

經費來源：01 公務 02 非公務

機密(E)：是 否

出國類別： A 考察/訪問  C 進修/研究  F 工作會議/研討會  
 G 推廣佈展  H 學術會議

分項計畫名稱：大數據平台技術開發與服務

## 參加 PRAGMA41 及 CENTRA9 國合技術交流研討會

### 出國報告書

服務單位： 國家實驗研究院國家高速網路與計算中心

出國人姓名職稱： 黃維誠 研究員

出國地點： 泰國曼谷

出國日期： 民國 115 年 01 月 07 日至 115 年 01 月 14 日

報告日期： 民國 115 年 03 月 03 日

## 摘 要

本次出國行程參與兩場在泰國曼谷連續舉辦之國合社群 (CENTRA、PRAGMA) 技術交流研討會議，時間為 2026 年 1 月 7 日至 14 日，共計七天。前段為第 41 屆 PRAGMA(Pacific Rim Application and Grid Middleware Assembly, 環太平洋應用與格網中介軟體聯盟) 工作坊，於 1 月 8 日至 10 日於曼谷舉行，以「Collaborative TechScapes: Innovating Together for Future Societies」為主題，匯聚了來自環太平洋地區的研究人員、工程師與社群領袖，一同檢視技術現況並擘畫未來合作路徑。主題聚焦於智慧城市感測、AI 醫療創新、氣候韌性、人工智慧與高效能運算協同發展與生物聲景等跨域議題；後段為第 9 屆 CENTRA(Collaborations to Enable Transnational Cyberinfrastructure Applications) 年度會議，於 1 月 11 日至 13 日舉行，以「Connected Intelligence and Technology for Sustainable Societies」為主軸。聚焦於雲端與邊緣運算整合架構之最新發展，並深入探討人工智慧部署、安全韌性設計與永續基礎設施優化等關鍵議題。

兩場會議均由泰國法政大學(Thammasat Univ.)主辦，匯聚亞洲、美洲及歐洲多國研究機構代表，涵蓋主題演講、論文發表、海報展、及跨國合作小組等多元形式。本次出席不僅有助於掌握跨國基礎設施與永續科技前瞻趨勢，描繪出未來 Cloud - Edge Continuum 的整體技術藍圖，亦為深化中心與國際夥伴機構之合作關係創造重要契機。

## 活動日程表

國別	日期	地點/訪問機構	工作摘要/接待人員
泰國	1/07(三)	台北 → 泰國曼谷	路程
	1/08(四)	PRAGMA41	工作會議
	1/09(五)	PRAGMA41	工作會議
	1/10(六)	PRAGMA41	工作會議
	1/11(日)	CENTRA 9	工作會議
	1/12(一)	CENTRA 9	工作會議
	1/13(二)	CENTRA 9	工作會議
	1/14(三)	泰國曼谷 → 台北	路程

註：活動日程表以「日」為單位填寫，惟出國派訓得以「週」為單位。

## 目 次

1.目的 .....	1
2.工作會議紀要 .....	2
3.心得及建議 .....	14
4.出國效益 .....	16

## 1 目的

本次出國係參加 PRAGMA 41 及 CENTRA 9 兩場連續舉辦之國際合作社群年度會議，主要目的如下：

- 參與 PRAGMA 指導委員會會議；
- 於 PRAGMA41 及 CENTRA9 共發表論文 2 篇，並參與工作小組討論與分享，推動具體合作之規劃；
- 深化與各國夥伴機構（含美、日、泰、印尼、韓、歐洲等）的合作關係；
- 掌握分散式運算、高效能運算(HPC)人工智慧(AI/ML)、雲端與邊緣運算整合架構、氣候韌性、智慧城市與資料治理等領域之最新國際發展趨勢，並深化與環太平洋地區研究社群之技術交流與合作機會。此外，透過參與專題演講與技術場次，評估相關技術對我國智慧基礎設施建設、氣候韌性政策及數位轉型推動之應用潛力，作為未來政策規劃與技術布局之參考。

## 2 工作會議紀要

### 2.1 行程總覽

日期	地點	活動內容	會議
1/8 (四)	曼谷	開幕、專題演講、論文發表、工作坊、學生黑客松	PRAGMA 41
1/9 (五)	曼谷	專題演講、論文發表、黑客松成果展示、海報展、Demo Session、指導委員會會議	PRAGMA 41
1/10 (六)	曼谷	跨文化團隊交流	PRAGMA 41
1/11(日)	曼谷	合作計畫討論(HLRS、中興、法政大學、NCHC)	CENTRA 9
1/12(一)	曼谷	大會開幕、主題演講、論文發表	CENTRA 9
1/13(二)	曼谷	論文發表、工作小組、指導委員會會議、Panel Discussion、兩會結論與閉幕	CENTRA 9



Figure 1 : PRAGMA41 開場首日，專題 chair 與講者合影

### 2.2.1 會議概況

PRAGMA 是由環太平洋地區重要的研究機構組成之合作社群，致力於協助中小型研究團隊運用資訊技術解決科學問題，核心工作涵蓋技術開發、領域實證、學生培育及新社群推廣。本屆 PRAGMA41 由泰國法政大學主辦，為期三天，與會者來自泰國、美國、日本、印尼、韓國、台灣、葡萄牙、德國等多國研究機構。

### 2.2.2 專題演講

會議第一日自註冊與開場致詞開始後，進入首場專題演講，在專題演講方面，概分為氣候與環境科學、環境永續監測、都市治理與韌性等三大主題。第一場由 CPS WEATHER / CPS AGRI 公司 Dr. Chinnawat Surussavadee 主講，聚焦氣象與農業 AI 應用；第二場由法政大學 Wijitbusaba Marome 副教授主講「都市韌性之創新路徑：整合社區參與

與政策推動永續城市」；第三場由泰國 KMITL 的 Sorasak Danworaphong 副教授主講「從聲音到永續：波動技術之韌性未來」。茲總結分述如下：

在氣候與環境科學領域方面，Dr. Chinnawat Surussavadee 之專題演講(High-Resolution Weather and Climate Forecasting Models for Thailand: Towards Climate Resilience and Risk Management) 深入探討高解析度數值天氣預報(Numerical Weather Prediction, NWP)模型之建構與優化策略。講者詳述如何透過高解析度數值模式、衛星與地面觀測資料之資料同化技術來提升對熱帶氣候系統的理解與預測能力，並介紹結合集合預報與動態降尺度(downscaling)方法的實作策略，強化農業、水資源管理與災害應對模型的空間與時間解析度，從而提供更準確的地方決策資訊。該研究整合多個來源觀測資料，包括衛星遙測資料如 Himawari、地面氣象站即時資料與 IoT 感測節點資料，透過資料同化技術(如 4D-Var 與 Ensemble Kalman Filter 等)，提升模式初始條件(initial condition)設定之準確性。為因應熱帶對流系統之高不確定性，也導入集合預報系統與區域降尺度模型(Regional Downscaling)，以提高局部尺度(1-3km)之預測解析度。此類模型需仰賴 MPI 平行計算架構與 GPU 加速計算，以在可接受時間內完成數值模擬，以便將相關成果能即時應用於洪水預警系統、農業產量預測與水庫調度最佳化等方面。此類應用亦凸顯跨領域資料整合技術之重要性。



Figure 2 : 氣象、氣候模擬與預報專題演講

緊接著是由 San Diego Supercomputer Center(SDSC)的 PRAGMA chair Dr. Shava 代表進行 PRAGMA41 更新報告，說明近期國際合作計畫進展與節點連結成果，以其主持的 NSF 計畫，串連計算中心與雲端商業平台的資源，強調基礎設施共構與跨國科研資源共享的重要性。這展示出 PRAGMA 社群致力於將各節點運算能力、網路資源與資料平台整合成聯邦式研究環境的策略方向。

Assoc. Prof. Dr. Sorasak Danworaphong (講題:From Sound to Sustainability: Wave-Based Technologies for a Resilient Future) 則從波動物理與聲學工程角度切入，提出以聲學感測網路支援環境永續監測之系統架構。該系統透過分散式無線感測節點 (Wireless Acoustic Sensor Networks, WASN) 蒐集頻譜資料，並運用邊緣運算設備進行即時頻率分析與噪音分類。資料再透過 MQTT 或 RESTful API 傳送至雲端平台，進行長期趨勢分析與機器學習分類模型訓練。研究亦導入以生質材料製成之聲學吸音結構，並透過有限元素分析 (Finite Element Analysis, FEA) 優化聲波傳播特性。此類技術可與智慧城市數位分身系統整合，建立多維度環境品質監測平台。

在都市治理與韌性規劃方面，Assoc. Prof. Dr. Wijitbusaba

Marome(講題: Innovative Pathways to Urban Resilience: Integrating

Community Engagement and Policy for Sustainable Cities) 提出結合資料分析與政策設計之整合框架。該框架以數位孿生(Digital Twins)為核心概念，利用 GIS 空間分析、系統動力學模型(System Dynamics Modeling)及多準則決策分析(MCDA)，模擬都市在不同氣候衝擊情境下之風險變化。透過互動式視覺化平台，使社區成員參與情境模擬與政策選擇過程，形成資料驅動之參與式規劃模式。此種方法結合定量模型與質性決策機制，導入混合雲/邊緣運算的工作流程，有助於提升政策透明度與公民科學參與度。

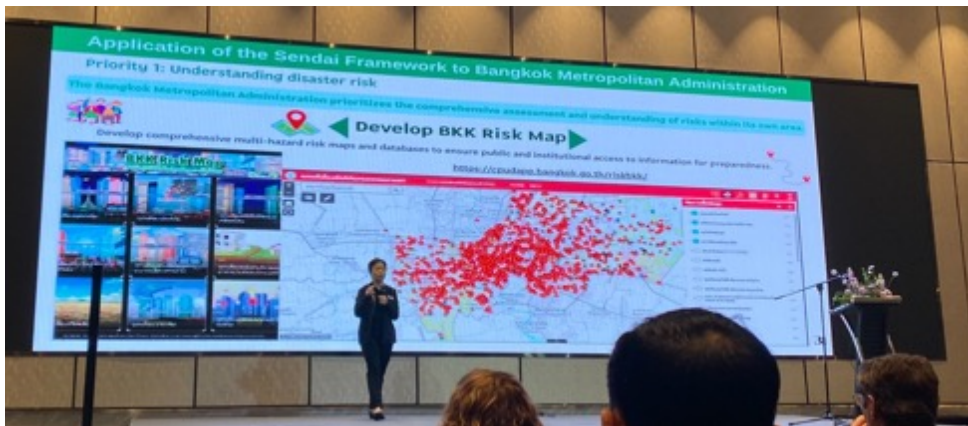


Figure 3：資料、分析與都市治理，資料收集點為，密度是重點

### 2.2.3 技術分享

除了專題演講外，在會議過程中的發表以及討論中，也觸及諸多技術議題，涵蓋了雲端與邊緣運算整合、Kubernetes 容器化工作流程、AI 模型訓練與效能基準測試、分散式資料儲存與 FAIR 原則實踐、聯邦學習與跨機構資料共享以及 AIoT 應用實作與能源效率演算法等主題。例如，人工智慧與高效能運算之整合亦為重點技術項目。多份發表探討如何在多 GPU 節點上進行分散式深度學習訓練，並使用 Distributed Data Parallel (DDP) 與 NCCL 通訊優化以降低梯度同步延遲。部分團隊亦比較雲端 GPU (如 A100、H100) 與在地 HPC 叢集

之效能差異，並透過自動化工作流程管理工具（如 Kubeflow、MLflow）實現模型版本控管與可重現性（reproducibility）。此外，會議倡議建立跨機構 AI 基準測試（benchmarking）標準，以統一效能評估指標與資源使用效率。

在資料治理方面，與會者強調落實 FAIR 原則，並透過 Ceph 分散式儲存與 S3 相容介面建置資料湖架構。系統整合 metadata schema（如 Dublin Core）與 DOI 註冊機制，以提升資料可追溯性與再利用性。透過 API 化資料存取與角色基礎存取控制（RBAC），可確保跨機構資料共享之安全性與合規性。此項工作雖非新興科技，但卻是在實務運用上持續進展的項目，值得關注其進展。

#### 2.2.4 工作小組

會議成立多個工作小組(workgroup)，推動跨國研究基礎設施之技術整合與試辦專案。其中包括醫療 AI 聯邦學習架構(Federated Learning)之研究倡議，以在保障隱私前提下進行跨醫療機構模型訓練(例如泰、日進行中的牙醫影像合作等)；以及氣候韌性資料共享平台之概念驗證(Proof of Concept, PoC)，寄望於測試跨境資料交換與標準化接口之可行性。

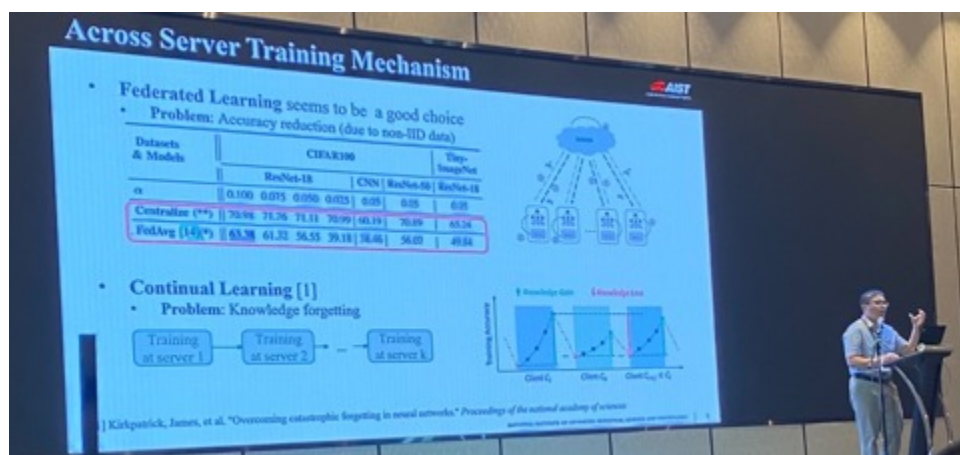


Figure 4 : Federated Learning 論文發表

第一組技術發表聚焦於高效能與雲端運算優化策略。議題涵蓋 HPC 工作負載預測模型(本中心報告)、基於粗糙集理論的雲端資源選擇協同策略、雲端 Spot 例項資料平台的演進及其在大規模資源優化中的應用，以及面向 Fog 設計的多目標服務部署優化等研究。這些技術展示了如何透過 AI 與數據驅動方法改善分散式計算資源之預測與配置效率。

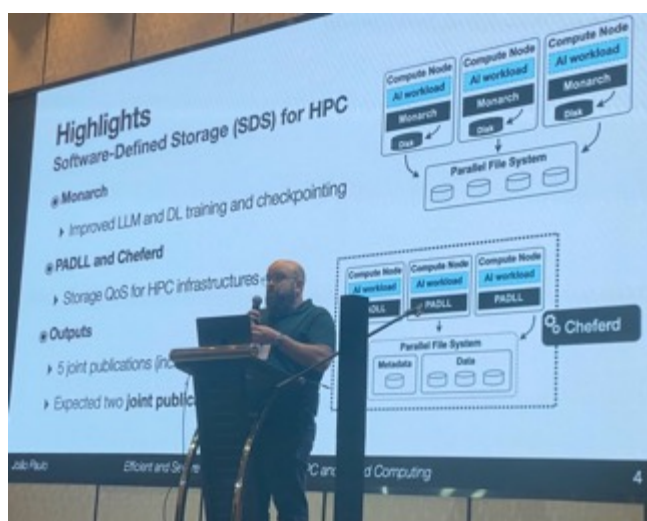


Figure 5 : INESC TEC 的 iDream 國合計畫合作團隊更新其開發進度

另一組講則專注於生命與健康科學之 AI 應用探索，包括深度學習模型於牙周炎早期偵測、利用實驗數據加強 AI 變異致病性預測、建立基於注意力機制之影像報告生成系統等。這些研究不僅重視 AI 模型在醫學影像與基因資料解析上的效能，也強調可重現性與跨機構資料標準化的重要性。

工作小組針對 AI for Healthcare、Climate Resilience 及 Urban Biodiversity 等主題提出合作構想與試辦方向。

## 2.2.5 論文發表與海報展

Session 1 聚焦「智慧城市感測與數位學生」，涵蓋地震預警、智慧校園人流、機場噪音感知及 GIS 城市發展等四篇論文。Session 2 聚焦「高

效能與雲端運算優化」，包含 HPC 工作負載預測、雲端資源選擇、Spot Instance 優化等五篇論文。Session 3 聚焦「AI 驅動的生命與健康科學」涵蓋牙周病早期偵測、基因變異致病性預測等四篇論文。研究海報展共展出 12 篇來自多國機構之最新研究成果。

本次會議，本人發表論文“Workload Prediction of HPC System via Collaborative Learning”，並獲得推薦提交“ECTI Transactions on Application Research and Development Journal”投稿。。並與相關機構代表進行交流，就共同研究議題初步探討合作可能性。亦擔任 PRAGMA Steering Committee 成員，出席指導委員會(Steering Committee)會議，就 PRAGMA 未來發展方向提供建議。

#### 2.2.6 工作坊與學生黑客松

本次會議也於大會正式開幕前，舉辦 Hackathon 活動，會議期間安排黑客松團隊依主題展示成果，共預設大會預設三個合作子題 (AI 醫療創新、氣候韌性與永續、城市生物聲景)，與會者各自選擇參與子題小組提案討論、學生黑客松競賽與成果展示。學生黑客松於第一天晚間在法政大學蘭實附中舉行，通宵進行原型開發，並於第二天下午發表成果，第三天則為跨文化交流活動。其中 AI for Healthcare Innovation 小組展示了 AI 驅動的健康創新應用原型；Climate Resilience and Sustainability 組則展示了針對氣候韌性挑戰之技術解決方案；Biodiversity in the City Soundscape 小組則提出結合城市聲景分析與生物多樣性監測之成果。這些展示突顯了資料科學與感測技術在現實問題解決中的潛力。

### 2.3.1 會議概況



Figure 6 : CENTRA 9 會議全員合照

CENTRA (Collaborations to Enable Transnational Cyberinfrastructure Applications) 係由台、美、日、韓、葡萄牙等國主要研究中心與機構組成之國際合作框架，自 2015 年成立以來持續推動跨國網路基礎設施之研究與應用。CENTRA9 為第九屆年度會議，以「Connected Intelligence and Technology for Sustainable Societies (連結智慧與科技以促進永續社會)」為主題，由泰國法政大學首次主辦，充分展現東南亞地區研究機構之國際合作能量。

### 2.3.2 重點議題

本屆大會重點議題涵蓋跨國網路基礎設施建設與整合、人工智慧於科學研究之創新應用、永續科技與環境監測、跨境研究資料共享機制，以及新興合作夥伴機構之加入與整合等面向。議程包括邀請演講、計畫成果及進度報告、海報論文發表、以及專題討論。

### 2.3.3 專題演講

**Cloud-Edge Continuum 架構與智慧調度** 講題 "Glocalizing Disaster Resilience: Integrating Global Frameworks into Local Action", 由曼谷副市長 Dr. Tavid Kamolvej 主講，內容涵蓋多叢集 Kubernetes Federation 架構如何整合跨區域運算資源，並透過機器學習模型進行工作負載預測與

自動化資源調度。同時結合軟體定義網路(SDN)與延遲感知排程技術，降低系統延遲並提升整體運算效率。

講者指出，傳統集中式雲端架構已難以因應即時性應用與高密度IoT裝置部署需求，因此未來運算模式將形成由核心雲資料中心、區域邊緣節點、微邊緣設備至終端裝置所構成的多層級連續體架構。此種架構並非簡單的分層設計，而是透過動態協調與跨層級資源調度形成可彈性重組的運算環境。

在技術層面上，講者說明多叢集 Kubernetes Federation 技術如何透過全域控制平面(Global Control Plane)管理跨區域叢集，使應用程式可依據負載情境進行自動部署與遷移。此外，為因應高度變動的流量需求，系統導入基於機器學習的工作負載預測模型，例如長短期記憶網路(LSTM)，以預測流量高峰並提前調整資源配置。配合軟體定義網路(SDN)與延遲感知排程機制，系統能即時分析網路狀態並重新分配運算節點位置。

在邊緣層部署方面，為降低資源消耗，採用輕量化容器平台如 K3s 與 WebAssembly 執行環境，使邊緣節點得以在有限硬體條件下穩定運行微服務。透過此種整合架構，整體系統在高頻即時應用情境下顯著降低延遲並優化頻寬使用效率，展現 Cloud-Edge Continuum 在實務場景中的技術優勢。

**安全韌性、可觀測性與永續基礎設施**講者 Dr. Peerasak Paoprasert 就 "Carbon Nanomaterials for Environmental Sensing and High-Performance Supercapacitors: Toward Cyberinfrastructure-Driven Smart Systems" 分享。講者強調零信任架構 (Zero-Trust Architecture) 於分散式環境之重要性，將焦點轉向基礎設施安全與長期營運韌性問題。隨著邊緣節點大量部署，系統攻擊面顯著擴大，傳統邊界防禦模式已不足以應對複雜威脅環境。因此，演講強調零信任架構(Zero-Trust Architecture)之重要性，主張每個

節點與服務均須經過持續驗證與授權。

在技術實踐方面，系統導入雙向 TLS 驗證與自動憑證更新機制，並透過微分段 (micro-segmentation) 限制橫向移動攻擊。同時，為提升運維效率，講者說明如何透過 OpenTelemetry 建立分散式追蹤系統，結合 Prometheus 與 Grafana 建構即時監控儀表板，並運用 AIOps 演算法進行異常偵測與自動化診斷。

在永續發展方面，演講指出能源效率將成為未來排程策略的重要指標。透過能源感知排程演算法與動態電源調整機制，系統可在維持服務品質 (QoS) 前提下減少能源消耗。此外，導入碳排放監測儀表板，可協助機構評估資料中心與邊緣節點之環境影響，推動綠色運算政策。

#### 2.3.4 專題討論

專題討論以 “Cyberinfrastructure for Collaborative AI: Unlocking the Next Wave of Applications” 為題，由美國奧勒岡大學 Beth Plale 引言，由台、日、泰、德國等六位與談人，深入探討「協作式人工智慧」的未來發展藍圖。議題涵蓋可互容操作的資訊基礎架構、聯邦式醫療平臺、邊緣感測技術、數位孿生 (Digital Twins)，以及結合大型語言模型 (LLMs) 的持續性知識生成技術，如何賦能下一代的 AI 創新。

#### 2.3.5 國際合作連結

本旅次成員參與各場次論文發表與工作坊討論，並與相關機構代表進行交流，就共同研究議題初步探討合作可能性。亦出席指導委員會 (Steering Committee) 會議，就 CENTRA 未來發展方向提供建議。

另外，藉由此次會議機會，與中興大學、德國司徒加特高速計算中心 (HLRS) 深入討論以數位孿生技術應用於森林生態管理為主題，共同申請國科會與德國 DFG 共同徵求的雙邊合作計畫，於討論過程，擬定計畫書草案。並與會談中，代表國網中心張主任，邀請 HLRS Dr. Uwe Woessner 於 2 月初來台訪問，就數位孿生、合作計畫等項目交流，以加

深合作鏈結。



Figure 7: Dr. Rui, Director of International collaboration of INESC TEC。會議期間與 Dr. Rui 討論互訪事宜



Figure 8: 國合計畫團隊成立討論，中興大學蔡慧萍副教授(中右)及 HLRS Dr. Uwe Woessner(中左)帶領討論

另與葡萄牙 iDREAM 計畫團隊，商討計畫後續執行，以加速計畫產出。

此外，本次會議個人也發表論文 “An Investigation into Energy-Efficient Optimization of Data Center Operations Using Heuristic Algorithms”，並獲得推薦提交 “ECTI Transactions on Application Research and Development Journal” 投稿。

### 3 心得及建議

綜合而言，PRAGMA41 不僅是一場技術演講與研究分享的論壇，更是一個跨國協作的平台，呈現出明確之技術發展趨勢，即以聯邦式運算架構為核心，整合 AI、HPC、感測網路與資料治理機制，形成跨領域之數位生態系統，作為解決真實世界中的複雜挑戰的開端。此種架構不僅提升計算效率與資源利用率，並確保資料於本國國內落地要求的資安與隱私要求，更透過標準化與互通性設計，促進區域科研合作之長期穩定發展。

本次會議之技術討論核心，在於如何將異質運算資源（HPC 叢集、雲端 IaaS/PaaS、邊緣運算節點）透過容器化與聯邦式身份驗證機制整合為跨機構共享平台。與會者分享多項 Kubernetes 叢集及國網中心 SLURM 工作排程系統負載管理實務經驗，以了解如何支援高負載 AI 訓練與大規模模擬運算。此類架構亦觸及聯邦認證機制(Federated Authentication etc.)，以確保跨國使用者存取安全與權限分層管理。相關於 Grid Computing 年代的技術，似有翻新之勢。

本次會議成果顯示，未來 PRAGMA 資源分享平台將持續朝向高彈性、多層次與可持續之分散式基礎設施發展，並在氣候變遷調適、智慧城市建設與 AI 應用創新等領域的研發測試與合作上扮演推動角色，並強調科技與社會治理整合的重要性。本次出國參與有助於掌握國際技術動向、提升專業能力並支援未來政策規劃與基礎建設布局。

PRAGMA41 顯示國際間研究環境方面，已將高效能運算(CPU、GPU)、AI、邊緣運算、感測網路、數位孿生等與政策工具整合為跨域應用架構，並與社會治理結合，才能形成真正的韌性系統。技術發展趨勢強調分散式協作與標準化。同時，可作為未來智慧應用、氣候監測及城市治理系統建構之技術參考。此次連續出席 PRAGMA 41 與 CENTRA 9 兩場國際年度會議，收穫豐碩。兩場會議雖各有側重，但共同彰顯跨

國學術合作之重要性：PRAGMA 強調環太平洋社群之實踐導向，CENTRA 則著重長期跨國網路基礎設施之制度性合作，兩者相輔相成，共同構建完整的國際研究生態系。

本次也觀察到以下幾點值得關注之趨勢：

- 人工智慧整合已全面滲透各研究領域，從醫療影像、氣象預測到城市規劃，AI 工具之應用幾乎涵蓋所有議題；
- 永續發展與氣候韌性成為當前最受重視之研究導向，各國均投入大量資源；
- 學生黑客松與跨機構工作坊之設計有效促進年輕研究者之國際參與，值得中心借鑒；

後續建議

- 持續參與國際社群合作。
- 評估在特定場域推動 HPC 與 AI 試辦計畫。
- 強化分散式資料治理與資安機制建置。
- 推動跨部門資料共享與聯邦學習研究。

本次參與 PRAGMA41 及 CENTRA 9 年度會議，除參加指導委員會會議外，其他效益分述如下：

在政策層面效益：會議強調氣候韌性、智慧城市與資料共享架構，與我國推動數位轉型及淨零政策方向相符。聯邦學習與分散式資料治理模式，可作為跨部門資料合作之技術參考，這也是本中心略有投入的研發議題。

在技術能力提升效益方面：本次會議增進對以下技術之掌握：呈現了以下重要技術趨勢，有助於未來規劃相關基礎設施與試辦計畫。

- 高解析度科學模型高度依賴 HPC 與 GPU 加速運算。
- 邊緣感測與雲端分析形成混合雲，以 continuum 概念，提供資料流通架構。
- AI 與資料視覺化技術逐步成為政策決策工具。
- 聯邦式基礎設施強調跨國資源共享與標準化。

在國際合作方面：透過會議強化與多國研究機構之聯繫，分享本院國際實習生機制，向兩社群成員，更正偏頗資訊，以期能全面拓展國際實習生工作。

鼓勵成員提出申請(如 Univ. of Oregon, UCSD, Thammasat Univ. 等)，並汲取日本 AIST 國際實習生經驗，後續已提報本院國合室，建議修改國際實習生招聘辦法中。為未來合作研究與技術交流奠定基礎，透過中心實質合作，提升本院國際能見度。

此外，本次會議也發表兩篇論文，題目分別為 “Workload Prediction of HPC System via Collaborative Learning” 以及 “An Investigation into Energy-Efficient Optimization of Data Center

Operations Using Heuristic Algorithms”，並獲得推薦提交 “ECTI Transactions on Application Research and Development Journal”，已進入審稿階段。