金吉(2021)，「2019 年港灣海氣象觀測資料統計年報(12 港域觀測風力資料)」，交通部運輸研究所。
5. 蘇青和、廖慶堂、黃茂信、羅冠顯、衛紀淮、李政達、林達遠、洪維屏、許義宏、劉明鑫、林受勳、蔡金吉(2021)，「2019 年港灣海氣象觀測資料統計年報(12 港域觀測波浪資料)」，交通部運輸研究所。
6. 蘇青和，廖慶堂，黃茂信，羅冠顯，衛紀淮，李政達，林達遠，洪維屏，許義宏，劉明鑫，林受勳，蔡金吉(2021)，「2019 年港灣海氣象觀測資料統計年報(12 港域觀測海流資料)」，交通部運輸研究所。
7. 交通部運輸研究所港灣技術研究中心，港灣環境資訊網，<https://isohe.ihmt.gov.tw/>，查詢日期：2022 年 7 月。
8. 交通部運輸研究所港灣技術研究中心，港灣環境資訊圖臺，<https://isohegis.ihmt.gov.tw/>，查詢日期：2022 年 7 月。
9. 國家發展委員會，政府資料開放平臺，「商港海氣象波浪資訊」，<https://data.gov.tw/dataset/149147>，查詢日期：2022 年 7 月。
10. Chart.js，開放原始碼 JavaScript 資料視覺化工具庫，<https://www.chartjs.org/>，查詢日期：2022 年 7 月。